

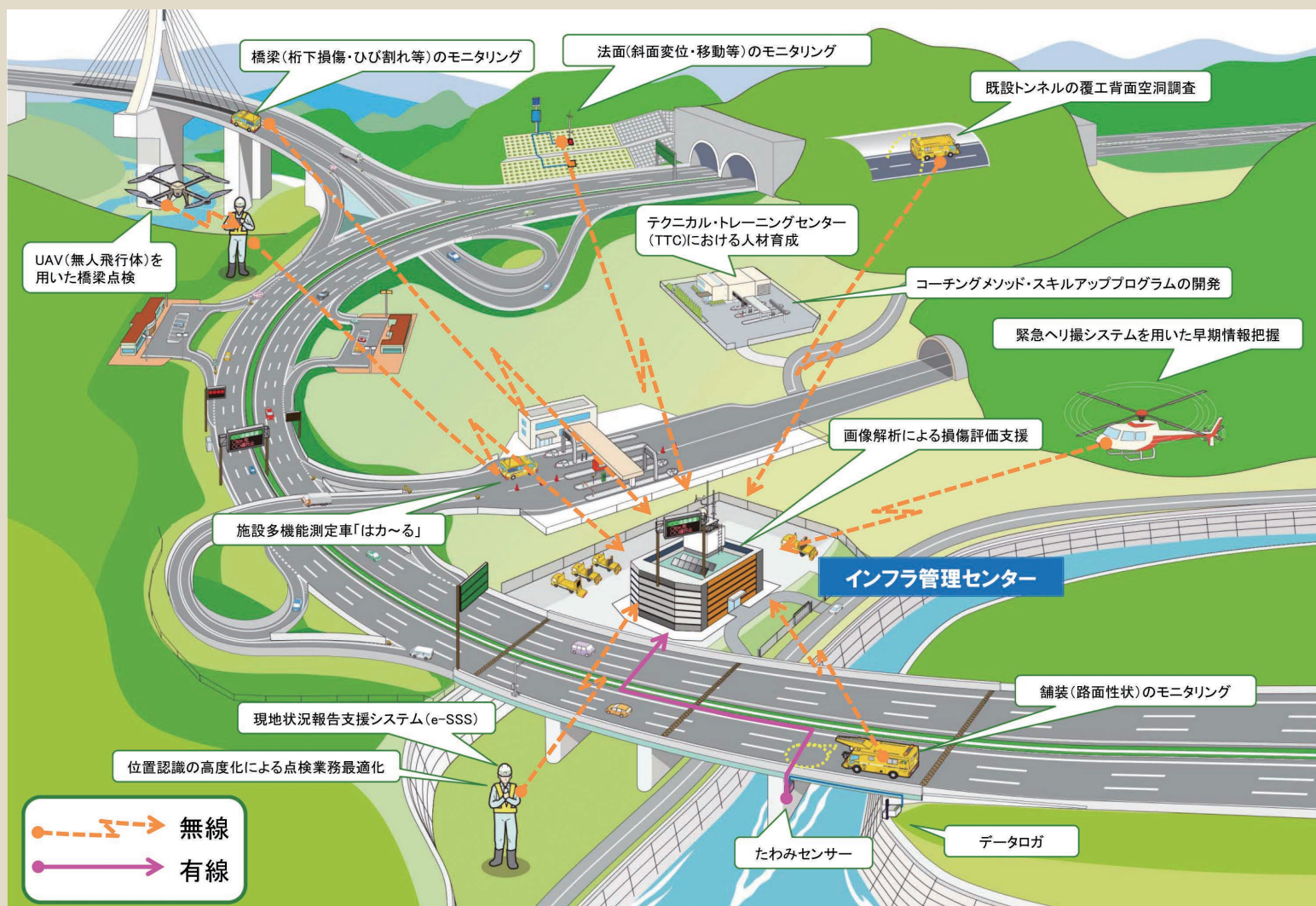
一般社団法人日本建設機械施工協会誌

建設機械施工

Journal of JCMA

Vol.66 No.2 February 2014(通巻768号)

2



スマートメンテナンスハイウェイ構想のイメージ

道路 特集

- 道路法等の一部を改正する法律の施行に伴う関係政令の整備に関する政令等
- 道路メンテナンスの高度化の推進に向けて
- 緩衝型のワイヤーロープ式防護柵の開発と実用化
- LED発光パネルを活用した渋滞緩和対策
- 多機能型排水性舗装と型押し式注意喚起舗装
- 三次元点群データを用いた新たな路面評価手法の開発
- スマホで情報収集し、道路補修箇所を特定
- 大規模施工用接着剤散布システム
- 固形燃料併用型アスファルト合材製造技術の開発
- フォームドアスファルトを用いた中温化アスファルト混合物の性能と製造設備
- アスファルトペーバの環境・安全対策
- 視程障害移動観測車の観測システムの概要と改良

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 サテラ 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
ポーバ 防爆形無線機

- ◆ 業界随一のフルラインの品揃えとオーダー対応制度で多様なニーズに対応!
- ◆ 常に! 業界一のコストパフォーマンス!
- ◆ 迅速なメンテナンス体制!
- ◆ 未来を見据えた過去の実績を見て下さい! 代々互換性を継承、補修の永続制

新 スリムケーブルレス

N/U/Gシリーズ

微弱電波・特定小電力
両モデル対応
2段階押し・特殊
スイッチ装着可能

モデルチェンジ!
内部設計を一新

全ての
互換を優先
しました

自由度の高い
多様なオーダー対応
ボタン配置自在/最大32点

優れた
耐塵・防雨性能
送信機はIP65相当

自社開発 高耐久性
2段階押しスイッチを
装着可能

パネルゴム突起で
操作クリック感が
向上

8 操作標準型
RC-5808N

- 8操作8リレー
- 軽量コンパクト受信機

セットで
15.75万円

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
17.85万円

16ボタン
モデル
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
21万円

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-8516N
● 16操作16リレー
最大32リレーまで
対応可能

セットで
23.1万円

タフ
頑強
ケーブルレス
N/U/Gシリーズ
無理難題を 最強ハンディ機登場!
堅牢なボディ
耐衝撃性能が向上
優れた
耐塵・防雨性能
送信機はIP65相当
ハンディなのに
特殊スイッチを
装着可能
特殊スイッチ
オーダー対応例
防爆形はTX-8400型送信機で対応 (Nシリーズのみ)

裏面スイッチ

オーダー対応例

マイティサテラ N/U/Gシリーズ

微弱電波・特定小電力
両モデル対応
防爆形 対応可能 (Nシリーズのみ)
3ノッチジョイスティック型
ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能

RC-7132N
セットで
94.5万円

全押しボタン
RC-7126N
セットで 47.25万円

ジョイスティック
2本装着オーダー例

● 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)

旧アンリツ製 デジタルテレコン 入替専用モデル

新型ジョイスティック
3ノッチ
ジョイスティック型
RC-7233UAN

スイッチガード付き押しボタン
全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

チップケーブルレス Nシリーズ

微弱電波モデル
対応
標準型
RC-3208N
● 8操作
8リレー

セットで
12.6万円

片手で握り替えずに
正逆操作が行えます!
ボタン部の突起
ボタン間の仕切 一体型の
シリコンカバーで
操作性が向上

チップ部品採用で
ポケットサイズ化
アルカリ乾電池なら
連続使用6時間以上
高い防水性能
送信機はIP65

トコトン機能を絞って
コストダウン
高い防水性能
送信機はIP65
従来の機と
信号互換あり!
受信機は既設のままで送信機のみ取替も可

ケーブルレスミニ N/Rシリーズ

微弱電波・ラジコンバンド
両モデル対応
● 微弱 Nシリーズは、240MHz化でより安定した電波の飛び!
● 2段階押し・特殊スイッチ追加可能! (オプション)
● 3操作 3リレー
最大5リレーまで対応可能

特許! テルハには
ゼロ線電源*で
電気配線工事 不要!!
更におんぶいだっこ金具*で
取付簡単!! (*オプション)

ポケットサイズの本格派!

標準型
RC-4303N/R

セットで
10.5万円

取付例

リリンカー 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
23.1万円

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

標準型
RC-2512N

データケーブルレス N/R/U/Gシリーズ

微弱電波・特定小電力
ラジコンバンド
両モデル対応
● 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 21,525万円
TC-1308N(微弱電波) 23.1万円

送信機
(外部接点入力型)
写真ハ
Uシリーズ

工次第で用途は無限!
7100型
6300型
5700型
3200型
受信機

MAXサテラ Uシリーズ Gシリーズ

特定小電力
専用モデル
ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能

RC-9300U
● 多機能多操作
(比例制御対応も可)

セットで
99.75万円

金属シャーシの
多操作・特注仕様専用機!!
全押しボタン
装着タイプ

無線変速ジョイスティック
2本装着例

無線式火薬庫警報装置
発破番 ES-2000R

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
42万円
ER-2000R(受信機) ET-2000R(送信機) 110dB/m

標準付属品付
セットで
42万円

- 長距離伝送 到達距離約 2 km ~ (6 km)
- 受信機から 電話回線接続機能
- 高信頼性 異常判定アルゴリズム
- 音声メッセージで 異常箇所を連絡(受信側)
- 大音量警鳴音発生

無線化工事のことならフルライン、フルオーダー体制の弊社に今すぐご相談下さい。また、ホームページでも詳しく紹介していますのでご覧下さい。 朝日音響 検索



常に半歩、先を走る ペンチャー企業創出支援投資 対象企業
朝日音響株式会社
〒771-1350 徳島県板野郡上板町瀬部
FAX: 088-694-5544(代) TEL: 088-694-2411(代)
http://www.asahionkyo.co.jp/

平成 26 年 1 月

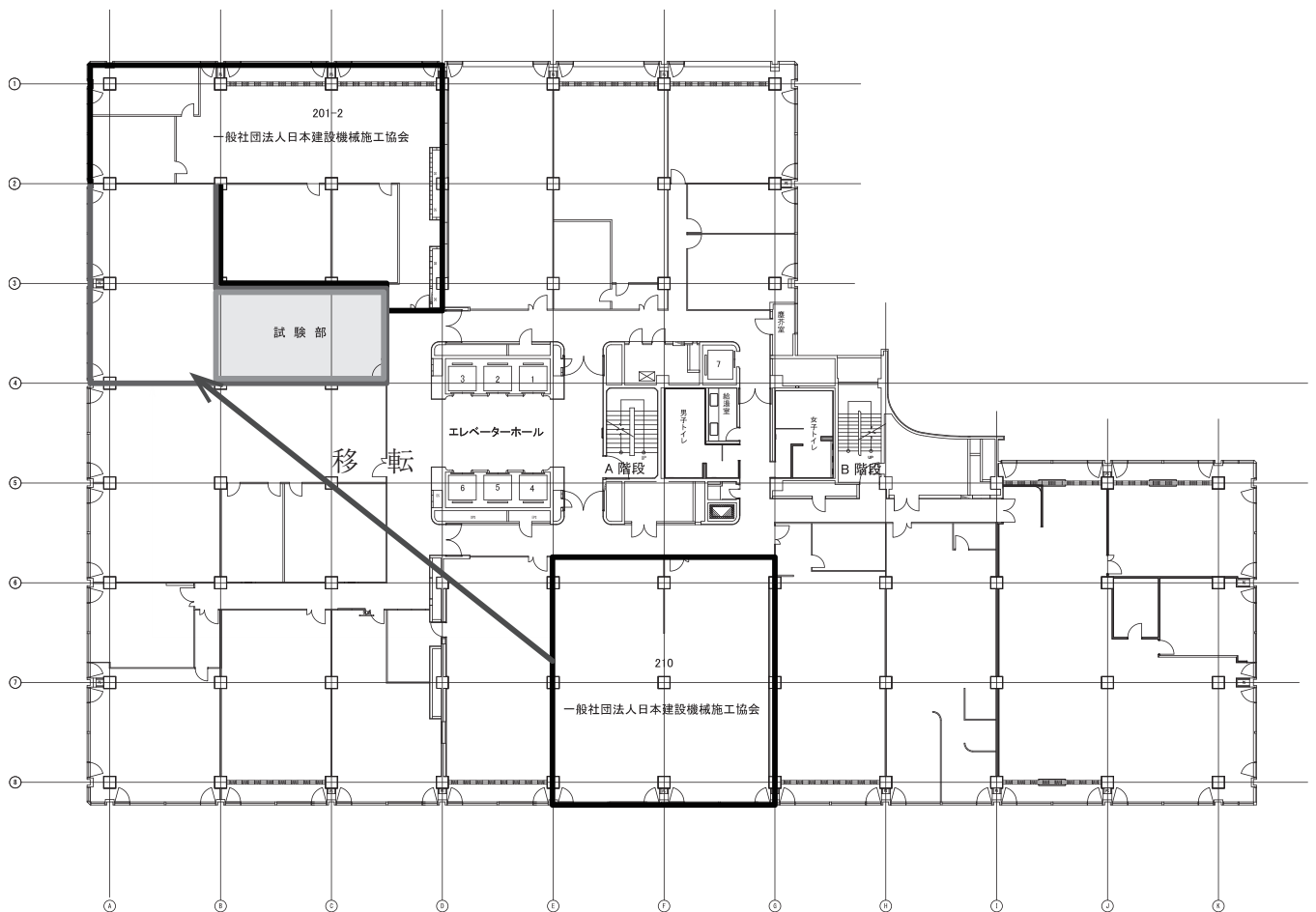
各位

一般社団法人 日本建設機械施工協会

一般社団法人日本建設機械施工協会（本部）事務所移転のお知らせ

この度、下記の通り本部事務所を移転いたしましたのでご案内申し上げます。

1. 機械振興会館 2 階 210 号室から 201-2 号室に移転
2. 業務開始日 平成 25 年 12 月 24 日（火）
3. 住所及び電話・FAX に変更はありません
4. 移転先案内図



2階平面図

会員各位

機関誌の名称変更について

一般社団法人 日本建設機械施工協会

当協会の機関誌は「建設の施工企画」の名称で「建設の機械化」の旧誌名時代を合わせて60有余年にわたり建設機械や機械化施工に関する最新の技術報告や解説などの記事を掲載し、会員の皆様に情報発信や交流の場として親しまれてまいりました。当協会は、平成24年4月に一般社団法人に移行し、名称を日本建設機械施工協会に変更いたしました。また、今年度からは、日本学術会議協力学術研究団体（学会）としての活動を充実するため、投稿原稿（査読付き論文）を募集・審査し、機関誌に掲載することとしました。

そこで、当協会の活動内容がよりの的確に伝わる名称であり、かつ論文を掲載するのに相応しい名称であることを主眼として、長年親しまれてきた「建設の施工企画」に代わり下記の通り、2013年6月号から「建設機械施工」を当協会機関誌の通称名として使用することとしました。なお、併せて、創刊の年をVol.1として数えたVol.及びNo.も表紙に表示することにしました。今後とも内容の充実をはかるとともに会員の皆様により活発な情報発信と交流の場を提供したいと考えておりますので、引き続きご愛読を賜りたいと存じます。

記

名称（日本語）	一般社団法人日本建設機械施工協会誌
名称（英語）	Journal of JCMA
通称名	建設機械施工

論文募集のご案内

日本建設機械施工協会では、このたび学術論文を審査、公表する準備が整いましたので、論文原稿を募集開始します。募集の概要は、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、論文投稿をご覧ください。

当協会ホームページ <http://www.jcmanet.or.jp>

★募集対象

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。

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

★部門

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

★投稿資格

原稿の投稿者は個人とし、会員資格の有無は問いません。

★原稿の受付

随時受け付けます。

★公表の方法

当協会機関誌へ掲載します。

★機関誌への掲載は有料です。

★その他：優秀な論文の表彰を予定しています。

★連絡先

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館）

日本建設機械施工協会 研究調査部 論文担当

E-mail : ronbun@jcmanet.or.jp

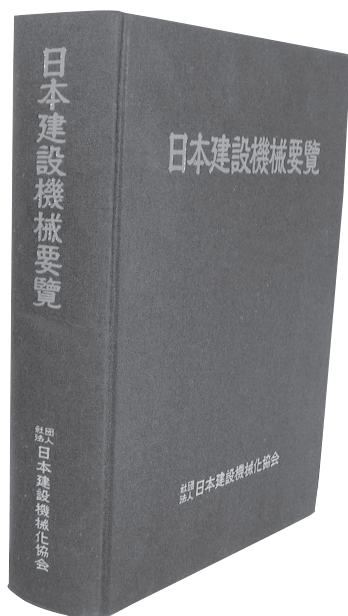
TEL : 03 - 3433 - 1501

FAX : 03 - 3432 - 0289

2013年版 日本建設機械要覧 ご案内

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

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



体 裁

B5判、約1,320頁／写真、図面多数／表紙特製
平成25年3月末発刊

価 格

価格は次の通りです（消費税5%含む）

会 員 43,050円（本体41,000円）

非会員 51,450円（本体49,000円）

（注）送料は1冊1,050円となります。

（複数冊の場合別途）

「会 員」・・・本協会の会員または、官公庁、
学校等公的機関

「非会員」・・・上記以外

特 典

2013年版日本建設機械要覧購入の方への特典として、当協会が運営するWebサイト（要覧クラブ）上において2001年版、2004年版、2007年版及び2010年版日本建設機械要覧のPDF版が閲覧及びダウンロードできます。これによって2013年版を含めると1998年から2012年までの建設機械データが活用いただけます。

2013年版 内容目次

- | | | |
|-----------------|-----------------|-------------------|
| ・ブルドーザおよびスクレーパー | ・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、ウォー |
| ・基礎工事機械 | ・維持修繕・災害対策機械 | タジェット工法用機器、CSG工法 |
| ・せん孔機械およびブレイカ | および除雪機械 | 用設備、タイヤ、ワイヤロープ、検 |
| ・トンネル掘削機および設備機械 | ・作業船 | 査機器等 |

◆ 購入申込書 ◆

一般社団法人 日本建設機械施工協会 行

日本建設機械要覧 2013年版	冊
-----------------	---

上記図書を申込み致します。平成 年 月 日

官 公 庁 名 会 社 名			
所 属			
担当者氏名	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

※沖縄の方は本部へ申込

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

〔お問合せ及びお申込先〕

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

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

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

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

☐ 当協会からの新刊図書案内や事業活動案内のダイレクトメール（DM）は不要

◆ 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840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)3433-0401

一般社団法人 日本建設機械施工協会会長 殿

下記のとおり、日本建設機械施工協会個人会員に入会します。

平成 年 月 日

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

【会費について】年間 9,000円

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

【その他ご入会に際しての留意事項】

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

【個人情報の取扱について】

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。

一般社団法人日本建設機械施工協会 発行図書一覧表（平成 26 年 2 月現在）

発行年月	図 書 名	税込価格	会員価格	送料
H25 年 6 月	機械除草安全作業の手引き	945	840	250
H25 年 5 月	橋梁架設工事の積算 平成 25 年度版	8,400	7,140	600
H25 年 5 月	平成 25 年度版 建設機械等損料表	7,700	6,600	600
H25 年 3 月	日本建設機械要覧 2013 年版	51,450	43,050	1,050
H24 年 9 月	道路除雪オペレータの手引	3,000	2,000	600
H24 年 5 月	よくわかる建設機械と損料 2012	5,460	4,620	450
H24 年 5 月	大口径岩盤削孔工法の積算 平成 24 年度版	5,880	5,000	450
H23 年 4 月	建設機械施工ハンドブック 改訂 4 版	6,300	5,350	700
H22 年 10 月	アスファルトフィニッシャの変遷	3,150		400
H22 年 10 月	アスファルトフィニッシャの変遷【CD】	3,150		400
H22 年 7 月	情報化施工の実務	2,100	1,800	400
H21 年 11 月	情報化施工ガイドブック 2009	2,310	2,100	400
H20 年 6 月	写真でたどる建設機械 200 年	2,940	2,490	450
H20 年 2 月	除雪機械技術ハンドブック	3,000		600
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	3,360	2,800	450
H17 年 9 月	建設機械ポケットブック（除雪機械編）	1,000		250
H16 年 12 月	2005「防雪・除雪ハンドブック」（除雪編）	5,000		530
H15 年 7 月	道路管理施設等設計指針（案）道路管理施設等設計要領（案）	3,360		600
H15 年 7 月	建設施工における地球温暖化対策の手引き	1,575	1,470	600
H15 年 6 月	道路機械設備 遠隔操作技術マニュアル（案）	1,890		600
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）	1,890		600
H15 年 6 月	地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル	525		250
H13 年 2 月	建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック	6,300	5,880	600
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	2,600	2,300	390
H11 年 10 月	機械工事施工ハンドブック 平成 11 年度版	7,980		600
H11 年 5 月	建設機械化の 50 年	4,200		600
H11 年 5 月	建設機械図鑑	2,625		600
H10 年 3 月	大型建設機械の分解輸送マニュアル	3,780	3,360	600
H9 年 5 月	建設機械用語集	2,100	1,890	600
H8 年 11 月	Construction Mechanization in Japan 1997	3,150		420
H7 年 4 月	最近の軟弱地盤工法と施工例	9,800	9,300	800
H6 年 4 月	建設作業振動対策マニュアル	6,000	5,400	520
H6 年 6 月	ジオスペースの開発と建設機械	8,000	7,500	500
H5 年 8 月	道路除雪ハンドブック	5,200	4,800	420
S63 年 3 月	新編 防雪工学ハンドブック	10,500	9,450	520
S59 年 11 月	場所打ち杭設計施工ハンドブック	5,145	4,630	460
S59 年 2 月	建設機械整備ハンドブック（エンジン整備編）	6,510	5,859	520
S56 年 12 月	建設機械整備ハンドブック（基礎技術編）	8,400	7,560	520
S55 年 1 月	建設機械整備ハンドブック（管理編）	4,200	3,780	520
	建設機械履歴簿	400		250

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。

建設機械施工

Vol.66 No.2 February 2014 (通巻 768 号)

目次

道路 特集

3	グラビア 2014 ふゆトピア・フェア in 釧路	
5	巻頭言 復興インフラの長寿命化を目指して	岩城 一郎
6	道路法等の一部を改正する法律の施行に伴う関係政令の整備に関する政令等	加藤 重人
11	道路メンテナンスの高度化の推進に向けて スマートメンテナンスハイウェイ	久保 竜志
17	緩衝型のワイヤーロープ式防護柵の開発と実用化	平澤 匡介
22	LED 発光パネルを活用した渋滞緩和対策	
	ペースメーカー	岸 達比呂・鎌田 恭典・石橋 弘之
27	多機能型排水性舗装と型押し式注意喚起舗装	藤本 大生
33	三次元点群データを用いた新たな路面評価手法の開発	
		中村 博康・森石 一志・渡邊 一弘
38	スマホで情報収集し、道路補修箇所を特定	
	道路の簡易点検から始めるインフラ長寿命化	村上 茂之・谷 弘幸・葛西 一良
45	大規模施工用接着剤散布システム ボンドスプレーヤーの紹介	木下 洋一
50	固形燃料併用型アスファルト合材製造技術の開発	
	アスファルト合材工場と SFC システムの併用化	榊 真司・相田 尚
56	フォームドアスファルトを用いた中温化アスファルト混合物の性能と製造設備	
		徳光 克也・河村 泰博・荒尾 慶文
61	アスファルトペーバの環境・安全対策	谷岡健一郎
64	視程障害移動観測車の観測システムの概要と改良	國分 徹哉・金子 学・武知 洋太
70	交流の広場 道路空間におけるサインのユニバーサルデザインの検討	池田 典弘
76	ずいそう コミュニティの絆	羽入 昭吉
77	ずいそう 三迷泉と小さな旅	阿部 新治
78	JCMA 報告 ◆除雪機械展示・実演・競技会報告 2014 ふゆトピア・フェア in 釧路	
83	JCMA 報告 平成 25 年度「建設施工と建設機械シンポジウム」開催報告 (その 3)	
	優秀論文賞・論文賞 受賞論文紹介	
	優秀論文賞 (3) 分級と改良を用いたゴミ混じり津波堆積土砂の再資源化に関する試験施工	
		高橋 弘・泉 信也・柴田 聡
	論文賞 (1) 造粒技術による災害廃棄物の復興資源化	
		大友 信悦・須々田嘉彦・勅使河原和則
93	JCMA 報告 平成 25 年度建設機械施工技術検定試験結果報告	
95	JCMA 報告 平成 25 年度一般社団法人日本建設機械施工協会	
	研究開発助成助成対象研究開発決定のお知らせ	鈴木 勝
96	部会報告 ・ISO/TC 127/SC 2/WG 9 (土工機械—安全 ISO 20474 改正) 2013 年 6 月ス	
	トックホルム国際作業グループ会議・ISO/TC 127/SC 1/WG 5 (視界性 ISO 5006 改正)	
	2013 年 11 月パリ国際作業グループ会議	標準部会
101	新工法紹介	機関誌編集委員会
102	新機種紹介	機関誌編集委員会
106	統計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移	機関誌編集委員会
107	行事一覧 (2013 年 12 月)	
110	編集後記	(相田・山本)

◇表紙写真説明◇

スマートメンテナンスハイウェイ構想のイメージ

写真提供：東日本高速道路㈱

インフラの老朽化やメンテナンスのあり方については、「本格的な維持・更新時代の到来」ということが以前から指摘されてきた。こうした背景を受け、「スマートメンテナンスハイウェイ (SMH: Smart Maintenance Highway) 構想」という考え方、枠組みを立ち上げた。

長期的な道路インフラの安全・安心の確保に向け、ICT 技術の導入や機械化等を行い、これらが技術者と融合した総合的なメンテナンス体制の構築を目指していく。

SMH 構想においては、「インフラ管理センター (仮称)」を中心にして、スマートフォンを活用した位置情報や過去の点検データの取得、無人飛行体 (UAV) やヘリコプターによる撮影システムの導入など、その検討範囲は多岐にわたっている。これらを効果的に用いることにより、維持管理・更新の効率化や高度化が期待できる。

情報化施工により東日本大震災の復興を支援

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

まずは、一般社団法人日本建設機械

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

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

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

第60回米国建設機械施工視察団 団員募集のお知らせ CONEXPO2014 (ラスベガス)

本年度も関係各位のご要望にお応えして、下記要領により海外視察団参加者を募集し派遣することになりました。今回の視察の主目的は、アメリカ・ラスベガスで開催される国際的な建設機械及び建設資材等の展示会“CONEXPO 2014”の視察です。3年ごとに開催されるこの展示会は世界3大建機展の一つで、170ヵ国2,400社

／団体以上が出展を予定しており、最新の建設機材、サービス、そして技術を一望することができます。そのほか、ロサンゼルスにおけるインフラ整備、都市再開発の工事現場視察等を予定しております。

視察期間：3月3日(月)～9日(日)
視察地：ラスベガス・ロサンゼルス

催行人数：最少催行人員10名
参加費：325,000円(空港諸税、CONEXPO 2014入場料等別途)
締切日：1月17日(金)；終了
お問い合わせ先：
一般社団法人 日本建設機械施工協会
担当：鈴木 勝
TEL：03-3433-1501
FAX：03-3432-0289

第14回建設ロボットシンポジウム 論文募集のご案内

「第14回建設ロボットシンポジウム—建設産業をリードするロボット技術(RT) & 情報通信技術(ICT)—」(8月28日(木)、中央大学 後楽園キャンパス)開催に伴い、次の通り発表論文を募集致します。

1. 論文募集内容

- (1) 建設生産についての将来展望
- (2) 建設生産技術の高度化
- (3) アプリケーションと新領域

- (4) ライフサイクルへの適用
- (5) ロボット・キーテクノロジー

2. 論文募集要項

- (1) 応募者は論文要旨を送付してください。
- (2) 論文要旨提出締切日：1月31日(金)；終了
- (3) 審査の上、採用決定論文については本論文の作成を依頼します。
- (4) 本論文提出締切日：4月25日(金)

- (5) 論文発表時間：20分／編(予定)

詳細問い合わせ先：

一般社団法人日本ロボット工業会
建設ロボットシンポジウム事務局
TEL：03-3434-2919
FAX：03-3578-1404
E-mail: forum@jara.jp
URL <http://www.jara.jp/>

平成26年度 一般社団法人日本建設機械施工協会会長賞 ご案内

下記の通り、「一般社団法人日本建設機械施工協会会長賞」をご案内致します。

1. 表彰の目的

我が国の建設事業における建設機械及び建設施工に関連する技術等に関して、調査、研究、技術開発、実用化等によりその高度化に顕著な功績をあげたと認められる業績を表彰し、もって国土の利用、開発及び保全並びに経済及び産業の発展に寄与すること。

2. 表彰対象

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

3. 表彰の種類

本賞(会長賞)、貢献賞及び奨励賞

4. 応募

1月31日(金)；終了

5. 選考

本協会が設置した「一般社団法人日本建設機械施工協会会長賞選考委員

会」で選考致します。

6. 表彰式

本協会第3回通常総会(5月28日(水))終了後に行います。

詳細問い合わせ先：

一般社団法人日本建設機械施工協会
阿部宛
E-mail: t-abe@jcmanet.or.jp
TEL：03-3433-1501
FAX：03-3432-0289

2014 ふゆトピア・フェア in 釧路

—自然あふれる冬の魅力を“道東”から発信！—

除雪機械展示・実演会

平成 26 年 1 月 23 日・24 日 北海道釧路市釧路港耐震旅客岸壁



↑開会式（テープカット）



↑JCMA 社会長挨拶



↑会場風景



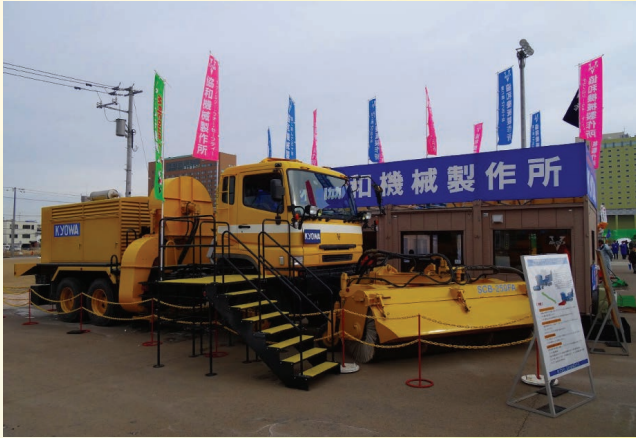
↑国土交通省 足立技監視察



↑展示会（日野自動車ブース）



↑展示会（日本除雪機製作所ブース）



↑展示会（協和機械製作所ブース）



↑展示会（範多機械ブース）



↑展示会（名古屋電機工業ブース）



↑展示会（新潟トランスブース）



↑展示会（UDトラックスブース）



↑展示会（土木研究所寒地土木研究所ブース）



↑幼稚園児による展示会見学状況



↑除雪機械展示・実演会開催状況

巻頭言

復興インフラの長寿命化を目指して

岩 城 一 郎



東日本大震災の発災から3年近くが経ち、大津波により壊滅的な被害を受けた宮城県、岩手県では復興道路（三陸沿岸道路）および復興支援道路（宮古盛岡横断道路等）の本格着工を迎えている。復興インフラの整備に当たっては、高度経済成長期より迅速に、阪神淡路大震災よりも広域に、ひと・もの・かねの制約下で長寿命化を果たす必要がある。すなわち、高度経済成長期のインフラ整備は1960年代から1970年代の約20年で成し遂げたのに対し、復興インフラの整備は今後5-10年のうちに完了する必要がある。また、阪神淡路大震災の被害は神戸市周辺に限定されていたのに対し、東日本大震災の被害は、北海道から東北、関東にまで及んでおり、津波によって流出した膨大なインフラを再構築する必要がある。さらに、現地では復興に従事する労働者、重機、建設材料、特にコンクリート用骨材の枯渇が深刻な問題となっている。しかしながら、インフラの老朽化問題が顕在化しつつある昨今においては、復興インフラの初期欠陥や早期劣化は許されない状況にある。

このような極めて難しい問題に対し、国土交通省東北地方整備局をはじめとする官、大学研究者らによる学、建設業・コンサルタント・生コン工業組合らによる産は、官学産の連携により、知恵を寄せ合い、復興インフラの長寿命化を図る取り組みを進めている。その根底には「強度＝耐久性」という固定観念からの脱却がある。まず、東北地方整備局ではこれまでに収集した橋梁点検データを精査し、橋梁の早期劣化に至る主因を、凍結防止剤を含む水の作用と捉え、構造物に極力水を作用させない構造形式や構造細目を採用する方針を打ち出した。また、厳しい寒冷地では、現行のJISで規定されている空気量（ $4.5 \pm 1.5\%$ ）の下限值（ 3.0% ）では十分な耐凍害性を確保することができないと判断し、空気量の下限値を引き上げることとし、実際の生コンやプレキャスト製品でその実効性を検証するため、生コン工業組合やプレキャスト製品メー

カーとの共同研究を進めている。

大学の研究者は、厳しい制約下においてコンクリート構造物を長寿命化する対策として、実績のある既存のシステムと新たな品質評価システムの融合による構造物の品質／性能確保や、既存の枠にとらわれない新技術の導入および技術の統合・総合化を提案している。前者は横浜国立大学の細田暁准教授らが中心となり、山口県で開発・活用されている施工状況把握チェックシートを用い、施工者と発注者が共通認識の下、施工の基本事項を遵守し、目視評価や各種表層品質評価により出来上がった構造物の性能を評価しようとしている。一方、東京大学の石田哲也教授は、現地発生材の品質が低くても構造形状等を工夫することにより性能を保証する台形CSGダムをアナロジーに、低品質の骨材であっても出来上がったコンクリート構造物の性能を満足するような設計（材料・配合・構造）、施工、維持管理方法の導入を提案している。こうした取り組みが功を奏せば、仕様規定型から性能評価型へ、有事から標準へ、東北から国内外へとといった様々なブレイクスルーが生まれ、我が国の土木技術が他国に先んじてステップアップする好機となり得る。

国土強靱化政策と相俟って、2020年東京オリンピック・パラリンピックの開催も決まり、短期的には我が国の建設業界は活況を呈する可能性がある。一方、東北の復興は道半ばであり、福島県内では除染すら進まない状況にある。原発20km圏内ではあの日のまま時間が止まっている。そのような中、オリンピックの開催時に、あれだけの大災害から見事に復興を果たした東北を国際社会に示すことができれば、我が国のまさに面目躍如となるであろう。その中核を担うのが「土木」であることは論を俟たない。今まさに土木技術者の力量と良識が問われている。

道路法等の一部を改正する法律の施行に伴う 関係政令の整備に関する政令等

加 藤 重 人

第183回通常国会で成立した「道路法等の一部を改正する法律」(平成25年法律第30号)のうち大型車両の通行の適正化関係の改正規定を除いた部分が同年9月2日に施行され、併せて「道路法等の一部を改正する法律の施行に伴う関係政令の整備に関する政令」(平成25年政令第243号)が同日に施行された。同法律、同政令では、道路構造物の予防保全・老朽化対策、道路の防災・減災対策の強化の観点から、維持又は修繕に関する技術的基準を定める等の改正が行われた。本稿では、これらの改正について紹介する。
キーワード：予防保全、老朽化対策、防災・減災対策、技術的基準、権限代行、維持修繕協定、協議会、無利子貸付

1. はじめに

我が国においては、近年、高度経済成長期に集中的に整備された道路の老朽化が進行しており、例えば建設後50年以上経過する道路構造物の割合が、橋にあっては2012年の16%から2032年には65%に、トンネルにあっては2011年の18%から2031年には47%に増加することが予測されている。加えて、国際海上コンテナ積載車両等の大型車両の走行は、道路構造物へ与える影響が大きいことから、そうした車両の道路利用の面からも構造物の老朽化対策を進めるべき状況となっている。

また、今後発生が予測される首都直下地震や南海トラフの巨大地震等に備え、東日本大震災における被災状況も教訓としつつ、「命の道」となる緊急輸送路等が災害時にも機能を発揮できるようにするための対策が求められている。

上記のような老朽化対策や大規模災害への備えの必要性を踏まえ、第183回通常国会において「道路法等の一部を改正する法律」(平成25年法律第30号)(以下「改正道路法」という。)が成立し、平成25年6月5日に公布された。また、「道路法等の一部を改正する法律の施行期日を定める政令」(平成25年政令第242号)により、同法の施行期日が同年9月2日に定められ、大型車両の通行の適正化関係の改正規定を除いた部分が施行された(大型車両の通行の適正化関係については、法律の公布から1年以内に施行することとされている。)

これに伴い、改正道路法の政令委任事項等を整備するため、道路法施行令、道路整備特別措置法施行令、高速自動車国道法施行令、道路整備事業に係る国の財政上の特別措置に関する法律施行令等を改正する「道路法等の一部を改正する法律の施行に伴う関係政令の整備に関する政令」(平成25年政令第243号)(以下「改正道路法整備政令」という。)が制定され、同日に施行されたところである。本稿では、改正道路法整備政令の内容を中心に紹介するとともに、今般の改正の全体像がわかるよう、あわせて改正道路法の内容についても紹介することとしたい。

2. 道路法等の一部を改正する法律の施行に伴う関係政令の整備に関する政令等の概要

改正道路法整備政令では、道路構造物の予防保全・老朽化対策(ハード対策)として、道路の維持又は修繕に関する技術的基準、国土交通大臣による都道府県道又は市町村道を構成する一定の構造物の修繕等に関する工事の権限代行について、また、道路の防災・減災対策の強化として、防災上重要な道路における占用の禁止又は制限及び電線共同溝への電線の敷設工事に係る資金の貸付けについて規定の整備を行った。

これら以外にも、改正道路法から政令への委任事項はなかったが、改正道路法において、道路構造物の予防保全・老朽化対策(ソフト対策)として、大型車両の通行の適正化(未施行)について、道路の防災・減災対策として、維持修繕協定の締結、道路の管理に関

する協議会の設置について改正が行われた。

(1) 道路構造物の予防保全・老朽化対策

(a) 道路の維持・修繕の充実（ハード対策）

①道路の維持又は修繕に関する技術的基準（道路法第42条第2項、第77条第1項、道路法施行令第35条の2関係）

道路法第42条第1項では、「道路管理者は、道路を常時良好な状態に保つように維持し、修繕し、もつて一般交通に支障を及ぼさないように努めなければならない」とされているが、昨今、整備後相当年数が経過した道路ストックが増加しており、全国の道路管理者において、共通の基準のもとに、適切な維持修繕に取り組む必要性がこれまでになく高まってきている。

同条第2項において「道路の維持又は修繕に関する技術的基準その他必要な事項は、政令で定める」とされている維持又は修繕に関する技術的基準については、これまで、道路の維持管理については、個別具体の道路の状況、地形の問題等を細かく考慮することが必要であり、全国一律に、一般的な法規範としては定めにくいという理由で未制定であったが、上記のような状況を踏まえ、改正道路法整備政令において、同基準を策定した。また、同基準の策定に当たっては、改正道路法により道路法第42条第3項において「技術的基準は、道路の修繕を効率的に行うための点検に関する基準を含むものでなければならない」と規定された趣旨を踏まえ、道路の予防保全の観点から、点検に関する基準を含めている。

新たに策定された同基準の内容は以下のとおりである。

- ・道路の構造等を勘案して、適切な時期に、道路の巡視を行い、及び清掃、除草、除雪その他の道路の機能を維持するために必要な措置を講ずること。
- ・道路の点検は、トンネル、橋その他の道路を構成する施設若しくは工作物又は道路の附属物について、道路構造等を勘案して、適切な時期に、目視その他適切な方法により行うこと。
- ・前号の点検その他の方法により道路の損傷、腐食等を把握したときは、道路の効率的な維持及び修繕が図られるよう、必要な措置を講ずること。

上記のひとつ目については、反復して行われる道路の機能を保つための行為（維持）についての基準であるが、道路の維持に当たっては、道路の構造、交通状況、気象の状況等を勘案し、適切な時期に、巡視（日常のパトロール）を行い、必要な清掃等を行うこととしたものである。

二つ目については、道路法第42条第3項の趣旨を踏まえ、道路の修繕を効率的に行うための点検に関する基準を定めたものである。

三つ目については、点検等により道路の損傷、腐食等の異状を把握した時は、維持又は修繕を効率的に行ういわゆる予防保全の観点から、早い段階で必要な措置（修繕工事や取替え）を講ずることとしたものである。

これらのほか、道路の維持又は修繕に関する技術的基準その他必要な事項は国土交通省令で定めることとしており、現在、国土交通省令で定める事項を検討しているところである。

これにより、道路の劣化が進行してから修繕を行う事後保全ではなく、事前の備えとして道路構造物の点検を定期的に行い、損傷が軽微なうちに計画的に対策を講じる予防保全の観点から、安全かつ円滑な交通の確保及び効率的な道路管理がなされることが期待される。

また、今後、具体的な維持・修繕の状況等を踏まえ、維持・修繕に関する技術開発や基準の見直しのための検討を適時適切に行うことができるようにするため、改正道路法により、道路法第77条に基づき国土交通大臣が地方公共団体の長等に行わせることができる調査の対象に維持・修繕の実施状況等を加えた。

②国土交通大臣による都道府県道又は市町村道を構成する一定の構造物の修繕等に関する工事の権限代行（道路法第17条第6項、道路法施行令第1条の6、第1条の7第4項、第4条の3、第6条、道路整備事業に係る国の財政上の特別措置に関する法律第3条関係）

道路法では、道路の種別ごとにその管理を行う道路管理者が定められており、原則として、一般国道のうち指定区間内については国土交通大臣、指定区間外は都道府県、都道府県道、市町村道については、それぞれ都道府県、市町村と決められている。必要に応じて、国土交通大臣が、指定区間外の一般国道に係る工事を代行できる等の例外も認められているところであるが、国土交通大臣が都道府県道、市町村道の工事を行うための規定が、これまで道路法には存在しなかった。

しかしながら、トンネル、橋等の道路構造物の老朽化が急速に進む中、都道府県道、市町村道について、道路管理者である都道府県、市町村の工事実施体制や技術上の制約等により必要な改築又は修繕を行うことが困難なものもあることから、安全かつ円滑な交通の確保に資するため、改正道路法により、道路法第17条第6項において、このような都道府県、市町村に代

わり国土交通大臣が、当該都道府県道又は市町村道を構成する一定の施設又は工作物の改築又は修繕に関する工事（以下「修繕等工事」という。）を行うことができることとされた。

改正道路法による上記の改正を受けて、改正道路法整備政令においては、修繕等工事について、以下の事項を定めた。

- ・国土交通大臣が修繕等工事を行うことができる施設又は工作物

国土交通大臣が修繕等工事を行うことができる施設又は工作物を、トンネル、橋その他国土交通大臣が定める施設又は工作物とした。

- ・国土交通大臣が修繕等工事を行う場合等の告示

国土交通大臣は、修繕等工事を行おうとする場合においては、あらかじめ、当該道路の路線名、工事の区間、工事の種類及び工事の開始の日を告示するものとした（当該工事の全部又は一部を完了し、又は廃止しようとする場合においても、これに準ずる。）。

- ・国土交通大臣が修繕等工事を行う場合の権限

国土交通大臣は、修繕等工事を行う場合に道路管理者に代わって行う権限について、修繕等工事の規模及び様態等を踏まえ、当該道路管理者と協議して定めるものとし、工事開始の日から工事の完了又は廃止の日までの期間（以下「代行期間」という。）に限り行うことができるものとした（ただし、土地の一時使用等に伴う損失補償等に係る権限については、代行期間の後もこれを行うことができるものとした。）。一方、代行期間中、道路管理者は国土交通大臣が代行する権限については行使することはできないこととした。また、国土交通大臣は、道路管理権限の所在を明らかにするため、成立した協議の内容を告示しなければならないこととした。

- ・国土交通大臣が修繕等工事を行う場合に必要な権限を行使しようとするとき、又は行使したときの道路管理者への対応

国土交通大臣は、修繕等工事を行う場合に必要な権限のうち、道路一体建物に関する協定及び利便施設協定の締結権限を行使しようとするときは、あらかじめ、道路管理者の意見を聴かなければならないものとした。また、国土交通大臣は、これらの権限のほか、道路区域の決定、占用許可等の権限を行使したときは、道路管理者にその旨を通知しなければならないものとした。

- ・国土交通大臣が修繕等工事を行う場合の費用負担

今回の修繕等工事は、財政上の支援として行うも

のではないことから、改築に関する工事については、都道府県又は市町村は、当該工事を自ら行うこととした場合と同じ割合で費用負担をすることとし（国が補助金相当額（都道府県又は市町村が自ら当該工事を行うこととした場合に道路法第56条の規定により国が補助することができる金額に相当する金額）を費用負担することとした。）、修繕に関する工事については、都道府県又は市町村が負担することとした。

さらに、道路整備事業に係る財政上の特別措置に関する法律において、費用負担の特例を定め、道路の改築及び修繕の補助割合について、各種地域振興法（離島振興法、水源地域特措法等）等の規定が適用される工事については、当該規定により補助される場合と同じ費用負担割合とすることとした。

(b) 大型車両の通行の適正化（ソフト対策）

改正道路法のうち、大型車両の通行の適正化関係については、まだ未施行であるが、その内容について紹介することとしたい。なお、大型車両の通行の適正化関係については、改正道路法の公布（平成25年6月5日）から1年以内に施行することとされているため、平成26年6月上旬までに施行し、併せて、政令への委任事項についても整備することとなる。

①大型車両の通行を誘導すべき道路として指定された道路における大型車両の通行許可の特例（道路法第47条の3関係）

道路法においては、一定の重量等を超える大型車両を通行させようとする者は道路管理者の許可を得なければならないこととされている。道路管理者を異にする2以上の道路を通行させようとするときは、これらの2以上の道路に係る通行許可は、一の道路管理者が一元的に行うことができるとされているが、その際は他の道路管理者の同意を得ることが必要とされている。

しかしながら、こうした制度は、関係道路管理者の同意を得るのに一定の時間を要する場合が多く、また、道路の構造の保全等を図るためには、高速道路等の大型車両の通行が望ましい道路への大型車両の通行の誘導を図ることが必要であることから、改正道路法により、大型車両の通行の誘導を図るべき道路を国土交通大臣が指定し、当該道路における大型車両の通行許可のための関係道路管理者間の個別の協議を不要とし、国土交通大臣が行う許可に一元化することで許可手続の迅速化を図ることとした。

具体的には、

- ・道路管理者を異にする二以上の道路（高速自動車国

道又は指定区間内の一般国道を含む場合に限る。)について、関係する道路管理者に協議し、その同意を得た上で、大型車両の通行が望ましい経路として国土交通大臣が指定することができること

- ・当該指定に当たって同意をした道路管理者は、直ちに、当該道路に係る通行許可の審査のために必要な当該道路の構造に関する情報等を国土交通大臣に提出しなければならないこと
 - ・指定された経路に係る大型車両の通行許可権限は国土交通大臣が一元的に行い、当該経路に含まれる都道府県道等に係る審査は、関係する道路管理者から提供された情報等に照らして行うことにより、道路管理者への個別の協議は不要とすること
- 等とした。

これにより、走行環境に優れ、管理水準の高い高速道路等の幹線道路への国際海上コンテナ積載車両等の大型車両の通行の誘導が図られ、道路全体の老朽化の抑制はもとより、混雑の防止、沿道環境の改善にも資することが期待される。

②大型車両の通行に関する報告徴収及び立入検査（道路法第72条の2関係）

トンネル、橋等の道路構造物の老朽化が急速に進む中、道路管理者の許可を得ることなく重量等の最高限度を超えた大型車両を通行させたり、許可の条件に違反して通行したりする大型車両は依然として多く、道路の構造に与える影響が懸念されている。

このため、重量等の制限違反を繰り返す悪質な事業者が、道路管理者による是正指導のための呼び出しに応じないといった場合に適切な監督を図るため、道路管理者は当該事業者に対し報告徴収や立入検査を行うことができることとした。

これにより、道路管理者が大型車両の通行実態等を適切に把握し、必要な指導等の監督をより適確に行うことが可能となる。

(2) 道路の防災・減災対策の強化

(a) 維持修繕協定の締結（道路法第22条の2関係）

道路法第24条においては、道路管理者以外の者は、道路に関する工事又は道路の維持を行うためには、あらかじめ道路管理者の承認を受けることとされている。また、当該承認を受けて行う工事の費用については、当該工事を行う者が負担することとされている。

一方で、道路を常時良好な状態に保つためには、道路管理者が、地域の建設業団体、レッカー業団体等の道路管理者以外の道路の維持又は修繕に関する工事を的確に行う能力を有すると認められる者との協働を図

ることが有効であり、特に、東日本大震災発生直後の道路啓開等においては、地域の建設業者等が大きな役割を担ったところである。このため、改正道路法により、道路管理者と建設業団体、レッカー業団体等の道路の維持又は修繕に関する工事を的確に行う能力を有すると認められる者との間で、維持修繕協定を締結することができる制度を設けることにより、当該協定に記載された工事等の範囲内であれば、道路法第24条に規定する道路管理者による個別の承認を受けることを不要とすることとされた。

また、維持修繕協定において定める事項は次のとおりとされた。

- ・維持修繕協定の目的となる道路の区域（以下「協定道路区域」という。）
- ・維持修繕実施者が道路の損傷の程度その他の道路の状況に応じて協定道路区域において行う道路の維持又は修繕に関する工事の内容
- ・協定に定められた道路の維持又は修繕に関する工事に要する費用の負担の方法
- ・維持修繕協定の有効期間
- ・維持修繕協定に違反した場合の措置
- ・その他必要な事項

道路管理者と道路の維持又は修繕に関する工事を的確に行う能力を有すると認められる者が維持修繕協定を結ぶことにより、災害が発生した場合においても、当該協定に基づき、道路管理者と道路管理者以外の者が連携し、迅速な道路啓開等が行われることが期待される。なお、維持修繕協定の締結については、改正道路法整備政令における改正事項はない

(b) 関係道路管理者等による協議会の設置（道路法第28条の2関係）

道路法においては、道路の種別に応じて定められた道路管理者が、それぞれの道路の管理を行うこととされているが、昨今、東日本大震災の教訓も踏まえ、特に防災上の観点から、道路管理者を異にする道路であっても、避難路、発災時の緊急輸送道路等として有効に機能させるため、道路管理者間で連携して効果的な管理を行っていくことの重要性が認識されたところである。

さらに、防災上の観点等から、効果的な道路の整備及び管理を進めていくに当たっては、関係道路管理者のみならず、地方公共団体等の関係者と連携を図ることも不可欠である。

また、関係道路管理者等が連携して取り組むべき課題は、防災上の課題に限らず、交通の安全確保等の観点から、歩道や自転車通行空間の確保のための並行す

る道路間の調整など、地域の様々な課題に及んでいる。

以上のことを踏まえ、改正道路法により、道路法第28条の2において、道路における様々な課題に対応できるよう、交通上密接な関連を有する道路の管理を行う複数の道路管理者が、当該道路の管理を効果的に行うための協議会を設置できることとされた。また、当該協議会の構成員には、協議が調った事項について、尊重義務が課されるものとされ、協議会がその構成員として加えることができる者について、次のとおり定めた。

- ・関係地方公共団体
- ・道路の構造の保全又は安全かつ円滑な交通の確保に資する措置を講ずることができる者
- ・その他協議会が必要と認める者

なお、関係道路管理者等による協議会の設置について、改正道路法整備政令における改正事項はない。

(c) 防災上重要な道路における占用の禁止又は制限及び電線共同溝への電線の敷設工事に係る資金の貸付け（道路法第37条、道路整備事業に係る国の財政上の特別措置に関する法律第4条、道路整備事業に係る国の財政上の特別措置に関する法律施行令第4条関係）

道路法では、同法第33条の道路の占用の許可基準を満たす場合、道路管理者は、道路の占用を許可することができることとされている。また、電柱等の公益性の高い物件については、許可基準に適合している場合、占用許可を与えなければならないこととされている。

しかしながら、災害が発生した場合において緊急輸送道路や避難路としての機能を果たすことが想定される防災上重要な道路については、道路上に設置された占用物件が地震等の大規模災害の発生により倒壊する等により、緊急車両等の通行や住民の避難に支障をきたすようなことはできる限り避けなければならない。

このため、改正道路法により、道路法第37条において、防災上重要な道路について、緊急輸送道路や避難路としての効用を全うさせるために必要と認める場合に、道路管理者は区域を指定し、占用の禁止又は制限を行うことができることとされた。

また、電線管理者等に対する財政支援によって電柱の移設等の促進を図るため、都道府県又は市町村が道路の占用を禁止又は制限する区域における電線共同溝の占用予定者が行う電線の敷設工事（これに附帯する工事を含む。）に要する費用の一部を無利子で貸し付ける場合、国は、都道府県又は市町村にその一部を無

利子で貸し付けることができることとされた。

改正道路法における上記の改正を受けて、改正道路法整備政令においては、国による無利子の貸し付けの条件の基準を次のとおり定めた。

（国が都道府県又は市町村に貸付けを行う貸付金に関する条件の基準）

- ・償還期間：20年（5年以内の据置期間を含む。）以内

- ・償還方法：均等半年賦償還

（都道府県又は市町村が事業者に貸付けを行う貸付金に関する条件の基準）

- ・償還期間：20年（5年以内の据置期間を含む。）以内

- ・償還方法：均等半年賦償還

- ・貸付けを受ける占用予定者は、国又は都道府県若しくは市町村による報告徴収、立入検査等を受け入れ、又は質問に応じなければならないこと

(3) その他

改正道路法により新たに創設された、国土交通大臣による都道府県道又は市町村道を構成する一定の構造物の修繕等に関する工事の権限代行の場合における、道路法の適用に関する読替規定等が、改正道路法整備政令において定められた。

3. おわりに

今後、改正道路法のうち大型車両の通行の適正化に関する規定について、平成25年6月上旬までに施行するとともに、併せて、必要な関係政省令の整備も行う予定である。

また、道路の維持又は修繕に関する技術的基準等について、国土交通省令を定めることを検討しているところである。

各道路管理者においては、改正道路法等の趣旨を踏まえ、道路構造物の予防保全・老朽化対策によるインフラ長寿命化に取り組むとともに、一層の防災・減災対策の強化が期待されるところである。

J C M A

〔筆者紹介〕

加藤 重人（かとう しげと）

国土交通省
道路局路政課
企画係長

道路メンテナンスの高度化の推進に向けて スマートメンテナンスハイウェイ

久保 竜 志

社会インフラの老朽化が進む中、インフラの維持管理のあり方について、活発な議論がなされ、国は平成 25 年を「社会資本インフラメンテナンス元年」と位置付け、各種の政策を展開していることもあり長期的な高速道路資産の健全性確保に向けた、維持管理・更新の効率的かつ確実な実施は、重要な課題となっている。このような背景のもと、ICT 導入等による高速道路メンテナンスの高度化を実現するため、スマートメンテナンスハイウェイ（SMH 構想、以下「本構想」という）を本年 7 月に公表し、その実現に向けての検討を、本格的に開始した。本報文は、本構想の内容、着想経緯、推進体制、技術開発の取組方針などについて紹介するものである。

キーワード：インフラ、維持管理、ICT、スマートメンテナンスハイウェイ構想、SMH

1. はじめに

高速道路の老朽化が進む中、高速道路 3 社は、「高速道路資産の長期保全および更新のあり方に関する技術検討委員会（委員長：藤野陽三、東京大学大学院工学系研究科特任教授）」を平成 24 年 11 月に設置し、将来にわたり高速道路ネットワークの機能を確保していくために、橋梁をはじめとした高速道路資産の適切なタイミングでの維持管理・更新のあり方について検討を進めている。一方で、平成 24 年 12 月に中央道笹子トンネルにおける天井板落下事故が発生し、その後、国や学会等においても、社会インフラのメンテナンスのあり方について、活発な議論が開始された。国においては、各地域でのインフラの老朽化を踏まえ、平成 25 年 1 月に社会資本整備審議会の緊急提言「本格的なメンテナンス時代に向けたインフラ政策の総合的な充実」、平成 24 年度の補正予算による緊急点検・補修など、老朽化対策への本格的な取り組みが始まっている。国土交通省は、平成 25 年 3 月に「社会資本の維持管理・更新に関し当面講ずべき措置」をまとめ、公表した。さらに、平成 25 年を「社会資本メンテナンス元年」と位置付け、各種の政策を推進している。また、土木学会では、社会インフラ維持管理・更新検討タスクフォースを平成 25 年 1 月に設置し、「社会インフラ維持管理・更新の重点課題に対する土木学会の取組戦略」を取りまとめ、公表した。

このような社会情勢の中で、当社としても高速道路

の維持管理・更新の効率化および高度化は喫緊の課題であることから、その実現に向け、全社的なプロジェクトとして本構想を企画・立案し、平成 25 年 7 月に公表した。今回は、この本構想について、背景、構想の概要、技術開発への取り組みなどを紹介する。

