

建設の施工企画 11

2009 NOVEMBER No.717 JCMMA

パイルベント橋脚の耐震補強 (Kui Taishin - SSP 工法)



施工前



簡易仮締切



補強鋼板圧入



クリアランス洗浄



モルタル充填



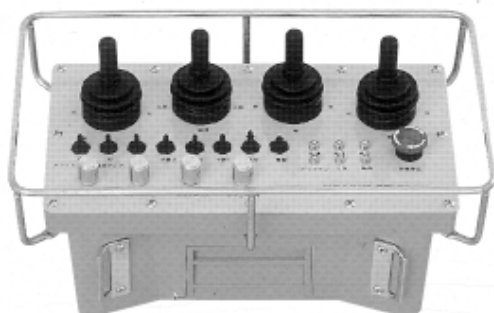
完成

道路 特集

建設機械用
無線操作装置

ダイワテレコン

あらゆる仕様に対応
指令機操作面はレイアウトフリー



ダイワテレコン 572 ※製作例 比例制御4本レバー仕様



受令機



ダイワテレコン 522

《新電波法技術基準適合品》

- スイッチ・ジョイスティック・その他、混在装備で最大操作数驚異の**96CH**。
- コンパクトな指令機に業界最大**36**個の押しボタンスイッチ装着可能。
- 受令機の出力はオープンコレクタ（標準）リレー・電圧（比例制御）又は**油圧バルブ**用出力仕様も可能。
- 充電は急速充電方式（ ΔV 検出+オーバータイム付き）
- その他、特注品もお受けいたします。お気軽にご相談ください。

DAIWA TELECON

大和機工株式会社

本社工場 〒474-0071 愛知県大府市梶田町 1-171
TEL 0562-47-2167（直通） FAX 0562-45-0005
ホームページ <http://www.daiwakiko.co.jp/>
e-mail mgclub@daiwakiko.co.jp
営業所 東京、大阪、他

ダム工事用コンクリート運搬テルハ（クライミング機能付）

重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

特長

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



吉永機械株式会社

〒130-0021 東京都墨田区緑4-4-3 TEL. 03-3634-5651

URL <http://www.yoshinaga.co.jp>

情報化施工研修会のご案内 ～ICT建設機械の实地研修～

ICTを活用した新しい施工技術である情報化施工は、施工品質の向上や熟練度に左右されない高い精度の施工などを実現する方法として、更なる普及が期待されています。平成20年7月、国土交通省が設置した『情報化施工推進会議』は、「情報化施工推進戦略」を提言しましたが、その中でも「人材育成」が非常に重要であることを指摘しています。

(社)日本建設機械化協会は、3次元データを利用した建設機械制御に関する実践的な教育により、情報化施工に対応できる技術者を育成することを目的として、「情報化施工研修会」を開催しております。

今回の研修会は下記日程で実施することとしておりますので、研修生の募集についてご案内申し上げます。

なお、当協会ホームページにおいてもご案内をしております。

記

1. 開催日程： 平成22年1月28日(木)～29日(金)
平成22年2月25日(木)～26日(金)
2. 場 所：(社)日本建設機械化協会施工技術総合研究所（静岡県富士市大淵3154）
『情報化施工・安全教育研修センター』
3. 主 催：社団法人 日本建設機械化協会
4. 対 象：建設現場管理者、建設機械オペレーター、その他マシンコントロールの体験あるいは習得を希望する方。
5. 研修会のコース

コース名	研 修 目 標	受 講 資 格	受 講 費 用
体験コース (開催期間 初日の1日) CPDS認定研 修(6unit) 定員:20名	○マシンコントロール(MC、MG)を用いた施工の概要(システム構成、運用)を把握する ○MC、MG用データを使用した 実機施工を試乗体験 する	①特になし (「車両系建設機械(整地・運搬・積み込み用及び掘削用)運転技能講習」修了者であれば、施工機械の運転体験が可能)	<u>20,000円/人</u>
実務コース (2日間) CPDS認定研 修(14unit) 定員:20名	○設計図面を読みMC、MG用 データ作成 をマスターする ○測量データを利用し データ作成、出来形管理の基本 を習得する ○ 実機を用いた実習 によりMC、MG施工の基本を習得する	①特になし (「車両系建設機械(整地・運搬・積み込み用及び掘削用)運転技能講習」修了者であれば、施工機械の運転体験が可能)	<u>88,000円/人</u> ○研修用パソコンの利用(一人1台) ○「 研修修了証 」を発行

- ・体験コースを既に受講した方が**実務コース**を再受講する場合、68,000円/人で受講できます。
- ・主に、1月の研修会では、ニコン・トリンブル社製のシステム、2月の研修会では、トプコン社製のシステムを使用して実施します。
- ・受講費用には、建機・機材のレンタル費、パソコンの利用、傷害保険、テキストなどの費用が含まれています。宿泊費、食事代は含みません。
- ・ヘルメット、安全チョッキは当方で準備します。なお、実習の際は安全靴の着用をお願いします。
- ・諸般の事情により内容を変更する場合があります。

Fax : 0545-35-3719 E-mail : ioho-kenshu@cmi.or.jp

TEL : 0545-35-0212 (担当 : 研究第三部 上石、総務部 引地)

No.

※お申込状況によっては、中止する場合があります。また、定員オーバーなどの場合、受付をお断りする場合もありますので、予めご了承願います。

情報化施工に関する入門書

情報化施工ガイドブック 2009

発刊のご案内

平成 21 年 11 月 社団法人 日本建設機械化協会
謹啓 時下益々ご清祥のこととお慶び申し上げます。

また、平素より、当協会の事業推進につきまして、ご理解・ご協力を賜り厚く御礼申し上げます。

さて、昨年 7 月 31 日に国土交通省におきまして「**情報化施工推進戦略**」がとりまとめられ、国土交通省の行う直轄事業の**道路土工、舗装工、河川土工**については、**2012 年までに情報化施工を標準的な施工・施工管理方法とすることが位置付け**されました。

当協会におきましても、「情報化施工推進戦略」の目標を達成するため、情報化施工に携わります人材の育成等に努めておりますが、より一層の普及に資するため、「**情報化施工ガイドブック 2009**」を発刊致しました。

つきましては、情報化施工に携わる発注者、建設業者、建設機械メーカー、レンタル業者等関係各位の皆様には是非ご利用いただきたくご案内申し上げます。

敬具

◆内容

第 1 章 情報化施工の動向

情報化施工技術の変遷、情報化施工技術の種類、情報化施工の特徴、情報化施工推進戦略等

第 2 章 マシンガイダンスシステム (MG)

マシンガイダンスシステムの概要、ショベル MG の実施手順、MG 用設計データの作成等

第 3 章 マシンコントロールシステム (MC)

マシンコントロールシステムの概要、MC の実施手順、MC 用設計データの作成等

第 4 章 締固め情報化施工

締固め情報化施工の概要、締固め情報化施工の実施手順、締固め情報化施工に必要な機器

第 5 章 TS (トータルステーション) 出来形管理

TS 出来形管理の概要、施工計画書、基準点の設置、基本設計データの作成、出来形計測等

第 6 章 用語解説

第 7 章 参考資料

情報化施工推進戦略

◆本の体裁

A 4 版 一部カラー 本編 62 ページ 参考資料 52 ページ

◆特徴

- ・国土交通省が定めた情報化施工に関する各種要領を踏まえた内容。
- ・図、写真、表を使い読みやすく理解しやすい構成。
- ・実用化されている主要な技術を中心に最新の情報化施工技術も含めて紹介。
- ・用語解説及び参考資料として情報化施工推進戦略を掲載。

◆定価 (税込み)

会員：2,100 円 (本体 2,000 円)、一般：2,310 円 (本体 2,200 円)

なお、送料 (400 円) は別途いただきます。

◆ 購 入 申 込 書 ◆

社団法人 日本建設機械化協会 発行

情報化施工ガイドブック 2009	部
-------------------------	----------

上記図書を申し込みます。

平成 年 月 日

団体名			
所属			
担当者氏名	印	TEL	
		FAX	
住所	〒		
送金方法	銀行振込・現金書留・その他（ ）		
必要書類	見積書（ ）通・請求書（ ）通・納品書（ ）通		
送料の取扱い	（ ）単価に送料を含む。（ ）単価と送料を2段書きにする。（該当に○） 【指定用紙がある場合は、申込書と共にご送付下さい。】		

◆お申込方法◆

下記お申込先のうち、関東・甲信・沖縄地区の方は本部へ、その他の地区の方は最寄りの支部へ FAXでお申込下さい。

◆お問合わせ及びお申込み先◆

本部	〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館	TEL(03)3433-1501 FAX(03)3432-0289
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北3条西2-8 さつげんビル	TEL(011)231-4428 FAX(011)231-6630
東北支部	〒980-0802 仙台市青葉区二日町1-6-1 二日町東急ビル	TEL(022)222-3915 FAX(022)222-3583
北陸支部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 興和ビル	TEL(025)280-0128 FAX(025)280-0134
中部支部	〒460-0008 名古屋市中区栄4-3-26 昭和ビル	TEL(052)241-2394 FAX(052)241-2478
関西支部	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4 谷町スリーリースビル	TEL(06)6941-8845 FAX(06)6941-1378
中国支部	〒730-0013 広島市中区八丁堀1-2-22 築地ビル	TEL(082)221-6841 FAX(082)221-6831
四国支部	〒760-0066 高松市福岡町3-1-1-22 建設クワイビル	TEL(087)821-8074 FAX(087)822-3798
九州支部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-8-26 第3白水駅東ビル	TEL(092)436-3322 FAX(092)436-3323

建設の施工企画

2009 年 11 月号 No. 717

目次

道路 特集

- 3 巻頭言 道路構造物のアセットマネジメント 小林 潔司
- 4 正面衝突事故対策としてのランブルストリップスの開発と整備効果
..... 平澤 匡介・葛西 聡・相田 尚
- 9 高速道路舗装の非破壊構造診断に関する研究 神谷 恵三
- 14 高速道路における小型施工機械を用いた締固め特性 横田 聖哉・中村 洋丈
- 20 関門トンネルリフレッシュ工事（天井板更新）..... 小林 康範・棟安 貴治
- 24 既設鋼床版の疲労耐久性向上を目的とした SFRC 舗装による上面増厚工法
..... 神田 信也
- 29 Kui Taishin-SSP 工法の概要および施工事例 —パイルベント橋脚の耐震補強—
..... 岩本 靖
- 34 TDR ショット工法の道路トンネル坑口部補強工事への適用
—硬化促進剤を用いた無機系特殊モルタルの湿式吹付け工法— 川端 康夫・中山 佳久
- 39 舗装工事における各種 ICT 機器を用いた施工と施工性能評価
..... 宇田川健治・古島 勝・菊地 重徳
- 44 2 層同時施工可能なアスファルトフィニッシャ新型機の開発
..... 関口 峰・平野 晃・藤枝 隆行
- 50 トンネルの補修・補強に関する技術開発動向
—LCC に基づく補修・補強技術の分類と未来型補修機械の方向性
..... (社)日本建設機械化協会 機械部会 トンネル機械技術委員会
- 55 除雪機械技術の動向 (社)日本建設機械化協会 機械部会 除雪機械技術委員会
- 61 交流の広場 街道ルネッサンス運動と全国街道交流会議 古賀 方子
- 64 ずいそう 日本最古のアスファルト舗装道路 齊藤 徹
- 65 ずいそう 居合との出会い 小松 修夫
- 66 建設機械化技術・建設技術審査証明報告
ワイヤロープ常時遠隔診断技術 (SEMSOR®)
- 68 部会報告 アスファルトフィニッシャの変遷 (その 5)
..... 機械部会 路盤・舗装機械技術委員会 舗装機械変遷分科会
- 73 新工法紹介 機関誌編集委員会 機関誌編集委員会
- 75 新機種紹介 機関誌編集委員会
- 78 統 計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移
- 79 行事一覧 (2009 年 9 月)
- 82 編集後記 (齊藤・圓尾)

◇表紙写真説明◇

Kui Taishin-SSP 工法の施工状況

写真提供: オリエンタル白石㈱

パイルベント橋脚の耐震補強工法である Kui Taishin-SSP 工法の
施工前から完成までの施工状況の写真である。

Kui Taishin-SSP 工法は、圧入鋼板巻立てによる耐震補強工法で
あり、既設構造物直下の厳しい制約条件下において、従来工法では
施工性・経済性が課題となっていた橋脚に対して、耐震補強を行う
ことができるようになった。また、国土交通省により「平成 21 年
度準推奨技術」として選定され、現在 51 件の採用実績がある。

2009 年 (平成 21 年) 11 月号 PR 目次

【ア】 朝日音響㈱ 表紙 3
【カ】 カヤバシステムマシナリー㈱ 後付 6

コベルコ建機㈱ 後付 2
コマツ 表紙 4
【ク】 大和機工㈱ 表紙 2

【マ】 マルマテクニカ㈱ 後付 5
三笠産業㈱ 後付 3
【ヤ】 吉永機械㈱ 表紙 2

【ラ】 ㈱流機エンジニアリング 後付 1

情報化施工研修会のご案内 — ICT 建設機械の实地研修 —

3次元データを利用した建設機械制御に関する実践的な教育により、情報化施工に対応できる技術者を育成することを目的として「情報化施工研修会」を開催しております。次回の研修生を次のとおり募集いたします。

1. 申込み方法

所定の申込書に記入の上、郵送、Fax

またはメールにて申込み。申込書は当協会ホームページより入手できます。

開催日1週間前をもって締切とします。

2. 開催日（以降、順次開催予定）

平成22年1月28日（木）～29日（金）

平成22年2月25日（木）～26日（金）

3. 受講費用

体験コース：20,000円/人

実務コース：88,000円/人 ※

（※研修用PCを利用、修了証を発行）

詳細問い合わせ先：

（社）日本建設機械化協会（担当：白鳥）

TEL：03-3433-1501

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

平成21年度版 建設機械等損料表 発売中 — 機械経費積算に必携 —

■国土交通省制定「建設機械等損料算定表」に基づいて編集

■損料積算例や損料表の構成等をわかりやすく解説

■機械経費・機械損料に関係する通達類を掲載

■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

発刊：平成21年5月14日

体裁：B5判 約720頁

価格：（送料別途）

一般 7,700円（本体7,334円）

会員 6,600円（本体6,286円）

詳細問い合わせ先：

（社）日本建設機械化協会 総務部

TEL：03-3433-1501

FAX：03-3432-0289

e-mail：info@jcmanet.or.jp

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

情報化施工ガイドブック2009 発刊のご案内

情報化施工推進戦略の策定を受け、入門書を発刊致しましたので、是非ご活用下さい。

■内容

1. 情報化施工の動向
2. マシンガイダンスシステム
3. マシンコントロールシステム
4. 締め固め情報化施工
5. TS出来形管理
6. 用語解説／7. 参考資料

■特徴

- ・国土交通省が定めた情報化施工に関する各種要領を踏まえた内容
- ・図、写真、表を使い読みやすく理解しやすい構成
- ・実用化されている主要な技術を中心に最新の情報化施工技術も含めて紹介
- ・用語解説及び参考資料として情報化施工推進戦略を掲載

体裁：A4版 本編62頁

参考資料52頁

価格：（送料別途）

一般 2,310円（本体2,200円）

会員 2,100円（本体2,000円）

詳細問い合わせ先：

（社）日本建設機械化協会 総務部

TEL：03-3433-1501

FAX：03-3432-0289

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

写真でたどる建設機械200年 購入のおすすめ

本書では建設機械が出現する以前の人力器械の時代から、1800年初頭の蒸気浚渫船や蒸気ショベルの発明に始まり、現在に至る200年間の建設機械の歴史を約350葉の写真と図でたどることができます。

■主な掲載内容（全15章）

1. 18世紀以前の人力による建設器械
2. 蒸気式建設機械の誕生
3. 蒸気トラクタや蒸気ショベルの発

達

4. クローラの発達史

5. ガソリンエンジン式建設機械の出現

6. ディーゼルエンジンへの移行

7. 第2次世界大戦前後の建設機械メーカーの状況

8. 戦後の建設機械の技術革新

9. 最近の建設機械の流れ

発刊：平成20年6月

体裁：A4判 128頁

価格：（送料別途）

一般：2,940円（本体2,800円）

会員：2,490円（本体2,372円）

詳細問い合わせ先：

（社）日本建設機械化協会 総務部

TEL：03-3433-1501

FAX：03-3432-0289

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

巻頭言

道路構造物のアセットマネジメント

小林 潔 司



わが国では、高度経済成長期以降、膨大な道路ストックが蓄積された。近い将来、それらの道路構造物が、リニューアルの時機を迎える。少子長寿社会の到来により、財源調達が困難となることが予想される中、道路構造物の長寿命化を可能な限り達成し、リニューアルを計画的に実現していくことの必要性が認識されている。このような問題意識を背景に、過去10年の間に、道路構造物の維持・更新技術、アセットマネジメント技術が著しく発展した。

道路構造物は、過酷な自然環境の下で長時間にわたり使用される。道路構造物の劣化過程には多大な不確実要因が含まれる。このため、道路構造物が置かれている環境により、劣化速度に多大な不確実性が含まれる。その要因として、初期施工時の条件や環境条件の多様性、観測不可能な施設固有の特性などが介在している。一般に、道路構造物の定期点検の目的は、1) 劣化が進行している施設を発見し、補修対策案を検討すること、2) 数多くの施設の状況を同時に点検し、平均的な劣化傾向を把握することにある。

第1の目的は明らかであろう。現実には、多くのアセットマネジメントにおいて、点検結果に基づいて、補修計画が策定されている。しかし、第2の目的に関しては、それほど理解されていないのが実情である。点検結果に基づいて把握した劣化状態は、対象とした道路構造物に固有な劣化特性を表現したものに過ぎない。対象とする道路構造物の劣化が同種の構造物より早い場合、その原因を探求し、長寿命化の方法を検討することが必要となる。維持管理業務の成果は、必ずしも時間とともに発展するとは限らない。維持補修技術のように、技術進歩の恩恵を享受することができる場合もある。しかし、点検技術者や施工技術者の能力や知識は、逆に後退する場合もあろう。技術が進展し、その効果が認められれば、広く導入することを検討すべきである。しかし、技術が後退する場合、その原因を追求し、新たな方策を検討することが必要となる。現状の維持管理技術を改善し、道路構造物の品質向上と土木技術の改善努力を続けることが、アセットマネジ

メントの本来の目的である。

第1世代のアセットマネジメントは、点検結果に基づいて、ライフサイクル費用評価を行い、予算計画を策定することが主たる目的であった。次世代のアセットマネジメントにおいては、点検結果に基づいて、道路構造物群の長期的な劣化パフォーマンスを評価し、アセットマネジメントシステムの継続的改善を追求することが主たる目的となる。事実、長い供用期間を有する道路構造物の管理にあたっては、個々の構造物の劣化の進展状態を継続的にモニタリングすることのほか、維持管理業務のパフォーマンスを継続的に診断することが必要となる。道路構造物の状態や維持管理技術を取り巻く環境は、刻々と変化しており、道路構造物の状態を長期間にわたって維持するためには、持続的モニタリングが必要である。

道路構造物や点検結果に関するデータベース、劣化予測技術、ライフサイクル費用評価、維持補修技術の発展にはめざましいものがある。アセットマネジメントの普及により、道路構造物のサービス水準を維持するために必要な予算額やマクロな補修戦略に関する情報を獲得できるようになってきた。しかし、現実に関測できるデータには、さまざまな観測誤差が含まれる。さらに、劣化過程には、多くの不確実要因が介在し、確定的に予測することは難しい。特に、個々の損傷に関する劣化予測に関しては、多くの研究課題が残されている。一方、ライフサイクル費用評価のために必要となるマクロなレベルでの劣化予測に関しては、実用的な水準にまで発展したと言ってもいいだろう。しかしながら、アセットマネジメント技術の発展に関わらず、その実践に関しては、いまだ発展途上にあると言わざるを得ない。今後、さらにアセットマネジメント技術の高度化を図ると同時に、財源制度、税制・会計制度等、アセットマネジメントを支える社会的仕組みを改変するとともに、国民がアセットマネジメントの重要性を理解するために不断の努力を積み重ねることが必要である。

——こばやし きよし 京都大学経営管理大学院 教授——

正面衝突事故対策としての ランブルストリップスの開発と整備効果

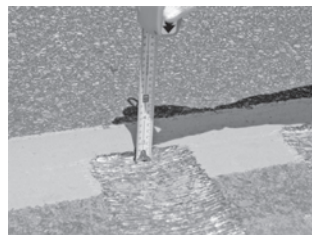
平 澤 匡 介・葛 西 聡・相 田 尚

北海道は、郊外部の国道で走行速度が高くなりやすく、大部分が非分離の2車線道路であるために、正面衝突による死亡事故が発生しやすい。従来の2車線道路における正面衝突事故の対策は、中央分離帯やセンターポール等の設置が挙げられるが、費用や冬期除雪作業の支障により、普及していない。本稿は、正面衝突事故の対策手法として、舗装路面を削り、凹型の溝を連続して配置するランブルストリップスを2車線道路のセンターライン上に設置し、事故削減効果等の整備効果について報告する。

キーワード：交通安全，事故対策，正面衝突，ランブルストリップス

1. はじめに

北海道は、広域分散型社会を形成し、郊外部の国道は走行速度が高くなりやすく、一度交通事故が起きると死亡事故に至りやすい。郊外部の国道は、大部分が非分離の2車線道路であるために、正面衝突による死亡事故が多い。北海道の正面衝突による死亡事故の割合は全国に比べ約2倍で、全死亡事故の約2割を占める。2車線道路の正面衝突事故対策は、中央分離帯、センターポール、チャッターバーなどが考えられるが、中央分離帯は高コストのため設置は限定的である。また、センターポールやチャッターバーは、除雪作業の支障となるので、広く普及していない。本稿は、これらの課題を解消する新たな正面衝突事故対策手法として、2車線道路のセンターライン上にランブルストリップスを設置する手法を開発し（写真—1）、設置前後の正面衝突事故発生状況と事故削減効果や費用対効果等の整備効果について報告するものである。



写真—1 ランブルストリップス（左：R230，右：R275）

2. ランブルストリップスについて

ランブルストリップスとは、舗装路面に隆起状また

は溝状の凹凸パターンを直線的に配置したものである。目的は、その上を通過する車両に対し音や振動を発生させ、ドライバーに車線を逸脱したことを警告することであり、うっかり・ぼんやりや居眠りによる交通事故に有効な対策手法である。ランブルストリップスは、1955年に米国ニュージャージー州で“singing shoulders”として初めて設置され、この時はコンクリート舗装に型枠を使って形成されたものであった。本格的に普及したのは、1980年代後半に、切削型と呼ばれる既設のアスファルト舗装に対して溝を削る施工方法が開発されたからである。

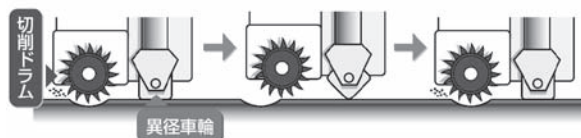
1990年代から、高速道路の路外逸脱事故対策手法として普及したランブルストリップスであるが、米国の設置基準や規格（溝の大きさや深さ）は州毎に異なっており、どの規格が最適なのかは、明らかになっていなかった。また、米国的高速道路の路肩幅員は5m以上あることと自転車への影響を考慮されていないので、日本の一般国道における2車線道路のセンターライン上に設置することを念頭に置いた場合、米国のランブルストリップスの規格は、溝が深く、大きいことが懸念された。

3. 施工方法の開発

日本へのランブルストリップス導入を検討した平成13年当時は、我が国において切削型の施工事例はなく、施工機械を開発することから着手した。（独）土木研究所寒地土木研究所は、平成13年度から室蘭工業大学、平成15年度から（株）NIPPOと共同研究を行い、施工方法の確立、日本の道路事情に適した規格の開発

を行った。

切削溝を連続的に設置するためには、様々な方法が考えられたが、施工性、経済性の観点から検討を重ねた結果、既存の切削機の案内輪を異径車輪に改造し、異径車輪の回転による異径差を利用し切削ドラムを連続的に上下動させる方式が最適と判断された（図—1）。そのために施工機械は、既存の小型路面切削機の案内輪を異径車輪に改造し、進行時に回転して生じる上下動を利用する機構とした（写真—2）。



図—1 異径車輪による連続切削概念図



写真—2 施工機械

ランブルストリップスは、平成14年に一般国道5号で初めて設置された時の施工速度は、約3m/分であった。延長720mの施工は1日で終了し、十分な施工速度と出来形であった。平成15年以降、ランブルストリップスの普及に伴い、排水性舗装やコンクリート舗装にも設置要望があり、施工方法の検討を行った。

排水性舗装では、切削廃材をブラシ式清掃車で清掃すると、細かい切削屑が舗装表面に入り込み、排水性を損なうため、一般的な汚泥吸排車を採用した。また、高速道路などで比較的長い距離を連続して施工する場合は、専用の切削廃材吸引システムを採用した。このシステムは切削機を追いかけながら廃材の吸引作業を行うため、大型のルーツブロワを搭載している（写真—3）。これらの清掃方法により、排水性への影響は



写真—3 汚泥吸排車（左）と専用廃材吸引車（右）による清掃状況

少なくなった。ただし、ランブルストリップスは、道路全体の面積に対して極小面積であることから、道路全体に及ぼす影響は極めて小さいと考えられる。

コンクリート舗装への施工は、切削ビットをコンクリート版専用のものに交換して行うが、アスファルト舗装に比べると施工能力は若干落ちる。また、切削する際に粉塵が発生するため、施工場所に応じ対策を講じなければならない。写真—4は、切削機のドラム後方に粉塵吸引ダクトを繋ぎ、2t車に積載した集塵機により粉塵を吸引しながら施工している状況である。



写真—4 施工時の粉塵吸引状況（左）と深さ12mmのランブルストリップス（右）

センターライン上にランブルストリップスを施工した後、区画線を溶着施工する場合、一定の隙間から流れ込むスクリード式では、溝内に塗料が必要以上に流れ込み、ランブルストリップスの機能を低減させてしまうので、スプレー式（回転体・噴射）で施工しなければならない（写真—5）。



写真—5 溝が埋まった事例（左）とスプレー式の施工状況（右）

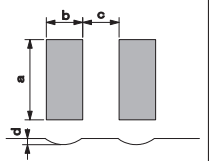
4. 試験道路における騒音・振動の測定

ランブルストリップスの音と振動の警告効果は、その溝が大きく、深いほど高くなる。しかし、バイクや自転車の操縦性に対する影響は、溝が小さく、浅いほど低くなる。実道における最適な規格は、この相反する条件を満足させることが求められる。そこで、苫小牧寒地試験道路において、表—1に示す切削横幅が350mm、深さが9mm、12mm、15mmの3種類の規格のランブルストリップスの試験施工を行った。

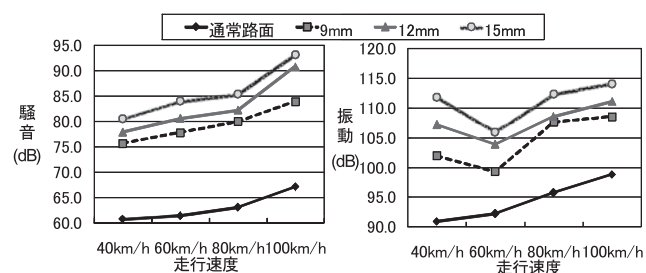
ランブルストリップスによる音と振動の効果を騒音計と振動計により測定した。測定方法は、乗用車（ワゴンタイプ1,800cc、タイヤサイズ185R14）で各ラ

表一 苦小牧寒地試験道路に試験施工した規格

	[単位: mm]		
	パターン1	パターン2	パターン3
切削幅: a	350	350	350
切削幅: b	127	147	163
フラット幅: c	175	155	139
深さ: d	9	12	15



ンブルストリップス上を走行させ、車内に設置した計測器で測定した。騒音計は、助手席のヘッドレストに集音マイク、振動計は、ハンドル軸上にピックアップを固定した。車内騒音の測定は、ランブルストリップス上を各走行速度（40 km/h, 60 km/h, 80 km/h, 100 km/h）で、3回走行して測定し、それぞれの最大値を平均して各走行速度の測定値とした。また車内振動の測定は、記録した時の上位10個の値を平均して1回走行した時の測定値とし、3回測定の平均値を測定値とした（図一2）。ランブルストリップスによる車内騒音の大きさは、いずれの深さでも、通常の舗装路面上を走行した時に比べ、15 dB 以上大きな値を記録した。また溝が深いほど車内騒音が大きくなる傾向を示した。Chen¹⁾は、走行中の一般ドライバーに対する警告効果として発生する騒音レベルは、車内環境騒音よりも最低4 dB 以上大きくなければならないと報告しているので、十分な警告効果があると推察される。車内振動は、いずれの深さでも通常路面の値よりも7 dB 以上大きな値を記録した。

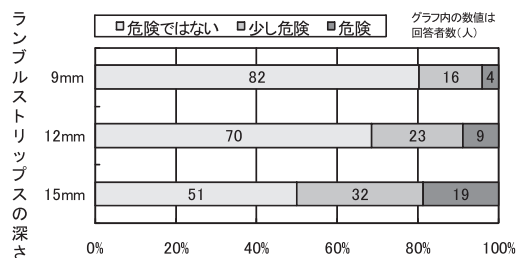


図一2 車内騒音データ測定結果

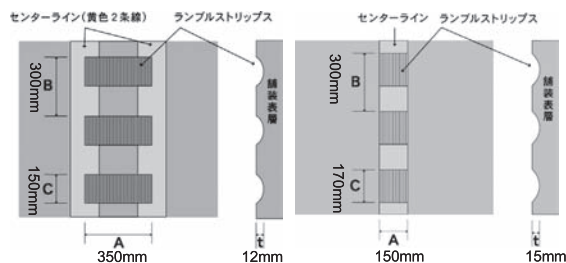
5. 試験道路における走行実験

ランブルストリップスを実道に設置する適正な規格を決めるために、平成13年11月に苦小牧寒地試験道路において62名の一般道路利用者による走行実験を行った。実験車として乗用車、バイク、原付、自転車を使用した。走行実験は、被験者の走行状況のビデオ観測とアンケート調査を実施した。ビデオ観測では、初めてランブルストリップス上を走行する時にブレーキを掛ける人も見られたが、特に危険な状況は観測されなかった。図一3は、走行後に行った危険性に関

するアンケート結果である。ランブルストリップスの印象は、9 mm, 12 mm, 15 mm の順に従って「危険」と回答した人の割合が多くなっている。ビデオで走行状況を観測した結果、深さ15 mmでも急ブレーキや急ハンドル、転倒と言った危険な状況は見られなかったが、騒音、振動の測定結果とアンケートの結果を検討し、自転車やバイクに対し、危険性が少なく、音や振動の警告効果もある程度高いことが期待される深さ12 mmの規格を実道の追越禁止黄色2条線のセンターライン上へ施工する規格として採用した。平成15年度には、追禁黄色1条線に設置する規格を決めるため、同様の走行実験を苦小牧寒地試験道路で実施し、追禁黄色1条線では路面を切削した後に区画線を施工するので、溝が浅くなってしまうこととアンケートの結果を考慮して、深さ15 mmの規格を実道へ施工する規格として採用した（図一4）。



図一3 危険性に関するアンケート集計結果



図一4 追禁黄色2条線用(左)と1条線用(右)の詳細図

6. ランブルストリップスの整備効果

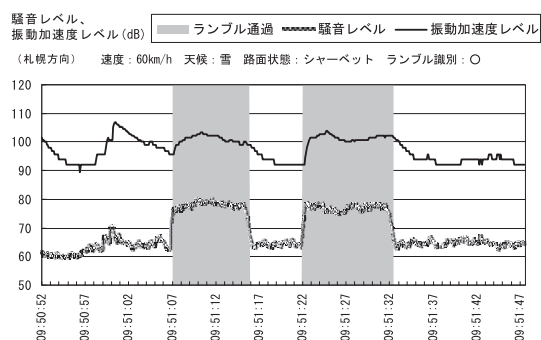
ランブルストリップスは、平成14年7月22日に一般国道5号の八雲町で初めて施工された（写真一6）。施工単価は1 m 当たり約1,500 円となり、これはセンターポールの1/2 以下、チャッターバーの1/3 以下で



写真一6 一般国道5号八雲町におけるランブルストリップスの施工状況

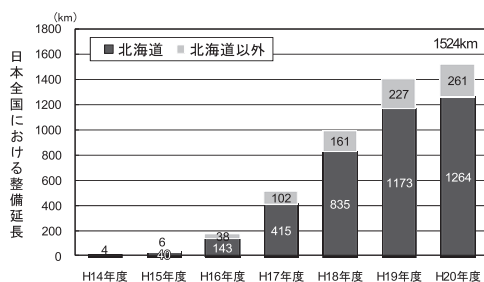
安価な対策と言える。

ランブルストリップスは、多少の積雪でも音と振動による効果を体感することができた。冬期路面状態で、センターラインが全く見えない状況であるにもかかわらず、車内騒音と車内振動を測定した結果、ランブルストリップス上では車内騒音が15 dB程度大きくなり、車内振動も7 dB程度大きくなり（図—5）、センターラインが見えない状況でも、車線を逸脱したことをドライバーに警告する効果が有効に機能していることが明らかになった。



図—5 冬期路面条件下の車内騒音と車内振動の測定結果

平成14年度に初めて設置されたランブルストリップスは、道路管理者の評価が良好であり、国土交通省北海道開発局では、平成15年度から正面衝突事故対策として積極的に採用された。懸念されていた騒音等の苦情もなく、北海道内の国道におけるランブルストリップスの施工延長は、平成21年3月末で、46路線、総延長832 kmに達し、平成18年以降道道や高速道路にも整備され、北海道内の総延長は1,264 kmとなった。北海道以外でも、東北・北陸地方を中心に整備され、日本全国では約1,524 kmに達し、急速に普及している（図—6）。



図—6 ランブルストリップス整備延長の推移

表—2は、平成14～17年における北海道の国道センターライン上にランブルストリップスを設置した152箇所、延べ延長338 kmにおける各箇所の施工前2年間と施工後2年間の正面衝突事故件数、死傷者数を集計したものである。

正面衝突事故件数は、150件から75件に減少し、減

表—2 設置前後における正面衝突事故発生状況

一般国道152箇所、延べ延長338 km

正面衝突	施工前2年間	施工後2年間	減少数	減少率
事故件数	150	75	－75	50
死者数	46	16	－30	65
重傷者数	84	43	－41	49
軽傷者数	231	136	－95	41
冬型事故件数	56	29	－27	48

※冬型事故とは、積雪、凍結、吹雪等の冬期現象が事故発生要因となったものをいう。

少率は50%であった。同様に死者数は46人から16人に減少し、減少率は65%、重傷者数は84人から43人に減少し、減少率は49%、軽傷者数は231人から136人に減少し、減少率は41%となり、死者数の減少に最も寄与した結果となった。ランブルストリップスは、冬期スリップ事故を防ぐ効果はないが、積雪路面でもある程度音と振動の効果が持続することが明らかであり、冬型事故件数でも56件から29件に減少し、減少率は48%となり、正面衝突事故における冬型事故も減少した。

表—3は、平成14～17年にランブルストリップスを設置した152箇所、延べ延長338 kmにおける正面衝突事故発生による損失額と費用対効果を示す。人的損失額は、「交通事故減少便益の原単位の算出方法」（国土交通省）から、死亡：245,674千円／人、重傷（後遺障害）：9,259千円、軽傷（傷害）：1,378千円、事故1件の渋滞損失額は898千円を使用した²⁾。ランブルストリップス設置区間における施工前2年間の正面衝突事故発生による損失額は、12,531,778千円と算出され、施工後2年間では、4,583,679千円と算出された。従って、152箇所、施工総延長338,424 mのランブルストリップス設置便益は、1年間当たり3,974,050千円となった。ランブルストリップスの耐久性を10年

表—3 平成14～17年度に整備箇所における費用対効果

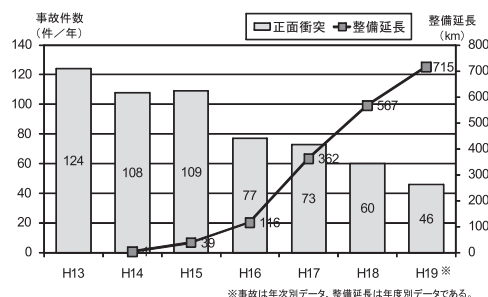
施工前（2年当たり）		施工後（2年当たり）	
人的損失額（千円）	渋滞損失額（千円）	人的損失額（千円）	渋滞損失額（千円）
12,397,078	134,700	4,516,329	67,350

	交通事故減少 ^{※1} 便益（千円）	施工費用（千円）	費用対効果
1年目	3,974,050	507,636	7.8
2年目	3,821,202		15.4
⋮	⋮	⋮	⋮
10年目	2,792,115		66.0
計	33,522,429	507,636	66.0

※¹ 社会的割引率：4%

と仮定し、社会的割引率：4%を使用して、事故減少効果の便益は10年間で33,522,429千円と計算される。施工費は、施工単価1,500円/mから507,636千円なので、費用対効果は66.0と非常に高い値となった。

平成19年度迄に北海道の一般国道のセンターラインにランブルストリップスが整備された区間（総延長679km）における正面衝突事故件数の推移を集計した結果、平成13年の124件から平成19年の46件まで、整備に伴い、着実に正面衝突事故が減少した（図－7）。



図－7 平成19年度迄にランブルストリップスが整備された区間における正面衝突事故件数の推移

7. おわりに

ランブルストリップスは、従来の正面衝突事故対策に比べ、安価で、設置、施工、維持管理上の制約が少ない工法である。特にバイクに対する安全性は、センターポールやチャッターバーに比べ、格段にすぐれている。また、連続して長い区間に施工できるので、結果的に事故削減効果にも優れ、費用対効果も高くなる。冬期間の除雪作業の支障とならないことに加え、路面標示を覆うような圧雪路面でも音と振動の効果が保たれることが確認された。

これらのことから、ランブルストリップスは、積雪の有無にかかわらず、正面衝突事故対策として高い有効性が期待できる。特に北海道のような積雪寒冷地域においては、分離帯、センターポール、チャッターバーのように冬期間の除雪作業における道路管理上の支障物とならないので、積雪寒冷地域の正面衝突事故対策としてはきわめて有用であると考えられる。また2車線道路における正面衝突による重大事故が発生した場合でも、コストや沿道環境の制約から、従来手法では積極的な対策がとれない場合が多かったが、ランブルストリップスが有効な対策として期待される。

土木研究所では、ランブルストリップスの普及に向けて、道路管理者の現場担当者向けにホームページ (<http://www2.ceri.go.jp/rumble/>) の開設、技術紹介ビデオの作成・配布、国土交通省の新技术情報提供システム (NETIS) への登録を実施した。

ホームページでは、概要、施工方法、効果、Q&A等から構成され、道路管理者の他に、一般道路利用者に対応した内容である。また、ランブルストリップスの整備推進のため、基本的な考え方、具体的な規格や施工方法、設置の際の留意事項をガイドラインとして取りまとめ、平成18年に「ランブルストリップス整備ガイドライン(案)」を発刊した。本ガイドライン(案)は、死亡事故に至りやすい正面衝突事故を防止するために、ランブルストリップス設置の目的、適用箇所、施工方法、管理への理解を高め、ランブルストリップスが適切かつ効果的に設置、運用されることが期待され、ホームページ (<http://www2.ceri.go.jp/rumble/>) からダウンロードにより入手可能である。

新技术活用システム (NETIS) においては、平成21年度に全国で初めてランブルストリップスが「推奨技術」に認定され、現時点では唯一の推奨技術である。推奨技術は、国土交通省の各地方整備局等が実施した事後評価の結果が良い技術の中から、専門家等を交えた有識者会議において、公共工事等に関する技術の水準を一層高める画期的な技術として選定するものであり、国土交通省が認定した最も評価の高い新技术である。

土木研究所としても、これを契機として、ランブルストリップスのさらなる普及に努め、より一層の交通事故及び交通事故死者数削減に寄与できることを期待したい。

JICMA

《参考文献》

- 1) Chen, C. S. et al, Optimal Continuous Shoulder Rumble Strips and the Effects on Highway Safety and Economy, ITE Journal, May 2003
- 2) 国土交通省道路局、交通事故減少便益の原単位の算出方法、平成20年11月

【筆者紹介】



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



葛西 聡 (かさい さとし)
(独)土木研究所寒地土木研究所
寒地交通チーム
上席研究員



相田 尚 (あいた ひさし)
(株)NIPPO 研究開発本部技術開発部
技術開発グループ
機電開発担当課長

高速道路舗装の非破壊構造診断に関する研究

神 谷 恵 三

高速道路舗装の補修設計の開発に向けて、コア採取を要さない効率的な損傷評価方法に関する研究を実施している。本文は装置の概要と共に研究成果の一部を紹介するものである。FWD データと現場コアを分析した結果、たわみ差 (D0-D90) をアスファルト層厚さで除した指標により、舗装内の剥離有無を識別できる可能性を確認した。今後は本指標の精度向上を図ると共に、長期的なライフサイクルコスト管理の視野から、戦略的なモニタリングも実施して行く所存である。

キーワード：repair design, asphalt pavement, damage, evaluation of structure, resilient modulus

1. はじめに

高速道路において、常に安全で快適な舗装の路面と共に耐久的な構造を提供して行くことは、極めて重要なテーマである。写真—1 に示す高機能（排水性）舗装は東日本高速道路(株)、中日本高速道路(株)、西日本高速道路(株)（以下「NEXCO」という）が管理する路面の標準工種となっており、お客様からも好評を得ている。しかし、路面下の基層上面に雨水が長い時間滞留することになるので、基層以下のアスファルト混合物が剥離するといった内部的な損傷が一部の箇所を確認されている（写真—2 参照）。

この問題処理を困難にしているのは、表面から目視で損傷を予兆することができないということである。このような内部損傷は、補修の際に費用と時間の両方が増大することとなるので、効率的かつ精度の高い構造の診断方法が求められる。また、供用年数が長い路線も増えてきているので、高機能舗装に限らず密粒度



写真—2 内部損傷の例（ボンピング）

舗装を採用している区間においても同様な舗装構造の診断方法が求められる。

舗装の構造調査に際しては、問題の箇所からコアを採取することや、開削をするという部分的な破壊手法が採られてきた。これらの破壊方式は数量を増やせないという問題のほか、客観的な指標が存在しないために、経験的判断に頼らざるを得ないという評価方法に問題を広げている。

このような背景から、高速道路舗装の構造的な診断を的確に行える方法として、FWD（Falling Weight Deflectometer）を使用した非破壊による構造の診断方法の開発に取り組んできた。この装置は弊社が保有するすべり測定車に搭載（写真—3）しており、NEXCO からの要請に応じて暫定的な構造診断のために役立てると共に、より精度の高い診断方法の開発を目指している。

