

建設の施工企画 **3**

2010 MARCH No.721 JCMMA

情報化施工研修会
ICT建設機械の現地研修



情報化施工 特集

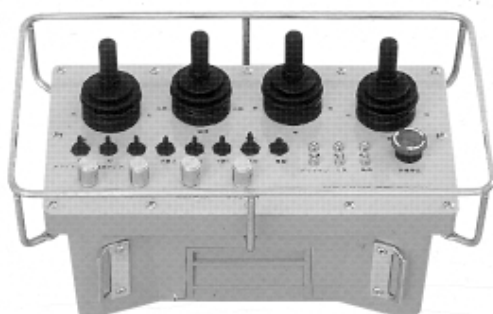
- 情報化施工の本格普及に向けた取り組み
- 施工管理データを搭載した3次元測量機器による出来形管理手法の研究
- 中部地方整備局の建設ICT導入の取組
- 土木研究所における情報化施工プロジェクト
- 情報化施工の本格普及に向けた環境整備 レンタル機械の配備と今後の動向
- 情報化施工の本格普及に向けた環境整備 人材育成
- ドイツにおけるICTを利用した締固め管理技術
- 米国における舗装の締固め管理技術の動向とICT技術の活用
- 大規模工事における情報化施工の導入事例
- 中・小規模の建設工事における情報化施工の取り組み
- 「米国情報化施工の現状」と我が国の情報化施工普及への鍵
- 中小規模施工現場における情報化施工導入成功の秘訣(事例紹介)
- WEBを活用した情報統合システムのねらいと効果
- ボスポラス海峡横断鉄道トンネル建設工事と情報化施工
- 3次元GISとGPSを組み合わせた「汚染土壌掘削管理システム」

社団法人 日本建設機械化協会

建設機械用
無線操作装置

ダイワテレコン

あらゆる仕様に対応
指令機操作面はレイアウトフリー



ダイワテレコン 572 ※製作例 比例制御4本レバー仕様



受令機



ダイワテレコン 522

《新電波法技術基準適合品》

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

DAIWA TELECON

大和機工株式会社

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

ダム工事用コンクリート運搬テルハ（クライミング機能付）

重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

特長

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



吉永機械株式会社

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

「1・2級建設機械施工技士」

国家資格取得にチャレンジしませんか！

—— 平成22年度建設機械施工技術検定試験のご案内 ——

平成22年度1・2級建設機械施工技術検定試験を次のとおり実施いたしますので、建設機械操作施工に従事している技術者の皆さんは、資格取得を目指してみませんか。

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

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

平成22年2月

国土交通大臣指定試験機関

JCMA 社団法人 日本建設機械化協会

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

1. 申込み方法は？

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

平成22年2月中旬から受験申込み用紙など(「受験の手引」一式)を当協会等で販売いたします。

「1級受験の手引」1部 600円(送料 250円)

「2級受験の手引」1部 500円(送料 250円)

問合せ先、販売場所は裏面末尾の一覧表のとおりです。

2. 申込み受付期間は？

平成22年3月15日(月)から4月9日(金)まで

*申請は、郵送申込みのみとなりますのでご注意ください。

3. 試験日は？

学科試験：平成22年6月20日(日)

実地試験：平成22年8月下旬から9月中旬

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

4. 受験手数料は？

1級学科試験：10,100円

2級学科試験：1種別につき10,100円(2種別は2倍)

1級実地試験：

操作施工法2科目と組合せ施工法の場合 27,800円

操作施工法1科目と組合せ施工法の場合 21,400円

組合せ施工法の場合 15,000円

2級実地試験：1種別につき21,600円(2種別は2倍)

5. 受験資格は？

- (1) この試験は、学科試験と実地試験に区分され、学科試験に合格した方が実地試験を受験できます。
- (2) 学歴等の資格区分に応じて一定の実務経験が必要であり、**基本的な資格**は下表のとおりです。

学歴等の資格区分			1級(必要な実務経験年数)	2級(必要な実務経験年数)
大 学	指 定 学 科		3 年 以 上	1 年 以 上
	指定学科以外		4 年 6 月 以 上	1 年 6 月 以 上
短 期 大 学 高等専門学校	指 定 学 科		5 年 以 上	2 年 以 上
	指定学科以外		7 年 6 月 以 上	3 年 以 上
高 等 学 校	指 定 学 科		10 年 以 上	3 年 以 上
	指定学科以外		11 年 6 月 以 上	4 年 6 月 以 上
上 記 以 外			15 年 以 上	8 年 以 上
資 格 取 得 者 級	高 等 学 校	指 定 学 科	通算8年以上	—
		指定学科以外	通算9年以上	—
	そ の 他	—	通算12年以上	—

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

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

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

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

6. 試験地は？

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

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

*それぞれ受検希望地を選択していただきます。

*学科試験地及び実地試験地は、会場の都合で変更する場合があります。

*受検する建設機械の種類によって、実地試験地は制約があります。

7. 試験の種別と使用機械等は？

(1) 学科試験

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

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

(2) 実地試験

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

2級：学科合格種別の機械で運転操作の試験をします。

試験機械区分	種 別	試験使用機械
トラクタ系機械操作施工法	第 1 種	ブ ル ド ー ザ
ショベル系機械操作施工法	第 2 種	油 圧 シ ョ ベ ル
モータ・グレーダ機械操作施工法	第 3 種	モ ー タ ・ グ レ ー ダ
締固め機械操作施工法	第 4 種	ロ ー ド ・ ロ ー ラ
舗装用機械操作施工法	第 5 種	アスファルト・フィニッシャー
基礎工事用機械操作施工法	第 6 種	ア ー ス オ ー ガ
建設機械組合せ施工法	－	1 級 の みの 記 述 試 験 (実 地)

8. 資格取得のメリットは？

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

特定自主検査者の取扱い(主要なもの)

事業内検査員資格		車 両 系 建 設 機 械				
建設機械技術検定		整地・運搬・積み込み・掘削・解体用 締固め用 基礎工事用 コンクリ打設用				
		整地・運搬・積み込み・掘削・解体用	締固め用	基礎工事用	コンクリ打設用	
1級建設機械施工技士		○	○	○	△	
2級建設機械 施 工 技 士	第 1 種	○	△	△	△	
	第 2 種	○	△	△	△	
	第 3 種	○	△	△	△	
	第 4 種	△	○	△	△	
	第 5 種	△	△	△	△	
	第 6 種	△	△	○	△	

◆◆◆ 問合せ先、「受験の手引」請求先一覧表 ◆◆◆

名 称	所 在 地	電 話 番 号
(社)日本建設機械化協会 試 験 部	〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館2F (URL http://www.jcmanet.or.jp)	03-3433-1575
同 北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北3条西2-8 さつげんビル5F	011-231-4428
同 東北支部	〒980-0802 仙台市青葉区二日町16-1 二日町東急ビル5F	022-222-3915
同 北陸支部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 興和ビル9F	025-280-0128
同 中部支部	〒460-0008 名古屋市中区栄4-3-26 昭和ビル9F	052-241-2394
同 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	06-6941-8845
同 中国支部	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22 築地ビル4F	082-221-6841
同 四国支部	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22 建設クリエイティブビル4F	087-821-8074
同 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	092-436-3322
(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4F	098-879-2097
同 北部支所	〒905-1152 名護市字伊差川24-1	0980-53-1555

ご 注 意

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

情報化施工に関する入門書

情報化施工ガイドブック 2009

発刊のご案内

平成 21 年 11 月 社団法人 日本建設機械化協会

謹啓 時下益々ご清祥のこととお慶び申し上げます。

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

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

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

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

謹白

◆内容

第 1 章 情報化施工の動向

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

第 2 章 マシンガイダンスシステム (MG)

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

第 3 章 マシンコントロールシステム (MC)

マシンコントロールシステムの概要、MCの実施手順、MC用設計データの作成等

第 4 章 締固め情報化施工

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

第 5 章 TS (トータルステーション) 出来形管理

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

第 6 章 用語解説

第 7 章 参考資料

情報化施工推進戦略

◆本の体裁

A 4 版 一部カラー 本編 6 2 ページ 参考資料 5 2 ページ

◆特徴

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

◆定価 (税込み)

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

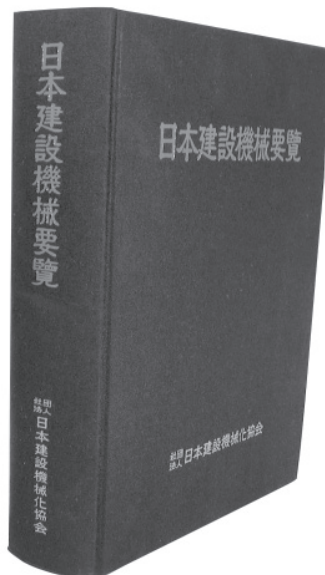
なお、送料 (400 円) は別途いただきます。

日本建設機械要覧 2010

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、特長等の技術的事項を網羅しております。今回も特典により、2001年版、2004年版、2007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判、約1400頁／写真、図面多数／表紙特製

価 格

会 員 43,050円（本体41,000円）

非会員 51,450円（本体49,000円）

価格には消費税5%が含まれております。

（注）送料は1冊1,050円となります。

平成22年3月19日発行

「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（要覧クラブ）

- 2010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、2004年版及び2007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2010年版を含めると1998年から2009年までの建設機械データがご活用いただけます。
- 「建設の施工企画」誌の「新機種紹介」欄の記事を要覧クラブに掲載しますので、最新の新商品情報が閲覧できます。

2010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、ウォータージェット工法用機器、CSG工法用設備、タイヤ、ワイヤロープ、検査機器等

財団法人 日本道路交通情報センター

全国のお問い合わせ電話番号

現状の道路情報のほか、様々な
道路交通に関する情報をお伝えします



電話番号案内Webサイト
<URL:<http://m.jartic.or.jp/>>

携帯短縮ダイヤル
(携帯電話・PHS専用)

#8011



※携帯電話やPHSで#8011をダイヤルすると、最寄りの
センターにつながり、オペレーターがお応えします。

●全国JARTICインフォメーションダイヤル●

各地域のセンターのオペレーターがお応えします

- ◎ 固定電話・携帯電話・PHS・IP電話など、全ての電話で利用できます。
- ◎ 固定電話から全国どこに電話をかけても、料金は一律で、通話料は
[10.5円/3分程度]となります。

北海道地方

北海道地方・札幌方面情報	050-3369-6601
北海道地方高速情報	050-3369-6760
函館方面情報	050-3369-6651
旭川方面情報	050-3369-6652
釧路方面情報	050-3369-6653
北見方面情報	050-3369-6654

東北地方

東北地方・宮城情報	050-3369-6604
東北地方高速情報	050-3369-6761
青森情報	050-3369-6602
岩手情報	050-3369-6603
秋田情報	050-3369-6605
山形情報	050-3369-6606
福島情報	050-3369-6607

関東甲信越地方

全国・関東甲信越情報	050-3369-6600
東北・常磐・関越高速情報	050-3369-6762
東名高速情報	050-3369-6763
中央・長野道情報	050-3369-6764
新潟地方高速情報	050-3369-6765
首都高速情報	050-3369-6655
茨城情報	050-3369-6608
栃木情報	050-3369-6609
群馬情報	050-3369-6610
埼玉情報	050-3369-6611
千葉情報	050-3369-6612
都内情報	050-3369-6613
神奈川情報	050-3369-6614
新潟情報	050-3369-6615
山梨情報	050-3369-6619
長野情報	050-3369-6620

●全国JARTICインフォメーションダイヤル●

＊各地域のセンターのオペレーターがお応えします＊

中部地方

中部地方・愛知情報	050-3369-6623
東海地方高速情報	050-3369-6766
北陸道・東海北陸道情報	050-3369-6767
名古屋高速情報	050-3369-6677
富山情報	050-3369-6616
石川情報	050-3369-6617
福井情報	050-3369-6618
岐阜情報	050-3369-6621
静岡情報	050-3369-6622
三重情報	050-3369-6624

近畿地方

近畿地方・大阪情報	050-3369-6627
近畿地方高速情報	050-3369-6768
阪神高速情報	06-6538-0777
滋賀情報	050-3369-6625
京都情報	050-3369-6626
兵庫情報	050-3369-6628
奈良情報	050-3369-6629
和歌山情報	050-3369-6630

中国・四国地方

中国地方・広島情報	050-3369-6634
中国地方高速情報	050-3369-6769
鳥取情報	050-3369-6631
島根情報	050-3369-6632
岡山情報	050-3369-6633
山口情報	050-3369-6635
四国地方・香川情報	050-3369-6637
四国地方高速情報	050-3369-6770
神戸淡路鳴門道・瀬戸中央道・ 西瀬戸道情報	050-3369-6772
徳島情報	050-3369-6636
愛媛情報	050-3369-6638
高知情報	050-3369-6639

九州・沖縄地方

九州地方・福岡情報	050-3369-6640
九州地方高速情報	050-3369-6771
福岡都市高速情報	050-3369-6680
北九州都市高速情報	050-3369-6688
佐賀情報	050-3369-6641
長崎情報	050-3369-6642
熊本情報	050-3369-6643
大分情報	050-3369-6644
宮崎情報	050-3369-6645
鹿児島情報	050-3369-6646
沖縄情報	050-3369-6647

全国共通ダイヤル

(ガイダンスによる各地域のセンターへの接続)

050-3369-6666

※お問い合わせ内容に応じ、自動案内のガイダンスに沿って番号を押すと、各地域のセンターにつながり、オペレーターがお応えします。

全国高速ダイヤル

(自動応答専用)

050-3369-6700

※ガイダンスに沿って番号を押すと、知りたい高速道路の情報を自動応答でお伝えします。

- ◎ ダイヤルの番号をよく確認の上、お間違いのないようにおかけください。
- ◎ 原則として、オペレーターがお応えしますが、混雑時や夜間などは、自動応答により情報をお伝えすることになります。
- ◎ 自動応答により提供する情報は、警察や道路管理者から収集した情報のうち、主なものとなります。

道路交通情報Now!! <http://www.jartic.or.jp/> (PC専用)

建設の施工企画

2010 年 3 月号 No. 721

目次

情報化施工 特集

3	巻頭言 情報化施工の本格普及に向けて	建山 和由
4	情報化施工の本格普及に向けた取り組み	荒井 猛
9	施工管理データを搭載した 3 次元測量機器による 出来形管理手法の研究	遠藤 和重・梶田 洋規・渡邊 賢一
14	中部地方整備局の建設 ICT 導入の取組 建設 ICT 導入研究会 事務局 (中部地方整備局企画部内)	
18	土木研究所における情報化施工プロジェクト 施工データ交換標準から新たな施工管理手法へ.....	藤野 健一・茂木 正晴・大槻 崇
23	情報化施工の本格普及に向けた環境整備 レンタル機械の配備と今後の動向	小葉 賢一
26	情報化施工の本格普及に向けた環境整備 人材育成	上石 修二
29	ドイツにおける ICT を利用した締固め管理技術.....	橋本 毅
34	米国における舗装の締固め管理技術の動向と ICT 技術の活用	月本 行則
39	大規模工事における情報化施工の導入事例 京極発電所上部調整池工事	太田 一広
44	中・小規模の建設工事における情報化施工の取り組み 平成 20 年度 23 号三行南地区道路建設工事	田口 佳嗣
49	「米国情報化施工の現状」と我が国の情報化施工普及への鍵	濱田 文子
54	中小規模施工現場における情報化施工導入成功の秘訣 (事例紹介) ..	福川 光男
58	WEB を活用した情報統合システムのねらいと効果	古屋 弘
64	ボスボラス海峡横断鉄道トンネル建設工事と情報化施工 ボスボラス海峡の潮流予報システム	伊藤 一教・織田 幸伸
69	3 次元 GIS と GPS を組み合わせた「汚染土壌掘削管理システム」 黒台 昌弘・館岡 潤仁・辻 俊次	
74	一般報文 入札参加者ゼロの工事の解消を目指します 名古屋国道の現場力、不調不落対策	高橋 敏彦
78	交流の広場 建設 ICT のための研究・教育に向けた試み	小林 一郎
81	ずいそう ちょっとの楽しみ	根本 信行
82	ずいそう ロボットスーツを着て夢の実現	植木 義明
83	部会報告 アスファルトフィニッシャの変遷 (その 9) 機械部会 路盤・舗装機械技術委員会 舗装機械変遷分科会	
88	新工法紹介	機関誌編集委員会
89	統 計 建設業の国際展開 その 2	機関誌編集委員会
92	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
93	行事一覧 (2010 年 1 月)	
96	編集後記	(藤島・斉藤)

◇表紙写真説明◇

「情報化施工研修会」の実施状況 写真提供: 施工技術総合研究所

国土交通省が 2008 年 2 月に立ち上げた「情報化施工推進会議」から「情報化施工推進戦略」が発表され (7 月)、情報化施工の普

及のための重点課題のひとつに「人材育成」が上げられている。これを受けて (株)日本建設機械化協会は、3 次元データを利用した建設機械制御/操作支援に関する基本的な教育を行い、実践的な活用が出来る技術者を育成することを目的として、施工技術総合研究所 (富士市) にて「情報化施工研修会」を実施しており、この 2 月で計 17 回目を迎えるに至っている。

2010 年 (平成 22 年) 3 月号 PR 目次

【ア】

朝日音響㈱..... 表紙 3

【カ】

カヤバシステムマシナリー㈱..... 後付 6
コベルコ建機㈱..... 後付 1
コマツ..... 表紙 4

【タ】

大和機工㈱..... 表紙 2

【マ】

マシン ケアテック㈱..... 後付 2, 3

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

平成 22 年度建設機械施工技術検定試験

－ 1・2 級建設機械施工技士－

平成 22 年度 1・2 級建設機械施工技術検定試験を次の通り実施いたします。

この資格は、建設事業の建設機械施工に係る技術力や知識を検定します。(以下の記載内容は概略ですので、詳細は当協会ホームページを参照又は電話による問い合わせをしてください。)

1. 申込み方法

所定の受験申込み用紙に必要事項を

記載し、添付書類とともに郵送。

平成 22 年 2 月中旬から、受験申込み用紙等を含む「受験の手引」一式を当協会等で販売します。

2. 申込み受付期間

平成 22 年 3 月 15 日（月）から 4 月 9 日（金）まで ※申込みは郵送のみ。

3. 試験日

学科試験：平成 22 年 6 月 20 日（日）

実地試験：平成 22 年 8 月下旬から 9 月中旬

※実地試験は、学科試験合格者のみ受験でき、日程は 8 月上旬に決定、通知します。

詳細問い合わせ先：

(社)日本建設機械化協会 試験部

TEL：03-3433-1575

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

日本建設機械要覧 2010

－発行ご案内－

1950 年より 3 年ごとに刊行し、好評を頂いている『日本建設機械要覧』の 2010 年版を刊行いたします。

本書は、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、工事用機械等の主要諸元、性能、特長を、写真や図面を用いつつ紹介しており、購読者の方々の実務必携書となるものと信じております。

2010 年版購入の方への特典として、当協会が運営する Web サイト上において 2001 年版、2004 年版、2007 年版の日本建設機械要覧の PDF 版が閲覧およびダウンロードできます。

発刊：平成 22 年 3 月 19 日

体裁：B5 判、約 1400 頁／写真、図面多数／表紙特製

価格（送料別途、消費税含む）：

会 員 43,050 円（本体 41,000 円）

非会員 51,450 円（本体 49,000 円）

詳細問い合わせ先：

(社)日本建設機械化協会 業務部

TEL：03-3433-1501

FAX：03-3432-0289

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

情報化施工ガイドブック 2009 発刊のご案内

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

■内容

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

■特徴

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

体裁：A4 版 本編 62 頁

参考資料 52 頁

価格：（送料別途）

一般 2,310 円（本体 2,200 円）

会 員 2,100 円（本体 2,000 円）

詳細問い合わせ先：

(社)日本建設機械化協会 総務部

TEL：03-3433-1501

FAX：03-3432-0289

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

巻頭言

情報化施工の本格普及に向けて

建 山 和 由



一昨年は米国、昨年は欧州に情報化施工の調査に行きました。調査結果の内容については本特集でも紹介されますので、詳しくは述べませんが、米国、欧州とも日本よりも積極的に情報化施工の普及に努めています。それには様々な理由があるようですが、特に欧州では、EUによる国の統合で、市場が開放され、国籍や言葉の違う施工業者が仕事を請け負うようになり、いろんな支障が出てきたということも背景にはあるようです。理由はどうあれ、日本が建設技術に関し欧米に後れをとりだしていると言うことは、確かなことです。

今回の調査で、欧米における情報化施工と日本のそれとを比較すると、いくつかの違いがあることがわかりました。まず、発注に関わる場所では、欧米では、情報化施工の導入によるメリットを明確にし、発注者、施工業者ともそれが確実に得られるような仕組み作りをしています。発注者は、より品質の高いものが早くできることによる利益を確認し、それにより得られる利益をインセンティブという形で情報化施工を導入して効果を上げた施工業者に還元する仕組みを作っています。

また、日本では、従前の発注制度の影響からか、使い方に対しては規準や仕方書的なものを求めたがものに対し、欧米では、使用する側が工夫して自由に使っている印象を受けました。これには、日本のインフラ整備に関する施策が強く関係していると思います。日本は、戦後、インフラ整備に邁進してきました。その際、一定レベルの品質のインフラを効率的に造るために、構造物の設計や施工において様々な規準やマニュアルを整備しました。短期間のうちにこれだけのインフラを整備し得たことは、これら規準やマニュアルの整備のおかげと言っても過言ではないと思います。反面、あまりに規準やマニュアルを整備しすぎたがためにそこから抜け出せなくなっているのではないでしょ

うか。このため、情報化施工という新しい技術が出てきても、これまでに作り上げた規準やマニュアルとの整合性が問われるがあまり、情報化施工がそのポテンシャルを十分に発揮できていない状況にあると見ています。欧米では、この辺りでも日本よりも柔軟な対応をしていて、規準やマニュアルを情報化施工を前提として変えていっています。すなわち、情報化施工がそのポテンシャルを発揮できる場を作ることにより、工事の効率向上や高品質化という実を取っています。

さらに言えば、情報化施工の導入に関しても、日本では発注者主導ですが、欧米では業者が積極的に導入を図り、メーカーがそれを後押ししている印象を受けました。すなわち、欧米では現場での工夫や発想を元に情報化施工の新しい使い方を模索し、それを施工の効率化に繋げようという積極的な姿勢が見られました。これに対し、日本では、発注者側からの使い方の指示を待つような雰囲気があります。

と、欧米の状況と比べ日本の現状を悲観していても何も進みません。情報化施工を技術としてみた場合、日本は欧米に比べ決して遅れているわけではなく、むしろより進んだ技術開発を行っているともいえます。ただ、その実用展開の場と仕組みの構築という点で遅れをとっているということだと思います。このような状況を打開すべく、国土交通省に情報化施工推進戦略会議が立ち上がり、情報化施工を導入することの意義、利点、課題を明確にし、その普及を促進すべく、様々な取り組みがなされています。特に、数多くの現場で試験施工を行い、情報化施工導入のメリットと課題を明確にする取り組みは、これまでになかったものといえます。それらの成果が、日本における情報化施工の進展に重要な示唆を与えてくれることと強く期待しています。

情報化施工の本格普及に向けた取り組み

荒 井 猛

情報化施工の普及促進を図るため、国土交通省では試験施工や人材育成、推進体制の構築、受注者への普及に向けた環境整備などに取り組んでいる。試験施工では、限られた件数の試験施工データではあるものの、作業効率や施工品質の向上といった導入効果が確認されている。また、地方整備局における人材育成や推進体制の整備なども本格化しつつある。

本稿では、平成20年7月に策定された「情報化施工推進戦略」以降の普及促進に向けたこれらの取り組みを紹介するものである。

キーワード：情報化施工，試験施工，人材育成，マシンコントロール・マシンガイダンス，トータルステーション，GNSS

1. はじめに

情報化施工とは、建設生産プロセスのうち「施工」に注目して、ICT（Information and Communication Technology：情報通信技術）の活用により各プロセスから得られる電子情報を活用して高効率・高精度な施工を実現し、さらに電子情報を他のプロセスに活用することによって、建設生産プロセス全体における生産性の向上や品質の確保を図ることを目的とした新たな建設施工システムである。情報化施工で目指しているICTを利用した機械制御や計測ならびに技術者判断の高度化は、建設イノベーションと呼ぶに値する革新的な技術であり、これまでの建設施工のイメージを変え得る可能性を有している。また、情報化施工の導入により期待される高効率化・高品質化は、近年の建設生産システムの抱える熟練技術者の減少、生産性の向上、施工品質確保への要求、技術競争力確保、安全・環境への配慮などの課題に対応するものと考えられ、発注者・施工者双方にとって有益なツールとなるものと期待されている。

当初、情報化施工は当初軟弱地盤上の盛土工事、トンネル工事やシールド工事、基礎工事などの特殊な工事において、施工の信頼性を確保するために地山状況を計測しながら施工する観測施工に始まった。近年では、測量技術や制御技術の進歩により、建設機械の自動化技術や情報の統合利用技術を用いた情報化施工が、汎用の建設機械を用いる土工事や舗装工事などの

一般的な土木工事においても、一部の大規模工事を中心に導入されつつあり、作業時間の短縮などの効果をあげている。しかし、様々な課題により本格的な普及には至っていないのが現状である。

このため、情報化施工の普及方策を議論する産官学の有識者で構成された「情報化施工推進会議」が設置され、その中から「情報化施工推進戦略」（以下、推進戦略という）が平成20年7月に策定・公表された。本稿では推進戦略策定後の国土交通省での取り組みについて、報告するものである。

2. 情報化施工に関する動向

図—1は、推進戦略策定後のこれまでの情報化施工に関する主な動きをまとめたものである。

国土交通省では推進戦略で示された普及に向けた対応方針に従い、各種の取り組みを行っている。そのひとつとして、情報化施工技術の導入効果や課題などの

- H19.5 「国土交通省イノベーション推進大綱」の策定
※「施工の情報化の推進」が位置付け
- H20.2 「情報化施工推進会議」の設置
※産学官で構成 【委員長：建山和由 立命館大学教授】
- H20.7 「情報化施工推進戦略」の策定
平成20年度 試験施工の実施
- H21.3 「国土交通省CALS/ECアクションプログラム」の策定
※目標-④情報化施工の普及促進による品質向上
- H21.3 「社会資本整備重点計画」の策定
※「情報化施工等の普及促進」が記載
- H21.4～ 平成21年度 試験施工の実施

図—1 情報化施工に関するこれまでの動向

検証を直轄工事現場で行う試験施工がある。この試験施工は全国の直轄工事にて平成 20 年度は 37 件、平成 21 年度は 123 件（H21.12 時点）実施されている。

試験施工を円滑に実施するためには、導入技術の周知や本局と現場の工事担当事務所との連携が必要であるが、各地方整備局においては後述する独自の推進体制を整備し、これらに対応している。

また、情報化施工に関する技術者育成を目的とした研修・講習会の開催、試験施工において情報化施工を導入した場合の工事成績での評価などを通じて、情報化施工の普及促進に取り組んでいるところである。

さらに政策的にも平成 21 年 3 月に策定された「社会資本整備重点計画」や「国土交通省 CALS/EC アクションプログラム 2008」などにも情報化施工に関する記載があり、国土交通省として本格的な普及に向けての取り組みを目指すこととしている。

3. 試験施工の実施

普及に向けた各課題の解決については、実際の工事において、従来施工との比較検証を通じ、技術の確認、導入効果の把握、要領や基準類策定に向けたデータ収集、要領類の検証などを行うと共に、直轄事業に携わる受発注者の情報化施工に対する認識度向上を図る必要がある。このため、次に示す試験施工を実施している。

(1) 平成 20 年度試験施工の実施

平成 20 年度より実用段階にある技術（表—1）を中心に一部の直轄工事において、河川土工・道路土工・舗装工（路盤）などの工種について、試験施工を実施している。

表—1 試験施工で取り組む主な情報化施工技術

情報化施工技術	使用する建設機械	作業内容
マシンコントロール技術	ブルドーザ グレーダ	掘削 巻き出し 敷き均し
マシンガイダンス技術	バックホウ	掘削
TS※・GNSS※※による締固め管理技術	ローラ	締固め
TS による出来形管理技術	(TS)	出来形計測

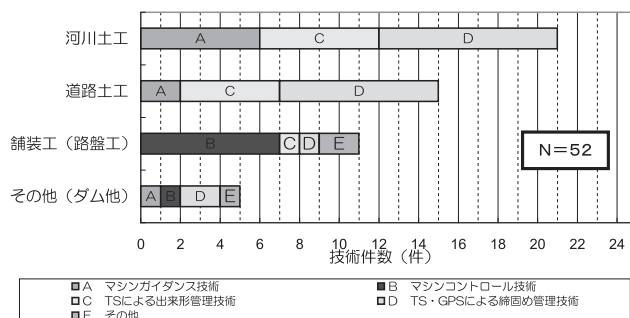
※ TS：Total Station（トータルステーション）

※※ GNSS：Global Navigation Satellite System（汎地球測位航法衛星システム）

(a) 試験施工対象工事と技術内容

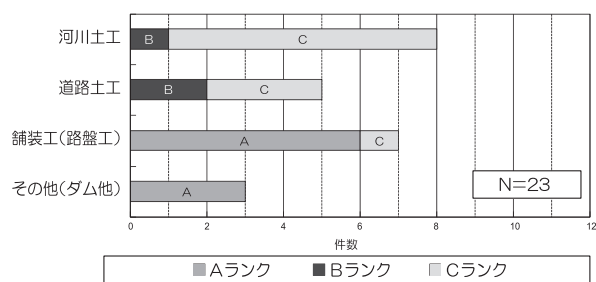
平成 20 年度に全国で試験施工を実施した工事は 37

件（河川土工 13 件、道路土工 10 件、舗装工 10 件、ダム他 4 件）であった。試験施工で導入した情報化施工技術は、1 工事で複数技術を試行する現場もあり、52 技術を実施している。その工種と技術内容を図—2 に示す。舗装工ではマシンコントロール技術が多いのに対し、土工ではその他の技術がほぼ同数利用されている。

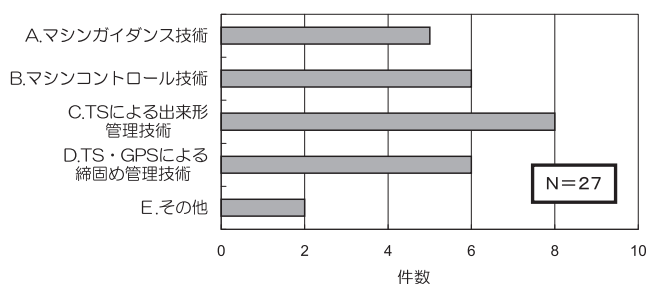


図—2 平成 20 年度 試験施工の工種と技術

この件数には国債工事などの工事発注形態により、導入効果検証などのとりまとめが未済な工事も含まれているため、平成 21 年 6 月末時点では、図—3 に示す 23 件（河川土工 8 件、道路土工 5 件、舗装工 7 件、ダム他 3 件）の試験施工対象工事からアンケート調査や導入効果等を記録した調査票が提出されている。図—3 では、これら 23 件の試験施工に携わった請負業者の業者ランクと対象工種も示しているが、舗装工（路盤工）では A ランクの割合が高いことがわかる。さらに、23 件の試験施工において実施した 27 技術の情報化施工技術の内訳を図—4 に示すが、TS による出来形管理が多い。



図—3 試験施工結果の工種と業者ランク



図—4 試験施工結果の技術内訳

(b) 試験施工の調査項目

試験施工を実施する工事では、作業効率の検証・施工品質の改善や既存の施工管理要領（案）の改善点抽出などを目的とした調査を行った。調査は試験施工を実施する請負者・発注者双方に対して行われた。

請負者が行う調査は、工事規模・使用機器・作業時間などの実態調査、施工管理データの収集、路盤完成後の仕上がり高さなどを目的とした詳細調査及び情報化施工の導入メリットや課題などをアンケート調査した。また発注者側の調査は、当該工事を担当する監督職員・検査職員に対し、情報化施工導入にあたってのメリットや課題などをアンケート調査した。

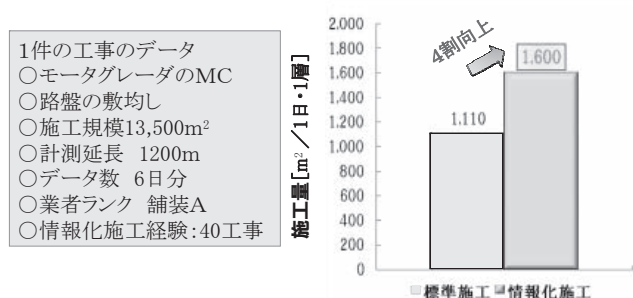
(c) 試験施工の調査結果

試験施工のうち平成21年6月末時点で収集できたデータによる暫定的なものであるが、各地方整備局等において取り組まれている試験施工の調査結果について、その一部を以下に示す。

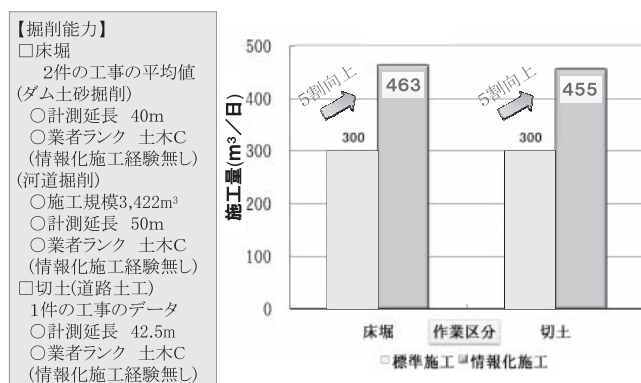
①作業効率について

マシンコントロール技術（MC）を搭載したモータグレーダによる舗装工の路盤工（敷均し・不陸整正作業）での作業量を標準施工（土木工事積算基準書記載の施工量）と比較したものが図—5である。さらに油圧ショベルのマシンガイダンス（MG）による床堀・河道掘削作業の作業量を比較したものが、図—6である。

いずれも工事件数が限られたデータであるが、単位



図—5 MC グレーダの試験施工結果（1工事）

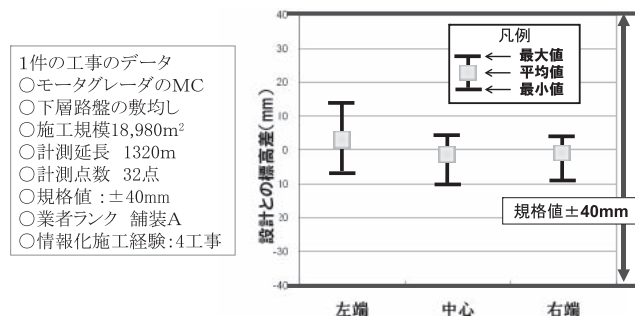


図—6 MG 油圧ショベルの試験施工結果（3工事）

時間の作業量が増え、作業効率が4～5割向上している。この作業効率は、現場の施工量や施工者の情報化施工に関する習熟度などにより増減するものと考えられるが、今後の直轄工事への導入時における作業効率においても一定の効果が期待できる。

②施工品質について

施工品質の事例として、図—7にマシンコントロール技術を搭載したモータグレーダによる路盤工の仕上がり高さの平坦性（バラツキ）を示す。



図—7 MC グレーダの施工精度

1件でのデータであるが、左端・中心・右端いずれも平均値は目標値とほぼ同じであり、誤差についても最大で±10mm程度の範囲内で仕上られており、施工管理基準の規格値の±40mmの1/3程度に収まっており、高い精度で均一な施工が行えている。

③請負者・発注者へのアンケート調査について

表—2は請負者（現場代理人等）と発注者（監督職員、検査職員）から寄せられた情報化施工の試験施工で感じた主な導入効果と課題を示したものである。

想定された導入効果以外の回答と共に課題も収集することが出来た。これら収集した課題については、その対応策を今後検討することとなる。

なお、本稿で紹介した試験施工調査票集計結果は平成21年6月末時点で各地方整備局より回収された調査票をまとめたものであり、試験施工全体の結果を示す

表—2 受・発注者のアンケート調査結果

	発注者側 (監督・検査職員)	請負者側 (現場代理人など)
主な効果	①工期短縮、品質の向上 ②リアルタイムなデータ確認 ③安全性の向上(検測作業など)	①施工効率、品質の向上 ②施工ミスの低減 ③転圧回数の視覚的な判断 ④熟練オペ不足への対応
(回答例)	TS・GPS締固め回数管理は、従来の砂置換法に対して密度管理結果がリアルタイムに得られている	水糸などのセンサー類設置の必要性とその作業が無くなり、作業スペースが確保でき、かつ、時間とコストの削減につながる
主な課題	①情報化施工に対応した施工管理基準の周知 ②GIS、施設台帳等への反映 ③技術者育成	①GPS、無線などの通信エラー ②機器類の耐久性 ③購入、調達費用が高価 ④技術者の不慣れ(機器、データ作成)
(回答例)	①自動で作成されるデータ類のシステムの整合チェックが必要 ②原本性が確認できないものは成果として疑問	施工箇所の不具合(掘削部)やGPS衛星の状況により、無線およびGPS通信のトラブルが発生

ものではない。今後、調査票の充足やさらなる分析を行い、導入効果の検証、課題の抽出を図る予定である。

(d) 平成 21 年度の試験施工

試験施工での詳細調査から、一部の導入効果は推定できるが試験施工の件数が少なく限定的な結果に限られているため、全般的な評価についてはこれからの試験施工の成果によらなければならない。このため、平成 21 年度は地方整備局の協力を得つつ、実施件数の拡充を図っている。この結果、平成 21 年 12 月時点で 123 件の試験施工（表—3）が実施されており、施工者や監督・検査職員向けのアンケート調査や詳細調査に取り組んでいる。これらの調査結果は、平成 21 年度中に中間報告としてとりまとめる予定である。

表—3 平成 21 年度 試験施工対象工種・技術

実施工種 技術名 工事件数	河川土工	道路土工	舗装工 (路盤工)	その他 (ダム等)	計	平成20年度 (参考)
①マシンコントロール /マシンガイダンス技術	36	35	44	18	123	37
②TIS・GPSによる締め管理 技術	6	11	26	4	47	12
③TISによる出来形管理技術	28	16	6	5	55	16
④マシンガイダンス技術 (バックホウ)	18	13	19	4	54	15
⑤加圧度応答による締め管理 技術	5	4			9	7
⑥盛土の積み出し厚さ管理技術						0
⑦TISによる路盤工の出来形管 理技術		1			1	0
⑧TISによる路盤工の出来形管 理技術			3		3	0
⑨TISによる路盤工の出来形管 理技術						
⑩TISによる路盤工の出来形管 理技術						
⑪TISによる路盤工の出来形管 理技術						
⑫TISによる路盤工の出来形管 理技術						
⑬TISによる路盤工の出来形管 理技術						
⑭TISによる路盤工の出来形管 理技術						
⑮TISによる路盤工の出来形管 理技術						
⑯TISによる路盤工の出来形管 理技術						
⑰TISによる路盤工の出来形管 理技術						
⑱TISによる路盤工の出来形管 理技術						
⑲TISによる路盤工の出来形管 理技術						
⑳TISによる路盤工の出来形管 理技術						
㉑TISによる路盤工の出来形管 理技術						
㉒TISによる路盤工の出来形管 理技術						
㉓TISによる路盤工の出来形管 理技術						
㉔TISによる路盤工の出来形管 理技術						
㉕TISによる路盤工の出来形管 理技術						
㉖TISによる路盤工の出来形管 理技術						
㉗TISによる路盤工の出来形管 理技術						
㉘TISによる路盤工の出来形管 理技術						
㉙TISによる路盤工の出来形管 理技術						
㉚TISによる路盤工の出来形管 理技術						
㉛TISによる路盤工の出来形管 理技術						
㉜TISによる路盤工の出来形管 理技術						
㉝TISによる路盤工の出来形管 理技術						
㉞TISによる路盤工の出来形管 理技術						
㉟TISによる路盤工の出来形管 理技術						
㊱TISによる路盤工の出来形管 理技術						
㊲TISによる路盤工の出来形管 理技術						
㊳TISによる路盤工の出来形管 理技術						
㊴TISによる路盤工の出来形管 理技術						
㊵TISによる路盤工の出来形管 理技術						
㊶TISによる路盤工の出来形管 理技術						
㊷TISによる路盤工の出来形管 理技術						
㊸TISによる路盤工の出来形管 理技術						
㊹TISによる路盤工の出来形管 理技術						
㊺TISによる路盤工の出来形管 理技術						
㊻TISによる路盤工の出来形管 理技術						
㊼TISによる路盤工の出来形管 理技術						
㊽TISによる路盤工の出来形管 理技術						
㊾TISによる路盤工の出来形管 理技術						
㊿TISによる路盤工の出来形管 理技術						
計	59	45	64	21	189	52

注1) 工事件数については現時点での計画であり、今後発注状況によって変わる可能性がある。
注2) 各技術の導入件数合計は、1工事で複数の技術を導入する場合があるため、工事件数と一致しない。

4. 発注者の人材育成

推進戦略に示されているように情報化施工の普及にあたっては、情報化施工に関する知識や経験を有した発注者の人材育成が不可欠である。このため、平成 20 年度より各地方整備局においては、職員研修や講習会等にて情報化施工に関する技術内容、導入効果、活用事例などが紹介されている。さらに試験施工実施工事を対象に情報化施工の見学会が開催され、技術習得などが図られている（写真—1、表—4）。

今後も、継続的にこのような人材育成や広報活動に取り組む予定である。



写真—1 見学会の状況 (MG/MC 技術)

表—4 人材育成の状況

	これまでの実績(H21.7まで)	今後の予定
情報化施工 見学会	延べ14回 延べ422人数	各地方整備局で計画中 (中部はすべてのH21モデル工事で実施予定)
職員研修	【東北】 「品質確保技術研修Ⅱ」(出張所長・監督官対象) (16名) 「情報化施工体験セミナー」(19名) 【関東】 「実践研修(情報化施工)」(12名) 【北陸】 「建設マネジメント技術研修」(23名) 【近畿】 「スペシャリスト会議(機械系職員)」(28名) 「新工法・新技術研修」(12名) 【九州】 「品質確保研修」(出張所長・監督官対象18名)	【東北】 「品質確保技術研修Ⅰ」 (事務所・出張所係長対象)(31名) 【関東】 「実践研修(情報化施工)」 【近畿】 「スペシャリスト会議(機械系職員)」 【四国】 「新任監督検査・新任係長研修」 【九州】 「品質確保研修」
講習会・勉強会	【中部】 「建設ICT向上セミナー」44名(官民全体) 「ICTシンポジウム」300名(官民全体) 【近畿】 「出張所長監督官会議」「副所長会議」	機械化協会との協同による地方での研修会 【中部】ICTセミナー
外部研修会等	JCMA情報化施工研修会:150名(官民全体)	

5. 地方整備局における推進体制

全国の地方整備局においては、平成 20 年度より情報化施工普及促進に向けた独自の推進体制を構築している。地方整備局により名称や体制などは異なるが、本局、工事担当事務所さらに業界団体などの関係者が連携し、情報化施工普及のための技術情報の共有や課題への対応、試験施工への協力・助言、さらには今後の方針検討等を行うことを目的としていることは共通である。

本誌の情報化施工特集において、地方整備局の推進体制の一例として中部地方整備局が取り組む「建設 ICT 導入研究会」が紹介されているので、そちらも参考とされたい。

表—5 地方整備局の推進体制の事例(含計画中)

地方整備局内での推進体制の整備
北海道：情報化施工推進部会
東北：情報化施工推進プロジェクト
関東：情報化施工推進連絡会
中国：情報化施工推進部会
四国：四国情報化施工推進部会
九州：情報化施工実施部会
産官学等との連携による推進組織
北海道：情報化施工推進検討 WG
北陸：北陸情報化施工推進委員会
中部：建設 ICT 導入研究会
近畿：情報化施工検討 WG

6. 受注者への普及に向けた環境整備

受注者側が情報化施工に取り組みやすくするための環境整備について、2 事例を紹介する。

(1) 工事成績評定での評価

平成 21 年度より情報化施工が主任技術評価官の工

事成績評定への加算対象となった。情報化施工の試験施工に取り組み、その工事が完成した場合には主任技術評価官が「創意工夫」のなかで2点加算することとしている。

(2) 情報化施工機器等の購入融資制度

情報化施工の普及に向けた課題のひとつに機器調達のための初期投資が上げられる。国土交通省の取り組みではないが、これらの対応策のひとつとして、中小企業の建設業者であれば情報化施工機器類調達に以下の低利融資制度が利用可能である。

「企業活力強化貸付制度（IT 活用促進資金）」

(株)日本政策金融公庫

7. おわりに

件数は限られているものの直轄工事での試験施工により、受・発注者の多くが情報化施工を体験するとともに、施工の効率化や品質向上などの導入効果が確認されてきている。しかしながら、監督検査手法が情報化施工に対応していないなどの課題も明らかになって

きており、監督検査手法の見直しなど普及促進に向けた環境整備を行っているところである。このような取り組みを通じ、情報化施工技術のうち受注者と発注者双方での導入環境の整った技術については、平成22年度の早い段階から先行的に直轄工事において標準的な技術として実用化を目指す予定である。さらに、導入効果や実用化の検証が必要な新たな技術等に関する試験施工や受・発注者の課題解決に向けた検討や環境整備を平成22年度も引き続き行うこととしているので、関係各位のご協力をお願いするものである。

JCM A

《参考文献》

情報化施工推進戦略
情報化施工推進会議資料（第1回～第6回）
国土交通省 平成21年度 国土技術研究会

〔筆者紹介〕

荒井 猛（あらい たけし）
国土交通省 総合政策局 建設施工企画課
課長補佐



平成21年度版 建設機械等損料表

■内 容

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

■ B5判 約730ページ

■ 一般価格

7,700円（本体7,334円）

■ 会員価格（官公庁・学校関係含）

6,600円（本体6,286円）

■ 送料 沖縄県以外 600円

沖縄県 450円（但し県内に限る）

（複数お申込みの場合の送料は別途考慮）

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館）

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>

施工管理データを搭載した3次元測量機器による 出来形管理手法の研究

遠 藤 和 重・梶 田 洋 規・渡 邊 賢 一

国土技術政策総合研究所では、国土交通省における情報化施工の取り組みの一環として、効率的に出来形管理を実施できるように、3次元座標の設計データ（施工管理データ）を搭載したトータルステーション（TS）による効率的な出来形管理に関する研究・開発を行ってきた。

本稿では、観測施工の発展から見た情報化施工の特徴について述べ、その特徴に基づいた施工管理データを搭載したトータルステーション（TS）による出来形管理の紹介を行うと共に、工種拡大など今後の展開について紹介する。

キーワード：出来形管理、TS、RTK-GNSS、3次元データ、プロダクトモデル

1. はじめに

情報化施工は、建設事業の調査設計から維持管理までの建設生産プロセスの「施工」において、ICT（情報通信技術）の活用により各プロセスから得られる電子情報を活用し高効率・高精度な施工を実現し、また、施工で得られた電子情報を他プロセスに活用することで、建設生産プロセス全体の生産性向上や品質確保を図ることを目的としたシステムである。

近年、汎用の建設機械を用いる土工工事や舗装工事等の一般的な土木工事においても、進歩し廉価になった測量技術・制御技術・情報通信技術を用いて、情報化施工が大規模工事を中心に導入されつつあり、効果を上げている。

国土交通省（国交省）では、情報化施工の戦略的な普及方策について検討を行い、直轄工事への導入を推し進めており、その一環として、国土技術政策総合研究所（国総研）では、効率的な施工管理（監督・検査を含む）を目的に、3次元座標の施工管理データを搭載したトータルステーション（出来形管理用TS）で出来形管理を行う手法の研究を行ってきた。

本稿では、出来形管理用TSの理解を深めて頂くために、情報化施工の特徴を踏まえながら、紹介するものである。

2. 情報化施工の特徴の変遷

情報化施工は観測施工が発展した1つの形であり、

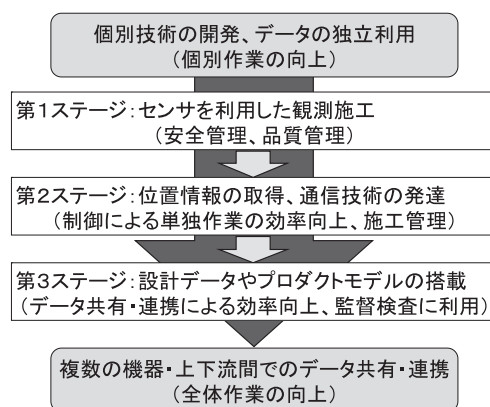


図1 観測施工の特徴の変遷

IT及びICT技術の開発・普及に伴って、その特徴は変遷している（図1）。

当初の観測施工（第1ステージ）では、センサを利用して地山の状況などを計測し、その結果を解析して次の施工の判断材料としたり、異常な挙動を監視したりと、品質管理や安全管理を行っていた。

そこに、第2ステージとしてトータルステーションや高精度なGPSの様な位置取得技術と通信技術が加わることで、施工効率の向上が進み、また、施工管理が容易となった。

近年では、第3ステージとしてCAD技術が加わり、施工管理データ（施工の目標となる工事目的物の設計データなど）を搭載することで手戻り作業が無く、より高い施工効率と確実な施工管理に寄与し、また、監督・検査における「見える化」につながっている。

これは、「計測結果のフィードバックの即時性」と

「見易さの向上」によるものである。昔の観測施工では、計測結果を技術者が見て判断し、オペレータに指示を与えていた。それに対し、現在の情報化施工では、施工中は技術者が介することなく、オペレータの操作中に「計測結果」（と言うよりも「施工中の状況」）をリアルタイムでモニタ画面に分かり易く表示している。オペレータは、その画面を見ることで、リアルタイムに操作修正が行え、結果、手戻り作業の減少などにつながっている。

ここで、モニタ画面へ分かり易く表示するために、CAD 技術が利用されている。

例えば、土工の掘削作業を行う「マシンガイダンス機能を搭載した油圧ショベル」の場合、モニタ画面に「掘削目標である掘削計画線」と「バケットの現在位置」が表示される。このことで、一定間隔で設置された丁張りを横目で見ながら掘削箇所の掘削線を推測し注意深く掘削せずとも、モニタ画面で当該箇所の掘削線とバケット位置を直接対比しながら、迅速に掘削作業を行うことができると共に、丁張り設置作業が不要になる（図—2）。

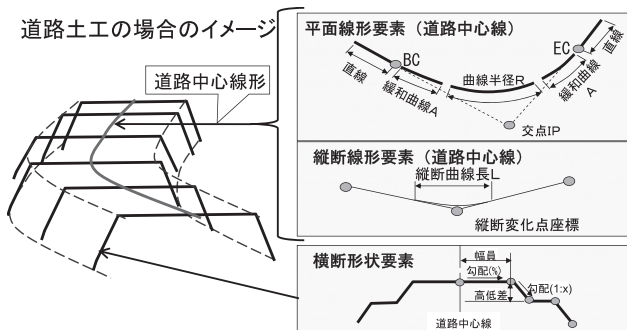


図—2 情報化施工のモニタ画面

このために、マシンガイダンスでは、建設機械に PC とモニタ画面を搭載すると共に、そこに工事目的物の完成形を示す 3 次元の設計データ（施工管理データ）の情報を持たせている。

