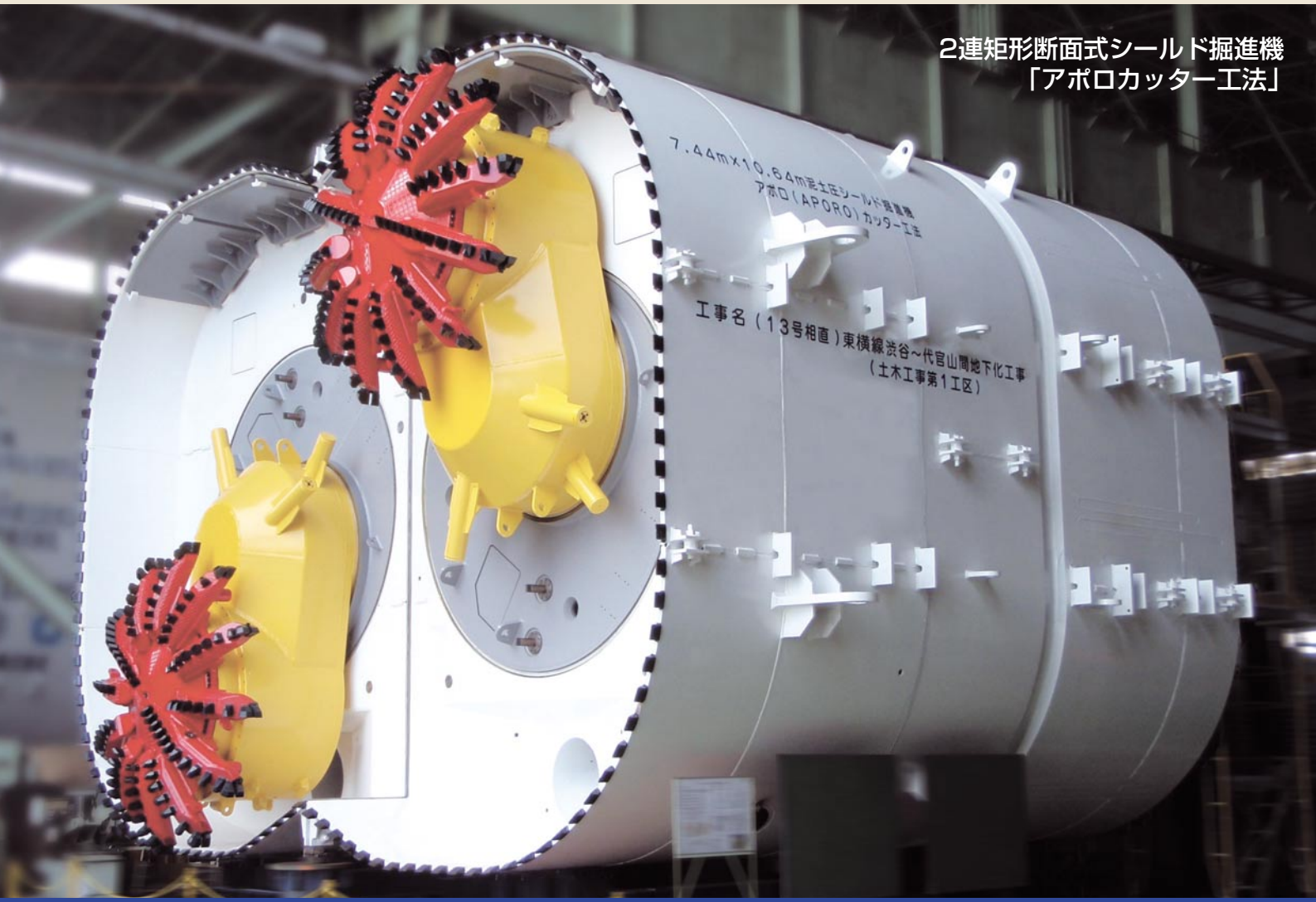
平成22年10月25日発行（毎月1回25日） 第728号

ISSN 1349−547X

建設の施工企画 10

2010 OCTOBER No.728 JCMA



2連矩形断面式シールド掘進機
「アポロカッター工法」

新しい高度な施工技術の開発と実用化　特集

- 公共工事等における新技術活用システムの活用状況
- 技術開発・工事一体型調達方式の導入
- 超高層建設における大型タワークレーンの特殊装置
- 『U桁リフティング架設工法』を採用した大規模PC高架橋の施工
- 低コスト連続穿孔機エルエスカッター工法の開発
- エアロ・ブロック工法の開発と実用化
- 多様なトンネル断面を掘削するシールド掘進機『アポロカッター工法』
- 環境配慮工法（フォームドアスファルト）にて路盤再生（現位置リサイクル）をより効率的に行う専用機の開発
- 振動ローラ加速度応答法による地盤剛性評価装置「αシステム」の開発と実用化
- 残置された高強度PHC杭破砕工と地盤改良工との同時施工

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，特殊車輌他

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・直接修理を実践中！

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!!

ケーブレス　サテレータ　離操作（リソーサー）

- 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
- ボーバ 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

スリムケーブレス　より安価なオーダー対応を実現！

微弱電波・特定小電力両モデル対応　2段押しスイッチ装着可能　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！

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

- ●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
- ●衝撃に強い新プラケースを採用
- ●自社開発！新生2段押しスイッチで高い耐久性
- ●パネルゴムに突起部を追加、操作感を向上(標準釦位置のみ)
- ●見易くなった 電池残量告知ランプ付

マイコンケーブレス

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）

タフ 頑強 ケーブレス　新

微弱電波・特定小電力両モデル対応　2段押し・特殊スイッチ装着可能　N/U/Gシリーズ

標準型 RC-8516N
セットで23.1万円

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
- ●ハンディー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）

マイティサテレータ

N/U/Gシリーズ　防爆形 対応可能（Nシリーズのみ）

微弱電波・特定小電力両モデル対応　ジョイスティック特殊スイッチ装着可能

●操作信号数 最大32点（またはプロポ最大6項目と入出力信号26点以下）

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～

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

ジョイスティック2本装着オーダー例

チップケーブレス　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！
- ●電動トロリ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！受信機は既設のままで送信機のみ取替可

ケーブレスミニ　ポケットサイズの本格派！

微弱電波・ラジコンバンド両モデル対応　N/Rシリーズ

- ●微弱Nシリーズは、240MHz化でより安定した電波の飛び！
- ●2段押しスイッチ追加可能！(オプション)
- ●3操作3リレー 最大5リレーまで対応可能

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

取付例

標準型 RC-4303N/R
セットで10.5万円

離操作（リソーサー）

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　2段押し・特殊スイッチ装着可能

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

- ●機器間の信号伝送に！
- ●多芯の有線配線の代わりに！

送信機（外部接点入力型）

写真はUシリーズ

標準型 セットで
TC-1305R 21.525万円
TC-1308N(微弱電波) 23.1万円

7100型▶
6300型▶
5700型▶
3200型▶
受信機

MAX サテレータ

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

金属シャーシの多操作・特注仕様専用機!!

RC-9300U
●多機能多操作（比例制御対応も可）
全押しボタン装着タイプ
セットで99.75万円

無段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（はっぱばん） ES-2000R

アンテナ等の標準付属品付セットで42万円

ER-2000R(受信機)　ET-2000R(送信機)

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

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

常に半歩、先を走る　ベンチャー企業創出支援投資　対象企業

AO

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　株式会社 広進
FAX 042-492-0411　TEL 042-492-0410
東海地区販売代理店/技術拠点　(有)キノシタ・E・システムズ
FAX 0562-46-1908　TEL 0562-46-1905
大阪地区販売代理店　中川システム
FAX 06-6393-5632　TEL 06-6393-5635

平成 22 年度　建設施工と建設機械シンポジウム
参加のご案内

会　　期：平成22年11月9日（火）～10日（水）（2日間）

会　　場：機械振興会館　地下3階研修－1、2号室、B3－2会議室及び地下2階ホール
（東京都港区芝公園３－５－８）

特別講演：「南極調査と建設機械（仮題）」
国立極地研究所南極観測センター設営担当マネージャー　石沢賢二　様

講　　演：「情報化施工の取り組み事例報告（仮題）」

発　　表：論文5分野34編、ポスターセッション9編、当協会平成20年度研究開発助成研究成果1件
施工技術総合研究所研究発表4編、機械部会・製造業部会活動報告2編、標準部会活動報告1編

ﾚｾﾌﾟｼｮﾝ: 懇親会（2000円／人）　11月9日（火）　17：10～
於：機械振興会館地下３階　レストラン・ニュートーキョー

主　　催：社団法人　日本建設機械化協会

後　　援：国土交通省、経済産業省、独立行政法人土木研究所、社団法人日本機械土工協会
社団法人土木学会、社団法人日本機械学会、社団法人地盤工学会、一般社団法人日本測量機器工業会（順不同：予定）

趣　　旨：　本協会では事業活動の一環として、毎年、建設機械と施工法に関する技術の向上を図ることを目的に、日頃の研究・開発の成果を発表する「建設施工と建設機械シンポジウム」を開催して参りました。

本年度は、各界から34編の論文と、ポスターセッション9編の発表が予定されており、さらに平成19年度より実施しております本協会の研究開発助成の成果報告、施工技術総合研究所の研究発表、機械部会・製造業部会、標準部会の活動報告も予定しております。

また、11月9日には「南極調査と建設機械（仮題）」と題して特別講演を、10日には情報化施工に関する講演等も予定しております。

協会といたしましては、建設施工と建設機械分野の専門家相互の情報交換と技術力の研鑽の場を提供できればと願っておりますので、ご多忙中とは存じますが、是非ご参加いただきますようご案内申し上げます。

内　　容：「プログラム」は当協会ホームページをご参照下さい。

参 加 費：会員…4，000円　非会員…5，000円　（資料含む・税込）

申込方法：別紙「参加申込書」にご記入の上、FAX にてお申込み下さい。

＊申込書は当協会ホームページ(http://www.jcmanet.or.jp/)からもダウンロードできます。

申込期限：平成22年11月5日（金）

※本シンポジウムは、「土木学会継続教育(CPD)プログラム認定」の申請を予定しております。

問合せ先：（社）日本建設機械化協会　シンポジウム実行委員会事務局（両角・阿部）
〒105-0011　東京都港区芝公園3－5－8　機械振興会館
tel：03-3433-1501　fax：03-3432-0289　URL　http://www.jcmanet.or.jp/

(社)日本建設機械化協会　シンポジウム実行委員会事務局　行
FAX：03−3432−0289

平成 22 年度 建設施工と建設機械シンポジウム
「 参 加 申 込 書 」

下記のとおり「平成 22 年度 建設施工と建設機械シンポジウム」への参加を申し込みます。

【注意事項】
○この申込書にて複数の参加者をお申込み頂けますので、社内・部署内等で取りまとめのうえお申込み下さい。
○参加費の「請求書」及び「聴講券」等はお申込者様宛に一括送付致しますので、「聴講券」はそれぞれ参加者にお渡し下さい。「聴講券」は参加者各自、当日受付にご提出下さい。
○参加費は「請求書」に記載の銀行口座へ11月10日迄にお振込み下さい（お支払いが会期終了後となる場合は下記の連絡事項欄に予めご記入下さい）。また、当日現金でのお支払いはご遠慮下さい。
○ご記入頂きました個人情報は、当協会のプライバシーポリシー（個人情報保護方針）に基づき適正に管理いたします。当協会のプライバシーポリシーは http://www.jcmanet.or.jp/privacy_policy.htm をご覧下さい。

◆シンポジウム参加費

区　分	参加費（1人）	参加人数	参加費合計
会　員	4，000円	人	
非会員	5，000円	人	円

◆お申込者

官公庁名 ／会社名等			
所属部課名			
（フリガナ） 申込者氏名			
住　　所	〒		
TEL		FAX	
E-mail			
その他 連絡事項			

◆シンポジウム参加者

No.	参加者氏名	所属部課名
1		
2		
3		
4		
5		
6		

黎明期から今日までの歴史を写真で克明に解説した1冊

アスファルトフィニッシャの変遷

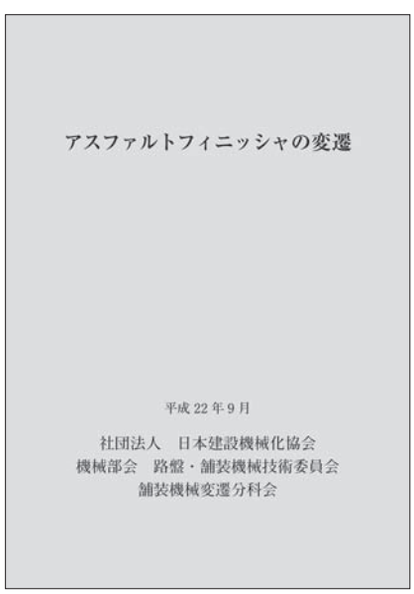
∞∞　発刊のご案内　∞∞

平成22年10月　社団法人　日本建設機械化協会

我が国の初めてのアスファルトフィニッシャは『日本建設機械要覧』の昭和32年度版に掲載されています。この度，当協会路盤・舗装機械技術委員会では路盤・舗装機械の歴史の調査結果から，新たにアスファルトフィニッシャの変遷として編集しなおし『建設の施工企画』に連載いたしました。本書はこの連載原稿を基に，更に年表を追加付録として編集しなおし，輸入機と国産機の誕生から今日までの進化はもとより，舗装の仕組みや技術的構造およびデザインを細かくわかりやすく解説しています。建設に関わる皆さまがたへ，舗装機械の貴重な保存記録集として，これらのデータも活用頂ければ幸いです。

◆ 内 容

はじめに
第１章　アスファルトフィニッシャの誕生
第２章　輸入機の導入
第３章　国産機の誕生
第４章　走行装置の変遷
第５章　コンベア装置及びスクリュウ装置
第６章　スクリード締め固め装置の変遷
第７章　スクリード加熱装置の変遷
第８章　スクリード幅伸縮装置の変遷
第９章　スクリードの自動制御の変遷
第10章　操作方法の変遷
第11章　特殊ニーズへの対応
おわりに
付　録　年表



◆ 本の体裁

Ａ４版　オールカラー　全68ページ

◆ 特 徴

・数多くの写真・図が時代と共に掲載され，アスファルトフィニッシャの進化がわかる構成。
・機械本体だけではなく，舗装材料の流れにそった機構を詳しく解説。

◆ 定 価

3,150円（本体3,000円）

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　両角・阿部）

〒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

情報化施工関係の皆様待望の一冊

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、建設機械メーカ等も含めまして情報化施工に関係される皆様に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

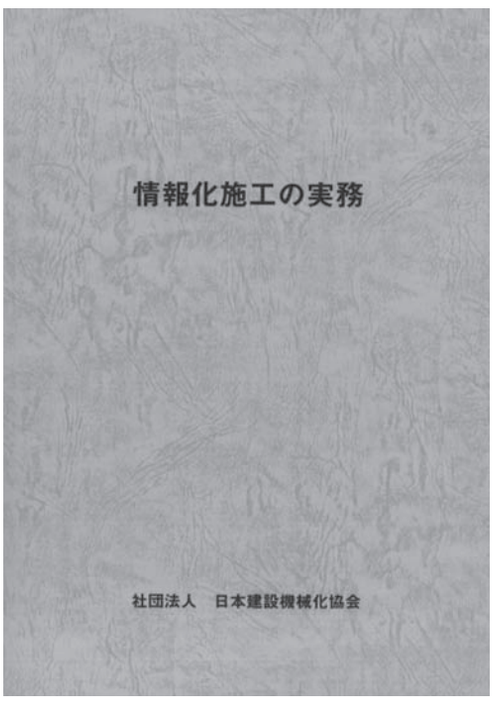
第３章 座標計算又は二次元CADによるTINデータ作成
メッシュデータ取得、設計データ作成ソフトへの読み込み

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（Ａ４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。

情報化施工に関する入門書

情報化施工ガイドブック ２００９

発刊のご案内

平成21 年11 月　社団法人　日本建設機械化協会

謹啓　時下益々ご清祥のこととお慶び申し上げます。

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

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

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

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

謹白

◆内容

第１章　情報化施工の動向

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

第２章　マシンガイダンスシステム（ＭＧ）

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

第３章　マシンコントロールシステム（ＭＣ）

マシンコントロールシステムの概要、MCの実施手順、MC用設計データの作成等

第４章　締固め情報化施工

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

第５章　ＴＳ（トータルステーション）出来形管理

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

第６章　用語解説

第７章　参考資料

情報化施工推進戦略

◆本の体裁

Ａ４版　一部カラー　本編６４ページ　参考資料５２ページ

◆特徴

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

◆定価（税込み）

会員：２，１００円（本体　２，０００円）、一般：２，３１０円（本体　２，２００円）
なお、　送料（４００円）は別途いただきます。

＜近　日　発　刊＞

よくわかる建設機械と損料 2010

建設機械等損料の解説書

上述のクローラ型に超低騒音機能およびクレーン機能を付加した機械。

－07＊［クローラ型・超小旋回型・クレーン機能付］

上述のクローラ型に超低騒音機能とクレーン機能を付加した機械。

－08＊［クローラ型（超低騒音型）・超小旋回型・クレーン機能付］

上述のクローラ型に超低騒音機能、超小旋回機能、およびクレーン機能を付加した機械。

－11＊［クローラ型・後方超小旋回型］

上述のクローラ型に後方超小旋回機能を付加した機械。後方超小旋回型とは、後方（カウンタウェート側）の旋回半径（クローラの側端からの出張り量）が小さく（注）、狭い場所でも取り回しが容易で、かつ安全に作業ができる型式。前出の超小旋回型は前後共に「出っ張り量」が小さいが、この後方超小旋回型は「後方のみ」が小さいもの。

（注）後方超小旋回型の基準 ： 下部走行体の全幅（クローラ左右両端間の距離）の半分の長さに対して、カウンタウェート側（後端）の旋回半径が120%以下であること。

－12＊［クローラ型（超低騒音型）・後方超小旋回型］

上述のクローラ型に超低騒音機能と後方超小旋回機能を付加した機械。

－13＊［クローラ型（超低騒音型）・後方超小旋回型・クレーン機能付］

上述のクローラ型に超低騒音機能、後方超小旋回機能、およびクレーン機能を付加した機械。

－212［トラックバックホウ］

トラックシャシに小型バックホウ（旋回装置から上）を架装し、シャシにアウトリガを装備した掘削・積込み機械。自動車と同様に公道を高速で自走できるため、現場間を頻繁に移動する場合に

な移動

－312

主に

寄せ・

は搭載

02　掘削及び積込機

- 01　小型バックホウ
  - 01＊　クローラ型
  - 02＊　クローラ型（超低騒音型）
  - 03＊　クローラ型・超小旋回型
  - 04＊　クローラ型（超低騒音型）・超小旋回型
  - 05＊　クローラ型・クレーン機能付
  - 06＊　クローラ型（超低騒音型）・クレーン機能付
  - 07＊　クローラ型
  - 08＊　クローラ型
  - 11＊　クローラ型
  - 12＊　クローラ型
  - 13＊　クローラ型
  - **212　トラックバック**
  - **312　電動式・**
- 02　バックホウ
  - 02＊　クローラ型
  - 03＊　クローラ型
  - 04＊　クローラ型
  - 05＊　クローラ型
  - **06＊　クローラ型**
  - 07＊　クローラ型
  - 08＊　クローラ型
  - 09＊　クローラ型
  - 10＊　クローラ型
  - 11＊　クローラ型
  - 12＊　ホイール型
- 04　ドラグライン及びクラムシェル
  - 011　機械ロー
  - 021　油圧ロー

［第5～7桁］

－11＊［クローラ型・後方超小旋回型］

－12＊［クローラ型（超低騒音型）・後方超小旋回型］

注1）分類コード第7桁目の「＊」は排ガス対策レベルによって変化（［クローラ型・後方超小旋回型］は未対策：－111、1次基準値：－112、2次：－113、3次：－114、［同（超低騒音型）］は未対策：－121、1次：－122、2次：－123、3次：－124）

注2）「超低騒音型」の欄に「☆」印を付した機種は、超低騒音型である事を表す。

分類コード［第8～13桁］	規格 バケット容量（山/平積）（m3）	規格 機関出力（kW）	規格 機械質量（t）	適合する機種 メーカ・型式名	バケット容量（山/平積）（m3）	機関出力（kW）	機械質量（t）	max掘削深（m）	車両全長×全幅（m）	超低騒音（ー）	排ガス対策（ー）
－	－	－	－	CAT　008 CR	0.018/0.013	7.4	0.89	1.60	2.8×0.86	☆	－
				ｸﾎﾞﾀ　U-008	0.018/－	7.4	0.89	1.60	2.8×0.86	☆	－
－002-001	0.025/0.02	7	1.0	ｺﾏﾂ　PC09FR	0.027/0.02	5.9	0.92	1.75	3.0×1.00	－	－
				ｺﾏﾂ　PC10MR	0.03/0.02	6.6	0.98	1.75	3.0×1.00	☆	－
				ｺﾏﾂ　PC10MR-2	0.03/0.02	6.8	1.03	1.75	3.0×1.00	☆	－
				CAT　010 CR	0.022/0.015	7.4	0.98	1.80	3.0×0.99	☆	－
				日立　EX8U-2	0.022/0.015				×	－	2次
				日立　ZX8U-2	0.022/0.015	9.5	0.89	1.60	2.7×0.91	☆	3次
				日立　EX10U	0.024/0.016	7.4	0.98	1.78	3.0×0.85	☆	－
				日立　EX10U-3	0.022/－	7.4	0.98	1.80	3.0×0.99	☆	1次
				日立　ZX10U-2	0.022/0.015	9.5	0.98	1.78	2.9×1.00	☆	2/3次
				ｺﾍﾞﾙｺ　SK09SR	0.022/0.014	5.7	0.94	1.58	2.8×0.98	☆	－/1次
				ｺﾍﾞﾙｺ　SK10SR-2	0.022/0.014	5.9	0.99	1.75	2.9×0.98	☆	－
				IHI　8NX-2	0.022/－	6.8	0.89	1.57	2.7×0.95	☆	－
				IHI　8VX	0.022/0.015	7.3	0.89	1.57	2.7×0.90	☆	－
				ﾔﾝﾏｰ　SV08	0.022/0.013	7.7	0.89	1.50	2.6×0.84	☆	－
				ﾔﾝﾏｰ　J09-A Just	0.022/0.013	7.7	0.98	1.65	2.6×0.84	☆	－
				ﾔﾝﾏｰ　Vio10	0.03/－	5.9	0.92	1.75	3.0×1.00	☆	－

10月末発行予定。
詳細は別途当協会ホームページ
その他でお知らせします。

（社）日本建設機械化協会

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

JCMA

建設の施工企画

2010年10月号　No. 728

目　次

新しい高度な施工技術の開発と実用化　特集

3　グラビア　1. bauma China 2010
2. 振動ローラ加速度応答法による地盤剛性評価装置「αシステム」の開発と実用化

5　巻頭言　GPSから学んだこと …… 杉本　末雄
6　公共工事等における新技術活用システムの活用状況 …… 柳　紀昌
11　技術開発・工事一体型調達方式の導入
試行工事のフォローアップ調査 …… 増本みどり・塚原　隆夫
15　超高層建設における大型タワークレーンの特殊装置
超高層建設への揚重技術のアプローチと展望 …… 矢田　和也・椎名　肖一
19　『U桁リフティング架設工法』を採用した大規模PC高架橋の施工
第二京阪道路 茄子作地区 PC上部工事 …… 落合　博幸
24　低コスト連続穿孔機エルエスカッター工法の開発… 山森　和博・山下　正治・北原　成郎
29　エアロ・ブロック工法の開発と実用化 …… 金丸　清人
34　多様なトンネル断面を掘削するシールド掘進機
『アポロカッター工法』 …… 猪又　勝美・鈴木　康博
38　環境配慮工法(フォームドアスファルト)にて路盤再生(現位置リサイクル)を
より効率的に行う専用機の開発 …… 平藤　雅也
42　振動ローラ加速度応答法による地盤剛性評価装置
「αシステム」の開発と実用化 …… 古屋　弘・藤山　哲雄
47　残置された高強度PHC杭破砕工と地盤改良工との同時施工
複合相対攪拌工法・エポコラム-Loto工法… 鈴木　孝一・齋藤　邦夫・原　満生・高倉　功樹
53　建設機械技術解説　GPS測位を巡って …… 杉本　末雄・久保　幸弘
58　交流の広場　車両系農業ロボットの現状と展望 …… 野口　伸
62　ずいそう　芳しいバラの香りを楽しもう …… 中村　祥二
63　ずいそう　本との出会い …… 浅野　博之
64　CMI報告　TS・GNSSを用いた出来形管理手法の検討 …… 竹本　憲充・椎葉　祐士
69　部会報告　工事見学会報告　北海道新幹線 津軽蓬田トンネル他1工事及び
津軽ダム本体建設（第1期）工事 …… 建設業部会
72　部会報告　ISO/TC 195（建設用機械及び装置専門委員会）
ポーランド・ワルシャワ国際会議報告 …… 標準部会

76　新工法紹介 …… 機関誌編集委員会
77　新機種紹介 …… 機関誌編集委員会
83　統　計　平成22年度　主要建設資材需要見通しの概要と価格動向 …… 機関誌編集委員会
86　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
87　行事一覧（2010年8月）
90　編集後記 …… (高津・松本)

◇表紙写真説明◇

2連矩形断面式シールド掘進機「アポロカッター工法」

写真提供：鹿島建設㈱

アポロカッター工法は，円形・矩形・馬蹄型など多様な断面に対応でき，硬質地盤や地中障害物切削に威力を発揮する，新しい発想のシールド掘進機である。特徴は主として以下の3点が挙げられる。①任意の断面を掘削可能，②硬質地盤における優れた掘削性，③カッター構成部を転用可能。写真は鉄道複合断面掘削工事で使用した機械である。

＊アポロカッター工法／APORO-CUTTER工法（All［あらゆる］ Potential［可能性を秘めた］Rotary［回転式］Cutter［カッター］）

2010年（平成22年）10月号 PR目次
【ア】
朝日音響㈱…… 表紙2
【カ】
カヤバシステムマシナリー㈱…… 後付8
コスモ石油ルブリカンツ㈱…… 後付3
コベルコ建機㈱…… 後付1
【タ】
大和機工㈱…… 表紙3
㈱鶴見製作所…… 後付2
デンヨー㈱…… 後付5
【ハ】
日立建機㈱…… 表紙4
【マ】
マルマテクニカ㈱…… 後付4
三笠産業㈱…… 後付7
㈱三井三池製作所…… 表紙3
【ヤ】
吉永機械㈱…… 後付6

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　⑤ ICT 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：
㈳日本建設機械化協会　両角・阿部
TEL：03-3433-1501
FAX：03-3432-0289
e-mail：morozumi@jcmanet.or.jp
t-abe@jcmanet.or.jp

「アスファルトフィニッシャの変遷」発刊のご案内

路盤・舗装機械の歴史の調査結果を編集した，10 号にわたる本誌連載原稿に，更に年表を付録として追加いたしました。輸入機と国産機の誕生から今日までの進化はもとより，舗装の仕組みや技術的構造およびデザインを細かくわかりやすく解説。建設に関わる皆様に，舗装機械の貴重な保存記録集として活用頂ければ幸いです。

■内容
アスファルトフィニッシャの誕生／輸入機の導入／国産機の誕生／走行装置の変遷／コンベア装置及びスクリュウ装置／スクリード締め固め装置の変遷／スクリード加熱装置の変遷／スクリード幅伸縮装置の変遷／スクリードの自動制御の変遷／操作方法の変遷／特殊ニーズへの対応

体裁：A4 判　オールカラー　68 頁
価格：3,150 円（本体 3,000 円）
（送料別）
詳細問い合わせ先：
㈳日本建設機械化協会　技術部
TEL：03-3433-1501
FAX：03-3432-0289

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：
㈳日本建設機械化協会
研究開発助成事務局　両角・阿部
TEL：03-3433-1501
FAX：03-3432-0289
http://www.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くご案内いたします。

■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：
㈳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

Messe München
International

bauma China 2010へようこそ

11月23日～26日・上海

上海新国際見本市会場

今すぐ
ご来場登録を！

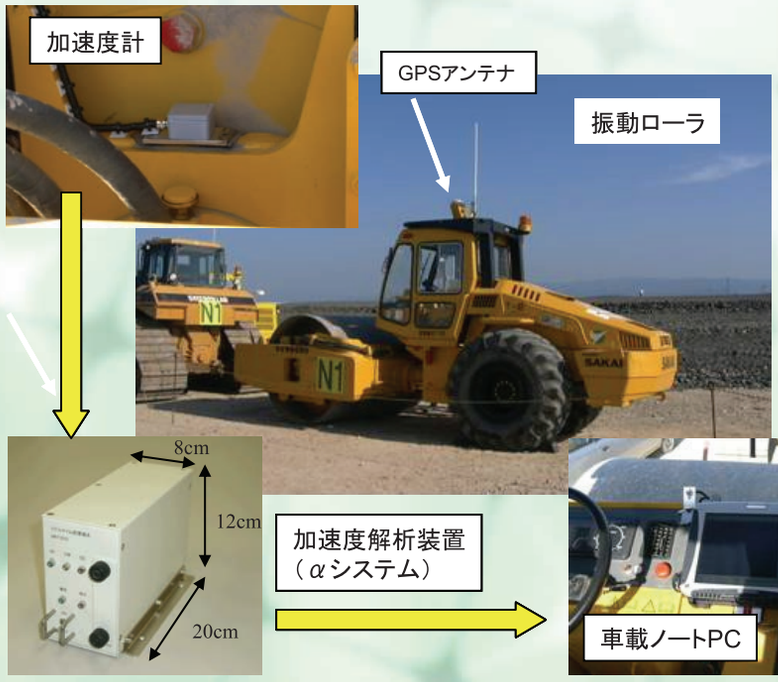
bauma Chinaは、建設機械・建設資材製造機械・建設車輌・関連機器が集結する、中国そしてアジアを代表する国際的な業界専門見本市です

- 世界30ヶ国から1,700社が出展
- 展示総面積は220,000m²に
- 120ヶ国から120,000もの業界関係者が来場見込み

www.bauma-china.com

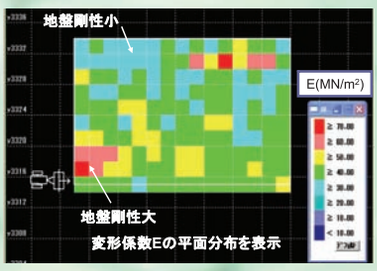
お問い合わせ：メッセ・ミュンヘン・インターナショナル日本代表部
Tel. 03-5276-3508 • info@messe-muenchen.jp

振動ローラ加速度応答法による地盤剛性評価装置「αシステム」の開発と実用化

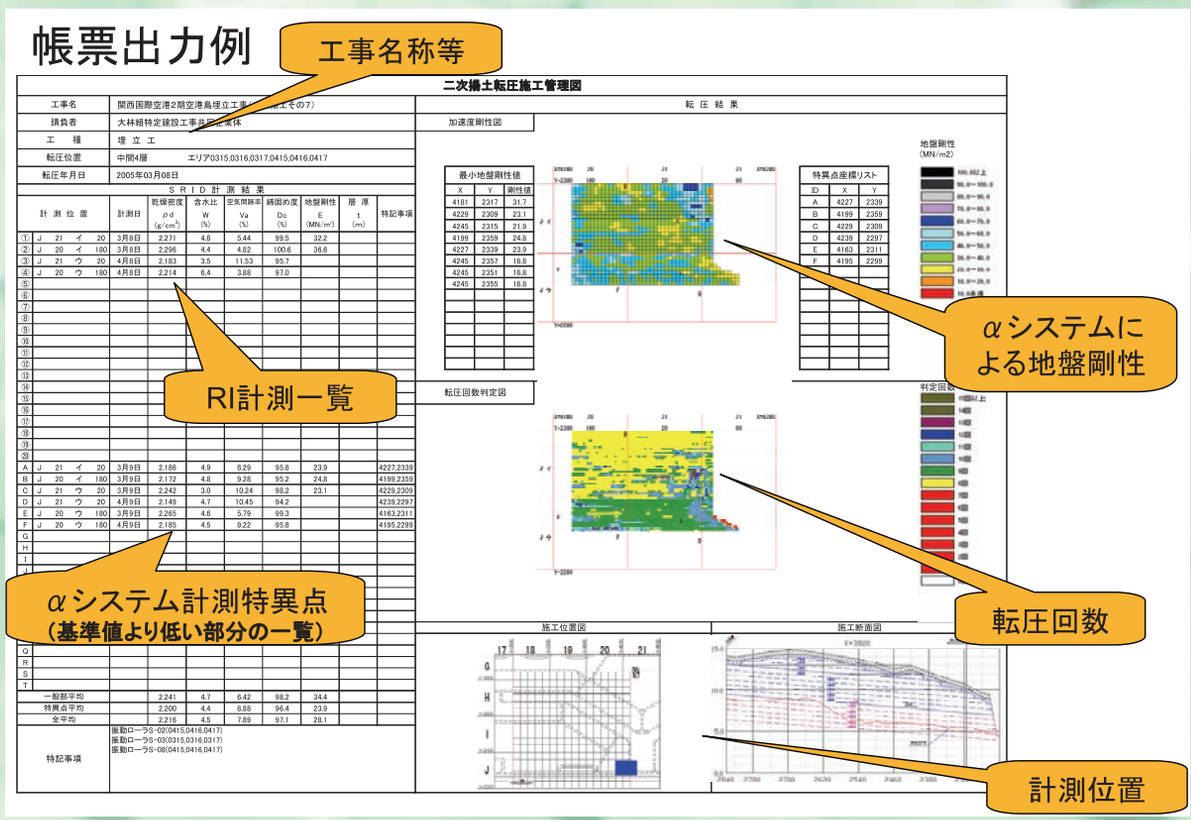


「αシステム」とは，振動ローラの加速度応答が地盤の締固めに応じて変化してくる現象を利用し，施工中に地盤変形係数や密度を自動判定するシステムで，振動ローラの機種を問わず設置可能である。

● リアルタイム表示画面



帳票出力例



施工エリア全体の品質の評価がリアルタイムに行え，弱部の検知等に有効に活用可能である。GPS による転圧管理システムと併用することにより，施工管理の高度化と高品質化を実現する（図はシステムによる帳票の作成例）。

巻頭言

GPS から学んだこと

杉　本　末　雄

GNSS（Global Navigation Satellite System）の代表である GPS（Global Positioning System：グローバル測位システム，全地球的測位システム）は，米国国防総省により軍事目的で開発された衛星航法システムであり，その機能の一部が民生用として開放され，わが国では，周知のように主にカーナビ・精密測量などに代表される民生分野で大いに活用されている。

GNSS 元来の目的が，戦闘機・戦車・ミサイルなどの航法を容易にするために開発されていることから，軍事的・政治的・社会的な動きと連動して，GNSS の研究開発が進められている。

このような軍事・防衛上の強い動機もあって，米国以外にも，ロシア・欧州・中国では GNSS の開発・研究は活発であるが，わが国でのこの方面の研究開発はあまり進んでいるとは言いがたい。特に，軍事用はもとより民生用の測位ソフトウエア（測位アルゴリズム）は，すべて米国をはじめとする諸外国に依存しているのが現状である。

私自身，この 20 数年来の GPS 研究を通じて，GPS についての科学・工学・技術上での学問的側面を学ぶことになった。それらの GPS の工学･技術的な側面を，本号の別の頁で解説している。

他方，工学・技術的な側面以外に私が学んだことは，GPS を開発した米国の科学技術力，またそれを支援する政治・行政システムの卓越さである。地球上空，2 万キロメートルに，30 機あまりの人工衛星を発射し，これらを最適な軌道に配備し，その衛星から発信される電波により，地球上のどの位置でも数センチ・数ミリの精度で測位できるという，いわば「神の目」をもつ GPS を 1970 年初頭に構想・設計し，かつそれを実現し，維持するという，米国の発想・構想力の卓越さと共に途方もない科学技術の底力を学ぶことになった。この米国の底力とわが国の科学技術力の現状と比べた場合，木村英紀著：『ものつくり敗戦』での指摘にもあるように，特に，システム・数理（理論）・ソフトウエアに関する，わが国の立ち遅れを認識させられた。

GPS 測位では，同じ受信機で，同じ観測値を得ても，測位ソフトウエアの良否によって測位精度は大きく異なるという特徴がある。したがって，GPS の利用では「ソフトウエアの力」，「数理解析力」，「知恵の力」の側面が強いことが分かる。この GP システム（：S）の凄みと，それを成し遂げた米国の科学技術，特にシステム工学の水準の高さに驚愕させられることになった。

折りしも，この平成 22 年 9 月に，わが国の GNSS である準天頂衛星システム（Quasi-Zenith Satellite System：QZSS）の最初の衛星「みちびき」が打ち上げられる運びとなっている。本特集号の刊行時には，その打ち上げの成否が明らかになっているはずである。

QZSS の計画実行に関するわが国の状況を見聞するにつけ，このプロジェクトが，日本として，どのような位置づけであるかの明確な意思が乏しいように，私には感じられる。なぜなら，米国はもとより，米国の GNSS 寡占化を阻止しようとするロシア，欧州，中国の GNSS 研究は，私が参加するようなアカデミックな研究集会ではあまり喧伝されないが，本来の目的である軍事利用が第 1 義であることは明瞭である。この点，わが国の立場は，良くも悪くも民生用を目的とする GNSS 開発であり，軍事的なプロ集団の中にアマチュア集団が紛れ込んだような研究開発環境になっているように思われる。

また，わが国の QZSS 計画の実施では，わが国特有のいわゆる「縦割り行政」により，まず担当省庁間の調整に多くの時間と労力を要し，QZSS のような大プロジェクト遂行では，特に必要となるであろう「衆智を結集する」ための組織体制作りの大きな障害となっていることを仄聞している。このような行政の場においても，システム・数理・ソフトウエアの力が重要であるように思われる。

――すぎもと　すえお　立命館大学　理工学部　教授――

特集≫≫　新しい高度な施工技術の開発と実用化

公共工事等における新技術活用システムの活用状況

柳　　紀昌

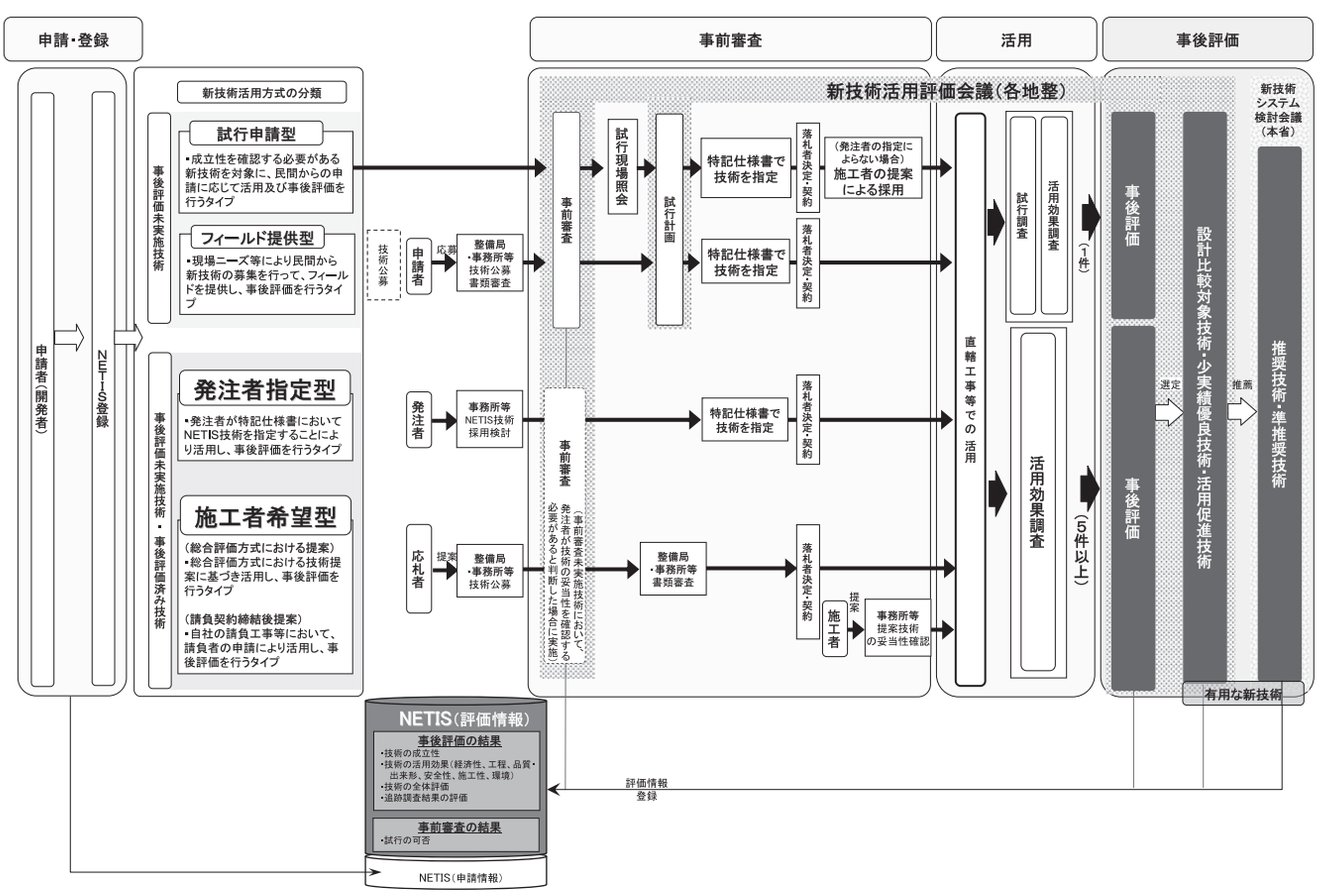
平成 18 年 8 月の本格運用開始から約 3 年半が経過した「公共工事等における新技術活用システム」について，これまでの活用状況及び，平成 21 年度末に実施した本システムの改善及び今後の方向性について紹介する

キーワード：新技術活用システム，NETIS，新技術，事後評価

1. はじめに

公共工事等に関する優れた技術は，公共工事の品質確保に貢献するとともに，良質な社会資本の整備を通じて，豊かな国民生活の実現及びその安全の確保，環境の保全・良好な環境の創出，自律的で個性豊かな地域社会の形成などに寄与する。こうした優れた技術を持続的に開発・創出するためには，民間事業者等により開発された有用な新技術を公共工事等において積極的に活用していくことが重要である。

「公共工事等における新技術活用システム」(以下「新技術活用システム」）は，公共工事等における新技術の活用検討事務の効率化や活用リスクの軽減などを図り，有用な新技術の積極的な活用を推進するための仕組みであり，新技術の積極的な活用を通じた民間事業者等による技術の開発の促進，優れた技術の創出によ



図―1　新技術活用システムの概要

り，公共工事等の品質の確保，良質な社会資本の整備に寄与することを目的としている。

平成 18 年 8 月の本格運用開始から約 3 年半が経過した新技術活用システムについて，これまでの活用状況，平成 22 年 2 月末に実施した本システムの改善及び今後の方向性について紹介する。

2. 新技術活用システムの活用状況

(1) 新技術の登録件数

新技術に係る情報をデータベース化した「新技術情報提供システム」(NETIS：New Technology Information System　以下「NETIS」) へ新技術の登録を開始した平成 10 年度には約 900 件であった登録件数は以降毎年伸び続けており，累計登録件数は 5,500 件を超えている。なお，NETIS の品質向上のため，各技術の情報の提供期間を設けていることから，現在 NETIS に掲載されている新技術の件数は約 3,800 件である（平成 22 年 8 月末時点)）。

(2) 平成 21 年度の新技術活用状況

新技術を活用した国土交通省直轄工事の件数は毎年増え続けている。平成 21 年度発注工事総数（15,051 件）に占める新技術が活用された工事の割合は 33.0%（4,972 件）となり，平成 20 年度の 32.5％から 0.5 ポイント増加している。

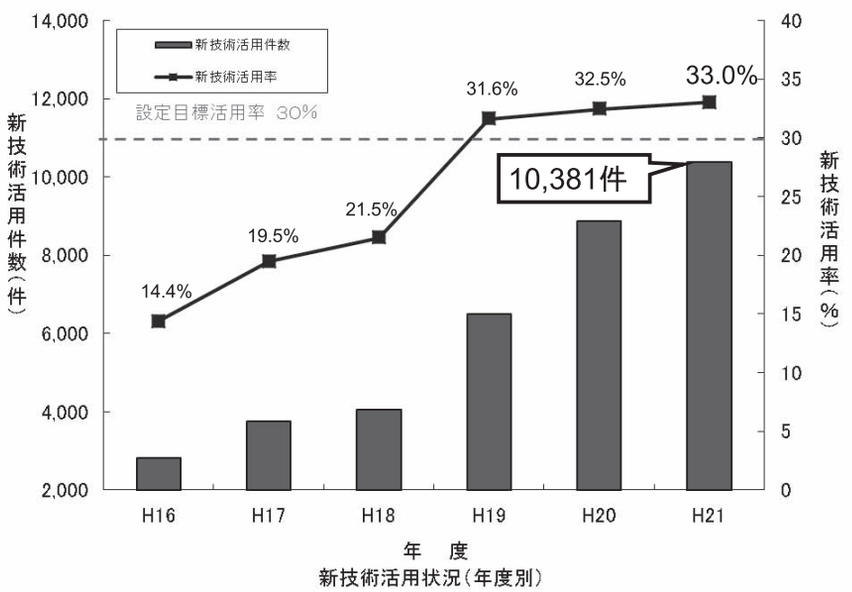
また新技術活用件数（すべての国土交通省直轄工事で活用された新技術の総数）も毎年増加傾向にあり，平成 21 年度は 10,000 件の大台を突破した。

(3) 施工者による活用の増加

新技術活用システムでは，「施工者希望型」「発注者指定型」「試行申請型」「フィールド提供型」の 4 つの型で新技術の活用を行っている。このうち，「施工者希望型」による活用の割合が，平成 21 年度では 67.4%となり，平成 20 年度の 55.2%から大幅に増加した（施工者希望型とは，入札契約の総合評価方式における技術提案，又は契約締結後における施工者からの技術提案に基づき，施工者が新技術を活用する型)。これは，後述する新技術活用のインセンティブによる効果とあいまって，施工者からの新技術に関わる提案が増えたことが要因と考えられる。

(4) 新技術の事後評価

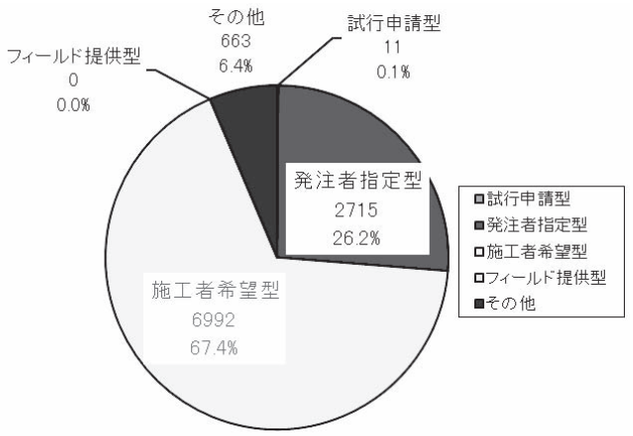
新技術活用システムでは，新技術を活用した際の調査結果に基づき，事後評価を実施している。事後評価とは，当該技術の優位性，安定性，現場適用性等を総合的に評価するものであり，評価結果は NETIS にお



新技術活用状況（年度別）

新技術活用状況	H16	H17	H18	H19	H20	H21
①総工事件数	14, 764	13, 748	12, 648	13, 453	14, 435	15, 051
②新技術活用工事件数	2, 120	2, 677	2, 720	4, 255	4, 687	4, 972
③新技術活用件数	2, 827	3, 763	4, 063	6, 501	8, 879	10, 381
②/①　新技術活用率	14. 4%	19. 5%	21. 5%	31. 6%	32. 5%	33. 0%
1工事あたりの活用新技術数（③/①）	0. 19	0. 27	0. 32	0. 48	0. 62	0. 69

図―２　新技術の活用状況



平成21年度（10,381件）

図―３　新技術の活用型別内訳

いて公表されている。

また，事後評価が行われた新技術の中で，評価結果が優良なものを以下のような「有用な新技術」に位置づけている。

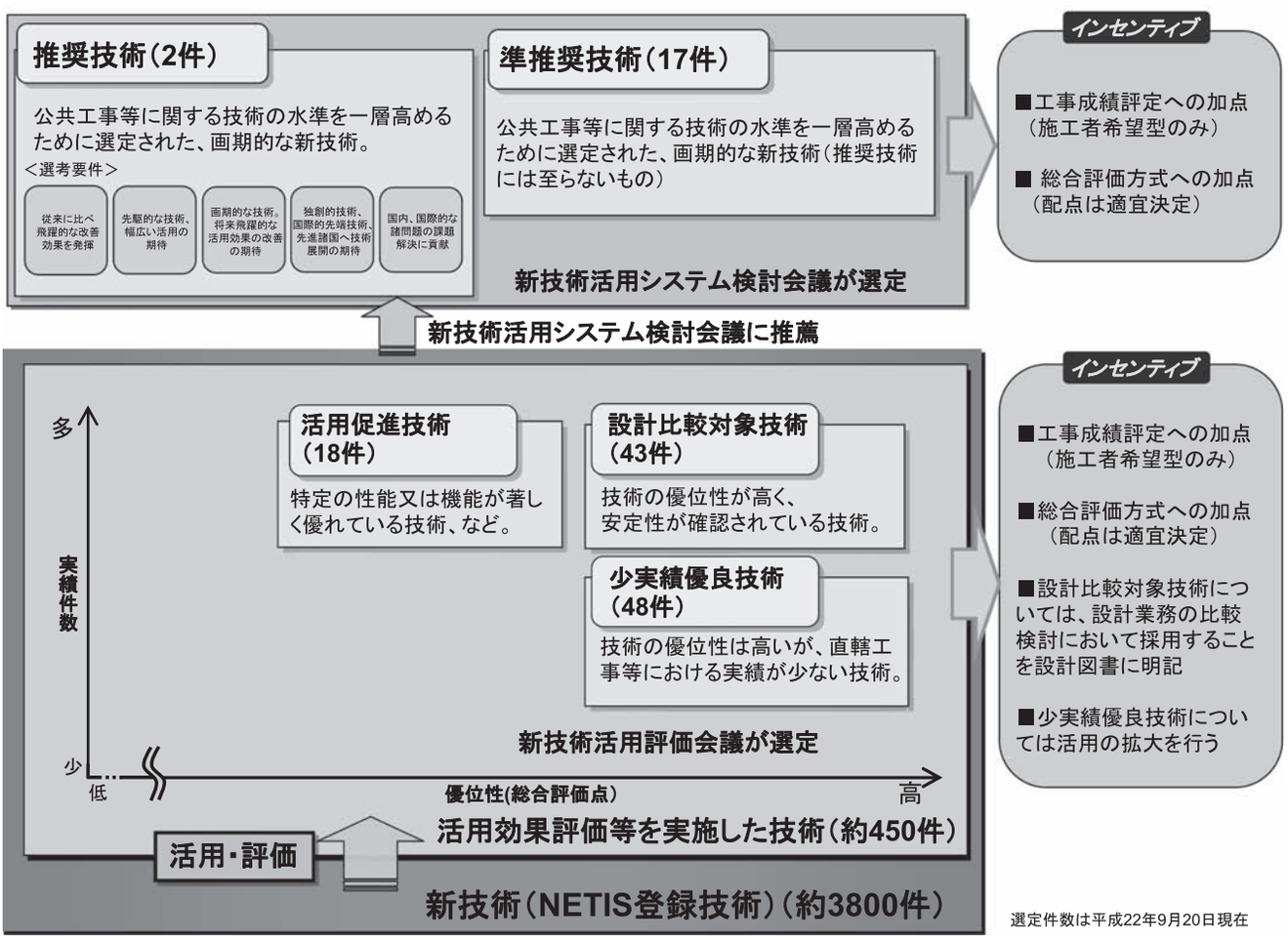
○「設計比較対象技術」：技術の優位性が高く安定性が確認されている技術

○「少実績優良技術」：技術の優位性が高いとの評価は得られているものの直轄工事等における実績が少なく技術の安定性が確認されていない技術

○「活用促進技術」　：特定の性能又は機能が著しく優れている，又は特定の地域のみで普及しており，全国に普及することが有益と判断される技術

さらに，これら「有用な新技術」に位置づけられた技術のうち，公共工事等に関する技術の水準を一層高める画期的な新技術については「推奨技術」・「準推奨技術」に選定している。

