

一般社団法人
日本建設機械施工協会誌 (Journal of JCMA)

2016

建設機械施工



Vol.68 No.9 September 2016 (通巻799号)



特集 道路

次世代型路床安定処理機械の開発



俯瞰画像モニター



アーム式混合ローター

巻頭言 道路事業の今後と課題

行政情報

- 「凸部、狭窄部及び屈曲部の設置に関する技術基準」の制定
- 大規模災害時における道路交通情報提供の役割と高度化

JCMA報告 平成28年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績（その2）

部会報告 アスファルトプラントの変遷（その1） 黎明期～昭和12年

技術報文

- 供用中の二層式高速道路高架橋における上下層拡幅工事
- 新たな視線誘導灯の開発
- 次世代型路床安定処理機械の開発
- 除雪作業の安全性向上に関する検討 他

統計

平成28年度 建設投資見通し

一般社団法人 日本建設機械施工協会

ダム工事用コンクリート運搬テルハ(クライミング機能付)

重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

特長

●コストパフォーマンスに優れる。

機械重量が比較的軽量で、構造がシンプルなので運搬能力に対して安価である。

●安全性に優れる

コンクリートバケットが堤体上空を横切らないので安全性に優れる。

●環境に優しい。

河床に設置されるので、ダム天端付近の掘削を少なくできる。

●大型機材の運搬も可能

専用吊り具で車両等の大型機材の運搬が可能。



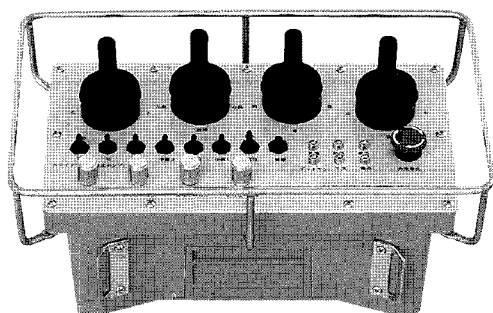
吉永機械株式会社

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

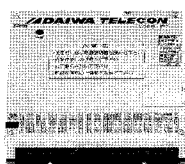
建設機械用
無線操作装置

ダイワテレコン

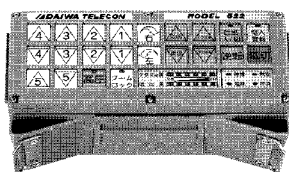
あらゆる仕様に対応
指令機操作面はレイアウトフリー



ダイワテレコン 572 ※製作例 比例制御 4本レバー仕様



受令機



ダイワテレコン 522

《新電波法技術基準適合品》

- スイッチ・ジョイスティック・その他、混在装備で最大操作数驚異の**96CH**。
- コンパクトな指令機に業界最大**36**個の押しボタンスイッチ装着可能。
- 受令機の出力はオープンコレクタ（標準）リレー・電圧（比例制御）又は油圧バルブ出力仕様も可能。
- 充電は急速充電方式（-△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

第10回一般社団法人日本建設機械施工協会研究開発助成対象者の募集について

一般社団法人日本建設機械施工協会（以下「JCMA」という。）は、第10回研究開発助成対象者を下記のとおり公募します。

1. 実施スケジュール

- （1）公募期間は、平成28年9月5日から平成28年10月31日までとします。
- （2）助成対象者の決定は、平成28年12月中旬頃の予定です。
- （3）助成期間は、助成決定の翌日から平成30年3月31日までです。
- （4）研究成果報告書を、平成30年6月30日までに提出して頂きます。
- （5）研究成果を、JCMAへ論文として投稿して頂き、「平成30年度建設施工と建設機械シンポジウム（例年11月中旬～12月上旬開催）」での積極的発表をお願いいたします。

2. 研究開発助成の対象

建設機械又は建設施工（施工に伴う調査を含む）に関する研究であって、以下のいずれかをその目的として、新規性・必要性・発展性が高いと判断されるものを助成の対象とします。

- ①施工の合理化、生産性向上
- ②施工の品質管理
- ③建設工事における安全対策
- ④建設工事における環境保全
- ⑤災害からの復旧及び防災
- ⑥社会資本の維持管理・保全技術の向上又は合理化
- ⑦その他建設機械又は建設施工に関する技術等の向上と普及

3. 研究開発助成の対象者

JCMAより研究開発助成を受けることができる方（以下「助成対象者」という）は、原則として以下のとおりです。

- ①大学、高等専門学校及びこれらの附属機関に属する研究者及び研究グループ
- ②法人格を有する民間企業等の研究者及び研究グループ

4. 申請手続きと注意事項

- （1）助成を希望する研究者又は研究グループの代表者は申請書（様式－1①②④⑤）（共同研究の場合は様式－1③を追加）に必要な事項を記入のうえ、正本1部、写し1部及び電子データを記録した電子媒体（Word形式）を、期限まで（当日消印有効）にJCMAへ郵送により提出するものとします。（なお、セキュリティ上の都合から電子メールによる受付は行っておりません。）
また、申請の際に、説明に必要な範囲で参考資料を添付することは差し支えありません。
- （2）申込件数は1人（共同研究の場合は1研究グループ）あたり1件とします。
- （3）所属される機関において助成等の申請、受入れ機関が指定されている場合等は指定された機

関の長又は代表者が申請することができます。

(4) JCMA 以外の補助制度、助成制度との重複申請は可能です。但し、JCMA の助成において実施を予定する内容と他の制度もしくは助成によって実施する研究開発の内容の全てが重複しないようにして下さい。

(5) 助成対象とならなかった場合には申請書及び添付資料等は審査終了後に返却します。

5. 申請書に記載された個人情報及びその他技術情報の利用目的について

申請書に記載された個人情報は、申請者への連絡、情報提供のために使用いたします。

また、取得した個人情報のうち、氏名、所属機関名及び役職名および申請書に記載された研究開発調査名及びその概要等については、当事業の広報のために刊行物、報告書、ホームページ等で公表し、第三者に提供することがあります。

これに同意した上で申請を行っていただきますようお願い申し上げます。

6. 助成金交付手続き

(1) 助成が認められた申請者は助成決定通知受領後、JCMA に請書等の手続き書類（様式－2 ①～④）を提出して頂きます。

(2) 助成金は平成 29 年 3 月下旬に助成研究者の指定する金融機関の口座（助成金振込先通知書（様式－2 ②に記載された口座））に振り込みますが、助成金の受け入れ方法については、予め申請書（様式－1 ①）にも明記しておいてください。

7. その他

採否の理由等に関しましては、お問い合わせに応じかねますので、ご了承下さい。

(参考) 助成実績	年 度	申請数	採択数
	平成 20 年度	8 件	2 件
	平成 21 年度	8 件	1 件
	平成 22 年度	20 件	2 件
	平成 23 年度	22 件	4 件
	平成 24 年度	8 件	4 件
	平成 25 年度	9 件	1 件
	平成 26 年度	7 件	1 件
	平成 27 年度	11 件	1 件

〒105-0011 東京都港区芝公園 3－5－8 機械振興会館 2 階

一般社団法人 日本建設機械施工協会 研究開発助成事務局

担当 二瓶

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

ホームページ（実施要綱・様式のダウンロード）はこちらから

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



「平成28年度版 建設機械等損料表」を発売しました。

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

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

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

***** 記 *****

■発売日 : 平成28年5月9日

■体裁 : A4版、モノクロ、約460ページ

■本体価格(送料別)

一般価格 8,640円(本体8,000円)

会員価格 7,344円(本体6,800円)

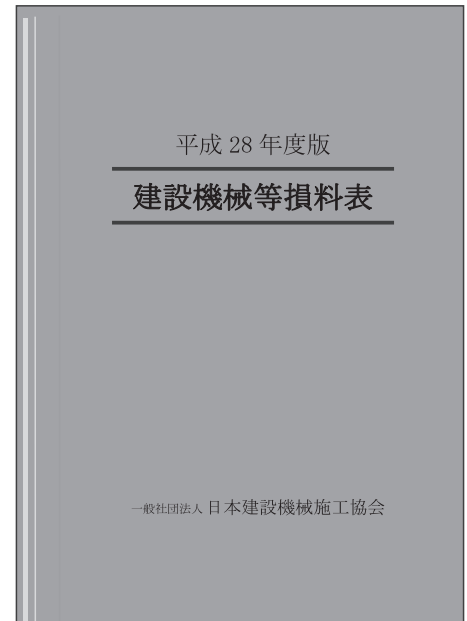
■内容・特長

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

■備考

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

***** 以上 *****



書籍の表紙イメージ

■書籍に関するお問い合わせ先

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館内)

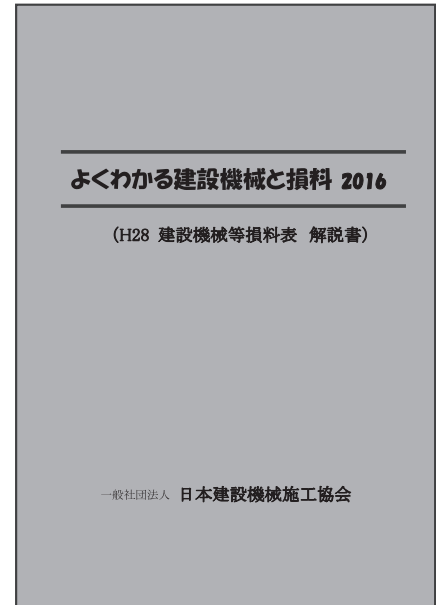
一般社団法人 日本建設機械施工協会 (電話 03-3433-1501)

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

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

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

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



書籍の表紙イメージ

■発 売 日 : 平成28年5月31日

■体 裁 : A4版, 一部カラー, 約320ページ

■価格(送料別途)

一般 : 税込 6,480円 (本体 6,000円)

会員 : 税込 5,508円 (本体 5,100円)

■内容・特長

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

***** 以上 *****

■お問い合わせ先

東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館内)

一般社団法人 日本建設機械施工協会 (TEL:03-3433-1501)

2016年版 日本建設機械要覧

発刊ご案内

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

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



発 刊 日

平成28年3月末

体 裁

B5判、約1,340頁／写真、図面多数／表紙特製

価 格

一般価格 52,920円（本体49,000円）

会員価格 44,280円（本体41,000円）

（注）送料は1冊900円（税込）となります。

（複数冊の場合別途）

特 典

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

2016年版 内容目次

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

今後の予定

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

◆ 購入申込書 ◆

一般社団法人 日本建設機械施工協会 行

日本建設機械要覧 2016年版

冊

上記図書を申込み致します。

平成 年 月 日

官 公 庁 名			
会 社 名			
所 属			
担当者氏名	⑩	TEL	
		FAX	
住 所	〒		
送 金 方 法	銀行振込 ・ 現金書留 ・ その他（ ）		
必 要 事 項	見積書（ ）通 ・ 請求書（ ）通 ・ 納品書（ ）通 （ ）単価に送料を含む、（ ）単価と送料を2段書きにする（該当に○） お願い：指定用紙がある場合は、申込書と共に送付下さい		

◆ 申込方法 ◆

①官公庁：FAX（本部、支部共）

②民 間：（本部へ申込）FAX

（支部へ申込）現金書留のみ（但し会員はFAX申込可）

※北海道支部はFAXのみ

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

〔お問合せ及びお申込先〕

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

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

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

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

☐ 当協会からの新刊図書案内や事業活動案内のダイレクトメール（DM）は不要

2016年版 日本建設機械要覧 電子書籍(PDF)版 発売通知

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

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

是非とも活用いただきたく、お願い申し上げます。

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

発売時期

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

Webサイト 要覧クラブ

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

また、同じ要覧クラブ上で新機種情報も閲覧およびダウンロードできます。

様々な環境で閲覧できます。

タブレット、スマートフォンで外出先でもデータにアクセス



今後の予定

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

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

論文投稿のご案内

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

当協会ホームページ <http://www.jcmanet.or.jp>

★投稿対象

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

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

★部門

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

★投稿資格

原稿の投稿者は個人とし、会員資格の有無は問いません。

★原稿の受付

随時受け付けます。

★公表の方法

当協会機関誌に掲載します。

★機関誌への掲載は有料です。

★その他：優秀な論文の表彰を予定しています。

★連絡先

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館）

日本建設機械施工協会 研究調査部 論文担当

E-mail : ronbun@jcmanet.or.jp

TEL : 03 - 3433 - 1501

FAX : 03 - 3432 - 0289

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に対象として作成したもので、DVD版の主な特徴は以下のとおりです。

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

Windows版

情報化施工デジタルガイドブック

第1版(2014年発行)

JCMA
一般社団法人 日本建設機械施工協会
(禁複製)

デジタルブックDVD版
(デジタル画像・動画等)

プレビューA4版冊子付

情報化施工
デジタルガイドブック

JCMA
一般社団法人
日本建設機械施工協会

定 価

一般価格

2,160円 (本体2,000円)

会員価格

1,944円 (本体1,800円)

※送料別途

主な内容

1

情報化施工
のあらまし

2

情報化
施工技術の
種類

3

情報化施工
の適用工種

4

情報化施工
の運用手順

5

建設機械・
測量機器リスト

6

情報化
施工データ

7

情報化施工
の導入効果

8

導入事例

9

用語の説明

一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館

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

JCMA 図書

検 索

◆ 日本建設機械施工協会『個人会員』のご案内 ◆

会 費 : 年間 9,000円

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

★個人会員の特典

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

今後、続々と個人会員の特典を準備中です。この機会に是非入会下さい!!

◆ 一般社団法人 日本建設機械施工協会について ◆

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

一般社団法人 日本建設機械施工協会とは…

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

■会員構成

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

■主な事業活動

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

■主な出版図書

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

その他、日本建設機械施工協会の活動内容はホームページでもご覧いただけます！

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

※お申し込みには次頁の申込用紙を使用してください。

【お問い合わせ・申込書の送付先】

一般社団法人 日本建設機械施工協会 個人会員係

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館

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

一般社団法人 日本建設機械施工協会 会長 殿

下記のとおり、日本建設機械施工協会 個人会員に入会します。

平成 年 月 日

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

【会費について】年間 9,000円

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

【その他ご入会に際しての留意事項】

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

【個人情報の取扱について】

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

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

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

目 次

道路 特集

3	グラビア bauma 2016	
11	巻頭言 道路事業の今後と課題	秋葉 正一
12	行政情報 「凸部、狭窄部及び屈曲部の設置に関する技術基準」の制定	竹下 卓宏
17	行政情報 大規模災害時における道路交通情報提供の役割と高度化	杉田 正俊
26	コンクリート床版上面補強工法の確立	
	PCM 舗装施工機械開発	蔵治賢太郎
32	供用中の二層式高速道路高架橋における上下層拡幅工事	
	須藤 肇・兼丸 隆裕・瀬尾 高宏・齋藤 隆	
37	路面滞水処理作業における新規機械の開発	
	自走式路面乾燥機の開発	伊藤 圭祐
41	舗装工事における CIM の試行	
	CIM 導入による効果と課題	中村 和弘・矢野 裕也
46	道路用ボラードの利用状況とテロ対策用ボラードの性能評価	安藤 和彦
51	日本の高速道路における移動式防護柵の初導入	
	常盤自動車道における試行導入結果	鎌田 文幸
57	センサー技術を活用した道路用機械の安全対策技術の開発	
	宮本 多佳・相田 尚・梶原 覚	
61	新たな視線誘導灯の開発 帯状ガイドライト設置事例及びドライバーに与える効果	
	佐々木 伸・萩原 亨・高木 一誠	
66	グレーダ開発の変遷史	岡本 直樹
73	次世代型路床安定処理機械の開発	
	ディープスタビライザの品質・安全性向上への取り組み	小西 剛・丑久保吾郎
77	除雪作業の安全性向上に関する検討	伊藤 秀樹・金野 貴洋・中島 朋也
83	ペイロードマネジメントによる過積載の防止と生産性の確保	柿本 亮大
88	交流の広場 地中レーダの原理・特徴と適切に活用するための留意点	千賀 敦夫
92	ずいそう 単身赴任は楽しい	古本 尚吾
93	ずいそう 集中力と目標	畠中 徹
95	JCMA 報告 平成 28 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績 (その 2)	
101	部会報告 アスファルトプラントの変遷 (その 1) 黎明期～昭和 12 年	
	機械部会 路盤・舗装機械技術委員会 (アスファルトプラント変遷分科会)	
107	部会報告 トンネル工事現場見学会	機械部会 トンネル機械技術委員会
110	CMI 報告 吹付けノズルマンの技能評価試験	谷倉 泉・設楽 和久・三浦 康治
114	統計 平成 28 年度 建設投資見通し	120 行事一覧 (2016 年 7 月)
	国土交通省 総合政策局 情報政策課 建設経済統計調査室	124 編集後記
119	統計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移	原
	機関誌編集委員会	

◇表紙写真説明◇

次世代型路床安定処理機械の開発

写真提供：範多機械(株)・(株)NIPPO

現位置混合による路床安定処理工法の主力機械である
クローラ式ディープスタビライザは、20 年以上後継機

が出ないまま旧来機を使用してきたが、メンテナンスにおいては主要部品の調達が困難な状況となる等現場は苦勞している。このような背景から、今般、品質、安全性向上を目的とした新技術を搭載した次世代型のディープスタビライザを開発し、実用化に至った。

写真は、新設の高速道路の盛土部の路床安定処理を施工している状況である。

平成 28 年度 建設機械施工技術検定試験のご案内

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

1. 申込み方法

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

2. 申込み受付期間

3 月 4 日（金）～ 4 月 4 日（月）；済

3. 試験日

学科試験：6 月 19 日（日）；済

実地試験：8 月下旬～ 9 月中旬

4. 受検資格

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

詳細問い合わせ先：

一般社団法人 日本建設機械施工協会

TEL：03-3433-1575

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

平成 28 年度版 建設機械等損料表 発売のお知らせ

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

1. 内容・特長

・国交省制定「建設機械等損料算定表」に準拠

・機械経費・損料等に関する通達・告示類を掲載

・燃料・電力消費率を掲載

2. 発売日

平成 28 年 5 月

3. 体裁

A4 版、約 460 ページ

4. 本体価格（送料別）

一般：8,640 円

会員：7,344 円

詳細問い合わせ先：

一般社団法人 日本建設機械施工協会

TEL：03-3433-1575

http://www.jcmanet.or.jp

2016 年版 日本建設機械要覧 電子書籍（PDF）版 発売のお知らせ

2016 年 3 月に発行した「日本建設機械要覧」の、2 種類の電子書籍（PDF）版を発売。PC、タブレット、スマートフォンからアクセスでき、現場技術者の工事計画の立案、積算や、機械技術者の建設機械のデータ収集等に活用できます。購入は HP（<http://www.jcmanet.or.jp/>）からお申込みください。

1. 商品名、価格（3 年間、税込）

・日本建設機械要覧 2016 電子書籍（PDF）版

会員 54,000 円／非会員 64,800 円

・建設機械スベックー覧表 電子書籍（PDF）版

会員 48,600 円／非会員 59,400 円

2. 購入特典

Web サイト「要覧クラブ」において、過去の日本建設機械要覧が閲覧、ダウンロード可能。

詳細問い合わせ先：

一般社団法人 日本建設機械施工協会

TEL：03-3433-1575

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

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、

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

ドイツ・ミュンヘン国際建設機械見本市

bauma 2016

Messe Munchen GmbH ドイツ・ミュンヘン見本市会場

2016年4月11日～17日 【レポート Part2】

先月号に引き続き、第62回欧州建設機械施工視察団にて調査した、
世界各国の展示製品を可能な限り幅広く紹介する。

トラック・トレーラー



MercedesBenz (ドイツ)
トラック



MAN (ドイツ)
トラック



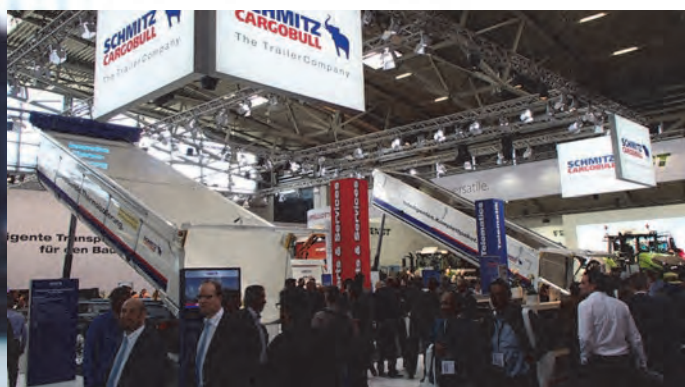
SCANIA (スウェーデン)
トラック



Broshuis B. V. (オランダ)
トレーラー



HUMBAUR (ドイツ)
トレーラー



SCHMITZ CARGOBULL (ドイツ)
トレーラー

各種エンジン



Cummins (アメリカ)



JCB (イギリス)



CAT (アメリカ)



LIEBHERR (ドイツ)



MAN (ドイツ)



JOHN DEERE (アメリカ)



DEUTZ (ドイツ)



Perkins (イギリス)



SUBARU (日本)

クレーン機械



LIEBHERR (ドイツ)
500 t クレーン



KOBELCO (日本)
250 t クレーン



TADANO (日本)
各種大型クレーン



RUTHMANN (ドイツ)
各種大型クレーン



LIEBHERR (ドイツ)
クレーン用ラジコン



GORMACH (イタリア)
各種車載クレーン



PM (イタリア)
各種車載クレーン



ATLAS (ドイツ)
各種車載クレーン



HYVA (オランダ)
各種車載クレーン



maxilift (イタリア)
各種車載クレーン

道路工事関連



WIRTGEN (ドイツ)
路面切削機



VÖGELE (ドイツ)
アスファルトフィニッシャー

コンクリート・プラント関連



Putzmeister (ドイツ)
コンクリートポンプ車



KLEIN (ドイツ)
コンクリートポンプ



ZOOMLION (中国)
コンクリート関連機械



IMER (イタリア)
コンクリートミキサ



AMMANN (フランス)
プラント設備



CDE (イギリス)
プラント設備



McCloskey (カナダ)
自走式破碎機

清掃関連機械



JCB (イギリス)
バックホウローダーの道路清掃機械



MercedesBenz (ドイツ)
トラックの道路清掃機械



Rabaud (フランス)
各種清掃装置



TUCHEL (ドイツ)
小型清掃装置



AQUAJET SYSTEMS AB
(スウェーデン) ウォータージェット機械



KARCHER (ドイツ)
各種清掃機器類

草刈り・その他装置



NICOLAS (フランス)
草刈装置



Ghedini ing Fabio (イタリア)
草刈装置



seppi m (イタリア)
ロータリーカッター



tmc cancela (スペイン)
ロータリーカッター

小型機械類



AVANT (フィンランド)
各種小型機械



MASALTA (中国)
各種小型機械



webermt (ドイツ)
各種小型機械



Atlas Copco (スウェーデン)
各種小型機械



VERNICOL S. A. (ギリシャ)
各種小型機械



BOMAG (ドイツ)
各種小型機械



Husqvarna (スウェーデン)
各種小型機械



GOLZ (ベルギー)
各種切削工具等

各種機器類



ITR (オランダ)
走行用クローラ関連



DANA (アメリカ)
駆動系油圧機器



HBC radiomatic (ドイツ)
無線操作ラジコン



Rexroth (ドイツ)
油圧機器・部品

巻頭言

道路事業の今後と課題

秋 葉 正 一



現在の建設業界が受け持っている公共的な事業を思いつくままに挙げてみると、東日本大震災・熊本地震の震災復興事業、東京オリンピック・パラリンピック開催に伴う整備事業、避難施設・防波堤の建設や無電柱化などの防災・減災のための事業、インフラ施設の老朽化に伴う維持修繕・更新事業、都市開発整備事業等である。このように、一時的あるいは継続性の高いインフラの整備や維持等に伴う事業が多く存在しており、引き続き建設業界の果たす役割は大きい。このうち、道路施設およびそれに関連する事業において、世代を超えて一般市民がどこかで目にする継続性の高い事業は、老朽化対策や無電柱化事業などであろう。

まず、老朽化対策について、2012年12月の笹子トンネル天井板崩落事故を契機として、国土交通省はその翌年の2013年をメンテナンス元年と位置づけインフラ施設の老朽化対策に具体的かつスピーディに取り組むこととなった。特にこの議論の中で重要視されたのは、国管理の道路施設はもちろんであるが、それよりも自治体管理の施設の老朽化に対する危機という点である。その施策の一つとして、国土交通省は2013年2月に市町村を含む道路管理者に道路施設の総点検を実施するよう通知した。その後、老朽化により第三者被害を引き起こす施設である橋梁、トンネル、シェッド・大型カルバート等、横断歩道橋、門型標識等について、定期点検要領が2014年6月にまとめられ、これに基づき市町村を含む各道路管理者が老朽化対策に取り組んでいる。現在は、定期点検要領の対象となった前述の道路施設以外である舗装、盛土等の土工構造物、道路照明等の小規模付属物についての点検要領の取りまとめを国土交通省で実施しており、近く各道路管理者に通達され、全国的な道路施設のアセットマネジメント化が図られることになると思われる。

つぎに、無電柱化について、無電柱化は歩行空間のバリアフリー化、市街地景観の向上、防災対策に対する効果が期待でき、ここ数年これを推進する気運が高

まっている。無電柱化に伴う電気・通信ケーブルの地中埋設は、現在では電線共同溝方式（約5億円/km）であり、およそ300km/年で事業が実施されている。この予算規模のままで国内の無電柱化を達成させるためには、3000年かかるともいわれている。このため、2014年9月に「無電柱化低コスト手法技術委員会」（国交省・総務省・経産省等）が設置され、2015年12月に中間とりまとめが公表された。これによれば、長期供用性等の課題はあるものの、直接埋設や小型ボックス等の使用による低コストでのケーブルの浅層埋設は可能との実証実験結果が報告されており、国土交通省では2016年4月1日より「電線等の埋設物に関する設置基準」を緩和することを公表し、低コスト手法による無電柱化を推進することとなった。また、無電柱化推進のための法案も近いうちに成立する可能性が高く、無電柱化に向けた事業が様々な地域で実施されるであろう。

しかしながら、道路のみならず全ての建設事業を遂行する上で問題となるのが人手不足である。建設業就業者数は、2010年を基準とすると、2020年には100万人減少するとの試算がある。このため、建設業における担い手の確保・育成と生産性向上について議論する場として、2014年1月に建設産業活性化会議が国土交通省内に設置され、処遇改善を中心とする担い手の確保・育成や建設生産システムにおける生産性の向上に対する取組みを官民により重点的に実施するよう提言している。特に、建設生産システムにおける生産性の向上としては、施工の標準化・省力化・効率化、人材・資機材の効率的な活用、重層下請構造の改善の取組みを挙げており、国土交通省では2016年を「生産性革命元年」と位置づけ、本格的な取組みを実施している。このような生産性の向上に対する取組みは、人手不足による生産性低下を直接的に軽減できるので、より一層の技術開発等が進むことを期待したい。

行政情報

「凸部、狭窄部及び屈曲部の設置に関する技術基準」の制定

竹下 卓宏

交通事故死者数は年々減少しており、人口あたりの自動車乗車中の死者数は G7 各国の中で最小となっているものの、人口あたりの歩行中・自転車乗車中の死者数は最も多い状況である。また、自宅から 500 m 以内の身近な道路での交通事故が多く発生している。

国土交通省では、生産性革命プロジェクトとして、ビッグデータを活用して、生活道路における速度超過箇所や急ブレーキ多発箇所等の急所を事前に特定し、効果的な速度低減策である凸部（ハンプ）や狭窄などを設置する取組を推進しており、この取組を更に推進するため、平成 28 年 3 月に「車両の速度低減等に効果を発揮する物理的デバイス（凸部、狭窄部、屈曲部）の設置に関する基準」を制定した。本稿ではその基準の内容について紹介する。

キーワード：物理的デバイス、凸部、狭窄部、屈曲部、生活道路における物理的デバイス等検討委員会、「凸部、狭窄部及び屈曲部の設置に関する技術基準」、生産性革命プロジェクト

1. はじめに

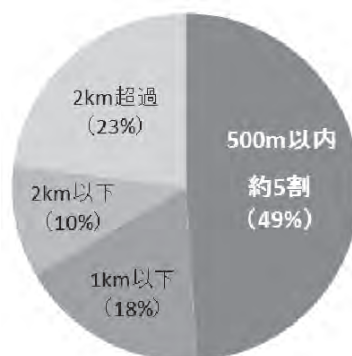
平成 27 年の交通事故死者数は、4,117 人となり、15 年ぶりに増加に転じたものの、ピーク時の昭和 45 年の 16,765 人の 4 分の 1 まで減少した（図—1）。



図—1 我が国の交通事故発生状況の推移

しかしながら、交通事故死者数の約半数の 2,027 人（H26）は歩行中・自転車乗車中に発生しており、そのうち約半数が自宅から 500 m 以内の身近な場所での交通事故となっている（図—2）。また、交通事故死者数の半数以上を 65 歳以上の高齢者が占めるなど、交通事故情勢は依然として厳しい状況にある。

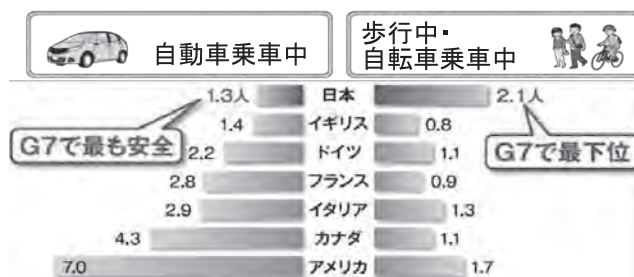
また、わが国の交通事故の状況を G7 各国で比較す



歩行中・自転車乗車中の死者数 2,027 人（H26）

（出典：交通事故データ（ITARDA）（平成 26 年データ））

図—2 自宅からの距離別死者数



（出典：OECD/ITF（2015）Road Safety Annual Report 2015 資料）

図—3 人口10万人あたり死者数の国際比較（2015）

ると、人口あたりの自動車乗車中の死者数は最も少ないが、人口あたりの歩行中・自転車乗車中の死者数は最も多くなっている（図—3）。

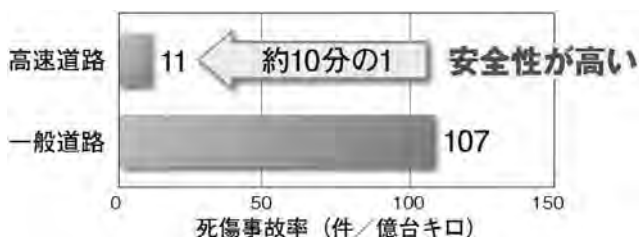
2. 暮らしの道の安全に向けた取り組み

(1) 機能分化を進め、安全性の高い道路へ転換

近年、高速道路の整備が進展しており、自動車交通を安全性の高い幹線道路等へ転換し、生活道路を歩行者・自転車中心の空間へ転換できる環境が整いつつある。

高速道路の死傷事故率は、一般道路の約10分の1であり（図—4）、道路の機能分化を進め、安全性の高い高速道路等の利用率を高めることで、事故を削減することが重要である。

例えば、首都圏3環状道路の整備率は、平成16年では約3割だったが、平成27年には約7割となった。首都圏3環状道路の一つである圏央道の相模原愛川IC～高尾山ICは、平成26年6月に開通し、その結果、並行する一般道から安全性の高い道路へ自動車交通が転換することで、交通事故件数が削減されている（図—5）。



（出典：警察庁資料（H23）、交通量観測機器データ（H23））

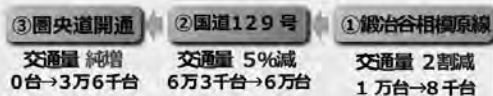
高速道路：高速自動車国道、指定自動車専用道路、その他自動車専用道路
一般道路：上記以外の道路

図—4 道路種類別の死傷事故率

相模原愛川IC～高尾山IC(H26.6.26開通)



玉突き効果



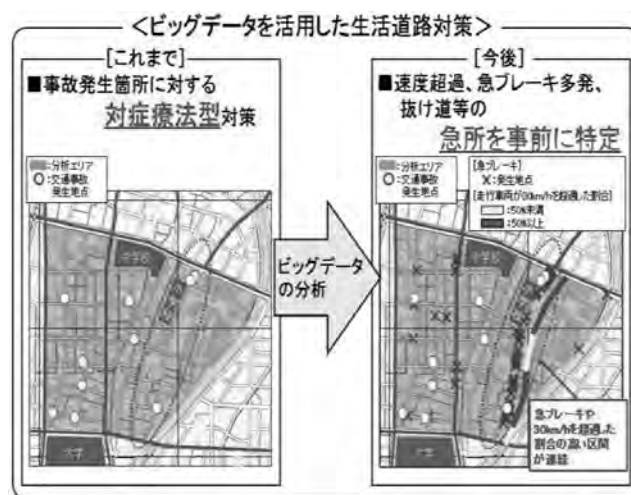
相模原警察署管内（相模原市中央区）の事故件数
1割減 112件→102件（6ヶ月間の比較）

図—5 圏央道開通による効果

(2) ビッグデータを活用した科学的な交通安全対策

近年はETC2.0から速度、急ブレーキ位置情報、経路情報等のビッグデータが得られるようになり、これまでの区間ごとの事故率による抽出に加え、潜在的事故危険箇所の抽出が可能となった。

国土交通省では、平成28年3月に「急所を事前に特定する科学的な道路交通安全対策」を生産性革命プロジェクト第一弾として位置付け、ビッグデータを活用して、生活道路における速度超過箇所や急ブレーキ多発箇所等の急所を事前に特定し、効果的な速度低減策である凸部（ハンプ）や狭窄などを設置する取組を推進している（図—6）。



図—6 ビッグデータを活用した生活道路対策

(3) 物理的デバイスの技術基準の策定

速度別の致死率をみると、30 km/h以下では30 km/h超過の場合と比較して約4分の1に低下している。速度低減を図ることは致死率の低下に大きく貢献する（図—7）。



（出典：交通事故データ（ITARDA）（平成25年データ））

図—7 生活道路における速度別の致死率

これまで市区町村において、速度低減等を図る物理的デバイス対策が積極的に検討されなかった要因の1つとして、物理的デバイスを生活道路のどこに、どのような構造物で、どう設置すべきか、仕様が明確でないことが挙げられる。

こうした背景の中、国土交通省道路局で設置した「生活道路における物理的デバイス等検討委員会」（委員長：埼玉大学大学院久保田尚教授）において審議を行い、平成28年3月に「車両の速度低減等に効果を発揮する物理的デバイス（凸部、狭窄部、屈曲部）の設置に関する基準」を制定した。以下、基準の内容について紹介する。

3. 基準の内容

(1) 基本方針

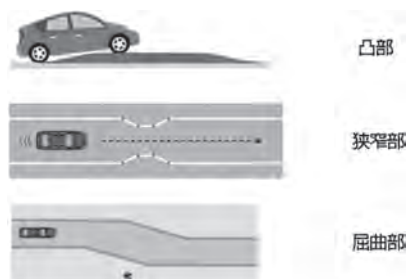
本基準では、凸部、狭窄部及び屈曲部（以下「凸部等」という。）の設置に関する一般的技術基準を定めることを目的とし、凸部等の設置に関する基本方針を以下のように定めた。

凸部等の設置に関する基本方針

- (1) 生活道路において、歩行者又は自転車の安全な通行を確保するため、必要に応じて凸部等を効果的に設置し、自動車の速度を十分に減速させるとともに、自動車の通行を安全性の高い幹線道路等へ誘導するよう、努める。
- (2) 凸部等の設置にあたっては、車両の安全な通行及び歩行者の安全かつ円滑な通行が妨げられないよう留意する。

(2) 用語の定義

凸部、狭窄部、屈曲部等に関する用語を以下のように定めた（図—8）。



図—8 凸部、狭窄部、屈曲部のイメージ

用語の定義

- (1) 凸部：道路構造令（昭和45年政令第320号）第31条の2に規定された凸部をいう。
- (2) 狭窄部：道路構造令第31条の2に規定された狭窄部をいう。
- (3) 屈曲部：道路構造令第31条の2に規定された屈曲部をいう。
- (4) 普通自動車：道路構造令第4条第2項に規定された普通自動車をいう。
- (5) 小型自動車：道路構造令第4条第2項に規定された小型自動車をいう。

(3) 対象とする道路

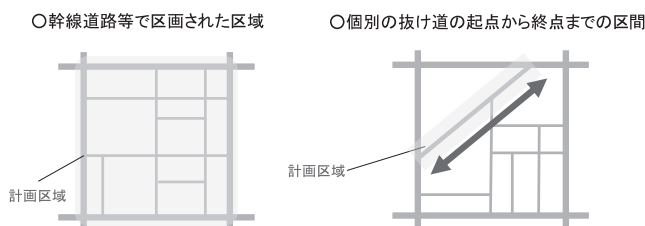
物理的デバイスの設置の検討対象となる道路を歩行者や自転車の事故が発生している道路のほか、事故の危険が高い道路として以下のように規定した。

対象とする道路

- 生活道路において、次のいずれかに該当する場合は、沿道の状況等を踏まえ、必要に応じて、凸部等を設置する。
- (1) 歩行者又は自転車の事故が多発している道路
 - (2) 自動車の速度が高い道路
 - (3) 通過交通が多い道路
 - (4) 急減速等が多発している道路
 - (5) その他、地域において凸部等の設置が必要と認められる道路

(4) 設置計画

物理的デバイスの効果を確実に発揮させるとともに、物理的デバイスの設置の影響が生活道路エリア内の経路の変更に帰着することを避けるために、計画区域を設定し、設置箇所、物理的デバイスの種類について計画することが望ましいとした（図—9）。



図—9 計画区域のイメージ

設置計画

凸部等の設置にあたっては、計画区域を設定し、設置箇所及び種類について、計画することが望ましい。

(1) 計画区域の設定

凸部等の設置の効果を高めるため、幹線道路等で区画された区域や、個別の抜け道の起点から終点までの区間等、凸部等の設置を一体的に計画すべき範囲（以下、計画区域という。）を設定する。

(2) 設置箇所の選定

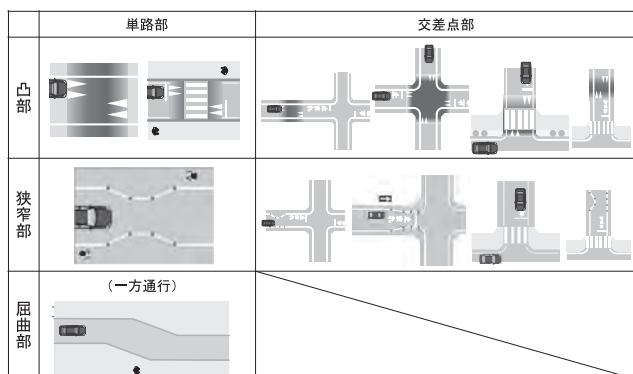
凸部等の設置は、トンネル、橋、勾配の急な箇所等を選び、接近する交通からその存在を十分に確認できる箇所を選定する。

(3) 種類の選定

凸部等の種類は、道路、交通、沿道の状況等を踏まえて選定する。

凸部等の種類（凸部、狭窄部、屈曲部）と設置箇所（単路部、交差点部）による組合せは図—10のようになる。

また、種類・設置箇所の選定において、踏まえるべき特徴・留意事項を表—1に示す。



図—10 凸部、狭窄部、屈曲部の種類

表—1 凸部、狭窄部、屈曲部の特徴・留意事項

デバイス	単路部	交差点部	
		(生活道路内)	(幹線道路との交差点)
凸部	・主に速度の高い車だけに不快感を与えることができる	・交差点に入る全方向の車両速度の低減が期待できる	・横断歩道部分がかさあげされ、幹線道路に沿って通行する歩行者の車道横断が容易になる
狭窄部	・設置が簡易で、コストも比較的小さい ・他の対策と組み合わせやすい ・車両速度を十分に減速できない場合がある	・交差道路との優先、非優先が明確になる ・走行位置が中央寄りになり、交差道路の交通と互いに視認しやすくなる	・幹線道路に沿って通行する歩行者の車道横断距離が短くなる
屈曲部	・一般的に、区間にわたり設置する ・十分な道路幅員を必要とする ・一方通行道路への設置を基本とする		

(5) 凸部の構造

凸部とは、通過する車両を一時的に押し上げるものであり、事前にこれを視認した運転者が速度を落とすことで速度の低減を図るものである。

(a) 凸部の構造（凸部の高さ）

既往研究より、高さ7～10 cmで速度抑制効果が確認されており、その中でも10 cmが最も速度抑制効果が高いことが確認されている。また、近年国内では、10 cmを原則として示されたマニュアルが運用されてきた。これらより、凸部の高さについては、10 cmを標準とした。

(b) 凸部の構造（傾斜部の縦断勾配）

既往研究より、縦断勾配5パーセントで不快感による速度抑制効果が確認されており、危険感は大きく無い。一般的に勾配が大きくなると、速度抑制効果が増すが、危険感も増す。また、近年国内では、平均5パーセントの構造を原則として示されたマニュアルが運用されてきた。これらより、傾斜部の縦断勾配については、平均5パーセントを標準とした。

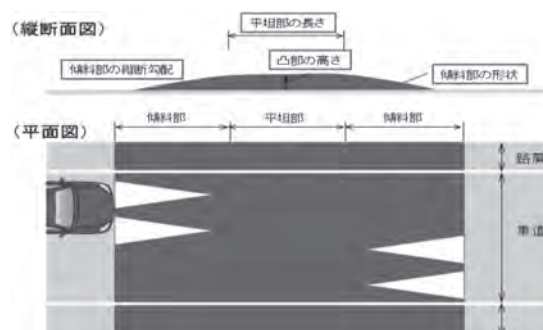
(c) 凸部の構造（傾斜部の形状）

既往研究より、すりつけ部をなめらかにすることで、騒音・振動を抑えられることが確認されている。また、円弧ハンプなど、道路面とのすりつけが不連続

であると、騒音が発生する可能性が高いとされている。これらより、傾斜部の形状については、すりつけ部を含め、なめらかなものとした。なお、なめらかな形状として、サイン曲線形状などが考えられる。

(d) 凸部の構造（平坦部の長さ）

近年は弓形（平坦部0 m）または台形を原則として示されたマニュアルが運用されてきた。一方、既往研究では、いずれの長さでも、速度抑制効果は確認されているが、長さが短いほど、効果が高い。しかし、車両との接触を検討した場合、平坦部の長さが2 m未満の場合、路面と車体の間隔が小さくなる。これらより、平坦部の長さについては、2 m以上を標準とした（図—11）。



図—11 標準的な凸部のイメージ

凸部

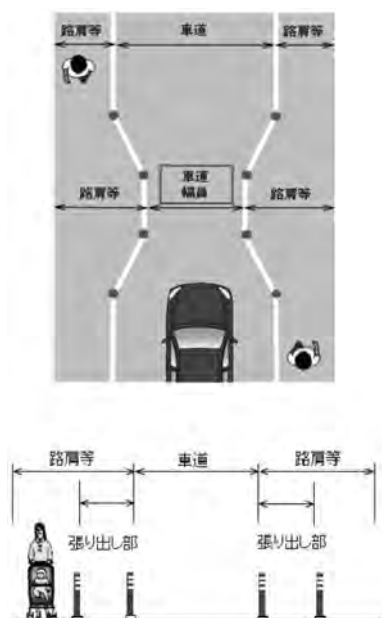
- (1) 凸部は、当該部分を通行する自動車を十分に減速させる構造を標準とする。
- (2) 凸部は、その端部から頂部までの部分（以下、「傾斜部」という。）及び凸部の頂部における平坦な部分（以下、「平坦部」という。）から成り、その構造は、凸部を設置する路面から平坦部までの垂直方向の高さ（以下、「凸部の高さ」という。）、凸部を設置する路面に対する傾斜部の縦断勾配、縦断方向の傾斜部の形状及び縦断方向の平坦部の長さにより規定する。
- (3) 速度が1時間につき30キロメートルを超えている自動車を十分に減速させる場合には、凸部の構造は次による。
 - 1) 凸部の高さ
10センチメートルを標準とする。
 - 2) 傾斜部の縦断勾配
平均で5パーセント、最大で8パーセント以下を標準とする。
 - 3) 傾斜部の形状
凸部を設置する路面及び平坦部とのすりつけ部を含め、なめらかなものとする。
 - 4) 平坦部の長さ
2メートル以上を標準とする。

(6) 狭窄部の構造

狭窄部とは、幅員の狭い部分を通行するために運転者が速度を落とすことで速度の低減を図るものである。

最も狭小な車道の幅員により構造を規定しており、道路構造令（第5条第5項）と同様の数値である3mとすることを標準としている。車両制限令により定められた車両の幅の最高限度は2.5mであり、通行可能な車両の幅は道路幅員より0.5m小さいものでなければならぬため、最高限度の幅の車両を通行可能とするためには、道路幅員を3m以上とする必要がある。

ただし、一方通行の単路等においては、3mとしても、十分な減速がなされない場合があるため、狭窄部の設置にあわせて通行する車両の幅を限定するならば、3mより狭くすることも可能である（図—12）。



図—12 狭窄部の平面図・横断面図

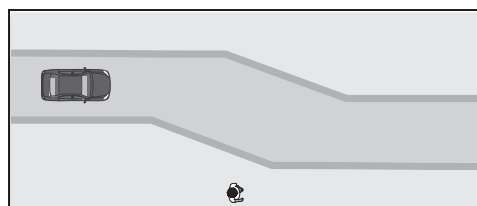
狭窄部

- (1) 狭窄部は、当該部分を通行する自動車を十分に減速させる構造を標準とする。
- (2) 狭窄部の構造は、最も狭小な車道の幅員により規定する。
- (3) 狭窄部の最も狭小な車道の幅員は、3メートルを標準とする。

(7) 屈曲部の構造

屈曲部とは、車両の通行部分の線形をジグザグや蛇行させ、運転者に左右のハンドル操作を強いることにより、速度の低減を図るものである（図—13）。運転者に左右のハンドル操作を強いることになるため、一方通行の道路に設置することが基本となる。

なお、車両が通行可能な屈曲部の形は、車両軌跡等



図—13 狭窄部の横断面図

から確認することを想定している。

屈曲部

屈曲部は、普通自動車が通行可能で、当該部分を通行する小型自動車を十分に減速させる構造を標準とする。

(8) その他

物理的デバイスの計画にあたっては、施工に関する留意点及び適切な維持管理のための記録の保存について、定めている。

また、特に凸部については、なめらかさを失うと騒音、振動等につながる可能性があるため、維持管理を行い、常に良好な状態に保たれるよう努めることを規定した。

その他にも、交通規制との整合や地域住民等の理解と協力を得るよう努めること、凸部の存在を予告するための注意喚起看板等の設置の検討等を留意事項として示している。物理的デバイスが設置される道路を歩行者や自転車が通行することを考慮し、通行空間を確保することも必要である。

4. おわりに

国土交通省では、生産性革命プロジェクトの一つとして「急所を事前に特定する科学的な道路交通安全対策」を、全国100エリアを皮切りに着手しており、ビッグデータを活用した対策エリアにおける分析結果の提供や交通診断を行う有識者の斡旋等の技術支援を行っている。

本基準の制定により、これまで道路管理者がそれぞれ設計していた物理的デバイスの構造が統一化され、生活道路において効果的で適切な車両の速度低減策が推進されることにより、交通事故を減少し、生活道路を歩行者・自転車中心の空間へ転換を図って参りたい。

JICMA

【筆者紹介】

竹下 卓宏（たけした たかひろ）
国土交通省
道路局 環境安全課 道路交通安全対策室
課長補佐



特集>>> 道路

行政情報

大規模災害時における 道路交通情報提供の役割と高度化

杉 田 正 俊

大規模災害が発生したときの道路交通情報は非常に緊急性の高い情報であり、即時性及び正確性が求められる。これまでの情報提供は、ラジオ放送による一様性のメリット、電話応答のドライバーと直接やり取りできる特性を活かし、近年ではインターネットを活用した分かりやすい情報提供を実現してきた。しかし、大規模災害が発生した特殊な状態では、通常時とは異なる情報需要となり、質的・量的な情報提供の高度化が求められる。ドライバーからの「より早く」、「より詳細に」情報を取得したいというニーズに応えるために、大規模災害時における道路交通情報の役割や要件を明らかにし、また、情報の収集から提供までの実態を整理しながら検討してきた道路交通情報の高度化について報告する。

キーワード：道路交通情報、災害情報、情報統合、Web システム、マルチメディア、ヒューマンマシンインタフェース

1. はじめに

近年、大雨・大雪等の異常気象が頻発し、平成 27 年 8 月に三重県で、9 月には関東・東北地方で、いずれも大雨による災害が激甚災害に指定されている。また、平成 23 年 3 月の「東日本大震災」及び平成 28 年 4 月に発生した「熊本地震」では、広範囲に亘って至るところで交通網が寸断され、経済活動が停滞するなど国民生活に甚大な被害をもたらす自然災害が発生している。

このような大規模災害が発生した場合（大規模災害時）、人やモノの移動において必要とされる道路の通行止めや交通渋滞等の道路交通情報への関心が高まる。

公益財団法人日本道路交通情報センター（以下「JARTIC」という。）では、時代のすう勢とともに変化するドライバーのニーズに的確に対応するため、道路交通情報の向上を図ってきた。

しかし、大規模災害時には、被災者の安全の確保のみならず、緊急車両や救援・救助のための車両の円滑な移動を確保するため、これまで以上に道路交通情報の正確性及び迅速性が求められる。

そのため、一般のドライバーのみならず道路交通情報を必要とする全てのユーザの視点に立って、大規模災害時にどのような情報を求めているのか実態を把握し、災害の種類ごとに必要とされる情報及び効果的な

情報提供手法について検討してきた。

本稿では、大規模災害時に道路交通情報に求められる役割や要件を明らかにし、それに応えるべく、平成 26 年 3 月 11 日から試験運用を開始した「災害時情報提供サービス」の概要及び、当該システムの運用・管理に係る道路交通情報の収集から提供における課題等を報告する。

2. 道路交通情報提供の現状

昭和 43 年 8 月、岐阜県の国道 41 号で乗鞍岳へ向かっていた観光バスが土砂崩れに巻き込まれて飛騨川に転落し、乗員乗客 104 名が死亡する日本のバス事故史上最悪の事故が発生した（写真—1）。

当時は情報提供の手段が未発達だったため、集中豪雨による土砂崩れや道路の寸断の情報がうまくバス側に伝達できなかったことが大事故につながったという見方もあり、これが道路交通情報の提供義務を法定する契機となった。

■道路交通法 第 109 条の 2 第 1 項

都道府県公安委員会は、内閣府令で定めるところにより、車両の運転者に対し、車両の通行に必要な情報を提供するように努めなければならない。（抜粋）

また、急激な自動車社会の発展は交通渋滞や交通事故を多発させる社会問題にもなり、円滑な交通を確保

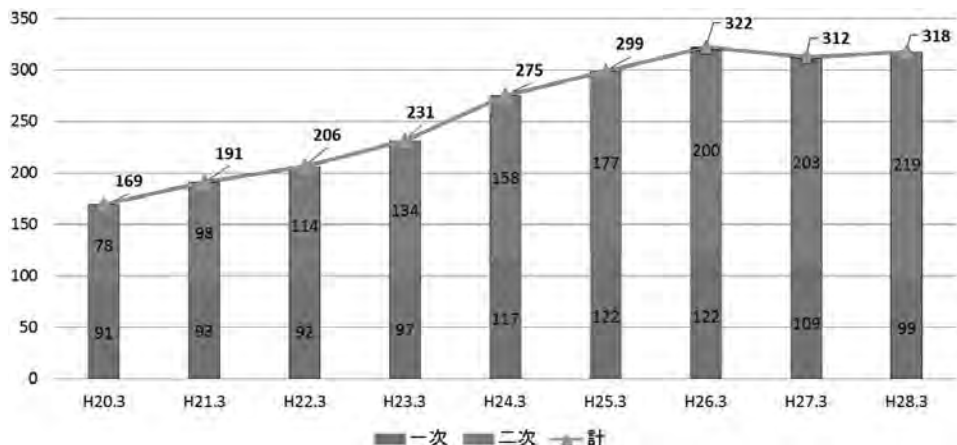


写真—1 国道41号飛騨川バス転落事故当時の様子
(提供：岐阜県白川町役場)

することなどを目的とする道路交通情報に対する需要が飛躍的に増大していった。さらにドライバーからは、道路の通行規制・交通渋滞などの情報を統合して提供することを望む声が高まってきた。

このような背景から、道路交通における安全・安心と円滑化に寄与するとともに、国民経済の発展に貢献することなどを目的とし、複数の行政機関が所掌事務に応じて収集する道路情報・交通情報を一元的にとりまとめ、ドライバーに提供する情報提供スキームが、昭和45年3月1日に確立した。

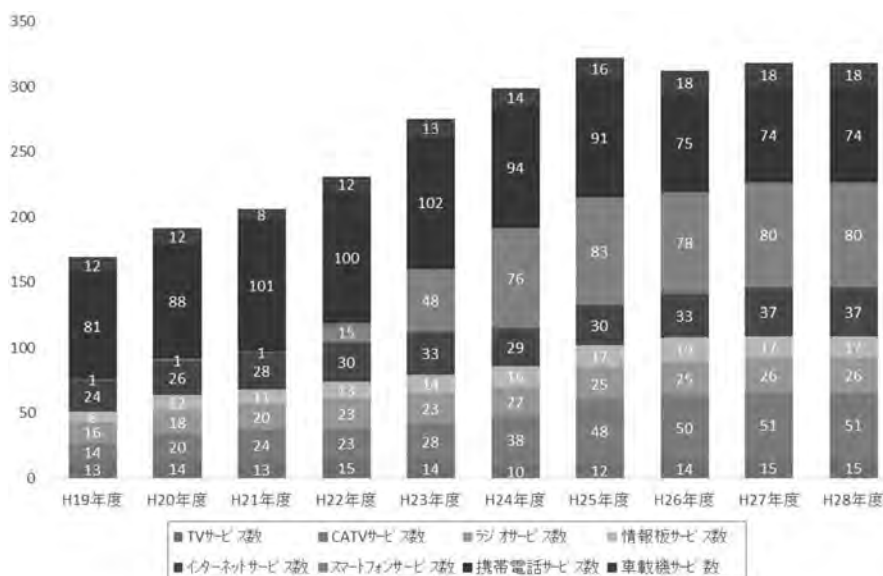
当時は、電話による応答、ラジオ・テレビ放送、新聞・雑誌などを利用した情報提供が主に行われてきたが、情報通信技術の進展にともないインターネット上のWebサイトでリアルタイム性の高い情報提供が実現し、現在ではカーナビゲーションやスマートフォンなどの多様な仕組みによるきめの細かい情報提供が行