2. 本構想について

(1) 本構想の内容

本構想とは、長期的な高速道路の安全・安心の確保に向けて、ICT を活用した技術を導入して点検の効率化・高度化を行い、これらと技術者が融合した総合的なメンテナンス体制を構築する構想である。なお、この構想の核となる、道路管制センターと連動した「インフラ管理センター（仮称）」は、2020 年度（平成 32 年度）までに新たに導入することを目指している。その概略ロードマップを表 1 に示す。

また、本構想の実現イメージ図を、図 1、図 2 に示す。この図は、これまで行ってきた目視や打音といった、従来型の点検方法によって収集されたデータと、モニタリング技術や点検の機械化・効率化技術等の新たな手法により収集したデータを、インフラ管理センターで一元的に管理し、現場の異常検知やデータ分析による補修の優先順位の策定など、アセットマネジメントに活用するまでの業務プロセスを示したイメージである。さらに、それぞれの要素を補足すると、以下の通りである；

表一 本構想の概略ロードマップ

年度	マイルストーン
H25	・ SMH プロジェクト始動 ・ 基本構想の具現化
H26	・ SMH 基本計画の策定 ・ インフラ管理センター業務基本要件の定義
H27 以降～	・ モデル事業（供用区間・新規区間）開始 ・ インフラ管理センター試行導入（※順次拡大） ・ SMH 導入マニュアル、要領化等の推進 ・ SMH/ インフラ管理センター導入（H32 年度）

①モニタリング技術

ある一定の条件を満たす橋梁，トンネル，のり面等を異常時または定期的に監視し，加速度や変位データを収集する。

②点検の機械化技術

トンネルの覆工背面の検知が可能な車両による空洞調査，多機能測定車による諸施設の異常検知，自立航法型無人探査機（UAV）の空撮による高橋脚の間接目視などが挙げられる。

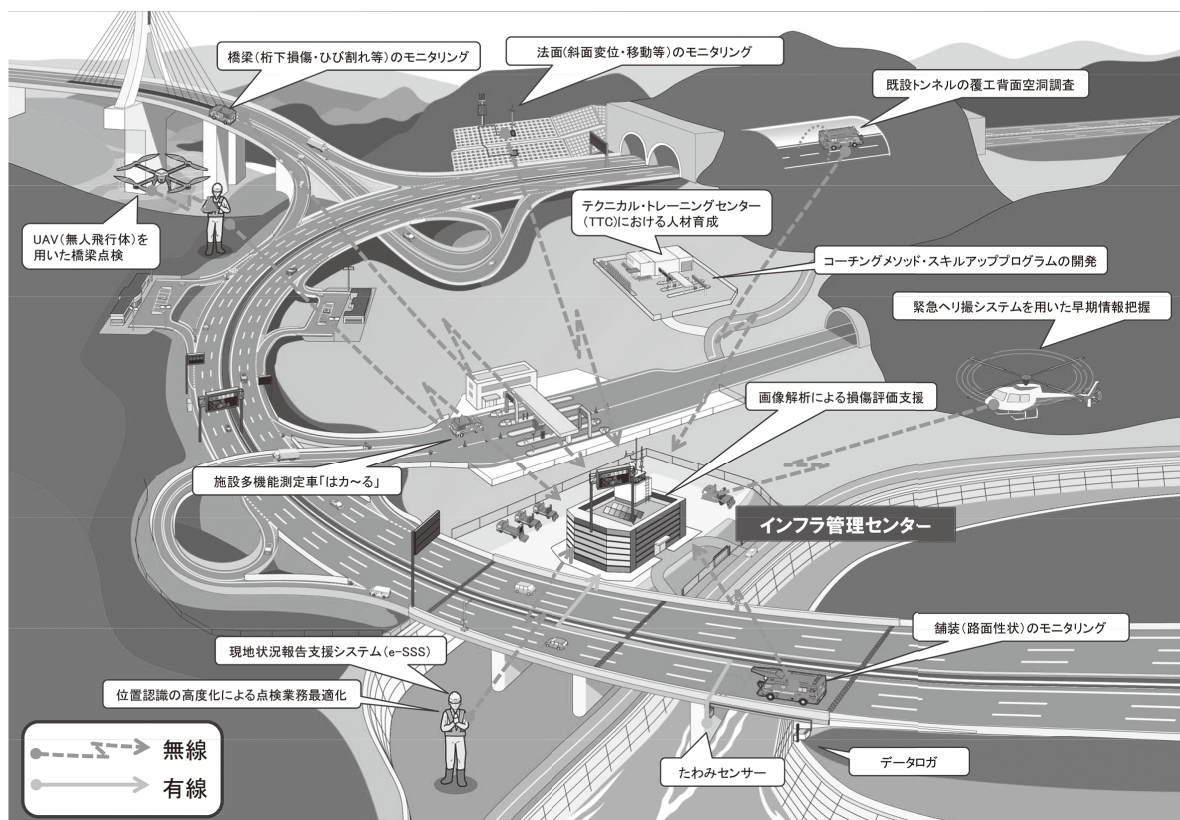
③点検の効率化技術

現場の点検員が写真を含む点検データを，その場でタブレットから入力することで，携帯端末を介して，瞬時に情報を伝達・共有することが可能である。また，過去の点検結果も，現場や事務所ですぐに確認するこ

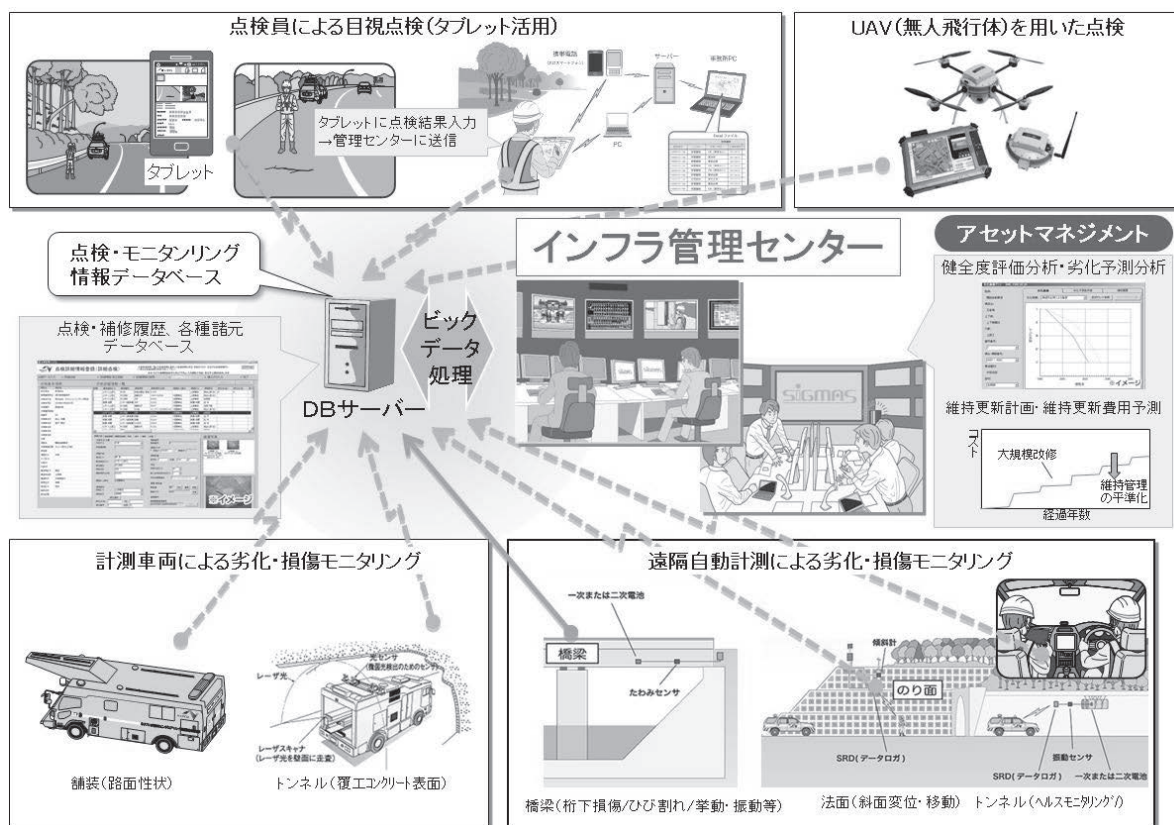
とができる。

記載の要素技術は，既に現場に導入されているものから新たに開発するものまで，様々な段階のものが含まれている。これらを総合的かつ体系的に構造化し，「インフラ管理センター」という明確な概念のもとで社会実践するプロジェクトは，わが国でも初となる先進的な取り組みであると認識している。この取り組みにより，熟練した専門技術者をより症状の重い構造物の対応（点検・診断など）に集中投入できるメリットなども想定され，業務の効率化に資するものと考えている。また，本構想が実現すれば，効率的かつ的確に，最小コストで最大の効果を得ることが可能になる。前述のような観点から，本構想を金融用語として用いられる「アセットマネジメント」と同意義と捉え，この構想を実現することは，「NEXCO 東日本のアセットマネジメントシステム」の確立にも繋がると考えられる。

図一3は，SMH プロジェクト・ロゴである。これは，不変的なミッションである『安全』を「濃いグリーン」で，『快適』を「明るいグリーン」で表現し，2つの色彩が重なり，調和することでコーポレートカラーである，ネクスコ・グリーンになる配色を採用した。さらに，高速道路をイメージした『8の字』は「無限大」



図一 本構想全体イメージ図



図ー2 主なICT・連携イメージ図



図ー3 SMH プロジェクトロゴ

を意味し、『安全』、『快適』を永続的に追及し、確保するために、全社一丸となって弛まぬ努力をしていく決意を表している。

(2) 本構想に至る背景

平成23年1月に東京大学大学院情報学環と「情報社会基盤に関する研究協力協定」を締結し、今後の高速道路の維持管理に導入すべきICTを活用した技術開発の企画など、情報・意見交換ならびに各種の共同研究を実施してきた。また、それらの知見も踏まえた上で、維持管理の高度化を可能にする技術についても議論した。

①最大のミッションは、安全な高速道路空間の提供である。高速道路資産の増加、道路構造物の老朽化、少子高齢化による熟練技術者の減少という状況下

で、このミッションを実現するためには、点検の質の向上と量の増加が必要である。

- ②電気・通信・機械と同様に、状態を常時監視すべき構造物や付属物を抽出し、これらの異常を予見あるいは検知し、通信、管理する仕組みが実現すれば、メンテナンスの高度化に大きく付与する。
- ③打診、打音による点検には限界があり、これらを補完あるいは代替える技術が必要である。
- ④監視あるいは点検において、管理する閾値の設定が必要である。

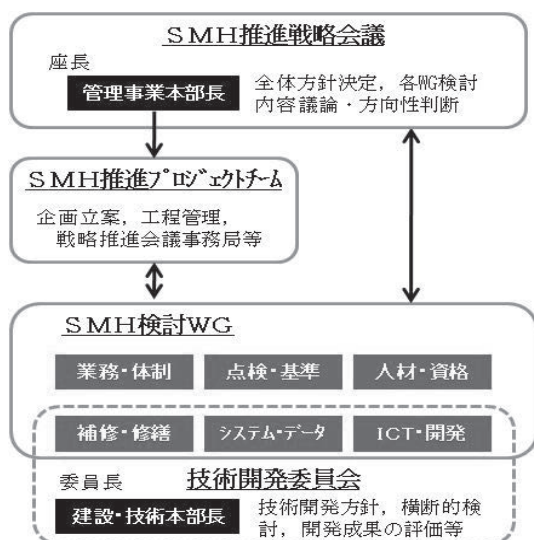
このような議論を経て、高速道路空間の安全・安心を確保するためには、点検業務や技術開発という各パーツだけではなく、維持管理業務全体に係る業務体制や業務フローを最適化する観点や、それらを支える技術者の育成、技術の伝承、データベースの利活用など、さまざまな分野の検討が必要である。

このような背景から、現状と課題、その課題を解決するための対策、道路管理の将来像などを議論する場として、本構想の概念が構築するに至った。

(3) 推進体制

本構想の推進体制を図ー4に示す。WGには、「業務・体制」、「点検・基準」、「人材・資格」、「補修・修繕」、

「システム・データ」、「ICT・開発」の6つがあり、各WGにて表―2に示す各個別検討を進め、本部長直属のSMH推進プロジェクトチームが本構想推進のための企画立案、工程管理を行う。また、社内の技術開発委員会とも連携し、議論・技術開発を行っていく予定である。



図―4 本構想の推進体制

表―2 各WGの主な検討項目内容

WG名	主な検討項目
業務・体制 (統括)	■本構想企画・立案・総合調整 ■工程管理、委員会事務局等
点検・基準	■現場の課題の再整理 ■基準、要領、マニュアル等
人材・資格	■技術伝承プログラム検討 ■人材育成プログラム等
補修・修繕	■大規模更新に係る技術開発 ■建設マネジメント等
システム・データ	■点検データの有効活用 ■データマイニング等
ICT・開発	■ICT導入の企画・立案 ■技術開発・活用等

3. 本構想を実現するための技術開発

(1) 点検業務における問題点

高速道路を管理するにあたり、日々の「点検業務」は欠かすことのできない重要な業務の1つである。第三者に対する被害を未然に防止し、高速道路の長期的な健全性を確保していくためには、点検業務を的確かつ確実に実施していくことが必須である。現在、当社で行っている点検は、大きく分けて、「初期点検」、「日常点検」、「基本点検」、「詳細点検」、「補足点検」、「臨

時点検」の6つである。各点検は、交通量、立地、地域性等の諸条件により、頻度や方法を変えて実施している。しかし、この点検業務において、いくつかの課題が内在しており、「点検業務の高度化・効率化」は、本構想としても大きな要素の1つになっている。以下に、課題の一部を記述する；

- ①点検しにくい箇所への対応
- ②周辺地形の改変の把握（災害時を含む）
- ③遠方目視による点検の限界（精度の向上）
- ④点検結果のデータの入力手間の解消

以上のような課題から、点検業務には多くの時間、労力、費用を要しているのが現状である。写真―1、2に、当社で行っている点検の一例を示す。老朽化した構造物の増加、少子高齢化に伴う技術者の減少といった状況の中で、上述のような課題は、改善すべき喫緊の課題であるといえる。



写真―1 ロッククライミング点検の様子



写真―2 橋梁点検車を用いた点検の様子

(2) 技術開発の方針

本構想の中では、上述のような点検業務の課題を改善するために、最適なICT技術を検討しているところである。ICT技術を活用した新たな道路管理手法を導入することによって、点検の「質の向上」と「量の増加」を実現し、高速道路の長期的な健全性確保、安全な高速道路空間の提供が可能になると考えられる。検討しているICT技術には、センサー等により

常時モニタリング（監視）を行うもの、ロボット技術を用いるもの、携帯端末を活用したものなど、様々なものが含まれる。今回は、導入を検討している、いくつかの技術について紹介する；

- ①モニタリング技術
- ②緊急ヘリコプターによる空撮
- ③携帯端末による点検データ自動入力システム
- ④類似画像解析技術による損傷判定支援システム

(3) 点検の高度化技術

点検の機械化、損傷の定量化に関する取り組みとして、図—1、2のイメージ図に示す要素技術を以下の通り紹介する。

①モニタリング技術

モニタリングシステムによって、構造物状態の可視化および異常検知を行うためには、モニタリング要件（目的、期間、設置タイミングなど）を設定する必要がある。要件を設定した後、過酷な環境条件下での耐用年数等を考慮した上で、既存技術（センサーや通信技術等）の中から、条件に適合する技術を選定する。その技術を、建設区間・供用区間を含めたインフラ構造物へ段階的に実装していく予定である。

②自立航法型無人探査機（UAV）による空撮

この自立航法型無人探査機は、カナダ製の軍事用偵察機であり、海外の軍隊等が実勢配備しているものである（写真—3）。すべてのシステムが、コンパクトにも関わらず、非常に機動性が高い。また、複雑な操縦操作が不要で、GIS型タブレットによって飛行高度



写真—3 自立航法型無人探査機（UAV）

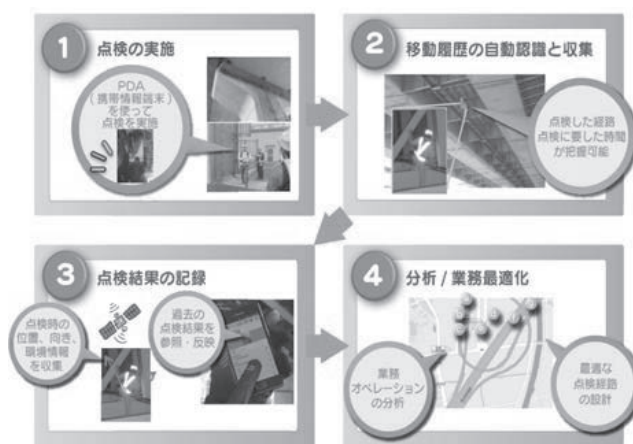
や飛行経路を自動設定し、高精度でスキャン対象物に至ることが可能である。高画質録画も可能であり、応用範囲が広いと考えている。現在は、高速道路の点検に適したカメラ撮影法の研究開発に向け、複数台を試行導入したところである。

③緊急ヘリコプターによる空撮

災害時における点検の効率化に資する技術として、この技術を紹介する。本システムでは、カメラをヘリコプターに固定することなく、被写体位置を座標計測しながら、連続的にハイビジョン並の高解像度写真を撮影することができる。写真—4のように、ヘリコプターから撮影した高速道路本線の写真が、自動的につなぎ合わせられるため、広域災害時には、この資料を用いて初動対応・復旧戦略を即座に立案することができる。なお、この技術は開発を完了している。

④携帯端末による点検データ自動入力システム

このシステムは、詳細点検の効率化に資する技術であり、携帯端末を利用し、GPSと多機能センサーを用いて位置情報を有した点検データを自動入力するものである。図—5は、このシステムの使用手順を示したものである。携帯端末を介したGPSとの通信により、点検時の位置・向き・環境条件を収集し、過去の点検記録を現場で参照できる。さらに、現場で点検記録を入力することも可能である。現在は、位置情報の精度向上を目指した研究を実施中である。



図—5 現場での点検データの入力



写真—4 つなぎ合わせた空撮画像



図—6 類似画像解析による損傷評価支援

⑤類似画像解析技術を活用した損傷判定支援システム

図—6は、このシステムによる損傷判定の一例を示したものである。膨大な画像・箇所・時期・損傷・要因等のデータから特徴量を抽出した後、損傷に関する情報を可視化し、点検データの判定・整理の効率化を図るものである。すなわち、点検で撮影した写真をこのシステムに投入すると、画像の損傷特徴量を解析し、過去の点検結果データベースから類似した損傷写真を抽出することで、損傷判定が可能になる。現在は、類似判定の精度を向上する研究を実施中である。

4. おわりに

今回は、当社の本構想の内容、構想に至る背景、推進体制、構想実現のための技術開発の取り組みについて紹介した。本構想は、実現目標を2020（平成32）年度に設定しており、それまでには「インフラ管理センター」が稼働できる体制を構築しておかなければならない。当面は、実現のための具体的なロードマップを、各ワーキンググループとSMH推進プロジェクトチームで作成し、社内のSMH推進戦略会議に諮っていく。今後の取り組み内容については、随時報告していく予定である。

J C M A

【筆者紹介】

久保 竜志（くぼりゅうし）
NEXCO 東日本 管理事業本部 SMH 推進チーム
サブリーダー



緩衝型のワイヤーロープ式防護柵の開発と実用化

平 澤 匡 介

中央分離帯がない2車線道路では、正面衝突が起きると死亡事故等の重大事故になりやすい。緩衝型のワイヤーロープ式防護柵は、支柱が細いので必要設置幅が少なく、既存道路への設置や狭い幅員の分離帯用として使用することが有利である。本稿は、実車を衝突させた性能確認試験を行い、道路構造令や防護柵設置基準等への適合性を確認し、施工や維持管理等の実用化について検討した結果を報告するものである。

キーワード：交通安全、事故対策、正面衝突、防護柵、ガードケーブル、ワイヤーロープ式防護柵

1. はじめに

北海道において郊外部の国道は走行速度が高くなりやすく、大部分が往復非分離の2車線道路なので、正面衝突事故が構造上発生しやすく、発生した場合は死亡事故等の重大事故に至る場合が多い。道路構造令では、特例として中央分離帯の設置が認められているが、事故時の対応等のために車道を拡幅しなければならず、設置は限定される。また、高規格幹線道路（高速自動車道及び一般国道の自動車専用道路）においても、1990年代以降建設された多くの区間が4車線のうち2車線のみを暫定的に運用する暫定2車線道路であり、ラバーポールと縁石による簡易分離なので正面衝突による重大事故が発生することがある。幅員が狭い道路の中央に防護柵を設置している例としては、スウェーデンの2+1車線道路がある（写真—1）。スウェーデンでは、2+1車線道路の安全性向上のために、中央分離施設として導入コストが最も低いワイヤーロープ式防護柵を設置している。ワイヤーロープ式防護柵は支柱が細く、車両が衝突した時の衝撃を緩和し、設置のための必要幅員も少ない。本稿は、緩衝機能を有するワイヤーロープ式防護柵を2車線道路の

中央分離施設として開発するために、CGシミュレーションや実車衝突実験により、防護柵設置基準に定める高速道路分離帯用Am種の試験条件で性能確認試験を行い、道路構造令や防護柵設置基準等への適合性を確認し、施工や維持管理等の実用化について検討した結果を報告するものである。

2. ワイヤーロープ式防護柵について

ワイヤーロープ式防護柵は、たわみ性防護柵のうち、ケーブル型防護柵に分類される。日本国内で普及しているケーブル型防護柵（ガードケーブル）と大きく異なる点は中間支柱が細く、車両が衝突した時に中間支柱が変形し、衝撃をワイヤーロープが受け止め、車両への衝撃を緩和することである（写真—2）。ガードケーブルは、支柱に直接衝突させないというブロックアウト構造のため、各支柱にブラケットと呼ばれる部材が取り付けられ、ケーブルと支柱の間に一定間隔の空間を設けている。ワイヤーロープ式防護柵に比べ、支柱の強度が高いため、支柱への衝突時には車両に与える衝撃が大きくなる。

全幅員が13mの狭幅員でも中央分離施設としてワ



写真—1 暫定2車線道路（左：紀勢道）と2+1車線道路（右：スウェーデン）



写真—2 ガードケーブル（左）とワイヤーロープ式防護柵（右）

ワイヤーロープ式防護柵を設置している例として、スウェーデンで普及している2+1車線道路がある。2+1車線道路とは、全線を3車線として整備し、中央の車線を交互に追越車線として利用する方式である。スウェーデンでは追い越し需要に対応するために、13mの広幅員2車線道路を整備したが、1990年代に重大事故の多発から、対策としてコストが安いワイヤーロープ式防護柵を中央分離施設として設置した2+1車線道路の検討を始めた。2001年に、標準的な13m幅員の2+1車線道路の横断面構成を決定し、防護柵を設置した2+1車線道路の整備延長は、2008年6月で1,800kmに達している¹⁾。なお、2+1車線道路を導入しているスウェーデン以外の欧州各国において、中央に防護柵を設置するのは限定的である。

米国では、2001年に英国・Brifon社のワイヤーロープ式防護柵が連邦道路局（FHWA）の認可を受け、その後、スウェーデンのBlue System社、米国のTrinity社、Gibraltar社、Nucor社の製品が認可された²⁾。米国ウィスコンシン州に設置された33kmのワイヤーロープ式防護柵では、中央帯突破事故を削減し、事故の重大性も低下した結果、高い費用便益（維持費を含む）が報告された³⁾。なお、米国では、上下線の分離されている広幅員の中央帯にワイヤーロープ式防護柵を設置している。

スウェーデンでワイヤーロープ式防護柵が採用された理由の一つに設置コストがガードレールやコンクリート防護柵に比べ、低廉なことが挙げられる。その他の長所として、開放区間の設置しやすさがある。一般に、2車線区間の中央に分離施設を導入する際の課題は、交通事故、故障車等が発生した時の交通運用にある。駐停車があっても交通に支障とならないように中央分離施設に側方余裕を加えることや広い路肩を採用する場合、建設コストは高額となる。スウェーデンでは除雪作業等の維持管理のためにUターンができる開放区間を設けているほか、人力でワイヤーと支柱を外すことにより、部分的に中央分離施設を開放することで故障や事故等の緊急時の対応を可能としている。この他に、クイック・ロックと呼ばれる部品でワイヤーを分断する場合やカッターでワイヤーを切断する場合もあるが、復元に時間が掛かるので、使用機会は少ない。

3. 日本国内への導入可能性の検討

ワイヤーロープ式防護柵を日本国内に導入するためには、「防護柵の設置基準・同解説」⁴⁾に示される性

能を有しなければならない。防護柵に求められる機能は強度性能、変形性能、車両の誘導性能、構成部材の飛散防止性能である。これらの性能のうち、ワイヤーロープ式防護柵は、支柱が変形し、ワイヤーロープの張力で衝撃を緩和する特性上、変形性能の基準値をクリアすることが課題となる。

変形性能の基準値である最大進入行程は、車両が防護柵に衝突する時に、前輪または後輪の内側が防護柵の柵面の原位置より路外方向に踏み出る距離の最大値である（表—1）。一般国道の場合はB種：1.1m、高速道路の場合はA種：1.5mが適用される⁴⁾。また、車両の誘導性能においても、乗用車の衝突時における離脱角度と離脱速度の基準値をクリアすることが課題となる。その理由として、最大進入行程を小さくするためには、支柱の強度を高めることが考えられるが、高強度の支柱は車両の衝突速度を減衰させることになるので、ワイヤーロープ式防護柵にとって、変形性能と車両の誘導性能を満足することが求められる。

表—1 分離帯用防護柵の許容最大進入行程⁴⁾

種別	支柱を土中に埋め込む場合の最大進入行程(m)
C, B	1.1m以下
A, SC, SB, SA, SS	1.5m以下

防護柵は設置基準に示される車両用防護柵性能確認試験を実施し、各性能規定を満足しなければならない。試験は車両総重量25トンの大型貨物車を用いて行う衝突条件Aと車両総重量1トンの乗用車を用いて行う衝突条件Bの2種類の衝突実験を行う（表—2、図—1）。

表—2 性能確認試験における衝突条件⁴⁾

種別	車両重量(kg)	衝突速度(km/h)	衝突角度(度)	衝撃度(kJ)
B種（一般国道対応）	25,000	30	15	58.1
	1,000	60	20	16.2
A種（高速道路対応）	25,000	45	15	130.8
	1,000	100	20	45.1

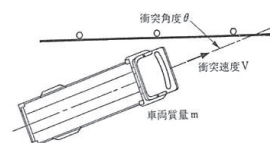
$$Is = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \left(\frac{V}{3.6} \cdot \sin \theta \right)^2$$

ここでIs：衝撃度(kJ)

m：車両質量(t)

V：衝突速度(km/h)

θ：衝突角度(度)



図—1 衝撃度の算定式⁴⁾

4. ワイヤロープ式防護柵の開発

我が国では、ワイヤロープ式防護柵の施工実績がないため、社団法人鋼製防護柵協会と共同研究を締結し、新たな防護柵の開発に着手した。防護柵に求められる機能としては、手でワイヤーと支柱を外すことにより、部分的に中央分離施設を開放できることとし、性能としては、防護柵設置基準⁴⁾に合致し、高速道路の簡易分離（ラバーポール）2車線区間や一般国道の正面衝突事故対策として、両方に活用できる高速道路対応規格のAm種とした。仕様を検討する際には、ワイヤロープのたわみで衝撃を吸収する反面、対向車線へのはみ出し量、すなわち最大進入行程が大きくなるなど、トレードオフの関係にある必要条件が多い。例えば、大型貨物車の進入行程を小さくするためには、支柱の強度を高めることやワイヤロープの設置高さを高くすることが考えられるが、乗用車衝突時の離脱速度低下やワイヤロープが車体を捕捉出来ないことが懸念されるなど、二律背反にある条件を満足させるバランスの取れた仕様が求められる。これらの課題を解決するために開発には、鋼製防護柵協会が所有するCGシミュレーションを活用しながら、防護柵の仕様検討を行った。

CGシミュレーションでは、支柱を施工性と二輪車の衝突を勘案して、円柱形状とし、防護柵の支柱の材質、板厚の他、ワイヤロープの本数、高さ、バンド数、張力、支柱の設置間隔等の数値を変えて、性能確認試験と同じ条件でシミュレーションを行った（表—3）。離脱速度、離脱角度、最大進入行程等の結果から、最終的に支柱の板厚が異なる2種類の仕様で試作品を製作し、苫小牧寒地試験道路においてテストドライ

表—3 CGシミュレーション結果の一例

	基準値	シミュレーション結果	判定
離脱速度	31.2km/h以上	43.4km/h	○
離脱角度	9°以下	2.19°	○
最大進入行程	1.5m以下	0.91m	○



写真—3 実車衝突実験の状況（板厚 4.2 mm）

バーによる実車衝突実験を行って最終仕様を決定した。実車衝突実験は、防護柵設置基準に定められた防護柵性能確認試験（A種）と同じ条件で行った。ただし、乗用車の衝突実験は危険が伴うため、大型貨物車の実車衝突実験を行った（写真—3）。実車衝突実験の結果、板厚 4.2 mm のタイプでは下 3 段、板厚 3.2 mm のタイプでは下 2 段のワイヤロープが車輪の回転により引き下げられるが、最大進入行程（1.5 m 以下）、離脱速度（衝突速度の 6 割以上）、離脱角度（衝突角度の 6 割以下）やその他の項目を含め、全ての項目で基準を満足した。実験結果は大差がなかったが、衝突後の車両軌跡を解析した結果、板厚 4.2 mm のタイプの方が車両の向きを素早く変えていることから、車両の誘導性能上有利であると判断し、この仕様で性能確認試験を行うこととした。

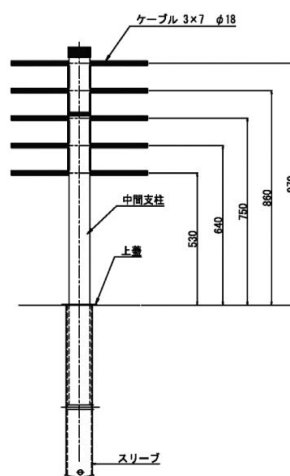
最終的な防護柵の仕様と支柱断面図を表—4 と図—2 に示す。平成 24 年 1 月、最終仕様による試作品を国土交通省国土技術政策総合研究所内の衝突試験施設に設置し、防護柵設置基準に定められた性能確認試験を行った（写真—4）。支柱には、樹脂製の間隔保持材を設け、端末基礎はできるだけ設置する幅員が少なくなるように、ワイヤ端部を道路の縦断方向に沿って 1 列に配置している。

試験条件は、以下の通りとした。

・防護柵種別：Am 種

表—4 ワイヤロープ式防護柵の諸元

項目	仕様
支柱サイズ（材質）	φ89.1×4.2（STK400）
支柱板厚	4.2mm
支柱ピッチ	3.0m
ワイヤロープ	3×7φ18、5段
ワイヤロープの高さ	1段：970mm、2段：860mm、3段：750mm、4段：640mm、5段：530mm
支柱の高さ	1030mm
スリーブ（材質）	φ114.3×4.5（STK400）
スリーブ土中埋め込み長	710mm（支柱はスリーブに400mm埋込み）



図—2 支柱断面図



写真—4 防護柵設置状況

- ・防護柵形式：ケーブル型たわみ性車両用防護柵
- ・基礎種類：土中用基礎（両端アンカー）

性能確認試験の結果を表―5に示す。車両の逸脱防止性能は、大型貨物車が防護柵を突破されない強度を有しており、乗員の安全性能は、乗用車が横転・転覆することなく誘導された（写真―5、6）。車両損傷は前部が破損しているが、車室が保存され、最大加速度も $95.2 \text{ m/s}^2/10 \text{ ms}$ と小さく、規定値の $150 \text{ m/s}^2/10 \text{ ms}$ を満足しており、緩衝能力が確認された。防護柵の変形性能においても、最大進入行程は大型貨物車：1.48 m、乗用車：1.02 m と基準の 1.5 m 以下という値を満足した。車両の誘導性能においては、離脱速度が衝突速度の6割以上（大型貨物車 83.1%、乗用車 66.1%）、離脱角度が衝突角度の6割以下（大型貨物車 0%、乗用車 35.7%）と規定を満足した。その結果、「防護柵設置基準・同解説」に定める Am 種の試験項目に対し、全て基準値を満足したことが明らかになった。



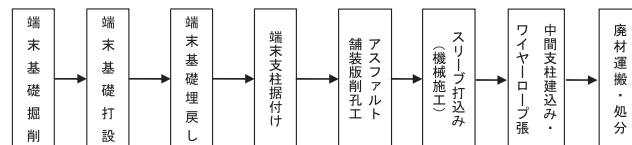
写真―5 試験状況（左：大型貨物車、右：乗用車）



写真―6 防護柵衝突後の大型貨物車の軌跡

5. ワイヤロープ式防護柵の施工方法

ワイヤロープ式防護柵の施工は、端末基礎設置、端末支柱据付け、スリーブ打込み、中間支柱建込み、ワイヤロープ張の流れとなる（図―3）。



図―3 ワイヤロープ式防護柵施工フロー

既存のガードケーブルと大きく異なる点は、支柱基礎であるスリーブを地中に打込み、支柱を建込み、ワイヤロープを添架する方式を採用している。開発したワイヤロープ式防護柵のスリーブは直径 114.3 mm の鋼管（丸パイプ）で、長さは 70 cm である。上端から 40 cm の位置に支柱を支えるための鉄筋を配置している。スリーブの底には施工時の土砂混入防止と設置後の雨水流入防止のために鉄蓋を溶接している（写真―7）。そのため、アスファルト舗装に施工するときには、コアボーリングマシンでアスファルト舗装の削孔が必要となる。スリーブ打込みには、ガードレール支柱打込機（モンケン式）を使用した。ただし、ガードレール支柱打込機ではスリーブを舗装表面まで打ち込むことができないため、打ち込み治具を製作した。治具の先端は、スリーブ底蓋の損傷を防ぐため、底蓋の形状に合わせた（写真―8）。打ち込み治具を使って、苫小牧寒地試験道路の試験施工を行った結果、163 本のスリーブ打ち込みに要した平均時間は、施工機械の移動を含め 1 本当たり 2 分 30 秒であった。今後、路床が硬い箇所で施工を行い、耐久性を検証する必要がある。

スリーブ打ち込み後、端末金具と端末支柱をアン

表―5 性能確認試験の結果

測定項目		条件区分	計測項目	試験結果（基準の合否）
車両の逸脱防止性能	防護柵の強度性能	A	防護柵の損傷	・大型貨物車が突破しない強度を有すること。 ○ 部材の切断等はなく、ケーブル、支柱などにより防護柵が連続保持されている。
	防護柵の変形性能	A	最大進入行程	・車両の進入行程が 1.5m 以下であること。 ○ 最大進入行程は、1.48m であり、必要とする変形性能を有している。
乗員の安全性能		B	車両重心加速度	・10ms 移動平均値が $150 \text{ m/s}^2/10 \text{ ms}$ 未満であること。 ○ X : $66.9 \text{ m/s}^2/10 \text{ ms}$ （防護柵軸方向） ○ Y : $95.2 \text{ m/s}^2/10 \text{ ms}$ （防護柵横軸方向）
車両の誘導性能		共通	車両の挙動	・車両は防護柵に衝突後、横転などを生じないこと。 ○ 乗用車は横転・転覆することなく誘導された。 ○ 大型車は防護柵から離れなかったが、離脱の方向に進行しており、横転・転覆することなく安定した姿勢で誘導された。
		共通	離脱速度	・離脱速度は衝突速度の 6 割以上であること。 ○ 衝突条件 A: 衝突速度 52.2km/h の 83.1% (43.4km/h) ○ 衝突条件 B: 衝突速度 100.6km/h の 66.1% (66.5km/h)
		共通	離脱角度	・離脱角度は衝突角度の 6 割以下であること。 ○ 衝突条件 A: 衝突角度 14.9度の 0% (0度) ○ 衝突条件 B: 衝突角度 20.7度の 35.7% (7.4度)
構成部材の飛散防止性能		共通	部材の飛散状況	・車両衝突時に防護柵構成部材が大きく飛散しないこと。 ○ 付属品が飛散したが、主要部材ではなく、大きな事故につながらないことから、飛散防止性能を満足していると判断した。



写真一七 スリーブ（左）と管内の支柱支え（右）



写真一八 打込み治具（左）と先端の形状（右）

カーボルトに固定，支柱をスリーブに建て込み，ワイヤーロープを支柱に落とし込み，間隔材とストラップを取り付ける。ストラップは，ケーブル3段目の上に取付ける。支柱のキャップを付け，最後にターンバックルと呼ばれる締め金具で所定の張力に調整して，施工が完了する。

6. 実道への試行導入

ワイヤーロープ式防護柵は，防護柵設置基準における Am 種の性能を有していることが明らかとなった結果，北海道では，平成 24 年 11 月に開通した道央自動車道大沼公園 IC から森 IC 間で設置延長約 1.6 km，平成 24 年 12 月に一般国道 275 号音威子府村天北峠で設置延長 320 m の試行導入となった（写真一 9）。道央自動車道の設置区間は暫定 2 車線区間であるが，法定最



写真一九 道央自動車道（左）と R275 天北峠（右）



写真一〇 磐越道（左）と紀勢道（右）

高速度 80 km/h となっている。また，一般国道 275 号の設置区間は山間部で曲線半径 210 m と厳しい線形であるため，中間支柱の間隔を 2 m に短縮している。さらに，磐越自動車道（設置延長 390 m）と紀勢自動車道（設置延長 1,280 m）にも試行導入された（写真一 10）。

7. おわりに

2 車線道路において，正面衝突事故を確実に防ぐため，中央に防護柵を設置することは，地形的な制約や予算の確保が難しいため，限定的であった。ワイヤーロープ式防護柵は従来の中央分離施設よりも少ない幅員で設置でき，整備コスト縮減と安全性の向上が期待できる。本研究では，ワイヤーロープのたわみで衝撃を吸収する反面，対向車線へのはみ出し量を小さくするという難しい課題を解決すべく，支柱の高さや硬さ，形状，ワイヤーロープの高さや本数，張力，支柱の設置間隔等の組み合わせを検討し，最適な仕様を模索した。その結果，平成 24 年 1 月に行った性能確認試験により，防護柵設置基準に定める分離帯用 Am 種（高速道路）の基準を満足したことを確認した。平成 24 年秋には道央道と一般国道 275 号において試行導入された。また，延長は短い，磐越道と紀勢道でも試行導入された。今後は，張力低下や事故発生時の状況，復旧に要する時間・費用等の維持管理に掛かるデータを収集すると共に，B 種に適合する仕様の検討や実験の実施，普及に向けて，設置条件（道路線形，構造物箇所等）に適した細部構造や効率的な施工方法を検討し，施工・維持管理マニュアルの策定を行う予定である。

J C M A

《参考文献》

- 1) 平澤匡介，宗広一徳：スウェーデンの道路構造・交通安全対策に関する調査，寒地土木研究所月報，平成 21 年 2 月。
- 2) MacDonald, D. Batiste, R.: Cable Median Barrier Reassessment and Recommendations June 2007, A report requested by the Governor of the state of Washington.
- 3) Xiao, Q., Maria, W.: High-tension Median Cable In-service Performance Evaluation and Cost Effectiveness Analysis, The Transportation Research Board 89th Annual Meeting, 2010.
- 4) 防護柵の設置基準・同解説，(社)日本道路協会，平成 20 年 1 月。
- 5) 平澤匡介ほか：2 車線道路における緩衝分離構造の導入可能性の検討，土木計画学研究・論文集 Vol.27, No.5, pp.1035-1044, 2010.9.

〔筆者紹介〕

平澤 匡介（ひらさわ まさゆき）
 (独)土木研究所
 寒地土木研究所 寒地交通チーム
 主任研究員
 博士（工学）
 技術士（建設）



LED 発光パネルを活用した渋滞緩和対策

ペースメーカー

岸 達比呂・鎌 田 恭 典・石 橋 弘 之

ペースメーカー（以下「本装置」という）とは路肩や中央分離帯に一定間隔に設置された LED 発光パネルのことで、一連の LED 発光パネルが点滅を繰り返し、光が進行方向に設定された速度で流れていくように見えるものである。

本装置を上り坂等に設置し、流れる光を運転手が追うことで速度低下を抑制し渋滞の低減を目的としている。

本報告では、本装置の開発、東北地方（福島トンネル、安達太良 SA）、東京湾アクアライン（アクアトンネル）での効果検証について報告するものである。

キーワード：渋滞対策、ペースメーカー、速度回復、高速道路、LED

1. はじめに

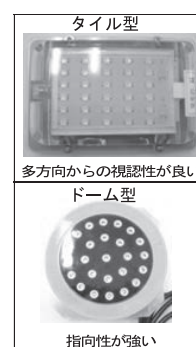
NEXCO 東日本における高速道路での渋滞発生状況は、交通集中を原因とする渋滞が約 7 割を占めており、その内、上り坂及びサグ部での渋滞が約 7 割となっている。上り坂及びサグ部での渋滞の原因は、上り坂部での無意識の速度低下や車間距離が短くなった後続の車両がブレーキを踏み、減速波が後続車両に増幅伝播することにより発生する。

この速度低下を緩和するため、上り坂やサグ部等で道路両脇に設置した LED 発光パネルを進行方向に流れるように発光させることによりドライバーが光の走行に無意識に追従し、速度低下を軽減して渋滞発生の遅延及び渋滞中の速度向上に資する対策を行ったので、ここに紹介する。

2. 本装置の概要

(1) LED 発光パネル

LED 発光パネルの選定にあたり、第 1 に屋外で使用するため防水機能に優れているもの、第 2 に一連の LED 発光パネルの光の点滅を制御できるもの、第 3 に経済性を考慮し既存の LED 発光パネルであることを考慮して決定した。既存の LED 発光パネルにはドーム型及びタイル型の 2 種類がある。ドーム型は消費電力が低く電源の準備等が容易である反面、指向性が強く一定方向からしか見え、走行している車両から流れる光を一連で確認しにくい。一方、タイル型は多方向からの視認性に優れていることから、タイル型を採用することとした。

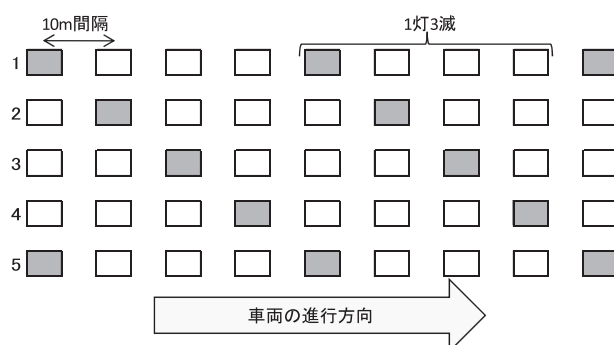


図一 LED 発光パネル

向からの視認性に優れていることから、タイル型を採用することとした。

(2) 発光色・発光パターン

発光色は、白、緑、青緑は発光（光度）が強く、青、青緑は視認性が良いことから、明り部では青緑色とし、トンネル内では青緑では光が強すぎることから青を採用することとした。



図二 発光パターン

LED 発光パネルは 10 m 間隔で設置し、発光パターンは 1 灯 3 減とした（図—1）。これは、点灯パネル同士が 1 灯 1 減のように近すぎたり、1 灯 7 減のように離れすぎたりすると、光が流れる方向がわからなくなったり、設定した速度で流れるように感じなくなってしまうことを考慮したものである。

3. トンネル内における効果検証

(1) 福島トンネル（東北自動車道）

福島トンネルでは、平成 24 年お盆に約 200 m を追越車線側のみに設置し、H25 年 GW には走行車線・追越車線の両側に本装置を約 1,000 m 設置した（図—3）。



図—3 本装置設置例

①速度変化

速度変化について平成 24 年お盆及び平成 25 年 GW

のフローティングカーによる速度コンター図を図—4 で比較すると、平成 25 年 GW の方が遅い速度を示す赤色が少なくなり、速度回復を示す黄色が増加していることが分かる。

それぞれの速度領域の面積比を表—1 に、平均旅行速度の比較を表—2 に示す。

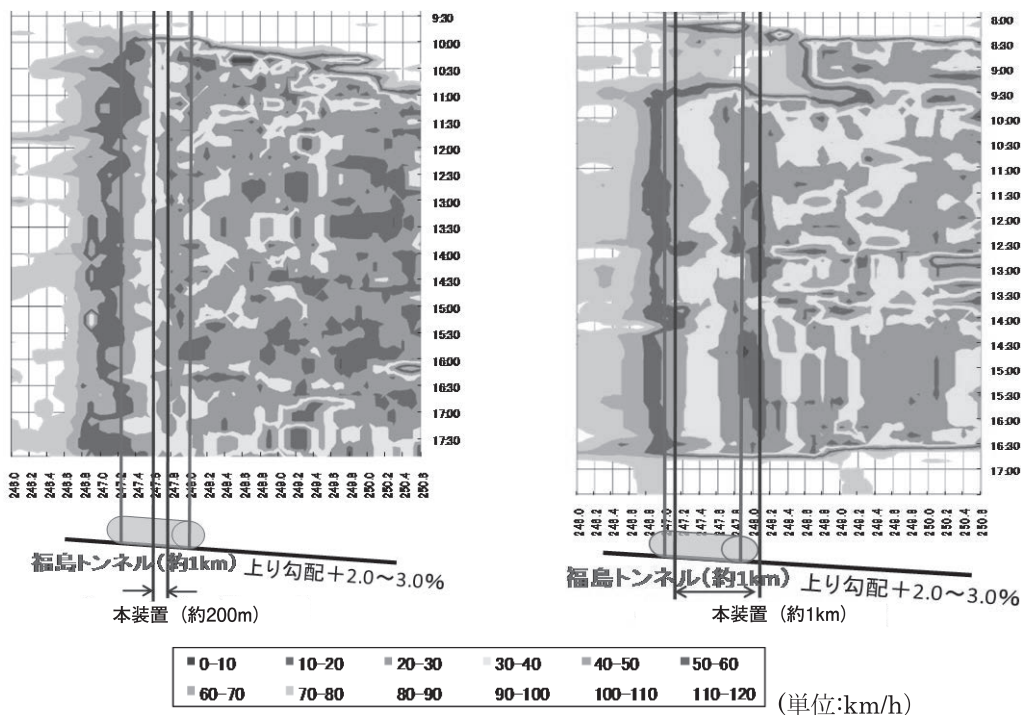
表—1 では、10 ～ 30 km/h の速度領域は 6 ～ 11% 減少し、30 ～ 50 km/h の速度領域は 9 ～ 10% 増加し、速度が回復していることを確認できる。これに伴い、平均旅行速度は 3.4 km/h 上昇した。

表—1 速度領域の面積比

	H24 お盆	H25GW	差
10 km/h 未満	0%	0%	0%
10 ～ 20 km/h	22%	11%	-11%
20 ～ 30 km/h	41%	35%	-6%
30 ～ 40 km/h	21%	30%	9%
40 ～ 50 km/h	8%	18%	10%
50 km/h 以上	7%	6%	-1%
合計	100%	100%	-

表—2 平均旅行速度

	平均旅行速度
H24 お盆	23.6 km/h
H25 GW	27.0 km/h
結果	3.4 km/h 上昇



図—4 H24 お盆（追越車線のみ設置，左），H25 GW（走行・追越車線に設置，右）

②捌け交通量

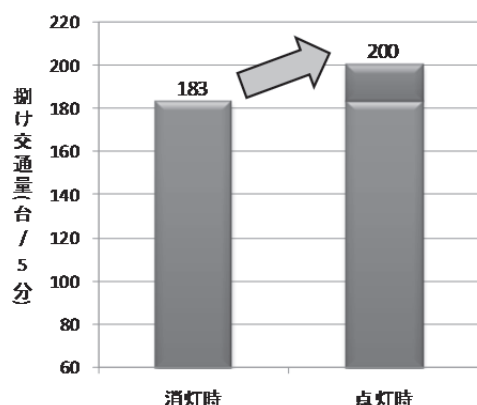
捌け交通量の比較を渋滞時及び渋滞安定時の2つの条件で行った(表—3)。

表—3 渋滞時・渋滞安定時の定義

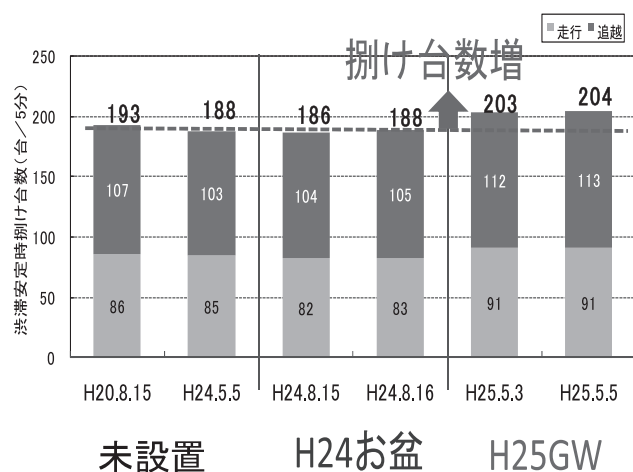
	渋滞時	渋滞安定時
定義	渋滞開始・終了前後の1時間の範囲	渋滞開始・終了前後の約1時間を除いた範囲

平成24年お盆(追越車線側約200m設置)の渋滞時における本装置の消灯時・点灯時の捌け交通量の比較を図—5に示す。本装置を点灯することで、捌け交通量が183台/5分から200台/5分へと増加した。しかし、図—6に示す渋滞安定時における捌け交通量の比較では追越車線側約200mの設置では、未設置と捌け交通量はほぼ変わらず、走行・追越車線両側に約1,000m設置した平成25年GWは捌け交通量が増加している。

追越側約200m設置した場合は、速度変化の著しい渋滞時(渋滞開始・終了後1時間)には捌け交通量に影響を与えるが、渋滞安定時には効果は低くなって



図—5 平成24年お盆の捌け交通量比較(条件: 渋滞時)



図—6 捌け交通量比較(条件: 渋滞安定時)

しまう。しかし、走行・追越両側約1,000m程度本装置を設置することにより、渋滞安定時でも効果が継続することが明らかとなった。

③まとめ

福島トンネルでは捌け交通量の増加、速度回復(旅行速度の上昇)が確認された。また、福島トンネルでは、GW・お盆の交通混雑期しか渋滞が発生しないことから、本装置を初めて見た運転手に対しても効果のあることが確認された。

(2) 東京湾アクアライン

①設置箇所(図—7)

本装置の設置は、自由流走行時に速度低下が確認された地点を始点とし、4.0%上り坂途中で速度回復が確認された地点、及び規制速度が80km/hより60km/hとなる変化点を終点とした。設置区間延長はサグ部を包括し約1kmである。本装置設置位置を図—8に示す。なお、速度はトラフィックカウンターで計測したものである。



図—7 設置箇所

②本装置運用方法

本装置の点灯判断は、以下の2段階設定の運用とした。

- 1) 土・日・祝日等の交通量が増加する午後から「高速域点灯」※1を開始し「走光性」※2により速度低下を抑制させる
- 2) 渋滞発生時より概ね15分継続を確認した後、「低速域点灯」※3へ変更し渋滞時速度を向上させる
なお、事故等の特異事象が発生した場合は、現場(東京湾アクアライン管理事務所)の判断により消灯することとした。

※1 高速域点灯: 光の流れる速度を80km/hで点灯

※2 走光性: 光刺激が移動することにより、光と同じ動きをしようとする性質。近年、人にも走光性があることが提唱されている。

※3 低速域点灯: 光の流れる速度を50km/hで点灯

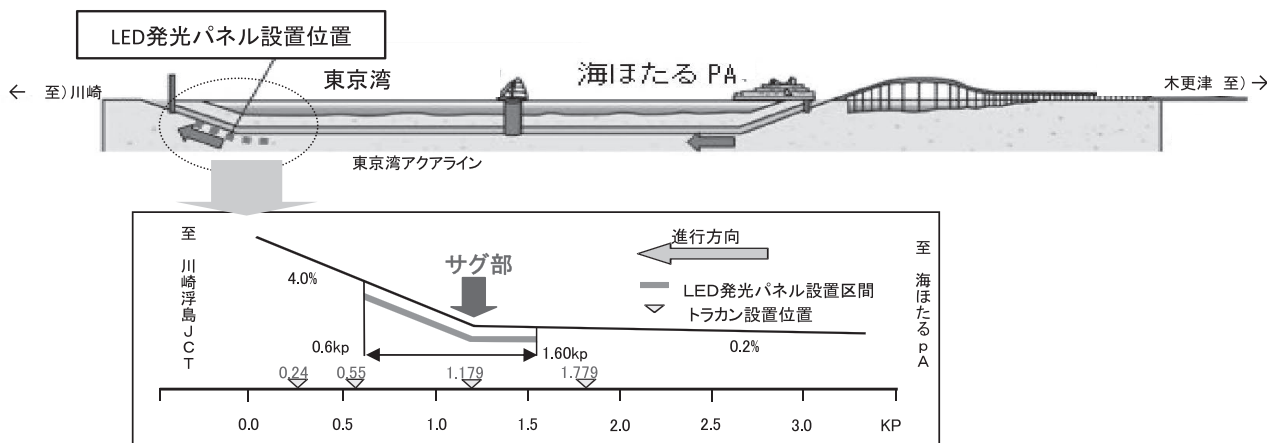


図-8 ベースメーカー設置位置図

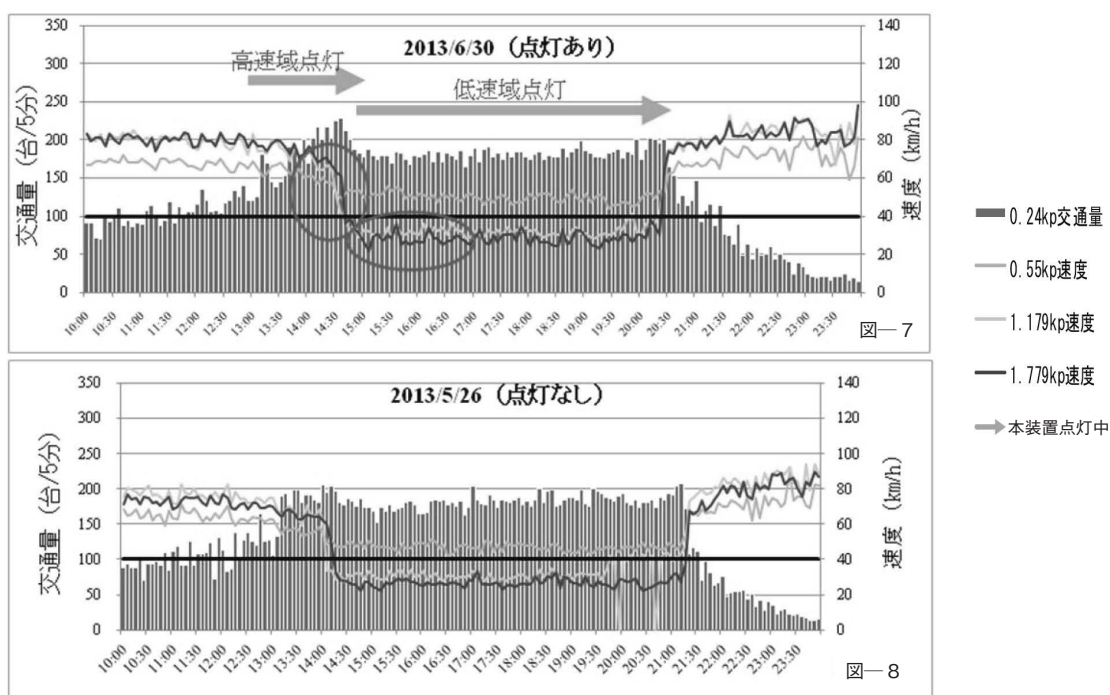


図-9 5分間交通量と第一車線速度の比較

また、光の流れる速度は10 km/h刻みで変更し点灯試験を行った結果、高速域点灯は80 km/h、低速域点灯は50 km/hが最適であるとの結果が得られている。なお、点灯試験は事前に交通管理者との協議を行い実施している。

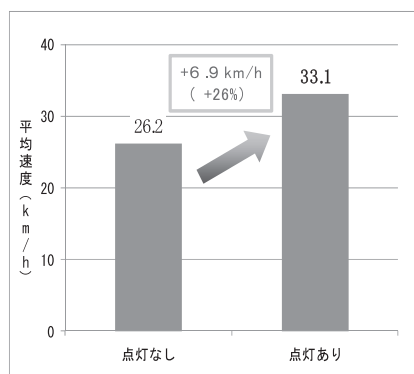
③速度変動

アクアトンネルでは、5分間交通量が200台を超えると渋滞が発生する傾向にある。「高速域点灯」では点灯ありの場合、点灯なしと比較して渋滞に至るまでの速度低下抑制に効果があることが確認できる（10分程度の遅延）。また、「低速域点灯」への変更によって渋滞時の速度がやや上昇していることが確認できる（図-9）。