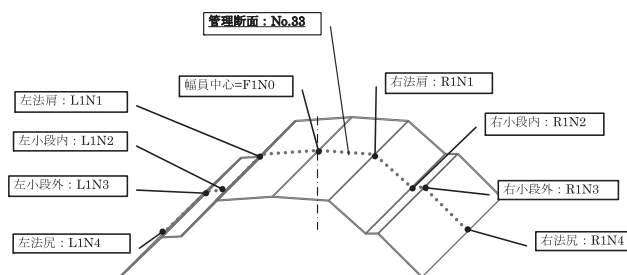
また、出来形管理用 TS では、CALS/EC を念頭に置き、設計からデータを流すことを想定し、「座標系、形状構造、情報、データ内容、形式」などの標準を定義した。例えば、道路土工を表すために、3 次元データの道路中心線形と各断面の 2 次元データを定義した

（図—3）。この構造物を定義したモデルをプロダクトモデルと呼んでいる。



図—3 道路土工のモデル

プロダクトモデルでは構成点を定義付けており、計測した座標をどの点か認識させることが可能となり、事後の帳票作成の自動化が図られている（図—4）。また、異なるメーカーのソフト間でのデータの交換にも有用であると共に、関係者がイメージしやすい。ニーズがあり開発すれば、計測値に対し勾配のチェックなどを自動処理するプログラムの構築も可能となる。



図—4 モデルの構成点の定義付け

情報化施工の変遷を総じて見ると、個別の技術開発やデータ利用で個別要素作業の向上を行っていた形態から、複数間・上下流間でデータ共有・連携することで全体作業の向上を行う形態に向かっている。

3. 国総研の取り組み

国総研では、これまで出来形管理用 TS の研究を行ってきたが、本研究の契機は、情報の流れの観点から従前の施工プロセスを分析した結果である。施工プロセス上、土木構造物の長さや幅といった形状データや位置データが、帳票や図面を作成する際に何度も入力されていることが分かった。重複するデータ入力作業の無駄を無くすと共に入力ミスも減らすため、3 次元位置情報を情報流通に適した電子データとして取得できる 3 次元測量機器を利用することとした（図—5）。

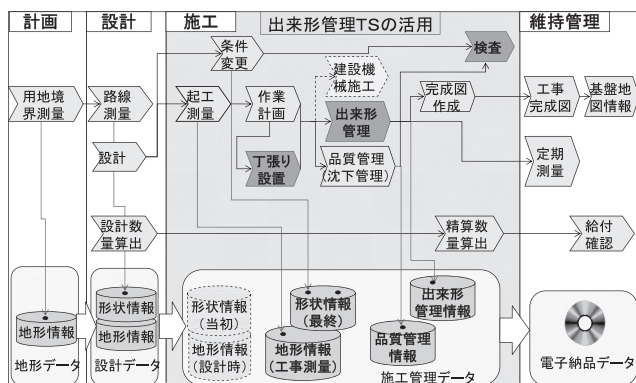


図-5 施工プロセスの分析

(1) 出来形管理用 TS の取り組み

公共土木工事においては、「土木工事施工管理基準」が定められ、工種毎に出来形管理の測定項目や規格値が決められており、監督・検査においても、その内容に沿って行われている（図-6）。

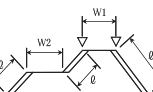
工種	測定項目	規格値(mm)	測定基準	測定箇所
道路 土工	基準高 ▽	±50	【盛土の場合】 施工延長40mにつき1箇所、 延長40m以下のものは1施 工箇所につき2箇所。基準 高は、道路中心線及び端部 で測定。	
	法長	掘削：-200 盛土：-100		
		掘削：法長の-4% 盛土：法長の-2%		
	幅(W1,W2)	-100		
河川・海 岸・砂防 土工	基準高 ▽	掘削：±50 盛土：-50	【盛土の場合】 施工延長40m（測点間隔25 mの場合は50m）につき1 箇所、延長40m（又は50 m）以下のものは1施工箇 所につき2箇所。基準高は 掘削部の両端【掘削】、各 法肩【盛土】で測定。	
	法長	掘削：-200 盛土：-100		
		掘削：法長の-4% 盛土：法長の-2%		
	幅(W1,W2)	-100（盛土のみ）		

図-6 施工管理基準の出来形管理（土工）

従前の出来形管理は、計測する断面に丁張りを設置し、水糸や巻尺やレベルを用い長さや高さを計測しており、丁張り設置や計測に手間・人数を要した。また、帳票類作成時には転記ミスの懸念があった。

出来形管理用 TS は、TS に出来形管理に用いる設計データを3次元座標値として搭載するものであり、3次元設計データの作成ソフト、TS ハード及び搭載ソフト、帳票の作成ソフトにより構成される（図-7）。

TS は3次元座標を計測するため、長さは2点の座標値を計測し自動計算する。長所として、設計データを基に計測したい箇所へTSのミラーを誘導する機能を搭載することから丁張りが不要であり、断面毎に計測する必要はなく、計測は2名で行え（自動追尾機能搭載機種だと1名で行える）、自動帳票作成により労力削減と転記ミス防止が図られる（図-8）。

また、3次元座標の設計データを搭載しているため、設計値との誤差を計測と同時に把握でき迅速な修正作業が行えると共に、監督・検査で利用すれば、施工者

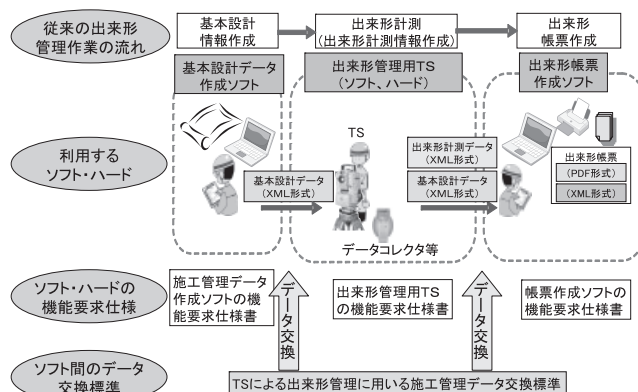


図-7 出来形管理用 TS のシステム構成

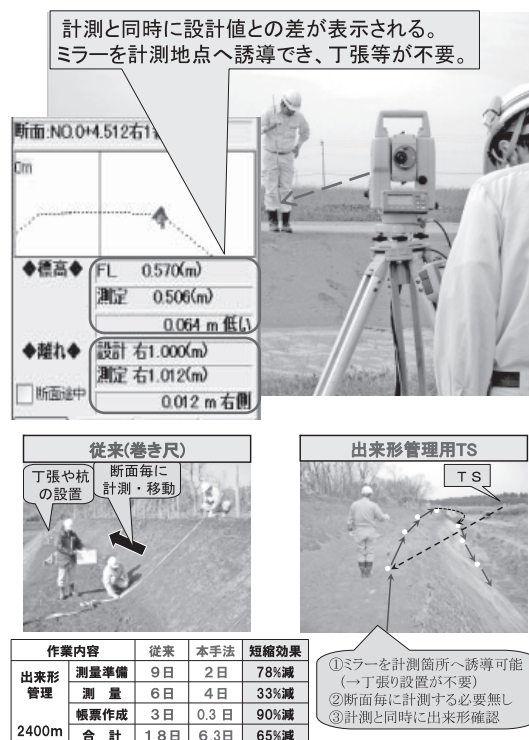


図-8 出来形管理用 TS による計測状況と効果

の計測箇所を特定したり、管理断面以外の任意断面で確認を行うことができる。

これまで、土工を対象に発注者や施工者向けの「施工管理要領（案）」と共に、開発者向けの出来形管理TSの必要な性能を示す「機能要求仕様書（案）」やデータの互換性を確保する「データ交換標準（案）」などを策定・公表し、現在、製品化され実工事で利用されている。

(2) 取り組みの適用拡大

(a) 適用拡大の方向

現状、情報化施工による出来形管理は、出来形管理用TSによる道路土工と河川土工が対象であるが、今後、情報化施工の普及を図るためには、適用を広げる

必要がある。

①工種の拡大

1つの工事を全てTSで計測することで、機器の利用頻度が上がると共に維持管理や修繕工事など後工程へ情報を流す効果が出てくる。そこで道路工事に着目すると、既に完成している道路土工と同じ工事目的物という観点から「舗装（新設・修繕）、地下埋設物、道路付属物（縁石、排水溝）、道路付随工（ブロック積、擁壁）」などへの展開が考えられる。

②新技術の導入

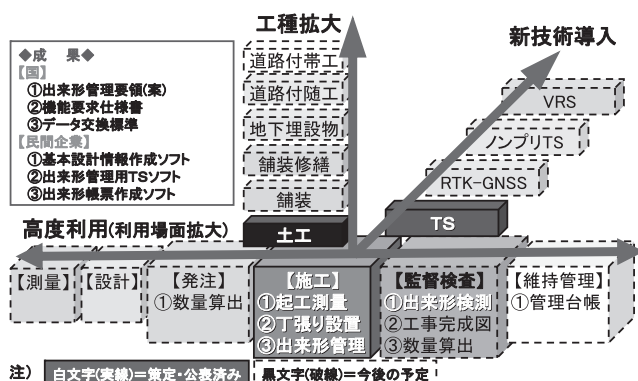
出来形管理を行う機器として工種によってTSより利便性の高い新技術がある。例えば、舗装修繕は1人で現道に入らず迅速に計測できるノンプリズム式TSが有望であり、大規模な現場では基準点からの計測範囲が広く1人で計測できるRTK-GNSSやVRSが有望である。また、重機による情報化施工を行っている場合、重機の位置検出用に搭載されたRTK-GNSSを施工後に活用して出来形管理を行える点からも有望である。これらについては、現在、試験や試行を実施しており、概要を後で述べたい。

③利用場面の拡大

出来形管理を行う場面として、受注者による施工管理と共に、発注者による監督検査での利用があるが、出来形管理用TSは準備作業として3次元設計データを作成することから、その作業の中で設計図書の見照の確実性・効率化が行える機能が期待される。

また、3次元座標データを得られることから、工事完成図や工事精算数量算出に利用したり、施工フェーズ以外にも測量に利用し3次元座標データを得て3次元CADで設計を行うことで発注用数量を自動算出したり、維持管理の管理台帳のデータとして利用するような展開が考えられる。

以上がそれぞれ適用拡大要因となることから3次元的な展開となり、その組合せによる取り組みとなる（図—9）。

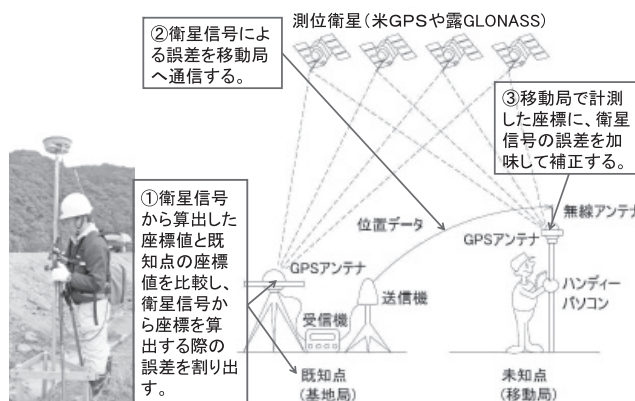


図—9 適用拡大の方向のイメージ

(b) 出来形管理用 RTK-GNSS の概要

TSは出来形計測に必要な精度確保のため、計測距離は3級TSの場合で100m以内（2級TSの場合は150m以内）の制限があり、それを超える場合、新たな基準点を設置する必要があるため、試行工事において、計測距離に対する意見が寄せられている。

RTK-GNSSは、測位衛星（米国のGPS等）を用いた測量機器であり、1つの基準点で広範囲の測量が可能である。通常のGPSでは測量には精度不足だが、座標が分かっている基準点に基地局を設置し、その地点の測位誤差を計測地点の移動局に伝送し、移動局の計測値を補正することで精度向上を図る仕組みである（図—10）。



図—10 RTK-GNSS の概要

実験や試行を通じ、1回の計測値では誤差が大きい場合があるが、10回の平均値を用いることで土工の出来形計測に利用可能な精度確保を確認できた。また、基地局から1kmで必要な精度を確認できているが、補正データを通信する無線の能力上、現場条件にもよるが500～700m程度が実用的な利用範囲と考えられる。

RTK-GNSSは、TSより広範囲の計測に向き、また、建設機械も情報化施工対応でRTK-GNSSを利用して現場では基地局を共有できる。一方、衛星の受信や無線通信に向かない現場もあることから、現場状況に応じて使い分けていくこととなる。

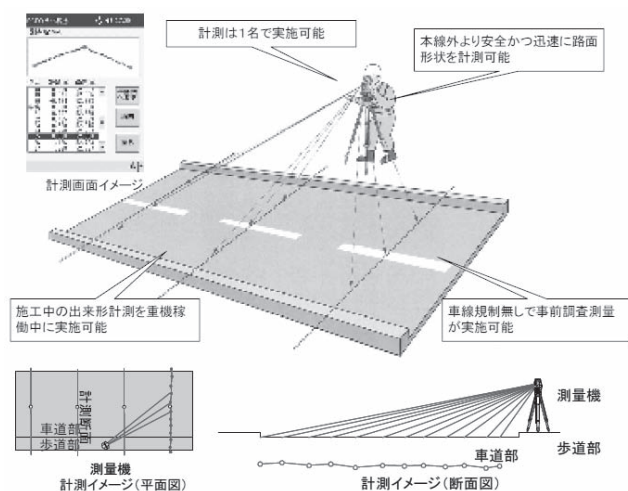
現在、「RTK-GNSSを用いた出来形管理手法」を直轄工事に導入するため、要領などを平成22年度に公表すべく取り組んでいる。

(c) ノンプリズム式TSの概要

舗装（修繕）の打換え工事では、特に都心部で交通規制に対する社会的影響が大きいことや、作業に危険性を伴うことが大きな課題であり、総合評価方式においても、それらの対策が技術テーマとして設定されることがよくある。

そこで、現況・切削面・施工後の各段階の計測作業を歩道より行える機器として、非接触で計測可能なノンプリズム式 TS の利用を考え、関東地方整備局が出来形管理要領（案）を、国総研がデータ交換標準（案）の検討を行っている（図－11）。施工後は、3次元の出来形計測であるため、切削面・基層・表層の同じ箇所の高さ座標の差を求めて厚さに換算している。

ノンプリズム式 TS は精度が TS ほど高くないため、



図－11 ノンプリズム式 TS の概要

精度確保のための距離制限が、TS の 100 m に対しノンプリズム式 TS は 30 m となる。また、路面が湿潤状態では計測が行えないなど利用において注意すべき事項が多々あるが、打換え後に交通規制解除してからも計測可能なことから、社会的便益は大きい。

4. おわりに

情報化施工は、情報機器やソフトウェアが介在し、はじめは取り組みにくい、施工効率や品質の向上と共に、監督検査の「見える化」につながり、施工業者にとっては良い仕事を評価して貰えるツールになり得ることから、効率化・確実性向上の効果は大きいと言える。

例えば、表計算ソフトの使い始めは、電卓や暗算の

方が良いと感じたが、慣れた今では便利なツールとして使い、無くてはならないものとなっていることと思う。簡単な計算でさえ、ミスが見えるので表計算ソフトを使う場合がある。情報化施工は正にこの表計算ソフトである。簡単な計算は暗算や電卓でも出来るし、パソコンやソフトの購入という初期費用も負担であるが、慣れれば手放せなくなるほど便利である。

「習うより慣れる」という言葉を何らかの形で実感されたことがあると思うが、情報化施工についても最初は不慣れで効果を実感できなくても積極的に実施し慣れて頂きたい。

取り組みの適用拡大については、早いものは平成 22 年度中に、開発企業に向け出来形管理に必要な性能を示す仕様書などを、施工者や発注者に向け本技術を用いた出来形管理要領（案）などを公表する予定である。

最後に、試行をお願いした現場では、受発注者共に多大なご協力を賜り感謝申し上げます。

【TS を用いた出来形管理 情報提供サイト】

<http://www.gis.nilim.go.jp/ts/index.html>

J C M A

〔筆者紹介〕

遠藤 和重（えんどう かずしげ）
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
室長



梶田 洋規（かじた ひろき）
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
主任研究官



渡邊 賢一（わたなべ けんいち）
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
研究官



中部地方整備局の建設 ICT 導入の取組

建設 ICT 導入研究会 事務局（中部地方整備局企画部内）

情報化施工を初めとする建設 ICT の活用により、事業の効率及び効果の向上を通じ、生産性の向上・行政サービスの向上を目指し、情報化施工推進戦略及び CALS/EC アクションプログラムの現場への適用に向け、中部地方整備局において建設 ICT 導入の取組を開始した。特徴としては、現場における実践としての ICT モデル事業とそれを支援する産学官からなる建設 ICT 導入研究会の活動である。これまでの活動とモデル事業の中間的な取組結果を紹介する。

キーワード：建設 ICT、情報の有効活用、建設 ICT 導入研究会、ICT モデル事業、3次元設計

1. はじめに

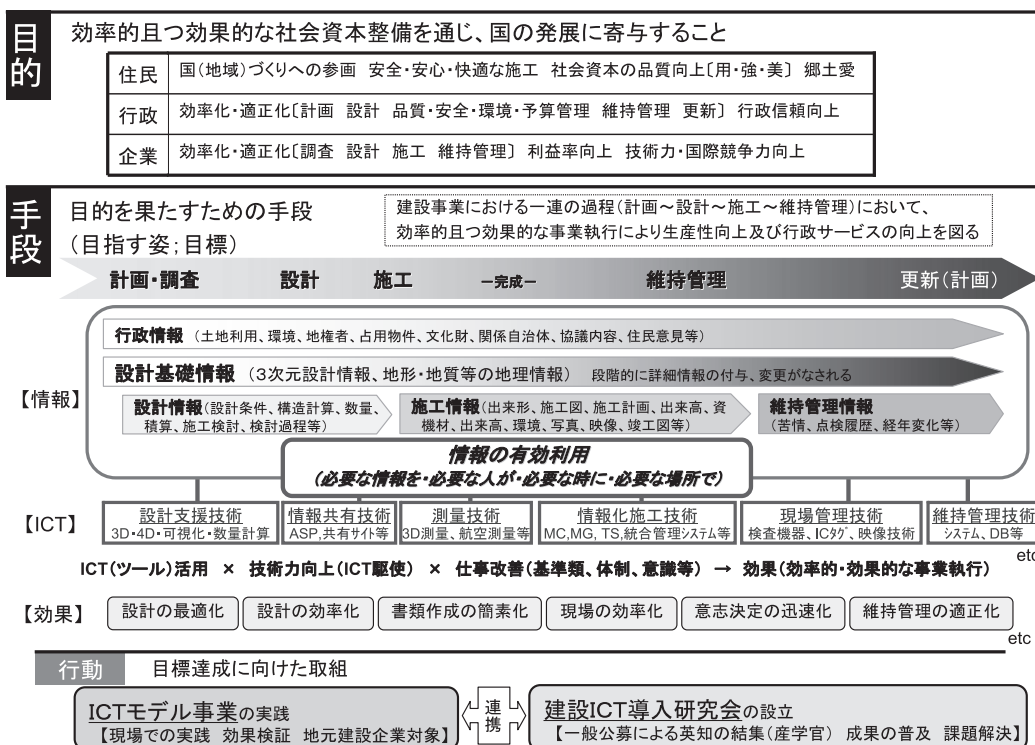
我が国は、明治維新を機に、諸外国の産業や文明等を急速に取り入れ、近代国家を形成してきた。そして、戦後の復興及び高度経済成長においては、道路、河川、港湾及び鉄道等の社会資本整備が大きく寄与してきた。

この間、建設事業を取り巻く環境も変化してきた。当初の直営施工や建設機械を国で保有していた形態から、民間企業への外注に移行し、分業化及び専門化が

進み、建設事業を支える関係者が多様化してきた。

また、国民や住民が公共事業に求めることとして、環境保全、景観の配慮、歩行者そして交通弱者への配慮、自転車空間の確保、事業の説明性向上等、画一的若しくは直線的な指標から、面的若しくは空間的な指標へと、次元が上がってきていると捉えられる。

さて、ICT（情報通信技術）に関しては、PC、携帯電話、3DTV、大容量通信網、クラウドコンピューティング等、急速な進歩を遂げている。建設事業にお



図－1 建設 ICT 導入の取組概要

いても、測量・設計・施工・維持管理の各場面において、ICTの要素技術が実用化されつつある。

一方、我が国の人口は、戦後の急激な成長期を終え、2005年頃にピークを迎え、今後、減少が予測されている。既に、生産年齢人口（15才～64才）は、1990年代にピークを迎え、確実に減少している（国立社会保障・人口問題研究所調べ）。

今後の我が国の発展には、より低い労力で、より高い価値を生み出すことが必要であり、とりわけ生産性が低いと言われている建設事業においては、ICTを活用する等、効率的且つ効果的な事業の進め方へと改善し、生産性の向上を実現し、地域及び国の発展に寄与することが重要と認識している。

2. 行動

(1) ICT モデル事業

ICTを実際に活用し、その適用性を確かめるため、ICTの使用を指定するモデル事業を行っている。先ずは、施工における土工のICTとしてMG、MC、TS、GNSS等の使用を指定する施工モデル事業を進めてきた。橋梁や機械設備の構造物においては、3次元設計を適用し設計検討や施工検討を行った。なお、現場への真の普及に向け、地元建設企業を対象とし、平成21年度は、概ね管内全ての事務所で計36件のモデル事業を行い、順次検証を進めている。

また、設計の段階から3次元設計情報を作成し、施工へ繋げていくために、施工モデル事業として、平成21年度は4件を予定している。

更には、計画・設計・施工・維持管理の全ての過程を通じた情報の一元化に向けた取組を検討している。

(2) ICT 導入研究会

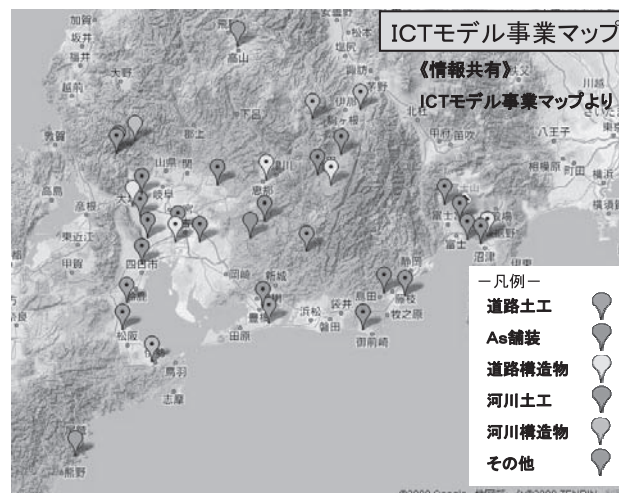
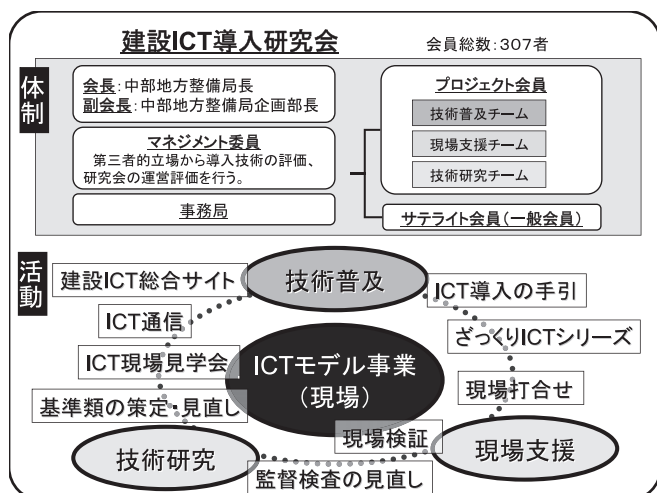
ICTの英知を結集し、そのノウハウを普及し、課題解決を図るための体制として、建設ICT導入研究会を設立した（平成20年11月）。初めての試みとして、全国より一般公募を行った。ICTのノウハウを有したプロジェクト会員とICTの習得を希望するサテライト会員（一般会員）からなり、設立当初は178者でスタートし、日々会員が増加し、1年程経過した現在、300者を超えるまでに至っている。

活動としては、技術普及・現場支援・技術研究を行っている。

技術普及活動としては、ICT現場見学会、ICT総合サイト、ICT通信（メール）、ICT講習会等の活動を行っている。ICT現場見学会はモデル事業において開催し、JCMA（中部支部）等の多くの会員のご協力の下、参加者は延べ1,000名を超えたところである。なお、当見学会は、平成22年2月よりCPDS認定を受けている。

現場支援活動としては、モデル事業実施要領の策定や「ざっくりICTシリーズ」（初心者でも分かるICT入門）を、研究会員の協力も得て作成し、少しでもICTを身近に感じて貰う工夫をしている。また、モデル事業を支援するため、受注者、発注者及びICTのノウハウを有する研究会員が現場へ集結し、説明や相談を行っている。

技術研究活動としては、モデル事業を通じ、研究会員の研究所等の協力を得て、出来形管理要領、施工要領等の関係要領の策定や改訂を行っている。また、定期的なプロジェクト会議を行い、課題解決を図っているところである。引き続き、現場での課題を把握し、課題解決に向けた研究を進めることとしている。



図ー2 建設ICT導入研究会とICTモデル事業

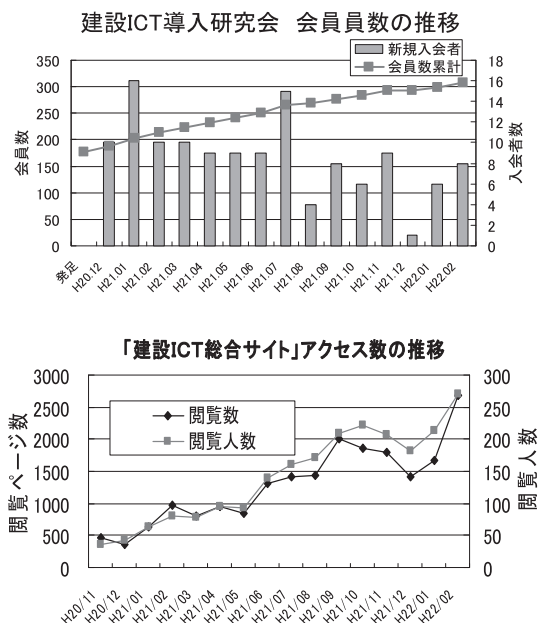


図-3 会員数とサイトアクセス数

3. 現場検証

施工モデルの現場における検証の中間的な取りまとめ結果を紹介する。

(1) ICT 施工モデル (情報化施工)

まず、河川土工における MG による掘削、道路土工における MC による敷均し、ローラーによる締め固めの 3 現場の検証結果である。

施工性に関しては、河川土工の掘削及び法面成形における MG 活用のモデルにおいて、3 割程度の施工性

の向上が現れている。なお、CO₂ 発生量は、施工における発生量で計算しており、この施工性と相関関係にある。また、MC による土の敷均しにおいては 2 割程度、ローラーの締め固めに関しては 3 割程度の施工性の向上 (CO₂ 発生量の低下) が現れている。品質に関しては、MG 及び MC について、従来と比較し、面的な施工精度 (設計値と出来形の差異) の向上が見受けられる。求める精度と発注者としての確認方法と合わせて、その効果検証が必要である。

安全性に関しては、建設機械への人の接近や危険箇所への人の立ち入りが減少することに着目して検証することとしている。

一方、課題としては、MG・MC・TS 用の 3 次元施工情報の作成手間の増加が挙げられる。これは、発注者から受注者に渡される 2 次元の発注図面から、MG 用の 3 次元設計情報に至るまでに、2 つ若しくは 3 つの段階 (人、ファイル形式又はソフト) を経由している状況の中、設計精度や設計技術力等の問題が起因していると考えられる。発注図面のあり方や設計段階での設計のあり方、設計施工一括発注方式等の入札又は契約あり方なども含めた改善策の検討が必要である。また、今回のような新たな技術を導入する際に避けられない重要な課題として、システムトラブル対応があり、開発面及び運用面での課題解決に向けて、研究会をフルに活用して改善を進めて参りたい。

発注者側への影響として、監督検査の効率化については、現状の監督検査方法の下では殆ど変化がない中で、品質管理のあり方や設計変更における設計情報の

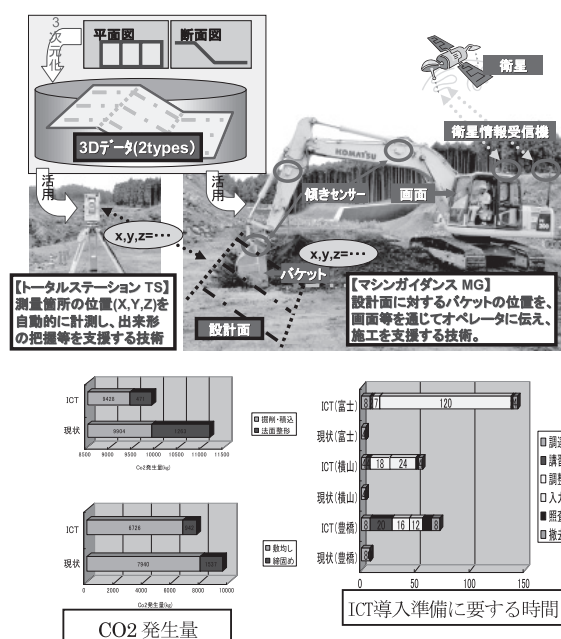


図-4 モデル事業検証結果 (中間取りまとめ) 3D 施工 (左)・3D 設計 (右)



利用方法、設計・施工・維持管理を通じた設計情報の扱い方等も含めて、全体的な生産性を捉え、引き続き効果の検証が必要である。

(2) ICT 施工モデル (3 次元設計)

河川の樋門及び樋管の工事に 3 次元設計を導入し、その効果検証を行った。

今回のモデルでは、可視化による活用効果検証を対象とした。施工の各段階において 3 次元モデルを作成し、足場、重機搬入計画及び安全教育において活用した。また、完成の姿を、完成前に、よりリアルに確認することで、周辺の民家も含めた景観検討や維持管理面での検討を行った。また、樋門の操作シミュレーションによる河川管理上の操作員への説明性向上の工夫を行う等、運用面での改善が図られた。

今回の課題としては、設計の早い段階での取組の必要性が高いこと、設計精度と設計費用の問題、維持管理段階面での活用方法、設計技術力の強化が挙げられる。今後、設計段階からの導入効果検証が必要である。

4. おわりに

ICT は、あくまで道具であり、それを使う人が、その技術を理解し、習得することで始めて効果が現れる。発注者を始め ICT に関する技術力の強化と仕事のあり方改善も含め、今後とも、建設生産性の向上を目指して参りたい。

最後になりますが、ご指導ご支援いただいた多くの皆様方に感謝申し上げますと共に、引き続きお願い申し上げます。

建設ICT

検索

J C M A

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>

土木研究所における情報化施工プロジェクト 施工データ交換標準から新たな施工管理手法へ

藤 野 健 一・茂 木 正 晴・大 槻 崇

これまで土木研究所では施工現場情報の流通・活用を円滑化するために、実現現場のデータ交換プロセスのモデル化とデータ交換標準の提案を行ってきた。

これらのプロジェクトの間、情報化施工推進戦略の策定などにより、情報化施工技術は本格的な普及段階を迎え、施工現場における情報活用環境も大幅に整備された。現在はさらなる取り組みとして、情報化施工によって得られた施工情報を活用し、高度な品質管理を行う技術が模索されている。

ここでは、このような情報化施工技術に関する土木研究所の活動を紹介するものである。

キーワード：ITC、情報化施工、土工、ISO、データ交換標準、ISO/TC127、情報モデル、データ辞書、品質管理、振動ローラ、締め固め、加速度応答

1. はじめに

独立行政法人土木研究所（以下、「土研」という）は土木技術に関わる独立行政法人として平成13年に発足した。

ここでは、最大限に社会貢献できる調査研究活動として、「建設生産活動」の情報化に着目し、多種多様な関係者が存在し、様々な様式・定義によってデータが作成・利用されている施工現場において、情報の流通・活用を円滑化するために、施工現場のデータ交換プロセスのモデル化とこれをもとにしたデータ交換標準の提案を行ってきた。このプロジェクトを推進している間、情報化施工推進戦略の策定や全国的な試験施工の推進、それに合わせた機器の導入・リースの普及などにより、情報化施工技術は本格的な普及段階を迎えた。

このように環境が整備されつつある中、情報化施工によって得られた施工情報を活用し、適切な品質管理を行う技術が模索されている。

ここでは、このような標準化活動と施工管理手法における土木研究所の活動を紹介するものである。

2. 施工現場のデータ交換の標準化

(1) データ交換標準の目的

施工現場にも ICT（情報通信技術）が導入され、施工に関連する情報や各作業から受け渡される情報が電

子化され、ネットワークを活用し、組織間、事業段階における情報の交換、共有、連携が行われる時代になった。

しかしながら、現時点でも以下の課題が存在している。

- ①測量機器・建設機械などにおいて、プログラムまでパッケージ化され、特定のデータ形式が採用されていることがある。
- ②記述されているデータの定義（意味・品質・プロパティ）が個々の現場・システムに依存してまちまちになっていて解釈が出来ない。

建設生産は個々の現場でその場に応じた施工体制で行われるため、これらの課題は個別現場での情報システム構築の障害となり、施工現場の情報化推進の支障となっている。さらに、一般的に工場生産では生産管理・品質管理に生産情報の収集と統計的解析が用いられているが、データの定義内容もまちまちでは民間企業が広範な全社的な情報解析を行うにも支障が生じ、このような生産管理の改善も容易ではない。

そこで、これらの課題を解消し、情報化施工の普及とさらなる効率的な施工を実現するため、土研では「データ交換標準」を定め、広範囲な情報流通とその共通的理解を可能とする調査研究に平成18年度より着手した

(2) 研究のアプローチ

これまで土研で進めてきたデータ交換標準に関する

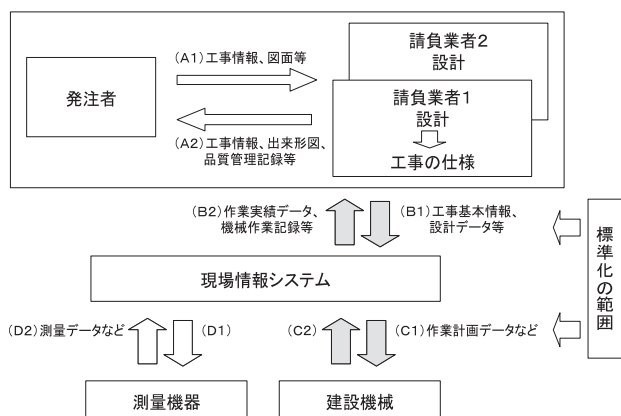
研究の流れは以下の通りである。

- ・ ニーズ・目的の整理・設定
- ・ 標準化対象領域の決定
- ・ 必要な交換情報の抽出
- ・ データ交換標準の作成
- ・ 規格の作成（規格書：JCMAS, ISO）

なお、本研究では土工建設機械のデータ交換を対象として選択し、対象工種は土木工事の中で多く実施され、標準化の効果が大きいと想定される盛土工とした。

(3) 施工における情報の流通と交換情報の抽出

施工現場の情報共有化を検討するためには、まず施工現場における情報がどのような主体間でどのように流通し、活用されているかを把握する必要がある。本研究では実際の現場調査・アンケート調査等の結果を踏まえ、ユースケース図・シーケンス図を活用してこれを明確化した。作業現場データにより管理される建設作業に関して、作業現場データ交換のためのデータを特定するもので、施工データの流れを示す情報モデルが必要となり、図—1に示すように、施工関係者間の情報項目を規定した。



図—1 施工現場におけるデータの流れ

(a) 施工現場の関係主体と情報の流れ

施工現場のデータの流れの調査において詳細な解析手法を適用する前に、実際の施工現場間での情報流通の概略を押さえ、主体と大まかな情報流通の方向性を明確化する必要がある。

図—1は施工現場におけるデータの流れの概略をモデル化したものである。この結果、施工現場の情報の流れを以下の4つに大別して考えることとし、標準化の対象を建設機械が関わる施工情報であるBとCのプロセスに絞ることとした。

(b) 施工プロセスの業務解析

一般的に、業務解析においては、概略レベルでは一

般化が可能であるが、詳細レベルになった段階で各現場や事業者の仕事の進め方によって必ずしも全く同じではない。しかしながら、工種・生産する構造物が同じである以上、その多くが共通的事実である。

このような状況を踏まえ、本研究においてはもっとも普遍的な作業プロセスのシナリオを定義し、これに基づいて情報交換場面、手順、交換する情報項目の設定、盛土工における具体的な情報項目の整理、情報交換に必要な情報項目の抽出を行った。

これらの解析では、建設生産のような多様な関係主体によって成立する生産システムの分析に適したUML（統一モデリング言語：Unified Modeling Language）を採用し、オブジェクト指向の解析を行った。

システムにどのような利用者が存在するのか、またどういった操作を行うのかなど、システムに対する要件（要求）の明確化は「ユースケース図」を採用した。また、オブジェクト（情報や機械、主体・人などシステム上で取り扱われる対象（「何か」））間の相互作用や時系列的な手順やイベントの流れの明確化は「シーケンス図」を採用した。

盛土工のシナリオに対応したユースケース図とシーケンス図を図—2、3に示す。

(c) 情報モデルの構築—クラス図とスキーマ

ユースケース図、シーケンス図により、盛土工に関わる具体的な業務プロセスが明らかとなったが、この個別のプロセスについて具体的に流れている情報とその扱い方を把握すれば施工現場における情報流通の全体像が把握できる。

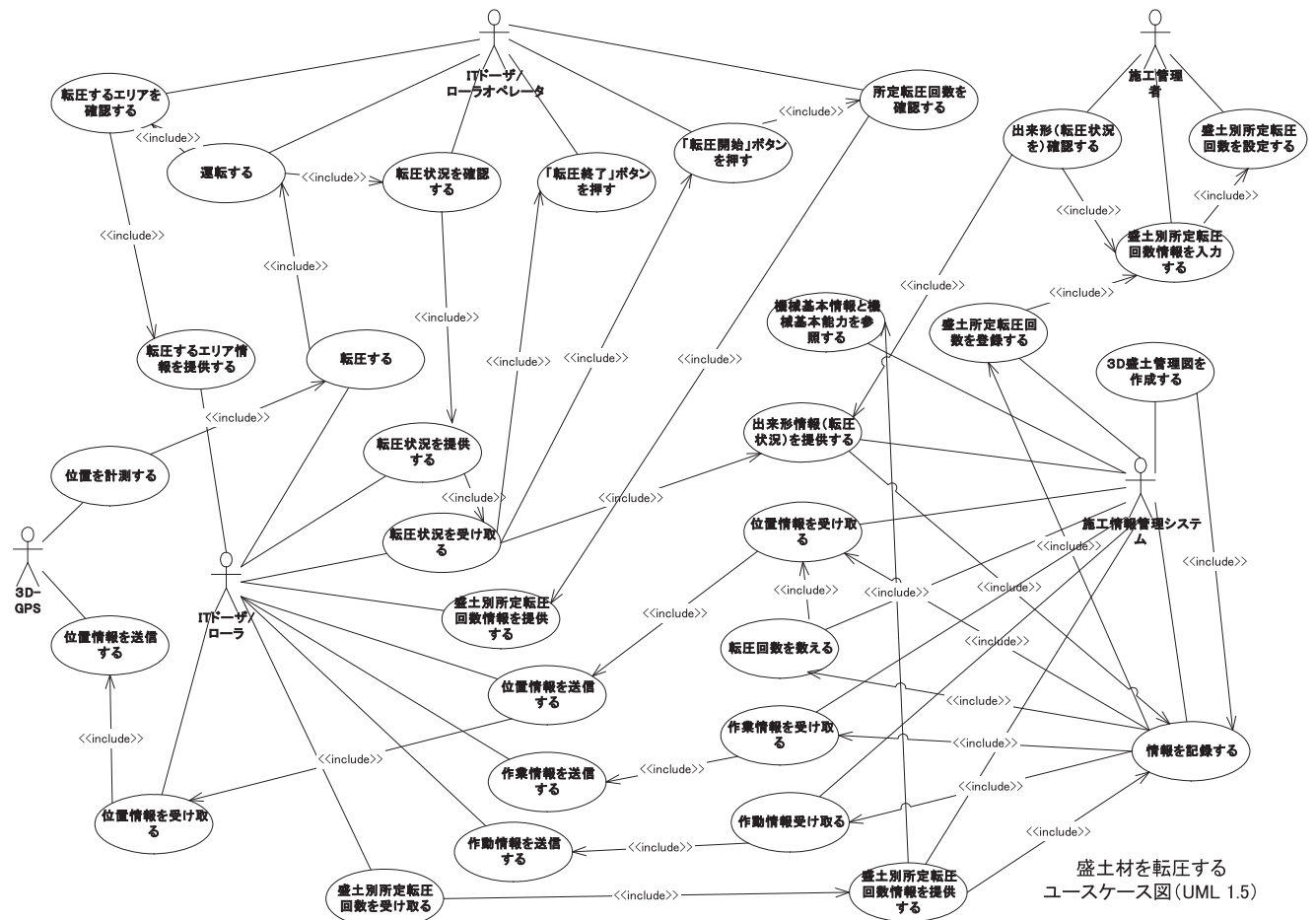
このような具体的なシステム構造の表現にはUMLではクラス図が用いられる。クラス図では、システム内の個々のオブジェクト（前掲）の構造特性と挙動（振る舞い）を把握することができる。

本研究においては、これまでまとめられた「TS・GPSを用いた盛土の締固め情報化施工管理要領（案）」、「土工施工管理要領」の項目と、現場ヒアリングの結果を整理し、この分析にクラス図を活用して施工現場における情報流通・活用の全体像と相関性の把握を行った。

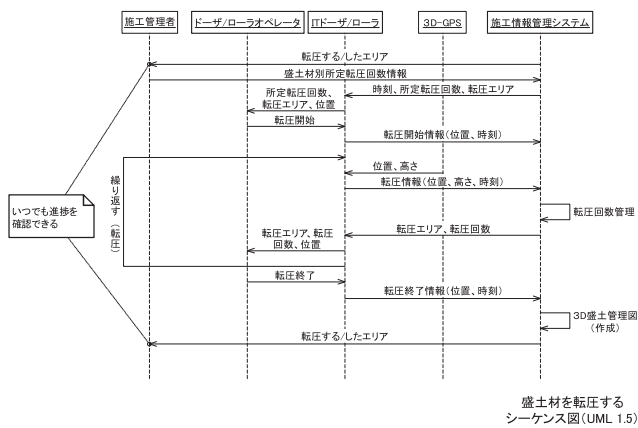
図—4にこの結果得られた情報モデルを示す。このような施工データの流れを示した情報モデルをスキーマ（Schema）という。

(d) データ辞書

ここまでの調査によって、施工現場情報の流れが定義され、データ情報モデル（Schema）として整理さ



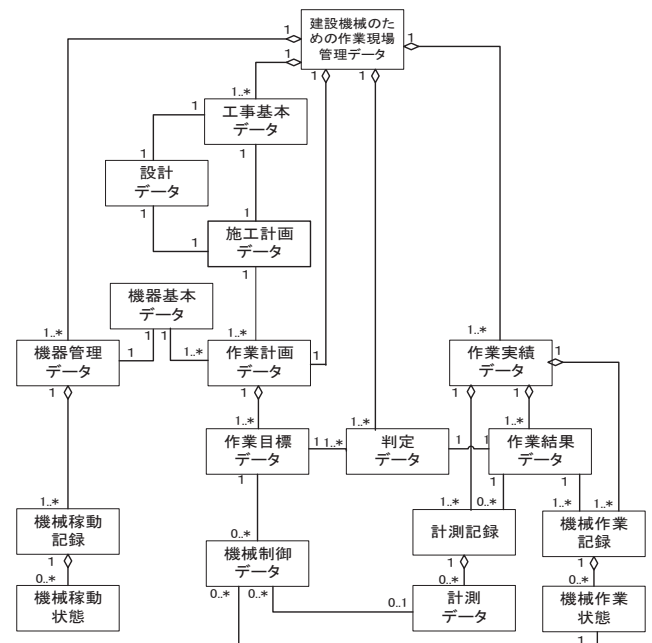
図ー2 盛土材の転圧作業のユースケース図



図ー3 盛土材の転圧作業のシーケンス図

れた。これに基づいて実際に電子データを流通させるためには、使用されているデータの定義や表現を参照するためのデータベースが必要となる。このデータベースがデータ辞書である。

本研究では、盛土工に必要な情報項目（TS・GPSを用いた盛土の締固め情報化施工管理要領（案），土工施工管理要領の項目），ヒアリング結果などより得た必要項目を含めてデータ辞書を作成した。



図ー4 盛土施工における情報モデル（スキーマ）

データ辞書は、複数のデータ項目で表現の定義を共通利用することを想定し、データ項目の意味の定義と

表現の定義を2つの表で分けて管理している。また、情報はファイル単位ではなくデータ単位で管理し、より高い互換性を担保すると共に、工種増加などに対応するために、データ定義・表現の拡張を可能としている。

データ辞書は、「Data element table」と「Value domain table」の2つの表によって構成されている。このデータ辞書と情報モデル（スキーマ）によって情報化施工における情報の標準化が可能となる。

データ項目（「Data element table」）を表—1に、データの表現（「Value domain table」）を表—2に示す。
(e) データフォーマット

情報交換標準を具体的なプログラムやデータの中で活用するためには、これに対応したフォーマットを提案する必要がある。情報モデル、データ辞書で定義されたデータ項目を具体的にシステム間で情報交換を行

表—1 データ項目（Data element）

分類スキーム項目
A) 工事基本データ（Basic project data）
B) 作業計画データ（Mission data）
C) 作業目標データ（Target data）
D) 計測データ（Measurement data）
E) 機械作業状態（Machinery working state）
F) 機器基本データ（Basic machinery data）
G) 機械稼動記録（Machinery running record）
H) 作業結果データ（As-built data）
I) 設計データ（planning data）

表—2 データの表現（Value domain）

表現クラス名	表現クラス名の定義
1) コード	より長い値の代用となる、妥当な記号体系
2) 名称	対象物に対する指定
3) グループ	相互に関係のあるデータエレメントの集合に対する指定
4) テキスト	フォーマットされていない記述フィールド
5) 日時	暦日および時刻
6) 数量	計数による到達ではない、通貨以外の数値
7) 比率	別な数量あるいは量との関連において考察される、数量あるいは量
8) 測定	対象物の寸法、能力／量（通貨以外）の記録
9) カウント	計数によって到達される、通貨以外の数値
10) 画像	人物、対象物、あるいは景色の視覚的表現
11) 図形	図表、グラフ、数学的曲線、あるいは同様のもの
12) アイコン	類似性あるいは類推に基づいて、対象物を表す記号あるいは表現
13) 金額	通貨の数量

```
<?xml version="1.0" encoding="shift_jis"?>
<Data>JWDE base on ISO/WD15143
<Ver>0.5</Ver>
<Header>
<A-01 It="工事名1"><V02-03 Vn="工事名1">〇△工事</V02-03></A-01>
<A-02 It="請負人名1"><V02-02 Vn="請負人名1">△〇さん</V02-02></A-02>
<A-03 It="工期(自)"><V05-03 Vn="時間2">24926</V05-03></A-03>
<~ (中略) ~
<D-4 It="時刻1"><V05-02 Vn="時間2">15:23:54
<D-1 It="X座標1"><V01-02 Vn="整数コード1">1</V01-02></D-1>
<D-2 It="Y座標1"><V01-02 Vn="整数コード1">1</V01-02></D-2>
<D-3 It="高さ1"><V01-02 Vn="整数コード1">0</V01-02></D-3>
<~ (中略) ~
<D-23 It="ダイナミックコード1"><V01-03 Vn="整数コード2">3</V01-03></D-23>
<D-24 It="前後進 識別コード"><V01-02 Vn="整数コード1">0</V01-02></D-24>
</V05-02></D-04>
</RtData>
</Data>
```

図—5 データフォーマット（例）

う単位について整理したものを、データ形式（XML形式等）・構造として明確にした（図—5）。

3. 盛土施工の効率化と品質管理技術への展開

(1) 情報化施工のデータ活用と品質管理

情報化施工の普及においては、締め固め回数管理による施工管理手法やTS（トータルステーション）による出来形管理手法など、ICTの活用により、施工品質の向上に寄与する施工管理方法の提案が行われている。

これらの方法にも共通するが、情報化施工を活用した場合、作業の簡素化や広範な品質管理データの収集が可能となり、以下のメリットが考えられる。

- ①数値測定の簡素化及び代替指標の導入による施工管理・検査監督の合理化・省力化
- ②代替指標の導入による施工品質データの連続的（面的）測定の実現
- ③記録された施工データの保存と維持管理等における有効活用
- ④収集されたデータに基づく施工管理基準・施工管理要領のレベルアップ

特に、近代の工業生産においては、生産管理に統計的手法による分析とそれに基づく改善活動を行うことが不可欠である。しかしながら、建設生産においては、例えば盛土における品質管理は、様々な事情により盛土の密度や含水比、舗装厚、温度管理などを点的に測定する品質規定方式が主流であり、十分なデータ収集ができず、統計的手法の導入が難しい事情もあった。

情報化施工はこのような品質管理・施工管理基準に大きな影響を与え、建設生産のイノベーションを引き起こす可能性を秘めていると言えよう。

(2) 盛土施工の効率化と品質管理基準の向上技術に関する研究

現行の盛土施工管理基準においては、

- ①測定頻度が少なく、構造物の弱点箇所が把握できない可能性がある。
- ②盛土の要求性能と必ずしもリンクしていない仕様となっている。

点などの課題があるといわれる。さらに建設発生土・リサイクル材料等の盛土材料の多様化や本年8月に発生した東名高速道路の盛土崩落のようにレベル2地震への対応などにおいて従来の施工管理では性能が担保できない可能性の指摘、構造物の要求性能に応じた多様な設計が要求されていることなどから、より適切な品質管理手法が求められている。

これに対応するため、土研では、平成21年度より先端技術チーム・施工技術チーム・土質・振動チームが合同で「盛土施工の効率化と品質管理基準の向上技術に関する研究」を開始した。研究の主な予定は図—6のとおりである。

平成21年度は土質条件・施工機械・締め固め状態の相関関係の解析を行っており、その相関性が成立する現場の諸条件の整理もあわせて行っているところである。

また、新たな締め固め管理手法として開発されている加速度応答を用いた締め固め管理についてもあわせて検討を行っている。実際にドイツにおいては既に基準として採用されているが、現場の土質条件によっては適切な相関が得られない可能性や、日本と欧州において土質条件、とりわけ粒度分布（細粒分）と含水率

が異なること等を考慮すれば、ドイツの規格がそのまま日本で通用するとは言い難い点も多い。

しかしながら連続的に測定が可能で、土の締め固めの状況がリアルタイムで把握できる点などのメリットもあり、関西空港の施工において使用されたように、限定的な盛土の弱点調査での活用など、使い方によってはより強力な品質管理ツールと考えられる。

4. おわりに

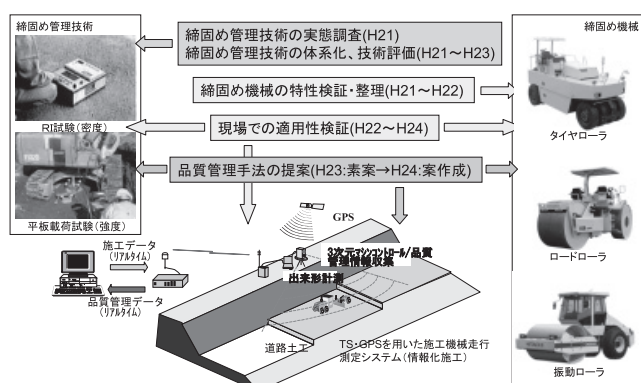
これまで土研では施工現場の情報交換標準を中心として研究活動を進めてきたが、この規格がISO15143としてISO投票を終了し、国際規格となる目処が立った。今後はISO15143の管理運営とあわせて、この共通利用可能な情報に基づいた生産管理の高度化を進めるために、様々な選択肢が考えられる。