図—1 民間事業者数の推移

注) 一次事業者：JARTIC から直接情報を収集・提供

二次事業者：一次事業者が編集・加工した情報を収集・提供



図—2 民間事業者による情報提供サービスの推移

われている。

また、平成14年の改正道路交通法の施行に伴い道路交通情報が開放され、民間事業者による情報提供事業が行われている。JARTICに一元的に集約された道路交通情報を配信するシステム（Jシステム）を活用することにより、検索機能やPUSH式のメール配信機能、関連する様々な情報と統合する等の高機能な情報提供サービスが実現している。平成28年3月時点の民間事業者による情報提供サービスは、318社が実施しており、スマートフォン（80事業）、携帯電話（74事業）、ケーブルテレビ（CATV）（51事業）等で情報提供が行われている（図—1、2）。

3. 大規模災害時の情報ニーズ

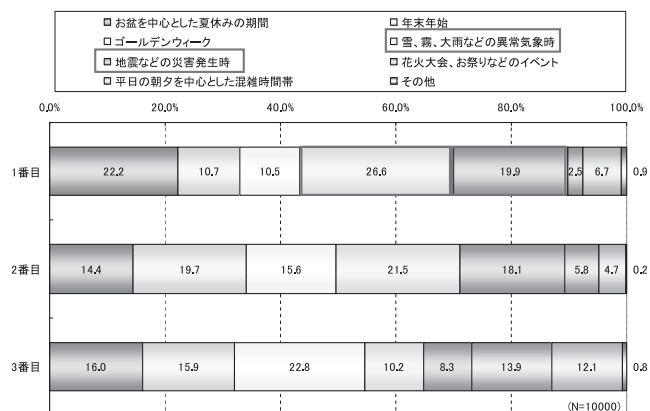
(1) Webサイトのアクセス状況から見た情報需要

JARTICでは、インターネットを活用して道路交通情報をWebサイト「道路交通情報Now!!」で提供している。このWebサイトは、国土交通省地方整備局・都道府県・高速道路会社等の全国の道路管理者及び都道府県警察（以下「管理者」という。）から道路交通情報を収集し、簡易図形やテキストによる一覧表、道路管理用の画像（静止画）でパソコン向けに情報提供を行っている。

道路交通情報Now!!のアクセスは、平成27年度で約12.4億ページビュー（PV）と多くのユーザに利用されているが、利用状況（アクセス数など）を見ると、平常時に比べ、大規模災害時に相当多くなる状況からも、災害時における道路交通情報の重要性が認知されていることが分かる（図—3）。

(2) アンケートによる情報需要

平成25年度にJARTICが全国10,000人のドライバーを対象に実施したユーザアンケート（以下「需要実態調査」という。）によれば、道路交通情報が必要と思う時の第1位が「雪、霧、大雨などの異常気象時」（26.6%）、第3位が「地震などの災害発生時」（19.9%）となっている（図—4）。



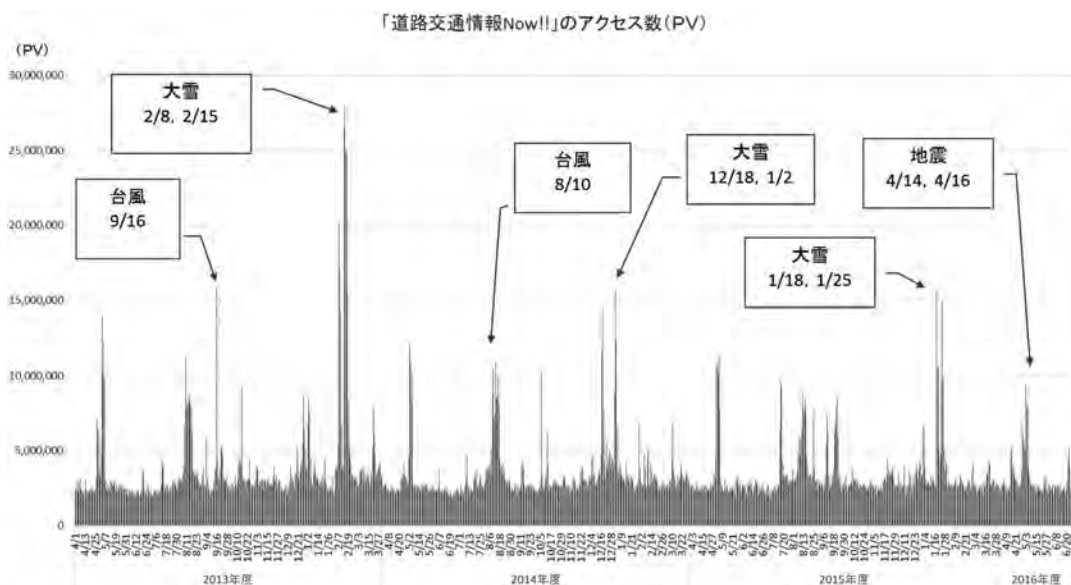
図—4 道路交通情報が必要と思う時

(3) グループインタビューによる情報需要

異常気象や地震等の災害時にどのような道路交通情報が求められているのか、災害の発生頻度等を考慮し、また、都市部の交通渋滞も考慮に入れながら検討するために、以下の8道県においてグループインタビューを実施した（表—1）。

グループインタビューにおいて、異常時の情報提供で重要とする情報、あると便利な情報について意見を伺い、その結果を定性データとして集計した。

通行止めやチェーン規制、車線規制といった道路交



図—3 「道路交通情報Now!!」のアクセス数

表一 グループインタビュー調査

地域別（特徴）	調査対象（道県）	備考
豪雪地域	北海道，青森県，新潟県，岐阜県	一部地震を対象
豪雨地域	高知県，宮崎県	
都市地域	神奈川県，兵庫県	

通情報は当然のことながら重要と評価されたが，う回路情報，規制解除見込情報といった，通行できないことの代替方法を判断することのできる情報，路面状況が分かる画像情報の重要性が高いことが分かる。

う回路情報は，「高速と一般道の比較」といったう回行動の一環と捉えられる情報も含まれ，グループインタビューを行った全ての道県でう回路情報の必要性が挙がっており，災害時の道路交通情報として必要な情報であると考えられる（表一2）。

表一2 グループインタビューの評価（意見）

回答件数	評価内容（意見）
17 件	道路の規制/通行止め/渋滞の情報（制限内容、理由、地点間の所要時間等）
17 件	道路交通に関わる風・雪等天候/雨量/災害被害の情報
12 件	リアルタイム・スピーディな情報、情報更新予定時間
10 件	う回路情報
9 件	道路の復旧見込み情報
8 件	凍結、路面温度等の路面の情報
4 件	道路の規制/通行止め/渋滞の予測・予測
4 件	一般道/山間部等の詳細な規制情報
2 件	前日でもわかる範囲の情報で十分
1 件	天候・道路等の動画情報
1 件	天候や規制による運転危険度/可否
1 件	知らない土地でもわかりやすい情報
1 件	道路以外の交通機関情報
1 件	リアルタイム時の音声情報
1 件	隣接地域レベルの情報

（4）行政機関等の情報需要

大規模災害時に救援・救助等のために被災地に進出する自衛隊や消防・医療に関わる機関などの評価として，東日本高速道路株式会社が常磐自動車道の守谷サービスエリアにおいて，首都直下地震などの広域災害が発生したことを想定して実施した防災訓練に参加した。

防災訓練において，道路の通行規制及び通行可能区間をデジタル地図上に VICS（Vehicle Information and Communication System）対応カーナビゲーションと同様の形式で表示し，自衛隊や消防・医療機関などの訓練参加者にヒアリング等を行った。

その結果，リアルタイムに情報共有することができると好評であったが，救援活動を実施する立場からの要望もあり，継続して対応を検討していく必要があることを確認した。

【主な意見】

- ・被災状況に変化があったことを確認できるとよい。
- ・通行規制等の事象が発生・変更等になったら，新着

情報として分かり易く表示してほしい。

- ・緊急交通路・緊急輸送路など緊急車両用の情報を提供してほしい。
- ・プローブ情報が合わせて提供されるとよい。
- ・関係者だけが共有したい情報を表示し，一般ドライバーとは区分けしてほしい。

4. 大規模災害時の情報提供の必要性

（1）パイロットシステムによる評価

大規模災害時の安全・円滑な移動を確保するために必要となる道路交通情報を的確に提供するため，これまでのアンケートやグループインタビュー等の調査を基に，機能要件を検討した（表一3）。

表一3 主な機能要件

項目	機能要件	備考
視認性	見やすいこと 分かりやすいこと	通行規制等の発生場所（位置）が直ぐに理解できる
機能性	情報が新しいこと 確実に提供・利用できること	最新の情報を何時でも，直ぐに得られる
情報内容	詳細なこと 関連する気象情報が利用できること う回路情報が利用できること	規制区間が詳細に分かる ドライバーの今後の交通行動に役立つ情報が得られる

また，機能要件を基にパイロットシステムを構築し，大雨のときの評価として東海エリア（300名：岐阜県・愛知県・三重県）において，大雪のときの評価として北陸エリア（100名：福井県・滋賀県の県境）において実証実験を実施した。

実証実験は，東海エリアは大雨により，北陸エリアは大雪により，あちらこちらで通行規制が発生したときに情報提供を実施し，被験者（一般のドライバー）の操作や閲覧の記録を集計し，及びアンケートにより評価した。

被験者の操作状況では，最も多く検索されたのが，東海エリアでは通行規制の区間（地点）や原因等を詳細に表示するポップアップ画面となった。北陸エリアでは，カメラ画像の利用が多く，詳細な内容に対するニーズ，路面状況等のリアルタイム性が重要であることが把握された。

アンケートの結果は，パイロットシステムの総合評価（5段階）が東海エリアで「よい」・「ややよい」を合わせ 57.0%，北陸エリアで 79.0% となった。また，

このシステムが提供されたときの利用意向について確認すると、東海エリアで「利用する」「時々利用する」をあわせると71.3%、北陸エリアで93.0%となり、自由意見でも「早期の実現を望む」との意見が数多く得られた。

二つのエリアで総合評価及び利用意向のアンケート結果に差異が現れたのは、平常時から道路交通情報が多く提供されている東海エリアと、道路交通情報のデータ生成の課題から情報提供が充実していない北陸エリアの違いによる可能性がある。

(2) 道路交通情報の役割と要件

需要実態調査において道路交通情報を利用して実感したことを確認すると、「渋滞や事故を避けて通ることができた」を挙げたドライバーが30%、「高速道路・有料道路を利用すべきか判断できた」を挙げたドライバーが20%を超えており、う回行動を目的とする情報利用が確認されている（図—5）。

道路交通情報は、目的地までの経路における交通渋滞の有無、災害・工事・事故等に伴う通行規制の有無、路面の状況等を把握することのできる道路を安全で快適に通行するために必要な情報であり、大規模災害時の避難や救援・救助のための移動においてその重要性が高まる。

ドライバーの心理として、通行止め情報を得て通行できないことが分かっても移動する目的が消滅しない限り、通行止め区間をう回するために、う回情報や解除見込情報が必要となる。う回情報の有無によって、大きくう回し時間をロスする可能性、また、情報提供が遅延することにより、通行止めの解除を知らずにう回したり、逆に通行止めを知らずにUターンによる

時間ロスを招いたりした経験が前述のアンケート結果に現れたものと思われる。

道路交通情報が正確かつ迅速にドライバー等へ伝われば、被災地へ向かう一般車両を制限したり、安全な経路へう回させたり、緊急車両を優先的に通行させたり、被災地から避難する車両を円滑に誘導したり、被災地の車両の流入・流出を適切に管理することも可能となる。

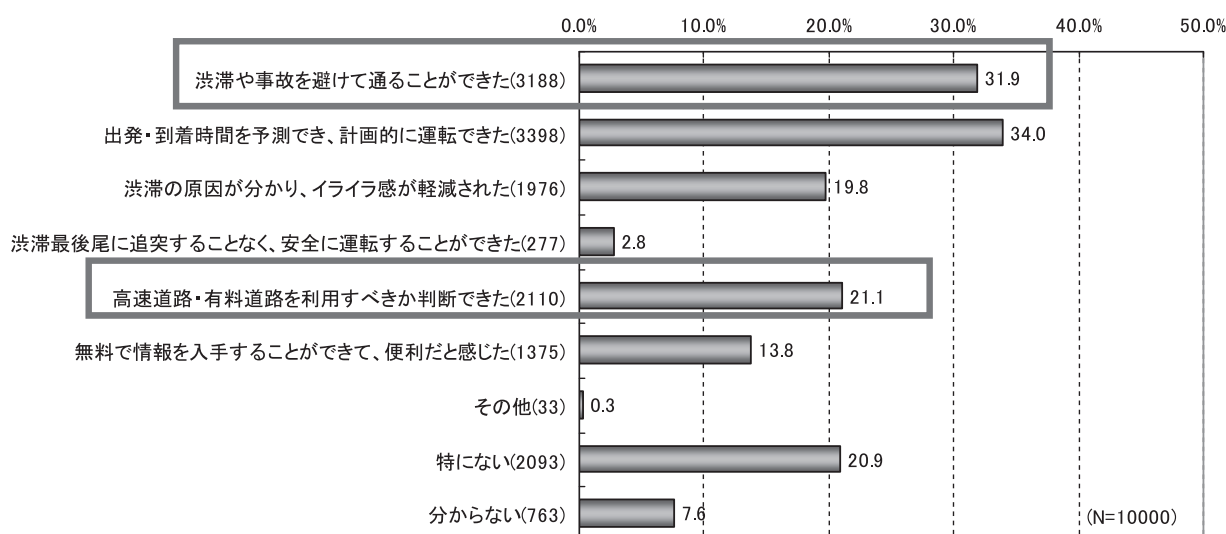
そのため、道路交通情報に求められる要件として、最適な道路交通情報をだれでもが自由に利用できること、大規模災害時など、混乱した状態にあっては操作が簡単で必要な情報が得られること、情報を直ぐに理解できること、情報を必要ときにいつでも利用できることが重要となる。

大規模災害時に安全に道路を通行するためには、既存の被災していない道路によって有効な道路ネットワークを形成し、安全性の確保された連続した一筆書きのルートの提供が求められる。また、それを大型車や普通車、二輪車などの通行する車両の違い、車両が移動する目的の違いを考慮し提供することが必要となっており、情報提供のさらなる高度化が期待されている。

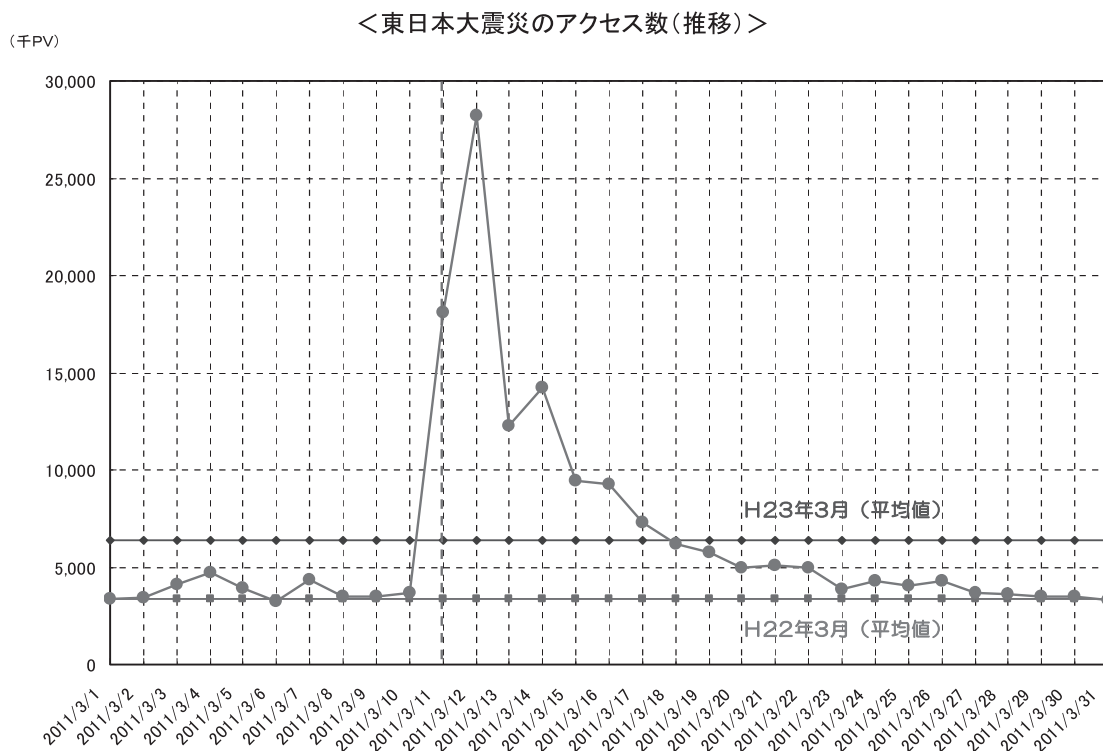
5. 情報提供サービスの課題

(1) アクセス集中に対する課題

平成23年3月11日14時46分に発生した東日本大震災では、地震及びその後に発生した太平洋沿岸の大津波により、東北地方から関東地方の高速道路を始めとしたあらゆる道路に甚大な被害をもたらし、多くの箇所で行き止まり状態となった。



図—5 道路交通情報を利用して実感したこと



これまでに例を見ない大規模災害時に道路交通情報の需要は高まるが、道路交通情報 Now!! のアクセス数は、発災後に急激に増大し、一時的に停電したために情報提供できない時間帯があったものの、約 1,830 万 PV/日を記録した。翌日も各道路の通行規制に加え、緊急交通路の指定等、普段とは異なる道路交通環境になっていたこともあり、道路交通に関連する情報を収集しようと情報需要が増大し、約 2,845 万 PV/日にまで達している（図一六）。

このように大規模災害時に一斉に情報を得ようとアクセスが集中するため、情報需要にあった対策が必要となる。

(2) 道路交通情報の収集における課題

JARTIC は管理者とオンラインでシステムを接続し、1 分又は 5 分周期で道路交通情報の収集を行っているが、大規模災害時は道路交通情報の正確性及び迅速性が求められ、誤報や提供時期を逸することはドライバー等の危険性を増大させる可能性すらあり、機器故障や停電等によるシステムダウンを起こさない継続・安定した運用が必要となる。

そのため、JARTIC と管理者は道路交通情報を共有するネットワーク等の冗長化を進め、東日本大震災時の教訓を活かして、JARTIC が収集した情報を有効活用するなどの災害時における情報収集の強化を図っている（図一七）。



(3) データフォーマットにおける課題

道路交通情報は、共通のデータフォーマット（VICS 符号情報）により、送信・受信・集約・配信等が行われているが、データフォーマットには制約が多く、二輪車の通行規制が表現できないなど、詳細な通行規制の状況を取り扱うことができないといった課題がある。

また、デジタル道路地図等を用いて道路交通情報を提供する場合、情報収集できていない道路が多く存在

し、情報提供の表示の有無が情報収集できていないためなのか、通行規制がないのか、情報を利用する側では判断のつかない場合がある。

6. 新たな道路交通情報提供の仕組み

(1) 災害時情報提供サービスによる情報提供

大規模災害時の道路交通情報については、情報提供の課題を解決し、高度化・多様化する全てのドライバーのニーズに対応するため、デジタル道路地図上に関連する道路交通情報を重畳表示（マッシュアップ）する提供システム「災害時情報提供サービス」（以下「災害 Web」という。）を開発した。

道路交通情報をわかりやすくするために以下の機能や性能を実現した。

- ①情報画面（目的の画面）までの画面遷移が少なく、分かりやすい画面構成とする。
- ②管理者から収集した VICS 情報を提供するほか、今まで収集できなかった道路・区間の情報については、JARTIC の職員が手作業で情報を入力する機能を有する。
- ③デジタル道路地図データベース（DRM）を利用し、情報を道路の線形に沿って表示する。
- ④概況を瞬時に把握できるよう、通行規制や交通渋滞等をデジタル地図上に「アイコン」と区間を示す線形「ポリライン」で表示する。
- ⑤通行規制が集中している地域を多角形「ポリゴン」を活用し表示する。
- ⑥通行規制や交通渋滞等が発生している道路の道路名称・方向・区間・原因等の詳細な内容について、デジタル地図上に配したアイコンをマウスで指定（クリック）することにより、ポップアップ形式で表示する。
- ⑦道路管理者が設置した道路の監視カメラの画像をデジタル地図上に、ポップアップ形式で表示する。

情報提供画面では、災害が発生した地域の通行規制情報、渋滞情報及び道路画像情報等がデジタル道路地図上に一元的に表示され、デジタル道路地図上のアイコンをクリックすると、ポップアップウィンドウを表示し、詳細な内容が確認できるようにした。

また、市町村道の提供に当たっては、道路名称が土地勘のないドライバーには伝わりにくいこと、街区単位で規制されることが多いことから面的な表現を実現した。立入りが危険なエリアや津波浸水エリア、火災発生エリア等の情報も面的に表示できるようにした。

災害 Web による情報提供は、平成 26 年度は、8 月

に台風第 11 号の影響で東海地方や西日本の太平洋側で大雨となり、三重県に大雨特別警報が発令したとき（図—8）、及び 12 月に前線を伴った低気圧が西日本から北日本を通過した影響で、北海道で大雪となったときの 2 回実施している（図—9）。平成 28 年度は、4 月 14 日に発生した「熊本地震（前震）」の翌日から熊本県のエリア（熊本エリア）で実施し、4 月 16 日の「熊本地震（本震）」が発生した後、大分県のエリア（大分エリア）を追加した（図—10）。

「熊本地震」における情報提供は、通行規制が広域に亘り発生し、通行できる道路が限られるとともに、通行可能な道路であっても道路に段差や歪みが発生して低速走行となり、激しい交通渋滞が発生したことから、熊本市街地を大きく回す経路を提供する新たな情報提供を試行した。

(2) 災害時情報提供サービス（災害 Web）の高度化

「熊本地震」においては、前震の発生した翌日（15 日）の午後 3 時から熊本エリアで道路交通情報の提供を開始した。本震のあった 4 月 16 日には午前 11 時から大



図—8 平成 26 年 8 月 9 日の三重県の情報提供画面



図—9 平成 26 年 12 月 18 日の北海道の情報提供画面

表—4 熊本地震時の道路交通情報の需要

ヒアリング組織	主な意見
■ 国土交通省九州地方整備局熊本河川国道事務所 ■ 熊本県庁 ■ 熊本県警察本部 ■ 一般社団法人日本自動車連盟(JAF)	・通れる／通れないに関する情報が最も重要 ・車種別の通行規制の問合せが多数 ・通れても危険な箇所があり、路面状況も重要 ・通行できる道路が限られ激しい渋滞が発生 ・管理者別ではなく全ての道路の情報を一元的に提供 ・いかにタイムラグを無くし早く情報を提供するかが課題 ・土地勘のないドライバー（ボランティア）への規制場所の的確な提供 ・車は移動手段となるだけでなく居住スペースにも活用できるため、避難生活には欠かせず、ガソリンが必要

おける情報提供の高度化を検討している（表—4）。

7. 今後の課題

(1) 道路交通情報収集の改善

(a) 市町村道に関する情報の収集

避難所等に救助人員や救援物資を送り届けるための最終アクセス道路は市町村道であり、市町村道に関する情報収集提供を実現するための情報提供スキームの構築が必要である。

(b) プローブ情報の収集

大規模災害時に、ITSJapan が提供している「通行実績」は、防災訓練等においてもニーズの高いことを確認しており、プローブ情報を保有する官民と連携して、大規模災害時における通行実績（通行できる道路）と通行規制の的確な情報提供を実現できる連携体制の構築が必要である。

(2) 道路交通情報提供の改善

(a) 一般ドライバー向け提供と救援救助活動者向け提供

緊急交通路は、災害対策基本法に基づき指定され、救援・救助、物資の供給、諸施設の復旧等を的確かつ円滑に実施するため、災害対応を実施する消防・警察・自衛隊などの緊急車両、災害対策基本法に基づく標章を掲示している車両の通行を優先し、一般車両の通行を禁止・制限する“救援救助活動者の専用道路”である。このような道路は、一般のドライバー向けには「通行止め道路」として提供し、救援救助活動者向けには「優先的に通行が可能な道路」として提供する必要がある。

(b) モバイル端末向け提供

ドライバーが外出時に利用するメディアは、スマー

トフォンを始めとするモバイル端末が主流となっており、道路交通情報の収集においても同様の傾向となっている。道路交通情報 Now!! の利用状況をパソコンとスマートフォンで比較すると、平成 27 年度は、スマートフォンのページビュー数が 27%、ユニークユーザ数が 50% 以上となっており、平成 26 年 8 月に三重県で大雨が降ったときは、ページビュー数が約 30%、ユニークユーザ数が約 54% と大規模災害時には利用割合が増加している。

パソコン利用を想定している Web サイトも多く、画面の大きさや操作性を考慮し、モバイル端末に適した提供画面及び機能などが必要である。

(c) 輻輳対策

東日本大震災時における道路交通情報 Now!! のアクセス数は 1 日約 2,845 万 PV/ 日に達し、ピーク時の通信容量は 1 Gbps 以上となった。平成 26 年 2 月に関東地方を襲った記録的な大雪では、1 日約 2,804 万 PV/ 日・1.6 Gbps となり、東日本大震災より災害の規模は小さいものの、道路交通情報の需要が同程度となった。大規模災害時には、被災地域の人口等が情報需要に大きく関わることを考慮する必要がある。

8. おわりに

大規模災害時には、道路交通情報は非常に緊急性の高い情報であり、正確性及び迅速性が求められる。

わが国の風土は、気象条件が厳しく自然災害が発生し易い状況にある。また、首都直下地震等の大規模地震が切迫する状況であり、JARTIC では、管理者を中心とする様々なステークホルダーとの連携を強化し、全てのドライバーの安全・快適な移動を確保するために効果的な道路交通情報の提供を検討している。

道路交通情報を提供する側からの視点を大切にしながら、情報を利用する側の意見・要望なども広く把握し、道路交通情報の収集・提供において社会的な責任を果たしてゆくとともに、今後においても、より安全で快適な道路交通環境の確保を目指し、積極的な取り組みを続けていきたいと考えている。

J C M A

〔筆者紹介〕

杉田 正俊（すぎた まさとし）
 （公財）日本道路交通情報センター
 調査部
 調査役



コンクリート床版上面補強工法の確立

PCM 舗装施工機械開発

蔵 治 賢太郎

橋梁や高架橋のコンクリート床版の上面が損傷した場合に、床版を造り直すのではなく、ポリマーセメントモルタルを床版の補修・補強材料を兼ねた舗装材料として敷き均す施工機械を開発した。本報文はその開発経緯について報告するものである。

キーワード：舗装，コンクリート床版，乾式吹き付け，樹脂モルタル

1. はじめに

「うわっ…」「こんなの高速道路上じゃとても使えないだろ〜」。

ノズルから凄まじい勢いで噴き出してベニヤ板に激しく衝突し、逃げまどう見物人の背中に容赦なく飛んでくるモルタルと小さな骨材。平成 26 年 4 月 4 日、後に PCM 舗装（以下「本工法」という）と呼ばれるようになった「低弾性ポリマーセメントモルタル舗装」の開発はこうして始まった。それから約 2 年間にわたる悪戦苦闘があり、平成 28 年 3 月から首都高速 1 号上野線の本町で、本工法による RC 床版上面増厚工事が週 3 日のペースで進められている。工事開始から 3 ヶ月が経過したが、大きな騒音も粉塵も生じないこともあり、苦情・問い合わせとも 0 件で工事は着々と進んでいる。本報文は機械の専門家ではなく土木技術者である筆者が本工法用施工機械の開発に至るまでの経緯と奮闘ぶりを客観的な視点から報告するものである。

2. 開発の背景

本工法とその施工法開発計画は当時 2 つの問題を解決するために立ち上がった。

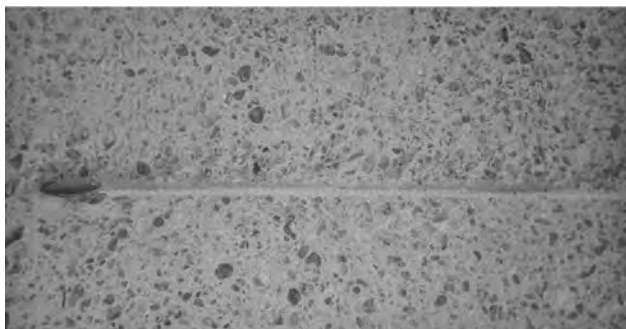
1 つ目の問題は作業員と移動式プラント不足への対応である。少子高齢化が進み、深夜の道路工事に従事する作業員が次々と引退していく反面、その過酷な仕事を引き継ぐ若い作業員の確保は年々難しくなっている。現在、首都圏では震災の復興事業や、オリンピック開催による建設・築需要の高まりで、必要な作業員や交通整理員を確保することが難しくなっているが、この事態はこのまま将来少子高齢化が進んで

いった首都圏の将来の建設現場の行く末を現在体験しているだけであり、復興やオリンピックが終われば解決されるといった類の問題ではないことはもはや明確である。道路業界も機械化をより進めることで作業員不足を補い、作業能力や品質を維持していくことが必要になっている。

移動式プラントは定置プラントが被災した震災現場で需要があることに加え、近年中部や関西でも鋼床版の疲労損傷対策に移動式プラントによる混錬を必要とする鋼繊維補強コンクリート（以下「SFRC」）を舗装材料として鋼床版上に打設するようになったことも関東近傍で移動式プラントの必要台数確保が困難になってきている要因となっている。

2 つ目の問題はコンクリート床版（以下「RC 床版」）の上面増厚工法が未だ確立されていないことである。交通荷重により RC 床版で疲労損傷が発生することと、その対策として一定厚を確保することの重要性が理解され、道路橋示方書には最小床版厚が記載されるようになったが、それまでは現在と比べるととても薄い床版が採用され、首都高速道路においても設計厚が 16 cm の床版も存在している。これらの RC 床版は交通規制を伴わない下面側を補強するのが一般的であった。首都高速道路における RC 床版の補強工法の変遷は「床版下面鋼板接着」⇒「床版下面短冊鋼板接着」⇒「小縦桁増設」⇒「床版下面炭素繊維シート格子貼り」となっているが、特に「炭素繊維シート格子貼り」は、鉄筋よりも弾性係数の高い炭素繊維シートを格子状に RC 床版下面に貼り付ける工法で、床版や橋梁に死荷重を負荷させることなく既存の床版の余寿命を大幅に延伸させることができる優れた工法である。しかし、交通量の多い高架橋では舗装の損傷が早いために、必然的に舗

装の打換えサイクルが短くなり、そのたびに舗装切削機によって床版上面が徐々にカンナ掛けされるように削られていってしまっている。これが繰り返されると床版の鉄筋が露出し、さらにこれを放置すると切削機が鉄筋を引きちぎってしまうこともある。切削機によって無残に引きちぎられた鉄筋の状況を写真—1に示す。



写真—1 切削機に引きちぎられた床版の鉄筋

また、寒冷地では冬季に凍結防止剤を多く散布するため、これに含まれる塩分がRC床版内部に浸透し、鉄筋を腐食・膨張させ、被りコンクリートが浮きあがって砂利化する事象が報告されている。

このような床版上面の損傷に対してはRC床版を下面からいくら補強しても問題の解決にはならない。そのため、過去にSFRCを舗装材料として床版上面に打設することで床版上面の被りを復旧し、さらに耐力と疲労耐久性を改善して余寿命を延伸させる試みがなされた。しかし、交通荷重によって床版がひずみ、これに追従できなかった薄層のSFRCが床版から剥がれ、割れてしまう事象が生じたことから、当時SFRCによって上面が補強されたRC床版の多くは、現在PC床版など緻密で塩害に強い床版に置換されてきている。

しかし、交通量が少なく周囲に作業スペースのある橋梁や高架橋であれば、RC床版をPC床版に造り換える工事は比較的容易に採用できるが、交通量が多く、長期間の交通規制が困難であり、さらに周囲に作業スペースが無い高架橋の場合には、床版の造り換えはきわめて困難である。また、交換のために必要となる資金は既設床版の撤去を含むぶん高額になる。さらに、首都高速道路の場合、多くのRC床版は既に下面から補強されているため、床版上面が損傷したために下面が補強済みの床版を撤去してPC床版等に置き換えることには大きな抵抗がある。

このような背景から輪荷重による床版のひずみに追従して剥がれない上面増厚の材料と施工法を開発し、床版の耐力と余寿命を改善することが必要となったのである。

3. 開発のきっかけ

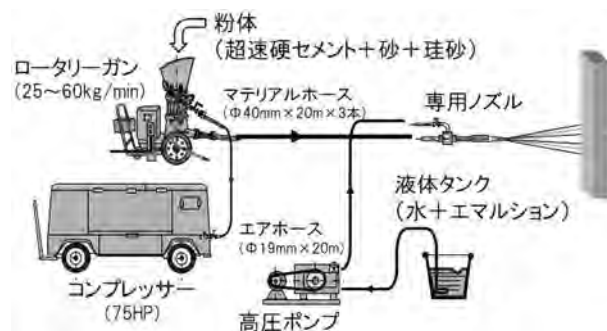
「眠いなあ…早く終わってくんないかなあ…」

当時筆者は河川内に建設されている鋼製橋脚を亜鉛やアルミニウムといった犠牲陽極を使って50年以上防食することを計画していた。それなのに、なぜかセメント会社の営業S氏がやって来てRC構造物の電気防食の話を生懸命し始めたことから、筆者は彼の話が終わるのをじっと待っていた。しかし、このなんとも的外れな話の後に、彼が「ついでに」と言って黒いパンフレットを取り出したことにより、本工法の開発が動き出したのである。

「粉体と液体の練り混ぜを瞬時にやるなんてことがどうしてできるのか？」

「こんな小さな機械で本当に水平距離300m、高さ30mも材料を圧送できるのか？」

黒いパンフレットは「ポリマーセメントモルタル乾式吹付け工法」(以下、乾式吹付工法)を紹介するものであった。乾式吹付工法は、ロータリーガンと呼ばれる機械がプレミックスされた粉体材料を脈動なく高速圧送し、高圧ポンプが水とポリマーエマルジョンを混ぜた液体材料を高速圧送し、専用ノズル内で一気に合流させることで、瞬時に均一なモルタルを練り上げる技術が使われている(図—1、写真—2)。



図—1 乾式吹付工法の構成



写真—2 ロータリーガン

モルタルではあるが、粉体材料が通過するホースの目詰まりを防ぐためにセメントと砂に加え粒径5mmの珪砂が粉体材料にプレミックスされている。ホース内を練り混ざったモルタルが通過する湿式吹付工法では到底実現できない長距離圧送や、ホース内の清掃・洗浄の容易さといった長所を有する反面、専用ノズルから材料がすさまじい勢いで吹き出してくるといった特徴がある（写真—3）。



写真—3 ノズルから吹き出すモルタルの様子

本工法を応用すればモービル車が無くてでもRC床版上面増厚材料を供給することができるのではないかと考え、その場の思いつきの構想を営業S氏に伝えたところ、「私、そういう技術開発とか大好きです！ぜひやりましょう！」と応じたことで、本工法の開発があっさりと決まったのである。

4. 開発プロジェクトチームの結成

とはいうものの、首都高の担当者とセメント会社の営業の2人ではこれまでうまくいっていないRC床版の上面増厚工法を開発することなどできないことから、開発のための技術スタッフと予算を確保するために、本工法の開発プロジェクトチームを結成することにした。まず、首都高グループの中で技術開発を担う「一般財団法人首都高速道路技術センター」を技術開発の中核に据え、開発資金と高速道路上での施工上の留意事項や知見を得るために、「首都高メンテナンス西東京・東東京・神奈川」の3社に共同開発への参加を打診して合意を得た。材料の開発についてはセメント会社が担当し、ロータリーガン、ホース、ノズルの改良についてはPCM乾式吹付工法の施工で長い実績がある耐火材吹き付けの会社をお願いすることにした。

しかし、このメンバー構成ではノズルから高速で噴出してくる材料を周囲に飛散させずに床版上面に打設

し、それを舗装材料として平滑に敷き均す機械を開発することができない。そのため、一般財団法人首都高速道路技術センターと相談の上、鋼床版上のSFRC舗装の施工や、HFRCP舗装の材料開発など経験豊富な道路会社に共同開発への参加を打診して合意を得た。こうして、首都高グループ5社+民間3社による「PCM舗装開発プロジェクトチーム」が結成されたのである。

5. 減速機の開発

ロータリーガンによる粉体材料の圧送速度は時速200kmにおよぶ。この速度の目的は、①材料の運搬、②練り混ぜ、③対象物への吹き付け、の3つである。しかし、舗装材料を床版上面に供給する際に③の機能はむしろ邪魔になる。そこで、材料を高速で運搬・混練した後、材料の速度を減速させる「減速機」を開発することにした。

ノズル先端から吹き出されるモルタルのすさまじい勢いに圧倒され、当初どのようにして速度を落とせばよいのかわからなかった。最初は、たまたま近くにあったカラーコーンの側面に孔をあけて高速で吹き出すモルタルをその内側に吹き込み、上端の穴から空気を抜いて底からモルタルだけを回収することを試みた。これが減速機の第1号機である（写真—4）。



写真—4 減速機（1号機）

その際にカラーコーンの内壁に激しくぶつかったモルタルと骨材が分離してしまう現象が確認されたが、速度を徐々に落とすことさえできればこの問題は解決しそうであった。その後に開発された2号機は本体こそブリキのごみ箱のような円筒形の鋼管ではあったが、鋼管内部とモルタルの吹き込み口といった主要部材にはなぜかまたカラーコーンが使われた（写真—5）。

2号機は移動しやすいよう小さな台車の上に取り付



写真—5 減速機 (2号機)

けられ、鋼管の内壁にへばりついたモルタルを描き落とすための回転式ハンドルが上端部に取り付けられたが、このハンドルをまわし続ける作業はかなりの重労働であった。

3号機になってようやくカラーコーンから卒業し、ノズル接続部と吹き込み口が金属製になって耐久性が向上した。さらにノズルの先で繊維が添加できるよう大型の漏斗が取り付けられた。3号機から本体の中は吹き込まれた材料を徐々に減速させ、圧送に利用した空気だけを上から効率よく逃がすことができるようになった。2号機でハンドルをまわす係だった者が機械化の必要性を強く訴えたことから、3号機から本体頂部に電動モーターが取り付けられた。また、吹き込み口と本体の接続部近くにモルタルが固着しないよう側面に電動パイプレーターが取り付けられた(写真—6)。



写真—6 減速機 (3号機)

3号機は材料の供給を早めるために同じ物がもう1台製作された。3号機の登場によって初めて材料が安定的に供給できるようになったことから、荷重走行試験などで使用する試験体はすべてこの3号機を使って製作された(写真—7, 8)。

その後に開発された4号機は本体の直径が3号機よ



写真—7 輪荷重走行試験用試験体製作状況



写真—8 輪荷重走行試験状況



写真—9 減速機 (4号機)

りも大きくなって材料の減速機能が強化されたほか、減速機から粉塵が飛散しないよう本体頂部の吹き出し口にフィルタが装着された。1つの作業台車上に2台の減速機が固定された(写真—9)。

耐久性向上のために本体の板厚が厚くなったが、ノズル装着部だけは板厚が薄かったために穴があいたことから、後に当該部も板厚がアップされた。また、後に紹介する繊維投入機のホースの接続位置を直角から進行方向に向かって斜めに取り付ける構造変更がなされた。現在、実施工ではこの4号機が使用されている。

6. フィニッシャの開発

本工法材料は低弾性高強度に配合されており、多量のエマルジョンを含むことから SFRC などのコンク



写真—10 パイブレータ+角パイプ

リート系材料と異なりジェラートのような粘りを有する。最初はパイブレータをかけた後に各パイプをスクリードとして敷き均すことを試みたが、材料を引きずってしまい平滑に敷き均すことができなかった（写真—10）。

そこで、スクリードを丸パイプにし、さらにパイブレータを取り付けることで材料を引っ張らずに敷き均すことに成功した（写真—11）。



写真—11 パイブレータ付き丸パイプ

その後、進行方向と逆方向に回転するスプレッタの後ろに円形スクリードが取り付けいた本工法専用フィニッシャが製作され、輪荷重走行試験の試験体作成や、高速1号上野線での実施工で採用された（写真—12）。



写真—12 スクリード通過後の仕上がり

7. 繊維圧送機の開発

当初、減速機（3号機）で設けられたノズル先の大型漏斗を利用して長さ30mmの鋼繊維を混入させていたが、この手間を省くために、長さ30mmのビニロン繊維とビニロンの集束繊維を粉体材料にプレミックスし、ロータリーガンで圧送することにした。しかし、ホースやノズルで繊維が詰まる事象が相次いだことから、当初の考えに戻ってノズル先端から繊維を混入させることにした。ただし、ノズルの脇で人が混入する手法ではなく、資材ヤードから圧搾空気を使って繊維を飛ばして混入させることにした。繊維を圧送する繊維圧送機を写真—13に示す。



写真—13 繊維圧送機

8. 1号上野線での実施工

首都高速1号上野線本町駐車場一帯部はRC床版の最小厚が道路橋示方書で規定される前に建設されたため、その厚さがわずか16cmしかない。そのため、貫通ひび割れが生じやすく、ひび割れから浸透した雨水や凍結防止剤によって床版を支える主桁や横桁の上フランジ上面が腐食・膨張し、床版ハンチ部のコンクリートが高架下街路に剥落する事象が報告されている。また、床版の上鉄筋の一部が舗装切削機によって引きちぎられていることも確認されたことから、本工法を使って床版上面を増厚することにした。本工法が採用される範囲の延長は約320m、面積は約2,000m²である。2016年3月末から施工を開始し、夜間施工で作業を進め、6月20日現在で約1,000m²が完了している。交通流への影響を避けるため夜間に限られた工事であり、さらにPCMの養生時間を2時間以上確保することが必要なことから、1日当たりの施工延長は約15mにとどまっている。今後、その施工能率の

改善も課題となる。

首都の中心部での施工ではあるが、舗設時に大きな騒音や臭気を伴わないことから、現在まで周辺からの苦情や問い合わせは1件も寄せられていない。高速1号上野線での夜間施工の様子を写真—14に示す。



写真—14 高速1号上野線での夜間施工の様子

9. おわりに

本工法 PCM 舗装のための機械は、このような変遷を経て開発された。使用機械に大がかりな物が無く、

大都市圏にしか存在しないモービル車を使わなくても超速硬の補修モルタルを床版上に舗装として敷設できることから、地方の高架橋・橋梁でも容易に採用ができる施工法となった。凍結防止剤により床版上面が損傷した寒冷地や、床版上面が損傷しても交換が困難な高架橋ではぜひとも本工法の採用を検討していただきたい。その際には筆者まで連絡をいただければ、補足説明をさせていただく次第である。

謝 辞

最後に、本編に記述した本工法の施工機械の開発を担っていただいた(株)NIPPOの藤谷様のチーム一同および本工法開発プロジェクトチームのメンバー全員に、この場を借りて厚く御礼申し上げます。

J C M A

[筆者紹介]

蔵治 賢太郎（くらじ けんたろう）
首都高速道路(株)
東京西局 第一保全工事事務所
工事・点検長



供用中の二層式高速道路高架橋における 上下層拡幅工事

須藤 肇・兼丸 隆裕・瀬尾 高宏・齋藤 隆

首都高速道路中央環状線および5号池袋線の渋滞緩和対策として、平成25年より板橋・熊野町ジャンクション間における車線増設の改良工事を実施中である。狭隘な都市空間での高速道路の改良工事に対応するべく、合成構造フーチングを用いた基礎の補強や、ラケット型橋脚のサンドイッチ工法（以下「本工法」という）による更新など、新たな技術を開発し、採用することで高速道路を供用しながらの改良工事を進めている。本稿では、改良事業の概要と、ポイントとなる技術について紹介する。

キーワード：高速道路、高架橋、ラケット型橋脚、合成構造フーチング、サンドイッチ工法、乾式ワイヤーソー

1. はじめに

東京都を中心として神奈川県、千葉県、埼玉県に延びる首都高速道路の供用延長は約300kmに達しており、1日の交通量は約100万台である。平成27年3月の大橋・大井ジャンクション間の品川線の開通により中央環状線は全線開通となり（図-1）、環状線内側での渋滞損失時間が半減するなど渋滞解消に向かう一方で、ネットワークの一部では交通集中による慢性的な渋滞が発生している。

ここで紹介する板橋・熊野町JCT間改良事業は、このような渋滞発生箇所での交通容量の向上を目的とした改良事業のうちの一つであり、首都高速道路ネットワークの効率的利用促進を図るものである。

2. 改良事業の概要

本改良事業は、中央環状線と5号池袋線が交差する板橋ジャンクションと熊野町ジャンクション間の約520m区間での幅員拡幅工事である（図-1、2）。この区間では、上下線が二層に配置されるラケット型高架橋形式となっているが、その上下線とも中央環状線の2車線と5号池袋線の2車線が合流して3車線となるため交通容量が低下するだけでなく、再度2車線ずつに分流するために交通流が交錯し、慢性的に渋滞が発生しやすい状況となっている。このため、図-3に示すように車線を拡幅して織り込み区間の交通容量を増加させることで、渋滞を緩和する効果が期待できる



図-1 首都高速道路ネットワーク（平成27年12月現在）

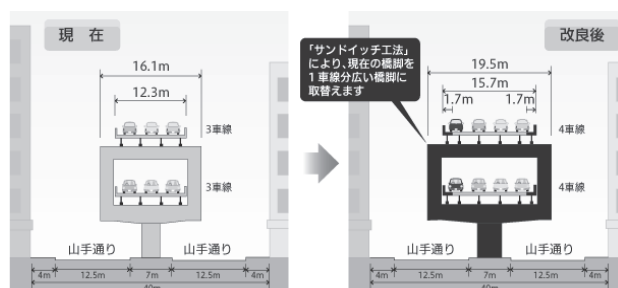


図-2 板橋・熊野町JCT間の改良概要

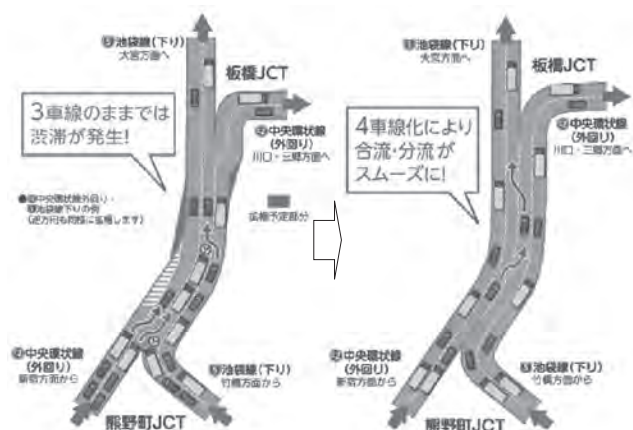
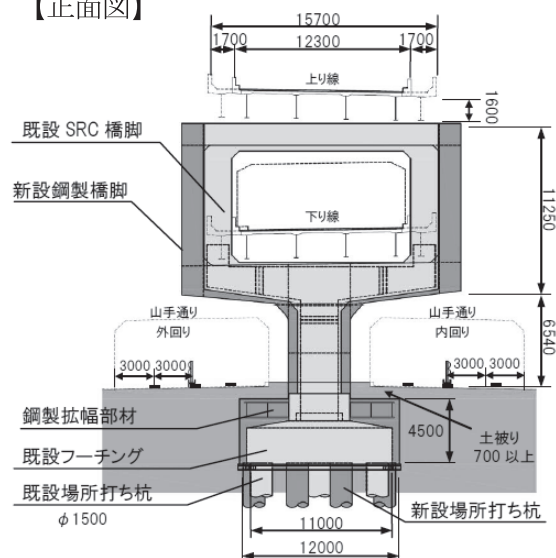


図-3 織り込み区間の拡幅の効果

【正面図】



【側面図】

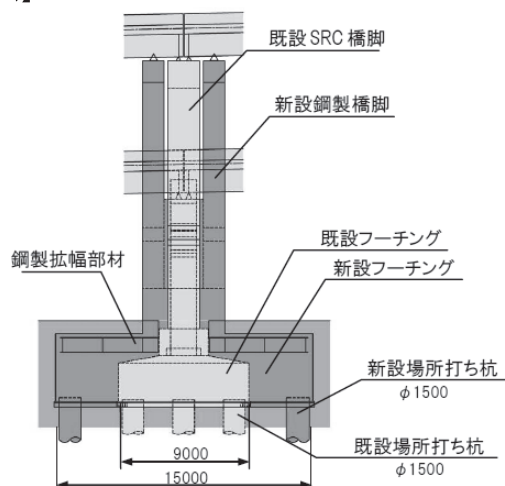


図-4 ラケット型橋脚の改築の概要

と考えられ、高速道路を供用しながら車線を拡幅する改良工事を実施することとなった。

改良工事の概要を図-4に示す。街路の制約から、主に橋軸方向に基礎を拡幅することとして、新設杭を

両側に打設し、新設フーチングを増設した。その改良したフーチング上に新設橋脚を設置して上部工を受け替えた後で、既設橋脚を撤去し、最後に桁の増設と床版拡幅、高欄構築を行うという手順で改良工事を実施するとした。

3. 改良工事のポイントとなる技術

(1) 合成構造フーチングによる基礎の拡幅

上部工の拡幅による荷重増加に対応するため、基礎については杭の増設とフーチング補強を行うこととしたが、当該基礎は幹線道路である山手通りの中央分離帯位置に土被り約2.5mで埋設されているため、新設橋脚を設置する際の接合部に従来のアンカーフレームを配置する空間が確保できない。このため、図-5に示す「合成構造フーチング」を開発・採用した。

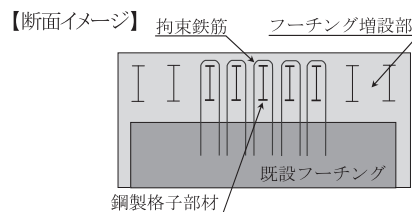
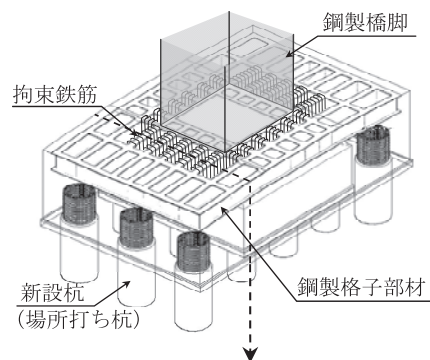


図-5 合成構造フーチングの概要

合成構造フーチングの特徴は、鋼製橋脚の基部に、I形鋼を格子状に組んで平面的に広がる鋼製格子部材を剛結し、既設フーチング上の増設部分に埋め込んで一体化することで、橋脚からの伝達力をフーチングや杭に効率良く伝えることである。また、鋼製格子部材がフーチングの補強材となりフーチング全体が複合構造物として橋脚基部の作用力に抵抗する。

これらの効果は2次元格子モデルや3次元非線形FEMモデルを用いて設計・照査するだけでなく、1/5サイズの供試体2体を作製して橋軸方向および橋軸直角方向の載荷試験を実施して、レベル2地震相当荷重までの弾性挙動、それを超えて各部材の降伏が進展する順序や状況、最大荷重値を超えた後の挙動等を確認



写真一 鋼製格子部材の設置状況



写真二 コンクリート打設状況



写真三 合成構造フーチングの構築完了

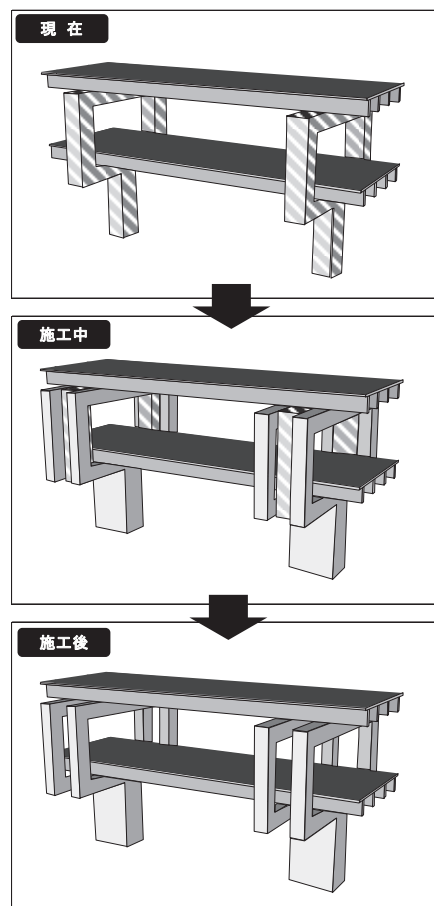
している。

施工に当たっては、コンクリートの充填不足による鋼製格子部材の付着力低下が懸念されたため、事前に充填性確認の試験施工を行い、中流動コンクリートの配合を決定した。施工状況については写真一～三に鋼製格子部材の設置、コンクリートの打設状況、構築完了後の状況を示している。