以下には、装置の概要と共に研究成果の一部を紹介する。



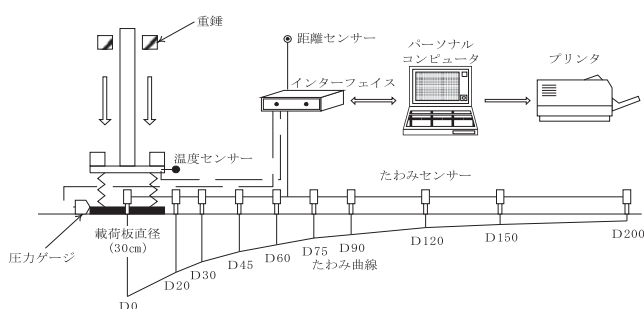
写真—1 雨天時の高機能舗装



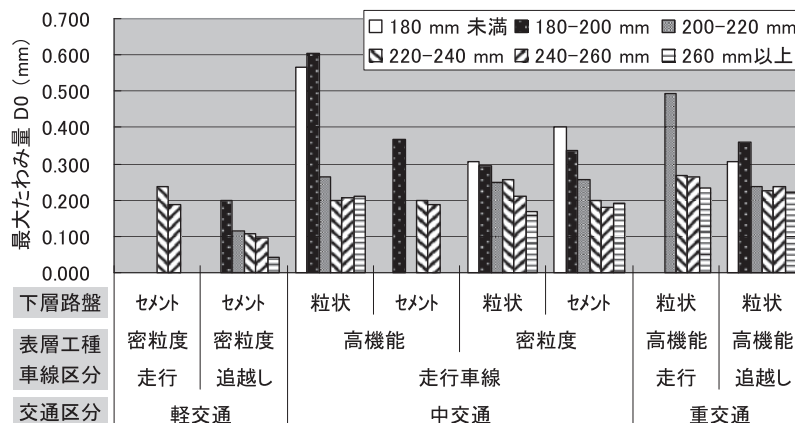
写真—3 高速道路における測定状況

2. FWD たわみ測定装置

FWD とは、Falling Weight Deflectometer の頭文字をとったもので、舗装路面に動的な衝撃荷重を与えることにより、瞬時に発生する路面のたわみ量を測定する装置である。たわみにより舗装構造を評価するという考え方は古くからあったが、荷重配備や調整が困難であるとの問題があった。FWD は載荷荷重を制御できるシステムを有すると共に、所定間隔のたわみセンサを搭載したビームを路面に自動的に設置できることから、試験調整には殆ど時間を要さない。



図—1 FWD の機構



図—2 構造分類別の最大たわみ量

図—1 は FWD の機構を示している。測定されたたわみデータは自動的にパソコン内に入力されるようになっている。仮に異常値が検出された場合には、エラー表示が出るようになっているので、任意の測定点ごとに再測定の是非を判断することができる。その後、たわみデータは荷重補正並びに温度補正を経て、構造解析に供することができるが、この作業は測定後の内業で対応可能であると判断される。

以上により、膨大な管理ストックを有する高速道路舗装の構造診断を行う上で、FWD は有効な非破壊管理手法を可能にする装置であると判断した¹⁾。

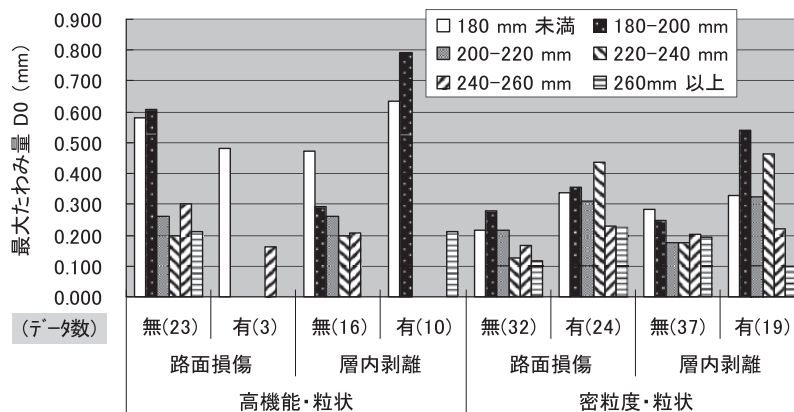
3. 舗装構造の実態調査

(1) 路面及び層内損傷の把握²⁾

舗装の損傷過程とたわみ量との関係を詳細に究明するためには、FWD 荷重載荷位置の直近から採取したコアの状態観察や強度試験等が必要である。

図—2 はサンプル数が多かった代表的な構造分類の最大たわみ量（以下「D0」という）を対比させたものである。ここでは、表層からアスファルト安定処理上層路盤までのアスファルト層厚さが構造評価では重要であることから、当該層厚を凡例に付した。アスファルト層厚が 200 mm 未満では、最大たわみ量が全体的に増大する傾向を示した。

図—3 は高性能舗装と密粒度舗装について、FWD 測定の際に実施した目視観察による路面損傷の有無、並びに採取したコアの剥離と最大たわみ量との関係を示したものである。層内剥離「有」とは、コアの何れかの層において剥離が確認された場合を指す。高性能舗装については、路面損傷「有」の数は「無」に比して希少である。また、層内損傷「有」については、舗装厚 200 mm 未満の D0 が突出して大きいことが分か



図—3 最大たわみ量と損傷の関係

る。これらは、高機能舗装の損傷過程を外観から把握することの困難さを示すものである。

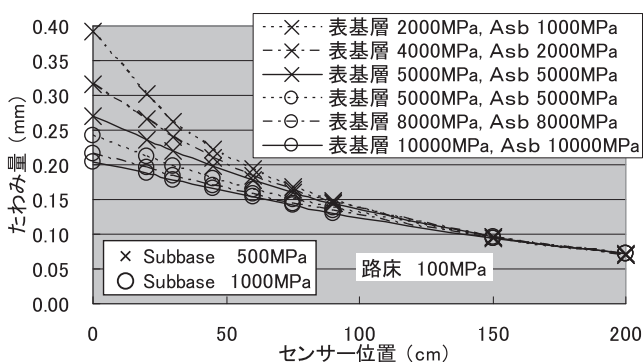
一方、密粒度舗装については厚さごとに比較すると、路面損傷並びに層内剥離共に、「無」よりも「有」のD0の方がそれぞれ大きくなる傾向を示している。また、路面損傷「有」よりも層内剥離「有」の方が概ね大きな値を示しているのは、路面に発生したひび割れから雨水が浸入し、混合物の剥離を誘発すること等によるものと思われる。

このように、層内の剥離状態を適正に評価することは極めて重要であることが再確認された。

(2) たわみ差の評価²⁾

高速道路舗装の構造評価に関するこれまでの研究によると、たわみ差D0-D20がアスファルト層の特性を示すとされている。この知見が高速道路においても当てはまるか否かを見るために、構造強度とたわみ差の関係を考察する。

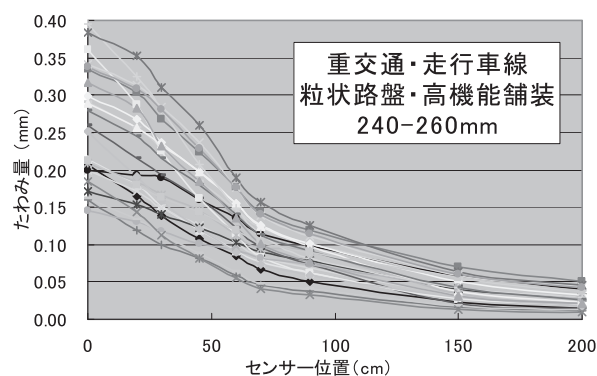
図—4はアスファルト層厚25cmの舗装構造について、表層から下層路盤までに適当な弾性係数を与え、FWD測定を仮定したGAMESによる順解析を実施した結果である。たわみ曲線は下層路盤の強度差により大きく区分される傾向にあること、またアスファルト



図—4 順解析で得られるたわみ曲線

層の強度差はセンサー位置90cmの辺りから顕著になる傾向にあることが分かる。

図—5は図—4を比較する目的で、アスファルト層厚が同等でかつ同一路線の高機能舗装区間のたわみ曲線を示したものである。図—4に比べると、曲線の分布幅は広いものの、センサー位置75cm～90cm辺りで変局点を確認される。センサー位置20cm付近については、図—7及び図—8において変局点は確認されない。



図—5 実路で得られたたわみ曲線

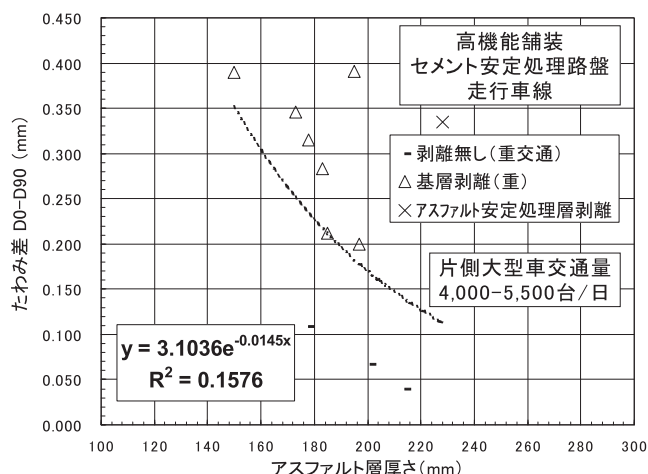
以上から、以降の構造評価ではたわみ差D0-D90を採用することとした。

(3) 損傷評価指標²⁾

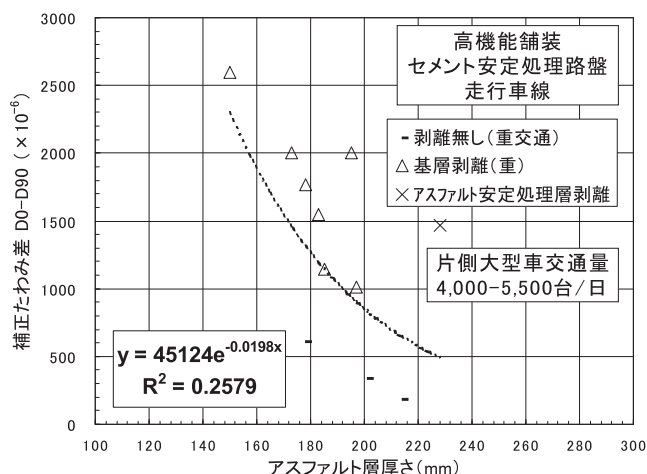
たわみ差が大きい場合、それが当該層厚さによるものか、または層内の損傷によるものかを識別することが重要であると考えられる。

図—6はセメント安定処理下層路盤を有する高機能舗装について、コア層さとたわみ差D0-D90との関係を示したものである。両者には右下がりの傾向が認められ、剥離無しの凡例が層厚に対して下方に位置することから、層内の剥離有無を区分できそうである。

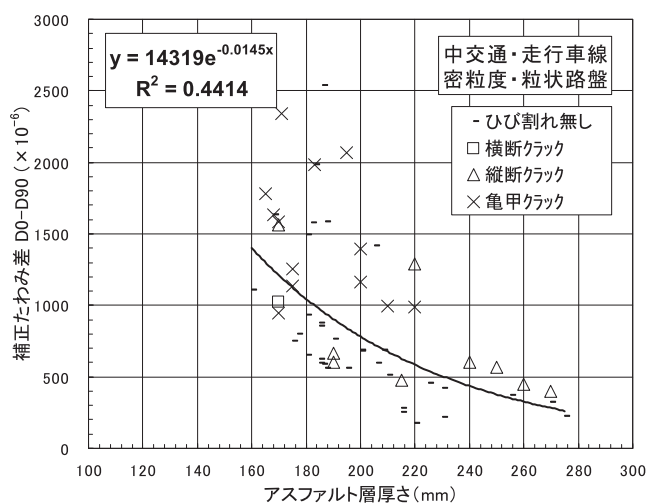
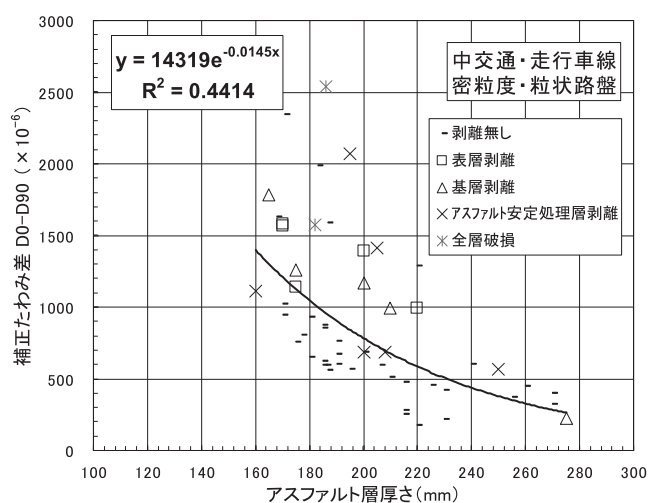
図—7は、たわみ差D0-D90をアスファルト層の厚



図一六 たわみ差とアスファルト層厚さの関係



図一七 補正たわみ差とアスファルト層厚さの関係



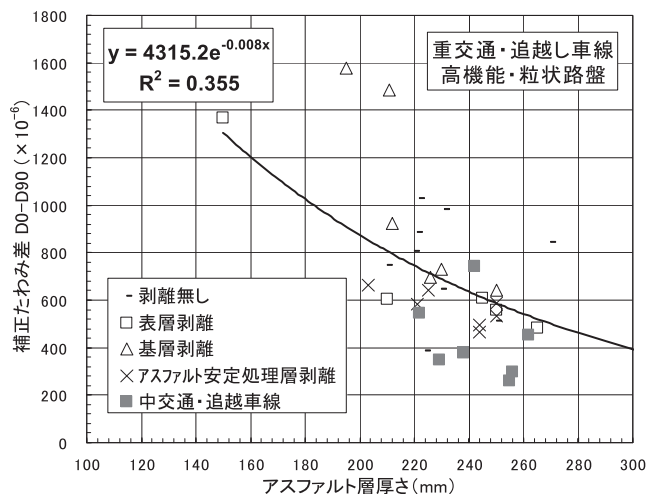
図一八 補正たわみ差と層内剥離及び路面損傷の関係（中交通・密粒度舗装）

さで除したものを縦軸に示したものである。この無次元の指標はアスファルト層の単位厚さ当りの構造強度に補正すると考え、ここでは補正たわみ差 D0-D90 と定義した。図一六と同様の傾向を示しているものの、層厚さとの相関は向上している。これは、層厚さの影響を縦軸に取り入れたことで、たわみ差の説明力を向上させたものと考え。層厚さの影響を的確に評価することは重要であるので、以降では当該指標を使用して、層内の剥離有無を区分できるか否かを考察する。

図一八は、粒状路盤を有する密粒度舗装につき、補正たわみ差 D0-D90 と層内剥離（左図）、及び表面損傷（右図）との関係を示したものである。両方の損傷の凡例は、層厚に対して共に上方に散布する傾向を示している。しかし、層内剥離の凡例の殆どが回帰曲線の上方に位置しているのに対して、路面損傷の数は下方に位置している。これは、図一三で述べたように、路面損傷「有」に比して層内剥離「有」の方が大きな最大たわみ量を与えることに符号するものである。こ

れより、図一八においては、補正たわみ差によって層内剥離を推定できる可能性がうかがえる。

図一九は、重交通下の高機能舗装について、補正たわみ差（D0-D90）と層内剥離の関係を示したもの



図一九 補正たわみ差と層内剥離の関係（重交通・高機能舗装）

である。ここでは、剥離無しが回帰曲線の上方に散布し、層内剥離の凡例が回帰曲線の下方面で散布しているので、層内の損傷有無を区分仕切れていない。当該調査現場では全体的に損傷が進んでいたもので、図中には中交通の追越し車線のデータを付した。このデータの殆どが回帰曲線の下方に位置したこと、また層内剥離が無かったことから、交通履歴の途中過程として推察される。この意味では、今後のモニタリングにより、補正たわみ差による説明が可能な供用条件を研究して行くこととしたい。

4. おわりに

高速道路本線における FWD の測定間隔は約 50 m を基本としており、所要時間は調査延長が 3 km の場合で約 2 時間程度である。

現在のところ NEXCO からの依頼により、現場で問題視される箇所を中心に FWD 測定を行っている。測定した結果は直ちに NEXCO の道路管理者に報告しており、補修計画の優先順位を行う際の資料として役立てられている。

今後はこのような損傷箇所の把握だけではなく、長期的なライフサイクルコスト管理の視野に立った戦略的な測定も実施して行く所存である。

最後に、舗装はお客様との接点であることから、常に効率的でお客様の視点に立った路面管理手法を目指して行く必要があると考えている。FWD は 1 つの非破壊手法であるが、測定時に車線規制を要するという意味ではさらなる改善が必要といえる。このような視点で、今後の路面管理手法を捉えて参りたい。

J C M A

《参考文献》

- 1) 神谷恵三：FWD による高速道路舗装の非破壊構造診断，基礎工，2006 年 8 月号
- 2) 神谷恵三，風戸崇之：高速道路舗装の損傷評価方法に関する研究，土木学会舗装工学論文集第 13 巻，pp. 171-178, 2008. 12

〔筆者紹介〕

神谷 恵三（かみや けいぞう）
 ㈱高速道路総合技術研究所
 道路研究部 舗装研究室
 担当部長



平成 21 年度版 建設機械等損料表

■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
- ・損料積算例や損料表の構成等をわかりやすく解説
- ・機械経費・機械損料に関係する通達類を掲載
- ・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 730 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 沖縄県以外 600 円
 沖縄県 450 円（但し県内に限る）
 （複数お申込みの場合の送料は別途考慮）

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>

高速道路における小型施工機械を用いた締固め特性

横 田 聖 哉・中 村 洋 丈

高速道路の盛土は、一般的な盛土の場合 200 kN 級の振動ローラで締め固めることが標準となっている。一方、橋台やボックスカルバートの裏込めと呼ばれる狭小部の締め固めには小型の締め固め機械を用いる。裏込め部は土工部と構造物の接点にあたるため段差や沈下が生じやすく、締め固めには注意を要するところである。しかしながら小型機械による締め固め特性は良く知られていないのが一般的である。そこで、筆者らは、静岡県内の新東名高速道路の建設現場において、幾つかの小型機械を用いて試験転圧を実施し、締め固め回数と乾燥密度の関係や 200 kN 級振動ローラに対する締め固め度との比較検証を行ったので報告する。

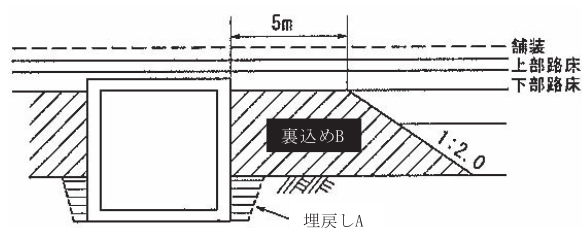
キーワード：高速道路，土工，裏込め，締め固め，小型施工

1. はじめに

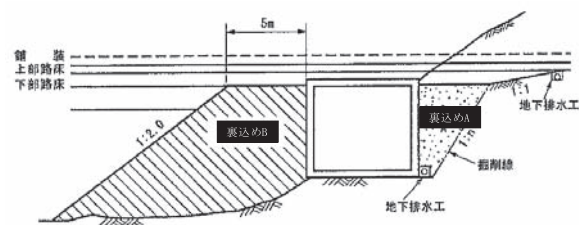
高速道路における構造物裏込め部とは、橋台やカルバートボックスなどのコンクリート構造物を構築した後、土工部との接点となるところである。高速道路のカルバートボックス裏込めの例を図-1に示す。このような箇所はまったく沈下のない構築物と沈下をある程度許容する土工部との接点となるため段差ができやすい特徴がある。そのため裏込めに用いる材料は、路体に比べてグレードを高くしており、より一層慎重な対策が必要と認識されているところである。

表-1に路体と裏込め部の材料規定を示す。表-2には構造物裏込めの締め固め度を示す。

ここでいう裏込め A とは、もともと現地盤であったところに開削してコンクリート構造物を構築し、その後埋め戻すところの部位をいう。また裏込め B とは A 以外のところの埋め戻し部位をよんでいる。現地盤であったところが強度も高いものと考えられるため、それに匹敵する理由により裏込め A のグレードが高い。



(a) ボックス上面が路床部にある場合



(b) 切盛境の場合

図-1 構造物の裏込め部例（カルバートボックス）

表-1 路体と裏込めの材料規定¹⁾

	裏込め A	裏込め B	下部路体
最大寸法	150 mm	300 mm	300 mm
修正 CBR	10 以上	5 以上	規定なし

表-2 路体と裏込めの締め固め規定¹⁾

	裏込め A	裏込め B	下部路体
締め固め度	$-75 \mu\text{m} < 20\% \quad D_c \geq 97\%$	$-75 \mu\text{m} < 20\% \quad D_c \geq 92\%$	$-75 \mu\text{m} < 20\% \quad D_c \geq 92\%$
	$20\% \leq -75 \mu\text{m} < 50\% \quad V_a \leq 13\%$	$20\% \leq -75 \mu\text{m} < 50\% \quad V_a \leq 13\%$	$20\% \leq -75 \mu\text{m} < 50\% \quad V_a \leq 13\%$
	$50\% \leq -75 \mu\text{m} \quad V_a \leq 8\%$	$50\% \leq -75 \mu\text{m} \quad V_a \leq 8\%$	$50\% \leq -75 \mu\text{m} \quad V_a \leq 8\%$
	※突固め試験：E 法	※突固め試験：E 法	※突固め試験：B 法
施工層厚	20 cm 以下	30 cm 以下	30 cm 以下

2. 高速道路における支障実態

表—3は過去に高速道路の裏込めに支障があった路線の例を示している。この路線では供用後しばらくして構造部物と土工部との境である裏込め部に段差が生じた。ここで用いられた盛土材を表—4に示す。盛土材には、泥岩などのように乾湿繰り返しによって風化するいわゆるスレーキング性材料が用いられていた。このため時間の経過とともに表—3に示すような支障が現れたものと考えられる。

表—3 高速道路の裏込めの支障例

損傷発生状況	
平成8年11月	供用開始(4IC・JCT間 約28km)
平成9年3月	路面沈下補修 3箇所
平成9年6月	路面沈下 24箇所発生
路面沈下対策工事	
対策工事実施箇所	55箇所(上り29箇所, 下り26箇所)
対策工事内容	44箇所(段差修正工) 11箇所(地盤改良工)

※その後の損傷箇所も含めた対策箇所数

表—4 裏込め部の使用材料

項目			地点①	地点②
土質分類記号			(GC)	(GC)
土粒子の密度	ρ_s	(g/cm^3)	2.65	2.65
含水比	W_n	(%)	15.9	16.9
最大粒径	$\Phi_{\max}$	(mm)	100	75
石分	75 mm 以上	(%)	11	0
礫分	2.0 ~ 75 mm	(%)	40	31
砂分	0.075 ~ 2.0 mm	(%)	23	29
細粒分	0.075 通過分	(%)	26	40
岩の破砕率	19 ~ 37.5 mm	(%)	52.3	51.8
スレーキング率	19 ~ 37.5 mm	(%)	98.8	92.4
	37.5 ~ 75 mm	(%)	99.6	100
最大乾燥密度 ^{※1}	$\rho_{d\max}$	(g/cm^3)	1.746	
最適含水比 ^{※1}	W_{opt}	(%)	17.6	

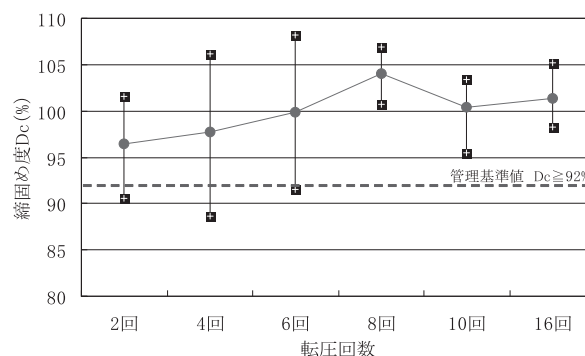
※1: JIS A 1210 の E 法による

3. 施工機械別の締固め特性の把握

(1) 大型振動ローラの締固め特性

通常の高速道路における締め固め機械である200 kN 級の振動ローラによる締固め特性について紹介する。図—2は転圧回数と締固め度の関係例を示す。図より転圧回数が増加するに従って密度が増加していることがわかる。通常の土工現場では乾燥密度がJIS A 1210「突固めによる土の締固め試験方法」によ

る基準値を分母として、現場で得られた乾燥密度の比について管理する場合が多い。JIS A 1210の方法にも標準プロクター（ここではB法（以下同じ））による場合と修正プロクターによる場合では締固めエネルギーが異なるため、どの方法が基準にするか明確にする必要がある。ここでは標準プロクターによるものとする。この図から示されるように30 cmの締め固め厚さでは基準転圧回数が増加するに従って乾燥密度も増大していることがわかる。このように200 kN 級の振動ローラによれば基準となる密度を超えることは比較的易しい。



図—2 大型振動ローラによる転圧試験例

(2) 小型転圧機種の締固め特性

前節で述べたように大型振動ローラは材料にもよるが比較的密度は得られやすい。しかしながら写真—1や写真—2に示すように構造物の背面は施工ヤードが限られているため、大きな機械による施工が不可能である。そこで比較的汎用的に用いられている締固め機械について、その締固め特性について実際の現場で比較試験を行った。

用いた転圧機種と質量および転圧幅の目安を表—5に、転圧機種を写真—3に示す。使用転圧機種は、重量が4 t程度の小型振動ローラ（以下、「4 t ローラ」という。）、重量300 kg程度の振動コンパクタ（以下、「コンパクタ」という。）、重量40 ~ 80 kg程度のラン



写真—1 構造物裏込め部の状況

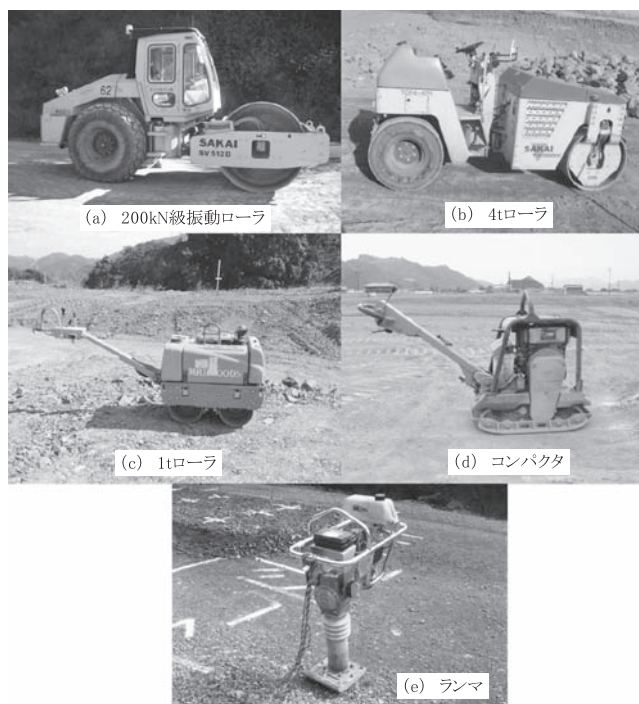


写真—2 小型施工機械による構造物裏込め

表—5 転圧機械の種類と規格

機種	機械重量 (t)	転圧幅 (m)
(a) 200 kN 級振動ローラ	10 ~ 12.5	2.0
(b) 4 t ローラ	2.5 ~ 3.7	1.2
(c) 1 t ローラ	0.5 ~ 0.8	0.6 ~ 0.7
(d) コンパクト	0.3 ~ 0.35	0.45 ~ 0.6
(e) ランマ	0.04 ~ 0.08	0.25 ~ 0.35

※表中の値は、概ねその範囲に含まれていることを示している。



写真—3 試験に用いた転圧機械

マ（以下、「ランマ」という。）、重量1t未満の小型振動ローラ（以下、「1tローラ」という。）の4種類に分類した。一般的な俗称では、4tローラはローラの自重をいい、1tローラは転圧力で表現している。またランマも自重で大きさを示す。比較のために高速道路盛土では一般的な締固め機械である200kN級振動ローラも記載した。

a) 試験施工その1

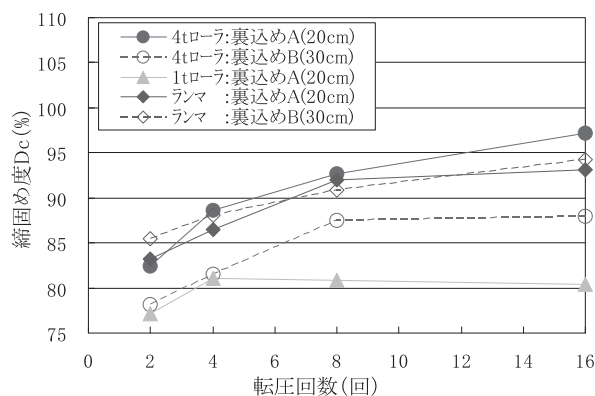
小型の締め固め試験施工その1に用いた材料の特性を表—6に示す。図—3は転圧回数16回までと締固め度について比較したものである。ここでは適用先が裏込め部なので高速道路では締固め度は修正プロクターの基準を用いることになっているのに注意が必要である。試験結果は、ランマと1tローラ、4tローラの機種による違いとまきだし厚さの違いをパラメータとしている。図からいずれも転圧回数が多くなるに従って締め固め度が増加していることがわかる。

表—6 転圧試験の材料物性値（試験その1）

項目			裏込め材 (GF-S)
土質分類記号			
含水比	W _n	(%)	1.0
石分	75 mm 以上	(%)	0.0
礫分	2.0 ~ 75 mm	(%)	72.0
砂分	0.075 ~ 2.0 mm	(%)	18.0
細粒分	0.075 通過分	(%)	10.0
岩の破碎率 ^{※1}		(%)	23.5
スレーキング率 ^{※2}		(%)	20.8
塑性指数	I _p		8.6
CBR	95%修正 CBR	(%)	14.3

※1：JHS111 による

※2：JHS110 による



図—3 小型施工機械の転圧試験（その1）

しかしながら、その増加傾向には違いがあり、1tローラではこの材料に限って言えば4回から密度の伸びが得られず、80%を少し超えた程度の密度しか得られていない。4tローラの30cmまきだしの場合でも90%の密度を得ることはできていない。なお、ランマでは転圧回数の定義が難しいが実施工を考慮し、通常の土工作業員がゆっくり歩く程度での軌跡を転圧回数とした。そのため同一箇所では他の機種よりも繰り返し転圧されていることになる。

まとめると、この試験施工から次のことがいえる。

- ① 4t ローラの施工厚 20 cm では締固め効果が得られたが、施工厚さ 30 cm では締め固め効果が低い。
- ② 1t ローラでは、施工厚さ 20 cm でも締め固めのエネルギーが小さいため、締め固め度が不足している。
- ③ ランマでは施工厚さ 20 cm, 30 cm でも締め固め効果が得られた。ランマの締固めは局所的な衝撃荷重であり他のものと異なるが、締め固め度を上げることには効果がありそうである。

b) 試験施工その 2

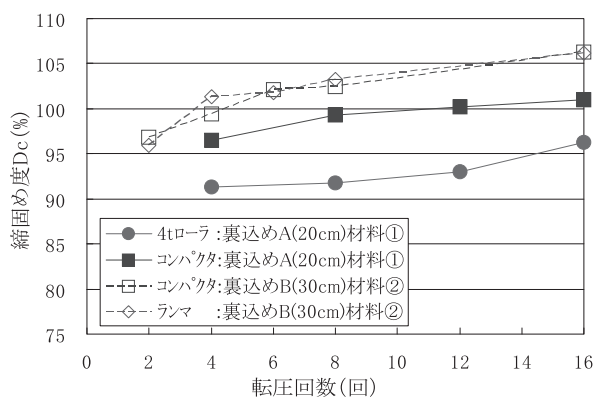
小型の締め固め試験施工その 2 に用いた材料の特性を表—7 に示す。その 1 と比較すると材料①は同様な材料であるが、②は含水比が高い材料である。図—4 は試験施工その 1 と同様に転圧回数 16 回までと締め固め度について比較したものである。ここの締め固め度のその 1 と同様修正プロクター (JIS A 1210 の E 法) を分母としている。材料②に対しコンパクタ及びランマともに大きな値を示している。コンパクタも局所的な衝撃荷重であり、施工速度に左右されるが丁寧な施工であれば十分な締め固め度を得られると思われる。材料①では、4t ローラはその 1 と同様な値を示してい

表—7 転圧試験の材料物性値 (試験その 2)

項目			材料①	材料②
土質分類記号			(GF-S)	(GF-S)
含水比	Wn	(%)	12.0	23.4
石分	75 mm 以上	(%)	0.0	0.0
礫分	2.0 ~ 75 mm	(%)	78.7	51.1
砂分	0.075 ~ 2.0 mm	(%)	11.7	39.0
細粒分	0.075 通過分	(%)	9.6	9.9
岩の破碎率 ^{*1}		(%)	47.7	20.8
スレーキング率 ^{*2}		(%)	47.7	11.7
塑性指数	I _p		38.5	NP
CBR	95%修正 CBR	(%)	16.0	39.5

※ 1: JHS111 による

※ 2: JHS110 による



図—4 小型施工機械の転圧試験 (その 2)

るが、コンパクタのほうにさらに大きな締め固め度を得られている。

この試験施工の結果から次のことがいえる。

- ① コンパクタと 4t ローラの締め固め効果を比較すると、コンパクタが優れていることがわかる。
- ② コンパクタとランマの締め固め効果は、ほぼ同等となった。

4. 200 kN 級締め固め機械と小型締め固め機械との比較

ここでは 200 kN 級の機械と小型機械のモデル施工を比較した。対象は 139 件である。対象としたモデル施工でした材料は、粗粒土の工学的分類体系における、大分類の礫質土 (G) に該当するものが延べ 126 材料、砂質土に該当するものが延べ 13 材料である。対象材料の代表的な物性値を表—8 に示す。

表—8 転圧試験の材料物性値 (200 kN 比較)

項目			物性値の範囲
土粒子の密度	ρ_s	(g/cm ³)	2.6 ~ 3.009
含水比	Wn	(%)	1.0 ~ 33.7
礫のかさ比重			1.16 ~ 2.77
礫の給水率		(%)	0.5 ~ 33.5
岩の破碎率 ^{*1}		(%)	0.4 ~ 72.6
スレーキング率 ^{*2}		(%)	0.2 ~ 100.0
最大乾燥密度 ^{*3}	ρ_{dmax}	(g/cm ³)	1.417 ~ 2.443
最適含水比 ^{*3}	Wopt	(%)	2.2 ~ 27.2

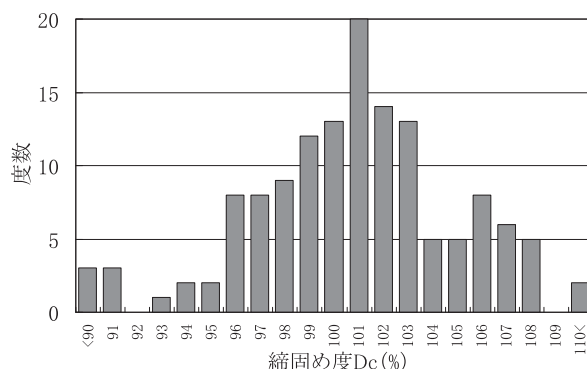
※ 1: JHS111 による

※ 2: JHS110 による

※ 3: JIS A 1210 の E 法による

(1) E 法の最大乾燥密度と 200 kN 級振動ローラ

200 kN 級振動ローラの転圧試験の最大値の密度比 (Dc) のヒストグラムを図—5 に示す。なお、密度比は E 法 (修正プロクター (以下同じ)) による最大乾

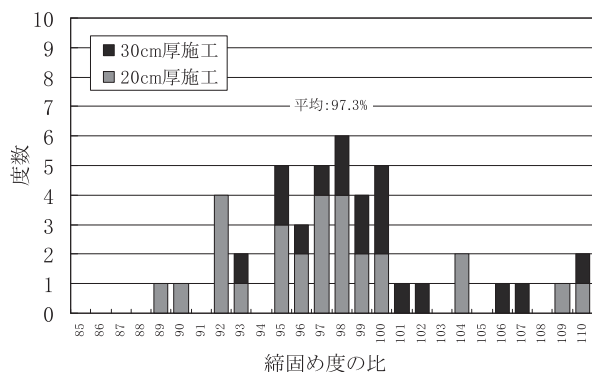


図—5 200 kN 級振動ローラ施工での締固め度分布

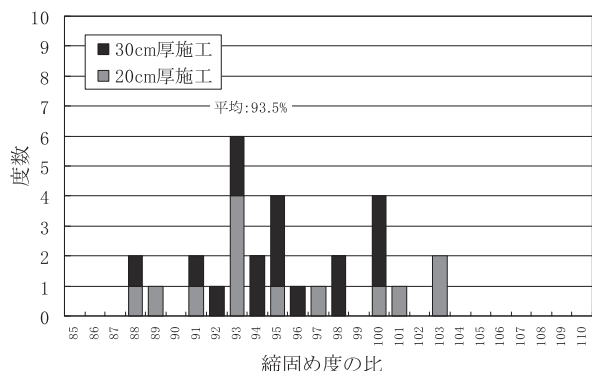
乾燥密度(ρ_{dmax})によるものである。図—5をみると、若干の歪みや特異値がみられるものの、ほぼ単峰な分布のヒストグラムである。また、密度比(Dc)の平均値は99.2%、中央値は99.6%を示しており、200 kN級最大値とE法による最大乾燥密度(ρ_{dmax})は、ほぼ等しい場合が多いといえる。

(2) 200 kN 級振動ローラと各小型転圧機種

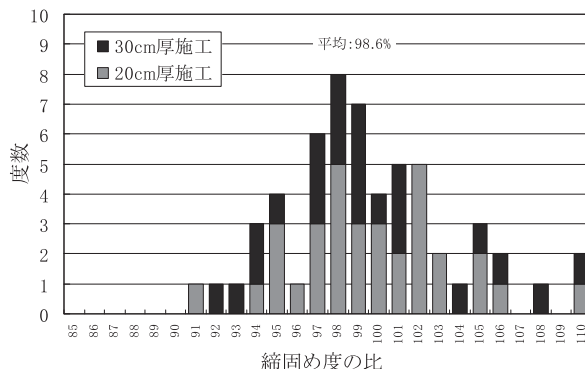
4tローラで16回転圧した際に得られた乾燥密度の最大値(以下「4tローラ最大値」とE法での最大乾燥密度との比を図—6に示す。なお、対象は延べ48件である。4tローラは、E法に対して、平均値でDc = 97.3%を示した。同様に1tローラで16回転圧した際に得られた乾燥密度の最大値(以下「1tローラ最大値」とE法での最大乾燥密度との比図—7に示す。なお、対象は延べ33件である。1tローラは、E法に対して、平均値でDc = 93.5%を示した。また、コンパクタで16回転圧した際に得られた乾燥密度の最大値(以下「コンパクタ最大値」とE法での最大乾燥密度との比を図—8に示す。なお、対象は延べ63件である。コンパクタは、E法に対して、平均値でDc = 98.6%を示した。さらに、ランマで16回転圧した際に得られた乾燥密度の最大値(以下「ランマ最大値」とE法での最大乾燥密度との比図—9に示す。なお、



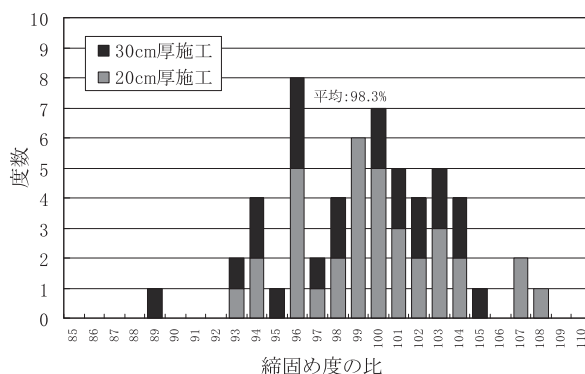
図—6 4tローラと修正プロクター (E法) との締固め比較



図—7 1tローラと修正プロクター (E法) との締固め比較



図—8 コンパクタと修正プロクター (E法) との締固め比較



図—9 ランマと修正プロクター (E法) との締固め比較

対象は延べ63件である。ランマは、E法に対して、平均値でDc = 98.3%を示した。

図—6～図—9よりランマやコンパクタを用いれば高速道路における裏込めA相当の箇所では密度を確保することができるが、1tローラや4tローラでは裏込めB相当の箇所が適用限度であることがわかる。

5. まとめ

今回データを整理した結果、次のことが確認された。

- ①仕上がり厚さを30 cmにするような締め固めにおいて、200 kN級振動ローラを用いれば標準プロクターの密度を容易に得ることができ、修正プロクター (E法) とほぼ同程度の締め固めエネルギーを持つことがわかった。
- ②小型施工機械による締め固め試験施工を行った結果、ランマ、コンパクタがほぼ同程度の締め固めが得られ、4tローラ、1tローラの順になった。1tローラでは高速道路における狭小部での締め固め基準を満足させるのが厳しい結果となった。

6. おわりに

今回整理したデータ数ではまだ十分とはいえず、

1tローラやランマのデータで若干の偏りが見受けられる。このことから、データの信頼性を高めるためにさらに多くのデータを収集する必要があるものと考えられる。また、用いた材料によって締め固めの向き不向きがあるものと考えられ、この点を考慮したデータ整理を行ってみたい。また、今回の検討においては、締め固めの収束傾向などの条件は考慮していない。収束した回数、すなわち実施工における転圧回数は重要な要素の一つであると考えられる。このため、実施工における転圧回数に着目しデータを整理する必要があるものといえる。上述のような内容が今後の課題として挙げられる。

本報告をまとめるにあたり、中日本高速道路(株)にご協力いただいた。記して深謝いたします。

J C M A

《参考文献》

- 1) 東・中・西日本高速道路(株) 土工施工管理要領

[筆者紹介]

