

建設の施工企画 2

2012 FEBRUARY No.744 JCOMA



一般的なアスファルト舗装（上）
との比較

アスファルト舗装の
地震対策型段差抑制工法

道路 特集

- 新東名高速道路 御殿場ジャンクション～三ヶ日ジャンクション間の概要
- 東日本大震災に伴う水戸管内の高速道路の早期復旧への取り組み
- アスファルト舗装の地震対策型段差抑制工法とその施工方法
- 延長床版システムプレキャスト工法の概要と東日本大震災での効果
- 中央環状品川線・横浜環状北線のトンネル工事概要
- 凍結抑制舗装技術の概要と施工事例
- 路上表層再生工法を応用した路面補修工法の施工事例
- 路面切削機の情報化施工及び環境対応
- 道路建設における3D-MCによる施工の展開
- レーザスキャナによるモータグレーダ自動制御システムの開発
- 道路縦横断計測システム

「1・2級建設機械施工技士」

国家資格取得にチャレンジしませんか！

【平成24年度建設機械施工技術検定試験のご案内】

平成24年度1・2級建設機械施工技術検定試験を次のとおり実施いたしますので、建設機械操作施工に従事している技術者の皆さんは、資格取得を目指してみませんか。

この資格は施工技術の向上を図るため、建設事業の建設機械施工に係る技術力や必要な知識を検定するもので、高い評価が得られ、ご本人と所属の企業にとって大いに役立ちます。

(以下の記載内容は概略ですので、詳細は当協会ホームページを参照又は電話による問合せをしてください。)

平成24年2月

国土交通大臣指定試験機関

JCMA 社団法人 日本建設機械化協会

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

1. 申込み方法

所定の受検申込み用紙に必要事項を記載し、添付書類とともに申込み受付期間に郵送申込み。

平成24年2月1日から(3月30日まで)受検申込み用紙など(「受検の手引」一式)を当協会等で販売いたします。

「1級受検の手引」1部 600円(送料 250円)

「2級受検の手引」1部 500円(送料 250円)

問合せ先、販売場所は裏面末尾の一覧表のとおりです。

2. 申込み受付期間

平成24年3月9日(金)から4月6日(金)まで

*申請は、郵送申込のみとなりますのでご注意ください。

3. 試験日

学科試験：平成24年6月17日(日)

実地試験：平成24年8月下旬から9月中旬

*実地試験は、学科試験合格者のみ受検でき、日程は8月上旬に決定、通知いたします。

4. 受験手数料

1級学科試験：10,100円

2級学科試験：1種別につき10,100円(2種別は2倍)

1級実地試験：

操作施工法2科目と組合せ施工法の場合 27,800円

操作施工法1科目と組合せ施工法の場合 21,400円

組合せ施工法のみの場合15,000円

2級実地試験：1種別につき21,600円(2種別は2倍)

5. 受検資格

(1)この試験は、学科試験と実地試験に区分され、学科試験に合格した方が実地試験を受検できます。

(2)学歴等の資格区分に応じて一定の実務経験が必要であり、**基本的な資格**は下表のとおりです。

学歴等の資格区分		1級(必要な実務経験年数)	2級(必要な実務経験年数)
大 学	指 定 学 科	3 年 以 上	1 年 以 上
	指定学科以外	4 年 6 月 以 上	1 年 6 月 以 上
短 期 大 学 高等専門学校	指 定 学 科	5 年 以 上	2 年 以 上
	指定学科以外	7 年 6 月 以 上	3 年 以 上
高 等 学 校	指 定 学 科	1 0 年 以 上	3 年 以 上
	指定学科以外	1 1 年 6 月 以 上	4 年 6 月 以 上
上 記 以 外	-	1 5 年 以 上	8 年 以 上
資 格 取 得 者 級	高等学校	指 定 学 科	通算 8 年 以 上
		指定学科以外	通算 9 年 以 上
	そ の 他	-	通算 1 2 年 以 上

①1級の実務経験には、上表記載の実務経験年数の内に、指導監督の実務経験か、専任の主任技術者としての必要な実務経験年数が1年以上含む必要があり、その証明も必要となります。(尚、専任の主任技術者の場合、年数は短縮されます)

②2級について、上表の実務経験年数は2種類の建設機械を受検する場合に必要な年数を記載しています。(1種類受検の場合、年数は短縮されます)

③「指定学科」とは、この試験に関し大学、高等学校等における機械工学、土木工学、都市工学等専門的な分野の学科を言います。

*上記①②の短縮される年数と、③の指定学科の詳細については試験部にご確認ください。

6. 試験地

学科試験：北広島市(北海道)、仙台市、東京都、新潟市、名古屋市、大阪市、広島市、高松市、福岡市、那覇市

実地試験：石狩市、多賀城市、栃木県下都賀郡壬生町、秩父市、新潟市、小松市、刈谷市、明石市、小野市、広島市、善通寺市、福岡県糟屋郡須恵町、沖縄県国頭郡宜野座村

*それぞれ受検希望地を選択していただきます。

*学科試験地及び実地試験地は、会場の都合で変更する場合もあります。

*受検する建設機械の種類によって、実地試験地は制約があります。

7. 試験の種別と使用機械等

(1) 学科試験

1級：択一式と記述式により、土木工学、建設機械一般、法規、各種別の機械に関する一般的知識を問います。

2級：択一式により、共通科目として土木工学、建設機械一般、法規等の概略的知識と、選択種別の知識を問います。(1種～6種の内、偶数・奇数の組合せであれば、1回の試験で最大2種別まで受検可能)

(2) 実地試験

1級：6種別に区分された建設機械施工法の内から、選択した2種別の機械を運転操作する試験です。(2級で合格した種別の数だけ免除があります)記述式の試験もあります。(学科試験日に実施)

2級：学科合格種別の機械で運転操作の試験をします。

試験機械区分	種別	試験使用機械
トラクタ系機械操作施工法	第1種	ブルドーザ
ショベル系機械操作施工法	第2種	油圧ショベル
モータ・グレーダ機械操作施工法	第3種	モータ・グレーダ
締固め機械操作施工法	第4種	ロードローラ
舗装用機械操作施工法	第5種	アスファルトフィニッシャー
基礎工事用機械操作施工法	第6種	アースオーガ
建設機械組合せ施工法	-	1級のための記述試験(実地)

8. 資格取得のメリット

- ①「1級又は2級建設機械施工技士」の称号が付与されます。
- ②建設業の許可基準の一つである営業所ごとに置く専任の技術者、建設工事現場に置く主任技術者、又は監理技術者(1級のみ)になれます。
- ③建設業法に基づく経営事項審査における技術力の評価に、技術者数として加点できます。
- ④労働安全衛生法に規定する車両系建設機械などの特定自主検査者(事業主を除く)として、必要な科目について下表のとおりその全部免除(○)又は一部免除(△)の取扱いが受けられます。

■ 特定自主検査者の取扱い(主要なもの)

事業内検査員資格		車両系建設機械			
建設機械技術検定		整地・運搬・荷込み・掘削・解体用	締固め用	基礎工用	コンクリ打設用
1級建設機械施工技士		○	○	○	△
2級建設機械施工技士	第1種	○	△	△	△
	第2種	○	△	△	△
	第3種	○	△	△	△
	第4種	△	○	△	△
	第5種	△	△	△	△
	第6種	△	△	○	△

◆ 問合せ先、「受検の手引」請求先一覧表 ◆

名 称	所 在 地	電 話 番 号
※ (社)日本建設機械化協会 試 験 部	〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館2階 (URL http://www.jcmanet.or.jp)	03-3433-1575
※ 同 北海道支部	〒060-0003 北海道札幌市中央区北3条西2-8 さつげんビル5階	011-231-4428
※ 同 東北支部	〒980-0802 宮城県仙台市青葉区二日町16-1 二日町東急ビル5階	022-222-3915
※ 同 北陸支部	〒950-0965 新潟県新潟市中央区新光町6-1 興和ビル9階	025-280-0128
※ 同 中部支部	〒460-0008 愛知県名古屋市中区栄4-3-26 昭和ビル9階	052-241-2394
※ 同 関西支部	〒540-0012 大阪府大阪市中央区谷町2-7-4 谷町スリースリースビル8階	06-6941-8845
※ 同 中国支部	〒730-0013 広島県広島市中区八丁堀12-22 築地ビル4階	082-221-6841
※ 同 四国支部	〒760-0066 香川県高松市福岡町3-11-22 建設クリエイティブビル4階	087-821-8074
※ 同 九州支部	〒812-0013 福岡県福岡市博多区博多駅東2-8-26 第3白水駅東ビル6階	092-436-3322
※ 一般社団法人 沖縄しまたて協会	〒901-2122 沖縄県浦添市勢理客4-18-1 トヨタマイカーセンター4階	098-879-2097
同 北部支所	〒905-1152 沖縄県名護市宇伊差川24-1	

※印は郵送販売を行っている販売箇所



最近、当協会が行うこの技術検定の申込み手続きの代行業務やまぎらわしい名前の講習等の勧誘を行う民間団体がありますが、当協会とは関係がありません。当協会は、電話等により直接勧誘又は案内を行っておりませんし、他の機関に受付等の業務の一部を依頼することはありません。この技術検定の申込み、問合せは、ご本人が直接当協会に行ってください。

欧州建設機械化視察団 団員募集のお知らせ

INTERMAT 2012(フランス・パリ)

ドイツで開催される「bauma」に続き世界第2位の規模を誇る建設機械展示会「インターマツト2012」が、前回(2009年)よりもさらに内容を充実させて、2012年4月16日(月)～4月21日(土)の間、フランスのパリ・ノール見本市会場で開催されます。日本建設機械化協会では、この機会に、本展示会とパリ/ロンドンの工事施設を視察する欧州建設機械化視察団を企画いたしました。

関係各位におかれましては、最新の国際的な建設機械の動向をキャッチするとともに、ヨーロッパの基盤整備状況を視察することにより、今後の事業展開に役立ちうるものと思われます。多数の方々にご参加賜りたく、ご案内を申し上げます。皆様のご参加をお待ち致しております。

【展示会概要】

【開催地】フランス・パリ

【期 間】2012年4月16日(月)～21日(土)

【周 期】3年毎

【主 催】S.E. INTERMAT

【会 場】パリ・ノール見本市会場

【出展社】1,400社(2009年実績)

【入場者】184,519人(2009年実績)

【主要出展品目】

- 大型搬送機械 ●道路建設・メンテナンス機械 ●コンクリート製造・運搬・打ち込み用機材
- コンクリート製品製造機械 ●建設用ロボット ●ハンドリング機器 ●昇降機器 ●足場架設支柱
- 輸送機械 ●パイル・シートパイル打ち機 ●現場用給水設備 ●発電・変電設備
- その他現場用工具機器 他

日 程 表

日次	月日曜	発着地／滞在地名	発着現地時刻	交通機関名	摘 要
1	2012年 4月15日 (日)	東京(成田)発 パリ 着	午前 午後	航空機 専用バス	空路、パリへ 到着後、ホテルへ (パリ泊)
2	4月16日 (月)	パリ 滞在	終 日	専用バス	◎インターマツト(INTERMAT)2012視察 (パリ泊)
3	4月17日 (火)	パリ 滞在	終 日	専用バス	◎インターマツト(INTERMAT)2012視察 ◎オプション(別途料金) (パリ泊)
4	4月18日 (水)	パリ 発 ロンドン 滞在	午前 午後	列車 専用バス	ユーロスターにてロンドンへ ◎ロンドン市内視察 (ロンドン泊)
5	4月19日 (木)	ロンドン 滞在	終 日	専用バス	◎ロンドン市工事施設視察 (ロンドン泊)
6	4月20日 (金)	ロンドン 発	夕 方	航空機	空路、帰国の途へ (機内泊)
7	4月21日 (土)	東京(成田) 着	午後		到着後、入国審査及び通関手続終了後、解散

※発着地及び交通機関は変更になることがあります。

視察期間 2012年4月15日(日)～4月21日(土) 5泊7日

視 察 地 パリ・ロンドン(2都市)

催行人員 最少催行人員15名(添乗員同行)

参 加 費 お一人様365,000円 1人1室(空港税・燃油サーチャージ別途)

締 切 日 募集締切日は2012年3月9日(金)

募集パンフレット請求先⇒ 近畿日本ツーリスト(株) 第5営業支店 担当:宮(キュウ)/久保田

TEL03-6891-9305 FAX03-6891-9405

E-mail: kyu051108@mb.knt.co.jp

ホームページ: <http://www.knt.co.jp/esite/1204/INTERMAT0415/>

●御問い合わせ先●

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館2階

TEL03-3433-1501 FAX03-3432-0289

担当:鈴木 勝

平成 23 年度 建設施工と建設機械シンポジウム論文集・梗概集

- 発 刊：平成 23 年 11 月 25 日
- 本の体裁：A4判 モノクロ 約 250 ページ
CD-ROM 付き
- 価格（税込）： 2,000 円
- 送料（単価）： 600 円（沖縄県を除く日本国内）

※ 複数発注の場合は、送料単価を減額します。

■ 内 容

本協会では事業活動の一環として、毎年、建設機械と施工法に関する技術の向上を図ることを目的に日頃の研究・開発の成果を発表する「建設施工と建設機械シンポジウム」を開催しており、今年度は平成 23 年 11 月 30 日～12 月 1 日に機械振興会館にて行われました。

本論文集は、このシンポジウムの発表論文をとりまとめたもので、今回は東日本大震災の影響により、災害、防災、復旧・復興は一つの大きなテーマとなっていますが、それ以外にも ICT の利活用、環境保全・省エネ対策といった近年の話題も多く取り入れられており、これらを含めた 38 編の論文とポスターセッション 10 編の発表内容や施工技術総合研究所の研究発表、さらには本協会の研究開発助成の成果報告も掲載されております。

◆ 日本建設機械化協会『個人会員』のご案内 ◆

会 費：年間 9,000円

個人会員は、日本建設機械化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

- 「建設の施工企画」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)。
「建設の施工企画」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!!

◆ 社団法人 日本建設機械化協会について ◆

社団法人 日本建設機械化協会は、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。

社団法人 日本建設機械化協会とは…

- 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)
- 付属機関として「施工技術総合研究所」を有しており、建設機械・施工技術に関する調査研究・技術開発にあたっています。また、高度な専門知識と豊富な技術開発経験に基づいて各種の性能試験・証明・評定等を実施しています。
- 北海道から九州まで全国に8つの支部を有し、地域に根ざした活動を展開しています。

■会員構成

会員は日本建設機械化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「建設の施工企画」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

- ・建設の施工企画(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、日本建設機械化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】

社団法人 日本建設機械化協会 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

社団法人 日本建設機械化協会会長 殿

下記のとおり、日本建設機械化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、会費は年度末(3月)までの月割りで計算致します。
 - 会費には機関誌「建設の施工企画」の費用(年間12冊)が含まれています。
 - 退会のご連絡がない限り、毎年度継続となります。退会の際は必ず書面にてご連絡下さい。
- また、住所変更の際はご一報下さるようお願い致します。

【その他ご入会に際しての留意事項】

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

【個人情報の取扱いについて】

ご記入頂きました個人情報は、日本建設機械化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。

建設の施工企画

2012 年 2 月号 No. 744

目 次

道路 特集

3	巻頭言 震災の経験から学んだこと	村井 貞規
4	新東名高速道路 御殿場ジャンクション～三ヶ日ジャンクション間の概要 2012 年 4 月 14 日 (土) 162km 開通	中日本高速道路(株) 東京支社建設事業部
9	東日本大震災に伴う水戸管内の高速道路の早期復旧への取り組み	石田 慎治・藤田 将寛・和田 広海
15	アスファルト舗装の地震対策型段差抑制工法とその施工方法	石垣 勉・尾本 志展・根本 信行
20	延長床版システムプレキャスト工法の概要と東日本大震災での効果	伊藤 彰彦
25	中央環状品川線・横浜環状北線のトンネル工事概要	吉川 直志
31	凍結抑制舗装技術の概要と施工事例	及川 義貴・鈴木 徹・小柴 朋広
36	路上表層再生工法を応用した路面補修工法の施工事例 ヒートドレッシング工法	渡辺 直利・羽田 誠治・本間 悟
41	路面切削機の情報化施工及び環境対応	谷岡健一郎
45	道路建設における 3D-MC による施工の展開	山口 達也
51	レーザスキャナによるモータグレーダ自動制御システムの開発	杉迫 泰成
57	道路縦横断計測システム ROPO	木下 修一
62	交流の広場 タイヤの環境対応技術	佐口 隆成
66	ずいそう 半世紀を振り返って	衣笠 敏文
67	ずいそう 歴史は繰り返す	丹野 光正
68	JCMA 報告 「平成 23 年度 建設施工と建設機械シンポジウム」開催報告 優秀論文賞 4 編・優秀ポスター賞 3 編を表彰	(社)日本建設機械化協会 技師長 両角 和嘉
71	JCMA 報告 平成 23 年度機械施工と建設機械シンポジウム優秀論文賞 (1) 路床・路盤整正機への ICT 施工技術の適用 路盤整正への適用事例	関口 峰・平野 晃・小泉 慎太郎
77	JCMA 報告 情報化施工システムの建設機械への取り付け簡素化・機器共用化のあり方 —マシンコントロールシステムの調達コスト削減に向けて—	(社)日本建設機械化協会 技師長 白鳥 昭浩
81	部会報告 我が国における締固め機械の変遷 (その 6. 平成 9～14 年)	機械部会 路盤・舗装機械技術委員会 (締固め機械変遷分科会)
89	部会報告 ISO/TC 127 (土工機械) の国際作業グループ会議報告 TC 127 (土工機械) /WG 8 (ISO 10987 持続可能性) 会議 及び 同 TC 127/SC 1/WG 6 (ISO 11152 エネルギー使用試験方法) 会議	標準部会
93	統 計 東日本大震災からの復興計画	機関誌編集委員会
98	統 計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移	99 行事一覧 (2011 年 12 月) 102 編集後記 (相田・岡本)

◇表紙写真説明◇

アスファルト舗装の地震対策型段差抑制工法

写真提供: (株) NIPPO

地震対策型段差抑制工法 HRB 工法の実物大実験状況写真。本工法は面状補強材 (ジオグリッド)、拘束部材および碎石層からなる複合剛性層を構築する工法。大

規模地震時に発生する道路の不同沈下 (写真: 段差量 55 cm) を再現した実物大実験において、一般的なアスファルト舗装 (一般工法) では車両の走行を阻害する段差が発生しているのに対して、本工法ではアスファルト舗装を確実に支持するとともに、路面を滑らかに変形させることで、車両走行性を確保できることを確認した。

平成 24 年度 (社)日本建設機械化協会会長賞 ご案内

下記の通り、「(社)日本建設機械化協会会長賞」をご案内致します。

1. 表彰の目的

日本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. 表彰対象者

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適う業績のあった団体、団体に属する個人およびその他の個人。

3. 表彰の種類

本賞（会長賞）、貢献賞および奨励賞

4. 選考

本協会が設置した「(社)日本建設機械

化協会会長賞選考委員会」で選考致します。

5. 表彰式

本協会通常総会（平成 24 年 5 月 30 日（水））終了後に行います。

詳細問い合わせ先：

(社)日本建設機械化協会 白鳥

TEL：03-3433-1501

FAX：03-3432-0289

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

第 13 回建設ロボットシンポジウム 論文募集のご案内

わが国の建設産業における建設ロボット分野の技術革新と建設生産システムの先進化を促進するため、総合テーマ「建設産業をリードするロボット技術&情報通信技術」に、今回はサブテーマ「巨大災害を越えて明日の日本を創る建設ロボット」を掲げております。

関連する各分野からの積極的な論文のご応募とご参加を頂きたい、ご案内申し上げます。

1. シンポジウム開催日

平成 24 年 9 月 11 日（火）

2. 論文募集内容

①建設生産についての将来展望 ②計画・設計・管理技術 ③新領域への取り組みとアプリケーション 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

3. 論文要旨提出締切日

平成 24 年 1 月 27 日（金）；終了

4. 本論文提出締切日

平成 24 年 4 月 27 日（金）事務局必着
厳守（査読結果は 6 月頃通知）

5. 登録料：20,000 円

詳細問い合わせ先：

(社)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

<http://www.jara.jp/>

2012 年開催「国際大ダム会議」出展のご案内

「国際大ダム会議第 80 回年次例会及び第 24 回大会」が 2012 年に開催されます。会議の一環として展示ブースが設置されることとなっており、当協会においても出展を行います。

1. 募集内容

展示パネルサイズ（基本）：A1 縦長パネル

利用料（A1）：30,000 円／枚

申込期限：平成 23 年 8 月 1 日（月）；終了

2. 展示概要

期間：平成 24 年 6 月 5 日～ 8 日

場所：国立京都国際会館

展示ブース（1 ブース）の大きさ：

3.0 × 3.0 × 2.5 m（幅 × 奥行き × 高さ）

詳細問い合わせ先：

(社)日本建設機械化協会 白鳥

TEL：03-3433-1501

FAX：03-3432-0289

e-mail：shiratori@jcmanet.or.jp

日本建設機械化協会 個人会員のご案内

(社)日本建設機械化協会は、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 年に設立された学術研究団体です。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、どなたでも入会いただけます。

会費：年間 9,000 円

個人会員の特典：

○「建設の施工企画」を毎月お届けいたします。（一般購入価格 1 冊 840 円／送料別途）

○協会発行の出版図書を会員価格で購入できます。

○シンポジウム、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られる協会行事をご案内す

るとともに、会員価格で参加いただけます。

詳細問い合わせ先：

(社)日本建設機械化協会

個人会員係

TEL：03-3433-1501

FAX：03-3433-0401

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

巻頭言

震災の経験から学んだこと

村井 貞規



いつまで続くのかと思われる長い揺れだった。これまで経験したことのない地震が発生したことは明らかだった。揺れが収まって、多くの家やビルが倒壊しているのではないかと恐る恐る乗っていた車から降りて回りを見回したが、信号は消えていたものの見かけ上は何事もなかったかのように家やビルは建っていた。

それから4日間停電が続き、携帯はつながらないまますぐに電池切れになってしまった。4日後ようやくテレビが見られるようになって最初に目にしたのは宮城県の海岸に押し寄せる津波や瓦礫で埋め尽くされた沿岸各都市の映像だった。私は岩手県出身なので小さい時から三陸の津波に関する話を聞いたり読んだりしていたが、まさか宮城県の平野部まで津波が這い上がってくるとは思いもよらないことだった。

震災から5ヶ月後によく関連学会委員会の有志の一員として宮城県から岩手県南部の沿岸部の市町村を視察する機会を得た。既に街中の瓦礫は殆ど撤去されて数カ所にうずたかく積み上げられており、残った無人の建物と多数の家の土台のみが往時の街を偲ばせるのみだった。それからさらに数ヶ月が過ぎたが、今回の震災の経験から学んだことを幾つか述べてみたい。

・地震と津波

三陸津波に関する平成2年の建設省の委員会資料を改めて見返して見ると、三陸はるか沖を震源とする近地津波の資料の最初にM8.6の869(貞観11)年の地震が挙げられており、それ以降ではM8.5を越える地震はなく1611(慶長16)年、1677(延宝5)年にM8.1、1933(昭和8)年M8.3の記載があるのみである(Mの値は参考文献の値)。このことから今回のM9.0の地震はほぼ千年を周期とするプレート境界が大規模に滑る連動地震であることは明らかである。この貞観地震による津波の痕跡が仙台平野から見ついていることは聞いていたが、残念ながらこれが今回の地震に生かされる情報とはならなかった。原発の建設においてもこの貞観地震の規模と結果として生じていたであろう津波に配慮していれば結果は随分と違っていたはずである。

・都市計画

震災後出された県や市町村の復興計画において、これまで何度も問題とされてきた高台移転が挙げられている。しかし今回の津波は約千年に一度の地震・津波なのだから、今後この規模の津波は千年起きないと考えて計画を立てるべきではないだろうか。三陸沿岸では繰り返し津波が発生しており、その原因となる地震でM7.1以上のものは貞観の地震以降10回程挙げられている。極端に間が近いものを除くと、その間隔は30～40年かその倍数で、その中でも被害が大きく、記録が残っている明治29年津波と昭和8年津波の間隔は37年である。チリ地震津波も含めてこれらの津波による浸水域は大きく異なっていない。高齢化が進み、また津波を経験したばかりでは今回の浸水域に戻ることを決心するのは難しいかもしれないが、科学的根拠に基づいてこれまでの津波被害を明確に分離し、百年に数回発生する津波の浸水域に配慮すれば、都市計画の選択の幅はかなり広がるように思われる。

・道路・道路網

今回の震災で交通に関して感じたことは耐震性を強化した道路網の強靱さであり、高速道路の効果である。ずたずたになった沿岸部の鉄道網は未だに多くが回復していないのに対し、国土交通省の「櫛の歯作戦」を始めとする道路の復旧のスピードはたとえ「啓開」ではあっても目覚ましいものがあった。これにより迅速に人・重機・支援物資が被災地に運ばれ地域の復興に貢献した。

人・物の輸送は勿論のことだが、津波による瓦礫の分厚い層を切り開く復旧活動の手掛かりとして、舗装された道路は十分に機能した。瓦礫の中に最初の一本の道が出来、そしてそれが幾筋にも分かれて広がって行く様子は、まさにライフラインと呼ぶにふさわしいと思われた。ただ切り開かれてゆくその先には数多くの孤立した地域や集落があったはずであり、冗長性に配慮した高速道路を含む道路網の整備の大切さを改めて認識させられた。

新東名高速道路

御殿場ジャンクション～三ヶ日ジャンクション間の概要

2012年4月14日（土）162 km 開通

中日本高速道路(株) 東京支社建設事業部

中日本高速道路株式会社で建設を進めてきた新東名高速道路 御殿場ジャンクション～三ヶ日ジャンクション間 162 km が 2012 年 4 月 14 日（土）に開通を迎えることとなった。本区間では、安全と品質を確保しつつ、コスト縮減を図るべく、積極的に新技術・新工法を採用してきた。また、環境保全に向けての様々な取り組みを行ってきた。本稿では、こうした取り組みを中心に、開通予定区間の設計・施工概要と合わせて、新東名高速道路の概要、整備により期待される効果について報告する。

キーワード：新東名高速道路、東名高速道路、整備効果、新技術・新工法、コスト縮減、環境保全

1. はじめに

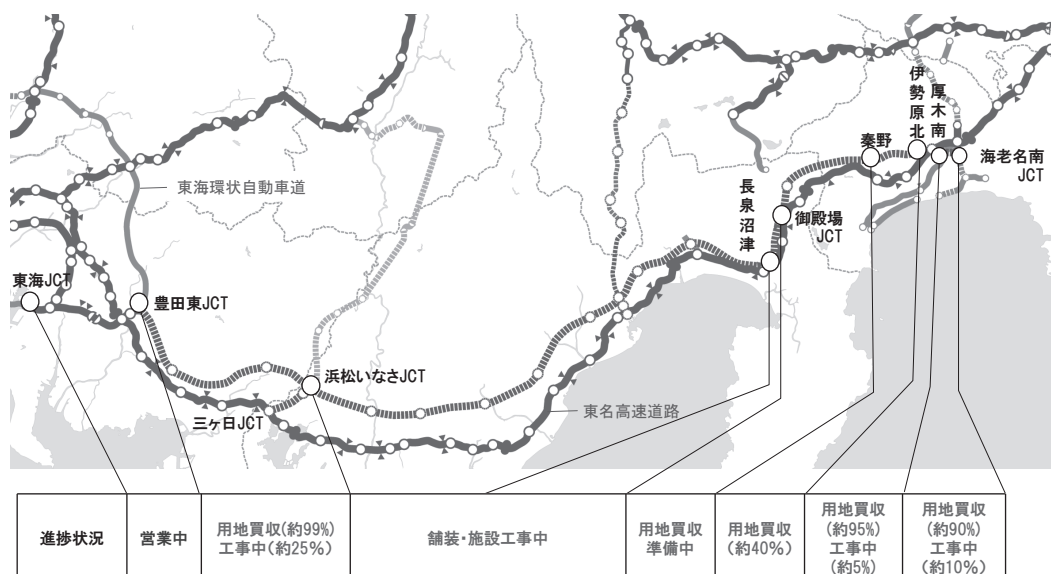
中日本高速道路株式会社（以下「NEXCO 中日本」という）では、新東名高速道路（以下「新東名」という）の整備を鋭意進めている。この新東名は、東名高速道路（以下「東名」という）の混雑解消、災害時の代替路確保等の観点から早期整備が求められてきたが、静岡県内の御殿場ジャンクション～三ヶ日ジャンクション間 162 km が当初の予定である平成 24 年度末を約 1 年前倒しして、同年 4 月 14 日（土）に開通を目指すこととした。

本稿では、新東名の概要、整備効果、開通予定区間の設計・施工等について紹介する。

2. 新東名高速道路の概要

新東名は東京と名古屋を結ぶ延長約 330 km の高速自動車国道である。新名神高速道路とともに東京、名古屋、大阪の三大都市圏を結び、東名、名神高速道路とダブルネットワークを形成し、今後の我が国の社会経済活動を支える重要な高速道路ネットワークの一つといえる。NEXCO 中日本では神奈川県海老名市から愛知県豊田市に至る約 258 km を 2020 年度の完成を目標に建設を進めている。

この区間には 18 か所のインターチェンジ（休憩施設併設のスマートインターチェンジ 2 か所を含む）、11 か所の休憩施設があり、伊勢原、御殿場の 2 か所



※用地買収の進捗は、契約ベース、工事中の進捗は、出来高ベース(H23.12末時点)

図一 新東名高速道路概要 ※ () 進捗率

のジャンクションと清水、引佐の2か所の連絡路（4車線の高速道路）で東名と連絡しており、相互の行き来が可能となる（図—1 参照）。

3. 期待される効果

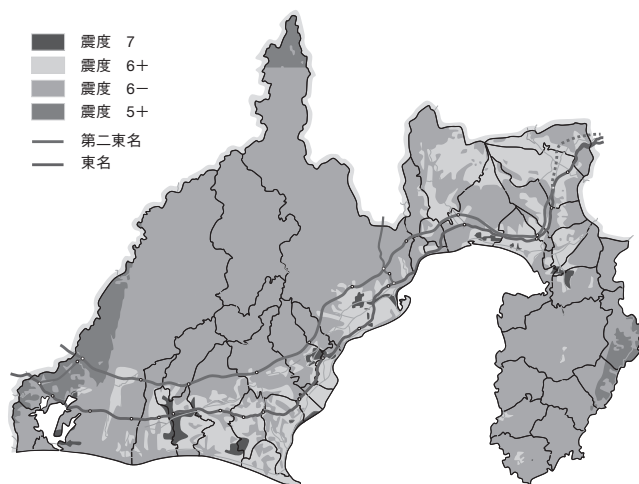
新東名の整備により、以下のような効果が期待できる。

（1）東名の抜本的サービス改善

東名は1日の利用交通量が約43万台に達し、慢性的に混雑し渋滞が頻発する状況にある。今回開通する区間と並行する東名の静岡県内の平均断面交通量は約7万台で、年間2000回程度の渋滞が発生している。新東名の整備により長距離交通を中心に東名から新東名に交通が転換し、混雑が解消し、高速道路本来の高速性、定時性が確保できるものと期待される。

（2）ダブルネット化による信頼性の向上

沿線地域はかねてより東海地震の発生が懸念されており、その防災対策が求められている。新東名と東名がダブルネットワークを形成することで、事故や災害で仮にどちらかが通行止めになっても、もう一方が通行できることでその影響を最小にすることができる（図—2 参照）。こうした効果は、昨年3月の東日本大震災発生時に発揮されることとなった。地震発生から翌日にかけて大津波警報が出され、太平洋岸を走る東名 富士インターチェンジ～清水インターチェンジ間及び平行する国道1号が通行止めとなった。一方、西日本からの警察、消防等の緊急車両が被災地に向かうとしており、一刻も早い走行路の確保が課題となった。そこで、大津波警報が解除されるまでの間、



図—2 東海地震による震度分布図



写真—1 東日本大震災被災地に向け新東名を走行する緊急車両

既に橋梁やトンネルが完成していた新東名を、470台の緊急車両が走行し被災地に向かった。高速道路がネットワーク化することの重要性を改めて認識することとなった（写真—1 参照）。

（3）三大都市圏の連携強化

新名神高速道路と共に、東京、名古屋、大阪の三大都市圏がより短いルートで結ばれることで移動時間が短縮される。これにより、人やモノの流れが活発化し、我が国の社会経済活動の発展に貢献することが期待される。

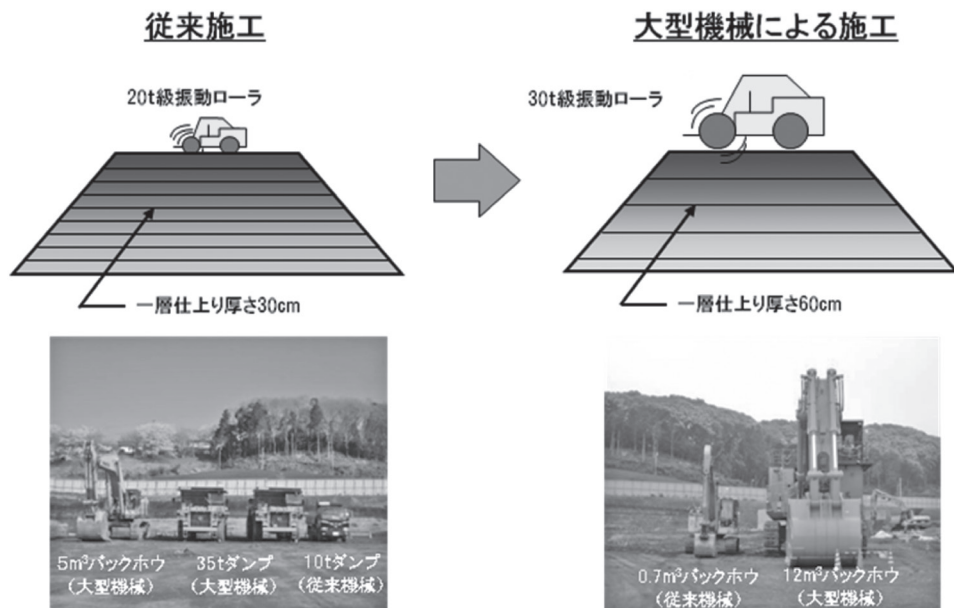
4. 設計・施工の概要

新東名は市街化が進んだ平地部を避け、山間地をその多くが通過しており、長大切盛土、高橋脚・長大橋梁や長大トンネルが多い。これらを、如何に安全と品質を確保しつつ、環境の保全を図りながら、コスト縮減を達成するかが大きな課題であり、その解決のために材料の高度化・複合化、情報通信技術など最新技術の応用、スケールメリットを活かした施工機械の大型化などの新技術・新工法を積極的に採用した。開通予定区間で取り組んだ主な内容を以下に紹介する。

（1）土工

長大切土や盛土が多くあり、まず設計段階で、発生土量を減らすべく工夫するとともに、連絡等施設や休憩施設を大規模な盛土構造として発生土のポケットとし、近隣の畑地帯総合整備事業などの造成事業と事業調整を行って有効活用し、土運搬の最小化、残土処分ゼロ化を図った。

また、施工にあたっては道路工事ではあまり使用実績のない60t級ブルドーザ、46t級ダンプトラックな



図一 3 大型施工機械による大規模土工

どの大型機械を組み合わせるとともに、盛土施工厚を従来の 30 cm から最大 60 cm に厚層化した。また、盛土締めめの振動ローラーに GPS 受信機を取り付けて締め固め回数、層厚、出来形をリアルタイムで管理する施工管理手法を採用し、大型機械の能力を最大限発揮できるようにした（図一 3 参照）。

こうした大型施工機械による大規模土工工事を行うことで従来工法に比べ工費を約 25% 縮減している。

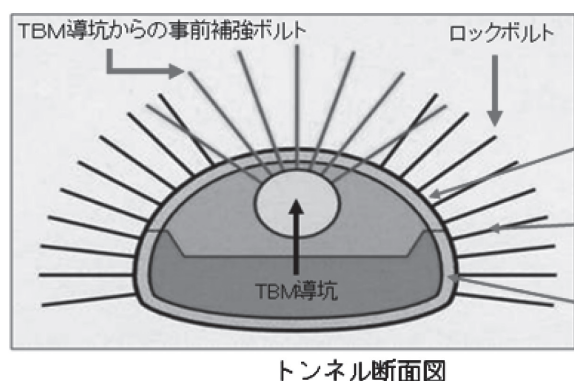
(2) トンネル

トンネル延長は本線でその延長に対して約 27% に達し、上下線で連絡路も含めると延長約 83 km、72 チューブ（内 6 チューブは坑口が近接していたため、掘削後つなげて 3 チューブとし完成後は 69 チューブ）を掘削することとなった。また、本線の完成時片側 3 車線の掘削断面積は一般的な 2 車線トンネルの 2 倍を超えるものであり、事業全体のコスト、工程に大きな

影響を与え、より合理的な設計・施工が強く求められた。

まず、断面は各種解析を経て扁平率 0.65 の 5 芯円とし、過去の施工実績から支保構造や覆工の設計案を作成し、現地の試験施工を経て標準設計を確立するとともに、断層等の特殊条件に対してはそれぞれのトンネルで対応することとした。

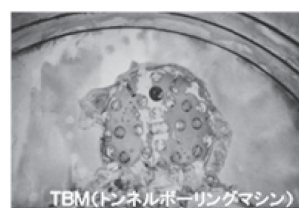
次に、掘削工法として、特に長大トンネルにおいては、地山の事前把握、状況に応じた事前補強が効果的と考え、導水路トンネル等で使用され高速掘進可能な TBM（トンネルボーリングマシン）の道路トンネルへの適用に取り組んだ。具体には、TBM で直径 5 m の導坑を先進させて地質を確認し必要に応じて事前補強を行い、その後拡幅掘削する TBM 導坑先進拡幅掘削工法を開発し、9 箇所、17 チューブのトンネルに適用した。TBM の施工実績は平均月進約 219 m、最大月進は三岳山トンネル（工事中名称は浜松トンネ



トンネル断面図

※TBM:トンネルボーリングマシン 高強度材料の使用(施工例)

高強度吹付け ゴングリート	設計基準強度を 18→36N/mm ² 厚さを 20→15cm
高耐力 ロックボルト	ロックボルトの耐力を 170→290KN 本数を 30→21本
高強度覆工 ゴングリート	設計基準強度を 18→30N/mm ² 厚さを 50→40cm



図一 4 TBM 導坑先進拡幅掘削工法

ル)での810 m(当時国内最高)であった。

並行して支保構造の材料に高強度材料を用いた高規格支保構造を採用した。吹き付けコンクリート、ロックボルト、鋼アーチ支保工、覆工コンクリートのいずれも高強度化して、薄肉化、施工性の向上を可能にした(図—4 参照)。これらの施工実績を踏まえ、一般的な2車線トンネルにおいても高強度材料の使用が一般的となり(2009年に設計要領に反映)、高速道路全体のトンネル施工の合理化につながっている。

(3) 橋梁

橋梁延長は本線の延長に対して約33%に達し、上下線で連絡路も含めると延長約103 km、272橋を架橋することとなった。山間地が多く斜面も急で、橋脚規模も大きくなり周辺地形に与える影響も増加傾向になる。また富士川や大井川、天竜川などの大河川を渡る必要がある。そのため、上部工重量の軽減、現場施工の省力化、耐久性・耐震性の向上及びコスト縮減を目指して多くの新技術・新工法を採用した。具体には、ストラット付PC箱桁、プレストレスト床版を用いた鋼少数主桁、鋼・コンクリート複合形式橋梁、免震支承、桁の連続化などがあり、以下に採用事例の多いストラット付PC箱桁橋を紹介する。

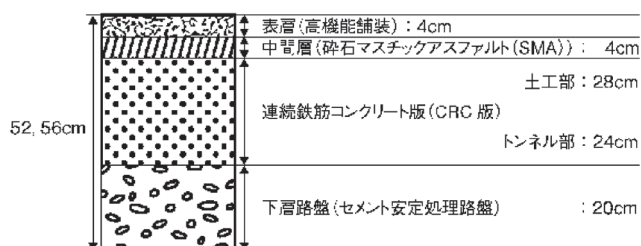
ストラット付PC箱桁は、斜めのストラットで張り出し床版を補強して桁断面を縮小する構造の橋梁である。ストラットはいくつかの施工事例での検討を経て、300 mm × 300 mmのコンクリート製とし、橋軸方向の間隔が3.5 m ~ 4 mが基本となっている。この形式

を採用することで主桁重量が軽量化され、下床版幅が縮小され、橋脚や基礎構造のコンパクト化につながり、橋梁全体としての工費縮減が可能になる。合わせて橋脚施工時の構造物掘削による長大のり面を抑制でき、周辺環境への影響も少なくできる。結果的に従来の2室箱桁形式に比べて、約15%の工費縮減を可能にした(図—5 参照)。

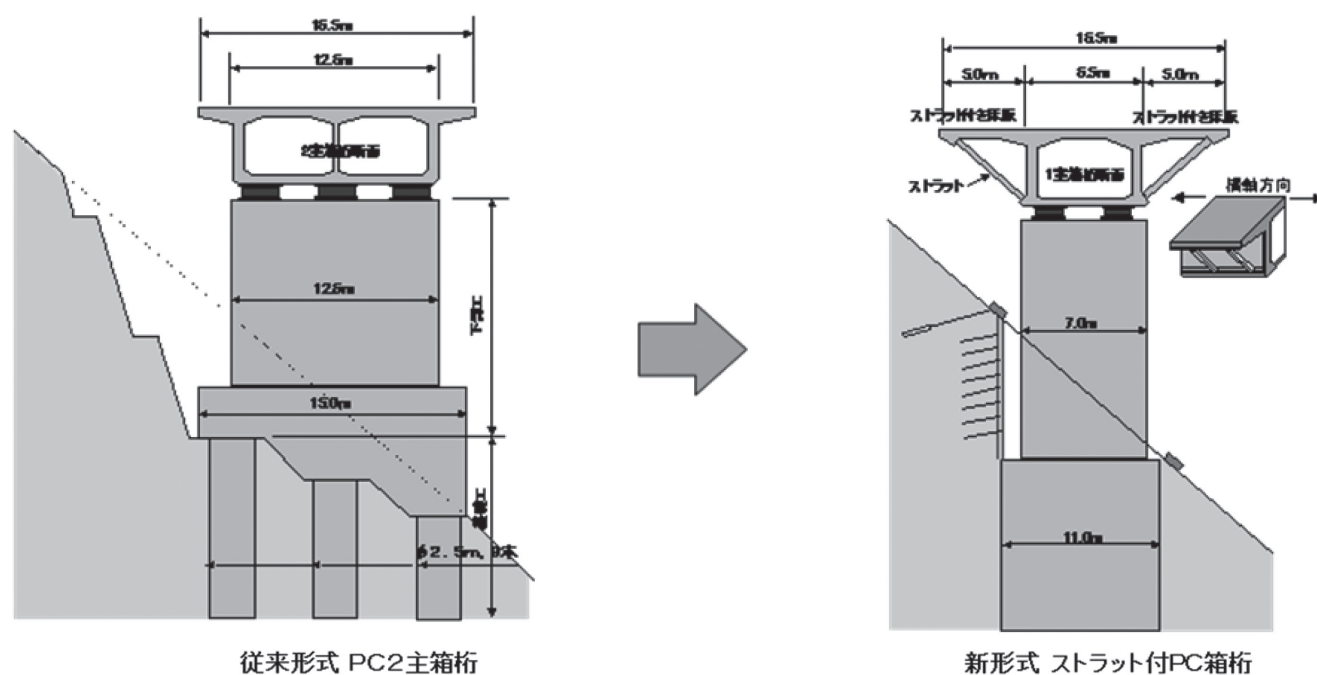
(4) 舗装

開通予定区間は高い大型車混入率の重交通路線となるため、舗装構造の耐久性を高めて、補修工事に伴う通行規制回数を減らし、お客様サービスの向上、ライフサイクルコストの低減を目的に、一部の区間を除き、土工部とトンネル部に、連続鉄筋コンクリート路盤とアスファルト舗装で構成されるコンポジット舗装を採用している(図—6 参照)。

また、その施工にあたってはICTを活用した情報化施工として、品質確保と効率性の向上を目指してGPSや自動追尾トータルステーションを用いた自動機械施工・連続施工を行った。



図—6 コンポジット舗装構成

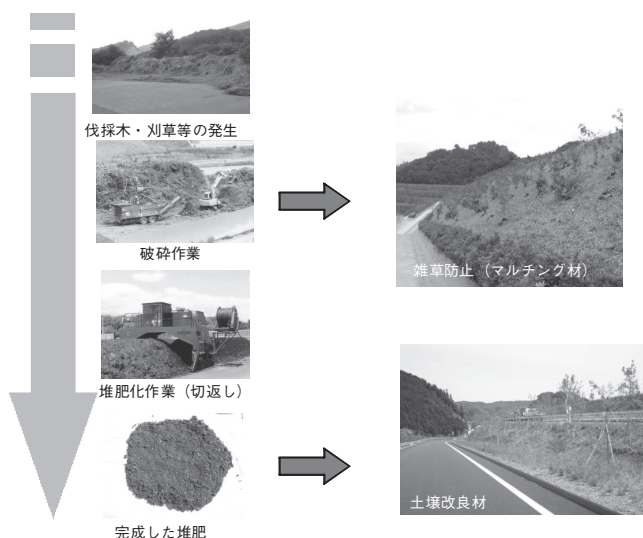


図—5 ストラット付PC箱桁

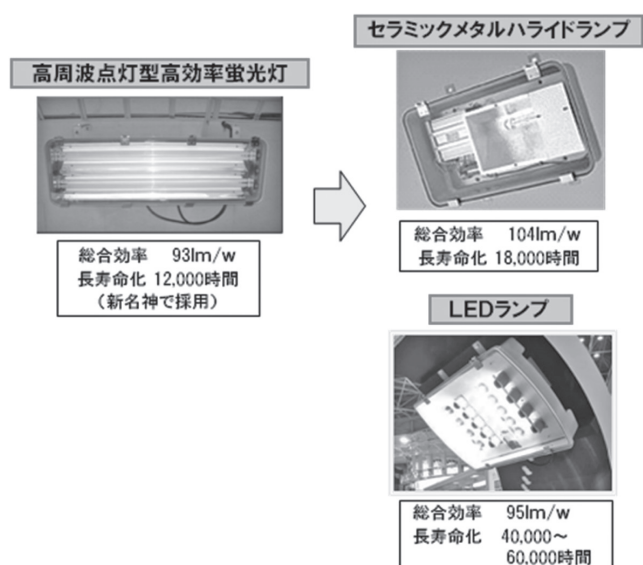
(5) 環境保全に向けた取り組み

沿線地域の生活環境，自然環境との調和，地球環境の保全を目指し，計画から設計，施工そして開通後の運営においても環境負荷の軽減を図るべく取り組んできている。

計画，設計・施工段階の取り組みの主なものとして，地形の改変をなるべく少なくする道路構造の採用，建設発生土の再利用，伐採した樹木の枝葉や根株を堆肥化してのり面緑化に活用する緑のリサイクル（図―7 参照），地域の自生種による緑化，希少動植物の保護対策，建設発生土を本線を使って運搬しその速度を上げることでダンプトラックの燃費を改善させる高速土運搬などがある。



図―7 緑のリサイクル



図―8 トンネル照明の新光源の採用



写真―2 電気自動車急速充電システム

また，開通後の運営時の取り組みの主なものとして，エネルギー消費の多いトンネル照明に着目し，従来の蛍光灯より長寿命で効率の良いセラミックメタルハライドランプを光源とした（図―8 参照）。一部のトンネルでLEDランプも試行的に採用する予定である。他にも暫定運用時の片側照明配列，昼間に電力を要する入口照明部での太陽光発電を採用することとしている。加えて，休憩施設において各種自然エネルギーを活用するとともに，電気自動車急速充電システム（写真―2 参照）を設置して，施設そのものの環境負荷軽減だけでなく車両の環境負荷軽減をサポートすることとしている。

5. おわりに

新東名高速道路 御殿場ジャンクション～三ヶ日ジャンクション間 162 km は昭和 44 年 2 月に開通した東名高速道路 静岡インターチェンジ～岡崎インターチェンジ間 131.6 km を超え，我が国の高速道路整備史上最長の開通延長となるものである。現在，舗装工事や標識，情報板，照明，料金収受機械などの各種施設工事の最終段階を迎えている。NEXCO 中日本では，本区間の開通に向けて着実に工事を進めるとともに，その他の区間においても早期開通を目指し，整備効果の発現により，沿線地域の活性化はもとより，我が国の発展に寄与するべく努力を重ねる所存である。関係各位のこれまでのご理解，ご協力に感謝するとともに，引き続きのご支援をお願い申し上げます。

