

建設の施工企画 8

2010 AUGUST No.726 JCMMA

赤松谷川9号無人化施工



ロボット・無人化施工 特集

- 天然ダム等の特殊な土砂災害に対する危機管理体制の整備
- アスベストプロジェクトの取り組み
- 赤松谷川9号床固工工事における無人化施工
- 無人化施工によるプレキャストカルバート施工と遠隔測量ステーションの開発
- 耐環境性の高い消防防災向け検知ロボットの開発
- 自由断面掘削機自動化掘削システム
- 双腕型建設用マニピュレータの遠隔操作支援技術の開発
- 無人化及び情報化施工データの共有化システムを考える

社団法人 日本建設機械化協会

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段階押し・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
旧アンリツ製
デジタルテレコン
入替専用モデル
新型
ジョイスティック
採用

チップケーブルレス

コンパクトという選択肢!!
～機能を絞ると、こんなに小さくなりました～

微弱電波モデル
対応 Nシリーズ
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化に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段階押しスイッチ追加可能!(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
価格もサイズも
ハンディー並み!

微弱電波・特定小電力
両モデル対応 標準型
RC-2512N
セットで
23.1万円
●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
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
標準型
RC-4303N/R
セットで
10.5万円
●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
(比例制御対応も可)
金属シャシの
多操作・特注仕様専用機!!
セットで
99.75万円
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)
2km(6km)

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
AO

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

機関誌「建設の施工企画」表紙写真の募集について

社団法人日本建設機械化協会
機関誌編集委員会 委員長

常日頃から当協会の活動にご協力を頂き大変ありがとうございます。

さて、当協会では、毎月20日に機関誌「建設の施工企画」を発行しておりますが、このたび、会員各位や購読者の皆様に、より親しみを持って頂ける機関誌とするため、下記により表紙の写真を募集することといたしました。皆様方におかれましては、「建設の施工企画」の表紙に相応しい写真を奮ってご応募頂ければ幸いです。

記

1. 応募資格：当協会関係者(団体会員又は支部会員に所属する役職員、個人会員等)とします。
2. 写真の内容：各号の特集テーマに相応しいものとします。

年	月	特 集 テ ー マ
2010 年	9 月号	トンネル
	10 月号	新しい高度な施工技術の開発と実用化
	11 月号	建設施工の地球温暖化対策
	12 月号	鉄道における建設施工
2011 年	1 月号	建設機械
	2 月号	解体とリサイクル、廃棄物処理
	3 月号	空港・港湾
	4 月号	地下構造物
	5 月号	建築
	6 月号	維持管理、長寿命化、延命化、リニューアル
	7 月号	建設施工の安全対策
	8 月号	舗装

3. 写真の大きさ(掲載サイズ)：140mm(縦)×210mm(横)(H22 年機関誌実績)
4. 組合わせた写真でもよいが、大きさは、上記大きさに収まること。
5. 選考：機関誌編集委員会
6. 応募は指定の書式(当協会のホームページよりダウンロードできます)を使用して下さい。
7. 掲載された写真に対する謝礼：当協会の規定によります。
8. 著作権：採用された写真の著作権は、当協会に帰属します。
9. 締切：該当する特集テーマの月の2ヶ月前
10. 写真応募に関するお問合せ：社団法人日本建設機械化協会

住所:東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館

電話:03-3433-1501 FAX:03-3432-0289

機関誌編集委員会事務局 (鈴木: suzuki@jcmanet.or.jp)

以上

第 4 回 日本建設機械化協会 研究開発助成について

趣 旨： 当協会は、建設の機械化に関する我が国唯一の学術団体として、建設機械や建設の機械化及びそれらを活用した施工法などについて、シンポジウムの開催、会長賞の授与、機関誌による論文発表、各種講演会や、常設技術委員会の開催などを通じて学術調査・研究、技術開発、標準化事業等の活動を実施してまいりました。

これらの活動に加え、平成 19 年度より優れた研究開発・調査研究に対して助成を行う「日本建設機械化協会研究開発助成制度」を創設し、今年度も継続・実施いたします。

本助成は、建設機械及び建設施工技術に係る研究開発・調査研究を対象としており、研究の成果は、当協会主催の平成 24 年度「建設施工と建設機械シンポジウム」において発表して頂きます。

公募期間： 平成 22 年 7 月 1 日（木）～ 11 月 1 日（月）

助成決定： 平成 22 年 12 月中旬頃に、採・否、助成額及び必要な条件については、厳正な審査会を経た上、当協会会長が決定します。

助成期間： 助成決定通知の翌日～平成 24 年 3 月 31 日（土）

助成対象： 建設事業の機械化を推進し、もって国土開発と経済発展に寄与すると考えられる建設機械及び建設施工技術に係る研究開発・調査研究であって、以下の要件のいずれかに該当する新規性、必要性又は発展性の高いものを助成の対象とします。

- ① 建設機械と建設施工の合理化
- ② 建設機械と建設施工の環境保全
- ③ 防災・安全対策・災害対応
- ④ 建設施工の品質確保

助成対象者： 助成対象とする研究者は下記の通りです。

- ① 大学，高等専門学校及びこれらの附属機関に属する研究者及び研究グループ
- ② 法人格を有する民間企業等の研究者及び研究グループ

助成内容： 助成の額及び助成の方法は下記の通りです。

- ① 助成の額は1件につき原則として200万円以内とします。
- ② 助成の額は原則として研究着手時に助成総額全額を交付します。
- ③ 研究は単年度で完結させるものとし，同一の研究テーマに対する研究開発助成は2回を限度とします。

応募方法： 助成を希望される研究者ご本人又は研究グループの代表者は，研究開発助成実施要綱等を当協会ホームページからダウンロードし内容を確認の上，所定の申請書に必要事項を記入し，書類とその電子データを期限（当日必着）までに当協会に郵送により提出するものとします。なお，電子メールによる受付は行いません。

* 当協会ホームページ(<http://www.jcmanet.or.jp/>)

問合せ先：（社）日本建設機械化協会 研究開発助成事務局（担当 阿部）

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館2F

T E L : 03-3433-1501 F A X : 03-3432-0289

情報化施工の実務

発刊のご案内

平成 22 年 7 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、平成 20 年 7 月に「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」ことが位置付けられました。また、平成 21 年 3 月に閣議決定された「社会資本整備重点計画」においても「情報化施工の普及を促進する」とされたところです。

当協会におきましても、これらを踏まえ、昨年 11 月に情報化施工の入門書として「情報化施工ガイドブック 2009」を出版致しましたが、依然として情報化施工に関するテキスト、実務参考書は十分とは言えず、情報化施工に携わる人材を育成し、普及を促進していくためには、その充実が望まれているところです。

そのため、この度、第二弾として情報化施工の中でも主要な技術であるマシンコントロールシステム(MC)、マシンガイダンスシステム(MG)に必要な三次元設計データの簡便な作成方法等MC、MGの実施に当たって必要な実務的な事項をとりまとめた「情報化施工の実務」を発刊致しました。

つきましては、実務者に必携の書として建設業者はもとより発注者、レンタル業者、建設機械メーカー等も含めまして情報化施工に関係される皆様には是非ご利用いただきたくご案内申し上げます。

敬具

◆内容

第 1 章 はじめに

本書の内容、専用システムの調達、情報化施工実施までの手順

第 2 章 三次元設計データの作成

三次元設計データの作成手順、路線データ及びTINデータの作成

第 3 章 座標計算又は二次元CADによるTINデータ作成

メッシュデータ取得、設計データ作成ソフトへの読み込み

第 4 章 JCMA 専用ツールによるTINデータ作成

JCMA専用ツールの概要、JCMA専用ツールによるTINデータ作成

第 5 章 移動局への専用システムの装備

移動局の装備手順、モータグレーダの装備

第 6 章 基準局の設置

GNSS 基準局の設置、TS 基準局の設置

第 7 章 用語解説

◆本の体裁 (A 4 版 カラー 本編 92 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基準等を踏まえた内容。

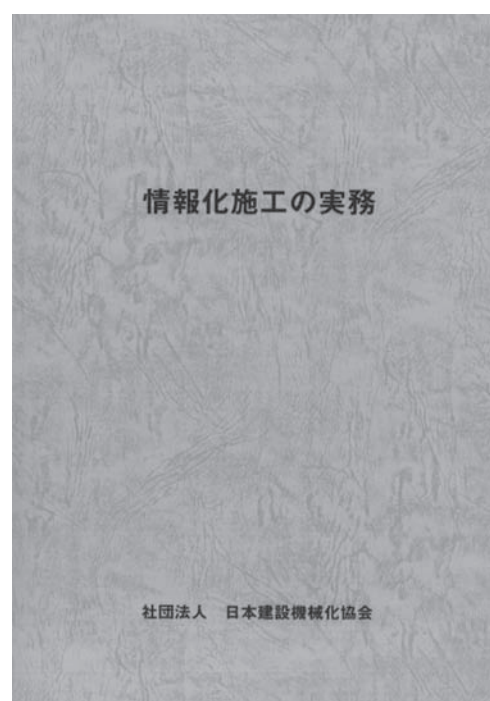
- ・図、写真、表を使い読みやすく理解しやすい構成。MC、MGを対象に記述。
- ・特に、実施に当たって課題となる三次元設計データの作成について詳細に記述。

◆定価 (税込み)

会員 : 1,800 円 (本体 1,715 円)、一般 : 2,100 円 (本体 2,000 円) (送料 400 円は別途いただきます。)

◆購入のお申込

JCMA の HP (<http://www.jcmanet.or.jp/>) から購入申込書をダウンロードし、必要事項をご記入の上お申込下さい。



発売中

平成22年度版 建設機械等損料表

■本の体裁 : B5判 モノクロ 約740頁

■価格(消費税込)

一般 : 7,700円

会員等 : 6,600円(官公庁・学校関係を含む)

■送料単価 : 600円(沖縄県を除く日本国内)

* 複数発注の場合、送料単価は減額します。

* 沖縄県の方は(社)沖縄建設弘済会(098-879-2097)にお申込み下さい。

■内容・特長

★国土交通省制定「建設機械等損料算定表」
改定に基づいて編集

★損料積算例や損料表の構成・内容を
わかりやすく解説

★機械経費・機械損料等に関する
通達類を掲載

★各機種の燃料消費量を掲載

★各種建設機械の概要・特徴を
図や写真で紹介

★当協会発行「日本建設機械要覧」の
該当(参照)ページを掲載

平成22年度版
建設機械等損料表

観 日本建設機械化協会

(社)日本建設機械化協会

大口径・大深度の削孔工法の設計積算に欠かせない必携書

大口径岩盤削孔工法の積算

平成22年度版

∞∞ 発刊のご案内 ∞∞

社団法人 日本建設機械化協会

謹啓、時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。

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

本協会では、平成20年5月に「大口径岩盤削孔工法の積算 平成20年度版」を発刊し、関係する技術者の方々に広くご利用いただいております。

さて、このたび国土交通省の土木工事積算基準及び建設機械等損料表等が改正され、平成22年4月1日以降の工事費の積算に適用されることに伴い、当協会では、内容をより充実し、また解りやすく説明した「大口径岩盤削孔工法の積算 平成22年度版」を発刊致しました。

つきましては、大口径岩盤削孔工事の設計積算業務に携わる関係各位の皆様には是非ご利用いただきたくご案内申し上げます。 敬 具

◆ 内 容

平成22年度版の構成項目は以下のとおりです。

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

◆ 改訂内容

平成20年度版からの主な改訂事項は以下のとおりです。

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

● A4版／約250頁（カラー写真入り）

● 定価

非会員：5,880円（本体5,600円）

会 員：5,000円（本体4,762円）

※ 学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※ 送料は会員・非会員とも

沖縄県以外 450円

沖縄県 340円（但し県内に限る）

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



橋梁架設工事及び設計積算業務の必携書

橋梁架設工事の積算

平成 2 2 年度版

∞ ∞ ∞ 改訂・発刊のご案内 ∞ ∞ ∞

社団法人 日本建設機械化協会

謹啓、時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。

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

さて、このたび**国土交通省の土木工事積算基準及び建設機械等損料表が改正**され、平成 2 2 年 4 月以降の工事費の積算に適用されることに伴い、また近年の橋梁架設工事の状況、実績等を勘案し、当協会では「**橋梁架設工事の積算 平成22年度版**」を発刊致しました。

なお前年度版同様、橋梁の補修・補強工事の積算に際し、その適用範囲や積算手順をわかりやすく解説した「**橋梁補修補強工事積算の手引き 平成22年度版**」も**別冊(セット)で発刊**致しました。

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

敬 具

◆内容

平成 22 年度版の構成項目は以下のとおりです。

- 〈本編〉第 1 章 積算の体系 第 2 章 鋼橋編
第 3 章 P C 橋編 第 4 章 橋梁補修
第 5 章 橋梁架設用仮設備機械等損料表
(架設用機械の概要、写真・図解付き)
〈別冊〉橋梁補修補強工事 積算の手引き
(補修・補強工事積算の適用範囲・手順の解説)

◆改訂内容

主な改訂事項は以下のとおりです。

1. 積算の体系

- ・大都市補正地区の拡大
- ・施工箇所が点在する工事の積算方法

2. 橋種別

1) 鋼橋編

- ・損料改定による複合損料全面改訂
- ・FRP 検査路歩掛、鋼製排水溝設置新規掲載
- ・大型箱桁等地組架台数量算定式追加
- ・補修工事新規歩掛掲載
- ・積算例題 (トラッククレーンバント工法連続鉄桁改定)

2) P C 橋編

- ・トラス梁特殊支保工 歩掛の追加
- ・プレキャストセグメント単純 T 桁橋 架設桁、トラッククレーンによる併用架設 積算例の追加
- ・説明文章の修正及び追加

3) 橋梁架設用仮設備機械等損料表

- ・損料全面改訂



- B 5 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)

- ※ 別冊のみの販売はいたしません。
- ※ 学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。
- ※ 送料は会員・非会員とも
沖縄県以外 600 円
沖縄県 450 円 (但し県内に限る)
- ※ なお送料について、複数又は他の発刊本と同時に申込みの場合は別途とさせていただきます。

日本建設機械要覧2010

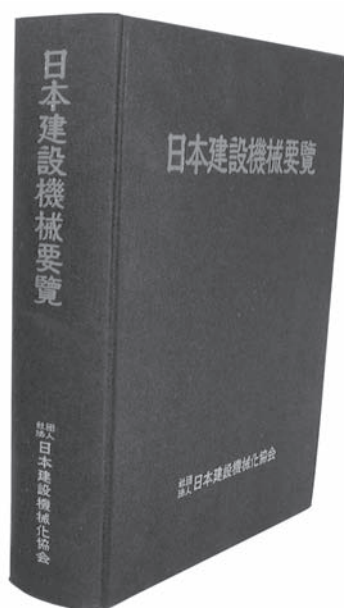
∞∞ 発刊のご案内 ∞∞

社団法人 日本建設機械化協会

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1480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日発刊

「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）

1. 日本建設機械要覧2010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頂けます。
2. 「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転載しますので、最新の新商品情報が閲覧頂けます。

2010年版 内容目次

- ・ブルドーザーおよびスクレーパー
- ・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イカ
- ・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

建設の施工企画

2010 年 8 月号 No. 726

目 次

ロボット・無人化施工 特集

- 3 巻頭言 レスキューロボットと無人化施工 大須賀公一
- 4 天然ダム等の特殊な土砂災害に対する危機管理体制の整備
空輸対応型油圧ショベルの配備 阿曾 貢貴
- 9 アスベストプロジェクトの取り組み
アスベスト除去ロボットによる無人化施工システム 新井 唯・森 直樹
- 14 赤松谷川 9 号床固工工事における無人化施工
..... 供田 英一・岩崎 肇・岡本 仁
- 21 無人化施工によるプレキャストカルバート施工と
遠隔測量ステーションの開発 浅沼 廉樹・三鬼 尚臣
- 27 耐環境性の高い消防防災向け検知ロボットの開発 天野 久徳
- 33 自由断面掘削機自動化掘削システム
ブームヘッダー RH-10J, RH-250-MB-SL の自動掘削 猪口 敏一・伊藤 禎浩
- 39 双腕型建設用マニピュレータの遠隔操作支援技術の開発 柳原 好孝
- 44 無人化及び情報化施工データの共有化システムを考える 濱田 文子
- 49 交流の広場 電気炉遠隔操作测温機 電気炉测温サンプリング装置
..... 日浦 光一・木村 善春
- 53 ずいそう 人間型ロボットの活用展開 蓮沼 仁志
- 54 ずいそう 同期の大切さ 一ノ瀬亜美・中礼 愛香
- 55 社団法人日本建設機械化協会 第 61 回通常総会開催 (その 2)
- 66 JCMA 報告 欧州情報化施工調査結果からみた我が国への情報化施工導入方策
..... 齋藤 清志
- 74 CMI 報告 レーザースキャナーによる出来形・出来高管理の実現へ向けて
..... 藤島 崇・椎葉 祐士
- 78 新工法紹介 機関誌編集委員会
- 79 統 計 国土交通省成長戦略
..... 機関誌編集委員会
- 85 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
- 86 行事一覧 (2010 年 6 月)
- 90 編集後記 (和田・安川)

◇表紙写真説明◇

赤松谷川 9 号床固め工事無人化施工の状況

写真提供: (株)熊谷組

写真は、RCC 工法による砂防堰堤築造作業。危険警戒区域内でリモートコントロールされているブルドーザの撒き出し作業と振動ローラの転圧締め固め作業状況。右下の写真は、遠隔操作室で複数のモニタ画面を見ながら運転操作している重機オペレータの様子。

第4回 日本建設機械化協会 研究開発助成

建設機械及び建設施工技術に係る研究開発・調査研究であって、以下のいずれかに該当する新規性、必要性又は発展性の高いものを対象とします。

- ①建設機械と建設施工の合理化
- ②建設機械と建設施工の環境保全
- ③防災・安全対策・災害対応
- ④建設施工の品質確保

1. 助成対象者

大学、高等専門学校及びその附属機関、もしくは法人格を有する民間企業等に所属する研究者及び研究グループ

2. 助成内容

- ①1件につき原則200万円以内
- ②原則として研究着手時に全額を交付
- ③研究は単年度で完結させるものとし、同一テーマへの助成は2回まで

3. 公募期間

平成22年7月1日(木)～11月1日(月)

詳細問い合わせ先:

(社)日本建設機械化協会
研究開発助成事務局 阿部
TEL : 03-3433-1501
FAX : 03-3432-0289
<http://www.jcmanet.or.jp/>

平成22年度「建設施工と建設機械シンポジウム」

論文発表・ポスター展示のご案内

“建設機械と施工法”に関する技術の向上などを目的に、技術開発、研究成果の発表の場として「建設施工と建設機械シンポジウム」を毎年開催しております。本シンポジウムでは、「未来を拓く建設施工と建設機械」をテーマとし、以下の6項目に関連する論文発表・ポスターの展示を行います。

- ①品質確保とコスト縮減 ②環境保全、省エネルギー対策 ③安全対策
- ④災害対応 ⑤ICTの利活用 ⑥維持・管理・補修

ぜひご参加ください。

会期:平成22年11月9日(火)～10日(水)

会場:機械振興会館

詳細問い合わせ先:

(社)日本建設機械化協会
調査研究部 阿部
TEL : 03-3433-1501
FAX : 03-3432-0289
e-mail : t-abe@jcmanet.or.jp

「建設の施工企画」表紙写真の募集について

機関誌「建設の施工企画」では、このたび、会員各位や購読者の皆様に、より親しみを持ってもらえる機関誌とするため、下記により表紙の写真を募集することといたしました。皆様方におかれましては、ご自慢の写真を奮ってご応募頂ければ幸いです。

当誌 HP (<http://www.jcmanet.or.jp/>)

kikanshi/)にて詳細をご確認のうえ、所定の書式でご応募ください。採用の場合当協会の規定による謝礼をお支払いいたします。

■今後の特集記事

10年…10月号:新しい高度な施工技術の開発と実用化, 11月号:建設施工の地球温暖化対策, 12月号:鉄

道における建設施工

詳細問い合わせ先:

(社)日本建設機械化協会
機関誌編集委員会事務局 鈴木
TEL : 03-3433-1501
FAX : 03-3432-0289
e-mail : suzuki@jcmanet.or.jp

「情報化施工の実務」発刊のご案内

情報化施工の中でも主要な技術であるマシンコントロールシステム(MC)、マシンガイダンスシステム(MG)に必要な三次元設計データの簡便な作成方法等、MC、MGの実施に必要な実務的な事項を収録。実務者に必携の書として、情報化施工に関係される皆様にぜひご利用頂きたいと案内いたします。

■主な内容

- ・三次元設計データの作成
- ・座標計算又は二次元CADによるTINデータ作成
- ・JCMA専用ツールによるTINデータ作成
- ・移動局への専用システムの装備
- ・基準局の設置
- ・用語解説

体裁:A4判 92頁

価格(送料別):一般2,100円、会員1,800円

詳細問い合わせ先:

(社)日本建設機械化協会 白鳥
TEL : 03-3433-1501
FAX : 03-3432-0289
e-mail : info@jcmanet.or.jp
<http://www.jcmanet.or.jp/>

巻頭言

レスキューロボットと無人化施工

大須賀 公一



1995年1月17日、阪神地区を巨大地震が襲った。これは大都市直下型地震であり、いわゆる「阪神淡路大震災」となり、6,400名もの多くの人命が失われた。そのとき、私達ロボット研究者らはあらためて気がついた。「なぜ災害現場で活躍するロボットがないのだ！それは自分達がそのようなロボットを開発しようとしなかったからだ！」と…。その後、文部科学省によって「大都市大震災軽減化特別プロジェクト」が5カ年計画で開始され、その中に災害現場で主に情報収集することに有効なシステムを開発するというテーマが設定された。それは阪神淡路大震災から7年もの年月が経過した2002年のことであり、ここにレスキューロボットに関する本格的な研究がようやく始まった。この時のテーマリーダーは田所諭先生（現在東北大学、当時神戸大学）であった。

ところがいざ、災害現場で活動するレスキューロボットを開発しようとする、とたんに我々は立ち往生することになる。それは、「災害現場が余りにも不定形で、劣悪環境で、再現性がなく、追体験がし難い」ということで、機械システムの設計における設計仕様が定められないという性質による。そこで我々は、本プロジェクトを大きく二つのフェーズに分けた。第1のフェーズでは、ちょうど先カンブリア紀において生物が爆発的な多様化を試みたと同様に、考えられるレスキューに有効であろうと思われるロボットやシステムをとにかく試作開発してみた。その過程でようやくいくつかのサブターゲットが見えてきて、後半の第2フェーズでは一端発散しつつあった様々なテーマを集約することにした。その結果「上空ミッションユニット」「瓦礫上ミッションユニット」「瓦礫内ミッションユニット」「インフラミッションユニット」という四つのミッションユニットが設定され、様々な研究機関が協力してそれらのテーマにおける理想的なシステム（レスキューロボットシステム）の構築を目指した。

以上のように、レスキューロボットの開発はシステムにとって最悪な環境を想定する必要がある、私のように（屋内実験室という）整えられた環境におけるロボットしか発想がなかった者としては研究スタンスに大きなギャップを感じた。もちろん、従来からもフィールド

ロボティクスという分野があり、自分自身も「スイカ収穫ロボット」という屋外で使用するロボットの開発などにも携わった経験もあったが災害現場の環境の劣悪さは桁違いであった。ただ、逆に災害現場で有効に働くシステムはおそらくどのような場面でも利用可能なものになっているだろうという感覚は得られた。

阪神淡路大震災から15年が経過し、レスキューロボットシステムの研究が本格的に始まって7年過ぎた。その結果、理想的なレスキューロボットシステムが完成したかということ残念ながらまだである。もちろん、当初に比べると格段に屋外使用に耐えられるロボット（システム）が開発されてはきているが、解決すべき課題は多く存在する。一方では開発過程で副産物としていくつかの実用的な技術も生まれてきている。これはちょうど富士山のようなイメージである。すなわち、山の頂上を高くしようというのがこれまで我々が行ってきた先端研究であり、その高さが高くなってきたので広い裾野ができ、そこに様々な関連技術が生まれてきたということである。

以上のように、レスキューロボットの研究は今後も継続され、より高い山の構築を目指し、その裾野に多くの有用な技術を産み落としていくことにかわりない。ただ、それにしても「屋外環境」に対する経験不足が大きな課題であると考えている。その点、土木建築現場で利用することができる自動建機などの開発やそこで使われている技術は非常に参考になる。対劣悪環境性、通信網の確保、遠隔操縦技術、運動制御技術など、レスキューロボットに深く関係する技術の宝庫であると考えられる。さらに、レスキューロボットはいつ来るかわからない災害対応用なので、専用システムにしてしまうといざという時には使い物にならないことが十分予想できる。したがって、平時にも利用できる技術から構築されていなくてはならない。その点、平時には土木建築現場で利用でき、非常時には災害現場でレスキューロボットシステムとして活用できる機能を複合したシステムの構築が一つの理想的な姿であると思われる。両分野の今後の連携を期待したい。

—おおすか こういち 大阪大学大学院 工学研究科
機械工学専攻 教授—

天然ダム等の特殊な土砂災害に対する危機管理体制の整備 空輸対応型油圧ショベルの配備

阿 曾 貢 貴

平成20年6月14日の「岩手・宮城内陸地震」で発生した天然ダム、その天然ダムの越流による決壊を回避するためにとられた対策は湛水位を低下させる排水作業である。道路が崩落により消失した完全な交通途絶地区へのポンプ機材と機材設置のために必要となる油圧ショベルの輸送は、ヘリコプター空輸しか手段がなかった。この時の対応を教訓として、空輸可能な油圧ショベルの国保有による配備が検討され、現存する最大機種¹の0.5 m³級のほか、新たに設計、製造した1.0 m³級の空輸対応型油圧ショベル（遠隔操縦式）を配備し、迅速な災害復旧対策を目指して危機管理体制の強化を図ったものである。

キーワード：岩手・宮城内陸地震、天然ダム、河道閉塞、ロボット、無人化施工、遠隔操縦、分解対応型バックホウ

1. はじめに

平成20年6月14日に発生した「岩手・宮城内陸地震」において、震源地にある栗駒山系では、山塊崩落により発生した河道閉塞（天然ダム）が15箇所確認された。

そのうち「湯ノ倉温泉地区」の天然ダムは、人里となる温湯温泉集落の上流に位置したため、越流による決壊を回避することが最重要課題となった。その対策工事として天然ダムの湛水位をポンプ排水により低下させる計画が立てられたが、現地までの道路が崩落により消失し完全な交通途絶地区となっていたため、排水ポンプ機材の現地への輸送は、ヘリコプターによる空輸という手段に頼らざるを得なかった。

現地でのヘリポート造成、ポンプ、発動発電機、操作盤等の排水ポンプ機材セットのための機械として油圧ショベルが必要とされ、民間ヘリコプターでの空輸が可能でかつ最大機種となる0.5 m³級が選定、調達され、空輸を行い対策工事が行われた。また、天然ダム以外の箇所においても、土砂崩落箇所等の二次災害の危険性が高い箇所では、遠隔操縦式の油圧ショベルが投入され、無人化施工による対策工事が実施された。

一方、天然ダムに対する危機管理については、「大規模土砂災害の危機管理対策について」（平成19年3月22日付け国河保第57号国土交通省河川局長通達）により、大規模土砂災害に対する危機管理体制を整備する旨の通達が出されている。さらに、「岩手・宮城内陸地震」での教訓を基にした「天然ダム等の特殊な

土砂災害に対する危機管理について」（平成22年3月19日付け河川局砂防部保全課企画専門官名事務連絡）により、無人化施工機械を活用した工事の推進による危機管理対応が指示されているところである。

東北地方整備局では、本災害への対応における課題を踏まえ、前述の通達等に基づき平成21年度に0.5 m³級油圧ショベル（遠隔操縦式）1台を購入契約により、1.0 m³級空輸対応型油圧ショベル（遠隔操縦式）1台を製造契約により配備し、危機管理体制の強化を図っている。

ここでは、これまで市場になかった大型機種を新たに設計、製造した1.0 m³級空輸対応型油圧ショベル（遠隔操縦式）にスポットを当てて報告するものである。



写真—1 湯ノ倉温泉地区の河道閉塞状況

2. 対策工事における課題と対応

(1) 交通途絶地における重機・資機材の輸送

湯ノ倉温泉地区では、民間ヘリコプターによる空輸が可能となる油圧ショベルのうち、市場に存在する最大機種として空輸対応型 0.5 m³ 級を調達し対策工事にあたった。

①国で保有することの必要性

空輸対応型 0.5 m³ 級は鉄塔工事の減少に伴い市場投入台数が激減している状況で、その調達は容易ではない実態があり、迅速な調達を確保するという観点から国保有での配備となったものである。

②大型（1.0 m³ 級）の空輸対応型機種開発の必要性

迅速性が求められる災害復旧作業であるため、0.5 m³ 級では一部作業で能力的に不足だったとの反省から、大型機種での作業による効率化が提言された。その提言を受け、これまで市場になかった 1.0 m³ 級の空輸対応型の開発を行ったものである。

湯ノ倉温泉地区に投入した空輸対応型 0.5 m³ 級は分解・空輸・組立に 5 日間を要しているが、新潟県中越地震における対策工事で使用された従来型 0.5 m³ 級では 9 日間を要したというデータがあり、空輸対応



写真一 2 空輸の状況



写真一 3 油圧ショベル組立の状況

型の場合は従来型に比べ 4 日間も短縮できることが確認されており、大型機種の開発によりさらなる作業の迅速性の確保が期待される。

(2) 危険箇所における無人化施工機械の活用

余震による土砂崩落や降雨による土石流などが懸念される箇所での危険性の高い作業であり、二次災害を防止する観点から遠隔操縦式の油圧ショベルを多く投入した。そのため、新たに開発、配備した空輸対応型油圧ショベルは遠隔操縦機能を標準装備することとした。



写真一 4 無人化施工機械の使用状況

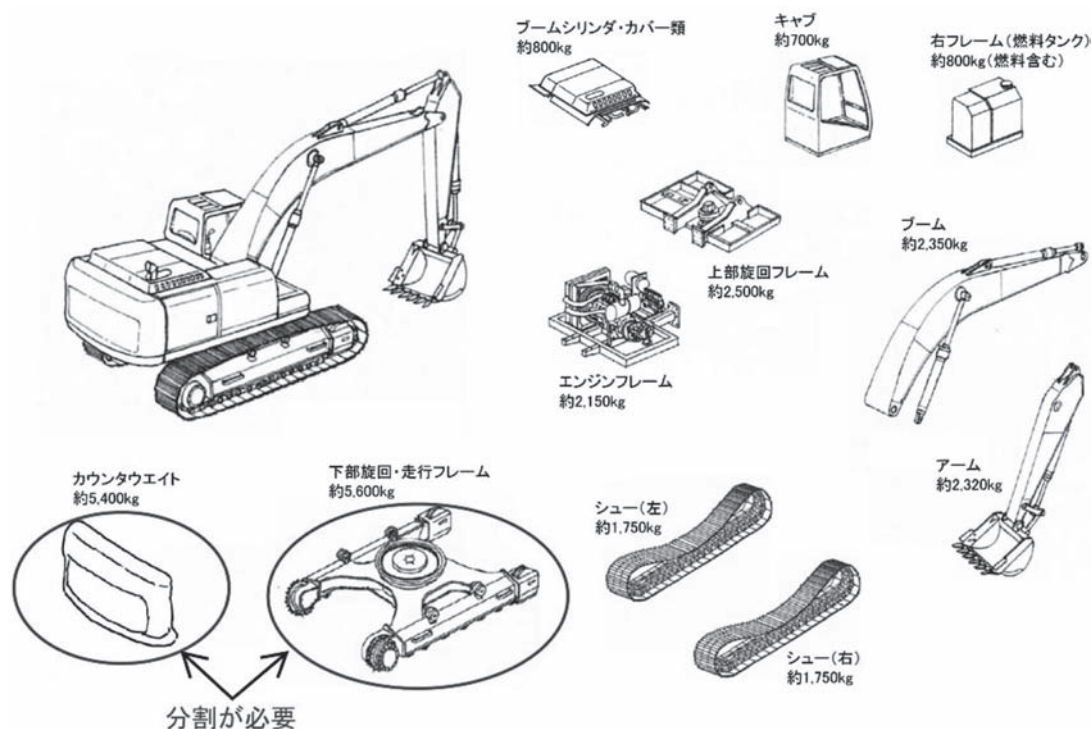
3. 空輸対応型油圧ショベルの開発について

(1) 迅速な分解・輸送・組立を可能とする構造設計

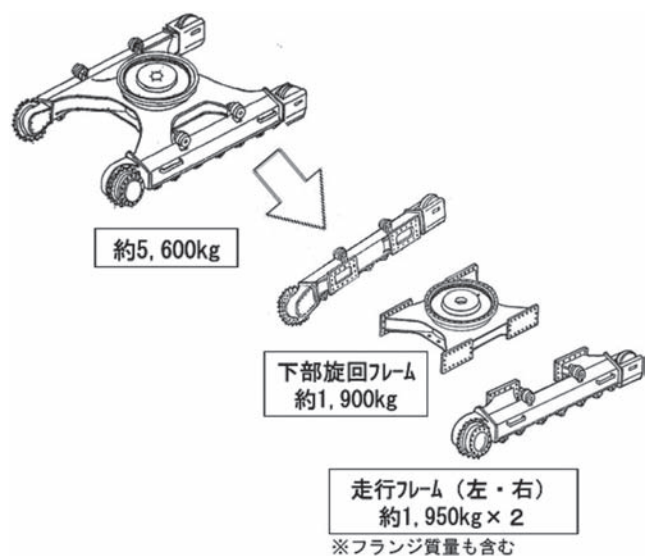
空輸対応型油圧ショベルの 1 ブロック最大質量は、我が国において比較的調達が可能な民間保有ヘリコプターの吊り能力 3 t での空輸を基本と考え、2.8 t を目標値とした。従来型 1.0 m³ 級油圧ショベルを分解した場合、図一 1 のように 11 ブロックとなり、カウンタウエイト（約 5.4 t）と下部旋回・走行フレーム（約 5.6 t）の質量が、目標値である 2.8 t を超えてしまう。

このため、最大質量となる下部旋回・走行フレームの分割については、強度に問題がなく、機械加工が比較的容易で組立に利便性がある「フランジ継ぎ手式」を採用し、最終的には 14 ブロックに分割することとした。

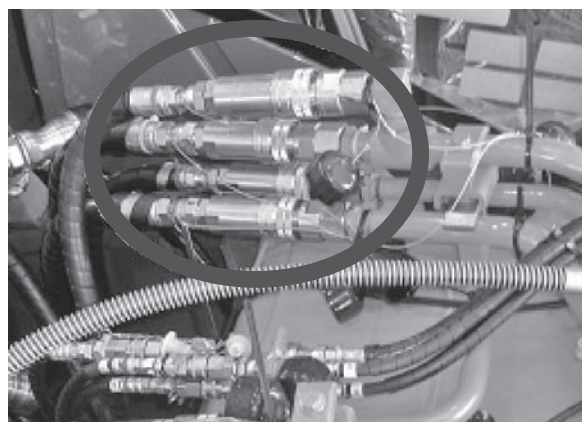
また、油圧配管などの接続はワンタッチカプラ化、電気配線の接続はコネクタ化を図り、現地での作業時間が短縮できる配慮と、誤配管防止を目的としたカラーマーキングや近接した配管のカプラの向きを変える（オスメスを逆にする）などの配慮も施している。



図一 加工をしない場合の分解ブロック図 (11 ブロック)



図二 フランジ継ぎ手



写真一5 ワンタッチカブラ (油圧配管)

面切替の操作等)を遠隔操縦器と一体とし、コンパクトで使いやすいものになっている。

(2) 遠隔操縦機能

遠隔操縦は、油圧ショベル本体に装備したカメラからの無線電送映像を見ながら離れた安全な場所から無線操作により操縦を行うもので、技術的にはすでに開発され市場に投入されている技術である。カメラはキャブ上部(主カメラ)と右サイドに取り付けられ、通常はキャブ上部の主カメラの映像を見て操縦するが、右サイドを確認したい場合は、遠隔操縦器で簡単にモニター画像の切り替えが可能となっている。遠隔通信距離は、操作無線で300m、映像無線で200mを確保している。また、カメラの制御動作(ズーム、画

(3) 多様な作業に対応するアタッチメント

災害現場における油圧ショベルは、崩落土砂の除去作業以外にも岩石撤去や倒木処理など様々な復旧作業への対応が要求される。そこで、災害時の復旧作業の実態や本体の大規模な改造が不要であること、さらには取り扱いが容易であることなどを考慮に入れ、必要なアタッチメントを選定した。

①油圧ブレーカ

油圧ブレーカは、岩塊や岩盤の破碎、構造物の破壊など幅広い用途に使用できる。よって、災害時にも土砂崩落などによる多数の岩塊や倒壊した構造物の撤去

などに不可欠であることから、専用の油圧配管を追加し標準装備とした。



写真-6 油圧ブレーカ

②クレーン仕様（3t未満）

油圧ショベルとして、その機能を維持しながらクレーン作業を行う機能であり、災害復旧現場での作業に大きく貢献できることから、クレーン仕様を標準として装備した。

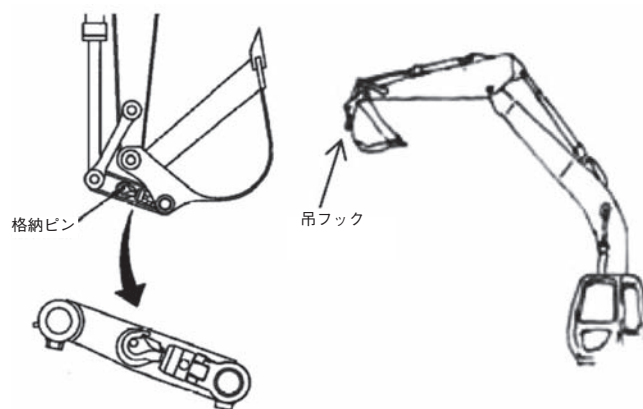


図-3 クレーン仕様

③グラップルソー

主に林業機械として使用されているアタッチメントであり、災害時には、倒木や散乱した資材等の整理作

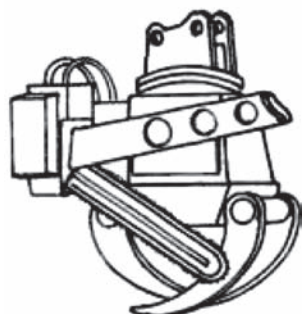


図-4 グラップルソー

業に有効に活用される。なお、操作用の電磁弁等はアタッチメントに内蔵され、油圧ブレーカ用の油圧配管と共有できる構造にした。

4. 空輸対応型油圧ショベルの製造

製造時の写真を以下に示す。写真-7は全景である。写真-8～10は下部旋回・走行フレームの分解加工後の状況、写真-11～12は工場での組立試験の状況である。



写真-7 全景

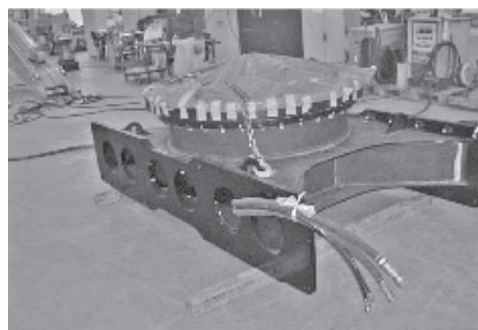


写真-8 下部旋回フレーム



写真-9 左右走行フレーム



写真—10 エンジンフレーム組立



写真—11 下部フレーム接合状況



写真—12 カウンタウエイト（上）組立

5. 平時からの準備に向けて

突然発生する地震による大規模土砂災害等に迅速に対応すべく、空輪対応型油圧ショベルを国保有として配備し、危機管理体制の強化に向け、この特殊な機械を有効に活用していくためには、平時からの準備が重要であると考え、次の対応を行っている。

①無人化施工機械を活用した工事の推進によるオペレータの確保

「岩手・宮城内陸地震」では、無人化施工機械のオペレータの確保に時間を要したことから、配備された機械を平時から直轄工事等に貸付を行い、無人化施工技術の維持確保に努め、無人化施工の技量を有するオペレータの確保を図ることとしている。

②マニュアルの整備

分解・空輸・組立を迅速に行うために、現地作業場所の確保に係る所用スペースと造成に必要な機材の情報、使用するカニクレーンの所在情報などを含めた手順書などのマニュアルを整備している。

③情報化施工技術の導入による効率向上

無人化施工は有人時と比較し作業効率が低下すること、さらにオペレータが不慣れな場合は著しく非効率となることから、操作性や施工効率の向上を図るため、情報化施工などの新技術導入による効率向上に向けた対応を検討している。

6. おわりに

「岩手・宮城内陸地震」における対策工事での教訓を踏まえ、前述の開発構想、検討を重ね、これまで市場になかった空輪対応型 1.0 m³ 級油圧ショベルを開発し配備した。オペレータの確保と習熟を図るため、各県ごとの操作訓練等を実施中である。

配備した空輪対応型油圧ショベルの導入により、地震など災害時の緊急復旧作業に迅速に対処し、天然ダム決壊などの危険性を早期に解消できるものと期待される。

JCMA

〔筆者紹介〕

阿曾 貢貴（あそ こうき）
国土交通省 東北地方整備局
施工企画課長



アスベストプロジェクトの取り組み

アスベスト除去ロボットによる無人化施工システム

新 井 唯・森 直 樹

アスベストによる健康被害は社会的にも大きな問題となっている。そのため、施工後 40 年程度を経過した建物の解体等においては、いかに安全に早くアスベストを除去するかが急務の課題となっている。そこで、主に建物解体時における湿式系の吹付けアスベスト除去及び回収作業を、極力人間で行わず、遠隔操作によるロボットで、安全かつ効率的にできる無人化施工システムを開発した。

キーワード：ロボット、遠隔操作、吹付けアスベスト、建物解体

1. はじめに

新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）では、わが国の産業競争力の強化、エネルギー・地球環境問題の解決のため、様々な技術開発に取り組んでおり、その多様な技術開発の一環として、アスベスト対策も実施してきた。

本稿では、アスベスト問題の背景と、NEDO が取り組んできた技術開発について概要を紹介し、この中から、ロボットによるアスベストの無人化除去技術に関して、詳細な紹介を行う。

2. アスベスト問題の背景と NEDO における取り組み

(1) アスベスト問題と規制

アスベストは、天然に産する繊維状結晶鉱物（クリソタイル、クロシドライト、アモサイト、トレモライト、アンソフィライト、アクチノライト）の総称で、耐熱性、耐酸性、耐摩耗性などに優れることから、建築物の吹き付け材、壁材天井材等の成形板、水道管、発電所、化学プラント等の配管シール材、自動車ブレーキの磨耗材などの工業製品に幅広く使用されてきた。

アスベストは、戦時中を除いて概ね海外より輸入され、これまでの国内蓄積量は 1,000 万トンにも達している状況である。平成 17 年、民間企業によって、従業員や周辺住民等へのアスベストによる健康被害が公表され、その深刻さが甚大であることが次々と明らかになった。日本国内には、アスベストを含有する工業製品等が大量に存在しており、適切な方法による処理

を行わなければ、今後更なる健康被害を招くことが危惧されている。

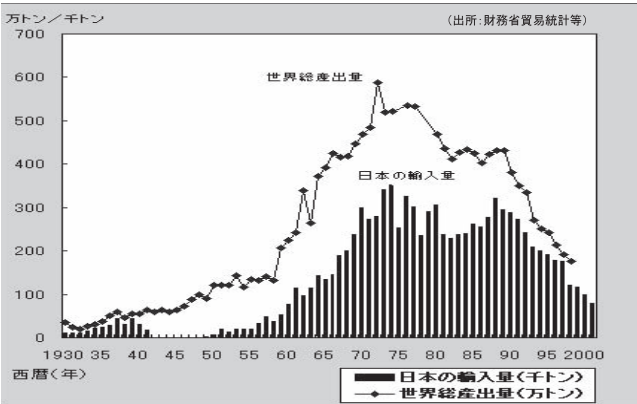
アスベストの有害性が明らかになるにつれ、製造・使用の禁止等、順次法的な規制も強化されてきた。まず、吹付けアスベスト等は、昭和 50 年から製造・施工が原則禁止された。建材、摩擦材についても平成 16 年に製造等が禁止されている。平成 18 年にはアスベスト 0.1 重量%を超える製品の製造・使用が全面的に禁止となり、ポジティブリストにて例外的に製造・使用が認められた一部シール材以外の製造・使用は無くなっている。なお、アスベスト含有製品の定義も、昭和 50 年の 5% 超から平成 7 年の 1%、平成 18 年の 0.1% に改正され、規制範囲が拡大されている。

(2) NEDO の取り組み

NEDO では、アスベスト対策に取り組むに当たり、平成 18 年度の調査により、日本国内におけるアスベスト含有製品の出荷・蓄積量を確認し、それら製品の耐用年数などから、今後のアスベスト含有廃棄物の排出量予想を行った。

古い基準であるが、図—1 に示すとおり、1% を超えるアスベストを含有する建材等は 4,000 万トンにも上ると推計され、今後 10 年以上に亘って、年間百万 t 以上の廃棄物が排出されると予想されることが判明した。なお、同年 9 月に、アスベスト含有製品の定義基準が 0.1% に変更となり、アスベスト含有廃棄物の総量は 1 億トン程度に膨れるものと考えている。

アスベスト問題の解決に向けての様々な技術開発を国家プロジェクトとして策定するに当たって、NEDO では、技術開発に大きな影響を与える要因、すなわち、



図ー1 アスベストの世界総産出量と日本の輸入量

アスベスト製品の存在量・アスベスト廃棄物の排出量予測、現在の技術動向、法規制の動き、等に関して、継続的に調査を実施し、その上で、プロジェクトを実施してきた。

まずは、飛散性の高いレベルー1（吹き付け等）のアスベスト製品の対策技術等について特に緊急性が高いと判断し、平成18年度に短期間・集中型の「緊急アスベスト削減実用化基盤技術開発」を実施した。

また、排出量の多いレベルー2（保温剤、耐火被覆等）、レベルー3（成形板、セメント管等）の廃棄物の無害化・再資源化技術ができなければ、埋め立て容量を遙かに超えるアスベスト廃棄物で処分場があふれ、また従来の溶融による処理ではエネルギー消費が莫大になる。そのため、平成19年度から21年度まで、中・長期的課題の技術開発として、「アスベスト含有建材等安全回収・処理等技術開発」を実施した。

表ー1に示したとおり、「緊急アスベスト削減実用化基盤技術開発」として3区分、7テーマの研究開発を実施した。オンサイトで簡易、迅速に探知・計測できる技術として2テーマ、非建材の代替製品に係わる実証技術・試験として2テーマ、建材等の廃棄・除去、及び無害化を安全、効率的にできる技術として3テーマを取り上げ、1年間の短期間ではありましたが、期待以上の成果を上げることができた。探知・計測技術

表ー1 緊急アスベスト削減実用化基盤技術開発

オンサイトで簡易、迅速に探知・計測出来る技術	
簡易偏光判定装置による建材中のアスベスト検出技術	レアックス
染色によるアスベスト有無の簡易判別方法	東北大学
非建材の代替製品に係る実証技術・試験	
高温用非アスベストガスバッキンの開発	産総研、丸善石油化学、ジャパンマテックス
シール材の非石棉代替製品に関する寿命推定技術の開発	日本バルカー工業
建材等の廃棄除去、及び無害化を安全、効率的に出来る技術	
吹き付けアスベスト無人化除去・回収方法の実用化に関する研究開発	大成建設
吹き付けアスベストを安全に剝離・圧縮・梱包できるクローズ型処理システムの研究開発	竹中工務店
オンサイト式(移動式)溶融・無害化処理システムの研究開発	北陸電力

は当初開発目標の1%検知を達成した。代替製品では、非アスベスト製ガasketが製品販売に至り、建材等の除去及び無害化技術も18年度の成果に基づいて発展的に開発が継続されている。