横田 聖哉 (よこた せいや)
 (株)高速道路総合技術研究所
 道路研究部 土工研究室
 室長



中村 洋丈 (なかむら ひろたけ)
 (株)高速道路総合技術研究所
 道路研究部 土工研究室
 研究員



大口径岩盤削孔工法の積算 ——平成 20 年度版——

■内 容

平成 20 年度版の構成項目は以下のとおりです。

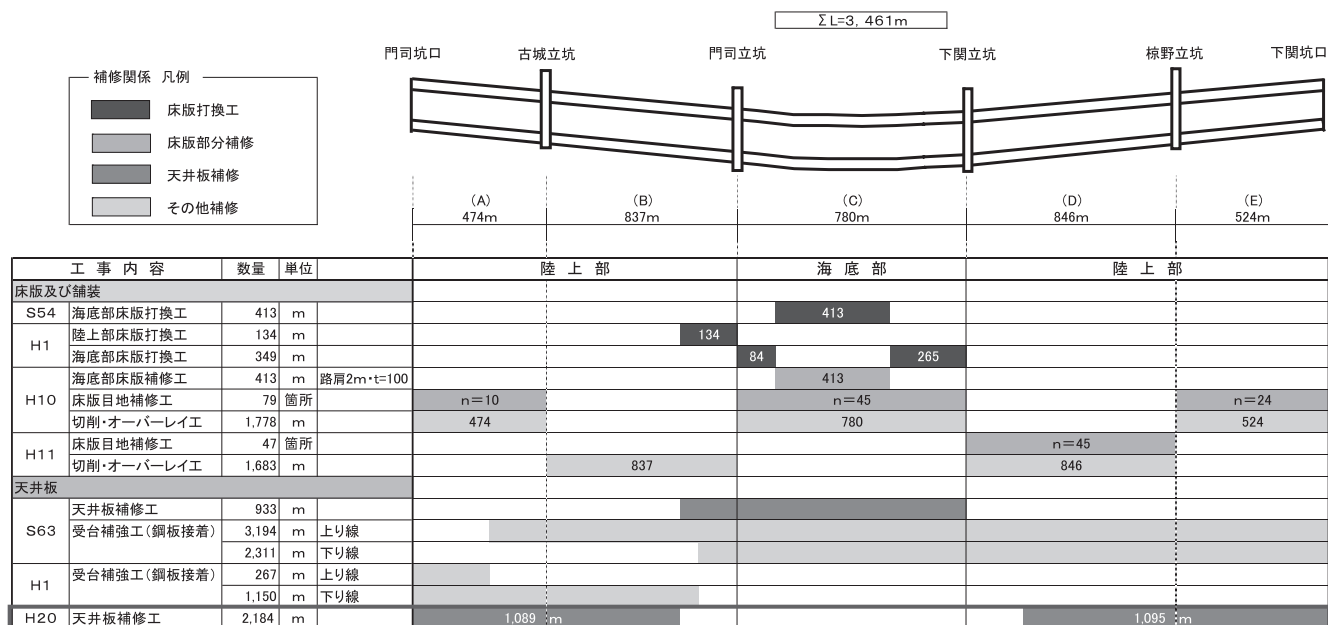
- (1) 適用範囲
- (2) 工法の概要
- (3) アースオーガ掘削工法の標準積算
- (4) ロータリー掘削工法の標準積算
- (5) パーカッション掘削工法の標準積算
- (6) ケーシング回転掘削工法の標準積算
- (7) 建設機械等損料表
- (8) 参考資料

- A4 判／約 240 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 20 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>



図－3 補修履歴表

3. 工事の特徴

関門トンネルの換気構造は、横流式の機械換気であることから、排気ダクトを兼ねる天井板構造となる。

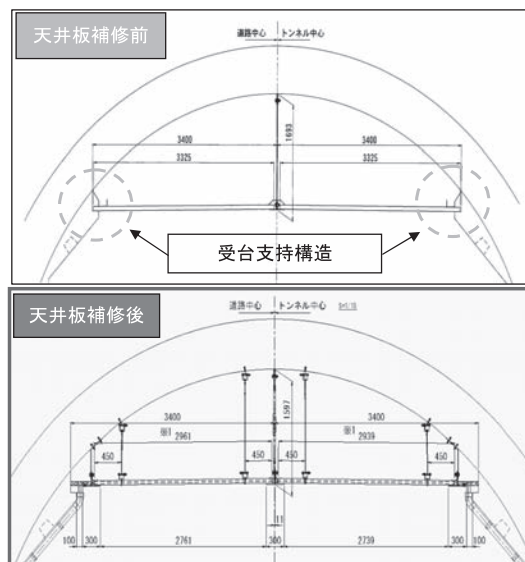
今回実施した、天井板補修最大の特徴は、既設構造物への接点数を減じ、覆工の一部である受台への死荷重を軽減、換気流および走行車両による風振動の影響も少なくできる「吊構造」とした。

また、同構造にしたことにより、路面有効高を大幅に確保できた（10 cm 程度）（図－4）。

その他、新規に天井板として設置する PC 板には数々のプレキャスト製品から、耐久・耐火・施工性および経済性に最も優れた「中空 PC コンクリート板」を使用し、LCC を考慮の上さらに剥落防止の安全面も思慮の後、ポリプロピレン繊維を天井板下面へ生成時に投入した。

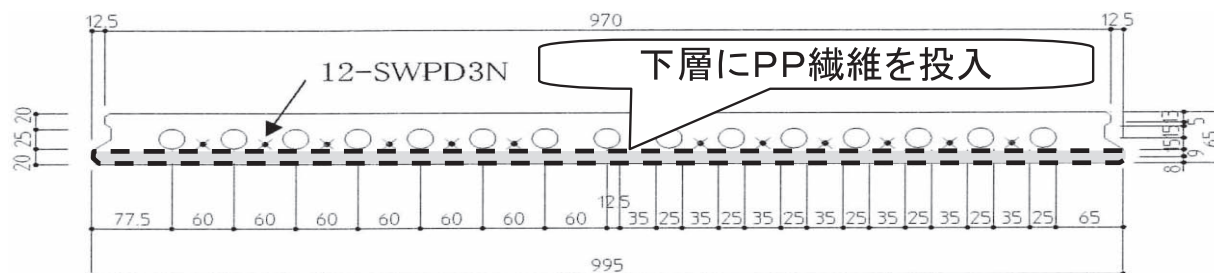
今回、天井板に求めた基本数値を参考に記載する。

- ・ PC 鋼線 SWPD3N 2.9 mm（3 本縫り 12 本）
- ・ 緊張荷重 = 26.7 kN / 本



図－4 天井板構造変更

- ・ コンクリート設計基準強度 40 N/mm²
 - ・ ポリプロピレン繊維投入量 910 g/m³
- （図－5）



図－5 PC 天井板構造

4. 工事の施工

(1) 通行止

今回の工事においては、関門トンネルを60日間通行止し、2方の昼夜連続にて作業を実施した。

本州と九州を結ぶ陸路としては、関門トンネルと関門橋（高速）の2ルートしかない。従って、今回の関門トンネル通行止のため、関門自動車道「下関IC～門司IC」を迂回路とした。

また、実施時期については、迂回路となる関門橋の天候が比較的安定している時期および夏季・年末の混雑期間外に設定した（10月15日～12月14日）。

その他、長期通行止を実施するにあたり、お客様への通行止広報を約1カ月前から実施した。

媒体は、テレビCMの他、ラジオによる広報およびNEXCOホームページへの掲載、モバイルサイトの活用およびポスター、リーフレット等を関係各所に配布し、さらに近隣の主要施設または娯楽施設への協力も仰ぎ、万全の広報体制を構築した。

その甲斐が実り、通行止実施中の苦情件数はほとんど皆無に等しく、安堵したものであった。

(2) 既設天井板の撤去

既設天井板の撤去については、固定部位のコンクリートを先行してハツリを行い、その後バックホーにアイアンフォークアタッチメントを装着した機械にて挟み込み、ダンプトラックへ直接積込みにて運搬し近傍の再資源化施設へ搬出した（図—6）。



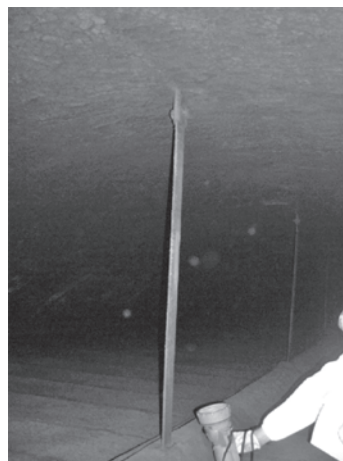
図—6 撤去状況

なお、施工ブロックを4工区に分け、昼夜連続施工とした事により、計画どおりの工事進捗であった。

また、ダンプトラック（10t）での既設天井板およびハツリ部位運搬台数は、延べ約350台程度となった。

(3) 既設吊金具の撤去

既設の金具類については、腐食および損傷も多数見受けられたことから、再使用せず再資源化施設へ搬出した（図—7）。



図—7 既設吊金具状況（通常部・損傷部）

(4) 吊金具・天井板の設置

天井板を支える吊金具等については、耐腐食性に優れたステンレス製品を新たに使用している。

新設天井板の設置については、使用するPC板を予めトンネル坑内へ搬入し、施工ブロック枚数ごとに配置し、フォークリフトにて設置した（図—8）。



図—8 新設吊金具・天井板設置状況

(5) 目地施工

上記、4.1～4.4にて記述した作業の他に、施工上各部材間に生じる目地に対して、モルタルを注入しトンネル換気流の流出防止および覆坑面からの湧水を路面漏出させない処置を施した。

なお、当該作業については新設天井板設置等が、ほぼ完了した状態からの施工となるため、施工性について非常に困難を極める作業となった（排気断面内による極小空間内施工）。

5. 工事中特筆点

(1) 既設構造体の不陸

当該トンネルは、周辺地域の生活道路としての色合いが強く、極力通行止期間を短縮する努力が不可欠であった。そのため、事前調査による現地寸法の把握等、交通供用中に限られた条件下での調査が限界な部分も多々あった。

その中において、吊構造に必要な鉄製材料の寸法加工を事前に完了させ、通行止期間内で速やかに設置したが、予想以上に既設構造物に不陸があり、実施工に支障が生じた。

また、鋼材準備時期は全国的に鋼材が品薄である時期と重なり、請負人の手配手腕が問われた状況であったが、紆余曲折を経て何とか手配完了したことは幸い

であった。

(2) 既設鋼材の損傷

既設天井板が一部鋼材にて吊られていた箇所もあり事前に健全度を調査したところ、過去50年に亘り役割を果たしてきた部材でもあり、今後の長期に亘る使用に適さないと判断される部位が多々存在した。

なお、当該箇所においても、耐腐食性等に優れた構造とする必要があるため、当初手配していたステンレス製品を考慮したが、通行止期間内の手配が製作行程上不可能であると判明した。

よって、新規に鋼材を準備したものについては表面にアルミ・マグネシウム合金溶射を行った後に、吊部材として使用した（図—9）。



図—9 合金溶射吊部材設置状況

6. おわりに

60日間という長期に亘って、通行止を実施しての昼夜連続工事であったが、無事故・無災害で終えたことは、現場として非常に喜ばしいことであった。

今後ご利用頂くお客様に対し100%の安全・安心な空間を提供できるように、努力していく所存である。

J C M A

【筆者紹介】

小林 康範（こばやし やすのり）
西日本高速道路㈱ 九州支社 下関管理事務所
改良担当課長



棟安 貴治（むねやす たかはる）
西日本高速道路㈱ 九州支社 下関管理事務所
改良主任



既設鋼床版の疲労耐久性向上を目的とした SFRC 舗装による上面増厚工法

神 田 信 也

近年の首都高速道路では、トラフリブ形式の既設鋼床版箱桁橋に疲労損傷が多数発見されている。この疲労き裂が鋼床版デッキプレートの板厚方向に進展し貫通すると、舗装に変形等をもたらし、車両の走行に支障をきたす可能性がある。この疲労損傷に対する補強方法のひとつにアスファルト舗装の一部をSFRC（鋼繊維補強コンクリート）舗装に置き換える上面増厚工法がある。本稿は本工法を用いて施工した工事内容について述べるものである。

キーワード：道路維持，鋼床版，疲労損傷，補強，SFRC，上面増厚工法

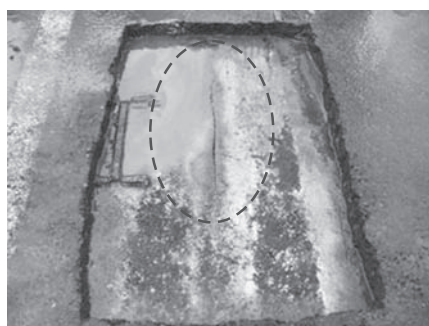
1. はじめに

首都高速道路は都市内高速という制約から、交差点や鉄道上、河川渡河部などで鋼床版桁を多く用いている。近年、大型車両が繰返し通行することにより、トラフリブ形式の既設鋼床版箱桁に多数の疲労き裂が発見されている。（写真—1，図—1）この疲労損傷に対する補強方法のひとつにSFRC舗装による上面増厚工法がある。本工法は、従来の鋼床版上の基層であるグースアスファルト混合物に変えてSFRCをエポキシ系接着材で鋼床版デッキプレートと剛性の高い舗装と合成させることで、鋼床版の発生応力を軽減させ、疲労耐久性を向上させる工法である。本工法を用いた工事を、平成19年度より高速湾岸線及び高速中央環

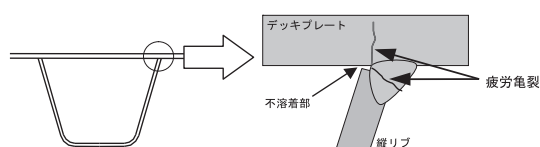
状線にて施工してきた。本稿は当該工事の概要について述べるものである。

2. 施工実績

首都高速道路ではSFRC舗装による上面増厚工法を用いた工事を平成19年度より高速湾岸線及び高速中央環状線にて施工してきた。施工位置図を図—2、



写真—1 鋼床版貫通き裂



図—1 疲労き裂（トラフリブ形式）



図—2 施工位置図

表一 1 施工内容

夜間のみ1車線規制工事				
施工年度	施工路線	施工箇所	施工延長(m)	施工方法
H19	中央環状線 外回	清新町	60	人力施工
			25	機械施工①
	中央環状線 内回	清新町	6	人力施工
			25	機械施工①
	湾岸線 東行	舞浜	9	機械施工①
H20	湾岸線 西行	舞浜	66	機械施工①
	湾岸線 西行	舞浜	18	機械施工①
		辰巳	63	機械施工②
	H21	湾岸線 西行	千鳥町	8
舞浜			21	機械施工②
合計			301	

休日24時間1車線規制工事				
施工年度	施工路線	施工箇所	施工延長(m)	施工方法
H19	湾岸線 西行	舞浜	127	機械施工①
		舞浜	146	機械施工①
	中央環状線 内回	清新町	445	機械施工①
H20	湾岸線 東行	舞浜	121	機械施工①
		辰巳	184	機械施工②
	湾岸線 西行	舞浜	180	機械施工①
		千鳥町	211	機械施工①
H21	中央環状線 内回	清新町	153	機械施工①
		ハープ橋	147	機械施工②
		四つ木	427	機械施工②
		合計	2141	

施工内容を表—1に示す。施工箇所の選定にあたっては下記により決定した。

- ・鋼床版デッキプレートにき裂が発生している区間で、恒久対策の補強が完了していること。
- ・24時間一車線規制工事による交通渋滞発生時に代替路が確保できること。
- ・本線通行止めの必要がないこと。

3. 施工概要

(1) 施工方法

SFRC 舗装による上面増厚工法を用いた工事は車線規制時間帯の別により以下に示す 2 通りの方法を採用した。

- ①夜間のみ1車線規制工事
②休日24時間1車線規制工事

首都高速道路は、日交通量が約 110 万台と首都の交通機能を支えている。したがって、昼間に車線を規制して工事を行うことは交通機能に多大な影響を及ぼすことから、一般的な工事は比較的交通量が少ない夜間に施工している。しかしながら、夜間規制工事では SFRC 舗装による上面増厚工法の 1 回当たりの施工延長が 10 m 前後と短い。そこで、比較的交通量の少ない日曜日の午前 5 時から翌月曜日の午前 5 時までの休

表一 2 SFRC の打設方法

	機械施工①	機械施工②
打設機械の 走行方法	レールによる軌道を 走行	路面をタイヤで走行
SFRC の 運搬方法	ベルトコンベアによる 運搬	一輪車による人力運搬

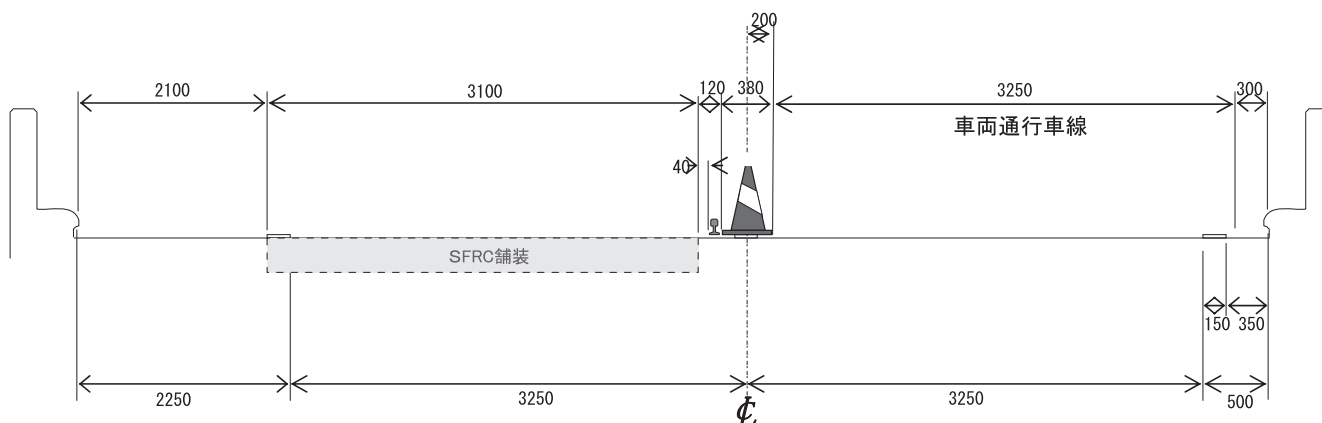
日 24 時間 1 車線規制工事を採用した。これにより、1 回当たりの施工延長は 70 ～ 90 m まで伸ばすことができた。

また、SFRC 打設方法は2種類ある。その具体的な違いは表—2 に示す通りである。

各々を施工箇所特性により使い分けており、その結果を表一1に示す。

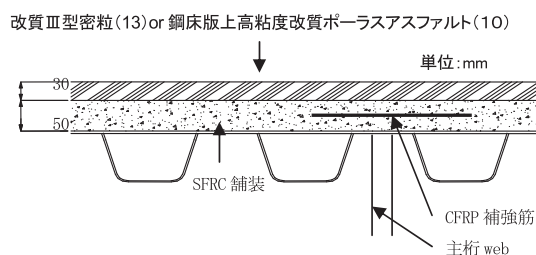
(2) 施工断面

施工断面は図－３に示す通りとした。通常の舗装工事では中央の区画線の中心位置に施工目地を設けるが、SFRCの機械施工を実施する場合、レール幅及びタイヤ走行幅を考慮しなければならない。このために、区画線直上にカラーコーン（380 mm 幅）を設置し、レール幅及びタイヤ幅を含めると、区画線から300 mm セットバックした位置に施工目地を設けることにした。



图—3 施工断面图

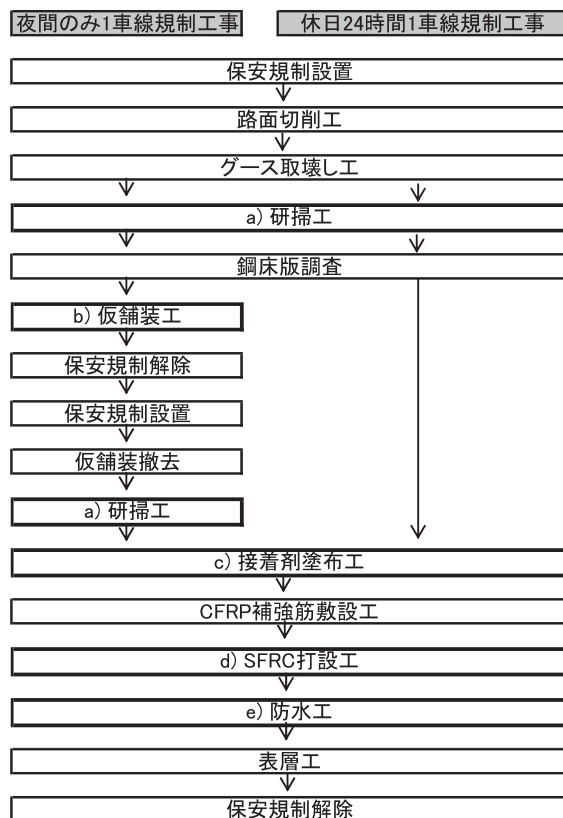
また、舗装構成は図—4に示す通りである。コンクリートは規制時間を考慮し、打設から3時間後の圧縮強度が 24 N/mm^2 以上を確保できるように、ジェットコンクリートを用いることとした。なお、特殊部(主桁直上等負曲げによるひび割れの発生が懸念される箇所)においては、SFRCがはく離した後の飛散防止を目的としたCFRP補強筋(炭素繊維格子筋)を敷設することにした。これらの仕様は実物大の供試体を用いた輪荷重試験により決定している。



図—4 舗装構成

(3) 施工ステップ

夜間規制工事及び24時間1車線規制工事の施工ステップを図—5に示す。夜間施工は、舗装撤去・仮復旧(1次施工)とSFRC施工・本復旧(2次施工)を分け数日間かけて行うため、その間は仮舗装を実施することとした。



図—5 施工ステップ

a) 研掃工

舗装撤去後、鋼床版表面を研掃するものとした。本工法では鋼床版とSFRCの合成に、スタッド溶接等を用いずに、接着剤のみの合成とした。これはSFRCの厚さが50mmと薄いことから、スタッドを採用した場合、ひび割れの発生やスタッド溶接部廻りが新たな疲労耐久性の弱点となることが懸念されたためである。したがって、鋼床版の錆や塗膜などを完全に除去することとし、機械によるブラスト法で素地調整1種を標準とすることとした。機械による研掃が困難な端部はディスクサンダー等を用いた人力施工とした。施工状況を写真—2に示す。



写真—2 研掃工

b) 仮舗装(夜間施工)

鋼床版上にプライマーを塗布し、アスファルト舗装(密粒度アスコン改質Ⅲ型)で復旧し、交通開放する。

c) 接着剤塗布工

鋼床版とSFRCとの接着については高耐久型エポキシ樹脂を用いることとした。接着剤に所定の機能を発揮させるためには、接着剤の硬化はSFRCの硬化後でなければならない。そのため、接着剤は所定の付着力の確保が可能な時間(接着剤を混合してから硬化するまでの時間)が安定した材料を使用することとし、高耐久型エポキシ樹脂は鋼床版の表面温度が $5^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ の範囲で1時間30分程度である。

実施工においては、接着剤の塗布前に鋼床版の表面温度を確認するとともに、現場にて所定の付着力の確保が可能な時間を確認するために、鋼板に接着剤を塗布し、接着させたナットを用いた引張試験を行った。接着剤の塗布量は平均塗布量 1.4 kg/m^2 とし、金ゴテにて均一に塗布する。施工状況を写真—3に示す。付着強度は 1.0 N/mm^2 以上を規定している。



写真—3 接着剤塗布工



写真—4 SFRC 打設（機械施工①）

d) SFRC 打設

SFRC 施工箇所近くに、モービル車を配置し、鋼繊維入りのジェットコンクリートを練り混ぜる。SFRC の配合例を表—3 に示す。練り混ぜた SFRC をベルトコンベアないしは一輪車による人力にてコンクリートスプレッタ（SFRC 敷き均し機）の位置まで運搬し、人力にてトンボ等で敷き均した。その後、コンクリートフィニッシャにて SFRC を締め固めた。各々の施工状況を写真—4 及び写真—5 に示す。締め固め後に箒目を入れ、コンクリート表面に気泡シートを張り、シート養生を行った。

e) 防水工

主桁ウェブ直上等の SFRC 上面はひび割れの発生が懸念されることから、水の影響による鋼床版、SFRC の損傷を防ぎ耐久性を高めるために防水層を設置するものとした。防水材料にはアスファルト塗膜系防水材料を使用した。

f) 表層工

表層はポーラスアスファルト混合物を使用した。混合物の最大粒径については、表層厚さ 30 mm 及び不陸を考慮して、表層厚さの 3 分の 1 に相当する最大粒径 10 mm とした。これは試験の結果、最大粒径 13 mm に対して引張付着強度が大きいことや骨材飛散抵抗性が高いことが明らかとなったためである。なお、既設舗装の状況等によっては、密粒度アスファルト混合物（最大粒径 13 mm）を使用した。



写真—5 SFRC 打設（機械施工②）

4. 施工上の課題

平成 19 年度より高速湾岸線及び中央環状線にて実施してきた SFRC 舗装による上面増厚工法の今後の課題について以下に整理する。

(1) 施工能率

休日 24 時間 1 車線規制工事において、平成 19 年度の施工延長は約 75 m 程度であったが、平成 20 年度には約 90 m まで伸ばすことができた。これは、施工技術者の熟練、舗装取壊しの工夫、車両配置などの段取り、路肩の作業スペースの確保など施工回数を重ねるごとに改善してきたためである。また、SFRC 打設

表—3 SFRC 配合例

粗骨材 最大寸法 (mm)	スランブ (cm)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位重量 (kg/m ³)						
				セメント	水	細骨材	粗骨材	鋼繊維	減水剤	遅延剤
13	6.5 ± 1.5	39.5	55.0	425	168	924	768	100	3.40	2.98

の最遅時間を設定し、完了しない場合は仮舗装で復旧することとした。これにより、工程上の予備時間を最小に抑え、実作業時間として割り振ることができ、施工延長の更新に至ることができた。今後、さらなる能率向上を図る必要がある。

(2) 舗装取壊し工

鋼床版上のゲースアスファルト撤去時にブレーカーで鋼床版を傷つけてしまう懸念があるので十分注意して作業する必要がある。また、上記の作業時は騒音が発生するため、施工箇所を設置されていた吊足場上に、防音シートの対策を講じた。住宅に近い施工箇所においては、騒音対策を講じる必要がある。

(3) 研掃工

SFRC 舗装による上面増厚工法の各種の作業の中で、研掃工に費やす時間が長いことが分かってきた。現場では、表面の凹凸部及び添接部のボルト周辺の汚れ、鋼床版の錆などが点在し、これらを除去するために、汚れや錆の程度の大きい箇所に合わせて全体を研掃していることによっている。これらを踏まえ、一般部において投射密度を 150 kg/m^2 を標準（素地調整1種相当）とし、現場に応じた投射密度の設定を行うこととした。なお、残存するアスファルト分の除去は別途人力施工とすることとした。

(4) 高機能舗装工

SFRC 施工箇所を高機能舗装にする場合、接着性や横断勾配の関係など水処理について十分に検討しなければならない。

5. おわりに

SFRC 舗装による上面増厚工法を用いた工事は、今後も首都高速道路の各路線で予定している。夜間工事のみ1車線規制工事及び24時間一車線規制工事は著しい渋滞を発生させ、お客様サービス低下につながる恐れがある。したがって、今後は如何に交通影響を少なく効率的に施工を行っていくことが重要であると考えている。そのために、施工能率をさらに向上させることを検討していく考えである。

J C M A

【筆者紹介】

神田 信也（かんだ しんや）
首都高速道路(株)
東東京管理局 保全工事事務所



Kui Taishin-SSP 工法の概要および施工事例

—パイルベント橋脚の耐震補強—

岩 本 靖

Kui Taishin-SSP 工法は、圧入鋼板巻立てによる耐震補強工法である。既設構造物直下の厳しい制約条件下において、安価で、景観を大きく変えず、河積阻害に対しても最小限で、さらに供用しながら施工ができる。平成 11 年より独立行政法人土木研究所が実施している官民共同研究「既設基礎の耐震補強技術の開発に関する共同研究」の一工法として研究・開発した工法である。

本稿は、Kui Taishin-SSP 工法の概要および施工事例について報告するものである。

キーワード：パイルベント橋脚，耐震補強，鋼板巻立，圧入，工費縮減，工期短縮

1. はじめに

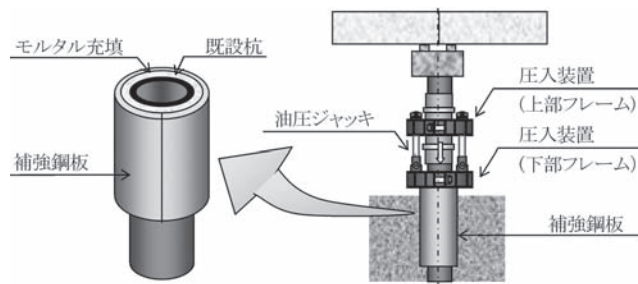
パイルベント橋脚は、昭和 30 年～40 年代に経済性、施工性に優れ、河積阻害率が小さい等の理由から全国各地に築造された。しかし、平成 8 年の道路橋示方書改訂で基礎構造物においても耐震性能を有することが規定されたことから、その耐震性が問題となっている。現在のところパイルベント橋脚の補強方法は増し杭による事例があるが、制約条件の厳しい場合には施工性・経済性の面から適用することは困難な状況にある。そこで、景観を大きく変えず、河積阻害率も小さく、施工性・経済性に優れた耐震補強工法として Kui Taishin-SSP (Super Strengthening Pile Bents) 工法（以下、SSP 工法）が開発された。

本工法は、独立行政法人土木研究所が実施した官民共同研究「既設基礎の耐震補強技術の開発に関する共同研究」（平成 11 年～13 年）において研究・開発された工法であり、国土交通省により「平成 21 年度準推奨技術（新技術活用システム検討会議（国土交通省））」（登録No.KT-000101-V）として選定された。

本稿は、SSP 工法の概要を述べるとともに、施工事例を報告するものである。

2. SSP 工法の概要

SSP 工法は図—1 に示すとおり、補強鋼板を既設杭に巻立て、圧入装置により圧入し、既設杭と補強鋼板の隙間に水中不分離型無収縮モルタルを充填し、補強鋼板を既設杭と一体化することによってその耐震性



図—1 工法概要

能の向上を図る工法である。

本工法の特徴は、次のとおりである。

- ①大規模な仮締切りが不要であり、経済性に優れる。
- ②狭い梁下空間での施工性に優れる。
- ③河積阻害率を大きく変えない。
- ④既設橋を供用しながら耐震補強工事を実施できる。
- ⑤フーチングを構築する必要がない。
- ⑥低騒音・低振動で環境にやさしい。
- ⑦景観を大きく変えない。

本工法の適用範囲を、表—1 に示す。

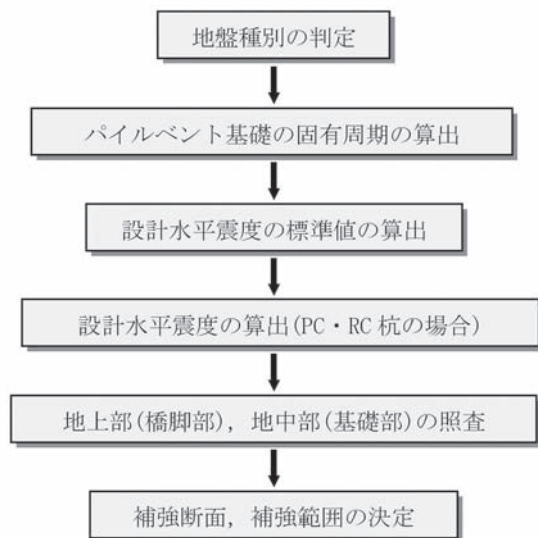
表—1 適用範囲

既設杭径	φ 300 ～ φ 1500 mm
既設杭種	鋼管杭，PC 杭，RC 杭，PHC 杭
梁下空間	2.5 m 程度 確保できない場合は施工基面を掘り下げ，簡易仮締切等により対応
施工ヤード	最小 70 m ² 程度
土質条件	有機質土，粘性土，シルト，砂質土，礫質土

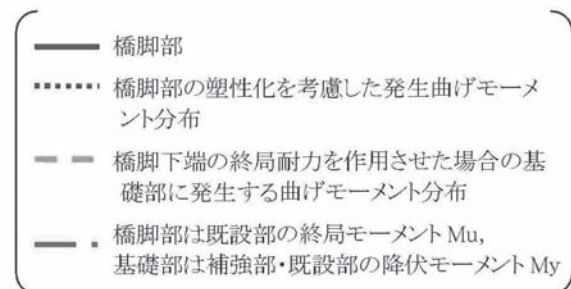
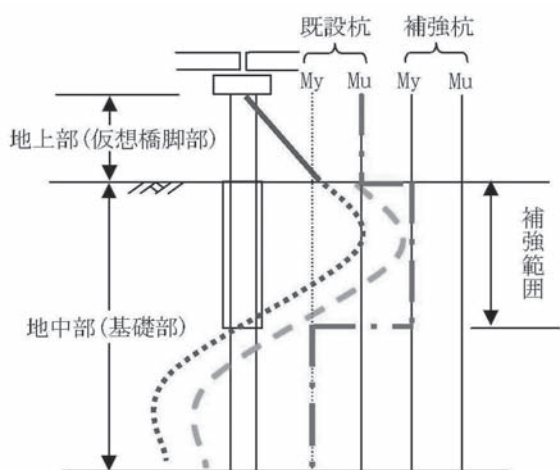
3. SSP 工法の設計方法

パイルベント橋脚は、複数本の杭を1列に打ち込み、杭頭をつなぎ梁で連結することにより一体化し、上部構造からの荷重を杭のみで支持する構造形式である。

このような構造形式の場合は、通常の杭基礎のように橋脚部と基礎部を明確に区分できず、レベル2地震時に対する照査において、塑性ヒンジの発生箇所を特定できない。



図一2 耐震設計フロー



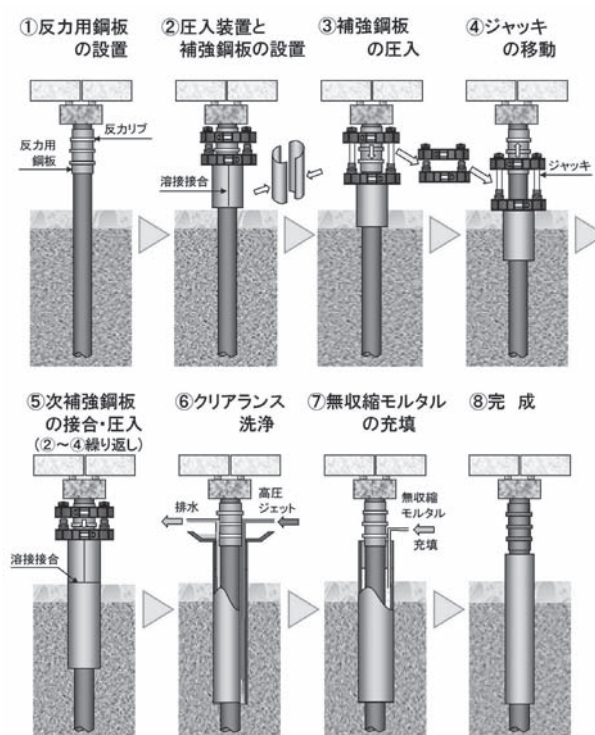
図一3 曲げモーメント分布と補強範囲

そこで、おおむね地盤面より上方の位置に補強開始点を設け、その位置で杭体に耐力差を生じさせることにより、塑性ヒンジ位置を設けることができる。

SSP 工法は設計上、補強開始位置を境に上側を橋脚部、下側を基礎部と考え、必要な範囲まで補強する。SSP 工法を適用した場合のパイルベント橋脚における橋軸方向の耐震設計フローを図一2に、曲げモーメント分布と補強範囲の関係を図一3に示す。

4. SSP 工法の施工順序

SSP 工法の施工順序を図一4に示す。



図一4 施工順序

(1) 反力用鋼板設置

補強鋼板の圧入反力を伝達させるための反力用鋼板を既設杭に設置する。二つ割りした反力用鋼板を設置・溶接し、既設杭と反力用鋼板の隙間にエポキシ樹脂を注入して固定する。

(2) 圧入装置

圧入装置は、圧入力 245 kN、ストローク 700 mm の性能を有するジャッキを4本装備し、その本体は上・下部フレームが各々二分割される構造で総重量は約 1.3 t である。圧入装置の組み立ては専用の吊り治具を利用して行い、横締めジャッキにより反力用鋼板の反力リブに固定する。

(3) 簡易仮締切設置

施工場所が梁下から水位まで 2.5 m 以上確保できない場合には、簡易仮締切を設置し、締切内の水位を必要な分水位低下させることにより作業空間を確保する。締切鋼板は分割された鋼板に止水ゴムを挿み、ボルト締めして、先に設置した圧入装置により所定の深さまで圧入する。

締切鋼板の形状は既設杭の間隔等にも影響されるが、一般的には補強鋼板の組立・溶接などの作業スペースを考慮し、杭表面から 1 m 程度確保する(写真—1)。写真に示す形状は小判型である。

(4) 補強鋼板設置、圧入

補強鋼板のロット長は、桁下作業空間を考慮して一般的には 1 m とすることが多い。

二つ割りした補強鋼板を設置・溶接し、圧入装置により圧入する(写真—2)。

圧入はウォータージェット併用で行い、補強鋼板内の土砂を除去しながら行う。土砂は補強鋼板上端から泥水として排出され、仮締切内に設置した水中ポンプにより地上の泥水処理装置へ送られ処理する。

補強鋼板の圧入反力は上部工およびつなぎ梁の死荷重、杭の摩擦力である。

(5) クリアランス洗浄

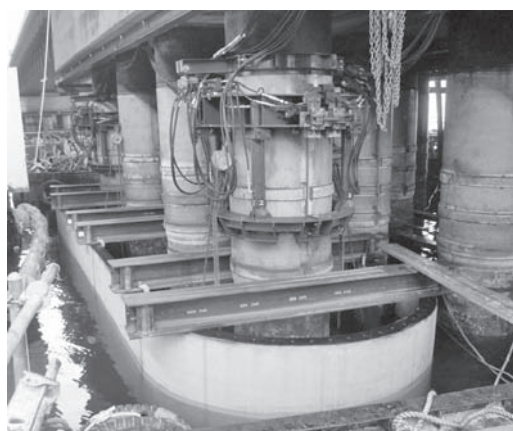
圧入完了後、既設杭と補強鋼板の間に付着・浮遊している土砂等の洗浄・除去を、圧入時に使用していたウォータージェットのノズルを横向きに変更し行う。洗浄完了後、水中カメラにて洗浄状況の確認を行う(写真—3)。

(6) モルタル充填

モルタルは、プレミックスタイプの高流動水中不分離型無収縮モルタルを用いる。練り混ぜは地上で行い、ポンプ圧送にて補強鋼板下端より充填する。充填完了後、天端の仕上げを行う(写真—4)。

(7) 完成

SSP 工法完了後、橋脚の環境に応じて、防食を行う。写真に示す橋脚は重防食塗装を実施し、変位を抑えるために SSP 工法とトラスを併用して耐震補強を行った事例である(写真—5, 6)。



写真—1 簡易仮締切



写真—2 補強鋼板圧入



写真—3 クリアランス洗浄



写真—4 モルタル充填



写真—5 施工前写真



写真—6 完成写真

5. SSP 工法の施工事例

SSP 工法が採用された特徴的な施工事例を以下に示す。

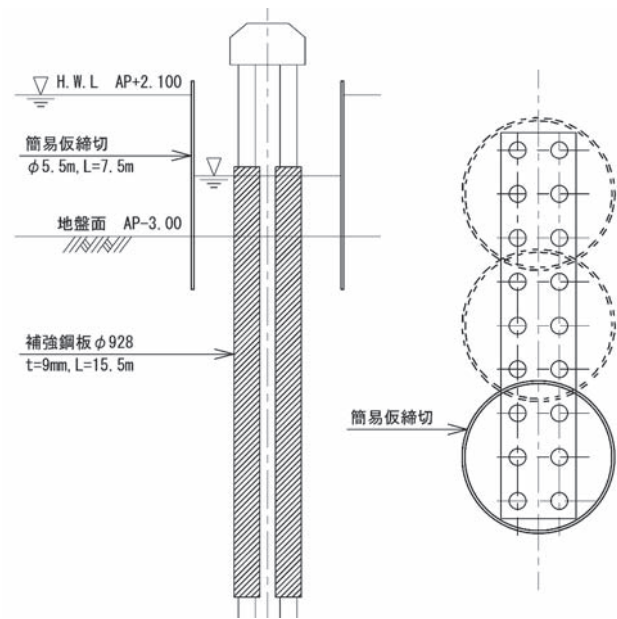
(1) 梁下空間が少ない橋脚の施工事例

本橋は写真—7に示すように多柱式基礎で梁下空間が満潮時で約1mと少ない条件で施工を行った事例である。他工法と施工性・経済性について比較検討され、SSP 工法が採用された。SSP 工法の施工概要を図—5に、比較工法の概要を図—6に、工法比較表を表—2に示す。

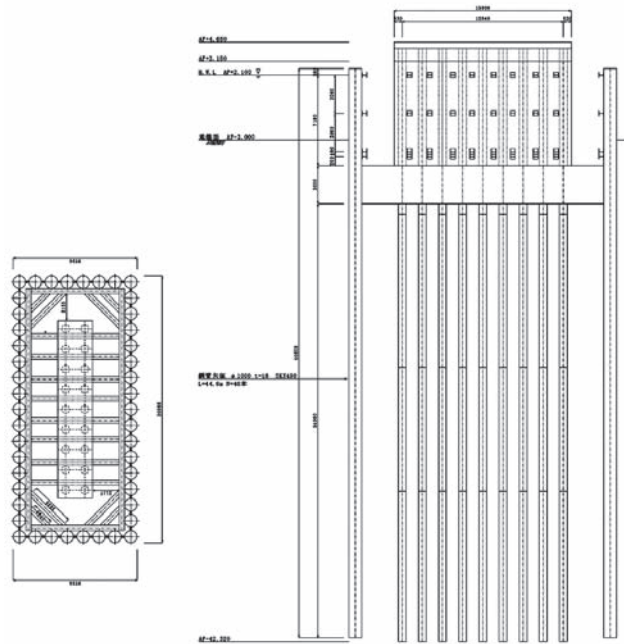
9本2列の多柱式基礎をφ5.5mの簡易仮締切を用いて杭6本を同時に締切り、施工を行った(写真—8)。



写真—7 完成状況(多柱式基礎)



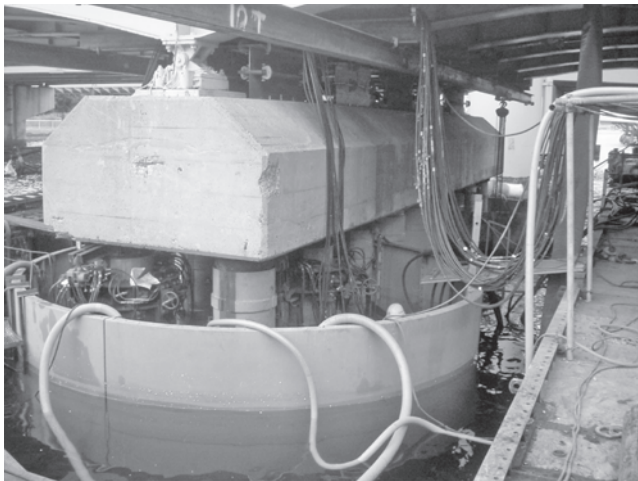
図—5 施工概要(多柱式基礎)