(2) 本工法によるラケット型橋脚の架設

当該区間の既設橋脚は二層式の SRC 構造のラケッ

ト型橋脚であり、下層の床版を拡幅して車道空間を広げるためには、上層を支える両側の側柱が支障となるため先に撤去する必要がある。この時、首都高速道路を供用しながら撤去を行うためには、一般的な手法としては既設橋脚付近に仮設ペントを設置して上部工を受け替える工法が考えられる。しかし、ラケット型橋脚は高速道路下の山手通りの上空に張り出しており、仮設ペントを長期間設置すれば1日中交通が途絶えない往復6車線の街路交通に大きな影響を及ぼすことになる。そこで、既設のラケット型橋脚の前後に拡幅後の幅員を有するラケット型鋼製橋脚を新設し、供用中の上部構造を受替えた後に既設橋脚を撤去して、各橋脚位置で2本のラケット型橋脚により支持する工法を開発・採用した。この工法は、既設橋脚の両側を新設橋脚で挟み込むことから「サンドイッチ工法」と名付けている。本工法の概要を図一6に示す。



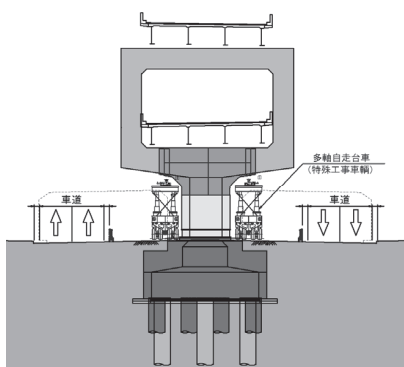
図一6 本工法の概要

なお、本工事区間は2～3径間の連続橋が連なる上部工形式であるが、周辺区域への交通騒音と振動の低減を目的として、可能な限り桁や床版の連続化を行う計画となっている。本工法の適用においては、桁の掛け違い支点部で改良前と比べて支承位置が離れること

から、この箇所で連続した挙動となるように、上層横梁の両端に2つの橋脚を繋ぐ短い梁部材が設置されている。

新設のラケット型橋脚の施工においては、下層柱および下層横梁は工場で製作した分割ブロックを高架下の常設作業帯で組立てて、それを多軸自走台車で横取り、リフトアップしてフーチング上に設置した。上層横梁については、下層の高速道路上空での設置となるため、週末夜間に下層の2車線規制を実施し、本工事に製作した荷台に回転機能を持つ専用のトレーラーリフト車を用いて架設を行った(図-7)。下層柱の架設状況を写真-4に、全体的な設置の状況を写真-5に示す。

【下層柱および下層梁】



【上層梁】

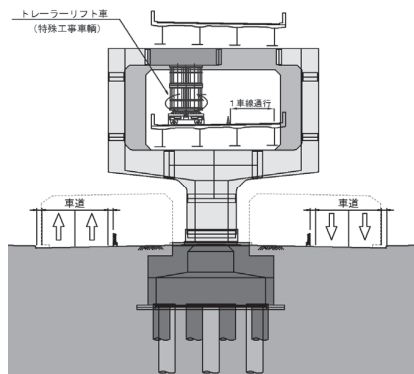


図-7 新設ラケット型橋脚の架設方法



写真-4 新設橋脚の下層柱の架設状況



写真-5 本工法による橋脚の設置状況

(3) 乾式ワイヤーソーと特殊トレーラーによる既設ラケット型橋脚の撤去

既設のラケット式橋脚の撤去は、新設ラケット型橋脚の架設と逆の手順となり、最初の下層の2車線規制を実施して上層横梁を撤去し、その後、上層柱、下層横梁、下層柱の順で撤去することとなる(図-8)。

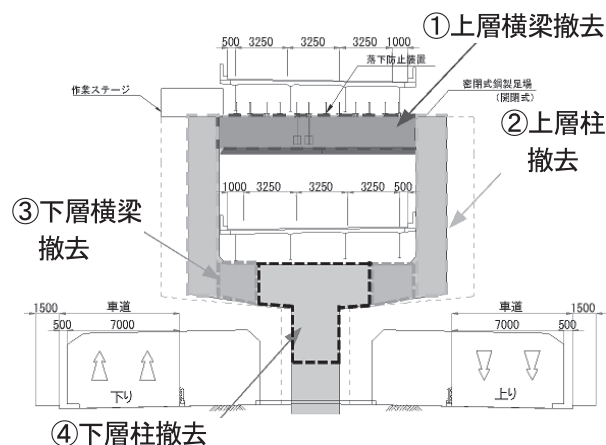


図-8 既設SRC橋脚の撤去順序

最初に撤去する上層横梁は、夜間の限られた高速規制時間内にブロック単位の撤去を完了させる必要があるため、落下防止装置を取り付けたうえで事前に断面の一部を先行切断しておき、残りを規制時間内で切断・撤去することとした。事前に試験施工を実施して乾式ワイヤーソー工法による施工法を確立するとともに、本工事に開発したジャッキシステム搭載型特殊トレーラーを導入することで撤去ブロックを時間内に扛下・撤去することを可能とした。撤去状況を写真-6に示す。

先行切断には乾式ワイヤーソー工法を採用した。乾式ワイヤーソーを用いた利点としては、湿式に比べて冷却水が不要となる点が大きく、特に高速道路上空での湿式による切断作業では、切断水が交通車両へ飛散



写真一6 既設橋脚の上層横梁の撤去状況



写真一7 乾式ワイヤーソーによる上層柱の切断

するリスクが高い。乾式の場合は切断速度の低下や大量の粉塵発生などが当初心配されていたが、事前の試験施工により切断ワイヤーの選定や、確実な粉塵回収方法を確立できたため施工可能となった。

続いて、下層の1車線規制にて上層柱を撤去した。上層柱は柱全体を地上に扛下することで、高速道路交通に影響しない位置での作業が可能となるため、高架下常設作業帯内での昼間施工でブロック単位への切断・撤去が可能となった。新設のラケット型橋脚から吊り下げた状態で、下側から順次切断し、搬出した。切断状況を写真一7に示す。最後に下層横梁と下層柱を順次ブロック切断・撤去して既設橋脚の撤去は完了となる。

4. おわりに

平成28年6月現在、新設橋脚の架設が約100%完了し、既設SRC橋脚の撤去が約65%完了したところであり、8月以降、上部構造の拡幅工事が本格化する予定である。

供用中の高速道路高架橋の改良ということで、何よ

りも高速道路および街路の通行車両の安全性、また都市部の工事であるための周辺環境への影響に配慮する必要があったが、東京都をはじめとする協議先機関の協力により、ここまで大きなトラブルが発生することもなく順調に進んできている。平成30年3月の拡幅車線の供用開始に向けて、今後も安全に工事を進めていきたい。

本工事がこれから本格化する都市部交通網の大規模更新工事の参考事例となり、安全かつ長寿命化が命題となる次世代公共交通への変革に供することができれば幸いである。

J C M A

《参考文献》

- 1) 村上裕真, 中野博文, 伊原茂, 仲田宇史: 板橋・熊野町ジャンクション間改良における合成構造フーチングの構造概要, 第68回土木学会年次講演会, PP517-518, 2013.9
- 2) 伊原茂, 中野博文, 内海和仁, 武田篤史, 天野寿宣, 齊藤成彦: 鋼製格子部材を埋設した合成構造フーチングの耐荷性能に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol.60A, PP848-860, 2014.3
- 3) 伊原茂, 中野博文, 齋藤隆, 天野寿宣, 齊藤成彦: アンカーフレーム代替機能を有する合成構造フーチングの耐荷性能に関する実験的研究, 土木学会論文集 A1, Vol.71, No.1, PP55-71, 2015.2
- 4) 松崎久倫, 須藤肇, 兼丸隆裕, 瀬尾高広: サンドイッチ工法を用いた車線拡幅—首都高速道路の板橋・熊野町JCT間改良—, 土木施工, VOL.57, No.1, PP88-91, 2016.1

【筆者紹介】

須藤 肇 (すどう はじめ)
首都高速道路㈱
東京西局プロジェクト本部
王子工務事務所
工事長



兼丸 隆裕 (かねまる たかひろ)
㈱大林組
大林・JFE・横河板橋熊野町JCT間改良異工種建設工事共同企業体
現場代理人



瀬尾 高広 (せお たかひろ)
JFE エンジニアリング㈱
大林・JFE・横河板橋熊野町JCT間改良異工種建設工事共同企業体
監理技術者



齋藤 隆 (さいとう たかし)
㈱大林組
本社土木本部生産技術本設計第一部課長



路面滞水処理作業における新規機械の開発

自走式路面乾燥機の開発

伊 藤 圭 祐

近年、道路橋の床版、特にコンクリート床版の耐久性向上のためには内部への雨水等の浸透を防ぐことが重要である。そのため、床版防水層と呼ばれる耐久性の高い床版防水工法が適用されている。この施工の際、特にコンクリート床版面は十分かつ適切な前処理が必要であり、水分量が多いと施工した防水層にピンホールやプリスタリング等が発生する。これらは床版と防水層との接着を阻害し、舗装の早期破壊といった損傷に繋がる。そのため、施工前の水分量の把握が重要な管理項目の一つとされ、路面の水分状態に応じた適切な乾燥方法が求められている。従来の路面滞水処理は、人力により水分を極力取り除いた後、ガスバーナ等で炙るなどの乾燥作業を行っていた。この方法では、狭い部分には対応できるものの広い面積を乾かすには非常に効率が悪く、また舗装を直接炙ることによる悪影響も考えられた。

そこで、熱風発生装置を搭載し広範囲の路面乾燥に特化した『自走式路面乾燥機』を開発したので報告する。

キーワード：舗装工，道路橋，防水層，路面乾燥，路面滞水処理作業

1. はじめに

近年、道路橋床版、特にコンクリート床版の耐久性向上のために、床版内部への雨水等の浸透を防ぐことが重要であるとの認識が高まり、各高速道路(株)では床版防水層（グレードⅡ）と呼ばれる耐久性の高い床版防水システムが適用されている。したがって、防水工施工時のコンクリート床版面は適切で十分な事前処理が必要であり、特にコンクリート床板の水分量が多いと防水層にピンホールやプリスタリング等が発生し、さらにはコンクリート床板と防水層との接着が阻害されることで舗装の早期破壊といった損傷に繋がることから、防水層施工前の水分量の適切な管理が重要である。

このようなことから、熱風発生装置を搭載し熱風を広範囲の路面に吹き付ける『自走式路面乾燥機』を開発した。

2. 従来施工における路面乾燥方法

(1) 人力作業

人力によりウエスやスポンジで路面の水を取り除いた後、ガスバーナ等でまんべんなく炙る作業を行っていた。この方法では、スポット的な狭い部分に対応で



写真—1 スポンジローラを使用しての吸水作業



写真—2 ガスバーナを使用しての路面乾燥作業

きるが広い面積を乾かすには効率が悪く、路面を炎で直接炙ることでの悪影響も考えられる。特にコンクリート版では、表面が乾いたように見えても内部に水分が残っていることがあり、後から舗装境界面で剥離等の問題を引き起こすことに繋がる。写真—1, 2に現場での作業状況を表す。

(2) 機械作業

当社では路上表層再生工法に用いる目的で、自社開発した路面ヒータ（写真—3）を保有している。路上表層再生工法は既設アスファルト舗装を軟化させるために路面を加熱する必要があるため、同工程に路面ヒータを先行させ、路面を加熱することが必須となっていた。近年では当該工法のニーズも減少傾向にあり、路面ヒータを別途滞水処理や路面乾燥に適用する事例が増えてきた。

しかし、アスファルト舗装を軟化させるほどの高い加熱能力を有しているため、路面の過加熱が懸念され、現場条件によっては適用が不向きと判断されることもあった。



写真—3 路面ヒータ

3. 新規開発の路面乾燥機

既設舗装を直接炙ることにより乾燥させる従来方法では乾燥の過不足、作業効率、既設舗装の劣化等が危惧された。そこで、路面を直接炙り加熱することにより乾燥させるのではなく、一定の幅に熱風を吹き付け、乾燥度合いの平均化や作業効率の向上、既設舗装の劣化を緩和させるため、乾燥を目的とした専用の路面乾燥機を開発した。

(1) 自走式路面乾燥機

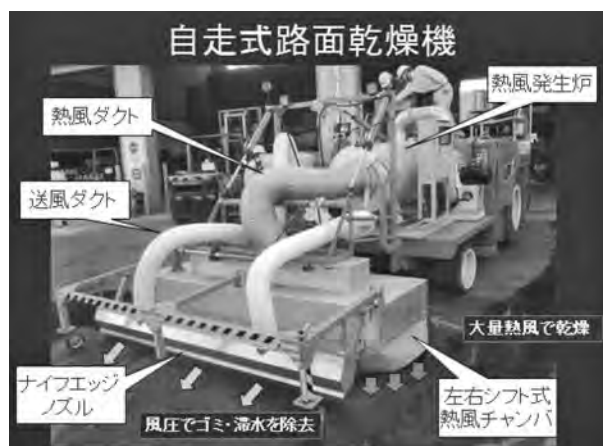
新規に製作を行った自走式路面乾燥機は、タイヤ駆動のアスファルトフィニッシャーからホップとスクリー

ドを外した本体トラクタ部分に、ブローアと熱風発生機、灯油タンク及びエンジン発電機を搭載した構造となっている。

ブローアから最前列に設けた幅 2.5 m のナイフエッジノズルに大量のエアを送り込むことにより、路面滞水とごみを強力に吹き飛ばし、続いて約 200℃ の熱風を吹き付けるチャンバが通過することで、路面を乾燥させる仕組みとなっている。

本体の走行性能は、母体となっているアスファルトフィニッシャーに準じ、一定速での走行が可能である。また、ナイフエッジノズルとチャンバは油圧シリンダーにより左右 300 mm ずつスライドさせることが出来るため、本体幅よりも外側に出しての施工が可能である。回送時には、ナイフエッジノズル及びチャンバを、並行リンク機構によって上下動させ、コンパクトに回送することができる。

写真—4 に自走路面乾燥機の説明、図—1 に自走式路面乾燥機のスペック表を記載する。



写真—4 自走式路面乾燥機名称説明

主要寸法	全長	8000mm
	全幅	2450mm
	全高	2810mm
車体重量	燃焼量	8000kg
	設定温度	23L/h (193200kcal/h)
	風量	~220℃
熱風発生能力	風量	50 m³/min
	風圧	2.0kPa
	風量	90 m³/min
ブロー能力	風量	5.18kPa
	風圧	
その他		・使用燃料 本体：軽油 路面乾燥機：灯油 ・横行シリンダーによりチャンバ位置調整機能 ・平行リンクによりチャンバ水平維持機能

図—1 自走式路面乾燥機スペック表

(2) 手押し式路面乾燥機

自走式路面乾燥機と併用して構造物のキワなどを乾かす目的の、小型の手押し式路面乾燥機（写真—5）も同時に製作した。

これは、コンクリートの養生などで用いられる、い



写真—5 手押し式路面乾燥機

わゆるジェットヒータを手押しの台車に搭載し、熱風吹き出し口にダクトを取り付けチャンバに熱風を吹き込む機構となっている。

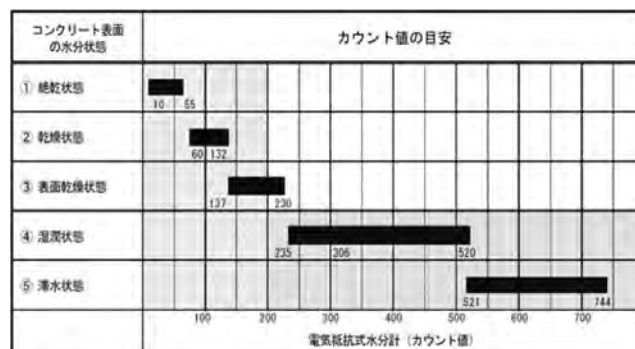
4. 路面滞水処理作業試験

延長 36 m、幅 4.9 m のコンクリート舗装のヤード上にて、水を一定量散布し、自走式路面乾燥機を使用して路面滞水処理能力効果の検証を行った。

(1) 試験方法

確認試験は、図—2 に示すように試験ヤードを 4 工区に分けて実施した。走行速度は工区ごとに 2～4 m/min とし、走行前の湿潤時と走行直後の路面水分量を測定した。なお、コンクリート版は前日より湿潤養生し、当日も散水した。また、当日の天候は晴れ、外気温は 12～16℃であった。

水分量の測定には㈱ケット社製の電気抵抗式水分計 HI-100 を用いた。参考文献 1) より、出力されるカウント値と床版面の含水量は良好な関係があるとされ、水分状態は図—3 に示すように概ねカウント値が 200 以下であれば表面乾燥状態であり、一部の床版防水システムの施工要領書においても、防水工前の床版面上のカウント値は概ね 200 以下とすることと規定されて



図—3 カウント値と水分状態の関係

いる。

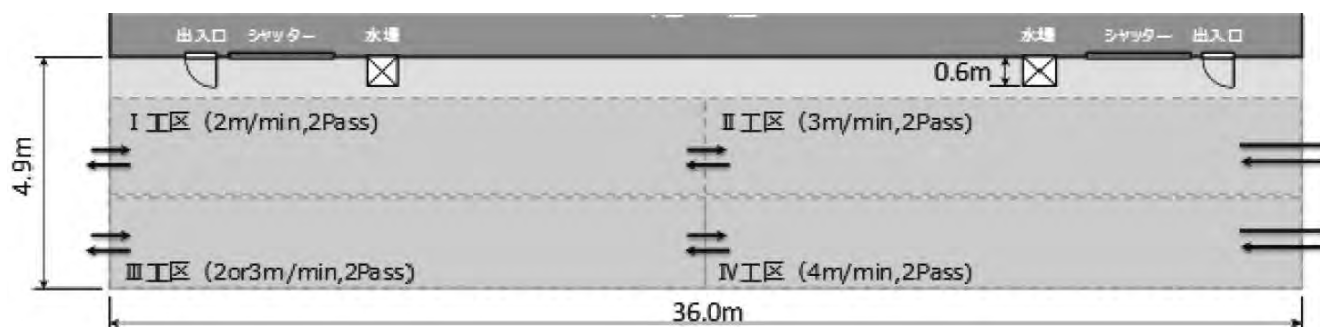
(2) 試験結果

(a) 走行速度による影響

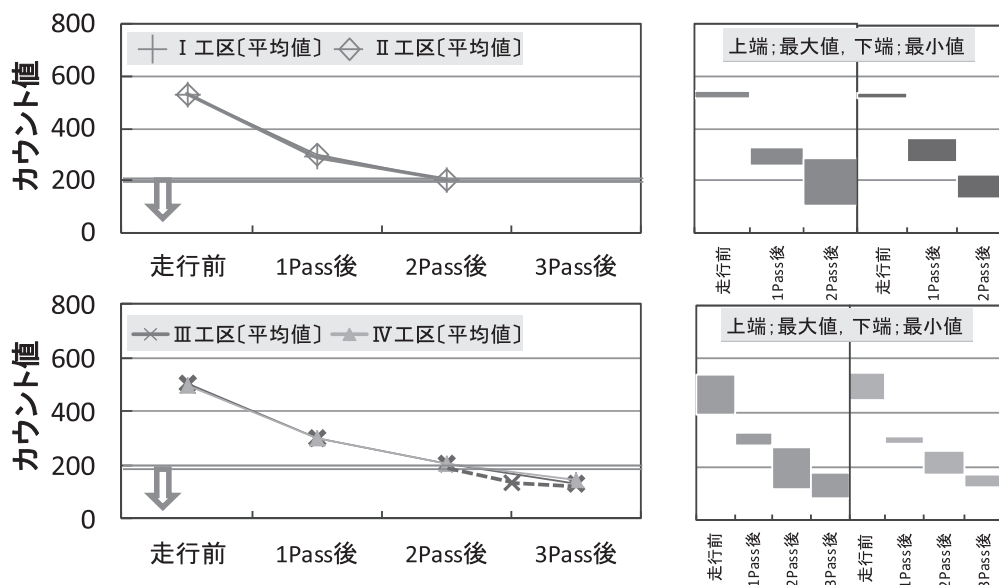
路面乾燥機の走行速度と通過直後に測定したカウント値の関係を図—4 に示す。測定は各工区 9 点ずつ実施し、左図は平均値を、右図は測定値の範囲を表している。いずれの速度でも、カウント値はほぼ同様の低下傾向にあり、2 Pass することでおおむね 200 程度に収束している。また、2 および 4 m/min の走行速度で 3 Pass したⅢ・Ⅳ工区では、3 Pass することで走行直後のカウント値が 200 を十分に下回る結果となった。なお、2 Pass 通過直後のカウント値に大差はないが、2 m/min で走行したⅢ工区はその後次第に乾燥が促進され、3 Pass 走行直前には概ね 200 を切っていることを確認している。したがって、実施工を考慮すると、最初の 1 Pass は 4 m/min 程度の速度で広範囲を乾燥させ、その後の路面乾燥状態に応じて走行速度を適宜変更することで、床版全体を均一に 200 以下にすることができるものと考えられる。

(b) カウント値と水分状態

カウント値と路面の水分状態を写真—6 に示す。走行前のカウント値 550 は、薄く滞水した状態であり、1 Pass 後のカウント値 300 の路面は、コンクリート表面に水分が滲みている状態となっていた。2 Pass 後の



図—2 試験施工ヤード及び検証条件



図—4 走行速度とカウント値測定結果



走行前 カウント値:550



1Pass カウント値:300



2Pass カウント:200 以下

写真—6 カウント値と路面写真

カウント値 200 では、表面が白く乾き目視では水分が介在しているとは判断できない状態であった。また、乾燥機通過直後の路面温度はいずれの条件でも約 20℃ 程度であり、既設コンクリート床版を劣化させるような高い温度ではないことも確認した。

5. おわりに

本報では、路面を直接炙るのではなく熱風を効率良く吹き付けることで路面を乾燥させることが可能な自走式路面乾燥機と、施工端部や構造物のキワを乾燥させる際に用いる手押し式路面乾燥機について紹介したものである。また、自走式路面乾燥機を用いて路面滞水処理作業試験による効果の検証についても述べた。先の試験結果から、限定された条件下ではあるものの、路面に水分が薄く滞水した湿潤状態であっても自走式路面乾燥機を有効に走行させることで、床版防水工が可能とされるカウント値 200 程度以下まで乾燥させることができることを確認した。今後は、切削や

ショットブラスト等による路面状態の違いを考慮した検討を進めるとともに実路での試験施工を実施して、より確実な床版防水工の施工に繋げたいと考えている。また、施工効率をより向上させる為にナイフエッジノズルから熱風を吹きだせる機構を検討している。なお、開発を行った機械は特許を出願中である。

JCM A

《参考文献》

- 1) 谷倉他, 床版防水工における水分計の適用性に関する研究, 構造工学論文集, Vol.59A, pp.1112-1123, 2013
- 2) 芳賀潤一, 自走式路面乾燥機を用いたコンクリート床版面の水分除去に関する一検討, 土木学会 第 71 回年次学術講演会

【筆者紹介】

伊藤 圭祐 (いとう けいすけ)
鹿島道路㈱
機械部 開発・設計課



舗装工事における CIM の試行

CIM 導入による効果と課題

中 村 和 弘・矢 野 裕 也

我が国は、巨大災害の頻発や深刻なインフラの老朽化など様々な危機に直面しており、建設業の果たすべき役割は今後増々重要となっていく。しかしながら、建設業の労働生産性は単品受注生産といった特殊性から他産業と比べ極端に低い状況にあることに加え、少子高齢化を背景とした担い手不足も顕在化してきているなど、建設業の生産性向上が重要な課題となっている。

この課題に対し、道路構造物の3次元モデルを現場の運営管理に活用することにより、生産性の向上が期待できる「CIM」が新しいマネジメント手法として注目されている。

本報では、平成27年度に実施した舗装工事におけるCIM試行工事の具体的な取組事例とその効果、課題等について紹介する。

キーワード：CIM、3次元モデル、ICT、生産性、安全性、舗装工事

1. はじめに

CIMとは、Construction Information ModelingあるいはManagementの略称で、社会資本の整備、維持管理についての高度化・効率化による生産性向上を目的に、調査・設計から施工、維持管理の各段階において3次元化した土木構造物モデルを活用して公共事業を進めていく新しいマネジメント手法である。

本報の試行工事では、交通規制を伴う現道での舗装工事にCIMを導入し、その効果や問題点等の検証を目的に、従来の2次元図面では困難であった工事関係者間のイメージの共有や、施工上の課題を事前に発見するための施工シミュレーションなどを行ったものである。

2. 工事概要

本工事は、日本最北端の稚内と札幌を日本海沿岸でつなぐ一般国道232号の初山別村金駒内地区において、延長1,200mの登坂車線設置及び現況曲線半径200mを350mに緩和する線形改良を行う工事であり、平成26年度から工事に着手し、平成28年度に完成の予定である（写真—1、2）。

本年度は、舗装工事に加え、改良工事とNTTによる埋設管路の移設工事があり、それぞれの工事で交通規制が必要になることから、渋滞の発生が懸念された。



写真—1 着工前



写真—2 完成時

また、線形改良を行う区間については、通行車両を切り回しながら施工を進める必要があることから、切り回し時の通行車両の安全について十分に検討する必要があった。

3. CIM 活用の方向性

CIM の理念は、『公共事業の企画，設計から施工，維持管理に至る一連の過程における，各情報の一元化や各業務の効率向上，高度化を図り，公共事業の安全や品質の確保，環境性能の向上，トータルコストの縮減を目指すものである。』とされている。

この理念を踏まえ，本試行工事においては，以下の4項目について業務効率の向上，高度化を目標に取り組みを行った。

(1) 安全性の向上

交通規制を伴う現道での工事であることや，線形緩和のための車道移設に伴い通行の切り回しや防護柵の一時的な撤去が必要になることから，一般通行車両の安全性を確保するためのマネジメントにCIMを活用した。

(2) 品質の向上

路盤工の品質向上のため，ICT（情報化通信技術）の活用により高効率・高精度な施工を実現する「情報化施工」を採用し，情報化施工に用いる設計データの取得にCIMを活用した。

(3) コスト縮減（工程短縮）

施工段階におけるCIM活用では，判断の迅速化や施工の効率化，手戻りの防止など工程の短縮によるコスト削減への取り組みが主軸となる。

本工事においては，他工事との輻輳や複雑な車線の切り回しがあり，その対策を誤ると大幅な工程の遅延に繋がることが想定された。そのため，事前に問題の発生を予見して解決を図るフロントローディングに力点を置いてCIM活用の検討を行った。

(4) 維持管理への活用

設計から施工を経て，維持管理へ引き継がれるCIMは3次元モデルとそれに付随した属性情報で構成される。道路の維持管理は舗装工事の終了とともにスタートすることから属性情報についての検討を行った。

属性情報には，維持管理に役立つ施工成果が盛り込まれ，かつ，維持管理段階の各種情報を積み増ししながら成長していくことで，より高度で効率的な維持管理が可能となることから，維持管理に役立つCIMモデルと属性情報について検討を行った。

4. 具体的な取り組み事例

(1) 安全性の向上

(a) CIM モデルの視覚的活用

本工事では，一般車両の通行を確保しながら，新しい車線の施工や防護柵等の移設を行うなど，複雑な車線切り替え手順が必要であった。

そこで，車線切り替えのタイミングや手順，方法などの施工計画を策定するため現地でタブレットを使用し，検討を重ねた（写真—3）。



写真—3 タブレット使用

また，車線を切り替えた際にドライバーの視点から現場がどのように見えるかを3次元モデルで表現し，保安施設の適切な配置方法についても検討を行った（写真—4）。



写真—4 保安施設の検討

さらに，警察協議においても3次元モデルを使用し，車線切り替えの手順や安全対策についての検討に活用した（写真—5）。

(b) 通行規制シミュレーション

本工事区間は，現場内や前後にカーブや坂の頂上があるなど見通しの悪い現場環境であった。

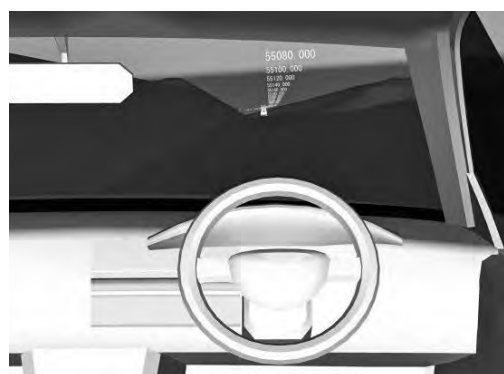
片側交互通行規制時に一般車両の安全性を高めるためには，ドライバーが早めに工事規制の存在を確認で



写真—5 警察協議

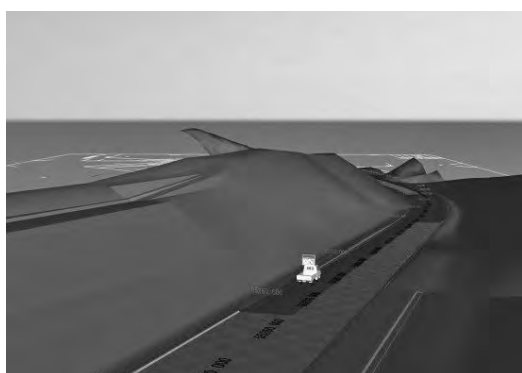
きるようにする必要がある。そのため、規制車は見通しの良い場所に配置することが重要となる。

今回、CIM モデルを活用して、規制車両の配置位置のシミュレーションを行った（写真—6）。



写真—6 シミュレーション

そのことにより、規制車両の配置可能範囲を明示したモデルを作成することができ、施工計画策定に役立てることができた（写真—7）。



写真—7 規制車配置検討

(2) 品質の向上

(a) 情報化施工への活用

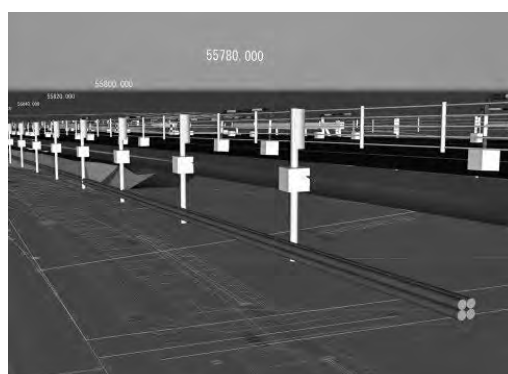
従来、情報化施工に使用する 3 次元座標の設計データを算出する場合、計算が難しい。時間がかかる。ミ

スが生じやすいなどの問題があった。しかし、CIM データから 3 次元座標の設計データを出力する場合、出力したい範囲をモニターで確認しながらボタン操作一つで出力することができるため、非常に容易でミスを防止できるという利点があることが分かった。

(3) コスト縮減（工程短縮）

(a) 不可視部分の干渉照査

3 次元モデル内に全ての構造物情報を取り込んだところ、NTT 管路との干渉が既設管路で 2 箇所、新設管路で 2 箇所の計 4 箇所で見出した（写真—8）。



写真—8 地下埋設管路の干渉

既設管路の干渉については、NTT 管路を移設する必要がある、移設に約 2 週間かかる予定であったが、3 次元モデルを活用して代替案の施工シミュレーションを行い、工程を約 10 日間短縮することができた。

また、NTT 管路の新設箇所の干渉についても、早期に発見することができたため、手戻り防止による工程短縮効果があった。

(b) 日常業務に CIM を活用

現場に新しく来た作業員に現場の状況やルールを理解してもらう新規入場者教育に CIM モデルを活用した。

従来はポンチ絵と口頭で説明していたが、限られた時間内で正しく理解してもらうのに苦労していた。



写真—9 新規入場者教育

CIM モデルを活用することで、現場内の状況やルールを容易に理解してもらえることができた(写真—9)。

また、以前は図面を何枚も使用していた各種の打合せも、タブレットを活用することでイメージをダイレクトに伝えることができることから、誤解や勘違いによるミスの防止、打合せ時間の短縮などの効果があった(写真—10)。



写真—10 日常業務に活用

(4) 維持管理への活用

(a) 属性情報の検討

CIM モデルは構造物ごとに属性情報を持たせることができる。

舗装工事の完成とともに維持管理が始まることから、維持管理段階での CIM 活用を考慮して、属性情報の内容や CIM 納品時のモデリング方法について以下の検討を行った(写真—11)。



写真—11 属性情報の検討

- ①維持管理業務で CIM を有効に使っていくためには、扱いやすいようにシンプルにする必要があること。
- ②今後、全国的に CIM の議論が進展してデータ保存のあり方が決まってからでも対応できるようにしておく必要があること。
- ③維持管理担当者が異動しても、業務を的確に引き継げるような工夫。

- ④既に蓄積されている 2 次元の関連データの活用などについて検討を行った。

5. CIM の効果

(1) シミュレーション効果

通常、施工ブロック割りやそれに伴う通行規制方法については、平面図や横断図を用いて検討しているが、CIM を活用することにより、実現場と同じような立体的感覚で検討することができ、検討時間の短縮も図られ、実現場においてスムーズな切り回し施工ができたと考える。

また、時間軸も反映できるため、進捗把握や次施工時における危険予知活動等にも活用することができた。

(2) イメージ共有の効果

2 次元図面ではイメージしにくい完成形状や施工中の形が立体化していることにより、説明者と聞き手とのイメージ共有の効果が発揮された。また、協議や説明の際、複数枚の図面情報をモニターに表示できることから、何枚もの 2 次元図面を広げる手間も必要なくなった。

6. 今後の課題

(1) コスト的な負担

今回の試行工事に合わせて、CIM 専用のワークステーションや 3D 土木設計用ソフトウェアの購入、外部講師を招いての社員教育など初期投資費用が必要となった。

そのため、今後は更なる生産性向上に繋がる CIM 活用の研究を進めていく必要がある。

(2) 準備期間

CIM を工事の初期段階から活用することで、より大きな効果を得られることが分かったが、CIM モデルを作成するためには、ある程度の期間が必要となる。

今回の試行工事では、寒冷期前の舗設完了を目指したため、工程を逆算すると準備期間は約 1 か月間となり、CIM 活用の検討時間を十分に確保できなかった。

(3) CIM 活用の見極め

CIM モデルの作成には、費用や時間などそれなりの負担が生じる。

CIM 活用の目的は効率化であることから、従来の 2 次元図面やポンチ絵で行ったほうが早いもの、容易な

ものについては、あえて3次元化しないなど、CIMの活用対象については十分吟味する必要がある。

同じように、CIM 試行工事の選定にあたってはCIMで行うと効果が大きい現場と小さい現場の見極めが必要になってくると感じた。

7. おわりに

今回の試行工事を通じてCIMの活用によって得られる効果には、イメージの共有などの視覚的な効果や施工シミュレーションによる施工計画の照査、比較案検討時の効率化、実際に目視できない部分の可視化など非常に多くのメリットがあることが分かった。

調査・計画段階の活用に比べ施工段階でのCIM活用は効果が見出しにくいのではないかと感じてスタートしたが、使い方次第で生産性向上につながられ

る有効な「ツール」に成り得るとの実感を得た。

今後も、生産性及び安全性の向上、並びに品質の向上に繋がる施工段階のCIM活用について研究を進めていく所存である。

J C M A

【筆者紹介】

中村 和弘（なかむら かずひろ）

道路工業㈱

環境管理事務所

所長

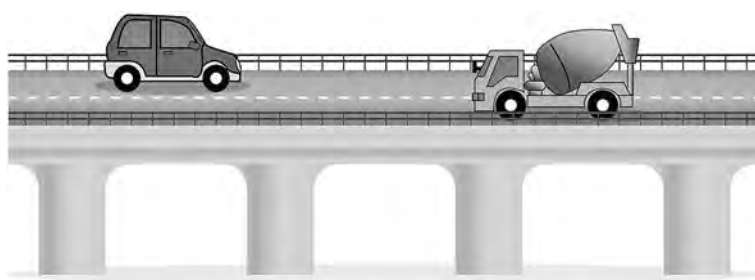


矢野 裕也（やの ゆうや）

道路工業㈱

技術部

主幹



道路用ボラードの利用状況と テロ対策用ボラードの性能評価

安 藤 和 彦

歩道等への車両の進入防止等を目的として設置されている道路用ボラードについて、その種類や設置状況を概略整理するとともに、道路用ボラードのうち欧米で基準化されているテロ対策を目的としたボラードについて、どの程度の強度性能が要求されているか、また性能評価がどのように行われているか、評価を最も積極的に行い実績のある米国の基準をもとに紹介する。

キーワード：道路、交通安全施設、ボラード、車両衝突、強度、性能評価、米国基準

1. はじめに

ボラード (bollard) は、もともと船の係留用の杭の名称であったが、現在は、民地の出入り口等で区画を明示する、あるいは歩道等で自動車の進入を抑止するなどの目的で設置される施設を指す用語として一般的になっている。ここでは、特に道路内に設置されるボラード（以下、道路用ボラードという。）を対象として述べる。

一般的に用いられる道路用ボラードには特に定められた要求性能はないが、テロなどの目的で境界内に侵入しようとする自動車の強行突破を阻止する特殊なボラードについては、米国等では性能を定めている。国内の社会的状況や交通事故状況等を考えると、今後日本においても、自動車の衝突に耐える強度を持ったボラードが必要とされる場合も出てくることが予想される。そのため以下では、現在利用されている道路用ボラードの種類や設置状況について整理するとともに、米国等で基準化されている自動車の衝突を想定したボラードはどの程度の強度性能が要求されているか、また性能評価はどのように行われているかを、評価を最も積極的に行い実績のある米国の基準をもとに紹介する。

2. 道路用ボラードの定義、種類と設置箇所

(1) 道路用ボラードの定義

道路用ボラードの定義として明確なものはない。
a. 「歩道上への自動車の乗入れや歩道上への乗上げ駐車を防止するため、歩車道境界や歩道上に設置される¹⁾」

施設、あるいはb. 「区画を明示し、自動車の進入を防ぐまたは区画内を保護する²⁾」施設といったとらえ方があるが、現在は広義のb.に近い考え方が一般的になっているように思われる。道路法でいう“駒止”には道路用ボラードが含まれ、また、中央線上や歩道と車道の境界に車線や道路区分を明示するために設置されているものも道路用ボラードである。なおこれらの定義では、同様の役割を持って設置される柵（防護柵等）との区分が明確でない。柵は、設置目的としてあるいは設置した結果として、歩行者等の通行抑制・誘導を行う機能を有している。そこで、ここでは道路用ボラードとして以下の施設を考えるものとする。

・車両（原動機付き自転車、軽車両を除く。）の進入の抑止または防止を目的として、副次的に車両の通行区分を明示するため、歩行者等の通行を阻害しないよう単体あるいは連続して道路内に設置される杭等の施設

(2) 道路用ボラードの種類

ボラードは、戦争で捕獲された敵の大砲等の武器を地面に埋めて境界を示しシンボルとしたのが発祥であるという説³⁾もあり、もともと民地境等において、境界区分を明示するために用いられてきた。現在は、都市景観に配慮し、さらにシンボリックな意味合いも込めて様々なデザイン、寸法、材質のものが用いられている。

これらボラードについて車両衝突時の強度に着目し、強度の弱い順から区分すると、以下の3種類に大別できる。

①車両運転者に対し視覚的な進入抑止効果や視線誘導

効果を持つが、車両が接触した時にはたわむことで車両に損傷を与えないもの

②車両運転者に対し視覚的な進入抑止効果や視線誘導効果を持ち、かつ微速衝突程度の車両を停止させる強度を有するもの

③車両激突時に車両を停止させる強度を有するもの
以下では便宜的に、①をソフトボラード、②をハードボラード、③を車両激突対応型ボラードと称し区分する。

また、ボラードの設置形態についてみると、

- ・基礎に固定する固定式
- ・時間帯により、あるいは許可車両のみを通過させるため、状況に応じて路面上の杭部分を路面下に収納できる上下式、または路面上の杭部分を取り外す着脱式

の2種類がある。上下式はライジングボラードと称さ

れ、国内では設置マニュアル⁴⁾も策定されるなど、近年脚光を浴びている。

道路用ボラードは歩道内に設置される場合が多いので、歩行者や自転車利用者が接触、衝突しても被害を及ぼさないための配慮として、ソフトボラードや、ハードボラード表面をゴムなどで覆ったものも多く利用されている。

(3) 道路用ボラードの設置箇所

道路用ボラードの設置位置としては、歩道端や路側では、

- ・歩道への車両乗り上げ、駐車、進入を抑止するため歩道内に設置
- ・車両通行帯の物理的な車道区分として、区画線上、あるいはゼブラゾーン上に設置
- ・車両の速度を抑制するために車線境界に設置



a. ソフトボラード
(中央線明示)



b. ソフトボラード
(分離帯端部明示)



c. ソフトボラード
(T型タイプとして柵の機能を付加)



d. ハードボラード
(車両の歩道内駐車防止)



e. ハードボラード
(車両の歩道内進入防止)



f. ハードボラード
(道路内の樹木保護)



g. ハードボラード
(面型タイプ、着脱式)



h. ハードボラード
(ゴムカバーで覆ったタイプ)



i. ハードボラード
(車輪誘導タイプ)



j. 車両激突対応型ボラード



k. 車両激突対応型ボラード
(ライジングタイプ)



l. 車両激突対応型ボラード
(ガードレールビームを付けた例)

写真—1 ボラードの設置事例

- ・標識柱，照明柱，植樹等の明示や保護のため，これら道路施設の前後に設置
 - また，中央帯等では
 - ・対向車線への逸脱を抑止するため2車線道路の中央線上に設置
 - ・車両のUターンや車両の対向車線側への進入を抑止するために設置
- などがある。

代表的な設置事例を写真—1に示す。ボラードには様々な形態のものがあることがわかる。写真で，「d. ハードボラード」と「j. 車両激突対応型ボラード」はロンドン市内で一般的に見られる共通的なデザインであるが，車両激突対応型ボラードにはかなり大型のボールが使われている。「i. ハードボラード」もロンドン市内で使われているものである。交差点等での大型車両による巻き込み事故の防止等を目的として，自動車の後輪等を誘導させる独特の形状となっている。

3. 車両激突対応型ボラード

(1) 車両激突対応型ボラードとは

車両激突対応型ボラードは，車両の衝突を想定した強度を有するボラードであるが，ここでは特にテロ対策として，主要公共施設等に爆薬などを積載した車両が侵入し，施設破壊を試みることを防ぐ目的で設置されるものをいう。米国では1985年に，米国国務省外交安全局（the U.S. Department of State, Bureau of Diplomatic Security）より，SD-STD-02.01 境界防護バリア及びゲートの車両衝突試験方法（Test Method for Vehicle Crash Testing of Perimeter Barriers and Gates）⁵⁾として策定された。この基準では，ボラード

の他，溝，土堤，保安ゲート，土嚢壁，コンクリート壁等，車両の侵入を防止する目的で設置する施設全般（以下，防護施設という。）を対象としている。

この基準は，1995年4月の米国オクラホマ連邦ビル爆破事件や2001年9月の米国同時多発テロを受けて基準の見直しが行われ，2003年に改定された後，2007年に米国材料試験協会（ASTM; American Society for Testing & Materials）より ASTM F2656-07⁶⁾として統一基準化され発出された。なお SD-STD-02.01 や ASTM F2656-07 は，製品販売の際の性能評価基準として，国際的に広く用いられている^{例えば7)～9)}。

(2) 車両激突対応型ボラードの性能評価⁶⁾

(a) 衝突条件

車両の衝突条件を表—1に示す。

設計するボラードの衝突性能は，保護対象施設の危機管理レベル（国・自治体等のレベル，職員・利用者数，施設規模，入居機関に対する脅威のレベルなどを勘案して設定¹⁰⁾）を踏まえ，保護対象区画内の施設と区画道路状況等との関係から車種や物理的に到達可能な速度等を設定し¹¹⁾，表—1内から選定することとなる。

○衝突車両

テロ等による意図的な車両の衝突を想定しているが，保護すべき公共施設などは都市内にあることがほとんどであり，都市内で違和感なく利用されている車両として，小型車，ピックアップトラック，中型トラック，大型トラックの4種類が想定されている。

○衝突速度

衝突速度は，小型車及びピックアップトラックは65 km/h～100 km/h，中型トラック及び大型トラック

表—1 指定衝突条件

区分	試験車両	最小慣性質量		公称最低衝突速度		速度許容範囲		運動エネルギー	
		kg	(lb)	km/h	(mph)	km/h	(mph)	kJ	(ft-kips)
C40	小型車	1,100	(2,430)	65	(40)	60.1 – 75.0	(38.0 – 46.9)	179	(131)
C50				80	(50)	75.1 – 90.0	(47.0 – 56.9)	271	(205)
C60				100	(60)	90.1 以上	(57.0 以上)	424	(295)
PU40	ピックアップトラック	2,300	(5,070)	65	(40)	60.1 – 75.0	(38.0 – 46.9)	375	(273)
PU50				80	(50)	75.1 – 90.0	(47.0 – 56.9)	568	(426)
PU60				100	(60)	90.1 以上	(57.0 以上)	887	(613)
M30	中型トラック	6,800	(15,000)	50	(30)	45.0 – 60.0	(28.0 – 37.9)	656	(451)
M40				65	(40)	60.1 – 75.0	(38.0 – 46.9)	1,110	(802)
M50				80	(50)	75.1 以上	(47.0 以上)	1,680	(1,250)
H30	大型トラック	29,500	(65,000)	50	(30)	45.0 – 60.0	(28.0 – 37.9)	2,850	(1,950)
H40				65	(40)	60.1 – 75.0	(38.0 – 46.9)	4,810	(3,740)
H50				80	(50)	75.1 以上	(47.0 以上)	7,280	(5,430)

クでは 50 km/h ～ 80 km/h としており、車両の加速性能を見込んだ条件設定がされている。

○積載物

車両激突対応型ボラードの衝突条件として特徴的な点は、テロなどでの爆発物を搭載した車両の衝突を想定していることである。そのため、車両への爆発物の搭載位置として、乗用車では助手席，トラックでは荷台最前部に爆発物を搭載した状態を想定し、爆発物がどの程度境界内に侵入するかが重要視される。

(b) 性能評価

車両激突対応型ボラードの性能評価は、衝突車両の侵入距離(図-1)によって行う。車両の侵入位置は、図-2に示す各車両の照合ポイントが防護施設の最背面からどの程度侵入しているかによって、表-2により評価区分される。

なお、これらの距離の設定根拠としては、防護施設の 30 m 後方に保護対象施設がある場合、侵入距離が 1 m であれば爆発物の爆発による保護対象施設への影響は 9% 程度であるのに対して、3 m 侵入すると 33% に増加し、6 m では 80% と急激に増加する⁵⁾。6 m を超えると実用レベルでは無くなる。そのため、性能評価としては P1 から P4 まで 4 段階に区分される。

実際の防護施設の設置計画は部外者には明確にされていないが、新たに防護施設を設置する場合は保護対象施設との隔離距離を 30 m 以上確保するか、あるいは防護施設の侵入防止性能 (P1 ～ P4) を加えた隔離距離を確保すること、隔離距離が十分確保できない場合は、経済検討を行い、移転あるいは保護対象施設自体に防曝性能を持たせる対策を行うことになるものと思われる^{10) ～ 12)}。

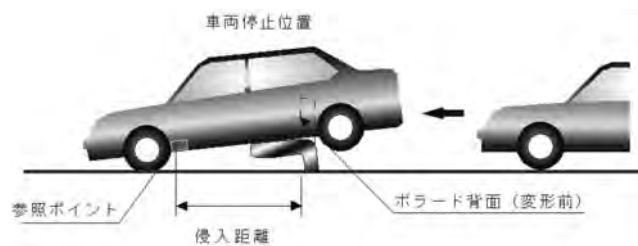


図-1 侵入距離

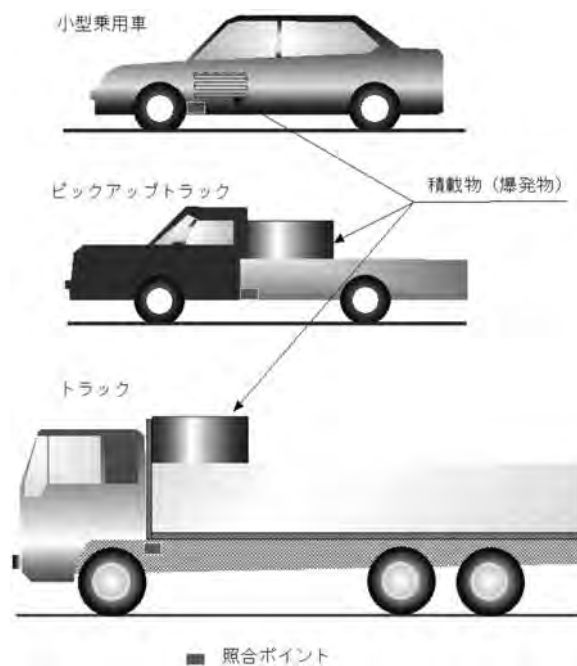


図-2 各車両の侵入距離照合ポイント

表-2 侵入距離水準

区分	動的侵入距離水準
P1	≤ 1 m (3.3 ft)
P2	1.01 ～ 7 m (3.31 ～ 23.0 ft)
P3	7.01 ～ 30 m (23.1 ～ 98.4 ft)
P4	30 m (98 ft) ≥

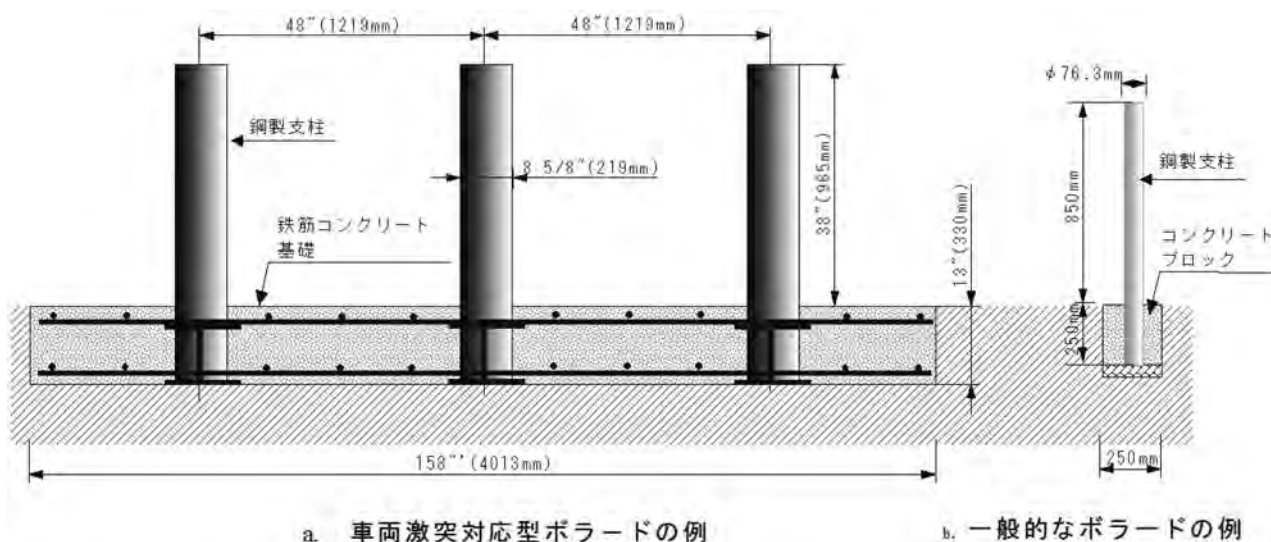


図-3 ボラード構造の例

(3) 構造例

車両激突対応型ボラードの具体的な構造¹³⁾は、欧米の製品でみることができる。図—3に構造例を示す。

図には、5トン車が50 km/hで衝突しても停止させることができる車両激突対応型ボラード構造とともに、比較のため一般に用いられるボラード構造の例も併せて示した。両者を比較すると、車両激突対応型ボラードはかなりの大型構造物になっており、広い設置スペースが求められることがわかる。国内での利用を考えると、歩道内等の狭いスペースに設置することが多くなるので、コンパクトで高い強度の得られる基礎の設計が重要となるものと考えられる。

4. おわりに

国内では多種多様な道路用ボラードが使われているが、ボラードに求められる性能や都市景観への配慮などを踏まえると、設置する場所や設置に適する構造、材質、色彩等は自ずと制限されてくる。強度性能についても、米国等では、車両激突対応型ボラードについて、車両による意図的で具体的な侵入条件を想定した性能照査が行われている。我が国に車両激突対応型ボラードを導入する場合、米国基準のようにテロまでを想定する施設が要求されることは少ないと思われるが、例えば歩行者専用道路の入り口等、車両の進入を物理的に防止すべき箇所は多々ある。道路用ボラードの設置場所、ボラード構造・強度、設置方法等について、我が国の道路・交通事情を勘案して整理し、道路

用ボラードを適切に効果的に整備するための、統一的な考え方を明らかにしていくことが必要と考えられる。

J C M A

《参考文献》

- 1) 社団法人交通工学研究会；平成10年度ボラード設置に関する調査報告書，平成11年3月
- 2) transalt.org；Rethinking Bollards, 2007
- 3) <http://www.reliance-foundry.com/blog/bollards-security-safety-design>
- 4) 公益財団法人国際交通安全学会；ソフトライジングボラード導入ガイドライン2015，平成27年3月
- 5) Department of State, Diplomatic Security; Test Method for Vehicle Crash Testing of Perimeter Barriers and Gates, AD-STD-02.01, Revision A, 2003
- 6) American Society of Test & Materials; Standard Test Method for Vehicle Crash Testing of Perimeter Barriers, ASTM F2656-07, 2007
- 7) <http://faacbollard.com/>
- 8) <http://www.professionalsecurity.co.uk/products/physical-security/bollard-crash-test/>
- 9) <http://www.greengateaccess.co.uk/news/k4-pas68-crash-test/>
- 10) Interagency Security Committee; The Risk Management Process for Federal Facilities: An Interagency Security Committee Standard, U.S. Department of Homeland Security, 2013
- 11) Department of Defense; Selection and Application of Vehicle Barriers, UFC 4-022-02, 2010
- 12) Department of Defense; DoD Security Engineering Facilities Planning Manual, UFC 4-020-01, 2008
- 13) http://www.apexfab.com/wp-content/uploads/2014/06/Apex_SellSheet_Bollard-web.pdf