東日本大震災に伴う水戸管内の高速道路の 早期復旧への取り組み

石 田 慎 治・藤 田 将 寛・和 田 広 海

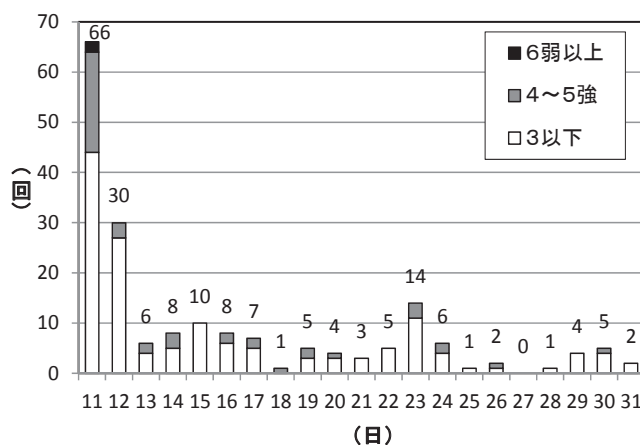
平成 23 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震により、茨城県水戸管内の高速道路では、1,200 件を超える路面や法面などの損傷が発生した。中でも、常磐自動車道上り線 92.5KP 付近（水戸 IC ～那珂 IC 間）においては、大規模な盛土の崩壊が発生した。大きな余震が続く中、24 時間体制の復旧作業により、震災発生から 6 日後には盛土崩壊箇所の復旧が完了し、10 日後の 3 月 21 日には管内全線で一般開放を実現するに至った。

本報告では、国内外のメディアからも称賛を受けた、高速道路の早期復旧に向けた取り組みを紹介する。
キーワード：東北地方太平洋沖地震、常磐自動車道、盛土法面崩壊、応急復旧、復旧工法

1. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日午後 2 時 46 分頃、宮城県牡鹿半島の東南東沖 130 km の海底を震源とする「東北地方太平洋沖地震」が発生した。震源の深さは約 24 km、地震の規模を示すマグニチュードは日本における観測史上最大の 9.0 を記録し、宮城県栗原市築館町で最大震度 7、岩手県から千葉県にかけて震度 6 弱以上を観測するなど強い揺れは広範囲に亘った。茨城県においても震度 6 強を観測し、水戸管内の高速道路では、水戸南 IC で最大計測震度 6.3 を観測した（図—1）。

この地震により、水戸管内の高速道路では震災発生後即時通行止めとなり、地震に伴う点検において多くの損傷が確認された。その後大規模な余震が続く中（図—2）、懸命な復旧作業を経て、3 月 16 日には常磐自



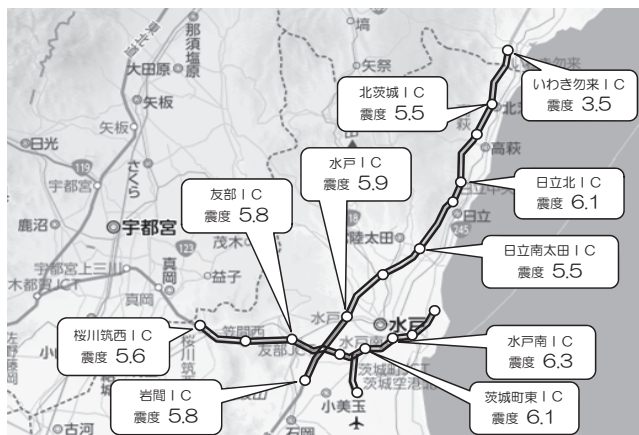
図一 茨城県内の余震回数（気象庁発表）

動車道三郷 JCT ～水戸 IC 間及び北関東自動車道都賀 IC ～茨城町西 IC 間が一般開放、3 月 21 日には水戸管内全線の高速道路が一般開放された。

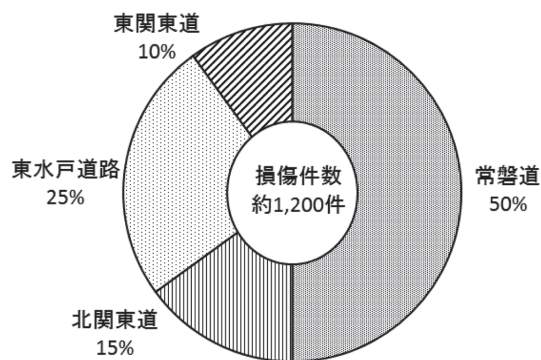
本報文は、国内外メディアからも称賛を受けた水戸管内の高速道路の早期復旧に向けた取り組みについて報告するものである。

2. 水戸管内の高速道路の損傷概要

震災発生によって、水戸管内の高速道路における舗装や橋梁、交通管理施設や遮音壁などに生じた損傷の件数は 1,200 件以上に上った（図—3）。その内、舗装に生じた損傷は 500 件以上で、そのほとんどが、橋梁および函渠の前後に大きな段差が生じたもの（写真—1）と、盛土の変状に伴って生じたクラック（写真—2）



図一 水戸管内高速道路の各地の震度



図一 3 水戸管内の高速道路の路線別損傷割合



写真一 1 橋梁前後に生じた段差



写真一 2 盛土の変状に伴って生じたクラック



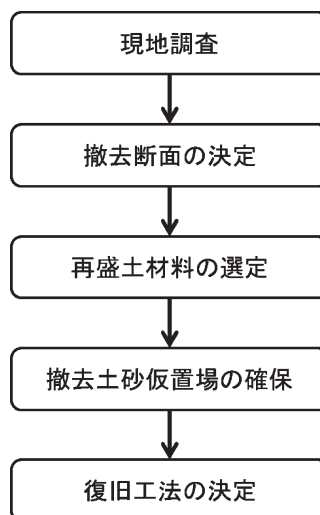
写真一 3 常磐道上り 92.5KP の盛土崩壊

であった。中でも、常磐自動車道上り線92.5KP付近（水戸IC～那珂IC間）においては被害が甚大で、盛土法面が延長約150mに亘って本線走行車線ごと崩落した（写真一3）。

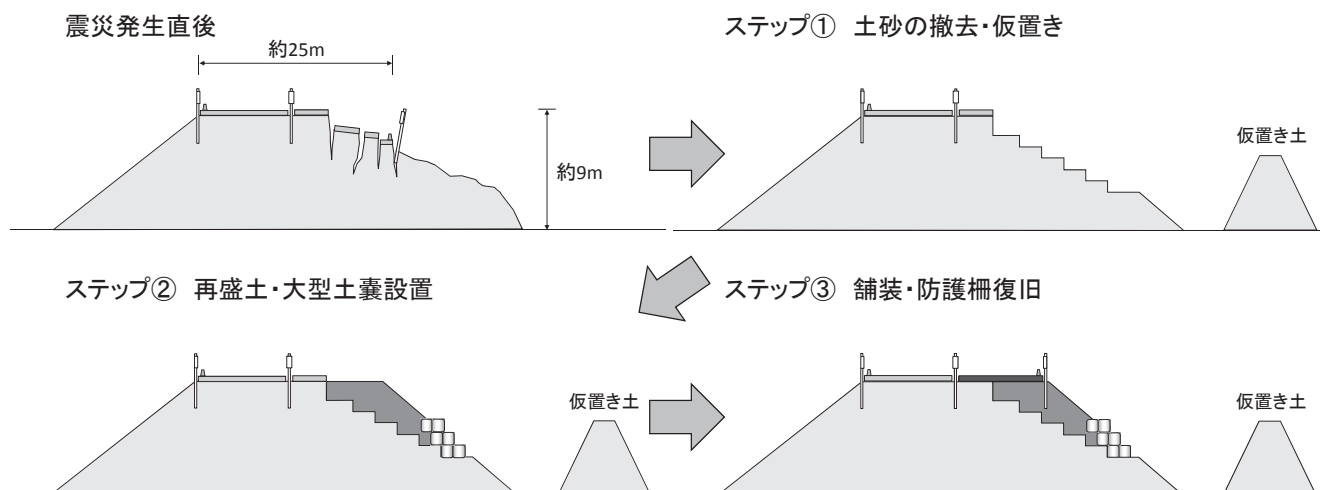
3. 盛土崩壊箇所の応急復旧工事

(1) 応急復旧方針の決定

一刻も早い一般開放と、被災地支援のためには、盛土崩壊箇所の早期復旧が必要不可欠となった。そのため、震災発生翌日（3月12日）の夜明けとともに現地調査班を結成し、復旧方法の検討を開始した（図一4）。それと並行して、調査の支障となる盛土法面の草刈・植林伐採作業と、崩落したアスファルト塊の撤去作業を開始した。同日、盛土崩壊の知らせを受けて駆け付けた土工専門家を交えて損傷状況を早期に把握し、復旧方法について迅速な意思決定を行った。復旧方法決定の経緯と、決定した復旧方針（図一5）を以下に示す。



図一 4 復旧方法の検討フロー



図一五 決定した施工方針の概略図

(a) 崩壊した土砂の撤去

撤去断面を決定するため、現地調査において、バックホウを用いて試験的にすべり面を露出させた（高さ9mの盛土に対して法尻より2～3m程度の高さの箇所）。すべり面直下の土は高含水比の軟弱な関東ローム（火山灰質粘性土）であり、それよりも深く掘り下げると、下部は安定した関東ローム層であった。検討の結果、すべり面から50cm切り下げ、軟弱な高含水比の土は全て取り除き、安定した関東ローム層は撤去しない方針とした。排土量は最大8,000 m³程度を想定したが、盛土内のクラック状況を確認して分離土塊の判定を行いつつ段切りを行い、最終的な排土量は約4,700 m³となった。

(b) 盛土材の選定と確保

急速盛土による復旧のため、再盛土を構築するにあたっての盛土材料には、敷均しと簡易な転圧で密度の確保が期待でき、かつ透水性の良いクラッシャーラン（C-40）を選定した。すぐに地元の碎石工場と連絡を取り、現場まで約50km圏内の碎石工場3社（図一六）に合計8,000 m³程度のストックがあり、生産するこ

となく材料を納入できることを確認し、その全てを確保した。また、碎石工場の協力により、その材料を運搬するダンプトラックも確保することができた。

(c) 撤去土砂の仮置場の確保

撤去した土砂を搬出するダンプトラックやそのための燃料を確保することが困難であること、現場近くに受け入れ態勢のとれる土捨て場が無いことなどを勘案して、崩壊箇所に隣接する水田を借地することにした。そこに撤去した土砂を仮置きすることで、迅速な排土作業を進めることができ、工程を大幅に短縮することができた。市役所のシステムが機能しておらず、地権者の検索が不可能であったため、付近の農家を回って聞き取り調査することにより、7件の地権者を特定し、借地交渉を行った。その日のうちに全ての方から借地承諾を得て、速やかに工事着手することができた。

(d) 復旧工法の決定

既設の盛土は、震災時の激しい揺れにより軽度の液状化を起こし軟弱な状態であったが、その土砂は全て取り除くこととなったため、鋼矢板の必要は無いと判断し、盛土下段に大型土嚢を積むことで対応することとした。現場内には大型土嚢を作製するだけの十分なスペースを確保できないことから、茨城町のアスファルトプラントにC-40を搬入し、場内で大型土嚢を作製し、10tダンプで現場に搬入する方法を選定した。またC-40で置き換えた盛土最下段には、φ40mmの有孔管を5m間隔で配置し、排水性の向上を図った。

(e) 作業用燃料の確保

震災による停電が続く中、付近のガソリンスタンドは機能を停止し、作業用燃料の確保が最重要課題となった。震災発生翌日に、高速道路休憩施設のガソリンスタンドに発電機を設置して電力を確保し、ガソリンスタンドの在庫分を使用することで作業用燃料を確



図一六 盛土崩壊現場と各出荷工場位置図

保した。また、日本全国からの作業用燃料の支援を受け、重機を止めることなく工事を続けることができた。

(2) 盛土崩壊箇所の応急復旧実施工程

盛土崩壊箇所の応急復旧工事は、3月12日から3月17日までの6日間昼夜連続作業（3月15日夜間に関しては雨天作業中止）により実施した。3月12日11:00より常磐自動車道は被災地支援のための緊急輸送路に指定されたため、盛土崩壊箇所については下り線側を対面通行として暫定運用しながら工事を実施した。

図一5に示すステップ①の段階において、上段部の土砂撤去が完了した箇所からC-40を搬入し、ステップ②における碎石搬入ダンプが下段まで下りることのできる斜路を下段部の土砂撤去作業と同時進行で構築することで、工程の短縮に努めた。

また、応急復旧計画当初は防護柵・アスカーブについては施工せず、仮設防護柵と枕土嚢による仮開放を検討していたが、仮設資材の入手が困難であったこと、運搬車両の確保が難しいことなどを勘案し、防護柵・アスカーブについても完成形状での復旧とした。

以上の結果、国内外メディアからも称賛を受けた震災発生から6日間での盛土崩壊箇所の早期復旧を実現した（表一1）。

(3) 施工状況

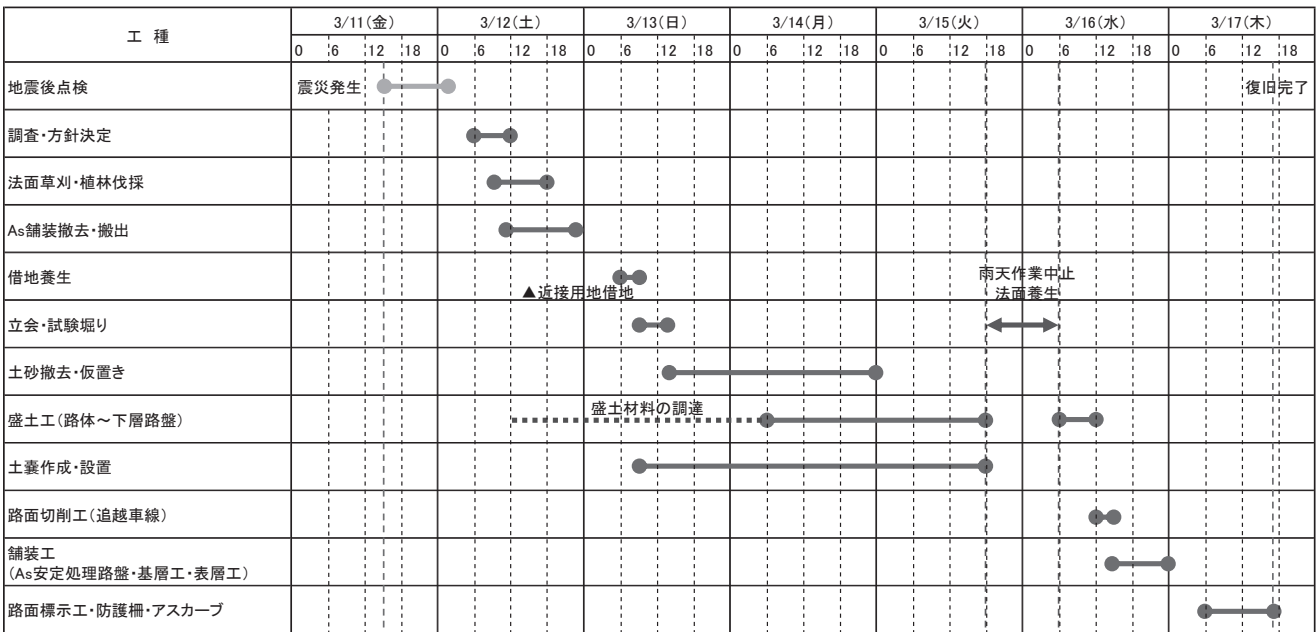
盛土崩壊箇所の復旧には、延べ450人強が従事し、核となった盛土材（C-40）の搬入ダンプは、3碎石

工場合わせて日最大94台が稼働した。その他の資材についても、工程に影響を与えることの無いよう、十分な数量を確保した（表一2）。施工状況写真を写真一4～10に示す。

表一2 復旧数量一覧

項目	単位	数量	備考
労務			
作業員	人・日	362	常用10tダンプ運転手含む・8H換算
交通誘導員	人・日	93	8H換算
主な作業機械			
0.8m ³ 級バックホウ	台・日	30	
0.45m ³ 級バックホウ	台・日	5	
バックホウ（超ロングアーム）	台・日	4	
10t級キャリアダンプ	台・日	6	
3t級ブルドーザ	台・日	4	
25t級ラフタークレーン	台・日	2	
主な材料			
C-40	m ³	4,692	材料納入ダンプ最大94台/日
アスファルト安定処理	t	600	
基層用混合物	t	300	
表層用混合物	t	200	
アスファルト乳剤	L	2,180	
As廃材	t	1,064	
フレコンパック	袋	297	
シングルプレスト管φ500	本	6	

表一1 盛土崩壊箇所復旧工程





写真—4 借地養生



写真—8 大型土嚢設置



写真—5 土砂撤去・仮置き



写真—9 アスファルト舗装工



写真—6 土砂撤去・仮置き（夜間作業）



写真—10 復旧完了



写真—7 再盛土

4. 早期復旧実現のポイント

盛土崩壊箇所の早期復旧実現を可能にしたポイントを以下にまとめる。

- ①応急復旧方法の決定：震災発生翌日からの速やかな調査・復旧方法検討の実施
- ②撤去土砂の仮置場確保：周辺住民の協力による隣接地の借地と、そこを撤去土砂の仮置場にするることによる作業の効率化
- ③盛土材料の確保・調達：地元業者の協力による円滑な盛土材料（碎石）の確保・調達

- ④作業用燃料の確保：高速道路休憩施設の給油所へ発電機を設置し，復旧作業用燃料を確保
- ⑤アスファルト混合物の調達：近隣のアスファルトプラントが長時間の停電により出荷不可能であったため，つくば市のアスファルトプラントからの出荷

5. おわりに

今回の地震は，1,000年に一度と言われる大震災であり，被災地においては，電気・ガス・水道・情報・輸送，全てのライフラインがその機能を失い，広範囲に亘り大規模な損傷を受けることになった。そのような中で，高速道路の応急復旧においては，高速道路会社，施工会社や材料会社など多くの関係者が一丸となって，不眠不休で1日も早い復旧を目指した。更に，各方面からの支援物資や地元の皆様の多大なる協力が迅速な復旧の後押しとなり，このような早期復旧を実現することができた。

この場をお借りして，復旧に携わった全ての方々に御礼，感謝を申し上げます。また，被害に遭われ今も

困難に直面している方々へ心よりお見舞い申し上げますとともに，亡くなられた方々へ深く哀悼の意を表します。

J C M A

【筆者紹介】



石田 慎治（いしだ しんじ）
東日本高速道路㈱
関東支社 水戸管理事務所
改良担当課長



藤田 将寛（ふじた まさひろ）
㈱ NIPPO
関東第二支店 水戸出張所
所長



和田 広海（わだ ひろみ）
㈱ NIPPO
工事部 工事グループ

アスファルト舗装の地震対策型段差抑制工法とその施工方法

石 垣 勉・尾 本 志 展・根 本 信 行

東日本大震災以降、大規模地震災害に強い国土構造への再構築の観点から、災害に強い交通インフラの整備とリダンダンシーの向上が求められている。筆者らは、舗装の震災前対策として、大規模地震時に頻繁に発生する舗装の段差支障を抑制し、地震発生直後の車両走行機能の確保を要求性能とするアスファルト舗装の地震対策型段差抑制工法を開発した。本報告では、アスファルト舗装の地震対策型段差抑制工法とその施工方法について述べる。

キーワード：アスファルト舗装、大規模地震、震災前対策、段差抑制性能

1. はじめに

世界有数の地震発生国であるわが国は、過去に発生した大規模地震災害を教訓にして、道路の耐震性向上に係る技術的対応を進めてきた経緯がある。

新潟地震（昭和 39 年 6 月、M7.5）では、大規模な液状化が発生し、橋梁や道路などの交通インフラに大きな被害を受けた。この地震により、液状化現象の存在とその被害の大きさが世界的にも広く周知されることになった。その技術的対応として、臨海部の埋立地盤などにおいて、サンドコンパクションパイル等の液状化対策工が適用されるようになった。

兵庫県南部地震（平成 7 年 1 月、M7.3）では、道路の高架橋脚の倒壊などの構造物の大規模な損傷が発生した。その技術的対応として、緊急輸送道路の橋梁耐震補強プログラムが実施された。これらの橋梁耐震補強対策の優れた効果は、東日本大震災においても実際に確認されている。

新潟県中越地震（平成 16 年 10 月、M6.8）では、直下型地震による道路盛土の崩壊と構造物取付部の不同沈下に伴う道路の段差支障が発生した。災害時の緊急輸送路線の確保において、一般国道や高速道路が迂回路として大規模災害後の復旧活動に大きく寄与した。充実した道路ネットワークを構築することが重要であることが広く知られた。

能登半島地震（平成 19 年 3 月、M6.9）では、未想定地域での大規模地震の発生を経験した。道路盛土の多数箇所において、大規模なすべり崩壊などの地盤災害が発生した。これらの道路盛土の復旧に際しては、

「強化復旧」の概念が新たに示された。ジオシンセティックスを用いた補強土工法などが強化復旧における新たな技術的対応として広く適用された。

新潟県中越沖地震（平成 19 年 7 月、M6.8）では、一般国道や重要施設内の構内道路において、液状化に伴う構造物取付部の不同沈下に伴う舗装の段差支障が多数箇所が発生した。地震発生直後における人命救助や火災等の二次災害のリスク低減と、企業における事業継続計画（BCP）において、道路の車両走行機能の確保が重要であることが再認識された。

東日本大震災（平成 23 年 3 月、M9.0）では、これまでの想定外の大規模地震が発生した。津波による広範囲にわたる大規模な被害が発生した。道路の構造物取付部の不同沈下に伴う舗装の段差支障が顕在化した。また、震源地より離れた首都圏において、長周期地震動による液状化被害が発生した。東日本大震災の発生により、わが国が潜在的に抱える大規模地震に対するリスクが明らかになりつつある。東日本大震災以降、大規模地震災害に強い国土構造への再構築の観点から、災害に強い交通インフラの整備が強く求められているといえる。

大規模地震における舗装の技術的対応として、応急復旧、暫定復旧および本復旧があげられる。舗装の「応急復旧」の目的は、緊急輸送車両の最低限の走行性を確保することである。段差支障が発生し、交通の阻害が発生した箇所において、土のうや碎石などを用いて一時的なすりつけを行うものである。「暫定復旧」の目的は、応急復旧終了後、車両走行機能を回復させることである。応急復旧箇所をアスファルト混合物によ

るすりつけに置き換えるものである。「本復旧」とは、本来の舗装の機能に完全に回復することを目的に、舗装損傷状況に応じて、舗装の打換えやオーバーレイなどを行うものである。これらは舗装の「震災後対策」といえる。新潟県中越地震や東日本大震災では地震発生直後に迅速な応急復旧がなされた。これにより緊急輸送路線が早期に確保された。このことは、わが国の舗装の震災後対策レベルの高さを国内外に広く知らしめることになった。

筆者らは、大規模地震に対応する交通インフラのリダンダンシー向上の要件として、「地震発生直後における舗装の車両走行機能を確保すること」が重要と考えている。大規模地震発生直後において、人命救助や緊急物資輸送などの急務な初動と復旧活動を迅速に実施することを可能にすることがその目的である。これは舗装に最低限の車両走行機能を確保を要求性能とすることであり、舗装の「震災前対策」として舗装に予めこの性能を備えておくという考え方である。

筆者らは、舗装の新たな技術的アプローチである震災前対策技術として、地震発生直後の舗装の車両走行機能を確保を要求性能とする「アスファルト舗装の地震対策型段差抑制工法」を開発した。

本報告は、アスファルト舗装の地震対策型段差抑制工法と、その施工方法について述べるものである。

2. アスファルト舗装の地震対策型段差抑制工法

(1) 要求性能

依藤ら¹⁾は、新潟県中越地震における道路盛土部の被害状況に関する分析結果を報告している。これによれば、道路施設の被害において、舗装の車両走行機能を阻害する主な要因は、支持基盤の沈下や変形に伴う路面段差の発生である。その被害箇所は盛土部、横断構造物近傍部、橋台背面盛土部に集中した。これらの箇所が発生した段差量と観測された震度レベルとの関係は、震度5強レベルで最大10 cm、大規模地震に分類される震度6強レベルでは、最大60 cm程度の段差量が発生した。

今井ら²⁾は、東京湾臨海部の液状化による流動と沈下予測に関する研究において、扇島地区の検討結果を報告している。これらの地区の地盤は、昭和40年代に建設された埋立地盤である。この年代に建設された埋立地盤では液状化対策が未実施の可能性も高いとのことである。本報告が示す扇島地区の液状化対象層の層厚は0 m～20 mと複雑に変化している。東京湾

北部地震(M6.9)を想定した液状化沈下予測量は0～80 cm程度である。但し、沈下予測量が80 cm程度の最大予測値を示す箇所は、側方流動が卓越する護岸近傍に限定されている。一般的な埋立部の沈下予測量は概ね40 cm～60 cm程度であることを示している。

要求性能として、大規模地震に伴う道路盛土の変形や液状化による地盤の沈下を許容しないこととした場合、舗装面による技術的対応では、現実的に困難であろう。セメント系固化処理やサンドコンパクションパイルなどの地盤改良による地盤の耐震対策が有効である。しかしながら、供用中の道路においてこれらの対策を実施することは、工事規制や仮設ヤードの確保など、現実的に多くの制約もあるものと思われる。

そこで舗装の震災前対策工法の要求性能として、「大規模な地震により発生する不同沈下の発生は許容するが、路面の局所的な段差発生を抑制し、最低限の車両走行機能を確保すること」と筆者らは考えている。また、大規模地震に対する舗装震災前対策工法の要求性能のレベルは、前述の報告によれば、「最大60 cm程度の不同沈下において道路の車両走行機能を確保すること」と考えることが妥当であろう。

(2) 本工法の構造

本工法は、面状補強材と拘束部材を用いた複合剛性層を路床の上部に構築する路床補強工法である。図-1に本工法の構造を示す。本工法は密実に締め固めた粒状層を低ひずみ・高強度型面状補強材を用いて補強するとともに、拘束部材を用いて粒状層の鉛直方向に拘束力を導入する構造である。本構造の補強メカニズムは、拘束部材による粒状層への拘束力の導入と面状補強材と粒状材間の摩擦抵抗力の向上により、粒状層内に生じるせん断変形を抑制することである。

本工法の構造上の特長は、アスファルト舗装を複合剛性層によって直接支持することである。これにより大規模な地震により発生する最大60 cm程度の不同

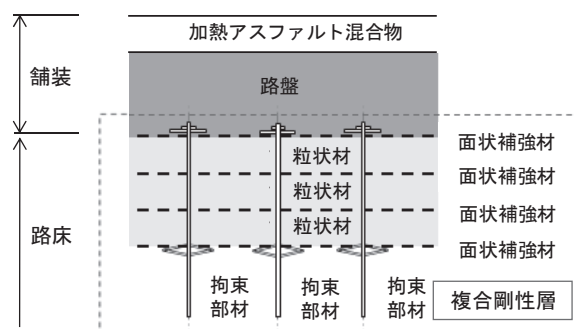


図-1 本工法の構造

沈下に対して、地震発生直後から本復旧に至るまでの期間における車両の通行が可能である。地震による舗装の崩壊を防止するとともに、アスファルト舗装が本来有する変形追従性を生かして、滑らかに路面を変形させることで、路面への亀裂や段差の発生を抑制するものである。このため、本工法を構造物取付部などの段差支障が想定される箇所に適用することで、地震直後でも緊急輸送車両の通行が可能となり、特に人命救助や物資運搬などの急務な初動を迅速に行うことが可能とすることが期待できる。

(3) 使用材料

本工法において粒状材料の選定は重要である。段差抑制効果を十分に発揮させる観点からである。筆者らが過去に実施した実験結果より、締固め材料としてせん断強度の確保が可能であり、土材料と比較して品質が均一な粒度調整砕石が最適であると考えている。

面状補強材は、芯材にアラミド繊維を用いた高強度(200 kN/m)・低ひずみ(破断ひずみ4.5%)型の本工法用の専用開発品である。写真—1に面状補強材を示す。本材料の特長は、①高強度かつ低ひずみであること、②材料幅が車線幅員に対応していること、③粒状材と面状補強材間の摩擦力を最大限発揮させる目合い間隔(26 mm × 28 mm)としたことである。

拘束部材は、過去に使用実績のある地山補強用アンカー材を、本工法用に改良した先端拡大型拘束アンカー材である。拘束部材を写真—2に示す。拘束部材は複合剛性層の上部より所定深さに打込み、先端部を打込み後に拡大させることで、最下層の面状補強材の下面から反力を得ることが特徴である。



写真—1 面状補強材



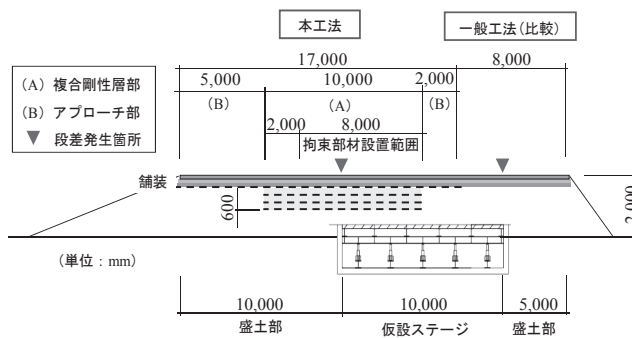
写真—2 拘束部材

(4) 本工法の段差抑制性能³⁾

(a) 実物大実験の概要

大規模地震時の不同沈下に対する本工法の段差抑制性能と構造安全性の確認を目的に、試験盛土による実物大実験を実施した。試験盛土の概要を図—2に示す。

本工法の複合剛性層の厚さは60 cmとした。面状補強材は20 cm間隔で4枚敷設とした。拘束部材は道路幅員方向に60 cm間隔、道路縦断方向に45 cm

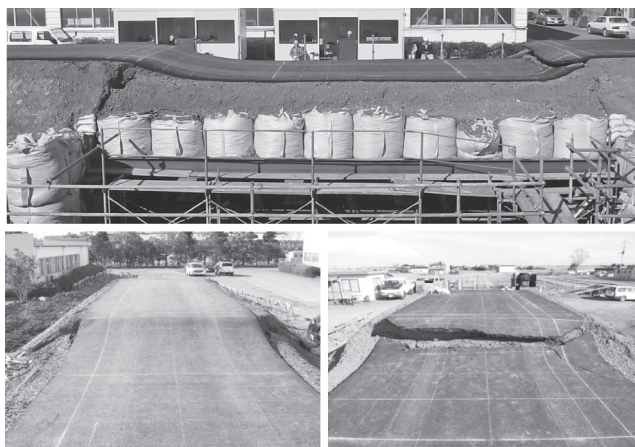


図—2 試験盛土の概要

間隔とし、格子状に配置した。実験方法は、試験盛土の中央区間に設置した仮設ステージを、10本の油圧ジャッキにより強制沈下(沈下量0～55 cm)させることで、不同沈下発生を再現した。

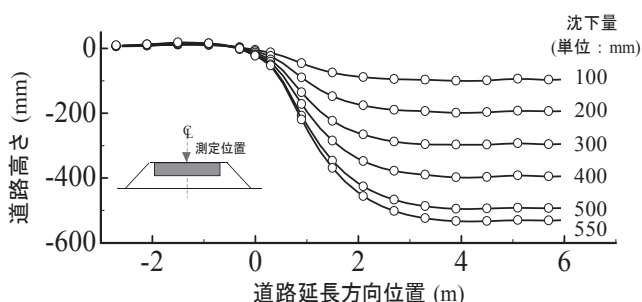
(b) 段差抑制性能

実物大性能確認実験における本工法の段差抑制性能を写真—3に示す。なお強制沈下量は55 cmである。一般的な舗装(右)は舗装に大きな亀裂が発生し、段差が生じているが、本工法(左)では舗装の崩壊を抑制し、路面が円滑に変形していることが分かる。



写真—3 本工法の段差抑制性能

本工法の道路縦断方向の路面変形状況を図—3に示す。本工法は、沈下量が大きくなっても、十分な段差すりつけ長を有し、路面が滑らかに変形する特徴を有していることがわかる。



図—3 本工法の道路縦断方向の路面変形状況

(c) 車両走行実験

沈下量 550 mm における RV 車による車両走行実験状況を写真—4 に示す。実験車両には乗用車, RV 車, トラックを用いた。各車両の最低地上高は乗用車が 140 mm, 他の車両は 190 mm である。本工法では 550 mm の沈下量に対して, 徐行走行による車両の走行が十分可能であった。また, 車両底部と路面とのクリアランスは 70 ~ 100 mm 程度確保されていたことから, 本工法は 60 cm 程度の不同沈下に対しても十分な車両走行性を確保していると考えられる。なお, 一般工法では乗用車は沈下量 200 mm, 他の車両は沈下量 250 mm で車両走行が不可能となることを確認した。



写真—4 車両走行実験状況

(d) 拘束部材による補強効果

筆者らが, 本工法に拘束部材を用いている理由は, 変形に伴う粒状材のダイレイタンス (体積膨張) の抑制効果を期待しているからである。施工段階では拘束部材に 30 kN のロード引張荷重を導入した。拘束力は大きいほど補強効果が向上すると考えられるが, 本工法では面状補強材の損傷を考慮して 30 kN の拘束力としている。ロード引張荷重は, 時間の経過につれて減少した。粒状層の応力緩和がその原因と考えられる。残留引張力は 10 ~ 15 kN 程度であった。本実験開始後, 沈下量が大きくなるにつれて, 逆にロード引張荷重は増加した。最大ロード引張荷重は 25 kN であった。この荷重の増加は複合剛性層の変形に伴う粒状材のダイレイタンス応力によるものであり, ダイレイタンスの発生を抑制したことには他ならない。つまり, 拘束部材が粒状材のダイレイタンスの発生を抑制することで, 変形に伴う複合剛性層の強度低下を抑制することが力学的に見た本工法の補強メカニズムと筆者らは考えている。

(e) 本工法の破壊に対する安全率

写真—4 より, 複合剛性層の下部には空洞が発生しているが, 複合剛性層が舗装を直接支持することにより, 沈下に伴う舗装の崩壊や亀裂の発生を抑制して

いることがわかる。面状補強材の引張りずみは, 沈下量 550 mm において最大 1.5 % (引張荷重 67 kN/m) であった。ここで, 複合剛性層の構造的限界状態を, 面状補強材の破断による複合剛性層の破壊とみなすと, 沈下量 550 mm の変形直後の短期安全率は面状補強材の製品基準強度 (200 kN/m) をもとに算出すると 3 倍となる。また変形後の面状補強材のクリープ (クリープ低減係数 0.65) を考慮した長期安全率は 2 倍程度である。本工法は耐震補強工法として妥当な安全率を確保していると考えられる。

3. 本工法の施工方法

(1) 施工方法の特長

本工法の施工状況を写真—5 に示す。本工法の施工方法の特長は, 従来の地盤改良工法と異なり, 大型の機械を用いることなく施工が可能である。1 車線規制内での作業など狭い施工範囲でも十分に施工が可能であり, 短期間で構築が可能であることから, 供用中の道路でも十分適用することができることである。



①面状補強材の敷設



②粒状材の施工



③拘束部材の打込み



④拘束部材先端部の拡張



⑤拘束力の導入



⑥施工完了

写真—5 本工法の施工状況

(2) 面状補強材の敷設

面状補強材の敷設状況を写真—5 ①に示す。基面となる下部路床の整正後, 平たんな基面上に面状補強材を敷設する。道路幅員に対応したロール状の面状補強材は人力により容易に敷設が可能である。粒状層の

施工時にずれ等が発生しないことを目的に、固定ピンを用いて固定している。

(3) 粒状層の施工

粒状層の施工状況を写真—5②に示す。ブルドーザ等を用いて、粒状材料を敷き均し後、振動ローラとタイヤローラを用いて十分に転圧する。粒状層の施工にあたっては、面状補強材を切断しないよう厚層に巻きだしながら、面状補強材がたるまないように、1方向で敷きならしを行うのが良い。

(4) 拘束部材の設置

拘束部材の設置状況を写真—5③～⑤に示す。拘束部材は汎用の支柱打込み機を用いて打込みを行う。本工法では、拘束部材の設置を粒状層の施工後に行うことにより、事前に粒状層を通常の機械施工により、密実に締固めが可能であることが施工上の特徴である。拘束部材の施工手順を図—4に示す。拘束部材を所定の深さまで打込み後（手順1）、反力パイプを反力とし、専用の油圧ジャッキを用いて、ロッドを引き上げる。これにより拘束部材の先端部を拡大させることができる（手順2）。反力パイプを撤去したのち、ベアリングプレート（150 mm × 150 mm の鋼製盤）を設置する。このプレートを反力にして油圧ジャッキ

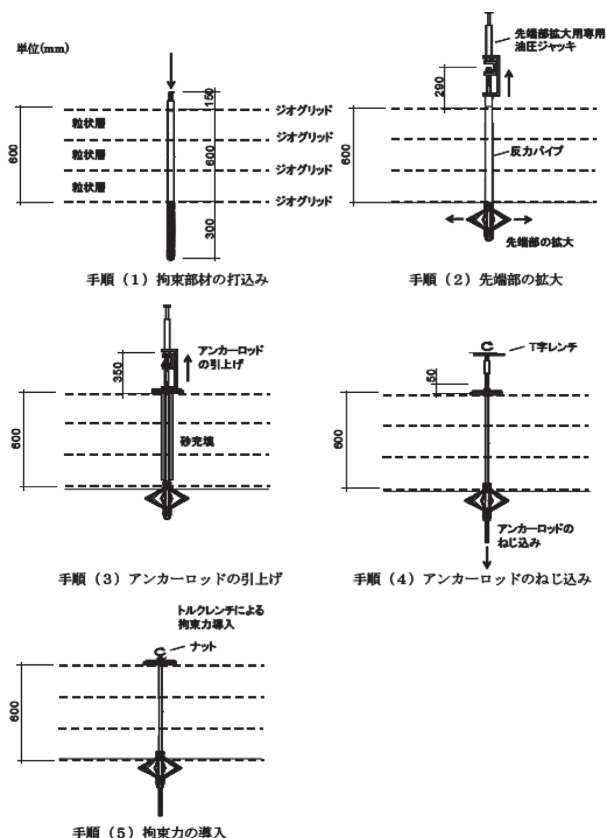
でロッドを引き上げる。拘束部材の先端拡大部を最下面のジオグリッドに密着させることが目的である。その後、反力パイプを撤去する。次に空洞部に砂を充填する（手順3）。T字レンチやインパクトレンチを用いて、引き上げたロッドを下方にねじ込む（手順4）。最後に、トルクレンチを用いて、拘束部材頭部のナットを締込む。これにより、アンカーロッドに拘束力を導入する。拘束力の管理はトルク量で行う。拘束力は実験で求めたトルク—アンカーロッド張力の関係より算出する（手順5）。

4. おわりに

本報告では、アスファルト舗装の地震対策型段差抑制工法とその施工方法について述べた。大規模地震災害に強い国土構造への再構築の観点から、災害に強い交通インフラの整備が求められている。本工法のような災害に事前に備える新しい舗装の技術的対応が大規模地震に対する交通インフラのリダンダンシーの向上の一助になれば幸いである。

なお、本工法は中央大学研究開発機構（太田秀樹教授）、(株)NIPPO および前田工織(株)による産学連携共同研究において開発した工法である。

JICMA



図—4 拘束部材の施工手順

【参考文献】

- 1) 依藤ら：地震時の段差被害に対する補修と交通開放の管理・運用方法について，平成19年度近畿地方整備局研究発表会。
- 2) 今井ら：東京湾臨海部の液状化による流動と沈下の予測，土木学会第62回年次学術講演会講演概要集，1-616，平成19年9月，pp.1227-1228。
- 3) 石垣ら：アスファルト舗装の地震対策型段差抑制工法の実物大実験，第29回日本道路会議論文集，論文番号3015，平成23年11月。

【筆者紹介】

石垣 勉（いしがき つとむ）
(株)NIPPO
研究開発本部 技術研究所
研究第一グループ
主任研究員



尾本 志展（おもと しのぶ）
(株)NIPPO
研究開発本部 技術研究所
研究第一グループ
課長



根本 信行（ねもと のぶゆき）
(株)NIPPO
研究開発本部 技術研究所
技術研究所長



延長床版システムプレキャスト工法の概要と 東日本大震災での効果

伊藤 彰彦

延長床版システムは、伸縮装置を橋梁床版と橋台の間（遊間部）から土工側に移設することで、遊間部に発生する騒音・振動を低減させると共に、遊間部から橋台部への漏水を防止するシステムである。橋梁上部構造の床版を橋台背面の土工部まで延伸する床版、踏掛け版およびすべり版として床版を支持する底版、底版上に設置される伸縮装置から構成される。本技術は、延長床版、底版共にプレキャスト製品を使用しているため急速施工を可能としている。ここでは、延長床版システムプレキャスト工法の概要、騒音・振動調査による低減効果および東日本大震災における効果について報告する。

キーワード：延長床版、騒音・振動の低減効果、プレキャスト製品、コッター式継手、伸縮装置

1. はじめに

昨今、国内の道路橋において、遊間部に設置された伸縮装置で発生する騒音・振動および漏水による劣化の抑制などから、橋梁ジョイント構造に延長床版システム¹⁾が採用されている。延長床版システムには、現場打ち工法とプレキャスト工法があり、後者における実績は、現在25橋に至る。両工法とも橋台付近における車輛走行による騒音・振動を低減させる目的で開発された工法である。本文では、プレキャスト製品を使用する延長床版システムプレキャスト工法の概要、騒音・振動の低減効果、東日本大震災後の延長床版施工箇所の現地状況について報告する。

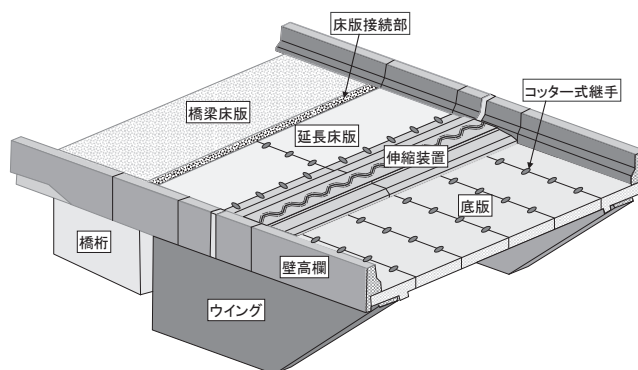
2. 延長床版システムプレキャスト工法の概要

(1) 概要

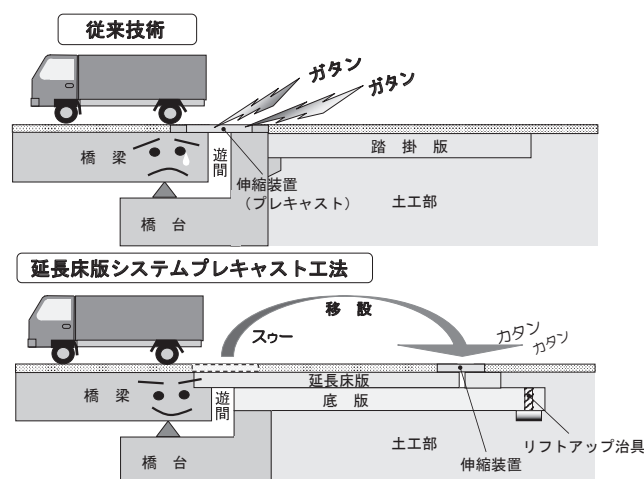
本技術は、プレキャスト RC 版を橋梁床版と接続して橋梁床版を土工部まで延長することで、遊間部に設置された伸縮装置を土工部に移設する技術である。延長床版は、温度による桁の伸縮に追従しながら、底版上を常時円滑に滑動し、その伸縮を土工部に移設した伸縮装置で吸収する。延長床版システムは図—1に示すとおり、延長床版、床版接続部、底版、伸縮装置から構成される。従来技術との比較を図—2に示す。

(2) 本工法の特長

- ・伸縮装置が土工部に移設されることで遊間からの騒



図—1 延長床版システムイメージ図



図—2 従来技術との比較

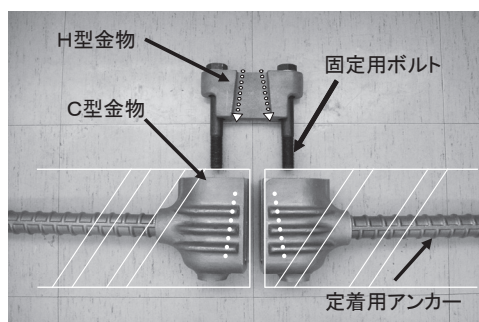
音・振動を低減できる。

- ・遊間を延長床版で塞ぐことから、雨水および凍結防止剤の侵入を防止し、支承・桁端部の劣化を抑制できる。

- ・延長床版部、底版部は分割されたプレキャスト製品を用い、特殊継手（コッター式継手²⁾）で接合するため、既設橋では急速でしかも車線ごとの施工が可能である。
- ・橋台背面の埋戻し土が沈下した場合、リフトアップ機能により修繕が可能である。

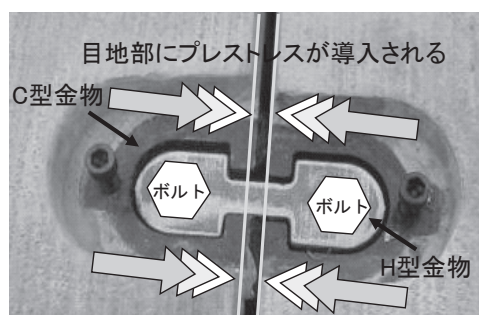
(3) コッター式継手

版同士の継手に使用されるコッター式継手は、版端部に埋め込まれたC型金物にH型金物を版表面から差し込み、固定用ボルトによって版同士を接続する。コッター式継手を写真—1に示す。



写真—1 コッター式継手

次にコッター式継手の構造は、H型金物およびC型金物にテーパ状の溝が加工されているためにH型金物が圧入されれば目地部周辺にプレストレス（写真—2）が導入される構造である。このようにコッター式継手は、プレキャスト版の弱点であった目地部の剛性を高め、ボルトを緩めH型金物を取外せば、版の部分交換を行うことが可能な継手である。



写真—2 プレストレス導入方向

3. 騒音・振動低減効果

(1) 調査目的

郡山市あさか野バイパスの針生高架橋において、延長床版システムプレキャスト工法により施工されたA1・A2橋台と従来使用されているモジュール型ジョイントが設置されているP6・P12橋脚の騒音・振動

調査について報告する。調査目的は、橋台部と橋脚部の騒音・振動特性を確認し、延長床版システムにおける騒音・振動の低減効果を把握することであった。以下に工事概要を示す。

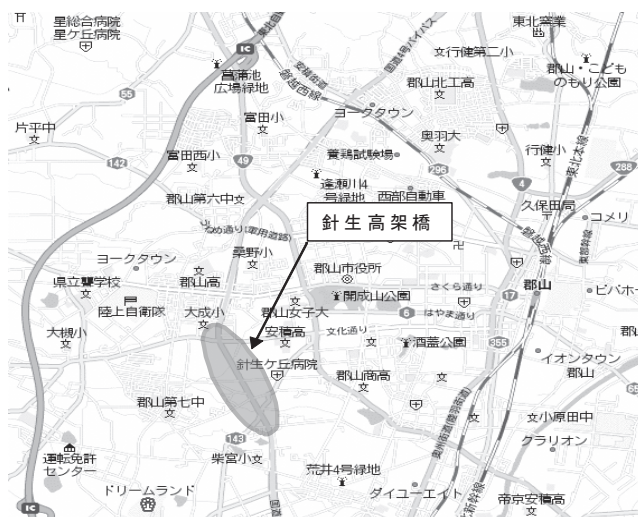
【工事概要】（工事箇所を図—3に示す）

工事名：針生地区床版工事

路線名：一般国道4号あさか野バイパス

工事箇所：福島県郡山市大槻町字針生北

施工時期：平成18年12月



図—3 工事箇所概略図

(2) 調査概要

調査は、平成20年4月25日～26日に実施し、針生高架橋の形式は以下の通りである。

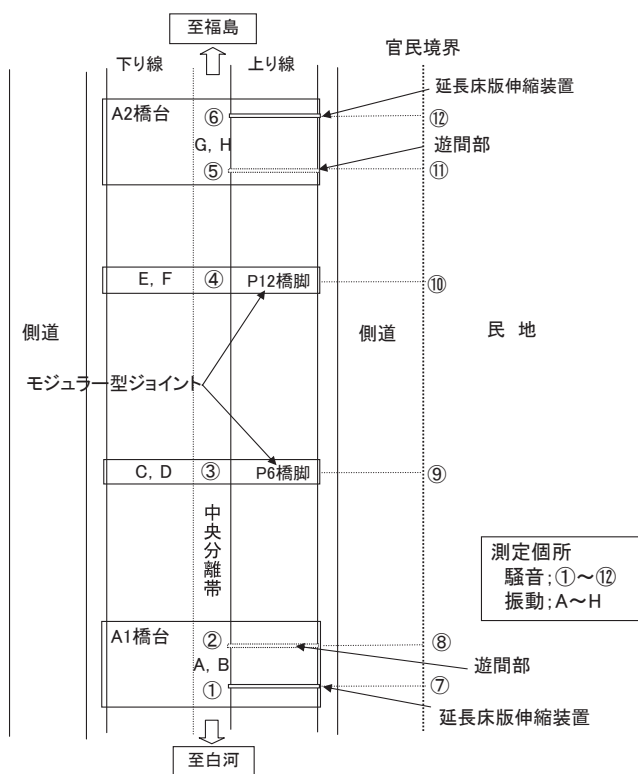
- ・橋長：886 m（6 + 6 + 5 径間）
- ・上部工形式：連続鋼箱桁橋
- ・下部工形式：橋台 逆T式橋台
橋脚 ラーメン式・壁式

(3) 調査方法および調査項目

騒音測定はJIS Z 8731-1999に定める「環境騒音の表示・測定方法」、振動測定はJIS Z 8735-1981に定める「振動レベル測定方法」に準拠して行った。また、調査項目は騒音・振動および道路交通状況（ビデオ観