更に、平成25年8月に行った試験運用では、渋滞発生後の平均速度は+6.9 km/h上昇した（図-10）。また、17時に木更津金田IC（インターチェンジ）を出発した場合の川崎浮島JCT（ジャンクション）までの所要時間が平均で5分短縮し（図-11）、さらに、川崎浮島JCTを先頭とする渋滞量は半数以下に減少した（図-12）。

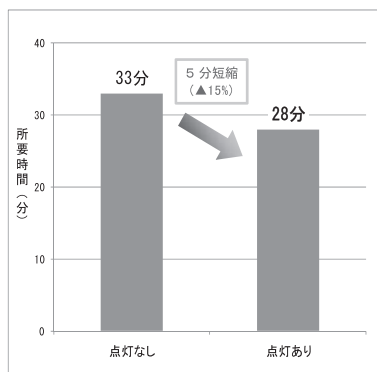
④まとめ

本装置がアクアラインの渋滞緩和に対し有効であることが確認でき、交通量が多い休日の夕方においても川崎浮島JCT付近を先頭とする渋滞が発生しないケースも見られた。今後は道路管理用カメラ画像により、非渋滞流から渋滞流に至るまでの車両挙動と本装



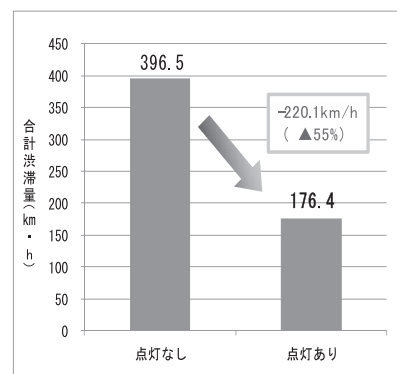
対策なし: H25.5.25~26
対策あり: H25.8月の土日+お盆期間(8/12~16)

図—10 渋滞発生後平均速度の変化



対策なし: H24 8月の土日+お盆期間(8/13~17)
対策あり: H25 8月の土日+お盆期間(8/12~16)

図—11 木更津金田~川崎浮島までの所要時間 (17時出発)



対策なし: H24 8月の土日+お盆期間(8/13~17)
対策あり: H25 8月の土日+お盆期間(8/12~16)

図—12 渋滞量の変化(川崎浮島JCT先頭)

置効果について詳細分析を実施し、渋滞発生メカニズムを解明したい。

4. 明り部における効果検証(安達太良SA付近: 東北自動車道)

安達太良SA付近では、事故の影響により詳細な分析が出来ていない。しかし、本装置を設置することで捌け交通量の増加が確認できたので、引き続き分析を行うこととしている。

また、視認性向上の取組として、LEDパネルと背景との同化を避けるためにパネル背面に黒色の板を設置したが、西日などの強烈な光のもとでは視認性が劣っていたため、西日対策については更なる検討が必要である(図—13)。



図—13 安達太良SA付近

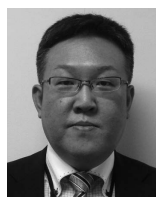
5. おわりに

本装置ペースメーカーは渋滞緩和対策に効果があることが明らかとなった。抜本的な渋滞対策には車線の増設が挙げられるが、車線の増設には経済的な面、工事完了までの時間、その他様々な諸条件など解決すべき課題が多い。ペースメーカーは、既存のLED発光パネルを用い簡易的に設置できるため、車線の増設が難しい箇所や緊急を要する箇所での渋滞緩和対策に非常に効果的である。また、渋滞緩和対策に効果があるということは、言い換えればペースメーカーには車両速度に影響を与えることができるということであり、様々な箇所や場面への適用が考えられる。高速道路の安全、安心、快適、便利を目指し、今後もペースメーカーの機能向上を図りたい。

J C M A

[筆者紹介]

岸 達比呂 (きし たつひろ)
NEXCO 東日本 本社
管理事業本部 交通部 交通課
係長



鎌田 恭典 (かまた やすのり)
NEXCO 東日本 東北支社
管理事業部 交通技術課



石橋 弘之 (いしばし ひろゆき)
NEXCO 東日本 関東支社
管理事業部 交通技術課



多機能型排水性舗装と型押し式注意喚起舗装

藤 本 大 生

多機能型排水性舗装は、舗装表面付近が空隙 17% 程度の排水性舗装と同等の排水機能を有し、舗装下部は碎石マスチックアスファルト混合物と同等の防水性能を一層で併せ持つアスファルト舗装である。平成 23 年に白糸ハイランドウェイで実道施工を行って以来 H25 年 12 月までに、国土交通省、地方自治体、高速道路会社各社の新設、及び維持修繕工事において合計約 67,200 m² の施工実績をあげている。

一方、型押し式注意喚起舗装は舗装時に敷均しと転圧の作業工程を工夫することで、別途に縦溝や注意喚起用に加工する工程の短縮が図れるほか、切削廃材が発生しないので環境負荷軽減舗装としての特長を有している。

キーワード：環境負荷軽減，サーマルホッパ，視認性，凍結抑制，ブラックアイスバーン，トレッドマシーン，走行安全性

1. はじめに

近年、ポーラスアスファルト舗装下部の基層面の遮水機能低下に伴う、舗装の脆弱化が問題となっている^{1)~3)}。このような場合、遮水機能の高い基層の再構築を含めた修繕が必要となるが、維持修繕費の削減や、工事の長期化に伴う交通渋滞、利用者の時間損失などが制約となる場合もある。

一方、地球環境への関心の高まりから、舗装技術にも環境負荷軽減のニーズが高まってきている。また、日本国内でも地球温暖化対策や、周辺環境に配慮した多様な環境対応型舗装の技術開発がなされてきている。

このような背景から、防水機能を備えた多機能型排水性舗装の開発、また省資源で地球環境に配慮した注意喚起舗装の開発をしたので、ここに紹介する。

2. 多機能型排水性舗装

(1) 開発背景

ポーラスアスファルト舗装（以下、排水性舗装）は、路面の水はね防止や雨天時の視認性向上に優れた舗装として普及しており、車両走行の安全面においても有効な舗装として評価されている。また、積雪寒冷地では表面テクスチャ（路面の凹凸）を確保することで、薄いシャーベットやブラックアイスバーンの抑制効果が

が見られるなど、『粗面系』という分類の凍結抑制舗装としても期待されてきている⁴⁾。

しかし前述にも示した通り、長年供用されていくうちに、空隙詰まりによる排水機能の低下に加え、浸透した水分によって下層にはく離が生じたり、修繕時に表・基層の打換えが必要になる等の不具合も顕在化してきている。さらに寒冷地では、舗装体内に残った水分が気温の低下に伴い氷結することで膨張し、舗装体が破壊するケースも見られている（写真—1 参照）。

このように寒冷地においては、排水性舗装は耐久性を損ない易いことから、排水機能等の効果は認められるものの採用は控えられる状況にある。また、排水性舗装は取り込んだ水分を直ちに排出する構造のため、凍結防止剤を散布しても流出しやすく、密粒度アスコ



写真—1 北海道の排水性路面状況

ンなどに比べて散布回数が多くなる問題もある⁵⁾。

これら寒冷地における排水性舗装の問題点を解決し、新たな凍結抑制舗装及び寒冷地における排水性舗装の代替えとして、多機能型排水性舗装を開発することとした^{6), 7)}。

(2) 開発目標

多機能型排水性舗装は、舗装表面が粗面でありながら、舗装体内部が密であることが必要であることから、混合物一層の施工で舗装の表面付近が寒冷地における排水性舗装（空隙率 17% 程度）と同等の排水性機能を有し、舗装下部は碎石マスタックアスファルト混合物（以下、SMA）と同等の防水性機能（透水係



図一 多機能型排水性舗装の概念

表一 性能指標の目標値

項目	多機能型排水性 社内目標値	参考値	
		排水性舗装	SMA
マーシャル突固め回数 (回)	両面50回	両面50回	両面50回
マーシャル安定度 (kN)	5.0以上	3.43以上	5.0以上
残留安定度 (%)	75以上	75以上	75以上
カンタプロ損失量 (-20℃) ^{※1} (%)	12以下	20以下	—
透水係数 ^{※2} (cm/sec)	1.0×10^{-7} 以下	1.0×10^{-2} 以上	1.0×10^{-7} 以下
動的安定度 (DS) (回/mm)	6,000以上	3,000以上	3,000以上
路面のキメ深さ (MPD) (mm)	1.2以上	—	—
浸透水量 (ml/15sec)	800以上 ^{※3}	1,000以上	—
すべり抵抗値 (BPN)	60以上	60以上	60以上

※1 寒冷地での使用の場合。一般地域での使用では20℃

※2 加圧透水試験による

※3 空隙率17%の排水性舗装の浸透水量相当

数 1×10^{-7} cm/s 以下) を、一層で可能にする構造を目標とした（図一 参照）。その他の舗装性能指標の目標値を表一に示す。

(3) 混合物性状

具体的な混合物の室内試験による性状を表二に示す。これより動的安定度 (DS) は目標値を大きく上回っており、耐流動性が高い混合物であることが分かる。さらにねじり抵抗試験結果から、空隙率 20% の一般的な排水性混合物のねじり骨材飛散率が 24.1% であるのに対し、多機能型排水性混合物は 0.8% であり、骨材飛散抵抗性が極めて高い混合物と言える。

(4) 舗装の機能

積雪寒冷地においては、路面から深い位置にまで空隙があると水分の凍結による破損が発生している事例があることから、路面付近の排水層厚は 10 mm 程度に抑えている。ただし、この排水層の厚さでは所定の浸透水量の確保が懸念されるため、排水機能の向上を目的として施工時において機械的に粗面仕上げとなるようアスファルトフィニッシャの改造を行っている（写真一 参照）。

また、この専用アスファルトフィニッシャには混合物の温度低下抑制対策として、ホッパを加温する改造（サーマルホッパ、写真一 3、図一 2、3 参照）も施してある。この専用フィニッシャで施工を行うことにより、舗装表面に縦溝が形成され排水性機能が向上し、後述するように走行時の視認性向上等の新たな効果が生まれている。

(a) 凍結抑制機能

室内で行った研究結果⁶⁾を基に、実道における凍

表二 多機能型排水性舗装の混合物性状の一例

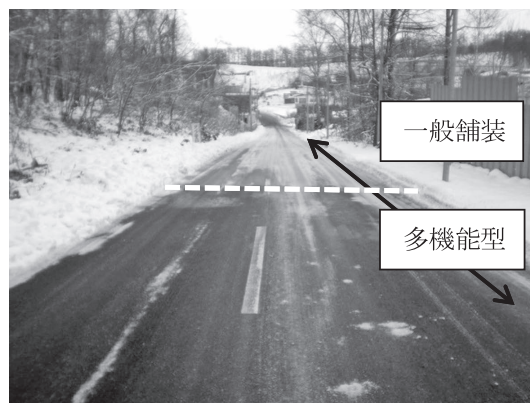
2.36mm 通過重量 百分率 (%)	As量 (%)	マーシャル試験									
		真空バック法		かさ密度		標準マーシャル		水浸マーシャル			
		理論最大密度 (g/cm ³)	真空バック かさ密度 (g/cm ³)	空隙率 (%)	かさ密度 (g/cm ³)	空隙率 (%)	安定度 (kN)	フロー値 (1/100cm)	安定度 (kN)	フロー値 (1/100cm)	残留 安定度 (%)
23.9	5.4	2.478	2.249	9.2	2.372	4.1	7.33	32	7.23	41	98.6
社内基準値				8~11			5.0以上				75以上

2.36mm 通過重量 百分率 (%)	混合物の性状確認試験							
	カンタプロ試験		ホイールトラッキング試験		ねじり抵抗試験		加圧透水試験	ラベリング試験
	損失量 (20℃) (%)	損失量 (-20℃) (%)	路面 キメ深さ MPD (mm)	動的 安定度 DS (回/mm)	圧密 変形量 d ₀ (回/mm)	ねじり 骨材飛散率 (%)	透水係数 K15 (cm/s)	すり減り減量 (cm ³)
23.9	3.6	10.6	1.557	21,000	2,140	0.8	1×10^{-7} 以下	0.29
社内 基準値	12以下	12以下	1.2以上	6,000以上		※排水性(空隙率20%) 24.1%	1×10^{-7} 以下	

転圧条件	現場試験結果					
	路面の キメ深さ MPD (mm)	現場 透水試験 浸透水量 (ml/15s)	すべり抵抗試験			
			BPN	DFTによる動摩擦係数		
			BPN ₂₀	μ ₄₀	μ ₆₀	μ ₈₀
初期転圧11回 二次転圧3回	1.825	855	73	0.43	0.41	0.43
社内目標値	1.2以上	800以上	60以上			



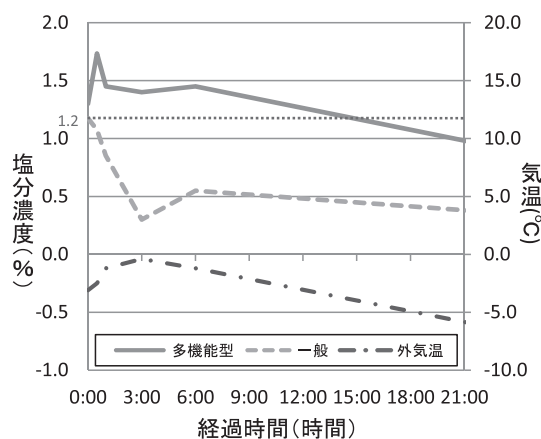
写真一 2 舗設状況



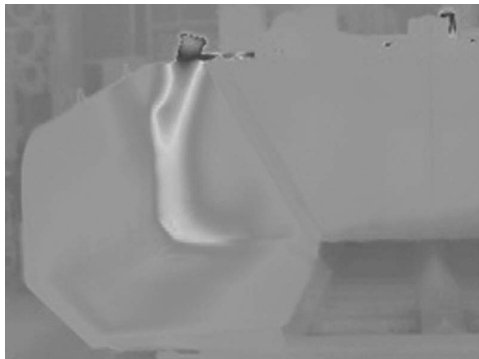
写真一 4 散布後 40 時間経過時路面状況



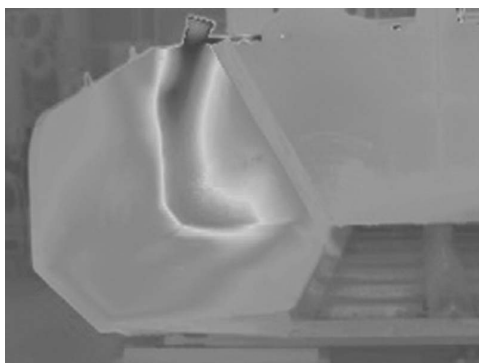
写真一 3 サーマルホッパ



図一 4 路面の塩分濃度測定結果



図一 2 サーマログラフ (10 分後)



図一 3 サーマログラフ (30 分後)

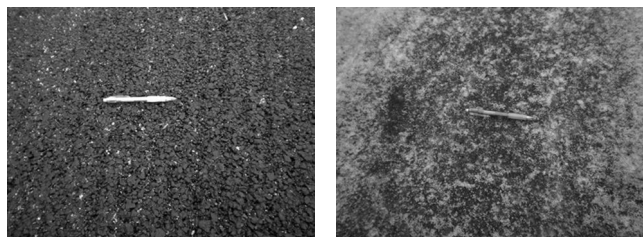
結抑制効果を検証するため、札幌市豊平区（平成 23 年 12 月施工， $A = 284 \text{ m}^2$ ， $t = \text{平均 } 35 \text{ mm}$ オーバー

レイ，写真一 4）において調査を行った。

図一 4 は、現地で固形の凍結防止剤を 34 g/m^2 散布後，1，2，4，6，21 時間後に路面の塩分濃度を測定した結果である。測定結果より，多機能型排水性舗装と一般舗装（細粒ギャップアスコン（13F））ともに散布直後に溶け出して塩分濃度が上がるが，積雪や車両走行等の影響を受け，一般舗装では急速に塩分濃度が低下する。これに対し，多機能型排水性舗装は表面付近の空隙や縦溝に凍結防止剤が残存することにより，塩分濃度は緩やかに失われていくことがわかる。

既往の研究⁸⁾による有効塩分濃度 1.2% を基準として考えると，多機能型排水性舗装では 12 時間後の測定においても 1.2% の残留塩分濃度を保持していることがわかる。一方，一般舗装は散布直後に 1.2% となったが，それ以降回復することは無い状況であった。この事より，多機能型排水性舗装は凍結抑制効果（塩分残存率）が極めて高いことがデータによって証明された。

散布後の路面状況の変化を写真で見ると，写真一 4 は固形の凍結防止剤散布後 40 時間経過後の路面であるが，一般舗装路面に積雪があることに対し，多機能型排水性舗装の路面にはほぼ積雪が見られない。

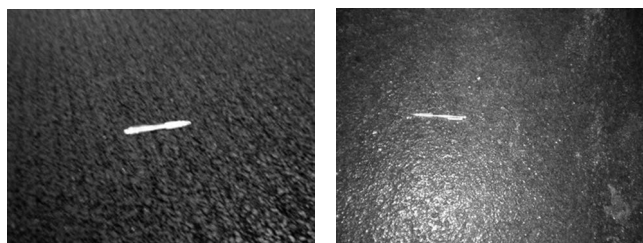


写真—5 散布後 40 時間経過時路面状況 (左：多機能型, 右：一般舗装)

また、路面を拡大してみると、写真—5 の通り一般舗装は凍結しており、2～3mm の氷版ができているが、多機能型排水性舗装路面は凍結しておらず、凍結防止剤が残存していた。

同様に、気温が下がり始めた夕方（48 時間経過）の路面（写真—6 参照）では、一般舗装は路面が凍結してブラックアイスバーン状態となっているのに対し、多機能型排水性舗装では路面が凍結しておらず、骨材がはっきり露出していた。このような状態は、77 時間経過まで確認されており、現場においても凍結抑制効果（塩分残存率）が高いことが確認された。

以上のことより、一般舗装に比べて凍結防止剤の散布回数を減らせると考えられ、冬期路面管理費を減らすことが可能となり、経済的に有利な舗装といえる。



写真—6 散布後 48 時間経過時路面状況 (左：多機能型, 右：一般舗装)

(b) 視認性向上機能

多機能型排水性舗装の縦溝は、太陽光や車両の照明光等の乱反射抑制の役割も果たしており、走行時の視認性が向上する。写真—7 は排水性舗装の夜間走行時、写真—8 は多機能型排水性舗装の夜間走行時である。排水性舗装は車両等の照明光が一様に乱反射しているのに対し、多機能型排水性舗装は縦溝が照明光等の乱反射を防ぎ、眩しさの低減作用を果たしている。また、縦溝の陰により路面が認識しやすくなっている。これは昼間走行時も同様であり、太陽光が排水性舗装では乱反射するのに対し、多機能型排水性舗装は縦溝が太陽光の拡散を防止し、視認性が向上している。

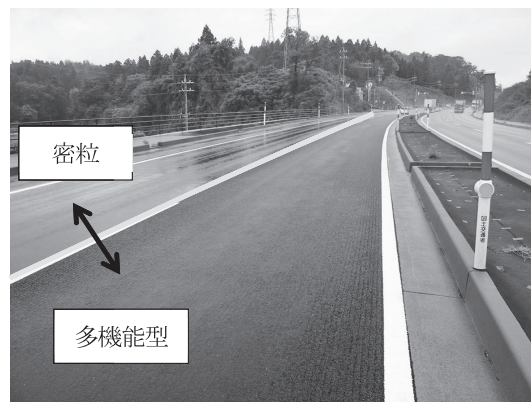
写真—9 は雨天時の多機能型排水性舗装路面である。なお、比較工区の密粒度舗装(左側:走行車線)は、



写真—7 夜間視認性 (FFP)



写真—8 夜間視認性 (排水性舗装)

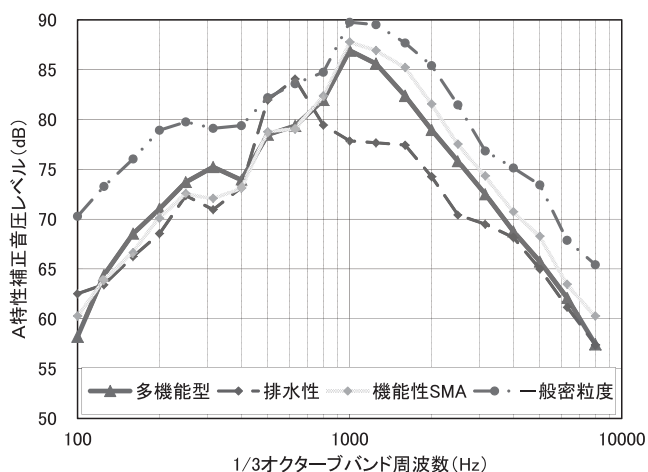


写真—9 雨天時の FFP 路面状況

ほぼ同時期に施工を行っているものである。密粒度舗装を見ると浮き水があることが路面の反射からも判る。それに対して、多機能型排水性舗装は表面水が表面付近の空隙と縦溝に浸透しているので視認性が向上している。このことから、浮き水による水はね、スモッキング現象、ハイドロプレーニング現象等の抑制にも効果があると言える。

(c) タイヤ／路面騒音低減機能

多機能型排水性舗装の施工箇所において、簡易騒音測定車によるタイヤ／路面騒音の測定を行った。1/3 オクターブバンド周波数分析の結果を図—5 に示す。



図—5 タイヤ／路面騒音の周波数特性

結果より騒音低減に特化した排水性舗装には及ばないものの、機能性SMA系や密粒度舗装に比べると低減されることが判った。特に、一般的に使用されている密粒度舗装に比べると約4dBの低減となり、高いタイヤ／路面騒音低減効果を有していると言える。

3. 型押し式注意喚起舗装

(1) 開発背景

注意喚起舗装は代表的なものとして切削式⁹⁾・転圧式¹⁰⁾・隆起式¹¹⁾など分類が多岐にわたり、様々な規格で設置されている(表—3参照)。しかし、従来の注意喚起舗装は工程が煩雑で、施工単価が高く、隆起式の場合は除雪の際にブレードによって削り取られる等の問題がある。

このため、①工程が2～3工程と増加することは避ける。②普及技術には、1,000円/m以上になることはマイナスである。この2点を踏まえ、これらを改善した方法に着目した。注意喚起舗装をアスファルト混合物の敷均しと同時に施工することで工程を簡略化し、施工単価を抑えるために、型押し式注意喚起舗装を開発することとした。

表—3 注意喚起舗装の代表的な工法

代表的な工法等	施工単価	工程数	形状(mm)
切削式	1000円/m (建設物価誌)	舗装後切削 (2工程)	W(幅):350 T(深さ):12 L(長さ):150
マカダムローラ着脱式	170円/m	敷均し後転圧 (1工程)	W:300 T:20 L:25 (NEXCO仕様)
パイプ圧入式	-	敷均し後圧入 パイプ引抜作業 (2工程)	W:300 T:25 L:25
リブ式	1000円/m	舗装後塗布 (2工程)	W:125±10 T:7±1 L:25±5

(2) 開発目標

型押し式注意喚起舗装は、アスファルトフィニッシュに固定した回転ドラムに凸型の型枠(トレッドマシン、写真—10参照)を取り付け、AFの既存動力を利用し回転させて成形するもので、均等な間隔に成形することができる。環境への影響を考慮し、既存動力を利用して施工を行うため、①回転ドラムを回転させるためのCO₂は発生しない。②敷均しと同時に施工で行うため切削材が発生せず、環境負荷軽減を担っている。③適用道路の制限速度に応じた設定変更や、用途に合わせた横溝パターンへの変更が可能である。以上の3点と、前述した2点を開発ポイントにした。



写真—10 横溝の設置状況

(3) 舗装の機能

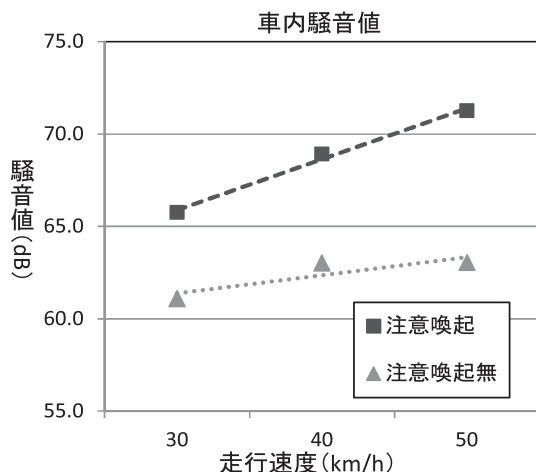
型押し式注意喚起舗装の形状の一例を表—4に示す。

表—4 横溝形状の一例

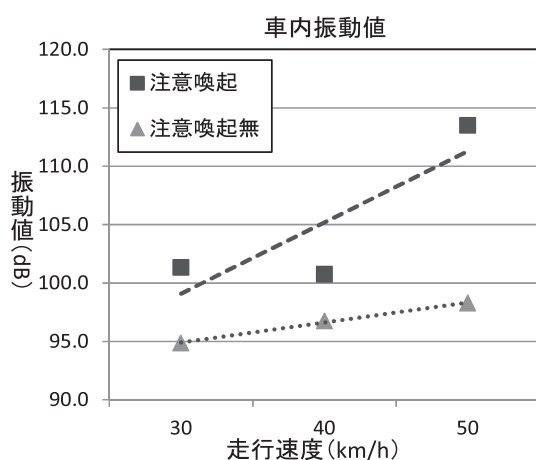
横溝形状(mm)			
溝横幅	溝縦幅	溝深さ	溝間隔
250	50	10~12	450

注意喚起舗装の評価としては、運転手に音や振動で注意を促すことから、定量化したデータ解析という観点から騒音レベルの評価は測定したデータの最大値を、振動レベルの評価は時間率振動レベル(L₁₀)を評価値とする。

試験結果を図—6,7に示す。車内騒音に関しては、ある程度の線形近似を求めることができた。しかし、車内振動は40km/hの値が最も低い値を示した。これは、タイヤの大きさや車両のサスペンション等の車両特性が大きく影響しているものと思われる。このため、それぞれについて、最小二乗法による線形近似直線を用いて推定した。その結果では、いずれの結果においても走行速度が速くなるほど騒音・振動レベルは大きくなる傾向となることが判った。



図—6 車内騒音レベル



図—7 車内振動レベル

比較として他土工法であるランブルストリップスの報告⁹⁾によると、車内騒音レベルは通常路面と比較して8～16 dB程度、車内振動レベルは同様に10 dB以上大きくなると報告されている。注意喚起舗装としては十分に機能しているが、沿道環境騒音を考慮するならば、ドライバーへの注意喚起は最低限に留め、周辺への影響を少なくすることが重要である。また、トレッドマシンは切削材を出さないため、環境負荷軽減工法であると言える。

4. おわりに

今回紹介した多機能型排水性舗装は北海道でも通用

する凍結抑制舗装として、また注意喚起舗装は作業工程が少ない、効果が高い、経済的、及び環境負荷軽減が図れることに着目して技術開発した経緯がある。

しかし、多機能型排水性舗装は開発から2年、型押し式注意喚起舗装は半年であるため、舗装としては短い供用時間である。それ故に、供用後の効果の検証や付加価値等をさらに精査しなければならない。現在のところ、北海道札幌市で施工した箇所においては2年経過後も健全な状態を保っている。

今後の課題としては、多機能型排水性舗装は凍結抑制機能や視認性の向上が図れる等、付加価値が実証されたので、さらなる機能の向上に努めていきたいと考えている。また、型押し式注意喚起舗装では中速度域での騒音・振動実験のみの評価であるため、高速度域での評価を追加試験として行う予定をしている。

JCM A

《参考文献》

- 1) 東 滋夫ほか：アスファルト混合物のはく離抵抗性評価方法に関する研究，道路建設，p.32，2004.1
- 2) 本松資朗ほか：既設基層混合物のはく離抵抗性の評価方法に関する研究，土木学会舗装工学論文集，第9巻，p.73，2004.12
- 3) 鎌田 修ほか：排水性舗装の側方流動破壊の発生要因と対応策に関する研究，土木学会舗装工学論文集，第11巻，p.99，2006.12
- 4) 吉井昭博ほか：粗面系凍結抑制舗装の効果に関する一検討，土木学会第66回年次学術講演会，V-413，2011.9
- 5) 寺田 剛ほか：排水性舗装の冬期路面管理について，土木技術資料52-11，p.36，2010.11
- 6) 齊藤一之：多機能型排水性舗装の開発，第12回北陸道路舗装会議，D-18，2012.6
- 7) 齊藤一之ほか：多機能型排水性舗装（フル・ファンクション・ペープ）の特長，平成24年度建設技術報告会，p.96，2012.10
- 8) 佐沢昌樹ほか：凍結抑制機能回復型凍結抑制舗装の開発と実用化，第23回日本道路会議，p.510，1999.10
- 9) 平澤匡介ほか：ランブルストリップスの設置効果と費用便益について，第10回北陸道路舗装会議，p.254，2006.6
- 10) 板東芳博ほか：注意喚起舗装の省力化施工について，第28回日本道路会議，32065，2009.10
- 11) 高森 衛ほか：高視認性区画線調査報告書（第2報），開発土木研究所月報No.484，p.11，1993.9

【筆者紹介】

藤本 大生（ふじもと まさき）
 (株)ガイアート T・K
 技術研究所



三次元点群データを用いた新たな路面評価手法の開発

中 村 博 康・森 石 一 志・渡 邊 一 弘

従来、幹線道路を中心に効率的な舗装管理として、路面性状測定車を用いた路面性状調査が行われている。しかし、中長距離の調査が短時間で済む一方で、人的作業で行う解析に時間を有するといった課題も存在する。最近では、MMS (Mobile Mapping System) を用いた効率的な地図・台帳の整備等が近年進められている。そこで、高密度レーザスキャナを搭載した改良型の MMS を作製し、路面性状調査の効率化に向け、この改良型の MMS により取得できる三次元点群データの集合体による路面の把握手法についての検討を行い、三次元点群データを基に作成したコンター図により路面凹凸の度合いを評価する手法を開発した。

キーワード：舗装，路面性状測定，MMS，三次元点群データ，路面凹凸体積

1. はじめに

我が国の社会資本は、1960 年代から 1970 年代初頭にかけて急ピッチに整備され、この高度成長期に整備された多数の構造物が一斉に老朽化の時期を迎える。そのため、今後は既存ストックの補修や補強対策、それに必要な予算措置など様々な維持管理問題が表面化すると思われる。しかし、世界的な景気の動向に加え、国内においては生産年齢層の減少、急激な少子高齢化、高齢社会に対応する福祉重視の必要性などから、社会資本への投資は制約を受けざるを得ない状況にある。また近年では、国内の公共事業予算も縮減されてきており、道路分野を取り巻く環境も極めて厳しい状況にあるといえる。このような中において、蓄積され

た社会資本のひとつである道路網の維持・更新の需要が高まってくることを考えれば、より効率的かつ効果的な管理・運用が求められるのは必至であると思われる。

道路における路面性状調査は、現在、路面性状測定車により調査し、区間内のひび割れ率、わだち掘れ深さおよび平坦性を指標としてデータを取得することが一般的である^{1) 2)}。わだち掘れ深さおよび平坦性は面的な評価ではなく測線上の評価であり、局所的な損傷を検出できない場合がある。(平坦性：通常、左車輪通過部付近の縦断測線、わだち掘れ深さ：通常 20 m 間隔の横断測線)

一方で、地図・台帳の整備等に近年活用されている MMS (Mobile Mapping System) は、車両に GPS、



写真—1 MMS 前方



写真—2 MMS 後方

IMU（慣性計測装置）、カメラ、レーザスキャナなどのセンサを搭載した移動体計測装置であり、効率的に道路および周辺構造物の三次元情報を収集することが可能である（写真—1 および2）。

本手法の開発に先立ち、まず改良型 MMS と現在路面測定に使用されている測定装置とを比較し、その精度について確認した。その後、取得された三次元点群データの集合体による路面の把握手法についての検討を行い、三次元点群データを基に作成したコンター図により路面の変状が確認可能かを検討した。具体的には、路面を対象に高精度な三次元点群データを取得し、路面を測線上ではなく面として捉えて舗装を評価する手法を検討したものである。なお、GPS 等により個々の測定点の位置特定技術を有する MMS を用いることにより、調査後の解析も省力化（例えば、位置情報として絶対座標での管理）できるものと考えている。

2. 改良型 MMS の概要

MMS（Mobile Mapping System：モービル・マッピング・システム）とは、GPS・レーザスキャナ・IMU（慣性計測装置）等を搭載した計測車両で、通常走行を行いながら車両周辺の高精度な三次元座標データや連続映像等を取得するシステムである（図—1）。

本技術を舗装の点検に活用することにより、従来の手法のように測線上のデータではなく路面を面として捉えることが可能である。また個々の点群データが三次元座標を有することから計測車両による走行後の計測結果のとりまとめもある程度自動化が可能であり、コスト削減が期待できる。また、同一地点を経年的に計測することにより路面の沈下・わだち掘れの進行度

を把握することも可能となる。主な機能として、高密度レーザスキャナにより路面および道路周辺の構造物の三次元点群データを取得し、2 基の GPS で位置情報を取得する。

3. 舗装走行実験場における測定

(1) 測定概要

改良型 MMS の路面の mm 単位の変状把握の可能性を検証することなどを目的とし、独立行政法人土木研究所の舗装走行実験場中ループを使用し、三次元点群データの取得を実施した（図—1）。

(2) 測定方法

測定方法は、横断形状およびわだち掘れ深さは 5 m ピッチで横断測線を設けて測定を行った。また IRI や平坦性などの縦断形状に関する測定は、外側線内側から 75 cm の部分をわだち部（OWP）とした。

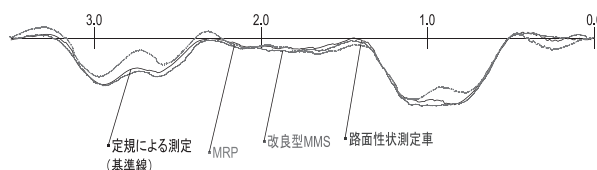
(3) 事前検討

評価手法の検討を行う前に、改良型 MMS の測定精度について確認を行った。5 m ピッチの横断測線においてそれぞれの断面で直線定規による方法（5 cm ピッチ）、検定済み路面性状測定車による方法（1 cm ピッチ）、MRP（マルチロードプロファイラ、1cm ピッチ）を用いた方法、そして改良型 MMS の三次元点群データを用いた方法で、それぞれの断面測定路面の横断形状を測定した（図—2）。結果から、改良型 MMS の点群データを用いた方法により再現する横断形状は、その他の方法と類似しており、改良型 MMS で取得される三次元点群データの測定精度に問題がないことが確認できた。

次に、改良型 MMS、路面性状測定車および MRP から算出された IRI を比較した（図—3）。なお、今回の改良型 MMS の IRI は、点群で得られた路面の三次元データの側線近傍上の縦断プロファイラ（25 cm ピッチ）を基に算出したものである。この結果から、改良型 MMS により算出された IRI は、路面性状測定

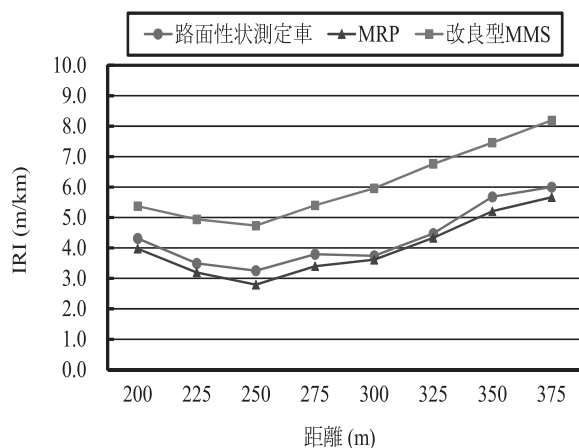


図—1 三次元データ取得例



※縦横軸の縮尺を変えているため差が大きくなっているが、すべての測定結果は、実測値に対し±3mm以内に入っている。

図—2 各測定装置による横断形状比較



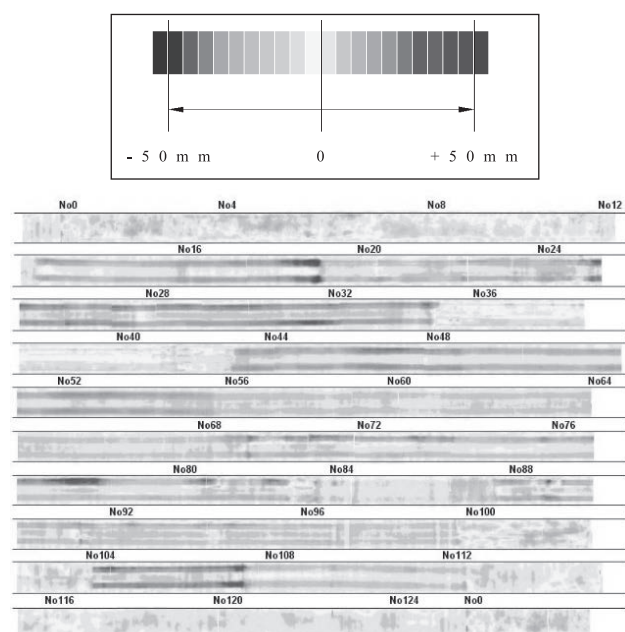
図—3 IRI による比較

車および MRP と比べて同傾向であるものの 1～2 程度大きくなった。

4. 評価手法の検討

(1) 路面コンター図による路面凹凸の可視化

続いて三次元点群データを使用した路面性状の評価手法の検討を行った。三次元点群データの取得は 3. と同様、土木研究所の舗装走行試験場で行い、横断方向の測定範囲は左右両側の外側線の内側の部分である 3.5 m とした。点群データは鉛直方向の座標を個々有していることから、それを精緻な標高の形で表現すれば路面の凹凸が評価可能であると考えられる。今回の検討では IRI と同様に供用直後の平坦な路面を想定した仮想平面を作成し、それに対する高低をコンター(色



図—4 路面コンター図

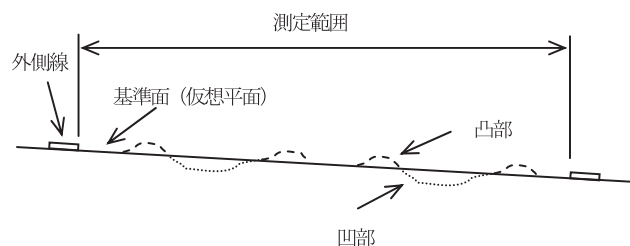
分け) で示すこととした (図—4)。

(2) 路面の凹凸体積による評価手法

a) 凹凸体積の算出方法

上述したように路面コンターは路面の凹凸の状態を分かりやすく表現しているが、数千、数百 km に及ぶ膨大な管理延長に対して舗装の状態を効率的に把握することは困難であり、何らかの指標で定量化することが必要である。そこで今回の検討では、路面の凹凸体積に着目した。その算出手法は以下のとおりである。

- ・両側の白線を基準とし、各測点ごとに仮想平面を 10cm × 10cm のメッシュに分割する (図—5)。
- ・分割されたメッシュにおいて、仮想平面と計測された凹部および凸部の点群データから生成された面で囲まれた部分の体積を算出する。
- ・全ての凹部・凸部のメッシュ体積を合計したものを凹凸体積とする。(変動体積(絶対値)の総和)



図—5 路面の凹凸部および基準面

b) 凹凸体積を使用した路面性状評価方法

改良型 MMS の点群データから得られた路面の凹凸体積と路面性状測定車のわだち掘れ深さの結果を示す (図—6)。実道を対象としたデータではないものの、舗装走行実験場内の様々な舗装構造・供用年数の舗装を対象として測定した結果であり、ある程度の相関性を有していると言える。また、道路維持修繕要綱⁴⁾の維持修繕要否判断の目標値に該当する路面の凹凸体積を見ると、自動車専用道路のわだち掘れ深さが 25 mm であるのに対し路面の凹凸体積が 0.14 m³、交通量の多い一般道路のわだち掘れ深さ 30～40mm に対し、路面の凹凸体積が 0.16～0.20 m³ に該当し、従来の維持修繕の基準にも適用できる可能性があることが確認できた。さらに路面の凹凸体積とコンターを上下に重ねると、コンターの色分けが定量化できていることが分かる (図—7)。

5. おわりに

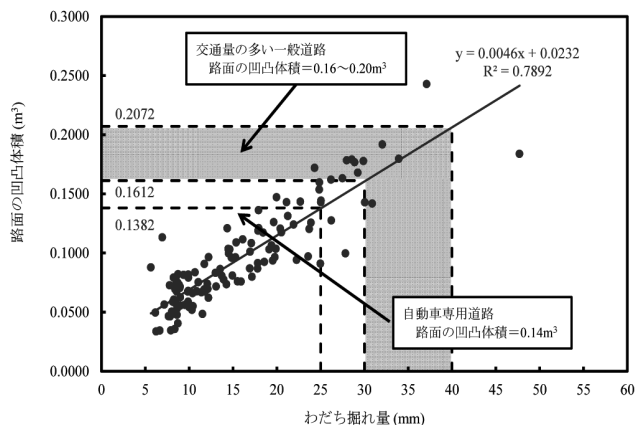
開発した手法の内容を以下に記す。

- (1) 事前検討の結果から、改良型 MMS の点群データを用いた方法により再現する横断形状は、その他の方法と類似しており、改良型 MMS で取

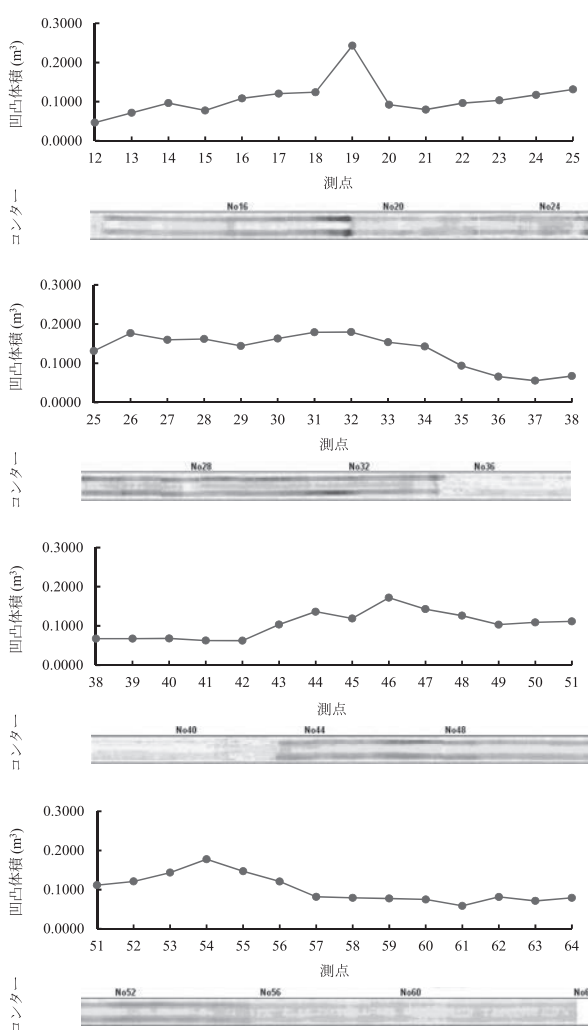
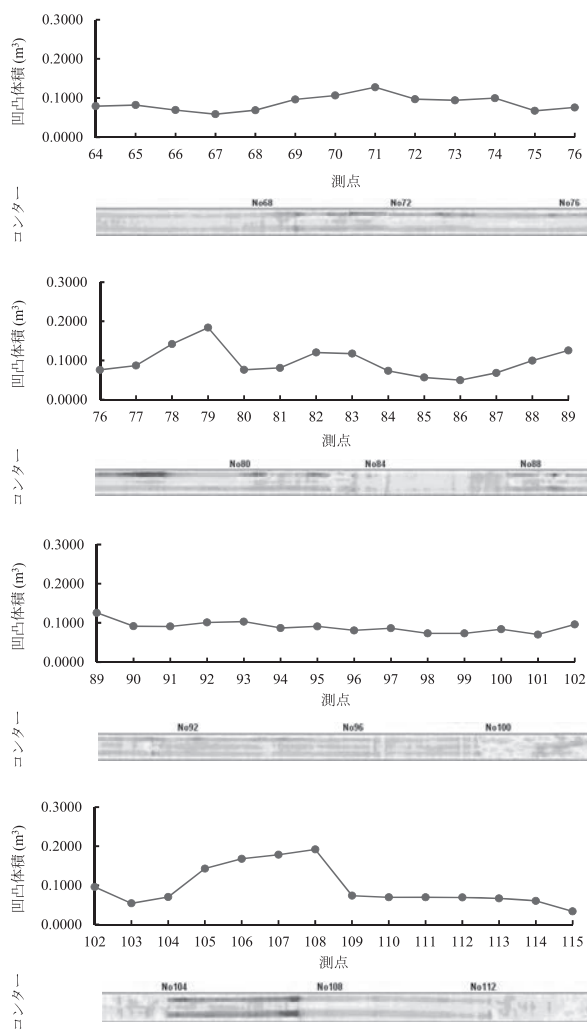
得される三次元点群データの測定精度に関して一定の確認が行えた。

- (2) 路面コンターによる路面性状の可視化から、仮想平面を（供用直後の平坦な路面に相当）作成し、それに対する高低をコンター（色分け）で示した結果、わだち掘れの程度を明確に表現できた。
- (3) 路面の凹凸体積による評価手法から、路面性状測定車から算出したわだち掘れ深さと改良型 MMS から算出した路面の凹凸体積は相関があり、またコンターとの比較により路面の凹凸体積という指標は路面の変状を的確に表すことができる。

今後は、本手法を用いて実路での改良型 MMS を用いた更なる三次元点群データの収集・分析を実施し、日常管理におけるデータの活用手法や構造的健全度との関係など、引き続き効率的な路面評価手法の検討を



図一六 コンターと路面の凹凸体積



図一七 コンターと路面の凹凸体積

行い、本手法の改善改良を行うこととしている。

謝辞：本手法は（独）土木研究所、大林道路（株）、三菱電機（株）、（株）NIPPO で実施している「路面性状の効率的取得技術に関する共同研究」において開発された成果である。データ取得に際し尽力頂いた関係者各位に感謝の意を表す。



《参考文献》

- 1) 国土交通省：総点検実施要領（案）【舗装編】（参考資料），<http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/pdf/roadstock06.pdf>
- 2) 国土交通省：舗装の調査要領（案），http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/yobo3_1_10.pdf
- 3) 社団法人日本道路協会：道路維持修繕要綱，p.68，1978.7

【筆者紹介】

中村 博康（なかむら ひろやす）

株式会社 NIPPO

総合技術部 技術研究所 研究第2グループ

副主任研究員

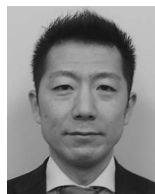


森石 一志（もりいし かずし）

大林道路株式会社

技術研究所

主任研究員



渡邊 一弘（わたなべ かずひろ）

独立行政法人土木研究所

つくば中央研究所 道路技術研究グループ 舗装チーム

主任研究員



平成 25 年度版 建設機械等損料表 発売中

■平成 24 年度版に対する変更点

- ・損料算定表の「諸元」欄を拡大，諸元記載要領も変更し読み易さを改善
- ・損料算定表の「燃料油種・消費率」欄の記載要領を変更し読み易さを改善
- ・関連通達・告示に「東日本大震災の被災地で使用する建設機械の機械損料の補正について（通知）」を追加

■B5 判 モノクロ 約 682 ページ

■一般価格

7,700 円（本体 7,334 円）

■会員価格（官公庁・学校関連含）

6,600 円（本体 6,286 円）

■送料（単価） 600 円（但し沖縄県を除く日本国内）

注 1）複数冊発注の場合は送料単価を減額します。

注 2）沖縄県の方は一般社団法人沖縄しまたて協会（電話：098-879-2097）にお申し込み下さい。

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>

スマホで情報収集し、道路補修箇所を特定

道路の簡易点検から始めるインフラ長寿命化

村上茂之・谷 弘幸・葛西 一 良

国や都道府県、市町村などの各自治体において、道路や橋梁などの社会インフラを適切に維持管理していくことは住民生活の利便性向上だけでなく、防災・減災の面からも住民が安全・安心な生活を送るためにも欠かせない取り組みである。一方で公共事業にかけられるコストは限られており、効率良く適切に社会インフラを維持管理していく仕組みがますます重要になってきている。筐子トンネルの崩落事故は記憶に新しいところだが、高度成長期以降に整備された多くの社会インフラが、今後急速に老朽化する時代を迎えており、適切な点検による現状の確認とその結果に基づく補修の実施といった計画的な維持管理手法の確立が急務となっていることは間違いない。

数年前から、道路・橋梁・トンネルなどの社会インフラの維持管理に ICT を活用した取り組みを展開しているが本稿では、その策の一つとして道路のパトロール作業によって自然に集まるデータを用い、舗装の簡易点検を支援するサービスを紹介する。

キーワード：社会インフラ、維持管理、舗装点検、スマートフォン、G センサー

1. はじめに

米国では 1930 年代のニューディール政策によって大量の道路橋が建設されてから 50 年が経ち、橋梁に代表される社会インフラの事故が 1980 年代から発生し始め、それまでの維持管理が不十分だったことが指摘されてきた¹⁾。日本においても 1960 年代の高度経済成長期以降大量に橋梁が設置された経緯もあり、2010 年から 2025 年にかけて、建設から 50 年を超える橋梁が大量になるという事情から社会インフラの安全性が問題視されてきた。これに対応して国土交通省は社会インフラの長寿命化の検討・対策をとり始め、地方自治体においても住民を巻き込んだ社会インフラの維持管理の施策が模索されてきている^{2), 3)}。

そういった背景の中で、2012 年 12 月に発生した中央自動車道の筐子トンネルの崩落事故を契機として社会インフラ管理に対する意識が高まり、2013 年 5 月には道路法が改正された。

改正された道路法では「国土交通省が地方道の大規模かつ構造が複雑な構造物を地方自治体に代わって改築および修繕を行える」「道路管理者が予防保全の観点を踏まえ道路の点検を行うべきことを明確化する」などが規定された。

そこで早い段階から社会インフラの維持管理効率化に挑戦していたが、2010 年 5 月には、地方自治体向

けに橋梁の点検業務をサポートする「SuperCALS 橋梁点検支援（橋梁点検支援システム）」の提供を開始していた。これを更に推し進めるために 2011 年春から岐阜県の協力を得て、改めて地方自治体の抱える真の課題・ニーズを把握することにした。

2. 保有している技術的要素の活用

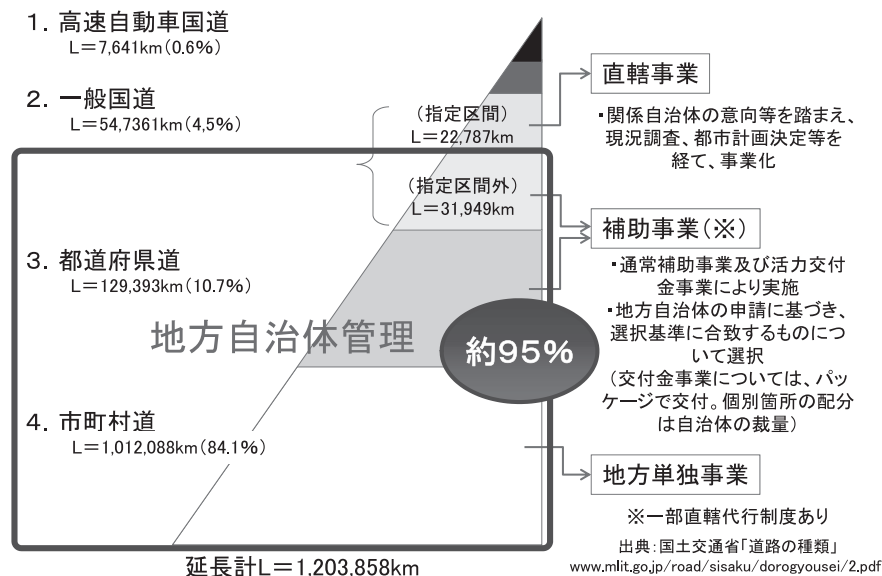
岐阜県は、橋梁数・管理道路延長とも全国でもトップクラスの社会インフラを抱えており、従来から「住民を巻き込んだ社会インフラの維持管理」「官民双方の技術者育成」に先進的に取り組んできている^{4), 5)}。

その取組を調査してきた結果、

- (1) 橋・トンネル・斜面を含む道路ネットワークの総合的なリスク管理
- (2) 総合的で計画的な社会インフラの維持管理体制の確立

という、いわゆるこの分野で「アセットマネジメント」と呼ばれる機能の強化が究極的な課題・ニーズであることが改めて確認できた。中でも最も身近であり、かつ最大の社会インフラである道路の舗装状況の「見える化」がほとんど未着手であることが判明した。しかも、図一 1 に示すとおり日本の道路の総延長 120 万 km の内、地方自治体の管理対象はその約 95% に及び、従来の手法や発想では迅速な対策をとることは相

【道路法(第3条)上の分類】



図一 道路の管理主体

当困難であると予想された。

そこで保有するICTの強みを生かせないかと考え、その調査を行った。まず、研究所が保有する画像認識の技術を活用する検討を行った。しかし、道路の画像を撮るに際し、

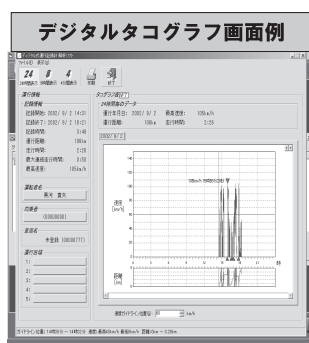
- ・大量の画像を撮るためには、通行規制などの前提をつけることなく、例えば時速60kmで走行しながら撮影する必要がある
- ・業務時間として仮に昼間に限定したとしても、晴天時には物の影を認識する必要があり、雨天時の対策も必要である

など、当時は自動認識の実用化にはまだ課題があると判断した。

次に、様々な専用のセンサーを設置することも検討したが、当然莫大な資金が必要となる上、即効性を欠くこともあり採用できないと判断した。

そこで視点を改めて2011年10月に合併会社であるトランスロンが製造・販売を開始したドライブレコーダー付きデジタルタコグラフ（以下、デジタコ）「DTS-C1D」（図一2）を利用して車の振動情報を中核技術とし得ないか検討を行った。デジタコは、「速度・時間・距離」の三要素をデジタル化し運行管理を行うことができ、車両の安全運転・経済走行・業務の効率化にも適しており、更に「GPS位置情報」「3方向の加速度（Gセンサー値）」などが精度良く取得されていることから、これを基軸に進めることとした。

加えて道路の管理者は、国・都道府県・市町村と多岐にわたることから専用のコンピュータを設置せずにサービスとして提供する必要があるとの判断のもと、ちょうど普及し始めていたクラウド・コンピューティングの技術も採用することとした。

トランスロン社製DTS-C1D
(ドライブレコーダー付きデジタルタコグラフ)

図一2 デジタルタコグラフ

3. 技術面でのフィールド実証

しかし、道路の路面調査はいわゆる建設業界や建設コンサルタント業界の得意分野であり、十分な知見がなかったため、国立大学法人 岐阜大学の社会資本アセットマネジメント技術研究センターと共同で研究を行うこととした。岐阜大学は岐阜県や地域建設業界などと連携して、前述した「官民双方の技術者育成」を先進的に指導してきた実績もあり、2012年1月から共同研究を開始した。

もともと岐阜大学では、橋梁や道路の損傷状況の診断・分析・補修など専門家による多角的な研究能力と学術資源・人的資源を有しており、岐阜県・三重県をはじめとする中部地区の各自治体に対して、技術支援を実践してきている。このような岐阜大学の強みを生かして、まず、本手法による実現可能性を検証することにした。

2012年1月から岐阜県内の県管理道路をデジタコとビデオを搭載した車両で走行し、画像とGセンサー、舗装の荒れ具合の関連性を検証した（図－3）。採取したデータを分析し、地図上にマッピングするアプリケーションのプロトタイプ版も開発した。

同年3月、この検証結果を基に岐阜県内の九つの自治体の社会インフラ管理担当者と「維持管理業務支援システムの利用に関する意見交換会」を実施した。意見交換会では以下のような現状や課題が挙げられた。