【筆者紹介】

安藤 和彦（あんど う かずひこ）
（一財）土木研究センター
道路研究部長



日本の高速道路における移動式防護柵の初導入

常盤自動車道における試行導入結果

鎌 田 文 幸

高速道路での工事規制において、一般車両の侵入による重大事故防止と規制材設置・撤去作業の効率性・安全性向上を図るために、欧米等で実績のある移動式防護柵の工法である移動式防護柵を日本で初めて導入した。

導入するにあたり、常盤自動車道（柏～流山間）の剥落防止対策工事を対象に、その工事規制方式を移動式防護柵方式にて実証実験を行い、一般交通への影響やその有用性について検証を行った。

本報では、移動式防護柵の概要と実証実験の結果から、国内での本格導入を決定した経緯を紹介する。
キーワード：移動式防護柵、工事規制、工事安全対策、工事渋滞対策、Road Zipper System

1. はじめに

工事の交通規制においてはラバーコーンによる規制（写真—1）が一般的であるが、この工法は多様な道路や交通事情と様々な規制形態に対応でき非常に機能的である。一方でコーンとコーンの間には空間があるため、一般車両が誤って侵入することも多く、それに



写真—1 ラバーコーンによる従来の規制状況

よる重大事故も多く発生している。東日本高速道路㈱管内の高速道路におけるこの10年間での「工事規制における発生事故件数」（表—1）は85件発生し、そのうち5件が死亡事故となっており、一般ユーザーや作業員計8名の命が失われている。

そのため「お客様と工事従事者両者の命」を守るため、工事規制による侵入事故の抜本的な対策が必要である。

今後、ますます老朽化更新の事業や都市部における渋滞対策工事等が増える見込みであり、交通量の多い箇所での長期間の交通規制内作業の安全性確保が重要な課題となっている。

また、併せて規制材の設置・撤去作業の安全性の確保とともに、夜間等の限られた時間帯での交通規制内作業の時間を多く取れるよう効率の良い規制作業を行う必要もある。

そこで、これらの工事規制の安全性と効率性の向上を目指し、新たな規制方法として、欧米で実績のある移動式防護柵の導入を図ったものである。本報では国内の高速道路において初めてとなる移動式防護柵を本

表—1 工事規制における発生事故件数

データ) H18.4.1～H28.6.30

事故形態	死亡		重軽傷		物損	計	
固定規制への突入	3件	6名	17件	27名	37件	57件	33名
テーパー部への突入			5件	8名	11件	16件	8名
規制の設置・撤去時の接触	2件	2名	6件	11名	4件	12件	13名
計	5件	8名	28件	46名	52件	85件	54名

格導入した経緯を紹介する。

2. 移動式防護柵の概要

今回採用した移動式防護柵は、米国の LINDSAY 社が開発、製造、販売しているシステムであり、コンクリート製防護柵（以下「防護ブロック」という）の設置位置を、専用の防護柵切替用車両（BTM: Barrier Transfer Machine 以下「BTM」という）を用いて移動させることができるものである。

この BTM には、主に渋滞対策としてリバーシブルレーンを運用するために用いられる車両（写真—2）と工事による交通規制用として用いられる車両（写真—3）の2種類のタイプがある。

この2種類の BTM による移動式防護柵は、アメリカ全州、カナダ、メキシコの北米をはじめ、イタリア、イギリス等の欧州、ブラジル、オーストラリア、ニュージーランド等世界各国で運用されている。



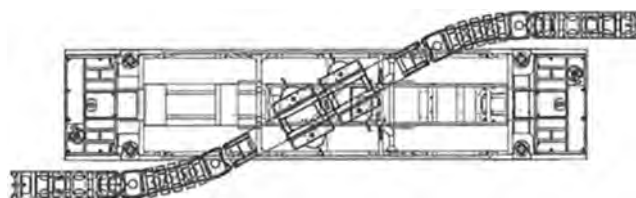
写真—2 リバーシブル車線運用用



写真—3 工事車線規制運用用

BTM は、車両サイドから床下に曲線ガイドレーンを装備したコンベアシステム（図—1）にて防護ブロックを時速 10 km 程度で移動させながら所定位置に設置することができ、回送時は時速 30 km 程度で移動可能である。

また、車体をドリフト走行のように斜めにしながら走行することが可能であり、その車体調整により防護



図—1 BTM 構造概念図

ブロックのシフト量を調節できる。車両により違いはあるが、工事車線規制用であれば、1.2 m ～ 5.5 m の範囲内で自由にシフトできるものである（真直ぐの車体での防護ブロックシフト量は 3.65 m が標準）。

防護ブロックは、鉄筋コンクリート製で通常タイプは、高さ 810 mm、幅 460 mm、延長 1000 mm、1 基あたりの重量は 680 kg である（写真—4）。

車線等の制約がある場合において採用される鋼製フレームによる幅 330 mm まで縮小した狭小タイプもあり、また道路線形（カーブや高低差等）や橋梁のジョイント部分での伸縮に追従するためにエクステンション（写真—5）が一定間隔で連結されている。



写真—4 防護ブロック



写真—5 エクステンション

防護ブロックの連結部分には鋼製のピンを打ち込んで連続化しているため、車の衝突時において衝撃が広範囲に波状に伝わり、防護ブロックの移動変位を抑えることができると共に車両及び運転者への衝撃ダメージも少なくすることができる。この防護ブロックは、米国の防護柵衝突試験基準である NCHRP350 の Level 3 をクリアしている。

この移動式防護柵による工事規制を行うことによって、安全性が向上するのみではなく、例えばラッシュ時以外の時間帯での車線規制数をラッシュ時の時間帯において車線確保のために縮小する際にも、効率的かつ短時間にできることが特徴である（写真—6）。

3. 実証実験の内容

移動式防護柵を導入するにあたり、具体的な規制方法や各種協議・調整、BTM の仕様・改良の必要性等

《ラッシュ時以外の時間帯》



《ラッシュ時の時間帯》



写真—6 交通量に合わせた車線規制（ニューヨーク州）

の検討を進め、本システムの有用性を確認・検証する目的で、実証実験を実施した。

（1）実証実験の概要

対象工事）常磐自動車道 初石 BOX はく落対策工事
 実験予定期間）平成 28 年 3 月上旬～7 月下旬
 実験箇所）常磐道流山 IC～柏 IC（上り線）区間の
 工事車線規制（約 2 km）にて実証実験
 資機材等）BTM（工事用 1 台）及び防護柵ブロッ
 ク（2 km 分）

（2）交通規制計画

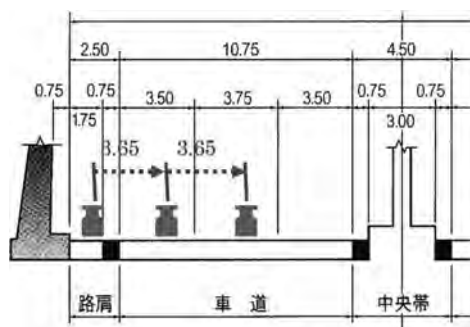
常磐道流山 IC～柏 IC（上り線）区間の交通規制は警察協議において下記の時間帯別に車線規制が変化することとなっている。

《規制時間》

《車線規制種別》

22：00～5：00	2車線交通規制（1車線運用）
5：00～13：00	1車線交通規制（2車線運用）
13：00～22：00	交通規制を行わない（3車線運用）

車線規制時の車線幅の考え方については、剥落対策工事の施工必要幅と調整し、BTMの直進時の一般的な防護ブロックの移動幅である、3.65 mを1回のシフト量として設定した。防護ブロックの路肩規制時は半路肩である 1.75 mを確保し、500 mピッチに非常駐車帯を設置するようにした（図—2）。



図—2 規制計画断面図

（3）BTM、防護ブロックの輸送、現場設置、各種協議

資機材の輸送については、BTMは米国サンフランシスコ市郊外の車両工場からロサンゼルス港まで陸送し車両運搬船にて輸送し、防護ブロックは英国ロンドン郊外の資材置き場からサウサンプトン港まで陸送し、コンテナ船により各々横浜港まで約2ヶ月かけて輸送した。

また、横浜港から現場までは、BTMは70t吊りクレーンで載せ低床型マルチトレーラーにて運搬し、防護ブロック等資材は40tセミトレーラーのべ68台にて現場搬入した。

防護ブロックの現場設置作業は、本線BOX内作業で内空の制約からフォークリフトにより2つの防護ブロックを専用の治具を使って持ち上げて所定の位置に設置し、ピンを打ち込み連結させ、2 km区間の設置に実質8日間要した（写真—7）。

事前の各種協議については、交通規制協議は千葉県警高速隊と協議を完了させ、またBTMのオフロード法や機械の運転免許の適用性について関係機関と確認している。

（4）BTMのオペレータ育成訓練

BTMについては、特殊な車両であるため、ガイド



写真—7 防護ブロック設置状況



写真—8 LINDSAY 社技術者からの指導状況

レーン部の組み立て、調整や運転者の訓練が必須となっており、米国から専門技術者が来日し、谷和原管理事務所敷地内にて直接指導訓練を行った（写真—8）。

運転キャabinはBTM車両の前後に2つあるが、前方側キャabinの運転手は主に防護ブロックを確実に掴むことを主眼に進行方向に向かい、後方キャabinの運転手は防護ブロックを所定の位置に落とすことを主眼にハンドル調整するものである。その各々の役割を意識しながらお互い連携して運転するものであるが、運転操作自体は比較的容易にできるものであり、大型車の運転免許を持っている者であれば、数日でマスターできる程度である（写真—9）。



写真—9 運転訓練状況

(5) 実証実験の状況

実証実験は、4月上旬から始まり、ほぼ毎日実施し、予定通り剥落対策工事が進捗し、7月中旬までの間のべ約3ヶ月実施した。

BTMの走行上ガイドとなるブルーラインを現場路



写真—10 BTMによる規制作業状況



写真—11 BTM車上からの視点



写真—12 防護ブロックによる規制状況

面に表示し、このライン上を目指して運転することにより、所定の位置に防護ブロックを置くことが可能となった。

現場での実証実験期間においては、一般車との接触事故やトラブルは発生しなかった。

またその間に、マスコミの取材や様々な機関からの現地視察も受け入れている（写真—10～12）。

4. 実証実験の検証結果

工事規制時の移動式防護柵の本格導入に向けて、一般交通流への影響確認及び一般車両に対する安全性等の確認調査を実施した。

(1) 調査内容

- ①交通流（VTR）調査：移動防護柵規制時の規制設置・撤去時等における一般車両の避走挙動（規制線から避けるような走行挙動）やブレーキ挙動から、一般交通流へ影響ないことを確認する。
- ②速度変化（プローブ車）調査：BTM 稼働時のすれ違い車両の速度変化を分析し、一般車両への影響がないことを確認する。
- ③アンケート調査：移動防護柵運用中に走行試験・走行環境についてアンケート調査を行い、安全性等への影響がないことを確認する。

(2) 調査方法と結果

- ①交通流（VTR）調査：跨道橋上に設置した固定カメラ：3箇所、ラバーコーン設置車両・BTMの追従カメラを用いて分析し、以下の結果となった。
 - ①-1 避走挙動：移動式防護柵規制中の避走挙動が確認された車両は、昼間・夜間ともに、従来規制時と同程度(20%程度)であった(図-3)。また、BTMによる設置・撤去作業時の避走割合は従来のラバコン車両と比べ6～15%程度低い結果となった(図-4)。
 - ①-2 ブレーキ挙動：規制中のブレーキ挙動が確

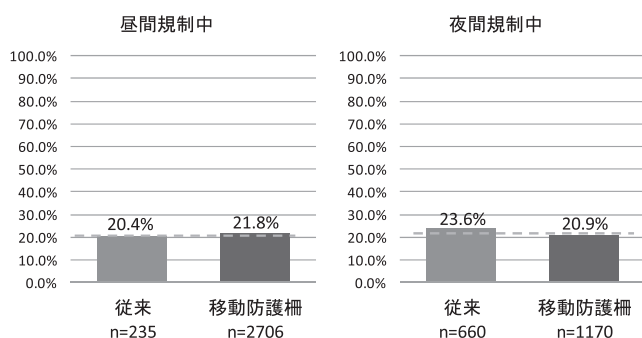


図-3 規制中の避走挙動

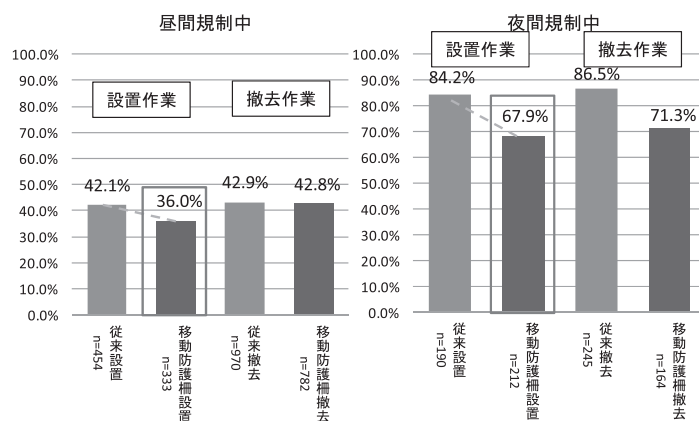


図-4 ラバコン車・BTM稼働時の避走挙動

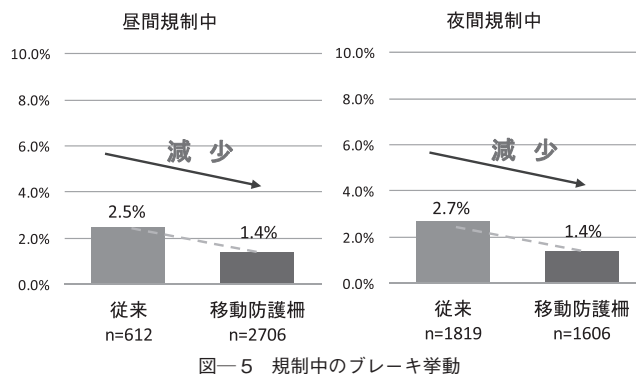


図-5 規制中のブレーキ挙動

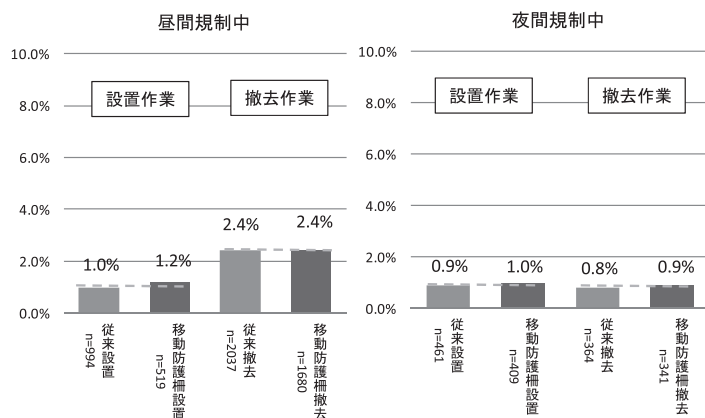
認された車両は、通過台数の数パーセント（1～3%未満）程度であり、移動式防護柵規制中は、従来規制中よりも、昼間・夜間ともにブレーキ挙動が減少（図-5）。

また、BTMによる設置・撤去時とラバコン車の時とで、ブレーキ挙動に大差はない（図-6）。

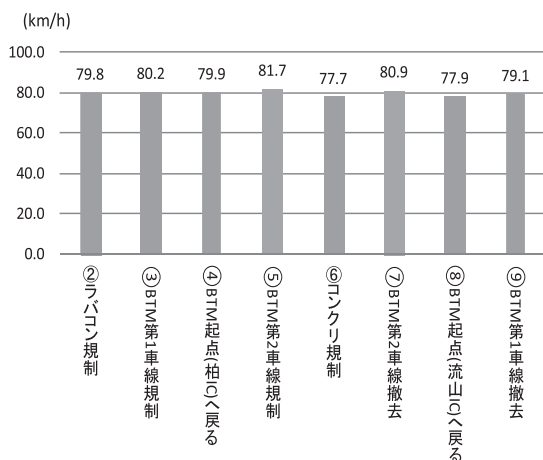
- ②BTM稼働時の速度変化調査：BTMおよびラバコン車両による各々の規制作業時の一般車両とのすれ違い速度変化をプローブデータを用いて比較した。
各々の規制作業中のすれ違い速度はほぼ同様であり、従来のラバーコーン規制と比較してもBTM作業時のすれ違い速度の低下は見られなかった（図-7）。

- ③アンケート調査：移動防護柵規制中（BTM稼働時を含む）に実際に規制区間を走行した被験者にアンケート調査を実施し、安全性、視認性について80%以上が問題なしと回答。

これらの結果より、移動式防護柵方式と従来方式による規制中の比較は、一般車両に与える影響としては大きな差異は見られなく、むしろ規制作業中においては、従来方式よりも安全性や走行信頼性が高い結果となった。



図一六 ラバコン車・BTM稼働時のブレーキ挙動



図一七 規制作業時のすれ違い車両の速度比較

5. 期待される導入効果と今後の展開

高速道路上の交通規制において、工事用の移動式防護柵を導入することにより以下の効果が期待される。

- ① 連続化した防護ブロックにより完全にガードされるため、一般車の工事帯への侵入を阻止することができ、安全性が飛躍的に向上する。
- ② 長期間同じ箇所、日々規制作業を行う際に、短時間かつ少人数で規制作業を行うことができる。
- ③ 車線規制数をシフトする際（例えば2車線規制⇒1車線規制に変更する場合）には、従来の方法だと一旦規制を撤去し、その後再度規制をかけ直す必要があるため、その間の工事車両の搬出等段取り替えに時間を要すが、本システムは1回で車線規制のシフトが可能であり、規制の設置撤去作業や段取り替え時間を大幅に節約できる。
- ④ 交通量に合わせて、工事車線規制範囲を自在かつ臨機に変えることが可能であり、工事渋滞量を減らすことができる。

移動式防護柵の本格導入にあたり、まずは、東京外

環自動車道（関越～東名）の建設事業に伴う東京外環供用中区間の夜間工事規制に活用し、その後は首都圏の渋滞対策工事や大規模な老朽化更新事業へ展開していく予定である。

6. おわりに

今回の実証実験において、安全性等の有効性が確認、検証され、高速道路上の交通規制において移動式防護柵を本格導入することになったことは非常に有意義なことであり、思料される。

今後、ますます増加する老朽化更新の事業や都市部における渋滞対策工事等の交通規制において、この移動式防護柵により、工事の安全性や効率性の大幅な向上に寄与するとともに、重方向交通に合わせた車線切り替えを柔軟にできる工事渋滞対策として、多くの機関で活用されることを望んでやまない。

また、海外での事例においては、機動的な防護ブロックの設置により車両等の衝突に対し防御できることからテロ対策等にも活用しているようである。

これから日本での様々な場面においての活用及び普及を目指し、今回得られたノウハウや知識を活かして微力ながら協力してまいりたい。

JICMA

《参考文献》

- 1) LINDSAY 社提供資料。2015, 2016

【筆者紹介】

鎌田 文幸（かまだ ふみゆき）
東日本高速道路㈱
関東支社 管理事業部 改良計画チーム
チームリーダー



センサー技術を活用した 道路用機械の安全対策技術の開発

宮 本 多 佳・相 田 尚・梶 原 覚

重機による重大災害撲滅のために最新のセンサー技術を活用した新しい安全対策技術を開発した。コンセプトとしては、従来の「知らせる」技術から「止める」技術に切り替え、大幅な改造を必要としないレンタルあるいはリース機に容易に取り付けが可能なことである。本文では、重機の自動停止システムの紹介や安全対策装置の将来の展望について述べる。

キーワード：ホイールローダ、タイヤローラ、道路工事、合材工場、自動停止装置、RFID、ステレオカメラ

1. はじめに

建設労働者の死傷者数や死亡者数は長期的に減少してきているが、全労働災害死亡者数の中で最も多いのが建設業である。その中でも重機災害による死亡者数は、転落・墜落に次いで多い状況にある^{*1}。

舗装工事においては、限られたエリア内で多くの重機が前後進作業を行う場面も多く、転圧用ローラの死角に入った作業員が轢かれるといった事故も少なくない。また舗装用合材を製造する合材工場のホイールローダの後進時に轢かれるといった事故も多く、その場合重大事故となる可能性は非常に高い。

ある統計によれば、こうした事故の殆どがヒューマンエラーによるものであり、最近の自動車業界にみる障害物検知や衝突軽減ブレーキ等の技術が道路建設機械に搭載されることが一部から期待されていた。

これらを背景として、本文では、重機による重大災害撲滅のために最新のセンサー技術を活用した新しい安全対策を紹介する。

2. 従来の安全装置の課題の整理

多くの建設機械は過去の事故の経験から教訓を得て、様々な安全装置が装着されており、その殆どが音による警報装置である。

それらの装置について、まず現場で使用経験のある人を対象にヒアリングを行った。その結果、以下の3つの課題が浮かび上がった。

①警報が鳴る頻度が多いと慣れによって認知度が低

下する。

②振動体で知らせるなどの警告装置もあるが頻繁な充電がわずらわしい。

③警報音等に気づいてから重機を停止させる動作をおこなうまでのタイムラグがあり、ブレーキを踏んでも間に合わない。

3. 開発コンセプト

前項で挙げた課題から、以下の3つを開発のコンセプトとして取り組んだ。

①知らせる装置から止める装置へ

②頻繁な充電は必要としない

③レンタル機にも簡単に取り付けられる

対象とする機械についても、社内ヒアリングとアンケートから最も重大災害が起りやすい合材工場で使用する2～3m³クラスのホイールローダ、および舗設現場で使用する比較的速度の速い15t級タイヤローラの2機種に絞った。

4. アスファルト合材工場におけるホイールローダの安全対策

アスファルトプラント内で材料の供給や路盤材の積み込み等で稼働するホイールローダ(写真-1)は、狭い敷地内で頻繁に動き回るため事故が多い機械の一つである。

そうしたことから、従来より反射式赤外線センサ又は反射式超音波センサ、バックアラーム、バックカメ



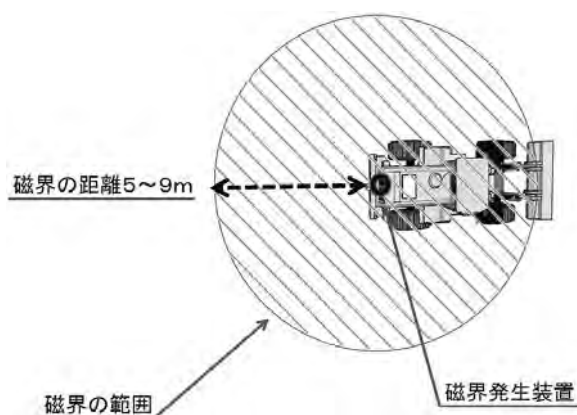
写真一 ホイールローダ稼働状況

ラを通常使用している。しかし、ホイールローダは、速度を上げて後進する場合もあり、警報が鳴ってから停止までの空走距離と制動距離が大きいために、間に合わないケースやバックカメラの確認不足で接触するケースもある。そこで、ホイールローダが後進時のみ、後方にいる人あるいは障害物を検知して、自動的に停止させる方式とすることとした。

(1) 人物の検知方法

(a) RFID 方式

人物の検知方法の1つとしてRFID(Radio Frequency Identifier)を採用した。RFIDとは磁界を利用した固体識別方式である。磁界内で信号を返すICタグは、セミアクティブ型ICタグを採用した。この方式は特定の磁界にICタグが侵入したときのみ送受信できるため、電池の寿命が数年単位と長く、ヘルメットなどに装着して使用する。図一はホイールローダにおける磁界の大きさを示す。



図一 ホイールローダの磁界範囲

(b) ステレオカメラ方式

ホイールローダに取り付けたカメラや赤外線装置等から発するノイズにより、ICタグからの信号が正常



写真二 ステレオカメラ裏画面

に作動しない機種もある。その場合、ホイールローダと車両の接触事故対策にも活用可能なステレオカメラによる車両や人物を検知するセンサも選択可能とした(写真二)。

ステレオカメラは2台のカメラから同一の対象物を撮像し、その投影位置の違いから複数の立体物の大きさ、位置を瞬時に検知することができる。さらには画像処理を利用することによって人物の検出も可能なセンサである。

その方式を採用することによって人物検出のほか、障害物の検知も可能であることから後進時のダンプトラック等の接近時でも自動で停止する設定やオペレータに対して警告を発することが可能となる。

(2) ホイールローダの自動停止方法

バケットに材料を積載した状態で走行するホイールローダは、急制動すると車体の反動やオペレータへの衝撃が加わる。そのため、通常の油圧制動装置を瞬間的に遮断することは避け、フットブレーキをアクチュエータで引っ張る方式とした。

通常、大型のホイールローダの場合、フットブレーキは左右2つ装備されており、この内、左側のフットブレーキ側にパワーシリンダを増設し、チェーンにて引っ張る(写真三)。

パワーシリンダの場合、ある程度ゆっくりとした速



写真三 ブレーキアシスト装置

度が得られ、急制動にならない利点がある。また、チェーンで引っ張る構造なため、通常の足で踏むブレーキ操作は全く影響を受けない。この方式を開発することによってブレーキ回路等の複雑な改造を伴わない。また、パワーシリンダの速度を変化させることで制動距離を短縮することも可能である。

(3) ホイールローダ自動停止システムの検証

人物の検知方法はRFID方式とステレオカメラ方式が工場での運用方法によって選択可能となった。システムの検証はマネキンを人物と見立て、速度を変えて後進し、制動距離の確認を行った（写真—4）。



写真—4 自動停止システムの検証

概ね、15 km/hであれば直前で停止し、遅い速度であれば3 m程度手前で停止することが確認出来た。また、装置の取り付けには機材が全て整っていれば、約4時間程度で完了する事ができる。

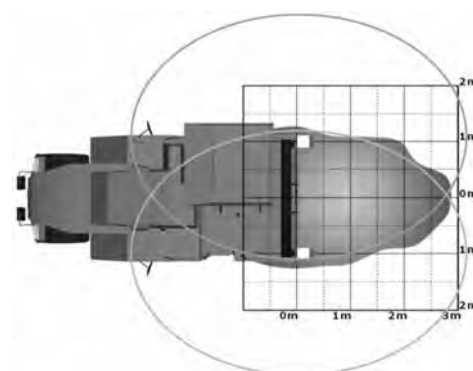
5. タイヤローラの安全対策

(1) 人物の検知方法

タイヤローラの人物方法はRFID方式とした。舗設現場においては、敷きならし端部の整形作業や、温度計測のためにローラ側面での作業を行う人もいる。そこで、通常球体で発生する磁界をローラの後方のみに発生させる必要がある。そこで、タイヤローラに取り付けた2台の磁界発生装置により、合成された立体的な磁界エリアを形成する方式をとった（図—2）。2種類の磁界が交わったところのみICタグが反応する仕組みとなっている。それによってローラの後進方向以外にいる作業員には反応することがない（図—3）。

(2) ローラの停止方法

現在主流となっている油圧式動力伝達装置（HST）を搭載したローラでは、幾つかの停止方法がある。転



図—2 磁界の合成エリア



図—3 ローラ自動停止システムの概要

圧作業速度と制動距離を試験した結果、エンジンが停止すると作動するネガティブブレーキを利用した方法をとった。エンジンの停止方法はスタータキーを強制的に回転させる装置（写真—5）を使用する。タイヤローラはレンタルやリースがほとんどであり、この装置であればキーシリンダ部分に取り付けるだけで良いので、油圧回路の改造が不要となり、ローラメーカーや機種を問わず簡単に取り外しが可能である。



写真—5 キー回転装置

(3) タイヤローラ自動停止システムの検証

ホイールローダと同様に、マネキンを人物と見立て、IC タグをヘルメット内に装着して検証を行った。概ね、8 km/h であればマネキンを轢くことなく、スムーズにとまることを確認した（写真—6）。

現在まで、15 現場以上で導入されており、安全の一助となっている。



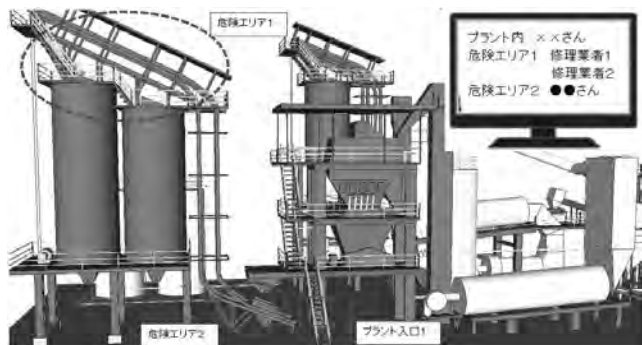
写真—6 ローラ自動停止システムの検証

6. 今後の展望

今回、安全対策装置として導入したステレオカメラは、障害物との距離、人物のみの検知等が可能となったため、今後色々な建設機械での応用が可能となる。

一方、RFID 方式は個別の ID と関連付けができるため、下記のように様々な安全対策での可能性がある。

- ①個別に ID を持っているため、空港工事やトンネル工事等の入退場管理。
- ②作業者の能力レベル、作業内容に合わせた個別の機械制御をおこなうことも可能。
- ③合材工場内の従事者の位置情報監視システム（図—4）との連携が可能である。危険エリアやアスファルトプラントの各出入口に磁界発生装置を設置することにより作業員等がどこにいるかが操作室内の専用画面から確認でき（写真—7）、また作業員が危険エリアに侵入した場合に注意喚起す



図—4 工場の位置情報監視システム概要



写真—7 位置情報システムの確認画面

ることも可能。

7. おわりに

重大事故は基本的なルールを守ることが重要なのは昔も今も変わらない。しかし、人間は必ずミスを犯すということも忘れてはいけない事実であり、そうしたヒューマンエラーがあっても機械側のアシストが事故を防ぐ、あるいは被害を軽減するという考え方は、人とロボットの共存が現実化しようとしている現在においては必然となってくるであろう。こうした直接的な安全対策技術の普及が1件でも多くの重大災害の削減に寄与できれば幸いである。

JICMA

《参考文献》

- ※ 1. 厚生労働省 HP：平成 27 年労働災害発生状況

【筆者紹介】

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



相田 尚（あいだ ひさし）
 (株) NIPPO
 総合技術部 生産機械センター
 課長



梶原 覚（かじわら さとる）
 (株) NIPPO
 総合技術部 生産機械センター
 係長



新たな視線誘導灯の開発

帯状ガイドライト設置事例及びドライバーに与える効果

佐々木 伸・萩 原 亨・高 木 一 誠

積雪寒冷地の高速道路では、路面の区画線が雪に覆われ、反射型の視線誘導標あるいは自発光デリニエーターなどが、冬期の夜間に道路線形をドライバーに示す役割を担っている。しかし、道路線形の認知が通常に比べて困難なため、長時間に渡って負荷が高い運転をドライバーは強いられている。自発光デリニエーター及びスノーポールは中央分離帯側に設置されており点状の誘導であるため道路線形が分かりにくいいため、外側線の位置を連続的な線状の光で明示する「帯状ガイドライト（緑色線状光）」の開発を進めてきた。

キーワード：交通安全、道路付属物、視線誘導施設、帯状ガイドライト、ワークロード

1. はじめに

積雪寒冷地の高速道路では、路面の区画線が雪に覆われ、反射型の視線誘導標あるいは自発光視線誘導灯などが、冬期の夜間に道路線形をドライバーに示す役割を担っている。しかし、道路線形の認知が通常に比べて困難であり、長時間に渡って負荷が高い運転をドライバーは強いられている。自発光デリニエーター及びスノーポールは中央分離帯側に設置されかつ点状の誘導であるため道路線形が分かりにくい課題があったため、その対策として外側線の位置を連続的な線状の光で明示する（写真—1）「帯状ガイドライト（緑色線状光）」を平成24年度より開発してきた。平成25、26年度に改良を加えた機器を7箇所（図—1）に設置し、その運用評価を行った。



写真—1 照射状況

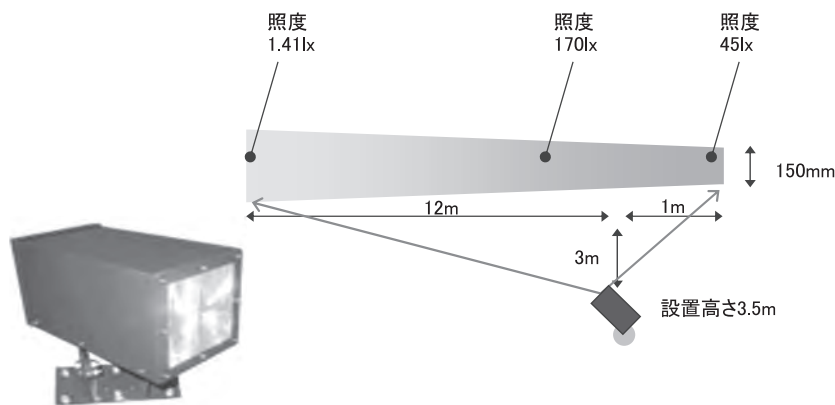


図—1 設置位置

本稿においては、視認性アップの効果検証として、ドライビングシミュレーターでの室内試験を実施した。実交通流への効果検証として、ドライバーにアンケート調査による有効性の検証を行った。

2. 帯状ガイドライトの概要

帯状ガイドライトは、LED（緑色）と特殊レンズを組み合わせることで路側を線状に光のラインで示す発光装置である。帯状ガイドライト設置状況、帯状ガイドライトの照射形状、照度分布を図—2に示す。発光装置に近いところの照射幅員は0.15 m、13 m先で0.30 mに広がる。



図ー2 帯状ガイドライト外観及び路面への照射形状と照度分布

3. 設置事例

設置事例（試験実施）として、東北自動車道 青森管内(写真ー2)、関越自動車道 湯沢管内(写真ー3)、大分自動車道 大分管内(写真ー4)に設置し、その運用評価を行ったところを紹介する。

(1) 東北自動車道 青森管内（吹雪対策事例）

【東北自動車道 黒石 IC ～浪岡 IC 665.7 KP ～ 666.8 KP（下り）】

帯状ガイドライト（自発光デリニエーター付加）37基現地取付 設置間隔約 28 m

延長約 1000 m 設置高さ 3.5 m

帯状ガイドライトピッチ 28 m

自発光デリニエーターピッチ 56 m

(2) 関越自動車道 湯沢管内（降雪対策事例）

【関越自動車道 土樽 PA ～湯沢 IC 160.965 KP ～

161.511 KP（下り）】

帯状ガイドライト 14 基現地取付 設置間隔約 42 m

延長約 590 m 設置高さ 6.0 m

(3) 大分自動車道 大分管内（霧対策事例）

【大分自動車道 由布岳 PA ～日出 JCT 103.407 KP ～ 103.575 KP（下り）】

帯状ガイドライト 13 基現地取付 設置間隔約 14 m

延長約 180 m 設置高さ 2.0 m

4. ドライビングシミュレーター評価

夜間の雨環境、雪環境における帯状ガイドライトの設置間隔に関する検討として、北見工業大学のドライビングシミュレーター（以降、DS）（写真ー5、6）を用いて検証を行った。夜間に降雨により路面が湿潤となると、区間線の視認性が低下する。また、降雪により積雪・圧雪路面となると区画線が全く見えなくな



写真ー2 東北自動車道 青森管内設置例



写真—3 関越自動車道 湯沢管内設置例



写真—4 大分自動車道 大分管内設置例



写真—5 ドライビングシミュレーター



写真—6 ドライビングシミュレーター CG 画面

るため、どこが車線でどこが路肩なのかわからなくなる。このような環境を DS で再現し、左右のカーブ・曲線半径による線形誘導性として必要十分な設置間隔

や反射光の長さを知ることを目的とした。雨環境において道路区画線はうっすら視認できる条件、雪環境において道路区画線がすべて雪で覆われ全く見えない環

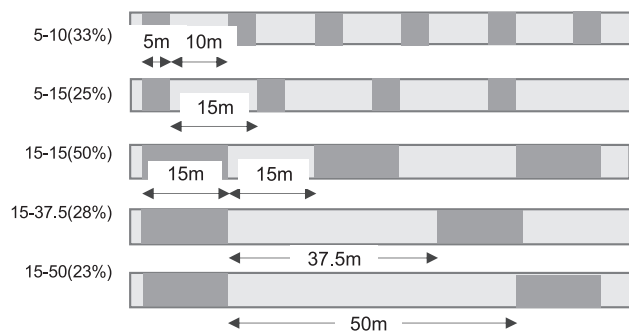


図-3 帯状ガイドライトの設置間隔

境とした。このような悪天候下において設置間隔の評価を行うために、帯状ガイドライトの設置間隔を非設置、10 m、15 m、37.5 m、50 m（図-3）、線状反射光の長さを5 m、15 m（図-3）、カーブの曲線半径を400 m、800 mを対象としこれらの3条件を組み合わせ検証を行った。

ドライバーのメンタルワークロード（NASA-TLX）^{1)~5)}の低減効果は帯状ガイドライトの設置間隔が密になるほど増し、かつドライバーに対して安心感が得られることが明らかとなった。結果の中で、設置間隔が15 m～37.5 m、15 m～50 m（図-4、5）と条件の中では間隔が広くても、夜間の悪天候下においてドライバーのメンタルワークロードに低減効果があった。

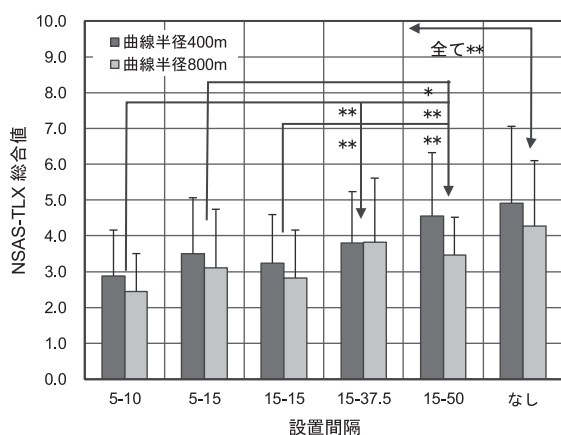


図-4 曲線半径2条件・設置間隔6条件別、雨環境の走行コースにおけるNASA-TLX総合値 (n:20)

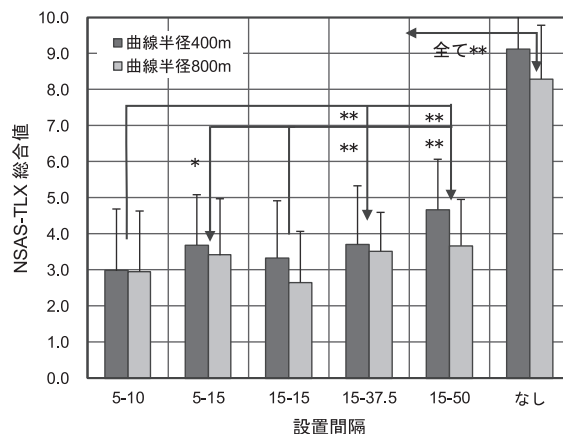


図-5 曲線半径2条件・設置間隔6条件別、雪環境の走行コースにおけるNASA-TLX総合値 (n:18)

5. ドライバーへのアンケート調査

(1) 諸条件

ドライバーへのアンケートは試験的に設置・運用している、新潟県の関越自動車道 土樽PA～湯沢IC間の設置区間（写真-3）で実施した。

期間は平成27年2月6日から3月31日で、対象は東日本グループ社員、運送会社、タクシー会社、高速バス会社のドライバーに対して調査を行った。通過時の天候・路面・視程・ライトの見え方についての回答、質問8項目（図-6）に対して運転時に感じたところに5段階評価でチェックし、その質問事項に意見欄を設けることでその回答とした理由も記入していただいた。また、その他の意見があれば自由意見として記入する形を取った。

(2) アンケート結果

帯状ガイドライトの見え方の集計を図-7に示す。回答数の約94%の人から通過時の天候に関わらず『よく見えた、見えた』の高い評価を得られた。運転時における各項目の評価としては、天候の状態が雪のときにも降っていないときと比べて若干低いものの全体的に高い評価が得られた。自由意見としては「とても走

A. 運転に支障がなかったか
B. ハンドル操作や速度調整への影響がなかったか
C. AとB以外に焦りがなかったか
D. 進行方向はわかりやすかったか
E. 路肩の位置はわかりやすかったか
F. 中央分離帯の位置はわかりやすかったか
G. 自分の走行位置はわかりやすかったか
H. 安心して運転できたか

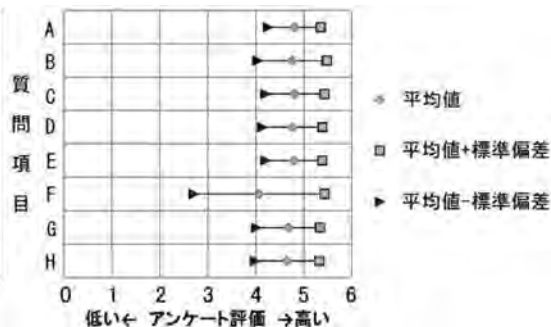
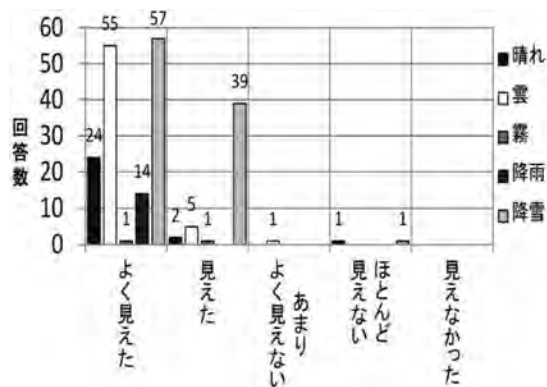


図-6 質問項目及び運転時における評価



図—7 天候によるガイドライトの見え方

りやすい」,「延長区間を延ばしてほしい」といった好意的な意見が多く寄せられた。その一方で,天候の良し悪しに関わらず中央分離帯の位置のわかりやすさに関しては低評価となった。

(3) 結果に対する考察

帯状ガイドライトの光の見え方としては94%の人から通過時の天候に関わらず見えると回答されたことから,悪天候時でも道路線形を示す路上設備としての機能を果たしていると言える。運転時の評価の集計結果をまとめたものを図—6に示す。降雪時でも運転性や路肩の位置のわかりやすさに関しては高評価であるといえ,路肩に設置していることによる効果が高いと言える。中央分離帯の位置のわかりやすさに関して効果を向上させるために,中央分離帯の位置も路肩と合わせてわかりやすくするために,中央分離帯に別途ガイドライトを取り付ける,既存の視線誘導灯の運用を併用することで相乗効果を図るなどといった対策を検討する必要があると考えられる。

6. おわりに

今回の検証により緑色線状の照射ラインで視線誘導を行う基本機能の視認性の確認ができた。冬季において安全で信頼される高速道路の実現のため,共同で検

証等を実施して頂いた東日本高速道路(株)東北支社 盛岡・十和田・青森管理事務所,新潟支社 湯沢管理事務所とともに継続して開発検証を進めていきたい。

今後,視環境や路面といった状況を踏まえた帯状ガイドライトによる設置効果・コストから,このような線状反射光を利用する道路付属物の設置基準についてさらなる検討を進める必要があると考える。

J C M A

《参考文献》

- 1) 萩原, 川村, 佐々木, 高木: 帯状ガイドライトの設置がドライバのメンタルワークロードに与える効果について, 交通工学論文集 1 (2), B_10-B_17, 2015.
- 2) Hart, S.G., et al.: Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results and theoretical research, Human Mental Workload, Elsevier Science Publishers B.V. (North Holland, Amsterdam), p.139-183, 1988.
- 3) 萩原, 徳永: メンタルワークロード評価法に基づく運転中の携帯電話利用の影響に関する研究, 国際交通安全学会誌, Vol.30, No.3, pp.66-73, 2005.9.
- 4) 三宅, 神代: メンタルワークロードの主観的評価法 (NASA-TLX と SWAT の紹介及び簡便法の提案), 人間工学, Vol. 29, No.6, 1993.
- 5) 萩原亨, 佐藤嘉哉, 川村彰, 富山和也, 佐々木伸, 曾根翔太, 高木一誠, 国村昌生: 帯状ガイドライトの設置間隔がドライバのメンタルワークロードに与える影響について, 第36回交通工学研究発表会, 2016.

【筆者紹介】



佐々木 伸 (ささき しん)
 (株)ネクスコ・エンジニアリング東北
 施設技術部 施設技術課
 課長



萩原 亨 (はぎわら とおる)
 北海道大学大学院工学研究院
 教授



高木 一誠 (たかぎ いっせい)
 積水樹脂(株)
 交通・景観事業部 開発室
 課長

グレーダ開発の変遷史

岡 本 直 樹

グレーダは19世紀後半に誕生したが、その開発史を戦前と戦後に大別し、その技術的トピックを示した。戦前のグレーダ史は、原始グレーダから近代グレーダの誕生、モータグレーダへの移行、類似関連機種や同時代のブルドーザに分けて俯瞰し、それに日本のグレーダ黎明期を付加えた。戦後のグレーダについては、大型化とメーカの変遷等を概観した。

キーワード：建設機械史、建設機械開発、土工機械、グレーダ

1. はじめに

近代グレーダの歴史は、1877年まで遡ることができるが、それ以前の原始グレーダの発見具合はよく判っていない。敷均しの道具として、スクレーパやレベラ、プレーナ、ドーザ等の発達との関わりもあり、それらとの関連を見据えて、グレーダの発展史を捉える。

BC.4000年頃の大規模運土を行ったソリ跡がマルタ島に残っている。BC.3000年頃にはシュメール人が車輪を発明し、一輪車(ねこ)は、BC.2000年頃に中国で生まれている。プラウはBC.2000年頃にエジプトで使われ始めるが、掘削器の考案は15世紀になってからである。17世紀には汎用的なスクレーパ(図-1)が生まれ、19世紀になると沢山の土工器具が考案される。図-2は1805年のEarth Levellerである。Mouldbaert(1824年)やScoop(1841年)等の絵図も描かれているが、モルモンボード(写真-1)と大差はない。Fresno Scraperは1883年に登場して、大いに普及する。

写真-2は、Central-Union Pacific 鉄道工事(1864～69年)の盛土の様子である。馬牽引のダンプカートで運搬し、高撒きにより盛土を延伸している。まだ、



写真-1 モルモンボード



写真-2 Central-Union Pacific 鉄道工事

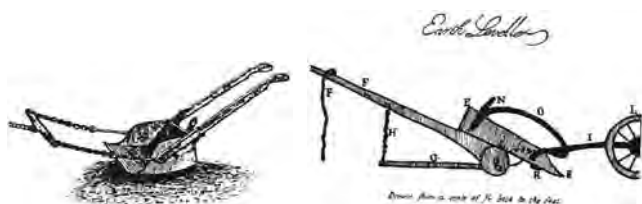


図-1 17世紀のスクレーパ

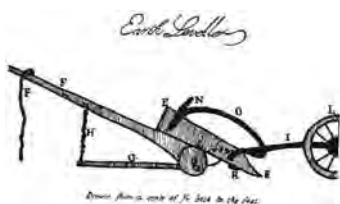


図-2 Earth Leveller 1805

薄層締固めの概念はないが、やがて、土工の大規模化に伴って、押土や敷均し、運搬走路の補修のニーズが高まってくる。因みに、プロクタの締固め理論(最適含水比と密度の関係)は、1933年まで待たなくてはならない。

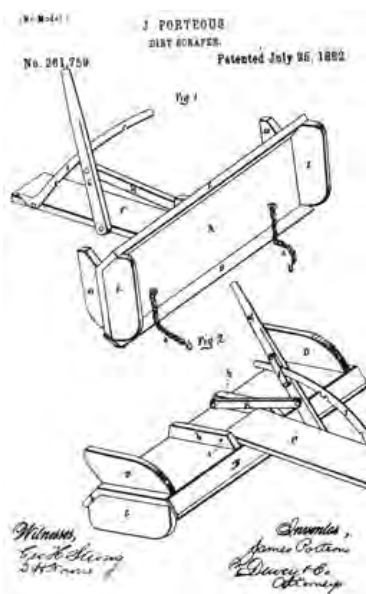
2. 戦前のグレーダ

(1) 原始グレーダ

1860年代には、図—3のような簡易グレーダが使われていたようだ。左側はモルモンボード(写真—1)を大型化して、牽引に牛馬を利用し、ブレード操作は腕力に頼っている。右側の鉄製牽引グレーダになると、ブレースを取付ける穴の位置によってブレード推進角を調整できる。図—4は1882年のブレードの一種であるが、Dirt Scraperと称している。この頃、削るものは皆スクレーパなのか、グレーダもスクレーパと称している場合が多い。



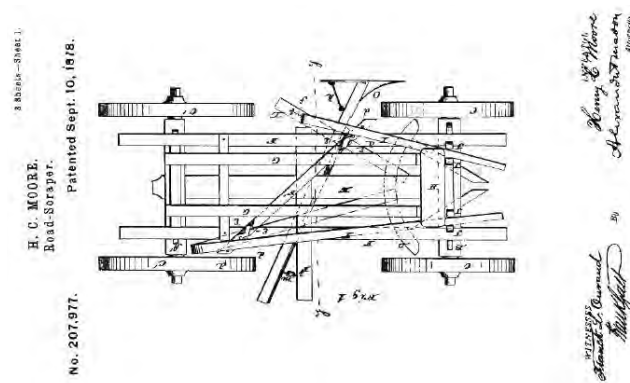
図—3 1860年代の簡易グレーダ



図—4 ブレード1882

(2) 近代グレーダ

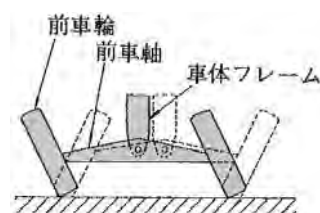
近代グレーダは、1877年にS.Pennockが回転ブレードを備えた4輪牽引グレーダの特許を取り、原型ができ上がったとされる。“American Champion”と名付けられたが、詳細は不明である。図—5は、翌年に特許を取ったH.C.Mooreのブレード回転機構である。1885年になると、J.D.Adamsが画期的な車輪の変りリーニング機構(写真—3、図—6)を考案する。そして、1886年にS.PennockのChampion社が初めてグレーダを製作、全金属製ワンマン機で“Winner”(写



図—5 H.C.Mooreのグレーダ



写真—3 J.D.Adams



図—6 リーニング機構



写真—4 Champion “Winner” 1886

真—4)と名付けた。

1900年代になるとAustin WesternやACME, Galion, Russell, Baker等も市場参入して、初期の主要グレーダメーカーとなる。図—7は、Russellの各種グレーダカタログの一部で、写真—5左は1923年の牽引式のHi-Way Patrol No.2である。写真—5右は、グレーダにベルコンを装着して積込機とした1912年のエレベータンググレーダである。永年、連続積込機として活躍し、米国では現行のベルトローダに継承されている。

(3) モータグレーダ

牽引は牛馬から蒸気トラクタを経て、内燃機関トラクタへと替わって行ったが、やがて小型内燃機関を利用した自走式モータグレーダが生まれる。

1919年にAllis-Chalmersがグレーダ用2輪トラクタ6-12型を開発した。そして、このトラクタの提供



図-7 各種 Russell Grader



写真-5 Russell 牽引式グレーダとエレベータリング



写真-6 初のモータグレーダ Galion と Russell

を受けた Galion の“Light Premier”（写真-6 左）と写真-6 右の Russell “Motor Patrol No.1” が初のモータグレーダとなった。

やがて鉄輪はソリッドゴムタイヤ（1925 年：写真-7 左）に代わり、土質によってはクローラ駆動（1926 年：写真-7 右：Cat 2t トラクタに架装）が利用された。自動車用空気タイヤは 1895 年にミシュランが開発しているが、グレーダ用としてはまだ強靱さが足りず、空気タイヤの装着は 1931 年の CAT “Auto Patrol”（写真-8）まで待つことになる。この間の 1928 年に Russell は買収されて、CAT のグレーダラインとなっている。そして、1934 年にはタンデム駆動輪が発表された。他方、ブレード操作は手動からパワー化され、1926 年に Huber が、Galion も同じ頃に油圧制御を導入した。

さて、この頃、グレーダはロードパトロールやメンテナンスとか商品名で呼ばれていて、グレーダの名称は 1930 年代まで使われていなかったらしい。しかし、19 世紀末に有名な Navvy（蒸気ショベル）という言葉よりもグレーダがよく使われていたとの話もあり、地域差があるのかもしれない。



写真-7 Russell Motor Patrol No.2 と No.4



写真-8 CAT Auto Patrol 1931

(4) 類似関連機種

小型グレーダの変種として、小型ホイールトラクタの前後輪の間にブレードを取付けた機種を見かけることがあるが、同様なものを内燃機関搭載初期のトラクタに見つけた。それは Holt 40-45 の操向用前輪とクローラの間にグレーダブレードを取付けた年代不詳の写真-9 左である。ブレード昇降用のラックとピニオンが写っているが、よく見るとブレードの取付けが不自然である。左側のクローラが邪魔なはずである。しかし、別の文献が謎を解消してくれた。なんと、左側クローラは鉄輪に換装され、トレッドを広げていた（写真-9 右）。しかもこの Holt が開発した“Good Roads Machine”は、1909 年に開発された自走式グレーダの先駆だったのだ。