平成 21 年度は，有用な新技術として，設計比較対象技術を 10 件，少実績優良技術を 15 件，活用促進技術を 9 件選定した。また，各地方整備局及び北海道開発局から推薦された「有用な新技術」から，推奨技術を 1 件，準推奨技術を 6 件選定した。



図―４　新技術の事後評価と有用な技術について

表―１　平成 22 年度推奨技術等選定について

	NETIS番号	技術名称
推奨技術（1技術）	CB-980039-V	SAVEコンポーザー
準推奨技術（6技術）	KK-070008-V	抵抗板付鋼製杭基礎（ポールアンカー100型）
	QS-990013-V	テラ・ジェット工法
	CB-990033-V	ストーンネット工法
	CB-980025-V	ダイプラハウエル管による道路下カルバート工の設計・施工方法（高耐圧ポリエチレン管）
	KK-980067-V	リテラ（BZ210,BZ200,BZ120）
	SK-020004-V	SCM工法

※平成21年度に選考され平成22年度に新たに選定された技術

(5) 新技術活用促進のためのインセンティブ

新技術の活用を促進するため，下記のようなインセンティブを設けている。

○総合評価方式における技術提案への措置

総合評価方式における技術提案において，新技術の活用を行う提案があった場合は，必要に応じて加算点の対象とする。

○施工者の工事成績評定への措置

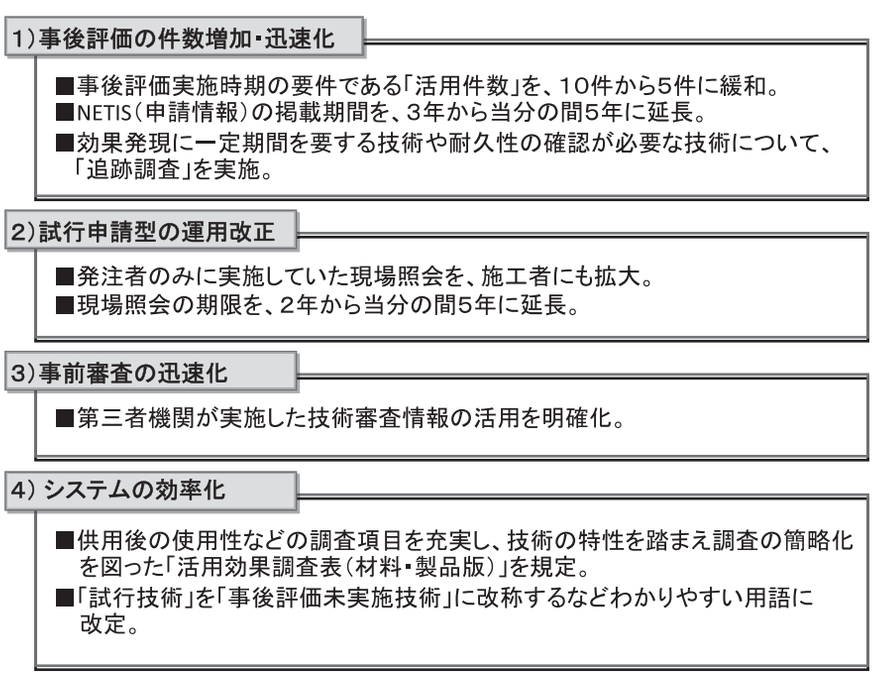
「施工者希望型」及び「試行申請型（請負契約締結後提案の場合）」により新技術の活用を行った場合について，発注事務所が適切と判断する場合は施工者の工事成績評定の加点の対象とする（試行申請型（請負契約締結後提案の場合）とは，試行調査現場の照会について対象となっている技術を対象に，請負契約締結後における施工者の技術提案申請に基づき，活用を行う型）。

3. 新技術活用システムの改善

これまでの運用状況を踏まえ，事後評価が実施された技術数の増加，有用な新技術のさらなる活用促進，及びシステム効率化を目的として，「公共工事等における新技術活用システム」実施要領について平成 22 年２月５日に改正を行い，３月 31 日から施行している。

(1) 事後評価される技術数の増加

従前の実施要領では事後評価を行うには新技術を活用した場合に作成する活用効果調査表が 10 件必要で



図―５　新技術活用システムの改善内容

あり，事後評価実施までに年月を要していた。そのため，活用した技術に対して事後評価した技術の割合が少ないという問題があった。それに対し，事後評価実施の要件である活用効果調査表の件数を5件に緩和するなど，事後評価の実施時期及び評価方法の改正を行った。事後評価される技術数の増加及び評価の充実を図り，設計や施工時における活用検討のための新技術情報がより充実されて，有用な新技術の活用が促進されることを目指す。

(2) 試行申請型の運用改正

試行申請型（技術の成立性等申請情報の妥当性を確認する必要のある技術について，NETIS申請者の申請に基づき活用する型）に関して，現場照会期間の2年間から5年間への延長や，発注者だけでなく施工者にも照会を行うよう運用を改正する。これにより，活用現場決定までの時間短縮及び活用機会の増加を目指す。

(3) 事前審査の迅速化

事前審査（技術の成立性や直轄工事等における試行の妥当性を申請情報に基づき確認するもの）に関して，第三者機関が実施した技術審査情報を活用できるよう運用を改正し，手続きの迅速化を目指す。

(4) システムの効率化

技術の特性を踏まえ調査の簡略化を図った「活用効果調査表（材料・製品版）」の規定など，新技術活用システムの所要の改正を行う。これにより，システムの効率化を目指す。

4. おわりに

新技術活用システムの改善は新技術活用の促進につながると考えられる。これまでに述べたような実施要領の改正以外にも，NETIS登録申請の際に必要な様式について，入力マニュアルや記入例をホームページへ掲載することで，申請者の負担軽減を図る等の改善を平成21年度に実施している。また，今後の改善点として，新技術を利用する側にとって，新技術と比較対象である従来技術との差異がより明確になるように，事後評価の公表内容の充実や評価結果の図化等を行っていく。

このように，新技術活用システムをより良い仕組みにすべく取り組み，新技術活用の促進に努めていく予定である。

「新技術提供システム（NETIS）ホームページ」
http://www.netis.mlit.go.jp/

JCMA

［筆者紹介］
柳　紀昌（やなぎ　のりまさ）
国土交通省
大臣官房技術調査課
宇宙利用係長

特集≫≫　新しい高度な施工技術の開発と実用化

技術開発・工事一体型調達方式の導入
試行工事のフォローアップ調査

増　本　みどり・塚　原　隆　夫

技術開発と工事を一体的に調達する方式，すなわち「技術開発・工事一体型調達方式」について，平成21年度に実施した試行工事を対象に行ったフォローアップ調査の結果報告を行う。
キーワード：技術開発，公共工事，入札・契約制度，技術提案

1. はじめに

国土交通省では，技術開発と工事を一体的に調達する方式（「技術開発･工事一体型調達方式」）を構築し，平成21年4月に「技術開発・工事一体型調達方式ガイドライン」を策定している。本ガイドラインに基づき，平成21年度に5件の試行工事を実施するとともに，「技術開発・工事一体型調達方式」の円滑な運用に資するため，上記試行工事についてフォローアップ調査を行っている。

本稿では，本調達方式の概要及びフォローアップ調査の結果について報告を行う。

2.「技術開発・工事一体型調達方式」の概要

(1) 背景

公共工事においては，社会的要請に応えるために厳しい制約条件の下で工事を計画する必要があり，既存技術の工夫では対応できない場合や既存技術では不経済になる場合もある。また，民間企業等で開発された新技術を用いて工事を計画する際には，当該技術の実績がない場合や実績が極めて少ない場合があり，その技術の性能を期待することはできるものの，当該工事への適用性や信頼性等の確認が必要となる。そのため，工事へ確実かつ円滑に技術を導入するためには，工事固有の厳しい制約条件等を満足できる技術開発（現場における技術実証・技術改良等を含む）を行うことによって技術の高度化を図ることが必要である。

工事の実施に必要となる技術開発を工事と一体的に調達する「技術開発・工事一体型調達方式」は，開発されたより高度な技術を確実かつ円滑に工事に採用することで，技術的な課題により計画できなかった工事やこれまで以上に効果的かつ確実な工事実施を可能にしようとするものである。民間企業の技術開発に対するインセンティブを高めるとともに，建設技術の発展に寄与するものと考えられる。

(2)「実施手順」及び「技術提案の評価」の概要

技術開発・工事一体型調達方式には，工事と技術開発を一体として行う「技術開発・工事一括型（技術開発・工事一括発注方式（A型））」と，技術開発と工事のそれぞれの発注を分離し，技術開発が終了した段階において，工事発注を行う「技術開発・工事分離型（技術開発・工事分離発注方式（B型））」がある。平成21年度に実施された試行工事にはすべてA型の発注方式が適用されているため，本稿ではA型における実施手順及び技術提案の評価について述べる。

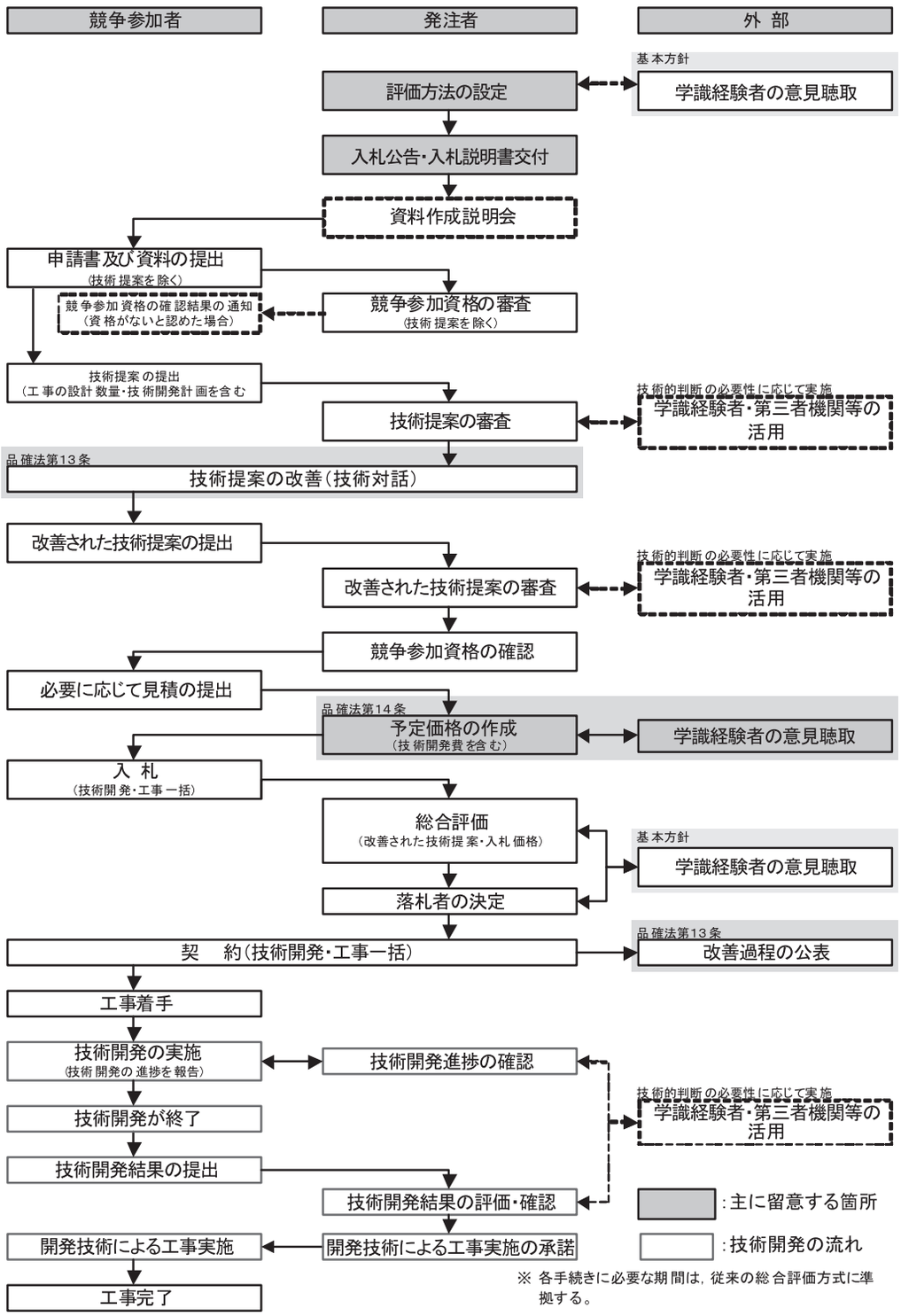
なお，今回割愛するB型の内容，A型における「技術開発の履行の確保」及び「技術開発により生じた知的財産権の取扱い」等については，「技術開発・工事一体型調達方式ガイドライン」を参照いただきたい。

a）実施手順

A型は，開発・採用におけるリスクが比較的低い技術の開発（例えば，技術開発に必要な期間が比較的短く，基礎となる研究開発は既に終了しており，開発した技術の工事への適用性等の検証が比較的容易にできる技術開発）を実施し公共工事において活用する場合に適用することとし，工事の入札・契約の手続きにおいて，施工上の工夫等の技術提案に加え，工事に採用する技術開発を求めることとしている。

A型を実施する場合の標準的な手順のイメージは，**図**―1のとおりである。

A型では，競争参加者が提出する技術提案は発注者が要求する技術開発の内容を含めた技術提案となる



図―1　技術開発・工事一括型（A型）の入札契約等のフロー（高度技術提案型の場合）

ため，技術提案を作成するための期間及び技術提案を改善するための期間については，工事内容や技術提案の範囲等を踏まえ十分に確保することが必要であるとしている。また，できる限り，発注見通しへの早期明示や入札公告から技術提案の提出までの十分な期間の確保に努めることが必要であるとしている。

b）技術提案の評価

A型においては，「企業の高度な技術力（施工能力や技術開発力など）」に係る評価項目として，技術開発に係る技術提案と現場施工に係る技術提案の提出を求め，技術提案の実現性や安全性等について審査を行う。

○技術提案（定性的及び定量的な評価項目）

・技術開発に係る技術提案

・現場施工に係る技術提案

○施工計画

・技術提案に係る具体的な施工計画

技術開発に係る技術提案については，技術開発の有効性，成立性，技術開発の計画の妥当性等を評価する。

技術提案に係る評価項目については，工事の施工条件や環境条件等から工事ごとに技術的課題を踏まえて設定する。この場合，評価項目を多数設定することは競争参加者にとって多大な負担となり，技術提案の品質を確保できない恐れがある。このため，発注者は当該工事の特性を理解した上で，重要な技術的課題を抽出し，当該技術的課題に特化した提案を競争参加者に求めるとともに，抽出した技術的課題の重要度に応じて配点を設定し，技術力の差が加算点あるいは技術評価点に反映されるような評価基準を設定することが重要であるとしている。

3. フォローアップ調査の概要

(1) 対象とする試行工事

平成 21 年度に，技術開発・工事一体型調達方式のA 型により試行した工事の内容及び当該工事における技術開発の内容を**表**―１に示す。

(2) フォローアップ調査の内容

表―１に示す各試行工事における発注者及び応札者（落札者及び非落札者）に対し，技術開発・工事一体型調達方式の導入効果に対するフォローアップ調査を行った。

フォローアップ調査は，**表**―１に示す各試行工事が契約された後に，アンケートとアンケート回答に対する補足ヒアリング調査により実施した。

上記アンケート調査及び補足ヒアリング調査の主な質問項目は以下のとおりである。

○発注者

◇技術開発・工事一体型調達方式を導入した理由（期待される効果・本調達方式を採用しない工事との違い）

○応札者

◇技術開発・工事一体型調達方式を導入した工事へ競争参加した理由

◇技術開発に対するインセンティブは高まったかどうか

(3) フォローアップ調査の結果

(2) で述べたアンケート調査及び補足ヒアリング調査から，「技術開発・工事一体型調達方式」の導入効果を整理した。発注者からの視点について整理したものを**表**―２，応札者からの視点について整理したものを**表**―３にそれぞれ示す。

発注者からの視点としては，技術開発により工事の施工段階における地域資源の有効利用やコスト低減等を効果として期待していること（**表**―２の①④）や，技術開発により工事目的物の品質が技術開発を伴わない工事に比べ向上することを期待していること（**表**―２の②），十分に確立しているとまでは言い難い技術であっても工事期間中で解決できる見込みのあるものであれば当該技術を採用できること（**表**―２の⑤）等，本調達方式を導入する工事そのものの課題解決や品質向上を期待できることが効果として挙げられている。

表―１　平成 21 年度試行工事（国土交通省直轄工事）の概要

	工事①	工事②	工事③	工事④	工事⑤
発注方式（総合評価方式のタイプ）	技術開発・工事一括型 A型（標準型）	技術開発・工事一括型 A型（高度技術提案型）	技術開発・工事一括型 A型（標準型）	技術開発・工事一括型 A型（標準型）	技術開発・工事一括型 A型（標準型）
工事内容（技術開発に係るもの）	○試験ヤードを設けての圧密沈下の実施 ○圧密試験方法：真空圧密ドレーン工法（上載荷重：排雪）	○底泥除去工（底泥掘削・底泥処理）	○アスファルト舗装工（排水性，表面強化舗装）	○アスファルト舗装工 ○路床改良 ○排水工	○以下の工事内容に係る断面計測 ・掘削工 ・鋼製支保工 ・覆工 ・坑門工
技術開発の内容	河川の流下断面確保の手法として，真空圧密工法と雪の荷重により高水敷下の圧密沈下を行い，減容化をテーマとした試験施工を実施。	全国的にも事例が希少で不溶化技術が十分確立されていない特定の物質を含有する土壌の不溶化対策について，現地で採取した試料による室内試験を実施し，その結果に基づいた不溶化技術を開発。	耐久性，排水性，低騒音において標準的な機能を有し，低価格となる「排水性舗装の表面強化工法」の技術開発。	高規格道路の車道表層に用いられる排水性舗装において，冬期も通常期と同等の排水性機能を確保しつつ，かつ凍結抑制機能を備えた舗装技術の開発。	高精度でかつ高頻度な計測を行うとともに，そのデータ整理を迅速に行うことで，坑内計測の結果を掘削断面だけでなく支保・覆工の品質管理等にも活用できる情報化施工技術の開発（適用性の検証）。

表―２ 発注者に対するアンケート調査及び補足ヒアリング調査結果（導入効果について）

視点	技術開発・工事一体型調達方式の導入効果
「技術開発・工事一体型調達方式」の採用動機	①工事における施工の合理化（工事コスト縮減等）が図られる。 ②技術開発により，工事目的物の品質が向上し，社会的なメリットが生じる。 ③企業の技術力が高められ，国際競争力の向上が期待できる。 ④地域特有の条件を有効に利用できる技術を育てることができる。
「技術開発・工事一体型調達方式」を採用しない工事との違い	⑤採用したい技術の不確実性を工事期間で段階的に解決できるなど，一体調達方式の導入により，工事契約の中で必要な技術を開発し採用することができる。 ⑥発注者が想定した以上の効果的な技術を得ることができる。 ⑦一体調達方式を適切に導入することで，企業の技術開発を促すことができる。

表―３ 応札者に対するアンケート調査及び補足ヒアリング調査結果（導入効果について）

視点	技術開発・工事一体型調達方式の導入効果
「技術開発・工事一体型調達方式」採用工事へ競争参加した動機	①自社が得意とする技術が開発内容に含まれるため，受注できると技術の向上が図られる。 ②自社の新しい技術を実際の工事で試行することができる。
技術開発に対するインセンティブ	③企業の技術内容レベルや意識の向上が図られる。 ④技術開発に要する費用が実際の工事で見込まれるため，技術開発は促進される。 ⑤企業内部の会議で出された意見が別の技術の素案となり，今後の新技術を誘発する。

また，開発した技術により企業の技術力が高められ，当該技術に関する競争力が高められること（**表―２**の③）や，本調達方式を適度に導入することにより企業の技術開発を促進することを期待できること（**表―２**の⑦）のように，本調達方式を導入する工事そのものの課題解決や品質向上のみならず，建設業者の技術開発を促進することも効果として挙げられている。

応札者からの視点としては，得意とする技術に関連する技術開発が含まれる工事の場合には受注できると当該技術のさらなる向上が図られること（**表―３**の①②）や，技術開発に要する費用が見込まれると技術開発が促進されること（**表―３**の④）等，技術開発を行うことに対して経済的な担保があることが効果として挙げられている。

また，本調達方式が採用された工事に競争参加することを通じて，企業の技術のレベルや技術に対する意識の向上が図られること（**表―３**の③）や，技術提案に係る企業内部の会議で出された意見が別の技術の素案となり新たな技術を誘発すること（**表―３**の⑤）のように，本調達方式を導入する工事に対する技術開発のみならず，建設業者の技術開発に対する意識を向上することも効果として挙げられている。

本調達方式は，2. で述べたように，工事固有の厳しい制約条件等の困難な課題を克服するために開発された高度な技術を確実かつ円滑に工事へ採用すること，及び，民間企業の技術開発に対するインセンティブを高めるとともに，建設技術の発展に寄与するものとして構築されたものである。上記のような効果が発注者及び応札者の認識としてあることから，平成 21 年度に実施された試行工事の範囲において，本調達方式の目的は達成されているものと考えている。

4. おわりに

本稿においては，平成 21 年度に実施された技術開発・工事一体型調達方式の試行工事のフォローアップ調査として，本調達方式の導入効果について述べたものである。

今後も，本調達方式の円滑な運用に資するよう，本調達方式の試行工事を進めるとともに引き続きフォローアップ調査を実施する予定である。

なお，「技術開発・工事一体型調達方式ガイドライン」は，国土交通省のホームページ（http://www.mlit.go.jp/tec/nyuusatu/keiyaku.html）に掲載されているので，参照いただきたい。

最後に，本稿で述べたアンケート調査及び補足ヒアリング調査においては，試行工事の応札者の皆様に多大な御協力をいただきました。ここに深く謝意を表します。

JCMA

[筆者紹介]
増本 みどり（ますもと みどり）
国土交通省
大臣官房技術調査課
技術分析係長

塚原 隆夫（つかはら たかお）
国土交通省
国土技術政策総合研究所
建設マネジメント技術研究室
主任研究官

特集≫≫　新しい高度な施工技術の開発と実用化

超高層建設における大型タワークレーンの特殊装置

超高層建設への揚重技術のアプローチと展望

矢田和也・椎名肖一

300 m を超す超高層建設は未知の高さでの施工となり，仮設計画，揚重技術においても様々な問題が発生する。600 m 超に設置される仮設設備，タワークレーンなどは現行の設計基準を満たすだけで安全が確保されたとは言い難い。600 m 超の高所における揚重作業を安全に効率よく進めるために，新たな機能をタワークレーンに設ける必要があった。本事例では東京スカイツリー® を例にタワークレーン設置に関してのアプローチと要素技術の今後の展開について述べる。

キーワード：超高層建設，タワークレーン，スカイジャスター，旋回アシスト，あおり防止装置

1. はじめに

東京スカイツリー® 建設に代表される超高層建設物は未知の高さでの施工となり，仮設計画，揚重技術においても様々な問題が発生する。600 m 超に設置される仮設設備，タワークレーン（以下，TC）などは現行の設計基準およびクレーン構造規格（以下，ク規格）を満たすだけで安全が確保されたとは言い難い。超高層建設における耐震・耐風に関する問題も統括して解決する必要がある。

本事例では，超高層建設における TC 設置に関してのアプローチと要素技術の今後の展開について述べる。また，吊荷方向制御装置「ジャピタス」の要素技術を基に，現在の技術で新たに開発した「スカイジャスター」について紹介する。

2. 技術概要

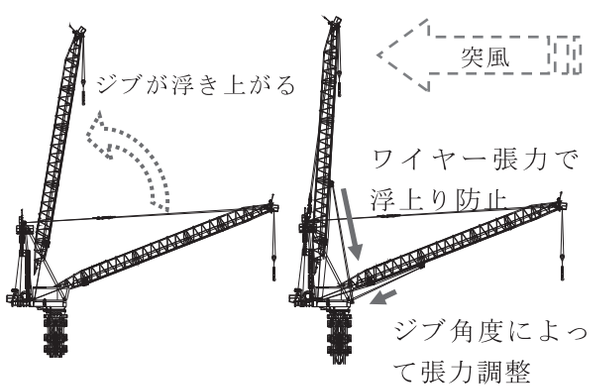
(1) 耐風対策

TC の耐風安全性は，風洞実験による風力係数（ク規格を下回る部位はク規格を採用）と，数値解析的手法による超高層構造物の影響係数を加味した，ク規格の風荷重算定法に従って確認することとした。これらの結果を用いて，TC に作用する風荷重が解明されると同時に，多くの問題が見えてきた。

①作業時対策　～あおり防止装置～

作業時にクレーンが荷を吊らない状態で突風を受けるとジブがあおられることが判明した。この現象が発生すると，大型フックが大きく揺られ，周辺資材，鉄骨，作業員への接触，そしてブームが折損，倒壊に至る重大災害へと直結する。地上 500 m での突風と構造物自体の影響による風速割増を加味するとブームを破損させる恐れのある突風の発生が予想される。また，地上高さが高くなるにつれその出現頻度が上がるため，作業時における安全対策を確保することが必須条件となった。

作業時のブームのあおりが発生する難題に対し，ブームを常時ワイヤーで引張りあおりを防止する機構を開発した。ブームの角度（作業半径）によって，必要な張力を変えるため，トルクモータへの電流値を制御する方式を採用した。これにより，ブーム伏時は低張力で，起こし時は高張力で管理することが可能になった。この，あおり防止機構によって，超高層特有の作業時の風に対して TC の安全性を確保できる。**図―1** および**写真―1** にあおり防止機構を示す。

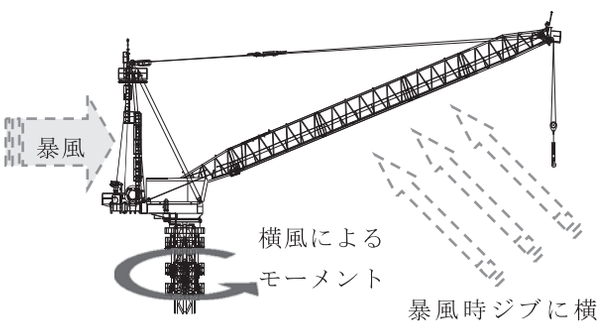


図―1　ジブのあおり（浮上り）防止機構

写真―１　あおり防止装置

②暴風時対策　～旋回アシスト～

一般に TC の台風対策はジブを伏せて旋回ブレーキを解放し，暴風が吹いた時に風見鶏のようにジブが風下に向くように待機する（**図―２**）。クレーンが旋回するのはジブを伏せることで横風によるクレーン本体の回転モーメントが大きく生じることに起因する。



横風がジブに作用し，本体を旋回させるモーメントが発生。旋回ブレーキを解放するため，ジブが風下へ向く

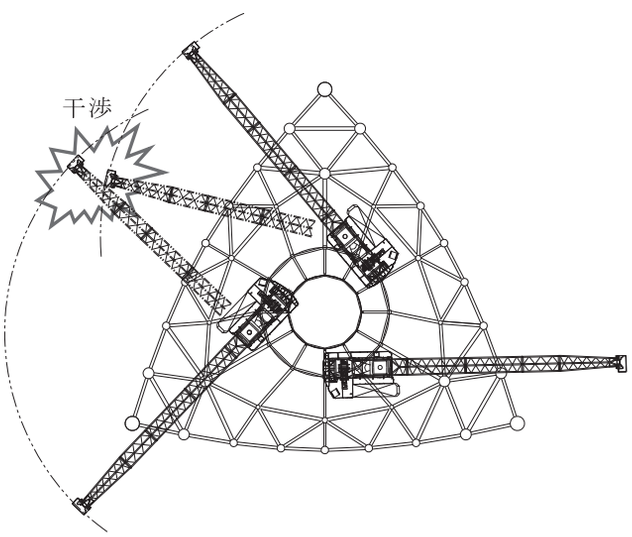
図―２　一般的なクレーンの暴風時待機姿勢

一方，スカイツリー® の TC の配置は塔体形状の狭さから**図―３**に示すように３台のクレーンが密集した配置となる。台風通過時にジブを伏せて待機してしまうとお互いのクレーンが衝突しジブの折損が生じてしまう。３台のジブが衝突しないように，ジブを起こすと本体の回転モーメントが小さくなり，ジブが風下に向かなくなるだけでなく，ジブがあおられて損傷してしまう危険が加わる。台風の年間平均上陸個数は２～３個，接近個数は 10 個程度と言われている。スカイツリー® 建設中に TC は２年近く設置されるため，数回の台風直撃は避けられない状況にある。

これらの状況を鑑みて，３台のジブが旋回しても接触せず，ジブを起こした状態でも風下を向く機構が必要となる。これを解決すべく「旋回アシスト」を開発した。暴風が予想される際の待機姿勢時に，運転室上部に設置した風向風速計によって風向きを検知し，一定の風速以上になるとクレーンが旋回モータによって旋回するシステムである。ジブの起伏角度を問わずクレーンが旋回可能となる。台風対策に左右されない，一般の高層建築，狭小現場，近接工事以上の揚重機配置計画の自由度を実現し，ジブ損傷の発生確率を大幅に低減できる。**図―４**にその概要を示す。

■スカイツリー®暴風時の問題点

ジブが横風を受けて旋回するようにブームを伏せる
↓
TC が接近した配置のためジブが干渉
（塔体形状が狭く TC が密集）
↓
ジブを起こす
↓
本体が旋回するためのモーメントが得られない
↓
ジブが横風を受けて折損する

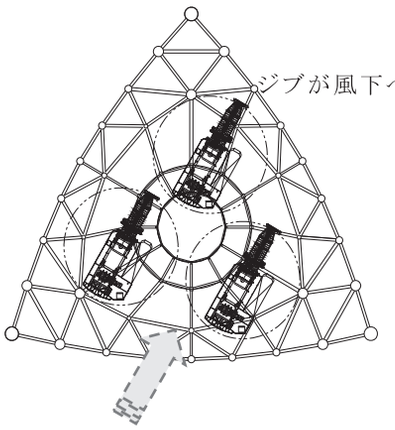


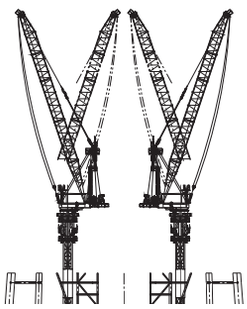
図―３　暴風時の問題点と塔体平面図

(2) 耐震対策

①検討方針

一般的な仮設計画の際に使用される地震時の水平力は 0.2 G である。ク規格においても地震時には同値の規定が定められている。風荷重と同様にク規格の施行時には 600 m 級の人工構造物の上にクレーンが設置されることは想定されていない。応答解析によるク





干渉しないようジブを起こす
↓
旋回モーメント小のため
横風による旋回不可
↓
風向風速検出
電動制御にて旋回アシスト
↓
旋回可能

図―４　暴風時の改善点：「旋回アシスト」

レーン耐震設計指針が検討され始めたが，概案が公表された程度にすぎない。

東京スカイツリー® の場合，本体鉄骨との連成挙動を含めた詳細な地震時挙動を把握するため，地震応答解析に基づいた検討を行った。

②解析結果

応答解析の結果，各施工段階における塔体の高さとクレーンの自立高さが敏感に反応することから，クレーンの STEP 図作成段階で塔体高さとクレーン自立高さの考慮がなされたが，ジブ端部（運転室レベル）の最大加速度応答値，マスト基部あるいはステー位置での最大層せん断力係数は比較的大きく，ク規格の静的 0.2 G と比較して過大な値である。

クレーンの自立高さの増減を行ってもマストの強度が不足することが判明した。この強度を満足するため，強化マスト「M2000 H」を開発した。

これら塔体高さとクレーン自立高さの調整，強化マストの採用によって 600 m 級の構造物上での耐震安全性を実現している。

(3) スカイジャスター　～吊荷方向制御装置の開発～

①開発経緯

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採用が増加している。超高層建築物建設における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（以下，SJ）は，高速回転するフライホイ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旋回させることができる装置である（**写真―２**）。

回転制御能力：1225kN・m^2　（WL^2/12）

写真―２　SJ 外観

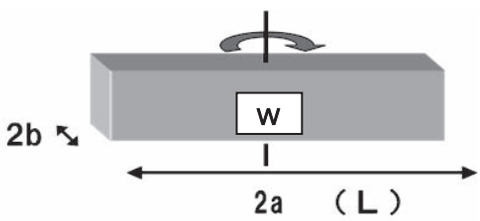
またSJ は従来同系機種のジャピタスに代わる高性能吊荷方向制御装置として位置づけられ，能力は従来機の 5 倍にあたる最大吊荷慣性モーメント 1225 kN・m^2（WL^2/12）を発揮する。

SJ では設計段階から回転運動エネルギーも考慮し，風速 10 m/s の条件下で吊荷を 1 回転静止させるためのエネルギーを発する性能を有している。能動的に吊荷を回転した際，SJ の持つエネルギーは 640 N・m であり，ジャピタスの 130 N・m に比較し 5 倍近くのエネルギー増である。

スカイジャスターの特徴

・大きな慣性モーメント 1225 kN・m^2 に対応

※吊荷の慣性モーメントについて



$I=1/3W(a^2+b^2)$　$9.8kN \cdot m^2$

簡易式　$I=1/12 \times WL^2$

EX.

$I=1/12 \times 28 \times 9.8 \times 7.3^2 = 1218kN \cdot m^2$

重さ28t，長さ7.3mの吊荷を姿勢制御可能

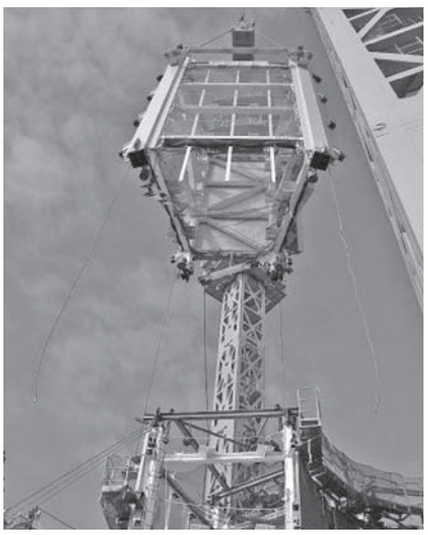
・能動的な吊荷回転
　吊荷に回転を与え，所定の向きにする
・風による荷の回転制御
　人力で押さえきれない回転を停止させる
・吊荷姿勢の保持
　吊荷に対し外力が作用し続ける環境下でも吊荷回転が生じない
・外力に対しフリーの状態とする
　吊荷が外力に応じ回転可能
・バテッリー消費量を抑えた設計
　一番電力を必要とする起動時は商用電源による起動が可能

ユニット化により，バッテリー交換が可能。昼夜勤の現場にも対応可能

②現場使用状況

SJ を用いた鉄骨建方状況を**写真**―3，4 に示す。柱の建方ではトラス構造のブレースが下層より立上るため，柱を回転しながら納める必要がありSJの能動的回転の応答性の良さ，位置決め精度の高さから弋工，TC オペ共に高い評価を得た。揚重中に回転したALC 付ユニットも容易に所定の位置へ吊荷を回転できるので，柱建方同様に介錯ロープや作業員が吊荷を直接掴んで，荷を回転することが無い。このため風の影響による作業効率低下，安全性の改善を見込め，鉄骨工事の安定化への貢献が期待できる。

写真―3　柱建方状況



写真―4　ALC 付ユニットの建方

3. おわりに

クレーン・重機事故が頻発し，報道へと直結する昨今，超高層建設物の施工に際し，超高層特有の問題が多く提起された。耐震，耐風に関し，これら難題の解明と解決策を講じてきた。その過程でタワークレーンに関して今後水平展開が必要な多くの技術が開発された。『旋回アシスト』は台風時のブーム折損事故を低減し，狭小現場，近接工事での台風対策を容易にする。『スカイジャスター』はこれまでのジャピタスのイメージを一新し，吊荷方向制御装置の常識を覆し，揚重作業の工期安定化と安全性向上へと貢献するだろう。

弊社では東京スカイツリー®においては，未だ施工半ばで未知の高さでの施工中であるため，これら技術の成果を慎重に見極め，更に改善して行く必要がある。

最後に，今後これらの技術が数多くの現場で成果を収め，生産性，安全性の向上に役立てば幸いである。

JCMA

［筆者紹介］

矢田　和也（やだ　かずや）
㈱大林組
機械部
主任

椎名　肖一（しいな　しょういち）
㈱大林組
機械部
課長

特集≫≫　新しい高度な施工技術の開発と実用化

『U 桁リフティング架設工法』を採用した大規模 PC 高架橋の施工

第二京阪道路 茄子作地区 PC 上部工事

落　合　博　幸

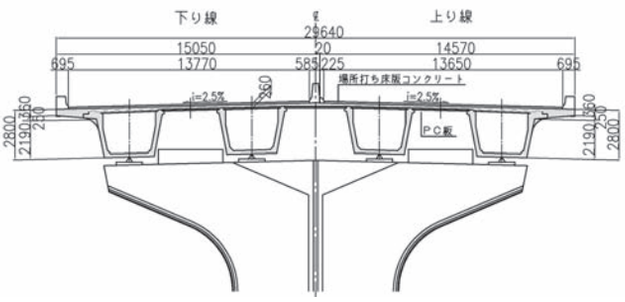
『U桁リフティング架設工法』とはU形断面プレキャストセグメント桁(以下,U桁)1径間分を現場内ヤードで製作し，大型トレーラで場内運搬後，リフティングガーダーにより一括架設し，橋体を構築する工法である。

本工事では1径間分，最大重量240 t，最大長さ37 mのU桁をリフティング後，PC板を敷設，場所打ち床版コンクリートを打設して橋体を構築する『U桁リフティング架設工法』を採用し，4主箱桁1径間を2週間で施工する速度を実現した。また，スパンバイスパン工法に比べ，リフティングガーダー作用曲げモーメントは1/6に低減可能となり，ガーダー重量の軽減化により大幅なコスト縮減も実現した。

キーワード：PC高架橋，U桁，リフティング架設，急速施工，プレキャスト桁，スパンバイスパン工法

1. はじめに

第二京阪道路茄子作地区PC上部工事の専用部は，大阪府枚方市～交野市の市街地に位置する橋長790 mのPC20径間連続箱桁橋である。主桁断面を**図―1**に示す。桁高は2.8 m一定で，第二京阪道路の標準的な断面形状の4主箱桁である。桁高や支間が比較的均一に計画された大規模高架橋では，工場製セグメントを用いたスパンバイスパン工法がコンクリート構造物の高品質化，工期短縮，コスト縮減の上で一般的に有利である。本工事では，下部工事が完了しており，桁下空間を比較的自由に使用できるという現場条件から，大型プレキャスト桁を現場内ヤードで製作し，一括架設する新工法『U桁リフティング架設工法』が設計・施工一括方式において採用された。本工法により，大型トレーラーによる一般道のセグメント運搬が不要となり，環境負荷が軽減されたとともに，架設資機材の軽減化が図られ，大幅なコスト縮減を実現した。本稿では，『U桁リフティング架設工法』の架設装置を主体に報告する。



図―1　主桁断面（標準部）

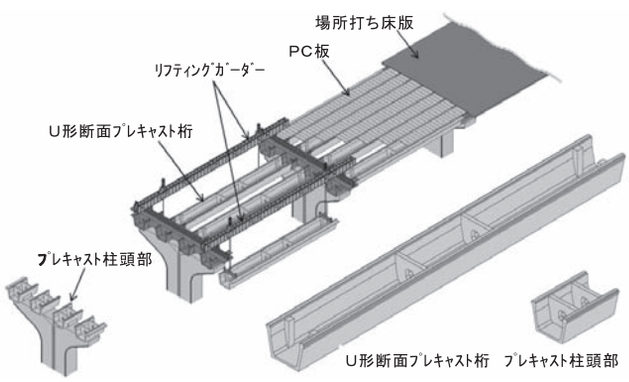
2. U桁リフティング架設工法

(1) 工法の概要

『U桁リフティング架設工法』とは，下床版とウェブのみで構成されたU桁1径間分を現場内ヤードで製作し，場内運搬後，一括架設し，橋体を構築する工法である。

図―2に架設工法図を，**写真―1**にU桁場内運搬状況を，**図―3**に施工順序を示す。

最大重量240 tのU桁の架設は，柱頭部セグメント上に設置したリフティングガーダーによりリフティング後，間詰めコンクリートの施工，1次外ケーブルの緊張により自立させる。その後，PC板の敷設，現場



図―2　U桁リフティング架設工法

写真―１　Ｕ桁場内運搬状況

打ち床版コンクリートを打設して橋体を構築する。

表―１に，『U 桁リフティング架設工法』と一般的なスパンバイスパン工法の比較を示す。断面を分割し，上床版を後打ち施工することで吊上げ重量を軽減できるとともに，U 桁を一括架設することでガーダー作用曲げモーメントをスパンバイスパン工法に比べ 20％以下に低減でき，ガーダー重量を大幅に軽減化できる利点が得られる。

(2) 架設装置

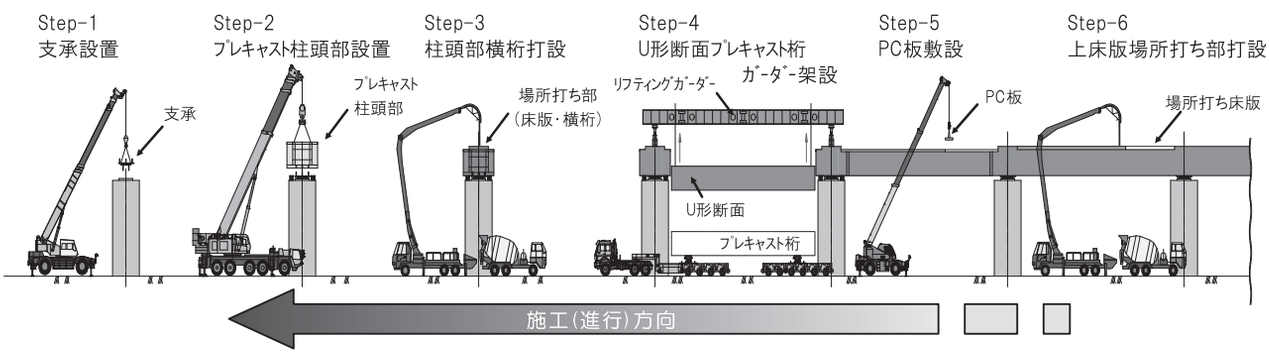
U 桁リフティング架設装置は「リフティングガーダー」，「リフティング装置」，「横取り設備および位置調整機構」の 3 部分から構成されている。

①リフティングガーダー

桁下空間を作業ヤードとして自由に使用できる施工条件および U 桁一括架設によるガーダー作用曲げモーメントの低減という利点を生かし，ガーダーの径間移動はトラッククレーンで行う方式を採用した。ガーダーは高さ 1.8 m の H 形断面 2 列で構成されており，ガーダー重量は施工性を考慮し，極力軽量化を図り，移設時重量は約 50 t まで軽減化した。**写真―２**にトラッククレーンによるガーダー移設状況を示す。

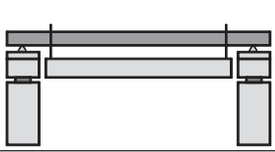
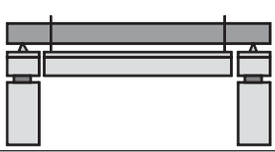
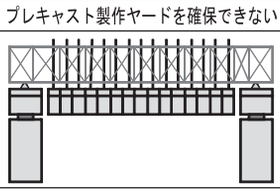
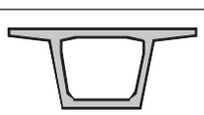
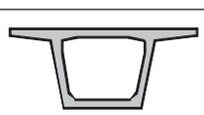
②リフティング装置

U 桁リフティングはセグメントの前後 2 カ所をそれぞれ φ 36 mm のゲビンデ鋼棒 4 本で吊り上げて行う方式を採用した。これは，ワイヤーロープ方式，鋼線方式等と比較した結果，ゲビンデ鋼棒方式が機構的にシンプルで作業時の間違いをおかしにくいこと，また経済性でも有利であることから決定した。なお，吊り上げ速度の高速化を図るため，吊り上げ用ジャッキのストロークは 1 m とするとともに大容量の油圧ポンプを採用し，12 m 高さの吊り上げを 1 時間半で行うことを可能としている。



図―３　施工順序図

表―１　U 桁リフティング架設工法と一般的なスパンバイスパン工法の比較

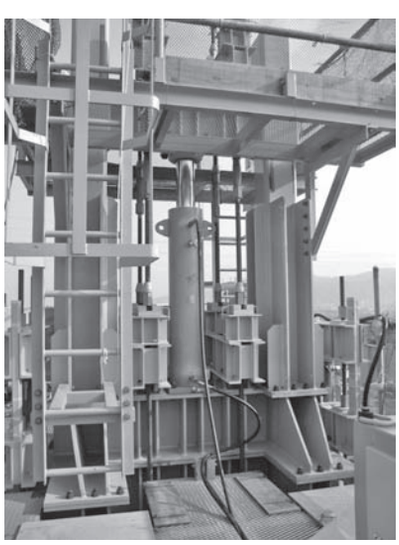
架設工法	U桁リフティング架設工法	一括吊り上げ工法	一般的なスパンバイスパン工法
架橋地点の条件	プレキャスト製作ヤードを確保できる		プレキャスト製作ヤードを確保できない
工法イメージ図			
主桁断面の構築方法	合成断面 （U桁架設後に床版を場所打ち） 	箱桁断面 	箱桁断面 
ガーダーに作用する最大曲げモーメント	4100 kN･m 18%	6800 kN･m 30%	23000 kN･m 100%
吊り上げ重量	240t	約420t（U桁＋床版断面として計算）	

写真―２　ガーダー移設状況

また，U 桁へのねじりモーメント作用防止機構として，吊り天秤部は**写真**―８に示すように，多段式のピン構造で縦断・横断方向の高さ変化へ対応できる構造とした。

写真―３，４にリフティング装置および吊り上げ用ジャッキを示す。

写真―３　リフティング装置

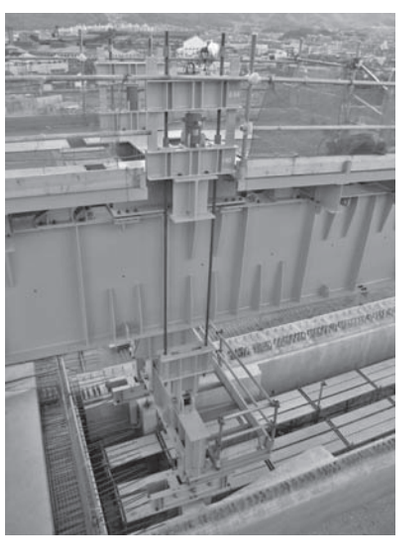


写真―４　吊り上げ用ジャッキ

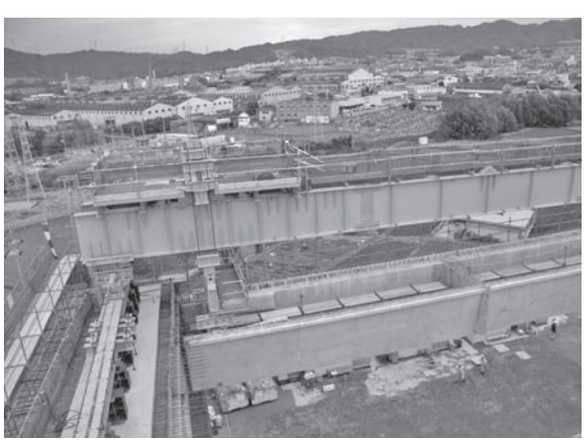
③横取り設備および位置調整機構

リフティングガーダーは柱頭部上に敷設された横取りレール上にチルタンクで支持されている。リフティング装置で吊り上げられた U 桁はガーダーから吊り下げられた 4 本の鋼棒に盛り替えられ，所定位置まで横取りされる。横取りはチルタンク部に配置した水平方向のセンターホールジャッキと横取りレールと平行に配置したφ 26 mm のゲビンデ鋼棒を利用して行う。なお，ジャッキの駆動力はリフティング装置の油圧ポンプを使用している。また，橋軸方向の位置調整用としてスライド機構を付属するとともに，各吊り点には鉛直方向調整用のジャッキも配置している。

写真―５，６に位置調整機構および横取りレール配置状況を示す。



写真―５　位置調整機構



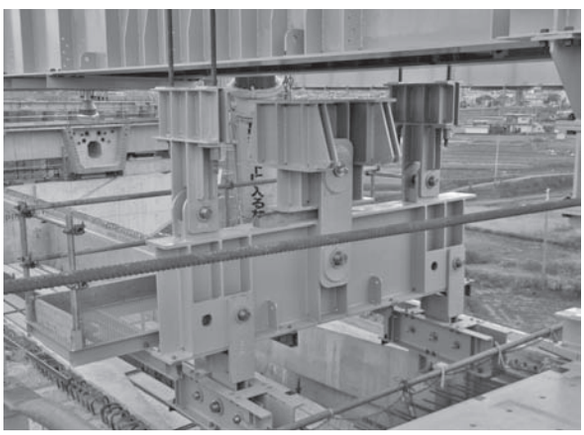
写真―６　横取りレール配置状況

3. 施工

(1) U 桁セグメントの吊り上げ

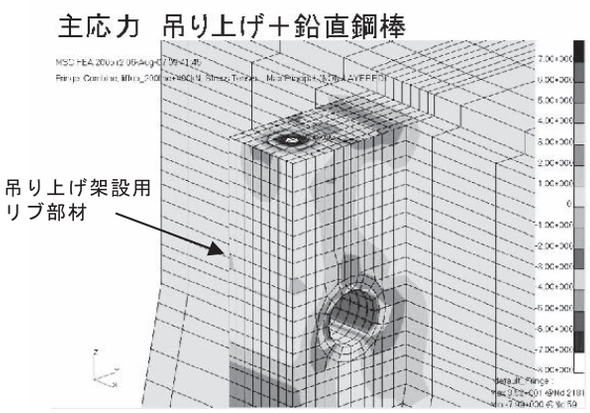
写真―７に，U 桁架設状況を示す。吊り天秤（**写真**―８）と U 桁の連結は U 桁ウェブ内側に配置した

写真―７　Ｕ桁架設状況

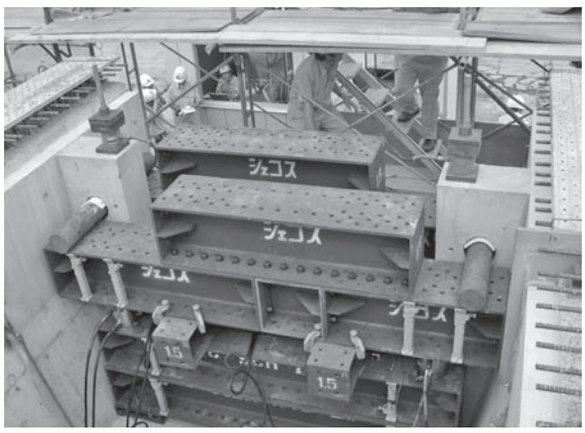


写真―８　吊り天秤

吊り上げ架設用のリブ部材に橋軸方向にピンを差し込み，連結する方法を採用した。天秤梁のピン位置の調整で常にＵ桁の重心位置を吊ることが可能であり，吊り上げ架設中にＵ桁にねじりモーメントを作用させない構造としている。この方式を採用するにあたっては，架設中のＵ桁全体をモデル化した３次元 FEM 解析（**図―４**）を実施し，全体解析および局部的な応力検討を行うとともに，実物大の模型載荷実験を実施し，その安全性を確認した（**写真―９**）。



図―４　FEM による吊点近傍の応力照査



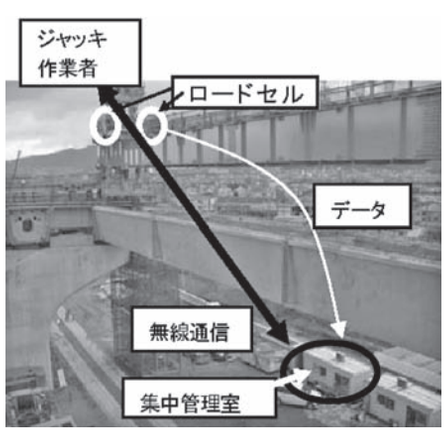
写真―９　実物大模型載荷実験状況

(2) Ｕ桁セグメントの設置位置の調整

所定高さに吊り上げ後，Ｕ桁セグメントを４点支持に盛り替え，設置位置の最終調整を行う。

この際，桁両端の勾配調整が同調しない場合，Ｕ桁にねじり応力が発生し，0.3％の僅かな勾配差でも左右の吊り荷重差は± 80 kN となり，中間隔壁部にひび割れを生じることが判明した。

そのため，本工事では，最終調整時のＵ桁のねじりに対して，４本の吊り鋼棒全てにロードセルを配置することで吊り荷重の変動をモニタリングし，作業者に適宜指示することで，横断勾配差が 0.2％（左右の荷重差± 50 kN）以内になるように集中管理した（**写真―10**）。



写真―10　Ｕ桁荷重モニタリング状況

(3) 施工サイクル

Ｕ桁の製作サイクルは，Ｕ桁架設サイクルと同一日数とすることで製作したプレキャスト桁の仮置・ストックを不要とし，最も効率的となる。**表―２**に，Ｕ桁製作および架設のサイクル工程を示す。

本橋では，Ｕ桁製作ヤードを４ベッド，リフティン

表―２　本橋のＵ桁製作および架設サイクル工程

グガーダーを２基使用し，２週間サイクルでの架設を実現した。

4. おわりに

『U 桁リフティング架設工法』により最大重量 240 t の大型プレキャスト桁のリフティング施工を行い，桁架設機械分野でも若干の進歩を遂げたと思われる。

実施工において改善点は多々あったが，それを踏まえ，安全施工，省力化等を考慮した桁架設機械のさらなる発展に貢献できれば幸いである。

JCMA

《参 考 文 献》
1）大國喜郎・落合博幸・河野信介：「U 桁リフティング架設工法」を採用した大規模 PC 高架橋の施工：平成 20 年度 建設施工と建設機械シンポジウム 論文集 P77-P80　2008.10.
2）落合博幸・河野信介：「U 桁リフティング架設工法」を採用した大規模 PC 高架橋の施工：建設機械 Vol.45 No.8　P66-P69　2009.08.

