

一般社団法人日本建設機械施工協会誌

建設機械施工

Journal of JCMA

Vol.65 No.6 June 2013(通巻760号)

6



マリーナ・ベイ・ファイナンシャル・センター建設工事

建設業の海外展開，海外における建設施工 特集

- これからのインフラ・システム輸出戦略
- JICA のインフラ関係事業展開
- わが国建設業の海外動向の現況
- 換気立坑のスリップフォーム採用による急速施工
- コロラドリバー橋と施工設備
- インドネシア カレベダムの施工
- マリーナ高速道路 485 工区工事
- アフリカ・マダガスカル共和国 エホアラ港建設工事
- シンガポール マリーナ・ベイ・ファイナンシャル・センター 建設工事
- 厳しい作業環境の中で短工期施工を無事に実現
- インドネシア デンパサール下水整備事業 (ODA)
- 香港地下鉄西港線704 工区工事

クレーン、搬送台車、建設機械、特殊車輛他 産業機械用無線操縦装置

今や、業界唯一。
日本国内 自社自力生産・直接修理を实践中!

ポケットサイズ ハンディ～ショルダー機 フルラインアップ!!

ケーブルレス **サテレ-タ** **リモコン** **離操作**

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

- ◆ 業界唯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

新 スリムケーブルレス より安価なオーダー対応を実現!

N/U/Gシリーズ

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

2段階押しスイッチ
装着可能

モデルチェンジ!
内部設計を一新

全ての
交換を優先
しました

自由度の高い
多様なオーダー対応
ボタン配置自在/最大32点

優れた
耐塵・防雨性能
送信機はIP65相当

自社開発 高耐久性
2段階押しスイッチを
装着可能

パネルゴム突起で
操作クリック感が
向上

セットで
15.75万円

8操作標準型
RC-5808N

- 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

12操作標準型
RC-5812N

- 12操作12リレー
- 照度出力リレーの保持を標準採用

セットで
17.85万円

16ボタン
モデル

16操作標準型
RC-5816N

- 16操作16リレー
- 同じ外形で16個のボタンをコンパクトに配置

マイコンケーブルレス

N/U/Gシリーズ
標準型
RC-6016N

- 16操作16リレー
最大25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)

タフ頑強ケーブルレス

N/U/Gシリーズ

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

2段階押し・特殊
スイッチ装着可能

標準型
RC-8516N

- 16操作16リレー
最大32リレー迄
対応可能

セットで
23.1万円

無理難題を
一刀両断!! 最強ハンディ機登場!

堅牢なボディ
耐衝撃性能が向上

優れた
耐塵・防雨性能
送信機はIP65相当

裏面スイッチ

ハンディなのに
特殊スイッチを
装着可能

特殊スイッチ

オーダー対応例

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-タ

N/U/Gシリーズ

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

防爆形 対応可能 (Nシリーズのみ)

3ノッチジョイスティック型
ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能

RC-7132N

セットで
94.5万円

全押しボタン
RC-7126N

セットで
47.25万円

ジョイスティック
2本装着オーダー例

旧アンリツ製 デジタルテレコン 入替専用モデル

● 操作信号数 最大32点
(またはプロボ最大6項目と入出力信号26点以下)

新型ジョイスティック

3ノッチ
ジョイスティック型
RC-7233UAN

スイッチガード付き押しボタン

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

チップケーブルレス

Nシリーズ

微弱電波モデル
対応

標準型
RC-3208N

- 8操作
8リレー

セットで
12.6万円

片手で握り替えずに
正逆操作が行えます!

チップ部品採用で
ポケットサイズ化

トコト機能を絞って
コストダウン

アルカリ乾電池なら
連続使用6時間以上

高い防水性能
送信機はIP65

ボタンの突起
ボタン間の仕切り
シリコンカバーで
操作性が向上

従来機と
信号互換あり!

受信機は既設のまま送信機のみ取替も可

コンパクトという選択肢!!

● 3操作3リレー
最大5リレーまで対応可能

● 微弱Nシリーズは、240MHz化でより安定した電波の飛び!

● 2段階押しスイッチ追加可能! (オプション)

ケーブルレスミニ

微弱電波・ラジコンバンド
両モデル対応

N/Rシリーズ

● 3操作3リレー
最大5リレーまで対応可能

● 微弱Nシリーズは、240MHz化でより安定した電波の飛び!

● 2段階押しスイッチ追加可能! (オプション)

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

取付例

ポケットサイズの本格派!

標準型
RC-4303N/R

セットで
10.5万円

リモコン 離操作

N/U/Gシリーズ

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

標準型
RC-2512N

セットで
23.1万円

● 12操作12リレー
最大32リレーまで対応可能

● 見易くなったLED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

価格もサイズも
ハンディー並み!

データケーブルレス

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!

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

送信機
(外部接点入力型)

7100型▶
6300型▶
5700型▶
3200型▶

写真は
Uシリーズ

受信機

工次次第で用途は無限!

MAXサテレ-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

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

無線変速ジョイスティック
2本装着例

金属シャーシの
多操作・特注仕様専用機!!

無線式火薬庫警報装置

標準付属品付
セットで
42万円

● 長距離伝送
到達距離約2km~(6km)

● 受信機から
電話回線接続機能

● 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

発破番 ES-2000R

ER-2000R(受信機) ET-2000R(送信機)

2km (6km)

火薬庫

音声 一般電話へ自動転送!