今年、立命館大学建山教授が「岐路に立つ情報化施工」というテーマで講演されたが、まさに「機械・技術としての初期的な普及」から情報化のメリットを最大限に引き出し、生産活動・品質管理・維持管理に生産革命を起こしていくプロセスへの遷移領域の時代に入っているように感じている。

情報化施工が社会資本整備により貢献できるように今後も調査研究活動を展開していきたい。

J C M A

盛土施工の効率化と品質管理の向上技術に関する研究



図—6 盛土施工効率化の研究予定

【筆者紹介】



藤野 健一（ふじの けんいち）
（独）土木研究所
技術推進本部 先端技術チーム
主席研究員



茂木 正晴（もてき まさはる）
（独）土木研究所
技術推進本部 先端技術チーム
主任研究員



大槻 崇（おおつき たかし）
（独）土木研究所
技術推進本部 先端技術チーム
研究員

情報化施工の本格普及に向けた環境整備

レンタル機械の配備と今後の動向

小 葉 賢 一

わが国においても情報化施工という施工および管理手法が叫ばれてきて、ある部分では当たり前のように言われてきてはいるが、まだ欧米に比べてその使用頻度は極端に少ない。これはその取り扱い方法が慣れていないことと、初期投資の負担が大きい、発注者側に管理要領がまだ認識されきっていない、などがあいまってなかなか進まないのが現状である。その中で施工者側の長期所有負担を軽減するため、取り扱い指導も含めた、レンタル機械の配備は不可欠である。正確な施工管理による品質の向上、品質の保証を担保するためにも、大型工事のみならず、中小規模工事にも、その活用が求められる。

キーワード：大手業者への支援、中小業者への支援、品質の確保、情報化施工の普及、当り前に利用する施工道具

1. はじめに

土木、舗装工事の施工技法および管理手法としての情報化施工技術は近年急速に浸透してきた。しかし、欧米のそれに比べるとまだまだ立ち遅れている。これは今までのわが国における施工管理手法が、施工管理要領などで事細かに丁寧に記載され、その要領にのっとって施工や管理を実施すれば、誰がやろうと大差なく確実に実行できるようになっている。これはこれで素晴らしいことではあるが、施工の合理化による工期の短縮化、品質の保証・担保が要求されてきている昨今、施工者側、管理者側も、新たな施工手法、すなわち情報化施工に対応した意識改革を、同時進行すべき時が到来してきたとも言える。

2. 情報化施工普及の問題点

情報化施工の良さは、その作業精度の良さ、施工管理のよさにより、施工出来形すなわち品質も向上する。しかし良いことは理解できても導入がまだ遅れているのは、マシンコントロールまたはガイダンスに必要なコントロール機器やコントロール機械のバルブ改造など、イニシャルコストが掛かることや、施工管理や施工コントロールにおいて測量知識がある技術者が必要になることから、情報化施工への取り組みに対し、ある種の抵抗が生じていることも事実である。

しかし情報化施工を取り入れその利点を知ると、ど

ンドン先へ進む、その差ははっきりと現れてくるが、なかなか数字上でこうだと言いきれない部分があり、少し長い目で見る必要もある。

3. 利用状況

工事の形態状況によって情報化施工の使い分けも必要になる。すなわちマシンガイダンスでよいか、マシンコントロールができるか、品質確保のための管理システムとして使用するか、によってもその効率化が変わってくる(表1、図1)。

情報化施工によるメリットは様々言われてきているが、現状では新規設備投資を行っての急激な手法変更はなかなか難しい。大手業者はそれなりのスケールメリットを生かし自社購入し施工効率を上げることも可能かと思われるが、中小業者においては、初期の設備投資および取り扱う技術者の教育、確保が負担となってくる。ただ大手業者であっても、年中すべての機器が稼動しているわけではないので、その購入機器セット数量も限界がある。大手業者におけるレンタル機械の活用は、中小期の作業における不足を補い全体作業に支障をきたさないようにする、また長期作業で利用する場合でも継続性が見られないスポット工事などで利用する。中小業者においては、その都度レンタル機器を借り上げ、全体のバランスをとりやりくりしながら効率的な仕事を行い、一工事あたりの作業効率を上げ、トータル的に利益を確保するなど、等身大の施工

表ー1 主な使用機器（装置ブロック別）

	位置管理機器	マシンガイダンス機器 (転圧管理含む)	マシンコントロール機器
3D システム	トータルステーション (TS) GNSS 基地局 補正用レーザー発光器	受光プリズム装置 GNSS 受信装置 センサー関係 モニター (表示器) 一般作業用機械	受光プリズム装置 GNSS 受信装置 センサー関係 コントロール BOX (表示器) 油圧制御バルブ付機械
2D システム	レーザー発光器	受光装置 センサー関係 モニター (表示器) 一般作業用機械	受光装置 センサー関係 コントロール BOX (表示器) 油圧制御バルブ付機械

主たる作業用機械

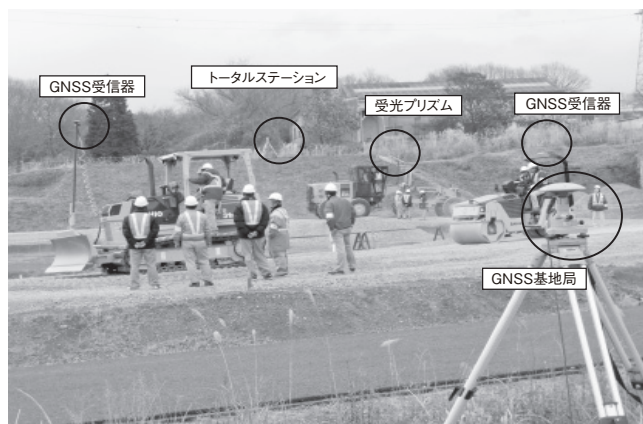
3D ガイダンス : バックホー, ブルドーザ, グレーダ, アスファルトフィニッシャー

3D コントロール : ブルドーザ, グレーダ, アスファルトフィニッシャー, スリップフォームペーパー

転圧管理 : ローラ, ブルドーザ

2D ガイダンス : ブルドーザ, グレーダ, アスファルトフィニッシャー

2D コントロール : ブルドーザ, グレーダ, アスファルトフィニッシャー



図ー1 各装置使用例

手法を考えることとなる。将来的にレンタル業者は、セットのレンタルにとどまらず、汎用性のある機器機材、壊れやすい機器機材など、特定なブロック単位のレンタルが主流になることも視野に入れ投資すべき資材、機器を選択する必要がある。

現時点でのレンタル機器は、土工においてはGNSSを用いての転圧管理やバックホーのガイダンス施工が主体である。舗装工事においては、その仕上がり精度のよさ機械施工や管理の容易さなど利点が多く急速に浸透してきている。転圧管理、ブルドーザのマシンコントロール、グレーダのマシンコントロール、アスファルトフィニッシャーのグレードコントロールなど、多岐にわたって利用している。

4. レンタル業者の役割

レンタル業者の情報化施工への取り組みとしては、

通常のレンタル機器機材の貸し出しとは異なり、情報化施工機器や機材は購入するに当たりイニシャルコストが多くかかる、使用することにより出てくるメリット、このことを的確に施工業者に伝えて、作業がスムーズにできるようにするためのサポーターとしての役割も担っていると思う。

そしてまた人材教育に十分な時間がとれるような大手業者に対しては、不足資材機材の供給をする、すなわち通常のレンタル手法である。しかし現況では、まだ事前調整のできる人材が不足している。中小業者においてはいかばかりか推測できる。

大きなことを言えば、情報化施工の普及ということとは、品質管理、施工管理の観点からも国家的利益、財産の確保という面からも必要不可欠である。

新しいことは面倒という意識がまだ強く、広げるにはもう少し時間がかかると思われる。そこで、情報化施工がいかにも有効か、優位性があるかを認識し、その取り扱い手法を覚えて作業に取り入れられるような研修が必要になる。(社)日本建設機械化協会では富士市にある施工技術総合研究所で人的育成を目的とした研修会を実施している。研修会の出席者は施工業者や管理者やメーカーのみならず、レンタル業者も研修会に参加し、導入を視野に入れ受講しすそ野を広げようとしている。

今現在、レンタルの状況は、大型工事に集中しているのでレンタル資材の不足は否めないが、情報化施工導入の利点が理解されてくると、補修工事、改良工事、中小型工事へとその使用範囲を広げていくはずである。レンタル業者の取り扱い指導員は、情報化施工

機器の使用頻度が増し、当たり前前に利用する施工道具として扱っていく道しるべとなるよう、測器メーカーと重機メーカーの間に立ち施工業者に啓蒙していくという役割を担っている。レンタル機器機材のみの貸し出しでまかなえるようになって、はじめて情報化施工時代が到来し欧米中国に負けない工事施工および管理ができたと言えるようになるのではないだろうか。

レンタル業者は製造販売メーカーと工事施工業者や工事管理者の間に立ち、機械や機器の不足分を補填するだけでなく、その取り扱い方法をも担保することで、レンタルが成り立つ。すなわち、管理機器メーカーである測器メーカーと施工機械を製造する重機メーカーの間に立ちお互いの作業を実行するだけではなく、施工業者に対してもその取り扱いを教えるところまでを作業工程に取り入れてないと、自社で機器を所有していない業者が情報化施工を取り入れ、人的教育を行い育成できるまで時間がかかり広がりもないと思う。この仲立ちをすることもレンタル業者の役割だと言える。

5. おわりに

情報化施工機器機材や管理機器は、使用にあたりデータ入力、事前測量、機器や機材の事前調整が必要になるなど、貸出機械の費用だけでなく、その事前準備費用も必要になる。それらの準備工をも含めて、誰もが当たり前前の施工ツール、管理ツールとして認識し、先にも述べたとおり当たり前前に使用する普通の施工道具として扱うようになって、はじめて情報化施工時代の到来といえる。そのサポート役としてレンタル業者は大きな役割を担っているという自覚、自負をもって行動していくものである。

J C M A

【筆者紹介】

小薬 賢一（こぐすり けんいち）
西尾レントオール(株)
測器部 情報化施工推進チーム
アドバイザー



大口径岩盤削孔工法の積算

——平成 20 年度版——

■内 容

平成 20 年度版の構成項目は以下のとおりです。

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

● A4 判／約 240 頁（カラー写真入り）

● 定 価

非会員：5,880 円（本体 5,600 円）

会 員：5,000 円（本体 4,762 円）

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも

沖縄県以外 450 円

沖縄県 340 円（但し県内に限る）

● 発刊 平成 20 年 5 月

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>

情報化施工の本格普及に向けた環境整備

人材育成

上 石 修 二

本項では、情報化施工技術によって“現場はどう変わるのか”について考えるとともに、その情報化施工を支える“人材を育成するために何が必要か”について整理する。

キーワード：情報化施工，人材育成，設計データ活用，情報化施工研修会

1. 情報化で現場は変わる

ブルドーザやグレーダ等の建設機械を用いて施工するときには、オペレーターは丁張りなどの目標物を見ながら作業を行い、作業結果を検測員が目標値に達したかどうかを測定し、その結果を再度オペレータに指示をして、目標に達するまで繰り返し施工を行ってきた。この場合、設計情報を元に作られた丁張りが現場の基準となり、施工後に測量した結果を設計と比較して、次の施工指示、場合によっては修正などの指示を出すことになる。このような従来の施工のやり方においては、言葉・紙・モノを情報の媒体として、人から人に伝達して人が判断し作業するシステムとなっているため、情報伝達や判断に時間を要し、どうしても非効率な部分が残る。

これに対して、マシンコントロールなどを用いた「情報化施工」の現場では、これまで使われてきた丁張りや、検測員の指示などの目視情報に代わって、測量装置により自動的に取得された電子情報を用いて建設機械（ブレード高さ）を制御するもので、リアルタイムな情報連携が実現される（図－1）。

言い換えると、従来方法での言葉・紙・モノを媒体とする人から人（man to man）への情報伝達から、「情

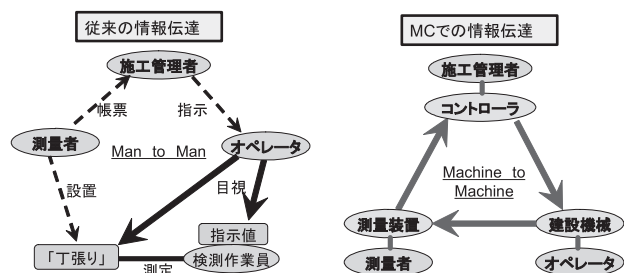
報化施工」の現場では、機械から機械（machine to machine）への情報伝達に変化しつつあり、段階・部分的から常時・全面的な情報伝達が可能となりつつあると言える。その結果、手戻りなどロスが少ない効率的な施工が実現し、管理断面だけではない均一な施工が可能となる。

このように、人が認識できる媒体に表された情報が、機械が認識できる方法で伝達すること、すなわち情報化施工技術を現場に取り込むことで効率的で均一な施工を可能としているのである。

また、これまで必要だった検測員が基本的には不要となる他、これまでの役割分担で、施工管理者、測量者、オペレータが行っていた作業の分担も、情報活用により綿密な連携が可能となるため、新たな実施体制を組むことも可能となる。

2. マシンコントロールの要素技術

マシンコントロールに代表される情報化施工システムを構成する要素技術は、表－1に示すように、トータルステーションあるいはGNSSの代表される測位技術と機械の姿勢を測定して設計データとの差分を計算するコントロールボックスであり、あらかじめ設計データを入力しておく必要がある。



図－1 土工現場における情報伝達

表－1 マシンコントロールの要素技術

名称	内容	備考
測位技術	①自動追尾 TS or ② RTK-GNSS	基地局として設置
建設機械 搭載機器	①追尾用ミラー or GNSS ②コントロールボックス ③角度センサー	建設機械側で油圧 バルブ必要

この要素技術については、必要となる精度および現場条件などを考慮して選定することになる。

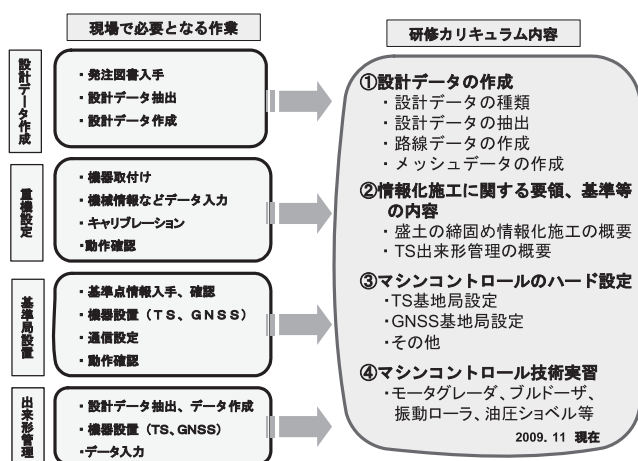
3. “情報化施工担当者”に求められるもの

情報の活用は現場を変えることになるが、そのために増える作業も生じてくる。土工現場のマシンコントロールを想定すると、以下のような作業が必要となる。

- ①設計データの作成（発注図書からの設計データ抽出、設計データ作成作業）
- ②重機設定（情報機器の取付、機械情報入力、キャリブレーション、動作確認）
- ③基準局設置（機器の設置、通信設定、動作確認）
- ④出来形管理（設計データ作成、機器設置、データ処理）

これらを見て分かるように、従来、施工管理、測量者、機械オペレータなど複数のアクターが分担して行っていた作業を情報で連携して行うこと、すなわち、設計情報の取得と入力、施工機械への入力、情報化機械による施工、施工結果のデータ処理など、多岐にわたる作業が必要となる。入力データの正確さを事前にチェックすべきことは言うまでもない。

上記作業を実施できる“情報化施工担当者”には、図一2に示すような作業を行うことが要求されると考え、対応するカリキュラムを設定した「研修会」を実施している。



図一2 現場が必要とする研修内容

4. 研修会

(社)日本建設機械化協会は、3次元データを利用した建設機械制御に関する基本的な教育を実施し、実践的な活用が出来る技術者を育成することを目的として「情報化施工研修会」を昨年7月より開催している。

(1) 研修会のコース

上記の目的のため、設計データの入力、機械施工の実習、出来形確認を実地に行い、体験または習得するコースとして以下を設けている。

①体験コース

- MCを用いた施工概要（システム構成、運用）を把握する
- MC用データを使用した実機施工を試乗体験する

②実務コース

- 設計図面を読みMC用データ作成をマスターする（写真—1）
- 測量データを利用しデータ作成、出来形管理の基本を習得する
- 実機を用いた実習によりMC施工の基本を習得する（写真—2）

(2) 設計データの入力

MC用設計データの作成方法には大きく2通りの方法があり、「路線データ」による方法と「メッシュデータ」による方法がある。それぞれの活用目的は、路線データの場合は比較的単純な線形を有する道路の区間に適応されるもので、横断構成が複雑な区間や、駐車場など広範囲の造成および舗装の場合ではメッシュデータによる方法が適している。

路線データによる方法は、平面線形要素、縦断線形要素、横断構成要素の3要素を設計図書から読取ってMC用のコンピュータ内に三次元道路線形データを構築する方法で、抽出する設計情報は、平面線形要素から設計始点の二次元座標と線形要素（直線か曲線の別）および追加距離、縦断線形要素からは縦断変化点の各計画高さおよび追加距離、横断構成要素からは横断構成変化位置での道路幅員と横断勾配が基本である。

メッシュデータによる方法は、施工対象範囲にメッシュを定義してこのメッシュの交点の三次元座標を求めてTIN（不定三角網）データを作成する方法で、TINデータ作成による手法はCGの分野で立体物を表現する一般的な手法と同じである。

研修会では、路線データおよびメッシュデータを用いたMC用設計データ作成のための設計情報の抽出方法を紹介し、MC用設計データソフトを実際に操作しながら設計データの作成実習を行う。

また、これらの設計情報の抽出方法の説明に加えて、設計図書を見慣れていない受講者に配慮して、設計図書（主に関係する図面）に記載のある主要内容や図面の読み方についての説明を加えている。



写真－１ 受講風景（座学）



写真－２ 情報化施工実習状況

（３）実際の設計情報活用について

情報化施工を行う施工者は、発注者から提供される紙図面（又は電子図面）を基に、平面線形、縦断線形、横断形状を入力して、マシンコントロールで利用可能なデータ（「ICT 設計データ」とする）を手入力によって作成している。このような作業は、施工規模により１週間から２ヶ月までかかることがある。

このようなことから、(社)日本建設機械化協会では、ICT 設計データを作成するためのツール開発に関して、国土交通省の建設技術開発助成制度により現在研究・開発を行っている。

ICT 設計データ作成ソフトへの入力データとして、電子納品の図面データ（SXF, Ver2.0）、および施工管理データ交換標準（Ver.2, 国総研）とし、画面に図面データを表示して、線分をクリックすることで形状を入力できる等の作業の効率化を図ること、またデータの出力機能などを主な機能とするものである。このツールの詳細については紙面の都合上、別の機会にて紹介することになるが、このソフトウェアは当方の HP (<http://www.cmi.or.jp/>) にてダウンロード可能となっている。

(社)日本建設機械化協会は、今後とも研修会の内容を充実し、レベル向上を目指して、情報化施工技術の普及に努めていく所存であります。

最後になりましたが、情報化施工の普及にあたって (社)日本建設機械化協会 情報化施工委員会の方、施工会社、建設機械メーカ、測量器械メーカなど多数の方々に改めて感謝の意を表します。

J C M A

【筆者紹介】

上石 修二（あげいし しゅうじ）
施工技術総合研究所
研究第３部 次長



ドイツにおける ICT を利用した締固め管理技術

橋 本 毅

締固め施工における情報化施工の管理要領としては、国内では国土交通省より、「TS・GPS を用いた盛土の情報化施工締固め管理要領（案）」が2003年に策定されている。

また海外では、欧州、米国などにおいて、ローラに搭載した加速度計による地盤剛性計測装置を利用した締固め品質管理技術が研究されており、特にドイツにおいては品質管理要領がすでに策定されている。

本稿ではこのドイツにおける ICT も盛り込まれた締固め施工の品質管理要領について、その施工における概略を日本の管理要領と比較して紹介する。

また、この転圧品質管理技術のアスファルト転圧への応用状況と、必要なシステムの概略についても述べる。

キーワード：情報化施工、ローラ、締固め、品質管理、振動、加速度、GPS（GNSS）、TS

1. はじめに

2008年に「情報化施工推進戦略」がまとめられ、建設現場への様々な情報通信技術（ICT）の導入が加速している。ローラによる締固め施工においても、「ローラの軌跡管理による面的な品質管理技術（締固め）」が実用化の段階にあり、近年この技術を用いる施工現場が急速に増加している。そしてその際の施工・品質管理要領書としては、「TS・GPS を用いた盛土の情報化施工締固め管理要領（案）」（以下「TS・GPS—」）が2003年に国土交通省より策定され、施工現場で使用されている。

海外では、欧州、米国などにおいて、ローラに搭載した加速度計による地盤剛性計測装置を利用した締固め品質管理技術が研究されており、特にドイツにおいては品質管理要領がすでに策定されている。

本稿ではこのドイツにおける ICT も盛り込まれた締固め施工の品質管理要領「ZTVE-StB94/97」について、その施工における概略を日本の管理要領と比較して紹介する。

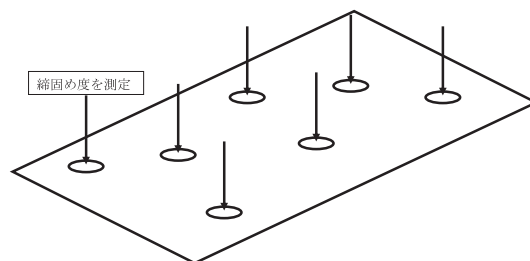
また、この ICT を利用した転圧品質管理技術のアスファルト転圧への応用状況と、必要なシステムの概略についても述べる。

2. 日本における盛土の締固め管理要領

まず、日本における ICT を利用した締固め品質管

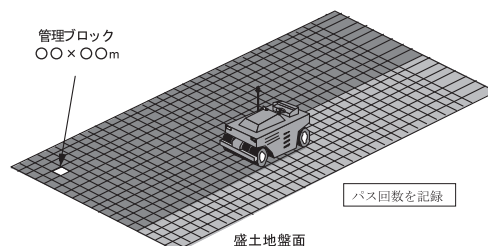
理技術（「TS・GPS—」）の概略を説明する。

従来の締固め品質管理手法は、転圧後、その施工面積に応じた測定ポイント数の管理基準値（締固め度）を測定・確認することによって行っている（図—1）。



図—1 従来の品質管理手法 点（ポイント）で管理

これに対し「TS・GPS—」では、ローラに GNSS などの位置情報を確認できる機器を搭載し、その位置情報を元に施工面全体の転圧回数を管理する。これにより、従来のポイントにて管理する手法に比べ、施工面全体（100%）の品質を管理することが可能となり、品質の向上・施工の効率化などが期待できる（図—2）。



図—2 情報化施工による品質管理 施工面全体で管理

3. ドイツにおける盛土の締固め管理要領

「ZTVE-StB94/97」は道路土工の品質管理要領として策定されたものであるが、ICTを利用した盛土の品質管理基準として、空港などの施工現場にも適用されている。

本要領によると、盛土の締固め品質管理手法は、表—1の3種類の手法から選択することができる。

表—1 ドイツにおける盛土締固め品質管理手法

「ZTVE-StB94/97」(ドイツ道路土工品質管理要領) における品質管理手法		
M1	M2	M3
施工後、施工面積に応じた数の検査ポイントをランダムに抽出。そのポイントの品質を検査する。	振動ローラに計測器(加速度計+応答値解析機構)を搭載し、施工面全体(100%)の品質を検査する。	試験施工により施工方法を決定。施工後、比較的転圧不十分な箇所(ウィークポイント)を特定し、そのポイントの品質検査を行う。ポイント数は施工面積に応じて設定される。(M1手法の約1/3)

このうち、M2手法がICTを利用したものであり、CCC(Continuous Compaction Control)と呼ばれている。日本における「TS・GPS—」に相当するものであるといえる。

このM2手法も、ポイントではなく施工面全体での品質管理を目的としている点は「TS・GPS—」と同様であるが、施工においての内容には大きな2つの相違点がある。以下、この相違点について解説する。

また近年ドイツでは、手順の簡略化のためにM3手法にICTを導入する事例も増加している。その手法については次章に説明する。

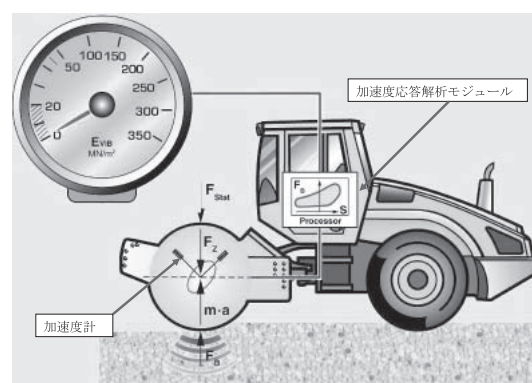
(1) 管理基準値(表—2)

ドイツでは、ローラに搭載した測定器によって得ら

表—2 管理基準値比較表

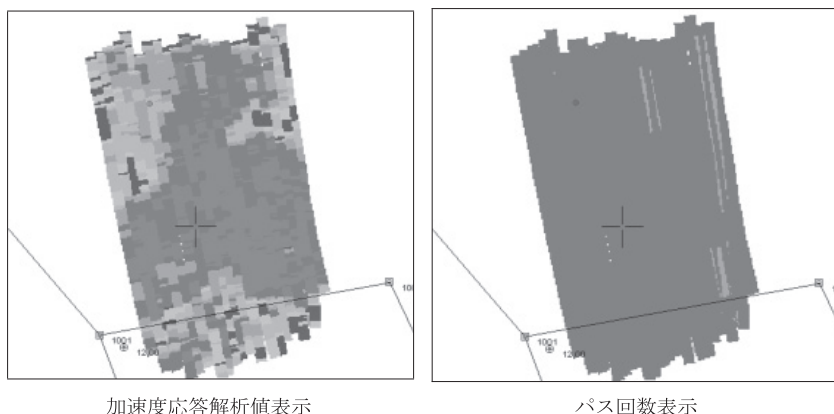
	ドイツ ZTVE-StB94/97	日本 TS・GPS—
管理基準値	加速度応答解析値	パス回数
適用土質	一部適用できない土質がある。 (粘性土等)	ローラが使用できるすべての土質に適用できる。
適用機械	振動ローラのみ	すべてのローラに適用できる。
校正	必要： 従来の基準値(密度、支持力等)との関係を調べる。	必要： 従来の基準値(締固め度)との関係を調べる。

れる値を管理基準値として採用している。これは振動ローラに加速度計を搭載し、それから得られる振動応答値を解析して得られる値である。この解析に使用する解析式は各ローラメーカーなどから様々なものが提案され製品化されているが、どれも地盤剛性や締固め度と相関関係を持っている値である(図—3)。



図—3 加速度応答解析値

この加速度応答解析値を用いる手法は、ローラに計測器を搭載し、実際に地盤の状況を計測しながら走行できるために、走行軌跡やパス回数などによらない地



図—4 転圧結果表示の比較
加速度応答解析値を利用すると、パス回数表示ではわからない地盤の状況がわかる

盤の状態を直接把握できることが特徴である。(巻き出し材料のばらつきやスポット・エリア的な不良箇所を把握することが可能)(図—4)。

しかしながら、この加速度応答解析値は、その原理上粘性土には適用できず、また砂質土系でも一部適用できない土質があることが判っている。したがって、適用できる土質かどうかを事前に把握することが重要となり、適用できない場合は他の手法を選択しなければならない。

またこの加速度応答解析値は絶対的な指標を表すことはできない。すなわち土質条件、含水比、ローラの振幅、振動数、走行速度、進行方向などによって値が左右されるため、本解析値を品質管理に使用する場合は、それら条件を等しくした試験施工を行い、従来の品質管理基準(締固め度や支持力など)との校正を施工毎に行う必要がある。(パス回数管理においても、従来の品質管理基準とパス回数との関係を求めておく必要はある)。「ZTVE-StB94/97」(およびその技術文書である「TPBF—StB PartE2」)では、その校正の手順についても細かく規定されている。

また、本手法は振動しないロードローラ(マカダムローラ)やタイヤローラには適用できない。これはドイツではそのような振動しないローラはほとんど使用されていないことが背景にあるといえる。

(2) 位置情報取得機器(表—3)

表—3 位置情報取得機器比較

	ドイツ ZTVE-StB94/97	日本 TS・GPS—
位置情報取得機器	規定なし	RTK-GPS または TS

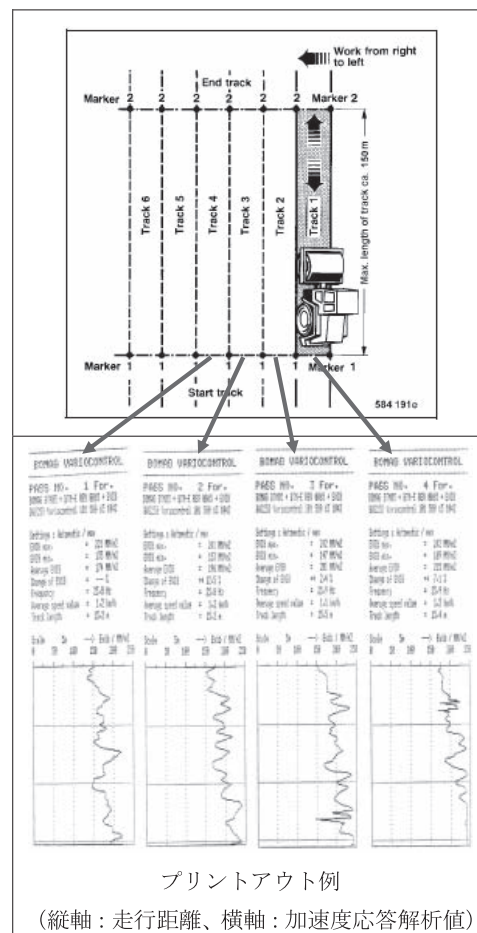
「TS・GPS—」では、位置情報計測機器として、RTK-GPS あるいは TS(トータルステーション)の使用が規定されている。これらは水平方向の精度が数 cm と非常に高精度であるが、反面価格が非常に高いものである。

対して、「ZTVE-StB94/97」では位置情報取得機器については特に規定されていない。発注者、施工者、場合によってはコンサルタント等が、施工現場の状態(広さや周辺環境等)と経験から様々な機器を選択できることになっている。

前述の日本で使用されている機器以外では、D-GPS(ディファレンシャル-GPS)やローラに搭載された距離計などが用いられている。

特に距離計を用いた手法は、トラックレーン管理手

法と呼ばれ、予め施工範囲をいくつかのレーン(ローラ幅以下)に区切っておき、各レーン毎に、加速度解析値を距離計による位置情報と共に記録し、プリンタにて出力する。それらの印刷情報を横方向に並べ、施工面全体の品質管理を行う手法である(図—5)。



図—5 トラックレーン管理手法
GNSS を使用しない手法

この手法は、位置情報の誤差が積み重なるために広い施工現場には不適であるが、位置情報を取得する機器と記録・出力する機器が距離計とプリンタのみとなるため、GPS 等を用いる手法に比べ、非常に安価となるのが特徴である。

4. M3 手法への ICT の導入

M2 手法は、施工毎の校正が必ず必要なため、手順が非常に煩雑となり、また施工条件が変化した場合は校正を新たにやらなくてはならないなど、制約も多い。このような煩雑さを回避するために、ICT を M3 手法に導入する手法が近年多く採用されている。

M3 手法とは、前述のように、試験施工により施工方法(機械の種類、パス回数など)を決定し、施工後、

専門家による目視や、プルーフローリングなどで比較的転圧不十分な箇所（ウィークポイント）を特定し、そのポイントの品質検査を行う手法である。

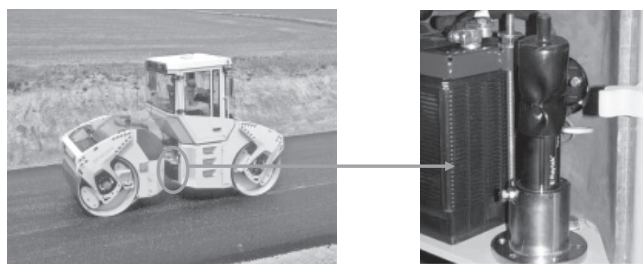
このウィークポイントの特定に ICT が利用できる。すなわち、M2 手法で用いられる、位置情報取得機器と加速度計を搭載したローラをプルーフローリング的に使用し、加速度応答解析値の大小によってウィークポイントを特定するものである。この手法ならば、加速度応答解析値の校正は必要なく、またウィークポイントの締め固め品質が所定の規格を満たしていた場合は、施工面全体（100%）の品質を検査したことと同様となる。

5. アスファルト転圧への応用

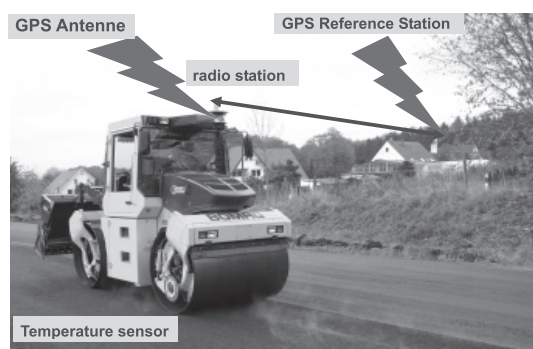
「TS・GPS」および「ZTVE-StB94/97」は土工転圧における ICT を盛り込んだ品質管理要領であり、舗装転圧における同様の品質管理要領は、日本、ドイツ両国とも未だ策定されていない。

舗装転圧の品質管理を行う場合は、土工転圧の締め固め度に相当するアスファルト密度を管理するだけでなく、転圧の際のアスファルト温度を管理することも重要となる。そのため、ローラメーカーなどからローラに搭載する非接触温度計が開発・販売されている（図—6）。

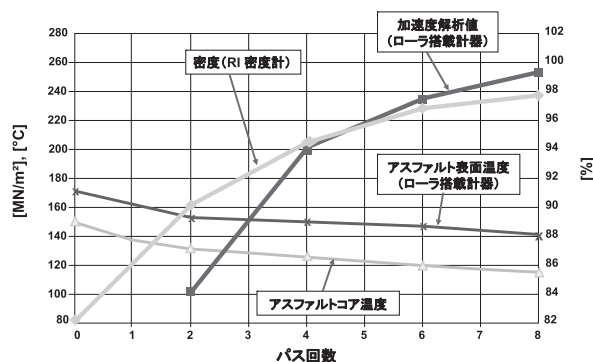
ドイツでは現在、前述の加速度応答解析値と、これら温度計により測定されるアスファルト表面温度を、



図—6 非接触式温度計
アスファルト表面温度を計測できる



図—7 ICT を使用した舗装転圧試験施工
ドイツ A30 高速道路

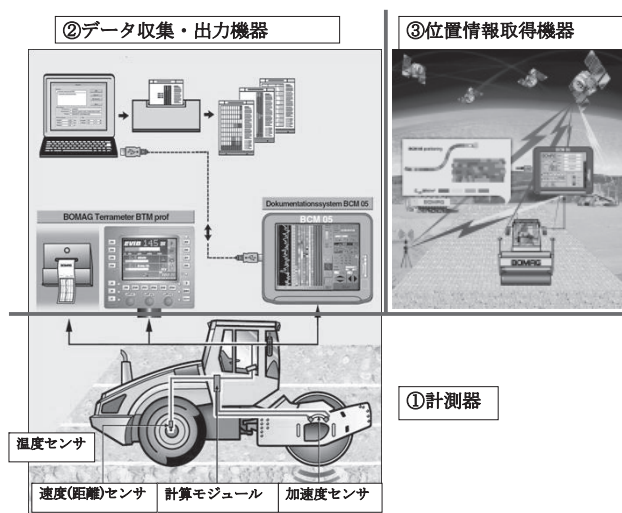


図—8 加速度解析値と表面温度の従来指標との関係

位置情報と共に記録し、品質管理に使用する研究が行われている（図—7，8）。今後品質管理要領の策定が期待される。

6. 必要なシステムの概要

「ZTVE-StB94/97」の M2 手法などで用いられるシステムは、以下の 3つの機器によって構成される（図—9）。



図—9 システム構成

- ①計測器：加速度計，温度計，距離計
- ②データ収集・出力機器：車載 PC など
- ③位置情報取得機器：GNSS，TS など

ドイツでは、これらのシステムはローラメーカーや計測器メーカーなどから販売されており、普及が進んでいる。

日本の「TS・GPS」で必要な機器は上記の②③であり、日本では主に計測器メーカーなどから販売されている。

また、ドイツではこれらのシステムを小型のハンドガイド型転圧機へも導入しようとする動きもあり、シ

システム全体ではないが加速度応答解析機構は既に開発・販売されている（図—10）。



図—10 加速度応答解析機構を搭載した小型転圧機

7. おわりに

以上、ドイツにおける ICT を利用した締固め品質管理要領について、施工における日本との相違点、アスファルト転圧への応用状況、必要なシステムについて解説した。

ドイツ国内において、この ICT を利用した締固め品質管理がどの程度普及しているかの統計的なデータはないが、ある独ローラメーカーの調査では、空港や高速道路などの大規模工事では全体の約 50 ～ 60% の施工現場で既にこの ICT を利用した締固め品質管理（M2 または M3 + ICT）が導入されているようであり、今後増加する傾向にあると予想されている。

また日本では、「TS・GPS」を採用する施工現場はここ数年で急激に増加しているが、ドイツと同様の加速度応答解析値を用いた品質管理手法は現在研究が行われている段階であり、海外ローラメーカーが販売しているシステムや国内ローラメーカーやゼネコンなどが

開発したシステムなどを用いて試験施工、あるいは従来手法と平行したデータ収集などが行われている。（施工業者が社内品質情報として自主的に行う場合もある）。

日本にて加速度応答解析値を採用するためには、日本とドイツとの施工方法の違い（材料や機種）を十分把握することや、100% 検査結果値に対する合否判定基準などを事前に検討しなければならない。

さらに、「パス回数」、「加速度応答解析値」には、それぞれ長所短所が存在するので、それぞれを状況に応じて使い分けられるようにする検討なども必要である。

また、位置情報取得機器についても、現場の状況に応じて安価な機器（ドイツにおける「トラックレーン手法」など）の採用などの研究も情報化施工の普及に効果があるのではないと思われる。

日本での今後の研究に期待したい。

J C M A

《参考文献》

- 1) ZTVE-StB94/97 : German Regulation, 1994/1997
- 2) TS・GPS を用いた盛土の情報化施工締固め管理要領（案）：国土交通省，2005
- 3) 情報化施工推進戦略：国土交通省，2008
- 4) 情報化施工ガイドブック：（社）日本建設機械化協会，2009
- 5) BOMAG GmbH 社内資料，2007

〔筆者紹介〕

橋本 毅（はしもと たけし）
ボーマクジャパン(株)
技術・サービス部 技術グループ
課長



米国における舗装の締固め管理技術の動向と ICT 技術の活用

月 本 行 則

米国連邦道路庁は土工および舗装工における締固めの情報化施工の普及を狙いインテリジェントコンパクション (Intelligent Compaction: IC) と称する国家的な試験プロジェクトを推進中である。土の締固めを対象とする第一次 IC プロジェクトの完了後、主にアスファルト舗装を対象とする第二次 IC プロジェクトが始まり、各州運輸局への普及活動、発注仕様書案の策定、およびデータ形式等の整備が進められている。本章では、プロジェクトの実施方法、IC の普及活動、第一次 IC プロジェクトの成果、ローラ加速度応答法と IC システム、第二次 IC プロジェクトの注目結果、情報化施工の普及促進策を報告する。

キーワード：インテリジェントコンパクション、IC、締固め管理、ローラ加速度応答法、CCV

1. はじめに

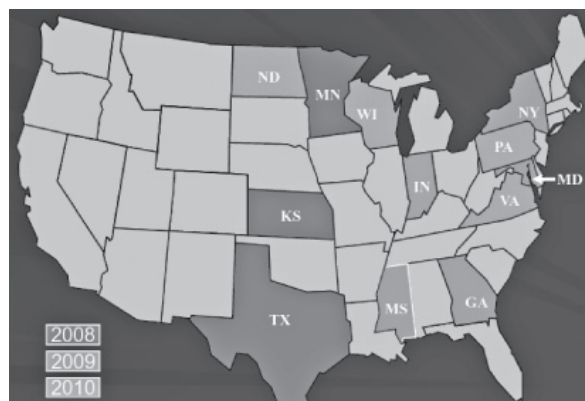
米国連邦道路庁（以降 FHWA と称す）は 2002 年に実施した IC ローラに関する欧州調査¹⁾以降、インテリジェントコンパクション（以降 IC と称す）の試験研究を開始した。路床等の土の締固めを対象とする第一次 IC プロジェクトは 2005 年～2008 年に 12 州で実施された。また 2006 年には戦略的 IC 計画²⁾が発表され、主にアスファルト舗装を対象とする第二次 IC プロジェクト³⁾（2007 年～2010 年、12 州で試験施工とデモンストレーション）が始まった。試験施工ではローラ加速度応答法による地盤剛性と相対値、転圧回数、および転圧路面温度等の情報と GPS 測量によるローラ位置とを整合し、表示・記録・分析するシステムを搭載したインテリジェントローラ（以降 IC ローラと称す）を使って舗装の締固め品質と作業効率の向上、および新たな品質管理と品質保証の検討に必要な情報が収集されている。また、IC 試験施工と併設される講習会を通じて、各州運輸局（以降 DOT と称す）技術者への IC 技術の教育、IC 工事発注仕様書作成用の基礎データの収集、管理用データ形式の標準化、および IC 技術の改良等が推進されている。

SHARP-2 計画⁴⁾によると、施工会社が舗装の性能と品質を保証する工事発注方式への移行が検討されている。長期的に IC 技術は、舗装施工会社には施工と品質の管理用の支援ツールとして、一方、発注側には、施工管理、出来形と品質の検査、および維持管理に関する新たな合理化手段として期待されている。

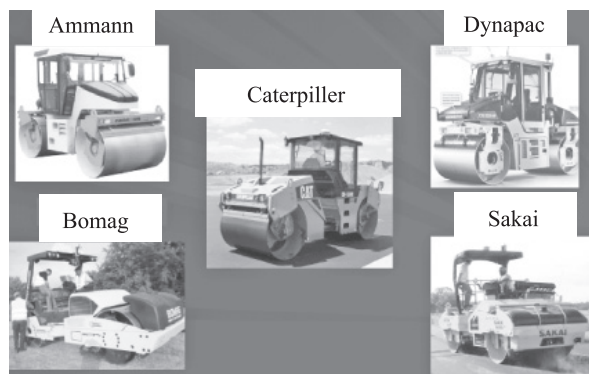
本章ではアスファルト舗装を主に対象とする第二次 IC プロジェクトの進捗、普及活動、および注目すべき試験結果等を報告する。

2. プロジェクトの実施方法

IC プロジェクトは FHWA と各州 DOT の持合い研究予算 (Transportation Pooled Fund: TPF) によって運営されている。組織は FHWA 直下に 2 人の舗装専門家、アイオワ州立大 White 教授、コンサル会社（試験と講習会の準備と実施、報告書の作成、Website³⁾の管理等）、各州の DOT（但し、ロッキー山脈から西側の州は不参加、図一 1）、およびローラメーカー 5 社（図一 2）から構成されている。ローラメーカーは、数社が各試験施工に適時参加している。



図一 1 第二次 IC プロジェクト参加 12 州



図ー2 IC プロジェクト参加ローラメーカー5社

3. 普及活動

(1) 各州試験施工とデモンストレーション

IC 試験前には現地 DOT の道路建設と管理関係者への試験内容の説明会が実施され、試験施工立会い(写真ー1)、機材見学、および結果報告会が開催される。試験は各州 DOT の発注工事現場で行われる。各種品質管理機器(RI, FWD, 小型 FWD, 剛性測定器等)による測定は現地 DOT が担当し、IC ローラと GPS 等の測機は各メーカーが提供する。



写真ー1 試験施工と管理機器による測定

表ー1に過去2年間に実施された第二次ICプロジェクトの概要を示す。なお、土工中心の第一次ICプロジェクトとの差別化を図るため、適用対象はアスファルト舗装が原則であるが、各州 DOT は5種類の材料(路床用の非粘性土と粘性土、碎石路盤、加熱アスファルト舗装材料、安定処理路床材料)から選択してよい。例えば、テキサス、カンサス、ニューヨークの各州では、土工用 IC ローラが路床に適用された。

(2) IC ワークショップ

アイオワ州立大学の White 教授とアイオワ州 DOT が主催して毎年 IC ワークショップが開催される。こ

表ー1 各州において過去2年間に実施された試験概要(第二次)

年度	実施州		供試ICローラ		土工		舗装工		
	名称	略号	メーカー	機種	路床	路盤	基層	中間	表層
'08	ミネソタ	MN	Sakai	SW880	○	○	○	○	○
	テキサス	TX	Ammann	SV212	○	○	○	○	○
			Dynapac	CA362	○	○	○	○	○
	カンサス	KS	CAT	CP56	○	○	○	○	○
'09	ニューヨーク	NY	Sakai	SV610T/TF	○	○	○	○	○
			CAT	CS-683E	○	○	○	○	○
			Bomag	BW213D-4BVD	○	○	○	○	○
	ミシシッピ	MS	Sakai	SW880	○	○	○	○	○
			Ammann	SV212	○	○	○	○	○
			CAT	CS-683E	○	○	○	○	○
	メリーランド	MD	Sakai	SW880	○	○	○	○	○
			Bomag	BW278AD-4	○	○	○	○	○
	ジョージア	GA	Sakai	SW880	○	○	○	○	○
	インディアナ	IN	Bomag	BW278AD-4	○	○	○	○	○
			Sakai	SW880	○	○	○	○	○

こでは一連の IC 技術講演とグループ毎の討議(例えば、IC の普及方法、教育、IC の技術課題等)を通じて同州 DOT エンジニアへの IC の教育・啓蒙が図られている。

(3) TRB 会議における IC セッション

FHWA が主催する道路、港湾、空港等の運輸施設・構造物に関する TRB (Transportation Research Board) 会議では、FHWA と各州 DOT 関係者、および大学教授らの発表が行われる。2010 年も IC の特別セッション¹⁾が行われた。

4. 第一次 IC プロジェクトの成果

第一次 IC プロジェクト (NCHRP 21-09)⁵⁾ は 2005 年にミネソタ州で開始された。目的は IC ローラの土の締め固め管理への適用性およびローラ加速度応答法と従来の品質管理値との比較検討^{6, 7)}であった。研究成果の概要は FHWA が 2006 年に発表した戦略的 IC 計画書²⁾において次のように明記されている。

- ①従来の密度法は有用であるが、測定時間が長く、舗装設計に必要な地盤剛性を測定できないので変更すべきである。
- ②地盤剛性を測定可能な IC ローラと現場測定機器が利用可能になった。
- ③GPS と GIS により全数サンプリング、データの記録、および帳票化が可能になった。

また、IC の利点については、次のように報告された。

- ①転圧作業の改善(無駄な転圧回数の低減)
- ②締め固め品質の改善(より高く、均一な密度)
- ③新しい舗装設計法とリンクする地盤剛性の測定

- ④施工者と発注者へ施工情報をリアルタイムで提供
⑤締固め不足箇所の特定

なお、IC ローラの定義として次の機能が明記された。

- ①地盤剛性等の測定機能
②締固め度合に応じた振動自動制御機能
③GPSを使った転圧データ収集分析機能

5. ローラ加速度応答法と IC システム

上記に定義された IC ローラの地盤剛性等の測定機能と振動自動制御装置の概要について以下に示す。

地盤剛性等の測定法にはローラ加速度応答法が多用されている。これは振動輪の振動加速度が地盤の剛性や密度等の力学特性に応じて変化する性質を利用して、締固めを判定する方法である。1980 年頃、コンパクションメータ⁸⁾(表-2⁹⁾の CMV に該当)が開発されて以来、同法の研究開発が進み、CMV 式の改良式を初め、剛性(kN/m)または変形係数(MN/m²)等の単位を与える基本式が開発されてきた(表-2)。ここではこれらの相対値を「ローラ剛性値」と称する。

表-2 各社のローラ剛性値の基本式と振動自動制御方式の概要⁹⁾

ローラメーカー	締固め測定(基本式)	振動自動制御
Ammann	$k_s = 4\pi^2 f^2 \left(m_d + \frac{m_{re} \cos(\phi)}{A} \right)$	振幅と振動数の調整
Bomag	$Z_d = \frac{(1-u^2)}{E_{VIB}} \cdot \frac{F_s}{L} \cdot \frac{2}{\pi} \cdot \left(1.8864 + \ln \frac{L}{B} \right)$ where, $B = \sqrt{\frac{16}{\pi} \cdot \frac{R(1-u^2)}{E_{VIB}} \cdot \frac{F_s}{L}}$	振動力の垂直・水平成分調整
Caterpillar	Geodynamik CMV = $C \left(\frac{A_2 \Omega}{A \Omega} \right)$ Geodynamik RMV = $\frac{A_0.5 \Omega}{A \Omega}$ MDP = $P_g - WV \left(\sin \alpha + \frac{a}{g} \right) - (mV + b)$	RMVに基づく振幅調整
Dynapac	Geodynamik CMV = $C \left(\frac{A_2 \Omega}{A \Omega} \right)$ Bouncing Value = $\frac{A_0.5 \Omega}{A \Omega}$	Bouncing Valueに基づく振幅調整
Sakai	$CCV = \left[\frac{A_{0.5\Omega} + A_{\Omega} + A_{1.5\Omega} + A_{2\Omega} + A_{2.5\Omega} + A_{3\Omega}}{A_{0.5\Omega} + A_{\Omega}} \right] \times 100$	なし

ローラ剛性値を利用した振動自動制御装置も開発されている。例えば、Ammann 社は Ks (剛性) で振幅と振動数の自動制御式¹⁰⁾、Bomag 社は E_{VIB} (変形係数) で振動力の垂直・水平成分制御式¹¹⁾、Caterpillar 社は CMV で振幅制御式¹²⁾、Dynapac 社は CMV による振幅制御式で¹³⁾、Sakai 社(酒井重工業株)は CCV (CMV 改良式)^{14, 15)}で自動制御なしである。

ローラ加速度応答法によって、リアルタイムかつ面的な締固め管理¹⁶⁾が可能になったので、品質管理の

精度は飛躍的に向上し、締固め不足箇所の特定制も容易になった。現在では欧州各国で締固め品質管理法の一つとして採用されている(本誌第4章参照)。

ローラ加速度応答法の最大影響(測定)深さは、図-3に示すように約 0.8 ~ 0.9 m¹⁷⁾なので、表層のアスファルト混合物層から路床までの舗装全体の力学特性と舗装構造の健全性を評価する上でも有効である。

