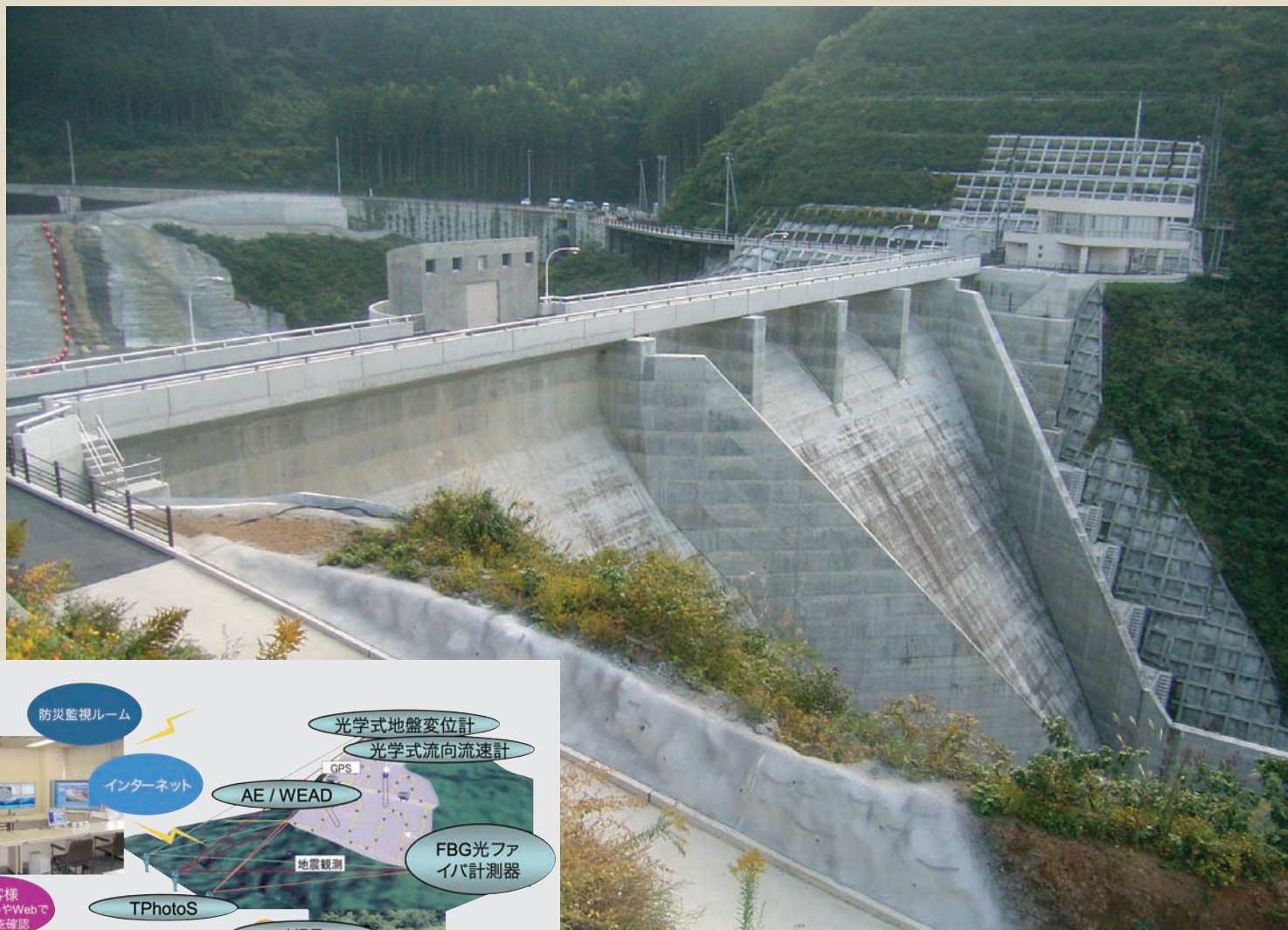


建設の施工企画 11

2007 NOVEMBER No.693 JCOMA



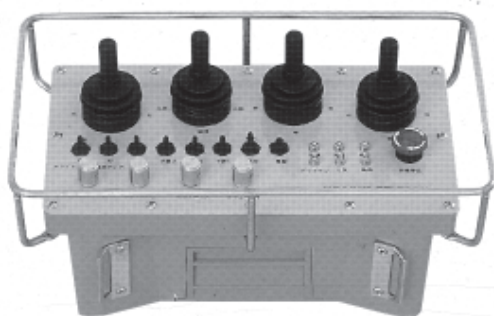
志河川ダム下流側よりの全景と
Webモニタリングの概要図

情報化技術 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（一△V検出+オーバータイムタイマー付き）
- その他、特注品もお受けいたします。お気軽にご相談ください。

DAIWA TELECON

大和機工株式会社

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

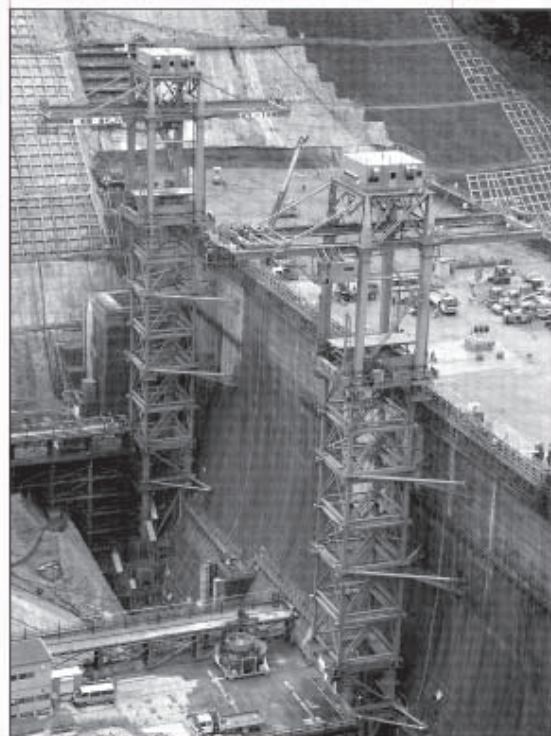
ダム工事用コンクリート運搬テルハ（クライミング機能付）

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。



永 吉永機械株式会社

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

平成 19 年度 施 工 技 術 報 告 会

主題「最近の建設技術と施工事例」

共 催 (社)地盤工学会 関西支部
(社)日本建設機械化協会 関西支部
(社)土 木 学 会 関 西 支 部

三学・協会では、直接、設計・施工に携わった方々に施工技術の成果を報告していただく「施工技術報告会」を毎年企画しております。過去31回における当報告会には、官公庁・建設業・コンサルタント業をはじめ広範囲の多数の技術者に参加いただき、好評を得ております。近年、事業の計画・立地に当たっては、建設現場の自然環境や住環境の保護といった観点から、種々の社会的要求が出され、事業者の企画の困難さは日に日に増しています。これに伴い、建設技術者も厳しい条件下での設計、施工を余儀なくされており、設計方法・施工方法・使用材料・施工設備など解決すべき問題は多岐にわたっています。このような困難な工事に対応するため、安全、環境との調和を前提に、施工方法の改善・開発さらには新材料・新技術の導入などに努めています。第32回目を迎える今回は、厳しい条件下で施工された建設工事の中から4件を選び、実際に施工に携わった技術者より施工事例を発表していただきます。日頃直面している諸問題について関係各位の相互啓発にたいへん参考になると存じますので、多数参加いただきますようご案内申し上げます。

記

1. 日 時 : 平成20年1月23日(水) 13:30～16:35

2. 場 所 : 建設交流会館8Fグリーンホール 電話 06-6543-2551
(大阪市西区立売堀2-1-2 地下鉄四ツ橋線本町駅23番出口より徒歩5分)

3. プログラム:(※都合により発表順序が変更する場合があります。)

13:30～13:35 開会挨拶 (社)地盤工学会関西支部支部長 中島 裕之

13:35～14:15 ①市街地における浅層大断面4連めがねトンネル
—第2京阪道路小路トンネル—
西日本高速道路株式会社 関西支社 枚方工事事務所 工事長 森 正明
西日本高速道路株式会社 関西支社 枚方工事事務所 水野 希典
大成建設株式会社 関西支店 小路トンネル作業所 作業所長 白川 賢志
大成建設株式会社 関西支店 小路トンネル作業所 副所長 足達 康軌
大成建設株式会社 関西支店 小路トンネル作業所 課長代理 ○大島 基義

14:15～14:55 ②側壁盛替え工法による開削トンネルの構築技術
—大阪市道高速道路淀川左岸線 島屋第2工区下部(Ⅱ期)工事—
阪神高速道路株式会社 大阪建設部 工事管理グループ マネージャ 藤田 哲夫
阪神高速道路株式会社 神戸管理部 調査設計グループ チーフ 中島 隆
三井住友建設株式会社 土木管理本部 土木設計部 次長 左子 斉
三井住友建設株式会社 土木管理本部 土木設計部 課長代理 ○三村光太郎
三井住友建設株式会社 土木管理本部 土木設計部 主任 川又 啓介
三井住友建設株式会社 大阪支店 土木部 副所長 長谷川弘明

14:55～15:10 休 憩

15:10～15:50 ③長距離・高速施工シールドの掘進実績
—須磨浦污水幹線布設工事(その2)—
神戸市建設局中央水環境センター 管理課 主査 奥村 晴雄
神戸市建設局中央水環境センター 管理課 高田 泰光
鹿島建設株式会社 須磨浦幹線JV工事事務所 所長 武富 宣夫
鹿島建設株式会社 須磨浦幹線JV工事事務所 工事係 ○平岡 伸哉

15:50～16:30 ④地下鉄停留場の開削工事直下に位置する通信トンネルの挙動
—土佐堀ビルとう道(中之島新線玉江橋工区)防護工事—
エヌ・ティ・ティ・インフラネット株式会社 関西支店 事業開発本部 土木技術部長 鎌田 敏正
エヌ・ティ・ティ・インフラネット株式会社 関西支店 事業開発本部 土木技術課長 上野 和章
株式会社協和エクシオ NTT本部 土木エンジニアリング部 工事長 石本 敦
銭高組・三井住友建設・浅沼組共同企業体 所長 森田 周
銭高組・三井住友建設・浅沼組共同企業体 作業所長 ○應治 義人
財団法人地域 地盤 環境 研究所 地盤工学研究部門地盤解析グループ 主任研究員 譽田 孝宏

(※施工時の所属・役職名を記載しておりますので、現所属・役職名と異なる場合があります。)

16:30～16:35 開会挨拶 (社)日本建設機械化協会関西支部支部長 深川 良一

4. 定 員 : 200名 (先着順)
5. 参 加 費 : 会 員 5,000円、非会員 7,000円 いずれも講演概要代(A4判オフセット印刷)を含む
6. 申込期限: 平成19年12月21日(金)
7. 申込方法: 参加申込書に勤務先、連絡先、氏名、会員の所属学・協会名を明記し、参加費とともに現金書留にて下記へお送り下さい。参加証をお送りいたします。なお、納入された参加費の払い戻しはいたしませんので、ご了承下さい。官公庁などで参加費を別途お支払いの場合は、申込書の余白に請求書等必要書類をご指示ください。
8. 申 込 先 : (社)日本建設機械化協会関西支部
〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4 谷町スリースリースビル8F
TEL. 06(6941)8845 FAX. 06(6941)1378 e-mail: jcmakans@muse.ocn.ne.jp

平成19年度 施工技術報告会

参加申込書

[illegible]

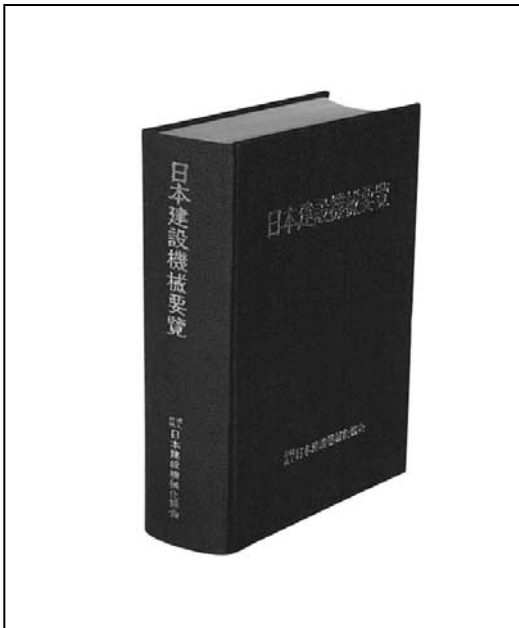
連絡事項：

2007年版 日本建設機械要覧

発行ご案内

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

本書は、専門家で構成する編集委員会の審査に基づき、良好な使用実績を示した国産および輸入の各種建設機械、作業船、工事用機械等を選択して写真、図面等のほか、主要諸元、性能、特徴等の技術的事項を網羅しております。今回は、購読者専用Webページによる特典が付いており、2001年版、2004年版のデータもご活用頂けるため、購読者の方々には欠かすことのできない実務必携書となるものと信じております。



体 裁

B5版、約1200頁／写真、図面多数／表紙特製

価 格

(消費税5%含む)

会 員 43,050円 (本体41,000円)

非会員 51,450円 (本体49,000円)

平成19年3月30日発刊

(注) 送料は1冊1,050円となります。

「会 員」・・・本協会の本・支部会員または、官公庁、
学校等公的機関

「非会員」・・・上記以外

特 典

2007年版日本建設機械要覧ご購入の方への特典として、当協会が運営するWebサイト(要覧クラブ)上において2001年版及び2004年版日本建設機械要覧のPDF版が閲覧及びダウンロードできます。これによって1998年から2006年までの建設機械データがご活用いただけます。

2007年版 内容目次

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

機械経費積算に必携

平成19年度版 建設機械等損料表

〈発行〉社団法人 日本建設機械化協会

- 国土交通省制定「建設機械等損料算定表」に準拠
- わかりやすい損料積算例と損料表の構成を解説
- 機械経費・機械損料に関する通達類を掲載
- 各機種 of 燃料消費量を掲載
- 各種建設機械の構造・特徴を図・写真で掲載



19年4月19日発刊

B5版 約600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)

現場で役立つ建設機械一覧を掲載

平成18年度版 建設機械損料の解説と機械一覧

〈発行〉社団法人 日本建設機械化協会

- 機械損料算出や現場で役立つ建設機械機種一覧を掲載
- 機種一覧には、一目でその機械の概要がわかる解説を掲載
- 機械損料算出方法を解説
- 機械経費算出方法を解説
- 機械損料計算事例を掲載



18年4月既刊

B5版 約300ページ

- 一般価格
4,900円(本体4,667円)
- 会員価格(官公庁・学校関係含)
4,300円(本体4,096円)
- 送料 沖縄県以外 450円
沖縄県 340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。
また建設機械等損料表と同時注文の場合、
解説と機械一覧分の送料は無料とします。)

◆ 購 入 申 込 書 ◆

社団法人 日本建設機械化協会 行

平成19年度版 建設機械等損料表	部
平成18年度版 建設機械損料の解説と機械一覧	部

上記図書を申し込みます

平成 年 月 日

官 公 庁 名 会 社 名 等			
所 属			
担 当 者 名		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	1. 単価に送料を含む。2. 単価と送料を2段書きにする。(該当に○をして下さい。) 【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■

- ①官公庁 : FAX、又は現金書留(本部、支部共)
- ②民 間 : (本部へ申込) FAX、又は現金書留
(支部へ申込) 現金書留のみ(但し会員はFAX申し込み可)
- ※北海道支部はFAXのみ

(注)本部への申込は関東・甲信地区のみとし、その他の地区は最寄りの下記各支部及び(社)沖縄建設弘済会宛お申し込み下さい。

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16-1 二日町東急ビル	TEL(022)222-3915 FAX(022)222-3583
北陸支部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 興和ビル	TEL(025)280-0128 FAX(025)280-0134
中部支部	〒460-0008 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 大阪府中央区谷町2-7-4 谷町スリースリースビル	TEL(06)6941-8845 FAX(06)6941-1378
中国支部	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22 築地ビル	TEL(082)221-6841 FAX(082)221-6831
四国支部	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22 建設クリエイトビル	TEL(087)821-8074 FAX(087)822-3798
九州支部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-8-26 第3白水駅東ビル 6F	TEL(092)436-3322 FAX(092)436-3323

沖縄の方は

(社)沖縄建設弘済会	〒901-2122 沖縄県浦添市勢理客4-18-1 トヨタマイカーセンター内	TEL(098)879-2097 FAX(098)878-0032
------------	--	--------------------------------------

橋梁架設工事及び設計積算業務の必携書

橋梁架設工事の積算

平成19年度版

∞∞∞橋梁架設工事の積算〈平成19年度版〉 発刊のご案内∞∞∞

平成19年5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喜び申し上げます。

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

さて、このたび国土交通省の土木工事積算基準、建設機械等損料算定表等に準拠し、また近年の橋梁架設工事の状況、実績等を勘案し、当協会では「**橋梁架設工事の積算 平成19年度版**」を発刊致しました。

なお今回、橋梁の補修・補強工事の積算に際し、その適用範囲や積算手順をわかりやすく解説した「**橋梁補修補強工事積算の手引き 平成19年度版**」を別冊(セット)で新刊致しました。

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

敬 具

◆改訂内容

主な項目は以下のとおりです。

1) 鋼橋編

- ・架設桁設備質量算定式の改訂
- ・施工歩掛の新規及び一部追加掲載
(沓据付工(ゴム沓据付工)、
歩道橋(側道橋)架設工)
- ・施工歩掛の改正(鋼橋架設工足場工)
- ・その他(送出し・降下の数量名称簡素化、
工種内容の説明補足、床版足場工簡素化)

2) PC橋編

- ・機能分離支承の設置歩掛
- ・外ケーブルによる既設構造物の補強工
- ・プレキャストセグメント組立工7分割の歩掛
- ・その他(張出架設柱頭部足場工の追記、
地覆高欄作業車設備の組立解体歩掛、
架設桁アンカー数の変更等)

3) 橋梁補修補強工事積算の手引き (別冊新刊)



- B5版／本編約1,100頁(カラー写真入り)
別冊約110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)

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

- 発刊予定 平成19年5月24日

◆ 購入申込書 ◆

社団法人 日本建設機械化協会 発行

橋梁架設工事の積算 平成19年度版	部
-------------------	---

上記図書を申込みます。

平成 年 月 日

官公庁名 会社名			
所 属			
担当者氏名	〒	TEL	
		FAX	
住 所			
送金方法	銀行振込 ・ 現金書留 ・ その他 ()		
必要書類	見積書 () 通 ・ 請求書 () 通 ・ 納品書 () 通		
送料の取扱	() 単価に送料を含む、() 単価と送料を2段書きにする 【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 ■

①官公庁：FAX、又は現金書留（本部、支部共）

②民 間：（本部へ申込）FAX、又は現金書留

（支部へ申込）現金書留のみ（但し会員は FAX 申込み可）

※北海道支部は FAX のみ

（注）本部への申込は関東・甲信地区のみとし、その他の地区は最寄りの下記の各支部及び（社）沖縄建設弘済会
あてお申込み下さい。

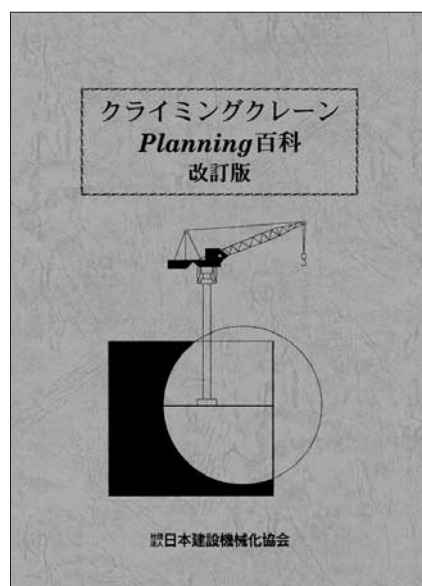
〔お問合せ及びお申込先〕

本 部	〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館	TEL (03)3433-1501 FAX (03)3432-0289
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北 3 条西 2-8 さつけんビル	TEL (011)231-4428 FAX (011)231-6630
東 北 支 部	〒980-0802 仙台市青葉区二日町 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 4-3-2 6 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 谷町スリースリーズビル	TEL (06)6941-8845 FAX (06)6941-1378
中 国 支 部	〒730-0013 広島市中区八丁堀 1 2-2 2 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 1-2 2 建設クリエイティブビル	TEL (087)821-8074 FAX (087)822-3798
九 州 支 部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東 2-8-2 6 第 3 白水駅東ビル 6F	TEL (092)436-3322 FAX (092)436-3323

沖縄の方は

(社)沖縄建設 弘済会	〒901-2122 浦添市勢理客 4-18-1 トヨタマイカーセンター	TEL (098)879-2097 FAX (098)878-0032
----------------	-------------------------------------	--

クライミングクレーン Planning 百科 —改訂版—



機械部会建築生産機械技術委員会定置式クレーン分科会（三浦 拓分科会長）では、このたび5年6ヶ月間の編集作業を終え「クライミングクレーン Planning 百科改訂版」を刊行しました。

平成7年に初版本の刊行以来、この間におけるビル建築の高層大型化、新工法・新技術の開発および関連規格の改正等に併せて内容の改訂・補充を行いました。

建築・土木工事計画担当者，工事担当者および作業実施担当者にとって，短期間にクライミングクレーンの要点を習得するのに最適な書物であります。

■内容

- (1) クレーンの基礎知識，機種選定，設置計画から実施工までの流れに沿った構成に改訂
- (2) 対象とした中心機械を200tm級から現在の主力機である400tm級の内容に改訂
- (3) 平成8年から適用の新しいクレーン構造規格の内容に併せた関連規格の改訂および最近の航空法の内容に併せた改訂
- (4) 特殊条件下での使用を追加掲載
 - ・電波伝搬障害への対応
 - ・鉄道周辺地域
 - ・空港周辺地域
- (5) 各機種の仕様一覧は最近の新しい機種を追加掲載およびクライミングクレーン図面集に新機種を掲載
 - ・クライミングクレーン仕様一覧表
 - ・ジブクレーン仕様一覧表
 - ・ワイヤロープ種類および基本長一覧表

■ A4判，本編130頁，参考資料59頁

■平成18年12月発刊

■定 価

会 員：2,300円（本体2,191円）送料400円

非会員：2,600円（本体2,477円）送料400円

※官公庁（学校関係を含む）は会員価格です。

■本図書は協会本部のみで販売しております。

◆ 日本建設機械化協会『個人会員』のご案内 ◆

会 費：年間 9,000円

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

★個人会員の特典

- 「建設の施工企画」を機関誌として毎月お届け致します。(一般購入価格 1冊840円/送料別途)。
「建設の施工企画」では、建設機械や建設機械施工に関わる最新の技術情報や研究論文、本協会の行事案内・実施報告などのほか、新工法・新機種の紹介や統計情報等の豊富な情報を掲載しています。
- 協会発行の出版図書を会員優待価格(割引価格)で購入できます。
- シンポジウム、講習会、講演会、見学会等、最新の建設機械・建設機械施工の動向にふれることができる協会行事をご案内するとともに、会員優待価格(割引価格)で参加していただけます。

今後、続々と個人会員の特典を準備中です。この機会に是非ご入会下さい!!

◆ 社団法人 日本建設機械化協会について ◆

社団法人 日本建設機械化協会は、建設事業の機械化を推進し、国土の開発と経済の発展に寄与することを目的として、昭和25年に設立された公益法人です。経済産業省および国土交通省の指導監督のもと、建設の機械化に係わる各分野において調査・研究、普及・啓蒙活動を行い、建設の機械化や施工の安全、環境問題、情報化施工、規格の標準化案の作成などの事業のほか、災害応急対策の支援等による社会貢献などを行っております。

今後の建設分野における技術革新の時代の中で、より先導的な役割を果たし、わが国の発展に寄与してまいります。

社団法人 日本建設機械化協会とは…

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

■会員構成

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

■主な事業活動

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

■主な出版図書

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

その他、日本建設機械化協会の活動内容はホームページでもご覧いただけます！

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

※お申し込みには次頁の申込用紙をお使いください。

【お問い合わせ・申込書の送付先】

社団法人 日本建設機械化協会 個人会員係

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館

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

社団法人 日本建設機械化協会会長 殿

下記のとおり、日本建設機械化協会個人会員に入会します。

平成 年 月 日

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

【会費について】年間 9,000円

- 会費は当該年度前納となります。年度は毎年4月から翌年3月です。
- 年度途中で入会される場合、会費は年度末(3月)までの月割りで計算致します。なお、1～3月に入会される場合は、入会年度の月割り会費に、次年度の会費を併せて請求させて頂きます。
- 会費には機関誌「建設の施工企画」の費用(年間12冊)が含まれています。
- 退会のご連絡がない限り、毎年度継続となります。退会の際は必ず書面にてご連絡下さい。
- また、住所変更の際はご一報下さるようお願い致します。

【その他ご入会に際しての留意事項】

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

【個人情報の取扱について】

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

建設の施工企画

2007 年 11 月号 No. 693

目次

情報化技術 特集

3	巻頭言	人間力の生かし方	小林 一郎
4	トータルステーションを用いた出来形管理要領（道路土工）の紹介		田中 洋一
9	トータルステーションを用いた舗装の出来形管理の効率化		川俣 裕行・坂本 鋼三
14	UCIS（ケーソン無人化据付システム）—海上工事における無人化施工技術—		眞鍋 匠
20	3次元レーザースキャナーのトンネル施工管理への適用事例		塩崎 正人・安藤 文彦・岡本 隆
26	「コンタクトクレイ吹き付け工法」—着岩材の吹き付け機械化施工について—		勝又 正治
31	リアルタイム Web モニタリングシステムによるダム堤体左岸法面の動態監視		庄司 泰章・柏木 克之・松元 和伸
36	RI 水分計によるフレッシュコンクリートの単位水量変動の連続測定		井上 恵介・瀬古 繁喜・荒井 正直
42	携帯電話を使用したコンクリート工事の品質管理		西岡 真帆・江渡 正満
48	3次元 VR 技術を用いた建設・施工シミュレーションの活用		田代 則雄
53	情報化施工支援機器「AccuGrade」の活用事例		河埜 修次・松村 秀雄・山本 茂太
58	特別報文	海洋コンクリート構造物のアセットマネジメントシステムの開発事例	前田 敏也
62	特別報文	建築用タワークレーンのハイブリッド型電力供給システムの開発	三浦 拓
68	特別報文	横浜市地下鉄におけるコンクリート側壁の塩害の調査と耐久性診断システムによる評価	東 邦和・宮村 貫雄・青木 進
73	交流の広場	マネジメント力向上手段としての IT 導入初期の進め方	吉田 剛
78	ずいそう	アルジェリア高速道路工事	刈谷 健彦
79	ずいそう	「団塊の世代」における活動内容の紹介	和田 雅和
81	ずいそう	人生 2 度目の挑戦？	田村 末次
82	JCMA 報告	「平成 19 年度建設施工と建設機械シンポジウム」開催報告	
		—優秀論文賞 3 編，優秀ポスター賞 3 編を表彰—	広報部会
101	JCMA 報告	中国北京 BICES 2007 出張報告	業務部
105	JCMA 報告	標準化活動に関する受賞報告	標準部会
106	JCMA 報告	ISO/TC 127/SC 2/WG 5 ショベル転倒時保護構造オークランド国際会議出席報告	標準部会
108	CMI 報告	三次元重機制御による路盤の高度化施工	竹本 憲充
110	新機種紹介		機関誌編集委員会
116	統計	建設工事受注額・建設機械受注額の推移	機関誌編集委員会
117	行事一覧	(2007 年 9 月)	
120	編集後記		(松本，庄中)

◇表紙写真説明◇

志河川ダム下流側よりの全景と Web モニタリングの概要図

写真提供：志河川ダム，飛鳥建設㈱

志河川ダムは，愛媛県西条市に位置し，かんがい用水の確保のため

に建設される重力式コンクリートダムである。ダム建設に際しては，施工時を含めて湛水時までの長期安定性の確認のため，動態監視を実施中である。各種計測結果をリアルタイムにインターネット上で確認できる Web 監視モニタリングシステムを導入し，異常発生時にはアラート情報をメールにて発信し，早期対策が実施できる体制を構築している。

2007 年（平成 19 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

コバロコ建機㈱……………後付 2

コマツ……………表紙 4

【タ】大和機工㈱……………表紙 2

TCM ㈱……………後付 3

【マ】マルマテクニカ㈱……………後付 5

三笠産業㈱……………後付 4

【ヤ】吉永機械㈱……………表紙 2

【ラ】株式会社流機エンジニアリング……………後付 1

2007 年版 日本建設機械要覧 購入のおすすめ

本協会では、国内における建設機械のデータを満載した『日本建設機械要覧』を 1950 年より 3 年ごとに刊行していましたが、今度 2007 年版を発行し発売致しました。

今回 2007 年版日本建設機械要覧購入の方への特典として、当協会が運営する Web サイト（要覧クラブ）上に

において 2001 年版及び 2004 年版日本建設機械要覧の PDF 版が閲覧及びダウンロードできます。

発刊：平成 19 年 3 月 30 日

体裁：B5 判、約 1200 頁／写真、図面多数／表紙特製

価格（送料別途、消費税 5 % 含む）：

会 員 43,050 円（本体 41,000 円）

非会員 51,450 円（本体 49,000 円）

詳細問合わせ先：

(社)日本建設機械化協会 業務部

TEL：03-3433-1501

FAX：03-3432-0289

e-mail：info@jcmanet.or.jp

http://www.jcmanet.or.jp

平成 19 年度版 建設機械等損料表 購入のおすすめ — 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」に準拠

■わかりやすい損料積算例と損料表の構成を解説

■機械経費・機械損料に関する通達類を掲載

■各機種種の燃料消費量を掲載

■各種建設機械の構造・特徴を図・写真で掲載

発刊：平成 19 年 4 月 19 日

体裁：B5 判 約 600 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）

詳細問合わせ先：

(社)日本建設機械化協会 業務部

TEL：03-3433-1501

FAX：03-3432-0289

e-mail：info@jcmanet.or.jp

http://www.jcmanet.or.jp

橋梁架設工事の積算 平成 19 年度版 購入のおすすめ — 橋梁架設工事及び設計積算業務の必携書 —

国土交通省の土木工事積算基準、建設機械等損算算定表等に準拠し、また近年の橋梁架設工事の状況、実績等を勘案し、当協会では「橋梁架設工事の積算 平成 19 年度版」及び「橋梁補修補強工事積算の手引き 平成 19 年度版」をセットで発刊いたしました。橋梁架設工事の設計積算業務にぜひご利用ください。

■主な改訂内容

1) 鋼橋編

- ・架設桁設備質量算定式の改訂
- ・施工歩掛の新規及び一部追加掲載（沓据付工（ゴム沓据付工）、歩道

橋（側道橋）架設工）

- ・施工歩掛の改正（鋼橋架設工足場工）
- ・その他（送出し、降下の数量名称簡素化、工種内容の説明補足、床版足場工簡素化）
- 2) PC 橋編
- ・機能分離支承の設置歩掛
- ・外ケーブルによる既設構造物の補強工
- ・プレキャストセグメント組立工 7 分割の歩掛
- ・その他（張出架設柱頭部足場工の追記、地覆高欄作業車設備の組立解体歩掛、架設桁アンカー数の変更等）

3) 橋梁補修補強工事積算の手引き（別冊新刊）

発刊：平成 19 年 5 月 24 日

体裁：B5 判 本編約 1,100 頁

別冊約 110 頁 セット

価格：（送料別途）

一般 8,400 円（本体 8,000 円）

会 員 7,140 円（本体 6,800 円）

詳細問合わせ先：

(社)日本建設機械化協会 業務部

TEL：03-3433-1501

FAX：03-3432-0289

e-mail：info@jcmanet.or.jp

http://www.jcmanet.or.jp

巻頭言

人間力の生かし方

小林 一郎



「数値計算で橋梁の最適設計は可能だ!!」というのが、我々若手研究者グループの合い言葉であった。より短い計算時間で、最適解に到達するにはこんな工夫が大事とか、今までにないような大容量の斜張橋の最適問題が解けるようになったとか、そんなことが一大関心事であった。構造系では王道をいく研究ではないので、気楽さと負い目とそれなりの意地をないまぜにしたほの暗い熱情が自分達を支えていたように思う。四半世紀前の懐かしい情景である。「計算は、計算機がすればいいはずだし、人間は、本当に人間にしかできないことをすべきだ」と考えていた。今もそのことだけは正しいと思っている。さらに、計算機（若者はPCと呼ぶが…）を捨ててしまうのは、若き日の自分を裏切るようで、決断できない。恐らく研究生活を終えるまで、デジタルデータに関連したテーマを取り上げていくのだろう。

ところで、研究生活も10年くらい経過し、成果を学位論文にまとめ始めた頃のことである。「あなたの提案式を用いた橋梁の最適形状は美しいか」とか「その橋を渡るとき、人々は心地良いだろうか」といった数値計算の研究会の質疑としては、的はずれの質問を立て続けに受けた。一度だけならすぐに忘れてしまったのであろうが、別の場所で、全く別の方に問い質されただけに、心のどこかに引っかかりが生まれた。学位論文完成後は、研究テーマを変えるべきか否かを考え始めていた時期なので、そのようなことが特に気になったのに違いない。「橋の設計において本質的に人間がやるべきことはなにか」ということを長い間、自問し続けた。

その後2年間フランスに留学する機会を得た。固体力学研究室で、橋の動的解析をやることになったのだが、日本でもできることなので全く興味がなかった。アメリカではなくフランスにいるのだ。この国でしかできないこと、学べないことは何かと考えた。研究室を捨てて外に飛び出し、できるだけ多くの橋を見ることに決めた。お役所を回り、橋の建設現場に赴き、構造設計家と建築家（景観デザイナー）の事務所を訪ねる日々を過ごした。調査の前後には、公文書館や図書館に出かけ、橋の歴史や建設の経緯について学んだ。その結果、フランス橋梁史の輪郭が見えてきただけでなく、石橋巡りという楽しいオマケもついてきた。観光地の近くを通り過ぎるばかりの、家族には申し訳のない旅行が多かったが、私には大満足の2年間であった。

地方の風景の美しさに感動するとともに、よく考えられた橋のデザインには、人間力とはこのように発揮

されるものなのかと、何度も納得させられた。と同時に、新技術に関しては地の果てまで調査にやってくる、我が国の構造メーカーの技術者やコンサルタンツの設計担当者を横目でみて、日本人の情報収集能力の凄さとその浅さを知った。自分が今後やるべきは、誰もがやっていない息の長い仕事だと決めた。一方、隣の研究室が工業デザイン学科で、3次元CADを用いた椅子や橋のデザイン検討を行っており、これにも関心を持った。「地形デザイン研究室」とかができるといいな、とも思った。

帰国後、私の関心は、「人間がやるべきこと」としての、景観設計や土木史研究と「計算機がすればよいこと」としての建設分野へのICT導入とに2分されている。特に後者は、学生達が取っかかり易いのか、大変熱心に取り組んでいる。それを見ると、本流ではないが、頑張っていた若き日の自分を思い出す。何とか応援したいと思っている。

このような縁で、「情報化施工」や3次元CADを用いた設計・施工の合理化に取り組む方々と共同研究をさせていただくようになって13年が経過した。ある県のCALS/EC推進協議会の委員をさせていただく機会も得た。国のCALS/ECの進展に一喜一憂したり、地方のデジタル化の取り組みに意気消沈したり、ほどほどに楽しく多忙な毎日である。

情報化の浪は、確実に建設分野に広がっていくだろう。要素技術としてのICTはきわめて魅力的である。しかし、技術者は時として、技術の先鋭化を手段でなく、目的だと思いこみがちだ。彼らは、「あなたが造成した土地は美しいか」とか「その場所にたったとき、人々は心地良いか」などと問われても、場違いな質問だと一蹴するに違いない。若き日の自分を思い出しつつ、上記の質問を、若者にではなく、責任ある地位の方々にしたい。

車が誕生したとき、郊外化といった都市構造の変化や24時間の商業活動といった生活習慣の激変を想像することはできなかったに違いない。技術に合わせて世界が変化した歴史がここにはある。しかし、技術をテコに、制度や「国のありかた」を変えていくことも可能であると考えている。「国土をどうしたいか」とか「建設分野の体制をいかに変えるのか」といった問いに、答えることができる人たちこそが、ICTを活用しつつ、「本質的に人間がやるべきこと」に想いを巡らすことができるはずだ。人間力を発揮すべき局面は、むしろ増えていると思うのだが…。

——こばやし いちろう 熊本大学自然科学研究科 教授、
風景デザイン研究会 会長——

トータルステーションを用いた 出来形管理要領（道路土工）の紹介

田 中 洋 一

国土交通省では、情報通信技術を用いた施工管理の合理化手法として「施工管理情報を搭載したトータルステーションによる出来形管理要領（案）」（道路土工編）を公開した。本報文では、この出来形管理要領の内容について紹介する。

キーワード：トータルステーション、出来形管理、道路土工、情報モデル、現場試行

1. はじめに

国土交通省では、ICT（Information and Communication Technology）を用いた施工管理の合理化、品質の確保に取り組んでいる。情報通信技術を用いた施工管理の合理化手法として、道路土工の施工における出来形管理を対象に「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形管理要領（案）（道路土工編）平成19年3月」（以下、「TS要領」という）を通知した。TS要領は、国土交通省HPに掲載されている（http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha07/01/010406_2_.html）。

従来の道路土工における出来形管理は、巻尺・レベルを使った手間の掛かる方法で実施している。TS要領を用いた出来形管理は、小規模な現場でも利用されているトータルステーション（以下、「TS」という）に基本設計データ（工事基準点や3次元の道路設計形

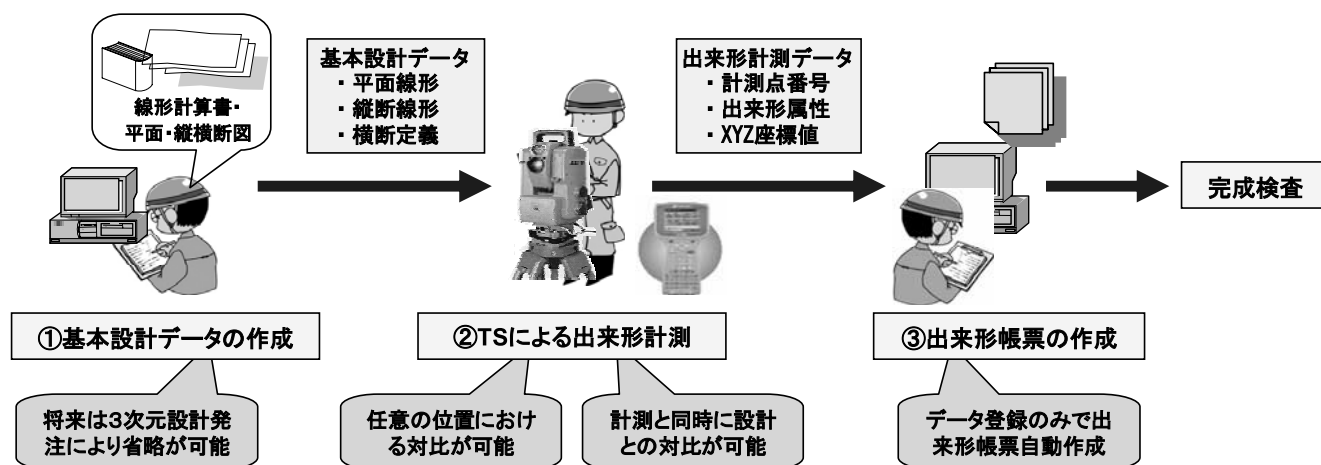
状データ等）を搭載し、計測・管理するものである。TSを用いた出来形管理は、出来形計測、工事写真撮影、出来形管理資料作成に業務の改善効果がある。本報文では、平成19年度から運用を開始したTS要領の概要について紹介する。

2. TSを用いた出来形管理の概要

施工者は、TSによる出来形管理作業の流れにしたがって道路土工の出来形管理を実施する（図—1）。TSによる出来形管理の作業は、①基本設計データの作成、②TSによる出来形計測、③出来形帳票の作成の3つの手順で構成される。

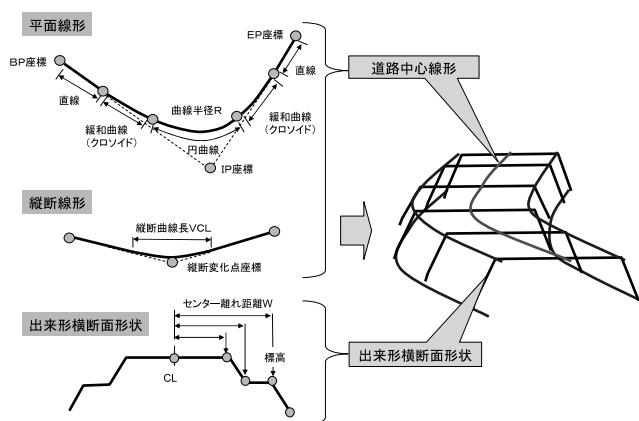
（1）基本設計データの作成

施工者は、最初に基本設計データを作成する。基本設計データは、TSを用いた出来形管理を行うために

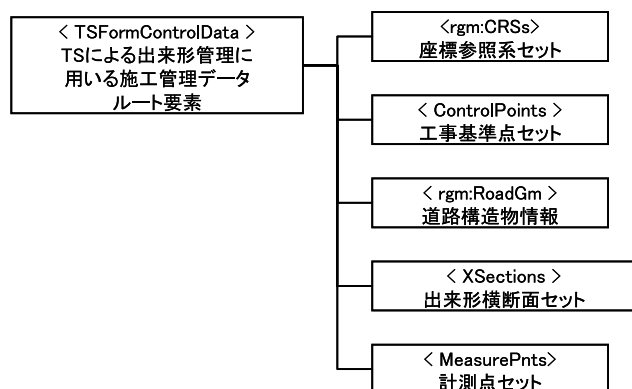


図—1 トータルステーションによる出来形管理の流れ

必要な、3次元の道路設計形状、工事基準点などのデータから構成される。3次元の道路設計形状は、道路中心線形と出来形横断面形状の形状データにより、道路の外郭を表現している（図—2）。基本設計データは、TSから出力される出来形計測点セットと合わせて施工管理データと名付け、「TSによる出来形管理に用いる施工管理データ交換標準（案）平成18年9月」として公開している（図—3）。



図—2 基本設計データのイメージ



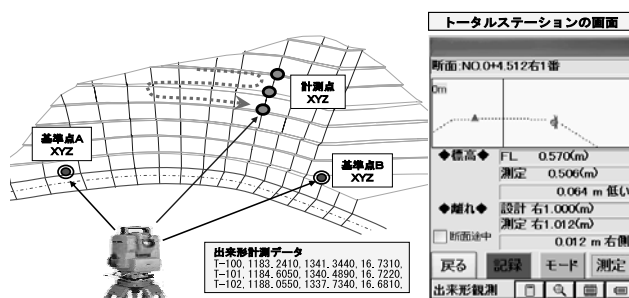
図—3 データ交換標準の全体構成

基本設計データの作成は、基本設計データ作成ソフトウェアを用いて行う。施工者は、道路の線形計算書、平面図、縦断図、横断図などの発注図面から判読した平面線形、縦断線形、幅員、横断勾配、法面形状、管理測点番号などの情報項目を順にソフトウェアを用いて入力し、基本設計データを作成する。基本設計データの作成は、従来の丁張り計算とほぼ同等の難易度である。作成に要する時間は、ソフトウェアの取扱いに慣れれば半日程である。作成作業は、従来の巻尺・レベルの出来形管理にはない作業であるが、工事発注図面の情報を再入力しているため、将来は発注図の電子データを利用することで効率化できると考えている。TS要領には、基本設計データの作成方法や作成時の

留意点、作成後のチェック方法が記載されている。基本設計データの間違ひは、出来形管理の結果に致命的な影響を与える。施工者は、作成した基本設計データと設計図書を照合確認し、チェック結果を監督職員に提出することとなっている。

(2) TSによる出来形計測

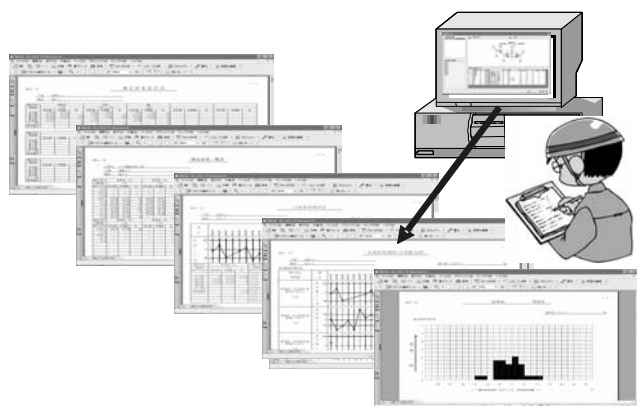
施工者は、作成した基本設計データをTSに搭載し、現場で出来形計測点である道路中心、道路端部、法肩、法尻などの3次元座標値を計測、記録する。出来形計測には、TS要領に対応したTSが必要であり、TS要領では「出来形管理用TS³⁾」としている。出来形管理用TSは、単に施工管理データを搭載できるだけでなく、現場で効率的に出来形計測・確認するための機能を持っている。現場での出来形計測作業と出来形管理用TSの画面に表示される情報の一例を示す（図—4）。基本設計データを搭載した出来形管理用TSは、計測後瞬時に計測した箇所の測点名と設計横断面形状を画面表示し、計測箇所の出来形と設計形状との差異を表示する。また、計測データの1点1点には、設計データと対比するためのコード番号が付与されており、計測後にパソコンでのデータ整理を簡便に行うことができる。出来形管理用TSは、出来形管理だけでなく丁張り設置や監督・検査時の出来形確認を支援する機能も持っている。



図—4 TSを用いた出来形管理のイメージ

(3) 出来形管理資料の作成

施工者は、「出来形帳票作成ソフトウェア」に基本設計データと出来形計測データを登録することで、完成検査に提出する出来形管理資料（測定結果一覧表、出来形管理図表、出来形管理図、度数表）を自動作成することができる（図—5）。TS要領の出来形管理資料の項目は、現行の土木工事施工管理基準に定められたものと同様である。これにより従来の巻尺・レベルの計測結果をパソコンに手入力する作業は不要になり、帳票作成作業の省力化と入力ミスを削減することができる。



図—5 出来形帳票作成のイメージ

3. TS 要領の記載内容

TS 要領には、計測に使用する基準点の設置方法や TS の据付、計測方法の注意点、出来形管理基準及び規格値が記載されている。TS 要領の記載内容は、①適用の範囲、②使用機器の構成、③基本設計データの作成、④ TS による出来形計測、⑤出来形管理基準及び規格値、⑥出来形管理写真基準、⑦出来形管理資料の作成、⑧電子成果品の作成規定から構成されている。

(1) 適用の範囲

TS 要領の適用工種は、道路土工（掘削工、路体盛土工、路床盛土工）である。TS による出来形管理は、道路土工に工種を絞って要領を策定した。道路土工を選択した理由は、対象工事数が多いことと、技術普及の効果が大きいと判断したからである。

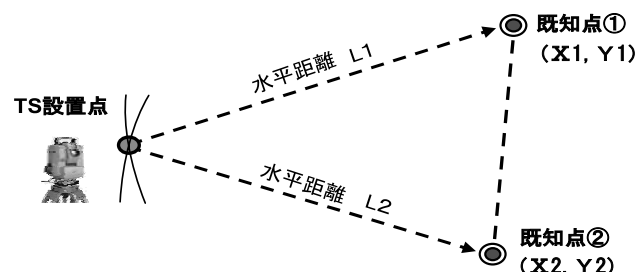
(2) 使用機器の構成

TS を用いた出来形管理を行うためには、「基本設計データ作成ソフトウェア」、「出来形管理用 TS」、「出来形帳票作成ソフトウェア」のソフトウェアや機器が必要である。現在、「基本設計データ作成ソフトウェア」と「出来形帳票作成ソフトウェア」は、国土技術政策総合研究所で開発したものを無償で公開している。「出来形管理用 TS」については、「出来形管理用 TS 機能要求仕様書（案）」を作成し、仕様を基に「出来形管理用 TS」を民間開発している。

(3) TS による出来形計測

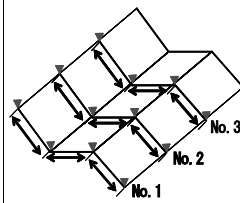
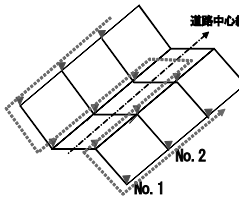
TS 要領では、計測点を観測できる位置に既知点がない場合などを考慮して、一定の精度を確保できる範囲で後方交会法の利用を認めている。後方交会法は、2つの既知点の座標値と TS までの水平距離から TS の位置座標を算出する方法である（図—6）。これに

より TS を基準点直上に据えることなく、現場で出来形計測に適した任意位置に TS を設置することが可能となる。



図—6 TS による後方交会法

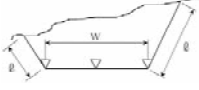
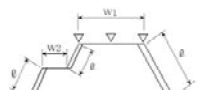
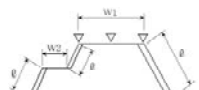
出来形計測の効率は、従来の巻尺・レベルと後方交会法の利用を含めた TS を比較した場合、約 1.5 倍になることを確認している（図—7）。TS による計測は、高さ方向の計測誤差が測定距離に比例して大きくなる傾向がある。TS 要領では、試行工事の検証結果を踏まえて、計測距離を 100 m 以内に制限することで、高さ方向に関する計測精度を確保している。

項目	現行の計測方法	TSによる出来形管理
計測範囲		
計測点数	12point	12point
計測時間	50.0min	32.2min
計測効率	4.2min/point	2.7min/point

図—7 現行方法と TS の計測効率の比較

(4) 出来形管理基準及び規格値

TS 要領の出来形管理基準及び規格値は、現行の評価尺度を同一とするために土木工事施工管理基準に定められた内容と同様である（図—8）。

工種	測定項目	規格値 (mm)	測定基準	測定箇所
掘削工	基準高 ▽	±50	施工延長 40mにつき1箇所、延長40m以下のものは1施工箇所につき2箇所。基準高は、道路中心線及び端部で測定。	
	法 長 ℓ < 5m	~200		
	法 長 ℓ ≥ 5m	法長-4%		
路体盛土工 路床盛土工	幅 W	~100	施工延長 40mにつき1箇所、延長40m以下のものは1施工箇所につき2箇所。基準高は、道路中心線及び端部で測定。	
	基準高 ▽	±50		
	法 長 ℓ < 5m	~100		
路体盛土工 路床盛土工	法 長 ℓ ≥ 5m	法長-2%	施工延長 40mにつき1箇所、延長40m以下のものは1施工箇所につき2箇所。基準高は、道路中心線及び端部で測定。	
	幅 W1, W2	~100		

図—8 出来形管理基準及び規格値

(5) 出来形管理写真基準

TS 要領の出来形管理写真基準は、撮影方法を現行基準から簡素化した。現行基準では、工事写真の撮影方法として、被写体として写しこむ小黑板に ①工事名、②工種等、③測点（位置）、④設計寸法、⑤実測寸法、⑥略図の必要事項を記載する。TS 要領では、④設計寸法、⑤実測寸法、⑥略図を省略してもよいこととした。TS を用いた出来形管理では、巻尺を用いた長さ計測は不要であり、リボンテープとピンポール



図—9 出来形管理写真の例

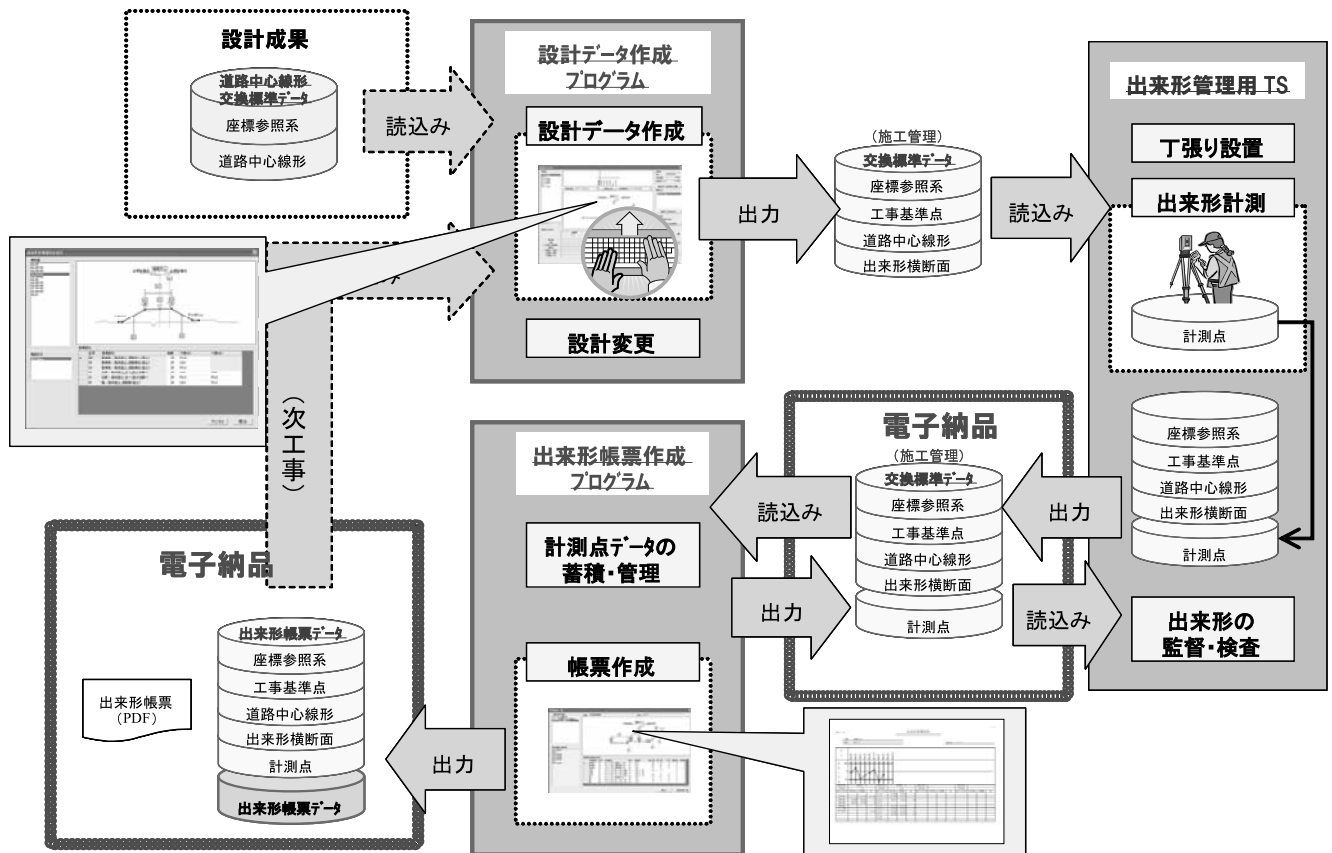
などを写しこんだ出来形寸法を確認する写真は必要ない（図—9）。

(6) 電子納品の作成規定

電子成果品の作成規定は、「工事完成図書の電子納品要領（案）平成 16 年 6 月」に規定されている内容に準拠し、TS 要領に基づき作成された工事成果品を電子納品する方法について定めている。TS 要領に基づいて作成する工事成果品は、施工管理データ（XML ファイル）、出来形帳票データ（XML ファイル）、出来形管理データ（PDF ファイル）の 3 種類としている（図—10）。また、TS を用いた出来形管理資料が特定できるように打合せ簿管理ファイル（MEET. XML）の管理項目について必須記入内容を示している。

4. 試行工事の実施結果

国土交通省では、妥当性の検証と改善点の抽出を目的に、平成 17、18 年度に試行工事を実施した。試行工事は、施工業者・監督職員・検査官と、民間で開発した出来形管理用 TS により実施された。また、監督職員・検査官には、TS 要領に対応した監督・検査を



図—10 作成する電子成果品データ

円滑に行うため、「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形管理監督・検査マニュアル（案）」を配布した。

試行工事の結果は、施工業者、監督職員の双方から実務上の問題は特に報告されなかった。TSを用いた出来形管理は、巻尺・レベルによる方法と比べ、以下の効果があることを確認できた。

- ①計測作業の迅速化：計測前の準備作業（中心杭の復元など）が軽減でき、また計測時間も短いため出来形管理が効率化する。
- ②出来形管理資料の自動化：計測から管理図作成までシステムでデータ処理ができ、管理図作成が効率化し、データ転記のミスも防げる。
- ③品質の確保：丁張りや施工途中の出来形などが簡単・迅速に確認でき、計測と同時に現場で設計値との対比ができるので、出来形不足なども迅速に発見し速やかに施工の修正ができる。
- ④監督・検査の効率化：出来形管理用 TS の機能を有効に利用することで、不正行為の抑止効果や出来形不良の早期発見が期待できる。

施工者からは、基本設計データ作成に手間が掛かることの指摘があった。将来は、道路中心線形データが設計段階から交換標準に従って受け渡され、工事発注図としての道路横断面図が CAD データとして提供されることで、基本設計データ作成を効率化できると考えている。

5. 今後の取組みについて

TS による道路土工出来形管理は、平成 19 年度から本格運用されている。TS 要領は、情報技術を用いて施工管理（出来形管理）を業務改善する方法を示すことができた。TS による出来形管理手法をさらに展開していくためには、出来形管理要領を道路土工以外の工種で利用できるように拡張する必要がある。

そのためには、出来形管理要領を道路土工以外への適応性について検証する必要がある。平成 19 年度は、河川土工を対象に妥当性の検証と改善点の抽出を目的として、4 現場にて試行工事を実施する。そして、試行工事の結果から、河川土工の出来形管理要領としてとりまとめ、平成 20 年度から運用する予定である。また、道路の工種として道路土工と関連のある舗装工種でも、TS による出来形管理要領をとりまとめ、河川土工と同様に平成 20 年度から道路舗装の出来形管理要領として運用される予定である。さらに、道路附随工種への TS による出来形管理の適応についての検

証作業に着手し、出来形管理要領を整備していく予定である。

現在の出来形管理用 TS は、情報モデルを道路土工の出来形管理に特化して作成している。そのため、河川土工や舗装・擁壁・側溝などの道路構造物において、出来形管理を行うことができない。今後は、道路土工での情報モデルを河川や砂防の土工に対応させるために、河川土工の出来形管理に必要な情報モデルを構築し、データ交換標準を作成する必要がある。また、道路附随工種の検証と併せて、道路附随工種に関する情報モデルも追加する必要がある。そして、データ交換標準に情報モデルを追加することで出来形管理用 TS のソフトウェアをアップデートする必要がある。ソフトウェアのアップデートにより、出来形管理対象を河川土工や舗装・擁壁・側溝などの道路構造物に拡張できると考えている。

現在、基本設計情報作成ソフトウェアと出来形帳票作成ソフトウェアは、国総研が作成したものが唯一利用できる。今後は、データ交換標準の拡張に併せて、民間への開発募集を行って、ソフトウェアベンダーでの開発を期待するところである。

最後に、TS による出来形管理手法の整備を進めてきたが、GPS、レーザースキャナ、デジタルカメラ画像などの特性が違う情報機器についても、同様な出来形管理手法が開発可能であると考えている。新たな出来形管理手法を作成する場合でも、TS の時と同様に出来形管理に必要な要件や機能を示すことで、開発が可能であると考えている。このように、出来形管理という目的を達成する情報技術の利用方法を構築し、施工管理の合理化や施工品質の確保に ICT を用いて寄与することができればと考えている。TS 要領やソフトウェアの情報については、HP「TS を用いた出来形管理の情報提供サイト」⁴⁾を参考にして頂きたい。

J C M A

《参考文献》

- 1) 有富孝一・他：施工管理に活用できる道路構造物の基本設計情報の構造化，土木情報利用技術論文集，土木学会，Vol. 14，2005 年 10 月
- 2) 有富孝一・他：TS を活用した道路土工における出来形管理のトータルシステムの構築，土木情報利用技術論文集，土木学会，Vol. 15，2006 年 10 月
- 3) 田中洋一・他：出来形管理用トータルステーションの評価試験について，土木情報利用技術論文集，土木学会，Vol. 16，2007 年 10 月
- 4) <http://www.gis.nilim.go.jp/ts/index.html>

【筆者紹介】

田中 洋一（たなか よういち）
国土交通省
国土技術政策総合研究所
高度情報化研究センター
情報基盤研究室



トータルステーションを用いた舗装の 出来形管理の効率化

川 俣 裕 行・坂 本 銅 三

国土交通省では、位置把握技術、通信技術、情報処理技術などの ICT（情報通信技術）を建設生産に適用して施工に係わる情報を効率的に利用することで、施工の効率化、安全性の向上、品質の確保、環境保全の向上と、監督・検査業務の改善を目指した情報化施工の推進を図っている。本文では、公共事業に占める割合の高いアスファルト舗装工を対象に ICT を組み合わせた情報化施工システムを構築し、試行工事を行い、舗装工の情報化施工に対応した施工管理手法の確立を目的としたものである。

キーワード：トータルステーション、舗装、出来形管理、効率化、要領、管理手法

1. はじめに

国土交通省では、建設施工全体の効率化に向けて公共事業における電子納品や電子入札などを中心とする CALS のアクションプログラムを推進している。施工段階においても、一部の大規模土工において ICT を活用した施工・施工管理手法の改善が試みられ、その効果が報告されているが、多くの公共事業においては依然として、施工情報の取得・管理に手間や紙面が必要とされている。

そこで、「情報化施工は、工事の設計から竣工に至るまでの様々な作業で必要となる施工管理情報を統合的に作成、取得、管理、利活用することで施工管理や監督検査の大幅な効率化をめざして建設工事を行うこと」と定義し、施工や施工管理の効率性の向上によるコスト縮減や工期短縮、土木構造物の品質の均一化、施工時の安全性向上などを目指すものである。

また今後は、国民の様々なニーズに対応しながら業務の質を低下させることなく、より良い社会資本を提供するためには情報化施工の実現が欠かせないものである。

上記の背景から、道路工事における舗装工を対象に ICT を導入した場合の施工・施工管理手法の「要領」（試行案）を作成し ICT 導入の実現性と効果の検証を行った。