図—6 比較工法概要(鋼管矢板工法)

表—2 工法比較

項 目	SSP 工法	鋼管矢板工法
概 要	SSP 工法は、既設杭に鋼板を巻き立てて、圧入装置により所定の深度まで圧入し、モルタルにより既設杭と一体化する。	鋼管矢板工法は、既設杭周囲に鋼管矢板を立て込み、仮締切として併用した上でフォーミングにより既設パイルベント橋脚と一体化する。
施工性	・簡易仮締切を使用し、河積阻害率を最小限にできる。 ・3m程度の桁下空間で施工が可能。	・桁下空間での杭打設のため、杭ロット長が短く、特殊機械が必要である。 ・河積阻害率が大い。
工事費比率	1.00	2.63
評 価	○	×



写真—8 施工状況(多柱式基礎)

(2) 跨道橋の施工事例

本橋は写真—9 に示すように国道にかかる跨道橋で、国道の通行規制ができないという条件で施工を行った事例である。鋼矢板による土留め+増し杭増しフーチングによる従来の補強方法（以下、従来工法）では、補強・施工範囲が国道におよんでしまうため、狭隘地で施工可能な SSP 工法が採用された。

SSP 工法は補強構造も鋼板を巻立てるだけであり、作業ヤードも補強対象となる杭表面から 1 m 程度確保することにより施工が可能であるため、国道を占用することなく施工を行った（写真—10）。



写真—9 完成状況（跨道橋）



写真—10 仮設状況（跨道橋）

(3) 水管橋の施工事例

本橋は道路橋ではないがライフラインとして重要な水管橋の耐震補強を行った事例である。従来工法では、重機や資機材を運搬するために仮設橋が必要であり工費・工期ともに課題があったため、簡易な仮設で施工可能な SSP 工法が採用された（写真—11）。

SSP 工法で使用する圧入装置や補強鋼板は分割されており、小型・軽量であるため組立式フロートを設置することにより施工を行った（写真—12）。



写真—11 完成状況（水管橋）



写真—12 施工状況（水管橋）

6. おわりに

パイルベント橋脚の耐震補強に SSP 工法を採用することによって、従来工法では既設構造物直下の厳しい制約条件下等で施工性・経済性が課題となっていた橋脚に対して、耐震補強を行うことができるようになった。

SSP 工法は平成 13 年の初採用以来、現在 51 件の施工実績がある。今後もパイルベント橋脚の耐震補強の必要性は高くなっていくことから、より一層の研究開発を図り、社会資本ストックの長寿命化に貢献していきたいと考える。

J C M A

【筆者紹介】

岩本 靖（いわもと おさむ）
オリエンタル白石㈱
施工・技術本部土木技術部
メンテナンス技術チーム



TDR ショット工法の道路トンネル坑口部補強工事への適用 —硬化促進剤を用いた無機系特殊モルタルの湿式吹付け工法—

川 端 康 夫・中 山 佳 久

本工法は、劣化したコンクリートを除去した後に断面修復する補修工法で、良質な混和材料を配合した無機系特殊モルタルを練練り、圧送し、口先で硬化促進剤を添加した圧縮空気により、モルタルを補修面に吹付ける湿式吹付け工法である。ポリマーセメントモルタルに匹敵する品質を確保し、硬化促進剤の効果により、高い厚付け性能を有している。今回、昭和30年代に構築されたトンネル坑口部の覆工コンクリートに耐力不足が確認されたことから、NATMの坑口仕様と同等の保有耐力を得ることを目標に補強設計を行い、各種制約条件を考慮した上で本工法を適用した。

キーワード：坑口補強、無機系特殊モルタル、硬化促進剤、湿式吹付け工法

1. はじめに

TDR ショット (Tough and Durable Repair Shot) 工法は、中性化や塩害などの劣化外力により損傷を受けたコンクリート構造物を無機系特殊モルタルの湿式吹付けによって断面修復する工法である。本工法は、高品質な無機系材料を使用することで従来のポリマセメントモルタルを用いる断面修復工法と同等以上の品質を確保し、さらに硬化促進剤を用いることで、高い厚付け性能を実現し、施工性を向上させている。

今回、昭和30年代に構築されたトンネル坑口部の覆工補強を目的に本工法を適用した。当該箇所では、坑口部の覆工に変状並びに耐力不足が確認されたため、現在の山岳トンネル (NATM) の坑口仕様と同等の保有耐力が得られることを目標に、既存覆工内側に鉄筋を配置し、本工法による吹付けによって、覆工との一体化を図った。

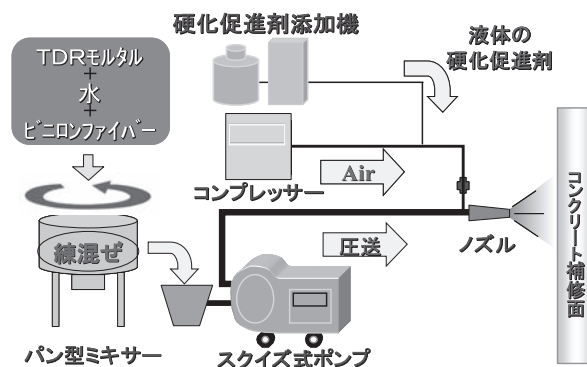
ここでは、TDR ショット工法の特徴を示し、道路トンネルへの適用事例について報告する。

2. TDR ショット工法の概要

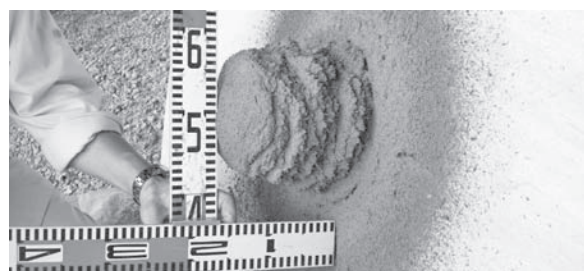
本工法は、図—1に示すように、パン型ミキサーで材料を練混ぜ、スクイズポンプでモルタルを圧送、ノズル吐出口手前で圧縮空気と硬化促進剤を混合して、補修面に吹付けることを基本的なシステムとしている。本工法は、良質な各種混和材を配合した無機系特殊モルタルと硬化促進剤を用いることで、以下の特

徴を有している。

- ①硬化促進剤を用いることで15 cm程度の厚付けが可能である (写真—1)。
- ②早期強度の増進が早く、振動下での施工に強い。補修部材の早期の再利用にも対応できる。
- ③モルタルの流動性が高く、約50 mの長距離圧送に対応できる。
- ④硬化促進剤の添加量を調整することでコテ仕上げが可能で、平滑な部材表面が形成できる。



図—1 施工システム



写真—1 厚付け性能

- ⑤湿式工法で粉塵・リバウンドが少なく、市街地での施工にも対応できる。
- ⑥硬化収縮特性、耐久性は、ポリマーセメントモルタルに匹敵する性能を有している。
- ⑦施工能力の向上、材料単価の圧縮により、従来の断面修復用吹付け工法よりローコストを実現した。

3. 覆工補強の要求性能と実験的検証

(1) 複合部材の耐力試験

覆工補強の保有耐力の検討では、補強部材と既設の覆工が一体となって、外力に対抗する構造を前提としないといけない。しかし、実際の部材では、補強部材と覆工が終局状態まで、一体となって挙動することが確認されておらず、各々の部材が荷重の作用する過程でひび割れや界面剥離などで個別に挙動することがあれば、補強の効果が得られない。そこで、複合構造（既存コンクリートと補強部材）とコンクリートだけの単純構造の梁試験体を用い、「曲げせん断破壊型」の破壊形態を想定した上で、部材寸法、鉄筋量を決定し、耐力試験を実施した。

(2) 試験方法

耐力試験用の試験体は、コンクリートと吹付け材からなる試験体（複合型）とコンクリートを一体成型した試験体（一体型）を用いた。「複合型」は、コンクリートを材齢 2 週まで湿潤養生した後、TDR ショット工法で高性能吹付けモルタルを吹付け、吹付け後材齢 28 日で耐力試験を実施した。その間の養生は、湿潤養生とした。載荷は、3 等分点載荷方法により実施している。

(3) 試験結果

図-2 に荷重—変位曲線およびひび割れ発生状況を示す。荷重—変位曲線より、「複合型」および「一体型」ともに、ほぼ同等の曲げ・せん断耐力を有していることが確認できる。また、試験体のひび割れ発生状況も同様の傾向を示しており、先行して部材中央付近に曲げひび割れが発生し、終局時には下面支点付近から試験体天端中央に向け、せん断ひび割れが延伸して破壊に至っている。

「複合型」では、そのひび割れが、打継ぎ面界面を斜め（45°）方向に横断しており、ひび割れが界面に展開したり、付着切れを起こすようなことは確認されなかった。

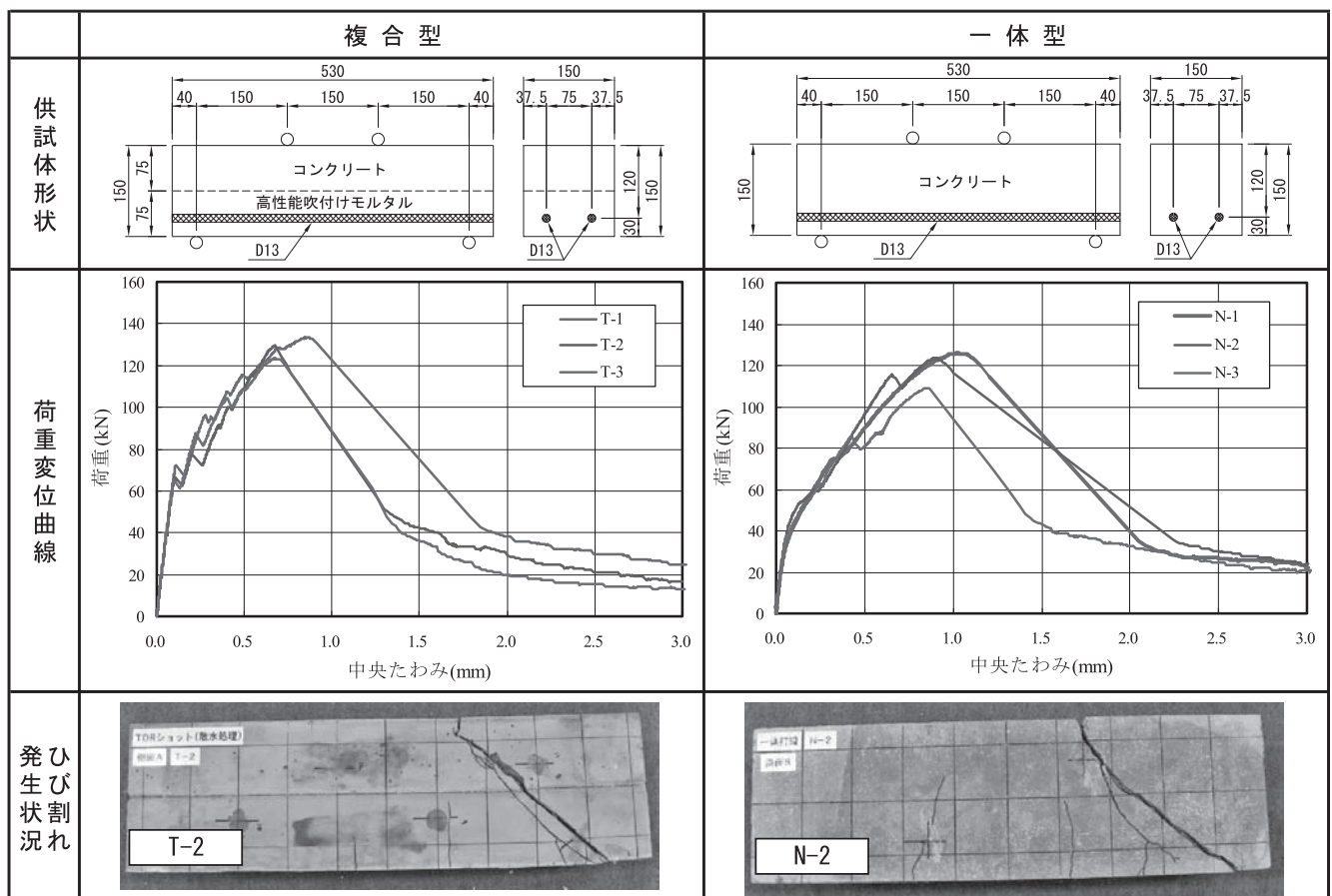


図-2 荷重—変位曲線およびひび割れ発生状況

(4) 複合部材の性能評価

試験結果より、既存（旧）コンクリートと無機系特殊モルタルの複合部材の性能として、以下が確認できた。

- ①荷重－変位曲線およびひび割れ発生状況より、終局状態に至るまでのどの段階においても、既存コンクリートと高性能吹付けモルタルの界面剥離は発生しない。
- ②既存コンクリートを高性能吹付けモルタルで補強すれば、一体型コンクリートと同等以上の曲げ、せん断耐力を得ることができる。
- ③既存コンクリートと高性能吹付けモルタルの界面剥離が発生しないことから、平面保持の仮定を用いて、曲げ、せん断耐力、変形性能を検討することができる。

4. TDR ショット工法の覆工補強への適用

(1) 工事概要

工事名：北 41 工区トンネル改築工事その 1

発注者：福岡北九州高速道路公社

場 所：北九州市門司区大字黒川～奥田四丁目地内

工 期：平成 17 年 9 月 6 日～平成 20 年 3 月 15 日

路線名：北九州都市高速道路 4 号線（上り線）大里 IC～春日 IC

施工者：飛鳥・松山特定建設工事共同企業体

補強対象：奥田トンネル・黒川トンネル坑口覆工

(2) トンネル概要と覆工の変状¹⁾

高速 4 号線において、もっとも古いトンネルは奥田・黒川トンネル（上り線）で、1958 年に竣工している。両トンネルの施工記録は残っておらず、標準断面図のみ現存している。施工年代から考察すると、木

製支保工を用いた在来工法による施工であったと考えられる。同時期に建設が進められていた「関門国道トンネル」の記録によると、同トンネルではスランブゼロに近い固練りコンクリートが使用されていた。木製支柱支保工において盛り替えが容易となるように、当時の覆工コンクリートは「固練りコンクリート」を使用することが一般的であった。採取したコンクリートコアを観察すると骨材の分布が不均一であり、空隙が確認されていることからコンクリートは建設現場で製造し、「木はずしによる手ばね打設」で施工されていたものと考えられる。ただし、正常に採取されたコンクリートコアからは、おおむね 40 N/mm² 以上の高い強度が得られており、「固練り」の効果が現れていた。

奥田トンネル出口側の覆工厚は、設計覆工厚 500 mm に対して、追越し車線側の天端から肩部にかけて 150～200 mm の厚さの箇所が比較的広く分布しており、局所的に 150 mm を下回る箇所があった。また、ひび割れの発生頻度が多く、ひび割れから漏水が確認されていた。

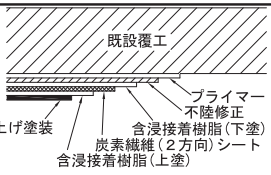
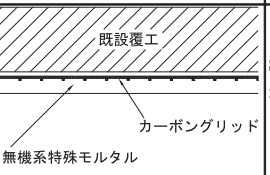
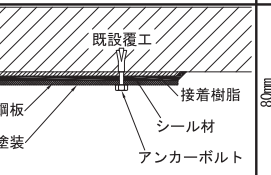
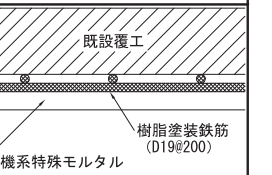
(3) 対策工の検討

表—1 に示すように奥田トンネル入口、出口および黒川トンネル入口は、損傷状態に違いが確認されたため、各々の状況に応じた対策工を選定した。表—2 に覆工補強対策工の比較表を示す。工法検討の結果、奥田トンネル入口では、炭素繊維シート工、奥田トンネル出口では、「鉄筋配置＋無機系特殊モルタル」による増し厚工、黒川トンネル入口では、「カーボングリッド配置＋無機系特殊モルタル」による覆工増し厚工を選定した。吹付けモルタル工法は、1 回の吹付け厚さが厚く、工程が有利となる TDR ショット工法を採用した。

表—1 各坑口覆工の損傷状態と課題

施工箇所	損傷の状態	坑口対策工としての課題
奥田トンネル 入り口	・覆工の巻厚不足 ・部分的な空洞（30 cm）	湧水もなく、ひび割れ、変状も少ないことから炭素繊維による剥離・剥落対策を基本とする。
奥田トンネル 出口	・極端な巻厚不足（15～20 cm） ・面壁背面の地質は脆弱層が厚い。 ・コンクリートの剥離 ・打継ぎ、ひび割れからの漏水が多い。	対象箇所は漏水が多く、繊維シートは適さない。脆弱層が厚く、極端に巻厚の薄い箇所があるため、補強対策が必要である。
黒川トンネル 入り口	・天端部の巻厚不足（25 cm 程度） ・縦横断にひび割れが発生しており、ひび割れ密度が高い。 ・覆工背面に空洞が広がっている（30 cm） ・打継ぎ、ひび割れからの漏水が多い。	対象箇所は漏水が多く、繊維シートは適さない。

表—2 覆工補強対策工の比較表

工 法	断面修復工(※) + 炭素繊維シート工	カーボングリッド + 無機系特殊モルタル	断面修復工(※) + 鋼板接着工	樹脂塗装補強鉄筋 + 無機系特殊モルタル
工法概要	 標準的な剥離・剥落対策である。	 カーボングリッドを配置し、厚さ50mmで無機系特殊モルタルを施工する。	 工場で成型、塗装された鋼板をケミカルアンカーボルトで固定し、エポキシ樹脂を充填、接着する。	 D19@200の樹脂塗装鉄筋を配置し、厚さ80mmで無機系特殊モルタルを施工する。
性 能	剥離剥落対策として使用される。	補強効果は期待できるが、NATMの坑口覆工までの耐力力を有さない。	NATMの坑口覆工の耐力力を目指すことが可能。	NATMの坑口覆工の耐力力を目指すことが可能。
建築限界の許容性	厚さが薄く、支障はない。	建築限界を侵す箇所をハツリ取ることに対処できる。	検討を要す。	建築限界を侵す箇所をハツリ取ることに対処できる。
供用下の安全性	1車線規制内で作業可能である。	・1斜線規制内で作業可能である。 ・粉塵等の養生が必要である。	・1斜線規制内で作業可能である。 ・重量物で施工性が悪い。	・1斜線規制内で作業可能である。 ・粉塵等の養生が必要である。
工 程	短期間	短期間	鋼板製作に時間を要す。 (4～6ヶ月)	短期間
経済比率	1.0	1.8	3.0	2.5
実 績	補強を目的として使用しない。	実績有り	実績有り	実績有り
施工箇所	奥田トンネル入口部に採用	黒川トンネル入口部に採用	—	奥田トンネル出口部に採用

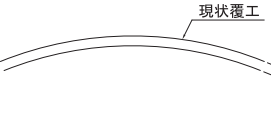
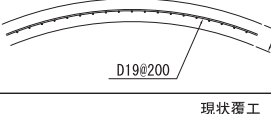
※ 表中の断面補修工は、表面の不陸修正を目的としている。

(4) 奥田トンネル出口側坑口覆工の補強設計

補強設計では、作用荷重だけで補強構造を計画するのではなく、坑口部の現構造並びに変状、巻厚などを考慮して、NATMの坑口覆工と同等の構造性能を目指し、増し厚工の耐力力を照査した。検討モデルを図—3に示す。覆工断面をフレームでモデル化し、限界状態設計法により検討した。現状覆工は、覆工厚の調査結果を基に最小厚150mmとし、覆工補強は現状覆工と「鉄筋配置＋無機系特殊モルタル」の一体構造としてモデル化した。検討結果として、図—4に各検討モデルのM—N耐力線比較図を示す。これより、

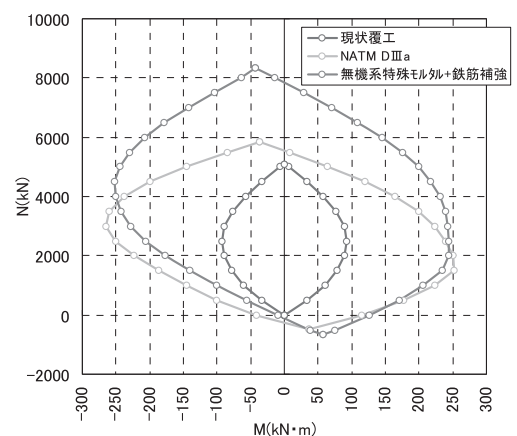
次の事項が確認できた。

- ① 現覆工は、無筋構造であり、引張力に対する抵抗がなく、許容できる曲げモーメントが限られる。
- ② NATMの坑口覆工や「鉄筋配置＋無機系特殊モルタル」による補強は、鉄筋による補強効果により、許容可能な曲げモーメントが現状覆工より大きい。
- ③ 「鉄筋配置＋無機系特殊モルタル」による補強は、NATMの坑口覆工と許容可能な曲げモーメントがほぼ同一であり、現状覆工を補強することで、同等の耐力力を有する構造に回復できる。

CASE	基本条件			概略図
現状覆工	コンクリート	設計基準強度	40 (N/mm ²)	
		覆工厚さ	150 ^(※) (mm)	
NATM	コンクリート	設計基準強度	18 (N/mm ²)	
		覆工厚さ	350 (mm)	
吹付けモルタル＋鉄筋補強	無機系特殊モルタル	設計基準強度	40 (N/mm ²)	
		覆工+モルタル厚さ	150 ^(※) +80=230 (mm)	
	鉄筋		D19@200	

※ 現状覆工厚さは、最小巻厚でモデル化した。

図—3 検討モデル



図—4 M—N 耐力線比較図

(5) 奥田トンネル出口側覆工補強工の施工

主鉄筋として D19 を 200 mm 間隔で配置し、表—3 に示す配合で、80 mm の増し厚吹付けを実施した。なお、施工前に漏水が確認されており、鉄筋かぶりも少ないことで、将来的に鉄筋の発錆が生ずる可能性があるため、樹脂塗装鉄筋を採用している（写真—2）。また、建築限界の制約が厳しい肩部については、既設覆工の巻き厚に余裕があることを確認した上で、吹付け前に既存覆工を切削し、建築限界を確保した。

施工は、終日の車線規制ができなため、すべての資機材をトラックに載せた車上プラント方式とし、準備・片付け作業の効率化を図った。また、高所の吹付け作業には、写真—3 に示すように高所作業車を使用し、片側規制の状態で行っている。写真—4 に完成写真を示す。

表—3 配合表（1 m³ 当たり）

目標強度	TDR モルタル	ビニロン ファイバー	水	減水剤
45 N/mm ²	1,975 kg	6.5 kg	253 kg	4 kg



写真—2 樹脂塗装鉄筋の配置



写真—3 TDR ショット工法吹付け状況



写真—4 覆工補強完成

5. おわりに

本工事は、片側車線規制という限られた作業範囲で、常に第三者の安全に留意しながら、施工を実施した。本報告が今後の類似工事の参考になれば幸いである。

最後に、本工事の実施にあたりご指導をいただきました、関係機関、関係者の方々に謝意を表します。

J C M A

《参考文献》

- 1) 伊川幹夫、西恭太、中山佳久：施工年代におけるトンネル変状の特徴、シビルエンジニアリングジャーナル・シリーズ1「土木の新時代」、pp.78-84, 2007.4.

【筆者紹介】



川端 康夫（かわばた やすお）
飛鳥建設㈱
土木事業本部土木技術部
環境リニューアルグループ



中山 佳久（なかやま よしひさ）
飛鳥建設㈱
土木事業本部土木技術部
トンネル技術グループ

舗装工事における各種 ICT 機器を用いた施工と施工性能評価

宇田川 健 治・古 島 勝・菊 地 重 徳

舗装工事の分野では、モーターグレーダ、ブルドーザ、アスファルトフィニッシャ、スリップフォームペーパー等が情報化施工において積極的に使われている。昨年度には「情報化施工推進戦略」が策定され、「国土交通省 CALS/EC アクションプログラム 2008」の目標の1つに「情報化施工の普及推進による工事の品質向上」が挙げられている。施工管理・監督業務の効率化においても、「施工管理データを搭載したトータルステーション (TS) を用いた出来型管理要領 (案) 舗装工事編」が、関東地方整備局によりとりまとめられ、各地で試験施工が行われている。また、非破壊で舗装密度の測定ができる機器も開発されており、コア採取することなく品質管理ができるようになった。

これらの ICT を利活用することにより、施工管理のさらなる効率化を図る。

キーワード：国土交通省 CALS/EC アクションプログラム 2008, 情報化施工推進戦略, 施工管理データを搭載したトータルステーションによる出来型管理, 電磁波式舗装密度測定, マルチロードプロファイラ

1. はじめに

舗装工事においては、モーターグレーダ、ブルドーザ、アスファルトフィニッシャ、スリップフォームペーパー等が多く使われている。

今回、東京都内のアスファルト舗装工事現場において、TS (トータルステーション) 式ブルドーザを用いて路床工～上層路盤工、TS 式モーターグレーダを用いて上層路盤工、GNSS (汎地球測位航法衛星システム) 式アスファルトフィニッシャを用いて基層工、超音波式アスファルトフィニッシャを用いて表層工の施工が行われた。

施工後、レーザ式縦断プロファイラを使用し、各層 (下層路盤工、上層路盤工、基層工、表層工) で平坦性・IRI (国際ラフネス指数) の測定を行い、施工性能及び品質を確認した。

また、非破壊式アスファルト舗装密度の測定も行ったので、その概要も報告する。

2. 目的と概要

(1) 目的

当現場では路床工、下層路盤工、上層路盤工、基層工、表層工全てにおいて、情報化施工機器 (表-1) を利活用した施工を行った。施工後に、レーザ式縦断プロファイラによる平坦性測定、国際ラフネス指数

(IRI) の測定、非破壊式アスファルト舗装密度の測定による、施工性能評価を行う。

表-1 情報化施工機器

工 種	施工機器
路床工	TS 式ブルドーザ
下層路盤工	TS 式ブルドーザ
上層路盤工	TS 式ブルドーザ
上層路盤工 (仕上げ)	TS 式モーターグレーダ
基層工	GNSS 式アスファルトフィニッシャ
表層工	超音波式アスファルトフィニッシャ

(2) 各自動制御機器の概要

① TS 式ブルドーザ、モーターグレーダ

TS 式は、近年舗装工、路盤工等に適用され始めている三次元マシンコントロール技術の1つである。重機制御のための計測技術にトータルステーション

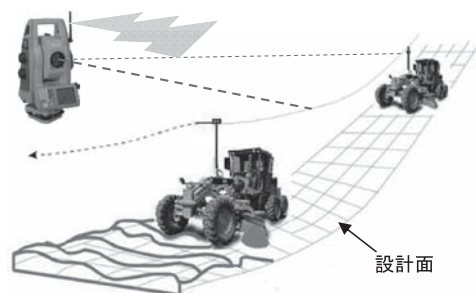


図-1 TS 式概要

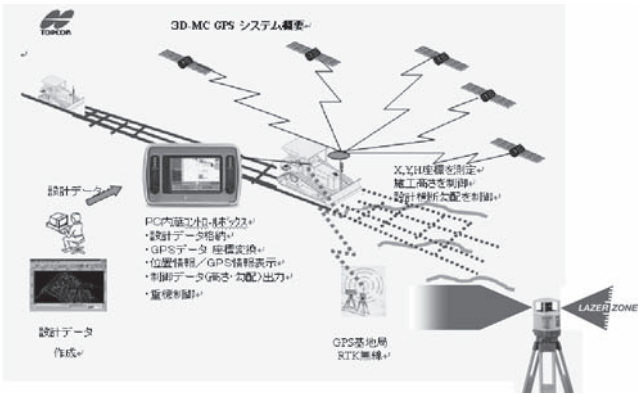
表一 2 TS 式主要諸元

最大追尾速度	85°／秒
測距範囲	1000 m（全周プリズム）
測距精度	ファストコース ±（30 mm+2 ppm × D） m.s.e.
表示単位	10 mm
測距時間（初回）	約 0.04 秒（2.5 秒）
測角方式	アブソリュート測角方式
測角精度	3”
無線機能	約 300 m
使用時間	連続追尾：約 3.5 時間
国土地理院登録	2 級 A トータルステーション

（TS）を利用するため、高精度な高さ精度が得られ、舗装工、路盤工等の仕上げ精度が要求される作業に最適なシステムである。TS 式のシステム概要を図一 1 に、主要諸元を表一 2 に示す。

② GNSS（汎地球測位航法衛星システム）式アスファルトフィニッシャ

GNSS 式は、近年舗装工、路盤工等に適用され始めている三次元マシンコントロール技術の 1 つである。重機制御のための計測技術に GPS（アメリカ合衆国製）及び、GLONASS（ロシア連邦製）などの人工衛星を使用している。測位方式にはリアルタイムキネ



図一 2 GNSS 式概要

表一 3 GNSS 式主要諸元

RTK 観測	受信衛星	GPS（24 衛星） アメリカ GLONASS（現在 14 衛星） ロシア
	受信衛星数	最大 20 個
	データ出力	10 Hz
	水平精度	±（10 mm+1.5 ppm × D） m.s.e.
レーザ	使用範囲	± 10°（5 ～ 30 m） ± 5 m（30 ～ 300 m）
	高さ精度	分解能 1”
	回転数	600 min ⁻¹
	チャンネル	4 ch
設定単位		1 mm

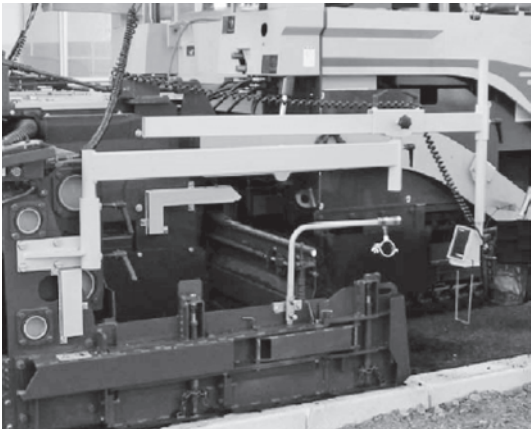


写真一 1 GNSS 式基地局設置状況

マティック測位方式（RTK 測位方式）を採用し、水平精度±数 cm を確保している。また、高さ方向に幅を持つ回転レーザを併用することにより、高さ精度を mm 単位で設定することができる。GNSS 式のシステム概要を図一 2 に、主要諸元を表一 3 に GNSS 式基地局設置状況を写真一 1 に示す。

③超音波式アスファルトフィニッシャ

超音波式は、3 次元設計データに基づいた制御ではなく、超音波センサによりロープ、縁石、既設路面などの基準高までの距離を測定する。測定したデータはコントロールボックスへ送られ、スクリーンを自動制御する。超音波式の取り付け状況を、写真一 2 に、主要諸元を表一 4 に示す。



写真一 2 超音波式取り付け状況

表一 4 超音波式主要諸元

検出範囲		0.4 m ～ 1.0 m
検出分解能		0.7 mm
超音波	発信音の広がり	直径 15 cm at60 cm 直径 25 cm at90 cm
	温度補正	温度センサ、温度補正金具
	反射面寸法	φ = 3 mm 以上
	反射面角度	± 4° 以内（鏡面） ± 10° 以内（散乱面）
	制御範囲	± 3 cm（標準）
設定単位		1 mm

3. 施工性能評価方法

(1) 工事概要

本検証は、東京都内のアスファルト舗装工事現場で実証した。

(2) 施工性能評価方法

今回の施工性能評価方法は、3つの指標（平坦性、IRI、テクスチャ）を同時に測定することができるMRP2000を使用し、平坦性（3mプロファイルメータによる方法）測定と、国際ラフネス指数（IRI）を測定した。又、非破壊式アスファルト密度測定機（PQI302）による密度測定を行った。

①舗装路面の平坦性測定

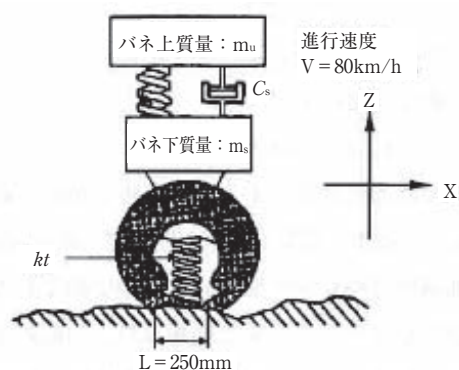
3mプロファイルメータにより、平坦性を測定する。

②国際ラフネス指数（IRI）

国際ラフネス指数（IRI）は、1986年に世界銀行が提案した路面のラフネス指標で「2軸4輪の車両の1輪だけを取り出した仮想車両モデルをクォーターカー（図—3）と呼び、このクォーターカーを一定の速度で路面上を走行させたときの車が受ける上下方向の運動変位の累積値と走行距離の比（m/kmまたはmm/m）を、その路面のラフネスとする」と定義され、各国で採用されており、我が国においても、高速道路における平坦性の評価に優れるIRIを新たな平坦性の指標として採用されている。

又、今回の路面の凸凹等の測定方法とIRIの算出方法は、縦断プロファイル測定装置で縦断プロファイルを測定し、QC（クォーターカー）シミュレーションによりIRIを算出した。

図—3にクォーターカーモデルを示す。



図—3 クォーターカーモデル

③アスファルト舗装密度測定器（PQI301）

PQI301は、測定面（底面）より電磁波を出し、設定した舗装厚さの密度を約3秒で測定できる。コア採

取することなく測定することができるため、施工管理、監督の簡素化を図ることが期待できる。

PQI301の測定状況を、写真—3に示す。



写真—3 PQI301 測定状況

4. 結果と考察

(1) 検証施工の実施

TS式ブルドーザによる施工状況を写真—4に、GNSS式アスファルトフィニッシャーによる施工状況を写真—5に示す。各制御機器により舗設された路面は、良好な仕上がりであった。



写真—4 TS式ブルドーザ路盤施工状況



写真—5 GNSS式基層施工状況

(2) 各種試験結果

①舗設路面の平坦性

MRP-2000 による平坦性測定結果を表―5 に測定状況を写真―6 に示す。

表―5 平坦性測定結果

上層路盤工	$\sigma = 2.68 \text{ mm}$
基層工	$\sigma = 1.96 \text{ mm}$
表層工	$\sigma = 1.10 \text{ mm}$



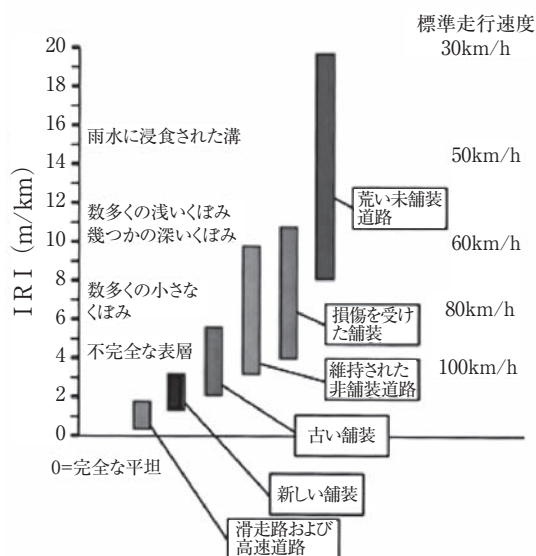
写真―6 MRP-2000 測定状況

②国際ラフネス指数 (IRI)

MRP-2000 による IRI 測定結果を表―6 に示す。

表―6 国際ラフネス指数測定結果

上層路盤工	4.73
基層工	2.54
表層工	1.77



図―4 路面性状とラフネスの関係

③アスファルト舗装密度測定器 (PQI301)

PQI302 による、現場密度の測定結果は、コア供試体の採取による密度の測定結果と同等の測定結果が得られた。

(3) 考察

①情報化施工による、品質の向上

3D—MC などの情報化施工機器を用いて施工することにより、従来工法と比較すると均一で高精度な品質が得られる。

②情報化施工による、品質の確保、管理の効率化

現在、舗装工事における出来形、品質管理では、コア供試体により、舗装厚さ、現場密度の測定、アスファルト量などの現場試験が行われている。

しかし、コア供試体の採取方法や、コアの穴の埋戻しが適切でないと、そこから舗装が破損することがあり、舗装のライフサイクルコストを低下させている。

そこで、「施工管理データを搭載した TS (トータルステーション) による出来形管理」や、PQI301 などの非破壊でアスファルト舗装の出来形、品質管理を行う手法を採用する事により、施工現場でコア採取することなく出来形、品質管理を行うことができると考えられる。

(4) 今後の課題

情報化施工機器は、高精度な仕上がりが得られるが、次のような課題もある。

- ①初期導入コストが高い。
- ②システムを取り扱う専門知識を有した技術者が必要。

(5) まとめ

情報化施工により、施工の効率化や施工精度が確保できる。TS による出来形管理、非破壊式アスファルト舗装密度測定器等の採用により、施工管理、監督の効率化を図ることができる。

5. おわりに

近年、地球温暖化問題が大きく取り上げられ、情報化施工による施工効率の向上が、CO₂ の発生低減につながると期待されている。また、少子高齢化による、熟練オペレータ不足の適応策としても、期待されている。しかし、情報化施工を構成する主要技術は、機械制御技術、油圧制御技術、TS・GNSS による測量・測位技術、3次元設計データを扱う情報利用技術など、

多岐にわたる。そのため、システムを取り扱う技術者の育成が急務である。弊社では、生産性の向上、高精度な施工を実現する情報化施工を様々な現場で利活用していきたいと考えている。

最後に、今回の検証施工に多大なご協力を頂いた発注者、現場担当者、(株)トプコン販売、(株)クマタカエンジニアリング、西尾レントオール(株)殿に、深く感謝申し上げます。

JCM A

《参考文献》

- 1) 舗装調査・試験法便覧, 社団法人 日本道路協会, 平成 19 年 6 月
- 2) 情報化施工推進戦略, 国土交通省, 平成 20 年 7 月 31 日

[筆者紹介]

宇田川 健治 (うたがわ けんじ)
前田道路(株)
工事事業本部 工務部 機械センター



古島 勝 (ふるしま まさる)
前田道路(株)
工事事業本部 工務部 機械センター
係長



菊地 重徳 (きくち しげのり)
前田道路(株)
製品事業本部 機械部
係長



橋梁架設工事の積算

——平成 21 年度版——

■改訂内容

1. 積算の体系
 - ・ 共通仮設費率の一部改定
2. 橋種別
 - 1) 鋼橋編
 - ・ 送出し設備質量算出式の改定
 - ・ 少数主桁架設歩掛の改正
 - ・ 歩道橋(側道橋)一部歩掛改定
 - 2) PC橋編
 - ・ 多主版桁橋 主桁製作工歩掛の追加
 - ・ 架設桁架設工法 歩掛の改定
 - ・ トラッククレーン架設工法 歩掛の改定

■ 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)

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>

2層同時施工可能なアスファルトフィニッシャ新型機の開発

関 口 峰・平 野 晃・藤 枝 隆 行

わが国の道路舗装は、車両交通の安全性や騒音低減を目的とした排水性舗装が増加するなど、機能性舗装が広く普及している。また、コスト縮減やCO₂削減などに配慮した技術の開発も求められており、舗装に対する要求事項は多種多様化している。それらの舗装技術に対するニーズを踏まえ平成10年度に開発した2層同時施工が可能なマルチアスファルトペーバの新型機を、MAP工法研究会会員に所属する6社及び住友建機とともに開発した。開発した新型機は、作業装置や機構を見直すことで、施工性の向上、省力化などを実現した。排ガス及び騒音に関する国土交通省指定建設機械の認可を取得し、社会的ニーズが高まっている環境問題への取り組みを強化した。

キーワード：アスファルトフィニッシャ、アスファルト舗装、2種混合物同時施工、環境負荷低減、施工の合理化、コスト縮減

1. はじめに

わが国における道路舗装は、高度経済成長期を経て着実に整備され、舗装率の上昇とともに、道路基盤の利便性や質が向上してきたといえる。近年は、車両交通の安全性確保や騒音低減を目的とした低騒音型排水性舗装が増加するなど、機能性舗装が施工実績を伸ばし、広く普及している。また、現在の経済状況を考慮した道路建設コスト縮減やCO₂削減等の地球環境に配慮した技術の開発も求められており、舗装に対する要求事項は多種多様化している。

マルチアスファルトペーバ（MAP）は、それらの舗装技術に対するニーズを踏まえ、アスファルト舗装工事における施工の効率化・合理化による工期短縮、コスト縮減を目的に平成10年度に世界初となる2層同時施工が可能なアスファルトフィニッシャとしてMAP工法研究会会員各社（大林道路㈱、世紀東急工業㈱、大成ロテック㈱、東亜道路工業㈱、福田道路㈱、前田道路㈱、住友建機㈱）にて開発された。

しかし、従来機開発から約10年が経過し、各装置の老朽化による更新時期を迎えていることに加えて、「機械輸送に関わる規制による施工機の小型化」・「排ガスや騒音対策の強化」等の要求により、MAP工法研究会会員各社と共にMAPの全面的な見直しを実施した。

本文では、その新型機の概要および特徴、新型機を使用した施工事例などを紹介する。

2. MAPを使用した施工方法の概要

MAP工法は、2基のアスファルト混合物用ホッパと2組のスクリードを装備したMAPを使用して、2種類のアスファルト混合物を上下2層に同時施工する「デュアルアスファルトペーブメント工法」と、2種類のアスファルト混合物を複数レーンに同時施工する「マルチレーンペーブメント工法」がある。

以下にこれら2つの工法について、その概要を示す。

(1) デュアルアスファルトペーブメント工法

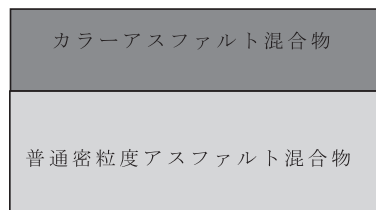
この工法は、上層と下層のスクリードにより、2種類の異なったアスファルト混合物を上下2層同時に敷き均す工法である。

異なったアスファルト混合物を2層同時に敷き均すことでの主なメリットを以下に示す。

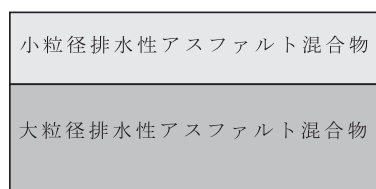
- ①表層と基層を同時に施工することで、施工時間を短縮できる。
- ②層間へのタックコート散布が不要となり、施工時間の短縮、コスト削減が期待できる。
- ③1層の施工厚さを薄くしても、2層同時に施工することにより、転圧時の総施工厚さが標準厚さであれば、締め固めを確保しやすくなる。
- ④カラー舗装や排水性舗装などの機能性舗装を薄層化して基層と同時施工することで、各層を、各々の粗骨材の最大粒径の1.5～2.5倍程度の薄さで敷き均