音声 音声メッセージ

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おりますのでご覧下さい。 [朝日音響](#) [検索](#)

常に半歩、先を走る

ベンチャー企業創出支援投資 対象企業

朝日音響株式会社

〒771-1350 徳島県板野郡上板町瀬部
FAX: 088-694-5544(代) TEL: 088-694-2411(代)
<http://www.asahionkyo.co.jp/>

平成 25 年 6 月吉日

各位
御社内関係部署にご回覧ください

機関誌の名称変更について

一般社団法人 日本建設機械施工協会

当協会の機関誌は「建設の施工企画」の名称で「建設の機械化」の旧誌名時代を合わせて 60 有余年にわたり建設機械や機械化施工に関する最新の技術報告や解説などの記事を掲載し、会員の皆様に情報発信や交流の場として親しまれてまいりました。当協会は、平成 24 年 4 月に一般社団法人に移行し、名称を日本建設機械施工協会に変更いたしました。また、今年度からは、日本学会会議協力学術研究団体（学会）としての活動を充実するため、投稿原稿（査読付き論文）を募集・審査し、機関誌に掲載することとしました。

そこで、当協会の活動内容がよりの的確に伝わる名称であり、かつ論文を掲載するのに相応しい名称であることを主眼として、長年親しまれてきた「建設の施工企画」に代わり下記の通り、今月号から「建設機械施工」を当協会機関誌の通称名として使用することとしました。なお、併せて、創刊の年を Vol.1 として数えた Vol. 及び No. も表紙に表示することにしました。今後とも内容の充実をはかるとともに会員の皆様により活発な情報発信と交流の場を提供したいと考えておりますので、引き続きご愛読を賜りたいと存じます。

記

名称（日本語）	一般社団法人日本建設機械施工協会誌
名称（英語）	Journal of JCMA
通称名	建設機械施工

論文募集のご案内

日本建設機械施工協会では、このたび学術論文を審査、公表する準備が整いましたので、論文原稿を募集開始します。募集の概要は、以下のとおりです。なお、詳しいことは、当協会ホームページ、論文投稿をご覧ください。

当協会ホームページ <http://www.jcmanet.or.jp>

★募集対象

建設機械、機械設備または建設施工の分野及びその他の関連分野並びにこれらの分野と連携する学際的、横断的な諸課題に関する分野を対象とする学術論文(原著論文)の原稿でありかつ下記の条件を満足するものとします。

- (1) 理論的又は実証的な研究・技術成果、あるいはそれらを統合した知見を示すものであって、獨創性があり、論文として完結した体裁を整えていること。
- (2) この分野にとって高い有用性を持ち、新しい知見をもたらす研究であること。
- (3) この分野の発展に大きく寄与する研究であること。
- (4) 将来のこの分野の発展に寄与する可能性のある萌芽的な研究であること。

★部門

- (1) 建設機械と機械設備並びにその高度化に資する技術部門
- (2) 建設施工と維持管理並びにその高度化に資する技術部門

★投稿資格

原稿の投稿者は個人とし、会員資格の有無は問いません。

★原稿の受付

随時受け付けます。

★公表の方法

当協会機関誌へ掲載します。

★機関誌への掲載は有料です。

★その他：優秀な論文の表彰を予定しています。

★連絡先

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館）

日本建設機械施工協会 研究調査部 論文担当

E-mail : ronbun@jcmanet.or.jp

TEL : 03 - 3433 - 1501

FAX : 03 - 3432 - 0289

情報化施工研修会のご案内 ～ICT建設施工の現地研修～

ICTを活用した新しい施工技術である情報化施工は、施工品質の向上や熟練度に左右されない高い精度の施工などを実現する方法として、更なる普及が期待されています。2013年3月、国土交通省が設置した『情報化施工推進会議』は、新たな「情報化施工推進戦略」を提言しましたが、その中でも「人材育成」が非常に重要であることを指摘しています。

一般社団法人日本建設機械施工協会は、3次元データを利用した建設機械制御等に関する実践的な教育により、情報化施工に対応できる技術者を育成することを目的として、「情報化施工研修会」を開催しております。次回の研修会は下記日程で実施することとしておりますので、研修生の募集についてご案内申し上げます。

記

1. 開催日程：

平成25年 6月27日(木)～28日(金)
平成25年 7月25日(木)～26日(金)

2. 主催：一般社団法人 日本建設機械施工協会

3. 場所：一般社団法人 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所（静岡県富士市大淵3154）

『情報化施工・安全教育研修センター』

アクセスマップはこちらです。(→) <http://www.cmi.or.jp/cmi/map.htm>

4. 対象：建設現場管理者、建設機械オペレーター、その他マシンコントロール（MC）、マシンガイダンス（MG）、トータルステーション（TS）による出来形管理の体験あるいは習得を希望する方。

5. 研修会のコース

コース名	研修目標	受講費用	備考
TS出来形管理コース (1日間) 定員:20名	○情報化施工の概要を把握する ○TSによる出来形管理用データを作成し、実習により出来形管理の基本を習得する	10,000円/人	○CPDS認定研修(6unitを予定) ○開催期間の初日の1日
実務コース (2日間) 定員:20名	○設計図面を読みMC、MG用データ作成をマスターする ○測量データを利用しデータ作成、出来形管理の基本を習得する ○実機を用いた実習によりMC、MG施工の基本を習得する	<div style="text-align: center;">一般:50,000円/人</div> <hr style="width: 50%; margin: 5px auto;"/> <div style="text-align: center;">会員:40,000円/人</div>	○CPDS認定研修(14unitを予定) ○研修用パソコンの利用(一人1台) ○「研修修了証」を発行 ○(独)雇用・能力開発機構のキャリア形成促進助成金制度に基づき、受講料及び賃金の助成を受けられる場合がありますので、雇用・能力開発機構都道府県センター等でご確認いただくことをお勧め致します。