表—1 項目毎の測定点

	騒音測定	振動測定	交通状況 (ビデオ観測)
A1 橋台と官民境界	4点	2点	1箇所
A2 橋台と官民境界	4点	2点	1箇所
P6 橋脚と官民境界	2点	2点	1箇所
P12 橋脚と官民境界	2点	2点	1箇所
計	12点	8点	4箇所



図一4 測定箇所平面図

測）であり、項目毎の測定点について表一1に、測定箇所を図一4に示す。

(4) 調査結果

(a) 騒音の調査結果

大型車通過時の延長床版および橋脚双方の伸縮装置から発生する音について測定した結果は、89 dB程度ではほぼ同じ騒音レベルであった。

次に延長床版を行った橋台付近と橋脚付近それぞれの官民境界で大型単独車25台の騒音レベル平均値を表一2に示す。

表一2 橋台・橋脚付近の官民境界での測定結果

	A2橋台付近	P6橋脚付近	P12橋脚付近
騒音レベル (dB)	65.6	66.7	67.3
平均値 (dB)	65.6	67.0	

A1橋台において建物の反射音の影響が出たため、A2橋台と両橋脚を比較すると延長床版を施工したA2橋台は橋脚部の平均値より1.4 dB小さく、橋台と橋脚の構造物の違いによる影響や距離の違いを考慮して予測計算を行うと延長床版の橋台が橋脚より2.0～5.6 dB小さくなることが推定できた。

(b) 振動の調査結果

橋台および橋脚の伸縮装置部における振動を壁高欄

下部で測定し、その結果を表一3に示す。橋台伸縮装置部は、橋脚伸縮装置部の平均値より振動レベル平均値で9.5 dB小さかった。また、橋台部および橋脚部の振動について、橋台部は遊間部箱桁中央部橋台上、橋脚部は箱桁中央部橋脚上の位置にて測定を行った。表一4に示す通り、それぞれ振動レベル平均値で延長床版を採用した橋台部が橋脚部より13.2 dB小さかった。また、両測定において周波数分析を行ったが、いずれも31.5 Hz～50 Hzを除く周波数帯域において延長床版を行った橋台部周辺がかなり小さい振動レベルであった。

表一3 振動の調査結果（伸縮装置部）

	A1橋脚	A2橋台	P6橋脚	P12橋脚
壁高欄下部の振動レベル (dB)	67.3	63.8	75.2	74.9
平均値 (dB)	65.6		75.1	

表一4 振動の調査結果（橋台部、橋脚部）

	A1橋台	A2橋台	P6橋脚	P12橋脚
橋台・橋脚上の振動レベル (dB)	43.9	41.2	55.7	55.9
平均値 (dB)	42.6		55.8	

延長床版システムによる騒音・振動低減効果について他の橋梁においても確認されているが^{3), 4)}、本橋梁では特に振動の低減効果が大きいことが確認できた。

4. 東日本大震災での効果

東北地方の延長床版システムプレキャスト工法を施工した福島県郡山市の針生高架橋、宮城県亘理郡の鉦川橋、宮城県登米市の日野渡橋の3橋について平成23年4月13日、14日の2日間にわたって現地状況を確認した。

(1) 針生高架橋の現地状況

一般国道4号あさか野バイパス「針生高架橋」では、伸縮装置土工側の舗装表面にひび割れが発生していたが、周辺橋梁と比べると舗装表面の変状及び伸縮装置部の段差は少なく車輛通行に問題はなかった。A2橋台側伸縮装置近傍の舗装表面を写真一3に示す。

近傍の亀田大橋では伸縮装置が損傷し、写真一4に示すようにコンクリートが伸縮装置に充填された緊急補修がなされていた。また、写真一5に示すように橋台土工部側に大きな段差が発生したため、緊急補修としてアスファルトによるすり付け補修がなされていた。



写真—3 ひび割れ発生箇所（A2 橋台）



写真—4 亀田大橋伸縮装置緊急補修状況



写真—5 橋台土工部側の段差補修状況

(2) 鐙川橋の現地状況

常磐自動車道「鐙川橋」では舗装表面に大きなひび割れや伸縮装置部分における段差は確認できなかったが、底版側面のコンクリート表面に剥離している箇所が見られた。これは、地震による延長床版の橋軸直角



写真—6 鐙川橋底版破損状況



写真—7 鐙川橋周辺すり付け補修状況



写真—8 鐙川橋周辺すり付け補修状況

方向の滑動によって起こったと考えられる。底版側面コンクリート剥離箇所をそれぞれ写真—6 に示す。

近傍の橋梁では、写真—7、8 に示すように橋台部の段差発生箇所にすり付け補修を行っている状況であった。段差のほとんどが橋台部に発生し、10～20 cm の段差量と思われる、すり付け長は10～30 m であった。

(3) 日野渡橋の現地状況

三陸自動車道「日野渡橋」では延長床版の土工部側端部上の舗装表面に先の針生高架橋と同程度のひび割



図—5 調査橋梁位置図



写真—9 曽波神高架橋 (A2 橋台)



写真—10 天王橋 (A2 橋台)



写真—11 稲荷橋 (A2 橋台)



写真—12 日高見橋 (A1 橋台)



写真—13 新米谷橋 (A2 橋台)

れが発生していたが、それ以外では損傷が見受けられなかった。

三陸自動車道「日野渡橋」近傍の橋梁については、「曾波神高架橋」「天王橋」「稲荷橋」「日高見橋」「新米谷橋」の調査を行った。それぞれの橋梁においても地震に対する影響は、伸縮装置の損傷、橋台部近傍の段差発生などほぼ同じ傾向を示した。図—5に各橋梁の位置図、各橋梁の状況を写真—9～13に示す。

5. おわりに

本文は、延長床版システムプレキャスト工法の概要・効果について述べた。

上述した騒音・振動調査の結果より、延長床版を採用した橋台付近では、従来の伸縮装置を設置した橋脚部と比較して騒音・振動レベルともに小さいことが確認できた。また、東日本大震災後の延長床版施工箇所の現地状況を確認した結果、伸縮装置の損傷や路面段差が周辺橋梁と比較すると小さいことが確認できた。関東地方整備局からも東日本大震災で効果を発揮した技術として165技術から当技術を含む6技術が選定された⁵⁾。その理由としては、底版において踏掛け版の設計を踏襲し、橋台パラペット上に設置するとともに伸縮装置を土工部底版上に移設する構造が、地震による段差の発生を抑制できたと推測する。そして、これらの結果から延長床版システムプレキャスト工法の効果として、従来考えられていた騒音・振動の抑制効果および漏水防止による桁端部・支承の劣化抑制効果の他に、緊急時の車輛通行帯を確保できる効果を加えることができるものと考ええる。

《参考文献》

- 1) 塩畑英俊，窪田賢治，黒田建二，酒井修平，石川祐一，伊藤彰彦：延長床版システムの性能照査に関する検討，土木学会年次講演会，2006年
- 2) 八谷好高，元野一生，伊藤彰彦，田中秀樹，坪川将丈：RCプレキャスト版舗装による空港誘導路の急速補修，土木学会論文集F，2006年
- 3) 北島満，伊藤彰彦，田中秀樹：RCプレキャスト舗装版を用いた延長床版工法による環境改善，第25回日本道路会議，2003年
- 4) 北村暢彦，福原義樹，後藤隆臣：宝塚高架橋における延長床版の施工と追跡調査について，第27回日本道路会議，2005年
- 5) 国土交通省 HP 技術情報
<http://www.ktr.mlit.go.jp/gijyutu/gijyutu00000034.html>

【筆者紹介】

伊藤 彰彦 (いとう あきひこ)
 (株)ガイアート T・K
 本社 技術開発部
 部長



中央環状品川線・横浜環状北線のトンネル工事概要

吉川直志

中央環状品川線は、首都圏の渋滞解消のために整備が進められている3環状道路のうち、最も内側に計画された中央環状線の南側を形成する全長9.4kmの路線で、東京都と首都高速道路株式会社の合併施工で建設が進められている。工事は、シールドマシン1台（内外で計2台）で延長8.0kmのトンネルを構築し、途中の出入口部はシールドトンネル施工後に切開き工法により構築する。

横浜環状北線は、延長の約7割にあたる約5.9kmがトンネル構造で、港北区新羽町から神奈川区子安台までの約5.5kmがシールドトンネルである。トンネル区間には、新横浜、馬場、子安台に3つの換気所と出入口が計画され、中間地点付近の馬場出入口の分合流部では、大口径パイプーフを利用した切開き工法により構築する。

キーワード：シールドトンネル，切開き構造，セグメント，土圧管理，土砂搬出

1. はじめに

首都圏の慢性的な交通渋滞の解消のために建設が進められている3環状のうち、最も内側に計画されたのが中央環状線（全長約47km）である。中央環状品川

線（以下「品川線」）は、中央環状線のうち、南側を形成する延長約 9.4 km の路線である。品川線は東京都と首都高速道路株式会社の合併施工により建設が進められており、本路線の完成により中央環状線全線が完成することになる。

横浜環状北線は、横浜市の交通ネットワークの骨格を形成する横浜環状道路の北側を形成する延長約8.2 kmの路線である。横浜環状北線が完成すると、横浜市北部でも首都高速横羽線や湾岸線と第三京浜道路がつながり、横浜港や京浜臨海部など東京湾沿いの各拠点と内陸部の連絡が強化され、広域的な利便性の向上も期待されている（図—1）。

本稿では、首都高速道路株式会社が施工している品川線北行きシールド及び横浜環状北線のトンネル工事概要について述べる。

2. 中央環状品川線の工事概要

品川線は全長 9.4 km のうち 8.4 km がトンネル構造であり、主に山手通りの地下、一部は目黒川等の地下に計画された。山手通りは、交通量が多く、沿道にはビル等の構造物が林立しているためライフラインも多く埋設されている。また、品川線は延べ 14 本もの鉄道と交差する。地質については、トンネルが位置する主な地層は上総層群泥岩層（土丹層）で、N 値 50 を超える硬質な地盤である。



图—1 路線位置图

(1) シールドトンネルの概要

品川線では、全体延長の大部分に大断面シールド工法を採用し、大井北立坑～大坂橋連壁（大橋 JCT 付近に構築済みの RC 地中壁）のシールドトンネル区間約 8.0 km を、途中に立坑を設けずにシールドマシン 1 台（内外で計 2 台）で掘進する。途中の出入口部については、シールドトンネル施工後に切開き工法により構築する。また、中央環状新宿線（以下「新宿線」）接続箇所及び大橋連結路接続部においても切開き工法を採用している。トンネル内の換気については、分合流が少なく空気のコントロールが容易なため、縦流換気方式を採用している。シールドマシンは泥土圧式で外径 12.55 m、機長 14.22 m、総重量は約 2,000 t である。シールドジャッキを 100 本装備し、総推力は約 155,000 kN である。

本シールドトンネルの施工においては、長距離掘進による施工となるため、請負者の技術提案に基づき、シールドマシン前面の地山を切削する主要なカッタービットを、マシン内部から交換できるようにするなどの工夫をしている。

(2) セグメントの仕様

シールドトンネルの主構造として、セグメントは RC 製セグメントを標準とし、シールドを切開く箇所には鋼製セグメント、偏荷重および重荷重が作用する箇所には鋼－RC 合成セグメントを用いている。RC 製セグメントおよび鋼－RC 合成セグメントの厚さは 400 mm、鋼製セグメントの桁高は 400～650 mm（大橋連結路切開き部における特殊部を除く）としている。RC 製セグメントおよび鋼－RC 合成セグメントについては、二次覆工を省略し、コンクリートに有機繊維（ポリプロピレン）を混合することにより火災時の爆裂を防止し、セグメント自体に耐火性を持たせた。鋼製セグメントには、耐火パネル設置により耐火工を施す。また、シールドトンネル内の床版には、鋼－RC



写真—1 床版受部の構築状況（中央環状品川線）

合成床版を用い、床版受部の構築、床版工等は、掘進と平行して施工を行っている（写真—1）。RC 製セグメントのピース間及びリング間継手には、ワンパス施工が可能な継手を採用したため、従来のボルト式継手と比べて組立時間が大幅に短縮している。

(3) 泥土圧式シールドの土圧管理

土圧管理を行うために、チャンバー内に複数の土圧計、温度計等を装備した。

(4) 土砂搬出

約 100 万 m³ の掘削土砂を連続的に地上に運び出すため、構内には延伸を繰り返しながら連続ベルトコンベア、立坑部には垂直ベルトコンベアを用い、立坑脇に設けられた土砂ピットまで搬送し、そこからダンプで搬出先まで輸送している。

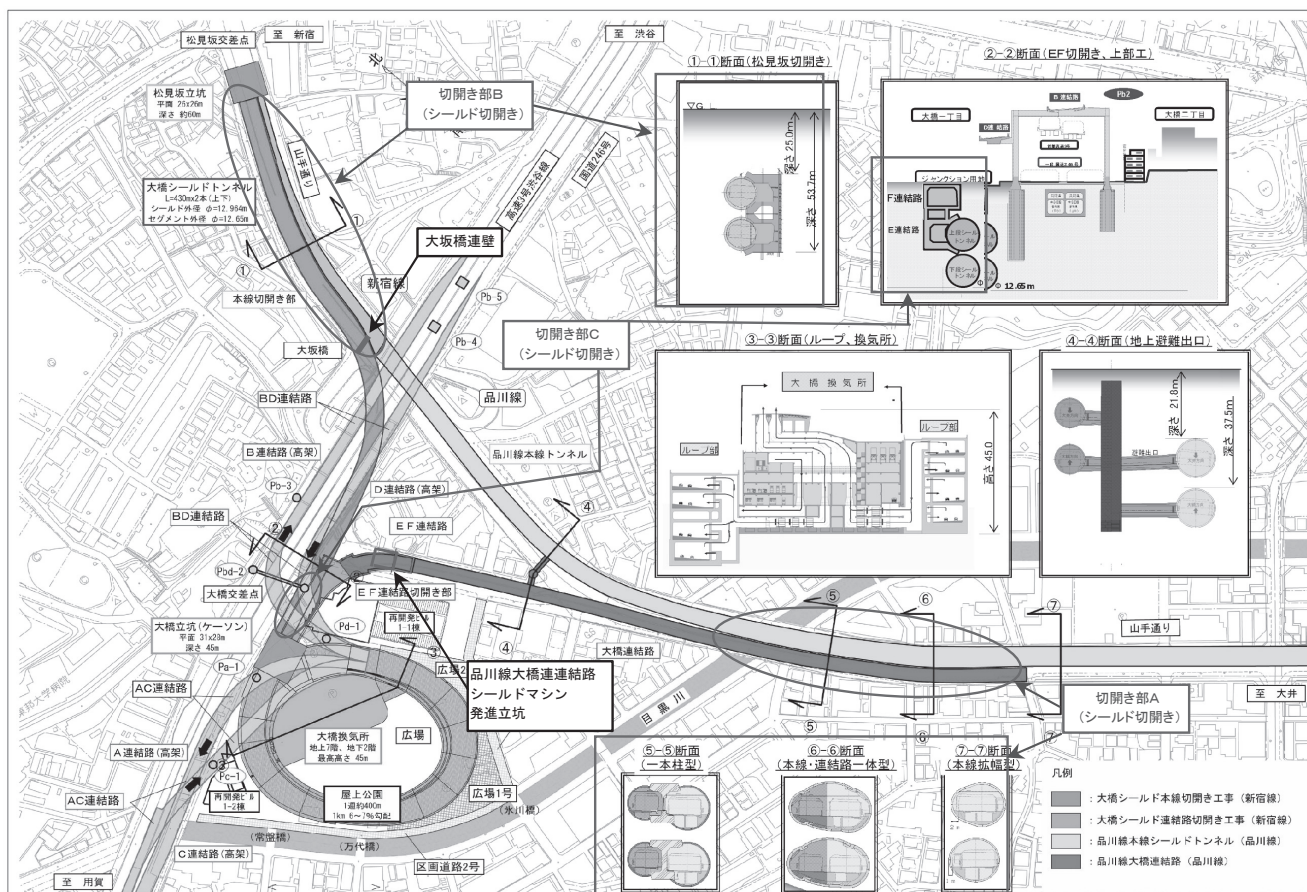
(5) 接続部の構築

供用中の新宿線及び 3 号渋谷線と接続する 3 箇所において切開き構造を採用している（図—2）。切開き部 A（図—2）は、品川線本線と品川線大橋連結路の接続で、請負者の技術提案に基づき以下の手順で分合流部を構築する。

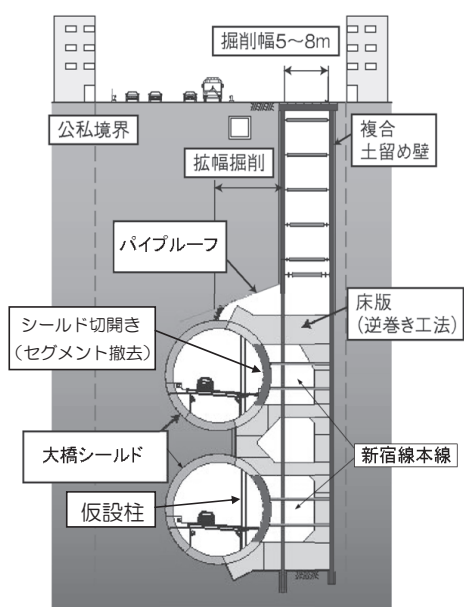
- ①切開き区間の両シールドは、アーチ状鋼製セグメントをボルト接合するため、手当てを施した鋼製セグメントで構築。
- ②大橋 JCT ループ部近傍の開削部の端部に立坑を設け、シールドマシンを発進。
- ③品川線本線に近接して並走した位置まで掘進し、停止。
- ④その後、シールドマシン内部の設備を解体し、外殻を残置。
- ⑤残置されたマシン外殻を起点として、本線シールドと品川線大橋連結路シールド間の上下を NATM 工法によりアーチ状に掘削。
- ⑥両シールド間にアーチ状のセグメントを設置後、一部のセグメントを撤去。

なお、大橋連結路は上下 2 本のシールドトンネルであり、それぞれの延長は約 500 m と短いことから、先行する下層シールドの掘進後に、シールドマシン駆動部等を引抜き、上層に転用する DSR 工法を採用している。

新宿線と 3 号渋谷線を接続している供用中の大橋シールドを拡幅し、構築する切開き部 B（図—2 及び図—3）では、技術提案による開削—非開削併用切開き工法を採用している。切開きは、大橋シールドの発進兼到達立坑と構築済みの RC 地中壁との間、約



図ー2 大橋 JCT 付近における3箇所のシールド切開き



図ー3 大橋シールドと新宿線切開きイメージ

200 m 区間において以下の手順で行われる。

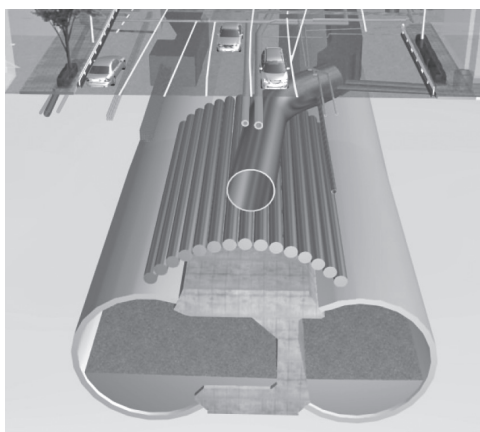
- ①大橋シールドの切開き区間は、供用下での接続工事となるため、RC 躯体の鉄筋を直接接続できるよう主桁に手当てを施した、桁高 900 mm 鋼製セグメントを用いて新宿線建設時に構築。

- ②大橋シールドに沿って、幅約 5 m、延長約 200 m の細長い立坑を拡幅部頂版下端まで開削工法で掘削。
- ③当該立坑から大橋シールドまで道路軸直角方向に非開削工法で掘削。
- ④大橋シールドの鋼製セグメントと一体化を図りつつ、拡幅部の RC 頂版を構築。
- ⑤掘削を進めながら RC 床版を上から順に構築し、底版構築後に側壁を下から順に構築。
- ⑥立坑～連壁間で上記により拡幅部の RC 躯体構築後、大橋シールドの鋼製セグメントを撤去し、分合流部を構築。

切開き部C(図ー2)は、品川線大橋連絡路と大橋シールドとの接続部である。大橋シールドの鋼製セグメントと一体化を図りつつ拡幅部の RC 躯体構築後、大橋シールドの鋼製セグメントの一部を撤去し、合流部を完成させる。

(6) 出入口の構造

五反田出入口工事の施工では、直線パイプルーフを断面内にアーチ状に配置して構造的に一体化することによりパイプルーフ支持杭・受桁を省略する、パイプルーフアーチ工法を採用した(図ー4)。



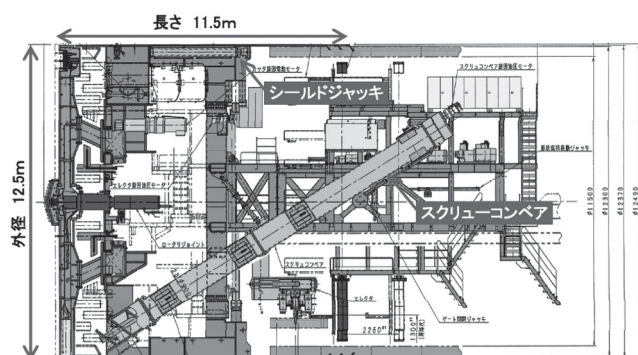
図ー４ 五反田出入口工事への適用イメージ

3. 横浜環状北線の工事概要

横浜環状北線は、延長の約7割にあたる約5.9 kmがトンネル構造で、港北区新羽町から神奈川区子安台までの約5.5 kmがシールドトンネルである。トンネル区間には、新横浜、馬場、子安台に3つの換気所と出入口が計画され、中間地点付近の馬場出入口の分合流部は、大口径パイプルーフを利用した切開き工法により構築する。シールドトンネル区間の土質は主に硬質な上総層群の地盤であり、土被りは約11～57 mである。また、シールドトンネル区間の途中、横浜営地下鉄、東京電力洞道、東海道新幹線高架橋、東急東横線高架橋及びJR貨物トンネルなど重要なインフラ施設が交差している。

(1) シールドマシンの仕様

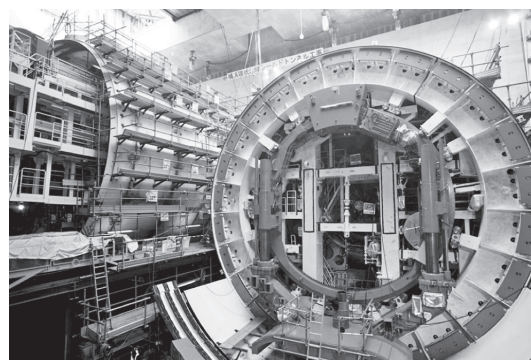
新横浜発進立坑から子安台に向けて、港北行き、生麦行きの2本のトンネルを掘るため、同一仕様のシールドマシン2機を同時に組み立てた。シールドマシンは泥土圧式で、シールドマシン外径12.49 m、機長11.51 m、総重量は約2,000トンである。シールドジャッキを50本装備し、総推力は125,000 kNである。カッター部には超合金製のビットを約500個配置し、掘削



図ー５ シールドマシン構造図

した土砂は、内径900 mmの軸付スクリーコンベアによってマシン後方のベルトコンベアへ排土する（図ー5）。

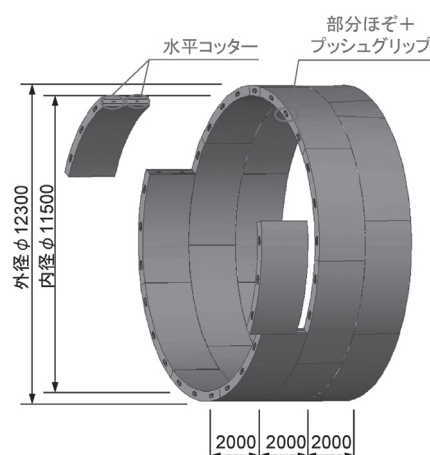
シールドマシンは、工場で製作、仮組み及び試運転を実施し、100個以上に分割した後、陸路で現場まで運搬された。立坑周辺で地組みし、500トンクローラークレーンにより立坑内に投入された（写真ー2）。



写真ー2 2機のシールドマシン組立状況

(2) セグメントの仕様

セグメントの大きさは、外径12.3 m、セグメント厚400 mm、リング幅2,000 mm、9分割のため、1ピース当りの重量が約9トンと大型であり、品川線と同様にワンパス施工が可能な継手を採用している（図ー6）。RCセグメントには鋼繊維補強高流動コンクリートにポリプロピレン繊維を混入したものをを用い、セグメント自体に耐火性能をもたせるとともにコンクリートの剥離や剥落防止を図っている。



図ー6 セグメント構造図

(3) 土圧管理

土圧管理は、シールドマシンチャンバー内に土圧計を7箇所装備して、切羽の土圧分布を把握し、いずれの位置でも管理土圧を下回らないように管理する。

また、掘進管理計画の妥当性を検証するため、シー

ルド通過部付近に層別沈下計と間隙水圧計を設置して、掘進による影響を計測した。

(4) 土砂搬出

2台のシールドマシンから排出される1リング当たり約300 m³（総排出量約140万 m³）の掘削土砂を連続的に地上に運び出すため、坑内に連続ベルトコンベア、立坑部に垂直ベルトコンベアを用いた。また、周辺環境への影響を抑えるため、鶴見川左岸の立坑部から、周辺民家から離れた同右岸に設置した土砂ピットまで

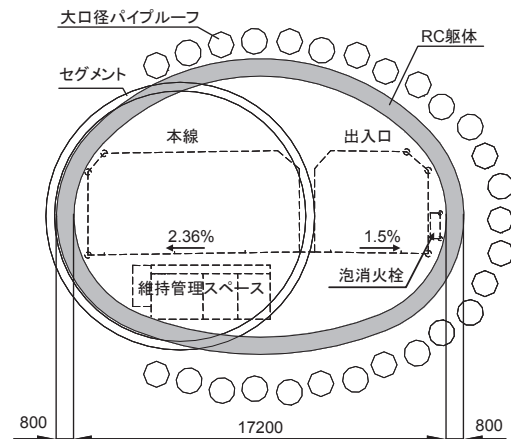


写真—3 土砂ピット（左）と発進立坑（奥）

の約580 mに渡り、連続ベルトコンベアにて搬送し(写真—3)、そこでダンプトラックに積替えている。

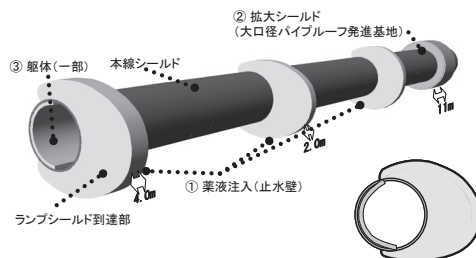
(5) 分合流部の施工

横浜環状北線の馬場出入口分合流部工事は、土被りが大きいことから、シールド内から非開削により切開きを行う工法を採用している（図—7）。技術提案による躯体構築の手順は以下のとおりである（図—8）。

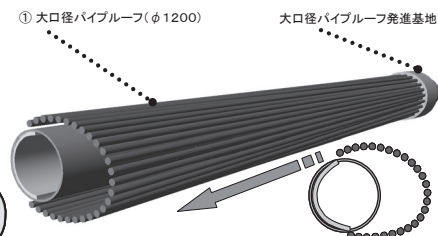


図—7 拡幅部断面図

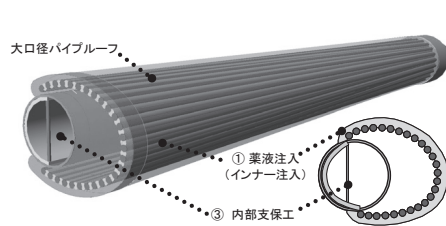
STEP 1



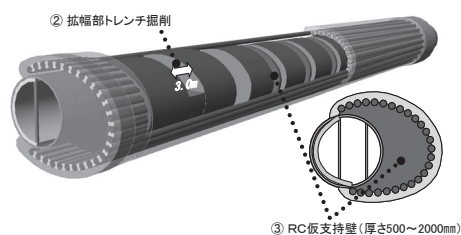
STEP 2



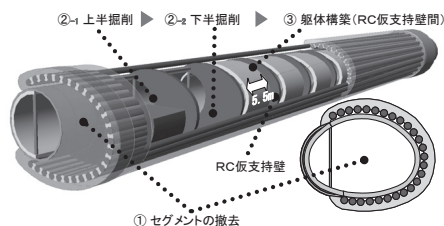
STEP 3



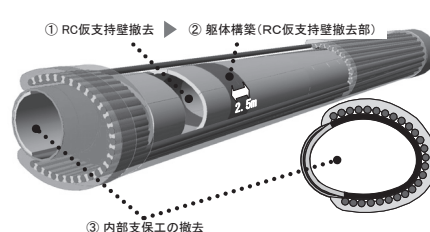
STEP 4



STEP 5



STEP 6



図—8 ステップ図

- STEP1 本線シールド施工時に、セグメント撤去部分に鋼製セグメントを使用。本線シールド掘進完了後、本線シールド内から止水壁構築のための薬液注入を実施。本線シールドを拡径することにより大口径パイプルーフ発進基地を築造。
- STEP2 密閉型鋼管推進工法により大口径パイプルーフ（ $\phi 1,200$ mm）を施工。
- STEP3 パイプルーフ内から薬液注入を実施し、シールドの変形を抑制するために内部支保工を設置。
- STEP4 本線シールド内より止水を確認し、拡幅部のトレンチ掘削後、パイプルーフを支保するためにRC 仮支持壁を構築。
- STEP5 道路支障部の鋼製セグメントを撤去した後、RC 仮支持壁間の掘削。RC 仮支持壁間の躯体を構築。
- STEP6 RC 仮支持壁を撤去後、RC 仮支持壁撤去部の躯体を構築し、内部支保工を撤去。

4. おわりに

首都高速道路中央環状品川線および横浜環状北線の工事概要について述べた。施工にあたっては、多くの方々のご理解、ご協力、また多くの専門家、技術者による課題解決によって支えられ、工事が進められている。今後も、工事の進捗に伴い発生する技術的課題を解決し、工事の完成に向け、努力していきたい。

J C M A

《参考文献》

- 1) 長田光正, 深山大介, 下西 勝: 都市内長大トンネルの概要 (首都高速山手トンネルの開通と中央環状品川線の概要), コンクリート工学, Vol.49, No.1, P79 ~ 84, 2011.1
- 2) 深山大介, 松崎久倫, 永井政伸: 首都高速中央環状新宿線・品川線・横浜環状北線のシールド拡幅技術, 土木施工, Vol.52, No.3, P10 ~ 14, 2011.3

【筆者紹介】

吉川 直志 (よしかわ ただし)
首都高速道路㈱
技術部 技術推進グループ
課長代理



凍結抑制舗装技術の概要と施工事例

及 川 義 貴・鈴 木 徹・小 柴 朋 広

近年、冬期路面管理コストの縮減が課題となっている。凍結抑制舗装とは、舗装に雪氷の固着を抑制する機能を持たせることにより、路面凍結を抑制することが期待できる舗装である。本舗装は従来の機械除雪、凍結防止剤の散布、およびロードヒーティングシステムと異なり、ランニングコストの縮減が想定できることから、冬期路面管理コストの縮減に寄与するものと考えられる。

本稿では、冬期路面管理コストの縮減に対応した技術のひとつである凍結抑制舗装に関して、その概要および施工事例を紹介するものである。

キーワード：凍結抑制、路面凍結、冬期路面対策

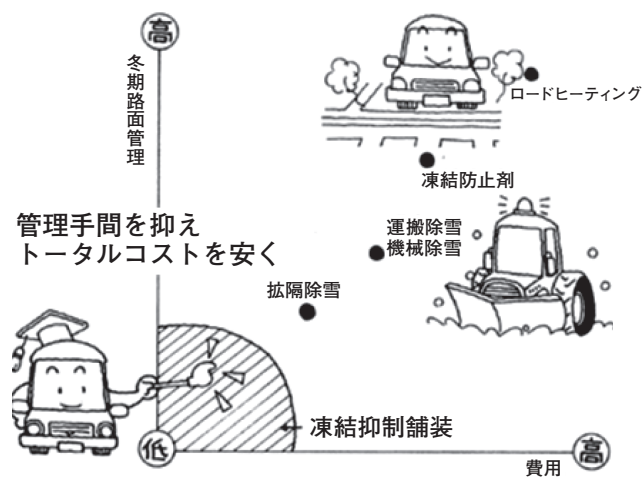
1. はじめに

冬期の降雪や気温低下による路面の凍結は、タイヤのグリップ力を低下させて滑りやすくなるため、安全走行性を確保することが難しく、交通事故の発生につながることもある。このため冬期の路面管理として、①機械による除雪、②凍結防止剤の散布、③電力等のエネルギーを利用したロードヒーティングシステムの適用が実施されている。これらの冬期路面対策は有効な対策といえるが、多大な費用を必要としている。特に平成 22 年度の冬期においては、記録的な豪雪により、国土交通省は臨時特定措置として市町村等の自治体に対し除雪費等の補助を実施した事例も発生した。

凍結抑制舗装とは、舗装自体に雪氷の固着を抑制する工夫を施し、路面への氷膜の剥離を促進して路面の凍結を抑制する機能を持たせた技術である（写真—1）。このため、電力などを利用したロードヒーティ

ングとは異なり、ランニングコストを使わずに冬期の走行安全性の確保や除雪効率の向上、また、それに伴うコスト縮減に寄与することができる（図—1）。

ここでは、凍結抑制舗装の概要と施工事例を紹介する。



図一 冬期路面管理と費用の関係 概念図¹⁾



写真—1 凍結抑制舗装の効果¹⁾

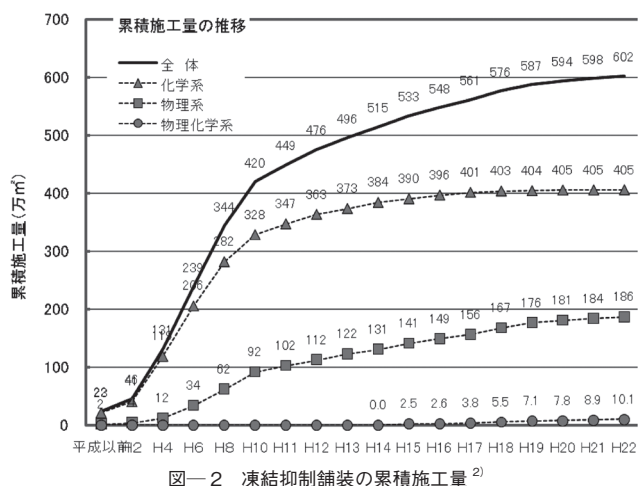
2. 凍結抑制舗装の歴史

昭和 30 年代にスウェーデンにおいてアスファルト混合物中に添加したゴム粒子による物理系の凍結抑制舗装が開発された。そして、昭和 40 年代になると塩化物による化学系の凍結抑制舗装がスイスやドイツで開発された。これらの技術は、昭和 50 年代に日本に導入され、その後、多数の工法が開発されている。

日本で初めて凍結抑制舗装が施工されたのは、今か

ら40年程前のことであるが、同時期にスパイクタイヤによる道路上での粉じん発生が社会問題となっていた。この粉じん発生問題を解決するため、平成2年に「スパイクタイヤ粉じんの発生の防止に関する法律」が施行され、その3年後にはスパイクタイヤの使用が禁止となった。

この法律およびスパイクタイヤの使用禁止により、冬期の走行安全性の確保を目的とした凍結抑制舗装の需要が増加し、施工実績も急増した。そして、平成22年度時点の累積施工量は600万 m^2 を超えている(図—2)。

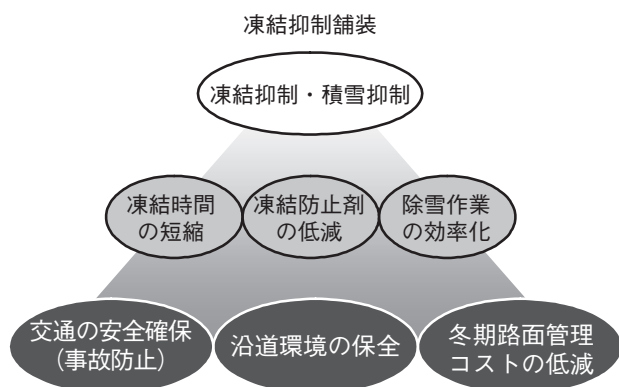


図—2 凍結抑制舗装の累積施工量²⁾

3. 凍結抑制舗装の効果

凍結抑制舗装の主な効果としては、以下のものが挙げられる(図—3)。

- ①路面の凍結を抑制し、走行時のスリップ防止などの道路交通の安全確保に寄与する。
- ②凍結防止剤の散布回数、散布量を削減することが期待でき、沿道環境の保全に寄与する。
- ③雪氷が剥がれやすく、除雪作業の効率が高まり、冬期路面管理コストの低減に寄与する。



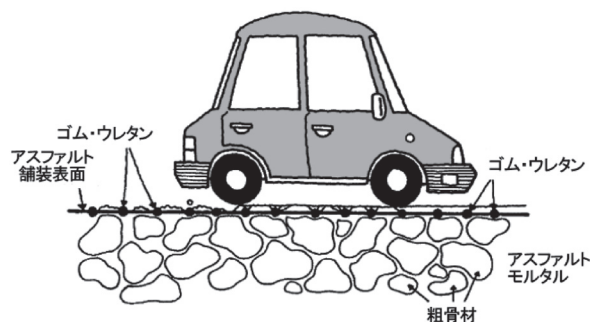
図—3 凍結抑制舗装の効果¹⁾

4. 凍結抑制舗装の分類

凍結抑制舗装は、効果発現原理の違いにより、以下のように分類される。

(1) 物理系凍結抑制舗装

物理系凍結抑制舗装は、舗装表面や内部にゴムやウレタン等の弾性材料を添加・配置した舗装である。車両通行時の荷重により弾性材料がたわみ、路面の雪氷のはく離や破碎を促進させることで凍結抑制効果を発揮する(図—4)。



図—4 物理系凍結抑制舗装の原理¹⁾

(2) 化学系凍結抑制舗装

化学系凍結抑制舗装は、塩化物等の有効成分を舗装内に添加・混入した舗装である。その有効成分が路面より溶出することで氷点降下作用により凍結抑制効果を発揮する(図—5)。



図—5 化学系凍結抑制舗装の原理¹⁾

(3) 物理化学系凍結抑制舗装

物理化学系凍結抑制舗装は、物理系と化学系の凍結抑制の特徴を併せ持った舗装である。舗装表面や内部に弾性材料と塩化物等の有効成分を混入し、物理系の機能である弾性材のたわみと化学系の機能である有効成分による氷点降下作用の両者の機能より、凍結抑制効果を発揮する。

(4) 粗面系凍結抑制舗装

粗面系凍結抑制舗装は、ポーラスアスファルト舗装や

機能性 SMA のような表面のキメが粗い舗装である。キメが粗いことによって、散布した凍結防止材が定着しやすくなり、また車両走行時のタイヤの接触が路面の氷膜の摩耗を促進させることで、凍結抑制効果を発揮する。

5. 凍結抑制舗装の適用箇所

凍結抑制舗装の効果が期待できる主な適用箇所は、以下に示すとおりである。なお、気象、交通状況等によっては凍結抑制効果が十分に発揮できない場合もあるので、適用にあたっては現地の条件等を十分に検討する必要がある。

(1) 走行安全性の確保が特に求められる箇所

- ①急カーブ
- ②坂道
- ③交差点付近
- ④踏切手前

(2) 路面状況の変化が著しい箇所

- ①トンネル、スノーシェッドの出入り口付近

(3) 特に凍結しやすい箇所

- ①山間部の日蔭
- ②橋梁の路面

(4) 凍結防止剤の散布が困難な箇所および低減させたい箇所

- ①農地隣接箇所
- ②人家密集箇所
- ③山間部

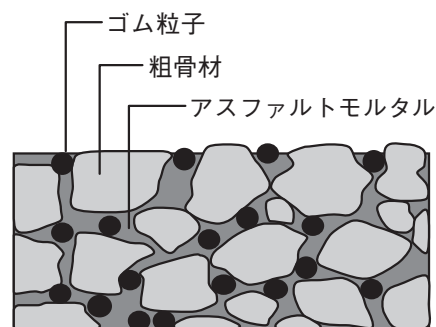
6. 凍結抑制舗装の施工事例

凍結抑制舗装は前述のとおり大きく4分類され、その分類の中で多種の工法が開発されている。ここでは、2つの工法を施工事例として紹介する。

(1) 物理系凍結抑制舗装

物理系凍結抑制舗装は、6つの工法が発表されており²⁾、ここではアスファルト混合物の内部に弾性体を混入した工法について紹介する。

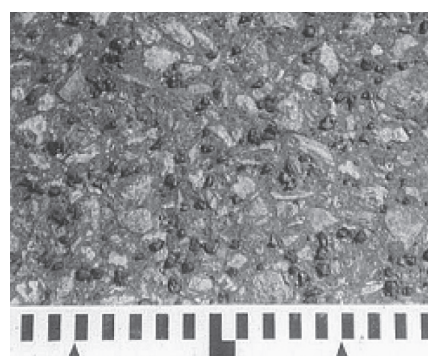
この工法は、リサイクルの観点から廃タイヤを破碎したゴム粒子を弾性体としてギャップ粒度のアスファルト混合物に混入した物理系凍結抑制舗装である（図一6）。舗装表面に突出したゴム粒子が交通荷重によ



図一6 舗装構造の概念図³⁾

てたわむことで、雪氷が破碎・除去され路面露出率が促進される。

また、ゴム粒子は舗装体内にも混入されているので、除雪等により舗装表面が削られた場合でも、写真一2に示すようにゴム粒子が現れるため、凍結抑制効果が持続する。この工法のアスファルト混合物の製造はアスファルトプラントで行い、施工も通常のアスファルト舗装と同様にアスファルトフィニッシャーで敷き均し、ローラで転圧することができる。



写真一2 供用後の舗装表面

平成22年までの施工実績において、本工法が物理系凍結抑制舗装全体の約半分を占める。

施工事例を写真一3～5に示す。当該箇所は、急勾配の坂路であり、冬期における走行性安全性の向上を目的としたものである。



写真一3 施工状況



写真-4 施工完了

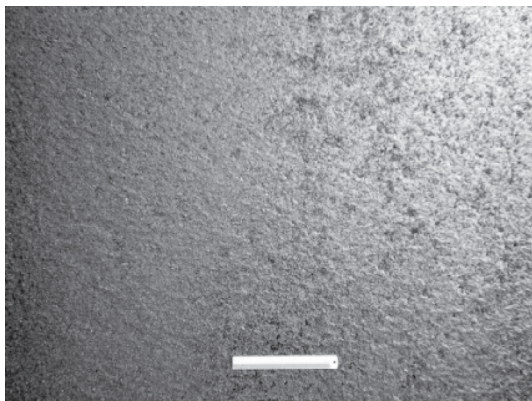


写真-5 仕上がり表面

(2) 物理化学系凍結抑制舗装

物理化学系凍結抑制舗装は、3つの工法が発表されており²⁾、ここでは、グルーピング（溝）に凍結抑制材を充填した工法について紹介する。この工法は、舗装面道路軸並行に一定間隔でグルーピングを切り、そこにゴムチップやCMA（凍結防止剤）などからなる凍結抑制材を充填することで、弾力性による氷板破碎効果と化学的凍結防止作用の両面の効果を期待した物理化学系凍結抑制舗装である（図-7）。また、ゴムチップをカラー化することにより、ドライバーの視認性を高め、注意喚起を促すこともできる。

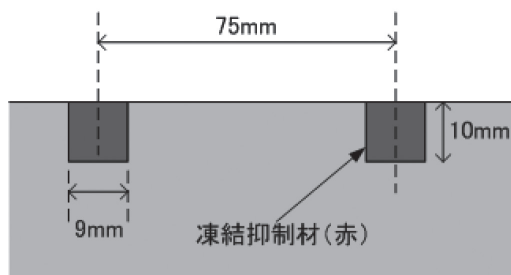


図-7 施工断面図

施工状況を写真-6～8に示す。当該箇所は、急カーブかつ急勾配のジャンクションのランプ部であり、冬期における事故発生防止を目的としたものである。



写真-6 グルーピング施工状況



写真-7 凍結抑制材充填状況



写真-8 施工完了

7. 現道における効果

凍結抑制舗装を施工した現道の効果について、写真-9および10に示す。



写真-9 物理系凍結抑制舗装の冬期路面



写真—10 物理化学系凍結抑制の舗装の冬期路面

写真—9 および 10 で示すとおり、車両の通行する轍部付近において、路面が露出されていることが確認でき、凍結抑制舗装の機能である雪氷の固着抑制、氷膜の破碎・除去が発揮されたことがうかがえる。このような機能により凍結抑制舗装は、冬期の走行安全性の確保や冬期の路面管理コストの縮減に寄与するものと考えられる。

8. おわりに

凍結抑制舗装は、平成に入った10年間では約40万 m^2 /年の施工面積であったが、それ以降の年間施工面積は減少し、平成22年度の年間施工面積は約4万 m^2 であった。

近年伸び悩んでいる1つの要因として、現地での凍結抑制効果の定量的な評価が難しく、評価方法が確立されていないことが挙げられる。室内試験では、気温や凍結の状態等の条件を統一した評価をすることがで

きるが、現地では同じ箇所であっても時間により、気象、交通条件等の影響により、路面の凍結状態が変化してしまうため評価条件を統一することが難しいと考えられる。

今後の研究により、効果の評価方法、現場条件を踏まえた適切な使用方法等が確立され、凍結抑制舗装技術がさらに発展することを期待する。

J C M A

《参考文献》

- 1) 凍結抑制舗装技術研究会：凍結抑制舗装ポケットブック，2003.
- 2) 凍結抑制舗装技術研究会ホームページ <http://www.toukatsu-giken.com/index.html>
- 3) RAS 振興会ホームページ <http://www.rasshinkokai.net/>
凍結抑制舗装技術研究会：凍結抑制舗装の概要と積雪寒冷地における施工事例について，土木施工，pp70-72，No.5，2011（Vol.52）

〔筆者紹介〕

及川 義貴（おいかわ よしき）
凍結抑制舗装技術研究会
技術部会員



鈴木 徹（すずき とおる）
凍結抑制舗装技術研究会
技術部会員



小柴 朋広（こしば ともひろ）
凍結抑制舗装技術研究会
技術部会員



路上表層再生工法を応用した路面補修工法の施工事例

ヒートドレッシング工法

渡 辺 直 利・羽 田 誠 治・本 間 悟

路上表層再生工法は、現位置において既設アスファルト混合物層を再生する工法である。現場から搬出される舗装発生材、および新規のアスファルト混合物の使用量を節約できるため、リサイクルや地球温暖化ガスの排出削減に効果的な工法であるが、施工に専用の大型機械を用いるため、小規模工事への適用が困難であった。

筆者らは、路上表層再生工法の適用範囲拡大のために、簡易な施工機械編成で表層の再生を行う「ヒートドレッシング工法」を考案している。本報では、ヒートドレッシング工法の概要、および施工機械の特徴を紹介するとともに、実道での施工事例について報告する。

キーワード：舗装、路面補修、路上表層再生、リサイクル、環境負荷低減、乳剤、ひび割れ抵抗性

1. はじめに

近年、道路管理においてはライフサイクルコストの概念が重要視され、舗装の修繕工事では維持管理コストを削減できる補修工法が求められている。また、建設分野においては、循環型社会の形成を目標に再生資源の有効利用が促進されており、環境面でも地球温暖化ガスの排出削減に向けた取り組みが進められている。

路上表層再生工法は、路面性状や既設表層混合物の品質の改善を目的とし、現位置において既設アスファルト混合物層の加熱、かきほぐし、混合、敷きならし、締固め等の作業を連続的に行い、新しい表層として再生する工法である。既設表層混合物を現位置で再生利用するため、現場から搬出される舗装発生材、および新規のアスファルト混合物の使用量を節約できるため、リサイクルや地球温暖化ガスの排出削減に効果的な工法であると考えられている¹⁾。しかしながら、施工に専用の大型機械を用いるため、小規模工事や連続した作業帯の確保が難しいような箇所への適用が困難であった。

筆者らは、路上表層再生工法の環境負荷低減効果に着目し、市町村道や農道等の小規模な工事にも、この技術を応用できるように検討を行ってきた。施工機械の小型化、および施工機械編成の簡略化を図り、表層の再生から薄層の路面補修にも対応可能なヒートドレッシング工法（以下、本工法）を考案している。本工法においては、アスファルト混合物を再生する際に、アスファルト乳剤系の再生用添加剤（以下、特殊添加

剤）を使用し、アスファルト混合物性状の回復と同時に、舗装のひび割れ抵抗性の向上を図っている。本報は、本工法の概要、および施工機械の特徴を紹介するとともに、実道での施工事例を報告するものである。