す事が可能となり、従来の最大粒径の3～4倍の敷き均し厚で1層のみで施工する場合と比較して、高価な材料の使用量を減らすことができ、コスト削減が図れる。

カラーアスファルト混合物を適用した舗装構成例を図一1に示す。また、図一2に低騒音舗装の舗装構成例を示す。



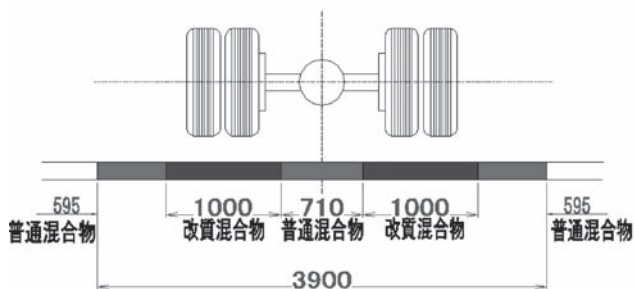
図一1 カラーアスファルト混合物を適用した舗装構成例



図一2 低騒音舗装の舗装構成例

(2) マルチレーンペーブメント工法

この工法は、専用のスクリードユニットを装着することで、図一3に示すような2種類の異なる混合物を道路の縦断方向に帯状に同時施工する工法である。主な活用例を以下に示す。



図一3 マルチレーンペーブメント工法例

①耐流動性対策

重交通路線等の耐流動性対策として、耐流動性に優れた改質アスファルト混合物を車輪走行部のみに適用し、非わだち部には、一般のアスファルト混合物を使用することで、合理的な舗装の施工が可能となり、コスト削減が期待できる。

②景観舗装

色彩の異なる2種類のカラーアスファルト混合物を使用することで景観舗装等にも利用することが可能である。

3. 新型 MAP の開発目標

新型 MAP の開発目標を以下に示す。

①施工性の向上および省力化

作業装置を集約し、利便性を図ることで、操作性を容易にし、施工性の向上および、省力化を実現する。また、機械周囲の死角を解消し、安全性を確保向上させる。

②機械の軽量化

従来機においては、機械輸送時の総重量が45t超となり特殊車両通行許可取得が容易ではなかった。そこで、機械重量を軽量化(23t程度)することで輸送総重量を45t以下とし、特殊車両通行許可取得を容易とする。

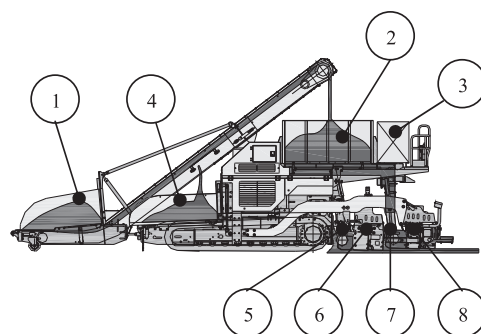
③環境対策の強化

社会的ニーズが高まっている環境問題への取り組みとして、排ガス(排ガス黒煙濃度25%以下)および騒音(騒音基準値107dB以下)に関する国土交通省指定建設機械の認可を取得し、環境負荷の低減に努める。

4. 新型 MAP の開発結果

(1) 新型 MAP の概要

同機は、住友建機(株)製のアスファルトフィニッシャー HA90C(舗装幅員9.0m級)をベースマシンとし製作した。主要装置は、チャージングホッパ・チャージングフィーダ(脱着可能式)、上下層のアスファルト混合物用ホッパ、上下層のスクリュウおよび上下層のスクリードと各操作盤やモニタで構成されている。デュアルアスファルトペーブメント工法における MAP の機構を図一4に示す。



新型 MAP 主要装置構成

- ①：チャージングホッパ・フィーダ
- ②：上層ホッパ・上層スクリュウコンベア
- ③：運転席他
- ④：下層ホッパ
- ⑤：下層スクリュウ
- ⑥：下層スクリード
- ⑦：上層スクリュウ
- ⑧：上層スクリード

図一4 MAP 新型機構図

(a) アスファルト混合物移送経路

新型 MAP の敷き均し機構を以下に示す。

- ①ダンプトラックでアスファルト混合物をチャージングホッパに供給する。
- ②チャージングホッパに供給されたアスファルト混合物は、チャージングフィーダのフライトコンベアによって下層および上層敷き均しアスファルト混合物用ホッパに各々供給される。各ホッパへの供給の切換は、チャージングフィーダのドラッグ板上に設けられた切換ゲートを開閉することによりアスファルト混合物が混合することなく供給される。
- ③下層ホッパのアスファルト混合物は、バーフィーダコンベアにより下層スクリーンに供給され、敷き均される。
- ④同様に上層ホッパのアスファルト混合物はスクリュウコンベアにより上層スクリーンに供給され敷き均される。

新旧 MAP の外観比較を写真—1 および写真—2 に示す。



写真—1 新型 MAP 外観写真



写真—2 従来型 MAP 外観写真

(b) 主要装置の特徴

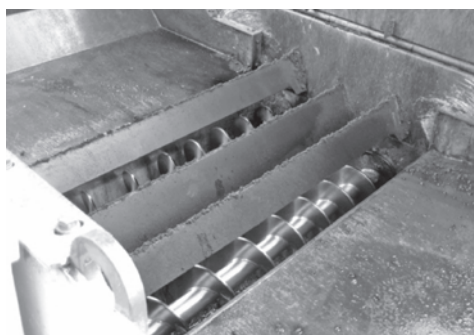
新型 MAP 主要装置の特徴を以下に示す。

- ①チャージングホッパ・チャージングフィーダ
MAP の従来機では、ダンプトラックによりチャー

ジングホッパに供給されたアスファルト混合物をスクリュウで中央へかき寄せ、チャージングフィーダにより各ホッパ搬送する特殊な機構であった。そのため、故障等のトラブル発生頻度が高かった。そこで、MAP の新型機では、汎用アスファルトフィニッシャと同様のホッパ式およびバーフィーダ構造を採用した。

②上層アスファルト混合物用ホッパ

実容量は、 6.5 m^3 である。従来機では、斜板油可倒式であったが、ホッパ式を採用した。また、スクリーンへのアスファルト混合物供給方法は、スペースをコンパクトにするため、グースフィニッシャ等で実績のあるスクリュウコンベアを採用した（写真—3 参照）。



写真—3 上層スクリュウコンベア

③下層アスファルト混合物用ホッパ

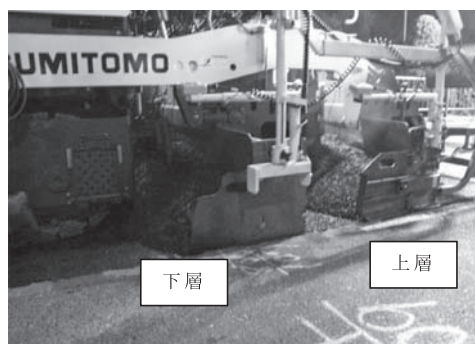
実容量は、 2.8 m^3 である。汎用アスファルトフィニッシャと同様のホッパ式とバーフィーダ方式を採用した。

④下層敷き均し用スクリーン

デュアルマット型スクリーン（2枚スライド式）を採用し、締め固め装置として、シングルタンパを備える。

⑤上層敷き均し用スクリーン

従来機では、タンパ・パイプレータ方式の3スクリーンであったが、軽量化を図るため、下層スクリーンと同様のデュアルマット型スクリーンを採用し、締め固め装置は、舗装表面性状を確保するためタンパ・パイプレータ方式とした（写真—4 参照）。



写真—4 上層および下層スクリーン

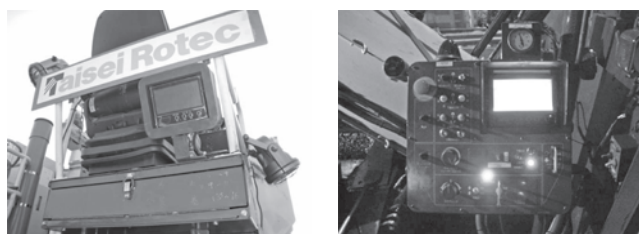
(2) 開発目標への対応

開発目標に対する改善結果を次項に示す。

(a) 施工性向上と省力化への対応

従来機では専属の運転手が運転席で行っていた走行操作をチャージングフィーダ操作員が、兼務する機構とした。更に、全ての作業装置の操作系統を集約させ、スクリードステップ上で操作を可能な機構としたことで、従来の4名体制のオペレーティングから3名での施工が可能となった。

運転操作員削減に伴う安全性の確保として、機械周囲の死角およびホップ内部に複数の監視カメラを設置し、各オペレータがモニターで視認可能としたことで、安全性が確保されると共に施工性の向上に寄与できた。死角部監視モニタを写真—5に示す。



写真—5 監視モニタ

(b) 機械重量の軽量化への対応

新旧 MAP の主要諸元の対比を表—1に示す。

表—1 主要諸元対比表

項 目	新 型 機	従 来 機
全長（作業時）	9760 mm	10468 mm
全幅（回送時）	3000 mm	2990 mm
全高（作業時）	4250 mm	4220 mm
総 重 量	23.5 t	27.5 t
機関出力	132.1 kw	138 kw × 2 基
舗 装 幅	2.5 ～ 4.5 m	2.5 ～ 6.0 m
下層 スクリード	T 式 2 スクリード	TV 式 2 スクリード
上層 スクリード	TV 式 2 スクリード	TV 式 3 スクリード

表—1の総重量対比より、約15%（約4.0t）の軽量化を実現することができた。これにより、輸送総重量45t未満の特殊車両での輸送が可能となったことで、特殊車両通行許可取得も容易になり、輸送コストの軽減ができた。また、チャージングフィーダを脱着分離型としたことで、20tトレーラと10tトラックでの分割輸送も可能とした（※ただし現場にて組立必要）。

チャージングフィーダを分離した状態の外観を写真—6に示す。



写真—6 チャージャー分離型外観

(c) 環境負荷低減への対応

従来機は、チャージングフィーダと機械本体の各々に動力源を必要とし、駆動動力確保のため、138 kwのエンジンを2機搭載していた。新型 MAP においては、地球環境への負荷低減を目的として国土交通省第三次基準値排ガス対策型エンジン（132.1 kw、表—1参照）を1基のみ搭載し、施工能力を低下させることなく、全作業装置の動力を確保可能な機構に改良した。結果として、排ガスおよび騒音に関する国土交通省指定建設機械の基準値をクリア（排ガス黒煙濃度測定値0%、騒音測定値104 dB）することができ、従来機と比較して、燃料消費量およびCO₂排出量の約50%削減を実現することができた。

5. 施工事例

兵庫県的一般国道において、新型 MAP による「デュアルアスファルトペープメント工法」を適用した切削オーバーレイ工事を行った。

以下に施工事例を紹介する。

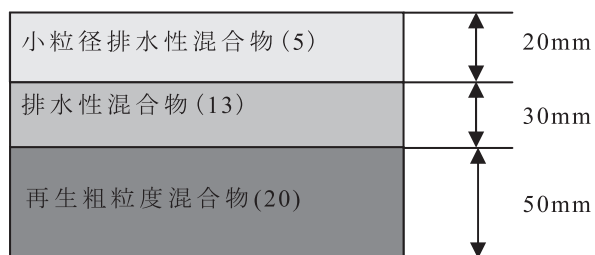
(1) 工事概要

当該工事は、既設のアスファルト舗装を100 mm 切削後、基層（再生粗粒度アスファルト混合物（20）：t = 50 mm）の敷き均しを行い、表層（上層 小粒径排水性アスファルト混合物（5）：t = 20 mm 下層排水性アスファルト混合物（13）：t = 30 mm）の施工を実施した。

工事概要を表—2、舗装構成を図—5に示す。

表—2 工事概要

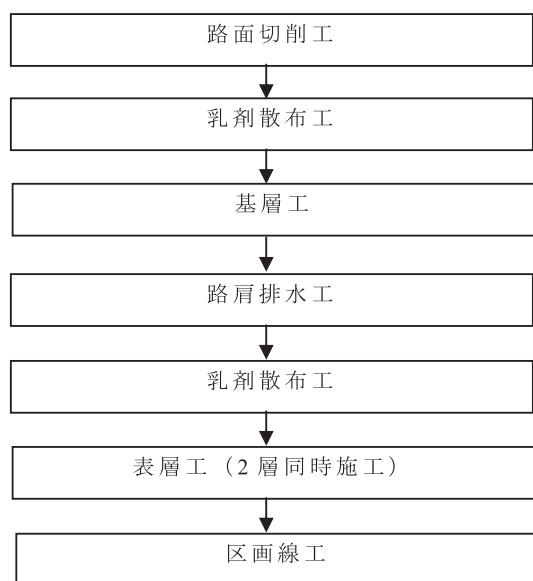
工事対象	一般国道（片側4～5車線）
工事場所	兵庫県神戸市
施工時期	平成20年12月18日～平成21年2月23日
施工幅員	2.8 ～ 4.5 m
施工面積	18,870 m ²



図—5 舗装構成

(2) 施工

施工フローを図—6 に示す。



図—6 施工フロー

(a) 基層施工

当初の計画では、基層施工は、汎用のアスファルトフィニッシャを使用して施工を行う予定であったが、施工時間短縮および施工コスト削減を目的として、MAP を使用し施工を行うこととした。施工は、上層敷き均し用ホッパにアスファルト混合物を取り込み、上層スクリーンで敷き均しを行い、通常のアスファルトフィニッシャと同様な施工を行った。

(b) 表層施工

表層施工における主な留意点を下記に示す。

①アスファルト混合物の確認

2種類のアスファルト混合物を使用するため、材料の受け入れミスが発生する可能性が懸念された。受け入れるアスファルト混合物の識別を明確にするため、ダンプトラックの運転席前に混合物名を明記したボードを設置し、2色の回転灯を準備した。

②チャージングホッパの管理

2種類のアスファルト混合物を交互に受け入れる施工を行うため、各アスファルト混合物が混ざる可能性

が懸念された。そのため、アスファルト混合物受け入れの際には、先に受け入れたアスファルト混合物をホッパ内に残さないようにし、また、チャージングフィーダを十分に空運転させることで、フライトコンベア内に付着したアスファルト混合物を排出し、2種類のアスファルト混合物が混ざらないようにした。

③アスファルト混合物搬入順序の確認

上層、下層で施工厚が異なるため、各アスファルト混合物の時間当たりの使用量も異なる。スムーズな連続施工を行うためには、2種類のアスファルト混合物のホッパ内の残数量を適宜確認しながら、受け入れ順序を決定した。

(3) 施工結果

新型 MAP を当該工事に導入したことにより、施工日数を5日間短縮することができた。また、当初計画に対して基層と表層を MAP により、兼用施工することで、機械経費の削減が図れた。表層施工状況を写真—7 に示す。



写真—7 表層施工状況

平たん性の測定結果を表—3 に示す。上り線 $\sigma = 0.74$ mm, 下り線 $\sigma = 0.89$ mm と優れた平たん性が得られた。

表—3 平たん性測定結果

項目	上り線	下り線
規格値 (mm)	2.4 以下	
最小値 (mm)	0.55	0.69
最大値 (mm)	1.12	1.14
平均値 (mm)	0.74	0.89

6. まとめ

新型 MAP 開発により得られた所見を以下に示す。

- ①作業装置を利便化し、操作性を容易にしたことで、施工性が従来機対比で、約 30% 向上した。また、運転操作人員も 25% 削減され省力化が図れた。

- ②省力化に伴う安全対策として、機械周囲の死角部に対する監視モニタリング機能により安全性が向上した。
- ③汎用機を用いたベースマシンの設計、動力性能の改善、スクリードの軽量化等により従来機対比で、約15%の軽量化を達成した。
- ④軽量化および作業装置の分割輸送により、運搬経費の削減を実現した。
- ⑤排ガスおよび騒音ともに基準値をクリアし、国土交通省指定建設機械に認定された。
- ⑥環境負荷低減対策として、エンジン出力の半減化に成功し、燃料消費量及びCO₂排出量を従来機対比で約50%削減できた。

7. 今後の課題

今回開発した新型 MAP の主な課題点を以下に示す。

- ①機械装置の耐久性の向上
軽量化に伴う部材強度および消耗部材耐久度の検証が必要である。
- ②作業装置のメンテナンス性の向上
トラブル発生が想定されるチャージングフィーダ等の材料供給システムのメンテナンスを容易にする。
- ③施工データの蓄積
新型 MAP は、開発されて日も浅く、施工実績が少

ない。「マルチレーンペーブメント工法」も含め、施工実績を増加させ、施工データの蓄積が必要である。

8. 終わりに

MAP を使用した施工は、「デュアルアスファルトペーブメント工法」を主体に、施工実績を伸ばしている。今後は、MAP 工法研究会会員各社と共に、当該工法の普及に努めていく所存である。

J C M A

【筆者紹介】

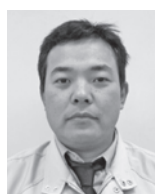
関口 峰（せきぐち たかし）
大成ロテック(株)
生産技術本部 機械部
機械技術グループ
係長



平野 晃（ひらの あきら）
大成ロテック(株)
生産技術本部 機械部
機械技術グループ
グループリーダー



藤枝 隆行（ふじえだ たかゆき）
大成ロテック(株)
生産技術本部 工事部
機械技術センター
運用管理グループ
課長代理



トンネルの補修・補強に関する技術開発動向

— LCC に基づく補修・補強技術の分類と未来型補修機械の方向性

(社)日本建設機械化協会 機械部会 トンネル機械技術委員会

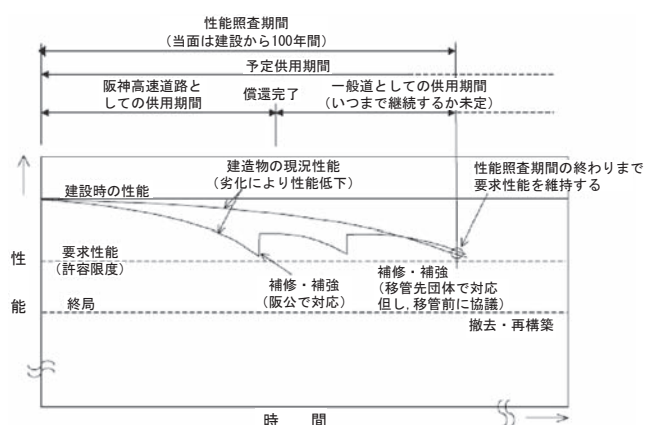
社会資本である土木構造物は、今日に至るまで数多く建設されてきた。とくに、第二次世界大戦後の経済復興期から高度経済成長期にかけて、その種類、建設数ともに急速に増加した。一方で、土木構造物が建設されてから長期間が経過し、劣化によって使用性、安全性が確保できず補修・補強を必要とするものや社会情勢の変化から要求性能が変更となり改築が必要となる事例も多くなってきている。そこで、現在、土木構造物に対しても LCC (Life Cycle Cost) の概念を適用した構造物の管理を行う動きが高まり、計画・設計、施工、維持管理、改築・廃棄までの各段階における費用を把握する検討が行われている。また、公共事業費が削減される等、財政的・人的資源の制約を受ける中で、既設構造物の長寿命化も重要な課題となっている。

こうした中で、(社)日本建設機械化協会・機械部会・トンネル機械技術委員会・未来型機械分科会では、トンネルの補修・補強技術を構造物の長寿命化の観点から、LCC の概念を導入した分類を試みた。さらに会員各社に対しアンケート調査を実施して現状の補修・補強関連技術の収集と分類を行った。

キーワード：LCC、維持管理、トンネル、補修、補強、供用性

1. LCC に基づく補修・補強技術の分類

構造物の維持管理を実施する場合、図—1 に示すような時間を考慮した性能照査が必要不可欠である。このためには、まず「構造物の寿命」または「構造物の長寿命化」の定義を明確にしておくことが重要である。



図—1 性能照査期間の概念¹⁾

「構造物の寿命」を既設構造物に対して改築や新設が必要となる時と定義すると、次のように機能が喪失した状態が「寿命がきた」状態であると定められる。

①構造安全性の喪失（使用性、安全性の喪失）

地圧や地震、岩盤崩壊などの外的要因または材質劣

化、構造的欠陥等の内的要因（時代ごとの技術レベルに起因するもの、あるいは施工上の不具合）によって構造が破壊され、使用性や安全性が喪失する状況

②経済合理性の喪失

材料の劣化等によって維持管理費が増大し、ライフサイクルコストが改築や新設を上回る状況

③機能の陳腐化

建築限界が旧基準で設計されているために交通容量が不足しているなど、構造物の社会的ニーズに対してその機能が要求性能に合致していない状況

「構造物の長寿命化」とはこれらのトンネル構造安全性の喪失・経済合理性の喪失・機能の陳腐化のいずれかによって、早期に「寿命がこない」ように予防することと定義できる。また、それらは性能照査手法に基づく、「調査・診断技術」を含めて、「分類Ⅰ健全度維持型補修・補強技術」、「分類Ⅱ健全度低下速度抑制型補修・補強技術」、「分類Ⅲ健全度増加型補修・補強技術」、「分類Ⅳ要求性能対応型改築技術」および「分類Ⅴ高性能・高機能型建設技術」の6つに分類することができる。

(1) 調査・診断技術

トンネルの補強・補修の必要性を検討するためには、まず既設トンネルの耐久性や機能等について現状を調

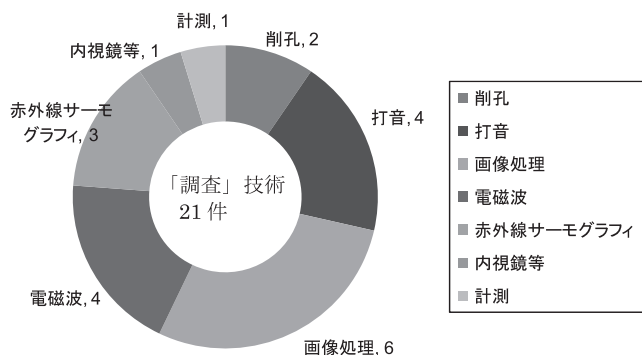
査・判定する必要がある。調査結果に基づいてトンネルの機能と健全性を正しく把握し、補修・補強の必要性の判断など、対策工の計画・設計を行う。

調査・診断技術は、表—1に示すように、清掃、調査およびデータ処理技術の3つに大別できる。

表—1 調査・診断技術の分類

分 類	
① 清 掃	
	削 孔
	打 音
	画像処理
② 調 査	電 磁 波
	赤外線サーモグラフィ
	内視鏡, CCD, コアリング
	計 測
③ データ処理	データベース

「清掃」技術ではトンネル水噴射設備点検車と重曹を用いたブラスト洗浄等の2件、「データ処理」技術ではデータベース化による診断・評価ツールとモニタリングシステム開発等の2件の合計4件の技術開発が確認されたが、「調査」技術に関するものは21件と多く、打音調査、画像処理、電磁波探査および赤外線サーモグラフィを用いた調査技術の開発が進められている(図—2)。



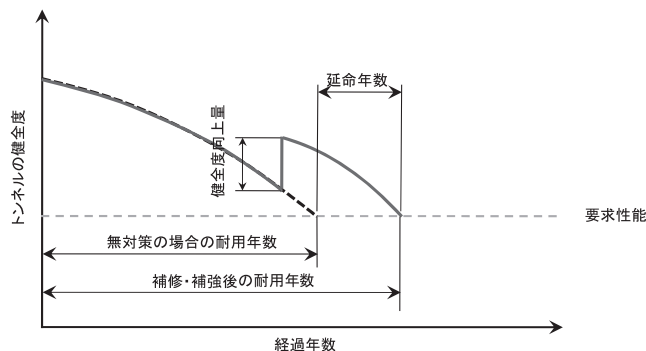
図—2 診断・調査技術の開発動向

(2) 分類Ⅰ 健全度維持型補修・補強技術

図—3に示すように、健全度維持型補修・補強技術は、覆工の小規模の不具合やひび割れ等に対して、従来から一般に行われてきた小規模の対症療法的な補修・補強技術であり、大幅な健全度の回復を期待しない比較的簡易な補修技術である、

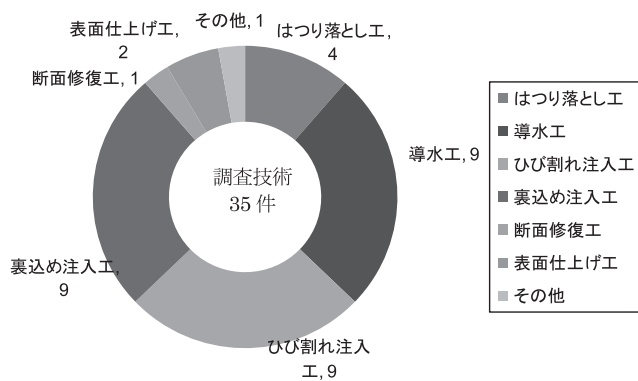
現在、研究・開発されている健全度維持型補修・補強技術は、表—2のように分類できる。

健全度維持型補修・補強技術について調査した結果、「導水工」「ひび割れ注入工」および「裏込め注入工」

図—3 健全度維持型補修・補強技術のLCC概念図²⁾

表—2 健全度維持型補修・補強技術の分類

分 類	
① はつり落とし工	
② 湧水処理工	導水工
	ひび割れ注入工
③ 裏込め注入工	
④ 断面修復工	
⑤ 表面仕上げ工	
⑥ その他	

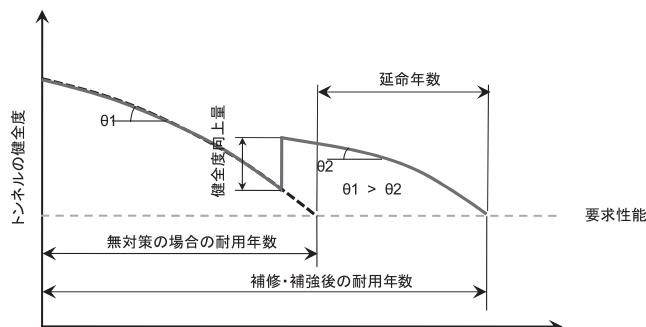


図—4 健全度維持型補修・補強技術の開発動向

に関して新しい補修・補強技術の開発が進められていることがわかった(図—4)。

(3) 分類Ⅱ 健全度低下速度抑制型補修・補強技術

健全度低下速度抑制型補修・補強技術は、図—5に

図—5 健全度低下速度抑制型補修・補強技術LCC概念図²⁾

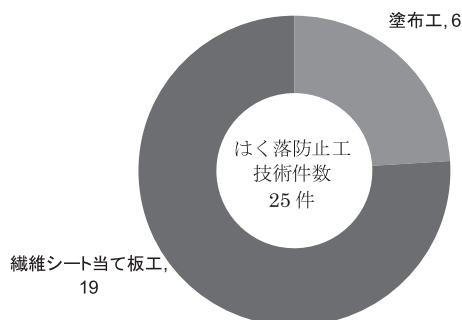
示すように外的要因に起因する部材の劣化を遅らせることで、トンネルの長寿命化を図る補修・補強技術である。

現在、開発されている健全度低下速度抑制型補修・補強技術は、表―3のように分類される。

表―3 健全度低下速度抑制型補修・補強技術の分類

分 類	
① 防食工	
② はく落防止工	塗布工
	繊維シート当て板工

健全度低下速度抑制型補修・補強技術について調査した結果、「防食工」に比べて「はく落防止工」に関する技術開発が進められていることがわかった。さらに、開発されているはく落防止工の種別を見ると図―6に示すように「繊維シート当て板工」に関する新しい補修・補強材料が研究・開発されている。

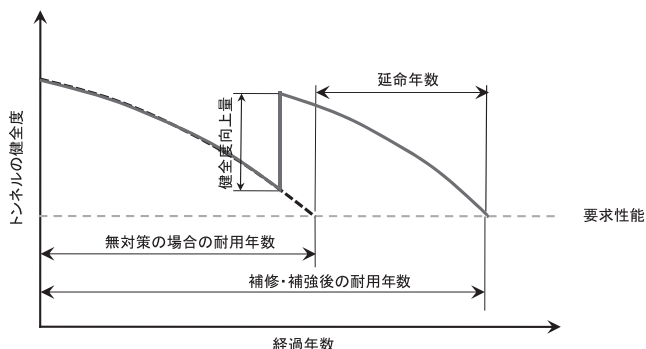


図―6 健全度低下速度抑制型補修・補強技術の開発動向

(4) 分類Ⅲ 健全度増加型補修・補強技術

健全度増加型補修・補強技術は、図―7に示すようにトンネルの健全度を補修・補強によって高度に回復・補強することで、長寿命化を期待するものである。

健全度増加型の補修・補強技術について調査した結果、図―8に示すように「内巻き工」が多数を占め、

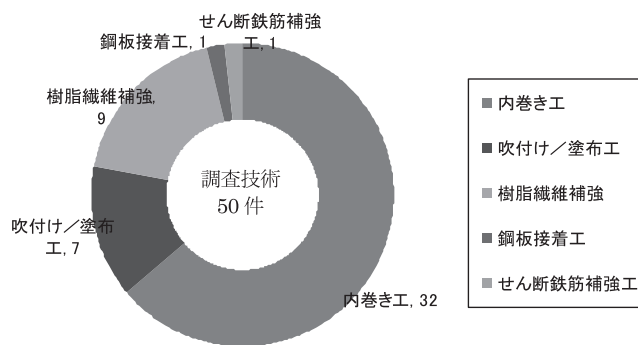


図―7 健全度増加型補修・補強技術のLCC概念図²⁾

次いで「樹脂繊維補強工」、「吹付け／塗布工法」に関する新しい補修・補強技術が開発されていることがわかった。

「内巻き工」はトンネル内部で補強材を組立てる「組立工法」、管渠内で管を製造する「製管工法」および管渠内に管を挿入する「管挿入工法」に分類される。

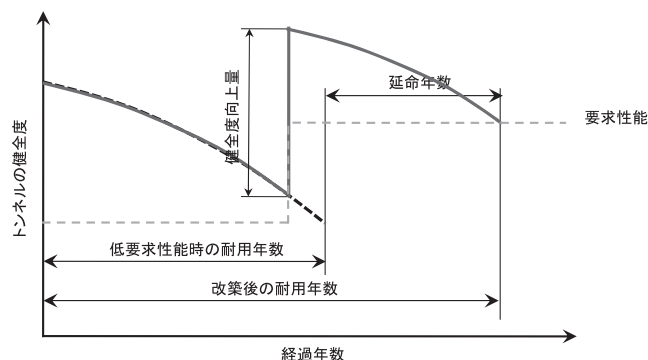
それらのうち、「組立工法」に関する技術開発が最も研究されている。



図―8 健全度増加型補修・補強技術の開発動向

(5) 分類Ⅳ 要求性能対応型改築技術

要求性能対応型改築技術は、社会的ニーズの変化から、建築限界を大きくする、あるいは地震に対する耐力を大きくするなど、図―9に示すように補修・補強によって要求性能の変化に対応させる改築技術である。



図―9 要求性能対応型改築技術のLCC概念図²⁾

要求性能対応型改築技術は、表―4のように分類することができる。

調査の結果、トンネル改築に関する技術開発件数は19件で道路および導洞・管渠に関するものが多く、それぞれ40%ずつを占め、鉄道が約20%となっている。

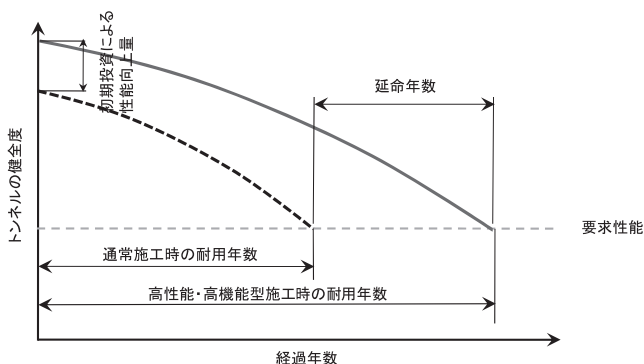
表―4 要求性能対応型改築技術の分類

分 類
① 道路トンネル改築技術
② 鉄道トンネル改築技術
③ 導洞・管渠改築技術

トンネル改築時に最も問題となる既設トンネルの供用性について、道路トンネルの場合では開発技術の約90%が供用可能な改築技術であるが、導洞・管渠および鉄道の改築技術に関しては現状では30%程度しか供用しながらの改築ができない現状となっている。

(6) 分類Ⅴ 高性能・高機能型建設技術

高性能・高機能型建設技術は、劣化に対する将来的な補修を不要とするために、トンネル建設時からトンネルの性能を高めておくことで長寿命化を期待する建設技術である（図—10）。開発技術として、高防水工技術、部材の高性能化（高耐久性、高強度、高耐火性）および高耐震化技術が挙げられる。



図—10 高性能・高機能型建設技術のLCC概念図²⁾

高性能・高機能型建設技術は、表—5のように分類される。

表—5 高性能・高機能型建設技術の分類

分 類	
① 高防水性技術	
② 高性能化技術	高耐久性
	高強度
	高耐火性
③ 高耐震化技術	

高性能・高機能型建設技術について今回の調査で得られた18件の技術を整理すると、「部材の高性能化」に関する「高耐久性・高強度・高耐火性」に関する項目が全体の83%（15件）を占める。次いで「高耐震化」についての技術開発が多い結果となっている。

高性能化技術として、シールドトンネルのセグメントに耐久性等を有する原材料を使用する、内周面を特殊樹脂等で覆う、あるいは外周面に防水シートを布設するなどの工法がある。また、トンネル覆工コンクリート中に各種繊維材を混入する、短時間に初期強度を発生させる吹付けコンクリート材を使用する、あるいは、

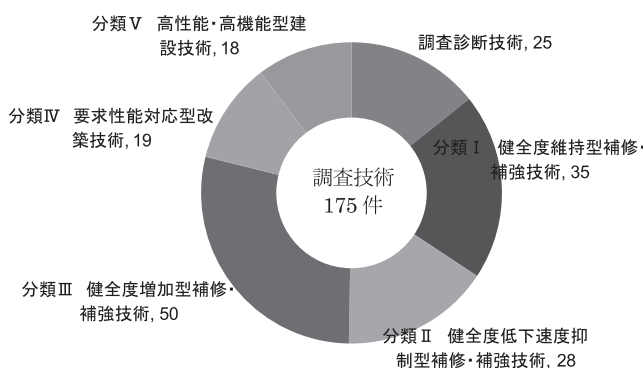
覆工コンクリートの乾燥やひび割れを防ぐために特殊養生装置を使用する等の方法によって耐久性や強度および耐火性の向上を図っている。

2. 補修・補強技術の調査結果のまとめ

(1) 補修・補強技術の全体的傾向

補修・補強技術別の開発状況の内訳を図—11に示す。調査技術175件の全体的な傾向を数的比率で比較すると、調査診断技術、分類Ⅰ健全度維持型補修・補強技術、分類Ⅱ健全度低下速度抑制型補修・補強技術および分類Ⅲ健全度増加型補修・補強技術の割合が大きく、分類Ⅳ要求性能対応型改築技術および分類Ⅴ高性能・高機能型建設技術が比較的少ない傾向にある。

これは、補修・補強技術開発の当初の目的が、まず現況の劣化した部分の補修をどのように行うかという問題に直面していたことによるものであると考えられる。とくに、これまで土木構造物建設時に社会構造の変化に伴って要求性能が変化することへの配慮やライフサイクルを考えた社会資本投資を効率的に行うための具体的方策についての研究がなされてこなかったために、要求性能対応型や初期投資型の建設技術の開発が遅れているものと考えられる。ただし、分類Ⅳおよび分類Ⅴに関する技術開発は、現在、増加傾向にある。



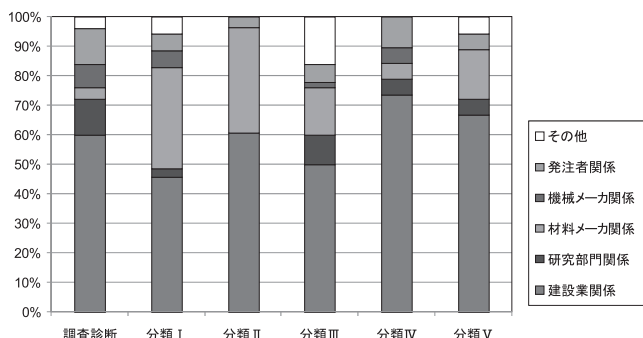
図—11 トンネルの補修・補強技術の内訳

(2) 補修・補強技術の研究開発者

補修・補強技術別の開発業種比率を図—12に示す。いずれの技術分類においても建設業関係の関与が高いことがわかるが、とくに分類Ⅰおよび分類Ⅱでは材料メーカーの比率が高くなっていること、分類Ⅳおよび分類Ⅴで建設業関係の比率が際立って高いことがわかる。分類Ⅰおよび分類Ⅱは構造物の表面補修などの簡易な箇所への対症療法的な技術であり、その技術開発費用も比較的安価で、かつ、材料の販売で開発費を回収することができることに對して、分類Ⅳおよび分類

V技術は、構造物の抜本的な補修・補強であるため膨大な研究開発費が必要となる上に、開発費も非常に高価であることが、こうした理由の1つとして考えられる。

一方、機械メーカーやコンサルタントあるいは発注者独自の技術開発は比較的小さい傾向にあるので、今後の構造物維持管理分野への積極的な対応が望まれる。



図一 12 トンネルの補修・補強技術に関する開発者の内訳

3. 補修・補強用未来型建設機械のあるべき姿

(1) 未来型建設機械のあるべき姿

補修・補強に関する未来型建設機械のあるべき姿として、現在の少子高齢化社会、国際化社会でも既存インフラの延命・再利用を効率的に行うことができる使いやすい機械（道具）で環境と安全面が十分に配慮されていることが必須であり、下記の条件を満足することが求められる。

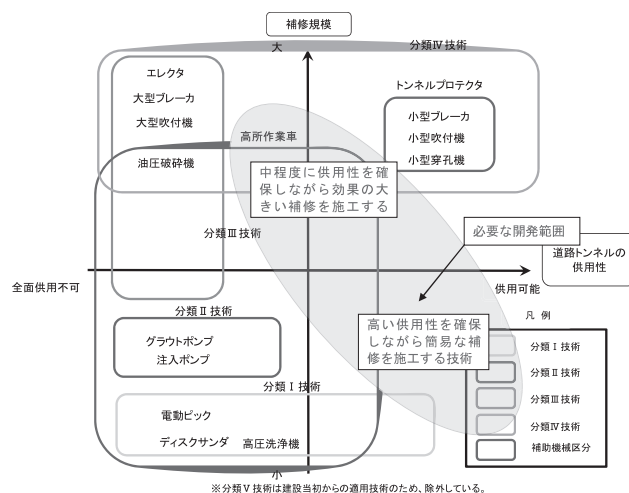
- ① 施工環境を考慮してトンネルを供用しながら利用者に被害を与えることなく、高所でも安全に施工できる機械、または、作業の占有面積が小さい機械
- ② コンパクトで多機能性を持たせた機械
- ③ 工期をできる限り短縮することで利用者への影響を最小限に抑えることができる高速施工対応型の機械
- ④ 特殊作業員を必要とせず、使い勝手のよい機械で、とくに作業員の年齢、性別、国籍、技能等にかかわらず確実な操作（施工）を行うことができる機械
- ⑤ 熟練度に左右されない高精度の施工を実現できる ICT を活用した情報化施工が適用できる機械および補修・補強システム
- ⑥ 地球環境にやさしい材料を原料とする補修・補強材料、または、CO₂の排出量が少ない機械

(2) 補修時のトンネルの供用性に着目した建設機械

調査・診断技術から分類Ⅳまでの補修・補強施工機械を、横軸にトンネルの供用性、縦軸に補修規模をとって分類すると、図一 13 のように整理できる。

分類Ⅰは場合によって高所作業車を用いて施工する技術である。比較的小規模な補修・補強工事であるので、トンネルの供用性は確保しやすい場合が多い。分類Ⅱも分類Ⅰと同様に高所作業車を用いて施工するが、規模および補修規模ともに分類Ⅰよりは大きい。したがって、トンネルの供用性は分類Ⅰに比べて劣る。分類Ⅲは作業床として高所作業車を用いる場合と用いない場合の両方があるが、いずれも補修規模が大きいので、トンネルを供用しながらの施工は難しく、ほとんどが全面通行止め等の措置が必要となる。分類Ⅳは全面通行止めにして施工を行うことを基本としているが、トンネルプロテクタを用いる、あるいは専用の補修機械を適用して供用性を確保する場合がある。

供用性に着目すると、今後、中程度の供用性を確保しながら効果の大きい補修を行うことができる、あるいは、高い供用性を確保しながら簡易な補修ができる機械（作業床）の開発が必要になると考えられる。



図一 13 必要な補修・補強技術および機械の開発分野

J C M A

《参考文献》

- 1) 阪神高速道路公団：性能照査型維持管理要領（案），2002年6月
- 2) 財団法人道路保全センター：道路保全研究会，平成18年度報告書（一部加筆・修正），2007年
- 3) 財団法人日本建設機械化協会：トンネルの補修・補強技術に関する調査研究報告書，2007年

【筆者紹介】

河上 清和（かわかみ きよかず）
五洋建設(株)
本社 土木本部土木設計部
部長



除雪機械技術の動向

(社)日本建設機械化協会 機械部会 除雪機械技術委員会

除雪機械の最近の動向として、ロータリ除雪車では操作の容易化（ジョイスティックレバー）、安全装置機構（湿式多板クラッチ）、除雪トラックでは自動変速トランスミッション搭載車、シャッターブレード、除雪トラックの多目的利用方法、除雪グレーダではバリアブルホースパワー機能、除雪ドーザではロードセンシング機能を取り入れた作業機用油圧システム、HST車、凍結防止剤散布車関連では轍（わだち）部散布、トンパック対応散布剤積込機、新方式の定置式溶液散布装置、などが開発されている。

キーワード：除雪機械、操作の容易化、安全装置、多目的利用、排ガス対応

1. はじめに

本稿では除雪機械の動向を紹介する。除雪機械技術委員会のメンバーは、国土交通省、メーカー等により構成され除雪機械の検討をしている。除雪機械の技術の動向としては、温暖少雪化を受けて、多機能型除雪機械の開発、及び除雪費の増加を抑えるためのコスト削減の努力がなされている。ここでは、主要な除雪機械として、ロータリ除雪車、除雪トラック、除雪グレーダ、除雪ドーザ及び凍結防止剤散布車について、概括的にできるだけ最近の開発事例も含めて述べる。

分担は、次の通りである。ロータリ除雪車（鈴木隆好（日本除雪機製作所））、除雪トラック（甲斐 賢（岩崎工業））、除雪グレーダ（井口慎治（コマツ））、除雪ドーザ（久村公秀（TCM））、凍結防止剤散布車（道上昌弘（範多機械））。