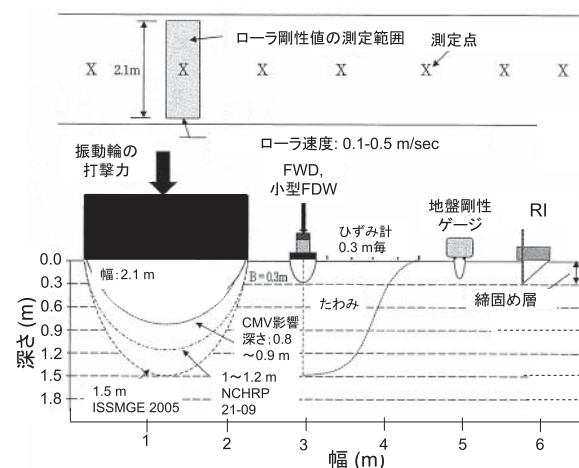


図-3 振動ローラおよび従来測定器の測定深さ¹⁷⁾

6. 第二次 IC プロジェクトの注目結果

以下にプロジェクトの概要結果を示すが、併せて、Website³⁾の“Demo Projects”でダウンロードできるので参照されたい。なお、ここで紹介する供試 IC ローラは全て Sakai 社の SW880(12t タンデム振動ローラ, CIS¹⁸⁾を搭載)である。アスファルト舗装に適用された IC ローラ(表-1 参照)は2社であるが、他機のデータ取得等に不都合があったためである。

(1) ミネソタ州プロジェクト(2008 年)

2008 年にミネソタ州で路盤(下層)とアスファルト舗装(上層)でローラ剛性値(CCV)が測定された(写真-2)。上下層の同位置で測定された両 CCV の相関関係を図-4(横軸:路盤の CCV, 縦軸:アスファルト層の CCV)に示す。図(a)は高振幅時、図(b)は低振幅時の相関関係で、高振幅時の方が相関性(R²: 0.66>0.33)は高い。本結果より CCV はアスファルト層にも適用可能であり、また下層(路盤)と上層(アスファルト層)の相互間にも相関関係があることが判明した。

なお、CCV が低く軟弱と判定された路盤上に施工されたアスファルト層では、ダンプが施工直後の路面上を通過した時に破壊が生じ(写真-3)、CCV による路盤検査(一種のプルーフローリング)の重要性和有効性が再認識された。



(a) 路盤

(b) アスファルト舗装

写真-2 IC試験状況

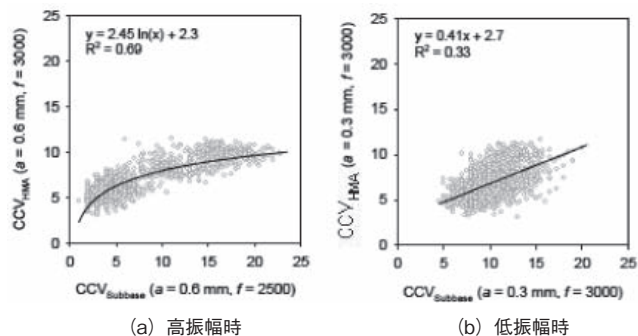


図-4 路盤とアスファルト舗装におけるCCVの相関



写真-3 CCVの低い路盤上に施工されたアスファルト層の破壊

(2) カンサス州プロジェクト (2008 年)

試験では突起（タンピング）付き振動ローラが路床土（粘性土）に適用された。ローラ加速度応答法は粘性土等の軟弱土上では、振動輪の加速度波形が変化しないため適用できないというのが通説であった。しかし、図-5によると、CCVは非常に低い、転圧回

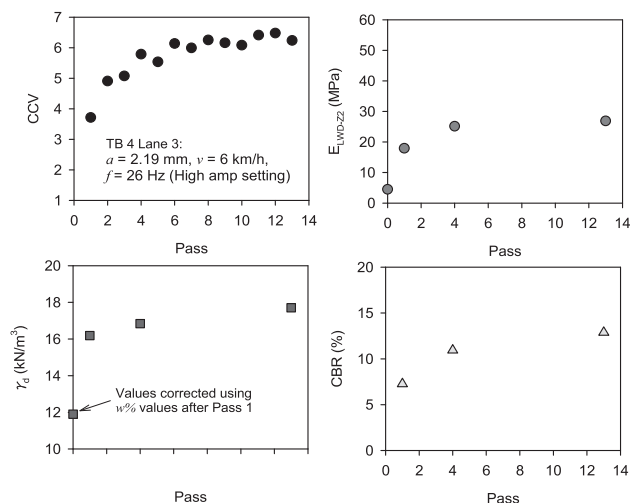


図-5 CCV, 地盤剛性, 密度, およびCBRと転圧回数の相関（粘性土）

数の増加に伴い増加し最大値に達する。本傾向は他の品質管理指標である乾燥密度 (γ_d), 地盤剛性 (E_{LWD}), および地盤支持力 (CBR) と転圧回数との関係と同様であり, 相関性が認められることが分かる。

(3) ジョージア州プロジェクト (2009 年)

IC試験は州境高速道路に隣接するバス駐車場建設現場で実施された。降雨により含水比の高くなった粘性土の路床上に敷設された粒調碎石路盤 (20 cm 厚) とアスファルト混合物層 (基層 10 cm 厚, 表層 5 cm 厚) の各層でICローラが適用された (写真-4)。CCVの低い軟弱な路盤ではアスファルト層でもCCVは低い。路盤の剛性低下の原因は, 明らかに雨による含水比の増加であるので, 含水比管理の重要性が再認識された。



写真-4 ジョージア州試験施工状況

(4) インディアナ州プロジェクト (2009 年)

運転者がディスプレイの転圧回数を確認しながら, 転圧回数の均一性が大幅に改善されたことが報告され (図-6), 大画面表示の有効性が実証された。

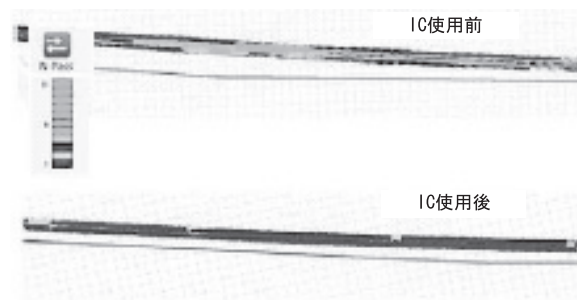


図-6 IC使用前・後の転圧回数の均一性の改善例

(5) メリーランド州プロジェクト (2009 年)

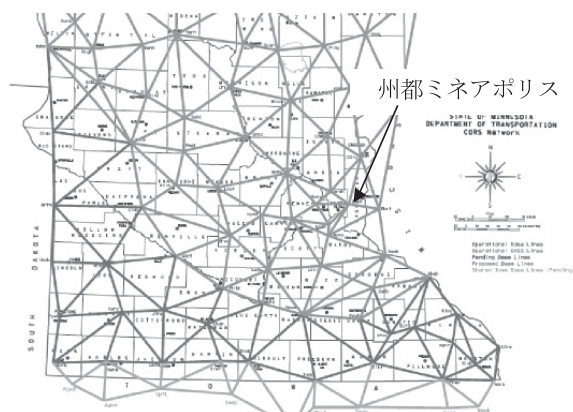
上節で転圧回数の均一性の改善例を示したが, 同様の効果は夜間工事のような視認性の悪い現場条件でも, 昼間と同様に確保されることが報告された (写真-5)。



写真-5 夜間工事におけるICの適用例

7. 情報化施工の普及促進策

施工業者にとって経済負担の非常に大きいGPS固定基地局の設営コストを州政府が負担する積極的な普及促進策が進められている。これは、ICローラのみならずブルドーザやモータグレーダ用の情報化施工の普及にも有効である。例えばミネソタ州DOTは約100基のRTK-GPS(各基地局間の距離約50km)をネットワーク化(図-7)することによって、施工業者は公共・民間工事を問わずICT(情報通信技術)を無料で使用可能な環境が整備されている¹⁹⁾。

図-7 ミネソタ州の無料RTK-GPSネットワーク¹⁹⁾

8. おわりに

上述した各州におけるIC試験報告書ならびに関連情報はURL <http://www.intelligentcompaction.com> に全て掲載されているので参照されたい。

2010年のIC試験施工は当初予定の4州(ウィスコンシン;WI, ペンシルバニア;PA, 北ダコタ;ND, バージニア;VA, 図-1参照)、および追加5州で計画され、現在、その準備が進められている。また、中間報告としてIC工事発注仕様書やデータ形式の原案が近く発表される予定である。

新たなSHRP-2計画では、既に舗装の保証付き発注工事の導入が検討されている。舗装会社が施工品質と

維持修繕を管理運営する時代がやがて到来し、ICはその支援ツールとして発注者からも期待されている。

米国の舗装会社の多くは、作業効率と舗装品質の向上が最大のビジネスチャンスであると認識している。なぜなら、舗装品質(締固め密度とその均一性、平坦性等)や工期短縮等に対してボーナス(懸賞金, 増額)またはペナルティ(罰金, 減額)等のインセンティブシステムが導入されているからである。今後、ICは舗装会社らの利益目標の達成に寄与すると同時に、発注者にも舗装の長寿命化と施工の効率化によって“納税者への利益還元”を最大化しうる技術として期待されている。

JICMA

《参考文献》

- 1) C. Dumas et al., Innovative Technology for Accelerated Construction of Bridge and Embankment Foundations in Europe, FHWA-PL-03-014, 2003.
- 2) B. Horan and T. Ferragut, Intelligent Compaction Strategic Plan, FHWA, 2005.
- 3) www.intelligentcompaction.com
- 4) SHRP-2, Highway Renewal: Plans, progress, and Findings, Part 1, TRB 87th Annual Meeting, 2009.
- 5) M. Mooney and D. White, Intelligent Soil Compaction Systems, NCHRP Soil IC Project 21-09, 2009.
- 6) D. Peterson, et al., Intelligent Soil Compaction- Technology, Results and a Roadmap toward Widespread Use, TRB 83rd Annual Meeting, 2006.
- 7) F. Camargo, et al., Intelligent Compaction: A Minnesota Case History, 54th Annual Uni. of Minnesota Geotechnical Conf., Uni. of Minnesota, 2006.
- 8) H. Thurner and A. Sandstrom, A new device for instant compaction control, Proc. of the Int. Conf. on Compaction, pp. 611-614, 1980.
- 9) 月本, 米国における盛土の締固め管理, 基礎工, pp.64-70, 2009.7
- 10) Anderegg et al., Intelligent Compaction with Vibratory Rollers, TRB 82nd Annual Meeting, 2004.
- 11) Kloubert, Intelligent Soil and Asphalt Compaction Technologies, TRB 84th Annual Meeting, 2006.
- 12) D. Rawls and D. Potts, Caterpillar IC System, Presentation at TPF ICS initial-TWG meeting, 2008.
- 13) F. Akesson, Dynapac IC System, Presentation at TPF ICS initial-TWG meeting, 2008.
- 14) 北村, 藤岡, 内山他, ローラ加速度応答法を用いた道路路床の品質管理に関する研究(その2), 第39回土質工学研究発表会, pp. 1345-1346, 2004.
- 15) J. Scherocman, S. Rakowski, and K.Uchiyama, Intelligent Compaction, Does It Exist ?, Proc. of the Annual Conf. Canadian Technical Asphalt Association, Issue 52, pp. 373-398, 2007.
- 16) H. Thurner, Continuous compaction control-specification and experience, Proc., XII IRF World Congress, pp. 951-956, 1993.
- 17) D. White, P. Vennapusa, R. Goldsmith, and L. Johanson, IC Case Histories for Soil, Aggregate, and HMA, 2nd Annual Intelligent Construction for Earthworks Workshop, Presentation, April, 2009.
- 18) 小栗, 上野, 眞壁, 情報化施工における転圧管理システムCISの適用事例について, 平成21年建設機械シンポジウム, 2009.
- 19) <http://www.olmweb.dot.state.mn.us/CORS.GPS/cors.html>

【筆者紹介】

月本 行則(つきもと ゆきのり)
酒井重工業㈱
取締役事業推進部長



大規模工事における情報化施工の導入事例

京極発電所上部調整池工事

太 田 一 広

京極発電所上部調整池は、表面遮水壁型（プール形式）の調整池であり、広範囲の面積を改変する大規模な土工事と内側全面のアスファルトフェーシング舗設を主体とする工事である。その形状は、64%が曲面により構成されており、また、建設地点は豪雪寒冷の厳しい気象条件で、実作業期間が夏期（5ヶ月）に限定されることから、結果として複雑な形状での大土工量の急速施工を実施しなければならなかった。

この度、上記の対策として、GPS等による3次元測位と重機の油圧制御技術を融合した3次元施工システム（3次元自動制御システム）を中心に、調査、設計、施工、施工管理まで全てを一連のシステムで管理できるIT施工管理システムを適用し土工事を終了した。

キーワード：IT施工、情報化施工、GPS、3D-MC、3D-MG、アスファルトフェーシング

1. はじめに

建設施工分野におけるICT（情報通信技術）を活用した新しい施工法である情報化施工の普及が国土交通省を中心に産官学の連携のもと図られている。

北海道電力㈱が虻田郡京極町に建設を進めている純揚水式の京極発電所上部調整池工事（表—1）は大規模土工事の急速施工が必要であり、情報化施工の活用による施工の合理化が工事の主要な課題である。今回、IT施工管理システムを活用した土工事が終了したのでその概要を報告する。

2. 情報化施工導入の経緯

(1) 3次元設計データの共有

本工事では、当初から下記を目的に、発注者と請負

者の双方において3次元CADによる設計データを共有することとした。

- ①建設位置選定や形状決定など基本計画の効率化
- ②施工計画の効率化
- ③出来高など数量計算の迅速化
- ④出来形など施工記録の3次元データでの納品

(2) 情報化施工の導入

しかし、本工事は広範囲の面積を改変し大土工量を扱う大規模土工事であり、調整池形状も複雑なため（写真—1、図—1）以下のような施工上の問題点があることから抜本的な解決が必要であった。

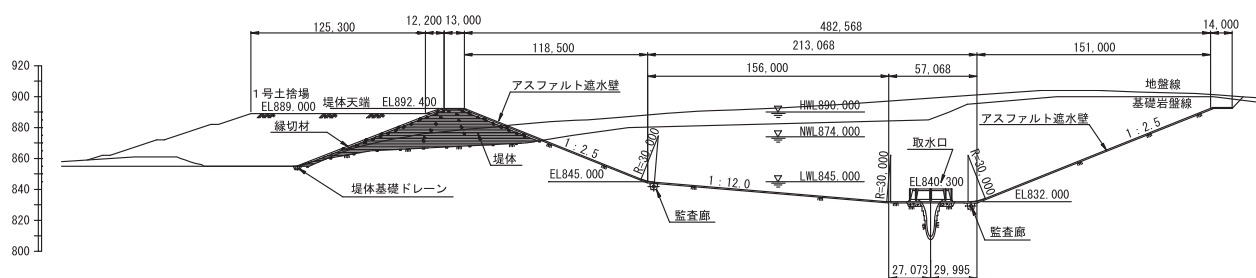
- ①航空写真測量等で作成した現況地盤標高線は、精度の問題から、伐採後に再測量する必要がある、その結果を反映した設計・施工計画を速やかに立案する必要がある。

表—1 京極発電所上部調整池工事諸元

ダム形式	表面アスファルト 遮水壁型フィル（プール形式）
堤頂長	1,140.9 m
堤体積	1,539,000 m ³
天端標高	892.4 m
遮水壁面積	177,750 m ²
総掘削土量	6,581,000 m ³
総貯水容量	4,400,000 m ³
有効貯水量	4,120,000 m ³



写真—1 上部調整池空撮（2009年10月16日撮影）



図一 1 上部調整池断面図

②平面形状に曲面が多く縦断にも曲線が入る形状であり、測量のための座標計算が難しく測量も煩雑である。

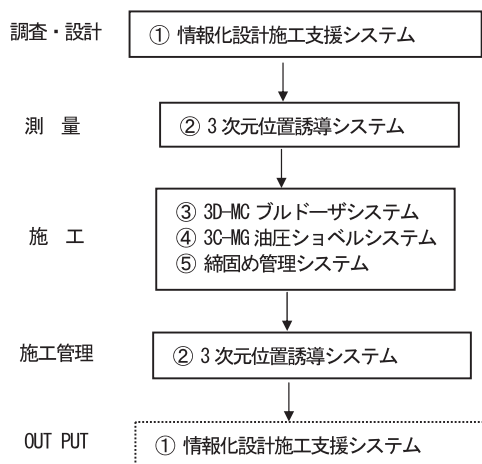
③総掘削土量が658万 m^3 と多く、また積雪の影響により実作業期間が夏期の5ヶ月に限定されるため、1日当りの土工量が極めて多くなることから、昼夜施工とせざるを得ず、丁張りを昼夜に渡り多数設置する必要がある。

④出来形を迅速に把握し、土量計算、土量変化率を工事計画に適確に把握する必要がある。

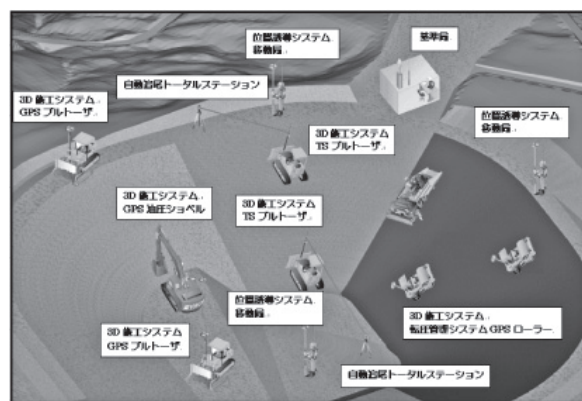
そこで本工事では、当時（2000年）、道路工事などの比較的平坦な工事で導入例があった3次元施工システムに着目し、IT施工管理システムを全面的に採用することとした。

3. IT 施工管理システムの概要

IT施工管理システムは、システム構成図（図—2, 3）に示す5種類のシステムから構成され、情報化設計施工支援システムにより作成される3次元設計データを基点にシステム全体が成り立っている。以下にシステムの概要を述べる。



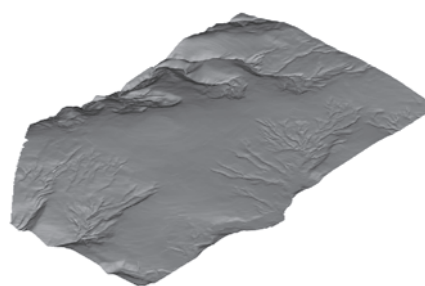
図一 2 システム構成図



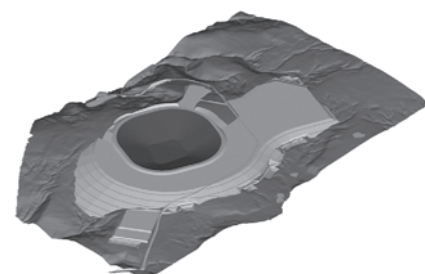
図一 3 施工イメージ

(1) 情報化設計施工支援システム (3D-DAM CAD)

本システムは、AutoCADをベースとして開発したシステムであり、ダムの設計・施工に伴う膨大なデータを3次元図形処理（図—4, 5）により、計画の変更・追加に迅速に対応すると共に、大幅な省力化及び高品質化を実現した設計施工支援システムである。大きな特長は以下のとおりである。



図一 4 景観 CG (着工前)



図一 5 景観 CG (上部調整池完成)

- ① 3次元測量結果からの地形図の自動作図
- ② ダム、トンネル、道路造成等の3次元自動作図
- ③ 土量、面積等の自動数量計算・帳票出力
- ④ 出来形数量の自動作図・数量計算・帳票出力
- ⑤ 景観CGの自動作図

(2) 3次元位置誘導システム (3D-NAVi) (写真—2)

本システムはあらゆる規模の土工事現場において、リアルタイム測量を利用した今までにはなかった新しい測量方法を実現させたものである。

3D-NAViは、RTK-GPS、自動追尾トータルステーション等をポジショニング機器として使用し、ペンタイプコンピュータに予め3D-DAM CADで作成したメッシュデータを3次元登録し、設計データ上の位置を画面上で指示することで、ワンマンで測定者を指定した位置に誘導することができる。この基本機能を利用し、法面の切り出し位置、盛り立て位置への誘導を簡便、迅速にできるのが、3D-NAViの最大の特長である。



写真—2 3D-NAViによる測量状況

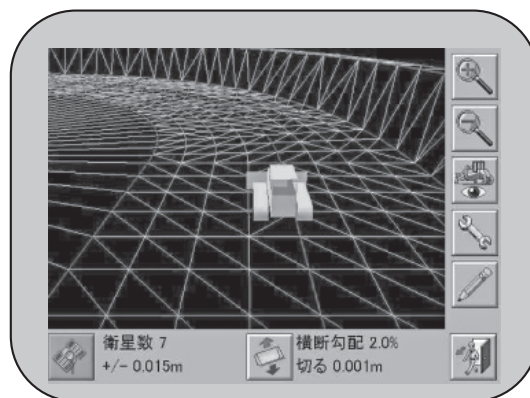
(3) 3次元施工システム

本システムは、3次元設計データとRTK-GPS、自動追尾トータルステーションによって測定された重機的位置情報をリアルタイムに照合させ、現場に3次元設計データをそのまま再現できることが特長である。これにより従来、種々の工程を踏んで行われた作業を省力化し、かつ効率的な施工を実現できるようになった。

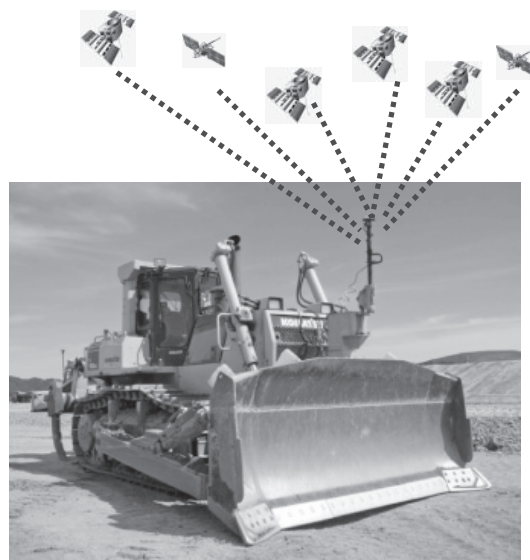
以下に機種毎のシステムの概要を述べる。

- ① マシンコントロールシステム (3D-MC ブルドーザ)
(図—6, 写真—3, 4)

ブルドーザを所定の位置まで誘導することができ、排土板の高さ、チルトの自動制御と方向指示を行うことができる。一般的な土工事の施工精度でよい箇所はRTK-GPSを使用し、アスファルトフェーシングの施工基盤(水工フォームドアスファルト混合物 $t = 15\text{ cm}$) など厳密な厚さ管理が必要な箇所については、



図—6 ブルドーザシステム専用表示器画面



写真—3 3D-MC ブルドーザ

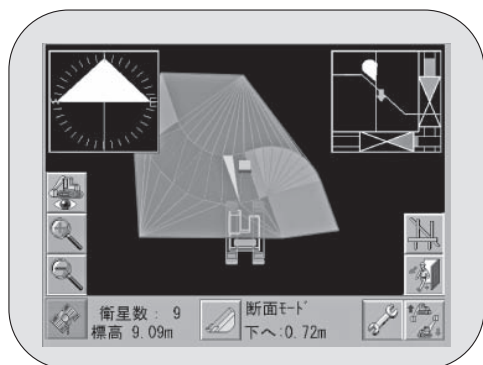


写真—4 堤体敷均し状況

自動追尾トータルステーションを使用する。

- ② マシンガイダンスシステム (3D-MG 油圧ショベル)
(図—7, 写真—5, 6)

油圧ショベルを所定の位置まで誘導することができ、バケットが設計法面の切り出し位置や法面に対する位置を運転席の専用コンピュータに表示することにより曲線でも丁張りを設置することなく作業できる。



図一 7 油圧ショベルシステム専用表示器画面



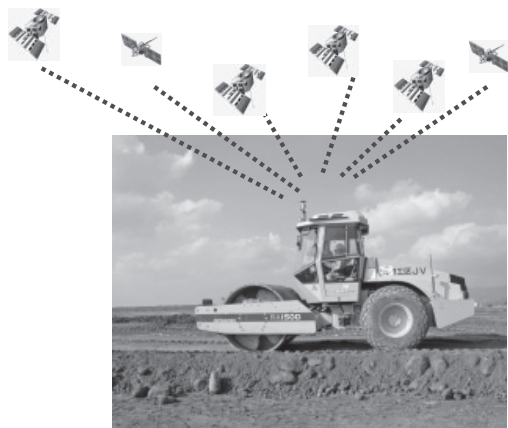
写真一 5 切取法面仕上げ状況



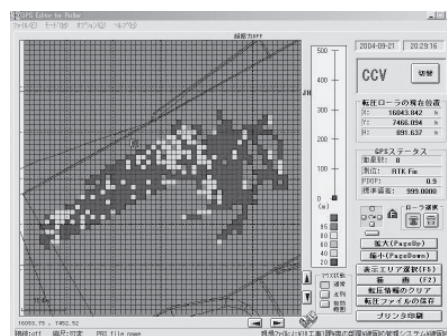
写真一 6 堤体法面整形状況

(4) 締固め管理システム（写真一 7、図一 8）

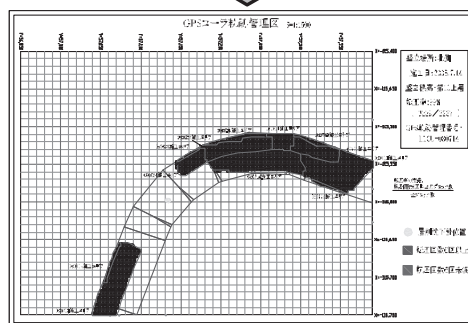
本システムは、ローラに搭載した RTK-GPS の位置情報から走行軌跡を認識し、締固めを行う盛土地盤全



写真一 7 締固め管理システム搭載振動ローラ



オペレータ用画面



帳票出力

図一 8 締固め作業中の表示画面と出力帳票

体を CAD 図表上でメッシュに区切って、各エリア毎に転圧回数を把握し管理するものである。また、転圧結果は、運転席の専用コンピューター画面に表示される。

4. 導入のねらいと成果

IT 施工管理システムを導入したねらいとその成果について QCDSE に区分し以下にまとめる。

① Q：品質

曲面が多い複雑な形状のため、丁張りなどの遣り方を多数設置しなければ面的（連続的）に均一な精度確保が困難と考えられた。丁張りが不要で任意の位置で一様な精度を確保することが可能と考え本システムを導入した。

〔成果〕

- ・ 任意の位置で均一な精度の確保が可能
- ・ 従来工法の丁張りが設置された箇所と 3 次元施工システムでの施工精度は変わらない
- ・ マシンコントロールではオペレータの技量の違いによる施工精度の差が少ない

以上から、従来工法では丁張りを数多く設置する必要があった複雑な形状で、より導入効果を発揮すると考えられる。

② C：コスト

測量費の低減と作業効率の向上による施工費の低減によりシステムの導入費を回収することを目標とした。

[成果]

- ・出来形測量以外の測量作業は殆ど不要
- ・日当たり施工量の増加が曲面部において顕著
- ・システムメンテナンスの手間と費用負担が大きい
- ・施工用の3次元データの作成が必要

以上から、従来工法では施工性が悪く測量作業が煩雑な形状ほど、コストメリットは大きいと考えられる。

③ D：工程

測量作業待ちのアイドルタイム削減による稼働率の向上を導入のねらいとした。

[成果]

- ・日当たり施工量の増加
- ・夜方も測量なしで昼方と同様な作業が可能
- ・測量作業が不要なため、連続して次工程へ進むことが可能

以上から、工程短縮に効果的で急速施工にも有効な手段と考えられる。

④ S：安全

導入に当たり、特段の効果は期待していなかった。

[成果]

- ・測量作業や手元が不要なため人と重機の分離が可能

以上から、人と重機の接触災害防止に有効である。

⑤ E：環境

導入に当たり、特段の効果は期待していなかった。

[成果]

- ・作業効率が向上し重機の運転時間が短くなるため、燃料消費量の削減が可能

以上から、CO₂排出量の削減に効果的である。

5. 情報化施工技術普及への課題

本工事では、丁張りを一切設置しないことを目標にIT施工管理システムを導入し、この度、土工事を終了した。今後、情報化施工の普及を図っていくに当たり課題と感じた点を以下にまとめる。

① 3次元CADデータが必須

情報化施工の運用には3次元CADデータが必要である。発注者と施工者間での3次元CADデータの共有は、基本計画、設計、施工計画、施工管理・監督にも有効なことから、マシンコントロールなどの使用にかかわらず、3次元CADによる設計を標準とすべきである。

② システムが高価

システムが高価なため、初期導入費用が大きくなり、大規模工事以外では、導入費用を測量費や施工費の低減によるコストメリットで回収できない可能性が高い。適用工事を増やし、レンタルなどにより転活用を促進する仕組みづくりが必要である。

③ システムの運用・維持の負担が大きい

システム自体が高精度の計測機器で構成されることから、土工事のような劣悪な環境では損傷を受けやすい。このため、システムの稼働率を高く保つためには日常のメンテナンスが重要であり、この負担が大きい。メーカーには、システムの弱点をモニタリングし改善を継続することが望まれる。

また、メンテナンス体制を構築すれば、システムの台数が増えても負担はさほど変わらないので、情報化施工を導入する場合は、部分的にではなく工事全体に導入することが効果的と考えられる。

④ オペレータの養成・教育が必要

3次元施工システムのオペレータには、導入教育が必要である。短期間の現場に導入する場合は、このことが導入の障害となる。施工経験のあるオペレータの登録制度などを準備することも必要と考えられる。

JICMA

《参考文献》

- 1) 堀川ほか、大規模アスファルトフェーシングダム工事への情報化施工の適用－北海道電力京極発電所上部調整池建設工事－、建設の機械化、2002、No 630、p.3-8

[筆者紹介]

太田 一広（おおた かずひろ）
鹿島建設㈱
京極発電所上部調整池JV工事事務所
所長



中・小規模の建設工事における情報化施工の取り組み

平成 20 年度 23 号^{みゆき}三行南地区道路建設工事

田 口 佳 嗣

建設 ICT 導入研究会が ICT の普及・促進のため、国道の新設工事を建設 ICT モデル工事として選定し、現場に ICT を導入し施工している。導入した技術は、バックホウのマシンガイダンス技術、トータルステーションや 3D スキャナを使用した出来形管理技術である。現場に導入したこれらの技術について、導入状況や課題等、施工者の視点で述べるものである。

キーワード：建設 ICT、モデル工事、情報化施工、マシンガイダンス、トータルステーション、3D スキャナ

1. はじめに

中勢バイパスは、三重県の中勢・北勢地域を南北に縦貫する国道 23 号のバイパスとして交通渋滞の緩和、交通安全の確保、地域開発支援等を目的に計画された幹線道路である（図－1）。鈴鹿市を起点に、津市を經由し、終点松阪市に至る延長 33.8 km のバイパスである。

国道 23 号は大型車混入率が約 5 割もあり、通過交通が多いため、中心市街地を走る現道を迂回する形でバイパスは計画されている。そのため、中勢バイパスと国道 23 号等が一体となって環状機能を確保し、円

滑な交通環境を形成している。

また、豪雨や地震による災害時に安全な避難経路、緊急物資の搬送路としての役割も確保している。

2. 工事内容について

今回の工事場所は中勢バイパス供用区間の延伸工事で、津市の北部に位置する河芸町三行地区である。工事はバイパス未供用区間での延長 380 m の道路改良工事で、主な内容は地山の掘削と法面工及び地域道路の付替に伴う橋梁下部工工事である。本工事における建設 ICT の活用は、地山掘削の切土法面に係る掘削工（掘削土量約 25,000 m³）で使用している。

3. 建設 ICT について

本工事で使用している建設 ICT の内容は、掘削機械（バックホウ）による（Ⅰ）GNSS を使ったマシンガイダンスシステム（バックホウ搭載型）と、その施工法面での（Ⅱ）TS（自動追尾型トータルステーション）を利用した出来形管理、及び（Ⅲ）3D スキャナによる完成時の座標管理に向けた試行である。

（Ⅰ）マシンガイダンスシステム（バックホウ搭載型）

マシンガイダンスシステムは機械操作の補助として、バックホウやブルドーザーなどの排土板やバケットの高さ位置について、それらの設計面との差を運転手に案内する、機械操作の補助的な役割を行うシステムである。

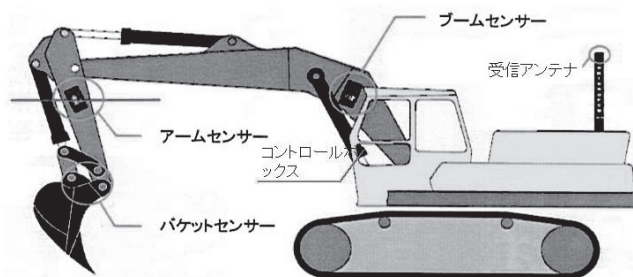
今回使用した、バックホウへの主な装置として、



図－1 位置図

- ① GNSS の受信機
- ②可動部 (各アーム部, バケット部) の角度センサー
- ③運転席へのコントロールボックス

の3項目が挙げられる。それらが関連し、機械運転席の画面上で施工基面を確認しながら掘削作業を行うものである (図—2, 3, 4)。



図—2 マシンガイダンスシステム装置の配置



図—3 可動部の角度センサー



図—4 コントロールボックス

4. 工事現場施工状況 (マシンガイダンスシステムの状況)

(1) 基地局の設置

まず、工事着手前に工事現場内で見通しの良い箇所として南側の開けた場所 GNSS の基地局を設置する。

この基地局より、バックホウの位置情報をつかみ、そのバケットの先端の位置を算出するので、作業の基本となる重要な工程である。その為に、GNSS 衛星を確実に受信する必要がある。現場は里山を切り開く箇所も多く立木等があり、受信機の設置の際に、受信に影響する邪魔な樹木や竹林の伐採を行った (図—5)。



図—5 着手前状況

(2) 施工時の問題点

今回のシステムは初めての使用で、マシンガイダンスシステムの性能については施工を行っていく中で徐々に理解は出来た。しかし、現場で色々と問題点も出て来たので、その事例を紹介する。

①バックホウバケットの変更

本システムはヨーロッパで開発された。日本とアメリカなど諸外国との施工の違いが現れた。

切土掘削時に日本では、土砂を切り崩した後にバケットの底 (背面) で切土面を押さえ、切土法面の整形を行う。ところがアメリカ等では、バックホウの爪で切り崩す施工のみで、法面整形を行わないため、機器の設定がバケットの爪先になっていた (図—6)。



図—6 通常バケットによる法面整形

掘削作業そのものは爪先設定でも良かったのだが、その後の法面整形作業はバケットの底面が切土法面の仕上がり面となり、その時のセンサーはバケット先端を表示するので実際の法面表面から浮いた位置でコントロールボックスに表示される事となる。このために法面整形には対応出来ない設定になっていた。

この点を修正する様メーカーに依頼したが、直ぐには対応出来なかった為、現場では法面整形時においては、バケットを法面タイプの法面バケットタイプのものに付け替え対処した（図一7）。



図一7 法面バケットによる法面整形

この点は、建設ICTとして本システムを採用していく上では、早期の改善が必要と感じた。このため、建設ICT導入研究会の事務局として国土交通省中部地方整備局からも、メーカーへのソフト改善を依頼し、来年度からは対応が可能となっている。

②衛星を拾いすぎてデータがパンク

先に、基地局の設置について説明したが、現場は樹木や竹林に囲まれており、衛星の受信には不利な状況下にあった。このため、基地局は衛星を拾いやすく南側のなるべく山が開けた箇所で、見通しの良い場所を探す必要があり、また、基地局と作業機械との離れについても100m以内という設置条件があった。衛星の受信感度を高く設定することにより、状況の打破を試みた。その方法としては、衛星をアメリカのGPS衛星8機、予備としてロシアのグロナス衛星5機を受信する様に設定し、施工を開始した（図一8）。

ところが、現場の伐採・掘削作業が進み、山が開けるに従い、当初は衛星の受信が困難だったものが、次第に衛星の受信条件が良くなり、受信データの容量が膨大なものとなり、コントロールボックス側の受信機の処理能力を超え、フリーズする状態になった。この



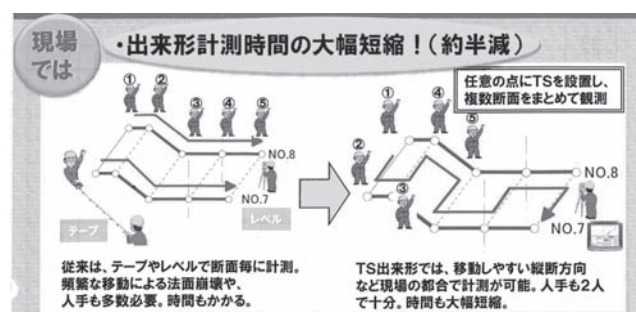
図一8 衛星の設定状況

為、今度は受信対象衛星を制限する様、設定変更を行ったが、このフリーズ状態の発生原因が直ぐに特定出来ず、その設定変更に要した期間も併せて延べ10日間程度、マシンガイダンスシステムを休止せざるをえない状況が発生した。

（Ⅱ）施工管理データを搭載したトータルステーション（自動追尾型）

本システムは従来からも既に使用されているシステムであるが、今回は、自動追尾型を使用した。メリットとしては、『出来形計測時間の短縮』『人員の削減』による施工管理を可能にしている。

従来での出来形等の計測はテープ・レベル等で計測するため、測定者（2人）と書き込み者の最低でも3人以上を必要としたものが、今回は最大でも2人で計測でき、現場での効率化が図られた（図一9）。

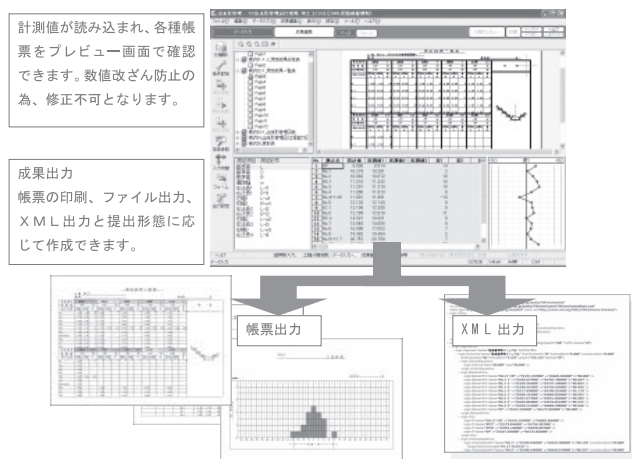


図一9 従来測定との比較図

出来形管理の資料作成は、現場で測定したデータを新たに入力せずに、そのままパソコンに入力される。また、出力される帳票は、国土交通省の標準帳票となっているので、そのまま出来形管理の資料として提出できる（図一10）。

（Ⅲ）3D スキャナによる完成時の座標管理に向けた試行

今後の活用として、3D スキャナによるデータの活

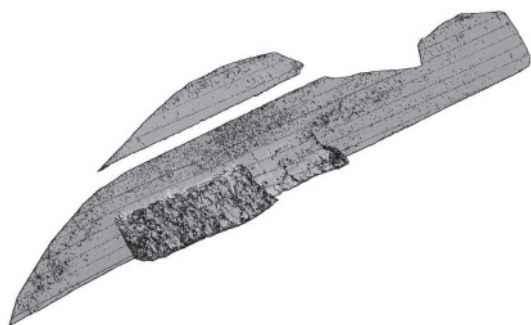


図一 10 出力帳票参考図

用がある。

今回は3D スキャナによる、出来形確認の信憑性・精度を検証する為に、前項のTSで実施した出来形データと、今回3D スキャナによる出来形データの比較を行う予定である。

3D スキャナの、現場見学会時に測定した現況地形図を、下記に示す（図一 11）。



図一 11 3D スキャナによる現況地形図

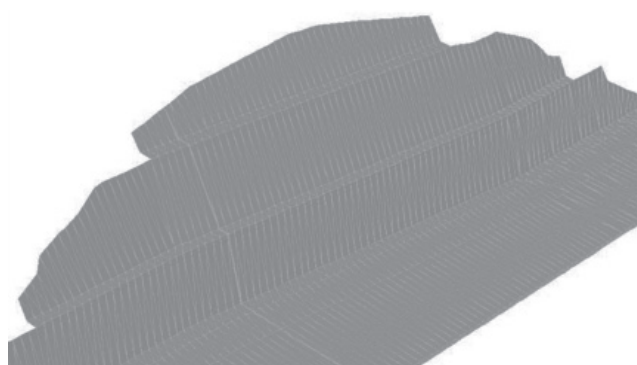
TSでも面データとして測定は出来るが、非常に手間が掛かる。

一方、3D スキャナは現場の面データを一度の測定で出来る。

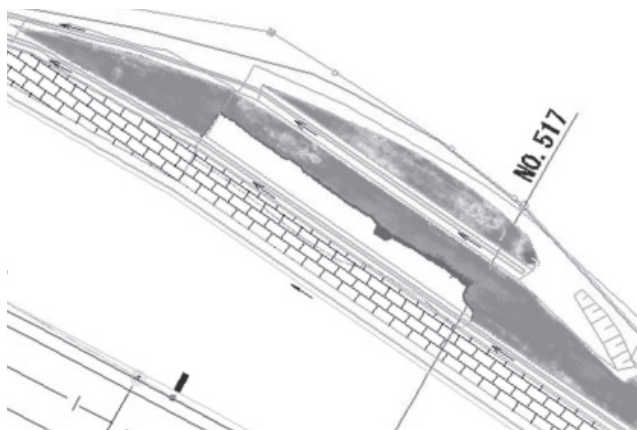
又、設計値のデータも測線の計画高から個々のデータを割り出す事が出来るので、面データとして管理する事が可能と考える。

設計図面をTIN（メッシュデータ）に変換したのが下図である（図一 12）。

3次元設計データと3次元現況データを重ね、平面図として標高差を段彩表示で表現する事により（図一 13）、視覚的な施工の評価及び、施工状況が詳細に把握出来る。図一 13は、平面図で着色箇所が、試行している法面である。設計値と出来形の差を色により表現している。



図一 12 設計図面の TIN データ



図一 13 着色による出来形の差



図一 14 3D スキャナによる測定図

図一 14 も、3D スキャナの測定結果を表現したものである。工事途中のデータなので、中央付近に未施工箇所が残っており、盛り上がっているが、このデータは、工事完成後に維持管理データとしての面的な値を、次工事や次世代に引き継ぐ事が可能であり、法面の変状などの地形の確認などへの活用も出来ると思われる。

5. おわりに

本工事では中・小規模の建設工事での情報化施工の取り組みという中で、直線部で且つ切土掘削土量約25,000 m³と、土木工事としては少量の道路土工工事で使用したが、土木工事での各々の作業で活用が出来る様に、今後更なる機能の向上と、手法の確立がなされれば、例えば、山間地の切土法面で、丁張りも目安とするのが困難な箇所での施工であれば、今までの従来工法より発展した活用が期待でき、有効な手法として進展されていくのではないだろうかと期待している。

J C M A

【筆者紹介】

田口 佳嗣 (たぐち よしつぐ)
堀田建設㈱
現場代理人



「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とりまとめました。

「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>

「米国情報化施工の現状」と 我が国の情報化施工普及への鍵

濱 田 文 子

2009年11月11日に「平成21年度建設施工と機械シンポジウム」が開催された。「実務者に聞く情報化施工の実践」をテーマに施工会社の情報化施工実務者の講演会が開かれた。この中で米国のTrimble社推薦により、米国ニューヨーク州の小規模建設会社コールドスプリング（Cold Spring co. ltd.）の副社長ライアン・フォレスト氏が、北米での情報化施工の実情と米国運輸省（Department of Transportation）の情報化施工への取り組みの一端を報告した。この講演の際、時間の制約により報告出来なかった部分を盛り込み、米国の建設市場の現状とともに報告する。これを基に、日本において情報化施工の普及を阻んでいる構造を検証する。

キーワード：三次元マシンコントロール、三次元設計データ、情報化施工、出来形検査

1. はじめに

米国は、サブプライムローン問題に端を発し、2007年秋頃に住宅バブルが崩壊した。これを切掛けに多分野の資産価値の暴落が起こり、2008年9月のリーマンショックへとつながった。アメリカ経済への不安から、世界的な金融危機へと連鎖した。これに影響した日本経済も大打撃を受けた。

日本の建設市場は、これよりも10年早く1998年からすでに下降を続け、名目政府建設投資額は、いまやピーク時の約半分（見通し42兆円）となっている。

驚くことに、このような状況の中、日本の建設許可業者数は、ピーク時の半分になることは無く15%減に留まっている。

米国の施工会社も、生き残りをかけて、戦い続けている。その鍵こそ情報化施工であると確信しているのが、コールドスプリング社の副社長ライアン・フォレスト氏である。

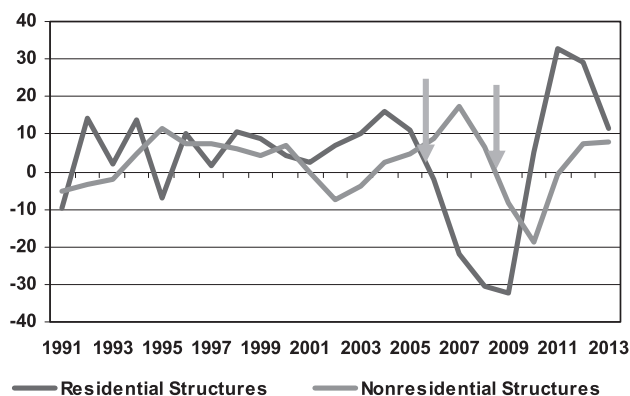


写真—1 コールドスプリング ライアン・フォレスト副社長

2. 米国の建設市場の見通し

米国の住宅建設市場の落ち込みは、2005年から始まっていた。土木建設市場の落ち込みは、その3年後から始まった。2009年の米国総工事費に至っては、米国史上初の急こう配の落ち込みを体験した。

(Percent change from a year earlier, 2005 dollars)



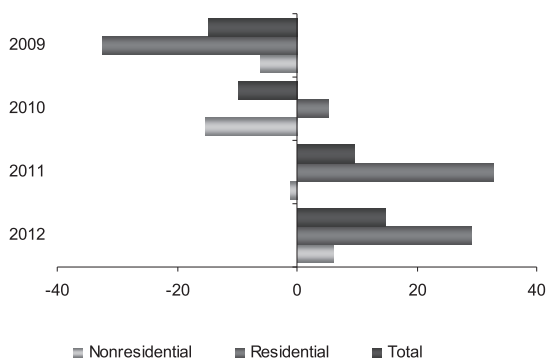
図—1 住宅建設費と非住宅建設費の前年度比%の推移

住宅建設費については、既に回復の兆しが見えてきている。多家族型住宅は増えていないものの、シングルファミリー用住宅費は、回復が始まっている。

しかしながら、土木建設市場を含む総建設工事費は、2011年まで、回復しないとの見通しが出ている。この時期を土木施工会社は、乗り越えなくてはならない状況に追い込まれている。

Total Construction Outlook

(Percent change from a year earlier)



図一 総建設工事費の前年度比%の推移と予測

3. 米國中規模施工会社の事例

(1) コールドスプリング社

コールドスプリング社は、ニューヨーク州アクロンにあり、ナイアガラ滝のそばに位置する。1911年にフォレスト氏の曾祖父が設立し、来年100周年を迎える。雇用者数は、変動的ではあるが、プロジェクトが多い場合には、約200名程になる。主にニューヨーク州運輸局(NY-DOT)及びペンシルベニア州から年間50億円から70億円を受注している中規模土木施工会社である。主に高速道路建設、舗装、造成、橋梁の施工を行っており、数は少ないが、空港、ダム、水門・運河、埋め立て工事も請け負っている。

(2) 主な自社保有建設機械

—ブルドーザ 13台、—油圧ショベル 19台
—グレーダ 6台、—トリマー 1台
—コンクリートプラント 2セット
—スリップフォーム 3台
—アスファルトフィニッシャー 3台
—クレーン 8台 としている。



写真一 コールドスプリング社所有重機

(3) 自社保有情報化施工システム機器

測量機として、GPS測量機移動局 20セット、自動追尾トータルステーション 4セット。

三次元マシンコントロール / ガイダンスは、

—ブルドーザ 9セット

—グレーダ 2セット

—トリマー 1セット

—油圧ショベル 6セット

を所有している。

(4) 情報化施工の活用

コールドスプリング社では、2003年より三次元マシンコントロールの導入を開始した。情報化施工導入後、運輸局からの受注は、8プロジェクトを完了し、現在(2009年11月時点)4プロジェクトを施工中である。

(a) Hinman Wetlands 堤防工事

この工事は、軟弱地盤の複雑な地形に池があり、その周囲に土手、堤防を施工するものであった。約150,000 m³の造成工事で、乾季の10週間で完了しなくてはならなかった。運輸局からの出来形要求精度は、25 mm以内である。

(a) -1 三次元設計データ

この工事の三次元設計データは、コールドスプリング社内にて製作した。このデータを運輸局との打ち合わせを重ね、承認を得る形をとった。



Applications – Hinman Wetlands



図一 Hinman Wetlands 平面データ

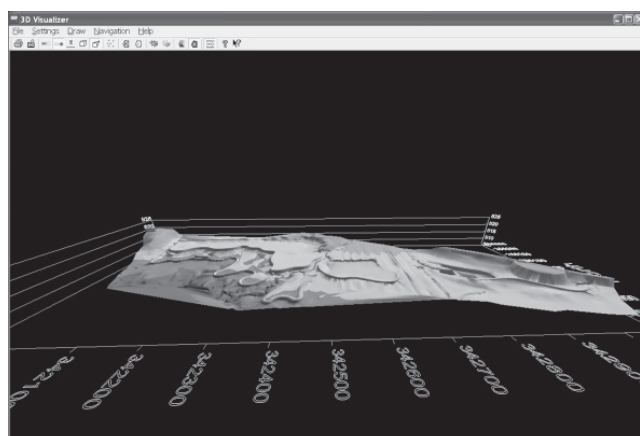
(a) -2 建設機械

ブルドーザに三次元マシンコントロールを、油圧ショベルに三次元マシンガイダンスを搭載し、三次元設計データを活用した。

(a) -3 出来形検査

コールドスプリング社は、GPS測量機にて計測し、要求精度25 mm以内であることを確認している。発注者である運輸局は、別途持参したVRS-GPS測量機を

利用し、事前に提供のあった三次元設計データを利用し、独自で検査を行った。



図一 4 Hinman Wetlands 三次元設計データ



写真一 3 Hinman Wetlands 施工後全景

(b) ルート 219 号拡張工事

この工事は、事前に運輸局より三次元設計データを受け取り、工事を開始した。途中、大規模な地滑りが発生し、一時的に工事が中断を余儀なくされた。これにより、当初 100 万 m^3 受け入れの計画であったが、200 万 m^3 の廃棄に変更となった。

(b) -1 三次元設計データ

運輸局は、入札前より三次元設計データを入札業者へ提供しており、より詳細な施工計画を立てることが可能となった。

(b) -2 地滑り後

運輸局は、地滑り後、変化状況を独自に測量し、変更後の三次元設計データを提供したため、コールドスプリング社は、それに従い、工事遅延無く、施工を行うことができた。

(c) その他の活用

(c) -1 使用材料の削減

建設機械に三次元設計データを搭載しているため、

日々の出来形要求精度内で、動かす土量の調整をおこなっている。要求精度より高い精度にて仕上げ可能になっているため、ダンプの搬入計画がより綿密になっている。特に高価な材料を採用している場合、多額の利益を生み出している。

(c) -2 日々の検測作業の削減

建設機械に三次元設計データを搭載しているため、施工後の出来形計測が簡便化されている。建設機械で既に高さが把握されているため、施工途中のオペからの確認要請も無く、お互いの作業の中断から解放されている。