- ・受講資格は特にありませんが、「車両系建設機械(整地・運搬・積み込み用及び掘削用)運転技能講習」修了者であれば、施工機械の運転が可能です。
- ・旧体験コースを既に受講した方が**実務コースを再受講する場合、35,000円/人**で受講できます。
- ・受講費用には、建機・機材のレンタル費、パソコンの利用、傷害保険、テキストなどの費用が含まれています。宿泊費、食事は含みません。
- ・ヘルメット、安全チョッキは当方で準備します。なお、実習の際は安全靴の着用をお願いします。

平成25年度版 建設機械等損料表

- 発刊 : 平成25年5月8日
- 体裁 : B5判 モノクロ 約682ページ
- 価格(税込) : 7,700円(一般) 6,600円(会員等)
- 送料(単価) : 600円(沖縄県を除く日本国内)

* 複数発注の場合は送料単価を減額します。
* 沖縄県の方は一般社団法人 沖縄しまたて協会
(TEL:098-879-2097)にお申込み下さい。

■平成24年度版に対する変更点

- ・損料算定表の「諸元」欄を拡大、諸元記載要領も変更し読み易さを改善
- ・損料算定表の「燃料油種・消費率」欄の記載要領を変更し読み易さを改善
- ・関連通達・告示に「東日本大震災の被災地で使用する建設機械の機械損料の補正について(通知)」を追加



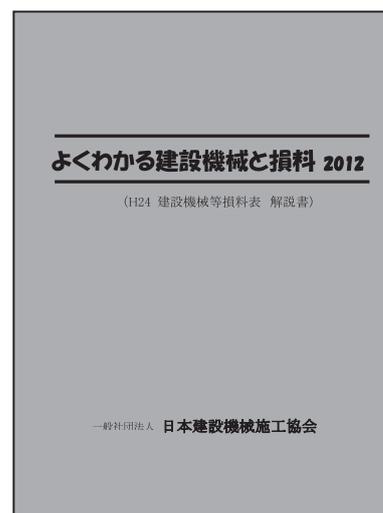
よくわかる建設機械と損料 2012

本書は平成24年度版 建設機械等損料表の解説書として作成したのですが、平成25年度版 建設機械等損料表の解説書としてもお使い頂けます。

- 発刊 : 平成24年5月
- 体裁 : B5判、一部カラー、390ページ
- 価格(税込) : 5,460円(一般)、4,620円(会員等)
- 送料(単価) : 450円

■特長

- ★ 損料用語、損料補正方法を平易な表現で解説
- ★ 各通達・告示類の要旨を解説
- ★ 各建設機械の分類コードの体系を図示
- ★ 各建設機械の概要(機能・特徴)を紹介
- ★ 主要建設機械のメーカー・型式名を表にして紹介
- ★ 機械の俗称からも掲載ページ検索が可能



一般社団法人 日本建設機械施工協会

橋梁架設工事の積算

平成25年度版

∞∞∞ 改訂・発刊のご案内 ∞∞∞

平成 25 年 5 月 一般社団法人 日本建設機械施工協会

謹啓、時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。

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

さて、このたび国土交通省の土木工事積算基準が改正され、平成 25 年 4 月以降の工事費の積算に適用されることに伴い、また近年の橋梁架設工事の状況、実績等を勘案し、当協会では「橋梁架設工事の積算 平成25年度版」を発刊することと致しました。

なお前年度版同様、橋梁の補修・補強工事の積算に際し、その適用範囲や積算手順をわかりやすく解説した「橋梁補修補強工事積算の手引き 平成25年度版」を別冊(セット)で発刊致します。

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

敬 具

◆内容

平成25年度版の構成項目は以下のとおりです。

- 〈本編〉 第1章 積算の体系
第2章 鋼橋編
第3章 PC橋編
第4章 橋梁補修
第5章 橋梁架設用仮設備機械等損料算定表
〈別冊〉 橋梁補修補強工事 積算の手引き
(補修・補強工事積算の適用範囲・手順の解説)



◆改訂内容

平成24年度版からの主な改訂事項は以下のとおりです。

1. 鋼橋編

- ・大型クレーンによる橋体大ブロック架設歩掛の追加
- ・橋梁補修（落橋防止システム工、桁補強材取付工、座屈拘束ブレース設置）歩掛の追加
- ・少数 I 桁橋（全断面現場継手溶接工）歩掛の改訂
- ・積算例題の見直し

2. PC橋編

- ・PCケーブル工にポリエチレンス使用時の諸雑費率を追加
- ・PC橋片持架設工に側径間部吊支保工積算要領の追加
- ・地覆高欄作業車設備の供用日数算出式を追加
- ・外ケーブルPCケーブル工のケーブル組立用架台を諸雑費率化
- ・架設支保工に基礎用鋼材及び支柱受台数量の算出式追加
- ・ハイプレ工法のプレキャストセグメント主桁組立工の7分割歩掛追記
- ・積算例題の見直し