2. 除雪機械の開発動向

(1) ロータリ除雪車

ロータリ除雪車は一般に総輪駆動の専用車体前部に除雪装置が昇降可能に架装されており、ステアリング方式は雪中での旋回性能を確保するために車体屈折式が採用されている。走行駆動系にはHSTが使用され除雪作業速度のキメ細かなコントロールによりエンジンへの適切な負荷の制御を行っている。一方、除雪装置はオーガとプロアから成る2ステージ式で、有段変速機を介して機械駆動されるのが一般的である（写真—1 参照）。除雪装置には除雪路面への追従を行うた

めの昇降、チルト、チップバックなどの機能に加え投雪方向を制御するための操作としてキャップ仰角、伸縮、旋回、プロアケース回転などがあり、オペレータは車体側と除雪装置側の操作を行わなければならないため高度な技術と熟練が要求される。



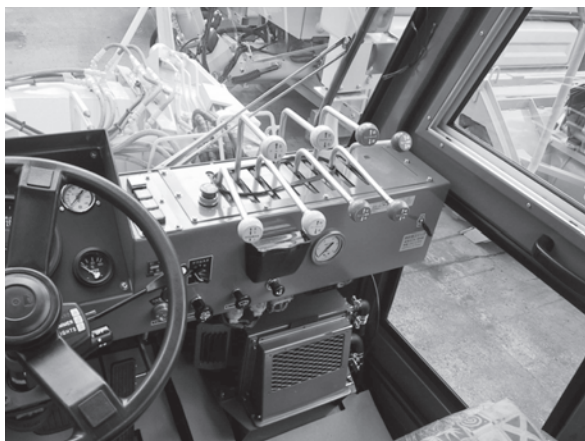
写真—1 ロータリ除雪車の外観

近年はこれら操作系の簡略化による操作の容易化や除雪装置の機械駆動系を過負荷から守るために取り付けられる安全装置の新機構によりオペレータの作業環境改善が図られている。

① 操作の容易化

ロータリ除雪装置の操作系の数は少なくとも6系統、オプション機能を付加したものでは10系統を超えるものがある。以前のロータリ除雪車では写真—2に示すように1系統に対し1本の操作レバーとなっていた。

現行機種構成は写真—3に示すようにオペレー



写真一2 1系統1本の操作レバー



写真一3 ジョイスティックレバー

タ用として2本のジョイスティックレバーに集約されている。

本機構は中型以上のロータリ除雪車においては数年前から採用されており、近年は小型においても採用する機種が出ている。

②安全装置機構

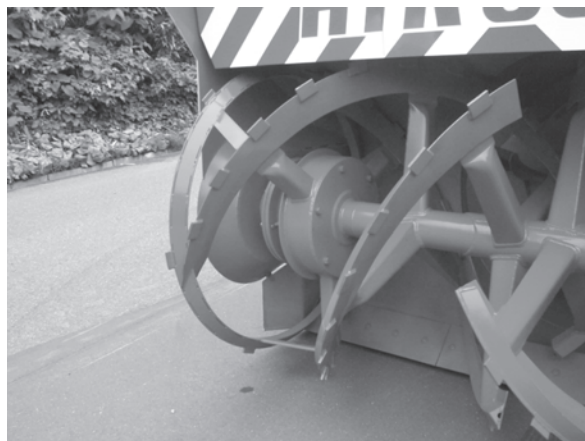
除雪装置を過負荷から防護する安全装置は一般的に写真一4に示すように動力伝達部にシャーピンを用



写真一4 動力伝達部のシャーピン

いているが、シャーピン切断時の交換作業はオペレータにとって苦痛な作業となる。

写真一5は動力伝達部に湿式多板クラッチを用いた安全装置を示す。僅かなスリップをコンピュータで検出してクラッチ解放を行い過負荷から保護するもので、復旧作業がワンタッチで行えオペレータの負担を軽減している。



写真一5 湿式多板クラッチを用いた安全装置

(2) 除雪トラック

除雪トラックは、ベース車両が建設機械ではなく、貨物輸送を目的としたトラックに除雪装置を備えていることが特徴で、高速除雪を目的とし高速道路や郊外地で主に利用されている(写真一6参照)。7t級(4×4)の性能を向上させ、10t級(6×6)に近い除雪能力を有する10t級(4×4)が導入され始めているが、昨年末からの自動車販売の落ち込みによる生産機種の縮小により、生産が休止される状況となっている。



写真一6 除雪トラックの外観

除雪トラックの路面整正装置(トラックグレーダ)は、運転席後部に配置されているため、目視での操作がしづらく、長年除雪作業の容易化に取り組んできた。経験年数の少ないオペレータにも、容易に高精度の除雪作業ができるように、自動変速トランスミッション

搭載車（トラックはマニュアルシフトが一般的）や、ブレードの操作及び、押し付け力をコンピュータ制御するブレード自動制御装置の配備が進んでいる。

また、最近の沿道条件に伴い、スノープラウの投雪制御装置及び、雪を出さないシャッターブレードの導入も始められている。

さらに、除雪トラックの有効利用として、今まで除雪専用としていた荷台に、給水、散水装置等を積載した多目的な除雪トラックの開発も進められている。

環境面では、一般の大型トラックと同じ排ガス対応がなされ、従来の自然吸気 V8 エンジンより、超高压燃料噴射直 6 ターボ式エンジンが主流となっており、フィルター、化学反応等により排ガス中の黒煙（PM）、有害ガスの浄化を行っている。

次に、除雪トラックの多目的利用について述べる。

除雪トラックは、除雪作業を行う除雪専用車と、除雪以外の作業（散水、凍結防止剤散布、ダンプ装置等）に分けられる。

最近の少雪温暖化傾向に伴い、除雪作業の減少により、除雪専用車の稼働時間の低下が問題となってきた。

そこで、除雪専用車の荷台を利用し、作業装置（給水、散水装置等）を積載し、除雪トラックを多目的に活用しようとする技術である。

給水、散水装置等のタンクは、従来のような固形の物ではなく、軽量で特殊な袋とすることで、作業目的に応じた袋を搭載し、使用しないときには折り畳んでコンパクトに格納することが可能となる（写真—7 参照）。



写真—7 散水装置を積載した除雪トラック

従来、荷台装置そのものを載せ替える多目的車の技術はあったが、載せ替える装置が大きく、保管場所及び、載せ替えの労力が効率的ではなかった。

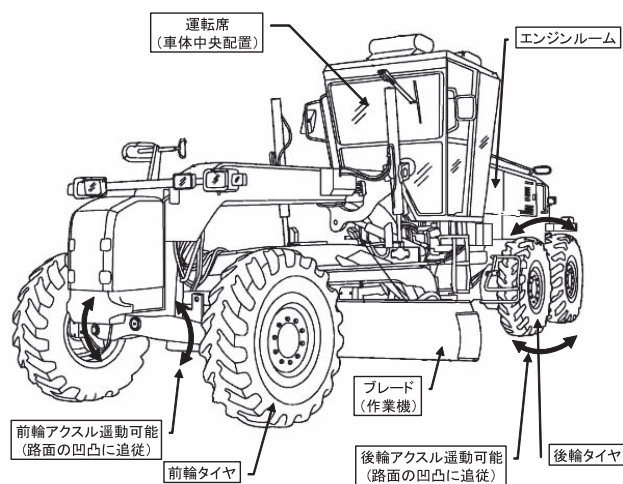
今回の技術では、タンクに替えて軽量で特殊な袋を利用することにより、今まで除雪作業のみに使用されていた除雪専用車が、比較的短時間の簡単な作業により、給水車や散水車等として利用が可能となり、道路

作業車としての効率的な運用が可能となる。

また、側溝清掃、油流出の処理にも活用が期待される。

（3）除雪グレーダ

除雪グレーダは長いホイールベース（前車軸中心から後車軸中心までの距離）の中心にブレードを備えていることが特徴で、路面の凹凸の影響を受けにくく、雪面を平滑にする性能に優れ、高いブレード押し付け力により新雪除雪から圧雪処理までの幅広い道路除雪に使用される（図—1 参照）。



図—1 除雪グレーダの外観

運転席はブレードの後ろに有るため、オペレータは常に除雪作業状態を直接視認できることも特徴である。

除雪グレーダの構造的特徴を生かしながら、除雪専用車両として除雪作業の容易化にも取り組んできている。

経験年数の浅いオペレータにも容易に車両を扱えるように、自動変速トランスミッション搭載車（グレーダはマニュアルシフト車が一般的であった）や、ブレード押し付け力をコンピュータ制御するブレード自動制御装置搭載車、及び操作が容易なトルコントランスミッションを搭載しながら、力強いダイレクト（ロックアップ）モードも選択できる車両を開発し配備が進んでいる。

最新の技術動向としてはバリアブルホースパワーの機能を搭載した車両が新たに配備されてきている。

除雪の高速化に対応した技術で、除雪処理能力の向上によりスピーディな作業を実現している。

次にバリアブルホースパワーについて述べる。

バリアブルホースパワーは、速度段毎に適切なパワーとするように、あらかじめ速度段毎に設定された最高出力にエンジンを自動で切り替える技術である。

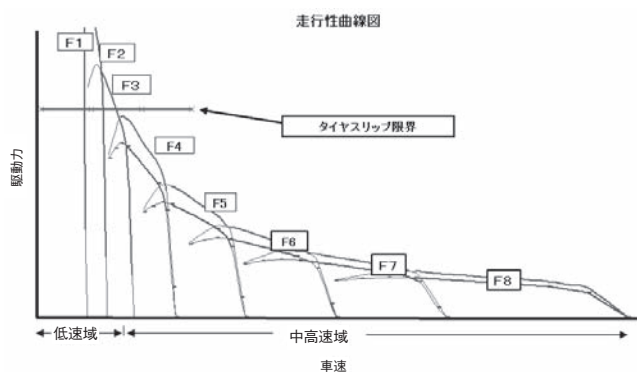
除雪グレーダは通常6速～8速のシフト段を持っている。

除雪能力を高めるには速度段の細分化の他に高出力エンジンを搭載したい。

ところがタイヤと路面の摩擦係数から決まるスリップ限界より高い駆動力域（図—2では低速域を示す）では高出力とするとタイヤスリップが増大して、タイヤ寿命低下や車両スリップの原因となりかねない。

一方スリップ限界より低い駆動力域（図—2では中・高速域を示す）では除雪負荷が大きいとエンストまたは車両停止してしまうので高出力を与えてやりたい。

この相反する要求に対応させるため一様に高出力化するのではなく中・高速域のみ高出力化する技術である。



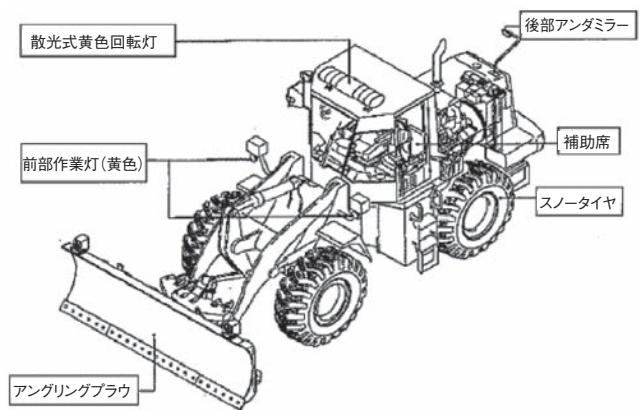
図—2 バリアブルホースパワーの概念

具体的には電子コントロールエンジンのコントローラに数種のエンジン出力カーブを設定し、選択された速度段毎に異なる馬力を与える方式とエンジンのブースト圧をメカニカルコントロールして出力可変とする方式がある。例えば、4.0 m 級除雪グレーダでは、223 ps ～ 320 ps の範囲でエンジン出力をコントローラ（コンピュータ）制御している。

(4) 除雪ドーザ

除雪ドーザは、土工機械のホイールローダの仕様から、除雪作業に適した仕様に変更している。

安全性の観点から補助席・散光式黄色回転灯・作業灯などを設けている。作業上からは、バケットの代わりにアングリングプラウを設け、作業用途に応じてサイドスライド式・セフティブレード式（反転エッジ）・サイドシャッタ式などの各種プラウも用意している（図—3 参照）。周囲環境からは大容量のカーヒーター・スノーワイパブレード・熱線入りガラスなどを用意しており、これらによって消費電気が増えるので発電機（オルタネータ）の容量アップも図って除雪ドーザと



図—3 除雪ドーザの外観

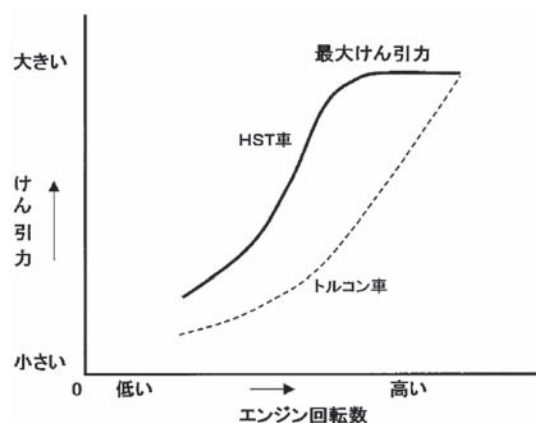
して確立している。

除雪ドーザは低速作業（10 km/h 以下）が主で車体屈折式のため小回りが効き、山間部の道路や狭隘道路、交差点、高速道路のインターチェンジ等の除雪作業に適しているが、作業装置の操作機会が多く運転者の疲労軽減が重要視される。対策として荷役操作レバーの油圧パイロット化・電気式コントロール、アクセルペダルの電気コントロールなどによる各操作力の軽減などを図っている。

近年の傾向として、作業機用油圧システムに、油圧ポンプを従来のギヤポンプから可変容量ポンプを使うことにより、エンジンへの負荷によるけん引力への影響を少なくし燃費の軽減を図るためロードセンシング機構を取り入れた車両もある。

動力伝達装置としては、小型の除雪ドーザに従来のトルコン（トルクコンバータ：動油圧トランスミッション）車に変わり、HST（Hydro Static Transmission：静圧油圧トランスミッション）車が装備されつつある。

このHSTとトルコン車を、同じ車両の車格で比較する（図—4 参照）。



図—4 HST車とトルコン車のけん引力比較

HST 車は油圧力によりけん引力が決まるのでエンジン回転数が低くてもけん引力は大きく、トルコン車のけん引力は、エンジン回転数に比例して大きくなるので低速時の作業効率は悪い。従って、除雪ドーザの様に低速での作業では HST 車の特長が活かせるといえる。

また、HST 車はアクセルを戻すと HST ブレーキがかかり、ブレーキペダル操作の頻度が少なく、ブレーキの寿命が延びる利点がある。

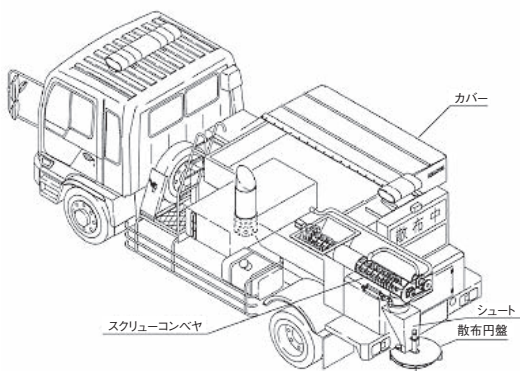
さらに HST およびエンジンを電気制御することにより作業負荷に応じたモードで最適なマッチングにより作業性の向上を図っている。

今後は、環境面・省エネに関しての取り組みになり、4 次排ガス規制対応・低騒音化・燃費の向上・バイオ燃料等の採用が要求されていくと思われる。

(5) 凍結防止剤散布車

凍結防止剤散布車（以下散布車という）は、ホッパ、コンベヤ（ベルト式及びスクリュー式）、シュート、散布円盤などからなる（図－5 参照）。

昭和 38 年頃から、それまでトラック後部あおりに吊り下がるハンガータイプの砂散布装置であったのが、車載式散布装置として登場した。昭和 48 年頃には専用車タイプが開発された。開発当初は、乾式のみであったが、現在は、湿式、湿潤式があり、路面への散布剤の定着を促進することにより散布効率が向上している。



図－5 凍結防止剤散布車（ベルトコンベヤ式、除雪装置付（スノーブラウ））

積雪上に散布する事後散布には、乾式が適しており、凍結前の事前散布には湿式、湿潤式が使用されている。

最近の暖冬少雪化で、散布車の稼働が除雪作業に占める割合が増えている。除雪事業費の中でも散布作業のウエイトが増えており、この費用削減が課題となっている。

このため下記のようにあらゆる角度からその対策が考えられている。

① 散布量を減らす。

散布密度 30 g/m^2 が普通であったが、総量規制のため 15 g/m^2 などの散布も実施されているところもある。

② 適所に適量を散布する。

残留塩分濃度を測定し、散布の必要性を判断する。

路面状態を検知するセンサーにより、散布の必要性を判断する。

③ 作業の高速化の試み

時速 $40 \sim 60 \text{ km/h}$ 程度の散布速度をさらに高速にする試みもなされている。

また、散布車の耐用年数を延伸することにより、購入費を抑える傾向がある。そのために、トラックシャーシの防錆塗装の改良がなされている。

最近の開発事例として次のものがある。

① 轍（わだち）部散布

散布剤の効率的散布のため、車道の轍部にのみ、散布をするものである。既存の散布車の構造をそのまま利用する。回転円盤の廻りを 2 重のカバーで囲い、内側のカバーのすき間から剤が飛び出し、散布剤が外側のカバーに衝突して、轍部に落下するようにしたものである。

円盤カバーと左右の遮蔽板を運転室内で操作し、通常散布と瞬時に切換可能な構造としている。

② 散布剤積込機（搬送ホッパ付）

トンパックの散布剤を散布車に積み込むための機械でトンパック用の搬送ホッパ（写真－8 の左側に見える）を備えており、搬送ホッパに投入した剤をスクリューコンベヤで積み込む。倉庫の屋根が低くて、クレーンによるトンパックのつり上げ代のないところや、積込設備のないところで利用される。



写真－8 散布剤積込機

③定置式溶液散布装置

朝夕の混雑箇所や登り坂などで少量の散布剤を長時間散布することにより、従来の定置式溶液散布装置より大幅なコストダウンを図ったものがでている。

路上に施工した溝を通して散布剤溶液をしみだし、その上を走行する車で走行方向に拡散させる。路面に誘導溝（グルーピング）を設置することで、少量の凍結防止剤でも、短時間で効率的に路面散布ができる。ランニングコストは、外気温、タイマーなどとの組み合わせで、少量の散布剤で長時間散布により低コストになっている。

④災害用給水装置

除雪トラックの項で述べられているものと同様の機構であるがここでは散布車のホッパに布製容器をいれて災害時に散布車を給水車として使用するものである。

⑤溶液散布装置

除雪トラックの項に述べられている散水装置と同様の機構であるが、NEXCOで使用されている湿式型散布車に能力アップした溶液ポンプ及び、溶液散布制御装置を追加し、車両後方に溶液散布バーを装備する事により、散水及び溶液散布を可能にしたものである。

⑥塩サイロ

散布剤をトン(t)パックから2階の開口部を通して、散布車のホッパに積み込んでいるが、人手を要している。サイロ設備を屋内に設置することにより、散布剤

購入時はバラとなり、トン(t)パックの処理費用もなく、単価的にも安くなり経費削減となる。塩サイロは大量の剤をサイロに貯蔵し、自動運転により、剤を散布車に供給することができる。積み込み作業の無人化により安全性、積み込みの迅速化に貢献するものである。

⑦下廻り洗浄機

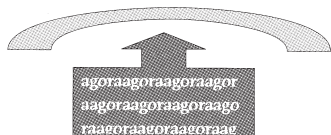
散布車の防食のために、散布後のトラックシャーシの洗浄が重要である。これは、高圧水を利用してノズルから噴出させ、車体の下回りを洗浄するもので、車体の下に潜り込ませる。操作は、車体の外から、簡単にできる。

3. おわりに

除雪機械は機能面での開発は成熟しているので、今後、徐々に除雪機械のIT化、情報化施工の方向に進んでいくと思われる。

また除雪機械技術委員会では、除雪機械の安全性について欧州規格 EN13021 をベースにJIS案を作成し(社)日本建設機械化協会の国内標準委員会で審議後、2009年2月に経済産業省に提出している。除雪機械の安全性は、今後も重要な課題である。

J C M A



街道ルネッサンス運動と 全国街道交流会議

古 賀 方 子

道と人、道と地域の関係を見つめなおすとともに、街道の歴史や文化から現在を探り、道や地域のあり方を未来に向け提言する全国街道交流会議。「街道ルネッサンス」運動のこれまでを振り返るとともにこれから地域と道との期待すべき関係を考える。

キーワード：町並み保存、歴史の道、歴史国道、宿駅制度 400 年、歴史・未来・みちルネッサンス、日蘭交流 400 年、参加と連携、全国大会、街道交流首長会

1. 街道の概要

徳川家康は、豊臣秀吉に命じられて関東を治めることになり天正 18(1590)年 8 月 1 日江戸に入った。関ヶ原の合戦に勝利した翌年の慶長 6 (1601) 年には、東海道に伝馬制による宿駅制度を制定。征夷大將軍に就任する 2 年前のことである。

軍事目的ととらえられることが多い織田信長の交通政策も、『信長公記』によれば、まずは「道ノ多ク曲タル所ヲバ見計ヒ直ニツケ、石ヲ除キ、牛馬ノ蹄勞セザルヤウニシテ」と命じ、通行する牛馬の足を痛めないよう路面の石抜き作業などに取り組んだとされる。江州勢田橋の工事についても「橋の四間、長さ百八十間余、双方に欄干をやり、末代の為に候の間、丈夫に懸け置くべきの旨、仰せ付けられ候。天下の御為と申しながら往還旅人御憐憫なり」とあり、長く続いた戦国時代で荒れきった東海、東山道の駅宿や道路、橋梁の状況を憂いてのことだといわれる。また、通行料目的で各所に乱立した関所を撤廃し里程を定め、道奉行を置き、道の整備とともに街道脇に松や柳を植樹させたことなどは、道路の美観や通行者の利便を願ったことと考えられている。

交通の革新に取り組んだ織田信長、豊臣秀吉の政策を引き継ぐこととなった徳川幕府は、五街道を軸として全国的に道路を整備していった。当時は、幕藩体制を形成し維持することが主たる目的であり、江戸を中心とした放射的な道ではなく、相互補完的なネットワークを形成するものであったとされる。五街道とそれらから伸びる付属街道は、江戸幕府が軍事的、行政的に生命線と考えた路線網で、五街道の通る地域の多くは

幕府の直轄地か徳川譜代の藩が統治する地であった。

道中奉行による支配、今でいえば国土交通省の管轄する五街道とその付属的な街道以外のものを脇往還（街道）といい、その管理は各藩に任されており、幕府の間接支配下にあった。

道路文化研究所理事長の武部健一氏によれば、近世の街道の路線延長（距離）は、五街道で 1,500 km、五街道を含めた幹線街道全体で 5,000 km。主な脇往還（街道）を入れると 1 万 2,000 km。さらに地域的な街道を網羅すれば 1 万 5,000 km。これが近世の街道ネットワークの総延長という。明治維新で藩による支配が一掃されて、中央集権的な国家が目指され均質化した社会に向かう以前まで、藩という枠組みの中で“お国ぶり”ともいうべき独自の文化が育まれ、それらが街道や川の道、海の道を通じて往来・交流することで多様な地域が形成されていったのである。



近世の街道概要図

2. 「街道ルネッサンス」の歩み

街道や町並みを見直す国の動きは、まず文化庁による歴史遺産の保護の視点から始まり、1975 年の文化財



中山道「妻籠宿」「馬籠宿」

保護法の改正と「重要伝統的建造物群保存地区制度」、1978年の「歴史街道の調査事業」、1996年の「歴史街道活用事業」、「歴史の道100選」の選定へと続いていく。

さらに、2003年には景観法が施行されるのに伴い、棚田や里山、道や広場など人々の暮らしや風土に深く結びついた地域特有の景観の重要性が見直され、「重要文化的景観」に選定、文化財として総合的に保護することとなった。

道路行政の側でも道路に対する国民ニーズの変化、道と地域・人の関係の希薄化、あるいはバブル経済崩壊後の世相、価値観の変化などを背景にしながら、90年代初めの「東海道宿駅制度400年」（2001年）を契機に、街道に対する国民的な関心が一挙に高まっていった。街道の見直し運動は「歴史・文化を活かしたまちづくり」として市民権を得、地域おこし運動の波となって各地に様々な団体が立ち上がっていった。

地域住民や自治体の動きを受けて、「東海道ルネッサンス」を旗印に東海道筋で街道を活かした地域づくりに取り組む人々の交流と連携を目的に、旧東海道の資源調査や復元整備の取組みが始まった。やがて東海道の動きは、国の後押しを受けて「歴史・未来・みちルネッサンス」として全国に拡大。一方で、1995年に国として特に重要な歴史的、文化的な価値を有する道路の保存、整備、復元、活用を図ることを目的に「歴史国道」事業がスタート。羽州街道栖下宿、中山道追分宿等、全国の12箇所が「歴史国道」と認定された。

3. 街道による交流と連携の意義と課題

平成10（1998）年に閣議決定された「21世紀の国土のグランドデザイン」（五全総）は、長期構想として「一極一軸型から多軸型国土構造」を掲げて、「参加と連携」がうたわれ、流域や街道を活かした地域連携支援事業などを打ち出した。

平成20（2008）年7月、閣議決定された国土形成計画（全国計画）においては、「成熟した国土の厚み」

という新しい国土像をもとに、文化・伝統や個性ある景観など美しい国土の再構築と広域ブロックの交流・連携などを戦略の柱に掲げている。ますます、街道を介した交流と連携の重要性が増してきているように思われる。さらには、地方が置かれた厳しい現況を打開するためには、従来の圏域意識をとり払う必要があるということかもしれない。

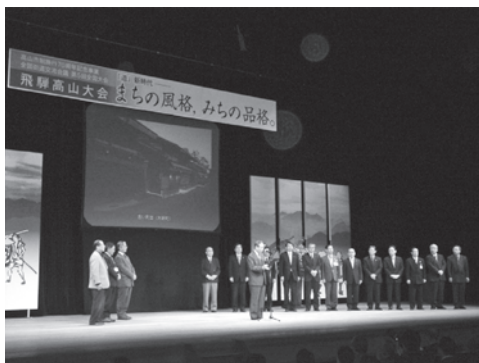
しかし、これまでも地域の交流連携の重要性が言われながら、様々な壁（自然の壁、制度の壁、思いの壁、利害の壁）に阻まれ、必ずしも期待通りの成果が上がったとはいえない。一本の道路や橋が自然の壁を乗り越えるのに役立ち、市町村合併に制度の壁を取り払う一定の効果があることは間違いないが、往来に育まれた地域の歴史や風土に根ざした新たな圏域づくりに取り組まない限り、個々の歴史や文化の違いからくる思いや考え方の壁、さらに現実的な利害の壁を乗り越えることは難しく、ひいては「地域の自立」に結びついていかないのではとの危惧がある。

4. 「全国街道交流会議」の発足と「街道交流首長会」

街道・宿駅制度400年にさきだつ2000年、長崎県ではオランダとの交流400周年を記念して「日蘭交流400年」記念事業が一年にわたり全県でくり広げられた。

2001年3月、周年行事の最終日に行われたシンポジウム「全国街道交流会議」には、関西財界が進める「歴史街道推進協議会」や四国経済連合会が取り組む「歴史・文化道推進協議会」など街道による広域連携を推進する全国の団体が参加。さらなる交流の推進と継続、街道のネットワーク化の重要性が指摘され、シンポジウム名であった「全国街道交流会議」を団体名とした街道の全国組織が準備期間を経て2002年に発足した。

以降、街道ネットワークの象徴的事業としての全国大会の開催、参加団体の依頼を受けてのシンポジウムの企画、街道資源調査などさまざまな活動に取り組ん



「街道交流首長会」発足宣言（於：高山市）

でいる。

「地域の自立」とは、未来へのデザインを地域自らが描いていくということに他ならない。官民の適切な役割分担のもと、街道とそれによって形成された地域文化を見直し、新しい交通との連携も図りながら活かしていくことが、強い地方をつくる広域連携の一助となり、「地域の自立」を具体的なものにする方策のひとつでもある。その意味において、地方自治体の首長の担う役割は大きい。

こうしたことから、全国街道交流会議第5回全国大会「飛騨高山大会」の総括として全国に向け「街道交流首長会」の参加呼びかけを行い、現在72名・72自治体が参加している。

また、2008年8月に富山県高岡市で開催した第6回全国大会「高岡大会」では、「東海北陸圏には、“日本を象徴”するような豊かな自然，風土，暮らしがある。『飛騨高山大会』で議論された『まちの風格，みちの品格』は，さらに『国土の品格』のなかで議論される必要があり，国土形成計画が掲げる『成熟した国土の厚み』とも深く関係する。この東海北陸圏は、『国土の品格』あるいは『国土の厚み』を地域自らが考え，提案し，具体化していく典型であるといえる。この地域が持つ可能性を共に追求し，諸課題を協力して解決していくため」として，東海北陸圏の首長らによる「街道交流首長会『東海北陸部会』」の発足が宣言された。

“平成の大街道”である東海北陸自動車道が全通し，道路ネットワークの徹底活用が議論されはじめると同時に，域内の自治体間で，観光や防災，産業分野など様々な連携が図られつつある。さらには，金沢市の呼びかけによる加賀藩文化圏の見直しや高山市を中心とした古代官道「飛騨の匠街道（東山道飛騨支路）」の掘り起こしなど，ネットワークの広域化が進む中，地域のアイデンティティを探るような動きがますます活発化してきている。

この11月13日，14日の両日で7回目となる全国



第5回全国大会「飛騨高山大会」



第6回全国大会「高岡大会」

大会が「鳥取大会」として開催される。実行委員会には，鳥取市，鳥取県を中心に西海道圏域，旧山陰道沿線，そして新たな街道である鳥取自動車道沿線をエリアとする経済界や地域づくり団体，県，市町村，地方整備局などが参加している。

「鳥取大会」は鳥取自動車道開通記念と銘打たれているが，この新しい街道である鳥取自動車道は無料の高速道路としては全国一の長さとなる。また鳥取自動車道と並行するように，旧因幡街道や古代山陰道が通じており，街道時代の面影を今に伝える史跡や景観も各所に残されている。さらに，宿場町の町並みなどの街道資源を活用した沿線のまちづくりも盛んな地域である。その一方で，鳥取自動車道が構造的に高架が続く自動車道路であるところから，現状では通行する側と沿道地域との交流はほとんど見込めない。

『街道と地域再生』をテーマとした「鳥取大会」では，東海北陸自動車道の活用を議論した「飛騨高山大会」「高岡大会」から引き継いだ『街道から高速道路までの一体的活用』や『道路の交流街道化』などの具体的方策が議論され，道の活用による地域の自立が提言される予定である。

JCMMA

【筆者紹介】

古賀 方子（こが まさこ）

特定非営利活動法人 全国街道交流会議
専務理事

ずいそう

日本最古のアスファルト舗装道路

斉 藤 徹

「日本最古」、「アスファルト舗装」、「道路」をキーワードとしてインターネット検索を行うと、「グラバー園内の日本最古のアスファルト道路」と「聖徳記念絵画館前通りの日本最古級アスファルト舗装道路」がヒットします。

筆者は、26年前に長崎へ工事応援のため出張しており、休日に市内観光をして、グラバー園で「日本最古のアスファルト道路」を見ました。グラバー住宅のすぐ下の坂道で、幅1.2メートル、長さ30メートルほどの小道でした。アスファルト舗装の寿命は一般的に10年～20年程度と言われており、100年以上前に造られたアスファルト舗装を見て、感動したことを今でも覚えています。

この“ずいそう”を執筆するため調べたところ、「グラバー園内の日本最古のアスファルト道路」は健在でした。また、この舗装については、長崎県舗装協会の池田久昭技術委員の調査報告がありました。その報告は、「文久3年（1863年）ごろグラバー邸建築と並行して散歩道として造られたようだ。路面は玉砂利を5センチくらい敷きならし、その上に3～4層（1層は約7ミリ）に分け、表面上は川砂を用いて施工しているようだ。石炭から発生するコールタールを用いて造られているように思う。」というものです。

アスファルトとコールタールは原料・成分が異なり、コールタールが使われているとすれば、残念ながらグラバー園の舗装は、アスファルト舗装ではないことになります。

それでは、現存して、明確な記録がある日本最古のアスファルト道路はというと、明治神宮外苑にある「聖徳記念絵画館前通りの日本最古級アスファルト舗装道路」です。

この聖徳記念絵画館前通りは、平成16年度の土木学会選奨土木遺産に認定されています。選定理由は、「東京を代表する道路景観であり、ワービット工法を利用したわが国最古級の車道用アスファルト舗装である。」となっています。

土木学会選奨土木遺産認定制度は、土木遺産の顕彰を通じて歴史的土木構造物の保存に資することを目的として、平成12年に設立されました。この土木遺産の認定により、1) 社会へのアピール、2) 土木技術者へのアピール、3) まちづくりへの活用、4) 失われるおそれのある土木遺産の救済、などが促されることが期待されています。

さて、話を「聖徳記念絵画館前通りのアスファルト舗装道路」に戻します。

この道路に採用されたワービット舗装は、正式にはワーレナイト・ビチュリシック舗装といい、アメリカのワーレンブラザース社が1900年頃に特許を取得した工法で、粗粒・細粒の2種類のアスファルト混合物を用いて、粗粒度混合物を主体とし、その上に細粒度混合物を薄く被覆して、同時に締め固めることを特徴としています。現在、2層式排水性舗装等に用いられている2層同時舗設工法の元祖的工法と言えます。

わが国では、日本石油(株)（現、新日本石油(株)）が大正13年（1924年）にワービット舗装の施工権を取得し、わが国初の本格的なアスファルト舗装工事である明治神宮外苑道路工事に採用されました。

明治神宮外苑道路は大正15年（1926年）に完成し、総施工面積59,096 m²の内、約3,000 m²が「聖徳記念絵画館前通りのアスファルト舗装道路」として現存しています。

その舗装構造は、厚さ15 cmのセメントコンクリート基層の上に5 cmのワービット舗装です。施工にはマルチフート型十四切セメントコンクリートペーパー、アスファルトプラント、ダンプトラック、マカダムローラなどが用いられ、当時最新の機械化施工で造られました。

完成から80年以上経ったこの舗装は、さすがに四方八方にクラックが入っています。しかし、その舗装の上に立つと、まだ十分供用に耐える堅固さを感じるとともに、先輩技術者の仕事への畏敬の念に駆られます。

ずいそう

居合との出会い

小松 修 夫



居合を始めたのはまさに“40の手習い”でした。きっかけは転勤先の先輩が居合をしているとの事。実は私も高校では剣道部「剣道は続けていないと出来ないけれど、激しくなさそうな居合ならば興味はありますねえー」と。模造刀を手に同好の士となり、振り返れば20数年が過ぎました。

居合道の極致とするところは、「修練により常に鞘さやの中に勝を含み、抜かずして相手を制する」ことです。我が流派では、座した相手に真横に抜き付け、刀を返して真上から切り下ろす“十文字の居合”を基本に学んでいます。

居合の技わざは、その場での環境に合わせて運刀するようにできています。例えば、狭い廊下では刀を振り回すことは無理なので真上からの切りや突きで対処する技や、天井が低い場合、襖の両側に潜んでいる場合、前後左右を囲まれた場合等いろいろな想定での技を習得します。

流派りゅうはは、我が無双直伝英信流むそうじきでんえいしんりゅうや最も愛好家の多い夢想神伝流むそうしんでんりゅうが双璧で、田宮流ほみや、伯耆流しんかげ、新陰流等々全国各地に伝わるたくさんの流派があります。

「土佐のお留め流」といわれる無双直伝英信流は、明治の終頃までは門外不出（県外不出）として発展してきたもので、高知人の私もなにかの縁を感じます。

大会は全国各地で開催され、試合方法は剣道と同じく二人が対戦します。本物の刀を抜きますので相対するわけにはいきません。三人の審判の前で5本の技を抜き、気合・刃筋・技の正確さ・気品等で勝敗が決まります。

昇段は、初段に始まり五段までは各県での審査で、六段以上は全国審査となります。六～七段審査は合格率10%に満たないことが多い難関です。

刀は入門時は模造刀ですが、三～四段位になると真剣が欲しくなります。六段審査では真剣が義務づけられていることもあり、五段では全員が本物の刀で緊張感のある練習をこなしています。気を抜く等していると回りも危ないですが、何より我が身を切ってしまう。殆どの方が大なり小なり経験済みです。かく云う私も、鞘離れ（抜き放つ瞬間）で数回ソヨリと切った感触を味わいました。

居合は剣道の“動”に比べ、“静”といえますが静の中に動あり。気を集中しての抜き付け・切り下ろし・残心と、常に相手を圧しての気合いと集中力が必要となります。冬でもジツトリ、夏ならボタボタの汗が出ます。快い心身の疲労は練習後の一杯を格別な美味しさにしてくれます。

生涯学習としての居合の良さは、相手が居なくても出来る武道なのでマイペースで出来る事です。例えば、道場で若い方と一緒に練習しても自分の体力に合わせ疲れたら小休止。でも、見取り稽古は出来ています。家でもひとりで練習できます。健康とボケ防止にも役立つとも思え、今更ながら生涯付き合える良いものにめぐり会えたと喜んでます。

団塊世代の皆さん、60の手習いをしてみませんか。



建設機械化技術・建設技術審査証明報告

審査証明依頼者：東京製綱株式会社

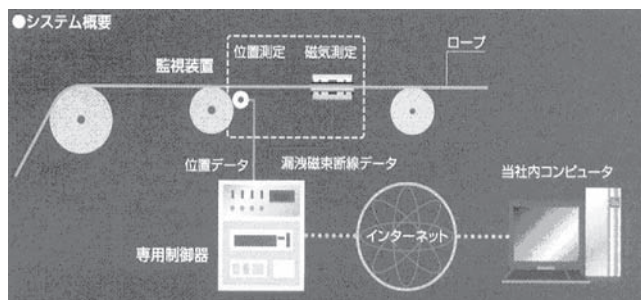
技術の名称：ワイヤロープ常時遠隔診断技術 (SEMSOR[®])

上記の技術について、(社)日本建設機械化協会建設技術審査証明事業（建設機械化技術）実施要領に基づき審査を行い、建設技術審査証明書を発行した。以下は、同証明書に付属する建設技術審査証明報告書の概要である。

1. 審査対象技術

ワイヤロープ常時遠隔診断技術「SEMSOR[®]」（以下、SEMSOR という）は、クレーン等に使用されるワイヤロープ（巻き上げロープ等の動索）の状態を稼働中常時観測¹⁾を行い、送信された観測データから、素線断線の有無、断線数の増加を診断し、その結果をワイヤロープ管理者に提供するものである。

システム構成は、クレーン等の機側に漏洩磁束法断線検出器（ワイヤロープテスト）およびロータリエンコーダ²⁾の観測機器と、これらデータを取り込みインターネット回線等を利用して送信する制御装置並びに、監視センター側には受信データを処理し、解析・診断を行う専用パーソナルコンピュータからなる。



SEMSOR (Sales & Excellent Maintenance System Of Ropes)

図ー1 システム概要

- ※ 1) 常時観測：設備が非稼働の時はデータ送信を行わない
 ※ 2) ロータリエンコーダ：ワイヤロープの速度計測装置で、あわせて設備の稼働・非稼働を判別する

2. 開発の趣旨

ワイヤロープは各種クレーンを始め、エレベータ、ゴンドラリフト等、産業の幅広い分野で使用されており、産業用荷役分野では、非常に重要な役割を果たしている。

一方、その使用方法や管理・保全方法を間違えると最悪の場合にはワイヤロープの破断という大事故につながり重大な損失

が発生する。昨今、国内外で発生している事故は設備保全の重要性を改めて示唆しているものと考えられる。

ワイヤロープは法令（クレーン等安全規則など）により日常および定期検査が行われており、又、ロープ取扱いや保守等に関し日本工業規格（JIS B 8836 等）に定められている所であり、ワイヤロープの健全性を維持するために大変な労力を必要としている。

ロープ破断事故は製造メーカとしても看過出来ない事であり、ワイヤロープの損傷の程度を自動的に測定し、ユーザーへ伝える事が当面の課題となっていた。

そこでワイヤロープのメンテナンスツールである漏洩磁束法を用いたワイヤロープ断線検出装置（ワイヤロープテスト）を常設し、インターネット等の通信回線を利用しセンターでワイヤロープの損傷状況がリアルタイムで確認でき、断線の発生およびその進行状況を確認して、ユーザーがワイヤロープ交換を判断するための情報を提供する技術として SEMSOR を開発したものである。

3. 開発の目標

SEMSOR は、ワイヤロープの遠隔監視と情報提供を実現することを目的として下記項目を開発目標とする。

- ①ロープ構成によらず内部、外部の断線を検知し、断線の多寡、分布に応じた断線信号を得ることを可能とすること。
- ②ロープ速度は10～200 m/min 程度まで適用可能とすること。
- ③常時遠隔監視を可能とすること。
- ④断線発生箇所について経時的な変化を連続的に追跡監視し、ワイヤロープ交換時期の判断をするための情報を提供できること。

4. 審査証明の方法

各々の開発目標に対して、表ー1に示す性能試験、施工実績資料、現物立会いでの確認方法に基づいて審査を行うこととした。

表一 1 開発目標達成の確認方法

開 発 目 標	確 認 方 法
1. ロープ構成によらず内部、外部の断線を検知し、断線の多寡、分布に応じた断線信号を得ることを可能とすること。	断線位置や断線数等を変えた模擬断線ロープを使用した断線検出試験を行い、断線位置の特定や、断線形態に対応した信号が得られることを確認する。
2. ロープ速度は10～200 m/min 程度まで適用可能とすること。	上記1と同様の断線検出試験を行い確認する。 遠隔監視を行っている実績データから確認する。
3. 常時遠隔監視を可能とすること。	常時遠隔監視を行った実績を用い確認する。 実地の監視作業を視察して確認する。
4. 断線発生箇所について経時的な変化を連続的に追跡監視し、ワイヤロープ交換時期の判断をするための情報を提供できること。	常時遠隔監視を行った実績及び監視終了後の使用後ワイヤロープ調査データを用い確認する。

5. 審査証明の前提

- ①審査の対象とする技術は、所定の適用条件のもとで、ロープ径に合った規定の検出器を用いて運用されるものとする。
- ②審査の対象とする技術は、監視対象とするワイヤロープに対して校正を行い、適正な管理のもとで運用されるものとする。