2. 現行施工・施工管理の特徴

代表的なアスファルト舗装工の舗装構成は下層から

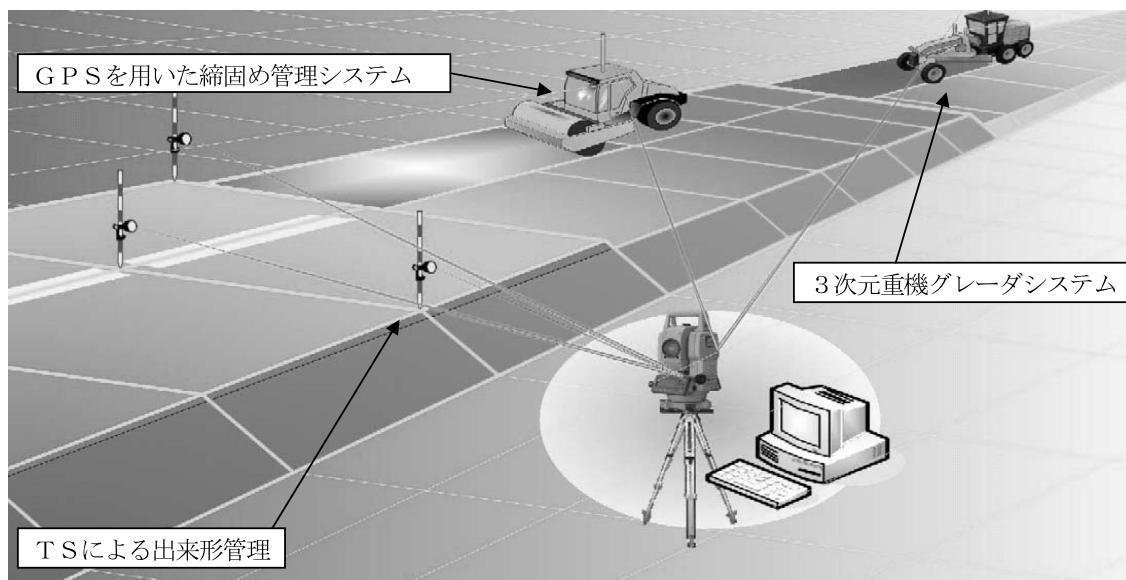
路盤、基層、表層となる。

現行の舗装工の施工管理項目は、出来形と品質の二項目で、出来形については下層路盤までは、設計図面に示される高さ及び厚さに対する管理が必要で、それ以上では厚さ管理である。

以下に、舗装工の施工の特徴を示す。

- ①高さ方向の出来形管理基準は、下層路盤以外は厚さ管理である。しかし、施工者は高さ管理を基本とし、結果として厚さを管理する手法をとっている。
- ②表層の仕上がり面は、道路端の排水溝などの構造物の天端に合わせる（舗装面が排水溝よりも低いと雨水処理ができない、あるいは水が溜まるなどの不具合が生じる）。
- ③舗装工では、工事費の約 60 ～ 70 % を材料費が占めている。また、上位の層（表層に近い）ほど材料が高価であるため、施工者は下層路盤の仕上げ高さを厳密に管理して、上層の材料をできるだけ必要最小限にとどめるように施工する。
- ④基層や表層に不具合が生じた場合の再施工（施工のやり直し）は非常に困難である。
- ⑤舗装工の最終段階の管理項目として表層の平坦性が必要である。
- ⑥路盤の掘起こし、コア抜きによって、品質と出来形の両方の確認を行っている。

このように、舗装工では下層路盤の仕上がり出来形が非常に重要で、施工上も手間を要している。一方、基層・表層工では厚さを保つための機械化（アスファルトフィニッシャ）が進んでいる。



図ー1 情報化施工のイメージ

3. 舗装工における情報化施工管理要領の概要

上述の整理から、下記に示す現行の施工および施工管理上の主な問題点を抽出した。

- ①施工面積に対して管理が少数の点であり、施工箇所の面的な施工管理ではない。
- ②施工管理のための掘起こしやコア抜きによって、手間と局所的な品質低下を招く。

そこで、舗装工における情報化施工では、図ー1に示す実現イメージである3つのシステムの実現を目指すこととした。

4. 構内試験

(1) 構内試験概要

施工技術総合研究所内にて、上記で提案した情報化施工と現行施工を行い、その実現性と精度・効果について確認した。

情報化施工として以下のシステムを検証した。

① 3次元重機制御グレーダシステム

三次元設計データどおりにグレーダのブレードを自動制御する情報化施工システムである。ブレードの三次元位置情報認識には自動追尾TSを使用する。

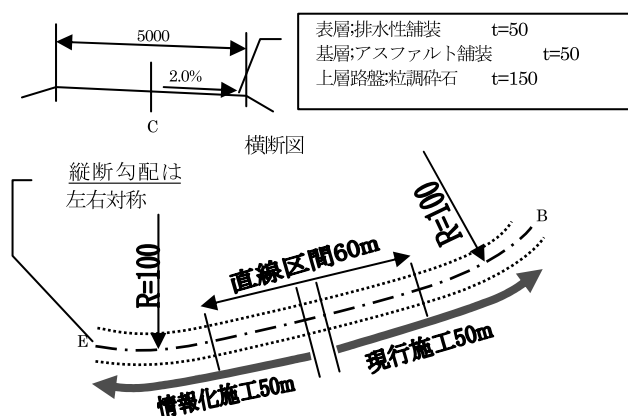
② GPSを用いた締固め管理システム

締固め回数管理システムを搭載したホイールローラを使用する。

③ TS（トータルステーション）による出来形管理

路盤・基層・表層の出来形（高さ・厚さ）は、それぞれの施工後にTSによる三次元測量を行って出来形管理する。

試験条件は情報化施工 50 m, 現行施工 50 m とした。設計形状を図ー2に示す。



図ー2 舗装工の設計形状

写真ー1は現行の路盤整形工のなかで何度も繰返される出来形確認作業、写真ー2は情報化施工中の写真で、写真ー1のような人手による確認作業はほ



写真ー1 現行施工路盤整形時の確認作業

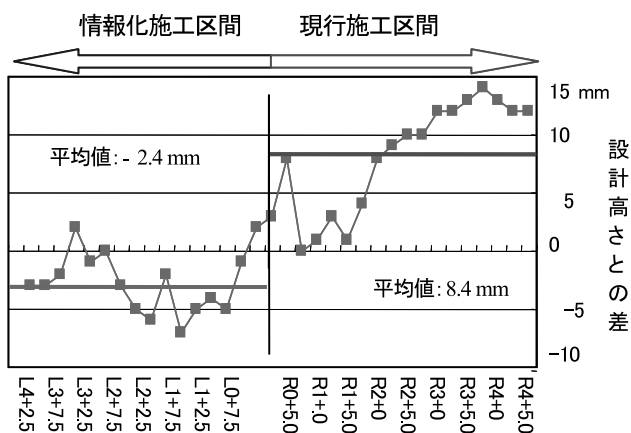


写真—2 情報化施工路盤整形時の状況

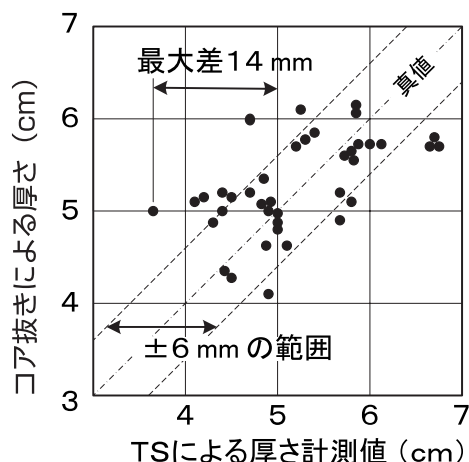
とんど必要なかった。

(2) 構内試験結果

図—3 は現行施工と情報化施工の出来形について、下層路盤の仕上がり高さ与设计高さとの差を示したものである。現行の路盤整形工では高さ管理上の規格値（ ± 40 mm）の範囲内であるが設計値に対する差は大きく、情報化施工の路盤整形工では設計値に対する差が小さい。また、基層・表層の施工では、路盤上に所定厚さを巻出す機能を有したアスファルトフィニ



図—3 路盤整形後の出来形（高さ）



図—4 基層・表層の出来形（厚さ）

ッシャが一般的に利用されることから、最終仕上がり高さも情報化施工の方が設計値に近かった。

図—4 は基層・表層の出来形を 3 次元座標で計測した結果と、表層の施工後に 3 次元計測した箇所をコア抜きして計測した結果の差を示した図である。図より、TS による厚さ管理とコアによる実測値の差は表層で最大 1.4 cm であったが、多くは ± 6 mm 以内である。

5. 実現場における試行工事の実施

構内試験の結果から、舗装工への TS を用いた出来形管理手法の導入により、監督検査および施工管理の効率化が期待できると考え、現場実務への組み込みの検証を目的として平成 18 年度に全国で 7 件の試行工事を実施した。

6. 舗装工の出来形管理

舗装工の幅、厚さの計測として現行で行われている巻き尺、レベルを用いた作業に TS を導入することにより効率化を図る第二の手法として確立するもので、さらには紙ベースの計測値が電子化されることで将来の維持管理や改築時の多方面での利用が可能となる。

舗装工は、路盤、基層、表層の各層で構成され、それぞれの規格値である厚さや高さなどの出来形管理は、外観から計測することは不可能であり、その都度、掘り起こしやコア抜きにより計測しているのが現行の確認方法である。

この方法では各管理断面における測定ポイントの特定に時間を要し、計測値の信頼性が薄れてしまう恐れがあることから、それを TS を用いることで、その特徴である測距・測角技術で平面座標を特定し、各測定点の標高差から各層厚を計算することにより出来形計測を行うものである。



写真—3 TS による出来形計測状況



写真—4 測定時のミラー設置状況

写真—3, 4にその測定状況を示す。

7. 出来形管理の流れ

(1) 平面座標の特定

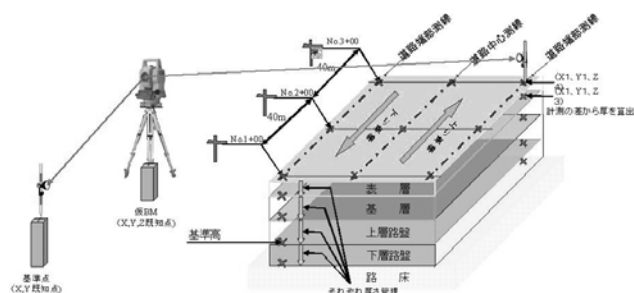
出来形管理の作業手順は、設計データを基にした座標平面図からそれぞれの平面座標を取り込み、現地において仮ベンチマーク（仮BM）を基準として、施工完了後の管理断面毎にTSの機能によりミラーを誘導しながら設置し出来形平面座標を特定する。

(2) 出来形（層厚）の計測

その平面座標の標高を測定することで仕上がり高さが求められる。これを各層毎に行いそれぞれの標高差から層厚を求める。

(3) 出来形管理帳票の作成

測定データはパソコンに連続的に取り込むことにより、出来形管理帳票を自動的に作成する。



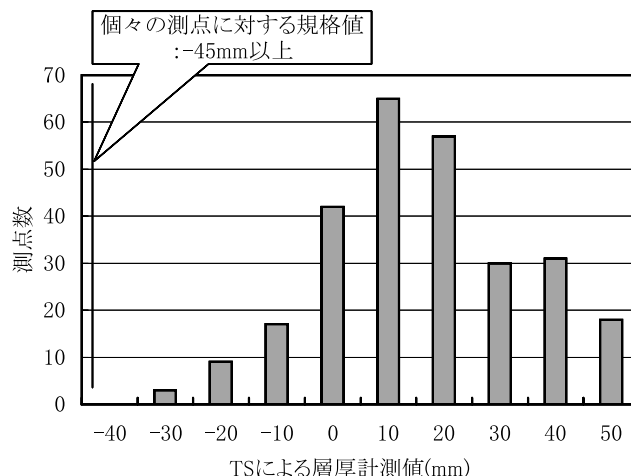
図—5 TSを用いた出来形管理の構成

8. 試行工事結果

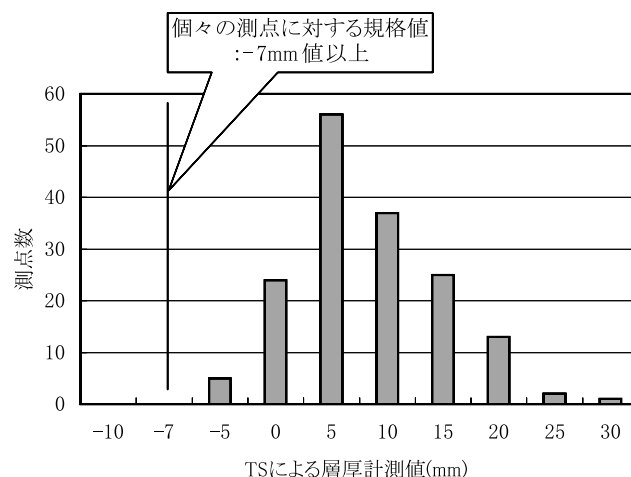
(1) 請負者が実施する出来形管理（計測，書類作成）の効率化

① 出来形品質の確保

TSによる出来形管理を適用した試行工事現場の個々の測点の出来形計測結果を図—6および7に示す。TSによる層厚管理により、いずれの層においても従来の規格値を満足する出来形品質が得られた。なお、施工管理は個々の測点で得られた層厚測定値の10点の平均値について管理を実施したが、全ての値について規格値を満足する結果が得られた。



図—6 TSによる層厚計測値と設計層厚との差異（下層路盤）



図—7 TSによる層厚計測値と設計層厚との差異（表層）

② 破壊検査の省略と多点での出来形管理の実現

出来形管理用TSの導入により、従来の破壊検査（掘起し・コア抜き）無しで層厚の確認が可能となった。その結果、表—1に示すように層厚検測箇所が

表—1 層厚検測点の比較

	層厚管理頻度 (1000m ² あたり)	備考
従来層厚管理	1点	・舗装幅員8mの場合
TS層厚管理	9～10点	・路盤・As舗装共通

飛躍的に増え、点ではなく面的に出来形品質を管理することが可能になった。

③出来形管理にかかる作業工数の低減

下層路盤・上層路盤・基層・表層の各層とも出来形管理作業に要する労力は従来施工と同程度であるが、出来形管理用 TS の導入により、従来の管理手法より層厚管理点数が大幅に増えていることから、出来形品質確保の観点から、より高度な出来形管理が従来と同等の労力で可能になったと言える。

(2) 出来形管理以外の用途への出来形管理用 TS の活用

出来形管理用 TS は、現況横断測量や中心杭・幅杭計測等、多様な用途に応用可能であるため、出来形管理用 TS が出来形管理以外の用途に活用された件数は表—2 のとおりだった。

表—2 出来形管理以外の用途への活用実績

TS 適用作業名	現場数	割合 (%)	作業が効率化した程度 (請負者評価)
現況横断測量	5	83%	10 %～15 %程度
中心杭・幅杭測量	2	33%	20 %程度
舗装用トンボ 丁張り設置	2	33%	10%～20%程度
構造物工	2	33%	

中心杭・幅杭設置、構造物工の丁張り設置（施工後の管理点復旧）、舗装用トンボ丁張り設置については、基本設計データを入力した出来形管理用 TS を用いれば準備計算無しに丁張り設置が可能となり、現場で決めた任意の位置に丁張りの設置が可能となるので、従来のトランシットとレベルを用いる手法と比較して主として内業が効率化される効果があった。

(3) 舗装余裕厚*の確認による舗装の層厚不足箇所発生の未然防止

段階確認時、路床・上層路盤・下層路盤の施工時、出来形計測用 TS の比高表示機能（測定直後に測定箇所における設計と出来形との標高差が表示される機能）を利用して、舗装余裕厚を確認した結果、舗装余裕厚が確保できないため、路床あるいは路盤の高さ修正を行った事例の有無を調査した。1 現場で、TS による出来形検測により、舗装の層厚不足を招く恐れのある舗装余裕厚不足箇所を発見し、下層路盤・路床の修正施工を行ったことがあるとの回答が得られた。これは、TS 出来形管理により不具合箇所の発生を未然に防止したことを意味する。

※表層の仕上がり面は、隣接する構造物等の天端高さにあわせて施行する必要がある、その高さと路床の標高差が施行出来る舗装厚（舗装余裕厚）となる。

9. 出来形管理要領（案）の作成

これまで、盛土工や舗装工の情報化施工へ取り組んでおり、平成 19 年度は試験施工の結果を踏まえ「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形管理要領（案）（舗装工編）」を制定する予定である。

本要領は、設計図書から基本設計データを作成し現場における出来形計測の測定、さらには出来形管理帳票作成までの一連の作業を「土木工事共通仕様書(案)」に準拠しとりまとめ作業を行っている。

本書を用いることにより、施工者が TS を用いた出来形管理を容易に導入できるよう方策を定めるもので、主な内容は以下の通りである。

- ・出来形管理用 TS の計測性能の定義
- ・基準点の設置方法
- ・基本設計データの作成
- ・出来形確認方法
- ・出来形管理基準および規格値
- ・出来形管理帳票の作成
- ・写真管理基準

10. まとめ

今後は TS による出来形管理の適用工種拡大による効率性・生産性の向上を図るため盛土工・舗装工以外の道路付随工種（歩道工、側溝工など）についても出来形管理要領（案）を作成することで道路工全体として、一連の出来形管理を「施工管理データを搭載した TS」により実現させることで更なる普及促進を進めていくものである。

JICMA

〔筆者紹介〕

川俣 裕行（かわまた ひろゆき）
国土交通省
関東地方整備局
企画部
施工企画課長



坂本 鋼三（さかもと こうぞう）
国土交通省
関東地方整備局
関東技術事務所
機械課
機械調査係長



UCIS（ケーソン無人化据付システム）

—海上工事における無人化施工技術—

眞 鍋 匠

UCIS（ケーソン無人化据付システム）は、曳航据付型のケーソン据付時において、従来人間がケーソン上に搭乗し行っていた据付作業を、遠隔から無線 LAN を用いてワンマンオペレーティングにより据付けることを可能とするシステムである。本稿では、ケーソン無人化据付システムが有する機能を述べるとともに、導入事例と効果について紹介する。

キーワード：ケーソン据付，無人化，遠隔監視，遠隔操作，無線 LAN

1. はじめに

1998 年以降、公共投資の削減と同じくして建設投資額は減少し、この動きに伴い建設業就労者数も年々減少している。ピーク時の 1997 年と比較すると、140 万人を超える大幅な減少となっている。また、建設業就業者は 50 歳代が最も多いが、団塊世代の大量退職が始まり、熟練者の減少や作業員の高齢化がさらに加速するものと考えられる。建設産業を取り巻くこのような環境においては、施工における作業効率を高め、施工品質を確保したうえでの省力化技術が強く求められている。

一方、建設業労働災害防止協会では、「災害ゼロから危険ゼロへ」のスローガンのもと、建設工事に内在する危険有害要因を事前に除去・低減することが推進されている。また熟練者の減少や作業員の高齢化に伴い、安全に施工を遂げるための仕組みも必要となってきた。特に港湾等の海上工事は、常に波浪が作用する環境の中での作業であり、十分な準備と注意のもとで安全作業が行われているものの、危険性のポテンシャルは高いといえ、危険要因の除去・低減が課題となっている。

陸上工事では、危険な工事における安全性の確保と作業効率の向上を目的として、無人化施工技術がすでに実用化され、種々の工事に適用されているが、外洋での海上工事においては上述のように波浪が作業に大きく関わってくるといった特性があり、これにより施工時に作業員の経験や勘が必要とされているため、これまで無人化施工技術の開発は行われてこなかった。

混成式防波堤の築造工事におけるウィンチ方式によ

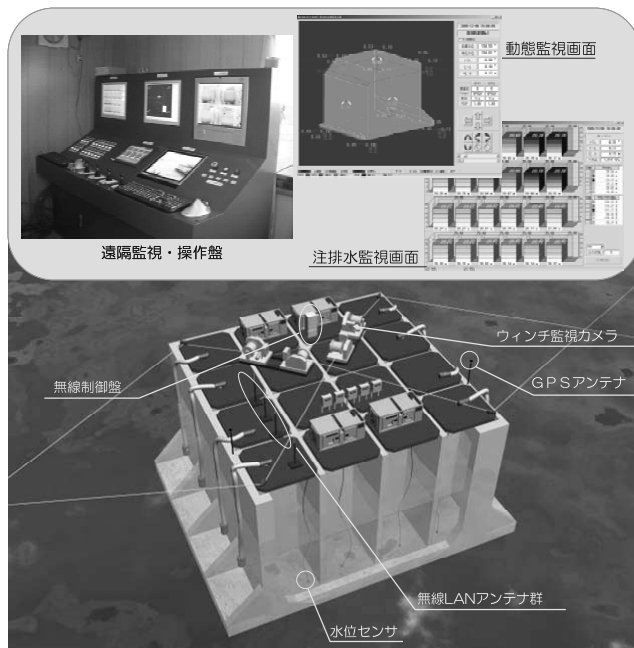
る大型ケーソン据付工事は、浮上させたケーソン上に引寄せウィンチを配置し海中に設置したシンカーブロックにワイヤリングした状態で、複数台の引寄せウィンチの操作によりケーソンを所定の位置に誘導するとともに、ケーソン隔室の水位を監視しながら複数台のポンプにより注水し、ケーソンの姿勢を保持しつつ所定の位置に据付ける。その際にケーソン上に 10 人程度の熟練した作業員が搭乗して作業を行う必要がある。このため、波浪条件の厳しい外洋での海上工事を行う場合にはケーソンに大きな動揺が生じ足元が不安定になることによるウィンチへの巻き込まれや海中への転落、ケーソンの動揺に伴い破断したワイヤによる打撃などに対する安全性の向上が必要である。また、今後の熟練者の減少に備えて作業の効率化が必要不可欠であった。

海象条件が時々刻々変化する環境にあるケーソン据付工事における無人化施工の場合、従来用いられているカメラ映像のみによる施工法では適切な遠隔操作は困難であると予想され、熟練者のノウハウを取り込んだ、遠隔からワンマンオペレーティングで据付けるシステムの開発が必要となった。

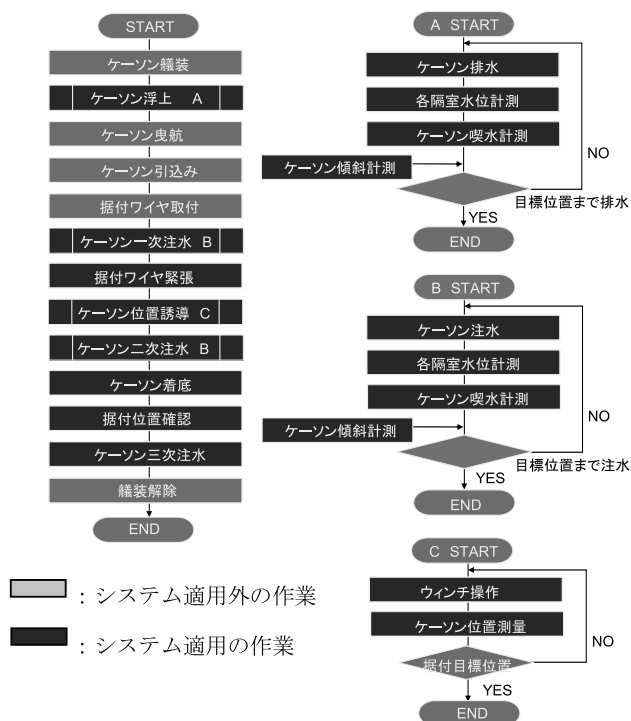
2. システムの概要

(1) 概要

UCIS は、ケーソンの動態監視、ウィンチ操作、および注排水監視・操作等の作業をシステム化し、無線 LAN を用いて遠隔から一元的に集中監視・操作することにより作業効率と安全性の向上を図るものである。図—1 に概念図を、図—2 にケーソン据付の作



図一 1 システム概念図



図二 2 ケーソン据付作業フロー

業フローを示す。

(2) 特長

本システムは開発時に以下を目標¹⁾と設定している。

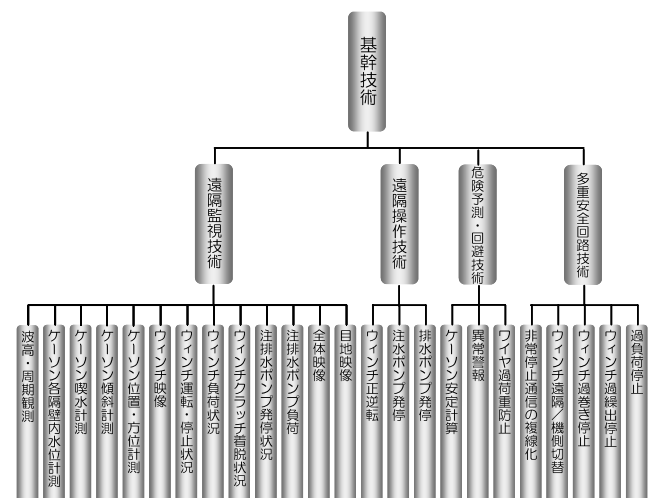
- ①据付ケーソン上に作業員を配置せずに安全に据付ができること。

- ②遠隔から一元管理により確実な据付ができること。
- ③従来と同等の精度で据付ができること。
- ④従来と同等以上の作業効率で据付ができること。

ケーソン据付は潮の干満の関係から作業のできる時間帯は限られてくる。このため、無人化施工でありながら作業効率を下げる訳にはいかず、開発当初から作業効率を下げるのではなく、逆に向上させることを目標の一つに掲げた。

3. システム構成

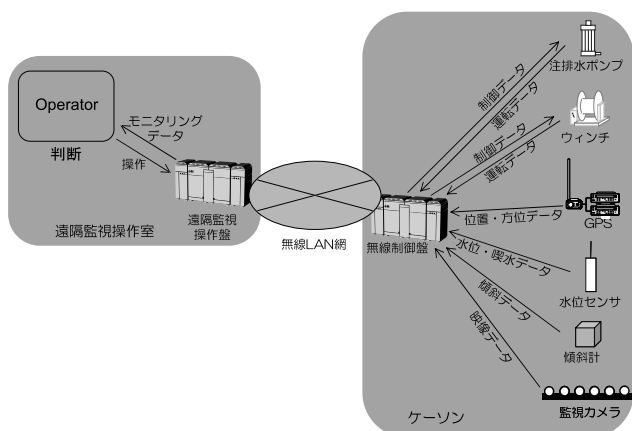
ケーソン無人化据付システムは4つの基幹技術により構成されている。図一3に本システムの基幹技術を示す。



図一 3 システム基幹技術

- ①ケーソンの動態、各隔室の水位、およびウィンチや注排水ポンプの動作状況をデータや映像等で遠隔から監視する技術
- ②ウィンチや注排水ポンプの発停を遠隔で行う遠隔操作技術
- ③非常停止通信の複線化やウィンチ操作に関する多重安全回路技術
- ④ウィンチのトルクリミッタやシステムの異常警報等の危険予測・回避技術

ケーソン据付は、波によるケーソンの動揺のタイミングを見計らいケーソンへの注水やウィンチ操作を行うことから、熟練者の手腕に委ねられることが多い作業である。また、海象状況や使用する機械の能力、ケーソンの形状によっても、操作加減は変わってくる。そこでシステムによる据付作業は自動ではなく、遠隔からのワンマンオペレーションとした。本システムの



図一４ システムのモデル

モデルを図一４に示す。ケーソン上に搭載した機器類からの情報をもとに、オペレータが判断を下し操作を実行するものとしている。

ケーソン上には、ケーソンの位置および方位を計測するRTK-GPS受信機、ケーソンの傾きを計測する傾斜計、各隔室の水位を計測する水位計、ケーソンの喫水を計測する喫水計、引寄せウィンチ、注排水ポンプ、監視カメラ、および無線制御盤を搭載している。また、遠隔操作室には、ケーソン上の装置を遠隔から監視・操作する操作盤を設置している。ケーソン据付作業中は常に制御盤と遠隔監視・操作盤間で無線LANにより、センサデータ、映像、および制御信号の送受信を行っている。オペレータは、これらの状況が表示されるモニタを注視し、ケーソンの動態や各隔室の水位を正確に把握し、従来不可能であった複数のウィンチと十数台の注排水ポンプを効率よく遠隔からワンマンオペレーションすることが可能となっている。

4. 安全対策技術

本システムの導入により、ケーソン上は無人的となるため据付作業の安全性向上を図ることが可能となるが、据付作業の無人化により生じる危険も予想される。

危険要素として特に、

- ①ケーソンの安定保持
- ②無線LANの通信不良
- ③ワイヤ破断によるワイヤ繰出し、または巻込み
- ④遠隔、および機側での重複操作

等が考えられ、これらを解決する手段として前述の多重安全回路技術、および危険予測・回避技術を導入している。海上における無人化施工では、予想外の外因がケーソンに影響を及ぼした場合、若しくはシステムの動作が完全でなかった場合、大きな事故に繋がる可

能性もあり、これらの機構は必須と考える。

ケーソンへの注排水時において、各隔室へ同量の注排水を行うにつれて重心と浮心がずれる上部斜面堤等のケーソンでは、遠隔から水位やケーソンの傾斜の計測データだけを頼りに注排水操作を行うことは困難である。そこで本システムではケーソンの各隔室の水位に応じた目標値を予めシミュレーションし、その結果を設定しておくことで、適時目標水位を表示し、ケーソンの安定を保ちながら注排水操作ができるものとなっている。

ウィンチの遠隔操作において、操作レバー傾倒時にはウィンチ作動信号を連続で送信するものとし、自己保持回路を採用していない。このため、無線LANが通信途絶に陥ったとしても、遠隔操作をする者が意図しないウィンチの動作を防止している。また、非常停止通信は複線化し、無線LANの1系統がリンクダウンしても他の系統から緊急停止させることが可能である。

ケーソン据付中にウィンチのワイヤが破断した場合を想定し、ワイヤの過巻き、繰出し過ぎを検知しウィンチ動作を停止する機能を設けている。ただし、ウィンチには任意に設定した荷重以上の力がワイヤに働いた場合、自動的にワイヤをリリースするトルクリミッタを設けており、ワイヤが破断する可能性は極めて低いと考える。

他に遠隔操作機能を有するシステムにおいては当然であるが、機側操作との切替を機側に配することで重複操作を防止している。また、ウィンチや注排水ポンプの負荷状態の監視を遠隔から可能にするとともに、過負荷の状態に陥った場合は警報で通知するようになっている。

5. 導入例

UCISを導入した施工実績のうち、最近の「名瀬港（立神地区）防波堤（沖）築造工事」におけるケーソン5函の据付けについて紹介する。工事概要を表一1、および表二に、据付状況を図一5に示す。

本システムの導入による効果について、2（2）で述

表一1 工事概要

工事名称	名瀬港（立神地区）防波堤（沖）築造工事
発注者	国土交通省 九州地方整備局
施工場所	鹿児島県奄美市名瀬長浜町地先海面
工期	自 平成18年10月17日
	至 平成19年12月20日

べた特長に沿って検証した結果を紹介する。

(1) 技術開発の目標①（据付ケーソン上に作業員を配置せずに安全に据付ができること）

名瀬港（立神地区）防波堤（沖）築造工事における作業員の配置状況を表—3、および表—4に示す。

表—3、および表—4より、㊦据付準備は鳶工と普通作業員が行っていること、㊧据付時、世話役と特殊作業員は遠隔監視操作室内に、普通作業員は既設ケーソン上にいること、㊨据付ケーソン上は無人であることが分かる。このことから作業員の安全性に関わる危険要因の除去されたことが確認できる。また、(2)で

示すように、これらの工事においては安全性が低下したときに作動する設備が作動することなく安全に行われた。

(2) 技術開発の目標②（遠隔から一元管理により確実な据付ができること）

本システムでは表—5に示すシステム作動の安全性、および信頼性を向上させる設備を備えている。実工事での表—5に示す設備の作動例を表—6に示す。今回の施工においてはこれらの設備が作動することなくケーソンの据付が実施できた。工事実績より、UCISの適用によりケーソンの据付が遠隔から確実に

表—2 据付ケーソンの形状・寸法

形状寸法	L (m)	B (m)	H (m)	質量 (t)
1 函目～4 函目	16.5	11.6	19.5	3,207
5 函目	16.5	10.7	16.5	2,427



図—5 据付状況

表—3 作業員の配置状況（1 函目～4 函目）

項目	世話役	鳶工	特殊作業員	普通作業員	計
浮函	1	2	1	3	
実作業員数 据付	据付準備	0	2	0	1
	据付ケーソン上	0	0	0	0
	既設ケーソン上	0	0	0	2
	遠隔監視操作室	1	0	1	0
積算基準	0	3.2	4.8	8	16

表—4 作業員の配置状況（5 函目）

項目	世話役	鳶工	特殊作業員	普通作業員	計
浮函	1	2	1	3	
実作業員数 据付	据付準備	0	2	0	1
	据付ケーソン上	0	0	0	0
	既設ケーソン上	0	0	0	2
	遠隔監視操作室	1	0	1	0
積算基準	0	2.8	4.2	7	14

表—5 安全性、信頼性向上のための設備

機 器 名	予想しうる障害	故障による事態	安全性、信頼性を確保するための機能
ウィンチ	システムの誤作動によるワイヤ過巻き	ワイヤ破断によりケーソン漂流	ワイヤが設定値以上巻かれた場合、ウィンチを停止する。
	システムの誤作動によるワイヤ過繰出し	ケーソン漂流	ワイヤが設定値以上繰出された場合、ウィンチを停止する。
	ワイヤ破断	ケーソン漂流	設定値以上の荷重がかかった場合、ワイヤをリリースする。
注排水ポンプ	ごみ詰まり等により過負荷となり、注排水ポンプの焼損でポンプ停止	各隔室の水位コントロールが不能となり、ケーソンが傾斜	サーマルリレーと電流計を装備し、どちらかで過負荷を検出する。 過負荷を検出した場合、ポンプを停止する。
無線 LAN	通信不良	遠隔操作不能	ウィンチの遠隔操作はスプリングバック式のレバーを採用してレバー傾倒時は連続で操作信号を送信することとし、通信不良の際はウィンチが作動しない仕組みにしている。 非常停止通信を複線化している。

表—6 安全対策技術の作動例

項 目	安全対策技術作動例				
	1 函目	2 函目	3 函目	4 函目	5 函目
過負荷停止	なし	なし	なし	なし	なし
ウィンチ過繰出し停止	なし	なし	なし	なし	なし
ウィンチ過巻き停止	なし	なし	なし	なし	なし
ウィンチ遠隔・機側切替	なし	なし	なし	なし	なし
非常停止通信	なし	なし	なし	なし	なし
ワイヤ過荷重	なし	なし	なし	なし	なし
異常警報	なし	なし	なし	なし	なし
ケーソン安定計算	なし	なし	なし	なし	なし

行えることが確認できた。

(3) 技術開発の目標③（従来と同等の精度で据付ができること）

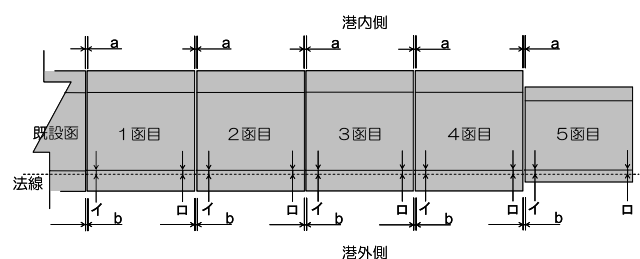
港湾工事共通仕様書（社）日本港湾協会）では、表—7 に示す出来形管理基準が規定されている。実工事における出来形を表—8 および図—6 に示す。出来形は許容値を満足し、従来と同等の精度で据付ができる

表—7 出来形管理基準

管理項目	測定密度	測定単位	許容範囲
法線に対する出入	据付完了後、両端 2 箇所	1 cm	ケーソン質量
			2,000 t 未満 ± 20 cm
			2,000 t 以上 ± 30 cm
据付目地間隔	据付完了後、天端 2 箇所	1 cm	ケーソン質量
			2,000 t 未満 20 cm 以下
			2,000 t 以上 30 cm 以下

表—8 据付出来形

項 目	目標値	測定位置	既設函	1 函目	2 函目	3 函目	4 函目	5 函目
法線に対する出入り (cm)	0 cm	イ	—	+ 0.8 cm	- 0.5 cm	+ 5.0 cm	+ 1.3 cm	+ 4.6 cm
		ロ	—	- 1.2 cm	- 0.2 cm	+ 3.4 cm	- 2.5 cm	- 1.7 cm
据付目地間隔 (cm)	15 cm	a	16 cm	8 cm	10 cm	13 cm	10.2 cm	—
		b	16 cm	7 cm	11 cm	13.5 cm	9.5 cm	—



図—6 据付出来形

ことを確認した。

(4) 技術開発の目標④（従来と同等以上の作業効率で据付ができること）

表—9 にケーソン据付に要した作業時間を示す。全体の作業時間はほぼ半日であり、従来と同等の作業効率を得た。なお、据付作業のみについては、従来工法について比較すべきデータを持っていないため詳しい議論はできないが、いずれも 30 分～90 分という比較的短時間で作業が完了している。

表—9 ケーソン据付の作業時間

項目	時刻	4時	5	6	7	8	9	10	11	12	作業時間(分)
1 函目 (2007/3/2)	曳航										60
	ワイヤ等セット										30
	無人化据付										60
	着底										5
	注水										90
2 函目 (2007/4/16)	曳航										60
	ワイヤ等セット										25
	無人化据付										30
	着底										3
	注水										90
3 函目 (2007/4/20)	曳航										50
	ワイヤ等セット										30
	無人化据付										90
	着底										5
	注水										90
4 函目 (2007/6/20)	曳航										50
	ワイヤ等セット										30
	無人化据付										80
	着底										5
	注水										90
5 函目 (2007/8/29)	曳航										60
	ワイヤ等セット										30
	無人化据付										60
	着底										3
	注水										90

表—3、および表—4 にケーソン据付の作業人員について、実際の作業に要した人員と「港湾土木請負工事積算基準」（以下積算基準と呼ぶ）における人員数を示す。ケーソン据付における作業員数の UCIS と積算基準の値を比較すると、総作業員数では、1 函目から 4 函目のケーソン据付では積算基準より 2 人少なく、5 函目のケースでは同人数であった。UCIS を使用したケーソン据付においては、ケーソン質量に係わらず据付に要する作業員数はほぼ一定である。このことから、ケーソン質量が 2,000 t～2,500 t 未満のケーソン据付を境として、ケーソン質量が増大するほど、UCIS を導入した際の作業効率は向上するといえる。平成 18 年に実施した細島港（外港地区）南沖防波堤築造工事のケーソン据付（8,900 t 2 函）においては、据付に要する作業員数が積算では 36 人に対し、UCIS

を導入した実工事では 20 人の作業員で据付を行うことができている。

以上より、UCIS は技術開発の目標①～④のすべてについて達成していることを確認した。

6. 終わりに

建設産業を取り巻く環境の変化から、施工技術においても作業効率やコスト面で即戦力となりうる技術の開発が、より一層求められるようになってきている。また、熟練者の減少や作業員の高齢化に伴い、安全に施工を遂げるための仕組みも必要である。UCIS が、

これら課題の解決の一助になればと思っている。

J C M A

《参考文献》

- 1) 港湾関連民間技術の確認審査・評価報告書 第 06004 号 UCIS 財団法人沿岸技術研究センター

【筆者紹介】

眞鍋 匠（まなべ たくみ）
五洋建設㈱
土木本部機械部



「建設機械施工ハンドブック」改訂 3 版

近年、環境問題や構造物の品質確保をはじめとする様々な社会的問題、並びに IT 技術の進展等を受けて、建設機械と施工法も研究開発・改良改善が重ねられています。また、騒音振動・排出ガス規制、地球温暖化対策など、建設機械施工に関連する政策も大きく変化しています。

今回の改訂では、このような最新の技術情報や関連施策情報を加え、建設機械及び施工技術に係わる幅広い内容を取りまとめました。

「基礎知識編」

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

「掘削・運搬・基礎工事機械編」

1. トラクタ系機械
2. ショベル系機械
3. 運搬機械
4. 基礎工事機械

「整地・締固め・舗装機械編」

1. モータグレーダ

2. 締固め機械

3. 舗装機械

● A4 版／約 900 ページ

● 定 価

非 会 員：6,300 円（本体 6,000 円）

会 員：5,300 円（本体 5,048 円）

特別価格：4,800 円（本体 4,572 円）

【但し特別価格は下記◎の場合】

◎学校教材販売

〔学校等教育機関で 20 冊以上を一括購入申込みされる場合〕

※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 700 円、沖縄県 1,050 円

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

●発刊 平成 18 年 2 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>

3次元レーザースキャナーのトンネル施工管理への適用事例

塩 崎 正 人・安 藤 文 彦・岡 本 隆

施工中のトンネル形状の3次元レーザースキャナー計測を実施し、これにより得た掘削形状データから覆工設計厚の過不足判定や打設コンクリート量を算定する「トンネル覆工設計厚管理システム」を開発・実用化した。このシステムを国道8号線敦賀バイパス鳩原トンネル工事の施工全線にわたる施工管理に適用した事例を報告する。

キーワード：3次元レーザースキャナー，トンネル，覆工設計厚，情報化施工，施工管理

1. はじめに

山岳トンネルの施工において、覆工コンクリートの設計厚を正確に管理することは、施工品質確保の観点から重要な項目といえる。しかし、山岳トンネルにおいては発破掘削が主たる掘削工法であり、掘削形状に大小の凹凸が発生し形状が一様とはならない。

現状の覆工設計厚管理は、断面の特定箇所について覆工設計厚の過不足を判定している^{1, 2)}。すなわち2次元での管理であり、壁面形状を離散的な断面で捉えることはできても、連続的な立体として捉えることは困難である。

今回、短時間で360°全周の形状計測が可能な3次元レーザースキャナーを用いて、山岳トンネルにおける3次元形状計測を行った。また、覆工設計厚管理ソフトウェアを開発し、施工全線にわたっての連続的な覆工設計厚管理を行った。

この計測管理から、トンネル施工における3次元レーザースキャナーの有用性を確認することができたため、以下に報告する。

2. 計測機器

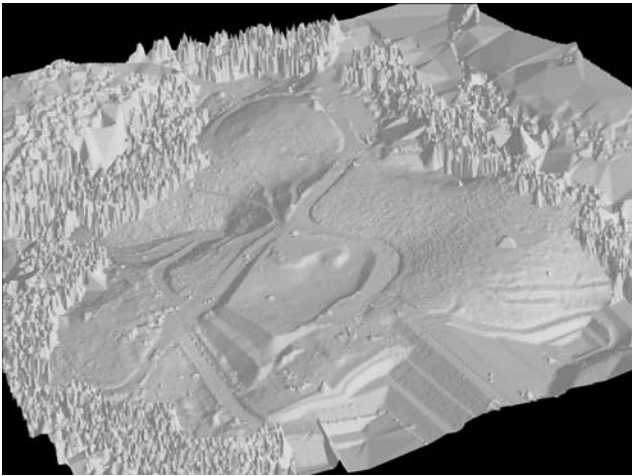
今回の計測に使用した3次元レーザースキャナーは、オーストリアRIEGL社製LMS-Z360iである（写真—1）。この計測機器は水平360°上下80°の範囲を1回で計測することができ、塔体が回転しながら12,000点/秒、最長200mまでの3次元形状計測を行う。また、レーザー光の反射を利用するため暗所での計測も可能である。



写真—1 RIEGL社製LMS-Z360i



写真—2 3次元レーザースキャナーでの計測状況

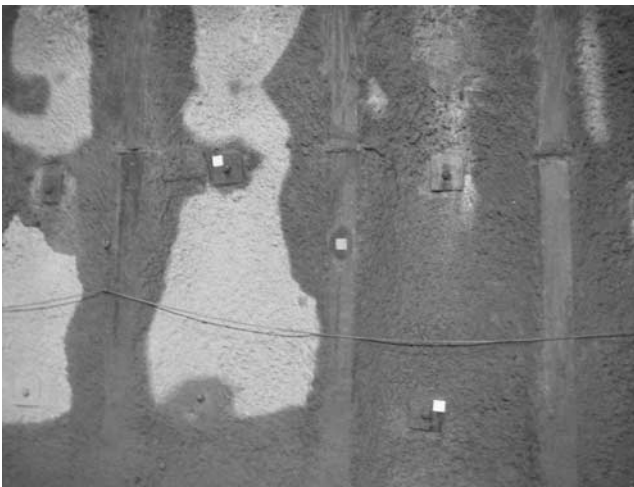


図—1 3次元レーザースキャナーでの計測例

3次元レーザースキャナーは、その特徴から大規模造成工事における土量計測³⁾（写真—2、図—1）や形状が複雑な崖面形状計測に活用されている。また、交通量の少ない夜間に交差点等で計測を実施し、道路区画線の抽出を行い、施工前の道路現況図を作成する業務にも活用されている。山岳トンネルでの壁面形状計測は、凹凸が多く表面形状が複雑であることから、3次元レーザースキャナーの特長を生かせる対象物であるといえる。

3. 計測方法

計測は、壁面に貼った5cm四方の反射ターゲット（写真—3）を利用した基準点ターゲット測量から始める。基準点ターゲット測量は、レーザー計測での座標系（機械中心を原点とする座標系）から現地座標系（公共座標系等）へ座標変換するために行うものである。この際、反射ターゲットは、レーザー計測時にも



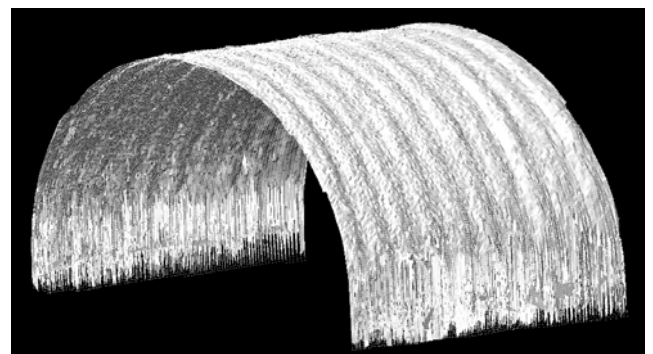
写真—3 画像合成・測量用反射ターゲット

取り込む位置に設置し、このターゲットを基準として隣り合うレーザーデータの合成への変換にも利用する。

次に3次元レーザースキャナーを設置する。設置の際には、3次元レーザースキャナーの回転軸方向とトンネル軸方向を合わせる形で、トンネル中心に機材を据える（写真—4）。3次元レーザースキャナーを横向きに固定することで、壁面までの距離が一定となり、データの集散を最小限に抑えることができる。この状態で壁面を計測し、メッシュ化処理を行う（図—2）。2車線道路トンネルの場合、上下に80°計測できることから、1回の計測で約10m区間の計測が可能である。



写真—4 3次元レーザースキャナー設置状況（横向き配置）

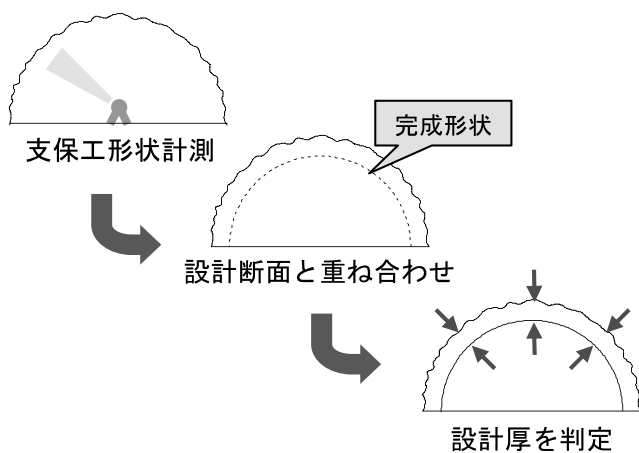


図—2 トンネル壁面の3次元データ（メッシュ化処理）

また、3次元レーザースキャナーでの測定誤差には、「機械誤差」と「距離に比例するビーム径の広がりによる誤差」があるが、レーザー計測では、点群データからメッシュ化処理を行うことが一般的であるため、平均化した値で精度を表す場合が多い。今回使用したLMS-Z360iの場合は精度6mm（1 σ ：メッシュ化処理後）である。

4. 覆工設計厚管理方法

3次元レーザースキャナーによる壁面形状計測の後、覆工設計厚の過不足判定を行う。覆工設計厚の判定は以下の要領で行う（図—3）。



図—3 設計厚計測・判定の模式図

「設計断面と重ね合わせ」とは、現地座標系で計画されたトンネル線形に対して、機械中心を原点とする座標系を有する3次元レーザースキャナーで取得した形状データとの座標系を統一する工程にあたり、この合成のため基準点ターゲット測量を実施する。この測量精度は、覆工設計厚判定の精度に直結するため留意が必要である。

「設計厚を判定」とは、座標変換を行った計測データと設計データ（完成形状）との差分を求めるもので、この差分が覆工コンクリートの設計厚となる。

5. 管理ソフトウェアの開発

覆工設計厚の過不足については、計測（断面形状）と設計データ（完成形状）との差分から求めることが

可能であるが、設計厚判定を数値による確認だけでなく可視化するため設計厚管理ソフトウェアを開発した。このソフトウェアの最大の特徴は、設計厚判定を3種類の方法で表示・出力ができることにある（図—4）。

コンター図は、壁面を平面展開した表示方法で、視覚的に優れている。また、断面図と一覧表は、計測管理規定に従い、トンネル中心より左右22.5°ごとに計11箇所の設計厚について表示しているため、報告書等への転用が容易である。

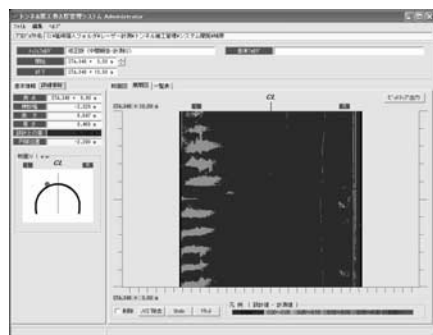
ソフトウェア開発上で問題になったのは、坑内支障物の処理である。覆工設計厚管理は、壁面の形状を計測するものであるが、実際のトンネル坑内には風管等の資機材が設置されており、壁面だけを計測することは不可能といえる。このため、管理ソフトウェアでは、坑内の各種配管や設置機材を計測した3次元点群データ上で把握したのち、突出物を消去し、周辺データから補完する機能を設けている。

また、坑内の3次元形状データの利用により、正確な打設コンクリート量の算出が可能である。従来、数ヶ所の断面のデータから打設量を算出していたが、レーザー計測では5cm間隔で断面データを取得できるため、より正確な打設コンクリート量を算出することが可能となる。

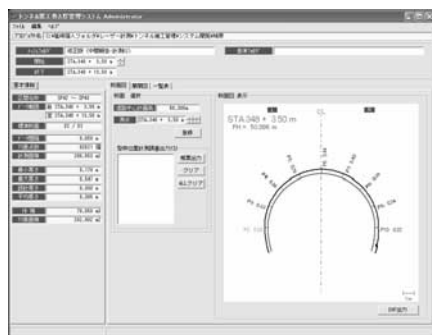
トンネルにおいては、凹凸を考慮してあらかじめ打設コンクリート量を多めに注文するケースが一般的であることから、正確な打設コンクリート量を算出することは、逸失利益の防止という意味からも有効であるといえる。

6. 現地計測

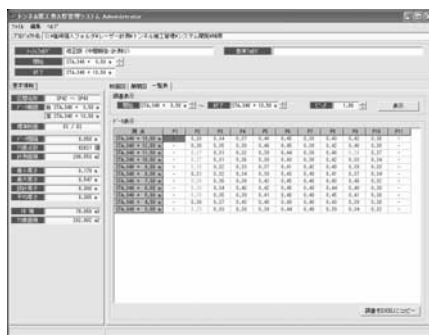
今回、敦賀バイパス鳩原トンネル工事にて覆工コンクリート設計厚管理計測を実施した。工事概要を以下



コンター図表示



断面図表示



一覧表表示

図—4 管理ソフトウェアでの覆工巻き厚判定の表示・出力方法

に示す。

トンネル名：小河トンネル

工 事 名：敦賀 BP 鳩原トンネル工事

工事場所：福井県敦賀市鳩原地先～小河口地先

延長：768 m

工 法： NATM 工法

全幅：10.0 m

有効幅員：7.0 m

構造規格：第3種第1級

本トンネルは、国道8号線と国道27号線との交差によって発生する敦賀市内の渋滞を解消するため、国道8号線バイパス道路建設工事の一環として施工された(図—5、写真—5)。

地質は、中生代白亜紀の江若花崗岩を基岩とする。



図一5 小河トンネル位置図



写真一5 敦賀バイパス小河トンネル

花崗岩体は硬質であるが、節理が発達し部分的に風化が進んでおり、掘削の進行に伴い強度の低い箇所が現れてきたため剛性の高い支保パターンへと設計変更を行っている。支保パターンは、CⅡおよびDⅠが全体の80%を占める。

計測は、まず 10 m ピッチで壁面に反射ターゲットを貼り付け、基準点ターゲット測量を実施した。反射ターゲットは、1 回のレーザー計測範囲につき、端部に 3 枚以上認識されるよう貼り付け、座標変換および隣り合う計測データの合成に利用した。

3次元レーザースキャナーは、筒体中心を原点としたローカル座標系で動作しているため、施工管理に利用するグローバル座標系へと座標変換を行う必要がある。反射ターゲットの測量に続いて、3次元レーザースキャナーを用いて壁面の形状計測を行った。

ここで、機械設置の際、3次元レーザースキャナを水平かつトンネル軸に対して平行に据えることが重要である。この設置精度が高い場合、レーザ光が壁面に均一に照射されるため、一様なデータを取得することができる。この精度は後のデータ合成の処理精度に繋がるため、機械設置には留意を払う必要がある。

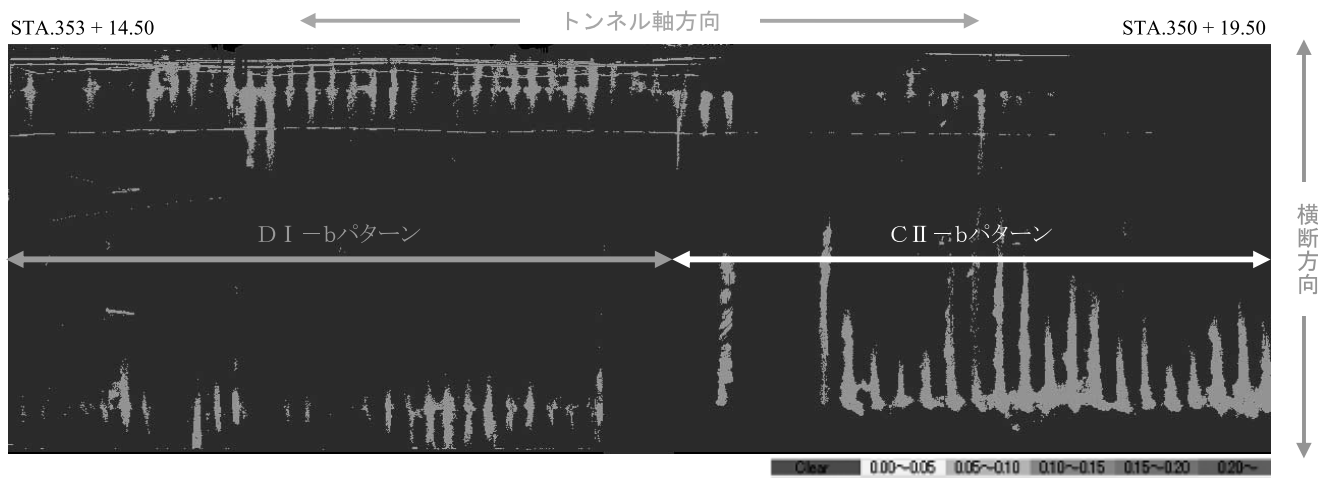
なお、ターゲット貼り付けからレーザー計測までの所要時間は、延長 200 m を計測した場合、約 1.5 日であった。

7. 計測結果

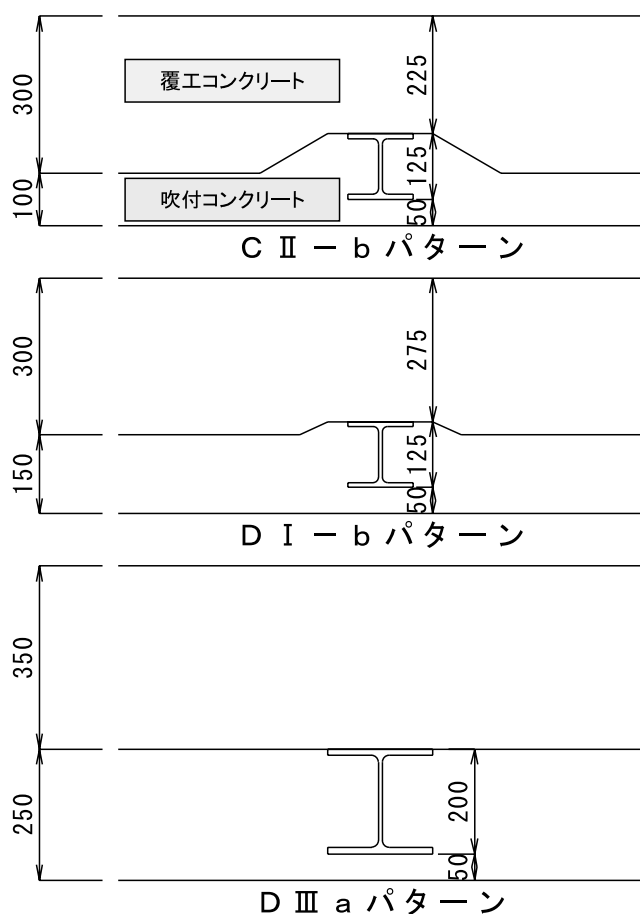
3次元レーザースキャナーで計測したデータは、個々のデータを合成することから処理を始める。また、坑内支障物を抽出しデータ補完を行う。これらの処理は施工全線について実施するが、結果から50m区間分を抜粋したものが図—6のコンター図となる。黒色の部分は設計厚が確保されていることを表す。ここで、棒状のグレーの部分は支保工（H型鋼）設置箇所での測定結果である。図—7に示すように、CII—b、DI—bパターンでは、支保工が覆工コンクリートの中に入っているためこのように表示されるが、設計厚は確保されている。表示方法は、今後改良する予定である。

コンター図に表示されている区間は、CⅡ－bパターンからDⅠ－bパターンへ変化する境目であるため、支保工の長さが異なり、DⅠ－bパターンでは下半まで伸びていることがわかる。また、天端付近は余裕のある掘削施工がなされていることもコンター図から読み取ることができる。

コンター図および一覧表から、設計厚が確保されて



図一六 覆工設計厚解析結果（抜粋）※実際はカラーで表示・印刷できます



図一七 支保パターンの概略図

おり、掘削精度が確保されていることを確認した。解析によって算出した打設コンクリート量と実際の打設コンクリート量の誤差は2.2%であった。

なお、解析の所要時間は、基準点ターゲット測量データの座標変換からコンター図作成まで2日であった。

8. まとめ

今回、3次元レーザースキャナーを現場での覆工設計厚管理に用いたことで、以下の知見を得ることができた。

- ①高速で3次元トンネル形状を把握することが可能
- ②暗所においても精度良く形状計測が可能
- ③連続的な立体として形状を捉えるため、覆工設計厚の不足箇所の把握が容易
- ④コンター図、断面図および一覧表で表示することで可視化された覆工設計厚管理が可能
- ⑤詳細なメッシュから打設予定コンクリート量を算出することで、高精度な数量管理が可能

まず、計測工程については、高速で形状計測が可能であるため、休工日等を利用して長大範囲を計測することで施工工程に影響を与えずに覆工設計厚管理が可能となる。掘進状況に合わせて計測を行うことで効率的な覆工設計厚管理が行えるものと期待する。反面、施工中に計測を行う場合は、トンネルの中心に機材を据える必要があるため、工事車両の通行を阻害することとなる。計測方法については今後も検討していく必要がある。

次に、ソフトウェア開発に関しては、開発者側のニーズだけでなく、運用者側のニーズにも応えられるよう機能の開発を進める必要がある。鳩原トンネルでの運用を進めるにつれて、機能の追加修正について現場側から多くの要望があった。実際に運用してみると、課題や不足している機能について確認することができたため、ソフトウェアの改良に大いに役立った。

3番目として、打設コンクリート量の管理であるが、今回はトンネル全線のレーザー計測を実施したため、多くのデータを取得できた。覆工設計厚管理を主体と

してシステム開発を進めてきたが、正確な打設コンクリート量を把握できることは、逸失利益の防止に繋がるとは明白である。鳩原トンネルの場合、誤差が2.2%であったことから、ほとんどロスのないコンクリートの打設が可能となる。

今後は、解析時間の更なる短縮を進める予定である。特に、打設コンクリート量算出など、利益に直結する数量算出について支援体制を強化していきたいと考えている。

最後に、従来の2次元断面から3次元立体での施工品質管理の可能性に関して、本稿が参考となれば幸いである。

J C M A

《参考文献》

- 1) 国土交通省：近畿地方整備局 土木工事施工管理基準及び規格値（平成17年4月改訂），p.1-211，2005年4月
- 2) 日本道路公団：トンネル施工管理要領（平成9年12月），pp.54-55，1997年12月
- 3) 佐田達典，大津慎一：地上型レーザースキャナーを用いた地形計測システム，建設の機械化，No.625，pp.35-41，2002年3月

〔筆者紹介〕

塩崎 正人（しおざき まさと）
三井住友建設(株)
技術研究所
土木研究開発部



安藤 文彦（あんどう ふみひこ）
三井住友建設(株)
大阪支店
土木部



岡本 隆（おかもと たかし）
国土交通省
近畿地方整備局
福井河川国道事務所
建設監督官



建設機械ポケットブック

<除雪機械編>

本書では、除雪機械について事故や故障を未然に防止するための主要な点検項目や点検時の留意点などを整理しました。日常点検や定期点検・整備における基礎資料として活用され、点検、整備および修理を的確かつ効率的に実施し、道路の維持除雪工事を安全で適正に施工するための一助となれば幸いです。