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

●定価

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

※ 別冊のみの販売はいたしません。

※ 学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※ 送料は会員・非会員とも
沖縄県以外 600 円
沖縄県 590 円（但し県内に限る）

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

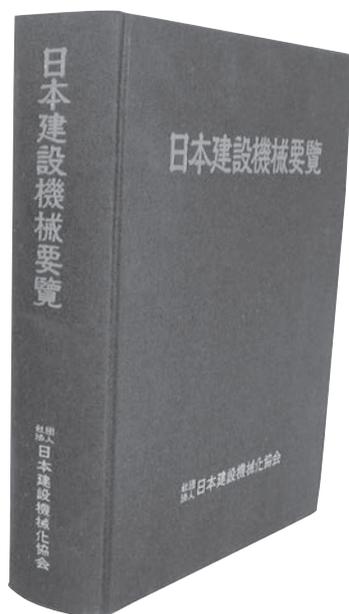
●発刊予定 平成 25 年 5 月 20 日頃

2013年版 日本建設機械要覧

ご案内

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

本書は、専門家で構成する編集委員会の審査に基づき、良好な使用実績を示した国産および輸入の各種建設機械、作業船、工事用機械等を選択して写真、図面等のほか、主要緒元、性能、特長等の技術的事項、データを網羅しております。購読者の方々には欠かすことのできない実務必携書となるものと確信しております。



体 裁

B5判、約1,320頁／写真、図面多数／表紙特製
平成25年3月末発刊

価 格

価格は次の通りです（消費税5%含む）

会 員 43,050円（本体41,000円）

非会員 51,450円（本体49,000円）

（注）送料は1冊1,050円となります。

（複数冊の場合別途）

「会 員」・・・本協会の会員または、官公庁、
学校等公的機関

「非会員」・・・上記以外

特 典

2013年版日本建設機械要覧購入の方への特典として、当協会が運営するWebサイト（要覧クラブ）上において2001年版、2004年版、2007年版及び2010年版日本建設機械要覧のPDF版が閲覧及びダウンロードできます。これによって2013年版を含めると1998年から2012年までの建設機械データが活用いただけます。

2013年版 内容目次

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

◆ 購入申込書 ◆

一般社団法人 日本建設機械施工協会 行

日本建設機械要覧 2013年版	冊
-----------------	---

上記図書を申込み致します。平成 年 月 日

官公庁名 会社名			
所 属			
担当者氏名	⑩	TEL	
		FAX	
住 所	〒		
送金方法	銀行振込 ・ 現金書留 ・ その他 ()		
必要事項	見積書 () 通 ・ 請求書 () 通 ・ 納品書 () 通 () 単価に送料を含む、() 単価と送料を2段書きにする (該当に○) お願い：指定用紙がある場合は、申込書と共に送付下さい		

◆ 申込方法 ◆

- ①官公庁：FAX（本部、支部共）
- ②民 間：（本部へ申込）FAX
 （支部へ申込）現金書留のみ（但し会員はFAX申込可）
- ※北海道支部はFAXのみ
- ※沖縄の方は本部へ申込

（注）関東・甲信・沖縄地区は本部へ、その他の地区は最寄の下記支部あてにお申込み下さい。

[お問合せ及びお申込先]

本 部	〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館	TEL 03 (3433) 1501 FAX 03 (3432) 0289
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8 さっけんビル	TEL 011 (231) 4428 FAX 011 (231) 6630
東北支部	〒980-0802 仙台市青葉区二日町16-1 二日町東急ビル	TEL 022 (222) 3915 FAX 022 (222) 3583
北陸支部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 興和ビル	TEL 025 (280) 0128 FAX 025 (280) 0134
中部支部	〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-17-10 三愛ビル	TEL 052 (962) 2394 FAX 052 (962) 2478
関西支部	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4 谷町スリースリースビル	TEL 06 (6941) 8845 FAX 06 (6941) 1378
中国支部	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22 築地ビル	TEL 082 (221) 6841 FAX 082 (221) 6831
四国支部	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22 建設クリエイトビル	TEL 087 (821) 8074 FAX 087 (822) 3798
九州支部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-8-26 第3白水駅東ビル	TEL 092 (436) 3322 FAX 092 (436) 3323

ご記入いただいた個人情報は、お申込図書の配送・支払い確認等の連絡に利用します。また、当協会の新刊図書案内や事業活動案内のダイレクトメール（DM）送付に利用する場合があります。

（これらの目的以外での利用はいたしません）当協会のプライバシーポリシー（個人情報保護法方針）は、ホームページ（http://www.jcmanet.or.jp/privacy_policy.htm）をご覧ください。

当協会からのダイレクトメール（DM）送付が不要な方は、下記口欄にチェック印を付けてください。

当協会からの新刊図書案内や事業活動案内のダイレクトメール（DM）は不要

平成24年度 建設施工と建設機械シンポジウム論文集・梗概集

- 発 刊：平成24年10月26日
- 本の体裁：A4判 モノクロ 約250ページ CD-ROM 付き
- 価格(税込)：2,000円
- 送料(単価)：600円(沖縄県を除く日本国内)

※ 複数発注の場合は、送料単価を減額します。

■ 内 容

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」を開催しており、今年度は平成24年11月7、8日に機械振興会館にて行われました。

この論文集・梗概集には、「災害、防災、復旧・復興」、「ICTの利活用」、「品質確保とコスト縮減」、「環境保全・省エネルギー対策」、「安全対策」、「維持・管理・補修」の6分野について産学官の皆さんからの応募論文38編のほか、ポスターセッション10編の発表内容や施工技術総合研究所の研究報告4編、さらには本協会の研究開発助成の成果報告2編も掲載されております。

増刷出来 !!