4. 米国 DOT の情報化施工の現状

情報化施工システムがメーカーから供給されるようになってから 12 年以上が経った。米国内施工会社でのシステム普及に伴い、ニューヨーク州運輸局内でも三次元設計データの重要性が注目されるようになった。マシンコントロールは、情報化施工の一部でありプロセスに過ぎない。設計データが各工事のプロセスを流れることで、さらに効率が上がる。これは、発注者にとっても、施工会社にとってもメリットとなる。

(1) デジタル三次元設計データの提供開始

ニューヨーク州運輸局では、2007 年より中規模以上の工事 90% 以上でデジタル三次元設計データを提供している。しかも、入札前にこのデータを応札検討の施工会社へ提供している。これにより、正確に施工計画を立てることが可能となった。

この提供されるデータは、三次元設計面モデルと線画が含まれている .dgn ファイル (Bentley Systems 社 MicroStation) である。

(2) 提供開始以前の状況

当初情報化施工普及過程では、デジタル三次元設計データは提供されていなかったため、施工会社の努力が必要であった。コールドスプリング社では、社内で作成したり、測量会社・コンサルタント会社へ依頼して平面図、横断図等の紙からデータ (モデル) を起こしたりしていた。(現在も、データの正確性の確認のために、測量会社への作業依頼は、引き続き必要な作業となっている。)

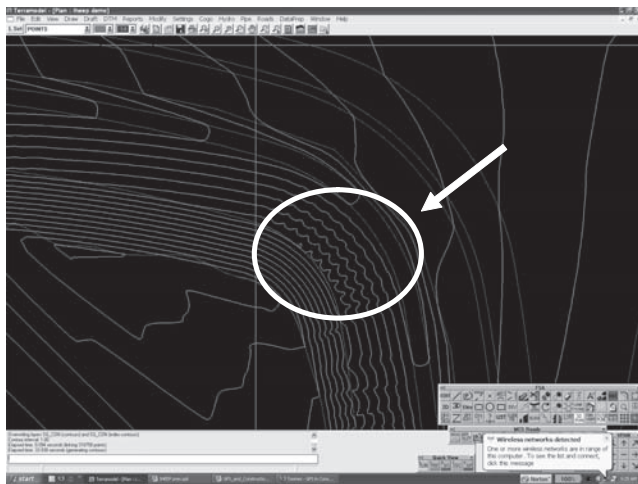
施工開始前に発注者の担当者と打ち合わせを行い、正確に表現されていることに同意を得る作業をおこなっていた。

(3) 運用上の課題

以下のような問題が挙げられた。

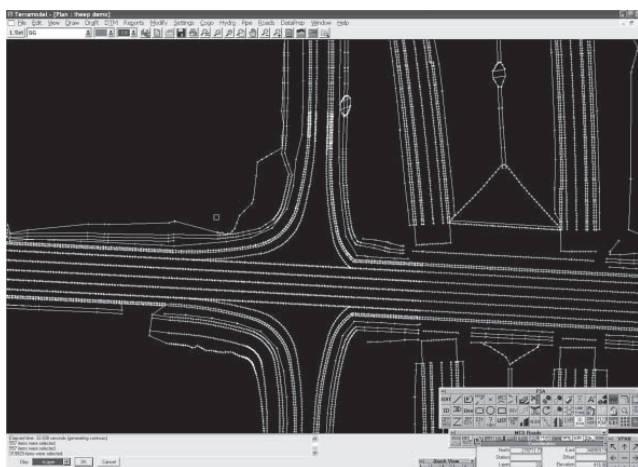
(a) 設計図書が紙ベースの場合との相違は無く、常に正しく設計されているかの確認が必要である。紙ベースで提供されている場合にも、何かしらの間違いが含まれていたように、データの場合にも間違いが含まれている可能性は否めない。細心の注意が必要である。

(b) デジタルの場合には、平面上では正しくても、高さの情報に間違いがある場合がある。



図—5 高さデータ間違いによる等高線の不正

(c) 提供されたデータがマシンコントロールや測量機に読み込めないようなデータで提供される場合もあるので、施工会社での変更を余儀なくされる。この場合も発注者との打ち合わせを略することをしてはならない。



図—6 線画が点データの集まりとなっている不具合

このように発注者からのデータに不具合がある場合は、発注者、請負業者の相互努力が必要不可欠である。

5. なぜ米国で情報化施工が普及するのか

以下のような理由が挙げられる。

- (1) 米国運輸省の多くの中規模工事は、工法指定をしないため、施工会社からの提案を受け入れる柔軟性が高い。既に情報化施工が一般的工法となっているため、システムを所有している施工会社は増加する構造となっている。
- (2) 運輸局の出来形検査は、自らデジタル三次元設計データを搭載した測量機を持参して行う。また、通常工事事務所に常駐しており、効率良く管理、施工を行っているか、監督している。
- (3) 施工会社は、最初から情報化施工を取り入れてきたわけではない。まず、2Dのレーザーマシンコントロールや安いセンサーを利用することで効率化を図ってきた経験が情報化施工へ移行し易くした背景がある。
- (4) 日本でも1960-70年代頃に多かったが、米国では請負業者が統括管理、施工管理、施工まで行う構造であることが普及を促進している。施工管理から施工、出来形計測まで一社にて行う体制（つまり一括受注）の場合、情報化施工の恩恵を多く受けることができる。効率を上げることで、利益を確保できるために、システムを所有しても早く償却させることが可能になっている。
- (5) 普及が進んでいるとはいえ、いまだシステム所有会社は限られているため、所有会社は効率を上げることで数多くの工事を受注することを可能にしている。工事が早く終了することに躊躇は無く、早く終了させることで、小規模工事の優先受注の特典を受けている。
- (6) 一か月（25日）以上の工期短縮に対して、運輸省はインセンティブもしくは、小規模工事の優先発注を行っている。コールドスプリング社の場合には、インセンティブよりも工事受注を選択している。これは、ライアン・フォレストル副社長の方針である。情報化施工を行うことで、工事をなるべく効率良く早く、そして安価に行うことで、税金の無駄使いを減らし、それが強いては自分の住んでいる州に帰ってくるとフォレストル氏は語った。次世代を担う若い経営者の情熱を感じた。

6. 日本での情報化施工事情

前5章の(4)にて既に触れたが、統括管理から施工までの一連の作業を一社内もしくは、一部一次下請けまでで施工可能な受注形態にて情報化施工が進んでいる。日本の場合には、大手道路会社が行う道路施工にこの傾向が当てはまる。請負業者である道路会社が施工管理を行い、かつ施工までを社内にて行っている場合に情報化施工が著しく普及している。ここに見られる特徴として、道路施工会社は、2Dのシステムから効率化を図ってきた歴史を持っている事、重機を所有もしくは一括レンタルし、オペレータは社員にて施工をおこなっている事、がある。

現在は、一次下請け業者にも波及が始まっている。

道路工事以外の土木施工の場合は少し事情が違っている。1980年代ころから、外注化が進み、請負業者は、統括管理と施工管理だけを行い、施工自体は、外注している。2000年以降に至っては、施工管理さえも一次下請け業者へ移行しており、施工は、二次下請けへ移行している。

この構造が、情報化施工の普及の足止めになっていると考えられる。高価な情報化施工システムを、施工管理を行う請負業者が、一次下請けに支給して行うことは、難しい事情がある。前章でも検証してきたように、情報化施工の恩恵を多く受けるには、施工管理と施工を同一会社が行う構造であると有利に作用する。

土木施工では、各地に根差した地方ゼネコンは、この構造を保っている場合が多い。

7. 建設市場での生き残りをかける

両国ともに政府建設投資額が減少する中、米国の中規模施工会社は、生き残りのための工夫を行っている。コールドスプリング社は、情報化施工を採用することで、生き残れると情熱を持って日々施工を行っている。

建設投資額が減少しても、今までより早く品質良く、安価に施工できるとすれば、発注工事数を増やすことは可能になるはずである。

規定に縛られている日本の施工に情報化施工を積極的に取り入れるには、規定の見直しは避けられない。情報化施工は、施工の透明性が向上し出来形検査の省力化も図ることが可能である。

情報化施工システムを安価に供給するには、需要が必要である。需要を増やすには、情報化施工の工法化が必要である。

また、施工会社の変化を受け入れる勇気と情熱も必要である。

建設市場での生き残りのために、情報化施工システムの供給メーカー、施工会社、発注者の三位一体の努力と協力が必要である。

JICMA

《参考文献》

- 1) HIS Global Insight 社: 「Global Construction Outlook」

【筆者紹介】

濱田 文子 (はまだ あやこ)

(株)ニコン・トリンプル

コンストラクション営業部 マーケティンググループ
グループリーダー



中小規模施工現場における情報化施工導入成功の秘訣 (事例紹介)

福 川 光 男

ICT 機能を活用した情報化施工システムは大規模施工でその効果を発揮するもので、小規模工事では、費用対効果の面より運用は困難である。はたしてそうなのであろうか？ 一般製造業においてはかなり以前より中小の町工場に産業用ロボットが導入され、飛躍的に作業効率が改善されその生産性を高めることができている。土木建設業においても、この既成概念に囚われず、‘ものづくり’の観点から施工の合理化を探究した結果、いち早く情報化施工システムを導入し、小規模な工事でも高い運用効果を上げている地方の小規模施工業者の情報化施工システム採用に至った経緯を紹介する。

キーワード：情報化施工，3次元マシンコントロール，TS・3D-MC，回転レーザ制御

1. はじめに

建設機械の操作革命と言われる数値制御による情報化施工は21世紀に入り世界的な規模で普及し始めている。しかし、一般製造業においては既に、半世紀前の20世紀後半1960年代には工作機械の数値制御が開発され急速に普及した。我が国においても、小規模な町工場にまでティーチング機構を備えた産業用ロボットが採用されて、画期的な生産性の向上を果たしてきた。国土交通省の情報化施工推進戦略の重点目標において、2012年度までには中・小規模の工事について標準的な施工・施工管理方法として位置付けるとしている。ただし、大規模工事での情報化施工はそれなりの効果があり普及促進が進むことが予測される。一方、圧倒的に工事件数の多い中小規模の工事においても同じく情報化施工は作業の効率化が図れる場合も多く、むしろ、その効果比率は大規模工事にも勝る場合もある。しかし、工事受注環境が甚だしく厳しい現況下において、中・小規模の建設会社による情報化施工の導入促進は敬遠されがちであり、さらに、情報化施工に関する技術的な情報に接する機会も乏しいことが推測される。

ここでは、そのような環境下において、すなわち産業用ロボットが町工場に普及した時代背景、環境とは異なっているが、発注者、元請けの要請、一時のトレンドや世間の動向の如何にかかわらず、施工のプロとして常により良い仕事を迫及する自己の信念に基づいて、情報化施工システムの有効性を見極め、それを早々と導入し、大幅な施工の合理化と高品質な施工を実現

し、会社の信頼性を高め、この厳しい環境を乗り越えようとしている地方の小規模建設会社を紹介する。

2. 事例紹介する建設会社の概要

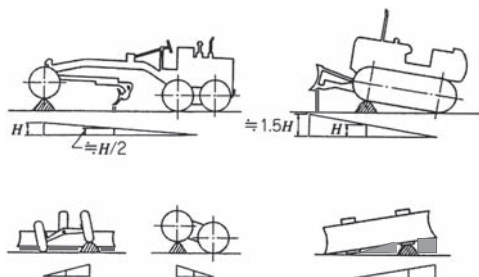
事例紹介する建設会社は長野県安曇野市を本拠とした従業員8名程度の地方の小規模な一般建設業であり、大手舗装会社の協力会社として、主に県内で行われる道路舗装工事や建築の外構工事を行っている。同社の現社長は父親が興したダンプを使用した建設資材の仕入れ販売業を引き継ぎ、元請の要請に基づき小型ブルドーザを使用した路盤整形作業を請け負うことになった。その事もあって、自ら小型ブルドーザを運転し、操作技能を高めていった。やがて、体育施設系建設会社の依頼でテニスコートや野球場の整備工事を請け負うこととなった。

3. 3次元マシンコントロールシステム(3D-MC)採用にいたる経緯

(1) 各種競技グラウンド(スポーツ施設)規定形状と要求精度

スポーツ施設のグラウンド造成工事の施工ポイントは、いかに基盤となる路盤の施工精度を高められるかである。テニスコートなどの造成工事では付帯構造物が接近しているため大型の重機は使用できない場合が多く、基盤整形作業には小型ブルドーザを使用した材料敷き均し作業が行われる。しかし、ブルドーザは

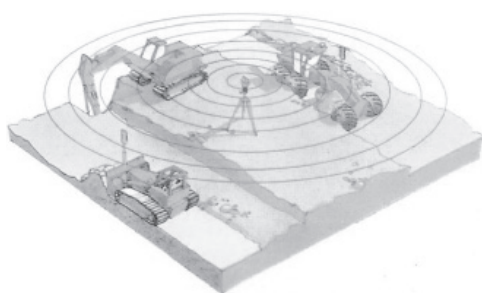
その構造上材料の撒きだし能力は高いが（モーターグレーダに比較すると）図—1の如く敷き均し精度を得るには高い操作技能を要する機構となっている。ゆえに、社長は自らの操作経験を通し、施工の方法、手順、搬入材料の見極め等、施工品質を向上させるためのノウハウを蓄積していった。



図—1 モーターグレーダとブルドーザの揺動比較

(2) 回転レーザ制御（2D-MC）ブルドーザの採用（STEP-1）

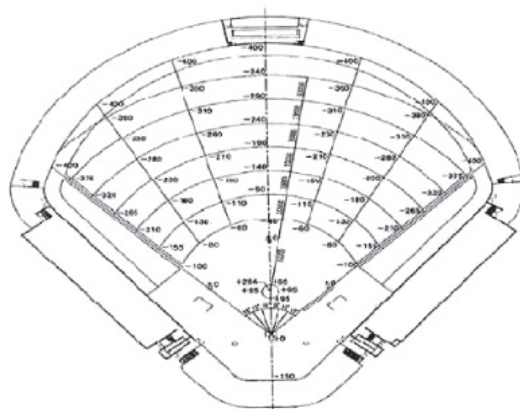
テニスコートなどのスポーツ施設においては、表面の平坦性がプレーに大きく影響するため、一般建築物の外構工事とは異なり、路盤となる基盤構築整形作業には高い施工精度が要求される。そこで、更にこれまで以上に施工精度を上げるため、回転レーザによる水平制御マシンコントロールシステムを導入し、自社保有の小型ブルドーザに搭載した。社長自身がブルドーザの操作に精通しているため、導入した回転レーザ制御システムの機能に高い評価を与えることができ、導入に踏み切った判断が正しかったことに確信をもった。また、発注者からも施工精度が飛躍的に向上したことに対して高い評価がなされた。このシステムは設置された発光装置よりレーザ光を回転させ基準となる円盤状構成面を作り、機械側の受光センサでセンシングして作業装置を自動コントロールさせる。このシステムは既にかかなり普及がなされており、平面構成面の多い駐車場、コンテナヤード、更には飛行場、そしてその機能は農業分野での水田の圃場整備にも使用され、対象機種はブルドーザ、モーターグレーダ、アスファルトフィニシャなど広範囲に運用されている（図—2）。



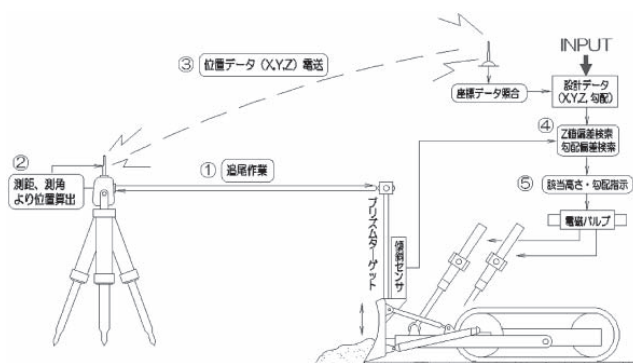
図—2 回転レーザによる重機水平面制御イメージ

(3) 更なる要求機能はTS・3D-MCの導入に至った（STEP-2）

回転レーザ制御システムを使いこなせるようになり、従来の丁張りを作業指標とした人的操作より大幅な施工の合理化と飛躍的に施工精度を高めることができた。しかし、スポーツ施設ヤードの構造は単なる平面構成ばかりではなく、ゆるい排水勾配をもたせた複雑な3次元合成勾配構造の施設もあり（図—3）、そのような施設の基盤構築整形作業で回転レーザ制御システムを使用するには頻繁にレーザ発光器の移動と勾配の設定変更が必要になる。そこで、回転レーザ制御システムの導入先であった、計測機器メーカーの担当者に、「何とかブルドーザの運転席からリモートコントロールで勾配の制御値を変えることができないか？」との要求を投げかけた。この要求に対して、まだ一部の限られた施工会社にしか導入されていなかった測量機器機能（トータルステーション：TS）を活用した3次元マシンコントロールシステム（図—4）が紹介された。この説明に対して、既に、回転レーザシステムを使いこなしている社長は、求めているのはこのシステムだ！と判断し、2007年9月数回の試験施工を経て、即、導入に踏み切った。この導入経過は大手の舗装施工会社が2D-MCシステムの導入を経て3D



図—3 野球場の勾配



図—4 TSを活用した3次元マシンコントロールシステム

-MC システム導入に至った経過とまったく同じであり、経営者が費用対効果を直接判断しているため、むしろ大手企業が長時間かけて調査して導入に踏み切るよりも、非常に短時間での導入がなされた。

4. システムの運用はどのようになされているのか？

この3次元マシンコントロールシステム（3D-MC）を使用するためには、システムのハード部分を揃えても運用ソフトが備わなければ働かない。この課題に対して、どのようにして運用スタッフを確保したのか？

（1）制御デジタルデータ作成要員の育成（STEP-3）

数値制御によるマシンコントロールシステムは従来の各種センサを使用して予め設置された基準物をトレースさせる自動コントロールシステムと異なり、設計デジタルデータにて建設機械の作業装置を自動制御するシステムを運用する。このため、操作用デジタルデータを作成・運用する技術者が必要になる。そこで、大手建設会社での勤務経験があり測量作業経験をもち、パソコン操作に精通した工務系技術者を社員として雇い入れ、システム導入先のトレーニングを受けさせることにより、従来の設計図書および現地の測量測位データからデジタル操作データを作成できる運用技術者が育成できた。タイミングよく適任者を探し出すことができた背景には、社長の広い人脈と適材、適所を見つけ出す優れた洞察力にあると感じた。大手の企業でも多数の社員の中からもっとも適した人材を選び出す行為にも同じことが言える。

（2）3D-MC システムの自社運用（STEP-4）

このようにして、TS 機能を活用した3D-MC 情報化施工システムの運用が社外のサポートなしに自社のみでの運用が可能となった。その結果、運用のノウハウを徐々に自社内に蓄積していくことができ（レンタル依存では不可能との考え）、小型ブルドーザを使用しての路盤構築整形作業において、変化する如何なる設計勾配でも、常に施工制度を概ね10 mm 以内に収めることができるようになった。このことにより、3D-MC を一度使用した現場では必ず次回での使用を要求されるようになった。しかし、いくら施工精度を向上させても施工単価を上げることは発注者側の理解を求めるのが困難であるので（期待はしているが）、このシステムを生かして施工の合理化による施工原価を下げることに機能させていきたい（海外では工期短

縮、精度向上に対してのインセンティブを与える仕組みがあるが、我が国においては残念ながらそのような仕組みはないに等しい）。そして、「我々がもっとも設計に近い他社に負けないものを作っているという自負がある」とのことであった。

5. 新たなマーケットへの活用展開（STEP-5） （複雑な3次元形状グラウンドの施工事例）

丁張りの設置なしで、設計どおりに縦横断勾配に対応できる3D-MC システムが使いこなせるようになると、新たな活用展開して行った。2008年6月、市が発注した工事は、移転する保育園の改修工事で付帯する約4,100 m²のグラウンド整備において、点在する建物やプールに合わせてクレー舗装を施す設計であり、そのため、擦り付け勾配が0.1%～最大5%の範囲で複雑に変化する現場であった。ここで基盤構築整形作業として、路床、路盤、表層材の敷き均し整形作業に3D-MC システムの機能を駆使して（写真—1）工事を無事に完工することができた。施設の完成後、園児が走り回るであろう複雑な3次元形状のグラウンドに降雨の際、設計通りに「水道（ミズミチ）」が美しいシュプールを描いていたことに、工事に従事した関係者からは驚嘆の声が上がったとのことである。



写真—1 3D-MC システムの施工事例

6. 更なる高精度施工を求めて（STEP-6） （3D-MC モーターグレーダの導入）

社長は更なる施工精度の追及と道路構築作業への情報化施工システムの活用を予測した新たな目的として、2009年10月にマシンコントロール対応の電磁油圧操作弁を搭載したモーターグレーダを導入した（写真—2、国内での小規模施工業者の導入は初めてであろう）。その結果、路盤材の敷き均し精度を5 mm 以内に収める精密施工が可能となった。ただし、この数値を実現するには単に装置をグレードアップしただけ



写真—2 3D-MC ブルとの組み合わせで施工精度を高めている

では不可能であり、施工法の原理原則に基づいて、装置を駆使することによって可能となる。その操作手順には経験で得た数多くのノウハウが生かされていることであろう。このことが先行導入者が後からの追従者を引き離す大きな要因になるのではないか？

7. おわりに

筆者も情報化施工システムの導入・運用に従事した経験をもって、直接、社長へのインタビューを通してこの紹介記事を執筆した。筆者自身、従来の操作方法を根本的に変えた建設機械操作革命と高く評価している。しかし、かつての急激な経済発展過程に伴った建設工事の需要に対応するため施工の合理化は、作業の分業化によって大量施工体制が確立された。その後、経済発展の停滞に伴って、分業化の体制は皮肉なこと

に受注（生産）対応に即する結果となり現在に至っている。その結果、従事する技術者に施工作業の良し悪しを総合的に見極める能力が不足してきている感が否定できない。そのような環境下においては、いくら優れたシステムが開発されても、その効果を正しく評価し、導入に踏み切り、活用に至る建設施工業者は少なくなってくる。日本建設機械化協会では情報化施工委員会の活動を通してこのシステムの普及促進を図っている。その一環として、海外での普及状況を調査しているが、既に情報化施工が一般化している北米では発注者、施工者ともに‘施工方法を熟知している’点と‘自己の施工技術を高めることが結果的に相互の利益を生む’という理念が普及促進に繋がっている。真に、本稿で紹介した経営理念と同じであった。これが情報化施工導入成功の秘訣であろう。

最後に、本稿執筆に当たり筆者のインタビューに施工工事のノウハウを細部に亘り惜しみなく提供頂いた五大興業(株)の小林昌徳社長、計測機器メーカーの(株)トプコンに心から御礼を申し上げる。

J C M A

【筆者紹介】

福川 光男（ふくかわ みつお）
 (株)日本建設機械化協会 施工部会
 情報化施工委員会
 委員長



WEB を活用した情報統合システムのねらいと効果

古 屋 弘

近年、各種研究開発の進展とともに調査や解析技術の進歩は当然めざましいものがあるが、施工管理における情報化施工の進展も著しいものがある。このような環境下で、施工管理を目的とした数々のシステムが構築・運用されるようになり、その一つとして「WEB を活用した施工管理システム」がある。WEB を利用するシステムとしては、施工管理におけるセンサネットワークのデータ表示から施工データの統合情報管理まで様々であるが、技術者間でのデータ共有を基本とし、施工管理の合理化を目指したものである。本稿では、これらのシステムの実施例と利用効果に関して紹介する。

キーワード：情報化施工，ネットワーク，WEB 技術，3 次元データ，データベース，無線 LAN

1. はじめに

土木施工における ICT (Information Communication Technology) の活用は、2008 年 7 月に公表された「情報化施工推進戦略」¹⁾ に基づく国交省の試験施工プロジェクトにより、大きく歩み出した感がある。これまでの土木工事における情報化のアプローチは、データ計測や品質管理、または GNSS (GPS) をはじめとする測量機器やセンサーの高度化に付随する施工管理等が主体で、取得された情報は施工プロセスの中の一部での活用にとどまり、データの共有を考慮した事例はあまりなかったようである。この動きとは別に、CALS/EC「公共事業支援統合情報システム」の推進に伴い、各種データの電子化と一部工事情報（入札等の電子化も含む）も大幅に進みつつあり、2009 年 3

月に発表された「CALS/EC アクションプラン 2008」²⁾ において 6 つの目標の中で、（目標 2）発注者・受注者間のコミュニケーションの円滑化、（目標 3）調査・計画・設計・施工・管理を通じて利用可能な電子データの利活用、（目標 4）工事の一層の品質向上を図る情報化施工の推進、が掲げられた。

上記 2 つの戦略（プロジェクト）の最終的な目的は、土木技術者が、ICT 施工技術を用いた効率的な施工の実現と、単なる設計関連図書の電子化のみならず、測量・設計・施工管理データを活用することで、建設工事の中での様々なプロセスでの業務の効率化を図ることと、それらのデータの維持管理への活用も視野にあるようである。いまだに多くの現場で依然として膨大な工事関係書類の受渡しを必要としたり、CAD も含む電子データの定義や構造等の共通化問題も残って

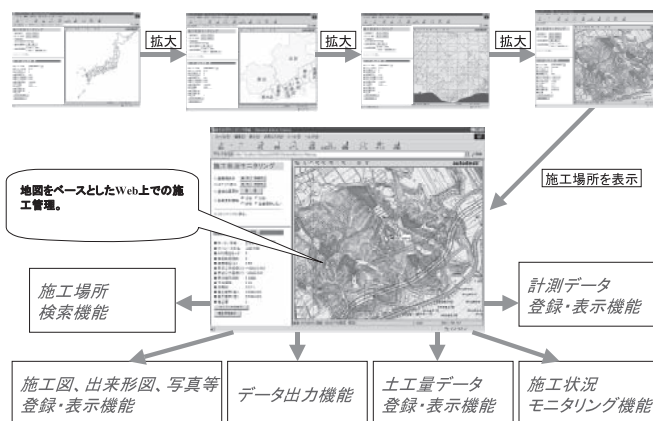
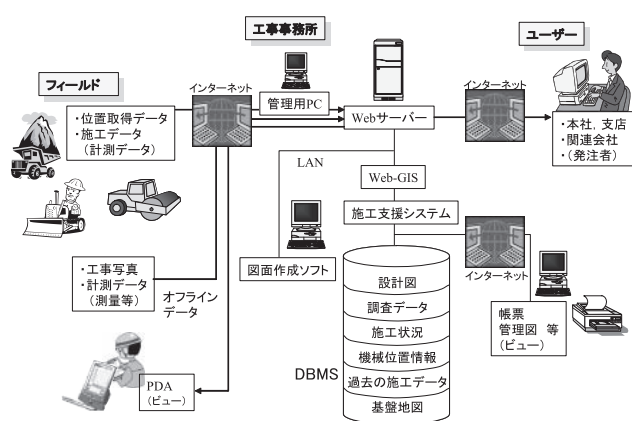


図 1 WEB-GIS を用いた情報統合システム

はいるが、少なくとも受発注者ともに「情報化施工」というシステム（人・ツール・ルール）を用いることにより、現状をより良い方向に改善する方向へ向かっていることは間違いない。

筆者らは2001年より、このような広義の情報化施工の実現のために図—1に示す「WEB-GISを用いた情報統合システム」を構築し^{3) 4)}、さらに「3Dプロダクトモデル」の活用も行っている⁵⁾。本稿では、これらの技術を背景として、近年のWEBを活用した施工情報管理の事例を紹介し、それらの効果に関して報告する。

2. 情報化施工の変遷

WEBを利用したシステムを紹介する前に、報化施工の変遷を大きく3つのフェイズに分類してみる。

(1) 信頼設計のツールとしての情報化施工

情報化施工の変遷を模式的に図—2に示す。当初の情報化施工は図中ではPhase1として示すが、これは観測施工と同義で捉えられ、「設計の予測と施工時のギャップをフィードバックしながらの施工」⁶⁾、または「施工中の技術管理データ（土圧・強度など）を分析しながら施工のみならず設計までも最適化を図ろうとするもの」⁷⁾とあり、その英訳は「Construction by Information Retrieval System」と記されてきた。特に、1990年末のISO2394（構造物の信頼性に関する一般原則）にて信頼性設計の基本概念⁸⁾が示されて以来、工事の安全確保もさることながら、構造物の品質管理を行う上で「信頼性設計のためのツール」と

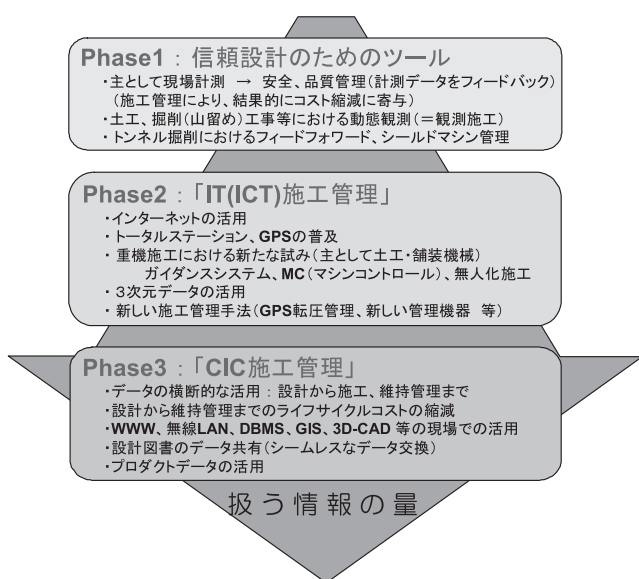
して高度な設計・解析技術（FEMの活用等）とともにこの情報化施工は現在も実施されている。なお、我が国では一般的に情報化施工は、コンピュータ支援による観測施工と理解されることが多い。

(2) ICT 施工管理への拡張

情報化施工の変化にはGPSとインターネットの普及が重要な役割を果たしたが、これらに関する2つの大きな出来事が2000年にあった。1つはGPSに関するもので、2000年5月2日にSA（Selective Availability：選択利用性）が解除され計測精度が向上したことで、この時期から次第に機器の低価格化も進展し、施工現場で各種計測に利用されるようになった。さらに、同年10月には日本型IT社会の実現を目指す構想・戦略・政策である「e-Japan構想」が掲げられ、これ以降通信インフラが急速に整備され、現場でのインターネット利用環境も徐々にではあるが改善されたことである。現場における計測機器や技術もこの間絶え間なく進歩しており、高度な施工管理が行えるようになったが、特にこれら2つの技術は施工管理を大きく変えた。図—2のPhase2にICT施工管理として示すが、例えば、盛土の締め固め管理技術の一つである「GPSを用いた転圧管理」⁹⁾（工法規定）もこの一つである。さらに国土交通省から「情報化施工推進戦略」¹⁾が提示されてからは、ICT施工管理は新たな進展を見せつつある。

(3) CIC 施工管理への展開

さらに大きな変化は、建設プロジェクトにアセットマネジメントの概念を取り入れ、建設工事で発生した情報の有効活用まで視野に入れた情報化施工の概念が、国交省が推進するCALS/EC（Continuous Acquisition and Life-cycle Support/Electronic Commerce）で示されたことで、これは図—2のPhase3に相当する。すなわち、設計データを基に施工時に得られた品質・出来形情報等を取り込み（プロダクトデータ）の概念）、竣工後の維持管理にもその情報（データ）を利用することを目標としたもので、Computer Integrated Construction（CIC）と定義し、単なる計測施工だけでなく、コンピュータ支援により施工管理情報を統合化し、「建設工事の企画設計から施工管理全般に適用しようとする試み」である。設計から維持管理まで一貫したデータ活用に関しては、まだ実現しているとは言い難いが、設計データ（電子データ）から施工データを作成し、プロダクトモデルとして出来形・品質管理を統合して行う試みはいくつかの



図—2 情報化施工の変遷

事例が報告されている⁵⁾。

なお、「国土交通省 CALS/EC アクションプログラム 2008」²⁾では、より鮮明に情報化施工の重要性が示されている。

3. WEB 技術を用いた情報化施工の実施例

以上のように、情報化施工の意味は変遷しており、近年は ICT による情報化施工が注目され推進されているが、どの Phase も重要で、決して従来の観測施工が技術的に古くなり実施されなくなったわけではない。

ところで、情報化施工の進展は、前述のように GPS とインターネットの普及や PC の高性能化と低価格化が寄与するところが多い。PC の高性能化に関しては、一昔前はメインフレームを用いて行ってきた技術計算やデータ管理が、CPU の高速化と、ハードディスクに代表されるストレージ機器の大容量化と低価格化によって、1 台の PC を用いて現場でも実施できるようになってきた事からも実感できる。これとともに、インターネットの普及と通信速度の向上は、現場生産型の建設業の工事管理に新たな手法を導入できる環境を整えてくれたと言える。これが WEB 技術を用いた情報化施工で、最終的にはデータの共有化と統合管理を目標としたものである。

ここでは、まずデータの共有化のために WEB 技術を用いた事例を示し、その後、WEB 技術を用いたデータ統合管理システムを紹介する。

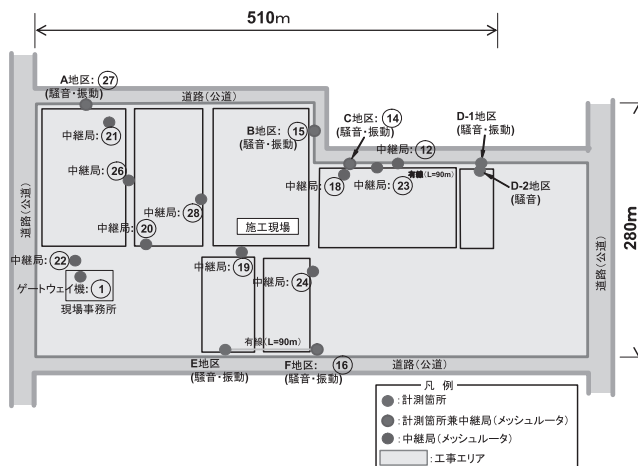
(1) WEB を用いたデータ共有システム

ここで紹介する事例は、工事中に発生する騒音・振動の計測データを WEB を介してデータ管理を行うシステムを構築し、計測器(本事例では騒音、振動データ)のリアルタイムモニタリングを実現した事例である。騒音・振動計は工事現場ではよく利用されている¹⁰⁾が、通常、計測データはデータローグ内に保存され、定期的にメモリーカードを交換することで、事務所の管理用 PC にデータを取り込み整理することが多い。しかし、この方法では現場の作業者は表示器により状態を確認できるが、管理者はデータ整理後でないと現場状況を確認できないといった問題点があり、対応が後手に回る可能性もあった。そこで、リアルタイムに管理者が状況を確認することを目的に、現場で計測された瞬時値を 1 秒間隔で事務所へ送信し閲覧できるシステムを構築することとなった。システムの要件は、以下の通りである。

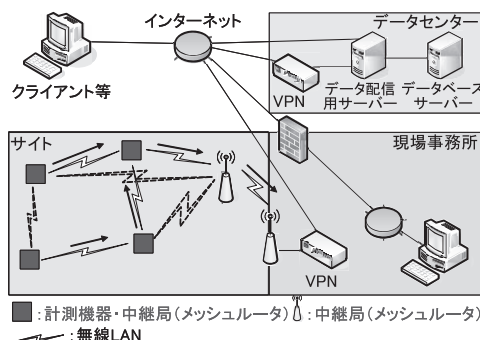
- ①計測ポイントは、工事の進捗とともに変更することが多く、計測機器を頻繁に移設できること。
- ② L5, L10, Leq 等統計的データを処理するために毎秒データを取得し、サーバにデータを送信する。
- ③受発注者ともに、必要なときにデータを容易に確認できるシステムであること。
- ④工事車両の通行を妨げないシステムであること。

以上より、今回の現場では現場内のデータ通信にメッシュネットワークを、データ管理は現場外にデータセンタを構築することとし、データの共有と閲覧に WEB を利用する事とした。図—3 に対象工事の工事エリアの全体図を示す。敷地は、510 m × 280 m、面積約 14 ha に及び、周囲は塀で囲まれ、その外側は公道を挟んで集合住宅や民家及び事業所の入居するビルが近接している。ここに上記の要件を満足させるための計測管理システムを設置した。図—4 に導入したシステム構成図を示す。工事エリア内には騒音・振動計の計測機器が 7 箇所、データ通信用のメッシュルータ(計測機器+無線ルータを含む)を 15 箇所配置している。

なお、使用した無線 LAN の規格は IEEE802.11G で、図—3 に示すように計測機器及び中継局にメッシュ



図—3 計測機器配置図



図—4 システム構成図

ルータ（無線 LAN）を配置した。中継局を複数配置することで、無線メッシュネットワークを形成し、騒音・振動計からのデータは図-5 に示すように、通信の品質が最も良い経路で事務所側のゲートウェイへ送られる。

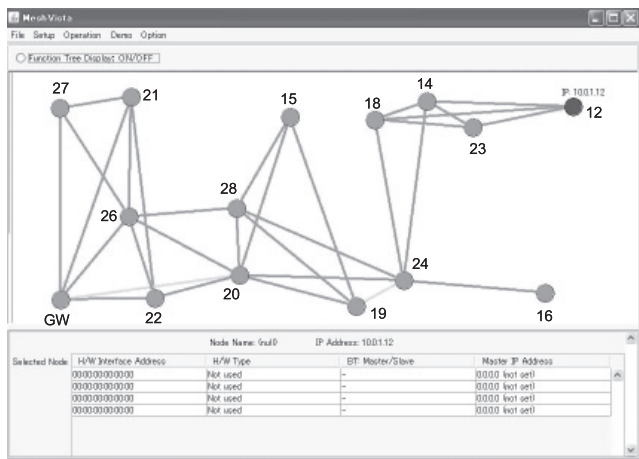


図-5 無線通信状況（メッシュネットワーク）

さて、本稿の主題であるWEBの活用に関しては、「いつでも・どこでもモニタリング」を実現するために利用した。利用者はWEBブラウザ上から専用URLにアクセスし、ログイン画面からユーザー名、パスワードを入力することで、図-6 に示すWEBモニタリング表示画面を閲覧することができる。表示画面では小路エリアごとの現在の瞬時値や10分間経時変化図、過去に遡っての10分間経時変化図の閲覧や地区毎の10分間値・1時間値の抽出・表示・EXCELファイルでの出力が可能となっている。これにより、近隣住民からの問合せに対し、すぐにセンサーデータを確認することができ、工事へのフィードバックを行う体制をとっている。

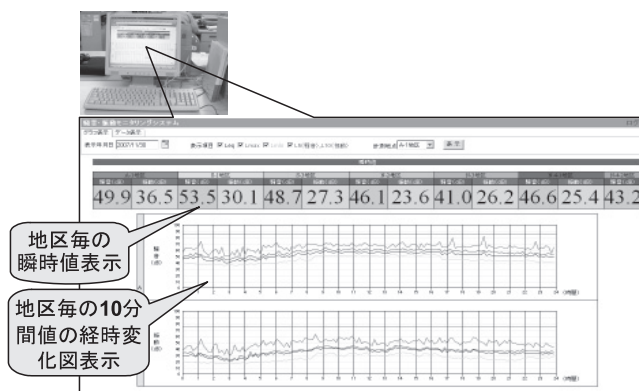


図-6 WEBを利用したモニタリング画面

(2) WEB技術を用いたデータ統合管理システム

次に紹介する事例は、図-2 に示す Phase3 のCIC 施工管理に属するもので、工事管理のうち施工管理をサポートするシステムである。

工事における施工管理は、工程・品質管理をはじめ、種々の管理項目があり、この管理を行うための多くの情報が施工プロジェクトの中で発生し利用されている。筆者らが日常業務で担当している土工現場では、土工重機はブルドーザーと振動ローラーが施工の主体となる。施工支援に関しては機械施工支援（施工計画作成支援）、施工管理では品質管理と出来形管理が重要なポイントとなる。この作業をIT機器を利用してシステム化し、施工管理の合理化を目指したものが図-7 に示すシステムである。システムの運用の概要は以下の通りである（図-8 参照）。

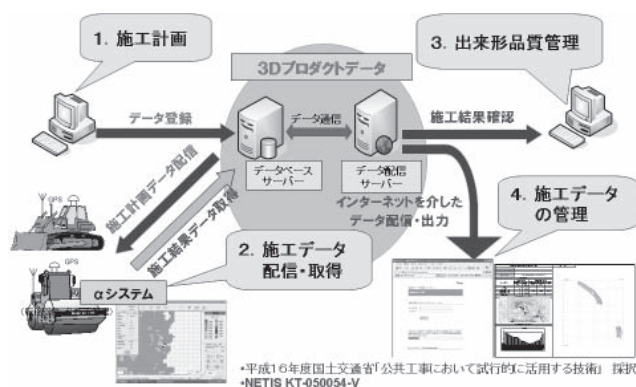


図-7 WEBを利用したモニタリングシステム

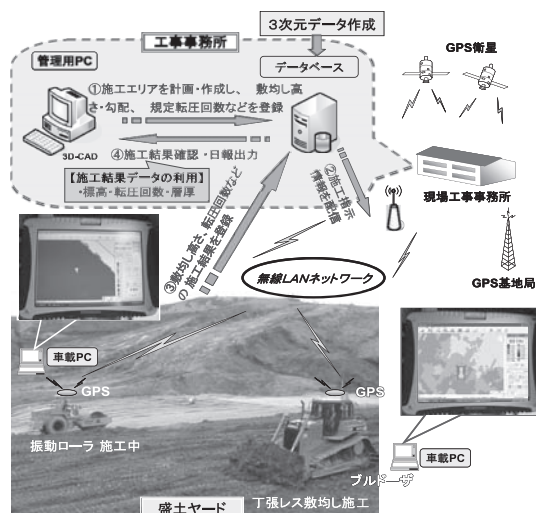


図-8 システム運用の状況

(a) 施工データの3次元化

設計図書の平面図・断面図および周辺地形データ（2次元情報）を3次元データ（3D-CAD）に変換する。

(b) 施工計画の作成・登録

現場用にカスタマイズした 3D-CAD システム（管理用 PC）にて施工計画を立案し、振動ローラへの施工指示（各重機の施工範囲、転圧回数等）を作成し、データベースサーバに登録する。

(c) 施工計画データの取得

システムを搭載した各振動ローラは、施工範囲等の指示を無線 LAN を介して取得し、施工指示データに従って施工を行う。施工中も振動ローラの施工データ（施工位置、転圧回数、密度情報等）は無線 LAN を介して事務所側データベースサーバに送信・登録される。

(d) リアルタイム施工結果確認

施工完了後は、データベースサーバに登録された施工結果データを規定条件で抽出し、直ちに確認する。

(e) 施工データの管理・帳票出力

データベースサーバに登録されたデータは、データベースで管理を行うことで、施工後の多角的なデータ検討や施工管理図書・竣工図書に利用可能な状態でデータを格納する。また日報等の帳票は現場の定めた帳票スタイルに従い自動的に作成し、現場および必要な部門で WEB サーバを介してダウンロードする。

ここに示したシステム^{4) 5)}は、基本的な仕様は 2001 年より変わっておらず、システムの微修正を行いつつ現在に至っている。なお、このシステムを用いて施工を行った、宮城県土地開発公社発注の仙台北部中核都市奥田地区工業団地整地工事では、1 期エリアの造成工事において、平成 20 年 6 月より 9 月までの 4 ヶ月間で約 250 万 m³（面積約 44 ha）の切盛土工を高度な品質管理とともに達成した¹¹⁾。

4. WEB システム導入のメリット

情報化施工システムにて、WEB システムを導入するメリットとしては、ネットワークを用いた施工支援システムであるという特性を生かし、品質管理データを常設機関のサーバにて管理し、必要なデータや帳票等を WEB サーバからのダウンロードにて取り扱うことができる点である。なお、筆者らは運用にあたり、データの安全性を考慮してデータベースサーバ（VPN 接続）とデータ配信用の WEB サーバを分離している（図-7 参照）。データの安全性の確保の他、以下のようなメリットがあった。

- ①個別のアプリケーションソフトを必要とせずに、WEB 環境下の任意の場所（現場事務所／本社支援部門）で施工データの確認、出力、検索ができる。

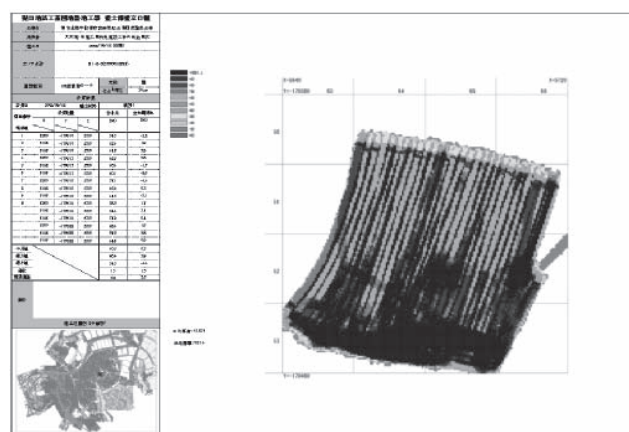


図-9 盛土品質管理日報
（転圧回数と日常の密度管理データを記載）

- ②実務的に現場職員の作業負担を減らすため、予めテンプレートを作成しておくことで、WEB ブラウザのメニュー上から簡単な選択で日報や作業指示書等の管理帳票が出力可能となった。
- ③必要とする関係者間（現場事務所／本社支援部門等）での情報共有が可能となった。

上記の他に WEB システムのメリットとしては、ブラウザがあれば（ほとんどの場合）データの共有が可能となる点である。一部実現しつつあるが、携帯端末を用いてのデータ共有は今後大いに期待できるところである。さらにこのデータ共有は、単なるデータのブラウザだけでなく、そのデータの判断を複数の技術者が行うことができるツールを提供する点で重要な意味を持つ。

また、今後は施工速度の向上や、品質管理の多点計測等でデータの処理が煩雑になる可能性がある。そのような場合に、上記②で示したように定型処理をデータセンタ等で行い、ネットワーク（WEB）を介して帳票類を取り出すような仕組みは、現場の省力化と品質管理の高度化の両者を満足するものであると考える。

5. おわりに

今回紹介した事例は、WEB 技術自体は情報交換のツールの 1 つに過ぎない。しかし、この技術を用いることにより情報共有の可能性は広がり、データベース等と組み合わせることにより、品質や出来形を含む施工状況を検討するプロジェクト管理システムとして機能し、技術者向けの大きなツールとなり得ると考える。また、日常の品質管理結果が短時間で出力可能となる事から、施工管理の合理化にも繋がり、さらに新しい品質管理手法と従来手法をその信頼性を確認した上で

適切な頻度で実施することで、高品質な施工を行いつつ工期短縮を実現できる可能性があることが解った。

最後に、情報化施工の根本理念（図—2 Phase1の概念）は今後も変わらないが、新しい情報化施工（Phase2, 3）の方向性とその活用は、技術者にイノベーションをもたらす可能性がある。しかし、そのためには一技術者として、取得した情報を有効に活用できる知識と技術力の向上がこれまで以上に必要となるであろう。今後も自己研鑽を怠らないようにすることを痛感する次第である。

J C M A

《参考文献》

- 1) http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha08/01/010221_4_.html
- 2) http://www.mlit.go.jp/report/press/kanbo08_hh_000045.html
- 3) 古屋 弘：Web-GISを用いた土工の施工管理システム，2002年度土木情報システム論文集，Vol.11, pp.67～76, 2002.10
- 4) 古屋 弘：Web-GISを用いた土工の情報化施工，第10回建設ロボツトシンポジウム論文集，pp.369～378, 2004.9
- 5) 古屋 弘・千葉洋一郎：3Dプロダクトデータを用いた土工施工支援システムの開発と現場適用，第29回情報利用技術シンポジウム論文集，Vol.13, pp.243～250, 2004.10
- 6) 国島，庄司他：建設マネジメント原論，山海堂，pp.112-114, 1994.
- 7) 土木学会，土木工学ハンドブックⅠ，技報堂，pp.896, 1989.
- 8) ISOにおける性能照査型設計とCENにおけるCPD（建設製品指令）：「ISOへの対応」に関する第2回シンポジウム，1998.9.
- 9) TS・GPSを用いた盛土の締固め情報施工管理要領（案），国土交通省，2003.12.25.
- 10) 疋田・古屋 他：騒音・振動モニタリングシステムの開発と現場適用，土木学会第63回年次学術講演会，6-181, pp.361-362, 2008.9.
- 11) 市川・貫井 他：3次元データを用いた土工施工支援システムの現場適用事例—造成工事—，土木学会東北支部発表会，2009.3.