監修／国土交通省北海道開発局事業振興部機械課
発行／社団法人 日本建設機械化協会
目次

1. 整備点検のあらまし
2. 除雪トラック

3. 除雪グレーダ
4. 除雪ドーザ
5. ロータリ除雪車
6. 小形除雪車
7. 凍結防止剤散布車
8. 資料編

●パスポートサイズ／87ページ

●平成17年9月発刊

●定 価

1,000円（本体953円）送料250円

※送料は複数冊申込みの場合、又は他の図書と同時申込みの場合、割引となる場合があります。

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>

「コンタクトクレイ吹き付け工法」 —着岩材の吹き付け機械化施工について—

勝 又 正 治

フィルダムの着岩部の盛立て施工は、基盤面を損傷させないように凹凸に応じて木槌等を用い人力でコンタクトクレイ材を貼り付け、使用可能な箇所ではエアタンパーを用いて厚さ5～10 cm程度に盛立てる。この施工は、基盤面の清掃・散水後、天候等に留意しながら、コンタクトクレイ材の性状が変化しないうちに迅速に行わなければならない。そこで、このコンタクトクレイ材の施工を機械化することによって、熟練工を要さずに基盤面を損傷させることなく一定の施工品質を確保でき、施工の効率アップが図れる「吹き付け工法」を開発した。本文は、コンタクトクレイ吹き付け工法のシステム概要と、フィルダムにおける実施工結果を報告するものである。

キーワード：フィルダム、堤体、着岩部、コンタクトクレイ材、吹き付け

1. はじめに

フィルダムの着岩部の盛立て施工は、基礎岩盤に粘土・シルト分の卓越した粘性土を水で溶いてスラリー状にしたクレイスラリーを、ブラシで1～5 mm程度基盤面に塗布する等のクラック処理を行った後、基盤面を損傷させないように凹凸に応じて木槌等を用い人力でコンタクトクレイ材を貼り付け、使用可能な箇所ではエアタンパーを用いて厚さ5～10 cm程度にコンタクトクレイ材を盛立てる(以下、在来工法と記す)。このコンタクトクレイ材の施工は、基盤面の清掃・散水後、天候等に留意しながら迅速に行い、コンタクトクレイ材の性状が変化しないうちに早急に着岩コア材を盛立てなければならない。よって、必要施工量に応じて人手をかけて行われているのが現状である。そこで、このコンタクトクレイ材の施工を機械化することによって、熟練工を要さずに基盤面を損傷させることなく一定の施工品質を確保でき、施工の効率アップが図れる「吹き付け工法」を開発した。当工法は、(財)ダム技術センターより「ダム建設技術・技術審査証明」を取得している。

本文は、コンタクトクレイ吹き付け工法のシステム概要と、公共工事等における新技術活用システムにより、沖縄総合事務局開発建設部発注、前田・三井住友・大城施工の大保脇ダムにて当工法を試行(本施工で使用)した結果を報告するものであり、国土交通省東北地方整備局の新技術活用評価委員会(現 新技術

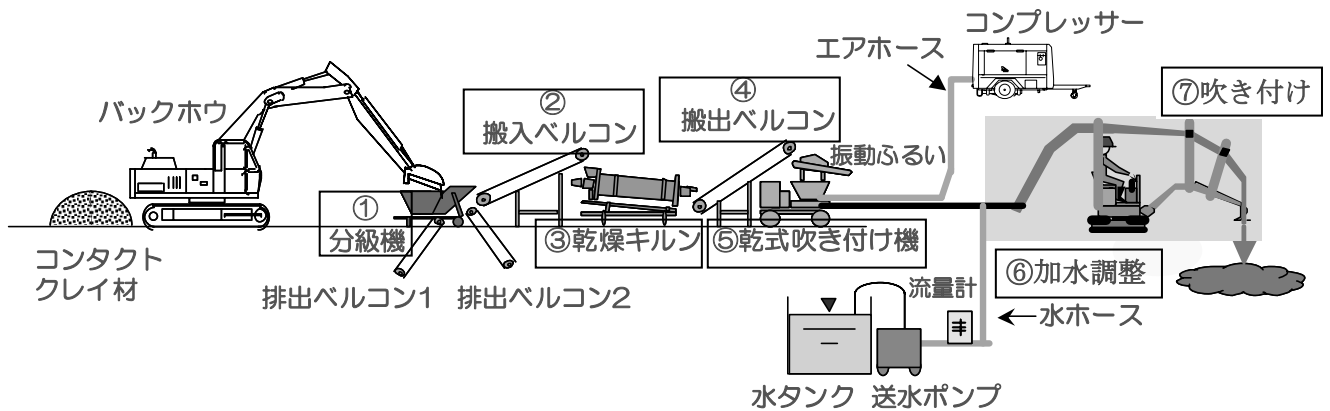
活用評価会議)に提出し、NETIS登録された工法である(TH-050003-V)。

2. システム概要

図—1に当システムの概要図を示し、表—1に機械仕様を示す。また、以下に施工手順を示す。

- (1) バックホウにて分級機にコンタクトクレイ材を投入(①)。
分級機にて土塊をつぶし、5 cm程度以上のものをベルトコンベア1, 2にて排出。
- (2) 分級されたコンタクトクレイ材は、搬入ベルトコンベアにて乾燥キルンへ一定投入(②)。
- (3) 乾燥キルンにて約100℃の温度でコンタクトクレイ材の表面を乾燥(③)。
- (4) 表面を乾燥させたコンタクトクレイ材は搬出ベルトコンベアにて乾式吹き付け機へ投入(④)。
- (5) コンタクトクレイ材を乾式吹き付け機でホース先端の吹き付けノズルに圧送(⑤)。
圧送されてきたコンタクトクレイ材にホース先端で送水ポンプにて加水し、適切な含水比に戻して吹き付け(⑥)。
加水量は事前に行う試験施工にて決定し、流量計で調節。
- (6) 吹き付けはミニバックホウにて行う(⑦)。

乾燥キルンにコンタクトクレイ材を投入すると、1 cm以下の丸い玉状になり表面が乾燥した状態とな



図ー1 システムの概要図

表ー1 機械仕様

名 称	仕様・クラス	用 途	名 称	仕様・クラス	用 途
バックホウ (投入)	0.3m ³ クラス	着岩材の投入	水 タ ン ク	1,000 ℓ	加水用の貯水
バックホウ (吹き付け)	0.03m ³ クラス	吹き付け	流 量 計	0.5 ～ 10 ℓ /min	加水量調節
分 級 機	15m ³ /h	粒径調整・投入量の均一化	発 電 機	45 kVA	電源
乾 燥 キ ル ン	15m ³ /h (実測)	着岩材の表面乾燥	排出ベルトコンベア (1)	W = 350 mm	分級機からの材料搬出
吹 き 付 け 機	21 m ³ /h, D _{max} = 25 mm	吹き付け	排出ベルトコンベア (2)	W = 350 mm	分級機からの材料搬出
コ ン プ レ ッ サ ー	吐出空気量 7.5 m ³ /h	吹き付けエア供給	搬入ベルトコンベア	W = 350 mm	乾燥キルンへの投入
振 動 フ ル イ	20 mm スクリーン	粒径調整・異物除去	搬入ベルトコンベア	W = 350 mm	吹き付け機への投入
送 水 ポ ン プ	最大 16.9 ℓ /min	加水用			

表ー2 物理特性

液性限界 ω_L %	89.2
塑性限界 ω_P %	43.9
塑性指数 I_p	45.4
液性指数 I_L	0.4
コンシステンシー指数 I_c	1.4

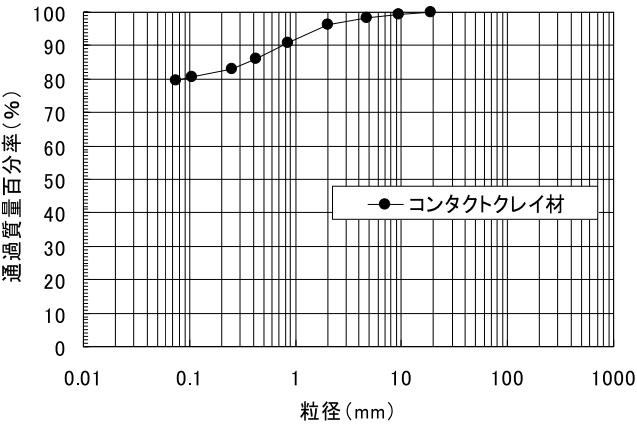
る。この状態で乾式吹き付け機へ投入すると、ホース内で材料が詰まらずに圧送でき、圧送距離は 300 m の実績がある。また、乾燥は表面のみのため、ホース先端で加水すれば適切な含水比に戻すことができる。開発当初、吹き付けノズル先端は人が持って行っていたが、現在はミニバックホウのバケット部に取り付け実施している。

3. 実施結果

(1) 事前施工結果

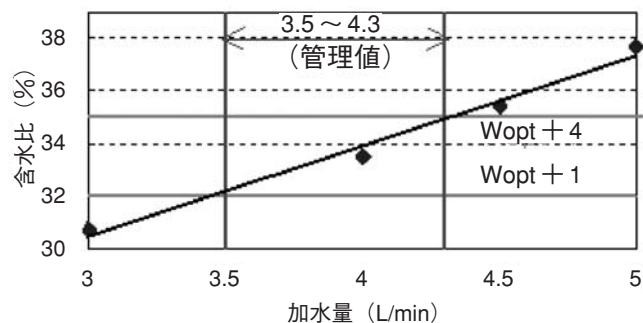
当工法を本施工で実施するに当たり、事前に試験施工を行い、遮水性が在来工法と同等以上（基準値 1.0×10^{-6} cm/sec 以下）であることを確認し、本施工を実施した。使用したコンタクトクレイ材の物理特性を表ー2、粒度分布を図ー2に示す。

当工法は、乾燥キルンで材料表面を乾燥させるため、吹き付け直前で加水する必要がある。施工時の含水比の基準値は $W_{opt} + 1\% \sim W_{opt} + 4\%$ （室内突固め試験から $W_{opt} = 31\%$ であるため、基準値は 32 ～ 35%）である。含水比がこの範囲に入る加水量は、図ー3から 3.5 ～ 4.3 L/min であることが分かる。なお、含水比測定には、炉乾燥法よりも迅速に行える電子レンジ法を用いている。図ー4は、炉乾燥法と電

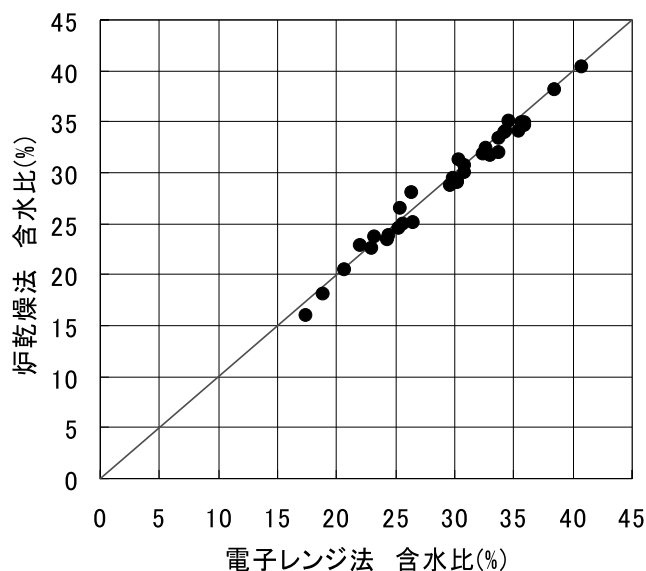


図ー2 粒度分布

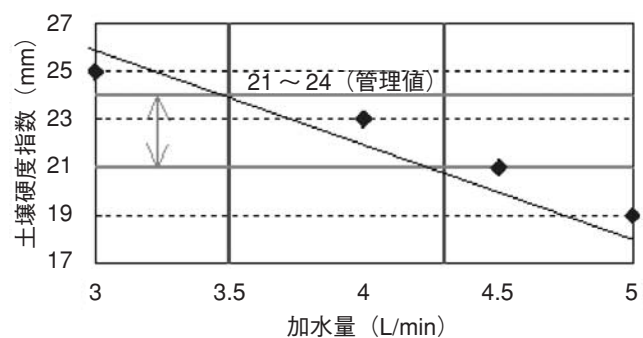
子レンジ法との相関を取り確認を行った結果である。相関係数 $R^2 = 0.981$ からほぼ同等と判断できる。しかし、施工時に含水比はリアルタイムで求められない。そこで、当工法ではこの含水比管理に対し、土壤硬度計による土壤硬度指数を用いている。これによって施工中にリアルタイムで計測でき、不具合があれば瞬時



図—3 加水量と含水比との関係



図—4 炉乾燥法と電子レンジ法の相関



図—5 加水量と土壌硬度指数との関係

に再施工が可能となる。図—5にその結果を示す。加水量 3.5 ～ 4.3 L/min (32 ～ 35 %) に対応する土壌硬度指数は 21 ～ 24 mm となる。従って、本施工ではこれを基準値として管理することとした。

(2) 本施工結果

写真—1 に本施工時のシステム全景を示す。施工に際しては、岩盤清掃を行い (写真—2)、クレイスラリーを塗布する (写真—3) 在来工法と同様の処理を行った後に吹き付け施工を実施する。写真—4 に



写真—1 システム全景 (吹き付け用バックホウを除く)



写真—2 岩盤清掃状況



写真—3 クレイスラリー塗布状況



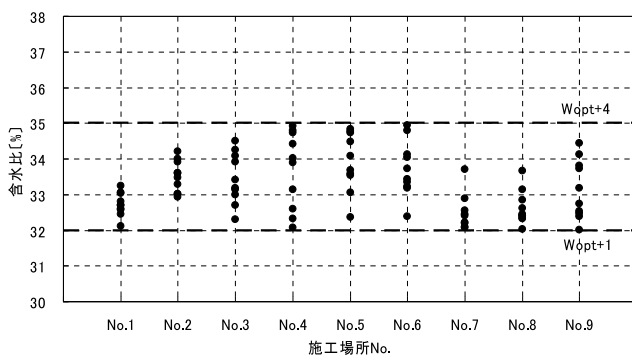
写真—4 吹き付け施工状況



写真—5 在来工法（木槌を用いたコンタクトクレイ材の貼り付け）

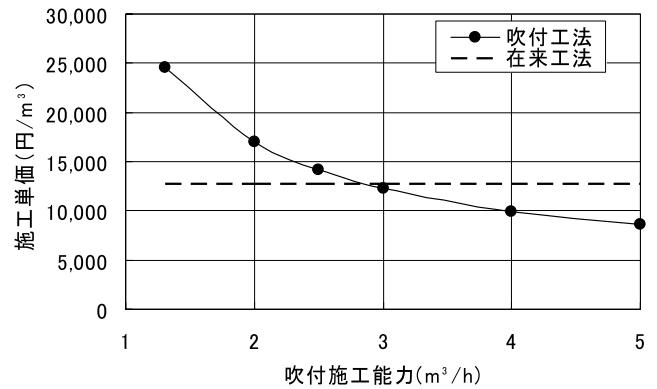


写真—6 土壌硬度測定状況



図—6 含水比結果

吹き付け施工状況を示す。写真—5 に示すように、基盤面を損傷させないように凹凸に応じて木槌等を用い人力でコンタクトクレイ材を貼り付けていた在来工法に対し、当工法は熟練工を要さずに基盤面を損傷させることなく一定の施工品質を確保できるものである。写真—6 は、施工中の土壌硬度測定状況を示す。施工中に土壌硬度指数が管理値外になった箇所はコンタクトクレイ材を除去し、再施工を行った。これにより、図—6 に示すように全ての含水比は管理値内に



図—7 施工能力に対する施工単価



写真—7 基盤面への貼り付き状況

収まる結果が得られた。写真—7 は吹き付け後の剥ぎ取り試験状況を示したものである。基盤面にコンタクトクレイ材がしっかり付着している状況が確認できた。

今回使用したコンタクトクレイ材による施工能力は、吹き付け工法が $1.31 \text{ m}^3/\text{h}$ で、試験施工時に実施した在来工法が $1.24 \text{ m}^3/\text{h}$ であることから、同等程度の能力であった。図—7 は、今回の施工結果から求められる施工能力と施工単価を示したものである。この図から、吹き付け工法が在来工法の $3 \text{ m}^3/\text{h}$ 以上となると経済的であることが分かる。今回使用したコンタクトクレイ材の塑性限界は 44% 程度であった。施工時の自然含水比が 34% 程度で、施工含水比基準値範囲 ($W_{opt} + 1 \sim 4\%$) が $32 \sim 35\%$ であると、塑性限界よりかなり低い状態での施工となるため、乾燥しすぎの場合はキルン排気口から粉塵が発生したり、吹き付け時にリバウンドが生じる現象が起き、逆に加水量を多くすると上記施工含水比基準値範囲を超えてしまうため、非常に含水比管理が難しい材料であり、施工能力を上げられない大きな要因になっている。よって、結果的に在来工法と同程度の施工能力となった。

安全性については、表—3 に示すように、在来工

法に比較して高いと言える。

表一3 安全性について

項 目	コンタクトクレイ吹き付け工法	在来工法
材料搬入	システム脇にダンプトラックで搬入し、フィールド内では圧送となるため、施工フィールド内でのダンプトラックとの接触はなくなり、安全に施工ができる	施工フィールド脇にダンプトラックで搬入するため、人と接触する危険性が考えられる
施工	バックホウによる施工のため、施工フィールド内には人が介在せず安全である	バックホウを用いて材料をフィールド内にまき出すため、バックホウと接触する危険性がある エアタンパを保持する人とこれを誘導する人とのペアでフィールド内に入って施工するため、施工フィールド内でエアタンパと接触する危険性がある

4. おわりに

これまでに4現場でこのコンタクトクレイ吹き付け工法の施工実験を実施してきたが、全て施工時の含水比は塑性限界よりも高いところで実施している。よって、吹き付け工法の施工能力は在来工法に対し $3\text{ m}^3/\text{h}$ 以上であった。また、これまでの日本でのコンタクトクレイ材の含水比基準値範囲の上限は、最適含水比(W_{opt})に対しかなり高い値が採用されているため、今回の施工含水比基準値範囲はまれであると考えられる。よって、最適含水比よりも高い状況で施工ができれば、在来工法よりも処理能力はアップし、経済的メリットも出てくると言える。

JCMIA

【筆者紹介】

勝又 正治（かつまた まさはる）
前田建設工業㈱ 技術本部
技術研究所長



橋梁架設工事の積算

——平成 19 年度版——

■改定内容

- 1) 鋼橋編
 - ・架設術設備質量算定式の改訂
 - ・施工歩掛の新規及び一部追加掲載（杓据付工（ゴム杓据付工）、歩道橋（側道橋）架設工）
 - ・施工歩掛の改正（鋼橋架設工足場工）
 - ・その他（送出し・降下の数量名称簡素化、工種内容の説明補足、床版足場工簡素化）
- 2) PC 橋編
 - ・機能分離支承の設置歩掛
 - ・外ケーブルによる既設構造物の補強工
 - ・プレキャストセグメント組立工7分割の歩掛
 - ・その他（張出架設柱頭足場工の追記、地覆高欄作業車設備の組立解体歩掛、架設術アンカ

一数の変更等)

3) 橋梁補修補強工事積算の手引き（別冊新刊）

■ B5 版／本編約 1,100 頁（カラー写真入り）

別冊約 110 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>

リアルタイム Web モニタリングシステム によるダム堤体左岸法面の動態監視

庄 司 泰 章・柏 木 克 之・松 元 和 伸

志河川ダムは、愛媛県西条市に位置し、かんがい用水の確保のために建設される重力式コンクリートダムである。ダム建設に際しては、堤体左岸法面の安定性が課題に挙げられた。左岸表層部には風化したD級岩盤が厚く分布しており、高角度亀裂の有無や湛水時までの長期安定性の確認のため、動態監視が実施されることとなった。各種計測結果をリアルタイムにインターネット上で確認できるWeb監視モニタリングシステムを導入し、異常発生時にはアラート情報をメールにて発信し、早期対策が実施できる体制を構築した。計測開始より、1年8ヶ月経過した現在の地山の状況と計測監視システムの運用の状況について報告する。

キーワード：ダム、堤体法面、Web モニタリング、自動計測、遠隔監視、光ファイバセンシング

1. はじめに

我が国では、台風や近年多発している集中豪雨によって多くの法面崩壊や地すべりなどの災害が発生し、人災などの被害が後を絶たない状況である。また、高度経済成長期時代に建設されて老朽化が進んでいる道路、鉄道および電力施設などの社会インフラ施設の健全性を評価し、安全性と機能性の面からそれらの施設を効率的に更新していくことが重要となっている。崩壊した場合に多大な被害や施工工程への悪影響が考えられる岩盤法面の安全管理のための計測については、計測からデータ収集、評価・解析に至る一連の処理の迅速化および省力化を図るため、可能な限りの自動化が望まれている。法面崩壊や岩盤すべりによる被害・災害を未然に防ぐためには、法面の変状を早期に発見し、その進展状況を把握することが極めて重要であり、法面の変状状態、運動特性を常時モニタリングできる監視システムが必要であると考えられる。

本稿では、志河川ダムの左岸切土法面の施工時から湛水試験までの長期にわたる挙動監視において適用している、FBG 光ファイバ伸縮計センサによる地表面計測について、さらに、法面に発生するすべり挙動を監視するための Web を用いた常時モニタリングシステムについて述べる。

2. 志河川ダムの概要

(1) ダム概要

志河川ダムは、愛媛県西条市に位置し、二級河川中山川水系志河川に、道前道後平野水理事業に基づくかんがい用水の確保のために建設される重力式コンクリートダム（写真—1）である。工期は、平成 16 年 8 月～平成 20 年 3 月である。ダムの諸元を以下に示す。

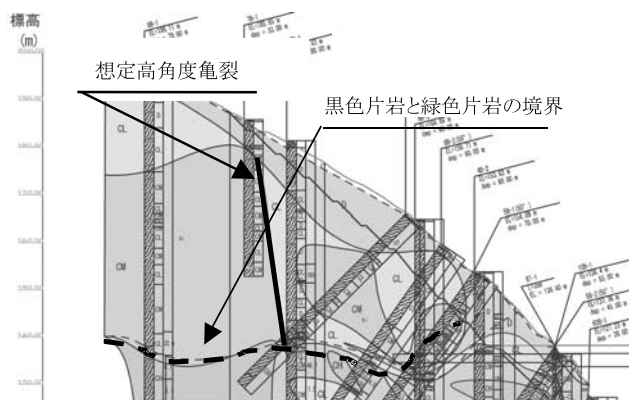
堤高	48.2 m
堤頂長	117.0 m
堤体積	73,000 m ³ （洪水吐け減勢工含む）
流域面積	17.23 km ²
総貯水量	1,300,000 m ³



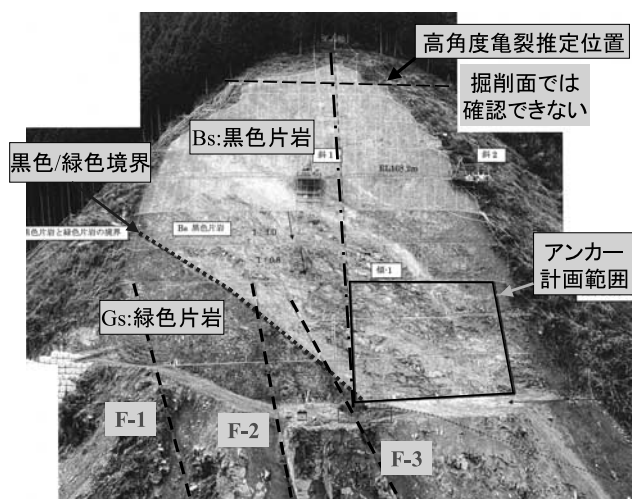
写真—1 左岸よりの全景（H19.3）

(2) 地質概要

写真—2 および図—1 に示すように、本法面で掘削面に現れた岩盤は風化を受けた C_L 級の黑色片岩が主体である。図—1 の点線で表されている深部位置には、ボーリング調査の結果、黑色片岩と綠色片岩の境界が確認され、25～40°の下流傾斜で、境界面には 50 cm 程度の劣化帯（D 級）を伴っている。また、表層部には風化した D 級岩盤が厚く分布している。掘削面には、泥質部よりやや硬いが割れ目のある珪質（砂質）部が連続し、片理面と同方向～やや急傾斜の破碎部が頻繁に見られる。志河川ダム堤体上部左岸斜面は、施工前より高角亀裂の存在や黑色片岩（Bs）／綠色片岩（Gs）境界劣化部の影響による不安定性が指摘されており、斜面下部には当初、100 t クラスのアンカー工による補強工の必要性が検討されていた。



図—1 左岸地質断面図（ダム軸）



写真—2 左岸法面（H17.2）

その後のボーリング調査結果より、懸念されていた連続性のある明らかな高角度亀裂の存在は認められず、当初予想されていた Bs / Gs 境界劣化部の強度についても現在の安定した状況を考えると再考の余地

があると指摘され、長期的モニタリングの結果も踏まえ、安定性の確保が確認できたため、アンカー工による補強工は必要ないという結論に至っている。

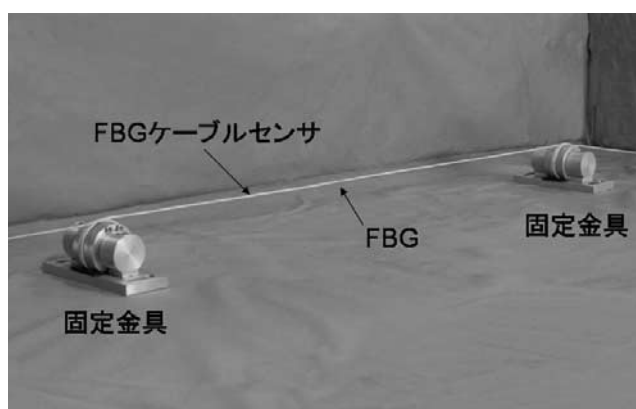
現状は比較的安定していると考えられる左岸斜面ではあるが、表層部にある風化した D 級岩盤は厚く、今後不安定化する懸念もある。加えて、経年的に発生する大雨や台風・地震などの影響による斜面の挙動を監視し、変状時の適切な対応を図るとともに、湛水時の最終的斜面の安定性を確認するために、継続的な左岸斜面の動態観測が採用されたものである。

3. 左岸法面計測機器概要

ここでは、地山の挙動を把握するために左岸法面に設置した FBG 光ファイバセンサの概要について述べる。

(1) FBG ケーブルセンサ¹⁾

写真—3 に、FBG ケーブルセンサを示す。FBG ケーブルセンサは、一定間隔（標準間隔；2.5 m, 5.0 m）で FBG が配置された直径約 2 mm のワイヤー状のセンサで、固定点間に位置する FBG のひずみの変化から、コンクリートや岩盤の 2 点間の相対変位を計測するのに適したセンサである。このセンサの設置手順は以下の通りである。まず被測定物にアンカーボルトで専用金具を固定し、次に専用金具にセンサを巻き付け、ケーブルに 2,000 μ 程度の初期緊張を付与して固定する。



写真—3 FBG ケーブルセンサ

今回設置した FBG 光ファイバ伸縮計は、写真—4 に示す固定金具で緊張された FBG ケーブルセンサの 2 点間のひずみ変化から相対変位を測定する計測器である。図—2 に示すように、FBG 光ファイバ伸縮計を、ダム軸を中心に計 5 系統（合計 27 測線）配置し

た。これらのうち、系統1と系統3は、開口した地層境界層の挙動を監視する目的で、系統2、系統4および系統5は、法面全体の挙動を監視する目的で設置した。また、温度変化に伴ってFBG自身に発生するひずみを補正するため、無応力状態のFBGセンサをそれぞれの系統に沿って配置している。なお、系統2、系統4および系統5については、系統の最上部を固定端部とするため、掘削の影響範囲外の地山にそれぞれの固定端部を設けることとした。



写真-4 固定端部の設置状況

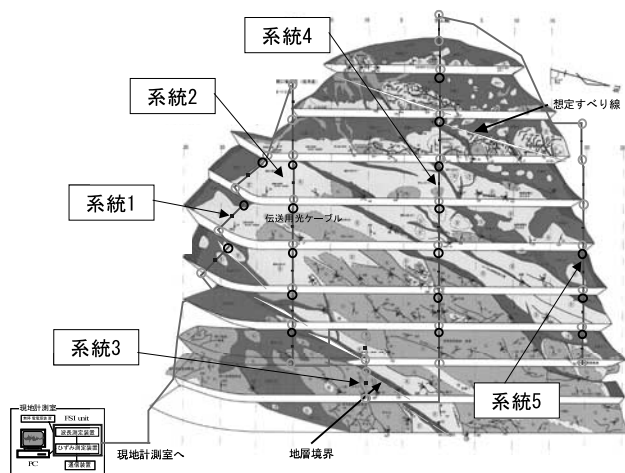


図-2 地質および計測器配置展開図

4. Web モニタリングシステムの概要²⁾

(1) Web モニタリングシステムの概要

図-3にWebモニタリングシステムの概要図を示す。各監視サイトで計測されたデータは直ちに防災監視ルームのサーバへ転送され、クライアントはインターネット上で現況を常時監視できる。各監視サイトで設定された管理基準値を超えるデータが計測されると、事前に登録されたアドレスに警報メールを送信す

るとともに、防災監視ルームで一元管理している管理者が計測データを分析し、管理レベルに応じた対応を迅速に提示することができる。

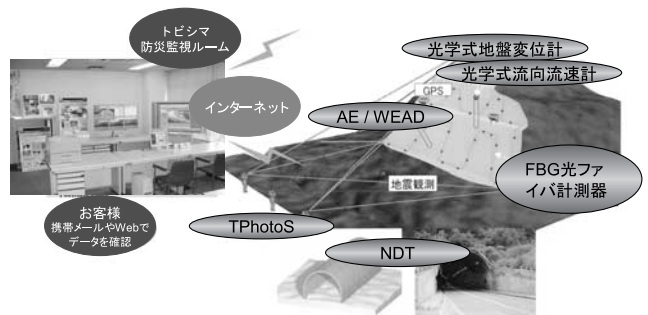


図-3 Web モニタリングシステム概要図

図-4は、Web管理者用の画面であり、日本地図上にクライアントサイトの位置が示され、その左側には各クライアントの現在の状態が表示される。管理レベルⅠ以内の状況であればアラート情報無しと表示され、管理基準値を超えた場合（管理レベルⅠ～Ⅲ）はアラート情報が表示され、サイトの状況を把握することができる。図-5は、Web上の各監視サイトでの初期画面（この図は志河川ダム）であり、計測データがリアルタイムに更新され、管理基準値を超えた場合には画面上の数値の色が管理レベルに応じて変化して異常を知らせる。また、図-6は各測線間の変位経時変化グラフであり、任意の計測位置を画面上で選択すれば表示閲覧できる。また、図-7には、傾斜計の計測結果を示している。なお、本法面監視サイトでは、通信速度の向上を目的として、携帯電話を用いた通信回線を使用してWeb監視システムの運用を行い、遠隔地からの完全リモートコントロールを実現し

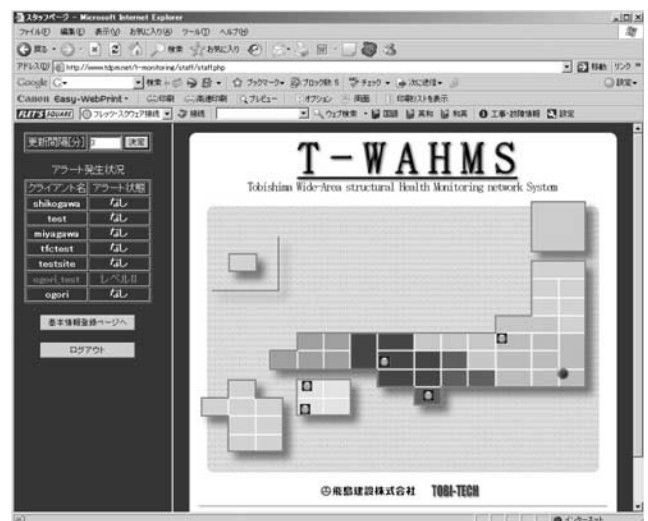
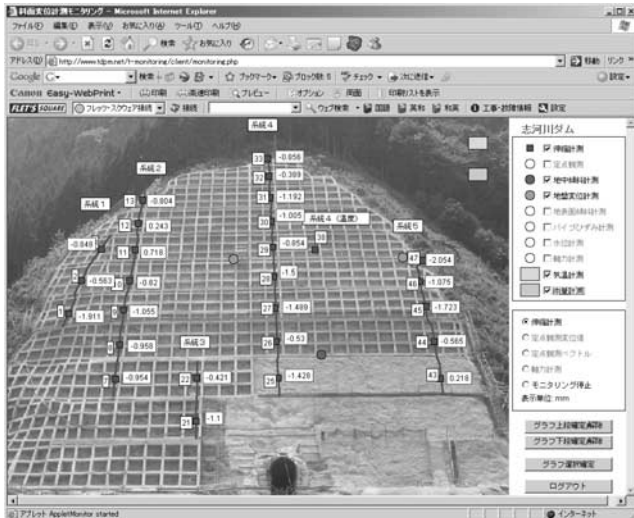
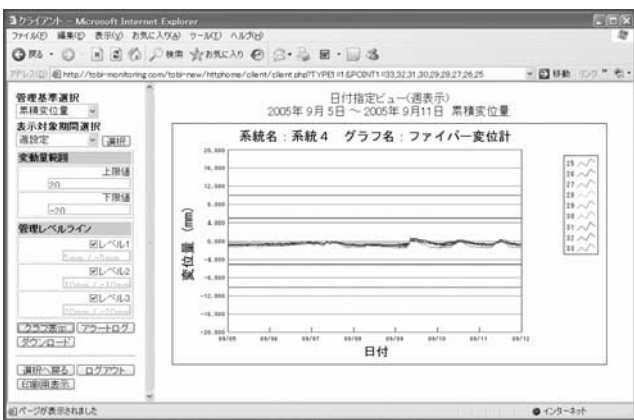


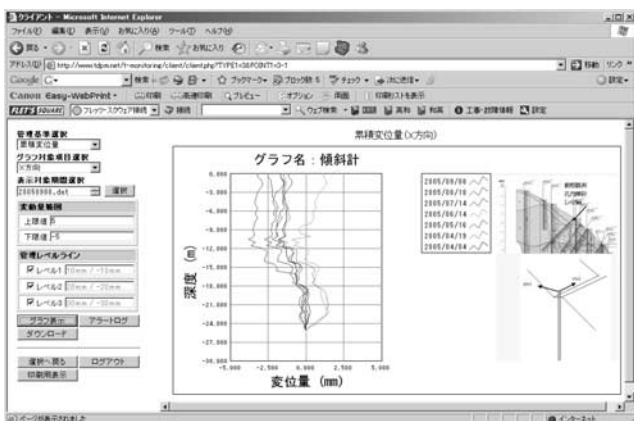
図-4 Web 監視管理者画面



図—5 監視サイトごとの初期画面



図—6 各測線間の変位経時変化画面



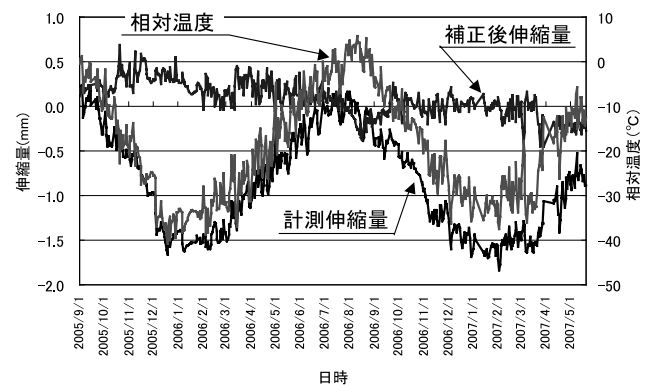
図—7 傾斜計の計測結果画面

ている。

(2) 長期的な法面挙動監視結果とその考察

別途計測していた地中内の傾斜計測結果より地中の安定性は確保されていると判断し、当初計画通り、地表面自動計測による全体斜面管理に移行することとし

た。図—8に、計測開始（平成17年9月1日）から1年8ヶ月間の系統4の最下端部における地表面変位の計測結果例を示す。なお、伸縮量は正が伸びを示す。同図より、この期間中では1.5 mmの収縮変位が計測されていることがわかる。これは、伸縮計端部をコンクリート法枠に固定しているため、コンクリート法枠自身の温度変化に伴う変形を計測していたと考えられる。コンクリート法枠の線膨張係数を $10 \mu/\text{℃}$ と仮定し、伸縮量を補正した結果を同図の補正後伸縮量で示す。補正後の経時変化を見ると、収縮量は0.5 mm以内で推移しており、この期間では変状の進展はなかったものと判断できる。



図—8 地表面変位の計測結果例

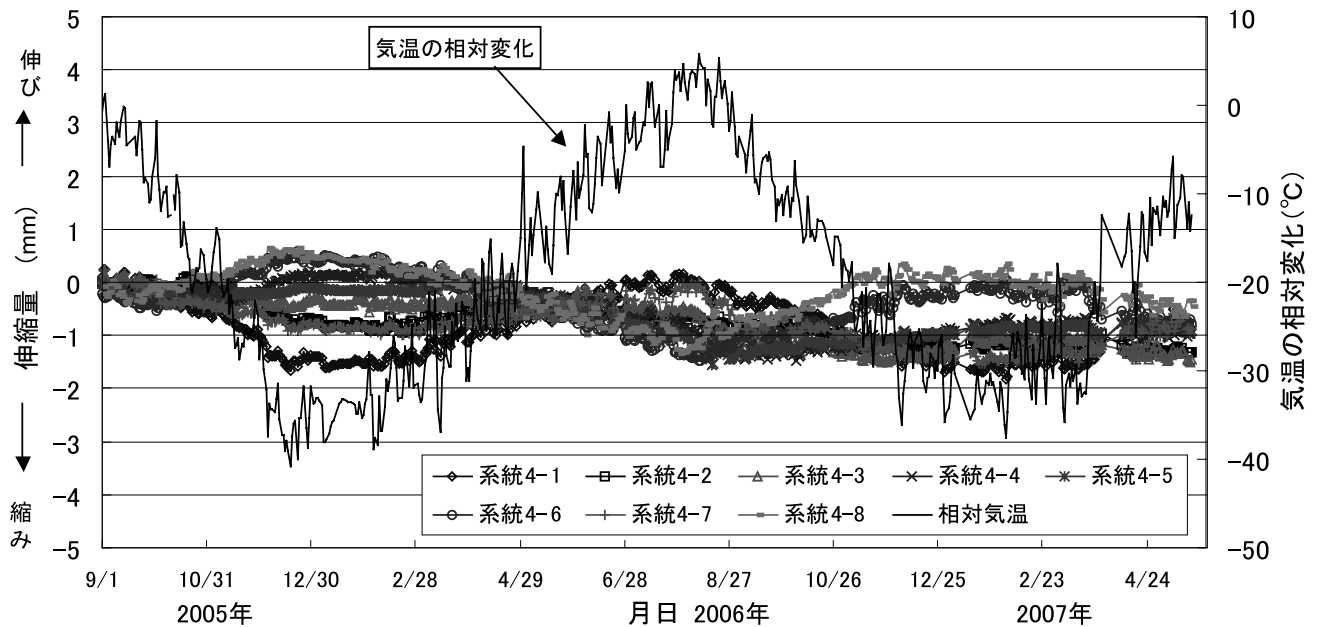
また、図—9には、系統4の全測線における伸縮量の計測開始後1年8ヶ月間の経時変化を相対気温の変化と併せて示す。この図から、各測線は気温変動に応じて収縮もしくは伸長しながら緩やかに変動し、2007年の5月末時点で約1 mm程度の縮みで推移していることがわかる。

(3) Web モニタリング運用時の異常

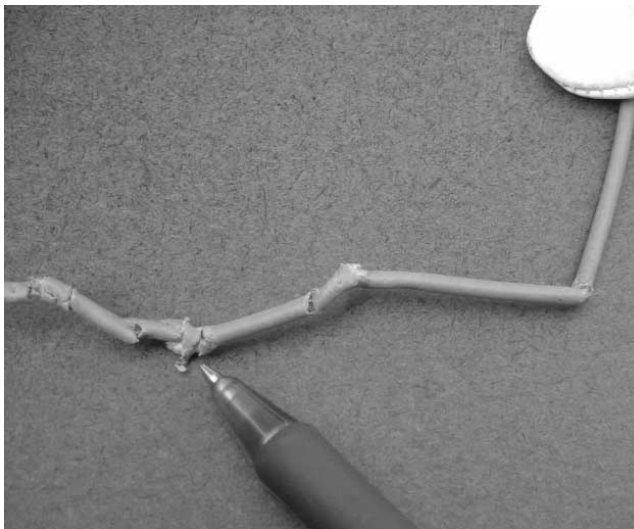
これまで、変状に伴うアラート警報のメール通知は発生していないが、動物によるファイバ破断による警報発令が3件発生した（写真—5）。ファイバ線自体はP型U字溝で保護し、伝送部分はPFD管によって保護しているが接続部を引っ張り出して噛んでおり、その後有刺鉄線などによるさらなる保護対策を実施している。

5. おわりに

計測開始より1年8ヶ月経過した時点で大きな変状も発生することなく、Web モニタリングシステムは安定して運用されている。今後も大雨や地震などの自



図－9 ダム軸上の系統4におけるFBG光ファイバ伸縮計の長期計測結果、2005/9～2007/5



写真－5 動物によるファイバ断線

然災害による影響や堪水試験時の切土法面への影響を確実にリアルタイムに把握し、迅速に適切な対策を取れるようにモニタリングを継続していきたいと考えている。

J C M A

《参考文献》

- 1) 熊谷，塩谷，田村：時間分割多重化によるFBG光ファイバ計測システム，電力土木，No.323，pp.88-90，2006.5
- 2) 神谷，青木，柏木，加藤，松元，熊谷：ダム切土法面の動態監視にWEB常時モニタリングシステムを適用，地盤工学会，第41回地盤工学研究発表会，pp.2249-2250，2006.7

〔筆者紹介〕



庄司 泰章（しょうじ やすのり）
飛鳥建設株式会社
四国支店 志河川ダム作業所 所長



柏木 克之（かしわぎ よしゆき）
飛鳥建設株式会社
四国支店 志河川ダム作業所 課長



松元 和伸（まつもと かずのぶ）
飛鳥建設株式会社
技術研究所 第一研究室 室長

RI 水分計によるフレッシュコンクリートの単位水量変動の連続測定

井 上 恵 介・瀬 古 繁 喜・荒 井 正 直

フレッシュコンクリートの単位水量を測定する方法として、すでにいくつかの試験法が提案され、実用化されている。しかし、これらのほとんどは、採取した試料を供試体として実施するものであり、測定結果の施工への迅速なフィードバック、視覚化、共有化という点において必ずしも十分とはいえない。本稿では、これらと差別化する試験法として、圧送配管内のフレッシュコンクリート全量の単位水量変動をほぼリアルタイムで測定し、オンラインによる遠隔モニタリングも可能とする連続式 RI コンクリート水分計の概要を紹介するとともに、その有効性について述べる。

キーワード：コンクリート、単位水量、変動、リアルタイム、連続、フィードバック、RI

1. はじめに

フレッシュコンクリートの単位水量の大小がコンクリート構造物の品質に大きな影響を及ぼすということは一般に指摘されていることであり、単位水量を検査・管理すべく、これまでに数多くの単位水量の試験方法が提案されている。

特に国土交通省の直轄工事においては、平成 15 年の課長通知によってコンクリート打設時の単位水量の測定検査が義務付けられたことにより、コンクリート工事におけるフレッシュコンクリートの単位水量測定は定常化している。

現在、広く利用されている単位水量測定方法は、空気量測定装置を利用するエアメータ法、電子レンジを利用する高周波加熱乾燥法である。これらの方法は一部の試料コンクリートに対して試験を行うもの（サンプリング方式）であり、本来ばらつきが存在する材料であるコンクリートの単位水量を測定する方法として十分なものとはいえない。また、測定者による個人差が現れやすいことがあり、試料の代表性という観点からも必ずしも適切であるとは言い切れない部分があると考えられる。

筆者らは、ラジオアイソトープ（Radio Isotope, 以下 RI と称する）を利用した水分計が非接触で物質中の水分量の変動を測定できることに着目し、コンクリート圧送配管に RI 水分計を取り付けることによって、圧送配管を流れるフレッシュコンクリートの単位水量変動を連続的にかつ、リアルタイムで測定できる

技術を開発した。また、開発当初から測定データの活用方法を検討し、現状では携帯電話を利用したデータ通信による遠隔モニタリングが可能となっている。

本稿では、現在広く利用されているサンプリング方式の測定方法とは一線を画す技術として、連続式 RI コンクリート水分計を紹介する。

2. RI 水分計の測定原理

(1) RI 水分計の歴史

RI から放出される放射線を利用する水分量測定法は、放射線の一種である中性子線と測定対象物との相互作用を利用する。中性子線を利用する水分計は、1940 年代に米国で開発され、以降、おもに土の水分量を測定する機器として研究開発がなされてきた¹⁾。

わが国においても、1950 年代より当時の建設省土木技術研究所（現、(独)土木研究所）にて実用化試験が開始され、その後、公的機関、計測機器メーカーによって改良が進められた。現在、建設業界においては、盛土の締固め管理用としてガンマ線密度計と一体化した密度・水分計として普及している¹⁾。

(2) 測定原理

RI 水分計の中性子線源には、²⁵²Cf（カリホルニウム 252）が多く用いられている。

²⁵²Cf からは、速中性子線と呼ばれる高エネルギーの中性子線が放出されているが、速中性子線は物質中の原子との弾性散乱によって次第にその運動エネルギー

を失い、やがて熱中性子へと変わっていく。速中性子線のエネルギーを減衰させ、熱中性子線とする能力を減速能というが、水素原子の減速能は他の原子に比べ飛び抜けて大きい。

したがって、水素原子によって減速されずに残った速中性子線、あるいは水素原子によって減速された熱中性子線のいずれかを計数することで測定対象中の水素量を測定することができる。コンクリート中に含まれる水素原子は、その大部分が水の形で存在しているため、水素量を測定することで水分量を決定することができる。

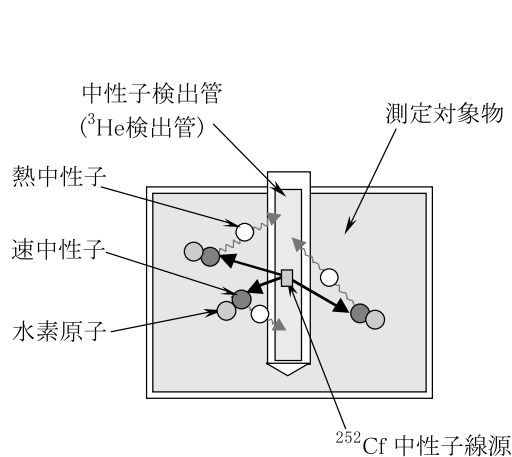
図—1に、RI水分計の測定原理のイメージを示す。RI水分計は、a) 散乱型とb) 透過型の2種類に分類される。散乱型RI水分計は、中性子線源から放出された速中性子線のうち、試料中の水素によって減速されて中性子線検出部に入射した熱中性子線の数进行計数して試料中の水分量を求める方法である²⁾。

一方、透過型RI水分計は水素で減速されずにコンクリートを透過し、検出部に入射した速中性子線を計数して試料中の水分量を求める。

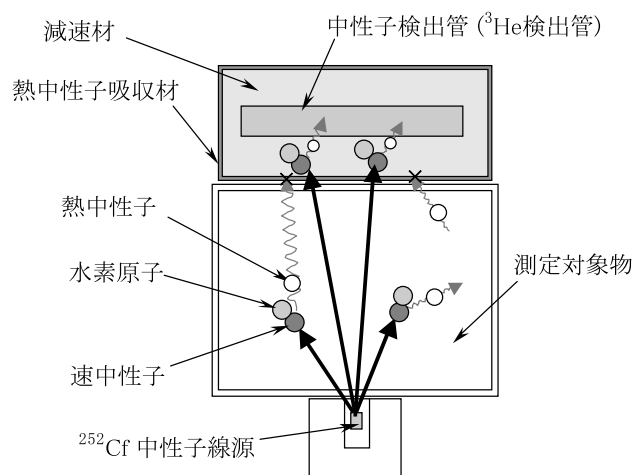
散乱型、透過型ともに、中性子線の検出には ^3He （ヘリウム3）比例計数管が使用されている。ただし、透過型の場合、 ^3He 比例計数管で検出できる中性子線が熱中性子線のエネルギーレベルであるため以下に示す方法で速中性子線を検出している。

検出部に入射した速中性子線は、まず ^3He 比例計数管の周囲に配置された減速材によって強制的に熱中性子線に変換される。変換された熱中性子線を ^3He 比例計数管で検出する。減速材は水素原子を多く含むポリエチレン（PE）やポリプロピレン（PP）が用いられる。また、検出部内の減速材以外によって生成された熱中性子線は測定の誤差要因となるため、排除する必要がある。減速材の外部で生成された熱中性子線を吸収して ^3He 検出管に入射させないように、減速材の周囲を熱中性子吸収材で覆っている。

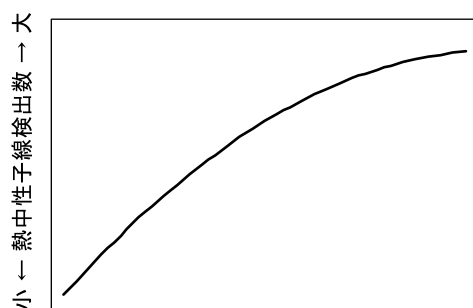
以上がRI水分計の基本的な測定原理であるが、この原理を利用した方法はあくまで間接的に水分量を測定するため、コンクリート中を透過して検出器に達する中性子の数と水分量との関係をあらかじめ検定しておく必要がある。



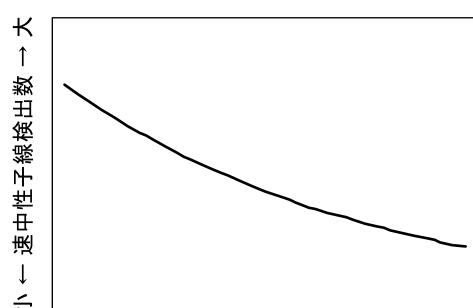
散乱型 RI 水分計の装置断面



透過型 RI 水分計の装置断面



散乱型 RI 水分計の応答特性



透過型 RI 水分計の応答特性

図—1 RI 水分計の測定原理

3. 連続式 RI コンクリート水分計の概要と特徴

(1) 開発の背景

RI 水分計をフレッシュコンクリートの単位水量の測定に利用する研究は、1990 年代初頭よりスタートし、以来、測定機器や測定方法の検討・改良を進めてきた。

当初、エアメータ容器に詰めた試料コンクリートを測定対象とする「サンプリング方式」として開発を行ったが、サンプリング方式では、おもに試料中の粗骨材量のばらつきに起因する測定誤差を排除するのが実用上難しいことがわかった。そこで、圧送配管を流れるフレッシュコンクリート全量を連続的に測定できる「連続式」の開発に移行するに至った^{3), 4)}。

この研究・開発は、フレッシュコンクリート全量の単位水量を連続的にモニタリングすることによって、合理的・効果的な「単位水量の見張り番」を実現することを目的として、ソイルアンドロックエンジニアリング(株)、(株)竹中工務店および(財)日本建築総合試験所の三者が共同で行ったものである。

(2) 連続式 RI コンクリート水分計の構成

連続式 RI コンクリート水分計の構成を図-2 に示す。①の透過型 RI 水分計と②のガンマ線密度計は、速中性子線あるいはガンマ線（放射線の一種）を放出

する線源部と、測定対象であるフレッシュコンクリート透過した速中性子線およびガンマ線を検出する検出部で形成される。透過型 RI 水分計、ガンマ線密度計それぞれの検出部は、コンクリート圧送配管に強固に固定できるフレームを用いて、線源部と検出部の幾何学関係が一定な状態を保持する構造となっている。

ガンマ線密度計は、RI から放出されるガンマ線と物質との相互作用を利用して測定対象の密度を測定する。ガンマ線源として、 ^{60}Co （コバルト 60）を使用している。ガンマ線密度計は、コンクリート圧送配管中のコンクリート密度、すなわち単位容積質量を測定するもので、水分計の補助的な役割を担っている。圧送圧力の変動や、配管の磨耗による配管肉厚の減少が単位水量の測定結果へ影響を及ぼすため、これらの影響要因を補正することを目的としている。

③のデータ処理部は、検出部からの電気信号を 1 秒ごとの放射線を計数・計算処理し、単位水量の算定・表示・記録を行う。

(3) 特徴

連続式 RI コンクリート水分計の特徴をまとめると以下の通りである。

①測定器をコンクリート圧送配管に取り付けるため、測定試料に触れることなく配管内を圧送されるフレッシュコンクリートを順次測定して、全量の単位水量の変動をリアルタイムで、連続的に捉えることが

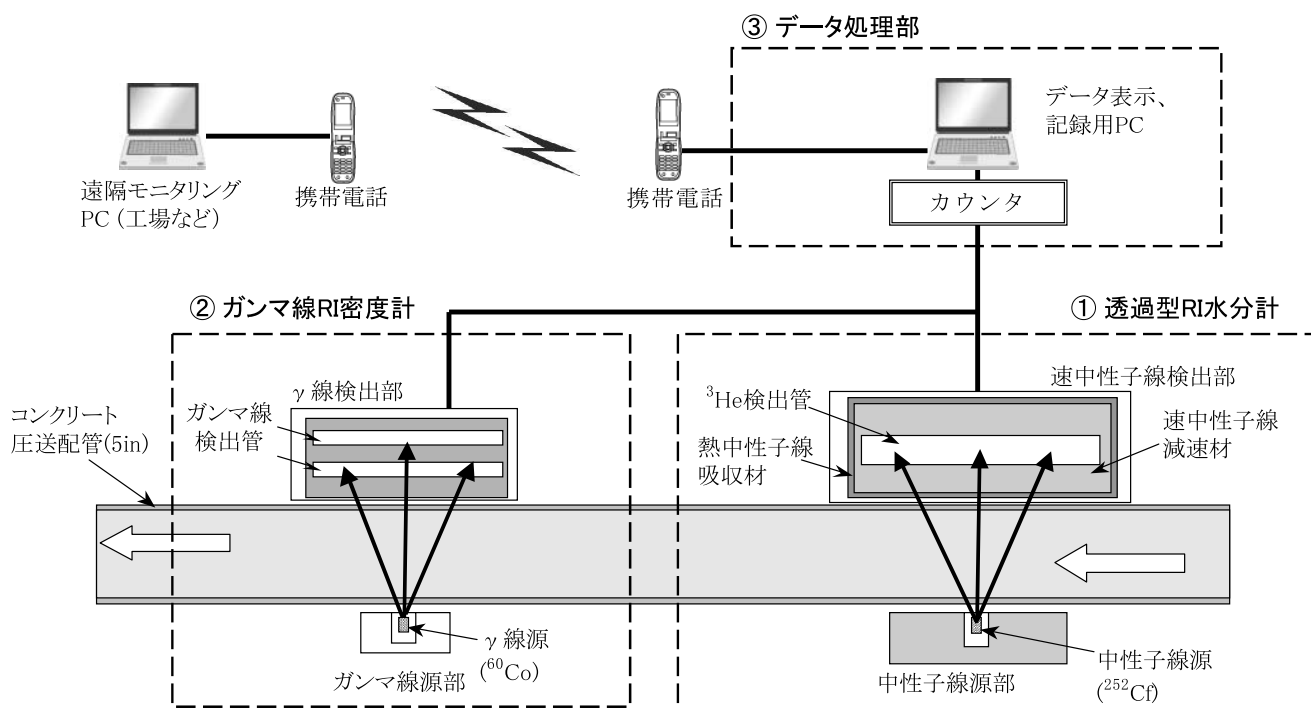


図-2 連続式 RI 水分計の構成

できる。

②データの表示・保存にパーソナルコンピュータを使用しているため、各種通信手段を用いた測定データの転送・遠隔モニタリングを比較的容易に行うことができる。

現在、ある自治体では携帯電話を利用した測定結果の遠隔モニタリングを生コン工場で実施することによって、フレッシュコンクリートの製造にフィードバックする試みを行っている。

4. 測定手順

図—3に、標準的な測定の流れ図を示す。

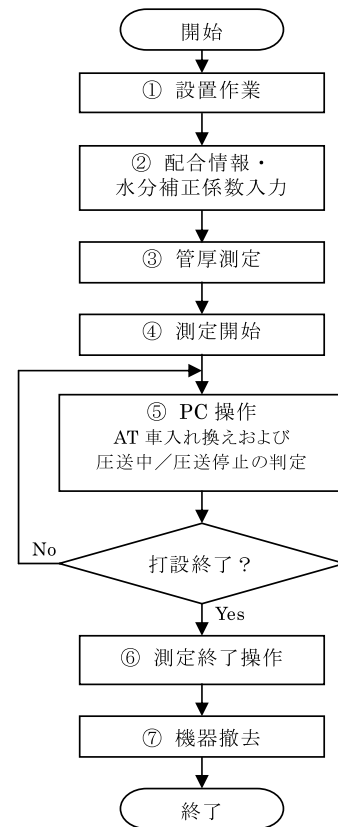
図中、②の水分補正係数とは、単位水量以外の水、おもに骨材内部に吸収された水を補正するための係数であり、測定対象のコンクリートごとに定める必要がある。水分補正係数は一般に単位水量が既知であるコンクリートを測定することによって求める。③の管厚測定は、配管の磨耗による肉厚の減少が測定結果に及ぼす影響を補正するために実施する。管厚測定は、打設開始前の配管内が空の状態の時に、ガンマ線密度計を用いて行う。

測定開始後は、AT車（アジテータトラック）の入れ替わりと圧送／圧送中断のタイミング信号をパソコンのキー操作により入力する（写真—1）。他の試験法にあるような、試料採取・測定・試料廃棄といった作業は不要である。

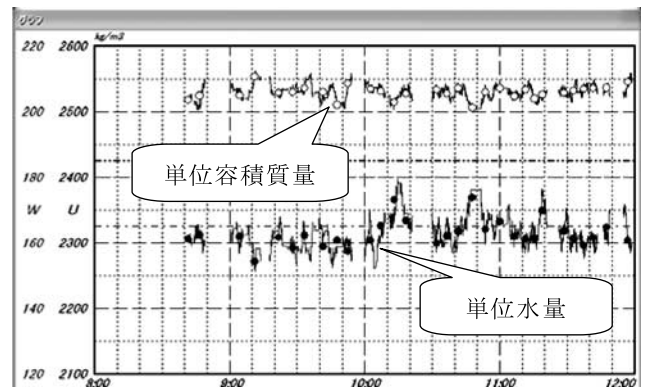
5. 測定結果の紹介

(1) 測定モニタ画面

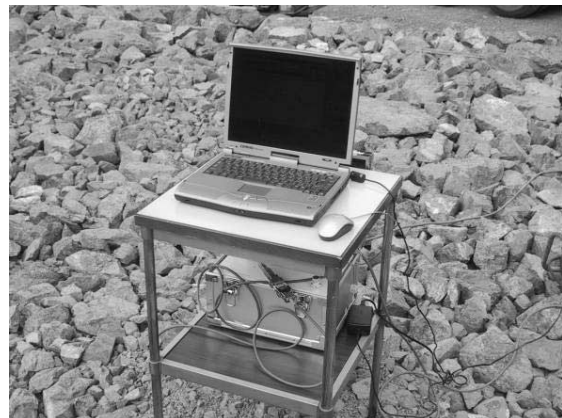
図—4は、連続式RIコンクリート水分計の測定モニタ画面の一例である。時系列で単位水量（図中、下方の折れ線および●）と配管内のコンクリートの単位



図—3 測定の流れ



図—4 測定モニタ画面の一例



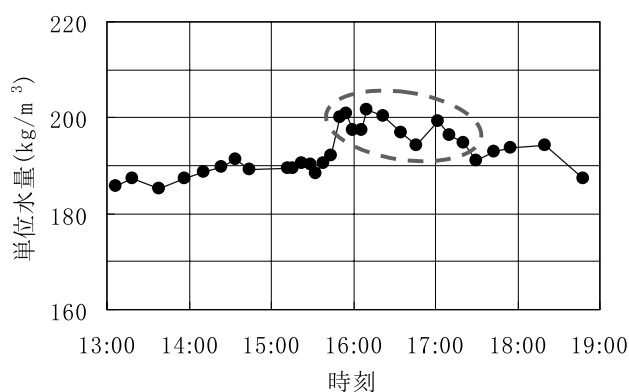
写真—1 コンクリートポンプ車の圧送配管への機器設置状況とデータ処理部

容積質量 U (図中上方の折れ線および○) が併示される。折れ線は1秒ごとに出力される連続的な測定値であり、●と○は、それぞれ単位水量, 単位容積質量のAT車1台分全量の平均値である。