建設施工における地球温暖化対策の手引き

当協会では地球温暖化問題を学び、建設施工における本問題を理解し、実践するための必携書として、これらを簡潔に分かりやすく纏めた「建設施工における地球温暖化対策の手引き」を発刊していましたが好評を頂き御要望を多く頂いているため、この度急遽コピー版で増刷致しました。本書によって地球温暖化と建設施工における地球温暖化対策を理解し、建設現場での実践に役立てて頂きたいと思っております。

◇主な内容

- ・建設施工における工法、資材、建設機械及びその運転方法等について、CO₂の排出を削減するための一般的な対策手法や留意事項を示した。
- ・各工種の標準的な工法におけるCO₂排出量を算出すると共に、その排出量の削減が可能な対策と削減量を対策効果例として示した。
- ・国土交通省の土木工事積算システムにアクセスが多く、地球温暖化対策に関連する8工種を選定した。

◇掲載工種

土工／法面工／擁壁工／基礎工／仮設工（鋼矢板工）／道路舗装／トンネル工／橋梁工（参考資料のみ）

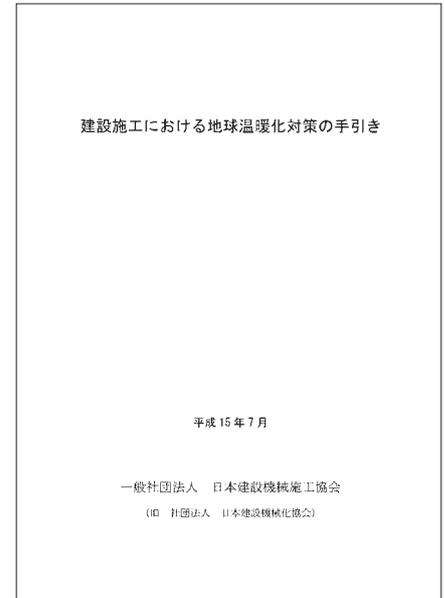
◇体裁・定価

A4判, 85頁

定価 会員 1,470円（本体1,400円）、送料600円

非会員 1,575円（本体1,500円）、送料600円

官公庁（学校関係を含む）は会員価格です。



「建設施工における地球温暖化対策の手引き」準拠 地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル

本書は「建設施工における地球温暖化対策の手引き」に準拠して作成・発行したもので、地球温暖化対策を実施する際に稼働する建設機械の省エネ運転のための操作方法を、具体的に簡便にイラストを使って分かりやすく記載したものです。是非とも上の「手引き」と併せて利用下さい。

◇主な内容

基本事項、油圧ショベル、ブルドーザ、ホイールローダ、ローラ、ホイールクレーン、クローラクレーン、ダンプトラック、点検整備

◇体裁・定価

B5判, 50頁

定価 会員・非会員共 525円（本体500円）



増刷出来 !!

建設作業振動対策マニュアル

本書は地方自治体の環境担当者が実務的に施工現場で施工者に対して振動規制法の適切な執行を行い、振動防止指導や住民からの苦情に的確な処置がとれるようにすること、又建設工事の発注者あるいは施工者が適切に環境保全に対処した工事の計画・施工・管理を実施できるようにすること等を目的として作成しました。

しかし本書は平成6年の初版発行でありまして、その後なされた法規制の制定、改正等に対してその内容を十分に網羅していません。しかし建設作業における振動対策に係わっておられる方々から内容的に参考になる部分が多であるという事で、増刷の要請を多く頂き、当協会ではこの度増刷する事と致しました。是非とも下の当協会の姉妹書「建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック 第3版」とも併せて利用頂ければ幸甚でございます。

◇ 主な内容

- 第1章 建設作業振動の規制
- 第2章 建設作業に伴う公害振動の実態と対策の現況
- 第3章 届け出・苦情時の望ましい対応のあり方
- 第4章 振動の基礎及び測定・評価方法
- 第5章 地盤振動の伝搬と予測
- 第6章 建設工事と建設機械
- 第7章 現状と対策例
- 第8章 建設工事工程計画と工事振動予測例

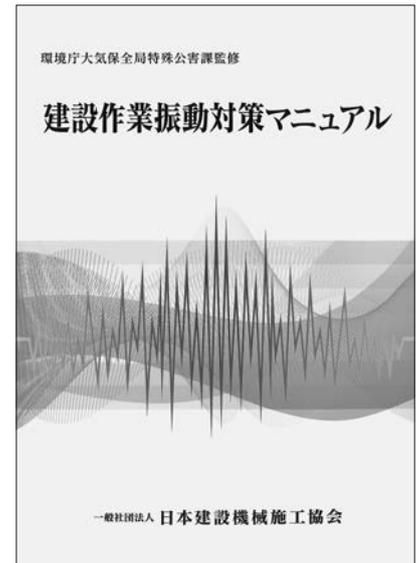
◇ 体裁・定価

B5判, 360頁

定価 会員 5,400円(本体5,143円), 送料520円

非会員 6,000円(本体5,715円), 送料520円

官公庁(学校関係を含む)は会員価格です。



建設工事に伴う 騒音振動対策ハンドブック 第3版

本書は昭和52年に初版が発刊され、昭和62年に改訂されましたが、その後低騒音型建設機械の指定制度の発足及びその大幅な普及など建設機械の低騒音化・低振動化が進むとともに、高流動化コンクリート工法、超高周波振動杭打ち機など低騒音・低振動化技術の進展が著しいので、そのような最新技術と最新データを盛り込んで平成13年に第3版改訂版を発刊致しました。