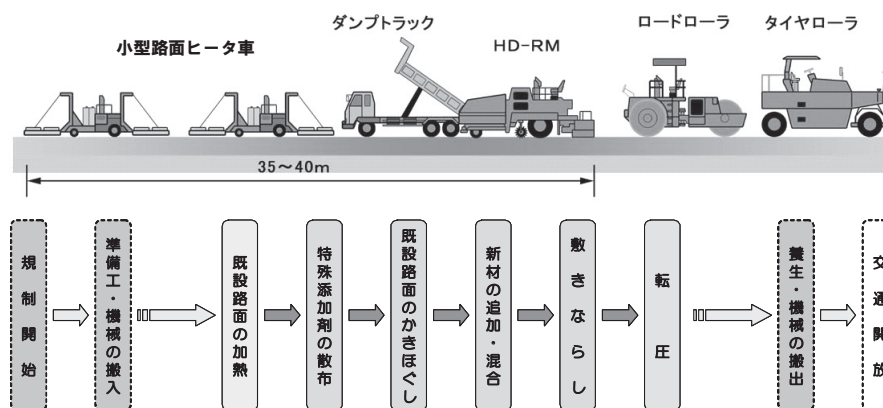
2. 工法概要

(1) 施工機械編成および施工工程

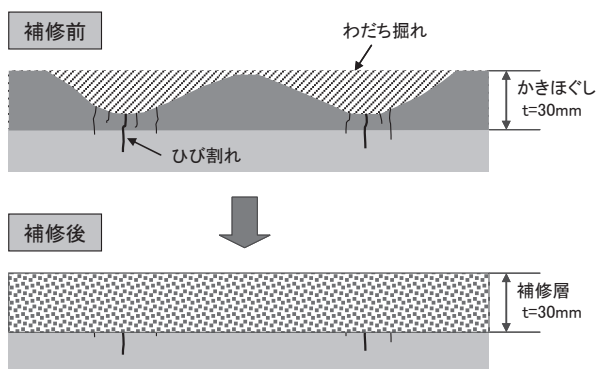
本工法の標準的な施工機械編成、および施工工程を図一1に示す。施工工程は、特殊添加剤の散布を除き、路上表層再生工法と同様である。施工機械については、これまで路上表層再生工法で用いられていたものより小型の路面ヒータ車、および路上表層再生機の一部を改良したヒートドレッシングリミキサ（以下、HD-RM）を使用する。

(2) 施工断面

本工法の施工断面の一例を図一2に示す。かきほぐし厚さは舗装の損傷の度合いにより決定するが、概ね10～30mmを標準としている。路面にわだち掘れがある場合や、舗装の増厚を行う場合は、必要に応じて新規アスファルト混合物を追加し補充する。路上表層再生工法では、表層の再生厚さ $t = 40 \sim 70$ mmを標準に施工を行っているが、本工法においては $t = 40$ mm以下の薄層の路面補修も施工の対象としている。



図ー１ 施工機械編成および施工工程



図ー２ 本工法の施工断面例

写真ー２ 移動・運搬時の小型路面ヒータ車
(LPG 赤外線パネルを折り畳んだ状態)

3. 施工機械の特徴

(1) 小型路面ヒータ車

小型路面ヒータ車の外観を写真ー１に示す。小型路面ヒータ車の最大の特徴は、路面の加熱を行うLPG 赤外線パネルヒータ(L = 1.5 m, W = 3.0 ~ 4.0 m)を車体の前後に分割して配置していることである。LPG 赤外線パネルヒータは、車体に取り付けられた電動ウィンチにより折り畳みが可能であり、移動・運搬時は4 m 程度まで機械延長を縮小できる(写真ー2)。従来の路面ヒータ車(機械延長L = 10 ~ 15 m 程度)に比べてコンパクトで、移動・運搬性能に優れ



写真ー１ 小型路面ヒータ車外観

ることから、小規模な工事現場にも搬入が可能である。

また、小型路面ヒータ車は車両前後のLPG 赤外線パネルヒータにより、2回に分けて路面の加熱を行う、繰返し加熱方式を採用している。徐々に路面を加熱することで、既設アスファルト混合物層の熱による劣化を抑制する目的がある。

(2) HD-RM

HD-RMの機構を図ー3に示す。HD-RMは特殊添加剤の散布、既設アスファルト混合物層のかきほぐし、混合、敷きならし、締固めの作業を連続的に行う機械である。HD-RM前方に配置された添加剤の散布ノズルより特殊添加剤を散布(写真ー3)した後、コニカルビットにより軟化した既設アスファルト混合物層をかきほぐす(写真ー4)。かきほぐされた既設アスファルト混合物は、機械内部のミキサに送られ、ホッパから供給された新規アスファルト混合物と混合された後に、機械後方から排出され、スクリーンで敷きならし・締固めが行われる(写真ー5)。

HD-RMには1,000 L (500 L × 2 個)の添加剤タンクと、添加剤を散布ノズルに送るためのギヤポンプが設置されており、粘度の高いアスファルト乳剤系の添加剤も散布することが可能である。

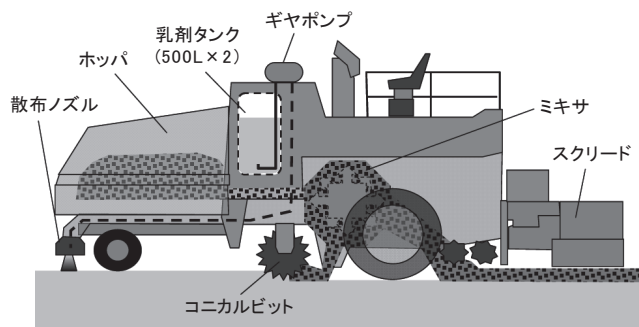


図-3 HD-RM の機構

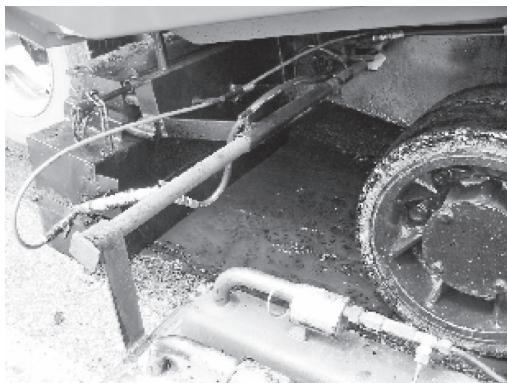


写真-3 特殊添加剤散布 (散布ノズル)

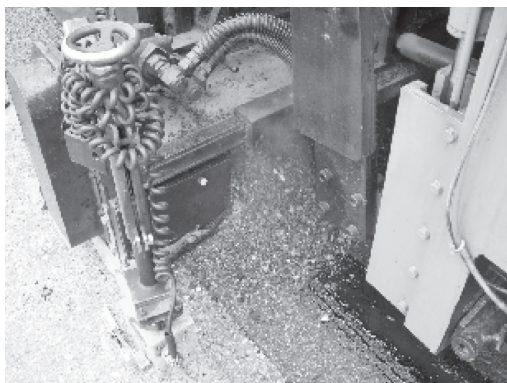


写真-4 かきぼぐし (コニカルビット)



写真-5 敷きならし・締固め (スクリード)

4. 本工法の優位性

(1) ひび割れ抵抗性の改善

本工法においては、既設アスファルト混合物を再生する際に、針入度回復効果とひび割れ抵抗性を高める

効果を併せ持つ、特殊添加剤を使用している。特殊添加剤の性状については、図-4に示すように、再生用添加剤とアスファルト乳剤の中間的な針入度回復効果を持ち、なおかつアスファルト乳剤系の添加剤を利用することで、既設アスファルト混合物の不足したアスファルト分を補う役割を果たしている。

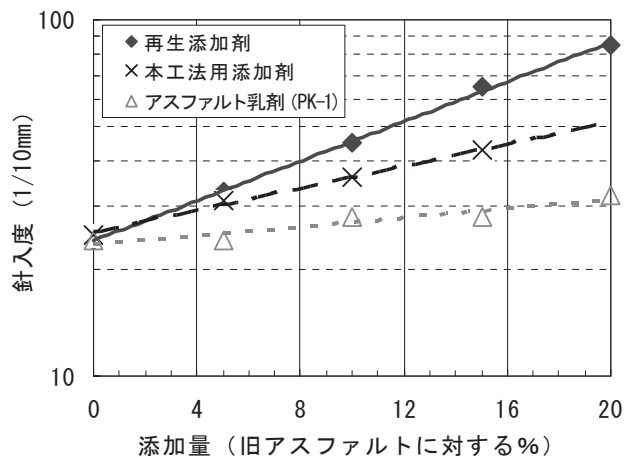


図-4 針入度試験結果

再生したアスファルト混合物層のひび割れ抵抗性を検証するために、ホイールトラッキング試験機を用いた繰返し走行試験²⁾ (以下、繰返し走行試験)を実施した。繰返し走行試験は、ひび割れを想定して5mmの間隔をあけた基層混合物のホイールトラッキング供試体の上に、試験対象となる表層混合物を舗設し、ホイールトラッキング試験機による繰返し走行負荷を与え、リフレクションクラックが貫通するまでの走行回数を測定するものである (写真-6)。試験対象については①本工法 (路上表層再生工法に特殊添加剤を使用したもの)、②路上表層再生工法 (路上表層再生工法に通常の再生用添加剤を使用したもの)、③シール注入+オーバーレイ (シール注入材でクラックを閉塞した後に新規アスファルト混合物をオーバーレイしたもので、それぞれ表層厚さ $t = 30 \text{ mm}$ で試験を行った。

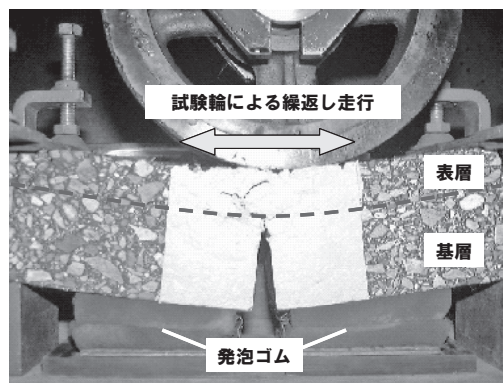
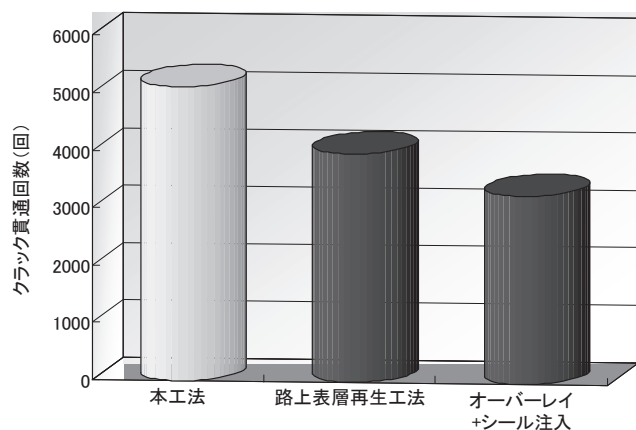


写真-6 繰返し走行試験状況

繰返し走行試験の結果を図—5に示す。②路上表層再生工法が4,000回程度、③オーバーレイ+シール注入が3,000回程度でクラックが貫通しているのに対して、本工法のクラック貫通回数は5,000回程度と、特殊添加剤の使用によりクラックの発生が遅延されている。この結果から、特殊添加剤はアスファルト混合物のひび割れ抵抗性を向上させる効果があると考えられる。

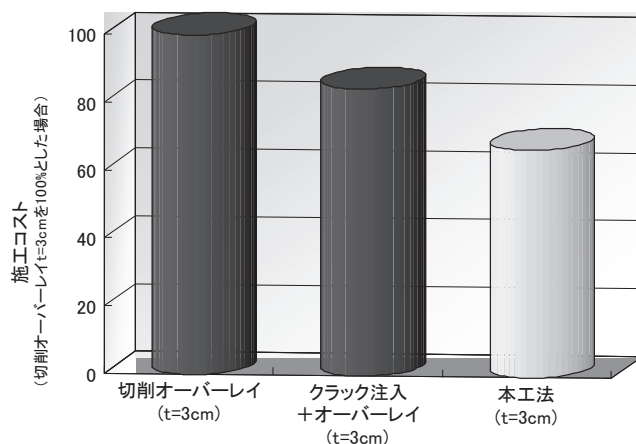


図—5 繰返し走行試験結果

(2) 施工コストの低減

本工法の施工コストを切削オーバーレイ工法、およびシール注入+オーバーレイ工法と比較した例を図—6に示す。切削オーバーレイ工法のコストを100%とした場合、シール注入+オーバーレイ工法のコストは85%程度、本工法のコストは70%程度である。本工法は、現位置で既設アスファルト混合物層を再生するため、新規アスファルト混合物の使用量が最小限に抑えられ、アスファルト殻等の廃材の運搬・処分に関わる費用もほとんど無いことから、従来の補修工法に比べ低コストである。

なお、気温の低い冬季の施工の場合、既設アスファ



図—6 施工コスト比較

ルト混合物層を加熱に要するヒータ車の燃料費が増大するため、本工法の経済性は低下する。そのため、本工法の施工は春季～秋期の温暖な時期に行うことを推奨している。

5. 施工事例

(1) 工事概要

本工法は、これまでに北陸や東北地域を中心に数箇所で行っている。本報告では、表—1に示す施工事例を紹介する。

表—1 工事概要

項 目	内 容
施工箇所	宮城県栗原市
施工日	平成 22 年 9 月
設計交通量	交通量区分 N_4
施工機械編成	小型路面ヒータ車×3台, HD-RM, マカダムローラ, タイヤローラ
施工条件	かきほぐし深さ $t = 30 \text{ mm}$, 表層施工厚 $t = 30 \text{ mm}$

施工箇所の既設路面には、線状のひび割れと20 mm程度のわだち掘れが発生していたが、FWD(重錘落下式たわみ測定装置:路面に衝撃荷重を載荷し、たわみ形状を測定する舗装の非破壊試験機)による舗装の支持力調査の結果、路線の計画交通量に規定されるたわみ量をクリアしており、舗装全体の支持力は問題ないと判断された。また、既設アスファルト混合物の針入度試験の結果、旧アスファルトの劣化の程度も小さかったため本工法を適用した。

(2) 施工結果

施工状況を写真—7,8に示す。本工事の施工時期は、気温の高い9月上旬であり、小型路面ヒータ車で目標とする既設アスファルト混合物層の加熱温度を満足す



写真—7 小型ヒータ車による路面加熱状況



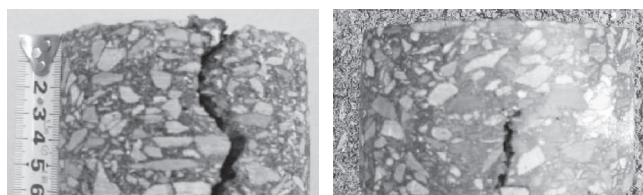
写真—8 敷きならし・転圧状況



写真—11 路面状況（施工後）

ることができた。また、施工時のアスファルト混合物の温度も目標とする範囲内にあり、良好な施工がなされたものと考えられる。

施工前後に、同一箇所から採取した切取り供試体のひび割れ状況を写真—9に示す。施工前は幅が10 mm程度あったひび割れが、施工後はかきほぐしを行った $t = 30 \text{ mm}$ まで完全になくなり、それより深い位置においてもひび割れの幅が1～2 mm程度まで縮小していることが確認された。



写真—9 施工前後のひび割れ幅の比較（左：施工前，右：施工後）

施工前後の路面状況を写真—10, 11に示す。施工後は、ひび割れやわだち掘れが解消され、平滑な路面が形成されている。平坦性も施工前の $\sigma = 1.4 \text{ mm}$ 程度から、施工後は $\sigma = 0.9 \text{ mm}$ に向上しており、車両走行性が改善されているものと考えられる。



写真—10 路面状況（施工前）

6. おわりに

本工法は、路上表層再生工法の技術をより多くの工事に適用できるように、改良および検討を進めてきたものである。既設アスファルト混合物層を加熱して施工を行うため、冬季の施工ではコストが増加する等の問題点はあるものの、環境負荷の軽減、および舗装のライフサイクルコスト縮減に効果的な技術であると期待している。今後も、施工機械の改良、および施工方法の改善を行い、より多くの現場に適用できるように技術開発を進めて行きたいと考えている。

JICA

《参考文献》

- 1) 田井,長谷川:CO₂排出量に着目した舗装技術の方向に関する調査研究, アスファルト, vol.43, No.204, pp.43-51 (2000.7)
- 2) 池田:室内試験によるひび割れ防止材の評価方法, 道路建設, No.487, pp.61-67 (1989.8)

【筆者紹介】

渡辺 直利（わたなべ なおとし）
福田道路㈱
技術研究所
課長代理



羽田 誠治（はた せいじ）
福田道路㈱
機械センター
所長



本間 悟（ほんま さとる）
福田道路㈱
事業本部 東北支店 技術部
課長代理東北担当



路面切削機の情報化施工及び環境対応

谷 岡 健一郎

施工の生産性と品質の向上を追求する情報化施工及び環境対策は、あらゆる土木工事において重要視されてきており、これは道路維持補修工事においても同様のテーマである。本稿では路面切削機の情報化施工として、海外にて実施された 3D マシンコントロールによる大型現場の情報化施工案件を 2 例紹介するとともに、環境対策面で課題となっている路面切削時の切削粉塵漏出を抑制するブロウ式集塵装置の効果実証試験結果について報告する。

キーワード：路面切削機、情報化施工、3D マシンコントロール、環境対策、粉塵対策、ブロウ式集塵装置

1. はじめに

ブルドーザやモーターグレーダ等による土木工事においては、トータルステーションや、GPS による 3D マシンコントロールが既に実用化されている。この一方、路面切削工事においては、路面切削機のサイドプレートに搭載される巻取りセンサ及びスロープセンサ等で、既存面や構造物、または事前に設置した丁張等を基準として切削深さ管理を行うのが主流である。しかし、施工の安全性、正確性、経済性の向上を追求する観点から、路面切削工事においても徐々に 3D マシンコントロールの活用が求められてきている。国交省からも平成 25 年度から情報化施工技術の一般化・実用化を推進する旨の指針が打ち出されており、斯かるニーズは今後益々拡大していくものと思われる。

一方環境面においては、路面切削時に切削ドラムから漏出する切削粉塵が、現場周辺の通行人、通行車両、現場作業者に悪影響を与えており、この漏出粉塵の抑制対策が課題となっている。

3D 受光器(プリズム)、トータルステーション、ラジオコネクション、システムコンピュータ

自動車用テストヤードの表層施工には一般に極めて高い精度が求められ、当該現場においての要求仕様も平坦性誤差 $\pm 2\text{ mm}$ と、非常に厳しい内容であった。施工の際には上述のクローラ式大型路面切削機本体右側面の切削ドラム回転中心位置に、路面と垂直方向にマストを 1 本設置し、その先端に 3D 受光器(プリズム)を取り付け、トータルステーションから発信される信号を基に、プリズム位置の基準値からの誤差を補正すべく、システムを通して路面切削機の昇降シリンダーに信号を送り、切削深さを制御する。切削ドラム左側の切削深さはスロープセンサを介してコントロールした。

3D マシンコントロールを使用することで、事前の作業は短時間の 3D システムコンポーネント設置のみ

2. 自動車テストヤードにおける 3D マシンコントロール路面切削施工

- 1) 施工現場：某ドイツ自動車メーカーテストヤード
- 2) 施工規模：250,000 m^2 の 2 層切削（切削面積計：500,000 m^2 ）
- 3) 使用機械：クローラ式大型路面切削機（施工幅 2.2 m）
- 4) 3D システムコンポーネント内容：



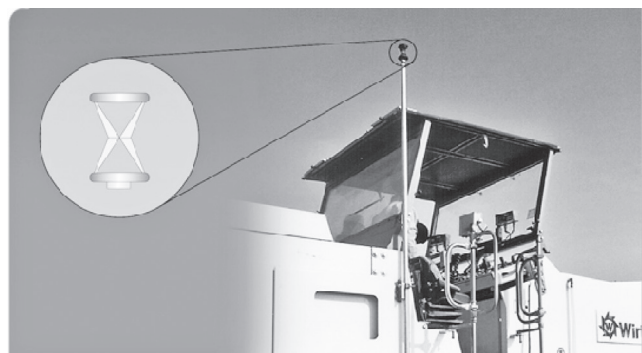
写真一 作業に使用したクローラ式大型路面切削機（施工幅 2.2 m）



写真一2 トータルステーションによる路面切削機3D制御の状況



写真一3 システムコンピュータディスプレイ



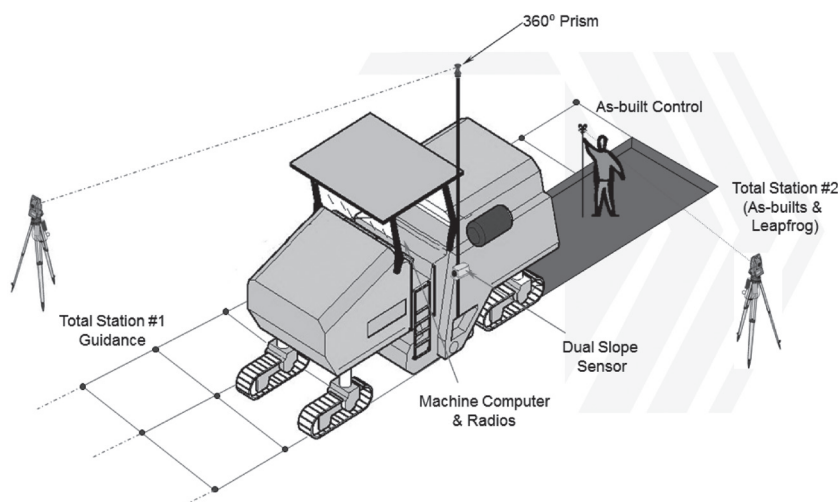
写真一4 3Dプリズム受光器

で、手間のかかる高さ基準用丁張等の設置作業も必要なくなり、合計 500,000 m² という広大な範囲の切削施工を7週間で完了した(1日平均約 14 千 m²)。またトータルステーションによる絶対基準により切削深さが制御されるため、切削前基準面の凹凸に影響されることなく、要求仕様通りの正確な施工面を実現した。

3. ドイツ高速道路における 3D マシンコントロール路面切削施工

- 1) 施工現場：ドイツ高速道路1号線（アウトバーン A1）拡幅工事
- 2) 施工規模：2車線拡幅（計4車線→6車線へ）
73 km
（ハンブルグーブレーメン間）
- 3) 使用機械：クローラ式大型路面切削機（施工幅 2.1 m）
- 4) 3D システムコンポーネント内容：
3D 受光器(プリズム)、トータルステーション、ラジオコネクション、システムコンピュータ

1930年代半ばに建設された高速道路1号線は老朽化が進み、大規模な改修工事が必要であった。また、これと同時に交通量の増加にも対応するため、片側2車線（合計4車線）の道幅を片側3車線（合計6車線）に拡幅すべく、2008年より連邦政府が施主となり、工事は現在もなお続いている。現場は26箇所の工区に分けられ、工区によって路面はコンクリート、低騒音アスファルト、従来の高品質アスファルト等様々であり、また要求切削深さも40～300 mmと多様な仕様であったが、3Dマシンコントロールを使用するこ



図一1 3Dマシンコントロールシステムコンポーネント概念図



写真一五 高速道路1号線施工状況



写真一六 トータルステーション

とにより、丁張敷設や路面上へのマーキングも必要とせず、平均毎分15mの施工速度で1日あたり約5,000～6,500m²という施工量をこなしている。従来の工法（3Dシステムを使用しない）では5m毎に路面上に計画切削深さをマーキングする等の事前作業に手間がかかり、またこれがヒューマンエラーの原因となっていた。しかし、当該現場では3Dシステムの導入によって斯かる作業が不要となり、CADベースの測量データを表計算ソフトに変換し、これを基に作成された施工計画データを機械に搭載したシステムコンピュータに読み込ませるだけで、切削深さを自動制御することにより、作業の手間を大幅に省くことができた。施工業者の試算によると、3Dシステムを使用しない従来工法に比べて、無駄な切削箇所も大幅に削減し、工区平均で約7,000トンもの合材の節約につながったと報告されている。

4. ブロワ式集塵装置実証試験概要

路面切削機による切削施工において、多数の切削ビットのついた回転ドラムで路面を細かく粉砕すると

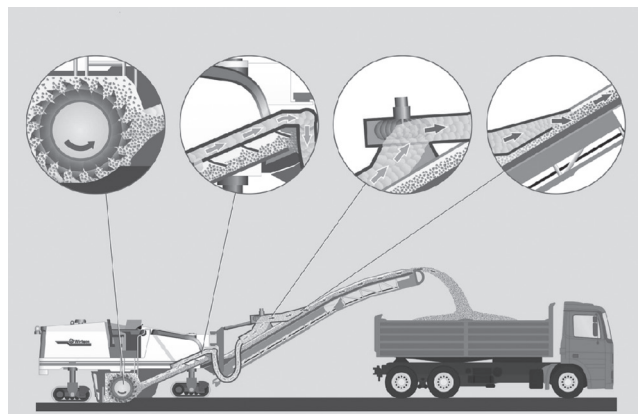
いう機械の構造上、粉塵の発生は不可避である。この発生粉塵は切削ドラムの密閉型ハウジング構造により、周囲への飛散をある程度封じ込めることは可能であるが、完全にというわけにはいかず、隙間から漏出する粉塵が現場周辺の通行人、通行車両、現場作業者に悪影響を与えている。そこで、今般路面切削機の廃材搬出コンベア上に油圧モーター駆動のブロワを搭載し、この負圧をもって切削ドラムハウジング内で発生する微粒子粉塵を吸い上げ、コンベアベルト上に移送させて、切削廃材と一緒にダンプトラックに排出する方式の集塵装置を取り付け、その効果を検証した。

1) 使用機械：クローラ式大型路面切削機

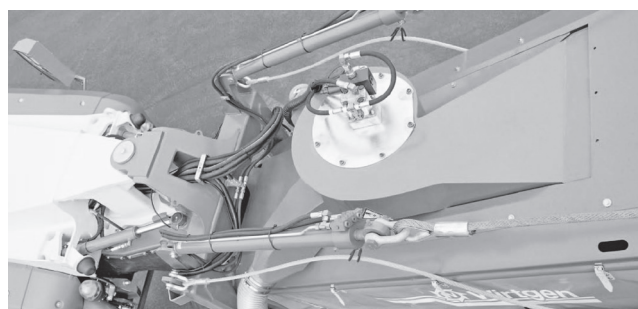
(施工幅2.0m)

2) 測定方法：路面切削機施工時に機械オペレータ席周辺の浮遊粒子状物質（SPM：Suspended Particulate Matter，単位mg/m³）を測定し、集塵装置作動時と停止時の数値を比較する。SPMの測定方法として、デジタル粉塵計の計数値を基に補正計数を乗じてSPM濃度を求める。

上述の前提で計6回測定した結果、SPM濃度の平均値は集塵装置停止時で2.97mg/m³であった一方、集塵装置を作動させると0.13mg/m³と、およそ20分の1程度まで低下していた。当該実験については、風



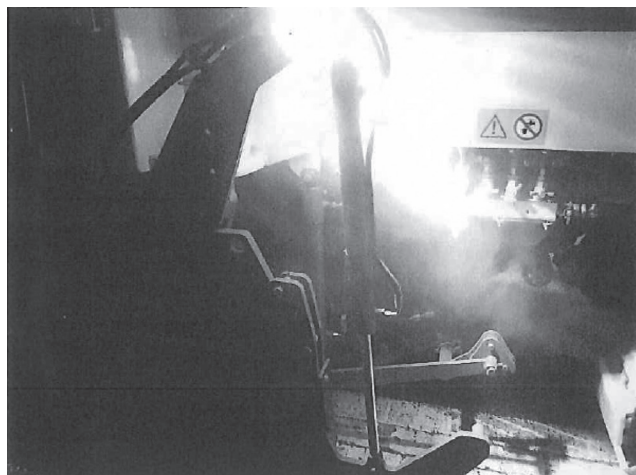
図一 ブロワ式集塵装置概念図



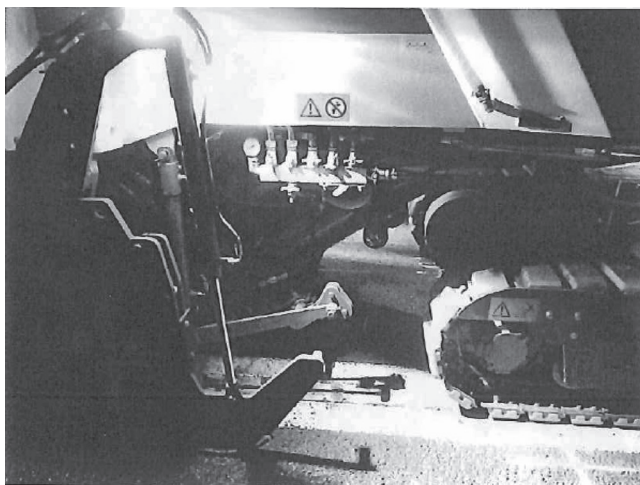
写真一七 ブロワ式集塵装置外観



写真—8 浮遊粒子状物質測定を実施した現場状況



写真—10 集塵装置停止時の状況



写真—9 集塵装置作動時の状況

向き等の気象条件によりばらつきはあるが、測定した6回ともに集塵装置作動時の測定結果が、停止時を下回っていることから、当該集塵装置には一定の粉塵抑制効果があるものと判断できる。

5. おわりに

路面切削機の情報化施工及び環境対応は本稿でご報告申し上げた内容が完成形ではなく、まだまだ不十分な要素もあり、改善していく必要がある。今後ますます進むであろう、さらなる作業の効率化、正確性、安全性の向上、作業環境の改善へのニーズに見合うべく、一層の進化を目指して研究・開発を続けていく所存である。

J C M 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



道路建設における 3D-MC による施工の展開

山口 達也

3D-MC システムを実際の現場に導入する大きな目的は、操作員の技量に左右されることなく、高い施工品質と生産性を安定的に確保することにある。また作業現場での検測の簡略化などにより建設機械周りの検測員、作業員を削減することが出来るため建設機械との接触事故などのリスクを減じ、安全性の向上に貢献することも広く理解されるようになってきた。道路建設分野においては 3D-MC の応用範囲が広まり、路盤から舗装、そして維持修繕の工種にまで展開されている。本報は道路建設分野における 3D-MC による施工がもたらす有効性を述べるとともに、応用される範囲が拡大している状況を実施例の紹介とともに報告するものである。

キーワード：情報化施工（ICT）、施工合理化、安全性向上、工期短縮、施工精度、品質向上

1. はじめに

道路施工業界において現場施工に三次元マシンコントロール（3D-MC）ブルドーザを初めて導入したのが 2001 年であり、今から 10 年以上も前のことである。未来技術の様相を呈する 3D-MC マシンが 21 世紀の到来と同時に、実際の現場で威力を発揮する機会が与えられたのは、時代の要求に相応しい技術の実用化であったといえる。今さらながらではあるが、この 10 年間におけるエレクトロニクス分野の技術進歩、およびその展開には目を見張るものがある。総務省の調査によると、インターネットの利用率は 2000 年頃から急速に普及していったことが示され、この機を境に職場、家庭を問わず情報化社会が到来したことが伺え、道路建設分野へ 3D-MC が登場したことも偶然ではな

い。

その 3D-MC の建機への展開は 2007 年頃まではブルドーザ、モータグレーダが殆どで、稀にアスファルトフィニッシャへ装備する例もあった。現在は切削機、コンクリートスリップフォームペーパーなども含め、応用が活発になってきている。

2. 道路建設機械の三次元マシンコントロール

3D-MC（3 Dimensional Machine Control）は言わずと知れた建設機械の三次元マシンコントロールのことで、現在では解説が不要なほどに 3D-MC は道路建設業界では一般的な存在になっている。

3D-MC は、自動追尾トータルステーションや測位衛星システムを用いて、建設機械の作業装置の座標情報をリアルタイムに取得し、予め準備された制御データとの照合により建設機械の作業装置を三次元的に制御するシステムである。ここでは 3D-MC の制御の仕組みとバリエーションを紹介する。

（1）トータルステーションを応用した 3D-MC

トータルステーション（Total Station：以下 TS）は距離と角度を同時に測定できるほか、その結果が自動記録できるなど、従来のトランシットと光波測距儀の機能にマイクロコンピュータを備えた測量器である。これに外部のコンピュータや専用プログラム、プロッタなどを組み合わせてシステム化することで、計



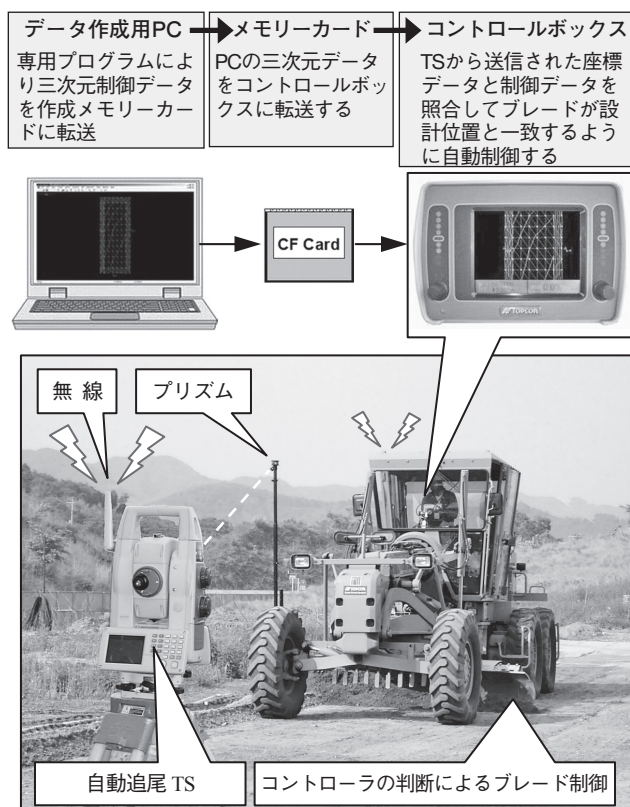
写真－1 稼働中の 3D-MC スリップフォームペーパー

測から計算、帳票作成までが効率よく行われ、測量の大幅な省力化を図ることができる。3D-MC に用いられる TS は自動追尾機能と無線装置を備えた機種である。

TS による制御は、TS が測定した建設機械の位置情報を無線により建設機械のコントローラに送信し、その送られてきた位置情報を建設機械のコントローラに収められた制御データと照合することにより作業装置（グレーダ、ブルドーザの場合はブレード）を制御するタイプが一般的である。通常は作業装置の基準になる箇所の高さの制御と、スロープコントローラによる勾配制御を組み合わせる使用される。

TS を用いた 3D-MC のもっとも重要な特徴は水平、垂直方向ともミリメートル単位で精度を管理できる点にある。道路建設において求められる精度から、機械のマシンコントロールはミリメートル単位での制御が達成できることが前提となるのである。図一 1 は TS 式 3D-MC を搭載したモータグレーダのマシンコントロールイメージ、写真一 2 は 2 台の中型ブルドーザ D65PX に TS 式 3D-MC を適用して、ダム法面の施工を行っている状況である。

TS の計測精度は TS と計測対象物（建機上のプリズム）との距離に比例する。また、無線の送信出力による到達範囲という縛りもあり、使用する建機と施工



図一 1 TS 式 3D-MC の機器構成と施工イメージ



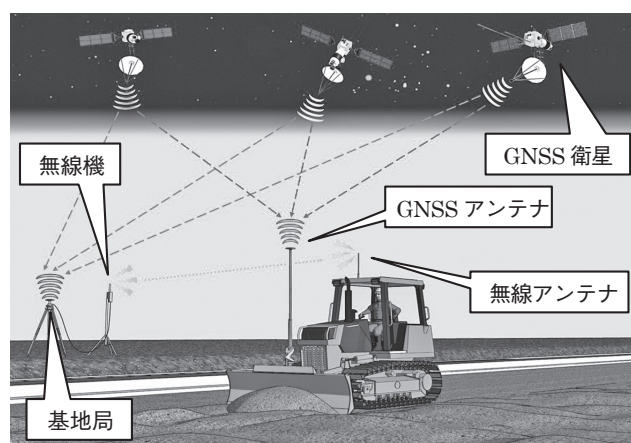
写真一 2 TS 式 3D-MC ブルドーザによるダム法面施工

工種によるが、通常は建機と TS の距離を 200 m 以内に制限して制御を行っている。

(2) 測位衛星システムを応用した 3D-MC

①測位衛星システムの施工精度

前章で述べた通り、TS 式 3D-MC は TS が建設機械作業装置の測位を行い、測位情報を無線で送信するが、TS の機能を衛星測位システム（Global Navigation Satellite System：以下 GNSS）により担うのが GNSS 式 3D-MC である。GNSS を応用した 3D-MC は現場内に基地局が備えられていれば複数台の建設機械を同時に制御するとともに測量作業も実施することが出来る合理的なシステムであるが、精度の側面から適用できる作業は限られる。測量時の精度は水平方向で $\pm 10 \text{ mm}$ 、垂直方向では $\pm 20 \text{ mm}$ 程度と言われているが、実際のマシンコントロール時は制御不感帯の設定や、道路建設機械固有の装置接合部の影響も受けるため、水平方向で $\pm 20 \text{ mm}$ 、垂直方向では $\pm 40 \text{ mm}$ 程度の範囲に押さえるのが限界である。この数値は、垂直方向の精度がミリオーダーで要求される道路建設において許容できる精度とは言い難い。



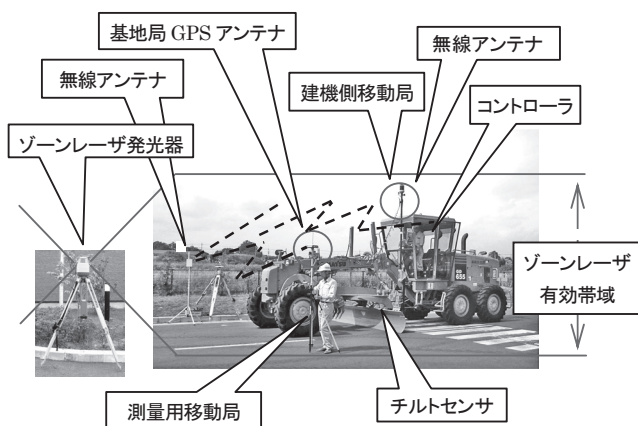
図二 2 GNSS 式 3D-MC の機器構成

②道路建設における高精度 GNSS による 3D-MC

道路建設において GNSS 式 3D-MC の導入をためらう要因となっているのが前述の垂直方向精度である。現在では、この点を改良した商品が販売されている。測量器を用いる TS 式と同程度の垂直精度 $\pm 10 \text{ mm}$ が得られるので、道路建設に必要な精度を満足することができる。

特徴は、作業エリア内に垂直精度を補正する機能を備えたゾーンレーザ発光器を設置することである（写真—3）。

ゾーンレーザ発光器は発光中心から上下に各有効帯域約 5 m の幅を持った回転レーザ発光器で、GNSS 受信機とゾーンレーザ受光センサを備えた建設機械或いは測量器がこの帯域の範囲内にあれば、高い精度で垂直方向の座標を認識することが出来る。当然のことながら、この方式は GNSS 信号が受信出来ることが条件となるため、トンネル内では使用出来ない。



写真—3 高精度 GNSS 式 3D-MC の機器構成

(3) 3D-MC の現場導入の効果

これまで 3D-MC を導入して施工を行った結果、作業効率の向上、高い精度の仕上がり面が得られる、或いは検測作業が削減できるので安全性が向上する、な

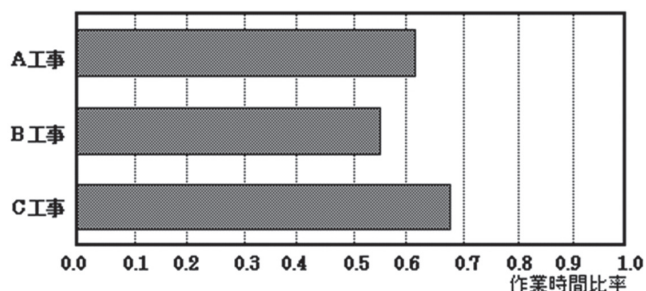
どの効果が確認されている。前項で述べた 2 通りの制御方式それぞれに特徴はあるものの、3D-MC によって得られる効果に大きな違いは無く、両システムを使い分ける明確な線引きを定義することは困難で、システムを導入し、運用する会社の考え方に左右される要素が大きいと思われる。ここではモータグレーダを例に効果を報告する。

①作業効率の向上と環境負荷の低減

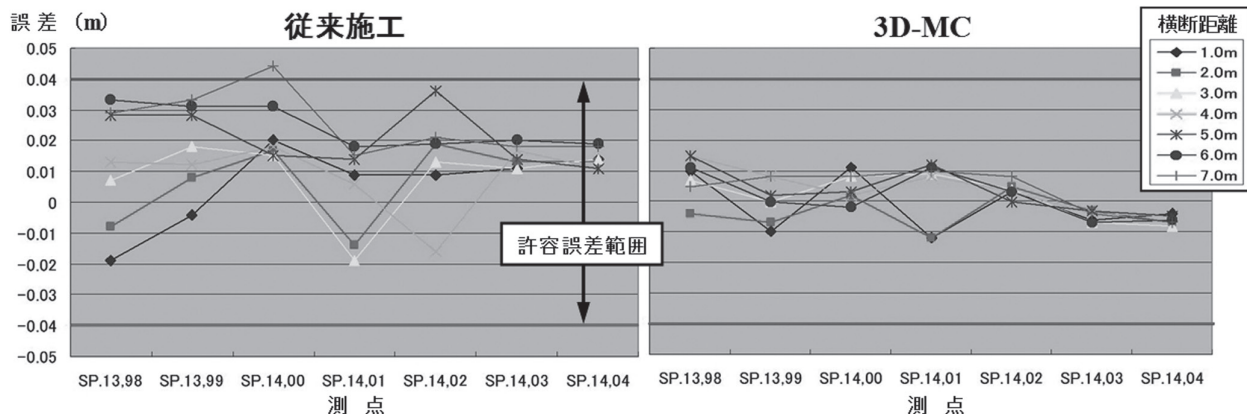
従来施工における路盤整正作業では、モータグレーダによる整正と、丁張りを利用した出来形確認作業を相互に繰り返しながら目標仕上げ高さに近づけていく。

3D-MC では路盤面を整正するブレード高さを自動制御することにより目標高さに仕上ることから、出来形確認による施工中断を大幅に低減できることもあり作業効率が向上する。またブレードが自動制御されるためにオペレータの技量により出来高が左右されることは少なくなる。図—3 は施工技術総合研究所によりまとめられた 3 箇所の工事での TS 式 3D-MC モータグレーダと従来のマニュアル施工との作業効率比較で、従来施工の作業時間を 1 としたときの 3D-MC の作業時間を比率で表したものである。

この結果から、条件によるが 3D-MC は従来施工と比較して作業効率を 30～50% 向上させる効果があることが分かる。また路盤整正作業の作業効率向上に伴い、燃料使用量の削減も 30～50% 見込まれることか



図—3 3D-MC と従来施工での作業効率比較



図—4 従来施工と 3D-MC の施工誤差比較

ら、環境負荷の軽減にも貢献できることが推測される。

②精度の安定と平坦性向上への貢献

北海道開発局発注の一般国道舗装工事で路盤整正作業を実施し、マニュアル操作による従来施工との精度比較を行った。その結果を図—4に示す。何れの施工結果も許容誤差範囲である $\pm 40\text{ mm}$ に概ね収まっているが、ここでは許容範囲内でのバラツキに注目すべきである。従来施工のバラツキは3D-MC施工に比べて大きく、この路盤に敷均される舗装の平坦性に影響を与えることが予想できる。

3. 道路建設機械への3D-MC展開

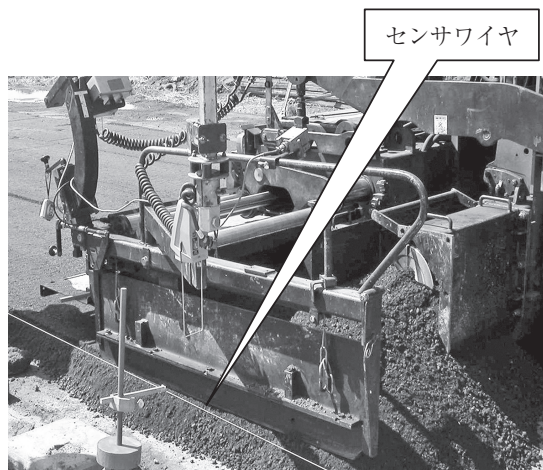
3D-MC モータグレーダ或いはブルドーザによる施工は国土交通省直轄工事をはじめ、高速道路、空港、ダム、体育施設、競馬場など広範囲において実施されて高い評価を得ている。ここではその他の道路建設機械へ応用した例を紹介する。

(1) アスファルトフィニッシャ

(Asphalt Finisher 以下 AF)

AFでレベリング施工を実施する場合、従来であれば基準となるセンサワイヤを敷設する必要がある、その作業は、センサワイヤの設置・高さ確認・撤去・保管といった煩雑さを伴うものであった。また、作業エリアに設置されたセンサワイヤは舗装作業を行う作業員にとっては邪魔ものである。3D-MCでAFのスクリード（敷均し装置）を制御させる場合センサワイヤの設置作業を省略することができるので、煩わしい作業から開放され、且つ作業エリアの改善にも貢献することができるというメリットがある。

AFのスクリードを制御するには大きく分けて2通りの方式があり施工幅員、現場条件等により選択する。



写真—4 センサワイヤとAF

①片リフト・片スロープ方式

限られた施工幅員の場合、スクリードの片側の高さをTSにより制御し、反対側はスロープセンサにより制御する方法である。グレーダやブルドーザと同じ制御方法であり、制御に使用するTSは1台で済む。但し、スロープセンサによる制御誤差は幅員に比例して拡大していくため、施工上求められる精度により施工幅員が制限される。



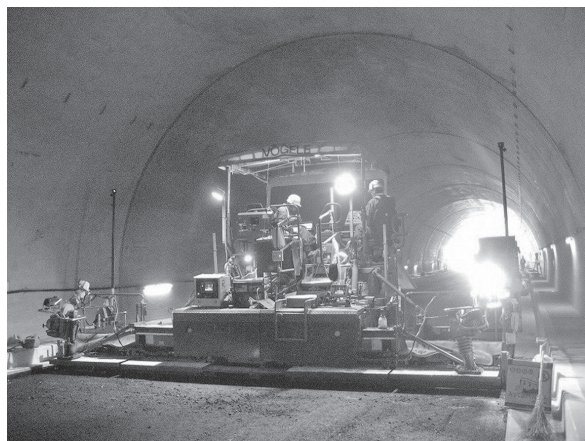
写真—5 片リフト・片スロープ方式で舗装中のAF

②両リフト方式

施工幅員が拡大した場合、スクリード両端の高さを確実に確保するために、2台のTSを用いてスクリード両端を独立して制御する方式がとられる。高い施工精度が得られるがTSが2セットとなるため現場での取り扱いがその分煩雑になる。

空港工事のホットジョイント施工のように、複数台のAFを同時に3D-MC制御する場合、両リフト方式に前述の高精度GNSSが採用されることもある。

両リフト方式で制御する場合、施工条件によりTSか、あるいは高精度GNSSいずれの方式を採用するか慎重に検討する必要がある。



写真—6 TSによる両リフト方式で舗装中のAF

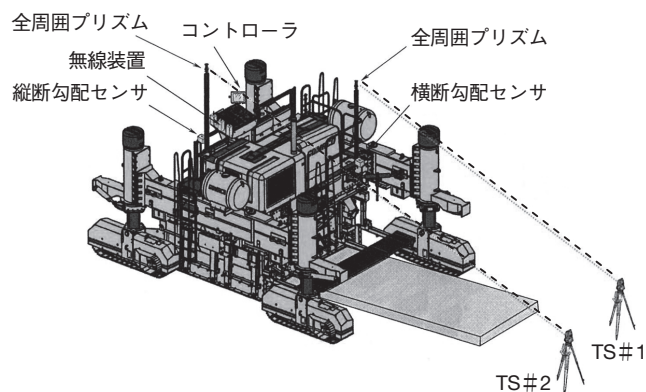


写真一七 両リフト方式（高精度 GNSS）で舗装中の AF

(2) コンクリートスリップフォームペーバ

(Concrete Slipform Paver 以下 CSP)

近年、高速道路建設工事で施工実績を急速に伸ばしている CSP も 3D-MC が取り入れられている。これまで、CSP の敷均し高さの管理及びステアリングの制御はセンサワイヤを設置して、それを做わせるやり方が一般的であった。CSP の 3D-MC はセンサワイヤに代わって 2 台の TS を用いて敷均し高さとステアリングの制御を行う。



図一五 3D-MC-CSP の制御イメージ



写真一八 3D-MC で舗設を行う CSP

トンネル内での施工が圧倒的に多いスリップフォームペーバは 3D-MC により制御することにより、精度的に優れた結果が得られるというだけではなく、狭い施工エリアからセンサワイヤを排除できる点においても大きなメリットがあるといえる。この効果は AF の項で述べたことと同じである。図一五にシステムの構成と制御イメージの例を示す。

(3) 路面切削機 (Road Planer 以下 RP)

切削オーバーレイに使用される RP の 3D-MC も積極的に現場展開されている。施工幅員（切削幅）が 2 m 程度の RP の 3D-MC は基本的には AF の片リフト・片スロープと同じ方式が採用されている。連続して隣り合うレーンの切削を行う場合はジョイントマッチャを使用する。3D-MC の RP は現場条件に応じてクローラ式、タイヤ式が施工に用いられている。