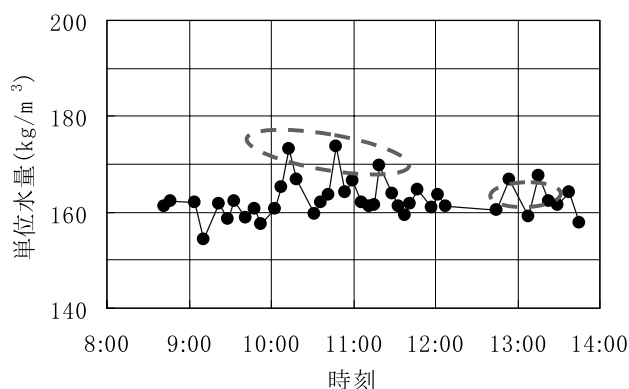
(2) 測定結果例

図—5, 6, 7に連続式RIコンクリート水分計による測定結果についての実例を紹介する。AT車1台分全量の単位水量の平均値を時系列で示した。

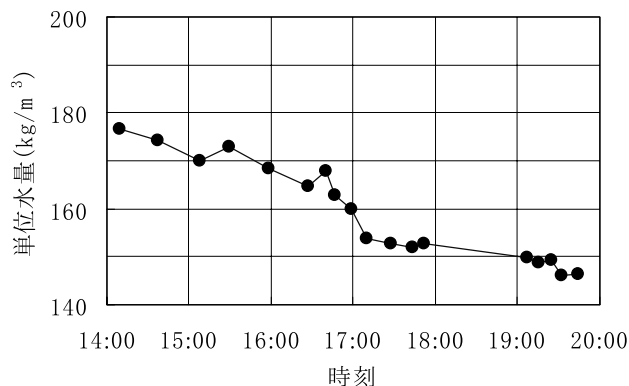
打設中のある時間帯で単位水量が大きく測定された



図—5 測定結果例 その1



図—6 測定結果例 その2



図—7 測定結果例 その3

ケース (図—5), 一部のAT車のみの単位水量が大きく測定されたというケース (図—6), そして時間の経過とともに, 単位水量が徐々に小さくなったというケース (図—7)。これらの事例は, 一日の中で骨材の品質 (密度・吸水率や微粒分量, 粒度など) や状態 (表面水量など) といった種々の変動要因によって単位水量も変化することが考えられる。単位水量の変動を把握できる点は連続式RIコンクリート水分計の特長であり, 一部の試料を特定の間隔でサンプリングして行う測定ではこれらの実態を把握することは困難である。逆に, 採取した試料コンクリートを測定する既存の試験法で同様なことを実践するためには多大な労力が必要となる。

全数のAT車に対して, エアメータ法による単位水量測定を実施したといった研究的事例もあるが, これを日常的に実施することは現実的ではない。

6. おわりに

連続式RIコンクリート水分計は, 現在提案されている各種単位水量測定法の中で, 唯一, 連続測定を実現するものである。

今後もコンクリートの品質向上と安定供給に寄与するために, 本技術の有効性を実証すべくデータ収集・改良を継続することが重要であると考えている。

最後に, 本技術開発に御尽力頂いた関係各位, また本稿の執筆にあたってご協力戴いた関係者の皆様に誌面を借りて謝意を表する。

JICMA

《参考文献》

- 1) 社地盤工学会, 地盤調査の方法と解説, 丸善, pp592-604, (2004)
- 2) 山田雅裕・森沢友博・菱沼頌夫・前田谷安文: フレッシュコンクリートにおける単位水量測定法に関する研究及び適用事例, コンクリートの試験方法に関するシンポジウム報告集, 日本建築学会, pp.2-51-54, (2003)
- 3) 瀬古繁喜・米澤敏男・田村博・熊原義文・鈴木一雄: 建築現場におけるラジオアイソトープ水分計による生コンクリートの単位水量連続測定, コンクリートの試験方法に関するシンポジウム報告集, 日本建築学会, pp.2-45-50, (2003)
- 4) 瀬古繁喜・米澤敏男・井上孝之・熊原義文: RI水分計によるフレッシュコンクリート中の単位水量測定に関する研究, コンクリート工学会年次論文報告集, Vol.19, No.1, pp403-408, (1997)

参考 放射性同位元素装備機器の法規制

連続式RIコンクリート水分計は, 中性子線源およびガンマ線源としてそれぞれ線源強度1.1 MBq (メガベクレル) の ^{252}Cf と2.59 MBqの ^{60}Co の合計3.7 MBqの線源を使用しており, いわゆる放射性同位元素装備機器に該当する。Bq (ベクレル) は放射線源の強度を表す単位である。使用している線源はステンレスカ

プセル密封線源であり、内部の放射性同位元素が外部へ漏洩することはない。

従来、連続式 RI コンクリート水分計のような合計 3.7 MBq 以下の密封線源を使用する放射性同位元素装備機器は、使用について法の規制は一切受けなかった。しかし、平成 17 年 6 月に、「放射性同位元素等による放射線障害防止に関わる法律」が改正され、放射性同位元素装備機器を取り巻く状況が大きく変わった。

改正法は、国際原子力機関（IAEA）が策定した「国際基本安全基準」に基づいて制定され、規制を受ける放射性同位元素の数量が大幅に引き下げられた（表—1）。

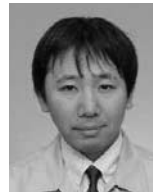
規制値が引き下げられたことによって、従来、規制の対象外であった 3.7 MBq 以下の密封放射性同位元素装備機器が規制対象となったが、機器使用に伴うリスクや使用方法に応じ、安全性を損なうことなく合理的な放射性同位元素装備機器の使用を可能にすることを目的として「設計認証制度」が新設された。

「設計認証制度」とは、法律の改正によって規制の対象となる放射性同位元素装備機器のうち、通常の使用方法であれば特別な管理・資格を要することなく安全性を確保できる機器を認証する制度である。認証を取得した機器は、文部科学省に簡単な届出（表示付認証機器使用届）をするだけで使用することができる。

連続式の RI コンクリート水分計についても、設計認証の取得に努め、平成 19 年 6 月に設計認証を取得（認証番号 ☎060）するに至っている。

〔筆者紹介〕

井上 恵介（いのうえ けいすけ）
ソイルアンドロックエンジニアリング(株)
技術開発部



瀬古 繁喜（せこ しげき）
㈱竹中工務店
技術研究所 建設技術研究部 材料部門



荒井 正直（あらい まさなお）
（財）日本建築総合試験所
試験研究センター 材料部 材料試験室



表—1 法令改正に伴う規制値の変更

（連続式 RI コンクリート水分計に関わる箇所の抜粋）

	法改正後	従 来
放射性同位元素の数量 規制値	密封、非密封ともに、 ⁶⁰ Co：100 kBq 超 ²⁵² Cf：10 kBq 超	密封されたものについては 一律 3.7 MBq 超

建設の機械化／建設の施工企画 2004 年バックナンバー

平成 16 年 1 月号（第 647 号）～平成 16 年 12 月号（第 658 号）

1 月号（第 647 号）
ロボット技術特集

5 月号（第 651 号）
リサイクル特集

9 月号（第 655 号）
維持管理特集

■体裁 A4 判
■定価 各 1 部 840 円
(本体 800 円)

2 月号（第 648 号）
地震防災特集

6 月号（第 652 号）
海外の建設施工特集

10 月号（第 656 号）
環境対策特集

■送料 100 円

3 月号（第 649 号）
地下空間特集

7 月号（第 653 号）
安全対策特集

11 月号（第 657 号）
除雪技術特集

4 月号（第 650 号）
行政特集

8 月号（第 654 号）
情報化施工特集

12 月号（第 658 号）
新技術・新工法特集

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>

携帯電話を使用したコンクリート工事の品質管理

西岡 真帆・江渡 正満

コンクリート工事における品質管理情報の信頼性・透明性の確保と、データ処理の効率化を目的として、携帯電話を使用した品質管理システムを施工現場に導入した。本システムは身近なツールである携帯電話とインターネットにより構成されるものであり、リアルタイムな情報の共有化が図れるものである。本報文では、本システムの概要と、本システムを適用した施工現場での運用状況を報告する。

キーワード：コンクリート、品質管理システム、携帯電話、インターネット、リアルタイム、情報の共有化

1. はじめに

施工現場におけるコンクリート工事の品質管理は、工事規模や構造物の用途に関わらず、必ず実施するものであり、実施する品質管理項目は、型枠や鉄筋の施工状態などの打設前検査、スランプ・空気量などに代表される受入れ検査や、硬化後の圧縮強度試験などがあり、多くのデータ処理が伴うことが知られている。特に近年、コンクリート構造物の品質確保を目的として、多くの発注者から受入れ時の単位水量試験や硬化後のテストハンマーによる圧縮強度推定試験などが義務付けられるなど、品質管理項目は増加傾向にある。また、コンクリート打設中には、受入れ検査の合否判定や、アジテータ車の運搬状況、ポンプ圧送性の良否、打込みの進捗状況など、施工担当者間の確実な情報伝達が欠かせない。

このような背景から、コンクリート工事を行うすべての現場において、多くのデータ処理の効率化や、リアルタイムでデータを共有化することができる品質管理システムの構築が必要とされていた。

本報文では、このような背景を受けて開発したコンクリート工事の品質管理システム（以下、「コンクリート情報共有システム」）の概要と、本システムを適用した施工現場での運用状況を報告する。

2. システムの概要と特徴

「コンクリート情報共有システム」は、身近なツールである携帯電話とインターネットにより構成される

ものであり、コンクリート工事の品質管理業務を支援することを目的としている。

具体的には、施工担当者が現場で得たコンクリートの品質データや写真データなどを、携帯電話からインターネット上のサーバーへ直接送信することにより、施工管理記録をリアルタイムで行えることが第一の特徴である。サーバーとしては、外部のASP^{a)}を利用することで、インターネットを通じて関係者全員が同じ情報を共有できるようにした。携帯電話から入力されたデータはサーバー内で自動的に記録保存され、Excel形式で作成した発注者への提出書類や施工記録などの帳票を印刷、保存することができるようにした。本システムの主な特徴は、以下の3点である。

(1) 品質管理情報の共有化で、工事管理の精度向上と品質管理情報の信頼性・透明性を図る

本システムは、工事発注者、現場担当者及び本社の技術スタッフなど工事関係者全員で品質管理情報をリアルタイムに共有化することが可能である。例えば、コンクリートのフレッシュ性状や打込みの進捗状況を、関係者なら誰でもリアルタイムに、また現場から離れた場所からでも把握できるため、品質の不具合を未然に発見して対処でき、品質管理の精度が大幅に向上することが期待できる。また、品質管理情報の信頼性・透明性という点でも、一段と優れていると考えられる。

^{a)} Application Service Provider の略で、ビジネス用のアプリケーション・ソフトをインターネット回線を通じて利用するサービス

(2)「コンクリートのトレーサビリティ」に対応可能

コンクリートのトレーサビリティは、構造物の部位ごとに、アジテータ車の運搬記録と打込み記録を統合し、「どのアジテータ車のコンクリートが、どこに打込まれたのか」という品質履歴を記録・保存するものである。本システムは、このトレーサビリティを効率的に実現可能なツールである。

(3) データ入力や帳票作成作業などの情報処理業務を省力化

図—1にシステムの概念図を示す。

本システムは、現場試験場所や打込み場所などから携帯電話を使って直接データ入力し、サーバー内で自動的にデータが処理されて、帳票を作成するものである。また、カメラ付き携帯電話で撮った写真データは、数値データとリンク登録されるため、視覚的な確認がしやすくなる。これらの結果、情報処理に要する手間や時間を大幅に軽減できると考えられる。

現行システムでの検査項目は以下の4項目である。

①打設前検査

②生コン受入れ検査

③コンクリート強度試験

④トレーサビリティ

各検査項目の具体的な内容について以降に示す。

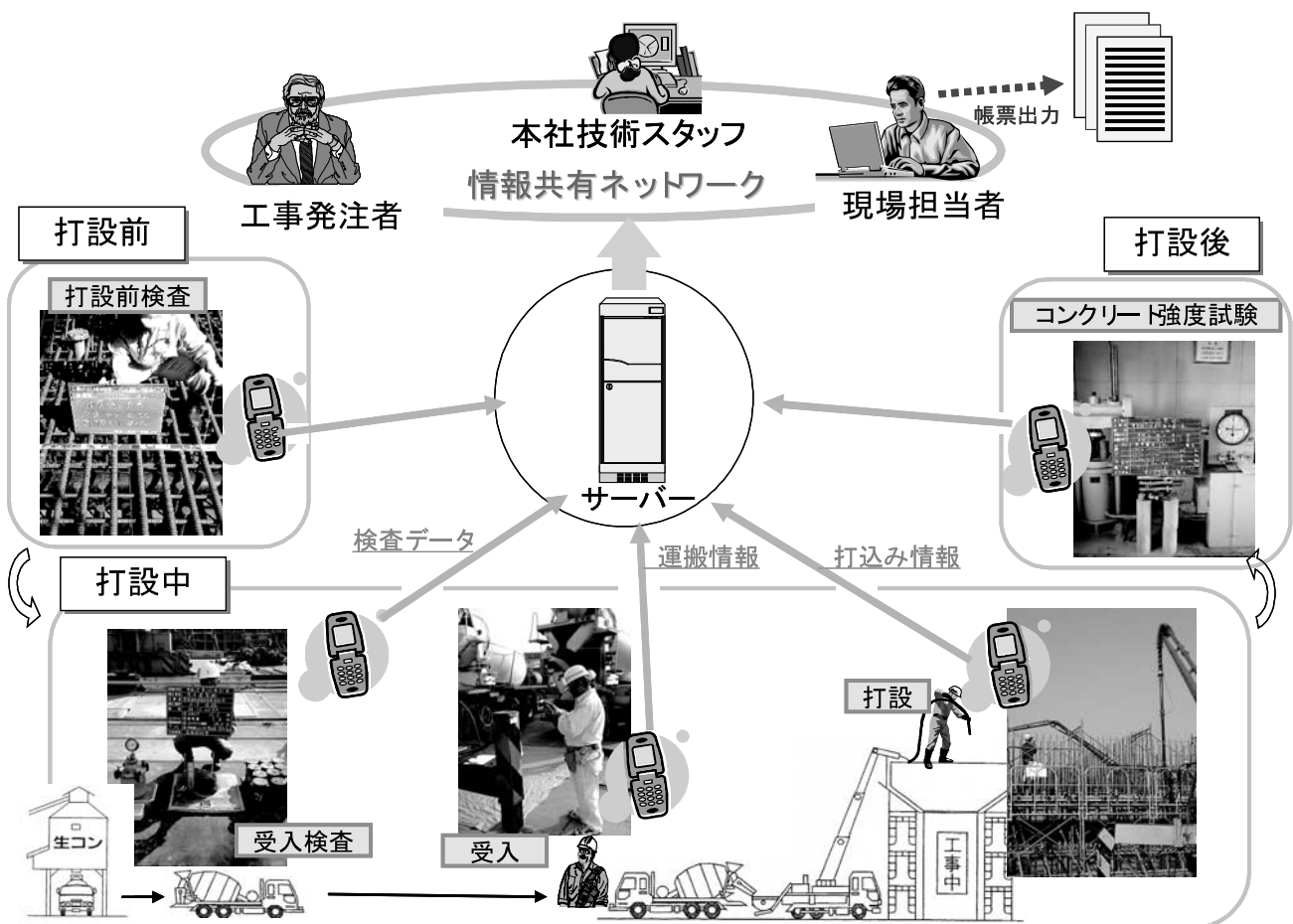
3. 打設前検査

打設前検査は、コンクリートを打込む前日までに実施する検査で、発注者によっては立会い確認が必要な検査項目に属する。

一般的な検査内容としては、「打継ぎ処理はできているか」、「ゴミ（異物）は落ちていないか」などが挙げられるが、本システムでは汎用性を高めるため、検査内容を現場単位で任意に設定できる仕様とした。

打設前検査の携帯電話の入力画面と、パソコンのWeb画面を図—2に示す。データの入力、事前に設定した検査項目について、プルダウンメニューで合否判定を選択して行う。また、不合格の場合は是正指示および是正処置が携帯電話で撮影した写真付きで記録できるものである。

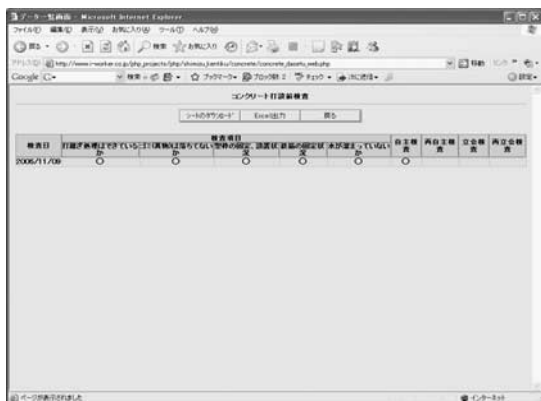
本仕様は、現行システムでは打設前検査のみで実施



図—1 システムの概念図

場所	F9
部位	1段目
自主検査者	清水太郎
立会検査者	
検査項目	
打継ぎ処理はできているか	☐ 合
ゴミ(異物)は落ちていないか	☐ 合
型枠の固定、設置状況	☐ 合
鉄筋の固定状況	☐ 合
水が溜まっていないか	☐ 合
登録	
写真	

生コン受入検査	
場所	F9
部位	1段目
プラント	茨城太平洋生コン
台数	1
配合	24-12-20BA
スランプ: 12±2.5cm	12.0
空気量: 4.5±1.5%	4.0
コンクリート温度(受入): 5℃～35℃	25
外気温	22
登録	
写真	



図—2 入力画面・Web画面(打設前検査)

しているが、今後はあらゆる工程検査に対応できるようにシステムを拡張する計画である。

4. 生コン受入れ検査

生コン受入れ検査は、生コン工場から出荷されたコンクリートの品質を確認する検査で、コンクリート構造物の品質を左右する重要な検査項目である。

受入れ検査の携帯電話の入力画面と、パソコンのWeb画面を図—3に示す。

受入れ検査は、スランプ、空気量などの試験結果を直接入力するもの、単位水量試験、塩化物含有量測定のように測定値を入力すると計算結果が得られるものの3種類に分かれており、それぞれについて入力後に合否判定結果が携帯電話の画面内で確認できる仕様とした。図—4に携帯電話で撮影した写真をWeb画面で示す。

本システムは写真情報も含むことから、数値だけではなくコンクリートの性状をリアルタイムで把握することができる。このため、必要に応じ専門家による品質確認も可能となる。

また、本システムを応用することにより、特殊コンクリートなどの製造管理にも有効に活用することがで

単位水量	
場所	F9
部位	1段目
プラント	茨城太平洋生コン
配合	24-12-20BA
台数	1
測定質量	23010
測定空気量	4.5
単位水量: 169±15kg/m ³	170
誤差=0 合格	
写真点数=0	
登録	
写真	

塩化物含有量	
場所	F9
部位	1段目
プラント	茨城太平洋生コン
配合	24-12-20BA
台数	1
カンタブの読み1	2.2
塩素イオン1	0.007
カンタブの読み2	2.2
塩素イオン2	0.007
カンタブの読み3	2.2
塩素イオン3	0.007
塩化物含有量: 0.3kg/m ³ 以下	0.012168
合格	
登録	
写真	

図—3 入力画面・Web画面(受入れ検査)



図—4 携帯電話で撮影した写真のWeb画面

きると考えられる。

5. コンクリート強度試験

コンクリートの圧縮強度試験は、コンクリート構造物の要求品質のひとつである強度を確認する重要な検査項目である。強度試験の Web 画面を図—5 に示す。



図—5 Web 画面（コンクリート強度試験）

本試験は、コンクリート打込み後の所定の材齢で実施する試験であるため、場合によっては同一日に複数の試験を行い、データ整理が煩雑になることも考えられる。

本システムのサーバー内では、場所と部位をキーワードとしてデータを蓄積しているため、データ整理の手間や、人的ミスを防ぐことが可能である。

6. トレーサビリティ管理

コンクリートのトレーサビリティとは「どのアジテータ車のコンクリートが、どこに打込まれたのか」という品質履歴のことである。

この管理を行う主な目的は、品質保証はもちろんのこと、施工計画通りにコンクリートが打込まれているかをリアルタイムで確認し、不具合を未然に防止することにある。また、この記録により、不具合が発生した場合の原因究明と再発防止対策を即座に実施することも可能である。

コンクリートのトレーサビリティ管理は、すべてのアジテータ車について、使用場所、時期、品質が確認できるように行うものであるが、打込み箇所とポンプ車の位置が離れている、複数のポンプ車を使用する、などの理由から正確な記録をとりながらの管理を行う

ことが難しいのが現状である。

そこで本システムでは、複数の人間が、それぞれの担当箇所個別に情報を入力することによりトレーサビリティ管理が行えるシステムを構築した。具体的には、アジテータ車の出入りを管理するポンプ車担当者が、常に出荷、現場到着、打設開始、打設終了時刻を入力し、また一方で、筒先で打込み状況を管理する筒先担当者が打込み箇所の入力を行うことにより、結果として管理責任者が任意の場所（例えば、プラントや現場事務所）においてリアルタイムにトレーサビリティを把握することができるシステムである。トレーサビリティ管理の携帯電話の入力画面と、パソコ

ポンプ車担当者

場所 F9

部位 1段目

台数 30

プラント 茨城太平洋生コン

車番 1654

使用ポンプ A

製造時刻 8:17

到着時刻 8:27

打設開始時間 8:30

打設終了時間 8:35

登録

筒先担当者

台数 30

場所 F9

部位 1段目

細部位 X BC

細部位 Y 12

層 1

登録

図—6 入力画面・Web 画面（トレーサビリティ）

図—7 自動作成された帳票（トレーサビリティ）

ンの Web 画面を図—6、図—7に自動作成された帳票を示す。この膨大なデータをパソコンから入力する場合、データの照合作業などを含めると2時間程度の作業時間を要するが、本システムでは自動で Excel 形式の帳票が作成されるため、作業時間はデータをチェックする30分程度に短縮される。

7. システムの運用状況

本システムは、2006年11月～2007年2月の間、約6,500 m³の某コンクリート工事で活用した。写真—1に竣工写真を、写真—2、3に携帯電話での入力状況写真を示す。入力作業は携帯メールが使えるスキルで十分行えるが、初めて携帯電話を操作した関係者でも15分程度の練習で簡単に操作することができた。

図—8に活用した現場の平面図と、品質管理のた



写真—3 携帯電話での入力状況（筒先担当者）



写真—1 本システム適用現場の竣工写真



写真—2 携帯電話での入力状況（ポンプ車担当者）

めの人員配置を示す。平面寸法は幅約30 m、奥行き約25 mで約5 m間隔の壁で仕切られた構造である。コンクリートの打込みは3台のポンプ車で、延べ230台のアジテータ車で行った。ポンプ車ごとの打込み範囲を図中に示す。なお、同図に示した凡例はトレーサビリティ管理のための打設区画を示すものである。

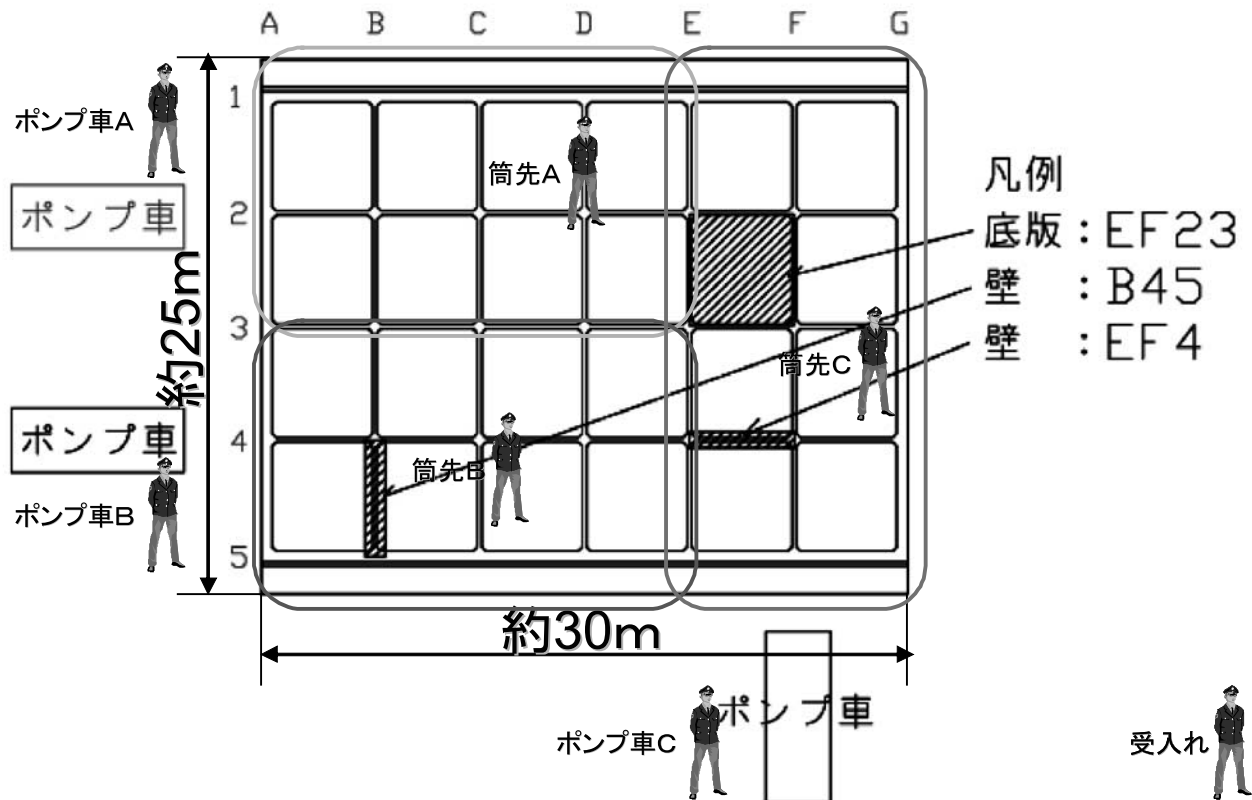
受入れ検査者は、アジテータ車の搬入経路付近で受入れ検査試験を行うため、打込み箇所とは離れた場所から品質管理データの入力を行った。

トレーサビリティ管理のための人員は、ポンプ車1台につき筒先担当者とポンプ車担当者が各1名である。ポンプ車は3台使用のため合計6名でデータの入力を行った。

つまり、コンクリート打込み時には、受入れを含め、合計7名が携帯電話を所持し、現場で施工管理すると同時に施工記録も実施したことになる。打設回数は合計22回で、取扱うデータ数が膨大であったため、特に、帳票作成作業の省力化には有効であることが確認できた。また、本社や支店の技術スタッフも自席のパソコンから打込みの進捗状況や、コンクリートの品質確認ができたため、技術スタッフによる現場への技術支援も効率的に行うことが可能であった。

本システムは、汎用性を重視して構築したため、初期の導入コストは必要なく、運用コストは、月額3万円のサーバー利用料と携帯電話の利用料だけである。このため、低コストでの活用が実現可能である。

今後は、新たに受注する土木工事案件を中心に、全国展開を図る計画である。



図—8 品質管理の人員配置

8. おわりに

コンクリート工事における品質管理情報の信頼性・透明性の確保と、データ処理の効率化を目的として、携帯電話を使用した品質管理システムを施工現場に導入した。

今後は、現行のシステムにとどまらず、コンクリート工事の主要な工程管理にも拡張する計画である。

なお、サーバー内に記録されたデータを将来的にはデータベース化し、同種工事の施工計画などに反映することも現在検討中である。

JCM A

[筆者紹介]

西岡 真帆 (にしおか まほ)
清水建設(株) 土木技術本部
先端技術部
課長代理



江渡 正満 (えと まさみち)
清水建設(株) 土木技術本部
先端技術部
課長



適性検討

- ・道路外部景観としての周辺からの調和性等の検討
- ・標識、表示機の視認性確認、デザイン検討
- ・各種新工法・架設方法などの説明・検討

図—1は、データ作成の流れと機能構造を表したもので、以下に各STEPでの概要を示す。

■STEP1：地形の形成

- ・緯度・経度で管理され、国土地理院 50 m メッシュデータから形成。任意地形、外部 3 次元地形読み込みも可能。

■STEP2：道路線形定義

- ・平面線形を定義した後、縦断線形・横断面を設定して道路を作成。
- ・複数の道を定義し、平面・立体交差を表現。
- ・橋梁・トンネル区間の設定可能。

■STEP3：道路生成・モデル配置

- ・地形上、道路の切土・盛土法面や交差点他を自動形成しながら道路を生成。
- ・生成後、周辺構造物物をモデルとして配置。
- ・モデルには動作を設定可能。

■STEP4：シミュレーションの実行

- ・様々な描画機能を用いてシミュレーションを実行。
- ・スクリプト機能によりシナリオに沿った自動プレゼンテーションも可能。

(2) 動作環境（必要システム）（表—1）

表—1 システム要件

[コンピュータ本体] PC/AT100 %互換機

[オペレーティングシステム]

Microsoft Windows NT 4.0 SP3 以降, 2000, XP

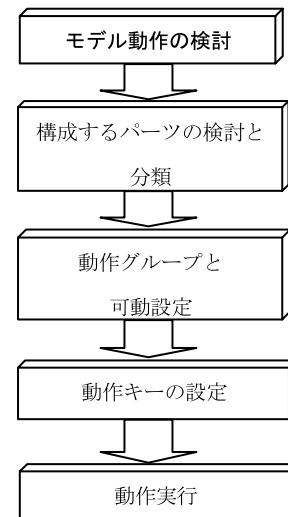
システム要件	推 奨
CPU	Intel Pentium/Celeron (クロック 2 GHz 以上)
メモリ	1024 MB 以上
ハードディスク	800 MB 以上
ビデオカード	128 MB 以上, OpenGL 対応
ディスプレイ	1280 × 1024 ピクセル以上, 32 ビットカラー
その他	DVD-ROM ドライブ, サウンドボード

3. バックホウを対象とした可動モデル設定過程

モデルの動作は、「可動モデル」機能により行う。バックホウを例にその設定方法を紹介する。可動モデルを設定するまでの過程を図—2に示す。

(1) モデル動作の検討

モデルを構成するパーツごとに実際の動作を把握

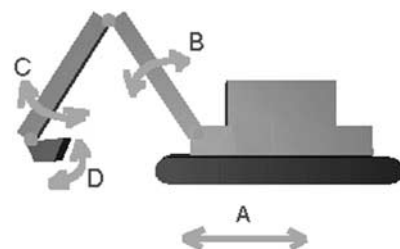


図—2 可動モデル設定の流れ

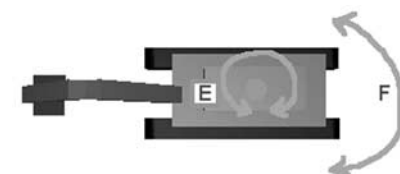


図—3 3D画面

■側面図



■上面図



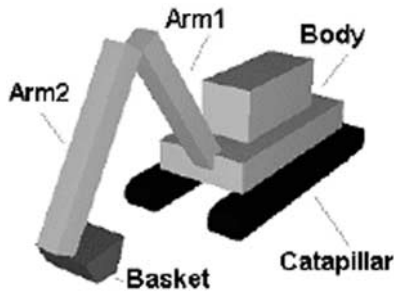
- A：建機全体の前後移動
- B：B点を基点とするアーム1の回転
- C：C点を基点とするアーム2の回転
- D：D点を基点とするバケットの回転
- E：旋回体から上部の旋回中心における回転
- F：建機全体の回転

図—4 可動モデルのパーツ

し、構成するパーツごとに、更に、パーツを階層的に設定したグループ単位ごとにその動作を整理する（図—3、4）。

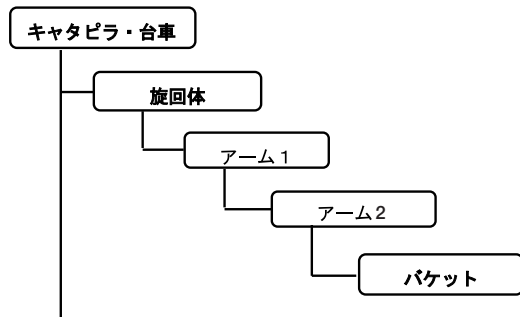
動作の基本である移動と回転設定について、任意の方向・量・順序を設定し、あらゆる動作を表現することができる。

（2）構成するパーツの検討と分類（図—5）



図—5 可動モデルのパーツ

パーツ同士の追従動作を考え、それらの親子関係を「動作グループ」として定義し、親となる部品が動作をすると、子に設定された部品が親の中で相対的な動作を行う（図—6）。



図—6 動作グループ構成

（3）動作グループと可動設定

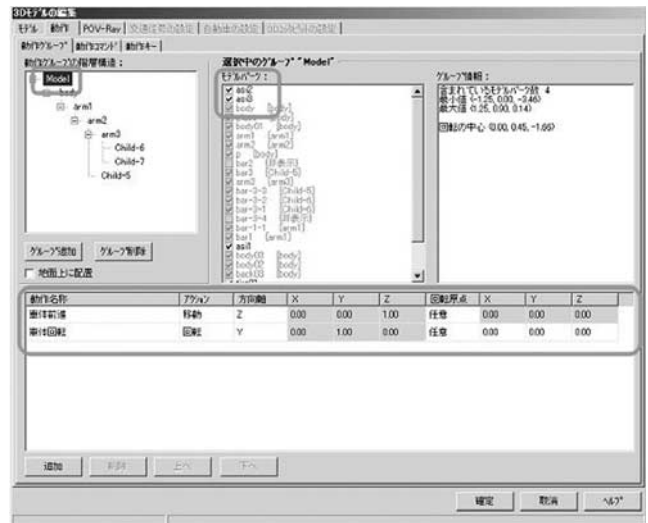
検討した動作グループとパーツごとに、前進・回転など基本動作を設定する（図—7）。

（4）「動作コマンド」の設定

「動作グループと可動設定」で設定した動作グループ名、個別パーツ名を動作順に選択し、動作コマンドとして登録する（図—8）。ここでの組合せによって、モデル動作の検討で整理した実際の動作を正確に表現する事ができる。

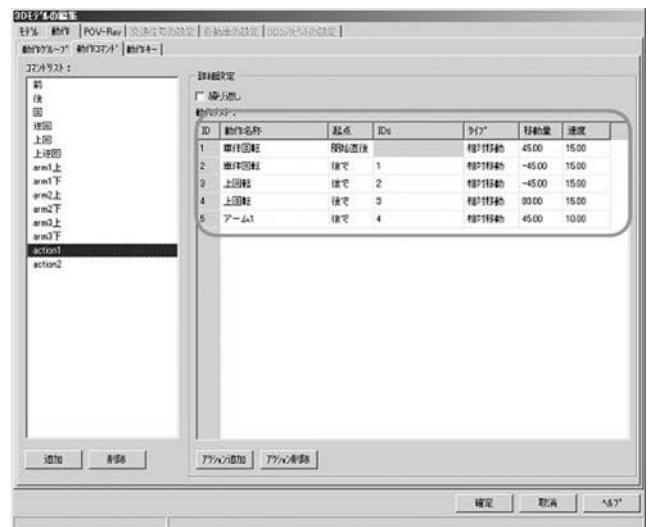
（5）動作キーの設定とシミュレーションの実行

動作モデルを操作するため、キーボードのキーに対



動作名称	アクション	方向軸	X	Y	Z	回転原点	X	Y	Z
前進	移動	X	1.00	0.00	0.00	任意	0.00	0.00	0.00
後退	移動	X	1.00	0.00	0.00	任意	0.00	0.00	0.00
車体回転	回転	Y	0.00	1.00	0.00	任意	0.00	0.00	0.00

図—7 動作グループと可動モデル設定画面



ID	動作名称	起点	IDs	タイプ	移動量	速度
1	Arm 上下	開始直後	—	絶対移動	25.00	10.00
2	Hook 上下	開始直後	—	絶対移動	- 25.00	10.00
3	Wire 伸縮	開始直後	—	絶対移動	20.00	8.00
4	Bar 伸縮	開始直後	—	絶対移動	20.00	8.50

図—8 動作コマンド設定画面

し「動作コマンド」を割り当てて作業は終了である。

作成された可動モデルを UC-win/Road の3次元空間上に配置し、キーボードのキー操作で動作シミュレーションを実行する。

4. 適用事例

可動モデルは、建機の様な実際に動く物だけでなく、

全てのオブジェクトに対し定義することができる。以下に、代表的な適用事例を挙げる。

■事例1：新しい高架橋急速施工工法シミュレーション

近年、都市部における高架橋の工事においては、交通渋滞に代表される経済損失や、環境への影響などに対する対策を求められ、実際の事業計画段階、あるいは施工段階においては、工事関係者及び地元住民への情報の公開・共有を図る事が重要とされる。

本事例は、都市部における橋梁事業において、工事短縮と景観に配慮した新たな急速施工技術として開発された工法の施工方法、施工環境、完成イメージ等の説明・協議用として作成したシミュレーションモデルである（図—9）。



図—9 半割りアーチ梁の架設

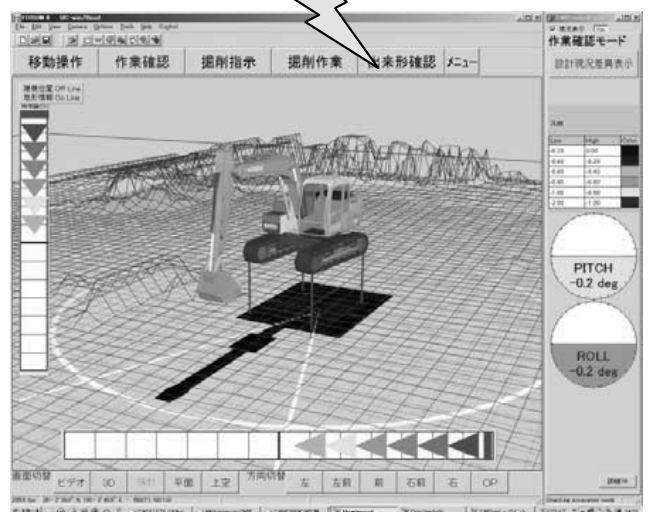
■事例2：遠隔操作マンマシンインターフェースの研究開発への適用

情報化施工への取り組みは、官・民において試行錯誤しながら進められている。

本事例は、無人化施工を始めとする、危険区域内での無人化遠隔操作による機械化施工として、現在、弊社が(独)土木研究所との共同研究中のテーマである。

遠隔操作における掘削精度・掘削作業効率を確保するためには、建設機械の作業状況をオペレータに伝える方法の良否が常に問題となってくる。本研究では、オペレータ側のインターフェイスに UC-win/Road の 3D インターフェイスを採用している。建設機械に搭載した GPS、地形レーザスキャン、ビデオカメラ装置から無線 LAN により受信した情報を、3次元 VR 空間上に現況地形形状を表現し、建機モデルにはその動作情報を定義して、リアルタイムに作業状況の確認

を行うオペレータマンマシンインターフェイスの実現を目指している（図—10）。



図—10 実際の画像と3DVR 描画画面

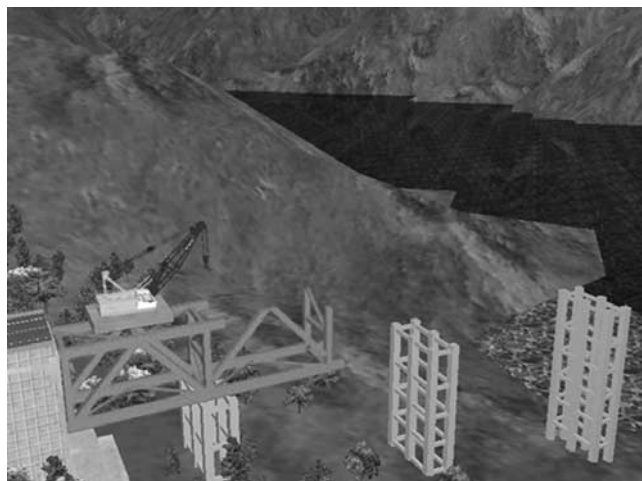
- ・ GPS 建機位置座標
- ・ ブーム／アーム／バケットの動作角度
- ・ 現況地形メッシュ（10 cm メッシュ）
- ・ 設計・現況地形メッシュの重ね合わせ
- ・ 設計・現況の差異表示機能

■事例3：自然と調和した橋梁計画シミュレーション

自然豊かな山間部に架橋される鋼トラス橋の施工段階における架設工法説明と、周囲景観とマッチした橋梁彩色の比較検討を行うために作成した。架設工法説明では、建設機械だけでなく、橋梁の細かい部品モデルにも可動設定を行い、橋体工の施工ステップを詳細に追うことが可能。完成後の状態では、橋梁全体の施工前、後の状態を瞬時に切替え表示し、周辺景観に溶け込む橋体の色の検討を行った（図—11）。

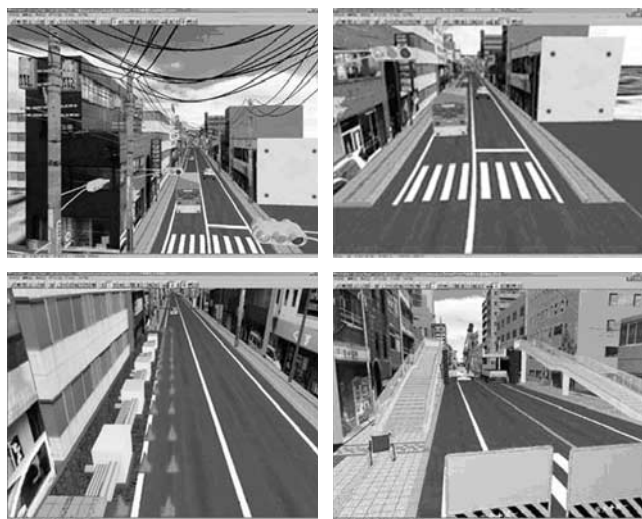
■事例4：幹線道路の無電柱化実現イメージ

国土交通省が推し進める「無電柱化推進計画」（平成 16 年 4 月）（電線類地中化計画ともいう）では、市



図—11 俯瞰した位置からの施工状況確認画面

街地幹線道路を対象とした無電柱化をこの5年間でほぼ倍増させる計画で進行中である。本事例は、ある町の幹線道路を対象とし、無電柱化実現までのイメージを作成したモデルで、地域住民への説明及び工事に関する情報提供媒体として利用するために作成された。歩道部を妨害している現況を再現した後、電柱撤去、及び地中化までの施工過程をシミュレーションで作成し、完成後のイメージを表現した。歩行者視点による歩道部の歩行イメージなど、3Dシミュレーションを行った事での新発見もあり、その有効性が高く評価された（図—12）。



図—12 電柱撤去前・後他画面

5. おわりに

以上、建設・施工分野においても、3次元という観点だけでなく、シミュレーション自体の活用による有効性は改めて言うまでもない。今後は、ユーザにとってそれらが如何に扱い易いかであろう。

最後に、「UC-win/Road」は、走行シミュレーションを基本とした多くの機能を持っており、以下に主要な機能を記述しておく。

①3次元道路設計CADとのデータ連動（LandXML）

により3次元データの自動生成（道路線形・地形）

②道路走行マニュアルドライブ機能

③リアルタイムな天候・気候等の景観制御機能

④交差点での交通ルート、信号制御による交通流シミュレーション

⑤スクリプティングによる表現豊かなプレゼンテーション機能

⑥ユーザカスタマイズ可能な開発キットオプション

これまで多くのケースで利用されてきた「UC-win/Road」であるが、データの作成手法や操作方法の改善などの課題も残っている。それらを含め、今後、様々なシチュエーションに応えるための機能拡張を行い、現在以上に、作りやすく、簡単に使い、よりリアルで解りやすいソフトとして充実させていきたいと考えている。

とかく、現状における3次元技術の導入は、「難しい」「高価」と敬遠されがちだが、本報告での事例を参照され、微力でも冒頭に述べた社会的課題の解決手段、及び3次元技術の利用が進むきっかけになれば、幸いである。

J C M A

《参考文献》

- 1) 作業機械の遠隔操作におけるマンマシンインターフェースの開発，独土研企第3号（2007.4）
- 2) 田中成典監修：できる！使える！バーチャルリアリティ～3次元VRの街づくり UC-win/Road 入門～（2006）

【筆者紹介】

田代 則雄（たしろ のりお）
 ㈱フォーラムエイト
 技術サポートグループ
 グループ長



情報化施工支援機器「AccuGrade」の活用事例

河 埜 修 次・松 村 秀 雄・山 本 茂 太

最近の建設機械を取り巻く環境を見ると、地球温暖化に伴う CO₂ 削減化対応として、排出ガス規制適合／低燃費型建設機械の開発、高齢化、熟練オペレータ不足対応として、操作性／安全性の向上、機械管理／施工管理の効率化を可能とする、IT（Information Technology）製品の開発等が重要となっている。米国キャタピラー社はこれらニーズに対応すべく、建設機械本体の開発はもとより IT 製品の開発にも積極的に取組み、2002 年に測量機器メーカーの米国トリンブル社と合併企業・CTCT（Caterpillar Trimble Control Technologies）を設立し、レーザー／超音波／GPS／トータルステーションを利用して、ブルドーザやモータグレーダ等の作業装置をより高い精度でコントロールする「AccuGrade」（和名：アキュグレド）システムを開発し、情報化施工への対応を図っている。今回はこの「AccuGrade」システムの特徴、施工および精度検証実験事例、今後の課題などを紹介する。

キーワード：情報化施工，IT 施工，自動施工，GPS，レーザー，トータルステーション

1. 「AccuGrade」システムの特徴

（1）システムの概要

キャタピラー社で導入済みの「AccuGrade」システムラインアップを表―1 に示すが、一部日本へ未導入のものもある。5 種類のシステムの中から、機種、使用目的に応じて選択することができ、GPS および ATS は 3D 対応型である。

（2）ARO（AccuGrade Ready Option）仕様

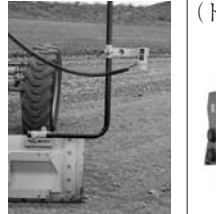
装着する車両には、作業装置を自動でコントロールする「ARO（AccuGrade Ready Option）仕様」を予め新車アタッチメントとして装着し、パワーモジュール、油圧バルブモジュール、ハーネス配線といった車

輛内部に組み込む必要のある部品を、工場生産時にラインで装着して出荷する。これにより、現場での装着作業が最小となり、ユーザにとって追加コストとなる装着費用と時間を短縮できる。また、油圧ラインに対する粉塵などの汚染の侵入、ハーネス配線の誤結合などを防止することができるため、システムの信頼性も大幅に向上する。

（3）デュアル GPS デザイン

デュアル GPS デザインとは、ブレードの両端に GPS アンテナレシーバを装着することである。ブルドーザの掘削や押土作業の際、基点とするのは排土板

表―1 「AccuGrade」システム一覧

	Laser	GPS	Sonic	ATS (トータルステーション)	Cross Slope アングルセンサー ロータリセンサー
					
精度の目安	± 5 mm	± 30 mm	8 mm	± 5 ～ 10 mm	0.1° 又は 5 ～ 8 mm
モータグレーダ	○	○	○	○	○
中・小型ブルドーザ	○	○			
大型ブルドーザ		○			
油圧ショベル	△	△			

(ブレード)の両端であるが、デュアル GPS デザインでは GPS アンテナレシーバをこの両端直上に位置させることになり、あらゆる作業条件で精度の高い作業を可能とする。もし、GPS アンテナを両端ではなく中央部に位置した場合、排土板の両端部の位置を計測するには、他のセンサーの情報も組み合わせて予測演算することになり、誤差の大きな要因となる。また、デュアル GPS システムでは GPS アンテナレシーバ同士が離れているので、車輛の進行方向や姿勢の計測に対しても高い精度を確保できる利点がある。

(4) シンプルなシステム

システムの信頼性と装着の容易性を両立させるため、「AccuGrade」は非常にシンプルなシステム構成となっている。構成されるコンポーネントは図—1の通りである。運転席内部に装着されるコンポーネントはコントロールボックスとライトバーのみであり、インストール作業も簡単で、オペレータの視界も最大限確保される。また、各コンポーネントは CAN (Controller Area Network) ハーネスを用いて直列に結合されているので、配線の結合作業も最小限となっている。

(5) システムの拡張性

前述の通り、全てのコンポーネントは CAN ハーネスによって結合されているため、導入済みのシステムをアップグレード（例えばレーザシステムから GPS システムへ）することが容易となっている。この場合、車輛内部の改造を伴わず、車輛外部のセンサー、コントローラを交換するのみでアップグレードできる。



GPS アンテナレシーバ



コントロールボックス



ブルドーザにインストールされた状況

図—1 「AccuGrade」システムコンポーネント (GPS システムの例)

(6) 信頼性の高い堅牢なコンポーネント

「AccuGrade」のコンポーネントは、前述の通りキャタピラー社とトリンブル社の合弁企業 CTCT によってデザインされているが、耐久性のテストはキャタピラー社の建設機械の開発テストに準じて実施されており、高い耐振動、耐環境性能を有している。

2. 海外における事例

(1) 海外の市場動向

日本においては未だ普及途上の GPS マシンコントロールシステムであるが、海外では欧米を中心に普及が進み、建設機械の販売台数に対する装着率が向上している。先にドイツで開催された BAUMA2007 においても、測量機器メーカー各社はもとより建機メーカーも意欲的にマシンコントロールシステムを装着した建設機械を出展していた (写真—1)。

キャタピラー社とトリンブル社の調査によると、欧州における販売車輛への装着率はモータグレーダで約 70～90%，ブルドーザで約 20～30%，油圧ショベ



写真—1 BAUMA2007 の展示車輛

ルで約5%に達している。特に北欧諸国では、政策的に油圧ショベルへの導入を推し進めており、既に約8,000台へ装着され、その内約1,000台程度はGPSを活用したものであるという。全世界での装着率は、モータグレーダで約10%、ブルドーザで約5%、油圧ショベルで約1%程度である。また、市場規模を表す販売金額は約350億円とみられている。

ユーザへマシンコントロールシステム導入の利点についてアンケート調査したところ、以下のような回答であった。

- ・生産性向上 68%
- ・コスト低減 57%
- ・工期縮減 48%
- ・品質向上 23%
- ・疲労軽減 10%
- ・その他 10%

施工能力の向上など施工コストに直結する点に、メリットを感じていることが判る。

測量機器メーカ各社は、既に稼動している車両に対する後付け可能なシステムの販売にも注力しているため、今後市場規模および建設機械に対する装着率は、共に確実に伸長すると思われる。

(2) 海外施工事例

(a) モータグレーダによる大規模駐車場造成工事

米国ジョージア州の物流会社が発注する大規模倉庫に付随したトラックターミナル造成工事。約60万m³の土量を動かし、20万m²の駐車場を造成する。GPSシステムを装着したCAT 12H (3.7m級) モータグレーダによって自動制御による整地を行った。その結果、全面において誤差約1.25cmで仕上げることができた。これは管理基準の1/3の精度であり、ほぼ全て一回のパスで作業を行っていた。

(b) ドバイ F1 サーキット建設工事

ドバイオートドロームはF1に認定されたレーシング・トラックであるが、その建設工事にはATSシステムを装着したCAT モータグレーダが使用された。工事着工前の施工許容値は、路床レベルで±25mmであったが、最終的にATSを装着したモータグレーダは±3mmで路床を仕上げ、通常10時間掛かる作業を4時間で終わらせたため、多くのコストを節減することができた(写真—2)。

(c) ゴルフ場およびリゾート地造成工事

ニュージーランドにおける18ホールのゴルフ場と250軒の別荘地を造成する工事にマシンコントロールシステムを装着した複数の建設機械を使用。その結果、



写真—2 ドバイにおける施工状況



写真—3 ニュージーランドにおける施工状況

測量費の85%および盛土材運搬費の35%を低減し、工期を6ヶ月短縮した(写真—3)。

3. 当社における施工精度検証実験

(1) 実験の概要

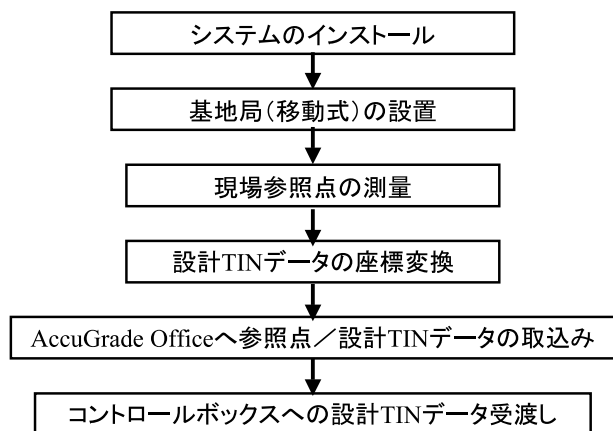
当社秩父デモンストレーションセンター(埼玉県秩父市)に所在する21t級ブルドーザD6RシリーズⅢに、GPSによるマシンコントロールシステム「AccuGrade GPS」を装着し、変化点の多い形状を持つ地形の施工精度を検証した。D6RシリーズⅢの基本的なスペックは表—2の通りである。

表—2 CAT D6R Ⅲ 湿地車 (LGP) のスペック

運転質量 kg	21,700
全長(全装備) mm	5,725
全幅(全装備) mm	4,065
全高(キャブ上端まで) mm	3,245
ブレード幅 mm	4,065
エンジン名称	CAT C9 ディーゼルエンジン [ACERT]
定格出力/回転数 kW(ps)/min ⁻¹ (rpm)	149 (203)/1,850
排気量 cc	8,800
接地長 mm	3,260
シュー幅 mm	1,000
接地圧 kPa (kgf/cm ²)	33 (0.33)
最低地上高 mm	450

(2) 施工前準備作業

実際に施工を行う前に必要な準備作業の流れは、図—2の通りである。以下に順を追って作業の内容を説明する。



図一 2 施工前準備作業の流れ

(a) システムのインストール

本機は ARO 仕様であるため、機体内部に組込む必要のあるパワーモジュールと油圧バルブモジュール、ハーネス配線は工場出荷時に既に取付けられている。よって、今回現地で装着したコンポーネントは GPS アンテナレシーバ、アンテナマスト、チルトセンサー、コントロールボックス、無線通信機といった外装品のみであり、数時間で装着が完了した。装着後は、自動で行われる油圧バルブのキャリブレーションを実施し、GPS アンテナレシーバと排土板の位置計測を行った後、計測した数値をコントロールボックスへ入力する。

本システムでは、上述の車輛へ装着するハードウェアの他に、三次元設計データをシステムへ取込むソフトウェア AccuGrade Office を PC へインストールする必要がある。本ソフトは様々な CAD データから TIN (Triangle Irregular Network) を取込み、断面図や 3D シミュレーション表示でデータをチェックし、AccuGrade システムへ TIN データを受け渡す機能を持つ。対応している CAD データとしては AutoCAD の DWG/DXF ファイルのほか、Micro Station の DGN ファイル、LandXML 形式などがある。

(b) 基地局の設置

基地局には簡易型である移動式のほか、固定式と中継型 VRS (Virtual Reference Station) 方式の 3 種類がある。固定式とは、三角点から計測して求めた正確な場所に GPS 受信機を固定設置する方式で、絶対座標でシステムを運用することが可能となる。同じく、自らは基地局を設置せず、VRS プロバイダから補正情報を購入して位置座標を求める中継型 VRS 方式も絶対座標での運用となる。今回は、仮の基準点に基地局を設置する移動式を用いたため、ローカル座標系でのテストとなった。

(c) 現場参照点の測量

上述の通り、今回は基地局を移動式としたため、システムのローカル座標系を現場のローカル座標系に一致させる必要がある。そこで参照点を 4 点設置し、システムと現場それぞれのローカル座標値を計測した。

(d) 設計 TIN データの座標変換

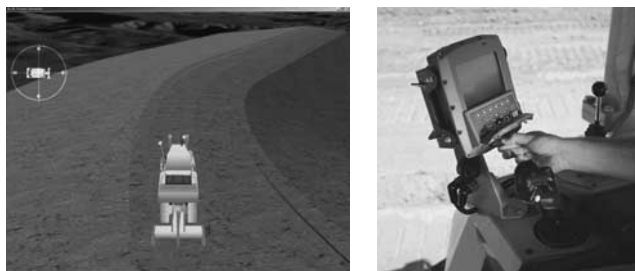
CAD を用いて、設計 TIN データを設計時に用いた座標系から現場ローカル座標系への変換を行う。もちろん設計時から現場ローカル座標系を用いた場合には、本作業は不要となる。

(e) AccuGrade Office へ参照点/設計 TIN データ取込み

AccuGrade Office にて、計測した 4 つの参照点を座標系変換用に設定し、設計 TIN データの取込みを行う。取込んだ TIN データは施工イメージを把握するために、3D シミュレーション表示機能で概略形状を確認しておく (図一 3)。

(f) コントロールボックスへ設計 TIN データ受渡し

最後に設計 TIN データをコントロールボックスへ受渡し、施工する設計データを選択して施工準備完了となる。データの受渡しは CF (Compact Flash) カードで行い、施工中はコントロールボックスに差し込んだままとなる (図一 3)。尚、海外では無線通信を利用し、リアルタイムで設計データの更新などが可能となっている。

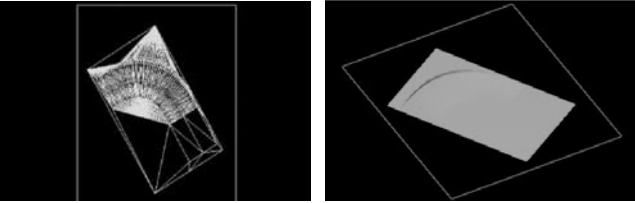


図一 3 AccuGrade Office の画面と CF カードの挿入

(3) 施工精度検証実験

(a) 施工計画地形

インストール完了後、計画高と施工高の差異を確認するため、テスト施工を行った。施工形状は、直線部は水平、屈曲部に横断勾配のついた変化点の多い道路地形を用いた。施工後には、それぞれ約 100 点の確認測量を行った。図一 4 は、施工計画の上面図とアイソメ図である。外枠は現場ローカル座標の標高 0 m 水平面であり、三角形要素の集まりが設計 TIN データである。



図一4 カーブ道路（左：上面図，右：アイソメ図）

(b) 施工精度

写真一4は施工後の出来形写真であり、表一3は施工計画における計画高と施工高の差異を統計処理した結果である。



写真一4 施工後出来形写真

表一3 計画高と施工高の差異 (m)

施工計画	平均	最頻値	標準偏差	最大差異
カーブ道路	-0.033	-0.025	0.037	0.144

テストを行った現場の地盤は、数日來の降雨により非常にゆるい状態であり、施工面はブルドーザのクローラの跡が残った状態であった。そのため、計画高に対し測量した施工高が平均4 cm程度低い値となった。一方、施工精度とみなすことができる標準偏差については、概ね3.5 cmの値を示しており、土場の状態やオペレータが初トライであったことなどを鑑みれば、非常に良好な結果であったと考える。

4. 今後の課題

これまで紹介した通り、「AccuGrade」は全世界で広くユーザに受け入れられ、施工精度も非常に高いシステムである。メーカー純正アタッチメントとして高い信頼性も有するこのシステムを、一刻も早く国内市場に導入したいと当社は考えている。導入に際しては、通常の建設機械と同様のアフターサービスを提供する必要がある、部品供給体制や社内教育などユーザに安心して使用してもらえる環境を現在整備中である。

現在の情報化施工においては、如何に施工形状を計画形状と差異なく仕上げるかが主題となっており、建設機械のマシンコントロールやガイダンス機能においても施工精度向上のための様々な開発が行われている。しかし、三次元で車輛の位置を把握できるシステムを活用することにより、現場内の安全に対して寄与できることも多いと考える。現在でも、測量に従事する作業員が現場内に立ち入る機会が減少することで、安全性が向上していると評価するユーザは多い。今後は、計画形状に従って受動的に車輛を誘導、自動施工させるだけではなく、作業禁止区域や制限高さに近づいた場合に自動停止するなど、積極的に車輛を制御するシステムも実現されるであろう。「AccuGrade」自身も進化を続けており、建設分野の一端に従事する者として、こうしたシステムを提供することで現場の施工効率向上と安全性の向上に貢献していきたいと考える。

最後になるが、「AccuGrade」導入においてご助力頂いている(株)ニコン・トリンブル社各位に厚く御礼申し上げます。

J|C|MA

〔筆者紹介〕
河埜 修次（こうの しゅうじ）
新キャタピラー三菱(株)
販売企画部
商品企画グループアカウンティングマネージャー

松村 秀雄（まつむら ひでお）
新キャタピラー三菱(株)
販売企画部
商品企画グループ主任

山本 茂太（やまもと しげた）
新キャタピラー三菱(株)
直販部

特別報文

海洋コンクリート構造物の アセットマネジメントシステムの開発事例

前 田 敏 也

近年，昭和 30 ～ 40 年代の高度成長期に建設された社会資本が寿命を迎えるのに伴い，蓄積された膨大な社会資本ストックに対する効率的な維持管理手法の確立が望まれている。その手法の一つとして，空港・港湾施設の海洋構造物など，塩害による劣化を受けやすいコンクリート構造物を対象にしたアセットマネジメントシステムの開発事例を紹介する。すなわち，塩害に関する調査結果から鋼材の腐食や耐力の低下を定量的に予測し，供用期間中の補修・補強費用を算定する。これを複数の構造物，あるいは部材を対象に行うことによって統合管理するとともにデータベース化し，LCC（ライフサイクルコスト）の最小化や平準化を図るものである。

キーワード：アセットマネジメント，海洋コンクリート構造物，統合管理，劣化，LCC

1. はじめに

空港・港湾施設をはじめ，高度成長期に急速に整備された社会資本の供用年数が 50 年を迎えるのを目前に，蓄積された膨大な社会資本ストックの安全性や機能性を確保するための効率的な維持管理手法の確立が急務である。特に，1980 年代のいわゆる“荒廃するアメリカ”や，昨今の諸外国における落橋事故など，わが国にとってもはや対岸の火事では済まされない時期にきていると言っても過言ではない。

このような状況の下，塩害による劣化を受けやすい港湾構造物については，これまでに調査や補修に関するいくつかの指針類¹⁾が制定されてきたことに加え，2007 年には港湾施設の維持管理計画策定に関する考え方²⁾が新たに示されるなど，今後は維持管理がますます重視される動向にある。さらに，長期的な観点から，構造物の初期建設費に供用期間中の維持管理費等も含めた LCC（ライフサイクルコスト）の考えや，限られた財源で複数の構造物を効率的，計画的に維持管理しようとするアセットマネジメント手法の導入が各方面で検討され，橋梁など一部の道路構造物を対象として既に実用化されている例もある。

本報は，様々な構造物の劣化のうち，栈橋や護岸などの海洋コンクリート構造物を対象に，代表的な劣化現象である塩害および中性化による鋼材腐食を定量的に評価・予測し，その結果算定される構造物や部材ごとの LCC を集計することにより，複数の構造物，す

なわち施設全体を統合管理する LCC 最適型のアセットマネジメントシステムの開発について述べるものである。

2. システムの概要

本報で紹介するアセットマネジメントシステムの概要を図 1 に示す。システムは，各構造物の諸元，設計図書や調査，補修・補強等の維持管理履歴を記録するデータベース，各部材や構造物の LCC を算定する LCC 評価システムおよび複数の構造物の LCC を集計し，最適か否かを判定する LCC 統合部の 3 つから構成される。