［筆者紹介］
落合　博幸（おちあい　ひろゆき）
三井住友建設㈱
土木本部　土木技術部
次長

特集≫≫ 新しい高度な施工技術の開発と実用化

低コスト連続穿孔機エルエスカッター工法の開発

山森和博・山下正治・北原成郎

硬岩地山で山岳トンネルなどの岩掘削工事を行う場合には一般的に破砕力の強い火薬による発破工法で施工するが，工事に伴う騒音・振動を抑制して周辺環境に与える影響を小さくすることを目的として機械掘削工法が採用される。この場合，掘削困難あるいは生産性が極めて悪化することになる。切羽面にスリットを設けることで，掘削効率向上や騒音，振動の低減が実現できるが，従来のスリット造成工法では高コストになる問題があった。

そこで，低コストでスリットが造成できる工法の開発を目指し，汎用の削岩機に簡単に装着できる連続孔穿孔方式によるスリット造成機を利用したエルエスカッター工法の開発を行い，実用化を図った。実際に導入した事例として，トンネル工事への適用例を紹介する。

キーワード：山岳トンネル，機械掘削工法，無発破工法，硬岩掘削，割岩，スリット

1. はじめに

硬岩地山における山岳トンネルでは威力の強い発破工法で施工することが一般的である。しかし，市街地や重要構造物等が近接するトンネル工事の場合，発破掘削で発生する騒音・振動による影響が懸念される。そのような条件下の場合は，周辺環境に与える影響が少ない機械掘削工法が適用される。

機械掘削工法には，割岩工法・自由断面掘削機・大型ブレーカによる自由断面掘削方式と TBM（Tunnel Bowling Machine）による全断面掘削方式がある。エルエスカッター工法は，スリット（連続孔）形成にて岩盤を破砕し，掘削する割岩工法に分類され，低コストにて効率的な工法として開発を行った。今回，新設トンネル工事における初期掘削に本格採用した。

本報文では，本工法の特徴と適用事例について紹介する。

2. エルエスカッター工法

(1) トンネル掘削における割岩方法 [1)]

トンネル掘削での割岩方法は，切羽面に穿孔した孔に油圧くさび等の割岩機や静的破砕剤を挿入し，岩盤に大きな亀裂を発生させ，大型ブレーカ等で岩盤を掘削する工法である。割岩機や静的破砕剤は，発破工法と比較して破砕能力は格段に劣るため，1 自由面となるトンネル切羽面に亀裂を生じさせることは困難である。そこで，効果的に岩盤に亀裂を発生させるためには，人工的に自由面を形成することが必要となる。

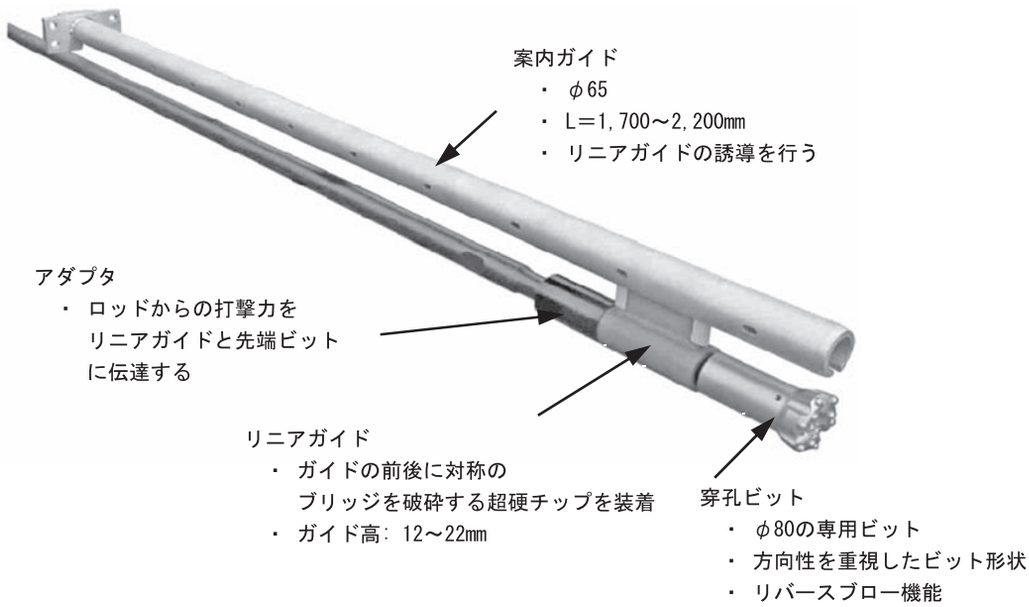
自由面形成方法としては，トンネル汎用機械である油圧ドリルジャンボを使用したスリット形成を行う方法が多く採用されている。工法としては，SD 工法による多連ドリル方式，DPS 工法等に代表される単一孔連続方式が主な工法である。いずれの工法も，孔を重ねることにより孔間のブリッジを破砕してスリットを形成する。本工法は，単一孔連続方式に分類される。

(2) エルエスカッター工法の特徴

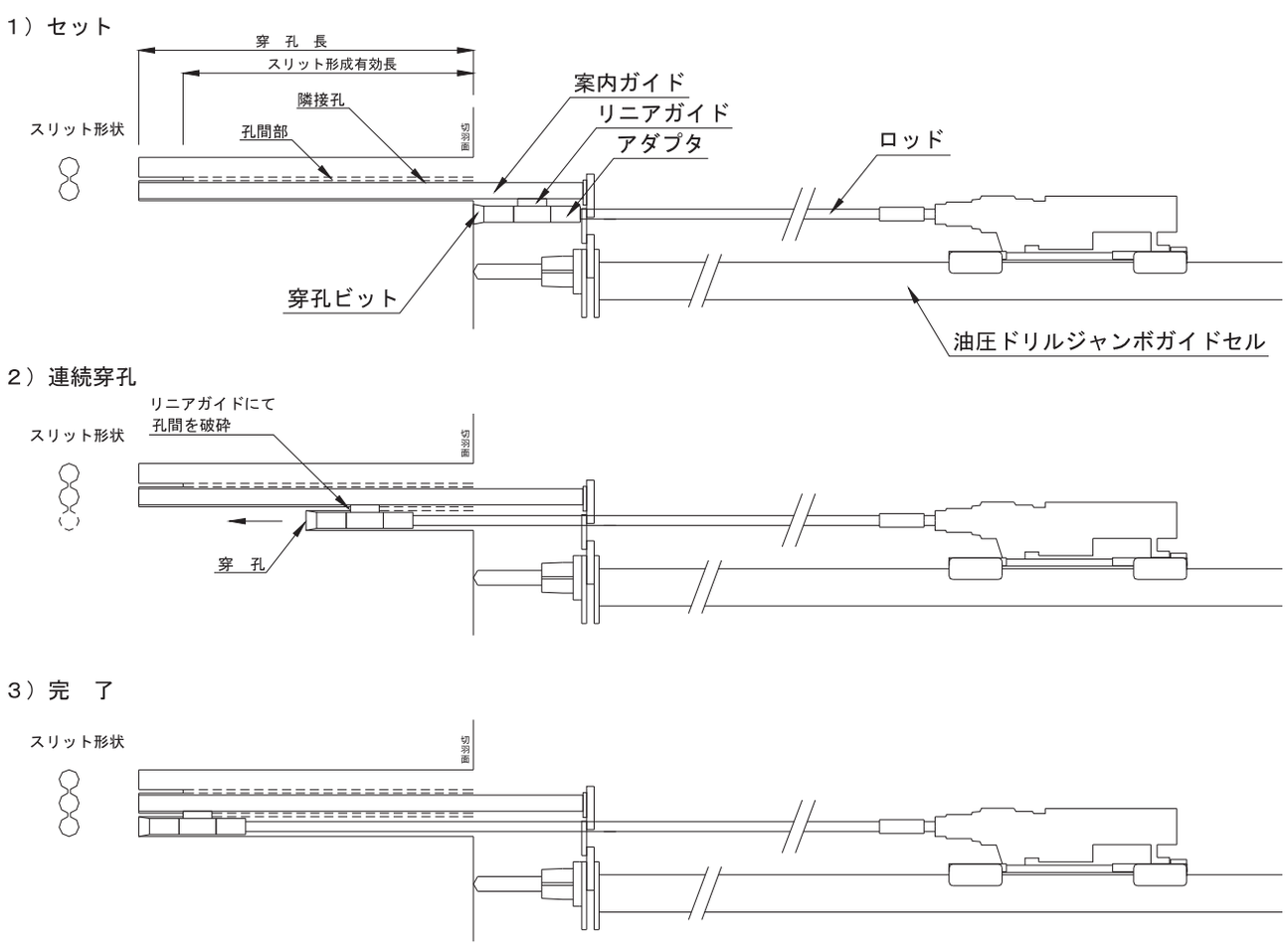
本工法は**図**―1 に示す案内ガイド，穿孔ビット，リニアガイド，アダプタにて構成される。この装置は，トンネル汎用機械である油圧ジャンボドリルのガイドセル先端部に容易に取付けが可能であるため，自由面形成において専用機は不要となる。

スリット形成方法は，隣接孔に案内ガイドを納め，穿孔長分を挿入する。案内ガイド内をリニアガイドがスライドすることで隣接孔が定規となり穿孔間隔を一定に保つことでスリットが形成される。所定の深さまで穿孔が完了すると引抜き，次穿孔に移動し，連続孔を形成する。**図**―2 に連続穿孔手順図を示す。

前述の通り，従来方法では，穿孔する孔と隣接する先行孔の一部分をラップすることで，スリットを形成する方式であった。この場合，1 回の穿孔動作ででき

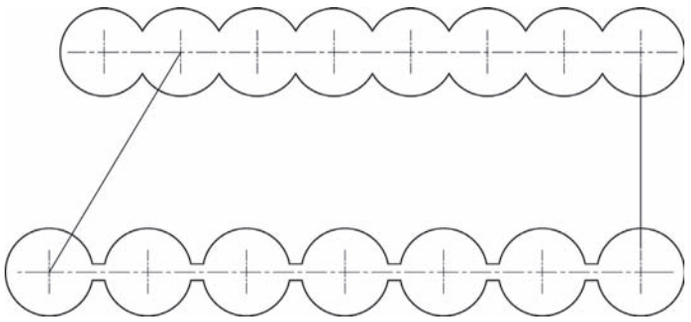


図―1　エルエスカッター装置概要図

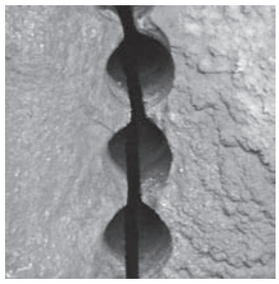


図―2　連続穿孔手順図

るスリット長は穿孔径からラップ長を差し引いた長さしかできなかった。本工法では，先行する孔に平行して穿孔しながら孔間をリニアガイドで破砕してスリット形成を行い，また，リニアガイドの高さを変えることができるため，岩盤強度にあわせて孔間隔が設定できる。この方式により，従来の方法よりも約20％程度スリット長を長くすることが可能となり，スリット形成時間の短縮，施工の効率化を図ることができる。**図**―3にスリット形成比較図を示す。



図―3　スリット形成比較図



本工法によるスリット形成状況

3. トンネル工事への適用事例

(1) 適用背景

本工法を採用した佐賀497号山彦トンネル（正式名称：北波多トンネル）新設工事は，西九州自動車道の内，唐津伊万里道路（L = 18.1 km）区間における延長957 mの新設トンネルである。掘削方式は全線発破掘削にて計画されていた。

トンネル初期掘削の坑口部付近は，周辺地区住民の生活道路との離隔距離が約50 mと近接しており，また，約220 m付近には民家が点在していた。そこで，周辺環境対策として，トンネル初期掘削を発破掘削より騒音・振動および飛び石の影響が少ないブレーカ掘削による機械掘削工法とした。

当初，坑口部は，亀裂の多いCL級岩盤が分布するとされていたが，崖推堆積物を除去したところ，**写真―1**に示すような右側方部より亀裂のない硬質な岩盤部（一軸圧縮強度70 ～ 80 N/mm^2）が露出した。地質状態から判断し，今後，トンネル断面全面に出現する可能性が予想されたため，ブレーカ掘削のみでは，工期遅延および周辺環境影響への負荷増大（ブレーカ振動・騒音影響）の懸念もあり，現実的な方法でないと判断した。そこで，環境負荷低減および汎用機械で効率的な施工を可能とする機械掘削方法について検討する必要があった。

写真―1　坑口状況（トンネル初期掘削前）

(2) トンネル初期掘削方法の検討

坑口岩盤状況および周辺環境状況より，自由面を形成して掘削を行う割岩工法が有効となる。そこで，トンネル初期掘削区間に，エルエスカッター工法を採用し，自由面形成を行うこととした。しかし，自由面形成後の次工程である割岩方法の検討が必要になる。割れ目が多い岩盤であるならば，ブレーカによる直接破岩が効率的であるが，今回は亀裂が少ない岩盤であるため，割岩機や静的破砕剤等を使用して人工的に亀裂を発生させる方法が効率的である。そこで併用する割岩方法について**表―1**に比較検討表を示す。今回は，極力施工サイクルを低下させることなく，低コストにて効率的な施工を目的として，高圧ガス破砕剤を採用した。

表―1　割岩比較検討表

	静的破砕剤	高圧ガス破砕剤	油圧くさび
騒音 振動	○ 騒音・振動なし	○ 騒音・振動少ない	○ 騒音・振動なし
安全性	○ 飛石等なし	△ 飛石等少ない	○ 飛石等なし
施工性	× 破砕剤作用時間要	○ 通常施工サイクル	× 施工サイクル増加
経済性	△ 火薬より高価	○ 静的破砕剤より安価	× 機械損料費増
総合 評価	△	○	×

(3) 施工状況

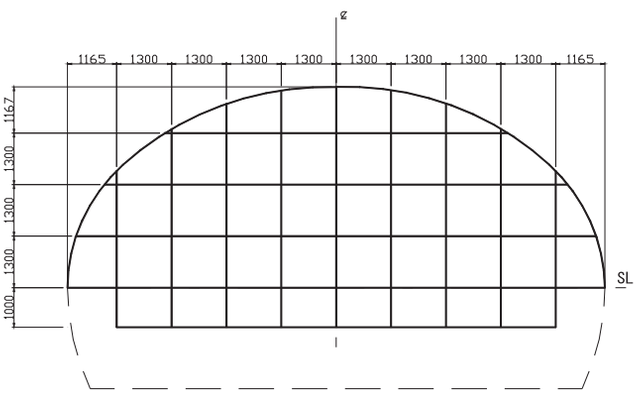
表―2に適用区間のトンネル諸元を示す。また，**表―3**に割岩仕様一覧表を示す。割岩方法は，切羽面に対して**図―4**に示すような格子状を標準とし，スリット形成を行い，スリットで囲まれた格子状岩塊（1ブロック）を高圧ガス破砕剤で1次破砕した後，ブレー

表―２　トンネル諸元

名　　称		内　　容
適用延長		10.3 m
地山区分		DⅢ
1 掘進長		1 m
地質・岩石名		砂岩
圧縮強度		70 ～ 80 N/mm^2
設計掘削断面積		78 m^2
支保構造	吹付厚（覆工厚）	25 cm（35 cm）
	鋼製支保	H-200 × 200
	ロックボルト	TD24 × 4.0 m

表―３　割岩仕様一覧表

名称	仕様・規格
自由面形成 （穿孔機械） （穿孔長・径）	エルエスカッター工法（2 基） （油圧ドリルジャンボ：3 ブーム 190 kg 級） （1.2 m　φ 80 mm）
割岩（1 次破砕）	高圧ガス破砕剤 （ガンサイザー　28－12 型）
破岩（2 次破砕）	1,300kg 級油圧ブレーカ（1 台） （ベースマシン 0.8 m^3 級）



図―４　スリット形成図

カによる掘削を行った。1 ブロックあたりの高圧ガス破砕剤使用量は 2 本（240 g）を標準とした。**写真―２～５**に施工状況写真を示す。

写真―２　スリット形成状況（エルエスカッター工法）

写真―３　外周部スリット形成状況

写真―４　割岩状況（高圧ガス破砕剤）

写真―５　ブレーカ破岩状況

今回，短い区間であるが，本工法による自由面形成効率は 4.2 ～ 5.1 m^2/h と，岩盤圧縮強度に依存するところはあるが，比較的高い効率が得られた。スリット形成状況としては，縦・横方向およびトンネル外周部も問題なく行えることを確認できた。

また，**写真―６**に示すように発破掘削を本格的に開始することになった時点で，芯抜き部にスリットを設けた。通常芯抜き部に使用する火薬量より少ない火薬量にて効率的に芯抜き発破を可能とした。

写真―６ 芯抜き部スリット形成状況

4. おわりに

今回，エルエスカッター工法の適用効果として，主に以下のようなことを確認することができた。

・汎用トンネル機械に容易･短時間に装脱着ができた。
・1.5 m 以上の深さのスリットが一度に施工できた。
・地山が複雑に変化しても穿孔可能であった。
・芯抜きとしてスリットが効果的に利用できた。

以上より本工法は，従来工法と比較して，効率的なスリット形成を実現し，振動・騒音を低減する割岩工法として有効な手段である。また，汎用トンネル機械に容易に装備が可能で低コスト化を実現した。この効果を活かし，多彩なスリットパターンを形成し，割岩機もしくは静的破砕剤を組み合わせることで，条件に応じた割岩方法を提供することができる。さらに，発破使用に制限がある場合，芯抜き部および周辺孔へスリット形成を適用することで火薬量軽減や振動，騒音低減など効果を発揮することが可能となる。

今後は，適用事例を重ね，国土交通省新技術情報提供システム（NETIS）の登録を目指す。

なお，本工法は特許登録（特許番号:第 3816350 号）しており，あわせて「エルエスカッター」を商標登録（第 5017470 号）している。

最後になりますが，本工法に関して共同開発を頂いた三菱マテリアル㈱殿に感謝を申し上げます。

JCMA

《参考文献》
1）ジェオフロンテ研究会：割岩工法便覧 割岩工法に関する技術資料（総集編），2006.12.6

［筆者紹介］

山森 和博（やまもり かずひろ）
㈱熊谷組
土木事業本部 トンネル技術部
担当課長

山下 正治（やました まさはる）
㈱熊谷組
九州支店 土木部
作業所長

北原 成郎（きたはら しげお）
㈱熊谷組
土木事業本部 機材部
担当部長

特集≫≫　新しい高度な施工技術の開発と実用化

エアロ・ブロック工法の開発と実用化

金　丸　清　人

都市部でニーズが高まっている矩形形状の都市トンネルを複数のエアーバッグで切羽を押さえながら掘削する新工法を開発した。従来，都市トンネル築造には密閉型シールド機が用いられているが，トンネル延長が短いとシールド機製造コストが影響し開削工事に比べ経済的に不利であった。特に矩形形状では地盤を掘削するカッタが複雑な機構となり，さらにコスト高となった。

開発は，自立地盤における経済的な矩形形状のトンネル築造技術の確立を目的とし，掘削時の地山の安定と地表面の沈下抑制が図れる工法を目指し，実工事でエアーバッグによる地盤保持効果などを実証した。本稿では開発した「エアロ・ブロック工法」の概要を報告する。

キーワード：矩形シールド，エアーバッグ，エアロ・ブロック工法

1. はじめに

都市部のトンネル築造は，円形の密閉型シールド機による施工が主流だが，地盤を切削するカッタと，地盤とトンネル坑内を仕切る隔壁を装備しているため，シールド機は高価である。特にトンネル形状が矩形断面の場合，矩形端部まで掘削するため複雑なカッタ機構を採用するなど，より高価となった。

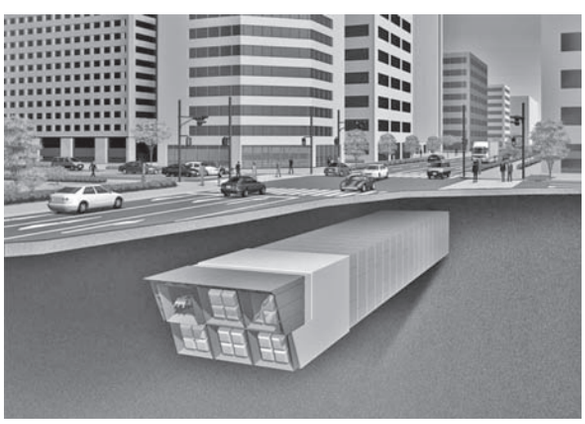
前号ではカッタ機構に汎用品の使用や横軸配置などでコスト低減を図ったパドル・シールド機を報告したが「エアロ・ブロック工法」は，矩形形状のトンネル築造を自立性が高い地盤に絞りシールド機経済性を追求して開発した。この掘削機は製造コストを抑えカッタ機構や隔壁を省略した開放型ではあるが開放型の弱点である切羽の安定性を，掘削時の開放面積を小さくすることで解決した。この工法は地山の安定効果が高い密閉型と低コストである開放型の中間に位置し，両者の長所を保有する新しい工法と言える。

図―１にエアロ･ブロック工法のイメージ図を示す。

本工法は松本市の主要医療機関の病院増改築工事で採用され，掘進の結果，切羽の安定性や地表への影響低減などの効果を実証できた。

2. 工法の概略

カッタ機構を使用しない開放型のシールド機は，コストは安いが切羽の地山変位量が大きい。密閉型と比べ切羽の安定性に劣り，地表面沈下量も密閉型に比べ２～３倍程度大きく現在はほとんど使用されていない。



図―１　エアロ・ブロック工法のイメージ図

「エアロ・ブロック工法」のシールド機は開放型ではあるが，以下の２点により地山の安定を図り，掘進時の地表面沈下を抑制している。

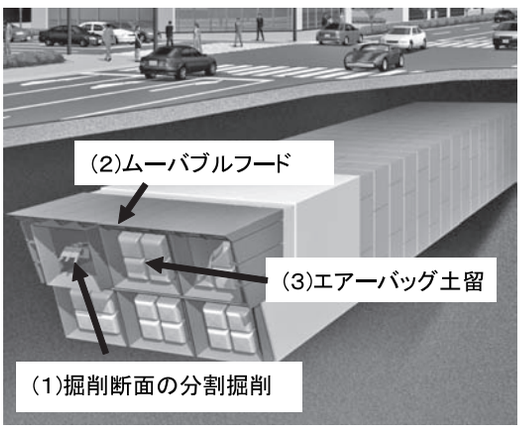
・掘削部分を機械的に複数の小断面に分割し，掘削のため開放する小断面以外の切羽をエアーバッグで常時保持して掘削に必要な開放面積を小さくする
・シールド機に装備したムーバブルフードで掘削部分の先行先受けを行う

(1) シールド機の構造

シールド機の切羽部分は機械的に複数の小断面に分割し，各小断面には角形筒状の箱形装置を挿入している。箱形装置はジャッキで前後に摺動可能な構造と

なっており，切羽側には「扉」と扉の地山側には「エアーバッグ」を装備している。

掘削機の上部および側部上半には箱形装置と同様に前後に摺動可能な「ムーバブルフード」を備え掘削時の先行先受けを行う。**図**―２にシールド機の構造図を示す。

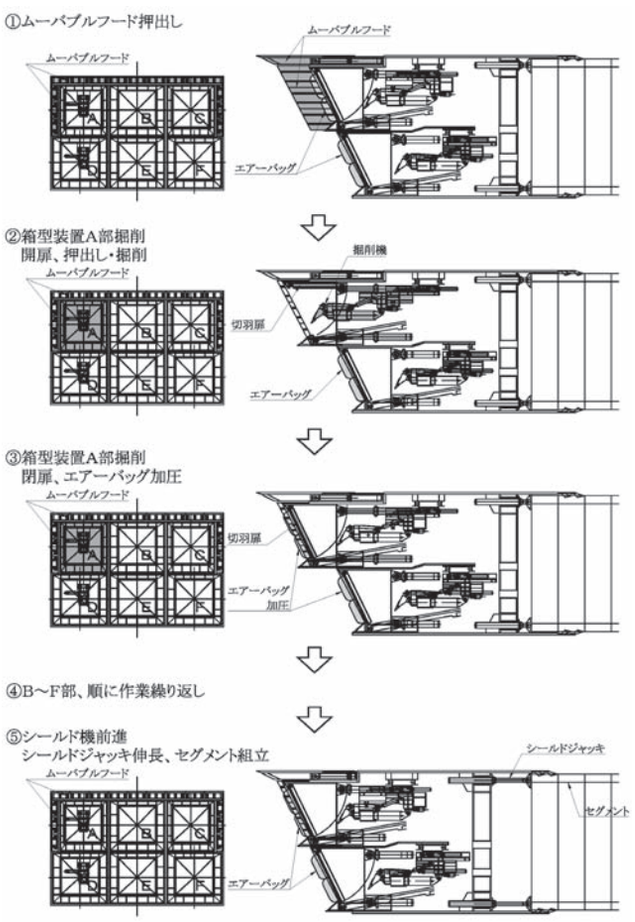


図―２　シールド機の構造図

(2) 掘削の手順

図―３に掘削の手順を示す。掘削は，最初にムーバブルフードを押し出して先行先受けを行ってから複数の箱形装置の内，１カ所の扉を開けて行う。掘削以外の箱形装置では，扉を閉めた状態でエアーバッグを膨張させ，地盤に土水圧に対応する圧力をかけて切羽の変状を抑えている。扉を開けた掘削部ではシールド機に備えたショベルで地盤を切削しながら箱形装置を押し出す。必要な押出長はセグメントの１リングが組立可能な長さ（1 m 前後）である。掘削終了後，扉を閉め，エアーバッグを膨張し切羽を抑える。

掘削終了後，未掘削部分の箱形装置の内，１ヶ所の扉を開け同様の掘削作業を行う。順に掘削・箱形装置押し出しを繰り返し，箱形装置全部の掘削が終了後，シールドジャッキを伸張しシールド機胴体を前進させる。シールドジャッキ伸張後通常のシールド工法と同様にシールド機テール内でセグメントを組立て１リング分の掘進サイクルが終了する。



図―３　掘削の手順

3. 要素技術の開発

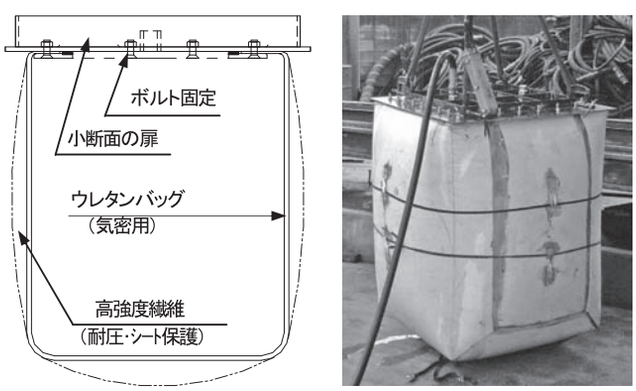
本工法の開発にあたり，核となる装置のエアーバッグについては柔軟な伸縮性と耐久性の保持に多くの検討と実験を繰り返した。また，ムーバブルフードは比較的硬い自立地盤に貫入させるため断面形状や必要貫入力を検討し実証実験で確認した。

(1) エアーバッグ

エアーバッグは，密閉型シールドの泥水式や泥土圧式と同様に圧力調整が容易で，地山を保持しながら地山形状に柔軟に対応できる機能を安価に実現したものである。構造は気密性の高いウレタン樹脂のバッグを特殊な繊維で編んだ布で防護した。**図**―４にエアーバッグの構造図を示す。この防護する繊維の引張力はカーボン繊維の２倍，耐摩耗性はアラミド繊維の４倍の性能を持つ。

(a) エアーバッグの耐久性確認実験

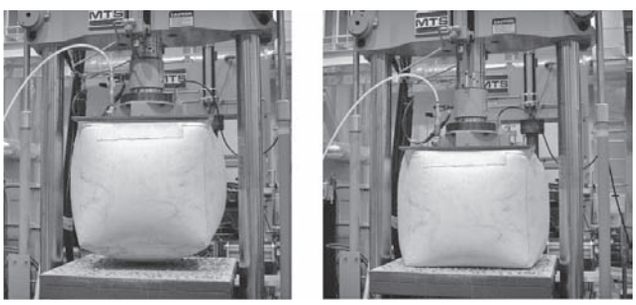
エアーバッグの耐久性を確認するため，1600 回膨



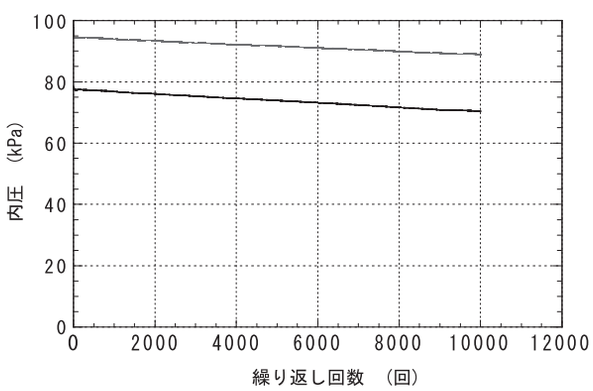
図―４　エアーバッグの構造図

張・収縮を繰り返す実験（**写真**―1）と膨張させたエアーバッグを砕石に 10000 回繰り返し押しつける実験（**写真**―2）を行った。**図**―5 に同実験の繰り返し回数と最大・最小内圧の関係を示す

写真―1　1600 回膨張・収縮繰り返し実験状況



写真―2　10000 回繰り返し砕石押しつけ実験状況



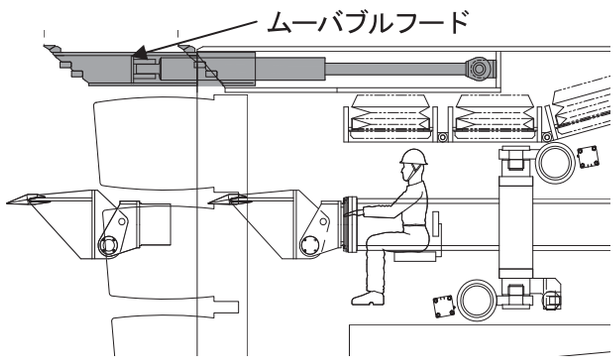
図―5　繰り返し回数と最大・最小内圧の関係

(2) ムーバブルフード

掘削に先行して前方の地山に貫入させ，掘削中の切羽の安定を図る装置。ムーバブルフードは短冊状で各々の掘削断面ごとにフードが単独作動できるように，また，地盤に貫入しやすい形状に改良している。この改良により土質や施工条件に対応してストロークや設置範囲（上部・側部）を自由に設定できる。**図**―6 にムーバブルフード概要図を示す。

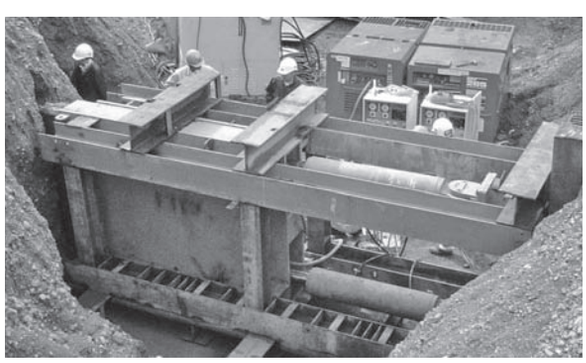
（a）ムーバブルフードの貫入実証実験

実物大に製作したムーバブルフードを洪積シルト層（関東ローム）や洪積砂礫層に貫入させ貫入量や貫入力を確認した。**写真**―3 に洪積シルト層（関東ローム），



図―6　ムーバブルフード概要図

写真―3　洪積シルト層（関東ローム）貫入実証実験状況



写真―4　洪積砂礫層貫入実証実験状況

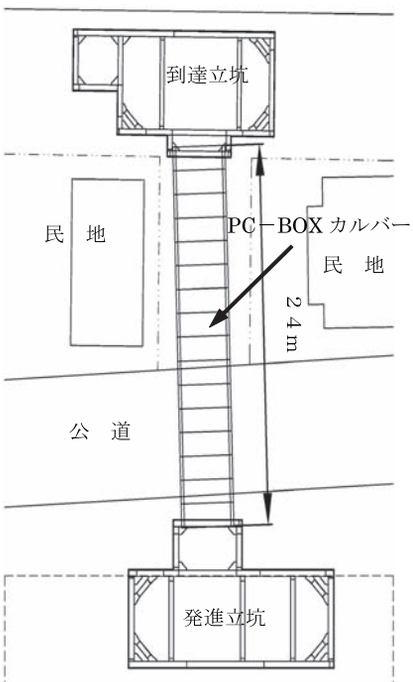
写真―4 に洪積砂礫層における貫入実証実験状況を示す。

4. 実工事による実証

(1) 概要

本工法は松本市の病院増改築工事で採用され実工事による実証を行った。**図**―7 に当工事の全体平面図を示す。

当工事は道路を挟んだ病院増改築部の地下連絡通路築造工事で，内空は 3.5 m × 2.9 m，延長は 24.0 m である。土被りは 3.0 ～ 4.0 m と浅いが，付近住民や一般交通への配慮から，開削工法では無く，矩形形状の PC-BOX カルバートを使用した全断面開放型の刃口推進工法による非開削工法が計画されていた。掘削の補



図―7　全体平面図

助工法としては掘削部土質の礫と腐植土の互層に対する地盤改良および水位低下工法が予定されていた。

施工に関する詳細検討を行った結果，低土被り下で掘削断面が約 4 m × 3.5 m と大きく，全断面開放型による地山の安定性の低下が懸念された。さらに地表面沈下時の交通・埋設物等周辺環境への影響が大きいため，地山の安定効果の高い「エアロ・ブロック工法」を採用することになった。

当工法の適用に当たって掘削機は，設計時の PC-BOX カルバートを使用した推進機とし，推進機の切羽部分は機械的に 4 分割した。当工事は掘削距離が短いため前後に摺動可能な箱形装置は省き，エアーバッグを装着した 4 枚の扉のヒンジは掘削機に固定した。**写真**―5 にエアロ・ブロック工法掘削機を示す。

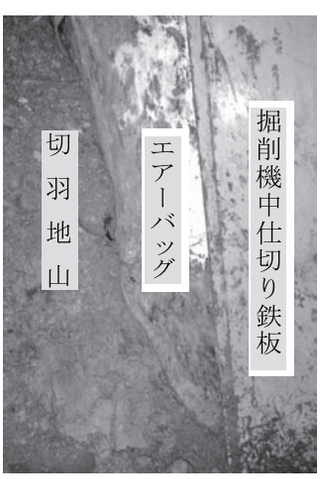
箱形装置を省いたためエアーバッグの膨らみ長を大きくして膨張時に扉から 60 cm 先の掘削地山まで届くようにした。PC-BOX カルバートの長さが 1.5 m のため，掘進は 50 cm 毎に 3 回に分けて行い，1 リング分の掘進サイクルとした。掘削はムーバブルフードを先行して押し出し，分割した各部分毎にエアーピックハンマーで地盤を切削し，掘削残土は人力でベルコンに積み込んだ。掘削終了後は扉を閉めエアーバッグを膨張し切羽の変状を抑えた。**写真**―6 にエアーバッグによる切羽保持状況，**写真**―7 にムーバブルフード下での掘削状況，**図**―8 に当工事における施工手順を示す。

分割した全ての掘削部分の終了後に行う推進作業は 4 枚の扉を全て閉め，全部のエアーバッグを膨張した状態で行った。**写真**―8 に掘削の状況を示す。

推進機の前進によりエアーバッグが縮小しバッグ内の圧力が上昇するが，所定の圧力（設定圧力：0.1 MPa）以上になるとエアー抜き管のリリーフ弁が作動する構造としており，掘進中一定の圧力で切羽を維持することが可能である。

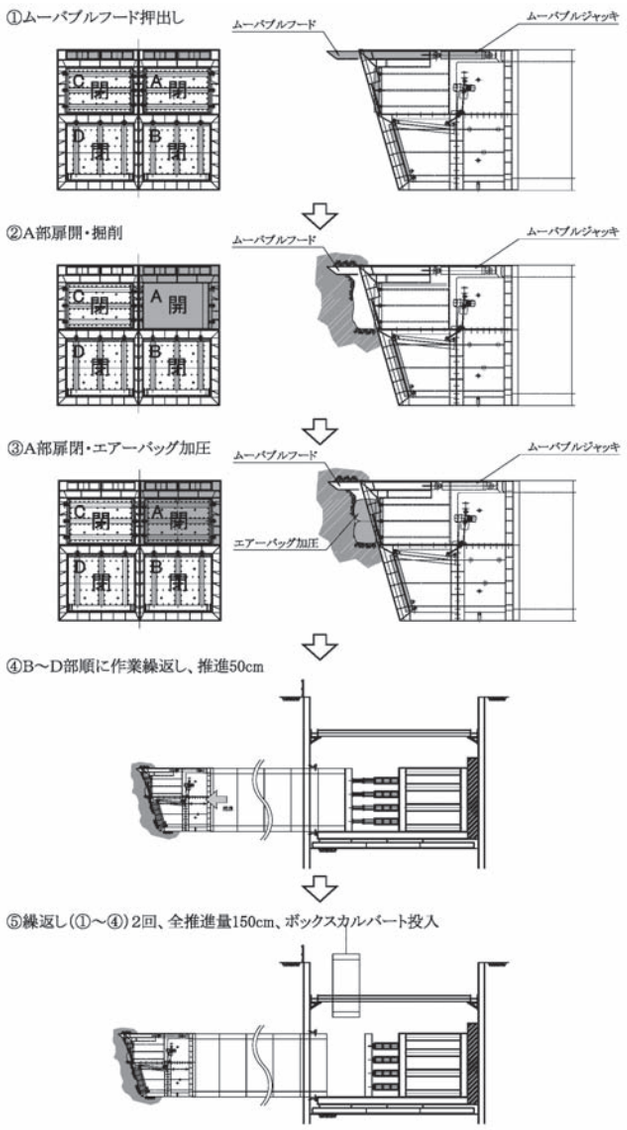
50 cm 毎の掘削・推進を 3 回繰り返し，推進ジャッキを縮小し PC-BOX カルバートを投入して 1 リング分の掘進サイクルが終了する。施工は昼間のみ施工で推進の日進量は約 1 m，掘削は約 1 ヶ月間で終了した。

写真―5　エアロ・ブロック工法掘削機

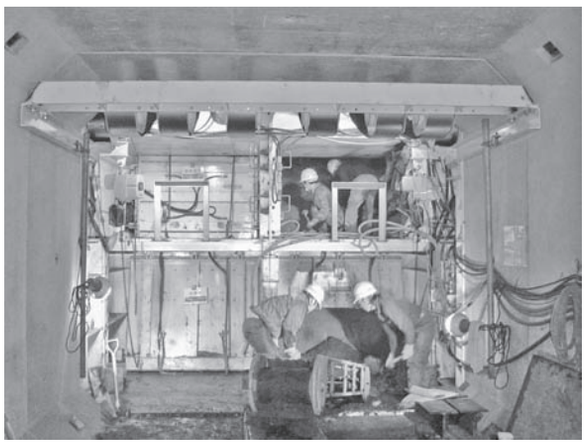


写真―6　エアーバッグによる切羽保持状況

写真―7　ムーバブルフード下の掘削



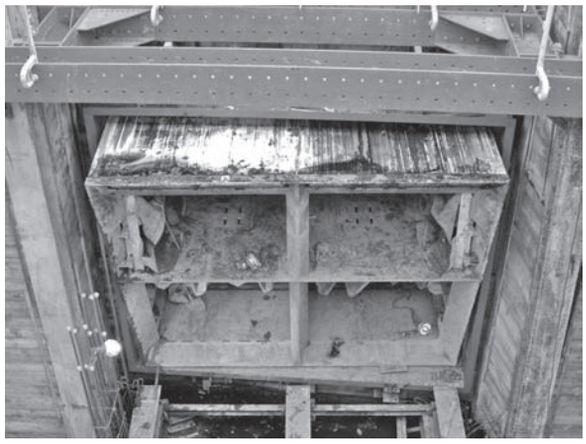
図―８　施工手順図



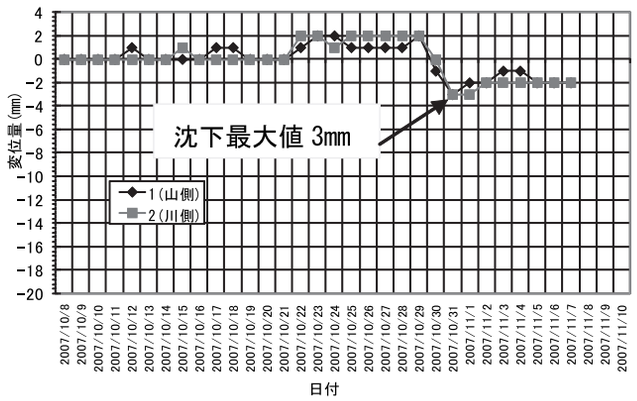
写真―８　掘削の状況

写真―９に掘削機の到達状況を示す。

推進直上には下水マンホールなどがあったが，沈下量は小さかった。一事例として掘削機上にある地表測定ポイントの掘進日毎の変位量を図―９に示す。



写真―９　掘削機到達状況



図―９　掘進日毎の地表変位量

5. おわりに

「エアロ・ブロック工法」は自立地盤対応の矩形形状のトンネル築造工法で，密閉型と比較して掘削機コストが安い，残置杭などの地中障害物の対応が容易，掘削機に必要な設備がわずかなため道路下など狭隘な場所でも施工可能，掘削土が泥土化しないので環境負荷が低減するなどのメリットが多い。

今後は，道路トンネルや地下通路工事などで開削工法で考えられていた浅い土被りのトンネル築造においても積極的に提案していきたいと考えている。

JCMA

[筆者紹介]
金丸　清人（かねまる　きよと）
清水建設㈱
土木技術本部　技術開発部

特集≫≫　新しい高度な施工技術の開発と実用化

多様なトンネル断面を掘削するシールド掘進機『アポロカッター工法』

猪又勝美・鈴木康博

アポロカッター工法は，多様な断面を掘削でき，硬質地盤において優れた切削性を発揮する新しい発想のシールド掘進機である。

掘削機構は，密閉型シールド掘進機先端部のカッターヘッド，揺動フレーム，公転ドラムの３点で構成される。カッターヘッドが回転（自転）しながら揺動フレームと公転ドラムにより公転する。揺動フレームを動かすことによって，カッターヘッドの公転半径を変えられ，任意の断面を掘削できる。小径のカッターを使用するため高速回転(自転)することが可能であり,硬質地盤に対しても高い適用性を持っている。

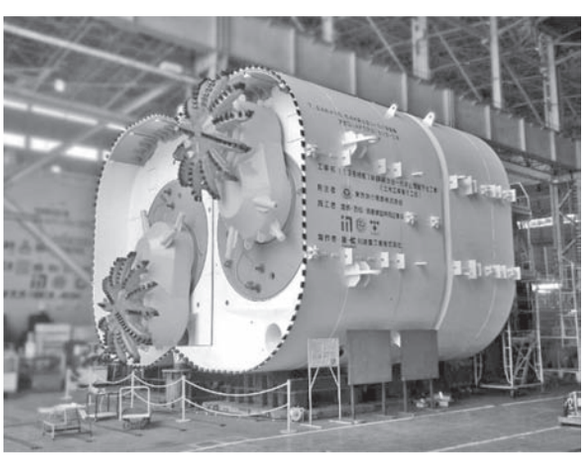
本工法の開発により，多様な断面のシールドトンネルの築造が可能となった。

キーワード：シールドトンネル，自転・公転，矩形断面，硬質地盤，転用

1. はじめに

円形・矩形・馬蹄型など多様な断面に対応でき，硬質地盤や地中障害物切削に威力を発揮する，シールドトンネル掘削のためのアポロカッター工法*が開発された（**写真**―1）。

アポロカッター工法は,多様な断面を掘削でき,カッターが高速で回転するために硬質な地盤にも適用できることが特長である。具体的な掘削方法は,密閉型シールド掘進機先端部のメイン回転ドラム（公転ドラム）上に揺動フレームを介して回転式カッターヘッドを設置し,カッターヘッドが高速で回転（自転）しながら,公転ドラムによって公転を行うことで掘削する，シールド掘削機構としては今までにない工法である。