◇ 主な内容

- 第1章 建設工事と公害
- 第2章 現行法令
- 第3章 調査・予測と対策の基本
- 第4章 現地調査

◇ 取り上げた工種

土工、運搬工、岩盤掘削工、基礎工、土留め工、コンクリート工、舗装工、鋼構造物工、構造物とりこわし工、トンネル工、シールド・推進工、軟弱地盤処理工、仮設工、定置機械(空気圧縮機、発動発電機)

◇ 体裁・定価

B5判, 330頁

定価 会員 5,880円(本体5,600円), 送料600円

非会員 6,300円(本体6,000円), 送料600円

官公庁(学校関係を含む)は会員価格です。



◆ 日本建設機械施工協会『個人会員』のご案内 ◆

会費：年間 9,000円

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

★個人会員の特典

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

今後、続々と個人会員の特典を準備中です。この機会に是非入会下さい!!

◆ 一般社団法人 日本建設機械施工協会について ◆

一般社団法人 日本建設機械施工協会は、建設事業の機械化を推進し、国土の開発と経済の発展に寄与することを目的として、昭和25年に設立された公益法人です。国土交通省および経済産業省の指導監督のもと、建設の機械化に係わる各分野において調査・研究、普及・啓蒙活動を行い、建設の機械化や施工の安全、環境問題、情報化施工、規格の標準化案の作成などの事業のほか、災害応急対策の支援等による社会貢献などを行っております。今後の建設分野における技術革新の時代の中で、より先導的な役割を果たし、わが国の発展に寄与してまいります。

一般社団法人 日本建設機械施工協会とは…

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

■会員構成

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

■主な事業活動

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

■主な出版図書

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

その他、日本建設機械施工協会の活動内容はホームページでもご覧いただけます！

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

※お申し込みには次頁の申込用紙を使用してください。

【お問い合わせ・申込書の送付先】

一般社団法人 日本建設機械施工協会 個人会員係
〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館
TEL:(03)3433-1501 FAX:(03)3433-0401

一般社団法人 日本建設機械施工協会会長 殿

下記のとおり、日本建設機械施工協会個人会員に入会します。

平成 年 月 日

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

【会費について】年間 9,000円

- 会費は当該年度前納となります。年度は毎年4月から翌年3月です。
- 年度途中で入会される場合であっても、当該年度の会費として、全額をお支払い頂きます。
- 会費には機関誌「建設機械施工」の費用(年間12冊)が含まれています。
- 退会のご連絡がない限り、毎年度継続となります。退会の際は必ず書面にてご連絡下さい。
また、住所変更の際はご一報下さるようお願い致します。

【その他ご入会に際しての留意事項】

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

【個人情報の取扱について】

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

一般社団法人日本建設機械施工協会 発行図書一覧表 (平成 25 年 5 月現在)

発行年月	図 書 名	税込価格	会員価格	送料
H25 年 5 月	橋梁架設工事の積算 平成 25 年度版	8,400	7,140	600
H25 年 5 月	平成 25 年度版 建設機械等損料表	7,700	6,600	600
H25 年 3 月	日本建設機械要覧 2013 年版	51,450	43,050	1,050
H24 年 9 月	道路除雪オペレータの手引	3,000	2,000	600
H24 年 5 月	よくわかる建設機械と損料 2012	5,460	4,620	450
H24 年 5 月	大口径岩盤削孔工法の積算 平成 24 年度版	5,880	5,000	450
H23 年 4 月	建設機械施工ハンドブック 改訂 4 版	6,300	5,350	700
H22 年 10 月	アスファルトフィニッシャの変遷	3,150		400
H22 年 10 月	アスファルトフィニッシャの変遷【CD】	3,150		400
H22 年 7 月	情報化施工の実務	2,100	1,800	400
H21 年 11 月	情報化施工ガイドブック 2009	2,310	2,100	400
H20 年 6 月	写真でたどる建設機械 200 年	2,940	2,490	450
H20 年 2 月	除雪機械技術ハンドブック	3,000		600
H18 年 2 月	建設機械施工安全技術指針・指針本文とその解説	3,360	2,800	450
H17 年 9 月	建設機械ポケットブック (除雪機械編)	1,000		250
H16 年 12 月	2005「防雪・除雪ハンドブック」(除雪編)	5,000		530
H15 年 7 月	道路管理施設等設計指針 (案) 道路管理施設等設計要領 (案)	3,360		600
H15 年 7 月	建設施工における地球温暖化対策の手引き	1,575	1,470	600
H15 年 6 月	道路機械設備 遠隔操作技術マニュアル (案)	1,890		600
H15 年 6 月	機械設備点検整備共通仕様書 (案)・機械設備点検整備特記仕様書作成要領 (案)	1,890		600
H15 年 6 月	地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル	525		250
H13 年 2 月	建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック	6,300	5,880	600
H12 年 3 月	移動式クレーン、杭打機等の支持地盤養生マニュアル	2,600	2,300	390
H11 年 10 月	機械工事施工ハンドブック 平成 11 年度版	7,980		600
H11 年 5 月	建設機械化の 50 年	4,200		600
H11 年 5 月	建設機械図鑑	2,625		600
H10 年 3 月	大型建設機械の分解輸送マニュアル	3,780	3,360	600
H9 年 5 月	建設機械用語集	2,100	1,890	600
H8 年 11 月	Construction Mechanization in Japan 1997	3,150		420
H7 年 4 月	最近の軟弱地盤工法と施工例	9,800	9,300	800
H6 年 4 月	建設作業振動対策マニュアル	6,000	5,400	520
H6 年 6 月	ジオスペースの開発と建設機械	8,000	7,500	500
H5 年 8 月	道路除雪ハンドブック	5,200	4,800	420
S63 年 3 月	新編 防雪工学ハンドブック	10,500	9,450	520
S59 年 11 月	場所打ち杭設計施工ハンドブック	5,145	4,630	460
S59 年 2 月	建設機械整備ハンドブック (エンジン整備編)	6,510	5,859	520
S56 年 12 月	建設機械整備ハンドブック (基礎技術編)	8,400	7,560	520
S55 年 1 月	建設機械整備ハンドブック (管理編)	4,200	3,780	520
	建設機械履歴簿	400		250