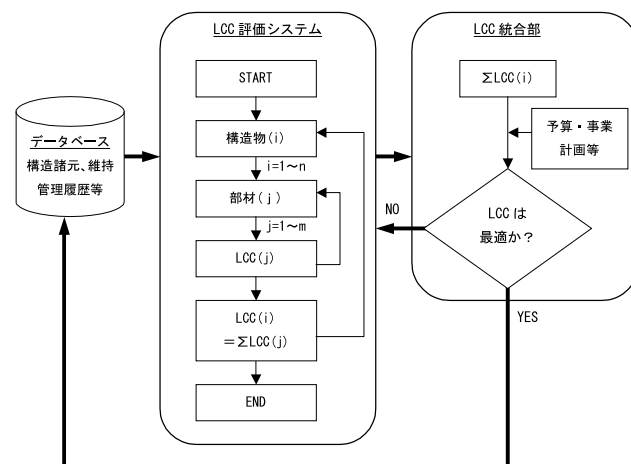


図 1 アセットマネジメントシステムの概要



図—2 データベース画面の一例（調査写真）

このうち、LCC 評価システムは、鋼材腐食による供用期間中の耐久性および耐力の低下を定量的に評価することができ、その結果を基に LCC を算定する。ここで、LCC 算定に際しては、構造物の維持管理のシナリオに基づいた複数のケースについて検討する。たとえば、重要度が高く劣化を最小限に抑えなければならない場合には、予防保全や頻度の高い補修が考えられるが、耐力が確保できれば多少の劣化は許容するという場合もある。したがって、本システムでは耐久性の低下と耐力の低下にそれぞれ許容値を設定し、LCC が最適となるような維持管理計画を立案することも可能である。

また、LCC 統合部では、各部材および構造物ごとに算定された LCC を集計し、最小化や平準化、予算や事業計画に合っているか等の最適化がなされているかを判定する。LCC が最適化されていない場合には LCC 評価システムに戻って維持管理計画の再検討を行う。

(1) データベース

本システムにおけるデータベースの特徴は、ASP 方式を採用していることである。ASP とは、Application Service Provider の略で、インターネットを介してデータセンターの支援ツール（ここではデータベースシステム）を利用する形態のことであり、ソフトやサーバーを購入する必要がないことから、低コストでシステムの導入が可能であるといった特徴がある。また、ユーザー ID やパスワードの設定により、複数の関係者が情報を共有することが可能である。さらに、ソフトの保守管理や更新、データのバックアップなどもユーザー側で行う必要がないため、システム

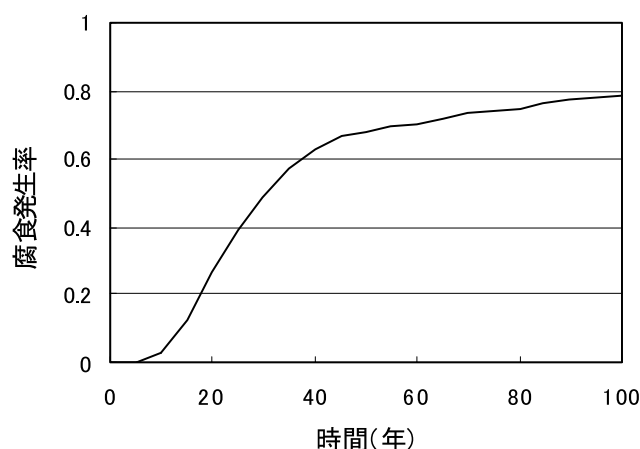
導入後のメンテナンスが省力化できる。本システムでは、対象とする各構造物の名称、建設年、設計条件などのほか、図面や計算書、写真などの資料を電子化して基本情報としている。また、点検結果や補修履歴などの結果も維持管理情報としてデータベースに保存される。これによってデータの一元化と共有化および検索の省力化が可能となるのみならず、データの逸散や紛失が防止できる。図—2 にデータベース画面の一例を示す。

(2) 劣化予測

塩害による劣化予測は、塩害の劣化要因である塩化物イオンについて表面塩化物イオン量および拡散係数を設定して行う。ここで、既設構造物において塩化物イオンの分布に関する調査結果がある場合には、調査結果からこれらの値を近似して予測に用いる。調査結果がない場合は類似の事例を参考にするか、セメントの種類やコンクリートの W/C から拡散係数を算定し、表面塩化物イオン量は海岸からの距離などから設定する³⁾。

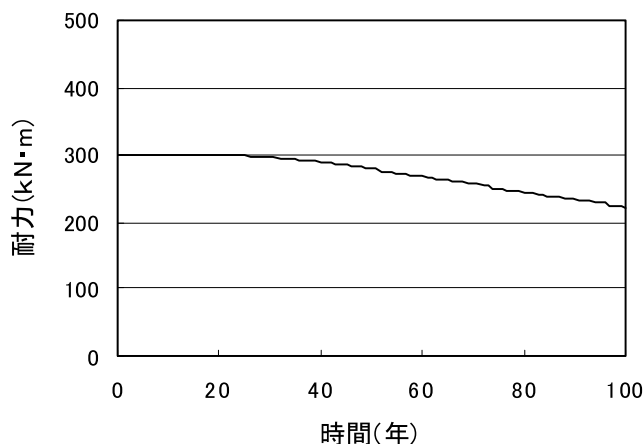
次に、設定された表面塩化物イオン量および拡散係数から Fick の拡散式により供用期間中の塩化物イオンの浸透予測を行う。また、供用期間中に表面被覆等により塩化物イオンの侵入を遮断する場合には差分法により予測を行う。鋼材の腐食はかぶりおよび塩化物イオン量に大きく影響されるが、同一のかぶりを有する鋼材でも種々の条件の違いによって腐食の進行が異なるため、ここでは鋼材の腐食発生を腐食確率で表す。同一のかぶりを有する鋼材の腐食確率は塩化物イオンの浸透によって時間の経過とともに高くなるため、塩化物イオンの浸透予測式により供用期間中の変化が予

測できる。一方、かぶりは施工上の理由等によりある程度のばらつきを有するため、一定値ではなく分布関数で表す。鋼材の腐食評価は、かぶりおよび腐食確率の分布から腐食発生率を指標として行う。ここで、腐食発生率とは、構造物に配置されているすべての鋼材のうち、腐食している鋼材の割合を表すものである⁴⁾。腐食発生率の予測例を図—3に示す。この例では、建設後20年で約20％、40年で約60％の鋼材が腐食する結果となる。なお、中性化による劣化予測は、表面塩化物イオン量と拡散係数を中性化速度係数に、塩化物イオンの浸透を中性化の進行に置き換えて同様の手法により行う。ただし、表面被覆によって二酸化炭素の侵入が遮断された後の中性化の進行はないものとする。



図—3 腐食発生率の予測例

鋼材腐食により耐力低下を生じる部材については、鋼材の腐食速度を設定して時間の経過に伴う腐食発生率と鋼材の断面減少量から鋼材の換算断面積を算定し、設計で用いる耐力算定式から耐力の低下予測を行う⁴⁾。耐力低下の予測例を図—4に示す。この例では、建設後約30年から鋼材腐食によって徐々に耐力が低



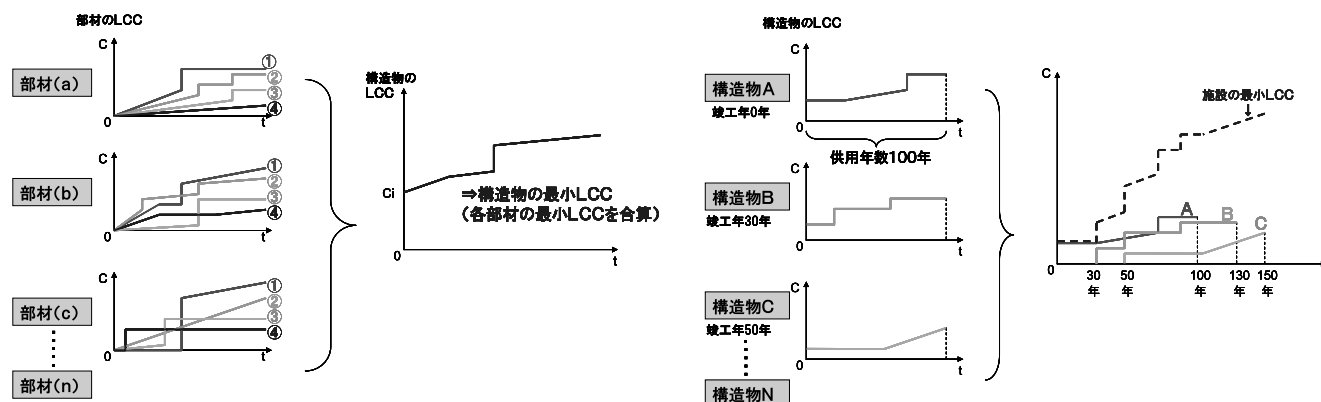
図—4 耐力低下の予測例

下する結果となる。

(3) LCC 評価

劣化予測の結果から、構造物や部材の重要度や特異性を考慮して維持管理のシナリオを設定し、LCCを算定する。LCCは必要な補修あるいは補強数量に工事単価を乗じて算定する。ここで、必要な補修数量は図—3に示した腐食発生率、また、補強数量は図—4に示した耐力低下の予測結果からそれぞれ設定する。すなわち、補修数量は対象とする部材のコンクリート表面積に腐食発生率を乗じて算定し、補強数量は耐力の増分が可能な補強部材の仕様を決定して算定する。

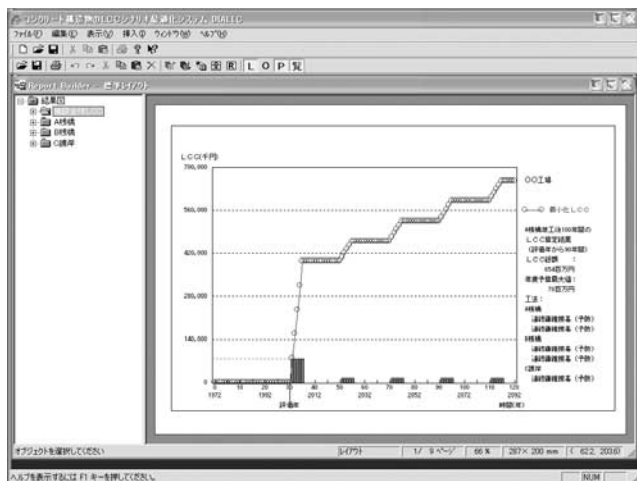
LCCは、まず維持管理の最小単位である部材ごとに算定し、各部材のLCCを合算して構造物のLCCを算出する。さらに、構造物ごとのLCCを合算して施設全体のLCCを算出する。図—5にLCC最小化の流れの概念を示す。部材のLCCはいくつかの補修工法ごとに示され、その中からLCCが最小となる工法を部材ごとに合算したものが構造物の最小化LCCとなる。さらに、構造物ごとの最小化LCCを合算したものが施設全体の最小化LCCとなる。



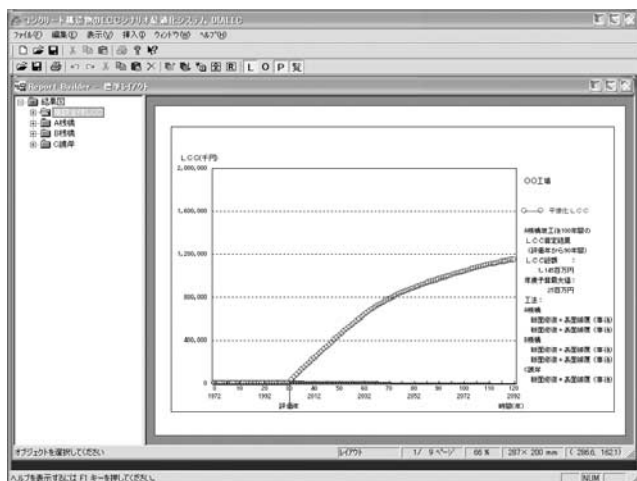
図—5 施設全体のLCC最小化の概念

(4) LCCの最適化

一般に、アセットマネジメントの導入に期待する効果の一つとしてLCCを最小化することが挙げられる。しかし、LCCを最小にするシナリオでは予防保全が有利となる場合が多く、管理する構造物が多い場合には初期の維持管理費が突出して多くなってしまう可能性がある。このような場合、LCCが最小化されなくても予算計画や事業計画に合わせたシナリオが最適となることも考えられる。図—6、7にLCC最適化の



図—6 LCCの最小化



図—7 LCCの平準化

例を示す。図—6はすべての構造物を早期に予防保全してLCCを最小化する場合の評価結果であり、初期の維持管理費が高くなっている。一方、図—7はすべての構造物を事後保全する場合のLCC評価結果であり、年度当りの維持管理費がほぼ一定となって平準化されている。この場合、長期的なLCCは高くなるが、毎年一定の予算を確保することによって施設の維持管理が可能となる。

本システムでは、定量的な劣化予測の結果からLCCを算定しているため、任意のシナリオに基づいたLCCのシミュレーションが可能であり、供用期間内にシナリオが変更になった場合でも、事業計画に合わせてLCCを最適化することができるという特徴がある。

3. おわりに

本報では、塩害および中性化を対象とした海洋コンクリート構造物のアセットマネジメントシステムの開発事例について述べた。アセットマネジメントをはじめ、構造物の本格的な維持管理に対する取り組みは始まったばかりであり、本報が今後の維持管理技術の展開のための一助となれば幸いである。 [JICMA]

《参考文献》

- 1) たとえば、(財)沿岸開発技術研究センター：港湾構造物の維持・補修マニュアル (1999.6)
- 2) 国土交通省 国土技術政策総合研究所：港湾施設の維持管理計画策定に関する基本的考え方、国土技術政策総合研究所資料〔376〕(2007.3)
- 3) 土木学会：コンクリート標準示方書〔維持管理編〕, pp.100-102 (2001)
- 4) 前田敏也・村上かおり・海野展靖・島田正文：コンクリート構造物のLCC最適型アセットマネジメントシステムの構築、コンクリート構造物のアセットマネジメントに関するシンポジウム論文集, pp.269-274 (2006.12)

〔筆者紹介〕

前田 敏也 (まえだ としや)
清水建設株式会社
土木技術本部
ライフサイクルエンジニアリング部
主査



特別報文

建築用タワークレーンのハイブリッド型 電力供給システムの開発

三 浦 拓

地球温暖化防止のための環境負荷低減対策が各産業分野で取り組まれている中、建設業における建設機械分野での取り組みとしてハイブリッドエンジンの技術開発をはじめ、アイドリングストップ、省エネ運転等の方策が展開されている。

建築用タワークレーンはもともと環境負荷の少ない建設機械であるが今回、近年急速な進歩を遂げている蓄電制御技術をクレーンの運転に必要なエネルギー（電力）の供給システムとして採用し効率的なエネルギーの活用を目指した「建築用タワークレーンのハイブリッド型電力供給システム」を開発、実用化したので紹介する。

キーワード：建築、タワークレーン、環境負荷、省エネ、ハイブリッド

1. はじめに

近年、急速な進歩を遂げている蓄電制御技術は地球環境対策の観点から各分野において環境負荷低減への取り組みに採用され、その開発が盛んに進められている。

本システムは建築の生産性向上と地球環境保全活動に期待される新しい機械システムをエネルギーの効率活用という観点から開発したものである。

2. 開発の背景

地球温暖化防止に向けて先進国の温室効果ガス排出削減約束を取り決めた京都議定書の目標期限のスタートがいよいよ来年に迫り、建設業においても2010年を目途にCO₂の排出量を12%削減する目標を掲げ、その実現に向けて様々な取り組みが進められている。

「建設業自主行動計画－地球温暖化防止対策」の中でクレーンに関連する次のような実施方策が述べられている。

- ①省エネルギー性に優れる建設機械、車両の採用促進
 - ・エネルギー効率に優れた建設機械、車両の採用促進
 - ・作業内容に適応した建設機械、車両の採用促進
- ②高効率仮設電気機器等の使用の促進
 - ・作業所におけるエネルギー効率の高い機器及び工具の使用促進

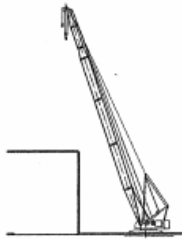
建築用クレーンを駆動エネルギーで大別すると、電

気駆動の定置式タワークレーンとエンジン駆動の移動式クレーンに分けられる。タワークレーンはもともと環境負荷の少ない機械であり、上記の地球温暖化防止策の一つである作業内容に適応した建設機械となりえるものであるが、利便性において移動式クレーンより劣る部分があるため、機種選定に際しては移動式クレーンが採用され易い傾向にある。

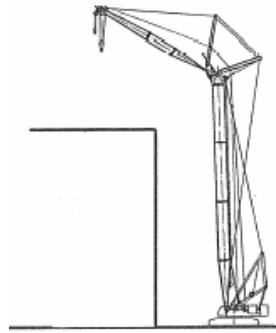
建築現場におけるクレーンの機種選定は建物の規模、構造、工期などの条件により定置式、または移動式のいずれかに決められ概ね以下のケースとなる。

- ・建物高さが30 m以下の低・中層建物の工事には工事敷地の余裕度にもよるが現場への搬入、搬出、組立、解体、現場内の移動性、駆動源の実装、据付性などの利便性を活かし移動式クレーンが使用されるケースが多い（図－1）。
- ・建物高さが60 m程度までの高層建物工事には定置式のタワークレーンが比較的多く使用されるが諸条件によっては大型の移動式クレーンが使用される（図－2）。
- ・上記以外の超高層建物の工事には揚程の高いタワークレーンが使用される（図－3）。

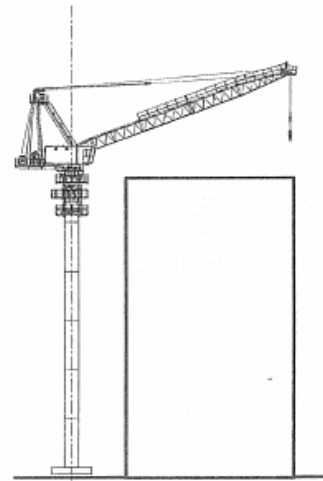
しかしながら移動式クレーンでは最近、公道上を自走または搬送するときの車両重量規制の厳格化（2004年国土交通省発表）による分割搬送からの運行経費、組立解体手間の増加、第3次排ガス規制の強化によるオフロード機械への規制対象の拡大、転倒事故に対する安全性向上の指導強化などの課題を抱えてきてお



図一 移動式クレーン



図二 大型移動式クレーン



図三 タワークレーン

り、その利便性も問われ始めている。

このような移動式クレーンを取り巻く環境の変化がタワークレーンに対する利便性の向上ニーズとして高まってきている。本システムはエンジン系クレーンに比べて環境負荷が極めて少なく、安全性の高いタワークレーンの強みを活かし、エンジン系クレーンに劣る部分を改善することでその領域をカバーする代替機として普及し、タワークレーンが有効活用される機械に革新するものと考えられる。またこれらの技術は関連産業の技術水準の向上と高度化に寄与するとともに社会的課題に対する解決の一端を担い、低生産性分野のタワークレーン製造業としての活性化を図るためにも必要なシステムと考える。

3. システムの概要

(1) 主要性能

本システムはクレーン運転時、商用電源からの所要エネルギーを予め決められた電力（通常契約電力）以内にコントロールし、効率的かつ安全に蓄電装置のエネルギーと併用制御する以下の性能を有する。

- ①クレーン運転時の一般的動作パターンで最も不利となる条件のもとで計算された所要電力が商用電源側（以下商用側という）において、その計算値の50%以下になること。
- ②クレーン作業中において蓄電装置容量が上限または下限を超えた場合あるいは双方どちらかに異常が発生した場合においてもシステムを安全な状態に保ち、クレーン性能を極力低下させることの無い包括的安全制御システムであること。

(2) システム構成と基本仕様

本システムの主要構成機器とその基本仕様を以下に示す。

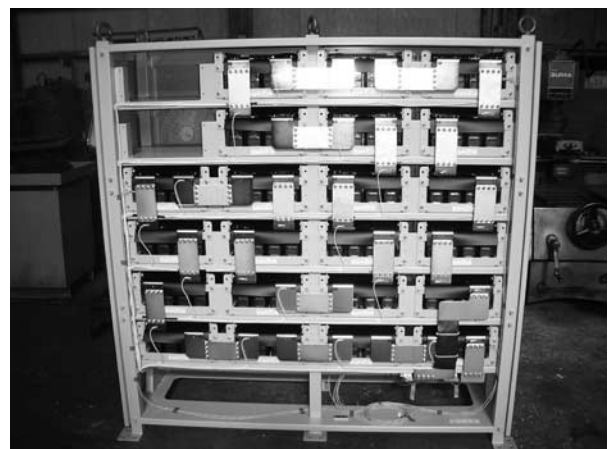
①蓄電装置（電気二重層キャパシタ）（写真—1）

1セル	2.3 V	3200 F
ユニット数	264 個 × 2 台 = 528 個	
総電圧	2.3 V × 264 個 = 607 V	
最大貯蔵エネルギー	2.0 MJ × 2 = 4.0 MJ	
使用温度	- 25 ~ + 40 °C	
充電時間	16.8 kW/秒	
寿命	+ 25 °Cで50万サイクルまたは10年以上	

②充放電装置（DC/DC コンバータ）（写真—2）

・入力特性（キャパシタ側）

定格容量	250 kW（最大 300 kW）
定格電圧	DC 0 V ~ DC640 V
定格電流	DC350 A 連続
過負荷耐量	150 % 60 秒および DC600 A 2 秒



写真—1 電気二重層キャパシタ

- ・出力特性 (DC リンク側)
 - 定格容量 250 kW (最大 300 kW)
 - 定格電圧 DC550 V ~ DC730 V
 - 定格電流 DC350 A 連続 (最大 450 A)
 - 過負荷耐量 150 % 60 秒および DC600 A 2 秒
- ・使用環境
 - 環境 屋内
 - 相対湿度 5 ~ 95 % RH (但し結露なきこと)
 - 保存温度 - 20 ~ + 60 °C
 - 動作温度 - 10 ~ + 45 °C
- ・制御回路電源 AC200 V ± 20 % 50/60Hz



写真一 2 DC/DC コンバータ

③ クレーン制御装置

- 巻上用 37 kW インバータ + ダイオードコンバータ
- 起伏用 15 kW インバータ
- 旋回用 3 kW インバータ

(3) 特徴

本システムの特徴を以下に示す。

- ①蓄電装置 (以下キャパシタという) の電圧監視および商用電源の電力監視によりそれぞれの規定値, 制限値を任意に設定できることでクレーンの作業パターンに合わせた効率的なエネルギー制御ができる。
- ②キャパシタの蓄電量が予め設定した規定値, 制限値に達した場合, システムがデマンド制御を行いクレーン

ン動作に制限を与えるが, クレーンが急停止することのないよう減速措置を段階的に講ずることでクレーン能力を極力低下させることがなく, またクレーン運転者の緊張感の緩和にも有効な制御である。

- ③キャパシタの蓄電量が少量になった場合でもクレーン作業待機中, または休止中の時間を利用し商用側から随時急速充電ができる。

4. 具体的な性能確認

本システムの具体的な性能を検証するためにシステムを搭載する試用クレーンの能力を設定し, その目標性能を下記の通り掲げ試験を行った。

試用クレーンは低・中層建築工事に使用される 60 tm 級クライミングクレーンを採用することとし, その能力は表一 1 の通りである。

表一 1 クレーン能力表

ジブ長さ		22.5 m			
定格荷重		8 t	6 t	4.3 t	3 t
作業半径		8.5 m	10 m	15 m	20 m
速度	巻上	0.3 m/s ~, 0.6 m/s			
	起伏	102.0 sec			
	旋回	0.052 rad/s			
電動機	巻上	30.0 kW			
	起伏	15.0 kW			
	旋回	3.0 kW			
タワー自立高		22.5 m			
全負荷容量		50.4 kW			

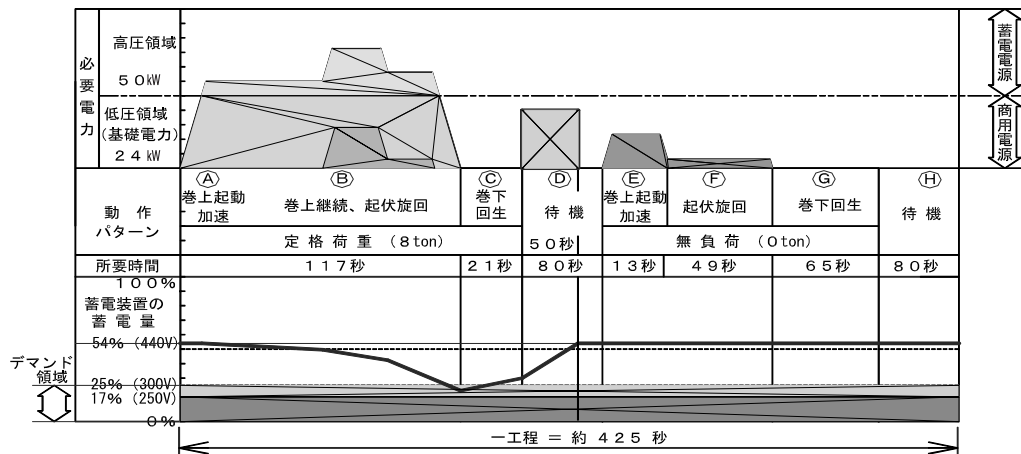
試用クレーンの能力に基づいた具体的なシステムの性能を以下の通りに設定した。

- ①商用電源の供給電力を監視(測定)し, 一定量(24 kW)以下に制御する。
- ②商用電力が 24 kW を超える場合, キャパシタから不足エネルギーを供給する。
- ③蓄電量が 25 % 以下に降下した場合は起伏・旋回モータにデマンド制御を行う。
- ④蓄電量が 17 % 以下に降下する場合はキャパシタからの供給を停止して商用電力単独制御とし, 巻上モータには速度制限, 起伏・旋回モータは停止させる。

図一 4 は試用クレーンの一般的動作パターンに基づいた所要電力とキャパシタ蓄電量の推移をシミュレーションしたものである。

(1) 性能試験

上記の性能確認に際し, 商用側の電力供給制御値とキャパシタの初期充電値, 充電停止レベルおよびキャ



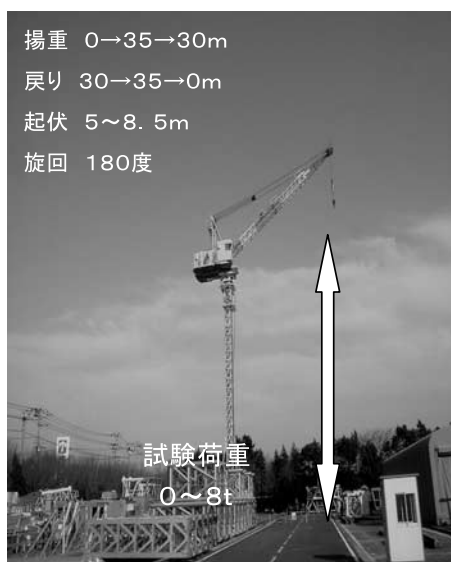
図—4 所要電力と蓄電装置蓄電率のモデルシミュレーション

パシタ蓄電率規定値を以下の通りに設定した。

- ・商用側電力供給制御値 24 kW
- ・初期充電値 440 V
- ・充電停止レベル 550 V
- ・蓄電率規定値 デマンドレベル 1 300 V (25 %)
- デマンドレベル 2 250 V (17 %)

また負荷条件は試験荷重を 0 t, 3 t, 4 t, 5 t, 6 t, 7 t, 8 t の 7 種類とし、巻上下げ揚程は 35 m, ジブの起伏動作を作業半径で 5 ～ 8.5 m, 旋回動作は 180 度で行った。

試験方法としては荷重を 35 m 巻上げ、ジブ起しと旋回動作後、荷重を 5 m 巻下げ、80 秒待機後空フックで元の位置に戻るといった状態を繰り返し行い、商用側の電力値とキャパシタ側の蓄電率を測定した。写真—3 に試験中の試用クレーン全景を示す。



写真—3 試用クレーン全景

(2) 試験結果

荷重 0 t (空フック) 時における商用側の電力は巻上・起伏・旋回の 3 動作でも 24 kW に達せずシステムは稼動しない。

巻下げ動作による回生は減速時に限り僅かに回生された。

荷重 3 ～ 8 t 時における商用側の電力は巻上単独運転で 24 kW を超えるのは 6 t 以上の場合であった。商用側の電力制御値 24 kW 超過時にはシステムが稼動し負荷電力制御によりほぼ 24 kW 一定に制御された。また、巻下げ時には負荷に応じた回生電力が蓄積されることを確認した。

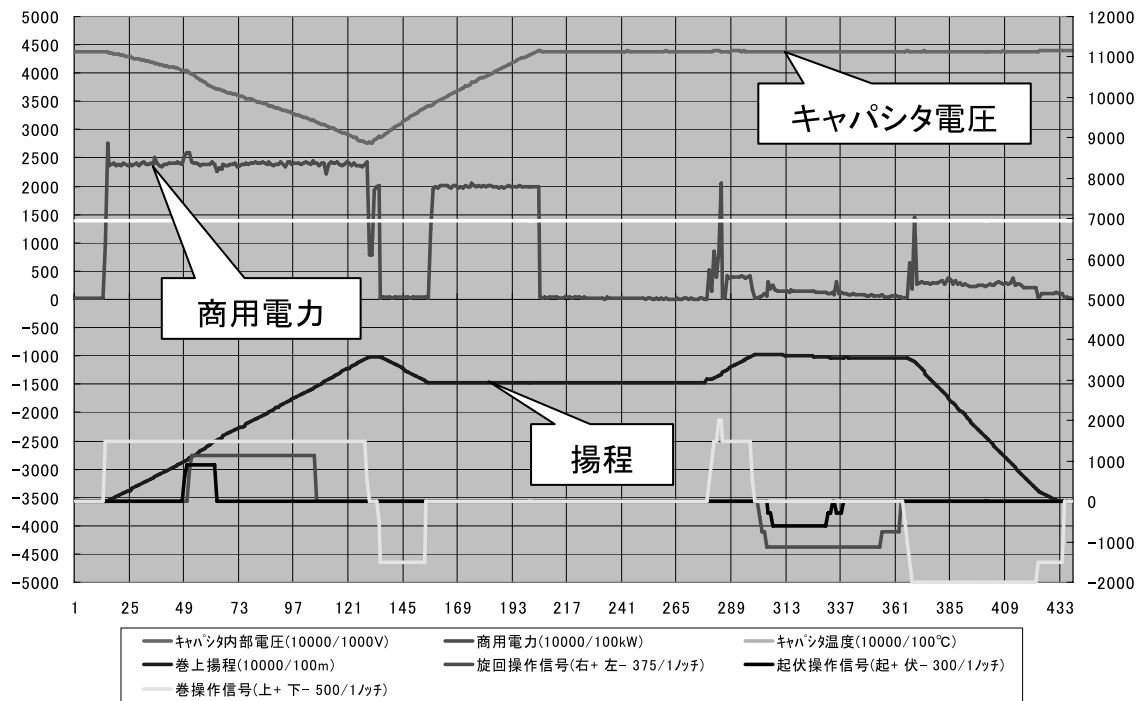
図—5 はシステム運転時系列グラフで、荷重は試用クレーンの最大定格荷重である 8 t 時の状態を示す。

時系列グラフより以下のことが確認できる。

- ・揚程 35 m を巻上げている区間において、巻上起動時および起伏旋回を加えた部分の商用電力で若干オーバーシュートが見られるが 24 kW 一定制御がされている。またキャパシタ電圧が 440 V から 276 V まで低下し、起伏旋回が速度制限されるデマンド信号が出力されることが確認できた。
- ・荷重を 5 m 下げた区間においてはキャパシタ電圧が上昇していることから、回生されたエネルギーからの充電が確認できる。
- ・巻上停止区間においては直ちに待機充電が行われ、待機充電レベルに達していることが確認できる。

(3) エネルギー回生率の確認

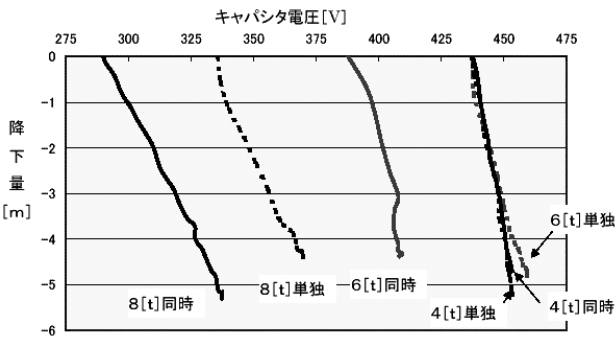
試験荷重 8 t, 6 t, 4 t の 3 動作単独運転と 3 動作同時運転において回生されたエネルギーを以下の算定式により求め、クレーン通常作業 1 サイクルあたりの全消費エネルギーに対する割合である回生率を表—2



図一五 システム運転時系列グラフ（荷重 8 t 時）

表一 二 エネルギーの回生率

定格荷重		8 t		6 t		4 t	
運転モード		単独	同時	単独	同時	単独	同時
全消費エネルギー (kJ)		4454.0	4442.2	3555.0	3449.3	2685.1	2685.2
キャパシタ	開始時	335.8	289.9	437.6	387.8	437.0	437.6
	終了時	370.2	337.2	459.3	409.3	453.3	453.3
実測降下量 (m)		4.4	5.3	4.9	4.8	5.2	4.7
回生量 (kJ)	実測	294.5	359.6	246.0	244.8	176.0	169.6
	5 m 換算	333.1	339.2	252.0	257.7	168.6	180.4
回生率 (%)		7.5	7.6	7.1	7.5	6.3	6.7



図一六 巻下げ時のキャパシタ電圧の変化

に示す。結果として平均 7 % 以上の回生があったことを確認できた。また、実測データを図一 6 に示す。

算定式： $E_k = 1/2 \cdot C \cdot (V_f^2 - V_s^2)$

E_k ：回生されたエネルギー

V_f ：巻下げ終了時のキャパシタ電圧

V_s ：巻下げ開始時のキャパシタ電圧

なお、各荷重毎のクレーン通常作業 1 サイクルは今回の設置条件において、全消費エネルギーが最大になるような動作パターンを設定した。

5. 技術的、経済的成果

(1) 技術的成果

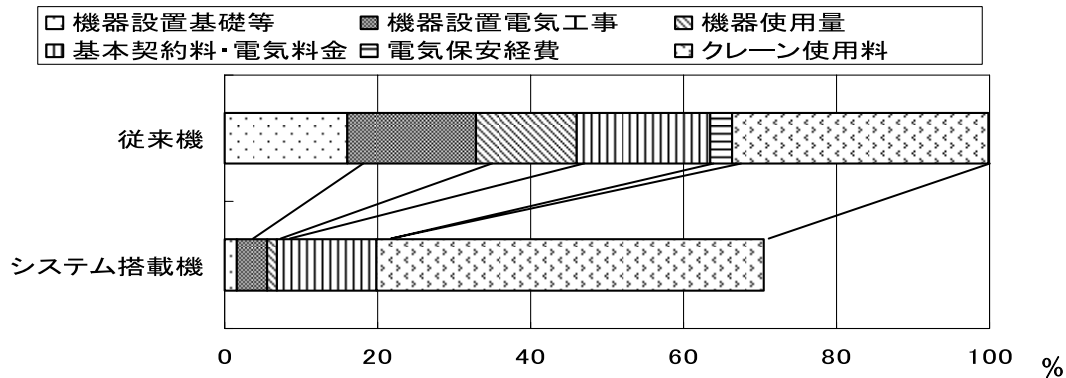
- ①本システムの実用化に相応しいクレーン運転状態の制御機構とその制御ソフトが完成した。
- ②クレーンの一般的動作パターンにおいて、商用側の電力供給規定値を超過しない状態が充分維持可能で

あること、またキャパシタ蓄電量が制限値以下に低下しないことを確認できた。

- ③クレーン作業中においてキャパシタ蓄電量が上限、あるいは下限を超えた場合においてもシステム全体の安全が充分確保され、かつクレーンの性能低下が極力抑えられたことが確認できた。
- ④クレーンの常態として軽荷重の場合はキャパシタ蓄電量の推移に余裕があり、重荷重の場合は初期蓄電量の設定を上げることで規定値を下回らないことが確認できた。これらのことから商用側とキャパシタ初期蓄電量の最適な組合せを作業所の電力条件とクレーン作業条件に応じて選定可能ことが確認できた。
- ⑤クレーン通常作業 1 サイクルあたりの全消費エネルギーに対する定格荷重およびフックの降下時に回生されるエネルギーの回生率が平均で 7 % 以上を確認

表一 3 電源（トランス）容量比較表

用途	電動機	定格電流		動作電流	トランス容量	受電設備
巻上	30 kW	112 A	従来機	180 A	63 kVA 標準 75 kVA (60 kW)	高圧
起伏	15 kW	59 A	システム	商用側 90 A	31 kVA 標準 40 kVA (32 kW)	低圧
旋回	3 kW	9 A	搭載機	キャパシタ側 90 A		



図一 7 工事用電気関連費用比較図

できたことでの省エネ効果と CO₂ 排出削減目標 6 % の実現に寄与できる効果が確認できた。

(2) 経済的効果

クレーン用仮設受電設備が本システムを採用することで高圧受電から低圧受電に転換した場合の経済的効果を以下のシミュレーションから確認することができる。

表一 3 は試用クレーンの能力を参考例として比較したものであるがトランス容量はおよそ 1/2 程度と低圧受電が可能となり、工事現場における電気関連費用は図一 7 の通りおよそ 70 % の低減が見込まれる。またクレーン使用料の付加価値アップ分を考慮しても約 30 % 程度のコスト低減が期待できる。

また、クレーン能力によっては高圧受電を避けられない場合であってもその設備容量を軽減できることで全体のコストダウンが充分期待でき、冒頭に述べた「建設業自主行動計画－地球温暖化防止対策」の一つである「高効率仮設電気機器等の使用の促進」に合うものと考えられる。

6. 今後の課題

- ・本システムを広く普及させるためには蓄電装置部および充放電制御装置部が占めるスペース並びにコストの軽減が重要なポイントとなり、今後二次電池を含めた蓄電装置の生産技術の向上とクレーン能力に応じた充放電制御装置のモデル化が望まれる。
- ・クレーンによる解体作業等で大量に回生されるエネ

ルギーが蓄電量を超過する場合、本システムでは抵抗器により放熱することとしている。この余剰エネルギーの活用方法として起伏、旋回を含めたクレーン全体への電源供給が考えられるが、他の目的への活用可能なシステムの開発が望まれる。

7. おわりに

本システムの開発で建築用タワークレーンにおけるエネルギーの効率的活用という観点からのハイブリッド制御の基礎技術ができた。また定置式建築用タワークレーンが環境負荷低減に少なからず貢献できることが確認できた。今後さらに他分野での蓄電制御システムの発展とともに技術向上、低コスト化が図られ本システムに対する認知度の広まりに伴って建築用タワークレーンが新しい付加価値を持った建設機械として見直されることを期待する。最後に本システムの開発に際し試用クレーンの設置、助言、資料提供等のご協力をいただいた株式会社竹中工務店の関係者の方々へ感謝し、また製作にあたっては日本自転車振興会の機械工業振興事業補助金の交付を受けた財団法人機械システム振興協会が実施する新機械システム普及促進事業の一部助成を受けたことを申し添える。 JICMA

[筆者紹介]

三浦 拓 (みうら ひらく)
 (株)小川製作所
 取締役設計部長



(2) 調査の概要

本調査に先だって、2003年に平沼町立坑側壁部を中心としたコンクリートの劣化調査が実施された。側壁部の劣化は、躯体コンクリート内側の鉄筋の腐食によりコンクリートに腐食ひび割れが発生しており、部分的に鉄筋の発錆によりかぶりコンクリートの剥離と鉄筋の断面減少が見られる状況である。

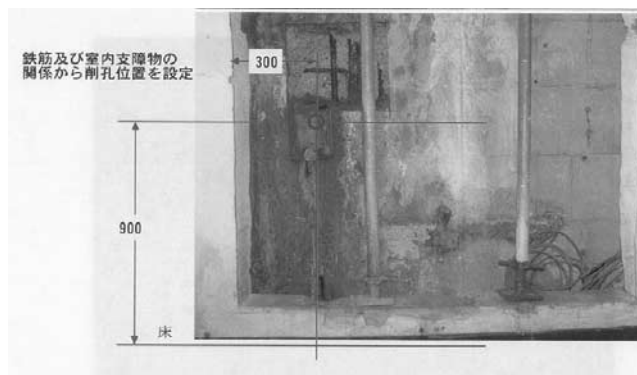
本構造物は海岸近くに位置し、周辺の地下水は塩分を含有している。側壁内側から浸透している外来塩分は、地下水の漏水によるものと考えられた。側壁から漏水を採取し、イオンクロマトグラフにより分析した漏水中の塩化物イオン量調査分析結果を表—1に示す。平沼町立坑上り線坑口部の漏水は、海水成分を多く含むものであることが判った。一方、駅部反対側の高島町立坑では、かぶりの薄い部分は鉄筋が腐食しているものの劣化の程度が比較的軽く、漏水中の塩化物イオンの濃度は低い結果であった。また、立坑側壁部で深さ500mmのコアを採取し内面からの塩化物イオンの分布を求めて、躯体内面側の劣化原因は漏水中の塩分が表面から侵入したものであることが分かった。

表—1 漏水中の塩化物イオン量分析結果

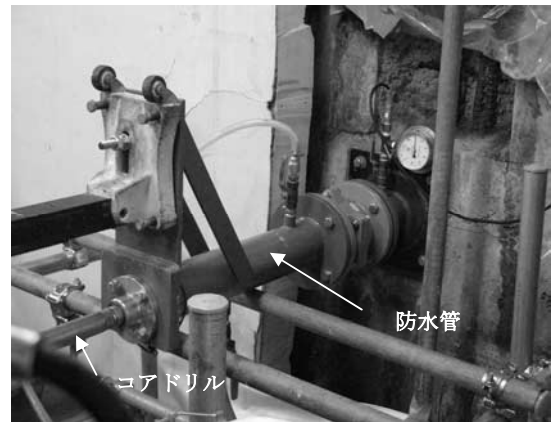
採取位置		塩化物イオン濃度(mg/l)
平沼町立坑	B4F	4580
高島町立坑	B3F(海側)	995
	B4F(山側)	216
河川水(参考)		5.8
海水(参考)		19000

(3) 貫通コア採取による調査

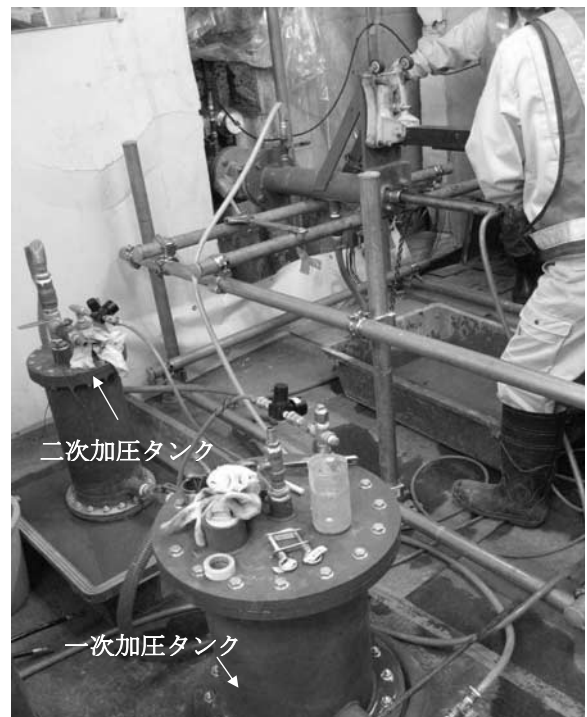
地山側の情報が得られていないため、躯体外側の塩化物イオン濃度の測定と外側鉄筋の健全性の調査を目的として、2006年に貫通コアの採取を実施した。平沼町立坑地下4階の調査位置を写真—1に示す。開発した躯体貫通型コアサンプリング装置を写真—2に、水圧に対抗する加圧タンク装置を写真—3に、



写真—1 調査位置（平沼立坑 B4F）



写真—2 躯体貫通型コアサンプリング装置



写真—3 加圧タンク装置



写真—4 一次止水（薬液注入）

一次止水状況を写真—4に示す。開発した装置は、防水管に与圧を与えて削孔を行うものである。

採取したコアを写真—5に示す。躯体と背面の連

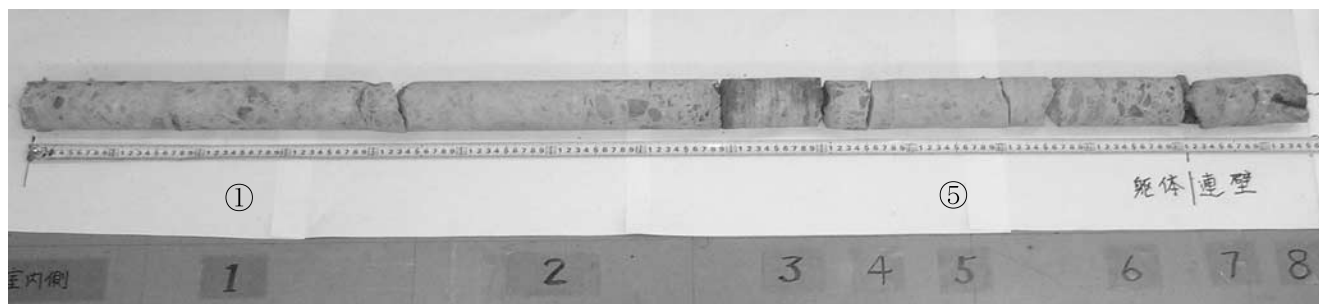


写真-5 採取コア（全長 1400 mm）

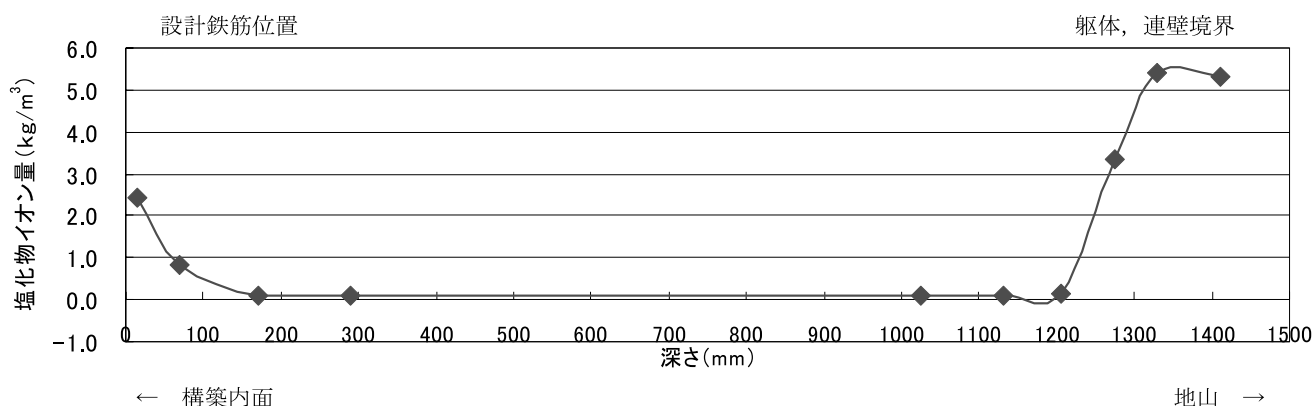


図-2 塩化物イオン分布（全塩分量）

表-2 圧縮強度試験結果

供試体採取位置	圧縮強度 (N/mm²)	見掛け密度 (kg/m³)
躯体①部	—	2230
躯体中央部	41.1	2230
躯体⑤部	—	2230

壁部を含めて 1400 mm の長さのコアを採取した。採取コアから測定した塩化物イオンの分布を図-2に示す。地山側からは、最大で 5.5 kg/m³ の塩化物イオン濃度が測定された。圧縮強度測定結果を表-2に示す。側壁コンクリートの中央部の圧縮強度は 41.1 N/mm² であった。設計基準強度が 21 N/mm² であることから強度に問題のないことが確認された。

3. 耐久性診断・評価システム

(1) システムの概要

開発したコンクリート構造物の劣化診断と劣化進行予測および補修による延命予測を行う耐久性診断評価システムを紹介する。このシステムにより、リニューアルの項目である補修時期・方法・コストをデータに基づいて提案することができる。

システムは、①劣化原因を判定するグレーディング、②塩害・中性化およびこれらの複合劣化、硫酸劣化の進行予測、③劣化進行予測結果を使用したライフサイ

クルコストの算定から構成されている。ここでは、横浜市地下鉄において用いた塩害の進行予測について述べる。

塩害の進行予測では、構造物を取り巻く環境条件による劣化外力およびコンクリートの品質、またはコアサンプリングなどによる劣化測定データを用いることができる。また、コンクリートを補修した場合の検討も行うことができ、構造物の劣化進行予測から、補修工法とその時期を考慮して、補修の効果の比較が可能である。

(2) 塩化物イオンの浸透解析

コンクリート中の鉄筋は不動態皮膜で保護されている。この不動態皮膜は塩化物イオンがコンクリート中に存在すると破壊され鉄筋の腐食が始まる。発錆によりコンクリートにひび割れが生じさらに鉄筋の腐食が加速する。

塩化物イオンには「初期塩分」と「外来塩分」がある。初期塩分は海砂に含まれる等でコンクリートに導入されたものである。また外来塩分はコンクリート硬化後に潮風、海水飛沫などから供給されコンクリート表面から浸透するものである。これらとセメントの種類および水セメント比を計算条件として入力する。塩害計算条件入力画面を図-3に示す。

塩化物イオンの拡散の予測には、式(1)の Fick の

図-3 塩害計算条件入力画面

拡散方程式を適用した。

$$\frac{\partial C}{\partial t} = Dc \left(\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} \right) \quad (1)$$

ここに

C : 塩化物イオン濃度

Dc : 拡散係数

x : コンクリート表面からの距離

t : 時間

塩害に関するデータを得ることを目的に高塩分環境下の暴露試験を実施した。使用したコンクリートの配合は水セメント比 50 % のものを例として表-3 に示す。試験における塩化物イオン濃度と解析値を図-4 に示す。これは海水飛沫があたる環境下での Case-1 の計測結果である。暴露期間 3 ヶ月、20 ヶ月の計測結果と診断・評価プログラムで求めた解析結果の塩化物イオン濃度分布を示している。解析結果は計測値から最小自乗法により表面塩化物濃度および拡散係数を求め式 (1) により計算したものである。計測値が良

表-3 配合

No.	水セメント比 W/C (%)	単位量 (kg/m ³)			
		水(W)	セメント(C)	細骨材(S)	粗骨材(G)
Case-1	50	185	370	767	977

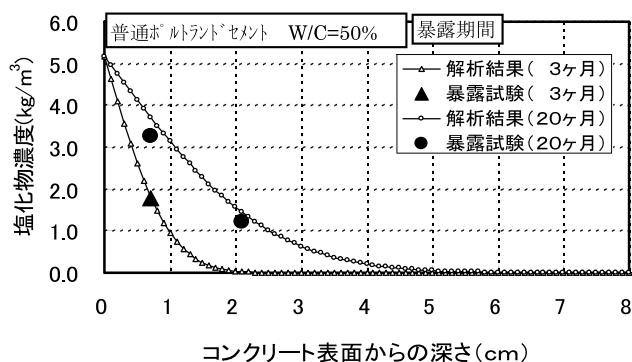


図-4 塩化物イオン濃度分布

好に模擬されている。

同定した拡散係数を用い 50 年後までの塩化物イオン濃度を予測した結果を図-5 に示す。コンクリート表面から 2 cm ~ 8 cm までの位置での濃度分布の時間変化を示したものである。また図中の発錆限界濃度はコンクリート標準示方書において示されている鉄筋の発錆限界濃度である。深さ 2 cm では約 2 年後、6 cm では 11 年後に発錆限界濃度に達している。

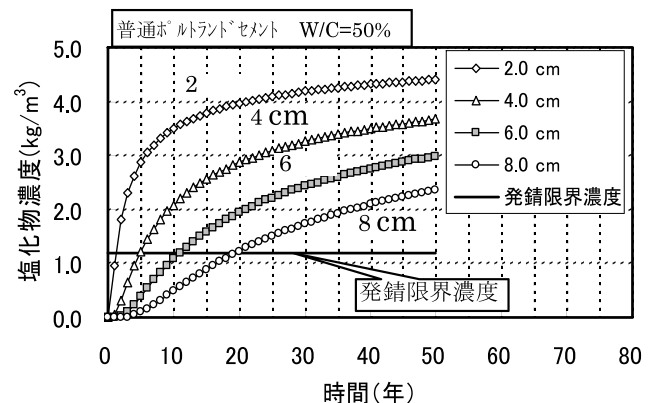
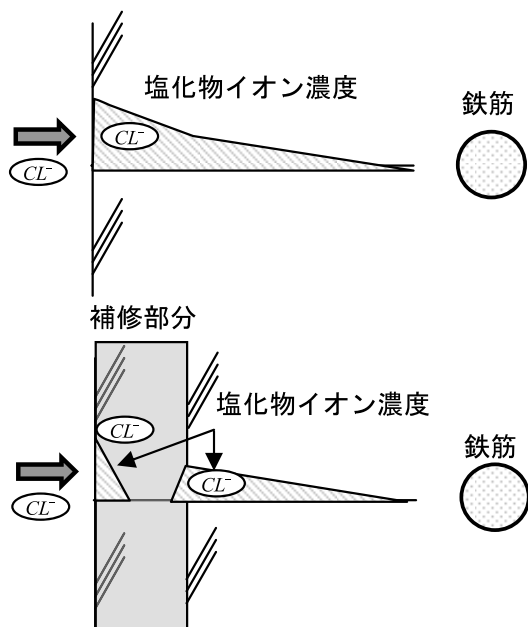


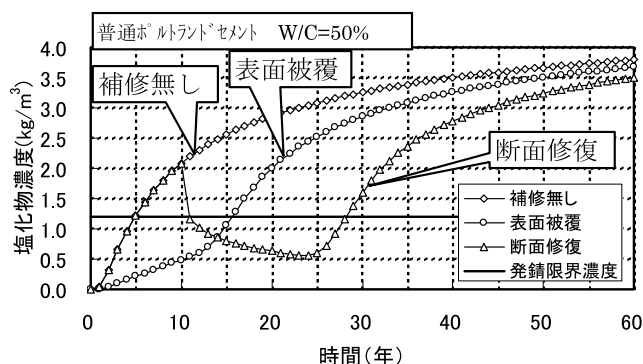
図-5 塩化物イオン濃度予測結果

本診断プログラムは、コンクリートを補修した場合の検討も行うことができる。補修工法にはコンクリート表面からの塩分浸透を遮断する表面被覆とコンクリートを撤去して打ち替える断面修復がある。

断面修復の概念を図-6 に示す。断面修復工で置き換えられたコンクリートは塩化物イオンを含まず、その後の経過によりコンクリート表面から塩化物イオンの補修部分への浸透が始まることになる。その結果、塩化物イオン濃度が鉄筋の発錆限界濃度に達する時間を遅くすることができる。補修を施工した場合の構造物の劣化予測には補修材料の劣化を考慮しており、特性が変化しない期間では拡散係数は変化しないものとし、劣化期間ではシグモイド関数を用いて拡散係数を大きくしている。補修を行った場合の塩化物イオン濃度の予測結果を図-7 に示す。鉄筋のかぶりを 4 cm と想定して、コンクリート表面からの深さが 4 cm の位置の濃度変化を示した。断面修復は 10 年後に深さ 4 cm まで行き、表面被覆は新設時に行ったとして解析した。断面修復では補修後に塩化物イオンが補修部側にも拡散し濃度が小さくなる。また、表面被覆では拡散係数が小さくなり濃度の増加勾配が小さくなっている。補修をしない場合は 5 年後、表面被覆は 17 年後、断面修復は 28 年後に鉄筋の発錆限界濃度 1.2 kg/m³ に達している。



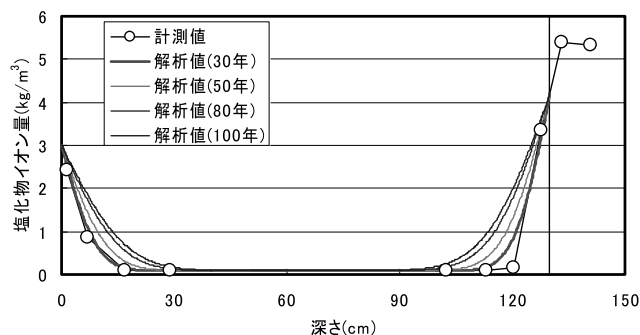
図ー6 断面修復の概念



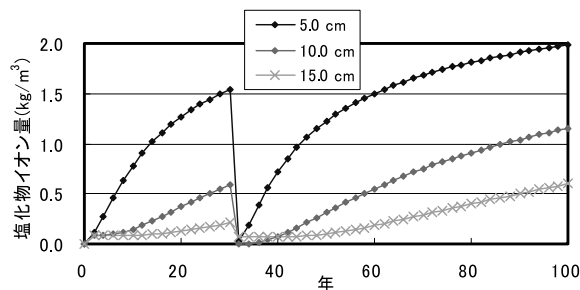
図ー7 補修した場合の塩化物イオン濃度

4. 躯体側壁の塩害の進行予測

地下鉄立坑部外壁の塩化物イオンの測定結果を基にコンクリートの拡散係数と表面塩化物イオン濃度を逆算し、今後の塩化物イオン濃度の推移を予測した。躯体の塩化物イオン濃度の経過年数ごとの分布を図ー8に示す。現在値を30年経過として、50年目には鉄筋かぶり5.4 cmの場合では発錆限界濃度1.2 kg/m³に達



図ー8 塩化物イオン濃度分布



図ー9 塩化物イオン濃度の推移 (30年で補修)

する予測である。

表面からの深さが5.0～15.0 cmにおいて、経過年数毎の塩化物イオン濃度の推移を図ー9に示す。建設後30年に深さ15 cmまでを断面補修材で置き換えたとしているため、この時点で濃度は低い値になっている。深さ10 cm位置では建設後30年には塩化物イオン濃度は、0.6 kg/m³程度であったが、補修後には0 kg/m³に低下し、その後漸増している。なお、50年経過以降に塩化物濃度が再び上昇しているのは、補修材の性能劣化を考慮したためである。

5. おわりに

側壁コンクリートは、構造物内側から塩化物イオンの侵入により内側鉄筋に腐食が発生しているが、鉄筋かぶりが大きいと、顕著な腐食ひび割れの発生は少ない。背面からの塩化物イオンの侵入が確認されたが、背面側の鉄筋の腐食は進んでおらず、躯体の劣化が今後急速に進むことはないと考えられる。今後も、維持管理より構造物の健全性を保持して行きたい。

J C M A

【筆者紹介】

東 邦和 (あづま くにかず)
 (株)奥村組 技術研究所
 材料・LCEグループ 主管研究員

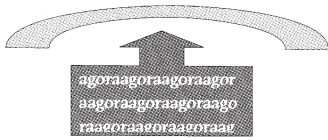


宮村貫雄 (みやむら みちお)
 (株)奥村組 東京支社
 土木工事第3部 所長



青木 進 (あおき すずむ)
 横浜市交通局 電車部 施設課
 施設区 区長





マネジメント力向上手段としての IT 導入初期の進め方

吉 田 剛

IT 技術は高価な技術計算の時代からどこでも使えるユビキタス時代へと様変わりしてきた。身近な技術となったが、工場や建設現場へマネジメント力を高める目的で IT 技術導入する場合注意が必要である。IT 技術が業務遂行過程と密接に結びつき、導入成果を得るためには業務プロセスを変革する必要があることが前提になるためである。この際、現行ルール見直しも必要なことがあり変化への抵抗が起こる。筆者も失敗体験を通じ「どうすればうまくいくのか」試行錯誤した。運良く再度この課題に取り組む機会を得て、解決への糸口を得た。これを題材に PM 学会九州支部ワーキンググループ活動を通じて「IT 導入初期の進め方」としてまとめた。

キーワード：TOC, CMM, マネジメント革新, フィージビリティスタディ, 生産システム, IT 技術, 制約理論

1. はじめに

IT 技術の進展はめざましく、日進月歩の進化が続いている。携帯電話は誰でも使える便利な情報端末になり、様々な形で活用する時代となってきた。進化した IT 技術であるが、製造プロセスに管理レベルを高める目的で IT 技術を持ち込み、業務効率を高めようとする際、現場の業務ルールと衝突するケースが発生する。ソフトウェア開発・導入時にこのことを理解して対策を打ちながら進めれば、問題は発生しないと思われるが、ソフトウェア開発・導入は現場に精通しないソフト技術者が行うことも多いため、この辺の事情に疎く失敗リスクも高い。例えば、ERP (Enterprise Resource Planning) システムや生産工程全般の工程管理システムなど、人の管理領域に管理精度向上のため情報システムを導入または開発する場合、失敗する事例が多いと言われている³⁾。下記は失敗リスク要因の一部である。

- ① トップマネジメントや管理者の取組姿勢の稚拙。
- ② 現場マネジメントの仕組み・管理レベルの不適合。
- ③ 利用者の情報システムへの理解不足。
- ④ システム供給側の現場知識・経験未熟。

また、このようなシステムは組織マネジメントや文化とも密接に関わり、必然的に組織運営や暗黙のルールなどを変えなければ成果が出ないことを明確に認識しプロジェクト初期に変える内容を明確にして進める必要がある。しかし、実態としては「あいまいな状態」

で進められることがある³⁾。

一般に、プロジェクト成否は初期計画段階で 70 ～ 80 % が決まると言われている。リスクを減らすにはスタート時の取組が重要となる。以下に難しさの要因および取組の着眼点、フィージビリティスタディの際に用いると効果的なツールについて概要を述べる。