但し、切削機に 3D-MC を応用する場合、舗装厚さに応じた切削速度の上限が決まっているため、単位時間辺りの施工量が向上する効果は期待できない。またレベリング作業においても切削機は通常センサワイヤを使用することはないため、AF や CSP のようにセ



写真一九 3D-MC で切削作業中のクローラ式 RP



写真一〇 3D-MC で切削作業中のタイヤ式 RP

ンサワイヤを省略する効果は見込めない。従って現時点では切削機へ3D-MCを応用する場合のメリットは、レベリング精度の向上に貢献するという点に限定されるということを認識しておく必要がある。

4. おわりに

本報では道路建設機械への3D-MC適用において、実施工で得られたデータをもとに精度、生産性の向上といった側面について述べてきた。3D-MCがもたらす安全性の向上やオペレータの技量差を補填する効果については、具体的な数値を示すことが困難なため従来施工との比較が出来なかったが、3D-MCの有効性を語るうえでは大きなポイントを占める部分であることは間違いない。

道路建設の現場においては今回紹介した建設機械の3D-MCのみならず、様々な現場条件に対応可能なローラ転圧管理システムや電磁密度測定器などの情報化機

器の導入が図られている。またTSによる出来形管理手法の実施例も増えてきた。機会があればこれらシステムの導入効果などに関して報告を行いたい。

J C M A

《参考文献》

- 1) 国土交通省 総合政策局 建設施工企画課内 情報化施工推進戦略 2008.07
- 2) 道路舗装技術におけるIT機器を駆使した施工 第49回 北海道開発局技術研究発表会 2005.02
- 3) 実証された数値制御施工の効果と更なる機能・普及展開 建設の施工企画 2008.11
- 4) 情報化施工機械の有効性と導入効果 土木技術 2009.06

【筆者紹介】

山口 達也（やまぐち たつや）
鹿島道路㈱
生産技術本部 機械部



平成 23 年度版 建設機械等損料表 発売中

■内 容

- ・国土交通省制定「建設機械等損料算定表」に基づいて編集
- ・機械経費・機械損料に関係する通達類を掲載
- ・損料積算例や損料表の構成等をわかりやすく解説
- ・各機械の燃料（電力）消費量を掲載
- ・主な機械の概要と特徴を写真・図入りで解説
- ・主な機械には「日本建設機械要覧（当協会発行）」の関連ページを掲載

■B5判 約710ページ

■一般価格

7,700円（本体7,334円）

■会員価格（官公庁・学校関係含）

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県建設協会

（電話：098-879-2097）にお申し込み下さい。

社団法人 日本建設機械化協会

〒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>

レーザスキャナによる モータグレーダ自動制御システムの開発

杉 迫 泰 成

近年、舗装の品質向上、出来形精度向上、施工効率の向上といった観点より、建設機械の自動制御技術が注目されている。モータグレーダに適用する自動制御技術には、トータルステーションやGNSSを用いた3次元マシンコントロール(3D-MC)があるが、小規模な現場や舗装修繕工事の場合などには適用が困難なことがある。そのため、汎用性が高く簡便に利用できるモータグレーダの自動制御技術の開発が望まれる。

そこで、アスファルトフィニッシャの自動制御で実績のあるレーザスキャナを改良し、モータグレーダに適用したブレード自動制御システムを開発した。本報では、その概要と適用事例を紹介する。

キーワード：レーザスキャナ、路盤、自動制御、モータグレーダ、平たん性、品質確保

1. はじめに

近年、性能規定発注方式や総合評価落札方式による入札・契約方法が普及していく中で、快適な走行性や乗り心地の確保といった観点より、舗装の平たん性について一段と高い性能が求められている。

舗装工事では、求められる高い性能を実現するために、施工する各層に使用する材料の特性に応じて、専用の施工機械を用いた機械施工が行われており、施工の機械化によって、施工精度や効率の向上が図られている。しかし、刻々と変化する作業状況に応じて、施工機械を操作するには熟練が必要であるため、施工の精度や効率はオペレータの技量によるところも大きい。そこで、施工機械の操作を自動化することで、オペレータの技量に依存しない施工技術の開発がおこなわれてきた。

アスファルト混合物層の施工で使用されるアスファルトフィニッシャの自動制御技術には、計画高にセンサラインを設置しグレードセンサを這わせて所定の仕上がり高さを確保する方法、仕上がった舗装または構造物の上面を基準としてショートスキーを用い段差等が生じないようにする方法、機械的なロングスキーを用いて下層の凹凸を長い距離で平均化して平たん性を向上させる方法等がある。最近では障害物との接触や、合材のこびりつき等による誤作動を防止することを目的に、超音波やレーザを用いた非接触センサの使用も多く見受けられる。このようにアスファルトフィニッシャの自動制御技術^{1), 2)}は様々で、広く現場で活用

されている。

ところで、良好な平たん性を実現するためには、アスファルト混合物層の敷きならし高さだけでなく、より下の層である粒状路盤面の施工精度も重要である。粒状路盤の施工では、モータグレーダが一般的に使用されている。モータグレーダの自動制御技術では、トータルステーションやGNSSを利用した3D-MC技術が開発されている。この施工技術は、高い精度で路盤を築造できるものの、施工仕上がり面の設計データを事前にコンピュータに入力することや、使用機材も多く、施工前準備に多くの労力を要することから空港等の比較的大規模な現場で適用されている。

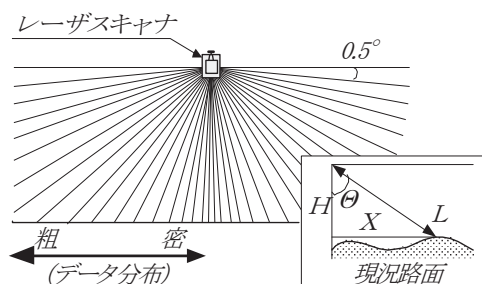
一方、一般的な舗装工事における路盤の施工は土木工事などに比べると施工規模が小さい。また、修繕工事などでは、舗装の仕上がり高さを既設の構造物などの取り合いで現場あわせとするため、事前に施工仕上がり面を設計データとして準備できないことも多い。このように、一般的な舗装工事ではモータグレーダの自動制御技術の適用が困難な場合もある。

以上の背景より、路盤の出来形精度向上、施工効率の向上等を目的とし、中小規模工事や修繕工事などに活用することを念頭に、アスファルトフィニッシャの自動制御に用いられているレーザスキャナを転用し改良を施すことで、新たなモータグレーダブレード高さ自動制御システムを開発した。本報では、開発したシステムの概要について述べると共に、実路での試験施工の検証結果について報告する。

2. レーザスキャナのモータグレーダへの適用

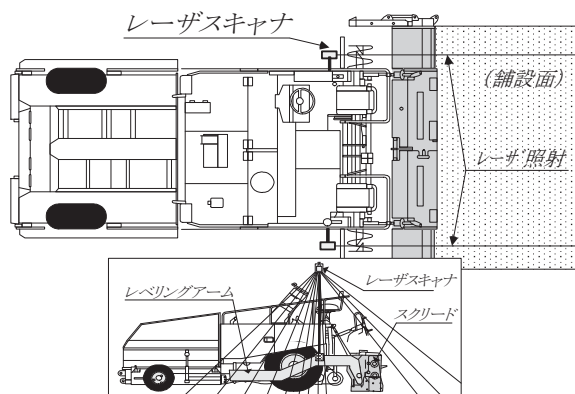
(1) レーザスキャナ概要

レーザスキャナは、路面に向かって放射状（180°）に一定角度（0.5°）で順次レーザ光を走査し、戻ってきたレーザ光の反射時間により斜距離 L を計測し、斜距離 L と発射角度 θ （既知）より、路面高さ H と水平距離 X を順次算出（図—1）することができる非接触センサである。レーザスキャナは取付け位置にもよるが、前後 10 m 程度までの地盤高の計測が可能で、計測した路面の凹凸を平均化することで、平坦性の向上が図られる。



図—1 スキャナの機構

アスファルトフィニッシャにレーザスキャナを取付ける場合では、舗設中はスクリードの向きが施工方向と常に直角であるため、スクリードとつながっているレベリングアームにボールを介して設置し、レーザスキャナと平均化された地盤高の差が一定となるように、スクリード高さを直接制御する機構（図—2 参照）となる。



図—2 アスファルトフィニッシャへ適用した場合

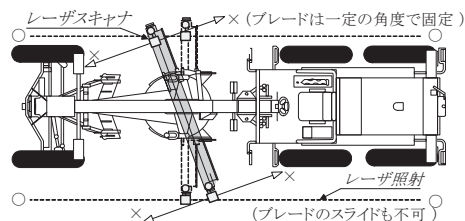
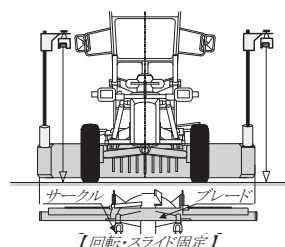
(2) 制御システムの改良

アスファルトフィニッシャ用に開発されたレーザスキャナを、モータグレーダにそのまま適用すると不具合が生じた。そこで、モータグレーダに適用するために、データ処理のアルゴリズムを変更し、試験施工等

で施工機械の実挙動を見ながら、制御システムの改良をおこなった。以下におこなった主な改良点について述べる。

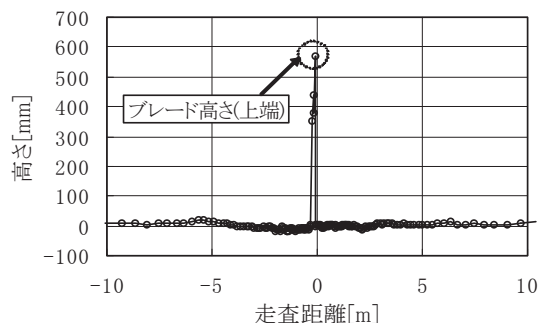
(a) ブレード高さと路盤高の同時計測

モータグレーダにアスファルトフィニッシャと同様の方法でレーザスキャナを取り付ける場合、ブレード上にボールを介して設置することになる。しかし、ブレードを回転・スライドさせた場合、レーザ照射位置が変わるため、正確に既設地盤の高さを測定することができない（図—3 参照）。モータグレーダでの施工では、ブレードの回転とスライド操作を駆使し、路盤の整正作業を行うため、ブレードを回転・スライドさせた場合でも、ブレードの高さと地盤高を同時に測定できるシステムの構築が不可欠となる。



図—3 モータグレーダへ適用した場合

図—4 はブレードの直上にレーザスキャナを配置した時のスキャナ走査結果であるが、レーザスキャナ直下ではデータ密度が高いため、ブレード上端といった延長方向に幅が狭いものであっても計測可能であることがわかる。そこで、レーザスキャナをブレード直上付近に、取付金具を介してモータグレーダ本体に設置し、レーザスキャナ直下の前後 1 m ずつの範囲の内



図—4 スキャナ走査結果一例

で一番高い計測データをブレードの上端の高さと認識することとし、地盤高さとブレード高さを同時に計測し、その相対高さでブレード高さをコントロールできるようにした。

この改良により、作業中にブレードを回転・スライドさせた場合でも、レーザスキャナの向きが変わることが無く、正確に地盤高さとブレード高さの相対的な位置関係を測定する事が可能となった。

(b) 計測データ処理の高速化

レーザスキャナをアスファルトフィニッシャに適用した場合、レーザスキャナは毎秒2～3回程度の制御命令の更新をおこなっている。アスファルトフィニッシャの施工速度は3～5m／分程度なので、制御命令が更新されるまでにアスファルトフィニッシャは30mm程度移動することになるが、この程度の移動距離により生じる自動制御の遅れは実用上では問題になっていない。

ところが、モータグレーダの施工速度は20m／分程度と速い上、ブレードの回転・スライド操作によって変化するブレードの高さも同時に計測し、制御命令に反映させる必要がある。毎秒2～3回程度の制御命令の更新では、制御命令が更新されるまでにモータグレーダは150mm程度移動することになる。また、回転中のブレードの高さを計測したところ、ブレードは延長方向に幅が狭く移動の影響を大きく受けるため、正確に計測できないことがわかった。そこで、演算方法や処理方法の最適化を図り、毎秒20回程度の制御命令の更新を実現した。

この改良により、制御命令が更新されるまでの移動距離は十分小さくなり、ブレードを回転させながらグレーダを高速で移動させても、正確に地盤高とブレード高さを測定することが可能となった。

3. 開発したブレード自動制御システムについて

レーザスキャナを用いて地盤高を平均化し、モータグレーダのブレード高さを自動制御して施工をおこなうと、滑らかで平坦な路盤を整正することができても、所定の高さに仕上げるためには20mピッチなどの適当な間隔で仕上がり高さを確認しながら施工を進める必要がある。また、施工中はブレード片側から碎石が溢れ出るため、レーザスキャナがブレードから溢れ出た碎石の高さを計測しないように注意して走行する必要がある。左右のレーザスキャナを用いてブレード両側の高さを同時に制御して施工をおこなうことは困難である。

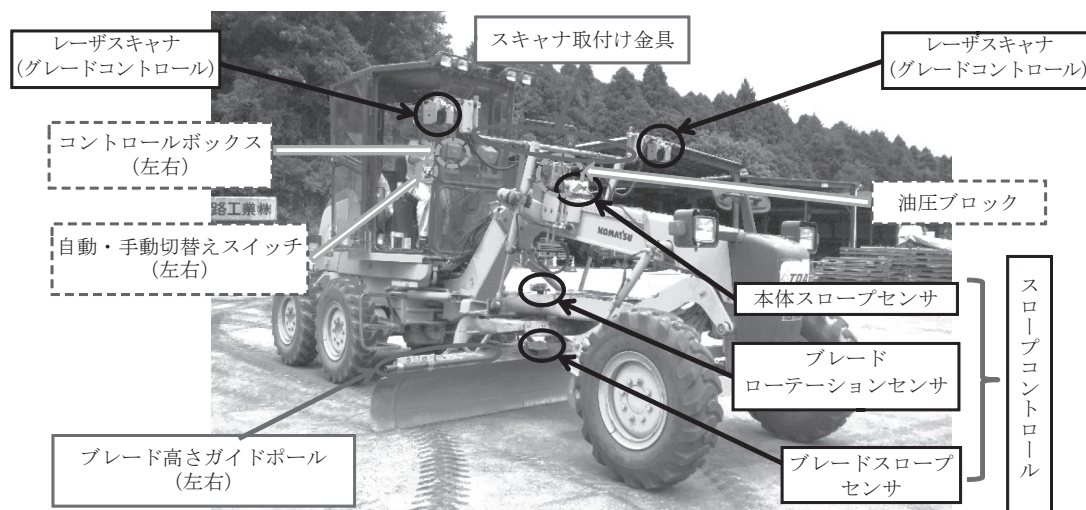
そこで、施工性を改善することを目的に、本体スロープセンサ等のセンサを追加することでブレード高さ自動制御方法を追加した。開発したブレード高さ自動制御システム（以下、本システム）を搭載したモータグレーダを図－5に、ブレード高さ自動制御方法を表－1に示す。以下に、それぞれの自動制御方法の概要について述べる。

表－1 自動制御方法一覧

	使用センサ	自動制御方法
グレードコントロール (高さ制御)	レーザスキャナ	(1) 地盤高平均式
		(2) ジョイントマッチ式
スロープコントロール (勾配制御)	本体スロープセンサ ブレードローテーションセンサ ブレードスロープセンサ	(3) スロープコントロール

(1) 地盤高平均式グレードコントロール

レーザスキャナで走査した高さの中で、ブレードの高さと前後の地盤高さを利用して、ブレード高さを制



図－5 システムの構成

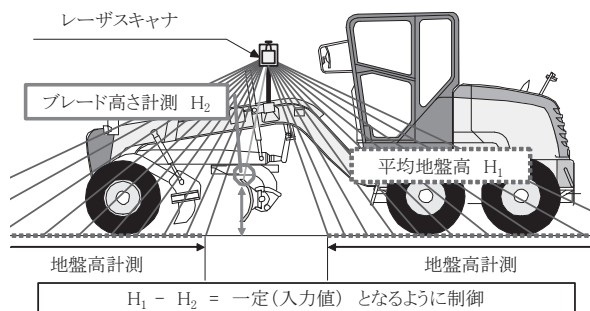


図-6 地盤高平均式グレードコントロール

御する自動制御方法である（図-6 参照）。アスファルトフィニッシャーでの適用方法を、モータグレーダに適用した自動制御方法であり、路盤の凹凸を長い距離計測し平均処理するので、平たんで滑らかな施工面となる。

(2) ジョイントマッチ式グレードコントロール

レーザスキャナで走査した高さの中で、ブレードの高さとブレード近傍の10点の地盤高さを利用し、ブレードの高さを制御する自動制御システムである（図-7 参照）。スキャナが構造物の上を通過するように施工をおこなうことで、構造物の高さを基準に路盤を整正することができる。

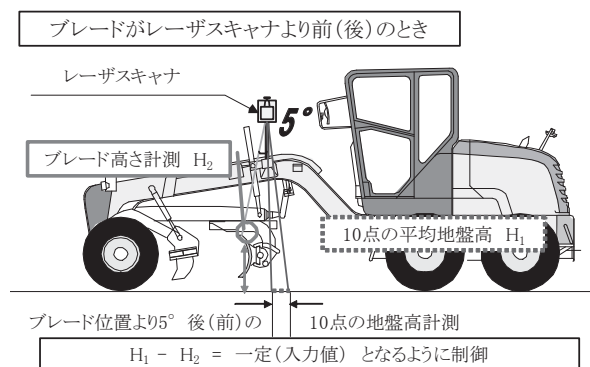


図-7 ジョイントマッチ式グレードコントロール

(3) スロープコントロール

本体スロープセンサで計測するグレーダ本体の縦断勾配、ブレードローテーションセンサで計測するブレードの回転角より、モータグレーダの上下の傾きやブレードの回転・スライド等の姿勢を考慮しつつ設定横断勾配に対応したブレード傾斜角を計算により求める（式-1）。この計算値と、ブレードスロープセンサで計測する実際のブレード傾斜角を比較し、ブレード傾斜角が計算値になるように自動で制御するシステムである。

施工中にブレードの片側から碎石が溢れ出る場合

に、碎石が溢れ出ない側をグレードコントロールによりブレードの高さを制御し、スロープコントロールを併用し所定の高さ及び横断勾配に仕上げる場合に活用することを想定している。

$$\text{設定横断勾配 (\%)} \times \cos \Phi + \text{縦断勾配 (\%)} \times \sin \Phi = \text{ブレード傾斜角 (\%)} \quad (\text{式-1})$$

- ・ 本体スロープセンサ
グレーダ本体の縦断勾配 (%) を計測
- ・ ブレードローテーションセンサ
ブレード回転角 (Φ) を計測
- ・ ブレードスロープセンサ
ブレード傾斜角 (%) を計測

4. 実路施工

本システムを実路において適用し、施工性、施工精度、施工量の調査をおこなった。

【現場概要】

施工面積：8,090 m²（幅員 12 ～ 16 m，延長 600 m）
 施工厚：下層路盤 15 cm（2 層目）
 使用材料：RC-40
 使用機械：モータグレーダ 3.1 m
 （KOMATSU GD405A-3）

(1) 現場条件及び施工方法

横断形状は片側に L 型側溝が設置されており、横断勾配は 2.0%，縦断勾配は 0.3% で一定である（写真-1 参照）。

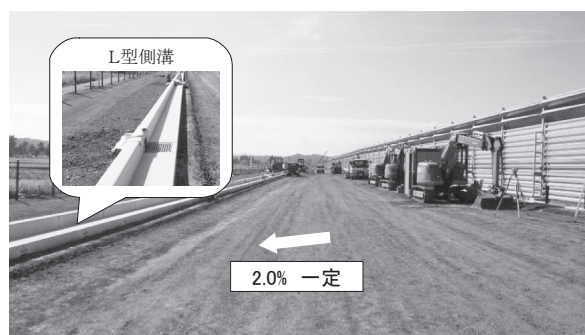
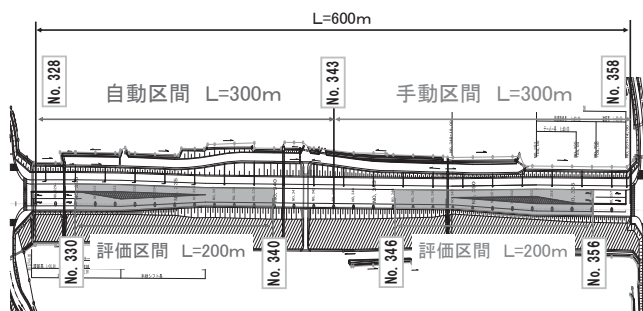


写真-1 現場状況

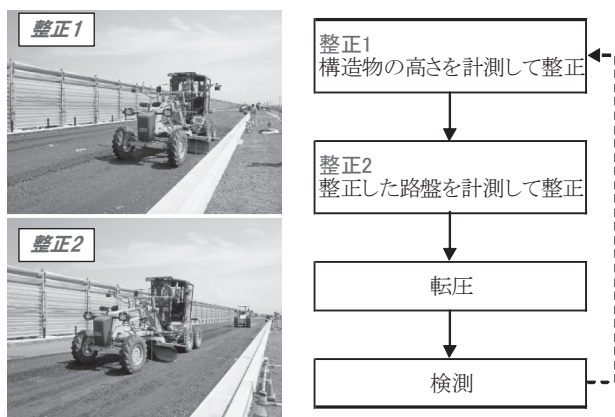
今回の実路施工では、本システムを用いた自動制御での施工と、通常の熟練オペレータ（経験年数 20 年以上）による手動での施工の差異を確認するため、図-8 に示すように現場内を自動区間と手動区間に分割し手動での施工をおこなった。

自動区間の施工方法は、はじめに、レーザスキャナ



図—8 現場平面図

がL型側溝の上を通過する位置にグレーダを走行させ、ブレード片側はL型側溝の高さを参照して、ジョイントマッチ式グレードコントロールを、もう片側はスロープコントロールで路盤を整正（整正1）した。次に隣接レーンに移り、ブレード片側は整正1で仕上げた路盤面の高さを参照し、地盤高平均式グレードコントロールを、もう片側はスロープコントロールで整正（整正2）をおこなった（図—9参照）。



図—9 施工方法

(2) 施工結果

(a) 施工性

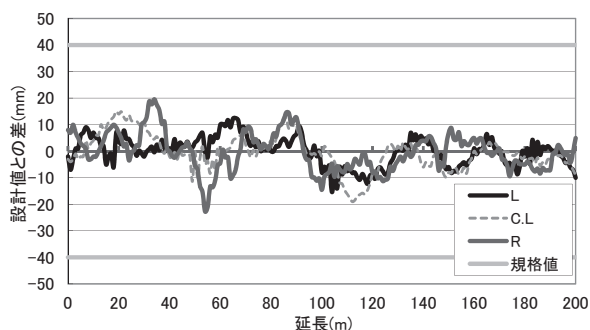
本システムは、「自動」・「手動」の切替えや3つの自動制御方法の切替えはスイッチでおこなえるようにユーザーインターフェースを整備しているの、オペレータはすぐに操作方法を習得し自動制御で路盤施工をおこなえた。また、「自動」運転中はブレードの高さは自動制御され、オペレータは走行操作に集中できるため安全な施工にも寄与するシステムである。

(b) 施工量

今回の施工では、路盤材の粗均しから仕上げまでを一台のモータグレーダで実施し、一日あたりの施工量を確認したところ、自動区間・手動区間ともに、4,000 m² 施工するのに2.5日かかり（1,600 m² / 日）差異は見られなかった。

(c) 施工精度（基準高，平坦性）

仕上がり路盤面に対して縦断方向1 m ごとに3測線（L,CL,R）をレベルにて測量し、縦断方向10 m ごとに測量したL型側溝の高さと設定横断勾配から計算される設計値との差を算出した。自動区間での路盤高さ測定結果を図—10に、自動区間と手動区間における施工精度の一覧を表—2に示す。本システムを用いて仕上げた路盤は、下層路盤の仕上がり高さの規格値（± 40 mm）を全ての箇所を満たしている。表—2より、自動区間の施工精度は熟練オペレータによる手動での施工と同等の精度であり、路盤の凹凸具合を示す標準偏差では手動での施工よりもわずかに小さい値を示している。



図—10 路盤高さ（設計値との差）

表—2 施工精度一覧

	自動	手動
計測点（箇所）	603	603
最大値（mm）	20	23
最小値（mm）	-23	-16
平均値（mm）	-0.3	0.7
標準偏差（mm）	6.5	7.2

路面の連続的な凹凸具合を確認するため、3 m プロフィルメータ（LP-300S）による平坦性の測定を行った。測定結果を表—3に示す。本システムを用いた路盤の平坦性は、熟練オペレータが手動にて仕上げた路盤の平坦性よりわずかに大きな値を示しているが、下層路盤の段階で表層の平坦性の規格値2.40 mmを下回っており、凹凸が少なく滑らかに仕上がっている。

表—3 平坦性測定結果

	自動			手動		
計測箇所	L	C.L	R	L	C.L	R
平坦性（mm）	2.16	1.90	2.53	1.87	1.95	1.96
平均（mm）	2.20			1.93		

5. おわりに

アスファルトフィニッシャ用に開発されたレーザスキャナを、ブレード高さと路盤高を同時に計測するなどの改良をおこない、モータグレーダへの適用が可能となった。また、モータグレーダ施工での利便性を考慮して、スロープセンサ等を取り付け、地盤高平均式、ジョイントマッチ式、スロープコントロールの3つの自動制御方法を搭載したシステムとすることで、路盤施工における新しい自動制御技システムを開発できた。

本システムを用いて実路施工をおこなった結果、本システムの操作は容易ですぐに使いこなせるようになることが分かり、熟練オペレータによる手動での施工と同等の施工量が確保された。本システムを用いて仕上げた路盤面は、凹凸が少なく滑らかであり、熟練オペレータが手動で仕上げた路盤面と比較すると同等程度の仕上がり精度である。

本システムは、使用する機器類も少なく、事前に設計データを入力する必要はない。また、レーザスキャ

ナはアスファルトフィニッシャ自動制御に兼用でき、汎用性が広く、いままでは規模等の問題により路盤施工の自動化を見合わせていたような現場への適用も見込まれる。

最後に本システム開発に御協力していただいた東京計器(株)の関係者ならびに、実路施工にあたり現場の提供をしていただいた、国土交通省東北地方整備局湯沢河川国道事務所の関係各位に感謝いたします。

J C M A

《参考文献》

- 1) 山口達也：「高い平坦性の確保に貢献する舗装の最新機器」舗装 vol.38, No.2, pp.3-7 (2003.2), 建設図書発行
- 2) 福川光男：舗装技術者のための建設機械の知識, 舗装 vol.42, No.2, pp.31-36 (2007.2), 建設図書発行

【筆者紹介】

杉迫 泰成（すぎさこ やすなり）
東亜道路工業(株)
技術本部 技術研究所
主任研究員



道路縦横断計測システム

ROPO

木 下 修 一

道路縦横断計測システム ROPO は近年普及しているモータードライブ内蔵のトータルステーションを制御し、ノンプリズムレーザーで指定された横断間隔で高さを測定する事により横断の形状を計測するプログラムである。ノンプリズムトータルステーションの非接触で測定できる特徴を生かし、道路脇の歩道や路肩から計測可能になったため安全性が向上する。計測データは電子データとしてCAD プログラムに取り込むことが出来るため一貫して計算・設計出来るシステムである。

キーワード：トータルステーション、切削オーバーレイ工事、現況計測、ICT の活用

1. はじめに

国内の舗装道路の延長は約 13 万 km におよび、重要な社会インフラとなっている。道路の舗装化は戦前から始められてきているが、舗装に多く使われるアスファルトは交通量や環境にもよるが概ね 10 年で補修工事が必要とされている。公共事業が縮小され新規の道路が少なくなっている中、既存の道路は重要な財産であり、それを維持・補修の重要度が増してきている。しかし、供用中の道路で補修工事を行うことは交通渋滞を招き、道路交通にマイナスの影響を与える。そのため、補修工事において、短工期で経済的に施工できる切削オーバーレイ工事等が多く採用されている。効率よく施工するためには事前の正確な計画が求められているが、新たに構造物を作る工事とは異なり、補修工事において基本となる設計図を用意するのは難しい。アスファルトの磨耗具合やわだち掘れの状態が場所により異なるからである。路面の正確な現況データが重要になってくる。ROPO はトータルステーションを活用して取ったデータを、電子データのまま舗装工事用 CAD ソフトで切削ボリュームや材料のボリュームを計算し施工にフィードバックする事により効率的に施工する事を狙ったシステムである。

2. システム概要

従来では道路の横断形状は、水準測量やレーザープロファイラーなどを用いてデータを収集していたが、いずれも本線に立ち入って計測しなければならなかつ

た。その為一時的に車線規制をして計測しなければならない。例えばレベルを使用した計測では、スタッフを持った人が本線上に入り、各測点でレベルの観測者がそれを記録し、レベルを読み取った値は野帳などに記入し、それを後で計算するといった方法であった。この測定方法であると観測者とスタッフを持つ人の他に道路規制を掛ける警備員の 4～6 人の人員が必要になる。そこで、ノンプリズムトータルステーションを用いた ROPO では、車線規制せずに路肩や歩道から非接触で計測可能で、高速道路や国道などの交通量の多い道路でも容易に計測できる。また、人員もトータルステーション、データコレクタを操作する人と補佐する人の 2 名程度の作業で計測作業を行うことが可能である。近年、トータルステーションの性能向上により、精度が向上し正確な測量が出来るようになったほか、自動追尾、自動視準、ノンプリズム計測といった様々な機能が搭載され、観測データもそのままデータコレクタに記録されるため電子化されたデータで扱えるようになり野帳などに記録していた場合に比べ記録ミスが減り、ROPO もこういった機能を活用している。供用中の道路では、自動車や通行人が通るため、路面以外のものを測ってしまう可能性がある。その為、プログラムにはあらかじめ異常値判定機能を取り入れ、異常値データを計測した場合、自動で再計測するようにしている。これにより現場での観測ミスを減らすことに成功した。また、計測機は、一般にも使用されている測量機を利用しているので、道路横断計測以外の測量等の業務にも使用ができ、効率的な運用が実現できる。得られたデータはデータコレクタに記録され、

記録メディアを通して処理ソフトをインストールしたパソコンに取り込むことが出来る。取り込んだデータはROPOに対応した後処理ソフトウェア(PAVE)を利用することにより帳票まで一貫して提出でき、ICTを活用した施工が可能になる。

3. 計測方法

(1) 機器構成

機器の構成は下記のとおりである(写真—1)。



写真—1 トータルステーションとデータコレクタ



写真—2 計測作業風景

- ・モータードライブ内蔵ノンプリズムトータルステーション
- ・データコレクタ(プログラムインストール済み)
- ・接続用ケーブル
- ・記録メディア
- ・ピンポールプリズム

取得したデータを処理するためにパソコンと後処理ソフトウェア(PAVE)が必要になる。

(2) トータルステーション

トータルステーションとは角度の読取が電子化された経緯儀と光波測距儀の測距部を一体化した電子式測距測角儀で、その観測データ(水平角、鉛直角、斜距離など)をデータコレクタなどに自動的に記録できる機器である。1回の観測で水平角・鉛直角・斜距離を同時測定することにより効率化につながっている。そのため、作業時間の短縮と、読み取りミス・記録ミス・入力ミスがほとんどなくなった。

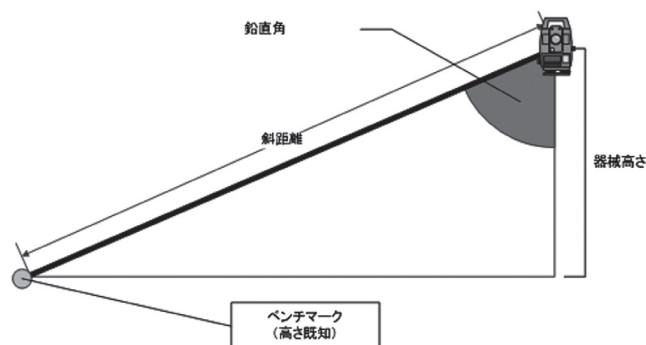
水平角と、鉛直角はロータリーエンコーダと呼ばれる、角度を電氣的に検出するセンサにより測定する。そのため機器を水平に据え付ける必要があるが、3分程度の鉛直軸の傾きであれば傾斜角検出装置(チルトセンサ)により測定し自動的に鉛直角および水平角を自動補正する機能があり、鉛直軸の傾きが水平角と鉛直角に及ぼす誤差を補正する機能があるため正確な測定が可能になる。測定目標に反射プリズムを設置しなくても測距可能な測量機はノンプリズムトータルステーションと呼ばれる。最近のノンプリズムトータルステーションは近距離(1m～400m程度)を高精度で測定できるようになった機種が普及してきている。

レーザー測定器は、レーザー光を照射してはね返ってきたレーザーの波長の位相差を利用し距離を測定する。効率よく戻り光を測定するには反射プリズムを用いるほうが良いが、少し強めのレーザーを発信することにより自然物にあたって戻ってきた光でも測定できるようになった。測定する自然物により誤差が大きくなり、戻り光が検出できない場合がある。また、測量機の機種ごとの特性により変わってくる場合があるので、測量機の選定には注意が必要である。

(3) 測定原理

① トータルステーション設置高さの測定

トータルステーションの高さは、ベンチマークをトータルステーションで測定することにより算出することが出来る(図—1)。この方法を水準測量で行う

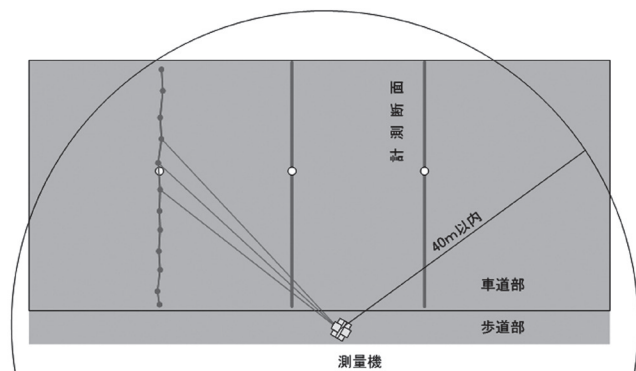


図—1 ベンチマークによる器械高計算方法

直接測定と比較して間接測定とも呼ばれ、トータルステーションの斜距離測定値と鉛直角から算出する。

②測線の設定

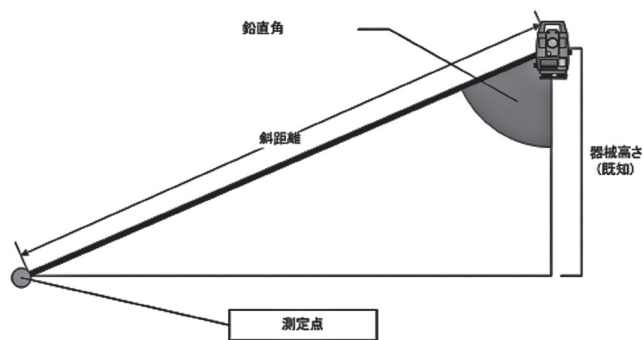
実際の路面上にある二点の座標を結ぶことにより三次元の空間上に線を結ぶことが出来る。実際の路面にはわだち掘れや、水勾配、カントなどがあり平面ではないため、実際の路面上の変化点（端部、センター）を測定し登録する必要がある。変化点を結んだ線を測定ラインとし、あらかじめ設定した測定ピッチに分割する（図－2）。分割された線上にある点は座標が計算できるので、その座標に向けトータルステーションを旋回させることにより測定できる。しかし、わだち掘れなどにより自動で算出された計算上の座標と実際にノンプリで計測された位置とは異なることがあり、この傾向は距離が離れるほど大きくなるため、概ね測線が 30 m 以内になるように測定する。



図－2 測線の設定

③測定点の測定

トータルステーションの器械高さを算出する方法と同じで、トータルステーションの高さが確定すると、プリズムターゲット、ノンプリズムで測定したポイントの高さを算出できる（図－3）。

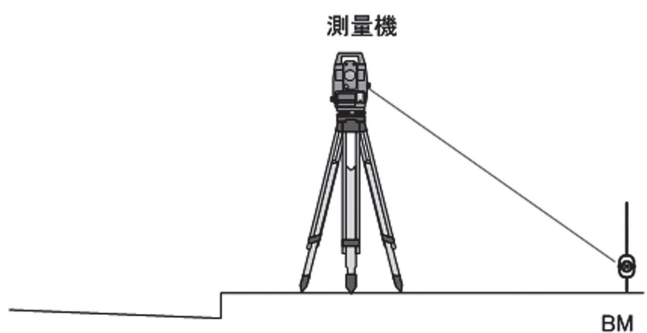


図－3 測定点の高さ算出

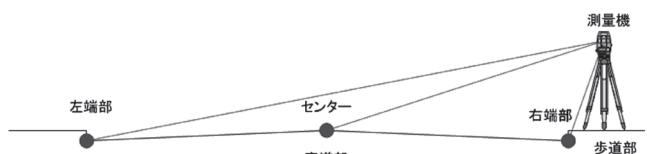
(4) 作業手順

実際の現場での計測手順は下記のとおりである。

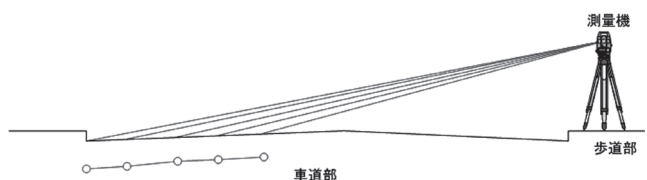
- ①トータルステーションを据え付けて、水平を合わせる。
- ②データコレクタの電源を入れトータルステーションと接続する。
- ③プログラムに断面の名称など必要な項目を入力する。
- ④高さの基準点のピンポールプリズムを測定し、機械高を決定する（図－4）。
- ⑤計測する断面の変化点を登録する（図－5）。
- ⑥プログラムで自動計測をスタートさせる（図－6～8）。



図－4 ベンチマーク観測



図－5 変化点登録



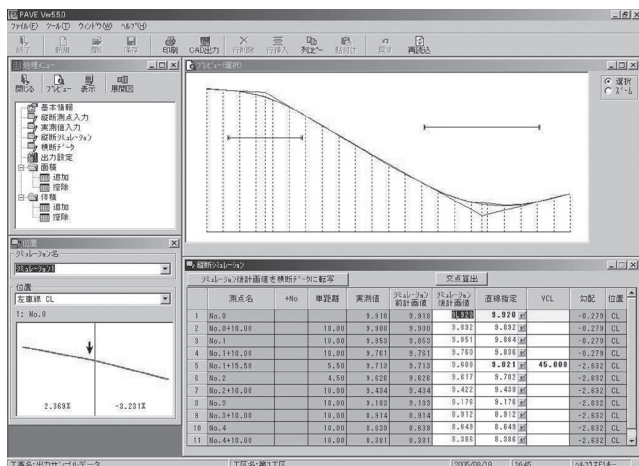
図－6 自動計測イメージ

ROPO 横断データ 17:35

横断計測		計測データ	
No.0	77%	30/39	あと約45s
測点	距離(m)	高さ(m)	
中央	0.000	52.836	
21	0.207	52.830	
22	0.405	52.823	
23	0.599	52.815	
24	0.796	52.807	
25	0.996	52.800	
26	1.196	52.793	
27	1.398	52.787	
28	1.601	52.781	
29	1.800	52.775	
30	2.001	52.768	
31	2.199	52.761	
32	2.399	52.753	
33	未計測		
34	未計測		

未計測へ変更 再測

図－7 ROPO 画面 1



図ー13 後処理ソフトウェアPAVE画面2

6. おわりに

ROPO は 2006 年，NETIS に登録され様々な現場で活用されてきた。2011 年の活用効果評価では「設計

比較対象技術」に位置づけられ舗装工事の設計業務の効率化が評価された。今後は ICT の活用が進むことで ROPO の注目も高まることから，さらなる機能の追加，向上を計画している。

なお，「後処理ソフトウェア（PAVE）」は，（株）エスピーの開発製品である。

J C M A

《参考文献》

- 1) 長谷川昌弘・川端良和，改訂新版 基礎測量学，電気書院，pp.78-84，2010
- 2) 財道路保全技術センター道路構造物保全研究会，アスファルト舗装保全技術 ハンドブック，鹿島出版会，pp.19-20，2010

【筆者紹介】

木下 修一（きのした しゅういち）
計測ネットサービス(株)
営業部営業推進課

大口径岩盤削孔工法の積算 ——平成 22 年度版——

■改訂内容

- ・国交省の損料改正に伴う関連箇所の全面改訂
- ・ケーシング回転掘削工法のビット損耗量の設定
- ・工法写真、標準積算例による解りやすい説明
- ・施工条件等に対応した新たな岩盤削孔技術事例の追加
- ・“よくある質問と回答”の追加

- A4 判／約 250 頁（カラー写真入り）

●定 価

非会員：5,880 円（本体 5,600 円）

会 員：5,000 円（本体 4,762 円）

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも

沖縄県以外 450 円

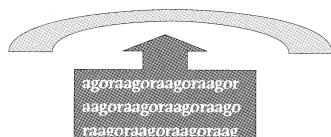
沖縄県 340 円（但し県内に限る）

●発刊 平成 22 年 5 月

社団法人 日本建設機械化協会

〒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>



タイヤの環境対応技術

佐 口 隆 成

タイヤは路面と接する唯一の車両部品であり、(1) 車両の重量を支持する、(2) 駆動力、制動力を伝達する、(3) 進行方向を転換・維持する、(4) 路面からの衝撃を緩和するという4つの大きな機能を有している¹⁾。近年は更に地球環境保護の観点からCO₂排出低減のための転がり抵抗低減が求められている。加えて、タイヤと道路の相互作用で発生する音はタイヤ道路騒音と呼ばれ住環境に直結する交通騒音の主要因の一つとなりつつあることから²⁾、タイヤにおける環境技術としては転がり抵抗の低減と低騒音化の両立が重要な課題となっている。本稿ではタイヤの低転がり化手法とタイヤ道路騒音の発生原因を述べる。また、タイヤの低転がり化がタイヤ道路騒音に与える影響と、それに対する取り組みに関し紹介する。

キーワード：タイヤ、タイヤ転がり抵抗、低転がり化手法、タイヤ道路騒音

1. タイヤの基本構造

タイヤの外観上の特徴の一つは、路面と接するトレッド部に通常パターンと呼ばれるタイヤ独特の溝模様がある点である。この溝により湿潤路上でも排水性を確保し、これによって路面とのグリップ性を保つことができる。それ以外には特徴のないドーナツ状をした黒いゴムの塊であるが、その内部は図—1のように複数の部材、ゴムが配設されている複合材料構造体であり、空気圧を保持した状態で使用される压力容器である。空気圧を保持する強度を保ちつつ荷重を保持し外乱を緩衝する機能を果たすため、通常カーカスは有機繊維にゴムが被覆された一方向強化材を用いる。またベルトと呼ばれる部材が回転方向にタガ効果を発揮してタイヤ形状を保持している。ベルト部は通常スチール又は有機繊維コードとゴムからなる一方向強化材が用いられ、全体として積層複合材としての物理挙

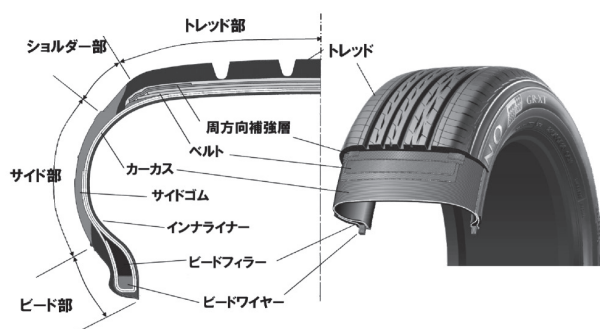
動を発揮する。ビード部はホイールと嵌合して空気圧を保持しながら制駆動力などの外力を路面へ伝達する。トレッド部とビード部を結ぶ部分はサイド部と呼ばれ、大変形することで外乱を緩衝する。これら骨格部材の構造剛性と空気圧により発生する張力、及びその分布がタイヤ全体剛性を支配する因子であり、これらを組み合わせることで種々の性能をコントロールすることができる。

またゴムやスチール材、繊維材はそれぞれの機能ごとに異なる種類が用いられ、例えばカーカスの内側に配置されるインナーライナーは空気保持を目的にしているため空気透過性の低いブチルゴムを用いる。同様にトレッド部、サイド部、ビード部などを形成する部材もそれぞれの機能に応じて異なる材質が用いられる¹⁾。

タイヤと路面の接触面積は葉書1枚程度であり、乗用車では葉書4枚分の接地面積で車重を支えながらブレーキやコーナリングなどの性能を満足させなくてはならない。特に「タイヤは命を乗せている」ことから、様々な使用条件や環境下での耐久性や摩耗性能を考慮し慎重に技術開発が進められる。

2. タイヤの低転がり化手法

車の燃費にはエンジンや駆動伝達系の寄与が大きいですが、一般的にはタイヤの転がり抵抗も市街地走行の場合に約1割、定常走行の場合には1/4程度の寄与があるといわれている³⁾。そのタイヤの転がり抵抗は、タ

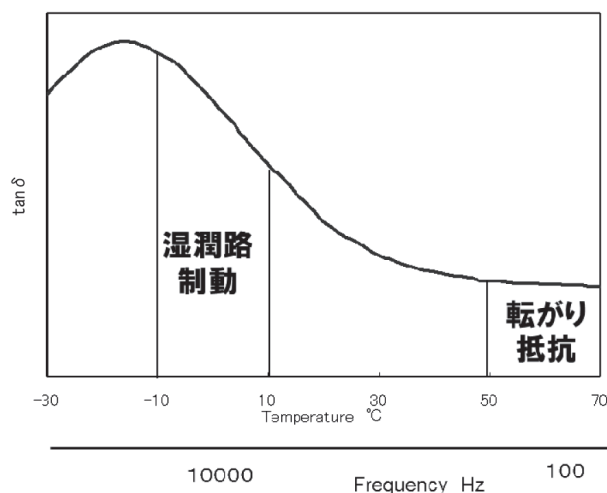


図—1 乗用車タイヤの基本構造と名称

イヤが路面と接するときに発生する「摩擦による損失」よりも、タイヤが回転中に繰り返し変形すること起因する「ゴムのエネルギー損失」の寄与が大きく90%以上を占めると考えられている⁴⁾。そのため繰り返し変形による損失を低減することが最も重要な課題となる。この繰り返し変形による損失は、主にゴムが高分子材料であり粘弾性特性を有することに起因する。弾性体であれば荷重付加時と除荷時に同じ変位－荷重経路を通るが、粘弾性体は異なった経路を通る。この経路の違いによって変形が熱エネルギーに変換されエネルギーが損失する。これはヒステリシスロスと呼ばれ上記のようにゴムなど高分子材料が有する特徴である^{1), 5)}。これらのことからタイヤの転がり抵抗を低減するためには、大きく(1)高分子材料の特性の制御と体積低減(軽量化)及び(2)タイヤの変形制御が必要であるといえる。

まず材料特性の制御に関し説明する。タイヤに用いられるゴムは、天然ゴムや合成ゴムにカーボンブラックやシリカ補強材を配合した加硫ゴムである。このようなゴムにおけるエネルギーロスの発生要因を分子レベルでみると、ポリマーに配合された充填剤粒子の配列変化(ペイン効果)、ポリマーの自由鎖末端の熱運動、ポリマー鎖中のセグメント同士の摩擦などが挙げられる。転がり抵抗には繰り返し変形が速度に比例する数十Hz程度で作用しており常温でのゴムの $\tan \delta$ (損失係数)の寄与が大きい。一方、安全性として重要な湿潤路(ウエット路)での制動特性を考えると、タイヤ接地部分に作用する路面のマクロな凹凸による振動数は1万～100万Hzに相当する。そこで転がり抵抗を抑制しウエット路面でのブレーキ性能を向上させるためには、低周波数帯域での $\tan \delta$ を小さくし高周波数帯域での $\tan \delta$ を大きくすればよい。ゴムの粘弾性は温度－周波数換算則が成り立ち、実用上は温度による換算を用いながら周波数の異なる領域の材料特性を制御することで、タイヤにおける転がり抵抗と安全性の両立を果たしている(図—2)⁵⁾。近年では材料の微細構造を制御して特性を引き出すために、分析・解析、計算科学、原材料設計技術から成るNanoPro-Tech[®]等が提案されており、ナノレベルでの微細構造制御が進んでいる。

またエネルギーを熱に変換する部位を低減するというだけではなく、地球資源の効率的活用(省資源)の観点からもゴムの体積(使用量)を減少させることは重要である。このためには走行に伴うゴムの摩耗の抑制が必要であり、ゴム物性の面からだけでも複数の要因を同時に成り立たせる技術が必要である。見た目だけではわからないが、最新のゴムは図—2に示すよ

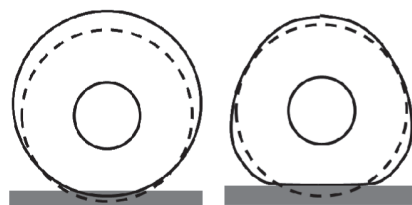


図—2 ゴム $\tan \delta$ と転がり抵抗、湿潤路制動性能

うな材料特性を両立させ転がり抵抗と安全性をとりながら、更に適切にポリマーの高分子鎖を補強することで摩耗性能も向上させ、省資源化(軽量化)を図っている。

次にタイヤの変形制御及び車両としての燃費向上の取り組みを紹介する。タイヤの周方向変形は図—3に示すように偏心変形(1次変形)と回転方向の高次曲げ変形に大別できる。一般にエネルギーロスはトレッド部で大きく発生するため、トレッド部の変形が小さい偏心変形の占める割合をタイヤ変形の中で大きくすることで転がり抵抗を低減することができる。そのために、素材や構造によりベルト部やサイド部の構造剛性分布を制御するほか、タイヤ形状による張力剛性分布の制御をおこない低転がり抵抗化を実現している。