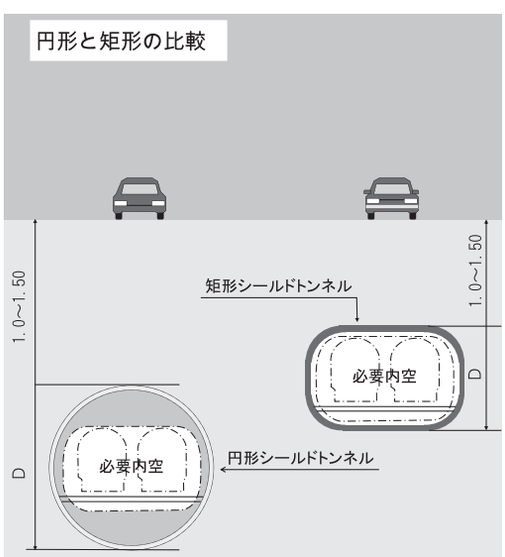


写真―1　アポロカッター工法シールド掘進機
（2 連矩形断面式）

*アポロカッター工法 /APORO-CUTTER 工法（All［あらゆる］ Potential［可能性を秘めた］Rotary［回転式］Cutter［カッター］）

2. 開発の経緯

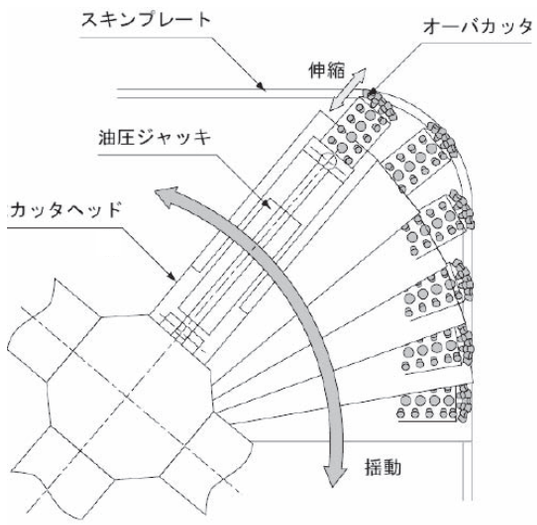
従来のシールドトンネルは円形断面が基本形状であったが，近年の鉄道工事や地下通路においては，横方向に一定の広がりをもった空間を効率的に掘削するために，矩形断面のシールドトンネルのニーズがある（**図**―1）。また，都市部における大深度法の適用に伴



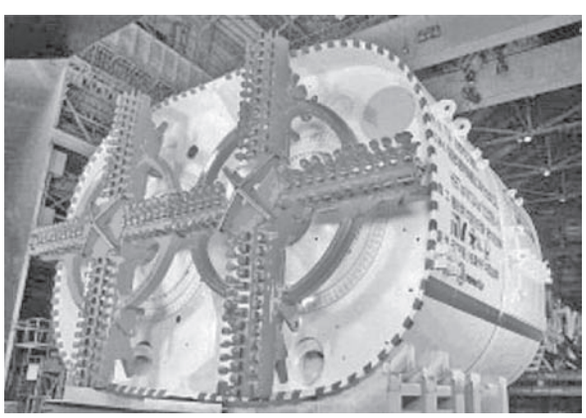
図―1　円形断面と矩形断面の比較

い，硬質な地盤の掘削に対応できるシールド掘進機のニーズも増加する傾向にある。

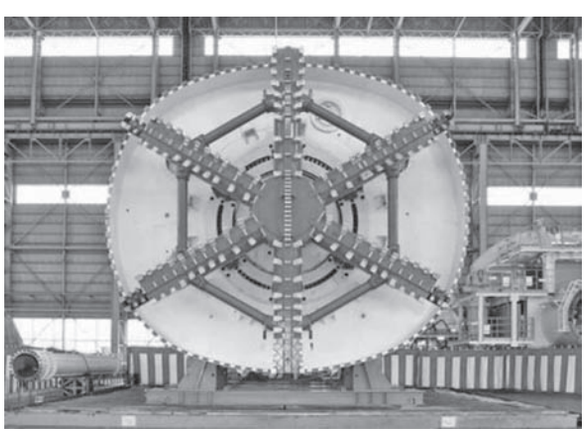
従来，シールド掘進機のカッター部分の先端に伸縮カッター(**図**―2)を使用した，WAC 工法(ワック工法)(**写真**―2）や EX-MAC 工法（イー･マック工法）(**写真**―3）等を矩形断面の掘削工法として適用してきたが，硬質地盤においてより優れた切削性を発揮できるアポロカッター工法が開発されるに至った。



図―2　伸縮カッターによる矩形断面掘削概念図



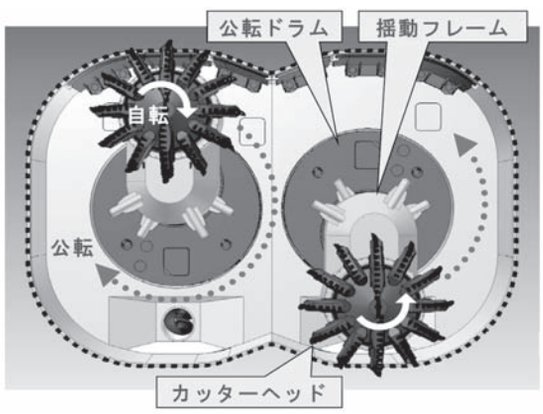
写真―2　WAC 工法のシールド掘進機



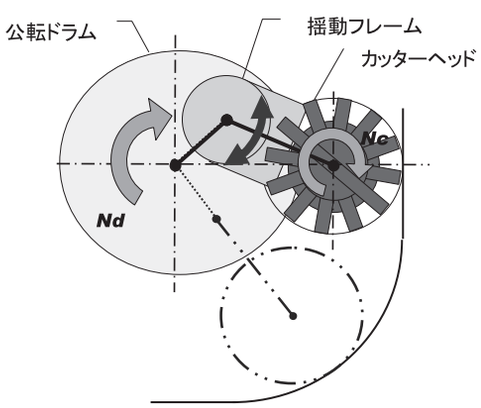
写真―3　EX-MAC 工法のシールド掘進機

3.「アポロカッター工法」の掘削メカニズム

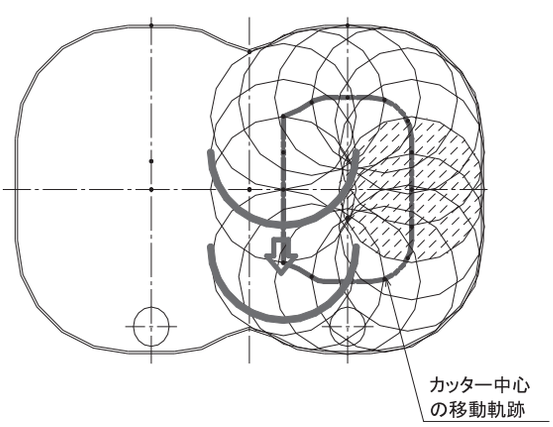
アポロカッター工法の掘削機構は，公転ドラム，揺動フレーム，カッターヘッドの3点で構成される。カッターヘッドが回転（自転）しながら揺動フレームと公転ドラムにより公転する。揺動フレームを動かすことによって，カッターヘッドの公転半径を変えることができ，任意の断面を掘削する。通常のシールド掘進機がカッターヘッドの1軸回転機構であるのに対して，本工法は3軸の回転を制御して全断面を掘削する（**図**―3～5)。



図―3　カッター配置（2連矩形断面）



図―4　3軸制御の掘削概念



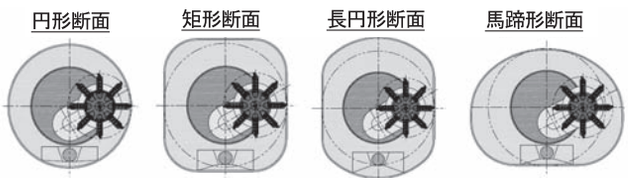
図―5　カッターヘッド掘削軌跡（2連矩形断面）

4.「アポロカッター工法」の特長

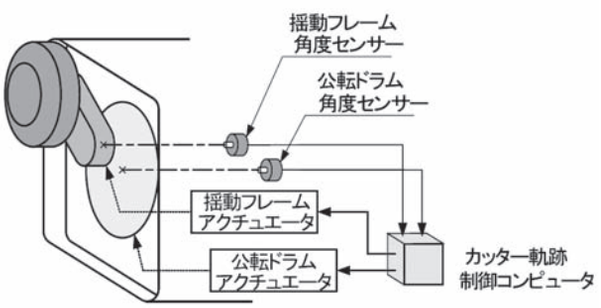
アポロカッター工法の特長としては，主として以下の３点が挙げられる。

(1) 任意の断面を掘削可能

矩形をはじめとする任意の断面を掘削することができ，非円形･円形どちらにも適用可能である（**図**―６）。カッター機構は高性能なカッター位置制御機構を持っており，精度の高い掘削断面を確保している（**図**―７）。



図―６　アポロカッター工法の適用例



図―７　カッター位置制御機構概念図

(2) 硬質地盤における優れた掘削性

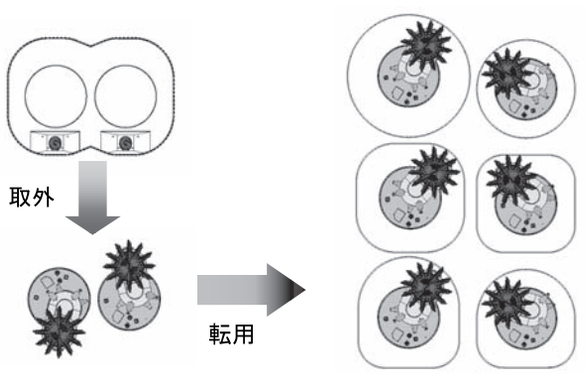
従来の大断面シールドに比べて，カッター部分が小さく，片刃のカッター（**写真**―４）を高速で回転させることができる。そのため，硬質な地盤においても良好な切削性を発揮して掘進速度の向上が見込めるため，土丹・改良土等硬質な地盤への高い適用性を持っている（**写真**―５）。

写真―４　片刃のカッター配置状況

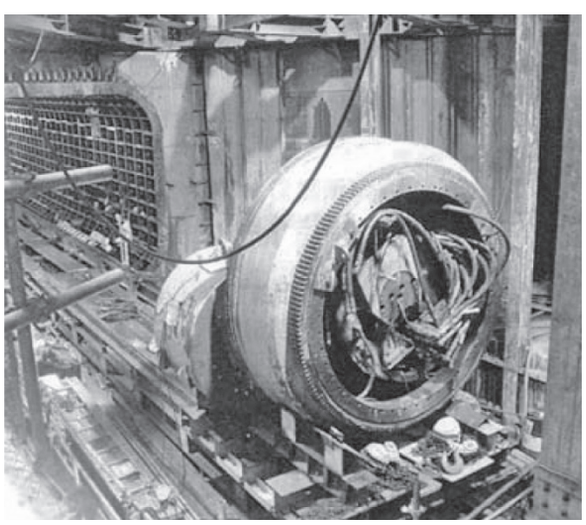
写真―５　硬質地盤掘削性能確認実験状況

(3) カッター構成部を転用可能

カッターヘッド，揺動フレーム，公転ドラムからなるカッター機構部は，断面形状が異なるトンネルの掘削装置への転用が可能になるため（**図**―８, **写真**―６），転用によるコスト縮減や環境負荷の低減が可能である。また，ベアリング機構が従来のものより小さいために，新規に製作する場合でも納期が短く，工期短縮につながることが期待される。



図―８　断面形状の異なるトンネルに転用可能

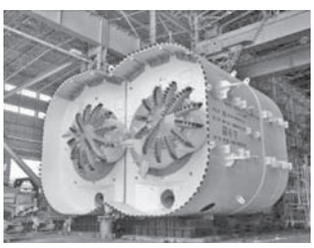


写真―６　カッター機構部取外し運搬状況

5. おわりに

本工法は，鹿島建設㈱と川崎重工業㈱との共同研究によって開発され，実証実験による技術検証を経て地下通路（**写真**―7）と鉄道複線断面（**写真**―8）へ適用されている。

写真―7　アポロカッター工法が適用された地下通路



写真―8　アポロカッター工法が適用された鉄道複線断面

今後も更なる技術改良を進め，これまで開発し採用してきた矩形断面の掘削工法に，さらにメニューを追加し，掘削対象となるトンネルの状況に応じて適切な工法を積極的に提案していく考えである。

JCMA

［筆者紹介］

猪又　勝美（いのまた　かつみ）
鹿島建設㈱
東京土木支店
土木部　機電グループ
次長

鈴木　康博（すずき　やすひろ）
鹿島建設㈱
機械部　技術３グループ
課長代理

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頂きます。
※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

特集≫≫ 新しい高度な施工技術の開発と実用化

環境配慮工法(フォームドアスファルト)にて路盤再生(現位置リサイクル)をより効率的に行う専用機の開発

平 藤 雅 也

土木建設業において，交通インフラの要である道路舗装に使用されるアスファルト混合物は，循環型資源再利用システムの優等生として評価されており，実際に優れたリサイクル機能を持っている。中でも，既設舗装をユニークな混合メカニズムによって少ない環境負荷で再利用できる常温アスファルト安定処理工法の一つであるフォームドアスファルト現位置再生強化路盤工法が注目されている。

本報では，従来の施工機械であるロードスタビライザでは施工することが出来ないような狭あいな箇所においても，施工能力を減ずること無く施工することができるフォームドスタビライザを紹介する。

キーワード：リサイクル，フォームドアスファルト，現位置再生強化路盤，フォームドスタビライザ

1. はじめに

道路インフラの補修時代を迎え，供用中の道路補修工事に際しては，作業によって発生する交通障害（渋滞），環境負荷（振動，騒音，大気汚染），工事費用などを可能な限り減ずることが要求されている。この傾向は今後ますます時代的要求として強まることが予想される。

そのような要求に応えるため，昨今，環境対応リサイクル工法として，フォームドアスファルト現位置再生強化路盤工法が世界的に注目され普及されつつある。現地発生材料をそのまま有効活用し，さらにフォームドアスファルトを使用するため，性能面や扱いやすさの面で優れた特徴を持っている。

この工法の施工機械としては，路面破砕混合ロータを備えたロードスタビライザにフォーム化装置を搭載したフォームドスタビライザが使用されている。しかし新設工事と異なり，対象となる既存舗装面を直接その場で再生処理する際には，付帯構造物を回避して作業しなければならない。特に供用中の交差点，曲率の小さい曲線箇所，既存構造物の際においては，従来機を用いての施工が出来ず，人力作業に頼る事となり作業効率が著しく減じていた。

そこで，狭あいな箇所でも施工能力を減ずること無く，機械施工比率を向上させるように必要要素機能を配置・組み込んだフォームドスタビライザ KS-200 が新たに開発された（**写真**―1）。

写真―1 フォームドスタビライザ KS-200

2. 概要

(1) 背景

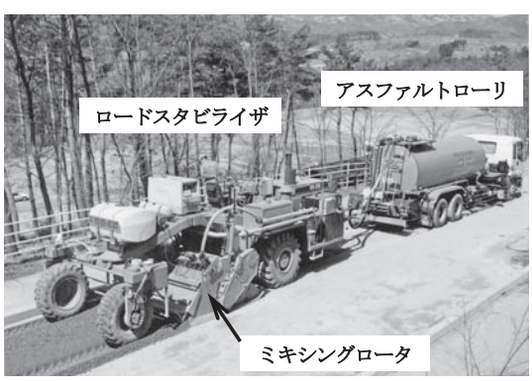
舗装構造において，大方の舗装に広く使用されているアスファルト舗装では，表層部の再生利用工法が各種開発され実用化されている。しかし，たわみ性を有するアスファルト舗装では，通過する車両の荷重が下層の路盤によって支えられているため，支持層である路盤の支持力を回復させる補修工事が必要になる場合が多くなってきた。その際，路盤再生工事における作業環境負荷を極力減じた合理的な工法の必要性が高まっている。

そこで，フォームドアスファルトを用いた現位置再生路盤強化工法が開発され，普及され始めている。同時に，この工法の普及促進を図るため，既存の施工機械の不具合点を改良した，専用施工機械の開発が望まれていた。

(2) 従来施工方法の問題点

フォームドスタビライザが実施する環境対応再生強化路盤工法は，フォームドアスファルトを使用する。これは，液状の高温アスファルトに微量の水を添加し，液状アスファルトの保有熱による急激な水の気化作用でアスファルトが液状になる現象を利用したもので，常温の再生骨材と混合することにより，締固め作業のみで結合し，直ちに所定の強度を得ることができる。このように非加熱，養生不要の工法であり，シンプルであるが極めて施工環境効果の高い工法である。

施工機械であるスタビライザは，フォーム装置を搭載しており，破砕ミキシングロータ内にフォームドアスファルトを噴射させて，既存路盤材（再生骨材）と混合させている。しかし従来の施工機械では，材料供給のためにアスファルトローリと連結するため機械編成が長くなり，また作業安定性を高めるため，ミキシングロータが機械中央部に位置しており，施工上の制約があった（**写真**―2）。



写真―2　従来の施工状況

3. 施工機械の改良点

(1) 大型アスファルトタンクを機械に搭載

機械本体に加熱保温装置を装備した大容量アスファルトタンクを内蔵させ，あらかじめアスファルトローリから加熱液状アスファルトをチャージさせることにより，アスファルトローリを連結することなく単体での施工が可能となる（**図**―1）。これにより，機動性が大幅に向上し，更に視野が広がることで安全性も向上した。

(2) ミキシングロータ位置を変更

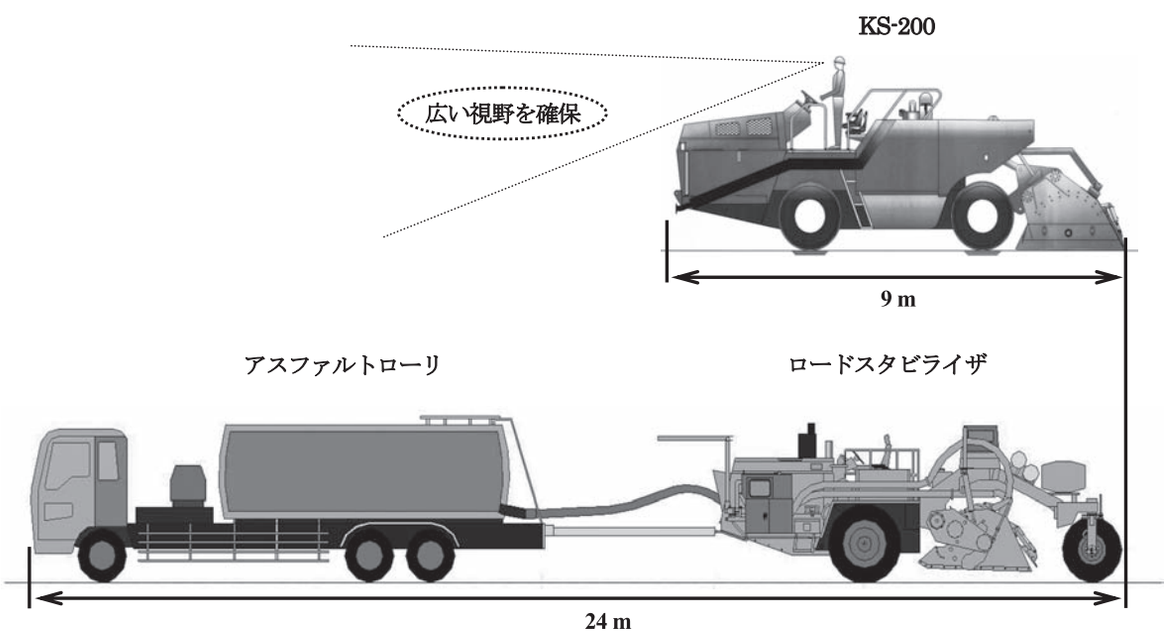
ミキシングロータを機体後端部に配置させることにより，施工開始箇所の機械による攪拌が困難な箇所を少なくすることができ，従来の人力作業箇所を減じさせることにより，施工品質，作業効率を向上させた。ロータの後部配置に対してはパワーユニットを前方に配置し，作業駆動時のバランスを考慮した（**図**―2）。

(3) ミキシングロータがシフト可能

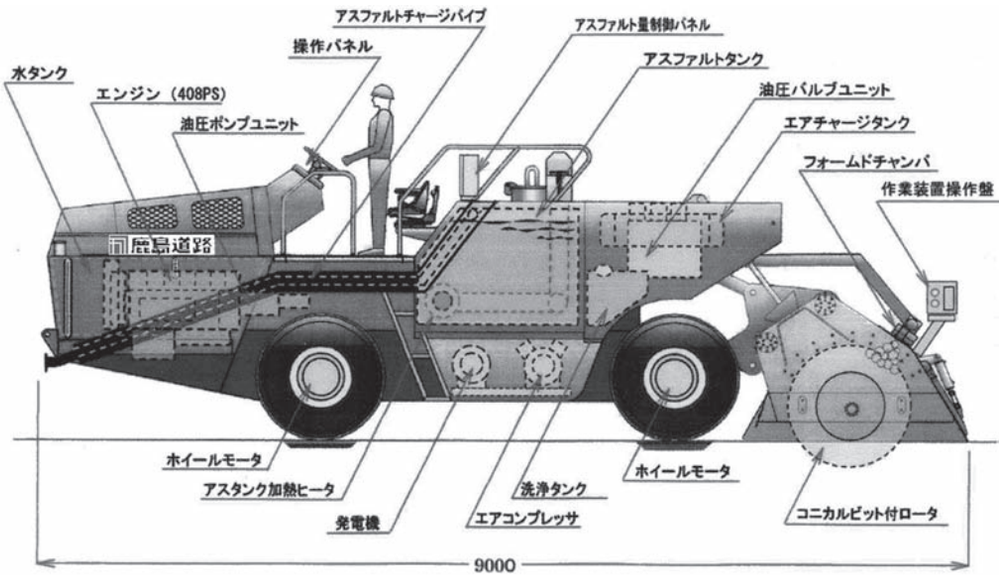
ミキシングロータにサイドシフト機構を持たせた（**写真**―3）。

これにより，タイヤの際を越えて破砕・攪拌作業ができるため，マンホール周りや路肩際，構造物際まで処理残しなく施工することができる。

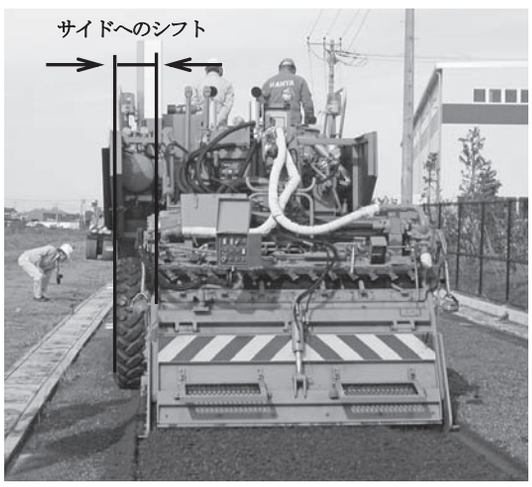
表―1に本機の主な仕様を示す。



図―1　従来施工との機械編成比較



図―２　KS-200 構造図



写真―３　ロータのシフト状況

表―１　主要な仕様

主要緒元		
要目	全長	9,000 mm
	全幅	2,300 mm
	全高	2,900 mm
	重量	23,000 kg
	エンジン出力	301 kW(409 ps) / 2000 rpm
作業性能	施工速度	1.5～10 m/min
	回送速度	最大 6 km/h
	ドラム幅	2,000 mm
	最大切削深さ	300 mm
	ドラムシフト量	700 mm
	ロータオーバハング	右側：車体より 100 mm 左側：車体より 300 mm
ｱｽﾀﾝｸ	タンク容量	3,500 リットル
	加熱方式	軽油バーナ

4. 特徴

(1) 技術的効果

既設道路の現位置での補修作業は，新設工事における施工とは異なり，付帯構造物を回避しての作業となる。KS200 を用いることにより，今まで人力で施工を行っていた路肩際や構造物際においても機械施工が可能となるため，作業効率を上げることができる。特に供用中の交差点や曲率の小さい曲線部，既存構造物の際での作業効率が大幅に向上することを期待できる。

(2) 経済的効果

破砕・混合を１台で同時に行うため，短時間での施工が可能となり，交通規制を緩和することができる。また，現地発生材料をそのまま有効活用できるため，骨材運搬経費を大幅に減ずることができる。このように時間的，経済的効果が非常に大きい。

(3) 環境的効果

フォームドアスファルトを用いるため，加熱合材工法と異なり骨材を加熱乾燥させる必要がないので，燃料の大幅な削減が可能である。

現地で発生した主要骨材をその場で再利用するため，路盤材の搬入や切削材などの搬出を抑制することで工事用車両を減らすことができる。

燃料が大幅に減ること，工事用車両が減ることによる CO_2 の削減効果が期待できる。

5. 施工実績

開発した KS-200 を使用しての施工実績は各県市町村の発注工事を主として，民間工事を含め概ね 10 万 m^2 に達している。以下に施工事例を示す。

(1) 災害復旧工事での施工

緊急を要する災害時復旧工事において，締め固め作業により結合強度を発揮する本工法は，初期強度の発現が早く，養生期間が不要な点が生かされる。施工された強化路盤は直ちに強度を発現するので，すぐに車両の通行が可能である。

2004 年に発生した新潟県中越地震における災害復旧工事では，その機動性が生かされ，破壊された舗装の再生処理に威力を発揮した（**写真**― 4）。

写真― 4　新潟県中越地震災害復旧工事（新潟県古志郡山古志村）

(2) 市街地における施工

厳しい時間的制約，作業エリアの制約を受ける市街地での既設路面の補修作業においては，速やかにその狭い規制エリア内での施工が求められる。

KS-200 は，既設路面破砕機能，アスファルトフォームド機能，混合機能そして敷き均し機能を一台に集約しているため，編成機械の台数を大幅に減じることができ，速やかな施工が可能となる。これにより，工事規制エリアが必要以上に拡大することなく，一般車両の交通規制を緩和することができた（**写真**― 5）。

写真― 5　市街地での施工状況

(3) 大規模農道における施工

トラクタ等の農業用車両が頻繁に通行する大規模農道では，路盤支持力強化のみならず，防塵対策が重要である。セメントやアスファルト乳剤を用いた施工の場合には，強風により隣接する耕作地へセメントが飛散したり，突然の降雨によるアスファルト乳剤の流入が懸念される。フォームドアスファルト安定処理工法ではピュアなアスファルトを使用するので降雨水による溶出を防ぐことができる。また再混合する事によって容易に補修することが可能である（**写真**― 6）。

写真― 6　大規模農道での施工状況

6. 類似工法との比較

加熱合材工法と異なり非加熱工法であるため，温度降下のための養生が不要である。また，水分除去のための養生期間を要する乳剤処理工法と異なり，初期強度発現が早く，施工後直ちに交通開放が可能である。さらに，セメント安定処理に比べ養生期間を必要とせず，たわみ性を有するためひび割れが生じにくく耐久性にも優れている。

7. おわりに

今回紹介した KS-200 により，これまで実施が困難であった狭あいな箇所でのフォームドアスファルト施工が可能となった。施工規模を見極め，従来から配備されているロードスタビライザと使い分け，効率よい作業を進めていきたいと思う。

今後とも社会のニーズに基づいて環境・安全性を重視し，ユニークな建設機械の開発を進めていきたい所存である。

JCMA

[筆者紹介]
平藤　雅也（へいとう　まさや）
鹿島道路㈱
生産技術本部　機械部開発・設計課

特集≫≫ 新しい高度な施工技術の開発と実用化

振動ローラ加速度応答法による地盤剛性評価装置「α システム」の開発と実用化

古屋 弘・藤山哲雄

近年，各種研究開発の進展とともに調査や解析技術の進歩は当然めざましいものがあるが，施工管理における情報化施工の進展も著しいものがある。特に盛土工事においては工法規定方式のツールとして，GPS を用いた転圧管理システムや敷均しシステムも数多く用いられるようになった。今回開発した「α システム」は，品質管理における情報化施工（ICT）ツールの一つであり，振動ローラに設置し鉛直加速度応答を解析することにより，施工中に施工エリア全体の品質を取得するシステムである。本システムは振動ローラの機種に依存せずに設置でき，リアルタイムに品質管理ができるシステムで，施工管理の合理化と高品質化を目指したものである。本稿では，これらのシステムの実施例と利用効果に関して紹介する。

キーワード：締固め，振動ローラ，加速度応答法，情報化施工，品質管理

1. はじめに

土木工事においては特に構造物の設計に信頼性設計法が早くから適用され，性能規定による構造物発注は必然的となりつつある。一方，土構造物においては主として材料（土）に起因する設計・施工上の不確実性の大きさから，単純化したモデルによる設計を行った後，工法規定法式とサンプル検査による品質管理により施工管理を行ってきた。盛土工事においてはこのようなサンプル検査が施工管理で実施され，現行の盛土の現場締固め管理は，RI や砂置換による現場密度計測，あるいは平板載荷試験等による地盤剛性計測が一般的に用いられている。しかし，これらは離散的な測定のため，施工面全体の品質を合理的に評価することが困難であることは言うまでもない。

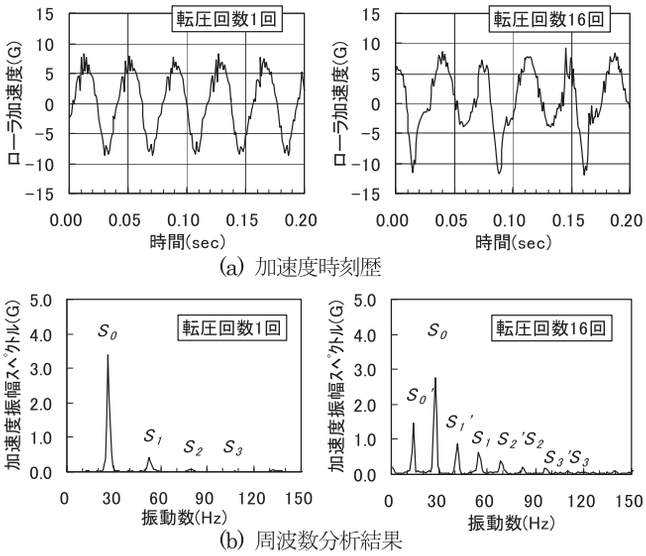
一方，振動ローラの加速度応答が地盤の締固めに応じて変化してくる現象を利用し，施工中の振動輪加速度計測から逆に地盤の締固め具合を判定しようとする研究が従来から行われており，近年では米国でも IC（Intelligent Compaction）Project として研究開発が行われている[1]。本手法によれば，施工中にリアルタイムかつ面的に締固め品質を評価できるため，従来の締固め管理を大きく合理化することが可能となるとともに，信頼性設計に用いることのできる十分なデータを提供できる可能性がある。

この手法の研究は北欧で先行し[2]，1980 年頃から我が国でも一部検討が進められたが[3]，土質条件に関する適用範囲や管理手法としての精度検証などが不十分であったことから，プルーフローリング的な利用法を除き，未だに国内では本格的な実用化には至っていない[4]。

以上のような背景から，盛土締固め管理の合理化を目的として，㈱大林組および前田建設工業㈱は一連の研究[5)～8)]を進めてきた結果を基に「α システム」を開発・実用化した。本稿では，このシステムの概要と実用化の事例を紹介する。

2. 振動ローラ加速度応答による地盤剛性評価手法の概要

α システムにおける振動ローラ加速度応答を利用した地盤剛性評価手法[5]の概要を以下に述べる。**図―1** は，道路路床材の転圧試験により得られた振動ローラ加速度波形とその周波数分析結果の一例である。図に示すように，転圧の進行による地盤剛性の増加にともない，地盤からの反発を受けることにより振動ローラの加速度波形が乱れ，その周波数分析結果は起振振動数に対するスペクトル以外に，高調波スペクトル S_1, S_2, S_3, S_4, …，あるいは 1/2 分数調波スペクトル S_1', S_2', S_3', S_4', …，が卓越してくる。この性質を利用し，加速度波形式の定量指標として式 (1) に示す「乱れ率」を定義する。すなわち，乱れ率が大きいほど地盤が締固まっていることを表す。



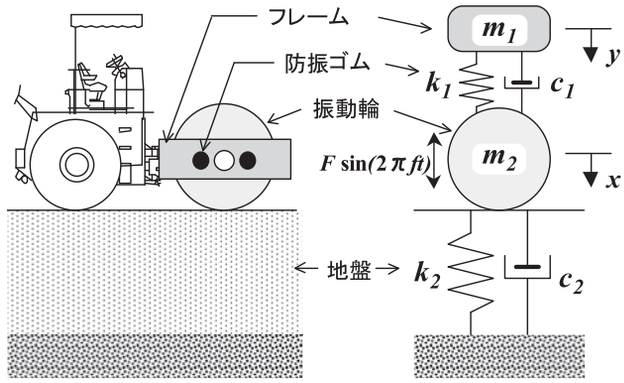
図―１　転圧にともなう加速度波形の計測例

$$乱れ率=\frac{\dfrac{\sum_{i=1}^{3}S_i+\sum_{i=1}^{3}S_i'}{S_0+S_0'}}{F/(m_1+m_2)g} \quad \cdots(1)$$

$$E=\frac{2\cdot(1-\nu^2)}{B\cdot\pi}\cdot\frac{\left(\frac{4}{3}乱れ率+1\right)^2\cdot(2\pi f_0)^2\cdot m_2}{1-0.32\alpha+\sqrt{0.1024\alpha^2-1.64\alpha+1}} \quad \cdots(2)$$

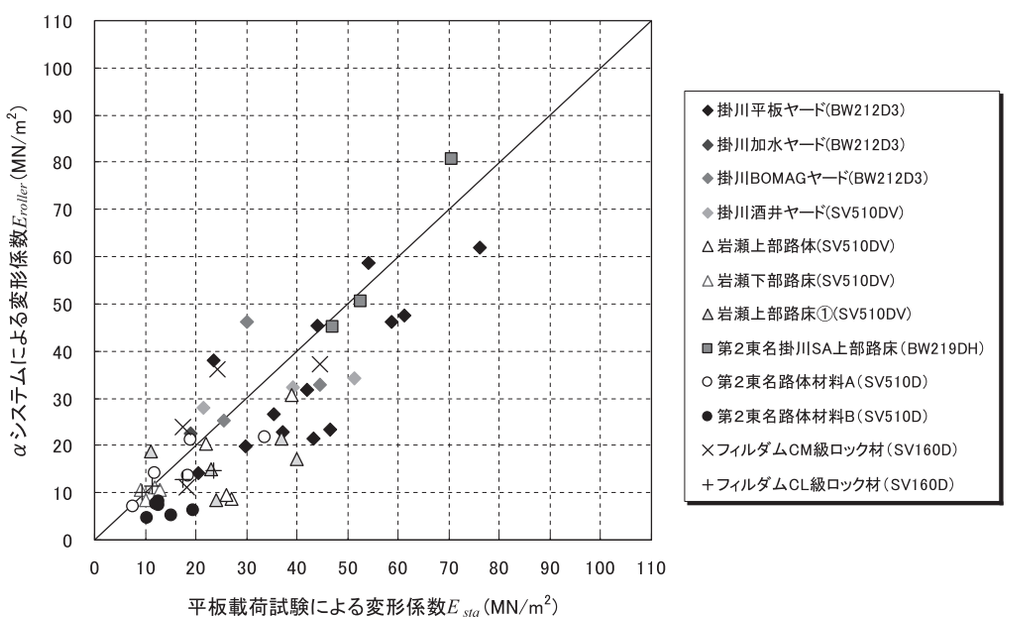
$$\alpha=1-\left(\frac{F}{(m_1+m_2)g}\right)^2$$

さらに本システムにおいては，**図**―２に示すような振動ローラ～地盤系を２自由度振動モデルに置き換えた数値計算による検討を行い，乱れ率と振動ローラ機械諸元（フレーム質量 m_1，振動輪質量 m_2，振動数 f_0，起振力 F，振動輪幅 B），ならびに地盤の変形係数の関係を式（2）のように定式化し（ν はポアソン比），振動ローラの加速度応答値（乱れ率）から直ちに地盤剛性出力できる手法を採用している。一般に，振動ローラ加速度応答は地盤条件のみならず，振動ローラの機械条件によっても異なるため，乱れ率と地盤剛性の関係を転圧機種ごとに求めておく必要があるが，本システムではこの問題点を解決し，機械諸元を代入することによって任意の機種に対しても直ちに変形係数を算定可能であることが特徴である（詳細は文献５）参照）。



図―２　振動ローラ～地盤系のモデル

ここで，式（2）を用いて乱れ率から地盤変形係数を求め，別途平板載荷試験（JIS A 1215）により評価した地盤変形係数との関係を整理した結果を**図**―３に示す。図には，上記路体材料の他，道路路床材料，フィルダムロック材料など複数の材料の転圧試験結果もプロットしている（材料物性や機械諸元は文献７）参照）。**図**―３を見ると，高飽和度材料を含む多用な材料に



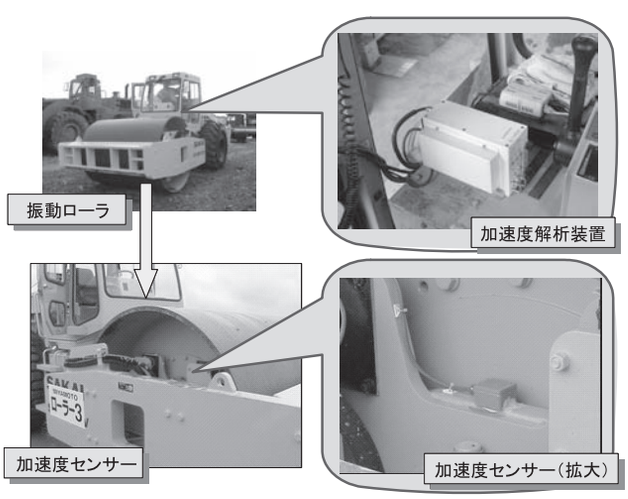
図―３　加速度による推定変形数と実測変形係数の比較

ついて，提案手法は平板載荷試験相当の地盤剛性を評価可能であることがわかる。しかも，**図―３**では転圧機種も数種類用いているが，機種が異なっていても適切に地盤剛性を評価しており，理論的に導出した式(2)の妥当性を確認することができる。このように，提案手法は任意の材料，任意の機種について地盤剛性を適切に評価可能であり，例えば道路・空港路床，宅地造成など，転圧面の剛性確保が必要となる対象に対して非常に適用性が高いと考えられる（特に路床は局所的な弱部の存在が舗装機能に直結するため，面的管理が重要であると考える）。

以上の試験結果を踏まえ，加速度計測から地盤変形係数の判定までを一括して自動で行う管理装置「α システム」を開発した。本装置の外観を**写真**―１に，また実機への加速度センサー設置状況を**写真**―２に示す。本装置は，取得した加速度データ，ならびにパラメータ入力する機械諸元から，先述した手法によって乱れ率ならびに地盤変形係数 E を 2.0 秒毎に逐次算出する機構となっている。また，別途転圧試験によって乱れ率～乾燥密度関係があらかじめ求まっておれば，この関数形をパラメータとして入力することで，密度の評価も行うことができる。この他，本装置は以下の特徴を有する。

①軽量かつコンパクト（W12 cm×L20 cm×H12 cm，重さ 3.0 kg）であるため，振動ローラ運転席内でスペースを取らない，②内部の CF カードに大量の取得データを確実に保存可能，③ GPS から RS232C 経由で振動ローラ座標を取り込み，締固めの判定値（乱れ率，地盤変形係数，密度）と同期させて保存する，④無線 LAN を介して，PC 等にリアルタイムに結果表示したり，GPS を用いた転圧管理システムと組合わせたシステムで転圧管理を行うことが可能である。また，振動ローラ内にパソコンを設置すれば，オペレータも地盤の締固めの合否を確認しながら作業を行うことができ，不良箇所に対しては迅速な対処を行うことができる。

写真―１　地盤剛性評価装置

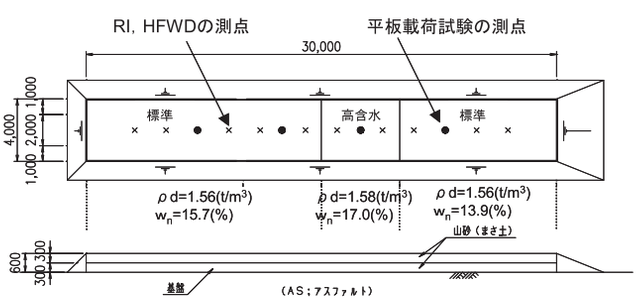


写真―２　加速度センサー設置状況

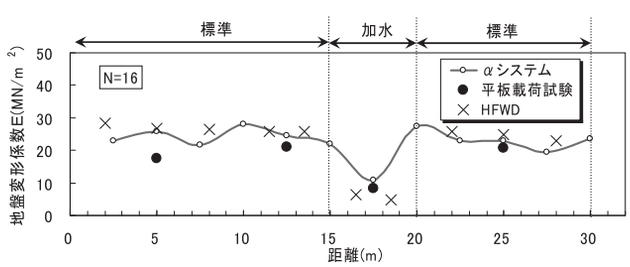
3. α システムによる地盤剛性評価の適用性の検証

α システムの適用性を検証するため，現場転圧試験を実施した。以下，試験と結果の概要を示す。

試験ヤード概要を**図**―４に示す。材料は最大粒径 9.5 mm のまさ土を用いた。システムによる低剛性箇所の検出精度を検証するため，ヤード内には人為的に加水した高含水比ゾーンを作成した（RI による初期密度，含水比を**図**―４中に併記した）。平板載荷試験，HFWD により測定した地盤変形係数と管理装置の出力結果の比較例（転圧 16 回目におけるレーン方向地盤剛性分布）を**図**―５に示す。これより，管理装置が



図―４　転圧試験ヤード概要



図―５　試験ヤードの地盤剛性評価結果

出力した変形係数Ｅは平板載荷試験，HFWD と良好に対応し，特に高含水比ゾーンにて低剛性となっている状況を適切に捉えていることがわかる。また，無線 LAN を介して数十 m 離れた場所からの転圧状況確認もスムーズに行え，実用的な現場管理システムとしての現場適用性を確認した。

4. 実務への適用（試験施工）

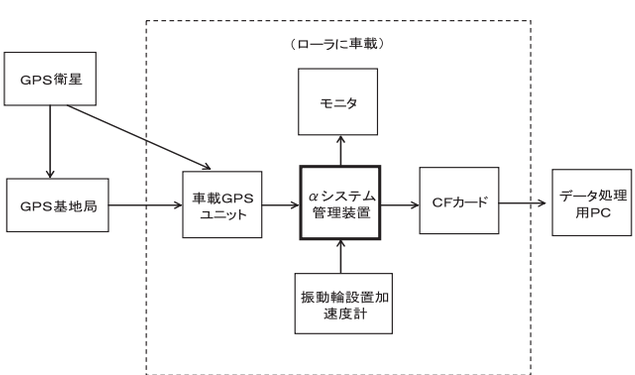
2 節でも述べたように，本システムは面的な管理が行え，剛性を直ちに評価することができることから，道路舗装工事における品質管理への適用は大きなメリットを生むものと考える。ここでは道路舗装工事にαシステムを適用し，品質管理の試行を行った事例を紹介する。

適用現場は，山陽自動車道宮島 SA 内・スマートインター設置工事における舗装工事で，舗装構成は，基層ｔ＝４cm，上層路盤ｔ＝ 10 cm，下層路盤ｔ＝ 15 cm であった。試験施工において実施した現地調査項目を**表―１**に，使用したαシステムを含む管理機器構成を**図―６**に示す。なお，αシステムによる盛土管理では一般的には土工用の大型振動ローラが使われているが，今回は舗装の施工管理であることを考慮して，舗装工事で一般的に使われている４ｔコンバインドローラを使用した。

この工事では，αシステムの適用性を検証するために，小型 FWD（HFWD）および大型 FWD を使用し

表―１　振動ローラ～地盤系のモデル

調査項目	測定舗装体部位および測定数
αシステム測定	路床面：2測線，下層・上層路盤面：2測線×転圧4水準，基層面：2測線×温度3水準
FWD測定（小型）	路床面：10箇所，下層・上層路盤面：10箇所×転圧4水準
FWD測定（大型）	基層面：6箇所×温度4水準
RI密度測定	路床面：10箇所，下層・上層路盤面：10箇所×転圧4水準
現場密度測定	路床面：3箇所，下層・上層路盤面：2箇所×転圧4水準

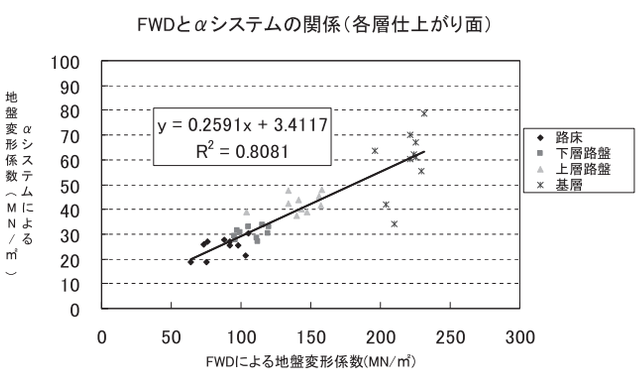


図―６　αシステム機器構成

衝撃荷重と変位を測定し，地盤弾性係数を算出して比較を行った。

αシステムにより測定した各層上面の地盤変形係数（Eroller）と FWD の測定値から算出される弾性係数（Efwd）の関係を**図―７**に示す。図より，物性（変形係数等）の違う材料で構成された舗装体の Eroller と Efwd の間には高い相関性が認められた。特に，路床から舗装の基層まで同一の施工機械で締固めを行い，αシステムで計測を行った結果が高い相関を示していることは非常に興味深い結果を示しており，この結果はαシステムの品質管理への適用の可能性が高いことを示している。近年では ICT（Information Communication Technology）機器を用いた舗装工事の施工の高度化・合理化が急速に進んでいるが，今回のαシステムを中心としたシステムは，品質管理手法の ICT 化と言える。

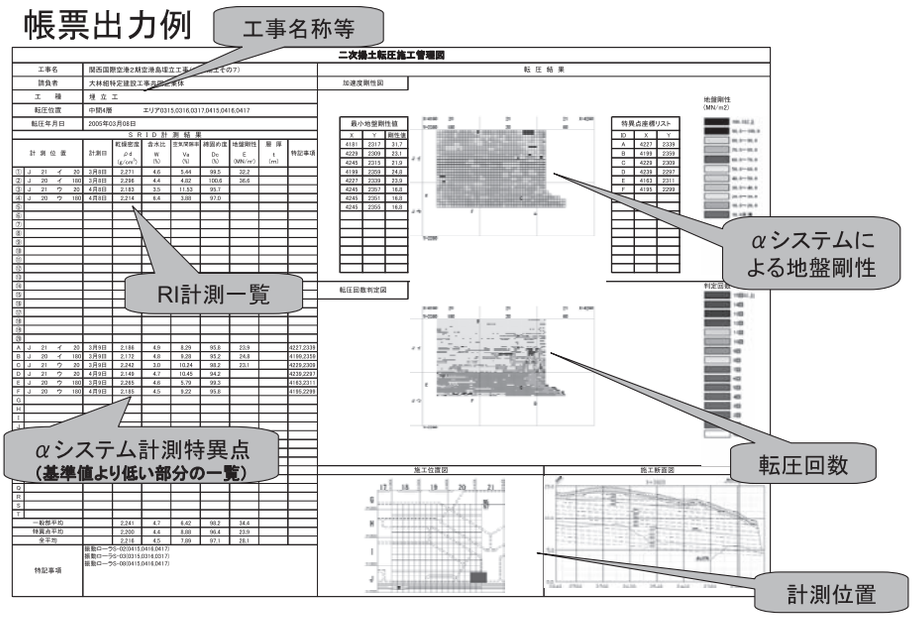
ただし，αシステムは振動ローラを用いることが前提であるので，舗装工事で従来から利用されているタイヤローラでの適用はできない。また，αシステムは表層から 60 cm 程度までの平均的な剛性を算出するので，舗装工事のような薄層転圧の場合は下部の地盤の影響も計測することとなる。このような点を踏まえ，今後さらに検証を行うことにより，αシステムを用いた舗装施工管理手法を構築することが今後の課題である。



図―７　Eroller と Efwd の関係

5. おわりに

本報では振動ローラ加速度応答を利用した地盤剛性評価装置を開発し，その適用性を検証した結果を報告した。本装置はこれまでに大規模な海上埋め立て工事や，造成工事，フィルダム堤体工事において，RI 等を補完し広大な転圧面を合理的かつ高精度に管理する手法として適用を進めてきた。これまでの適用工事では，加速度による品質管理の他，GPS を用いた転圧回数管理手法を採用し，より均一かつ高品位な地盤造成を目指した管理を行っているが，これらの品質情



図―８ 管理帳票の出力例

報，施工情報，あるいは測量から得る出来型情報などをサーバーで一元管理すれば，Web を通じて関係機関で情報共有しつつ，高品質な施工を達成するシステムへと拡張することもできる。このようなシステムを用いた帳票出力の例を**図―８**に示す。

さらに，空間的にデータベース化された各種情報は，将来の維持管理戦略にも活用することが可能である。このような３次元的品質情報の取得手段の出現と近年の IT ツールの発達は，従来の現場管理の合理化のみならず，将来の性能規定化の導入にも対応し得る可能性を有しており，造成工事や道路（舗装）工事の合理化に大きく寄与するものと考えている。

土木施工における ICT の活用は，2008 年７月に公表された「情報化施工推進戦略」[9] に基づく国交省の試験施工プロジェクトにより，大きく歩み出した感がある。GPS 等を用いたブルドーザやローラ，バックホウ等の活用は急速に進みつつある。これらの活用は現場の省力化とともに，施工の高品質化に大いに寄与している。このような施工手法の高度化に対して品質管理手法も迅速性を基本とし，高度化に関する検討が必要な時期に来ているのかもしれない。施工方法と品質管理手法がともに進歩し，システム化が行えれば，土木工事そのものにイノベーションをもたらす可能性がある。しかし，最終的な判断は現場の技術者であることは十分肝に銘じなければならず，そのためには一技術者として，取得した情報を有効に活用できる知識と技術力の向上が必要である。今後もαシステムの適用に関する検討と自己研鑽を怠らないようにすることを痛感する次第である。

JCMA

《参 考 文 献》

1）http://www.intelligentcompaction.com/
2）Thurner, H., Sandstrom. A.：A New Device For Instant Compaction Control, Proceedings International Conference on Compaction，vol.2, pp.611 ～ 614, 1980.
3）嶋津晃臣，見波 潔，中田公基，嶋田 功，足立賢一：振動ローラによる盛土の締固めに関する調査，土木研究所資料第 2184 号，pp.37 ～ 76, 1985.
4）例えば，古土井光昭，福田幸司，江村 剛，池田憲造：関西国際空港二期用地造成事業における埋立層厚管理および転圧締固め施工，第 54 回地盤工学シンポジウム 平成 21 年度論文集，pp.145 ～ 152, 2009.11.
5）藤山哲雄，建山和由：振動ローラの加速度応答を利用した転圧地盤の剛性評価手法，土木学会論文集 No.652/Ⅲ-51，pp.115 ～ 123, 2000.
6）藤山哲雄，益村公人，建山和由，石黒 健，三嶋信雄：種々の土質条件に対するローラ加速度応答法の締固め管理への適用性，土木学会論文集 No.701/Ⅲ-58，pp.169 ～ 179, 2002.
7）横田聖哉，益村公人，藤山哲雄，石黒健：道路路床の施工管理の合理化に関する考察－（その１）ローラ加速度応答を利用した剛性評価手法の適用性－，第 37 回地盤工学研究発表会講演集，2002.
8）古屋弘，藤原宗一，三好哲也：加速度計と GPS を利用した締固めの管理方法の高度化，建設の機械化，pp.20 ～ 25, 2003.
9）http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha08/01/010221_4_.html