2. IT 導入する場合の視点と課題

(1) 難しさの要因

難しさの要因を生産管理システムのスケジュール問題を例にして考察する。

工場の製造工程で、製作直前にスケジュール変更が頻繁に発生し、工程調整などの予定外作業が行われコストが増える場合がある。この際、対症療法的に「スケジュール調整を素早く行える IT の導入」という議論がある。しかし、スケジュール問題は計画通り進まない要因を把握し、その元となる原因を根本まで遡って解決しなければ、付け焼き刃的な処置になり再発を繰り返す。たとえ素早く変更できても、現場ではスケジュールに合わせた作業の組替えが発生し工程作業ロスは一方向に減らない。製造業のスケジュールに関与する要素は受注負荷変動・情報伝達の障害・物流障害・機械故障・自然災害など数え切れないほど多くの要因が絡んでいる。組織の総合的な管理レベルと密接な関わりがある。一例を上げれば、設計と顧客の間でペンディング事項があり、なかなか仕様が確定しないため、

設計が遅れてしまうケースである。この遅れの影響がどう波及するか設計者には見えていないことが多い。このような状態が日常的に起こると問題としての認識も希薄になる。下流側は玉突き的に遅れが伝播し製造工程まで伝わってくる。複数プロジェクトを抱える現場は遅れへの対応は「できるものから先に」となる。作業順序の入替え、要員の再配置など、ロスの多い作業となる。このように、スケジュールの遅延や変更は様々な意味でロスを生む原因になる。生産スケジュール確定以前ならば、顧客満足のためには可能な限り変更にも耐える柔軟さも必要で、できるだけ迅速に変更できる仕組みも要求される。しかし、確定後は変更しない計画とする努力が必要である。そこで、計画精度を高めるため(加工に掛かる時間を精度良く予測するなど)ITを活用する場面が出てくる。考えてみれば当然のことであるが、ITへの期待が高いほど単純に「スケジュール変更をしやすくする」だけの解決策に陥ってしまうことがある。

納期遅れ発生の原因は、工程管理、製造の問題だけでなく、営業、設計、資材、外注部門あるいは欠勤の問題と関連する総務部門など、多くの部門に関連している。さらには、経営組織の問題、部門間のコミュニケーションなど、全般的問題もからんでくる。したがって、納期遅れの発生原因は表面的だけではなく、その根本問題まで深く究明してみることが必要である。

図一1 工程管理と生産期間の短縮⁴⁾からの引用

(2) 取組姿勢

上述した問題はIT技術で問題解決できる範囲は限られており、IT導入議論以前のプロセス変革がまず先行して行われ、その解決策の1つとしてIT技術を導入するといった議論が進められるべきである。この要因には、上述したように問題事象の背後に、管理の仕組みや運用その他機能の不全があるが、根本的な原因の除去方法が分からないことが一因と思われる。また、IT技術を使う場が大幅に拡大しているがその技術の本質についての議論は少ない。下記のような動きが出てくる。

(3) IT導入プロジェクトに関する姿勢の違い

- ①業務効率化のため、IT技術を使って作業を省力化しスピードを上げる。
- ②ビジネス環境変化に対応するため業務を抜本的に見

直し、ビジネスプロセスを変革する。その手段としてIT技術を使う。

同じIT技術の活用であるが、全く姿勢が異なっている。①のケースは単純効率化の視点であり、②はビジネスステージ変革の視点からの取組と言える。どこまで、経営システムを進化させる目的で導入するか、その成果をどう描くかが課題となる。この場合、システム導入の形態は

- ①自社の仕事にぴったり合う手作りのシステムか、自社と同じ仕組みのパッケージソフトの導入。
- ②理想とするビジネスモデルに合ったパッケージを選定し、パッケージに合わせた業務改革を行う。例えば、グローバルスタンダードに合わせた業界一流のパッケージ導入となる。

この違いはどこから来るのか。プロジェクトとして取組む場合にどう違ってくるのか。同じ、IT技術導入プロジェクトにおいて、なぜこのような違いが生じてくるのか。歴史的視点で見してみる。

(4) IT技術の進歩と経営合理化

1) コンピュータによる管理システムの発展段階

コンピュータ利用の発展過程は単一機能のプログラム化から進化し、複数の機能を統合する情報処理システムへと発展してきた。現在では、組織の情報処理を担うまでに進化してきたと見ることができる。増岡は「IT導入は企業を危うくする」³⁾の中で、技術の進展を次の4期に分類している。

- ①単純自動化ステージ
- ②効率化ステージ
- ③ビジネス変革ステージⅠ（最適化ステージ）
- ④ビジネス変革ステージⅡ（グローバル・最大化ステージ）

2) 経営組織の合理化進展段階

また、経営合理化にIT技術の果たしてきた役割の変遷について渡辺は「リエンジニアリング実践技法」の中で、経営合理化の歴史におけるリエンジニアリングの位置づけの中で、以下の活動比較を行っている。

- ①初期の合理化
- ②進展した合理化
- ③SIS (Strategic Information System)
- ④リエンジニアリング

3) 組織レベルに合った取組みの必要性

経営組織のビジネス進化過程とIT技術の進歩が相互に影響を及ぼしながら進んでいる。

先に述べた取組姿勢の違いは、組織の進化度合いの違いであるとも言える。進化が遅れているところへ最

先端のものを持ち込んでも、現状を変えようとする組織にとって、急激な変革は既存のやり方との軋轢を発生させるため、変化への抵抗が強過ぎてうまく立ち上がれない場合がある。これは小学生に大学の授業を受けさせても消化できないのと似ている。

(5) 課題に取り組む着眼点

IT 導入をうまく進めるにはどうすればいいか。

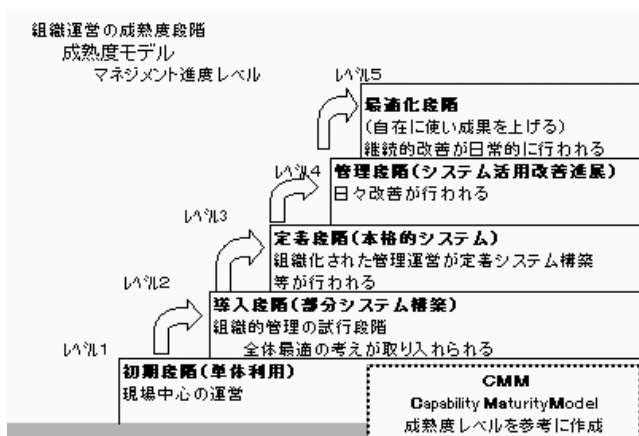
孫子の兵法に「彼を知り、己を知れば百戦危うからず」がある。「ものごとや人物を多面的に見る、枝葉末節だけを見ないで根本の姿を見る。」本テーマでもこの諺は通じる。過去の失敗事例はシステム化のもたらす成果に期待が膨らみ、成果に到るプロセスの重要性への配慮が不足したことが多い。現場の意識改革を含めた地道な取組をしていくことが成功への近道でもある。現場を巻き込んで課題を解決していくには、理解を促す「問題の見える化」が必要であり、見えるための仕組みをつくる。上記の「単純な効率化」、「ビジネスモデルの変革」の選択は経営の選択問題であるが、以下の視点で考察すれば、より適切な選択ができる。

「彼を知る」

IT 技術の活用で何が可能か先進事例をベンチマーク（先進の IT 活用企業事例に関する情報を入手分析）する。最近では、インターネットでの検索技術が進み手軽に様々な情報が手に入るようになった。コンサルタントの活用や普段から情報に関する雑誌や学会誌に目を通しておくことも役に立つ。ベンチマークでは、用いられている原理原則や実行プロセスを照査し自社の中に取り入れられるか否かを十分検討する。

「己を知る」

2. (4) に述べたようにこの技術は組織能力を向上



図一 2 マネジメント成熟モデル

する手段として用いることが望ましいと気付く。そこで、自社の組織能力を計り、そのレベルを向上させる手段として用いれば目的がはっきりしてくる。そのためには「プロセス変革へ取組」が必然のなり行きであることの理解を深める。組織能力強化の側面から、IT 技術導入がどう関わるべきか？さらに、「変革によって生じる変化が現場運営の問題を解決し、望ましいマネジメント状態になる」ことについてできるだけはっきりとしたイメージを描く。

これらを具体化するためには、ソフトウェア業界で取り入れられている CMM（組織成熟度モデル：Capability Maturity Model）で表現されている自社のマネジメント進捗レベルを表現する手法が役に立つ。図一 2 はこのモデルを参考に工場運営に当てはめた表現にしたものである。自社の運営状態がどのレベルに相当するかの評価手法を開発する必要があるが、この概念を使って、定量的なレベル把握をする。これにより段階的な向上の目標が明確になるとと思われる。

各段階の到達度レベルを定義し、そのレベルに必要な IT 技術に期待する機能を定義すれば、無理のない形で導入が可能となる。この部分は先行している分野の知見を取り入れながら進めることが望ましい。

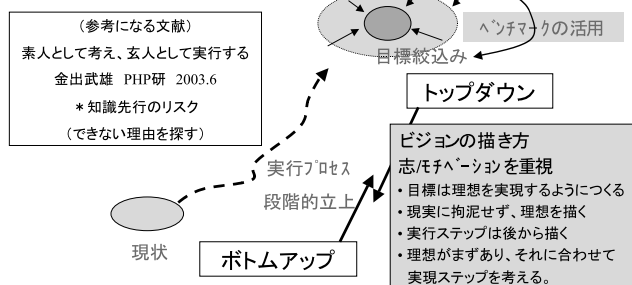
(6) ビジョンを描く

次に、これらをもとにビジョンを描く。実行手段は後にして、こうしたいという姿を描く。

ビジョンと現状の関係

・ビジョンの描画

－ 実行過程は問わない



図一 3 ビジョンと現状を結ぶイメージ図

ビジョンはできるだけ制約を外し想いを書き出すもので、実現手段は後で考えることが重要である。

生産システムでビジョンとした例を上げる。生産工場の工程運営の理想運営イメージは「淀みのないスムーズな流れる状態」である⁶⁾。シンプルであるが、先

変革のマネジメント

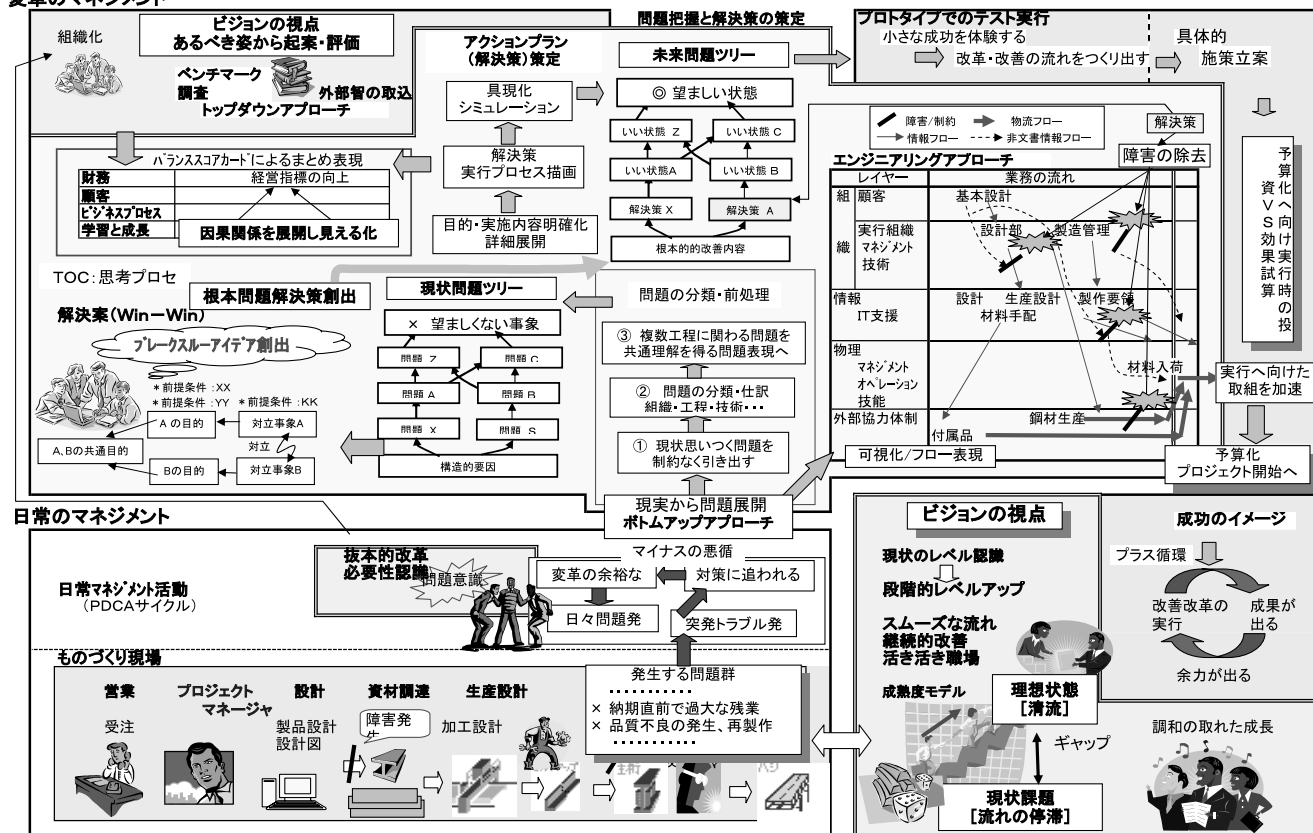


図-6 フィージビリティスタディ実行イメージ

といえる例は、大成功とは言えないまでも地道にIT技術を活用し現場の混乱状態を改善できつつある企業あるいはこれから地道に積上げて行こうとしている企業である。マネジメント領域へIT技術導入の難しさや取組方について述べたが、取組のイメージを図式化し、多少本文で述べなかったものも追加し、図式化したものを図-6に付記した。本文がこれから取組まれる方の失敗を減らす一助になれば幸いである。

本文の内容に対するお問い合わせは

e-mail : tuyoshi-yoshida@nifty.com まで

5. 謝辞

本文は、PM学会九州支部の製造系ワーキンググループで討議したものをまとめたものである。関係各位(堀川、隅田、佐藤、白土、藤井、南、宮本、橋本)の活発な議論によりまとまった。ご協力に感謝する。

J C M A

【参考文献】

- 1) 吉田剛, 橋本正明: 製造業における組織変革を伴うIT導入 初期の進め方について, PM学会 2007年度秋季研究発表大会予稿集, pp.150-155, 2007.9
- 2) 渡辺純一: リエンジニアリング実践技法, 日科技連出版社, pp.4-6, 1994.10
- 3) 増岡直二郎: IT導入は企業を危うくする, 洋泉社, pp.1-60, 2002.11
- 4) 渡辺健一郎: 工程管理と生産期間の短縮, 日刊工業新聞社, 1977.1
- 5) ドミニコ・レポール+オデット・コーエン: 二大博士から経営を学ぶ(デミングの智慧, ゴールドラットの理論), 三木本亮訳, 生産性出版, pp.191-215, 2005.6
- 6) 大野耐一: トヨタ生産方式, ダイアモンド社, pp.49, 1978.5
- 7) IBM お客様事例① 受注品生産に“モジュール一個流し生産”を取り入れ, “モノづくり”を見据えたアジール・ビジネスを展開, Provision [208] pp.18-24, 2001
- 8) エリヤフ・ゴールドラット: ザ・ゴール, 三木本亮訳, ダイアモンド社, 2001.5

【筆者紹介】

吉田 剛 (よしだ つよし)
日鐵プラント設計㈱
シミュレーションエンジニアリング・ソリューション部
課長
(プロジェクトマネジメント学会九州支部
製造系ワーキンググループ幹事)



ずいそう

アルジェリア高速道路工事

刈谷 健彦



♪ここは地の果てアルジェリア、どうせカスバの夜に咲く〜♪

アルジェリアはアフリカである。サハラ砂漠というイメージがあろうが決して砂漠ばかりではない。瀬戸内海を思い浮かべてもらおう。海を挟んで北側には広島、岡山県などがあり南側には愛媛、香川県が並んでいる。地中海を挟んでフランスを広島とすればアルジェリアは愛媛なのだ。葡萄、柑橘類などの果物もよく採れる。国土面積は日本の6.4倍で3,300万人が住み、その人種構成はアラブ人80%、ベルベル人19%となっている。首都のアルジェは、金沢、宇都宮とほぼ同緯度である。

今年7月、施工開始間もないアルジェリア東西高速道路工事を見てきたので、その感想をつづってみる。

同工事はアルジェリア北部を、東のチュニジア国から西のモロッコ国まで、ほぼ東西に横断する計画だ。そのうちの東部の399kmの建設工事を昨年同国と鹿島・大成・西松・ハザマJVとが契約した。上下合わせて6車線、工種は重機土工主体でトンネル、橋梁、舗装などもある。例えて言えば、東京から名古屋を過ぎ岐阜までの東名・名神高速道路を4年足らずで完成させるという、超大規模突貫工事で、日本では絶対にありえない。調査、測量や基地となる事務所・宿舍建設工事、道路盛土や碎石製造設備工事(骨材プラント)、コンクリート製造設備工事(生コンプラント)などの工事が行われていた。JVには、日本人職員190人を含む1,300人強のメンバーが従事し、まだまだ増えるとのことであった。

私の目的は大きく二つあった。一つ目は重機土工体制を始め骨材プラント、生コンプラントなど機電部門が大きく関与している工事がうまく立ち上がっているか？二つ目は日本から派遣した鹿島の機電社員10名への激励で、私としてはこちらの目的が大きかった。

JVの組織は総合事務所(HQ)の下に7ヶ所の工事事務所(キャンプ)があり、キャンプはJV構成会社がそれぞれ分担している。そのうちのアルジェと古都コンスタンチンにあるHQと鹿島主導のキャンプ2,4,7の合計5ヶ所を訪問した。

社員の業務は国内工事よりも広範囲であり、上は計

画・設計・折衝、下は作業員への技能指導までである。例えば、国内では電話で生コンが現場に届くが、彼の地ではそうはいかない。生コンの材料である砂、碎石は原石山で製造し、水は井戸を掘り、更にセメントは適合品を調達して、それらを現場で練り混ぜる。各種プラントは中国、タイ、マレーシア、フランスほか世界各地から調達するが、不良品や輸送中のトラブルも少なくない。現地での手直しを具体的に指導するのも機電社員の役割だ。国、地域によって慣習、やり方が違い、国内方式は通用しない。また言葉も大きな壁になる。業務ではフランス語が主流だが、アラビア語しわからない人もいる。

工事範囲が広いので現場間の移動も大変だし、場所によってはゲリラの出没で治安が悪い。したがって、県をまたぐ移動には「ジャンダルメリー」と称する兵隊の護衛車をつけるのが基本ルールだ。しかしその運転スピードは速く、荒っぽい。社員には保安上、車の運転は許可されず、現地の運転手をつけている。

そのほかにも不便なことが多々ある。アルジェリアと日本間の情報通信がままならない。現在、メールは不通がちだし、電話もつながりにくい。アルジェリア国内間でも不便なようだ。また、輸入に時間や手間がかかりすぎるのも工事の進捗に障害となっている。

社員の行動は大きく制限される。基本的にはキャンプは塙で囲まれており、その外は安全とはいえない。休日も外出がままならないので、ストレスはたまるだろう。食事はイスラム圏なので豚肉はないが、キャンプの食事は工夫され、邦人コックがいるところもある。飲酒は、ごく一部のレストランと宿舍内ではOKだ。家族帯同はだめで、年に2〜4回帰国しているのが実情だ。

このような不便で厳しい環境でも、スケールの大きなプロジェクトに携わることができ、機電社員は使命感を持って頑張っていた。日本にいる我々は、今後とも現地で活躍する社員を支えていかなければならないと改めて強く感じているところだ。

——かりや たけひこ 鹿島建設(株) 機械部長——

ずいそう

「団塊の世代」における活動内容の紹介

和田 雅 和



1. はじめに

「2007年問題」と呼ばれている「団塊の世代」（昭和22～24年生まれ）の大量退職は、平成17年国勢調査によれば人口668万人で、総人口の5.4%を占め、人口減少・高齢化の進行に伴い、地域における諸活動を誰が担っていくかということが問題となっている。

建設業においても技術・技能の伝承等が大きな課題である。22年生まれの私は、団塊の世代に向けての準備と近況の活動内容、さらに今後あるべき姿に関して何らかの参考になればと思い、以下に紹介するものである。

2. 団塊の世代に向けての準備

昭和41年度に建設省（現在の国土交通省）に入り、「正しいことを通せ、間違ったことはするな」＜父のメッセージ＞を志として仕事に専念した。そのためには、技術のプロフェッショナルとして、内部の上下関係はもとより建設コンサルタントなどに負けない技術を武器にはっきり意見が言えること、社会的にも評価できる技術者になること、さらに、コミュニケーションアップなどが必要不可欠と考え、思考の原点となる基礎を知るための夜間大学、様々な書物等で学び、惜しめない技術の研鑽を継続的に努めた。その間に、行政マンは技術はさておき、事務処理等を上手くこなすことが大切（ご機嫌等）と言われたが、その意見は異にすると判断し、志を徹底的に貫き社会的に評価される資格取得に専念した。その結果、平成9年度に技術士（建設部門：道路）、さらに平成10年度にVEリーダー試験に合格し、技術士取得後は職員・建設コンサルタントなどから評価されるようになったが、その責務は多大となった。その当時より、これからは民間に任すだけでなく、行政マンもきちっと業務を審査できるための技術力が必要不可欠であるという状況になったと思う。

3. 近況の活動内容

平成16年4月より企業に入り、情報のアンテナを高くして刻々と技術革新する情報を収集するとともに、今までの経験とコンピテンシーをもとに、資質の向上と建設ソリューションの実施、さらに顧客・使用者が要求している安全・安心できる公共施設に関する話題提供等をポジティブに実務専念している状況下である。

（1）資質の向上

仕組みづくり・人づくり・環境づくりをターゲットとして、

①顧客が要求する成果の達成（顧客満足度の達成）

②社会的に評価される技術者の育成

○技術力アップ→各種資格取得→継続的教育

○コミュニケーションアップ

③信頼性の向上

に関して、企業内モチベーションアップを今までのティーチングからコーチングにシフトして実施する。

（2）建設ソリューション

問題が生じてからでは手戻りとなるため、

①川上分野からの検討をマクロからミクロにシフトするアプローチ

②顧客・使用者優先の視点

③機能本位に基づく思考の原点に戻り提案・助言

④スピーディーな対応

業務プロセスを確実に知り、レビューできる人材の育成、さらに技術者自ら「考え・発言・実行」できる主体性の向上を図る。

（3）話題提供

従来型の固定概念に捕らわれず、過去の経験を踏まえ、現地主義に立って、ブレインストーミング技法をもとに、自由奔法にアイデア発想し、創意工夫して実施する。

しかしながら、発注者の関心度は高まっているものの現下の厳しい予算事情の下、中々機能せず苦労して

いる。

(4) ボランティア活動

①地域ボランティア

平成 16 年度からボランティア・サポート・プログラムに参加し、道路・公園における美化運動を実施する。

②技術ボランティア

防災学習、香川県災害時における技術士支援、学生のキャリア支援のための出前講座、現場出張所・建設監督官での課題対応、技術士資格取得（地整職員・企業内外）等を実施する。

4. 今後あるべき姿

今後「団塊の世代」のあるべき姿として、以下のこ

とが求められている。

- ①今までの経験等を活かし、社会的に評価されるための資格取得と継続的教育の必要性
- ②若手技術者の育成・指導
- ③ポジティブな地域・技術ボランティア活動
- ④住民参画のまちづくり・地域づくり

5. まとめ

是々非々は別に頑張っています。ぜひ出来るものからチャレンジすることが大切と思う。そのことがきっと貴方の充実した人生になると信じるものである。

——わだ まさかず (株)五星 企画 GR 部長——

建設の施工企画 2005 年バックナンバー

平成 17 年 1 月号（第 659 号）～平成 17 年 12 月号（第 670 号）

1 月号（第 659 号）

建設未来特集

6 月号（第 664 号）

建設施工の環境対策特集

10 月号（第 668 号）

海外の建設施工特集

2 月号（第 660 号）

建設ロボットと IT 技術特集

7 月号（第 665 号）

建設施工の環境対策—大気環境特集

11 月号（第 669 号）

トンネル・シールド特集

3 月号（第 661 号）

建設機械施工の安全対策特集

8 月号（第 666 号）

解体・再生工法特集

12 月号（第 670 号）

特殊条件下での建設施工機械特集

4 月号（第 662 号）

建設機械施工の安全対策特集

9 月号（第 667 号）

専門工事業・リースレンタル特集

■体裁 A4 判

■定価 各 1 部 840 円
(本体 800 円)

5 月号（第 663 号）

災害復旧・防災対策特集

■送料 100 円

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>

ずいそう

人生2度目の挑戦？

田村末次



昭和10年の早生まれで当年72歳の年男です。猪突猛進とか勝手な言葉をならべて如何にも十二支の中では逞しい様に見受けられますが、所詮12番目の猪です。

現在、夫婦健在で6年先の金婚式を目差しています。

人生2通りあって一方は「自分の歩んだ人生を反省して再挑戦してみる」と、もう一方は「歩んだ人生の身体治療の不十分さに後悔している」とがあると思います。

このことは、程よい歳に成り人生の終わりが近づいているからではなく、自信を持っていた体力の衰えを実感的に悟ったからであります。

身体故障の始まりは1977年5月、長男の運動会応援に行くときにツッカケで小走りに出掛けた時に左足の踝を捻挫、後で治療をするよう妻からくどく注意されましたが、若さゆえに治療を軽率にしたことが先に禍根を残す第一歩となり、その後少々の段差でも度々捏ねくるようになり今では冬の寒さに神経痛の様に脅かされる状態が起っています。

1990年10月に自動車が運転ミスから側溝に脱輪しました。通行者の協力により持ち上げることが出来ましたが、この時に腰を落とし十分に構えて持ち上げなかったのが原因で腰痛となり、夜も寝辛く好きなゴルフが出来ず、歩行距離は30m程度で、治療のため整形外科と整体治療に3回／週、6ヶ月通い秋からプレイが可能となりフィールドに立った時の喜びはひとしおでした。

1997年8月に会社の上司（山梨県出身）が富士山で飲んだ焼酎の水割りは格別であったという一言で登山を決意し夫婦で登頂、ご来光は完全ではありませんが雰囲気を楽しみました。日本一の山を征服した気分は生涯忘れられません。

2000年2月にリンパ節に異常を発見、耳下腺炎によるリンパ節ではないかという診断で様子を看ることになりました。2年が経過しリンパ節の大きさが倍になり、リンパ腫であれば癌であることから血液に詳しい日赤回しになりました。

2000年4月日赤で種々の検査を受けた結果、キャスルマン病と判定（1972年米国で認定ビールズが原

因による腫脹で奇病）、日本では200名程度の患者が存在、広島では5～6名程度で奇病であると説明を受けました。

併せて、胃潰瘍寸前でもありヘリコバクターピロリ菌が原因ではないかと検査したところ、陽性であることから駆除薬を飲み退治し現在は陰性に転化しています。ピロリ菌は大方の人間体内に存在しており、体力が弱ると繁殖し胃を蝕む悪い細菌です。爾来8年間、消化器内科で胃カメラ検査を4回／年程度実施してきましたが、現在は2回／年になり異常なく生活しています。

また、2004年11月体力の衰えから带状疱疹（ヘルペス）にかかり5ヶ月間通院しました。幼年期に水疱瘡にかかると細菌が体内に残存し、体力が減退した時期に細菌が繁殖し症状として人体に疱疹が帯状に出現、痛みを伴い入院せざるを得ない人、そうでない人、また目や顔に出現する等悪い奴です。特に初期の神経の痛みは注意信号、私の痛みは軽い方でしたが疱疹が潰れて重度は最上級でしたから、記念に症状の変化をカメラに収めています。

以上の経緯から、健康な身体が存在がどれほど人間生存に執って必要であるかを改めて痛感しているところであります。

日本の経済は景気が回復基調にあるとはいえ、少子高齢化が進み、2025年には子ども2人が1人の高齢者を看る計算が言われており、医学が進歩しガン、心臓病、脳卒中等の治療成績が向上し延命に大きく寄与しています。

最近の厚労省発表によりますと、日本人の平均寿命は世界一で女性が85.8歳、男性79.0歳ですが、その反面医療費の負担が増加しております。

お互い歳をとっても健康で介護の世話になることなく自由奔放に生活出来、身体が自由が利かなくなれば人生にピリオドを打つことが出来るように、夫婦が若い時から健康に心掛け将来を見据えた生活を送ることが経験を通した知恵であり、肝要かつ重要な課題であると思うところであります。

JCMA 報告

「平成 19 年度建設施工と建設機械
シンポジウム」開催報告
—優秀論文賞 3 編，優秀ポスター賞
3 編を表彰—

広報部会

社団法人日本建設機械化協会主催による「平成 19 年度建設施工と建設機械シンポジウム」が，平成 19 年 10 月 18 日（木）～19 日（金）の二日間にわたり，東京都港区の機械振興会館において国土交通省，経済産業省，（独）土木研究所，（社）土木学会，（社）日本機械学会，（社）地盤工学会および（社）日本機械土工協会の後援のもとに開催された（写真—1）。

本シンポジウムでは建設機械と施工法に関する技術の向上を図ることを目的に，機械による施工が普遍化し，施工と機械が一体化している現状を踏まえて日頃の研究・開発の成果が発表された。

産学官から寄せられた 29 編の論文および初の試みであるポスターセッションに 12 編の応募があり，5 分野に分けて 3 つの会場で発表され，それぞれ活発な質疑が行われた。

応募論文の中から選考委員会で 1 次選考として厳正に査読・審査し，当日の発表内容の 2 次選考の審査結

果を加味して，次の 3 編に対し，優秀論文賞が，またポスターセッションでは同じく 3 編に優秀ポスター賞が授与された（写真—2）。

◆優秀論文賞◆

(1) 人道支援のための対人地雷除去機の開発

○柳樂篤司，中上博司（株）小松製作所

国際貢献が大いに期待される社会的に意義のある開発研究で，機械化による安全で効率の除去の必要性を訴えるメッセージ性の強いプレゼンテーションであり，目標，内容，成果が明確な論文であった。

(2) ボランティアでも容易に操作可能な排泥装置の考案

○本間政幸，以倉直隆，高井謙一（国土交通省 北陸地方整備局 北陸技術事務所）

災害時のボランティア活動を支援する実用的な装置の開発で，地味であるが意義の大きな開発として高く評価される。機械開発のプロセスが明確で分かりやすく，説明も明快であった。

(3) 塵埃の可搬式分別装置の開発

○村上大幹，保坂賢二（国土交通省 関東地方整備局 関東技術事務所）

テーマは今日的課題として当を得ており，課題をクリアして実用化を早急に図って欲しい技術である。

実用まで未だ開発の余地は残しているが，開発の継続とスピードアップが望まれる。

◆優秀ポスター賞◆

(1) 「動的ロードセルの寸法が測定荷重値に与える影響」及び「衝撃加速度に与える接触面積の影響」2 テーマ

○木村 修一，近藤 博司（東海大学）

高速度の衝撃的な現象に関し，測定技術上見過ごされがちな事項を指摘しており，破壊などの研究に際して考慮すべき点を提言している。強度評価に関連する，ロードセル使用の際の動的問題について分かりやすく説明され，価値が高い。

(2) 水中ウォータージェットにより生じるキャビテーションを用いた汚染物質の分解に関する基礎的研究

○木崎 彰久，松木 浩二，井上 千弘（東北大学），



写真—1 シンポジウム会場風景



写真-2 表彰状況

古田 哲朗（ジャパンエナジー石油開発株）

新しい技術で新規性が高い。説明も分かりやすく、視覚的にも良いポスターと言え、将来性を感じる。

（3）路面反射音による排水性機能評価手法の開発

○小林 弘朗，本間 政幸（国土交通省 北陸地方整備局 北陸技術事務所）

排水性舗装の検査で，吸音率に着目し，よく研究・

検証されている。ポスターも分かりやすい。早く実用化して欲しい。

◆特別講演，施工技術総合研究所研究報告，機械部会活動報告◆

下記の講演，報告を行うとともに，本協会の施工技術総合研究所の研究発表および機械部会の成果報告も併催された。

特別講演 演題：「超速ハイパーヒューマン技術が開く新しい世界を覗いてみよう！」

講師：大阪大学大学院工学研究科 工学博士 金子 真 教授

特別報告 演題：「高松塚石室解体機械について」
報告者：（株）タダノ 技術研究所 企画調査ユニット
マネージャ 山本耕治様

厳しい環境，建設業界のアクシデントにも関わらず，参加者は 160 名に達し，活発な質疑が行われ成功裡に終了した。

JCMA

（文責：JCMA 研究調査部 阿部）

建設の施工企画 2006 年バックナンバー

平成 18 年 1 月号（第 671 号）～平成 18 年 12 月号（第 682 号）

1 月号（第 671 号）

夢特集

5 月号（第 675 号）

施工現場の安全特集

10 月号（第 680 号）

情報化施工と IT 特集

2 月号（第 672 号）

環境特集 温暖化防止に向けて（大気汚染防止・軽減）特集

6 月号（第 676 号）

リサイクル特集

11 月号（第 681 号）

ロボット・無人化施工特集

3 月号（第 673 号）

環境特集 環境改善（水質浄化・土壌浄化）

7 月号（第 677 号）

防災特集

12 月号（第 682 号）

基礎工事特集

4 月号（第 674 号）

特集 品確法 公共工事の品質確保

8 月号（第 678 号）

標準化特集

■体裁 A4 判

■定価 各 1 部 840 円
（本体 800 円）

9 月号（第 679 号）

維持管理・延命化・長寿命化特集

■送料 100 円

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>

優秀論文賞

人道支援のための対人地雷除去機の開発

コマツ 地雷除去プロジェクト室 柳樂 篤司
コマツ 開発本部 建機第一開発センタ 中上 博司

1. 概要

世界中に1億個以上も放置された対人地雷（写真—1）。毎年多くの市民や除去作業員が被害を被っている（写真—2）。コマツは、2003年の経済産業省と（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、NEDO）による助成金事業で人道支援のための対人地雷除去機を開発した。2004年にはアフガニスタン、2006年にはカンボジアで、外務省と（財）日本国際協力システム（以下、JICS）による研究支援無償プロジェクトにより現地実証テストを実施した。地雷除去機に要求される項目は、①除去の確実性と高い作業速度（確実に速く地雷を除去できること）、②機動性（凹凸や急傾斜地、及び植生のある地盤でも稼働できること）、③耐久性（爆破の衝撃に耐えること）、④除去後の探知作業が容易なこと。現地テストの結果、両国の様々な地盤条件でも500 m²/hの作業速度を実証。これは手作業の約25倍以上もの能力を発揮することになる。日本で初めてブルドーザをベースとして対人地雷除去専用の機械として開発された当該車両は、上記の全ての要求項目を満たし、今年度からアフガニスタンで本格的な稼働を始める。以下、詳細を述べる。



写真—1 対人地雷 PMN



写真—2 被害者

2. 地雷埋設国の現状

世界80カ国以上で地雷や不発弾による被害が報告されており、被害者数は毎年15000人以上とも言われている。

対人地雷禁止条約である、オタワ条約を批准している国の中で、特に地雷の多い国としては、アフガニスタンで1000万個、アンゴラで700万個、カンボジアで600万個あるとも言われている。

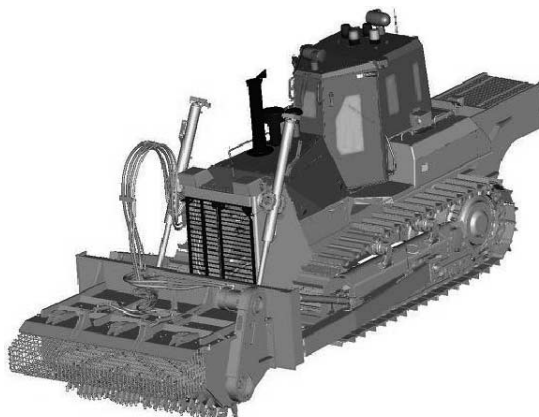
地雷除去作業は、その多くが未だ人手で行われており、危険かつ時間のかかる作業である（写真—3）。人手による作業速度の目安は、1名で1時間当たり、カンボジアで10 m²、アフガニスタンで20 m²とも言われており、全ての地雷を取り除くには今後数十年以上かかるとも言われている。



写真—3 アフガニスタンでの除去作業

3. 対人地雷除去機の開発概要

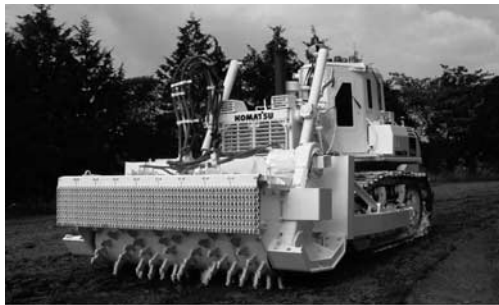
対人地雷除去機は、弊社の中型ブルドーザの



図—1 対人地雷除去機のモデル案

D85EX-15 をベースマシンとし、開発した（図—1）。

フロント部には、地盤改良の技術で培われた CS210 スタビライザーの掘削機構を応用した除去作業アタッチメントを装着し、更に防弾キャビン、専用ミッション、及びリモート操縦も可能なようにラジオコントロールシステムも準備した（写真—4、5、図—2）。



写真—4 完成した対人地雷除去機



写真—5 ラジコン送信機

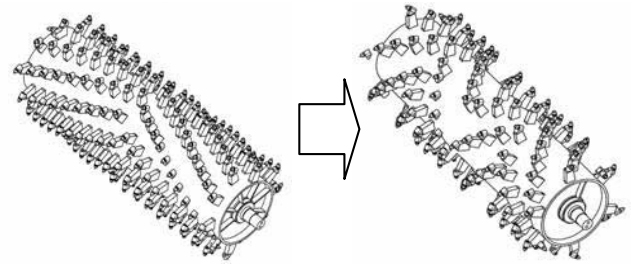
Weight	35 t
Power	179 kW
Length	9.0 m
Width	3.5 m
Height	3.6 m

図—2 仕様概略

4. 主要な開発項目と現地テスト結果

(1) 作業アタッチメントとシステム制御

開発で最も苦心した点は、確実にかつ高い作業速度を達成するための、作業アタッチメントの形状設計と車体の速度制御である。アタッチメントの形状は、最も小さい対人地雷を確実に除去できる様に刃（以下、ビット）の配列と回転数を設定した。その上で、最も掘削抵抗が少ない形状にするための形状をいくつか試作し、最終的に下記の M 型の配列をしたロータを開発し、これにより作業速度を約 50 %アップした（図—3）。

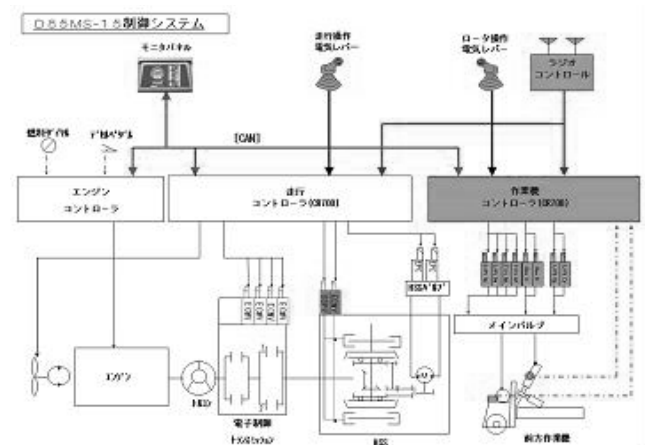


図—3 当初の形状（左）と最終形状（右）

次に機械の制御システムについてであるが、当該ブルドーザは専用の低速ミッションを搭載しているが、それでも岩の様な硬い地盤に遭遇すると掘削不可能な状況になる。そこでトランスミッションとロータを自動制御し、除去深さ 30 cm が可能な除去作業を達成するためのシステムを構成した。

制御の仕組みを簡単に説明すると、ロータの回転数が基準値を下回れば、トランスミッションをニュートラルに戻し、掘削抵抗を軽減させる。そして回転数が基準値を超えれば、F1 の速度段で再スタートさせる。この制御によりロータ回転数を検知しながら、車体の移動速度を制御する負荷コントロールを達成した。除去速度は最高で 1000 m²/h に設定した（図—4）。

① 2004 年のアフガニスタンでの現地テストでは、最大で 25 m × 100 m の広さに、平坦地、起伏地、硬い



図—4 制御システム

岩地の 3 種類を準備し、全てラジコン操縦でテストを実施した。その結果、前進・後進を繰り返す実作業でのネット作業速度として、いずれの地盤でも 500 m²/h 以上を達成した。また、約 30 度の斜面でも作業できることを実証し、現地の除去機関や国連等の関係者を驚かせた（写真—6、7）。



写真—6 ラジコン操縦



写真—7 約30度の勾配

そして、アフガニスタンの首都カブール空港近郊の地雷原で、約20分間に約20個の地雷を爆破処理した。そして除去跡地には地雷が残っていないことも確認した（写真—8）。



写真—8 カブール空港近辺での爆破処理の瞬間

② 2006年のカンボジアでの現地テストでは、植生の生い茂るタイ国境付近の地雷原で、面積にして約

表—1 現地テストでの作業速度結果

[単位] 面積：m²，作業速度：m²/h

2004 アフガニスタン	平坦地	面積	2,500
		作業速度	621
	起伏地	面積	1,500
		作業速度	545
2006 カンボジア	岩地	面積	1,600
		作業速度	505
	灌木地	面積	54,000
		作業速度	508



写真—9 灌木を除去している様子



写真—10 直径約10cmの灌木

54,000 m²を、約100時間で除去した（表—1、写真—9、10）。

この地盤では、地盤を掘削することに加え、同時に植生も除去した結果であり、高い作業速度と作業機の耐久性を実証したことになる。

また、カンボジアでは搭乗およびラジコンの両方でテストを実施した。写真—11はラジコンによる実作業の様子であるが、機械で除去した跡地が、更地になっていることが判る。

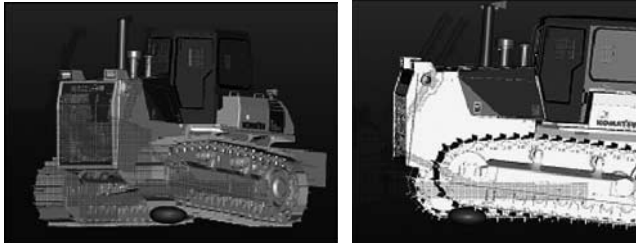


写真—11 ラジコンによる操縦と更地化

(2) 機動性

アフガニスタンは国土の約80%が山岳地帯と言われており、急斜面や凸凹が多い。また、カンボジアの様に植生が多い地域には切り株や軟弱地が多く、悪路走破性が、機械にとって最も重要な要求項目と考える。従い、悪路に最も強い足回りをもつブルドーザをベー

スマシンに選定した。ブルドーザは油圧ショベルの様にリジッドなフレームにクローラが付いているのではなく、地面が凸凹していても常に地面に足を設置し高い牽引力を発揮するためのオシレーション機能を備えている（図—5）。



図—5 オシレーション機能

①現地テストでは様々な地盤環境下で稼動させたが、下記の写真を見ても判る様に、アフガニスタンの様な土漠の山岳地帯でも、またカンボジアの様な軟弱地でも、かつ植生のある地帯でも、オールラウンドに稼動できることを実証した（写真—12, 13）。



写真—12 土漠山岳地



写真—13 軟弱地

（3）耐久性

日本では、実際に地雷を爆破することはできないので、防衛庁の施設を借り、火薬を用いて実験を実施し、そして最終的には現地テストで実地雷を用いて検証した。

①アフガニスタンでは、角度や場所を変えて6通りの

対人地雷による耐爆テストを実施した（写真—14, 15）。



写真—14 対人地雷を用いた耐爆テスト

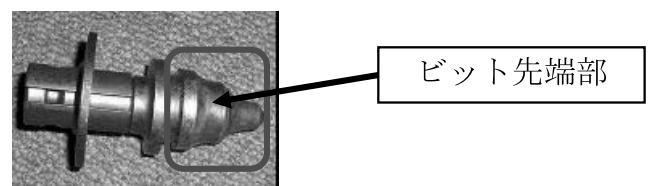


写真—15 対人地雷の爆破の瞬間

その結果、最大級の対人地雷（火薬1kg）の爆破衝撃であれば、作業機アタッチメントの先端部の消耗品であるビットは少し熱磨耗するものの、その他の部分は問題無いことを証明した。

ちなみにビットは熱磨耗しても、ビット先端部が残っていればそのまま継続して使用可能である（写真—16, 17）。

②カンボジアでは、万が一のことを考慮し、対戦車地



写真—16 ビット



写真—17 1kgの火薬での耐爆テスト結果

雷に遭遇した場合のダメージも検証した。余談だが、日本の輸出管理令の元では、人道支援のための対人地雷除去機は軍用車両の扱いから外れたが、対戦車地雷除去機は依然、武器扱いである。従い、我々の開発の狙いはあくまで対人地雷を除去するための機材を開発することであるが、対戦車地雷の爆破衝撃を受けた際の被害度を知っておく必要がある。テストの結果、ロータ部分は損傷するものの、エンジンや足回り等の主要部分は爆破後も問題無く作動可能であり、自力で安全な所に脱出させることができた。そして現地の現場で交換作業を実施し、約2日で修復できることを確認した（写真18～20）。



写真—18 供試したTM46対戦車地雷



写真—19 対戦車地雷の爆破の瞬間



写真—20 自力脱出の瞬間

（4）除去後の探知作業の容易性

機械で除去した跡地は、人力で金属探知機をかけて最終確認をする。何故ならば、これは全ての除去機に

言えることであるが、地盤の凹凸や、ヒューマンエラーもあり、機械での100%の除去率を達成させることは困難なためである。従い、機械による除去の跡地で如何に金属探知機での探知作業がし易いかが、重要なポイントとなる。下記は弊社の除去機での除去跡地を探知している様子だが、多少の凹凸はあるものの、除去した跡地が良く判り、かつ地盤が乱れていないので、容易に探知作業を実施させることができた（写真—21）。



写真—21 除去跡地での探知作業

5. ブルドーザとしての将来利用

弊社の機材は、将来利用として、フロントアタッチメントをブレードに交換すれば、ブルドーザの最も得意とする整地作業や穂場整備にも使える（写真—22）。つまり、地雷除去から地域復興まで長く現地で活躍することができるのである。



写真—22 ブレードによる整地作業

6. 地域復興へ

地雷埋設国の復興は、地雷を除去した後から始まる。つまり除去跡地に、道路等のインフラの整備、自活のための農地開発、そして人材育成のための学校等の教育インフラの整備である（図—6）。この除去機の作業速度は、現地テストの結果、1時間に約500m²以

上を達成できることが実証されたので、この機械が1台、1年間フルに稼動すれば、約72haの面積の地雷を除去でき、それは約500人規模の村の復興に寄与できると試算する。



機械による高速地雷除去 ⇒ 農地開発



道路等のインフラ整備 ⇒ 学校建設



図一6 復興へのイメージ図

7. 最後に

2004年にアフガニスタンで、2006年にカンボジアで、政府機関及び地元の地雷除去NGOであるOMAR (Organization for Mine Clearance & Afghan Rehabilitation) やCMAC (Cambodian Mine Action Center) の協力のもと、過酷で厳しい条件で、現地テストを遂行した(写真一23, 24)。機械を操縦することに慣れていない現地の地雷除去NGOの方々とは、まずは機械の使い方や地雷原での安全な作業方法等を十分議論し、トレーニングをするところから始まった。互いの国の文化は日本と異なり、仕事の進め方や、安全に対する考え方にも違いがあったが、議論を重ねるうちに、お互いの協力関係を築けるようになった。



写真一23 OMAR と共に



写真一24 CMAC と共に



写真一25 アフガニスタンの子供たち



写真一26 カンボジアの子供と僧侶

その結果、両国において、作業性能と耐久性を十分に実証できるテスト結果を得られた。

そして、現地テストでの性能が高く評価され、2007年夏に1号機をアフガニスタンに納入した。また2008年の初頭にはカンボジアにも出荷する計画である。

アフガニスタンやカンボジアでは、今も地雷による犠牲者が毎年でており、子供達の被害も伝えられる(写真一25, 26)。機械化により、速く、そして安全に地雷を除去できるために、コマツの技術が微力でも役に立てば、本望である。そして現地が一日でも早く復興することを願ってやまない。

優秀論文賞

ボランティアでも容易に操作可能な排泥装置の考案

北陸地方整備局 北陸技術事務所 機械課長 本間 政幸
整備係長 以倉 直隆
整備係主任 高井 謙一

1. まえがき

平成 16 年の新潟福島豪雨では堤防の決壊により多量の濁水が堤内地に流入し、濁水は多量の汚泥を住居や道路に堆積させた。汚泥の処理は、住民・ボランティア・自衛隊などの人海戦術によりスコップ、バケツや土嚢袋などを使い、手作業で回収された。その作業は泥との格闘で大変な重労働とともに、服装は夏季軽装により危険な環境下で行われた。

北陸地方整備局は、汚泥処理のため道路維持作業車を支援し活動にあたったが、今後汚泥処理支援策として、汚泥吸引車等を住民・ボランティアが使用する場合が想定される。この場合、①汚泥吸引ノズルが大型かつ重い。②使用するノズルが 1 本しかない。③軒下等の狭い場所に適応できないことから、住民・ボランティアでの使用は困難である。

そこで、北陸技術事務所では、ボランティアでも容易に扱え、一台で複数の人が使えることを目的に、吸引口を 6 本に分配し、軽量化を図った「排泥装置」を考案した。

2. 排泥作業の現場

(1) 人力作業の現状

写真—1、2 に住民・ボランティアによる汚泥の処理状況を示す。異臭がする中で、流出物が混じった汚泥を、スコップを使って掻き出し掘削を行い、一輪車やバケツリレーにより運び出された汚泥は、土のう袋や 1t パックに詰め込まれ、車両で運搬された。

インターネットで「新潟福島豪雨」「ボランティア」「汚泥」をキーワードに検索した結果 445 サイトが抽出され、「大変」という言葉が入っているサイトは 241 見つかり、半数以上が汚泥処理を大変だと感じていることが伺える。

作業時の服装は夏季のため軽装であった。汚泥の中



写真—1 人海戦術による排泥作業状況



写真—2 軽装で泥だしに参加

に混じっている危険物により怪我をしたとの報告もあり、汚泥処理作業は重労働以外に危険な要素が潜んでおり健康を害することもある。

(2) 機械化施工の現状

写真—3 に汚泥吸引車による排泥作業を示す。吸引ホースの口径はφ 100 mm ～ 125 mm と大型かつ操作重量が重いため、ノズル操作とホース操作が 2 人がかりで行われる。作業は建設を業とする者でも重労働で、軒下など狭い箇所の作業が困難である。

(3) 汚泥の性状

平成 16 年 7 月 13 日の豪雨で被災した新潟県中之島町から搬出された汚泥を採取し性状を調査した。粒度分布調査結果を表—1 に、ふるい分けた汚泥を写真



写真-3 汚泥吸引車による作業状況

表-1 汚泥の性状

ふるい目寸法 (mm)	残留率 (%)
50	0.0
40	1.5
30	0.7
25	2.1
20	1.4
15	0.6
10	2.0
5	2.1
上記以下	89.6

試料総質量 7.7 kg



写真-4 ふるい分けした汚泥（乾燥状態）

— 4 に示す。

汚泥の性状としては、重量比でふるい目 5 mm を通過する細かいものが約 9 割を占めていることと、50 mm を越えるものが無かった。このことから装置の軽量化を考慮して最小部の直径は 50 mm 以上あればよいと考えられる。

3. 排泥装置の考案

(1) 基本方針

排泥装置の試作機は次の 3 点を基本方針とした。

- ① ボランティアでも扱い易い形状で軽量なこと。
- ② 複数のボランティアが作業可能なこと。
- ③ 使用車両は国土交通省保有の側溝清掃車（汚泥タンク容量 5 m³ 級）の支援を想定すること。

支援想定車両③の吸い込み性能から、②の分配数は 6 本が限界であるとした。排泥装置の全体概要を図一

1 に示す。

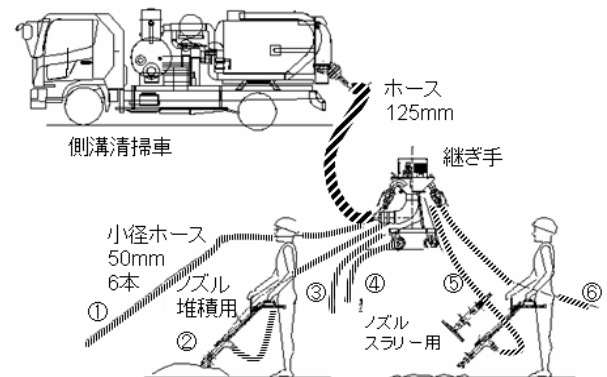


図-1 排泥装置全体概要

(2) 汚泥吸引車の吸引機構と排泥装置の考案

図-2 に汚泥吸引車の吸引機構を示す。吸引はフロアでタンク内の空気を吸い出し真空状態にし、タンクに接続したホースの先端にノズルが取り付けられている。作業時はノズルから汚泥と空気を吸い込み、タンク内には汚泥が残る仕組みとなっている。

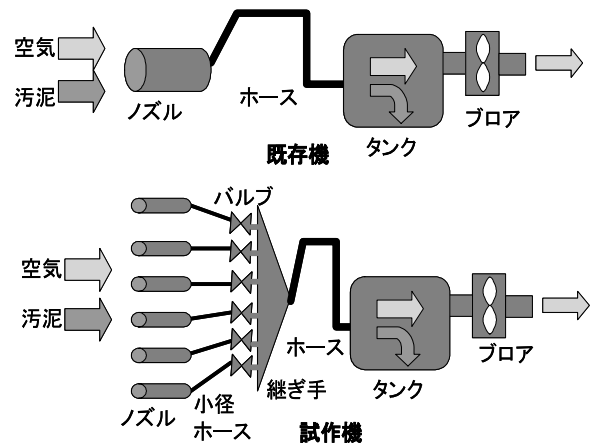


図-2 排泥吸引機構の概要

写真-5 に汚泥吸引車（側溝清掃車）とそのノズルを示す。大口径のノズルとホースを取り扱うのは、体力のある 2 名の作業員でなければ困難である。

(3) 排泥装置の考案

考案した排泥装置はフロアからタンクとホースの途中までは既存機を使用する（図-2）が、①ホースの途中に新たに継ぎ手部（分配器）を設けてホースを 6 本に分配し、②先端には小型軽量の 6 本のノズルを取り付けたものである。6 本のノズル（ホース）は同時使用または、単独での使用を可能とするため、使用し



写真—5 既存装置

ない場合は継ぎ手部（分配器）のバルブを閉塞して休止させる構造としている。

なお、バルブ閉塞時と吸引作業時にホースが詰まった場合の安全装置として、継ぎ手部（分配器）に取り付けた真空破壊弁が作動するようにした。

ノズルは、含水比が低く厚く堆積している堆積用と、含水比が高くスラリー状に薄く堆積しているスラリー用の2種類を考案した。

表—2 に排泥装置の概略仕様を、写真—6 に堆積用ノズル、写真—7 にスラリー用ノズル、写真—8 に継ぎ手を示す。ノズル、ホースともに既存のもの（写真—5）に比べ小型・計量で操作が容易に可能である。継ぎ手は移動が容易なようにゴムタイヤ付き台車に取り付けた。

表—2 側溝清掃車、排泥装置の概略仕様

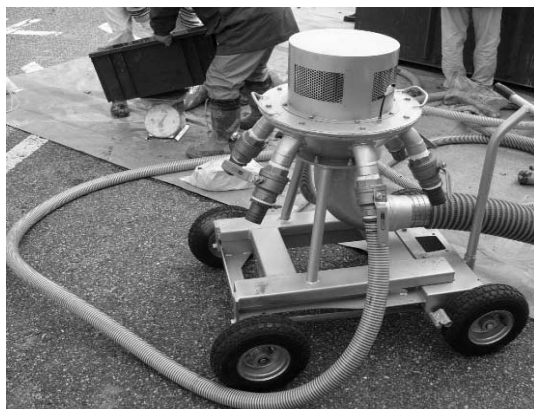
側溝清掃車	規格	5.0 m ³ 級	小径ホース	規格	軽量型給排水用サクシオンホース
	吸い込み量	5.5 m ³ /h		重量	0.54 kg/m
	真空ポンプ	ロータリプロア式		許容圧力	0.1 MPa
	真空安全弁	— 0.093 MPa	ノズル（堆積用）		
	ホース径	125 mm	重量	2.6 kg	
継ぎ手	車両側口径×個数	φ 125 mm × 1	材質	SUS304	
	ノズル側口径×個数	φ 50 mm × 6	ノズル（スラリー用）		
	真空安全弁	60 A × 1	重量	2.8 kg	
		80 A × 1	材質	SUS304	
	重量	62 kg			



写真—6 堆積用ノズル



写真—7 スラリー用ノズル



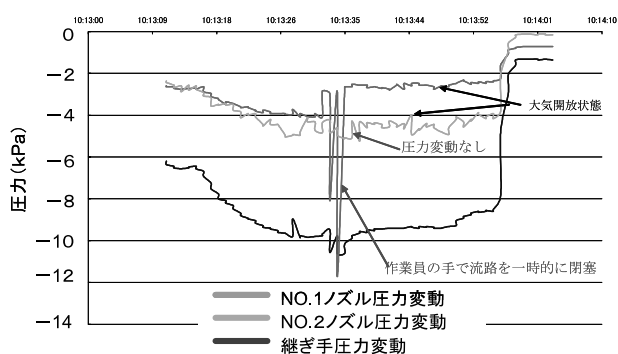
写真—8 継ぎ手（分配器）

4. 機能確認

(1) 圧力変動

考案した排泥装置は、1 台の汚泥吸引車両に複数のノズルを取り付けて同時に作業をすることを想定すると、一方のノズルの吸引圧力の変動が、他方の吸引圧力に影響を与えることが懸念された。

そこで、図—3 に示すように2本のノズルの圧力変動を同時に測定し、圧力変動を及ぼすか確認した。図で示すようにNO.1 ノズルを強制的に閉塞させても、NO.2 ノズルと継ぎ手には吸引圧力の変動はなかった。また、実作業性についてはノズルを同時に使用しても支障なく行え、問題ないことが確認できた。



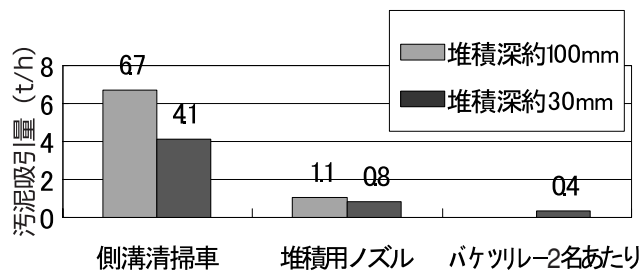
図—3 ノズル圧力変動

これは、ホース内に一定の吸引抵抗があり、複数ある吸引ノズルの圧力変動が干渉しあうことがないためと推察される。

(2) 作業能力

既存の汚泥吸引車（側溝清掃車）と堆積用ノズル1本使用時の作業能力比較を図—4 に示す。作業能力は汚泥の堆積を想定し、深さ約 100 mm（含水比 45 %）の場合と、スラリー状を想定し深さ約 30 mm

(含水比 45%) の場合の 2 ケースで試験を行った。



図—4 作業能力比較

この結果どちらの場合も処理能力が既存車両の 1/6 程度となり、6 本同時に使用すると汚泥吸引車（側溝清掃車）と同程度の作業能力を発揮することが可能と思われる。

参考として、バケツリレー（2 人）の作業能力を比較しても 2 倍の能力差があり、汚泥を長距離搬出する場合の人員が不要となることから装置の効果が期待される。

なおスラリー用ノズルは、閉塞が激しく生じ連続作業に支障があり、改良が必要となった。

(3) ノズルの扱い易さ

考案した吸引ノズルの扱い易さについて、試験に参加していただいた作業員から下記意見を得た。

- ①ノズル径、ホース径が既存の半分以下で重量は 1/2.5 と軽量なため、取扱いが非常に容易。
- ②足下のホースの取り回しがしづらい。
- ③取手は不要。直接ノズルを掴むほうが扱い易い。

以上のとおりで、若干の改良が必要であるものの軽量であることへの評価が高く、概ね良好という意見であった。

(4) 改良案

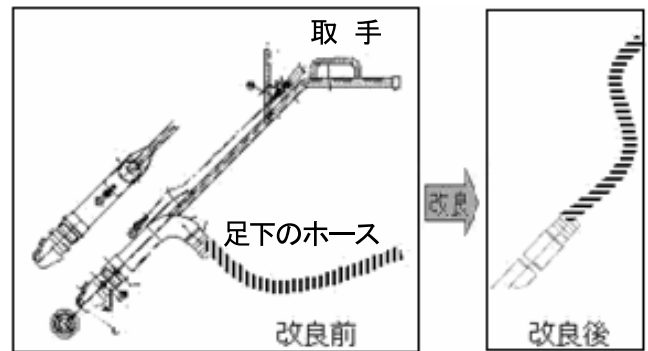
ノズルの扱い易さの結果より下記改良を行い、再度機能確認を行った。

①堆積用ノズル

試作装置では「ホースの取り回しがしづらい」ことから、足下ではなく手元にホースをつなぐ形とし、ホースの取り回しを楽にすると同時に、取手を省略した単純な形状とし、軽量化を図る（図—5）。

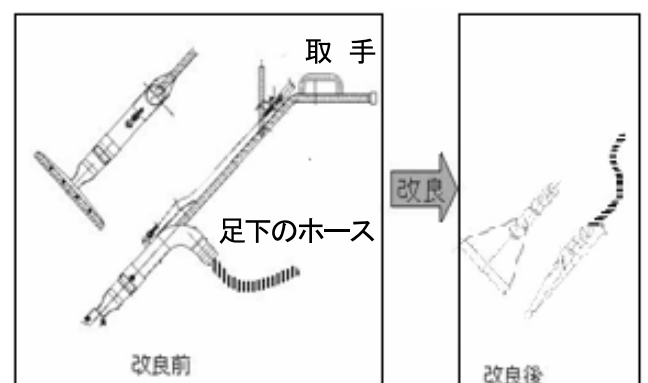
②スラリー用ノズル

掃除機のような形状と吸引口の口径を絞った形状では、閉塞が激しいので、ちりとりのような先端の形状で開口部を広くとるとともに、同一径で吸い込



図—5 堆積用ノズル改良案

む構造に変更した（図—6）。



図—6 スラリー用ノズル改良案

5. まとめ

考案した「排泥装置」の処理能力等は下記のとおりで、既存の側溝清掃車と同等の性能を得ることができた。

- ①重量が既存のノズルの 1/2.5 であり、操作性に優れボランティアでも容易に扱える。
- ②側溝清掃車 1 台で 6 人のボランティアの同時作業が行える。
- ③側溝清掃車（汚泥タンク容量 5 m³ 級）の支援が可能。