「アスベスト含有建材等安全回収・処理等技術開発」（表ー2）として2区分、6テーマの研究開発を実施している。アスベスト建材等の飛散、暴露を最小化する回収・除去技術として2テーマ、アスベスト含有廃棄物の無害化・再資源化技術として4テーマを取り上げている。

回収除去技術は解体現場等での実証運転が進められており、無害化、再資源化技術についても環境省の無害化処理認定制度の適用を受けるべく着々と開発が進められている。

表ー2 アスベスト含有建材等安全回収・処理等技術開発

アスベスト建材等の飛散、暴露を最小化する回収・除去技術		
遠隔操作による革新的アスベスト除去ロボットの開発	平成19～21年度	大成建設
高性能アスベスト剝離・回収・梱包クローズ型処理ロボットの開発	平成19～20年度	竹中工務店
アスベスト含有廃棄物の無害化・再資源化技術		
オンサイト・移動式アスベスト無害化・資源化装置の開発	平成19～21年度	北陸電力
低温加熱蒸気によるアスベスト無害化・資源化装置の開発	平成19～21年度	大成建設
マイクロ波加熱によるアスベスト建材無害化装置の開発	平成19～20年度	クボタ松下電工外装
アスベスト低温溶融無害化・再資源化処理システム開発	平成21年度	ストリートデザイン

(3) 概要紹介

(a) アスベスト建材等の飛散、暴露を最小化する回収・除去技術（ロボットによるアスベストの無人化除去技術）

建物の耐熱性・断熱性を高めるため、以前はアスベストが鉄骨等に吹付けされていた。このアスベストの吹付けは、昭和50年に労働安全衛生法により禁止されたが、それ以前のビル等が今後建て替え時期を迎えること、また経年劣化等によるアスベスト繊維の飛散リスクも懸念され、速やかな除去・回収が望まれる。ビル等の解体時には、先にアスベストを除去する必要があるが、現状この除去作業は、防塵マスク・保護具等を着用した作業員が密閉された作業空間内で手作業にて行っており、多大な時間を要することに加え、作業員の健康リスクも危惧されている。そのため、これらの問題に対応すべく、吹付けアスベスト等の除去・回収を安全・効率的に処理する技術として、ロボットシステムの開発を推進した。

ロボットによるアスベスト除去技術は実用化レベルに到達してきたが、どちらのロボットでもアスベストを100%除去することは困難で、複雑な構造部等は人手による作業も必要となる見込みである。今後、現場

での実証試験により更なる効率化を図っていくが、事業化に際しては、作業員のリスク低減を考慮した上で、工期及びトータルコストで優位性のある工事方法を見極めていく必要がある。また、コストダウンのためには、ロボットの稼働率を上げることが重要であり、リース方式の採用やアスベスト処理業者との連携も検討されている。以下の章において、革新的アスベスト除去ロボット開発の概要を示す。

(b) アスベスト含有廃棄物の無害化・再資源化技術
アスベスト含有廃棄物の処理については、以前は飛散防止（セメント固化、二重梱包等）を施した上での埋立て又は1,500℃以上の溶融による無害化しか認められていなかった。ここ数年埋立て処分場の残余年数は8年前後で推移しているが、新たな処分場の設置は段々困難となってきており、また一方で溶融処理には莫大なエネルギーが必要となる。アスベスト含有廃棄物には、危険性の高い飛散性のレベル1（吹き付け材等）及びレベル2（保温材等）、相対的な危険性は低いが大量に存在している非飛散性のレベル3（建材等）があり、それぞれの特徴に応じた処理法の検討が必要である。そこで、各レベルのアスベスト含有廃棄物に対して、平成18年に環境省により制定された無害化認定制度に対応した1,500℃以上の溶融以外の方法による無害化処理技術の開発を実施した。これらの技術は、環境省の無害化処理認定制度の適用を受けるべく着々と開発が進められている。

3. アスベスト除去ロボットの開発

(1) ロボット開発の背景
吹付けアスベストは、1970年代～1980年代にかけては、アスベスト繊維を少なくする代りに、セメント量を多くした湿式（硬質）系のものが、建物内部の天井や壁、柱、梁などに施工された。しかしながら、現在ではアスベストによる健康被害が社会的にも大きな問題となっており、そのため、吹付け施工後40年程度を経過した建物の解体時等においては、いかに安全に早くアスベストを除去するかが急務の課題となっている。

そこで、平成19年度より主に建物解体時における湿式系の吹付けアスベスト除去及び回収作業を、極力人間で行わず、遠隔操作によりロボットで安全かつ効率的にできるシステムの開発に着手し、建物内のフロア大空間に適応したアスベスト除去ロボットおよびアスベスト回収・減容システムを開発した。また、エレベータシャフト内のアスベスト除去には多大なる労力

と工期を要するため、エレベータシャフト専用の遠隔操作によるアスベスト除去ロボットも新たに開発した。

(2) フロア大空間用ロボットの開発概要

(a) ロボットベースマシン

主な仕様を表―3に、ロボット本体の外観を写真―1に示す。ロボットベースマシンは、遠隔操作の標準装備されたスウェーデン製の解体装置を採用した。3アーム構造で自由度が高く、電動モータを採用していることから、排気ガス等の配慮も必要としない。またコンパクトで小回りがきき、エレベータでの移動や階段の自走も可能となっている。

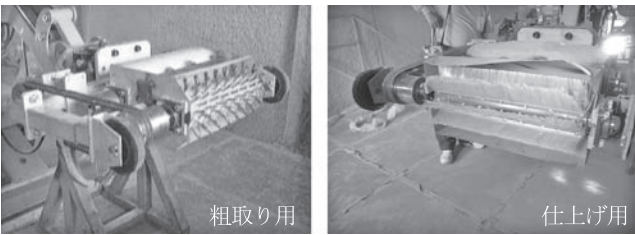
表―3 主な仕様

全長	1,821mm(輸送時)
全幅	780mm(輸送時) 1,586mm(稼働時)
全高	1,210mm(最低) 3,600mm(最高)
重量	930kg(アタッチメント無)
出力	11kW
制御	有線/無線

写真―1 ロボット本体 外観

(b) アスベスト剥離装置

剥離装置は、円筒状の回転体に複数の鉄筋棒（先端部斜めカット）を櫛状に溶接した粗取り用の剥離機と、粗取り後の取り残しを磨き落とすための同じく円筒状の回転体に複数の樹脂製ブラシを取り付けた仕上げ用の剥離機（写真―2）で構成している。具体的には、粗取り用と仕上げ用の一對の剥離機を同一の支持フレームに並行して取り付け、油圧モータの回転軸にカム機構で各々の剥離機の軸が脱着できるようにし、支持フレームを180度反転させて剥離機を交換できる

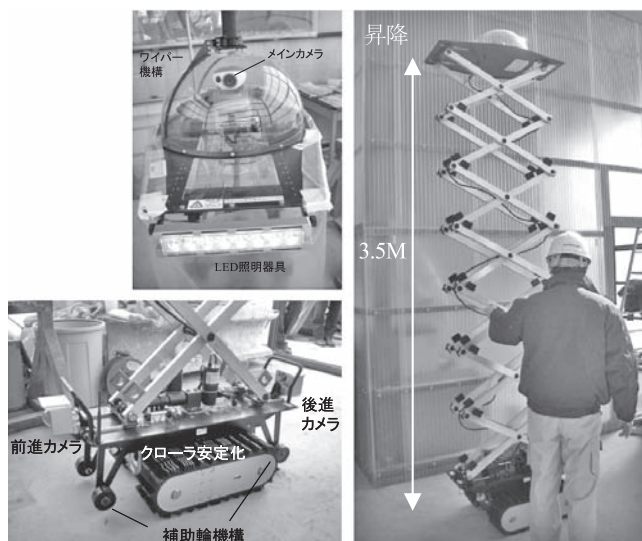


写真―2 剥離装置 外観

ような機構とした。剥離機の駆動用油圧モータは、効率良く湿式アスベストを剥がし落とすことができる回転数を約 100 rpm, トルクを約 60 kgf.m に設定した。

(c) 無線式移動カメラ装置

アスベスト除去ロボットの作業場所の状況確認及びロボットアーム先端部の除去部位の確認を行うために、写真—3に示すような無線式の移動カメラ装置を配備した。粉塵による防汚対策としてワイパーを取り付け、カメラ装置の移動等を円滑に行うための LED 照明器具も取り付けた。



写真—3 移動カメラ装置

(3) エレベータシャフト用ロボットの開発概要

(a) ロボットベースマシン

エレベータシャフト内の吹付けアスベスト除去ロボットベースマシンとして、汎用性の高い、垂直多関節形の知能ロボットを採用した。また、複数のセンサを搭載した。予め、エレベータシャフト内のアスベスト除去部位における動作データをプログラミングにより教え込ませ、ロボットは各種センサからのデータ



写真—4 ロボット本体

を検出しながら、自己認識機能により、自動運転でアスベストを除去できるようにした。アスベスト除去ロボットベースマシンの外観を写真—4に示す。

(b) アスベスト剥離装置

フロア大空間用ロボットのアスベスト剥離装置と同様に、円筒状の回転体に複数の鉄筋針を櫛状に溶接した粗取り用の剥離機と、粗取り後の取り残しを磨き落とすための、複数の樹脂製ブラシを円筒状の回転体に取り付けた仕上げ用の剥離機を、アーム先端部に装着した。

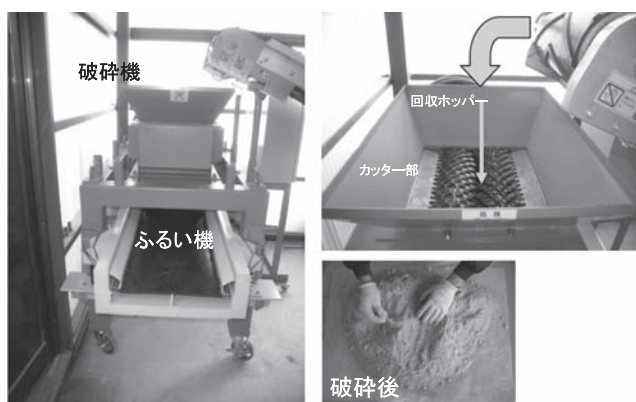
(c) 昇降架台装置

アスベスト除去ロボットをエレベータシャフト内で垂直方向に昇降させるための架台装置を設置した。この架台装置は、昇降移動時の軌道を確認し、所定の高さ位置で架台を固定するため、ガイドローラーおよびエア式のブレーキを装着しており、既存のガイドレールを利用している。また、架台装置は4点式のワイヤで吊り下げられて昇降できる構造とし、ワイヤ巻取り機を各々コーナー部に取り付けた。

(4) アスベスト回収・減容システムの開発概要

(a) アスベスト破碎装置

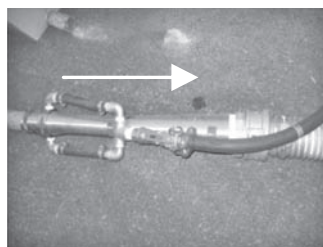
アスベスト除去ロボットが吹付けアスベスト下地面のラス網をも同時に剥がし落とす場合を考慮して、除去したアスベストだけでなく、ラス網等の金属類をも裁断することができるような、2軸式のローリングカッターを搭載した破碎装置を設置した。また、破碎し切れなかった塊状の破碎物を選別するためのふるい機構を組み込んだ(写真—5)。



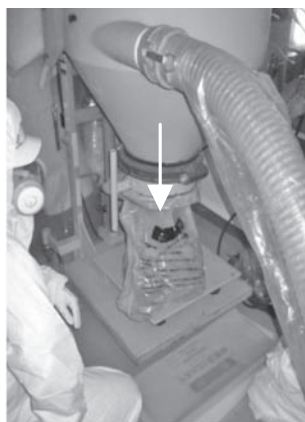
写真—5 破碎装置 外観

(b) バキューム装置および回収・袋詰装置

破碎されたアスベスト等を所定の廃棄袋に圧送して袋詰めするためのバキューム装置および回収・袋詰装置を設置した(写真—6, 7)。



写真一六 バキューム装置



写真一七 回収・袋詰装置

(5) ロボットおよびシステム装置類の実験評価

アスベスト除去ロボットの除去性能及びアスベスト回収・減容システム装置類の回収性能について、模擬の吹付けアスベスト（ロックウール）を施した実験室において、除去・回収実験を行った。

(a) フロア大空間用ロボットの除去性能

壁面に吹付けられた模擬吹付けアスベスト（厚み 25 mm 程度）の粗取り時における除去速度は、アスベスト除去ロボットの移動時間等を考慮しても、概ね $15 \text{ m}^2/\text{h}$ を確保することが確認できた。これは人間の作業による除去速度の 3～5 倍程度に相当するものと考えられる。

また、模擬アスベスト粗取り後の仕上げ用剥離機によるブラッシングにより、粗取り後の表面に付着した残留物を効率良く除去できることを確認した。

(b) エレベータシャフト用ロボットの除去性能

模擬吹付けアスベスト（H 鋼梁面：厚み 45 mm 程度）の粗取り／仕上げ時において、一連の自動運転により、効率良く、剥離・除去できることを確認した。

(c) アスベスト回収システム装置類の回収性能

アスベスト除去ロボットによって除去した塊状の模擬アスベストを、ベルトコンベアにて移送した後、破碎装置によって粉碎し、バキューム装置及び回収装置により、廃棄袋に袋詰めされたアスベストは、比重が約 0.65 となり、従来の塊状アスベストを約 1/3 に減容化できることを確認した。

(6) 今後の展開

今回、模擬の吹付けアスベストによる、実験室レベルでのアスベスト除去ロボットの除去性能、およびアスベスト回収・減容システム装置類の回収性能を把握することができた。今後は実現場での実証試験を行い、ロボット及びシステム装置類の更なる性能改善に努めてゆきたい。

4. おわりに

アスベスト対策技術のビジネス化には、地域住民の生活環境の保証や事業への理解など社会的なコンセンサスを得る「社会性」も不可欠である。環境省の無害化認定制度の中でも、無害化処理を行い、又は行おうとする者の基準として、「周辺地域の生活環境の保全及び増進に配慮された事業計画を有する者であること」との項があり、申請時に必要となる施設の計画を策定していく上では、アスベストに対する住民不安への対応も必要である。

ビジネス化を進める際にはこの「社会性」は「技術」、「経済性」以上に重要と考えられ、アスベスト対策のビジネス化の可能性を左右する課題と思われる。そのため、NEDO としても、技術開発に加え、アスベスト問題に対する社会の理解を深める活動を行ってきたい。

謝辞：本研究開発を進めるにあたり、多大なる御指導及び情報の提供を賜りました、「芝浦工業大学工学部 建築工学科教授 本橋健司様」「(財)ベターリビングつくば建築試験研究センター環境・防耐火試験部 遊佐秀逸様」「ニチアス(株)建材事業本部 常谷雅彦様」に深く感謝致します。

J C M A

《参考文献》

- 1) 森他：湿式系吹付けアスベストの無人化除去・回収システムの開発、日本建築学会 2008 年度大会学術講演会予稿集 A-1, P419～P420, 2008 年 9 月
- 2) 森他：湿式系吹付けアスベストの無人化除去・回収システムの開発（その 2）、日本建築学会 2009 年度大会学術講演会予稿集 A-1, P1303～P1304, 2009 年 8 月
- 3) 大山他：湿式系吹付けアスベストの無人化除去・回収システムの開発（その 3）、日本建築学会 2009 年度大会学術講演会予稿集 A-1, P1305～P1306, 2009 年 8 月

【筆者紹介】

新井 唯（あらい ただし）
 (株)新エネルギー・産業技術総合開発機構
 環境部
 主査



森 直樹（もり なおき）
 大成建設(株) 技術センター
 建築技術開発部
 次長



赤松谷川 9 号床固工工事における無人化施工

供 田 英 一・岩 崎 肇・岡 本 仁

赤松谷川 9 号床固工工事は、雲仙普賢岳の火山活動に伴う火砕流や土石流災害から地域の安全を確保するとともに、災害に強いまちづくりを基本方針とする「水無川砂防基本構想」に基づいた砂防施設を施工する工事である。建設機械をリモートコントロールする無人化施工により、危険警戒区域内における RCC コンクリート 14,058 m³ の砂防堰堤を施工した。施工管理には GPS 等を使用し、多様な管理システムを導入した情報化施工を実施した。

本報では、赤松谷川 9 号床固工工事における無人化施工についての施工結果を報告する。

キーワード：砂防堰堤、RCC 工法、GPS、無人化施工、遠隔操作、情報化施工、3D（3 次元）CAD

1. はじめに

雲仙普賢岳復興事業は水無川砂防基本構想に基づき、流域を火砕流や土石流被害から守り、安全な生活を確保することを目的として砂防堰堤等の施設を建設する事業である。

本工事の施工は危険警戒区域を境に有人施工区域と無人施工区域にまたがっており、無人施工区域では土石流や火砕流が発生する恐れがある。そのため、遠隔操縦装置を装備したブルドーザ・バックホウ・重ダンプ・振動ローラ等の建設機械を、危険警戒区域外にある遠隔操作室から、車載カメラおよび監視カメラによる映像をもとに操作し施工した。

写真—1 に現場の位置、写真—2 に施工区分写真を示す。



写真—1 現場位置



写真—2 施工区分

2. 工事概要

(1) 概要

工 事 名：赤松谷川 9 号床固工工事

施工場所：長崎県南島原市深江町上大野木場地先

工 期：平成 21 年 9 月 1 日～平成 22 年 3 月 30 日

発 注 者：国土交通省九州地方整備局 雲仙復興事務所

工事内容：砂防堰堤 床固工（RCC コンクリート）
堤 長 349 m 堤 高 8.1 m RCC コン
クリート 14,058 m³ 床堀 19,444 m³ 基面
整正 2,947 m²

(2) RCC 工法概要および無人化施工

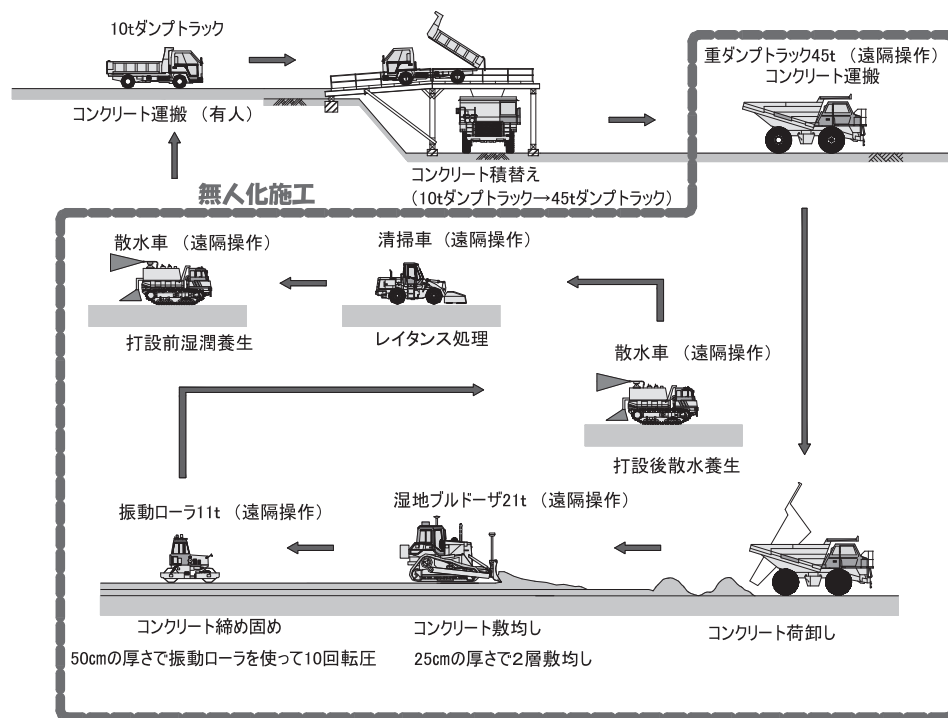
本工事の砂防堰堤の施工は、RCC 工法（Roller Compacted Concrete）にて行った。固く練ったコンクリートをダンプトラックで運搬、ブルドーザで敷均し、振動ローラで転圧して締固める工法である。

図－1 に施工フローを示す。

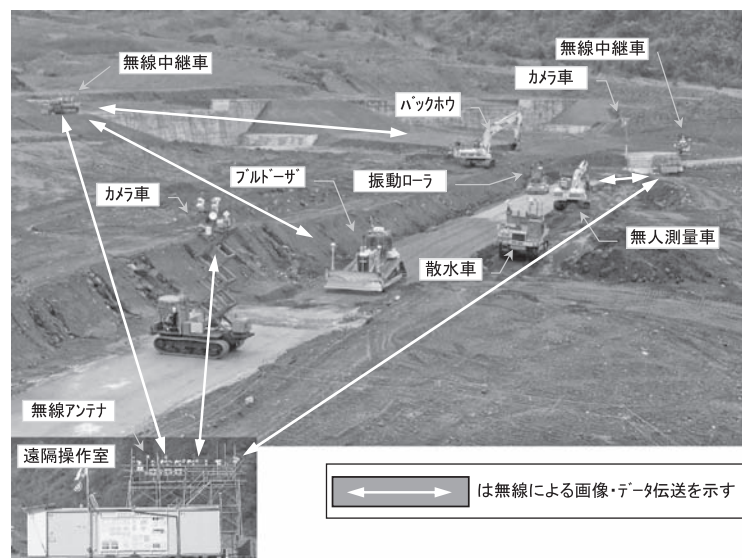
危険警戒区域内では、遠隔操作を用いた無人化施工にて行った。

写真－3 に、無人化施工の全体概要を示す。

コンクリートは、コンクリート工場より 10 t ダンプにて運搬し、コンクリート積替え設備にて 45 t 重ダンプに積替えた後、危険警戒区域より先は無線による遠



図－1 RCC 工法施工フロー



写真－3 無人化施工の全体概要

隔操作にて運搬した。

また、無人化施工には、GPS 等を使用した多様な情報化施工システムを導入した。以下にそのシステムを紹介する。

3. GPS を利用した敷均し管理システム

(1) 概要

本システムは RCC コンクリートの敷均し作業を行うブルドーザの排土板位置を制御し、オペレーターの運転操作を支援するものである。

オペレーターは遠隔操作室においてブルドーザの施工範囲全体の標高分布をモニタ画面でリアルタイムに確認しながら操作を行う。

(2) システム構成

敷均し管理システムは GPS を利用した、RTK-GPS 測量（Real Time Kinematic GPS）等の高精度な 3 次元計測技術によりブルドーザの排土板位置を計測し、敷均し標高を遠隔操作室に送信する。ブルドーザの排土板には GPS アンテナを両端部に各 1 台、中央にはピッチセンサーを搭載し、排土板の 3 次元位置をリアルタイムに測位する。ブルドーザに設置したコントロールボックスに予め設計値を入力することで、排土板を設計標高に自動制御できる。

図－2 に概要図、表－1 にシステムに使用する主要機器を示す。

(3) 施工

本システム導入により、オペレーターの負担軽減とともに、作業性の向上、現地での丁張を必要としない精度の高い敷均し高さを確保し施工することができた。

写真－4 に施工状況、写真－5 に操作状況を示す。

表－1 システム構成

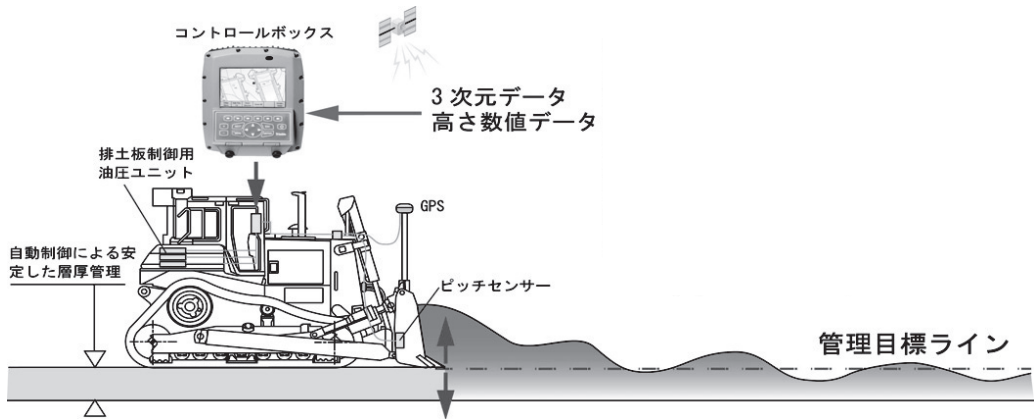
区分	機器名	仕様・規格	台数
GPS 基準局	GPS アンテナ	L1/L2	1 台
	GPS 受信機	RTK 対応・2 周波数	1 台
	通信設備(無線 LAN)	5 GHz 帯無線 LAN 他	1 式
	その他	ケーブル・電源等	1 式
移動局 ブルドーザ	GPS アンテナ	L1/L2	2 台
	GPS 受信機	RTK 対応・2 周波数	2 台
	通信設備(無線 LAN)	5 GHz 帯無線 LAN 他	2 式
操作室	通信設備(無線 LAN)	5 GHz 帯無線 LAN 他	1 式
	コントロールボックス	排土板制御システム	1 台
	レベルセンサー	電光パネル	1 台
	管理用 P C	敷均管理システム	1 台



写真－4 敷均し状況



写真－5 敷均し操作状況



図－2 敷均し管理システム概要

4. GPS を利用した転圧管理システム

(1) 概要

本システムはRCC コンクリートの締固めを行う振動ローラの施工管理および運転時におけるオペレーターの運転を支援するものである。

オペレーターは遠隔操作室において振動ローラの施工範囲全体の転圧状況をモニタ画面でリアルタイムに確認しながら操作を行う。

(2) システム構成

転圧管理システムは、GPS を利用した RTK-GPS 測位等の高精度な 3 次元計測技術を採用することにより振動ローラの位置を計測し、その座標データを遠隔操作室にある転圧管理システムに送信する。

表一 2 にシステムに使用する主要機器を示す。

表一 2 システム構成

区分	機器名	仕様・規格	台数
GPS 基準局	GPS アンテナ	L1/L2	1 台
	GPS 受信機	RTK 対応・2 周波数	1 台
	通信設備(無線 LAN)	5 GHz 帯無線 LAN 他	1 式
	その他	ケーブル・電源等	1 式
移動局 振動ローラ	GPS アンテナ	L1/L2	1 台
	GPS 受信機	RTK 対応・2 周波数	1 台
	通信設備(無線 LAN)	5 GHz 帯無線 LAN 他	2 式
操作室	通信設備(無線 LAN)	5 GHz 帯無線 LAN 他	1 式
	管理用 P C	転圧事務所システム	1 台
	操作用 P C	転圧車輛システム	1 台

(3) 施工

本システム導入により、画面に走行箇所がリアルタイムに表示されるとともに、転圧状況が回数別に色分けされて表示される。オペレーターはこの画面を確認しながら運転するため、ラップ長さおよび規定転圧回数を過不足なく施工することができた。

転圧作業箇所の標高についても設計値からの差が色分けで表示され、リフト高（標高）を管理することでリフト厚を確認することができた。

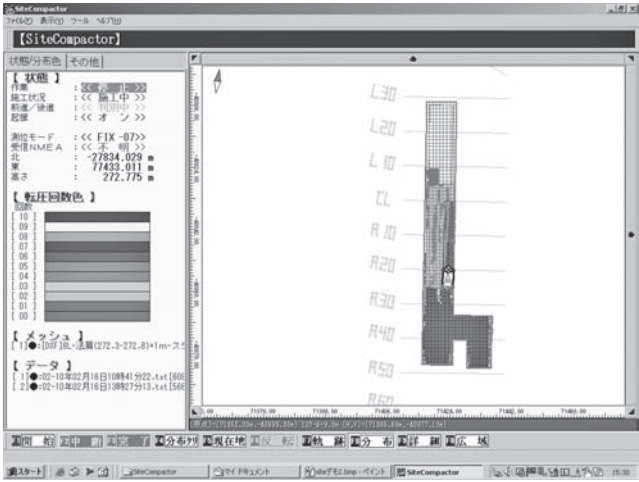
写真一 6 に転圧管理画面（転圧回数）、写真一 7 に操作状況を示す。

5. GPS を利用した無人測量システム

(1) 概要

本システムはRCC コンクリートの施工における出来形計測等の測量作業をGPSと遠隔操作により行うものである。

計測は、GPS を利用した RTK-GPS 測量により行うものとし、任意点の連続した計測や計画点の測量およ



写真一 6 転圧管理画面（転圧回数）



写真一 7 操作状況

び位置出しを行う。

(2) 装置構成

無人測量システムはGPSとCCDカメラを搭載した無人測量装置とGPS基準局、さらにシステム操作とデータ管理を行うための操作・管理用パソコンで構成される。無人測量装置は、ベースマシンに20t級のバックホウを使用し、アーム先端のバケット位置に測量装置を取付ける構造となっている。

測量装置は、振り子の原理を応用し、かつジンバル機構を有しており、常に垂直姿勢を保持する構造となっている。装置の上方にはGPSアンテナが搭載され、測定位置を計測しシステムに記憶させることができる。下方にはマーキング用塗布装置、小型CCDカメラおよび距離センサーを内蔵しており、操作室において計測箇所のモニタリングおよび地盤と装置との距離計測を行いながら計測箇所にスプレーマーキングを行うことができる。

表一 3 にシステムに使用する主要機器、写真一 8 に無人測量装置の全景、写真一 9 に操作状況、写真一 10 にスプレーマーキング操作画面を示す。

表―3 システム構成

区分	機器名	仕様・規格	台数
GPS 基準局	GPS アンテナ	2 周波受信用	1 台
	GPS 受信機	RTK 対応・2 周波数	1 台
	通信設備(無線 LAN)	5 GHz 帯無線 LAN 他	1 式
移動局 バックホウ	無人バックホウ	20t 級仕様	1 台
	GPS アンテナ	2 周波数受信用	1 台
	GPS 受信機	RTK 対応・2 周波数	1 台
	通信設備(無線 LAN)	5 GHz 帯無線 LAN 他	2 式
	CCD カメラ		1 台
	先端装置	塗布装置、距離センサー等	1 式
操作室	通信設備(無線 LAN)	5 GHz 帯無線 LAN 他	1 式
	管理用 PC	座標表示・記録	1 台
	操作用 PC	機械操作・画像モニタ	1 台



写真―8 無人測量装置



写真―9 無人測量操作状況



写真―10 スプレーマーキング操作画面

(3) 施工

本工事では、無人測量システムにより RCC コンクリートの出来形寸法計測および土砂型枠の位置出しを行った。

土砂型枠施工においては、マーキング跡をモニタ画面上でライン描画し、バックホウバケットをラインに誘導し施工を行った。

写真―11 に土砂型枠施工状況を示す。



写真―11 土砂型枠施工状況

6. 3次元ガイダンスシステム

(1) 概要

本システムはバックホウに搭載した GPS 受信機と各種センサーとの組み合わせにより、重機の位置やバケット先端位置をリアルタイムに検知しモニタに表示する。遠隔操作システムとの併用により無人化施工においても現地丁張り無しで高精度の作業を行うことが可能である。

オペレーターは遠隔操作室において無人カメラ車の映像を利用するとともに、搭載モニタに映しだされる設計形状とバケット位置の比較表示を基に作業を行う。

(2) システム構成

バックホウには GPS 受信機を 2 台搭載し、ブームに付けられたセンサーによりバケット位置を算出する。

バックホウの運転席に設置したコントロールボックスに予め 3 次元 CAD により作成された設計データを入力しておく、重機の位置およびバケット先端位置と設計形状がモニタに比較表示される。

写真―12 にシステム概要、表―4 にシステムに使用する主要機器を示す。

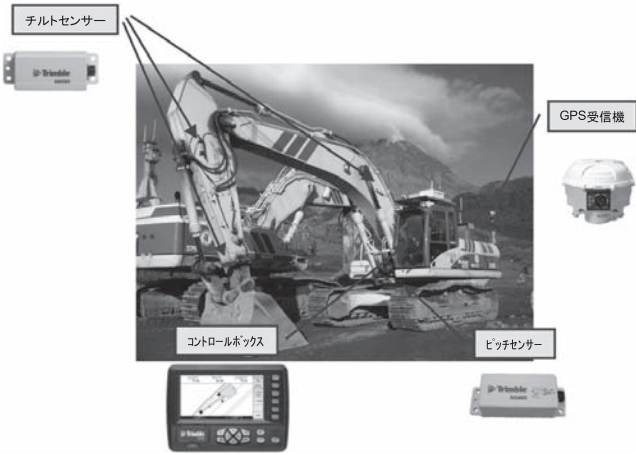


写真-12 システム概要

表-4 システム構成

区分	機器名	仕様・規格	台数
GPS 基準局	GPS アンテナ	L1/L2	1 台
	GPS 受信機	RTK 対応・2 周波数	1 台
	通信設備(無線 LAN)	5G 帯無線アクセスシステム	1 式
	その他	ケーブル・電源等	1 式
移動局 バックホウ	GPS アンテナ	L1/L2	2 台
	GPS 受信機	RTK 対応・2 周波数	2 台
	コントロールボックス	ガイダンスシステム	1 台
	通信設備(無線 LAN)	5G 帯無線アクセスシステム	2 式
操作室	通信設備(無線 LAN)	5G 帯無線アクセスシステム	1 式
	モニター		4 台
	無線操縦器	バックホウ操作用	1 台

(3) 施工

本システム導入により、バックホウによる掘削・床掘等の施工において丁張りを必要とせず施工することができた。

写真-13 に 3 次元 CAD ガイダンスデータ、写真-14 に操作状況、写真-15 にガイダンスシステム画面を示す。

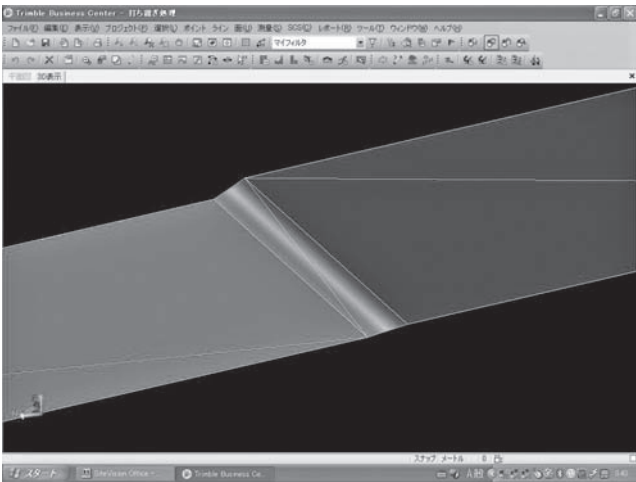


写真-13 3次元CADガイダンスデータ



写真-14 操作状況

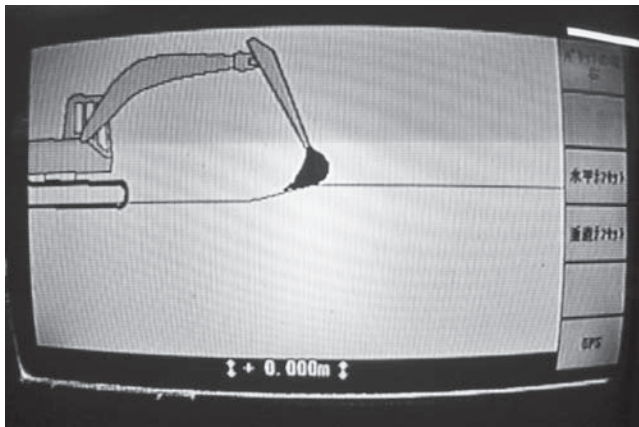


写真-15 ガイダンスシステム画面

7. RCC コンクリートの運搬管理システム

(1) 概要

RCC コンクリートの品質管理および安全運行管理として、IC タグと GPS ロガーを用いた運搬管理システムを導入した。

(2) システム構成

ダンプトラックに搭載した IC タグとコンクリート工場および現場に設置された受信機により練混ぜ開始から打設までの所要時間および残り時間をリアルタイムにモニタリングできる。また、ダンプトラックに搭載した GPS ロガーにより走行軌跡および区間速度を管理できる。

図-3 にシステムの概要、写真-16 に IC タグおよび GPS ロガーを示す。

特集>>> ロボット・無人化施工

無人化施工によるプレキャストカルバート施工と遠隔測量ステーションの開発

浅 沼 廉 樹・三 鬼 尚 臣

平成 21 年 8 月に世界ジオパークの認定を取得した島原半島は、火山との共生をテーマに掲げ、他では見ることのできない地質学上の貴重な遺産を多数有している。これらの特異な景観を残しつつ災害に強い砂防設備を建設する為には、現在でも無人化施工が続けられており、今回の赤松谷川 2 号床固工工事では、この無人化施工で例のないプレキャストカルバート施工に取り組み、また、この複雑化する施工形態を実現するにあたり新しい計測技術の開発を行った。

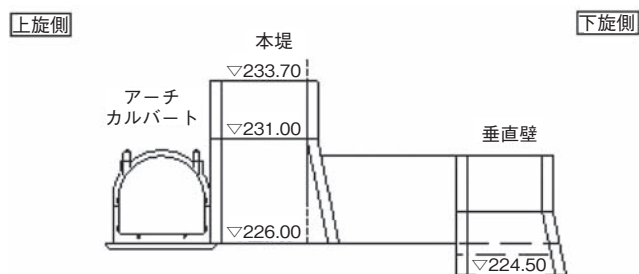
本稿では無人化施工によるプレキャストカルバート設置工とノンプリレーザーによる 3D 計測技術の開発について述べる。

キーワード：無人化施工，遠隔操作，3 次元計測

1. はじめに

赤松谷川 2 号床固工工事は 10 基計画されている床固工構造物のうち、すでに完成している 1, 4, 7, 10 号床固工の 1 号と 4 号の間に建設され（写真—1 位置図参照）、RCC により築造する本堤の上流側に隣接して、2t トラック程度の車両が通行可能なトンネルを河床の直下に築造する工事である（図—1 断面図参照）。

平成 21 年 8 月に島原半島が世界ジオパーク認定を



図—1 標準断面図



写真—1 赤松谷川 2 号床固工工事位置図

取得したことから、特異な景観を保護しつつ災害に強い砂防施設を築造していくことが今後の砂防事業を進めていく上で重要な課題となる。コンクリート2次製品を遠隔操作によって設置する技術は2t～4t程度の護床ブロックを設置した事例しかなく、1基あたり15tものプレキャストカルバートを設置した事例は少ない。複雑化していく構造物を精度良く遠隔施工するための計測技術および情報化施工技術にも注目が集まっている。

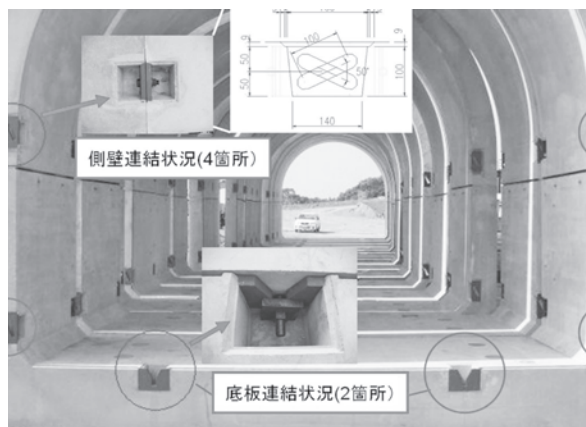
本稿では、赤松谷川2号床固工工事において実施した、無人化施工によるプレキャストカルバート設置工とノンプリレーザによる3D計測技術の開発について述べる。

2. プレキャストカルバートの施工

プレキャストカルバートの形状については当初設計では矩形のボックスカルバートであったが、最大土被り5mを満足するためには、製品重量が21tを超えてしまうため、既存の遠隔操作重機（4.0m³級バックホウ）では施工できないことが課題となっていた。そこで、ボックス形状をアーチタイプに変更し、製品重量を15tに抑え、既存の4.0m³バックホウにて施工可能にした。さらに、アーチタイプに変更することで、1基当たりの幅を1.0mから1.2mに変更することができた。

(1) ボルトボックス形状の工夫

プレキャストカルバートは遠隔施工による設置が完了した後に、有人作業によってボルト連結する必要がある。1基につき6箇所のボルトボックスを有するが、底盤部分の2箇所をロート形状に切り欠き、残りの4箇所（側壁部）については、長穴がクロスするように加工した。写真—2に連結用ボルトボックス形状図



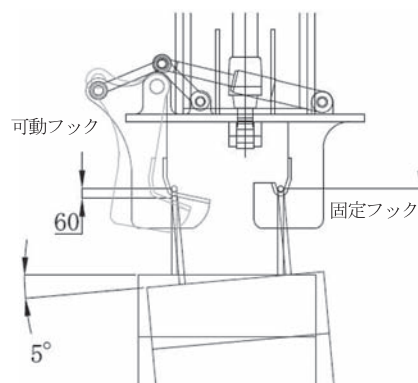
写真—2 連結用ボルトボックス形状図

を示す。

ボルトボックスを工夫することで、有人による連結作業時間の短縮を図り、警戒区域内での作業時間を低減することで、安全性の向上を図った。

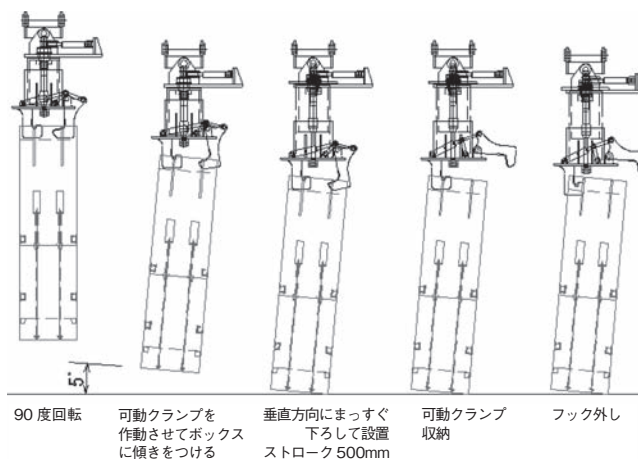
(2) ボックス把持装置の工夫

左右兩岸の袖部については、9%の勾配を付けてプレキャストカルバートを設置する。そこでカルバートを傾けた状態で設置ができるように、把持装置の構造を工夫した（図—2参照）。



図—2 把持装置フック構造

プレキャストカルバートに設けた4箇所の吊鉄筋をフックで吊り上げる構造とし、2箇所を固定フック、残りの2箇所を可動フックで把持し、可動フックを調整することで、プレキャストカルバートを傾けることを可能とした。図—3に据付フロー図を示す。



図—3 据付フロー図

(3) プレキャストカルバートの運搬

遠隔操作ダンプの荷台を改造した専用の運搬機によって、カルバートを1基ずつ運搬する。

（写真—3 積み込み状況参照）



写真-3 積み込み状況（有人部）

専用運搬機には転倒防止のための開閉式アームを取り付け、運搬時にカルバートがずれ落ちないように固定できる構造とした。

有人部にてカルバート運搬車に積み込みを行い、遠隔操作運転に切り替えて、所定の据付位置まで運搬する。写真-4に無人施工部の運搬状況を示す。



写真-4 カルバート運搬状況（無人部）

(4) カルバート据付状況

プレキャストカルバートは据付の完了したカルバートに密着するように設置していく、このためカルバート同士が接触した際に、割れ欠けが生じないように慎重な操作が必要となる。そこで、事前に設置テストを行い、油圧装置の流量調整を行った。写真-5に据付状況を示す。

遠隔操作室では2つの大型モニターを4分割表示とし、左側のモニターには把持装置に取り付けたカメラの映像を表示した。運搬車からカルバートを把持する際に、吊鉄筋とフックの状態が確認できるように工夫した。右側のモニターにはカメラ車からの映像を表示し、カルバート同士を接触させたときの左右の隙間を監視した。写真-6に遠隔操作室のカメラモニター状況を示す。



写真-5 カルバート据付状況（無人部）



写真-6 遠隔操作室カメラモニター状況

(5) カルバート基礎部の不陸調整

プレキャストカルバートの基礎部はRCC工法により造成した。敷均し精度 $\pm 30\text{ mm}$ 以内で基礎盤を築造した後に敷き砂によって最終の不陸整正を行った。敷き砂の均しはボルト連結が終わった後に有人施工にてカルバート内部から行った。

(6) 施工結果

プレキャストカルバートに反射ミラーを取り付け、据付後の出来形計測を行う。据付延長方向（左右岸方向）をX方向とし、据付延長に対して垂直方向（上下流方向）をY方向とした。図-4に据付延長方向Xの誤差分布を示す。

延長方向については、プレキャストカルバートの隙

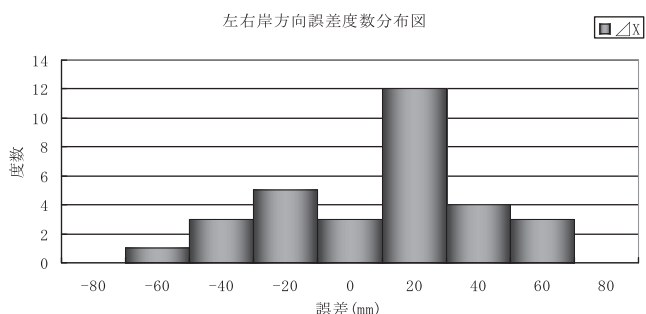
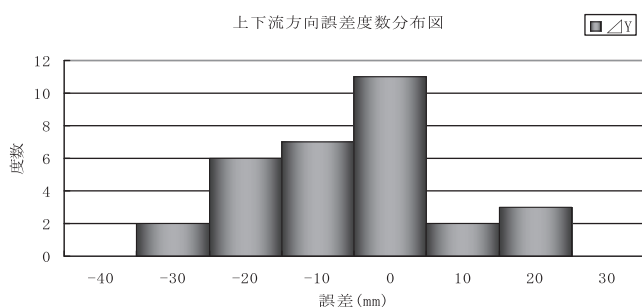


図-4 据付延長方向の誤差分布

間調整による誤差に依存する。設計上の隙間は 5 mm と設定しており、隙間は最大で 15 mm 程度であった。上記の誤差分布は 5 基毎に総延長を計測したときの累積誤差を示したもので、伸び方向で最大 48 mm、縮み方向で最大 68 mm であった。なお、規格値は - 200 mm である。

次に、図—5 に据付延長に対して垂直方向の誤差分布を示す。



図—5 延長に対して垂直方向の誤差分布

規格値 ± 50 mm に対して、上流側に最大 34 mm の誤差、下流側に最大 18 mm の誤差であった。

前述のボルトボックス形状の工夫、把持装置の工夫、カメラモニターの工夫、敷き砂による不陸の整正によって上記の据付精度を確保できた。

施工量については、 $150 \text{ 基} \div 16 \text{ 日稼働日} = 9.4 \text{ 基} / \text{稼働日}$ であった。当初 5～6 基 / 日を計画していたが、上記の施工能力まで向上することができた。写真—7 に据付完了後の全景写真を示す。



写真—7 プレキャストカルバート据付完了写真

3. ノンプリレーザーによる 3 次元計測技術

無人化施工における測量の技術開発は、1999 年に開発された無人測量システムから始まり、様々な測量作業を自動・無人化で行って来た。しかし、これらは全て有人区域からの計測がベースとなっており、近年の無人化施工での施工区域の地形の複雑化や長距離化等、求められる施工条件の難易度が上がっている今日では限界を生じていた。そこで、この問題を解決する為の新たな計測技術として、

- ・ ノンプリレーザーを用いた 3D 測量器を利用して、地形の形状や巨礫などの障害物を 3 次元計測する技術。
- ・ 計測器の据付作業を自動化し、振動対策を施した水平保持可搬機構の技術。
- ・ これらの制御通信を行う無線 LAN 技術。

以上の 3 つの技術を組み合わせて、無人施工区域内の任意の場所で、3 次元計測が可能なシステムを開発し、赤松谷川 2 号床固工工事にて実証を行った。

(1) ノンプリ計測システムの構成

本システムは、

- ① ノンプリズムレーザーを用いて 3 次元計測可能なカメラ内蔵型の 3D 測量器。
- ② 測量器を振動や衝撃から保護し、計測時に測量器の据付けを自動で行う水平保持機構。
- ③ 測量器や水平保持機構をコントロールし、有人区域コントロールルームとの通信を行う制御ユニット。
- ④ 遠隔測量ステーションを搭載し、無人施工区域を