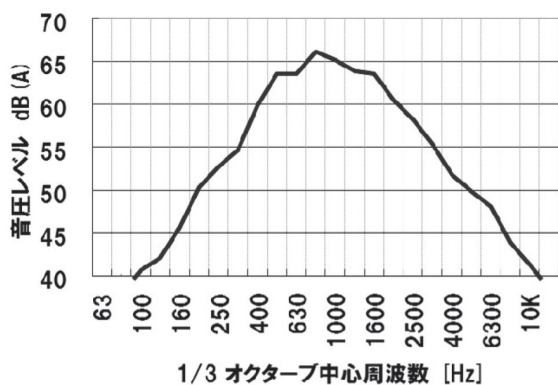
また燃費向上を目的としたタイヤ技術による車両全体重量の低減手法として、パンクしても一定距離の走行が可能なランフラットタイヤの装着によるスペアタイヤレス化による軽量化や、トラック用タイヤを複輪から単輪化することによる軽量化、低転がり化を実現する取り組みがなされている⁵⁾。



図—3 タイヤの変形モード(左: 偏心変形, 右: 高次曲げ変形の例)

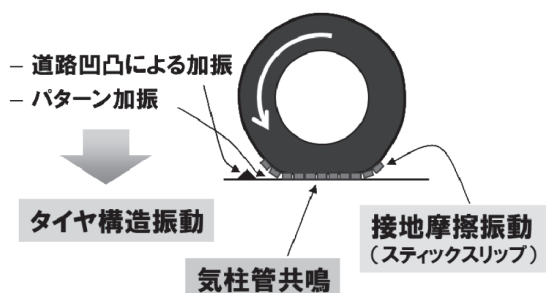
3. タイヤ道路騒音の発生メカニズム

冒頭に記した通り、低転がり化とタイヤ道路騒音の両立は環境面から重要な課題である。タイヤ道路騒音



図—4 タイヤ道路騒音の典型的なスペクトル

の典型的なスペクトルを図—4に示す。スペクトルは1kHz付近にブロードなピークを持つことが多いが、単一の要因ではなく種々の要因がタイヤ道路騒音に寄与している。タイヤ道路騒音の発生メカニズムを模式的に図—5に示す。主要な入力源は路面とタイヤトレッドが接触することにより発生し、タイヤ起因のパターン加振成分と路面起因の路面凹凸加振成分が存在する。これらの入力によりタイヤ構造振動、路面とタイヤの溝が形成する音響空間の共鳴(気柱管共鳴)などが励起される。更にトレッド部が路面から離脱する際、スリップすることにより発生する接地摩擦振動も騒音発生の要因となる。またタイヤ形状そのものと路面により形成されるホーン型の音響空間⁶⁾は音響増幅フィルターとして作用する。これら数々の要因により発生したタイヤ道路騒音は、車両外側に伝播して道路交通騒音として認識される。タイヤ道路騒音の名が示すとおりこの騒音は道路(路面)の影響も強く受けることが知られている。この中で特に寄与の高い因子は路面粗さと吸音率であり、それぞれ路面凹凸加振成分及び、気柱管共鳴・ホーン効果に対する境界条件として大きな影響を及ぼす^{2), 7)}。そのため路面からも検討が進められ、多孔質舗装(排水性舗装)によって道路交通騒音が大きく低減することが分かっており幹線道路の低騒音舗装としても普及している。しかしながら、ここでは特にタイヤ面からタイヤ道路騒音を論ずるものとして、道路・路面の影響の詳細は省略する。



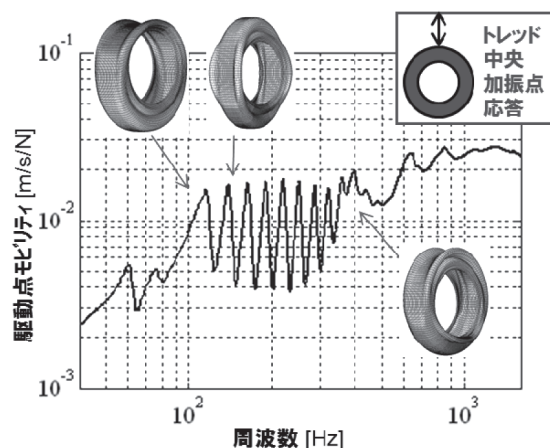
図—5 タイヤ道路騒音の発生メカニズム

4. 低転がりタイヤにおける低騒音化への取り組み

2. で述べたようにタイヤの低転がり化は種々の手法で実現される。従って、タイヤの転がり抵抗低減とタイヤ道路騒音低減は常に背反するものではなく、転がり抵抗低減の手法のそれぞれがタイヤ道路騒音の各要因にどのような影響を及ぼすか、正しく理解して設計する必要がある。例えばトレッドゴムでの低ロス化を実現するためにゴムに配合する補強材を減少すると加硫ゴムのヤング率は小さくなる。これは路面凹凸による加振成分の低減が期待できる。一方トレッドゴムの物性は一定のままでトレッドゴムの厚さを薄くして軽量化すると、パターン溝が減少する分パターン加振成分は小さくなるがゴムが薄くなった分硬さが変化し路面凹凸加振成分は大きくなる。よって対象における各要因の定量的な寄与率が重要となる。一般的にタイヤ転がり抵抗の低減とタイヤ道路騒音の両立化においては、トレッド厚さの減少(軽量化)に伴うタイヤ振動特性のコントロール及び、路面凹凸加振成分の悪化の抑制が主な課題となる。

タイヤはゴム及び補強材によって構成され、図—1に示すようにその断面は複雑であり、かつゴムによる高減衰性を有する周期(均一)構造物である。代表的なタイヤの振動特性(駆動点モビリティ)を図—6に示す。低周波ではタイヤのマクロな変形に伴う振動モードが支配的であるが、タイヤ道路騒音を支配する中～高周波域では高次モードが出現し、回転方向及び断面に複数の節を持つ複雑な変形モードになる。また高分子材料の高減衰性故にモード密度が高くなり、特定のモードが卓越しないブロードな振動応答となる点が特徴的である。

簡単のためタイヤをシェル構造物と考えると、シェ



図—6 タイヤの代表的な振動特性

ル構造では曲げ振動に面内振動が連成することが知られている⁸⁾。この影響でシェル構造物では、高周波においても曲げ振動成分が主体となる波長の短い振動成分と面内振動が主体となる波長の長い成分が混在する。音響放射効率に影響を及ぼすコインシデンス効果⁹⁾を考慮すると、振動波長の長い成分が振動放射音の支配要因であることが多い。従ってタイヤにおいても振動放射音の低減のためには、振動場を形成する様々な振動成分のうち特に波長の長い振動成分を制御する必要があるといえる。

次に加振入力成分の低減について述べる。ゴム物性以外で低減するためにはトレッドパターンの幾何学的形状による路面凹凸成分の緩和が重要である。これを実現するための設計手法として、サイプと呼ばれる幅の狭い溝成分を用いることでタイヤトレッド部の圧縮剛性を低減する手法がある。ただしサイプ自身が存在することによるパターン加振成分の増加、主要な溝で形成される開空間に貫通しないサイプはポンピングノイズと呼ばれる急激な空気の圧縮膨張によるインパルスのノイズの発生要因となるなどデメリットも有する。加えて、トレッド剛性の変化はタイヤと路面唯一の接触面での変化であり、制動性能、摩耗性能など多くの性能に影響を及ぼすため、パターンデザインにおいてサイプ等の配設は慎重に決定されている。

また、低転がりタイヤにおいても重要なタイヤ道路騒音の因子の一つに気柱管共鳴音がある。これは、タイヤが荷重負荷された状態で溝と路面が形成する音響空間が共鳴するものである(図-7)。気柱管共鳴の共鳴周波数は接地長によってのみ決定され、その基本共鳴周波数は乗用車タイヤで約1kHz位である。この気柱管共鳴音を低減するための手法としてたとえばタイヤのパターンに共鳴器を用いるデザインが提案されている(図-8)^{10), 11)}。このようなパターンデザインにより共鳴器による減衰効果が得られ騒音レベルを低減できる。

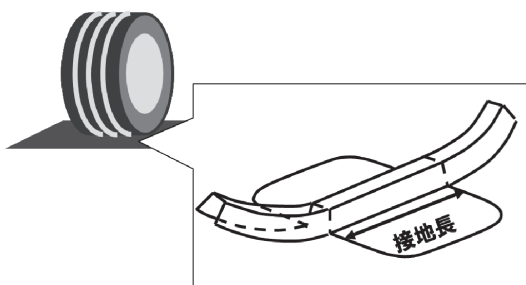


図-7 道路とタイヤ溝の形成する音響空間



図-8 共鳴器の適用事例

5. おわりに

タイヤは唯一路面と接し車両を支える部品である。従って多くの性能を発揮しながら、更なる性能向上が必要とされている。その中でも近年の環境から転がり抵抗低減は必須であるが、同時に交通騒音の改善も緊急の課題となっている。

本稿ではこのタイヤ転がり抵抗低減のための取り組みとタイヤ道路騒音について述べた。特に低転がり化(軽量化)で背反するタイヤ道路騒音低減の取り組みには(株)ブリヂストンの事例を基に紹介した。

JCMA

《参考文献》

- 1) (株)ブリヂストン編, “自動車用タイヤの基礎と実際”, 東京電機大学出版局, 2008
- 2) (社)日本自動車タイヤ協会, “タイヤ道路騒音について”, 第7版, TNTC/03/004, 2004
- 3) 横浜ゴム(株), “自動車用タイヤの研究”, 山海堂, 1995
- 4) 服部, “タイヤの話”, 大成社, 1981
- 5) 大沢, “タイヤによる燃費向上技術”, エンジンテクノロジーレビュー, Vol. 2, No.2, 2010 (ISSN 1884-1961)
- 6) 例えば F. Fahy, “Foundations of Engineering Acoustics”, Elsevier, Academic Press, 2001
- 7) U. Sandberg, J. A. Ejsmont, “Tyre/road noise reference book”, Infomex, 2002 (ISBN 91-631-2610-9)
- 8) 例えば 鈴木, 山田, 成田, 齊藤, “シェルの振動入門”, コロナ社, 1996
- 9) 例えば F. Fahy, P. Gardonio, “Sound and structural vibration”, second edition, Academic Press, 2007
- 10) S. Fujiwara, K. Yumii, T. Saguchi, K. Kato, “Reduction of Groove Noise of a Tire Using Slot Resonators”, Tire Sci. Tech., 2008
- 11) A. Kitahara, T. Akashi, Y. Waki, H. Heguri, “Interior noise reduction by tire surface geometry and Helmholtz resonators on tread patterns”, Proc. Internoise2011, Osaka, 2011

【筆者紹介】

佐口 隆成 (さぐち たかなり)
(株)ブリヂストン 中央研究所
研究第2部長



ずいそう

半世紀を振り返って

衣笠敏文



小学校低学年の時、自転車で交差点信号待ちをしていると、対面に親戚のおばさんがいるのを見つけた。そこで格好付けたかったのか、信号が青になる直前にダッシュで飛び出し、道路中央で右折した。すると私の左側を猛スピードで車が通り過ぎた。その時何故右折したのかは記憶が無いが、もしおばさんの方へ直進していたら、私は今ここにはいない。

高校受験の時、志望校定員数+約20名位オーバーとなっており、特に気にする事もなく当日受験。すると試験問題がとんでもなく難しく（私にとって）全く出来なかった。休憩時間に全てのクラスの欠席者数（各部屋黒板に書かれていた）を数えると、定員数+1名オーバー。いくら何でも、私より1名位は出来なかった人がいるだろうと自分に言い聞かせて帰宅。結果は無事合格した。

大学受験の時、自分が何を専攻したいか決まらず、1年浪人を経験した。

結局、自宅近くの大学へ入り、何曜日が分からぬ生活を送ったが、何故か4年間で卒業出来た。

日工株式会社に入社したのも、決して第1志望ではなかったが、何故か今でもお世話になっている。入社する前は、社内結婚みたいなダサイ事はやめておこうと思っていたが、何故か今の家内は、会社の同期生である。

1995年1月16日（日）夜、家内が陣痛となり、病院へ連れて行き、病室で待機していた。実家の2階で寝ていた息子（2歳）が心配だったので、下で寝ていたおばあちゃんと一緒に添い寝を頼んだ。翌朝5時46分、例の大震災に見舞われた。病院は高砂市にあり、震源地からは西へ約20kmの地点であったが、今までに経験した事の無い程の大きな揺れだった。今の様に携帯電話は持っておらず、公衆電話からも全然繋がらない状態であった。

実家のおばあちゃんは、朝5時頃に起床し、下へ降りていたらしい。息子は1人で真っ暗な部屋で寝ていたので、どんなに不安だっただろう。この事が今までで最も悔いが残る。

幸い家族は全員無事で、その日の朝8時娘が生まれた。

その年の3月16日（木）、会社からの指示で、道路講習会へ行く事になり、住んでいた姫路から、JR在来線、神戸一區間で代替バス等乗り継ぎ、2時間半掛けてやっと新大阪（通常では40分足らず）。そこから新

幹線に乗り、東京から初めて丸ノ内線に乗り、霞が関ニッショーホールへ。講習会は2日間（16日～17日）であった。翌週の月曜日（3月20日）朝、地下鉄サリン事件。あと数日ずれていたら、私は今ここにはいない。

2000年4月東京転勤となった。今までは東京に転勤するとは夢にも思っていなかったが、家族を連れて4年間東京での生活を送った。転勤間もなく、自分の子供が標準語をしゃべっているのに驚き、それも時間と共に慣れてくると、逆に関西弁に違和感を感じる様になり、自分も標準語（に近い?）をマスターし、バイリンガルになった（英語は未だにマスター出来ないが）。

今まで、幾度となく分岐点で何かを選択してきた結果が、今の自分であり、逆にほんの一瞬の違いで、人生が全く変わってしまったかも知れない。今私がここで生きているのは、運が良いのか、御先祖様のお蔭か（笑）。

学生時代は、比較的ワガママな人生を送ってきたので、社会人になってからは、少し真面目にやろうと志すが、やはり自分の思い通りにいかない事が多々あり、ストレスが溜まるのは世の中の常。しかし、私もとうとう50歳を超えてしまい、これからは健康に留意しないとイケないと思う様になり、いかにストレスを溜めない様にするかが、重要になってくる。

例えば、通勤中、雨天でも傘を使わなかった（電車を降りると、偶然止んだとか、帰宅後に大雨になった）。

休日、ゴルフに行き、TショットがOBしてしまったが、行ってみると残っていた。

運転中、赤信号に殆ど引っ掛からずに行けた。

高速道へ入る予定だったのが、交差点を走り過ぎて、間違っって一般道を走っていたら、高速道が大渋滞していた。

休日、買い物へ行った際、普段行かない店に入ると、たまたまバーゲンセールをやっていて、思わぬ買い物が出来た。

等々、ストレスの量以上に、小さな幸せを見つけて、記憶に留める様に心掛けている。

父方の祖母の名前は「きん」さんで、100歳まで生きた。私はまだ、きんばあさんの半分しか生きていない。ケセラセラでこれからの半世紀も頑張っていこうと思っている。

ずいそう

歴史は繰り返す

丹野光正



激しい揺れであった。通院治療帰りの家内を寝かせて一息。あっ、「宮城県沖地震」だ…。大丈夫・大丈夫…収まるよ…。壁時計の針を見ながら声を上げた。揺れは収まるどころか、激しさを増し、家がギシギシと悲鳴を上げる。食器が流れ落ち割れ飛ぶ音が…。新潟、十勝沖、宮城県沖、日本海中部…転動の度に強震は経験してきたのに、桁違いの揺れだった。ああ～又、激しい揺れである。

よそより強固に作った基礎と軸組は家の倒壊を防ぎ壁のひび割れもない。網入りガラスも割れていない。家は大丈夫だ。ありがたい。室内は、人形ケースや仏具が落下した程度で、チェーンや金具で固定した冷蔵庫やTV、家具も転倒していない。台所だけは碎け飛んだ陶器やコップで歩けない。

電気もガスも電話も携帯もダメ。「携帯の保存メール」で、娘と息子に「無事との地震第一報」を送信。「岩手・宮城内陸地震」から、携帯メールを使うことにしている。これが、一番早く確実だから。

ラジオはしきりに、沿岸部が津波で壊滅的な被害が出たことをくり返している。えっ？ 仙台市内も？ それほどの津波など「想定外」だったから。

さて、困った。電気もガスもダメ。集中ガス暖房だったから寒さ対策をどうする？ 1台だけ残っていた小型反射式灯油ストーブを使おう。炊事は、登山用ガスコンロだな。水道が止まらないうちにと、鍋類に水を汲み、キャンプ用タンクにも満タンだ。浴槽に水を張る。食卓だけを照らすローソクの揺れる小さな炎での夕食である。あっ、また揺れた。

外の小屋に出て驚いた。満天が輝く星空だった。街の全ての照明が消えた暗闇に、天空にちりばめられた無数の星は、将に原始の輝きだった。

三日目の夜、電気が回復した。TVの画像に息をのむ。「想定外」の津波の襲来と惨状に、東電福島原発の深刻な「想定外の事故」も重なっていた。

やっと店も開店したが、売るモノが少ない。小雪の中で3時間余りも並び、卵や豆腐を買う。灯油やガソリンの整理券に並ぶがもらえない。七日目に、横浜の息子が、カセットコンロと食材を背負い、新潟・山形経由でやってきた。ありがたい。

我々は、自分が経験したことのないモノのほか、起きて欲しくないモノまでを「想定外」と言っているが、今回の大津波も、史実や地質を、注意深く読み取れば、容易に「想定内」であったのである。

ウェゲナーは1912年のドイツ地質学会で、大陸は2億年前に分裂漂流を始めたとする「プレートテクトニクス」を発表したが、大陸移動の原動力を説明出来ず否定された。彼の死後、マントル対流原動力説と南極の氷床調査等の古地磁気調査で大陸移動が裏付けられた。日本の地震は「プレート」起因という。今回の地震は「想定外」であったという。

昨年秋、「貞観地震（869年：貞観11年）調査」の放映で、津波が仙台平野の奥深くまで達していたのが地質調査で確認されたこと。地区の町内会長が、我々の避難場所は、仙台東部（高規格）有料道路しかないのと言っていたこと。この何気なく聞き流していることが勝手に「想定外」をつくり出すのだと反省させられた。東部道路には230人余が避難して助かっているのだから。

原発事故を受け、平成23年9月の「原子力学会秋季大会」で講演された東北大学首藤名誉教授が、「23年前の論文で、原発の津波対策に警告したが、聞き入れられなかった。投資を拒み、利益のみを追求した経営者の姿勢、迎合した技術者の無策…」は、「想定外」と逃げる姿に厳しい。

その昔、北上川の改修計画説明会で、記者の質問：堤防の高さは何で決めるのか？に、当時の事務局長は「守るべき人命財産・価値」と「国力」のバランスと答えていた。「国力」か…なるほど。

少子高齢化と、グローバル化の負の代償（デフレスパイラル）の現在の「国力」、我々の世代の負担で東日本大震災の復旧・復興を成し遂げることは、決して容易な事ではないが、今も支援していただいている全国の人々・組織、ボランティアの熱情に感謝しつつ、英知を出して、解決していかなばなるまい。調べ・考え、予知し・伝え、逃げ・守ることに「想定外」は無い。「歴史は繰り返す」のだから。

——たんの みつまさ 東北支部 参与
中野建設コンサルタント(株) 技師長——

JCMA 報告

「平成 23 年度 建設施工と建設機械シンポジウム」開催報告

優秀論文賞 4 編・ 優秀ポスター賞 3 編を表彰

(社)日本建設機械化協会
技師長 両角 和嘉

(社)日本建設機械化協会主催による「平成 23 年度建設施工と建設機械シンポジウム」が、平成 23 年 11 月 30 日（水）～12 月 1 日（木）の 2 日間にわたり、東京都港区機械振興会館において開催されました。

今回は、3 月 11 日に発生した「東日本大震災」を受け、これからの復旧・復興に寄与する技術や工法に関する発表も追加で募集しましたが、例年と変わらず ICT の利活用や品質確保とコスト縮減、環境保全・省エネ対策、安全対策、維持・管理・補修と多岐にわたる研究開発や新工法の施工事例に関する発表の応募がありました。

論文が 38 編、ポスターセッションは 10 編と昨年よりも多くの応募があり、論文発表は 6 分野に分けてプログラムを構成しましたが、2 日間では発表しきれないほどの過密なスケジュールとなってしまう、参加された皆様には、たいへんお疲れ様でした。

論文は 1 次選考として事前に実行委員会により厳正に査読・審査され、当日の発表内容の 2 次審査の結果、4 編に対し優秀論文賞が、またポスターセッションでは同じく 3 編に優秀ポスター賞が授与されました。



◆優秀論文賞◆

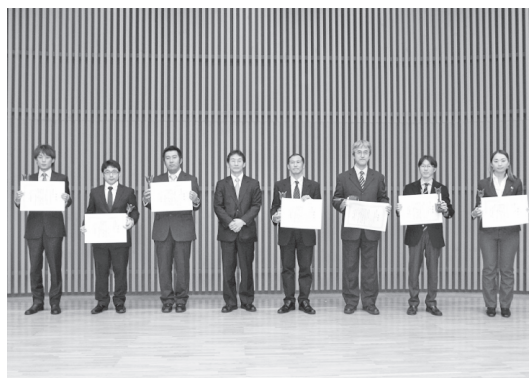
(1) 路床・路盤整正機への ICT 施工技術の適用

(路面整正への適用事例)

○関口 峰, 平野 晃, 小泉慎太郎

(大成ロテック(株))

情報化施工の路盤整正への適用に関し提案されている技術に新規性が認められ、その成果についても定量的なデータを用いて説明されている点が評価されました。



(2) 大規模災害に対応するサイフォン排水技術の開発 (河道閉塞部の緊急排水対策)

○武田直人

(国土交通省関東地方整備局関東技術事務所)

近年の災害で、とかく問題となる天然ダムの対策として、機械式排水ポンプに替わる斬新的な視点による開発であり、実機による実験を通じた検証もされ、今後の実用運用が期待される開発事例として評価されました。

(3) ハイブリッドシステムを搭載するロータリ除雪車の開発

○林 千尋, 平山英樹, 西田佳緒理

(株)日本除雪機製作所)

開発コンセプトが明確にされ、除雪機の分析（特にエンジン出力）や成果も出しており、実用技術として高く評価されました。

(4) 連続・高速・大量 CSG 製造設備の開発と合理化システム

(世界初となる台形 CSG ダム)

○青野 隆, 長谷弘行, 船迫俊雄 (鹿島建設(株))

世界初の台形 CSG ダムの建設に関わる CSG の製造とその搬送、施工に関わる技術を網羅的に記述しており、総合技術としての完成度が高く、また、論文発表においてもストーリーと画面が良くリンクされていて、開発プロセスが解りやすかったと高く評価されました。

◆優秀ポスター賞◆

今回のポスターセッションでは、いずれも内容の濃いポスター発表となっており、完成度の高いものと評価されたが、多くの委員から広く支持を得た「省燃費型電動リックドライブブルドーザの開発」が特に高い評価を得て選定されました。また、それ以外のものについては、新規性、有用性などにより評価され、以下の2件が選ばれました。

- (1) 省燃費型電動リックドライブブルドーザの開発
(世界初電動ブルドーザ「CAT D7E」)
○山本茂太(キャタピラージャパン(株))
- (2) 空輪対応型油圧ショベルの開発
(岩手・宮城内陸地震より学ぶ作業効率の向上)
○鹿野安彦, 伊藤 圭, 増田陽介
(国土交通省東北地方整備局東北技術事務所)
- (3) 3D レーザースキャナを組み合わせた情報化施工技術
○小原文男, 白石さやか(株)コイシ)



◆施工技術総合研究所研究報告

- S1. 曲線鋼管による既設トンネル補強工法の研究
(研究第一部 近藤 亮)
- S2. 塩害環境における PC 桁の脱塩工法に関する研究
(研究第二部 榎園正義)
- S3. 掘削工事の概略設計への立方体地盤モデルの適用
(研究第三部 竹本憲充)
- S4. 遠隔操作型バックホウの操作技能評価に関する試験研究
(研究第四部 飯盛 洋)

◆平成 20 年度研究開発助成対象成果報告

汎用建設機械を用いた土の強度に関する実務的簡易推定手法の開発

杉本知史(長崎大学 工学部社会開発工学科 助教)

◆平成 21 年度研究開発助成対象成果報告

電波送受信技術を活用した建設機械位置計測システ

ムの開発

西山 哲(京都大学大学院工学研究科 都市環境工学専攻 准教授)

◆試験施工中間報告

津波堆積物(ヘドロ)再資源化による人工地盤造成の試験施工

高橋 弘(東北大学大学院環境科学研究科 教授)

◆特別講演



特別講演では、この度の東日本大震災における国土交通省東北地方整備局における道路啓開や航路啓開の状況、道路や河川の応急復旧作業、TEC-FORCE や災害対策機械、リエゾンなどによる自治体や被災者支援について貴重なお話をいただきました。

演題:「東日本大震災」の対応について

講師: 国土交通省東北地方整備局企画部 企画調整官 池口正晃氏

◆パネルディスカッション

『東日本大震災 ～建設機械が果たした役割とこれからの課題～』

○コーディネーター

立命館大学理工学部教授 建山和由先生

○パネラー

国土交通省関東地方整備局企画部施工企画課長 稲垣 孝氏

前田建設工業(株) 土木事業本部土木機械グループ マネージャー 川本伸司氏

西尾レントオール(株) 東京支店 アドバイザー 小葉賢一氏

キャタピラージャパン(株) 災害対策本部東北支援室 宮野泰彰氏

(社)日本建設機械化協会 事務局長 見波 潔



今後、首都圏でも起こりうる地震災害に対して、どのように資機材を調達するのか、指揮系統のあり方や官民を超えた連携などを図っていくシステム作りのため、埼玉県武蔵丘陵森林公園を資機材調達の基地として検討していくことで、話をまとめられました。

◆洪水被害を受けたタイ王国に対する洪水支援活動

タイにおける洪水被害に関し、氾濫水の有効な排水

支援の検討を行うための調査チームの一員として派遣されておりました、(財)先端建設技術センター 新田恭士氏により、タイ王国の洪水の状況、工業団地等の浸水状況、排水ポンプ車による支援状況などについて緊急報告として、お話しいただきました。

今回のシンポジウムは、お陰様で昨年よりも5割増もの一般聴講の申込みがあり、580名(2日間延べ参加数)もの参加者により、論文発表においても活発な質疑応答が行われました。開催にあたり、色々とお骨折りいただきましたシンポジウム実行委員会委員や運営をお手伝いいただきました皆様、論文発表やポスターセッションご参加の皆様をはじめ、多くの聴講者の皆様にもご協力いただき、無事終了することが出来ました。次回も盛況でありますことを願いつつ、ここに深く感謝申し上げます。

J C M A

この度のシンポジウムの優秀論文につきましては、誌面の関係で今月号には「路床・路盤整正機へのICT施工技術の適用(路面整正への適用事例)」について掲載し、残りの3件につきましては次号以降、順次掲載する予定です。

JCMA 報告

平成 23 年度
機械施工と建設機械シンポジウム
優秀論文賞 (1)

路床・路盤整正機への
ICT 施工技術の適用
路盤整正への適用事例

関口 峰・平野 晃・小泉 慎太郎

1. はじめに

路床・路盤の仕上げ整正には、ブルドーザやモータグレーダを用いるのが一般的である。それらの運転作業には、熟練オペレータを必要とするが、高齢化による熟練オペレータの減少など、いくつかの課題がある。また、建設事業においては、①作業安全性の確保、②作業効率の向上によるコスト縮減、③技術の高度化による品質向上、などが求められるが、近年は、さらに、環境負荷低減への要求が一層高まる傾向にあり、舗装技術へのニーズも多種多様化していると言える。

それら背景を踏まえ、路床・路盤の仕上げ整正の施工技術に着目し、モータグレーダやブルドーザを用いる従来工法と比較して、高度な技術を有する熟練オペレータを必要とせずに仕上げ整正が容易な路床・路盤整正機（以下、地盤整正機）の適用を考え、実現場にて、その導入効果の検証を行った。さらに、地盤整正機の現場導入にあたっては、情報化施工を適用し、さらなる効果の向上を目指した。

本文は、路床・路盤の仕上げ整正における現状の課題を整理し、情報化施工を適用した地盤整正機を用いることによる特長を示すとともに、現場施工への活用事例とその導入効果の検証結果を示すものである。

2. 路床・路盤の仕上げ整正における従来工法の課題

路床・路盤の仕上げ整正作業は、従来、ダンプトラックなどにより所定の場所に運搬された材料をブルドーザやモータグレーダにより敷きならし、さらに作業員

により仕上がり高さを検測しながら行う。このブルドーザやモータグレーダにより路床・路盤を仕上げる従来工法は、以下に示すような課題がある。

- 1) 施工精度と作業効率を確保するためには、高度な技術を持つ熟練オペレータへの依存度が高い。
- 2) 仕上げ整正作業が、機械の前進・後進の繰り返し作業により行われ、作業員による仕上がり高さの検測作業の頻度が高いため、誘導員の配置や注意喚起など、作業安全性の確保が重要課題となる。

上記 1) については、少子高齢化の影響により、熟練オペレータが減少傾向にあるなどの課題がある。また、建設工事においては、2) に示す作業安全性の確保は不可欠であり、作業上の危険性を少しでも排除することが重要課題であるといえる。さらに近年は、作業効率の向上などによる CO₂ 排出量の削減等、地球環境に配慮した施工技術の開発も課題の 1 つに挙げられる。

3. 従来工法の課題への対応技術

前章で示した路床・路盤の仕上げ整正の課題への対応技術として、欧米諸国における路盤整正工などで既実績のある地盤整正機の適用を検討した。

地盤整正機は、モータグレーダやブルドーザにより材料を荒ならしした路床や路盤の表面をトリミング（鋤取り）することにより、地盤の表面整正を行う施工機械である。（その特長については、後述）、この地盤整正機を適用することにより、以下に示す効果が期待できる。

- 1) 仕上げ整正作業が、前進のみのワンパス施工を基本とするため、施工の簡素化が可能となり、作業員の検測作業など、施工機械との近接作業を軽減することで、作業安全性が向上する。
- 2) ブルドーザやモータグレーダの操作と比較して、熟練オペレータへの依存度が低い。
- 3) 施工の簡素化により、作業効率が向上し、機械の作業時間が短縮できることから、機械の稼働に伴う CO₂ 排出量を抑制することが可能となる。
- 4) 情報化施工を適用することで、施工精度の確保、作業効率の一層の向上が期待できる。

4. 地盤整正機

(1) 地盤整正機の概要

本検討で使用した地盤整正機は、米国 GOMACO 社製の「トリマー 9000」である。

地盤整正機は、従来のブルドーザやモータグレーダに代わり、トリミング方式（鋤取り式）により、路盤等の表面整正を行う施工機械である。

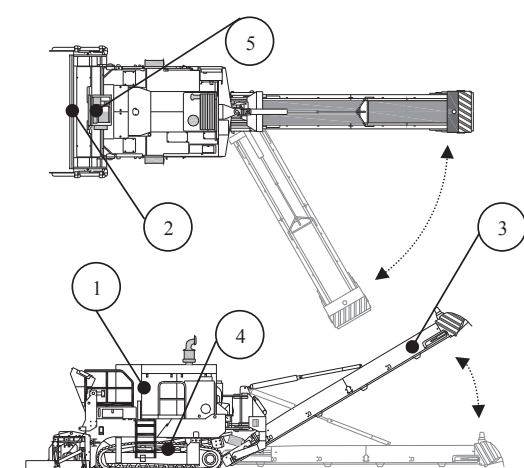
施工機械は、①動力装置や走行装置を有する機械ベースマシン、②トリミング装置であるトリマーヘッド、③材料排出用のベルトコンベア、④運転席および操作盤で構成されている。



写真-1 地盤整正機全景

表-1 地盤整正機の主要諸元

項 目	諸 元
本 体 高 さ	3,000 mm
本 体 幅	2,970 mm
本 体 長	5,620 mm
総 重 量	24,600 kg
機 関 出 力	287.2 kw
施 工 幅	3.25 m 3.86 m 4.47 m
ベルトコンベア	760 mm × 7,600 mm（スイング式）
走 行 装 置	ホワイトゴムクローラ



地盤整正機主要装置構成

- ①：機械ベースマシン（走行装置・動力装置）
- ②：トリマーヘッド（トリミング装置）
- ③：第2ベルトコンベア（材料排出用）
- ④：第1ベルトコンベア（材料排出用）
- ⑤：運転席・操作盤

図-1 地盤整正機機構図

施工方法の概要として、荒仕上げされた路盤面の整正を最大施工幅 W：4.5 m で、ワンパス施工により、トリミングし、余剰となった材料は、付帯のベルトコンベアで、ダンプトラックや未施工レーンに排出（リチャージ）する。

当該機は、トリマーヘッドを材料チャージングホップに変更することで、コンクリート舗装等の材料横取り機としても、使用することが可能である。

地盤整正機の主な適用工事としては、高規格道路、高速道路、空港、コンテナヤード、駐車場、オートレース場、サーキット場等の比較的施工規模の大きな現場に適している。

地盤整正機の全景を写真-1 に、主要諸元を表-1 に、機構図を図-1 に示す。

(2) 地盤整正機の特長

地盤整正機主要装置の特長を以下に示す。

①トリマーヘッド

トリマーヘッドを写真-2 に示す。

- 1) 施工幅員は、トリマーヘッドの幅を 3.25 m, 3.86 m, 4.47 m に組み替えることで幅員を変更することが可能である。
- 2) トリミング用のローダ装置は、アッパーカッティング方式を採用しているため、固い地盤での施工においても施工機械が浮き上がることなく正確なトリミングを行うことが可能である。
- 3) トリミング深さは、施工対象となる材料により異なるが、路盤材（RC-40）のトリミング作業においては、最大 150 mm の深さまで施工が可能である。



写真-2 トリマーヘッド

②走行装置

走行装置は、2脚のクローラを有し、シュー幅が 350 mm と広がっているため、接地圧が 0.1 MPa と小さく、軟弱地盤での施工にも十分対応することができる。

クローラが左右独立駆動のため、その場で、360°の方向転換や曲線部施工時の走行においても、スムーズな走行を行うことが可能である。

③制御方法

作業操作系統は、オペレータ運転席より、作業状況を把握しながら集中操作することが可能である。また、電気、油圧式センサーシステムを採用しているため、作業装置、走行ステアリングは、以下の方法により、自動制御することが可能である。

- 1) 現場内にセンサーラインを設置し、作業装置および走行ステアリングを接触式センサにて制御する方法。
- 2) 情報化施工を適用し、作業装置および走行ステアリングを設計データ通りに制御する方法。

5. 情報化施工の適用

情報化施工とは、ICT(Information and Communication Technology)の活用により得られる電子情報を活用して生産性向上と高効率、高精度な施工を行うことであり、施工管理や施工の合理化に活かす技術のことである。我が国においては、産学官による情報化施工の戦略的な普及方策が推し進められている。

その中でもここ数年、三次元マシンコントロールシステム(3DMC)は、舗装業界においても実用化され、飛躍的な進歩を遂げ急速に普及している。近年の3DMCの代表例としては、①「GNSS(Global Navigation Satellite System)」とレーザ技術を融合し、mm単位の制御を可能にした「高精度GNSSシステム」と、②測量機器の1つである「自動追尾式のトータルステーション」(以下TSという)を利用した制御システムがある。

これらのシステムは、三次元の位置情報をリアルタイムに測位、測定しながら施工を行うため、一般的に以下のようなメリットが知られている。

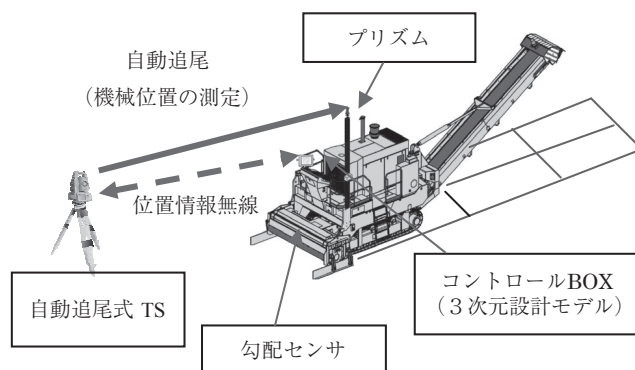
- 1) 計画した設計データ通りに施工を行うため、経験の少ないオペレータでも高精度の施工が可能となり省熟練化を図ることができる。
- 2) 計画設計高に対する現況の把握が容易になることや従来の丁張りを使用した「点の管理」から連続した「面の管理」が可能となり、生産性の向上が期待できる。
- 3) 設計データを基準として、機械制御から施工後のデータ管理まで一元化できるので施工の合理化を期待できる。

(1) 地盤整正機への情報化施工適用の概念

地盤整正機に自動追尾式TSによる3DMCシステムを適用した場合のシステム概念を以下に示す。

- 1) 地盤整正機のマシンフレームにマストを立て、その先端部にTS追尾用のプリズムターゲットを設置し、そのプリズムを1台の自動追尾式TSで、1秒間に20回測定する。
- 2) これらの測定値は無線モデムによってマシンに搭載されたマシンPCに送信される。
- 3) トリマーヘッドに取り付けられた勾配センサによって、トリマーヘッドの横断勾配に関する情報もコントロールBOXに提供する。
- 4) 継続的にトリマーヘッドの位置、高さ、勾配情報を使用して、現時点でのトリマーヘッド位置、高さ、勾配および進行方向が算出される。
- 5) トリマーヘッドの実位置情報(位置、高さ、勾配)は、コントロールBOX内で3次元設計モデルと瞬時に比較される。実際値と設計値の比較差(偏差)は補正值として、機械本体のマシンコントローラ(油圧制御用)へ送信され、油圧制御により施工中の整正高さや横断方向の傾き補正を全て自動制御で行う。

自動追尾式TSによる3DMCシステム概念を図一2に、情報化施工適用事例を写真一3に示す。



図一2 自動追尾TSによる3DMCシステムの概念



写真一3 情報化施工を適用した施工事例

6. 施工活用事例

愛知県内の大規模駐車場における路盤施工に地盤整正機を導入し、その効果の検証を行った。

当該施工においては、地盤整正機に情報化施工を適用し、より一層の施工効率化を図った。

以下に工事概要、および導入効果の検証結果を示す。

(1) 工事概要

工事概要を表―2に示す。

表―2に示すように、当該現場は、施工面積が約10,900 m²の大規模駐車場である。当初モータグレーダを使用した従来工法での施工を計画していたが、施工の効率化を図るために、情報化施工を適用した地盤整正機の導入を試みた。

表―2 工事概要

施工期間	2010年6月～2010年7月
施工場所	愛知県内の大規模駐車場
施工数量	約10,900 m ² (約47 m × 約230 m)
施工厚	150 mm
使用材料	RC-40

(2) 施工

TSによる3DMCを適用した地盤整正機の路盤施工の作業手順を以下に示す。

- 1) ダンプトラックで搬入した路盤材の荒ならし作業をモータグレーダで行う。地盤整正機で整正するため、計画高さより2～5 cm程度高く敷き均す。
- 2) 地盤整正機により、計画高さまでトリミング作業を行う。地盤整正機の作業装置の制御は、自動追尾式TSによる3DMCシステムを適用する。
- 3) トリミング作業により余剰となった路盤材は、地盤整正機に付属するベルトコンベアでダンプトラックに排出し、排出された路盤材は、後続の荒ならし作業箇所へ荷下ろしする。



写真―4 施工状況

- 4) トリミング作業終了後、転圧機械にて転圧作業を行い、路盤を仕上げる。

施工状況を写真―4に示す。

(3) 導入効果の検証

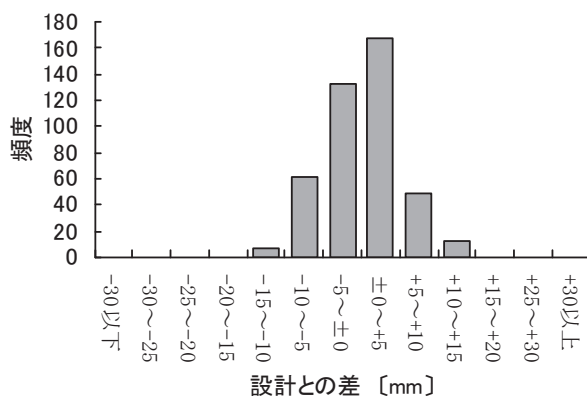
TSによる3DMCを適用した地盤整正機の導入効果として、以下に示す3項目について検証した。なお、今回の検証結果は、類似した規模の現場条件の路盤施工を経験25年の熟練オペレータがモータグレーダを用いて施工した従来工法のデータ例を比較対象としたものである。

- 1) 施工精度：設計高さと仕上がり高さとの誤差
- 2) 作業効率：施工日数
- 3) 環境負荷低減効果：燃料消費量とCO₂排出量

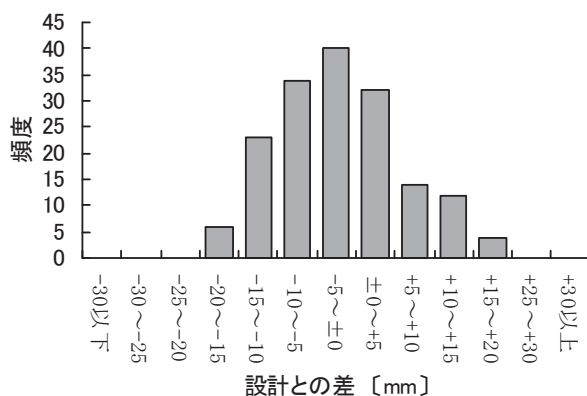
① 施工精度

図―3および図―4に、地盤整正機および従来工法の設計高さと仕上がり高さの差のヒストグラムを示し、表―3に施工精度の比較を示す。

表―3に示すように、地盤整正機による施工の場合、最終仕上がり高さの設計高さに対する誤差の頻度は、誤差±5 mm以内に70%、±10 mm以内に96%、±15 mm以内に100%となる。これに対し、従来工法では、±5 mm以内に44%、±10 mm以内に73%、±



図―3 地盤整正機の施工精度



図―4 従来工法の施工精度

表―3 施工精度の比較

項 目		地盤整正機 適用工法	従来工法
各誤差の頻度 〔%〕	± 5 mm	70	44
	± 10 mm	96	73
	± 15 mm	100	94
	± 20 mm	100	100
最大値〔mm〕		14	19
最小値〔mm〕		-12	-18
平均値〔mm〕		-0.28	-0.86
標準偏差〔mm〕		4.88	6.59
データ数		390	165

15 mm 以内に 94%, ± 20 mm 以内に 100%であった。また、誤差の標準偏差は、地盤整正機が 4.88 mm、従来工法が 6.59 mm であり、地盤整正機を用いた工法の施工精度が従来工法と比較して高いことが確認できる。

②作業効率

表―4 にモータグレーダを使用した従来工法との施工数量、施工日数の比較を示す。

3DMC システムを適用した地盤整正機を当該現場の路盤施工へ導入した結果、従来工法と比較して約 2.4 倍の作業効率の向上が得られた。

工期短縮効果としては、10,000 m² の路盤工を施工する場合、従来工法で予定していた当初の計画より、3 日間の工期短縮効果が得られた。

表―4 施工日数量、施工日数の比較

項 目	地盤整正機 適用工法	従来工法
平均施工数量	3,630 m ² /日	1,500 m ² /日
作業効率向上効果	2.42 倍	
施工日数	4 日	7 日
工期短縮効果	3 日間	

③環境負荷低減効果

環境負荷低減効果を検証するため、当該現場における地盤整正機を含む施工機械の燃料消費量、CO₂ 排出量を算出し、従来工法と比較した。

表―5 に燃料消費量と CO₂ 排出量の比較結果を示す。

表―5 より、モータグレーダを使用した従来工法と比較して、燃料消費量は、約 707〔L〕の削減が見られた。また、CO₂ 排出削減量は、約 1,827〔kg-CO₂〕であった。以上の算定結果より、燃料消費量および CO₂ 排出量において、従来工法と比較して、約 37〔%〕の削減効果が得られた。

表―5 燃料消費量および CO₂ 排出量の比較

項 目	燃料消費量 ¹⁾	CO ₂ 排出量 ²⁾
地盤整正機適用工法	1,196 L	3092.22 kg-CO ₂
従来工法	1,903 L	4919.31 kg-CO ₂
削減量	707 L	1827.09 kg-CO ₂
削減効果	37.1%	

これら環境負荷低減効果の要因としては、モータグレーダを使用した従来工法では、機械の前後進を複数回行い、整正作業を行うのに対し、TS を適用した地盤整正機の施工では、整正するレーンをワンパスで、効率的に仕上げるため、施工面積当たりの稼働量が少ない点等が挙げられる。また、施工規模が大きいほど、作業効率に対する地盤整正機の優位性が増し、環境負荷低減効果が大きくなるものと考えられる。

④安全性の向上

地盤整正機での施工は、荒ならしされた路盤面の整正をワンパスでトリミングするため、施工方向は、常時同一方向となる。また、当該現場では、TS による 3DMC システムを適用した情報化施工を実施しているため、施工高さの検測作業も従来工法と比較して頻度が低く、簡素化されている。そのため、仕上げ作業に前後進を繰り返す従来工法と比較して施工機械との近接作業が減少するので、作業安全性が向上するものとする。

3DMC システムを適用した地盤整正機の検測状況を図―5 に示す。



図―5 検測状況

7. まとめ

本検討では、情報化施工を適用した地盤整正機を路盤施工へ導入し、その効果検証を行った。

結果を以下にまとめて示す。

- 1) 設計高さに対する仕上がり高さの誤差や仕上がり高さのバラツキが、従来工法と比較して小さく、

施工精度の向上が確認できた。

- 2) 日施工量が従来工法と比較して約2倍であり、作業効率の向上が確認できた。
- 3) 燃料消費量およびCO₂排出量の低減が図れ、環境負荷低減効果が確認できた。
- 4) 従来工法と比較して、省人化が図れると共に、機械周囲での検測作業が減少し、作業安全性が向上するものと考ええる。

8. 今後の課題

地盤整正機的主要課題点を以下に示す。

1) 施工コストと現場規模の選定

地盤整正機を導入した場合、従来工法比で、輸送費等の機械経費がコスト増となる。輸送条件や施工規模を考慮し、導入を検討する必要がある。

2) その他制御システムの適応検討

本検討では、TSによる3DMCシステムを導入した。今後は、様々な測位方法に対応すべく、システムの互換性および、制御精度について、検証する。

3) 施工データの蓄積

今後、さらに施工実績を積み重ね、施工精度と施工出来形の関係より、システム制御および、操作性の向上を図る。

9. おわりに

路床・路盤における従来工法に対する施工の効率化、省人化、作業安全性の確保、環境負荷低減効果等を期

待して、地盤整正機を実現現場での施工に導入し、その導入効果を確認することができた。

今回の効果検証は、従来工法の一例との比較に基づくものであり、また、いくつかの課題も残された。今後も積極的な現場への導入を図るとともに、同一条件下における従来工法との比較データの集積を継続し、地盤整正機の優位性を検証していく所存である。

J C M A

《参考文献》

- 1) (社)日本建設機械化協会：平成22年度版 建設機械等損料表, 2010.4
- 2) 環境省・経済産業省：温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル
<http://www.env.go.jp/earth/ghg-santeikohyo/manual/index.html>,
<http://www.env.go.jp/earth/ghg-santeikohyo/material/itiran.pdf>,

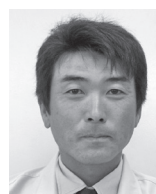
【筆者紹介】



関口 峰（せきぐち たかし）
大成ロテック(株)
事業本部 機械部
課長代理



平野 晃（ひらの あきら）
大成ロテック(株)
事業本部 機械部
課長



小泉 慎太郎（こいずみ しんたろう）
大成ロテック(株)
中部支社
課長代理

JCMA 報告

情報化施工システムの建設機械への 取り付け簡素化・機器共用化のあり方

ーマシンコントロールシステムの 調達コスト削減に向けてー

(社)日本建設機械化協会
技師長 白鳥 昭浩

1. はじめに

国土交通省が設置した「情報化施工推進会議」は、平成 20 年 7 月 31 日に「情報化施工推進戦略」（以下、「推進戦略」と言う。）を策定した。

これを契機にして、国土交通省の直轄工事を中心にマシンコントロールシステム（以下、「MC」と言う。）、マシンガイダンスシステム、トータルステーションによる出来形管理等の情報化施工の普及は徐々に進んで来ているが、地方公共団体や民間発注工事も含めたより一層の普及のためには、様々な課題の解決が必要である。