6. 審査証明の範囲

審査証明は、依頼者より提出された開発の趣旨・開発目標に対して設定した審査証明の方法により確認した範囲とする。

7. 審査証明の結果

上記の開発の趣旨・開発目標に照らし審査した結果は、以下のとおりであった。

- ①ロープ構成によらず内部、外部の断線を検知し、断線の多寡、分布に応じた断線信号を得ることが確認された。
- ②ロープ速度が10～200 m/min 程度まで適用可能であることが確認された。
- ③常時遠隔監視が可能であることが確認された。
- ④遠隔監視システムより得られたデータをもとに経時的な変化を把握し、ワイヤロープの交換時期を判断するための情報の提供が可能であることが確認された。

8. 留意事項および付言

- ①本技術の導入にあたっては、適用するワイヤロープの種類・稼動条件ごとに校正が必要である。
- ②本技術導入直後のワイヤロープ監視については、取得データの波形・波数・電圧値と現物ロープの目視確認を併用し、慎重に状況を把握する必要がある。さらに、データベース構築を行い、二代目以降の監視に有効性を持たせることに留意する。
- ③本技術で提供される情報はロープ断線に関するものであり、ロープ廃棄に関する型崩れ、芯の劣化、弾性の減少、磨耗等については、法令を遵守して定期自主検査を行うべきものであることに留意する。
- ④本技術を導入後も、稼動中のワイヤロープ監視はロープテスト通過部分のみであり、全長を監視する場合は稼動を停止してロープテストを通過させなければ監視できないことに留意する。

部 会 報 告

アスファルトフィニッシャの変遷（その5）

機械部会 路盤・舗装機械技術委員会 舗装機械変遷分科会

第5章 スクリードの自動制御の変遷（舗装精度の向上）

バーバグリーン（米）が昭和8年（1933年）に開発したフローティングスクリードは、それ自身で平坦な舗装面を作る構造になっているが、その作用には限界がありアスファルト合材の性状や路盤の表面の不陸状態によってはスクリードユニットのシックネスハンドルを回して舗装厚を調整する事が必要である。

ただし、このシックネスハンドル操作は熟練した経験が必要で、舗装速度、舗装厚やアスファルト合材の性状などに適した操作をしないと逆に舗装面に不陸を作る原因となる。そこで、昭和33年（1958年）にバーバグリーン（米）はハネウエル（米）と共同でこれまでの人力によるシックネスハンドル操作に代わる自動スクリードコントローラ（写真5-1）を開発し、舗装精度が向上した。以下に自動制御の歴史を振り返ることにする。

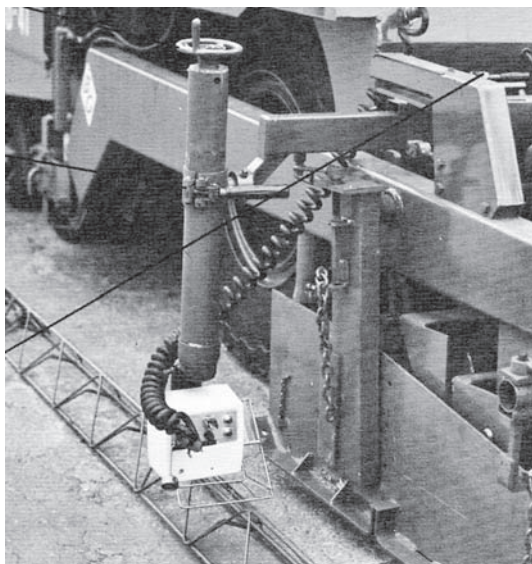


写真5-1 ハネウエル（米）コントローラ

(1) フローティングスクリード機構の説明

アスファルトフィニッシャが牽引するフローティングスクリード（浮動スクリード）は、スクリードの重量（ W ）とスクリードが牽引される時に発生する合材の反力（ F ）とが釣り合った時スクリードは一定の高さに保たれる。

この時、スクリードは合材の流れに対してあるアタック角（作業角）をなし、合材の性状やスクリードを牽引する速度（舗装速度）が一定の状態であればこのアタック角も一定の状態を保とうとする。この特性を平衡特性といい、舗装厚の調整はこの特性を利用して行うものである（図5-1）。

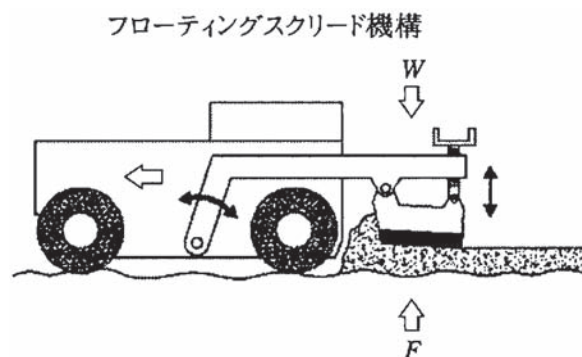


図5-1 フローティングスクリード機構

これに対し、ゲースアスファルトフィニッシャで使用されている固定スクリードで平坦な舗装面を得ようとする場合は事前に高さ基準ガイドを設置し、この上に固定スクリード機構を走行させる事になる（図5-2）。

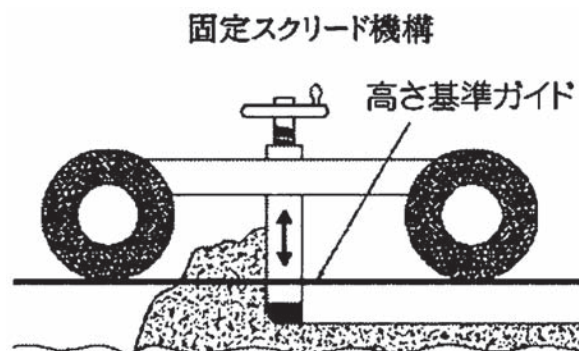


図5-2 固定スクリード機構

(2) 自動コントローラ機構の原理

アスファルトフィニッシャ本体に取付けたピボットシリンドラを自動スクリードコントローラの出力信号で作動させ、レベリングアーム先端のピボットを上下さ

せる事でアタック角を加減し自動的に舗装厚調整を行うもので、今日のスクリード自動制御の基本となっている（図5-3）。

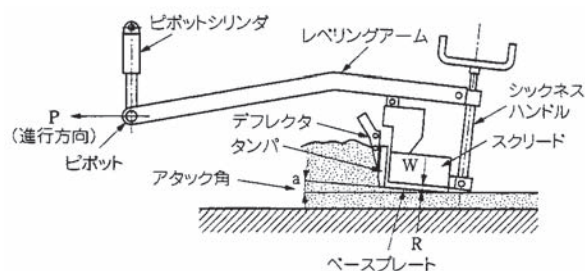


図5-3 舗装厚調整の作動原理

自動スクリードコントローラにはグレードコントローラとスロープコントローラがあり、縦断方向の舗装厚制御はグレードコントローラで行う。路盤、構造物や丁張り線等を基準としてグレードコントローラを取り付けた位置の高さを常に一定に保つ様制御する。

一方、横断方向の勾配制御はトランスバースビームに取り付けたスロープコントローラで、スクリードを設定勾配に保つ様自動的に制御する（図5-4）。

現場の条件によっては、アスファルトフィニッシャ両側にグレードコントローラを装備し、左右それぞれの舗装厚を制御することも出来る。

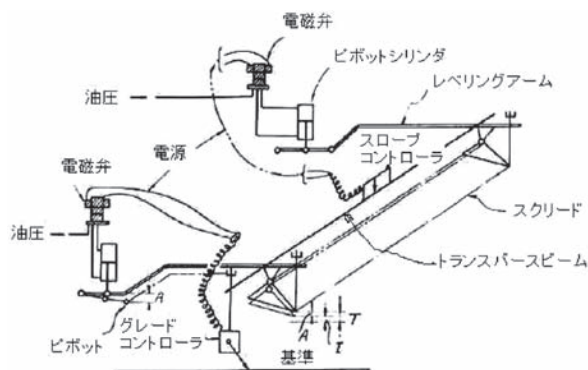


図5-4 トランスバースビームへのスロープコントローラ取り付け図

(3) 自動スクリードコントローラの種類

(a) 接触式コントローラ

ハネウエル（米）の自動スクリードコントローラを装備したバーバークリーン（米）SA40 アスファルトフィニッシャ1号機は昭和38年（1963年）に輸入された。

しかし、当時のトランジスタ等の電気部品は温度の影響を受け易く、特に真夏の舗装工事では誤作動するトラブルが多発した。

そこで昭和39年（1964年）グラッドライン（米）

は温度影響のない接点とリレーを使用した簡単な電気式スクリードコントローラ（写真5-2）を開発した。

このコントローラは昭和42年（1967年）日本ゼム（株）により国内に紹介された。

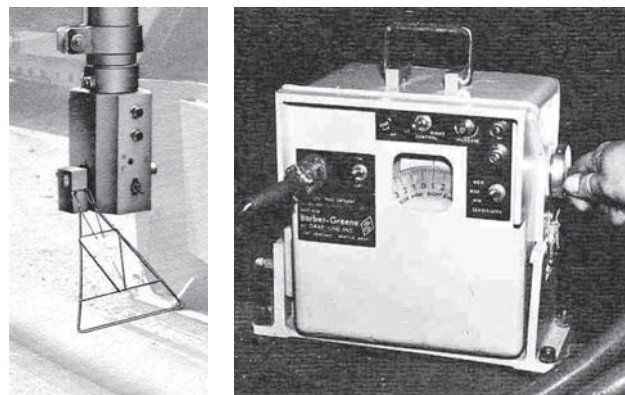


写真5-2 グラッドライン（米）電気式コントローラ

さらに、グラッドライン（米）は昭和46年（1971年）に電子式G106型グレードコントローラ（写真5-3）、S206型スロープコントローラ（写真5-4）を開発し、このコントローラにはシリンダがハンチングしない様、パルス信号で電磁弁を作動するディザ回路（間欠信号）方式が初めて採用された。

当時、国内でもスクリードコントローラが開発された。東京工機（株）のアスファルトフィニッシャには（株）北辰電機製作所（昭和58年（株）横河電機製作所と合併）が開発したスクリードコントローラが使用された。又、住友重機械工業（株）のアスファルトフィニッシャには油圧シリンダの代わりに直流モータ（写真5-5）でレベリングアームを作動させる（株）東京計器（平成2年より（株）トキメック、平成8年より（株）トキメック自動建機、平成20年より東京計器コンストラクションシステム（株）のCOMMANDパネル式の国産コントローラ（写真5-6）が使用された。

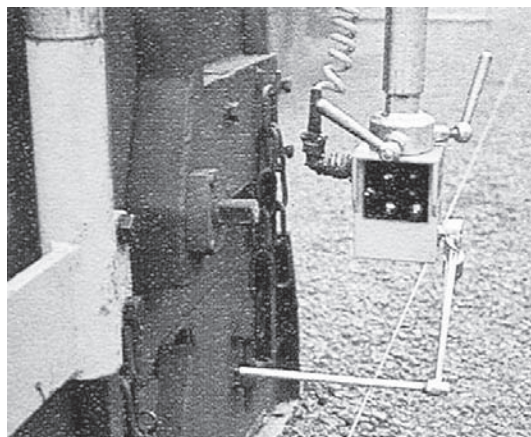


写真5-3 グラッドライン（米）G106型グレードコントローラ

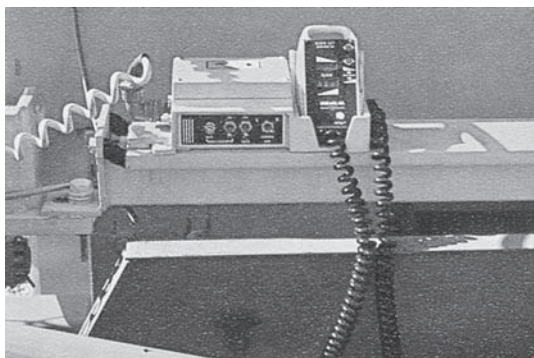


写真 5-4 グラッドライン (米) S206 型スロープコントローラ

直流モータによるレベリングアームの作動は油圧シリンダによる方式と比べレベリングアームの動きが滑らかとの評価だったが、装置が複雑で高価になったことや、レスポンスの良い安価な油圧機器が開発された事で、アスファルトフィニッシャーには油圧シリンダによる制御方法が現在まで採用されている。

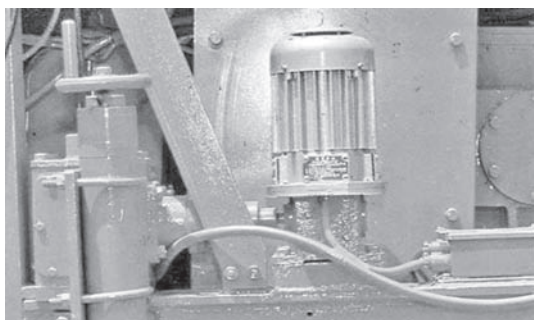


写真 5-5 レベリング用直流モータ

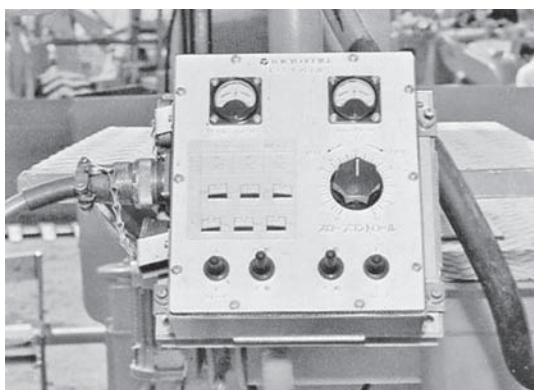


写真 5-6 (株)東京計器製コマンドパネル

昭和 51 年 (1976 年), グラッドライン (米) は、変位の大きい時は ON 出力のパルス幅が自動的に長くなりシリンダを早く作動し、変位の小さいニュートラル付近ではパルス幅が短くなりシリンダをゆっくり制御する PWM 回路 (パルスワイドモジュレーション) を使用した G176 型グレードコントローラ, S276 型スロープコントローラ (写真 5-7) を開発した。



写真 5-7 グラッドライン (米) G176 型 (左), S276 型 (右) コントローラ

このコントローラはその後何度か改良され現在もこの型式は使用されている。

昭和 52 年 (1977 年) に発売された最大施工幅員 9.0 m の三菱重工業(株)の大型アスファルトフィニッシャー MF90 には、バーバーグリーン SB170, SA190 と同様に電磁比例切換弁が採用され仕上がり精度が向上した。電磁比例切換弁は、現在は一般に使用されている ON-OFF 電圧で制御する電磁弁と異なり、自動スクリードコントローラの出力電流の電流値に比例して無段階に制御する電磁弁である。

(b) 非接触式コントローラ

昭和 57 年頃にはレーザ発光器を使用した自動制御が普及した。レーザ発光器から基準となる面のレーザを回転ヘッドから発光し、アスファルトフィニッシャーに取り付けた受光器でこのレーザ基準面を検知しながらコントロールする装置である。しかし、レーザは直線で発光する為カーブが多い道路や勾配変化が多い道路では発光器の設置変更や勾配調整などが必要なことから、勾配変化が無い滑走路や駐車場などで使用された。特にセンサロープなどの基準線が張りにくい円型の石油備蓄基地の基礎舗装に有効だった。

昭和 62 年 (1987 年), アグテック (米) はラスベガスで開催された建設機械展で初めて超音波センサを使用したモータグレーダ用ブレード・コントロールシステムを発表した。

これ以降、各社がアスファルトフィニッシャー用に超音波センサを使用したグレードコントローラを開発した。

平成 4 年 (1992 年) には(株)トキメックが AGTEK システム 4 (写真 5-8) を発売, スペクトラフィジックス (米) はスクリードプロ (写真 5-9) を発売した。

また、モバ (独) は G176 型コントローラと超音波

センサを組み合わせたコンビグレードを発表した。

これらの超音波センサは操作性の良さが評価された。



写真5-8 (株)キメック AGTEK システム4



写真5-9 スペクトラフィジックス(米)スクリードプロ

この年、これまでのスクリードコントローラとは異なる、エンジニアリングシステム(豪)のペープセット(図5-5)が住友商事(株)によって紹介された。

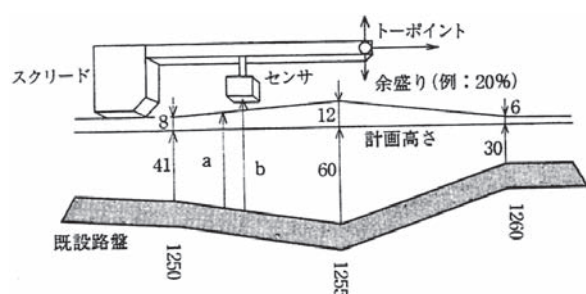


図5-5 ペープセットの原理

スクリードコントローラを使用して平坦な舗装をしても、下層路盤に大きな不陸があればローラ転圧後、仕上がり面の平坦性が損なわれる。舗装前に計測した任意の測点及び地盤高さとその計画高さの差をコンピュータに入力すると、転圧減(余盛分)を考慮しながらトーポイントを調整することにより転圧後に計画高さの仕上がりになる丁張り不要のスクリードコントローラである。

平成6年(1994年)、モバ(独)は5個の超音波センサで路盤高さを平均制御するソニックスキーグレード(写真5-10)センサを開発した。

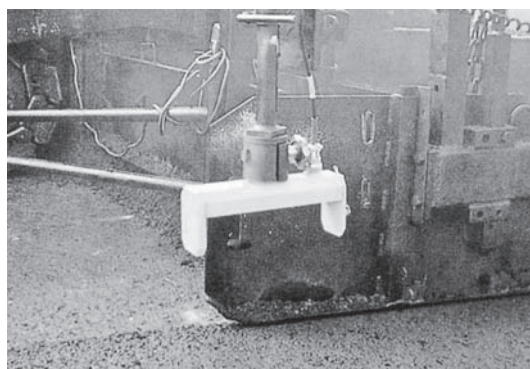


写真5-10 モバ(独) ソニックスキーグレード

平成12年頃より、複数の超音波センサで平均制御する従来のロングスキーと同じ機能のシステムが各社で開発された。

平成13年(2001年)に、(株)トプコンはソニックアバレージングシステム(SAS)を発売した(写真5-11)。

アスファルトフィニッシャー側面に4台の超音波センサを取り付けたロングビームを抱え、それぞれのセンサが計測した基準面までの距離を平均制御する非接触式のスクリードコントローラである。

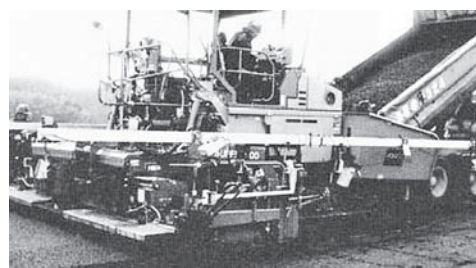


写真5-11 (株)トプコン ソニックアバレージングシステム

平成16年(2004年)に、モバ(独)は3台のソニックスキーを使用するビッグスキー(写真5-12)、(株)キメック自動建機は4台のセンサを使用するHi-Gradeマルチソニック(写真5-13)を発売した。

平成15年(2003年)には、ロードウエアー(蘭)RSS(ロードスキャンニングシステム)が国内で紹介された。

レベリングアームに取り付けられたマスト上(地上2~3m)からレーザパルスを前後に扇状にスキャンさせ、計測対象路盤からの反射データをコンピュータで処理し制御するコントローラである。



写真5-12 モバ(独) ビッグスキー

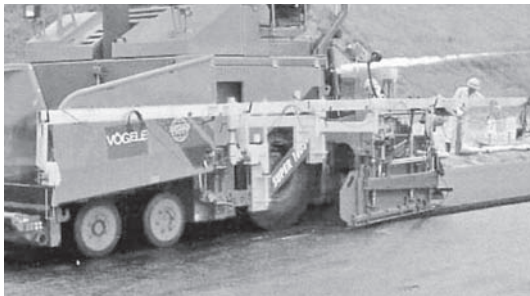


写真5-13 (株)トキメック自動建機 Hi-Grade マルチゾニック

又、平成19年(2007年)に(株)トキメック自動建機は同様にレーザスキャンセンサを使用したHi-Gradeレーザスキャナ(図5-6)を販売した。

レーザスキャンセンサは日本語表示のコントロールボックスに接続。又、スクリードや作業員等大きな障害物は計算から予め除外し、レーザスキャンセンサで計測した路面形状を平均処理し制御するコントローラシステムである。

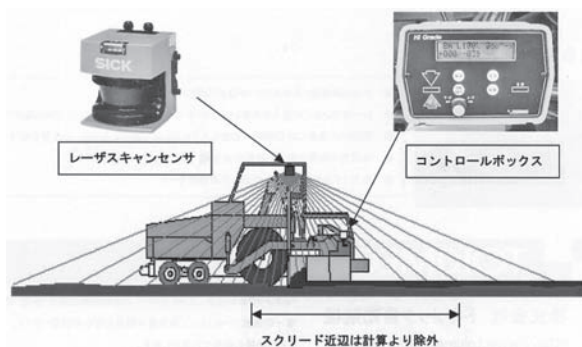


図5-6 (株)トキメック自動建機 Hi-Grade レーザスキャナ

(4) 制御の3D化

平成12年頃から情報化(ICT)施工に向けた開発が行われ新商品が紹介された。

(株)トプコン、(株)ライカジオシステムズは相次いで3D-MC(3次元・マシンコントロール・システム)を発表。

本システムは、自動追尾トータルステーション(基地局)がアスファルトフィニッシャのスクリード部に

取り付けしたプリズムを追尾し、プリズムからの反射光の位置、角度によりアスファルトフィニッシャの位置(座標)を算出し、あらかじめコンピュータに入力されている計画値と照らし合わせて制御する三次元重機制御システムである。

平成16年(2004年)、(株)トプコンはドイツで開催された建設機械展にGPS機能にレーザ技術機能を付加した新しいシステムmmGPS(ミリメータジーピーエス)(図5-7)を展示した。

本システムは、三次元設計データを元にGPSを利用した測位情報とゾーンレーザ技術(10m幅の検知領域を有するレーザ技術を使用)を組み合わせ、ミリ単位で自動制御するシステムである。

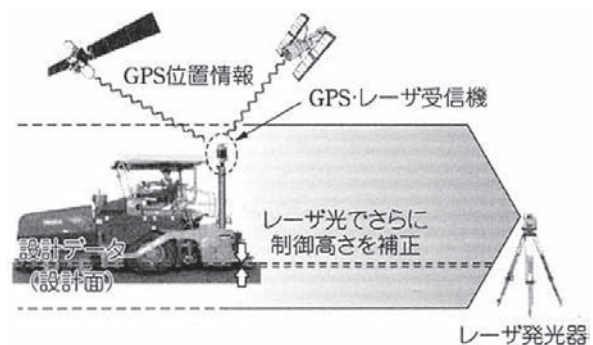


図5-7 (株)トプコン mmGPS

JICMA

参考文献

- 福川光男：舗装技術者のための建設機械の知識、舗装42-4 pp39(2007)
- 山口達也編：高い平坦性の確保に貢献する舗装の最新機器、舗装38-2 pp3~6(2003)
- 勝敏行、片岡直之、梶原覚編：GPSとレーザーを用いた情報化施工の実施例、舗装42-10 pp19(2007)
- 建設の機械化(建設の施工企画)
- 建設機械
- 舗装
- 日本建設機械要覧

写真提供

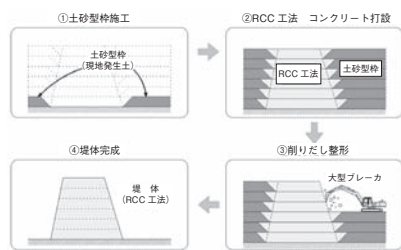
- 鹿島道路(株)
- 世紀東急工業(株)
- 大成ロテック(株)
- 東亜道路工業(株)
- 日本道路(株)
- (株)NIPPO
- 福田道路(株)
- 前田道路(株)
- ヴィルトゲンジャパン(株)
- キャタピラー・ジャパン(株)
- 住友建機(株)
- 酒井重工業(株)
- 日本ゼム(株)
- 範多機械(株)
- 東京計器コンストラクションシステム(株)
- (株)トプコン

新工法紹介 機関誌編集委員会

01-12	土砂型枠新工法 ガイド線表示システム	フジタ
-------	-----------------------	-----

▶ 概 要

雲仙普賢岳等の災害復旧工事において、砂防堰堤工や床固工のコンクリート構造物構築工事としてRCC工法が採用されることが多い。このRCC工法を無人化施工で行うためには土砂型枠工法が必須となる。この土砂型枠設置の施工効率向上を目的として、ソフト的なアプローチとしてのガイド線表示システムとハード的なアプローチのフォーミング・ブレード工法を開発した。ここでは、前者のガイド線表示システムについて説明する。



RCC (Roller Compacted Concrete) 工法と土砂型枠



土砂型枠整形状況



RCC敷均し状況

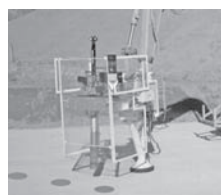
▶ 従来工法の課題

従来法では無人測量機により、土砂型枠施工位置を多数マーキングするため時間が掛かり、さらにモニター上にマーキングポイントをトレースした施工線は、カメラの操作（パン、チルト、ズーム）毎にずれるため引き直す時間が掛かった。

そこで、マーキング数を減らせて、さらにカメラ操作後も施工線を自動描画するガイド線表示システムを開発した。



無人測量機



マーキング状況



従来方法遠隔操作状況

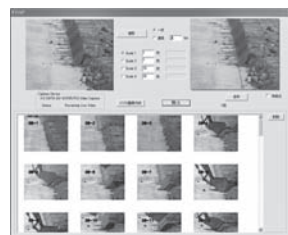


従来方法モニター画面

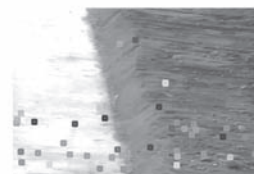
▶ ガイド線表示システム

このシステムは、はじめにカメラ画像を全体画像、4分割画像、9分割画像を撮影し、それぞれの画像の特徴点を抽出してデータベースに登録する。マーキングポイントを選択して土砂型枠を設置すべく施工線表示させれば、カメラ操作後もリアルタイム画像の特徴点とデータベースの特徴点と比較することで位置関係が算出され、ずれた施工線を自動的に再描画するものである。

画像のイメージマッチング処理により、カメラの上下、左右の角度情報とレンズのズーム焦点距離情報を一切利用せずに実現している。



画像データベース登録画面



イメージマッチングポイント

このシステムにより、マーキングポイントの間隔を3倍にすることで、ポイント数が1/3になりマーキング作業時間が減少し、カメラ操作後の再トレース時間も無くなった。土砂型枠作業時間が短縮され、作業効率としては17%向上した。

なお当システムは、有限会社フウズラボと共同開発した。



遠隔操作状況



ガイド線表示システム画面

▶ 問合せ先

(株)フジタ 広報部

〒151-8570 東京都渋谷区千駄ヶ谷4-25-2

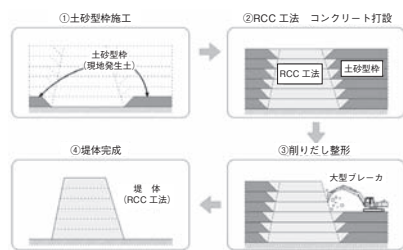
TEL: 03(3402)1911 (代表)

新工法紹介 機関誌編集委員会

01-13	土砂型枠新工法 フォーミング・ブレード工法	フジタ
-------	--------------------------	-----

概要

雲仙普賢岳等の災害復旧工事において、砂防堰堤工や床固工のコンクリート構造物構築工事としてRCC工法が採用されることが多い。このRCC工法を無人化施工で行うためには土砂型枠工法が必須となる。この土砂型枠設置の施工効率向上を目的として、ソフト的なアプローチとしてのガイド線表示システムとハード的なアプローチのフォーミング・ブレード工法を開発した。ここでは、後者のフォーミング・ブレード工法について説明する。



RCC (Roller Compacted Concrete) 工法と土砂型枠



土砂型枠整形状況



RCC 敷均し状況

従来工法の課題

従来法では無人測量機により、土砂型枠施工位置を多数マーキングするため時間が掛かり、さらにモニター上にマーキングポイントをトレースした施工線は、カメラの操作（パン、チルト、ズーム）毎にずれるため引き直す手間が掛かった。

そこで、鋼製パネルのアタッチメントを油圧ショベルに取り付けマーキング不要なフォーミング・ブレード工法を開発した。



無人測量機



マーキング状況



従来方法遠隔操作状況

フォーミング・ブレード工法

油圧ショベルに取り付けた型枠用ブレードの位置、方位を2台のGPSで測定し、ブレードの傾きを傾斜計で測定する。これらの情報を遠隔操作室のモニターに表示し、ブレードを土砂型枠の設計位置に誘導し設置する。ブレードの幅8m分、一度に施工することができる工法である。



フォーミング・ブレード全体図



ブレード位置情報表示画面

遠隔操作状況

このシステムにより、無人測量機によるマーキング作業が不要となり、土砂型枠作業時間が短縮され、作業効率が18%向上した。



フォーミング・ブレードによる土砂型枠施工状況

問合せ先

(株)フジタ 広報部

〒151-8570 東京都渋谷区千駄ヶ谷4-25-2

TEL: 03(3402)1911 (代表)

新機種紹介 機関誌編集委員会

▶ 〈02〉掘削機械

09-〈02〉-11	加藤製作所 油圧ショベル HD823MRV	'09.07 発売 モデルチェンジ
------------	-----------------------------	----------------------

ブーム、アームなどを強化するとともに掘削力をアップし（従来機比9%アップ）、さらに、環境対応性、居住性、安全性、メンテナンス性などの向上を図ってモデルチェンジしたものである。標準仕様の他に、重掘削仕様、解体仕様を確立している。

作業内容に応じてパワーを発揮するプロモード（P）、普通モード（A）、エコモード（E）の3作業モードを設定、また、オートスローシステムや走行自動変速機構の採用などによって、効率的な運転により5%の燃費向上を実現している。シートサスペンションの強化とともに操作レバーコンソール部とシート部の横揺れを軽減し、操作性と乗り心地を向上した。安全装備においては、旋回反転防止弁、自動旋回駐車ブレーキ、自動走行駐車ブレーキ、エンジン室ファイヤウォール、後方監視カメラと専用モニタなどを採用して作業の安全を図っている。メンテナンス面においては、ラジエータ、オイルクーラのコアの並列配置、連結部ブッシュに含油ブッシュを採用、エアクリーナにダブルエレメントを採用、作動油交換間隔5,000hや作動油フィルタ交換間隔1,000hに延長、燃料フィルタのリモート配置（エレメント交換の容易化）などでメンテナンス性を向上している。

表一 HD823MRV の主な仕様

	HD823MRV [LC] 標準仕様	HD823MRVH 重掘削仕様	HD823MRVK [LC] 解体仕様
標準バケット容量 (m ³)	0.8	0.8	0.8
機械質量 (t)	22.6 [23.3]	23	23 [23.7]
定格出力 (kW(ps)/min ⁻¹)	112.5(153) /2,000	112.5(153) /2,000	112.5(153) /2,000
最大掘削深さ×同半径 (m)	6.69 × 9.91	6.69 × 9.91	6.69 × 9.91
最大掘削高さ (m)	9.77	9.77	9.77
最大掘削力 (バケット) 通常／アップ時 (kN)	150/159	150/159	150/159
作業機最小旋回半径／ 後端旋回半径 (m)	3.46/1.98	3.46/1.98	3.46/1.98
走行速度 高速／低速(自動) (km/h)	5.5/3.6	5.5/3.6	5.5/3.6
登坂能力 (度)	35	35	35
接地圧 (kPa)	50 [48]	52	52 [49]
最低地上高 (m)	0.465	0.465	0.465
全長×全幅× 全高(輸送時) (m)	8.83 [8.97] × 2.82[2.99]×2.96	8.83 × 2.82 × 2.96	8.85 [8.99] × 2.82[2.99]×3.02
価格 (百万円)	17.64	—	—

- (注) (1) 特定特殊自動車排出ガス基準適合車。
(2) 国土交通省・超低騒音型建設機械。
(3) 高さ(深さ)関係数値はグロウサ高さを含まず。
(4) 車両情報遠隔管理システムを搭載。



写真一 加藤製作所「REGZAM」HD823MRV 油圧ショベル

09-〈02〉-12	コマツ 油圧ショベル（超小旋回形） PC78UU-8	'09.09 発売 モデルチェンジ
------------	----------------------------------	----------------------

狭い現場でも作業性を発揮できる超小旋回形油圧ショベルについて、低燃費生産性、環境対応性、操作性、居住性、安全性、メンテナンス性などの向上を図ってモデルチェンジしたものである。

エンジン制御コントローラや油圧システムにおける油圧・流量制御コントローラによって、機体のメインユニットを稼働状況に合わせて最適に制御するトータルビークルコントロールを採用しており、さらに、作業スピードとパワーを優先するPモードや、モードの変設定により作業内容に応じて低燃費設定が行えるEモードの選択を可能にして、効率的な運転を実現している。ブーム・アームエネルギー再生回路の活用とともに省エネ運転に配慮しており、マルチモニタ画面上には、運転状態がわかるエコゲージや、アイドリング状態が5分以上続くとアイドリングコーションを表示して知らせる。その他、作業機レバーを中立にして数秒後にエンジン回転数を自動的にダウンするオートデセルを搭載している。バケットがキャブに接触しないよう制御する干渉防止装置、地面からの深さ（絶対深さ）と、任意に設定した基準からの深さ（相対深さ）をモニタに表示する深さ測定システム、設定したブーム高さ（角度）でブーム上げ操作を制限して自動停止する高さ自動停止システムなどを搭載して、作業を円滑に確実に出来るようにしている。視界と居住空間を向上した天窓付大形ラウンドキャブにはスライド式ドアを採用して乗降を容易にし、ダイヤル式燃料コントロール、7インチ液晶モニタなどを採用して操作を確実にしている。ブーム自然降下防止弁、旋回揺戻し防止弁、オートマチックスイングブレーキなどの装備で安全性に配慮し、作業機油圧ホースの内蔵化、ラジエータ、オイルクーラ、アフタクーラの並列配置、エンジンオイルフィルタ、

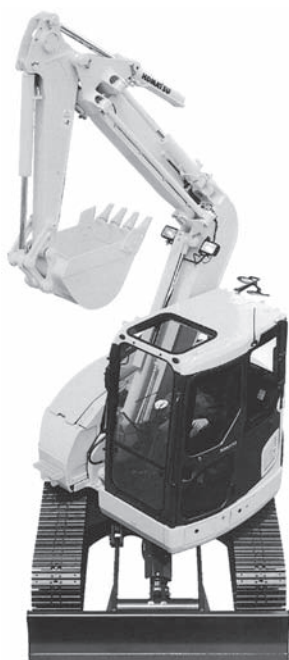
新機種紹介

燃料メインフィルタ、燃料ドレンコックのリモート化、エンジンオイルフィルタ交換 500 h、作動油交換 5,000 h、作動油フィルタ交換 1,000 h、給脂 500 h（アームトップを除く）の間隔延長化などでメンテナンス性を向上している。また、健康診断システム EMMS（Equipment Management Monitoring System）を搭載しており、機械の異常チェック、メンテナンス履歴記憶、故障履歴記憶などの機能が利用できる。

表—2 PC78UU-8 の主な仕様

標準バケット容量	(m ³)	0.28
機械質量	(t)	7.86
定格出力	(kW (ps)/min ⁻¹)	41 (55) /1,950
最大掘削深さ×同半径	(m)	4.23 × 6.40
最大掘削高さ	(m)	7.33
最大掘削力（バケット）	(kN)	61.3
バケットオフセット量 左/右	(m)	1.05/1.05
作業機最小旋回半径/後端旋回半径	(m)	1.20/1.34
走行速度 高速/低速（自動）	(km/h)	5.0/2.9
登坂能力	(度)	35
接地圧	(kPa)	34.3
最低地上高	(m)	0.36
全長×全幅×全高（輸送時）	(m)	6.06 × 2.33 × 2.73
価格	(百万円)	10.08

- (注) (1) 高さ関係数値はグロウサ高さを含む。
 (2) 特定特殊自動車排出ガス基準適合車。
 (3) 国土交通省・低騒音型建設機械。
 (4) 車両遠隔管理システム（KOMTRAX）を搭載。
 (5) 油圧ショベル転倒時運転者保護構造キャブを装備。
 (6) アームクレーン仕様（最大定格荷重 1.7 t、吊り走行モード付、ブームオフセット時の吊り作業に対応）を確立。



写真—2 コマツ PC78UU-8 油圧ショベル（超小旋回形）

▶ 〈03〉 積込機械

09-〈03〉-15	TCM・日立建機 ホイールローダ ZW80 ほか	'09.10 発売 新機種
------------	------------------------------------	------------------

土木作業、除雪作業、産廃作業などに幅広く使用される小形のホイールローダとして、低燃費生産性、環境適合性、安全性、メンテナンス性などの向上を図って設計された 2 機種である。

車両重心が車体中央部に位置するようにした設計で安定性を確保しており、電子制御の HST（Hydro Static Transmission）を搭載して油温に影響されないスムーズな加速、減速を実現している。エンジン回転を制御するエコモードスイッチを採用しており、燃費約 10% の低減を可能にしている。作業機操作レバーは 1 本レバーとしてシンプルにしている。引きずり防止機能付電気スイッチ式駐車ブレーキを採用しており、エンジンが停止した場合は自動的にブレーキが作動する。作業機ジョイント部には HN（含油）ブッシュを使用して給油間隔を 250 h に延長、アルミ製のラジエータとオイルクーラを並列配置、リヤオシレーション部給脂のリモート化などでメンテナンス性を向上している。また、カウンタウエイトにステップスペースを設けるとともに、フルオープンに開閉保持するガスダンパ付ボンネットを採用してエンジンルーム内機器のメンテナンス作業を容易にしている。

表—3 ZW80 ほかの主な仕様

	ZW80	ZW90
標準バケット容量	(m ³) 0.9	1.1
運転質量	(t) 4.895 [5.115]	6.005 [6.225]
定格出力	(kW (PS)/min ⁻¹) 45.6 (62) /2,200	53.1 (72) /2,400
ダンピングクリアランス× 同リーチ（バケット 45 度前傾）	(m) 2.50 × 0.88	2.705 × 0.91
常用荷重	(t) 1.44	1.76
最大掘起力（バケットシリンダ）	(kN) 46.6	51.3
最大けん引力	(kN) 42.2	48.9
最高走行速度 F2/R2（自動）	(km/h) 34/34	32/32
最小回転半径（最外輪中心）	(m) 3.795	4.1
登坂能力	(度) 30	30
軸距×輪距（前後輪共）	(kPa) 2.20 × 1.47	2.35 × 1.69
最低地上高	(m) 0.34	0.43
タイヤサイズ	(-) 17.5/65-20-10PR	16.9/24-20-10PR
全長×全幅×全高（キャブ上端）	(m) 5.12 × 1.99 × 2.79 [2.85]	5.49 × 2.35 × 2.99 [3.05]
価格	(百万円) 8.295	8.925

- (注) (1) キャノピ仕様[キャブ仕様(ROPS・FOPS内蔵)]の書式で示す。
 キャブ仕様（ROPS・FOPS 内蔵）はオプション仕様。
 (2) バケットは製品用・ボルトオンカッティングエッジ付。
 (3) 特定特殊自動車排出ガス基準適合車。
 (4) ZW80 は国土交通省・超低騒音型建設機械、ZW90 は低騒音型建設機械（申請中）。

新機種紹介



写真-3 TCM・日立建機 ZW80 ホイールローダ

▶ 〈14〉維持修繕・災害対策用機械および除雪機械

09-〈14〉-01	コマツ 軌陸兼用作業車(鉄輪・ゴムクローラ式) PC58UUT-5 / PC58UUT-5W	'09.09 発売 モデルチェンジ
------------	--	----------------------

鉄道保線作業などに使用される軌道走行(鉄輪φ400mm・回送時)と道路走行(ゴムクローラ・作業時)が可能な作業車で、環境対応性、操作性、安全性、信頼性などの向上を図ってモデルチェンジしたものである。作業車はオフセットブーム機構をもった油圧掘削機で、軌道ゲージに合わせて狭軌専用仕様のPC58UUT-5と標準・狭軌両用仕様(ゲージ変更スライド機構付)のPC58UUT-5Wが確立されている。

作業、走行ともに油圧駆動方式で、主エンジンに故障が生じた場合に備えて緊急用補助エンジンを搭載しており、万一の場合は、補助エンジンで全ての操作を可能にしている。その他、緊急脱出用手動ポンプ、ブレーキ解除用手動ポンプ、被けん引時用走行モータ解除クラッチ、回送用被けん引連結器およびジャッキ受台などを装備している。架線への接触事故を防止するため、作業機の高さ自動停止システムを備えており、設定高さに作業範囲を定めることができる。また、作業機、旋回、走行の操作を同時にロックするロックレバーとロック状態でのみエンジンスタートができるエンジンニュートラルスタート機構、誤操作などによる事故防止のための作業機ロックスイッチなどを設けている。

アタッチメント用2系統増設配管を標準装備しており、枕木グリッパ、4頭式スーパータイタンパなどのアタッチメント(オプション)の使用を可能にしている。

表-4 PC58UUT-5 / PC58UUT-5W の主な仕様

	PC58UUT-5 狭軌専用仕様	PC58UUT-5W 標準・狭軌両用仕様
標準バケット容量 (m ³)	0.22	0.22
機械質量 (t)	6.8	6.96
主エンジン・定格出力 (kW (ps) / min ⁻¹)	28 (38.1) / 2,400	28 (38.1) / 2,400
補助エンジン・定格出力 (kW (ps) / min ⁻¹)	6.6 (9.0) / 3,600	6.6 (9.0) / 3,600
最大掘削深さ×同半径 (m)	4.00 × 5.66	4.00 × 5.66
最大掘削高さ(レール上面から) (m)	2.945	2.945
最大掘削力(バケット) (kN)	39.2	39.2
クローラ中心距離 狭軌時/標準軌時 (m)	1.98/-	1.954/1.58
作業機最小旋回半径/ 後端旋回半径 (m)	3.27/1.035	3.27/1.035
バケットオフセット量 左/右 (m)	0.91/0.73	0.91/0.73
走行速度 車輪走行時/被けん引時 (km/h)	30/45 以内	30/45 以内
走行速度 クローラ作業時 低/高 (km/h)	2.7/4.5	2.7/4.5
発進可能勾配(車輪走行時)(%)	25	25
登坂能力(クローラ走行時) (度)	25	25
接地圧(クローラ) (kPa)	42.5	43.5
全長×全幅×全高(輸送時) (m)	5.68 × 2.38 × 2.75	5.68 × (2.354/1.98) × 2.75
価格 (百万円)	17.535	19.53