6. あとがき

ボランティアでも容易に扱え、一台で複数の人が使えることを目的に「排泥装置」を考案した。

道路維持用作業車を水害の際使用するため、運用方法について検討の余地はあるが、ボランティアの重労働の軽減と危険な環境下での作業を機械化施工することが可能である。

優秀論文賞

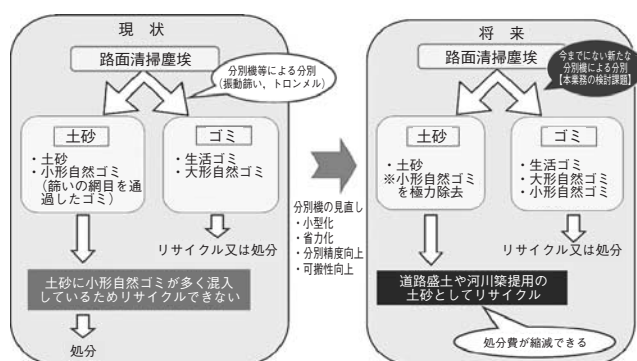
塵埃の可搬式分別装置の開発

国土交通省 関東地方整備局 関東技術事務所 機械課 保坂 賢二
 村上 大幹
 日本下水道事業団 東日本設計センター 機械設計課 弓削 竹志

1. 開発目的

路面清掃で発生する塵埃は地域により差異はあるものの、土砂、落ち葉・枯れ草等自然ゴミ、缶・ビン・ペットボトル等で構成され、およそ80%（質量比）は土砂で占められている。このことから、塵埃回収物全体が廃棄物として処理されていたものを、土砂と廃棄物に分別できれば、土砂は発生土として有効活用が可能となり、廃棄物の容積・質量が大幅に軽減されて、処分費の縮減が可能となる。

そこで、平成17年度から2ヶ年を掛けて、処分費の縮減を図ることを目的として、可搬式の塵埃分別装置の開発を行った。図—1に可搬式塵埃分別装置の概念を示す。



図—1 可搬式の塵埃分別装置開発の概念

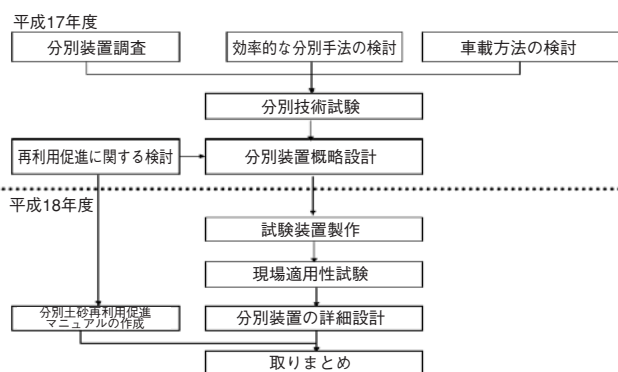
2. 開発概要

開発の全体計画フローを図—2に示す。

(1) 分別作業の実態調査

関東地方整備局管内における路面清掃塵埃の分別作業の実態について既存の分別装置及び分別状況の現場調査を行った。

(a) 分別装置調査



図—2 開発の全体計画フロー

分別方法の調査結果について以下に4例を示す。

①事例1

振動式スクリーンを用いて、土砂とゴミに分別している。

②事例2

多段式ロールスクリーンが設置され、塵埃を土砂・落葉類・雑ゴミ・缶・ビン類・ガラ・コンクリート塊類に分別可能であるが、装置規模が大きく土砂の純度を高める分別には適していない。

③事例3

路面清掃車からダンプトラックに移す過程で、ダンプ荷台に張ったネットをスクリーンとして、清掃車からの排出でネット上に残った粗大ゴミを人力で拾い寄せる分別方法を行っていた。

④事例4

トロンメルを使用している。分別作業は土砂とゴミに分別し、ゴミの中のレキは人力で除去している。トロンメルは目詰まりの進捗が顕著で運転可能時間は1～2時間が限度であった。

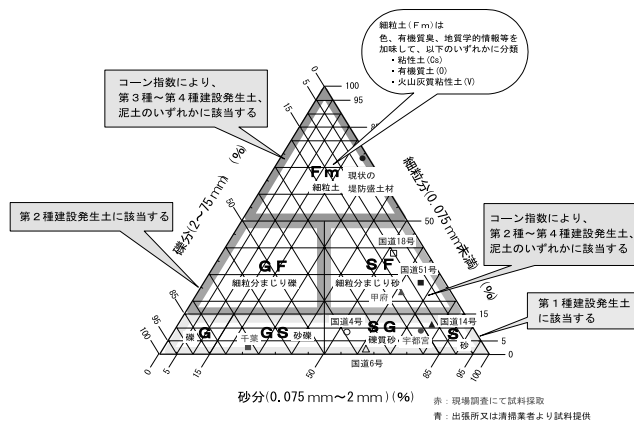
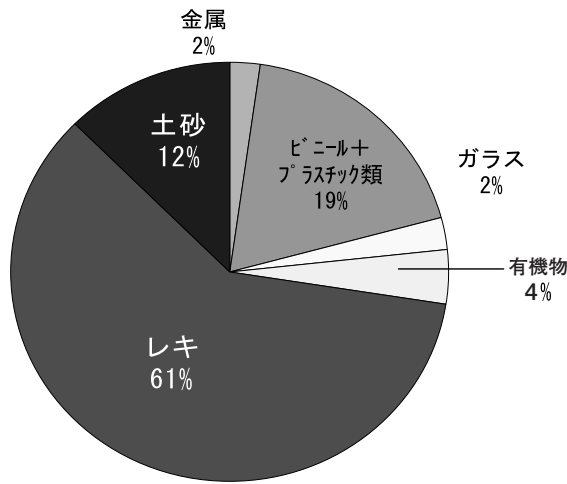
(b) 路面清掃塵埃の性状

①分別土砂の性状

塵埃を分別した内訳を表—1に示すが、約4%の有機物（落葉や枯れ枝等）が含まれている。また、現場で採取した分別土砂の粒度分析結果を図—3に示す。

す。

表—1 分別後ゴミ内訳



図—3 分別土砂の粒度分析結果

3. 検討結果

(1) 分別装置基本能力

(a) 分別土砂の土質目標

分別土砂を、埋め戻し・盛土として再利用する場合、「発生土利用基準」が適用される。この基準では、コーン指数と土質材料の工学的分類体系を指標とし、第1種～第4種及び泥土に区分される。分別土砂の性状は図—3から第2種建設発生土に属し、適用用途として工作物の埋め戻し・土木構造物の裏込め・道路用盛土（路床・路体）に利用可能である。しかし、現状の分別土砂には、落葉や草木等の小型自然ゴミが多く混入し、再利用への弊害となっており極力小型自然ゴミの混入が少ないものとする必要がある。

(b) 分別装置の可搬性目標

分別装置は、以下の理由から可搬式とする。

- ・ 塵埃回収量により、装置を事務所あるいは出張所間でローテーションすることで稼働率が向上する。

- ・ 装置の設置箇所を選択することで、長距離運搬の必要性が少なくなる。

なお、装置の移設にあたっては、クレーン付トラックのみで一連の作業（分解、積込、運搬、荷下、組立）を行えるものとする。

(c) 処理能力

事務所単位とした場合の処理能力を求めた。

日当り処理量 (m³/日)

= 年間塵埃回収量 (m³) / 年間運転日数 (日)

= 3,424 / 250 = 13.7 m³/日

年間塵埃回収量：3,424 m³

(Y 国道事務所 H15 年度実績)

年間運転日数：250 日（土日祝日除く）

時間当り処理量 (m³/h)

= 日当り処理量 (m³/日) / 日運転時間 (h/日)

= 13.7 / 7.5 = 1.8 m³/h

日運転時間：7.5 h/日

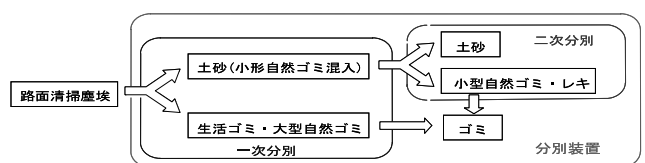
※路面清掃車の運転日当り運転時間準用

時間当り処理能力は 1.8 m³/h とする。

(d) 適用性のある分別技術

① 分別装置の構想及び分別技術

現在使用している分別装置では、土砂に未分別の小型自然ゴミが混入しているものの、大半の大型ゴミが分別出来ていると評価した。現状の分別装置を一次分別として適用し、さらに二次分別で土砂に混入している小型自然ゴミを除去する2段階の分別処理を主たる構想とした。道路清掃塵埃の分別装置構想図を図—4に示す。



図—4 道路清掃塵埃分別装置の構想

② 分別技術と適用性

一次分別装置に適応する技術として、篩装置（トロンメル、振動式、強震式）は従来より建設分野での実績が多い。ロールスクリーンは、装置が重く高価であることから建設分野での実績は少なかったが、近年ダム等での使用実績がある。

二次分別装置に該当する分別技術は、気流選別が主流であるが、被分別物の水分量・粒子径・密度等に制限があり、適用性のある装置は現存しない。

機械選別の種類及びそれらの組合せとして表—2に示す分別技術を考えた。

表一 二次分別装置として適応性のある分別技術

分 別 技 術	概 要
反発式分別	土砂を壁面に衝突させ、反発の差で小型自然ゴミと土砂を分ける。
振動分別	振動で土砂表面に小型自然ゴミを浮き出させる。浮き出させるだけなので、そのゴミを除去する技術との組合せになる。
タイン方式	土砂に混入している小型自然ゴミをタイン(爪)で掻き出す。
振動分別+気流分別	振動で土砂表面に小型自然ゴミを浮き出させ、それを風力で飛ばす。小型自然ゴミのみを効率的に飛ばすことができる。
振動分別+タイン方式	振動で土砂表面に小型自然ゴミを浮き出させ、それをタイン(爪)で掻き出す。小型自然ゴミのみを効率的に掻き出すことができる。

表一 一次分別装置試験結果

分別技術	試験結果・考察	評価
トロンメル	・分別能力はゴミの含有量に影響を受けた。・試験機には送り機能が無いため、処理能力は全体的に小さくなった。(φ 1,000 mm : 2.6 ~ 5.0 m ³ /h, φ 1,500 mm : 6.0 m ³ /h) ・一次分別としては良好であり、外径 1,000 mm × 全長 2,000 mm の試験機が有望である。	◎
ロールスクリーン	・小型自然ゴミの除去は不可能であった。・生活ゴミが少ない塵埃に限っては、小型化や操作性、目詰まりが無い点でトロンメルよりも実用性が高い。生活ゴミが多い場合は、攪拌不足のために分別性能が低下すると考えられる。・トロンメルの様に、篩の見開きを自由に交換して調整出来ない点が問題。	×

③分別技術と試験結果

一次分別装置の要素試験結果を表一 3 に、二次分別装置の要素試験結果を表一 4 に示す。

試験結果から、一次・二次の分別方式は以下のとおりとした。

- ・一次分別装置（トロンメル）
現行機械の問題（目詰まり）に対しては、スクレーパー装着で解決できる。
- ・二次分別装置（振動コンベア+バースクリーン）
土砂の観察上、殆ど目的を達成したと考えられる。

(2) 効率的な分別手法の検討

上記の調査の結果、路面清掃作業の実態調査及び塵埃の性状調査等を実施し分別装置に必要な基本能力を決定した。

また、既存技術の適用性について検討及び要素試験

表一 4 二次分別装置試験結果

分別技術	試験結果・考察	評価
反発式分別	・分別は出来なかった。また、壁面に土砂の付着が発生した。	×
振動分別	・振動によって上にゴミ層下に土砂層の形で成層した。・35 Hz 付近は造粒現象が見られ分別性が非常に高まった。・市販の振動スクリーン等は共振点で設計されるため約 15 Hz が上限である。・搬送手段のみでなく低速搬送では土砂と小型自然ゴミの分離手段としても有効であった。	○
タイン方式	・砂を多く含む土砂の場合、自然ゴミと一緒に土砂まで掻き出され、分別は不十分であった。	△
振動分別+気流分別	・土砂の巻上り風速は粒子径によって変化したため、土砂に対しては分別風速の決定は不可能・砂粒(径 3 mm)の飛散によって分別が不十分・吸水木屑と土砂の密度差が小さく分別が不十分。	×
振動分別+タイン方式（バースクリーン方式）	・土砂の分別状況は良好であった。・不具合の発生はなかった。	◎

表一 5 試験装置仕様

項 目	仕 様
処理対象物	路面清掃塵埃
処理能力	1.8 m ³ /h 以上
土砂の分別精度	第 2 種建設発生土以上
システム形式	可搬式
一次分別装置	パンチングメタル式トロンメル
二次分別装置	振動コンベア+多重振動バースクリーン

を実施し、一次分別技術の決定及び二次分別技術の考察を行った。

決定した試験装置の仕様を表一 5 に示す。

(3) 試験装置の設計、製作

①一次分別装置

トロンメルに最適なパンチングメタル孔径を選定する目的で試験を行った。孔径 18 mm では投入回数が増加した反面、塵埃の分別精度は向上した。孔径 25 mm, 36 mm では投入回数が減少したが塵埃の分別精度は低下した。分別能力と分別精度はトレードオフの関係にあるが塵埃投入回数の増大はトロンメル的大型化を招く。また、現場調査において 20 mm の網がトロンメルに使用されており、ほぼ良好な分別状態であることから、分別能力と分別精度の関係も考慮し、孔径 25 mm が妥当と考えた。要素試験結果からトロンメル直径 φ 1,000 mm, 有効長 2,000 mm, 傾斜角は 5 ~ 10° の範囲で調整可能な構造とした。トロンメル



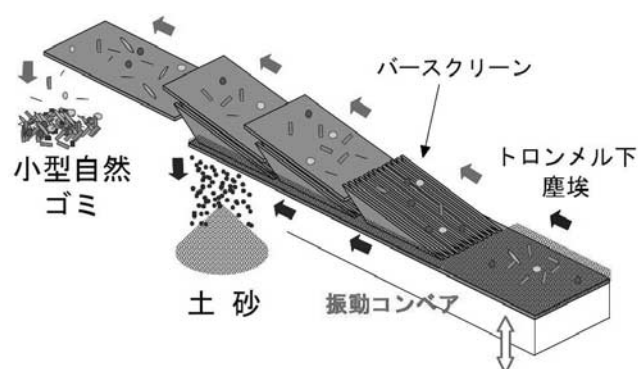
写真一 トロンメル外観

の外観を写真一に示す。

②二次分別装置

二次分別装置は、振動コンベア及び多重バースクリーンで構成される。また、効率よく分別物の受渡しを行うため、二次分別装置は一次分別装置のシュート直下に配置することとした。

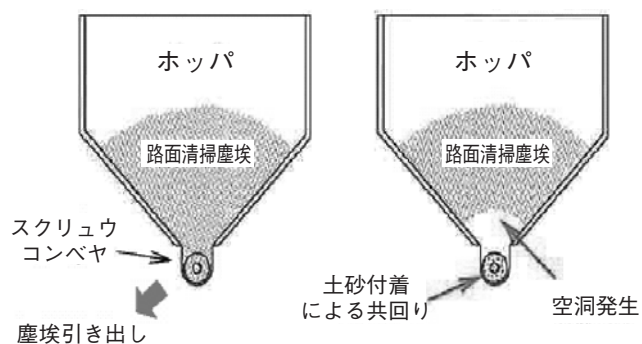
装置の構造を図一五に示す。



図一五 二次分別装置構造

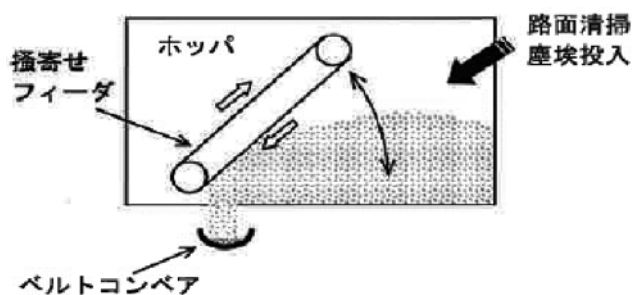
③塵埃ホッパ

塵埃の引き出し方式について検討を行い、塵埃ホッパから連続的に安定した速度によって塵埃を引き出す方法として、底側からスクリュウコンベヤで引き出す方法では、アーチングやスクリュウコンベヤの共回りにより土砂が引き出せないことが要素実験の結果より想定された（図一六）。

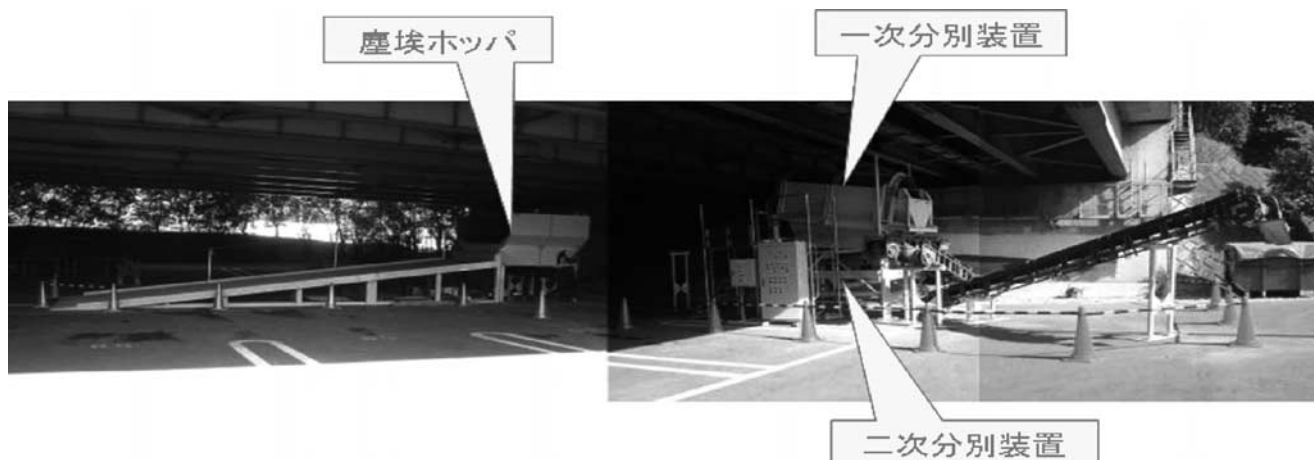


図一六 スクリュウコンベア方式

対策として、ホッパ内の塵埃表面から順次掻寄せてベルトコンベアに供給する方式（図一七）を考案した。



図一七 ベルトコンベアに供給する方式



写真二 試験装置設置状況

(4) 試験装置の製作仮設

試験装置を製作し現場適用性試験場所である C 国道事務所車両基地内に仮設した（写真—2）。

(5) 現場適用性試験

(a) 供試路面清掃塵埃

以下の塵埃をそれぞれ約 2 ～ 3 m³、計約 18 m³ を搬入し、分別を行った。

①砂分が多い塵埃（首都圏）：1 月回収

②泥分が多い塵埃（地方部）：10 月回収，12 月回収，2 月回収

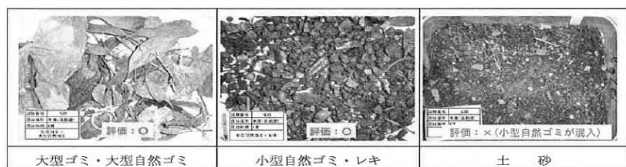
③中間的な粒度分布の塵埃（地方都市）：11 月回収，1 月回収

(b) 分別精度

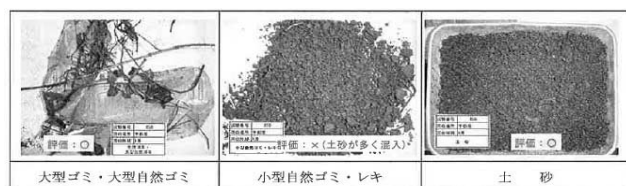
回収した塵埃と分別精度の評価について表—6 に、分別されたゴミ，土砂の写真を写真 3，4 に示す。

表—6 供試塵埃と分別精度の評価

供試塵埃の性状		一次分別精度	二次分別精度
砂分が多い 〔首都圏〕	付着性低い	○	○
	付着性高い	○	×
泥分が多い 〔地方部〕	付着性低い	○	○
	付着性高い	○	×
中間的な粒度分布 〔地方都市〕	付着性低い	○	○
	付着性高い	○	×



写真—3 砂分が多い塵埃（首都圏）



写真—4 中間的な粒度分布の塵埃（地方都市）

付着性の低い塵埃分別精度は良好であるが，含水率が高く付着性の高い塵埃の場合，二次分別装置において目詰まりが発生し，分別精度が悪くなる結果となった。

(c) 分別能力

分別精度を落とさずに目標値である 1.8 m³/h を概ねクリアできた。

さらに処理速度を高めた場合は，二次分別装置でオ

表—7 装置の動作及び使用状況

箇所	項目	適用性に 関する評価	不具合の内容
塵埃ホッパ、 表面掻きセフィ ーダ	ホッパと床面の干渉	○	4 t ダンプによる投入では、ダンプのパンパや床面のアオリとホッパが干渉したため、改修を行い解決した。
	定量供給	○	
	供給量制御	○	
	メンテナンス性	○	
一次分別装置	トロンメルの目詰まり	○	
	シュートへのゴミ詰りに よる土砂付着対策	—	鋼板施設部よりも塵埃が多く付着したが、長時間の運転では自然落下が期待される。（未確認）本試験では、付着量が少ないので対策効果が発揮されなかった。
	メンテナンス性	○	
二次分別装置	搬送面の塵埃付着	×	付着性の高い塵埃では搬送面に付着した。
	搬送面からの荷こぼれ	○	
	バースクリーンの目詰まり	×	付着性の高い塵埃では目詰まりが発生した。
	メンテナンス性	○	
ベルトコンベア	荷こぼれ	○	
	荷すべり	○	
	ベルトへの塵埃付着	△	付着性の高い塵埃は、ベルトへの塵埃付着や、これらの落下によって、地面の汚れが発生した。
操作室	操作性	○	
その他	騒音	△	バースクリーン第3室では、やや騒音が大きい
	振動	○	
	粉塵	○	

ーバーロードとなり，分別精度が著しく低下する結果となった。

(d) 装置の動作および使用状況

装置の動作及び使用状況を表—7 に示す。

(6) 仕様書案作成

現場適用性試験結果を踏まえ，実用機の仕様書案作成を行った。表—8 に主要諸元を示す。

表—8 装置の主要諸元

分別処理対象物	関東地整管内 路面清掃塵埃
分別処理能力	1.8 m ³ /h 以上
分別内容	a. 土砂（ゴミが目視できない程度） 土質目標：第2種建設発生土 b. ゴミ（生活ゴミ、自然ゴミ）
システム形式	可搬式
塵埃ホッパ	表面掻きセフィード式塵埃ホッパ
一次分別装置	パンチングメタル式トロンメル
二次分別装置	振動コンベア＋多重バースクリーン またはロールスクリーン

(7) 作業歩掛

仮設作業の歩掛を基に作成した分別装置組立歩掛を表—9 に示す。なお，運転歩掛については，簡単なスイッチ操作で運転可能であることから，運転操作

表—9 分別装置組立歩掛（1 箇所当たり）

項目		単位	数量
人員	世話役	人	1.0
	設備機械工	人	1.3
	電工	人	4.0
トラック（クレーン付）運転		h	5.3

の作業員は計上しないものとした。

(8) 二次分別装置についての追加試験

多重バースクリーンの目詰まりの問題に対し、目詰まりに強いと考えられるロールスクリーンについて分別精度の確認試験を行った。

塵埃含水率 12.5 % 以下の条件においては、良好な分別性能であり、二次分別装置として有効であることが認められた (写真—5)。



写真—5 ロールスクリーン

また、試験装置からの変更点は以下の通りとなった。

- ①塵埃ホッパを傾斜させて投入口側を下げ、4t ダンプトラック等で塵埃を確実に投入できるようにした。
- ②二次分別装置として、振動コンベア+多重バースクリーンの他に、ロールスクリーンを選択肢として追

加した。

- ③生活ゴミ、大型自然ゴミ、小型自然ゴミを脱着式コンテナに排出できるようにした。

(9) 再利用促進に関する検討

分別された土砂 (以下「路面清掃発生土」という) について、粒度分析やコーン指数測定の結果、粒度組成が「発生土利用基準」第2種建設発生土以上に適合し、溶出試験および含有試験においても問題はないことを確認した。また、強熱減量の分析結果から、建設発生土として道路盛土や河川築堤等に再利用できる可能性があることから、試験盛土等による信頼性の裏付けが必要となった。

また、さらなる路面清掃発生土の活用案として、JACIC が管理する建設副産物及び発生土の情報交換システムに路面清掃発生土の情報を加えて運用することが考えられる。なお、路面清掃発生土をこれらのシステムで活用可能とするためには、時期、場所による発生量の調査を行う必要がある。

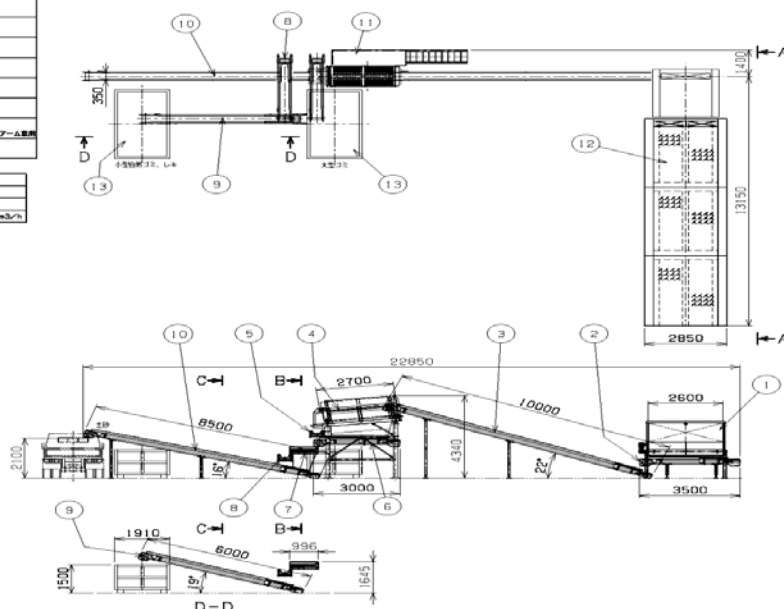
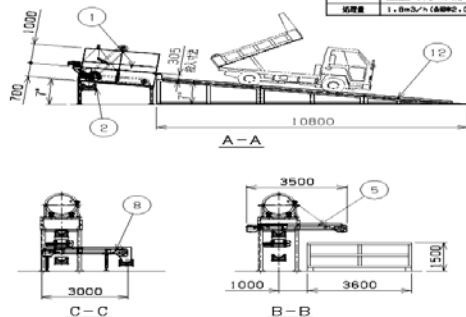
4. まとめ

(1) 分別装置の技術検討

平成 17 年度の国道路面清掃塵埃の分別装置場調査では、規制や苦情、コスト、処分場等の問題を解決するため、従来型の建設機械が試験的に投入された状態であったが、現行の分別機においては、以下の課題があった。

番号	部品名称	数量	備考
1	振動コンベア	1	振動コンベア付車
2	NO.1 振動コンベア	1	振動コンベア付車
3	NO.2 振動コンベア	1	振動コンベア付車
4	トリプルバースクリーン	1	
5	NO.3 振動コンベア	1	
6	NO.4 振動コンベア	1	
7	ロールスクリーン	1	

主要諸元
処理能力
振動コンベア
振動コンベア



図—8 全体図 (ロールスクリーン仕様)

- ①二次分別装置目詰まり防止対策
- ②土砂をリサイクルする上での分別精度を高める対策
- ③小型化して可搬性を高める対策

上記の課題を解決する目的から、平成 17・18 年度は、局管内の代表的な塵埃を対象にした要素試験や現地試験による可搬式分別装置の開発検討、リサイクルに関する検討、および、分別処理コストの検討等が行われて、ハード・ソフト両面について一応の成果が得られ、施行の見通しを得たと考えられる。

現行分別機の課題に対するハード面の成果の評価は、表—10 のとおりである。また、全体図（ロールスクリーン仕様）を図—8 に示す。

表—10 分別機の課題に対する成果の評価

現行分別機の課題	装置区分	現地試験	工場試験	全体
① 目詰まり対策	a. 一次分別	△	—	○
	b. 二次分別	△	△	△
② 分別精度	a. 一次分別	△	—	○
	b. 二次分別	△	△	△
③ 小型化・可搬性	a. 斜 路	○	—	○
	b. ホ ッ プ	○	—	○
	c. 一次分別	○	—	○
	d. 二次分別	○	△	○
④ 運転要員削減	a. 全自動化	○	—	○
	b. 省作業員	○	—	○

(2) リサイクル関係の検討

土質調査における土砂の粒度分析、分別土砂の溶出量分析試験・含有量分析試験を行った結果、分析項目において問題点はなかった。

また、路面清掃発生土利用技術マニュアル（案）を作成した。

5. 今後の課題

(1) 二次分別装置

二次分別装置に関しては以下の検討が必要である。

- ①目詰まりに強いロールスクリーンの組み込み
- ②バースクリーンの改良
- ③塵埃の性状によって、バースクリーンまたはロールスクリーン等の選択肢を増やす

(2) リサイクル関係

路面清掃発生土利用技術マニュアル（案）に準じて、実際に施行した場合の問題点を追跡調査する。

(3) 分別処理コスト

建設機械損料算定表(社団法人日本建設機械化協会)の濁水処理装置に準じて行った分別処理コストの確認が必要である。

6. おわりに

今回、開発した分別装置（試験装置）は、二次分別装置の目詰まりによる分別作業効率低下という問題を抱えながらも、現場適用性試験期間中に実施した、関東地整関係者および業者への見学会では、見学者から概ね良い評価を得ることが出来た。この目詰まりの課題が解決できれば、塵埃分別装置として、実用化レベルに仕上がるものと考えられる。

なお、今回発表する課題については「土木建設技術シンポジウム 2007」（土木学会，H19.8.3）において論文発表を行っております。

J C M A

JCMA 報告

中国北京 BICES 2007
出張報告

業務部

出張目的：BICES 2007 展示会に日本パビリオンを設営し、会員企業の商機の拡大に協力するとともに、協会・研究所の紹介を行った（写真—1）。

1. 開催概要

主催者：

CCMA：CHINA CONSTRUCTION MACHINERY ASSOCIATION（中国工程机械工业协会）

NCCMC：CHINA CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.（中工工程机械成套有限公司）

CCPIT：CHINA COUNCIL FOR THE PROMOTION OF INTERNATIONAL TRADE, MACHINERY SUB-COUNCIL（中国国际贸易促进委员会机械行业分会）

開催期間：2007年10月16日（火）～19日（金）

会場：NAEC（NATIONAL AGRICULTURE EXHIBITION CENTER：全国農業展览馆）

会期中は好天に恵まれ、盛況な展示会となった。会場が直前に変更になったにもかかわらず、多くの企業が参加しており、屋外は特に各社がひしめき合っているのを削っていた。日本勢は現地生産品以外の輸入品も精力的に展示をしており、特に第3次排ガス規制対応の新型に力を入れていたようである。各社とも客を引き付けるための、アトラクションを派手にやっていた。

2. 特記事項

(1) 日本パビリオン

今回は、オイレス工業（写真—2）、千住金属工業（写真—3）の2社の参加であった。全体に JAPAN を前面に押し出した装飾を行い、来場者の誘致を心がけた。場所も1号館入り口右側と絶好のロケーションを確保してもらい、日本パビリオンへの来場者は予想を上回るものであった。

(2) 10月15日：前夜祭

会場隣の長城シェラトンホテルで開催され、約500名の招待客が招かれた。出展者の一部、政府、業界関連団体、各国大使館員、メディア等が主な招待客であった。

席上主催者から、次回からメッセミュンヘン（BAUMA）と国際協力関係を結び、メッセが中国以外の出展及び来場者の誘致に全面的に協力する旨の発表が行われた。

同夜は出展者関連団体への表彰が行われたほか、各国パビリオン（日本も含み）の表彰があり、記念の



写真—1 日本建設機械化協会



写真—2 オイレス工業(株)



写真—3 千住金属工業(株)



写真—4 開会式風景



盾が贈られた。各種アトラクションも用意されて、食事も中華料理が供された。最近の中国の勢いを感じさせる豪華なものであった。

(3) 10月16日：開会式

会場1号館入り口にて行なわれ、主催者からの挨拶、政府関係者からの祝辞が披露された。JCMAを始め、各国展示会主催者は壇上に招待された。

初日の来場者は非常に多く、協会ブースにも中国の研究所や、研究機関等の来訪が多く、彼らが開催する会議、シンポ等に日本からの参加を求める声が多く、日本から最新の情報を吸収しようとする意気込みを強く感じた。

それ以外にも、一般の来場者でも、他の展示会と異なり協会の活動に興味を示す人が多かったのが印象的であった。

今回会員企業のカatalog配布を前回同様に行った(新潟トランス、三井三池製作所、東邦地下工機の3社で各社200部を限度として持参した)が、三井の総合カatalog50部は初日で品切れとなる盛況であった。

今回は、急遽予定会場が変更となり、従来使用して



写真—5 開会直後の混雑

いた農業展覧館となり、面積が狭かったこともあり、混雑感が増したのかもしれない(写真—5)。

(4) 10月17日

初日に比べると人出は少なく感じたが、それでも会員企業のカatalogは一部を除き全て200部が品切れとなった。

日本パビリオンに参加した千住金属は2日目のほうが、実質的な話が多かったと手ごたえを感じていた。

出展者歓迎会(夜)——前夜祭とは別に、出展者を

招待した晩餐会が催された。会場には約 2000 名の席が用意され 60 ～ 70 % が埋まっていたので、1200 名程度の参加があったと思える。

(5) 10 月 18 ～ 19 日

両日ともに、来場者は減少傾向であったが、協会の用意したパンフ 400 部は配布制限を行う必要があったほどよく配布できた。最終日午前中には準備したものの全て配布完了であった。

3. その他

(1) 各国パビリオン

国として参加していたのは、イギリス、スペイン、韓国、日本であった。中でも韓国は 400 m² 以上のスペースを確保し、大掛かりな出展であった（写真—6 ～ 9）。

(2) 日系企業出展者

コマツ、日立建機、コベルコ、鉦研、前田製作所、



写真—6 韓国パビリオン



写真—7 英国パビリオン



写真—8 スペインパビリオン



写真—9 日本パビリオン（1号館入り口から）



写真—10 コベルコ



写真—11 コマツ



写真—12 日立建機

(3) 現地メーカー



写真—14 河北宣工



写真—13 ヤンマー



写真—15 天津建築機械

いすゞ，ヤンマー，竹内，ナブテスコ，NTN，NOK，田中鉄工，コベルコクレーン，タダノ，酒井重工業，オイレス工業，千住金属 JCMA の18社・団体であった（協会調べ）（写真—10～13）。

(4) 各種セミナー

10月17日に日本，中国，韓国の3カ国によるクレーン協会シンポジウムが開催され，日本からも参加者があった。

会期中には，各団体，出展者によるセミナーが開催され，全部で17の開催があった。

メッセミュンヘンでは16日にBAUMA CHINAのプレス会議，AEMは17日に，CONEXPO ASIAとCONEXPO LAS VEGASのプレス会議を開催した。

JCMA

文責：JCMA 業務部 国際業務担当部長 天野裕一

JCMA 報告

標準化活動に関する受賞報告

標準部会

大村 高慶氏 産業技術環境局長賞受賞

日本規格協会主催による「標準化と品質管理全国大会」が10月中旬虎ノ門パストラルにおいて開催され、その際に行われた平成19年度「工業標準化表彰式」にて当協会機械部会コンクリート機械技術委員長、標準部会 ISO/TC 195 建設用機械及び装置委員会委員の大村高慶氏が、「国際標準化貢献者」として、経済産業省の「産業技術環境局長賞」を受賞された。

この国際標準化貢献者表彰は、国際標準化機関の TC 専門委員会などの議長又は幹事に就任し、我が国の国際標準化活動に貢献している方、及び、国際標準



化機関における新規作業項目提案、国際標準化機関の専門委員会等の専門家としての尽力など我が国の国際標準化活動に貢献している方を対象とするもので、大村氏は、平成14年からコンクリート機械関係の国際作業グループ ISO/TC 195/WG 4 のコンベナー（主査）として活動、更に平成17年以降は大村氏が国際議長を引き受けることをポイントとして作業グループを SC（分科委員会）に昇格させ、日本が幹事国を引き受ける運びとなり、ISO/TC 195/SC 1 の設立以降同 SC の国際議長として WG 当時を含めると合計18回の国際会議・調査等に出席・議事進行、8件の ISO 規格作成に中心的に携わり、5件の ISO 国際規格を発行させたなどの貢献により、今回受賞の運びとなったものである。

JCMA

文責：事務局

大口径岩盤削孔工法の積算

——平成18年度版——

■内 容

平成18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) 岩盤用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

● A4版／約250頁（カラー写真入り）

●定 価

非会員：5,880円（本体5,600円）

会 員：5,000円（本体4,762円）

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも

沖縄県以外 450円

沖縄県 340円（但し県内に限る）

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>

JCMA 報告

ISO/TC 127/SC 2/WG 5 ショベル転倒時保護構造 オークランド国際会議出席報告

標準部会

- ・ 会議名：ISO/TC 127（土工機械）/SC 2（安全性及び居住性）/WG 5（ショベル転倒時保護構造）
- ・ 開催地：ニュージーランド国オークランド市（ホテルクラウンプラザ会議室），他に 24 日夕方に林業仕様ショベル視察のための現地建設機械ディーラ GOHGHES 社訪問
- ・ 開催日：2007 年 9 月 24 日（月）～ 25 日（火）
- ・ 出席者：[オーストラリア 1 名] SAMUELS 氏（QMW Industries）
[ドイツ 3 名] HARTDEGEN 氏（土木建設労働災害保険組合），RUF 氏（LIEBHERR），LION 氏（VOLVO）
[ニュージーランド 3 名] FISHER 氏（労働庁），GATLAND 氏，WEBB 氏（KOMATSU N.Z.）
[スウェーデン 1 名] JAKOBSSON 氏（VOLVO）
[英国 1 名] LIGGINS 博士（安全衛生庁）
[米国 5 名] GAMBLE 氏（JOHN DEERE），BLANCHARD 氏，STEFFEN 氏（CATERPILLAR），NEVA 氏（BOBCAT - INGERSOLL RAND），TAYLOR 氏（CNH）
[日本 4 名] 田中氏（コマツ，国際 WG 主査），砂村氏（日立），クローゼン氏（新キャタピラー三菱），西脇（協会）計 18 名出席

経緯説明：土工機械の多くの機種（ブルドーザ，ローダ（トラクタショベル），ダンプ（重ダンプトラック及び不整地運搬車），スクレーパ，グレーダ，ランドフィルコンパクタ，ローラ）には ISO 3471（=JIS A 8910）に規定する転倒時保護構造 ROPS が用意され，転倒時に運転員を保護することとなっている。これに対して，油圧ショベルに関しては，転倒してもブームによる保護が期待しうる可能性がある，走行の比率が低いので転倒の比率も低いと思われるなどの点から ROPS は用意されていなかった（ミニショベルのみは横転時保護構造 TOPS がある）。しかしながら，油圧ショベルの台数は非常に多く，前記機種と比べて比率は低いとしてもかなりの数の転倒事故が発生しており，その場合重大人身事故となるおそれがあるので，ミニを超える大型の油圧ショベルの転倒時保護構造 ROPS が必要とされ，その試験方法及び性能基準を規定する国際標準を作成すべきとされた。このため，各種事故解析結果及び施工技術総合研究所での転倒実験結果に基づき，まず日本建設機械化協会の団体規格 JCMAS H 018 を作成した。続いて，これに基づき国際規格化を ISO に新業務項目提案し，各国の支持を得てきた。

また，傾斜地で使用されることの多い林業用油圧ショベルの転倒事故が海外では問題とされている状況にかんがみ（国内とは使用状況が異なるようである）ISO における林業用装置の分科委員会 TC 23/SC 15 と，土工機械の安全性及び居住性の分科委員会 TC 127/SC 2 との合同作業グループを TC 127/SC 2 の下に SC 2/WG 5 として設定し，日本で国際ワーキングのコンベナー（主査）を引受けることとし，田中氏を主査として活動開始し，既に 5 次に渡って WG 会議を実施，日本担当の DIS 12117-2（土工機械－ショベル系掘削機の保護構造の台上試験及び性能要求事項－第 2 部：6 トンを超える土工用ショベルの転倒時保護構造（ROPS））が投票に付され，承認に必要な支持を得ている。

今回の WG 会合では，この DIS 12117-2 投票の際に各国から提出されたコメントへの対応の審議，及び並行して米国担当で作成的林業仕様のショベルに関する CD 12117-3（土工機械－ショベル系掘削機の保護構造の台上試験及び性能要求事項－第 3 部：林業仕様ショベル系掘削機の転倒時保護構造（ROPS））との整合，及び後者の扱いに関して林業用装置を扱う TC 23/SC 15 との調整を行うことの三点が必要とされ，これらの点の解決を図るべく今回の WG 国際会議に臨んだので以下報告する。

1. 会議での論議

(1) 土工用ショベルの ROPS 規格とショベルの林業仕様 ROPS 規格との整合化

土工用ショベルとショベルの林業仕様の各転倒時保護構造 ROPS の要求事項の整合化に関して論議し、土工用の DIS 12117-2 では基本的には双方を適用範囲に含めることとし、即ち林業用の CD 12117-3 は前者に統合とされ、これに関連して、従来キャブライザ付きは適用範囲外であったが、固定式キャブライザ付きは適用範囲内とし（昇降式キャブライザ付きは依然として対象外）、但し、キャブライザ付きに対する性能基準（キャブライザ無しに比べて側方負荷など上昇）に関しては未だ十分な知見が不足することから要求事項ではなく参考として記述することとした。

(2) 上部旋回体を持つ林業専用機械の扱い

他方、ショベルの応用製品以外の、上部旋回体を持つ林業専用機械の保護構造は、土工機械の対象外として、ISO/TC 23/SC 15（林業用装置の分科委員会）に扱いをゆだねるべきとされた。

(3) 他機種の ROPS 規格との整合化の可能性

他機種の転倒時保護構造 ROPS 規格 ISO 3471 の最新の改定案 FDIS 3471 とできる限りの整合性を図るべきとされた。なお、将来的な他機種の ROPS 規格 ISO 3471 との整合化、現行 ISO 12117（ミニショベル横転時保護構造）の扱いに関しては、今後の課題として、TC 127 議長諮問グループ会議及び来年の TC 127「土工機械」専門委員会総会の際に方針を検討する。

(4) ROPS 側方及び垂直負荷評価試験の際の仮想地面の扱い

保護構造評価試験の際に想定する SGP（仮想地面）は、機械中央に運転席のあるブルドーザなどでは鉛直に対して 15°傾斜とされていたが、機械左端に運転席のあるショベルでは 15°の適用は不適切とされた。

(5) ROPS 前後方向負荷試験の際の負荷の向き

ROPS に対する前後方向負荷に関して、従来案文では後方からの負荷を想定していたが、様々なケースを想定したシミュレーション解析では前後のいずれの方向からの負荷も認められることから、最も厳しいケースを製造業者が想定すべきとされた。

(6) ROPS の設計変更及び修理・改造の扱い

設計変更及び修理・改造に関して、とりあえず前記 ISO 3471 の改正案 FDIS 3471 にならうこととされた。

(7) 当面のショベル ROPS 案文準備に関する日程

当面、次の日程でショベル ROPS 案文を準備とされた。

- ・ DIS 12117-2 案文をプロジェクトリーダーの日本が修正し、それを WG に 10 月末までに回付とされた。
- ・ これに対して WG 専門家は 11 月末までに意見を提出とされた。
- ・ これに基づき日本は ISO 中央事務局に提出するための FDIS 案文を年内に TC 127/SC 2 幹事国（米国）に送付とされた。

2. 林業仕様ショベル視察

GOUGHS 社訪問（9 月 24 日（月）夕方 15:00 から 18:00）：現地建設機械ディーラであり応用製品製造も手がける GOUGHS 社を訪問し林業仕様ショベルを視察した。GOUGHS 社が林業仕様用に製作している保護ガードは極めてごつい構成のもので、現在作成中の ISO 規格成立後は、建設機械製造業者が標準的に供給するであろう保護構造 ROPS ははるかに軽量・合理化された構造となると予想されるが、林業関係など特殊分野ではディーラで現地改造的に供給される保護構造への要望もありうるから、それを規格でどのように扱うかが今後の問題と感じた（今回会議では附属書（参考）で扱う方向で論議）。

3. 今後の見通し及び所感

前記の如く、今回会議での決定方針に基づき FDIS 12117-2 案文を早急に整備し、最終国際規格案投票に進む見通しとなった。本件、検討開始から、転倒実験実施などを含めると既に 10 年近い年月を経ており、この間、実験及び大規模なコンピュータシミュレーション、数十回に渡る国内での会議など関係各位が多量の努力を払われた結果、林業関係の TC/SC との関係の問題は残るものの、漸く規格制定の最終段階の見通しを得た。

JCMA

文責：標準部会事務局 西脇

CMI 報告

三次元重機制御による 路盤の高度化施工

竹本 憲充

1. はじめに

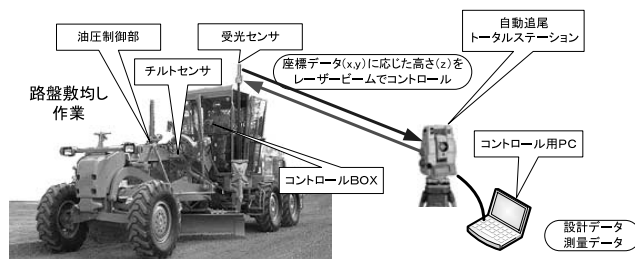
近年、測量機器の高機能化が進み、従来の光学的測量機能に加えて、測量ターゲットの自動追尾機能、測定した出来形標高と設計標高との比高差自動算出機能等が付加された製品が普及しつつある。また、建設機械についても、熟練を要する複雑な操作作業を、油圧・電子回路によって容易にコントロールできる技術が確立されている。これらの要素技術を、情報の伝達機能を有する測量機器を介して統合することにより、建築物の設計データを参照して建設機械を直接コントロールできる技術が開発された。この技術は、GPSや自動追尾トータルステーション（以下 TS という）を応用したものなど幾種類かに分類される。ここでは光通信機能を持たせた TS を利用し、モータグレーダのブレードを設計データ通りに自動制御できる技術の仕組みと路盤施工の試行結果について報告する。

2. 三次元重機制御グレーダシステムの概要

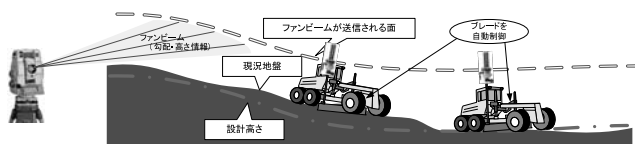
本システムは、図—1 に示すとおり光通信機能を備えた TS と高さ・横断勾配等の設計データを入力したコントロール用 PC（TS と直結）及びグレーダ側に設置された各種センサ、油圧制御部などで構成されている。

システムの運用手順は、以下のとおりである。

- (1) コントロール用 PC に設計データを入力する。
- (2) TS でグレーダのブレードに設置されたターゲットプリズムを視準し、ブレードの平面位置データと進行方向を把握する。



図—1 三次元重機制御グレーダシステム



図—2 ブレード高さ自動制御概念図

- (3) ブレードの平面位置に合致する設計高さと横断勾配データをコントロール用 PC で計算し、10 回/sec に光通信装置でグレーダ側へ発信する。
- (4) グレーダ側では、受光センサで機械位置における設計データを受信し、ブレードを設計データに沿うように自動制御させる（図—2）。オペレータは、グレーダの前後進とステアリング操作をするだけで、設計どおりに路盤を仕上げることができる。

3. 設計データの作成

設計データの作成方法には、次の 2 つの方式がある。施工する現場の形状、線形の有無等により適宜選択し、コントロール用 PC に入力する必要がある。

①ポリライン方式

ポリラインとは、道路を構築している線形要素（路線）であり、その線形要素に、グレーダを制御するための必要な勾配情報を含んだものである。主として線形を持つ構造物（道路等）の施工に用いられる。

②三角メッシュ方式

3 箇所の座標点を直線で結ぶことにより作成される三角形の面により設計形状を表現する方法である。主として線形を持たない形状（空港、造成地等）の施工に用いられる。

4. 高度化施工の精度検証

三次元重機制御グレーダシステムを利用した路盤の高度化施工では、前記 2. の運用手順によりモータグレーダのブレードを自動制御し、目標高さに仕上げることができ、現行の丁張りを参照した高さ検測では管理できなかった管理断面以外の区間についても施工精

度が向上する。これを検証するため国土交通省関東技術事務所の委託により2現場で試行工事を実施した。この試行現場の道路幅員は約11m、試行延長は約100m（工事延長は約900m）である。

検証は、現行施工と三次元重機制御グレーダシステムを活用した高度化施工による路盤仕上げ完了後に道路端部と道路中心において道路延長5m間隔で標高測量を行い、設計値と出来形値との比高のばらつきを比較した。その結果、図—3①、②に示すように、高度化施工の出来形がより設計（比高=0）に沿って均一化していることが伺える。その傾向は下層路盤で顕著であった。また、上・下層路盤面の標高差から上層路盤の層厚を算出した結果、105測点の全てで施工管理基準で示す規格値（設計層厚に対し、-25mm以上）を満足した。

一方、現行施工においては、下層路盤仕上がり面の凹凸に起因して上層路盤の層厚不足箇所（規格外）が105測点中5点確認された。この層厚不足は多点管理を行ったことではじめて確認されたものである。各車

線200m毎に一箇所を掘り起こし、その深さを測定することで層厚を管理する現行の施工管理基準においては、規格値を満足する層厚であった。

5. その他の導入効果

本試行工事とは別途に実施した施工実験により、三次元重機制御グレーダシステムの導入効果として下記の事項が確認された。

- ①ブレードの自動制御により、出来形確認のための検測作業（作業中断）を低減でき、仕上げ作業が容易であることから施工能力が大幅に向上する。
- ②作業効率の向上に伴い燃料消費が削減し、環境負荷の軽減に寄与する。
- ③作業中の重機周りにおける出来形確認のための人力作業軽減により安全性が向上する。

6. おわりに

本システムの最大の導入効果は面的な出来形品質の向上であり、将来懸念されている熟練オペレータの不足問題に有効な対策となりうる。これまで本技術は主として請負者の施工効率化のために用いられてきたが、出来形品質の均一化は発注者にとっての導入効果としても認められるため、発注者メリットを明確化し、発注者主導での導入を促す取り組みが必要と考える。たとえば、本システムの導入による路盤出来形の均一化が、その上層（基層・表層）の層厚均一化に寄与し、ひいては基層・表層の長寿命化に寄与できることを、システム適用現場の追跡調査によって確認することが有効であると考えられる。さらに長寿命化の程度を定量評価し、施工～維持管理を含めたトータルコストの低減量として換算することにより、導入コストに見合う効果が得られるか発注者自らが検討できるようになり、発注者主導での導入事例が増えるものと考えられる。

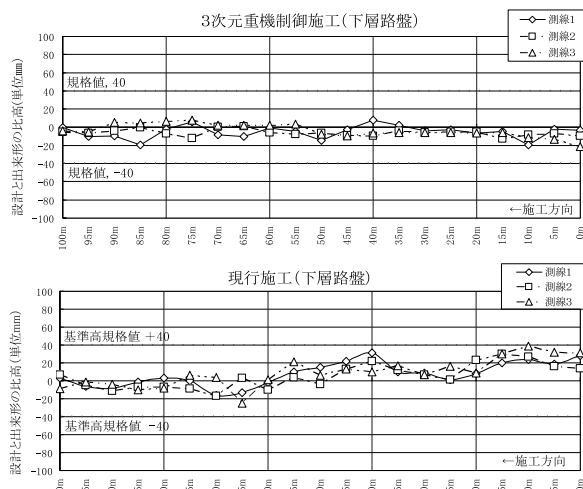
J C M A

《参考文献》

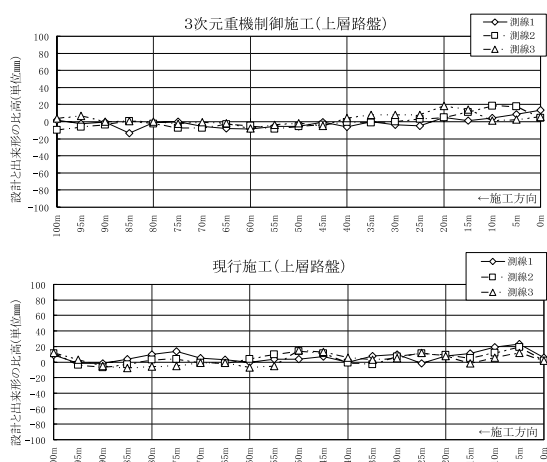
- 1) T.Kanazawa et al: Proposal of construction management using position measuring technology of construction equipment in paving work, International Symposium on Automation and Robotics in Construction 2006 (ISARC 2006)
- 2) 坂本鋼三・他：舗装工における建設機械の位置情報技術を利用した施工・施工管理の提案，建設ロボットシンポジウム，2006年11月
- 3) 山口達也・他：3次元マシンコントロールモータグレーダ，建設機械，日本工業出版，39〔10〕

【筆者紹介】

竹本 憲充（たけもと のりみつ）
 社団法人日本建設機械化協会
 施工技術総合研究所 研究第三部
 主任研究員



図—3① 下層路盤出来形の比較（設計値と出来形値との比高）



図—3② 上層路盤出来形の比較（設計値と出来形値との比高）

新機種紹介 機関誌編集委員会

▶ <02> 掘削機械

07-<02>-17	新キャタピラー三菱 油圧ショベル CAT 330D/CAT 330D L	'07.09 発売 モデルチェンジ
------------	--	----------------------

一般土木工事、環境整備・リサイクル工事に幅広く使用される油圧ショベルとして、低燃費生産性、環境適合性、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 330D、330DL（ロングクローラ仕様）である。

搭載エンジンは、日米欧の排出ガス対策（3次規制）基準値をクリアする ACERT 型で、排気を吸気に戻さずクリーンな空気だけを使用して対策を実現しており、噴射量、タイミングを最適にコントロールする電子制御システム、負荷、回転数に対応するウエストゲートターボチャージャと空冷式アフタクーラからなる吸気システム、超高压で多段噴射の燃料噴射システム、ステンレス製でメンテナンスフリーの酸化触媒装置を備えた排気システムから構成されている。また、油圧駆動・可変スピード冷却ファンの採用や各部の振動・騒音対策によって、国土交通省の低騒音型建設機械にも適合している。作業内容や現場条件に応じて選択できるハイパワー／通常／エコノミの3モードの設定、ブーム／アームの戻り油を有効利用するエネルギー再生回路、リリーフ圧付近でのパワーロスを低減した油圧バルブや大口径配管、自動デセル、ワンタッチローアイドルなどの採用で低燃費生産性を実現している。さらに、早いブーム上げを必要とする作業でのブーム優先操作と、旋回パワーを必要とする作業での旋回優先操作を、操作レバーで思い通りにコントロールできるスマートワークシステムを搭載して、スムーズな作業を可能にしている。加圧密閉式で FOGS（落下物保護構造）直付けを可能にするヘッドガードキャブに搭載のフルグラフィックモニタにより、10 種類のアタッチメント流量のプリセットが可能であり、アタッチメントペダルの操作で各種作業に対応できる。ブレイカ作業では、負荷にかかわらず打撃速度を一定に保持できる。大断面構造のブームとアーム、円筒形のローラを縦横に組み合わせたクロスローラベアリング、グリス封入式トラックリンクなどの採用で耐久性を向上している。安全装備として、油圧ロックレバー&ニュートラ

表—1 CAT 330D/CAT 330D L の主な仕様

	CAT 330D	CAT 330D L
標準バケット容量 (m ³)	1.4	1.5
運転質量 (t)	33.5	34.5
定格出力 (kW(ps)/min ⁻¹)	200 (272)/1,800	200 (272)/1,800
最大掘削深さ×同半径 (m)	7.39 × 11.11	7.39 × 11.11
最大掘削高さ (m)	10.24	10.24
最大掘削力 (バケット) (kN)	222	222
作業機最小旋回半径/後端旋回半径 (m)	4.45/3.50	4.45/3.50
走行速度 高速/低速 (km/h)	5.0/3.3	5.0/3.3
登坂能力 (度)	35	35
接地圧 (kPa)	59	55
最低地上高 (m)	0.48	0.48
全長×全幅×全高 (m)	11.15 × 3.29 × 3.35	11.15 × 3.29 × 3.35
価格 (百万円)	31.29	32.3925

(注) 最低地上高はシューラゲ高さを含まず。



写真—1 新キャタピラー三菱「REGA」CAT 330D 油圧ショベル

ルエンジンスタート機構、エンジン非常停止スイッチ、緊急時ブーム降下装置、キャブ後方脱出窓、エンジンと油圧ポンプを隔離するファイヤウォール、ブーム／アーム自然降下防止弁、旋回反転防止弁、オートマチックスイングブレーキ、2 プリードトラックアジャスタなどが設けられている。ラジエータとオイルクーラの並列配置、油圧機器の集中配置、ブーム／旋回ベアリングのリモート式集中給油、ポンプなどに圧力検出タップの設置、作動油およびエンジンオイルチェックのためのサンプリングバルブの設置などでメンテナンスの容易化を図るとともに、エンジンオイル&フィルタの交換 500h、パイロットフィルタの交換や作業機リンケージ（バケット回りを除く）の給脂 1,000h、作動油フィルタの交換 2,000h、作動油の交換 5,000h と延長してランニングコストの低減も図っている。稼働情報管理機能（Product Link Japan）を搭載しており、稼働状況、位置、メンテナンス、警告などの各種情報により車両を的確にサポートしている。

作業ニーズに応じてアタッチメントや専用機が設計されており、砕石仕様、解体仕様、ブレイカ仕様のアタッチメントのほか、超ロング解体仕様機（ビル解体）、フォーク付マグネット仕様機、2 ピースブーム解体仕様機（高所・基礎構造物解体）が使用できる。

07-<02>-18	コマツ ミニショベル（後方超小旋回形） (1) PC30MR-3, (2) PC35MR-3	(1)'07.09 (2)'07.08 発売 モデルチェンジ
------------	--	--------------------------------------

都市土木工事や農林業土木工事などで使用されるゴムクローラ式ミニショベル 2 機種について、IT サポートシステムの充実や、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。

稼働情報管理機能（KOMTRAX）を標準装備しており、E-KOMATSU Net（コマツ会員制ホームページ）との連携により位置情報、サービスメータ情報、遠隔地エンジン始動ロックなどの機能を充実して車両管理を確実にしている。エンジンは特定特殊自動車排出ガス規制対応のものを搭載しており、また、市街地作業や夜間作業に備えて、国土交通省の超低騒音型建設機械基準値もクリアしている。可変容量型ポンプと可変容量モータを採用して作業機ス

新機種紹介

ビードアップと複合操作性を向上し、走行は自動変速2速として移動時の効率化を図るとともに、ブレード操作レバーに装着した自動2速⇄1速固定の切換えスイッチによりブレード操作をしながらの変速操作をスムーズにしている。ブレードとバケットツース間の距離の最適化を図り、手前かき寄せ作業を容易にしている。運転席はウオークスルー構造とし、2本柱ROPS・ヘッドガードキャノピ&リヤビューミラーの採用で、視界と安全性を確保している。高圧ホースには圧油飛散防止カバーを装着し、万一エンジンが急停止した場合の事故に備えてアキュムレータを装備し、安全に作業機を降下接地できるようにしている。X形トラックフレームは泥が溜まりにくく落としやすい構造・形状とし、チルトアップフロア機構やフルオープンカバーの採用でメンテナンス性を良くしている。

各機種には旋回体後端に装着する増量ウエイト仕様（X仕様）を確立して、作業に応じて安定した性能が発揮できるようにしている（X仕様の標準バケット容量は、X無し仕様と同じ）。



写真1-2-1 コマツ「GALEO」PC30MR-3 ミニショベル（後方超小旋回形）



写真1-2-2 コマツ「GALEO」PC35MR-3 ミニショベル（後方超小旋回形）

表1-2 PC30MR-3 ほかの主な仕様

	PC30MR-3	PC35MR-3
標準バケット容量 (m ³)	0.09	0.11
機械質量 (t)	2.910 [3.060]	3.350 [3.500]
定格出力 (kW(ps)/min ⁻¹)	21.4 (29.1)/2,400	21.4 (29.1)/2,400
最大掘削深さ×同半径 (m)	2.760 × 5.050	3.110 × 5.300
最大掘削高さ (m)	4.84	5
バケットオフセット量 左/右 (m)	0.580/0.845	0.580/0.770
最大掘削力 (バケット) (kN)	29.5	29.9
作業機最小旋回半径/後端旋回半径 (m)	2.055/0.775 [0.885]	2.030/0.870 [0.950]
走行速度 高速/低速 (km/h)	4.6/2.5	4.8/2.8
登坂能力 (度)	30	30
接地圧 (kPa)	26.7 [28.0]	32.7 [34.2]
全長×全幅×全高 (m)	4.56 × 1.55 × 2.52	4.825 × 1.74 × 2.52
価格 (百万円)	4.2	4.62