【筆者紹介】

古屋 弘（ふるや ひろし）
（株大林組



橋梁架設工事の積算

——平成 21 年度版——

■改訂内容

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

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

■定 価

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

※別冊のみの販売はありません。

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも

沖縄県以外 600 円

沖縄県 450 円（但し県内に限る）

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>

ボスポラス海峡横断鉄道トンネル建設工事と情報化施工

ボスポラス海峡の潮流予報システム

伊藤 一教・織田 幸伸

現在、トルコ共和国のイスタンブールでは、ボスポラス海峡横断鉄道トンネルの建設が進められており、海峡横断部には沈埋トンネルが建設された。沈埋トンネルの最大設置水深は 60 m と深いこと、ボスポラス海峡の潮流が二層流を形成し、さらに気象変化に伴い急潮流が発生することは、沈埋トンネルの施工にとって厳しい条件であった。沈埋函の沈設には所要時間内の潮流速が設定流速以下でなければならないため、潮流予報システムを開発し施工可否判断に活用した。この潮流予報システムは ICT を利用したものであり、本稿ではその内容を報告する。

キーワード：ボスポラス海峡、沈埋トンネル、大水深、急潮流、潮流予報システム

1. はじめに

ボスポラス海峡はトルコ共和国イスタンブール市をアジア側とヨーロッパ側に隔て、北の黒海から南のマルマラ海に至る延長 30 km の海峡である（図—1）。

現在のイスタンブールは、東京と同等の人口を抱えながら鉄道網が不足しており、旅客・物流は自ずと自動車に頼らざるを得ない。ボスポラス海峡には 2 本の道路橋が架けられているが、人・物資の移動が増えている現状に対応しきれず、慢性的な交通渋滞を引き起こしている。ボスポラス海峡横断トンネルは、地球環境にも寄与すべく、排気ガスを伴わない鉄道による交通緩和を目的として建設されるものである。以下、海峡横断区間に建設する沈埋トンネルを中心にその概要を述べ、ICT を利用した情報化技術として実際に用いた「ボスポラス海峡の潮流予報システム」を紹介する。

2. プロジェクトの概要

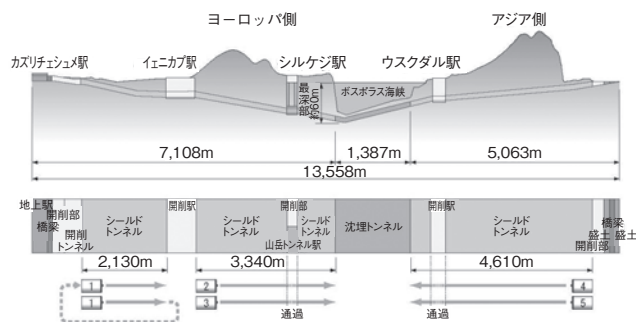
プロジェクト全体は「マルマライ・プロジェクト」（トルコ語で「マルマラ海＋鉄道」を表す造語）と呼ばれ、マルマラ海に面する既存鉄道を近代化し、海峡下を海底トンネルで結ぶ全線 76 km に及ぶ鉄道整備プロジェクトである。プロジェクトの発注は大きく 3 つに分かれているが、大成・Gama・Nurol 共同企業体は海峡横断部を含む延長 13.6 km の鉄道トンネル（図—2, 3）を施工している。海峡部に建設される海底トンネルは沈埋トンネルが採用され、アジア側およびヨーロッパ側の陸域ではシールドトンネルが採用された。海峡横断部での沈埋トンネルの採用は、施主の基本計画において決定された工法であり、設置水深は最大 60 m に達し、米国の BART（40.5 m）に代わり世界最大水深の沈埋トンネルとなる。ちなみに、我が国における最深の沈埋トンネルは首都高湾岸線の多摩川沈埋トンネルで水深 30 m である。



図—1 ボスポラス海峡の位置図



図—2 海峡横断鉄道トンネルの経路図

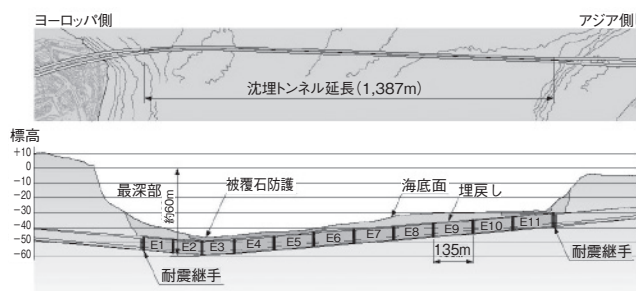


図ー3 海峡横断鉄道トンネルの概略断面図

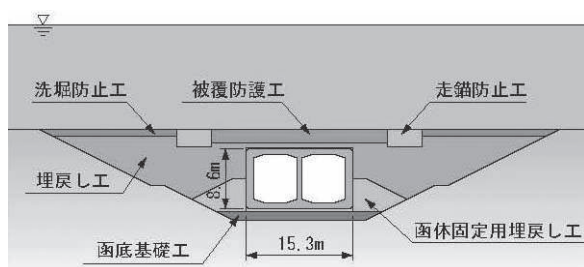
3. 沈埋トンネルの概要

(1) トンネル構造

トンネルは最大長さ 135 m の函体 11 函から成っている（図ー4）。断面形状は 2 連の矩形 RC 構造で、幅 15.3 m、高さ 8.6 m である。トンネル基礎は、浚渫床付け面上に基礎碎石を巻き出し、基礎碎石と函体底面の隙間にグラウト注入を行う方式（函底基礎工）で施工された（図ー5）。



図ー4 沈埋トンネルの概略縦断面図



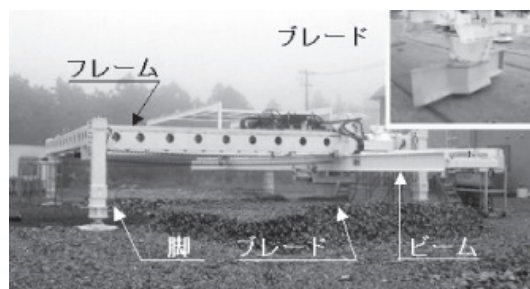
図ー5 沈埋トンネルの概略断面図

(2) 沈埋トンネルの施工

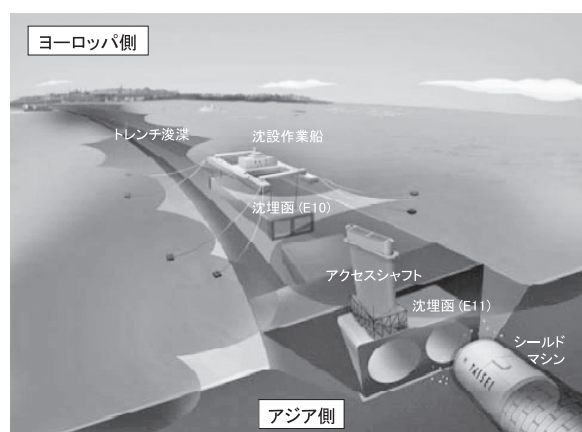
函体は、海峡部から南に 40 km 離れた地点に建設したドライドックにて製作した。函体製作と並行して、ボスポラス海峡の函体設置地点では地盤改良・浚渫・基礎碎石敷均しなどの準備作業を行った。水深が深く、潮流も速いことから、潜水土による重作業は危険かつ非効率である。また、時間の制約と均し精度の両立の面でも、潜水土ないし重錘などによる均しはリ

スクが大きいと考えられた。このため、基礎碎石の敷均しは、専用水中均し機（写真ー1）を製作して実施した¹⁾。各函の沈設を終えるごとに函体内部では函底基礎充填，仮設撤去，本設構築を順次実施した。シールドトンネルの接合・貫通までの期間は，E11 函体（最もアジア側の函体）のアジア側端部上面から水面上に突出させて設置した仮設鋼製シャフト（アクセスシャフト，図ー6）より資機材の搬入出，換気，人員の出入りを行った。函底基礎工においてはトンネルの貫通を待たずに基礎充填できるよう，新規に 2 液混合タイプの充填材を開発した。2 種類の液状材料をアクセスシャフト経由で函内へ配管輸送し，注入位置にて混合・打設した。埋戻しは，埋戻し材投入による函体への衝撃や移動を防ぐためトレミー管を用いた。

沈埋函の沈設作業は，函体を製作ヤードから曳き出し，双胴式の沈設作業船に抱き込み，曳航・沈設を順次行う。曳航開始から沈設終了までは足掛け 2 日間を要し，かつ沈設は潮流速度 1.5 m/s 以下の条件で行う。このため，沈設に先立つ曳航開始時点で沈設時の流速を精度良く予測する必要があった。



写真ー1 水中均し機



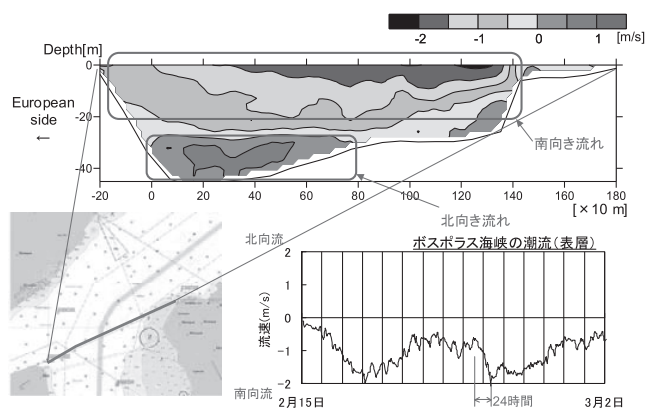
図ー6 沈埋トンネルの説明図

4. ボスポラス海峡の海象条件

ボスポラス海峡の流れは，黒海からマルマラ海へ向かう表層流（南向きの流れ）とマルマラ海から黒海へ

向かう底層流（北向きの流れ）で構成され、上下二層流となっている（図一7）。黒海の海水は周囲の陸域から流れ込む淡水が支配的であり、マルマラ海の海水に比べて密度が低い。通常、黒海の水位はマルマラ海より高いため、黒海の海水はマルマラ海へ向って流れているが、密度が高いマルマラ海の海水は塩水くさびのように海底へ潜り込むように黒海へ向って流れるため、黒海からの海水は表層を流れ、表層と底層で流向が異なる二層流が発生している。

また、潮流観測の結果、ボスポラス海峡の潮汐は小さく、潮流は風や気圧などの気象変化に支配されていた。気象の変化に潮流の速度が応答するため、その変化は速く24時間で1 m/s以上も流速が増大する場合もあった（図一7）。例えば、黒海に北風が吹くと、吹き寄せにより黒海側の海峡の水位が上昇し、マルマラ海に向う表層流が早くなる。さらに、北風が継続するとマルマラ海へ向う流れは、マルマラ海の海水で形成される塩水くさびを押し戻し、二層流は消滅し表層から底層まで2 m/sを越える流れに変化することもあった。



図一7 ボスポラス海峡の断面流況の実測値

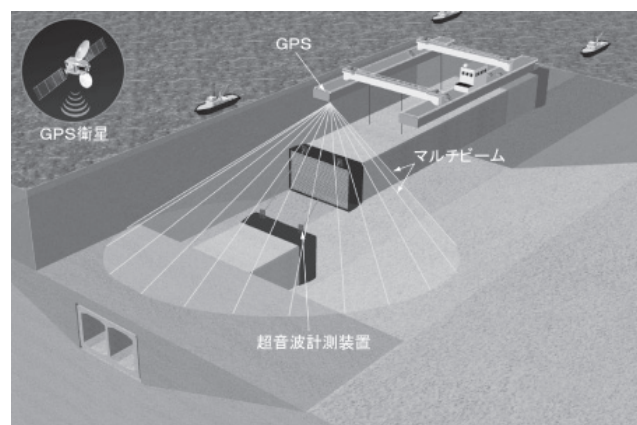
5. 潮流予測システムの概要

(1) 潮流予測の必要性

一般に、急潮流海域における水中構造物設置工は、明石海峡大橋のケーソン設置に代表されるように「潮止まり」に合わせて実施される。これは水中において高い施工精度が求められるだけでなく、流れによる構造物の損傷リスクを回避するためでもある。

図一8のように、既に埋め戻された函体に新しい函体を接合する沈設の場合、施工精度の確保だけでなく衝突などの損傷リスクを回避するためにも、作業の所要時間内の潮流速が常に設定値以下であることは施工の絶対条件であった。しかし、ボスポラス海峡では潮

汐が小さく規則的な潮止まりがなく、海底トンネル建設地点は二層流の影響を最も受けるマルマラ海側（南側）に位置した。さらに、海峡の潮流は短時間に変化する特徴をもっていた。ゆえに、作業開始直前の施工可否判断時において、所要時間内の潮流速を予測し、関係者に配信できる予報システムが必要であった。



図一8 沈設状況説明図

(2) 潮流予測システムの開発

施工に先立ち潮流観測を開始し、潮流・潮汐・風・気圧などのデータを蓄積した。観測結果と3次元流体解析を実施し、ボスポラス海峡の流れのメカニズムとして以下の①、②を解明し、それらの結果から③のモデルを構築した²⁾。

- ①風や気圧の変化とボスポラス海峡の黒海側およびマルマラ海側の水位変化の関係
- ②ボスポラス海峡の黒海側およびマルマラ海側の水位差と建設地点における潮流の関係
- ③建設地点の潮流に及ぼす塩水くさびの挙動

そして、トルコ共和国の気象庁から提供される風や気圧の気象予測値と、現地にてリアルタイムで計測される観測データを入力値とし、ボスポラス海峡の黒海側およびマルマラ海側の水位変化を予測し、その水位差から塩水くさびの挙動を考慮した建設地点の潮流を予測し、配信する予報システムを開発した³⁾。

(3) 潮流予報システムの構成

潮流予報システムは、オンライン観測システム、予測システム、流況情報配信システムの3つのシステムからなる（図一9）。各システムの役割は以下の通りである。

オンライン観測システムは、必要な気象や流況データを取得するための各計測装置、それらのデータをリアルタイムに伝送する情報伝達装置及びそれらを記録するためのデータサーバーから構成される。本工事では、トンネル施工位置に流速を計測するための流速計

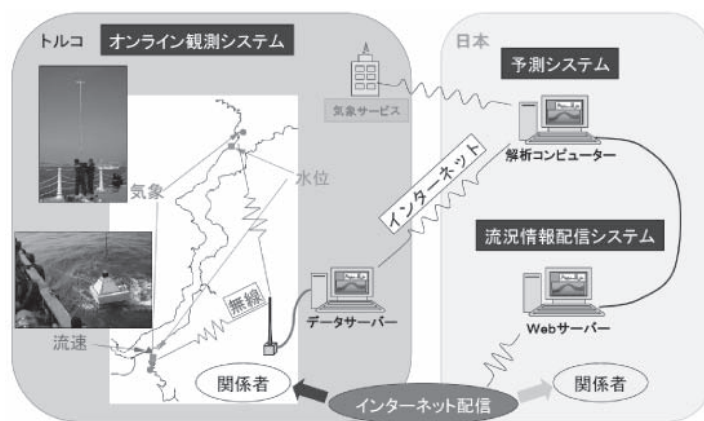


図9 潮流予測システムの構成図

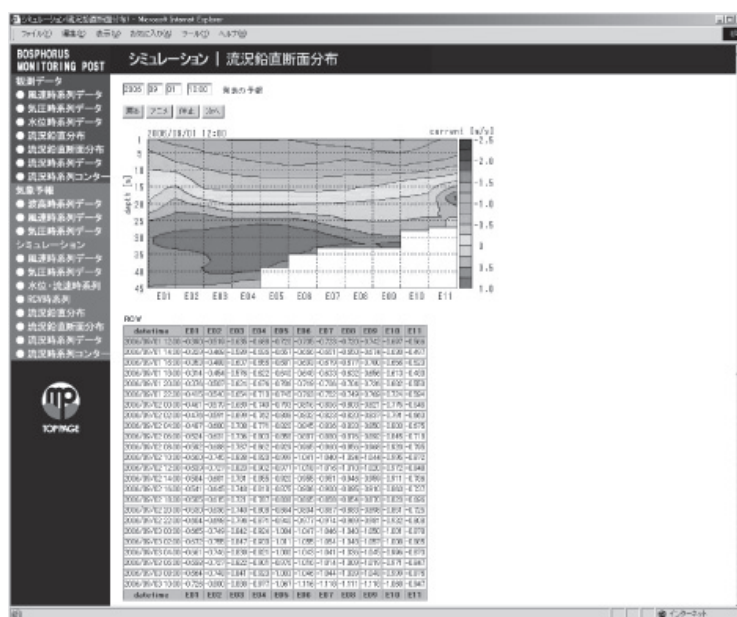


図10 インターネット上に配信される情報例

(ADCP) を、黒海側とマルマラ海側の海峡両端部に水位及び気圧・風を計測するための水位計、気圧計、風向風速計をそれぞれ設置した。これらの計測装置による観測データは、無線により工事事務所に設置されたデータサーバーに伝送され記録される。データサーバーはインターネットに接続されており、必要に応じて観測データを随時取得可能となっている。

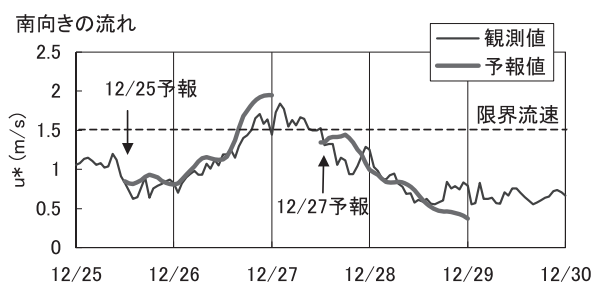
予測システムでは、各計測点で計測された過去の観測値と、将来の気象（風と気圧）の予測値を入力として用いる。トルコ共和国の気象庁から提供される予測値は E メールにより配信される。予測システムは、インターネット接続された現地のデータサーバーからリアルタイムの観測値を取得し、配信された気象予測と合わせて流況の予測値を計算する。この時、潮流予測モデルには、ボスポラス海峡の流れのメカニズムを解明する際に用いた 3 次元流体解析ではなく、長期の観測結果をもとに構築された動的統計解析モデルを適

用した。これは、気象 - 水位 - 流速の関係を 1 : 1 の従属関係として解析するのではなく、風の変化の周波数特性や、水位の上昇速度など入力値の動的な影響を考慮して潮流を算出するモデルである¹⁾。このモデルの利点は、予測値を数分で算出できる演算速度と、観測データの欠損やノイズなど不慮の事態に対しても対応が容易で安定に稼働できるロバスト性であり、1 時間毎に最新データを用いた予測値の更新を可能にした。

予測システムにより算出された潮流予測結果は、オンライン接続された流況情報配信システムに転送され、必要な情報形態に適宜加工され、Web サーバーによりインターネットを通じて関係者に配信される（図10）。関係者は、インターネットを通じて世界中のどこからでも情報にアクセスでき、情報共有ができる。最新の予測値だけでなく、過去の予測値や観測データも参照可能であり、技術者はこれらのデータを参考に、総合的な施工計画、施工可否判断を行うことができる。

(4) 潮流予測の適用性

図—11に可否判断の実施例を示す。12/26に沈設を想定し、12/25に予測値を配信した。翌日の流速は施工限界流速1.5 m/sを超えることが予測された。そのため、翌日の沈設は延期の判断となる。その後12/27には、翌日の流速が小さくなり施工可能な流速となることが予測されたため、12/28に沈設可能の判断が下される。観測値と予測値を比較すると、これらの予測に基づく可否判断が正しかったことが分かる。予測システムの精度を検証するため、以上のような可否判断を8ヶ月間毎日試行した結果、90%以上の正答率を得た。そして、沈設完了までの25ヶ月間でも86%以上の正答率を得ることができた⁴⁾。



図—11 潮流の実測値と予測値の比較図

6. おわりに

ここで紹介したボスポラス海峡横断鉄道トンネルの沈埋トンネルは2008年9月に全11函の沈設を完了している。本稿では、大水深・急潮流下に建設されたボスポラス海峡の沈埋トンネルのために開発した潮流予測システムを紹介した。従来、沈埋トンネル工法の適用は浅海域・静穏海域という認識が一般的であると考えられる。しかし、潮流予測システムのようなICTを利用した支援技術を用いることで、沈埋トンネルの施工

にとって厳しい大水深・急潮流という条件へ対策を講じることができたことは、沈埋トンネルの適用範囲を拡大させることに寄与したと考える。もちろんボスポラス海峡の沈埋トンネルを完成させるためには、ここでは紹介していない数々の要素技術・支援技術が活用されていることを付記しなければならない。本稿で紹介した内容が、ICT技術の活用により様々な工事における施工の高度化・効率化に寄与することを示す一助になれば幸いである。

最後に、本工事の設計ならびに施工に関し多大なるご指導をいただいた方々に、紙面を借りてお礼を申し上げます。

J C M A

《参考文献》

- 1) 小山文男, 橋本敦史, 村上道隆: トルコボスポラス海峡横断鉄道トンネルの施工 沈埋トンネル部基礎地盤水中均しロボット, 建設の施工企画, 年6月号, 2008。
- 2) 織田幸伸, 伊藤一教: 二層流場の動的変動を考慮した流況予測手法の開発, 沿岸域学会誌(論文), Vol.19, No.4, pp.13-24, 2007。
- 3) 織田幸伸, 伊藤一教, 上野成三, 小山文男, 柴枝秀樹: ボスポラス海峡横断鉄道トンネル建設工事における流況予測モデルのシステム化と精度検証, 海洋開発論文集, 第23巻, pp.345-350, 2007。
- 4) 伊藤一教, 織田幸伸, 本田隆英, 小山文男: ボスポラス海峡沈埋トンネルの潮流予測システムの適用性, 土木学会第63回年次学術講演会, Vol.1, No.2, pp.377-378, 2008。

【筆者紹介】

伊藤 一教 (いとう かずのり)
大成建設㈱ 技術センター
土木技術研究所 水域・環境研究室
主任研究員



織田 幸伸 (おだ ゆきのぶ)
大成建設㈱ 技術センター
土木技術研究所 水域・環境研究室
主任研究員



3次元GISとGPSを組み合わせた 「汚染土壌掘削管理システム」

黒 台 昌 弘・館 岡 潤 仁・辻 俊 次

建設ICTの中心技術であるGISとGPSを組み合わせた「汚染土壌掘削管理システム」は、近年増加している土壌汚染対策工事の施工合理化と掘削した土壌のトレーサビリティ確保を目的に開発したものである。

本システムを利用することで、対象地盤の汚染状況把握や建設機械の最適配置などが迅速化され、掘削作業の最適化と施工管理の省力化が飛躍的に進み、実工事に適用した結果、品質向上と工程短縮において大きな効果を発揮することを確認した。さらに、汚染土壌の掘削履歴や処理土のトレーサビリティが自動的に確保できるため、施工の品質証明の点においても優れているシステムである。

キーワード：情報化施工推進戦略、土壌汚染対策法、施工時情報、トレーサビリティ、GPS、GIS

1. はじめに

国土交通省は2008年度に「情報化施工推進戦略」を策定し、建設機械施工に関する様々な取組みを始めている。この戦略では、さらなるコスト縮減、品質確保及び事業執行の効率化を図るため、データ連携などソフト的な対応による効果創出を目指しており、これまでのように高性能なセンサーを建設機械に取付けるといった単なるハードウェアの導入では、現場技術者の意志決定の迅速化やそれに伴う施工効率化、あるいは建設機械の無人化・自動化という目的を達成することが困難になってきている。

一方、環境省では、増加する土地再開発や民間企業の設備投資に絡んだ汚染土壌の円滑な活用促進のため、土壌汚染対策法（以下、土対法）を施行し、安全安心な環境で土地を利用できるルールづくりを推進している。汚染土壌を掘削除去する場合には、単位区画ごとに所定の深度で掘削を行うことが必須であり、2009年施行の改正土壌汚染対策法においても、よりきめ細かな施工管理が要求されている。

このような背景から筆者らは、前述の戦略や土対法に対応したICT利用システムを開発して実工事に適用したので以下に報告する。

2. システムを適用した工事の概要と施工上の課題¹⁾

(1) 工事概要（表—1）

対象地は、開発工事に先立ち土壌汚染対策工事を行うものである。浄化方法は主に現位置浄化技術の「土壌洗浄工」とし、洗浄に不適と判断された汚染土壌については「場外搬出」を行う計画となっている。

表—1 工事概要

項目	内容
工事場所	大阪市内
敷地面積	9.7 ha（敷地全体 21.5 ha）
工事期間	2007年3月～2008年4月（14ヶ月）
浄化方法	掘削除去（現地土壌洗浄＋場外搬出）
汚染状況	重金属9物質による土壌汚染 主な物質は鉛・ひ素・ふっ素
対象土量	掘削土量：約56.3万m ³ 土壌洗浄：約40万m ³ 場外搬出：約4.7万m ³

(2) 本工事の特徴

①大規模な土工事

敷地面積が9.7 haで、掘削対象土量が約56.3万m³と大規模な土工事である。

②短期間での施工

土留や土壌洗浄設備などの仮設や仮設備の設置から浄化対策までの工期が14ヶ月間であり、実際に掘削・土壌洗浄が可能な期間は8.5ヶ月と対象土量の規模から考えると短い。

③大型土壌洗浄設備の採用

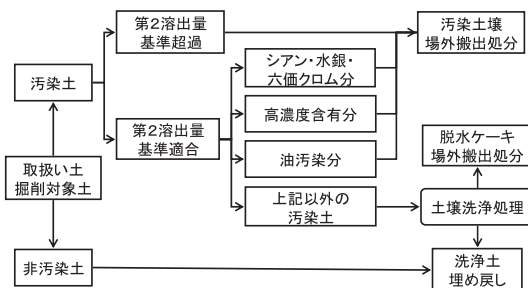
8.5 ヶ月間で約 40 万 m^3 の土壌洗浄を行うため、日最大 3,000 m^3 の処理能力が必要である。

④情報化施工

土壌汚染対策工事であるため、事前の調査結果に基づいた 100 m^2 ごと深度 1 m 単位の「精密な」掘削施工管理が必要である。

(3) 施工計画

掘削土の取扱いフローを図一 1 に示す。掘削した土壌の汚染成分を基準にして取扱方法を設定している。



図一 1 掘削土の取扱いフロー

表一 2 に示すように、洗浄対象汚染土は 4 区分、場外搬出汚染土は処理先が異なることや現場内での取扱い方法が異なるなどの理由で 11 区分としている。

表一 2 掘削した土壌の管理区分

区分	処理レベル	汚染内容
非汚染土	0	非汚染土
汚染土 (土壌洗浄)	1	汚染土扱い
	10	含有基準超過
	20	溶出基準超過
	30	含有基準超過 + 溶出基準超過
汚染土 (場外搬出)	40	油汚染のみ
	45	油汚染 + 重金属等による汚染土壌扱い
	50	油汚染 + 含有量基準超過
	55	油汚染 + 溶出量基準超過
	60	油汚染 + 含有量基準超過 + 溶出量基準超過
	70	カドミウム、鉛、フッ素の高濃度含有分
	75	カドミウム、鉛、フッ素の高濃度含有分 + 溶出量基準超過
	80	シアン、水銀、六価クロムの溶出量基準超過
	85	シアン、水銀、六価クロムの溶出量基準超過 + 含有量基準超過
	90	第 2 溶出量基準超過
	95	第 2 溶出量基準超過 + 含有量基準超過

※処理レベル：現場作業従事者が汚染内容を把握しやすいように設定した番号

洗浄処理した土壌は 100 m^3 ごと以下に 1 回の頻度で該当する汚染物質について分析を行い、指定基準に適合していることを確認後に埋戻しに使用し、土壌洗浄処理に不適なものは場外搬出処理とした。

対象地はもともとゴルフ場として使用されていたため、地表面の起伏が大きいという特徴がある。この地表面を基準に土壌調査が行われているため、すなわち、各調査区画の地表面を GL0 m とした相対的な標高管理となっているため、隣り合う区画では GL0 m の位置が絶対高（標高値）として一致せず、掘削管理が煩雑になることが予想された。

(4) 施工上の課題

工期の制限と土壌洗浄設備の能力を最大限発揮させるため、日当たり最大約 5,000 m^3 掘削する施工計画としたが、以下に示すような施工上の課題が想定された。

- ①土壌洗浄設備の運転状況を考慮しながら、洗浄対象土と場外搬出土をバランスよく掘削するための掘削計画を毎日作成する必要がある
- ②事前の調査結果に基づいて 100 m^2 ごとに深度 1 m 単位での掘削作業となるため効率が悪い
- ③上記に伴い、施工前・施工中・施工後に頻繁な位置出し作業（測量）が発生する
- ④掘削した土壌を分別する区分が多く複雑で、作業員が汚染土の区分を取り違える可能性がある
- ⑤掘削計画作成のため、掘削実績をリアルタイムに管理、確認する必要がある

このため、汚染土の確実な処理、掘削計画・実績管理作業と測量作業の省力化を目的として、GIS（地理情報システム）と GPS（衛星測位システム）を組み合わせた掘削管理システムを開発・適用した。

3. 汚染土壌掘削管理システムの概要

(1) システム開発のコンセプト

土対法では、対象地盤を縦 10 m × 横 10 m にブロック分割して、さらに深度方向にもブロック分割（例えば 1 m 間隔）して汚染状況を把握することと規定している。また、各種の対策を行った場合には、対策の効果を証明することを義務づけている。したがって、広い敷地で深さ方向に汚染状況が異なる地盤を、確実にしかも経済的に掘削するには、「どこまで緻密な掘削計画を立てられるか。」「どれだけその計画通りに掘削できるか。」の 2 点がシステム開発の鍵となる。

本システムは、既開発の「3 次元 GIS による精密施工法^{2) 3)}」の考え方を導入しており、GIS と GPS を組

み合わせた情報化施工技術（建設 ICT）では他に例を見ないものとなっている。

(2) システム構成

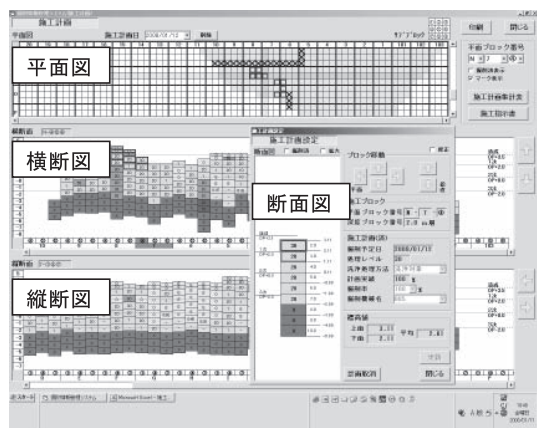
(a) 3次元 GIS による掘削計画システム

① GIS の仕様

本システムは表—3 に示すような仕様となっている。図—2 には地盤情報表示例（掘削計画メイン画面）を示すが、施工ヤードを立体的に表現するのではなく、平面図に縦断面図と横断面図を並列表示させ、加えて1つの平面ブロックに対する深度方向の断面図を同時に同一画面に表示することで擬似的な3次元表示を実現し情報の見える化に対応している。

表—3 GIS による掘削計画システムの仕様

項目	内容
PC	汎用パソコン 1台 LAN 非対応
OS	Windows XP
解析部	ハザマオリジナル
データベース	MS-Access
電子図面	現場平面図を番地化した 10m 区画図 全域：平面図・横断面図・縦断面図 各ブロック：断面図



図—2 地盤情報表示例

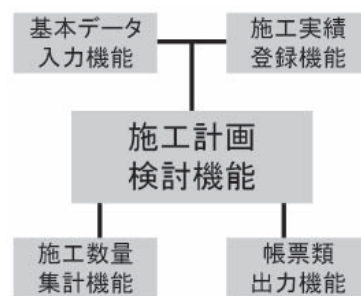
このような視認性を高める方法により、現場技術者だけでなく掘削機械オペレータや測量担当者までもが地盤（地表面下）の様子を理解しながら施工を進めることができるようになっていく。

② システムに具備した機能（図—3）

本システムは、職員が当日の掘削作業完了後に実施する掘削計画作成や掘削実績管理業務を支援するものであり、以下のような機能で構成されている。

i) 基本データ入力機能

処理レベル、洗浄方法、掘削機械、埋戻機械、埋戻



図—3 機能構成図（概要）

材料などを事前に登録する機能

ii) 施工実績登録機能

当日の施工位置名、掘削機械、掘削量などを登録する機能

iii) 施工計画検討機能

土壌洗浄設備の能力と掘削作業の進捗、使用可能な掘削機械などを勘案して、「ブロックくずしゲーム」のような要領で翌日の掘削ブロックを選択確定させる機能。

iv) 施工数量集計機能

iiiの機能で確定させた複数の掘削予定ブロックが保有している情報を集計する機能。含有量や溶出量を成分ごとに集計し、洗浄設備の能力に見合った量であるかを判定する。能力を超えた算定結果となった場合には、iiiの機能で掘削予定ブロックを変更する。

v) 帳票類出力機能

ivの結果を示す施工計画集計表や掘削機械のオペレータに掘削ブロック名を提示する作業指示書などを出力する機能。編集作業を容易にするために、excel形式帳票としている。

(b) GPS による掘削管理システム

本システムは、掘削機械の施工支援を目的として開発したもので、マシンガイダンスシステムと位置づけることができる。

土対法にしたがい、対象地盤を縦 10m × 横 10m、深度方向に 1m 間隔でブロック分割した調査結果に基づき、掘削施工を実施している。写真—1 中央部の段差が 1m、段の幅が 10m となっている。

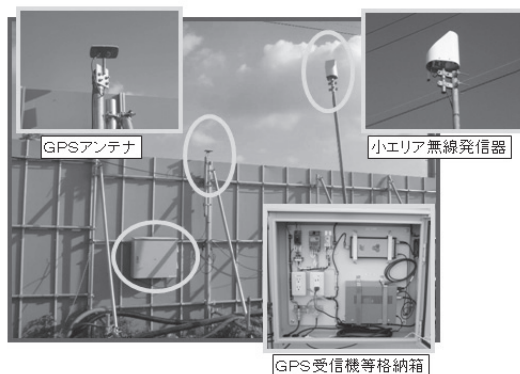
このように汚染土壌を薄くはぎ取りながら、丁寧に施工するためには、掘削機械の 3 次元的な位置をリアルタイムで把握しておく必要がある。そこで本システムでは、RTK-GPS を中核にしてシステムを開発した。

当工事では、1 箇所 GPS 基準局を設置し（写真—2）、6 台のバックホウに移動体用 GPS を搭載し（写真—3, 4）、1 人の作業員に測量用 GPS を可搬させている。

基準局からの RTK 位置補正データの送信には、RTK 方式運用に多用されてきた特定小電力無線より



写真一 掘削状況



写真二 GPS 基準局



写真三 掘削機械に搭載した GPS



写真四 掘削機械の操作室の様子

も送信出力の大きい小エリア無線を用いてより確実な無線伝送を行っている。

(3) システムの導入効果

本システムを運用することにより、対象地盤の汚染

状況把握や建設機械の最適配置などが迅速化され、掘削作業の最適化と施工管理の省力化が飛躍的に進むことが確認でき、その結果、品質向上と工程短縮において大きな効果を発揮できることが判明した。

さらに、汚染土壌の掘削履歴や処理土のトレーサビリティが自動的に確保できることとなるため、品質証明の点においても優れたシステムと言える。

具体的には、3次元GISによる掘削計画では、作業終了後に、当日の施工実績（掘削完了ブロック名や掘削量など）をGISに入力してその実績データに基づき翌日の計画を行うが、システムを使用しない場合と比較して、実績データや計画値の集計作業が格段に早くなるため、作業時間が6時間から2時間に削減できている。なお、掘削計画は一人の職員で実施している。

また、GPSによる掘削管理では、当日の掘削機械の作業位置を現地で指示することや掘削を完了したブロックの底面高さの確認などの測量作業において、一般的な測量機を用いた方法に比べて、作業員を6名から2名に削減できている。

4. 本システムを用いた施工の流れ

当工事では、前述した施工上の課題から、本システムの運用が確実な施工と品質の確保を実現させる上で非常に重要な鍵となっている。これまでの情報化施工では、従来の作業工程を情報化技術で代替補完することが多く見られたが、本工事の施工は本システムを運用することを前提にして綿密に組み立てられているという点で特徴的である。

以降に、本システムを活用した施工の流れについて掘削の計画段階から順に示す⁴⁾。

- ①掘削計画作成：本システムでは、土壌汚染対策法に準じた事前調査結果による地盤内部の汚染状況、およびそれに応じた処理パターンのデータを、あらかじめ格納しておくことができる。現場担当者は事務所で3次元GISの画面（図一2）を見ながら、この複雑な処理パターンを適切に組み合わせ、施工計画集計表（図一4）を何度もtry & errorで作成し、掘削機械の施工能力を最大限に活かす掘削計画を作成する。
- ②作業指示書作成：掘削計画を基に掘削機械ごとの作業指示書を作成する。指示書には平面ブロック名と深度ブロック名から成るブロック番号と3次元座標により、その日の掘削位置が示されている。
- ③作業指示：作業指示書は始業時に各オペレータに手渡し、オペレータは掘削に搭載されたコンピュータにそのブロック番号を登録する。

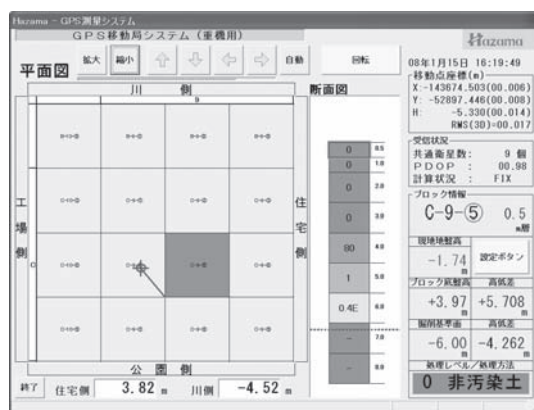
施工日：2008/01/12

施工計画集計表

含有量												
処理 レベル	掘削機械 番号	掘削土量 (m³)	油 150mg/kg	鉛25% 150mg/kg	六価鉛 250mg/kg	有機化合物 50mg/kg	水銀 15mg/kg	セシウム 150mg/kg	鉛 150mg/kg	ひ素 150mg/kg	ふっ素 400mg/kg	ほう素 400mg/kg
0	003	110.0	0.0000	1.0000	1.0000	2.0000	0.0216	1.0000	11.9990	1.9914	20.1515	6.2908
0	004	50.0	0.0000	1.1955	0.5000	1.0000	0.0244	0.5000	10.4848	0.5000	15.0000	0.5000
0	005	375.0	0.0000	1.1952	0.5000	1.0000	0.0209	0.5000	18.5388	1.2579	64.0000	3.0291
小計		535.0	0.0000	1.1514	0.8425	1.6951	0.0422	0.8425	36.3247	1.4190	50.5562	3.4734
1	001	20.0	0.0000	1.0000	1.0000	2.0000	0.0200	1.0000	7.5931	1.2325	35.0000	5.0517
1	002	110.0	0.0000	1.0000	1.0000	2.0000	0.0200	1.0000	35.3043	8.7552	31.5152	22.8477
1	003	190.0	0.0000	1.0000	1.0000	2.0000	0.0200	1.0000	194.8953	1.7935	20.0000	5.4450
1	004	151.1	0.0000	2.3867	1.0000	2.0000	0.0305	1.0000	148.7633	4.8539	197.1714	10.7854
1	005	30.0	0.0000	12.8220	1.0000	2.0000	0.0242	1.0000	38.7387	5.3890	73.3333	3.6483
小計		411.1	0.0000	1.8882	0.5239	1.9510	0.0322	0.5239	33.1231	2.1484	70.4256	0.8073
20	001	450.0	0.0000	1.1008	1.0000	2.0000	0.0200	1.0000	42.1675	5.2284	42.0741	15.8537
流出量												
処理 レベル	掘削機械 番号	掘削土量 (m³)	油 0.1mg/L	鉛25% 0.05mg/L	六価鉛 1.5mg/L	有機化合物 1mg/L	水銀 0.0005mg/L	セシウム 0.01mg/L	鉛 0.01mg/L	ひ素 0.01mg/L	ふっ素 0.0mg/L	ほう素 1mg/L
0	003	0.0	0.0010	0.0200	0.0000	0.0005	0.0000	0.0020	0.0050	0.0050	0.2232	0.2310
0	004	0.0	0.0005	0.0100	0.0000	0.0002	0.0000	0.0010	0.0025	0.0025	0.1260	0.0100
0	005	0.0	0.0008	0.0168	0.0000	0.0004	0.0000	0.0017	0.0042	0.0047	0.2177	0.0338
小計		0.0	0.0008	0.0169	0.0000	0.0004	0.0000	0.0017	0.0042	0.0046	0.2107	0.0728
1	001	0.0	0.0010	0.0200	0.0000	0.0005	0.0000	0.0020	0.0060	0.0130	1.1550	0.1937
1	002	0.0	0.0010	0.0200	0.0000	0.0005	0.0000	0.0036	0.0067	0.0075	0.2374	0.1728
1	003	0.0	0.0010	0.0200	0.0000	0.0005	0.0000	0.0020	0.0050	0.0050	0.1645	0.1974
1	004	0.0	0.0010	0.0200	0.0000	0.0005	0.0000	0.0022	0.0050	0.0055	0.7440	0.1026
1	005	0.0	0.0010	0.0200	0.0000	0.0005	0.0000	0.0022	0.0050	0.0050	0.0900	0.0005
小計		0.0	0.0009	0.0185	0.0000	0.0005	0.0000	0.0020	0.0055	0.0063	0.3237	0.1129
20	001	0.0	0.0010	0.0200	0.0000	0.0005	0.0000	0.0027	0.0094	0.0474	0.6502	0.5505
20	002	0.0	0.0010	0.0200	0.0000	0.0005	0.0000	0.0021	0.0106	0.0100	0.8474	0.2933
20	003	0.0	0.0012	0.0200	0.0000	0.0005	0.0000	0.0020	0.0068	0.0134	0.2823	0.2977
20	004	0.0	0.0009	0.0188	0.0000	0.0005	0.0000	0.0080	0.0071	0.0066	0.7564	0.1426
20	005	0.0	0.0010	0.0200	0.0000	0.0005	0.0000	0.0022	0.0104	0.0214	0.2349	0.1511
小計		0.0	0.0019	0.0194	0.0000	0.0005	0.0000	0.0029	0.0091	0.0162	0.4913	0.2341

図－4 施工計画集計表の例

- ④掘削作業：掘削作業中は画面に表示されるブロック番号とGPSで取得した建設機械の現在座標を照合することにより、現在位置ばかりではなく、掘削している地盤の性状をも確認しながら掘削作業を確実に行うことができる（図－5）。
- ⑤作業終了後：毎日の掘削作業終了後、掘削実績情報や埋戻実績情報をGISに登録する（図－6）。広い土地であっても掘削進行状況が瞬時に把握でき、翌



図－5 掘削機械に搭載したPC画面



図－6 施工実績情報登録

日の掘削機械配置計画が容易になる。また、土壤汚染対策という性格上、掘削や埋戻し工程の情報はトレーサビリティとしての役割を持つため、漏れなく正確に保存しておくことが重要である。

5. 今後の展開について

本システムの運用においては、施工情報の記録や集計のような一律に行う仕事はICT（情報通信技術）であるGISやGPSを活用して思い切った自動化を図っているが、掘削機械の配置や浄化方法の選定など施工の要所については、現場技術者の意思決定を求めるシステムとなっている。昨今、様々な工事に情報化施工システムが展開されているが、その導入効果を上げていくためには、これまで職員や作業員が実施してきた作業をやみくもにシステム化するのではなく、本工事で示したようにシステムと人間の役割分担にも目を向けていく必要があると考える。

今後は、中小規模事業向けシステムへのダウンサイジングを進めるとともに、ダムの原石山掘削のような高い歩留まり率が要求される工種への展開を進めていく予定である。

JICMA

【参考文献】

- 1) 黒台ら：3次元GISとGPSを組み合わせた建設ICTによる「汚染土壌掘削管理システム」、土木学会第64回年次学術講演会第VI部門，pp.369-370，2009
- 2) 大前ら：GISを活用した精密施工支援システムの開発—開発コンセプトとシステムの全体構成—土木学会第27回土木情報システムシンポジウム講演集，pp.41-44，2002
- 3) 奥村ら：大規模土工事における施工CALSの開発，電力土木，No.317，pp.92-97，2005
- 4) 石原ら：現位置浄化技術の取組みと情報化施工技術を活用した大規模浄化対策事例，基礎工，Vol.37，No.11，pp.68-70，2009

【筆者紹介】

黒台 昌弘（くろだい まさひろ）
（仲間組）
技術・環境本部 技術研究所
技術研究第一部



館岡 潤仁（たておか じゅんじ）
（仲間組）
土木事業本部 機電部



辻 俊次（つじ しゅんじ）
（仲間組）
大阪支店 土木部



一般報文

入札参加者ゼロの工事の解消を目指します

名古屋国道の現場力、不調不落対策

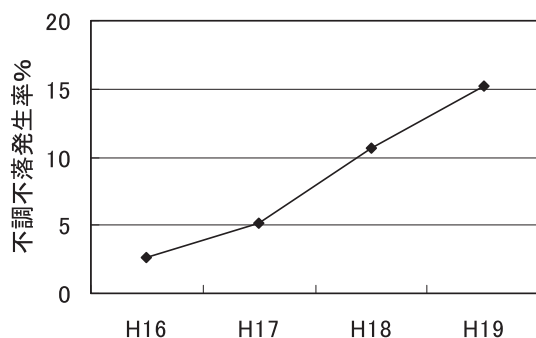
高橋 敏彦

不調不落の工事は、維持修繕工事を中心に増加傾向にあった。名国においても平成 19 年度における維持修繕系の不調不落は、全国平均を大きく上回る 5 割を超えた惨憺たる状況にあった。適切な道路交通サービスを提供するためには工事の発注は欠かせない。このため、平成 20 年度より、名国独自の不調不落対策を実施することとした。これにより、不調不落工事は平成 20 年度後半から順次減少し、平成 21 年度については現在のところ発生していない。本稿では、この名国の不調不落対策について述べるものである。

キーワード：不調不落、再発注、現場管理費、パートナーシップ、リスク回避、発注方式、請負者アンケート、工事成績評定、配置予定技術者、専任、現場説明、現説、早期発注

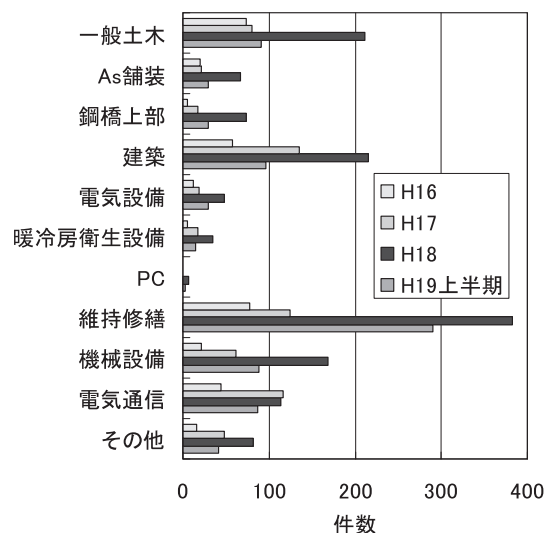
1. はじめに

全国の地方整備局が発注する、工事の不調不落の状況は平成 16 年度の 2.6% から平成 19 年度の 15.2% と 6 倍に増加している(図—1)。工事種別別の発生件数で見ると、維持修繕工事が多い(図—2)。



図一1 不調・不落発生率（全地整）

不調不落は、多くの問題点を抱えている。具体には、①発注者が工事を発注する理由は、適切な道路サービスという行政サービスを実現するためであり、受注者が決まらなければ、そのサービスを提供することができない。次に、②不調不落が発生すると、再発注を検討するための負担や、再発注を進める手続きの負担等新たな行政負担が発生する。また、③これらの手続きに時間が必要なため、単年度予算の工事の工期が厳しいものになり、再発注でたとえ受注者が現れても品質の高い工事が行いにくい、④そして発注が遅れることから年度末に工事が集中し、路上工事問題に拍車をか



図一2 工事種別別不調不落件数（全地整）

ける。さらに、⑤予算執行が遅れ、経済的にも非効率である。

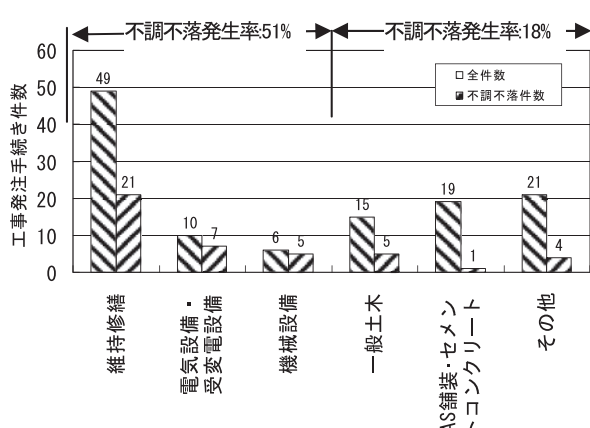
2. 名古屋国道事務所の不調不落

名古屋国道事務所（以下「名国」と略す）は、愛知県内の直轄国道の改築と管理を行う事務所であるが、特に、愛知県内の直轄国道を管理する唯一の事務所である。その管理延長は、全国有数で、3大都市圏の中

表一1 3大都市圏における直轄事務所の道路管理延長

	名古屋国道	東京国道	大阪国道
延長	425 km	153 km	191 km

では圧倒的である(表—1)。これらの道路を管理するため、多くの維持修繕系の工事を発注する必要があるが、平成19年度の不調不落の状況は、全国を上回る惨憺たる状況であった(図—3参照)。



図—3 名古屋国道の不調不落 (H19年度)

特に、電気、機械を含む維持修繕系の不調不落の割合は5割を超え、2回に1度しか入札が成立しない状況であった。これほど多くの不調不落が発生しているにもかかわらず、対策は、発注内容の見直しや直接工事費の見積もりを導入する程度のものであった。

3. 総合的な不調不落対策 (第1段)

このため、この不調不落問題に焦点をあて、総合的な不調不落対策を策定することが重要と考え、平成20年度早々に、所内にプロジェクトチームを立ち上げた。外部の意見を聞きながら進めたいという気持ちがありつつも、速やかな対策が必要と感じたため、内部での検討を中心に進めた。検討結果は、平成20年8月1日に第1弾の対策として記者発表している。

主な内容は、施工実態に見合った積算や施工実績を考慮した工法の採用である。つまり、維持管理工事は、現場が点在し、現場管理費が通常の工事以上にかかることが考えられることから、直接工事費のみならず現場管理費について見積もりを採用することとした。また、積算と施工実態が異なるものについて、施工実態に応じた施工法を採用することとしている。年度途中の対策であることから対象工事を明確にし、今後発注予定の26工事とした。

業界への周知は重要である。記者発表のみでは不十分と考えたため、説明会を開催することとした。説明会は、予想以上の131社が集まり、一度に事務所会議室に入りきらなくなったため、急遽2回に分けて行うこととした。説明会での質疑や、アンケートの結果は、

第2弾の対策にも大きく寄与している。

なお、記者発表は、一般紙への掲載を目標とした。そのためには表題のインパクトが重要である。従来の国交省の事務所の発表は「物を造る」とか「対策する」とか言うものが多いであろう。しかし、「困っている」状況を素直に表現した方がアピールするのではないかと考え、「不落不調対策」ではなく、本稿に採用した「入札参加者ゼロの解消を目指します」というタイトルにした。結果は、日経、読売、中日新聞の3紙に掲載され、特に、日経については184行の掲載となった。

4. 不調不落対策第2弾

第1弾の記者発表をする前から第2弾をどのようにすべきかの検討を始めていた。前述のとおり、第1弾が時間の制約上、情報不足の中まとめたことから、第2弾は、受注者の問題意識など外部の情報収集に力点を置いた。このため、建設業協会、道建協などの団体をはじめ、若手経営者の集まりである建設青年会議などの定例、非定例会議を活用し意見収集を行った。この様な会議では、議題を不調不落の問題に集中して頂くようお願いし、複数の事務所が共同で行うものについては、議題が拡散しないよう、名国単独となるよう無理なお願いをした。また、事務所に挨拶に来る企業の方には、時間があれば意見をぶつけ、また、様々な会合でも情報収集に心がけた。さらに、情報発信が重要と考え、私の挨拶では、「名国は不落不調対策に最大限努力する」言葉を欠かさなかった。

これらの情報収集と、普段からの問題意識をまとめたものが、第2弾の対策であり、平成20年12月10日の記者発表である。第1弾と異なり建設業協会に出向いた説明会には、100社が参加し好評をくした。

さて、第2弾の主眼は、第1弾と異なる。第1弾の見積もり活用は、積算価格の上昇につながる。積算価格を上げて効果を求めるのは、スマートではない。このため、第2弾は、パートナーシップ、リスク回避、発注方式に力点を置くこととした。

(a) 発注者と受注者の対等なパートナーシップの形成

①設計変更時の手続きの改善

発注者と受注者の対等なパートナーシップは、古くから言われていることである。しかし、実際現場においてどれだけ徹底されているか考えた時に、様々な疑問が生じてくる。具体的には、受注後、工事の変更は、発注者の指示で行われる。指示といった瞬間、対等性は失われるであろう。そして、受注者は、変更金額も分からない。彼らとしては、「当初発注された内容だ

からあの金額（当初入札額）で受注したのに、違う仕事を同じ落札率で行えと言われても…」という思いがあるのだと思う。このため、対等な立場で変更の協議を行うこととし、協議成立後、指示を行う形に改めた。この様な内容を局と相談する中で、中部地整全体の施策となり、概算金額も提示することとなった。

②請負者アンケートの実施

次に、評価の問題がある。工事終了後、発注者は工事成績で受注者を評価する。しかし、受注者が発注者を評価するということはない（強いて言えば、不調不落が無言の評価かもしれない）。対等ならば、受注者が発注者を評価しても良いはずである。これは、一見発注者に厳しい結果をもたらすと考えがちである。しかし、レストランに行けばお客様アンケートというものがあり、この意見で改善が進み、より良いサービスが提供される。そして、客は増える。同様に考えれば、受注者の意見が発注者の問題を認識させ、これを改善すれば、組織の向上をもたらす、不調不落も減るのではないか。このため、名国は受注者全てに対し、請負者アンケートを実施し、システムの常に受注者の意見が聞ける環境を整備した。アンケートの内容は、監督員の対応、契約図書、発注者の事務手続き、工事完成後の感想などである。

ところで、辛口のアンケートを書くことを受注者は恐れることがある。これは、辛口のコメントを書かれた担当（発注者）からの報復を恐れるためである。この点を配慮し、アンケートの閲覧は所長と副所長のみとし、それをアンケートに明記した。ただし、職員の意識改革、仕事の仕方の改善が必要なため、統計的にまとめたデータや意見は、対象職員に周知し、職員を集めた説明会を行っている。