［筆者紹介］

古屋 弘（ふるや ひろし）
㈱大林組
技術研究所 生産技術研究部
主任技師

藤山 哲雄（ふじやま てつお）
前田建設工業㈱
技術研究所 技術開発土木グループ
主管研究員

特集≫≫　新しい高度な施工技術の開発と実用化

残置された高強度 PHC 杭破砕工と地盤改良工との同時施工

複合相対攪拌工法・エポコラム -Loto 工法

鈴　木　孝　一・齋　藤　邦　夫・原　　満　生・高　倉　功　樹

複合相対攪拌工法は，篭状の高剛性攪拌翼を高トルクの下で相対反転させ，改良障害物を含む不均質地盤内にφ2.50 m の改良体を造成する。そこで本工法を PHC 杭が残置された地盤の改良に適用し，杭の破砕工と地盤改良工の同時施工能力について精査した。掘り出した改良体の観察より，PHC 杭は 10 ～ 50 mm に破砕されて改良体全体に一様に分散することが認められた。採取したコアの一軸圧縮強さは，いずれも設計基準値を満足し，変動係数も従来工法における値と比べ，同等もしくはそれ以下となることを確認した。以上の結果より，本工法による同時施工は，実用上十分な施工性能と改良体品質を有することが実証された。

キーワード：地盤改良，深層混合処理工法，複合相対攪拌工法，大口径，工期短縮，コスト縮減，PHC 杭，同時施工

1. はじめに

今日，地盤改良を含むすべての施工技術が直面する課題は，設計で仕様された性能を確保しつつ，いかにⅰ）工期短縮とⅱ）コスト縮減を実現するかの二点に集約される。その結果，地盤改良工では改良体の大径化に関する技術が注目を集め，技術開発が展開された。しかしながら，工程そのものの単純化を図って工期・コストを合理化する方法も考えられる。

地盤改良に寄せられるもう一つの期待として，社会インフラの再整備や施設の再開発に伴い，杭が残置されたような特殊地盤に対しても適用可能な技術の実用化が強く要望されている。

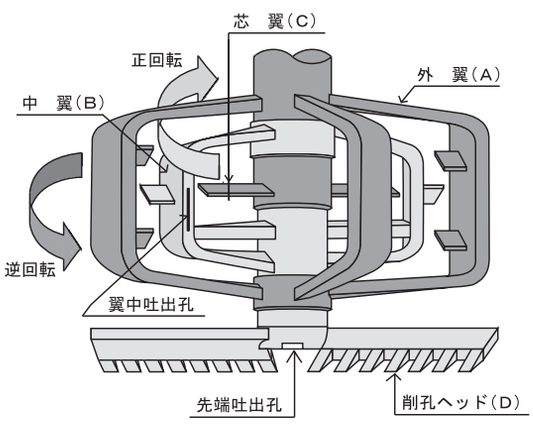
複合相対攪拌工法は，篭状の外翼と中翼および水平状の芯翼の 3 種類の攪拌翼から構成され，これらを相対反転させて対象土に固化材を強制的に練込む機構を備えた深層混合処理工法の一種である。様々な技術改良の結果，現在，改良径φ 2.50 m の大径化が実現されている。本工法は高剛性の特殊篭状翼と高トルク攪拌機構の採用により，コンクリートガラや転石等が混在する地盤に対しても適用され，多くの実績を有している。

また，建築物の建替え工事では，前述したように地盤内に残置された基礎杭の取り扱いが大きな課題となる。すなわち，新設される建築物の性能に応じて基礎形式が選定されるのが普通であり，従来工法では地盤内に残置された杭を先ず排除し，その後，仕様に合致した基礎を設ける手順を踏む。しかしながら，「残置杭の処理工」と「基礎の新設工」の二つの工程が同時に実施できれば工期，工費の点で大きなメリットになる。

そこで本文では，設計基準強度 80 N/mm^2 以上の高強度 PHC 杭が残置された地盤を対象に，複合相対攪拌工法を適用して既存 PHC 杭の破砕と攪拌混合処理を同時に行った地盤改良の施工性，改良体のコア性状および強度特性について精査した結果を報告する。

2. 複合相対攪拌工法の概要と特徴

複合相対攪拌工法の攪拌翼構造と回転方向を**図―1**



図―1　複合相対攪拌翼の模擬図

に示す。同図より，攪拌翼は台形状の外翼（A），中翼（B）がそれぞれ3枚，約30°傾きを持たせた芯翼（C）2枚および軸端に改良径を規定する爪付の削孔ヘッドから構成されている。

先ず，削孔ヘッドが回転し，爪で地盤を掘削し同時に粗大異物を砕いたりしながら，篭状の攪拌翼内に送り込む。送り込まれた地盤土，破砕物に削孔ヘッドならびに中翼の吐出孔の2ヶ所から固化材が供給され，3種の攪拌翼が相反して回転することによって強制的な練り込み作用が発揮されるため，一様性の高い柱状改良体が地盤内に形成される。また，3種の攪拌翼が相反して回転作動するため，付随する効果として「共回り」，「つれ回り」現象を抑制することも機能上の特徴である。

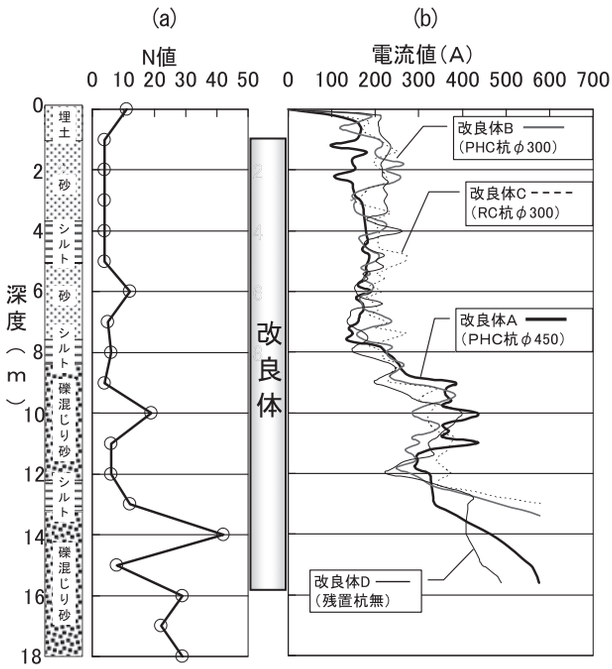
さらに当工法が採用している回転駆動装置では回転数を抑制し，最大トルクは355 kN･m（回転数4.8 rpm）としている。この値を類似の他工法の掘削トルク値132 kN･m（回転数13 rpm）と比較すると約3倍もの出力になる。このトルク性能と回転軸に装着した攪拌翼の剛性の高さが，これまでにない削孔能力を発揮させ，N値＝40～50の砂礫層や中間層あるいは玉石混じり層の削孔・攪拌を可能にしている[1)]。

3. 既設杭が残置された地盤における改良攪拌施工

対象工事は，旧建築物を解体後，同場所に新たな複合商業施設を設ける計画である。フーチング基礎下の地盤を複合相対攪拌工法により地盤改良し，改良柱体を造成することとなった。すなわち，同工法により杭破砕を行うと同時に所定強度を有し，かつ改良径ϕ 1.80 m，改良長L＝12.9～15.5 mの改良柱体を地盤内に造成することが計画された。

(1) 地盤概要

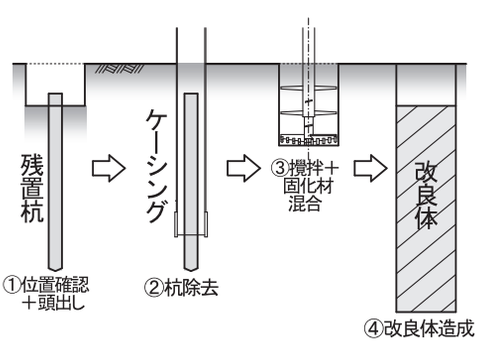
施工地盤の土質柱状図を**図―2**(a)に示す。土質は，地表面よりGL-1.3 mまでコンクリートガラ主体の埋土，その下層に軟弱な砂，シルト層の互層がおよそ7 m堆積している。GL-8.5 mから下には，5≦N値＜20の礫混じり砂層が続く。その直下に層厚1.1 mのシルト層が挟在し，GL-13.4 m以深からN値＞20～40の礫混じり砂層に連なる。また，当地盤内には，旧建築物を支えていたϕ 450 mmのPHC杭，ϕ 300 mmのPHC杭とRC杭がおよそ13 mの深さに亘って残置されている。



図―2　土質柱状図と駆動モータの電流値比較

(2) 除去工を併用する従来の施工法

地盤改良工にとって障害と認められる残置されたPHC杭等が存在する場合，一般的には**図―3**に示す手順にしたがって工事が進められる。すなわち，杭の位置を確認し，頭出しを行ってオールケーシング工法で杭を取り除き，深層混合処理機によって固化材を吐出させながら地盤を攪拌・混合して所定の改良体を造成する。通常の地盤改良施工に比べて，残置杭を除去する前処理工程の時間と経費が必須となる。さらに杭配置が不明の場合は，杭の配置確認も必要になり，前述した前処理工程を考慮すると大幅に工期，工費が増大する。

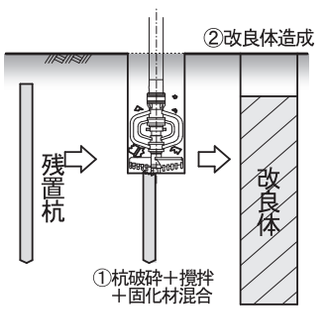


図―3　従来工法の施工手順

このような場合，1）改めて杭を除去するか，2）設計条件を満たす範囲で改良体位置の変更あるいは，3）改良体を増打ちによって対処しなければならず，大幅な施工工程の変更が発生する。

(3) 複合相対攪拌工法による施工法

複合相対攪拌工法は，高剛性の篭状攪拌翼と高出力トルク回転機構の組み合わせにより，**図**―4 に示すように一工程で杭を破砕しながら，地盤土と固化材を攪拌混合して，改良体を造成することが可能である。



図―4　エポコラム -Loto 工法の施工手順

本研究では，杭の破砕片を巻き込んだ改良体の品質と施工性能の調査および評価検証を行った。

改良位置と残置杭との位置を**表**―1 に示す。3 種の残置杭について同時施工時の攪拌性能および改良品質について比較調査した。これに残置杭が存在しない場合を加え，計 4 通りとした。それぞれに A ～ D の記号を付して区分する。A は残置されたφ450 mm の PHC 杭が改良域内の外縁に位置する場合である。B, C はφ300 mm の PC 杭，RC 杭の場合で，A に比べ杭が改良体中心よりに位置している。

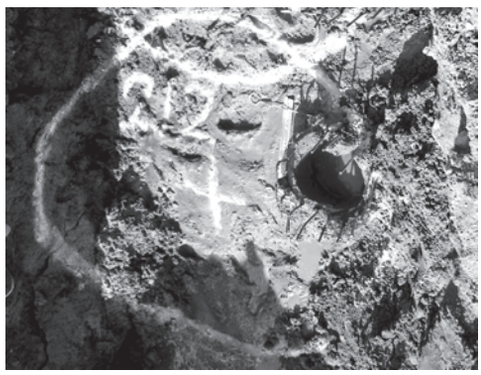
表―1　地盤改良施工仕様と残置杭位置

番号	A	B	C	D
形状	φ1.80m, φ450, 200, 645	φ1.80m, φ300, 45, 245	φ1.80m, φ300, 15, 255	φ1.80m
改良径(m)	φ1.80	φ1.80	φ1.80	φ1.80
既設杭(mm)	PHC杭；φ450	PHC杭；φ300	RC杭；φ300	なし
施工長(m)	15.50	13.02	12.90	15.50
空堀長(m)	1.45	1.45	1.45	1.45
改良長(m)	14.05	11.57	11.45	14.05

写真―1 は，頭出しを行った残置杭と改良体の施工予定個所との相対的な位置関係を示したもので，記号 A で示す場合に相当する。すなわち，杭径φ450 mm，肉厚 t = 80 mm の残置 PHC 杭が改良予定円の右内側に位置している。また，同写真には，杭頭部よりらせん筋の PC 鋼線が複数認められる。

(a) 複合相対攪拌工法適用時の掘削貫入抵抗

掘削貫入時に攪拌翼が受ける抵抗の大きさは，地盤の種類・強度，残置杭の種類，改良体との相対位置等に関係する。また，掘削貫入抵抗は，攪拌軸を回転駆動させるモータの電流負荷に直接連動している。そこで**表**―1 で区分した A ～ D の 4 ケースについて，掘削貫入に伴う駆動モータの電流値の変化を測定し，比較することを試みた。**図**―2 (b) がその結果である。



写真―1　残置杭・改良体確認（改良体 A）

同図より，地盤上部 GL-3.0 m 付近までの埋土部分の電流値は，4 者のデータに比較的大きな変動が認められる。これは不均質なコンクリートガラが主体の埋土であるため，この影響が反映したものと考えられる。埋土に続く GL-3.0 ～ -8.0 m は，3 < *N* 値< 6 の軟弱な砂層，シルト層であり，4 ケースとも 200 A 程度の電流値になっている。礫混じり砂層となる GL-9.0 m 以深から電流値は漸次 300 A まで増大し，改良体の造成深度である GL-15 m 近傍ではおよそ 500 A となった。

(b) 施工性能について

電流値の地盤深度に対する応答を見る限り，残置杭の種類，改良体との相対位置によって極端に大きな違いは認められない。装備した駆動モータが十分なトルクを有していることがその理由と考えられる。

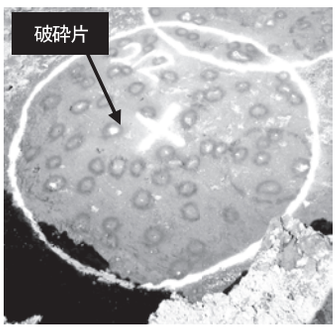
本工法は，改良範囲内に 1 本程の残置杭があっても，杭種に依らず施工性能に影響しないことが判明した。

4. 改良体の品質評価

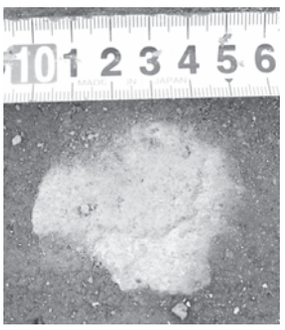
(1) 杭破砕片の分布

複合相対攪拌工法によって造成したφ 1.80 m の改良体天端部の出来形を確認したのが**写真**―2 である。図中の白線が示しているのが改良体断面であり，計測結果より所定改良径φ 1.80 m が確認できる。改良断面内に一様に小塊が散在しており，これが杭の破砕によって生じた小片で，大略 10 ～ 50 mm の大きさであった。破砕片の一つを拡大したのが**写真**―3 である。形状は不定で目視により長径を代表値としたとき，およそ 50 mm 程度と判断される。

一方，**写真**―4 は，改良長 14.7 m の改良体に対し，



写真―２　出来形状況（改良体 A）



写真―３　残置杭破砕片

直径φ86 mm のオールコアボーリングによって採取したコアの状況である。コアの全長に亘って残置杭の破砕片が大きな偏りなく，均一に混入しているのが認められる。また，**図―５**は，**写真―４**に対比させて作成したコアの詳細なスケッチである。図中，黒く塗りつぶした個所が杭破砕片，斜線部分が混入礫である。コアはいずれも破砕片混入による欠損部は殆どなく良好で，コア採取率は 97 ～ 100％にあり，平均採取率は 99.4％であった。

試みに採取したコア１m の投影面積に占める杭破砕片の面積を精密計測し，破砕片混入率（＝破砕片合計面積／コア採取投影面積× 100）を算出した。その結果，混入率は 0.9 ～ 3.7％であり，平均値は 1.7％となった。改良体（φ1.80 m）に対する残置杭（φ450 mm，t = 80 mm）の体積比率は 3.9％で，これを投影面積比率に換算すると 1.73％であり，コアの破砕片混入率の平均値と良く対応する。

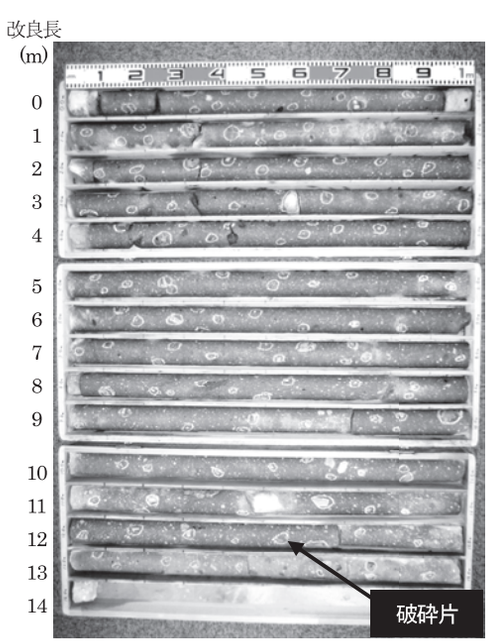
採取コアの写真とスケッチならびに算出した破砕片混入率より，攪拌翼によって破砕された杭片は，原地盤土に固化材と共に練り込まれ，改良体全体に適当に分散，混合されていると判断できる。

(2) 改良体の強度特性

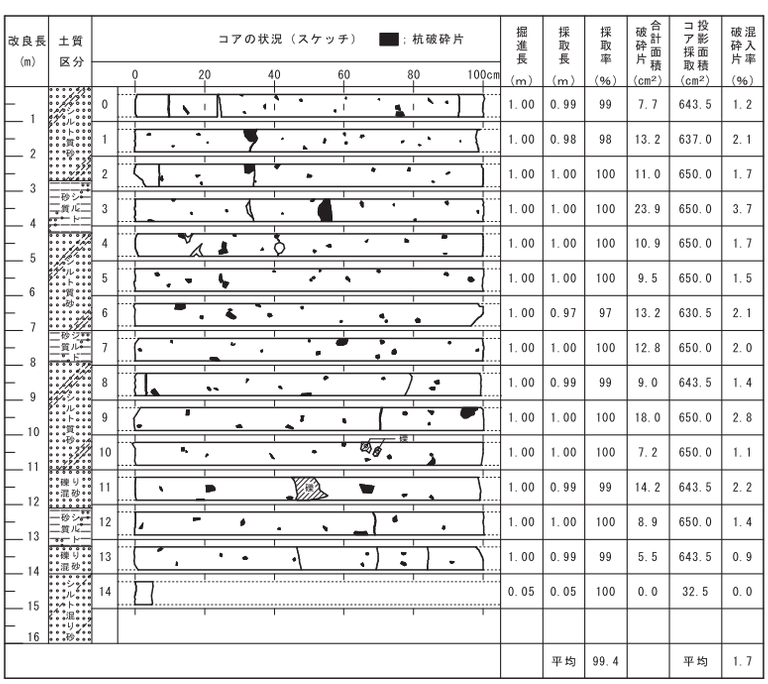
写真―５は，改良区分 A によって造成した改良体から採取し，成形した一軸圧縮試験用供試体の例である。供試体内に様々に杭破砕片が取り込まれているのが判る。

写真―５　コア供試体状況

また，造成した２本の改良体の上層（GL0.0 ～－ 5.0 m），中層（GL － 5.0 ～－ 9.0 m）および下層（GL － 9.0 ～－ 14.0 m）から採取した３供試体に対して実施した一軸圧縮強さ結果を**表―２**に取りまとめた。杭粉砕片を含む改良土の一軸圧縮強さは，$qu \fallingdotseq 8{,}000\ \mathrm{kN/m^2}$ であり，また変動係数 Vc = 18.5％と小さい。



写真―４　全長コア状況



図―５　全長コアスケッチおよび杭破砕片混入率

表―２　改良体Ａの一軸圧縮強さ結果

試験深度	qu (kN/㎡)	試験深度	qu (kN/㎡)
上層　①-1 GL-0.0m ～GL-2.5m	6,652	上層　①-2 GL-2.5m～ GL-5.0m	6,221
	9,395		6,344
	6,858		6,837
中層　②-1 GL-5.0m～ GL-7.0m	6,591	中層　②-2 GL-7.0m～ GL-9.0m	7,676
	7,003		7,391
	7,352		7,307
下層　③-1 GL-9.0m～ GL-11.5m	9,825	下層　③-2 GL-11.5m～ GL-14.0m	11,422
	9,359		8,965
	9,606		9,518
平　均	8,071	平　均	7,965
全平均値	8,018 kN/㎡		
標準偏差	1,479 kN/㎡		
変動係数	18.5%		

5. 複合相対攪拌に伴う杭中のPC鋼線・らせん筋の挙動

前述したように複合相対攪拌工法によってPHC杭が残置された地盤に造成した改良体は，変動係数に基づく限り品質的に十分なものと判断できる。しかしながら，残置されたPHC杭は高強度コンクリート，PC鋼線ならびにらせん筋線によって構成されており，その破砕に伴う鋼線の挙動が注目されるところである。

著者らは，すでに複合相対攪拌工法による杭体の破砕メカニズムについて指摘しており，詳しくは既往の文献を参照されたい[2)～6)]。

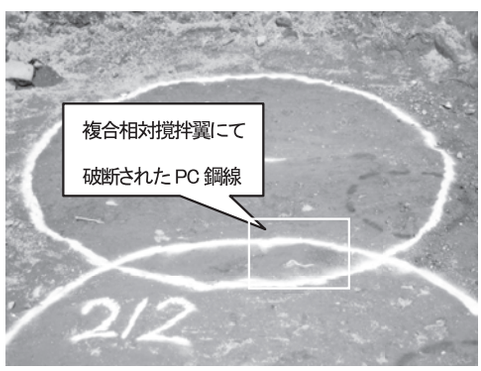
ここでは，改良体造成後に捉えた杭体中のPC鋼線の状況から，混合攪拌中のPC鋼線の挙動について推察した結果を以下に述べる。

写真―６は，改良体を造成して引き上げた直後の攪拌翼である。外翼（A）下端部分と削孔ヘッド（D）に相当量のPC鋼線が巻き付いて回収された。しかし，PC鋼線は本来の長さよりかなり短く，途中多くの箇所で破断しているのが確認できる。PC鋼線に付着している泥土を水で洗い流した後の状況が**写真**―７である。φ9 mmの鋼線とらせん筋が絡み合い毛玉状になっているのが認められる。

写真―６　複合相対攪拌翼によって破断したPC鋼線

写真―７　水洗浄後の攪拌翼に巻付き破断したPC鋼線

一方，**写真**―８は複合相対攪拌工法でφ1.80 mの改良体をラップ施工したときの出来形断面であるが，ラップ施工部の□印の部分にφ9 mmのPC鋼線の破断片が認められた。



写真―８　改良体ラップ部の改良体断面

ラップ部のPC鋼線の破断片を拡大したものが，**写真**―９である。同写真より，本来真直ぐである筈のPC鋼線は，その状態よりねじりや曲げを受けて切断されていることが判る。さらに左端断面の状況から，PC鋼線は最終的に引っ張りによって破断したことが考えられる。

写真―９　混合攪拌にて破断されたPC鋼線の小片

すなわち，PC鋼線は，相対回転する外翼（A）と中翼（B）によってせん断，引っ張り荷重を複雑に受

けることが推察される。

写真―6，7に示されるPC鋼線は，PHC杭中の大部分であると思われる。しかしながら，小片に切断され，改良体内あるいは周辺に取り残されているものも少なからずあると考えられる。

PC鋼線の巻付き，引き揚げられた状況と似た点は，残置されたプラスチックボードドレーン材施工地盤での改良事例でも確認[7]され，一方向回転方式の従来攪拌工法に比べ，巻付きが短尺となり，除去作業も比較的容易であるばかりでなく，巻付きによるスラリー吐出孔の閉塞懸念がないことも優れた点と考える。

6. まとめ

本文では，低速回転・高トルク型の本複合相対攪拌工法を用いて，3種類の異なる残置杭が地中障害として残置する地盤を対象に残置杭破砕と地盤改良の同時施工を行い，その施工性と改良品質について精査した。その結果は，以下のとおりである。

①本工法の施工においてPHC杭（ϕ450 mm）が残置されている場合でも，事前にこれを除去することなく，目的とする改良施工を達成することができた。

②残置杭（PHC杭ϕ450 mm）の破砕抵抗は，通常施工の施工と同程度であり，他の種類の残置杭（PHC杭ϕ300 mm，RC杭ϕ300 mm）の破砕抵抗と比較しても抵抗に特段の差異がない。

③杭破砕片は，平面方向および垂直方向ともに改良体の内部に均一に分散していた。

④杭体破砕同時施工の条件下であっても，改良体の一軸圧縮強さの変動係数は25％以下と安定し，通常施工における改良コアとほぼ同等であった。

⑤残置されたPHC杭から相当量のPC鋼線が回収された。その一部は破断されて小片化し，改良体に含まれているのが認められた。

JCMA

《参考文献》

1）㈶先端建設技術センター：先端建設技術・技術審査証明報告書「エポコラム工法（エポコラム-Loto工法；大口径ϕ2,500地盤改良工法）」2006.3

2）齋藤邦夫，鈴木孝一，原満生，高倉功樹：低速回転・高トルク型複合相対攪拌翼による深層混合処理工法の施工性能について，平成20年度建設施工と建設機械シンポジウム論文集，pp.147～150，2008.10

3）鈴木孝一，立石光一，原満生，高倉功樹：エポコラム-Loto工法（大口径深層混合処理工法）の概要と適用事例，第7回土質基礎に関する「新工法・新技術」技術報告会，北海道土木技術会，pp.1～8，2009.1

4）齋藤邦夫，鈴木孝一，西尾経，原満生，高倉功樹：残置PC杭の混在する地盤におけるエポコラム-Loto工法（大口径深層混合処理工法）の適用事例，基礎工，Vol.37，No.5，pp.51～53，2009.5

5）齋藤邦夫，鈴木孝一，田中信哉，原満生，高倉功樹：エポコラム-Loto工法―残置PC杭破砕工と地盤改良工の同時施工，建設機械，536，Vol.45，No.10，pp.68～72，2009.10

6）齋藤邦夫，鈴木孝一，原満生，佐藤篤哉，高倉功樹，古澤政夫，蓮香朋宏：複合相対撹拌翼を用いた深層混合処理工法の改良原理と適用事例，第8回地盤改良シンポジウム論文集，pp.177～182，2008.11

7）齋藤邦夫，鈴木孝一，高倉功樹：地中障害物混在地盤に対する複合相対攪拌工法の適用事例，平成22年度建設施工と建設機械シンポジウム論文集，2010.11，投稿中

［筆者紹介］

鈴木　孝一（すずき　こういち）
小野田ケミコ㈱
取締役　専務執行役員
技術士（総合技術監理部門・建設部門）

齋藤　邦夫（さいとう　くにお）
中央大学　研究開発機構長　理工学研究所長
理工学部　教授
工学博士

原　満生（はら　みつお）
エポコラム協会
会長

高倉　功樹（たかくら　こうき）
エポコラム協会
技術部

建設機械技術解説

GPS 測位を巡って

杉本末雄・久保幸弘

米国の GPS に代表される衛星測位システムは，その本来の利用目的である航法（ナビゲーション）に留まらず，精密測量や地殻変動の監視，ネットワークの時刻同期等々の分野で活用され，今日の重要な社会インフラの１つとなっている．本稿では，GPS システムの概要とその測位原理について解説する．また，各国における衛星測位システム整備の動向，GPS システムの利用法とその周辺技術，および建設機械等の自立操縦で必要となる複合航法について述べる。

キーワード：GNSS，GPS，準天頂衛星，複合航法，自立操縦，建設機械，カルマンフィルタ

1. はじめに

米国の GPS（Global Positioning System）に代表される衛星測位システムは，近年では GNSS（Global Navigation Satellite System）と総称され，カーナビゲーションシステム，精密測量などに活用され，本来の目的である航法（navigation）のみならず，地震や火山活動による地殻の変動の測位，GPS 気象学への応用，携帯電話への搭載など，広範な利用が進んでいる[1)]。

ところで，現在稼動している GNSS としては，米国が開発した GPS，ロシアによる GLONASS（Global'naya Navigatsionnaya Sputnikkavaya Sistema-Global Navigation Satellite System）の２つがある。

一方，実験段階にあるものとして，2005 年 12 月 28 日には，欧州連合による Galileo システム初の測位衛星が打ち上げられ，現在試験運用が始まっている。また，中国の北斗衛星ナビゲーションシステム（Compass Navigation Satellite System）では，2010 年 8 月現在 5 機の測位衛星が打ち上げられている。他の GNSS としては，いよいよ打ち上げが迫っているわが国の GPS 補強型の準天頂衛星システム（QZSS：Quasi Zenith Satellite System）[a)] と，GPS を進化させる米国の GPS 近代化計画がある。

a）2010/9/11 に第 1 号機が打ち上げられる予定，本稿が出版されている頃には「みちびき」衛星が天空を舞っているものと思われる。

2. GPS の概要

米国国防総省により開発された GPS は，正式には NAVSTAR/GPS（NAVigation System with Time And Ranging/Global Positioning System）という。GPS システムは 24 個の衛星（宇宙部分：space segment），これらの衛星を管理する地上の制御局（control segment），および利用者（ユーザ部分：user segment）の 3 つにより構成されている。1994 年 3 月 9 日に 24 番目の衛星が打ち上げられ，1995 年 4 月 27 日，米空軍宇宙局（U.S. Air Force Space Command）によって，完全運用（FOC：Full Operational Capability）が宣言されたのち，既に 15 年の歳月が経過したことになる。

GPS 衛星は，周期を 0.5 恒星日（約 11 時間 58 分），軌道半径を約 26,560［km］とする円軌道（正確には楕円軌道）で，地球を周回し，赤道面と 55 度の傾斜角（inclination angle）をもつ 6 つの軌道面に 4 個ずつ（実際には予備の衛星が存在し，2010 年 8 月現在 32 機が運用中）配備されている。各衛星からは（1）衛星自身の精密な位置情報のパラメータ（ephemeris），（2）衛星が搭載している時計の時刻情報，（3）全衛星の概略位置情報（almanac），（4）電波伝搬遅延の補正パラメータ等が航法メッセージとして送信されている。GPS 衛星は年代順にブロック I，II，IIA，IIR，IIR-M，IIF と呼ばれるバージョンに分類されている。GPS 衛星の最新情報については，米国沿岸警備隊航法センター（US Courst Guard Navigation Center）の web ページ[2)] から調べることができる。各衛星

は SVN（Space Vehicle Number） と PRN（Pseudo Random Noise）という 2 つの番号が付けられ区別されている。SVN はブロック I 衛星の初号機から付けられている通し番号であり，PRN は衛星から送信される擬似雑音符号（PN コード）の系列を特定する番号である。なお，PRN は 1 ～ 32 の範囲と定められているため，新たに打ち上げられる衛星には既に退役した衛星の PRN が繰り返し使用される。

(1) GPS 衛星からの信号

GPS は，発信した電波が受信機に到達するまでの時間を測定することにより，GPS 衛星と測位する受信機間の距離を求めることが眼目であるので，各 GPS 衛星は極めて安定度の高い，セシウム（Cs）あるいはルビジウム（Rb）からなる原子時計（発振器）が搭載されている。衛星から送信される電波信号の搬送波は，原子時計より得られる f_0 = 10.23［MHz］の基本周波数を 154 倍，または 120 倍して得られ，それぞれ L1 帯，L2 帯と呼ばれる。それぞれの中心周波数 f_{L1}，f_{L2} は

$$f_{L1} = 154 f_0 = 1575.42 \text{［MHz］}$$
$$f_{L2} = 120 f_0 = 1227.60 \text{［MHz］}$$

の 2 種類である。

すなわち衛星 p から送信される信号は

$$s_{L1}^{(p)} = \sqrt{2P_{C/A}}\, C^{(p)}(t) D^{(p)}(t) \cos(2\pi f_{L1} t + \theta_{L1}^{(p)}) + \sqrt{2P_{Y1}}\, Y^{(p)}(t) D^{(p)}(t) \sin(2\pi f_{L1} t + \theta_{L1}^{(p)})$$
$$s_{L2}^{(p)} = \sqrt{2P_{Y2}}\, Y^{(p)}(t) D^{(p)}(t) \sin(2\pi f_{L2} t + \theta_{L2}^{(p)})$$

と表現できる。ただし，$C^{(p)}$，$Y^{(p)}(t)$ は衛星 p からの C/A（Clear and Acqusition, Coarse and Access）コードと P（Y）（Protect, Precision）コードを示し，$D^{(p)}(t)$ は航法メッセージを，$P_{C/A}$，P_{Y1}，P_{Y2} は信号の平均パワーを示している。C/A コードと P コードの内容は公開されているが，通常 P コードにはスクランブルがかけられ Y コードとなっている。Y コードの内容は非公開（軍事用）である。

(2) C/A コード，P（Y）コード

上記のように，L1 帯は C/A および P（Y）コードで，L2 帯は P（Y）コードのみで変調されている。これらのコードは，“＋ 1”または“－1”の値をランダムに繰り返す符号系列である。C/A コードは，10 段のシフトレジスタで生成される 2 つの M 系列の排他的論理和（exclusive or）により得られる（Gold 符号化という）1023 ビット（チップ）の系列である。C/A コードは衛星ごとに異なった系列が生成され，1023 チップが 1［ms］周期で繰り返される。したがって，C/A コードの周波数（チップレート）は 1.023［MHz（bps）］であり，1 チップの時間幅は約 1［μs］，距離（波長）に換算すると約 300［m］である。

P コードの生成にも，2 つのシフトレジスタから得られるビット列の組み合わせが利用される。具体的には，周波数が 10.23［MHz］で 1.5 秒周期で繰り返す 1.5345 × 10^7 ビットの系列と，これよりも 37 ビット長い系列を組み合わせて，約 2.3547 × 10^{14} ビットの系列を生成し，これを 37 個の部分に分割して各衛星に割り当てている。P コードのチップレートは C/A コードの 10 倍となっているから，1 チップの距離（波長）は約 30［m］となる。

このように各 GPS 衛星は固有の擬似雑音符号（PRNCode）のパターンをもつので，受信機側でそのパターンを発生させ，パターンマッチング（相関計算）により復調し，各衛星からの電波を分離受信する。このとき，コードを信号の時間的な目印として利用することで，衛星・受信機間の距離を測定（測距）する。したがって，本来の目的である軍事用に開発された GPS では，P コードの方がチップ幅が短いため距離分解能が高く，測距精度が高く，最終的に測位精度が高くなるように設計されている。

一方，航法メッセージの情報（ビット列）は，$D^{(p)}(t)$ として C/A コードや P（Y）コードとの積として重なって送信されている。航法メッセージの送信速度は 50［bps］であり，C/A コードや P（Y）コードと比べるとゆっくりとした通信速度である。航法メッセージは全部で 37,500 ビットあり，全てのメッセージを送受信するためには 12.5 分必要となる。ただし，測位に必要不可欠な重要な情報は，全 37,500 ビットの航法メッセージ中に繰り返し埋め込まれ，30 秒ごとに送信されている。

3. GPS 測位の原理

GPS による測位方式は，大きく分けて単独測位（point positioning）と相対測位（relative positioning）の 2 種類がある。単独測位は測位点の絶対位置を求めるものであり，相対測位は 1 地点の位置を既知として他の 1 地点の相対的な位置関係を求め，最終的に精度の高い測位点の絶対位置を求める。ここでは，紙面の関係から単独測位の原理について述べる。

(1) 単独測位の原理

単独測位の原理は単純であり，複数の衛星を中心と

して，各衛星から受信機アンテナ位置までの距離を半径とした球面の交点を求めることに尽きる。ただし，この測位原理に近づけるべく，様々な誤差要因を解析し，その（計算）処理をすることにより，測位精度を上げることが目標となる。

いま，受信機の位置ベクトル，衛星 p の位置ベクトル，および利用可能な衛星数をそれぞれ $\boldsymbol{u}$，$\boldsymbol{s}^p$，n_s とするとき，時刻 t における衛星・受信機間の幾何学的距離（geometric distance）は

$$r_u^p(t) = \|\boldsymbol{u}(t) - \boldsymbol{s}^p(t - \tau_u^p)\| \qquad (1)$$

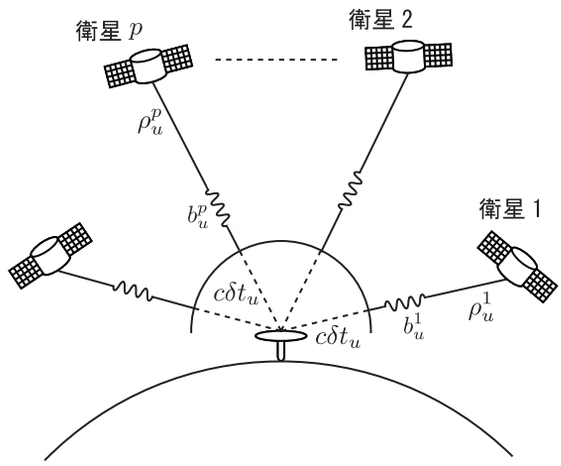
$$\boldsymbol{u} \equiv [x_u, y_u, z_u]^{\mathrm{T}}$$

$$\boldsymbol{s}^p \equiv [x^p, y^p, z^p]^{\mathrm{T}} \quad (\mathrm{T}\text{ は転置を示す})$$

で表わされる。GPS 測位の分野では，r_u^p のように，上添字は上空にある衛星 p を，下添字は地上にある受信機 u を連想するような記法を用いることが多い。なお，GPS では WGS84（World Geodetic System 1984）と呼ばれる座標系が用いられる。この座標系は，地球に固定された（地球中心・地球固定（ECEF；Earth Centered Earth Fixied）直交座標系であり，地球の公転･自転に伴って回転している。したがって，衛星 p から受信機 u までの電波の伝播時間 τ_u^p の間にも座標系は回転しているため，伝播時間 τ_u^p を考慮して衛星座標を修正する必要がある（Sagnac 効果）。そのため，（1）式では時刻 t での受信機の位置ベクトルを $\boldsymbol{u}(t)$ とし，衛星座標 $\boldsymbol{s}^p$ の時刻は受信機衛星間の伝播時間を考慮して（$t - \tau_u^p$）と表わしている。

単独測位は，(1) 式での $r_u^p(t)$ を複数の衛星（$p = 1, 2, \ldots n_s$）について観測し，受信機の位置ベクトル $\boldsymbol{u}$ を求めるものである。このためには，衛星から送信される電波信号を受信機で解読し，（1）衛星・受信機間の距離を測定（測距）する，（2）衛星の位置（座標）を知る，（3）衛星位置を中心とする複数の球の交点として受信機の座標を求めることが基本的な測位手順となる。（1）の測距は，C/A コードにより伝播時間 τ_u^p を推定し，光速 c を掛けることにより行われる。このとき，GPS 衛星の速度は，秒速約 4［km］であるので，アインシュタインの特殊相対論による時間遅延の効果，また衛星と地表面の受信機では地球重力の差による一般相対論による時間進みの効果も無視できず，時刻補正を行う必要がある。衛星の座標は航法メッセージを用いて受信機側で算出する。

実際に電波の伝搬時間から r_u^p を求めるためには，個々の衛星および受信機に同期のとれた高精度な時計が搭載されている必要がある。GPS 衛星に搭載された原子時計は地上の制御部分で監視され，それらの補正情報は航法メッセージに含まれて放送されているため，衛星時計はほぼ同期するように補正できる。一方受信機側には，通常は安価な水晶発振子が用いられるため，衛星時計に対して誤差をもつ。そのため，受信機で観測される衛星・受信機間の距離には，**図―1** に示すように，受信機の時計誤差（δt_u）による共通のバイアス $c\,\delta t_u$（c は光速）が含まれる。すなわち，受信機で観測される各衛星までの距離は，等しく $c\,\delta t_u$ だけ長い（または短い）ものとなっている。



図―1　GPS による単独測位の原理：擬似距離，受信機時計誤差，電波伝播路の影響の関係

さらに，航法メッセージ（衛星軌道，衛星時計補正パラメータ）の誤差，地球を取り巻く電離圏や大気（対流圏）の影響，建物等での反射による多重伝搬（マルチパス）の影響等の電波伝搬の過程における誤差が存在する。ここでは，これらの影響をまとめて b_u^p で表し，さらに受信機内での不規則な雑音を e_u^p で表すと，受信機で得られる距離は「擬似距離」（pseudorange）と呼ばれ

$$\rho_u^p = \|\boldsymbol{u} - \boldsymbol{s}^p\| + c\delta t_u + b_u^p + e_u^p \qquad (2)$$

$$\|\boldsymbol{u} - \boldsymbol{s}^p\| \equiv \sqrt{(x_u - x^p)^2 + (y_u - y^p)^2 + (z_u - z^p)^2}$$

と定式化できる。したがって実際の単独測位では，(2) 式の擬似距離 ρ_u^p（$p = 1, 2, \ldots n_s$）を観測し，$\boldsymbol{u}$ を求める問題となる。

受信機座標 $\boldsymbol{u}$ を求める測位演算にあたり，b_u^p については，測位精度を向上させるためには航法データ内の補正情報を用いたり，種々のモデル式を用いた補正が行われる。また，各衛星に対してマルチパスが生じているか否かの統計的な検定を行い，マルチパスが生じていると判断した場合は，該当する衛星からの擬似距離を測位計算には用いない等の処置を行う。実際には，

b_u^pをいかに見積もるかが，単独測位における精度向上の決め手となる。

一方，$c\,\delta t_u$は各衛星pに対する観測量に共通に含まれるものであるから，受信機の座標に加えて，これを第4の未知数とし，$\boldsymbol{u}$と共に求めることができる（**図―1**を参照）。

以上の記述から，基本的な単独測位では未知数（x_u，y_u，z_u，$c\,\delta t_u$）が4個である非線形な連立方程式を解くことになり，測位には最低4個の衛星が必要となる。5個以上の観測が得られる場合は，（非線形）最小2乗法を適用する。通常，最小2乗法による推定値を求めるために，時刻tでの観測値$\rho_u^p(t)$の取得のたびに，逐次的に推定を行うカルマン・フィルタ（Kalman Filter）が用いられている。カルマン・フィルタの適用では，推定したい変量に対する動的な統計モデルを構成することが重要であり，このモデル内に飛行機，車両，建設機械，歩行者，静止点などの情報を加味することができ，測位精度を向上させることが可能である[1), 3)]。

ここで，GPS測位の性能について述べておく。C/Aコードによる測距に基づく単独測位を標準測位サービス（SPS：Standard Positioning Service）といい，SPSの性能は水平方向で13［m］，垂直方向で22［m］（95%値）となっている。ただし，受信機が異なれば，そのハードウェア構成，特に信号処理アルゴリズムの異なりによって測位性能に差が現われる[b)]。したがって上記の値は，（c1）仰角5度以上の可視衛星を全て利用する，（c2）電波伝搬路における影響（電離層，対流圏，マルチパス，妨害電波の干渉等の影響）は考慮しない，（c3）受信機に由来する雑音は考慮しない，という条件の下に求められた数値である。なお，最近では各GPS衛星からの搬送波の位相積算値データも用いて，精密単独測位（PPP：Precise Point Positioning）の技術が開発されている[1)]。

b）GPSによる測距アルゴリズムの開発の醍醐味はまさにこの点にある。光波計による測距では，ほぼ光波計のハードウェアの精度が直接，測距精度に影響を及ぼすが，GPS測距では知恵（数理解析力）が測距精度に大きな影響を及ぼす。

4. GPS測位の周辺

航空機での利用においては，高い位置精度はもちろんのこと，航法システムが正常に動作しなくなった場合に適時警報を発する「完全性」（インテグリティ，integrity），およびサービスの提供を中断しない「連続性」（コンティニュイティ，continuity）等が要求される。これらの要件を満たすために，受信機の「自律監視」（RAIM：Receiver Autonomous Integrity Monitoring）が適用されたり，GPSの機能を補強するシステムが実用化されている。補強システムには，衛星を用いてサービスを提供する「衛星型補強システム」（SBAS：Satellite-Based Augmentation System）と，地上の施設を用いてサービスを提供する「地上型補強システム」（GBAS：Ground-Based Augmentation System）がある。

SBASには，米国の「WAAS」（Wide Area Augmentation System），欧州の「EGNOS」（European Geostationary Navigation Overlay Service），わが国の「運輸多目的衛星」（MTSAT：Multifunctional Transport Satellite）を用いた「MSAS」（MTSAT Satellite-basedAugmentation System），インドのGAGAN（GPS andGEO Augmented Navigation System），中国の北斗衛星（COMPASSシステムの一部）等があり，静止衛星を用いて運用されている。

これらの衛星型補強システムは，洋上など世界規模で利用可能な広域DGPS（WADGPS：Wide Area DGPS）の機能も備えており，静止衛星からGPSと同様の測距用信号，ディファレンシャル補正値，およびGPS衛星のインテグリティ情報（使用不可または不具合の程度）を提供することで，GPSを補強している。なお，これらのシステムに対応した受信機であれば，航空機に限らずサービスを利用することができ，安価なハンディ型受信機等でも利用可能なものが多い。

航空機以外での利用については，測量やカーナビゲーション，ハンディ型受信機による歩行者のナビゲーション等が，GPS利用技術の中でも多数を占めている。このような使用方法において，ユーザにとって最も不利な状況はトンネル，ビルの谷間，高架下の道路等で衛星信号が遮断されることである。これらの状況を克服する方法の一つとして，GPS以外のさまざまなセンサ（速度計，磁気コンパス，高度計，加速度センサ，ジャイロスコープ）や地図情報（マップマッチング）を用いてGPSデータの欠落を補完する方法がある。

また，「慣性航法装置」（INS：Inertial Navigation System）とGPSを組み合わせるものがある。INSは加速度センサとジャイロスコープで構成され，それ単体で航法が行える「自立航法システム」であるが，センサの誤差等によって航法誤差が増大，蓄積していくという欠点がある。そこで，INSとGPSを組み合わせることで，GPSが利用可能なときはGPSを利用することでINSの誤差を抑制し，互いの欠点を補完し

あう頑健な航法システムを構築することができる。もちろん，INSの利用は陸上に限定されたものではなく，航空機，船舶，宇宙船等においてGPSが出現する以前から広く用いられており，今日，INSとGPSの複合システムもさまざまな場面で応用されている。INS/GPS複合航法による測位アルゴリズムでは，最近，各種の非線形フィルタが活用されている。また，近年では「MEMS」（Micro Electro Mechanical System）と呼ばれるマイクロマシン技術の発展により，シリコン基板上に集積化された安価な加速度センサやジャイロスコープが開発され，それらとGPSを融合した利用方法についても活発に研究されている。

一方，衛星信号が遮断されるという状況に対して，利用できる測距信号を人工的に増やすことで対応するアプローチがある。これは，GPSと同様の測距信号を送信する「擬似衛星」（スードライト，pseudolite）を設置することによって，通常はGPS信号が遮断され，測位が不可能となるような場所でも測位を継続できるようにするものである。擬似衛星は，先に述べた地上型補強システム（GBAS）においても利用されている技術である。

また，さらに大がかりなシステムとして，わが国で計画されている「準天頂衛星システム」（QZSS：Quasi Zenith Satellite System）がある。準天頂衛星システムでは，日本上空の天頂付近（仰角70度以上）に衛星を常に1機配置し，前述のGPS補強システムと同様，測距信号，ディファレンシャル補正情報，インテグリティ情報等を送信するように計画されている。準天頂衛星は高仰角に配置されるため，ビルの谷間や山あいの地域など，利用できるGPS衛星の数が少なくなるような箇所でも捕捉することができるため，GPS利用率の改善が期待されている。

その他，通常は捕捉できないような微弱な信号を受信し，測位に利用する高感度受信機の研究，開発も進んでいる。これによって，例えば屋内等での測位も可能となり，携帯電話等でのシームレスな測位が実現されつつある。

また，屋内測位については，建物を通過するGPS信号電波を高感度に受信するという発想を離れて，JAXAにより，地上補完システム（IMES：Indoor MEssaging System）の提案が行われている。これは屋内の要所要所に準天頂衛星から送信する衛星測位信号の送信機を設置し，その航法メッセージの一部に，屋内の既知位置の情報を送信することにより携帯電話等に組み込まれたGPS受信機でシームレスな測位を実現しようという提案であり，実用化に向かっている。

GPSを用いた時刻同期についてもふれておきたい。既に述べたように，GPS受信機で測位を行う場合には受信機の時計誤差δt_uも同時に求められ，衛星の原子時計（GPS時刻）との同期がとられる。したがって，安価な受信機でも原子時計に匹敵する数10［ns］以上の精度と精密さで時刻（タイミング）情報を得ることができる。このようなGPSによる正確な時刻や時刻パルスは，有線，無線を問わず，世界中のさまざまなネットワークにおける時刻同期をとるために利用されたり，通信における周波数標準として利用されており，重要な社会基盤となっている。

5. おわりに

本稿では，GPSシステムの概要，GPS測位の原理とその周辺について概説した。最近のわが国におけるGPS/GNSSに対する大きな関心は，カーナビの大普及によることに起因している。また，わが国の準天頂衛星システム（QZSS）計画とその開発によることも多い。QZSS計画は紆余曲折のあったものの，平成22年9月11日には「みちびき」1号機が打ち上げられ，本稿出版時には，「みちびき」1号機の成功が伝えられているはずである。QZSS計画は政府の多くの関係省庁間を横断する大プロジェクトであるため，このプロジェクトを成功裏に実現できたことは機構上の調整とその行政上でのノウハウを確立した成果であろうが，米国の開発したGPSは，あくまでも軍事目的であることを念頭においておく必要があろう。

JCMA

《参考文献》

1）杉本・柴崎（編）：GPSハンドブック，朝倉書店，2010年9月（出版予定）．
2）U.S. Courst Guard Navigation Center, web site（http：//www.navcen.uscg.gov/）．
3）杉本末雄：GPS測位アルゴリズムと回帰モデル - 衛星頭脳を解明する -，電気学会論文誌C（電子・情報・システム部門誌），Vol. 130, No. 1,