その中でも、情報化施工システムの調達コスト削減は、最重要課題のひとつである。

特に、MC の調達コスト削減のための具体策として、建設機械への MC 取り付けの簡素化・機器の共用化がある。

これによって、MC の利用に伴うコスト削減や現場で取り扱う実務担当者の作業負担軽減に大きな効果が得られるとともに、利用者による建設機械や MC の機種選択の幅が広がると思われる。

そこで、情報化施工のさらなる普及促進に向け、MC の建設機械への取り付けに関して、その現状と課題、あり方について、これまでの当協会における情報化施工の普及促進に向けた諸活動等も踏まえ、所見を述べることにする。

なお、本課題は、推進戦略において、情報化施工の普及に向けた「課題 20」として位置づけられているものである。

2. 現状と課題

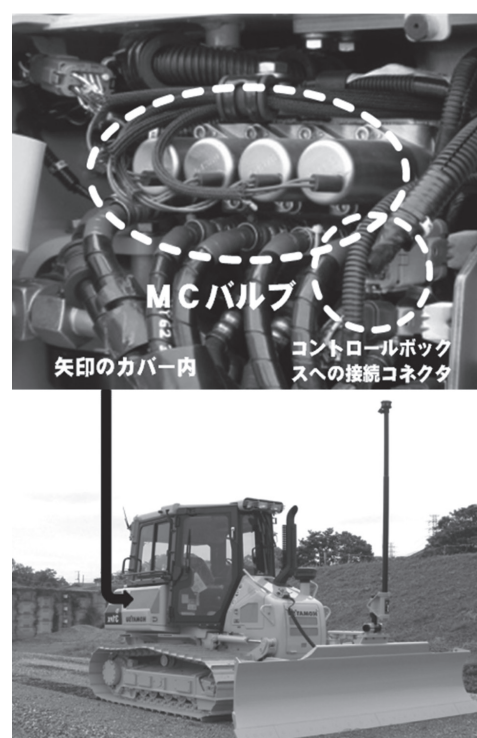
MC は、ブルドーザやモータグレーダ（以下、「ベースマシン」と言う。）などに搭載し、事前に作成された施工エリアの 3 次元設計データと自動追尾トータルステーション又は RTK-GNSS によりリアルタイムに計測した排土板の平面位置での高さの差分を計算する。

そして、その差分データに基づき稼働中のベースマシンの排土板を平面位置に対応した設計データの高さ、勾配に自動的に制御することによって、オペレータの操作負担を軽減するとともに、施工効率の向上、施工品質や作業員の労働安全の確保等を図るものである。

その際、通常は、このシステムを制御するコンピュータ（以下、「コントロールボックス」と言う。）からの操作指示を排土板の操作弁に伝達するためのインターフェースとなる専用のバルブ（以下、「MC バルブ」と言う。）が必要になる。

写真—1 に MC バルブ及び取り付け位置の例を示す。

近年は、通常の手動操作の操作弁の他、MC バルブを内蔵しているベースマシンや MC バルブ無しで MC の取り付けが可能なベースマシン（以下、「MC 対応型ベースマシン」と言う。）の製造・販売も行われているが、このようなベースマシンを利用できるケースは、新規に MC 対応型ベースマシンを購入す



写真—1 MC バルブ及び取り付け位置の例

るなど一部の場合であり、それ以外で MC を利用する場合には、MC バルブをベースマシンに後付けしなければならないケースが多い。

しかしながら、この MC バルブの後付けは、排土板の制御機構に手を加えるものであり、慎重且つ高度な取り扱いが求められることに加え、取り付け位置の制約、配管の加工、配線の複雑さなどもあって、コントロールボックス、センサ、RTK-GNSS 受信機又は全周プリズム等の取り付けと比較し作業上大きな負担を伴う。

また、MC バルブは、排土板を自動制御するものであり、誤作動等の不具合は決して許されず、信頼性の高いシステムでなければならない。

そのため、MC バルブの共用化又は不要化に伴う取り付け作業の省略は、MC 全体の取り付け作業の簡素

化及びそれに伴うコスト削減に大きく貢献するものである。

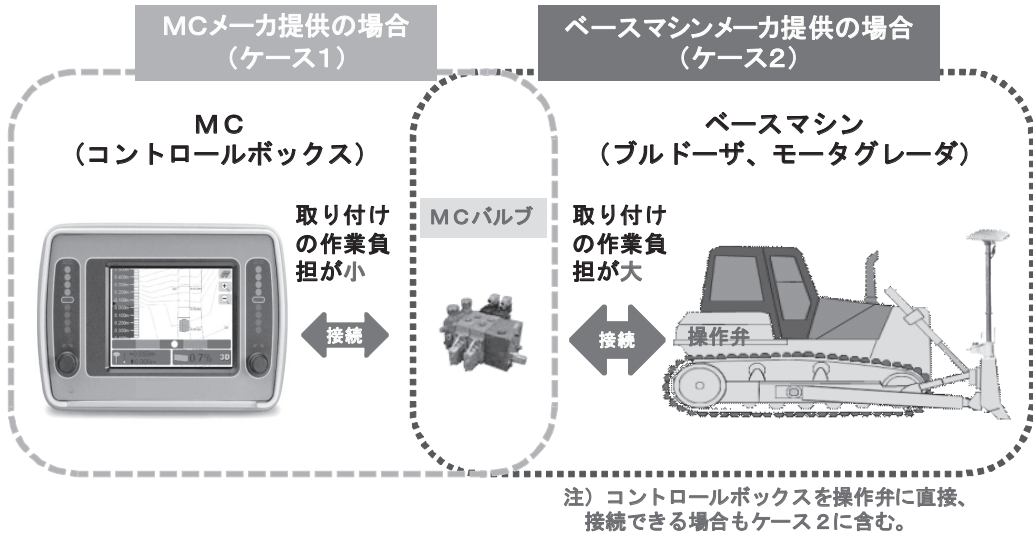
図—1 にコントロールボックスと MC バルブ及び MC バルブとベースマシンの接続・取り付け関係を示す。

現在、MC の取り付けを行う場合の MC バルブの手配については、大まかに分けると 2 つのケースがある。

ケース 1 は、MC バルブが必要で且つ搭載されていないベースマシンに、MC メーカーが MC バルブを後付けする場合である。

MC を利用するために、ベースマシンも含めて調達することはまれであり、現状では、ケース 1 の場合は、かなりの数に上ると考えられる。

ケース 2 は、ベースマシンメーカーが MC バルブを用意する場合である。具体的には、新規に MC 対応



図—1 コントロールボックス、MC バルブ及びベースマシンの接続・取り付け関係

表—1 メーカー毎のコントロールボックスと接続可能な MC バルブの関係

H23.11 末時点

MC バルブ提供メーカー MC 提供メーカー (コントロールボックス)		MC メーカー (ケース 1) (※ 1)			ベースマシンメーカー (ケース 2)	
		A	B	C	D (※ 2)	E (※ 3)
ブルドーザ	A	○	×	×	○	○
	B	×	○	×	○	○ (※ 4)
	C	×	×	○	○	P
	D	×	○	×	○	×
モータグレーダ	A	○	×	×	○	
	B	×	○	×	○	
	C	×	×	○	○	
	D	×	○	×	○	

凡例：○（接続可）、×（接続不可）、P（確認中）
※ 1：機種や年式によっては、MC バルブを後付けできないベースマシンがある。
※ 2：新車購入時のオプション仕様車又は過去に購入した機械の同様の仕様への改造の両方とも対応可。
※ 3：一部の新車購入時のオプション仕様車又は過去に購入した一部の機械の同様の仕様への改造の両方とも対応可。
※ 4：操作弁が CAN で制御されるもののみ対応可。

（敬称略）

型ベースマシンを購入する場合が該当する。また、ベースマシンメーカーが、MC 対応型ベースマシン以外のベースマシンを MC 対応型ベースマシンへ改造する場合もケース 2 に該当する。

それぞれのケースに関して、メーカー毎のコントロールボックスと接続可能な MC バルブの関係は表—1 のとおりであり、以下のような接続上の課題がある。

なお、表—1 では、メーカーの名称は、A、B、C、D、E と略称で表示する。

(1) ケース 1 の場合

特定の MC メーカーの MC バルブは、一部の機種を除き、そのメーカーのコントロールボックスにしか接続できない。

そのため、同一ベースマシンで異なる MC メーカーの MC を利用する場合には、バルブ毎取り替えることが必要になるが、先に述べた通り MC バルブの交換は、作業的な負担が大きいため、一旦特定メーカーの MC バルブをベースマシンに取り付けた場合、他社の MC 利用は事実上不可能と言っても良い。

また、仮に MC バルブを装備していないベースマシンを保有している施工業者が MC をレンタルする場合などに、その都度、MC バルブを取り付けることは、作業的な負担が大きく、大幅なコストアップの要因になる。

なお、過去に生産・販売されたベースマシン等の中には、機種や年式によって MC バルブを後付けできない場合があるので注意を要する。

(2) ケース 2 の場合

MC 対応型ベースマシンは、ベースマシンメーカーの一部の機種等に限定されている。

また、MC バルブが用意されている又は MC バルブが不要の場合でも、一部の機種を除き、特定の MC メーカーのコントロールボックスにしか接続できない。

3. MC 取り付け簡素化・機器共用化のあり方

(1) MC バルブを後付けする場合の基本的考え方

MC の取り付け方法、作業負担等に関する現状と課題を踏まえ、今後、MC の取り付け簡素化・機器共用化を進めるに当たって求められる MC の仕様に関する基本的考え方は以下のとおりである。

①ベースマシンへ取り付けした MC バルブの取り外しは不要とする。

ベースマシンをレンタル業者から調達する場合など

では、異なる利用者が異なる MC を利用したい場合が、多々発生すると思われる。

この場合、現状では、一部の機種を除き、その都度 MC バルブの取り付け取り外しが必要になるが、このような対応は、MC バルブの取り付け取り外しの作業負担及び技術的な難易度から見て、事実上不可能であるため、基本的には、一旦ベースマシンへ取り付けした MC バルブの取り外しは不要とすべきである。

②同一の MC バルブへ異なるメーカーのコントロールボックスが簡単に接続できる。

現在、ベースマシン、MC とも複数メーカーが提供しており、特に、MC については、メーカー毎にシステム構成、操作方法等が異なる部分もある中で、利用者によっては、使い慣れた MC を使用したい場合が多々あると思われる。

したがって、同じベースマシンの同一の MC バルブに対して、利用者の希望等に応じて、異なるメーカーのコントロールボックスであっても簡単に接続できるようにすべきである。

(2) 新規にベースマシンを購入する場合の基本的考え方

新規にベースマシンを購入する場合は、当面、MC を利用しない場合においても、極力、将来における MC の利用等も想定し、MC 対応型ベースマシンの購入を検討すべきである。

(3) 取り付け簡素化・機器共用化に向けたベースマシンメーカーの取り組み

MC バルブは、基本的には、取り付けたり取り外したりするものではなく、ベースマシンに付属したものと考えることが必要である。

従って、ベースマシンメーカーは、MC メーカーのコントロールボックスを接続できる MC 対応型ベースマシンをオプション又はデフォルトで用意すべきである。

その際、そのバルブが複数の MC メーカーのコントロールボックスとの接続が可能な構造にするとともに、簡単に着脱できるようにすべきである。

そのため、MC メーカーへの必要な技術情報の開示等を行うと共に、MC メーカーと連携し、インターフェースとなるバルブのコネクタの構造等について、工夫・改善を行い、簡素化することが求められる。

(4) 取り付け簡素化・機器共用化に向けた MC メーカーの取り組み

MC メーカーにおいては、(3) のベースマシンメーカーの取り組みと連携し、コントロールボックスが異なるメーカーのバルブに接続できるようにするとともに、簡単に着脱できるよう、バルブのコネクタの構造等について、工夫・改善を行い、簡素化することが求められる。

(5) 利用者に対する情報開示の徹底

表—1 に示すメーカー毎のコントロールボックスと接続可能な MC バルブの関係等については、MC を選択・利用する上での基本情報であることから、ベースマシンメーカー、MC メーカーともに、利用者に対して積極的に情報開示を行うことが、メーカー及び MC の信頼性向上を図る上で極めて重要である。

4. おわりに

発注者や施工業者など MC の利用者の立場から見た場合、MC を選択的且つ簡易に利用できる環境が整備されていることが望ましく、また、それによって市場メカニズムが機能し、MC のコスト削減や機能・利便性向上等のサービス水準の向上に繋がり、ひいては情報化施工の普及や MC の市場拡大に寄与するものと思われる。

したがって、このような取り組みは、発注者や施工業者のみならず、ベースマシンメーカー、MC メーカー、

レンタル業者なども含め、全ての関係者にメリットをもたらすものであり、MC の標準化に向けた一里塚にもなるものと考えられる。

また、これらの課題を解決するためには、ベースマシンメーカー及び MC メーカーが連携して取り組むことが必要である。

幸いにも、主なベースマシンメーカー及び MC メーカーのどちらも当協会の会員となっており、当協会としては、ベースマシンメーカー及び MC メーカーが MC 取り付け簡素化・機器共用化に向けて連携して取り組むための環境整備を行うことが必要と考えている。

当協会は、国土交通省を始めとした国の政策と相まって情報化施工の普及のための事業を進めており、引き続き、関係会員と連携し、このような情報化施工の普及推進に、相応の役割を果たしていくこととしている。

最後に、本報告のとりまとめにあたり、ご協力をいただいた当協会会員の皆様等関係者の皆様にご場をお借りして謝意を表する。

JICMA

【筆者紹介】

白鳥 昭浩（しらとり あきひろ）
㈱日本建設機械化協会
技師長



部 会 報 告

我が国における締固め機械の変遷（その6. 平成9～14年）

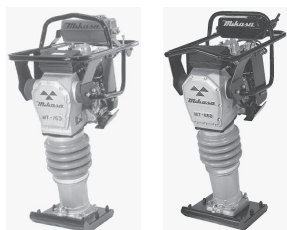
機械部会 路盤・舗装機械技術委員会（締固め機械変遷分科会）

平成9年（1997年）

三笠産業(株)

MT-76D, 86D ランマ 重量 80, 92 kg（写真6—1）

現場の燃料環境に対応して軽油で動くディーゼルエンジン搭載のランマを日本で最初に発売。その自重によって更なる重転圧を可能にした（オイル潤滑式）。

写真6—1 三笠産業(株)
MT-76D, 86D

MT-50HS, 63HS ランマ 重量 56, 66 kg（写真6—2）

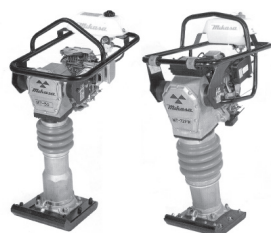
混合燃料を作る手間を省き、ガソリンとオイルを完全に分離給油する方式を世界で初めて採用したオイル潤滑式ランマを発表した。

写真6—2 三笠産業(株)
MT-50HS, 63HS

MT-50F, 72FW ランマ 54, 72 kg（写真6—3）

環境対応への要求を受けて排気ガスのクリーンな4サイクルガソリンエンジンを搭載して発表した。

ホンダ G100 エンジンを MT-50F 型に、ロビン EH12D エンジンを MT-72FW 型に搭載した（オイル潤滑式）。

写真6—3 三笠産業(株)
MT-50F, 72FW

(株)明和製作所

KP-6R 長方形平板型プレートコンパクト 80 kg, ロール幅 320 mm（写真6—4）

インターロッキングブロック施設専用開発されたゴムロールプレートで、狭い場所でも作業ができる小型機を販売開始した。

写真6—4 (株)明和製作所
KP-6R

KP-6D 長方形平板型プレートコンパクト 67 kg, 振動板幅 350 mm（写真6—5）

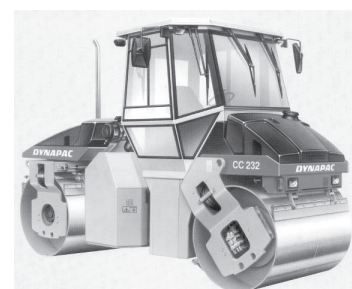
エンジンのエアクリーナの他に、もうひとつのエアクリーナを装備することによりエンジンの寿命を延ばし、メンテナンスの向上を図るダブルクリーナ仕様のプレートを販売した。

写真6—5 (株)明和製作所
KP-6D

日立建機ダイナパック(株)

CC222, 232 タンデム振動ローラ 重量 7.5, 8.5 t（写真6—6）

低振幅・高振動数の組み合わせでアスファルト混合物の薄層締固めに有効であった。センターピン式の主ステアリングと後輪のピボットステアリングの組み合わせでドラムオフセット走行が可能であり、これも薄層締固めに有利であった。前後の鉄輪は中央で2分割され、それぞれに走行モーターが装着され油圧デフ機能となっており、カーブでのヘアクラック発生防止に有効であった。

写真6—6 日立建機ダイナパック(株)
CC222

日本ボーマク(株)

BW141AD-2, 151AD-2 水平・垂直機構振動ローラ 重量 7.32, 7.65 t（写真6—7）

前輪と後輪が左・右に170 mm オフセット出来るクラブ走行が可能な為、カーブ時、後輪のオーバーハングを防止し障害物を回避できた。

写真6—7 日本ボーマク(株)
BW151AD-2

平成 10 年 (1998 年)

新キャタピラー三菱(株)

PF-290B タイヤローラ 8.6 ~ 20 t (写真 6—8)

走行駆動方式にショックの少ないスムーズな発進・停止が可能な全油圧の HST システムとチェーンレスシャフトドライブ方式を採用。また旋回時でもタイヤを引きずることなく後輪全輪で駆動力を路面に伝え、均一な転圧効果を得ることができる油圧デフ機能を装着した。



写真 6—8 新キャタピラー三菱(株)
PF-290B

三笠産業(株)

MVC-75F プレートコンパクタ 81 kg (写真 6—9)

座布団型と言われる四角転圧盤 MVC-88 型の軽量モデルとして発表。エンジンのガードと吊り下げフックを兼用し使い勝手を追求した。



写真 6—9 三笠産業(株)
MVC-75F

MVH-304DSB, 402DSB 前後進プレートコンパクタ 重量 350, 440 kg (写真 6—10)

本格的なバイプロブームに伴い、顧客のニーズに応えヤンマーディーゼル搭載モデルを 304DSBY, ロビン搭載モデルを



写真 6—10 三笠産業(株)
MVH-304DSB, 402DSB

304DSBR としてエンジンの選択肢を広げた。前後進切り替えレバーを油圧補助機構付きに変更し操作性の向上を図った。

MT-72FWL, 72FWLSS ランマ 重量 72, 75 kg (写真 6—11)

路盤に限らず舗装転圧作業に対応する低速運転作業を実現する為に偏芯量を最適に調整した MT-72FWL 型を発表。また、打撃音を低減するウレタン製フートを取り付けた MT-72FWLSS 型も同時に発表した (オイル潤滑式)。

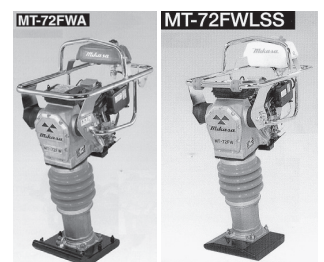


写真 6—11 三笠産業(株)
MT-72FWA, 72FWLSS 低騒音型

川崎重工業(株)

KV10DA 振動ローラ 10 t (写真 6—12)

第一次排ガス規制対応エンジンを搭載した。総重量、起振力はクラストップレベルであり、自動振動装置も装備した。TPD, クラス最大の登坂能力, フットブレーキ連動の HST ブレーキも採用した。



写真 6—12 川崎重工業(株)
KV10DA

KV7SA 振動ローラ 7.0 t (写真 6—13)

第一次排ガス規制対応エンジンを搭載した低騒音型建設機械である。強力な転圧性能と散水能力, 前後輪独立散水回路を採用した。振動, 間欠散水はマイコンでコントロールした。電気制御によりアクセルコントロールしクラストップレベルの最高速度と登坂能力を有した。ステアリングシステムはオービットロール方式を採用し自動振動装置も装備した。



写真 6—13 川崎重工業(株) KV7SA

(株)明和製作所

RTc-65R, RA-80R, 60R ランマ 重量 65, 85, 75 kg (写真 6—14)

平成 7 年 (1995 年) より排ガス対策, 省燃費, エンジンの始動性を向上させた 4 サイクルエンジンのランマへの搭載を始め, 今回耐振性を向上させたランマ用 4 サイクルエンジンの発売により, 3 機種のランマを販売開始する。また, RA シリーズのランマ用減速機付 4 サイクルエンジンは, 他社でのニーズが少ないため, (株)明和製作所とエンジンメーカーで改良を重ね搭載に至った。

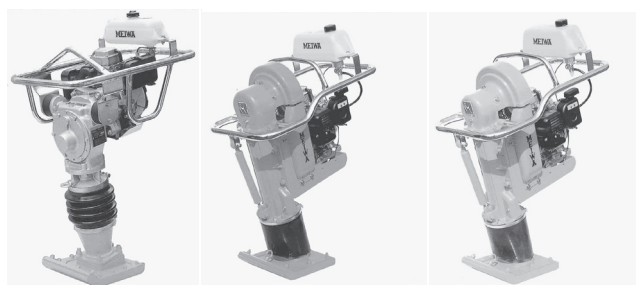


写真 6—14 (株)明和製作所 RTc-65R, RA-80R, 60R

日立建機ダイナパック(株)

CP205 9.2~13t タイヤローラ (写真6-15)

ロードセンシング制御の油圧走行システムを採用し乗用車の操作性を得た。車体重心を変えず大きな昇降階段を設置し、乗降時の安全性向上を図った。また欧州視界標準の1×1mもクリアしており周囲の視認性も高い、以降の国産大型機種は全て同規準がクリアされている。



写真6-15 日立建機ダイナパック(株) CP205

CC143CW コンバインドローラ 4t (写真6-16)

海外では短ホイールベースが好まれたが、日本市場では直進時の安定感から長ホイールベースが要求された。そのためシリーズ6機種中4tコンバインドローラのみホイールベースが延長され、またワイドタイヤが装着された。全6機種共にエンジンは排ガス2次規制対応に変更された。

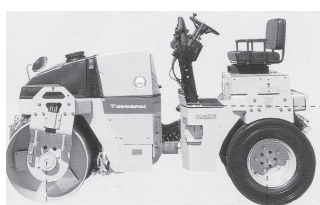


写真6-16 日立建機ダイナパック(株) CC143CW

日本ボーマク(株)

BW80AD-2, BW90AC-2 タンデム、コンバインド振動ローラ 重量1.47, 1.67t (写真6-17)

強力な振動システムは、現場に合わせて、後輪の振動を止めることも可能である。又、5km/hを超えると、自動的に振動が止まり、移動時の



写真6-17 日本ボーマク(株) BW80AD-2, BW90AC-2

表層への悪影響を防いだ。振動のON-OFFスイッチは、前後進レバーに装着された。樹脂製の散水タンクを装備している為、錆の発生を未然に防いだ。歩道、サイクリングコース、駐車場等の現場から、大規模な現場では大型機の補完まで様々な場面で活躍する小型搭乗型ローラシリーズである。

平成11年(1999年)

新キャタピラー三菱(株)

CB-334D, 335D ダブルドラムコンバインド振動ローラ 重量4.0, 3.7t (写真6-18)

騒音対策により超低騒音型建設機械の基準をクリア、また高い防振効果でオペレータの疲労を低減するラバーマウントプラットフォームを標準装備した。



写真6-18 新キャタピラー三菱(株) CB-335D

(株)明和製作所

MSR5KE, 6YE ハンドガイド振動ローラ 重量560, 590kg (写真6-19)

ロールの中心部を貫通し、左右のサイドフレームを結ぶ軸を追加した独自のフレームと車軸の構成



写真6-19 (株)明和製作所 MSR5KE, 6YE

で足回りの剛性を向上させ1クラス上の起振力を実現し作業効率をアップした。

RT-50, 50D, 50R, 50RD ランマ 全機種50kg (写真6-20)

顧客ニーズにより2サイクルエンジン搭載機、4サイクルエンジン搭載機、ダブルクリーナ仕様機、などの多種多様のランマを発売した。



写真6-20 (株)明和製作所 RT-50, 50R, 50RD

た。いままでも発売された、ランマ用4サイクルエンジンより小型の4サイクルエンジンが発売され50kgクラスのランマに搭載した。操作性と耐久性を向上させたベローズを装備した2サイクルエンジン搭載のRT-50, RT-50D(ダブルクリーナ仕様)、4サイクルエンジン搭載のRT-50R, RT-50RD(ダブルクリーナ仕様)を発売した。

RT-70, 70D, 70R, 70RD, 70F ランマ 重量65, 65, 70, 70, 70kg (写真6-21)

4サイクルエンジン搭載を前提にランマ本体を改造し新しくRT-70シリーズを開発した。

操作性と耐久性を向上させたベローズを装備した2サイクルエンジン搭載のRT-70, RT-70D(ダブルクリーナ仕様)、4サイクルエンジン搭載のRT-70R, RT-70F, ダブルクリーナ仕様のRT-70RDを発売した。

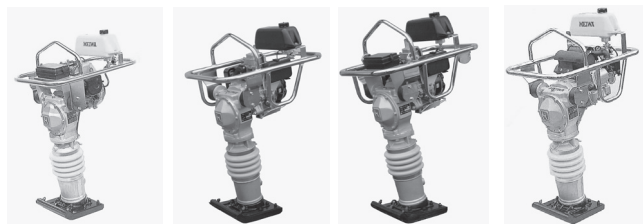


写真 6—21 株明和製作所 RT-70D, 70R, 70RD, 70F

RP-6 前後進プレートコンパクタ 60 kg 振動板幅 350 mm (写真 6—22)

起振機は二軸偏心方式で、二軸の偏心体をタイミングベルトでスイングする事により、偏心体の位相を変化させ、合成力を前進・後進に発生させる構造である。



写真 6—22 株明和製作所 RP-6

日立建機ダイナパック(株)

CS125 マカダムローラ 10, 14 t (写真 6—23)

昭和 58 年 (1983 年) 発売の CS12 から 16 年ぶりのフルモデルチェンジで、エンジン配置をフロントに移し前輪アクスルを廃して全輪油圧モータ直接駆動とした。階段状に配されたステップと大型手すりによって運転台への昇降は容易になっており、運転台左右に配された安全柵が閉じていないと走行できない“ゲートロック”や、ステアリングの中立を検出し表示するインジケータ等、運用時の安全性に配慮した機構が盛り込まれていた。

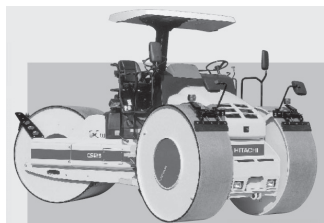


写真 6—23 日立建機ダイナパック(株) CS125

CA602D 振動ローラ 19 t (写真 6—24)

国内で稼動する同機種では最大級であり、ダムや空港などの大規模な造成工事で活躍した。



写真 6—24 日立建機ダイナパック(株) CA602D

平成 12 年 (2000 年)

酒井重工業(株)

TZ700 タイヤローラ 9~15 t (写真 6—25)

既存機の安全性と視界性の向上に主眼を置いたタイヤローラを開発した。本機的主要な構造、特長は、後輪及び右前輪のタイヤが、運転席から直視できる。また、

下段を透視できる階段状ステップの採用により、安全で容易な昇降を確保している。散水タンクは業界初となる全樹脂製とし、錆によるトラブルの大幅な改善を実現した。

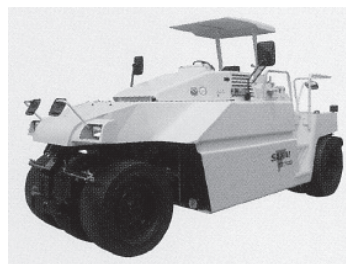


写真 6—25 酒井重工業(株) TZ700

新キャタピラー三菱(株)

CS-563D, 583D 振動ローラ 重量 11.2, 15.1 t (写真 6—26)

2 ポンプ 2 モータのタンデム走行ポンプシステム、リミテッドスリップデフ、ROPS キャブを標準装備。また振幅切替装置として、粒子状のスチールショット(鉄玉)を流れるように移動させることで振幅変更を行う偏心ウエイトシステムを採用した。



写真 6—26 新キャタピラー三菱(株) CS-583D

三笠産業(株)

MVC-40G プレートコンパクタ 43 kg (写真 6—27)

従来の鉄板製から鋳物製転圧盤に変更して起振体と転圧盤の一体構造を実現した。材質的にも靱性を持たせ溶接リブの無い平滑な底板での転圧を実現した。



写真 6—27 三笠産業(株) MVC-40G

MVC-88GR プレートコンパクタ 88 kg (写真 6—28)

鋳物製転圧盤とベースで本体が構成され、アルミ製起振体は冷却効果を高めて高振幅低振幅のアスファルト表層仕上げに最適なコンパクタを発表する。給水も容易にできる着脱式水タンクや全高を低く抑えエンジンを確実にガードしながらコンパクトに纏められたデザインとなっている。



写真 6—28 三笠産業(株) MVC-88GR

MVH-100 前後進プレートコンパクタ 112 kg (写真 6—29)

基本モデルとなる MVH-120 型のデザインを踏襲しながら、更に軽量化が図られた国内専用モデルを発表した。



写真 6—29 三笠産業(株) MVH-100

MVH-702DSRC 前後進プレートコンパクタ赤外線仕様, 700 kg (写真 6—30)

赤外線を使い本機の前后进やステアリング操作を可能にした重量型モデルとして日本で最初に開発された。起振力を保ちながら走行スピードをコントロールできるシステムはこの分野で世界初の試みとして高く評価された。



写真 6—30 三笠産業(株) MVH-702DSRC 赤外線仕様

川崎重工業(株)

K12A マカダムローラ 10～12 t (写真 6—31)

第一次排ガス規制エンジンを搭載した低騒音型建設機械である。乗用車感覚のインストルメントパネルの装備や前後スライド、リクライニング機構付きシートを採用した。乗降は左右だけでなく前方からも可能である。ワンタッチ折りたたみ式キャノピ、スプリング装着スクレーパ、180度フルオープン可能なエンジンフード、クラス最大 650 リットルの容量をもつ散水タンクを装備した。



写真 6—31 川崎重工業(株) K12A

(株)明和製作所

RP300, 300X 前後進プレートコンパクタ 重量 325, 340 kg, 振動板幅 450, 590 mm (写真 6—32)

空冷ディーゼルエンジンを搭載しパワフルな駆動、起振力を発揮する。起振機は二軸偏心方式で、二軸の偏心体をタイミングベルトでスイングする事により、偏心体の位相を変化させ、合成力を前進・後進に発生させる構造である。RP300X は、振動板の両側にエクステンション

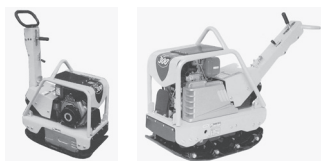


写真 6—32 (株)明和製作所 RP300, RP300X

ンプレート（補助振動板）を装備した。

鹿島道路(株)

クローラ式振動ローラ試験機, 14.5 t (写真 6—33) コマツ JV100 改

履帯式の振動機構を装備したローラ試験機。強力な起振力で深部まで均一な締固めができるのが特徴。試験機ゆえ制振機構が不完全で、乗り心地は優れたものではなかった。



写真 6—33 鹿島道路(株) クローラ式振動ローラ試験機

平成 13 年 (2001 年)

酒井重工業(株)

SV510DVC-1 振動ローラ 13.8 t (写真 6—34)

傾斜地やのり面などの斜面を走行でき、かつ転圧できる製品の要望に応え、従来の後輪（タイヤ）の代わりにゴムクローラを装着した振動ローラを開発した。本機はその特長であるクローラ駆動により、高い登坂能力（62%, [32 度]）を確保し、左右独立揺動機構により、不陸地に対して安定した走破力を発揮した。また、垂直振動を標準装備して強力な締固め力を確保しており、同じく標準装備のドーザと強力な牽引力により、整地作業等の作業用途が拡大した。



写真 6—34 酒井重工業(株) SV510DVC-1

HS66ST ハンドガイド振動ローラ 690 kg (写真 6—35)

作業者の高齢化に伴い、簡便で安全な操作方法が今後必要になるとの観点から、本格的なパワーステアリングを装備したハンドガイド振動ローラを開発した。本機はハンドガイド振動ローラの基本性能をそのまま継承しつつ、左右最大 15 度の操向角度を確保し操作性の向上を高めた。



写真 6—35 酒井重工業(株) HS66ST

RS45, 55, 65, 75 ランマ
重量 48, 65, 73, 76 kg (写真 6—36)

作業効率の向上を図ったランマを開発した。本機は打撃ストロークを従来機より 30% (酒井重工業(株)機比較) 向上させた。



写真 6—36 酒井重工業(株)
RS75

(株)明和製作所

RP150, 200 前後進プレートコンパクト 重量 150, 240 kg, 振動板幅 390, 450 mm (写真 6—37)

RP300 のシリーズ化として空冷ディーゼルエンジンを搭載した RP200 と空冷 4 サイクルガソリンエンジンを搭載した RP150 の二機種を発売した。



写真 6—37 (株)明和製作所
RP150, 200

RTX-50, 70 ランマ 重量 50, 70 kg (写真 6—38)

RT-50R, RT-70R のデラックス版としてエンジン保護のため上部にエンジンカバー、ハンドルサイドにプロテクターを装備し、ハンドルコロも標準装備する。

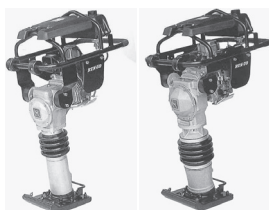


写真 6—38 (株)明和製作所
RTX-50, 70

三笠産業(株)

MT-55 ランマ 57 kg (写真 6—39)

MT-52FW 型のデザインを一新し、現在の主力モデルの原型として W クリーナやエンジンの保護具などを取り付けた MT-55 型(オイル潤滑式)を発表した。



写真 6—39 三笠産業(株)
MT-55

日立建機ダイナパック(株)

CC150CW コンバインド振動ローラ 4.0 t (写真 6—40)

平成 5 年 (1993 年) 以降、振動ローラは輸入機であったが当モデルより設計から国産化された。小型機ではあるが階段状の昇降ステップが採用され乗降が容易であり、フレー

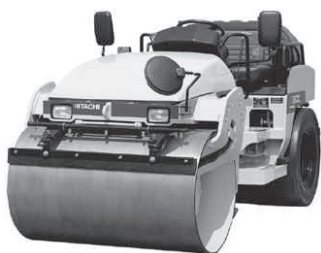


写真 6—40 日立建機ダイナパック(株)
CC150CW

ムの小型化や曲面化によって周囲視認性も高い。後輪タイヤの動力伝達にはデフレック装備のアクスルが採用されており、搬送車積み込み時や悪路でのスリップを軽減できた。

ボーマクジャパン(株)

BW115AC-2, 131ACW-2 コンバインド振動ローラ 重量 2.53, 3.6 t

BW115AD-2, 131AD-2 タンデム振動ローラ 重量 2.9, 4.0 t (写真 6—41)

コンバインド振動ローラである 131ACW-2 はワイドタイヤを装備し、リアタイヤを 2 モータにて駆動することで差動効果をもたせ、ステアリング操作時舗装表面を荒らさないきれいな舗装ができた。フルオープン式のスチール製ボンネットでメンテナンス性に優れ、ダンパーを装備しており開閉操作も楽に行えた。

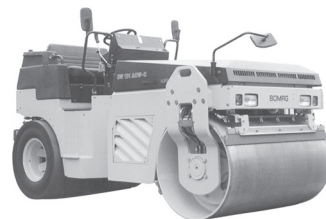


写真 6—41 ボーマクジャパン(株)
BW131ACW-2

平成 14 年 (2002 年)

酒井重工業(株)

PD40, 50, 60 プレートコンパクト 重量 40, 50, 60 kg (写真 6—42)

従来プレートコンパクトの転圧盤を鋳物 (ダクタイル) に変更したもの。摩耗箇所の肉厚を増やすなどして、耐久性を大幅に向上させた。



写真 6—42 酒井重工業(株)
PD40

三笠産業(株)

MT-65H ランマ 66 kg (写真 6—43)

主力モデルの 4 サイクル化の流れに対応して、エンジンメーカーとの共同研究を通じランマ専用 4 サイクルエンジン GX100 型を新型 MT-65H に搭載しハイジャンプ化を実現。環境対応エンジンを搭載したハイジャンプ高転圧力モデルとして発表した (オイル潤滑式)。



写真 6—43 三笠産業(株)
MT-65H

MT-84F ランマ 84 kg (写真 6—44)

国内最重量級モデルの4サイクルガソリンエンジン搭載のランマとして重転圧専用モデルを発表した(オイル潤滑式)。



写真 6—44
三笠産業(株) MT-84F

日立建機ダイナパック(株)

CP210 タイヤローラ 8.9～13 t (写真 6—45)

前モデル CP205 の後継機として作られた。CP205 の特徴であった複雑なフレーム加工や樹脂製カバーを廃し、廉価版的な位置づけがされていたがレンタル市場の伸びている中で標準モデルとして定着した。本モデルを後継機とした CP205 もエンドユーザ向けとして製造が続けられた。

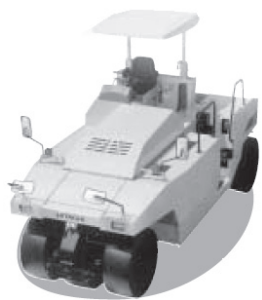


写真 6—45
日立建機ダイナパック(株) CP210

鹿島道路(株)

ウインチ搭載型のり面転圧振動ローラ 2.8 t 名倉製作所 FVR200 (写真 6—46)

完全新規に製作された油圧ウインチ搭載型のり面振動ローラ。RV30 改より更にエンジンパワーが向上した。のり面舗設用アスファルトフィニッシュャに吊り下げられることにより、合材敷均し直後の転圧を行うことができた。



写真 6—46 鹿島道路(株)
ウインチ搭載型のり面転圧振動ローラ

クローラ式振動ローラ コマツ JT150WA 16 t (写真 6—47)

履帯式の振動機構を装備したローラ実用機。強力な起振力で深部まで均一な締固めができるのが特徴である。優れた制振機構により乗り心地は大幅に改善された。その構造ゆえに転圧面の平滑化を図ることも出来た。



写真 6—47 鹿島道路(株)
クローラ式振動ローラ JT150WA

トピックス

平成 9 年 (1997 年)

日本ボーマク(株)

バリオマチック仕様 (図 6—1)

自動的に転圧力(振幅)を選択

バリオマチックローラは、路面の状況に応じて、自動的に転圧力(振幅)を選択し、より早く高密度になり、品質一定の舗装ができる。水平、斜め、垂直振動と手動操作も可能である。

○環境対策

水平振動においては、排水性はもちろん特殊合材舗装において威力を発揮する。また、この機構はローラの前後方向のみ力がかかり、左右方向に力が発生しない為、住宅密集地において振動公害が発生しない。

○転圧方向の自動的な適合

斜め振動においては、進行方向に対して斜めの力が発生する為、骨材を起こしながらの転圧となり、迅速に高密度になる。更に登坂力が向上した。

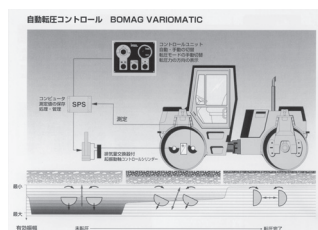


図 6—1 日本ボーマク(株)
BW151AD-2 バリオマチック仕様

鹿島道路(株)

冷却水製造機構内蔵タイヤローラ 13.5 t 酒井重工業 TS650C 改 (写真 6—48)

工業用冷却装置を車体に内蔵し、冷却した水を散水するとともに、ブローアで大容量の空気を路面に吹き付け、舗装面の冷却効果を上げた。



写真 6—48 鹿島道路(株)
冷却製造機構内蔵タイヤローラ

平成 10 年 (1998 年)

日本ボーマク(株)

ボーマク転圧管理システム (BCM) (写真 6—49)

ボーマクの振動ローラには、BCM を取り付けることができる。BCM は、発注者の要求する締固め仕様を基にディスプレイにリアルタイムに表示される転圧結果を確認しながら作業をして、基準を満たすまで転圧作業を続けそ

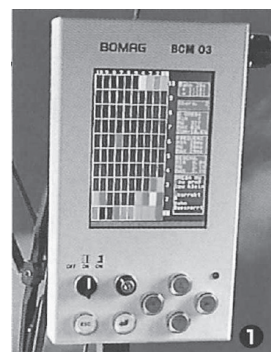


写真 6—49 日本ボーマク(株)
転圧管理システム (BCM)

のデータを残すことが出来るシステムである。高速道路の建設等の高い転圧精度を求められる作業には欠かせないシステムである。

平成 13 年（2001 年）

酒井重工業(株)

CCV（Compaction Control Value）（締固め管理装置）（写真 6—50）

近年の大規模盛土では、施工機械の大型化や情報通信技術の活用等により施工の省力化、効率化が図られている。その一方で、現在の盛土締固め管理は依然として現場密度による点管理が主流であった。そこで、振動ローラで転圧作業を行いなが

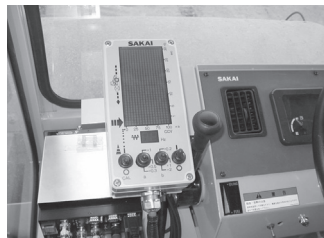


写真 6—50 酒井重工業(株) CCV

ら地盤剛性をリアルタイムに評価し、2 色の色分けにより連続的に地盤の状態を表示し、作業の効率化、品質の向上、省人化を実現した。

次号では、（その 7、平成 15～22 年）を掲載いたします。

J C M A

参考文献

日本建設機械要覧

写真提供

鹿島道路(株)
 (株)KCM（川崎重工業）
 キャタピラー・ジャパン(株)
 コベルコ建機(株)
 酒井重工業(株)
 (株)日立建機カミーノ
 三笠産業(株)
 (株)明和製作所

橋梁架設工事の積算 ——平成 23 年度版——

■改訂内容

1. 鋼橋編

- ・セッティングビーム工追加（歩掛設定）
- ・製作工労務単価，間接労務費率の変更に伴う架設用の製作部材単価改訂
- ・積算例題の見直し

2. PC橋編

- ・支保工関連
- ・トラッククレーン架設の適用範囲拡大と据付条件の追加
- ・橋台・橋脚回り足場ブラケット歩掛の追加
- ・枠組足場日当り賃料，基本料の追加 ほか

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

■定価

非会員：8,400 円（本体 8,000 円）
 会 員：7,140 円（本体 6,800 円）

※別冊のみの販売はありません。
 ※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも
 沖縄県以外 600 円
 沖縄県 450 円（但し県内に限る）

■発行 平成23年5月

社団法人 日本建設機械化協会

〒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>

部 会 報 告

ISO/TC 127 (土工機械) の国際作業グループ会議報告 TC 127 (土工機械) /WG 8 (ISO 10987 持続可能性) 会議 及び 同 TC 127/SC 1/WG 6 (ISO 11152 エネルギー使用試験方法) 会議

標準部会

2011 年 10 月に、国際標準化機構 ISO/TC 127 (土工機械専門委員会) の国際作業グループ会議が、中国北京市で開催され、協会標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会から国際専門家 (Expert) として出席の各氏の報告を紹介する。

1. ISO/TC 127/WG 8 国際会議出席報告

●会議名

ISO/TC 127 WG 8 (ISO 10987 持続可能性)

●開催地

中国 北京市 建国飯店 1 階会議室

●開催日

平成 23 年 10 月 17 日

●出席者

米国 3: Dr ROLEY, Mr CROWELL (Caterpillar 社), Mr West (Deere 社), フランス 1: Mr JANOSCH (Caterpillar France 社), ドイツ 3: Mr RUF (Liebherr 社), Mr KAMPMIER (VDMA ドイツ機械工業連盟), Dr HARTDEGEN (BG BAU ドイツ土木建設職業保険組合), 英国 1: Ms HUTSON (JCB 社), スウェーデン 2: Mr JONSON (Volvo 社), Mr ELSTER (ATLAS COPCO 社), フィンランド 1: Mr LUUKKO (SANDVIC 社), 中国 8: Mr LI (Caterpillar China 社), Ms LI (XiaGong 社), Mr LIN (柳工社), Mr ZHOU (龍工社), Mr WU, Mr YAN, Ms DUAN (NES 天津工程機械研究院), Ms ? (土工機械・路面機械検査研究所), 日本 2: 藤本 (コベルコ建機), 出浦 (コマツ) 計 22 名出席

・ISO/TC 127/WG 8 コンビナー (主査) 兼 ISO 10987 プロジェクトリーダー (PL): 前記 ROLEY 博士 (米国, Caterpillar 社)

背景及び従来経緯: 今日の世界的な課題である持続可能な開発に関して、土工機械の使用者である建設業・鉱山業などの各社も投資家など向け広報の一貫として社会責任・環境・経済の三つの観

点のバランスに配慮した「持続可能性報告書」或いはその一部 (環境報告書, SR 社会責任報告書など) を発行するようになってきている。これに対して、製造業側から使用者に、土工機械の製造～使用～廃棄に至るライフサイクルでの持続可能性項目を明確とし、所要データを報告する際の様式を ISO 標準化することを目的として作業開始し、国際規格案 (DIS 10987) 投票で承認されたので、最終段階である最終国際規格案 (FDIS) 投票に先立って前回投票時の各国意見に関する対応を検討するため国際 WG 会議で調整することとなったものである。

●主要議題, 議決事項, 特に問題となった点及び今後の対応についての所見:

①各国意見検討

(日本意見検討)

- ・細分箇条 4.3 「機械の使用効率の改善」: 注記で、運転員の教育及び施工現場管理による改善は「30%に達することがある」とあるのは算出根拠が不明と指摘し、具体的な数値は誤解を招くとして削除を要求したのに対して「大型機械と小型機械では効率も違うし、一概に言えない」という理由で合意し「少なからず影響がある」という主旨の文言に変更することとなった。
- ・細分箇条 4.8 「耐用年数での経費—パラメータ及びプロセス」に関して機械の運転経費などは機械の運用に関係するので、製造業者による耐用年数おける経費積算は困難と指摘して削除を要求したのに対して、この項は「製造者がコストを明示せよ」という主旨ではなく、「コスト計算のために有効なパラメータや計算方法を提供せよ」という主旨であると合意。誤解を招かないような表現にする。(PL が 11 月 1 日までに提案, WG メンバが 11 月 15 日までに確認・意見提出)

(その他)

- ・ISO 中央事務局からの提案: 附属書 A (参考) 「持

「持続可能性因子の情報を提供する書式」と附属書 C(参考)「持続可能性因子の情報を提供するのための書式での作成例」とは重複が多いので附属書 A に一体化することで合意

② ISO 10987 持続可能性規格の適用分野の優先度に関する検討：

- ・ 現案文は最終国際規格案 FDIS に進めるが、WG としては継続し、次の項目を第 2 部、第 3 部として追加していくことを検討する。
 - － 化学物質に関する情報
 - － 改善方法
 - － 修復・リサイクル・中古車に関する基準
- ・ Reuse, Rebuild, Recycle などの定義を ISO として再確認する必要があるという問題提起あり。新興国では Repaint もリサイクルと考えられているらしい??? ベトナム、チリ、アルゼンチン等が Reuse の定義に関心を示しているの、将来的に検討する必要がある（と PL は考えている）。
- ・ 米国環境保護庁 EPA は建設機械の CO₂ 規制は当面行わない予定。中国は燃費規制(型式認定)を検討中。
- ・ 環境負荷物質についても別途専門家を集めて規格化を検討する。⇒日本案の英訳の用意が必要である。

③ 当面の実施事項：

- ・ コンビナー／PL はこの会議の議事メモを TC 127/WG 8 N30 として 11 月 17 日までに各国専門家に送る。
- ・ Ms Hutson (JCB 社) は燃費規制に関する CECE (欧州建設機械工業連合会) での議論結果を 12 月 1 日までに報告する。
- ・ コンビナー /PL は 1 月 1 日までに FDIS 用案文を作成、各国専門家は 2 月 1 日までにコメントする。
- ・ 次回は 3 月 5～9 日の週にフランス国パリ市にて、既に計画中の ISO 20474 会議、ISO 12509 会議と順繰りに実施。

2. ISO/TC 127/SC 1/WG 6 国際会議出席報告

● 会議名

ISO/TC 127/SC 1/WG 6 (ISO 11152 エネルギー使用試験方法)

● 開催地

前記

● 開催日

平成 23 年 10 月 18 日

● 出席者

米国 3: Dr ROLEY, Mr CROWELL (Caterpillar 社),

Mr West (Deere 社), フランス 1: Mr JANOSCH (Caterpillar France 社), ドイツ 1: Mr RUF (Liebherr 社), 英国 1: Ms HUTSON (JCB 社), スウェーデン 2: Mr JONSON (Volvo 社), Mr ELSTER (ATLAS COPCO 社), フィンランド 1: Mr LUUKKO (SANDVIC 社), 中国 10: Mr LI (Caterpillar China 社), Ms LI (XiaGong 社), Mr LIN (柳工社), Mr ZHOU (龍工社), Ms PENG (三一社), Mr WU, Mr YAN, Ms DUAN (NES 天津工程機械研究院), Mr DI, Ms (土工機械・路面機械検査研究所), 韓国 2: Mr KIM, Mr LIM (Doosan 社), 日本 4: 藤本 (コベルコ建機), 砂村, 尾上 (日立建機), 出浦 (コマツ) 計 25 名出席

WG コンビナー (主査): Mr CROWELL (米国, Caterpillar 社)