移動する遠隔操縦可能な重機。

- ⑤コントロールルーム内で遠隔測量ステーションを操作し、計測結果を解析して3次元解析図を作成する制御PC。

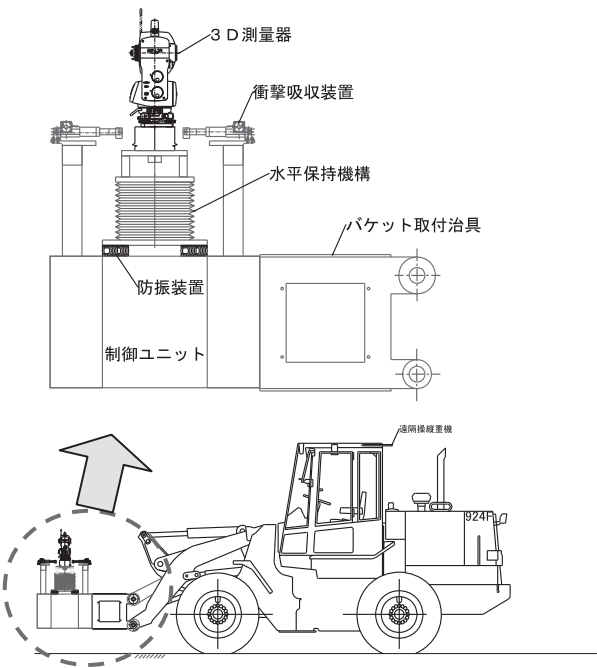
以上の5つのパーツから構成されており、測量時にはこれらを用いて、無人施工区域内での3次元測量を可能とする。

遠隔測量ステーションを搭載した重機にて無人施工区域内の任意の位置まで移動し、重機アームを下げ遠隔測量ステーションを地表面に設置する。次に、無線通信にて制御PCと制御ユニット間を接続し、水平保持機構を起動して測量器の水平動作を行う。最後に、測量器の電源を投入して有人区域内の基準点を用いて自己位置と方位を算出、対象構造物の3次元計測を行い、制御PCに計測データを返送して3次元解析図を作成する。

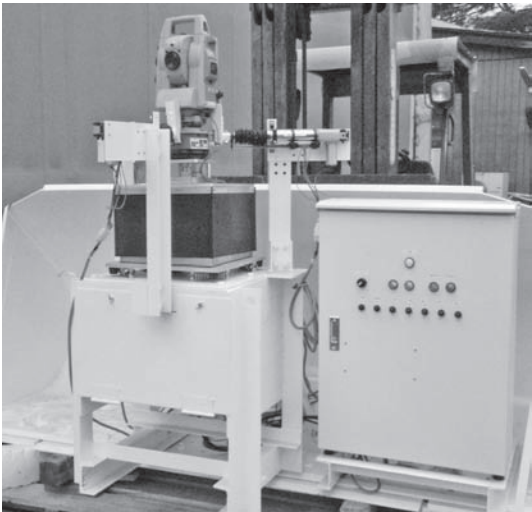
表―1に機械諸元を、図―6に遠隔測量ステーションレイアウト図、写真―8に本体全景を示す。

表―1 機械諸元

測量器	測角精度	3"
	測距精度	±5 mm +2ppm
水平保持機構	水平範囲	±15° 以内
	水平精度	±5"以内
供給電圧	DC24V	
無線方式	SS 無線 LAN	
本体寸法	縦	840(mm)
	横	1,050(mm)
	高さ	1,500(mm)
本体重量	120(kg)	



図―6 遠隔測量ステーションレイアウト図



写真―8 本体全景

(2) システム運用状況

本システムは、国土交通省九州地方整備局雲仙復興事務所発注の赤松谷川2号床固工工事にて試験運用を行った。

写真―9は、遠隔測量ステーションにて計測を行った箇所のコンクリート構造物の写真であるが、本システムでは、これら構造物に対してノンプリズム計測による躯体頂点や土工事変化点（ブレイクライン）の測量と合わせてグリッドスキャン計測により構造物表面の出来形の測量を行い（写真―10 遠隔測量ステーション計測画面参照）、計測データと設計データとの比較を行った。

図―7は、これらの計測データを基に3次元解析を行った構造物のワイヤーフレームである。これにより、今までの無人化施工では難しかった構造物や盛土法面施工時の設計値に対する出来形計測が容易となった。また、この計測結果の解析データを3次元解析図化することで、実施工での構造物や盛土法面の実断面図と設計断面図の比較が可能となった（図―8 断面形状の表示参照）。



写真―9 計測ヤード状況



写真10 遠隔測量ステーション計測画面

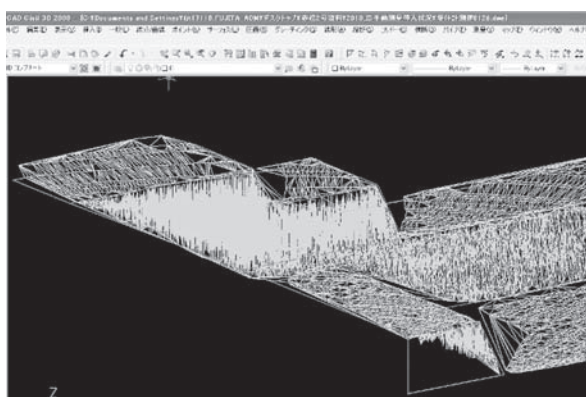


図7 3次元解析図

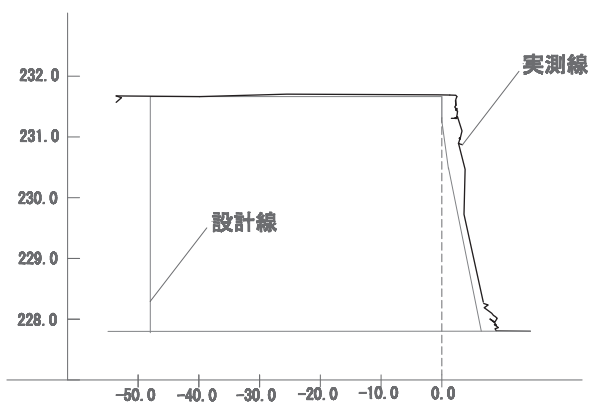


図8 断面形状の表示

(3) 施工結果

本システムを実施工に導入することで、

- ・従来の有人区域内での計測ではできなかった構造物裏側やRCC施工面と土砂型枠の境界や土砂型枠の法肩など境界線の計測が可能となった。
- ・各計測点を解析することで、構造物の3次元解析モデル作成が可能となり、実施工面の任意断面図抽出による出来形確認が可能となった。

以上の2点が確認された。また、問題点として、

- ・計測面が測量器に対し水平の場合、測距用ビーム光の計測誤差が増大する。
- ・計測面の距離が遠くなるとレーザーは、測量器から同心円状（放射状）に行われるため、測定間隔も大きくなり面計測精度が低下する。

以上の事柄が確認されている。

4. おわりに

プレキャストカルバート施工の事例と、ノンプリレーザーを利用した遠隔計測技術について述べた。プレキャストカルバート施工については、様々な工夫によって高精度な据付を行うことができたが、ボルト連結および基礎盤の不陸整正については有人作業に依存している。技術的に実現不可能ではないが、開発時間や施工効率、コストパフォーマンスを総合的に判断して、取り組むべき課題であると考ええる。

遠隔測量ステーションは、今回の現場実証によりその有効性が確認できたが、本システムを本格運用する為には、以下の項目について対応が必要と思われる。

- ・有人区域基準点が計測できないときの自己位置検出方法の開発。
- ・計測面が測量器に対し水平の場合、水平面測量誤差の対策。
- ・計測に有効な測定距離と角度の把握。

これらの項目は実用化するに当たり、全て解決しなければならない問題であり、今後はこれらの問題を解決し、より実用性の高いシステムの構築が必要と思われる。

JCMA

[筆者紹介]

浅沼 廉樹（あさぬま なおき）
（株）フジタ
建設本部土木 EC 機械部



三鬼 尚臣（みき ひさおみ）
（株）フジタ
建設本部土木 EC 機械部



耐環境性の高い消防防災向け検知ロボットの開発

天 野 久 徳

消防活動現場での活用を想定した防水、防塵、耐衝撃および防爆性能の高い遠隔操縦型の移動ユニットを開発した。利用を促進するために、小型、低価格、維持管理の容易性を重視し、機能を絞り込むことを第一に開発を進めた。研究で使用した移動機構を基とし、プロトタイプを制作した。消防本部へ試験的に配備し、消防本部の要望を基に量産型を開発した。移動機構に検知器ユニットを搭載し、検知型のロボットとしての活用を提案している。検知器ユニットは多くの検知器に対応できることを重視し開発されている。官庁や民間で実用されてきており、消防においても配備促進のために基準整備が行われた。

キーワード：消防、ロボット、防爆、防水、ユニット、検知器

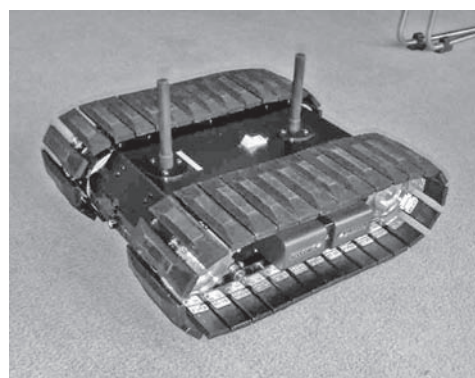
1. はじめに

ロボット開発の多くは、研究室レベルで実験、評価が行われてきている。一部では現実的な使用状況まで踏み込み、現場に必要な性能の検討を行い、開発されているロボットもある。しかしながら、まだ開発全体に対する割合は少ない。筆者らは消防活動現場で使用するための、実用性の高いロボット開発を行っている。

消防活動現場でロボットを使用することを想定すると、水や粉塵、可燃性ガスの存在、火炎による高温などに対する高い耐環境性などがロボットに必要となる。そこで、ロボットを現場で使用することを目的とし、高い耐環境性を備えた移動機構を開発した。本稿では、開発した移動機構を基に製作した情報収集ロボットについて、開発経過とともに紹介する。

2. 研究開発用ユニット

原子力施設災害発生時に救助活動を支援するため、クローラ移動機構を有する複数のロボットにより構成されるシステムの研究開発を行った。この研究初期においては、移動機構として模型雪上車を改造し使用していた。しかし、信頼性が低く、データを取得するための実験に必要な最低限の性能を維持することが限界であった。そこで、より信頼性の高い研究開発用の移動機構ユニットを開発することとした。開発した移動機構の一例を図―1に、その諸元を表―1に示す。その後、この移動機構に対して実用化の要望があり、



図―1 研究開発用移動機構の概観

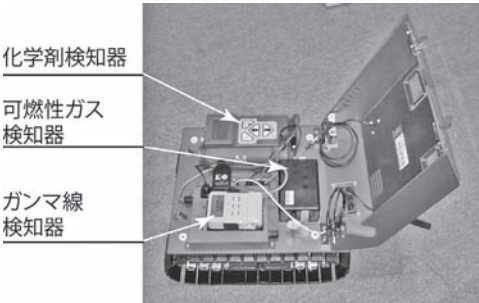
表―1 研究開発用移動機構の概略

概寸	375(L) × 320(W) × 120(H) ^{*)} [mm] *) アンテナを除く
重量	9.6[kg]
履帯幅	94[mm] (標準), 140[mm] (幅広)
モータ	27.5[W] × 2, 減速比 42:1
バッテリー	リチウムイオン, 28.4[Wh] × 4
カメラ	カラー, 25 万画素
ライト	高輝度 LED × 2

実用化への検討を行った。検討を行うために試作した移動ロボットの一例を図―2に示す。このロボットには、可燃性ガス、ガンマ線、化学剤検知器が搭載されている。その結果、火災事案ではなくガス漏洩などの事案における情報収集を主な目的とすると、実用の可能性があることを確認できた。ただし、市場性を考慮に入れると、小型軽量、低価格、維持管理の容易性を実現する必要があった。これらの条件を満たすためには、多くの機能を組み込むことは難しく、結果として機能の絞り込みが必要になった。



(a) 概観



(b) 積載されている検知器

図一 2 検知器ユニットを取り付けた移動機構

3. プロトタイプの開発

現場での使用環境を考慮し、防水、防塵、耐衝撃性の向上を図った製品のプロトタイプを開発した。その概観と諸元を、図一 3 および表一 2 に示す。また、操縦装置を図一 4 に示す。本体を鋳物成形として一体化をはかり、高い気密性、耐衝撃性を実現した。本体の開口部は遠隔操縦に使用する画像を撮影するカメラ窓、バッテリー交換用蓋、駆動軸貫通部のみである。各開口部に十分な気密性を持たせ、防水防塵に関する要求仕様をクリアした。

プロトタイプの開発に当たっては耐環境性の向上の他に、小型軽量、低価格、維持管理の容易性、機能の



図一 3 プロトタイプの概観

表一 2 プロトタイプの概略

概寸	437(L) × 350(W) × 152(H) ^{*)} [mm]
	*) アンテナを除く
重量	12.0[kgf], バッテリーを含む
耐環境性	防水防塵性 ; JIS C 0920 IP67 耐衝撃性 ; NDS C 110E Class A 相当
履帯	素材 ; ゴム, 幅 ; 120[mm]
モータ	27.5[W] × 2, 減速比 43:1
バッテリー	ニッケル水素, 25.9[Wh] × 4
カメラ	カラー, 25 万画素
ライト	高輝度 LED × 4
最高速度	4.0[km/h]
最大積載重量	8.0[kgf]

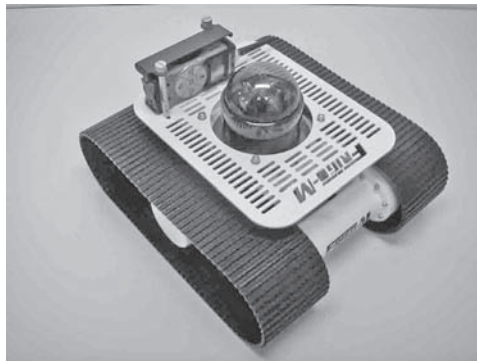


図一 4 プロトタイプの操縦装置

絞り込みなどの条件も克服した。たとえば、最近のロボット開発ではエネルギー密度や再充電の容易さからリチウムイオンバッテリーが採用されることが多いが、低価格化および維持管理の容易性から無線操縦模型用のニッケル水素バッテリーを採用した。開発当時は無線操縦模型用には汎用のニッケル水素バッテリーが商品化されていなかったが、現在は商品化されているため、容易に交換可能である。また、遠隔操縦のための通信は、安定性を考えると有線が有利であるが、小型軽量化等の条件から無線とした。また、無線到達の範囲を考慮し、移動機構の性能全体のバランスを考え、階段昇降能力は取り入れないこととした。大きさによって階段昇降能力はほぼ決まってしまう。高い移動性能は移動機構の利用可能性を大きく広げるが、低価格化および小型化を優先し、機能を絞り込み階段昇降機能は採用しなかった。

消防での利用を考慮し、単に移動機構だけではなく移動機構に検知器を搭載し、検知データを操縦装置で認識できる機能を追加した。しかし、機能の絞り込みが開発の必要条件であったので、ここでも、最低限の機能追加を検討した。消防では、各種ガス検知器ばかりでなく、放射線検知器など、多種の検知器を使っている。さらに、各消防本部において使用されている機種は同一とは限らない。そこで、検知器の計測値表示部をカメラで撮影し、映像で操縦装置に伝達すること

とした。検知器の搭載状況および表示部を撮影するカメラの取り付け状況を図—5に示す。中央のドーム状の内部に3台のカメラが固定されており、このカメラで検知器の映像を撮影する。



図—5 検知器を搭載したプロトタイプ

計測値の伝送に画像を用いると、伝達の効率は低い。デジタル化された計測値によって伝達することが、情報伝達の効率から考えると採用されるべきであろう。しかしながら計測値をデジタル化して伝送するためにはコンピュータインターフェースが必要になる。機器によってインターフェースが異なり、また、インターフェースがない検知器もある。一方、計測値の表示部は、人が携帯して使用することが前提となっている機器では必ずある。一見、高価格化を誘引することが予想されるが、消防本部が既に使用している機器を搭載することによって、低価格化および維持管理の容易性を高めることができる。そこで、ここでは表示部の画像による検知データの伝送を採用した。さらにこの方法を採用すると、ロボットがなくなった状況において、ロボットに取り付けられた検知器を容易に取り外し、隊員が所持して使用することが可能となる。

4. 試験配置と評価

開発したプロトタイプを消防本部に試験的に配置し、性能の評価を依頼した。評価に当たって、低価格、維持管理の簡易性、小型軽量化、機能の絞り込み等の開発主旨を説明し、プロトタイプの性能評価として、(a) 対応できる可能性が高い事案の提案、(b) 最小限の機能を追加することにより対応が可能となる事案、(c) 対応事案数が増える改良点を提案することを依頼した。

その結果、消防本部から提案された移動機構を使用する想定事案として、主にプラント災害、ガス漏洩災害事案および埋設管等における低酸素事案が提案された。これらは、当初の我々の想定と大きく異なる事案

ではなかった。これはプロトタイプの性能から、利用範囲は自ずと限られるからである。

小型軽量、維持管理の容易性については当初の見込み通り高い評価を受けた。特に小型軽量については、操縦装置および本体を隊員一人で搬送、運用できる点が高く評価された。また、防水、防塵、耐衝撃性の高さも高く評価され、現場での使用に十分耐えうるとの評価を得た。

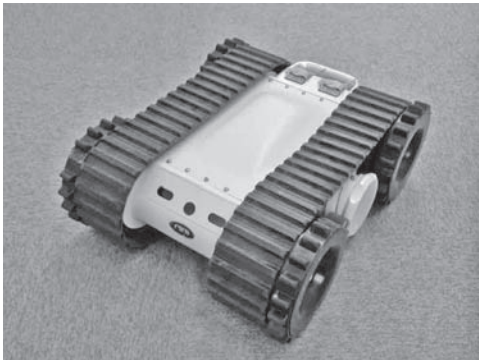
一方で、有効に活用できる事案数を増やすためだけでなく、基本的仕様に関しても改良点は多く提案された。バッテリー残量表示、本体と操縦装置間での音声通信、手袋装着時の操作性の向上などについては、大規模な改修の必要がなかったため、プロトタイプを改良することにより実現した。しかしながら、階段昇降能力、可燃ガス雰囲気中における活動において爆発危険がないこと、電波到達の遠距離化および障害物越しの電波到達性、操縦性のさらなる向上については、次の量産製品型開発での再検討が必要となった。階段昇降機能については当初の開発主旨に沿わないが、強い要望があったので採用することとした。この他にも細かい指摘はあったが、機能の絞り込みという観点から採用しなかったものもある。

5. 量産製品型

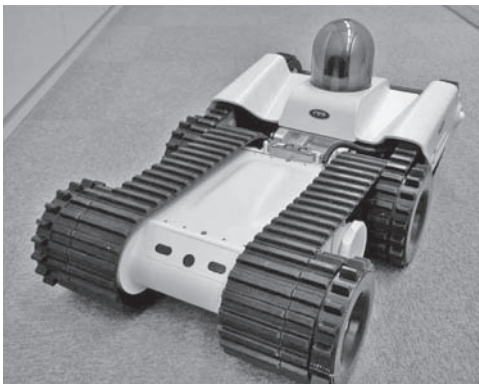
費用対効果を考慮しつつ、試験配置評価で指摘された必要機能を取り入れ、実配備のための製品を開発した。既に移動機構の基本的な構造の完成度が高いので、補助的な機構を付加することによって階段昇降機能を実現した。しかしながら、階段昇降機能は当初の開発趣旨ではあえて排除していたので、昇降機能のないタイプも開発している。

無線通信距離については、ダイバーシティアンテナを採用する等の改良を進めた。しかしながら、移動機構自身が小型であるため、アンテナを高所に設置することができず、大幅な改善は難しかった。そこで状況に応じて中継器を使用するなどの方法で対応することとした。中継器の利用は、今後より本格的なアドホックネットワーク技術を利用する発展性を視野に入れているためである。さらには、簡易的な有線通信も利用可能なシステムとした。

量産製品型として開発した移動機構を図—6に、諸元を表—3に示す。図—6には階段昇降機能がないSTDタイプと階段昇降機能を備えたSTRタイプ、2つの移動機構を示している。STDタイプは階段昇降機能が必要ないため、STRタイプ、図—6(b) 右側



(a) STD タイプ



(b) 階段昇降型 ;STR タイプ

図ー6 量産製品型

の後方に伸びている履帯部分はない。なお履帯を改良し、ペイロードを大幅に向上させている。

表ー3に示しているように防水および防塵についてはJIS C 0920に規定されているIP67の性能がある。すなわち本体内部への粉塵の侵入はなく、本体が完全に水没してもその能力が損なわれる事はない。現在のところ、主に無線による遠隔操縦を想定しているため、水没状況において長時間使用することを想定していないので、IPX7以上の評価は行っていない。耐衝撃性については防衛省電子機器規格NDS C 0110E Class A相当、すなわち1.0[m]落下衝撃に耐えることができる。しかしながら、消防活動における支援活動を

表ー3 量産型ロボットの概略

概寸	710(L) × 405(W) × 450(H) ^{*)} [mm] *) アンテナを除く
重量	18.0[kgf]、バッテリーを含む
耐環境性	防水防塵性：JIS C 0920 IP67 耐衝撃性：1.5m 高さの階段転落 可燃ガスが本体内部に侵入しても着火しない (安全増し防爆構造相当)
バッテリー	ニッケル水素, 25.9[Wh] × 4
連続走行時間	1.5 時間
実働時間	2.0 時間
カメラ	カラー, 前方固定 1, パン・チルト・ズーム 1
最高速度	5.0[km/h]
最大積載重量	30.0[kgf]
乗り越え高さ	STR タイプ; 200[mm]以上, STD タイプ; 90[mm]
階段	STR タイプ; 蹴上 1: 踏み面 1.5

考えると、階段昇降時の操縦は難易度が高く、操縦ミスによる階段転落も考えられる。そのため、消防として階段転落を想定した検討が必要と考えられている。一般的な階段で用いられている踊り場間高低差の上限3[m]と規定されている。そこで、上限の1/2、すなわち1.5[m]の高低差のある階段を転落落下した状況においても機能を損なわないことを自主基準として設けることを検討している。

可燃ガス雰囲気中における爆発危険性については、いわゆる防爆規格に準拠するのではなく、個別に性能試験を行うとしてその安全性を検証した。最も着火エネルギーが低い水素27%濃度の可燃ガスを用い、バッテリーが満充電状態から完全放電状態まで、走行状態として着火の危険性を実験にて検証した。

本体の気密性が確保された状態では、安全性が確認された。水密性が高い設計となっているため、本体内部への可燃ガスの侵入がなかったと考えられる。これを“非着火性防爆”相当と考えている。さらに、消防での使用を想定するとロボットのボディが破損し、ガスが本体内部に侵入することも想定される。そこで、ボディの気密部を開放した状態、すなわち、可燃性ガスが本体内部に進入した状態でも同様な条件下において安全性が確認された。これは“安全増し防爆”相当の性能が確保されていると考えている。消防防災用としては可燃ガス雰囲気中での利用期待が大きい。しかしながら、防爆規格の取得は種々の面から困難さが考えられているため、第三者機関による、実験での性能確認による自主基準運用を検討している。現在のところ“安全増し防爆”相当の性能としているが、危険環境下での運用を想定すると、機器内部で爆発が発生しても外部に影響を与えない“耐压防爆”相当の基準も検討をすべきであると考えている。一方、このような開発において“内圧防爆”も提案されることが多いが、機構の複雑さから、その維持管理が難しいと考えられ、取り入れることは難しいと考えている。

6. 消防用検知ユニットと操縦装置

移動ユニットに消防用を想定した検知ユニットを取り付けた状態を図ー7に、一例として示す。STD型にパンチルトカメラ、2台の検知器取り付け台を有している。検知ユニット中央の黒い機器がカメラであり、専用のパンチルト台に取り付けられている。カメラの両脇にはライトが取り付けられている。当初は製品として一体化されているパンチルトカメラを使用した。移動ユニットの耐衝撃性に対し同等な性能を得



図一七 消防用検知ユニットの搭載例

ることができなかったため、専用品としている。カメラ自身は低照度（1ルクス）カメラを採用しているが、災害現場での使用を想定しているため、ライトも取り付けられている。

2台取り付けられている検知器のうち図左側奥に取り付けられているものが可燃性ガス検知器である。パンチルト台に下半分が隠れてしまっているが、図一5に示した検知器と同じである。パンチルト台の右側に取り付けられている黄色の検知器がガンマ線量計である。

検知ユニットに搭載される機器はそれぞれで、防水、防爆、防塵性能を確保している。可燃ガス検知器は気体をポンプで吸引して各種ガス濃度を検出するため、吸入部はIP67とはなっていない。検知器としてはIP54である。すなわち、この検知ユニットを取り付けた状態では、水没可能な部分は可燃ガス検知器の吸入部下までとなる。しかしながら、検知器が完全水没した状況でのガス検出が必要とは考えられず、消防での運用を考えると十分な性能と考えている。

操縦性の向上に対応するために専用の操縦装置の開発も行った。専用操縦装置を図一8に示す。各種操縦ボタンは、手袋の装着時での操作を意識し、極力物理的なスイッチとし、画面上の電子スイッチをなくしている。ロボットの移動操縦は、ジョイスティック2本で行う。1本のジョイスティックで、前後進を操作する。もう1本のジョイスティックで、右左折、および左右のその場旋回の操作を行う。パンチルトおよびズーム機能付きのカメラを検知器の表示部撮影用とした。検知器表示部を撮影するパンチルト角度を記憶させ、ボタン操作のみで表示部へカメラが向くようにした。なお、ジョイスティックにて、任意の方向の画像を取得することも可能である。また、左右、前後など検知器以外の場所もあらかじめセットしておくことにより、ボタン操作のみでパンチルトおよびズームを操



図一八 量産製品型操縦装置

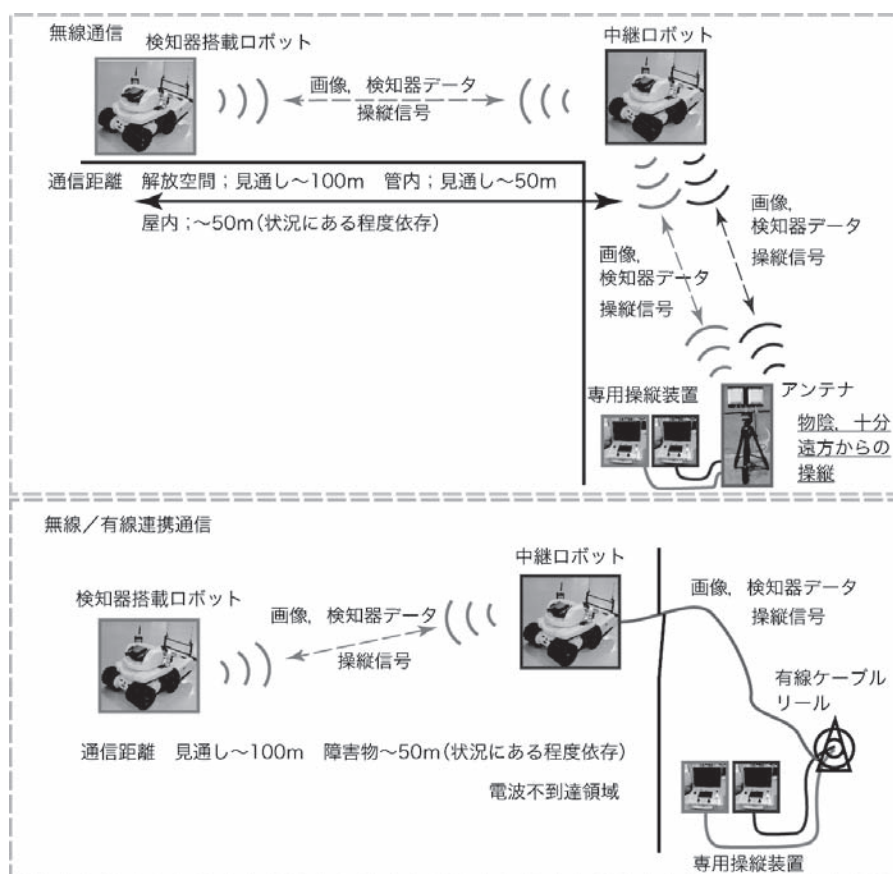
作可能である。図一5に示したプロトタイプでは、ドーム内のカメラは固定されているため、検知器の取り付けに制約があった。図一5にて検知器が倒して取り付けられているのはそのためである。量産型の検知ユニットではパンチルトカメラで検知器表示部を撮影するため、検知器の取り付けも容易となっている。

移動機構ユニットと検知器ユニットが独立しているため、赤外線カメラユニットと交換することも可能である。また、検知器のデータを表示部の画像により操縦装置に伝達しているので、化学剤検知器LCD3.3等の検知器を追加することも容易であり、これらのユニットは開発済みである。

7. 活用および想定

既に第3節で紹介したプロトタイプが放送局で使用されている。動物の生態を撮影するための移動ユニットとして採用されている。これが事実上の実用第1号であった。さらに、第4節で紹介した消防本部での評価に使用されたものは、性能的要望意見があったものの、現在でも消防本部に配置されている。また、量産製品型については、その耐環境性を生かし、他省庁に複数台納入されている。たとえば、水路の点検作業に使用されている。また、民間でも10台以上がいわゆる3K現場等で使用されている。いずれも、高い耐環境性が評価されての採用であった。当初は、小型軽量、低価格、維持管理の容易性、さらに機能の絞り込みを主旨として開発を開始した。しかしながら、消防からのある程度の要求を取り入れた結果、当初の開発仕様と比較すると高機能、高価格となっている。

消防活動支援用としては、図一9のような構成を考えている。ここでは電波不達域への対応が主な問題となる。危険な状況下における情報収集を想定すると、



図一 運用イメージ

物陰から操縦することとなる。電波の到達性を考慮し、中継器を一台、検知ロボットとの間に配置することになっている。中継器も同じ移動機構に積載している。屋外から屋内の検知を行う場合、簡易的な有線を利用し、中継器を屋内に入れることにより、屋内空間での電波到達を実現している。これらの方法は、埋設配管などでの利用でも有効と考えられる。

8. おわりに

耐環境性の高い災害対策用情報収集ロボットの開発について紹介した。万能ではないが、最低限の現場使用に耐えうる性能を備えていると考えている。防水、防塵、防爆性など気密性の高い構造のため、移動機構ユニットを安易に改造することは難しい。しかしながら

ら、必要に応じて積載部ユニットを交換することにより、幅広い用途への応用が可能である。

本稿で紹介した開発は、ほぼ平成20年で完了した。消防防災分野での活用を推進するために、平成21年度に消防装備関連基準の整備を行った。大都市の消防本部に配備することを奨励している。平成22年度以降消防において配備が促進され、現場で利用されることが期待されている。

JCM/A

【筆者紹介】

天野 久徳（あまの ひさのり）
総務省 消防庁
消防大学校 消防研究センター
施設等災害研究室長、特殊災害研究室長
主幹研究官



自由断面掘削機自動化掘削システム

ブームヘッダー RH-10J, RH-250-MB-SL の自動掘削

猪 口 敏 一・伊 藤 禎 浩

自由断面掘削機自動化掘削システムは、大型自由断面掘削機である、RH-10J (3 自由度)、RH-250-MB-SL (4 自由度の D パターン対応型と 5 自由度のインバート掘削対応型) に搭載したもので、トンネル後方上部に設置したトータルステーションで掘削機の公共座標位置を認識した後、ローカル座標に変換し、掘削機側へ送信、掘削機側ではその情報を、自機に搭載されたセンサーからの機体姿勢情報とあわせ、カッターヘッドの掘削位置を制御し、所定の掘削外周線形を確保するものである。掘削機位置情報はリアルタイム監視で、掘削中に機体位置が変化しても掘削継続する。また、1 ボタン操作で移動から掘削、終了したら待機位置へもどることも可能なシステムとなっているので無人化施工も可能である。

キーワード：トンネル工事用機械、掘削機、自由断面掘削機、自動掘削、自動制御

1. はじめに

(1) 開発背景

近年、トンネル掘削工事において、作業者の面では従事者の高齢化と熟練技能者の不足、施工の面では安全性、掘削品質（路線管理含む）、及び効率向上の必要性が問われている。また、早期併合が必要なインバート掘削においては必要断面を確保できたかの確認に多大な工数を必要とし効率が悪かった。

(2) 開発目的

本システムは、上記課題を解決するため、トンネル掘削機である自由断面掘削機の掘削操作を自動化し、人的要素に左右されずに、安全に、高速に、品質の高いトンネルを掘削できるようにしたものである。

(3) 開発目標

開発に当たり、4 項目の目標を定めた。

(a) 安全性の向上

切羽近くでの危険作業を無くす。

従来の掘削作業では、掘削確認のため数回切羽近くで掘削深さ等の確認作業を行っていた。自動掘削で正確に確実に掘削できれば、この危険作業を無くすことができる。

(b) 掘削精度（品質）の向上

機体位置変動の影響無しに路線に沿った掘削設定線形を精度良く掘削する。

従来は、路線情報を含んだ掘削設定線を、切羽にマーキングやレーザー光を投影し、それを目標に作業員の勘で掘削していた。このため、もともとラフにならざるを得ない設定に加え、余掘量は作業員の熟練度に大きく左右されてしまうし、熟練者でも余掘りは大きくなる。掘削を自動化すれば、路線管理から掘削管理まで一連の制御フローとし、機体はリアルタイム管理し掘削中の位置変化が発生しても影響を受けないものとする。これにより作業者の技量に依存することなく高精度の掘削が可能で、品質の高いトンネルを高速に施工することができる。

(c) 掘削効率の向上

手動操作より効率良く掘削する。

従来の手動掘削の場合、見えない箇所掘削に時間を要している。踏前掘削、支保工根元等では見えないため慎重に複数回の掘削を行っている。また、上半では掘削制御線形を確保できたか、奥行きは掘削できたかを切羽近くに寄って目視確認を複数回行い、不足と思われる箇所を複数回、整形掘削を行っている。早期併合でのインバート掘削においては土砂を搬出しないと確認できないため、確認に多大な工数を必要としており、効率改善が課題となっている。自動掘削では、一度掘削すれば掘削制御線形を確保できるので、繰り返して掘削動作を行う必要が無く、掘削作業の効率を大幅に向上させることができる。

(d) 自動操作の容易性

誰もが簡単に操作できること。

例え優れたシステムでも操作が複雑であれば、稼働率が低くなる。また、操作ミスを誘発することにもなる。タッチパネルのボタン一つの操作で自動掘削が可能なものとし、掘削状況はモニターで容易に確認できるものとする。

2. 自動化掘削のシステム概要

本システムは、路線管理システムと自動掘削システムで構成される。路線管理システムで路線に対する掘削機の位置を把握し、掘進機へリアルタイムで常時情報送信する。掘進機側では、その情報と機体姿勢情報をあわせカッターヘッド位置を制御し、精密な自動掘削を行う（図—1、2参照）。

(1) 路線管理システム構成

トンネル後方上部に設置したトータルステーションから自由断面掘削機のプリズムを測距し、機体の位置情報を得る。測距した情報は、公共座標からローカル座標に変換し、無線で機体側へ送信する。この自動システムは稼動中常時動作しており、機体の位置情報をリアルタイムで発信している。

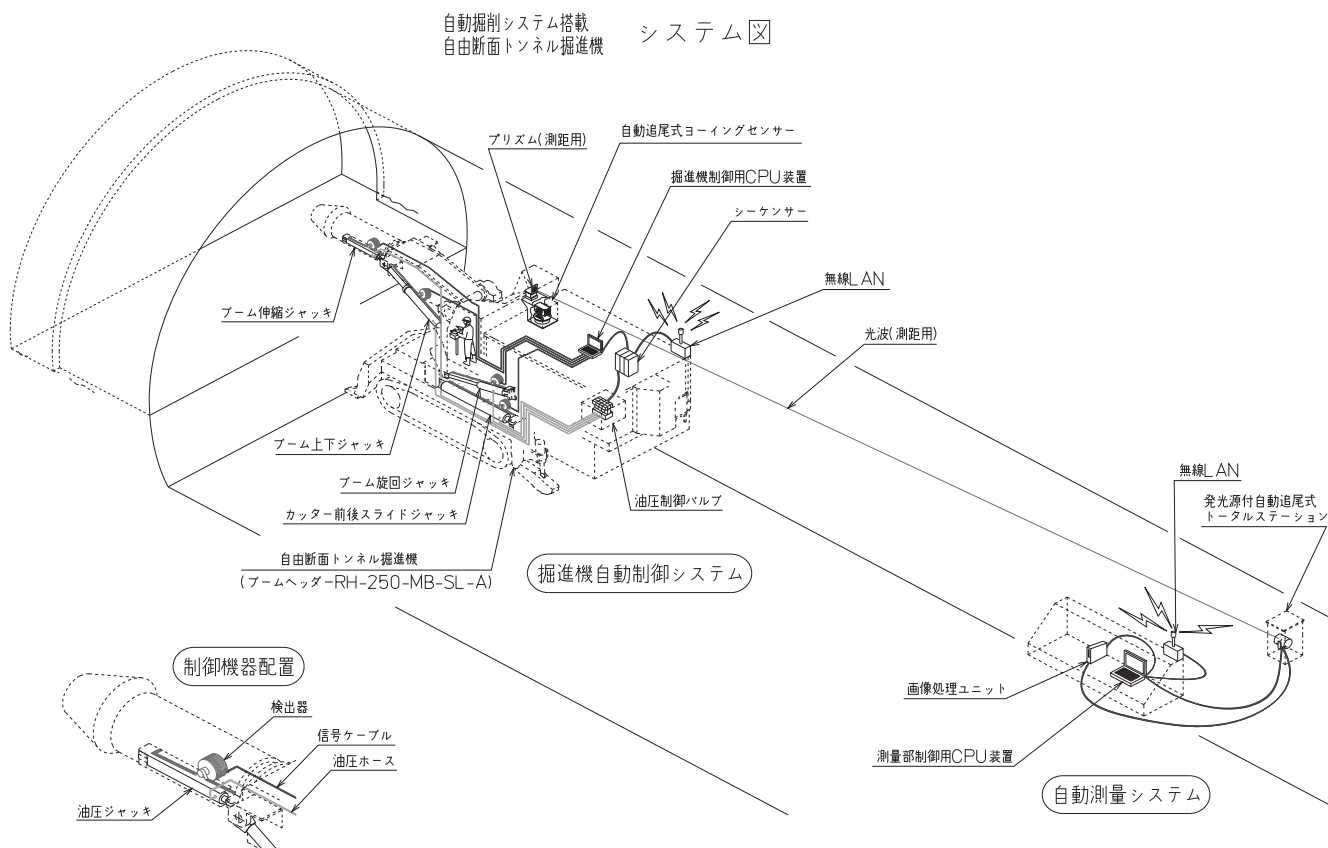
路線管理システムでは、掘削に先立ち、トータルス

テーションとの制御情報と路線情報を入力する。トータルステーション制御情報は、使用するトータルステーションのI/O仕様にあわせ、コマンド等を入力する。路線情報としては、計画平面路線情報、計画縦断路線情報を入力する。この情報から全座標と方位角を算出しているが、座標、方位角の手入力も可能とした。また、路線管理プログラムでは、支保工1ピッチ分の長さでの座標管理を行うが、別途枠数管理も取り込めることとした。

(2) 自動掘削システム構成

機体側では、受信した情報と、自機に装備するピッチング、ローリング、ヨーイングセンサーのデータから、掘削面に対する機体の位置と姿勢を専用制御ユニットで算出する。このデータを基にカッターヘッド位置を制御し、設定掘削線の掘削を行う。開発対象とした自由断面掘削機は、自動掘削に向けた大型掘削機とし、3自由度のRH-10J（図—3参照）、4自由度のRH-250-MB-SL（Dパターン対応型、図—4参照）、5自由度のRH-250-MB-SL（インバート掘削対応型、図—5参照）の機種に搭載可能なソフトとした。

掘削機の自動化であるが、カッターヘッドの座標位置が算出されると、その位置となるように、カッター



図—1 自動化掘削システム図

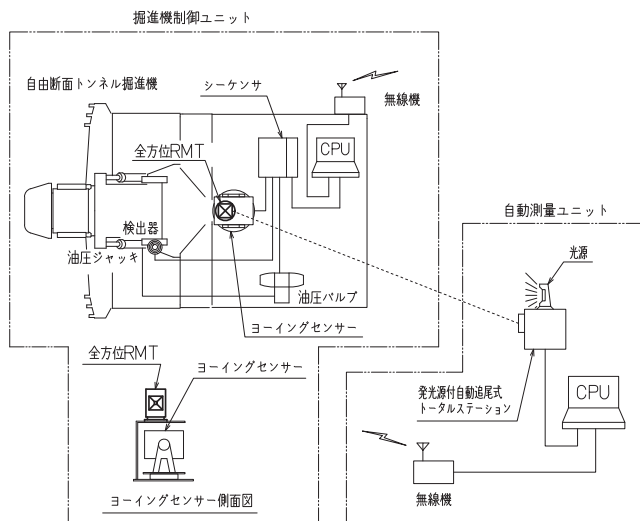


図-2 自動化掘削ブロック図

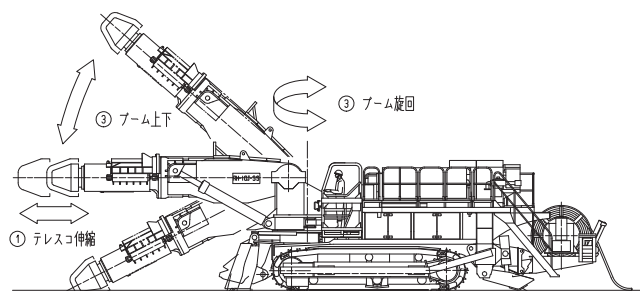


図-3 ブームヘッダー RH-10J (3自由度)

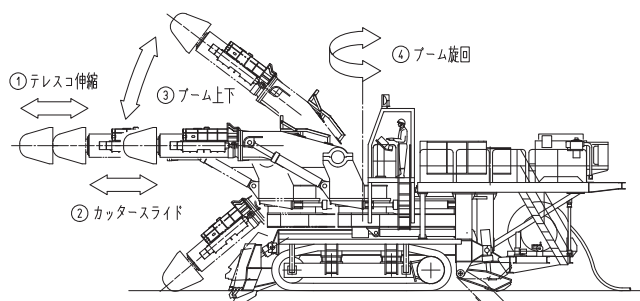


図-4 ブームヘッダー RH-250-MB-SL (4自由度)

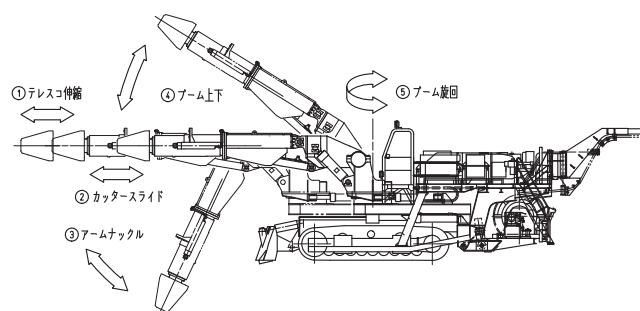


図-5 ブームヘッダー RH-250-MB-SL (5自由度)

ブームを動作させる油圧シリンダー（カッターブーム上下作動、旋回作動、伸縮作動、ナックル作動、カッター本体前後移動作動の5種類）へ、制御流量が供給される。この時、2～3自由度分の流量ベクトル制御

を同時に行い、滑らかな円周方向移動と直立切羽が生成できるように制御している。この結果、凹凸の少ない滑らかな掘削面が得られる（写真-1参照）。また、掘削時に掘削反力等で機体移動することもあるが、路線管理システムからのリアルタイムで情報を常に取り込んでいるので機体位置変動に左右されない掘削が可能である。



写真-1 自動化掘削切羽状況

3. 特長

(1) 安全性

自動化掘削は切羽での掘削確認作業が不要となり安全である。

従来は掘削確認として、作業員数名が切羽で目視や実測確認作業を行っており、非常に危険な作業であった。しかし、自動化掘削の精度が確認された後は、誰も切羽に出て確認する必要がなくなり、安全性は向上した（図-6参照）。

(2) 掘削精度

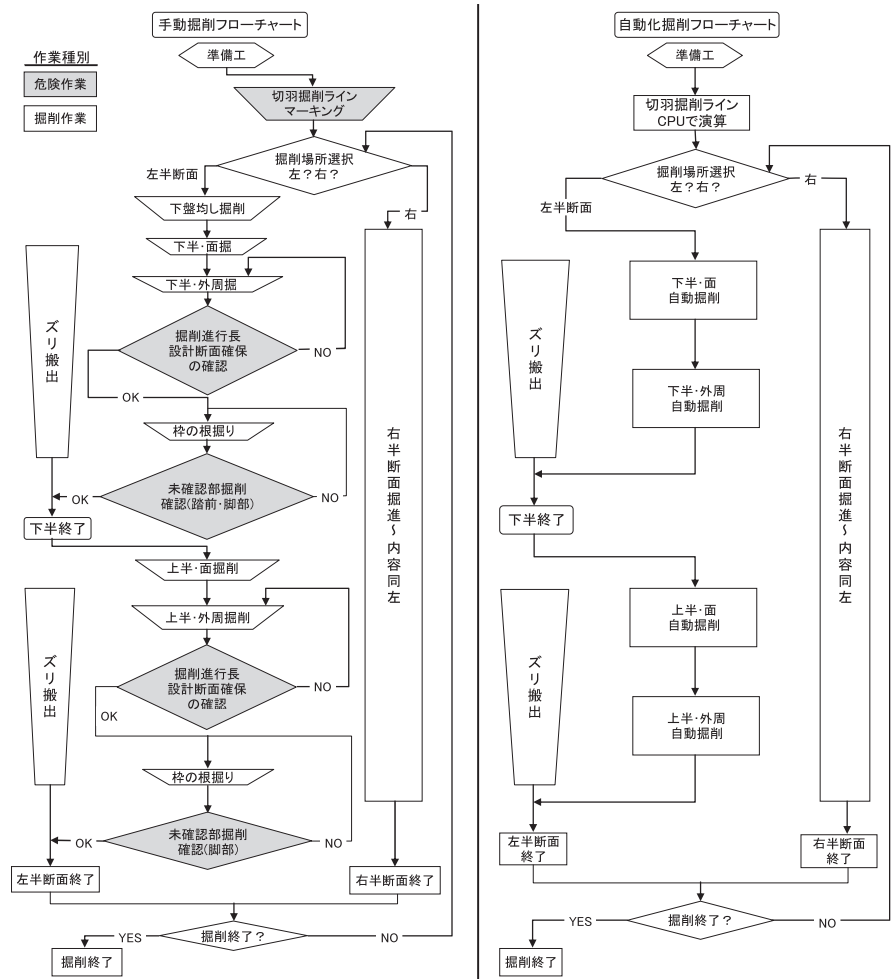
掘削精度は機体位置変動に左右されない。その精度は±50mm以内である。

実施工で±50mmの精度を確認でき、手動掘削からの改善を達成できた¹⁾。また、掘削中の機体の位置変動も確認されており、その状況下で、上記精度を確保しており、機体位置変動の影響を受けないことも証明できている。