［筆者紹介］

杉本　末雄（すぎもと　すえお）
立命館大学
理工学部　電気電子工学科
教授

久保　幸弘（くぼ　ゆきひろ）
立命館大学
理工学部　電気電子工学科
准教授

交流のひろば/agora―*crosstalking*―

agoraagoraagoraagor
aagoraagoraagoraago
raagoraagoraagoraag

車両系農業ロボットの現状と展望

野口 伸

日本農業のおかれている状況は厳しさを増している。特に労働力不足は切迫しており，農業生産の軽労化，省力化はわが国農業を持続的に発展させる上で緊急課題である。一方，官学を中心に農業生産のロボット化にかかわる研究開発は進展している。特に高精度GPSが低価格化し，電子基準点などのインフラも整備されたことは圃場で働くロボット技術の発展に多大に寄与している。本稿では農業機械のロボット化研究はどこまで進んでいるのか？実用化する上で何が残された課題か？車両系農業機械，特にトラクタのロボット化の現状と将来展望について紹介する。

キーワード：ロボットトラクタ，RTK-GPS，GIS，自律作業，安全性

1. はじめに

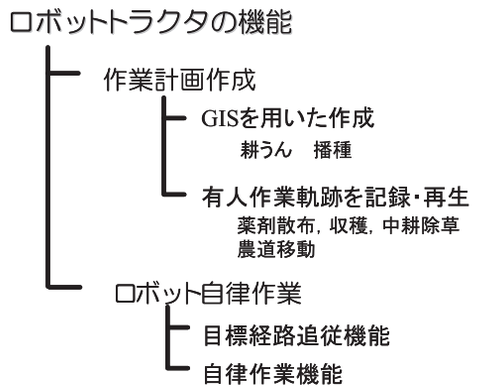
わが国の食料生産基盤は脆弱であり，自給率向上には多大な努力が必要であるのは言うまでもない。2005年の販売農家数は196万戸，このうち担い手として期待される主業農家は，43万戸となっており，毎年4～5%の減少が続いている。加えて，農村地域では，若年層の流出により，過疎化が進むとともに2004年の基幹的農業従事者の平均年齢は63歳で，社会全体に先行して高齢化が進行し，労働力不足は深刻な状況にある。ガット・ウルグアイラウンドの合意に基づく貿易障壁削減の中で，米を含む農産物の輸入の自由化が進み，競争力を確保するために，今まで以上の品質の向上や生産コストの削減が求められており，国内農業の構造改革とあわせて革新的な技術開発により，一層の品質の向上や生産コストの削減を図ることが喫緊な課題となっている。このような背景から，農業経営の経済的な採算性に適合するようなロボット化を含めた超省力技術の開発が，日本農業を持続的に維持・発展させる上で必須である[1)]。著者らは大規模な圃場でも使用できるGPSを航法センサとしたロボットトラクタを車輪型とクローラ型の両方について開発した。このロボット開発を通して，慣行のトラクタ作業を全てロボットに置換えることに成功した。本稿では開発したロボットを通して，トラクタロボット化の到達点を解説する。さらに今年度からスタートした農林水産省による農業ロボット研究開発プロジェクトについてもその概要を紹介する。

2. ロボットトラクタ

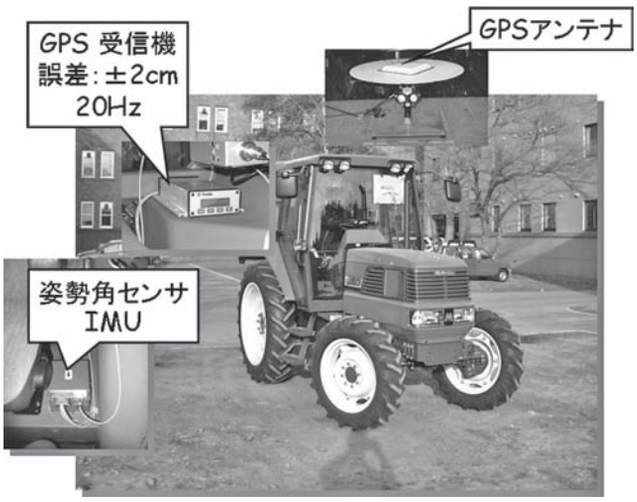
(1) 車輪ロボットトラクタ

ロボットトラクタを使用して耕うん，播種から最後の収穫まで全ての作業を行うためには，トラクタ本体のハードウェアの改造はもちろんのこと，ロボットの走行経路を含む作業計画を事前に作成する必要がある。**図―1**は北海道大学大学院農学研究院ビークルロボティクス研究室が開発したロボットトラクタの機能である。作業経路を含む計画作成機能と作成された計画を忠実に実行する自律作業機能に分類される。作業計画作成機能は無人で耕うん，播種など行うためのもので，GIS（Geographic Information System）でロボットの作業計画を立てることができる。作業計画とは経路情報のほかにロボットの前後進操作，変速，エンジン回転数，PTO（Power-Take-Off; 動力取出し軸），3点リンク昇降など，通常のトラクタ運転時の操作項目を指し，これらの運転操作もGIS上で事前設定する。**図―1**後段の自律作業機能とは作成された作業計画に基づいて，完全自律で農作業を行わせうるナビゲーションシステムのことである[2)]。

ロボットトラクタは通常の農用トラクタを改造したもので，制御用PCからCAN-BUSを介して操舵，変速，機関回転数設定，作業機昇降，PTOオン・オフを行うことができる。位置計測には誤差2 cm，周期20 HzのRTK-GPSを，方位計測に慣性航法装置（Inertial measurement unit；IMU）を使用した。また，IMUから出力される傾斜角はGPSアンテナの傾斜補



図―１　ロボットトラクタの機能

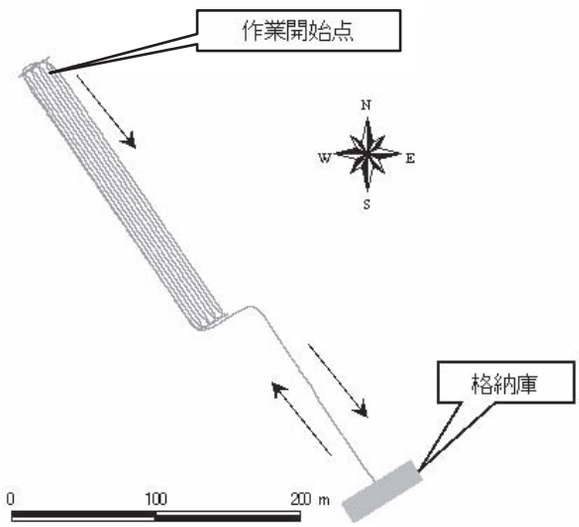


写真―１　車輪ロボットトラクタと航法センサ

正にも利用している。**写真**―１にロボットトラクタの全景と航法センサの配置を示した。

圃場内を自由に作業走行させるために作業計画が事前に用意されていることは前述した通りである。作業計画に基づいたマップベースガイダンスシステムを構築するために，経路情報とロボットの動作状態を含んだナビゲーションマップを作成した。ナビゲーションマップを構成するナビゲーションポイントはロボットの位置（緯度，経度）と動作状態を示す 64 bit 長データ群によって構成されている。

ロボットは走行開始命令を受けると GPS による位置と IMU による方位の整合性をとるために IMU の初期化を行い，これから走行する経路のナビゲーションマップを読み込む。その後，制御周期ごとに GPS から読み込まれた位置座標からナビゲーションマップ内のナビゲーションポイントを探索し，制御量を決定する。操舵制御を行った後に作業状態の判定を行い，予定作業全て終了した場合は作業を終え，直進走行終了の場合は旋回動作に移行する。旋回動作はわが国のトラクタ作業で多用される後進を含む方式と欧米で使用される前進のみで旋回を行う方式を選択できる。ロボットが走行すべき経路を地図として持っていると耕うん，播種，中耕，防除，そして収穫までの全作業を無人化できる。さらに，ロボット自身で格納庫から農道を通って作業すべき圃場に移動して作業を行い，作業終了後に自ら格納庫に戻るといった一連の作業の完全無人化も可能である。すなわち，このようなロボットの場合，農家は圃場までロボットを運ぶ必要はない。**図**―２は旋回を含んで４行程の作業軌跡である。ロボットの作業時の走行誤差は ± 5 cm であるため，人間の運転を超える作業精度を有している。



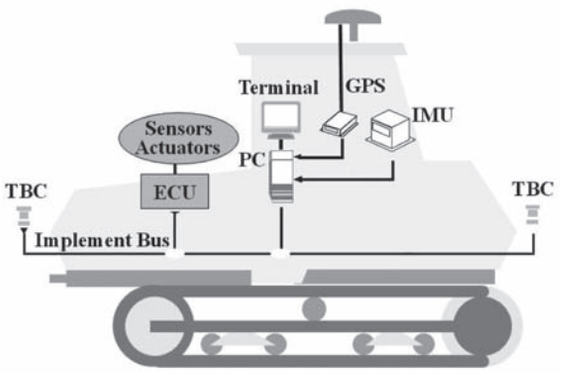
図―２　ロボットトラクタのロータリ作業軌跡

(2) クローラロボットトラクタ

農業ロボットは走路整備が施せないことから地盤支持力のばらつきに影響を受けにくい走行系を採用することが望ましく，クローラ走行系は注目に値する。クローラはすでにオフロード車両の走行系として広く利用されており将来性の高いロボットの走行系である。畑作地帯ではクローラは耕うん，整地，施肥に使用でき，春先の耕うん，整地などの作業が 24 時間体制で実現できる。特に，傾斜地や圃場のぬかるみなどに対してロバストなクローラはこの種の 24 時間作業に向いている。また，多雪地帯では融雪剤散布にも活用できる。春先の圃場の融雪を進め，土壌の乾燥を進めるうえで有効であり，春作業が早く始められるメリットは大きい。また，小麦の播種，最適なトラムライン生成や防除作業にも使用できる。輪距調整とクローラ幅の変更が可能であれば，土壌踏圧の低減，高いけん引能力などのメリットから判断してもクローラロボットは魅力的である [3)]。

このような背景から著者の研究室でもクローラトラクタのロボット化を進めている。クローラトラクタも

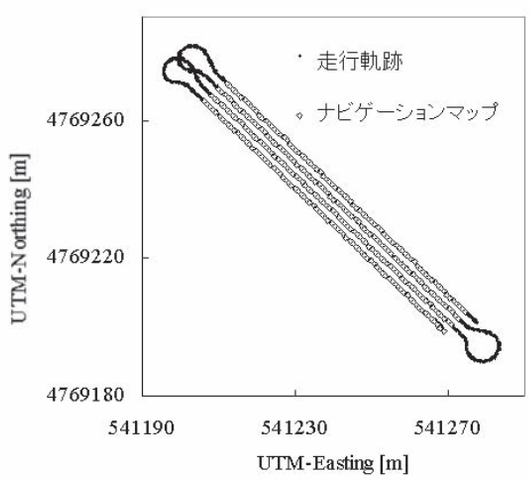
ヤンマー．CT801



TBC (Terminating Bias Circuit)：終端バイアス回路
Implement Bus：作業機バス

図―3　クローラロボットトラクタ

車輪トラクタと同様に，位置・方位計測装置とロボットコントローラを用いた。システムの概略を**図―3**に示した。ベースマシンとしてヤンマー製 CT801 トラクタを使用した。トラクタの制御項目は操舵，前進・停止・後退の切り替え，変速機，副変速，エンジン回転数，ヒッチ高さと PTO のオン・オフである。また，トラクタから観測可能な情報は車速，エンジン回転数，ヒッチ高さである。航法センサは前述の車輪ロボットトラクタと同様，RTK-GPS と IMU を使用した。これらを統括してロボットを制御するための ECU（Electric Control Unit）を開発した。開発した ECU は CAN-BUS でネットワーク化されており，センサなどの追加搭載に対して高い柔軟性を備えている。**図―4** は開発したクローラロボットの作業走行軌跡である。走行速度 1.2 m/s で肥料散布作業を行った。作業開始地点から作業終了地点まで 5 cm 以内で走行しており，農作業には十分な精度である。また全作業経路において，横方向偏差 rms 誤差は 1.1 cm であり，前述の車輪ロボットの走行性能を上回った。



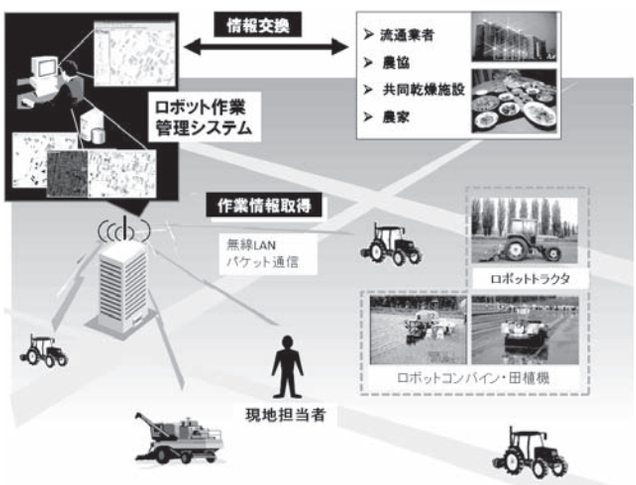
図―4　クローラロボットの施肥作業軌跡

3. 農業ロボット開発を目指す国家プロジェクト

平成 22 年 6 月から農林水産省の委託プロジェクト研究「農作業の軽労化に向けた農業自動化・アシストシステムの開発」が 5 カ年のプロジェクトとしてスタートした。本プロジェクトには「小型ロボットによる畦畔除草等自動化技術の開発」,「農業用アシストスーツの開発」など 5 課題が設定され，その中に「稲麦大豆作等土地利用型農業における自動農作業体系化技術の開発」という土地利用型農業におけるロボットシステム開発を行う課題もある。

この課題は北海道大学大学院農学研究院が中核機関となり，著者が研究開発責任者を務めている。共同研究機関に京都大学大学院農学研究科，農業・食品産業技術総合研究機構（中央農業総合研究センター・北海道農業研究センター・近畿中国四国農業研究センター・生物系特定産業技術研究支援センター），企業からはヤンマー㈱，日立ソフトウェアエンジニアリング㈱，㈱トプコン，ボッシュ㈱が参画しており，これら研究機関が結集してロボット作業体系を実現するロボットシステムを開発する。わが国農業は主に本州に展開する分散錯圃（小区画飛び地）による経営形態と北海道農業に代表される大区画圃場群により構成された大規模経営形態に大別でき，その両者でまったく異なるロボット作業体系が要求される。本プロジェクトでは機械コストや想定される利用形態などに配慮して「分散錯圃型農業」と「大規模農業」それぞれについて，ロボット農作業体系モデルを構築する。ロボット化のコスト削減には，要素技術の共通化が必須であることか

ら航法システム，ロボット作業管理システム，障害物センサなどの基盤技術開発に関する課題群，耕うん・代かき・播種施肥・防除・除草・収穫などの無人作業を実現するロボット開発に関する課題群，そして開発システムの経済性評価と実証試験を実施する課題群の3大課題から構成されている。また，**図―5**に示したように作業従事者1人当たりの作業面積を飛躍的に増大させるために，地域内で複数のロボットに同時作業させられるシステム開発を行う。最終的には大規模農業のみならず30ａ程度の小型圃場が分散している生産環境下でも農業ロボットを導入して，経営的にも効果が発揮できるロボット作業体系の構築を目指す。



図―5　農林水産省委託プロジェクト「稲麦大豆作等土地利用型農業における自動農作業体系化技術の開発」の技術パッケージのイメージ

4. おわりに

ロボット農業の実現は目前に迫っている。しかし，実用化にはいまだ大きな課題が残されている。その1つはロボットの安全性の確保である。この安全性とはロボットを操作するオペレータとロボット周辺に対する安全配慮の両方を意味する。米国は特に安全性に対する意識が高い。通常のトラクタもオペレータが座席に座っていないと車両が動かないような仕組みをハード的に組み込んでいる。当然，オペレータ不在のロボットには，さらに高度な安全性が要求される。いままでにバンパースイッチ，レーダー，超音波センサ，レーザー距離計，マシンビジョンなど様々な方法が提案されてきた。しかし，どこまで安全性を確保すればロボットとして普及できるかは，技術的問題に留まらず，社会的な合意も不可避である。万が一の事故に対して，ロボットに全責任を負わせることは，ロボットの膨大なコスト高につながり，ロボット化の進展を妨げることになる。今後，ユーザーと製造者間の安全性に関するコンセンサス形成に加え，農業ロボットの安全基準策定に関する論議が関係行政機関，産学及び市民において進むことを期待する。

JCMA

《参考文献》

1）日本学術会議：IT・ロボット技術による持続可能な食料生産システムのあり方，第20期日本学術会議対外報告書（2008）
2）野口　伸：ビークルオートメーション，農業ロボット（Ⅰ），コロナ社，143-205（2004）
3）野口　伸：農業生産の軽労化・省力化を先導するロボット技術，農林水産技術研究ジャーナル，28（11），5-9（2005）

[筆者紹介]
野口　伸（のぐち　のぼる）
北海道大学大学院農学研究院　教授
日本学術会議　会員

ずいそう

芳しいバラの香りを楽しもう

中　村　祥　二

バラは私達の身の回りに見かけるポピュラーな花であるがその歴史や香りについてはあまりしられていない。ここではバラについての簡単な紹介と近くのバラ園で嗅ぐことも出来る芳香バラについて述べ，読者の皆様がバラのよい香りに興味を持つきっかけとして頂ければと考えた。

バラは古代ギリシャやローマ時代の昔から，数ある花の中でも最も優れた花として，多くの人々に愛されてきた。それは姿，形，色彩のみならずその芳しい香りによって人々を魅了したからである。

中世の暗黒時代には，美しいもの，甘美なものは悪魔の手先であり，人の心を誘惑する悪いものと考えられ，バラはその美しさのために修道院の庭で細々と栽培されたに過ぎなかった。

15 世紀ルネサンスの時代を迎えるとボッティチェッリの絵画「春 -Primavera 」に見られるように，バラもまた復活した。19 世紀後半，中国の栽培バラから四季咲き性を導入し育成されたハイブリッドティー系統の初めての品種が生まれた。現在，私たちの身の回りに咲く美しいバラの大部分はこのモダンローズのハイブリッド･ティー･ローズ（HT）である。

ところが最近になって，バラには「香りがありますか」と問われたときには，愕然とした。香りの女王といわれるバラが，どうしてなのか。花屋の店先でバラを嗅いでみると確かに香りが薄い。バラの育種の歴史も他の花と同じように，育種の過程で，香りが意図的ではないにしても排除されてきたのだ。

それにしても，数多くのバラのなかには香りの良いバラがあるはずだ。1983 年頃から千葉県八千代市にある京成バラ園の協力と鈴木省三先生に指導を受け数百種類のバラから芳香バラを選定した。香りおよび成分分析研究から多くの芳香バラの系統の特徴を明らかにすることが出来た。それ以来，各地のバラ園やバラコンクールで多くの芳香バラに出会うことになった。下表に芳香バラの分類の概略と代表的な品種を記載した。

大きなバラ園に行けばこれらのバラはたいてい植栽されている。私が関わっている新潟の越後丘陵公園（ここでは国際香りのばら新品種コンクールを 2007 年から行っている），千葉の佐倉草ぶえの丘バラ園，京成バラ園，神代植物公園では芳香バラがよく揃っている。春と秋の良い季節にバラ園を訪れることをお勧めしたい。

現在バラの香りは世界的に注目されていて，大きなバラ園芸会社で芳香バラの育種が盛んに行われている。芳香バラの復権が進んでいるのは嬉しい。

――なかむら　しょうじ　国際香りと文化の会　会長――

写真　芳純

表　芳香バラの分類と代表品種

	香りのタイプ	代表的な品種
1	ダマスク系の華やかで強い甘さを持っている香り。 芳純，パパメイアンは芳香バラコンクール上位入賞の常連。	芳純（写真），香具山，ティファニー，パパメイアン，クリムソン・グローリー，ネージュ・パルファン
2	紅茶の香りの特徴を感じるソフトで親しみやすい香り。 ダージリンの紅茶の新しい缶を開けたときのような香り。	レディ・ヒリンドン，ディオラマ，ロイヤルハイネス，春芳，ガーデンパーティ，グラン・モゴール
3	果物の特徴を持った香り。ピーチやラズベリーなどの香りを持つ。他にアプリコットや洋ナシなど極めて多様。	ダブルデライト，ドゥフトヴォルケ，ホワイト・クリスマス，ハーモニー
4	青バラ系の香りの良い品種の香り。やや淡白なダマスクの系の香りを持つ。 サントリー開発の青いバラ Applause もこの系統の香り。	ブルーパフューム，ブルームーン，スターリング・シルバー，シャルル・ドゥ・ゴール
5	スパイスのクローブの香りの特徴を持った香り。 ムスク系のバラにこの特徴が見られる。 雄しべである葯から香ることが多い。	デンティ・ベス，ハマナス系，粉粧楼
6	ハーブのアニス・シードの香りの特徴を持った香り（よくミルラの香りといわれる）。イングリッシュローズに多い。	セント・セシリア，グラミス・キャッスル，アンブリッジ・ローズ

ずいそう

本との出会い

浅　野　博　之

「出会い」この現象は本当に不思議である。出会った人に影響を受け，それが自分への動機づけとなり，多くの恩人に恵まれて現在の自分がある。

また，こころに残り，何度も何度も読み返す「本」との出会いも不思議だ。今，『会社の寿命“盛者必衰の理”』『[続］会社の寿命　衰亡招く“第2の法則”』を読み直している。

最初の出会いは26年前であるが，一昨年のリーマン・ショックの影響で薄氷を踏むような怖いビジネス環境の日々であったが，お蔭さまにて起業27年目を迎える桜の季節に，再度，読んでみようかと思った。（以下原文）「幾度となく繰り返された産業の主役交代劇になんらかの法則はないだろうか？の問題意識を，日本産業の百年の上位百社のランキングを作成，分析した結果，到達した結論――企業が繁栄を謳歌できる期間，すなわち『会社の寿命』は平均30年にすぎないという予想を上回る苛酷な法則だった。」

今，出版したばかりとしても違和感を感じない，本質に迫る迫力がひしひしと伝わる。

学生時代の，経済学とは経済現象に見られる法則の研究であり，その法則を学ぶとの教えを思い出す。

『第2の法則』では，「一年半前に『企業の寿命30年説』を提起した。百年間の有力企業の変遷を調査，分析したこの特集に実に多くの反響をいただいた。――事業のタネをまき，育て，経営の体質を改善するには，企業のいのちが盛りを過ぎてからでは遅すぎる。このことは過去幾度となく繰り返されてきた有力企業の盛衰の歴史の中で証明されている。――最近の有力企業の事例を研究し，新たな仮説を提起したい。『従業員の平均年齢30歳，本業比率7割』を超えている企業は，たとえ現在，業績がよくても，衰退期を迎える危険が大きい，という法則である。」

発行から四分の一世紀の時間が過ぎた今，この「30歳，7割」の仮説があてはまるだろうか？　改めて考えたい。

職業人として40年余りになる。その間いろいろと経験させていただいた。その中で忘れられない事の一つに，1971年ニクソンショックがある。当時，石川島コーリング社にて，輸出業務の仕事をしていたが，1ドル360円が300円に変わり，上司が「坂道を転げ落ちるとはこの事だ」とつぶやいていた。私は何を言われているのか理解できなかったが，その言葉が耳に残り，何十年か過ぎてからその意味を理解する事ができた。その後も1985年プラザ合意･平成バブルの崩壊･失われた10年・デフレ経済・財政再建・BRICKsの台頭・トヨタの世界一・格差社会・少子高齢化・中国の躍進・国内市場の縮小等多くのことがあった。

この本の出版から2010年の25年の間に日本の条件は変わってしまった。

しかし，このような基礎的条件の激変を日本経済は幾度も乗り越えてきた。企業はZD運動・TQC活動・デミング賞への挑戦・ISO取得活動等を通して習得した手法を駆使して，組織を挙げて品質向上やコスト縮減に挑戦し，現状打破を成し遂げてきた。

「平均年齢30歳，本業比率7割は危険」の仮説，以下原文「企業組織がライフサイクルの上で，発展期を終え成熟期から衰退期に入る危険な兆候――警報が鳴っているのに，――組織の若返りを怠り，新規事業に取り組む努力をしなければ，――やがて――寿命を迎える。これが歴史の貴重な教訓なのだ。」

この教訓は生きているだろう。しかし，現在の日本の条件に，少子高齢化社会があり，地域社会の経済活動を構成している小企業には「ヒト」の問題が大きなウエイトを占めている。これをどう解決していくか。きわめて重要な課題であるし，企業経営者には少子高齢化社会を支えていく社会的責務がある。難しい課題である。この課題解決の切り口に，この本は一つの示唆を与えてくれた。

それは，『会社の寿命“盛者必衰の理”』の中の「いかに生き延びるか」から，

1　延命には「変身」が不可欠
2　「ヒト」を変革する
3　「モノ」を変える
4　「カネ」の流れを変える

25年前のこの本に感謝し，その中の教えに学び，世界の中の日本，日本の中の東北の視点から21世紀初頭の困難な時代に，地域社会の課題解決にお役立ちできれば幸いである。

《参考文献》

日本経済新聞 1984年8月24日『会社の寿命』
1985年6月25日『続会社の寿命』

――あさの　ひろゆき　三洋テクニックス㈱　代表取締役――

CMI 報告

TS・GNSS を用いた出来形管理手法の検討

竹本　憲充・椎葉　祐士

1. はじめに

国土交通省では，情報通信技術（ICT）を活用した社会資本整備・管理サイクル全体の効率化，高度化に取り組んでいる。その取り組みの１つが情報化施工であり，具体的な取り組みとしては，施工管理の基本となる３次元設計データや情報化施工に対応した建設機械の活用，計測点の３次元位置座標を取得するトータルステーション（以降，TS と記す）や GNSS を用いた出来形管理，ICT 機器・ソフトウェアの必要な仕様検討，ICT を活用した施工･出来形管理および監督･検査業務の効率化手法の検討，情報化施工のスムーズな現場導入を図るための管理要領の制定等を，工種別に進めている。これまでに，道路土工・河川土工に関しては TS による出来形管理要領（案）が策定・公表されており，国土交通省直轄工事において正式な出来形管理手法と認められている[1)]。当研究所では，国土交通省の委託を受け，この TS を用いた出来形管理手法を舗装工に適用すること，また道路土工等の出来形管理に GNSS を用いることを検討し，要領（案）の策定等に向けた技術的検討を進めてきた。

2. TS を用いた舗装工の出来形管理手法

(1) 本手法の概要

TS を用いた出来形管理手法とは，事務所の PC や現場の TS に一連のソフトを搭載しデータを流通することで（**図―1**）出来形計測と同時に設計との差を把握，丁張・目事の省略，計測の省人化，帳票作成の自動化等の効果が得られる手法である（**図―2**）。従来は，水糸，巻尺，レベル等の方法で計測していた“基準高，幅，厚さ（舗装修繕工事のみ）”は，TS で計測した出来形計測点の３次元座標値を基に算出される。

本手法に使用する TS には，出来形計測点にターゲットを設置して計測するプリズム方式と，舗装面に直接測距レーザ光を照射し位置を計測するノンプリズム方式の２方式がある。

(2) 本手法の導入メリット

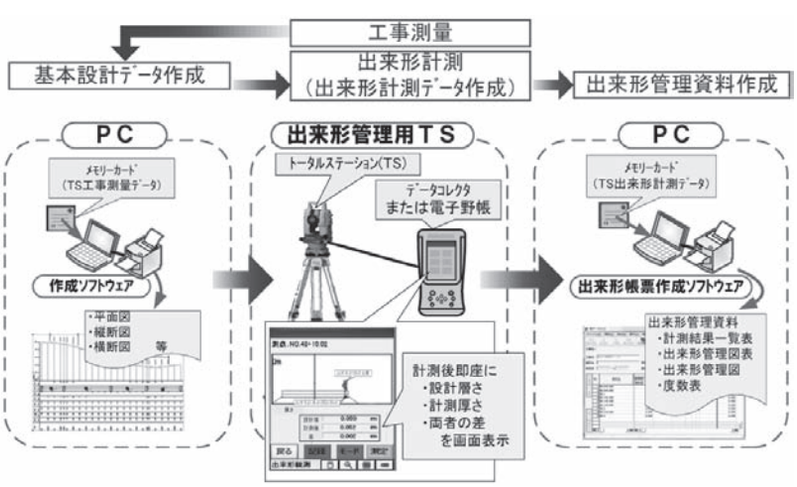
ノンプリズム方式にて出来形計測を行うことのメリットを**図―3** に示す。昨年度の７現場における試行工事にて実証されたメリットは以下のとおりである。

①車線規制の省略・短縮（**図―4** 参照）

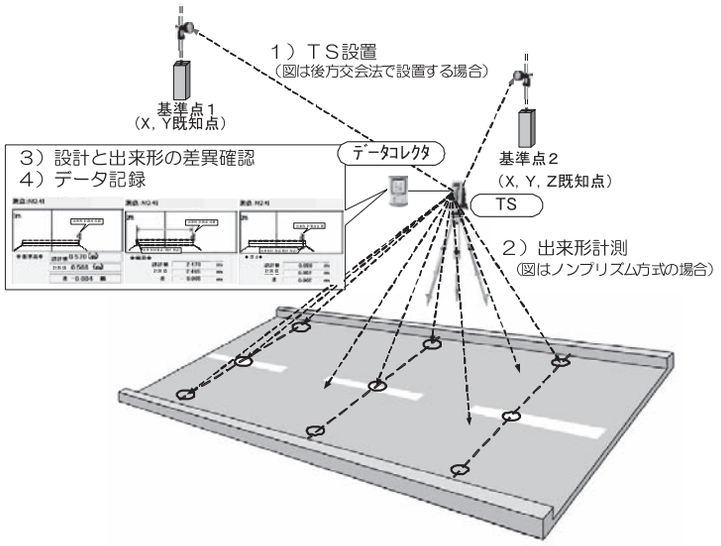
ノンプリズム方式の計測により，交通を確保しながら，歩道等から工事測量や出来形計測が行え，車線規制が省略または短縮可能。

②出来形計測作業の省力化・効率化

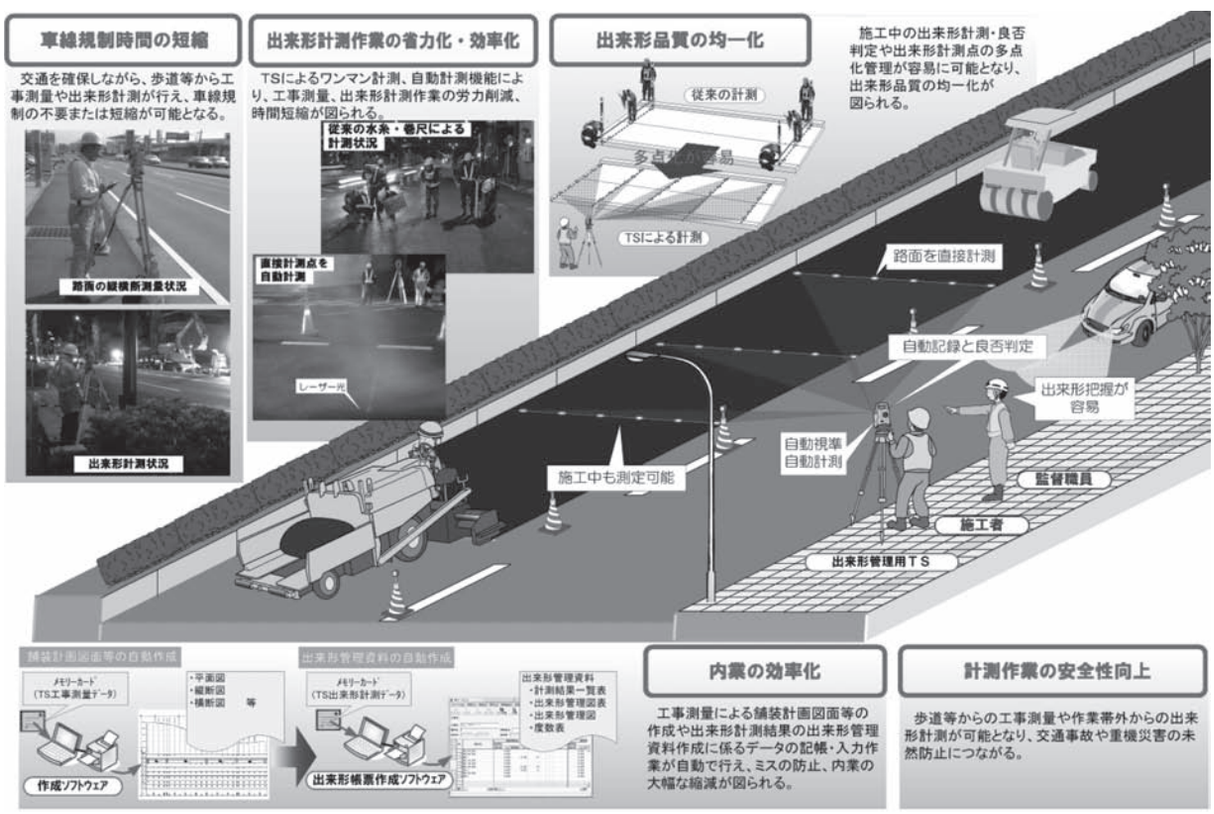
あらかじめ登録しておいた出来形計測点を TS が自



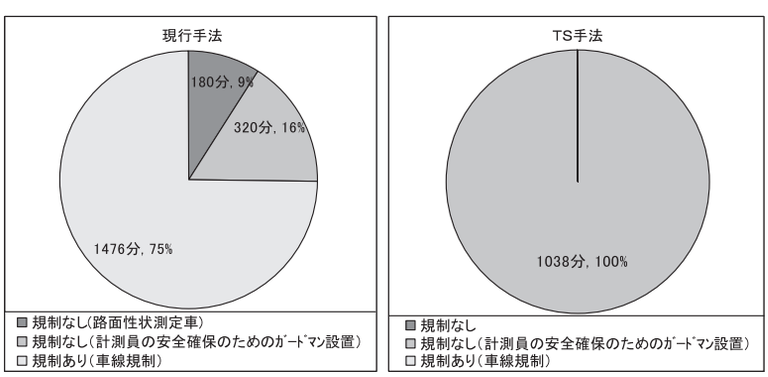
図―１　TS を用いた舗装工の出来形管理の流れ



図―２　TS を用いた舗装工の出来形管理手法

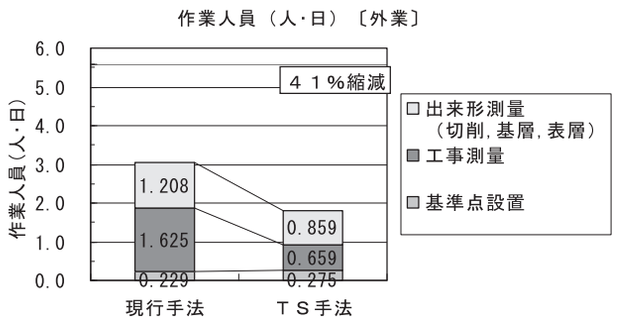


図―３　舗装工への出来形管理用 TS の導入によるメリット



図―４　工事測量に係わる車線規制時間の比較

動的に視準し，複数点を連続的に計測できるため，工事測量，出来形計測作業の労力が削減される（**図―5**参照）。



図―5　出来形管理（外業）の労力比較

③計測作業の安全性向上

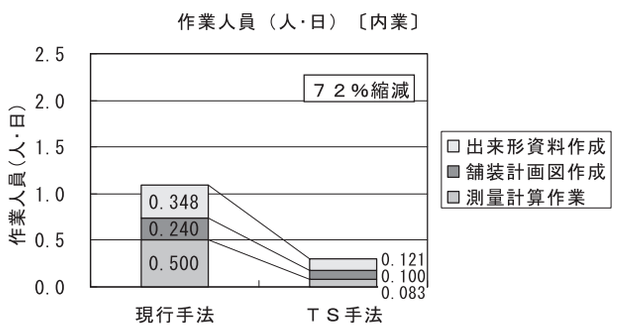
歩道等からの工事測量や作業帯外からの出来形計測が可能。交通事故や重機災害が未然に防止される。

④出来形品質の均一化（多点化）

施工中適宜，出来形計測・良否判定が可能。また出来形計測が迅速なので計測点を容易に多点化できる（出来形品質の均一化が期待できる）。

⑤内業の効率化

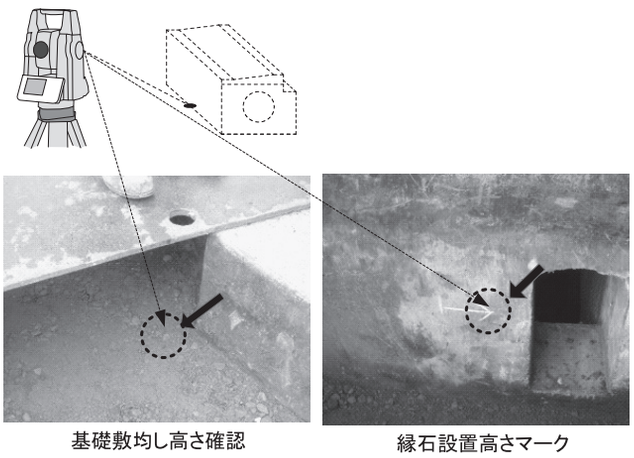
工事測量による舗装計画図面等の作成や出来形管理資料作成に係るデータの記帳･入力作業が自動で行え，ミスの防止，内業の大幅な縮減が図られる。また，工事の一連の出来形管理作業（基本設計データ作成，工事測量，出来形計測，出来形管理資料作成 ）のデータ一元化が可能となり，外業・内業の自動化・省力化等が図られる（**図―6**参照）。



図―6　出来形管理（内業）の労力比較

⑥縁石・側溝等の位置出し・出来形確認への応用

指定した点を自動的に視準・レーザ照射を行うTSの機能は，縁石･側溝等の丁張り設置や設置位置出し，設置高さ確認等の作業に活用できる（**図―7**参照）。



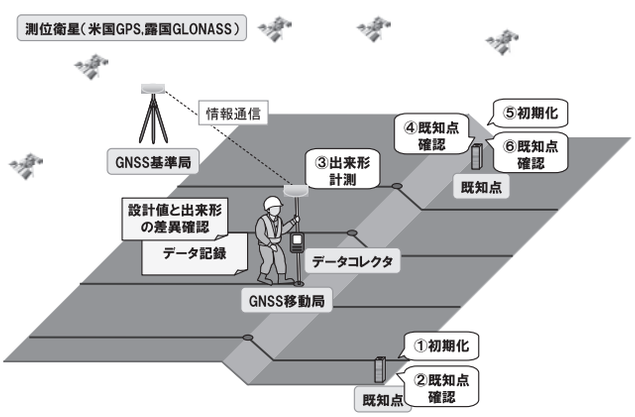
図―7　縁石・側溝等の位置出しへの応用

3. GNSS を用いた土工の出来形管理手法

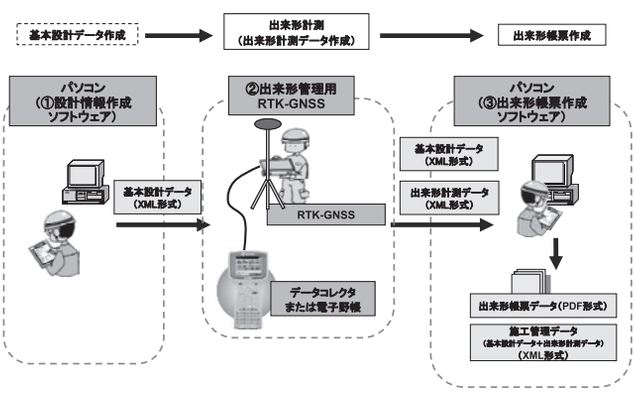
(1) 本手法の概要とメリット

(a) 本手法の概要

施工管理データを搭載したTSを用いた土工の出来形管理手法を応用してRTK-GNSSを用いた出来形管理手法を実現するために，機器特性を考慮してRTK-GNSSを用いた正確かつ確実な出来形管理を実施する計測手法の検討を行った（**図―8, 9**）。RTK-GNSSは，近年，土木工事の分野においても情報化施工等で利用



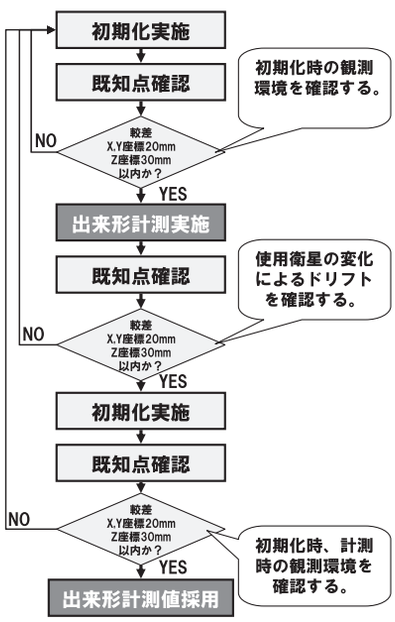
図―8　GNSSを用いた土工の出来形管理手法



図―9　GNSSを用いた土工の出来形管理の流れ

されているが，衛星測位システムの特徴上，現在の技術では常に高精度測位を保持できない場合があり，捕捉衛星数や衛星の配置による誤差，マルチパス等の受信機に関する誤差，電離層等の影響による電波の伝搬にともなう誤差等の要因から精度劣化することがあることが知られている。

上記の機器特性を考慮し計測精度を確保するために「施工管理データを搭載したRTK-GNSSによる出来形管理要領（試行案）」では出来形計測の手順を**図**―10に示すとおり実施するものとしている。



図―10　GNSSを用いた出来形管理の計測手順

初期化実施と既知点確認は，出来形計測前に必要な精度で計測できる状態であることを確認する目的で基準点等の既知点において座標較差を確認する。確認方法は，GNSS受信機の初期化（衛星から発射される搬送波波長の整数個Nを決定）を実施し，既知点座標と計測座標の較差がX座標，Y座標において±20 mm以内，Z座標において± 30 mm以内とする。出来形計測は，初期化後の既知点確認で較差が上記の規定値を超えた場合，出来形計測を開始せず，条件を満たした段階で計測を実施する。

（b）本手法の導入メリット

本手法の導入によりTSを用いた土工の出来形管理で得られる効果（丁張不要，少人数･短時間での作業，出来形帳票作成の効率化）に加え，以下のメリットが挙げられる。

①広範囲の出来形計測の実現

TSを用いた土工の出来形管理では，精度確保の観点から計測距離100 m以内の制限であるが，RTK-GNSSを用いた出来形管理を実現することで基準局から500 m程度の範囲まで一度に計測可能となるため出来形計測作業の効率化が図られる。

②ワンマン計測の実現

TSを用いた土工の出来形管理では，プリズムを持つ計測対象者とTSを操作する計測者が必要であったが，1人（ワンマン）でGNSS移動局を移動させながら出来形計測可能となるため，出来形計測作業の労力削減，時間短縮が図られる。

③情報化施工関連機器の有効活用

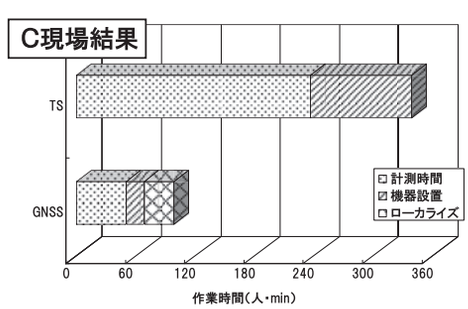
基準局と移動局が1対多での運用が可能となるため，マシンコントロール技術やマシンガイダンス技術等のRTK-GNSSが導入されている現場であれば，さらなる機器の有効活用ができると考えられる。

(2) 土工への出来形管理用GNSSの導入効果

GNSSを用いた土工の出来形管理手法を以下のA～Eの5現場（河川土工･道路土工）において導入し，TSによる出来形管理とRTK-GNSSによる出来形管理の二重管理を行い，比較検証した。**図**―11に現場計測作業時間の比較結果を示し，本手法による主な効果を以下に述べる。

現場		A	B	C	D	E
試行延長		440	200	180	40	40
計測点数		56	17	27	15	10
GNSS	計測人数(人)	1	1	1	1	1
	計測時間(人･min)	187	108	50	58	25
	機器設置(min)	15	15	18	18	20
	ローカライズ(min)	0	45	30	0	28
TS	計測人数(人)	1	2	2	2	2
	計測時間(人･min)	140	136	236	120	28
	機器設置(min)	80	74	102	20	16
	機器盛り換え回数(回)	4	2	3	1	1
効率上昇率1-GNSS/TS(%)		8	20	71	46	-66

注）現場Aはワンマン測量が可能なTSを導入



図―11　RTK-GNSSとTSによる出来形管理の結果

①計測範囲の拡大

試行延長が100 mを超える現場（A，B，C）においては，TSでは盛り換え回数が多くなり機器設置に時間を要している。GNSSは機器を盛り換えることなく一度に広範囲を計測できるため，TSの機器設置時間に比べ，短時間で機器設置・ローカライズ作業を実

施できた。
②出来形計測作業の効率向上

機器設置作業や出来形計測作業の現場計測作業をTS手法と比較するとワンマンでの計測や計測範囲の拡大による盛り換え回数の削減により4現場で作業効率が向上した。効率の向上しなかった1現場は，試行延長が短く計測点数も少なかったことから，GNSSの機器設置やローカライズの作業時間が現場計測作業全体に対する割合が大きくなってしまったためである。

また，課題としては現場検証に協力頂いた現場へのヒアリングによると衛星測量のデータのバラツキに起因する計測値の再現性や衛星配置の変化などによる適用時間や条件が限定的な点も挙げられた。

4. おわりに

舗装に関するTS出来形管理手法については，既に出来形管理要領（案）【舗装編】（関東地方整備局版）が公表されたところであるが[2)]，今後は全国の直轄舗装工事現場への導入環境を整えるため，要領（全国版）や監督検査の手引きの策定・公表を行っていく予定である。さらに，舗装工の出来形管理だけでなく道路付属物（縁石，側溝，集水枡，暗渠等）の出来形管理にも本TSを応用し，舗装工事全体の効率化が図れることを，引き続き試行工事にて実証していく予定であり[3), 4)]，当研究所は受託業務にて検討を行う。

土工に関するGNSS出来形管理手法については，国土技術政策総合研究所において計測効率を上げるために計測手順の簡素化の検討，全国の現場導入に向けた監督検査要領の検討を行う計画であり，当研究所は受託業務において技術的検討を行う。

JCMA

《参考文献》

1）トータルステーションを用いた出来形管理情報提供サイト
http://www.gis.nilim.go.jp/ts/index.html
2）関東地方整備局「施工管理データを搭載したトータルステーション（TS）を用いた出来形管理要領（案）【舗装工事編】」平成21年8月
http://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000007372.pdf
3）関東地方整備局「TSを用いた舗装工事の出来形管理サポートページ」
http://www.ktr.mlit.go.jp/kangi/ts/index.htm
4）「トータルステーションによる道路土工，舗装工の出来形管理の試行工事」について
http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha06/01/011222_3_.html

［筆者紹介］

竹本　憲充（たけもと　のりみつ）
㈳日本建設機械化協会
施工技術総合研究所　研究第三部
主任研究員

椎葉　祐士（しいば　ゆうし）
㈳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

部　会　報　告

工事見学会報告
北海道新幹線 津軽蓬田トンネル他１工事及び 津軽ダム本体建設（第１期）工事

建設業部会

1. はじめに

建設業部会は，2010 年 7 月 29 日（木）・30 日（金）の二日間にわたり，25 名の部会メンバーが参加し，青森県にて夏季の現場見学会を開催した。

29 日は①北海道新幹線の津軽蓬田トンネル他１工事（発注者：㈱JRTT　鉄道建設本部　東北新幹線建設局，施工者：鹿島・鉄建・梅林・田中組 JV）を，30 日は②津軽ダム本体建設（第１期）工事（発注者：国土交通省　東北地方整備局，施工者：間・西松 JV）の施工状況を見学した。

2. 津軽蓬田トンネル他１工事

(1) 工事概要

北海道新幹線　津軽蓬田トンネル全長 6,190 m のうち，6,070 m を SENS（直径 11.3 m の土圧式 SENS マシン）にて施工をしている。

SENS は，シールド工法のセグメントと同様に内型枠を組立て，これにシールド機の推進反力をとるとともに，内型枠と掘削した地山との間にコンクリートを打設しながら掘進していく工法である（**図**―１，２）。

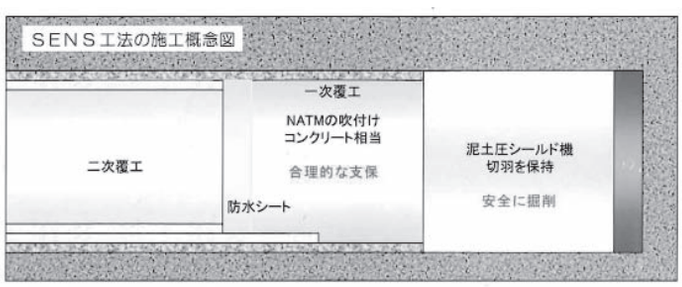
(2) 施工状況

(a) 掘進状況

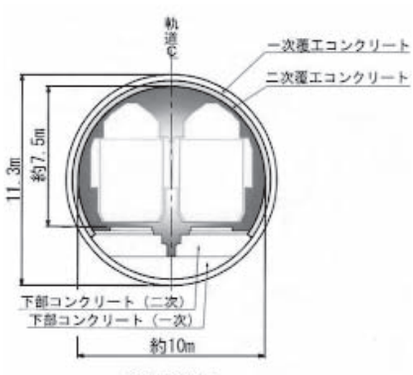
津軽蓬田トンネルは，泥土圧シールドによる掘進を行なっている。見学会当時は約 1,000 m の掘進が完了していたが，月進約 200 m と順調に施工が行なわれているとのことであった。