(注) (1) キャノピ仕様 [キャブ仕様] の書式で示す。

(2) 全長、全高は、輸送時寸法を示す。

07-02-19	日立建機 油圧ショベル（ホイール式） ZX170W-3 ほか	'07.09 発売 モデルチェンジ
----------	--------------------------------------	----------------------

機動性を特徴とするホイール式油圧ショベルについて、低燃費生産性、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、ZX170W-3とZX210W-3の2機種である。

搭載エンジンは、OHC4バルブ方式、コモンレール式燃料噴射システム、クールドEGRシステムを採用して、高出力、低燃費、黒煙などの粒子状物質やNO_xの排出低減を実現したもので、「特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律」ならびに欧米の排出ガス対策（3次規制）に適合している。さらに、送風音を低減したHSラジエータファン、低騒音マフラ、低音構造、軽負荷時のエンジンの吹き上がりを防止するアイソクロナス制御などの採用によって、ZX170W-3は国土交通省の低騒音型建設機械に、ZX210W-3は同省の超低騒音型建設機械に適合する。また、欧州（EU2000/14/EC, STAGE II）の騒音規制値もクリアしている。油圧システムにおいては、ハイパワー／パワー／エコノミの3モードを設定して燃費効率と作業量の両立を図り、とくにZX210W-3にはブーム油圧再生システムを採用して、アーム／ブーム下げ複合操作時のアーム動作のスピードアップを実現している。アタッチメントの交換において必要な油圧回路や流量の切替えは、多機能マルチモニタの作業モード選択画面（掘削、ブレーカ1、ブレーカ2、小割機、破碎機のモード）からワンタッチで操作することができる。ZX170W-3では、トランスミッションを後輪アクスルの上部に配置した一体構造のパワートレーンとして、動力伝達効率を高めると同時に悪路における走行性を良くしている。両機のアクスルには、オートアクスルロックシステム（特許出願中）が採用されており、作業時にオートアクスルロックモードを選択して、アクセルペダルから足を離すとフロントアクスルシリンダが自動的にロックされて機体の安定を高めることができる。また、ブレーキペダルの操作で作業ブレーキの作動・解除が可能で、ブレーキペダルを一度踏むと作業ブレーキが作

新機種紹介

動・保持状態、もう一度踏むことで作業ブレーキを解除できるブレーキシステムとして、オペレータはアクスロック操作とともに作業機レバーから手を放すことなく操作することができる。含油ブッシュ（HN ブッシュ）を使用しているジョイント部のうちとくに、ブームとアームのジョイント部およびアームシリンダ部には固体モリブデン系潤滑剤を追加した HN ブッシュを採用し、また、アーム先端とバケットの連結部の接触面にはタングステンカーバイド（WC）溶射を実施して耐摩耗性を向上している。密閉加圧式キャブは JACMAS 安全基準（EOPS）に適合する CRES II キャブ（転倒時運転者保護構造）とし、レバーロック&ニュートラルエンジンスタート機構、反転防止弁やショックレスバルブを装備した旋回停止機構、キャブ内モニタで監視できる後方監視カメラ、緊急エンジン停止スイッチなどの採用で安全装備を充実している。アルミ製のラジエータ、オイルクーラ、インタクーラの並列配置や開閉式エア

コンデンサの採用で清掃や点検を容易に、フィルタ類を地上から点検・交換のできる位置に配置、エンジンオイルの交換間隔を 500 h や作動油の交換間隔を 5000 h に延長、旋回ベアリングの集中給脂採用などでメンテナンス性を向上している。そのほか、暗証番号を入力しないとエンジンを始動できないテンキーシステムを採用して盗難予防に配慮している。稼動情報管理機能（e-Service Owner's site）を搭載しており、稼動状況情報、位置情報、メンテナンス情報、警告情報などのサービス提供を可能にしている。

▶ <03> 積込機械

07-03-07	川崎重工業 ホイールローダ 97ZV-2 ほか	'07.08 発売 モデルチェンジ
----------	-------------------------------	----------------------

作業効率アップ、環境適合性、操作性、居住性、安全性、耐久性などの向上を図ってモデルチェンジした 97ZV-2、115ZV-2 の 2 機種である。

車両は「特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律」に適合しており、ラジエータ冷却ファンには水温、油温を検知して回転を最適に制御する油圧駆動方式を採用して、騒音と燃費の低減を実現している。エンジン出力モードにパワーモード（P）とエコノミモード（FE）を設けて効率的な作業が行えるようにしており、さらに FE モードにはシフトタイミング設定変更機能を備えて、走行時のシフトアップタイミングを自動的に早めることで燃費を向上させている。エンジン始動直後にアイドル回転数を上昇させて暖機時間を短縮するウォームアップモード、アイドル回転数が一定時間を経過するとアイドル回転数を自動的に下げるスリープモードを装備して、効率アップ、燃費低減を図っている。作業機油圧システムには、エフィシエント・ローディング・システムを採用しており、掘削時は作動油流量の一部をバイパスさせてバケット作動速度を抑えて余力を必要なけん引力を得るための駆動力に回し、掘削終了後は通常の作動油流量に切替えてブーム上昇スピードをアップさせて、作業効率の向上と燃費の低減を図っている。ステアリング系油圧回路はロードセンシング油圧システムを採用して、余分な流量は荷役回路に割り当ててエンジン出力の有効活用を図っている。運転席からのスイッチ操作でブームの停止位置を上げと下げの各々に対し任意に設定できるデュアル・ブームキックアウト機構を備えており、ダンプトラックベッセルやホッパへの積み込み高さ、掘削深さ、運行姿勢への位置合わせが容易にできる。トランスミッションは自動変速式で、ブーム操作レバー上にはパワーアップスイッチを設置しており、2 速走行中にスイッチを押すと 1 速にシフトダウンし、再度スイッチを押すか後進すると 2 速へ復帰することで、瞬時に、安全にシフト切換えができる。97ZV-2 のアクスルにはトルクプロポーションングデフを装備して、濡れた路面や軟弱地でのスリップを抑えて駆動力を有効に発揮できるようにしており、115ZV-2 では、タイヤスリップの発生を検知すると自動的にエンジン回転を下げたスリップを最小限に抑えるトラクションコントロール機構を装備し

表—3 ZX170W-3 ほかの主な仕様

	ZX170W-3	ZX210W-3
標準バケット容量 (m³)	0.6	0.8
運転質量 (t)	17.0	21.3
定格出力 (kW (ps)/min⁻¹)	107 (145)/2,000	122 (166)/2,000
最大掘削深さ×同半径 (m)	5.330 × 9.050	6.290 × 10.170
最大掘削高さ (m)	9.1	10.19
最大掘削力 (バケット) (kN)	102	151
作業機最小旋回半径/後端旋回半径 (m)	2.940/2.320	3.430/2.750
走行速度 高速/低速/超低速 (km/h)	35.0/8.6/2.6	27.5/7.4/2.9
登坂能力 (度)	35	35
最低地上高 (m)	0.275	0.275
アウトリガ張幅 格納時/拡張時 (m)	2.47/3.38	2.47/3.44
軸距×輪距 (前後輪共) (m)	2.550 × 1.895	2.750 × 1.875
タイヤサイズ (—)	10.00-20-16PR	10.00-20-16PR
全長×全幅×全高 (m)	8.695 × 2.490 [2.530] × 3.590	9.780 × 2.490 [2.530] × 3.450
価格 (百万円)	18.4	23.4

(注) (1) ZX170W-3 は、標準アーム、フロントパイプ+リヤブレードの装着時を、ZX210W-3 は、標準アーム、フロントブレード+リヤアウトリガの装着時を示す。

(2) 走行姿勢時の寸法を示す。

(3) 全幅は、車体全幅 [ブレード全幅] の書式で示す (アウトリガは格納時)。



写真—3 日立建機 ZX170W-3 油圧ショベル（ホイール式）

新機種紹介

ている。走行ブレーキシステムの回路は独立2系統で、泥や水の浸入が無い全油圧密閉湿式ディスクブレーキを採用しており、駐車ブレーキにも湿式ディスクを採用して耐久性、信頼性を向上している。ブレーキシステムにはインチングコントロールシステムが備えられており、作業現場の状況やオペレータの好みによってインチング作動ポイントを任意のブレーキ効き位置に設定することができる。密閉加圧式キャブ（97ZV-2のROPS/FOPSはキャブ内装型構造、115ZV-2はROPS/FOPSキャノピを外装で標準装備）は、温度設定のみで風量、吹出し口、内外気が自動的に切替わるフルオートエアコン、インストルメントパネル一体形テレスコピック&チルトハンドル、多段調整式シートなどを装備して、快適な運転操作空間としている。また、搭載の液晶ディスプレイでは、マシン・オペレーション・ダイアグナスティック・モジュールによって、外気温、エンジン水温、トランスミッション油温、累積走行距離などの車両状態、オイルとエレメント類のメンテナンス時期、故障診断結果の情報表示が可能である。ダブルエレメント・エアクリーナ、アルミ製のラジエータと作動油クーラやエアクーラ、開閉式ラジエータグリル、耐久性のあるハロゲンランプ（前照灯、前・後作業灯）などを採用してメンテナンス性を向上している。

表—4 97ZV-2ほかの主な仕様

	97ZV-2	115ZV-2
標準バケット容量 (m³)	5.0	6.1
運転質量 (t)	30.23	45.7
定格出力 (kW (PS)/min⁻¹)	263 (358)/2,000	345 (469)/1,800
ダンピングクリアランス×	3.22 × 1.35	3.29 × 1.995
同リーチ(バケット45度前傾) (m)		
最大掘起力(バケットシリンド) (kN)	245	377
最大けん引力 (kN)	253	360
最高走行速度 F4/R3 (km/h)	34.0/26.1	36.0/23.6
最小回転半径(最外輪中心) (m)	6.16	7.045
登坂能力 (度)	30	30
軸距×輪距(前後輪共) (kPa)	3.600 × 2.440	4.150 × 2.650
最低地上高 (m)	0.5	0.545
タイヤサイズ (—)	29.5-25-22PR (L3)	35/65-33-24PR (L4)
全長×全幅×全高 (m)	9.280 × 3.450 × 3.760	11.350 × 3.770 × 4.170
価格 (百万円)	58.85	80

(注) 標準バケット容量は、ストックパイル(97ZV-2)とロック(115ZV-2)で示す。



写真—4 川崎重工業「AUTHENT」115ZV-2 ホイールローダー

オプションとして、碎石仕様や寒冷地仕様のほか、ハイリフトアーム、走行振動抑制装置、Kレバーシステム（ステアリング・前後進切替え・1, 2速切替えの複合操作ができる1本レバー）、ロックアップ付トルクコンバータ、ファン逆回転仕様、エマージェンシステアリングなどが用意されている。

▶ <05> クレーン、エレベータ、高所作業車およびウインチ

07-<05>-05	前田製作所 クローラークレーン（伸縮ブーム形） MC-174CW	'07.09 発売 新機種
------------	--	------------------

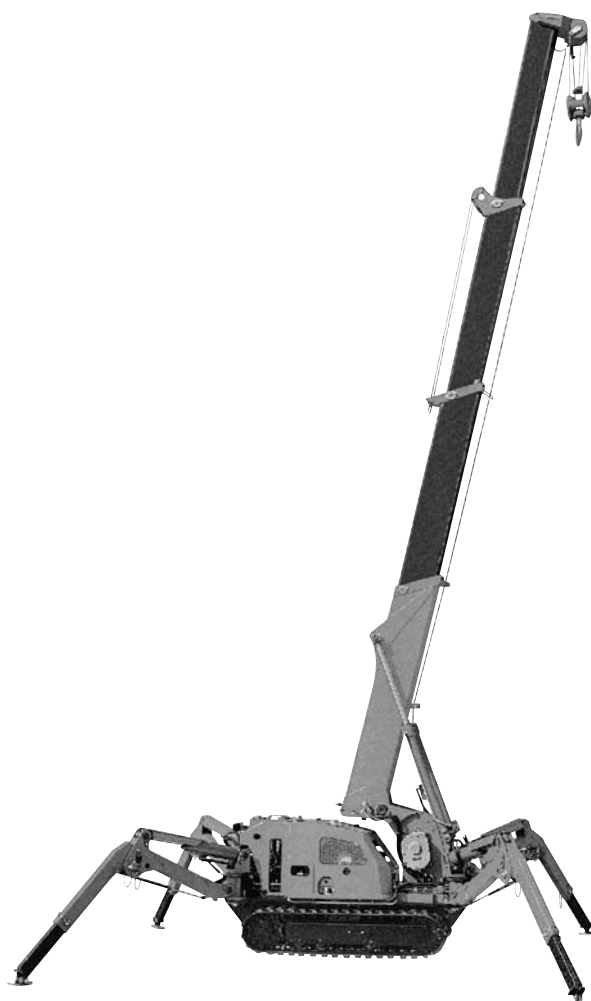
4本の開脚式アウトリガの接地により、山間部、傾斜地、狭所地などの地形の悪い現場での安全作業を可能にするコンパクトで非搭乗運転方式のクローラークレーン（ゴムクローラ式）で、作業性、安全性、操作性などを向上した新機種である。

ガソリンエンジンを搭載しており、エンジンの始動・停止、ブーム伸縮、ブーム起伏、吊上げ・降ろし、旋回、アウトリガ張出・格納、走行などすべてをラジコンによる遠隔操作で運転できる。液晶ディスプレイ付ラジコンは、特定小電力、40波オートスキャン形式のもので、ゆっくりした動作のできる微速モードを備えている。5角形断面のブームは全自動4段伸縮式で伸長時間を17 secとしており、アウトリガ張出し&格納はスイッチ式で4本一括の同時操作ができる。ワイヤ4本掛け・ドラム3層目におけるフック巻上げ速度は10.9 m/minと大きく、スピーディな作業を可能にしている。また、走行装置は油圧モータ駆動2段変速式として、路面に応じて安全で効率的な移動ができるようにしている。安全装置として、巻過停止装置、警報装置、転倒警報装置、荷重計、油圧安全弁、油圧自動ロック装置、玉掛ワイヤ外れ止め、水準器、非常停止スイッチなどを備えており、さらに、電気ハーネス部を集約することなどで整備性と信頼性を向上している。2t積トラックに横積みが可能で、他の資材とともに効率的な運搬ができる。

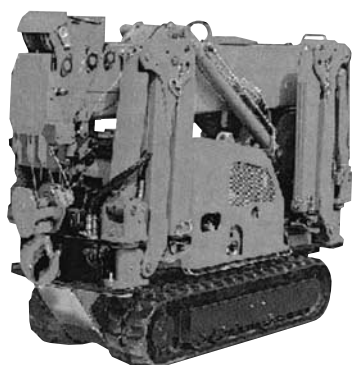
表—5 MC-174CWの主な仕様

吊上げ能力 (t) × (m)	1.72 × 1.0
最大地上揚程 (m)	5.6
最大作業半径×吊り荷重 (m) × (t)	5.17 × 0.22
ブーム長さ(全自動4段伸縮・3-4段同時) (m)	1.70 ~ 2.97 ~ 4.21 ~ 5.45
ブーム起伏角度 (度)	0 ~ 80
旋回角度 (度)	360
運転質量（非搭乗式） (t)	1.25
定格出力(ガソリンエンジン) (kW (ps)/min⁻¹)	5.9 (8) /1,800
走行速度 高速/低速 (km/h)	3.3/2.0
登坂能力 (度)	20
接地圧 (kPa)	32.6
アウトリガ最大張出幅 左側・右側/前側/後側 (m)	3.330・3.330/2.885/3.060
全長×全幅×全高（走行姿勢） (m)	1.870 × 0.590 × 1.300
価格 (百万円)	4.95

新機種紹介



(a) 作業時



(b) 走行時

写真—5 前田製作所「かにクレーン」MC-174CW クローラクレーン

▶ <09> 骨材生産機械

07-<09>-01	コマツ 自走式振動ふるい機（クローラ式） BM883F-1	'07.06 発売 モデルチェンジ
------------	-------------------------------------	----------------------

生産性，耐久性，メンテナンス性などを向上してモデルチェンジ

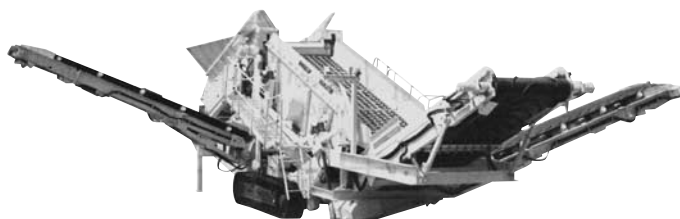
した自走式振動ふるい機である。

大形の2段式振動スクリーンによる選別でアンダ材／ミドル材／オーバ材の3種類の製品生産を可能としており，上段スクリーン4種類のタイプと下段スクリーン2種類のタイプの適当な組合わせにより多様な対象物に対応できる。材料の種類，性状に応じてスクリーンの角度は7段階に油圧調整が可能であり，また，スクリーンボックスの排出側は500 mmの上昇ができるので，下段スクリーンの交換やメンテナンス作業において便利である。エプロンフィーダは高強度の鋼製としており，可変速トルクモータにより重作業用ドライブチェーンを介して駆動される。アンダ材／ミドル材／オーバ材の排出コンベヤの排出高さはすべて3 m以上が確保されており，大量のストックを可能にしている。従来機に比してクローラ接地長を320 mm延長しており，作業時あるいは走行時の安定性を向上している。作業機作動スイッチを押さないと作業機レバーを操作しても始動しない機構や，事故などで緊急の場合にエンジンを停止し，作業機を全停止する非常停止スイッチを車体4ヶ所に装備して安全性に配慮している。エンジンは専用のエンジン室を設けて点検整備を容易にしておき，コントロールパネルやレバー類はすべて地上から手の届く位置に配置している。また，スクリーン側部にはキャットウォークを設けてスクリーンボックスの各部へのアクセスを容易にしている。有線リモコンとラジコンの2系統を標準装備しており，現場での安全運転に配慮している。現場間移動においては，地上から操作できる操作レバーにより油圧でベルトコンベヤの折りたたみ格納・展開などが容易であり，移動時姿勢と稼働時姿勢の切替えが

表—6 BM883F-1の主な仕様

最大供給塊寸法	(m)	0.4 × 0.3 × 0.2
スクリーン寸法 上段/下段	(m)	1.5 × 4.8/1.5 × 3.65
スクリーン角度範囲（調整7段階）	(度)	13 ~ 19
ホッパ容量	(m³)	7
ホッパ寸法 幅×長さ	(m)	4.68 × 2.76
ホッパ上縁高さ	(m)	3.52
運転質量	(t)	31
定格出力	(kW (ps) /min⁻¹)	71 (96) /2,200
排出ベルトコンベヤ幅アンダ材／ミドル材／オーバ材	(m)	0.8 × 0.8 × 1.2
コンベヤ排出高さアンダ材／ミドル材／オーバ材	(m)	3.15 × 3.65 × 3.38
走行速度	(km/h)	0.8
シュール幅×接地長	(m)	0.40 × 3.24
燃料タンク容量	(L)	327
作業時全長×全幅×全高	(m)	15.00 × 12.60 × 4.34
輸送時全長×全幅×全高	(m)	14.80 × 3.00 × 3.30
価格	(百万円)	56

(注) 上段スクリーン・バンチング穴径φ 100 mm，下段スクリーン・目開き 40 × 40 mm。



写真—6 コマツ BM883F-1 自走式振動ふるい機

新機種紹介

スピーディに簡単に行える。

▶ <17> 原動機，発電装置等

07-<17>-06	デンヨー ディーゼルエンジン溶接・発電機 DLW-320LS	'07.06 発売 新機種
------------	--------------------------------------	------------------

軽量・重量鉄骨建造物，プラント・パイプラインなどの建設に幅広く使用される溶接・発電機として，溶接作業性，環境適応性，安全性，メンテナンス性などの向上に重点配慮した新機種である。

エンジンは国土交通省の排出ガス対策（3次規制）基準値をクリアするものを搭載し，防音対策によって同省の超低騒音型建設機械にも適合する。溶接作業を休止すると自動的にエンジンが停止するアイドリングストップ機能を搭載しており，操作パネル上のアイドリングストップスイッチを ON にして，調整器で設定した時間（1～30分）を越えて休止すると自動的にエンジンが停止する。溶接作業再開時は，溶接棒で溶接部材を軽く叩くようにタッチすると自動的にエンジンが再始動する。また，溶接電流の負荷に応じたエンジン回転に制御する無段階回転制御方式（従来は2段階制御）を採用しており（交流負荷運転時にはエンジンは自動的に高速運転になる），アイドリングストップ機能と合わせて CO₂ の削減，燃費や騒音の低減などを実現している。アーク長が変化しても，設定した電流値からの溶接電流の変化がないので均一な溶接ビードが得られる「定電流特性」と，アーク長を変化させ，アーク電圧の変化により溶接電流を変化させてビード幅，深さ，たれの調整ができる「垂下特性」の両機能を保有しており，さらに，垂下特性の傾きも調整可能としているので，作業内容や作業者の好みに応じて溶接特性調整器で調整ができる。インバータ式溶接制御を採用しており，インバータによる高周波化で溶接制御の精度を向上している。溶接作業が終了すると，0.3 sec 以内に出力電圧を 13 V 程度に下げる電撃防止

表ー7 DLW-320LS の主な仕様

直流溶接・定格出力	(kW)	8.74
直流溶接・定格電流	(A)	280
直流溶接・定格電圧	(V)	31.2
直流溶接電流範囲	(A)	30～320
直流溶接・適用溶接棒径	(mm)	φ 2.0～6.0
交流（三相）・定格出力	(kVA)	9.9
交流（三相）・電圧	(V)	200/220
交流（単相）・定格出力	(kVA)	8
交流（単相）・電圧	(V)	100/110
交流（単相）専用端子/コンセント	(kVA) × 個	3.0 × 1/1.5 × 4
周波数	(Hz)	50/60
エンジン定格出力	(kW (ps) / min ⁻¹)	14.9・17.8(20.3・24.2) / 3,000・3600
整備質量	(t)	0.412
燃料タンク容量	(L)	36
全長×全幅×全高	(m)	1.410 × 0.680 × 0.760
価格	(百万円)	1.7115



写真ー7 デンヨー DLW-320LS ディーゼルエンジン溶接・発電機

機能を備えており，湿度の高い作業環境でも作業者の安全が保たれるように配慮している。昼間でも見易い高輝度のエンジンモニタの装備，日常の点検や部品交換が一面でできるようにした大形サイドパネルなどでメンテナンス性を良くしている。

平成 19 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」に準拠
- 各機種の燃料消費量を掲載
- わかりやすい損料積算例と損料表の構成を解説
- 機械経費・機械損料に係る通達類を掲載
- 各種建設機械の構造・特徴を図・写真で掲載

■ B5 版 約 600 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）

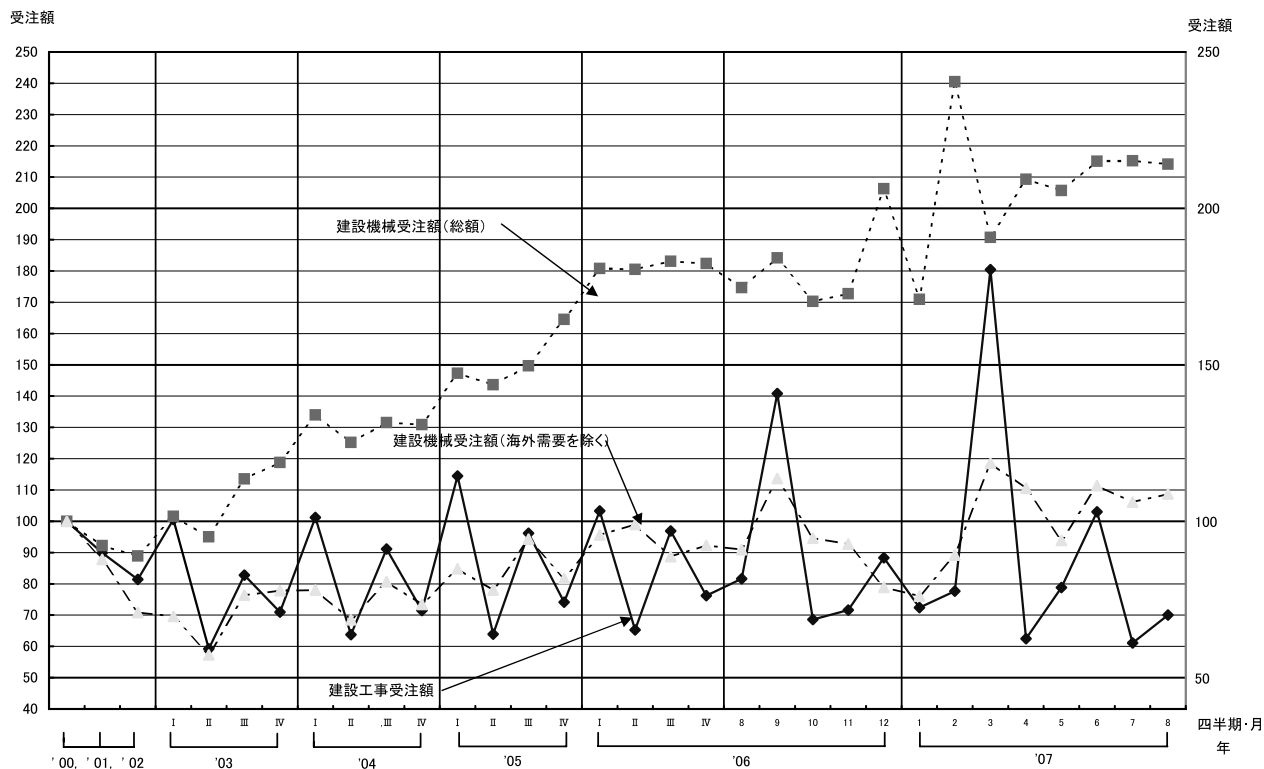
社団法人 日本建設機械化協会

〒 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>

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注額統計調査(大手50社) (指数基準 2000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 2000年平均=100)



建設工事受注動態統計調査(大手50社)

(単位:億円)

年 月	総 計	受 注 者 別						工 事 種 類 別		未消化 工事高	施工高
		民 間			官 公 庁	そ の 他	海 外	建 築	土 木		
		計	製 造 業	非製造業							
2000 年	159,439	101,397	17,588	83,808	45,494	6,188	6,360	104,913	54,526	180,331	160,536
2001 年	143,383	90,656	15,363	75,293	39,133	6,441	7,153	93,605	49,778	162,832	160,904
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
2006 年 8 月	10,839	7,771	2,005	5,766	1,680	487	901	8,215	2,624	134,977	10,074
9 月	18,711	11,813	2,483	9,330	2,431	755	3,713	12,263	6,448	139,816	14,357
10 月	9,118	6,942	1,475	5,467	1,436	415	326	6,619	2,499	139,021	10,083
11 月	9,518	7,023	1,486	5,537	1,426	459	610	6,924	2,595	136,928	11,689
12 月	11,736	9,052	1,751	7,302	1,623	530	531	8,740	2,997	134,845	13,775
2007 年 1 月	9,624	7,694	1,684	6,011	1,240	425	265	7,477	2,148	133,681	10,210
2 月	10,318	7,132	1,372	5,760	2,310	484	391	7,186	3,132	133,709	11,644
3 月	23,973	17,208	3,001	14,206	4,385	708	1,672	16,871	7,102	138,503	19,212
4 月	8,298	6,811	1,558	5,253	784	440	263	6,376	1,922	137,090	9,593
5 月	10,466	7,894	1,826	6,069	961	429	1,181	7,747	2,718	137,504	10,827
6 月	13,680	10,649	2,193	8,457	1,700	520	811	10,667	3,013	138,439	12,818
7 月	8,121	6,111	1,548	4,563	1,060	503	445	5,870	2,250	136,746	10,007
8 月	9,305	6,781	1,204	5,578	1,342	456	726	6,959	2,346	—	—

建設機械受注実績

(単位:億円)

年 月	00年	01年	02年	03年	04年	05年	06年	06年 8月	9月	10月	11月	12月	07年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月
総 額	9,748	8,983	8,667	10,444	12,712	14,749	17,465	1,419	1,496	1,383	1,403	1,676	1,388	1,954	1,549	1,700	1,671	1,747	1,748	1,739
海 外 需 要	3,586	3,574	4,301	6,071	8,084	9,530	11,756	952	912	897	927	1,271	997	1,496	940	1,132	1,189	1,175	1,203	1,181
海外需要を除く	6,162	5,409	4,365	4,373	4,628	5,219	5,709	467	584	486	476	405	391	458	609	568	482	572	545	558

(注) 2000～2002年は年平均で、2003年～2006年は四半期ごとの平均値で図示した。

2006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…

(2007年9月1日～30日)

■ 機 械 部 会

■ トンネル機械技術委員会・幹事会

月 日：9月5日（水）

出席者：篠原慶二委員長ほか7名

議 題：①各分科会の活動報告について
②その他

■ ショベル技術委員会

月 日：9月6日（木）

出席者：此村 靖委員長ほか6名

議 題：①機械部会技術連絡会義の報告について
②HPについて ③その他

■ トンネル機械技術委員会・事故災害防止（山岳トンネル）分科会

月 日：9月11日（火）

出席者：奥村利博分科会長ほか10名

議 題：①調査票フォーマット作成の検討（最終）②アンケート依頼分の検討
③その他

■ 路盤・舗装機械技術委員会・安全対策分科会グレーダー部門

月 日：9月11日（火）

出席者：小葉賢一分科会長ほか7名

議 題：①グレーダーの安全要求事項の検討 ②その他

■ 路盤・舗装機械技術委員会・安全対策分科会アスファルトフィニッシャー変遷分科会

月 日：9月11日（火）

出席者：勝 敏行分科会長ほか4名

議 題：①アスファルトフィニッシャーの収集資料の纏め ②その他

■ 基礎工事用機械技術委員会・幹事会

月 日：9月12日（水）

出席者：青柳隼夫委員長ほか6名

議 題：①分科会（環境調査）の立上げ
②HPのメンテナンス ③見学会企画について
④平成18年度上期活動報告と下期活動見直しについて ⑤執筆依頼「基礎工」について ⑥その他

■ 基礎工事用機械技術委員会・C規格分科会

月 日：9月12日（水）

出席者：鈴木勇吉副分科会長ほか8名

議 題：①C規格原案の検討 ②その他

■ 機械部会・運営連絡会

月 日：9月13日（木）

出席者：山口 武部会長ほか8名

議 題：①H19年度上期委員会活動報告と下期活動計画について ②建設機

械シンポジウムのテーマについて

③12月の技術連絡会のテーマについて ④機械部会の運営について ⑤その他

■ 路盤・舗装機械技術委員会・安全対策分科会路面清掃部門

月 日：9月14日（金）

出席者：小葉賢一分科会長ほか10名

議 題：①路面清掃機械の安全要求事項の検討 ②その他

■ 建築生産機械技術委員会定置式クレーン分科会

月 日：9月19日（水）

出席者：三浦 拓分科会長ほか4名

議 題：①新テーマの抽出検討 ②その他

■ トンネル機械技術委員会・未来型機械分科会

月 日：9月25日（火）

出席者：河上清和分科会長ほか5名

議 題：①調査、資料の収集及び進め方について ②その他

■ トンネル機械技術委員会・環境保全分科会

月 日：9月26日（水）

出席者：坂下 誠分科会長ほか7名

議 題：①V章、個別対策技術の作成内容について ②その他

■ トンネル機械技術委員会・事故災害防止（シールドT）分科会

月 日：9月26日（水）

出席者：川本伸司分科会長ほか3名

議 題：①調査票の内容について ②その他

■ ダンプトラック技術委員会

月 日：9月27日（木）

出席者：伊戸川博委員長ほか4名

議 題：①幹事会の報告 ②ホームページの充実内容について ③オフロード法のメンテナンス項目について ④各社トピックス紹介 ⑤その他

■ 建 設 業 部 会

■ 建設業部会 建設機械事故防止推進分科会（第2回）

月 日：9月4日（火）

出席者：村本利行分科会長ほか9名

議 題：①当年度の年間活動計画について ②その他

■ 建設業部会「第11回機電技術者意見交換会」

月 日：9月6日（木）～7日（金）

出席者：三役会5名、補助2名、意見交換会参加者23名

場 所：代々木国立オリンピック記念青少年会館

議 題：メイン討議テーマ「様変わりす

る外部環境において機電技術者に期待される役割」について5班に別れて討議、最終日の討議成果の発表

■ 建設業部会

月 日：9月7日（金）

出席者：佐治賢一郎部会長ほか25名

議 題：①国総研・田中研究官による「トータルステーションによる出来形管理要領（案）」の講演 ②施工総研・藤島主任研究員による「トータルステーションによる出来形計測の実演」③討議成果発表会 ④講評他

■ 建設業部会 建設機械事故防止推進分科会（第3回）

月 日：9月28日（金）

出席者：村本利行分科会長ほか6名

議 題：①機械事故情報収集方法について ②事故事例の対象範囲について ③情報公開基準について ④今後の進め方について ⑤その他

■ レンタル業部会

■ レンタル業部会 工場見学会

月 日：9月7日（金）

出席者：稲留部会長ほか9名

工 場：日立建機（株）土浦工場

議 題：①工場見学 ②三次排ガス対策機について ③オフロード法について ④災害事例・安全について ⑤その他

■ 製 造 業 部 会

■ 製造業部会・ダム・採石用機械のアクセス検討WG

月 日：9月5日（水）

出席者：田中健三リーダーほか13名

議 題：①胆沢ダム関係者との討議 ②実機調査 ③その他

■ 製造業部会・小幹事会

月 日：9月14日（金）

出席者：山田 透幹事長ほか3名

議 題：①平成19年度上期活動実績、下期計画 ②業種別合同会議の議題、要領について ③次期排ガス規制の動きと対応について ④その他

■ 製造業部会・クレーン車道路通行WG

月 日：9月25日（火）

出席者：溝口孝遠リーダーほか6名

議 題：①自動車交通局の基準緩和認定要領の改正について ②通行許可制度関連制度骨子の検討について ③その他

■ 製造業部会・作業燃費に関する検討会

月 日：9月26日（水）

出席者：大塚和夫副リーダーほか4名

議 題：①CO₂削減に向けた取り組み

について ②省エネ機構付き建機への
融資制度について ③その他

■ 各種委員会等

■機関誌編集委員会

月 日：9月5日（水）

出席者：中野正則委員長ほか22名

議 題：①平成19年12月号（第694号）
の計画検討 ②平成20年1月号（第
695号）の素案検討 ③平成19年9
～11月号（第691～693号）の進捗
状況確認 ④機関誌編集マニュアルの
検討

■新機種調査分科会

月 日：9月18日（火）

出席者：渡部 務分科会長ほか5名

議 題：①新機種情報の検討・選定

■建設経済調査分科会

月 日：9月20日（木）

出席者：山名至孝分科会長ほか4名

議 題：①「建設業の現況」原稿検討
②安全・建設産業の動向等の検討

■新工法調査分科会

月 日：9月26日（水）

出席者：村本利行分科会員ほか1名

議 題：①新工法調査情報検討

…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7日（金）～9日（日）

場 所：石狩市 ㈱日立建機教習センタ
北海道教習所

受験者：1級158名，2級357名

■平成19年度除雪機械技術講習会（第1回）

月 日：9月19日（水）

場 所：札幌市 ホテルポールスター札幌

受講者：351名

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

■平成19年度除雪機械技術講習会（第2回）

月 日：9月26日（水）

場 所：帯広市 とかちプラザ

受講者：172名

内 容：第1回に同じ

■平成19年度除雪機械技術講習会（第3回）

月 日：9月27日（木）

場 所：旭川市 旭川トーヨーホテル

受講者：279名

内 容：第1回に同じ

■ 東 北 支 部

■防災訓練（技術部会）

日 時：9月3日（月）9：00～12：30

場 所：協会会議室

参加者：深堀哲男部会長ほか4名及び次
の会員6社（宮城いすゞ自動車㈱，㈱
日立プラントテクノロジー，㈱IHI，
豊国工業㈱，㈱荏原製作所，㈱タダノ）

内 容：要請に基づく要員派遣の情報伝
達訓練

■施工部会除雪分科会

日 時：9月5日（水）13：00～17：20

場 所：協会会議室

出席者：渡辺三郎分科会長ほか6名

議 題：除雪講習会資料調製

■協定に基づく災害支援活動（技術部会）

日 時：9月17日（月）20：00頃～18
日（火）15：00

場 所：災害対策本部（当協会会議室）

対応者：深堀哲男部会長ほか3名

内 容：連絡調整，整理

■ 北 陸 支 部

■建設機械施工技術検定実地試験

月 日：9月8日（土）～9日（日）

場 所：コマツ教習所 粟津センター

受験者：1級74名，2級147名 計221
名（延べ）

■企画部会正副委員長会議

月 日：9月19日（水）

場 所：北陸支部事務局

出席者：穂苅正昭企画部会長ほか9名

議 題：①上半期事業報告及び下半期事
業計画 ②支部活動の運営について

■普及部会

月 日：9月21日（金）

場 所：新潟県建設会館

出席者：佐久間満普及部会長ほか18名

議 題：19年度事業計画について

■西部地区親睦ゴルフ大会

月 日：9月26日（水）

場 所：千里浜 CC

出席者：14名

■総合評価説明会

月 日：9月27日（木）

場 所：ウェルシティ新潟

講 師：矢田 弘北陸地方整備局技術開
発調整官

受講者：63名

■中越沖地震説明会

月 日：9月27日（木）

場 所：ウェルシティ新潟

講 師：姫野芳範北陸地方整備局施工企
画課長補佐

受講者：63名

■ 中 部 支 部

■中部地方整備局防災訓練に参加

月 日：9月3日（月）

出席者：植村 靖部会委員ほか1名

内 容：東海地震を想定し情報伝達訓練
に参加

■平成19年度建設機械施工技術検定試験（実地試験）実施

月 日：9月4日（火）～6日（木）

場 所：刈谷市「住友建機販売㈱名古屋
技術研修所」

受験者：1級66名，2級255名（延べ1
級114名，2級291名）

■広報部会

月 日：9月25日（火）

出席者：西脇恒夫広報部会長ほか5名

議 題：広報誌「支部だより」第67号
の編集会議

■ 関 西 支 部

■「建設技術展2007近畿」実行委員会

月 日：9月4日（火）

出席者：小段栄一委員長ほか9名

議 題：出展ブースの具体的内容について

■1・2級建設機械施工技術検定試験（実地）

月 日：9月8日（土）～11日（火）

場 所：小野試験場

月 日：9月8日（土）～10日（月）

場 所：明石試験場

受験者：1級242名，2級468名（1種
52，2種385，3種1，4種10，5種6，
6種14）

■「建設技術展2007近畿」実行委員会

月 日：9月28日（金）

出席者：小段栄一委員長ほか7名

議 題：出展ブースの最終確認について

■ 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1日（土）～3日（月）

場 所：扇二丁目多目的広場

受験者：1級58名，2級241名

■第21回「新技術・新工法」発表会

月 日：9月6日（木）

場 所：国際教育センター

参加者：71名

内 容：(1)映像による最近の機械化施
工の紹介 ①情報化施工（NSP シス

テム) (株) NIPPO コーポレーション
 ②大深度・急曲線・急勾配シールドトンネル施工 (株)奥村組 ③平成の大修理工事記録 清水建設(株) ④スーパーエコビル～大成札幌ビル～大成建設(株)、(2) 新技術・新工法発表課題 ①新しい法面安定工法 (3D パネル工法) ライト工業(株)本社技術本部 池田 桂氏
 ②建設機械施工の安全対策に関する検討 国土交通省中国技術事務所機械課 和田慎司氏 ③制震プレースを用いた既設ラーメン橋の耐震補強について 広島高速道路公社総務部管理課 上原一晃氏

■ 四 国 支 部

■建設機械施工技術検定実地試験の実施
 月 日：9月6日(木)～7日(金)

場 所：善通寺市(日立建機(株)香川営業所)
 受験者：延べ 319 名 (1 級 74 名, 2 級 245 名)

■講習会の開催

月 日：9月21日(金)
 会 場：サン・イレブン高松
 内容及び講師：①工事現場の環境対策について(講師)建設データベース協議会 環境分科会 橋谷勇治 ②建設機械の排出ガス対策について(講師)当協会 技術部長 浅野邦彦
 受講者：87 名

■ 九 州 支 部

■第6回企画委員会

月 日：9月19日(水)
 出席者：相川 亮委員長ほか 11 名
 議 題：①支部 50 周年記念誌編集につ

いて ②第3四半期の事業計画について ③建設機械施工技術検定試験結果について ④九州建設技術フォーラムについて

■コンサル・積算委員会

月 日：9月12日(水)
 出席者：北御門義廣委員長ほか 5 名
 議 題：建設環境研修テキスト作成について(第3回)
 月 日：9月26日(水)
 出席者：北御門義廣委員長ほか 4 名
 議 題：建設環境研修テキスト作成について(第4回)

■機械設備委員会

月 日：9月14日(金)
 出席者：阿部武己委員長ほか 8 名
 議 題：機械設備研修テキスト作成について(第3回)

建設機械施工安全技術指針 指針本文とその解説(改訂版)

◆「指針本文とその解説」目次

第Ⅰ編 総論

- 第1章：目的
- 第2章：適用範囲
- 第3章：安全対策の基本事項
- 第4章：安全関係法令

第Ⅱ編 共通事項

- 第5章：現地調査
- 第6章：施工計画
- 第7章：現場管理
- 第8章：建設機械の一般管理
- 第9章：建設機械の搬送
- 第10章：賃貸機械等の使用

第Ⅲ編 各種作業

- 第11章：掘削工，積込工
- 第12章：運搬工
- 第13章：締固工
- 第14章：仮締切工，土留・支保工
- 第15章：基礎工，地盤改良工
- 第16章：クレーン工，リフト工等

第17章：コンクリート工

第18章：構造物取壊し工

第19章：舗装工

第20章：トンネル工

第21章：シールド掘進工，推進工

第22章：道路維持修繕工

第23章：橋梁工

● A5 版／330 頁

●定 価

非会員：3,360 円(本体 3,200 円)

会 員：2,800 円(本体 2,667 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 1,050 円

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

●発刊 平成 18 年 2 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>

編集後記

コンピュータの処理能力の向上と周辺技術の発達により、これまでは夢だと考えられていたことが次々と現実のものとなり、私たちの生活も便利になりました。今もその可能性を探りビジネスチャンスにつなげようとしている人たちが数多くおります。先日も、テレビを見ておりましたら「こんなことを実用化して何に使えるのだろうか」と凡人の頭では疑問に思えることを実用化するための研究を放映しておりました。こういったことの積み重ねにより世の中が便利に、発展していくのだろうなと妙に感心してしまいました。

今月の特集は「情報化技術」ですが、編集を担当するにあたり、まず頭に浮かんだのは「IT 土工の事例を集めようか」ということでした。それは、身近に運用例があったためでしたが、具体的に報文候補を探す

過程で、情報化技術は土工事だけに使われているのではなく、コンピュータと計測・通信技術を使用した施工はすべて該当するのではないかということに思い至り、編集方針を転換いたしました。

これからは労働力不足が深刻化し、また、大量の熟練技能者の定年退職による技術力の低下も問題となりつつあります。

特集にも、施工の効率化、品質の確保、安全の向上に寄与した事例を挙げておりますが、これからのいろいろなアイデアを出して、あらゆる方面で情報化技術の活用を進めていかなければならないと思います。

本特集が今後の業務を進める上での参考になれば幸いです。

終わりにあたりまして、ご多用中にもかかわらず報文を執筆いただきました皆様方に心より感謝いたします。

(松本・庄中)

機関誌編集委員会

編集顧問

浅井新一郎	石川 正夫
今岡 亮司	上東 公民
岡崎 治義	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

中野 正則 国土交通省

編集委員

廣松 新	国土交通省
浜口 信彦	国土交通省
米田 隆一	農林水産省
小沼 健一	(独) 鉄道・運輸機構
村東 浩隆	株式会社高速道路総合技術研究所
伊藤 崇法	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	川崎重工業(株)
岩本雄二郎	株式会社熊谷組
嶋津日出光	コベルコ建機(株)
金津 守	コマツ
藤永友三郎	清水建設(株)
村上 誠	新キャタピラー三菱(株)
宮崎 貴志	株式会社竹中工務店
泉 信也	東亜建設工業(株)
中山 努	西松建設(株)
斉藤 徹	株式会社NIPPO コーポレーション
三柳 直毅	日立建機(株)
岡本 直樹	山崎建設(株)
大林 正明	株式会社奥村組
石倉 武久	住友建機製造(株)
京免 継彦	佐藤工業(株)
久留島匡繕	五洋建設(株)
庄中 憲	施工技術総合研究所

12月号「ロボット・無人化施工特集」予告

- ・水中バックホウを利用した水中作業の無人化に関する取り組み
- ・遠隔操作ロボット (ロボQ) の今後の展開
- ・建設ロボット概説
- ・地雷除去機のロボット化と普及による国際貢献
- ・外壁タイル診断ロボットの開発と導入事例
- ・4足歩行型法面作業ロボット TITAN XI
- ・超高層構造物の解体工法 スカイクラッシャー工法
- ・災害復旧におけるロボット技術
- ・情報化施工に基づく無人化施工の実施について—無人情報化施工システムの完成—
- ・Tri Dog1による釜石湾口防波堤の観測—AUVを使用した水中構造物(ケーソン)の観測—
- ・ニューマチックケーソン工法の無人化施工技術
- ・ダムコンクリート打設自動化システム

No.693「建設の施工企画」 2007年11月号

〔定価〕1部840円(本体800円)

年間購読料9,000円

平成19年11月20日印刷

平成19年11月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 小野 和日児

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

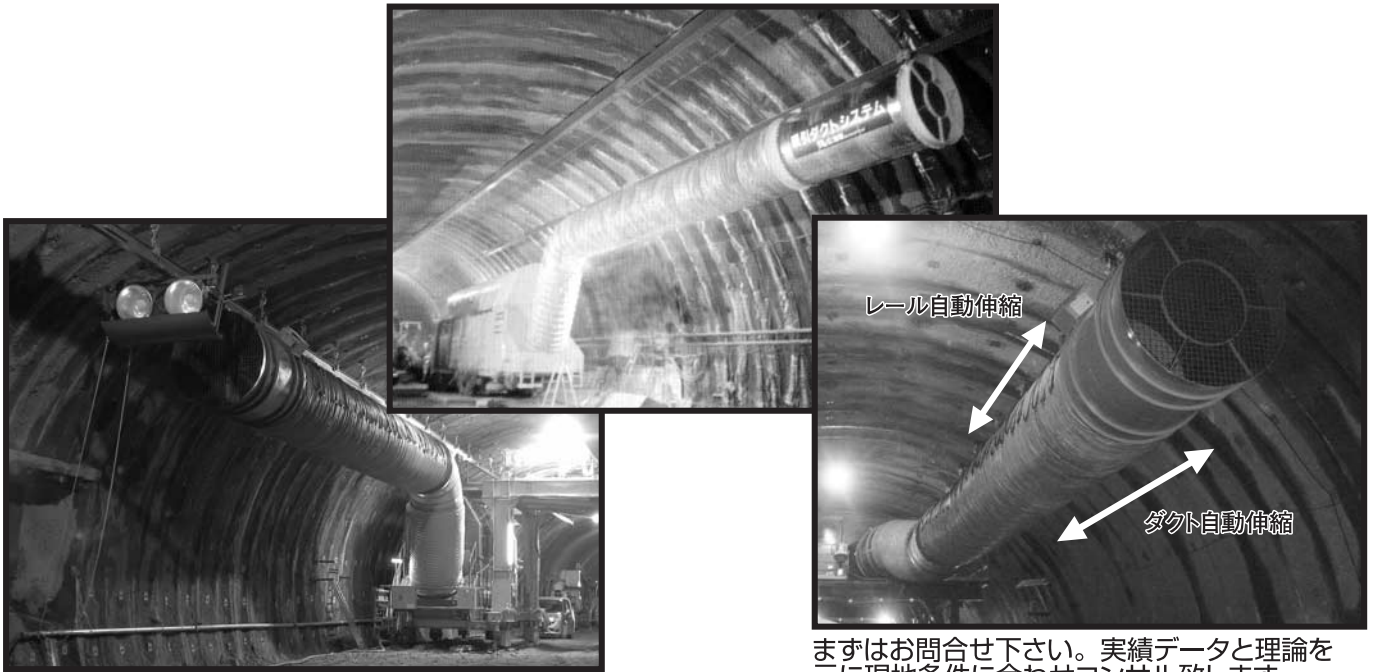
〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

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

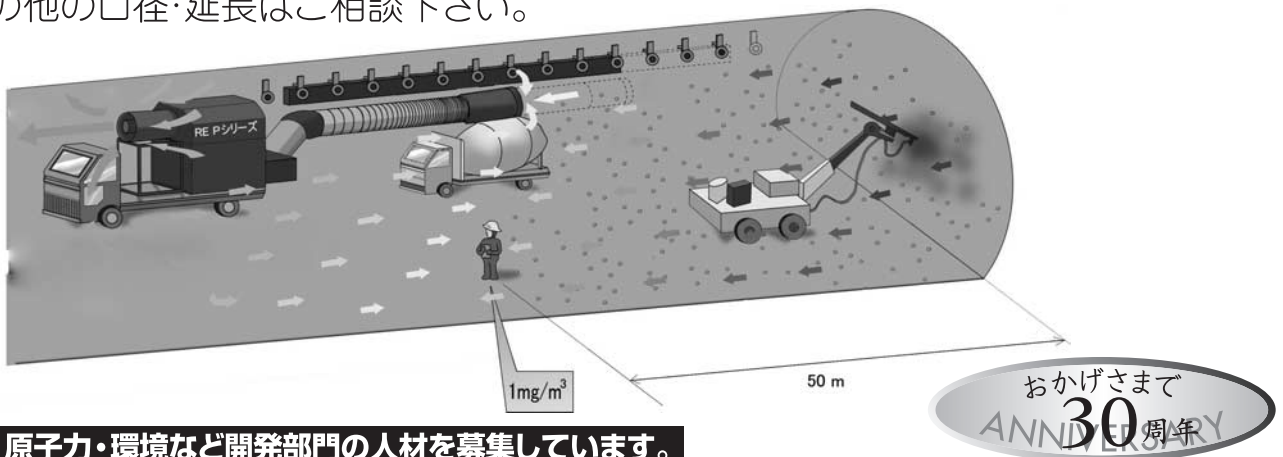
吸引ダクトシステム

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。



宇宙・原子力・環境など開発部門の人材を募集しています。



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 プロフィットリンク聖坂
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!

選ばれる「商品」「社員」「会社」へ

静と動の極みへ。



95dB (A)

新冷却システムが実現した極低騒音。

※国土交通省の指定制度上はあくまでも超低騒音型(基準値は100dB以下)です。
「極低騒音」はコベルコの独自表現です。

燃料消費量21%低減

驚きのコストパフォーマンスを実現。

※数値はSK225SRの場合。当社従来機SK235SRと
単位燃料あたりの掘削土量を比較。標準モード時。



掘削新流儀。——アセラ・ジオスペック

ACERA
GEOSPEC SR

SK225SR: バケット容量:0.8m³
運転質量:22,300kg



用途別専用機ダイナスペック

DYNASPEC SR

SK235SRD: バケット容量:0.8m³
運転質量:24,300kg
SK235SRD_{LC}: バケット容量:0.8m³
運転質量:24,900kg



オフロード法適合

お問い合わせ、カタログのご請求は……

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

総合物流システム

TCM

<http://www.tcm.co.jp>

作業量増大と燃費低減を両立!

業界初

エンジントルクとポンプトルクを協調制御する
TT (Total Torque-control) システムを採用

ホイールローダ

ZWシリーズ

業界初TT (Total Torque-control) システムの採用

作業内容に応じて選択できる3つの作業モード。各モードはTTシステムにより、あらゆる扱い物に対して、最適な条件で作業ができます。

新開発のオートトランスミッション

作業内容に応じて選択できる3つの走行モード。車速と車両の負荷を検知し、滑らかな変速を実現します。

新油圧回路によるスムーズな複合動作

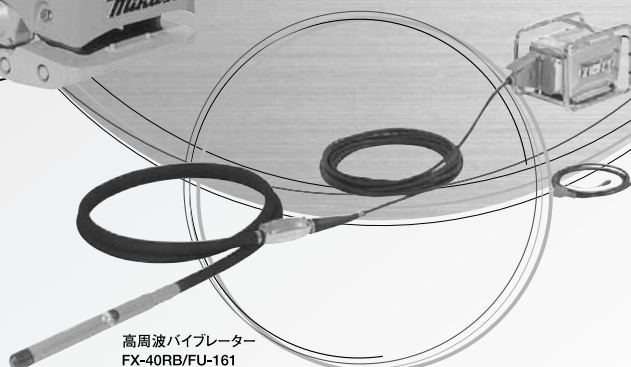
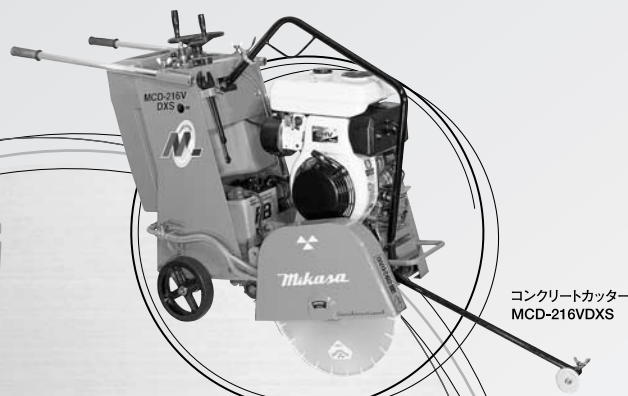
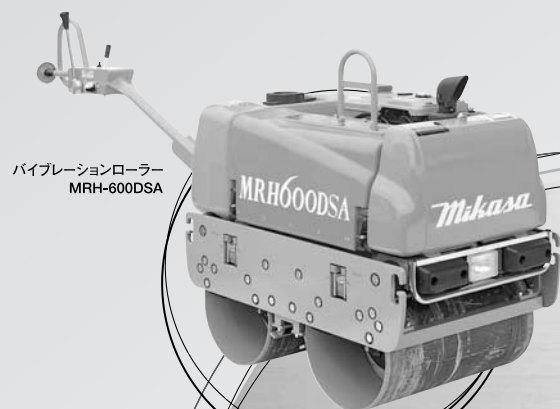
リフトアームとバケットを同時に動かす複合動作を実現。掘削や積込みといったフロント作業を効率良く、スムーズに行えます。



ホイールローダ ZW220
※写真はオプション品を含む

TCM株式会社

本社／〒105-0003 東京都港区西新橋 1-15-5 Tel.03-3591-8171



多様な作業環境に、柔軟に対応する品質・技術・パワー。
 「三笠」は現場に支持されています。

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/北関東/新潟/長野/静岡 ●出張所:山梨

三笠建設機械株式会社

〒550-0012 大阪市西区立売堀3-3-10 TEL:06-6541-9631 (代)

●営業所:名古屋/金沢/広島/高松/福岡 ●出張所:鹿児島/沖縄

確かな技術で世界を結ぶ

Attachment Specialists

任意の高さに停止可能

パラレルリンクキャブ



パラレルリンクキャブ仕様車

車の解体・分別処理を大幅にスピードアップ

自動車解体機



自動車解体機

ワイドな作業範囲で効率の良い荷役作業

スクラップハンドラ



スクラップハンドラ仕様車

スクラップ処理で高い作業効率を発揮

リフティングマグネット



リフティングマグネット仕様車

船舶・プラント・鉄骨物解体に威力を発揮する

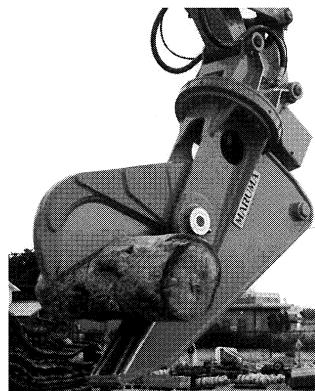
サーベルシア



MSD4500R

丸太や抜根を楽々切断する

ウッドシア



MWS700R (油圧全旋回式)



マルマテクニカ株式会社

■名古屋事業所（製作工場）

愛知県小牧市小針2-18 〒485-0037
電話 056(877)3311 (ダイヤルイン)
FAX 056(872)5209

■本社・相模原事業所

神奈川県相模原市大野台6丁目2番1号 〒229-0011
電話 042(751)3800 (代表)
FAX 042(756)4389

■東京事業所

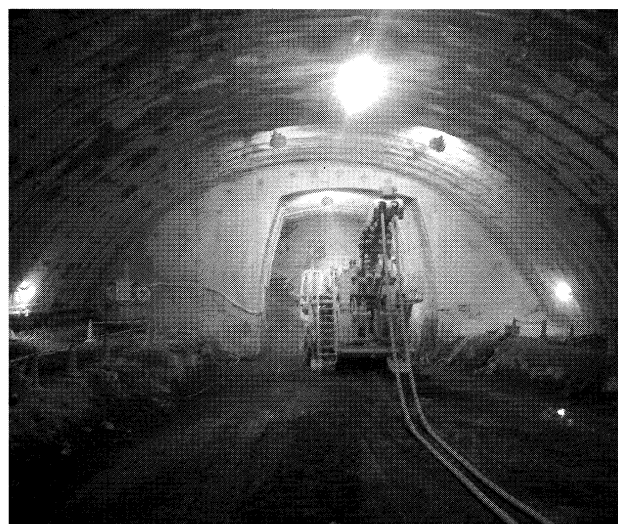
東京都世田谷区桜丘1丁目2番22号 〒156-0054
電話 03(3429)2141 (代表)
FAX 03(3420)3336

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



カッター出力 330kW
総出量 120ton



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>

（旧社名：日本鉾機株式会社）

本社・営業/カスタマーサービス	〒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	TEL. 03-5733-9443
中部支店	〒514-0396	三重県津市雲出鋼管町6番地2	TEL. 059-234-4139
西部支店	〒812-0013	福岡県福岡市博多区博多駅東2丁目6番26号 安川産業ビル	TEL. 092-411-4998
三重工場	〒514-0396	三重県津市雲出鋼管町6番地2	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!

- ◆業界随一のオーダー対応制度…「小ロット」オーダー対応、「安全対策」特注仕様対応、他
- ◆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
- ◆業界随一のフルラインアップ
- ◆25年間代々互換性を継承、補修の永続

防爆形無線機のボーパー(BoBa)

(社)産業安全技術協会検定合格品

新 小型 防爆

- ▶ 小型・軽量、取り回し良好!
- ▶ 危険場所設置用受信機(*)の設置が容易!
- ▶ 特定小電力局もラインアップ! (*オプション)

少点数の防爆形クレーンに最適!

TX-6B00N/U型
送信機例
(ボーパー6000)

微弱・特小両対応
203×78×42 420g
最大操作点数 24点
本質安全防爆構造
I2G3

★他に、多点数・
レバー対応機、
外部接点入力機を
ラインアップ!



(オプション対応)
危険場所設置用
耐圧防爆箱入り受信機

230×400×180 約18Kg 最大26リレー
耐圧防爆構造 Exd[ia] IIBT4

特小チャンネル不足でお困りのかたへ

一挙解決! **1.2GHz帯 特小**

Gシリーズ

400MHz帯が混雑していても
新規導入可能!!

マイコン ケーブレス データケーブルス

6000G

1000G

16点標準型送信機
203×78×42 450g

受信機
240×264×56
2.1Kg

16点
外部接点入力型送信機
170×224×56 1.4Kg



ラインアップを順次拡充予定!

お薦め

既に429MHz特小機をチャンネル数いっぱいの40台近く
導入されている事業所で新規クレーン設備等の無線化を
検討中のお客様、および高層ビル建築現場など多数の
無線化された設備が密集して使われる場所にお薦めです。

無線化実績例

ラジコンブル



マイティ サテルタ Nシリーズ Uシリーズ

微弱・特小両モデル対応 RC-7100N/U型

レバー・特殊スイッチ装着可能

- 最大操作数64
(オープンコレクタ出力時)
- 比例制御対応可
(電圧/電流アナログ出力)



3ノッチレバー装着例
モノレバー
2本装着オーダー例

MAX サテルタ Uシリーズ

RC-9300U型

無段変速レバー
2本装着例



- 多機能多操作
- 比例制御対応可
(電圧/電流
アナログ出力)

スリム ケーブレス Nシリーズ Uシリーズ

特殊車輛



微弱・特小両モデル対応 2段階押しスイッチ装着可能

RC-5700N/U型

- 最大32リレーまで対応
- 表示LED取付など、安価で
多様なオーダー対応性
- 優れた対塵・防雨性能
…IP65相当
- 自社開発! 新生2段階押し
スイッチで高い耐久性

12点オーダー対応例 (キャリアカー操作) ▶



トンネル掘削機



マイター ケーブレス

微弱・特小両モデル対応

2段階押し・特殊スイッチ装着可能

Nシリーズ Uシリーズ

RC-8400N/U型

- 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スイッチや
トルグスイッチ等の
特殊スイッチ装着可能



裏面スイッチ装着例
(表面だけでは操作点数が不足する場合)

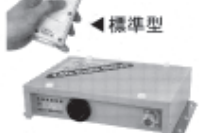
コンクリートバケット



ケーブルスミニ Nシリーズ Rシリーズ

RC-4300N/R型

- 3操作3リレー
最大5リレーまで対応可能



- 標準型
- Nシリーズ
・240MHz化で安定した飛び!
・2段階押し対応可能(オプション)

微弱・特小ともにフルラインで取り揃えていますので、
お気軽にお問い合わせください。ホームページでもご紹介しています。

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/

東日本地区代理店

FAX 0424-92-0411

東海地区代理店

FAX 0562-46-1908

大阪地区代理店

FAX 06-6393-5632

株式会社 広進

TEL 0424-92-0410

(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

進化はいま、真価へ。

To The Next Stage
GALEO



情報発信ミニショベル

MR-3
ダッシュスリー

特定特殊自動車排出ガス基準適合車

KOMATSU

コマツ 営業本部 TEL.03-5561-2714
〒107-8414 東京都港区赤坂2-3-6 <http://www.komatsu.co.jp/ce/>

雑誌 03435-11



4910034351176
00800

「建設の施工企画」

定価 一部 八四〇円

本体価格八〇〇円