③施工実態を考慮した工事成績評定の実施

維持関係の工事は細切れの工事が多く、新設工事よりも見栄えが劣るものが多い。この結果として、評価が低くなる傾向があった。しかし、維持修繕工事は、重交通の交通規制の中で工事を行う必要があり難易度が高く、容易ではないのが実態だ。このため、これらの実態を的確に評価できる工事成績評定を策定した。具体には、評価の際、従来の評価では、維持修繕に馴染みにくい項目が評価対象に含まれていたものを除外し、維持修繕工事に特有な項目を追加など改善し、評価することとした。

(b) リスクの回避

工事受注にリスクは付きものである。そして、一般に、維持修繕工事は新設工事に比べリスクが大きい。これは、既に供用している道路上で工事を行うことが

多く、重交通の中での工事であり制約が多いこと、また、関係者との協議、住民対応、道路埋設物の不透明さや設計条件の変更等により、当初と異なる施工や行程、新規項目の追加などリスクがあるからだ。

受注者は、このリスクを請負金額に設定する。このため、リスクが大きい場合、高い入札価格を設定し、結果として不調となる。リスクの程度が不明とか、そもそもそんな面倒な仕事を受注するのを嫌だと思ふと、参加者が現れず不調となる。

このため、発注者によるリスク管理が重要となる。対応は、大きく二つに分かれると考えている。一つは、交差点工事など、発注後の関係者協議で施工法が替わる可能性があるものである。この場合、設計変更が可能なように条件を明示し、実績と積算に乖離があるものについては、新たな積算基準を設定する。もう一つは、交通誘導員のたぐいである。交通誘導員の数量変更はよく聞く。これは、現状をよく理解していないコンサルの成果を当初設計に用いることにあるためであり、改善策としては、類似工事の精算実績など、発注者の経験を当初設計に当てはめることにより、数量変更が少なくて済む様にした。

表—2 リスクの軽減方法

項目	リスクの軽減方法
交差点工事 夜間舗装工事	設計変更が可能な条件明示と新たな積算方法の開発
交通誘導員 信号機設置	設計変更が生じないよう、実績を加味した数量設定

(c) 多様な発注方式

改築工事ではよく見られる国債での複数年度にまたがる契約を、維持工事でも行うこととした。また、工事を進める上で、工事業者が図面の修正を行う場合は、変更対象とすることとした。

また、入札に参加したいのだが、配置予定技術者がいなくて入札に参加できないという声がある。通常、管理技術者等の交替は、容易に認めていない。しかし、電線共同溝のように、工事発注後しばらくは占用企業者との工事調整であり、本体工事が動かない場合がある。この場合、初期の配置予定技術者が本体工事の配置予定技術者と異なることを容認した。このような入札条件の弾力化により、企業が計画的で効率的な技術者の配置を可能となったものと考ええる。また、ゼロ国債など年度末に発注する工事の場合、配置予定技術者の専任開始が3月なのか4月なのかで大きな違いが出てくる。3月専任だと、別の工事で年度末まで拘束される者は応募できない。通常、契約前に専任開始の時

期の情報がないため、受注者はリスクを考え、3月専任を前提とする。4月専任で良いならムダなリスクである。このため、名国では、4月専任で良いものについて「専任開始は4月〇日からとする」と公告文に明記し、3月まで専任している者の応募を可能とした。

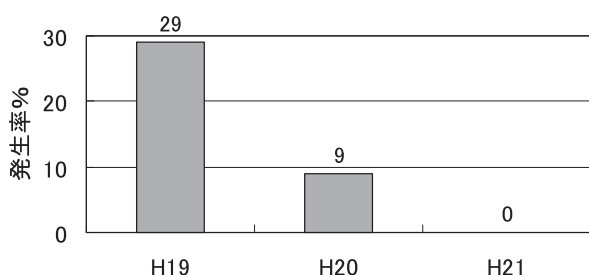
5. 不調不落対策第3弾

第1弾、第2弾の対策を行っても、未だ不調となる工事が存在した。3年に渡り6回の入札に1度も参加者が現れない歩道橋工事である。このための対策が平成21年5月の第3弾であり、現場説明の復活である。現場説明は、指名競争入札から一般競争入札の移行で、入札参加資料に置き換えられ、廃止されていた。しかし、資料のみでは理解に限界があるのではないかと考え、現説を復活することとした。方法は公告文に現説を行う旨を記述し、また、全国初の試みになることから、本工事に限り参加資格者全てにファックスを送信した。過去に現説の場が談合の温床なのではないかと批判を受けたことに十分配慮し、説明は1社毎、さらに、前後で企業同士が顔を合わさないよう空白時間を作った。このため、説明に丸二日かかり、膨大なエネルギーを要した。しかし、努力は報われ、3年越しの不調工事が無事落札される結果となった。

本方式は、効果が高いものの発注者側の負担も極めて大きい。このため、Webからダウンロードで再生できる現説方式も試行した。時間は、当初5分の内容であったが、2分にまとめた。結果は、無事受注者が決定したところである。なお、第3弾はあえて記者発表をしなかったが、この計画内容を、ある機関に話したところ、そこが6月に記者発表したところである。

6. 対策効果

平成20年度は年度途中から対策を行ったため、比較しにくい点がある。このため、同一工事のダブリをなくしたものが図—4であり、図—3の数字と異なる



図—4 名国の不調不落（ダブリなし）

る点に注意していただきたい。対策効果は見事に現れた。特に、平成21年度は、第1弾に記述した早期発注の効果も手伝って、現時点で不調不落が発生していない。なお、この様な名国の努力も含め、平成20年度の全国の不調不落の発生率は、対前年で減少した。

7. おわりに

今回の対策は、パートナーシップ、リスク回避、発注方式、現場説明、早期発注がキーワードと考えている。できるだけ、工事費の観点を排除している。工事費という観点到立つと、どうしても単価アップに結びつくが、国民はそれを望んでいないであろう。

ところで、受注者アンケートを進めて行く中で、ヒアリングを実施する方が、一層効果を生むと考えるようになった。対象者は辛口の意見を述べた会社。考えてみると、我々が企業の意見を聞く場合、広く意見を聞くよう心がけているもののそれには限界がある。今回、辛口意見という透明性の高い指標により、幅広く意見を聞いたことは当初予想しなかった効果である。

最後に、今回の対策は、日々の出来事、制度上の問題点、そして様々な方の意見や情報を咀嚼することにより達成できたと考えている。この問題点を認知するため、愛知県建設業協会、道路建設業協会中部支部、中部建設青年会議愛知県支部、その他各企業の方、請負者アンケート協力者、説明会出席者の皆様には大変お世話になった。また、中部地整本局の方々、特に佐藤前整備局長（現河川局長）には、全国の基準と異なる考えをすることを了解していただき自由に行動を取ることができた。さらに、事務所プロジェクトチーム、そして何と言っても早期発注等に努めてくれた事務所全職員を含め、皆様に感謝する次第である。

なお、本件施策の着実な履行具合については、今後ともフォローを行っていく予定である。

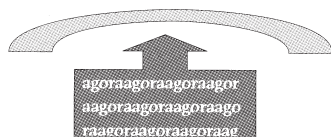
（本稿は(社)建設機械化協会中部支部の中部支部だより第69号（2009.12）に掲載した内容を加筆修正したものである。）

J C M A

〔筆者紹介〕

高橋 敏彦（たかはし としひこ）
国土交通省 中部地方整備局名古屋国道
事務所長





建設 ICT のための 研究・教育に向けた試み

小林 一郎

建設分野に「必要な ICT のスキルとは何か」に関して、定説があるわけではない。本稿では、筆者が実践中の研究・教育の具体例を示した。研究に関しては、最近の 3 件の研究論文の概要を示した。教育に関しては、学部および大学院での CAD 教育の実践例を示した。

キーワード：モデル空間、3 次元 CAD、地形処理、設計・施工支援、景観設計

1. はじめに

CALS/EC もようやく、その姿が見え始め、3 次元情報の利用事例も調査や施工分野では活発化している。本稿では、施工に直接関連した事例だけではないが、研究・教育の試みをまとめた。

筆者はもともと、橋梁の最適設計の研究を行っていたので、コンピュータを用いた橋梁の可視化には興味を持っていた。さらに 1992 年 4 月から 2 年間、フランスの Lyon 中央工科大学・固体力学教室に留学したが、隣の研究室が、工業デザイン学科所属で、その方面の研究者と意見交換をする機会に恵まれた。同学科の CAD 教育や、民間会社との共同でのデザイン開発に感銘を受けた。同時期に MIT に留学していた後輩の情報も総合し、日本の建設分野でも、「すぐに情報化の時代が来る」と確信した。もっとも、15 年経過し、ようやく始まるのかなというのが正直な感想である。

帰国後、1995 年から、3 次元 CAD を中心とした研究を始めた。図-1 は当時構築した HP (ホームページ) での施工支援の事例である。大学で様々な 3D-CAD データを作成し、その日のうちに HP に掲載し、現場の支援をするという試みであった。橋脚の配筋を 3 次元で組んだり、工程の 3 次元シミュレーションを行った。ただし、発注者からは、「現場にパソコンも通信インフラもないので、用意してほしい。」といわれたが、こちらも資金がなく、民間との共同研究にとどめることとなった。現場所長から、「配筋は平面図を見れば、大体想像がつくので、CG は不要」と一蹴された。学生達は大変落ち込んでいた。3 次元での配筋チェックは、今日では盛んに試みられていることであるが、時代が早すぎると理解者は得にくいものである。

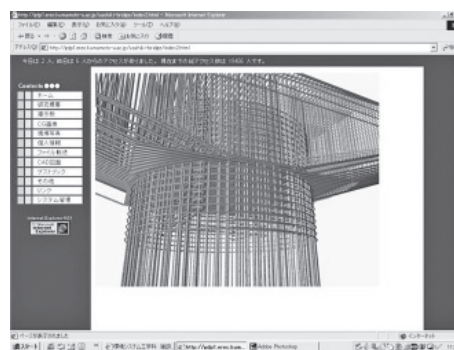


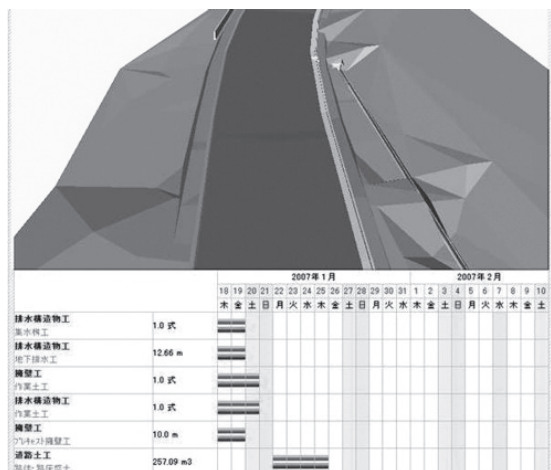
図-1 HP での橋脚の配筋図の表示

2. 研究の試み

研究室名は、「空間情報デザイン」とし、3 次元データの利用に関する研究を行っている。我々が目指すのは、単純な 3D-CAD の利用ではなく、「モデル空間」を用いた設計・施工の深化である。測量直後の早い段階で、深い検討が可能になれば、設計の質の向上が図られるだけでなく、施工時や完成後の住民との様々なトラブルが大幅に解消可能になる。本稿では、設計検討が中心であるが、最近の研究事例を 3 件紹介する。

(1) VR を用いた施工支援システム¹⁾

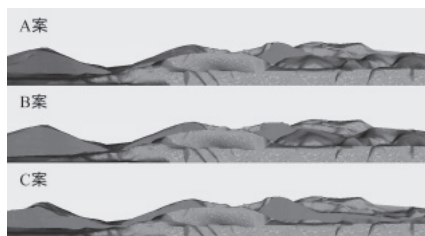
道路工事を対象とし、現行の監督・検査業務における立ち会いなどの問題点を整理し、工程ごとに VR 空間を参照できるシステムを提案した。図-2 は、HP 上で、工程表と VR を連動させたものである。実工程と計画の比較、確認、施工情報の開示などには極めて有効であることがわかった。ただし、本システムの実務レベルでの利用を考えると、現行制度の変更や新たな管理手法の考案が必要となる。3 次元データをライフサイクルにわたって運用するには、環境整備が急務であると再認識した。



図—2 VRを用いた施工支援システム

(2) 曾木分水路設計における景観検討²⁾

「激特事業に景観を！」を合い言葉に、河川の分水路設計（国交省九州地方整備局・川内川河川事務所）に景観デザインを持ち込んだ。3次元データを基盤とし、分水路の20mおきの横断面図を出力し、模型を作成すると同時に、横断面図に関する数値データから水理計算も行った。つまり、経済性（土工量など）、機能性（流量など）、景観性（切土形状など）を考慮した設計が、3次元データの相互運用で実現した。図—3は3通りの分水路案に対し、右岸からの切土面の景観を比較したものである。いずれの案も、主に谷沿いを掘削する案であり、予備設計案よりも、2～3割の土工量の削減となった。



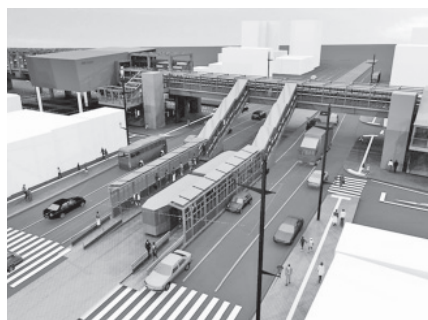
図—3 分水路設計案の景観検討

道路設計も含め、地形改変を伴う設計においては、設計解の3次元データの保持は、流量解析や土工量算出に迅速に対応でき極めて有効であることを実感した。現在、現場の掘削も最終段階を向かえている。

(3) 駅周辺整備に伴う歩道橋の架け替え設計³⁾

高架駅舎の改築（JR九州）、改札口に接続する横断歩道橋の新設（熊本県）、歩道橋に直接接続するための電停の移設（熊本市）など複数の主体による設計のうち、歩道橋の設計に3次元データを用いた。特に、協議用のシミュレーション・エンジン（Autodesk社のNavisworks）を用い関係者へ事前に、設計・施工上の問題点を示した写真や動画をWebを通し配信し、

掲示板での事前検討を行った上で、全員が一堂に会し、議論するシステムを構築した。平面図では見落としがちな、①地下埋設物と橋脚の位置関係、②施工時の杭打ち機と軌道の距離、③クローラー・クレーンと架線の高さ等々が検討され、橋梁形式が決定され、現在詳細設計を行っている。現在は①階段の位置、②排水管の設置位置、③屋根の形状、④壁や手すりの形状、⑤照明の考え方などがエンジン上で検討されている。なお、コンサルは景観担当（大阪）、構造担当（福岡）にある。大学（熊本）、現場事務所（熊本）は近いが、通常は交流はない。この4者がWebで意見交換をしているが、それらは、JRや市の関係者（コンサルを含む）も閲覧できるため、歩道橋以外の部分の設計の質も向上しているはずである。昨年暮れには、各発注者の工程表をすべて、3D-CADで時系列に表現し、工程検討を行い、幾つかの不具合も見つかった（図—4）。



図—4 駅周辺整備への3D-CADの適用

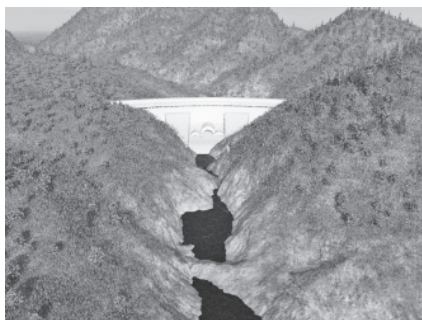
現在各地で、情報化施工の試みがなされており、その成果が実施工に反映される日も遠くはないと思っている。次は設計の3次元検討であると思う。情報・通信基盤は整いつつある。やる気のある現場が、測量から設計・施工と一貫して、3次元データを駆使する時がやってきたと確信している。そのような試みには、研究室をあげて参加したいものである。

3. 教育の試み

熊本大学工学部社会環境工学科では現在、「情報処理Ⅰ（1年前期：Word, Excelの教育）」、「情報処理Ⅱ（2年前期：3次元CAD）」、情報処理Ⅲ（2年後期：3次元地形処理）」を開講している。学部の教育では、ソフトウェアはリモートアクセス方式で、約85人が同時にアクセス可能である。ただし、パソコンのコアメモリが小さいので、広域の地形処理ができないのが目下の悩みである。

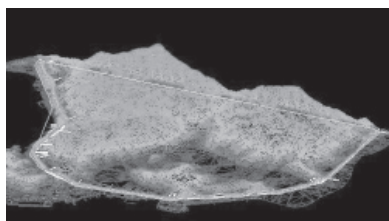
情報処理Ⅱでは、土木製図と関連させ、「平面図が読める」を目標とする。CAD演習としては、簡単な鉄

道橋の2次元図面の模写を行った後、すべての部材を3次元化する。最終課題は、今年度は、「ステキなペットボトル」であった。アイデアで勝負するもの、細かなCADテクニックでまとめるもの、色や形の可愛らしさを追求したものなど、各自楽しみつつ課題をこなしていた。レポートはすべてWeb上で閲覧可能である。情報処理Ⅲは、「地図が読める」を目標とする。まず、2万5千分の1の地形図を用いた地形の縦横断図作成の演習、地形図の概要に関する講義を行う。その後、3次元CADソフトを用い、3次元地形データの処理方法の講義および演習を実施。地形とダムを作成を講義の最終課題とする。土木らしいテーマであると同時に、全国でも珍しい試みであると思っている。ただし、2年生なので、構造解析までは行っていないので、あくまでCAD演習の域は出ないが、地形処理の概要は修得している。図—5はダムの課題の優秀作品である。



図—5 ダム形状作成の最終レポートの一例

大学院の授業では、「3次元地形設計」を開講している。まず、道路構造令に関する講義とCADを用いた道路設計の手法の講義を行う。次に、3次元CADを用いた道路の平面線形、縦断、横断の作成方法を演習し、最後に、3次元地形データを配布し、実際に道路設計を行うことで計画から設計までの一連の流れを学習する。図—6は、道路の切土量と盛土量をできるだけ等しくなるように路線選定を行って設計した事例である。



図—6 道路設計演習の最終レポートの一例

なお、使用しているソフトはAutodesk社のCivil3Dである。また、一連の授業の最大の特徴は、課題の提出をすべて、Webで行っていることである（いわゆるWebでの電子納品なので、締め切りはいつも24

時であり、その時間帯にアクセスがある）。すべてが公開されているので、納品時間がわかるため、アイデアの盗用があれば、直ぐにわかる。このため、学生は、日頃から情報収集に努めておく必要がある。

また、自習中に疑問があると、講師陣にWeb掲示板で質問ができる。CAD操作に関する簡単なことは、TAの学生が回答するが、難しい問題になると、学外講師（CAD会社の技術者、卒業生でコンサルやソフト系の会社に勤めている技術者）が回答してくれる。彼らには、ボランティアで対応してもらっているが、東京から10分程Webを見て貴重なご意見を返してくれる。教育におけるICT活用の最大のメリットの一例だろう。大学で、新規の科目を開講する困難は、何よりその分野に詳しい人材の確保が困難なことである。私は、今でもほとんどCADソフトの使い方がわかっていない。しかし、上記のように学外の協力者を得れば、既存のスタッフでも教育は可能である。

詳しくは、研究室のHPを参照し、ご意見を頂戴できれば幸いである（<http://gdpl.civil.kumamoto-u.ac.jp/>）。

4. おわりに

ある時、JABEEの面接があり、「世界に先駆けたCAD教育を行っている。」と胸を張ったら、審査員いわく、「本審査は、最低の教育保証を確認しているので、優れているかどうか不問」とのこと。一気にJABEE熱が冷めた。ただし今でも、上記の自負は変わらずに持っている。さらに私以上に、TAとして後輩の指導に当たる研究室の学生達の気持ちであると、もう一度胸を張りたい。

3次元データから作られたモデル空間を用いた設計・施工の一元化は、「できるか否か」の議論から、「いつどこで始めるか」に移ったと確信する。大学では、そのような事態に対応する研究と同時に、ICTに習熟した人材の育成を進めるべきだ。現場からのニーズが、学会等を通して大学に伝えられる必要がある。そのような声が各地で起こることを期待したい。

JCMA

《参考文献》

- 1) 小林他, Web3D技術を用いた施工支援システムの提案, 土木情報利用技術論文集, vol.16, pp.107-116, 2007
- 2) 小林他, 3D-CADを用いた分水路設計検討に関する実証的研究, 土木情報利用技術論文集, vol.17, pp.161-170, 2008
- 3) 小林他, 3D-CADを基盤としたトータルデザインシステムの提案, 土木情報利用技術論文集, vol.17, pp.171-182, 2008

【筆者紹介】

小林 一郎（こばやし いちろう）
熊本大学大学院自然科学研究科
教授

ずいそう

ちよつとの楽しみ

根本 信行



ここに来て明るい話題を口にすることがめっきり少なくなった。どうも今の時代は、いろいろな面で頂上の近くまで辿り着いてしまったらしい。これから更に上を目指して登れるものなのか、現状を維持するのが精一杯なのか、はたまた少しずつ降りて行かざるを得ないのか、正直戸惑いを感じてしまう。

あたかも問題だけがうっせきし、楽しむなどということはどこかに吹っ飛んでしまったかのようなだが、先行きの不安ばかりを言ってはおられない。このような時にはたわいないことに思いをはせ、一呼吸おいて考えることも大切なのであろう。そんな気持ちから、これまでの楽しかったことなどを振り返ってみたい。

子供の頃を思い起こして述べるのは気恥ずかしさがある。体を動かせば楽しかった小学生時代。家に帰るのも忘れ、服がボロボロになるまで遊んだ。また遠足は寝られないほどの楽しみで、当日を待つまでの時間がゆっくり過ぎると思った。

そんな頃に姉に連れられて初めて映画館に行った。ひばり、ちえみ、いずみの御三家が出演するコメディータッチのものだが、ストーリーは全く覚えていない。学校で見るものとは違い、面白い世界があるなと子供心を感じた。これが映画に興味を持った切っ掛けである。

中学や高校になると、吉永小百合と浜田光夫の日活青春もののシリーズ、石原裕次郎・太平洋ひとりぼっちでのマーメイド号が着いたゴールデンゲイトブリッジは眩しかった。

しかし邦画よりもどちらかと言えば洋画を好んで見た。記憶はおぼつかないが浮かぶままにあげると、コニーフランシスの渚のデート、プレスリーの太陽の下の18歳、オリビアのロミオとジュリエット、ヘップバーンのローマの休日、ダスティン・ホフマンの卒業、俺たちに明日はないのボニーとクライドなど、きりがなく。そしてピーターフォンダとデニスホッパーがハーレーに跨ってひたすら旅を続けるイージーライダーは、自由というアメリカ文化を焼きつけさせられ、当時の自分にとっては圧巻だった。

映画に流れるBGMの効果は絶大である。音痴の自分だが、不思議にメロディーだけは頭に残る。どの映

画だったか忘れたが、サングラスの女性が金髪をなびかせ、地平線に向かって疾走させるピックアップのカーラジオから流れでる小気味良いウェスタンには、憧れのようなものさえ感じてしまったものだ。

今でも音楽を聞くことは好きである。最近では、体がグタグタで何も考えたくない時、ちょっと楽しむと心が休む。特にこれといったものはないが、バックにギターの演奏が入るものをよく聞く。たまに行くショップでアルバムジャケットにギターの写真がのっていると、すかさず買ってしまう。帰って聞いた時にピンとくれば、宝物を探した気分になる。反対に、一回だけで終わってしまうものも残念ながらある。

このようにして数年前に偶然出会った、ギターの横にたたずむ女性シンガーのCDがある。シェリル・クロウという米国歌手のもので、曲調は干し草の香りが漂うような懐かしさを感じさせ、聞くとなぜか癒されたような気分になる。

彼女は1962年ミズーリ州生まれで、有名なミュージシャンのバックボーカルを経た後、93年に最初のアルバムを発表している。それに収録された「ストロング・イナフ」は、アコースティックギターのオープニングで歌い出され、子守歌のように聞いているといつしか寝てしまう。

さて、昨年のクリスマスイブの帰宅途中、混雑する駅のホームに鞆と白い包みを持った男性がいた。電車がすべりこみ、駅員におされて満員の壁に向かって辛うじて乗り込んだ。ドアが閉まりよく見ると、ケーキが入っているだろう包みを持った手を頭の上まで挙げており、きつい姿勢のまま潰さずに届けられるか心配になった。約束の時間に必死となる姿には、その人には申し訳なかったが、微笑ましい光景だなと感じてしまった。きっと温かい家庭が待っていたのだろう。

つまらぬ事ばかりを言ってしまったが、今の閉塞感は一瞬ではないだろうし、それを乗り切るには相当の覚悟も必要なのだろう。ちょっとしたことを楽しみながら少しでも余裕を持ってやっていければと思う。

ずいそう

ロボットスーツを着て夢の実現

植 木 義 明



日々のニュースでロボットに関する話題が取り上げられると、つい映像に見入ってしまいます。どんどん改良されて動きがスムーズになった人間型ロボットの二足歩行ぶりは、手塚作品の「アトム」のイメージと重なり、漫画の世界とはいえ、わくわくして見ていた子供のときの高揚感が思い出され、しかも現実のものに成りつつあることに感慨を覚えます。ほんとに技術ってすばらしいもので、夢ってかなうのだなあと自分のことのようにうれしくなってきます。私の周辺には、そのような技術開発能力を持った人や企業はありませんが、これが日本の技術力の結集なんだと感激しています。

そんな折、人間が特殊な作業服をまとうことで、身体の衰えた機能を補強してくれたり、あるいは映画の「ロボコップ」の様に、強力なパワーで物を持ち上げたり、走ったりすることが可能になるとTV番組で紹介されておりました。高齢化により歩行が困難な人には、まさに恵みの補助具。立つことさえできなかったお年寄りが自分の意思で立ち上がり、本人も周りの方々もびっくりしている様子は胸打つものがあります。足の不自由な方が自由に外出し、旅行にも積極的に出かけられれば、こんなすばらしいことはありません。政府の技術資金援助で、実用化から汎用化に向け研究開発が進んでいるようです。大いに期待したいところです。

ところで、我々は仕事柄、建設作業での労働災害や腰痛などの機能障害は常に気をつけなければならないものです。機械化が進むことでかなりの作業は人の手から離れましたが、それでもその操作中に、はさまれたり擦れたりする危険性もあり、あるいは細かいところは、最後は人の力に頼らなければならないことがまだまだ残っています。

たとえば道路工事でのU字溝やL型の敷設では、パワーショベルで荷揚げして所定の位置に据え付けていますが、最後には調整を人力でやっています。意外に難儀な作業で、人の力だけで据え付けられる位な軽量コンクリート製品があればよいのですが、なかなかうまくいきません。

そこで前述の特殊作業服の着用で、簡単に人が荷降ろしをして、据え付けるなどはいかがでしょう。足腰に過大な負担もなくて自分の手で持ち運ぶことができれば、重機の運転手との間合いを気にせず安全に作業できます。生産性も大幅にアップするでしょう。職人の技術や技能を極める最後の決め手は、手や指先等の人の五感といわれています。その意味でも特殊作業

服が建設業の技能の向上や生産性を高めることは間違いありません。

これから、日本の社会では少子化・高齢化が急速に進んでいきます。建設産業においても従事労働者の高齢化や若年層離れは深刻です。特に土木工事は屋外作業がほとんどで、3Kなどと若年層から敬遠される職種のひとつに挙げられるほどです。時間をかけて教えても、作業がきつくてやめられてしまっは元も子もないのです。技能の向上とともに継承者となる若い世代の受け入れ・育成は大変重要な課題であると思います。

今後、ロボット技術開発が進み、特殊作業服の性能がアップすれば多種多様な使用方法が考えられるそうです。仮に熟練者の動きを記憶させた作業スーツを若年者が身にまえば、無駄のない動きをそれこそ叱られながら手取り足取り教えられることもなくぴったり体感できるかもしれません。建設作業以外でもスポーツや文化面でも応用可能でしょう。人間国宝の方々の神がかり的な所作動作を、弟子入りして何十年もかけずに技を習得することができるかもしれません。また、社交ダンスのステップや日本舞踊の足の運びもたやすく実感できることでしょう。

当然、こつこつと基本を学ぶ姿勢や精神的なものの大切さを忘れてはいけないと思いますが、後継者を育てるためや、裾野を拡大するためには大いに役立つのではないのでしょうか。

そんな夢のスーツを着て、快適に作業ができる。そんな日はもうそこまで来ています。それはちょうど子供のころ夢見た鉄腕アトムの出現よりは、確実だと確信しています。高齢者には優しく安全に補助してくれ、介護従事者のみならず様々な分野で力を与えるスーツの早急な実用化を望みたいと思います。

さらに、ロボットスーツはアミューズメントにも利用可能だそうです。近い将来『なりきり体験ランド』なるものが造られるかもしれません。個人的には、休日には私はその服を着て石川遼君のように300ヤードのショットを放ち、夕方にはピアニストの辻井伸行君のようにショパンを奏でてと、夢が広がります。

人は夢を追うことを忘れてはならないと思います。

100年後にはわれわれの仲間が月面でクレーターをたいらにする道路改良工事を請け負っているかもしれません。そのときは、地球から、ウサギがはちまきをした姿が見えることでしょう。

部 会 報 告

アスファルトフィニッシャの変遷（その9）

機械部会 路盤・舗装機械技術委員会 舗装機械変遷分科会

第10章 アスファルトフィニッシャのコンベヤ装置及びスクリー装置の変遷

昭和8年(1933年)パーバーグリーン社がフローティングスクリード式のアスファルトフィニッシャ開発時から現在まで、アスファルト合材（以下合材とする）をダンプトラックから受けるホッパはトラクタ部の前方に、スクリードは後方に位置されていて合材はホッパから後方にコンベヤ装置で送られ、スクリードの最端部まではスクリー装置で送られ、両装置は連動して駆動されている（図10—1）。

昭和30年頃より製造が始まった国産アスファルトフィニッシャもすべて同様の装置を備えた形となっていた。

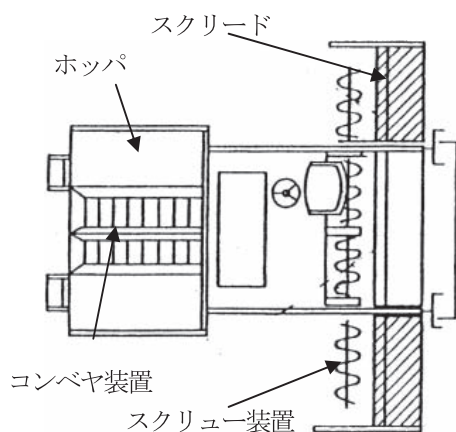


図10—1 一般的なアスファルトフィニッシャの構造

(1) コンベヤ装置

(a) 基本構造

アスファルトフィニッシャのホッパ内からトラクタ内部を通りスクリード前方まで合材を送る装置で、開発当時からほとんどの機種は図10—2のような梯子状のバーフィーダ式コンベヤ装置を装備している。

左右2本のブロックチェーンに等間隔に接続されたコンベヤバーを後方にスライドすることにより合材はトラクタ後部にあるスクリードの前面まで移送される。

通常バーフィーダ式コンベヤ装置は施工幅員3.6m以下では単列の1条式、4.0m以上のものでは複列の2条式を用いるのが一般的であった。

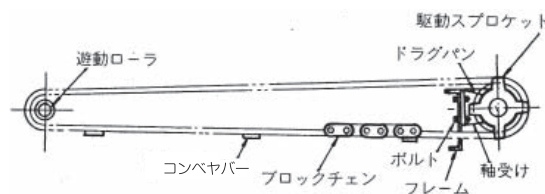


図10—2 バーフィーダ式コンベヤ装置

アスファルトフィニッシャが施工する時、施工幅員のセンターを走行できない場合や左右の施工厚に差がある場合などでは、左右の合材の送り量を制御する事が求められた。

① 1条式の合材供給

通常1条式バーフィーダでは左右に合材の送り量を制御することが出来ないため他の装置を併用する必要があった。

・ラダー式

1条式バーフィーダのスクリード前方コンベヤ出口部に油圧シリンダにより操作されるラダーと呼ばれる舵状の板を取り付け、その板の角度を変化させ左右の合材の送り量を制御する装置である（写真10—1, 2）。

・可変2枚ゲート式

1条式バーフィーダのホッパ後方に左右2枚の可変ゲートを設け、そのゲート高さの調整により左右の合材の送り量を制御する装置である（写真10—3, 4）。

ゲートは当初手動調整式であったがその後油圧シリンダ調整式に変わっていった。

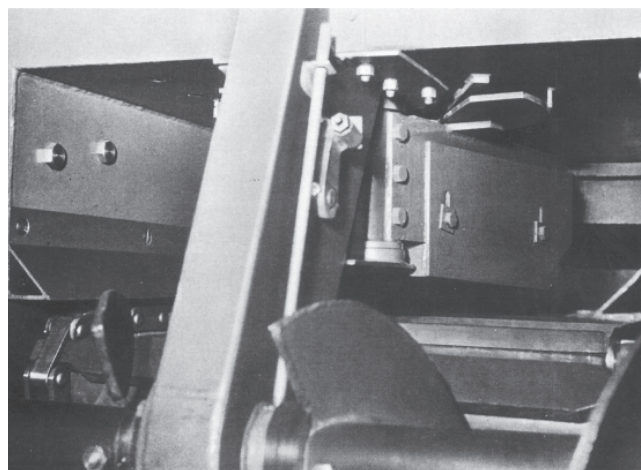


写真10—1 コンベヤ出口から見たラダー装置

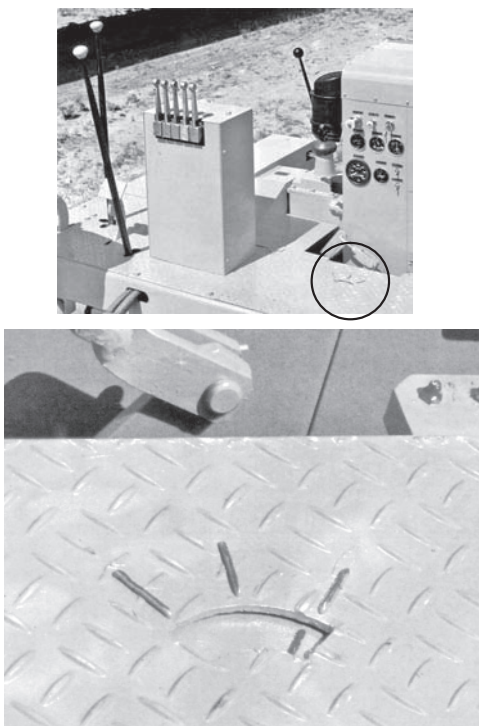


写真 10-2 運転席のラダー角度確認ゲージ

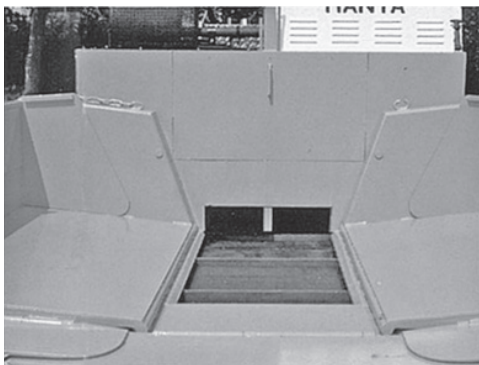


写真 10-3 ゲート全開状態

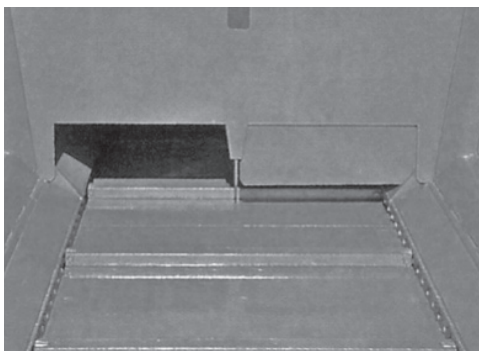


写真 10-4 ゲート片側閉状態

② 2 条式の合材供給 (図 10-3)

施工幅員 4.0 m 以上のアスファルトフィニッシャーは早くから 2 条式のバーフィーダを装備しておりこれにより左右それぞれの合材の送り量制御を行う事が出来た。

スクリーへの合材送り量の調整は、ゲートの高さ

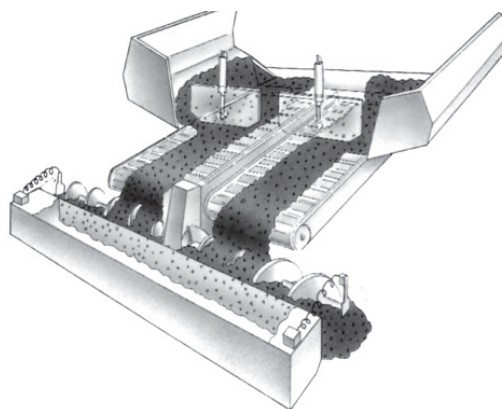


図 10-3 2 条式バーフィーダ方式

調整により左右の合材の送り量を制御していた。

平成に入ると油圧機器の進歩が目覚しく、コンベヤ装置とスクリー装置の単独運転が出来るようになり、ゲート装置をなくした無段階速度制御の 2 条式バーフィーダが開発され施工性および整備性が向上した。

その後 2 条式バーフィーダは、施工幅員 3.0 m クラスのアスファルトフィニッシャーにも一般的に採用されるようになり施工時の作業性が向上した。

③ センターチェーン式バーフィーダ (写真 10-5)

小型機の狭い本体幅に中大型機同様の 2 条式バーフィーダを装備する時や、本体幅が 1.0 m を切る超小型機用のバーフィーダとして、コンベヤバーを両側 2 本のブロックチェーンで支持するのではなく、センターに配置した一本のブロックチェーンの両サイドに片持ち式でコンベヤを取付けたバーフィーダ装置であり、本来中央部のロックチェーンカバーの幅分もバーフィーダの有効幅として使用する構造となっている。



写真 10-5 センターチェーン式バーフィーダ

(b) その他のコンベヤ装置

現在稼動中のほとんどのアスファルトフィニッシャーは前述の通りコンベヤ装置としてバーフィーダ方式を採用しているが、特殊な舗装材を用いる場合や機械本体に制限がある場合等でバーフィーダ以外の搬送装置を採用する場合があります、ここでは代表的なものを紹介する。

①アスファルト合材直接投入式

トラクタ前部で合材を受けてスクリード前方まで搬送するのに、ホッパ後方とスクリードの距離を極端に縮めることによりコンベヤ装置そのものを無くした方式である（写真10－6）。

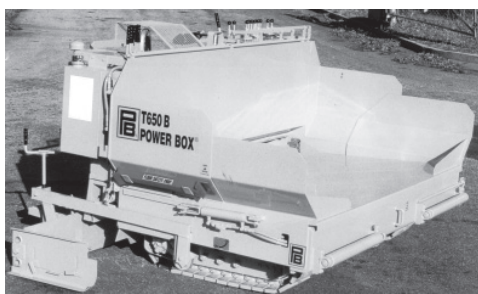


写真10－6 パケットブロス（米）T650B（昭和55年（1980年））

ホッパは通常の横方向の折畳み式に加え前部を油圧シリンダによって持ち上げる事により（写真10－7）スクリード前面に直接合材を落とし込む形となっている。



写真10－7 ホッパ前部持ち上げ状態

このような構造の機械は非常に小型に纏めることが出来る利点がある。しかし極端にホイールベースが短い為に敷き均し面の平坦性が確保しにくいので、現在では簡易型アスファルトフィニッシャか、非常に固着性が強くバーフィーダ式コンベヤ装置での搬送が困難な舗装材を使用する特殊な施工でのみ採用されている。

②レシプロ式コンベヤ装置

小型アスファルトフィニッシャでは限られたスペースに中大型機種と同等の装置を装備するため、簡略型コンベヤ装置の一つとしてバーフィーダ方式に代わるレシプロ式コンベヤをアラットが開発し SP-50 に搭載、渡辺機械工業(株)により昭和55年（1980年）国内にも導入された（写真10－8）。

この装置はホッパ中央底部をボックス状にし、そこに溜まった合材を油圧シリンダで前後往復運動するプッシュプレートにより本体後方のスクリード前面に押し出す構造となっていた（写真10－9）。

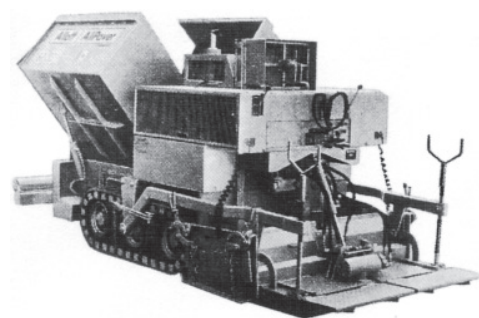


写真10－8 アラット（カナダ）SP-50（昭和55年（1980年））



写真10－9 前方から見たレシプロコンベヤ部

③スクリー式コンベヤ装置

グースアスファルトなどの流動性の高い特殊な舗装材を舗設するアスファルトフィニッシャではバーフィーダに代わりスクリー式コンベヤを採用する場合がある（写真10－10）。

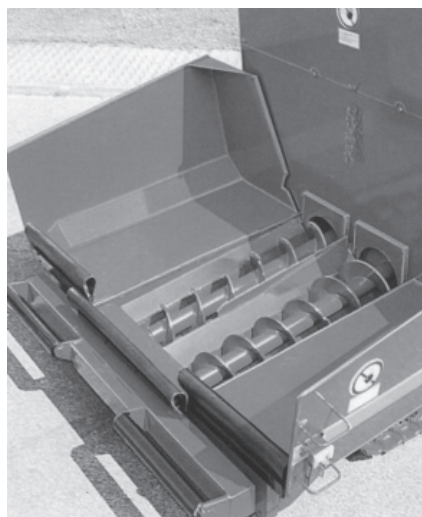


写真10－10 スクリュー式コンベヤ

本装置はスクリー下部が本体のケース内にある為、バーフィーダ方式のように車体下部に合材を落とすことがなく、乳剤散布装置付きアスファルトフィニッシャでも採用された機種もあった（図10－4）。

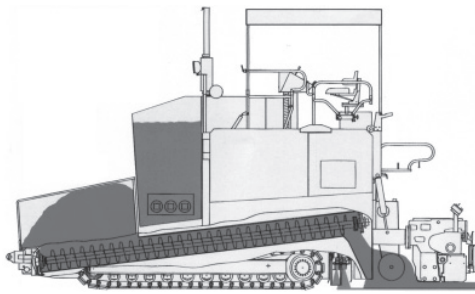


図 10-4 スクリューコンベヤ式 乳剤散布装置付き
アスファルトフィニッシャ

(2) スクリュー装置

(a) 基本構造

コンベヤ装置によりスクリー前方中央部に運ばれた合材をスクリー前方面に均一に送る装置である（図 10-5）。

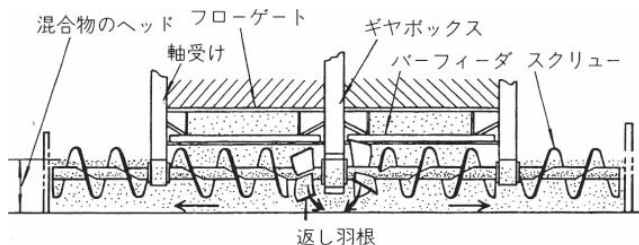


図 10-5 後方から見たスクリー装置

中央にチェーンボックス（or 図ではギヤボックス）と両端に軸受けがありスクリーを回転し、合材を外方向に運ぶ装置である。スクリー装置においては、チェーンボックスや軸受けの下側には粗い骨材が集まり、そのままスクリーの下に押し込まれるため、敷き均された舗装面の縦方向に粗い面ができる傾向がある。このためチェーンボックスの下に細かい合材を押し込む目的で、返し羽根を取り付けて骨材の分離を防止し、全面が均一に仕上がるよう配慮している（写真 10-11）。

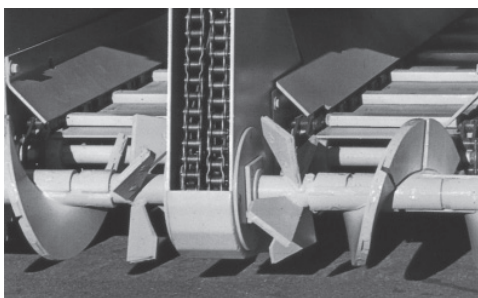


写真 10-11 セダラビット（米）CR361（平成 7 年（1995 年））
の返し羽根

また、左右軸受けの外側に、エクステンションスクリーを取り付けて、施工幅員の変化に対応する構造

となっている（図 10-6）。また、合材の敷き均し厚さによりスクリーの地上高を変更できる構造の機種もある。



図 10-6 エクステンションスクリーの一例

初期の 2 条式のバーフィーダ式コンベヤ装置を装備した機械は、バーフィーダとスクリーの連動する、左右単独駆動のものであった。現在は、油圧の電気制御が発達しバーフィーダの速度調整と合わせてスクリーの左右単独での速度調整が可能な機種も増え、スクリーの油圧伸縮機能にも対応できる構造となっている（写真 10-12）。

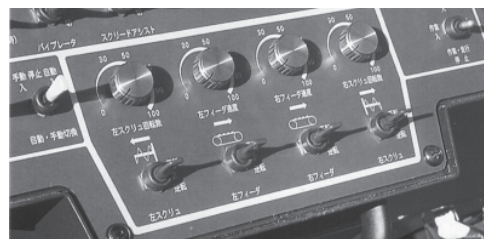


写真 10-12 スクリューの速度調整ダイヤル付きパネル

(b) 特殊な構造のスクリー装置

現在稼動しているほとんどのアスファルトフィニッシャは前述の様なスクリー装置を用いている。舗装幅が油圧で伸縮する機械が一般的になっていく過程で、ボルトで取付けていくエクステンションスクリーではなくスクリーと同じ様に全幅を油圧で伸縮するスクリー装置が考案された。

① 2 軸式伸縮スクリー

昭和 63 年（1988 年）に（株）新潟鐵工所が 2 軸式の伸縮式スクリー装置を装備したアスファルトフィニッシャ NFB6C（写真 10-13）を開発した。このアスファルトフィニッシャは、本体幅の標準スクリー装置の後方に新たに油圧シリンダで伸縮するスクリー装置を装備した構造となっている。

② 1 軸式伸縮スクリー

平成 7 年（1995 年）にブローノックス（米）が 1

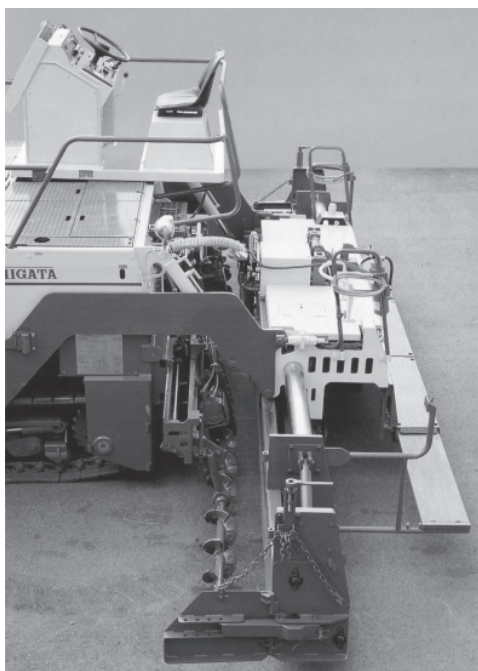


写真 10－13 (株)新潟鐵工所 NFB6C

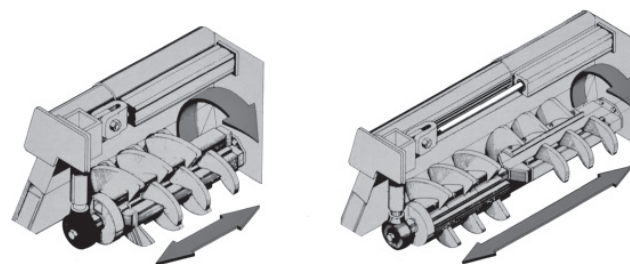


図 10－7 1軸式伸縮スクリュー

写真 10－14 ブローノックス (米) (平成 7 年 (1995 年))
の 1 軸式伸縮スクリュー

軸式伸縮式スクリュー装置を装備した BK-171 を発表した。駆動軸に対し半ピッチずつの 2 組のスクリーオーガを組み合わせ、1 方は中央のチェーンボックス側に固定し、もう 1 方を伸縮スクリードのサイドボード側に固定する事により、スクリードの伸縮に合わせてスクリューそのものの長さを変化させる構造となっている (図 10－7, 写真 10－14)。

J C M A

参考文献

建設の機械化 (建設の施工企画)
建設機械
舗装
日本建設機械要覧

写真提供

鹿島道路(株)
大成ロテック(株)
東亜道路工業(株)
日本道路(株)
(株) NIPPO
前田道路(株)
ヴィルトゲンジャパン(株)
キャタピラージャパン(株)
住友建機(株)
範多機械(株)

新工法紹介 機関誌編集委員会

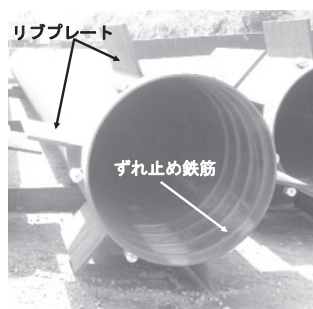
02-132	水とセメントミルクジェット併用 パイプロハンマ工法 RS プラス®	港空研 新日本製鐵 調和工業
--------	---	----------------------

▶ 工 法 概 要

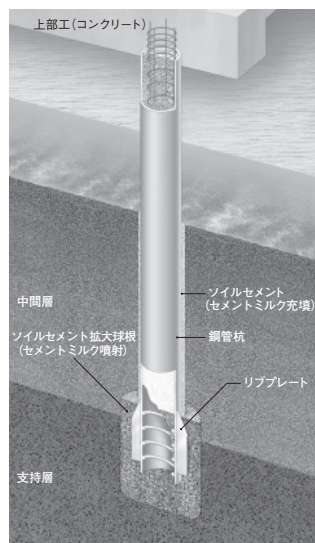
近年、港湾地域でも騒音・振動が問題となり、鋼管杭の一般的な施工法の打撃工法が適用できないケースが増加している。

本工法は、掘削性能と騒音・振動対策効果のあるJV工法（ウォータージェット併用パイプロハンマ工法）を応用して、新たに、杭先端にソイルセメントで根固め部を築造することで、大きな支持力を発揮させる工法である。

杭先端部は写真—1に示すように、鋼管外周に放射状に長方形のリブプレートと内面にずれ止め用鉄筋を配置し、このリブプレートおよびずれ止め部にセメントミルクを噴射することで根固め部を拡大化させるとともに、杭と根固め部の一体化を図っている。また、支持層以外の杭外周面にもセメントミルクを注入することにより、周面抵抗力の増大を図っている。本工法の杭構造を図—1に示す。