マシンの後方では 16 基の内型枠を装備し，掘進が終わった後に，後端の内型枠を解体・移動し，マシンの前方部で組立てを行なう（**写真**―１）。

掘削土砂はベルトコンベアにて坑内運搬され，坑外へ搬出されている（**写真**―２）。

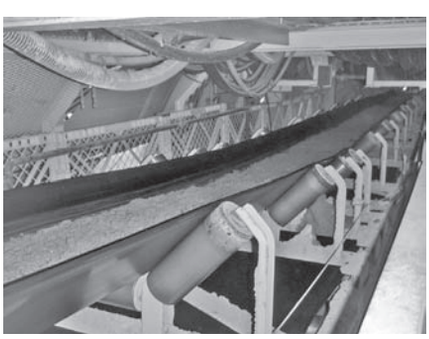


図―１　SENS 工法概念図



図―２　SENS 断面図

写真―１　後端部型枠の状況



写真―２　ベルトコンベアによる土砂搬出状況

(b) 一次覆工コンクリート打設

一次覆工コンクリートは現場内バッチャプラントにて製造され，トラックミキサ車にて坑内運搬し，後続台車後方の一次圧送ポンプにより圧送されている（**写真―3**）。

その後，後続台車の 12 台の二次圧送ポンプへ分配され（**写真―4**），マシンの妻型枠に設置された 12 箇所の打設孔より，打設されている。

写真―3　一次圧送ポンプ

写真―4　二次圧送ポンプ分配状況

(c) 一次インバート工

マシン後方下部では一次インバートの施工が行なわれていた（**写真―5**）。

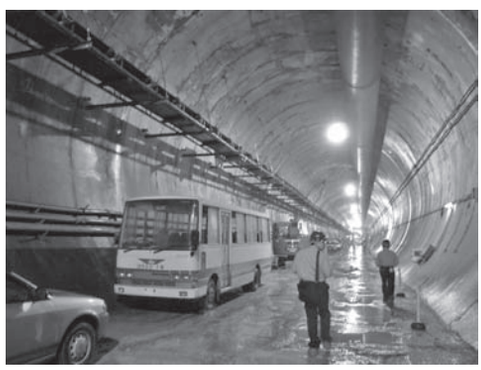
写真―5　一次インバート施工状況

引き続き二次インバート，防水工，二次覆工と施工が続く予定である。

(3) 現場見学会状況

工事事務所にて，DVD を交えて工事の概要説明を受け，その後，マイクロバスにて坑内へ移動した。

坑内では，各班にわかれ，企業体職員の方々の誘導・説明のもと，後続台車から切羽部に掛けて一連の設備等を見学させていただいた（**写真―6**）。



写真―6　見学状況

(4) 見学を終えて

SENS による施工は 2 例目ということで，様々な検討をされて施工に臨まれていることが窺えた。

企業体職員の方々の考えが現場に反映されており，至る所でその工夫が見受けられた。

今回の見学会の参加者は，SENS に大変関心を持っており，多くの質問等が出た。企業体の方々に一つ一つ丁寧にお答えいただき，大変有意義な見学会となった。

SENS はまだ新しい工法なので，津軽蓬田トンネル工事の施工を参考にさせていただき，今後も勉強していきたい。

3. 津軽ダム本体建設（第 1 期）工事

(1) 工事概要

津軽ダムは，岩木水系の青森県中津軽郡西目屋村に建設するダムであり，岩木川の総合開発の一環で実施されている。

ダムは，重力式コンクリートダムであり，高さ 97.2 m，総貯水量 140,900,000 m^3，有効貯水量 127,200,000 m^3 で，洪水調節，かんがい用水，水道用及び工業用水の補給，発電を目的とした多目的ダムである。

(2) 施工状況

(a) 転流工

上流に既設の目屋ダムがあり，その目屋ダムが稼動したままの施工となる。そのため，締切材料にはコルゲートセル（ϕ 4.0 ～ 6.0 m）を使用した半川締切方式での転流工により施工されている（**写真―7**）。

写真―７　転流状況

(b) 原石山及びプラント

原石山は右岸頂部で堤体に近接している。地質は玄武岩主体で，モンモリロナイトを含有する。

この不良鉱物の含有量や性状等を考慮した判定指標により材質を区分し，不良鉱物の含有量の少ない原石の採取を実施している。また，X 線解析による確認も行われている。このような過程を経て採取した良質な原石から骨材を製造している（**写真**―８）。

写真―８　骨材貯蔵タンク

(c) コンクリート打設

製造されたコンクリートはダンプにて運搬され，ケーブルクレーンにて堤体の打設場所に送られる。

下部では，ケーブルクレーンにて送られたコンクリートをホッパーにうけ，再度ダンプにて打設場所に運搬し，打設を行なっている（**写真**―９）。

写真―９　堤体部打設状況

(3) 見学会状況

目屋村役場近くの白神館にて国土交通省東北地方整備局の方よりご挨拶いただいた後，企業体職員の方より工事の概要説明をうけた。

その後，バスにて右岸天端，ダムサイト（既設の目屋ダム上）の順に現場の施工状況を見学し，骨材プラント等の施設を見学させていただいた。

見学会前日にも雨が降っていたため，実際に目屋ダムから大量の水が放流されているのも見学することが出来た。

写真―10　工事説明状況

(4) 見学を終えて

現在はダム建設が少なくなっており，私自身もダム現場の見学ははじめてであった。街中での施工とは規模が全く異なり，大規模な設備や，多様な建設機械に大変興味を持って見学することが出来た。

ダム工事に携わる技術者が減ってきたが，このような技術を伝承していくことの大切さを痛感した。

さらに，上流のダムを稼動させたまま転流工を行なっての施工は大変めずらしいということであり，貴重な体験をさせていただくことが出来た。

4. おわりに

今回は，山岳トンネルとダムという大規模現場を２箇所も見学させていただく大変貴重な機会をいただきました。両現場とも，街中から離れた山中での施工ということで，作業に携わっている方々の苦労も垣間見ることが出来ました。

本当にお忙しい中，親切丁寧に説明や案内をしてくださった企業体職員の方々に感謝申し上げるとともに，工事の無事な完成を心からお祈りいたします。

（文責；高原）

JCMA

部 会 報 告

ISO/TC 195（建設用機械及び装置専門委員会）ポーランド・ワルシャワ国際会議報告

標準部会

1. はじめに

2010年5月11日～14日の4日間，ポーランド共和国のワルシャワで開催されたISO/TC 195（建設用機械及び装置），SC 1（コンクリート機械及び装置分科委員会）及び各WG（作業グループ）の国際会議に日本代表として出席したので，その内容を報告する。

ISO/TC 195国際会議は例年5月に開催され，今年は幹事国ポーランドのIMBiGS（建設及び鉱山機械化協会）主催により，ワルシャワ・フレデリックショパン空港近くにあるホテルGROMADA Airportの会議室で下記日程にて行われた。

5月11日　ISO/TC 195/SC 1（コンクリート機械及び装置；日本が幹事及び議長国）会議
5月12日　WG 1（分類），WG 5（道路機械）各会議
5月13日　WG 7（手押し式締固め機械），WG 8（破砕機；日本がコンビナー）各会議
5月14日　ISO/TC 195本会議

当協会は経済産業省の施策である「社会環境整備・産業競争力強化型規格開発事業（コンクリート機械等分野（内部振動機）に関する国際標準開発）」の一環として同省の委託を受け，積極的に参画している。日本からは**表―1**に示す4名の関係者が参加した。

表―1　日本からの出席者

氏　名	役　割
大村高慶	ISO/TC 195 /SC 1 議長
田丸正毅	ISO/TC 195 /WG 8 コンビナー（主査）
小野寺三男	ISO/TC 195/SC 1 エキスパート（専門家）
小倉公彦	協会 ISO/TC 195 事務局，ISO/TC 195 /SC 1 及び WG 8 国際幹事

各国からの会議出席者は，中国（2），ドイツ（6），ポーランド（8）（幹事国），ルーマニア（2），スウェーデン（1），英国（1），米国（3），ISO中央事務局（1）及び日本（4）で計8ヶ国28名であった。

2. 会議概要

(1) 5月11日：ISO/TC 195/SC 1（コンクリート機械及び装置）会議

【出席者】：中国(2)，ドイツ(2)，ポーランド(3)，ルーマニア(2)，スウェーデン(1)，米国(1)，日本(4)／大村高慶(議長)，小倉公彦(幹事)，小野寺三男(エキスパート)，田丸正毅　計7ヶ国15名

2008年以降2年間のSC 1の活動について，議長国日本から報告の後，推進中の2件（ISO 18651-1（内部振動機）及びISO 13027（コンクリートバッチングプラント））の規格，新業務項目提案（以下NWIP）予定のコンクリートポンプ等の安全要求事項，及びNWIP投票を行った2件（コンパクションダイアメター及びコンクリートフローティングマシン）について，報告・討議・検討を行い，下記合意を得た。

① ISO/DIS 18651-1（内部振動機－第1部：用語及び仕様）
DIS（ドラフト規格）投票した全ての国が承認しており，FDIS（最終ドラフト規格）投票を省略してIS発行する。
なお，後述するコンパクションダイアメターの測定方法は，ポーランドが本規格を提案した当初は委員会ドラフトCD 18651の附属書であったが，ドイツ・米国の反対により本規格から分離し独立させることで2008年に合意した経緯がある。

② ISO/CD 13027（コンクリートバッチングプラント－安全要求事項）
ポーランドの修正コメントにつき審議したが，フランス（欠席）が欧州規格EN 12151の改訂を提案中であり，その内容を反映すべきとして反対，ドイツ・米国も同様の理由で反対しておりDISへ進める事は合意されなかった。反対国は，EN 12151改訂内容に基づく提案をSC 1事務局（日本）へ提出し，日本は第2次CD案を準備する。
本件は2008年7月にNWIP承認されてから2010

年7月で24ヶ月(DIS登録の期限)が経過しており，EN 12151改訂を待つ間にプロジェクトがキャンセルにならないよう，翌5月12日にISO中央事務局へ配慮を申し入れた。

③コンクリートポンプ等の安全要求事項

2008年の決議に従い，米国規格，中国規格，欧州EN規格及びカナダ規格との比較表を日本が作成し各国へ送付，各国エキスパートはコメントを日本へ提出する。結果を基にプロジェクトチームで規格化を検討，NWIP用ドラフトを準備する。

④NWIP　コンパクションダイアメターの測定方法

2度目のNWIP投票も前回と同様，賛成4ヶ国（1ヶ国不足）で新規プロジェクトの要件を満足しない。オーストリア（欠席），ドイツ・米国の反対もあり，IS規格化のNWIPは不成立となった。今後，ポーランドがテクニカルペーパ又はテクニカルレポートを準備する。

⑤NWIP　コンクリートフローティングマシン－安全要求事項

2度目のNWIP投票は賛成8ヶ国だが，エキスパート3ヶ国（2ヶ国不足）で新規プロジェクトの要件を満足しない。提案国米国が，日本・ポーランド以外の国にもエキスパート参加を募り，定数に達すれば新規プロジェクトが成立する。

その他の事項

⑥中国からの提案：コンクリート配管の分類－形式・寸法，試験及び計算方法

コンクリート配管に関する形式・寸法の分類，試験及び計算方法を規格化し，メーカ毎に異なっている配管形状の統一，安全性向上を図るNWIPについて中国がプレを行った。

⑦次回SC 1国際会議は2011年5月TC 195本会議に合せ開催する。

(2) 5月13日：ISO/TC 195/WG 8（粗骨材処理用機械及び装置）会議

【出席者】：中国(2)，ドイツ(4)，ポーランド(4)，ルーマニア(2)，スウェーデン(1)，英国(1)，米国(3)，中央事務局(1)，日本(4)／田丸正毅(コンビナー)，小倉公彦(幹事)，大村高慶，小野寺三男　　計8ヶ国22名

WG8コンビナー田丸氏が2008年以降2年間のWG 8の活動について報告すると共にNWIP 21873-3の経緯，作業用ドラフトWD 21873-3について説明し，下記合意を得た。

①投票締切後に英国がエキスパート参加を表明，計5ヶ国となったので，NWIP成立。幹事国ポーランドは投票結果の書式をアップデートし中央事務局へ送る。

②日本はWD 21873-3を各国のWG 8エキスパートへ送り，意見があれば回答するよう求める。

(3) 5月14日：ISO/TC 195本会議

【出席者】：中国(2)，ドイツ(6)，ポーランド(4)，ルーマニア(2)，スウェーデン(1)，英国(1)，米国(3)，中央事務局(1)，日本(4)／議長：Mr. Budny，幹事：Mr. Rozbiewski（ポーランド)／書記：米国，ドイツ，中国より各1名　　計8ヶ国23名

TC 195幹事国ポーランドの議長Mr. Budny氏の挨拶の後，議題に沿った報告・討議・検討が行われ，前3日間の会議の結果が承認された。

最後に，今回の会議開催に当り会場設定等を行ったIMBiGS及びポーランドの支援メンバーの尽力に謝意を表し，またSC 1, WG 5, WG 7, WG 8の開催に当り，それぞれMr. T.Omura（日本)，Mr. G. Piller（ドイツ)，Mr. D.Moss（米国)，Mr. M.Tamaru（日本）の尽力に感謝し，閉会した。

次回は2011年5月9日～14日 中国（北京）で，再来年は2012年5月15日～18日 オランダ（デルフト）で，その次の2013年は米国（シカゴ）で開催予定とした。

(4) その他のWG会議

5月12日にWG 5及びWG 1の会議が，5月13日にはWG 8の会議に先立ちWG 7の会議が開催されたので，それぞれ下記に結果概要を記す。

① ISO/TC 195/WG 5（道路機械）会議

－ ISO 15143 Worksite data exchangeメンテナンス機関の参加

写真―1　ISO/TC 195本会議風景

写真―2 ISO/TC 195 本会議出席者

ISO/TC 127/SC 3/WG 5 が制定した下記規格のメンテナンス機関として参加する事について ISO 中央事務局 Kennedy 氏より口頭報告があった。

ISO 15143-1 Earth-moving machinery and mobile road construction machinery -- Worksite data exchange -- Part 1: System architecture

ISO 15143-2 Earth-moving machinery and mobile road construction machinery -- Worksite data exchange -- Part 2: Data dictionary

－ ISO/CD 15688 改訂

WG 5 コンビナーが下記規格の改訂 CD を準備する。

ISO15688：2003 Road construction and maintenance equipment -- Soil stabilizers --Terminology and commercial specifications

－ CEN/TC 151/ WG 5 Road construction machines – Safety に関する報告

WG 5 コンビナー Piller 氏（ドイツ）が以下の提案を行い，WG 7 会議でも協議することとした。

ウィーン協定に基づき，EN 500 parts 1, 2 3, 4 及び 6 をベースにした ISO 規格を制定する。整合規格として受け入れられる事を目的とし，ISO/TC 195/WG 5 及び WG 7 のエキスパートが共同参加，CEN/TC 151/WG 5 のエキスパートも活動に加わりプロジェクトを推進する為，ISO/TC 195 の下に新たな作業グループを設立する。ドイツが NWIP を行い，Hartdegen 氏（ドイツ）がコンビナーとなり 2 人のプロジェクトリーダ：Wenzel 氏（WG 7 コンビナー，米国）及び Piller 氏（WG 5 コンビナー，ドイツ）から報告を受ける。本決議により，2008 年の決議書 ISO/TC 195 Resolution 4/2008 を差し替える。

－ NWIP: ISO/NP 25800-1 Sweepers 改訂

下記規格の改訂に当り再度 NWIP 投票を行うよう Moss 氏（米国）より提案があった。

ISO 25800-1 Sweepers -- Part 1：Terminology and commercial specifications

② ISO/TC 195/WG 1（分類）会議

－ WG1 コンビナー Dudczak 氏（ポーランド, 欠席）代理の Moss 氏（米国）の議事進行により，2008 年以降 2 年間の WG 1 の活動についてプロジェクトリーダ Rozbiewski 氏（ポーランド）から報告，活動完了に伴い WG 1 を解散する。

③ ISO/TC 195/WG 7（手押し式締固め機械）会議

－ WG7 コンビナー Wenzel 氏（米国，欠席）代理の Moss 氏（米国）から 2008 年以降 2 年間の WG 7 の活動について報告，以下について報告・討議・検討を行った。途中，バスで IMBiGS へ移動，敷地内の実験棟において「振動ランマの衝撃エネルギー測定方法」のデモンストレーションを見学した。

・2008 年シカゴ会議の議事録確認。

・Method for measuring the vibratory rammer's energy at impact
IMBiGS が開発中の「振動ランマの衝撃エネルギー測定方法」における評価試験結果について Budney 氏（ポーランド）がプレを行った。

・Development of the method for measuring the vibratory rammer's energy at impact with hydraulic device use：
油圧デバイスを用いた「振動ランマの衝撃エネルギー測定方法」の開発に関して Rozbiewski 氏（ポーランド）が詳細な報告を行った。

・Verification of the method for measuring the vibratory rammer's energy at impact with acceleration sensor use :
加速度センサを用いた「振動ランマの衝撃エネルギー測定方法」に関し Rozbiewski 氏が報告準備中。

・Development of the Standard ISO XXXXX Building construction machinery and equipment － Vibratory plates and rammers -Safety requirements
振動プレート及びランマ－安全要求に関する ISO 規格の開発

Samuelson 氏（スウェーデン）の予備作業項目 PWI ドラフトを WG 7 エキスパートが検討し，前日の WG 5 会議での討議内容を確認した。WG 5 決議に対し，プロジェクトの進め方について WG 7 エキスパート全員の意向を調査するよう要望した。

3. その他

この国際会議は今回で19回目になる。2008年4月に米国シカゴで開催した後，リーマンショックに続く経済危機の影響で，2009年5月に中国北京で開催予定だった国際会議が欠席国多数により中止となってしまい，2年ぶりの開催となった。

2010年4月初めに，「カティンの森」事件の追悼式典出席の為ロシアに向かったポーランド大統領機がスモレンスクで墜落，大統領を含む大勢の政府関係者が亡くなったばかりであり，また，4月半ばにはアイスランド火山の噴火による火山灰の影響で，欧州の空港が広域かつ長期にわたり閉鎖された。航空便が多数キャンセルされ，4月末に開催予定だった他のISO国際会議が中止になったとの情報もあり，いつポーランドも中止を言いだすか分からない状況であった。5月10日出発当日，ミュンヘン空港が前日の噴火で閉鎖された為，運悪く予定の便が欠航となってしまったが，幸いウィーン経由の便に振り替えてもらい，ほぼ予定通り無事ワルシャワに到着することができた。

いざ行ってみると，ワルシャワ市内で土木工事が盛んに行われているのを目にし，ショパン生誕200周年で訪れる観光客の賑わいもあり，経済危機の影響はあまり感じられなかった。

写真―3　ワルシャワ市内の大規模土木工事現場

今回SC 1会議でのコンクリート配管NWIPにも見られるように，中国の建設機械分野での成長が前回にも増して著しい。日本の産業競争力維持・発展において，ポーランド及び諸外国との協力関係を深め，ISO/TC 195 建設用機械及び装置の国際規格開発を進めていくことが，今後とも重要であるとの思いを強くした。

（標準部会 事務局記）

JCMA

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・機械損料に関係する通達類を掲載
- 各機械の燃料（電力）消費量を掲載
- 主な機械の概要と特徴を写真・図入りで解説
- 主な機械には「日本建設機械要覧（当協会発行）」の関連ページを掲載

■B5判　約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㈱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

新工法紹介　機関誌編集委員会

04-317	ラップユニット式覆工コンクリート養生工法	三井住友建設

▶概　　要

近年，トンネル覆工コンクリートの品質向上，耐久性向上を目的としたさまざまなコンクリートの養生技術が開発されている。このうち，多くの養生技術は専用の架台や特殊な装置を必要とするため，特にコスト面での課題があった。

こうした背景を踏まえ，三井住友建設は大がかりな設備を必要とせず，軽量でシンプルなユニットフレームにより，従来の養生技術と同等以上の養生環境を低コストで創り出すことのできるトンネル覆工コンクリート養生工法として“ラップユニット式覆工コンクリート養生工法”を開発した（**図―1**）。

図―1　ラップユニット式覆工コンクリート養生工法全景

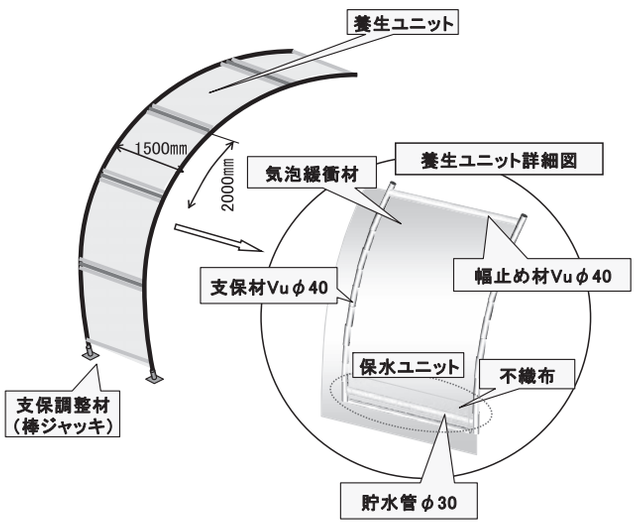
ラップユニット式覆工コンクリート養生工法とは，トンネル覆工コンクリートの内面に沿って気泡緩衝材※を装着した転用可能な軽量ユニットフレームをセットし，養生中の温度と湿度をコントロールすることで，効果的に覆工コンクリートの養生を行う工法である（特許申請中）。

※気泡緩衝材：2 枚のポリエチレン膜の間に多くの気泡を作り，その空気圧で緩衝材の機能を実現する包装材

施工手順は，次のとおり。

①塩ビ管（Vuφ40）で構成される幅 1.5 m ×高さ 2.0 m 程度の矩形の枠体に気泡緩衝材を貼設して養生ユニットを作成する（**図―2**）。

②養生ユニットにはφ30 貯水管と不織布などからなる保水ユニットを装着する。



図―2　養生ユニット

③セントル（移動式型枠）の足場を利用し，複数の養生ユニットを上下に連結してトンネル壁面に沿ってリング状に組立て，脚部を支保調整材（棒ジャッキ）によりジャッキアップして，壁面に密着した養生体を形成する。

④上記養生体をトンネル縦断方向に連続して施工することにより，養生対象区間全体を被覆する養生体を形成する。

▶特　　徴

○低コスト

従来技術と同等以上の養生環境を大がかりな装置を用いる養生工法に比べて，コストが低い。

○効率的

転用可能な軽量ユニットフレームで構成されているため，人力による組立て･移動･解体が可能であり，効率的な施工が可能。

○高保湿効果

気泡緩衝材による表面被覆により，コンクリートから蒸発した水蒸気が保水ユニットに貯留されるため，コンクリート表面を常時高湿度に保つことが可能。

○高保温効果

適度な放熱効果があることに加えて，長期養生に適する工法であることから，従来技術に比べてコンクリート表面の急冷を避けることが可能。

▶問 合 せ 先

三井住友建設㈱　土木本部　土木技術部
〒 104-0051　東京都中央区佃 2-1-6
Tel：03-4582-3060　Fax：03-4582-3217

新機種紹介　機関誌編集委員会

▶〈02〉掘削機械

10-〈02〉-02	コマツ ミニショベル ① PC18MR-3,PC30MR-3 ② PC55MR-3	①'10.01 発売 ②'10.02 発売 応用製品

作業性と生産性の向上を目的として，後方超小旋回形ミニショベル（ブームスイング機構付）をベースに設計された PC18MR-3（レンコン仕様），PC30MR-3（レンコン仕様）ならびに PC55MR-3（林業仕様）の 3 機種である。

PC18MR-3（レンコン仕様）および PC30MR-3（レンコン仕様）は軟弱地における軽負荷作業を対象としており，広幅三角ゴムクローラの採用，クローラ全幅や最低地上高の拡大，レンコンフォークアタッチメントの装着を可能にするなどで対応している。とくに PC18MR-3（レンコン仕様）では，亜鉛メッキトラックフレームを採用して防食に配慮している。

PC55MR-3（林業仕様）は，間伐材処理作業などを対象として運転席で切換え操作が出来る林業用グラップルと地引ウインチを装備しており，プロポーショナルスイッチ採用による微操作，グラップル開閉・旋回の同時操作，グラップルの開閉・回転速度の 8 段階選択などを可能にして操作性を向上している。下部走行体においては，片側 5 個の下転輪と両持上転輪の採用，フルローラガードの装着などで耐久性向上を図っている。

表―1　PC18MR-3（レンコン仕様）ほかの主な仕様

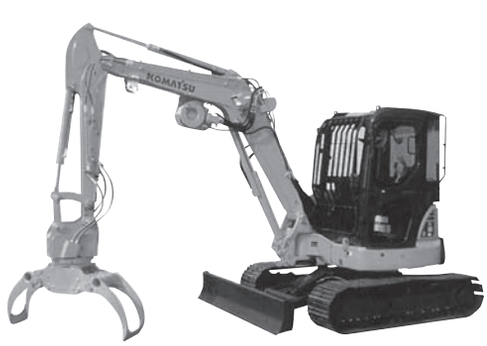
	PC18MR-3 （レンコン仕様）	PC30MR-3 （レンコン仕様）
バケット容量 (m^3)	0.044	0.09
最大掘削深さ×同半径 (m)	2.065 × 4.025	2.53 × 4.90
最大掘削高さ (m)	3.71	4.77
機械質量 (t)	1.585	3.24
定格出力 (kW（ps）/min^{-1})	11.2（15.2）/2,600	21.4（29.1）/2,400
ブームスイング角度 左／右 (度)	70/50	80/50
バケットオフセット量 左／右 (m)	0.465/0.785	0.580/0.845
作業機最小旋回半径 ／後端旋回半径 (m)	1.67/0.635	2.055/0.885
走行速度 高速／低速 (km/h)	4.3/2.3	4.6/2.5
登坂能力 (度)	30	30
接地圧 (kPa)	15.2	19.2
最低地上高 (m)	0.245	0.37
クローラ中心距離 (m)	1.02	1.44
クローラ全幅（シュー幅） (m)	1.42（0.40）	1.94（0.50）
全長×全幅×全高（輸送時）(m)	3.68 × 1.42 × 2.505	4.58 × 1.94 × 2.60
価格 (百万円)	見積もり	見積もり

（注）（1）広幅三角ゴムクローラを標準装備。
（2）PC18MR-3 はブレード装着なし。PC30MR-3 はブレード装着あり。
（3）PC18MR-3 は 2 本柱 ROPS& ヘッドガードキャノピ，PC30MR-3 は 2 本柱 ROPS& ヘッドガードキャブを標準装備。
（4）PC18MR-3 は国土交通省・第 3 次排出ガス基準適合。PC30MR-3 は特定特殊自動車排出ガス基準適合車。
（5）国土交通省・超低騒音型建設機械。
（6）車両遠隔管理機能（KOMTRAX）を装備。

	PC55MR-3 （林業仕様）
掘削バケット容量 (m^3)	0.16
バケット 最大掘削深さ×同半径 (m)	3.82 × 6.26
バケット 最大掘削高さ (m)	5.7
バケット 最大掘削力 (kN)	39
グラップル最大開口幅（最小つかみ） (m)	1.43（0.09）
グラップル 最大つかみ深さ×同半径 (m)	4.095 × 5.54
グラップル 最大つかみ高さ (m)	6.18
ウインチ 最大引張力（ベア） (tf)	1.4
機械質量 (t)	5.66［5.78］
定格出力 (kW（ps）/min^{-1})	28.5（39）/2,400
ブームスイング角度 左／右 (度)	85/50
バケットオフセット量 左／右 (m)	0.63/0.88
作業機最小旋回半径 （ブームスイング時）／後端旋回半径 (m)	2.575（2.00）/1.06
走行速度 高速／低速 (km/h)	4.3/2.6
接地圧 (kPa)	31.8［32.4］
クローラシュー幅 (m)	0.4
全長×全幅×全高（輸送時） (m)	5.60 × 1.96 × 2.57
価格 (百万円)	見積もり

（注）（1）ROPS／ヘッドガード・キャノピ仕様［ROPS／ヘッドガード・キャブ仕様］の書式で示す。
（2）林業用全旋回式グラップルアタッチメント＋簡易カブラ（グラップル⇔バケット），地引ウインチ，ブレード，鉄クローラを装備。
（3）PC55MR-3 は特定特殊自動車排出ガス基準適合車。
（4）国土交通省・超低騒音型建設機械。
（5）車両遠隔管理機能（KOMTRAX）を装備。

写真―1　コマツ　PC18MR-3　ミニショベル（レンコン仕様）



写真―2　コマツ　PC55MR-3　ミニショベル（林業仕様）

新機種紹介

10-〈02〉-03	住友建機 油圧ショベル（木造家屋解体仕様） SH75X-3BKK	'10.04 発売 応用製品

狭い現場における木造２階建て家屋の解体を目的に開発された専用機で，後端旋回半径が小さく，２ピースブームの採用により 8.1 m の作業高さを確保したものである。

キャブフロントガードやヘッドガードには，フラットバーを格子に採用して視界に配慮し，また，ガードの開閉角度を大きくして清掃を容易にしている。キャブ上ヘッドライト，ブームホールディングバルブ，エンジン緊急停止スイッチ，増量カウンタウエイト，強化型旋回フレームなどを採用して安全性を向上している。フロントアタッチメントのブッシュの給脂間隔を 1,000 hr に，作動油の交換間隔を 10,000 hr に延長してメンテナンス性を向上している。

表―２　SH75X-3BKK の主な仕様

	標準アーム	ロングアーム
バケット容量　（m^3）	0.28	0.28
取付け可能な破砕機質量　（kg）	560	490
破砕機最大作業高さ（アーム先端）（m）	7.78	8.1
破砕機最大作業半径（アーム先端）（m）	6.62	6.99
破砕機最大作業深さ（アーム先端）（m）	3.41	3.8
運転質量（破砕機質量含む）（t）	8.92	8.8
定格出力　（kW（ps）/min^{-1}）	40（54）/2,000	40（54）/2,000
作業機最小旋回半径／後端旋回半径　（m）	2.02/1.265	2.30/1.265
走行速度　高速／低速　（km/h）	5.1/3.3	5.1/3.3
接地圧　（kPa）	38	38
全長×全幅×全高（輸送時）　（m）	6.34 × 2.32 × 2.70	6.38 × 2.32 × 2.70
価格　（百万円）	11	―

（注）（1）ロングアームのアタッチメントは回転機能なし。ロングアームのバケットは積み込み専用形。
（2）特定特殊自動車排出ガス基準適合車。
（3）国土交通省・低騒音型建設機械。

写真―３　住友建機　SH75X-3BKK　油圧ショベル（木造家屋解体仕様）

▶〈05〉クレーン，インクラインおよびウインチ

09-〈05〉-08	日立住友重機械建機クレーン ホイールクレーン（ラチスブーム形） UCX350	'09.05 発売 新機種

中国市場向けホイールクレーン（４×４）として開発された新機種で，日立住友重機械建機起重機（上海）有限公司において販売開始されたものである。

信頼性のある UCX300（クレーン能力 30 t × 3 m）の品質をベースにしており，クレーン能力アップの他，操作性，居住性，安全性，サービス性などの向上を図っている。ウインチシステムでは，実績のある減速機内蔵型ドラム（フリーフォール機構標準装備）を搭載しており，日本製の油圧機器類や Kessler 製アクスルなどの採用とともに信頼性を高めている。作業操作レバーはジョイスティック式で，視認性の良いキャブにはリクライニングシート，フルオートエアコンを標準装備している。アウトリガ張出幅を大きくしたほか，全ての作動を停止するロックレバー，常時エンジンの作動状況を確認できるエンジンサービスモニタ，キーボード式操作の日本製モーメントリミッタなどを採用して安全性を向上している。

表―３　UCX350 の主な仕様

最大吊り上げ能力　（t）×（m）	35 × 3.0
基本ブーム長さ／最長ブーム長さ　（m）	9.0/24.0
アウトリガ張出幅　（m）	6
定格出力　（kW（ps）/min^{-1}）	110（150）/2,000
価格　（万元）	270

写真―４　日立住友重機械建機クレーン　UCX350　ホイールクレーン

09-〈05〉-09	日立住友重機械建機クレーン クローラクレーン（ラチスブーム形） SCX2000A-2	'09.09 発売 新機種

海外向け仕様として設計された最大吊上げ能力 200 t の全油圧式クローラクレーンである（タワークレーン仕様は 2010 年 1 月発売）。コンパクト化を図り，組立・分解機構を採用して輸送性を向上した新機種である。

マストにシリンダを組込んで，それ自体を補助クレーンとして利用する組立・分解機構（クイックドロー機構），カウンタウエイト自力脱着装置，サイドフレームの取付・取外しを容易化したフックオン & シリンダジョイント方式，伸長式に比べて組立・分解スペースを取らないタワージブの抱込み方式などを採用して組立・分解作業の効率化を図っている。フルカラーグラフィックディスプレーを採用したモーメントリミッタを搭載しており，また，過負荷領域に近づくと自動的にブザーと文字メッセージでオペレータに知らせる。大型ディスプレーには，実荷重・定格総荷重・負荷率・作業半径・ブーム角度・エンジン回転を同時に表示することができる。

表―4　SCX2000A-2 の主な仕様

クレーン最大吊上げ能力	(t) × (m)	200 × 4.6
タワークレーン最大吊上げ能力	(t) × (m)	27 × 14.0
巻上ロープ速度／起伏ロープ速度	(m/min)	110/32 × 2
ブーム長さ／クレーンジブ長さ	(m)	15.3 ～ 85.4/12.2 ～ 30.5
ブーム＋クレーンジブ最長	(m)	73.2 + 30.5
タワー長さ／タワージブ長さ	(m)	36.5 ～ 57.9/27.4 ～ 48.7
タワー＋タワージブ最長	(m)	57.9 + 48.8
定格出力	(kW (ps) /min^{-1})	272 (370) /2,000
走行速度　高速／低速	(km/h)	1.2/0.6
全装備質量（15.2 m ブーム）/（18.3 m ブーム）	(t)	約 186/ 約 196
全装備質量（27.9 m タワー＋ 48.7 m ジブ）	(t)	約 215
価格	(百万円)	−

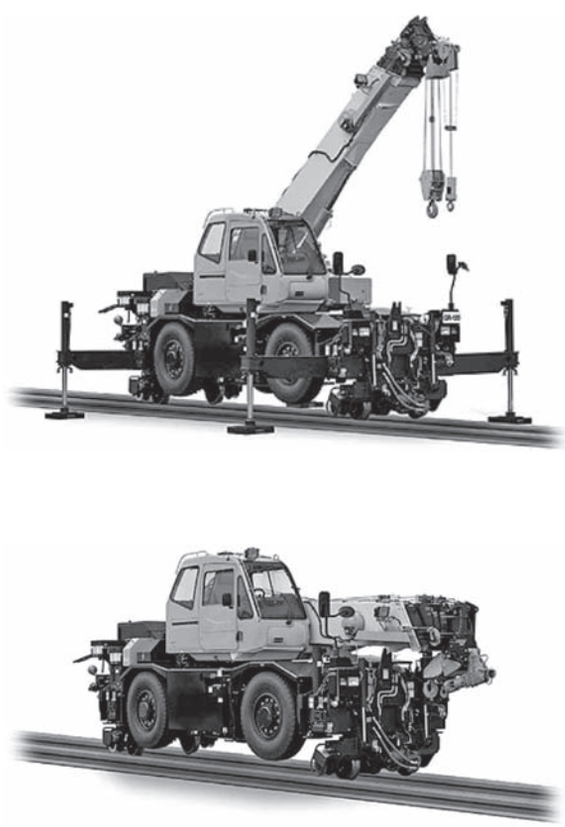
（注）(1) 日本，欧州，北米の排出ガス規制（第 3 次基準値）をクリア。
(2) 全装備質量，（15.2 m ブーム）の場合：200 t フック，71.0 t カウンタウエイトを使用。（18.3 m ブーム）の場合：200 t フック，80.6 t カウンタウエイトを使用。

写真―5　日立住友重機械建機クレーン　SCX2000A-2　クローラクレーン

10-〈05〉-01	タダノ ラフテレーンクレーン（軌陸兼用形） GR-120NDW	'10.01 発売 新機種

鉄道工事用として，進入性と機動性を重視して開発された軌道走行装置を備えたラフテレーンクレーンである。

車両総質量 20 t 未満としてコンパクトにまとめており，キャブ内において左前方と後方視界を確認できるカメラとモニタを標準装備している。軌道走行装置の後輪は，上下左右揺動式を採用してカーブなどでの脱輪防止を図っており，格納時の装置はピンで自動ロックし，張出時には自動解除する機構をとっている。軌道走行装置張出時のアウトリガ設置においては，走行装置への干渉を自動的に検出してジャッキの伸長を規制する。軌道上におけるエンジンなどのトラブルに備えて，非常用電動ポンプや手動ポンプを装備している。クレーン装置の安全装置として，過負荷防止装置，旋回自動停止装置，起伏緩停止機能，巻過防止機能，作業領域制御装置，アウトリガ張出幅検出装置，水準器，油圧安全弁，伸縮シリンダ油圧ロック装置，起伏シリンダ油圧ロック装置，ジャッキシリンダ油圧ロック装置，ブームインタロック装置，非常時格納装置などを，キャリヤの安全装置として，緊急かじ取装置，サスペンションロック装置，後輪ステアリングロック装置，エンジンオーバラン警報装置，オーバシフト防止装置，駐車ブレーキ警報装置などを備えている。



写真―6　タダノ　GR-120NDW　ラフテレーンクレーン（軌陸兼用形）

新機種紹介

表―5　GR-120NDW の主な仕様

最大吊上げ能力（5.3 m ブーム時）（t）×（m）	12.0 × 2.0/4.9 × 4.0
最大地上揚程　（m）	24.7
最大作業半径　（m）	22.3
ブーム長さ（伸縮）　（m）	5.3 ～ 23.8
ブーム起伏角度　（度）	－ 3 ～ 82
旋回角度　（度）	360 連続
後端旋回半径　（m）	1.6
軌道ゲージ　狭軌仕様／標準軌仕様　（mm）	990/1,358
軌道けん引荷重　勾配 0 ／勾配（35/1000）（t）	15/6
最高走行速度　道路／軌道（けん引時）（km/h）	49/25（15）
最小回転半径（道路）前 2 輪／全 4 輪／後 2 輪操向　（m）	8.5/4.8/8.5
最小通過曲線半径（軌道）　（m）	100
登坂能力　道路／軌道　（tan θ）/（勾配）	0.6/（35/1,000）
軸距×輪距（道路）　（m）	3.2 × 1.82
タイヤサイズ（道路）（前後輪共）　（－）	325/95 R24 161E RORD
鉄輪サイズ（軌道）径×幅－個数　（mm）	ϕ 420 × 125 － 4
アウトリガ張出幅（H 型） 最大／中間／中間／中間／最小　（m）	4.7/4.3/3.5/2.7/1.79
最高出力　（kW（ps）/min^{-1}）	160（218）/2,500
車両総質量（乗車定員 1 名）　（t）	19.635
全長×全幅×全高（走行姿勢・道路 / 軌道）（m）	8.53 × 2.2 ×（3.02/3.24）
価格　（百万円）	56.7

（注）（1）ブーム：箱形 6 段油圧伸縮式（2・3 段同時，4・5・6 段同時伸縮）。
（2）軌道走行装置（鉄輪設置格納付）：前 2 輪油圧モータ駆動，常用・パーキング・保安ブレーキ付。
（3）車両中央床下に載線・方向変換用転車台（使用時全高 3.4 m）を装備。
（4）道路走行：トルクコンバータ（自動ロックアップ機構付），変速機（自動／手動・F4/R1（Hi/Lo 付），車軸減速機（2 段），タイヤ 2 輪駆動（4 × 2）・4 輪駆動（4 × 4）切換式。
（5）特定特殊自動車排出ガス基準適合車。
（6）国土交通省・超低騒音型建設機械。
（7）衛星通信装置（HELLO-NET　Owner's　Site）を搭載。

10-〈05〉-02	タダノ オールテレーンクレーン（伸縮ブーム形） ATF360G-6	'10.02 発売 新機種

作業性，安全性，走行性，搬送性（分解・組立）などの向上を図って，㈱ファウン社（「タダノ」子会社）と共同開発した 6 軸 12 輪のオールテレーンクレーンである。公道走行は，上部旋回体からブームおよび起伏シリンダ，補巻ウインチ，カウンタウエイトを取外した状態で可能であり，上部旋回体およびキャリヤに搭載のエンジンは，排出ガス規制（欧州 EUROMOT Stage3A）に適合するものを採用している。

アタッチメント機構においては，新しく開発したブームの縦たわみを低減させる TRA（Tawami Reduction Attachment）やフルオートラッフィングジブの横たわみを低減させる ICA（Integrated Crossbow Attachment）を採用しており，さらに，吊り荷の地切り操作時の荷振れを防止するリフト・アジャスタ機能や吊り荷接地後のフック移動を抑制するリリース・アジャスタ機能を搭載している。巻上装置は自動ブレーキ付，高低速切換装置付である。ステアリング装置は非常用パワーステアリング付としており，ハンドル位置は左ハンドルとしている。懸架方式は，全輪ハイドロニューマチックサスペンションを採用し，ブレーキシステムは，主ブレーキ（2 系統式・空気式全輪制動），駐車ブレーキ（3・4・5・6 軸（8 輪）制動スプリング式），非常ブレーキ（駐車ブレーキと兼用），補助ブレーキ（変速機内蔵式流体式リターダ，排気ブレーキ）を備えている。

安全装置として，過負荷防止装置，過巻防止装置，捨巻確保装置，作業範囲制限機能，旋回範囲制限機能，旋回自動停止機能，ブーム起伏緩停止機能，フック移動量表示機能，カウンタウエイト組合わせ検出装置，個別検出式アウトリガ張出幅自動検出装置，水準器，玉掛けワイヤ外れ止め装置，旋回ロック装置，油圧安全弁，油圧ロック装置（伸縮・起伏・巻上・ジャッキ），ウインチドラム回転計などを装備し，また，付属装置として，カウンタウエイト着脱装置，ブーム & 起伏装置着脱装置，速度調整装置（起伏・旋回・ウインチ・フルオートラフィングジブチルト），風速計など備えて作業安全をサポートしている。

表―6　ATF360G-6 の主な仕様

吊上げ能力ブーム（A）（t）×（m）	360 × 3.0
吊上げ能力フルオートラフィングジブ(B)（t）×（m）	39.9 × 9.0
吊上げ能力ラフィングジブ（C）（t）×（m）	64.0 × 16.0
吊上げ能力エキステンションジブ（D）（t）×（m）	16.8 × 22.0
最大地上揚程(A)／(B)／(C)／(D)　(m(t))	60 (30.7) /92 (5.7) /99 (3.6) /122 (1.3)
最大作業半径(A)／(B)／(C)／(D)　(m(t))	58 (5.6) /62 (2.6) /70 (4.4) /90 (3.0)
ブーム長さ（A）／ブーム起伏角度（m）／(度)	15 ～ 60/0 ～ 84.5
ジブ長さ（B）／（C）　(m)	1.6 + 10.3～31.0/2.1 + 20, 29, 38, 47
ジブ長さ（D）　(m)	2.1 + 47 + 9, 17, 25
巻上速度　主巻／補巻（5 層）（m/min）	125/125
旋回角度　(度)	360
カウンタウエイト　(t)	138, 118, 98, 78, 58, 47, 25, 16.5, 7.5, 0
車両総質量（乗車定員 2 名）　(t)	46.5
エンジン出力　上部・キャリヤ（kW (ps) /min^{-1}）	205 (278) /2,200・448 (609) /1,800
最高走行速度（F16/R2）　(km/h)	85
最小回転半径　(m)	11.9
登坂能力　(tan θ)	0.46
軸距×輪距　(m)	(1.80 + 3.15 + 1.70 + 2.44 + 1.70) × 2.54
タイヤサイズ（6 軸 12 輪）　(－)	445/95R25 177E ROAD
アウトリガ張出幅（H 型） 最大／中間／中間／中間／最小　(m)	8.5/8.0/6.8/5.5/2.7
全長×全幅×全高（走行姿勢）（m）	15.46 × 3.00 × 4.02
価格　(百万円)	451.5

（注）（1）ブーム（A）：箱型 5 段伸縮式。ジブ（B）：箱型 4 段同時伸縮式。ジブ（C），（D）：ラチス形。
（2）走行駆動方式：オンロード 12 × 6，オフロード 12 × 8（デフロック機構付）。
（3）ステアリングモード：ノーマル（前 6 輪 + 後 4 輪），特殊 4 種（前 6 輪 + 後 6 輪）。
（4）国土交通省・低騒音型建設機械。

写真―7　タダノ　ATF360G-6　オールテレーンクレーン

▶〈07〉せん孔機械およびブレーカ

09-〈07〉-05	アトラスコプコ エンジン・ドリル／ブレーカ Cobra Combi	'09.12 発売 輸入新機種

環境対応性，起動操作性などの向上を図って設計された，ガソリンエンジン駆動のドリルとブレーカが兼用できる新機種である。ハンドルには防振対策を採用しており，長時間使用にも配慮している。

表―7　Cobra Combi の主な仕様

機械質量（本体）	(kg)	25
最大ドリル深さ	(m)	2
打撃数	(min^{-1})	2,800
シャンク寸法	(mm)	ϕ 22 × 108
エンジン出力	(kW)	2
燃料タンク容量	(L)	1.2
機長（本体）	(m)	0.732
価格	（百万円）	見積もり

（注）(1) エンジン：ガソリン式，1 気筒－ 185 cc，2 サイクル。
米国環境保護局（EPA1）の排出ガス規制をクリア。
(2) 騒音レベル：108 dB（A）。欧州騒音規制（NED）をクリア。

写真―8　アトラスコプコ　Cobra Combi　エンジン・ドリル／ブレーカ（ガソリン式）

▶〈19〉建設ロボット，情報化機器，タイヤ，検査機器等

09-〈19〉-02	ニコン・トリンブル トータルステーション Nivo $^{5.SC}$	'09.10 発売 新機種

建築工事，土木工事などの現場における測定対象物までの距離と角度を高精度に計測する測量機械として，小型化・軽量化を図ったトータルステーションである。

望遠鏡部とレーザ部の新設計により，安全性の高いレーザクラス 1 を使用しながらも長距離測距を可能にし，高精度・高品質を維持しながら小型・軽量化を実現している。望遠鏡部にはレーザポインタ（30 m 先でスポット径は約 15 mm）を装備しており，暗い現場でも目標ポイントを迅速に確認できる。レーザポインタは測距部とは独立しているので，光らせたくない時には停止させ，また，プリズム測定時などには自動消灯する。2 個の内部バッテリの装備が可能で，片方のバッテリがなくなると，自動的な切替により作業を中断することなく 10 時間連続使用ができる。防塵・防水対策（IP66）を採用しており，過酷な作業現場にも対応できる。

表―8　Nivo$^{5.SC}$ の主な仕様

望遠鏡　有効径（測距光学系）/ 倍率 (mm)/(倍)	45（50）/30
測距範囲（ノンプリズム）　(m)	1.5 ～ 300
測距範囲（プリズム）　(m)	1.5 ～ 300/1.5 ～ 3,000/1.5 ～ 5,000
測距精度　精密モード　(mm)	±(3+2ppm × D)/±(3+3ppm×D)
測距精度　高速モード　(mm)	±（10+5ppm × D）
測距時間（ノンプリズム）　精密 / 高速　(sec)	約 1.8/ 約 1.0
測距時間（プリズム）　精密 / 高速 (sec)	約 1.5/ 約 0.8
測距・レーザクラス　(－)	レーザクラス 1(ポインタ：クラス 2)
測角精度 / 角度最小読取値　(sec.)	5/5, 10, 20
内部メモリ　記録データ / 現場数（－）	約 10,000/ 最大 32
バッテリ使用時間 連続測距測角～連続測角のみ (h)	約 10 ～約 32
質量（本体）　(kg)	約 3.6
全長×全幅×全高（本体）　(mm)	145 × 149 × 306
価格　（百万円）	1.4175

写真―9　ニコン・トリンブル　Nivo$^{5.SC}$　トータルステーション

新機種紹介

10-〈19〉-01	トプコン レーザスキャナ（3D 形） GLS-1500	’10.04 発売 新機種

土木工事，建築工事などの測量，計測作業において使用される 3D レーザスキャナについて，スキャンスピード向上，高精度･低ノイズ･高密度化，機動力強化などを図って設計された新機種である。

表―９ GLS-1500 の主な仕様

測定距離　反射強度 90%／反射強度 18%	（m）	330/150
距離精度	（mm（σ））	4/1 ～ 150 m
角度精度	（秒）	6
スキャンスピード	（点 / 秒）	30,000
スキャン分解能　計測密度	（mm）	最大 1/100 m
スキャン分解能　最大測定点 V × H	（点）	100,000,000
最大測定範囲　鉛直×水平	（度）	± 35 × 360
レーザ波長	（nm）	1535 不可視
レーザクラス	（－）	クラス 1（JISC6802）
内部バッテリ　容量 / 電圧	（mAh）／（V）	5000/7.4
バッテリ作動時間（4 個・連続使用）	（h）	4
質量（バッテリ，基盤含まず）	（kg）	16
全長×全幅×全高	（mm）	299 × 240 × 566
動作温度範囲	（℃）	0 ～ 40
保存温度範囲	（℃）	－ 10 ～ 60
価格	（百万円）	12.6

スキャナが照射するパルスレーザ光の周波数（1 秒当たりの発光回数）を従来機比 10 倍に向上し，スキャニング計測時間の短縮を図るとともに，独自のプリサイススキャン技術により収集データの低ノイズ化を実現した。本体にはデジタルカメラ，視準（ジョグ，照星照門）機能，キーボード & ディスプレイ，メモリ，バッテリ，無線 LAN 機能などを搭載して操作性を良くして機動力を高めている。

写真―10　トプコン　GLS-1500　レーザスキャナ（3D 形）

平成 22 年度　主要建設資材需要見通しの概要と価格動向

1. まえがき

建設資材の需要動向は建設投資額と密接な関連があり，建設投資額の減少に伴い全般的には漸減傾向にある。先に国土交通省から発表された「平成 22 年度 主要建設資材需要見通し」と建設資材の価格動向についてその概要を報告する。

2. 主要建設資材需要見通し

平成 22 年度の建設投資額は，対前年度比 5.9%減少する見通し（実質値）であり，その内訳は，政府建設投資は 20.0％の減少，民間建設投資は 3.5％の増加する見通しである。

平成 22 年度の主要建設資材の需要見通しは，セメント，生コンクリート，骨材及びアスファルトなどは減少し，木材は微増，普通鋼材は横ばいの見通しである。

下記に，主要建設資材の需要実績と今後の見通しを示す（**図―1**）。

平成 21 年度の建設投資額（見込み値）は対前年度比では 11.5%減少し，その内訳は，建築部門が 16.4%の減少，土木部門は 4.3%減少となる見込みであり，また　主要建設資材の需要量実績は，前年度に引き続き全ての主要資材の需要量が減少した。

［セメント，生コンクリート］

平成 22 年度の需要見通しは，セメントが対前年度比 4.1％減少の 4,100 万 t，生コンクリートが対前年度比 3.5%減少の 8,300 万 m^3 と見通される。また，平成 21 年度の需要実績は，セメントが平成 20 年度比 14.7%減少の 4,273 万 t，生コンクリートが平成 20 年度比 14.8％減少の 8,603 万 m^3 であった。

［骨材，砕石］

平成 22 年度の需要見通しは，骨材が対前年度比 10.1％減少の 21,300 万 m^3，砕石が対前年度比 9.6％減少の 10,300 万 m^3 と見通される。また，平成 21 年度の需要実績は，骨材が平成 20 年度比 16.8％減少の 23,700 万 m^3，砕石は平成 20 年度比 16.3％減少の 11,395 万 m^3 と推計される。