写真-9 Holt ‘Good Roads Machine’

他の道路整備用機種に、ランドレベラがある。初のランドレベラ（写真-10 左）は、1910 年に Schmeiser が開発、Best 70hp に牽引させている。写真-10 右は、CAT が 1912 年に発表した Henry A Large のランドレベラである。刃先がよく見えるように、運転台を高くしている。これらのランドレベラは大型牽引スクレーパにも発展して行くが、ランドレベラ自体は、今



写真-10 Schmeiser と H.A.Large のランドレベラ

日でも米国でグレーダの補助として走路整備によく使われている。わが国でも、関空 I 期加太工事の重ダンブ走路の落石除去に活躍していた。

写真-11 は、グレーダに似た Russell のロードプレーナ（1915 年製）である。写真-12 は 1931 年撮影で、LeTouneau の初期のスクレーパに似ているが、Ball Wagon Grader と表記されている。なお、小型牽引 2 輪グレーダは、テレーサ（Terracer）とも称している。



写真-11 Road Planer



写真-12 Ball wagon grade

(5) 同時代のブルドーザ

この頃のブルドーザについても記しておく。ブルドーザの起源は、その昔、手押一輪車（Wheel barrow）に板を付け、ドーザのように盛土の押出しに使っていたのが始まりのようである。これを発展させて、馬の前面にブレード（Bullboard）を装着したドーザが考案された。そして、トラクタへの装着としては、1902 年に洪水現場で、Holt が蒸気トラクタに木製ブレードを取付けて堆積土除去を行った記録がある。その時代、施工業者は既に馬や蒸気トラクタ（写真-13）のドーザを自作して利用していたようだ。馬用のドーザの商品化は、Russell（1917 年：図-8）等が行い、ブルドーザの名称が使われている。Holt は 1919 年に、軍用 T-11 を民生化した 5t トラクタで、ブレード装着（写真-14）の実験改良を行っている。ブレードは金属製であるが華奢である。初の商業製品は、1923



写真-13 蒸気ドーザ

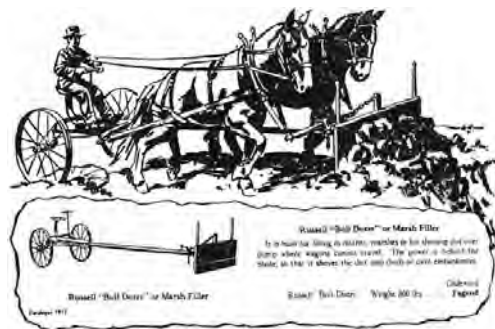


図-8 Russell Bull Dozer



写真-14 Holt 5 t



写真-15 LaPlant Cheaut

年に LaPlant Cheaut のスキッド式ドーザ（写真-15）である。

(6) 日本のグレーダ黎明期

明治時代の日本は鉄道敷設に重点を置き、道路は冬の時代であった。しかし、自動車の急速な普及と軍事的有用性が第一次世界大戦（1912～26 年）において確認され、大正 9 年に道路法が公布された。また、関東大震災（大正 12 年）では、都内の貧弱な道路網が甚大なる被害の要因となり、震災復興でも不通となった鉄道に代わり自動車が大活躍した。

一方、大正 10 年頃から昭和初期にかけて、各地で労働力不足のため機械化施工が浸透・普及していた。小型スチームショベルが多数導入され、トラック輸送も増加した。そして、グレーダが日本で初めて使われたのは、昭和 3 年（1928 年）の東京市芝の塗瀝碎石道路工事である。大倉組が Marshall 製モータグレーダを導入している。

ところが、翌年（昭和 4 年）に大恐慌が始まり、失業匡救事業と公共事業が活発化するも機械の使用は禁止された。昭和 9 年には時局匡救事業も打切られ、公共事業は不急不要事業として凋落期に入る。しかし、

満州等大陸の一部では、機械化が横行され、モータグレーダやエレベータンググレーダも導入された。写真—16は、昭和10年に満州チチハル建設処に導入されたCAT オートパトロールである。オペレータは白系ロシア人（赤色革命からの亡命露人）で、当時の日本人は車の運転すら希で、白系露人が雇われていた。写真—17は、海軍設営隊による南方ワクデ島の飛行場造成（昭和18年2月）に活躍している鹵獲牽引グレーダである。



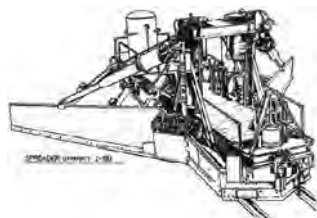
写真—16 チチハル建設処



写真—17 ワクデ島

さて、グレーダの国産化は戦時下の軍需用にブルドーザやスクレーパと共に開発が要望されるが、内地より先に満州で始まった。昭和17年に満州三菱機器でトウグレーダの開発に着手し、翌年に試験を行っている。内地では浅野物産が牽引グレーダを、池貝自動車はモータグレーダを試作している。しかし、製品化は戦後の昭和22年に日本開発機がHA56を開発してから始まる。

ところで、軌道式の敷均し機にスプレッダがある。図—9のJordan Spreader 2-150は、大正12年（1923年）に本格的な機械化施工を取入れた台湾の嘉南大圳工事の烏山頭ダムで、ダンプカー（トロック）の敷均し排土に使われた（写真—18）。コンプレッサを搭載し、空圧シリンダでブレード制御を行っている。



図—9 Spreader2-150



写真—18 嘉南大圳

3. 戦後のグレーダ

(1) 大型化の変遷

モータグレーダの基本的形状はほぼ完成していたが、大型化のニーズが生まれてくる。重ダンプやモータスクレーパの大型化に伴って、それらが稼働する建

設現場や露天掘り鉱山の運搬道路補修用のグレーダである。戦後のグレーダの大型化の変遷を表—1と写真—19～29に示す。1955年から1967年に掛けて、各社が14フィート級を開発した。そして、更なる大型化には、異形のグレーダが出現してくる。前輪にモータスクレーパのトラクタ部を利用したダブルアーティキュレート式タンデムエンジン機 Harris Blade（1967年：写真—22）をコントラクタが開発した。このコンセプトは、二股ゲースネックのRayGo Giant（20 ft, 1969年：写真—24）に引継がれる。また、CMIの斬新な Autoblade（18 ft：1969年：写真—23）は、図—10のように前後対称型のタンデムエンジン、ダブルアーティキュレートでキャブを進行方向に旋回、HST 駆動であり、更にガイド式ブレード自動制御を

表—1 大型化の変遷

Make	Model	Blade ft	Weight t	Power hp	Period Made
Huber	5D-190	14	13.6	195	1955-1957
Galion	T-700	14	18.1	190	1955-1965
CAT	16	14	21.1	225	1963-1973
Wabco	888	14	18.6	230	1967-1974
CMI	Autoblade	18	29.5	450	1969-1970
RayGo	Giant	20	48.1	636	1969-1978
CAT	16G	16	27.3	275	1973-1995
Champion	100T	24	91.6	700	1975-1989
ACCO	—	33	181.4	1,700	1980
O&K	G350	19	41.0	338	1980-1986
Komatsu	GD825A	16	26.4	280	1987-
CAT	24H	24	59.4	500	1996-



写真—19 Huber 5D-190



写真—20 Galion T-700



写真—21 Wabco 888



写真—22 Harris Blade



写真—23 CMI Autoblade



図—10 Autoblade イラスト

備えていた。

1975 年になると, 100 Ton の Champion 100T (24 ft: 写真—25) が出現し, マイニング現場で大いに活躍する。史上最大のモンスターは, ACCO (33 ft: 1980 年: 写真—26) の 3 軸 12 輪のタンデムエンジン機である。現行の最大機種は CAT 24H (24 ft, 1996 年: 写真—29) の後継 24M である。



写真—24 RayGo Giant



写真—25 Champion 100T 1975



写真—26 ACCO 33 ft



写真—27 O&K G-350 1980



写真—28 コマツ GD825A-2



写真—29 CAT 24H 1996

その他にソ連も 27 t の Huge DZ-140 (写真—30) を造っている。写真—31 は, 1965 年に開発された 3 輪電気駆動の LeTourneau C3 である。

(2) メーカーの変遷

さて, グレーダは世界各地で製造され, メーカーも無数に生まれたが, 消滅したメーカーも多い。主要メーカーの例を挙げると, LeTourneau Westinghouse は, 1953 年に JD.Adams を買収してラインに加え, 1962 年に



写真—30 Huge DZ-140 (USSR)



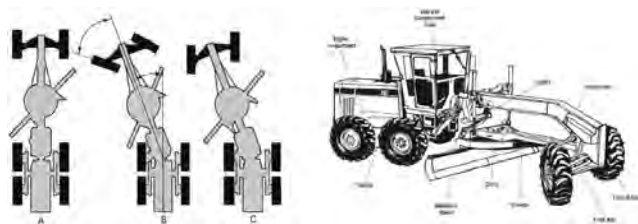
写真—31 LeTourneau C3



写真—32 JD-570

WABCO と名を変え, 1983 年にはグレーダ生産を止めた。Clark も 1971 年に Austin Western を買収したが, 1981 年にグレーダ事業から撤退している。Galion は 1974 年に Dresser に買収され, その Dresser は 1988 年にコマツとの合併 KDC を経て, 1995 年に完全にコマツに買収された。コマツの GD シリーズには, Galion の血が注入されている。そして, Champion は 1997 年になって Volvo に買収された。

初のアーティキュレート式モータグレーダは, Deere が 1967 年に開発した JD-570 (写真—32) である。CAT は G シリーズで漸く全油圧化を図り, これを採用した (図—11)。また, 座ったまま作業ができるよう操縦性を格段に向上させている。わが国でもアーティキュレート式は試作されていたが, この G シリーズの輸入によって, 各社全面採用となり, 操作性向上の設計面に与えた影響は大きい。また, 近年は



図—11 アーティキュレート機構と G シリーズ



写真—33 GNSS-MC



写真—34 Bobcat

GNSS や TS を利用した MC (マシンコントロール : 写真—33) や MG (マシンガイダンス) の情報化施工が普及して来ている。

そして 2006 年には, ジョイスティック操向のグレーダ CAT M シリーズ (写真—33) が誕生した。

国内では, グレーダメーカーが 2 社に減少していて, 排出ガス対応の問題もあって, 小型グレーダが生産中止されて不足している。このため, 道路会社は情報化施工の MC や MG によるブレード制御を利用した小型ブルやコンパクトトラックローダを活用している。また, 新たな輸入機の参入も試行され, Bobcat のグレーダアタッチメント (写真—34) も紹介されている。

そんな折, 三菱重工はグレーダ事業を 2013 年にトルコの Hidromeck 社に売却し, 国産メーカーはコマツだけとなってしまった。

4. おわりに

本号は道路特集なので, 道路機械であるグレーダ史を取上げた。グレーダ史の基本的な情報は整っていると思って執筆に取り掛かったが, 改めて調べてみると, 意外と文献や記述が限られていて, パイオニアメーカーの記録も不完全で, 確認できなかった点も少なくな

い。また, 内容的に技術的画期となるトピックに絞ったが, 紙幅の制限から省いた事柄も多い。これらを今後の課題として, 更なる調査を行い不明点を解明したい。

J C M A

《参考文献》

- 1) H.H.Cohrs, 500 years of Earthmoving, GmbH, '95.
- 2) H.H.Cohrs, The History of Road Building Equipment, GmbH, '98.
- 3) S.J.L.Allhands, Tool of the earth mover, SHCP, '51.
- 4) N.Swinford, Allis-Chalmers, MBI, '98.
- 5) F.Raczon, Catapillar Modern Earthmoving Marvels, '15.3.
- 6) P.A.LeTourneau, Catapillar Photo Gallery, Iconografix, '97.
- 7) P.A.LeTourneau, Russell Graders Photo Archive, Iconografix, '93.
- 8) K.Haddock, Giant Earthmovers, MBI, '98.6.
- 9) E.C.Orlemann, LeTourneau Earthmovers, MBI, '01.5.
- 10) 岡本, ブルドーザの誕生, 建設機械施工, JCMA, '16.1.
- 11) 高木薫, 日本建設機械化外史, JCMA, '53.
- 12) 岡本, 外地の機械化施工, 建設機械施工, JCMA, '15.4.
- 13) 岡本, 建設機械のモンスター達, 建設機械施工, JCMA, '15.1.
- 14) 岡本, 土工機械誕生の歴史, 土木施工, '09.7.
- 15) 土工教室/建機史, <http://hw001.spaaqs.ne.jp/geomover/>

【筆者紹介】

岡本 直樹 (おかもと なおき)
建設機械史研究家



次世代型路床安定処理機械の開発

ディープスタビライザの品質・安全性向上への取り組み

小 西 剛・丑久保 吾 郎

舗装の支持地盤である路床は、舗装の下1mまでの層を指しており、軟弱である場合が多い。この深さに対応する自走式の現位置安定処理機械は20年近く開発されておらず、オフロード法（2011年規制）に対応した新型スタビライザが渴望されていた。本稿では今般、建設機械メーカーと道路舗装工事専門業が混合性能、操作性、および安全対策を強化した次世代型のディープスタビライザを共同開発したので紹介する。

キーワード：路床安定処理、舗装、スタビライザ、俯瞰モニタ、混合深さ管理

1. はじめに

日本の平野部は軟弱な地盤が多く、各種地盤改良工法のニーズは継続的に高い。その中で現位置混合改良工法用の機械であるクローラスタビライザは、現行機の生産終了から10年以上経過しているため、老朽化が顕著であることや、エンジンの排ガス規制対応の観点から、後継機の開発が望まれていた。

このような現状を踏まえて、今般、混合性能、操作性、および安全性の向上を図った次世代型クローラスタビライザを開発、実用化したので紹介する。

2. 開発の背景

現位置混合改良工法用スタビライザの混合装置種類は図—1のように区分されており¹⁾、社内評価による種類別の特徴比較は表—1のようにになっている。

混合深さについては、50cm前後の頻度が最も高いため、そこを中心として出来るだけ広範囲の混合深さに対応できる機械が現場から求められていた。

そこで、今回新たに開発したスタビライザは、従来機と同様に足回りを湿地シュー（三角断面シュー）の

表—1 混合装置の特徴比較（当社比）

混合装置種別	施工効率 (施工速度)	高負荷対応	混合均一性
パドルタイプ	○	◎	△
ディスクタイプ	○	△	○
トレンチャタイプ	△	△	◎

※自社保有機による比較



写真—1 開発機 HCS500 全景

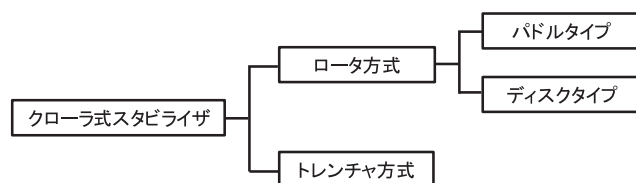
履帯仕様とした。また混合装置は、高負荷・効率・均一性のいずれにもバランス良く対応できるように、パドルタイプに均一性を高める混合爪を配置することとした。写真—1に開発機の全景、表—2に主要諸元を示す。

3. 開発機械の概要・特徴

(1) 排ガス規制への対応

本機は、オフロード法2011年規制基準（Tier4 Interim）同等のディーゼルエンジンを採用し、環境負荷低減を図った。

また、従来機より定格出力を105kW（140PS）アッ



図—1 混合装置区分

表—2 開発機 HCS500 主要諸元

重量	本体質量	kg	約 27,200
機体寸法	全長	mm	9,750
	全幅	mm	2,980
	全高	mm	約 3,000 (キャノピー折畳時)
	履帯幅	mm	860
	履帯接地長	mm	3,660
	接地圧	kg/cm ²	0.42
走行性能	作業速度	m/min	(最大) 約 28.5
	回送速度	km/h	(最大) 約 3.3
混合装置	混合幅	mm	2,000
	最大混合深さ (最大掘削深さ)	mm	800 (1000)
	ロータ形式		パドルタイプ (アーム型)
	ロータ径	mm	1,900
	混合爪型式		25S
	破碎方式		ダウンカット
	シフト量	mm	左右各 650
	チルト量	度	左右各 5
エンジン	型式		DEUTZ TCD120 V6
	総排気量	cc	11,906
	定格出力	kW	370/1,800 min ⁻¹
	燃料タンク	L	600
	排ガス規制		暫定 4 次

ブすることにより、過酷条件下における作業時の安定性を向上させた。

(2) 混合性能の向上

(a) 混合装置の構造

本機に採用した新型混合装置は、図—1の区分におけるパドルタイプの1つであるアーム型となっている。本型は回転中心から放射状に伸ばしたアーム先端に、バックホー用掘削バケットの爪（ポイント）を装



写真—2 アーム型と混合爪

着したものである。部品の流通が豊富であるため、調達しやすく交換作業も容易である（写真—2）。

また混合作業時は、対象土を掻きほぐしながら、上層部と下層部を連続的に入れ替えるので、従来のパドルタイプよりも均一性が向上している。

さらに、新たに開発したハーフロータフード（写真—3）は、ディスクタイプの混合装置に装着されているフルカバタイプより軽量化を実現しながら、混合土の飛散を最小限に抑えられるので、フード内での対流効果による混合均一性が図られている。また、本フードは自重によるフリーポジション機構となっているため、幅広い混合深さに対応可能である。特に従来型のパドルタイプでは均一性の確保が難しかった 50 cm 以下の混合深さに効果的である。



写真—3 ハーフロータフード

その他では、ロータチルト機構も設け、機体が横断方向に傾斜した場合でも、混合装置を地盤面と平行に調整し、一定の混合深さを保つことが可能となっている。

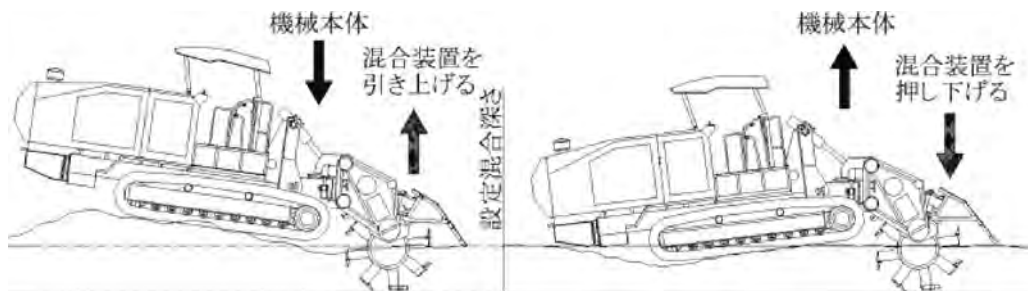
(b) 混合深さ自動制御システム

路床安定処理を施す現場は不整地である場合が多く、機体の姿勢も常に変化するため、混合装置の深さ方向の位置も一定ではない。

従来機では、機体の姿勢変化をオペレータが随時判断し、手動操作にて混合装置の深さを調整していた。

本機では、混合装置および機体に取り付けた複数のセンサにより、混合装置の位置を検出し補正制御を行うことができる、混合深さ自動制御システムを新たに導入した。本システムにより、機体の姿勢に影響されず、一定の混合深さを保つことが可能となった。本システム概念図を図—2に示す。

また混合深さ自動制御中は、混合装置にかかる負荷検出機能とも連動させることで、過負荷検出時には制御を一時的に中断し、通常負荷になると制御を自動復



図一 混合深さ自動制御システム概念図



図一 混合深さ管理モニタ

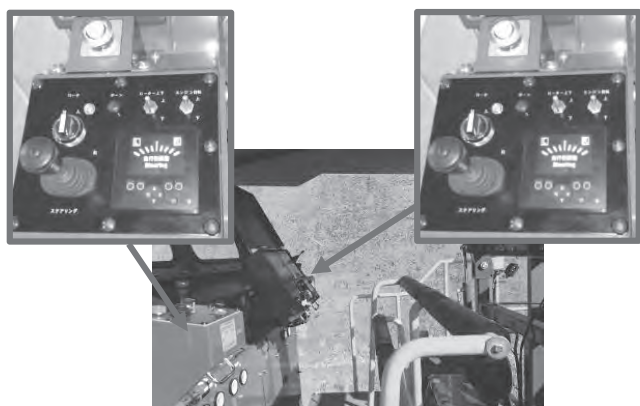
帰させるようになっている。この機能は、混合装置の保護や施工速度低下防止に有効である。

なお、混合深さ自動制御中において、一時的に手動スイッチによる操作を行った場合は、手動操作を優先させるプログラムを採用している。

上記システムは、電子制御コントローラと表示モニタにより集中管理されている（図一 3）。

（3）走行性能の向上

混合装置をスライドした状態での施工は走行負荷が著しく偏る為、直進性の確保が難しい場合がある。本機は走行微調整システムにより、左右の走行モータへ出力する指令値に補正を加えることで、直進性を確保することができる。なお、本システムの操作パネルは、



写真一 走行微調整モニタ

運転席の左右に1つずつ配置されているので、オペレータのポジションが左右いずれの場合でも手元での操作が可能となっている（写真一 4）。

（4）安全性の向上

本機のように全長・全幅が大きく、運転席が機体中央付近にレイアウトされた機械は死角が多く、視認用ミラーも有効な位置に装着できない場合が多い。

今回新たに採用した「バードモニタ」（全方位俯瞰モニタリングシステム）は、機体周囲に設置した6個のカメラから取得した画像が、コントローラを介して合成処理され、上空から撮影したような画像となる。この画像は連続的に更新されるので、死角のない機体周囲の画像をリアルタイムでモニタリングできる（写真一 5）。



写真一 5 バードモニタ

また、「バードモニタ」画像と各カメラ単体のポイント画像との切り替え表示が可能になっているため、状況に応じて最適な画像を選択し、安全性の向上を図っている（写真一 6, 7）。

なお、6個のカメラの内、後方カメラについては、機体部分から混合装置を跨ぐように設置されており、混合装置の上下左右動作に影響されず定点画像を取得することができる。運搬時はカメラステーの伸縮機構により格納して、運搬による振動からカメラを保護できる（写真一 8, 9）。



写真—6 前方カメラ



写真—7 側方カメラ



写真—8 後方カメラ伸長時



写真—9 後方カメラ格納時

4. 工事実績

平成 28 年 4 月～7 月までの期間で関東地方の 4 件の現場で稼動した。混合深さについては、現場毎に 55 ～ 100 cm と広範囲であったが、それぞれ良好な混合作業ができた。

5. おわりに

本開発機は、従来機と同様に湿地対応の足回りを採用しながら、エンジン、混合装置を中心に随所で新しい試みを実施した。また、GPS によらない混合深さ自動制御システム、バードモニタ等、過酷な現場条件下でも導入しやすい新技術も盛り込んだ。

今後も現場施工のニーズに応える技術開発に取り組んでいきたい。

J C M A

《参考文献》

- 1) 福川 光男“舗装技術者のための建設機械の知識”, 舗装 41-11 (2006 年)

【筆者紹介】

小西 剛（こにし つよし）
 範多機械㈱
 技術統括部



丑久保 吾郎（うしくぼ ごろう）
 ㈱ NIPPO
 総合技術部



除雪作業の安全性向上に関する検討

伊 藤 秀 樹・金 野 貴 洋・中 島 朋 也

東北地方における道路除雪作業では、路面上の圧雪除去、不陸整正などの路面整正作業の主力機械として、除雪グレーダが使用されている。

近年、除雪機械オペレータの高齢化並びに、除雪グレーダの仕様変更による除雪体制への影響など、人材、機材の確保への不安材料が生じており、確実かつ安定した作業体制を確保するための取り組みが求められている。

本報告は、道路除雪体制確保の一環として進めている、除雪作業の安全性向上に関する検討について報告するものである。

キーワード：除雪グレーダ、一人乗り作業、安全性、作業の代替、運転操作支援

1. はじめに

道路除雪作業は、冬期間に一般通行車両との輻輳作業を伴うなど厳しい作業条件下にある。

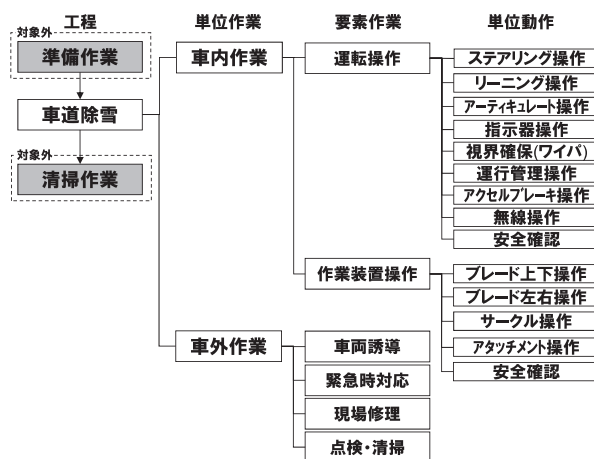
除雪作業の主力である除雪グレーダは、平成24年度末に改正された建設機械の排出ガス4次規制適用に伴い、従来から使用されている二人乗り除雪グレーダの製造が終了している。

今後は、一人乗り仕様となる除雪グレーダの供給が決定しているが、機械仕様の変更は除雪作業への影響が明らかであり、特に作業中の安全性を確保する対策が必要となっている。

除雪グレーダでの作業は、オペレータ及び助手の2人体制から1人体制を強いられることになり、また、オペレータの高齢化による、将来的な熟練オペレータの確保が困難になることから、除雪作業の安全性向上を目的とした運転操作支援を行う装置の検討を行ったものである。

占める主力機械である。

除雪グレーダの作業構成を図式化したものが図—1である。大別すると車内作業と車外作業に分けられるが、本検討は運転操作による安全性向上を目的としていることから車内作業に絞って進めることとした。



図—1 除雪グレーダの作業構成図

2. 除雪グレーダ作業の現状分析

(1) 除雪グレーダの特徴

除雪グレーダは土工用のグレーダをベース車両としており、大型のブレードやキャビンなど、除雪作業のための装備をした専用機械である。新雪除雪、路面整正、圧雪除去など広範囲の除雪作業に使用され、東北地整管内では一次除雪機械の6割以上(約200台)を

(2) 除雪グレーダの運行体制

運転とは、取得(認知)、判断、操作(行動)を常に一連動作として実施しているものである。

取得・判断の部分は機械を動作させる前提条件にあたり、更にはオペレータの熟練度により変化するものである。オペレータの思考の中で実施される、取得・判断の部分の中で、助手が関わっているのが取得の部分である。

一人乗り除雪グレーダは、助手を欠いた状態となることから、今まで助手が行っていた作業もオペレータが1人で実施していくこととなる。

安全性向上には、オペレータがどのような情報を取得し、助手が補っている部分はどこかを分析することが、重要であると考えた。

(3) 運転操作支援

除雪機械のオペレータには、作業中『安全な車両運行』と『確実な作業装置操作』が要求される。

中でも除雪グレーダは、装置操作が複雑かつ頻繁なことから、安全を確保しながら効率の良い作業を実施するためには、特に熟練を要する除雪機械である。

効果的な運転操作支援のためには、作業実態の把握と必要な機能の選定が重要であると考え、検討の第一段階として除雪グレーダ作業の現状分析を行った。

3. 除雪グレーダの作業実態

(1) オペレータと助手の役割分担

作業分析に際しては、除雪グレーダ車内にドライブレコーダを設置し、オペレータと助手の作業状況の撮影を行い、その撮影した車内映像記録を分析し、除雪グレーダ車内作業の役割分担をとりまとめた(写真—1)。

従来の除雪グレーダには、一般的にオペレータと助手の2人が搭乗している。

除雪グレーダの車内作業では、車両及び装置操作に関わる部分はほとんどオペレータが担っており、助手の作業は、大半が安全確認となっている。

本検討の分析結果においても、除雪作業中のオペレータは、実操作を行っているのに対し、助手は、確認行為を行っていることに終始しており、オペレータ

に必要なのは、助手が行っている確認行為の代行と判断できた。

(2) 作業中のオペレータ

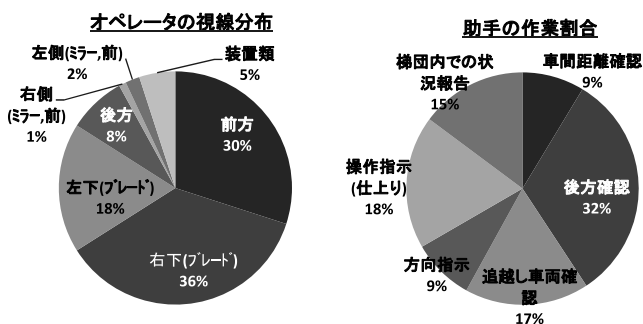
作業映像から得られた、オペレータの視線分布と助手の作業割合を図—2に示す。

作業映像を分析した結果、オペレータが注視しているのは前方や側方の視界の中でも、作業装置周辺、特に右側に視点が集まっていることが判明した。ただし、視線が同じ所を見ている時間は1秒程度と少なく、頻繁に視線を移している特徴がある。

除雪グレーダの作業装置であるブレードは、上下左右回転と動作種類が多く、ブレードの路面押し付け具合により除雪精度が大きく異なってくる。作業中は、路面の起伏や支障物に合わせた操作を要するため、オペレータによる装置の操作頻度が高い。

さらに、一般通行車両に混じっての作業であるため、円滑な交通の確保などに配慮しながらの作業となり、投雪により歩行者などに影響を与えない慎重な作業も求められる。

安全性、除雪精度を同時に確保するために、オペレータの注意が作業装置に集中するのは必然であり、オペレータが作業装置へ注意集中できるよう、助手が同乗することで周囲の安全確認、安全確保を図っているのが現状である。



図—2 オペレータ視線分布、助手の作業割合

(3) 熟練者と非熟練者の違い

除雪グレーダの作業は基本的に2人で実施されているが、役割は固定されているわけではない。

助手は本来の助手の役割を果たしつつ、オペレータとなるための教育の一環としての同乗や、工区延長が長い場合の運転操作の交替要員といった役割を担うケースもある。

本検討での撮影においては、往路を熟練者、復路を非熟練者の作業パターンで実施しており、分析の結果は表—1に示すとおり熟練者が助手となった場合、



写真—1 梯団の間に位置する一般車
オペレータ：分離帯や装置状況を確認
助手：近接車両を確認

後方確認の情報提供が多くなっている。

この情報提供の差は、オペレータの必要とする情報を潜在的に自らの経験により取捨選択し、最も必要な情報として後方に関わる情報を選定したものと推測される。

この情報提供のとりまとめ結果から、熟練者が潜在的に持ち合わせている除雪作業中に確認し難い車両周辺の中で、車両後方の情報提供が運転操作支援すべき内容ではないかと考えた。

4. 運転操作支援の機能検討

(1) オペレータに提供する情報量

作業において、最も影響が大きい要素は安全確認であり、オペレータ、助手双方に必要な情報である。

ただし、オペレータが必要としない情報、大量の情報提供は作業の支障になることが、過去の検討結果より明らかとなっている。

よって本検討では、車両後方状況のうち、オペレータが最も必要とする情報とは何か、絞り込みを行った。

(2) 有効な情報と運転操作

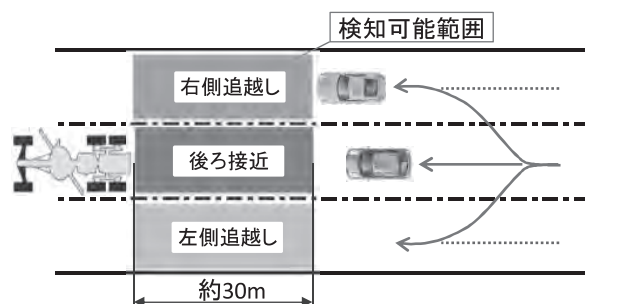
作業映像の分析結果に加え、東北管内の各除雪機械オペレータに意見調査を実施したところ、重要と考えている情報は、除雪車両後方からの近接、追い越しを行う一般車両であった。

これらの調査結果を踏まえ、オペレータが投雪方向調節や進路変更など各運転操作をするためには、オペレータ自身の確認行為とは別に、後方から車体側面にかけての近接車両の存在を認識させることができれば、

運転操作の判断材料として有効であると結論づけた。

よって情報提供内容は、最も重要な後方からの近接車両に限定をして机上検討を行った。

検討では、図—3に示すように、除雪グレーダの後方30m程度から検知を開始し、検知範囲を複数設定することで左右からの追越し車両を含めて、オペレータに情報提供を行うことで検討を進めた。



※ 3車線をカバーすることで、梯団除雪時の位置全てに対応可能

図—3 検討した検知条件

(3) 対応する機器の検討

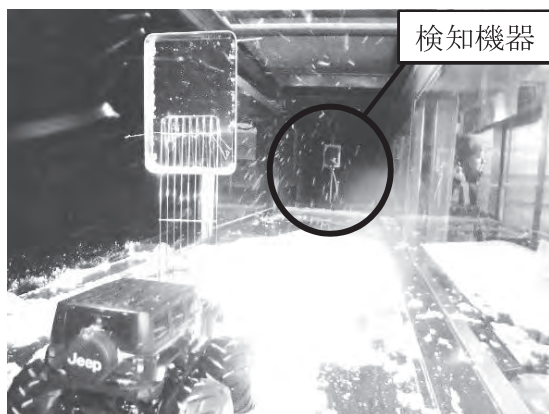
検討中の運転操作支援装置における動作内容は、除雪グレーダ周辺の一定範囲に侵入してきた車両を検知、発報するものとする。検知機器については、身近なもので言えば、ビーコンのような固定式や乗用車のアシスト機能などが実用化されている。

検知の原理として、赤外線やマイクロ波、ミリ波などが想定されたが、除雪作業の環境下においては、降雪や除雪車自身が舞い上げた雪による誤検知が危惧されることから、事前の検証が必要となった。

冬季の厳しい気象条件下を再現するため、降雪時に

表—1 助手の情報提供回数・内容

大項	助手作業の項目	項目内容	助手(熟練) 距離: 18 km 時間: 1 h26 min	助手(非熟練) 距離: 24 km 時間: 2 h24 min
安全確認	車間距離指示	梯団間隔や周辺車両についてのやり取り ・「だいぶ離れてますよ。」		5
	後方確認補助	後方確認を運転手に代わって助手が行う ・「後ろオーライです。」	7	5
	追越し車両確認補助	横を追い越していく車両(特に大型車)があるときの注意喚起や確認を行う ・「通過しますよ。」	2	1
操作補助	方向指示	ルートや直進、右左折等についてのやり取り ・「そこはまっすぐで。」		2
	操作指示	運転操作や機械操作についてのやり取り ・「センターライン見えるくらいでお願いします。」	3	2
状況報告	梯団内で状況報告	前後の交通状況報告 ・「〇〇で事故車両2台あります。」		2
降車	降車しての業務	降車して後方確認や安全誘導などを行う		1



写真—2 雪の影響に関する風洞実験

おける検知精度の検証実験は、国立研究開発法人 防災科学技術研究所との共同研究にて実施しており、雪氷防災研究センター新庄雪氷環境実験所の風洞装置にて検証を実施した（写真—2）。

(4) 車両検知環境の想定と風洞実験

検知機器は、低温の環境に置かれ、降雪、吹雪、除雪グレーダの発生させた風、舞い上げた雪や水分の付着にさらされることが想定される。

本検討では、新庄雪氷環境実験所において、吹雪の強度、検知対象物の距離を変化させながら、降雪や着雪が検知性能へどのような影響を及ぼすか実験を行った。

風向は検出面に対し、除雪グレーダ走行時を想定した後方、地吹雪と巻き上げによる着雪を再現するための前方及び横の3種類を実施した。

風速は、東北管内の除雪グレーダ作業速度（約20～30 km/h）から4 m/sと8 m/sの2種類を実施し、雪の空間密度は0.33 g/m³、0.81 g/m³、1.74 g/m³に変化させることで吹雪の強度を変化させている。

(5) 風洞実験の結果

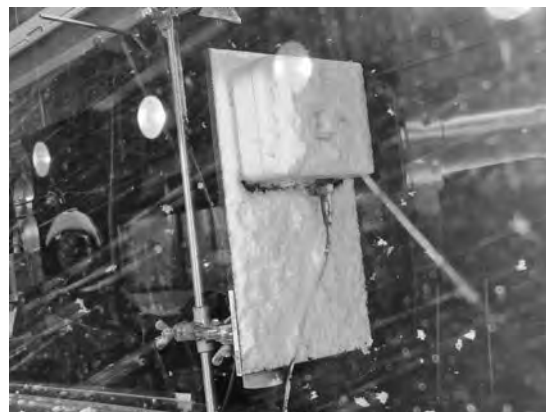
風洞実験は、赤外線とマイクロ波の2原理3機種を用いて実施した。3機種に共通する結果は、全ての機器が雪の空間密度に関係なく対象物を検知可能であり、風向による影響もない。また、検知対象物への着雪影響も特に発生しないものであった。

ただし、検知の原理が違うことにより、次のような違いがあった。

赤外線は、僅かではあるが降雪も検知してしまうこと、少量でも検知機器に着雪すると誤検知が発生する結果となった。また、機器に内蔵されているヒータ機構では、着雪を溶かすまでの能力はなかったため、利用する場合は着雪対策が必要となる。

マイクロ波は、降雪の影響や低温による機能低下も見受けられず機器性能を発揮する結果となった。4 cm程度まで着雪が成長すると検知不良が発生したが、作業中の除雪グレーダ車体後部では、検知不良を起こすほどの着雪は発生しないものと考え（写真—3）。

以上の結果から、システム設計においてはマイクロ波を利用することとしている。



写真—3 検知機器への着雪状況

5. 試作システムと試験導入の結果

(1) 試作システムの導入

本検討で試作を行った支援システムの車両検知部を写真—4に、オペレータへの通知機器を写真—5に示す。

システムの導入は、湯沢河川国道事務所 大曲国道維持出張所 大曲工区に配備された、一人乗り仕様の除雪グレーダを採用した。

検知範囲は、除雪グレーダの走行車線と左右1車線の全3車線を対象としており、除雪グレーダ後方30 m以内に接近してくる物の検知を行う。

なお、検知する物は一般車両だけでなく、歩行者や軽車両も可能となっていることから、検知範囲であれ



写真—4 車両検知部



写真—5 オペレータへの通知機器

ば路側帯を走行してくる自転車なども検出する。

通知については、運行装置上に配置した機器により、ブザー音と赤色灯にて通知するものとしている。なお、赤色灯は、検知方向（後方3車線）で点灯位置が変わるものとしている。

(2) 支援システムによる作業速度の違い

除雪車両運行管理データを基に、支援システムの有

無による作業速度の比較を行った。

比較を行ったデータの作業条件を表—2に、速度変化のグラフを図—4に示す。

なお、速度グラフは、交差点や梯団間の調整などでの停車措置を排除するため、0 km/hを除いている。

結果は、図—4のグラフから支援システムを利用した場合には最高速度が上昇し、全体的に作業速度が向上していることが判る。

なお、平均速度に大きな違いが現れない理由は、梯団作業のためと推察する。

(3) 支援システムによる視線の違い

オペレータの視線分布をアイカメラにより取得し、支援システムの効果を視線変化から検証をした。

オペレータの周囲確認割合を図—5に示す。

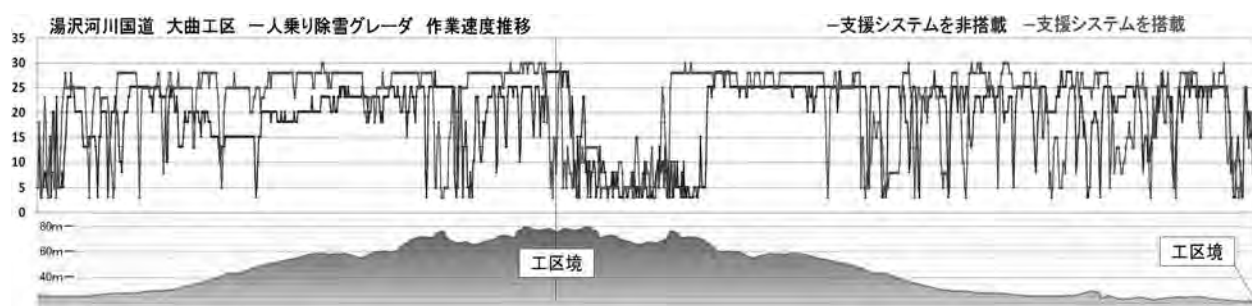
二人乗り仕様時は、後方に係る確認割合が26%であるのに対し、一人乗り仕様では21%に落ち込んでいる。

一方で、支援システムを導入した場合は、27%と割合が増加しており、助手が不在となったことで減少し

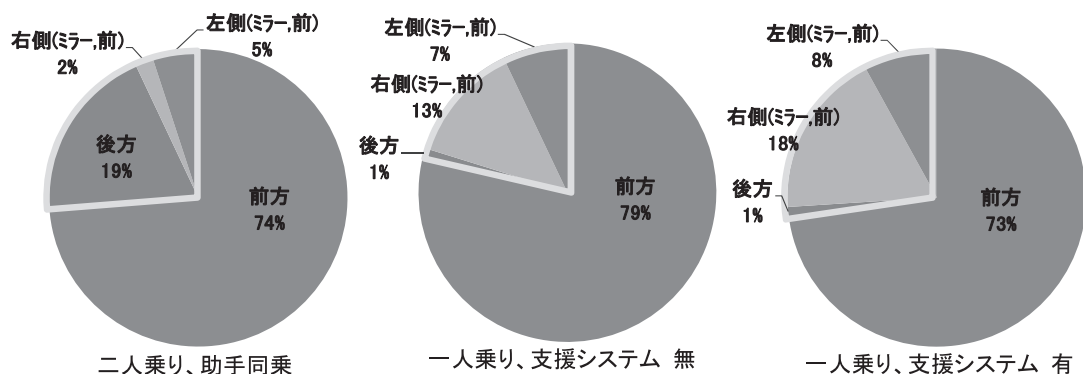
表—2 各除雪の作業条件

システム	天候	気温	降雪量	積雪量	作業時間帯	作業形態	運転時間	平均速度
動作	雪	-4.0℃	11.0 cm	53.0 cm	午前中	梯団先頭	2 h17 m	15.8 km/h
非動作	雪	0.0℃	10.0 cm	48.0 cm	午前中	梯団先頭	2 h48 m	15.0 km/h

※運転時間、平均速度には、信号待ち等の停車時間を含む



図—4 一人乗り除雪グレーダ 作業速度推移



図—5 各条件におけるオペレータの周囲確認割合

た周囲確認の割合が、支援システムにより二人乗りと同等の割合までに改善する結果となった。

また、視線が一箇所に固定される時間が減少していることも確認されている。

(4) 試験導入の結果考察

支援システムの導入により、二人乗り仕様に近い作業環境が確保可能であると、図—5のグラフからも推察できる。

車両の存在を明らかにすることで、車両を探す必要性が低下し、除雪状況や作業装置を確認する余裕が生まれることとなる。

この余裕の結果として、図—4に示す作業速度の向上にもつながったのではないかと推察している。

また、支援システムの試験導入を受けて、特に交通量の落ちる深夜作業時は、作業状況の確認などに集中していることが多く、周囲の確認頻度が落ちるため、支援システムが有効との意見をオペレータより頂いている。

この作業状況への集中こそが、従来は二人乗り仕様だからこそ可能だったものであり、支援システムを導入することで安全性の向上に寄与できる部分である。

6. おわりに

本検討では、効果的な運転操作支援の方法、内容とするために、機器設計に入る前に作業実態をとりまとめ、複雑で熟練を要する除雪グレーダ作業の分析を行った。

除雪作業に係る運転支援や操作支援を機器的に行うということは、オペレータの動作だけでなく、複雑な

状況判断に介入していく必要がある。しかし、経験やノウハウによる部分を理解し、十分な補完を実施することは簡単ではない。

今後の運転操作支援に関わる検討をしていくうえで、効果的な運転操作支援を行うためにも、機能、目的を絞り込むことは、非常に有効だと考える。

平成28年度は、本検討での結果を踏まえて、支援システムの実用化に向けた検討を進める考えである。

謝 辞

風洞実験に際し、国立研究開発法人 防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター 新庄雪氷環境実験所 小杉健二室長、同実験所 望月重人氏に、多大なるご協力を賜りました。深く感謝申し上げます。

J C M A

【筆者紹介】

伊藤 秀樹 (いとう ひでき)
東北地方整備局 東北技術事務所
施工調査・技術活用課



金野 貴洋 (こんの たかひろ)
東北地方整備局 東北技術事務所
施工調査・技術活用課 計画係長



中島 朋也 (なかじま ともや)
東北地方整備局 東北技術事務所
施工調査・技術活用課長



ペイロードマネジメントによる 過積載の防止と生産性の確保

柿 本 亮 大

建設機械と一体となった荷重判定システム、クラウドとデータベースによる情報の共有・分析。これら技術で可能となるペイロードマネジメントによって、現場の生産性を確保しつつ過積載を防止する手法を示す。実現場での導入・運用方法や導入効果を明らかにする。

キーワード：ペイロードマネジメント、荷重判定、データベース、過積載防止、生産性確保

1. はじめに

建設現場に携わる技能労働者 340 万人のうち今後 10 年間で 100 万人が高齢のため離職する。人材が減少する一方で、将来にわたるインフラの維持、災害発生時の復興対応を担う技術者の需要は中長期的に顕在である。このことから労働力不足が予測されている。この状況に対して ICT 活用によって生産性の向上、労働災害の防止を図る機運が高まっている。

建設機械メーカーは建設機械に各種センサーを追加し、安全対策やガイダンスといった付加価値を高めた製品を市場に投入している。また、IoT の拡大によって、現場の情報をリアルタイムに確認し分析できるアプリ

ケーションが増えつつある。これらを背景にペイロードマネジメント支援を目的とした Trimble LOADRITE（以下「本システム」という）製品の国内提供を 2015 年から開始している。

本稿では、本システムによるペイロードマネジメントによって生産性を確保し過積載を防止できることを、現場の導入事例を交えて明らかにする。

2. 本システムの解説

(1) 本システムによるペイロードマネジメント

本システムは、バックホウやホイールローダ、ベルトコンベア、ダンプトラック、フォークリフトといっ

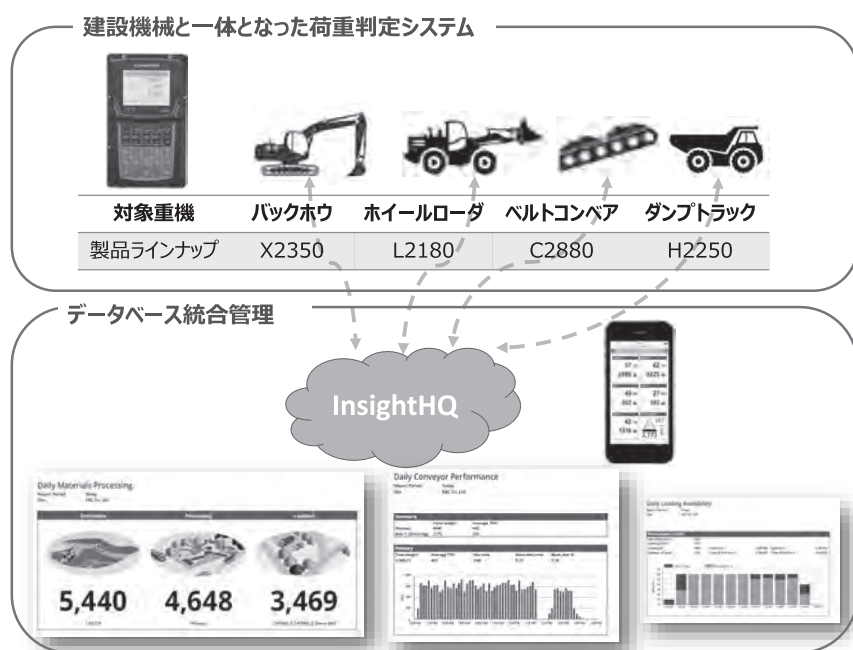
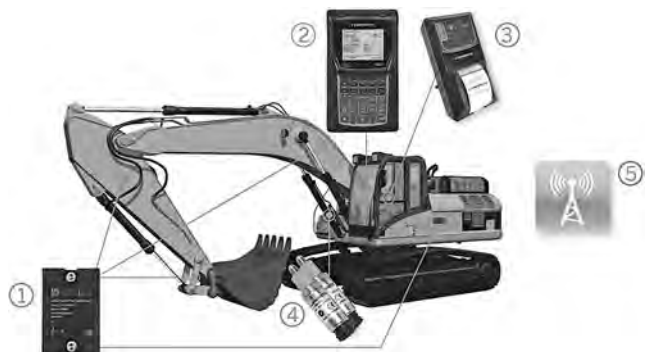


図-1 本システムによるペイロードマネジメント

た建設機械と一体となった荷重判定システムとデータベースによる情報の統合管理によって、現場内の作業効率向上や最適な現場運用を可能にする（図－1）。

(2) 荷重判定の仕組み

バックホウ荷重判定システム（X2350）は積み込み作業の動作中にバケット内の重量を判定する。システム機器を以下に示す（図－2）。



図－2 X2350 機器構成

二軸加速度センサー（IMU）を車体とアーム、ブーム、バケットに装着する。また、ブームの油圧を計測するトランスジューサセンサーを装着する。IMUの値から推定した車両姿勢（重心位置）と、そのときのブームシリンダーの圧力を車載ディスプレイが演算処理し、荷重判定を可能としている。

ホイールローダ荷重判定システム（L2180）もバックホウと同様に積み込み作業の動作中に重量を判定す



図－3 L2180 機器構成

る。システム機器を以下に示す（図－3）。

ロータリーポテンショメータと油圧トランスジューサをブームに装着する。X2350と同様に重心位置とブーム油圧から荷重を判定し、結果を車載ディスプレイに表示する。

(3) データ管理

積み込み車両のキャブ内で即座に出力されるレシート形式と管理者のパソコンにメールが届き Web ページで結果を確認できる Web 管理形式を選択できる（図－4）。

Web 管理形式（Insight HQ）は、複数の車両や異なる種類の積み込み車両の結果を統合管理することができる。各重機に搭載されたディスプレイからインターネット経由でデータを収集しデータベースへ保存。



図－4 データ管理

スナップショット形式



表形式

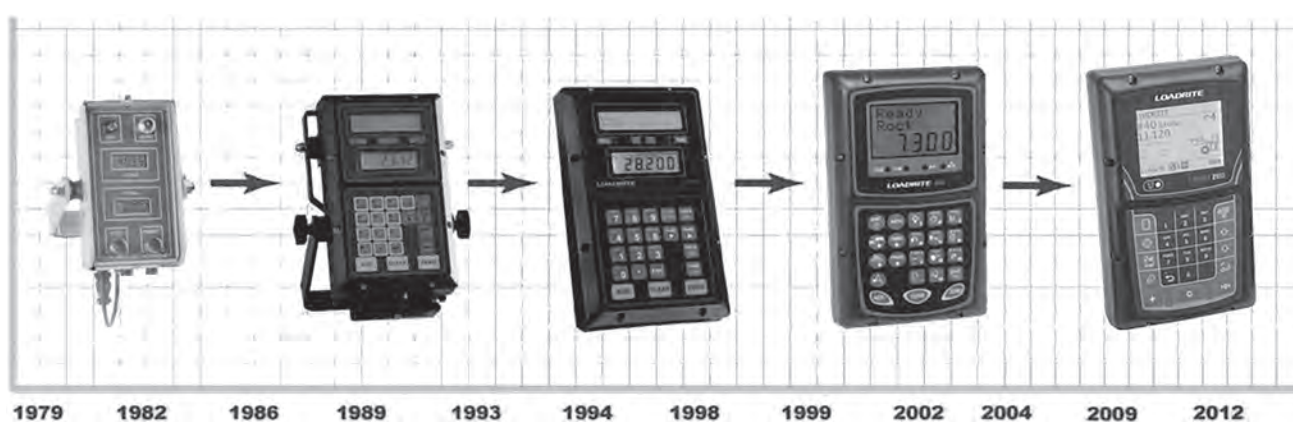
Bedrock Quarries
Generic Detailed Loadout Report
Report period: Between 10/26/2015 - 10/31/2015

Date / Time	Product	Weight
10/26/2015 6:01:22 AM	22+mm	7.15
10/26/2015 6:02:54 AM	20+mm	4.80
10/26/2015 6:03:31 AM	19+mm	7.80
10/26/2015 6:04:08 AM	12+mm	16.80
10/26/2015 6:05:28 AM	12+mm	5.15
10/26/2015 6:10:09 AM	10+mm	7.20
10/26/2015 6:11:32 AM	12+mm	4.80
10/26/2015 6:12:46 AM	12+mm	7.40
10/26/2015 6:13:39 AM	10+mm	7.40
10/26/2015 6:14:40 AM	10+mm	6.15
10/26/2015 6:17:35 AM	12+mm	7.15
10/26/2015 6:18:13 AM	12+mm	4.80
10/26/2015 6:19:13 AM	12+mm	5.30
10/26/2015 6:20:00 AM	12+mm	7.15
10/26/2015 6:24:56 AM	12+mm	5.40
10/26/2015 6:27:45 AM	10+mm	7.15
10/26/2015 6:28:27 AM	12+mm	5.40
10/26/2015 6:29:15 AM	12+mm	7.20
10/26/2015 6:29:59 AM	12+mm	5.20
10/26/2015 6:31:08 AM	12+mm	5.40

グラフ形式



図—5 InsightHQ による結果表示



図—6 製品開発の歴史

データをスナップショット形式や表形式，効率性を示すグラフ形式で表示する（図—5）。また，設定されたスケジュールでレポートをメール通知する。

(4) 開発経緯

本システムは1979年 Actronic Holdings Ltd（ニュージーランド）によって，廃棄物輸送管理を目的として初号機が開発，販売された（図—6）。現在では世界50カ国で利用されている。