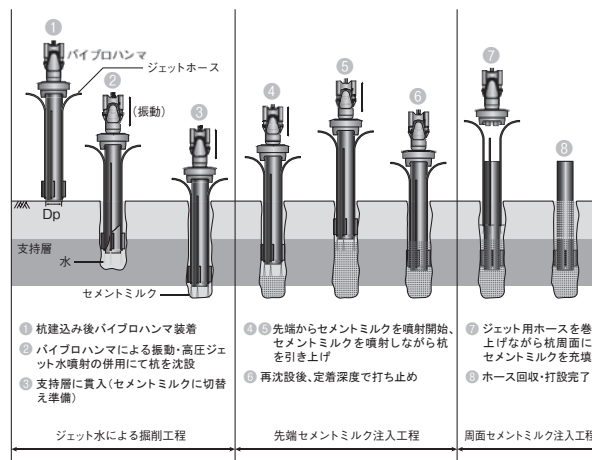
写真—1 杭先端形状



図—1 杭構造図

▶ 施 工 方 法

本工法は、杭先端を閉塞させるとともに拡大根固め部を築造することが重要である。そのため、注入するセメントミルク量、打設速度、打設深度、圧送流量、圧送圧力、ウォータージェットとセメントミルクの切り替えのタイミングをリアルタイムで管理する管理プログラムを用いて、ばらつきの少ない根固め部が築造できるようにしている。施工手順を図—2に、根固め部の掘り起し状況を写真—2に示す。



図—2 施工手順



写真—2 根固め部掘り起し状況

▶ 特 長

①低騒音・低振動の杭施工法

ウォータージェット併用パイプロハンマ工法の応用により、打撃工法より大幅な低騒音・低振動施工を可能にしている。

②高い支持力特性

拡大根固め部と杭周面に充填されたセメントミルクにより打撃工法以上の支持力特性を発揮する。

③優れた施工性

打撃工法と同程度の優れた施工性を発揮する。

▶ 用 途

直杭式、ジャケット式、水中ストラット式栈橋等の基礎杭。

▶ 問 合 せ 先

(独)港湾空港技術研究所

〒129-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1

Tel : 046-844-5057

新日本製鐵(株) 建材開発技術部

〒100-8071 東京都千代田区丸の内 2-6-1

Tel : 080-5886-7311

調和工業(株) 工法技術部

〒141-0032 東京都品川区大崎 1-6-4

Tel : 03-3779-7871

建設業の国際展開 その2

3. 我が国建設業等の国際展開に向けて行うべき具体的取組み

※以下の文中の【短】【短～中】【中】はそれぞれの課題を実現すべき時間的イメージ（順に短期，短期から中期，中期）を示している。

(1) 我が国が優位性を持つ建設技術の確認とその展開の推進

我が国建設業の国際競争力強化を考える場合，外国の建設企業との関係で何らかの比較優位性を持つことが必要である。基幹事業そのものの拡大の必要性については後述するが，伝統的な基幹事業である建設工事の請負について考えれば，我が国建設業が比較優位な建設技術やノウハウを有しているかどうかが問題となる。我が国建設業は，すでに述べたように，山間狭隘，急峻な地形や地震，台風等の自然災害の発生など，日本特有の自然条件や地理的条件のもとで蓄積した高度な，地震関連の技術やトンネル・橋梁技術等を有している。また，勤勉で創意工夫に富む気質を有するというような日本の国民性は，我が国が「技術大国」として現在の地位を築き上げることができた要因とされているが，そのような国民性は，環境技術の開発や工事の品質確保，工期の遵守といった，我が国建設業が有する特長に現れているものと考えられる。その一方で，近年の国際建設市場における建設工事の受注獲得競争においては，価格面が重視される傾向にあり，優れた建設技術やノウハウを有していることによるメリットはあまり大きくないとの考えもあるところである。しかしながら，先進国である我が国の建設企業が価格競争を中心とした建設プロジェクトの受注で利益を上げていくのは困難と言わざるを得ない。

このため，

- ・進出対象国の発注者の建設プロジェクトに対するニーズを的確に把握すること
 - ・我が国建設業が有する建設技術やノウハウが，それらそのものの内容はもとより，ライフサイクルコスト等を考慮すれば中・長期的にはメリットのあることを示すこと
 - ・我が国建設業が有する高度な建設技術やノウハウが活用されやすくするための様々な環境整備を行うこと
- などにより，付加価値の高いプロジェクトの受注を目指していく必要がある。

製造業の世界では，しばしば「メイド・イン・ジャパン」戦略ということが言われてきたが，建設業の世界においても，生産自体は外国で行われるものの，我が国の建設技術やノウハウはそこで活かされてしかるべきである。このため，国を挙げて建設業の「メイド・バイ・ジャパン」戦略を構築していく観点から，具体的には以下の

ようなことを行っていくべきである。

＜各建設企業が経営戦略の改革として取り組むべき事項＞

- ①市場優位性のある建設技術やノウハウの再確認と市場戦略の具体化【短】

→建設業界として戦略的に売込みを行う対象とその市場を確認

- ②有望な建設市場における重点的な受注活動の展開【短】

→地域市場戦略を持った上で受注活動を重点化

＜政府が講じるべき政策的な支援の枠組み＞

- ①売込みを図るべき「JAPAN 建設ブランド」の明確化等【短】

→国が国際展開を支援していく建設技術やノウハウを特定

- ②有望な建設市場における「JAPAN 建設ブランド」普及のための取組み【短】

→国際見本市への参画やトップセールス，二国間建設会議等を開催

- ③我が国建設企業に技術優位性のある案件形成の促進【短～中】

→円借款における STEP（本邦技術活用条件）案件等を形成

- ④我が国の技術基準や関連ガイドラインの海外におけるスタンダード化等の推進【短～中】

→ITS，建築物の耐震・環境等に関連する技術基準などについて，有望な建設市場における普及を促進

(2) 海外建設事業における収益性向上やその円滑な実施を妨げる障害の除去

市場における企業経営に対する評価がより重要なものとなってきた中にあることは，技術そのものとして高いレベルのものを有していても，事業として赤字ということではビジネスとして成り立たないの言うまでもないことである。したがって，建設業等の国際展開が経済市場においても前向きなものとして評価されるようにするためには，企業全体で利益が確保できればよいというスタンスでは不十分であり，海外建設事業において，適切な収益を確保できるかどうかが重要である。

海外建設事業を我が国建設業の「主」たる位置づけとしていくためには，各建設企業が十分な利益を確保できるかという観点で戦略的に重点を置く業務分野や受注するプロジェクトの選定を行っていくとともに，受注したプロジェクトについてあらゆる手段を用いて損失が出ないようにするなど，従来にもまして，収益性を意識した国際展開を図っていく必要がある。

また，海外で受注する建設工事が ODA や日系企業発注のものから，自己資金で現地の政府や民間発注のものにシフトしていく中で，海外建設工事に伴うリスクは増えているものと考えられる。このうち，進出先国の法制度や契約の運用，公共の発注者の姿勢に起因するトラブルについては，各建設企業による対応のみでは解決が困難であることから，政府による支援策を講じる必要がある。

／ 統 計

以上のようなことから、海外建設事業における収益性向上やその円滑な実施を妨げる障害の除去を図る観点で、具体的には以下のような取組みを行っていくべきである。

＜各建設企業が経営戦略の改革として取り組むべき事項＞

①完成工事高重視から収益性を重視する経営への転換【中】

→海外建設事業のみで一定の利益を確保していく姿勢の打出し

②海外事業におけるリスク管理の徹底等【短】

→損失を最小限にする観点でのリスク管理への取組みを強化

＜政府が講じるべき政策的な支援の枠組み＞

①海外建設工事における利益の創出等を評価するための方策の検討【中】

→海外事業推進のインセンティブとなるような方策を中長期的に検討

②各建設企業のリスク管理のために必要なツールの提供【短～中】

→政策金融、貿易保険、投資協定等の活用方策を検討

③国際建設契約に関する専門的知識の向上等【短～中】

→国際建設契約管理に関する教育、研修等への支援の充実等

④国土交通省を中心とした相談体制等の構築【短】

→我が国の建設企業が抱える海外建設プロジェクトに係る問題に政府が一体となって対応

(3) 業務の幅を広げるような新しいビジネスモデルの創造

我が国建設業の海外における事業形態は、国内建設市場の場合と同様に、これまでは、工事の請負という意味での「建設」が中心であった。しかし、建設業の利益率は他産業と比較しても低いとされており、また、海外建設市場において安価な労働力に支えられた地域の建設企業の能力も向上してきている一方で、一般的な建設工事についてであれば、我が国の建設企業の価格競争力は必ずしも高くない。このようなことを考慮すれば、我が国建設業が「建設」のみをビジネスモデルの中心に据えたままで、国際展開を進めていくのは限界があると言わざるを得ない。

海外の主要な建設企業の例によれば、自国内での建設投資の増加が見込めない中であって事業量の確保を行う観点で、コンセッション事業や開発事業をはじめ、何らかの形で基幹となる事業の拡大を行っている。

しかしながら、我が国国内において、新しい事業形態を経験する場が少ない環境のままで、各建設企業が独力で新たな業務を海外で進めていくことはなかなか容易ではない。このため、収益力強化の観点から各建設企業が海外建設事業について行う、新たな業務分野への進出に向けた積極的な取組みを強力に支援していく必要がある。このような観点に立って、具体的には以下のようなことを行っていくべきである。

＜各建設企業が経営戦略の改革として取り組むべき事項＞

①海外における基幹事業の拡大【中】

→コンセッション事業やCMビジネスなどへの参画

②「JAPAN 建設パッケージ」の積極的な展開【短～中】

→海外でのPPP事業等に対して日本の企業が協力して対応

＜政府が講じるべき政策的な支援の枠組み＞

①国内の公共事業におけるPPPやCMの活用の推進【短～中】

→新たな事業手法についての「マザーマーケット」の形成

②「JAPAN 建設パッケージ」を活用した案件形成の推進【短～中】

→リスク分担のあり方なども含め、国としての支援策を具体化

(4) 国際建設市場に対応する人材や組織の確保

日本とは法律、諸制度、商慣行、組織文化などあらゆる点で事情が異なる国際建設市場で円滑にプロジェクトを進めることにより、海外事業を各建設企業の主力業務分野の一つとしていくためには、それらの業務を進めるために必要な優秀な人材や一定規模の組織を確保することが必要である。

我が国の建設企業へのヒアリングによれば、国際建設市場に対応した人材について、

・各建設企業とも、国際建設プロジェクトで十分に能力を発揮できるような日本人職員を、団塊世代の引退、新規採用の減少、アジア通貨危機後の海外部門の縮小などの理由により、十分有しているとは言えない。

・海外でプロジェクトを推進する上では不可欠な外国人従業員・労働者についても、国際建設市場の動向に左右され、一定の能力を備えた者を確保することが困難となる事態に度々遭遇している。といった困難を抱えている状況である。

さらに、我が国の建設企業の海外部門の職員は、語学力等の面で有利なことも多い欧米の建設企業の職員や賃金水準は低いが優れた能力を持つようになってきている新興国の建設企業の職員との競争において、互角に戦っていかなければならない。また、契約等に係る交渉においても、外国語で慣行や文化の異なる発注者側の担当者と同等にやり取りできるような能力を備えることも必要である。

国際建設プロジェクトで活躍することが可能な人材の育成は、本来、長期的な視野に立って行っていくべきものであり、また、それらの人材を雇用する組織のあり方が経済情勢や国内建設市場の動向によって、あまりに影響を受けるというようなことがあれば、そのような人材の蓄積を進めることが難しくなるものと考えられる。

このため、各建設企業と政府の双方が、海外事業展開を推進するために最も必要不可欠とも言えるリソースである人材の育成や有効活用に向けて、あらゆる努力を行っていく必要がある。具体的には、以下のようなことを行っていくべきである。

＜各建設企業が経営戦略の改革として取り組むべき事項＞

①海外事業実施のための体制の整備【短】

→海外事業を主力業務とする観点からの人的資源の投入と組織整備

②海外部門職員の計画的な育成【短】

→海外建設プロジェクトを進める上で不可欠なスキルに関し、各種研修や資格取得の支援等を実施

③M & Aやアライアンスなどによる人材の確保【中】

→内部の人材では対応が難しい新規ビジネスへ外部の人材を登用

＜政府が講じるべき政策的な支援の枠組み＞

①国際建設プロジェクトを成功に導くリーダーの養成【短～中】

→海外の支店や現地法人の組織を統括する日本人職員等の戦略的
養成

②優秀な外国人技術者・労働者等の確保【短～中】

→我が国の外国人留学生や実習生等の人材情報をネットワーク化

(5) 意欲と能力のある専門工事業者等の海外進出の促進

我が国建設業の海外受注高によれば、2008年度ベースでも約1/3、3,600億円程度が大手5社以外の受注となっている。昨年に実施した資本金が2,000万円から5億円の建設企業1万社を無作為抽出して行ったアンケート調査によれば、海外で建設工事を請け負った実績のある企業は、電気工事、機械器具設備工事などの専門工事業が中心であり、その約7割が再び海外で工事を請け負いたいという希望を持っていた。その一方で、言語の問題に加え、現地特有の法制度や雇用システムへの適応の難しさが海外事業展開の課題として挙げられていたところである〔参考資料27〕。

我が国建設業の海外建設市場の裾野を拡大する観点からは、これらの意欲と能力のある専門工事業者等の海外進出を図ることも重要であると考えられることから、具体的には以下のようなことを行っていくべきである。

＜各建設企業が経営戦略の改革として取り組むべき事項＞

①「新分野」への進出の一形態としての国際展開【短～中】

→自社の基幹事業を拡大する観点からの海外への事業展開

＜政府が講じるべき政策的な支援の枠組み＞

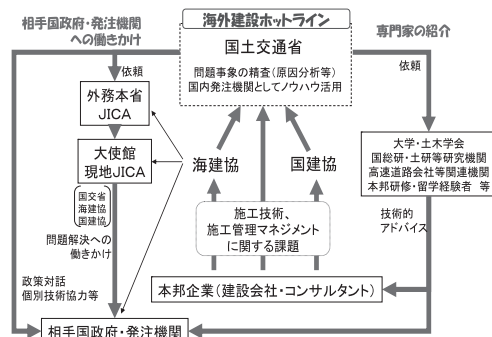
①海外進出事例の収集・整理【短】

→実例を通じて海外進出の形態、手順、課題等を整理し、マニュアル化

②海外建設市場への挑戦をサポートするための施策の検討【短】

→海外事業を展開する際のノウハウ不足を補うアドバイザー制度
の導入等

・価格競争力の高い新興国の台頭により、海外建設工事の受注に向けた競争が激化する中、官民連携により技術力の一層の強化を図ることが必要であるため、海外建設プロジェクトに係る施工技術、施工管理マネジメントに関する相談窓口として『海外建設ホットライン』を平成21年5月に開設。相手国政府・発注機関への働きかけや、専門家の紹介等を行っているところ。



図—6 海外建設ホットラインの設置

(6) まとめ

現下の建設市場を巡る厳しい経済情勢の現状については認識しつつも、中・長期的な視野に立って、我が国建設業等が国際展開を推進していくべきとの観点に立って、それを実現するための具体的な方策について、五つの軸で整理を行ったが、今後、ここに記載されたことに関連する取組みが継続的かつ実効ある形で行われるようにするために、以下の二点について付言しておきたい。

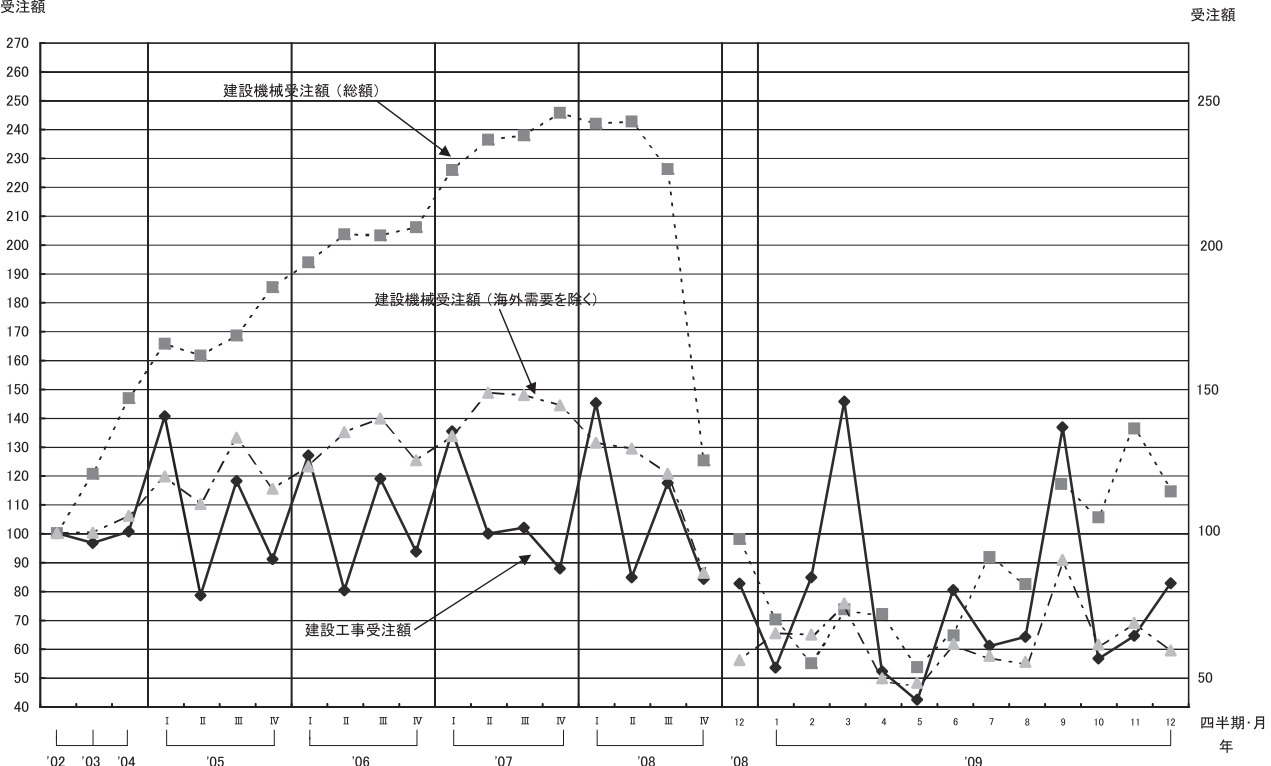
第一は、国際建設市場全体を拡大するための取組みについてである。本提言では基本的に現存する国際建設市場を前提として、我が国の建設企業がそれにどのように食い込んでいくかという観点で議論を行ってきたため、前述の五つの軸での整理にはこのような内容は含まれていないところである。しかしながら、発展途上国におけるインフラ整備水準の向上をどのように進めるかという観点も、我が国建設企業の国際展開と大いに関連するところである。我が国が国土計画や社会資本整備に関する長期計画などを通じ、計画的なインフラ整備を行ってきたことにより、経済発展を成し遂げてきたこと自体が、我が国が有する一つのノウハウであるとも考えられる。したがって、技術専門家の派遣などを通じて、発展途上国政府においてインフラ整備に関連する枠組み作りそのものを支援することにより、我が国建設企業が進出可能な国際建設市場のパイ自体を大きくするというようなことも極めて重要であると考えられるので、政府に対してはそのような取組みについても行うことを期待したい。

第二は、本フォーラムの提言を取りまとめた後の展開についてである。本フォーラムでは、建設業等の国際展開を巡る問題について、この分野に専門的知識や関心を有する有識者を中心に検討を行ってきたが、整理すべき論点が多岐に渡る一方で、検討の期間は約半年強と限られたものであり、論点によっては、ようやく議論のスタートラインに立ったという状況のものもある。このため、我が国建設業の今後の発展を左右する重要なテーマである建設業等の国際展開については、例えば、本フォーラムを発展させ、産学官の有識者が連携した検討・推進体制を構築することにより、継続的な議論を行えるようにすべきである。

本フォーラムの提言は以上であるが、提言をまとめること以上に重要なのは、各建設企業も政府も、国内建設市場に依存するこれまでの発想を転換し、我が国建設業等の国際展開に向けて舵を切る必要があると認識することと、そのために必要な小さな一歩を着実に踏み出し、本提言で整理がなされた様々な課題に対する具体的な施策を実行に移していくことである。今後は、各建設企業や政府等の様々なレベルの関係者一人一人が、このことを念頭に置いて地道な努力をされることを願うものである。

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注動態統計調査(大手50社) (指数基準 2002年平均=100)
建設機械受注額：建設機械受注統計調査(建設機械企業数24前後) (指数基準 2002年平均=100)



建設工事受注動態統計調査 (大手 50 社)

(単位：億円)

年 月	総 計	受 注 者 別						工 事 種 類 別		未消化 工事高	施工高
		民 間			官 公 庁	そ の 他	海 外	建 築	土 木		
		計	製 造 業	非製造業							
2002 年	129,862	80,979	11,010	69,970	36,773	5,468	6,641	86,797	43,064	146,863	145,881
2003 年	125,436	83,651	12,212	71,441	30,637	5,123	5,935	86,480	38,865	134,414	133,522
2004 年	130,611	92,008	17,150	74,858	27,469	5,223	5,911	93,306	37,305	133,279	131,313
2005 年	138,966	94,850	19,156	75,694	30,657	5,310	8,149	95,370	43,596	136,152	136,567
2006 年	136,214	98,886	22,041	76,845	20,711	5,852	10,765	98,795	37,419	134,845	142,913
2007 年	137,946	103,701	21,705	81,996	19,539	5,997	8,708	101,417	36,529	129,919	143,391
2008 年	140,056	98,847	22,950	75,897	25,285	5,741	10,184	98,836	41,220	129,919	142,289
2008 年 12 月	8,942	6,447	1,149	5,298	2,315	423	－ 243	6,224	2,718	128,683	13,628
2009 年 1 月	5,789	4,138	715	3,423	1,248	374	29	3,758	2,031	125,703	9,300
2 月	9,168	5,968	1,269	4,699	2,476	472	251	5,765	3,402	123,985	11,178
3 月	15,863	8,455	1,563	6,892	6,394	652	362	9,160	6,703	121,164	17,732
4 月	5,628	4,201	932	3,269	856	454	117	3,619	2,009	115,323	12,276
5 月	4,548	3,120	783	2,337	815	429	185	2,703	1,845	112,001	8,611
6 月	8,697	5,501	979	4,522	1,788	463	946	6,332	2,365	110,113	11,237
7 月	6,609	4,488	1,409	3,079	1,549	407	165	4,496	2,112	111,954	7,569
8 月	6,943	4,741	1,132	3,609	1,285	455	462	4,714	2,230	109,318	8,933
9 月	14,865	11,062	1,141	9,921	2,548	742	512	11,078	3,787	112,322	11,689
10 月	6,216	3,794	610	3,183	1,827	387	208	3,604	2,611	111,239	7,536
11 月	7,087	4,519	648	3,872	1,610	560	398	4,605	2,483	109,818	8,560
12 月	8,994	6,135	1,229	4,906	1,744	448	667	6,353	2,642	—	—

建 設 機 械 受 注 実 績

(単位：億円)

年 月	02 年	03 年	04 年	05 年	06 年	07 年	08 年	08 年 12 月	09 年 1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
総 額	8,667	10,444	12,712	14,749	17,465	20,478	18,099	708	506	397	528	515	386	464	663	594	850	767	991	831
海 外 需 要	4,301	6,071	8,084	9,530	11,756	14,209	12,996	504	268	161	258	333	210	239	452	391	518	543	738	616
海外需要を除く	4,365	4,373	4,628	5,219	5,709	6,268	5,103	204	238	236	270	182	176	225	211	203	332	224	253	215

(注) 2002 ～ 2004 年は年平均で、2005 ～ 2008 年は四半期ごとの平均値で図示した。
2008 年 12 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…

(2010年1月1日～31日)

■ 機 械 部 会

■路盤・舗装機械技術委員会・幹事会

月 日：1月12日（火）

出席者：渡邊充委員長ほか7名

議 題：①平成21年度下期活動状況と実績見通しについて ②平成22年度活動計画について ③次期中期事業計画（平成22～24年度）について ④その他

■路盤・舗装技術委員会・舗装機械変遷分科会

月 日：1月12日（火）

出席者：戸川裕文分科会長ほか11名

議 題：①アスファルトフィニッシャの変遷についての校正 ②その他

■トンネル機械技術委員会・幹事会

月 日：1月12日（火）

出席者：篠原慶二委員長ほか5名

議 題：①各分科会活動経過状況報告 ②見学会開催について ③委員長任期延長について ④その他

■自走式建設リサイクル機械分科会

月 日：1月15日（金）

出席者：佐藤文夫委員長ほか2名

議 題：①木材破砕機C規格JIS原案の遠隔操縦の安全要素事項の検討 ②その他

■ショベル技術委員会

月 日：1月20日（水）

出席者：尾上裕委員長ほか7名

議 題：①クリーンエネルギー建機燃費測定標準作成WGの進捗について ②JISA83404付属書Cの見直しとROPSの規格除外について ③平成21年度の活動結果と平成22年度の活動計画について ④次期排ガス規制と国交省指定制度について ⑤その他

■除雪機械技術委員会・ドーザ分科会

月 日：1月20日（水）

出席者：久村公秀幹事ほか3名

議 題：①除雪ドーザの規格案について ②その他

■トンネル機械技術委員会・シールドマシン等安全技術調査分科会

月 日：1月20日（水）

出席者：高村勝之進分科会長ほか3名

議 題：①幹事会の報告 ②シールドマシン組立てチェックリスト（輸送～組立て完了）の内容検討 ③資料の構

成について ④その他

■機械部会・運営連絡会

月 日：1月25日（月）

出席者：青柳幸雄部会長ほか10名

議 題：①平成21年度活動報告について ②平成22年度活動計画について ③中期事業計画（平成19～21年度）の取組み結果について ④次期中期事業計画（平成22～24年度）の策定方針と計画案について ⑤その他

■トンネル機械技術委員会・山岳品質・安全確保分科会

月 日：1月27日（水）

出席者：坂下誠分科会長ほか6名

議 題：①作成資料の内容確認 ②追加作成資料の検討 ③その他

■トンネル機械技術委員会・掘削ずり有効利用分科会

月 日：1月27日（水）

出席者：川本伸司分科会長ほか9名

議 題：①掘削ずりの有効利用先の検討について ②報告書まとめの工程について ③次回までの作業について ④その他

■ダンプトラック技術委員会・工場見学会

月 日：1月28日（木）

出席者：阿部誠一委員長ほか9名

議 題：①コマツ茨城工場（大型ダンプ、大型ホイールローダ）見学 ②日立建機常陸那珂臨港工場（大型油圧ショベル、大型ダンプ）見学 ③茨城ポートオーソリティ（建機船積み港湾施設）見学

■クリーンエネルギー建機燃費測定標準作成WG

月 日：1月29日（金）

出席者：此村靖リーダーほか9名

議 題：①JCMAS案に対する国内標準委員会の審議結果報告 ②国内標準委員会の指摘事項の検討とまとめ ③解説について ④今後の進め方、その他

■情報化機器技術委員会

月 日：1月29日（金）

出席者：加藤武雄委員長ほか5名

議 題：①電気火災の事例集について ②無線利用調査票JCMAS修正案について ③その他情報交換

■原動機技術委員会

月 日：1月29日（金）

出席者：有福孝智委員長ほか21名

議 題：①(株)ACRの「NOx還元触媒と反応制御システム」PR説明 ②次期排出ガス規制の技術基準と試験設備について ③欧米および中国の次期排出ガス規制について ④平成21年度活動実績と平成22年度活動計画につい

て ⑤その他情報交換

■ 製 造 業 部 会

■作業燃費検討WG・国交省打合せ

月 日：1月8日（金）

出席者：田中利昌リーダーほか3名

議 題：①地球温暖化・エネルギー関係の経産省・国交省合同WGでのハイブリッド建設機械等の普及について ②低燃費型建設機械指定制度の今後の検討についての意見交換

■マテリアルハンドリングWG・建設荷役車両安全技術協会への説明打合せ

月 日：1月14日（木）

出席者：生田正治主査ほか5名

議 題：①自動車解体機等の取扱いに関する厚労省見解への説明報告および意見交換 ②その他

■小幹事会

月 日：1月26日（火）

出席者：溝口孝遠幹事長ほか3名

議 題：①平成21年度活動報告について ②平成22年度活動計画について ③中期事業計画（平成19～21年度）の取組み結果について ④次期中期事業計画（平成22～24年度）の策定方針と計画案について ⑤その他

■作業燃費検討WG・建機工省エネ特別委員会の経産省・国交省への合同説明会

月 日：1月27日（水）

出席者：溝口孝遠幹事長ほか14名

議 題：①建機産業におけるクリーンエネルギー建機への取組み説明 ②普及助成に向けての実施すべき事項と進め方について

■ CP 車総合改善委員会

■第一分科会

月 日：1月26日（火）

出席者：宇治公隆分科会長ほか7名

議 題：①討議成果の報告書作成 ②その他

■ 各 種 委 員 会 等

■機関誌編集委員会

月 日：1月7日（木）

出席者：太田宏委員長代行ほか23名

議 題：①平成22年4月号（第722号）の計画の審議・検討 ②平成22年5月号（第723号）の素案の審議・検討 ③平成22年6月号（第724号）の編集方針の審議・検討 ④平成22年1～3月号（第719～721号）の進捗状

況の報告・確認

■新機種調査分科会

月 日：1月19日（火）

出席者：渡部務分科会長ほか6名

議 題：①新機種情報の検討・選定 ②
技術交流・討議—VTR（アーネスト・
シートンの動物記）

■建設経済調査分科会

月 日：1月19日（火）

出席者：山名至孝分科会長ほか4名

議 題：①平成22年2月号原稿（建設
業等の国際展開支援フォーラム提言）
の検討

…支部行事一覧…

■北海道支部

■情報化施工推進検討WG事務局会議 (4-3)

月 日：1月12日（火）

場 所：(社)日本建設機械化協会北海道支
部

出席者：糠谷副座長ほか5名

内 容：①参加申込状況の確認につい
て ②会場設営及び受付について
③コーディネータ・パネリスト等の打
ち合わせについて ④ポスターセッ
ションについて ⑤その他

■第3回広報部会広報委員会

月 日：1月14日（木）

出席者：杉岡部会長ほか7名

議 題：支部だよりNo100号の発行及
び北海道支部講演会、その他

■情報化施工普及促進フォーラム

月 日：1月21日（木）

場 所：札幌第1合同庁舎 2F 講堂

主 催：北海道開発局、JCMA 北海道
支部

後 援：(社)北海道建設業協会、(社)北海道
舗装事業協会、(独)土木研究所寒地土
木研究所

内 容：基調講演、北海道開発局の取り
組み、取り組み事例紹介、パネルディ
スカッション、ポスターセッション

参加者：約325名

■東北支部

■建設部会

月 日：1月5日（火）

場 所：東北支部会議室

出席者：佐野真部会長ほか8名

内 容：①平成21年度活動（上期）報

告 ②平成22年度活動計画 ③「支
部たより」安全コーナーについて

④合同部会のテーマについて ⑤その
他

■広報部会

月 日：1月13日（水）

場 所：東北支部会議室

出席者：阿部新治部会長ほか2名

内 容：支部たより158号校正

■施工部会

「ゆきみらい2010 in 青森」

月 日：1月14日（木）

場 所：青森市文化会館 小会議室

出席者：白鳥技師長ほか14名

内 容：除雪機械展示・実演会打合せ

■施工部会

「ゆきみらい2010 in 青森」

月 日：1月29日（金）

場 所：東北地整会議室

出席者：齋事務局長代行ほか4名

内 容：除雪機械展示・実演会出展機械
打合せ

■北陸支部

■けんせつフェア in 北陸実行委員会

月 日：1月14日（木）

場 所：北陸地方整備局会議室

参加者：三日月事務局長

議 題：けんせつフェア in 北陸2009の
実施結果について

■企画部会正副委員長会議

月 日：1月18日（月）

場 所：新潟東映ホテル

出席者：穂苅正昭企画部会長ほか6名

議 題：北陸支部懸案事項について

■広報委員会

月 日：1月22日（金）

場 所：北陸支部事務局

出席者：羽賀清治広報委員長ほか8名

議 題：支部機関誌の編集について

■北陸雪氷技術研究会運営委員会

月 日：1月28日（木）

場 所：富山河川国道事務所会議室

参加者：丹羽吉正雪氷部会長

議 題：北陸雪氷シンポジウムの実施運
営について

■中部支部

■「建設技術フェア2010 in 中部」事務局 会議に出席

月 日：1月22日（金）

出席者：五嶋政美事務局長出席

議 題：「建設技術フェア2010 in 中部」
の実施について

■関西支部

■意見交換会（ポンプ、水門合同委員会）

月 日：1月13日（水）

場 所：関西支部会議室

参加者：桐野利男ほか9名

議 題：①アンケート調査の要望事項
②ファシリティーマネジメントを取り
入れた施設管理 ③平成21年度トラ
ブル発生実態調査

■建設用電気設備特別専門委員会（第361 回）

月 日：1月14日（木）

場 所：中央電気倶楽部 316号室

議 題：①前回議事録読会 ②「建設用
負荷設備機器点検保守のチェックリス
ト」の審議 ③「建設工事用受配電設
備点検保守のチェックリスト」の担当
会社の変更

■平成21年度 施工技術報告会

月 日：1月27日（水）

場 所：建設交流館 8F グリーンホール

参加者：103名

演 題：①PCRダブルエレメント工法
に伴う推進力の算定方法と地盤変状に
関する考察 ②世界最長150mのバ
イプルーフ非開削トンネル施工技術
を道路立体交差へ適用 ③沈下を伴う空
港島におけるアンダーパスの設計と施
工 ④市街地における大深度ニューマ
チックケーソンの周辺影響対策

■中国支部

■第5回広報部会

月 日：1月13日（水）

場 所：中国支部事務所

出席者：小石川武則部会長ほか8名

議 題：①広報誌CMnavi No.29の編
集発行について ②広報誌CMnavi
No.30の編集発行について ③その他
懸案事項・支部中期事業計画について

■第7回部会長会議

月 日：1月21日（木）

場 所：中国支部事務所

出席者：高倉寅喜企画部会長ほか8名
議 題：①次期支部中期事業計画の策定・
事業計画の策定について ②第59回
支部通常総会・記念講演会について
③情報化施工の取組状況と今後の進め
方等について ④その他懸案事項・土
木機械設備の維持管理研究会（案）に
ついて

■ 四 国 支 部

■企画部会幹事会

月 日：1月18日（月）

場 所：サン・イレブン高松

出席者：尾崎宏一企画部会長ほか6名

議 題：①現中期事業計画（平成19～21年度）の実施状況について ②次期中期事業計画（平成22～24年度）の策定について ③平成22年度企画部会事業計画（案）について ④その他

■技術部会幹事会

月 日：1月19日（火）

場 所：サン・イレブン高松

出席者：伊賀正技術部会長ほか5名

議 題：①現中期事業計画（平成19～

21年度）の実施状況について ②次期中期事業計画（平成22～24年度）の策定について ③平成22年度技術部会事業計画（案）について ④その他

■施工部会幹事会

月 日：1月20日（水）

場 所：サン・イレブン高松

出席者：村雲治施工部会長ほか7名

議 題：①現中期事業計画（平成19～21年度）の実施状況について ②次期中期事業計画（平成22～24年度）の策定について ③平成22年度施工部会事業計画（案）について ④その他

■部会長等会議

月 日：1月22日（金）

場 所：サン・イレブン高松

出席者：尾崎宏一企画部会長ほか4名

議 題：①次期中期事業計画（平成22～24年度）の策定について ②平成22年度四国支部事業計画（案）について ③その他

■ 九 州 支 部

■企画委員会

日 時：1月12日（火）

出席者：相川亮委員長ほか9名

議 題：①12月期実施事業結果について ②建設機械化功労者表彰規定改正について ③施工技術発表会開催について ④平成22年度支部役員改選について

■「建設の施工企画」投稿のご案内■

—社団法人日本建設機械化協会「建設の施工企画」編集委員会事務局—

会員の皆様のご支援を得て当協会機関誌「建設の施工企画」の編集委員会では新しい編集企画の検討を重ねております。その一環として本誌会員の皆様からの自由投稿を頂く事となり「投稿要領」を策定しましたので、ご案内をいたします。

当機関誌は2004年6月号から誌名を変更後、毎月特集号を編成しています。建設ロボット、建設IT、各工種（シールド・トンネル・ダム・橋等）の機械施工、安全対策、災害・復旧、環境対策、レンタル業、リニューアル・リユース、海外建設機械施工、などを計画しております。こうした企画を通じて建設産業と建設施工・建設機械を取り巻く時代の要請を誌面に反映させよ

うと考えています。

誌面構成は編集委員会で企画いたしますが、更に会員の皆様からの特集テーマをはじめ様々なテーマについて積極的な投稿により機関誌が施工技術・建設機械に関わる産学官の活気あるフォーラムとなることを期待しております。

（1）投稿の資格と原稿の種類：

本協会の会員であることが原則ですが、本協会の活動に適した内容であれば委員会で検討いたします。投稿論文は「報文」と「読者の声」（ご自由な意見、感想など）の2種類があります。

投稿される場合はタイトルとアブストラ

クトを提出頂きます。編集委員会で査読し採択の結果をお知らせします。

（2）詳 細：

投稿要領を作成してありますので必要の方は電子メール、電話でご連絡願います。また、JCMA ホームページにも掲載してあります。テーマ、原稿の書き方等、投稿に関わる不明な点はご遠慮なく下記迄お問い合わせ下さい。

社団法人日本建設機械化協会「建設の施工企画」編集委員会事務局

Tel：03(3433)1501, Fax：03(3432)0289,

e-mail：suzuki@jcmanet.or.jp

編集後記

今年は、2月にバンクーバー冬期オリンピック、6月にサッカーのワールドカップ南アフリカ大会と大型スポーツイベントが続き、スポーツファンには、楽しみが多い年です。本誌が皆様のお手元に届く頃には、すでにバンクーバーオリンピックが終了しています。果たして結果は、どうでしょうか。

さて、話は変わりますが、1月25日に(財)建設経済研究所から、建設経済モデルによる建設投資見通しが発表されました。

2010年度の名目建設投資は前年度比10.4%減の37兆6900億円。実質建設投資は前年度比10.0%減の36兆8800億円と見込まれています。

実質建設投資は、40年前の1969年度の37兆8968億円を下回る水準で、ピークだった1992年度の43.5%まで落込む見込みです。

一方、供給側の建設業者数や就業業者数はいまだ高水準にあります。

建設業許可業者数は、国土交通省の調査結果によると、2009年3月

末で約51万業者、ピーク時(2000年3月末)の約85%。建設業就業者の数は、総務省の「労働力調査」によると、2009年が517万人で、ピーク時(1997年)の75.5%です。

建設産業は、建設投資と建設業者数のバランスが崩れて、供給過剰になっており、市場を通じた再編・淘汰が避けられない状況にあります。

今後、企業間競争が激化するなかで、生き残るには、工事生産性の向上が必要です。そして、その有効策として、情報化施工が挙げられます。

情報化施工を導入することによるメリットには、作業効率や作業精度の向上、工事時間の短縮、丁張り作業の大幅軽減、環境負荷軽減の効果、安全性の向上、夜間作業も可能などがあります。

3月号は、その「情報化施工」特集です。情報化施工に関する行政情報、およびJCMA・会員等の最新の取り組み(新技術・施工事例等)を紹介しています。

最後になりましたが、ご多忙中にもかかわらずご執筆頂いた筆者の皆様に深く御礼申し上げます。

(藤島・斉藤)

機関誌編集委員会

編集顧問

浅井新一郎	今岡 亮司
上東 公民	加納研之助
桑垣 悦夫	後藤 勇
佐野 正道	新開 節治
関 克己	高田 邦彦
田中 康之	田中 康順
塚原 重美	寺島 旭
中岡 智信	中島 英輔
橋元 和男	本田 宜史
渡邊 和夫	

編集委員長

岡崎 治義 (社)日本建設機械化協会

編集委員長代行

太田 宏 三井造船(株)

編集委員

森川 博邦	国土交通省
山田 淳	農林水産省
松岡 賢作	(独)鉄道・運輸機構
圓尾 篤広	(株)高速道路総合技術研究所
石戸谷 淳	首都高速道路(株)
高津 知司	本州四国連絡高速道路(株)
平子 啓二	(独)水資源機構
松本 敏雄	鹿島建設(株)
和田 一知	(株)KCM
安川 良博	(株)熊谷組
渥美 豊	コベルコ建機(株)
富樫 良一	コマツ
藤永友三郎	清水建設(株)
赤神 元英	日本国土開発(株)
山本 茂太	キャタピラー・ジャパン(株)
星野 春夫	(株)竹中工務店
泉 信也	東亜建設工業(株)
斉藤 徹	(株)NIPPO
高木 幸雄	日本道路(株)
堀田 正典	日立建機(株)
岡本 直樹	山崎建設(株)
中村 優一	(株)奥村組
石倉 武久	住友建機(株)
京免 継彦	佐藤工業(株)
久留島匡繕	五洋建設(株)
藤島 崇	施工技術総合研究所

4月号「仮設工特集」予告

- ・LNG船の防熱施工用船内足場
- ・東京港臨海大橋工事
- ・森吉山ダム貯水池横断橋下部工事 森吉山ダム ハイブリッドスリップフォーム
- ・京急蒲田駅付近連続立体交差事業 第4工区工事
- ・地中埋設物を避けて削孔する「曲がり削孔工法」
構造物直下の液状化対策とタイロップ埋設位置探査の施工事例
- ・籠状複合相対攪拌翼機構によるエボコラム・Loto工法
残置PC杭破碎工と地盤改良との併用施工事例
- ・仮設テントハウス
- ・単管足場に対する法面機械構台システム足場の優位性
- ・ラック足場(ラックレール式移動吊足場)工法
- ・作業所事務所における環境配慮技術の適用事例

No.721「建設の施工企画」 2010年3月号

〔定価〕1部840円(本体800円)

年間購読料9,000円

平成22年3月20日印刷

平成22年3月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 辻 靖 三

印刷所 日本印刷株式会社

発行所 社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

電話 (03) 3433-1501; Fax (03) 3432-0289; <http://www.jcmanet.or.jp/>

施工技術総合研究所	〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154	電話 (0545) 35-0212
北海道支	部〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8	電話 (011) 231-4428
東北支	部〒980-0802 仙台市青葉区二丁目16-1	電話 (022) 222-3915
北陸支	部〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1	電話 (025) 280-0128
中部支	部〒460-0008 名古屋市中区栄4-3-26	電話 (052) 241-2394
関西支	部〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4	電話 (06) 6941-8845
中国支	部〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22	電話 (082) 221-6841
四国支	部〒760-0066 高松市福岡町3-11-22	電話 (087) 821-8074
九州支	部〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-8-26	電話 (092) 436-3322

KOBELCO

さすがコベルコ!

選択される「商品」「社員」「会社」へ

“さすが”を
証明



後方超小旋回の小・中型機には

通常形の中・大型機には

極低騒音 低燃費

超低騒音基準より -5dB (SK70SRは -0dB)

当社従来機より $-18\sim 20\%$

SK70SR SK125SR
SK135SR [LC] SK225SR
SK235SR [LC]

SK200 SK210LC SK250
SK260LC SK330 SK350LC
SK460 SK480LC

※燃費は同等作業土量で比較

ACERA アセラ・ジオスペック
GEOSPEC

フルラインナップ完成!



全機種
オフロード法適合

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

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



MORE CARE. BUILT IN.

ボルボ ABG アスファルトフィニッシャー

環境・安全・品質— 設立以来揺るがぬボルボのコアバリュー。
舗装性能、環境性、メンテナンス性、信頼性の向上を実現した
最新アスファルトフィニッシャーをお届けします。



Volvo Construction Equipment www.volvoce.com

マシン ケアテック 株式会社

〒361-0056 埼玉県行田市持田 1-6-23
TEL:048-555-2881 FAX:048-555-2884
URL: <http://www.machinecaretech.co.jp/>

GOMACO

Gomaco社の舗装機器は、どんなスリップフォーム工法にも対応します。



Commander III

最も汎用性の高い機種です。一般道路舗装のほか、路盤工事、河川工事、分離帯・縁石などの構造物構築に最適です。



RTP-500

長ブームの砕石・コンクリート搬入機です。このほかにも、ロック・ホッパーなどへの舗装支援機器として、どんなスリップフォーム機械にも対応可能です。



マシン ケアテック 株式会社

〒361-0056 埼玉県行田市持田1-6-23

TEL:048-555-2881 FAX:048-555-2884

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

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



バイブレーションローラー
MRH-600DSA



パイプロコンパクター
MVH-306DS



高周波バイブレーター
FX-40RB/FU-161



コンクリートカッター
MCD-216VDXS



タンピングランマー
MT-55L

三笠産業株式会社

MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

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

三笠建設機械株式会社

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

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

愛知県小牧市小針2-18 〒485-0037
電話 0568(77)3312
FAX 0568(77)3719

■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
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
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



主な特長

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

KYB カヤバシステム マシナリー株式会社

KAYABA SYSTEM MACHINERY CO., LTD

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

本社・営業/カスタマーサービス
中部支店
西部支店
三重工場

〒105-0012 東京都港区芝大門2丁目5番5号 住友不動産芝大門ビル
〒514-0396 三重県津市雲出鋼管町62番地2
〒812-0016 福岡県福岡市博多区博多駅南1丁目7番14号 ボイス博多
〒514-0396 三重県津市雲出鋼管町62番地2

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

クレーン、搬送台車、建設機械、特殊車輛他
産業機械用無線操縦装置

今や、業界唯一。
日本国内 自社自力生産・直接修理を实践中！

ポケットサイズ ハンディ～ショルダー機
フルラインアップ!!

ケーブルレス サテラ 離操作

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

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

スリムケーブルレス

より安価なオーダー対応を実現！

微弱電波・特定小電力
両モデル対応 N/U/Gシリーズ

フルオーダー対応で
最大32点まで対応可！

2段階スイッチ
装着可能

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

標準型
RC-5708N

- 8操作8リレー
- 軽量・コンパクト
受信機

セットで
15.75万円

標準型
RC-5712N

- 12操作12リレー
- 照明出力リレーの
保持を標準採用

セットで
17.85万円

マイコンケーブルレス

N/U/Gシリーズ
標準型
RC-6016N

- 16操作16リレー
最大24リレーまで
対応可能

セットで
21万円



防爆形 対応可能 (N/Uシリーズ)

微弱電波・特定小電力
両モデル対応 N/U/Gシリーズ

2段階スイッチ・特殊
スイッチ装着可能

標準型
RC-8516N

セットで
23.1万円

タフ 頑強 ケーブルレス

強くて大きい最強ハンディ機登場！
無理難題を一刀両断!!

- 16操作16リレー、
最大32リレーまで対応可能
- 堅牢なボディ、耐衝撃性能が向上
- ハンディなのに特殊スイッチ
(キノコ形スイッチ、キースイッチ等) 装着可能
- 防雨・防塵性能強化、送信機はIP65相当

裏側スイッチ
特殊スイッチ
装着例

防爆形はTX-8400型送信機で対応 (Nシリーズのみ)

マイティサテラ N/U/Gシリーズ
防爆形 対応可能 (Nシリーズのみ)

● 操作信号数 最大32点 (またはプロボ最大6項目と入出力信号26点以下)

ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能

3ノッチジョイスティック型
RC-7132N
セットで
94.5万円～

全押しボタン
RC-7126N
セットで
47.25万円～

ジョイスティック
2本装着オーダー例

新型
ジョイスティック
採用

旧アンリツ製
デジタルテレコン
入替専用モデル

チップケーブルレス Nシリーズ
コンパクトという選択肢!!
～機能を絞ると、こんなに小さくなりました～

微弱電波モデル
対応

標準型
RC-3208N

● 8操作
8リレー

セットで
12.6万円

片手で握り替えずに、正逆操作が行えます!

- チップ部品採用でポケットサイズ化!
- トコトン機能を絞ってコストダウン!
- 電動トリロ付きチェーンブロックの無線化に最適!
- 操作距離30m程度の微弱電波専用機!
- アルカリ乾電池なら60時間以上の連続使用可能!
- 高い防水性能…送信機はIP65
- 従来機と信号互換あり! 受信機は既設のみで送信機のみ取替可!

ケーブルレスミニ ポケットサイズの本格派!

微弱電波・ラジコンバンド
両モデル対応 N/Rシリーズ

● 微弱Nシリーズは、240MHz化でより安定した電波の飛び!

● 3操作3リレー
最大5リレーまで対応可能

● 2段階スイッチ追加可能! (オプション)

標準型
RC-4303N/R

セットで
10.5万円

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

取付例

リソーサー
離操作 Nシリーズ
Uシリーズ

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

標準型
RC-2512N

● 12操作12リレー
最大32リレーまで対応可能
- 見易くなった☑ 電池残量告知ランプ付

セットで
23.1万円

軽量コンパクト
ショルダータイプ

データケーブルレス 工夫次第で用途は無限!

微弱電波・特定小電力
ラジコンバンド
全モデル対応 N/R/U/G
シリーズ

送信機
(外部接点入力型)

7100型
6300型
5700型
3200型

受信機

● 機器間の信号伝送に!

● 多芯の有線配線の代わりに!

標準型 セットで
TC-1305R 21.525万円
TC-1308N(微弱電波) 23.1万円

写真は
Uシリーズ

MAXサテラ Uシリーズ
Gシリーズ

特定小電力
専用モデル

ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能

全押しボタン
装着タイプ
RC-9300U

● 多機能多操作
(比例制御対応可)

セットで
99.75万円

金属シャシーの
多操作・特注仕様専用機!!

無線変速ジョイスティック
2本装着例

無線式火薬庫警報装置
発破番 ES-2000R

アンテナ等の
標準付属品付
セットで
42万円

● 長距離伝送
到達距離約2km～(6km)

● 受信機から
電話回線接続機能、
携帯電話へもOK!

● 高信頼性
異常判定アルゴリズム

● 音声メッセージで
異常箇所を連絡(受信側)

● 大音量警鳴音発生
110dB/m

ER-2000R(受信機) ET-2000R(送信機)

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

常に半歩、先を走る

ベンチャー企業創出支援投資 対象企業



朝日音響株式会社
〒771-1350 徳島県板野郡上板町瀬部
FAX: 088-694-5544(代) TEL: 088-694-2411(代)
<http://www.asahionkyo.co.jp/>

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

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

KOMATSU

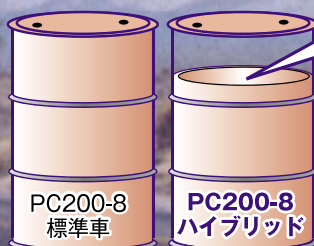
Hybrid

燃費低減 **25%** を実現中！

もう！現場標準です

ハイブリッド
続々稼働中

現場 日本全国津々浦々
工期 2008年6月～
施工者 全国のお客様



通常機比 燃料消費量(市場平均試算※)

25%低減

※建設機械の平均的使われ方から算出した社内基準より試算

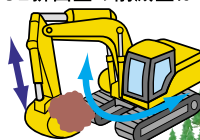
PC200 ハイブリッドは、旋回エネルギー回生するので、旋回時の負荷・旋回角度・旋回の頻度によって燃費低減効果が異なります。旋回角度が大きい作業においては25%以上の低減効果を得ることも可能です。お客様テストにおける実測データでは**最大41%**もの低減を実現した例もあります。

'08年6月の30台限定発売後、すでに稼働8500時間を超えるものも出ており、その高い信頼性のもと、燃料消費量とCO₂排出量を削減し続けます。

CO₂排出量も
25%削減

CO₂排出量の削減

PC200ハイブリッドによる標準機との1年間のCO₂排出量の削減量は…



杉の木 **748本**が
1年間に吸収する
CO₂量に相当

●年間1000時間稼働とし、杉の木1本(杉の木は50年杉、高さ20～30m)当たり1年間に平均約14kgのCO₂を吸収するものとして換算

世界初※

※市販車
**ハイブリッド建設機械
PC200 Hybrid**

ハイブリッドの詳細 ▶

<http://www.komatsu.co.jp/hybrid/top.html>

KOMATSU

コマツ 国内販売本部 〒107-8414 東京都港区赤坂 2-3-6
<http://www.komatsu-kenki.co.jp>