(3) 掘削効率

自動化掘削では、作業による掘削確認が不要なため掘削サイクルが短縮され、掘削効率が向上する。

従来は、踏前掘削や上半の整形掘削、掘削面確認作業でロスが多かった。しかし、自動化された掘削ではこれらの作業が不要になるため効率が向上する（表-1参照）。



図ー6 手動掘削と自動化掘削の安全性比較

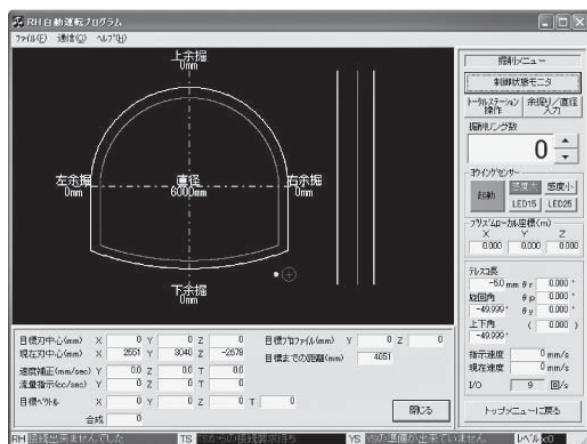
表ー1 自動化掘削と手動掘削のサイクル比較

	手動掘削作業時間
手動掘削作業時間	290分
準備工	3分
掘削前測量・マーキング作業	20分
左半断面掘削、ブリ積込み	131分
右断面へ移動	5分
右半断面掘削、ブリ積込み	130分
下盤均し掘削	5分
左下半へ面掘削	32分
左下半へ外周掘削	2分
掘削進行長の確認	6分
未掘削部確認・設計断面確保の確認	7分
ブリ搬出	46分
左上半へ面掘削	4分
左上半へ外周掘削	12分
掘削進行長の確認	8分
未掘削部確認・設計断面確保の確認	9分
残ブリ排土	
自動化掘削作業時間	194分
準備工	3分
左半断面自動掘削、ブリ積込み	93分
右断面へ移動	5分
右半断面自動掘削、ブリ積込み	93分
左下半へ面自動掘削	32分
左下半へ外周自動掘削	2分
ブリ搬出	46分
左上半へ面自動掘削	4分
左上半へ外周自動掘削	9分
残ブリ排土	

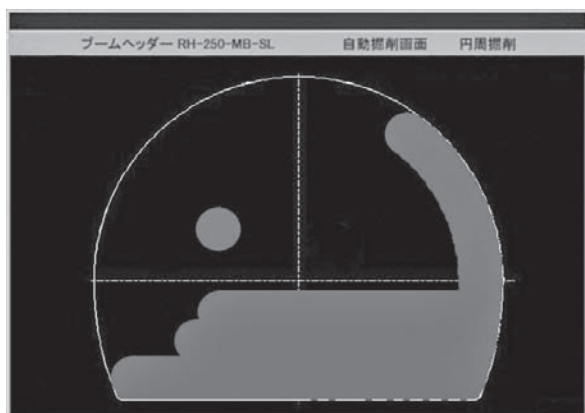
(4) 操作性

わかりやすいタッチパネル式の画面で、ボタンを押すだけで容易に操作できる。

制御のためコンピュータを搭載しているが、入力系、操作系共に図や表を使用し、わかり易さを追求したので、操作は極めて容易である。画面情報も直感的で、掘削が済んだ箇所は塗りつぶされ、ズリに埋もれた箇所もどこが掘削済みか一目でわかるようになっている。また、故障モニターも内蔵され、機械状況や緊急メンテ方法も確認できるようになっている（写真—2, 3 参照）。



写真—2 自動化掘削入力画面



写真—3 自動掘削画面

4. 自動化掘削対応自由断面掘削機仕様

自動化掘削対応機種は3機種で、全て大型機種に搭載される。理由は、大型機は掘削時の移動回数が少なく自動化掘削の効果が顕著にでるからである。以下はその機種の仕様であるが、新幹線、高規格道路の全断面掘削サイズである。

(1) RH-10J

(a) カッター出力 / 装備総出力

・ 330 kW / 480 kW × 400 / 440 V

(b) 本体サイズ

・ 機体長 22,200 mm, 幅 4,200 mm, 高さ 4,900 mm

(c) 掘削範囲

・ 高さ 8,750 mm, 幅 9,500 mm, 床下深さ 550 mm

(d) 質量 / 設置圧

・ 120 ton / 0.14 MPa

(2) RH-250-MB-SL (D パターン対応型)

(a) カッター出力 / 装備総出力

・ 250 kW / 391 kW × 400 / 440 V

(b) 本体サイズ

・ 高さ 23,750 mm, 幅 4,150 mm, 高さ 5,530 mm

(c) 掘削範囲

・ 高さ 9,000 mm, 幅 9,000 mm, 床下深さ 700 mm

(d) 質量 / 設置圧

・ 105 ton / 0.13 MPa

(3) RH-250-MB-SL (インバート掘削対応型)

(a) カッター出力 / 装備総出力

・ 250 kW / 401 kW × 400 / 440 V

(b) 本体サイズ

・ 高さ 25,600 mm, 幅 3,850 mm, 高さ 5,100 mm

(c) 掘削範囲

・ 高さ 10,000 mm, 幅 10,700 mm, 床下深さ 2,900 mm

(d) 質量 / 設置圧

・ 120 ton / 0.126 MPa

5. おわりに

大型自由断面掘削機の自動化掘削は、平成 12 年 7 月に技術審査証明を頂いた。その後、自動システム構成機器の進歩等環境条件の変化と共に、システム内容を変更し、今日に至っている。今回は、システムの更新、5 自由度を有する RH-250-MB-SL (インバート掘削対応型) のインバート自動掘削機能追加、汎用プログラム化及び顧客要望事項の追加取り込みを主体として改善した。工場での実証試験も終了し、現場出荷前の状態である。成果を発揮できることを期待しているところである。また、現状システムは無人化施工が可能であり、機会があれば提案していきたい。

今後の課題としては、精度のより一層の向上や機体位置情報を光学系に頼らないことを上げている。今後、

業界の方の御指導の下、より良い製品に仕上げ、業界に貢献したいと考えている。

J C M A

《参考資料》

- 1) (株)日本建設機械化協会 建設機械化技術・技術審査証明報告書 自動掘削システム搭載自由断面掘進機(型式 RH-250-MB-SL-A) 戸田建設(株) カヤバシステムマシナリー(株) 発行；平成 12 年 7 月

〔筆者紹介〕

猪口 敏一 (いぐち としかず)
カヤバシステム マシナリー(株)
生産統轄部技術部
課長



伊藤 禎浩 (いとう よしひろ)
カヤバシステム マシナリー(株)
生産統轄部技術部



「建設機械施工ハンドブック」改訂 3 版

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

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

「基礎知識編」

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

「掘削・運搬・基礎工事機械編」

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

「整地・締固め・舗装機械編」

1. モータグレーダ
2. 締固め機械
3. 舗装機械

● A4 版／約 900 ページ

●定 価

非 会 員：6,300 円（本体 6,000 円）

会 員：5,300 円（本体 5,048 円）

特別価格：4,800 円（本体 4,572 円）

【但し特別価格は下記◎の場合】

◎学校教材販売

〔学校等教育機関で 20 冊以上を一括購入申込みされる場合〕

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも沖縄県以外 700 円、沖縄県 1,050 円

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

●発刊 平成 18 年 2 月

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館)

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

双腕型建設用マニピュレータの 遠隔操作支援技術の開発

柳 原 好 孝

汎用機であるショベル系掘削機の遠隔操作は、これまで主として地震や火山活動に伴う災害における危険地帯での土工事に採用されるケースが多かった。しかしながら、今やショベル系掘削機は単に土工事に止まらず、その機能を拡大し、解体作業や重量物のハンドリングなど多機能性を持たせた機械へと進化しつつある。これにより、被災地での土工事以外の災害救助や瓦礫撤去作業、原子炉解体など極限環境下での遠隔操作の適用に期待が高まってきている。

今回、解体作業用に新たに開発した双腕型マニピュレータに遠隔操作機能を搭載するに当たり実装を予定している要素技術について概要を述べる。

キーワード：解体工事、災害復旧、RT、マニピュレータ、遠隔操作、オペレータ支援

1. はじめに

建設機械、特に汎用機であるショベル系掘削機の遠隔操作については、極限環境下や災害対応などその用途に応じ様々な研究がなされてきた。筆者らもこれまでに、災害復旧工事での使用を目的に図—1のような土工用機械の遠隔操作システム¹⁾や、遠隔臨場制御に関する研究(図—2)²⁾、さらには人間型ロボットに建設機械を代行運転(図—3)³⁾させるなど遠隔操作に関する研究開発を進めてきた。

今回、廃棄物などのマニピュレーションを行う双腕

型建機⁴⁾を遠隔操作するうえで、遠隔のオペレータにどのような情報を提示することが操作支援になるかを検討し、いくつかの要素技術を実装することとした。



図—2 遠隔臨場制御技術



図—1 土工機械の遠隔操作システム



図—3 人間型ロボットによる代行運転

2. 建設用マニピュレータの遠隔操作要素技術

建設機械の遠隔操作技術は、将来の自律運転に向けた要素技術の確立のための道程であるとともに、オペレータを支援しながら複雑な作業を遂行するためのヒューマンインターフェースが重要な要素となる。

まず、建設機械の自律運転を可能とするためには、建設機械の各可動部に位置センサや圧力センサを具備し、コントローラを介し、エンジンや油圧の出力制御を行うなど建設機械のRT化が必要である。これによりマニピュレータの軌道生成、さらに自己位置検出を行うことで、不整地での自動走行なども可能になると考えられる。

一方、オペレータの支援技術には、視覚提示、音声提示、建機の状態（負荷、振動、姿勢等）があるが、オペレータの操作に関与する支援技術は少なかったと言える。

今回、オペレータの操作に関わらずマニピュレータのハンドリング動作を支援する「ハンドリング動作計画システム」を提案した。次項にシステムの概要と一部試作した内容を示す。

3. ハンドリング動作計画システム

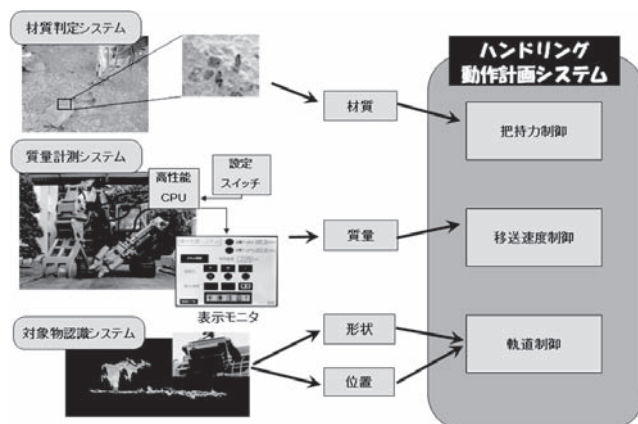
ハンドリング動作計画システムとは、双腕型建設用マニピュレータ（図—4）で建設副産物などの対象物を把持、移送する時の操作者支援、および多自由度の操作をコマンドレベルで動作させる知能化システムと定義した。各センシング要素とハンドリング動作計画システムの構成を図—5に示す。

(1) 把持対象物の材質判定による把持力制御

ハンドリング動作計画システムの一つ目の要素として把持力制御がある。これは、通常オペレータが把持対象物を目視し慎重に操作しながら把持力調整を行っ



図—4 双腕型建設用マニピュレータ



図—5 ハンドリング動作計画システム

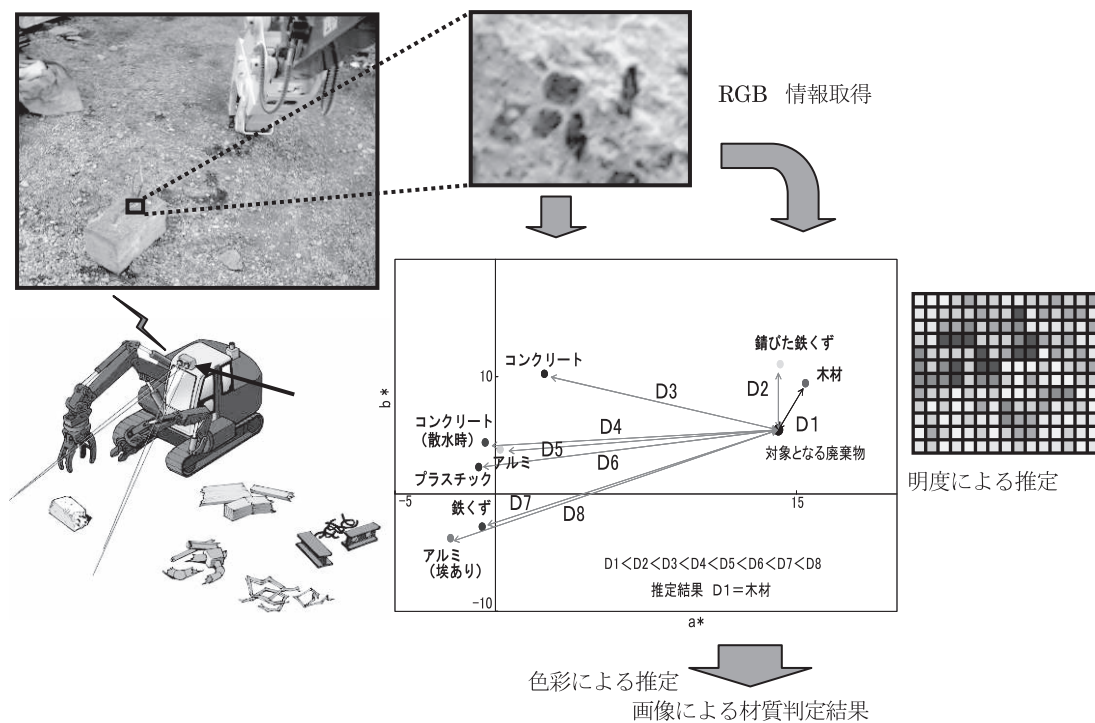
ているのに対し、システムで対象物の材質判定を行い、自動的に適切な把持力に制御するものである。まず、把持力を決定するには対象物の材質が何であるかを特定する必要があるが、本システムでは判定のリアルタイム性を重視し、画像処理による材質判定を選択した。

画像処理による建設副産物の材質判定を行う前提条件として、①把持対象物となる建設副産物の大きさや形状が一定ではない、②解体現場での作業となることから粉塵などの影響で色が酷似することや、降雨や錆などで材質の色が変化する、などを考慮する必要がある。①の条件からパターンマッチングのように登録している形状と照合して対象物を特定する⁵⁾ことは膨大なデータベースが必要となる上、複雑で判定処理に時間を要する。②の条件からカメラ画像から得られた色情報で対象物を判定する⁶⁾と精度良く判定することが難しい、などの課題が抽出された。

そこで従来の画像の色彩や形状による判定に加え、本開発では新たに対象物表面のザラザラやツルツルなどの質感を使った判定を行い、よりロバスト性の高い判定システムの構築を試みた。

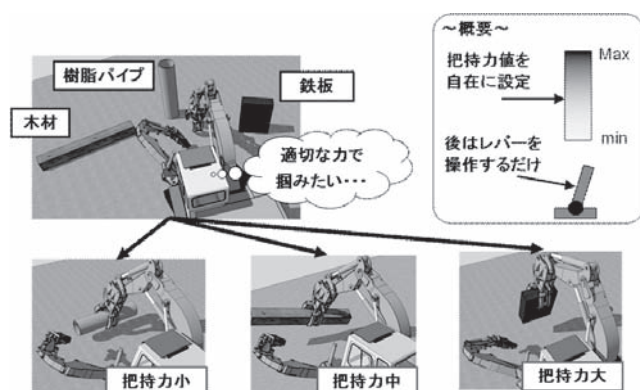
まず、色彩から材質判定を行う手順は、カメラで撮影した画像から把持対象物のRGB情報を取得し、 $L^*a^*b^*$ 値に変換する。変換した $L^*a^*b^*$ 値から把持対象物の色彩を色座標で表す。色座標には予めサンプルを測定して採取した各材質の原点を用意してあり、把持対象物の色座標点と各材質の原点との距離（色差）を演算し原点との距離が最も近い材質を判定結果として出力する。

さらに異なる材質の色彩原点が近似することによる材質判定精度の低下を抑制するため、対象物表面の明度を示す L^* のばらつきを用いて対象物サンプルの表面質感をあらかじめ数値化し、測定した対象物の明度のばらつきと比較することで材質を判定する手法をシステムに組み込んだ（図—6）。



今回、色彩と表面の質感を用いた材質推定手法としてベイズ推定法を採用した。その理由として、①画像処理による判別手法に新たな判定手法を追加しやすい、②取得データの信頼性が低くても当座の結論を出せる、がある。なお、次のステップで形状による材質形状を要素として追加することを計画している。

図—7に把持力制御機能の概念を示す。解体現場の場合、コンクリート塊、鉄くず、アルミくず、木材、廃プラスチックなどが建設副産物として発生する。この中で塩化ビニール管などの廃プラスチックは低強度の材質のため、アタッチメントの把持用油圧シリンダの圧力を対象物が落下、破壊させない5 MPa以下（把持力：小）に設定している。さらに、木材などの中強度の材質では、14 MPa程度以下（把持力：中）に設定し、木材、コンクリート塊をつぶさずにつかんで持ち上げることが実験で確認できた。現状本機能は、操



図—7 把持力制御機能

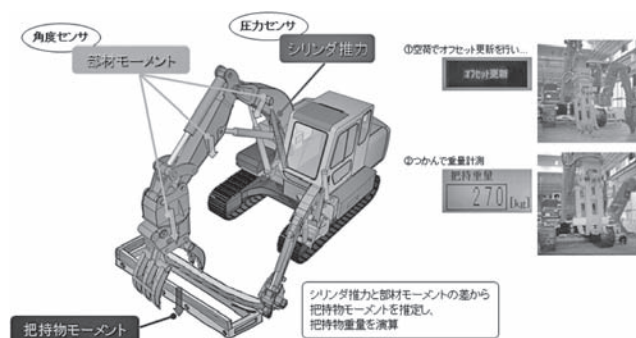
作支援システムの把持力設定スイッチ（大中小）をオペレータが選択し、主腕側アタッチメントの圧力を制御する方法で実験を実施してきたが、次のステップでは前述の画像による材質判定結果からハンドリング計画システムが最適な把持力を決定し、遠隔操作時でも作業が出来るようにする予定である。

(2) 把持対象物の質量計測による移送速度制御

画像処理による材質判定機能を補完する、または対象物把持後の移送スピードを自動的に生成し安全に落下させること無く移動させるには把持対象の質量の把握が不可欠であることが判明した。そこで把持対象物の質量計測機能の開発を実施した。

把持対象物を掴む腕は重量物が主な対象となることから主腕に装備することとした。

図—8に把持物質量計測機能の概要を示す。本機能は圧力センサの計測値から求めた主腕（右腕）ブー



図—8 質量計測機能

ムシリンダの推力と、位置姿勢計測機能に基づいて演算される主腕の各構成部材のモーメントとの差から把持物質量を演算するものである。実験により質量計測を行う姿勢を決め、あらかじめ空荷でオフセット更新(図中①)を行うことで、対象物重量の20%以内の誤差で計測が可能であることを確認した(図中②)。

計測した把持物の質量に応じて動作速度の指令をハンドリング動作計画システムが行う。解体現場での安全性、効率化を考慮し質量が0～60[kg]で「通常」、60～100[kg]で「低速」、100～[kg]で「微速」の三段階での速度設定とした。

(3) 軌道制御のための把持対象物幾何学推定

対象物認識システムは、形状が異なる把持対象物の形状を計測し、対象物の幾何学形状、体積、重心位置などを推定することにより、マニピュレータの適切なハンドリング軌道を自動で生成、制御するなどの用途に用いることを目的としたものである。例えば、対象物の近傍にマニピュレータを即時に移動させる、既知の集積場所まで最適な軌道、速度で移送するなどである。

このような使途を考えた場合、システム開発の条件として、①ほとんどの対象物は不定形状である、②対象物の位置はマニピュレータ中心を原点にできる、③対象物の許容位置精度は数cm程度、④走査範囲は奥行き15[m]程度、幅5[m]程度、⑤情報の取得方法はマニピュレータ上からが望ましい、が挙げられる。これら条件を考慮して、オペレータが扱いやすく簡単な機器構成で実現できる情報取得手段の構築を試みた。図-9に機器構成と情報の流れを示す。

まず、対象物の位置、形状データを取得するデバイスにはステレオカメラを採用した。ステレオカメラの概観を図-10に示す。

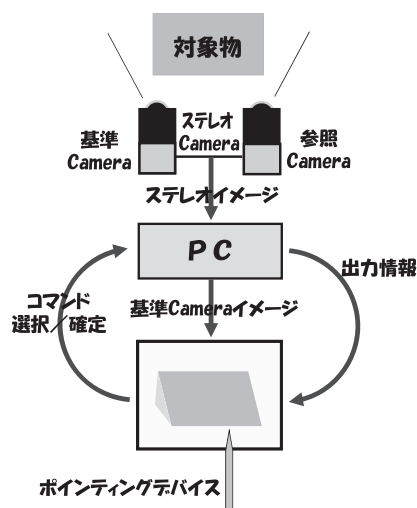


図-9 機器構成

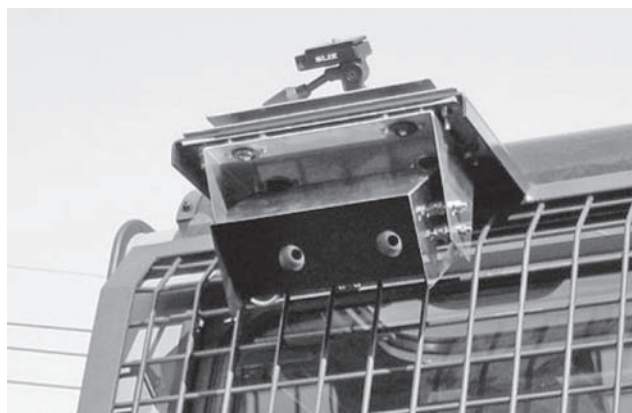


図-10 ステレオカメラ

本システムは、マニピュレータ上に搭載されるため、基本的には作業空間の三次元情報を一方向からのみで捉えることになる。つまり、これまで開発されたステレオビジョン（三次元レーザスキャナを含む）の多くが多点からの計測データをオフラインで三次元形状に結合し、精度を高め体積推定などを行う方法に対し、対象物裏面やオクルージョンで欠落する三次元データが多く、三次元形状を精度良く生成することは難しい。しかしながら本開発の目的である把持対象物までのマニピュレータの軌道制御に用いるなど、把持対象物の体積や位置の精度が真値に対し、±数%程度まで許容できる場合、ステレオカメラの一方向から取得した三次元情報からある程度の形状推定が可能になればハンドリング動作計画に有効であると判断した。

形状推定の方式として採用した基準面（たとえば地表面）に斜影する形状推定方式による推定結果を図-11に示す。

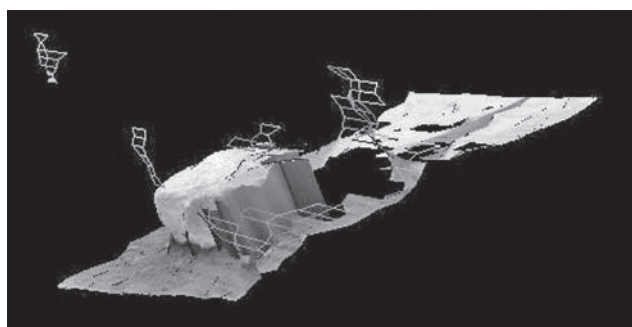


図-11 推定結果

次に、オペレータへの対象物の情報提示に関しては、タッチパネル上に基準カメラの撮影映像を提示する方式を基本とした。これは、従来のステレオカメラの距離画像と呼ばれる映像⁷⁾がオペレータから判りづらいとのヒアリング結果に基づいている。さらにオペレータは実映像を観察しながら作業空間の状況を把握するとともに、各種のコマンド操作で作業に必要な

点や線、面、推定した形状の体積や重心位置といった情報を簡単な操作で求めることができる。

4. おわりに

今回、双腕型建設用マニピュレータを開発するにあたり遠隔操作機能を実装し、搭乗運転では危険と想定される被災建物の解体作業や災害現場での瓦礫撤去作業、極限環境下（放射線、ダイオキシン、アスベスト）での各種重作業に適応すべく、現在開発を進めている。

特に遠隔操作は搭乗運転に比べ、少ない情報をもとにオペレータは操作することになるが、その操作に直接関与し、効率的で安全な操作支援システムを構築することが重要ではないかと考えている。

謝辞：本研究は、NEDO 技術開発機構からの研究委託「戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト（特殊環境分野）建設系産業廃棄物処理 RT システムの開発」で実施したものであり、共同実施者の日立建機株式会社、ならびにご指導いただいた千葉工業大学

平井成興氏をはじめ多数の関係者の皆様に謝意を表します。

J C M A

《参考文献》

- 1) 鷹巣征行, 佐藤務, 遠藤健, 柳原好孝: 建設作業用マニピュレータの遠隔臨場制御について, 第4回建設ロボットシンポジウム論文集, pp57-64, 1994
- 2) 柳原好孝: 建設ロボット遠隔臨場マニピュレータ, 建築技術 No509, pp78-81, 1993
- 3) 柳原好孝, 上野隆雄, 後久卓哉, 遠藤健, 中嶋勝己, 小林政巳, 蓮沼仁志, 御船文里, 横井一仁: 人間型ロボットによる建設機械の作業評価実験 (HRP 代行運転分野), 第21回日本ロボット学会学術講演会予稿集, 2003
- 4) 後久, 柳原, 石橋, 富田, 小俣, 藤島: “解体・スクラップ処理に適した双腕型作業機械の開発”, 第26回日本ロボット学会学術講演会予稿集, CD-ROM, 2D2-04, 2008
- 5) 田村秀行: コンピュータ画像処理入門, 総研出版, 1985
- 6) 木下健治: 画像処理システムの基礎と設計・製作, CQ 出版社, 1986
- 7) Point Grey Research 社: <http://www.ptgrey.com/index.asp>

【筆者紹介】

柳原 好孝（やなぎはら よしたか）
東急建設㈱
技術研究所
メカトログループ



平成 22 年度版 建設機械等損料表 発売中

■内 容

- ・国土交通省制定「建設機械等損料算定表」に基づいて編集
- ・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・機械損料に係る通達類を掲載
- ・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 720 ページ

■一般価格

7,700 円（本体 7,334 円）

■会員価格（官公庁・学校関係含）

6,600 円（本体 6,286 円）

■送料（単価） 600 円（但し沖縄県を除く日本国内）

注 1) 複数冊発注の場合は送料単価を減額します。

注 2) 沖縄県の方は(社)沖縄建設弘済会

（電話：098-879-2097）にお申し込み下さい。

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

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

無人化及び情報化施工データの共有化システムを考える

濱 田 文 子

2008年7月31日に国土交通省より「情報化施工推進戦略」が報告された。この中にICTを利用した施工には、二つの機能があることが明示されている。一つは、ICTを利用して建設機械の自動化を図る機能。もう一つは、施工で得られる情報を現場で実務に携わる技術者の判断の高度化に利用する機能である。無人化施工や情報化施工は、建設機械の自動化を行うことで得られる情報が数値データとして残ることを利用して、そのデータを取り扱う技術者が、数値データから施工の良し悪しを判断し、次の作業のつなぎの効率を上げることが可能になる。施工の要素のワークフローから検証し、この施工で得られる情報の使用や技術者の判断の高度化への取り組みについて報告する。

キーワード：三次元設計データ、情報化施工、情報の共有化、インターネット

1. はじめに

無人化施工や情報化施工というと、建設機械の自動化に注目が集まり、そこから得られる数値データについては、あまり取り沙汰されていない。これには、二つの理由がある。一つは、戦後いままでの技術革新がハードウェア（建設機械）に多かったことにある。機械の信頼性が安全の上で重要であり、また施工ラッシュによる受注獲得への鍵にもなっていた。もう一つは、ソフトウェアへの関心が薄い国民性によると考える。施工に直接関わらない数値データを利用して、施工管理者の効率を上げることが、施工全体のコストを下げることに影響を与えることをなかなか確認することが出来ないようである。

大手スーパークラスの施工会社は、管理することが使命であるために、この見えないデータを利用することで効率を上げる努力を行っている。この施工管理をさらに施工会社全体に普及されることを願っている。

2. 無人化、情報化施工のワークフロー

(1) 建設機械のワークフロー

以下のような作業が考えられる。

- ①情報化施工用設計データの準備、検証
- ②情報化施工用設計データを重機へ転送
 - (ア) メモリーカード
 - (イ) 無線装置を利用して事務所より転送
- ③施工データの追跡検証



写真1 無人化施工と情報化施工の融合

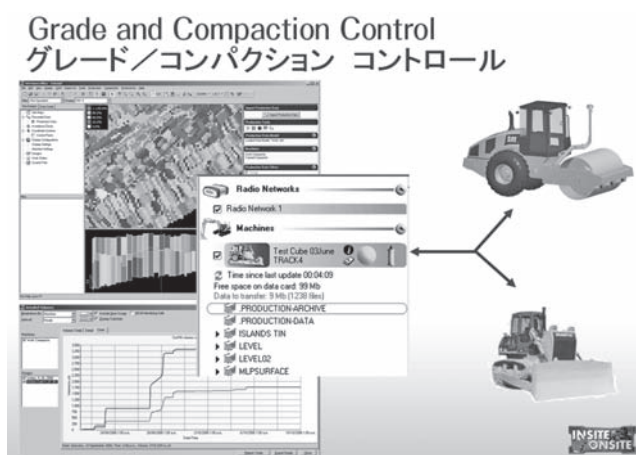


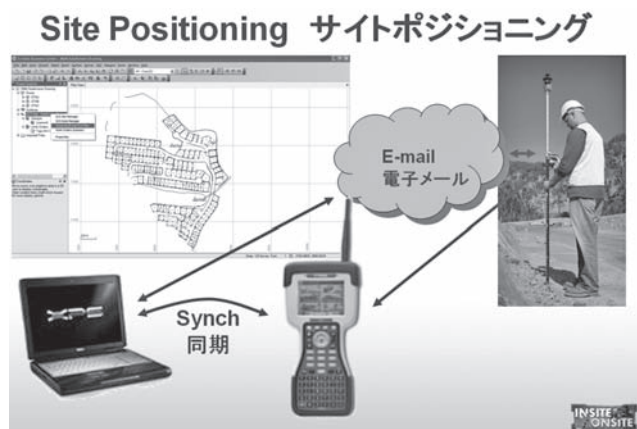
図1 事務所と重機間のデータ転送イメージ

- ④現場での施工作业（施工データの記録）
- ⑤施工データの取り込み
 - （ア）メモリーカード
 - （イ）無線装置を利用して事務所へ転送
- ⑥レポート及び施工データの分析
- ⑦品質管理分析，生産性分析，締め固め分析
- ⑧建設機械の位置管理と作業状況分析
- ⑨リモートでの重機状況診断
- ⑩重機オペレータとの通信

（2）工事測量機器のワークフロー

以下のような作業が考えられる。

- ①情報化施工設計データの準備
- ②情報化施工用設計データの検証
- ③情報化施工用設計データを機器へ転送
 - （ア）電子メール
 - （イ）パソコンとの同期
- ④現場での作業
 - （ア）現況測量
 - （イ）杭打ち，丁張り
 - （ウ）高さチェック
 - （エ）出来形測量
- ⑤計測データの取り込み
 - （ア）電子メール
 - （イ）パソコンへの同期
- ⑥レポート及び計測データの分析
- ⑦品質管理分析，出来形管理



図一 事務所と現場計測機間のデータ転送イメージ

（3）ワークフローの検証

各ワークフローには，共通する作業内容が含まれていることがわかる。それぞれの作業には，それぞれの担当者が割り当てられている。内容によっては，早めの情報交換，情報共有化を行うことが望ましいが，情報を所持したまま他の作業へ囚われたりすることがま

ま発生する。例えば，予定の高さまで施工が行われていないことが発覚するような局面において，もしその情報を数値として建設機械へデータ転送が出来れば，建設機械がそのまま作業を行うことが出来る。情報を保持してしまった場合，昼のミーティングや夕方の終了作業報告まで共有化出来ないことが多くみられる。これらの情報を少しでも早く交換・共有化することにより，次に迫る作業の追加・変更の判断を可能とする。情報化施工を行っていない場合には，通常ミーティングでの情報共有となる。

3. 車輛管理のワークフロー

（1）施工中の車輛管理のワークフロー

以下のような管理ワークフロー及び要素が考えられる。

- ①現場規則への遵守状況の確認
- ②建設機械，機器の位置
- ③建設機械の搬送路選択
- ④建設機械，機器の活用状況確認



図一 3 使用燃料，移動時間，サイクル回数等の表示



図一 4 搬送路，現場外の搬送路のトラッキング

- ⑤各機械の稼動時間
- ⑥使用燃料計算
- ⑦使用可能時間および故障時間の確認
- ⑧サイクル回数、サイクル時間
- ⑨進入許可データ
- ⑩オペレーション中、搬送中
- ⑪コンクリートなどの納品状況
- ⑫運搬作業結果の分析
- ⑬レポートと報告

(2) ワークフロー及び要素の検証

それぞれの要素情報は、通常リアルタイムに確認することは難しい。また、搬送路での状況等を後から正確に確認することも難しい。一定のセンサーやシステムを導入しなくてはならないが、導入することが可能であれば、この情報を利用して効率を上げることが可能となり、省力化を行うことが出来る。ここでも早めに得られる情報により、次に迫る作業の追加・変更の判断を可能とする。

4. 現場をつなぐ

このように情報化施工を導入すると、今まで得られなかった数値データ情報を得ることが可能になる。ここでは、これらのフローを結合することにより得られる現場情報について検証する。

(1) オペレータ・作業者と事務所をつなぐ利点

- ①現場作業者全員を相互に情報共有し、かつ施工管理者・設計データ作成者からの設計変更と情報を一致させることで、古い情報を利用して生じるミスや手戻りを削減することが可能になると考えられる。
- ② unnecessary 移動時間とそれに伴う燃料の削減。
- ③正しい設計データを配信することで、同時に全ての作業者、オペレータが利用可能となる。
- ④施工期間を通して、一貫した管理、体系化が可能となる。
- ⑤設計データが更新された時、建設機械への転送を可能にし、オペレータにも通知される。
- ⑥インターネットを経由することで、GNSSの基地局補正情報を各建設機械、測量計測機へ配信可能となる。

(2) 建設機械と事務所をつなぐ利点

- ①情報化施工はソフトウェアを起動することで稼動するが、常に最新の状態を配信することが可能となり、

メンテナンスが自動化する。

- ②建設機械をリモートで診断することで、利用可能時間を増やすことが可能となる。
 - ③建設機械の位置、稼動内容を把握することが可能になり、いずれの設計データを基に作業しているか判断可能となる。
 - ④作業終了と同時に、建設機械および作業からのデータが収集可能となり、リアルタイム性高く盛土締め固め情報や出来形情報を入手可能となる。
 - ⑤最新のスケジュールに対する建設機械の進捗状況や生産性のデータを入手でき、現場での測量作業を削減できる。
- これらの内容から、人員と建設機械のより有効利用を可能とする。

(3) 建設機械と測量計測機をつなぐ利点

- ①建設機械と人員の生産性と効率を向上させられる。
- ②サブコントラクターの作業をチェック、管理可能となる。
- ③建設機械と測量計測機のアイドル時間、燃費、稼動時間を割り出すことが容易となり、効率を上げられる。
- ④エリア外での想定外の放置に早めに気付く。
- ⑤オペレータのコンプライアンス遵守管理。
- ⑥サイクル時間や回数をリアルタイムに管理することでの効率化
- ⑦到着時間の想定
- ⑧許可が必要な一般道路使用時間の推定。
- ⑨メンテナンスプランを立て、稼動寿命を延ばし、予想外の故障を防ぐ。

土木施工、担当者、契約

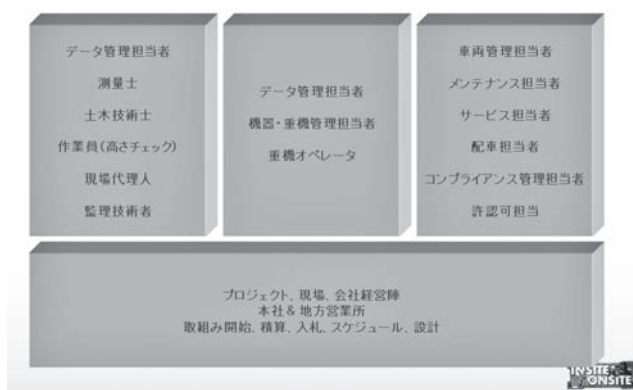


図-5 各ワークフローの構成要素

5. 現場の要望

私どもが現場へ情報化施工を導入している現場か

ら、以下のような要望が挙げられている。

- ①作業者全員が情報を共有し、現在何が進行中で、どの段階の作業中なのかを、関わる全員が知ることが出来て、かつその情報を提供したい。
- ②問題が起きる前に、または起きる問題を想定して、たとえ問題が起きたとしてもあわてることなく、作業を続行出来るシステムを構築したい。
- ③つど変更される設計データの最新をすぐに知る手段をもちたい。

これらの要望は、実は現在の ICT によって実現可能である。これらを準備する一時的にかかるコストによって、使用を断念するケースが多いが、かかるコストを上回る効率化が可能である。

6. 情報共有すべき要素（グループ）

前 4 章に続き情報を共有すべきグループについて検証を行う。グループには、以下の 3 グループが考えられる。

(1) 企業間

- (ア) 発注者（顧客）
- (イ) 元請け施工会社
- (ウ) サブコントラクター
- (エ) 仕入先

これらのグループ間にて以下の共有が考えられる。

- (オ) 施工データ
- (カ) 問題点
- (キ) 進捗状況
- (ク) 詳細な連絡先
- (ケ) 仕入れ先の詳細情報、見積り
- (コ) 地元で契約した建設機械のオペレータ情報

(2) 企業内

- (ア) 管理レポート
- (イ) 積算
- (ウ) 入札
- (エ) 建設機械・機器管理

これらの内容から以下の共有が考えられる。

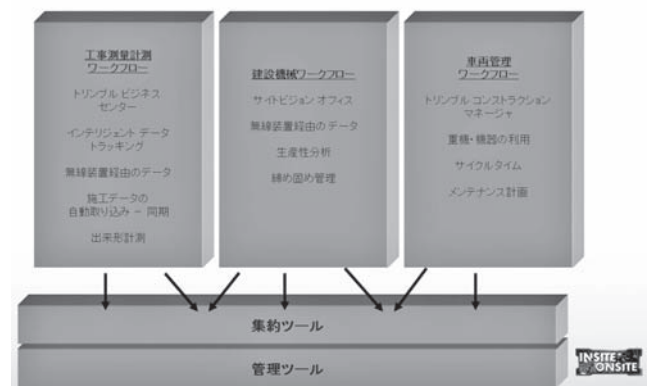
- (オ) 入札状況、数、落札数
- (カ) 問題とその解決方法
- (キ) 施工管理レポート
- (ク) コンプライアンスレポート
- (ケ) 許認可状況
- (コ) 建設機械のメンテナンス状況
- (サ) 新規要望、回答

(3) 施工管理

- (ア) 工区 A
 - (イ) 工区 B
 - (ウ) 工区 C
- これらの内容から以下の共有が考えられる。
- (エ) 日報、天気
 - (オ) スケジュール
 - (カ) 現場の建設機械・作業者の稼動状況
 - (キ) GNSS 基地局補正情報の共有
 - (ク) ウェブカメラ

それぞれのグループ内での情報共有要素はさらに細かくあると考えられるが、簡単な思いつくものだけをサンプルとして挙げている。これだけの情報がリアルタイムに共有化されるだけでも、判断すべき内容が高度化されていくと考えられる。

各ワークフローをつなぐ



図ー6 各ワークフローの接合図

7. 各グループやワークフローをつなぐ利点

各ワークフローをつなぐことで、どこでも、いつでも、誰でも、適切な情報を入手することが可能になる。近年では、インターネットが安価に使用可能になり、また現場でのパソコンの普及率は100%に近い数字と想像する。この ICT を使用しない手はない。

パソコンをサーバー接続することにより、施工の進捗状況や作業毎の稼動状況の詳細な管理が、情報を共有すべきグループにて行うことが可能となる。

情報と施工データが事務所にて集中的に管理されれば、利用者の情報共有はいとも簡単に可能となる。

パソコンのデータ管理も体系的に行われ、自動的に新しいデータに書き代わる。各自が各データを所有し、バラバラなデータになってしまうことを未然に防ぐことも可能となる。古いデータで判断してしまうことも防ぐことになる。これらは、手戻りを削減し、燃料を削減し、情報化施工により丁張りも削減でき、工事測

量作業も削減する。

大きな利点として、大なり小なり問題点を早くに全員に情報提供を行うことが可能となり、早めの解決を導くこととなる。

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、それを構成する人材の三位一体の協力が必要と考える。

J|C|M|A

8. まとめ

これらのツールを普及させることが、土木施工の発展を促進し、生き残りをかける施工会社への一助になると信じている。

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。

【筆者紹介】

濱田 文子（はまだ あやこ）

(株)ニコン・トリンブル

コンストラクション営業部 建設 ICT 推進グループ
グループリーダー



橋梁架設工事の積算

——平成 22 年度版——

■改訂内容

1. 積算の体系
 - ・大都市補正地区の拡大
 - ・施工箇所が点在する工事の積算方法
2. 橋種別
 - 1) 鋼橋編
 - ・損料改定による複合損料全面改訂
 - ・FRP検査路歩掛、鋼製排水溝設置新規掲載ほか
 - 2) PC橋編
 - ・トラス梁特殊支保工 歩掛の追加 ほか
 - 3) 橋梁架設用仮設備機械等損料算定表
 - ・損料全面改訂

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

■定価

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

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

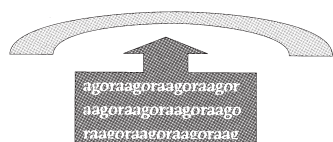
※送料は会員・非会員とも
沖縄県以外 600 円
沖縄県 450 円（但し県内に限る）

■発行 平成22年5月

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

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



電気炉遠隔操作測温機 電気炉測温サンプリング装置

日 浦 光 一・木 村 善 春

鉄屑を原料とする製鉄法の電炉メーカーは電気炉を主幹設備とし、その作業中には作業員が炉壁作業口に接近しての諸々の人的作業が欠かせない。この人的作業の一部である測温サンプリング作業を、その測定器具は現状のものを踏襲し、使い捨ての測定器具収納庫と、その収納庫から切り出された測定器具をハンドリングして電気炉内溶鋼に浸漬させるマニピュレータから構成される遠隔操作装置を開発した。装置周辺を往来する作業員への安全対策上、非作業時の装置収納寸法は最小限度とし、且つマニピュレータ動作範囲を安全柵で隔離した。

キーワード：電気炉、炉壁作業口、測温サンプリング作業、熱電対、マニピュレータ、安全柵

1. 電気炉の概要

国内製鉄各社は、その依拠する製法から2群に大別される。1つは主原料とする鉄鉱石をコークスと共に溶解させる高炉を製造プロセスの始まりとする高炉メーカー。1つは主原料とする鉄屑（スクラップ）を溶解させる電気炉を製造プロセスの始まりとする電炉メーカーである。本稿のテーマである電気炉測温サンプリング装置を論じる前に、本装置の設置対象設備で

ある電気炉について、その概要を述べる。

電気炉の代表的構造例として図-1を示す。原料である鉄屑を収納する炉殻は、側壁が円筒形で、底部が球面状になっているものが大部分である。側壁には、炉殻を傾動させて溶鋼を排出させるための出鋼口と、作業中の諸々の人的作業のための作業口（出滓口ともいう）が対面位置に設けられている。

炉蓋は上部から炉殻への原料装入のため、開閉できる構造となっており、この炉蓋には炉殻中に装入された鉄屑を溶解させるための熱源としての3本の昇降式電極が配備されている。

2. 従来の測温サンプリング作業

(1) 作業の目的

電気炉及び関連諸設備の操業運転は中央操作室からの遠隔操作であるが、炉中溶鋼の精錬進捗度を知り操業の状況判断を行うため、時々刻々変化する炉中溶鋼の温度（約1,700℃）及び鋼中含有成分濃度を測定する必要がある。

この測定作業は、作業員が炉体直近に立ち、炉壁作業口から真っ赤に煮えたぎる溶鋼に向かって測定器具を突っ込むため、作業員が高温に晒され、溶鋼飛沫を浴びることもあり得る、極めて悪環境下の危険作業である。

(2) 測定器具と原理

測定器具は、測温手段としての測温プローブ（図-1

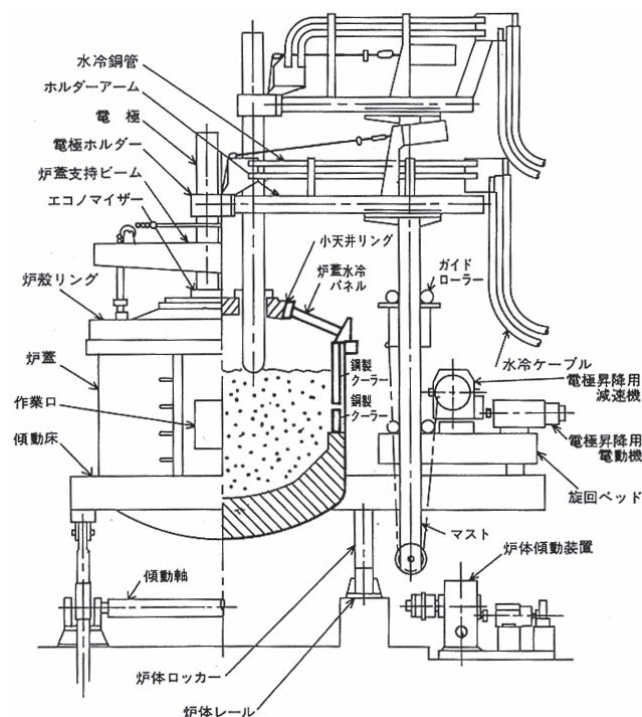


図-1 電気炉の代表的構造例

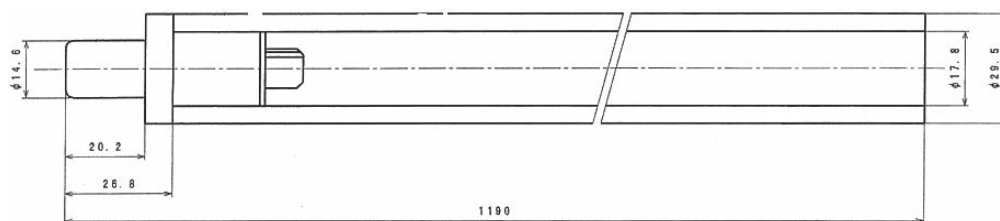


図-2 測温プローブ

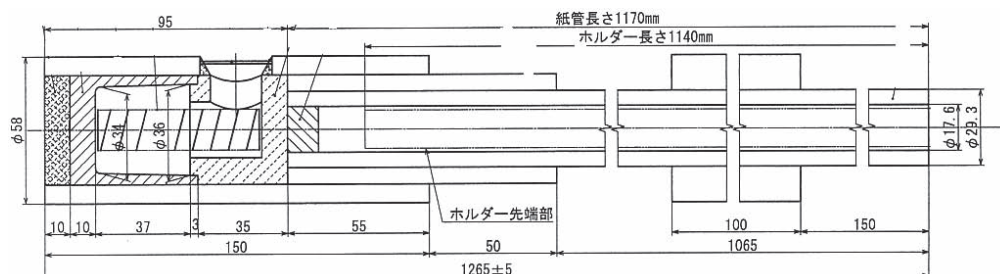


図-3 サンプラー

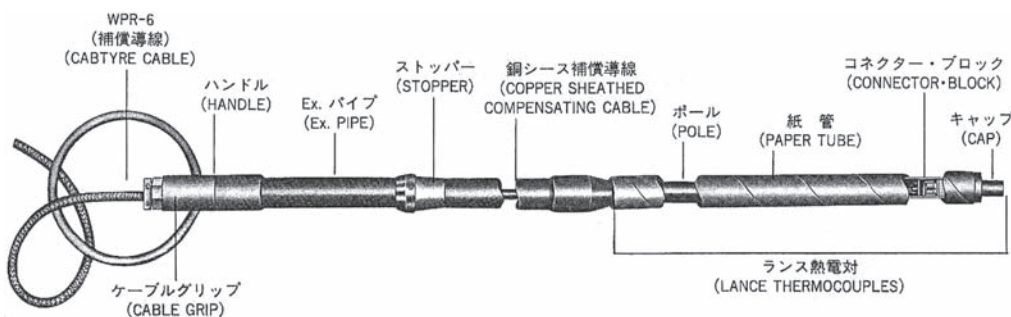


図-4 測定器具外観

2) と称する紙製パイプ、若しくはサンプリング手段としてのサンプラーと称する紙製パイプ (図-3) を、内部に電線 (補償導線と称する) を収めたホルダーと称する鋼製パイプに差し込んで構成する。