- (1) 県内の市町村は専用の道路パトロール車を保有しておらず、公用車を利用した住民通報による出動が主であること。
- (2) 出動した際の記録（報告書）は紙の地図と手書きの文書がほとんどであり、位置情報と写真が記録

できるだけ効果があること。

- (3) 路面の荒れも重要だが、^{のりめん}法面や街路樹・側溝の状態の点検が課題であること。

この中で専用のパトロール車を持たない自治体には、デジタコを搭載することが困難であり、デジタコが持つ「GPS 位置情報、G センサー値」については、スマートフォン（以下、スマホ）でも取得できることから、同年6月からはスマホも併用して検証を行った。スマホを利用することにより、写真も容易に撮ることができ、報告書作成機能も追加することとした。

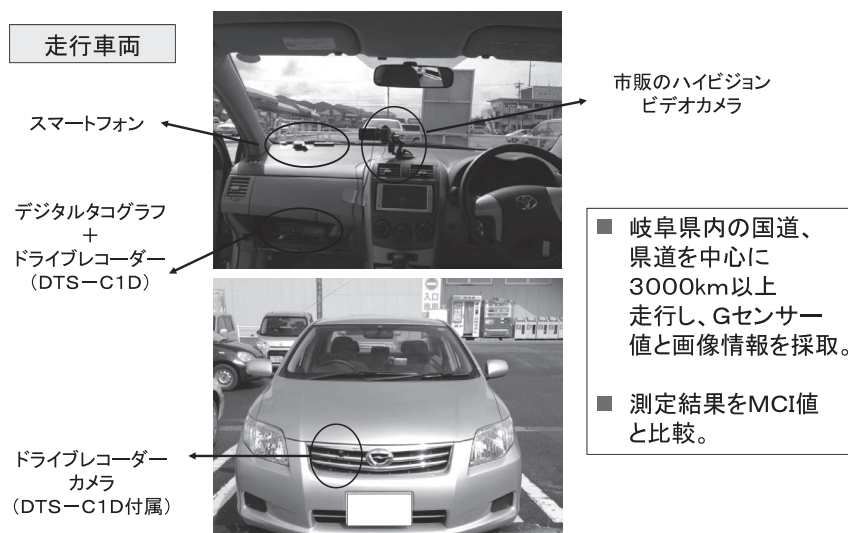
更に翌7月には2011年度に岐阜県が路面性状調査を実施し、MCI（Maintenance Control Index）値^{a)}を測定した岐阜県管理道路を走行し、双方の結果の比較検証を行った。その結果、一部損傷があるレベルであるMCI値5.0以下の地点は、80%程度の確率で検出できていることが確認できた。損傷がある程度進んだ状態とされるMCI値4.0以下の地点は90%以上検出できているが、マンホールや橋の伸縮装置を通過した際には余分な検出を行うことも確認できた。

a) 舗装の供用性を客観的に判断することを目的に国土交通省で開発された維持管理指数。原則100m単位で計測し、10点満点で評価される。

4. 国交省の基準と自治体の現状・ニーズ

ここまでフィールド実証を進めてきた段階で、改めて多くの自治体の現状の把握とニーズの整理を行うことにした。すなわち、本サービスが社会の中でどのような位置づけになるのかを確認する必要があったからである。

まず、道路法第3条の道路（高速自動車国道・一般



図－3 フィールド実証時の走行車両

国道・都道府県道・市町村道）に関して、同法第42条で道路管理者の維持・修繕の責任が規定されており、その測定の一つとして先に述べた MCI 値がある。この測定には通常 5～10 万円 /km 程度の費用がかかり、ほとんどの県で数年に 1 回、しかも県管理国道をはじめとする一部の管理道路に限定して測定しているのが実情であり、政令指定都市を除く市町村では、ほとんど測定されていない。

また、道路の日々のパトロールも都道府県においては、それぞれ 20～30 台の道路パトロール車を用意して 1～2 週間に 1 回は管理道路の目視点検と簡易な補修を行っているが、政令指定都市を除く市町村においては定期的なパトロールはほとんど実施されておらず、住民通報を受けて現地に出向き応急措置を行うのが一般的である。補修の計画にしても県レベルの自治体では MCI 値に基づいた計画を立てているところがある一方、多くの市町村では予算の許す範囲で管理者判断による優先度で対症療法的に対応している。

市町村においては普段の業務の中で作業を増やさずに対応でき、報告書などの作成が簡易にできる仕組みが求められており、その過程において道路の状況を見える化することで計画的な維持管理につなげられることがニーズとして抽出できてきた。

5. 実用可能性のフィールド実証

2012 年 8 月までに前述の「技術面でのフィールド実証の章の課題」の成果を反映し、初期のプロトタイプ版を改善したデジタコ版とスマホ版を用意した。

同年 10 月からは公益財団法人の岐阜県建設研究センターにデジタコ版を提供し、検証に協力いただい

た。デジタコ版は G センサーによる路面の簡易診断に加え、ドライブレコーダ機能を利用し毎秒 2 枚の静止画を記録することができ、これを確認することにより、G センサー値で荒れていると判断された箇所を目視でも確認することができる。同センターは岐阜県から委託された道路パトロールを毎日実施しており定期的なパトロールの中でデータを集め、初期のプロトタイプ版の有効性検証時点から協力いただいている。

11 月からは瑞浪市、12 月からは中津川市にスマホ版を提供した。この二つの市にはスマホを利用したパトロール報告書作成支援とその移動のついでに集まるデータを利用した路面簡易診断機能を使用いただ

いた。これらの実証から多くの市町村ではデジタコ版の路面画像の有効性も指摘されたが、スマホ版の手軽な使い勝手がより有効なことが判明し、まずはスマホ版の商品化を急ぐこととした。

6. 道路パトロール支援サービスの機能概要

道路パトロール支援サービスは、道路点検で収集したデータをクラウドを利用して分析し、道路施設の維持管理に必要な情報（価値）として提供するサービスである。全体の構成を図 4 に示す。

本サービスの特徴は、何気なく記録できるデータを収集・分析し、新たな情報（価値）を提供という点にある。サービスは大きく二つの利用シーンに分かれている。

一つは定期的な道路パトロールや住民からの通報を受けてからの車での移動、および道路補修などの作業現場での利用である。車での移動では簡単手軽なスマ

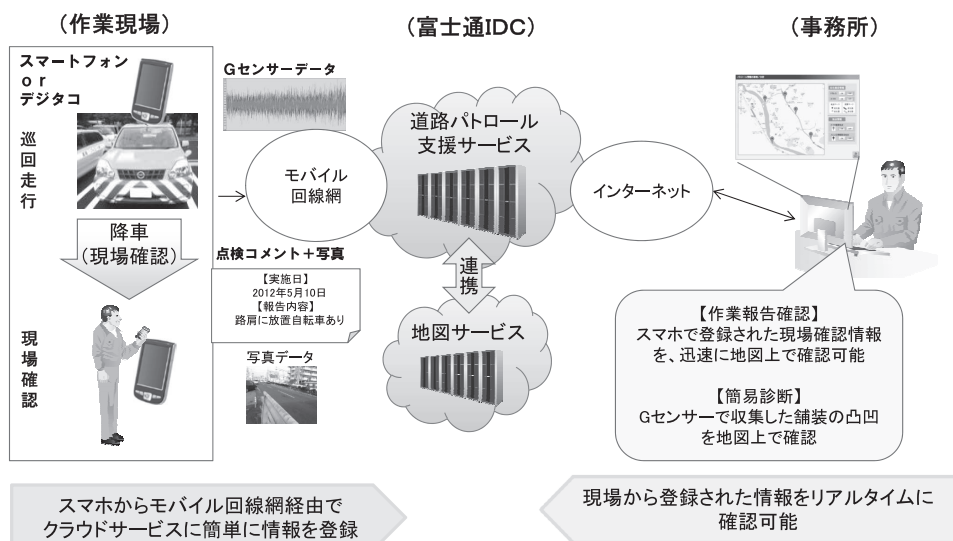


図 4 道路パトロール支援サービス概要

ホを使う方法とデジタコを利用する方法がある。スマホは作業現場での作業記録にも使用する。正式な商用版として2013年6月よりスマホ版の提供を開始した。

もう一つのシーンは道路管理事務所などの事務所で利用シーンである。スマホやデジタコからアップロードされた情報を使って点検状況の確認、パトロール報告書の作成などの業務実施のほかにGセンサーが収集した結果を基に道路の劣化状況の推定、過去との比較など道路の維持管理に必要な情報の把握・分析を行うことができる。

以下、各機能について簡単に紹介する。

(1) 走行データの収集

スマホもしくはデジタコを使って走行位置、時刻、前後・左右・上下のGセンサー値を一定間隔で記録する。デジタコ版では更にドライブレコーダで静止画を収集しており、後から道路の状況などを確認することができる。スマホでは走行中の静止画記録は行えないが走行したままで障害物などの発見位置を記録することができる。

(2) 作業現場記録

スマホを使って通報で指示された地点やパトロール中に発見した地点の観察、補修実施結果などを写真・コメントなどで記録することができる。早急に対応が必要な場合は即時にデータを送信することができ、事務所ではリアルタイムに地図上で情報を確認し、業者などに対応指示することができる。これは緊急災害時などにも有効である。

(3) 点検地点確認機能

走行したルート、作業や観察を行った地点を地図上に表示しドライブレコーダの画像やスマホで撮った作

業現場の写真などを使ってパトロール状況の把握と作業指示を行う。

(4) 報告書作成機能

作業現場での記録を基にパトロールや作業実施の報告書を作成する機能である。作業箇所を示す地図や現場で撮った写真・コメントなどを埋め込んだ様式が自動で作成されるため、簡単な操作で報告書が作成できる。

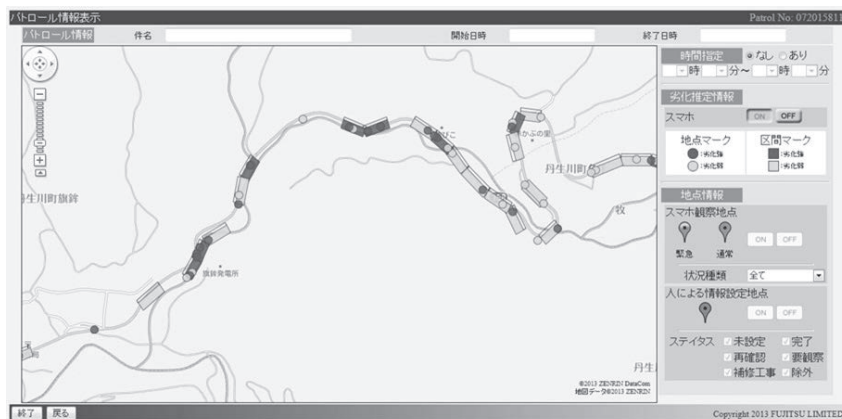
(5) 舗装劣化推定機能

走行中に収集したGセンサー値を使って統計処理を行い、道路の劣化を推定し地図上に表示する。劣化状況は、地点マークを点、区間マークを^{くけい}矩形で表示し、それらを赤（強）と黄色（弱）の2色で色分けしている（図—5）。これにより、ピンポイントな地点なのか、それとも数十mにわたる劣化区間なのかが一目で把握できる。ただし、表示される地点や区間にはマンホールや橋の継ぎ目など本来道路の舗装劣化とは関係のないものも含まれており自動的に除外する方法を研究中である。

(6) 比較分析機能

二つの劣化推定結果を重ね合わせて表示し、比較する機能である。同じ路線を時系列で見比べることで、劣化の進み具合や新たな劣化推定地点の発見などが行える。

商品化については、2013年6月に市町村での利用を主目的としてスマホ版をリリースした。この機能に関しては、2013年6月15日のNHKニュースでも取り上げられ、社会的な関心の高さを実感することになった。現在、岐阜県瑞浪市、北海道夕張市、福島県会津若松市、大分県大分市等複数の自治体で商用もし



(注)本サービスでは株式会社ゼンリンの地図を使用しています。

図—5 舗装劣化推定機能

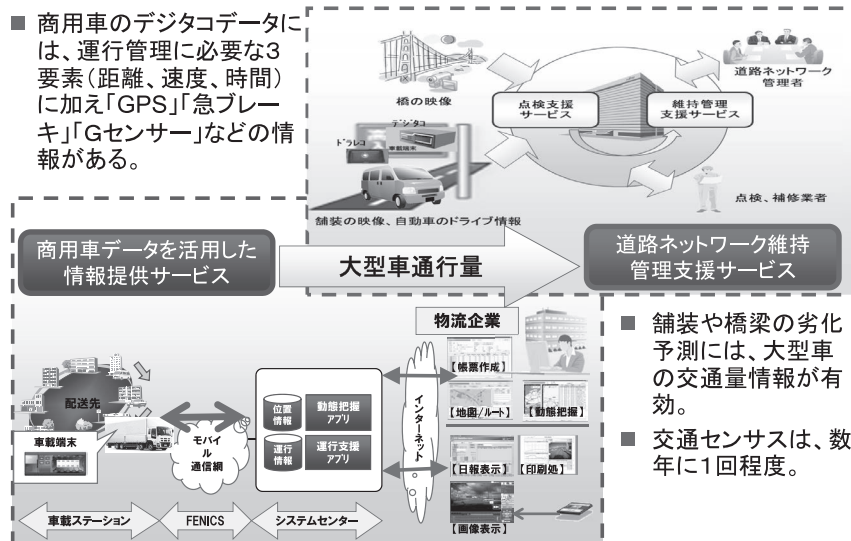


図-6 多様なデータの複合的活用

くは試用として使っているが、車種やタイヤの違いによるしきい値調整を自動化する「自動キャリブレーション機能」や定期パトロールではなく住民通報契機による対応を可能とする「住民通報登録機能」などのレベルアップ対応を順次行っている。また、都道府県での利用を主目的としたデジタコ版の商品化も計画中である。

このようなサービスを提供する前提として、長い期間、関係方面に安心して利用してもらえるよう、機能を保証するための特許の取得も行っている。

もう一つの留意点として、膨大なデータを活用することを考慮して、データの発生源とその管理に関しては慎重を期す必要があった。すなわち、データの信用性をいかに担保し続ける仕組みにすることである。具体的にはデジタコで取得するデータとスマホで取得したデータを峻別することによりデータの精度確保を目指している。

7. 今後の課題と対応

このサービス自体は緒についたばかりであり、継続的な機能強化を予定している。具体的にはパトロールの結果だけでなく、補修の履歴や予定を地図上に記録する「簡易道路台帳機能」や、GIS (Geographic Information System) との連携を可能とする「道路台帳連携機能」を計画中である。

更に、既にサービスとして提供している「急ブレーキ多発地点マップ」の応用も検討している。これは商用車（主に8t以上の大型トラック）の運行情報から判明した全国2万か所に及ぶ急ブレーキの多発地点情報である。現在は商用車の運転手および運行管理者に

対して危険地帯を通知し、安全運転とエコドライブを支援するものである。しかし、この「大型車の急ブレーキ地点」が道路の劣化地点と一致するという検証結果があり、この地点情報が要点検地点に該当すると考えられる。また、「大型車の通行情報」は、通常数年に1回行われる交通センサスの情報を補完するものであり、こちらも道路や橋梁の劣化予測に利用できると考えられている（図-6）。

今後これらの情報を活用することにより、より一層、道路の維持管理に貢献できるものと思われる。また、これまで述べてきた工学的なアプローチと並行して数学的（特に統計学的）なアプローチの有効性も検証していく予定である。具体的にはGセンサーの情報を統計的に解析し、マンホール位置の自動検出やポットホール（道路の穴）の出現を予測するといったものである。これらはまだ机上での検討を行っている段階ではあるが、多くのデータを収集することにより、実現できるものと考えており、2013年11月より国土交通省中部地方整備局岐阜国道事務所にご協力いただき、交通量の多い国道でのデータ採取を開始している。

8. おわりに

本稿で紹介した分野は従来、全国の自治体や建設業界・建設コンサルタント業界が取り組んでこられた領域である。これら関係者に加えて何よりも地域の主人公である住民の皆さんが安心して生活できるように、富士通として貢献できればと考えている。

そのために新たな産学官のスキームを構築してきた。すなわち、産としては建設業界・建設コンサルタ

ント業界が、学としては岐阜大学を中心とした大学が、官としては都道府県や市町村の壁を越えた自治体が連携し、社会インフラの維持管理に継続的に取り組んでいける仕組みづくりと活動が必要と考えている。

J|C|M|A

《参考文献》

- 1) P. Choate et al. : America in Ruins : The Decaying Infrastructure. Duke University Press, 1983.
- 2) 社会資本整備審議会・交通政策審議会技術分科会技術部会社会資本メンテナンス戦略小委員会緊急提言：本格的なメンテナンス時代に向けたインフラ政策の総合的な充実～キックオフ「メンテナンス政策元年」～.
http://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/sogo03_sg_000018.html
- 3) 社会資本整備審議会・交通政策審議会技術分科会技術部会社会資本メンテナンス戦略小委員会：今後の社会資本の維持管理・更新のあり方について（中間とりまとめ）.
http://www.mlit.go.jp/report/press/sogo03_hh_000046.html
- 4) 岐阜県 県土整備部：社会資本メンテナンスプラン.
<http://www.pref.gifu.lg.jp/kensei-unei/seisaku-plan/kensei-shuyovision/doro-iji/mp-kodohpsin.html>
- 5) K. Sawada et al. : Challenges for More Efficient and Effective Asset Management and Governance for Infrastructure : Maintenance Expert Training Program in Gifu. International Symposium on Social Management Systems 2010 (2010).

お断り

※本記事は富士通発行の雑誌「FUJITSU 2013 年 11 月号 (VOL.64)」の記事を一部編集して掲載しています。

【筆者紹介】

村上 茂之（むらかみ しげゆき）
岐阜大学総合情報メディアセンター
（兼）社会資本アセットマネジメント技術研究センター
准教授



谷 弘幸（たに ひろゆき）
富士通(株)
経営戦略室 新規ビジネス開発室
シニアマネージャ



葛西 一良（くずにし かずよし）
富士通(株)
経営戦略室 新規ビジネス開発室
エキスパート



大規模施工用接着剤散布システム

ボンドスプレーヤーの紹介

木 下 洋 一

コンクリート舗装補修工事において接着剤を用いる接着接合型オーバーレイ工法が開発され、人力施工に比べ品質とコストを両立させた機械化施工が求められた。自走式散布機械を開発するに当たり過去に開発製作したシステムに、新たなアイデアを盛り込みながら試作機を経て実用機を製作した。開発過程では機器の不具合や種々の問題を解決しながらようやく完成に至った。現在は大規模施工現場に供用して施工を行いつつ、より使い易いシステムとして改良改善を進めている。

キーワード：コンクリート舗装、補修工事、付着オーバーレイ工法、接着剤、均一散布、コスト、機械化

1. はじめに

コンクリート舗装における付着オーバーレイ工法は、勾配や段差の修正、老朽化したコンクリート版の維持・補修工法として実施されている。この工法は既設版の表面に付着を高めるための処置をしたのちオーバーレイ層を敷設して一体化するもので、版厚を薄くできる利点がある¹⁾。この既設コンクリート版とオーバーレイ層の付着を確実にするため、接着剤を用いる接着接合型オーバーレイ工法が開発された。この工法では接着剤を如何に効率よく均一に、また適量散布できるかによって品質とコストを両立させることができる。人力施工では限界があることから、機械化が検討され大規模施工用接着剤散布システムの開発に至った。本報では新規開発した「ボンドスプレーヤー」システム（以下「本システム」という）を紹介する。

2. 背景

接着接合型付着オーバーレイ工法に用いる接着剤は主に二液混合硬化型のエポキシ樹脂系接着剤で、混合された直後より決められた可使用時間の中で、打継面に均一に散布してコンクリートオーバーレイ施工を行う。小規模な床板増厚工法などでは現場手作業で混合した接着剤を、ローラ刷毛などにより人力塗布することで施工を行っている。しかし、人力塗布方式では塗布量のムラや塗布効率が悪いので施工手間がかかり品質上の問題が生ずる、昨今は施工規模が大きくなり面積が増す傾向にあってはこの問題は顕著となり、機械シス

テム化によって単位時間当たりの散布効率向上と散布厚さの出来形向上を図ることが必要となった。

そこで、2006年より品質確保と施工効率の向上、コスト削減を目標に機械化施工に取り組んだ。2007年の試作機での試験施工では、機械散布での品質と効率の良さなどを検証することができた。今般、大規模施工が始まるのにあたり、今まで蓄積したノウハウを反映した実施工システムを完成し、現場での供用・施工に至った。

3. 本システムの概要

本システムはエポキシ樹脂系接着剤（主剤＋硬化剤）を個々定量供給する「ポンプユニット」と供給された主剤、硬化剤を混合して路面に均一に散布する「スプレーユニット」からなる。図1に本システムの施工時系統を示す。ユニットを一体化せず、二つに分けたのは装置が大型化し重量も増えるため、一体型では

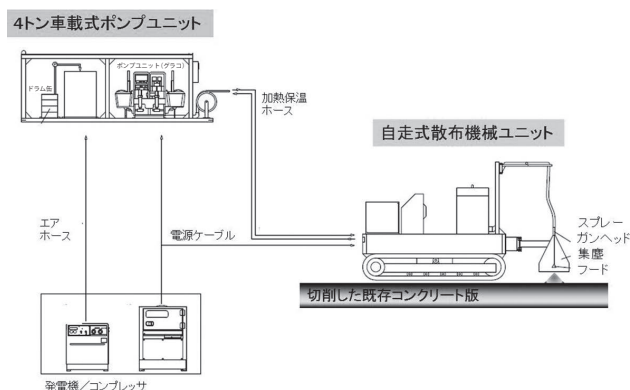


図1 本システムの施工時系統

かえって現場での使い勝手が悪くなると考えたからである。機械化システムに要求された項目は以下の点である。

- ・均一な散布ができること（温度管理，混合比管理，散布量の安定化など）
- ・散布面でのダレやムラがないこと（ポンプ脈動防止，完全混合，閉塞回避など）
- ・自動制御と連続施工が可能なこと（ポンプ耐久性，確実な機器制御など）

（1）ポンプユニット

4トン車に搭載できる一体型鋼製枠に，ドラム缶で供給される主剤・硬化剤の移送，攪拌加熱，保温チャージタンクと設定比率で圧送供給する高性能ポンプを組み込んだユニットである（写真—1）。動力は三相200Vおよび圧縮空気で，ともに現場では別途可搬式エンジン発電機とエンジンコンプレッサにより外部供給される。ポンプユニットでは，ドラム缶で供給される主剤・硬化剤は納入時期や作業環境により特性が異なってしまう。特に季節による温度変化は主剤・硬化剤の粘度に影響を与えるので，常に一定温度でポンプに供給されなければならない。移送に当たっては高粘度樹脂用で実績のあるエアシングルプランジャポンプを用い，供給側から保温調整側のドラム缶に汲み上げる。攪拌は回転翼式で常に強制的にかき混ぜることで添加剤の沈殿を防ぎ接着剤の均質化を行う。加熱には温度センサーを組み込んだ電気ヒータを採用している，これは温度管理が容易でメンテナンスフリーであり故障時に対処が簡単に出来るからである。ポンプに最終投入される直前の少量チャージタンクはさらに一定の温度を保つように保温管理されている，このように多段に分けて調整管理することで混合比率と吐出量の変動しないように図られている。ポンプは電子制御式可変ストロークエアレスダブルプランジャポンプを採用していて，設定された混合比を常に保つように制

表—1 ポンプユニット仕様

全長 mm	3,600	鋼製型枠
全幅 mm	1,800	
全高 mm	2,200	
重量 トン	2.0	
最高圧力 Mpa	35.0	
吐出流量 $\text{リットル}/\text{分}$	1.0 ～ 10	
タンク容量 リットル	470	主剤
	350	硬化剤
ヒータ容量 kW	13	
動力 kW	15	三相 200V 外部供給
コンプレッサ PS	50	外部供給

御される。ポンプより圧送された主剤・硬化剤は耐熱・耐圧保温ホースで「スプレーユニット」に送られる。表—1 にポンプユニットの仕様を示す。

（2）スプレーユニット

「ポンプユニット」より供給された主剤・硬化剤を混合し，規定量を散布するための電動自走式ユニットである（写真—2）。これも動力は三相200V，散布ノズル制御用に圧縮空気を用いる。前後移動のためのゴム製クローラ車体に，横行するスプレーノズルヘッドとそれを支える，横行レールとアームを備える構造である。横行レール上の任意の位置に停止用のリミットスイッチを配置することができるので，あらかじめ決められた散布幅員に混合された接着剤を散布しながらスプレーノズルが横移動する。スイッチによりスプレーノズルが端部で停止するとともに，あらかじめ設定した距離を車体が進行方向に移動して停止する。車体移動が終了するとスプレーノズルが反対方向に横移動し反対側端部まで戻りながら散布を行い停止，再び車体が進行方向に移動する。この動作を繰り返すことで，一定幅員にムラの無い接着剤散布を実現することができる。

本体装着の基本横行レールは最小幅 3.0 m，アタッ



写真—1 ポンプユニット



写真—2 スプレーユニット

チメントレールを継ぎ足すことで、4.5 m および最大 8.5 m のレール幅が可能である。一回の標準塗布幅は約 50 cm、進行移動距離はラップ幅を考慮して塗布幅より若干少ない距離を設定する。塗布量の調整はノズルの高さ、ノズル口径および横行スピードの設定で行い、キャリブレーションによって塗布量が適正かを確認する方法をとっている。

ポンプユニットへスプレーユニット間は主剤・硬化剤の送り側として電気ヒータ式保温ホースを採用し、戻り側として熱放散の少ない耐熱ホースを使用している。このホースは 1 本 15 メートルで分割式となっていて、現場の施工に合わせて数本をつなぎ合わせることでポンプへスプレー各ユニット間のワークスタンスをとることができる。もしホースが部分損傷しても、予備ホースと交換することですぐに対応可能である。スプレーユニット側接続口には散布／循環の切り替えバルブが設置され、散布停止時にノズルガンが閉まると瞬時に循環に切り替わり、主剤・硬化剤はポンプとホース内を循環する仕組みである。

散布時、切り替えバルブを通った主剤・硬化剤は即座にミキシングチャンバで混合される、ここからノズルまでの間は一本のホースとなり、直接ノズルガンに送られノズル先端より散布される。散布施工の終了時には別途に洗浄液を通過させることができるので、チャンバからノズルまで次の施工に備えてクリーニングする仕組みである。また、散布ノズルヘッドには散布時の余剰接着剤ミストの飛散を防止するために、集塵フードとミストコレクタを搭載し作業環境の維持に努めている。表—2 にスプレーユニットの仕様を示す。

表—2 スプレーユニット仕様

全長	mm	2,650	施工時
全幅	mm	3,000	本体基本幅
全高	mm	2,430	
重量	トン	1.8	
走行モータ		1.5 kW × 2	左右独立ギヤドインバータ
動力		5 kW	三相 200V 外部供給
作業レール幅	mm	3,000	本体のみ
		4,500	750 アタッチメント × 2
		8,500	2,500 アタッチメント × 2
コンプレッサ		0.4 kW × 1	電動小型車載型
ミストコレクタ		1.5 kW × 1	

4. システム開発のプロセス

接着剤散布システムの原型は、1993 年に樹脂を路面に散布して道路表面の保護や骨材の飛散を防止する目的で開発された「レジンコートスプレーヤ」(以下「旧

システム」という)に始まる(写真—3)。アスファルトフィニッシャのトラクタ部をベースに材料タンク、ポンプ、横行スプレーノズルを搭載し幅員 4.0 m の範囲に樹脂を散布したうえ、表面の滑り抵抗を確保するための珪砂を同時散布する機構を備えていた。この機械装置にも二液混合硬化型樹脂を用い、その圧送には定容積型エアレスプランジャポンプを採用していた、20 年たった現在でも現役である。スプレーノズル横行レール主桁は、機械の運搬を考慮して本体幅 2.5 メートル以内に設計されているが、車線幅への樹脂散布が出来るように主桁の内側にスライダーレールを設け、4 メートル幅まで散布が可能な構造となっていた。しかし、接着接合型付着オーバーレイ工法をはじめ一般的なコンクリート舗設の標準施工幅は 8.5 m (または半分の 4.25 m) が多く、この旧システムを改造して接着接合型付着オーバーレイ工法に適應させるには問題があったため、新規システムとして新たに試作機を製作することになった。



写真—3 旧システム

(1) 試作機の製作と評価

接着接合型付着オーバーレイ工法が広く普及し、大規模施工での効率的な接着剤散布のシステムが検討されるに当たり、散布圧力と散布厚さの関係および散布機構の予備検討を行った。高粘度接着剤の混合性と均一な散布厚さを実現するため、脈動の少ない高圧ポンプでの散布方式を採用することとした。2007 年、ウォータージェット機材をベースに試作システムを作り散布性能などの確認を行った(写真—4)。機械散布での均質な厚さ品質と施工効率の良さなどを実証することができた。しかし試験を続けるうちに、当試作機で採用したポンプの不具合が多発し、実際の施工に投入するには信頼性が危ぶまれた。原因として、使用するエポキシ樹脂系接着剤は主剤と硬化剤でその粘度特性などが異なるので、ポンプでの圧送性や均一な混合性を得るために粘度調整添加剤を混合して同じ粘度になるように調整している。この添加剤の影響と、高粘



写真—4 試作機（スプレーヤー）試験状況

度で高圧という条件のためポンプ構造が耐えられなかったのである。加えて工事施工開始までの準備期間中に、試作機を維持保有することが困難になったため、当試作機を大規模施工現場に投入することを断念せざるを得ず、新たに製作することになった。

(2) 代替ポンプの選定

新たに接着剤散布に適したポンプを求め、定容積型フルストロークプランジャポンプ2種を候補として、比較試験を行い適応性と耐久性について試験を重ねた。一方のポンプはシールパッキンが使用に耐えられなかった所以他方を採用する計画であった、定容積型フルストロークプランジャポンプであるため、主剤・硬化剤の混合比率を調整出来ない所がネックであり、加えてポンプメーカーが製造を中止したため正規品の入手が出来なくなった。

急遽、ギア式やチューブ式など他のポンプ型式で代替を試みたが、適応するものがなかなか見つからず困っていたところ、先の製造中止となっていたポンプメーカーから、新たに電子制御式可変ストロークプランジャポンプが発売され事なきを得た。この新型ポンプは可変ストローク制御が行えるため、任意の混合比率を設定できるとともに細かな制御を行い、精度の高い混合比率を保つことができた。又、吐出量の監視記録や異常時の自動停止機構など使い勝手もよく、実際に使用する接着剤を用いて確認試験を重ね採用することとした。ただ一つ難点があるとすれば従来のポンプより高価になってしまったことである。

(3) ノズルの選定と制御

新型ポンプに合わせ、新たな散布ノズルの選定とノズルガンの制御方式に注力した。幸い新規ポンプは元々塗装用に多く使われており、ノズルガンユニットも同じ製品ラインナップの中に種類が豊富にある、その中から散布量に適したサイズのものを選択した。必要とされる散布幅になるような口径と角度特性を持つ

たノズルを選択して、事前に手作業での散布実験を試み、散布幅が確保できるノズル位置と高さを決定し、使用する接着剤との相性や後ダレなどの不具合がないかを確認した（写真—5）。散布量（散布厚さ）は実際のスプレーシステムに取り付けてキャリブレーションを行い、横行スピードを調整することで行う方式である。難点は、ノズルガンの制御、材料供給などのための配管が錯綜し、横行するノズルヘッドの重量が増えて動きの妨げになることが懸念された。



写真—5 ノズル選定テスト状況

(4) 新規システムの製作

大規模施工への散布システムを新規製作するのにあたり、最大の問題点は先の試作機が現存しないことであった。さらに、当時の設計図書や製作図面も残っておらず、まったくの手探り状態でわずかに残る写真などの資料から試作機を再現するような形で新規製作となった。この事は、かえって沢山の新規アイデアを以前のノウハウに盛り込む事が出来たので、結果として完成度の高いシステムとなった。2012年12月に新規システム製作を決定し2013年4月に完成、5月より評価試験を数回にわたり実施し吐出量や機器の作動確認を行った（写真—6）。心配された各部の作動も問題なく、均一な散布が得られ接着剤のダレやムラも目視では認識できない状況であった。その後、使い勝手や細部の調整を行い実施施工への準備に取り掛かった。



写真—6 新規システム評価試験状況

5. 現場施工

2013年11月より大規模施工現場が始まり、当機の稼働を開始した。初めは慣れないこともあり作業は慎重に進められた、幅員4.5mで施工延長は50～100mのスパンを平均5時間程で散布作業完了している。常に後工程のオーバーレイコンクリート打設状況を見ながら散布を行い、適度なワークスタンスを維持しつつ現在は順調に施工が進んでいる（写真—7, 8）。



写真—7 大規模施工現場接着剤散布状況



写真—8 大規模施工現場コンクリート打設状況

冬季の施工となり、外気温が低くなるこの時期であるが接着剤の保温システムとともに、準備作業を工夫して接着剤の温度粘度を維持管理し、散布作業に支障をきたさないよう配慮している。

6. 今後の課題

今回の現場施工での状況を踏まえ、来年度も計画されている大規模施工へ対応すべく課題を以下に述べる。

(1) 取扱いマニュアルの充実と、オペレータの養成

特殊な機械であり、取り扱いも複雑であるので作業に慣れた専属オペレータが操作することが必須である。オペレータの養成と作業標準や取扱い指示の徹底を図り、人為的ミスの発生防止を図らなければならない。

(2) 機械管理及びメンテナンス

二液混合硬化型の接着剤を取り扱うため、日々のメンテナンスおよび長期保管時の機械管理が重要である。

特に二液混合後の接着剤通過管路部は、洗浄および保管用封入材の適切な処理を怠ると、硬化した接着剤の残りカスにより管路閉塞を招き、機械や作業工程全体に悪影響を及ぼすので慎重に行わなければならない。

また、一部輸入機器を採用しており部品供給などの手配に時間がかかることが予想されるので、適切な部品ストック等の検討が必要である。

(3) 小規模施工への対応

機械化施工による接着剤散布の品質向上とコストダウンは明らかであることから、今後小規模施工においても機械化散布が要望されるであろう、大規模施工現場においても狭所や端部での施工において機械の小型化の必要性は出てくると考える。その場合は単に機械の小型化のみならず、初期の旧システムのようにセパレートタイプでなくポンプと散布装置が一体化したシステムの開発が再度必要とされるであろう。

7. おわりに

粘性が高く、また硬化反応することより使用時間が限られるなど、その物性から取扱いと管理の難しい樹脂を、人力による塗布施工から機械化を初めて試みた旧システム「レジコートスプレーヤ」からもう20年の月日が経過した。付着オーバーレイ工法への対応機械の試作からでも6年を費やし、大規模施工現場での新規本システム「ボンドスプレーヤー」を投入稼働することができた。まだ細かな改良・改善点が多々あるので、今後は使いやすさを求めてより完成度の高い機械としていきたい。当機械システム製作に当たり、多大な尽力を提供していただいた関係各位にこの場を借りてお礼を申し上げます。

J C M A

《参考文献》

- 1) 児玉孝善・加形譲他「エポキシ樹脂の機械塗布による付着オーバーレイ工法の実用化に関する研究」
土木学会論文集F Vol.65 No.4, 501-515, 2009. 11

〔筆者紹介〕

木下 洋一（きのした よういち）
鹿島道路㈱
生産技術本部 機械部 開発設計課
次長／開発設計課長



固形燃料併用型アスファルト合材製造技術の開発

アスファルト合材工場と SFC システムの併用化

榊 真 司・相 田 尚

加熱アスファルト混合物を製造するアスファルトプラント（以下、AP）は、様々な種類の骨材を乾燥／加熱するバーナを使用しており、多くの化石燃料を消費し、且つ多くの CO₂ を排出している設備である。本開発では、木材チップや再生資源燃料等の固形燃料を使用した熱風発生装置（SFC システム：Solid Fuel Combustion System）を AP に増設し、その熱を直接利用するシステムを開発し、低炭素社会ならびに循環型社会への貢献を目指した。実工場での検証結果では、使用する燃料により再生骨材の乾燥加熱に必要な燃料使用量を最大 60% まで削減、CO₂ は約 14% 削減できることを確認した。本稿では、開発したシステムの概要、および稼働後の検証結果について報告する。

キーワード：固形燃料，木材チップ，RPF，アスファルトプラント，低炭素社会，循環型社会

1. はじめに

近年、地球温暖化問題等の環境問題への関心の高まりから、低炭素社会ならびに循環型社会の構築に寄与する様々な省エネ技術が提案されているが、アスファルトプラント（以下、AP）では多品種少量生産の出荷形態と客先からの注文に応じて出荷を行うため、運転効率が悪い等の技術的課題や採算性が悪いといった経済的な問題が多く、普及展開されていないのが現状である。

本開発では、低炭素社会ならびに循環型社会への貢献を目指すため、化石燃料の代替燃料として木材チップや再生資源燃料等の固形燃料を使用した熱風発生装置を AP に増設し、その熱を直接骨材乾燥加熱に使用し、化石燃料の使用量を削減する技術を開発した。本稿では、開発した技術の概要、開発過程での課題と対策、および実工場導入後の検証結果について報告する。

2. 開発コンセプト

国内の AP では多品種少量生産が多く、骨材の種類や温度設定を変更するため、骨材の乾燥加熱工程で必要とされる熱量は大きく変動せざるを得ない状況となっている。一方、固形燃料は液体燃料である化石燃料に比べ燃焼速度が遅いため、熱量調整の変動速度も必然的に遅くなる。このため、AP で使用される燃料全てを固形燃料に置き換えることは困難と考え、化石燃料と固形燃料を併用することとした。また、近年に

おいてはアスファルトや碎石のリサイクル率が向上しており、新規合材は 1263 万 t、再生合材は 3478 万 t と再生合材の割合が増加¹⁾しており、また再生ドライヤは比較的連続運転されており、熱量変動の少ない再生ドライヤへ固形燃料熱風発生装置（以下、SFC システム）を増設することとした。以下に開発コンセプト・目標を示す。

- ①固形燃料の燃焼で発生した熱量を全て骨材の乾燥加熱に利用する。
- ②熱風は全て再生 AP の再生ドライヤに利用し、必要熱量の 50% を目標とする。
- ③再生資源燃料に限らず、地域産燃料の利用も可能とする。
- ④特性が異なる複数の固形燃料を安定して燃焼する自動制御システムを構築する。

3. 固形燃料について

(1) 再生資源燃料

化石燃料の高騰や地球温暖化などにより、環境問題への意識が高まる中、循環型社会の構築として再生資源燃料の使用が進んでいる。その中で、主に産業系廃棄物のうち、マテリアルリサイクルが困難な古紙および廃プラスチック類を主原料とする固形燃料 RPF（Refuse Paper & Plastic Fuel の略称）²⁾に着目した。本装置で使用了 RPF を写真—1 に示す。RPF は原料として廃プラスチックを使用しているため、発熱量



写真一 RPF

が高く、固形で密度が高いため、ハンドリングも容易である。また、品質が安定し、不純物混入が少ないため、塩素ガス発生による腐食や、ダイオキシン発生がほとんどない。

(2) 木材チップ

木材チップを写真二に示す。本装置で使用する木材チップは、建築廃材や製材残材をチップ化した建廃チップを使用した。木材チップは発熱量が小さく、燃料として利用するために含水比管理や、軽比重のため運搬効率が悪い等課題も多い。一方、バイオマス燃料である木材チップは、カーボンニュートラルの性質を持っているため、CO₂ 排出量削減対策として期待されており、環境負荷低減に有効な燃料である。



写真二 木材チップ

また、2011年3月に起きた東日本大震災で発生した震災ガレキは、一部の自治体で燃料チップ化されており、当システムにおいてバイオマス燃料として利用することを検討した。

(3) 固形燃料の特性比較

表一に各固形燃料の特性を示す。RPFと木材チップは比重、低位発熱量、理論空気量が大きく異なっており、特性が異なる燃料である。そのため、固形燃料

表一 各固形燃料の特性

項目		RPF	木材チップ
密度	kg/m ³	400	200
低位発熱量	MJ/kg	25.1	12.6
燃焼速度		速い	遅い
理論空気量 A_0	m ³ (N)/kg	6.44	4.23

の種類によって燃焼空気量等の諸条件を変更する必要がある。

理論空気量 A_0 は、表二の元素組成をもとに、式(1)より算出した。RPFの元素組成は、実際に使用しているRPFをサンプリングし分析した値である。木材チップは、一般的な値を利用した。

$$A_0 = \frac{1}{0.21} \left\{ \frac{22.4}{12} C + \frac{22.4}{4} \left(H - \frac{O}{8} \right) + \frac{22.4}{32} S \right\}$$

$$= 8.89C + 26.7 \left(h - \frac{O}{8} \right) + 3.3S \quad \dots (1)$$

表二 各固形燃料の主要3元素

		RPF	木材チップ
C	%	57.68	46.17
H	%	7.90	5.70
O	%	23.90	41.93
S	%	0.11	0.00

4. SFC システムの概要

本開発では、既存の再生APへSFCシステムを増設し、固形燃料燃焼で発生した熱風を再生ドライヤ燃焼室へ熱風を送り込む設備とした。ここで、再生APとは、再生骨材と呼ばれる道路工事などで発生したアスファルト発生材を破碎、選別した骨材の乾燥加熱を行う装置である。

固形燃料の燃焼炉はロータリーキルン炉を採用した。ロータリーキルン炉は、耐火物を内張りした円筒状の横型炉で、傾斜と回転により材料を移動させ、乾燥、着火、燃焼させる⁴⁾。ロータリーキルン炉は連続投入が可能で、流動性のある材料や形状が不均一な材料にも対応することが可能である。しかし、固形燃料と空気との混合が不十分であるため、多量の炭化物が燃え残りやすく、強制的に燃焼を行うと、クリンカを発生させるという特性をもつ。開発したシステムのフローを図一に示す。

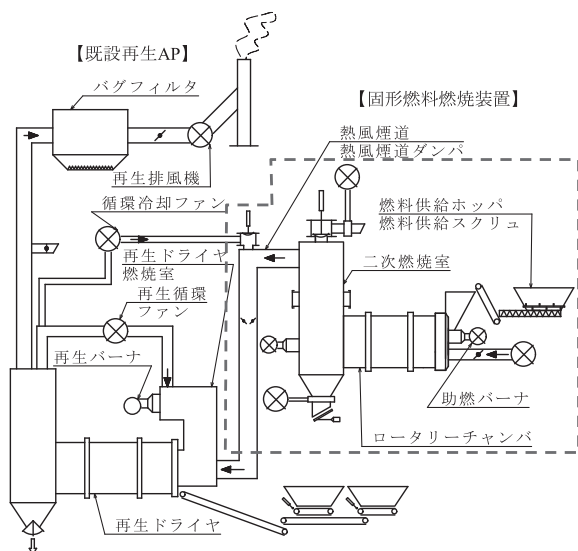


図-1 システムフロー図

5. 実工場への導入

本システムは宮城県内にあるアスファルト合材工場へ導入した。増設したSFCシステムの全景を写真—3に、主要諸元を表—3にそれぞれ示す。本システムの燃焼能力は2.09 MWで、A重油に換算すると200 L/h 相当の燃焼能力となる。固形燃料の熱風を再生APに供給すると、再生バーナの燃焼量を下げることが必要であり、低燃焼域での燃焼が必要となるため、通常1:4程度のTD比を1:10まで広げることができる2流体バーナを採用している。



写真—3 固形燃料燃焼システム全景

表—3 SFCシステム主要諸元

項目	仕様・能力
燃料供給方式	二軸スクリュフィーダ
ロータリーチャンバ	内部耐火キャストブル 150 mm 施工
最大燃焼能力	2.09 MW
再生バーナ	2 流体バーナ (ターンダウン比 1:10)

6. 開発における課題と対策

(1) 各固形燃料の燃焼最適化

本システムでは、2種類の異なる固形燃料を同じ装置で燃焼させることを目標としている。しかし、RPFと木材チップでは、表—4で示すように、空気比や燃焼速度に違いがあり、同一装置で燃焼させるには、ロータリーチャンバ内の滞留時間や燃焼空気量を調整する必要がある。

表—4 各固形燃料の燃焼特性

	RPF	木材チップ
ロータリーチャンバ内滞留時間	短 (約 20 分)	長 (約 45 分)
燃焼空気量	多	少
空気比 m	約 2.0	1.7 ~ 1.8
燃焼速度	速い	遅い

まずRPFは、発熱量が高く高温で燃焼するため、ロータリーチャンバ内での滞留時間を長くすると高温域で滞留した灰が熔融し、クリンカが発生した。クリンカとは、焼却灰や未燃分が炉壁に熔融付着固化したもので、局部的な高温部やごみが薄く停滞した部分に発生しやすい⁵⁾。このクリンカ付着を抑制するため、ロータリーチャンバの回転数を上げ、尚且つ高温域を抑制するために空気比 $m =$ 約 2.0、つまりガス中の酸素濃度 O_2 が 10 ~ 11 % になるように燃焼空気を導入することで、クリンカ付着は抑制された。ここで、空気比 m は、式 (2) より算出した。

木材チップは、RPFと比較して発熱量が低いため、高温域が発生しにくく、ガス化後に発生した炭化物に効率よく空気を送り込むことができず、ほとんどの炭化物が燃焼して灰化されないまま排出された。そこで、木材チップに関しては、ロータリーチャンバ内滞留時間を可能な限り長くすることで灰化を促進させたが、ロータリーチャンバ内で完全に灰化させることは困難であった。木材チップの燃焼状態としては、ガス中の酸素濃度 O_2 は 9 % 程度、空気比 $m = 1.7 \sim 1.8$ で燃焼状態がよく、CO 濃度は 120 ~ 250 ppm であった。

$$m = \frac{20.9}{20.9 - O_2} \dots (2)$$

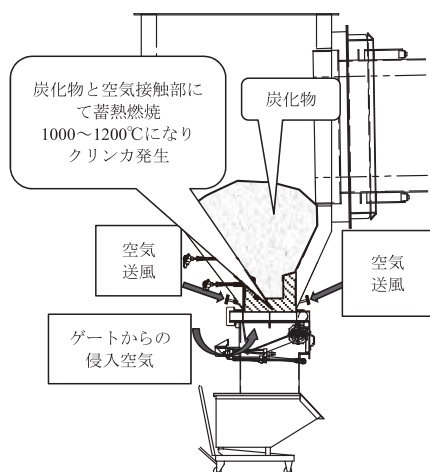
(2) 灰化の向上

灰化率は排出された灰の容積を供給量の容積で割った値と定義した。本システムでは、燃焼炉としてロータリーキルン炉を使用しているが、多量の炭化物が燃

え残る特性がある。RPFは、燃焼速度が速く、ロータリーチャンバ中間部で既に炭化されており、高温下であることと、投入部に近いことで燃焼空気が効率よく炭化物と接触するため、燃焼が促進され、灰の量は少量であった。しかし、木材チップの場合は燃焼速度が遅く、ロータリーチャンバ全長のうち半分を過ぎたところでガス化燃焼が終了しているため、炭化物が滞留している箇所は高温になっておらず、また投入部から離れているため、燃焼空気が効率よく炭化物と接触しないので、燃焼が促進されず、炭化物が灰化されずに排出される。木材チップ供給量 300 kg/h で3時間運転すると、容量 0.9 m³ の排出ホッパを満たしてしまうため、3時間以上の運転が困難な状態であった（写真—4参照）。この炭化物にはC分が残留しており、空気を送り込み燃焼させると発熱させることが可能となる。すなわち、灰化されないまま炭化物を排出することは、有効な熱を効率よく利用できていないといえる。そこで、図—2のように四方から空気を送風し、炭化物の燃焼を試みたが、局所的に炭化物の温度が 1,000～1,200℃になり、灰が溶融してクリンカが発生し、排出口が閉塞された。クリンカが発生する原因と



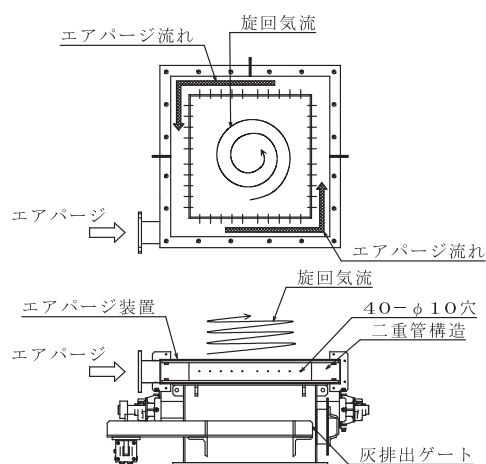
写真—4 木材チップ炭化物排出状況



図—2 排出部でのクリンカ発生状況

しては、排出ホッパに空気を送り込んで炭化物を燃焼させる際に灰の挙動が無く停滞している部分が高温状態になりやすいためと推測される。そこで、排出ゲートの上部に図—3に示すエアパージ装置を取り付け、炭化物燃焼用の空気を送り込む際に排出ホッパ内で炭化物を浮遊させ攪拌することが可能となる旋回気流を与え、燃焼させた。この方法により、同じ運転条件で木材チップを燃焼させても、炭化物は大幅に減容化され、クリンカによる閉塞も無くなった。写真—5に減容化した時の排出ホッパ残留炭化物の状態を示す。写真—4と写真—5を比較しても、その効果が大きいことが伺える。

エアパージの風圧と灰化率の関係を表—5に示す。



図—3 排出ゲートエアパージ構造



写真—5 エアパージ装置取付後の炭化物排出状況

表—5 エアパージ風圧と灰化率

エアパージ風圧 kPa	灰化率 %	灰化傾向
0.01	5.0	残留炭化物が多い
0.49	2.2	残留炭化物が少し多い
1.30	1.8	灰化状態良好
1.80	0.5	灰化状態良好
2.25	—	灰化率計測不能

エアパージ風圧を 2.25kPa まで高めると、ほとんどの炭化物が火の粉として飛んでしまったため、計測不能であった。エアパージ風圧を 1.3 kPa ～ 1.8 kPa にすると、灰化率が 2% 以下になり、良好となった。

(3) 固形燃料熱風温度制御

再生骨材にはアスファルト分が付着しているため、劣化と火災防止のため再生ドライヤへ導入する熱風温度は 650 ～ 750℃ の範囲になるのが好ましい。RPF を燃焼させた場合、発熱量が高いため、二次燃焼室でのガス温度が 1,000℃ 以上になる場合がある。この場合、再生バーナの熱風と SFC システムの熱風が混合されずに再生ドライヤへ導入された場合、750℃ 以上の熱風が導入されることになり、再生骨材へ引火する危険性が高くなる。

固形燃料熱風温度を低下させるには空気を通常よりも過剰に入れる必要があるが、この場合排ガス量が大幅に増加するため、再生 AP のバグフィルタ等の排ガス処理装置の負担が増大する。そこで、再生 AP の排ガスの一部を循環冷却ファンで吸気して熱風煙道に循環させることで、全体の排ガス量を増加させずに温度制御を行うことが可能となった。図-4 に熱風温度制御時のグラフデータを示す。温度制御設定値は 740℃ としており、温度制御が良好に行われている。

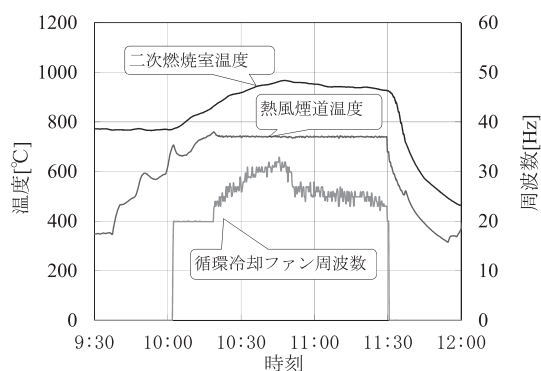


図-4 熱風温度制御結果

(4) 固形燃料熱量調整制御

本システムの供給装置は二軸式のスクリーフィーダを使用している。二軸式スクリーフィーダは、木材チップのような繊維質の材料でも詰まりが発生しにくく、安定して供給することが可能である。固形燃料供給量の設定は、事前に固形燃料毎にキャリブレーションを行い、そのデータに基づいて決定した。しかし、固形燃料の比重が大きくなると、スクリーフィーダの特性から質量基準の供給量が増加することになり、単位質量あたりの発熱量を一定とすると、固形燃料燃焼により発生する熱量が増加することになり、空

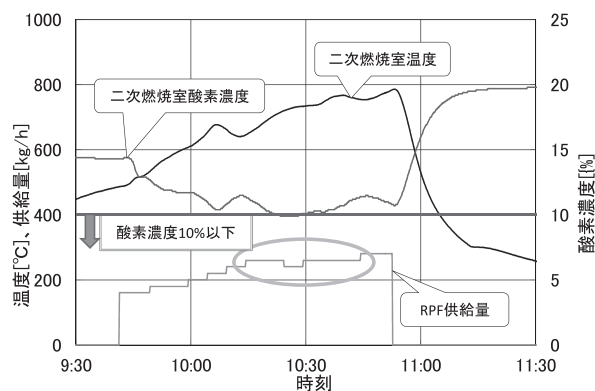


図-5 固形燃料調整グラフ

気不足による不完全燃焼が発生する可能性が考えられる。そのため、二次燃焼室に設置したジルコニア式酸素濃度計で計測している燃焼ガスの酸素濃度が著しく低下、もしくは二次燃焼室の急激な温度上昇が発生した場合には空気不足が発生しているとみなし、固形燃料供給量を自動で減少させた。図-5 に固形燃料供給量自動制御のグラフデータを示す。酸素濃度が 10% 以下になると、自動で供給量を低下させ、酸素濃度が再び 10% 以上になると、供給量が自動で増加している。このように、酸素濃度と温度で供給量を制御することで、固形燃料の発熱量や比重にばらつきが生じていても安定して燃焼させることが可能となった。

(5) ガレキ燃焼

中間処理施設でチップ化された震災ガレキを有価物として購入し、燃焼によって発生する熱を有効利用することを試みた。震災ガレキには、津波被害による泥分が大量に混入しており、またチップ化時の粉じん対策として散水を行っており、含水率が高い状態であった。そのため、震災ガレキ単体での燃焼は困難を極めたが、市販の木材チップと一定量混合して燃焼させることで、燃料として再利用できることが確認できた。

7. SFC システム導入の効果

2012 年 9 月より装置の燃焼試運転を開始し、改善・改良を行い、2013 年 4 月より操業運転を開始した。図-6 に RPF、図-7 に木材チップを燃焼させた時の再生バーナ A 重油消費量推移グラフをそれぞれ示す。再生 AP と SFC システムを連結することで、再生バーナ A 重油消費量が低下する事が確認された。木材チップは RPF に対して低位発熱量が低く、かさ密度が小さいため、熱風量が減少し A 重油削減量は低下した。表-6 に固形燃料別の導入効果を示す。A 重油削減率は、SFC システム連結中において、瞬時

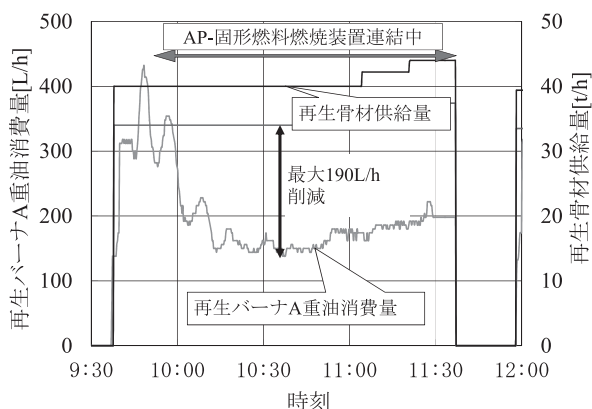


図-6 RPF 利用時運転データ

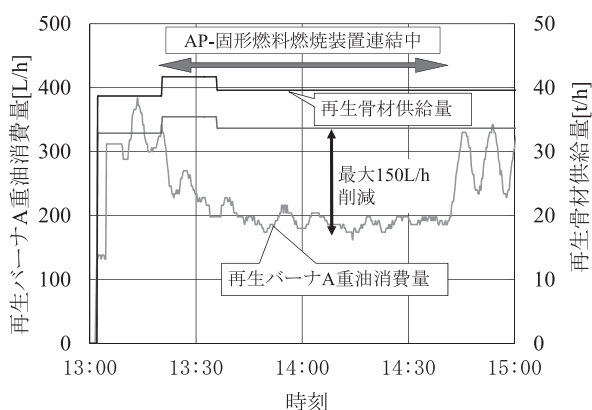


図-7 木材チップ利用時運転データ

表-6 固形燃料別の熱風発生装置導入効果

		RPF		木材チップ
導入前	A 重油消費量	L/h	340	
	A 重油消費量	L/h	150	190
導入後	削減量	L/h	190	150
	削減率	%	56	44