3. 解決されるべき課題

(1) 過積載の防止

従来，ダンプトラックの積載量はトラックスケールを使用して計測する。トラックスケールは積み込み場所から離れた場所に設置されるため，積み込みを行うバックホウのオペレータは積み込み作業中に積載量を正確に把握することはできない。ダンプトラックのベッセルに記された目印を見ながら目分量で積み込みを行う（写真—1）。この場合，土質や含水量等によって比重が変わるため，目標とする積載量に対して ± 1 t程度（10t



写真—1 ベッセルの目印

ダンプの場合）ばらつきを想定する。

また，10tダンプの最大積載量は約7tから9tと搭載するベッセルによって，車両ごとに異なる。各車両の最大積載量は車検証に記載されている。

(2) 生産性の確保

前節のとおり，従来のバックホウで10tダンプトラックへ目分量で積み込む場合， ± 1 t程度のばらつきが発生する。過積載を防ぐには1t程度少なめに積み込み

を行う必要がある。これは10tダンプが本来運搬できる量に対して、実際は少なく運搬することになり生産性を下げることにつながる。また、従来のトラックスケールを使用した計量を行う場合、積み込み場所から計量場所への移動および計量待ち時間がロスとなる。

4. 導入事例

(1) 概要

丸磯建設㈱の協力を得て、中部や九州地域トンネル工事4現場の積み込み作業に本システム搭載バックホウを使用した(写真-2)。対象現場では運搬に10tダンプトラックを使用している。



写真-2 本システム搭載バックホウ

(2) 導入と運用

(a) 補正値の設定

900 kg の錘をバケットへ積み込み、本システムで計量し、900 kg と表示されることを確認した(写真-3)。実際のオペレータが積み込み動作の中で計量作業を実施し、ここで900 kg と表示されない場合は、補正値を設定することで校正をかける。

(b) 帳票とレポートメール通知設定

積み込み作業から1日の作業終了後まで、下記の流れで運用した。

①積み込み前にオペレータがダンプ車番をディスプレイ



写真-3 900 kg の錘を使用した確認



レイに入力

②本システムで計量しながら積み込み実施

③ダンプ1台ごとに積み込み完了後、紙レシートを出力(写真-4)

④1日の作業終了後18時頃監督職員へレポートメールを自動配信(図-7)



写真-4 レシートによる結果の確認

ZH200-5B				
Report period Today (2/5/2016)				
Group by Date				
Friday, February 5, 2016				
Date / Time / Site	Scale	Data 3	Weight	
2/5/2016 6:28:29 AM		6877	8.46	
2/5/2016 6:30:42 AM		1607	8.38	
2/5/2016 6:32:56 AM		2332	8.02	
2/5/2016 6:35:12 AM		1703	8.66	
2/5/2016 6:41:16 AM		115	8.76	
2/5/2016 6:46:30 AM		6838	8.06	
2/5/2016 7:28:42 AM		5932	8.08	
2/5/2016 7:30:19 AM		4845	8.41	
2/5/2016 7:32:18 AM		1968	8.38	
2/5/2016 7:34:29 AM		4870	8.10	
2/5/2016 7:36:36 AM		8612	9.22	
2/5/2016 7:38:40 AM		4726	8.60	
2/5/2016 7:40:46 AM		914	8.12	
2/5/2016 7:42:27 AM		1318	8.78	
2/5/2016 7:44:34 AM		4741	8.44	
2/5/2016 7:46:52 AM		1110	8.20	
2/5/2016 7:48:33 AM		1841	8.70	
2/5/2016 7:50:46 AM		5970	8.58	
2/5/2016 7:52:38 AM		2621	8.03	
2/5/2016 7:54:55 AM		2967	8.36	
2/5/2016 7:56:56 AM		3016	8.64	
2/5/2016 7:59:17 AM		3016	8.24	
2/5/2016 8:01:29 AM		19	9.56	
2/5/2016 8:03:25 AM		21	9.54	

図-7 メール配信した日報

(3) 導入効果

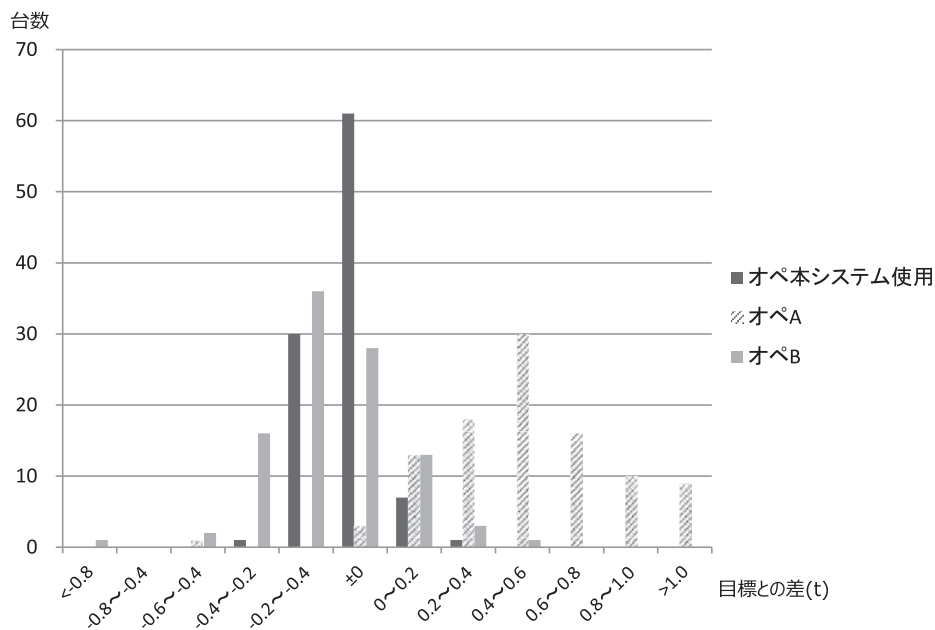
(a) 過積載防止

3台のバックホウで積み込み作業を行っており、内1台が本システムを搭載している現場のある1日の積み込み結果を下記にまとめた(図-8)。

ここでは目標値に対して0.8t以上超過した場合に過積載とみなされる。本システムを使用したオペレータは1台も過積載を出しておらず、過積載防止に効果があることが明らかとなった。

(b) 生産性(運搬効率)の向上

本システムを使用したオペレータは目標値に対して ± 0.4 tの精度で積み込みを行える。一方、従来の目



図—8 1日の積み込み結果

分量で積み込みを行う場合、 $\pm 0.8\text{ t} \sim \pm 1.0\text{ t}$ 程度ばらつきがあることがわかる。仮に 10 t 以上を過積載とみなすと、従来の積み込み方法では目標値を $9.0\text{ t} \sim 9.2\text{ t}$ と設定するのに対して、本システムを使用することで精度良く積み込みできるため、目標値を 9.6 t と設定することができる。

本システムを使用する場合、使用しない場合と比べて 0.4 t 多く目標値を設定することが可能となり、積算上の運搬効率は約 4% ($0.4\text{ t}/10.0\text{ t}$) 向上するといえる。

5. おわりに

本稿では本システム LOADRITE を使用したペイロードマネジメントによって過積載を防止し生産性を向上することを提案した。

ダンプトラックによる土運搬について、従来のトラックスケールを使用した積載量管理における課題として、積み込み作業中に積載量を把握することができないことを挙げた。また、目分量による積み込みでは目

標に対するばらつきが大きく、過積載を防止するためには少なめに積み込む必要があり、生産性を下げる要因となっていることを挙げた。

これら課題に対して、本システムを搭載したバックホウを実現場へ導入し、過積載防止の有効性と積算上の運搬効率を 4% 向上できることを示した。

今後の展望として、バックホウ以外のホイールローダやベルトコンベアといった機械についても国内実現場にて本システムを導入し検証を進める。また、土工事だけでなく、鉱山や港湾といった分野においても本システムによるペイロードマネジメントの有効性を明らかにしたい。

JCMIA

【筆者紹介】

柿本 亮大 (かきもと りょうた)
 (株)ニコン・トリンプル
 ICT 営業部 セールスエンジニアグループ





地中レーダの原理・特徴と 適切に活用するための留意点

千 賀 敦 夫

地中レーダは地中の構造物の様子や地層の状態を知るための非破壊検査手法として利用されている。地中の断面像や平面像を得ることで対象物の位置・深度を知ることができる。しかしながら、これを適切かつ有効に活用するためにはその特徴を理解し運用に当たって留意すべき点も多い。本記事では、地中レーダ装置の基本原理と方式による技術的な特徴を解説し、実際の探査利用における留意点などを紹介する。

キーワード：地中レーダ，地下探査技術，インフラ維持管理，路面下空洞，土壌誘電率推定

1. 地中レーダとは

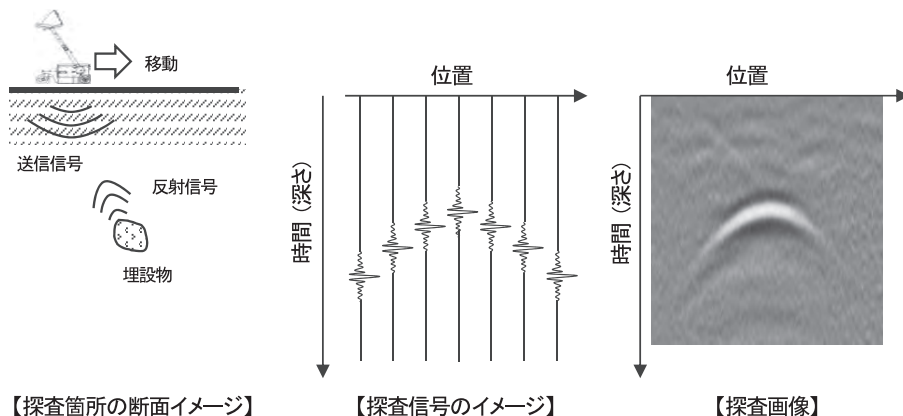
地中レーダは非破壊探査および地下探査手法の一つであり、主に地中の埋設物構造や地層の状態を非破壊で調査する手法として用いられている。コンクリート構造物の内部鉄筋構造を探査するコンクリートレーダも同種である。地中レーダの他にも地下探査技術は複数存在し、主なもので次のような特徴がある（表—1）。この中で、地中レーダには大きな特徴が二つある。一つは原理的に埋設物の材質・形状に依らず検出できること、もう一つは地表から埋設物までの距離（深度）が分かることである。

表—1 地下探査技術の例

地下探査手法	対象物	特徴
電磁誘導法	金属物（連続しているもの）に限る	埋設管等の経路追跡が効率的
地中レーダ法	金属／非金属物，空洞	埋設物の深度推定が可能
金属探知機法	金属物に限る	装置が安価で操作容易

地中レーダは地上を移動しながら送信アンテナから地中に向けて電磁波を放射する。放射された電磁波は地中の構造物や空洞などの境界面（土や砂などの媒質と誘電率が異なる物体の面）で反射し、反射された電磁波は地表面まで届く。この反射された電磁波（反射波）を受信アンテナで受けることで、埋設物の位置や深さなどを探査する。探査画像は、受信した信号の強さを反射波が戻ってくるまでの時間とレーダの移動位置ごとに表したものである（図—1）。

埋設物までの深さ d は地中を進む電磁波の速度 v と反射往復時間 t で $d = vt/2 = \sqrt{\epsilon_r} \cdot ct/2$ と表せる。ここで c は真空中の光速、 ϵ_r は土壌媒質の比誘電率であり、埋設物までの深さを求めるには土壌の比誘電率を知る必要があるということが重要になってくる。探査画像の時間軸は距離（深度）に読み替えることができるので、探査画像はレーダが移動した軌跡の断面画像に近い。複数の断面データを集約した深度平面画像や、トモグラフィ処理した3D画像を表示するシス



図—1 地中レーダ探査の基本イメージ

テムの利用が広がっており、特に道路下探査の分野に多い。

2. 地中レーダの方式と周波数による特徴

地中レーダの方式は放射する送信信号の形式によって、大きく「パルス式」と「連続波式」に分類される。

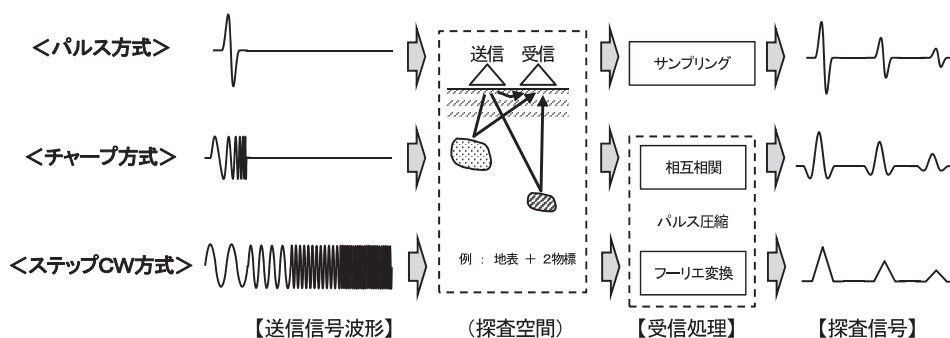
パルス方式で用いる送信信号はインパルスもしくはモノパルス波形である。送信部から放射したレーダ信号の反射波を時間軸で直接観測することで探査信号を得る。受信構成は一般的には「サンプリング」と呼ばれる方式を用いており、比較的単純な回路構成で実現できることが特徴である。連続波方式は変調された連続的な波形を送信する。チャープ方式やステップCW方式といったものがあり、送信信号の総エネルギーを大きくし易いことが特徴である。受信構成において「パルス圧縮」と呼ばれる処理を加えることで探査信号を得る。パルス式／連続波式のいずれの方式を用いた場合においても、最終的にユーザが扱う探査信号は埋設物による反射位置（時間）にピーク振幅が現れるパルス状の信号であり、基本的な取り扱いに差異はないと言える（図－2）。

利用シーンに応じて地中レーダを選択する場合、その探査性能選択は使用する周波数帯域に依るところが大きい。探査性能は主に「分解能」と「探査可能深度」の二つの指標で評価される。

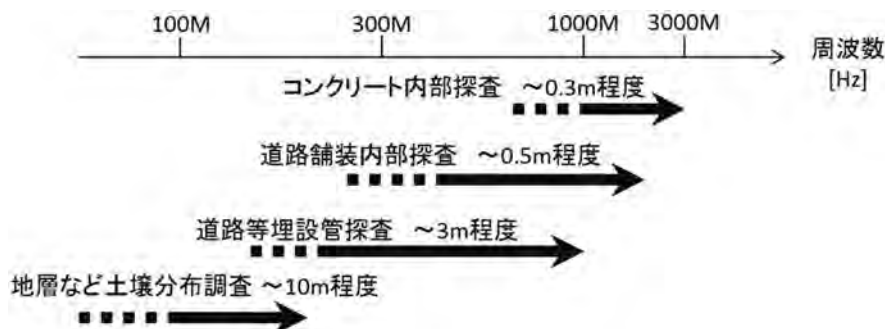
①「分解能」は“どれだけ細かく埋設物の位置や形状を認識できるか”を表す指標である。例えば、複数の埋設物が近接して設置されている箇所ではそれぞれの位置を詳細に特定する場合などに重視する。これは探査信号のパルス幅によって決まり、周波数帯域幅とおおよそ反比例の関係にある。また移動方向の分解能には送受信アンテナ間の距離も影響しこれにはアンテナの小型化が要求される。つまり、より細かく埋設物の形状や位置を探査するためには中心周波数が高く、帯域幅も広いレーダが必要になる。特に分解能性能が要求される鉄筋探査用のコンクリートレーダの中心周波数は近年高周波化が進み、2GHz超を利用するものが一般化している。

②「探査可能深度」は“どれだけ深いところの埋設物を検出できるか”を表す。送信出力や受信感度といった一般的な性能の他に、アンテナの中心周波数が大きく影響するという点が地中レーダの特徴の一つでもある。これは電磁波が土壌を伝搬する際の減衰率が周波数に強く依存しており、低い周波数ほど地中の深いところまで届きやすいということによる。そのためより深い探査可能深度を得るためには低い周波数をいかに効率よく送受信するかが重要になる。一般的に低い周波数の効率には外形の大きなアンテナが必要であり、大深度用の地中レーダは大型にならざるを得ない。

主な探査対象と一般的な対象深さおよびレーダ周波



図－2 レーダの代表的な方式



図－3 探査対象とレーダの周波数

数の目安を図—3に示す¹⁾。近年は、アンテナの周波数共用技術とレーダ信号源の高度化技術をもとに、複数の周波数帯を併用した機器も増えてきている。特に埋設物探査の分野では深度と分解能のバランスが得やすい300 MHz 周辺と800 MHz 周辺を併用するものが多い。

3. 地中レーダ探査の実際

(1) 探査事例

(a) 鉄筋コンクリート舗装下の例

埋設管探査において鉄筋コンクリート舗装の下を探索するには、鉄筋間隔を認識できる分解能とその下まで探査が可能な周波数を適切に選択することが必要である。800 MHz のレーダ（写真—1 右）を用いて300 mm と200 mm 間隔の鉄筋下の埋設管を検出した例を示す（図—4）。

(b) 路面下空洞探査

東日本大震災以降の交通インフラ維持のニーズの高まりを受け、路面下空洞の探査事業が増加している。路面下空洞探査は、車両搭載型レーダを用いて通常と同程度の速度で走行しながら広範囲を探索し空洞の箇所を発見する一次調査と、空洞の深度・面積等を明確化する二次調査に分かれる。路面下空洞探査（二次調査）の例を示す（図—5）。

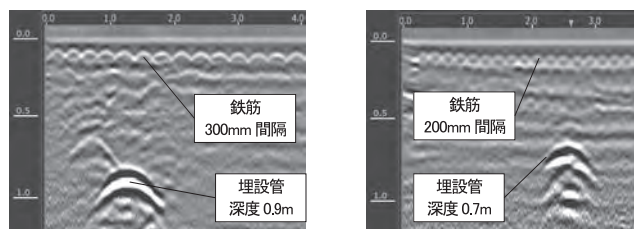
(2) 地中レーダの利用における現状の留意点

(a) 埋設物深度の推定精度

上述の通り、地中レーダは地表から埋設物までの距

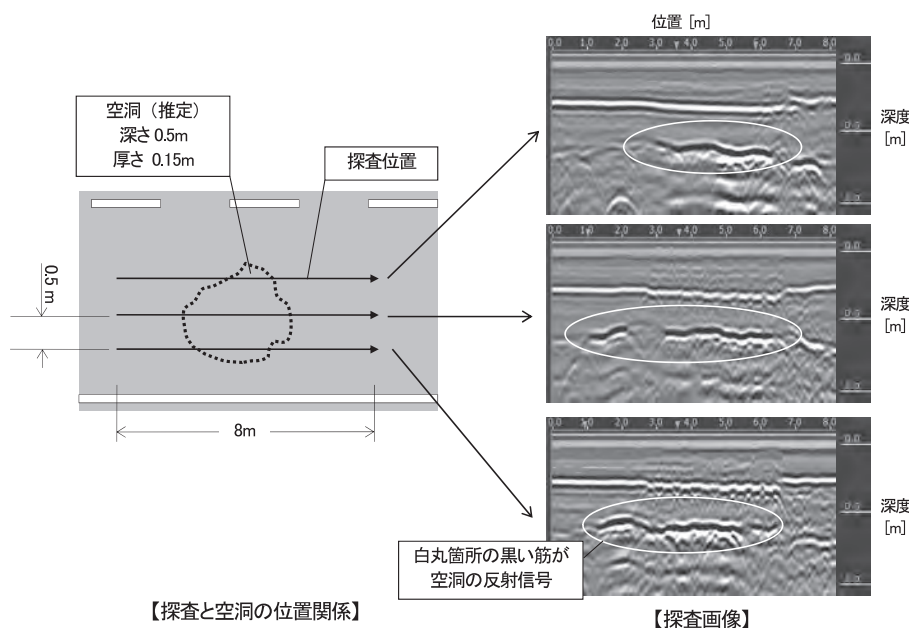


写真—1 埋設物探査用レーダの例



図—4 埋設管探査の例

離を反射信号の時間を観測することにより求めるので、時間から距離への変換に用いる「比誘電率」の値を正確に推定することがその精度を決める。表—2に一般的な土壌物質の比誘電率の値を示す。これを見てわかるとおり土壌の比誘電率には大きな開きがあり、例えば「乾燥した砂質」と「湿ったローム質」では5倍近くの差異がある。つまり土壌媒質の判断を間違えると、実際の埋設物の深度と算出結果とは2倍以上も異なるということを意味する。舗装下探査など土壌が不



図—5 路面下空洞探査の例

表—2 代表的な物質の比誘電率（100 MHz）（Daniels, 1996）

媒質	比誘電率 ϵ_r	
	乾燥状態	湿潤状態
空気	1	
アスファルト	2～4	6～12
コンクリート	4～10	10～20
土壌	砂質	4～6
	ローム質	4～6
	粘土質	4～6

明な場合に算出した深度推定値の取扱いには十分に注意する必要がある。

この深度推定の難しさと不確かさが、地中レーダが一般に利用されることを妨げる要因の一つとなっており、解決が求められている。具体的に比誘電率を推定する方法として実用されているものとしては、(a) 埋設管反射信号の双曲線形状をもとにした信号・画像処理による推定²⁾、(b) ワイドレンジ法などといったアンテナ走査手法による算定³⁾、(c) 電磁誘導法や既知の埋設管深度による補正 などがある。また特にコンクリート鉄筋探査の分野に限れば、「鉄筋被り厚の推定法」としてその手法や指標が確立しており、おおよそ5%程度の推定性能が得られるとされている⁴⁾。

(b) データの解析と判定処理

従来、探査データの解析には専門的なスキルと時間が必要であった。しかし近年の埋設物探査は現場で即座に解析・判断すること、更にはそれに専門的なスキルを要さないことが求められている。このための機能として、探査データの中から埋設物の反射信号を抽出し、位置・深度を判定する処理を自動化したものが実用化されてきている（図—6）。但し現状では、信号形状に比較的特徴のある横断埋設管の検出に限ったものが多く、今後は多様な埋設物の判定に広がることが求められている。

また、地中レーダの探査性能は検出対象となる埋設物の形状・材質だけでなく、土壤媒質の種類・状態、さらには外部からの雑音の影響も受け、その変動の幅も大きい。こういったことから、特に「埋設物は存在しない」という判断には極めて慎重を要する。このような判断をサポートするために、信号振幅の減衰傾向と雑音振幅などを総合的に評価し、検出限界ライン（深度）を明示する機能を持つものもある⁵⁾。

4. おわりに

地中レーダの基本的原理と特徴、および利用における留意点について紹介した。地中レーダはその性能発揮、および精度の確保をユーザのスキルに依存する部分がまだ多いが、それをサポートし簡略化する処理技術も着実に進んでいる。機器とユーザの両面での技術向上が進むことで、活用の領域が今後さらに広がることを望む。

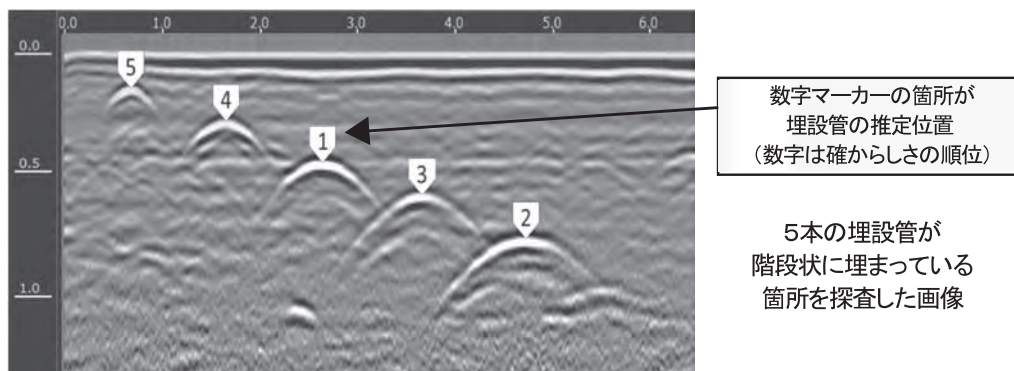
J C M A

《参考文献》

- 1) 「非開削地下探査技術 適用の手引き」, (社)日本非開削技術協会, 2016年3月
- 2) 「物理探査ハンドブック (手法編)」, (社)物理探査学会, 1998年
- 3) 「大阪ガスの埋設物探査技術」, No-dig today (49), 18-21, (社)日本非開削技術協会, 2004年10月
- 4) 「電磁波レーダ法によるコンクリート構造物中の鉄筋探査方法」, (社)日本非破壊検査協会, 2011年 他
- 5) 「地中レーダの探査可能深度の自動判定」, 電子情報通信学会総合大会講演論文集 1997年, 通信 (1), 221, 1997年3月

【筆者紹介】

千賀 敦夫（せんが あつお）
日本信号㈱



図—6 埋設物の自動検出処理の例

ずいそう

単身赴任は楽しい

古本尚吾



静岡県にある家を離れてあっという間に13年が過ぎようとしています。その間に高校生と中学生だった2人の子供たちは、家を離れて家には家内一人きりで住んでいます。

何かさびしいと思われるかもしれませんが、この13年間は今振り返ると大変充実して楽しい月日だったと思います。

単身赴任で6つの町に住むことができました。愛知県安城市、名古屋市、富山県富山市、石川県金沢市、大阪府高槻市、そして今住んでいる北海道札幌市となります。平均して2年間毎に転勤している勘定になります。

まず覚えたことは、洗濯掃除、料理（煮物、焼き物、炒めもの主婦並み?）、買い物、ボタン付け、アイロンなど今まで家内にやってもらっていたこと全部です。家内の苦勞が少しはわかったような気がします。たまに帰って小言を言われても怒らないようになりました。

次に各地で名所旧跡に行けたことです。印象に残っている所は、愛知県では名古屋城、富山県では八尾の越中おわら風の盆、立山黒部アルペンルート、石川県では兼六園、茶屋町、大阪ではおなじみの新世界、お隣の桜と紅葉の季節の古都京都、札幌では毎週何かの行事がある大通り公園などなど見ることができました。

更に土地土地のうまいものを食べられたことです。味噌煮込みうどん、ひつまぶし、白エビの刺身、お好み焼きですが、なんと言っても北海道は食材の宝庫で、魚介類から肉、野菜と食べるものに事欠きません。その中でもイカの塩辛をじゃがいもに乗せて食べるのはまっています。おかげで札幌に来てから軽く3キロは体重が増えてしまい、今、体重を落とすことに努力しておりますが、誘惑に勝てず現状維持が精一杯です。

夜の街も印象的でした。名古屋の錦3丁目、富山の桜木町、金沢の片町、大阪の北の新地、そして札幌のすすきのです。各地に代表的な歓楽街があることが大きな楽しみでした。

各地をまわり1番の楽しみになったことは人との出会いでした。

まず、同じ会社であっても赴任先の社員とは初対面で地方毎の方言も混じり打ち解けた会話ができるようになるのに苦勞したことです。最初の内は相手もどんな人間だろうと見ますし、こちらは何を考えているのだろうといった見方になり、ぎくしゃくした会話になります。お互いの誤解や衝突も何度かありました。そ

れも最初の内だけで、その後一緒に仕事をし、食事とともにしていくうちにお互いが氷が解けていくように打ち解けていきました。転勤も回数を経験するうちに、この緊張感と、打ち解けた時の楽しさがある種の快感になっていきました。

また、先々の取引先のお客様とも知り合うことができて大変勉強になりました。社内と違い社外では共通の仕事の話もありますが、皆さん気さくにおいしいお店、観光名所、世間の動きと様々な話を聞かせて頂き、逆にその土地に興味を持つことができて好きになっていきました。だれかの詩にもありましたが出会いは成長の種なんだと思います。おかげさまで地元静岡で仕事をしていた仲間より、転勤先の各地の仲間との連絡のほうが多くなったくらいです。

休日をどのように過ごしているか少しご紹介しておきます。朝5時に起床、2時間程かけて10kmウォーキング、部屋の洗濯掃除、朝風呂、9時朝食、韓流ドラマを見ながらうたた寝、12時頃から図書館で2時間本を読む、近所のスーパーマーケットで食材の買物、4時から夕食づくりと晩酌開始、8時就寝です。月に1回は、ゴルフ、名所めぐり、映画鑑賞、温泉入浴が入りますので、日によっては過ごし方が変わりますが、家には絶対には味わえない過ごし方だと思っています。これが13年間変わらず続いています。

最後に家族との関係について記しておきます。子供達の手がかからなくなった頃から家内が単身赴任先に来るようになったことです。長期の休みに来ては自分で調べた観光地を私に案内させて満足しています。以前静岡にいたころにはなかったことです。子供達とも時々会う様になりました。赴任先に遊びに来たり、出張先が近くであれば一緒に酒を酌み交わすことも経験しました。逆に離れているからこそその効果であるような気がします。

順風満帆に続いてきたように思いますが1つだけ心配ごとがあります。あと何年かで定年を迎える時がきます。今の充実した毎日が無くなるのと、家内と毎日顔を合わせる生活が戻ることです。これから静岡での充実した生活をおくれるよう今から考えておかなければと。やっぱり単身赴任は楽しいです。

ずいそう

集中力と目標

畠 中 徹



現在の仕事に従事し、早くも37年になりました。一つの会社でずっと居られた事にやはり感謝の気持ちで一杯です。就職活動も1社1日で内定を頂き、即決した事を思い出します。今の学生さんの就職活動とは全く比較にならない事をどう思えば良いのかと考えもしますが、中々答えは出て参りません。しかし設計開発業務一筋に來られた事は喜ばしい事です。

設計開発業務の種類は、道路維持作業機です。

色々な新機種、モデルチェンジを含めると50種類位は携わったような気がします。特に読者である、建設機械関係（ゼネコン様、道路会社様、道路関連会社様）の方々には、無理難題を含め、やりがいのある仕事をさせて頂きました。この場をお借りしてお礼申し上げます。本当に有難う御座いました。今も数社の仕事をさせて頂き、足を向けて寝られない状況であります。数が多すぎて足をたたんで寝なければならないような感じで御座います。

開発した機械は、あまり自慢するような物はありませんが、途中で投げ出したり、止めたりと言う事は無く、発注して頂いた顧客の笑顔を見ることが最終的には見るのだという一心で取り組んで参りました。

時折、過去に設計開発をした製品を見る機会があります。偉そうにいう機械でもありませんが、こんな構造を考えていたのだとか、この窮屈な場所に試行錯誤をしてレイアウトしたなど思い出す事があります。それを可能にしているのが人間の持っている集中力だと思います。

設計をしていると、難題や壁にぶつかる事が良くあります（能力不足の為に一般の方より難題にぶつかる可能性は高い）。そんな時に何とかしたい、何とかしなければと思う気持ち、その必死さが伝わり壁を乗り越えるのだと信じております。その集中力と言う物の素晴らしさが人には有るのではないかと考えます。

又、人は目標を持たなければならないと思うと同時に、目標が有るからこそ、集中力が高まるものだと思います。

よくアスリートが、日本選手権のような大きな大会を終えた後に次の目標が見つからないので今は何とも言えませんか、次の目標が見つかりましたのでその

目標に向かって邁進して参ります。という発言が私は大好きです。

私は、身体を動かす事が好きでスポーツもよくします。それもあって、アスリートが目標を定め邁進していく過程の中での練習する姿勢に興味を持ちます。プロの選手の試合観戦に足を運ぶ事もありますが、試合よりも試合までの個々人の仕上げ方、チーム競技の場合チームワーク、個人プレーの場合は集中力の高め方等に興味を抱きます。

そんなことで、観戦に行く場合は、試合よりだいぶ早く出向きます。野球の場合では打撃練習や守備練習を見守ります。中でも守備練習を観察する事が特に好きです。一流選手の集中力と緩和との切り替えの素早さに流石プロと感心させられます。

ゴルフトーナメントの観戦においても、試合よりも、練習場からラウンドまでのルーティーンの見学をします。短いクラブから徐々に上げて行きドライバーまで仲間との雑談を交えながらの練習ですが、打つ瞬間は常に集中力を高めておられます。プロによってはアプローチ練習を左手一本と右手だけの練習を20球ほどやられ、その後、通常の握りで練習されているのを見た事が有ります（またそれが無茶苦茶上手い）。片手打ちにどの様な意味が有るのかは私には語れませんが、短いクラブの練習ほど真剣味が増されているように見受けられます。最後のパター練習は集中力が最高潮に達しているように感じます。

野球にしる、ゴルフにしても、プロは全身がしなやかで肩に力が入っていないのを感じます。私のような凡人には真似はできません。仕事上でのプレゼンや会議でも言える事なのでしょうが、肩の力を抜いて発表されている方は上手くて、聞き易く、そして理解し易い事と若干似ているように感じます。

私自身の目標と集中力の体験を述べさせて頂きます。

4年ほど前に四国に出向する機会を頂き3年ほど大阪を離れておりました。勤務地高知で仕事以外に何か目標を持って取り組もうと決め考えた末、出来る限り早い時期に水泳のバタフライをしなやかにカッコよく泳げるようになる事と決めました。泳ぐ場所は通勤途

中にある、プールとちょっとしたジムを備えた古風な風呂屋（温泉）にし、誰にも教えて貰うことなく独学と言う条件設定をしました。独学と言っても厳しいので、トレーナーとしてユーチューブ先生にご協力を頂く事にしました。バタフライ以外は何とかかんとか泳げるのですが、今までチャレンジすらしてない状況でした。田舎のプールなのでそれほど混んではいませんが、おじいちゃん おばあちゃんが健康の為ウォーキングをしているようなのどかな感じのプールでした。最初はお世辞にも泳げている感じではなく、溺れていると言っても過言ではない状況であったと思います。やたらとバタバタと水しぶきだけ上げ、周りに迷惑を掛けていると分かる状況でした（周りの視線を感じました）。そんな状況なので何度もチャレンジするのが恥ずかしく、空いている状況を見つつ練習する日々が続きました。

努力は惜しまない方なので、家に戻りユーチューブ先生に問いかけても答えは返ってきませんが、熱心に画面を見ておりました。2週間ほど泳いでは改良箇所を改善している内に、溺れる状態から泳いでいるのだろうという域に達しました。毎日来られているおじいちゃんにも私の熱心さが伝わっていたのか、頑張っているね、だいぶ上達してきたねって言って貰えた事を思い出します。そのおじいちゃんとはそれをきっかけによく話をするようになりました。半年もしているとユーチューブ先生のお陰でスムーズに泳げる実感が出てきて、おじいちゃんからも身体の力が抜けて上手く泳いでいるって言われるようになりました。褒められると嬉しい物で益々頑張るようになっていたと思いま

す。おじいちゃんの言葉の中にもあったように、当初は全身に力が入っていて、しなやかさには程遠い状態だったと思います。私生活でも仕事でも肩の力を抜く事の重要性を知りました。

読者の皆様とは、接待ゴルフはあっても接待スイミングは無いので一緒に泳ぐ事は無いでしょうが、お会いする機会があって何かワンポイントアドバイスを頂ければ幸いです。アドバイスで上達したいと思います。

この業種の特に若い方々に問題難題が押し寄せた時に、出来る限り自分で解決策を考えて頂きたいと思います。

又、今後の私の人生においても、色々と高い目標を持ち、目標に向かって集中力を高め努力していきたいと考えます。

今回の随想を書き終わったと同時に、読んでいる本の文面にイチロー選手のこんな言葉が紹介されておりました。内容が少し似通っていると思い記載します。

『苦しんだから報われると思っていたら大間違いでしょう。同じ苦しむにしても、考えて苦しまないと。なにも考えないでただ苦しんでいても駄目だと言う事です。こんなに苦しんでいるのだからというところに逃げ込んだらいつまでも違う自分は現れない。とにかく考える事です、無駄なことを。無駄な事を考えて、言葉にしようとしているうちに、なにかがパッと閃く言葉があるんですよ。』

JCMA 報告

平成 28 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績（その 2）

最優秀賞

ICT 技術を活用した CIM による次世代無人化施工システム

(株)熊谷組, 共栄機械工事(株), (有) E-MEC

業務内容

当社は無人化施工の性能に関する技術開発に加え、ネットワーク対応型無人化施工、情報化施工、CIM を組合わせた「ICT 技術を活用した CIM による次世代無人化施工システム」を開発した。そして、これを九州地方整備局管内の実工事に適用した。

【工事概要】

本工事は水無川砂防基本構造に基づき、雲仙普賢岳からの土石流災害から地域の安全安心な生活を確保することを目的とした砂防施設（床固工）を建設するものである。本工事施工箇所は土石流や溶岩ドーム崩落が発生する恐れのある警戒区域内であり、作業員の安全を確保するため、施工は遠隔操作による大型建設機械を駆使した無人化施工で実施した（表—1、図—1）。

表—1 工事概要

工事名	赤松谷川 11 号床固工工事
発注者	国土交通省 九州地方整備局
工事場所	長崎県南島原市深江町上大野木場地先
工期	平成 24 年 12 月 11 日～平成 27 年 3 月 30 日
主要工事	砂防土工 = 249,199 m ³
	作業土工（床掘）= 一式
	RCC コンクリート = 48,592 m ³
	無人仮設備工 = 一式
	仮設工 = 一式



図—1 工事位置

【高度化する無人化施工】

(1) 型枠等仮設材の設置

これまで難しかった無人化施工による鋼製型枠や養生マットの設置作業を、本工事において初めて導入し、打設コンクリートの品質向上と無人化施工の多彩な施工の可能性を示した。

(1-1) 鋼製型枠設置

コンクリート切りしろ部に専用の鋼製型枠を無人化施工することによりコンクリートの施工数量の低減を図った。また測量機マーキングシステムを使用して精度よく設置した（写真—1）。

(1-2) 養生マット設置

専用の養生型枠を無人化施工によって設置することにより、適宜コンクリート養生を行うことによる品質向上と、警戒区域内へ人が立入ることを回避する安全向上を図った（写真—2）。



写真—1 鋼製型枠設置状況



写真—2 養生マット設置状況

(2) CAN 制御車両の遠隔操作システム（㈱IHI, IHI 建機㈱との共同開発）

建設機械に標準装備された CAN を使用して、通常使用される遠隔操縦用制御装置を使うことなく、操作レバーや車両の情報をそのまま無線 LAN で遠隔地に伝送して操作することに成功した（写真—3, 4）。

(3) 低容量型デジタル高精細画像伝送システム（青木あすなろ建設㈱, ㈱大本組, 西松建設㈱, ㈱フジタ,（一財）先端建設技術センター共同開発）

本システムを使用することにより、従来は遅延や伝送容量の問題で無人化施工等の遠隔操作等で使用することが難

しかった高精細動画（1920 × 1080）30 fps を 3.0 Mbps の低容量、70 msec 以下の低遅延でデジタル伝送が可能になった（図—2）。

(4) エジェクタ式ダンプトラック

コンクリートの運搬・荷卸作業は、エジェクタ式ダンプを使用した。通常のダンプアップ方式ではなく、プレート押出しにより、コンクリートを撒出すように荷卸しができる。これにより、大きな山を作ることなく、概ね 50 cm 以下の高さで一様にコンクリートを撒出すことが可能となり、材料分離を防止することができ、品質が大幅に向上した（写真—5, 6）。



写真—3 本システムを搭載したトラックローダー



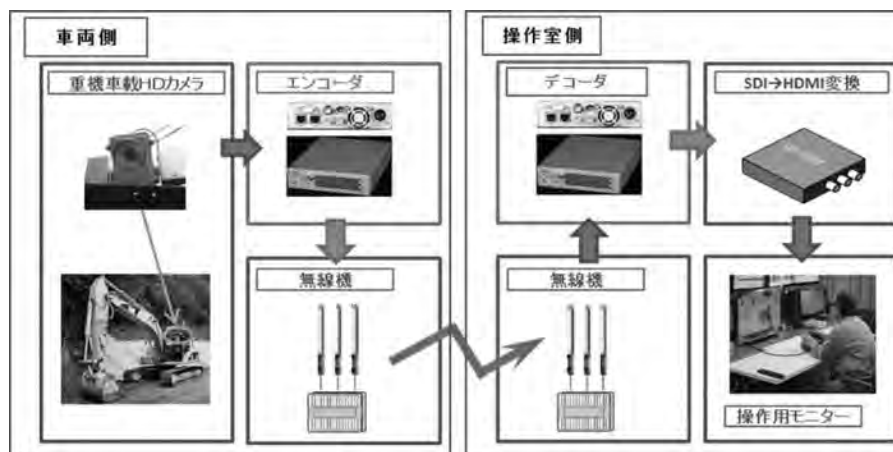
写真—5 エジェクタ式ダンプトラック



写真—4 施工状況



写真—6 ベッセル部



図—2 画像伝送システム



写真一七 振動ローラ



写真一八 クローラダンプ



写真一九 自律走行状況

(5) 建設機械の自律走行導入の取組み

遠隔操作におけるオペレータへの負荷を軽減させるため、建設機械の自律走行導入の取組みを成功させた。技術者不足の改善や、品質・出来形の均一化等の効果も期待されるため、通常工事へもフィードバックできる技術である。本工事ではクローラダンプと振動ローラの実証実験に成功している（写真一七～九）。

【本工事におけるネットワーク対応型無人化施工システム】

建設機械の操作データ、車載カメラデータ、情報化施工データを全てIP化して伝送した。これにより1つのM2M (Machine to Machine) ネットワークを構築することが可能であり、ネットワーク上での機器の一元管理を可能にした。システム管理者がネットワーク上の機器を管理することで、本工事では合計20台の建設機械を稼働することができた（図一三、表一2）。

【情報化施工概要】

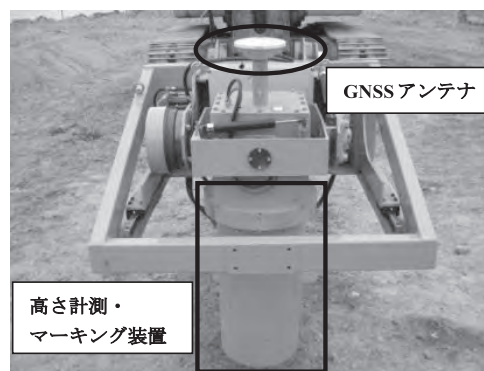
バックホウとブルドーザには測量作業不要で掘削・敷均し施工が可能となる、GNSSを活用したMG (Machine Guidance) とMC (Machine Control) を導入した。特にMCは自動的にブルドーザの排土板が動作するため、オペレータは前後進操作のみで設計の高さに敷均すことが可能となり、RCCコンクリートの出来形向上へと繋がった。

(1) 無人測量システム

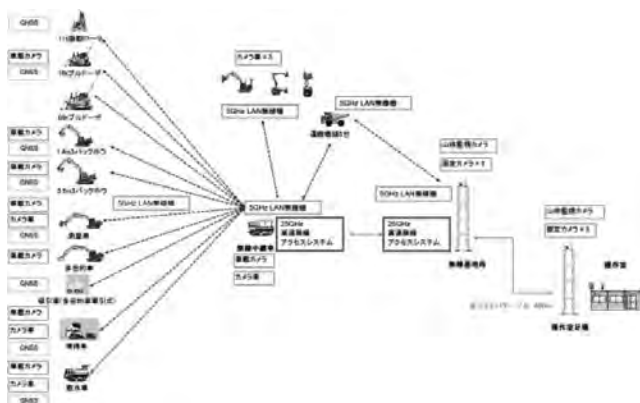
測量装置本体はバックホウのアタッチメントとして使用した。計測装置にはGNSS受信機を搭載し、その真下部

表一2 使用機械一覧

使用機械	用途
16t 級ブルドーザ	コンクリート敷均し
68t 級ブルドーザ	土砂掘削・敷均し
0.45m ³ バックホウ	測量車
0.8m ³ 級バックホウ	多目的車
1.4m ³ 級バックホウ	施工盛土・土砂整形
1.4m ³ 級バックホウ	コンクリートはつり
3.5m ³ 級バックホウ	土砂掘削
45t 積ダンブトラック×3	土砂運搬
36t 積ダンブトラック×2	コンクリート運搬
11t 級振動ローラ	コンクリート締固め
0.45m ³ 級トラックローダ	コンクリート打継面清掃
10t 積クローラダンプ	散水車
10t 積クローラダンプ	移動無線中継車
路面清掃車	コンクリート打継面 レイタンス吸引
0.45m ³ 級バックホウ	カメラ車
9.9m 級高所作業車	カメラ車
6m 級高所作業車	カメラ車



図一四 測量装置



図一三 ネットワーク系統図

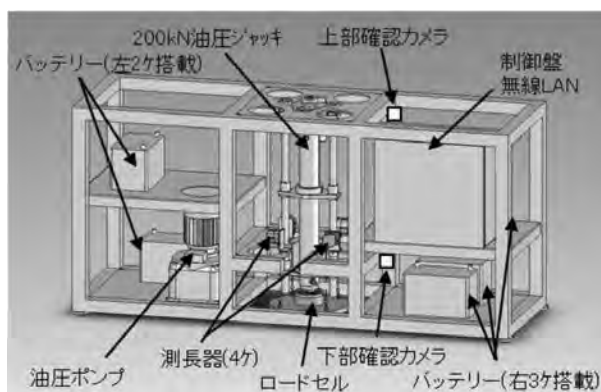


図一五 スプレーマーキング操作画面

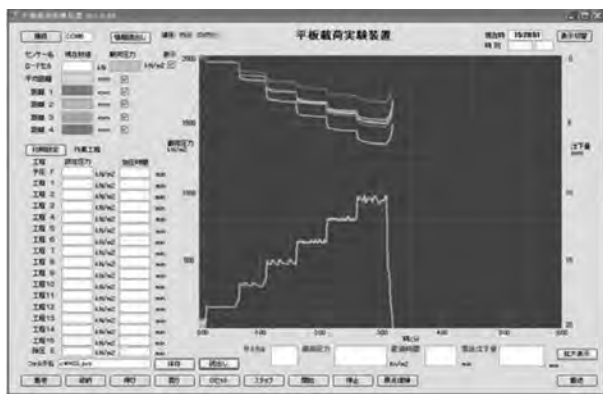
に測量位置を確認するカメラ、測量高さを計測するマーキング装置を搭載している。これらを使用することで、無人化施工にて出来形管理を精度よく実施できた（図—4, 5）。

（2）無人平板载荷試験機

地耐力の測定には無人化施工用に開発した平板载荷試験装置を使用した。床掘完了後、遠隔操作バックホウにて測定箇所まで運搬し、そのバックホウのカウンターウェイトを反力とし試験を行った。試験装置は操作側パソコンから試験装置メモリに試験データを受信することにより自動的に試験を開始するので、途中通信が遮断されても試験は継続され完了する事ができる（図—6, 7）。



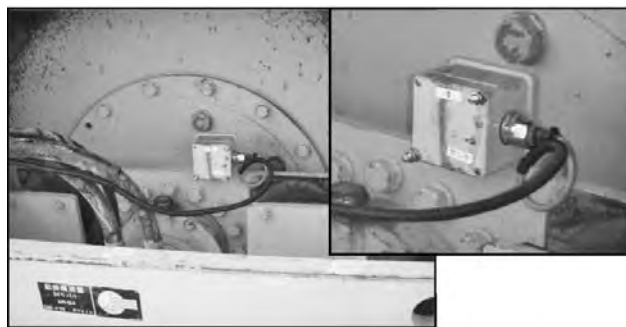
図—6 試験機概説



図—7 操作室パソコン画面

（3）締固め管理システム

振動ローラにはGNSSを活用した締固め管理システム（SiteCompactor）を導入した。GNSSにより車両位置を高精度に測位することで、転圧工事をリアルタイムに管理することが可能である。RCC工法では工法規定として振動ローラで10回締固めることが定められており、このシステムにより転圧不足や過転圧を防止することができ、RCCコンクリートの品質向上へと繋がった。さらに、本工事よりローラ部に加速度計を搭載し、CCV（Compaction Control Value）を締固め指標として相対的な締固め状況を管理した（図—8, 9）。



図—8 加速度計取付状況



図—9 CCV管理

【CIM概要】

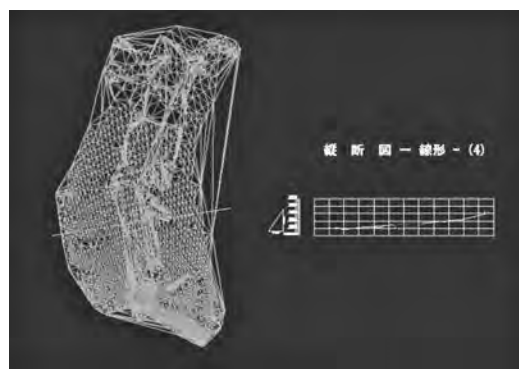
（1）着工前

航空測量から現況地表面の3次元モデル、設計図面から掘削面や構造物の3次元モデルを作成した。

3次元モデルにより任意の側線での断面表示が可能となり、現況と設計図面とを照合し、工事数量の算出をした。設計図面の3次元モデルは情報化施工での施工図面として展開した（図—10）。

（2）施工中

各建設機械に計測機器として加速度計、GNSS受信機、ICタグを搭載し、ICTを活用して情報の取得を行うことで、施工過程の情報を可視化し、リアルタイムで一元管理し、情報の共有・活用を可能にするシステムを構築した。インターネット、サーバを使用して情報の収集・分析を行



図—10 現況、設計との照合及び断面表示

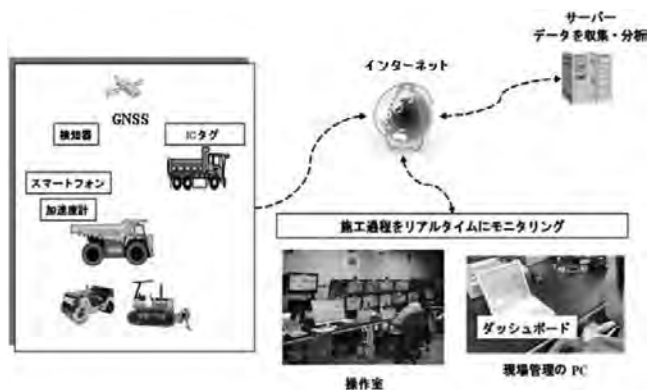


図-11 モニタリングシステムのイメージ

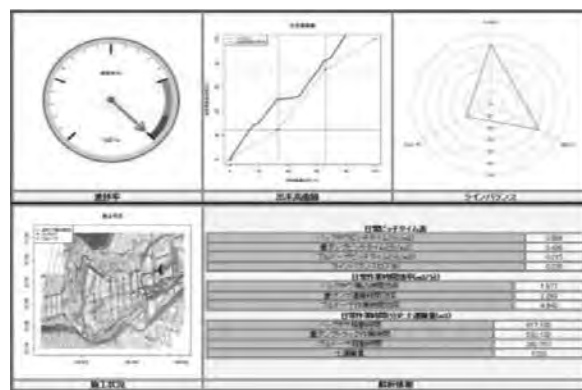


図-12 土工事の運行管理システム

うことから、インターネット環境が整備されている場所であれば、施工情報をリアルタイムで把握することを可能にした。

このシステムを使用することにより、現場と本社・支店や発注者とのリアルタイムによる施工情報の共有が可能であり、様々な立場・視点から施工状況を検討でき、情報を活用していく点においても有効である(図-11)。

(2-1) 土工事の運行管理システム

ダンプトラックにGNSS受信機を搭載していることから、積み込み場所から荷卸し場所までを個別毎に管理することが可能になった。またダンプトラック個別の詳細な土量の動きが正確に把握できるようになり、測量作業をすることなくトレーサビリティを定量的かつ明確に把握することが可能になった。これにより材料が数種類、荷卸場所が数箇所になった場合においても対応することが可能になる。トレーサビリティの情報をリアルタイムで得られることから、進捗状況に合わせた指示や施工条件の相違による土運搬量の評価をすることができた(図-12)。

(2-2) RCC コンクリート打設管理システム

現場とコンクリート工場間をコンクリート運搬するダンプトラックに搭載したICタグと現場及びコンクリート工場に設置された受信機により、リアルタイムで進捗状況を把握すると共に、コンクリートの練混ぜ開始から締固め完

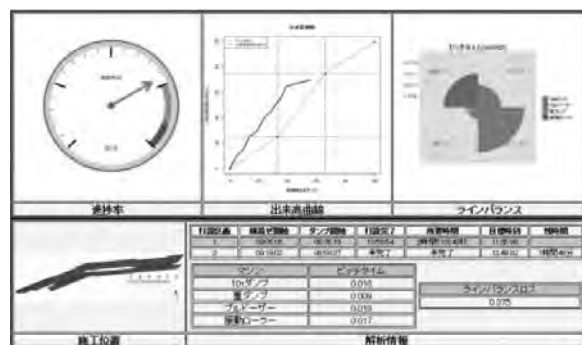


図-13 RCC コンクリート打設管理システム

了までの時間管理(トレーサビリティ)を行うことで品質管理を行った(図-13)。

(2-3) 安全管理システム

加速度計を使用する工事用道路の評価をしたハザードマップの導入を行い、安全管理の向上を図った。xyzの3軸の加速度を解析することで、縦滑り、横滑り、不陸のハザードを検出する。この数値は道路の損傷の状態を表しており、同じ場所に連続して発生することにより道路補修の時期を示す1つの指標となった。

特に無人化施工においては、カメラ画像では工事用道路の状態を把握することが困難なため、危険である箇所をリアルタイムに把握しながら建設機械を操作できることは、オペレータ支援として非常に有効であった(図-14)。