- (注) (1) オフセットブーム、ゴムクローラ(軌道作業車専用型)、キャブを装着。
(2) 作業範囲(最大掘削深さ、同半径、同高さなど)は、作業高さ制限4m時をもって示す。
(3) PC58UUT-5Wの全幅は(狭軌時/標準軌時)で示す。
(4) 特定特殊自動車排出ガス基準適合車。
(5) 国土交通省・低騒音型建設機械。
(6) 車両遠隔稼働管理システム(KOMTRAX)を搭載。
(7) アームクレーン仕様車(定置吊り0.9t吊り走行0.45t)を確立。
(8) 標準軌間: 1,435mm, 狭軌軌間: 1,067mm。



写真-4 コマツ「スーパーライナー」PC58UUT-5 軌陸兼用作業車

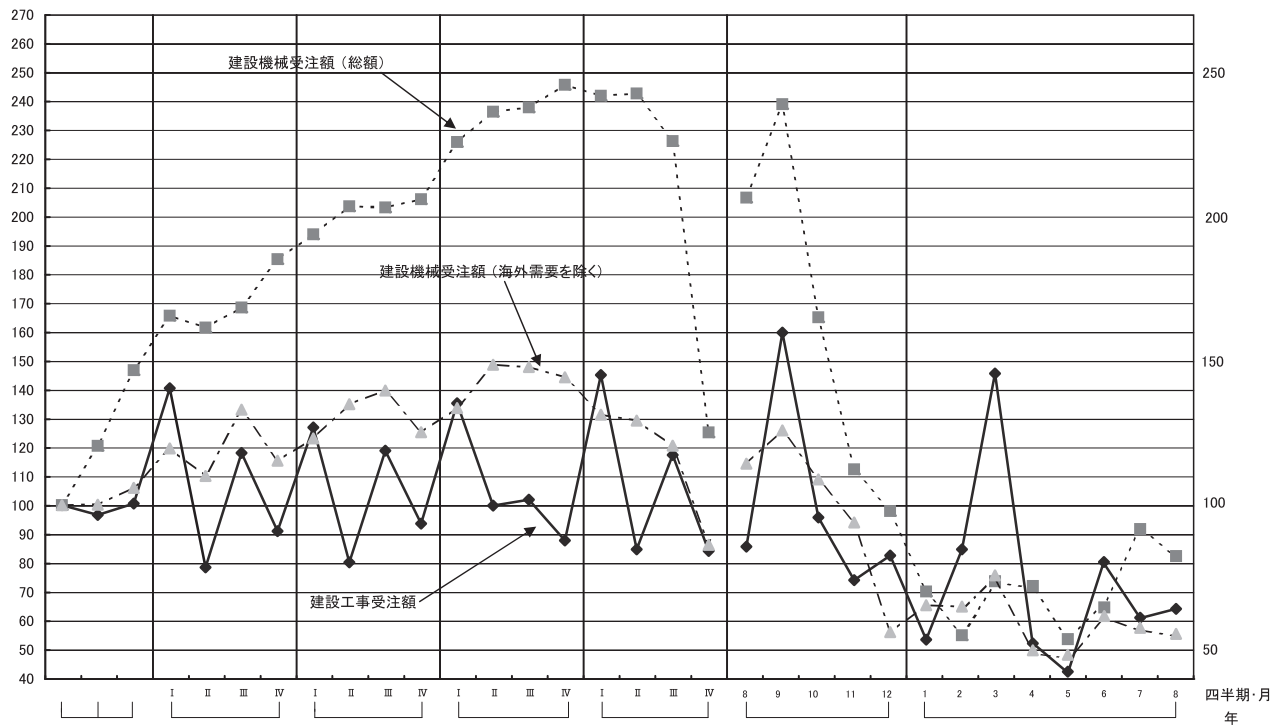
統計 機関誌編集委員会

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注動態統計調査(大手50社) (指数基準 2002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 2002年平均=100)

受注額

受注額



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							
2002 年	129,862	80,979	11,010	69,970	36,773	5,468	6,641	86,797	43,064	146,863	145,881
2003 年	125,436	83,651	12,212	71,441	30,637	5,123	5,935	86,480	38,865	134,414	133,522
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	129,919	142,289
2008 年 8 月	9,276	6,525	1,522	5,003	1,530	464	758	6,461	2,816	132,644	10,626
9 月	17,287	12,873	2,870	10,003	1,637	490	2,287	12,343	4,943	135,704	13,747
10 月	10,369	5,638	1,504	4,133	3,016	526	1,189	6,451	3,918	136,081	9,553
11 月	8,015	6,067	1,143	4,924	1,259	457	232	5,803	2,212	133,514	11,014
12 月	8,942	6,447	1,149	5,298	2,315	423	- 243	6,224	2,718	128,683	13,628
2009 年 1 月	5,789	4,138	715	3,423	1,248	374	29	3,758	2,031	125,703	9,300
2 月	9,168	5,968	1,269	4,699	2,476	472	251	5,765	3,402	123,985	11,178
3 月	15,863	8,455	1,563	6,892	6,394	652	362	9,160	6,703	121,164	17,732
4 月	5,628	4,201	932	3,269	856	454	117	3,619	2,009	115,323	12,276
5 月	4,548	3,120	783	2,337	815	429	185	2,703	1,845	112,001	8,611
6 月	8,697	5,501	979	4,522	1,788	463	946	6,332	2,365	110,113	11,237
7 月	6,609	4,488	1,409	3,079	1,549	407	165	4,496	2,112	111,954	7,569
8 月	6,943	4,741	1,132	3,609	1,285	455	462	4,714	2,230	—	—

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	02 年	03 年	04 年	05 年	06 年	07 年	08 年	08 年 8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	09 年 1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月
総 額	8,667	10,444	12,712	14,749	17,465	20,478	18,099	1,491	1,725	1,192	812	708	506	397	528	515	386	464	663	594
海 外 需 要	4,301	6,071	8,084	9,530	11,756	14,209	12,996	1,075	1,267	796	470	504	268	161	258	333	210	239	452	391
海外需要を除く	4,365	4,373	4,628	5,219	5,709	6,268	5,103	416	458	396	342	204	238	236	270	182	176	225	211	203

(注) 2002～2004 年は年平均で、2005 年～2008 年は四半期ごとの平均値で図示した。

2008 年 8 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…

(2009年9月1日～30日)

■ 機 械 部 会

■クリーンエネルギー建機燃費測定標準作成ワーキング

月 日：9月2日(水)

出席者：此村靖リーダーほか7名

議 題：①JCMAS追加記述の検討

②標準委員会への起案の進め方について ③建設機械工業会を通じての学識経験者への説明について ④その他

■原動機技術委員会

月 日：9月10日(木)

出席者：有福孝智委員長ほか22名

議 題：①次期排出ガス規制の動き

②次期規制の技術基準検討状況の報告 ③中環審大気環境部会第39回自動車排出ガス専門委員会について ④その他情報交換

■機械部会 運営連絡会

月 日：9月14日(月)

出席者：大塚副部会長ほか8名

議 題：①平成21年度上期の活動報告と下期の活動計画について ②中期事業計画(平成19～21年度)の取組み結果について ③次期中期事業計画(平成22～24年度)策定方針について ④その他

■路盤・舗装技術委員会 幹事会

月 日：9月15日(火)

出席者：渡邊委員長ほか6名

議 題：①平成21年度上期活動結果と下期計画の見直しについて ②次期中期事業計画(平成22～24年度)についての意見交換 ③その他

■路盤・舗装技術委員会・舗装機械変遷分科会

月 日：9月15日(火)

出席者：戸川裕文分科会長ほか11名

議 題：①アスファルトフィニッシャーの変遷についての校正 ②その他

■基礎工用機械技術委員会 幹事会

月 日：9月16日(水)

出席者：青柳隼夫委員長ほか8名

議 題：①A・B分科会の調整事項について ②現場見学会(TRD工法他)について ③その他

■基礎工用機械技術委員会・技術変遷調査分科会 A チーム

月 日：9月16日(水)

出席者：鈴木勇吉分科会長ほか6名

議 題：①工法概説シートの検討について ②その他

■基礎工用機械技術委員会・技術変遷調査分科会 B チーム

月 日：9月16日(水)

出席者：村手徳夫副分科会長ほか6名

議 題：①工法概説シートの検討について ②その他

■基礎工用機械技術委員会・現場見学会

月 日：9月16日(水)

出席者：青柳隼夫委員長ほか16名

議 題：台東区内「Re・ボーン工法」施工現場の見学

■ショベル技術委員会

月 日：9月16日(水)

出席者：此村靖委員長ほか7名

議 題：①作業燃費WGの進捗について ②ISO国際会議の件について ③ミニショベルの重量表示について ④JCMAS改訂について ⑤その他

■ダンプトラック技術委員会

月 日：9月17日(木)

出席者：阿部誠一委員長ほか5名

議 題：①各社トビックス紹介(日立建機殿) ②ピクトリアル化の件についてJCMASに提案する項目の審議等 ③その他

■油脂技術委員会・グリース分科会

月 日：9月17日(木)

出席者：田路浩分科会長ほか9名

議 題：①平成21年度下期活動方針について ②オンファイルシステムの状況について ③その他

■油脂技術委員会・油脂規格普及促進分科会・燃料エンジン油分科会合同開催

月 日：9月17日(木)

出席者：杉山玄六委員長ほか14名

議 題：①平成21年度上期報告と下期活動審議 ②油脂規格普及促進分科会活動と普及阻害要因の確認と対応について ③燃料エンジン油分科会活動について ④グリース分科会活動について ⑤その他

■自走式建設リサイクル機械分科会

月 日：9月18日(金)

出席者：佐藤文夫委員長ほか5名

議 題：①木材破砕機C規格JIS原案の検討について ②自走式クラッシャのISO化の最終ドラフトとの比較検討、特にROPSキャブについて ③その他

■トンネル機械技術委員会・シールドマシン等安全技術調査分科会

月 日：9月18日(金)

出席者：高村勝之進分科会長ほか2名

議 題：①調査収集した資料の取り纏め

について ②今後のスケジュールその他について

■建築生産機械技術委員会

月 日：9月18日(金)

出席者：石倉武久委員長ほか3名

議 題：①平成21年度上期活動実績と下期計画見直しについて ②高所作業車C規格作成検討について ③今後の委員会活動についての情報・意見交換 ④その他

■機械部会 幹事会

月 日：9月24日(木)

出席者：青柳部会長ほか16名

議 題：①平成21年度上期活動報告と下期活動計画について ②中期事業計画(平成22～24年度)策定方針についての意見交換 ③その他

■クリーンエネルギー建機燃費測定標準作成ワーキング

月 日：9月25日(金)

出席者：此村靖リーダーほか8名

議 題：①JCMAS追加記述の検討・クラス拡大と解説について ②標準委員会への起案の進め方について ③建設機械工業会を通じての学識経験者への説明について ④その他

■トンネル機械技術委員会・掘削ずり有効利用分科会

月 日：9月30日(水)

出席者：川本伸司分科会長ほか8名

議 題：①調査事例に対する検討 ②その他

■ 製 造 業 部 会

■業種別合同部会(建設業部会・レンタル業部会・施工部会と合同)

月 日：9月4日(金)

出席者：溝口幹事長ほか9名

議 題：建設業部会 業種別合同部会に記載

■製造業部会 小幹事会

月 日：9月15日(火)

出席者：溝口幹事長ほか2名

議 題：①平成21年度上期活動報告と下期活動計画について ②中期事業計画(平成19～21年度)に対する取組み結果について ③次期中期計画(平成22～24年度)策定方針について ④その他

■マテリアルハンドリングWG・ショベル用マグネット取扱い会社への説明会

月 日：9月28日(月)

出席者：生田正治リーダーほか14名

議 題：①国内におけるマグネットの規格と運用の説明 ②油圧ショベルの架

装時における注意事項と対応方法について ③質疑応答

■マテリアルハンドリング WG

月 日：9月28日（月）

出席者：生田正治リーダほか9名

議 題：①(社)日本鉄リサイクル工業会・(社)建設荷役車両安全技術協会との打合せ報告 ②国際規格（EN 規格）との整合について ③厚生労働省との審議事項および内容について

■建設業部会

■建設業部会 業種別合同部会

月 日：9月4日（金）

出席者：坪田部会長ほか57名

議 題：①オフロード次期排ガス規制について（製造業） ②不適正燃料の使用実態調査結果について（レンタル業） ③技術提案における課題の設定について（環境関連）（建設業） ④情報化施工の実例と今後の方向性について（施工） ⑤マテリアルハンドリング機械の分類・運転資格・必要検査について（製造業） ⑥油圧ショベルの標準操作方式について（製造業） ⑦（仮）安全情報技術会議設立提案の趣旨説明（建設業） ⑧質疑応答

■建設業部会 三役会

月 日：9月7日（月）

出席者：坪田章部会長ほか5名

議 題：①夏季現場見学会（施工技術総合研究所）について ②第13回機電技術者意見交換会について ③（仮）安全情報技術会議小委員会への派遣委員の選出について ④その他

■建設業部会 幹事会

月 日：9月14日（月）

出席者：坪田章部会長ほか12名

議 題：①上期事業報告について ②機電技術者意見交換会の企画について ③業種別合同部会について ④安全情報技術小会議について ⑤その他

■レンタル業部会

■レンタル業部会コンプライアンス分科会

月 日：9月17日（木）

出席者：高見俊光分科会長ほか7名

議 題：①「建設機械等レンタル標準契約と解説」の見直しについて ②各社の取組み事項、部会員共通の問題、課題について ③その他

■CP車総合改善委員会

■第一分科会

月 日：9月7日（月）

出席者：宇治公隆分科会長ほか8名

議 題：①新規委員紹介 ②第一分科会活動報告のとりまとめについて ③その他

■各種委員会等

■機関誌編集委員会

月 日：9月2日（水）

出席者：岡崎治義委員長ほか21名

議 題：①平成21年12月号（第718号）の計画の審議・検討 ②平成22年1月号（第719号）の素案の審議・検討 ③平成22年2月号（第720号）の編集方針の審議・検討 ④平成21年9～11月号（第715～717号）の進捗状況の報告・確認

■建設経済調査分科会

月 日：9月16日（水）

出席者：山名至孝分科会長ほか4名

議 題：①平成21/10月号原稿の検討

■新工法調査分科会

月 日：9月28日（月）

出席者：村本利行分科会長ほか4名

議 題：①新工法情報の検討・選定

■新機種調査分科会

月 日：9月30日（水）

出席者：渡部務分科会長ほか4名

議 題：①新機種情報の検討・選定 ②技術交流・討議—VTR（建築文化を科学する）

…支部行事一覧…

■北海道支部

■建設機械施工技術検定実地試験

月 日：9月4日（金）～6日（日）

場 所：石狩市（株）日立建機教習センター 北海道教習所

受験者：1級55名 2級263名

■平成21年度除雪機械技術講習会（第1回）

月 日：9月15日（火）

場 所：旭川市 旭川トーヨーホテル

受講者：345名

内 容：①除雪計画 ②除雪の安全施工 ③VTR「北海道の除雪機械」 ④冬の交通安全 ⑤除雪の施工方法 ⑥除雪

機械の取り扱い

■平成21年度除雪機械技術講習会（第2回）

月 日：9月18日（金）

場 所：帯広市 とかちプラザ

受講者：198名

内 容：第1回と同じ

■平成21年度除雪機械技術講習会（第3回）

月 日：9月25日（金）

場 所：札幌市 ホテルボールスター札幌

受講者：270名

内 容：第1回と同じ

■平成21年度除雪機械技術講習会（第4回）

月 日：9月29日（火）

場 所：札幌市 北海道教育会館ホテルユニオン

受講者：117名

内 容：第1回と同じ

■東北支部

■東北支部企画部会

月 日：9月9日（水）

場 所：東北支部会議室

出席者：菅原次郎部会長ほか8名

議 題：平成21年度の事業執行について

■施工部会

土木技術施工研修会 in 仙台

月 日：9月11日（金）

場 所：仙台市国際センター

参加者：山田一彦部会長ほか231名

■施工部会

月 日：9月14日（月）

場 所：東北支部会議室

出席者：山田一彦部会長ほか4名

議 題：除雪講習会資料準備および打合せ

■技術部会

技術研修会

月 日：9月16日（水）

場 所：岩手県奥州市胆沢区 胆沢ダムダムサイト

参加者：阿部新治部会長ほか10名

■除雪講習委員会

月 日：9月17日（木）

場 所：東北地方整備局防災センター会議室

出席者：齋 恒夫委員ほか9名

議 題：平成21年度除雪講習会実施計画について

■広報部会

月 日：9月18日（金）

場 所：東北支部会議室
出席者：阿部新治部会長ほか2名
議 題：支部たより1次校正

■広報部会

月 日：9月25日（金）
場 所：東北支部会議室
出席者：阿部新治部会長ほか2名
議 題：支部たより2次校正

■施工部会

月 日：9月25日（金）
場 所：東北支部会議室
出席者：山田一彦部会長ほか11名
議 題：除雪講習会詳細計画について

■「ゆきみらい in 青森 2010」除雪機械展示・実演会

月 日：9月30日（水）
場 所：仙台商工会議所会議室
出席者：白鳥技師長ほか12名
議 題：平成21年度除雪機械展示・実演会出席者第1回打合せ

■ 北 陸 支 部

■建設機械施工技術検定実地試験

月 日：9月5日（土）～8日（火）
場 所：コベルコ教習所 新潟教習センター
受検者：1級46名、2級227名 計273名（延べ）

■雪氷部会除雪オペレータ技能維持ワーキング

月 日：9月17日（木）
場 所：新潟県建設会館
出席者：丹羽吉正雪氷部会長ほか10名
議 題：平成20年度事業結果とりまとめと21年度事業計画

■ 中 部 支 部

■平成21年度建設機械施工技術検定試験（実地）実施

月 日：9月5日（土）～8日（火）
場 所：刈谷市「住友建機販売㈱名古屋技術研修所」

受検者：1級66名、2級311名（延べ1級117名、2級349名）

■「建設技術フェア2009 in 中部」実行委員会に出席

月 日：9月15日（火）
出席者：五嶋政美事務局長代理
議 題：「建設技術フェア2009 in 中部」の実施について

■「情報化施工（建設ICT）ゼミナール」開催

月 日：9月29日（火）
会 場：昭和ビル9F

出席者：約80名
内 容：①建設ICTの現状と動向について ②情報化施工のマシンコントロール概念について ③3次元土木設計図の最新技術2009年 ④測量の最新技術動向 ⑤情報化施工のソフトウェアについて ⑥モデル工事の事例紹介

■ 関 西 支 部

■平成21年度建設機械施工技術検定実地試験

月 日：9月5日（土）～7日（月）
場 所：キャタピラー教習所㈱およびコベルコ教習所㈱
受検者：1級80名、2級370名

■建設用電気設備特別専門委員会（第357回）

月 日：9月10日（木）
場 所：中央電気倶楽部213号会議室
議 題：①「建設工事用電気設備の接地工事」技術報告書（案）の最終審議 ②「JEM-TR121 建設用負荷設備機器点検保守のチェックリスト」の見直し

■建設技術展2009近畿 現地説明会

月 日：9月14日（月）
場 所：マイドーム大阪2Fホール
出席者：松本克英事務局長
内 容：当支部の展示コマは2F09ブースに決定

■広報部会

月 日：9月18日（金）
場 所：関西支部会議室
出席者：安田佳央部会長ほか6名
議 題：①広報部会活動計画について ②施工技術報告会について ③建設技術展2009近畿について ④「JCMA 関西」第96号の取組みについて ⑤建設施工研修会について ⑥「省エネ建機」見学会について

■ 中 国 支 部

■1・2級建設機械施工技術検定実地試験

月 日：9月5日（土）～7日（月）
場 所：扇二丁目多目的広場
受検者：1級54名、2級188名

■第3回部会長会議

月 日：9月16日（水）
場 所：YMCA 会議室
出席者：高倉寅喜企画部会長ほか10名
議 題：①現支部中期事業計画（平成19～21年）の取組み結果について ②次期支部中期事業計画（平成22～24年）の策定について ③各部会活

動の実施状況及び今後の事業実施予定等について ④情報化施工（試行工事）への支援について

■第25回「新技術・新工法」発表会

月 日：9月30日（水）
場 所：国際教育センター
参加者：86名
課 題：①早期開放型半たわみ性舗装用セメントミルク（ハイシールパウダーJ）（㈱大林道路中国支店工事部 尾崎浩司氏） ②ハイブリッド油圧ショベルのご紹介 コマツ建機販売㈱東京カンパニー 小野寺隆康氏 ③地上発進シールドについて 清水建設㈱土木事業本部 阿曾利光氏 ④極低騒音型油圧ショベルの開発と商品化 コベルコ建機㈱要素開発部 中島一氏 ⑤二重壁を有する補強土壁の地震後の状況と補修 前田工織㈱技術部 服部浩崇氏 ⑥地上型レーザによる3Dデータ計測（情報化施工に関連したデジタルデータ作成）復建調査設計㈱空間システム部 岡本良徳氏

■ 四 国 支 部

■1・2級建設機械施工技術検定実地試験の実施

月 日：9月7日（月）～8日（火）
会 場：善通寺市（日立建機㈱香川営業所）
受検者：1級59名（実人員33名）
2級204名（実人員183名）
種 別：1～4種

■ 九 州 支 部

■建設機械施工技術検定試験

日 時：9月1日（火）～7日（月）
場 所：福岡県糟屋郡粕屋町 コマツ教習所㈱九州センタ
受検者：1級111名、2級451名

■企画委員会

日 時：9月25日（金）
出席者：相川亮委員長ほか8名
議 題：①建設機械施工技術検定試験実地試験結果について ②施工安全講習会について ③情報化施工講習会について ④第3四半期事業計画について ⑤その他

編集後記

11月号は、「道路」特集です。巻頭言は、小林潔司先生に「道路構造物のアセットマネジメント」について執筆して頂きました。編集方針を、道路の維持・修繕・補修・補強に関する取組みとし、特集報文は、舗装の非破壊構造診断、リフレッシュ工事、上面増圧工法、トンネル坑口部の補強等について紹介させて頂きました。

今、道路に求められるものは、何でしょうか。

道路は、人々の生活に密着し、経済の発展に寄与する重要な社会基盤であり、救急医療支援・災害時の輸送路として活躍します。この重要な役割を確実に果たす為には、日々の点検管理、維持、修繕、補修、補強が必要となります。

高速道路に特化した話をします。

私が、高速道路管理を行っていた時のことですが、豪雨による土砂災害で、完成4車線道路の内、2車線が崩落したことがありました。その日は、終戦記念日の8月15日。帰省に伴う交通集中渋滞がピークとなっていました。想像し易いことでしょう。一般道は、完全に交通麻痺状態となりました。2万m³が崩れ、仮復旧に4日かかったと記憶しています。当時現場に派遣された私は、光ケーブルの復旧を行い、その後、押え盛土を行う現場監督を昼夜連続で行いました。復旧に向け必死でし

た。皆がそれぞれの役割に必死で対応しました。応急復旧計画、本復旧計画、地元対応、マスコミ対応、警察協議。

今では、笑い話ですが、一般道が交通麻痺状態であった為、事務所から配給される食事は、一日一食でした。それも朝届くか、昼届くか、それとも夜届くかわからず、気が利いているのか、利いていないかわかりませんが、現地へ届く飲み物は、栄養ドリンクだけで、真夏の暑さの中、水分を補給しない訳にもいかず、リポビタンDを一日10本も飲んでしまいました。栄養は摂れたのでしょうか、元気になったのか、興奮状態になっていたのかは定かではありません（笑）。

これは、一例に過ぎませんが、道路が利用できないことがこれ程、大きな影響があるのかと思い知らされた瞬間でもありました。

無くなって初めてわかる大切さ。皆さんも経験があるのではないのでしょうか。

病気になるってわかる、健康のありがたさ…。

道路も同じではないでしょうか。

11月号は、道路がこの重要な役割を果たす為に必要な技術を紹介できるような報文を募ってまいりました。最後になりますが、ご多忙中にもかかわらず、報文の執筆にご協力頂きました、著者各位に心より感謝申し上げます。

（斉藤・圓尾）

機関誌編集委員会

編集顧問

浅井新一郎	今岡 亮司
上東 公民	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	田中 康順
塚原 重美	寺島 旭
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

岡崎 治義 (社)日本建設機械化協会

編集委員

森川 博邦	国土交通省
山田 淳	農林水産省
松岡 賢作	(独)鉄道・運輸機構
圓尾 篤広	(株)高速道路総合技術研究所
石戸谷 淳	首都高速道路(株)
高津 知司	本州四国連絡高速道路(株)
平子 啓二	(独)水資源機構
松本 敏雄	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)
富樫 良一	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
泉 信也	東亜建設工業(株)
斉藤 徹	(株)NIPPO
高木 幸雄	日本道路(株)
堀田 正典	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)
京免 継彦	佐藤工業(株)
久留島匡繕	五洋建設(株)
藤島 崇	施工技術総合研究所

12月号「長寿命化・維持管理・リニューアル」予告

- ・下水道長寿命化支援制度の概要とストックマネジメントの推進
- ・日本下水道事業団におけるアセットマネジメントに関する取り組み
- ・FMC (Full Maintenance Contract) における稼働率維持とコンポーネント寿命の延命
- ・鉄道軌道のメンテナンス
- ・劣化PC管の調査・診断手法
- ・コンクリート表層部の健全性診断
- ・三井倶楽部の改修
- ・東京駅丸の内駅舎の保存・復元
- ・名古屋港橋の急速施工拡張工事

No.717「建設の施工企画」 2009年11月号

〔定価〕1部840円（本体800円）

年間購読料9,000円

平成21年11月20日印刷

平成21年11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

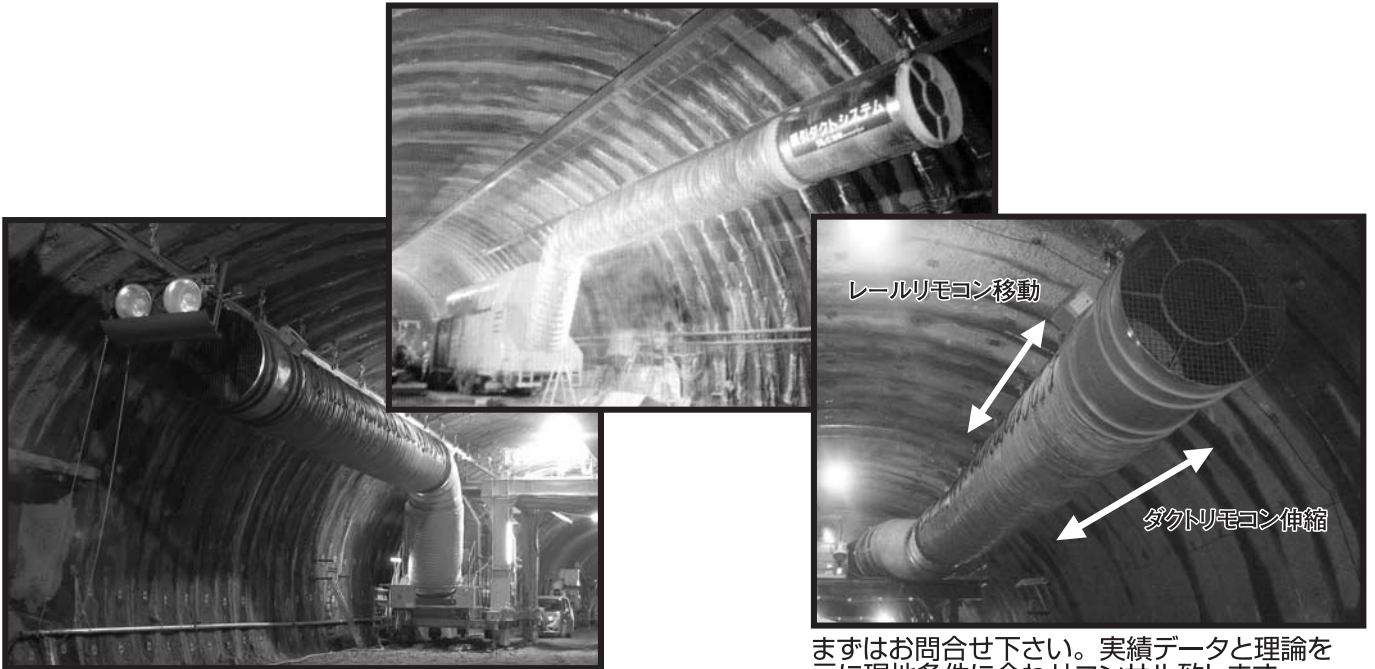
〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

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 仙台市青葉区二日町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

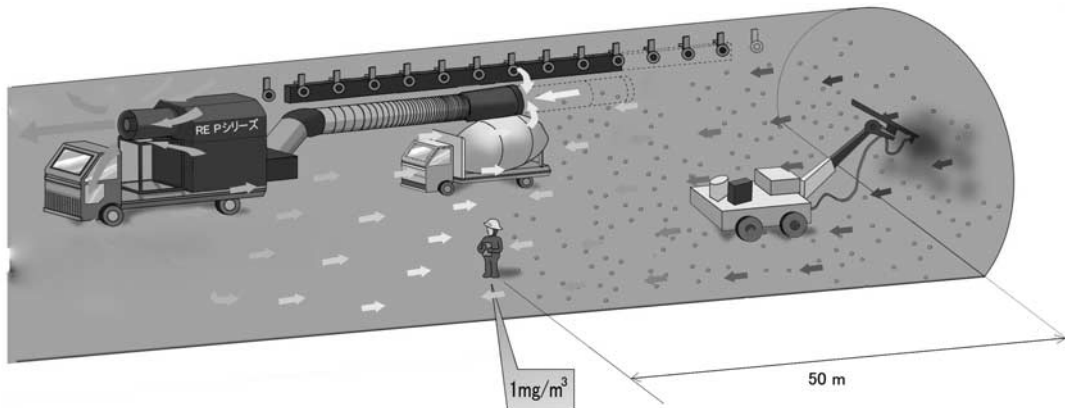
吸引ダクトシステム

吸引ダクトシステム特許取得【第3883483号】
ガイドラインを大幅にクリア $1\text{mg}/\text{m}^3$ を達成!!



まずはお問合せ下さい。実績データと理論を元に現地条件に合わせコンサル致します。

- ・発生源粉塵対策の決定版。
- ・ダクトはもちろん吊下げレールも無線リモコンで楽々前進。
- ・掘削工法や作業サイクルに適応。**操作のお手間をとらせません。**
- ・**最低限の切羽送気量**と後方の**高い清浄空間**の確保で換気コスト・ランニングコストの大幅なコストダウンに。
- ・適応径は $\phi 600 \sim \phi 1500$ 、負圧-2kpa、収縮率1/5、100m以上もレンタルで対応可。移動照明を使用することで切羽作業効率、安全性が大幅にアップ。
- ・その他の口径・延長はご相談下さい。



株式会社流機エンジニアリング

URL: <http://www.ryuki.com> E-mail: eigyobu@ryuki.com

本社/〒108-0073 東京都港区三田3-4-2 COI聖坂ビル
TEL: 03 (3452) 7400(代) FAX: 03 (3452) 5370

つくば/〒308-0114 茨城県筑西市花田90-1
テク/センター TEL: 0296 (37) 7680(代) FAX: 0296 (37) 7681

KOBELCO

さすがコベルコ!

選択される「商品」「社員」「会社」へ

“さすが”を 証明



後方超小旋回の小・中型機には

通常形の中・大型機には

極低騒音 低燃費

超低騒音基準より -5dB (SK70SRは -0dB)

当社従来機より $-18\sim 20\%$

SK70SR SK125SR
SK135SR [LC] SK225SR
SK235SR [LC]

SK200 SK210LC SK250
SK260LC SK330 SK350LC
SK460 SK480LC

※燃費は同等作業土量で比較

ACERA アセラ・ジオスペック
GEOSPEC

フルラインナップ完成!



全機種
オフロード法適合

コベルコ建機株式会社 <http://www.kobelco-kenki.co.jp>

東京本社/〒141-8626 東京都品川区東五反田2-17-1 ☎03-5789-2111

多様な現場環境に柔軟に対応する技術とパワー。
 進化を続ける三笠が確かな未来を約束します。



バイブレーションローラー
MRH-600DSA



高周波バイブレーター
FX-40RB/FU-161



コンクリートカッター
MCD-216VDXS



パイプロコンパクター
MVH-306DS



タンピングランマー
MT-55L

三笠産業株式会社

MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

本社／〒101-0064 東京都千代田区猿樂町1-4-3 TEL：03-3292-1411 (代)
 ●営業所：札幌／仙台／関越／長野／静岡 ●出張所：山梨

三笠建設機械株式会社

本社／〒550-0012 大阪市西区立売堀3-3-10 TEL：06-6541-9631 (代)
 ●営業所：中部／金沢／中国／九州 ●出張所：鹿児島／沖縄／四国

- (社)日本産業広告協会会員
- 学術誌広告業協会会員



心から心へのメッセージ

We will serve you a message from heart to heart.



数ある情報誌のうちの確に
ユーザーの脳裏を捕えるものは？
それは学会・協会誌です。



的確な判断、敏速な対応そして広い視野を持った時、初めて時代の変化をキャッチし広告することの意義を考えさせられます。弊社は、皆様の心をアピールする手助けをモットーに心がけております。

お問合せ・お申し込みは・・・



学術・技術誌専門広告代理業
株式会社 共栄通信社

本社：〒105-0004 東京都港区新橋3-15-8 精工ビル5階
電話：03-5472-1801(代表) FAX: 03-5472-1802
E-mail: info@kyoeitushin.co.jp
神戸出張所：〒655-0046 神戸市垂水区舞子台6-10-13-406
電話&FAX: 078-785-5658

本誌掲載広告カタログ・資料をご希望の方に・・・

建設の施工企画(月号) 広告掲載下記カタログを請求します。

ご 芳 名			
会 社 名 (校 名)		所 属 部 ・ 課 名 (学 科)	
所 在 地 (または住所)	〒		TEL
			FAX
会 社 名		製 品 名	

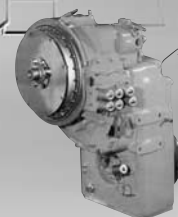
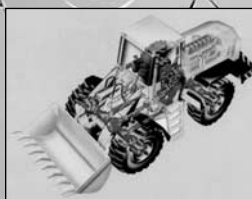
上記に所要事項ご記入の上 (株)共栄通信社『建設の施工企画』係宛
(〒105-0004 東京都港区新橋3丁目15番8号 TEL03-5472-1801/FAX03-5472-1802)にお送り下さい。

MARUMA

あらゆる建設機械／シールドマシン・・・ 油圧機器の整備・再生

建設機械用ZFトランスミッション

点検・整備は、日本ではマルマのみが対応



建設機械のあらゆる油圧機器

斜板式ダブルポンプ



斜板式ピストンポンプ



斜軸式ピストンモータ



シールドマシン用油圧機器



シールド用ジャッキ

電動モータ付ピストンポンプ

建機と共に半世紀以上。確かな「信頼」をお届けします！

整備・再生された各Ass'yは、自社独自開発の多機能油圧機器試験機により性能を確認。各テストのデータはデータベースとして保存され、出荷後、マッチング調整や、搬送されてきた同等品の確認テストに活用します。この万全を期した体制がマルマの高い信頼性のゆえんです。



マルマテクニカ株式会社

本社・相模原事業所 営業部 整備油機課

〒229-0011 神奈川県相模原市大野台6-2-I

TEL042 (751) 3809 FAX042 (756) 4389

E-mail:yuki@maruma.co.jp

東京事業部 〒156-0054

E-mail:tokyo@maruma.co.jp

名古屋事業所 〒485-0037

E-mail:service@maruma.co.jp

東京都世田谷区桜丘1-2-22

TEL03 (3429) 2141 FAX03 (3420) 3336

愛知県小牧市小針2-18

TEL0568 (77) 3311 FAX0568 (77) 3719

URL <http://www.maruma.co.jp/>

ミニベンチ工法 両用型 ショートベンチ工法

RH-10J-SS

強力型ブームヘッダー



主な特長

- カッター出力は330kWで、強力な切削力を発揮し、軟岩から硬岩まで幅広い地質に対応。
- 機体寸法は、高さ3.9m×幅4.2m×長さ16.5m（ケーブルハンガーを除く）
- 定位置最大切削範囲は、高さ8.75m×幅9.5m
- 高圧水ジェット噴射で粉塵抑制とピック消費量低減。
- 接地圧が低く、軟弱地盤にも対応。

KYB カヤバ システム マシナリー株式会社

KAYABA SYSTEM MACHINERY CO., LTD

<http://www.kyb-ksm.co.jp>

本社・営業/カスタマーサービス
中部支店
西部支店
三重工場

〒105-0012 東京都港区芝大門2丁目5番5号 住友不動産芝大門ビル
〒514-0396 三重県津市雲出鋼管町6番地2
〒812-0016 福岡県福岡市博多区博多駅南1丁目7番14号 ボイス博多
〒514-0396 三重県津市雲出鋼管町6番地2

TEL. 03-5733-9443
TEL. 059-234-4139
TEL. 092-411-4998
TEL. 059-234-4111

クレーン、搬送台車、建設機械、特殊車輛他 産業機械用無線操縦装置

今や、業界唯一。日本国内自社自力生産・直接修理を实践中！

ポケットサイズ ハンディ～ショルダー機

フルラインアップ!!

ケーブルレス サテライト 離操作

Nシリーズ：微弱電波
Rシリーズ：産業用ラジコンバンド
Uシリーズ：429MHz帯 特定小電力
Gシリーズ：1.2GHz帯 特定小電力
ポーバ：防爆形無線機

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

スリムケーブルレス

より安価なオーダー対応を実現！

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

2段階押し・特殊
スイッチ装着可能

フルオーダー対応で
最大32点まで対応可！

- スリムなボディ…従来品(TX-5600)との体積比約88%
- 自由度の高い操作スイッチ配置など、多様なオーダー対応性
- 優れた耐塵防雨性能…送信機はIP65相当
- 衝撃に強い新ブラケースを採用
- 自社開発！新生2段階押しスイッチで高い耐久性
- パネルゴムに突起部を追加、操作感を向上(標準釦位置のみ)
- 見易くなった「電池残量告知ランプ付」

標準型
RC-5708N

- 8操作8リレー
- 軽量・コンパクト受信機

セットで
15.75万円



標準型
RC-5712N

- 12操作12リレー
- 照明出力リレーの保持を標準採用

セットで
17.85万円



マイコンケーブルレス

N/U/Gシリーズ

標準型

RC-6016N

- 16操作16リレー

最大24操作まで
対応可能

セットで
21万円



防爆形無線機 対応可能
《ポーバ》(微弱電波・特定小電力)

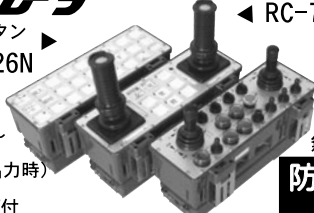
マイティサテライト

N/U/Gシリーズ

全押しボタン
RC-7126N

ジョイスティック
セットで
47.25万円

- 最大操作数64
(オープンコレクタ出力時)
- 見易くなった「電池残量告知ランプ付」



3ノッチジョイスティック型

RC-7132N

セットで
94.5万円

ジョイスティック
2本装着オーダー例

無段階変速対応可

防爆形無線機 対応可能
《ポーバ》(微弱電波のみ)

マイコンケーブルレス

N/U/Gシリーズ

標準型

RC-8416N

- 16操作16リレー
- 最大32リレーまで対応可能
- ハンディ～なのにロータリー・トグルスイッチ装着可能
- 見易くなった「電池残量告知ランプ付」

セットで
23.1万円



裏側
スイッチ
装着例

新 チップケーブルレス

コンパクトという選択肢!!

～機能を絞ると、こんなに小さくなりました～

微弱電波モデル
対応

標準型
RC-3208N

- 6操作8リレー

セットで
12.6万円



スリムなので
片手で握り替えずに、
正逆操作が行えます！

- スリム・小型・軽量
- 送信機ケース強度が増大！
- 防水性アップ(送信機はIP65)
- 価格がさらに安価に！
- 従来機と信号互換あり！

チップケーブルレス
(親指が遠くまで
届きます)



特許！
テルハには
ゼロ線電源*と
おんぶ/だっこ金具*で
電気配線不要・取付簡単！
(※オプション)

ケーブルレスミニ

微弱電波・ラジコンバンド
両モデル対応

N/Rシリーズ

- 3操作3リレー
- 最大5リレーまで対応可能

標準型

RC-4303N/R

セットで
10.5万円



ポケットサイズの本格派!

リソーサー
離操作

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

2段階押し・特殊
スイッチ装着可能

標準型

RC-2512N

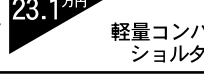
- 12操作12リレー
- 最大32リレーまで
対応可能
- 送信機防塵防滴構造強化
- 見易くなった「電池残量告知ランプ付」

セットで
23.1万円



価格もサイズも
ハンディー並み!

軽量コンパクト
ショルダータイプ



データケーブルレス

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

N/R/U/Gシリーズ

- 機器間の信号伝送に！
- 多芯の有線配線の代わりに！

標準型 セットで

TC-1305R 21.525万円

TC-1308N(微弱電波) 23.1万円

送信機

(外部接点入力型)

写真はUシリーズ



受信機

MAXサテライト

特定小電力
専用モデル

ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能

全押しボタン
装着タイプ

RC-9300U

- 多機能多操作
(比例制御対応可)

セットで
99.75万円

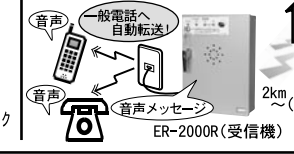


金属シャシの
多操作・特注仕様専用機!!



無線式火庫車警報装置

発破番 ES-2000R



アンテナ等の
標準付属品付
セットで
42万円

- 長距離伝送
到達距離約2km～(6km)
- 受信機から
電話回線接続機能、
携帯電話へもOK!
- 高信頼性
異常判定アルゴリズム
- 音声メッセージで
異常箇所を連絡(受信側)
- 大音量警鳴音発生
110dB/m

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



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

東日本地区販売代理店/技術拠点
FAX 042-492-0411
東海地区販売代理店/技術拠点
FAX 0562-46-1908
大阪地区販売代理店
FAX 06-6393-5632

株式会社 広進
TEL 042-492-0410
(有)キノシタ・E・システムズ
TEL 0562-46-1905
中川システム
TEL 06-6393-5635

KOMATSU



ご近隣のみなさま。
ただ今、ハイブリッドの稼働で
CO₂を削減中です。

PC200Hybrid 全国各地に浸透中!

※
PC200-8の基本性能はそのままに、約25%のCO₂の排出量を削減します。

※当社通常機比。実際の作業では、作業内容により異なります。

コマツ 国内販売本部

ハイブリッドの詳細 ➡ <http://www.komatsu.co.jp/hybrid/top.html>

お客様との
パートナー宣言!
お客様の
ベストを
目指し。



PC200-8 ハイブリッド

雑誌 03435-11



4910034351190
00800

「建設の施工企画」

定価 一部 八四〇円

本体価格八〇〇円