値ではあるが、RPFで56%、木材チップで44%となった。実際の削減率としては、装置稼働における予熱ロス、また再生AP運転条件等により、前述より10%程度減少する。

8. おわりに

同一の装置で異なる複数の固形燃料を燃焼させるため、複雑な制御システムが必要となったが、実工場のオペレータに操作負担を増加させることなく自動制御運転を行うことが可能となった。固形燃料と液体化石燃料という、性状の異なる燃料から発生する熱風を併用して運用するシステムの構築も図ることができた。CO₂削減については、木材チップを利用することで、合材製造時に発生するCO₂の約14%を削減することができ、低炭素社会への貢献を実現した。

従来、埋め立てや焼却されていた廃棄物を、合材製造のエネルギーとして有効活用するという今回の試みは、一定の成果を得ることができた。また、地球温暖化が危惧される中、複数の固形燃料を再生APで直接熱利用する当技術は、APの乾燥加熱技術に新たな選択肢を加えたものと考えられる。今後は、普及展開を図り、更に完成度を高めていく所存である。

JCMIA

《参考文献》

- 1) 一般社団法人 日本アスファルト合材協会：http://www.jam-a.or.jp/iinkai/suii/suiiH25.pdf, アスファルト合材製造数量推移（全国），（2013/12/16）
- 2) 一般社団法人 日本RPF工業会：http://www.jrpf.gr.jp/, RPFとは，（2013/8/12）
- 3) 社団法人 産業環境管理協会：公害防止の技術と法規 大気編，五訂，pp.80～81，2001
- 4) タクマ環境技術研究会：ごみ焼却技術絵とき基本用語，pp.16～17，1998年11月
- 5) タクマ環境技術研究会：ごみ焼却技術絵とき基本用語，p.59，1998年11月

〔筆者紹介〕

榎 真司（さかき しんじ）
日工㈱
事業開発本部 研究開発センター ヒーテック G



相田 尚（あいた ひさし）
㈱NIPPO
総合技術部 生産機械第一グループ
機械開発担当課長



フォームドアスファルトを用いた中温化アスファルト混合物の性能と製造設備

徳 光 克 也・河 村 泰 博・荒 尾 慶 文

アスファルト混合物を中温化する技術には、各種の中温化剤を用いる工法の他に、少量の水をアスファルトに添加し発泡させるフォームドアスファルトを利用した工法があるが、従来の装置では制御が複雑で取り扱いも難しいことから、本格的な普及までには至っていない。一方、欧米ではフォームドアスファルト工法が2000年代当初に導入され、現在では米国での中温化混合物のうち9割近くがフォームドアスファルトを使用している。このフォームドアスファルトの特徴は、従来のものよりフォームド径がきわめて微細（マイクロバブル）であり、泡の持続性が長期にわたることが確認されている。本文は、このマイクロバブル型フォームドアスファルトを用いたアスファルト混合物の性能を検証した結果について述べる。

キーワード：アスファルト舗装，フォームドアスファルト，中温化，マーシャル安定度試験，締固め度，マイクロバブル

1. はじめに

アスファルト舗装の中温化技術は、製造・施工温度を30℃程度低減させても通常の温度で施工したものと同等の性状が得られる技術で、製造時のCO₂排出量や燃料消費量の削減、早期交通開放が可能になるなどの利点がある。また、製造温度を通常の混合物と同じにし、寒冷期や薄層舗装の施工に用い、混合物温度が低下しても所要の締固め度が得られるなどの施工性改善の効果もある。

我が国での中温化技術は1990年代に研究開発がなされ、これまで約62万トンの施工実績がある¹⁾。これは、アスファルト混合物の全製造量の0.1%にすぎないものの、2010年2月に中温化混合物（中温化技術を用いて製造した混合物）は、「グリーン購入法」に基づく特定調達品目に指定され、今後本格的な普及が期待されている。

中温化技術には、粘弾性調整系、滑剤系および発泡系の中温化剤を添加する方法がある。発泡系では中温化剤による方法の他に、アスファルト中に水を特殊な

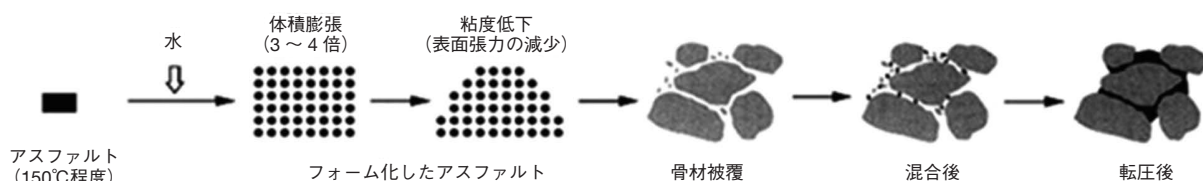
装置により混入し発泡させるフォームドアスファルト（以下、FA）がある。これは水を添加するだけなので、添加するための特殊な装置を設置すれば製造コストは安価であるものの、装置が複雑で取り扱いも難しいため、広くは普及していないのが現状である。

一方、欧米でも中温化混合物の製造が進んでおり、特にFAによるものが2000年代当初から始まり、米国では近年急速に普及し、中温化混合物の内9割近くがFAによるもの²⁾である。米国におけるFAは、フォームド径がきわめて微細（マイクロバブル）であり、泡の寿命が長いことに特徴がある。

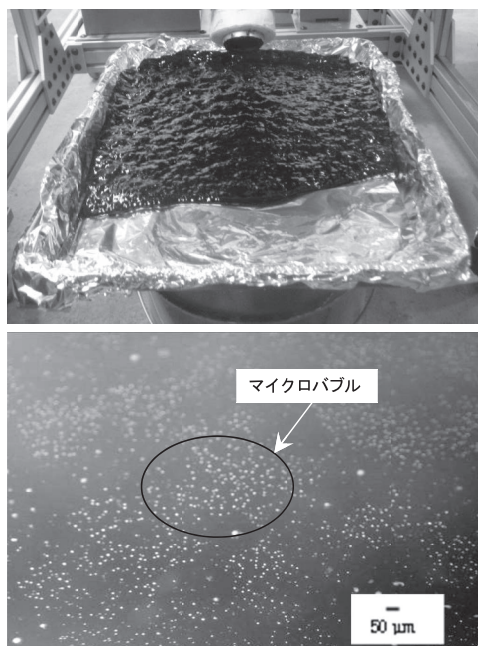
そこで、このマイクロバブル型フォームドアスファルト発生装置を米国より導入し、室内ならびに実機で各種の評価を行った。

2. フォームドアスファルトの概要

マイクロバブル型FA（以下、MB型FA）は、アスファルト混合物製造後もアスファルト内に発生・分散したマイクロバブルの働きによって、転圧時にはバ



図—1 MB型FAの概念図



写真—1 MB型FAの発生状況

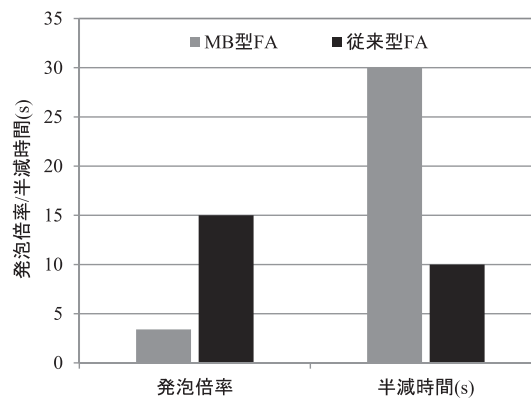
アリング効果により締固め性能が向上する。さらに転圧した時点で泡は消失し、元のアスファルトに戻り、混合物の品質は確保される。MB型FA発生状況を写真—1に、MB型FAの概念図を図—1に示す。

3. MB型FAの性状

MB型FAの室内発生装置の外観を写真—2に示す。MB型FAと従来型装置によるFAの発泡倍率、半減時間を比較した結果を図—2に示す。既往の研究結果から発泡倍率と半減時間は相反する関係があり、発泡倍率が小さいと半減時間は長くなるとされて



写真—2 MB型FA室内発生装置



図—2 発泡倍率と半減時間

いる。導入したMB型FAは従来型に比べ発泡倍率は小さいものの、半減時間は3倍程度長くなっている。この結果から、アスファルト内に寿命の長い微細泡が多く残存していることを確認した。なお、発泡倍率は常温混合方式において体積膨張による混合性改善を評価する指標となるが、中温化技術の場合の重要性は低いと判断している。

4. 低減可能温度の評価

(1) 実験条件

MB型FA室内発生装置を用いて、製造・施工温度を下げた場合の混合物性状をマーシャル安定度試験により検討を行った。実験条件を表—1に示す。

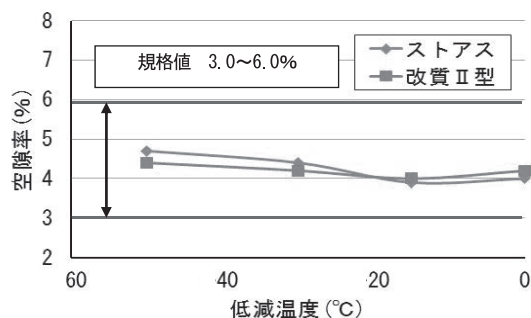
表—1 実験条件

混合物種	密粒度アスコン (13)
アスファルト種	①ストレートアスファルト 60～80 (以下ストアスと表記) ②ポリマー改質アスファルトⅡ型 (以下、改質Ⅱ型と表記)
アスファルト量 (%)	①ストアス: 5.1% (OAC) ②改質Ⅱ型: 5.0% (OAC)
低減温度 (℃)	①0 (標準温度) ②15 ③30 ④50 (ストアスの標準温度: 混合 155℃・締固め 145℃) (改質Ⅱ型の標準温度: 混合 178℃・締固め 163℃)

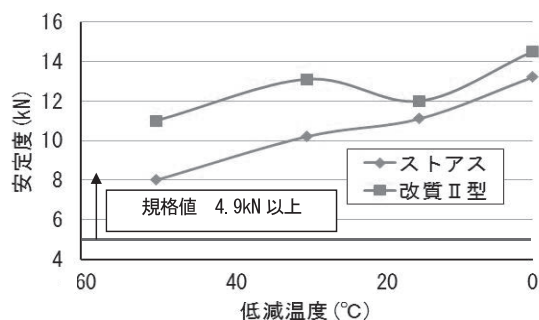
(2) 実験結果

マーシャル安定度試験による低減温度と空隙率の関係および低減温度と安定度の関係をそれぞれ図—3、4に示す。

空隙率は両者とも50℃低減した場合においても、規格値である3.0～6.0%の範囲内にあり、標準温度での加熱混合物との密度の比が $100 \pm 0.5\%$ ¹⁾を満たしていた。混合温度低減の影響は改質Ⅱ型を用いた方



図—3 低減温度と空隙率の関係

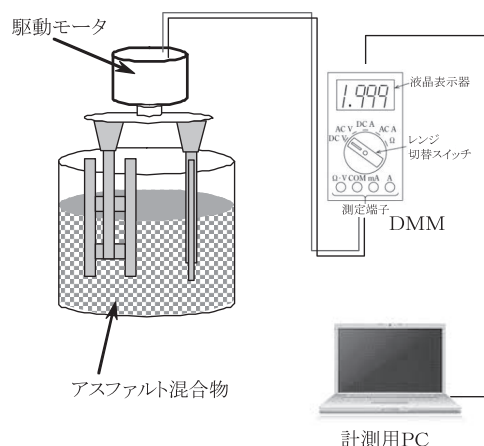


図—4 低減温度と安定度の関係

が若干小さい傾向を示した。安定度においては、両者とも低減温度が大きくなると減少する傾向にあるものの、50℃低減しても規格値の4.9 kNを十分に満足していた。

5. ワークビリティ（施工性）の評価

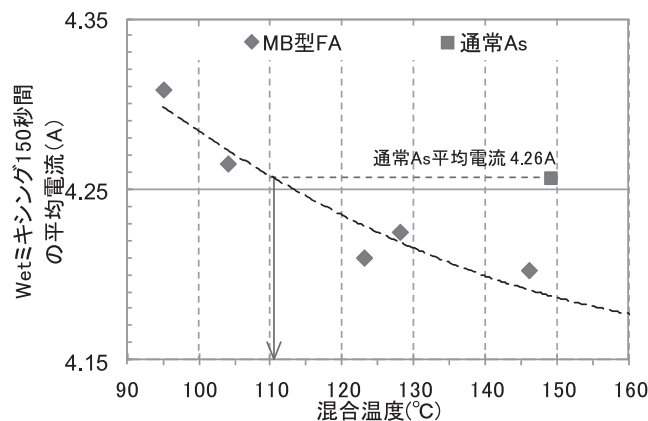
混合時のワークビリティ評価について図—5に示すミキシング負荷測定装置を用いて実験を行った。ここではミキサにかかる電流をミキシング負荷としてアスファルトミキサで混合物を混合したときのウェットミキシング時150秒間のミキサ電流を測定し、ワークビリティを評価するものである。以下の実験では、ストレートアスファルト60～80を用いた密粒度アスコ



図—5 ミキシング負荷測定装置

ン(13)で評価を行っている。

図—6は標準混合温度、30℃減、50℃減および60℃減の混合温度とミキサ電流値を示したものである。この結果からMB型FAは通常アスファルト（以下、通常As）と比較して標準混合温度において低い電流値を示し、149℃の通常Asと同等の電流値を示した混合温度は110℃（39℃減）であった。



図—6 混合温度とミキサ電流値

以上の結果よりMB型FAを用いた中温化混合物は、概ね40℃減までは通常As混合物と同等のワーカビリティを確保できることを確認した。

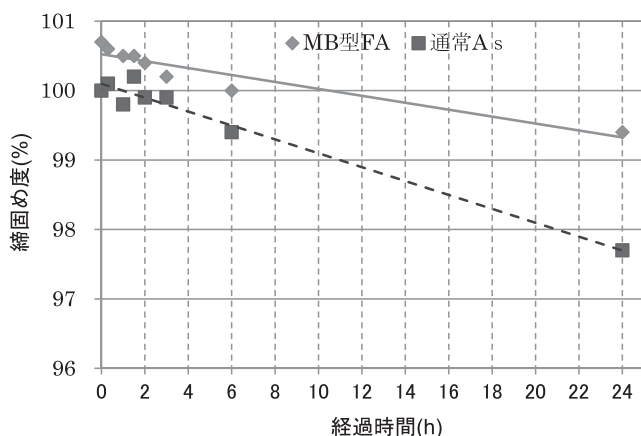
6. FAの持続性とサイロでの貯蔵性

MB型FA内に残存する寿命の長い微細泡によるベアリング効果を確認するため、サイロ貯蔵を想定し混合物を熱風式乾燥炉養生した後にマーシャル供試体を作製し、締固め度と安定度の確認を行った。養生温度125℃、締固め温度115℃、養生時間は一般的なサイロ貯蔵時間を考慮して24時間までとした。比較対象は通常As混合物とし養生温度155℃、締固め温度145℃で同様に行った。なお、乾燥炉養生中はアルミホイルで混合物を覆い直接熱風が当たらないようにした。試験結果を図—7、8に示す。

図—7からMB型FAを用いた中温化混合物の締固め度は24時間養生後でも概ね100 ± 0.5%にあり、MB型FA内の微細泡によるベアリング効果の持続を確認できた。

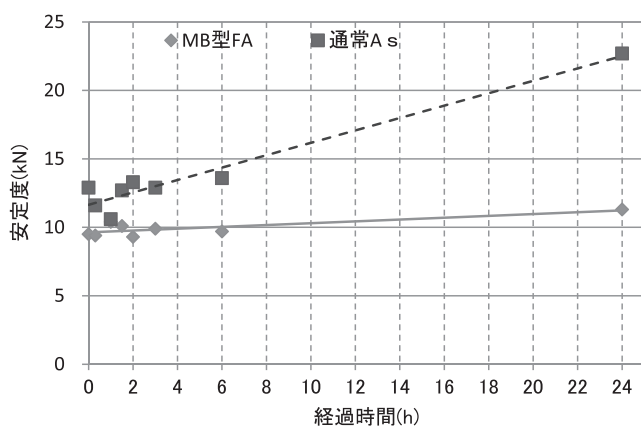
また、図—8より、MB型FAを用いた中温化混合物の安定度に大きな変化はなく24時間養生後でも、混合物製造直後と同等の安定度であり、長期サイロ貯蔵によるアスファルト混合物の劣化の影響を受けにくいことがわかる。

以上の結果より、MB型FAを用いた中温化混合物



基準密度：通常Asの混合直後(養生時間0時間)

図一七 養生時間と締固め度



図一八 養生時間と安定度

は通常 As 混合物より長期にわたるサイロ貯蔵の可能性を見出せた。

7. MB 型 FA 装置の実用化

室内試験レベルでの MB 型 FA の有効性を確認し、実機プラントでも同様の MB 型 FA を製造するための検討を行った。

前述したように、従来の FA 技術を利用したアスファルト混合物の製造では、気泡の持続時間が短い、メンテナンスが難しい等の課題から現在はほとんど使用されていない。今回使用した米国から導入した MB 型 FA 技術は、前述の室内試験結果が示すように、中温化効果の持続時間が長く、メンテナンスが容易なことに特徴がある。

この MB 型 FA 技術は、少品種、大量製造に適した連続練りプラントに対応した技術であるため、我が国へ導入するためには、多品種、少量出荷に対応したバッチ混合式プラントへ適用するためのシステムの開発が必要であった。

(1) MB 型 FA 技術の特徴

MB 型 FA 技術の特徴は以下のとおりである。

- ① 定常的に流れているアスファルトに強制ミキシングすることなく所定の量の水を混入し FA を製造する。
- ② 上記①の方法で製造することにより、マイクロバブルを有する FA が製造され、中温化効果の持続時間が長い。
- ③ アスファルトと水を定常的に吐出する連続練りプラントに適している。

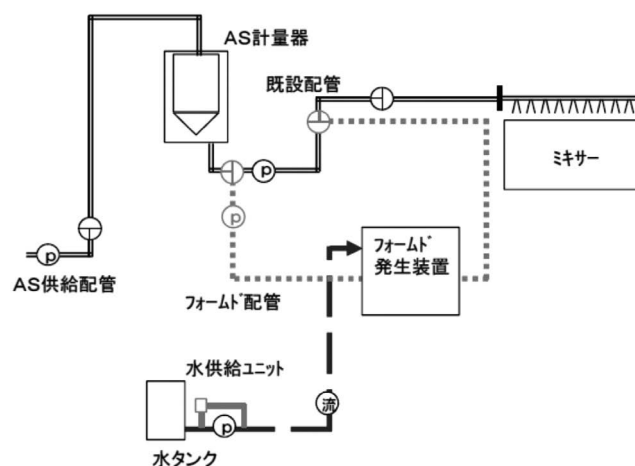
(2) バッチプラントに対応した MB 型 FA システムの開発

連続練りシステム用の FA 発生装置(米国製)をバッチ混合方式に適用するため以下の技術を開発した。

- ① バッチ (0.5 ～ 3.0 t) ごとに MB 型 FA を吐出するため、適量の水をアスファルトに連動して混合する技術
 - ② 混合物の種類、バッチ製造重量ごとに異なるアスファルト量に対応して水を供給する技術
 - ③ マイクロバブルを壊さずに骨材に散布する技術
 - ④ アスファルトと水の混合タイムラグを無くす技術
- 完成したバッチ式 MB 型 FA 装置の概略図を図一 9 に、装置の設置状況を写真一 3 ～ 5 に示す。

主な改良点は以下のとおりである。

- ① アスファルト計量器より専用ポンプによりフォーム発生装置にアスファルトを供給する。
・アスファルトポンプの容量、配管径の検討により MB 型 FA を壊さない吐出圧力を設定した。
- ② センサーとタイマーを使用した制御方法によりアスファルトが FA 装置に達した時点で水の添加を開始するシステムとした。
- ③ 混合重量、合材種ごとのアスファルト量に応じてア



図一 九 バッチ式 MB 型 FA 装置概略図



写真一3 FA 発生装置



写真一4 水制御装置



写真一5 水タンクと水ポンプ

スファルト吐出時間を算出し、水の添加量はアスファルト量により制御するシステムとした。

- ④ MB 型 FA システムを既設アスファルトプラントの製造システムに組み入れ通常の混合物と同様の製造能力を確保した。

・吐出時間は、15 秒以内とし製造サイクルに影響しないように設定した。

以上の改良により室内試験と同様の MB 型 FA の製造(写真一6)が可能となり、一般の混合物と同様に FA 混合物の製造が可能となった。



写真一6 FA の発泡状況

8. おわりに

MB 型 FA 技術を導入したことにより、従来の FA 技術よりも優れた性能の FA を製造できるようになり、室内試験では 40℃ 程度製造温度を低減させても、施工性や施工後の品質は通常の混合物と差がないことが確認できた。また、サイロにおける貯蔵性も良好であり、長期にわたる貯蔵の可能性も見出せた。

実機における FA も良好であったことから、今後は実施工等で供用性の確認を実施し、再生混合物への適用も視野に入れ、全国展開を図りたいと考えている。

J C M A

《参考文献》

- 1) 中温化(低炭素)アスファルト舗装の手引き 一般社団法人 日本道路建設業協会 平成 24 年 4 月
- 2) Phase IV NCAT Pavement Test Track Findings Draft Report 2012.10

【筆者紹介】

徳光 克也(とくみつ かつや)
日本道路㈱
生産技術本部 技術研究所
主任研究員



河村 泰博(かわむら やすひろ)
日本道路㈱
生産技術本部 機械部



荒尾 慶文(あらお よしふみ)
日本道路㈱
生産技術本部 技術部
副部長



アスファルトペーバの環境・安全対策

谷 岡 健一郎

環境と安全への配慮はあらゆる建設施工現場において重要な永遠のテーマである。この目標を達成するためには、何よりもまず全ての関係者がこの目標に向き合うことが必要不可欠である。また施工に必要な技術・機械においてもこの点を考慮すべきであり、例えば道路舗装施工機械であるアスファルトペーバにも当てはまる重要な課題のひとつである。本稿では今般開発したアスファルトペーバ新機種のダッシュ3シリーズ（図―1、表―1、以下「本製品シリーズ」）に関して、「環境」「安全」それぞれのテーマに対して取り組み、開発された特徴についてご紹介するものである。

キーワード：アスファルトペーバ、燃費効率向上、操作性向上、環境対策、安全対策

1. はじめに

建設機械の排出ガス規制（オフロード法）について、2013年10月末をもってD4クラス（75kW以上）の継続生産車の経過措置期間が終了した。これにより道路舗装または維持補修の分野で主流となる建設機械カテゴリーにおいて、各メーカーは後処理装置等のより高度な技術の原動機を搭載した新機種の市場導入を進めている。

このモデルチェンジに伴い、多くのメーカーでは単なる新エンジンの搭載にとどまらず、同時に様々な新しい特徴・機能を盛り込んでいる。

斯かる新しい特徴・機能のテーマとしては、「環境」「安全」「情報化」「操作性向上」等様々なものがある。

2. 環境対策

2011年排出ガス規制においては、さらに強化された排出ガス基準をクリアするため、前段でも言及したディーゼルパーティクルフィルタ（DPF）等の後処理装置を搭載する必要がある。このため、各車両メーカーは斯かる追加のコンポーネントのスペースをエンジンルーム内に確保すべく、車両デザインや内部レイアウトの変更を余儀なくされた。

もっとも簡単な方法は車体を大型化してしまうことであるが、車両の輸送寸法制限等の絡みもあるため、なるべく車体はコンパクトなまま、内部で効率の良いレイアウトを組み直すほうが望ましい。

本製品シリーズにおいては、スクリードヒーティング用発電機を従来搭載されていた位置から分配器に直結する位置に変更することにより、エンジンルーム右側上部にスペースを設け、ここにDPFを搭載するデザインとし、車体を大型化せず、効率よくエンジンルー



図―1 本製品シリーズ外観（SUPER 1803-3i）

表―1 主な仕様

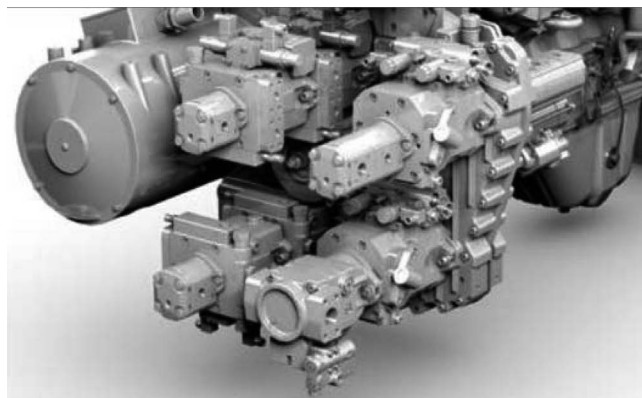
項目	本製品シリーズ（SUPER 1803-3i）
エンジン型式	カミンズ QSB6.7-C170
定格出力	127 kW/2,000 rpm
合材ホッパ容量	13 トン
舗装時最高速度	18 m/分
舗設能力	700 トン/時
舗装幅	2.55 ～ 8 m
最大舗装厚	30 cm
重量	最大舗装幅 5 m = 17.3 トン / 最大舗装幅 8 m = 19.1 トン

ム内のコンポーネントを配置した。

その他、本製品シリーズにおいては燃費効率向上を目的として以下の新機構を搭載している。

(1) クラッチ式ポンプスプリッタギアボックス

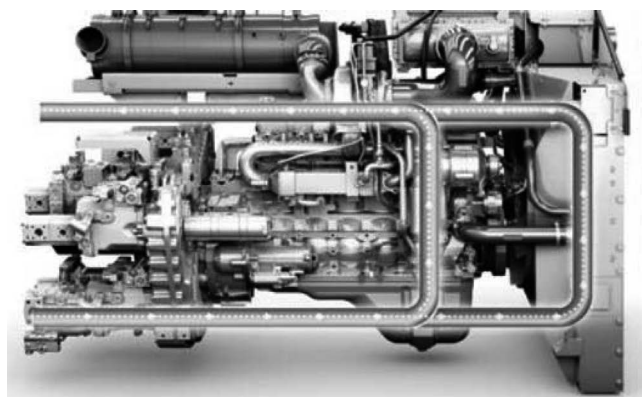
従来機においては、走行・作業装置を駆動する複数の油圧ポンプがエンジン回転分配ギアボックスに直結されており、エンジン始動後、常時すべての油圧ポンプを駆動させる仕組みとなっていた。一方、本製品シリーズにおいては、エンジン回転分配ギアボックスにクラッチが搭載されており、エンジン始動時や、ダンブ待ち等の作業装置を使用しない待ち時間には、パーフィーダ、スクリュ、タンパ、バイブレータ等使用しない作業装置駆動用油圧ポンプをエンジンから切り離し、エンジンへの負荷を必要最低限に抑えることにより、燃費向上を図る機構となっている（図—2）。



図—2 クラッチ式ポンプスプリッタギアボックス外観

(2) 油圧回路冷却バイパス機構

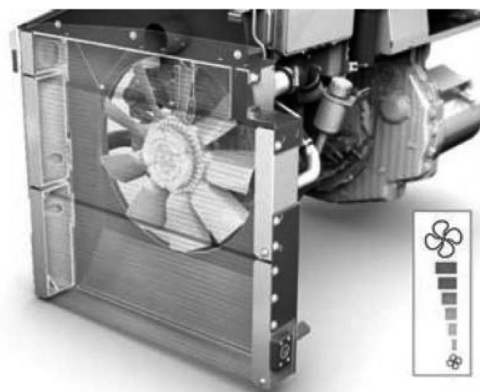
本製品シリーズでは作動油ラインにバイパス機構が設けられており、エンジン始動後、作動油温度が低い段階ではラインが冷却回路を通らないため、短時間で作動油が最適温度になる。その後、作動油温度が50～70℃になってから作動油ラインが切り替わり、冷却回路を通る仕組みとなっている（図—3）。



図—3 油圧回路冷却バイパス機構外観

(3) 可変速ファン

エンジン負荷と周辺温度に応じて冷却ファンが自動的に速度を変える機構。ビスカスカップリングを採用し、油圧式駆動に比べてエネルギー効率が大幅に優れ、騒音レベルの低減にも寄与する（図—4）。



図—4 可変速ファン外観

また、上記以外の特徴として、スクリードプレートの材質をより強固で耐久性の高いものに変更した。この結果、プレートの厚みを薄くすることが可能となり、電熱式ヒーター機構の熱伝導効率が向上するなどの特徴も、燃費効率向上に大きく貢献する。

これらの新機構により、本製品シリーズは当社従来製品対比およそ15～20%の燃費効率向上が見込まれる。

燃費効率向上による使用燃料の削減は、即ちCO₂排出量の削減であり、最も基本的な環境対策であるといえよう。

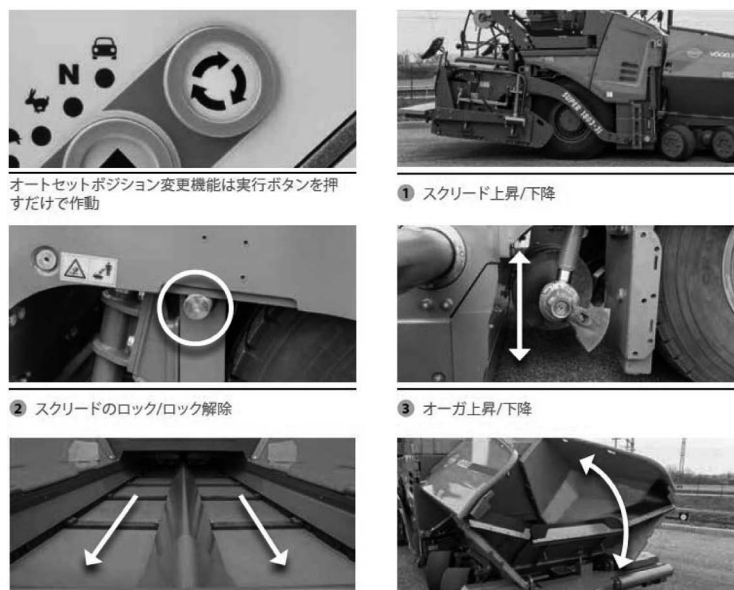
3. 安全対策の一環としての操作性向上

建設機械の安全装置は誤操作防止、保護カバー等多種多様なものがあるが、その中には安全を優先するあまり過剰になり、操作性を犠牲にしてしまうこともある。また、過剰な安全装置は、これがあるが故に操作者が頼りすぎてしまい、注意を怠り、寧ろ事故を引き起こしやすくしてしまうというジレンマもある。

本製品シリーズにおいては、操作者の機械操作に関わるストレスや煩わしさを軽減し、その機械操作行為が操作者の周囲への注意、安全確認作業を妨げることのないよう、操作性向上に関する様々な特徴を織り込んで開発された。

(1) 施工・回送姿勢自動切り替え機能

舗設レーンの切り替え時など、機械を次のレーンに移動させる前に、通常はスクリードやスクリュ、ホップフロントの上昇、スクリードのロック等、機械の姿



図一5 施工・回送姿勢自動切り替え機能

勢を回送状態に切り替えるため、様々な操作が必要となる。そして次の施工レーンのスタート地点に到達した後、スクリードのロックを解除し、スクリード、スクリュ、ホップフロントを下降させる等、操作者は複数の操作を行わなければならない。

このため、例えば施工終了後に機械をトレーラに積み込む際に、スクリュを上昇させ忘れたためにトレーラの荷台に引っ掛ける等の事故が時には起こることもある。

本製品シリーズの施工・回送姿勢自動切り替え機能は上述の複数の操作を1つのボタン操作のみで行うことにより、操作のやり忘れによる事故を回避することができる（図一5）。

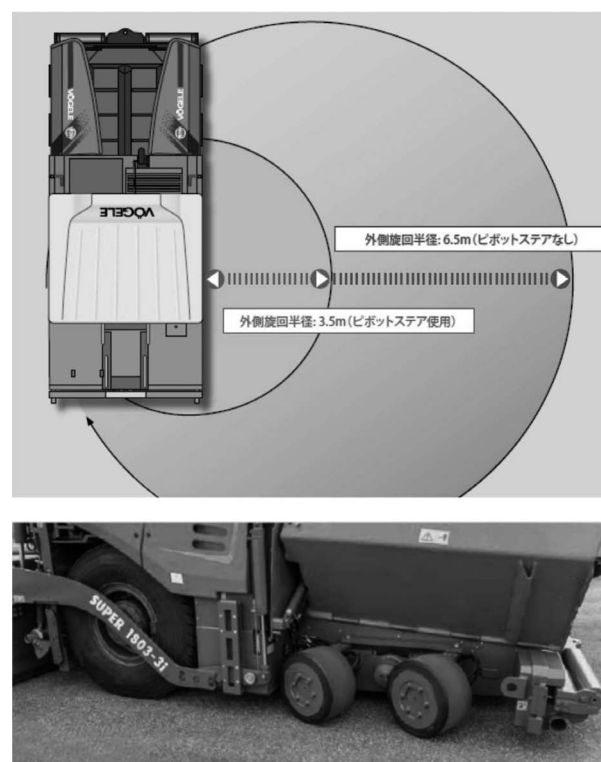
(2) 小旋回半径機構

本製品シリーズには旋回時に内側後輪の走行トルクを弱めることにより、従来と比べて非常に小さな回轉半径で機械を旋回できる機構が搭載されている。

この機構により、現場内移動の際の小回りがきくため、回送時に機械を障害物に衝突させてしまうリスクが大幅に軽減される（図一6）。

4. おわりに

本製品シリーズには今回紹介した SUPER 1803-3i を代表とするホイール式アスファルトペーバのみならず、クローラ式アスファルトペーバも取り揃えられている。本製品シリーズ開発の際には、今回紹介した内容に加え、オプションとなるが独自のシグナルシステムでダンプトラックとのコミュニケーションを円滑に



図一6 小旋回半径機構

行う機構も搭載可能とした。

今後も実際の施工事情に即した環境・安全に関する更なる開発を推し進めていく所存である。

JCM A

【筆者紹介】

谷岡 健一郎（たにおか けんいちろう）
ヴィルトゲン・ジャパン(株)
営業部
部長



視程障害移動観測車の観測システムの概要と改良

國 分 徹 哉・金 子 学・武 知 洋 太

積雪寒冷地の冬期道路は、吹雪による視程障害や滑りやすい雪氷路面のため、非常に厳しい運転環境にある。効果的な吹雪対策施設の整備には、ドライバーから見て刻々と変化する路線上の気象状況を、評価することが重要となる。しかし、路線上の気象状況を同時に把握するには多数の観測機器や人員が必要となるため、従来は実施が困難であった。

そこで、寒地土木研究所では、走行中に道路気象状況の観測が可能な視程障害移動観測車を開発し、吹雪に関する調査・研究を行ってきた。視程障害移動観測車は、道路気象のほか、ドライバーの運転挙動の観測も同時に実施できるユニークなものとなっている。本観測車は、開発から長い年月を経たため、故障の際の代替部品の入手が困難となる恐れがあり、観測システムの改修を行った。改修の際に、可能な限り汎用品を用いることにより、低コストと利便性の向上を実現した。

キーワード：吹雪、視程障害、移動観測、観測システム、運転挙動

1. はじめに

積雪寒冷地の冬期道路は、吹雪による視程障害や滑りやすい雪氷路面のため、非常に厳しい運転環境にある。このため、防雪林や防雪柵等、各種の吹雪対策施設の整備が進められてきているが、効果的な吹雪対策の実施には、ドライバーから見て刻々と変化する路線上の気象状況を、正しく評価することが重要となる。しかし、路線上の気象状況を同時に把握するには多数の観測機器や人員が必要となるため、従来は実施が困難であった。そこで、寒地土木研究所では、走行中に道路気象状況の観測が可能な視程障害移動観測車(RV車型)を開発し、平成六年度から路線上の気象変化や、吹雪危険度評価に関する調査・研究に活用してきている。

近年、急激に発達した低気圧により、従来は吹雪の発生が少なかった地域でも暴風雪に伴う視程障害が発生するようになったため、平成十七年度に観測車(ミニバン型、写真—1)を一台追加導入した。

寒地土木研究所が所有する2台の観測車は、視程計や風向風速計、温度計等による気象観測のほか、ハンドル操舵角やアクセル踏量、ブレーキ踏力等の運転挙動の観測も可能となっており、視程障害がドライバーの運転操作に与える影響についても評価することができる。RV型の車両は大型で運転席位置が高いことから、一般的な乗用車の運転挙動と異なることが懸念さ



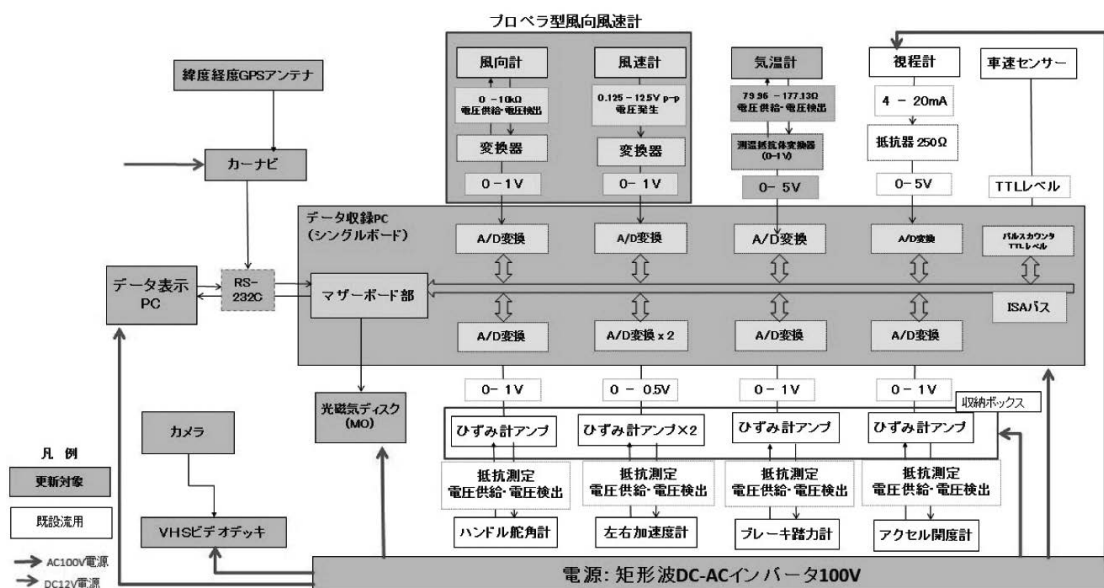
写真—1 視程障害移動観測車

れるため、平成十七年度に追加導入した観測車は乗用車に近い大きさのミニバン型とした。

これらの観測車の観測システムは、平成六年度に開発した機器構成となっており、開発から長い年月を経たため、故障の際の代替部品の入手が困難となる恐れがあった。このため平成二十四年度にミニバン型の観測車の観測システムの改修を行うこととした。本稿では、視程障害移動観測車の観測システムの概要と改修の経緯、精度確認の結果等について紹介する。

2. 観測システムの概要(導入当初)

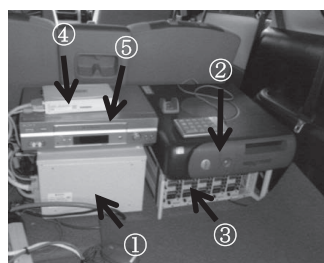
視程障害移動観測車の観測システム(ミニバン型、導入当初)の構成を図—1に、設置状況を写真—2



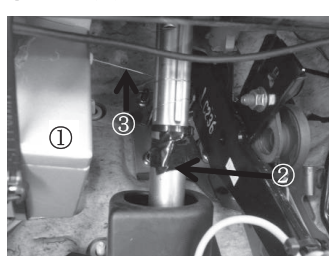
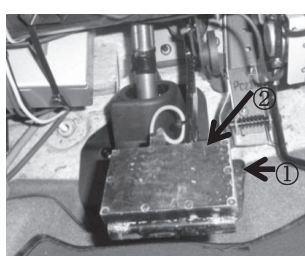
図一 視程障害移動観測システム構成図 (改良前)



a) 移動観測車外観

b) 車内機器設置状況
(①データ収録PC、②データ表示PC、
③ひずみ計アンプ、④MOドライブ、
⑤ビデオデッキ)

c) 表示モニタ設置状況

d) 風向風速計と温度計の取付状況
(写真右側が車両前方)e) ハンドル舵角センサー取付状況
(①センサー、②ステアリングシャフト、③センサーワイヤー)
センサーワイヤーをステアリングシャフトに巻き付け、
ハンドルを廻す事によりワイヤーが伸縮し操
舵角に換算する。f) ブレーキ踏力計設置状況
(①ブレーキペダル、②センサー)
ブレーキペダル上にセンサーを取付けて踏込
力を計測する。

写真一 観測機器設置状況 (改良前)

に示す。観測システムは、各種のセンサー、観測データの演算・制御を行うデータ収録PC、演算結果をグラフ化表示するデータ表示PC、機器に商用電源に相当するAC100Vを供給するインバーターにより構成されている。

主な観測項目は、道路気象等（視程、風向風速、気温、映像（ビデオカメラ）、緯度経度（GPSセンサー））に加えて、運転挙動（車両加速度（水平2軸）、アクセル踏量、ブレーキ踏力、ハンドル操舵角、視線挙動（アイマークカメラ））となっており、道路気象の変化

に応じた運転挙動を観測可能なことが寒地土木研究所所有の移動観測車の特徴的な機能となっている。さらに、アイマークカメラを用いることで、視界不良がドライバーの視線挙動に及ぼす影響の観測も可能である。

本観測システムは、一般道路の走行中を想定し、60 km/h で走行した際に取付道路等周辺の防雪柵の切れ目における視程変動についても観測できるよう、0.1秒と短いデータ収録周期に設定可能としている。これに関連して、一般的な気象観測施設では視程計の時定

数は1分程度であるが、本観測システムでは、時定数を1秒以内に設定できる車両搭載用に開発した前方散乱型視程計を採用し、走行中の視程変動をきめ細かく観測できるものとなっている。風向風速計には、一般的な気象観測用プロベラ式風向風速計を採用し、走行中の車体の影響による風速変動の影響を受けないよう、車体上面から1.3m高い位置に設置している。GPSと車速パルスを用いて車両の進行方向と速度を演算し、観測された風向風速をベクトル分解して、走行地点の真の風向風速を算出する。

ハンドル操舵角(写真—2e)とアクセル踏量の観測には、汎用のワイヤー式(ポテンションメーター)変位計を用いている。ハンドル操舵角に関しては、専用のセンサーが市販されているが、車検に対応しておらず公道を走行することができないため、ステアリングシャフトに巻き付けたセンサーワイヤーの伸縮により測定することとした。アクセル踏量は、アクセルペダルのアームに取り付けたセンサーワイヤーの伸縮により、また、ブレーキ踏力は、ブレーキペダル表面に薄型のロードセルを取り付けてそれぞれ測定する。

開発当時(平成六年度)の一般的なパソコンでは、データ収録に十分な処理能力が無かったことから、OSがMS-DOSのシングルボードPCを用い、プログラムをICチップに書き込むこと等により、所要の耐久性や処理速度の確保を図っている。

3. システム改修に向けた課題

2台の移動観測車の観測システムは、いずれも平成六年度当時の機器により構成されており、長期間の使用により故障頻度が増加しつつあったことから、システムの改修検討を行った。研究に支障が出ないように、改修の実施は1年度に1台ずつ行うこととし、故障が多く発生していたミニバン型の移動観測車から行うこととした。

観測システムの改修に向けて、運用上の課題を以下に示す。

- ①データ収録に、専用プログラムを組み込んだMS-DOS対応のボードPCを用いており、故障の際の修理や交換ができない。
- ②データ収録PCは、モニタの接続ができない仕様となっており、不具合の発見が難しく、また、不具合箇所(データ収集PCかデータ表示PCのどちらか)の特定が困難である。また観測データの保存にMOディスクを用いており、MOディスク自体が入手が困難となりつつある。

- ③データ収録PCの時刻の確認・補正ができないため、観測開始・終了時に正確な時刻を調べ、記録されたデータの時刻を補正する必要がある、解析作業が繁雑となっていた。
- ④吹雪状況を撮影するビデオカメラと観測システムが、それぞれ独立していたため、時刻の同期をとることができず、観測データと道路画像の照合に時間を要する。
- ⑤データの保存がバイナリ形式で行われるため、データの閲覧に専用ソフトが必要となる。
- ⑥映像の保存がVHSテープであり、テープの入手が困難となっている。
- ⑦視程計は、ドライバーの前方視界を妨げないように地上高75cmの位置に取り付けられており、吹雪の状況により、ドライバーの視線位置の視程と大きく異なる恐れがある。

4. 観測システムの構築の条件

これまでに述べてきたように、本観測システムには多くの課題があり、また、老朽化が著しいことから、部分的な改修では不十分と考え、新たに観測システムを構築することとした。システム構築にあたっては、観測上必要な条件のほかに、操作性やデータの取り扱いに考慮して、以下の要求を満たすこととした。

- ①可能な限り汎用品を使用し、特注部品やソフトウェアに依存しないこと
- ②視程の演算に必要な対数・指数演算が可能であること
- ③走行中の振動に耐えること
- ④観測データと映像の時刻の同期がとれること
- ⑤改良前と同等以上の観測が可能であること
- ⑥観測に支障のない範囲で従来の機器を活用すること
- ⑦GPSデータの取込が可能なこと
- ⑧従来と同じ周期0.1秒でデータ取得できること
- ⑨計測データ及び撮影映像をリアルタイムで確認できること
- ⑩観測データと画像データが汎用的なファイル形式で保存できること
- ⑪観測と画像の収録開始・停止を一度の操作で同時に可能なこと
- ⑫映像を保存するメディアが、現在一般的に使用されているものであること
- ⑬視程計の高さは、ドライバーの視線に近い位置であること

5. 新しい移動観測システムの構築

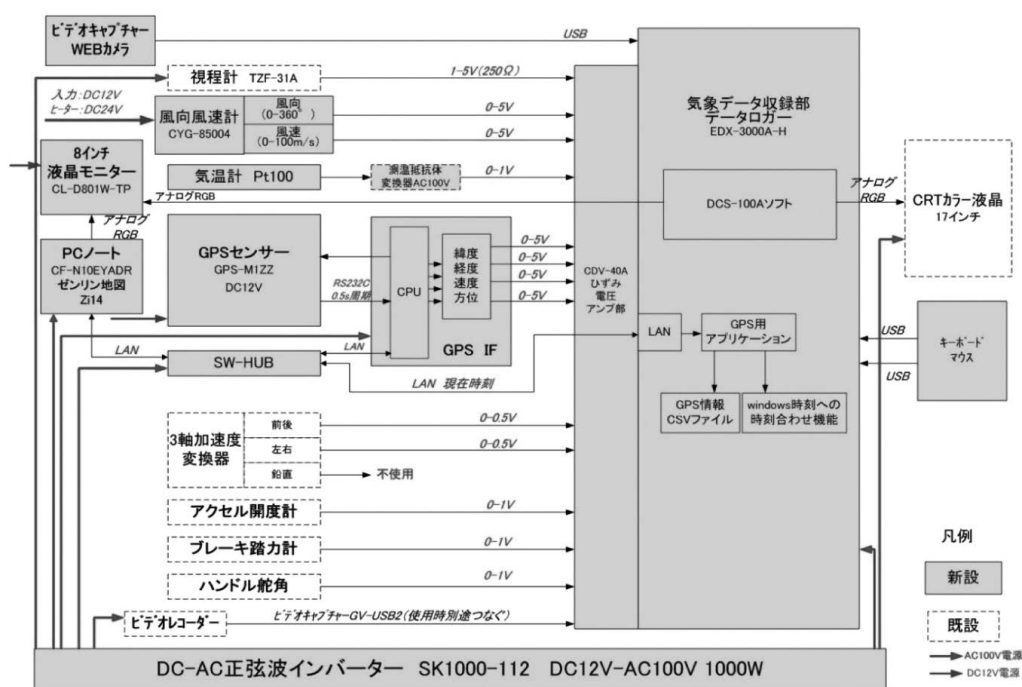
上記の要求に基づき、システム改修の検討を行った。改良後のシステム構成を図—2に、設置状況を写真—3に示す。

(1) データ収録装置の選定

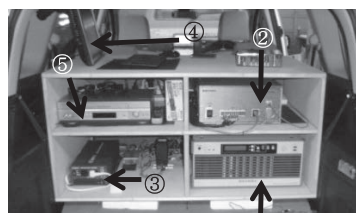
市販の気象観測用のデータ計測装置(ロガー)には、前項の要求をすべて満たすものは見つからなかったが、岩盤ひずみ計測や自動車の特性試験に用いられる高速ロガーに要求を満たすものがあり、これを採用することとした。このロガーは0.1秒周期でCSV形式のデータが収録でき、また、吹雪の視程値演算の対数

演算及び指数演算が可能(気象観測用ロガーでは不可能)となっている。また、自動車への搭載を想定した機器であるため、振動に強く雪道の移動観測に適していると考えられた。

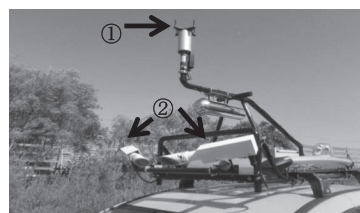
運転挙動の観測にはひずみゲージ式のセンサーが用いられており、従来は動ひずみアンプが必要であったが、選定したロガーにひずみ計用アンプが含まれていたことから、センサーとロガーを直接接続するシンプルな構成とすることができた。また、本ロガーはOSにWindowsを採用しており通常のパソコンと同様に違和感なく操作できるほか、電圧入力に加えて、LAN、USBインターフェースを備えており、今後の拡張にも十分対応可能なものとなっている。本ロガー



図—2 視程障害移動観測システム構成図 (改良後)



a) 車内機器設置状況 (後部)
①気象データ収録部、②GPSインターフェース、
③DC-ACインバーター、④メインモニター、⑤ビデオデッキ



b) 超音波風向風速計及び視程計設置状況
①超音波風速計、②移設した車載型視程計



c) 車内機器設置状況 (後部)
表示用モニター及び、ワイヤレスポート



d) 観測データ表示状況

写真—3 観測機器設置状況 (改良後)

では、データ収録用のハードディスクに、映像データと観測データを同時に収録可能な仕様であるため、従来は困難であった観測データと映像の同期を自動的にとることができ、解析作業が容易となった。

(2) 風向風速計の変更

既設のプロベラ型風向風速計の場合、応答速度が1秒となっており、時速60kmで走行中に観測をした場合には毎秒17m進むこととなるため、局地的な地形の変化や防雪施設端部等の風の変化を十分に捕らえない恐れがあった。このため、新しい観測システムでは、応答速度の速い超音波式（応答速度0.25秒）に変更した。これに伴い、許容誤差も0.5m/sから0.1m/sに向上した。

(3) 気温計の変更

従来の温度計は感部の外径が6mmと大きく、気温変化への応答に数秒かかると考えられる。応答速度の向上を図るため、感部外形の小さい（1mm）ものと交換した。

(4) 視程計の移設

視程については、ドライバーの視線に近い高さで計測することが重要であるが、自動車の走行に伴う気流の変化や運転上の視界の確保、関係法令への準拠を考慮した位置決定が必要となる。従来の設置位置は、ボンネットフード前方で、ドライバーの視線高さより低かったため、より視線位置に近いルーフ前方に変更した。視程計は赤外線により雪粒子の反射強度を計測するものであるため、自動車のフロントガラスによる光線の反射の影響を受けないように位置を調整した。

(5) インバーターの変更

システムの構成機器の多くは、AC100Vの電源を必要とするため、観測車にはDC-ACインバーターを搭載している。従来のインバーターは、交流電源の波形が矩形波でありノイズ発生の原因となる恐れがあったため、一般商用電力に近い波形を発生させる正弦波インバーターに変更した。

(6) GPSセンサーの変更

従来、GPSセンサーには、業務用カーナビゲーションシステムを用いており、インターフェースはRS-232C、時定数は1秒、最大8個の衛星から緯度経度を割り出すものとなっていた。GPS装置は、観測場所の特定や、風向風速の演算のために、高い精度が要

求される。従来のセンサーの精度は、およそ10m以内と高いものの、ジャイロセンサーが無いことから、市街地や山間部、トンネル内等では位置が特定できないため、風向風速の計算で誤差を生じる恐れがあった。

今回選定したGPSセンサーは、ジャイロセンサーを内蔵しており、時定数が最小0.25秒と短く、また、GPSの時刻データによりロガーの時刻を自動補正することも可能となった。従来は、距離の計測に車速センサーを用いていたが、GPSセンサーの精度向上に伴い、車速センサーなしで精度の高い計測が可能となった。

(7) 操作性・視認性の改良

ロガーの操作に用いるキーボード及びマウスにはワイヤレス式を採用した。従来はパソコンやビデオカメラの設置位置で各々の操作が必要であったが、これにより、車内の任意の位置で計測開始・停止操作が可能となり、取り扱いが容易となった（写真—3c）。また、一台のロガーにデータとビデオカメラ映像を収録できるため、リアルタイムの観測データと映像との同時表示により、データの異常等についても早期に発見できるようになった。このほか、観測データの数値表示とグラフ表示を、観測中に容易に変更可能となり、データ確認の利便性が向上した。

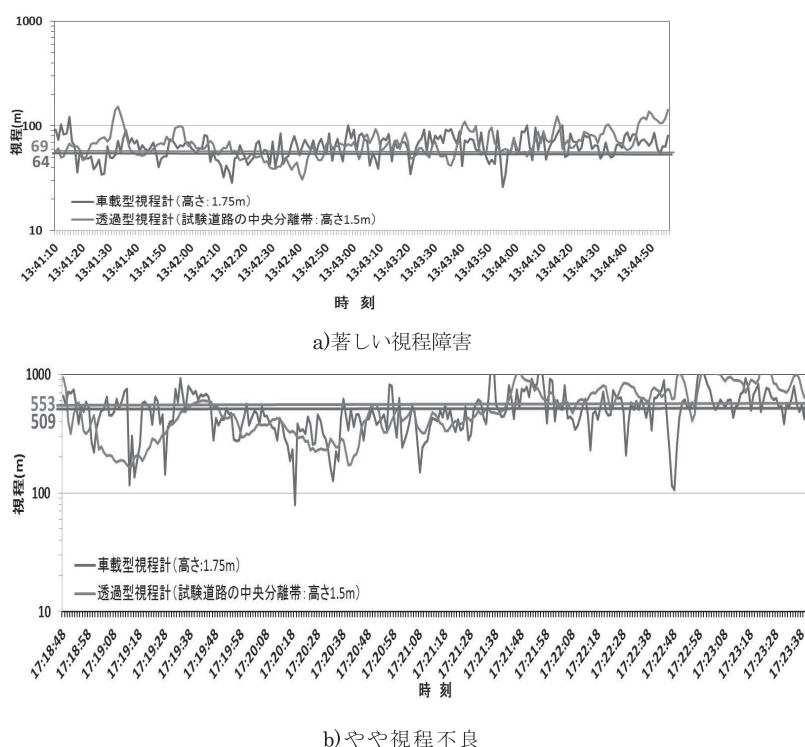
6. 観測システムの精度確認

今回行った観測システム改修では、ロガーの交換や視程計の設置位置変更、風向風速計の変更等、大がかりな変更を行ったため、観測値の精度について確認することが必要となった。精度確認は、石狩吹雪実験場内の試験道路の中央分離帯に設置された高さ1.5mの透過型視程計付近に移動観測車を停車させ、吹雪時における両観測器の視程の観測値を比較することにより行った（写真—4、図—3）。

（図—3a）は視程悪化時、（図—3b）は視程がやや



写真—4 視程計の比較計測状況



図—3 視程計移設後の比較観測グラフ（平成24年4月4日）

良好な時の観測結果である。（図—3a）の4分間の平均視程は、69 m（透過型）、63 m（車載型）、（図—3b）では5分間の平均視程が553 m（透過型）、509 m（車載型）となった。ここで、透過型視程計の計測値（ V_0 ）に対する移動観測車の視程計計測値（ V_i ）の相対誤差は次の式により求められる。

$$\text{相対誤差} = \frac{|\log(V_0) - \log(V_i)|}{\log(V_0)} \times 100[\%]$$

相対誤差は（図—3a）では1.7%、（図—3b）では1.3%と求められ、視程の観測値の誤差が小さい事が確認された。また、車載型視程計の方が、中央分離帯に設置した透過型視程計に比べて、サンプリング周期が短いため応答が早いことが確認できた。これらのことから、観測システム改修による、精度への影響が無いことが確認できた。

7. おわりに

視程障害移動観測車の観測システムについて、観測実施やデータ解析の作業の効率化や、観測精度の向上に配慮して、老朽化した機器の更新を行った。機器の選定にあたっては、従来の観測システムで用いていた専用の機器やソフトウェアを可能な限り汎用品に置き換えることにより、維持管理上の課題を解消した。なお、汎用品を用いたことにより、システム改修費用が