この構成を完了した測定器具を図-4に示す。

測温プローブとは、先端に異種金属接点により構成される熱電対 (写真-1) を装備した紙製パイプで、



写真-1 測温プローブ先端の熱電対

これを装着したホルダーを作業員が溶鋼中に浸漬することにより、温度に比例して発生する熱起電力 (ゼーベック効果という) を検出して鋼中温度に換算する。

サンプラーとは、先端に溶鋼を収めるケース (サンプル室) を装備した紙製パイプで、これを測温プローブと同様の扱いで作業員が溶鋼中に浸漬後、引き上げたサンプラーを離脱しサンプラーから回収したサンプルを分析室に送り、鋼中含有成分濃度を測定する。

これらが何故紙製かということだが、圧縮された紙は熱源に触れると、真っ黒に焦げはすれども燃える (完全燃焼する) ことはなく、その断熱効果により内部の鋼製パイプと補償導線の溶鋼浸漬中の焼損を防止するというのがその理由である。よって、これらは何れも1回限りの使い捨てである。

3. 電気炉測温サンプリング装置の概要

(1) 装置の設計課題

本装置の目的は、作業員による電気炉操業に必須の測温サンプリング作業を、機械化して遠隔操作を実現することで、そのために以下の設計課題があった。

①測温プローブ及びサンプラーの1日の使用量以上の

本数を収納する。

- ②作業指令に応じて、これらを選択して保持移動させ、炉壁作業口から溶鋼中に一定時間浸漬停止させる。
- ③炉中浸漬を終えた测温プローブ若しくはサンプラーを離脱、回収する。
- ④炉壁作業口の周囲は测温サンプリング以外の諸々の人的作業場所のため、作業終了後の装置は作業口側方の最小限度の平面スペース内に収納させる。
- ⑤装置上を原料装入クレーンの吊り荷が通過するため、作業終了後の装置高さは、吊り荷高さ以下に抑える。

(2) 装置構造の概要

前述の設計課題について検討の結果得られた機構、構造について略述する。

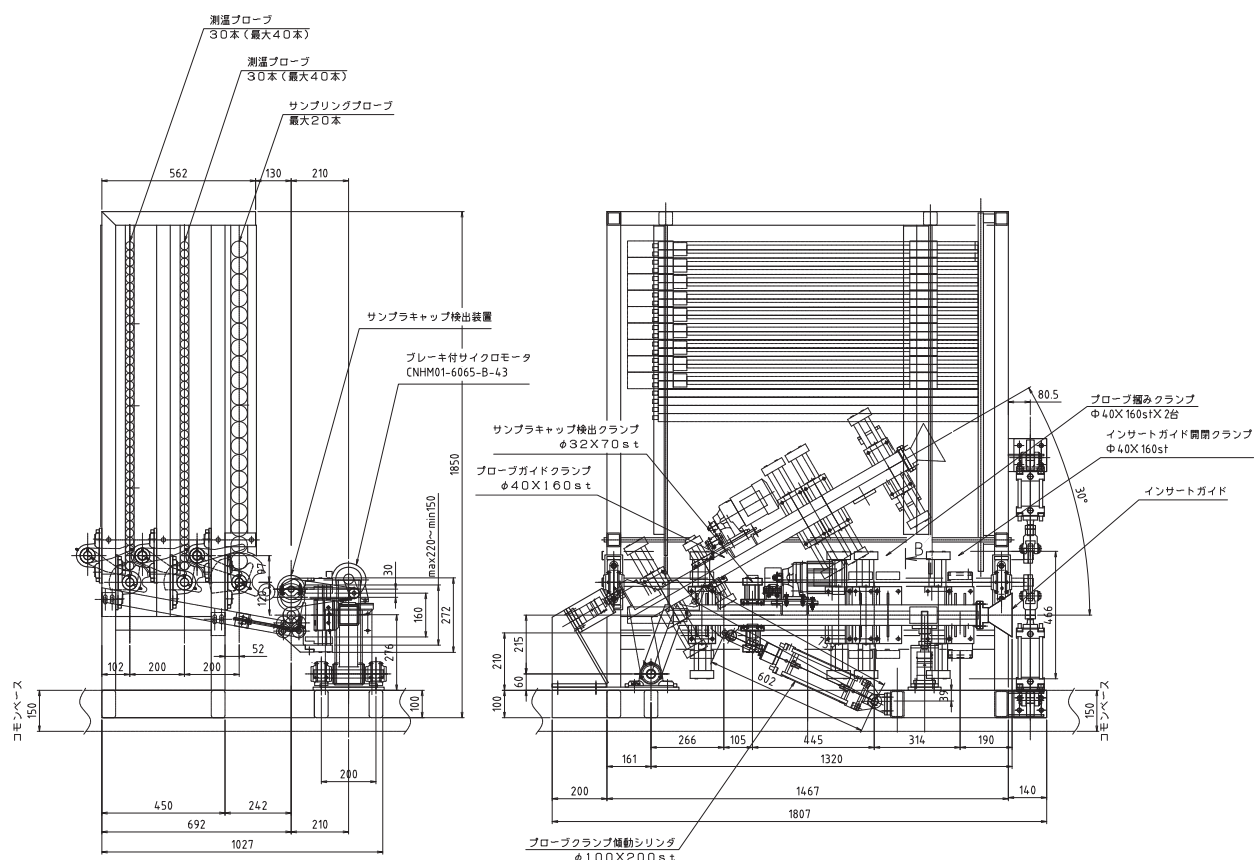
- ①プローブ収納庫は测温プローブ及びサンプラーを水平状態で密着させ上方に重ねて収納する構造とし、収納本数は测温プローブが2列80本、サンプラーが1列20本で、この3列の収納庫下端に装備されたゲートを作動させ、切り出されたプローブを、装置本体に相当するマニピュレータに供給する。その構造を図—5に示す。
- ②切り出されたプローブをマニピュレータによりハンドリングし、空間移動させ炉壁作業口から炉内溶鋼面に傾斜挿入させ、一定時間（約10秒）保持させる。



写真—2 収納状態でのマニピュレータ

マニピュレータ構造を写真—2に示す。

- ③炉中浸漬後のプローブは、マニピュレータにより逆方向に再び空間移動させて原点位置（プローブ収納庫位置）で離脱、回収される。
- ④マニピュレータの原点位置での収納状態は図—6に示すように、作業口前の作業場所を回避し且つ通過クレーンの吊り荷高さ以下を満足させた。
- ⑤操業中は本装置近傍を作業員が往来するため、安全対策上、その動作範囲を写真—3に示す安全柵で隔離した。



図—5 プローブ収納庫

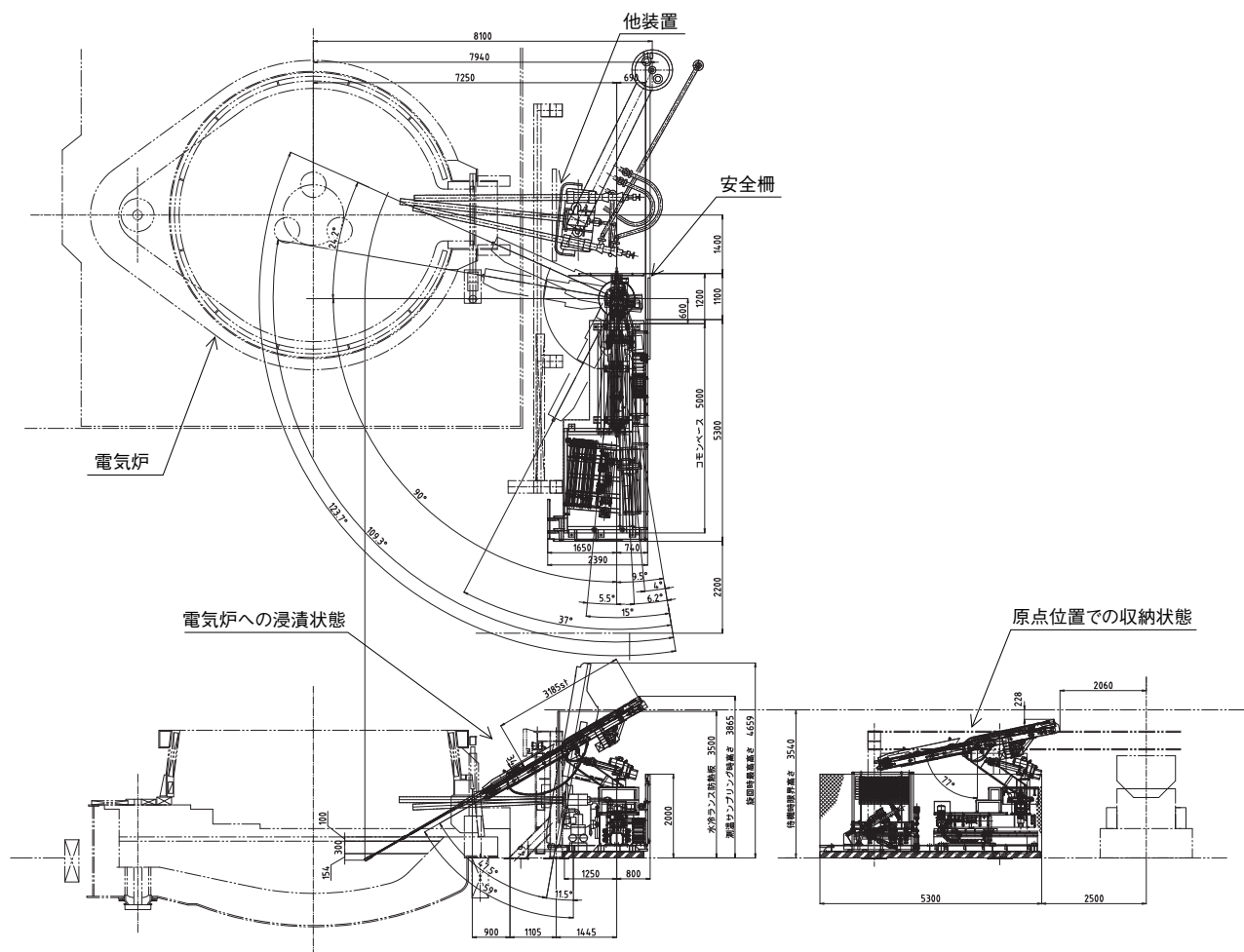


図-6 マニピュレータの動作状況図

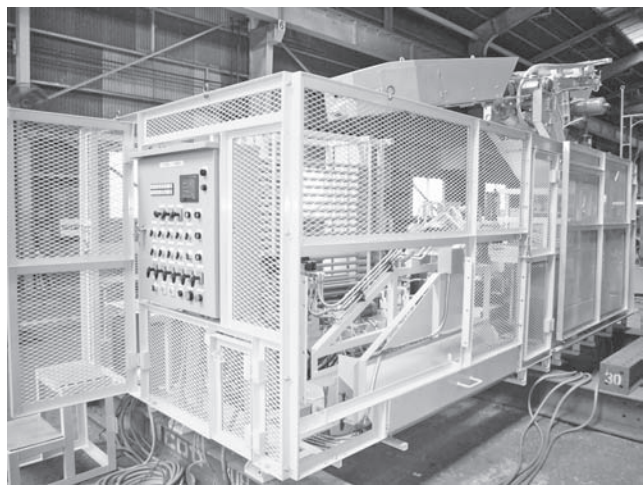


写真-3 安全柵

4. おわりに

電気炉メーカーからのご指導、ご協力を得て、電気炉操業に関わる人的作業の一部である測温サンプリグ作業の機械化による遠隔操作を実現できた訳だが、その他の人的作業が残存しており、電気炉操業全体の遠隔操作化による悪環境下危険作業の解消という観点か

らすれば、小さな歩みに過ぎない。

今後は、ユーザーから問題点や要望を聴取して現状を把握し、改善検討を積み重ね本装置の完成度を高める必要がある。

最後に、本装置開発にあたりご指導・ご協力くださいました愛知製鋼(株)殿と、本機関誌が目的とする分野ではない本装置について、執筆の機会を御提供願いました協会の関係各位に対し、深く御礼申し上げます。

J C M A

〔筆者紹介〕

日浦 光一（ひうら こういち）
奥村機械製作(株)
技術部 産機設計課
主任



木村 善春（きむら よしはる）
奥村機械製作(株)
執行役員
産機設計担当



ずいそう

人間型ロボットの活用展開

蓮 沼 仁 志



人間型ロボットはどのようなアプリケーションに適用できるか可能性を示す—このような主題を持って、1998年から経済産業省主導の下、「人間協調・共存型ロボットシステムの開発」が開始された。筆者は、前期2年間に遠隔操縦システムの開発を担当し、後期3年間は人間型ロボットによる車両機械の代行運転というテーマに参加した。

人間型ロボットは、「二本足で歩く」機能を有し、人間と同じ形態で同じ場所を移動できることから、人間と同じ作業をそのまま、あるいは、道具を少し工夫することで行える。さらに、遠隔操作することで、判断は人間が行い、作業自体をロボットに教えなくてよい利点がある。

一方、産業用ロボットが持つ、重量物を搬送する力強さや、24時間無休で作業を続ける持続力や、高精度で繰り返し位置決めをする正確さと比べると、人間型ロボットは人間と同等サイズを有していても、軽作業ができる程度の可搬能力、電池を動力源とするために制限がある稼働時間、二本足で自律歩行するが故の不安定さがあった。

実際の開発では、屋内でのフォークリフト運転から始めて、最終的には、屋外でバックホウを、無線で遠隔操縦する人間型ロボットで運転することが目標となった。当時の人間型ロボットの構成では、人間並みの腕の動作範囲はなく、手も開閉だけのグリップ指であったが、車両側の操作レバーの長さ変更など、簡単な改造を施すだけで、車両機械の運転を実現でき、人間型ロボットの不足部分を補うことができた。

しかしながら、屋外活動を想定したロボットではなかったため、粉塵・雨風を防ぐロボット用合羽の開発や、歩行目的での設計機構であるため、運転席への着座を安定させるお尻の部位がないことを補い、車両からの振動の影響を軽減する専用椅子を開発した。

また、遠隔操作に関しては、ロボットと操縦者の腕の動きが連動する制御や、ロボットが受けた力を操縦者に伝達する機能を実現した。しかし、ロボットがあたかも操縦者の分身になるような操縦の実現には、非常に多くのデータ通信量が必要になるため、当時の無線通信手段では、通信の安定性や時間遅れがあり、操縦に慣れが必要であった。通信方法の改良は重要な課題であったが、ロボットすべての動きを操縦者が直接指示するのではなく、ロボットの自律性と操縦者の指示を組み合わせて実現した結果、通信量や操縦者の負担を軽減することの重要性を痛感させられた。

ロボットの耐環境性や通信能力の向上、自律性の獲

得は、ロボットを工場以外での分野に適用するために、人間型ロボットに限らない技術課題であるので、いずれ解決できると筆者は考える。技術課題以外の問題もある。代行運転は人間を3K作業から解放することができる。しかし、遠隔操作する限り、人は減らないので、単純には人件費の削減に繋がらない。一方、遠隔操作は、作業者の安全を確保し、しかも経験豊かな高齢者も活用できる。

ここで、実用面から考えると、現状では製造コストが非常に高価な人間型ロボットでわざわざ運転しなくても、遠隔操縦できる車両機械でよいのではないのか、という疑問が容易に思い浮かぶ。

しかしながら、遠隔操縦型の人間型ロボットでは、車両の運転だけでなく、車両から昇降して、車両の安全点検・保守や周辺環境の調査探索を行えば、遠隔操縦型の車両にはない付加価値が得られる。また、人間型ロボットは、代行運転以外にも人間が行動する環境での作業であれば、サービス・エンターテインメント・警備など様々な仕事に適用できる。

多様な分野に人間型ロボットを適用し、製造台数が増えれば、単体製造コストを下げられる。多数の部品と複雑な構造を持つ自動車が百数十万円で販売できる現実から、人間型ロボットも量産されれば、同等の価格が期待できる。

また、伝統芸の踊り動作を人間からコピーして、手本として公民館で活用されていた人間型ロボットを、急遽、近くで発生した災害の復旧現場に送り、現地にあるバックホウに乗せて、遠隔操縦で作業を行うといった柔軟な対応もできる。ヒト型であることの汎用性に、筆者は当時、人間型ロボットの近未来の姿を思い描くことができた。

現状、人間型ロボットは、エンターテインメント以外の分野には積極的に展開していないが、今後、社会が人間型ロボットをどのように受け入れるかが普及の鍵になると考えている。



(左) バックホウを運転する人間型ロボット
(右) 人間型ロボットの操縦コックピット



——はすぬま ひとし 川崎重工業(株) システム技術開発センター——

ずいそう

同期の大切さ

一ノ瀬 亜 美 (写真右)・中 礼 愛 香 (写真左)



私たちも社会人になり早や2年半が経とうとしています。これまでに多くの出会いがあり、尊敬する上司、信頼できる先輩、励ましあえる同期に恵まれました。

入社し、すぐ新入社員研修がありました。急に圧しかかる社会人としての責任や不安に押し潰されそうでしたが、同じ境遇の同期と約1カ月間一緒に生活をし、社会人としての心得を学んでいくうちに、仲も深まり、かけがえのない同期の存在が大きなものへとなくなりました。そして、これまで抱いていた不安がひとつずつ解消されました。

研修も無事終わり、同期との再会を約束してそれぞれの配属先へ旅立ちました。私たちは九州支店の事務課配属となりました。

配属されて先輩の仕事を見たり、お客様と接しているうちに改めて学生と社会人の違いを実感しました。当時は、学生気分が抜けきれていないとの指摘を受け、悩んだこともありましたが、そのような壁にぶちあたった時、同じ立場で物事を考えてくれ支えあえる同期がいつも側にいたので頑張ることができました。

辛いことはたくさんありますが、私たちのストレス解消法はとにかく遊ぶことで、職場で毎日一緒にいるのに仕事の後や休日まで遊びに出掛けます。ドライブ、いちご狩り、紅葉狩り、陶芸、サイクリングなど、これまで2人で色々な所に行きました。中でも一番印象に残っているのが、伊王島1泊2日の旅です。長崎市内からフェリーに乗り伊王島へ向かったのですが、天候不良の為フェリーが驚くほど揺れ、本当に死ぬような思いをしました。とりあえず無事に伊王島に到着したものの、外は極寒で人っ子ひとりいない静けさでした。しかし、その寒さの中あられにうたれながら私たちは太陽の海岸や伊王島灯台へ観光に出掛けました。灯台では、雲の間から光が射し込み、それが海に反射していてとても幻想的な景色を見ることができました。それに感動した私たちは記念にセルフタイマーで写真を撮ろうとしたのですが、強風によりカメラが落下し壊れてしまうというハプニングにみまわれました。そんなハプニングと寒さにも負けず、夕暮れになると教会がライトアップするということで教会へ向かったのですが、またしても困ったことが起きてしま

いました。時間をすぎても一向にライトアップしないのです。私たちは凍える中励ましあって待ち続けました。諦めて帰ろうとしたその時、やっとライトアップした教会を見ることができ、待った分感動も大きなものでした。ホテルへ戻ってからは、夕食のお鍋や温泉で芯から温まることができ、とても幸せな時間を過ごしました。ハプニングは多かったです、笑いの絶えないとても楽しい思い出となり、お互いの絆がより一層深まった旅でした。

2人だけで遊ぶのではなく同期会も度々開催しています。去年の夏には鹿児島旅行を企画し九州だけではなく中国・四国からも同期が集まりました。久々の再会で、少し緊張しましたが、すぐに研修の時に戻ったように打ち解けて、思い出話に花を咲かせながら色々な場所をドライブしました。1日目は、鹿児島名物の白熊や唐船峡の流しそうめんをみんなで輪になって食べました。お腹もいっぱいになった後は砂蒸し温泉でリラックスした時間を過ごしました。その日はロッジに泊まり、花火をして夏を満喫しました。その後、クーラーの故障に気づき、暑くてなかなか眠れませんでした。そんな思いがけない出来事もみんなで笑いとし、いつのまにか眠りについていました。2日目は朝6時に起きてあじろ浜に海水浴に行きました。浜に着くと一番乗りで、まるで、プライベートビーチのようでした。海は透き通っていて、潜ると熱帯魚を見る事ができました。私たちは大自然に感動し仕事のことなど忘れて思いきり楽しみました。しかし、楽しい時間はあっという間に過ぎ、別れの時がきました。とても寂しい気持ちになりましたが、また次会う時まで頑張ろうとみんなで約束し、それぞれの家路につきました。

これまで同期と過ごした時間は私たちにとってかけがえのない時間です。辛い時はみんなで励ましあって乗り越え、嬉しい事は一緒に喜べる同期がいたからこそ私たちは頑張っただけだと思えます。今まで同期に助けてもらった分私たちも同期にもっと頼ってもらえるように頑張っていきたいです。そして、これからも同期と共に切磋琢磨して成長していきたいと思えます。

——いちのせ つぐみ・ちゅうれい あいか (株)アクティオ 事務課——

社団法人 日本建設機械化協会

第 61 回通常総会開催（その 2）

（前号より続く）

専門部会（技術会議）

1. 安全技術会議

1) 安全情報技術小会議

建設機械に起因する事故の未然防止や再発防止を図るために、建設機械に関連する事故や不具合等の情報を収集し、この情報の公開と建設機械の改善策を検討するために、関係部会の連携により安全情報技術小会議を設立した。

2) コンクリートポンプ車総合改善委員会

コンクリートポンプ車の現状の設計条件と現場での使用実態の調査、使用上の留意事項等に関して検討し、より安全な機械（安全設備の検討含む）、点検方法、施工システムの普及促進策等を、「コンクリートポンプ車を使用する施工の安全を確保する方策（仮称）」として報告書の作成に着手した。

受 託 業 務

1. 政策等対応

官公庁等からの受託業務として、「建設機械施工における排出ガス及び燃料消費に関する調査検討業務」他の計 75 件の業務を受託した。

部 会

1. 広報部会

●部会組織

日本建設機械要覧編集委員会、シンポジウム実行委員会

- 1) 各部会、委員会に対し広報の視点から適宜提言を行った。
- 2) 4 部会・委員会のホームページ新規開設に協力した。また、各部会・委員会の活動成果を受け、機関誌・ホームページに公開し、世の中に協会の存在価値を広くアピールした。
- 3) 会員のニーズを把握し、的確な情報をタイムリーに提供した。
- 4) 6 月 8 日に「建設施工研修会」（第 119 回）を開催し、

8 編の施工記録を上映した。研修会参加者は 85 名。

- 5) 「日本建設機械要覧 2010」の編集作業を進め、3 月中旬に発刊した。
- 6) 平成 21 年度「建設施工と建設機械シンポジウム」（11 月 10・11 日）を開催し、講演として「地雷処理に貢献する建設機械」について、コマツ柳樂氏、日立建機生田氏から、また情報化施工講演会として「実務者に聞く情報化施工の実際」について、国土交通省情報化施工推進会議委員長建山立命館大学教授や米国及び国内の情報化施工実施企業などから発表があった。

さらに、産学官から応募された論文 41 編と、ポスターセッション 9 編が 5 分野に分かれて発表され、活発な質疑が行われた後、6 編の論文に優秀論文賞が、2 編のポスターに優秀ポスター賞が授与された。（参加者約 250 名）（シンポジウム実行委員会）

2. 施工部会

●部会組織

運営連絡会、情報化施工委員会、大深度地下空間施工技術委員会、建設副産物リサイクル委員会、除雪技術委員会、災害復旧技術委員会、機械損料・機械経費検討会、橋梁架設工事委員会、大口径岩盤削孔委員会

- 1) 施工部会各委員会の施工技術に係る諸課題（ICT の利活用等）の調査等に関する活動について、部会総括の視点から適時提言を行った。（運営連絡会）
- 2) ICT 用語の JCMAS 案を標準部会に上程した。また、情報化施工推進戦略に基づき情報化施工の普及支援、機器・システムの普及促進、ICT 技術者の育成を図るため、情報化施工研修会支援活動に注力するとともに、11 月開催のシンポジウムにおいて情報化施工に関する報告会を実施した。また、欧州における情報化施工欧州調査報告会を開催し 150 名の参加者があった。

情報化施工研修会支援として、①施工技術総合研究所における研修を 10 回開催、②中部支部等 4 支部及び 1 大学での研修会・講義に講師を派遣、③国交省研修会支援活動として、近畿地方整備局、国土交通大学校、先端建設技術センターに講師を派遣、④舗

装コンサルタント協会、先端建設技術センターに講師派遣を行った。

- 3) 大深度地下空間利用に関する提言をまとめ、報告書を刊行した。(大深度地下空間施工技術委員会)
- 4) 自走式土質改良機についての技術資料を協会ホームページに公開した。(建設副産物リサイクル委員会)
- 5) 道路除雪に関する施工法、機械の取扱い、安全対策等講習内容の検討を行った。また、道路除雪技術の維持向上及び安全施工を推進するため、講習会を11月4日に開催した。(参加者39名)(除雪技術委員会)
- 6) 「災害への備えとなる活動」、「災害時の支援活動」について、災害対策に関する情報を収集し、課題の整理、事例の研究等に取り組んだ。また、専門家による支援体制の整備、防災協定に基づく国等への支援活動については、課題の抽出に取り組んでおり、次年度以降にレポートをまとめる予定。(災害復旧技術委員会)
- 7) 新機種、排出ガス対策機械等の実態調査を実施し、機械損料への活用を図った。(機械損料・機械経費検討会)
- 8) 橋梁(鋼橋・PC橋)架設及び大口径岩盤削孔関連機械経費算定等の検討を行うとともに、本部及び支部で開催した「橋梁架設・大口径岩盤削孔の施工技術と積算及び建設機械等損料講習会」に講師協力を行った。(講習会：本部(平成21年6月12日)及び2支部で実施。参加者計：199名)(橋梁架設工事委員会、大口径岩盤削孔委員会)

3. 機械部会

●部会組織

運営連絡会、幹事会、原動機技術委員会、トラクタ技術委員会、ショベル技術委員会、ダンプトラック技術委員会、路盤・舗装機械技術委員会、コンクリート機械技術委員会、基礎工事用機械技術委員会、建築生産機械技術委員会、除雪機械技術委員会、トンネル機械技術委員会、油脂技術委員会、情報化機器技術委員会、機械整備技術委員会

- 1) C規格原案作成計画に基づき、作成を推進した。(各技術委員会)
- 2) 昨年度全委員会で開設した各技術委員会ホームページの内容をより活用し易くするように改善活動を実施した。(各技術委員会)
- 3) JCMAS・JIS原案作成・見直し及びISO/TCの活動支援を行った。(各技術委員会)
- 4) 建設機械用ディーゼルエンジンの次期排気ガス規制に対し、技術基準見直しに関する検討を実施した。直轄工事の20%が品確法未適合軽油使用を受け、入札条件に軽油使用を明記することを依頼した。(原動機技術委員会、油脂技術委員会)
- 5) バイオ燃料など環境対応燃料の動向調査と、次期排ガス規制対応エンジンへの影響を調査した。(原動機技術委員会、油脂技術委員会)
- 6) 地球温暖化防止対策のため、ショベル・トラクタを対象に低燃費建設機械の制度検討を製造業部と共同で国交省・学識者を交えて行った。(運営連絡会、トラクタ技術委員会、ショベル技術委員会)
- 7) クリーンエネルギー建設機械に関する商品化されている油圧ショベルについてJCMAS改正検討を実施した。ブルドーザとホイールローダに関しては商品化されたものがないため、実機計測時の見直し点を織り込んだ改正提案にとどめてまとめた。(トラクタ技術委員会、ショベル技術委員会、WGチーム)
- 8) 情報化施工技術による合理化施工の普及促進活動として「情報化施工事例報告会」を昨年度に引き続き継続して計画。(路盤・舗装機械技術委員会)
- 9) ダンプトラックや不整地運搬車に関するトピックスを実施し、新しい技術等の検討を行った。(ダンプトラック技術委員会)
- 10) 「舗装機械草創期からの歩み・変遷」「アスファルトプラントの事故事例集」の資料のまとめを実施した。この成果を「建設の施工企画」へ掲載した。(路盤・舗装機械技術委員会)
- 11) 道路用機械での事故を防ぐ技術として、ハンドガイドローラにおけるホールドツーラン機構の普及検討のためのアンケートを実施した。この普及への障害について機械部会幹事会で報告し、来期活動につなげることとした。(路盤・舗装機械技術委員会)
- 12) コンクリート機械の整理・変遷取りまとめ原稿の審議を実施した。(コンクリート機械技術委員会)
- 13) 「基礎工事用機械の技術変遷調査報告書」の見直しを2班体制で実施した。来期も継続して実施する。(基礎工事用機械技術委員会)
- 14) 高所作業車のC規格作成検討に着手した。(建築生産機械技術委員会)
- 15) 除雪機械のオプション説明資料をまとめホームページに公開した。(除雪機械技術委員会)
- 16) ロータリ除雪機械性能試験方法における補正手法の検討は継続実施する。(除雪機械技術委員会)
- 17) シールドトンネル及び山岳トンネルの工事用設備の性能と安全確保のため、技術調査を実施した。(トンネル機械技術委員会)
- 18) シールドトンネルの掘削ずりの有効利用について、利用事例のまとめを実施した。(トンネル機械技術委

員会)

- 19) 国土交通大学校で、「シールド工法機械と山岳 NATM 工法機械の紹介」という内容で特別講義を実施した。(トンネル機械技術委員会)
- 20) 建設施工と建設機械シンポジウムにおいて、「トンネル機械の CO₂ 削減に関する活動報告」を発表した。(トンネル機械技術委員会)
- 21) 建設機械用油脂の普及を計るためオンファイルシステム(認証と供給システム)を設立しているが、さらにその普及促進を図るため阻害要因と対応案について検討した。(油脂技術委員会)
- 22) 「グリス分科会」では、グリス規格普及のためオンファイルシステム構築について検討し、来期に継続して活動を行う。(油脂技術委員会)
- 23) 電気系火災を防止するための設計指針および後改造の指針について検討を行ったが、「電気系火災事例集」として公開する形に換えて検討中。(情報化機器技術委員会)
- 24) 災害復旧現場での遠隔操縦装置無線混信防止案無線利用調査票の JCMAS 再提案に対し、差し戻しになった事項を再検討し標準委員会に再提出した。(情報化機器技術委員会)
- 25) 「整備の基本」についてほぼ完成し、ホームページでの公開を検討中。(機械整備技術委員会)
- 26) クリーンエネルギー建設機械のフィールドにおける安全性について、規格化を含め検討を開始した。(機械整備技術委員会)
- 27) 機械化施工技術等に関する見学会及び講演会の開催を引続き推進する。(トラクタ技術委員会、ショベル技術委員会、ダンプトラック技術委員会、路盤・舗装機械技術委員会、基礎工事用機械技術委員会、建築生産機械技術委員会、トンネル機械技術委員会)

4. 標準部会

●部会組織

標準化会議、国内標準委員会、ISO/TC127 土工機械委員会〔SC1 分科会、SC2 分科会、SC3 分科会、SC4 分科会、SC 3/WG 5 分科会〕、ISO/TC195 建設用機械及び装置委員会〔経済産業省事業対応の ISO/TC 195/SC 1 国内対応委員会並びに ISO/TC195/WG 8 国内対応委員会〕、ISO/TC214 昇降式作業台委員会

1) 国際標準化活動

① ISO 幹事国及び主査としての活動

ISO/TC 127/SC 3 (機械特性・電気及び電子系・運用及び保全) 及び ISO/TC 195/SC 1 (コンクリート機械) に関して国際幹事国業務を実施し、それら

における円滑な規格審議、作成、促進を図る。また、TC 127/SC 2/WG 5 (ショベル転倒時保護構造 ROPS)、同 SC 3/WG 4 (つり上げ及び固縛)、同 SC 3/WG 5 (施工現場情報交換) 及び TC 195/WG 8 (骨材処理用機械及び装置) については、コンビナー及び幹事を務め、規格作成を推進中である。

② ISO 規格案審議活動、特に日本発信の ISO 国際規格開発

当協会が審議団体(Pメンバー)になっている ISO/TC 127, TC 195, TC 214 に関連し、日本工業標準調査会(JISC)の承諾の下、対応する各委員会において国際規格の開発、審議、検討を行った。

このうち、日本提案 ISO 15818 (土工機械-つり上げ及び固縛箇所-性能要求事項)については、各国との意見調整中であり、ISO 15143 (土工機械及び走行式道路工事機械-施工現場情報交換)シリーズについては、既に投票承認済みではある。また、メンテナンス機関の設立などの問題で遅れていたが、これが ISO の上層機関である技術管理評議会 TMB で承認され次第発行見込みであり、また、メンテナンス機関の幹事国は日本で、当協会が事務局を担当する予定である。

ISO 10987 (土工機械-持続可能性)、ISO 11152 (土工機械-エネルギー消費試験方法)新規作成、ISO 2867 (土工機械-運転員・整備員の乗降用、移動用設備)改正など重要な規格案について、国際 WG に参画して検討中である。

③ 経済産業省施策の一環である「コンクリート機械等分野の国際規格共同開発調査研究」について、ISO 規格開発推進 2 件及び新業務項目提案中(準備中含め) 3 件である。

④ ISO 国際会議に 11 回出席し、日本としての意見具申を行った。

2) 国内標準化活動

① JIS 自主原案作成活動

包括的安全基準に適合する C 規格(厚生労働省の「機械の包括的な安全基準に関する指針」に沿った個別機種 of 安全規格)を含め、機械の安全に必要な規格及び基本的な規格などについて、財団法人日本規格協会(以下 JSA)の支援を受けて、下記の JIS 原案を審議作成した。なお、審議終了の JIS 原案は、JSA に提出後、JSA と連名で経済産業大臣に(C 規格など安全性に直接関係する JIS 案については厚生労働大臣にも)申出予定である。

①-1 平成 20 年度 JIS 原案作成

7 月に JSA に JIS A xxxx (制定)「土工機械-

危険検知装置及び視覚補助装置－性能要求事項及び試験」ほか6件を提出した。

年度内に JIS A eeee-1 (制定)「土工機械及び道路工事機械－施工現場情報交換－第1部：システムアーキテクチャ」ほか4件を提出した。

- ①-2 平成21年度 JIS 原案作成に関しては、C 時期(平成20年12月～平成21年10月)に実施することとなり、JIS A 8421-2 (追補)「土工機械及ローダー－第2部：仕様書様式及び性能試験方法」に関して準備中である。

2) JCMAS 制定活動

機械部会などから提出された JCMAS T xxx (制定)「コンクリートポンプ－試験方法」ほか4件について検討中であり、JCMAS H 020～H 022 については、日本規格協会に WTO/TBT 協定に基づく意見受付公告(3/15～5/15)を依頼した。

5. 業種別部会

1) 製造業部会

小幹事会、機械部会との連絡会議、部会など開催して、部会の事業を推進するとともに、他部会の事業に対しても製造業に関わる事業の推進に協力した。

特に、排ガス規制対応、地球温暖化防止、安全確保などに重点的に取り組んだ。

- ①次期排ガス規制への対応については、機械部会原動機技術委員会、建設機械工業会などとの緊密連携のもとに、各社の開発計画に大きく影響する、規制開始月日、継続生産車猶予期間などの基本的な事項について3省と協議し、製造業からの要望を相当程度受け容れてもらう形で決着し、平成22年3月に告示が公布された。

技術基準については、国連 GTR での審議遅れもあったが、原動機認定、車両届出等の要領も含めて平成22年3月に告示された。

国土交通省の排出ガス対策型建機指定制度の今後の運用に関し、要望を纏めて提出した。2次基準車の指定受付終了を H22 年6月30日とする旨国交省より発表された。

適正燃料使用に関し、国交省に継続して要望してきたが、H22 年度の工事仕様書に明記する旨発表された。

- ②低燃費建設機械指定に係る事項のうち、計画されていた主要機種の JCMAS 規格による燃費測定を完了した。

指定基準の決定法、指定開始時期、同一ファミリー機の定義、燃費の表示方法等の運用制度については、

製造業としての合意は形成されたが、国土交通省および地球温暖化防止検討分科会との合意には至らず、国交省の政策見直しに対する対応が必要となった。

- ③ハイブリッド・電動などのクリーンエネルギー建設機械の普及助成策を実現するのに不可欠な、燃費測定標準については、機械部会を中心に、「クリーンエネルギー型建設機械燃費測定標準作成 WG」を編成し、油圧ショベルについて JCMAS 規格案を固めることができた。

国土交通省と経済産業省との合同 WG において、建設部門におけるハイブリッド建機等の普及による温暖化ガス排出削減がテーマアップされ、ハイブリッド機への融資の基準が示された。

- ④機械安全への対応として、安全情報技術小会議に参加し、目的、意義、情報の内容・取扱い等に関する製造業の見解を集約・協議し、情報の扱いのプロセスと体制等につき合意に達した。

- ⑤ハンドガイドローラのホールドツーラン機構の装着実態と安全確保に関し、路盤舗装技術委員会、レンタル業部会の関係者と、現状認識、今後の進め方等について意見交換を実施した。

- ⑥油圧ショベル標準操作方式の普及実情調査を実施し、国土交通省へ報告した。

- 2) 国土交通省をはじめとする関係諸機関との連携を図り、行政に対する製造業としての提言を積極的に行うと共に、決定された政策の履行に当たっての業界内外への説明、啓蒙活動等による徹底に努めた。

- ①マテリアルハンドリング機のうち、マグネット仕様機に関しては、運転資格、安全に関わる技術基準、検査基準および検査者教育等について、鉄リサイクル工業会を通じて、使用者への周知徹底を図った。

- ②鉄リサイクル工業会の求めに応じて、リサイクル用各種機械の安全規制・規格、運転資格等の調査、一覧作成は厚生労働省の確認を得て終了した。

- ③海外から輸入販売されるマグネット仕様機、グラップルについて、販売代理店との間で、国内法令上の取扱いに関して説明し、周知徹底を要望するとともに、安全規格の国際整合に関して意見交換を行った。

- 3) 同会議などを通じて、他部会との連携を図り、今後重要とされる施工技術、規制動向、安全要求などの情報交換に努めた。

- ①機械部会との間で技術連絡会を開催し、排ガス規制、地球温暖化防止、機械安全等についての製造業部会の取り組みを説明した。

- ②業種別合同部会においては、次期排ガス規制への対応と適正燃料問題、機械の安全に関して建設業、レンタ

ル業などと、流通・使用サイドとの協力が必要な解決への取り組みについて、説明と意見交換を実施した。

- ③情報化施工に関する講演会等を通じて情報収集に努めたが、部会としての方向付けまでには至っていない。

4) 建設業部会

- ①事業活動計画及び事業活動結果について審議・承認し、計画に基づき活動した。(幹事会、部会)

- ②9月4日、業種別合同部会を開催した。報告事項7編であり、環境・安全・情報化施工等に関する内容であった。参加者58名。

- ③12月15日、業種別合同部会を開催した。報告事項7編であり、クリーンエネルギー建機、建機レンタル業の動向、災害復旧技術委員会の活動方向など多岐にわたる内容であった。参加者51名。

- ④10月1日～2日、第13回機電技術者意見交換会を実施。「ものづくりの楽しさをどのように伝えるか?」をテーマにグループ討議と発表を行った。参加者23名。

- ⑤10月2日、建設業部会に東京大学草加教授を招聘し、「ものづくりの楽しさを織り込んだ教育」と題して講演会を開催した。

- ⑥建設機械の安全情報を公開する場を設けるための活動を実施。(仮)安全情報技術会議の本格的運営のための小会議(事務局:企画部)の立ち上げに参画、安全情報の公開基準の合意形成の協議を開始した。また、同小会議の求めに応じて、公開情報に関する検討を「建設機械事故防止推進分科会」で実施した。

- ⑦7月17日、施工技術総合研究所を訪れ、情報化施工研修会の実施状況を見学した。「建設の施工企画9月号」に報告を掲載。参加者30名。

- ⑧11月18日、キャタピラージャパン(株)秩父デモセンターを訪れ、情報化施工関連機器及び建設機械等を見学した。参加者29名。

- ⑨コンクリートポンプ車総合改善委員会に参画した。

- ⑩協会より依頼のあった各種アンケート調査に協力した。

5) 商社部会

- ①部会員の連携強化と相互理解を図るため、部会のホームページ立上げの準備を行った。

- ②部会員の抱える問題点を把握し、その解決に向けて活動するため、準備を進めた。

- ③9月4日、業種別合同部会に参加し、他部会との連携強化を図った。

6) レンタル業部会

- ①安全情報技術小会議及び建設機械事故防止推進分科会に参加し、建設機械(レンタル機)に関わる情報を提供した。

- ②契約書(建設機械等レンタル標準契約)の見直し作

業に着手した。見直し作業に関しては、建設業部会と事前に協議した。

- ③環境問題のクローズアップされる中、建設機械における不適正燃料の使用実態に関する調査を、会員各社に依頼して実施し、全国で733件の発生件数を確認した。

- ④9月4日の業種別合同部会において、前項の不適正燃料使用実態調査結果を報告した。

- ⑤12月15日の業種別合同部会において、建機レンタルの動向について報告した。

7) 専門工事業部会

- ①部会メンバーの増員を図ってきたが、成果なし。

- ②有資格者の地位の向上、資格取得者の増員を図る。

- ③各部会への協力体制の充実を図ると共に、ユーザーサイドからのメッセージ・提案・要望等のアピールの場となりうる活動を進める。

- ④税制面での改革・提案を図る。

施工技術総合研究所

平成21年度 事業報告書

1. 調査, 試験, 研究, 開発業務

1) 建設機械に関する調査・研究・開発

建設機械の性能向上および新機種の開発などに関する試験研究ならびに建設機械の信頼性、耐久性、安全性などの調査試験研究を下記のとおり実施した。

特に新機種の開発においては、現場ニーズに応える実用的な開発と基礎技術に関する実験研究を踏まえた開発を重点的に実施した。

①新機種の開発

道路・河川の各種維持点検作業等に関連した6件の業務を実施した。

②信頼性および耐久性

除雪機械の長期活用に関する検討業務1件を実施した。

③安全性

建設機械施工の安全対策の推進に関する調査検討等3件の業務を実施した。

④環境対策

建設機械の排出ガス対策に関わる業務等6件を実施した。

⑤防災・復旧対策

災害対策車の総合的運用手法等5件の業務を実施

した。

⑥技能向上

技能実習生の習得技術向上に向けた実習支援業務 1 件を実施した。

2) 機械化施工に関する調査・試験・研究

道路、トンネル、橋梁、ダム、河川、海岸など建設工事全般にわたる機械化施工法の調査試験研究をはじめ、大規模工事、特殊工事における使用機械の選定や積算、これにともなう施工方式などの諸問題について、下記のとおり調査試験研究を実施した。

①情報化施工・新技術の活用

情報化施工および新技術に関する調査検討等 9 件の業務を実施した。

②積算および発注支援

積算、損料検討および発注時の技術審査等の発注者支援に関わる 10 件の業務を実施した。

③トンネル

現場における諸問題に対する技術支援を中心に 7 件の業務を実施した。

④道路・舗装・土工

圏央道技術検討業務 1 件を実施した。

⑤橋梁

橋梁の施工検討等 5 件の業務を実施した。

⑥ダム・河川

ダム工事への IT 技術導入等 7 件の業務を実施した。

⑦環境およびリサイクル

工事騒音・振動・大気質予測検討業務 1 件を実施した。

3) 疲労試験および構造物等強度試験

当研究所所有の大型疲労試験機および屋外輪荷重疲労試験機、ならびに(株)高速道路総合技術研究所所有の構造物疲労試験機・移動載荷疲労試験機を用いて、鋼構造物およびコンクリート構造物の疲労試験を実施し、構造物の疲労特性等の検討を行った。

- | | |
|-------------------|------|
| ①鋼床版および厚板鋼材等の疲労試験 | 10 件 |
| ②構造物等強度試験 | 1 件 |
| ③検査技術 | 1 件 |

4) 建設機械の性能試験及び評定等

建設機械の性能向上を図り、ユーザーへの正確な情報を伝達するために、メーカーの依頼により性能試験を実施した。また、建設機械の環境対策および安全性等に関する評価に資するために、建設機械に関する評定・認定等を実施した。

① ROPS 等の性能試験

ROPS 4 件, TOPS 4 件, ROHVA-OPS 1 件

②除雪機械の性能試験

除雪ドーザ 2 件, ロータリ除雪車 2 件, 多機能

型除雪車 (除トラタイプ) 1 件, 多機能型除雪車 (ロータリタイプ) 1 件

- | | |
|------------------------|------|
| ③建設機械燃料消費量の評定 | 12 件 |
| ④排出ガス対策型原動機の評定 | 5 件 |
| ⑤排出ガス対策型黒煙浄化装置の評定 | 1 件 |
| ⑥低騒音型建設機械の計量証明 | 87 件 |
| ⑦低振動型建設機械の計量証明 | 3 件 |
| ⑧標準操作方式建設機械の認定 | 28 件 |
| ⑨ウォータージェットによるはつり処理性能試験 | 5 件 |
| ⑩無負荷急加速黒煙測定試験 | 1 件 |

5) 建設機械化技術の技術審査証明

民間が自主的に開発した建設機械化技術について、学識経験者等により組織する審査委員会を設けて、下記技術 3 件について審査証明を実施した。

- ①ワイヤロープ常時遠隔診断技術
- ②マルチジェット工法
- ③拡張コラム工法

6) 技術指導等

建設機械、機械化施工法等に関する技術的諸問題について、19 件の技術指導を実施した。

7) 材料試験

土木建築工事に必要な各種材料等について、下記の材料試験を行った。

- | | |
|------------------|------|
| ①床版防水工性能評価試験 | 8 件 |
| ②ショットクリート性能評価試験 | 9 件 |
| ③新補修材料性能評価試験 1 件 | |
| ④骨材及び岩石試験 | 3 件 |
| ⑤コンクリート試験 | 59 件 |

8) 施設貸与

試験研究施設について、37 件の施設貸与を行った。

9) 研 究

(1) 助成研究

研究開発助成制度から研究資金の交付を受けて下記の研究を実施した。

- ①図面データを直接利用した ICT 監督業務支援ツールの開発 (建設技術研究開発費補助金 (国土交通省))

(2) 共同研究

大学及び民間との共同研究 8 件を実施した。

- ①鋼橋の長寿命化技術に関する研究
- ②鋼部材の腐食状況の簡易計測機器の開発に関する研究
- ③鋼橋の腐食劣化メカニズムの解明と耐久性診断に関する研究
- ④応急仮設橋に関する研究
- ⑤海洋 (港湾) コンクリート構造物の耐久性および

維持管理に関する研究

- ⑥防水シートの品質向上に関する研究
- ⑦山岳トンネル工法における鏡補強工に関する研究
- ⑧トンネルの補強工法に関する研究

(3) 自主研究

当研究所では、受託業務と連携して機械・トンネル・土工・舗装・橋梁等の各分野の重要課題について、自主研究として継続的な研究を実施し、データとノウハウの蓄積に努めている。平成 21 年度に実施（継続）した課題は、以下の 14 件である。

- ①建設工事が環境に及ぼす影響に係わる調査研究
- ②建設機械施工の安全性向上に関する調査研究
- ③建設機械の低燃費化促進に関する研究
- ④建設機械の排出ガス対策に関する調査
- ⑤遠隔操縦型建設機械に関する研究
- ⑥ ICT 施工 3D データ活用研究
- ⑦地方公共団体における CM のあり方勉強会
- ⑧橋面防水システムの研究
- ⑨コンクリート構造物の補修・補強技術に関する研究
- ⑩鋼床版の補修・補強に関する研究