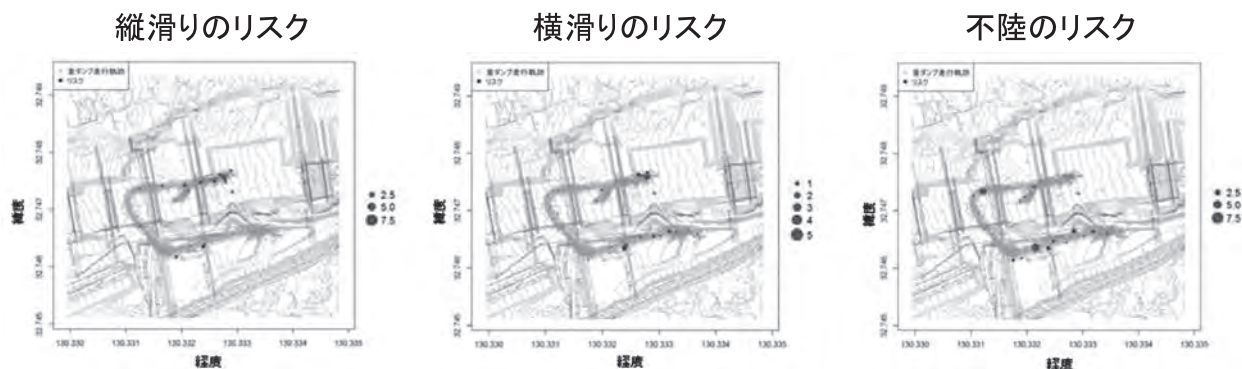
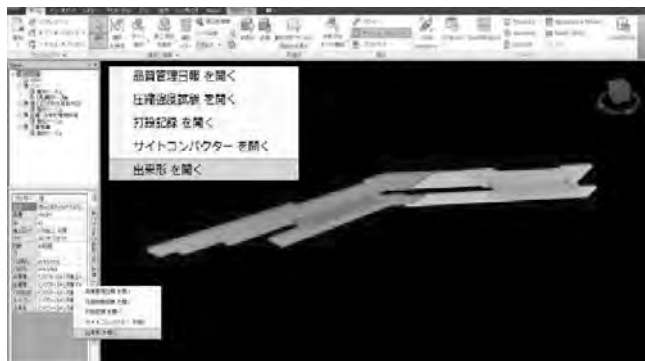
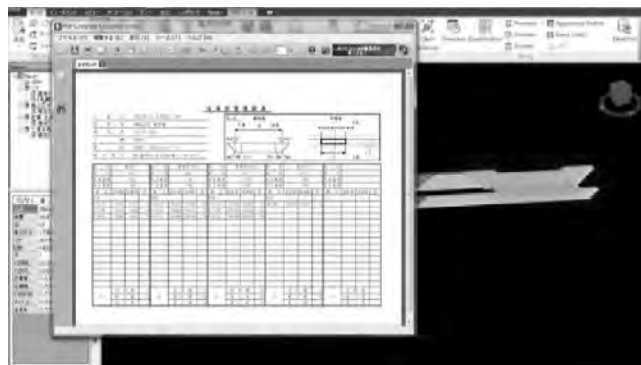


図-14 ハザードマップ



図— 15 構造物 3 次元モデル



図— 16 出来形管理データの呼出し

(3) 完了時

既存ソフトを使用し，構造物の3次元モデルに品質・出来形・写真等の施工データを集約することでデータの一元管理を行った。3次元モデルの打設ブロックをクリックす

ることで，施工管理記録を瞬時に表示することができ，工事完了後のデータ維持管理を容易にできる。また，竣工図書として発注者に提出することにより書類の削減にもなる（図— 15， 16）。

お断り

この JCMA 報告は，受賞した原文とは一部異なる表現をしています。

部 会 報 告

アスファルトプラントの変遷（その1）黎明期～昭和12年

機械部会 路盤・舗装機械技術委員会（アスファルトプラント変遷分科会）

我が国における道路舗装の殆どは、アスファルトを用いた舗装が採用されている。道路舗装の材料として用いられるアスファルト混合物は、所定の温度・品質を満足するように、骨材を乾燥・加熱しアスファルトと均一に混合するアスファルトプラントで製造される。アスファルトプラントは多種類の安定した品質のアスファルト混合物を製造できる能力を持つ設備でなくてはならない。

アスファルトプラントの設備内容も時代とともに進化した。まず、外国製機械の導入から始まったが徐々に日本製の機械を製造し国産化が進んでいった。高速道路建設の需要から混合容量の増大とともに混合性能の大きいアスファルトプラントが要求され次第に大型化されていく。そのうえ、舗装廃材再利用技術指針発刊により、廃材（舗装発生材）をアスファルト混合物として再利用するための装置が付加されより高度な設備となる。京都議定書採択により排ガス量の削減等の環境対応型がさらに求められた。

時代の要求にアスファルトプラントがどのように応じてきたかを、ここに紹介し、今後の更なる機械装置や管理技術の発展を期待したい。

第1章 舗装の歴史

(1) 概要

道路用語辞典（日本道路協会編 道路用語辞典 丸善昭和52年）によると舗装とは、『人や車両の通行に便利のように、道路面をレンガ、石片、アスファルト、セメントなどで固めたもの。広い意味では、砂利道や防塵処理・表面処理などを施した路面を含めるが、一般には路盤及び2～3cm以上の表層を持つアスファルト舗装またはコンクリート版を持つセメントコンクリート舗装をさす。』と定義している。現在、我が国の道路舗装の殆どをアスファルト系の舗装が占めているが、過去においてはセメント系の舗装が主であった時代もあった。これらは、道路舗装が供される用途（道路の対象とするものが馬車なのか自動車なのか、あるいは人か）や、道路が建設される時代の背景によって変遷していった。

(2) アスファルト舗装の歴史

現在発見されている道路の中でアスファルトが初めて舗装に使われた道路は、BC600年頃の古代メソポタミア文明の中心都市バビロンの道路であろうといわれている。その後中世における長い低迷期を経て、ようやく18～19世紀にかけて各種舗装工法が考案されたのを機に道路技術が進歩した。アスファルトが道路舗装に本格的に使用されるようになったのは、ロックアスファルトが発見された以降といわれる。19

世紀半ばにスイスの鉱山技師がロックアスファルトを加熱して平坦に敷き均し、ローラーで転圧する工法を考案し施工した。さらに、フランス、アメリカでシートアスファルト舗装が施工され、これが近代アスファルト舗装の始まりと目されている。

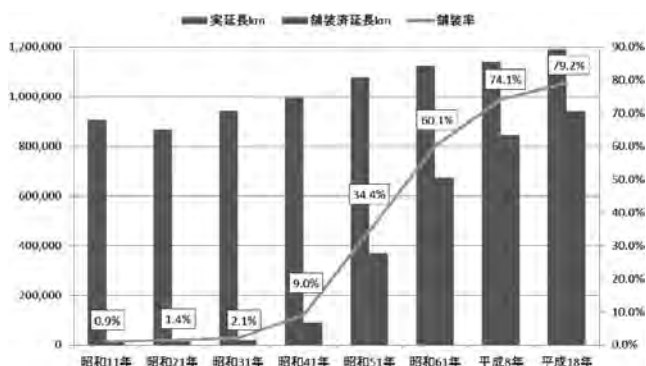
我が国におけるアスファルトを用いた舗装として最初のものは、1878年（明治11年）に東京神田の昌平橋の橋面舗装で、秋田産の土瀝青（天然アスファルト）が使用された。しかし、アスファルト舗装が本格的に普及するのは、1903年（明治36年）に自動車が初めて輸入されて以降である。自動車が普及するにつれ、従来の碎石道路はそのスピードと重量に耐えられなくなり、また粉塵の発生が大きな問題となってきた。このため、1911年（明治44年）から1914年（大正3年）にかけて東京市は木塊舗装、シートアスファルト舗装、瀝青コンクリート舗装の3種類の試験舗装を実施した。これが、自動車交通を対象とした近代舗装の先駆けである。1919年（大正8年）に旧道路法が公布され、道路舗装整備のための体制が整うにつれて実際の道路舗装の施工も活発になり、京浜国道・明治神宮外苑道路や阪神国道などの舗装工事が相次いで着工された。工事のための各種舗装機械も輸入されるようになり、1921年（大正10年）には12 ton/hのポータブル型アスファルトプラントが輸入され、我が国の道路技術に一大進展をもたらした。関東地方に有史以来未曾有の被害をもたらした、1923年（大正12年）に発生した関東大震災の復興のため道路整備が急速に進められた

ことにより、舗装技術が一段と向上し、アスファルト舗装も本格的に実施されるようになってきた。一方、費用の面から乳剤の研究が開始され、1927年（昭和2年）には輸入されたビチュマルスを使った乳剤舗装が試験的に行われ、全国的に広がった。しかしながら、その後昭和10年代の不況、大東亜（※1）戦争の勃発により工事規模は縮小された。戦時期は完全な統制経済の下、限られた資材・資金の枠の中で最善の技術を生む努力がなされたが、建設工事・舗装工事は共に軍施設関係が主体となり、終戦に近くなつては軍事関係以外の工事は停止せざるを得ない状況であった。

終戦後、荒廃した国土と経済の復旧に道路の整備が不可欠なことは認識されていたが、占領軍関係の工事を除き道路の復興・整備は遅々としたものであった。米軍からカットバックアスファルト（MC）の放出や、米軍貸与の機械を用いて舗装されたのもこの時代の特徴である。1953年（昭和28年）に『道路整備の財源等に関する臨時措置法』が制定され、翌1954年（昭和29年）の『第1次道路整備5箇年計画』が始まると、我が国の道路整備は急速に進展していった。1963年（昭和38年）に我が国初の都市間高速道路として名神高速の尼崎～栗東間が開通し、1965年（昭和40年）に西宮～小牧間の全線開通となった。（アスファルトの利用技術：社団法人 日本アスファルト協会）現在では、約10,218 kmの高規格幹線道路（高速道路）が供用されるに至った。（平成24年度末現在：国土交通省）（※1 大東亜戦争＝太平洋戦争）

道路延長及び舗装道（総務省統計局より：明治27年～平成8年 国交省より：平成18・20年）

表 1-1 道路延長及び舗装道



- ・明治27年 実延長 272,714 km 舗装済延長 0 km
- ・明治27年は北海道・沖縄を除く ・簡易舗装は含む
- ・昭和21年～41年度は縄を除く
- ・昭和31と41年度は年度末値 以降は年初値
- ・平成20年 実延長 1,196,216 km 舗装済延長 953,805 km
- ・高速自動車国道は除く

第2章 黎明期・プラントの国産化

アスファルトプラントは、アスファルト・砂・骨材・石粉を混合し、アスファルト合材を製造する機械である。プラントが登場するまでは、アスファルトをドラム缶で加熱、砂・骨材は鉄板の上で加熱し、人力でこれらの混合を行っていた。

(1) 輸入機の導入

1919年（大正8年） 旧道路法公布

1921年（大正10年）メートル法公布

我が国初のアスファルトプラント導入

ワーレンブラザーズ社製 600 yd² ポータブル・スタンダード型を宝田石油が導入。（社）日本アスファルト合材協会 20年のあゆみ）

東京市の施工による明治神宮外苑道路工事用として、ワーレン型プラントが輸入された。ストックヤードで所定の配合を行い、人力で直接横長ドラムの前半分のドライヤー室に投入、乾燥加熱したのち後半分の攪拌室へ移動させ、同時にアスファルトを混合し排出する構造であった。（アスファルト：日本アスファルト協会 1982年第133号 高井・井出上氏）

宝田石油に続いて、大正10年から11年にかけて、東京市がアメリカから先に述べた 800 yd² のイロコイス型と 1000 yd² のヘザリントン型、それに 1800 yd² のカンマー型の各1台あてを輸入し、芝浦と州崎の混合所に設置した。（社）日本アスファルト合材協会 20年のあゆみ）

当時のプラント能力呼称は『ヤード』表示であった。1日10時間働いて舗装厚5 cmを施工できる面積(yd²：平方ヤード)をヤードで示す方法で、1964年（昭和39年）の東京オリンピック頃まで通用していた。(100 yd² = 83.61 m²)（建設の機械化：1978年1月号 大成道路株（現：大成ロテック株）倉田氏）

1923年（大正12年）関東大震災

1923年（大正12年）神戸新聞 7月15日 記事（句読点なし）

道路の完成に就いて最も大切なものはミキシングプラントの選択にして此優劣如何は直に道路の完否に影響するを以て近來優秀なるミキシングプラントの輸入は漸く注目を惹き従つて是れが販売にも相当の競争を生ずるに至つた此ミキシングプラントは嘗て浅野物産が米国ワーレン社の日本代理権を有し東京大阪京都の各都市に売込んでいたが温度及び分量の計量装置なく混



写真 2-1 ワーレン社（米）製
セミポータブルプラント 2000 yd² 型
(日本石油道路部 (現：(株) NIPPO))



写真 2-2 カンマー社（英）製 1800 yd² プラント
復興局土木部道路課蔵前作業所
(高野政造氏 (株)高野組創業者：現 前田道路(株) 東京市土木局の吏員時代の写真)

合の度合が同一ならざるため種々欠点を生じ失敗に帰したる模様にして時恰も都市計画の発表ありて昨年上半年より米国ユニオンオイル、テキサス、トリニダードアスファルト各会社より夫々技師来朝し是が計画の進捗に参与しつつあるが一様にワーレン機の不備を指摘したのでイロコイス、ヘゼリントン、カマー（※1）の各社は相呼応して売込みの宣伝を開始したが此代理権はカマーは三菱、ヘゼリントンは東洋工業社が有しているが世界道路会議に於て最良と認定されたるイロコイス機の代理権は昨年夏遂に鈴木商店が日本及其領土の一手販売権を契約し東京市は最近イロコイス二台、ヘゼリントン、カマー各一台を購求して試験的に使用しつつあるが此新機は漸次他都市に使用せらるる傾向あり本邦としては来る十一月頃までは道路工事の好時機なれば前記各社の売込競争も熾烈となるべきが鈴木商店では最近某方面へ売込むべくストックとして一二台輸入し又神戸市へは見積を提出したというから道路工事界は目先是等新機の輸入に拠って興味ある場面を展開するであろう。（※1 カマー＝カンマー）

1924 年（大正 13 年） 純国産自動車『オートモ号』市販される

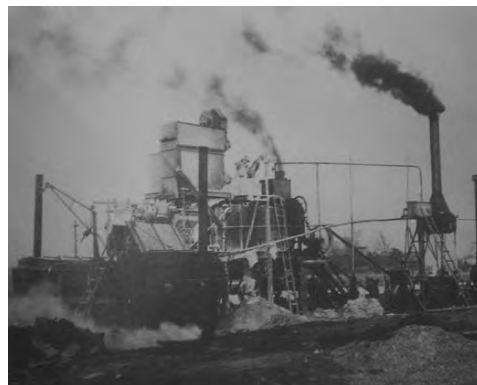


写真 2-3 カンマー社（英）製 1200 yd² プラント
大倉土木 (現：大成ロテック(株))

明治神宮外苑道路舗装工事

アスファルトコンクリートは、砂・碎石を乾燥機の中で加熱したる後、石粉及び熔解せるアスファルト等を適当なる比に配合し、混合機にて混合したる後、自動車に積んで現場に運搬し、ショベルでかき広げ、レーキでかきならし、その上を転圧機で十分転圧して厚 2 吋（インチ）に仕上げるもので、之らの乾燥、熔解、混合の機械設備を総称して、アスファルトプラントと云っている。之には 4 つの主要部、即ち動力用として、60 馬力ボイラー及びエンジン、熔解用としてはメルチングケトル、乾燥用としてドライヤー及び混合機ミキサーよりなり、之にコールドエレベータ、ホットエレベータ、ダストエレベータ、スクリーン、ストレージビン、ウェスチングボックス等がついている。

熔解釜は 1800 ガロンのもので 2 個、900 ガロンのもので 1 個よりなり、アスファルトをその舗装の種類に応じ、摂氏 150 度に加熱して熔解せしむるもので、圧搾空気により之を導き 1 回分の混合量を秤量バケットにて計算して、ミキサーに送るものである。（1 ガロン ≒ 3.785 L）

乾燥機は回転式のものであって、火床の上部に設置せられ、燃料は石炭である。碎石及び砂はバケットエレベータにより回転筒に送り 1 吋 4 分の 1、4 分の 3 吋、2 分の 1 吋、8 分の 1 吋の 4 種の篩により各粒度に分かれ、之により適応する貯蔵槽に入れる。しかる後、自重により秤量箱に落とされ 1 回分の混合量を配合比に応じて正確に秤量して混合機に移すものである。プラントの周囲には、石炭、1 吋 4 分の 1 ないし 4 分の 3 吋、4 分の 3 吋ないし 4 分の 1 吋、4 分の 1 吋ないし粉末までの 3 種の碎石、中砂、細砂及び砂利の置場、並びに石灰石粉、アスファルトの倉庫を有し、トロに

よりて運搬せしめている。『日本舗道 50 年史』日本舗道(株)：現 (株) NIPPO)

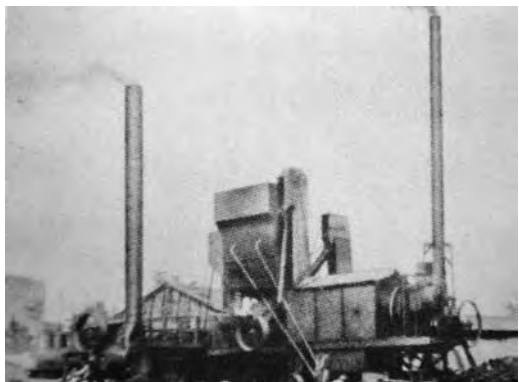


写真 2-4 カンマー社 (英) 製 可動式プラント
1250 yd² (日本石油道路部)

1926 年 (大正 15 年・昭和元年) NHK 発足

大正末年における東京周辺のアスファルトプラントの設置状況を見ると、東京市が芝浦に 2 基、州崎に 1 基の合計 3 基、復興局が蔵前に 1 基、日本石油が業平に 1 基、それに都市土木、大倉組が各 1 基ずつ所有し、総計で 7 基であったことが知られる。これらは全て輸入品である。(社)日本アスファルト合材協会 20 年のあゆみ)



写真 2-5 イロコイス社 (米) 製 800 yd² プラント (日本石油道路部)

(2) プラントの国産化

1927 年 (昭和 2 年) 我が国初の地下鉄開通 上野～浅草間金融恐慌が始まる

我が国で最初の国産プラントは、1927 年 (昭和 2 年) に高野建設が 800 yd² のものを製作し、1928 年 (昭和 3 年) に試運転に成功 (浦和市地先で稼動) したもので、高野式第 1 号機と命名されている。(建設の機械化：日本建設機械化協会 1978 年 1 月号)

高野式 1 号機製作費

2000 ～ 2400 円／基…乗用車 (シボレー 4 ドアセダン) 2495 円



写真 2-6 川崎鉄工所製 高野式第 1 号機 800 yd²
(高野政造氏 個人経営時代)

この頃輸入していたアスファルトプラントは、ドラムのタイヤ (ドラムローラ) に鉄道用のレールを真円に加工して使用していたらしいが、我が国の当時の技術ではこの真円加工がうまくできなかったため、機関車用車輪の中古品を加工して、これに合わせてドラムを作製したとのことである。(建設の機械化：1978 年 1 月号 大成道路(株)倉田氏)

1928 年 (昭和 3 年)



写真 2-7 高野式 2 号機 2000 yd² 月島に設置 (株)高野組



写真 2-8 横浜林町 (大成建設(株)道路部 現：大成ロテック(株))

1931 年 (昭和 6 年) 羽田空港開港

アスファルト舗装工業所熊野組 (現：熊野舗道工業(株)) 代表者 熊野要蔵氏が熊野式アスファルトプラントを考案。『東亜道路工業六十年史』

逗子～葉山御幸道路トペカ舗装工事

(トペカ：アスモルに粗骨材が浮いているような細骨材主体でアスファルトの多い合材)



写真 2-9 カンマー社（英）製アスファルトプラント（日本石油道路部）

横浜市救済事業舗装工事 新山下町プラント 昭和 6 年 小岩国道改良事務所内に設置された。



写真 2-10 新山下町プラント（日本石油道路部）
右：カンマー式 1000 yd²
中央：ワーレン式スタンダード 800 yd²
左：ワーレン式ポータブル 600 yd²

高野式 3 号機は 1 号機に改良を加えたものであり、当時の数台は昭和 35 年当時も稼働していた。『高野建設風雪 30 年』（株）高野建設：現 前田道路（株）



写真 2-11 高野式 3 号機（株）高野組

表 2-1 カンマー式アスファルトプラントの仕様及び実測寸法

名 称	単位	数量	仕様	実測寸法
乾燥器	個	1	容量毎時 8 米噸（トン）	上径：1.83 米（メートル） 下径：1.40 米 長：3.47 米
混合器	個	1	1 回容積 6 立方呎（フィート）	幅：80 糎（センチメートル） 深：50 糎 長：110 糎
貯蔵箱	個	1	容量毎時 8 米噸	
篩	個	1	円錐形 4 室区画回転式	上径：70 糎 下径：55 糎 長：184 糎
計量器	個	1	オープン箱型 4 桿式	砂秤量目盛：500 封度（ポンド） 碎石秤量目盛：500 封度
As バケット	個	1	125 封度秤	幅：40 糎 深：31 糎 長：62 糎
車体	個	1	全鋼 4 車輪型	
動力機	台	1	汽缶は汽関車型	汽缶気圧：125 封度 馬力：30 封度 汽機馬力：25 封度
溶解釜	個	1	容量 15 米噸	上幅：211 糎 下幅：95 糎 長：338 糎 As 缶：35 本にて深さの 1/8
CE バケット	掛	1		バケット数：41 個
HE バケット	掛	1		バケット数：37 個

※ As：アスファルト

CE：コールドエレベータ

HE：ホットエレベータ

封度：ヤードポンド法の質量の基本単位。

常用ポンドは 1 ポンド ≒ 453.59 グラム。

（建設の機械化：1978 年 1 月号 大成道路（株）倉田氏）

1932 年（昭和 7 年） 箱根峠～熱海峠間十国自動車 専用道開通（のち無料開放）



写真 2-12 横浜市山手本通りワービット舗装工事

左：日石型 右：カンマー式

（ワービット舗装：粗粒・細粒の 2 種類のアスファルト混合物を用いて粗粒度混合物を主体とし、その上に細粒度混合物を薄く被覆して、同時に締め固める舗装。出展元：建設の施工企画）



写真 2-13 静岡市両替町ワービット舗装工事
日石型（日本石油道路部）



写真 2-14 高野式アスファルトプラント（2基併設）（株高野組）
兵庫県尼崎～宝塚（武庫川の河原に設置）

1935 年（昭和 10 年） 三陸沖地震
丹那トンネル開通
国際連盟脱退

昭和 10 年期頃より終戦直後にかけて、杉村鉄工所
が $600 \text{ yd}^2 \cdot 800 \text{ yd}^2 \cdot 1000 \text{ yd}^2$ のプラントを製作・販売。
（建設の機械化：日本建設機械化協会 1978 年 1 月号）

1936 年（昭和 11 年） 日本職業野球連盟発足
日本舗装同業会設立
2・26 事件勃発
D51 型蒸気機関車 1 号機完成
第 2 京浜国道着工（横浜～
品川）



写真 2-15 高野式プラント 福岡県国道 2 号線工事
箱崎～馬出間 箱崎宮前海岸砂浜に設置（株高野組）

1937 年（昭和 12 年） 第一回全関東自動車競走大
会開催
（丸子多摩川オートレース場）
呉海軍工廠にて大和起工
徳島市小松島線産業道路ペノリシック舗装工事



写真 2-16 ペノリシック舗装
（ペノリシック舗装：先にアスファルトモルタルを施工し、これに付着しや
すいように灯油をまぶしつつ骨材を押し込む舗装 出展元：建設用語中辞典）

J C M A

部 会 報 告

トンネル工事現場見学会

機械部会 トンネル機械技術委員会

1. はじめに

機械部会のトンネル機械技術委員会では、平成 28 年度現場見学会を 2016 年 6 月 9 日、10 日の 2 日間で岩手県内の 2 つの道路トンネル現場を対象に実施したので本誌に紹介する。

参加者は事務局を含め 22 名であった。

2. 見学会スケジュール

平成 28 年 6 月 9 日（木）～ 10 日（金）

1 日目（6 月 9 日）

- 8：48～11：47 東京～北上（新幹線等）
- 12：00～14：30 北上～新鍬台移動（貸切バス）
- 14：30～17：00 新鍬台現場見学
- 17：00～17：30 新鍬台～釜石移動（貸切バス）
- 17：30～ ホテルチェックイン 釜石泊
- 18：00～20：00 夕食

2 日目（6 月 10 日）

- ～ 9：00 朝食・チェックアウト
- 9：00～12：00 釜石～新区界移動（貸切バス）
- 12：00～13：00 昼食（道の駅区界高原）
- 13：00～15：00 新区界現場見学
- 15：00～16：00 新区界～盛岡移動（貸切バス）
- 16：00～ 盛岡駅にて解散
- 16：50～19：04 盛岡～東京（新幹線）

3. 工事場所・概要

1 日目（6 月 9 日）

- ・工事名称 国道 45 号 新鍬台トンネル工事
- ・工事概要 トンネル工：本坑 3,330 m,
避難坑 3,362 m
橋梁下部工：橋脚 3 基・発破掘削、タイヤ工法
- ・発注者 国土交通省 東北地方整備局 南三陸国道工事事務所
- ・施工業者 前田建設工業㈱
- ・事務所住所 岩手県釜石市唐丹町字上荒川 148-3

2 日目（6 月 10 日）

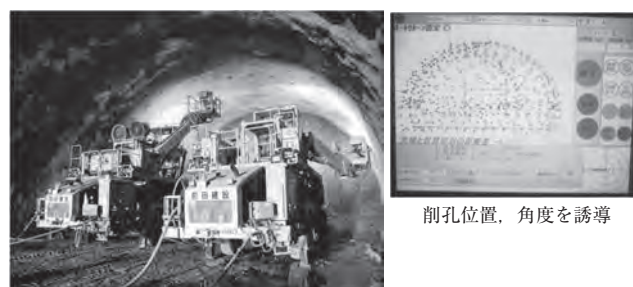
- ・工事名称 宮古盛岡横断道路 新区界トンネル工事
- ・工事概要 トンネル工：本坑 3,688 (全体 4,998 m),
避難坑 5,045 m
発破掘削、タイヤ工法、掘削断面積
本坑 112.7～131.1 m², 避難坑 15.5 m²
- ・発注者 国土交通省 東北地方整備局 岩手河川国道事務所
- ・施工業者 鹿島・東急特定建設工事企業体
- ・事務所住所 岩手県宮古市区界第 2 地割 466-2

4. 現場見学

(1) 新鍬台トンネル工事

新鍬台トンネルでは、高速施工への取組を行っており起点側（大船渡）、終点側（釜石）それぞれにおいて実施していた施工機械、設備について見学した。

(a) 削岩機



図一 1 ドリルナビゲーションシステム搭載ジャンボの稼働状況



図一 2 フルコンピュータ制御ジャンボの稼働状況

(b) マルチバルーン (写真—1)

トンネル断面形状に合わせて縫合した防弾チョッキとパラショーツ素材のバルーン内に空気を送り込み、発破前に切羽後方 80 m の位置に隔壁を設置。

飛び石に対する発破退避距離の縮減と切羽から 80 m 間に封じ込めた発破後ガスを強制的に換気することにより退避時間短縮。



写真—1 マルチバルーン

(c) ずり積込機械

① 3.5 m³ 級ホイロローダ 2 台によるずり積込 (写真—2)

長大トンネル断面形状条件に着目し、大型積込機械 2 台による高速ずり出しサイクルを実現。

写真—2 3.5 m³ 級ホイロローダ 2 台によるずり積込

② ヘグローダ 10HR による避難坑掘削すり積込 (写真—3)

様々な施工機械、施工技術を採用した新鋭台トンネルの最大月進記録は、大船渡側で 232.5 m/月 (掘削土量: 26,800 m³)、全体の進行長は 384 m/月 (H28.1.16 ~ H28.2.15) となっていた。



写真—3 ヘグローダ 10HR による避難坑掘削すり積込

(2) 新区界トンネル工事

三陸沿岸の岩手県宮古市と内陸の盛岡市を結ぶ全長約 100 km の道路で、復興支援道路として事業化され建設が進められている。このうち、新区界トンネルは、同道路の最大の難所と言われる区界峠を貫く全長約 5 km の長大トンネルである。完成すると東北地方で 3 番目、岩手県内で一番長い道路トンネルとなる。

新区界トンネルは全長 5 km と距離が長いので、幅員 12 m の本坑と、緊急車両などが通行するための幅員 5 m の避難坑の 2 本のトンネルで構成される。本坑と避難坑は 5 か所の連絡坑で結ばれる。今回の工事は、本坑の 4,998 m と避難坑 5,045 m の施工を行う。

早期開通が求められる同トンネルでは、本坑、避難坑の宮古側・盛岡側からの同時掘進や高性能ドリルジャンボの導入など、高速施工に対する様々な取り組みを行っている。また、冬期間は積雪も多く、マイナス 20℃ にもなる気象条件であるため、品質の良い覆工コンクリートを打設するための様々な工夫をしながら施工を行っている。

工事の進捗は、避難坑が起点側 (宮古側) 2,005 m、終点側 (盛岡側) 1,010 m まで掘削完了、本坑は起点側 878 m、終点側 510 m まで掘削完了であった。



写真—4 4 ブームコンピュータジャンボ見学



写真—5 吹付作業見学



写真—6 見学者全員の記念撮影

本坑終点側の切羽では4ブームコンピュータジャンボによる自動削孔が行われていた(写真—4)。また起点側では2ノズル吹付機の吹付け作業を行っていたが、換気設備は『送気, 吸引捕集方式』を採用していて視界も良好でとても良い環境の中で作業を行っていた(写真—5)。またトンネル坑内は大変よく整備されていてとてもきれいな現場との印象を受けた。

J C M A

[筆者紹介]

坂下 誠(さかした まこと)
前田建設工業(株)
土木事業本部 機械部
機械技術グループ長

加藤 誠(かとう まこと)
鹿島建設(株)
機械部
部長(施工技術担当)



吹付けノズルマンの技能評価試験

谷倉 泉・設楽 和久・三浦 康治

1. はじめに

近年、我が国の橋の多くは過酷な交通や自然条件等の供用環境の影響によって様々な損傷や劣化が顕在化してきている。我が国におけるスパン2m以上の橋は全国に約70万橋が存在するが、今後20年を経過すると全橋梁の約半数が建設後50年を経過することから、急に橋の高齢化が進み補修費用が急増することが懸念されている。

一方で、我が国は少子高齢化が進んでいるだけでなく労働者の建設業離れも深刻であり、震災後の復興事業と相まって、点検や補修に必要な人や物、資金も不足しているのが現状である。このような社会環境においては、必然的に構造物の建設時だけでなく、維持補修においても耐久性のある対策が求められる。

コンクリート構造物に着目すると、最近塩害をはじめとして中性化、凍害、ASR、施工不良など、変状の種類も多岐に渡っており、その範囲も桁、床版、橋脚などあらゆる部位に及んでいる。

特に飛来塩分や凍結防止剤による塩害では、コンクリートの表面だけではなく、腐食した鉄筋の背後にまで塩分が浸透しているケースが多く見られる。このような構造物を断面修復工法によって補修する場合には、再損傷を防ぐために塩分濃度の高い鉄筋背面までコンクリートをはつり取る必要があり、その背面を吹付けモルタル等によって十分に充填させることが重要となる。

また、近年多発している各地での中小地震だけでなく、今後の発生が懸念されている大規模地震に対しても、橋脚のコンクリート巻立て等による耐震補強対策のニーズは増加している。これらの巻立て補強においても、工期短縮や巻立て厚の低減等の面で、吹付け工法は合理的、かつ有効な手段となってきた。

NEXCOでは、構造物施工管理要領（平成28年8月）¹⁾において、コンクリート構造物の断面修復に用いる材料の鉄筋背面への充填性を確認する手段として、試験法432を定めている。また、土木学会においても、吹付けコンクリート指針（案）（平成17年7月）²⁾を発

行し、吹付け材料の耐久性や既設コンクリートとの付着性状など、各種の性能を評価するようにしている。

しかしながら、材料の性能は良くても施工を行うノズルマンの技量が不十分な場合や、施工監理技術者が吹付けの要点を十分把握できていない場合には、良好な施工品質が保証できないことが懸念される。現状を鑑みると、コンクリート構造物は今後も高齢化に伴う経年劣化が進むことは明らかであり、さらに多くの劣化因子の影響によって構造物の変状も増大していくことが予測される。断面修復工法や巻き立て工法等の適用により、これらの社会資本を健全な状態で維持管理していくためには、良質な材料と確実な施工方法を用いて、専門的知識の豊富な技術者や高度な技術を有する技能工らが一体となり、正しく補修・補強対策を行っていくことが重要と言える。

本報告ではその一翼を担うノズルマンの技能証明に関し、施工技術総合研究所が2009年から実施している「吹付けノズルマンの技能評価試験」（NEXCO試験法432に準拠）について紹介する。

2. 断面修復材の要求性能と性能評価方法^{3), 4)}

断面修復材の要求性能は、

①力学的性能（圧縮強度、弾性係数など）

②断面の修復に特有な性能

（付着強度、ひび割れ抵抗性、鉄筋背面への充填性など）

③耐久性能

（遮塩性、中性化抵抗性、凍結融解抵抗性など）

の3つに分類できる。力学的性能や耐久性能は、通常コンクリート構造物と同様の性能として断面修復材に要求されるが、断面修復に特有な性能は次の理由により規定している。

付着強度は、断面修復材と既設コンクリートとを確実に一体化するために必要である。また、断面修復材は既設部材との材齢差が大きいことから、乾燥収縮、自己収縮等の影響で有害なひび割れやはく離を生じる可能性があり、ひび割れ抵抗性が要求される。さらに、

既設コンクリートの劣化状態に応じて鉄筋の裏側までは取り取って断面修復する必要があるため、断面修復材が鉄筋背面まで確実に充填される性能が要求される。さらに、現場では上向きや横向きなどの施工方法や供用下での振動の影響など、実際の施工条件も考慮する必要がある。

これらの成果は、現在、試験方法や施工方法をとりとまとめた設計・施工指針として、「NEXCOの構造物施工管理要領、試験法 432: 断面修復用吹付けモルタルの試験方法、2006」として、運用されている。

断面修復材がポーラスで水密性が低い場合や有害なひび割れを有している場合には、劣化因子が断面修復部に浸入しやすいことは明白であり、特に鉄筋背面に大きな空隙が存在すると、鉄筋の付着が確保されないだけでなく、中性化や塩害等に伴う鉄筋の腐食が一段と増幅されることが懸念される。また、鉄筋背面以外でも空隙の少ない密実な断面修復材が施工されなければならない。

このようなことから、吹付け施工の際には、耐久性を確保するうえで、特に鉄筋背面などに隙間なく密実に充填し、かつ有害なひび割れを生じないようにすることが重要である。このようなことから、吹付けノズルマンの技能評価試験では、試験法 432 に準じて鉄筋背面への充填性とひび割れ抵抗性に着目して、試験を行うこととしている。

なお、実際の構造物の施工にあたり、個々の施工現場における配筋状態や鉄筋裏のあきは、技能確認用の試験体とは異なることが予想されるため、必要に応じて実構造物を模した配筋条件の試験施工を実施して評価すればよいと思われる。

3. 試験の実施要領

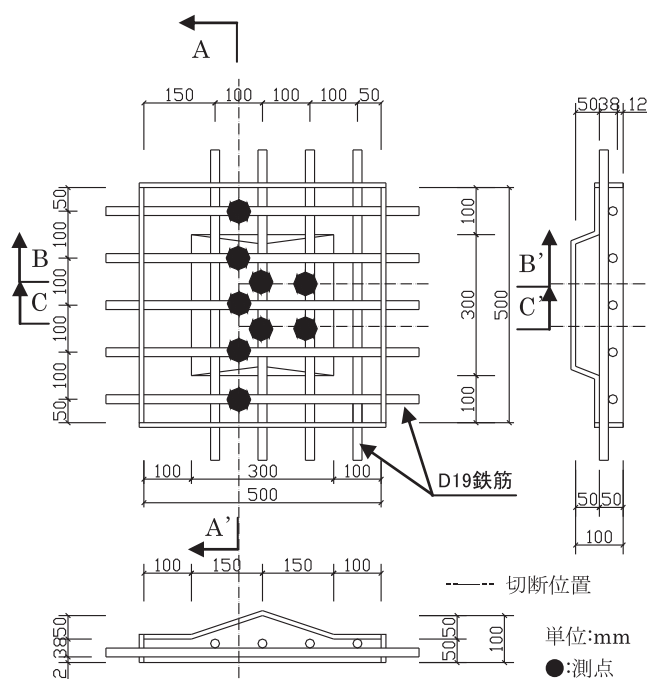
技能評価試験では、床版下面等への吹付け施工を想定し、写真—1と図—1に示す鉄筋と型枠の間隔を数段階変化させた試験体を天井面に取り付け、この試験体に上向きで吹付けを行う。鉄筋仕様は、NEXCOにおける床版の標準設計から、代表的なものとして鉄筋径 D19 mm、ピッチ 100 mm のクロスとしている。

吹付け厚さは、鉄筋背面まで塩分が浸透しているコンクリート構造物を鉄筋背面までは取り、断面を修復する場合を想定し 10 cm としている。吹付けは、試験体の 10 cm の厚さに対して、通常の 1 回あたりの吹付け厚さ 3 cm 程度を考慮し、3 層以内で表面まで施工する。

試験に用いる吹付けシステムおよび使用材料は、受



写真—1 鉄筋背面への充填性試験状況



図—1 鉄筋背面への充填性試験体

験するノズルマンが持参し準備する。受験者は、各自で使い慣れたノズルを持参し、実技試験に使用してよい。材料については、所定の性能が確保されているものを使用することが前提であり、そのため、性能評価試験（試験法 432）に合格した材料を用いることとしている。

4. 吹付け施工時の留意点

吹付け施工では、良質の材料を用いて断面修復を確実に行うため、鉄筋背面への充填性やひび割れ抵抗性を確保する必要がある。そのためには、使用する材料や施工設備の特性を適切に考慮して施工を行わなければならない。ノズルマンの技量が未熟であったり、材料の性能が悪いと鉄筋背面に有害な空隙やひび割れが

生じる場合がある。これを防ぐために必要な施工時の主な留意点は次のとおりである。

- ①当日の気温や湿度等の気象条件の違いにより、吹付け材料の物性は微妙に変わるため、適切な吹付けが行えるように加水量や材料の練り上がり温度等の調整を行う。
- ②吹付け材料を鉄筋背面へ回り込ませて有害な未充填箇所が生じることを防ぐため、適切な吐出量と空気に調整する。
- ③上記①、②の施工に向け、直前の試し吹きによりこれを確認しておく。
- ④吹付け材料を鉄筋背面へ確実に充填させるためには、鉄筋の直径や配置および背面のあきを考慮し、吹付けノズル位置（距離）と角度を変化させて施工を行うことが重要である。さらに施工中は、鉄筋背面へ吹付け材料が充填されていることを目視により確認しながら施工する必要がある。
- ⑤材料が有している1層あたりの最大吹付け厚さを越えた吹付けや、所定の養生時間をおかず次の層の吹付けを行うと、自重により吹付け後の材料が落下することがあるので注意が必要である。そのため、所定の厚さを越えないように、目視で確認することや吹付け後の材料の硬化状態を目視や触診により確認することが重要である。
- ⑥吹付け後の凝結が終了した状態でコテ仕上げを行うと、材料の内部や表面にひび割れを生じさせることがある。そのため、コテ仕上げは適切な施工時間・施工方法を遵守する。
- ⑦吹付け終了後、乾燥収縮ひび割れを防ぐため、膜養生剤の散布や養生シートの設置を行い、外気や風から断面修復面を保護するように配慮する。

5. 評価基準・判定

本試験を終えた試験体は、1週間以上経過し十分に硬化した後、図—1のA～C断面の3箇所で切断し、試験体切断面の鉄筋背面への充填性ならびに表面のひび割れ発生状態を目視で確認することにより可否を判定する。可否の判定基準は以下のとおりである。

- 鉄筋の周囲に次に示すような有害な空隙がないこと
 - ①D19鉄筋径の1/2（約10mm）の空隙
 - ②骨材の最大寸法（D）以上の空隙の合計長が10・D mm 以上
 - 吹付け表面に有害なひび割れが発生していないこと
 - ①幅0.05 mm以上のひび割れが発生しないこと
- この試験体の3つの切断面には、D19鉄筋が9本配

置されており、空隙の合計長は、それぞれの鉄筋位置における空隙の長さを合計して求める。試験に合格した試験体の断面の一例を写真—2に示す。

最後に、これらの試験体の切断調査および表面目視観察結果をとりまとめ、受験者宛に試験結果証明書を発行している。表—1に吹付けノズルマンの技能評価試験の合格者数を示すが、この7年間で108名となっている。

また、当研究所が毎年実施している吹付け工事の施工監理技術者講習会の受講者は、合計約670名に達している。



< A - A' 断面 >



< B - B' 断面 >



< C - C' 断面 >

写真—2 切断後の試験体の断面（合格例）

表—1 技能評価試験の合格者数

実施時期	合格者数
平成 21 年度（2009 年度）	25 名
平成 22 年度（2010 年度）	20 名
平成 23 年度（2011 年度）	10 名
平成 24 年度（2012 年度）	—
平成 25 年度（2013 年度）	36 名
平成 26 年度（2014 年度）	15 名
平成 27 年度（2015 年度）	2 名
合計	108 名

6. おわりに

コンクリート構造物の補修・補強のニーズは今後ますます増加すると思われるが、これからの点検データの充実と合わせ、本格的な補修・補強対策はまだその緒に付いた段階だと思われる。

欧米においても、湿式あるいは乾式の吹付けモルタルによる断面修復工法はコンクリート構造物の代表的な補修工法の一つとして用いられてきている。例えば、ドイツにおいては、第二次世界大戦後から吹付けコンクリートによる補修が行われており、吹付けマイスターはノズルマンとして施工に当たっている^{5), 6)}。最近ではEU 統合に伴い、2008 年より EU 規格として

のノズルマン認定制度を発足するに至っており、その認定者数は毎年数十名程度となっているようである。また、米国においても、アメリカコンクリート協会（aci）とアメリカショットクリート協会（ASA）が共同で吹付けノズルマン資格制度を設けており、aciのプログラムとして2001年から資格試験を実施している^{7), 8)}。米国におけるノズルマンの認定者数は、毎年100名程度のものである。

当研究所が実施しているノズルマンの技能評価試験の合格者数は、表—1に示したようにこの7年間で108名（平成28年7月時点）に達しているが、昨今の構造物の変状の増加や技能工の高齢化等を考えると、必ずしも十分とは言えないように思われる。このような点も踏まえ、今後も断面修復工法が確実な補修工法として活用されるように、ノズルマンの技能評価試験を通して安全で耐久性の高い構造物の維持管理に貢献していきたいと考えている。

J C M A

《参考文献》

- 1) 東・中・西日本高速道路(株)編著：構造物施工管理要領，(株)高速道路総合技術研究所発行，平成28年8月
- 2) 土木学会コンクリート委員会吹付けコンクリート研究小委員会編集：吹付けコンクリート指針（案）〔補修・補強編〕（コンクリートライブラリー123），(株)土木学会発行，平成17年9月
- 3) Muroi, Shito, Yokoyama, Tanikura, Takuwa, Izumo: Study on required performance and its verification of repair materials for concrete structures, ICPIC'04, 11th International Congress on
- 4) Shito, Kamihigashi, Yokoyama, Shidara, Miura, Uchida: Experimental study on test condition of performance test for sprayed mortar, ICPIC'04, 11th International Congress on Polymers in Concrete 2nd-4th June, 2004 at BAM, Berlin, Germany
- 5) 2000, 2001 欧州土木構造物補修・補強調査 報告書，社団法人 日本建設機械化協会 建設機械化研究所，2001.3, 2002.3
- 6) 2004, 欧州土木構造物補修・補強調査 報告書，社団法人 日本建設機械化協会 施工技術総合研究所，2004.10
- 7) 2002, 米国土木構造物補修・補強調査 報告書，社団法人 日本建設機械化協会 施工技術総合研究所，2003.3
- 8) American Concrete Institute: ACI506R Guide to Shot-Cretem, January, 2001

〔筆者紹介〕

谷倉 泉（たにくら いずみ）

（一社）日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所
研究第二部
部長

設楽 和久（しだら かずひさ）

（一社）日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所
研究第二部
課長

三浦 康治（みうら こうじ）

（一社）日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所
研究第二部
上席研究員

平成 28 年度 建設投資見通し

国土交通省 総合政策局 情報政策課 建設経済統計調査室

はじめに

我が国の建設投資が、社会経済活動・市場動向等に与える影響は極めて大きい。このため、国土交通省では、国内建設市場の規模とその構造を明らかにすることを目的とし、昭和 35 年度から毎年度、建設投資推計及び建設投資見通しを作成し、「建設投資見通し」として公表している。

1. 建設投資見通しの概要

平成 28 年度の建設投資は、前年度比 1.6% 増の 51 兆 7,700 億円となる見通しである。

①平成 28 年度の建設投資は、前年度比 1.6% 増の 51 兆 7,700 億円となる見通しである。このうち、政府投資は 21 兆 7,300 億円（前年度比 0.8% 増）、民間投資が 30 兆 400 億円（前年度比 2.2% 増）

となる見通しである。これを建築・土木別に見ると、建築投資が 27 兆 6,100 億円（前年度比 1.8% 増）、土木投資が 24 兆 1,600 億円（前年度比 1.4% 増）となる見通しである（表—1、図—1）。

②平成 27 年度の建設投資は、前年度比 0.6% 減の 50 兆 9,500 億円となる見込みである。このうち政府投資は 21 兆 5,500 億円（前年度比 6.1% 減）、民間投資は 29 兆 4,000 億円（前年度比 4.0% 増）と見込まれる。建築・土木別に見ると、建築投資が 27 兆 1,300 億円（前年度比 2.1% 増）、土木投資が 23 兆 8,200 億円（前年度比 3.5% 減）となる見込みである。

③建設投資は、平成 4 年度の 84 兆円をピークに減少基調となり、平成 22 年度には平成 4 年度の半分程度にまで減少した。その後、東日本大震災からの復興等により回復傾向となっている。平成 28 年度の建設投資については、復興予算や平成 27 年度の補正予算等に係る政府建設投資が見込まれることから、総額として 51 兆 7,700 億円となる見通しである。

表—1 平成 28 年度建設投資（名目値）

（単位：億円，%）

年度 項目	投資額				対前年度伸び率			
	平成 25 年度 実績	26 年度 見込み	27 年度 見込み	28 年度 見通し	平成 25 年度	26 年度	27 年度	28 年度
総 計	512,984	512,400	509,500	517,700	13.3	▲ 0.1	▲ 0.6	1.6
建 築	270,783	265,600	271,300	276,100	15.2	▲ 1.9	2.1	1.8
住 宅	164,643	149,200	151,400	154,400	12.9	▲ 9.4	1.5	2.0
政 府	6,750	8,000	7,000	7,100	39.9	18.5	▲ 12.5	0.8
民 間	157,893	141,200	144,400	147,300	12.0	▲ 10.6	2.3	2.0
非 住 宅	106,140	116,400	119,900	121,700	18.8	9.7	3.0	1.5
政 府	21,951	23,300	19,900	20,100	29.5	6.1	▲ 14.6	0.8
民 間	84,189	93,100	100,000	101,600	16.3	10.6	7.4	1.6
土 木	242,201	246,800	238,200	241,600	11.2	1.9	▲ 3.5	1.4
政 府	196,907	198,300	188,600	190,100	12.3	0.7	▲ 4.9	0.8
公共事業	170,687	171,900	161,600	162,900	14.1	0.7	▲ 6.0	0.8
そ の 他	26,220	26,400	27,000	27,200	1.9	0.7	2.3	0.8
民 間	45,294	48,500	49,600	51,500	6.8	7.1	2.3	3.8
再 政 府	225,608	229,600	215,500	217,300	14.4	1.8	▲ 6.1	0.8
民 間	287,376	282,800	294,000	300,400	12.4	▲ 1.6	4.0	2.2
掲 民 間 非住宅建設	129,483	141,600	149,600	153,100	12.8	9.4	5.6	2.3

注 2

注 2

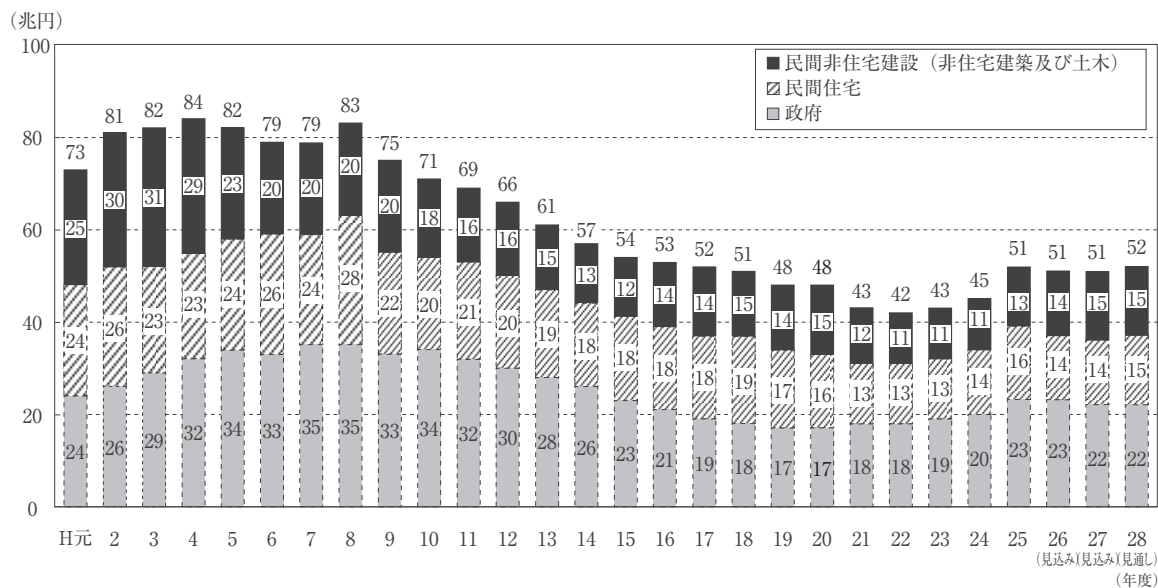
（注）1. 民間非住宅建設＝民間非住宅建築投資＋民間土木投資

2. 平成 28 年度の伸び率のうち、

・政府投資（名目値 0.8%）については、平成 28 年度内閣府年次試算（平成 28 年 7 月 13 日）の公的固定資本形成（実質値▲0.2%）

・民間住宅建築投資（名目値 2.0%）については、同試算の民間住宅（実質値 0.8%）の指標を参考にしてしている。

3. ▲は、マイナス。



図一 建設投資額（名目値）の推移

2. 建築物リフォーム・リニューアル投資の動向

建築物リフォーム・リニューアル投資額は、平成28年度に11兆1,400億円程度となる見通しである。

また、建築投資全体に占める建築物リフォーム・リニューアル投資の比率は、住宅・非住宅の総計で31.7%となる見通しである。

建築物リフォーム・リニューアル投資額は、平成28年度に11兆1,400億円程度（対前年度比0.1%増）となる見通しである。また、その内訳は、住宅37.8%、非住宅62.2%となる見通しである（図二）。

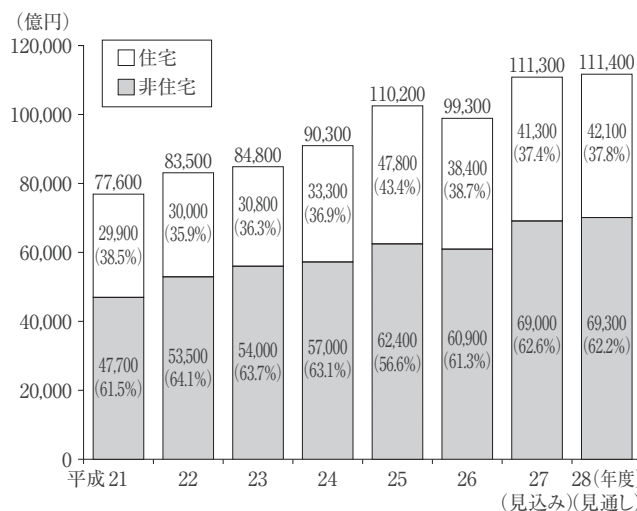
建築物リフォーム・リニューアル投資額に、建築投資見通しの「建築」の投資額を加えた合計額（重複計上分を除く）は、35兆1,700

億円程度となる見通しである。そのうち、建築物リフォーム・リニューアル投資額の占める割合は、平成28年度には住宅で21.9%、非住宅で43.4%、総計で31.7%となる見通しである。

また、建築物リフォーム・リニューアル投資額に、建設投資見通しの「総計」の投資額を加えた合計額（重複計上分を除く）は、59兆3,300億円程度となる見通しである。

3. 国内総生産と建設投資の関係

平成28年度の建設投資が国内総生産に占める比率は、10.0%となる見通しである。



- (注) 1. 投資額とその比率は、国土交通省「建築物リフォーム・リニューアル調査報告」等を元に算出している。
 2. 「リフォーム・リニューアル」とは、既存建築物の増築、一部改築、改装のことであり、劣化等の維持・修繕に加え、従前の建築物の機能を高めるものを含む。