センサーを含めて既存システムのおよそ二分の一と低く抑えられ、十分なコスト縮減を図ることができた。また、平成二十四年度冬期に行った改良後の移動観測車による観測では、操作性や信頼性、データ解析の利便性の向上が実感できた。

平成二十五年度は、RV車型の観測車の観測システムの改修を実施しており、多くの観測データを取得することにより、吹雪危険度評価の精度向上や吹雪災害対策の一助として行きたい。

J C M A

【筆者紹介】

國分 徹哉（こくぶ てつや）
（独）土木研究所寒地土木研究所
寒地道路研究グループ 雪氷チーム
研究員



金子 学（かねこ まなぶ）
（独）土木研究所寒地土木研究所
寒地道路研究グループ 雪氷チーム
主任研究員



武知 洋太（たけち ひろたか）
（独）土木研究所寒地土木研究所
寒地道路研究グループ 雪氷チーム
研究員





道路空間におけるサインの ユニバーサルデザインの検討

池 田 典 弘

道路空間における車や人の移動支援に欠かせないものに道路標識や案内サインがある。特に歩行者の移動に関し、高齢者や障がい者、外国の方など、交通弱者と言われる方々への移動支援として、サインの重要性が高まってきている。その中の高齢者とロービジョン者に対する歩行支援のための歩行環境整備の一つの手法として、光サイン、音サイン、ビジュアルサインの効果検証の取組みを紹介する。

キーワード：道路空間、バリアフリー、ユニバーサルデザイン、道路標識、案内サイン、音サイン、光サイン

1. はじめに

わが国において、高齢化が進む中、多くの高齢者や障がい者、外国の方など道路空間における移動には数々のバリアなど、交通弱者と言われる方々が多くいる。その中で外国人観光客については、国の指針として観光立国実現に向け、道路案内標識が外国人旅行者にも分かりやすいものとなるよう、法定の道路案内標識において英語表記の改善がなされようとしている。また、歩行者系案内サインでは、すでに英語表記だけでなく、多国語表記された案内サインが多く設置され、訪日外国人旅行者の受入環境整備が進められてきている。ここで、本紹介は高齢者やロービジョン者に注目し、日中夜間外出する際の歩行空間の移動の利便性や安全性など、各種サインの有効性についての取組みを紹介する。

現在、身体障害者手帳を交付された視覚障害者は、約30万人いるが、障害者手帳の所持に関わらず視覚的に日常生活に困難がある人（ロービジョン者）の数は、100万人いると推定されている。急速な高齢化の進展や視覚障がい者への配慮の必要性などから、移動の利便性及び安全性の向上を図ることが重要となっている。特にロービジョン者に配慮した歩行環境整備はこれからの課題である。

また、ロービジョン者の外出状況を見てみると、昼間で71%、夜間で49%の人が白杖を使用するなどして一人で外出をしている。また、夜間においては、街灯などの光は目印や誘導等としての機能も果たしている。ロービジョン者にとって夜間の歩行は危険である

し、加齢による視覚能力の低下に伴い、高齢者の夜間の交通事故は増加の傾向にある。その一方で、駅周辺や道路の光環境は適切ではないのが現状である。

今、歩行者の移動を支援する方策として、歩行空間の視認性の向上や、連続的な照明の設置などが「道路の移動円滑化ガイドライン」において視覚障がい者の移動支援として推奨されており、今後さらなる研究と、実際の歩道空間に多く設置されることが期待されている。そうした中で、高齢者や障がい者が生活しやすいまちづくりへ「光」「音」を活用した取り組みが各所で進められている。全ての人が安心して生活できるまちの「光環境」「音環境」とはどういうものなのか。街の中には様々な光や音で満ち溢れている。移動支援と誘導支援の方策として「光」「音」「サイン」によるツールとしての可能性を模索するための研究が始められている。

2. 本研究の目的について

本研究は、「光サイン」「音サイン」「路面サイン」について、高齢者やロービジョン者にとっての移動の利便性や安全性に焦点を絞り、有効性を検証しようとしたものである。

高齢者及びロービジョン者を配慮した照明の既往研究を見ると、歩行空間の適正な明るさを求めようとするもの、階段の視認性を上げる方法を模索するもの、視認性を上げる必要条件を求めようとするものがある。「ひかり」には照らす光、知らせる光、導く光があり、バリアの見つけやすさ、注意喚起のしやすさ、

誘導のしやすさなど、歩行支援に繋がる光の使い方が有効になっていくだろう。すでに発光体の視線誘導の効果を検証した研究として、LED 内蔵縁石ブロックと自発光点字ブロックを交差点に設置し、カメラ観測により歩行速度からロービジョン者に与える影響を分析したものがある。しかし、これらのLED 発光体においてロービジョン者が認識しやすい点滅周期や色などを検証した研究は少ない。視覚機能の低下した状態で人間の行動にどのような支障をきたすのか、それをどのように支援すればよいかという研究は、自分が障がい者ではないと思っている人にとっても重要な研究と考えるべきである。ロービジョン者にとって横断歩道や歩車道境界を認知できず危険にさらされる場合があり、皆が安全に歩行できる道路環境を提案することを本研究の目的としている。

同時に、ロービジョン者の歩行を支援するための歩行環境整備の一つの手法として、案内標識を歩道路面に直接表示するサインによる歩行支援システムに着目し、これに音サインを組み合わせて、サインと音による移動支援システム、路面サインシステムの有効性やその配置、文字の大きさ、色の配色等について、実際のロービジョン者の評価を実施したうえで、本システムの有効性、適用可能性および今後の課題について考察した研究事例も含めて紹介する。

3. ロービジョン者を対象とした自発光鋲の視認性効果について

まずは、道路鋲の発光によるロービジョン者や高齢者が安心安全に歩行することができる移動支援の研究の概要は、ロービジョン者にとって視認しやすい自発光製品を検討するために、点滅周期の異なる3通りの道路鋲を製作し、一対比較法により評価を行った。次に、LED の発光色が異なる鋲を同時に比較し、最も目立つ鋲を順位付けにより評価させた。実験は宮城県立視覚支援学校の体育館内で行い（写真—1）、照度は10 Lxとした。被験者は宮城県立視覚支援学校に在

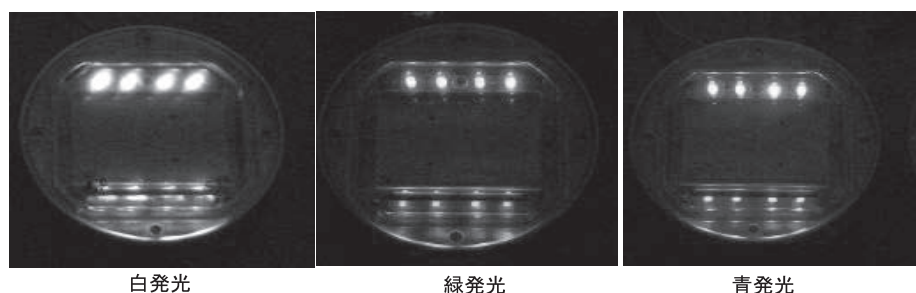


写真—1 実験状況

籍しているロービジョンの学生と教諭の計7名である。属性は、19歳から61歳までで男性6名、女性1名であり、疾患は網膜色素変性症が4名、緑内障、網膜萎縮、視神経萎縮がそれぞれ1名であった。実験方法として、比較検討した点滅周期は、比較的多くの鋲に使用されている3 Hz、既存研究によりドライバーへの視認評価が高かった6 Hz、その中間の4 Hzである。それぞれの周期で白色点滅する鋲を作製した。この周期の異なる鋲を2つずつ被験者に見せ、一対比較法により評価を行った。視認距離は、各被験者により視力、視野範囲に個人差があると考えられるため、鋲が同時に視認できる限界まで後退させ、その位置から評価を行った。対象交差点の片側3車線道路の中央分離帯までの距離がおよそ14.7 mであることから、これを最大距離としている。評価基準は「同じくらい目立つ」「若干目立つ」「目立つ」「かなり目立つ」「絶対に目立つ」の5段階で聞いている。

LED 発光色について、比較検討を行ったLED 色は「白」「緑」「青」である（写真—2）。白は通常の鋲で多く使用される色であり、緑と青は健常者が悪視程下において最も存在認知に優れているとされる発光色である。使用したLED の波長について緑は520 nm、青は465 nmであり、点滅回数についてはすべて4 Hzに統一した。

前述した実験と同様の14.7 m離れた地点より各被験者の自由な歩行速度で鋲に接近させ、50 cmの間隔で並べられた鋲を同時に視認させ、「目立ちやすさ」



写真—2 試験鋲発光状況

について順位付けを行った。

研究結果として、点滅周期ははじめに左に周波数の低いものを、右に高いものを設置し、一対比較法により評価した。その後、左右の目の疾患等による差異を考慮して対象の鋸を左右入れ替えて再度実験を行った。各被験者のウェイトを算出したものを表—1に示す。2つの鋸を最大距離 14.7 m から視認できた被験者は4名であり、その他の被験者はそれぞれ 8.6 m, 7.5 m, 6.4 m から視認できた。圧倒的なウェイト差で 3 Hz が最も目立つとされている。1名については、6 Hz が目立つとしているものの、概ね点滅回数が少ないほうが目立つと答えている。LED 発光色は、被験者が、白、緑、青色 LED が点滅している鋸を視認して、順位付けを行った結果を表—2に示す。7名の被験者の中で、4名が白点滅、3名が緑点滅を最も目立つと答えた。全ての被験者が青発光を最も目立ちにくくとしている。

研究のまとめとして、ロービジョン者にとって目立ちやすい道路鋸の点滅周期と LED 発光色を検討した。その結果、3 Hz および白発光が最も目立ちやすいことが分かった。点滅周期を少なくし、点灯時間を長くした方がロービジョン者には目立ちやすいことが窺える。

発光色については悪視程下のドライバーに対して存在認知に優れるとされる青色 LED が最も目立ちにくく、白及び緑色 LED が目立つとされた。

本実験後に実際のフィールドにて道路鋸を設置し、

表—1 各被験者のウェイト

	被 験 者						
	A	B	C	D	E	F	G
視認距離	6.4 m	14.7 m	14.7 m	14.7 m	7.5 m	8.6 m	14.7 m
3 Hz	0.96	0.93	0.96	0.97	0.23	0.23	0.90
4 Hz	0.04	0.06	0.04	0.01	0.08	0.69	0.10
6 Hz	0.00	0.00	0.00	0.02	0.69	0.08	0.00

左右逆にして評価

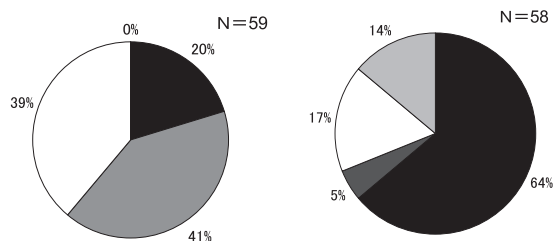
3 Hz	0.93	0.97	0.02	0.21	0.03	0.69	0.93
4 Hz	0.06	0.02	0.97	0.79	0.03	0.08	0.06
6 Hz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.93	0.23	0.00

表—2 色の順位付と試験鋸視認可能距離

被験者	1 位	2 位	3 位
A	緑	白	青
B	白	緑	青
C	白	緑	青
D	白	緑	青
E	白	緑	青
F	緑	白	青
G	緑	白	青

アンケートによる視認性評価とアイマークカメラにより視線誘導効果の検証を行い、これらの分析を進めた。

今後は研究に限らず、具体的なまちづくりにおいても重要な課題であり、さらに検討が必要であると思われる（図—1）。



図—1 設置後の意識調査

- 1. とても横断しやすくなった
- 1. 必要である
- 2. 横断しやすくなった
- 2. できれば必要
- 3. 変わらない
- 3. あれば便利
- 4. 横断しにくくなった
- 4. なくてもよい



写真—3 実験風景および設置状況

4. 光と音とサインを用いた視覚障害者移動支援システム

次に光と音とサインによる移動支援の研究の概要は、調布市と調布市視覚障害者福祉協会のご協力を戴き、調布駅前広場にて「光と音とサイン」をどのように応用していくかを検証する社会実験を行っており、そのフィールドにおいて実験を実施した。調布駅エレベーター出口から音声案内に従って視覚障害者誘導用ブロックに沿っていくと、駅前の三叉路につながる。ここに音声案内と視覚的に強化することを目的とした総合案内サインが路面に施されており、文化会館までの間に分岐サイン、目的地サインが施されている。

〔実験1：概要〕

(1) 実験場所：京王線調布駅前から文化会館へつながる歩道上

(2) 実験日：2009年4月13日

(3) 被験者：視覚障がい者3名（ロービジョン者）

調布駅エレベーター出口から音声案内に従って視覚障害者誘導用ブロックに沿っていくと、駅前の三叉路につながる。ここに音声案内と視覚的に強化することを目的とした総合案内サインを路面に貼り付け、文化会館までの間に分岐点サイン、目的地サインを貼り付けてある（図—2～4、写真—4）。

さらに、実験2として、姫路市あいあい会のご協力を戴き、姫路市中央保健センター内会議室の模擬

フィールドにて実験を実施した（写真—5）。

(1) 実験場所：姫路市中央保健センター内会議室

(2) 実験日：2009年5月12日

(3) 被験者：視覚障がい者5名（ロービジョン者）

実験1の実験方法については、実験前にガイダンスを行い、被験者自身に経路を歩いてもらい、パフォーマンス評価を行った。あらかじめ駅前三叉路に総合案内サイン、各分岐点に分岐点サイン、目的地に目的地サインを路面に貼付して歩いてもらいながら、分岐点ごとにアンケート調査を行い、路面サインをどのように活用しているか、していないかを検証した。三叉路では音声との相乗効果の確認、路面サインの有効性としての可視性、誘目性、判読性、有意味性について確認をした。

実験2の実験方法については、実験1同様に事前にガイダンスを行い、被験者自身にあらかじめ総合案内サイン、分岐点サイン、目的地サインを床面に貼付した会議室内の経路を歩いてもらい、分岐点ごとに調査を行い、路面サインをどのように活用しているか、していないかを検証した。路面サインの有効性としての可視性、誘目性、判読性、有意味性について確認をした。

実験1並びに実験2の結果をまとめた形で示す。

図—5、6は分岐点の判断材料を何でしているか、路面サインのある場合とない場合の結果である。図—7～9は路面サインとしての可視性、誘目性、有効性についての結果である。



図—2 総合案内サイン



図—3 分岐点サイン



図—4 目的地サイン



写真—4 実験風景



写真—5 実験風景（会議室内模擬フィールド）



ここで路面サインの種類ごと、大きさ、配色、配置、情報量、方向認知について、結果をまとめた（表—3～5）。

サイズはちょうど良いとする被験者が多かった。配色は、青地に概ね高評価であったが、オレンジ地に対する文字については見えにくいとの意見もあった。配置は分岐の手前に配置してあったほうが、分かりやすいという意見があった。方向認知では大部分の被験者が分かると答えており、周辺の施設に対して方向感覚が得られていることが分かる。情報量はちょうど良いとされたものの、これ以上はいらないという意見もあった。

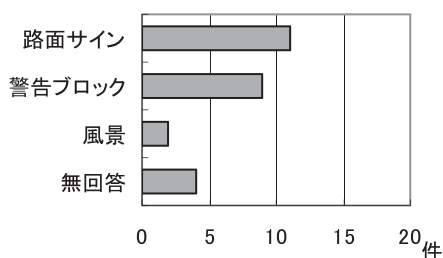
分岐点サインについては、サイズが大き過ぎると一回で認識できないという被験者もあり、分岐点名は小さく行き先名を大きくしたほうが良いとの意見があった。情報量がよいと答えた被験者は方向認知についても分かると答えており、少ないと答えた被験者は間違いそうと答えた。所要時間や距離の表示があっても良いのではという意見もあった。

目的地サインについては、サイズが小さいと答えた

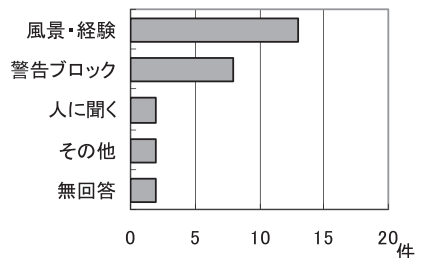
方と、大きいと答えた方が各1名おり、視力の差によるものと考えられる。コントラストがなく文字の太さが細すぎるといった意見もあった。

音声との相乗効果については、短い文言での案内音声情報は全員が必要としていた。ただし、立ち止まって聞くには長過ぎ、方向性もわかる方とわからない方と半々であった。

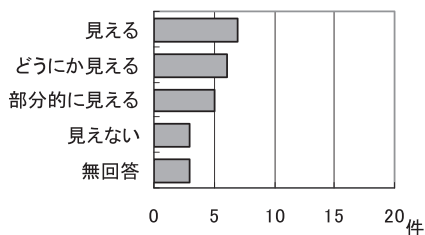
実験考察として、今回の被験者においては、実験1では3名中2名の方は光がわかる程度の方であり、全盲者に近い被験者であったため、総合案内サインのように複雑かつ情報量が多いサインは分かりにくいとの指摘があったが、実験2での被験者は視野狭窄こそあるが視力0.01～0.1程度あり、各サインの評価について、サイズの被験者の視力差に反映するが、視野範囲は個人差があるため大きければ良いというものではないことが分かった。結果として、本実験に使用したサインについては、概ねよいサイズといえた。配色は、コントラストの差が重要であり、行き先別に色を統一してほしいという意見もあったが、情報量も十分



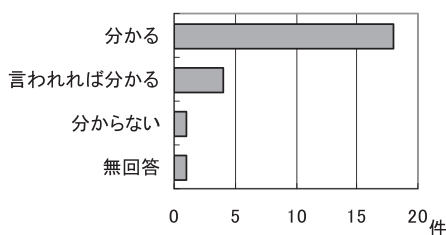
図—5 分岐点の判断材料



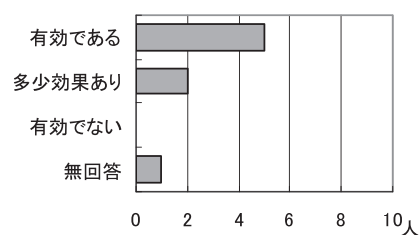
図—6 分岐点の判断材料（路面サインがない場合）



図—7 路面サインの可視性



図—8 路面サインの誘目性



図—9 路面サインの有効性

表—3 総合案内サインのわかりやすさ

	回答	件数
サイズ	ちょうどよい	5
	小さい	2
	大きい	0
	無回答	1
配色	分かりやすい	3
	分かりにくい	4
	なんともいえない	0
	無回答	1
配置	分かりやすい	4
	よくない	2
	無回答	2
情報量	ちょうどよい	2
	多い	3
	少ない	0
	無回答	3
方向認知	分かる	5
	間違いそう	0
	分からない	2
	無回答	1

表—4 分岐点サインのわかりやすさ

	回答	件数
サイズ	ちょうどよい	4
	小さい	1
	大きい	2
	無回答	1
配色	分かりやすい	4
	分かりにくい	3
	なんともいえない	0
	無回答	1
配置	分かりやすい	4
	よくない	1
	無回答	3
情報量	ちょうどよい	4
	多い	1
	少ない	2
	無回答	1
方向認知	分かる	5
	間違いそう	1
	分からない	1
	無回答	1

表—5 目的地サインのわかりやすさ

	回答	件数
サイズ	ちょうどよい	5
	小さい	1
	大きい	1
	無回答	1
配色	分かりやすい	6
	分かりにくい	2
	なんともいえない	0
	無回答	0
配置	分かりやすい	4
	よくない	2
	無回答	2
情報量	ちょうどよい	6
	多い	1
	少ない	0
	無回答	1
方向認知	分かる	4
	間違いそう	1
	分からない	3
	無回答	0

であり、目的地までたどり着けそうと答えた被験者が多く、サインシステムとしての有効性が確認できた。

一方、分岐点サインや目的地サインなど単純な配色、内容であれば理解されやすいことが推察され、自由意見をみると、文字間を離すこととコントラストをつけることが、ロービジョン者に理解されやすいサインであるということがわかった。また、本サインシステムは初めての人には分からないので、周知・教育が必要であるとの指摘をされたように、ガイドライン化の中で周知をしていくことが重要である。さらに自分の現在位置をいかに分かりやすくするかが重要で、ルートの途中で確認できるサインにしていけるかも重要なポイントと考えている。今回は歩道路面上に貼付するサインの評価として、サイズ・配色・文字高・情報量など細かい部分は、さらに検証をする必要はあるが、概ね路面サインシステムの有効性は確認できたといえる。

5. おわりに

本研究のまとめとして、ロービジョン者の移動を支援するために、光と音とサインによる移動支援システムに着目した研究としては、光の有効性、音の有効性、サインの有効性並びにそれぞれの組み合わせによる相乗効果については、ある程度明らかになり、路面サインについても、有効性の確認ができた。最後に、個人差が大きいロービジョン者の意見をどのように集約するかは、本研究を推進する上で大きな課題となっている。また、研究に限らず、具体的なまちづくりにおいても重要な課題であり、今後さらに検討が必要である

と思われる。

最後に、「バリア」（障害）を感じる高齢者や身体障害者だけを対象とし、適応できる人とできない人を分ける「バリアフリー」から、老若男女、あらゆる身体状況の人たちが使いやすいように、あらかじめデザインする「ユニバーサルデザイン」への展開も進んでいる。現在でも、誰もが安心して街に出て活動するには、さまざまなバリアが存在している。すべての人が安全かつ自由に行動し、人として満足できる営みができる生活環境づくりが大切と言える。

JICMA

《参考文献》

- 1) 最所祐二・秋山哲男・池田典弘：“光のユニバーサルデザイン研究会 バリアフリー照明社会実験” 福祉まちづくり研究, 2005
- 2) 北川博巳・柳原崇男・池田典弘・前田耕造・最所祐二：“音と光を用いた視覚障害者移動支援システムの有効性に関する研究” 福祉まちづくり研究, 2008
- 3) 地図を用いた案内標識に関する検討委員会：“地図を用いた道路案内標識ガイドブック” 大成出版社, 2003
- 4) 市原考 原田敦史：弱視者の夜間歩行に関する研究—ロービジョン者の夜間歩行誘導方法に関する研究—, 平成 15 年度 兵庫県立福祉のまちづくり工学研究所報告集 p30-38, 2003
- 5) 江田哲也 張小寧 他：薄明視環境下における LED 色彩表示器の誘目性, 平成 19 年度照明学会第 40 回全国大会講演論文集 p195, 2006
- 6) 藤田晃弘 永田雅典：模擬霧環境下での LED 視認性研究, 第 21 回交通工学研究発表会論文報告集 p141-p144, 200

〔筆者紹介〕

池田 典弘（いけだ のりひろ）
（株）キクテック
専務取締役



ずいそう

コミュニティの絆

羽 入 昭 吉



私が社会人になったのは、今から32年前、北海道出身でありながら、そのほとんどを栃木県で過ごしています。独身のうちは、コミュニティやご近所付き合いとは縁などなく、「隣は何をする人ぞ」とばかり、自分のことだけを考えて隣近所は意識の外という暮らしぶりでした。

結婚して子供ができるというので、マンションを購入したのが20年前、当時の住宅都市整備公団が開発した新興住宅地にあり、入居者の多くは私と同世代で子供達も同年代という賑やかな住宅地でした。栃木県の片田舎に突如として人口1万人の核家族の集合体が出現したといったところです。

そこには自治会という組織があり、輪番制で誰もがやらねばならないことを知りました。仕事関係以外の付き合いは同窓会くらいの私としては、地域のコミュニティヘデビューすることは、苦痛以外の何物でもありませんでした。

しかし、時が経つにつれ、多くの住民同士が入居時からの顔見知りで、子供も同年代であったことから、ご近所付き合いも自然発生的に盛んになっていきました。

その3年後に自治会長をやらざるを得なくなり、マンションの75世帯を率いて、多くの行事を指揮することになりました。自治会対抗運動会、夏祭り、防災訓練、子供会、交通安全の立ち会いなど、多くの行事がありました。

また、自治会役員は、とてもウマが合う6名(家族)で構成され、打合せや行事の後の打上げ、忘年会と、何かにつけ飲み会の頻度も多く、家族ぐるみのお付き合いをさせていただきました。

特に夏祭りと秋の運動会は一大イベントで、企画を練り、それを住民に説明し、気分を盛り上げていくわけです。役員とは毎週末に集まり、どれほど皆を盛り上げられるか、アイディアを出しながら議論していると、だんだん気持ちが高揚してきて、その雰囲気から酔っ払い、「それでは、うちへ来て飲みませんか！続きはそこで！」となるのです。メンバーの奥様と子供達も呼んで、一緒になってワイワイガヤガヤ、楽しい酒に酔いしれるわけです。この至福の飲み会は何度も

続きました。同じメンバーでの最後の飲み会は、自治会役員を交代する時でした。お役目ご苦労様ということで、近所の居酒屋に6家族全員が集合し、別れを惜しみ、寂しさを感じる飲み会でした。

核家族といえ、隣近所との交流が無く、何かあっても我が家が平和ならそれで良いという、コミュニティとの関わりが希薄な都市部に暮らす家族をイメージします。しかし、この自治会は、核家族の集合体とはいえ、地域のコミュニティが成り立っていたのです。

地方から引っ越してきた見知らぬ家族ばかりが集まったことから、自然に心が開き、「皆のために」という気持ちになれたのだらうと思います。

しかし諸行無常の響き有り、夢のようなコミュニティライフも長くは続かないものです。入居後、10年を過ぎるころから、転勤のため仲間達が一戸、また、遠くへ引っ越していきました。その後は賃貸契約の若夫婦が2～3年おきに入れ替わり立ち替わり入居と退居を繰り返し、気が付いたら、我が自治会は知らない人ばかりになってしまいました。もともと住んでいた住民は少数派となり、我が町は世間一般の核家族の集合体、すなわちコミュニティの希薄な街へと変化したわけです。

ところで、この10年程度の間に、「住民参加型」という修飾語をつけた道路や公園などの維持管理が提唱されるようになり、その成功例が雑誌などで紹介されるようになってきました。

この維持管理手法の成否は、住民の心が繋がったコミュニティがあるか否かによって決まるのではないのでしょうか。

かつての我が自治会では成功しそうな気がします。今の自治会では、「同じように税金を払っているのに、なぜ自分たちで舗装の穴埋めをしなきゃならないんだ！」と、苦情が出るだけのように思います。

東日本大震災では、本物のコミュニティを垣間見た気がします。助け合うこと、皆のためなら面倒な仕事も惜しまない、美しい日本人の心を大切にしたいものです。

ずいそう

三 迷 泉 と 小 さ な 旅

阿 部 新 治



◆日本三景といえば「松島」、「宮島」、「天の橋立」と日本人の誰もが認めています。

しかし、日本三名瀑となると、「日光の華厳の滝」、「熊野的那智の滝」については、納得するところだと思いますが、三番目となると諸説ふんぷんとなります。

ネットで検索すると、奥久慈（茨城県）の「袋田の滝」となっていますが、知名度の点から異議を唱える人がいるそうです。

同じ様に、日本三名泉（温泉）となると、これまた物議をかもさそうです。案の定、以前に酒の席で「日本三名泉は何処か？」という話になり、博識の諸氏による自説が飛び交いました。

その席では、「有馬温泉」と「草津温泉」までは意見が一致しましたが、三番目として「別府」や「白浜」の名が上がりましたが、なかなかまとまりませんでした。ネットで検索するとすぐ答えができました。

私は、「温泉」には興味がありますが、いずれもその道の達人には足元にも及ばない単なる「酒席での話の種」程度のものです。

昨年、ぶらりと出かけた四国への旅では「話の種」のために、日本三名泉の一つであり、私の念願でもある有馬温泉に立ち寄ることができました。有馬温泉に入れば、三名泉を踏破したことになります。そもそも日本三名泉は江戸時代の儒学者・林羅山が作った詩文集から来ているらしいのです。（厳密には、室町時代の僧が記しているらしい。）

有馬温泉の有名な「金の湯」・「銀の湯」のうち、今回は残念ながら「金の湯」の入浴だけでしたが、混雑している銭湯風の浴室にも係わらず、念願の黄金色の「金の湯」に入浴でき至福の一時を味わえ、三名泉を踏破出来て大変満足でした。

旅では有馬温泉の他に、有名な徳島県の祖谷温泉にも立ち寄り、ケーブルカーで谷底の温泉へ降りて入浴するという初めての経験を味わいました。谷底の河原近くにある温泉には欧米の親子や香港から来たという中国人夫婦の旅行者がいただけで少し寂しい感がありました。おそらく交通の便が影響しているかなと思われました。それでも、中国人旅行者は祖谷温泉の自然味に溢れた日本の温泉に大変感激していました。もっと、日本の温泉のPRが必要では！

また、30年ぶりに訪れた松山の道後温泉（坊ちゃん湯）では、かなりの入浴客が並んでおり、私も入浴に30分程も待たされ、道後温泉の人気の高さに驚かされました。

◆ところで、私の家内が以前に友人と鳴門や小豆島を旅行したとき、ガイドさんに「金毘羅さまを見なければ四国方面に来た意味ないでしょう。」といわれたら

しいのです。それがシャクだったらしく、金毘羅参りが家内のかねてからの念願でした。それを口実に四国路を駆け足で旅行することになったのです。私としても、金毘羅さまは高校の修学旅行で行ったきりで、40数年ぶりの参詣になりました。

金毘羅さまでは、有名な金毘羅歌舞伎の芝居小屋（重要文化財）も見学し、前々から疑問であった芝居小屋の舞台照明や見物人用の厠（現在は場所だけ）、回り舞台・奈落といった仕掛け等を見聞し、江戸の往時を偲ぶことが出来ました。

今から約200年ほど昔の江戸時代に、東北地方を中心に襲った天保の大飢饉（1835年前後）というのがありました。丁度その頃に、讃岐の金毘羅さまの芝居小屋では棟上げが行われていたそうです。天保の大飢饉の折に、芝居小屋で棟上げするという江戸時代の人々の文化生活に対するコダワリをみた感じで帰ってきました。

◆四国の小さな旅では、ぜひ見たいと思っていた幾つかのダムにも立ち寄ることができました。高知県の早明浦ダムは、四国の渇水の際によく話題になる「四国のいのち」と呼ばれている四国最大のダムです。私も機械屋としてゲートの減速機関係で、過去に気に掛けていたダムでもありました。

また、1300年ほども昔に築造された香川県の満濃池は、弘法大師が改修したと伝えられることで有名です。途中で大改修されたとはいえ、満濃池の貯水池が想像していた以上に大きいのと、昔の土木技術の高さには驚かされました。

さらに、日本のマルチプルアーチダムでは2例しかないという、香川県の豊稔池ダムにも足を延ばしてきました。因みに、もう一つは宮城県の大倉ダム（ダブルアーチ）です。

豊稔池ダムは昭和4年竣工で、国の重要文化財にも指定されており、下流からの石積みの容姿はヨーロッパの古城を彷彿させる様な美しさで感心させられました。

しかし、驚かされたのは、放流施設にサイホン式が採用されていたことです。（詳しく確認していませんがおそらく）

もちろん、最近の湯西川ダムや志津見ダムなどの取水設備に採用されている連続サイホン式とは異なるものですが、伏せ越しを逆さにした様なもので原理的には連続式と同じような構造と見受けられました。

小さな旅では、先人のいろいろな知恵に驚かされて帰途につきました。

JCMA 報告

◆除雪機械展示・実演・競技会報告◆

2014 ふゆトピア・フェア in 釧路

企画部

「第10回2014ふゆトピア・フェア in 釧路」が「自然あふれる冬の魅力を“道東”から発信！」をテーマとし平成26年1月23日（木）、24日（金）の2日間、北海道釧路市において開催されました。「ふゆトピア・フェア in 釧路」において、「シンポジウム」、「研究発表会」、「展示会」、「除雪機械展示・実演・競技会」が行われました。

このうち当協会が主催する「除雪機械展示・実演・競技会」は除雪機械の最先端の技術を紹介し、機械の技術革新、除雪事業の仕組みや重要性を広く一般の方にもご理解いただく目的で開催しました。本除雪機械展示・実演会は、東北、北海道、北陸の3地域が交替で実施しており、昭和36年に青森で初めて開催して以来、今回で65回目となりました。本年は「2014ふゆトピア・フェア in 釧路」の一環として、釧路市での開催となりました。

今回は、民間の7企業及び独土木研究所寒地土木研究所から最新の除雪機械・装置等19台が出展され、除雪機械メーカーによる小型除雪機を使用した除雪作業の実演も行われました。

来場者数は全体で約1,600人と盛況のうちに終了しました。

以下、「除雪機械展示・実演・競技会」の開催結果を報告します。

1. 開催の概要

1) 日時 平成26年1月23日（木）

10:00～16:00

平成26年1月24日（金）

10:00～15:00

※競技会「除雪チャンピオンシップ」は23日（木）

13:00～15:40

2) 会場 北海道釧路市釧路港耐震旅客船岸壁

3) 出展会社・機関

日野自動車(株)

日本除雪機製作所(株)

(株)協和機械製作所

範多機械(株)

名古屋電機工業(株)

新潟トランス(株)

UDトラック(株)

(独)土木研究所寒地土木研究所

4) 来場者数

平成26年1月23日（木）展示・実演会 780名
競技会 280名

平成26年1月24日（金）展示・実演会 540名
計 1,600名

2. 開会式

オープニングセレモニーは、当協会北海道支部の熊谷支部長による開会宣言に続き当協会の社会長による開会挨拶、国土交通省総合政策局公共事業企画調整課岩見施工安全企画室長、国土交通省北海道開発局事業振興部小松機械課長、釧路市檜森都市整備部長、出展者代表として日本除雪機製作所(株)中西社長によるテープカットが行われ開会となりました。



写真—1 来賓者によるテープカット

3. 展示機械

今回、出展会社が展示した機械は、表—1のとおりです。大小のロータリー除雪車、除雪トラック、凍結抑制（防止）散布車、手押し散布機等で、第4次排出ガス規制対応車の新型モデルも出展されました。

4. 各社ブースにおける展示機械等

出展各社のブースにおける展示機械等です（写真—2～12）。

表－1 展示機械一覧表

NO	出展企業	出展機械名	規格性能等	台数	実演
1	日野自動車(株)	凍結防止剤散布用シャシ	GX7JGAA GAX	1	
2	(株)日本除雪機製作所	ロータリー除雪車	HTR407	1	
		小型除雪車	KBR105	1	○
		凍結防止剤散布車	NWS25SS5	1	
3	(株)協和機械製作所	スノーパ除雪車（自走式）	SCB-250FA	1	
4	範多機械(株)	凍結抑制剤散布車	MS-20MGH (T)	1	
		汚泥吸引装置	VL-26	1	
		手押し式散布装置	MS-01D	2	
5	名古屋電機工業(株)	散光式警光灯	XB52-A2B000 他	5	
6	新潟トランス(株)	ロータリー除雪車	NR83	1	
		ロータリー除雪車	NR143	1	
7	UD トラック(株)	除雪専用車	CZ (ATM)	1	
8	(独)土木研究所 寒地土木研究所	氷板・圧雪路面処理装置		1	
		連続路面すべり抵抗値測定装置		1	



写真－2 凍結防止散布用シャシ（日野自動車）



写真－5 スノーパ除雪車（協和機械製作所）



写真－3 小型除雪車 KBR105（日本除雪機製作所）



写真－6 汚泥吸引装置 VL-26（範多機械）



写真－4 ロータリー除雪車 HTR407（日本除雪機製作所）



写真－7 凍結抑制剤散布車 MS-20MGH (T)（範多機械）



写真—8 散光式警光灯（名古屋電機工業）



写真—12 連続路面すべり抵抗値測定装置（寒地土木研究所）



写真—9 ロータリ除雪車 NR143（新潟トランス）



写真—10 除雪専用車 CZ（ATM）（UDトラックス）



写真—11 氷板・圧雪路面処理装置（寒地土木研究所）

また、当協会では会場内のふゆトピア展示会にて幹線道路を除雪する人たちの苦労を分かりやすい漫画で描いた「除雪者によろしく」を作成し、ふゆトピア展示会場の入口に展示しました。また、本パネル内にあるバーコードをスマートフォンなどにより読み込むことで除雪機械の変遷をまとめた動画にアクセスできるように設定しました（写真—14）。



写真—13 展示会場（釧路市観光国際交流センター）



写真—14 ふゆトピア展示会場における日本建設機械施工協会のパネル展示



写真15 ふゆトピア展示会出展企業ブース内状況



写真17 除雪機械実演・競技会全景

5. 展示会場風景

展示会場は、雪こそなかったものの気温は $-19^{\circ}\text{C} \sim 0^{\circ}\text{C}$ といった冷たい風の中、多くの方にご来場いただき、普段、近くでじっくり見ることのできない各種の除雪機械を見たり、各社の展示ブースの建物の中で除雪機械の詳細な説明を受けていました。

また、国土交通省の足立技監をはじめ幹部の方々、釧路市の方々にご見学をいただきました（写真16）。



写真16 展示会場風景

ふゆトピア1日目は除雪機械競技会（第2回除雪車チャンピオンシップ）が開催され熟練オペレータ達の匠の技を披露いただきました（写真17～19）。

加えて、今回は会場に近くしろカトリック幼稚園から約100名の可愛い園児達が見学にきました。出展各社の説明者にいろいろ説明したり、大型の除雪車の運転席に乗せてもらって歓声をあげていました。この中から将来のオペレータ候補が出てくることを期待したいと思います。また、他にはJICA(独)国際協力機構の研修「中央アジア地域道路維持管理コース」の一環として約10名の研修員による見学もありました（写真20、21）。



写真18 除雪機械実演・競技会風景



写真19 除雪機械競技会（第2回除雪車チャンピオンシップ）の表彰式



写真20 除雪車に乗り込む園児達



写真—21 除雪車を囲んで記念写真



写真—22 除雪車による実演（日本除雪機製作所）

また、2日間にわたり、ロータリー除雪車による実演会も開催され、多くの方にご覧いただきました（写真—22）。

6. 報道関係

今回は、除雪車の重要性やそれを操作するオペレーターの方々の苦労を一般の皆様知ってもらうことを目的として人気漫画素材によりPRポスター「除雪者によろしく」を作成し当日の展示会ブースにて紹介しました。本ポスターは各新聞社でも事前に報道され北海道新聞をはじめ北海道通信新聞、北海道建設新聞、建設通信新聞、日本建設機新聞、建設行政新聞などの建設業界紙などで広く掲載されました。

こうしたマスメディアの報道を通じて除雪事業や除雪機械の役割が一般の市民まで浸透することを願う次第です。

7. おわりに

雪から市民生活を守る克雪の主役を担う除雪機械の重要性は、近年の集中的な降雪状況からも益々高まっているといえます。一方、除雪機械に対しても排ガス規制対応など厳しい性能改善が求められ、特に除雪メーカー各社においては、それに対応すべく尽力している最中です。今後より早い除雪作業を行うことで、さらに快適な市民生活が営めるよう除雪に関して産・官・学一体となった技術革新や制度の見直し等に向けて実現されることを痛切に望んでいます。

最後になりますが、今回釧路での開催にあたり、多大な尽力を賜りました国土交通省、北海道開発局、北海道、釧路市、出展各社をはじめ多数の関係者の皆様に厚く御礼を申し上げます。

J C M A

JCMA 報告

平成 25 年度
「建設施工と建設機械シンポジウム」開催報告 (その 3)
優秀論文賞・論文賞 受賞論文紹介

優秀論文賞 (3)

分級と改良を用いたゴミ混じり津波堆積土砂の再資源化に関する試験施工

東北大学大学院環境科学研究科 高橋 弘
東亜建設工業(株) 泉 信也
(株)森環境技術研究所 柴田 聡

1. はじめに

2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震では、日本における観測史上最大のマグニチュード 9.0 を記録した。この地震により場所によっては波高 10 m 以上の大津波が発生し、沿岸部に未曾有の被害をもたらした。大震災により発生した津波堆積物は約 1,300 ～ 2,800 万トンにもなると報告されている¹⁾。現在、可燃物は焼却処分し、金属類などは分別してリサイクルに回すなどの処理が精力的に行われており、2013 年 5 月末時点で約 7 割の処理が完了し、目標としていた 2013 年度末までの処理完了が実現されつつある²⁾。

一方、比較的ガレキ・ゴミの少ない津波堆積物は防潮堤建設への使用が決まるなど、徐々に処分が進みつつあるが、大量のガレキ・ゴミが混ざった津波堆積物は直接利用が困難であり、処理が遅れているのが現状である²⁾。このゴミ混じりの津波堆積物から比較的容易にゴミを除去でき、かつ津波堆積物の土砂分を復興資材などに再利用できれば、被災地の復旧・復興に大きく貢献できると考えられる。

そこで著者らは、(一社)東北地域づくり協会「技術開発支援く東日本大震災復興関係」を受け、東亜建設工業(株)が開発した分級技術(ソイルセパレータマルチ工法)と東北大学と(株)森環境技術研究所が共同で開発した泥土改良技術(ボンテラン工法)を組み合わせ、ゴミ混じり津波堆積物からガレキやゴミを除去し、津波堆積土砂を砂と粘土に分離して、津波堆積土砂の全量を再資源化する実証試験を宮城県大郷町の(株)柿崎

工務所大郷工場で実施した。本報ではその内容について報告する。

2. ゴミ混じり津波堆積物

本実証試験では、宮城県が亘理処理区(名取市)で管理するゴミ混じりの津波堆積物を約 10 m³ ほど提供頂き、宮城県大郷町の(株)柿崎工務所大郷工場で平成 24 年 6 月 11 ～ 13 日の工程で実施し、6 月 12 日に実証試験の一部を公開した。

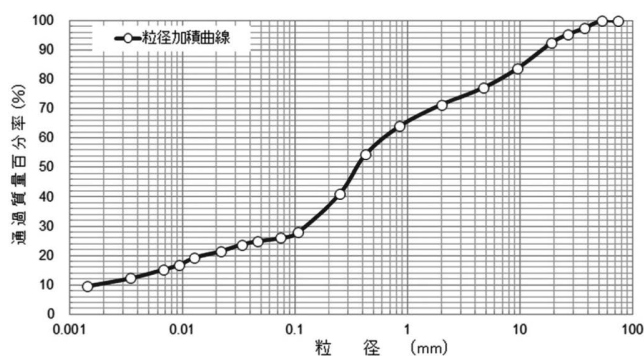
写真—1 に津波堆積物の外観を示す。津波堆積物には、大小の木片、木くず、ビニール片、空き缶、プラスチック、鋼材など様々なガレキが混合されていた。試験に先立ち、ゴミ混じり津波堆積物の性状把握のため分級試験を実施した結果、ガレキ・礫、砂、シルト・粘土、水分の質量割合は表—1 に示す通りとなった。ただし、水分以外は乾燥質量である。また土粒子の粒度分布を図—1 に示す。また確認のため、津波堆積物の放射線量を測定した結果、0.13 μ Sv/h であった。津波堆積物から十分に離れた空間線量は 0.05 μ Sv/h



写真—1 ゴミ混じり津波堆積物

表—1 津波堆積物中の質量割合

ガレキ・礫	砂	シルト・粘土	水分
4%	42%	28%	26%



図—1 土粒子の粒度分布

であり、空間線量と比べるとやや高いものの、放射線量としてはほとんど問題ないレベルであった（写真—1 参照）。

3. 実証実験概要

本試験では、分級技術（ソイルセパレータマルチ工法）を用いてゴミ混じり津波堆積物からゴミを除去し、砂を分級した後、分級工程から排出されるフロック（粘土）に改良技術（ボンテラン工法）を適用して緑化基盤材を生成する一連の工程を確認することを目的としている。

分級装置（日処理量 3～5 m³）の外観を写真—2 に示す。また分級工程の概略を図—2 に示す。分級工程は以下の通りである。

- ① ゴミ混じり津波堆積物をホイールローダですくい取り、水槽に投入する。
- ② ゴミ混じり津波堆積物に加水し、サンドポンプを用いて水槽内で津波堆積物を撈拌する。サイズが大きく軽いゴミや木片などのゴミはこの時点で水面に浮

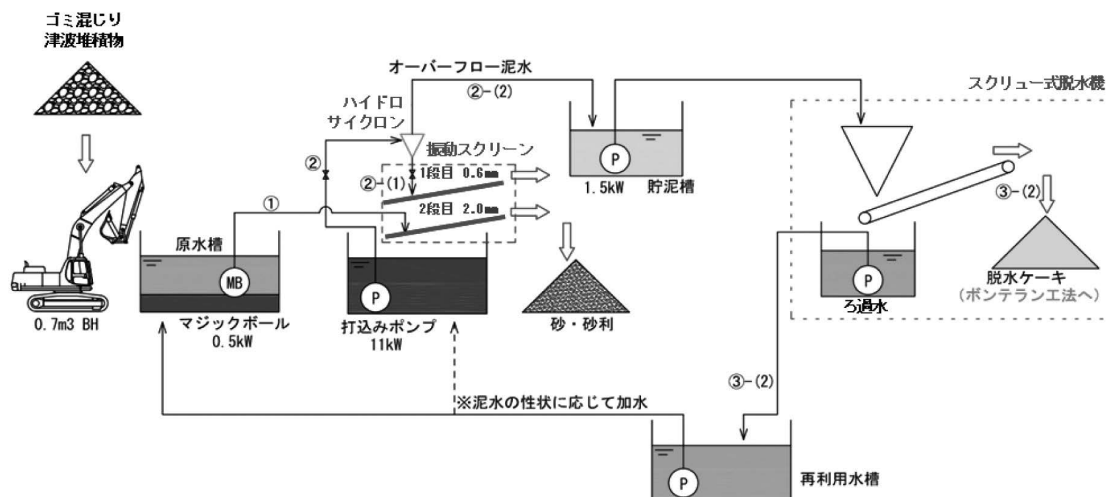


写真—2 実証試験に用いた分級装置

いてくるので、網ですくい取る。

- ③ 浚渫装置（マジックボール）を水槽内に沈め、津波堆積物を浚渫する。浚渫装置の吸い込み口はメッシュ状になっており、サイズが大きく重いゴミは、最終的に水槽内に残るので、これは最終処分する。
- ④ 分級装置に流送された泥水は、初めに2段目のスクリーンに入る。スクリーンのメッシュサイズは2 mm であり、ここで2 mm 以上の礫や小さなゴミが除去され、分級装置から排出される。
- ⑤ 2段目のスクリーンを通過した泥水は、スクリーン下部に設置した水槽に落下する。
- ⑥ 水槽中の泥水は、水中ポンプによりハイドロサイクロンに流送される。
- ⑦ ハイドロサイクロンの上部からはシルト・粘土など粒径の小さな粒子が水とともに泥水として流出し、隣に設置した貯泥槽に一旦貯えられる。下部からは粒径の大きい粒子が排出され、1段目のスクリーン上に落下する。1段目のスクリーンのメッシュサイズは0.6 mm であり、ここで砂が分級され、分級装置から排出される。
- ⑧ 貯泥槽の泥水は濁水処理装置に流送され、凝集剤により、フロックと呼ばれる粘土の凝集物を生成させ水と分離させる。
- ⑨ 生成されたフロックは、スクリー式脱水機によって脱水された後、粘土として排出され、改良工程に搬送される。脱水された水は再度、津波堆積物の加水・撈拌に利用されるので、全体の処理システムから外部に水は排水されない。

以上の工程により、ゴミ混じり津波堆積物は、ゴミ、砂、粘土に分級される。砂はそのまま復興資材として再利用できる。例えば、液状化対策として用いられるサンドドレーン工法の砂材として使用する。一方、粘



図—2 分級工程の概略

土はそのままでは再利用できないので改良が必要である。本試験では、粘土を緑化基盤材として再資源化するため、粘土の改良工程は以下になる。

- ①フロック（粘土）の含水比を計測し、古紙破砕物の添加量を決定する。粘土を緑化基盤材として再資源化するので、古紙の質量：土粒子の乾燥質量比が1：6になるように古紙破砕物の添加量を定める。この比率は著者らの先の研究³⁾で求められた最適混合比率である。
- ②上述の計算で決定された量の古紙破砕物を粘土に添加し、攪拌・混合する。
- ③水溶性ポリマーを所定量だけ添加し、攪拌する。水溶性ポリマーは繊維質物質と土粒子を結合させる接着剤の役割を果たす。水溶性ポリマーの添加量はこれまでの研究³⁾にならい 1.2 kg/m^3 とする。
- ④生成された土砂を天日乾燥した後、解砕し、篩により粒度を整え、製品とする。

4. 実証実験結果および考察

ゴミ混じり波堆積物に加水している様子を写真—3に示す。加水する水の量は任意で構わないが、山積み



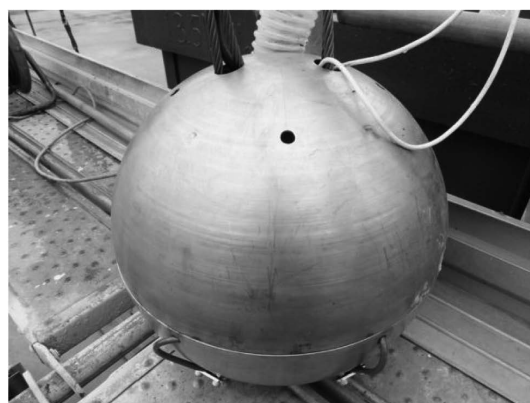
写真—3 津波堆積物に加水している様子



写真—4 水槽内で分離されたゴミ
(右：加水時に浮上したゴミ、左：攪拌過程で浮上した木片)

にされている津波堆積物はかなりの乾燥状態であり、土粒子の団粒化も見られたので、水槽内での攪拌を容易にするため、津波堆積物の量に対して数倍の水量を加水した。水槽内に加水する工程で浮上した比較的大型のゴミを写真—4右に、また攪拌工程で土砂から分離・浮上した木片等の小さなゴミを写真—4左に示す。これらのゴミは前述の通り網ですくい取った。

写真—5に浚渫装置（マジックボール）を示す。実証試験期間中、浚渫自体は特に問題なく、ゴミ混じり津波堆積物中の土砂を円滑に浚渫して分級装置に流送できることが確認された。



写真—5 浚渫装置（マジックボール）

上述したように、浚渫土は初めに分級装置の2段目のスクリーンに送られ、礫や攪拌水槽では浮上しなかった小さなゴミが除去される。写真—6左に2段目スクリーンから排出された礫などを示すが、小さな木片に泥が付着したものが礫と一緒に排出されていた。写真—6右には1段目スクリーンから排出された砂を示すが、2段目スクリーンから排出された礫や泥混じりのゴミの量に比べて、約1/10程度の量にとどまった。本来であれば1段目スクリーンから多量な



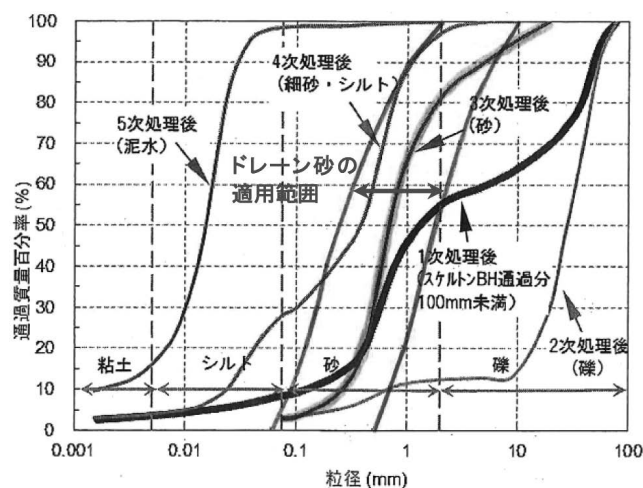
写真—6 分級された礫や砂
(左：2段目スクリーンの礫、右：1段目スクリーンの砂)

洗い砂を排出させたかったが、想定よりも微量にとどまった原因として、今回の実証試験は小型で簡易な攪拌水槽を使用したため水槽内での攪拌が不十分であったことが考えられる。今回の試験で使用したゴミ混じり津波堆積物は、震災後約2年半を経過し、かなりの乾燥状態になっており、土粒子の団粒化・固結化が見られた。つまり砂粒子の周りに粘土・シルトがこびりついた状態で、加水程度では砂粒子の周りにこびりついた粘土・シルトを剥がすことができなかったためであると推察される。その結果、小さな木片の周りに粘土・シルトだけでなく砂分もこびりつき、見かけ上の粒子径が2mmより大きくなってしまったものは2段目のスクリーンで排出されてしまい、ハイドロサイクロンを経て1段目のスクリーンから排出された砂が当初の想定よりもかなり少なくなってしまったと考えられる。

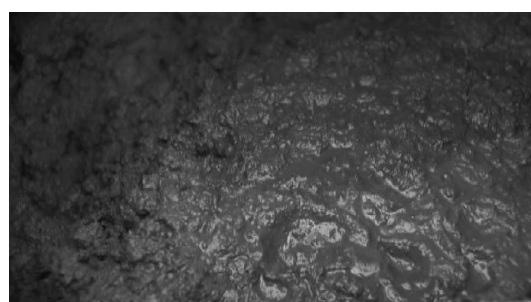
しかし、東亜建設工業(株)が2012年5月に気仙沼市で実施した津波堆積物の分級試験では、機械式の攪拌装置を用いて強力に土砂攪拌を行い、分級装置を用いて津波堆積物から粘土・シルトがほとんど含まれない状態のクリーンな砂の分級に成功しており⁴⁾、また今回の実証試験でもサンドポンプを用いて水槽内での攪拌を十分に行った際には写真—6右のような砂が得られた。つまり水槽内の攪拌を十分に行えば、粘土・シルトが含まれないクリーンな砂の分級は可能であると考えられる。逆に本実証試験を通してゴミ混じり津波堆積物のような団粒化・固結化が見られる土砂を分級してクリーンな砂を取り出すためには、水槽内の攪拌を十分に行う必要があることが確認された。

砂については、上述したように当初の想定よりも微量な回収量にとどまったので、今回の試験で得られた砂を復興工事現場に提供するまでには至らなかった。そこで、水槽内での攪拌が十分に行われ、クリーンな砂が得られたと仮定した場合、どのような粒度分布になるかを東亜建設工業(株)が2012年5月に気仙沼市で実施した津波堆積物の分級試験⁵⁾から推定した。その結果を図—3に示す。図中にはドレーン砂の適用範囲^{6, 7)}も併せ示してあるが、想定される砂の粒度分布はほぼこの範囲内に入っており、簡易な粒度調整によりドレーン材として十分使用可能であると推察された。

写真—7にスクリー式脱水機から排出されたフロックを示す。このフロック内には全くゴミは混入しておらず、いわゆるクリーンな粘土状態であった。すなわち、濁水処理・フロック排出は当初の想定通りの結果が得られた。



図—3 想定される砂の粒度分布

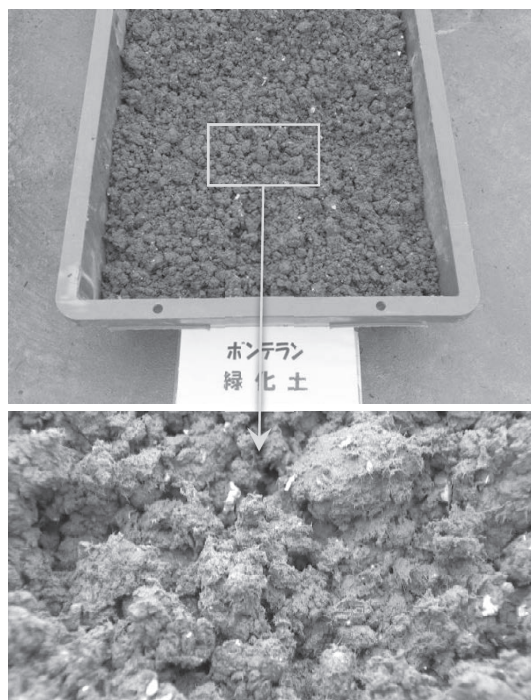


写真—7 スクリー式脱水機から排出されたフロック

上述したように、フロックはこのままでは再利用し難いので、本実証試験ではフロックにボンテラン工法を適用し、緑化基盤材として再資源化することにした。本実証試験で得られたフロックの含水比は200%であったので、古紙の乾燥質量：土粒子の乾燥質量が1：6になるように古紙破砕物の添加量を70 kg/m³と決定した。写真—8にフロックに古紙破砕物を添加・混合している様子を示す。攪拌が終了した後、水溶性ポリマーを添加しさらに攪拌・混合を行った。写真—9に生成された緑化基盤材を示す。写真—9はポリマーの添加・攪拌を終えた直後の写真であり、実際にはこれを天日乾燥し、解砕して粒度を整えて最終的な緑化基盤材に仕上げる。