- ⑪トンネル地山評価に関する研究
- ⑫トンネルの維持管理の研究
- ⑬山岳トンネルの止水技術の研究と開発
- ⑭深層混合処理（DJM）工法の研究

2. 機械化施工に関する新技術開発研究会(CMI 研究会)

建設技術の向上と建設事業の効率化を目的に、大学・企業等関連機関と協力して、新機種・新工法・新材料等の技術開発を実施しており、本年度は以下の 1 部会を設けて実施した。

- 1) 建設機械施工の安全対策部会 除排雪機械分科会

3. 研 修

土木技術者を対象とした下記の研修会等を実施した。

- 1) 情報化施工研修会（ICT 建設機械の実地研修）を 11 回実施した。
- 2) 欧州における防水システム調査報告会を 4 回実施した。
- 3) 吹付ノズルマン技能試験および吹付監理技術者講習会を各 2 回開催した。

表―1 貸借対照表総括表

平成22年3月31日現在

(単位:円)

科 目	一般会計	建設機械施工 技術検定試験会計	収益事業会計	特別会計	内部取引 消去	合 計
		本 部	本 部	施工技術総合研究所		
I 資産の部						
1. 流動資産						
現金預金	319,522,344	43,174,050	34,812,874	40,384,755		437,894,023
金銭信託	5,389,498					5,389,498
未収会費	684,000					684,000
未収入金	48,420,645	2,404,500	228,574,038	536,959,925	△166,710,886	649,648,222
有価証券	18,945,597					18,945,597
出版物等			9,113,190			9,113,190
未成受託業務支出金	5,731,227			101,462,916		107,194,143
貯蔵品	31,248			3,081,200		3,112,448
その他流動資産	7,491,232	397,344	6,767,681	14,203,155		28,859,412
貸倒引当金(△)			△117,523			△117,523
流動資産合計	406,215,791	45,975,894	279,150,260	696,091,951	△166,710,886	1,260,723,010
2. 固定資産						
(1) 特定資産						
建設機械・施工技術研究開発等基金	440,653,034	214,807,230				655,460,264
退職給付引当資産	16,025,980	11,176,440	15,390,280			42,592,700
減価償却引当資産	521,136,866	20,937,675				542,074,541
事業安定準備資産	239,980,000	63,846,000				303,826,000
調査研究積立資産	108,001,447					108,001,447
CONET開催準備資産	4,000,000					4,000,000
情報化施工推進事業資産	59,998,915					59,998,915
建設施工安全化対策推進事業資産	22,999,277					22,999,277
データベース構築事業資産	15,161,249					15,161,249
建設機械施工技士継続教育事業資産		49,999,639				49,999,639
特定資産合計	1,427,956,768	360,766,984	15,390,280	0	0	1,804,114,032
(2) その他固定資産						
建 物	463,049,261	1,692,860				464,742,121
構築物	4,589,897					4,589,897
試験研究用設備・機器	109,992,887					109,992,887
機械装置及び運搬具	30,310,592					30,310,592
什器備品	7,742,632	1,196,302				8,938,934
土 地	133,354,209					133,354,209
ソフトウェア	3,248,690					3,248,690
敷 金	24,029,227	6,084,165				30,113,392
投資有価証券	40,030,201					40,030,201
長期貸付金	7,010,000					7,010,000
収益事業会計への元入れ資金	1,164,250				△1,164,250	
特別会計への元入れ資金	42,594,830				△42,594,830	
その他固定資産合計	867,116,676	8,973,327	0	0	△43,759,080	832,330,923
固定資産合計	2,295,073,444	369,740,311	15,390,280	0	△43,759,080	2,636,444,955
資産合計	2,701,289,235	415,716,205	294,540,540	696,091,951	△210,469,966	3,897,167,965
II 負債の部						
1. 流動負債						
未払金	22,717,744	3,879,185	132,885,294	139,711,050	△166,710,886	132,482,387
未払法人税等			70,000	141,000		211,000
賞与引当金	3,236,471	1,075,568	1,116,816	25,587,047		31,015,902
その他流動負債	10,401,737	28,525,790	98,070	42,490,674		81,516,271
流動負債合計	36,355,952	33,480,543	134,170,180	207,929,771	△166,710,886	245,225,560
2. 固定負債						
退職給付引当金	270,170,029	10,184,100	13,405,600	288,172,056		581,931,785
役員退職慰労引当金	1,984,680	992,340	1,984,680			4,961,700
固定負債合計	272,154,709	11,176,440	15,390,280	288,172,056	0	586,893,485
負債合計	308,510,661	44,656,983	149,560,460	496,101,827	△166,710,886	832,119,045
III 正味財産の部						
1. 一般正味財産	2,392,778,574	371,059,222	144,980,080	199,990,124	△43,759,080	3,065,048,920
(うち特定資産への充当額)	(1,411,930,788)	(349,590,544)	(0)	(0)		(1,761,521,332)
(うち一般会計等からの元入資金)			(1,164,250)	(42,594,830)	(△43,759,080)	—
正味財産合計	2,392,778,574	371,059,222	144,980,080	199,990,124	△43,759,080	3,065,048,920
負債及び正味財産合計	2,701,289,235	415,716,205	294,540,540	696,091,951	△210,469,966	3,897,167,965

表―2 正味財産増減計算書総括表
平成21年4月1日から平成22年3月31日まで

科 目	一般会計	建設機械施工 技術検定試験会計	収益事業会計	特別会計	内部取引 消去	合 計
		本 部	本 部	施工技術総合研究所		
I 一般正味財産増減の部						
1. 経常増減の部						
(1) 経常収益						
① 特定資産運用益						
特定資産受取利息	8,640,482	1,755,854	11,387			10,407,723
② 受取入会金						
受取入会金	240,000					240,000
③ 受取会費						
団体会員会費	136,840,000					136,840,000
個人会員会費	1,024,500					1,024,500
④ 事業収益						
事業負担金収益	60,284,257					60,284,257
標準化事業収益	1,445,209					1,445,209
審査証明事業収益	6,900,000					6,900,000
教育研修収益	10,319,048					10,319,048
学科試験受験料収益		84,395,600				84,395,600
実地試験受験料収益		85,299,200				85,299,200
受験案内販売収益		5,851,676				5,851,676
出版事業収益			167,218,787		△14,348,700	152,870,087
受託事業収益			246,922,399	851,797,834	△86,191,700	1,012,528,533
⑤ 受取補助金等						
受取国庫補助金	9,846,333					9,846,333
⑥ 受取負担金						
特別会計からの減価償却費負担金	44,930,959				△44,930,959	
⑦ 受取寄付金						
収益事業会計からの受取寄付金	56,000,000				△56,000,000	
⑧ 雑収益						
受取利息	677,097	17,275	49,173	173,951		917,496
事務手数料	12,067,587				△12,066,635	952
雑収益	4,386,088	2,935,671	395,846	23,750,584	△21,285	31,446,904
⑨ 他会計からの繰入額						
他会計からの繰入額	78,346,816				△78,346,816	
経常収益計	431,948,376	180,255,276	414,597,592	875,722,369	△291,906,095	1,610,617,518
(2) 経常費用						
① 事業費						
主要事業費	15,340,126					15,340,126
部会委員会等運営費	51,695,839					51,695,839
支払助成金	4,997,528					4,997,528
機関誌配布費	12,820,950				△12,820,950	
試験委員会経費		697,591				697,591
試験事務処理費		46,822,205			△30,236,500	16,585,705
学科試験費		10,605,266				10,605,266
実地試験費		52,437,215			△384,000	52,053,215
出版事業費			66,679,091		△11,457,810	55,221,281
受託事業費			161,254,043		△112,996,516	48,257,527
事業人件費	162,732,281	38,215,094	71,306,943	408,838,370		681,092,688
事業事務費	126,520,864	18,822,028	19,879,886	378,364,961	△55,575,604	488,012,135
正味未成受託業務支出金	△2,687,676			25,486,719		22,799,043
事業費計	371,419,912	167,599,399	319,119,963	812,690,050	△223,471,380	1,447,357,944
② 管理費						
人件費	37,577,651	7,782,869	13,541,785	97,892,260		156,794,565
事務費	68,799,803	8,253,221	7,550,273	69,558,820	△12,434,715	141,727,402
管理費計	106,377,454	16,036,090	21,092,058	167,451,080	△12,434,715	298,521,967
③ 他会計への寄付金						
一般会計への寄付金			56,000,000		△56,000,000	
経常費用計	477,797,366	183,635,489	396,212,021	980,141,130	△291,906,095	1,745,879,911
当期経常増減額	△45,848,990	△3,380,213	18,385,571	△104,418,761		△135,262,393
2. 経常外増減の部						
(1) 経常外収益						
① 退職給付引当金戻入額						
退職給付引当金戻入額	1,835,417					1,835,417
経常外収益計	1,835,417	0	0	0		1,835,417
(2) 経常外費用						
① 固定資産売却損						
什器備品売却損	1,740					1,740
② 固定資産除却損						
固定資産除却損	20,588					20,588
経常外費用計	22,328	0	0	0		22,328
当期経常外増減額	1,813,089	0	0	0		1,813,089
税引前当期一般正味財産増減額	△44,035,901	△3,380,213	18,385,571	△104,418,761		△133,449,304
法人税、住民税及び事業税			70,000	141,000		211,000
法人税等調整額			285,823			285,823
当期一般正味財産増減額	△44,035,901	△3,380,213	18,029,748	△104,559,761		△133,946,127
一般正味財産期首残高	2,436,814,475	374,439,435	126,950,332	304,549,885	△43,759,080	3,198,995,047
一般正味財産期末残高	2,392,778,574	371,059,222	144,980,080	199,990,124	△43,759,080	3,065,048,920
II 指定正味財産増減の部						
当期指定正味財産増減額	0	0	0	0		0
指定正味財産期首残高	0	0	0	0		0
指定正味財産期末残高	0	0	0	0		0
III 正味財産期末残高	2,392,778,574	371,059,222	144,980,080	199,990,124	△43,759,080	3,065,048,920

表―3 収 支 計 算 書 総 括 表
平成21年4月1日から平成22年3月31日まで

科 目	一般会計	建設機械施工 技術検定試験会計	収益事業会計	特別会計	内部取引 消去	合 計
		本 部	本 部	施工技術総合研究所		
I 事業活動収支の部						
1. 事業活動収入						
① 特定資産運用収入						
特定資産利息収入	8,779,972	1,676,572	11,387			10,467,931
② 入会金収入						
入会金収入	240,000					240,000
③ 会費収入						
団体会員会費収入	136,840,000					136,840,000
個人会員会費収入	1,024,500					1,024,500
④ 事業収入						
事業負担金収入	60,284,257					60,284,257
標準化事業収入	1,445,209					1,445,209
審査証明事業収入	6,900,000					6,900,000
教育研修収入	10,319,048					10,319,048
学科試験受験料収入		84,395,600				84,395,600
実地試験受験料収入		85,299,200				85,299,200
受験案内販売収入		5,851,676				5,851,676
出版事業収入			167,218,787		△14,348,700	152,870,087
受託事業収入			246,922,399	851,797,834	△86,191,700	1,012,528,533
⑤ 補助金等収入						
国庫補助金収入	9,846,333					9,846,333
⑥ 負担金収入						
特別会計からの減価償却費負担収入	44,930,959				△44,930,959	
⑦ 寄付金収入						
収益事業会計からの寄付金収入	56,000,000				△56,000,000	
⑧ 雑収入						
受取利息収入	699,446	17,275	49,173	173,951		939,845
事務手数料収入	12,067,587				△12,066,635	952
雑収入	4,386,088	2,935,671	395,846	23,750,584	△21,285	31,446,904
⑨ 他会計からの繰入金収入						
他会計からの繰入金収入	78,346,816				△78,346,816	
事業活動収入計	432,110,215	180,175,994	414,597,592	875,722,369	△291,906,095	1,610,700,075
2. 事業活動支出						
① 事業費支出						
主要事業費支出	15,340,126					15,340,126
部会等運営費支出	51,695,839					51,695,839
助成金支出	4,997,528					4,997,528
機関誌配布費支出	12,820,950				△12,820,950	
試験委員会支出		697,591				697,591
試験事務処理費支出		46,822,205			△30,236,500	16,585,705
学科試験費支出		10,605,266				10,605,266
実地試験費支出		52,437,215			△384,000	52,053,215
出版事業支出			62,116,810		△11,457,810	50,659,000
受託事業支出			161,254,043		△112,996,516	48,257,527
事業人件費支出	159,105,625	36,776,816	69,289,281	404,491,251		669,662,973
事業事務費支出	87,650,048	18,562,464	19,784,346	378,236,099	△55,575,604	448,657,353
事業費支出計	331,610,116	165,901,557	312,444,480	782,727,350	△223,471,380	1,369,212,123
② 管理費支出						
人件費支出	38,409,908	8,162,607	15,980,567	96,889,079		159,442,161
事務費支出	55,526,585	8,188,352	7,550,273	69,558,820	△12,434,715	128,389,315
管理費支出計	93,936,493	16,350,959	23,530,840	166,447,899	△12,434,715	287,831,476
③ 一般会計への寄付金支出			56,000,000		△56,000,000	
④ 法人税、住民税及び事業税			70,000	141,000		211,000
事業活動支出計	425,546,609	182,252,516	392,045,320	949,316,249	△291,906,095	1,657,254,599
事業活動収支差額	6,563,606	△2,076,522	22,552,272	△73,593,880		△46,554,524
II 投資活動収支の部						
1. 投資活動収入						
① 特定資産取崩収入						
建設機械・施工技術研究開発等基金取崩収入	290,000,000					290,000,000
退職給付引当資産取崩収入	1,234,516	739,308	2,943,197			4,917,021
減価償却引当資産取崩収入	72,423,264	590,240				73,013,504
事業安定準備資産取崩収入	78,000,000					78,000,000
調査研究積立資産取崩収入	2,000,000					2,000,000
情報化施工推進事業資産取崩収入	31,000,000					31,000,000
② 固定資産売却収入						
什器備品売却収入	5,500					5,500
③ 職員買付金返済による収入	840,000					840,000
投資活動収入計	475,503,280	1,329,548	2,943,197	0		479,776,025
2. 投資活動支出						
① 特定資産取得支出						
建設機械・施工技術研究開発等基金取得支出	290,812,546					290,812,546
退職給付引当資産取得支出	2,669,796	1,797,848	2,522,077			6,989,721
減価償却引当資産取得支出	4,835,716	324,433				5,160,149
事業安定準備資産取得支出	34,000,000					34,000,000
データベース構築事業資産取得支出	17,472					17,472
② 固定資産取得支出						
建物建設購入支出	12,098,000					12,098,000
試験研究用設備機器購入支出	55,567,500					55,567,500
機械装置及び運搬具購入支出	29,898,200					29,898,200
什器備品購入支出	1,673,439	590,240				2,263,679
ソフトウェア購入支出	330,000					330,000
投資活動支出計	431,902,669	2,712,521	2,522,077	0		437,137,267
投資活動収支差額	43,600,611	△1,382,973	421,120	0		42,638,758
III 財務活動収支の部						
1. 財務活動収入						
財務活動収入計	0	0	0	0		
2. 財務活動支出						
財務活動支出計	0	0	0	0		
財務活動収支差額	0	0	0	0		
IV 予備費支出						
	—	—	—	—		
当期収支差額	50,164,217	△3,459,495	22,973,392	△73,593,880		△3,915,766
前期繰越収支差額	303,293,603	15,954,846	113,011,021	457,211,944		889,471,414
次期繰越収支差額	353,457,820	12,495,351	135,984,413	383,618,064		885,555,648

表―4 キャッシュ・フロー計算書
平成21年4月1日から平成22年3月31日まで

		(単位:円)		
科 目		当 年 度	前 年 度	増 減
I	事業活動によるキャッシュ・フロー			
1.	税引前当期一般正味財産増減額	△ 133,449,304	△ 206,699,214	73,249,910
2.	キャッシュ・フローへの調整額			
(1)	建物減価償却費	19,901,191	19,968,909	△ 67,718
(2)	建物除却損	0	130,000	△ 130,000
(3)	構築物減価償却費	874,160	1,046,545	△ 172,385
(4)	構築物除却損	0	43,374	△ 43,374
(5)	試験研究用設備機器減価償却費	23,688,888	16,137,364	7,551,524
(6)	試験研究用設備機器除却損	17,100	3,897,194	△ 3,880,094
(7)	機械装置及び運搬具減価償却費	3,494,136	1,561,555	1,932,581
(8)	機械装置及び運搬具除却損	0	24,000	△ 24,000
(9)	什器備品減価償却費	2,865,340	3,213,706	△ 348,366
(10)	什器備品除却損	3,488	180,864	△ 177,376
(11)	什器備品売却損	1,740	0	1,740
(12)	ソフトウェア減価償却費	1,793,000	3,155,934	△ 1,362,934
(13)	貸倒引当金増減額	△ 399,460	516,983	△ 916,443
(14)	賞与引当金増減額	26,677,597	△ 146,029	26,823,626
(15)	退職給付引当金増減額	5,537,002	14,570,215	△ 9,033,213
(16)	役員退職慰労引当金増減額	1,409,700	△ 8,456,000	9,865,700
(17)	未収会費増減額	561,000	△ 469,635	1,030,635
(18)	未収入金増減額	△ 145,858,981	427,860,722	△ 573,719,703
(19)	出版物等増減額	4,562,281	△ 902,070	5,464,351
(20)	未成受託業務支出金増減額	22,799,043	△ 69,270,297	92,069,340
(21)	貯蔵品増減額	475,614	△ 981,550	1,457,164
(22)	その他流動資産増減額	9,404,270	△ 13,746,898	23,151,168
(23)	未払金増減額	19,707,775	△ 138,235,209	157,942,984
(24)	その他流動負債増減額	△ 13,326,803	16,604,267	△ 29,931,070
(25)	その他調整額	△ 197,443	△ 52,286	△ 145,157
3.	法人税等の支払額	△ 211,000	△ 190,000	△ 21,000
	事業活動によるキャッシュ・フロー	△ 149,669,666	69,762,444	△ 219,432,110
II	投資活動によるキャッシュ・フロー			
1.	投資活動収入			
(1)	特定資産取崩収入			
	建設機械・施工技術研究開発等基金取崩収入	290,000,000	65,000,000	225,000,000
	退職給付引当資産取崩収入	4,917,021	6,225,000	△ 1,307,979
	減価償却引当資産取崩収入	73,013,504	28,658,290	44,355,214
	事業安定準備資産取崩収入	78,000,000	68,048,961	9,951,039
	調査研究積立資産取崩収入	2,000,000	4,000,000	△ 2,000,000
	CONET開催準備資産取崩収入	0	10,000,000	△ 10,000,000
	情報化施工推進事業資産取崩収入	31,000,000	9,000,000	22,000,000
(2)	什器備品売却収入	5,500	0	5,500
(3)	敷金戻り収入	0	152,000	△ 152,000
(4)	定期預金取崩収入	3,467,175	89,417,270	△ 85,950,095
(5)	長期定期預金取崩収入	0	63,582,730	△ 63,582,730
(6)	投資有価証券売却収入	0	2,000,000	△ 2,000,000
(7)	金銭信託(固定資産)取崩収入	0	3,918,428	△ 3,918,428
(8)	職員貸付金返済による収入	840,000	1,120,000	△ 280,000
	投資活動収入計	483,243,200	351,122,679	132,120,521
2.	投資活動支出			
(1)	固定資産取得支出			
	建物建設購入支出	12,098,000	3,658,000	8,440,000
	試験研究用設備機器購入支出	55,567,500	18,287,762	37,279,738
	機械装置及び運搬具購入支出	29,898,200	0	29,898,200
	什器備品購入支出	2,263,679	1,717,578	546,101
	ソフトウェア購入支出	330,000	3,070,000	△ 2,740,000
(2)	特定資産支出			
	建設機械・施工技術研究開発等基金支出	290,812,546	264,739,208	26,073,338
	退職給付引当資産支出	6,989,721	7,706,400	△ 716,679
	減価償却引当資産支出	5,160,149	28,090,598	△ 22,930,449
	事業安定準備資産支出	34,000,000	56,032,143	△ 22,032,143
	情報化施工推進事業資産支出	0	99,994,575	△ 99,994,575
	建設施工安全化対策推進事業資産支出	0	49,996,383	△ 49,996,383
	データベース構築事業資産支出	17,472	40,044,764	△ 40,027,292
	建設機械施工技工士継続教育事業資産支出	0	49,998,191	△ 49,998,191
(3)	有価証券積立支出	12,724	39,699	△ 26,975
(4)	金銭信託(流動資産)積立支出	1,596	19,125	△ 17,529
(5)	金銭信託(固定資産)支出	0	466,148	△ 466,148
	投資活動支出計	437,151,587	623,860,574	△ 186,708,987
	投資活動によるキャッシュ・フロー	46,091,613	△ 272,737,895	318,829,508
III	財務活動によるキャッシュ・フロー			
1.	財務活動収入			
	財務活動収入計	0	0	0
2.	財務活動支出			
	財務活動支出計	0	0	0
	財務活動によるキャッシュ・フロー	0	0	0
IV	現金及び現金同等物の増減額	△ 103,578,053	△ 202,975,451	99,397,398
V	現金及び現金同等物の期首残高	441,356,521	644,331,972	△ 202,975,451
VI	現金及び現金同等物の期末残高	337,778,468	441,356,521	△ 103,578,053

(注) 1 資金の範囲 資金の範囲には、現金および現金同等物を含めている。
(現金同等物＝当座預金、普通預金、定期預金(預入期間3ヶ月以内)、郵便貯金、振替貯金)

(以下、次号へ続く)

欧州情報化施工調査結果からみた
我が国への情報化施工導入方策

齋藤 清志

情報化施工は、生産性の向上、熟練技術者不足への対応、品質確保への対応などを実現する革新的な施工技術として期待が高まっており、日本においても「情報化施工推進戦略」に基づき、本格的な普及を目指した試験施工等の取り組みが各地で進められている。

国内での本格的な普及に向けた取り組みの参考とするため、昨年普及が進んでいる欧州における情報化施工の取り組み状況や技術動向に関する調査を実施した。その結果は、当協会主催で開催された「情報化施工に関する欧州調査報告会」や本紙の報文等でも発表されているが、今回あらためて今後の我が国への情報化施工導入方策という観点から内容を精査し、若干の

補足を追加してとりまとめた。

1. 調査の概要

(1) 調査の目的

今回の調査は、日本より情報化施工（ICT を活用した施工方法）の普及が進んでいる欧州について、調査日程の制約から僅か3カ国の数地域ではあるが、その実態と普及促進策などを調べることを目的とした。

特に今回訪問した国々では、性能規定を主体とした発注が行われており、それが情報化施工の普及にどのような影響を及ぼしているかなど、下記に示す5項目を主体に調査した。

- ①普及はどの程度進んでいるか
- ②普及が進んでいるとすれば、日本と何が違うのか(導入目的、普及促進策等)
- ③官側の具体的取り組み方策
- ④施工者の取り組み
- ⑤技術的特性は？

なお、とりまとめ結果については、現地で直接または通訳を介して見聞きした伝聞情報が中心であり、筆者の語学力もあって必ずしも正確とは限らないので、その辺についてはご容赦頂きたい。

(2) 調査の実施方針

今回の調査では、まず公共事業の発注者、施工管理基準等の作成機関への調査により、どのような発注方式、施工管理、監督検査が行われ、それが情報化施工

表—1 実態調査訪問先

訪問先	所在地	概 要
ライカジオシステムズ社	スイス・ヘルブルグ	マシンコントロール、マシンガイダンス、TS や GNSS などの測量機器を扱う欧州最大規模のメーカー。個室持ちの研究者多数を有し、大学以上の整った環境で研究開発にあたっていた。
チューリッヒ工科大学	スイス・チューリッヒ	ノーベル賞受賞者を多数輩出。3 次元施工データによる重機の自動制御の世界的権威である Werner Stempfhuber 博士を訪問。
スウェーデン道路公社	スウェーデン・イエーテボリ	スウェーデン道路公社には、約 2,900 人の職員がおり、道路の建設・維持管理の他にもフェリーの運営や運転規則なども担当している。我々が訪問した先は、イエーテボリ周辺の国道等の整備・管理を担当する部署である。
スカンスカ社 (現場事務所)	スウェーデン・イエーテボリ近郊	スウェーデンの 4～5 社ある大手建設会社の一つ。現場技術者が 3 次元マシンコントロールのデータ作成から入力、処理まで行っていた。
ボーマク社	ドイツ・ポツバルド	締め固め機械に関しては、小型のタンパから大型の振動ローラまで扱う世界でも最大級のメーカー。独自の転圧管理システムと ICT を組み合わせて、品質向上に寄与し、性能仕様にも耐えられる舗装全面での転圧管理が行える振動ローラを開発している。
ラインランド州交通事業局	ドイツ・コブレンツ	職員 4 千人以上の州公営企業。アウトバーン、連邦道路、州道路及び郡道路の計画、建設及び維持管理と鉄道、船舶及び航空の安全性を管轄する。ドイツでも IT 施工に熱心な州である。
ドイツ交通研究所	ドイツ・ベルギッシュグラーブハ	ドイツ国内の道路等の発注、建設、積算、施工管理等の仕様、基準を策定。ドイツ連邦各州はこの基準に基づき発注など行う。ソフトウェアなどの細かい規格は別の協会等で定めている。

の普及にどのような影響を与えているかについて調べることを第一の目的とした。また、情報化施工の普及状況と技術動向を調べるため、情報化施工機器メーカー、研究者、実際に工事で使用している施工者への調査を行った。

- ①発注者（スウェーデン道路公社，ラインランド州交通事業局）への発注方式，施工管理，監督検査手法等の調査
- ②施工管理基準等作成機関（ドイツ交通研究所）への基準等実態調査
- ③情報化施工機器メーカー（ライカ社，ボーマク社）に対する開発・普及状況調査
- ④研究者（チューリッヒ工科大学）への技術動向調査
- ⑤施工者（スカンスカ社）に対する導入実態調査

(3) 調査結果概要

具体的調査結果については、次章以降に記述を行うこととして、ここでは調査の目的別に、調査結果の概要を表形式で簡潔にまとめた。

今回の調査を実施して感じることは、情報化施工の分野でも、携帯電話と同様の、「日本の技術のガラパゴス化」が進行しつつある点である。つまり、高価なフルオートマチックでの 3D マシン制御において、日本の技術は世界的に注目されてはいるが、足下では、安価で普及しやすいシステムの開発・普及において、日本は大きく後れている。

これは裏返すと、官側の取り組みの遅れにも起因しており、施工管理基準などを積極的に改正しつつ、情報化施工のメリットが発揮される環境整備を進めていくことが、日本における開発・普及の鍵となると思われる。

2. 情報化施工機器(スイス)に関する技術動向

(1) ICT の導入目的と普及状況

- ・ ICT の導入目的は、品質の向上、安全確保、CO₂削減、

生産性の向上等で、日本での導入目的と同じ。

- ・ 3D データは、MC（マシンコントロール）、MG（マシンガイダンス）、施工管理などいろいろな利用場面がある。
- ・ ヨーロッパでは油圧ショベルが主流。“油圧ショベルが主流”は日本と共通で、日本側から見て、ヨーロッパでの適用事例は参考になる。
- ・ バックホウに対し、2D システムと 3D システムを準備し、ヨーロッパで 1,000 台以上の販売実績あり。
- ・ 現在、ヨーロッパにおいては、建設・農業・鉱業が市場の約 3 分の 1 ずつを占めるという特性もあって、3D システムよりも 2D システムの方が普及している。

(2) 2D システムと 3D システムの違いと活用法

① 2D システム

- ・ 直線的で連続的な切土・床掘作業といった作業の内容では 2D マシンも有効。
- ・ 2D システムは簡易にオペレータが使用できるシステムであり、一般の施工業者に対し普及している。現状、ヨーロッパでは、2D マシンが 80% 程度を占めている。これは、オペレータからその利用効果が評価されている証拠。
- ・ 2D システムの価格は、ショベルが 160 万円～で、ドーザが 300 万円～。

② 3D システム

- ・ 2D と比べ、基準位置がなくても位置が特定できる（キャリブレーションなどの必要がない）ため、丁張りレスで工事の迅速化が可能。
- ・ 3D システムは高価で、大手施工業者が持つ程度である。3D システムの価格は、ショベルが 850 万円～で、ドーザが 1,000 万円～。

③ 2D システムと 3D システムの活用法

- ・ 2D システムは、3D システムへの拡張性を持っている。3D、2D のデバイスは簡単に取付（後付）

表－2 調査結果の概要

調査項目	調査結果概要
普及はどの程度進んでいるか	日本より大幅に普及している国・地域とその他が混在している。
普及が進んでいるとすれば、日本と何が違うのか（導入目的等）	導入目的はほぼ同一。違う点を敢えて挙げれば、自社持ちの機械が多い点が、普及を後押ししていると考えられる。
官側の具体的取り組み方策	官が環境整備、発注仕様で明示、厳しい施工管理基準・監督検査を導入した場合に、否応なしに普及が進む。
施工者の取り組み	初期の経済的負担さえクリアできれば、その後は自ら積極的に使っている。導入に抵抗はない（若手等で IT を苦にしない者が施工者にいる場合）。
技術的特徴	比較的安価な油圧ショベル 2D タイプが主流

可能。同じコンソールに 2D, 3D のディスプレイを装着し、併用することも可能。

- ・ 2D と 3D の違いは外見で判別できる。操作室後部に GPS 受信機が 1 ポストならば 2D システムで、2 ポストならば 3D システム。
- ・ 高価な 3D は元請けが所有。必要に応じて 3D を貸与。サブコンは 2D のバックホウを所要し、大半が自社持ち。高価な 3D システムは施工後、請負業者に返却している。これにより 3D システムの普及・活用を図っている
- ・ 現場条件に併せて 2D や 3D を使い分けしている。これらを組み合わせて、様々なフォーメーションを組むことで、合理的な施工が可能。例えば、1 台の 3D マシンと 2 台の 2D マシンの組み合わせでの活用実績もある。
- ・ すべての現場でコストの掛かる 3DMC・MG を使用する必要はないという考え方。簡単な作業は 2D で、複雑な施工は 3D で行うなど使い分けしている。
- ・ 3D システムは 3D-CAD データの作成などの手間やその操作などに高度な知識が要求されることから、現時点で実際の現場に普及するには高度すぎる。但し特異な例として、24 時間連続稼働の鉾山現場では、3D の完全自動運転が主流である。

④ トレーニング

- ・ ICT システムを使いこなすために要する時間は、数時間である。
- ・ 3D 設計データは施工業者が作成している。
- ・ すでに英語版は中部地方整備局の試験施工で導入事例があり、日本人オペレータは問題なく使用した。

(3) チューリッヒ工科大学 (ETH) による研究動向

- ・ Dr. Ing Werner Stempfhuber が所属する学部は、GIS, GNSS や TS による地形計測、測量全般、プロファイラーに関する研究が中心 (測地学)。アルプスの氷河やダム動き、斜面崩落 (落石) 監視などで活用している。また、応用技術として情報化施工が位置付けられている。
- ・ ライカジオシステムズ社やトリンブル社などのメーカーとも連携して研究をしている。
- ・ 大学では卒業論文を書く前に 1 年休学して、民間企業で働くことを推奨している (義務ではない)。この民間企業での経験を生かして論文執筆する研究体制を構築している。
- ・ 潤沢な研究予算 (企業献金はなし)。

3. 施工企業 (スウェーデン) の技術動向

(1) MG, MC 導入の背景と導入状況

- ・ スカンスカ社は MC, MG を多用している施工企業である。
- ・ 3D システムの導入は 2000 年より開始。イエーテボリでの発注工事が 3D システムを使うことを入札条件としたことがきっかけ。
- ・ 当該工事においても、イエーテボリの道路発注者 (官側) から情報化施工を使用することを仕様書明示されて行っている。なお、このような現場はここだけでなく、イエーテボリが発注する道路工事全体が対象となっている。
- ・ 建設機械は、下請け業者が保有。スカンスカ社などのゼネコンは、3D システムを保有し、これを下請け業者に貸し与える形で導入を推進することが多い。
- ・ 下請け業者は 1 人で 1 台の機械を保有する個人事業主が殆どである。2D システムを持っていないければ、下請けとして工事に参入できないこともあり、自らの判断で 2D システムを購入している。
- ・ 道路改良工事において既設の埋設管を傷つけ、その修復に時間とコストを要するケースが多くあった。このトラブルに起因するコストを抑えるために 3D システムの導入が図られてきた。
- ・ MC/MG の導入について、現場関係者は違和感を持っていない。当たり前で使用している。ただし、歩道や側道などの小規模の現場にまで情報化を導入しているわけではない。

(2) 設計データ

- ・ 官側から 3D データが提供される。このデータ (発注図面) を基本に、施工業者側が MC に使用する 3D データを作成して活用している。
- ・ 請負者は受け取った 3D データでそのまま施工している。特にそれで問題となることはない (日本ほど土地利用が複雑ではないためか?)。
- ・ 3D データの受け渡しは、USB で建設機械へデータをインプットする場合と無線 LAN などデータを送受信する場合がある。後者では、事務所側でデータを修正したり、施工データ収集を行うことが可能。
- ・ 後者の場合、リアルタイムに現場事務所などで施工中の画面を見ることができる。

(3) 施工管理、検査

- ・ GPS の基地局は国で整備し、施工者は、無償で

使える。ただし、基地局は工事のみの目的で設置された訳ではない。

- ・道路工事は基本的に性能発注の考え方で、施工管理は請負者側で実施。
- ・性能発注では、最終的な品質として道路の地盤剛性が規定される。施工業者は、この規定を達成されるように施工を行う。このため、路体の剛性を上げることで、舗装厚さを軽減することも可能。
- ・検査を行う道路公社は、道路公社等の技術者が請負者の技術者立ち会いのもと、時々抜き打ちで検査を行う。頻度はまちまち。

(4) 見学工事現場概要

- ・延長 3.5 km の高速道路、鉄道、一般道路を同時に施工（スカンスカ社が一括受注し、同時に施工している）。
- ・スカンスカ社の担当する現場では、3DMC のショベルが多く見られた。掘削中心の行程であったためかグレーダは見られなかった。
- ・イエーテボリにおける道路工事現場では、約 4 km の工事区間のうち、使用されるほぼ全てのバックホウが 1 ポストの GPS を装備した 2D システムを搭載していた。また、数台が 2 ポストの 3D システムを搭載していた。システムを搭載していないバックホウは単純な土砂積込作業用の数台にすぎなかった。
- ・工事現場以外においても、2D システムを多く見かけた。視察現場だけが特殊なものではないことが裏付けられた。
- ・掘削現場は比較的硬く、丁張り設置が困難。パケットが回転するバックホウを使っているため、法面に併行して作業を行うことができる。
- ・地盤改良工法において、地盤内に鉛直に改良柱を作るため、改良機の支柱の上部先端に取り付けた GPS アンテナと支柱に取り付けた傾斜計で位置と姿勢の管理を行うシステムも新しく開発中。

4. 発注者（スウェーデン／道路公社）の取り組み動向

(1) スウェーデン道路公社（Vägverket）について

- ・スウェーデン道路公社には、約 2,900 人の職員がおり、道路の建設・維持管理の他にもフェリーの運営や運転規則なども担当している。このうち 20 人が調査・図化・データ管理の専門家である点が特徴である。

- ・我々が訪問した先は、イエーテボリ周辺の国道の整備・管理を担当する地方組織である。スウェーデンにおいてはイエーテボリ周辺が情報化施工推進の先進地域として、彼ら専門家が中心となって積極的に 3D データの活用が図られている。
- ・設計部門において 3D モデルで設計されたデータは、建設・運用・維持管理の各段階へ引き継がれて活用される方針であるが、現在のところ建設での利用が主体で、運用や維持管理での 3D データの活用例はそれ程無い。
- ・今後は、PPP のような設計から施工、維持管理を含めた長い期間の契約形態が増え、これらに 3D データが活用されると考えられている（今回視察した E45 道路拡幅及び鉄道プロジェクトは、設計・施工分離方式であった）。

(2) 情報化施工（MG、MC）導入の背景と意義

- ・10 年前から 3D データを施工に活用しており、最近では大規模事業の大部分で導入されている。国が情報化の導入に前向きであり、ソフトウェアとシステムを一つに指定し、施策として後押ししている。主な目的は省力化、高効率化、安全性向上、品質確保、工事に伴う環境への負荷を減らすことなどが期待できるため。
- ・スウェーデンは人口が少なく、検査などの監督官を減らすための省力化が必要であった。また、環境保護も重要であり、導入目的の一つとしている（使用エネルギーの削減などによる）。
- ・測位に RTK-GPS 等を活用したことで、監督官はこれまで一つのプロジェクトの監督・管理しかできなかったものが、複数のプロジェクトを監督できるようになった。ICT 導入により、監督業務の軽減と効率化が図られた証拠。
- ・上記のポイントは、同じシステムを多くのプロジェクトに導入すること。共通の考え方と方法で管理を行うことが重要（日本のように、多くのシステムとソフトウェアが混在している場合、スウェーデンのように 1 国 1 システムを採用し大幅に効率化を図ることは現状では相当な困難が伴う）。
- ・政府が Network 型 RTK-GPS の基準点を 60 ～ 70 km 毎に 70 ～ 100 箇所設け、政府（測量・測地の担当部門）がメンテナンスを行っている。公共建設事業に関わる場合は無償で利用可能（日本では、工事の種類に係わらず月額 3 万円程度の利用料金が発生）。

(3) 施工企業の選定

- ・スウェーデンでは4～5社ある大きな建設会社が、主に情報化施工の担い手。デンマークやドイツからのジョイントベンチャーもある。
- ・工事の発注規模は、道路でいえば標準的には5 km 程度、橋梁等は難易度が高い。
- ・施工企業にとっては、施工の合理化による経済的メリット（ある程度の工事規模がないと一つの事業では採算がとれないのは言うまでもない）の他に、これを使った工事として応札した方が選定されやすいことがある。
- ・低入札工事では、契約前に技術提案を確認し、施工可能か判断される。つまり、単にプライスだけで決めない、日本の総合評価落札方式のような契約方式が行われている。なお、スカンスカ社の受注した工事はICT技術＝新技術で応札した。
- ・ICT利用の研修制度としては、測地メーカが支援して企業側が実施している。GNSSドライバライセンス（測量士）などの認証制度もある。

(4) 監督検査と報奨制度

- ・監督検査はコンサルタントが公社からの受託により実施することが多い。ICT導入で監督検査のやり方が変わり、複数の現場の管理が可能となった。公社の技術者も抜き打ちで検査を行う（公社の技術者がICT機器を保有して自ら検査しているか質問したが、明確な回答はなかった）。
- ・技術力の低い企業はデータが使えず、そのチェックもできない。これらの企業は、良い企業でないと評価され、成績によって報酬の減額もありえる。信用の置けない業者が工事を受注した場合に、抜き打ちでの検査の回数が増えたり、検査内容が厳しくなることがある。
- ・スウェーデンの高速道路は有料ではないため、早く開通させても必ずボーナスがあるというわけではない。ただし、Case by Caseで発注者と企業との交渉で決められることもある。
- ・ICT導入で、実際に受注単価が減っていることはない。ICT導入でコスト削減が可能となるが、直接施工単価へ反映させることはないとする。

5. 締固め管理手法(ドイツ)に関する技術動向

(1) 最新の締固め技術動向

- ・ドイツでは、舗装の施工でも振動ローラを用いている（日本では、振動により舗装表面の平坦性が

損なわれることを懸念して、タイヤローラ、マカダムローラを用いる）。

- ・振動加速度から推定される舗装剛性と舗装の温度センサーで計測される表面温度から、舗装材料の締固め度を評価するとともに、それに応じて振動の強さ等を調整するシステムを採用。
- ・振動ローラの加速度から地盤剛性を評価する方法は、透水性の高い礫質土に有効。細粒分が多く、含水比の高い土では、密度が増加しても剛性は増加しないので、この方法は適用できない。適用土質の判別が重要。

(2) 位置特定と施工管理

- ・GPSを用いる場合と、走行軌跡を用いる場合があるが、前者では3次元座標が正確に分かり、各地点の剛性を評価することができるが、GPS設置のためのコストを要する。
- ・後者（走行軌跡型）では、決められたレーンを往復して締固め作業を行い、ドラムの回転数で位置を特定する。この方式では、誤差を生じやすいので、走行距離が制限されている。
- ・所定の品質の舗装が得られたら、規定の転圧以下でもそこで転圧を終えることもある。
- ・発注形式としては、ドイツは性能発注方式（End-Result Specification）。ちなみにフランス、UK、USは工法指定方式（Method Specification）が多い。
- ・ICTの導入で、コスト削減、書類作成の合理化、品質管理の効率化が可能。

(3) コブレンツ郊外道路工事現場視察

- ・作業人員が日本と比べ少ない。フィニッシャ周りに2名程度。日本のように舗装のへりの状態（きれいには仕上がらない）や飛び石を気にしないためか。
- ・締固め機械の数も違う。一次転圧、仕上げ転圧（振動は切り）のみ。振動ローラを採用したことによるメリット。
- ・両側3車線中2車線を規制して対面通行とし、昼間に舗装工事を実施していたが、驚くことに渋滞に対して苦情がなかった。施工速度も速かったが、このような国民性からもコスト削減につながると思った。
- ・リアルタイムで路面温度、締固め強度などを測定し、その強度に応じて締固めの振動方向を自動調整することができるのを確認できた。
- ・締固め作業経験が少ないオペレータも、運転を補

助できる。レーン管理を採用していたが、その効果も十分であった。

6. 発注者（ドイツ／ラインランド州交通事業局）の取り組み動向

(1) ICT 導入意義

①課題

- ・かつて、道路建設に伴う品質上の問題が多く発生していた。施工管理基準が満たされていない、あるいは規定の施工が行われていない等の事例が多く、ペナルティで処理することでは、すまない状況になっていた。
- ・1993 年より会計システム（積算・精算を含む会計）の改善を行ってきた。会計処理で不透明なこと、工事に関して発注者と企業側の連携がとれていない等の問題があった。
- ・日本では、施工者の責任施工で実施されていたため、IT 施工の必要性が認識され難いのかもしない（ドイツで IT 施工が浸透している理由はこの辺りにもあるものと思われる）。

②意義

- ・主な導入の目的は、施工品質の向上、工期短縮、受発注者間のコミュニケーション確保、監督検査の効率化である。
- ・実際に ICT の導入により、確実に安定した品質の確保、透明性を高めた経理処理（予算コントロール）、関係者間の協調体制の構築（業務プロセスの合理化）を図ることができたと考えている。
- ・ただし、中小規模の会社には日本と同様に導入リスクが大きいと考えている。
- ・この州では、7 年前から IT 施工に取り組んでいる。

(2) ICT 導入方法

- ・発注側からは 2D 図面を提供、請負者は 3D に加工し施工している。ただし、発注側でも 3D を活用しており、施工業者に対し 3D データを渡すこともできる。
- ・発注形態は、プロポーザル方式で、契約形態は日本で言うユニットプライス。
- ・検査は州の技術者が ICT のデータ等で行う。ただし、検査については 90% コンサルタントが代行している。
- ・品質確認など検査には多くの人員が必要であるが、ICT 導入で省力化が図られる。
- ・出来高により支払い。施工量の計算に ICT を活

用している。局内でも既に 3D-CAD を実際に使用して積算などの業務に当たっている。

7. 基準等作成機関（ドイツ／交通研究所）の取り組み動向

(1) 交通研究所（BAST）の役割

- ・全ての土木工事で使う仕様・規格（レギュレーション）の策定（2,000 ～ 3,000 件）及び土木関連の研究を実施。
- ・ドイツ連邦は 16 の州からなり、5 年ごとの道路建設計画をもとに、州を越えるものは連邦、その他の道路は州が建設管理をしている。

(2) 舗装工での取り組み状況

- ・ドイツでは性能発注方式を採用しており、以下の M1 ～ M3 の 3 種類の品質管理基準があり、現場の土質や条件に応じて、いずれかを採用している（発注者や設計事務所が指定）。

M1：砂置換等の方法によるランダム箇所のチェック（10 箇所程度）で $\pm 10\%$ の誤差に収まっているかを検査（検査に手間がかかることと、精度が悪いと評価され、ドイツで適用されることはほとんど希である）。地盤と加速度応答との間に相関が全くないケースでの活用が想定される。

M2：振動ローラの振動挙動から地盤剛性を評価 CCC（Compaction Control System）し、リアルタイムに締め固め度・平坦性の全面検査を行う。大規模な現場で CCC が適用可能な、地盤と加速度応答との間に適切な相関が得られるケースでの活用が想定される。

M3：細粒分を多く含むシルトやローム質土には、CCC は適用できないため、この場合や中・小規模の現場では、ウィークポイント（弱点）を目視や試験ローラなどで 3 点見つけて、プルーフローディング等の原位置試験を実施する。M1 と M2 の中間的なケース。なお、盛土の高さやローラの通過回数が基準を満たしていることが条件となる。

- ・BAST としては 10 年以上積極的に CCC を利用した施工管理を行ってきており、表層の品質向上に寄与していることを確認。
- ・CCC 活用の利点としては、作業中に品質を確認することができる、計測の時間を節約できる、品質向上効果（点から面へ）が得られることが挙げ

られる。

- ・ CCC は、細粒土には適用できない等の課題もあるため、土質の適用範囲について調査を行っている。
- ・ 一般的に、ほとんどの工事は M2 による試験方法を明示して発注されており、路体の状態が悪くても M3 を使用することが一般的になっている。

(3) 基準の制定

- ・ 基準の作成には連邦だけでなく関連研究機関、協会、大学、メーカ、コンサルからの代表も参画して連邦が策定している。
- ・ 連邦は州に対し強い影響力を保持しているため、州はこれに基づいて発注・施工等にあたるが多い（連邦制では一般に州の力が強いが、道路に関しては連邦基準が優先される傾向にある。ただし、どの基準を適用するかは最終判断は州が行う）。
- ・ 州を結ぶ道路は連邦基準で、州内道路については、州の基準を採用しているが、連邦基準に近い基準を採用している所が多い。

(4) 監督検査

- ・ 州によって情報化施工への取り組みは差異があり、同様に監督・検査のやり方も州によって役人が全てやるどころから、コンサルタントが委託を受けて情報化機器を駆使して実施するところまで様々である。
- ・ ただし、州の人員削減で交通事業局の人員が不足しており、全ての検査をまかなうことができないため、民間サービスとして検査行為を購入する・委託する状況になっている。
- ・ 現在では、7～8割で民間企業が州から委託されて実施している。この際、BAST と州が認証基準を決め、これに基づき認証された企業のみが委託されることになる。
- ・ 通常の方式では、道路の品質に関する要求項目（平坦性、表面摩擦等）を規定し、道路完成後にこれが達成されていることを検査する。
- ・ 検査の方法などはいわゆる「技術仕様書補足（ZTV E-STB94）」に定めており、検査については全ての確認は行っていない。
- ・ 検査は、官が同席して施工者の検査を確認することで実施している。

(5) 発注方式について

- ・ 発注の際には基本的事項は発注者が決め、プロポ

（日本でいえば総合評価）を行って請負業者を選定している。

- ・ 発注図は全体的な工事内容を示しているものである。施工業者はそれからプロファイルを作成し、もっと詳しく施工が可能な図面として施工図をおこしている。
- ・ 従来発注方式でも、（日本とは違い）盛土と舗装は同じ会社が請け負うことが多い。
- ・ 企業には5年間の瑕疵担保責任があり、5年間この性能を保証しなければならない。

(6) 性能規定に伴う発注方式の見直し

- ・ IT 施工を普及させるために、新しい発注方式が採用されるようになった。この方式は、建設後25年～30年間の供用期間も含め、建設会社が道路の建設と保守を引き受け、期間が過ぎたら道路を州に返還する。ドイツでは、現在アウトバーンの10～15%がこの方式に代わりつつある。
- ・ 新しい建設管理一体発注方式では、連邦や州は M1～M3 といった品質管理の方法は決めず、請け負った企業が自主的に管理方法を決める。
- ・ 舗装に関しては、すでに10年間実施し、品質向上効果を確認している。盛土部分は、1年半前からこの方式を採用し出した。今後、その効果を検証していくことになる。ただし、現在は新しい道路建設は減りつつあり、4車線道路の6車線化等の拡幅工事が多い。この方式では、最低50kmの道路を請け負わないと、企業は元が取れない。
- ・ 盛土で計測した数値を舗装設計の見直しや、道路の維持管理へ活用するには至っていない。データ収集などの段階で、その可能性を検討しているところで、将来的には目指したい。