［木材］

平成 22 年度の需要見通しは，木材は対前年度比 2.3%増加の 950 万 m^3 と見通される。

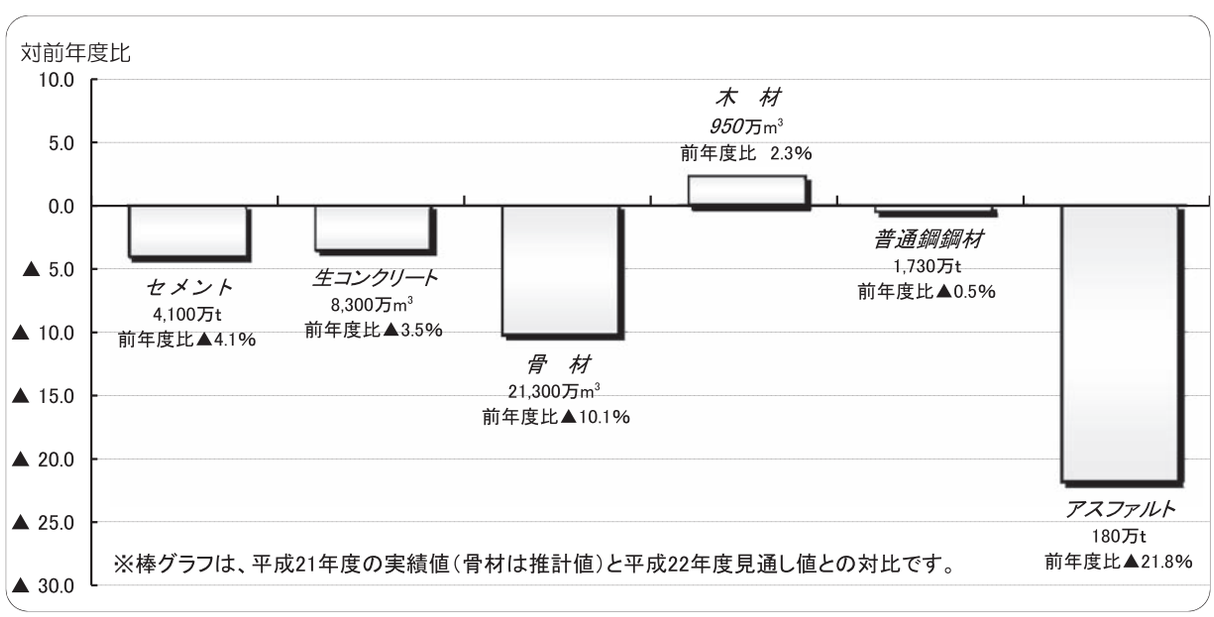
また，平成 21 年度の需要実績は，平成 20 年度比 14.1％減少の 928 万 m^3 であった。

［普通鋼鋼材，形鋼，小型棒鋼］

平成 22 年度の需要見通しは，普通鋼鋼材が対前年度比 0.5%減少の 1,730 万 t，うち形鋼が 5.5%増加の 390 万 t，小型棒鋼が 2.2%減少の 720 万 t と見通される。また，平成 21 年度の需要実績は，普通鋼鋼材が平成 20 年度比 18.2%減少の 1,738 万 t，うち形鋼は 22.0%減少の 370 万 t，小型棒鋼は 15.6%減少の 736 万 t であった。

［アスファルト］

平成 22 年度の需要見通しは，アスファルトは対前年度比 21.8%減少の 180 万 t と見通される。また，平成 21 年度の需要実績は，平成 20 年度比 22.3%増加の 230 万 t であった。



図―1　平成 22 年度の主要建設資材需要見通し（対前年度比）

統　　計

表―１　平成 22 年度主要建設資材需要見通し

資材名称	単 位	需　要　量			伸び率	
		H20年度実績値	H21年度実績値	H22年度見通し	21／20	22／21
セメント	万t	5,009	4,273	4,100	−14.7%	−4.1%
生コンクリート	万m³	10,101	8,603	8,300	−14.8%	−3.5%
骨　材	万m³	28,500	*23,700*	21,300	−16.8%	−10.1%
砕　石	万m³	13,611	*11,395*	10,300	−16.3%	−9.6%
木　材	万m³	1,081	928	950	−14.1%	2.3%
普通鋼鋼材	万t	2,124	1,738	1,730	−18.2%	−0.5%
形　鋼	万t	474	370	390	−22.0%	5.5%
小形棒鋼	万t	872	736	720	−15.6%	−2.2%
アスファルト	万t	188	230	180	22.3%	−21.8%

（注1）　本見通しは，「平成22年度建設投資見通し（国土交通省総合政策局 情報安全・調査課建設統計室 平成22年6月25日 公表）」をもとに推計したものである。

（注2）　各資材の対象は，セメントは〔内需量〕，生コンクリート，砕石は〔出荷量〕，木材は〔製材品出荷量〕，骨材は〔供給量〕，普通鋼鋼材，形鋼は〔建設向け受注量〕，小形棒鋼は〔建設向け出荷量〕，アスファルトは〔建設向け等内需量〕。

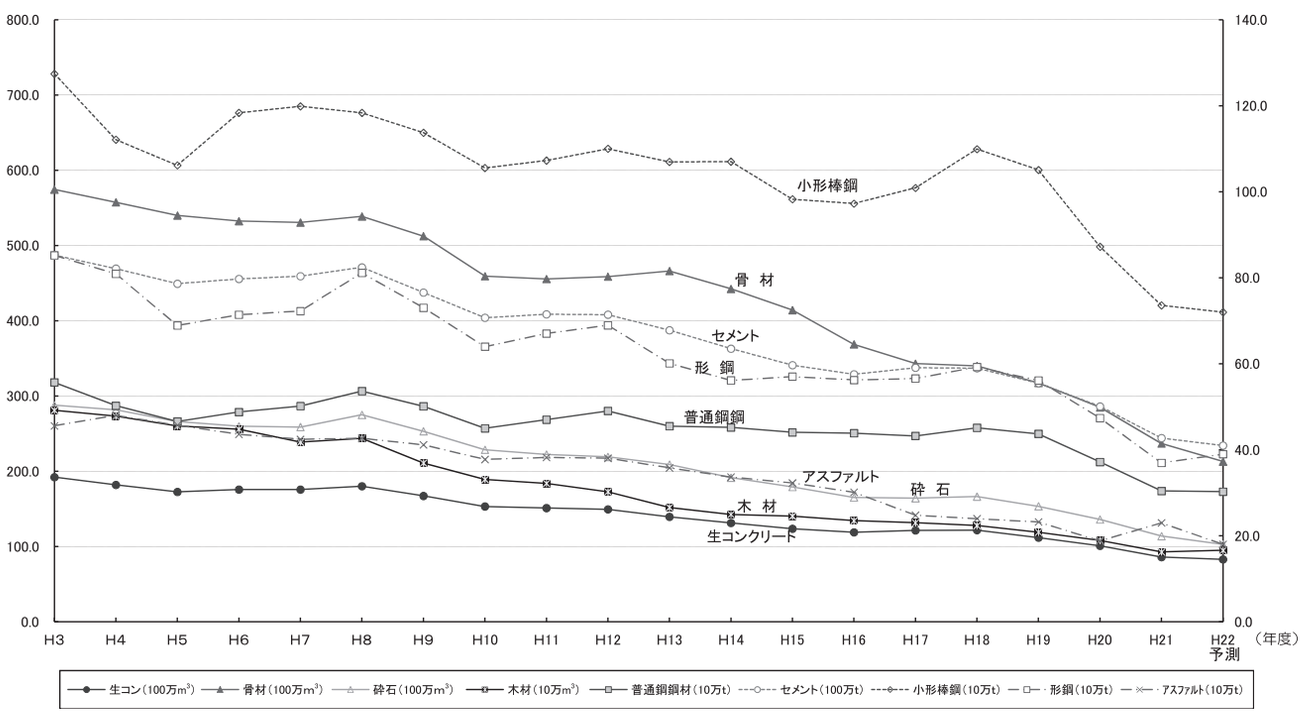
（注3）　本見通しの有効数字は，セメントは〔100万t〕，生コンクリート，骨材及び砕石は〔100万m³〕，木材は〔25万m³〕，普通鋼鋼材，形鋼及び小形棒鋼は〔10万t〕，アスファルトは〔5万t〕。

（注4）　平成21年度の需要量のうち，骨材，砕石については推計値を使用しているため，見込み値（イタリック体）。その他の資材については実績値。

3. 主要建設資材需要量の年度別推移

次に，**図―２**に主要建設資材需要量の年度別推移を示す。図が示すように，ほとんどの主要建設資材は，バブル最盛期をピークに，その後は急激に減少し，品目により多少の差はあるが全ての品目が減少傾向を示している。

平成５年度から平成８年度までは，公共工事関係予算が補正予算等により増加し需要は安定していたが，その後は減少傾向が続いている。



（注）グラフの見方・実線（生コンクリート，骨材，砕石，木材，普通鋼鋼材）については左軸，点線（セメント，小形棒鋼，形鋼，アスファルト）については右軸を参照。
・平成21年度の需要量は，骨材，砕石については，第3四半期までは実績値，第4四半期につき推計値，アスファルトについては，見込み値，その他の資材については実績値。
・平成22年度の需要量は，見通しの値。

《資料出所》
○セメント …（社）セメント協会（セメント需給実績）
○生コンクリート … 全国生コンクリート工業組合・協同組合連合会（出荷実績の推移）
○骨材 … 経済産業省　（骨材需給表）
○砕石 … 経済産業省　（砕石統計年報）
○木材 … 農林水産省　（製材統計）
○普通鋼鋼材 …（社）日本鉄鋼連盟　資料
○形　鋼 …（社）日本鉄鋼連盟　資料
○小形棒鋼 …（社）日本鉄鋼連盟　資料
○アスファルト … 石油連盟　（石油アスファルト統計月報）

図―２　主要建設資材需要量の年度推移

4. 主要建設資材の価格動向

全国各都市平均の主要建設資材の価格推移（平成 12 年平均＝100）を**図**―３に示す。

建設需要量は減少しているが，資材価格を見ると平成 16 年度（2004 年）以降は緩やかに上昇を示し，平成 20 年度（2008 年）には急激に上昇したが平成 21 年度（2009 年）からは徐々に下降している。

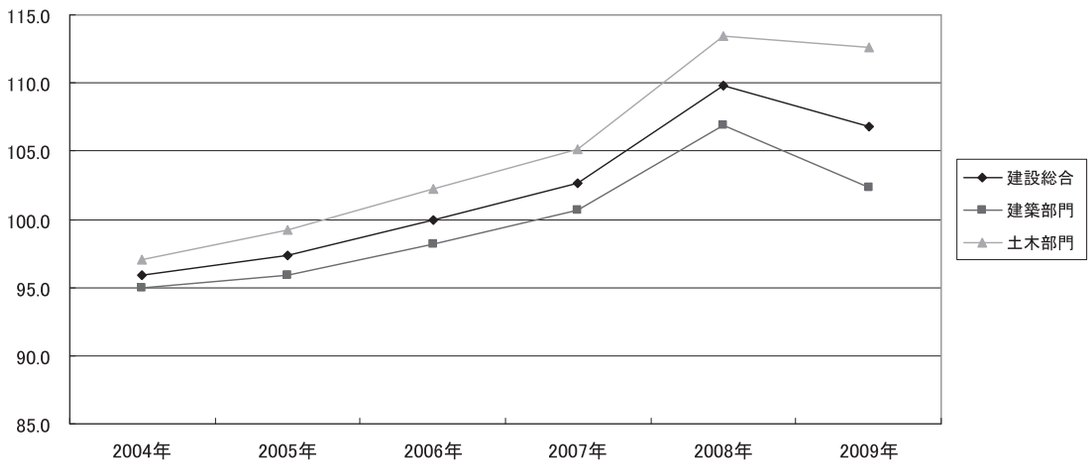
建設資材物価指数の平成 21 年度全国平均は，建設総合では前年度比 3.0 ポイント減少の 106.8，建築部門は前年度比 4.5 ポイント減少の 102.4，土木部門は前年度比 0.8 ポイント減少の 112.6 となっている。

表―２は，最近の東京都区部の主要建設資材の物価指数の推移を示したものである。

平成 22 年 6 月と前年度平均を比較すると，セメントは，1.7 ポイント上昇し 113.9，生コンクリートは，4.6 ポイント上昇の 105.5，砂利・砕石および建設用木製品等は変化無し，熱間圧延鋼材は，6.0 ポイント上昇の 214.4，冷間・メッキ鋼材は 7.6 ポイント上昇の 130.7，舗装材料は 0.5 ポイント上昇の 150.6 であり全体的には上昇傾向にある。

表―３に，最近の東京都区部のその他資材の物価指数の動向を示す。

今年の 6 月現在の物価指数（平成 12 年＝100）を見ると，一般機械，重電機器，プラスチック製品，繊維製品，塗料，農産物などは変化が無く，石油製品，電線・光ファィバーなどが上昇している。



図―３　建設資材の物価指数の推移（全国平均）

表―２　主要建設資材の物価指数の推移（東京）

平成 12(2000)年＝100

年　月	セメント	生コンクリート	砂利・砕石	建設用木製品等	熱間圧延鋼材	冷間・メッキ鋼材	舗装材料
2004 年	95.2	95.7	90.2	84.9	173.7	106.4	100.0
2005 年	96.9	95.7	90.2	84.9	184.0	123.8	108.1
2006 年	97.4	95.7	90.2	84.9	182.1	118.9	119.5
2007 年	97.4	95.7	90.7	85.7	203.7	121.3	123.0
2008 年	106.8	99.1	90.8	88.3	288.6	139.4	138.2
2009 年	112.2	100.9	91.1	89.4	208.4	123.1	150.1
2010 年 6 月	113.9	105.5	91.1	89.4	214.4	130.7	150.6

表―３　その他資材の物価指数の推移（東京）

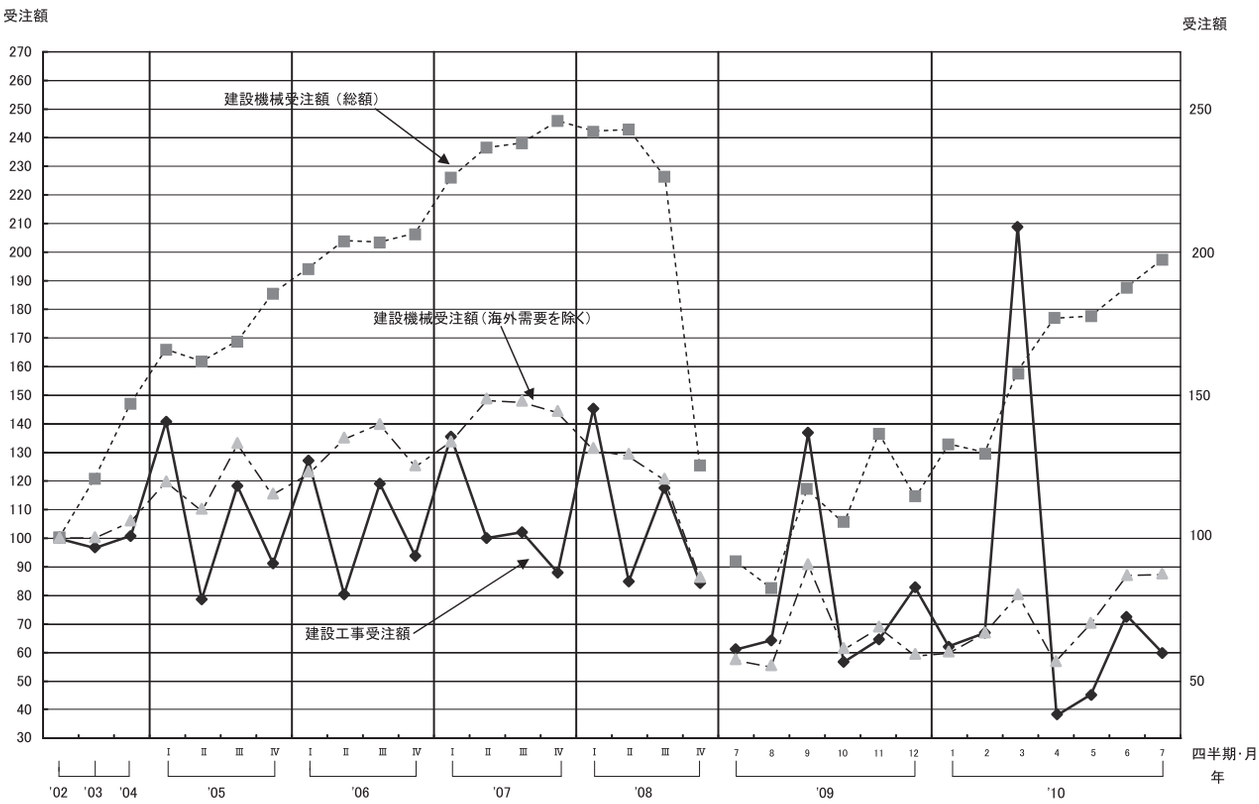
平成 12(2000)年＝100

年　月	農産物	繊維製品	塗料	石油製品	電線・光ファイバー	一般機械	重電機器	プラスチック製品
2004 年	90.2	85.0	90.6	111.0	93.5	90.5	97.1	93.7
2005 年	89.6	84.9	90.5	128.6	99.5	91.1	97.8	95.0
2006 年	89.1	84.8	90.5	150.9	128.5	92.6	99.0	97.2
2007 年	88.9	84.8	90.5	154.4	143.2	96.7	98.4	98.7
2008 年	89.7	86.7	92.8	199.1	138.0	100.5	98.6	100.2
2009 年	91.0	87.7	92.8	141.2	113.8	103.3	98.6	101.9
2010 年 6 月	93.2	87.7	89.7	161.9	122.3	103.1	98.6	101.9

統　　計　機関誌編集委員会

建設工事受注額·建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注動態統計調査(大手50社)　(指数基準　2002年平均=100)
建設機械受注額：建設機械受注統計調査(建設機械企業数24前後)　(指数基準　2002年平均=100)



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　7 月	6,609	4,488	1,409	3,079	1,549	407	165	4,496	2,112	111,954	7,569
8 月	6,943	4,741	1,132	3,609	1,285	455	462	4,714	2,230	109,318	8,933
9 月	14,865	11,062	1,141	9,921	2,548	742	512	11,078	3,787	112,322	11,689
10 月	6,216	3,794	610	3,183	1,827	387	208	3,604	2,611	111,239	7,536
11 月	7,087	4,519	648	3,872	1,610	560	398	4,605	2,483	109,818	8,560
12 月	8,994	6,135	1,229	4,906	1,744	448	667	6,353	2,642	103,956	14,218
2010 年　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	109,786	6,841
6 月	7,811	5,478	858	4,621	1,599	493	241	5,486	2,325	107,922	9,445
7 月	6,560	4,619	1,128	3,492	1,031	447	464	4,378	2,182	—	—

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 7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	10 年 1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月
総　額	8,667	10,444	12,712	14,749	17,465	20,478	18,099	663	594	850	767	991	831	962	934	1,140	1,269	1,283	1,351	1,418
海外需要	4,301	6,071	8,084	9,530	11,756	14,209	12,996	452	391	518	543	738	616	743	687	848	1,068	1,022	1,038	1,101
海外需要を除く	4,365	4,373	4,628	5,219	5,709	6,268	5,103	211	203	332	224	253	215	219	247	292	201	261	313	317

（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 7 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 8 月 1 日～ 31 日）

■ 機 械 部 会

■機械部会・技術連絡会
月　日：8 月 2 日（月）
出席者：青柳幸雄部会長ほか 20 名
議　題：①機械部会の平成 22 年度活動計画について　②国土交通省の重点施策について　③ BAUMA2010 展示会の概要報告　④建設機械用油圧作動油のオンファイルの状況とグリースのオンファイル化への活動　⑤アスファルトプラントの事故事例集　⑥シールド等安全技術調査に関する報告　⑦ハイブリッド建機について（製品紹介）　⑧現場見学会報告・TRD 工法（等厚式ソイルセメント壁工法）調査 ・共同溝開削工事での SMW による山留め調査　⑨質疑応答

■ショベル技術委員会（臨時開催）
月　日：8 月 2 日（月）
出席者：尾上裕委員長ほか 9 名
議　題：① JCMAS 燃費測定標準の作業割合の見直し要否の最終確認について　②その他

■トンネル機械技術委員会・幹事会
月　日：8 月 3 日（火）
出席者：篠原慶二委員長ほか 4 名
議　題：①平成 22 年度上期活動状況の説明（分科会長より）　②現場見学会について　③分科会長交替について

■コンクリート機械技術委員会
月　日：8 月 5 日（木）
出席者：大村高慶委員長ほか 4 名
議　題：①コンクリート機械（コンクリートポンプ，コンクリートバイブレータ，トラックミキサー，他）の変遷について　②その他

■原動機技術委員会・3 省打合せ（建機工と合同）
月　日：8 月 23 日（月）
出席者：平島孝美委員ほか 16 名
議　題：① 2011 年規制実施に対する残っている課題について　② 2014 年規制に向けての問題点と要望事項について　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 A・B チーム
月　日：8 月 25 日（水）
出席者：鈴木勇吉分科会長ほか 11 名
議　題：①技術変遷調査 A・B チームの概説シートの検討について

■ダンプトラック技術委員会
月　日：8 月 26 日（木）
出席者：阿部誠一委員長ほか 6 名
議　題：①各社トピックス紹介（IHI 建機）　② JIS A 8340-5 ダンパ（重ダンプトラック及び不整地運搬車）の安全要求事項の改訂審議　③平成 22 年度上期の活動報告と下期の計画について　④その他

■路盤・舗装機械技術委員会・幹事会・技術発表会
月　日：8 月 26 日（木）
出席者：渡邊充委員長ほか 27 名
議　題：①平成 22 年度の活動計画と実施状況について　②プラントの CO_2 削減手段としての代替燃料について　③ファインミーリング工法の広報活動　④ BAUMA2010 でのハイブリッド建機の紹介　⑤ ECO モード・ローラーの紹介　⑥次世代型 AC 駆動ブルドーザの紹介　⑦その他

■情報化機器技術委員会
月　日：8 月 27 日（金）
出席者：加藤武雄委員長ほか 4 名
議　題：①ホワイトバック LCD のプレゼン（日本精機）　②建設機械の電気火災の事例集についての審議　③平成 22 年度上期の活動報告と下期の計画について　④その他情報交換

■トラクタ技術委員会
月　日：8 月 30 日（月）
出席者：阿部里視委員長ほか 8 名
議　題：①低炭素型建機認定融資制度の検討について（経過報告）　②ホイールローダの JCMAS 費測定方法について　③安全要求事項 JIS A 8340-1 の改正についての検討　④平成 22 年度上期の活動報告と下期の計画について　⑤その他

■原動機技術委員会･製造業部会小幹事会･尿素 SCR ガイドライン検討会（建機工と合同）
月　日：8 月 31 日（火）
出席者：有福孝智委員長ほか 19 名
議　題：①特殊自動車用尿素 SCR についての各社検討結果の確認　②国土交通省自動車交通局への回答案の検討審議について　③その他

■ 製 造 業 部 会

■小幹事会・原動機技術委員会・国土交通省・5 団体会合
月　日：8 月 3 日（火）
出席者：田中利昌幹事長ほか 29 名
議　題：①尿素 SCR ガイドラインの検討の必要性と検討事項について　②特殊自動車用尿素 SCR ガイドライン 2011 年度版の検討について　③検討スケジュールについて　④その他

■作業燃費検討 WG
月　日：8 月 24 日（火）
出席者：田中利昌リーダほか 13 名
議　題：①前回（7 月 16 日）の討議結果に基づく最終案に対する最終確認について　②国土交通省への検討結果説明について　③ JCMAS 燃費測定標準の周知・啓蒙のための活動について　④その他

■ 建 設 業 部 会

■三役会
月　日：8 月 31 日（火）
出席者：川本伸司部会長ほか 3 名
議　題：①機電技術者意見交換会について　②合同部会について　③秋季現場見学会について　④その他

■レンタル業部会

■部会
月　日：8 月 10 日（火）
出席者：高見俊光部会長ほか 8 名
議　題：①建設施工企画課からのヒヤリング（中古売却とスクラップ処分，損料と賃料，減価償却期間等）　②その他

■コンプライアンス分科会
月　日：8 月 25 日（水）
出席者：中島嘉幸分科会長ほか 5 名
議　題：①最近の部会活動状況の報告　②「建設機械等レンタル標準契約」の見直し作業　③その他

■専門工事業部会

■（仮）安全・技術連絡会
月　日：8 月 26 日（木）
主席者：保坂益男座長ほか 6 名
議　題：①当会議体の今後の進め方　②第一分科会報告書の取りまとめ　③建荷協質問への対応　④その他

■ 各 種 委 員 会 等

■機関誌編集委員会
月　日：8 月 4 日（水）
出席者：太田宏委員長代行ほか 23 名
議　題: ①平成 22 年 11 月号（第 729 号）の計画の審議・検討　②平成 22 年 12

月号（第730号）の素案の審議・検討　③平成23年1月号（第731号）の編集方針の審議・検討　④平成22年8～10月号（第726～728号）の進捗状況の報告・確認

■新機種調査分科会
月　日：8月24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：8月18日（水）
出席者：山名至孝分科会長ほか3名
議　題：①平成22年9月号原稿（平成22年 建設投資見通しの概要）の検討・確認　②平成22年10月号原稿（平成22年 主要建設資材見通しの概要）の検討・確認

■新工法調査分科会
月　日：8月3日（火）
出席者：安川良博分科会長ほか2名
議　題：①新工法情報の検討・選定

…支部行事一覧…

■ 北 海 道 支 部

■第2回広報部会広報委員会
月　日：8月4日（水）
出席者：杉岡博史広報部会長ほか6名
議　題：①支部だより100号の編纂について　②除雪機械展示実演会について　③その他

■第4回技術部会施工技術・整備検定委員会
月　日：8月18日（水）
出席者：伊藤委員ほか8名
議　題：平成22年度建設機械施工技術検定実地試験の実施要領について

■第3回技術部会技術委員会
月　日：8月23日（月）
出席者：服部健作部会長ほか26名
議　題：除雪機械技術講習会のテキスト等について

■ 東 北 支 部

■技術部会
月　日：8月3日（火）
場　所：仙台夢メッセ
参加者：220名
内　容：平成22年度施工技術研修会

■技術部会
月　日：8月20日（金）～23日（月）
場　所：日立建機教習所
内　容：平成22年度建設機械施工技術検定実地試験実施について本部に協力して実施

■広報部会
月　日：8月23日（月）
場　所：JCMA会議室
出席者：阿部広報部会長ほか2名
内　容：①支部たより160号編集計画　②原稿執筆依頼準備　③現場見学会について

■技術部会
月　日：8月23日（月）
場　所：JCMA会議室
出席者：深堀技術部会長ほか2名
内　容：①9月1日 防災訓練打合せ　②「防災訓練実施要領」を協力会社へ送付

■技術委員会・企画合同部会
月　日：8月24（火）
場　所：東北支部会議室
出席者：高橋弘技術委員長ほか9名
内　容：平成22年度 新技術情報交換会開催計画について…①情報化施工特集とすることについて　②発表会社選定

■技術部会
月　日：8月30日（月）
場　所：JCMA会議室
出席者：深堀技術部会長ほか2名
内　容：①情報化施工試験施工対象工事論文発表会社選定　②土木研究所の特別講演について

■ 北 陸 支 部

■普及部会幹事会
月　日：8月6日（金）
場　所：北陸支部事務局
出席者：青木普及部会長ほか3名
議　題：情報化施工講習会計画について

■建設機械施工技術検定実地試験
月　日：8月28日（土）～29日（日）
場　所：コマツ教習所粟津センタ
受講者：1級61名，2級154名　計215名（延べ）

■ 中 部 支 部

■広報部会
月　日：8月17日（火）
出席者：佐宗健也広報部会長ほか6名
議　題：「支部ニュース29号」編集について

■建設機械施工技術検定実地試験監督者要領説明会
月　日：8月24日（火）
出席者：実地試験監督者5名
内 容：検定試験（実地）実施要領・監督要領について説明及び打合せを行った

■「最近の建設施工」映画会
月　日：8月26日（木）
内　容：①SWO工法（スリップフォームペーバを活用した鉄網ワンパス工法，㈱NIPPO）　②地下鉄13号線戸山工区土木工事（西松建設㈱）　③快適空間の創造と省エネルギー～鹿島の環境配慮設計～（鹿島建設㈱）　④鹿島技術研究所 新実験棟で導入された省エネ技術（鹿島建設㈱）　⑤完全付着型コンクリートオーバレイ工法（日本道路㈱）　⑥PFP高圧脱水工法（伊藤忠建機㈱）　⑦ボーマク エコノマイザー（ボーマクジャパン㈱）　⑧情報化施工の検証
参加者：約30名

■ 関 西 支 部

■平成22年度1・2級建設機械施工技術検定試験（実地）試験監督者打合せ
月　日：8月20日（金）
場　所：関西支部会議室
出席者：松本克英事務局長ほか15名
内　容：①実地試験実施要領（全般）について　②試験当日の時間割と採点の留意事項について　③連絡事項など

■第34回 施工技術報告会 第4回幹事会
月　日：8月31日（火）
場　所：㈳地盤工学会 関西支部会議室
出席者：松本克英事務局長ほか6名
内　容：①応募講演概要の検討と選定　②報告書プログラムの検討・作成

■平成22年度電気保安功労者表彰式
月　日：8月31日（火）
場　所：帝国ホテル大阪
受賞者：経済産業省 原子力安全・保安院長表彰…㈱竹中工務店 西日本機材センター機械グループ 横田栄治 氏

■ 中 国 支 部

■第1回合同（企画・施工技術）部会
月　日：8月4日（水）
場　所：広島YMCA会議室
出席者：高倉寅喜企画部会長ほか15名
議　題：①「情報伝達訓練」を含む今後の支部防災体制等について　②中国地方整備局との懇談会について　③技術資料等の会員への公開・閲覧とその方法等について　④その他懸案事項

■第3回企画部会
月　日：8月19日（木）
場　所：中国支部事務所

出席者：高倉寅喜企画部会長ほか6名
議　題:①中国地方整備局との懇談会(意見交換会）の進め方について　②その他懸案事項

■第3回開発普及部会
月　日：8月25日（水）
場　所：中国支部事務所
出席者：阿土繕部会長ほか7名
議　題：①第27回「新技術・新工法発表会」に向けた準備等について　②第61回「新技術活用現場研修会」の開催について　③新公益法人制度への移行について　④その他懸案事項

■第2回施工技術部会
月　日：8月26日（木）
場　所：中国支部事務所
出席者：齋藤実部会長ほか7名
議　題：①「道路除雪講習会」の開催とその準備について　②「建設技術講習会」の企画とその準備について　③新公益法人への移行について　④その他懸案事項

■　四　国　支　部

■「四国建設技術懇談会幹事会事前打合せ」に出席
月　日：8月4日（水）
場　所：高松サンポート合同庁舎
出席者：須田道夫事務局長
議題：①会議開催の意義について　②今後の懇談会について　③取り組みテーマの設定について　④その他

■新技術・新工法等に関する映写会の開催
月　日：8月10日（火）
場　所：サン・イレブン高松
参加者：26名
内容:SWO工法（スリップフォームペーバを活用した鉄網ワンスパン工法）等8件の上映

■建設機械施工技術検定実地試験要領等打合せ
月　日：8月25日（水）
場　所：四国支部事務局
参加者：小松修夫総括試験監督者等7名
内　容：①実施体制について　②試験実施に当たっての説明内容について　③採点要領について　④注意事項，その他について

■「四国の道路を考える会」平成22年度総会に出席
月　日：8月30日（月）
場　所：高松市サンポート「シンボルタワー会議室」
参加者：須田道夫事務局長
内　容：①平成21年度事業報告・決算報告　②平成22年度事業計画（案）・予算（案）　③その他

■　九　州　支　部

■企画委員会
月　日：8月25日（水）
出席者：久保田正春整備部会長ほか7名
議　題：①建設機械施工技術実地試験について　②施工安全講習会について　③支部ホームページ改善について　④九州建設技術フォーラムについて　⑤その他

■「建設の施工企画」投稿のご案内■

―社団法人日本建設機械化協会「建設の施工企画」編集委員会事務局―

会員の皆様のご支援を得て当協会機関誌「建設の施工企画」の編集委員会では新しい編集企画の検討を重ねております。その一環として本誌会員の皆様からの自由投稿を頂く事となり「投稿要領」を策定しましたので，ご案内をいたします。

当機関誌は2004年6月号から誌名を変更後，毎月特集号を編成しています。建設ロボット，建設IT，各工種（シールド・トンネル・ダム・橋等）の機械施工，安全対策，災害･復旧，環境対策，レンタル業，リニューアル・リユース，海外建設機械施工，などを計画しております。こうした企画を通じて建設産業と建設施工・建設機械を取り巻く時代の要請を誌面に反映させようと考えています。

誌面構成は編集委員会で企画いたしますが，更に会員の皆様からの特集テーマをはじめ様々なテーマについて積極的な投稿により機関誌が施工技術・建設機械に関わる産学官の活気あるフォーラムとなることを期待しております。

(1) 投稿の資格と原稿の種類：

本協会の会員であることが原則ですが，本協会の活動に適した内容であれば委員会で検討いたします。投稿論文は「報文」と「読者の声」（ご自由な意見，感想など）の2種類があります。

投稿される場合はタイトルとアブストラクトを提出頂きます。編集委員会で査読し採択の結果をお知らせします。

(2) 詳　　細：

投稿要領を作成してありますので必要の方は電子メール，電話でご連絡願います。また，JCMAホームページにも掲載してあります。テーマ，原稿の書き方等，投稿に関わる不明な点はご遠慮なく下記迄お問い合わせ下さい。

社団法人日本建設機械化協会「建設の施工企画」編集委員会事務局
Tel：03(3433)1501, Fax：03(3432)0289,
e-mail：suzuki@jcmanet.or.jp

編 集 後 記

「リナックス（Linux）」をご存じでしょうか？　梅雨頃に某放送協会の番組で取り上げられましたが，無料で使用できるコンピュータの（Unix 系）基本ソフト（OS）です。その Linux に種々の機能を付加して，東証のアローヘッドに代表される証券・銀行システム，財務・会計システム，個人の Web サーバー，ネットブック，携帯電話，家電，ゲーム機，カラオケ機器等と広範囲に利用され始めています。また，「TOP500 に入るスパコンの約 9 割が OS に Linux を採用している」「開発者の約半数が Linux で作業している」等の調査結果もあります。さらに，ワープロ，表計算機能，DB，作図等の機能を有する OpenOffice.org（OOo）という無料で誰でも使用できるソフト群とセットで自治体や企業に導入され始めています。（OOo に関しては約 3 割の企業が導入を検討したいという調査結果もあります。）

これら Linux や OOo の特徴は「マルチプラットフォーム」「安全で安定」「動作が軽快」「商用ソフトとのデータの互換性が高い（ほぼ完全互換）」等の技術面だけでなく，GPL 等のライセンスで規定されている「ソースの公開」「改変・再配布が可能」「使用者と使用目的が無制限」等にもあります。さらに，これらはコミュニティと呼ばれるボランティアグループによって保守や改良がなされ，不具合修正も迅速です。近年，大手 IT 企業の数社が社員を百人規模でコミュニティに参加させています。

一方，利用者には，テクニカル・サポートの体制が気になります。サポートを提供する企業も出てきていますが，テクニカル・サポートは，メールや掲示板を利用してコミュニティメンバーや他のユーザーが対応してくれます。ただし，「ボランティアでの対応」であることを心得，解決の後はプログラムやマニュアルの修正のために使用コマンド，設定変更箇所等の対応策をフィードバックする必要があります。「Ubuntu（＝『他者への思いやり』：ズールー語）」という名称の，Linux とアプリケーションなどをまとめてインストールできるようにしたものがあるように互助精神が重要視されています。「もう一度，取扱説明書をお読みください」「そのような不具合の報告は入っておりませんので，今回は対応いたしかねます」「そのような仕様でございます」等のテクニカル・サポートに慣れていると戸惑います。また，これらの使用に関しては無保証（補償）ですが，有価の OS やアプリケーションでもその購入金額の一部しか補償されない場合もあるので大差は無いのでは？

建設関係の開発ではどうでしょうか？　原理を理解していますか？　ブラックボックス化されたソフトをそのまま使い続けていませんか？　ソースが提供されていても内部処理が理解できていますか？　データの互換性はありますか？　不具合修正は迅速ですか？（改変後も含め，有償無償を問わず）再配布が可能ですか？　簡単な内容の説明を求めても「それは高度な内容で説明しても理解できませんよ」と言われていませんか？　等を再確認しても良いかもしれません。

さて，今回の特集は如何でしたか？　本号より「建設機械技術解説」のコーナーを新設しました。「システマティックに知りたい」「今更聞けない」「これからキーテクノロジィになりそう」等の技術を紹介していけたらと思っています。

最後に，執筆者をはじめ関係諸氏に誌面を借りて御礼申し上げます。（個々の商標・ロゴマーク，商号等に関する権利は，個々の権利の所有者に帰属します。）

（髙津・松本）

11 月号「建設施工の地球温暖化対策特集」予告
- 建設施工の地球温暖化対策　／・建設 3 団体の地球温暖化防止活動
- JCMA 製造業部会・機械部会の地球温暖化対策への取り組み
- 情報化施工による温室効果ガスの排出抑制　／・海外鉱山におけるバイオ燃料導入プロジェクト
- 林業機械への「カーボンオフセット」適用事例　／・中大型ホイールローダ作業における省燃費運転
- 環境配慮型深層混合処理船　黄鶴　／・交差点立体工事での CO_2 排出量の評価
- 常温施工型の加熱アスファルト混合物　マイルドミックス

機関誌編集委員会

編集顧問

浅井新一郎　今岡　亮司
加納研之助　桑垣　悦夫
後藤　勇　佐野　正道
新開　節治　関　克己
髙田　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　㈱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㈱

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　㈱鉄道・運輸機構
圓尾　篤広　㈱高速道路総合技術研究所
石戸谷　淳　首都高速道路㈱
髙津　知司　本州四国連絡高速道路㈱
松本　久　㈱水資源機構
松本　敏雄　鹿島建設㈱
和田　一知　㈱ KCM
安川　良博　㈱熊谷組
渥美　豊　コベルコ建機㈱
冨樫　良一　コマツ
藤永友三郎　清水建設㈱
赤神　元英　日本国土開発㈱
山本　茂太　キャタピラージャパン㈱
星野　春夫　㈱竹中工務店
齋藤　琢　東亜建設工業㈱
相田　尚　㈱ NIPPO
田岡　秀邦　日本道路㈱
堀田　正典　日立建機㈱
岡本　直樹　山崎建設㈱
中村　優一　㈱奥村組
石倉　武久　住友建機㈱
京免　継彦　佐藤工業㈱
松澤　亨　五洋建設㈱
藤島　崇　施工技術総合研究所

No.728「建 設 の 施 工 企 画」
2010 年 10 月 号

〔定価〕1 部 840 円（本体 800 円）
年間購読料 9,000 円

平成 22 年 10 月 20 日印刷
平成 22 年 10 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 静岡県富士市大渕 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

本誌上への広告は ㈱共栄通信社までお問い合せ下さい。
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

KOBELCO

低燃費のコベルコ!
低炭素社会の実現へ

特報

iNDr搭載ショベル NETIS登録なる!

コベルコは、環境負荷へラシ隊。

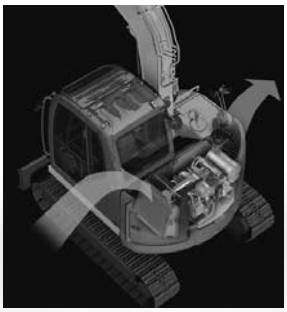
私たちはつねに一歩先ゆく環境技術で地球の明日を考えています。

CO_2削減40%!
ハイブリッドショベル
国土交通省から低炭素型建設機械に指定!
※削減数値は当社従来機同クラス機比の値です。

CO_2削減最大20%!
低燃費ショベル
※削減数値は当社従来比。機種により異なります。

CO_2削減最大21%!
オートアイドルストップ機能
※削減数値は非使用時との比であり、機種により異なります。

CO_2削減最大52%!
電動マルチ解体機
※削減数値は当社同クラスエンジン式との比であり、
機種により異なります。



NETIS登録!

騒音低減約5dB!
iNDr搭載ショベル
※NETIS(ネティス):国土交通省の新技術情報提供システム。
※騒音は当社従来機比の値です。

アイ・エヌ・ディー・アール
コベルコの防音・防じんテクノロジー iNDr Integrated Noise & Dust Reduction Cooling System

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

ツルミポンプ

環境を最優先としたグローバル企業へ

無駄な電力を抑え CO_2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

新発売

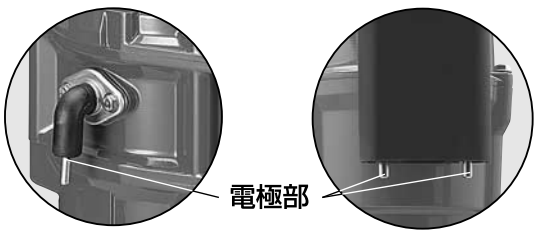
HSDE型

単相100V
吐出し口径：50mm
出　　力：0.55kW
全 揚 程：9m
吐出し量：0.1m³/min

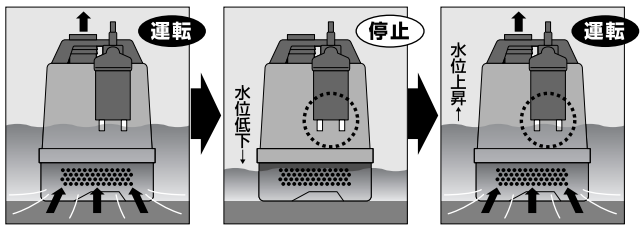
LBA型

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

電極式水位センサで自動運転を実現



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CO_2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

それはいつまでも
青い空のために

コスモECOディーゼル

「DH-2」対応
ディーゼルエンジンオイル
SAE 10W-30／SAE 15W-40

美しい地球、豊かな環境を目指して
ひた走るパワー、コスモルブ・ウェイ

コスモ石油ルブリカンツの
環境対応潤滑油

省電力型油圧作動油

コスモ
スーパーエポック UF

省電力型工業用ギヤー油

コスモ
ECOギヤー EPS

それはいつまでも
蒼い地球のために

地球環境へ、

さらに新しい対応を求められている今、オイルもまた、次の課題をクリアする進化が問われます。
コスモ・ルブは、地球に、人に、優しい環境LUBEソリューションを提案してまいります。

コスモ石油ルブリカンツ株式会社
http://www.cosmo-lube.co.jp/
カスタマーサポートセンター：0120-15-4899

確かな技術で世界を結ぶ　*Attachment Specialists*

任意の高さに停止可能

パラレルリンクキャブ

パラレルリンクキャブ仕様車

スクラップ処理で高い作業効率を発揮

リフティングマグネット

リフティングマグネット仕様車

車の解体・分別処理を大幅にスピードアップ

自動車解体機

自動車解体機

船舶・プラント・鉄骨物解体に威力を発揮する

サーベルシァ

MSD4500R

ワイドな作業範囲で効率の良い荷役作業

スクラップハンドラ

スクラップハンドラ仕様車

丸太や抜根を楽々切断する

ウッドシァ

MWS700R（油圧全旋回式）

マルマテクニカ株式会社

URL　http://www.maruma.co.jp

■名古屋事業所
愛知県小牧市小針2-18　〒485-0037
電話 0568(77)3312
FAX 0568(77)3719

■本社・相模原事業所
神奈川県相模原市南区大野台6丁目2番1号　〒252-0331
電話 042(751)3800
FAX 042(756)4389

■東京事業所
東京都世田谷区桜丘1丁目2番22号　〒156-0054
電話 03(3429)2141
FAX 03(3420)3336

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

第3次排ガス対応

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

日本溶接協会 技術賞（開発奨励賞）受賞技術搭載機

アイドリングストップで
さらに燃費・CO_2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

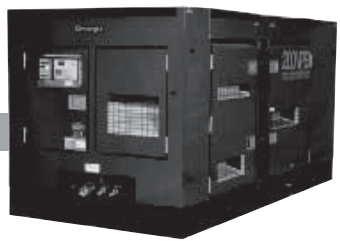
ディーゼルエンジン溶接機DLWシリーズ

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

超低騒音型
DIS-70AC
アフタークーラ内蔵タイプ

フルデジタル制御が実現した
可変圧力システム

超低騒音型
DIS-200VPB
可変圧力タイプ



第3次排ガス対応

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

●技術で明日を築く
デンヨー株式会社　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、構造がシンプルな為運搬能力に対して安価である。

●**安全性に優れる**
コンクリートバケットが堤体上空を横切らないので安全性に優れる。

●**環境に優しい。**
河床に設置されるので、ダム天端付近の掘削を少なくできる。

●**大型機材の運搬も可能**
専用吊り具で車両等の大型機材の運搬が可能。

YOSHINAGA

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

●(社)日本産業広告協会会員
●学術誌広告業協会会員

心から心へのメッセージ

We will serve you a message from heart to heart.

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

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

お問合せ・お申し込みは・・・

学術・技術誌専門広告代理業
株式会社 共栄通信社

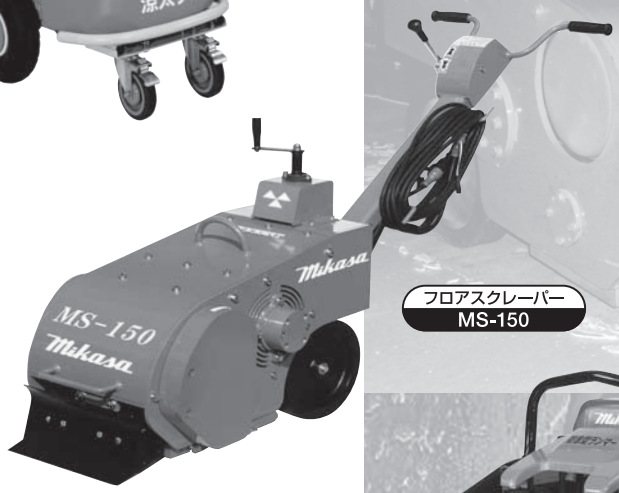
本　　社：〒105-0004 東京都港区新橋3−15−8 精工ビル5階
電話：03-5472-1801（代表）　FAX：03-5472-1802
E-mail：info@kyoeitushin.co.jp
神戸出張所：〒655-0046 神戸市垂水区舞子台6−10−13−406
電話&FAX：078-785-5658

Mikasa
http://www.mikasas.com

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

三笠エボックライト
MLT-700RDU 台車型



フロアスクレーパー
MS-150

バイブロコンパクター
MVH-306DSC

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 東京都千代田区猿楽町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

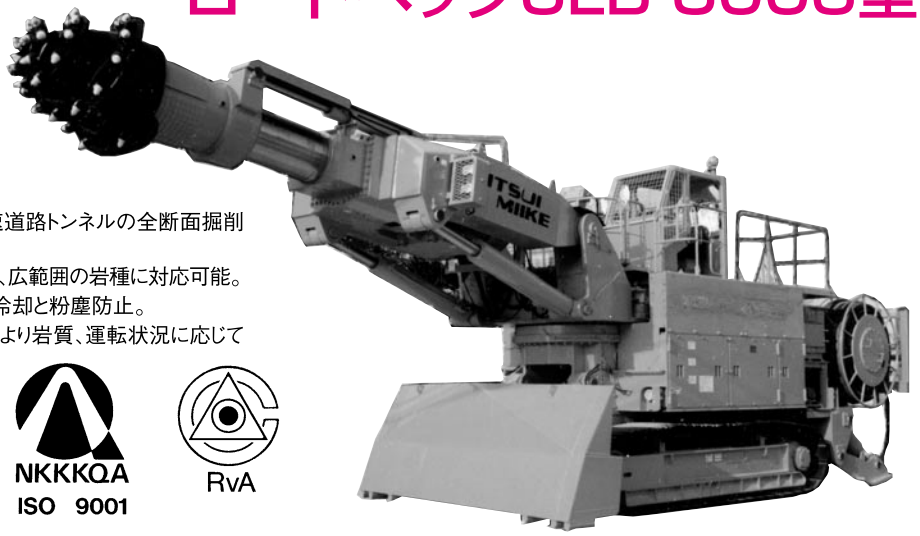
KAYABA SYSTEM MACHINERY CO., LTD

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

本社・営業/カスタマーサービス	〒105-0012	東京都港区芝大門2丁目5番5号 住友不動産芝大門ビル	TEL. 03-5733-9443
中部支店	〒514-0396	三重県津市雲出鋼管町62番地2	TEL. 059-234-4139
西部支店	〒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	TEL. 092-411-4998
三重工場	〒514-0396	三重県津市雲出鋼管町62番地2	TEL. 059-234-4111

安全・高能率な掘削を実現!

全断面対応中硬岩用 トンネル掘進機
ロードヘッダ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。

NKKKQA
ISO 9001

RvA

製造・販売・レンタル及びメンテナンス

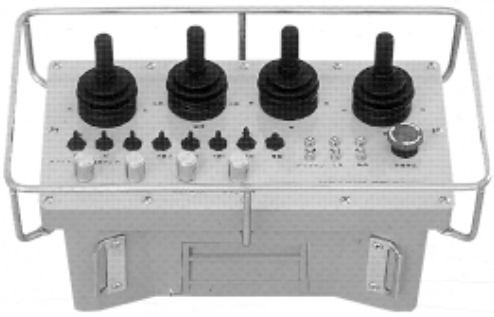
株式会社 **三井三池製作所**

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.mitsuimiike.co.jp　　E-mail：sanki@mitsuimiike.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

《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**96**CH。
- 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（−△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。

受令機

ダイワテレコン　５２２

DAIWA TELECON

大和機工株式會社

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

平成22年10月25日発行
（毎月1回25日）第728号

Hi-OSS
Hitachi On-site Screening & Solution

HITACHI

その地のものは、その地で資源に。

様々な廃棄物を、現場で選別・リサイクル。
コストにも環境にも配慮したHi-OSS

その土地でとれた資源は、鮮度の良いうちにその地で消費する…「地産地消」のライフスタイルが広がっています。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＞も、様々な建設資源をその地で再利用する、いわば「地産地消」の新しい建設系リサイクルシステム。土や石、がれきや木材、金属などの廃棄物や建設副産物を現場内で効率良く処理して再利用するとともに、現場外へ運搬するコストやエネルギーも削減できます。その地にある資源の価値を活かしながら物流や環境への負担も減らせる、とてもリサイクル上手なシステムです。

＊「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。

自走式クラッシャ 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

「建設の施工企画」　定価　一部　八四〇円　本体価格八〇〇円

雑誌 03435－10

4910034351008
00800