購入のお申し込みは当協会 HP <http://www.jcmanet.or.jp> の出版図書欄の「ご購入方法」の「図書購入申込書」をプリントアウトし、必要事項を記入してお申し込みください。

目次

建設業の海外展開, 海外における建設施工 特集

3	巻頭言 国際建設事業への取り組み 契約管理に関する意識改革	草柳 俊二
4	これからのインフラ・システム輸出戦略 インフラ海外展開推進のための有識者懇談会最終取りまとめ	仲澤 純
11	JICA のインフラ関係事業展開	芦野 誠
17	わが国建設業の海外動向の現況	松井 波夫
21	換気立坑のスリップフォーム採用による急速施工 4 方向大断面トンネル交差部のスリップフォームによる連続施工	多田 博光
26	コロラドリバー橋と施工設備	定松 道也
32	インドネシア カレベダムの施工	寺内 健二
38	マリーナ高速道路 485 工区工事 海底トンネル, 鋼管矢板による二重締め切りボックスカルバートトンネル施工	内田 桂司・和泉 敏幸
42	アフリカ・マダガスカル共和国 エホアラ港建設工事	釣部 敏雄
51	シンガポール マリーナ・ベイ・ファイナンシャル・センター 建設工事 シンガポールにおける RC 超高層建築の省力化・機械化施工	大高 広之・太田 秀岐・香林 洋
56	厳しい作業環境の中で短工期施工を無事に実現 「ジブチの奇跡」と称賛されたジブチ・パレス・ケンピンスキーホテル	小林周一郎
60	インドネシア デンパサル下水整備事業 (ODA) 海外における推進技術	河野 暢敬
67	香港地下鉄西港線 704 工区工事 市街地における岩盤地下空洞の掘削及び構築	岩田 修・清水 達郎
75	交流の広場 新世代技術「SKYACTIV パワートレイン」	石野 勅雄
81	ずいそう 北の海みちに思う	鯨島 伸雄
82	ずいそう 研究を進めるうえでの学習	茂木 正晴
83	トピックス 復旧・復興で活躍する建設機械	内田 直之
87	JCMA 報告 bauma2013 ~ 第 30 回国際建設機械見本市~視察報告	佐野 昌伴
94	CMI 報告 トンネル供用時の維持管理用作業台車の開発	寺戸 秀和
97	部会報告 ISO/TC 127 (土工機械) 2013 年 4 月 フランス国パリ市での国際作業グループ会議報告 ISO/TC 127/SC 1/WG 5 (ISO 5006 視界性) 会議	出浦 淑枝
101	新工法紹介	機関誌編集委員会
103	新機種紹介	機関誌編集委員会
106	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
107	行事一覽 (2013 年 4 月)	
110	編集後記	(篠原・安川)

◇表紙写真説明◇

マリーナ・ベイ・ファイナンシャル・センター 建設工事

写真提供:

Kajima Overseas Asia Pte Ltd (KOA) シンガポール

マリーナ・ベイ・ファイナンシャル・センター (MBFC) は, 新たな世界的金融ハブとして建設されるシンガポール都市開発の目玉となる大型プロジェクトである。合計

約 46 万 m² のハイグレードなオフィススペースを有する超高層オフィスタワー 3 棟と, 1 万 7,000 m² の商業施設, 住宅タワー 2 棟からなる複合施設を 2 期に分けて建設した。KOA の JV が住宅棟 2 棟を除く全てを施工した。

写真中央施工中のビルが 2 期工事のタワー 3 (地下 3 階, 地上 46 階, 高さ 239 m) で, 右 2 棟が 1 期工事のタワー 1 (地下 2 階, 地上 32 階, 高さ 188 m) とタワー 2 (地下 2 階, 地上 50 階, 高さ 239 m) である。

情報化施工により東日本大震災の復興を支援

施工部会情報化施工委員会(委員長:植木睦央 鹿島建設株式会社東京建築支店機材部)は、情報化施工を通じ災害に強く信頼性の高い復興事業を実現できるよう被災3県の施工者や発注者などを支援することとしました。