(7) ICT 導入意義

- ・ ICT 導入の最大の目標は、レシピだけでなく「良い道路をつくること」、よりよい道路を国民に提供することである。
- ・ CCC の導入により、検査と同時に帳票作成することができるようになり、検査の仕様書などが書きやすくなったし、工事の品質を検束していくことが簡易に行えるようになった。
- ・ とはいえ、CCC などの新しい技術を導入した場合でも、それだけに頼るのではなく、最終的には経験豊かな人が実際に現地に入って確認することが必要である。

8. おわりに

(1) 日本における普及に向けて

欧州と比較して、日本に於ける情報化施工の研究開発体制や普及へ向けての体制は、明らかに脆弱であると感じられる。また日本では、フルオートメーションや各社独自での技術開発にこだわりすぎる傾向があり、各種ソフトウェアなどの応用技術も含め、汎用性の面で問題があり、普及や活用が進んでいない。

また、情報化施工の担い手となるべき技術者が不足している。従来の土木技術者、機電技術者では対応できない、3D 図面の作成やそれに対する 4D での施工計画を立案する「建設 ICT 技術者」を早期に育成することが急務である。

(2) 今後に向けて

研究開発体制の脆弱さや、普及の遅れに起因する情報化施工での技術力格差を克服することは難しいが、海外の先進的技術を導入することや、国内に数多く存

在するベンチャー企業の技術力を活用するなど、外部勢力との連携により効率的に研究開発を進め、ある部分は内容を共有・公開し、業界標準を作成していくことが成功への近道となると思われる。

また、情報化施工のメリットは、下請けに工事を出す場合より自らシステムを所有またはレンタルして施工し、ノウハウを蓄積した場合に大きくなる。道路舗装の分野で情報化施工の普及が進んでいるのは、この点にも起因していると思われるが、その他の分野でも、今後部分的にでも施工の内製化や 3D システムの保有・活用を検討すべき時期が来ている。

J C M A

[筆者紹介]

齊藤 清志（さいとう きよし）
 (社)日本建設機械化協会
 技師長



大口径岩盤削孔工法の積算

——平成 22 年度版——

■改訂内容

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

- A4 判／約 250 頁（カラー写真入り）

●定 価

非会員：5,880 円（本体 5,600 円）

会 員：5,000 円（本体 4,762 円）

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも

沖縄県以外 450 円

沖縄県 340 円（但し県内に限る）

●発刊 平成 22 年 5 月

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

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

CMI 報告

レーザースキャナーによる 出来形・出来高管理の実現に向けて

藤島 崇・椎葉 祐士

1. はじめに

国土交通省の策定した情報化施工推進戦略においては、マシンコントロール技術やマシンガイダンス技術等、3次元の面的なデータを利用した情報化技術、トータルステーション（以下、TS）を利用した出来形管理等、3次元測量結果を利用した施工管理手法の普及促進に向けた取組みが実施されている。

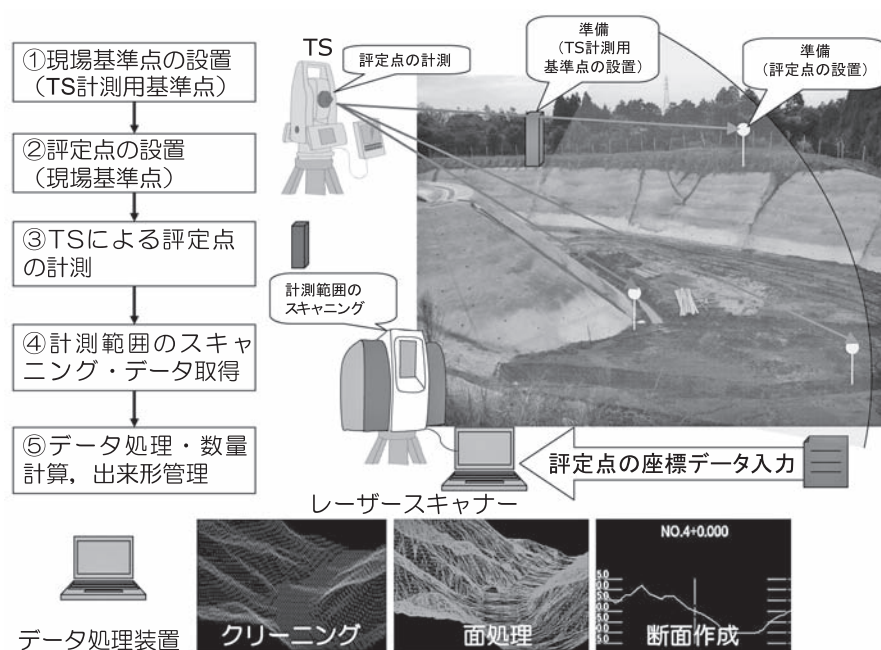
この他、3次元測量が可能な機器はTSの他、RTK-GNSSやレーザースキャナー技術が挙げられるが、これらの機器についても一部の工事測量で利用が試みられており、3次元測量技術、データの効率的な利用が

情報化施工の効果を一層高めると考えられる。そこで、建設施工分野におけるICT技術を活用した新しい施工管理手法の一つとして、レーザースキャナーを利用した地形測量および出来形測量・出来高算出方法の検討を行った。なお、本報告はH21年度国土交通省九州技術事務所の委託による施工管理技術開発支援業務の成果である。

2. レーザースキャナーの特徴

レーザースキャナーとは、特定の間隔(縦・横)にレーザを発信し、発信時の角度と受信までの時間や位相差等から距離を取得して、レーザースキャナーからの被計測対象までの相対位置の座標点群を取得する装置である。図—1にレーザースキャナー測量の構成と計測手順を示す。特徴としては、①ノンプリズム方式の採用により、大量の点群を取得できることや被計測地域に作業員を配置せずに測量が可能であること。②デジタルカメラとの併用により座標点群に色データが付与できること。③点群データを利用した高精度な数量算出が可能であること。等が挙げられる。しかし、現行の管理基準との不一致、同一の計測点群に計測精度が異なる値が存在する、導入効果が明らかではない等の活用上の課題もある。

そこで、施工管理への導入に向けて、現場での計測精度を確保するための留意点の抽出や作業効率の検証を行う必要があった。表—1にレーザースキャナーの特徴を示す。



図—1 レーザースキャナー測量の構成と計測手順

表―1 レーザースキャナーの特徴

メリット
・ノンプリズム方式の採用により、被計測地域に作業員を配置せずに測量が可能。 ・ノンプリズム方式の採用により、多量の点群を取得できることである（従来の計測方法に比べて遠隔地の計測が詳細かつ短時間で実施可能）。 ・デジタルカメラとの併用により座標点群に色データを付与できる。 ・レーザーの反射強度により、ある程度の材質の違いを判別できる。 ・点群データを利用した高精度な数量算出が可能。
デメリット
・反射率の極端に低い黒色部分の計測が困難。 ・雨・雪・霧・逆光などの気象条件により計測が困難な場合がある。 ・可視範囲しか測定ができない。 ・機器費用が高い（1日計測、3Dモデル作成：100～150万程度（NETIS登録データ参照））。 ・取得データを扱える汎用ソフトウェアが少ない。 ・1点あたりの計測精度がTSに比べてやや劣る（NETISデータ参照）。 ・計測データ内に近距離から遠距離のデータ、あるいは測定角度の違いを含むデータを有しており、各点の精度が一定でない。

3. レーザースキャナーを用いた出来形・出来高管理手法

これまでに、レーザースキャナーを用いた地形測量・出来形計測・出来高数量を実現するために「レーザースキャナーを用いた施工管理手法（素案）」が策定されており、その手法の検証を行った。表―2に、施工管理手法（素案）に定められている計測精度を確保するために必要な主な測定条件を示す。

表―2 主な測定条件

精度面の確認事項	確認内容
① レーザーの入射角	10° 以上を確保することが望ましい
② 計測距離	200m 以内
③ レーザーからの不可視部分	凹凸を取得できる機械位置
④ 計測対象物の状況	水溜まり等がないか
⑤ 基準点	精度検証が可能な不動点の設置
⑥ 作業の安全性	機械設置場所の確保

4. 現場実験

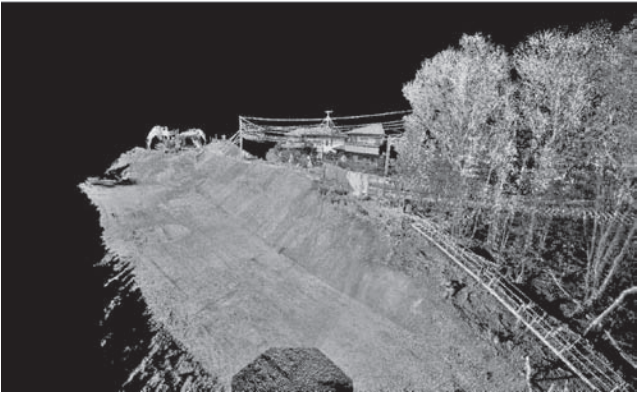
道路改良工事において、レーザースキャナーおよびTSによる地形測量、出来形計測、出来高算出作業を実施し、作業性の検証、安全性の確認、精度面の検証を行った。図―2に、現場実験で取得したレーザースキャナーの計測結果を示す。また、図―3に本実験で実施したレーザースキャナーの計測後のデータ処理手順の手順を示す。

5. 現場実験結果

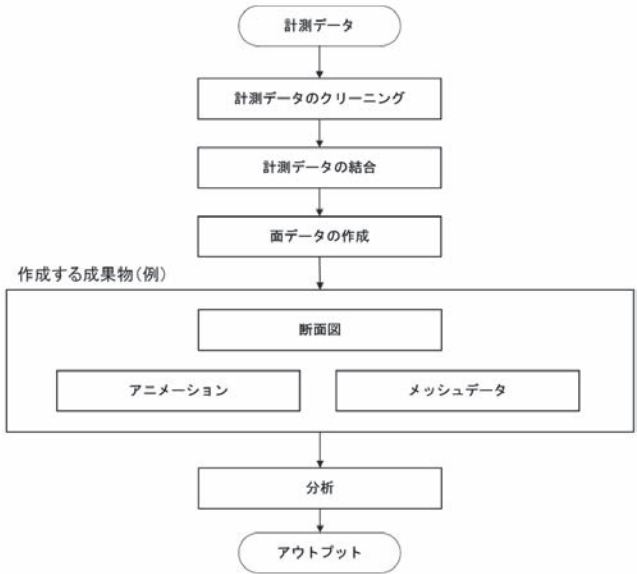
(1) 作業性の検証

a) 地形測量（図―4）

現場計測の作業時間は、道路延長140m区間において比較を行い、レーザースキャナーは2人工、TS



図―2 レーザースキャナーの計測結果



図―3 レーザースキャナーのデータ処理手順

は7人工の作業工数となり、レーザースキャナーによる計測ではTSを用いた標準的な作業工数に比べて約1/3で計測可能となり現場作業性の効率化の効果は非常に大きいことがわかる。

内業のデータ処理の作業時間はレーザースキャナー

を用いたデータ処理時間と標準的な横断測量時の作業時間の比較（横断図作成まで）を実施した。レーザースキャナーは、1.4 人工、TS は 2 人工の作業工数となり、約 2/3 で作成可能な結果となった。

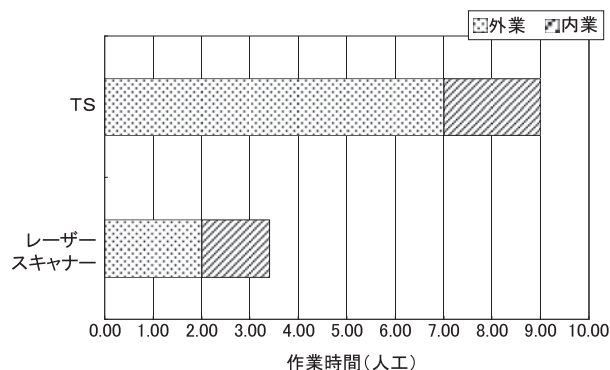


図-4 地形測量の作業時間の比較

b) 出来形管理 (図-5)

現場計測の作業時間は、道路延長 40 m 区間において比較を行い、TS は 0.1 人工、レーザースキャナーは 0.4 人工となり、TS に比べ 4 倍程度計測作業時間が多い結果となった。この結果は、試行工事対象範囲が 40 m 区間と狭く、出来形計測断面も 5 断面と少ないことから TS の計測時間が短時間で計測できたためと考えられる。

内業のデータ処理の作業時間は、TS は 0.54 人工、レーザースキャナーは 0.83 人工であり、TS に比べ 1.8 倍程度作業時間が多いことがわかる。この結果は、データ処理時間に加え、出来形帳票を作成するために、設計データ作成や横断図の作成等の作業に時間が掛かったためである。

出来形管理における検証結果は、TS の方が作業時間が短い結果となった。しかし、施工現場の面積や出来形管理断面の増加に応じてレーザースキャナーの方が作業効率が良くなる場合も想定されるため、工事規模や作業時間等の現場条件によっては十分現場へ導入できると考えられる。

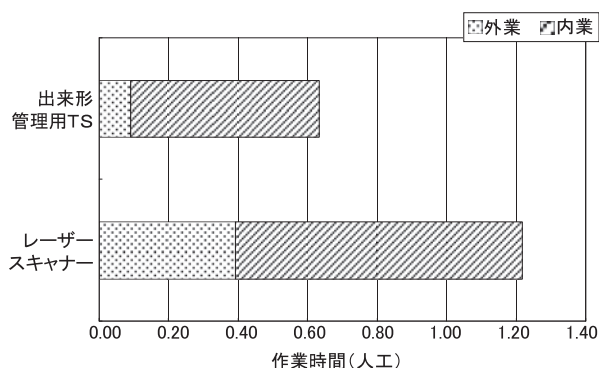


図-5 TS とレーザースキャナーの作業時間の比較

(2) 安全性の確認 (図-6)

試行工事では、現場が起伏の多い急峻な地形条件であったため、従来の測量では、測量中の転落等、危険の伴う現場条件も見られた。レーザースキャナーを用いることにより危険地帯に立ち入ることなく計測が可能であり、かつ詳細な測量が可能であることもわかった。



図-6 安全性の検証結果

(3) 精度面の検証

a) 出来形管理について (図-7)

レーザースキャナー結果から作成した断面図を用いて CAD 上での抽出作業をすると、単点において設計との誤差は 1.1 cm であった。高さ方向の基準値は ± 50 mm であり十分規格値内であった。ただし、設計データがない場合に現場の形状から変化点を任意に選点することは困難であることがわかった。

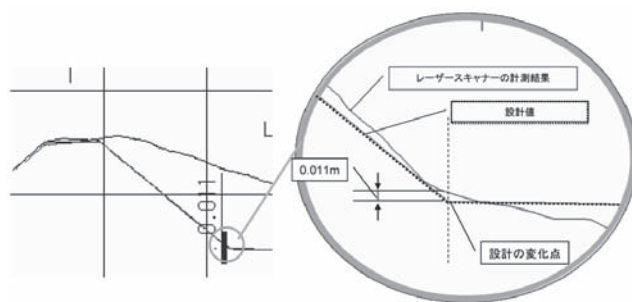


図-7 精度検証結果

b) 出来高について (表-3)

レーザースキャナー結果から作成した断面図を用いた数量算出（平均断面法）では、TS との数量の比較結果から同等の精度で数量算出が可能であった。また、メッシュ法による数量算出において、平均断面法（5 m 間隔）と同等の精度を確保するためには、1 m 以下のメッシュ間隔で算出する必要があることがわかった。

表― 3 出来高算出の検証結果（平均断面法）

計測方法	数量算出方法	断面間隔	数量
トータルステーション	平均断面法	5m	2396m ³
〃	〃	10m	2420m ³
〃	〃	20m	2886m ³
レーザースキャナー	平均断面法	5m	2401m ³
〃	〃	10m	2422m ³
〃	〃	20m	2880m ³

6. おわりに

現場実験の結果，レーザースキャナーの計測精度，作業の安全性向上，出来高管理の妥当性の検証により，レーザースキャナーを用いた施工管理手法（素案）の現場適用性が確認できた。これらの用途に関しては，十分実用段階で利用できると考えられ，施工管理ツールの一つとして位置づけられると考えられる。ただし，出来形管理については，断面変化点の抽出手法に関する課題が残る。

今後，試行工事やさらなる効果の検証を行うことで，レーザースキャナーの普及と3次元点群を扱う対応ソフトウェアの洗練が進み，施工管理手法として本格運用が実現することに期待したい。

J C M A

[筆者紹介]
藤島 崇（ふじしま たかし）
(社)日本建設機械化協会
施工技術総合研究所
研究第三部
技術課長



椎葉 祐士（しいば ゆうし）
(社)日本建設機械化協会
施工技術総合研究所
研究第三部
研究員



新工法紹介 機関誌編集委員会

03-163	スカイジャスター (吊荷方向制御装置)	大林組
--------	------------------------	-----

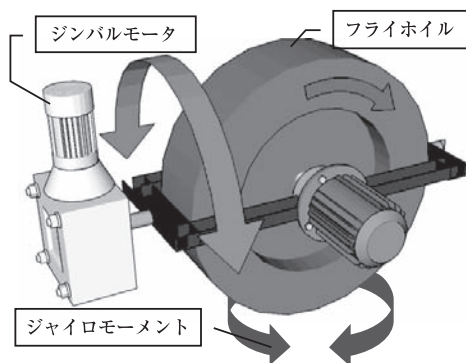
▶ 概 要

近年、建築物の超高層化や鉄骨重量の増加に伴い、大型タワークレーンの稼働が増加している。株式会社大林組は高所への吊荷揚重作業において、風に備えて作業の安全性・生産性を向上させる技術として、吊荷方向制御装置「スカイジャスター」を開発した。

スカイジャスターは、高速回転するフライホイールをジンバルモータにより左右に傾転させることにより発生するジャイロモーメントを利用して空中で吊荷を自在に水平回転させることができる装置である（図－1）。

またスカイジャスターは大林組が従来から保有している同系機種のカピタスに代わる高性能吊荷方向制御装置として位置づけられ、能力は従来機の5倍にあたる最大吊荷慣性モーメント $125 \text{ t} \cdot \text{m}^2$ を発揮する。（慣性モーメント簡易式： $I = W \cdot L^2 / 12$ ）

※ $125 \text{ t} \cdot \text{m}^2$ の吊荷：例えば重量 15 t で長手方向 10 m 程度の吊荷



図－1 スカイジャスター原理図

このスカイジャスターにより

- ①空中で吊荷に水平回転を与え所定の向きに方向転換し所定の位置に納める
 - ②風による荷の回転を制御し人力で押さえ切れない回転を停止させる
- ことなどができる。次項に詳述する。

▶ 特 徴

従来機では、カーテンウォールの揚重・取り付け等、小～中型タワークレーンでの低慣性モーメント（ $25 \text{ t} \cdot \text{m}^2$ ）対応の

作業に限られていたものが、スカイジャスターの開発により長尺重量鉄骨、ユニット化された大型鉄骨等の揚重作業にも適用でき、作業の安全性・生産性向上に寄与する。

①能動的に吊荷を回転

吊り上げた吊荷を正しい据付位置で降ろし微調整をするために空中で吊荷を回転させることができる。 $125 \text{ t} \cdot \text{m}^2$ の慣性モーメントを持つ荷でも約 20 秒で 90 度回転させることができる。

②回転している吊荷を静止

空中では風の影響やクレーンの動きに伴う慣性力によって、吊荷が回転することが多々発生する。この場合人が高所で直接・間接的に吊荷に触れ回転を止めることはかなりの危険作業となる。スカイジャスターはこの吊荷の回転を遠隔操作によって、安全に止めることができ、作業者は危険を回避することができる。

③吊荷の姿勢を保持

地上付近で正しい位置・方向にセットした吊荷を、風などの外乱に抵抗して、そのままの姿勢を保持したままクレーンにより吊り上げることができる。

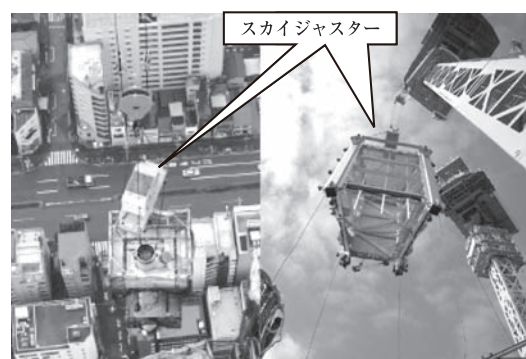
▶ 用 途

高層建築工事での梁、柱、PC 板ならびにカーテンウォール等の取り付け。

土木工事等において狭隘な開口部に長尺物を揚重または降ろす際の吊荷の方向制御等。

▶ 実 績

（株）大林組が施工する東京スカイツリーの現場で、大型柱鉄骨や ALC 付きユニット鉄骨の位置決め・取り付け作業において安全性ならびに生産性向上に大きく寄与している（写真－1）。



写真－1 東京スカイツリーでの適用状況

▶ 問 合 せ 先

（株）大林組 東京本社 機械部技術第三課
〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2
品川インターシティ B 棟 28F
TEL：03(5769)1462

国土交通省成長戦略

まえがき

日本経済は過去 20 年にわたって停滞し、2000 年に世界 3 位だった日本の 1 人当りの国内総生産(GDP)は 08 年には 23 位まで後退し、アジアの中核拠点としての地位も著しく低下している。

政府は日本経済の行き詰まりと国力の低下を回復するため、国を挙げて日本経済の立直しを図ろうとしており、産業構造審議会（経済産業相の諮問機関）は「産業構造ビジョン 2010」をまとめ、産業競争力強化に乗り出す必要性を打ち出している。

国土交通省では所管する産業の多くは公共投資の依存度が高い内向きの産業構造から脱却するため、国際展開、官民連携、観光、航空、海洋、住宅・都市の 5 分野に分けて有識者の意見をもとに、それぞれの成長戦略を提案している。

今回はその国土交通省成長戦略会議がまとめた「国土交通省成長戦略」（平成 22 年 5 月 17 日発表）の概要を紹介することとした。

なお詳しくは国土交通省ホームページを御覧下さい。

国土交通省成長戦略総論

1. チャンスを活かし、日本の成長を作る

(1) 今、まさに成長戦略が必要

- ・ これまでも経済戦略、経済対策は幾度となく検討・提言されてきたが、日本の成長に向けた長期的なビジョンが共有され、実現されてきたとは言い難い。しかしながら、そもそも、人口減少・少子高齢化社会の中で国民が将来の憂いなく安心した生活を送るためには、日本経済の成長は必要不可欠であり、攻めの姿勢と強い意志をもった実現性のある成長戦略を構築しなければならない。
- ・ 先進諸国が経済危機からの回復にもたつく中、中国・インドをはじめとするアジア諸国は高成長を続けている。わが国もこれをまたとないチャンスと捉え、アジアの成長を積極的に取り込めるような基盤づくりを、政策として行っていく必要がある。このアジアの成長を取り込もうとしているのはわが国だけではないことは言うまでもなく、すでにいくつもの国が国家戦略として総力をあげた取り組みを開始している。したがって、わが国も一刻も早く政官民が一丸となって協力していく体制を構築し、日本の成長につながるような取り組みを行っていかなければならない。

2. 成長メカニズムの大胆な転換にむけて

(1) 国土交通省の成長分野

- ・ 今までの国土交通省所管産業の多くは、公共投資への依存度が高く、様々な規制に守られた内向きな産業構造であった。しかし、限られたパイの分配に依存する従来型メカニズムで成長を描くことは困難となっている。今後、我が国産業の健全な成長を図るためには、

- ①劇的發展を遂げている最新の ICT をとりこみつつ、
- ②民間の知恵と資金を最大限に活用し、
- ③外に開き、世界の成長を取り込む形で、

生産性の向上を図り、パイを拡大させていかなければならない。そのため、それを実現させるための政策を早急に打ち出すことが重要である。その観点から、国際展開・官民連携、観光、航空、海洋、住宅・都市の 5 分野については、特に、さらなる発展が期待できる分野であるとの認識のもと、旧来のパラダイムを転換し、大胆な政策提案を行っている。

(2) 旧来メカニズムとの決別と新しい市場環境の構築

- ・ 今後は、以下の点を柱として新しい市場環境を構築することを政策の基本原則とする。
- ・ 公共事業費減少の中、「財政に頼らない成長」を大原則とした上で、「国土の均衡ある発展」に代表されるばらまき行政・再配分政策からの脱却を図り、限られた公共投資を費用対効果に応じて集中的に配分する。
- ・ また、集中投資と併せて、地域や企業の創意工夫による成長を促進するため、成長の足枷となっている規制緩和に積極的に取り組み、自由度を高め、民間の新しい提案や大胆な経営を促進させる。
- ・ ファンドや PPP に代表されるような「民間の知恵と資金」が積極的に活用される仕組みを導入し、効果的な公共投資を行う。特に、個人金融資産を活用して、新しい資金の流れを市場に誘導する方策を講ずる。
- ・ 経済活動のグローバル化・国際展開に対応し、また、地域の自由かつ自主的な活動を支えるため、官民が連携し、積極的な人材育成に取り組む。

3. 実効力ある戦略とするために

(1) PDCA サイクルと戦略的な工程管理

- ・ 戦略が「絵に描いた餅」とならないよう短中長期の工程表を明確に示すなど、政策運営の PDCA サイクルが効果的に循環

統 計

する手法を織り込んでいる。また戦略の実行に当たっては、大局的な視点に立って優先度を明確にしている。

(2) 強いリーダーシップによる継続的な取り組み～政府一丸の戦略の推進～

- ・ これまで多くの政策課題が、省庁間の縦割りの壁に阻まれ効果を上げられなかった過去の経験を踏まえ、政治のリーダーシップのもと、国家戦略室などと連携した上、省庁間の利害対立を打破し、政府一体となった戦略の実行と継続的な政策運営を強く期待する。

(3) 施策の方向性

1) 施策の基本スタンス

政府の役割は、インフラ整備とルール形成。それ以外は、できるだけ民間に任せ、自由な競争環境の中で創意工夫をさせ、成長を促進させるとの基本スタンスで施策を展開する。

2) 施策のポイント

海洋インフラの利便性を抜本的に改善

海洋インフラの利便性を抜本的に改善することにより、トータルコストの低下、経済活動の促進、成長の拡大を図る。

具体的には、次の方向性で施策に取り組む。

- ・ 港湾の選択と集中
- ・ 民間の知恵とガバナンスを積極的に導入（例：港湾経営の民営化）
- ・ 制度改革による自由な経済活動の促進（例：内航フィーダーに係る暫定措置事業の改善）

国際ルール形成への戦略的な関与

国際ルール形成への戦略的な関与により、日本の国際的地位を高めるとともに世界経済の成長を促進する。

具体的には、次の方向性で施策に取り組む。

- ・ 税制も含めて我が国海運企業が国際市場において不利にならないような政策の展開（例：トン数標準税制の改善）
- ・ 環境対策等の国際的ルール作りで積極的に貢献（例：船舶に関する環境規制）
- ・ 海洋開発の積極的推進（例：安全保障、EEZの保全の視点）
- ・ 国際物流のICT化に向け、国際基準に準拠したシステム開発を推進（例：コンテナ物流情報サービス（Colins））

I. 海洋分野

(1) 前文「海洋立国日本の復権」に向けて

1) 将来目指す姿・あるべき姿

世界経済のグローバル化とアジアを中心とした新興国の経済成長により、物流も世界的増大が見込まれている。この成長を積極的に取り込み、諸外国との交流・交易を活発に展開していくことは、我が国経済を成長、発展させていくうえで不可欠である。その際、物

流にかかわるインフラを、どれだけ効率的で使い勝手の良いものにするかは、大きな鍵である。物流システムの良し悪しが、どれだけ世界の成長を取り込めるかを大きく左右するし、我が国の経済活動に大きな影響を与えるからだ。特に四方を海に囲まれた我が国にとって、海洋インフラはその物流の根幹である。今後、海洋インフラの大幅な効率化・サービスの向上を図っていくことは、我が国の経済成長に大きなプラスとなる。そして、日本だけでなく世界全体の経済成長にも大きく寄与していくことができる。

しかしながら、現状では日本の海洋インフラは危機的状況にあると言わざるを得ない。国際的にも、港湾が物流を支える戦略的に重要なインフラであることは強く認識されている。そのため、各国が競い合って、戦略的により使い勝手の良い港湾、より安価な港湾サービスを提供しているのが実状である。そのような中において、我が国の港湾は大きく出遅れており、国際的な競争力を失いつつある。今後、世界の成長を我が国に取り込んでいくためには、抜本的な改善策が求められている。

海洋インフラの国際的競争力を向上させるためには、世界に伍していけるだけのハード・ソフト両面でのインフラ整備が欠かせない。そして、次のような海洋国家日本が持つ潜在的なメリットを活かして、強いところを伸ばしていく戦略が必要である。

- ・ 日本が成長著しいアジアの中の経済大国として地政学上の優位性がある。すなわち、極東ロシア、中国、韓国各国ともバランスよく近距離であり連携を深め易く、東南アジア諸国とも海路による繋がりが深い。また、アジアの北米との玄関口になり得る位置にある。
- ・ 日本の海洋インフラ（港湾・海運・造船）は一体となって海洋先進国として永年世界の海洋インフラをリードしてきた経験があり、サービスの質や安全性の面で世界に秀でた力量がある。

具体的には、海洋インフラの基礎となる港湾については、「選択と集中」を行うとともに、「集中」された港湾においては、「民」の視点による戦略的な経営ができるよう政策の転換を図る。そして、そこを拠点にモノやヒトの流れが一層効率的かつ円滑になるよう、内航の効率化等、総合的な対策を実施する。そして、世界と日本との間で実際にモノやヒトを運ぶ国際海運については、その「強さ」を最大限発揮でき、自由で革新的な活動ができるよう規制改革などの環境整備を行う。

また、我が国は、技術力において特に秀でた有数の造船国家でもある。造船・船用工業は海洋インフラの基軸であるとともに広大なEEZを有する我が国の海洋開発への技術的応用も期待されている。また、海運をはじめその他の海事・港湾関連の数多くの産業と一体となり、いわゆる海事クラスターとして巨大市場を形成している。

さらに、海洋分野のマーケットは基本的に世界規模であり、競争が世界市場において激しく行われている。海洋インフラは、海運、港湾、造船・船用工業といった関係する分野の総合力が国際的な競争力を発揮するとされる。したがって、制度や税制などについて適切な競争条件の整備を図ることがとりわけ重要な課題となる。これにより、我が国の海洋インフラは自らの努力と能力により、国際的

競争力を向上させ、世界市場での一層の活躍が期待できる。

Ⅱ. 観光分野

(1) 前文「観光立国日本」に向けて

1) 人生を楽しむために

観光産業は、現在すでに GDP 比 2.3%（産業連関分析による直接効果）を占める大きな新産業となっている。この数字を、今後も大きく伸ばし、将来、日本の基幹産業としていくことも夢ではない。

また観光産業は、特に地方においては、幅広い雇用が期待できる唯一の分野といってもよく、観光振興は、日本の地域社会にとって、生き残りをかけた大きな政策課題となるだろう。

ここでいう雇用とは、従来型の賃金労働だけをさすのではなく、観光ボランティアなどを通じた社会参加の促進をも含む。潜在的な能力がありながら、社会との接点を失いがちだった地域の女性や高齢者などが、観光産業に参加して地域に貢献することは、まさに鳩山内閣が掲げる「居場所で出番」を創り出す格好の機会となる。

しかしながら、今のところ、こういった「観光立国」への道筋が、国民全体に共有されているとはいえない。

日本は長く「工業立国」として成長し、観光、文化、スポーツといったレジャー、エンターテインメント産業は、経済構造の脇役的位置に甘んじてきた。また日本人の生真面目な性格が災いしてか、レジャーやエンターテインメントは、労働時間の余暇、休養、リフレッシュの一環としてのみ捉えられてきたことも事実だろう。

観光立国実現のためには、レジャーや文化、スポーツなどは、現代人の生活と精神衛生にとって欠くべからざるものであるという、発想の転換が必要である。

具体的には、

- ・政府サイドからの「人生を楽しもう」という強いメッセージ
- ・観光や文化活動による「新しい世界の発見」が、経済活動にも活気をもたらすのだという経済界の認識の転換
- ・生まれ育った地域に誇りを持ち、そこに他者を招き入れることに喜びを見出す「観光マインド」育成のための観光教育などが急務と思われる。

また同時に、地域での成功例を積み上げ、それを周知することによって、「観光による地域再生」を現実のものとして国民に共有してもらう必要もあるだろう。

2) 訪日外国人 3,000 万人に備える国内環境整備

観光戦略の最大目標は、訪日外国人 3,000 万人の早期達成である。

この点については、地域別に短期的な数値目標を厳しく設定し、従来の行政の慣行にはなかった、徹底した成果主義を採用して目標達成に全力を注ぐ。そのため、海外の出先機関の充実、人員、予算の増強、現地採用の促進などを徹底する。

しかしながら、この数値だけが達成されても、観光振興によって内需が喚起され、地域社会が活性化しなければ、その意味は半減する。また、海外からの観光客の数だけが増えても、その訪問者が日

本を愛し、好印象を持って帰ってくれなければ、かえって国益を損ねることにもなるだろう。

インバウンド振興は、観光政策の最重要課題だが、そのためには、国内観光の充実による観光基盤の整備が不可欠であり、インバウンドだけが独立して発展するということはない。

そこで観光分科会では、休暇取得の分散化、多様な情報通信技術による観光現場での高度情報支援の実現、文化施設などとの連携による地域の特色を生かした観光拠点形成といった国内基盤の強化を重点的に進めるべきだと考える。これらの施策によって、観光業の生産性を飛躍的に向上させ、正規雇用者を増やし、国際競争力の基盤となる産業育成を図る。

並行して、海外出先機関における観光、文化などの紹介の一元化（ワンストップサービス）や、ブログ、ツイッターなど新しいメディアを利用した新広報戦略を検討するとともに、ターゲットを絞ったインバウンド振興を、年限と国別の到達目標を決めて大胆に展開する。また、数値目標のほかにも、様々な世界の観光ランキングなどを参考にして、具体的かつ現実的な目標設定を行うとともに、その目標設定に関する評価を適切に厳しく行う。

こうした国内外の展開は、観光振興のための車の両輪であり、それぞれ短・中・長期の実施目標を掲げながら、並行し、連動させて推進していく必要がある。

観光は、日本の伝統、文化、芸術、スポーツ、科学技術などを直接体験してもらえる最大最良のソフトパワーである。関連省庁が一丸となって、観光振興を行うことが、最終的には日本国の平和貢献にまで波及していくことを願ってやまない。

(2) テーマ別の政策検討

1) 訪日外国人 3,000 万人プログラムの展開

訪日外国人 3,000 万人プログラムを実現するため、観光庁は市場毎のマーケティングを深化拡大させ、市場毎の訪日旅行者数のきめ細かい数値目標を設定するとともに、日本政府観光局（JNTO）はこの数値目標を達成するための体制を強化し、この数値目標を単なる「目標」とせず、「ノルマ」と捉えて、達成者には報奨を、未達成者には人事更迭など、従来の行政にはなかった成果主義を 23 年度までに導入する。

2) 創意工夫を活かした観光地づくりのための人材の育成

地域の観光を支える人材を育成し、また、観光を核とした地域の取組みを地域全体の発展へとつなげていくため、観光産業にとどまらず、農林水産業、地場産業、NPO 等幅広い関係者が参画する事業主体（観光地域づくりプラットフォーム）の形成促進をはかるべく、観光庁は意欲ある地域の協力を得ながら組織化や中核の人材育成等に対する先進的な取組みを支援し、改善効果等を検証し、23 年度には全国各地に展開していくための方策を構築する。

統 計

3) 休暇取得の分散化の促進

内需拡大による地域経済の活性化や雇用の拡大を図るため、政府は、春や秋の大型連休地域別設定等、休暇取得の分散化について、経済界、労働界、教育界などからの意見を十分踏まえて、国民のコンセンサス形成を図りつつ、24年の実施を目指す。また、休暇取得の分散化に対する国民意識の向上に必要となる普及・啓発を実施する。

Ⅲ. 航空分野

(1) 航空分野の成長戦略についての基本認識

これまでの航空政策のパラダイムは、「国土の均衡ある発展」の名の下、「国内各地に空港を作り、路線網を拡げる」ことを主眼としたものであった。

そのための仕組みとして、「地方空港の建設に対して厚めの資金配分を可能とする空港整備勘定」と「収益路線からの内部補助を前提とし、不採算路線を含むネットワーク拡充を期待する対航空会社行政」がその根幹をなしてきた。

航空市場の「均衡」を重視し、長らく需給調整規制を根幹とする免許制が維持される等、効率的な航空システムを構築することは、いわば二の次とされてきた。

もちろん、「作り、拡げる」政策は、パイが右肩上がりに増えていく人口拡大、高度成長期においては、一定の合理性を持っていたが、人口減少、低成長化の中、さらには、国家財政の更なる逼迫状況下、このパラダイムの継続のもたらす課題は看過できず、変革が不可避な状況となっている。

1) 首都圏空港強化の遅れ

- ・ 羽田・成田の空港容量の恒常的不足、内・際ハブ機能の欠如が、アジア各都市等との都市間競争上の弱点となり、ひいては、日本の経済成長の足枷にもなっている。
- ・ 内・際ハブ機能の欠如は、地方と世界を結ぶネットワークの弱さそのものであり、今後のインバウンド観光客2,500万人、3,000万人時代の航空インフラに対するニーズとは大きく乖離。
- ・ 首都圏空港の容量不足は、航空会社の大型機偏重につながり、便数頻度等利用者メリット提供を妨げる一因となるとともに、羽田・成田の「要塞化」、オープンスカイの導入遅れを通じて、厳しい競争から彼らを遮断し、強固な収益体質構築を遅らせてきた面も存在。また、LCC等、低コストメリット提供のインセンティブが働きにくい構造も生んだ。

2) 航空システムを支える空港・航空会社の高コストかつ赤字体質

- ・ 航空システムが効率的に運営され、日本経済の「取引費用」たる移動コストが低廉であることは、成長戦略上、極めて重要。
- ・ しかしながら、首都圏の容量制約、空港整備に使われる公租公課の存在、内部補助を前提とする行政の姿勢等、から、わが国の航空会社は海外企業と比較して、高コスト体質であり、ま

た収益力も強くない。

- ・ 空港においても、効率的経営を通じ、サービス提供コストを下げるためのガバナンスの仕組みが欠如、さらに多くの場合、非航空系収入も空港運営主体に流入しない構造である。このため、相当数の空港が高コストかつ赤字体質にあるものと思われる。

3) 真に必要な路線網を維持する仕組みの不全

- ・ 離島路線等、ライフラインとして、何らかの公的補助を行っても維持すべき路線も当然存在するが、現在の政策の枠組みでは、非常に限定的金額を空港整備勘定から補助するのみ（利用者への一部補助を自治体が行っている例あり）。
- ・ 今後、地方への財源移管を含めた大きな流れの中で、地方自身が自らの戦略として、真に必要な路線への透明な補助金を提供できるような仕組みが必要となる。

(2) 航空分野の成長戦略ビジョン

1) 首都圏空港の拡充・強化による都市間競争力向上

羽田の新滑走路・新国際線旅客ターミナルの供用開始。地元の協力を前提とした成田の発着回数大幅増。

これは、積年の課題を解決する千載一遇のチャンスである。

この機会をとらえ、羽田の長距離ビジネス路線を含む国際線網充実と内・際乗り継ぎ便利向上を行う。

また、国内線を含む中期的需給を考えると、成田のフル活用も必要かつ不可欠であり、国内フィーダー強化、LCC、ビジネスジェットといった新たなサービスの提供により利用者利便の向上を可能ならしめる。

これにより、首都圏の弱点と言われる交通利便性を一気に向上させ、ビジネス・観光両面における都市間競争力を大幅に強化し、我が国にヒト・モノ・カネを積極的に呼び込む原動力とする。

また、首都圏空港については、将来の需給動向を睨み、必要な場合、十分なりードタイムをもって、「民間の知恵と資金」を活用する形で容量拡充が可能となる空港整備政策を構築する。

2) 「民間の知恵と資金」の徹底的活用

これまで民間会社によって担われてきた航空事業は当然のこと、公物管理としての色彩が強かった空港の整備・運営の分野においても、「民間の知恵と資金」を徹底的に活用し、航空・空港の有する公益性に留意しつつ、市場メカニズムを積極的に取り入れていく。

これにより、「作り、拡げる」パラダイムから「作った物を効率的に使う」パラダイムへのシフトを名実ともに実現し、無駄な空港を作らない仕組み、既存空港の徹底活用による国際・国内航空ネットワークの強化、空港経営の強化とガバナンス導入、を通じて利用者利便性の向上を行う。

3) 恣意的な行政介入の極小化

安全の担保、国家安全保障の観点への配慮、寡占的要素のある公

共財としての空港。

このような諸要件への目配りは重要であるが、これを「言い訳」として、恣意的な行政介入を行うことなく、民間の経営活力を可能な限り活かし、一定の市場メカニズムを活用する前提での航空行政を志向する。

短期的には、航空自由化（オープンスカイ）への積極的対応による競争の担保、羽田発着枠配分への一定の市場メカニズム導入、航空会社のコスト削減に資する技術規制の緩和、等を行っていく。

航空分科会では、こうした将来ビジョンに立って、次の6つの具体的な戦略を提言することとした。

戦略1：日本の空を世界へ、アジアへ開く（徹底的なオープンスカイの推進）

戦略2：首都圏の都市間競争力アップにつながる羽田・成田強化

戦略3：「民間の知恵と資金」を活用した空港経営の抜本的効率化

戦略4：バランスシート改善による関空の積極的強化

戦略5：真に必要な航空ネットワークの維持

戦略6：LCC 参入促進による利用者メリット拡大

IV. 国際展開・官民連携分野

(1) 将来目指す姿・あるべき姿

我が国の優れた建設・運輸産業、インフラ関連産業が、海外市場において活躍の場を拡げ、世界市場で大きなプレゼンスを発揮しているとともに、国内においては、民間の創意工夫に基づく PPP/PFI の活用が飛躍的に進み、維持管理を含め、真に必要な社会資本整備が戦略的かつ重点的に行われている姿を目指す。

アジアを中心とした新興国では、経済成長に伴って膨大なインフラ整備ニーズ（ADB によるとアジアだけで向こう 10 年間に約 8 兆ドル）の発生が予測され、これを見据えて国内市場や EU のような統合市場で実績をあげ、競争力をつけた欧米企業や韓国企業が多数参画してきている。

人口減少や政府の公共投資の圧縮によって主力とする国内市場が縮小を余儀なくされる我が国の関連企業にとっても、この新たな成長市場は今後の主戦場であり、他国企業に対して競争できる体制を整え、成長の果実を取り込む仕組みを作ることは喫緊の課題である。

また、国内においては、09 年度には 800 兆円を超えた地方を含む政府の負債や社会保障費用の増加等で財源が制約される一方で、高度経済成長期に整備したインフラの更新や維持管理費用の増加で逼迫が予想される関連予算に留意し、可能な限り PPP/PFI のような民間の資金の活用を図るべきである。

なお、国内における PPP/PFI の活用は、戦略的・重点的なインフラ整備の実現に留まらず、海外で拡大する PPP/PFI 市場での日本企業、投資家の競争力にも大きな影響を与える。このような視点を持ち、国際展開の促進にも資する形で、国内の制度整備を進める必要がある。

このような状況を踏まえ、大きな成長が見込まれるアジアを中心とした海外市場において、我が国の優れた建設・運輸産業、インフラ関連産業が活躍の場を拡げ、製品の輸出にとどまらず、的確な状況分析の上でリスクテイクが可能な案件については、建設から管理運営までパッケージでの事業展開も行う等、世界市場で大きなプレゼンスを発揮している姿を目指す。

国内においては、民間の創意工夫に基づく PPP/PFI の活用が飛躍的に進み、国内外の資金が公共事業費削減を補って、社会資本の整備及び維持管理が適切に行われている姿を目指す。また、これらの国内市場の動きが、我が国企業の技術やノウハウの戦略的な育成に結びつき、海外市場での活躍の足がかりともなっている姿を目指す。

本分科会では、上記のような将来目指す姿・あるべき姿を念頭において、2020 年における戦略目標を次のとおり設定する。

- 我が国企業が獲得した海外受注のうち、国土交通省が積極的に働きかけて官民連携により新たに獲得した海外受注高を 2020 年までの合計で 10 兆円以上とする。（※ 1）
- 国土交通省関連の PPP/PFI 事業費について 2020 年までの合計で新たに 2 兆円実施する。（※ 2）

※ 1：国土交通省の積極的な働きかけとは、政務三役によるトップセールスや、国土交通省の働きかけによる政府の資金的な支援など。

（参考）我が国建設企業の海外建設受注高 1 兆円（平成 20 年度）、鉄道車両等の輸出額 885 億円（平成 19 年度）

※ 2：国土交通省所管 PFI 事業の事業費 平成 17 年度～ 21 年度平均 1071 億円。これを約 2 倍。なお、事業費には公費で賄わない費用も含めてカウントすることが必要。

(2) テーマ別の政策検討

1) 海外へ進出する日本企業への支援ツールと政府サイドの支援体制整備

～日本の技術と資本で世界展開を～

（政策 1）リーダーシップ、組織・体制の強化

- ・政治のリーダーシップによる官民一体となったトップセールスの展開
- ・国土交通省内の体制強化
- ・他省庁を巻き込んだ省庁横断的な推進体制整備
- ・大使館や JETRO などの既存の支援機能の強化
- ・企業の組織・人材のグローバル化に対する支援

（政策 2）スタンダードの整備

- ・国内スタンダードのグローバルスタンダードへの適合
- ・日本の規格を国際統一規格とするための取組や投資対象国におけるスタンダードの獲得のための取組の推進
- ・相手国への技術協力の強化 など

（政策 3）金融メカニズムの整備

- ・政府による金融支援機能の設定

統 計

- ・インフラファンドによる投資支援や信用補完
- ・ODA 予算の活用, 貿易保険や税制面での支援の強化

2) インフラ整備や維持管理への民間資金・ノウハウの活用 (PPP/PFI など)

～民間の資金とノウハウで社会資本の充実を～

(政策 1) PPP/PFI を推進するための制度面の改善

- ・共通制度的な事項に関する検討
- ・検討すべき制度改善のための施策
- ・公物管理権の民間への部分開放及び規制緩和, 特例の取り扱い

(政策 2) PPP/PFI の重点分野とプロジェクトの実施

- ・PPP/PFI 導入の重点分野
- ・コンセッション方式の活用が想定されるもの
- ・老朽化したインフラへの対応等
- ・先端的民間技術の活用 (水ビジネス)
- ・行政財産の商業利用 など

V. 住宅・都市分野

(1) 住宅・都市分野の成長戦略についての基本認識

～3つの大戦略を6つの具体的戦略により実現～

今後の日本の持続的な成長と国民の安心した豊かな生活を考えるとき、人の経済活動拠点であり生活基盤である都市・まちとその空間を構成する住宅・建築物を抜きにして語ることができないことは言うまでもない。

1) 大都市イノベーション創出戦略

日本の成長を実現する上で、まず国を挙げて喫緊に取り組むべきことは、アジア諸都市の台頭による日本の国際競争力の相対的低下への懸念の中、国の成長を牽引するエンジンである世界都市東京をはじめとする大都市について、国の主導により、大都市に関する戦略を明確にし、大都市の再生や成長を促す従前の仕組みを更に発展させ、これまでの既成の考え方にとらわれず規制緩和や金融措置などを講じることにより、民間の資金・活力・アイデアを最大限に引き出して国際競争力を強化することである。

その結果、激化する国際都市間、特にアジア間競争に勝ち抜き、世界中から人、モノ、金、情報を呼び込むアジアの拠点、世界のイノベーションセンターとなることを目指す。

[1. 世界都市東京をはじめとする大都市の国際競争力の強化]