図二 建築物リフォーム・リニューアル投資額の推移

統計

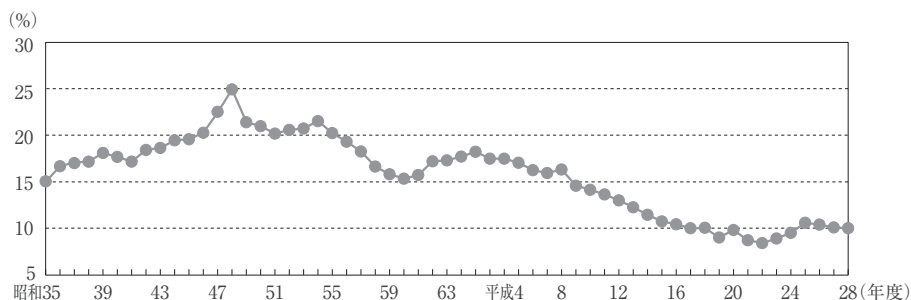
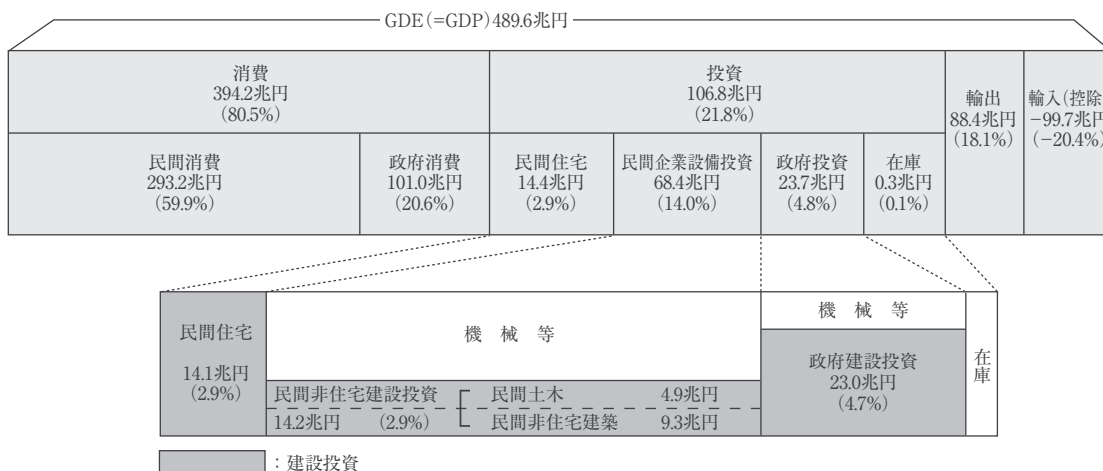


図-3 建設投資の国内総生産に占める比率



- (注) 1. 国内総生産の平成26年度以前は「国民経済計算」、平成27年度、平成28年度は「平成28年度の経済見通しと経済財政運営の基本的態度」(平成28年1月22日閣議決定)を参考に算出した。
 2. 国内総生産の昭和35年度から昭和54年度までは「平成2年基準(68SNA)」, 昭和55年度から平成5年度までは「平成12年基準(93SNA)」, 平成6年度から平成26年度までは「平成17年基準(93SNA)」による。
 3. 計数はそれぞれ四捨五入しているため合計と必ずしも一致しない。

図-4 国内総支出と建設投資の関係(平成26年度)

国内総生産に占める建設投資の比率は、昭和50年頃は20%以上あったが、その後、減少傾向となった。昭和61年度から平成2年度にかけて一時増加したものの、その後再び減少基調となった。近年では、10%付近を推移している状況である(図-3)。

建築と土木との構成比については、平成3年度以降、建築投資が減少する一方で経済対策により政府土木投資が大幅に増加したことから、土木投資の占める比率が増加傾向となり平成10年度には51%となった。

4. 建設投資の構成と推移

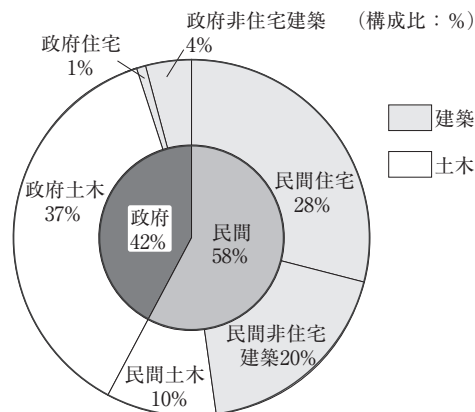
(1) 建設投資の構成と推移

平成28年度建設投資見通しにおける建設投資の構成を見ると、政府土木投資と民間建築投資の合計が全体の約8割を占めている。

平成28年度の建設投資の構成を見ると、民間投資が58%、政府投資が42%である。民間投資のうち住宅と非住宅を合わせた建築投資が48%を占めている。政府投資は土木投資が37%を占めており、この両者で建設投資全体の約8割を占めている(図-5、6)。

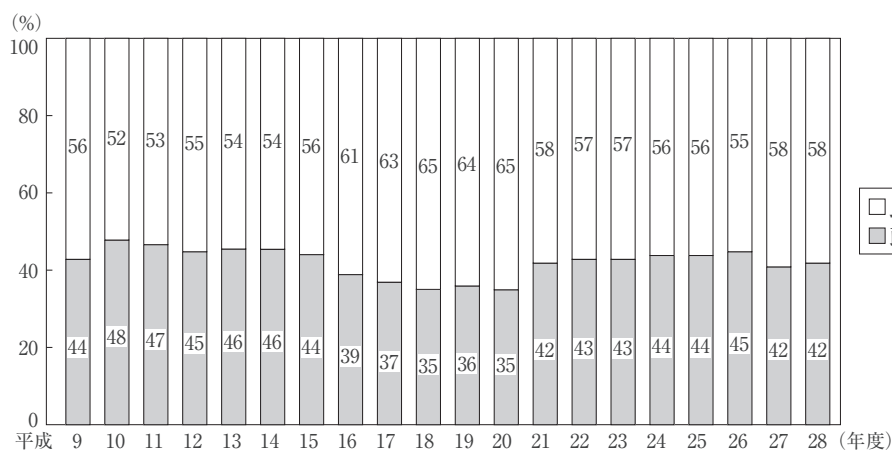
(2) 建築・土木別構成比の推移

平成28年度の建設投資は、建築投資が53%で、土木投資が47%となる見通しである。

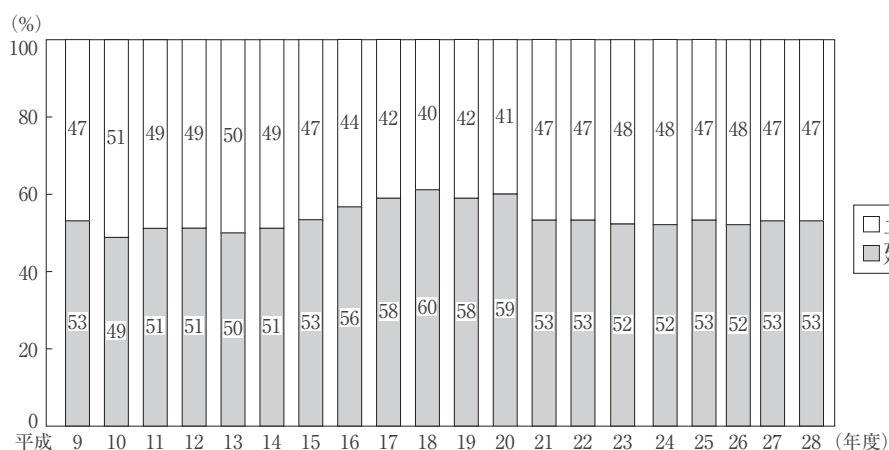


※計数はそれぞれ四捨五入しているため合計と必ずしも一致しない。

図-5 平成28年度 建設投資の構成(名目値)



図—6 政府・民間別構成比の推移



図—7 建築・土木別構成比の推移

その後、建築投資の占める比率が高まる傾向にあったが、近年は建築投資が50%台前半、土木投資が40%台後半で推移している（図—7）。

（3）政府建設投資の動向

平成28年度の政府建設投資は、前年度比0.8%増の21兆7,300億円となる見通しである。

平成28年度は、前年度比0.8%増加し、21兆7,300億円となる見通しである。このうち、建築投資は前年度比0.8%増の2兆7,200億円、その内訳は住宅投資が7,100億円（前年度比0.8%増）、非住宅投資が2兆100億円（前年度比0.8%増）となる見通しである。

土木投資は前年度比0.8%増の19兆100億円、そのうち公共事業が16兆2,900億円（前年度比0.8%増）、公共事業以外が2兆7,200億円（前年度比0.8%増）となる見通しである。

（4）住宅投資の動向

平成28年度の住宅投資は、前年度比2.0%増の15兆4,400億円となる見通しである。

平成28年度の民間住宅投資は、前年度比2.0%増の14兆7,300

億円となる見通しである。また、政府住宅投資を合わせた平成28年度の住宅投資全体では、前年度比2.0%増の15兆4,400億円となる見通しである。

（参考）

平成27年度の新設住宅着工戸数は、前年度比4.6%増の92.1万戸であった。利用関係別に見ると、持家は28.4万戸（前年度比2.2%増）、貸家は38.4万戸（前年度比7.1%増）、給与住宅は0.6万戸（前年度比25.9%減）、分譲住宅は24.7万戸（前年度比4.5%増）となっている（表—2）。

（5）民間非住宅建設投資（建築+土木）の動向

平成28年度の民間非住宅建設投資（民間非住宅建築及び民間土木）は、前年度比2.3%増の15兆3,100億円となる見通しである。

平成28年度の民間非住宅建築投資は、前年度比1.6%増の10兆1,600億円となる見通しである。また、民間土木投資は、前年度比3.8%増の5兆1,500億円となる見通しである。

これにより、平成28年度の民間非住宅建設投資（民間非住宅建築及び民間土木）は、前年度比2.3%増の15兆3,100億円となる見通しである。

統計

表一 新設住宅着工戸数と伸び率の推移

①着工戸数 (単位：戸)

		総 計	持 家	貸 家	給 与	分 譲
年 度	平成 24 年度	893,002	316,532	320,891	5,919	249,660
	平成 25 年度	987,254	352,841	369,993	5,272	259,148
	平成 26 年度	880,470	278,221	358,340	7,867	236,042
	平成 27 年度	920,537	284,441	383,678	5,832	246,586

②伸び率：前年同期比 (単位：%)

		総 計	持 家	貸 家	給 与	分 譲
年 度	平成 24 年度	6.2	3.8	10.7	▲ 21.9	4.4
	平成 25 年度	10.6	11.5	15.3	▲ 10.9	3.8
	平成 26 年度	▲ 10.8	▲ 21.1	▲ 3.1	49.2	▲ 8.9
	平成 27 年度	4.6	2.2	7.1	▲ 25.9	4.5

(注) 1. 「住宅着工統計」(国土交通省)による。

2. ▲は、マイナス。

表二 民間非住宅建設投資額(名目値)と伸び率の推移

①投資額 (単位：億円)

	民間非住宅建築	民間土木	合計 (民間非住宅建設投資)
平成 24 年度	72,402	42,398	114,800
平成 25 年度	84,189	45,294	129,483
平成 26 年度(見込み)	93,100	48,500	141,600
平成 27 年度(見込み)	100,000	49,600	149,600
平成 28 年度(見通し)	101,600	51,500	153,100

②伸び率：前年比 (単位：%)

	民間非住宅建築	民間土木	合計 (民間非住宅建設投資)
平成 24 年度	4.0	▲ 2.4	1.5
平成 25 年度	16.3	6.8	12.8
平成 26 年度(見込み)	10.6	7.1	9.4
平成 27 年度(見込み)	7.4	2.3	5.6
平成 28 年度(見通し)	1.6	3.8	2.3

(注) 1. ▲は、マイナス。

平成 27 年度の民間非住宅建設投資(民間非住宅建築及び民間土木)は、前年度比 5.6%増の 14 兆 9,600 億円となる見込みである。

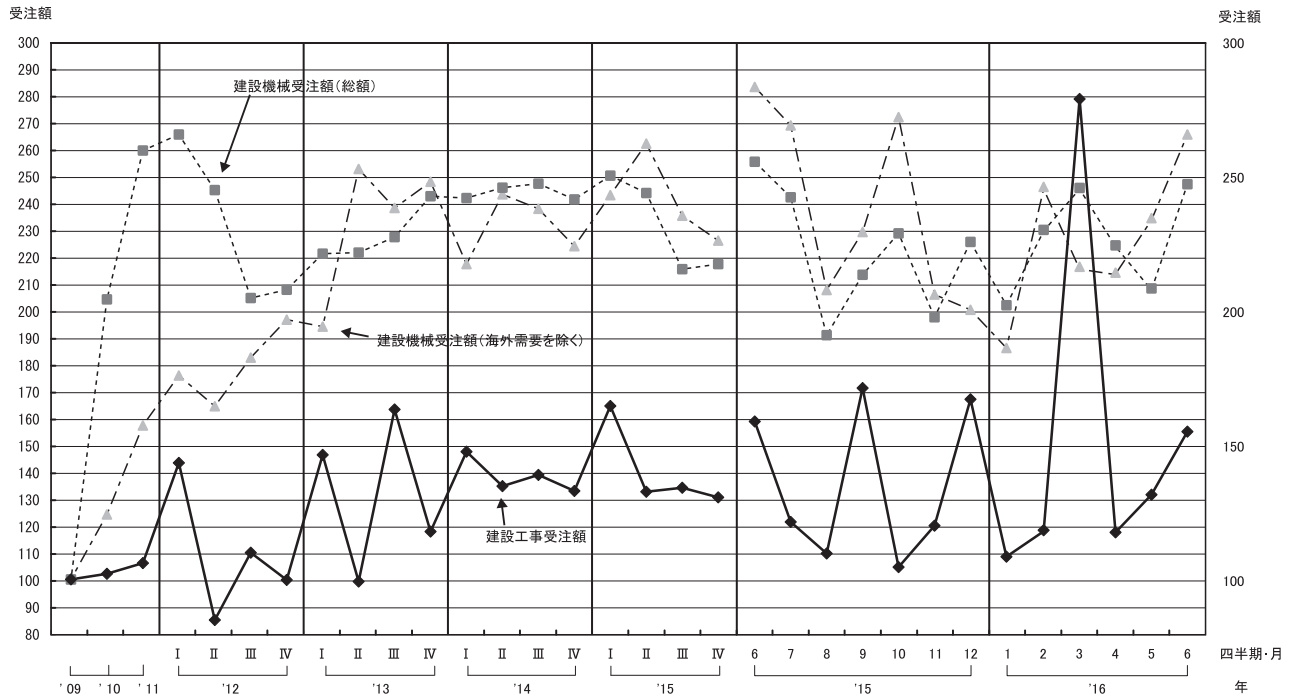
このうち、民間非住宅建築投資は 10 兆円(前年度比 7.4%増)、民間土木投資は 4 兆 9,600 億円(前年度比 2.3%増)となる見込みである(表一 3)。

建設投資見通しは、国土交通省のホームページで公表しているの
で参照されたい(http://www.mlit.go.jp/report/press/joho04_hh_000625.html)。

統計 機関誌編集委員会

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額・建設工事受注動態統計調査(大手50社) (指数基準 2009年平均=100)
建設機械受注額・建設機械受注統計調査(建設機械企業数24前後) (指数基準 2009年平均=100)



建設工事受注動態統計調査(大手50社)

(単位: 億円)

年 月	総 計	受 注 者 別						工 事 種 類 別		未消化 工事高	施工高
		民 間			官 公 庁	そ の 他	海 外	建 築	土 木		
		計	製 造 業	非製造業							
2009 年	100,407	66,122	12,410	53,712	24,140	5,843	4,302	66,187	34,220	103,956	128,839
2010 年	102,466	69,436	11,355	58,182	22,101	5,472	5,459	71,057	31,408	107,613	106,112
2011 年	106,577	73,257	15,618	57,640	22,806	4,835	5,680	73,983	32,596	112,078	105,059
2012 年	110,000	73,979	14,845	59,133	26,192	4,896	4,933	76,625	33,374	113,146	111,076
2013 年	132,378	89,133	14,681	74,453	31,155	4,660	7,127	90,614	41,463	129,076	120,941
2014 年	139,286	80,477	16,175	64,302	43,103	4,822	10,887	86,537	52,748	138,286	125,978
2015 年	141,240	96,068	19,836	76,235	35,633	4,993	4,546	95,959	45,281	141,461	141,136
2015 年 6 月	13,316	8,635	1,525	7,110	3,445	502	734	8,758	4,558	146,253	12,424
7 月	10,167	7,221	2,122	5,099	2,454	372	120	7,202	2,965	146,731	8,728
8 月	9,178	5,975	1,867	4,108	2,455	370	378	5,928	3,251	142,165	10,141
9 月	14,360	10,758	1,572	9,187	2,877	450	274	10,831	3,529	143,650	14,223
10 月	8,754	5,681	1,632	4,049	2,439	377	258	5,862	2,893	141,723	10,835
11 月	10,045	5,942	1,466	4,477	2,670	417	1,016	6,293	3,752	140,930	11,339
12 月	14,004	9,426	1,855	7,572	3,210	390	977	10,085	3,919	141,461	13,853
2016 年 1 月	9,081	5,789	1,017	4,772	2,189	344	758	6,103	2,978	144,221	9,496
2 月	9,906	6,887	1,360	5,527	2,394	443	183	6,520	3,386	142,223	10,642
3 月	23,414	15,234	1,823	13,411	7,211	557	411	15,157	8,257	144,084	18,435
4 月	9,838	6,613	1,786	4,827	2,588	503	135	6,103	3,736	143,928	8,278
5 月	11,022	8,540	1,160	7,380	1,609	642	231	8,464	2,559	146,155	9,119
6 月	12,993	8,802	2,009	6,793	3,555	404	232	8,832	4,161	-	-

建設機械受注実績

(単位: 億円)

年 月	09 年	10 年	11 年	12 年	13 年	14 年	15 年	15 年 6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	16 年 1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
総 額	7,492	15,342	19,520	17,343	17,152	18,346	17,416	1,600	1,517	1,195	1,336	1,433	1,237	1,413	1,265	1,441	1,539	1,405	1,304	1,548
海 外 需 要	4,727	11,904	15,163	12,357	10,682	11,949	10,712	945	895	715	806	804	761	950	835	872	1,039	910	762	934
海外需要を除く	2,765	3,438	4,357	4,986	6,470	6,397	6,704	655	622	480	530	629	476	463	430	569	500	495	542	614

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

2015年6月以降は月ごとの値を図示した。

出典: 国土交通省建設工事受注動態統計調査

内閣府経済社会総合研究所機械受注統計調査

行事一覧

(2016年7月1日～31日)

機械部会



■除雪機械技術委員会 幹事会

月 日：7月6日(水)

出席者：江本平委員長ほか15名

議 題：①挨拶、自己紹介 ②ロータリ除雪車の安全アンケートについて ③除雪機械の変遷冊子について ④除雪機械技術ハンドブックの改訂について ⑤ロータリ除雪車-集雪による除雪性能試験方法のJCMAS最終原稿の内容について ⑥除雪作業現場見学について ⑦除雪ドーザの除雪性能試験結果について ⑧ゆき平成28年6月第1号への投稿について

■基礎工事機械技術委員会

月 日：7月13日(水)

出席者：関徹也委員長ほか14名

議 題：①大型建設機械の輸送についての現状と意見交換 ②ICTの取組3D-ViMaシステムと高精度垂直削孔工法について ③立坑施工の紹介(石狩湾新港放水路) ④パイプロの緩衝器の紹介 ⑤低空頭掘削機の紹介 ⑥基礎工への投稿資料について

■路盤・舗装機械技術委員会 幹事会

月 日：7月20日(水)

出席者：山口達也委員長ほか9名

議 題：①建設生産性の向上について ②道路建設機械の排ガス対策調査について ③歩行者検知警報システムBLAXTAIRの報告 ④複数ローラの一管理技術について ⑤ホームページの更新について ⑥省エネ運転マニュアルの改訂作業について ⑦上期総会について ⑧工場見学について

■機械整備技術委員会

月 日：7月21日(木)

出席者：森三朗委員長ほか6名

議 題：①委員交替-自己紹介と各社近況報告 ②合同技術連絡会の報告 ③排出ガス後処理装置の正しい使い方と保守管理について-各社資料について検討、意見交換

■ショベル技術委員会

月 日：7月22日(金)

出席者：尾上裕委員長ほか9名

①機械災害と安全運転について ②合同技術連絡会の報告 ③燃費基準達成建機の認定規定の修正について ④省エ

ネ運転マニュアルの見直しについて

■トンネル機械技術委員会 幹事会

月 日：7月28日(木)

出席者：加藤誠幹事ほか6名

議 題：①委員交替について-挨拶 ②トンネル工事における省資源、省エネルギーのテーマの推進の仕方について ③現場見学実施後の報告と意見交換

■情報化機器技術委員会

月 日：7月29日(金)

出席者：白塚敬三委員長ほか4名

議 題：①合同技術連絡会の報告 ②i-Constructionの推進について協会本部より説明 ③ISO委員会の国際動向についてISO16001, ISO13766, ISO15143, ISO14990 ④その他情報交換

製造業部会



■合同技術連絡会

月 日：7月4日(月)

出席者：細川秀樹部会長ほか35名

議 題：①新任挨拶 新旧部会長 ②平成27年度事業報告と平成28年度事業計画について ③国土交通省 建設施工に関する最近の話題について ④建設機械の傾斜角を検出するセンサの紹介について ⑤作業燃費検討WGに関連した最近の動きについて ⑥ラフテレーンクレーンの作業燃費測定標準化について ⑦ISOに関する最近の動向について ⑧意見交換等

■移動式クレーン分科会

月 日：7月27日(水)

出席者：石倉武久分科会長ほか6名

議 題：①ラフテレーンクレーンのJCMAS作業燃料消費量試験方法について内容確認、各社よりの意見について調整 ②国土交通省主催の「建設施工の地球温暖化対策分科会」に際して…1)内容の確認 2)分科会委員よりの質問に対する回答検討 3)日時、場所、出席者の確認等

建設業部会



■機電技術者交流企画 WG

月 日：7月14日(木)

出席者：落合博幸主査ほか7名

議 題：①10月の機電技術者意見交換会について-役割分担について ②機電職員確保に向けたPR活動パンフレット作成について検討・6/15締切原稿の確認・次工程(原稿作成)の担

当割り ③その他

■建設機械安全情報 WG

月 日：7月22日(金)

出席者：松藤俊雄主査ほか6名

議 題：①公表に向けたデータの精査・見直し・原因の洗い出し・建設業社、機械側(メーカー)への提言の有無⇒事故分析 & グラフ化等 ②その他

■三役会

月 日：7月27日(水)

出席者：佐藤康博部会長ほか4名

議 題：①各WG報告 ②現場見学会について・8/4若手現場見学会の申込状況等・建設業部会 夏季現場見学会の検討 ③その他・建設施工の地球温暖化対策検討分科会のためのアンケートの回答状況等・今年度の国土交通大学の講師選任について

各種委員会等



■機関誌編集委員会

月 日：7月6日(水)

出席者：田中康順委員長ほか22名

議 題：①平成28年10月号(第800号)の計画の審議・検討 ②平成28年11月号(第801号)の素案の審議・検討 ③平成28年12月号(第802号)の編集方針の審議・検討 ④平成28年7月号～平成28年9月号(第797～799号)の進捗状況の報告・確認

■建設経済調査分科会

月 日：7月20日(水)

出席者：山名至孝分科会長ほか4名

議 題：①「建設企業の海外展開産業の活性化」執筆検討 ②その他

■新機種調査分科会

月 日：7月28日(木)

出席者：江本平分科会長ほか7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



■平成28年度除雪機械技術講習会(第2回)

月 日：7月1日(金)

場 所：札幌市(ホテルポールスター札幌)

受講者：180名

内 容：①除雪計画 ②除雪の施工方法 ③冬の交通安全 ④除雪の安全施工 ⑤除雪機械の取り扱い

■「除雪現場の省力化による生産性・安全性向上に関する取組」会議

月 日：7月20日（水）

場 所：札幌第1合同庁舎10階3号会議室

出席者：北海道開発局事業振興部木下豪
機械施工管理官ほか22名

議 題：①プラットフォームの立ち上げについて ②暴風雪による視程障害時の除雪車運転支援技術に関する研究について ③今後必要となる自動化技術について

■第2回広報部会広報委員会

月 日：7月27日（水）

場 所：北海道支部 会議室

出席者：峰友博広報委員長ほか10名

議 題：①支部だより No.112号の編集について ②工事現場等見学会について ③支部講演会講師の選定について ④ふゆトピア・フェア in 函館について ⑤その他

■情報化施工推進連絡会事務局会議

月 日：7月29日（金）

場 所：北海道支部 会議室

出席者：石塚芳文事務局長ほか10名

議 題：①平成27年度の取組状況 ②「i-Construction」について ③事務局体制について ④活動方針（案）について ⑤その他

東 北 支 部

■平成28年度 除雪講習委員会

月 日：7月5日（火）

場 所：東北地方整備局会議室

出席者：樋口和則道路情報管理官ほか12名

内 容：平成28年度除雪講習会実施計画について説明し了承を得た

■田瀬ダム機械遺産登録補助業務打合せ

月 日：7月6日（水）

場 所：支部会議室

出席者：北上川ダム統合管理事務所 上林喜久男保全対策官ほか3名

内 容：機械遺産登録申請書のまとめ方について

■建設 ICT 講習会

月 日：7月7日（木）

場 所：釜石市 釜石情報交流センター

主 催：岩手県、岩手県建設業協会

内 容：①建設 ICT の概要について ②i-Construction 型施工 情報化施工の測位 ③ICT 活用工事（情報化施工技術） ④ICT 活用工事における3次元測量と出来形、出来高
講 師：東北支部 情報化施工技術委員

会 鈴木勇治委員長、岩田好正副委員長

参加者：県59名、市町村14名、建設会社28名、測量設計会社19名、その他7名、合計127名

■平成28年度 第9回 建設技術研修会

月 日：7月8日（金）

場 所：仙台市 フォレスト仙台

内 容：建設施工技術に関する技術映画全16本を上映

参加者：110名

■i-Construction (ICT) セミナー

月 日：7月13日（水）

場 所：米沢市 置賜文化ホール

受講者：57名

内 容：①i-Construction ～概要と取組について～…講師：東北地方整備局 山尾昭施工企画課長 ②情報化施工の測位…講師：情報化施工技術委員会 副委員長 岩田好正 ③ICT 活用工事（情報化施工技術）…講師：情報化施工技術委員会 後藤李里 ④ICT 活用工事における3次元測量と出来形、出来高…講師：情報化施工技術委員会 委員長 鈴木勇治

■i-Construction (ICT) セミナー

月 日：7月14日（木）

場 所：山形県東田川郡三川町 いろり火の里 文化館 なの花ホール

受講者：59名

内 容：①i-Construction ～概要と取組について～…講師：東北地方整備局 山尾昭施工企画課長 ②情報化施工の測位…講師：情報化施工技術委員会 副委員長 岩田好正 ③ICT 活用工事（情報化施工技術）…講師：情報化施工技術委員会 須賀川純一 ④ICT 活用工事における3次元測量と出来形、出来高…講師：情報化施工技術委員会 加藤和人

■建設部会

月 日：7月19日（火）

場 所：東北支部会議室

出席者：河本部会長ほか6名

内 容：①特殊工事現場研修会について ②建設機械施工技術検定試験の試験官対応について ③支部たより 安全コーナーについて

■第4回 EE 東北実行委員会作業部会

月 日：7月20日（水）

場 所：仙台市 フォレスト仙台

出席者：狩野武志東北技術事務所副所長ほか25名

内 容：①EE 東北'16 実施報告 ②EE 東北'16 決算（案） ③出展者負担金精算（案） ④EE 東北'16 アンケート

概要 ⑤EE 東北'17 について

■i-Construction (ICT) セミナー

月 日：7月20日（水）

場 所：郡山市 ビッグパレットふくしま
受講者：57名

内 容：①i-Construction ～概要と取組について～…講師：東北地方整備局 山尾昭施工企画課長 ②情報化施工の測位…講師：情報化施工技術委員会 副委員長 岩田好正 ③ICT 活用工事（情報化施工技術）…講師：情報化施工技術委員会 後藤李里 ④ICT 活用工事における3次元測量と出来形、出来高…講師：情報化施工技術委員会 委員長 鈴木勇治

■i-Construction (ICT) セミナー

月 日：7月21日（木）

場 所：仙台市 ハーネル仙台

受講者：169名

内 容：①i-Construction ～概要と取組について～…講師：東北地方整備局 山尾昭施工企画課長 ②情報化施工の測位…講師：情報化施工技術委員会 副委員長 岩田好正 ③ICT 活用工事（情報化施工技術）…講師：情報化施工技術委員会 大嶋武典 ④ICT 活用工事における3次元測量と出来形、出来高…講師：情報化施工技術委員会 委員長 鈴木勇治

■田瀬ダム機械遺産登録補助業務打合せ

月 日：7月25日（月）

場 所：支部会議室

出席者：北上川ダム統合管理事務所 佐藤伸吾所長、高橋弘支部長ほか6名

内 容：機械遺産登録申請書のまとめ方について

■広報部会

月 日：7月28日（木）

場 所：東北支部会議室

出席者：浅野公隆部会長ほか5名

内 容：①支部たより171号の反省点 ②支部たより172号の編集計画について ③原稿執筆依頼について ④「建設機械施工」2月号ずいそう原稿執筆者について

■第3回 EE 東北実行委員会

月 日：7月28日（木）

場 所：仙台市 フォレスト仙台

出席者：鈴木研司委員長（東北地方整備局企画部長）ほか35名

内 容：①EE 東北'16 実施報告 ②EE 東北'16 決算（案） ③出展者負担金精算（案） ④EE 東北'16 アンケート 概要 ⑤EE 東北'17 について

■情報化施工研修

月 日：7月28日（木）～29日（金）

場 所：東北地方整備局 多賀城研修所
 受講者：東北地方整備局、関東地方整備局、北陸地方整備局職員 16 名
 内 容：① TS 出来形管理要領及び監督・検査要領 ②情報化施工データ作成要領、TS 出来形監督・検査技術及び MG バックホウ ③ UAV 測量 ④ I3 次元出来形管理要領、監督・検査要領
 講 師：情報化施工技術委員会 鈴木勇治委員長ほか 6 名

北 陸 支 部

■オペレータの手引き改訂 WG 事務局会議
 月 日：7 月 12 日（火）
 場 所：北陸支部事務局
 出席者：青木鉄朗委員ほか 3 名
 議 題：オペレータの手引き改訂について

中 部 支 部

■建設機械整備技能検定実技試験
 月 日：7 月 7 日（木）～9 日（土）
 場 所：愛知県立高浜高等技術専門学校
 受験者：1 級 36 名、2 級 81 名

■広報部会
 月 日：7 月 20 日（水）
 出席者：高木理仁広報部会長ほか 8 名
 議 題：「中部支部ニュース」第 35 号の校正及び「支部だより」76 号の企画等

■社会保険未加入対策推進中部協議会
 月 日：7 月 20 日（水）
 出席者：川西光照企画部会長
 内 容：社会保険未加入対策の推進状況等

■伊勢湾水理環境実験センター施設見学会
 月 日：7 月 21 日（木）
 場 所：国土交通省名古屋港湾空港技術調査事務所（愛知県名古屋市南区東又兵衛町 1-57-3）
 内 容：実験センターにて、東南海地震を想定した津波の発生状況等を見学
 出席者：18 名

■中部圏インフラ用ロボットコンソーシアム・橋梁点検見学会
 月 日：7 月 27 日（水）
 場 所：国道 23 号和泉高架橋（愛知県安城市和泉町）
 内 容：従来方法の橋梁点検を見学し、ロボット化について意見交換を実施

関 西 支 部

■建設インキュベーション委員会（「海底資源開発」講演会）
 月 日：7 月 4 日（月）
 場 所：大阪産業創造館
 出席者：小林泰三委員長以下 13 名
 内 容：現場で計測結果を可視化する On-Site Visualization の技術開発とその適用例
 講 師：神戸大学大学院工学研究科・市民工学専攻 芥川真一教授

■「損料・橋梁・大口徑」積算技術講習会
 月 日：7 月 7 日（木）
 場 所：大阪産業創造館
 参加者：30 名
 内 容：①大口徑岩盤削孔の施工技術と積算 ②建設機械等損料の積算 ③鋼橋架設の施工技術と積算 ④ PC 橋架設の施工技術と積算

■「緊急災害応急対策業務に関する協定」に関わる災害時機械関係業務の現場対応訓練
 月 日：7 月 13 日（水）
 場 所：近畿地方整備局 近畿技術事務所
 出席者：75 名
 内 容：①災害対策に関する講義 ②操作訓練

■建設用電気設備特別専門委員会（第 427 回）
 日 時：7 月 21 日（木）
 場 所：中央電気倶楽部 会議室
 議 題：①前回事務録確認 ②「JEM-TR236 建設工事用 400V 級電気設備施工指針」の最終確認

■建設業部会、リース・レンタル業部会、整備サービス業部会 合同見学会
 月 日：7 月 28 日（木）
 場 所：京奈和自動車道 紀北西道路 和歌山 JCT（仮称）雄ノ山高架橋及びランプ橋建設工事
 参加者：滝崎建設業部会長、山本祥平リース・レンタル業部会長以下 26 名
 内 容：①工事概要説明 ②施工現場見学 ③質疑応答

中 国 支 部

■第 1 回開発普及部会
 月 日：7 月 27 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 28 年度部会事業計画（案）について ②第 39 回新技術・新工法

発表会の準備について ③新技術活用現場研修会の準備について ④土木機械設備維持現場研修会について ⑤協賛事業について（中国地方建設技術開発交流会について・建設技術フォーラムについて）⑥その他懸案事項

四 国 支 部

■協賛行事「四国建設広報協議会」平成 28 年度第 1 回ワーキンググループ
 月 日：7 月 7 日（木）
 場 所：高松サンポート合同庁舎「702 会議室」（高松市）
 出席者：協議会を構成する団体・組織から 21 団体・組織、25 名が出席、JCMA 四国支部から岩澤委式事務局長が出席
 内 容：①平成 27 年度収支報告と監査報告 ②平成 29 年度役員について ③建設フェア四国 2016 in 高知について ④構成団体の広報活動報告 ⑤工事現場等見学ガイド ⑥その他

■平成 28 年度国土交通行政関係功労者表彰式
 月 日：7 月 22 日（金）
 場 所：高松サンポート合同庁舎「1306・1307 会議室」（高松市）
 主 催：四国地方整備局
 出 席：JCMA 四国支部から長谷川修一支部長が来賓として出席

■協賛行事「四国建設広報協議会」平成 28 年度第 1 回会議
 月 日：7 月 28 日（木）
 場 所：高松サンポート合同庁舎・アイホール（高松市）
 出席者：協議会を構成する団体・組織から 23 団体・組織、26 名が出席、JCMA 四国支部から支部長代理として岩澤委式事務局長が出席
 内 容：7 月 7 日開催のワーキンググループに同じ

九 州 支 部

■i-Construction（情報化施工）技術講習会（福岡会場）
 月 日：7 月 6 日（水）
 場 所：座学 九州大学、実技 木原碎石工業㈱
 受講者：60 名
 内 容：①国土交通省の i-Construction への取組み ② i-Construction（ICT 土工）への取組み ③実技研修

■企画委員会
 月 日：7 月 12 日（火）
 出席者：久保田正春企画委員長ほか 8 名

議 題：①橋梁架設・大口径岩盤削孔の積算及び建設機械等損料講習会の結果について ②i-Construction（情報化施工）技術講習会について ③建設機械技術検定試験（実地試験）について ④その他

■i-Construction（情報化施工）技術講習会（筑後会場）

月 日：7月14日（木）

場 所：㈱アクティオ九州テクノパーク工場

受講者：52名

内 容：①国土交通省のi-Constructionへの取組み ②i-Construction（ICT

土工）への取組み ③実技研修

■i-Construction（情報化施工）技術講習会（鹿児島会場）

月 日：7月20日（水）

場 所：座学 ㈱鎌田建設会議室，実技 国分敷根造成現場

受講者：68名

内 容：①国土交通省のi-Constructionへの取組み ②i-Construction（ICT土工）への取組み ③実技研修

■i-Construction（情報化施工）技術講習会（宮崎会場）

月 日：7月22日（金）

場 所：宮崎県建設技術センター

受講者：77名

内 容：①国土交通省のi-Constructionへの取組み ②i-Construction（ICT土工）への取組み ③実技研修

■i-Construction（情報化施工）技術講習会（大分会場）

月 日：7月26日（火）

場 所：座学 大分県建設会館，実技 ㈱アクティオ大分営業所

受講者：51名

内 容：①国土交通省のi-Constructionへの取組み ②i-Construction（ICT土工）への取組み ③実技研修



編集後記

今号は“道路特集”ということで、道路そのものの施工・新技術にとどまらず、その周辺設備の関連技術、また近年の自然災害時の情報提供の役割、テロ対策用ボラードといった現代社会特有の話題まで幅広く紹介した内容となっています。道路施工の効率化や道路利用者向けの安全性向上に関するテーマがほとんどで、いずれも我々が歩行の際や自動車の運転時に日常的に使用したり、目にしたりする身近な物に関する技術です。見慣れたものであるにもかかわらず、我々一般人の目に見えない部分で様々な人たちの創意工夫と研究開発がなされている事実を興味深く読むことができます。

技術報文のテーマ選定の際は、本誌名が“建設機械施工”であるようにまずは建設機械と道路の関係から

関連を調査していったのですが、新機種、新技術の開発よりも、情報化施工やセンサー技術の活用といった、時代に即した施工技術や道路設備の関連技術の研究開発が盛んである様に思いました。建設機械メーカーに属する小生としては、巻頭言の秋葉先生の内容にもあるとおり、深刻化する建設就業者不足の対策や、生産性の向上に寄与するような道路建設における建設機械の技術革新は、今後のテーマであるように感じています。

私事で恐縮ですが、2年ほど携わらせていただきました本誌編集委員から本号を以て離れる事となりました。短い間でしたが関係各位には大変お世話になり誠にありがとうございました。また、ご多忙の中、執筆を快諾いただいた執筆者の方々、仲介の労をいただいた方々には深く感謝するとともに、厚くお礼申し上げます。(原)

機関誌編集委員会

編集顧問

今岡 亮司	加納研之助
後藤 勇	佐野 正道
新開 節治	関 克己
高田 邦彦	田中 康之
塚原 重美	中岡 智信
中島 英輔	本田 宜史
渡邊 和夫	

編集委員長

田中 康順	鹿島道路(株)
-------	---------

編集委員

新田 恭士	国土交通省
大槻 崇	国土交通省
田中 忠重	農林水産省
浅野 仁之	(独)鉄道・運輸機構
加藤 誠	鹿島建設(株)
赤坂 茂	大成建設(株)
荒瀬 純治	清水建設(株)
三輪 敏明	(株)大林組
久保 隆道	(株)竹中工務店
北原 成郎	(株)熊谷組
中村 優一	(株)奥村組
京免 継彦	佐藤工業(株)
竹田 茂嗣	鉄建建設(株)
岡田 英明	五洋建設(株)
齋藤 琢	東亜建設工業(株)
赤神 元英	日本国土開発(株)
相田 尚	(株)NIPPO
岡本 直樹	山崎建設(株)
中川 明	コマツ
山本 茂太	キャタピラージャパン(株)
小倉 弘	日立建機(株)
上田 哲司	コベルコ建機(株)
石倉 武久	住友建機(株)
原 幹生	(株)KCM
江本 平	範多機械(株)
太田 正志	施工技術総合研究所

事務局

日本建設機械施工協会

10月号「800号記念、維持管理・リニューアル特集」予告

・「国土交通省インフラ長寿命化計画（行動計画）」の概要、インフラ老朽化対策の主な取り組み等
・多機能橋梁常設足場の開発
・高速道路における大規模更新・大規模修繕工事
・首都高速道路における更新事業の取り組み
・移動式たわみ測定装置の紹介
・調整池法面改修工事に係るフェーシング機械

【年間購読ご希望の方】

①お近くの書店でのお申込み・お取り寄せ可能です。②協会本部へお申し込みの場合「図書購入申込書」に以下事項をもれなく記入のうえFAXにて協会本部へお申込み下さい。

…官公庁／会社名、所属部課名、担当者氏名、住所、TELおよびFAX

年間購読料（12冊）9,252円（税・送料込）

建設機械施工

第68巻第9号（2016年9月号）（通巻799号）

Vol.68 No.9 September 2016

2016（平成28）年9月20日印刷

2016（平成28）年9月25日発行（毎月1回25日発行）

編集兼発行人 辻 靖三

印刷所 日本印刷株式会社

発行所 本部 一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

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

施工技術総合研究所 〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154

電話 (0545) 35-0212

北海道支 部 〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8

電話 (011) 231-4428

東北支 部 〒980-0014 仙台市青葉区本町 3-4-18

電話 (022) 222-3915

北陸支 部 〒950-0965 新潟市中央区新光町 6-1

電話 (025) 280-0128

中部支 部 〒460-0002 名古屋市中区丸の内 3-17-10

電話 (052) 962-2394

関西支 部 〒540-0012 大阪市中央区谷町 2-7-4

電話 (06) 6941-8845

中国支 部 〒730-0013 広島市中区八丁堀 12-22

電話 (082) 221-6841

四国支 部 〒760-0066 高松市福岡町 3-11-22

電話 (087) 821-8074

九州支 部 〒812-0013 福岡市博多区博多駅東 2-4-30

電話 (092) 436-3322

本誌上への
の広告は



有限会社 サンタナ アートワークスまでお申し込み、お問い合わせ下さい。

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

E-mail：san-mich@zam.att.ne.jp 担当：田中

KOBELCO

低燃費のコベルコ!
低炭素社会の実現へ

小旋回機の未来は、 いつもコベルコから。

「狭い所で自由に働ける建機を」

重機で初めての本格後方超小旋回機は
現場の声をなによりも大切にする
コベルコから生まれました。

コンパクトな作業範囲。

後方への安心感と操作のしやすさ。

これまでなかった機能を生み出したのは
独自の発想とテクノロジー。

そしてその技術力で、つねに時代の
最先端マシンへと進化を続けています。

iNDrが革新した静かさ。

新たに、最大で21%向上した圧倒的な低燃費[※]。

都市工事のニーズを理想のかたちにする
ものづくりの力は、コベルコのDNAとして
未来へ続いていきます。



AGERA
GEOSPEC
SK135SR

コベルコの
新世機

圧倒的な燃費性能で新たな世をリード
するコベルコの「新世機」。その技術で、
低燃費のコベルコは、もっと低燃費の
コベルコになる。

—21%の低燃費[※]で、新登場。

—13トンクラスは、コベルコ—

SK125SR SK130UR SK130SR+



2020年燃費基準達成度
★★★をクリア



オフロード法 2011年基準適合
排出ガス中のPM (粒子状物質) を大幅削減。



約270°の後方視界で
安全性を確保。
(オプション設定)

※ 従来機Sモード比 / 新ECOモード

コベルコ建機株式会社 東京本社 / 〒141-8626 東京都品川区北品川 5-5-15 ☎03-5789-2111 www.kobelco-kenki.co.jp



マシンケアテック 株式会社

〒361-0056 埼玉県行田市持田1-6-23
 TEL: 048-555-2881 FAX: 048-555-2884
 URL: <http://www.machinecaretech.co.jp/>

ボルボ ABG アスファルトフィニッシャー

環境・安全・品質 — 設立以来揺るがぬボルボのコアバリュー
 舗装性能、環境性、メンテナンス性、信頼性の向上を実現した
 最新アスファルトフィニッシャーをお届けします

VOLVO CONSTRUCTION EQUIPMENT www.volvoce.com



GOMACO

Gomaco社の舗装機器は、どんなスリップフォーム工法にも対応します。



Commander III

最も汎用性の高い機種です。一般道路舗装のほか、路盤工事、河川工事、分離帯・縁石などの構造物構築に最適です。



RTP-500

長ブームの砕石・コンクリート搬入機です。このほかにも、ロック・ホッパーなどへの舗装支援機器として、どんなスリップフォーム機械にも対応可能です。



マシン ケアテック 株式会社

〒361-0056 埼玉県行田市持田 1-6-23
TEL:048-555-2881 FAX:048-555-2884
URL: <http://www.machinecaretech.co.jp/>

クレーン、搬送台車、建設機械、特殊車輛他 産業機械用無線操縦装置

今や、業界唯一。
日本国内 自社自力生産・直接修理を实践中！

ポケットサイズ ハンディ～ショルダー機 フルラインアップ!!

ケーブルレス サテレタ リンカー
離操作

Nシリーズ 微弱電波
Rシリーズ 産業用ラジコンバンド
Uシリーズ 429MHz帯 特定小電力
Gシリーズ 1.2GHz帯 特定小電力
ボーバ 防爆形無線機

- ◆ 業界随一のフルラインの品揃えとオーダー対応制度で多様なニーズに対応！
- ◆ 常に！業界一のコストパフォーマンス！
- ◆ 迅速なメンテナンス体制！
- ◆ 未来を見据えた過去の実績を見て下さい！
代々互換性を継承、補修の永続制

新 スリムケーブルレス より安価なオーダー対応を実現！

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

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

自社開発 高耐久性
2段階押しスイッチを
装着可能

モデルチェンジ！
内部設計を一新

全ての
互換を優先
しました

優れた
耐塵・防雨性能

送信機はIP65相当

パネルゴム突起で
操作クリック感が
向上

8操作標準型
RC-5808N

●8操作8リレー

●軽量コンパクト
受信機

セットで
15万円
(税別価格)

12操作標準型
RC-5812N

●12操作12リレー

●照明出力リレーの
保持を標準採用

セットで
17万円
(税別価格)

16ボタン
モデル

16操作標準型
RC-5816N

●16操作16リレー

●同じ外形で
16個のボタンを
コンパクトに配置

マイコンケーブルレス

N/U/Gシリーズ

標準型
RC-6016N

●16操作16リレー
最大25リレーまで
対応可能

セットで
20万円
(税別価格)

防爆形 対応可能 (N/Uシリーズ)



微弱電波・特定小電力
両モデル対応

2段階押し・特殊
スイッチ装着可能

標準型
RC-8616N

●16操作16リレー
最大32リレーまで
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!!
全ての互換を優先しました。

N/U/Gシリーズ
頑強 ケーブルレス

堅牢なボディ
耐衝撃性能が向上

優れた
耐塵・防雨性能

送信機はIP65相当

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

特殊スイッチ
オーダー対応例

裏面
スイッチ

防爆形はTX-8400型送信機で対応 (Nシリーズのみ)

マイティサテレタ

N/U/Gシリーズ ●操作信号数 最大32点
(またはプロボ最大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

ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能

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)

防爆形 対応可能 (Nシリーズのみ)

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

旧アンリツ製 デジタルテレコン
入替専用モデル

新型ジョイスティック

3ノッチ
ジョイスティック型
RC-7233UAN

スイッチガード付き押しボタン

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

チップケーブルレス

Nシリーズ

微弱電波モデル
対応

標準型
RC-3208N

●8操作
8リレー

セットで
12万円
(税別価格)

片手で握り替えずに
正逆操作が行えます!

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

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

従来の機と
信号互換あり!

受信機は既設のままで送信機のみ取替も可

コンパクトという選択肢!!

ケーブルレスミニ

ポケットサイズの本格派!

微弱電波・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! ケーブルには
ゼロ線電源*で
電気配線工事 不要!!
更に、おんぶ/だっこ金具*で
取付簡単!! (*オプション)

取付例

●微弱Nシリーズは240MHz化でより安定した電波の飛び!

●2段階押しスイッチ追加可能! (オプション)

標準型
RC-4303N/R

セットで
10万円
(税別価格)

取付例

取付例

取付例

取付例

リンカー 離操作

N/U/Gシリーズ

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

標準型
RC-2512N

●12操作12リレー
最大32リレーまで対応可能

●見易くなったLED電池残量告知ランプ付

セットで
22万円
(税別価格)

価格もサイズも
ハンディー並み!

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

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

●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)

送信機
(外部接続入力型)

7100型

6300型

5700型

3200型

写真
は
U
シ
リ
ー
ズ

受信機

受信機

受信機

受信機

受信機

受信機

7100型

6300型

5700型

3200型

写真
は
U
シ
リ
ー
ズ

受信機

受信機

受信機

受信機

受信機

受信機

受信機

受信機

受信機

受信機

受信機

受信機

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

標準型
RC-9300U

●多機能多操作
(比例制御対応可)

全押しボタン
装着タイプ

セットで
95万円
(税別価格)

金属シャシの
多操作・特注仕様専用機!!

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無段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)

音声

音声

音声

音声

音声

音声

音声

音声

音声

音声

音声



吸塵式乾式カッター

MCD-RY14

NETIS No.TH-150001



Mr.LIGHT 2

MLP-1212A



高周波バイブレーター

FX-40G/FU-162

未来へ伸びる、三笠の技術。



転圧センサー

バイブロコンパクター

MVH-308DSC-PAS

NETIS No.TH-120015



防音型

タンピングランマー

MT-55L-SGK

NETIS No.TH-100005



低騒音型

プレートコンパクター

MVC-F40S

NETIS No.TH-100006



低騒音型

バイブレーションローラー

MRH-601DS

低騒音指定番号5097

三笠産業株式会社

MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

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

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

北関東営業所 TEL:0276-74-6452
長野出張所 TEL:080-1013-9542
中部営業所 TEL:052-451-7191
金沢出張所 TEL:080-1013-9374

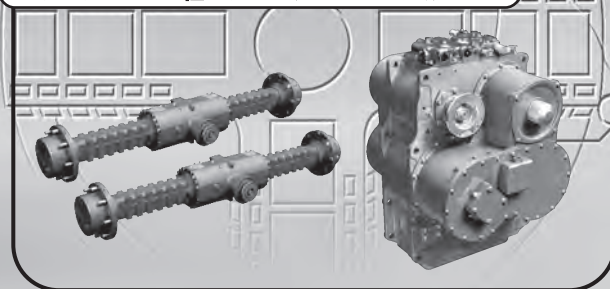
中国営業所 TEL:082-875-8561
四国出張所 TEL:087-868-5111
九州営業所 TEL:092-431-5523
南九州出張所 TEL:080-1013-9558

沖縄出張所 TEL:080-1013-9328

MARUMA

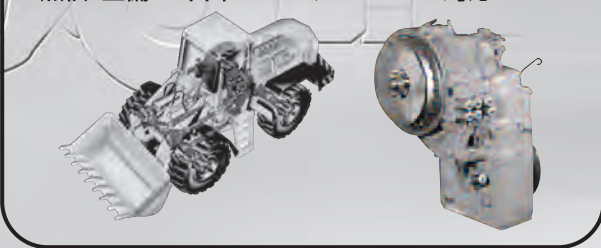
あらゆる建設機械／シールドマシン・・・ 油圧機器の整備・再生

イタリアDANA社のアクスルトランスミッション



建設機械用ZFトランスミッション

点検・整備は、日本ではマルマのみが対応

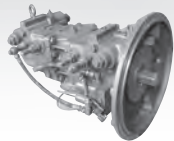


建設機械のあらゆる油圧機器

斜板式ダブルポンプ



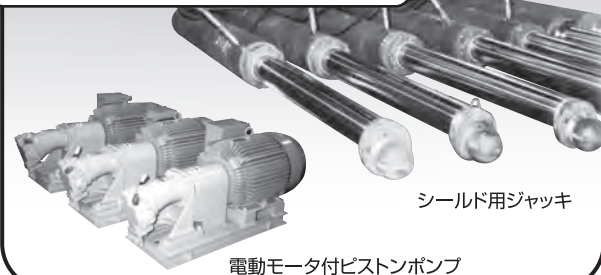
斜板式ピストンポンプ



斜軸式ピストンモータ



シールドマシン用油圧機器



シールド用ジャッキ

電動モータ付ピストンポンプ

建機と共に半世紀以上。確かな「信頼」をお届けします！

整備・再生された各Ass'yは、自社独自開発の多機能油圧機器試験機により性能を確認。各テストのデータはデータベースとして保存され、出荷後、マッチング調整や、搬送されてきた同等品の確認テストに活用します。この万全を期した体制がマルマの高い信頼性の由縁です。



MH-R220は従来の油圧ドライブ型油圧機器試験機に比べ、インバータ制御電動モーター駆動、及びエネルギー回生回路の採用により大幅な消費電力量の削減を実現しました。大型油圧ポンプの試験も可能です。



マルマテクニカ株式会社

本社・相模原事業所 営業部 整備油機課

〒252-0331 神奈川県相模原市南区大野台6-2-1

TEL042 (751) 3809 FAX042 (756) 4389

E-mail:yuki@maruma.co.jp

東京工場 〒156-0054

E-mail:tokyo@maruma.co.jp

名古屋事業所 〒485-0037

E-mail:service@maruma.co.jp

東京都世田谷区桜丘1-2-22

TEL03 (3429) 2141 FAX03 (3420) 3336

愛知県小牧市小針2-18

TEL0568 (77) 3311 FAX0568 (77) 3719

URL <http://www.maruma.co.jp/>

Connecting Global Competence



Messe München

オンラインで入場登録受付中!
<事前登録で入場無料>

www.bauma-china.com/register

bauma China 2016

11月22日 - 25日 上海開催

中国・上海新国際見本市会場

SHANGHAI
NEW INTERNATIONAL
EXPO CENTRE

BUILDING
SUSTAINABLE SUCCESS

第8回 国際建設機械
建設資材製造機械・鉱業機械
建設車両専門見本市

www.bauma-china.com

■お問合せ: メッセ・ミュンヘン日本代表部
Tel: 03-6402-4583, info@messe-muenchen.jp

bauma China 2016

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
コマツ第三世代ハイブリッド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>

「建設機械施工」

定価 本体八〇〇円(税別)

雑誌 03435-9



4910034350964
00800