- ・ ISO/TC 127/ WG 1/WG 6 コンビナー (主査) 兼 ISO 11152 プロジェクトリーダー (PL): 前記 Mr CROWELL (米国, Caterpillar 社)

背景及び従来経緯：前記持続可能性にも関連して、機械のエネルギー資源消費量の測定方法を標準化する必要が生じ、この案件は米国担当ではあるが、この分野では日本は CO₂ 排出低減に資する低燃費型建設機械の普及のために既に油圧ショベル、ブルドーザ、ホイールローダの燃料消費量測定方法に関して社団法人日本建設機械化協会規格 JCMAS H 020～H 022 を発行済みなので、それを英訳提出し、これらに基づくべきことを求めていたが、日本は測定のパラツキを減らすため模擬動作条件で測定を行っているのに対して、欧米各国は実作業条件での測定を主張、結局、当面は両論併記として ISO 規格ではなく ISO 技術仕様書 (ISO/TS) とすることとし、これも日本からハイブリッドや電気駆動の場合の測定方法についての案文も提出しているのでそれも含む形で TS として再度新業務項目提案準備中で、その検討のため会合することとなった。

● 主要議題、議決事項、特に問題となった点及び今後の対応についての所見：

① 模擬動作条件か実作業条件かについて議論

日本提出の資料 TC 127/SC 1/WG 6 N48 をもとに、それに記された模擬動作条件と実作業条件との長所・短所を比較説明し、使い分けを提言、持続可能性規格では、現場での排出ガスの評価が重要で、現場では実掘削が良く、これに対して、機械の選択では自動車のカタログのように比較数値が重要となるが、欧州勢か

らは模擬動作にすると数値が明確になるので、騒音規制のように数値に縛られる形になると反発（反対理由の主たる所か）され、このN 48を規格案に入れるまでは至らず、ただ、各国の本音の様なものが聞ける収穫はあり、ひとしきり根本的な議論が展開されたが、前回結論（両方併記）を覆すにはいたらず。

- ・日本から「第1部:模擬動作条件, 第2部:実作業条件」の規格を分けてはどうかと追加提案, 規格を分けるとISO事務局の売り上げには貢献するが, 規格使用者の負担も考慮すべき (ROLEY), 両者は目的が違うのだから分けたほうがわかりやすいし, 規格使用者も必要な方だけを買えばよい (HUTSON), と, いろいろ議論あったが, 結局現状維持。
- ・機械製造者としては機械性能を比較する模擬動作条件は確実に使えるが, 実作業条件は現場によってすべて条件も結果も変わるし, 機械使用者の協力がなければ不可能である。機械製造者としては, 模擬動作条件だけでも成立される意義がある。EUがCO₂現場実測値を規制するとしても, 単一の作業条件を決めるのは無理ではないか? 各現場で実際の作業中のデータを測って, CO₂削減のために現場で実施したすべての努力（機械以外も含めた）結果が評価されるべきではないか?（出浦）
- ・JCMAS方式でISO規格を作ったら, EU当局はすぐに騒音規制のように, このISOを使い始めて, 燃費規制が始まってしまう。実掘削の方が実際に近いのでということでそれを推奨しておけば, 現場ごとに燃費は異なるので, 振動規制と同じように機械自体は縛られなくて済む (JANOSCH)。実際の現場ではほかにいろいろなファクターがあって, 模擬操作であって評価ではないと書くべき (HUTSON)。模擬動作条件は技術者にはわかりやすいが, 規制当局に対しては説得力に欠ける。CECE（欧州建設機械工業連合会）は規制当局に対して現場のCO₂削減を説明するための作業条件が必要 (JANOSCH)。適用範囲に, 両方の条件を書かなければならなかった経緯を簡単にかつ注意深く書く必要がある (ROLEY)。
- ・日本は低燃費型建設機械の型式指定制度と政府による低利融資を既に開始し, 2014年からは3段階のラベリングを開始予定（出浦）。
- ・米国陸軍ではすでに多くの機械の燃費を測定済みでデータを持っている (ROLEY)。
- ・中国は燃料消費量（測定方法は模擬動作を選択）と振動（実掘削条件）の二つの基準を策定中で3年以内に燃費規制を予定。日本同様に三つ星のラベルを

想定している (KUN)。

- ・韓国も強制ではないが, 既に燃費測定制度はある (LIM), 日本と似た制度を検討中で, 韓国の研究所では実作業条件と模擬動作条件とは相関性がホイールロードでは90%あるが, 油圧ショベルでは60から70%しかないとの結果を得ている。

②規格案の検討：

- ・JCMASの方法では動作回数が少なくてその際の燃料の絶対的消費量が少ないので, 燃料の計測がクリティカルとPLから指摘された。
- ・ハイブリッドのキャパシタの容量変化を補正する計算方法の追加文章に関して論議あったが, 一般的と思われる。
- ・試験時のエンジン回転は最高速度とするが, モード設定（パワーモード, エコモード等）は機械製造者の任意とする。ただし, どのモードで測定したかを記録に残すこととする。ただし, 「試験モードTを作るメーカーが出てくるのでは」との懸念が示されている。
- ・ミニショベルの掘削深さに関しても規定追加する。
- ・ホイールロードはロードアンドキャリアで作業するとの指摘があった。
- ・JCMASではローダのV字積み込み時のバー高さが2.2mとなっているが, 日本以外の国の事情を考慮して, バケット最高位置（地面からバケットヒンジピンまで）の60%にする。2.2mは日本のダンプトラックの寸法由来と考えられたため。JCMASは中形しか適用範囲に含めていないとの指摘あり, 日本から「死重付で操作すると, 高すぎるのは危険だ」と補足警告はした。
- ・ブルドーザの変速機選択は2速とするか, ショベルのように機械製造者が任意に決めるか, 要検討となった。2010年版JCMASでは2速だが, 配布された英文資料では製造者任意となっていたため, JCMAS事務局に要確認となった。

③当面の実施事項：

- ・コンビナー /PLはJCMAS H020:2010の追加部分（7.電力消費量の測定方法）をWG専門家に配布する。
- ・WG専門家は前記（7.電力消費量の測定方法）の確認結果を11月末までに連絡する。
- ・PLは12月1日までに改訂案文を配布する。
- ・WG専門家は前記案文への意見を1月15日までに連絡する。
- ・その後, 改訂案文に基づいてISOに再度の新業務項目提案 (NWIP) を行う。

3. 共通的問題点・所感：

- ・ BICES 展示会と重なったためか、予想以上に多くの参加者がいた。ほとんどが TC 127/WG 8 からの参加で、毎回のごとく、TC 127/WG 8 でも TC 127/SC 1/WG 6（エネルギー使用試験方法）の必要性や各国動向が話題となった。日本の CO₂ 排出低減に資する低燃費型建設機械の指定制度の紹介も TC 127/WG8 で行った。やはり TC 127/SC 1/WG 6 参加者は TC 127/WG 8 にも参加したほうがよい。
- ・ 既に CO₂ 排出低減に資する低燃費型建設機械の指定制度開始済の日本に比べて、欧州はまさに規制当局が規制検討中とのことで、規格の細かい言い回しにも気を遣っていた。

- ・ 日本メーカとしては JCMAS に 1 本化したいところだが、欧州メーカが欧州当局の説得のためにより実測に近い規格がほしいという理屈も理解できる。TS（Technical Specification）で両方併記というのは、現時点で妥当な落としどころと思われた。
- ・ 欧州当局は米国環境保護庁 EPA と連携して燃費規制を検討するとのことなので、日本もぜひ連携して進めてほしい。

J C M A

〔筆者紹介〕

砂村 和弘、尾上 裕（日立建機㈱）
 藤本 聡（コベルコ建機㈱）
 出浦 淑枝（コマツ）

「建設機械施工ハンドブック」改訂 4 版

建設機械及び施工の基礎知識、最新の技術動向、排出ガス規制・地球温暖化とその対応、情報化施工などを、最新情報も織り込み収録。

建設機械を用いた施工現場における監理・主任技術者、監督、世話役、オペレータなどの現場技術者、建設機械メーカ、輸入商社、リース・レンタル業、サービス業などの建設機械技術者や、大学・高等専門学校・高等学校において建設機械と施工法を勉強する学生などに必携です。

建設機械施工技術の修得、また 1・2 級建設機械施工技士などの国家資格取得のためにも大変有効です。

〔構成〕

1. 概要
2. 土木工学一般
3. 建設機械一般
4. 安全対策・環境保全
5. 関係法令

6. トラクタ系機械
7. ショベル系機械
8. 運搬機械
9. 基礎工事機械
10. モータグレーダ
11. 締固め機械
12. 舗装機械

●A4判／約800ページ

●定 価

非 会 員：6,300円（本体6,000円）

会 員：5,350円（本体5,095円）

特別会員：4,800円（本体4,570円）

【ただし、特別価格は学校教材販売（学校等教育機関で20冊以上を一括購入申込みされる場合）】

※送料は会員・非会員とも沖縄県以外700円、沖縄県1,050円

※官公庁（学校関係を含む）は会員と同等の取扱いとします。

●発刊 平成23年4月

社団法人 日本建設機械化協会

〒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>

東日本大震災からの復興計画

まえがき

政府は平成 23 年 12 月 20 日に第 4 次補正予算案を閣議決定した。これで平成 23 年度の一般会計歳出は当初予算と第 1 次から第 4 次予算の合計で 107 兆 5,105 億円と過去最大の規模となった。

これは東日本大震災への復旧・復興のための 1～3 次予算（1 次：4 兆 153 億円，2 次：1 兆 9,988 億円，3 次：12 兆 1,025 億円）に円高対策などの第 4 次補正予算の 2 兆 5,345 億円が加わったためである。

「東日本大震災からの復興の基本方針」(平成 23 年 7 月 29 日決定)に基づく復興施策の事業計画及び工程表については、最終的に第 3 次補正予算を踏まえて各府省で見直しされ、11 月 29 日にとりまとめられている。

今回はそのうち「国土交通省復興関連施策の事業計画及び工程表」から、インフラ関連の施策についてその概要を紹介することとした。

詳しくは国土交通省のホームページ（平成 23 年 12 月 7 日発表）をご覧ください。

公共インフラ関係の事業計画

1. 海岸対策

①岩手、宮城、福島各県の 515 地区海岸（堤防・護岸延長約 300 km）のうち、373 地区海岸^{*1}（約 190 km^{*2}）で被災。青森、茨城、千葉各県の 468 地区海岸のうち、43 地区海岸で被災。

※1 警戒区域内（福島第一原子力発電所から半径 20 km 圏内）を除く。今後の調査により、地区海岸数が増加する見込み。

※2 航空写真による概略調査によるものであり、今後の詳細調査で延長が変わる可能性がある。

②このうち、地域生活・産業・物流・農業の復旧・復興に不可欠な施設が背後にある海岸（約 50 km）について応急対策を実施し、本年 9 月末までに概ね完了。

③新計画堤防高については、本年 8 月から、県等が関係市町村に堤防高さの案を提示し、調整を開始。9 月 9 日に宮城県、10 月 8 日に福島県、9 月 26 日及び 10 月 20 日に岩手県が公表済み。

④年内を目途に、市町村が策定している復興計画や各港で策定している産業・物流復興プラン、他事業との調整等を行った上で、堤防設計等の施工準備が終了した海岸から工程を明らかにし、順次、本復旧に着手予定。

⑤本復旧については、国施工区間（代行区間を含む）のうち、仙台空港や下水処理場等の地域の復旧・復興に不可欠な施設が背後にある区間において、概ね平成 24 年度末を目途に完了することを

目標とし、残る区間においても、隣接する箇所等から順次復旧を進め、概ね 5 年での完了を目指す。県・市町村施工区間についても、重要施設が背後にある区間等から順次復旧し、全ての区間について概ね 5 年での完了を目指す。また、復旧に期間を要する湾口防波堤については、まちづくりや産業活動に極力支障が生じないよう、計画的に復旧を進め概ね 5 年での完了を目指す。

⑥被災市町村の復興計画策定に際しては、最大クラスの津波（レベル 2）も考慮し、必要に応じ、津波浸水シミュレーション等を活用した支援を実施。

⑦成果目標 平成 23 年度

著しく背後の安全度が低下している区間等から優先し、

・全ての地区海岸（416 地区海岸）において、復旧する施設の概要計画策定^{*1}を目指す。

・約 3 割の地区海岸（131 地区海岸／416 地区海岸）において、本復旧の工事着工^{*2}を目指す。

※1 概要計画策定とは、災害査定のための概略設計の完了をもっていう。

※2 工事着工とは、復旧工事の工事契約をもっていう。

※堤防高さについては、中央防災会議専門調査会等で示された基本的考え方に基づき、「海岸における津波対策検討委員会」（学識者、三県等）の意見等を踏まえ、統一的な設定基準を策定（国土交通省、農林水産省）。

・過去の津波の痕跡高さの記録の整理

・発生の可能性が高い地震等の津波のシミュレーションを行ったうえで、数十年～百数十年に一度程度の頻度で発生している津波を対象に湾ごとに設定。

2. 河川対策

①国管理区間の堤防で被災した北上川水系等 9 水系 2,115 箇所については、本年 7 月までに 1 箇所※を除き応急対策が完了。なお、そのうち 9 水系 1,726 箇所については、被災前と同程度の安全水準まで本復旧を完了。

県管理区間では、112 水系 379 河川 1,023 箇所での災害復旧事業を予定。なお、そのうち施設の被災及び背後地の状況に応じて緊急度の高い 133 箇所については応急対策を完了。

②国管理区間では、本復旧が終わっていない残りの 8 水系 389 箇所全てについて、本年 10 月を目途に、堤防設計等の施工準備が終了した箇所から、本復旧に順次着手し、平成 24 年出水期（6 月頃～）までに、被災前と同程度の安全水準（沈下・液状化対策を含む）まで本復旧を完了予定。

統 計

- ②被災した下水処理場 120 箇所のうち、津波による被害を受けなかった内陸部の処理場等の 95 箇所は本年 6 月までに通常処理まで復旧済みであるが、太平洋沿岸部にある東北 3 県の処理場 16 箇所は稼働停止中、福島第一原子力発電所から半径 20 km 圏内にある 9 箇所は被災状況不明。
- ③稼働停止中の下水処理場 16 箇所のうち、汚水が発生していて処理の必要がある 14 箇所全てにおいて応急的な処理を既に開始している。壊滅的な被害を受けたために汚水発生が無い 2 箇所については、復興計画の中で検討していく。
- ④上記 14 箇所について、平成 23 年度末までに 4 箇所、平成 24 年度末までには、大規模な処理場 1 箇所を除き、全箇所において通常処理を開始。大規模な処理場 1 箇所では、平成 23 年度中に中級処理を開始するとともに、復興計画と整合を図りつつ、早期に通常処理を開始することを目標とする。
- ⑤成果目標 平成 23 年度
平成 23 年度末までに、14 箇所のうち 6 箇所で中級処理以上の処理を開始（うち 4 箇所は通常処理）

4. 交通網

(1) 道路

- ①高速道路については、4 月 28 日までに福島第一原子力発電所警戒区域（常磐自動車道広野 IC ～常磐富岡 IC）を除き、一般車両通行可能。支援物資等の輸送及び繁忙期における交通に支障を及ぼすことのないよう配慮しつつ平成 24 年 12 月までに本復旧を完了予定。
- ②直轄国道については、4 月 10 日までに概ね復旧し、7 月 10 日までに広域迂回解消済み。平成 23 年度末までに、大規模な切土・盛土法面崩落区間含め、構造物補修、路面復旧等本復旧を完了予定。なお、国道 45 号の橋梁等大規模な被災箇所については、地域の復興計画を踏まえて復旧する。
- ③自治体管理道路については、実施可能な箇所から本復旧を順次実施する。
- ④復興道路、復興支援道路の整備のうち、三陸沿岸道路及び太平洋沿岸と東北道を繋ぐ横断軸の未事業化区間については、基本的な流れとして、7 月にルートの具体化に向けた作業に着手し、8 月末にルート及び IC を確定。9 月に事業評価等の手続きを行い、第三次補正予算において事業に着手。平成 23 年度以降、測量、設計、用地買収に着手し、順次工事へと移行。
- ⑤津波防災地域づくりに係る道路整備については、各地方公共団体において年度内を目途に策定される復興計画を踏まえつつ、順次、計画に位置付けられた道路整備を推進する。

(2) 鉄道

I. 旅客鉄道

- ・震災直後、76 路線が被害を受け、運休となったが、これまでに 67 路線が既に運転を再開（このうち、仙台空港鉄道につい

ては、平成 23 年 10 月 1 日に全線で運転を再開。）。

- ・残る 9 路線については、以下のとおり復旧を図る方針。

①現行ルートでの復旧を図るもの（三陸鉄道、JR 八戸線）

- ・三陸鉄道については、現在、不通となっている区間について、復旧工事を行っており、平成 26 年 4 月頃に、北リアス線及び南リアス線全線が運転再開の見込み。
- ・JR 八戸線については、平成 24 年 4 月初に、全線で運転再開の見込み。

②現行ルートの変更も含めたまちづくりと一体となった復旧を図るもの（沿岸部の JR 東日本の被災 6 路線）

- ・まちづくりと一体となった復旧が必要と考えられる JR 東日本の被災 6 路線（山田線、大船渡線、気仙沼線、石巻線、仙石線及び常磐線）については、沿線地方公共団体が、市街地の移転と合わせて、鉄道ルートの変更等も含めた復興整備計画等を策定した後、これに基づき、鉄道の復旧方針を決定。

このうち仙石線及び常磐線については、沿線の地方公共団体、JR 東日本、東北地方整備局及び東北運輸局からなる復興調整会議において移設ルート案の提案があったところであり、今後、本案をたたき台として検討を実施。

また、石巻線については、^{まんごくうら わたのは}万石浦・渡波地区の冠水対策を行った上で、^{うらしまく}浦宿まで運転を再開することについて復興調整会議において合意。

II. 貨物鉄道（臨海鉄道等）

- ・震災直後、貨物列車専用の路線については、7 鉄道事業者の路線が被害を受け、運休となったが、これまでに八戸臨海鉄道、岩手開発鉄道、鹿島臨海鉄道及び神奈川臨海鉄道の全線が既に運転を再開。
- ・残る 3 鉄道事業者（仙台臨海鉄道、福島臨海鉄道の一部区間及び JR 貨物（石巻港線））の路線については、平成 25 年 3 月までに全線で復旧工事終了の見込み（※）。

（※）運転再開時期は沿線の荷主企業の復旧状況、出荷設備の整備状況により決定。

(3) 空港

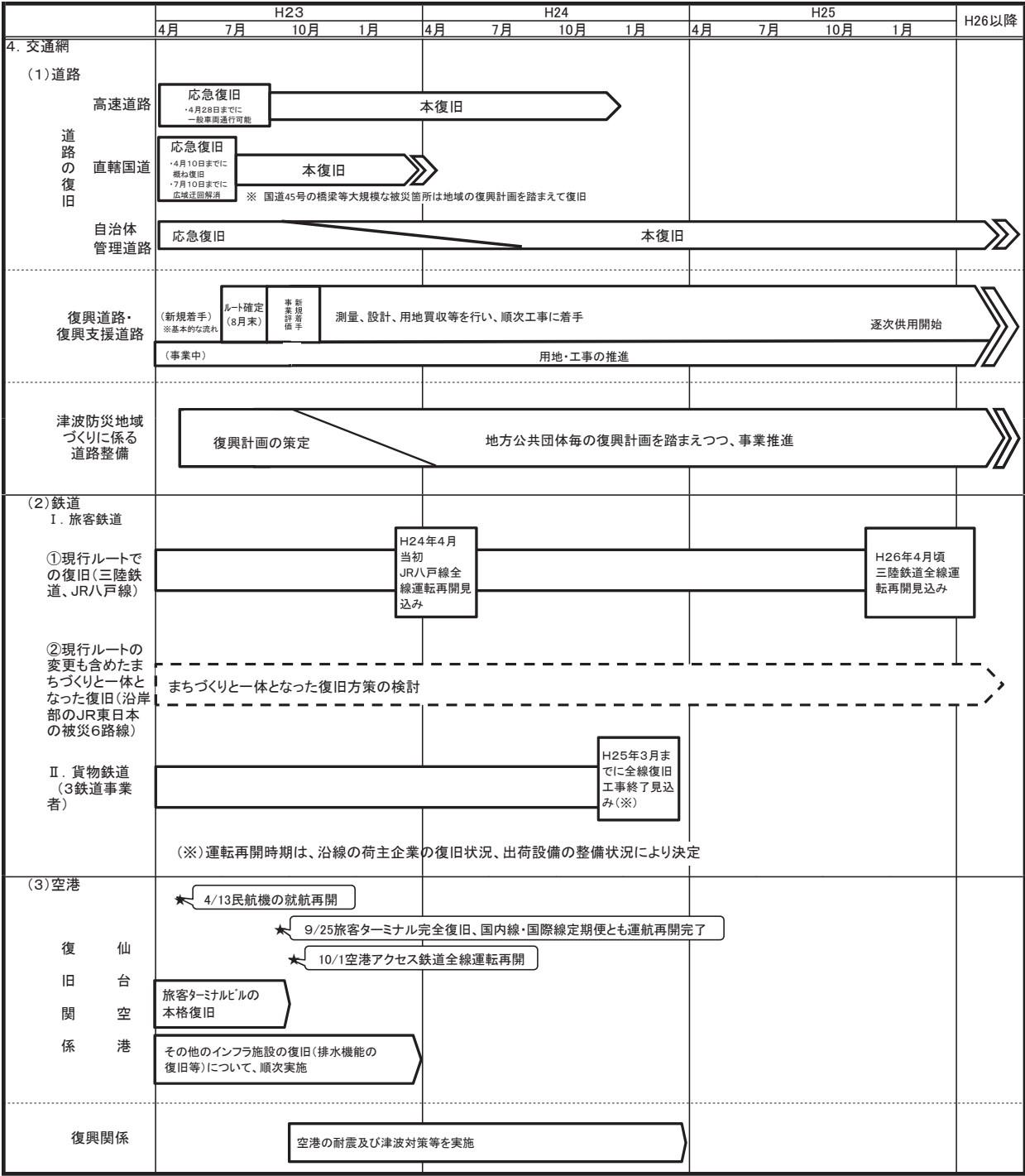
【復旧関係】

- ・本年 9 月 25 日に、仙台空港の旅客ターミナルビルの本格復旧が完了するとともに、10 月 1 日には空港アクセス鉄道についても全線で運転が再開し、空港機能は概ね復旧が完了した。
- ・仙台空港においては、今般の震災により発生した地盤沈下によって損なわれた排水機能の復旧など、その他のインフラ施設については、引き続き、順次復旧を実施。

【復興関係】

- ・空港施設の耐震化を実施するとともに、津波による被害から早期復旧するための対策の検討等を行い、地震発生及び津波襲来による被災時に最低限必要な空港機能を確保する。

統 計



- (4) 港湾
- I. 応急復旧
- ①被災直後、青森県八戸港から茨城県鹿島港に至る全ての港湾機能が停止。
- ②そのため、航路啓開等を実施するとともに、基幹的輸送を担う施設(外内貿コンテナ、フェリー、RORO 船)や火力発電所用石炭の取扱施設等について、応急復旧を実施。
- ③11月24日現在で、八戸港～鹿島港の地方港湾を含む21港の公

- 共岸壁373バース(水深4.5m以深)のうち、253バースが、吃水制限や上載荷重制限があるものの利用可能。
- II. 本格復旧
- ①臨海部のみならず内陸部も合わせた被災地域の産業の空洞化を防ぎ、地域の復興を実現するため、産業・物流上、特に重要な港湾施設については、概ね2年以内を目処に全ての施設の本格復旧を完了する。【成果目標】

- ②復旧に期間を要する施設（防波堤）については、地元自治体、港湾利用者等と協議の上、まちづくりや産業活動に極力支障が生じないように、計画的に復旧を進める。
- ③このため、地元自治体、港湾利用者等と協議の上、8月18日までに被災各港湾において、特に重要な施設毎の「復旧工程表」を策定した。

その中で、特に、コンテナ等基幹的輸送を担う施設、製造業の操業再開に必要な施設等については、それらに支障がないように

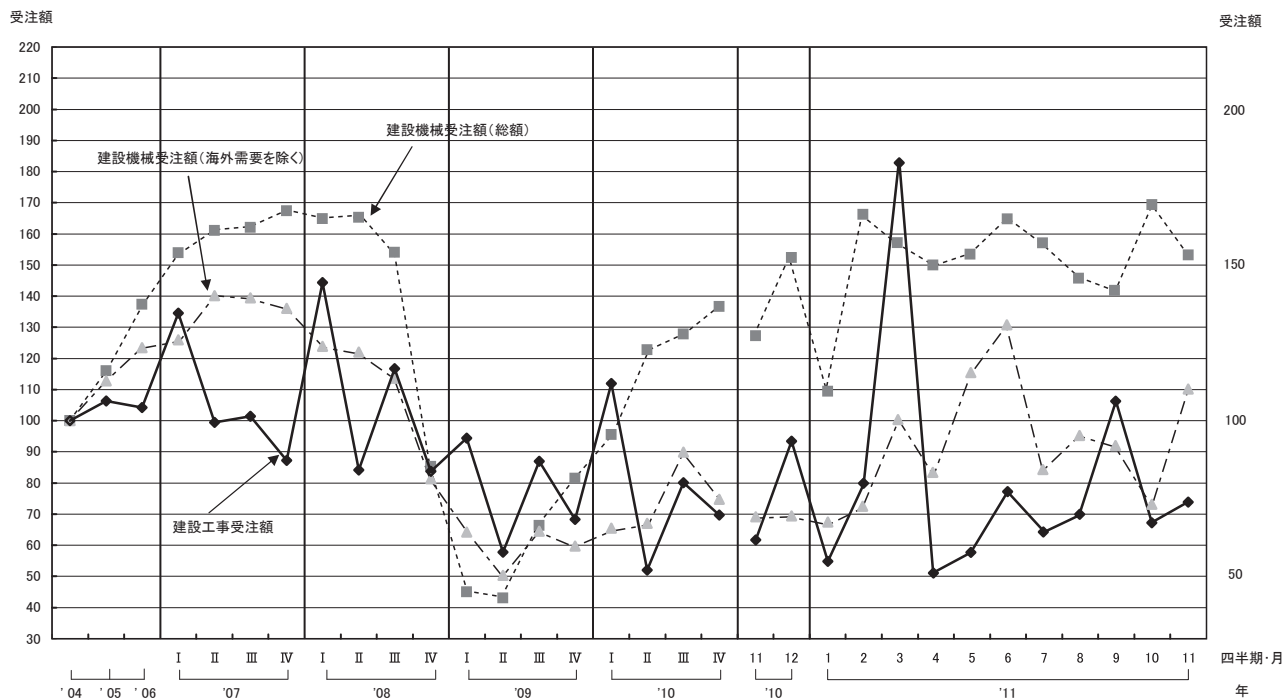
本格復旧を行うこととしている。

- ④ これまでも、5月から施設の優先度を踏まえつつ順次災害査定を実施し、本格復旧に着手しているところであるが、今後も、「復旧工程表」に基づき、着実な復旧を目指す。
- ⑤ なお、港湾施設の復旧の目処を明らかにすることは、港湾利用企業の復興にとって不可欠であることから、随時、「復旧工程表」の見直し・更新と工事進捗状況の公表を行う。

	H23				H24				H25				H26以降
	4月	7月	10月	1月	4月	7月	10月	1月	4月	7月	10月	1月	
(4)港湾													
八戸港	施工準備 (調査、設計) 八太郎地区コンテナターミナル等基幹的輸送を担う施設、製紙、製鉄、飼料等の産業復興に必要な施設への安全な船舶の出入港や安定的な港湾荷役の確保のために必要な防波堤や航路・泊地から順次本復旧 ※八太郎地区北防波堤(中央部)については、24年度内の概成を目指す												
久慈港	応急復旧 施工準備 (調査、設計) 造船、水産等の産業復興に必要な施設から順次本復旧												
宮古港	施工準備 (調査、設計) 木材加工、水産等の産業復興に必要な施設から順次本復旧												
釜石港	施工準備 (調査、設計等) 鉄鋼、飼料等の産業復興に必要な施設から順次本復旧				(湾口防波堤)まちづくりや産業活動の支障にならないように計画的に復旧				27年度末完了見込み				
大船渡港	施工準備 (調査、設計) セメント等の産業復興に必要な施設から順次本復旧				(湾口防波堤)まちづくりや産業活動の支障にならないように計画的に復旧				27年度末完了見込み				
石巻港	応急復旧 施工準備 (調査、設計) 製紙、飼料、木材加工等の産業復興に必要な施設から順次本復旧												
仙台塩釜港	応急復旧 施工準備 (調査、設計) 高砂国際コンテナターミナル等基幹的輸送を担う施設、完成自動車の輸出等産業復興に必要な施設から順次本復旧 ☆高砂国際コンテナターミナルは、23年11月中に北米航路の就航を可能とする												
相馬港	施工準備 (調査、設計) 基幹的輸送を担う内航コンテナ施設から順次本復旧				(沖防波堤)火力発電所への燃料の安定供給等の支障にならないように計画的に復旧				27年度末完了見込み				
小名浜港	応急復旧 施工準備 (調査、設計) 火力発電所への燃料の安定供給に必要な施設、化学工業・非鉄金属工業等の産業復興に必要な施設から順次本復旧												
茨城港 日立港区	応急復旧 施工準備 (調査、設計) 基幹的輸送を担う北海道との定期RORO輸送に必要な施設、完成自動車の輸出入等産業復興に必要な施設から順次本復旧												
茨城港 常陸那珂港区	応急復旧 施工準備 (調査、設計) 北ふ頭コンテナターミナル等基幹的輸送を担う施設から順次本復旧 ☆コンテナ等が利用する北ふ頭A岸壁は、23年度内に復旧を図る												
茨城港 大洗港区	応急復旧 施工準備 (調査、設計) 基幹的輸送を担う北海道とのフェリー輸送に必要な施設から順次本復旧 ☆フェリーが利用する第3ふ頭は、23年度内に復旧を図る												
鹿島港	応急復旧 施工準備 (調査、設計) 保留施設の本復旧 ※石油化学、鉄鋼、飼料、木材加工等の産業復興に必要な施設から順次本復旧 鹿島臨海工業地帯に原料を搬入する大型船舶の水深を確保するために航路・泊地を本復旧												

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 2004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 2004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							
2004 年	130,611	92,008	17,150	74,858	27,469	5,223	5,911	93,306	37,305	133,279	131,313
2005 年	138,966	94,850	19,156	75,694	30,657	5,310	8,149	95,370	43,596	136,152	136,567
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
2010 年 11 月	6,714	4,409	688	3,722	1,777	433	95	4,622	2,092	107,819	8,293
12 月	10,171	6,605	1,280	5,325	2,197	449	920	7,040	3,131	107,613	10,472
2011 年 1 月	5,980	4,069	677	3,392	1,242	386	283	4,297	1,683	107,012	6,917
2 月	8,729	5,799	1,224	4,574	2,059	448	424	5,983	2,747	107,291	8,513
3 月	20,085	14,615	2,042	12,573	3,938	570	961	14,998	5,086	114,047	13,188
4 月	5,544	3,850	929	2,921	909	360	426	3,756	1,788	111,759	7,239
5 月	6,232	4,133	1,028	3,105	1,068	319	712	4,041	2,191	111,213	6,754
6 月	8,280	6,194	1,251	4,943	1,471	356	259	5,958	2,322	111,336	10,102
7 月	6,933	5,174	1,303	3,871	1,124	363	273	5,052	1,882	111,681	6,563
8 月	7,585	5,247	1,484	3,764	1,600	338	399	5,300	2,285	111,469	7,730
9 月	11,468	7,561	1,669	5,892	3,420	433	54	7,059	4,409	111,797	11,948
10 月	7,290	4,424	1,079	3,345	2,204	440	222	4,427	2,864	113,424	6,867
11 月	8,124	5,202	1,179	4,023	1,587	431	904	5,811	2,313	—	—

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	04 年	05 年	06 年	07 年	08 年	09 年	10 年	10 年 11 月	12 月	11 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	12,712	14,749	17,465	20,478	18,099	7,492	15,342	1,348	1,613	1,159	1,756	1,660	1,590	1,638	1,744	1,662	1,542	1,502	1,802	1,634
海 外 需 要	8,084	9,530	11,756	14,209	12,996	4,727	11,904	1,081	1,345	899	1,475	1,274	1,269	1,191	1,238	1,333	1,173	1,145	1,517	1,208
海外需要を除く	4,628	5,219	5,709	6,268	5,103	2,765	3,438	267	268	260	281	386	321	447	506	329	369	357	285	426

(注) 2004～2006 年は年平均で、2007 年～2010 年は四半期ごとの平均値で図示した。

2010 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…

(2011年12月1日～31日)

■ 機 械 部 会

■機械整備技術委員会

月 日：12月7日(水)

出席者：森三朗委員長ほか9名

議 題：①「整備の基本」のVベルトの見直しとホームページへの掲載について ②ハイブリッド・電動(バッテリー含む)建機の整備の安全 WG ③福島原発事故に伴う放射線環境下における建設機械の対応についての意見交換 ④その他

■コンクリート機械技術委員会

月 日：12月8日(木)

出席者：大村高慶委員長ほか6名

議 題：①コンクリートプラント、コンクリートミキサの変遷資料の審議について ②コンクリート機械の事故事例について ③その他

■トンネル機械技術委員会 トンネル機械未来像分科会

月 日：12月8日(木)

出席者：浅野文宏分科会長ほか6名

議 題：①各委員作成のフォーマットの内容再確認 ②各テーマについてのイメージ図の内容について ③報告書の取り纏め方と作業スケジュールについて ④その他

■基礎工事用機械技術委員会

月 日：12月14日(水)

出席者：篠原慶二委員長ほか11名

議 題：①委員長の選任について ②平成23年度活動テーマについて ③現場見学会の候補現場について ④その他

■建築生産機械技術委員会 幹事会および高所作業車分科会

月 日：12月14日(水)

出席者：石倉武久委員長ほか5名

議 題：①平成23年度の活動計画について ②高所作業車分科会の活動について・JIS原案作成(ISO16368対応)検討について ③現場見学会の検討について ④その他

■路盤・舗装技術委員会 締固め機械変遷分科会

月 日：12月15日(木)

出席者：戸川裕文分科会長ほか11名

議 題：①「締固め機械の変遷」資料その5～7の編集取り纏め作業 ②資料

のCD化について ③その他(ホールドツーランの意見集約について)

■トラクタ技術委員会

月 日：12月16日(金)

出席者：阿部里視委員長ほか7名

議 題：①JIS A 8340安全規格の改訂について(最終案の確認等) ②ハイブリッドホイールローダについて商品化を睨んだJCMAS改訂の検討 ③各社のトビックス ④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20日(火)

出席者：鈴木康雅分科会長ほか9名

議 題：①発電機、泥水処理の作成提出資料の内容確認 ②各委員の資料追記、修正内容の確認 ③その他

■ 製 造 業 部 会

■作業燃費検討WG・ミニ油圧ショベルメーカー検討会議

月 日：12月20日(火)

出席者：田中利昌リーダーほか7名

議 題：①11/15の国土交通省への報告説明に対する国土交通省からの検討依頼事項の内容確認について ②国土交通省からの検討依頼に対する各社意見の確認について ③各社意見の集約と国土交通省への回答内容について

■ 建 設 業 部 会

■合同部会

月 日：12月5日(月)

出席者：川本伸司部会長ほか73名

議 題：①講演「放射線の基礎及び建設機械の汚染管理」について ②講演「放射線影響下における建設機械の意見交換会活動」について ③講演「震災により発生したガレキの現状と処理の方向性」について ④各講演に関する質疑応答・意見交換

■三役会

月 日：12月22日(木)

出席者：山崎忍幹事長ほか4名

議 題：①機電技術者意見交換会報告書について ②1/24実施の現場見学会について ③レンタル業部会・JAEA意見交換会について ④その他

■ レンタル業部会

■コンプライアンス分科会

月 日：12月6日(火)

出席者：高見俊光部会長ほか7名

議 題：①(社)全建リース業協会などとの

意見調整状況報告 ②合同部会について ③「建設機械等レンタル契約に関する手引き(ガイドライン)」改訂版について

■レンタル業部会

月 日：12月8日(木)

出席者：高見俊光部会長ほか12名

議 題：①「建設機械等レンタル契約の手引き(ガイドライン)」の改訂作業進捗状況について ②(社)全建リースとの意見調整等について ③放射線環境下で使用した建設機械の管理等について ④放射能汚染された表土の除去作業等について ⑤部会員各社の取組事項、部会員共通の問題・課題等 ⑥その他

■JAEA川妻氏とレンタル業部会等との意見交換会

月 日：12月26日(月)

出席者：高見俊光部会長ほか35名

議 題：①放射能汚染に関する基礎知識と、放射能汚染対策の一般的知識の講演及び意見交換 ②その他

■ 各 種 委 員 会 等

■機関誌編集委員会

月 日：12月7日(水)

出席者：田中康順委員長ほか21名

議 題：①平成24年3月号(第745号)の計画の審議・検討 ②平成24年4月号(第746号)の素案の審議・検討 ③平成24年5月号(第747号)の編集方針の審議・検討 ④平成23年12月～24年2月号(第742～744号)の進捗状況の報告・確認

■新機種調査分科会

月 日：12月21日(水)

出席者：江本平分科会長ほか6名

議 題：①新機種情報の検討・選定

■建設経済調査分科会

月 日：12月14日(水)

出席者：山名至孝分科会長ほか2名

議 題：①1月号原稿「建設機械市場の現状」の検討

…支部行事一覧…

■ 北海道支部

■北海道支部親睦会

月 日：12月2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 55 名

■ 東北支部

■施工部会

月 日：12月6日（火）
場 所：支部会議室
出席者：稲村昌弘ほか 17 名
内 容：平成 23 年度除雪講習会の反省事項

■企画部会（第 2 回運営委員会）

月 日：12月12日（月）
場 所：KKR ホテル仙台
出席者：鈴木基行支部長ほか支部会員 18 社（内委任状 6 社）
内 容：①平成 23 年度上半期事業報告について ②平成 23 年度上半期事業決算状況について ③新公益法人への対応について ④その他

■広報部会

月 日：12月16日（金）
場 所：支部会議室
参加者：菅野公正ほか 4 名
内 容：①支部たより 162 号編集計画について ②支部創立 60 周年記念誌の編集計画について ③ 60 周年記念誌の資料収集について ④その他

■ 北陸支部

■除雪機械展示会出展者会議

月 日：12月5日（月）
場 所：金沢労済会館
参加者：両角和嘉技師長ほか 12 名

■北陸建設技術報告会（参画行事）

月 日：12月7日（水）
場 所：朱鷺メッセ会議室
参加者：502 名
課題数：32 課題

■ゆきみらい 2012 in 金沢事務局会議

月 日：12月26日（月）
場 所：石川県庁会議室
参加者：三日月晋一事務局長
議 題：①ゆきみらい 2012 in 金沢事業内容について ②今後のスケジュールについて

■ 中部支部

■広報部会

月 日：12月2日（金）
会 場：支部事務局
出席者：高木理仁広報部会長ほか 5 名
議 題：「支部だより」編集について

■ 関西支部

■広報部会

月 日：12月1日（木）
場 所：関西支部会議室
出席者：御園聰広報部会長ほか 4 名
議 題：「JCMA 関西」第 100 号の発刊について

■建設用電気設備特別専門委員会(第382回)

月 日：12月14日（水）
場 所：中央電気倶楽部 会議室
議 題：①前回議事録確認 ② JEM-TR121 建設工事用電気設備機器点検保守のチェックリスト審議 ③ JEM-TR104 建設工事用受配電設備点検保守のチェックリスト審議 ④その他

■情報化施工技術セミナー

月 日：12月14日（水）福知山会場
12月16日（金）京都会場
場 所：福知山会場（京都府立中丹勤労者福祉会館）、京都会場（京都建設会館）
参加者：福知山会場 32 名、京都会場 49 名
内 容：①情報化施工の普及について ② TS を用いた出来形管理要領（案）及び監督・検査要領（案）について ③ TS による出来形管理の実施事例について ④情報化施工技術ビデオ上映 ⑤ TS による出来形管理用 3 次元データの作成及びデモについて

■情報化施工の普及促進(第3回)セミナー

月 日：12月21日（水）
場 所：近畿地方整備局 合同庁舎 1 号館 別館 2 階大会議室
参加者：140 名
内 容：①情報化施工の普及について ② MC/MG の機能及び基本設計データ作成について ③ MC（モーターグレーダ）技術の実施事例（3D）について ④ MC（ブルドーザ）技術の実施事例について ⑤ MG（バックホウ）技術の実施事例について ⑥ MC（モーターグレーダ）技術の実施事例（レーザースキャナ）について

■ 中国支部

■中国地方整備局と(株)日本建設機械化協会との懇談会

月 日：12月9日（金）
場 所：八丁堀シャンテ会議室
出席者：松浦弘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（入札契約に関する事項・工事中の課題・機械設備保守点検業務について・情報化施工について） ②その他の事項（技術者制度検討会報告の取扱いについて・建設機械の開発に関して・防災対策業務について・建設機械施工技士制度及び技術者の活用について）

■第 1 回情報化施工技術研究会

月 日：12月15日（木）
場 所：広島 YMCA 会議室
出席者：齋藤実施工技術部会長ほか 27 名
議 題：①設立趣旨説明 ②事例紹介 ③意見（情報）交換 ④今後の進め方について ⑤その他

■第 4 回特集号編集委員会

月 日：12月20日（火）
場 所：広島 YMCA 会議室
出席者：小石川武則広報部会長ほか 7 名
議 題：①特集号の構成（案）の確認・修正について ②作業分担・作業内容の確認等について ③その他懸案事項

■ 四国支部

■四国建設広報協議会 WG 会議に出席

月 日：12月12日（月）
場 所：高松サンポート合同庁舎
参加者：須田道夫事務局長
内 容：「平成 24 年度建設フェア」の開催計画について

■情報化施工現場見学会に参加

月 日：12月19日（月）
場 所：香川県三豊市（県道詫間琴平線）
参加者：当支部会員等 15 名
内 容：TS 出来形のための設計データ作成から現場実測と出来形管理

■ 九州支部

■建設行政講演会

月 日：12月20日（火）
参加者：江崎哲郎支部長ほか 96 名
演 題：①国土交通行政の現状について ②河川に関する最近の話題 ③道路行政に関する九州の最近の話題

■企画委員会

月 日：12月21日（水）

出席者：久保田正春整備部会長ほか5名

議題：①平成23施工技術検定試験結果
について ②第3四半期事業実施結果

について ③平成24施工技術検定試

験について ④災害協定登録希望調査

について ⑤その他

■官民意見交換会

月 日：12月28日（水）

出席者：国土交通省5名，協会会員社
17名議 題：点検整備業務の信頼性及び技術
向上について

■「建設の施工企画」投稿のご案内■

—社団法人日本建設機械化協会「建設の施工企画」編集委員会事務局—

会員の皆様のご支援を得て当協会機関誌「建設の施工企画」の編集委員会では新しい編集企画の検討を重ねております。その一環として本誌会員の皆様からの自由投稿を頂く事となり「投稿要領」を策定しましたので、ご案内をいたします。

当機関誌は2004年6月号から誌名を変更後、毎月特集号を編成しています。建設ロボット、建設IT、各工種（シールド・トンネル・ダム・橋等）の機械施工、安全対策、災害・復旧、環境対策、レンタル業、リニューアル・リユース、海外建設機械施工、などを計画しております。こうした企画を通じて建設産業と建設施工・建設機械を取り巻く時代の要請を誌面に反映させよ

うと考えています。

誌面構成は編集委員会で企画いたしますが、更に会員の皆様からの特集テーマをはじめ様々なテーマについて積極的な投稿により機関誌が施工技術・建設機械に関わる産学官の活気あるフォーラムとなることを期待しております。

(1) 投稿の資格と原稿の種類：

本協会の会員であることが原則ですが、本協会の活動に適した内容であれば委員会で検討いたします。投稿論文は「報文」と「読者の声」（ご自由な意見、感想など）の2種類があります。

投稿される場合はタイトルとアブストラ

クトを提出頂きます。編集委員会で査読し採択の結果をお知らせします。

(2) 詳 細：

投稿要領を作成してありますので必要の方は電子メール、電話でご連絡願います。また、JCMA ホームページにも掲載してあります。テーマ、原稿の書き方等、投稿に関わる不明な点はご遠慮なく下記迄お問い合わせ下さい。

社団法人日本建設機械化協会「建設の施工企画」編集委員会事務局

Tel：03(3433)1501, Fax：03(3432)0289,

e-mail：suzuki@jcmanet.or.jp

編集後記

もうすぐ東日本大震災発生から1年を迎えようとしています。普段ニュース等で被災地の現状を見聞しますが、まだ復興は始まったばかりであり、福島の一部においてははがれき処理すらできていないという現実にするにやむを得ない思いが募ります。

今年の冬は東京地方で乾燥注意報が35日連続で出され観測史上3番目の記録だと言います（ちなみに昨冬が2番目で38日連続）。そもそも乾燥注意報とは何の注意を促しているのか、もしかして乾燥肌に注意とと思っている人もいるかも知れませんが、「空気の乾燥により災害が発生するおそれがあると予想したときに発表する」とされており、特に火災に対する注意だそうです。しかもその湿度の基準値は地域で異なっています。たしかに南北に長い日本列島は、沖縄のように夏と冬の温度差が17～8℃程度の地域もあれば北海道内陸部のように60℃程度の地域もあることを考えれば、注意報、警報の基準に地域差があるのも納得できます。

さて、その南北に長い日本列島、インフラが整備され、人々の生活の利便性が確保されているのは疑いの

無い事実ではありますが、特に道路の重要性については震災直後の復旧に際し、再認識させられました。今月号の特集テーマである「道路」では、震災復旧・復興・あるいは予防といった観点から施工事例や新技術について幾つか執筆いただきました。巻頭言では、実際に被災地におられた東北工業大学の村井先生に執筆いただき、過去の記録と実体験を通じた提言はとても興味深いものでした。

また、今後開通予定の新東名の一部区間、首都高中央環状品川線等のトンネル工事概要、道路工事における情報化施工技術や新工法、さらに凍結抑制舗装に関する報文等、できるだけ幅広い内容を選定させていただいたつもりであります。

交流の広場においては、道路と密接な関係にある「タイヤ」の環境技術についてプリジストンの佐口様から執筆いただきました。道路特集に即した内容にいただき、大変参考になるものと感じました。

これらの報文が少しでも皆様の参考になれば幸いです。

最後になりましたが、ご多忙中にもかかわらず、快くご執筆を引き受けていただいた執筆者の方々へ心から厚く御礼を申し上げます。

（相田・岡本）

機関誌編集委員会

編集顧問

浅井 新一郎	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)

オブザーバー

山下 尚 国土交通省

編集委員

山田 淳	農林水産省
伊藤 健一	(独)鉄道・運輸機構
松本 久	(独)水資源機構
篠原 望	鹿島建設(株)
和田 一知	(株)KCM
安川 良博	(株)熊谷組
渥美 豊	コベルコ建機(株)
原 茂宏	コマツ
藤永友三郎	清水建設(株)
赤神 元英	日本国土開発(株)
山本 茂太	キャタピラー・ジャパン(株)
星野 春夫	(株)竹中工務店
齋藤 琢	東亜建設工業(株)
相田 尚	(株)NIPPO
田岡 秀邦	日本道路(株)
磯野 義男	日立建機(株)
岡本 直樹	山崎建設(株)
中村 優一	(株)奥村組
石倉 武久	住友建機(株)
江本 平	範多機械(株)
京免 継彦	佐藤工業(株)
野元 義一	五洋建設(株)
藤島 崇	施工技術総合研究所

3月号「除雪特集」予告

- ・位置情報を活用した除雪機械運用支援技術
- ・除雪機械の通年活用による道路維持管理
 - ロータリ除雪車を活用したアタッチメント式路面清掃装置
- ・道路除雪機械の変遷
 - 北海道開発局における除雪機械のあゆみ
- ・ハイパワーLEDを活用した新たな視線誘導対策
- ・東北新幹線（八戸・新青森間）の散水消雪設備
- ・消融雪施設の現状と自然エネルギーを活用した融雪技術の紹介
- ・システム搭載型高熱伝導率無散水融雪パネル
- ・地下熱利用のロードヒーティング技術と工事実績
- ・除染等業務に従事する労働者の放射線障害防止のための省令のガイドライン
- ・タイへの国際緊急援助隊専門家チーム座談会

No.744「建設の施工企画」 2012年2月号

〔定価〕1部840円（本体800円）

年間購読料9,000円

平成24年2月20日印刷

平成24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 社団法人日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

電話 (03) 3433-1501 ; Fax (03) 3432-0289 ; <http://www.jcmanet.or.jp/>

施工技術総合研究所	〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154	電話 (0545) 35-0212
北海道支	部〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8	電話 (011) 231-4428
東北支	部〒980-0802 仙台市青葉区二丁目16-1	電話 (022) 222-3915
北陸支	部〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1	電話 (025) 280-0128
中部支	部〒460-0008 名古屋市中区栄4-3-26	電話 (052) 241-2394
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2-8-26	電話 (092) 436-3322

本誌上への広告は(株)共栄通信社までお問い合わせ下さい。

本社 〒105-0004 東京都港区新橋3-15-8 (精工ビル5F) 電話 03-5472-1801 FAX 03-5472-1802 E-MAIL : info@kyoeitushin.co.jp

担当 本社編集部 宗像 敏