写真—8 古紙破砕物の添加・混合



写真—9 生成された緑化基盤材

ところで、濁水処理工程では凝集剤により粘土の凝集物を生成しているので、新たに水溶性ポリマーを添加する必要はないとも考えられる。そこで、本試験では水溶性ポリマーを添加したものと添加しないものの両方の緑化基盤材を作成し、保水力、軽量性、透水性、保肥力の4つの土壤物理性能を比較した。これらの土壤物理性能は下記の項目で評価した。

- ・保水力：pF1.5～3.8における有効水分量
- ・軽量性：pF1.5における湿潤比重
- ・透水性：透水係数
- ・保肥力：塩基置換容量（CEC）

土壤物理性能の目標値は、著者らのこれまでの研究³⁾に従い、以下のように設定した。

- ・保水力：100 [Liter/m³] 以上
- ・軽量性：1.0 [-] 以下
- ・透水性：1 × 10⁻³ [cm/s] 以上
- ・保肥力：6 [cmol (+) /kg] 以上

表—2に両者の性能比較を示す。保水力に関しては、ポリマーの添加の有無にかかわらず100 [Liter/m³]の目標値を満足している。保肥力については両者とも目標値を大きく超える極めて高い値を示している。軽量性については、両者とも目標値を満足していないが、目標値に僅かに足りない程度であり、ほぼ満足できる値になっている。大きく異なるのは、透水性であり、ポリマーを添加した緑化材は目標値を満足しているが、無添加の緑化材は目標値を大きく下回っており、透水性が悪く湿害を起こす可能性がある。すなわち、

表—2 緑化基盤材の土壤物理性能比較

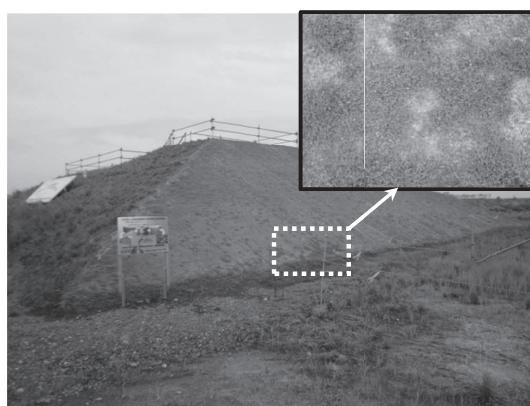
	目標値	ポリマー 添加	ポリマー 無添加
保水力 [Liter/m ³]	100 以上	143	175
軽量性 [-]	1.0 以下	1.17	1.15
透水性 [cm/s]	1 × 10 ⁻³ 以上	2 × 10 ⁻³	2.4 × 10 ⁻⁵
保肥力 [cmol(+)/kg]	6 以上	25.2	30.9

ブロックを緑化基盤材に改良するためには、濁水処理工程で添加される凝集剤だけでは不十分であり、改良工程で水溶性ポリマーを添加する必要があることが確認された。

なお、本実証試験で作成した緑化基盤材は、名取市が被災地の地盤を嵩上げする際のイメージとして造成した盛土の一面を緑化する際の基盤材の一部として全量再利用された。写真—10に緑化工事の様子を示す。また写真—11に緑化工事から約1ヶ月後の植生状況を示す。名取市で発生したゴミ混じり津波堆積物を処理して緑化基盤材を作成し、その基盤材を用いて名取市のイメージ盛土を緑化するという、いわゆる廃棄物の地産地消が実現された。今後、被災地のゴミ混じり津波堆積物を有効利用する際の1つの可能性を示すことができたと考えている。



写真—10 緑化工事の様子



写真—11 緑化工事から1ヶ月後の植生の様子

5. おわりに

分級（ソイルセパレータマルチ工法）と改良（ボンテラン工法）を融合することにより，ゴミ混じり津波堆積物からゴミを除去し，土砂を全量再資源化することが可能であることを今回の実証試験により確認した。分級された砂は復興資材として利用可能であり，改良された粘土は緑化基盤材として利用可能である。本工法では，砂のみならず粘土も緑化基盤材として売却可能であるので，トロンメル分級と比較しても経済的な工法であると考えている。

なお，改良工程でセメント系固化材を添加すれば，破壊強度・破壊ひずみが大きく，乾湿繰り返しに対する耐久性が高く，液状化し難い地盤材料を生成することが可能である⁸⁾。本実証試験の結果を広く発信し，被災地の復旧・復興に貢献して行きたいと考えている。

謝辞

本実証試験は，（一社）東北地域づくり協会 技術開発支援＜東日本大震災復興関係＞を受けて実施したことを付記し，謝意を表する。

J C M A

《参考文献》

- 1) 一般社団法人廃棄物資源循環学会，津波堆積物処理指針（案）（平成23年7月5日）。
- 2) 7月2日付け建設工業新聞（1面），2013。
- 3) 山崎 淳，高橋 弘，金成 英夫，森 雅人：土壌物理特性の観点から見た緑化基盤材の生成に関する実験的研究，J. of MMIJ, Vol.124, No.12, pp.809-817, 2008。
- 4) 東亜建設工業㈱：「津波堆積土砂からのがれき分別と土砂の分級による良質な建設材料の有効利用」総合報告書，pp.3-25～3-31, 2012。
- 5) 居場 博之，御手洗 義夫：ソイルセパレータ・マルチ工法を用いた津波堆積物の有効利用技術，地盤工学会誌，Vol.61, No.7, pp.32-33, 2013。
- 6) パック・ドレーン 専 業 者 協 会：http://www.packdrain.com/machine/
- 7) 稲葉 真一，富谷 昌義，西田 一彦，西形 達明：砕石屑のドレーン材としての適性に関する基礎的研究，土木学会第59回年次学術講演会，pp.967-968, 2004。
- 8) 高橋 弘：軟弱泥土を高機能性地盤材料に再資源化—ボンテラン工法の原理と特徴—，建設の施工企画，No.757, pp.50-55, 2013。

お断り

このJCMA 報告は，優秀論文賞を受賞した原文とは一部異なる表現をしています。

論文賞 (1)

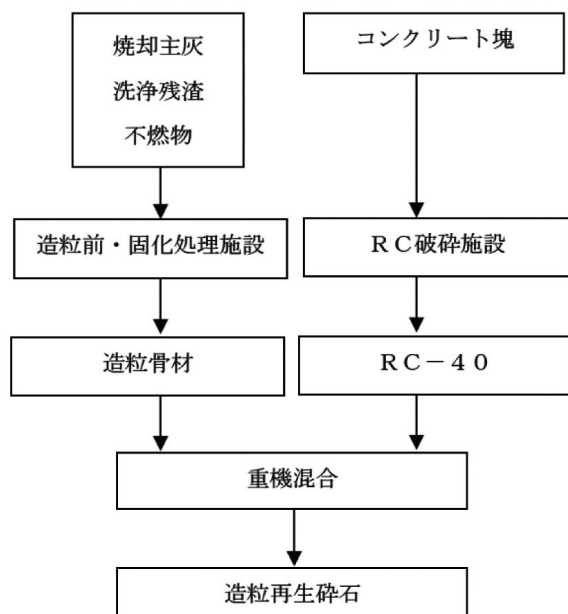
造粒技術による 災害廃棄物の復興資源化

清水建設(株) 大友 信悦
清水建設(株) 須々田嘉彦
恵和興業(株) 勅使河原和則

1. はじめに

宮城県災害廃棄物処理業務（気仙沼ブロック（南三陸処理区））では、災害廃棄物から発生する処理物のリサイクル率向上を図るために造粒処理を行っている。従来は埋め立て処分対象とされていた焼却主灰、洗浄残渣、ガラス・カワラ・陶器片・石等の不燃物を造粒骨材として再資源化し、コンクリート塊を破碎した再生碎石と混合して新たな造粒再生碎石を製造する技術を開発・実用化した。

図—1に造粒再生碎石製造フローを示す。



図—1 造粒再生碎石製造フロー

2. 造粒骨材

南三陸の現場では、可燃物焼却処理によって発生する焼却主灰が40～50トン、津波堆積物等洗浄工程から

回収される残渣が30～40トン、混合物から分別された不燃物が30～40トンのものが毎日発生している。これらを埋め立て処分する最終処分場の受入量にも限界があり大きな問題となっている。

その解決方法として造粒技術を用いた災害廃棄物の再資源化に取り組んだ。造粒技術開発は恵和興業(株)と共同で行った。同社が実用化した建設系廃棄物に対する造粒システムを基本に、災害廃棄物残渣に適応できるよう、特殊ミキサ選定試験や、各種配合による試験練り・検査を行い新しい造粒技術を確立した。災害廃棄物不燃混合物や、津波堆積物等の洗浄残渣、焼却主灰をまとめて造粒するのは今回が初めての取り組みである。

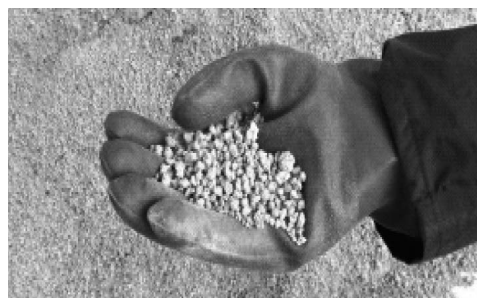
また、焼却主灰については、地域柄漁網の廃棄物が多量にあるため、焼却灰への鉛含有が心配された。対応方法としては、日々の管理によりそれぞれ濃度別に分別保管を行い、造粒に適さない濃度の物は最終処分を行い、それ以外は適宜混合し、ある基準濃度以下になるよう品質管理を行っている。製造された造粒骨材は既往の造粒骨材評価基準をふまえて、各材料を用いた場合の品質特性を評価し、検証試験を行うことで、焼却主灰、洗浄残渣、不燃混合物を原料とした造粒骨材を製造することができた。写真—1に造粒固化処理施設、写真—2に生成された造粒骨材、図—2に造粒システムフロー図を示す。

(1) 造粒前処理

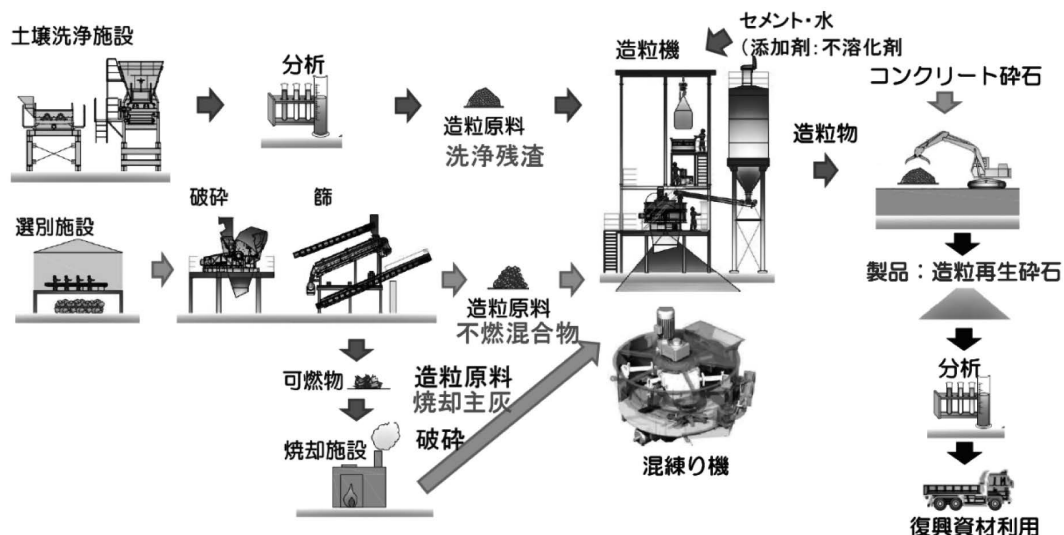
良質な造粒骨材を製造するためには①不純物の除去②適切な配合③ミキシング制御が必要である。



写真—1 造粒固化処理施設



写真—2 造粒骨材



図—2 造粒システムフロー図

原料となる焼却主灰（写真—3）は金属異物を取り除いてから破碎機と選別機にかけられる。混合物から選別された不燃物は、破碎機を数回通過させ6 mm以下の粒子になるまで徹底的に粉碎される（写真—4）。

ライン作業には磁選機、比重差選別機、風力選別機、伸縮式フルイ等各種機械設備を導入し不純物を取り除き高品質な原料が製造される。粉碎されたそれぞれの材料に不溶化剤を加えて強制的に攪拌混合を行い造粒原料ができる（写真—5）。



写真—4 粉碎された不燃混合物



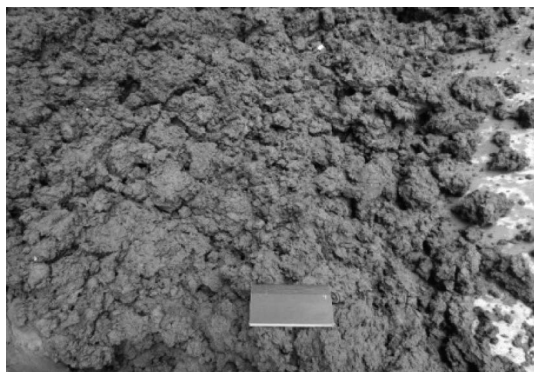
写真—3 焼却主灰

(2) 造粒固化処理

攪拌混合された不燃物と焼却主灰からなる造粒原料は、洗浄残渣（写真—6）とそれぞれ別ラインで造粒固化処理装置に送られる。造粒固化処理装置は計量器と特殊ミキサで構成されている。造粒原料、セメント、水、不溶化剤を適切なタイミングで投入・高速攪拌を行うことで造粒骨材が製造される。



写真—5 造粒前処理施設（選別・破碎）



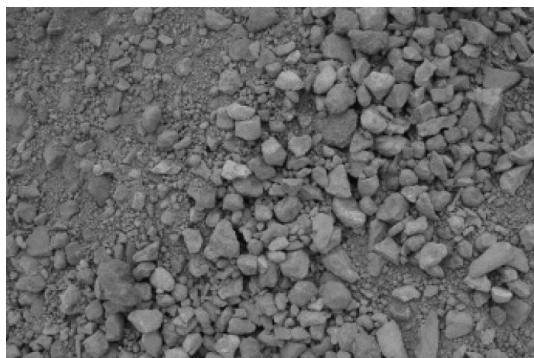
写真—6 洗浄残渣

(3) 造粒骨材品質管理

できあがった造粒骨材は、有害物質溶出量・含有量、放射能濃度、土質試験を行い七日間養生され、品質に問題がないことを確認してから造粒再生砕石製造に使用される。

3. 造粒再生砕石製造

災害廃棄物を用いた造粒再生砕石は、焼却主灰、洗浄残渣、不燃混合物からなる造粒骨材と、40 mm 以下に破碎されたコンクリート塊（主に建築物解体で発生したもの）とを重機を使用して重量比 1 対 1 の割合で混合・粒度調整を行い製造する。できあがった造粒再生砕石を写真—7 に示す。



写真—7 造粒再生砕石

4. 品質管理

造粒再生砕石は、日々の品質管理に基づき各種試験を実施している。造粒再生砕石の品質規格は、宮城県の公共工事資材と、岩手県の復興資材に関する基準をクリアするとともに、環境省土壤汚染対策法に基づく特定有害物質の溶出量検査、含有量検査においても基準を満足している。また、放射性物質の量は 1kg あたり 100 ベクレル以下の安全な製品であることを確認している。なお、造粒再生砕石は宮城県グリーン製品

「RCB-40KS」として認定されている。

(1) 材料試験規格値

「宮城県共通仕様書（土木工事編Ⅰ）」における下層路盤、および、「岩手県復興資材活用マニュアル」における再生砕石（RC-40, RB-40 相当）の品質規格を表—1 に示す。

表—1 再生砕石品質規格

再生クラッシュラン(RC-40, RB-40相当)			岩すり		必要な試験
規格項目		品質基準値	品質基準値		
粒度	ふるい目	通過百分率(%)	路床用	最大寸法 200mm	骨材のふるい分け試験(JIS A 1102)
	53mm	100			
	37.5mm	95~100			
	31.5mm	-	路体用 盛土用 埋戻し用	最大寸法 300mm	
	19mm	50~80			
	13.2mm	-			
	4.75mm	15~40			
2.36mm	5~25				
修正CBR(%)	40%以上	20%以上	修正CBR試験($\rho_{dmax} \times 95\%$ に対して)		
塑性指数IP	6以下	-	土の液性・塑性限界試験(JIS A 1205)		
最大乾燥密度	-	-	突固めによる土の締固め試験(JIS A 1210)		
最適含水比	-	-			
すり減り減量	50%以下	50%以下 (路床用に限る)	ロサンゼルス試験機による粗骨材のすり減り試験(JIA A 1121)		

(2) 有害物質規制値

土壤汚染対策法に基づく有害物質規制値は以下のとおりである。

- ・有害物質溶出量
評価基準：土壤汚染対策法
特定有害物質 26 項目
管理基準：土壤環境基準
分析方法：環境省告示第 18 号
- ・有害物質含有量
評価基準：土壤汚染対策法
第二種特定有害物質 9 項目
管理基準：土壤環境基準
分析方法：環境省告示第 19 号

(3) 放射性物質規制値

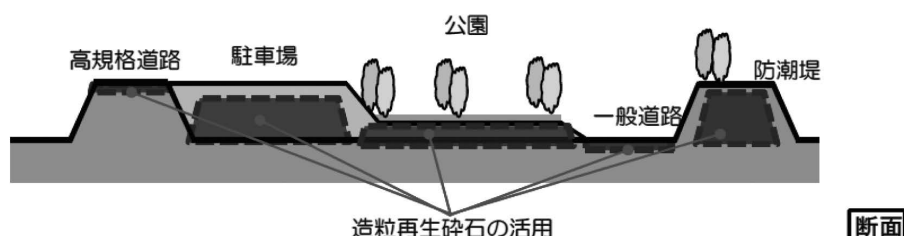
環境省通知に基づく放射性物質規制値は以下のとおりである。放射性物質濃度の評価基準を表—2 に示す。

- ・放射性物質濃度
評価指標：東日本大震災からの復旧のための公共工事における災害廃棄物由来の再生資源活用について
管理基準：放射性セシウム（Cs134+Cs137）
クリアランスレベル
測定方法：ゲルマニウム半導体検出器による測定

表一 2 放射性物質濃度の評価基準

100 Bq/kg (クリアランスレベル) 以下	利用制限なく使用できることとする。
100 Bq/kg超 3,000 Bq/kg 以下	利用者や周辺居住者の被ばく線量が0.01 mSv/年 (10 μ Sv/年) 以下となるよう覆土等により使用環境を整えることとする。
3,000 Bq/kg超 8,000 Bq/kg 以下	管理型最終処分場で処分することとする。
8,000 Bq/kg 超	指定廃棄物として国が処理・処分することとする。

(環境省告知 環廃対発 120525001 号)



図一 3 復興街づくり事業における造粒再生碎石の活用案

5. 期待される造粒再生碎石の活用事例

被災地では今後道路や街づくり等の復興計画が早急にすすめられていく。現在の復興需要による建設資材不足が懸念されるなか、今回、南三陸災害廃棄物処理業務の現場では、総量 14 万トにもおよぶ造粒再生碎石を製造できる見込みである。災害廃棄物から再資源化された造粒再生碎石を含む再生資材は、これらの復興事業の資材として広く活用されていく見込みである。今後期待される活用事例としては、復興街づくり事業における道路路盤材や嵩上げ用盛土材（図一 3）がある。

今回製造された造粒再生碎石は南三陸町指定の復興資材仮置き場へ運搬・収集している。これらの一部は南三陸町内「伊里前福幸（ふっこう）商店街」にある駐車場の路盤材に使われ始めた。今後、道路や公園、防潮堤での地盤強度を有する埋め戻し材料としての使い方を町に提案していく。

6. おわりに

平成 23 年 3 月に発生した東日本大震災から 2 年が経過し、被災地における災害廃棄物の処理・再資源化は最盛期を迎えている。被災した地域の復旧・復興は建設業界が総力を挙げて取り組むべき課題である。今後も災害廃棄物の処理・再資源化の早期完了に向けて取り組むとともに、様々な課題に対して積極的に解決に向けた取り組みをしていくことで、被災地の早期の復旧・復興に貢献していきたい。

謝辞

造粒再生碎石が一定の品質基準を満足することで復興資材として活用方法が大きくひろがった。適宜ご指導をいただいた東北大学高橋弘教授に厚く御礼を申し上げます。

JCMA

お断り

この JCMA 報告は、論文賞を受賞した原文とは一部異なる表現をしてあります。

JCMA 報告

平成 25 年度 建設機械施工技術検定試験 結果報告

試験部

1. はじめに

建設機械施工技術検定試験は、建設工事の機械施工に従事する技術者の技術の向上を図ることを目的として行われ、建設業法第 27 条に定める技術検定制度に基づいて、国土交通大臣指定試験機関として当協会が実施している。

この試験は、建設機械運転技術者の操作技能のみを対象とするものではなく、建設工事の機械化施工に必要な土木技術、建設機械の管理技術、さらに、こうした技術の熟練度と応用力を兼ね備えた施工技術者を対象としている。さらに 1 級（工事現場における建設機械運転技術者の指導監督的な職務に従事する者を対象）及び 2 級（主として熟練度の高い技術者を対象）に分けて試験が行われる。

原則、学科試験の合格者について実地試験を行い、それに合格すると、所定の手続きにより国土交通大臣から建設機械施工技術検定合格証明書が交付され、「1 級又は 2 級建設機械施工技士」と称することが認められるとともに、建設業の許可に必要な有資格者となり、なおかつ、施工現場における監理技術者（1 級に限る）又は主任技術者（1 級・2 級）としての資格が与えられる。

2. 試験実施状況

平成 25 年度については、6 月 16 日（日）に学科試験（全国 10 地区 10 会場）、8 月 22 日（木）から 9 月 10 日（日）の間に実地試験（全国 10 地区 13 会場）を行い、12 月 6 日（金）に実地試験の合格発表を行った。

全国での学科試験及び実地試験の 1 級と 2 級の受検

表—1 学科試験及び実地試験の合格状況

試験区分		級別	1 級	2 級
学科試験	受検者（人）		3,203	7,325
	合格者（人）		1,150	4,241
	合格率（％）		35.9	57.9
実地試験	受検者※（人）		1,277	4,503
	合格者（人）		1,111	3,945
	合格率（％）		87.0	87.6

注）※印の受検者には、学科試験免除者のうち、実地試験の受検申請をした者の人数を含みます。

「2 級」の人数は、2 種別受検した者を 2 人と計算した場合のべ人数です。

者と合格者等は、表—1 のとおりであり、最終合格率は 1 級が 33％、2 級が 52％である。

(1) 学科試験結果

1 級の学科試験は、土木工学、建設機械原動機、石油燃料、潤滑剤、建設機械、建設機械施工法、法規について一般的な知識を問う択一式と記述式による試験を行う。

2 級の学科試験は、各種別の建設機械について、それぞれ土木工学、建設機械原動機、石油燃料、潤滑剤、建設機械、建設機械施工法、法規についての概略の知識及び一般的な知識を問う択一式による試験を行う。試験種別は下記のように、第 1 種から第 6 種に細分している。

- ・第 1 種；トラクタ系建設機械・施工法
- ・第 2 種；ショベル系建設機械・施工法
- ・第 3 種；モータグレーダ・施工法
- ・第 4 種；締め固め建設機械・施工法
- ・第 5 種；ほ装用建設機械・施工法

表—2 2 級の種別ごとの 2 級の学科試験結果

区分	受検者数（人）	合格者数（人）	合格率（％）
第 1 種	789	430	54.5
第 2 種	5,721	3,487	61.0
第 3 種	144	74	51.4
第 4 種	498	164	32.9
第 5 種	92	32	34.8
第 6 種	81	54	66.7
合 計	7,325	4,241	57.9

- ・第 6 種；基礎工事用建設機械・施工法

2 級の学科試験の種別ごとの受検者及び合格者（のべ人数）の内訳は、表—2 のとおりである。

表—3 地区別ごとの実地試験結果

地区名	1 級					2 級				
	受検者 (人) (%)		合格者 (人) (%)		合格率 (%)	受検者 (人) (%)		合格者 (人) (%)		合格率 (%)
北海道	75	5.9	71	6.4	94.7	404	8.9	379	9.6	93.8
東北	127	9.9	113	10.2	89.0	621	13.8	547	13.8	88.1
関東	221	17.4	191	17.2	86.4	785	17.4	654	16.5	83.3
北陸	88	6.9	70	6.3	79.5	360	8.0	312	7.9	86.7
中部	123	9.6	102	9.2	82.9	376	8.4	326	8.3	86.7
関西	210	16.4	189	17.0	90.0	712	15.8	576	14.6	80.9
中国	83	6.5	78	7.0	94.0	241	5.4	228	5.8	94.6
四国	78	6.1	68	6.1	87.2	284	6.3	263	6.7	92.6
九州	203	15.9	172	15.5	84.7	635	14.1	582	14.8	91.7
沖縄	69	5.4	57	5.1	82.6	85	1.9	78	2.0	91.8
合計	1,277	100.0	1,111	100.0	87.0	4,503	100.0	3,945	100.0	87.6

注)「2級」の人数は、2種別受検した者を2人と計算した場合ののべ人数です。

表—4 受検資格(学歴)別ごとの実地試験結果

受検資格区分 (学歴)	1 級				2 級			
	申込者 (人) (%)		実地合格者 (人) (%)		申込者 (人) (%)		実地合格者 (人) (%)	
大学	217	16.9	163	14.7	355	8.4	266	7.2
短大, 高等専門学校	70	5.4	59	5.3	115	2.7	92	2.5
高等学校	696	54.0	610	54.9	2,262	53.7	2,010	54.8
上記以外	306	23.7	279	25.1	1,483	35.2	1,301	35.5
合計	1,289	100.0	1,111	100.0	4,215	100.0	3,669	100.0

注) ① 1級・2級の申込者の人数は、学科試験受検申請者に学科試験免除者のうち実地試験の受検申請をした者を加えた人数です。

②この表は、人単位に計算した人数です。

表—5 2級の種別ごとの実地試験結果

区分	受検者数(人)	合格者数(人)	合格率(%)
第1種	492	357	72.6
第2種	3,673	3,287	89.5
第3種	75	60	80.0
第4種	174	156	89.7
第5種	35	32	91.4
第6種	54	53	98.1
合 計	4,503	3,945	87.6

(2) 実地試験結果

1級の実地試験は、記述式試験(「建設機械組合せ施工法」と実技試験を行う。

記述式試験は、学科試験と同日の6月16日(日)に実施し、実技試験は、上記の2級の第1種から第6種の建設機械操作施工法より2科目を選択し、所定のコース内での操作施工による試験を行う。

2級の実地試験は、上記の6種別の内から受検種別ごとに、所定のコース内での操作施工による試験を行

う。

地区別と受検資格(学歴)別ごとの1級・2級の実地試験の結果を表—3, 4に示す。

また、2級の実地試験の種別ごとの受検者及び合格者数(のべ人数)の内訳は、表—5のとおりである。

3. おわりに

平成26年度の建設機械施工技術検定試験の実施予定は、平成25年12月25日に官報に掲載され、当協会のホームページにも掲載している。受検申込み用紙など(「受験の手引」一式)を当協会等で平成26年2月3日(月)から販売し、3月7日(金)から4月4日(金)まで受検申込みを受付け(郵送のみ)、6月15日(日)に学科試験(全国10地区10会場)、8月下旬から9月中旬に実地試験(全国10地区14会場)を行う予定である。

JCMA 報告

平成 25 年度 一般社団法人日本建設機械施工協会 研究開発助成 助成対象研究開発 決定のお知らせ

平成 25 年度研究開発助成担当
技師長 鈴木 勝

I. はじめに

この度平成 25 年度の研究開発助成対象研究開発を決定しましたのでお知らせいたします。

この「研究開発助成」は、建設機械及び建設施工に関する技術等の向上と普及を図り、もって国土の利用、開発及び保全並びに経済及び産業の発展に寄与することを目的として優れた研究開発・調査研究に対して助成する制度で、本年度は第 7 回目となります。

過日研究開発助成審査委員会（委員長 岸野佑次 東北大学名誉教授）において厳正な審査を行い、今般応募 9 件の中から『環境に優しく豪雨と地震に強い新しい補強土壁工法の研究開発（神戸大学大学院工学研究科：教授 澁谷 啓氏）』の 1 件に対し助成することに当協会会長が決定しました。

なお、研究期間は平成 26 年 2 月以降から平成 27 年 3 月末で、研究開発成果は平成 27 年 11 月開催予定の「建設施工と建設機械シンポジウム」乃至は機関誌「建設機械施工」で発表される予定です。

II. 助成研究開発の概要

今回助成を決定した研究開発の概要は以下のとおりです。

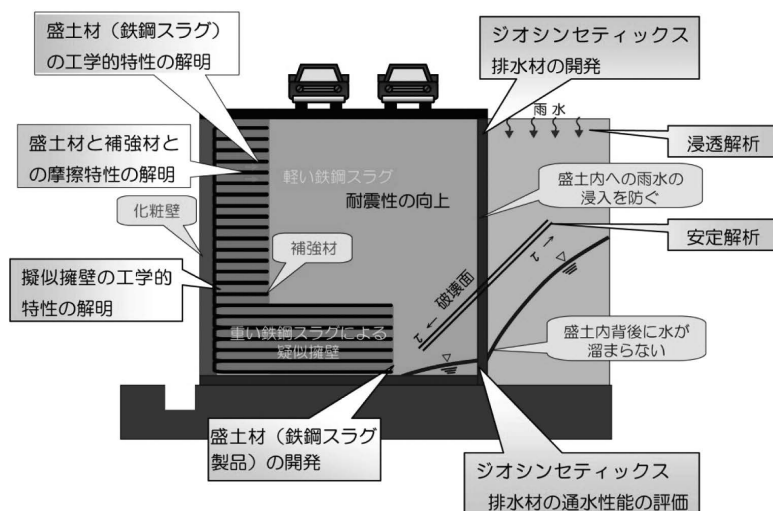
1. 環境に優しく豪雨と地震に強い新しい補強土壁工法の研究開発

神戸大学大学院工学研究科 教授 澁谷 啓氏
本研究では、豪雨・地震に強く、低コストで環境面でも安全な“鉄鋼スラグ補強土壁工法”の研究開発を目指すものである。

具体的には、リサイクル材料である鉄鋼スラグの利用促進を兼ねて、L 型スラグ擁壁・軽量スラグ盛土・L 型ジオシンセティクス排水材を補完的に組み合わせることにより、地震・豪雨に強く、低コストで環境負荷軽減に寄与する新しい補強土壁工を研究開発するのである（図—1）。

また、鉄鋼スラグ擁壁・盛土の力学・環境安全性に関する実証的研究を実施し、施工法及び締固め管理法についても研究開発する。

採択理由：国としても地滑り対策の研究に取り組んでいるところであり、時宜を得た研究であることが評価された。



図—1 鉄鋼スラグを用いた補強土壁の概要

部 会 報 告

・ ISO/TC 127/SC 2/WG 9 (土工機械—安全 ISO 20474 改正) 2013 年 6 月ストックホルム国際作業グループ会議 ・ ISO/TC 127/SC 1/WG 5 (視界性 ISO 5006 改正) 2013 年 11 月パリ国際作業グループ会議

標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会国際専門家 (Expert)

原 茂宏 (コマツ 開発本部 業務部)

国際標準化機構 ISO の土工機械の ISO 国際標準化を検討する TC 127 (土工機械専門委員会) 傘下の国際作業グループ会議に、協会標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会から国際専門家 (Expert) として出席した原 茂宏氏の各報告を紹介する。

1. ISO/TC 127/SC 2/WG 9 (土工機械—安全 ISO 20474 ≈ JIS A 8340 改正) 国際作業グループ会議出席報告

1.1 開催日：平成 25 年 6 月 11 日, 12 日

1.2 開催地：スウェーデン王国ストックホルム市 SIS スウェーデン規格協会

1.3 出席者 (敬称略)：下記の 13 名 (WEB 会議での参加者なし)

スウェーデン 4：Stefan A Nilsson (Volvo), Herman Leufstadius (SIS) (12 日だけ参加), Erik Elster (Atlas Copco Rock Drills), Sven-Erik Samuelsson (Dynapac), 英国 1：Roger Baker (この時点では JCB 所属), ドイツ 2：Reinhold Hartdegen (BGBau ドイツ国法的損害保険の建設業職業保険組合 Die Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft), Rene Kampmier (VDMA ドイツ機械工業連盟 Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau), 米国 4：Steve Neva (斗山/Bobcat), Rick Weires (John Deere), Charles M Crowell, Daniel G Roley (Caterpillar), フランス 1：Jean-Jacques Janosch (Caterpillar France), 日本 1：原 (コマツ)

・ SC 2/WG 9 コンビナー兼プロジェクトリーダー (以下 PL)：上記の Stefan A Nilsson 氏

・ WG 幹事：上記の Herman Leufstadius 氏

1.4 概要：ISO 20474-2 (≈JIS A 8340-2 土工機械—安全—第 2 部：ブルドーザの要求事項), (≈JIS A 8340-3 同第 3 部：ローダの要求事項), -4 (バックホウローダの要求事項, 日本では例外的な機械なので

JIS 化されていない), -5 (≈JIS A 8340-4 同第 4 部：油圧ショベルの要求事項) の各機種別要求事項に関して、最新の対応欧州整合化規格 EN 474 と比較して、内容の見直しを行った。

大きなポイントとしては、ISO/TS 20474-14 (土工機械—安全—第 14 部：国家及び地域規定に関する情報) にある“各国及び／又は地域別規定を参照 (For mandatory national and/or regional provisions, see ISO/TS 20474-14.)”を削除し、具体的要求事項を記載した。

1.5 関連論議

1.5.1 ISO 20474 適用に関する情報：Daniel G Roley 氏 (ISO/TC 127 国際議長) から ISO 20474 を説明するため、2013 年 7 月にインドを訪問する予定と報告された (国際連合欧州経済委員会 UN/ECE の技術規制協調及び標準化政策に関する作業部会 WP 6 に、日米欧各国工業会から、各国規制への ISO 20474 適用を“共通規制項目 (CRO)”として提案しているのに対応した活動)。

1.5.2 (安全要求のレベルを) レベル 1, 2 と分けることに関して：Daniel G Roley 氏から、この規格を土工機械の安全に関する世界で“ただ一つ”の規格としたい。中国、インド等は技術力が低く、現状の ISO 20474 を守るのは難しい。ただし、TS 20474-14 の項目が増えていくと多くの仕様が必要となってしまう。よって、途上国向けの Level 1 と先進国向けの Level 2 の区分けが必要とのこと。Daniel G Roley さんは区分けを推進したい模様。今回はこの件について議論はしなかった。(ISO 20474 改訂審議内容)

1.6 ISO 20474-2 (≈JIS A 8340-2 第 2 部：ブルドーザの要求事項) 改訂審議内容：

・ 箇条 1 適用範囲：第 14 部に関する文言を削除；以下第 5 部まで同様。

・ 箇条 3 用語及び定義：用語番号 3.1 ブルドーザを削除 (ISO 6165:2012 ≈ JIS A 8308 (土工機械—基本機種—識別及び用語及び定義) でのブルドーザの定義

の引用で十分)。

- ・細分箇条 4.1 一般：“懸架式座席（サスペンションシート）が選択できる場合は、…”との記述は、サスペンションシートに関しては、各会社の判断で採否を決めればよいので、わざわざ書く必要はない。よって削除とされた。
- ・細分箇条 4.2 運転座席：EN 474-2 と同基準とするが、ただし、車輪式ブルドーザについては、必要という意見があがらなかったで、削除（必要性があれば、再提案する必要がある）、50 000 kg 以上の履带式ブルドーザについては、ISO 7096（=JIS A 8304 土工機械—運転員の座席の振動評価試験）に記載がないので、削除として次の記述とすることとなった。
ISO 20474-1: 20XX, 4.4.1.4 に次の項目を追加して適用する。
 - －運転質量 50 000 kg 未満の履带式ブルドーザには、ISO 7096:2000（=JIS A 8304）の入力スペクトルクラス EM6（に適合する座席の使用）を適用する（従来箇条 2 の引用規格リストからもれている ISO 7096 を追加）。
- ・細分箇条 4.3 後部窓：EN 474-2 と同基準とするとして次の記述とすることとなった。
ISO 20474-1: 後部窓に 20XX 4.3.2.7 及び 4.3.2.9 に次の項目を追加して適用する。
 - －デフロスターを装備できる様にしておくこと。
 - －後部窓には電動のウインドワイパ及びウォッシャを備えなければならない。

1.7 ISO 20474-3（≈ JIS A 8340-3 第 3 部：ローダの要求事項）改訂審議内容：

- ・箇条 1 適用範囲：第 14 部に関する文言を削除（箇条 3 用語及び定義）
- ・用語番号 3.1 ローダ：定義は ISO 7131（=JIS A 8421-1 土工機械—ローダ—第 1 部：用語及び仕様項目）の引用から ISO 6165（土工機械—基本機種—識別及び用語及び定義 ≈ JIS A 8308）に変更。
- ・用語番号 3.2 ミニローダ：ISO 6165 の 4.2.3 と同定義とし、“”内の事項を追加。運転質量 4 500 kg 以下の“車輪式”ローダ及び“6 000 kg 以下の履带式ローダ”…
- ・用語番号 3.5 油圧持上げ力：（フォーク仕様の場合、フォークを水平に保った状態）に“例えば”を追記。
- ・用語番号 3.6 伸縮式ローダ：用語の定義の追加を決定、内容については後日打合せ。
- ・細分箇条 4.3 運転座席：EN 474-2 と同基準とするとして次の記述とすることとなった。
ISO 20474-1: 20XX, 4.4.1.4 に次の ISO 7096:2000

（=JIS A 8304 土工機械—運転員の座席の振動評価試験）の次の入力スペクトルクラスへの要求事項に適合しなければならないことを追加適用する。

- －運転質量 4 500 kg を超えるホイールローダには EM3。
- －履带式ローダには、EM6。
- －運転質量 4 500 kg 以下のミニホイールローダには EM8。

ただし、スキッドステアローダは削除とし、スキッドステアローダは小形で多くはサスペンションシートを備えていないので、下記のように“備えている場合は”との文言を追加した。

ISO 20474-1: 20XX, 4.4.1.4 の適用は次の事項を例外とする。

- －スキッドステアローダにはサスペンションシートを要求しない。サスペンションシートを備えている場合は、ISO 7096 の EM9 を適用する。

- ・細分箇条 4.5.2 落下物保護構造（FOPS）：ISO 20474-1 を基準とする。

ISO 20474-1: 20XX, 4.3.4 を適用しなければならない。

- ・細分箇条 4.5.6 スキッドステアローダの拘束装置：EN 474-3 と同基準とするとして次の記述とすることとなった。

- －ISO 20474-1: 20XX の 4.4.1.5 によるほか、安全バー（4.5.4 に示す（運転席前に設けられ、その開閉が操縦装置とインターロックされているもの））が ISO 6683:1999（= JIS A 8911）の試験基準を満たすならば、スキッドステアローダの拘束装置とみなすことができる。（付記：内容は従来どおり）

- ・（細分箇条 4.6 安定性の）細分箇条 4.6.1 一般：EN 474-3 と同基準とする。

（安定性は）ISO 20474-1: 20XX, 4.11 のほか、次の 4.6.2 から 4.6.7 を適用する。

この後で定義する全ての定格容量は、機械が水平かつ堅固な地盤上における試験及び／又は計算結果に基づくものである。（付記：内容は従来どおり）

定格積載質量及び作業装置の大きさ又は容量の決定には、作業装置、及び装着している場合はクイック着脱装置の質量とともに、負荷の質量及び重心の位置を考慮しなければならない。（付記：内容は従来どおり）
ローダは、ISO 8643:1997（=JIS A 8321）に規定するブーム降下制御装置を必要としない。（付記：新規内容）
ホースは、作動圧の 4 倍（の負荷）に耐えなければならない。（付記：新規内容）

十分な安定性を得るため、意図した運用における定格荷重は 4.6.2 ～ 4.6.7 の規定によって決定しなければ

ばならない。

- ・ **細分箇条 4.6.2 バケット仕様**：EN 474-3 と同基準とする。(付記：内容はほぼ従来どおり)

定格積載質量は ISO 14397-1:2007 (≈ JIS A 8421-5) による。

バケット容量は、ISO 7546:1983 (= JIS A 8421-3) による。

注記 バケット容量及び対象物の密度は、バケットの用途によって考慮しなければならない。

- ・ **細分箇条 4.6.3 フォーク仕様**：EN 474-3 と同基準とする。(付記：内容は従来どおり)

- ・ **細分箇条 4.6.3.1 一般**：定格積載質量は、フォーク仕様に基づいて 4.6.3.2 ~ 4.6.3.4 によって決める。

- ・ **細分箇条 4.6.3.2 定格質量**：転倒負荷質量は、フォークを水平位置にした状態で、ISO 14397-1:2007 (≈ JIS A 8421-5) (4.1 を除く) に基づき決める。定格質量の転倒負荷質量に対する百分率は、表 1 に示す値を超えてはならない。

スキッドステア式ホイールローダの定格質量の転倒負荷質量に対する割合は 50% を超えてはならず、履带式ローダ及び履带式スキッドステアローダでは 35% を超えてはならない。

- ・ **細分箇条 4.6.3.3 油圧持上げ力**：油圧持上げ力は、いかなる姿勢の油圧作動状態においても、製造業者が設計時に考慮した全ての位置で、定格質量を操作できなければならない。

注記 油圧持ち上げ力は、フォークを水平とした姿勢で、任意のアーム位置において、作動回路圧力の限界内で、ローダが持ち上げることができる最大質量(kg)で ISO 14397-2:2007 による。

- ・ **細分箇条 4.6.3.4 定格積載質量**：定格積載質量は、4.6.3.2 の定格質量、又は 4.6.3.3 で決めた油圧持上げ力のいずれか小さいほうとする。

- ・ **細分箇条 4.6.3.5 フォーク寸法**：フォークアームの大きさの選定、及び図 2 に示す負荷の重心 (G) までの距離 (D) の決定の際には、表 2 の基準を用いる。パレットフォークアームは、ISO 2330:2002 に規定する要求性能に適合しなければならない。

- ・ **細分箇条 4.6.4 木材ハンドリング仕様**：EN 474-3 と同基準とする。(付記：内容はほぼ従来どおり)

- ・ **細分箇条 4.6.4.1 一般**：定格積載質量は、木材グラップル仕様に基づいて、4.6.4.2 ~ 4.6.4.4 によって決める。

- ・ **細分箇条 4.6.4.2 定格質量**：転倒負荷質量は、木材グラップルを装備した状態で、ISO 14397-1:2007 (5.1 に示す安定係数を除く。) によって定める。定格質量の転倒負荷質量荷重に対する百分率は、表 3 に示

す値を超えてはならない。(付記：表現は若干従来と異なるが、内容はほぼ従来どおり。)

- ・ **細分箇条 4.6.4.3 油圧持上げ力**：油圧持上げ力は、いかなる姿勢の油圧作動状態においても、製造業者が設計時に考慮した全ての位置で定格質量を操作できなければならない。

注記 油圧持上げ力は、アームを任意の位置に持ち上げ、木材グラップルを装備して、ISO 14397-2:2007 に基づく油圧力限界のときの持上げ可能な最大質量とする。(付記：表現は油圧持ち上げ力の定義を注記とする点が従来と異なるが、内容は従来どおり。)

- ・ **細分箇条 4.6.4.4 定格積載質量**：定格積載質量は、4.6.4.2 で求めた定格質量又は 4.6.4.3 で求めた油圧持上げ力のうち、いずれか小さいほうとする。

- ・ **細分箇条 4.6.6 荷扱い仕様**：EN 474-3 と同基準とする。

- ・ **細分箇条 4.6.6.1 一般**：定格積載質量は、つり具及びアタッチメントの仕様に基づいて、4.6.6.2 ~ 4.6.6.4 によって決める。

- ・ **細分箇条 4.6.6.2 定格質量**：転倒負荷質量は、製造業者が指定する位置に荷重をかけた状態で、ISO 14397-1:2007 によって定める。定格質量の転倒荷重(負荷質量)に対する百分率は、ISO 14397-1:2007 の箇条 5 によって決定する。

- ・ **細分箇条 4.6.6.3 油圧持上げ力**：油圧持上げ力は、いかなる姿勢の油圧作動状態においても、製造業者が設計時に考慮した全ての位置で定格質量を操作できなければならない。

注記 油圧持ち上げ力は、アームを任意の位置に持ち上げ、フックなどを装備して、ISO 14397-2:2007 に基づく油圧力限界のときの持上げ可能な最大質量とする。

- ・ **細分箇条 4.6.6.4 定格積載質量**：定格積載質量は、4.6.6.2 で求めた定格質量又は 4.6.6.3 で求めた油圧持上げ力のうち、いずれか小さいほうとする。

1.8 ISO 20474-4 (第 4 部：バックホウローダの要求事項) 改訂審議内容：海外では小規模工事、農業関係などで多用されているが、国内では例外的な機械なので省略。

1.9 ISO 20474-5 (第 5 部：油圧ショベルの要求事項 ≈ JIS A 8340-4) 改訂審議内容：

- ・ ISO/TS 20474-14 に日本独自の基準が多数ある(構造規格と思われる)ので、内容を確認し、どういった内容で ISO 20474 へ織り込んでもらうか、提案内容を考える必要がある。

・細分箇条 4.3.1 運転席回りの最小空間：現在，CENにて，バックホウローダと油圧ショベルのキャブの天井高さについて，“前窓を天井に格納できる…では，…前窓をキャブ内に格納した状態で，SIP から上方の高さが 920 mm を下回ってはならない。”（標準的には 1 050 mm を規定）という除外規定の廃止を検討中で，この検討結果を待って，議論することとなった。

・細分箇条 4.3.2.1 運転員保護ガード：EN 474-5 と同基準とする。

運転員保護ガードは，ISO20474-1:20XX, 4.3.4 にかかわらず，次による。

油圧ショベルは，運転員保護ガードを装着できるように設計しなければならない。製造業者は，機械の意図した用途に応じた保護ガードを提示しなければならない。保護ガードは ISO 10262:1998 (≈JIS A 8922) に適合しなければならない。

運転質量 (ISO 6016:2008≈JIS A 8320 参照) が 1 500 kg 以下のミニショベルには，ISO 10262:1998 による保護ガードの要求事項は，適用しない。

・細分箇条 4.3.2.2 転倒時保護構造 (ROPS) 及び横転時保護構造 (TOPS)：内容を下記の通り 2 つの項に分ける。内容は変更無し。

細分箇条 4.3.2.2.1 一般：ISO20474-1:20XX, 4.3.3 は，脚式ショベル以外の油圧ショベルには適用しない (4.8.3 参照)。

細分箇条 4.3.2.2.2 ミニショベル横転時保護構造：運転質量 1 000 kg を超えるミニショベルは ISO 12117 (≈JIS A 8921) に適合する横転時保護構造を備えなければならない。

(以上で時間となり終了。)

1.10 次回までの宿題：打合せの場で，日本の宿題として明記された内容ではないが，下記検討が必要と思う。

(1) 日本の解体機械に関する要求事項を ISO20474-1 へ反映させる為，資料を送ったが，今回は -1 について議論しなかったため，次回以降に議論することとなった。

どういった内容で ISO20474-1 へ織り込んでもらうか国内で議論し，提案内容を考える必要があると思う。

(2) ISO 20474-5 (油圧ショベル) において，(各国乃至各地域別の規定に関する情報を含む) ISO/TS 20474-14 に日本独自の基準が多数ある (構造規格と思われる) ので，内容を確認し，どういった内容で ISO 20474 へ織り込んでもらうか，提案内容を考える必要があると思う。

(3) ISO 20474-5 以外についても，日本独自の基準について，提案内容を考える必要があると思う。

1.11 所感：ISO 20474-2 (ブルドーザ)，-3 (ローダ)，-4 (バックホウローダ)，-5 (油圧ショベル) の改訂作業を行った。色々な提案が上がったが，決め手に欠け，結局，EN 474 の基準をそのまま採用するといったことの繰り返しであった。あまりこの WG の存在意義を示せるものとなっていなかった。また，EN 474 と同基準とするにも関わらず，EN 474 がなぜそういった基準になったのか，経緯を知る人がいないこと，又，経緯に関する資料もないことが少し不可解な感じがした。今後は，他社製品や日本の法規，規格 (成り立ちも含め) の知識を深め，議論に参画していきたいと思う。

1.12 次回開催：平成 25 年 11 月 11 日，12 日ドイツ国フランクフルトアムマイン市にて，今回の打ち合わせで決めた考え方を基に，編集委員だけ集まって，ISO 20474-5 から -13 までの編集作業を行う予定。

=====

2. ISO/TC 127/SC 1/WG 5 (土工機械—運転員の視野 ISO 5006 改正) 国際作業グループ会議出席報告

2.1 開催日：平成 25 年 11 月 4 日，5 日

2.2 開催地：フランス国パリ市労働・雇用・職業教育・労使対話省 14C079 会議室 (11 月 4 日)，国立安全研究所 INRS 第 1 会議室 (11 月 5 日)

2.3 出席者 (敬称略)：下記の 21 名

フランス (AFNOR) 5 名：Richard Cleveland (CISMA フランス建設・荷役・製鉄機械工業会)，Jean-Jacques Janosch (Caterpillar France)，Alain Le Brech (INRS フランス国立安全研究所)，Pierre Picart (フランス国労働・雇用・職業教育・労使対話省)，Sonia Wendling (Liebherr France)，米国 (ANSI) 4 名：Steve Neva (斗山 / Bobcat)，Charls Crowel，Dan Rolly (Caterpillar)，Rick Wires (John Deere)，英国 (BSI) 5 名：Dale Camsell (JCB)，Philip Hanson-Abbott，Henry Morgan (Brigade Electronics)，Michael Raynor (HSE 英国安全衛生庁)，David Wibberley (ASL Vision)，ドイツ (DIN) 4 名：Sascha Fixemer (Volvo ドイツ)，Matthias Groer (コマツハノマーク)，Reinhold Hartdegen (BGBau 建設業職業保険組合)，Werner Ruf (Liebherr)，スウェーデン (SIS) 1 名：Stefan Nilsson (Volvo)，イタリア (UNI) 1 名：Giorgio Garofani (CNH/FIAT)，日本 (JISC) 1 名：原 (コマツ)

SC 1/WG 5 コンビナー兼プロジェクトリーダー（以下 PL）：上記の Charles M Crowell 氏

2.4 概要：今回で5回目の会合となり，ようやく具体的な案が出てきた。（下記参照）

“各機械の速度や操舵角，ブレーキ能力により危険範囲が異なるので，そういった方向からの規格を決めていって”という意見もあった，まずは，既存の規格をベースに進めることとした。（各機械の速度や操舵角，ブレーキ能力からのアプローチも Raynor さんが進めるとのこと）

2.5 ISO 5006 (=JIS A 8311) 改定の論点

2.5.1 近接視界について：機体外形から 1 m × 高さ 1.5 m のままとするか，1 m × 1 m へ変更するか，まずは，人に対する危険性の高い中小型機種のみをフォーカスして検討することとした。（Picart さん提案）

- ・宿題：後方の長方形境界（車体外形から 1 m）での高さを何 m とするか，案を出すこと。（次回ミーティングまで，参加者全員）（高さを決めるのに，ISO 3411 (=JIS A 8315) に規定する運転員のさまざまな姿勢での高さを参考にして下さいとのこと。）
- ・備考：直接視界が悪く，カメラなど多様なアイテムが考えられることから，特に“後方を”との事でしたが，全体的に考えた方がよいと考える。

2.5.2 各機種，各扇形視野での懸念項目

(1) 扇形視野 F 部（後方中央）の視界性について

- ・宿題：直径 300 mm，高さ 1.5 m の円柱（人を模したモノ）を用いて，機側 1 m 長方形境界から半径 12 m の視界測定円の間の視界性について，どのように試験，分析するか検討する。（1 月 30 日まで，Hartdegen さん，Wires さん，Neva さん，PL の Crowell さん）

(2) 大形ダンプの扇形視野 C 部（右前方）の視界性について

- ・宿題：大型ダンプの機側 1 m 長方形境界から半径 12 m の視界測定円の間の扇形視野 C 部の視界性について提案する。（1 月 30 日まで，砂村さん，PL の Crowell さん，原）

(3) 大形ダンプの扇形視野 A 部（前方）の視界性について

- ・宿題：大形ダンプの機側 1 m 長方形境界から半径 12 m の円視界測定円の間の扇形視野 A 部で，直径 300 mm，高さ 1.5 m の円柱を使って，視界性について調べる。（次回ミーティングまで，Neva さん，Nilsson さん，PL の Crowell さん，原）
- ・備考：PL の Crowell 氏は，大形機についても，前方の視界性だけは問題が無いだろうと考えてい

る模様。懸念事項があるかどうか詳しい人に聞いてほしいとの事でした。

(4) グレーダの後方の長方形境界（距離 X）について（PL の Crowell 氏提案）

- ・現状の 2 m から 1 m へ変更したい。（機種特有の緩和事項を廃止したい模様。今回新たに提案されたので，コメントがあれば，次回ミーティングまでに用意すべきと考える。）

(5) アーティキュレートダンプの前方の機側 1 m 長方形境界（距離 Y）について（PL の Crowell 氏提案）

- ・現状の“1.5 m か 2.5 m（質量による）”から 1 m へ変更したい。（機種特有の緩和事項を廃止したい模様。今回新たに提案されたので，コメントがあれば，次回ミーティングまでに用意すべきと考える。）

(6) 大形機械の定義について

- ・宿題：細分箇条 10.4 の文言のドラフト作成（1 月 30 日まで，Rolly さん）
- ・備考：現在，Table1 以外を“大形機械”として取り扱っているが，“大形機械”の明確な定義を作成する。

2.5.3 その他

(1) ミラーに対する要求について（PL の Crowell 氏提案）

- ・今までの曲率の要求は廃止する。
代わりに，“1.5 m の高さの人が 7 mm 以上に見える”，“運転員から 4 m 以上離れたミラーなら，28 mm 以上に見えること”を新しい要求としたい。（今回新たに提案されたので，コメントがあれば，次回ミーティングまでに用意すべきと考える。）

(2) 取扱説明書への要求：（細分箇条 10.4.2 などに関連）

“「ユーザーの作業現場でのリスクアセスメントを推奨し，機械の安全操作の為の作業現場組織の要求を決めること」を取扱説明書に記載すること“の文言を ISO 6750 (=JIS A 8334 取扱説明書に関する ISO) へ追加する。（ISO 6750 の改定は Nilsson さんが実施予定）

(3) 改定案文作成：改定案文を作成する。（3 月 1 日まで，PL の Crowell さん）

2.6 所感：少しずつ具体的な内容，及び改定計画がでてきた。今後，適切な情報を提供し，適切な提案をしていける様にしていきたいと思う。

2.7 次回開催

- ・平成 26 年 3 月 24 日 イタリア国ミラノ市
- ・平成 26 年 6 月 18 日，19 日 フランス国パリ又はドイツ国にて

11-110	除染工事の合理化システム	鹿島建設
--------	--------------	------

▶ 概 要

除染工事は福島第一原発事故に伴い突発的に発生した工種です。このため過去の施工技術の蓄積がないまま様々な工法や管理手段が用いられており、合理的な施工法の確立が急がれる状況にあります。たとえば除染工事の特徴として、各種の除染作業前後に放射線量のモニタリングが必要な点があります。これは従来の土木工事には無かったものであり専門的な知識や技術が必要とされるもので、いかに効率よく計画、実施するかが工程管理上の大きな要素となります。

このため除染工事の中でも「線量モニタリング」、また膨大な人員を対象とした「労務及び放射線管理」、そして「工程・出来高管理」の3つの要素に注目、施工の合理化と信頼性確保を目的に本システムを実用化しました。

本システムは、線量モニタリングではウェアラブル GNSS と計測器の無線オンライン化により計器の読み間違いや記録ミスを排除。労務・放射線管理では、指紋認証による入退管理から労務管理システムへのデータ連携により数千人規模の情報を一元管理。そして工程管理においては同時に数十カ所にも及ぶ施工現場、数百の作業班の工程進捗及び作業指示を一括して行うものです。

▶ 特 徴

・線量モニタリング関係

- ①制御用 GNSS 受信機の採用と専用ソフトウェアの開発によるウェアラブル GNSS の実用化（超軽量化）
- ②放射線計測器の無線オンライン化による記録ミスの排除と、データ処理業務の迅速化