2) 地域ポテンシャル発現戦略

次に、各地域の都市・まちにおいては、財政制約が厳しい中、公共事業依存から脱却し、自発的・自立的に地域の個性と強みを活かして地域のポテンシャルを活性化させていく必要がある。また、財政制約に加え、人口減少・高齢化、地球環境問題、社会資本の老朽化などの課題を克服するためには、ICT も活用しながら、サステナブルな都市・まち経営と人・環境に優しい都市・まち空間を実現

することも急務である。

そのため、国として、やる気とアイデアを有する地域・都市・まちが、民間の参画を促しつつ、例えば観光などとも連携した自発的・戦略的な地域・まちづくりやインフラ施設の維持管理・リニューアルを行いやすくするための制度の構築や規制緩和、支援を行う。

[2. 新たな担い手による自発的・戦略的な地域・まちづくりの促進]

[3. まちなか居住・コンパクトシティへの誘導]

3) 住宅・建築投資活性化・ストック再生戦略

更に、都市・まち空間を構成し、日々の仕事や生活の基盤である住宅・建築物を、「良いもの」にするための投資を促進することが、内需主導による成長と豊かな都市空間・住環境の実現には必要不可欠である。投資促進のためには、投資を誘導できる良いものやこれまでにはなかった新たなものを選択肢として提示する又は投資の阻害要因となっているものを排除する、といったことが必要である。

このため、国としては、民間事業者により、時代や世代のニーズに対応しかつ良質なストック形成に繋がる供給（選択肢の提示）がなされるような環境整備やインセンティブの付与などを行うことにより、住宅・建築への投資可能性を高め、市場の活性化を目指す。

[4. 質の高い新築住宅の供給と中古住宅流通・リフォームの促進を両輪とする住宅市場の活性化]

[5. 急増する高齢者向けの「安心」で「自立可能」な住まいの確保]

[6. チャレンジ 25 の実現に向けた環境に優しい住宅・建築物の整備]

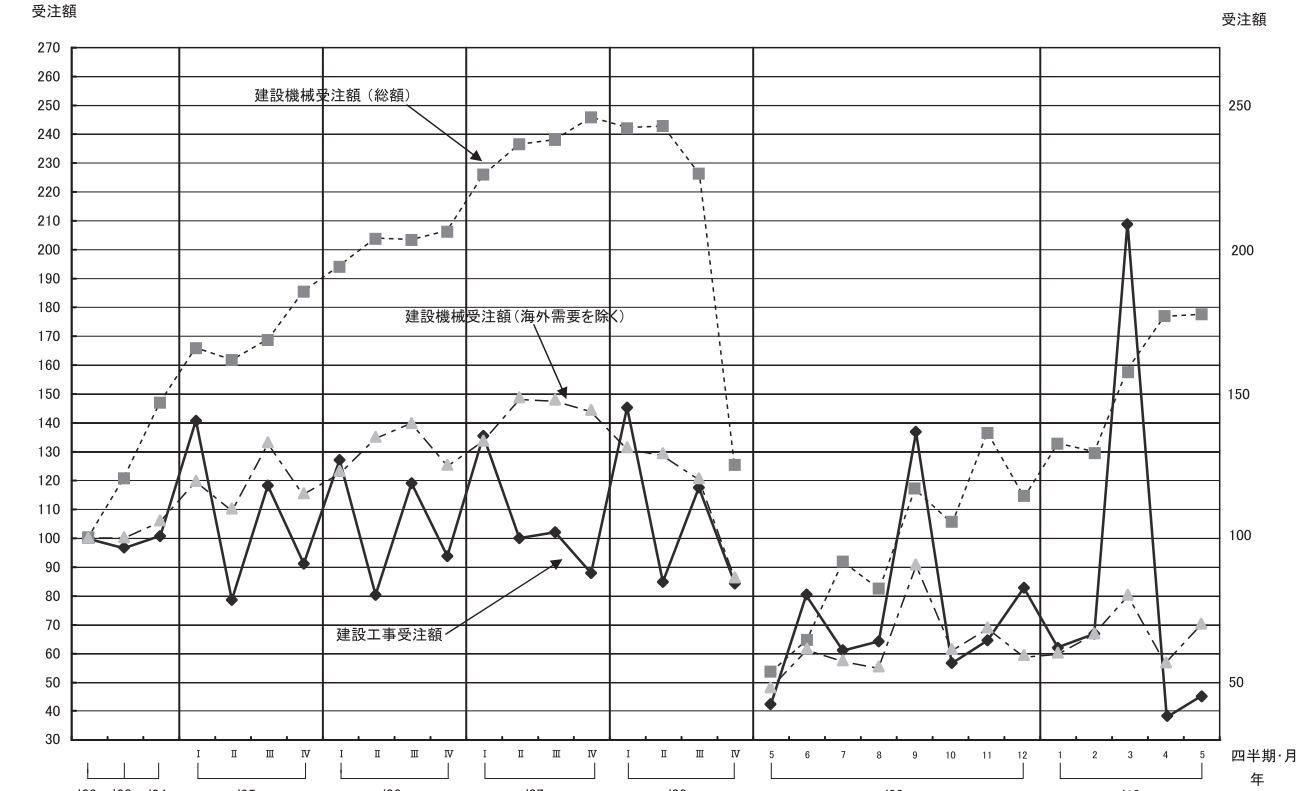
上述の戦略の実践に当たっては、各戦略を有機的に連携させることを念頭に置きつつ、いずれについても、モデルプロジェクトや実証実験などの実施により、その成果を見える形でわかりやすく示していくこととする。

(用語の意味)

EEZ	排他的経済水域 (Exclusive Economic Zone の略)
ICT	情報通信技術 (Information & Communication Technology)
PPP	官と民がパートナーを組んで事業を行うこと (Public Private Partnership の略)
PFI	民間資金を利用して民間に公共の施設整備とサービスを委ねること (Private Finance Initiative の略)
PDCA	マネジメントサイクルの1つで計画 (Plan), 実行 (Do), 評価 (Check), 改善 (Action) を順に行うこと。
GDP	国内総生産 (Gross Domestic Product の略)
LCC	格安航空会社 (Low Cost Carrier の略)
JETRO	日本貿易振興機構 (Japan External Trade Organization の略)
ODA	政府開発援助 (Official Development Assistance の略)
ADB	アジア開発銀行 (Asian Development Bank)
インバウンド	海外から我国への入国旅行をいう。
パラダイム	その時代において当然のことと考えられていた認識や思想、枠組み
イノベーション	新しい捉え方、活用法など
サステナブル	ささえうる、養いうる
コンセッション	許可、免許、利権

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	
2009 年	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
2010 年	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	103,956	14,218
	1 月	6,699	4,533	530	4,003	1,420	412	335	4,517	2,182	106,884	7,737
	2 月	7,303	4,761	778	3,983	2,160	466	－ 83	4,663	2,640	106,255	8,559
	3 月	22,574	14,822	1,752	13,070	5,481	532	1,739	15,961	6,613	113,788	14,450
	4 月	4,220	2,885	693	2,191	694	430	211	2,549	1,670	112,318	7,168
	5 月	4,966	3,437	636	2,801	704	400	426	3,609	1,357	－	－

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	09 年 5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	10 年 1 月	2 月	3 月	4 月	5 月
総 額	8,667	10,444	12,712	14,749	17,465	20,478	18,099	386	464	663	594	850	767	991	831	962	934	1,140	1,269	1,283
海 外 需 要	4,301	6,071	8,084	9,530	11,756	14,209	12,996	210	239	452	391	518	543	738	616	743	687	848	1,068	1,022
海外需要を除く	4,365	4,373	4,628	5,219	5,709	6,268	5,103	176	225	211	203	332	224	253	215	219	247	292	201	261

(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。
2009 年 5 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6月1日～30日)

■ 機 械 部 会

■原動機技術委員会・国土交通省・5団体 打合せ

月 日：6月3日（木）

出席者：有福孝智委員長ほか13名

議 題：①国土交通省指定制度 排出ガス4次8～19kW基準値等の規定について ②排出ガス対策型原動機評定指針の取扱いについて ③その他

■機械整備技術委員会

月 日：6月4日（金）

出席者：森三朗委員長ほか8名

議 題：①平成22年度の活動計画について ②ハイブリッド・電動（バッテリー含む）建機の整備の安全WGの人選と立上げ ③「整備の基本」原稿の校正について ④その他

■コンクリート機械技術委員会

月 日：6月10日（木）

出席者：大村高慶委員長ほか8名

議 題：①コンクリート機械（コンクリートポンプ、コンクリートパイプレータ、トラックミキサー 他）の変遷について ②ISO TC195 SC1 国際会議の報告 ③その他

■情報化機器技術委員会

月 日：6月18日（金）

出席者：加藤武雄委員長ほか4名

議 題：①ISO 15998の動向情報交換について ②建設機械の電気火災の事例集についての審議 ③その他情報交換

■油脂技術委員会・グリース分科会

月 日：6月18日（金）

出席者：田路浩分科会長ほか10名

議 題：①5月24日開催の油脂技術委員会の報告 ②グリースのオンファイル候補アンケート結果報告 ③オンファイルマニュアル案の読み合せ ④その他

■トンネル機械技術委員会・掘削り有効 利用分科会

月 日：6月22日（火）

出席者：川本伸司分科会長ほか10名

議 題：①報告書のまとめについての検討 ②建設業部会・国交省の意見交換会（6月7日開催）での国土交通省指定制度の動きについての報告 ③その他

■基礎工事用機械技術委員会・技術変遷調 査分科会

月 日：6月23日（水）

出席者：青柳隼夫委員長ほか15名

議 題：①Bauna2010展示の基礎工事用機械の報告 ②技術変遷調査A・Bチームの概説シートの検討について

■基礎工事用機械技術委員会・施工現場見 学会

月 日：6月23日（水）

出席者：青柳隼夫委員長ほか18名

議 題：①江東区の青海地区共同溝建設工事でのSMWによる山留め状況および底盤コンクリート打設状況の見学

■トラクタ技術委員会

月 日：6月24日（木）

出席者：阿部里視委員長ほか6名

議 題：①低燃費型建機指定制度から低炭素型建機認定融資制度への移行について（経過報告） ②作業燃費検討会（6月16日開催）の報告 ③クリーンエネルギー建機測定標準改訂について（経過報告） ④その他

■ダンプトラック技術委員会

月 日：6月24日（木）

出席者：阿部誠一委員長ほか5名

議 題：①各社トピックス紹介（キャタピラージャパン殿） ②リスクアセスメント実施内容の紹介（コマツ殿） ③JIS A8340-5 ダンプの安全要求事項の審議 ④その他

■ショベル技術委員会（臨時開催）

月 日：6月28日（月）

出席者：尾上裕委員長ほか10名

議 題：①JCMAS 燃費測定標準制定時の作業割合の根拠データの確認について ②各社市場データでの作業割合の確認 ③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：6月29日（火）

出席者：坂下誠分科会長ほか8名

議 題：①報告書の修正文書の確認（全体）について ②追加修正案のまとめについて ③その他

■ 製 造 業 部 会

■作業燃費検討会

月 日：6月16日（水）

出席者：田中利昌リーダほか13名

議 題：①前回（5月21日開催）での議事内容について各社検討結果を持寄り統一意見に向けた討議 ②燃費に対する建機業界の取組みPRについて ③JCMAS 燃費測定標準の周知・啓蒙

のための解説版作成と方策について
④その他

■ 建 設 業 部 会

■幹事会

月 日：6月7日（月）

出席者：川本伸司部会長ほか11名

議 題：①年度事業計画について ②中期事業計画について ③夏季現場見学会について ④その他

■建設生産システム意見交換会

月 日：6月7日（月）

出席者：川本伸司部会長ほか24名

議 題：①使用原則基準引上げに伴う諸課題について

■ レンタル業部会

■レンタル業部会

月 日：6月3日（木）

主席者：高見俊光部会長ほか8名

議 題：①年度事業計画について ②中期事業計画について ③分科会活動報告 ④情報化施工の普及について ⑤その他

■コンプライアンス分科会

月 日：6月22日（火）

出席者：中島嘉幸分科会長ほか5名

議 題：①「建設機械等レンタル標準契約」の見直し ②合同部会の開催方法について ③その他

■ 各 種 委 員 会 等

■機関誌編集委員会

月 日：6月2日（水）

出席者：太田宏委員長代行ほか22名

議 題：①平成22年9月号（第727号）の計画の審議・検討 ②平成22年10月号（第728号）の素案の審議・検討 ③平成22年11月号（第729号）の編集方針の審議・検討 ④平成22年6～8月号（第724～726号）の進捗状況の報告・確認 ⑤平成23年の特集テーマ（提案）

■新機種調査分科会

月 日：6月29日（火）

出席者：渡部務分科会長ほか5名

議 題：①新機種情報の検討・選定

■建設経済調査分科会

月 日：6月23日（水）

出席者：山名至孝分科会長ほか4名

議 題：①平成22年8月号原稿（成長戦略会議の紹介について）の検討

…支部行事一覧…

■ 北 海 道 支 部

■第 58 回支部通常総会

月 日：6月3日（木）
場 所：札幌市、センチュリーロイヤル
ホテル

出席者：熊谷支部長ほか 92 名

内 容：①平成 21 年度事業報告及び決算報告承認の件 ②平成 22 年度事業計画及び予算に関する件 ③平成 22・23 年度運営委員及び会計監事の選任に関する件 ④本部及び施工技術総合研究所の事業概要報告 ⑤建設機械優良運転員・整備員の表彰

■第 2 回運営委員会

月 日：6月3日（木）
場 所：札幌市、センチュリーロイヤル
ホテル

出席者：熊谷副支部長ほか 19 名
内 容：①支部長、副支部長及び常任運営委員の選任について

■支部講演会

月 日：6月3日（木）
演 題：「建設機械の地球環境対応～排
ガス浄化と温暖化防止に向けて」
講 師：コベルコ建機㈱ 顧問 溝口孝遠氏
出席者：熊谷支部長ほか 87 名

■ 2011 ふゆトピア・フェア in 札幌（仮称）準備連絡会

月 日：6月7日（月）
出席者：白鳥技師長、鬼澤事務局長
内 容：① 2011 ふゆトピア・フェア（仮称）開催（案）について ②今後の主なスケジュールについて ③その他

■第 2 回技術部会技術委員会

月 日：6月14日（月）
出席者：山田義弘技術部会副部会長ほか 7 名
内 容：①「平成 22 年度除雪機械技術講習会」テキストの見直しについて ②その他

■第 1 回施工技術・整備検定委員会

月 日：6月15日（火）
出席者：山田義弘技術部会副部会長ほか 24 名
内 容：①建設機械施工技術検定学科試験の実施要領と監督要領の打合せ

■建設機械施工技術検定学科試験

月 日：6月20日（日）
場 所：北広島市、道都大学
受験者：1 級 279 名、2 級 466 名（延 598 名）

■第 2 回施工技術・整備検定委員会

月 日：6月24日（木）
出席者：北村征委員長ほか 12 名
内 容：①建設機械整備技能検定実技試験の協力体制に関する協議 ②建設機械整備技能検定の講習会に関する協議

■情報化施工推進検討 WG 事務局会議

月 日：6月25日（金）
出席者：沖野俊広座長ほか 6 名
内 容：①平成 22 年度第 1 回 WG 議題について ②平成 22 年度活動計画について

■ 東 北 支 部

■広報部会

月 日：6月2日（水）～3日（木）
場 所：夢メッセ
出席者：阿部新治部会長ほか支部会員多数
内 容：EE 東北協賛事業に会員会社 8 社出展

■技術部会

月 日：6月4日（金）
場 所：アクティオ名取営業所
出席者：山田仁一事務局長ほか 1 名
内 容：情報化施工実施講習会

■施工部会

月 日：6月7日（月）
場 所：仙台育英学園高等学校
出席者：山崎晃部会顧問ほか 1 名
議 題：平成 22 年度建設機械施工技術検定学科試験実施に関する詳細打合せ

■広報部会

月 日：6月7日（月）
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 159 号原稿とりまとめ

■施工部会

月 日：6月14日（月）
場 所：夢メッセ
出席者：山崎晃部会顧問ほか 37 名
内 容：橋梁架設・大口径岩盤削孔の施工技術と積算及び建設機械等損料講習会実施

■施工部会

月 日：6月16日（水）
場 所：東北地方整備局 施工企画課
出席者：山崎晃部会顧問ほか 2 名
内 容：情報化施工講演について（建設施工研修会で）

■広報部会

月 日：6月21日（月）
場 所：東北支部会議室
出席者：阿部新治部会長ほか 5 名
議 題：①支部たより 159 号原稿校正

②支部たより 160 号編集計画 ③支部たより 160 号執筆依頼について ④現場見学会について

■ 北 陸 支 部

■建設機械施工技術検定学科試験

月 日：6月20日（日）
場 所：新潟コンベンションセンター
受験者：1 級 163 名、2 級 394 名（延べ）

■ 中 部 支 部

■第 53 回 支部通常総会実施

月 日：6月4日（金）
場 所：中日パレス
出席者：小川敏治支部長ほか 100 名
議 題：①平成 21 年度事業報告及び決算報告承認の件 ②平成 22・23 年度役員選任及び運営委員会の報告 ③平成 22 年度事業計画及び収支予算承認の件

■建設機械優良技術員の表彰式

月 日：6月4日（金）
場 所：中日パレス
受彰者：運転部門 5 名、整備部門 4 名、管理部門 2 名。受彰者に対し小川敏治支部長より表彰状及び記念品が贈られた

■建設機械施工技術検定試験監督者打合せ

月 日：6月10日（木）
出席者：五嶋政美事務局長ほか 14 名
内 容：検定試験（学科）実施要領・監督要領について説明及び打合せを行った

■建設機械施工技術検定試験（学科）実施

月 日：6月20日（日）
会 場：名城大学 4 号館 4 階
受験者：1 級 366 名、2 級 500 名

■「建設機械等損料、橋梁架設・大口径岩盤削孔の施工技術と積算」講習会

月 日：6月24日（木）
会 場：昭和ビル 9F ホール
参加者：32 名
内 容：①大口径岩盤削孔の施工技術と積算 ②建設機械等損料の積算 ③綱橋架設の施工技術と積算 ④ PC 橋架設の施工技術と積算

■「建設技術フェア 2010 in 中部」事務局会議に出席

月 日：6月28日（月）
出席者：五嶋政美事務局長
議 題：「建設技術フェア 2010 in 中部」の実施について協議

■ 関 西 支 部

■第 61 回支部通常総会

月 日：6月2日（水）

場 所：大阪キャッスルホテル 7 階会議室

出席者：深川良一支部長ほか 84 名

議 題：①平成 21 年度事業報告および決算報告の件 ②平成 22 年度事業計画および予算の件 ③平成 22・23 年度支部役員改選（運営委員会）④本部事業報告 ⑤平成 22 年度会長表彰 3 名 ⑥建設機械優良運転員・整備員表彰 優良運転員 3 名，優良整備員 5 名
講 演：「情報化施工における情報の役割」—土木情報学の創設にむけて—講師 大阪大学大学院教授 矢吹信喜氏

■平成 22 年度 1・2 級建設機械施工技術検定試験（学科）試験監督者打合せ

月 日：6月9日（水）～10日（木）

場 所：関西支部会議室

出席者：松本克英事務局長ほか 14 名

内 容：①試験当日の対応について ②試験実施関係職員の業務内容について ③不正防止対策の徹底・強化について ④その他留意事項

■広報部会

月 日：6月10日（木）

場 所：関西支部会議室

出席者：安田佳央部会長ほか 6 名

内 容：①前回以降の開催結果報告について ②「建設技術展 2010 近畿」について ③平成 22 年度 施工技術報告会について ④「JCMA 関西」第 97 号の発刊について ⑤平成 22 年度年間予定行事について ⑥その他

■平成 22 年度 1・2 級建設機械施工技術検定試験（学科）

月 日：6月20日（日）

場 所：関西大学 天六キャンパス

受験者：1 級 364 名，2 級 639 名（1 種 71 名，2 種 546 名，3 種 6 名，4 種 44 名，5 種 29 名，6 種 23 名）

■建設用電気設備特別専門委員会（第 366 回）

月 日：6月24日（木）

場 所：中央電気倶楽部 会議室

議 題：①建設用負荷設備機器点検のチェックリストの規格見直し ②建設工事用受配電設備点検保守のチェックリストの規格見直し ③その他

■ 中 国 支 部

■第 59 回支部通常総会

月 日：6月10日（木）

場 所：ホテル八丁堀シャンテ

出席者：河原能久支部長ほか 88 名

議 題：①平成 21 年度事業報告書及び同決算報告承認の件 ②平成 22 年度事業計画及び同収支予算に関する件 ③平成 22 年度役員選任に関する件 ④日本建設機械化協会本部感謝状・表彰状贈呈 ⑤施工企画行政の最近の話題～公共事業等における新技術活用評価システムの改正について～国土交通省中国地方整備局企画部施工企画課長 山口崇氏

■平成 22 年度建設の機械化施工優良技術者表彰

月 日：6月10日（木）

場 所：ホテル八丁堀シャンテ

受賞者：運転・整備部門 3 名，管理部門 3 名 計 6 名

■記念講演会

月 日：6月10日（木）

場 所：ホテル八丁堀シャンテ

演 題：「施工の高度化に求められる機械化機能（何故，土木建設業の生産性は劣るのか）」

講 師：鹿島道路㈱常任顧問 福川光男氏

■平成 22 年度建設機械施工技術検定試験

月 日：6月20日（日）

場 所：広島工業大学

受験者：1 級 156 名，2 級 338 名

■建設機械新機種・新工法発表会「舗装講習会」

月 日：6月22日（火）

場 所：三次グランドホテル

参加者：227 名

内 容：①尾道松江線の進捗について 国土交通省三次河川国道事務所長 塩形幸雄氏 ②高速道路における舗装技術の動向（㈱高速道路総合技術研究所保全研究担当部長 七五三野 茂氏 ③舗装に関する最近の話題（㈱日本道路協会舗装委員長 中村俊行氏

■第 2 回開発普及部会

月 日：6月23日（水）

場 所：協会事務所

出席者：阿土繕部会長ほか 8 名

議 題：①「中国地方建設技術開発交流会」への発表課題の推薦について ②第 61 回「新技術活用現場研修会」の開催計画（案）について ③「土木機械設備維持管理研究会」開催計画（案）について ④その他懸案事項

■第 2 回部会長会議

月 日：6月25日（金）

場 所：広島 YMCA 会議室

出席者：高倉寅喜企画部会長ほか 11 名

議 題：①平成 22 年度事業実施計画（案）

及び実施体制について ②「情報伝達訓練」の実施結果について ③「情報化施工」（試行工事等）への支援について ④その他懸案事項

■第 1 回施工技術部会

月 日：6月28日（月）

場 所：協会事務所

出席者：齋藤実部会長ほか 6 名

議 題：①平成 22 年度施工技術部会の事業計画について ②「情報伝達訓練」の実施結果と今後の計画について ③「道路除雪講習会」の企画とその準備について ④建設技術講習会の企画とその準備について ⑤そのほか事業計画における懸案事項等

■「建設機械等損料・橋梁架設・大口径岩盤削孔の施工技術と積算」講習会

月 日：6月29日（火）

場 所：広島 YMCA 会議室

参加者：21 名

内 容：①大口径岩盤削孔の施工技術と積算（㈱日本建設機械化協会大口径岩盤削孔委員会委員 霞田誠作氏 ②建設機械等損料の積算（㈱日本建設機械化協会中国支部事務局長 清水芳郎氏 ③鋼橋架設の施工技術と積算（㈱日本建設機械化協会橋梁架設工事委員会委員 松井純氏 ④ PC 橋梁架設の施工技術と積算（㈱日本建設機械化協会橋梁架設工事委員会委員 川島孝夫氏

■ 四 国 支 部

■四国支部第 36 回通常総会の開催

月 日：6月2日（水）

場 所：ホテル「マリパレスさぬき」

出席者：神崎正支部長ほか 102 名

議 事：①平成 21 年度事業報告承認の件 ②平成 21 年度決算報告承認の件 ③任期満了に伴う役員改選の件 ④平成 22 年度事業計画に関する件 ⑤平成 22 年度収支予算に関する件

その他：・本部及び施工技術総合研究所の事業概要報告 ・表彰式 ・特別講演会「四国地方の最近の話題」（講師）四国地方整備局 企画調査官 高松諭氏

■建設機械施工技術検定学科試験の実施要領打合せ

月 日：6月14日（月）

場 所：四国支部事務局

出席者：伊藤豪誠総括試験監督者ほか 6 名

内 容：試験実施要領と試験本部の役割分担

■企画部会幹事会の開催

月 日：6月17日（木）

場 所：四国支部事務局

出席者：小松修夫企画部会長ほか6名
議 題：四国地方整備局との技術交流会
に関する議題整理

■建設機械施工技術検定学科試験の実施

月 日：6月20日（日）
場 所：高松市立玉藻中学校
受験者：605名（1級：237名、2級：368名）

■防災協定に係る支部内情報伝達訓練の実施

月 日：6月21日（月）
参加者：神崎正支部長ほか20名
内 容：排水ポンプ設備及びゲート設備
への出動要請、並びに建設機械所在情
報提供要請に係る情報伝達訓練

■排水ポンプ車操作訓練に参加

月 日：6月22日（火）
場 所：高松市東植田町（公測池）
参加者：当支部排水ポンプ車班等4名
内 容：排水ポンプ車（30m³/min 及
び150m³/min）の設置から排水運転、
撤去までの実地訓練

■説明会の開催

月 日：6月24日（木）
場 所：香川県土木建設会館
参加者：118名

内 容：①四国地方整備局における総合
評価方式の平成22年度実施方針（講
師）四国地方整備局 企画部 技術管理
課長補佐 坂井剛 ②建設生産システ
ムの現状と課題（講師）四国地方整備
局 企画部 技術管理課長補佐 山田啓二
③建設機械等損料の積算と平成22年
度改正概要（講師）（社）日本建設機
械化協会四国支部 施工部会幹事 村上正典

■四国地方整備局との技術交流会開催

月 日：6月29日（火）
場 所：高松サンポート合同庁舎
参加者：（四国地方整備局）藤堂卓英技
術調整管理官ほか4名、（社）日本建設
機械化協会四国支部 工藤建夫副支部長
ほか9名
内 容：土木機械設備工事の契約・施行
に関する技術交流

■ 九 州 支 部

■通常総会

月 日：6月2日（水）
出席者：江崎哲郎支部長ほか62名

議 題：①平成21年度事業報告及び決
算報告について ②平成22年度事業
計画及び予算書について ③建設機械
化功労者表彰

■情報化施工講習会

月 日：6月10日（木）
参加者：会員44名
内 容：情報化施工システムについて

■企画委員会

月 日：6月23日（水）
出席者：久保田正春整備部会長ほか7名
議 題：①第1四半期事業実施の反省
②橋梁・大口径・損料講習会の参加状
況について ③建設機械施工技術実地
試験について

■橋梁・大口径・損料積算講習会

月 日：6月30日（水）
参加者：37名
内 容：①大口径岩盤削孔工事の施工技
術と積算 ②建設機械損料等算定
③橋梁架設工事の施工技術と積算
④PC橋架設工事の施工技術と積算

■「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ご企画いたしますが、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を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

今月号は、ロボット、無人化施工について特集しました。アニメやSFの世界のようなロボットが身近な実機械として紹介されたのは1970年の大阪万博でのことだそうです。以来40年経って人間型のロボットが普及していないところから実用には、いまだ少し時間が掛かるのかもしれませんが。しかし、近年災害現場での救助作業、人が近づけない環境での作業や人の動きを補助するロボット、また状況を判断し自立運転できる機能を有した機械装置が話題になってきています。徐々にSFの世界が現実のものになっていくように思います。

さて、巻頭言を劣悪な環境で使用可能なレスキューロボットシステムの研究開発に取り組んでおられる大阪大学の大須賀先生にお願いいたしました。レスキューロボット開発には、情報化建設機械との共通性があることなど今後の技術研究のヒントが伝わってまいります。

建設業界では、施工の生産性向上を目的にICTを活用した情報化施工が推進されています。災害、非常時に人の近づけない環境で建設機械を遠隔操作して施工する無人化施工は、究極の情報化施工であります。九州島原の赤松谷川の床固め工事無人化施工についての報文を2編掲載しました。

劣悪な環境下での使用ということ

では、アスベスト除去ロボット、そして消防活動の現場で活躍が期待される消防防災向け検知ロボットの開発について紹介しています。検知ロボットは、瓦礫のなかなどで消防活動する隊員を支援し情報を提供します。開発がほぼ完了して今後大都市消防本部への配備が進められるようです。

遠隔操作、自動化装置のハードについては、自由断面トンネル掘削機の自動掘削システムと油圧ショベルを使って解体作業用に開発した遠隔操作の双腕型マニピュレータについて紹介しています。

交流の広場では、溶けた鋼の温度を遠隔操作で測る装置を紹介していただきました。測温に使うプローブがなんと紙製であるという素人には驚きの事実であり、業界が異なると予想もつかないことがあると実感いたしました。

ロボット、無人化施工を中心に自動化装置、システムについて技術や事例を紹介しましたが読者の皆さん参考にしていただけたでしょうか？

7年に亘る旅を終えて見事帰還した小惑星探査機『はやぶさ』の成功のようにコンピュータとICTの進歩による遠隔操作や自立運転の技術が建設業界にも夢や希望をもたらしてくれるものと期待したいと思います。

最後に、お忙しいなか執筆頂いた方々、話題を紹介して頂いた方々大変有難うございました。誌面を借りて厚く御礼申し上げます。

(和田・安川)

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 (株)東京建設コンサルタント

編集委員長代行

太田 宏 三井造船(株)

オブザーバ

山下 尚 国土交通省

編集委員

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)
松本 久	(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
齋藤 琢	東亜建設工業(株)
相田 尚	(株)NIPPO
田岡 秀邦	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)
鎌田 裕一	五洋建設(株)
藤島 崇	施工技術総合研究所

9月号「トンネル特集」予告

- ・蒸気岩盤破碎による立坑掘削 NRC 破碎工法
- ・山岳トンネル覆工コンクリート養生システムの開発
- ・パドル・シールド工法の開発
- ・爆薬の機械装填システム
- ・超音波加湿養生システム モイストキュア
- ・中空構造の保温断熱板を用いた養生技術「温ぬく(セントル用)」と「うるおい(覆工コンクリート用)」
- ・プラスチックフィルムを用いたトンネル覆工コンクリートの長期養生
- ・繊維シート埋設による覆工補強 道路トンネル新設工事における T-FREG 工法の適用
- ・最新のトンネル換気設備
- ・蛇紋岩地すべり粘性土を地すべり対策と早期閉合で克服 北海道横断自動車道 タンネナイトトンネル

No.726「建設の施工企画」 2010年8月号

〔定価〕1部840円(本体800円)

年間購読料9,000円

平成22年8月20日印刷

平成22年8月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 辻 靖 三

印刷所 日本印刷株式会社

発行所 社団法人日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

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

施工技術総合研究所	〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154	電話 (0545) 35-0212
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8	電話 (011) 231-4428
東北支部	〒980-0802 仙台市青葉区二日町16-1	電話 (022) 222-3915
北陸支部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1	電話 (025) 280-0128
中部支部	〒460-0008 名古屋市中区栄4-3-26	電話 (052) 241-2394
関西支部	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4	電話 (06) 6941-8845
中国支部	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22	電話 (082) 221-6841
四国支部	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22	電話 (087) 821-8074
九州支部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-8-26	電話 (092) 436-3322

本誌上への広告 (株)共栄通信社までお問い合わせ下さい。

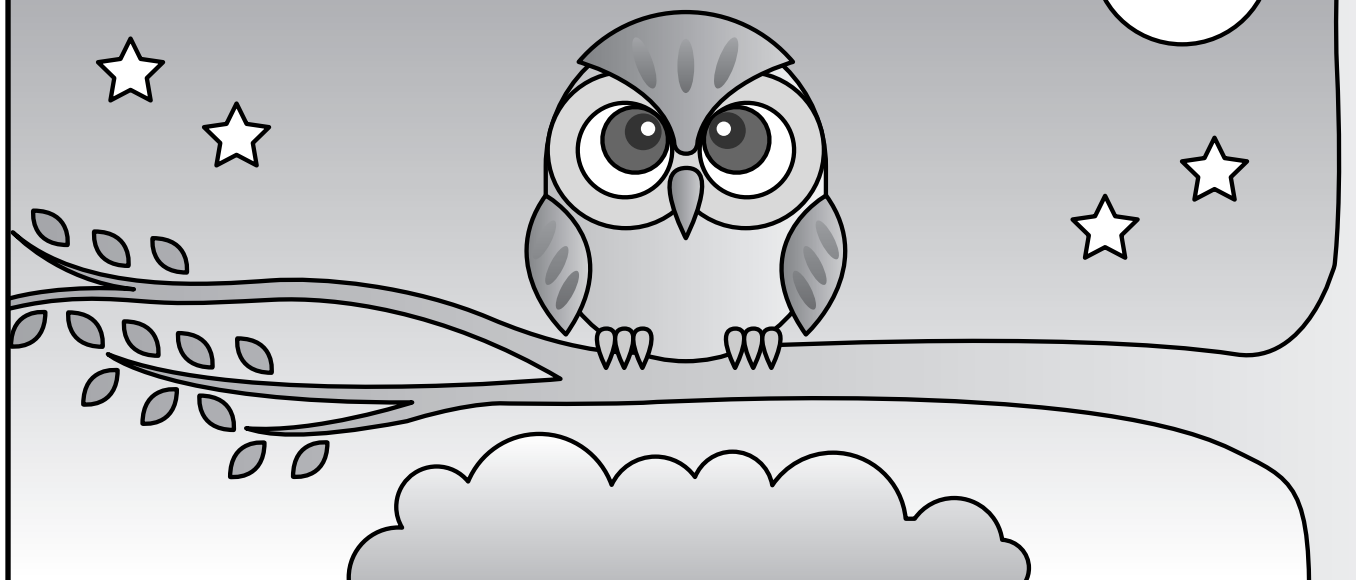
本社 〒105-0004 東京都港区新橋3-15-8 (精工ビル5F) 電話 03-5472-1801 FAX03-5472-1802 E-MAIL: info@kyoeitushin.co.jp

担当 本社編集部 宗像 敏



ハイオス

★ ホホッ、Hi-OSSとは
考えたものじゃ。



環境に。リサイクルに。日立オンサイトスクリーニング アンドソリューション・Hi-OSS<ハイオス>

環境や廃棄物のことを考えると、わしは気が気じゃなかった。都市開発が進むと、山や森が減り、逆に土やガレキ、木材などの廃棄物や、CO₂も増えてくる。さすがのわしも、心配でおちおち寝てはあらなかった。そこへいくと、日立建機のHi-OSS<ハイオス>は、見上げたものじゃよ。様々な廃棄物を現場で処理したり、土壌を改良したりして、その場でリサイクルしようというんじゃからな。これなら、遠くへ運んで処理する必要もなく、CO₂も減らせるから、まさしく一石二鳥というわけじゃよ。しかも、これからは、Hi-OSS<ハイオス>をもっと世界にも広げていくそうじゃ。ホホッ～、よく考えてあるものじゃよ。

※「オンサイトスクリーニングアンドソリューション」「ハイオス」「Hi-OSS」は、日立建機株式会社の登録商標です。



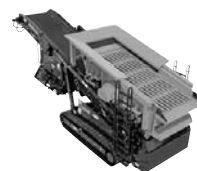
自走式ジョークラッシャー ZR/HRシリーズ



自走式土質改良機 SR2000G



自走式木材破砕機 ZRシリーズ



自走式スクリーン VRシリーズ



日立建機株式会社

東京都文京区後楽2-5-1 〒112-8563 ☎ダイヤルイン (03) 3830-8033
URL: <http://www.hitachi-kenki.co.jp>

無駄な電力を抑え CO₂排出量を 大幅に削減。

地球温暖化防止に貢献し、環境にやさしい
ツルミの電極式自動運転ポンプシリーズ



KTVE型

三相200V
吐出し口径：50～100mm
出力：0.75～5.5kW
全揚程：10～22m
吐出し量：0.18～0.6m³/min



HSE型

単相100V
吐出し口径：50mm
出力：0.4kW
全揚程：8m
吐出し量：0.1m³/min



HSDE型

単相100V
吐出し口径：50mm
出力：0.55kW
全揚程：9m
吐出し量：0.1m³/min



LBA型

単相100V
吐出し口径：40・50mm
出力：0.25・0.48kW
全揚程：6・8m
吐出し量：0.1・0.12m³/min

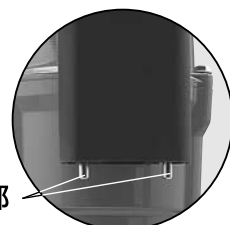
新発売



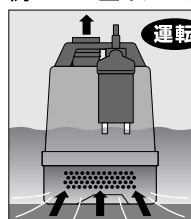
電極式水位センサで 自動運転を実現



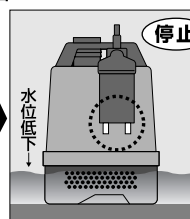
電極部



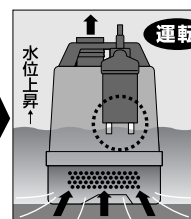
例：LBA型イメージ図



排水開始
2本の電極が水に浸かると
ポンプが運転（排水）を開始
します。



水位低下を電極が検知
水位低下を電極が検知し、
そのまま水に触れなければ
約1分後に停止。



水位上昇を電極が検知
水位上昇を電極が検知し
再び水に浸るとポンプが
運転を開始します。

湧水などにより水位が上昇し、ポンプ電極部に水面が接すると運転を開始、またポンプ排水により水位が低下し電極部から水面が離れると、約1分後に自動停止する。このきめ細かい運転による省エネが大幅なCO₂削減効果に貢献します。（当社、非自動運転形ポンプ比）

株式会社 鶴見製作所

大阪本店：〒538-8585 大阪市鶴見区鶴見4-16-40 TEL.(06)6911-2351(代) FAX.(06)6911-1800
東京本社：〒110-0016 東京都台東区台東1-33-8 TEL.(03)3833-9765(代) FAX.(03)3835-8429

営業拠点

国内60ヶ所・海外10ヶ所

生産拠点

国内2ヶ所・海外2ヶ所

北海道支店：TEL.(011)787-8385
東北支店：TEL.(022)284-4107
東京支店：TEL.(03)3833-0331

北関東支店：TEL.(048)688-5522
新潟支店：TEL.(025)283-3363
中部支店：TEL.(052)481-8181

北陸支店：TEL.(076)268-2761
近畿支店：TEL.(06)6911-2311
兵庫支店：TEL.(078)575-0322

中国支店：TEL.(082)923-5171
四国支店：TEL.(087)815-3535
九州支店：TEL.(092)452-5001

www.tsurumipump.co.jp

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>

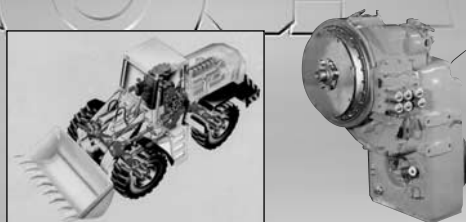
東京本社/〒141-8626 東京都品川区東五反田2-17-1 ☎03-5789-2111

MARUMA

あらゆる建設機械／シールドマシン・・・ 油圧機器の整備・再生

建設機械用ZFトランスミッション

点検・整備は、日本ではマルマのみが対応



建設機械のあらゆる油圧機器

斜板式ダブルポンプ



斜板式ピストンポンプ



斜軸式ピストンモータ



シールドマシン用油圧機器



シールド用ジャッキ

電動モータ付ピストンポンプ

建機と共に半世紀以上。確かな「信頼」をお届けします！

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



マルマテクニカ株式会社

本社・相模原事業所 営業部 整備油機課

〒252-0331 神奈川県相模原市南区大野台6丁目2番1号

TEL042 (751) 3809 FAX042 (756) 4389

E-mail:yuki@maruma.co.jp

東京事業部 〒156-0054

E-mail:tokyo@maruma.co.jp

名古屋事業所 〒485-0037

E-mail:service@maruma.co.jp

東京都世田谷区桜丘1-2-22

TEL03 (3429) 2141 FAX03 (3420) 3336

愛知県小牧市小針2-18

TEL0568 (77) 3311 FAX0568 (77) 3719

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

Denyo

抜群の操作性／低燃費・低騒音／高い安全性

デンヨーの確かな技術が 現場を支える

細部にまでこだわった環境装備と安全・親切設計
使う人にやさしいメンテナンス性

極超低騒音型
DCA-15USYB

より静かにクリーンに



超低騒音型
DCA-150ESKB

パワーと環境性能を両立



一体型環境ベース仕様

環境オイルガード・ビッグタンク・本体発電機を一体化
オイル流失を防ぎ、一回の給油で長時間運転

ディーゼルエンジン発電機DCAシリーズ



アイドリングストップで
さらに燃費・CO₂排出量50%削減!! ※比DLW-400ESW

eモードで低燃費・低騒音
従来機より25~30%燃費を改善!!

超低騒音型
DLW-200×2LS

小型・軽量・低燃費



超低騒音型
DLW-400ESW

短絡電流調整器付



次代を超えた画期的な高性能に
「経済性能」「環境性能」をプラス

2人同時溶接機種も充実

ディーゼルエンジン溶接機DLWシリーズ

アフタークーラ内蔵で寒いとき
エアーツールが凍らない

フルデジタル制御が実現した
可変圧カシステム

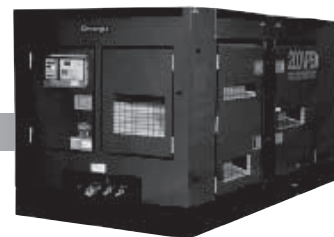
超低騒音型
DIS-70AC

アフタークーラ内蔵タイプ



超低騒音型
DIS-200VPB

可変圧カタイプ



21世紀をリードするエアパワー

高性能・高効率エアエンドと
排出ガス対策型エンジンを搭載

ディーゼルエンジンコンプレッサーDISシリーズ



本社：〒103-8566 東京都中央区日本橋堀留町2-8-5 03(6861)1111 www.denyo.co.jp

札幌営業所 011(862)1221／東北営業所 022(254)7311／信越営業所 025(268)0791／北関東営業所 027(360)4570／東京営業所 03(6861)1122／横浜営業所 045(774)0321
静岡営業所 054(261)3259／名古屋営業所 052(935)0621／金沢営業所 076(269)1231／大阪営業所 06(6488)7131／広島営業所 082(278)3350／高松営業所 087(874)3301
九州営業所 092(935)0700

ダム工事用コンクリート運搬テルハ(クライミング機能付)

重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

特長

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



吉永機械株式会社

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



「写真でたどる建設機械200年」のご案内



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

●主な掲載内容

1. 18世紀以前の人力による建設器械
2. 蒸気式建設機械の誕生
3. 蒸気トラクタや蒸気ショベルの発達
4. クローラの発達史
5. ガソリンエンジン式建設機械の出現
6. ディーゼルエンジンへの移行
7. 第2次世界大戦前後の建設機械メーカーの状況
8. 戦後の建設機械の技術革新
9. 最近の建設機械の流れ

●A4版、128頁

●平成20年 6月発行

●価格(送料別)

定 価 2,800円(税込2,940円)

会員価格 2,372円(税込2,490円)



(社)日本建設機械化協会

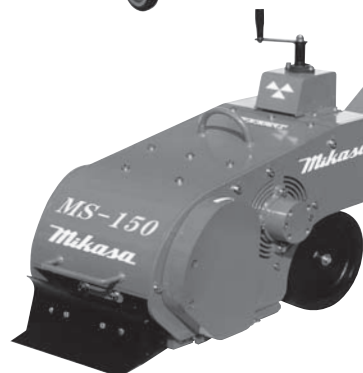
〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館2F

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

多様なニーズに確かな技術で応えます。
 進化を続ける三笠の自信作。



三笠エボックミスト (一体型)
MWM-502



フロアスクレーパー
MS-150



パイプロコンパクター
MVH-306DSC



三笠エボックライト
MLT-700RDU 台車型



防音型タンピングランマー
MT-55L-SGK

三笠産業株式会社

MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

本社 / 〒101-0064 東京都千代田区猿樂町1-4-3 TEL: 03-3292-1411 (代)

大阪支店 TEL: 06-6541-9631
 札幌営業所 TEL: 011-892-6920
 仙台営業所 TEL: 022-238-1521
 新潟出張所 TEL: 090-7422-8801

北関東営業所 TEL: 0276-74-6452
 長野出張所 TEL: 080-1013-9542
 静岡出張所 TEL: 090-2413-5953
 中部営業所 TEL: 052-451-7191

金沢営業所 TEL: 076-201-8611
 中国営業所 TEL: 082-875-8561
 四国出張所 TEL: 087-868-5111
 九州営業所 TEL: 092-431-5523

南九州出張所 TEL: 080-1013-9558
 沖縄出張所 TEL: 090-7440-0404

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

安全・高能率な掘削を実現!

全断面对応中硬岩用トンネル掘進機 ロードヘッドSLB-300S型

特長

1. 最大8.8mの掘削高さで、新幹線、高速道路トンネルの全断面掘削が可能。
2. 300kW:2速切換型電動機の採用により、広範囲の岩種に対応可能。
3. ピック先端に高圧水を散水させ、ピック冷却と粉塵防止。
4. モード切換式パワーコントロール装置により岩質、運転状況に応じて作動設定の変更が可能。
5. 運転操作が優れ、全操作がリモートコントロールで運転可能。
6. ケーブルリール装置により、電源ケーブルの取扱いが容易で移動が迅速。



製造・販売・レンタル及びメンテナンス

 株式会社 三井三池製作所

本店/〒103-0022 東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号 三井ビル2号館
TEL.03-3270-2008, TEL.03-3241-4711
FAX.03-3245-0203

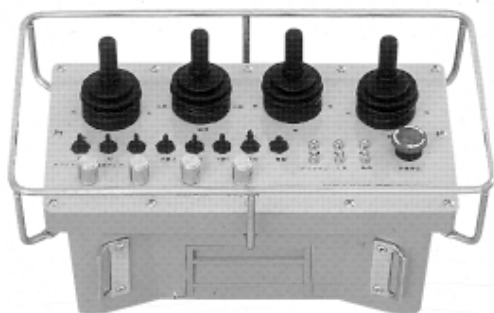
<http://www.mitsumiike.co.jp>

E-mail: sanki@mitsumiike.co.jp

建設機械用
無線操作装置

ダイワテレコン

あらゆる仕様に対応
指令機操作面はレイアウトフリー



ダイワテレコン 572 ※製作例 比例制御 4本レバー仕様



受令機



ダイワテレコン 522

《新電波法技術基準適合品》

- スイッチ・ジョイスティック・その他、混在装備で最大操作数驚異の**96CH。**
- コンパクトな指令機に業界最大**36**個の押しボタンスイッチ装着可能。
- 受令機の出力はオープンコレクタ（標準）リレー・電圧（比例制御）又は**油圧バルブ**用出力仕様も可能。
- 充電は急速充電方式（一△V検出+オーバータイムタイマー付き）
- その他、特注品もお受けいたします。お気軽にご相談ください。

DAIWA TELECON

大和機工株式会社

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

KOMATSU

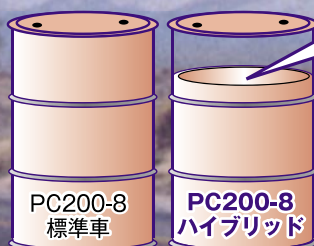
Hybrid

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

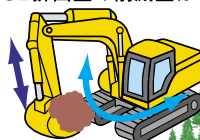
PC200 ハイブリッドは、旋回エネルギー回生するので、旋回時の負荷・旋回角度・旋回の頻度によって燃費低減効果が異なります。旋回角度が大きい作業においては 25% 以上の低減効果を得ることも可能です。お客様テストにおける実測データでは**最大 41%** もの低減を実現した例もあります。

'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※

**ハイブリッド建設機械
PC200 Hybrid**

※市販車

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>