・労務及び放射線管理関係

- ①指紋+指静脈認証装置とポケット線量計データ読取装置の連携により、スピーディかつ確実な本人特定を実現
- ②1日の被ばく線量と作業時間を自動的に記録し、システム間でデータ連携することで遅延のない業務管理を実現

・工程・出来高管理関係

- ①クラウド上の地理情報システム（GIS）を用いた除染工事進捗状況の「見える化」の実現
- ②全体状況を容易に把握できるため、待ち時間などの無駄のない、効率的な工程管理と作業班配置の実現



図-1 線量モニタリング状況（デモ）

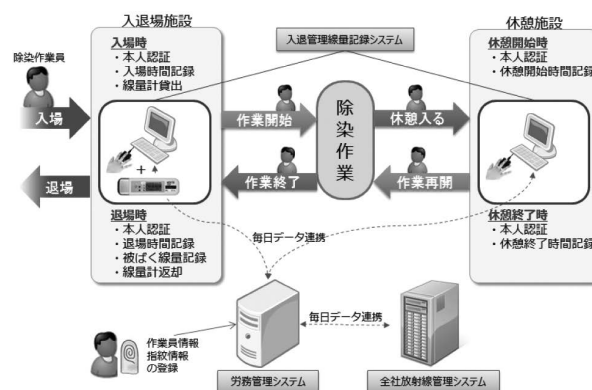


図-2 労務及び放射線管理



図-3 工程・出来高管理

▶ 用 途

・除染工事（なお、各要素技術は他工種へ展開中）

▶ 実 績

・当社施工の除染工事等

▶ 問 合 せ 先

鹿島建設(株) 広報室

〒107-8388 東京都港区元赤坂 1-3-1

TEL : 03-5544-1111

新機種紹介 機関誌編集委員会

▶ 〈01〉ブルドーザおよびスクレーパ

13-〈01〉-05	キャタピラージャパン ブルドーザ Cat D6N	'13.08 発売 モデルチェンジ
------------	--------------------------------	----------------------

Cat D6N ブルドーザ（乾地車／湿地車）を、モデルチェンジした。ディーゼルエンジンには、DOC/DPF の二重構造により、段階的に排出ガスを清浄化する Cat クリーンエミッションモジュールを搭載している。

オートアイドルストップ機能により、一定時間アイドル状態が続くと、自動的にエンジンが停止し、燃料消費量や CO₂ 排出量を低減する。

情報化施工機器への対応仕様（アキュグレード対応仕様：ARO）であり、情報化施工機器（アキュグレード：オプション）の取り付けに必要な配線やブラケット、モジュール類を新車組立時にあらかじめ装備することで、将来、情報化施工を導入する際に、簡単かつ低コストで情報化施工仕様機へのアップグレードが可能である。

ダッシュパネルには、各種メータ類とモニタリングシステムなどを一体化した新型ディスプレイを配置し、各種モード設定・変更が容易に行える。さらにキャブ内に AUX 端子 & CD 付 AM / FM ラジオを標準で装備するほか、オートエアコンディショナを搭載し、オペレータに快適な作業空間を提供する。

また、3 点支持式グラブハンドル & ステップによりキャブ乗降や整備時の安全を確保している。



写真—1 キャタピラージャパン Cat D6N ブルドーザ

問合せ先：キャタピラージャパン 広報室

〒158-8530 東京都世田谷区用賀 4-10-1

▶ 〈02〉掘削機械

13-〈02〉-13	コマツ 中型油圧ショベル PC170LC-10	'13.11 発売 モデルチェンジ
------------	-------------------------------	----------------------

オフロード法（*1）2011 年基準に適合した中型油圧ショベルである。本機は、NO_x（窒素酸化物）と PM（粒子状物質）の排出量を従来機に比べて大幅に低減し、日本（特定特殊自動車排出ガス 2011 年基準）・北米（EPA Tier4 Interim）・欧州（EU Stage 3B）の排出ガス規制に対応したモデルチェンジ車である。新エンジンとメインユニットを最適に制御するトータルピークルコントロール（機体総合制御）を採用することにより生産性と燃費性能の両立を図り、燃料消費量を従来機に比べて 10% 低減（*2）させている。

安全面の特長として、落下防止用ハンドレールの採用によるマシンキャブ上での点検・整備時の落下防止や、ID キー採用による機械の盗難リスクの軽減を図っている。運転席には高精細 7 インチ LCD モニタを新たに採用し、安全かつ正確でスムーズな作業を実現するとともに、エコガイダンス等の表示により省エネ運転のサポートを行っている。

更に、パワーラインの保証延長と無償メンテナンスを取り入れた、新たなサービスプログラム「KOMATSU CARE（コマツ・ケア）」を提供している。コマツ・ケアは新車購入時に自動的に付帯され、トータルライフサイクルコストの低減と長期間の稼働に貢献するものと思われる。

表—1 Cat D6N の主な仕様

		D6N(乾地車)	D6N(湿地車)
運転質量	(t)	16.3	17.8
全長（ブルドーザ装置付）	(m)	5.15	5.855
全幅（ブルドーザ装置付）	(m)	3.275	4.08
全高（キャブ上端まで）	(m)	3.09	3.19
ブレード（幅）	(m)	3.275	4.08
定格出力／回転数（kW(PS)/min ⁻¹ ）		112 (152)	2,200
接地長	(m)	2.61	3.115
接地圧	(kPa)	50	32
価格	(百万円)	25.17	27.5

新機種紹介

- *1. 特定特殊自動車排出ガスのNO_x（窒素酸化物）、PM（粒子状物質）排出量の規制等に関する法律。
- *2. 従来機との比較（コマツテスト基準による）。実作業では作業条件により異なる場合がある。

表—2 PC170LC-10の主な仕様

機械質量	(t)	17.2
エンジン定格出力 ネット	(kW/min ⁻¹)	85.7/2,100
(JIS D0006-1)	(PS/rpm)	(116/2,100)
標準バケット容量（新JIS/旧JIS）	(m ³)	0.65/0.6
標準バケット幅〈サイドカッタ含む〉	(m)	0.966/〈1.066〉
全長	(m)	8.645
全幅	(m)	2.495
全高	(m)	3.11
後端旋回半径	(m)	2.5
価格	(百万円)	25

写真—2 コマツ PC170LC-10 油圧ショベル
（一部オプションが含まれる）

問合せ先：コマツ コーポレートコミュニケーション部
〒107-8414 東京都港区赤坂 2-3-6

▶ 〈03〉 積込機械

13-〈03〉-08	キャタピラージャパン ミニホイールローダ Cat 901C/Cat 902C/Cat 903C	'13.07 発売 モデルチェンジ
------------	---	----------------------

除雪、畜産、道路工事や産廃・リサイクル等で活躍するミニホイールローダ Cat 901C、Cat 902C、Cat 903C は、それぞれ Cat 901B₂、Cat 902B₂、Cat 903B₂ のフルモデルチェンジ機である。

オフロード法 2006 年基準に適合する環境性能と低燃費を両立した新型エンジンを搭載し、従来機比約 10% アップの燃料生産性を実現している。

大きな開口とサイドバーを備えたパフォーマンスシリーズバケットを標準装備している。バケットフィルファクタ（積込係数）を従来機比約 10% アップするなど荷入り性能の向上を実現している。

大きな常用荷重とバランスの適正を図った車体レイアウトにより、高い車両安定性を確保し、独自のリンケージデザインにより、コンパクトな車体にもかかわらずクラストップレベルのダンピングリーチ&クリアランスを実現している。

大型のガラスで四方を囲み、視界性を向上した新型ミニキャブを標準装備し、足下までガラス面を拡張したことにより視界を広げ、快適で安全な作業を実現している。

表—3 Cat 901C/Cat 902C/Cat 903C の主な仕様

		901C	902C	903C
運転質量	(t)	3.155	3.44	3.835
標準バケット容量	(m ³)	0.4	0.5	0.6
全長（バケット付）	(m)	4.035	4.255	4.585
全幅（バケット付）	(m)	1.55	1.65	
全高（キャブ上端まで）	(m)	2.515	2.56	
エンジン名称		Cat C1.8	Cat C2.4	
		ディーゼル エンジン	ディーゼル エンジン	
総行程容積	(ℓ)	1.826	2.434	
定格出力	(kW (PS)／min ⁻¹)	22 (30) ／ 2,200	30 (41) ／ 2,200	
最高走行速度（前進／後進）	(km/h)	14 ／ 14		
価格	(百万円)	5.91	6.95	7.541



※掲載写真は一部標準仕様と異なります。

写真—3 キャタピラージャパン Cat 901C、Cat 902C、Cat 903C ミニホイールローダ

問合せ先：キャタピラージャパン 広報室
〒158-8530 東京都世田谷区用賀 4-10-1

新機種紹介

13-(03)-09	キャタピラー・ジャパン ホイールローダ Cat 907H ₂	'13.07 発売 新機種
------------	---	------------------

除雪、畜産、道路工事や産廃・リサイクル等で活躍するホイールローダ Cat 907H₂ は、オフロード法 2006 年基準に適合するディーゼルエンジンを搭載している。

3 段階の変速が可能なハイドロスタティックトランスミッション（HST）を採用し、作業内容に応じた最適な車両速度を選択できる。

大きな常用荷重とバランスを両立した車体レイアウトにより、高い車両安定性を実現し、作業機操作、走行前後進切替を 1 本のレバーに集約したマルチファンクションジョイスティックや、メータ、モニタリングシステムなどを集約した新型ディスプレイ等により生産性を向上している。

大きな室内容積と広範な作業視界を備えた新型のキャブは、ROPS（転倒時運転者保護構造）／FOPS（落下物保護構造）規格にも対応しており、高い居住性と安全性を確保している。

左右両方から乗り降りできるウォークスルーデザインにより利便性の向上を図っている。スライド開閉式窓を左側ドアに装備することにより換気と外部との会話を容易にしている。

表—4 Cat 907H₂ の主な仕様

運転質量	(t)	6.05
バケット容量	(m ³)	1.0
全長（バケット付）	(m)	5.675
全幅（バケット付）	(m)	2.05
全高（キャブ上端まで）	(m)	2.57
最高走行速度（前進／後進）	(km/h)	34.0/30.0
エンジン名称	Cat C3.3B ディーゼルエンジン	
総行程容積	(ℓ)	3.3
定格出力／回転数	(kW(ps)／rpm)	51 (68)／2,400
価格	(百万円)	9.940



※掲載写真は一部国内仕様と異なります。

写真—4 キャタピラー・ジャパン Cat 907H₂ ホイールローダ

▶ 〈11〉コンクリート機械

13-(11)-03	極東開発工業 コンクリートポンプ車 ピストンクリート PY75B-17	'13.09 発売 新機種
------------	---	------------------

PY75B-17 は最大吐出量 78 m³/h、最大吐出圧力 4.9 MPa、ブーム最大地上高さ 17 m の中型ピストン式コンクリートポンプ車である。搭載するトラックシャシは移動性、設置性に配慮して GVW11 t 車を採用している。

コンクリート圧送装置は、実績のある油圧制御システムを採用することにより信頼と安定性を確保している。また、コンクリートポンプ車と同時作業が可能な高圧水ポンプや特定小電力型デジタルラジコン RK26-10DS を搭載し作業効率の向上を図っている。

ブーム装置にはフロントアウトリガ張出スパンを、従来からの標準張出位置に比べさらに広く張り出しできるワイド位置を選択可能とし車両の安定性を高めており、また輸送配管のベンド部分には磨耗検知穴付き配管を採用することで作業時の安全性向上を図っている。

安全対策として、ホッパ側面に設けた緊急停止ボタン（ホッパ攪拌羽根、ポンプ運転、ブーム作動を停止）、JIS 安全性要求事項適合の攪拌自動安全停止装置（ホッパスクリーンを開くと攪拌羽根の動きを停止）などを装備している。

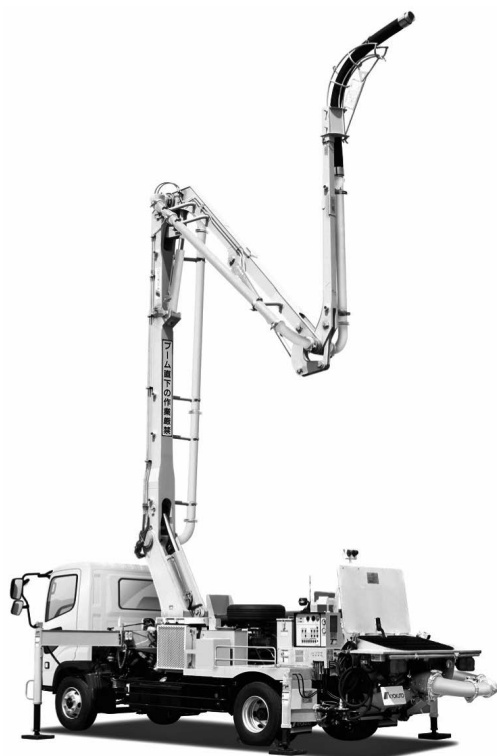
表—5 PY75B-17 の主な仕様

			8B 仕様
最大吐出量	標準／高圧	(m ³ /h)	78 / 55
最大吐出圧力	標準／高圧	(MPa)	3.2 / 4.9
コンクリートシリンダ径		(mm)	205
シリンダストローク		(m)	1.15
水ポンプ 吐出圧力		(MPa)	4.9
ホッパ容積		(m ³)	0.35
ブーム型式			全油圧 3 段 Z 型
ブーム最大長さ		(m)	13.2
ブーム最大地上高		(m)	16.6
ブーム旋回角度		(度)	360 (全旋回)
コンクリート輸送管径		(mm)	125
アウトリガ張出スパン			
フロント		(m)	標準 4.295 / ワイド 4.700
リヤ		(m)	3.050
車両 全長×全幅×全高		(m)	7.50 × 2.24 × 2.94
車両総質量		(t)	9.5
価格		(百万円)	41.7

問合せ先：キャタピラー・ジャパン 広報室

〒158-8530 東京都世田谷区用賀 4-10-1

新機種紹介



写真—5 極東開発工業 PY75B-17 コンクリートポンプ車

問合せ先：極東開発工業(株)三木工場 第三設計課
〒673-0443 兵庫県三木市別所町巴2

▶ 〈14〉維持修繕・災害対策用機械および除雪機械

13-〈14〉-03	アイチコーポレーション ブリッジマスター(橋梁点検作業車) SF77AⅢ	'13.09 発売 新機種
------------	--	------------------

SF77AⅢは橋梁や高架道路、防音壁などの点検・維持補修作業の安全性や、作業効率の向上に貢献する橋梁点検作業車である。

車両総重量を8トン未満に抑えることで、限定中型自動車免許で運転できる。側壁等の最大乗り越え高さは6m、湾曲型遮音壁などの乗り越えに必要な懐広さ(アウトリガ外側と作業床の間隔)は、高さ5mの地点で2.2mの幅を確保しながら、格納時全高2.95mを実現している。また、車両の左右どちら側でも作業可能な首振り角度180°の歩廊タイプのアルミ製3段油圧拡張式作業床を採用することで、左右10m、全長7.62m、合わせて66m²の広大な作業領域を歩きながら打音検査を行うことができ、作業効率の向上に貢献している。

従来機種では作業装置の操作に4本レバーとスイッチ4個を使用していたが、3本レバーとスイッチ2個で操作ができるように改良した。また、操作装置の中に作業装置の動きを図で表示し、それぞれの動きがどの操作に対応しているか直感的にわかるように表示することで、使い易さの向上や操作ミスの防止を図っている。

表—6 SF77AⅢの主な仕様

架装シャシ		3.5～4トンクラス
作業床最大積載荷重	(kg)	200
作業床最大地上高	(m)	7.34
作業床最大地下深さ	(m)	5.9
最大作業半径	(m)	5.92
最大懐広さ	(m)	2.47
価格	(百万円)	29.4



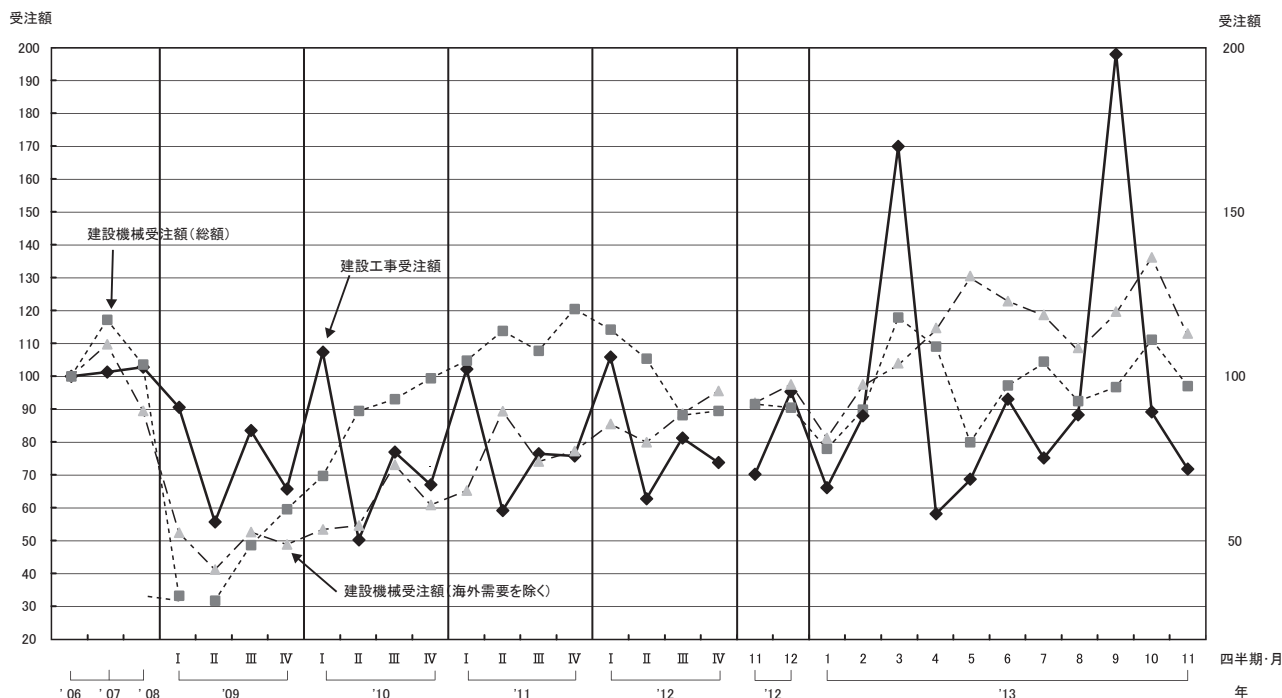
写真—6 アイチコーポレーション SF77AⅢ 橋梁点検作業車

問合せ先：(株)アイチコーポレーション CE室
〒362-8550 埼玉県上尾市領家1152 048-781-4808

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 2006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 2006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							
2006 年	136,214	98,886	22,041	76,845	20,711	5,852	10,765	98,795	37,419	134,845	142,913
2007 年	137,946	103,701	21,705	81,996	19,539	5,997	8,708	101,417	36,529	129,919	143,391
2008 年	140,056	98,847	22,950	75,897	25,285	5,741	10,184	98,836	41,220	128,683	142,289
2009 年	100,407	66,122	12,410	53,712	24,140	5,843	4,302	66,187	34,220	103,956	128,839
2010 年	102,466	69,436	11,355	58,182	22,101	5,472	5,459	71,057	31,408	107,613	106,112
2011 年	106,577	73,257	15,618	57,640	22,806	4,835	5,680	73,983	32,596	112,078	105,059
2012 年	110,000	73,979	14,845	59,133	26,192	4,896	4,933	76,625	33,374	113,146	111,076
2012 年 11 月	7,951	5,612	1,143	4,469	1,555	392	392	5,779	2,172	113,652	8,952
12 月	10,823	7,180	1,489	5,691	2,654	428	562	7,886	2,937	113,146	11,789
2013 年 1 月	7,476	4,934	914	4,020	1,711	323	208	4,974	2,202	113,069	7,495
2 月	9,974	6,394	1,028	5,366	2,725	395	460	6,631	3,343	112,221	10,849
3 月	19,344	12,545	2,117	10,428	4,900	476	1,423	12,473	6,870	117,754	13,225
4 月	6,570	4,870	866	4,004	1,238	366	97	4,489	2,081	118,464	7,025
5 月	7,781	5,423	1,109	4,314	1,738	351	269	5,680	2,101	118,273	8,090
6 月	10,557	6,865	1,132	5,734	2,333	448	911	6,701	3,856	118,261	10,614
7 月	8,514	5,238	926	4,312	1,881	390	1,004	6,008	2,506	120,698	7,633
8 月	10,014	6,610	1,044	5,566	2,783	347	274	6,791	3,224	120,239	10,464
9 月	22,548	17,296	2,265	15,031	4,252	440	558	17,817	4,730	131,341	12,640
10 月	10,119	7,241	963	6,278	2,075	372	431	7,157	2,962	132,297	8,985
11 月	8,130	4,788	988	3,800	2,026	369	947	4,784	3,346	—	—

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	06 年	07 年	08 年	09 年	10 年	11 年	12 年	12 年 11 月	12 月	13 年 1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月
総 額	17,465	20,478	18,099	7,492	15,342	19,520	17,343	1,331	1,315	1,133	1,307	1,717	1,588	1,161	1,414	1,521	1,345	1,407	1,619	1,412
海 外 需 要	11,756	14,209	12,996	4,727	11,904	15,163	12,357	894	851	747	843	1,222	1,042	539	829	956	828	837	970	874
海外需要を除く	5,709	6,268	5,103	2,765	3,438	4,357	4,986	437	464	386	464	495	546	622	585	565	517	570	649	538

(注) 2006～2008 年は年平均で、2009～2012 年は四半期ごとの平均値で図示した。

2012 年 11 月以降は月ごとの値を図示した。

出典：国土交通省建設工事受注動態統計調査

内閣府経済社会総合研究所機械受注統計調査

…行事一覧…

(2013年12月1日～31日)

■ 機 械 部 会

■第2回 機械部会・製造業部会 合同技術連絡会

月 日：12月2日(月)

出席者：大野俊弘部会長ほか43名

議 題：①機械部会の平成25年度事業報告と下期の事業計画について ②国土交通省 公共事業企画調整課の平成25年度の重点取組の中間報告について ③アスファルトプラントの変遷の中間報告について ④路盤・舗装機械技術委員会 ⑤除雪機械(ロータリー、トラックドーザ、グレーダー)の変遷について ⑥除雪機械技術委員会 ⑦作動油・グリス オンファイルシステムの運用状況と問題点について ⑧油脂技術委員会 ⑨新技術の紹介 油圧ハイブリッドショベル336EHについて ⑩その他情報・意見交換

■基礎工事用機械技術委員会

月 日：12月4日(水)

出席者：篠原 慶二委員長ほか14名

議 題：①基礎構造物の品質測定技術のまとめについて ②基礎工事機械のグローバルデザイン取組例について ③基礎構造物工法のグローバルデザイン例について ④ISO/TC195建設用機械及び装置委員会への委員選出について ⑤その他

■機械整備技術委員会・原動機技術委員会

日本ガイン(株)名古屋事業所 工場見学

月 日：12月5日(木)

出席者：杉山玄六委員長ほか19名

場 所：日本ガイン(株)名古屋事業所 名古屋瑞穂区須田町2-5-6

■情報化機器技術委員会

月 日：12月6日(金)

出席者：白塚敬三委員長ほか5名

議 題：①11/17開催の合同部会、12/2開催の機械部会・製造業部会 合同技術連絡会の報告 ②ISO16001(後方カメラ関連)国際会議の報告 ③オーブコム衛星通信に関する情報共有について ④車両系建設機械の傾斜計についての情報交換 ⑤その他情報交換

■コンクリート機械技術委員会

月 日：12月12日(木)

出席者：大村高慶委員長ほか7名

議 題：①トラックミキサ ISO 案につ

いて ②コンクリート機械の変遷のまとめについて ③その他

■建築生産機械技術委員会 移動式クレーン分科会 WG

月 日：12月16日(月)

出席者：石倉武久委員長ほか5名

議 題：①各社アンケート結果についての確認と検討を進めるにあたっての基本的な確認：・燃料消費量試験方法の標準作成について・国交省の燃費基準達成認定制度の導入について ②ラフテレーンクレーンの燃料消費量試験方法の検討について：・作業試験モードについて・走行試験モードについて ③その他

■トンネル機械技術委員会 建設生産システムの変革分科会

月 日：12月18日(水)

出席者：浅沼廉樹分科会長ほか5名

議 題：①各自担当資料を基に内容についての検討 ②その他

■トンネル機械技術委員会 環境保全分科会

月 日：12月18日(水)

出席者：掛川敏弘分科会長ほか6名

議 題：①最終報告書の内容確認について ②4/4開催の技術委員会 幹事会への報告内容について・平成25年度の分科会体制と活動テーマ・活動計画 ③4/25開催の総会での発表内容について ④その他

■トンネル機械技術委員会 現場見学会

月 日：12月19日(木)

出席者：篠原望委員長ほか18名

場 所：相鉄・JR直通線 西谷トンネル (横浜市神奈川区羽沢町地内～保土ヶ谷区西谷町751)

工 法：SENS 工法

■油脂技術委員会

月 日：12月24日(火)

出席者：豊岡司委員長ほか17名

議 題：①燃料・エンジン油分科会・11/19日開催 合同部会報告 ②高効率作動油分科会・規格のあるべき姿について ③油脂技術委員会・規格普及促進分科会・12/2開催 機械部会・製造業部会 合同技術連絡会 報告・普及促進アンケート案の最終確認・オンファイル届出名の書面審議について

■ 製 造 業 部 会

■応用機安全技術 PT

月 日：12月13日(金)

出席者：石井晴夫委員ほか31名

議 題：車両系木材伐出機械等に関する安衛則の改正について

■ 建 設 業 部 会

■バックホウ吊上げ作業事故予防検討会

月 日：12月11日(水)

出席者：傳田喜八郎主査ほか3名

議 題：①11/19 合同部会の報告 ②本報告書及び本検討会の今後について ③その他

■建設機械安全情報 WG

月 日：12月16日(月)

出席者：坂下誠主査ほか8名

議 題：①クローラクレーンをクレーン用途外で使用する場合の外部表示について、(一社)日本建設機械工業会からの意見聴取 ②移動式クレーン事故事例の紹介と共有 ③タワー、門型、天井クレーン事故事例の紹介と共有 ④その他

■三役会

月 日：12月17日(火)

出席者：立石洋二部会長ほか3名

議 題：①11/19(火) 合同部会について ②12/13(金) 冬季現場見学会について ③各 WG の報告 ④その他

■ レン タ ル 部 会

■コンプライアンス分科会

月 日：12月3日(火)

出席者：中島部会長ほか7名

議 題：①「建設機械等レンタル契約の手引き」解説欄の検討 ②その他

■レンタル業部会

月 日：12月5日(木)

出席者：中島部会長ほか12名

議 題：①分科会の活動状況について ②部会ホームページの開設について ③各社の取組事項、部会員共通の問題、課題について ④その他

■ 各 種 委 員 会 等

■機関誌編集委員会

月 日：12月4日(水)

出席者：田中康順委員長ほか22名

議 題：①平成26年3月号(第769号)の計画の審議・検討 ②平成26年4月号(第770号)の素案の審議・検討 ③平成26年5月号(第771号)の編集方針の審議・検討 ④平成25年12～平成26年2月号(第766～768号)の進捗状況の報告・確認

■建設経済調査分科会

月 日：12月19日(木)

出席者：山名至孝分科会長ほか4名

議 題：①社会資本メンテナンス戦略原稿検討 ②平成 26 年度執筆・掲載テーマ及び担当者検討 ③その他

■新機種調査分科会

月 日：12 月 24 日（火）

出席者：江本平分科会長ほか 5 名

議 題：①新機種情報の持ち寄り検討
②新機種紹介データまとめ ③その他

■新工法調査分科会

月 日：12 月 25 日（水）

出席者：山名至孝分科会長ほか 2 名

議 題：①新工法情報の持ち寄り検討
②新工法紹介データまとめ ③その他

…支部行事一覧…

■ 北 海 道 支 部

■ 2014 ふゆトピア・フェア in 釧路「除雪機械展示・実演・競技会」現地出展者会議
月 日：12 月 4 日（水）
場 所：釧路プリンスホテル 3 階 北斗の間

出席者：高貝文雄(株)日本除雪機製作所営業部長 ほか 20 名

議 題：①自己紹介及び現地下見 ②実施要領の説明 ③質疑応答、その他

■北海道支部親睦会

月 日：12 月 6 日（金）

場 所：センチュリーロイヤルホテル

出席者：熊谷勝弘支部長ほか 62 名

■災害対策用機械に関する打合せ

月 日：12 月 12 日（木）

場 所：北海道支部 会議室

出席者：北海道開発局防災課石黒防災専門官 ほか 2 名

議 題：①平成 25 年度分解組立型バックホウの導入及び運用について ②その他

■除雪車 PR ポスター製作に関する打合せ

月 日：12 月 16 日（月）

場 所：北海道支部 会議室

出席者：北海道開発局事業振興部古賀修也機械課長補佐ほか 8 名

議 題：①ポスター案の協議 ②製作工程について ③その他

■JCMA 北海道支部と北海道開発局との意見交換会の実施に関する打合せ

月 日：12 月 24 日（火）

場 所：北海道開発局 17 階 会議室

出席者：鬼澤正美事務局長ほか 5 名
議 題：①実施案に関する協議 ②実施日程・場所等について ③その他

■ 東 北 支 部

■平成 25 年度 第 2 回支部運営委員会（企画部会）

日 時：12 月 10 日（火）

場 所：KKR ホテル仙台

出席者：高橋 弘支部長ほか 20 名

議 題：①平成 25 年度上半期事業報告について ②平成 25 年度上半期事業決算状況について ③支部監査役選任について ④その他

■広報部会

日 時：12 月 16 日（月）

場 所：支部会議室

参加者：菅野公正ほか 5 名

内 容：①支部たより 166 号の最終校正について ②平成 26 年度部会活動について ③その他

■技術部会 土木機械設備意見交換会

日 時：12 月 18 日（水）

場 所：二日町東急ビル 4F 会議室

出席者：鹿野安彦 東北地方整備局施工企画課長ほか 39 名

内 容：加藤信行 技術調整管理官講話「公共事業を取りまく最近の話題」

①修繕工事、点検整備業務の(株)復建エンジニアリング入札不調問題 ②小形ゲートの発注形態について ③資格要件について ④工事の施工範囲について ⑤契約図書について ⑤その他

■ 北 陸 支 部

■平成 25 年北陸 ICT セミナー

月 日：12 月 6 日（金）

場 所：新潟日報社メディアシップ

主 催：北陸 ICT 戦略研究会（一社）
日本建設機械施工協会北陸支部

受講者：135 名

■建設技術報告会第 2 回実行委員会

月 日：12 月 9 日（月）

場 所：北陸地方整備局 4F 合同会議室

出 席：坪内昭雄普及部会担当委員

議 題：①平成 25 年度 建設技術報告会実施結果報告について ②平成 25 年度 建設技術報告会収支報告について ③平成 26 年度 建設技術報告会の開催（案）について

■「けんせつフェア北陸 in 金沢」第 3 回実行委員会・幹事会 合同会議

月 日：12 月 9 日（月）

場 所：北陸地方整備局 4F 合同会議室

出席者：宮村兵衛事務局長（丸山支部長（委員）代理）、上杉修二広報委員長（幹事）

議 題：①開催結果概要について ②収支報告について ③次回の開催について

■新潟市中央区小型除雪機安全操作研修会

月 日：12 月 11 日（水）

場 所：新潟市役所第 1 分館

出席者：講師派遣 宮村兵衛事務局

受講者：新潟市中央区町内会などの小型除雪機運転予定者 74 名

■平成 25 年度第 1 回雪氷部会

月 日：12 月 13 日（金）

場 所：新潟県建設会館 4F 会議室

出席者：山崎吉晴雪氷部会長ほか 9 名

議 題：「運搬排雪工の作業計画を支える」討議

■新技術活用評価会議

月 日：12 月 25 日（水）

場 所：北陸地方整備局会議室

出席者：藤田 明施工技術部会長

議 題：新技術の活用評価

■ 中 部 支 部

■道路除雪講習会

月 日：12 月 3 日（火）

場 所：名古屋市中小企業振興会館

参加者：67 名

■技術講演会及び技術発表会

月 日：12 月 6 日（金）

場 所：名古屋市中小企業振興会館

参加者：約 100 名

■災害対策部会

月 日：12 月 10 日（火）

出席者：奥田部会長ほか 5 名

議 題：災害協定の運用及び防災学習会について

■無人飛行探査機ロボット見学会

月 日：12 月 16 日（月）

場 所：施工技術総合研究所

参加者：7 名

■「建設技術フェア 2013 in 中部」事務局会議に出席

月 日：12 月 17 日（火）

出席者：永江豊事務局長

議 題：「建設技術フェア 2013 in 中部」実施報告について

■「建設 ICT 施工ガイドブック（仮称）」作成実行委員会

月 日：12 月 20 日（金）

出席者：青木技術部会長ほか 8 名

議 題：デジタルガイドブック素案の意見調整等

■ 関 西 支 部

■広報部会

月 日：12月12日（木）
場 所：関西支部 会議室
出席者：高橋通夫広報部会委員以下5名
内 容：「JCMA 関西」第104号の発刊について

■建設用電気設備特別専門委員会（第404回）

月 日：12月16日（月）
場 所：中央電気倶楽部 会議室
内 容：①前回議事録確認 ②JEM-TR104 建設工事用受配電設備点検保守のチェックリストの見直し検討

■摩耗対策委員会（第239回）

月 日：12月16日（月）
場 所：北浜逢阪貯留管築造工事（その1）
施工者：間組・久本組・西武建設・青木マリーン・中林建設 JV
出席者：深川良一委員長以下7名
内 容：上向きシールド工事現場見学

■平成25年度施工技術報告会第2回幹事会

月 日：12月20日（金）
場 所：関西支部 会議室
出席者：松本克英事務局長以下7名
内 容：①講演プログラムについて ②まえがきの検討について ③発表論文の査読作業について ④当日役割分担について

■ 中 国 支 部

■第9回企画部会

月 日：12月5日（木）
場 所：中国支部事務所
出席者：高倉寅喜部会長ほか5名
議 題：①中国地方整備局との意見交換会の企画調整について ②その他懸案事項

事項

■第6回施工技術部会

月 日：12月13日（金）
場 所：中国支部事務所
出席者：齋藤 実部会長ほか6名
議 題：①「除雪機械の運転技術講習会」の実施結果について ②情報化施工関係行事の計画について ③その他懸案事項

■中国地方整備局と（一社）日本建設機械施工協会中国支部との意見交換会

月 日：12月16日（月）
場 所：メルパルク広島会議室
出席者：足立 徹中国地方整備局企画部長・河原能久中国支部長ほか19名
議 題：①公共工事の品質の確保について（入札契約制度について・工事施工に関する諸課題について・機械設備工事（業務）に関する諸課題について・新技術の開発、普及について）②その他の事項（若手技術者の育成について・事業継続計画（BCP）の適用拡大について・技術者制度検討会報告のその後の状況について・除雪講習会の有効活用について・建設機械施工技士制度の活用に関して）③中国地方整備局からの情報提供

■第3回開発普及部会

月 日：12月18日（水）
場 所：中国支部事務所
出席者：阿土 繕部会長ほか4名
議 題：①平成25年度部会事業活動について ②平成26年度部会事業活動について ③その他懸案事項

■ 四 国 支 部

■四国地整との防災協定に係る災害情報伝達訓練

月 日：12月4日（水）
場 所：支部事務局（高松市）及び団体

会員各社（四国内）

参加社：40社
内 容：四国地整の総合防災訓練と協働して、支部団体会員各社から各地の被害情報を収集し、また、被災地への応援出動の可否について回答を得た

■四国地整との共催事業・バックホウ遠隔操縦運転講習

月 日：12月11日（水）～12日（木）
場 所：国土交通省四国技術事務所（高松市牟礼町）
受講者：28名
内 容：①0.45m³級バックホウを目視により遠隔操縦する訓練 ②1.0m³級バックホウをカメラ映像により遠隔操縦する訓練 ③目視による遠隔操縦訓練に際し、訓練前後の技量変化を評価 ④講習修了証の発行。

■ 九 州 支 部

■建設行政講演会

日 時：12月10日（火）
出席者：江崎哲郎支部長ほか64名
議 題：①国土交通行政の現状について…九州地方整備局 平井企画部長 ②河川に関する最近の話題…九州地方整備局 古賀河川部長 ③九州の道路行政について…九州地方整備局 喜安道路部長

■企画委員会

日 時：12月18日（水）
出席者：久保田正春企画委員長ほか8名
議 題：①施工技術検定試験実施結果について ②建設行政講演会の結果について ③整備局との意見交換会について

編集後記

本稿は2014年が明けて早々の寒さが一番厳しい時期に執筆しておりますが、本号「道路特集」が発刊される頃は春の気配が感じられる時期になっていることでしょう。

この冬は日本では平年並みの寒さですが、米国の東海岸地域には大寒波が襲っているようです。ニューヨーク在住の知り合いによると、ある朝、屋外の温度計が「マイナス7度」を示しており、「騒ぐほど寒くはない」と思ったそうですが、実は「華氏」の表示であり「摂氏」だと「マイナス22度」に相当するため、「今年の寒さを改めて実感した」ということでした。日本でも毎夜のようにニュース番組で、彼の地の大規模な交通混乱の映像が流れています。他人事ではなく、大都市のインフラの脆弱性を見せ付けられている感じが致します。冬季の交通確保はまさに

生死に関わる問題であり、本号においても関連する技術を取り上げました。

また、昨年は9月に2020年の東京オリンピック開催が決定しました。首都圏を中心とした数々の交通インフラの開発／整備プロジェクトが脚光を浴びておりますが、今後、こうしたインフラの維持管理そして補修に多大なリソースが必要となるでしょう。限られたリソースで効率的、効果的にインフラの初期性能を保持する技術が喫緊の課題となってきました。そうしたニーズが本号のコンテンツにも反映されていると思います。

その他、道路の施工や安全確保に関する最新技術についても取り上げました。読者の皆様のご参考になれば幸いです。最後になりますが、お忙しいなか本号に対してご執筆頂きました皆様に、厚く御礼を申し上げます。ありがとうございました。

(相田・山本)

3月号「スマートシティ他、東日本大震災特集」予告

- ・都市再構築戦略検討委員会「中間とりまとめ」の紹介
- ・「新しい東北」の創造に向けて
- ・UR都市機構における復興CMの概要
- ・コンパクトシティ戦略による富山型都市経営の構築
- ・宮古島市の環境モデル都市構想
- ・スマートグリッドの課題と展望
- ・スマートグリッド社会を実現するグリッド管理装置
- ・次世代の暮らしを支える生活インフラ
- ・次世代のスマートシティを想定した技術の実証
- ・東日本大震災災害廃棄物処理業務報告（石巻ブロック）
- ・東日本大震災復興への継続的な取り組み
- ・つなげよう！命の道 三陸沿岸道路
- ・小名浜港7号ふ頭地区岸壁（-13m）外（災害復旧）工事

機関誌編集委員会

編集顧問

今岡 亮司	加納研之助
桑垣 悦夫	後藤 勇
佐野 正道	新開 節治
関 克己	高田 邦彦
田中 康之	塚原 重美
中岡 智信	中島 英輔
橋元 和男	本田 宜史
渡邊 和夫	

編集委員長

田中 康順 鹿島道路(株)

編集委員

吉田 潔	国土交通省
持山 昌知	農林水産省
伊藤 健一	(独)鉄道・運輸機構
篠原 望	鹿島建設(株)
立石 洋二	大成建設(株)
藤吉 卓也	清水建設(株)
赤井 亮太	(株)大林組
久保 隆道	(株)竹中工務店
安川 良博	(株)熊谷組
川西 健之	(株)奥村組
京免 継彦	佐藤工業(株)
岡田 英明	五洋建設(株)
齋藤 琢	東亜建設工業(株)
赤神 元英	日本国土開発(株)
相田 尚	(株)NIPPO
岡本 直樹	山崎建設(株)
原 茂宏	コマツ
山本 茂太	キャタピラー・ジャパン(株)
船原三佐夫	日立建機(株)
原口 宏	コベルコ建機(株)
石倉 武久	住友建機(株)
和田 一知	(株)KCM
江本 平	範多機械(株)
藤島 崇	施工技術総合研究所

事務局

日本建設機械施工協会

建設機械施工

Journal of JCMA

第66巻第2号（2014年2月号）（通巻768号）

Vol. 66 No. 2 February 2014

2014（平成26）年2月20日印刷

2014（平成26）年2月25日発行（毎月1回25日発行）

編集兼発行人 辻 靖三

印刷所 日本印刷株式会社

発行所 一般社団法人日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

電話 (03) 3433-1501；Fax (03) 3432-0289；<http://www.jcmanet.or.jp/>

施工技術総合研究所 〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154

電話 (0545) 35-0212

北海道支 部 〒060-0003 札幌市中央区北3条西2-8

電話 (011) 231-4428

東北支 部 〒980-0802 仙台市青葉区二丁目16-1

電話 (022) 222-3915

北陸支 部 〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1

電話 (025) 280-0128

中部支 部 〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-17-10

電話 (052) 962-2394

関西支 部 〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4

電話 (06) 6941-8845

中国支 部 〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22

電話 (082) 221-6841

四国支 部 〒760-0066 高松市福岡町3-11-22

電話 (087) 821-8074

九州支 部 〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-4-30

電話 (092) 436-3322

本誌上への
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

AからVへ。



油圧ショベル初!

コベルコの2つのNETIS登録新技術が、同時にV評定に。

NETIS初登録から約3年。iNDr搭載極低騒音型バックホウとAIS機能付バックホウは、数多くの現場でその活用効果が認められ、この11月、同時にNETIS(評価情報)に掲載されました。これまでの「申請情報」登録(A評定)から「評価情報」登録(V評定)に変わり、いちだんと頼もしくなったコベルコ油圧ショベルです。

「iNDr」は、油圧ショベルの低騒音化、防じん効果、メンテナンス性において、信頼性向上に新次元を拓いたコベルコ独自のエンジン冷却システムです。

「AIS機能」は、非作業時にエンジンのアイドル状態を自動的にストップさせるコベルコ油圧ショベルに装備されたエコ機能です。



コベルコのNETIS登録新技術

NETIS、対象機種、活用方法、配点等などの詳細については、お問い合わせください。

新登録番号

iNDr搭載
極低騒音型バックホウ
登録番号 CG-100015-V

AIS機能付
バックホウ
登録番号 KK-100065-V

コベルコ建機株式会社 <http://www.kobelco-kenki.co.jp>
東京本社/〒141-8626 東京都品川区東五反田2-17-1 ☎03-5789-2111

Empower your Vision.

HITACHI

Reliable solutions



NEW ZAXIS

省エネ油圧システム「TRIAS」を採用。

※ZAXIS470には新油圧システム「HIOSⅢB」を採用

パワーを効率良く活用し、

低燃費と高い生産性を両立しました。

油圧ショベル 新型ZAXIS-5 シリーズ
ZAXIS 240/280/330/470

NEW ZW

新開発「アクティブエンジン

コントロールシステム」を採用。

機械の動きから、エンジン回転数を制御し、

低燃費を実現しました。



ホイールローダ 新型ZW-5 シリーズ
ZW 220/250/310/330



特定特殊自動車排出ガス
2011年基準適合車

Low fuel. Good feel.

エコノミーな燃費で、ファーストクラスの心地よさ

より少ない燃費で高い生産性を実現することが、ますます求められています。日立建機は、この課題に応じて独自の省エネ技術をさらに進化させ、新しい油圧ショベルZAXIS-5シリーズとホイールローダZW-5シリーズを開発しました。作業性・安全性・メンテナンス性にも優れ、現場で頼もしい能力を発揮します。

ConSite

世界の現場 (Construction Site) の声に応じて生まれた新サービスメニュー「ConSite(コンサイト)」。
新車保証や定期メンテナンスの各種プログラムの他、データレポート配信などのサービスをフルパッケージにしてサポートいたします。



日立建機株式会社

<http://www.hitachi-kenki.co.jp/>



吸塵式乾式カッター
MCD-RY14



プレートコンパクター
MVC-F40S
 NETIS No.TH-100006

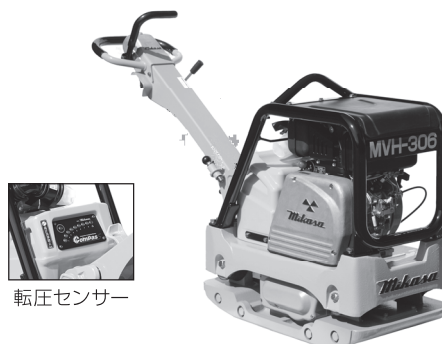
低騒音型



バイブレーションローラー
MRH-601DS
 低騒音指定番号5097

低騒音型

未来へ伸びる、三笠の技術。



バイブロコンパクター
MVH-306DSC-PAS
 NETIS No.TH-120015

転圧センサー



防音型

タンピングランマー
MT-55L-SGK
 NETIS No.TH-100005



高周波バイブレーター
FX-40/FU-162

三笠産業株式会社

MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

本社／〒101-0064 東京都千代田区猿樂町1-4-3 TEL: 03-3292-1411 (代)

大阪支店 TEL: 06-6541-9631	北関東営業所 TEL: 0276-74-6452	中国営業所 TEL: 082-875-8561	沖縄出張所 TEL: 090-7440-0404
札幌営業所 TEL: 011-892-6920	長野出張所 TEL: 080-1013-9542	四国出張所 TEL: 087-868-5111	
仙台営業所 TEL: 022-238-1521	中部営業所 TEL: 052-451-7191	九州営業所 TEL: 092-431-5523	
新潟出張所 TEL: 090-4066-0661	金沢出張所 TEL: 080-1013-9374	南九州出張所 TEL: 080-1013-9558	

木質粉碎の処理機械・廃棄物の高速選別機械は マルマにおまかせください。

粉碎機械

特 長

- ◎抜群の生産量
- ◎均一チップの生産
- ◎独自のドラムカッターによる大幅コスト低減
- ◎自動負荷制御
- ◎ヘビーデューティ
- ◎コンパクト設計
- ◎安定した機動性
- ◎移動しながらの高効率粉碎
- ◎チップ飛散極小

木材・巨根の粉碎

自走式大型木質系粉碎処理機（タブグラインダー）



長材・家屋廃材の粉碎

横投入式木質系粉碎処理機（ホリソナルグラインダー）



自走式混合廃棄物高速選別機

特 長

- ◎大量選別
- ◎星型ブレード
- ◎過負荷防止機能
- ◎残土、混廃、チップ等選別可能
- ◎コンパクト設計
- ◎材料を跳ね上げて選別
- ◎優れた輸送性

木材チップの選別

モービル・スタースクリーン



混合廃棄物の選別

モービル・スタースクリーン



日本輸入総代理店



マルマテクニカ株式会社

本社・相模原事業所 神奈川県相模原市南区大野台6丁目2番1号 〒252-0331
営業部 TEL 042 (751) 3091 FAX 042 (756) 4389

東京事業部 東京都世田谷区桜丘1丁目2番22号 〒156-0054
TEL 03 (3429) 2141 FAX 03 (3420) 3336

名古屋事業所 愛知県小牧市小針2丁目18番地 〒485-0037
TEL 0568 (77) 3311 FAX 0568 (77) 3719

URL <http://www.maruma.co.jp>

Denyo



NETIS登録製品活用で 貴社の公共工事受注を有利に!

NETIS登録発電機は、圧倒的な発電性能と耐久性を誇るデンヨーで。



NETIS登録製品の活用で工事成績評定の
加点対象になります。



環境保護ベース一体型発電機

DCA-B シリーズ<10.5kVA~220kVA>

■大容量燃料タンクで一度の
給油で最大約3日間運転可能!



極超低騒音型

■万一のオイル漏れ発生時でも
外部流出を防止します。



登録番号:KT-100042-V

有用な新技術のうち「設計比較対象技術」
に指定されました。



DCA-45USKB3

発電出力(50/60Hz):37/45kVA



DCA-100LSIB

発電出力(50/60Hz):80/100kVA



●技術で明日を築く

デンヨー株式会社

本社:〒103-8566 東京都中央区日本橋堀留町2-8-5
TEL:03(6861)1122 FAX:03(6861)1182
ホームページ: <http://www.denyo.co.jp/>

札幌営業所 011(862)1221
東北営業所 022(254)7311
信越営業所 025(268)0791
北関東営業所 027(360)4570
東京営業所 03(6861)1122

横浜営業所 045(774)0321
静岡営業所 054(261)3259
名古屋営業所 052(856)7222
金沢営業所 076(269)1231
大阪営業所 06(6448)7131

広島営業所 082(278)3350
高松営業所 087(874)3301
九州営業所 092(935)0700

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>

建設機械施工 広告掲載のご案内

月刊誌 建設機械施工では、建設機械や建設施工に関する論文や最近の技術情報・資料をはじめ、道路、河川、ダム、鉄道、建築等の最新建設報告等を好評掲載しています。

■職業別 購読者

建設機械施工／建設機械メーカー／商社／官公庁・学校／サービス会社／研究機関／電力・機械等

■掲載広告種目

穿孔機械／運搬機械／工事用機械／クレーン／締固機械／舗装機械／切削機／原動機／空気圧縮機／積込機械／骨材機械／計測機／コンクリート機械等

広告掲載・広告原稿デザイン——お問い合わせ・お申し込み

 **サンタナアートワークス**

広告営業部：田中 san-mich@zam.att.ne.jp

TEL:03-3664-0118 FAX:03-3664-0138

〒103-0013 東京都中央区日本橋人形町2-21-5 井手口ビル4F

本誌に掲載されている広告のお問い合わせ、資料の請求はメール、FAXでお送りください。

※カタログ／資料はメーカーから直送いたします。

※カタログ送付は原則的に勤務先にお送りいたします。

お名前： 所属：

所属：

会社名(校名)：

資料送付先：

電話： FAX：

E-mail：

広告掲載 メーカー名	製品名

FAX 送信先 サンタナアートワークス 建設機械施工係 **FAX 03-3664-0138**



90th
Anniversary

自然の驚異!!

多発するゲリラ豪雨

災害時はもちろん、様々な簡易雨水排水設備で活躍します。



写真は KRS 型（フランジ接続仕様）

工事現場などで活躍する大容量性能の水中ポンプは、フランジ接続仕様にする事で、簡易雨水排水設備などにも対応可能です。

株式会社 鶴見製作所

大阪本店：〒538-8585 大阪市鶴見区鶴見4-16-40
東京本社：〒110-0016 東京都台東区台東1-33-8

TEL.(06)6911-2351 FAX.(06)6911-1800
TEL.(03)3833-9765 FAX.(03)3835-8429

北海道支店：TEL.(011)787-8385
東北支店：TEL.(022)284-4107

東京支店：TEL.(03)3833-0331
北関東支店：TEL.(027)310-1122

中部支店：TEL.(052)481-8181
北陸支店：TEL.(076)268-2761

近畿支店：TEL.(06)6911-2311
中国支店：TEL.(082)923-5171

四国支店：TEL.(087)815-3535
九州支店：TEL.(092)452-5001

www.tsurumipump.co.jp

ミニベンチ工法 両用型 ショートベンチ工法

RH-10J-SS 強力型ブームヘッダー



主な特長

- カッター出力は330kWで、強力な切削力を発揮し、軟岩から硬岩まで幅広い地質に対応。
- 機体寸法は、高さ3.9m×幅4.2m×長さ16.5m（ケーブルハンガーを除く）
- 定位置最大切削範囲は、高さ8.75m×幅9.5m
- 高圧水ジェット噴射で粉塵抑制とピック消費量低減。
- 接地圧が低く、軟弱地盤にも対応。

KYB カヤバ システム マシナリー株式会社

KAYABA SYSTEM MACHINERY CO., LTD

<http://www.kyb-ksm.co.jp>

本 社 ・ 営 業
カスタマーサービス相模事業所
大 阪 支 店
西 部 支 店
三 重 工 場

〒105-0012 東京都港区芝大門2丁目5番5号 住友不動産芝大門ビル
〒252-0328 神奈川県相模原市南区麻溝台1丁目12番1号
〒564-0063 大阪府吹田市江坂町1丁目23番20号 TEK第二ビル
〒812-0016 福岡県福岡市博多区博多駅南1丁目7番14号 ボイス博多
〒514-0396 三重県津市雲出長常町1129番地11

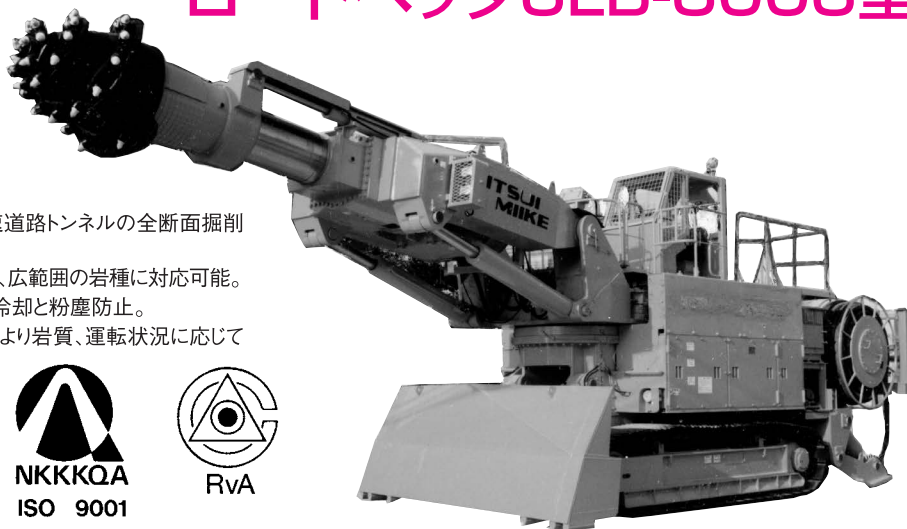
TEL. 03-5733-9444
TEL. 042-767-2586
TEL. 06-6387-3371
TEL. 092-411-4998
TEL. 059-234-4111

安全・高能率な掘削を実現!

全断面对応中硬岩用トンネル掘進機 ロードヘッドSLB-300S型

特長

1. 最大8.8mの掘削高さで、新幹線、高速道路トンネルの全断面掘削が可能。
2. 300kW・2速切換型電動機の採用により、広範囲の岩種に対応可能。
3. ピック先端に高圧水を散水させ、ピック冷却と粉塵防止。
4. モード切換式パワーコントロール装置により岩質、運転状況に応じて作動設定の変更が可能。
5. 運転操作が優れ、全操作がリモートコントロールで運転可能。
6. ケーブルリール装置により、電源ケーブルの取扱いが容易で移動が迅速。



製造・販売・レンタル及びメンテナンス



株式会社 三井三池製作所

本店/〒103-0022 東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号 三井ビル2号館
TEL.03-3270-2005 FAX.03-3245-0203

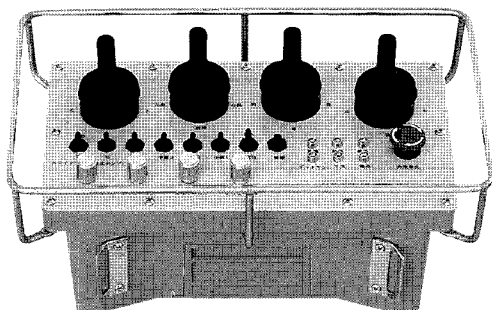
<http://www.mitsumiike.co.jp>

E-mail : sanki@mitsumiike.co.jp

建設機械用
無線操作装置

ダイワテレコン

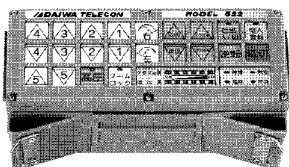
あらゆる仕様に対応
指令機操作面はレイアウトフリー



ダイワテレコン 572 ※製作例 比例制御4本レバー仕様



受令機



ダイワテレコン 522

《新電波法技術基準適合品》

- スイッチ・ジョイスティック・その他、混在装備で最大操作数驚異の**96CH**。
- コンパクトな指令機に業界最大**36**個の押しボタンスイッチ装着可能。
- 受令機の出力はオープンコレクタ（標準）リレー・電圧（比例制御）又は**油圧バルブ**出力仕様も可能。
- 充電は急速充電方式（一△V検出+オーバータイムタイマー付き）
- その他、特注品もお受けいたします。お気軽にご相談ください。

DAIWA TELECON

大和機工株式会社

本社工場 〒474-0071 愛知県大府市梶田町 1-171
TEL 0562-47-2167（直通） FAX 0562-45-0005
ホームページ <http://www.daiwakiko.co.jp/>
e-mail mgclub@daiwakiko.co.jp
営業所 東京、大阪、他

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。



- 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 一部 八四〇円

本体価格八〇〇円