まずは、一般社団法人日本建設機械

施工協会のサイトに復興支援のためのホームページを立ち上げ、情報化施工に対する疑問や現場での困りごとについての相談に答えていくこととしました。次に、復興事業において情報化施工を取り入れ、自社のレベルアップを図ろうと考える施工者を、被災3県の

中から募り、業務受注後から竣工までをトータルサポートしていくこととしています。

<http://www.jcmanet.or.jp/sekou/hukkou/index.html>

平成 25 年度「建設施工と建設機械シンポジウム」のご案内

“建設施工と建設機械”に関する技術の向上を目的に、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。本年度は「暮らしを支える建設施工と建設機械」をテーマとし、①災害対策、防災、復旧・復興 ② ICT の利活用 ③品質確保とコスト

縮減 ④環境保全、省エネルギー対策 ⑤安全対策 ⑥維持・管理・補修の6項目に関連する論文発表を行うほか、ポスターセッションも行います。

参加申し込みは、当協会ホームページをご覧ください。

会期：平成 25 年 11 月 13 日（水）～ 14 日（木）

詳細問い合わせ先：

一般社団法人日本建設機械施工協会
シンポジウム実行委員会事務局

水口、直塚

TEL：03-3433-1501

FAX：03-3432-0289

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

平成 25 年度建設機械施工技術検定試験

－ 1・2 級建設機械施工技士－

平成 25 年度 1・2 級建設機械施工技術検定試験を次の通り実施いたします。

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

1. 申込み方法

所定の受検申込み用紙に必要事項を

記載し、添付書類とともに郵送。

平成 25 年 2 月 1 日（金）から 4 月 5 日（金）まで、受検申込み用紙等を含む「受検の手引」一式を当協会等で販売します。

2. 申込み受付

平成 25 年 3 月 8 日（金）～ 4 月 5 日（金）；終了

3. 試験日

学科試験：平成 25 年 6 月 16 日（日）；
終了

実地試験：平成 25 年 8 月下旬から 9 月中旬

詳細問い合わせ先：

一般社団法人日本建設機械施工協会
試験部

TEL：03-3433-1575

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

「平成 25 年度版 建設機械等損料表」「よくわかる建設機械と損料 2012」

発刊のお知らせ

「平成 25 年度版 建設機械等損料表」

■平成 24 年度版からの変更点

- ・損料算定表の「諸元」欄を拡大、諸元記載要領も変更し読み易さを改善
- ・損料算定表の「燃料油種・消費率」欄の記載要領を変更し読み易さを改善
- ・関連通達・告示に「東日本大震災の被災地で使用する建設機械の機械損料の補正について（通知）」を追加

発刊：平成 25 年 5 月 8 日

体裁：B5 判、モノクロ、約 682 頁

価格（送料別途，消費税含む）：

会員等 6,600 円、一般 7,700 円

「よくわかる建設機械と損料 2012」

平成 24 年度版 建設機械等損料表の解説書として作成したのですが、平成 25 年度版 建設機械等損料表の解説書としてもお使い頂けます。

★損料用語、損料補正方法を平易な表現で解説

★各通達・告示類の要旨を解説

★各建設機械の分類コードの体系を図示

★各建設機械の概要（機能・特徴）を紹介

★主要建設機械のメーカー・型式名を表にして紹介

★機械の俗称からも掲載ページ検索が可能

発刊：平成 24 年 5 月

体裁：B5 判、一部カラー、390 頁

価格（送料別途，消費税含む）：

会員等 4,620 円、一般 5,460 円

詳細問い合わせ先：

一般社団法人日本建設機械施工協会

TEL：03-3433-1501

FAX：03-3432-0289

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

巻頭言

国際建設事業への取り組み

契約管理に関する意識改革

草柳俊二



国際建設プロジェクトには国内プロジェクトには見られない異次元のリスクが存在する。リスク対応には契約管理に関する認識と経験が必須条件となることは多くの人々が認識している。各企業はもちろん、海外建設協会や国際建設技術協会等で、契約管理に関する能力向上や人材育成に関する様々な取り組みが続けられている。だが、未だに多くのプロジェクトで、紛争が発生してから対応する後追状態が続いている。何故、契約管理意識が実際の仕事と結びつかないのか。

日本は性善説の国だからといった説明が聞かれる。しかし、文化論で片づけるのは短絡過ぎる。マザーマーケット（産業の根幹市場）である国内建設市場の実態を見つめるとその原因が見えて来る。我が国では、公共事業執行システムの論理基盤となる会計法や建設業法、予算決算及び会計令等、各種関連法規が建設プロジェクトの実態と乖離した点を多く含んでいる。その乖離が、公共事業執行システムと標準契約約款の条項との論理的な不連続点を発生させることになる。

標準契約約款には工期延伸や追加費用の精算に関する権利と義務が明記されているが、精算基盤となる請負代金内訳書と約定工程表の位置づけが明確でない。その影響もあってか、契約条項には何ら記載のない落札率（請負率）を追加費用精算に適用することが正論化している。日本の建設プロジェクトは契約とは全く異なった哲学で動く、と云われても仕方のない状態にある。

関連法規とプロジェクトの実態との乖離是正は、真正面から議論し、本腰を入れて是正に取り組んで行かねばならない問題である。これは国際競争力向上だけでなく、TPP等の国際化対応と云った観点からも、不可欠なものとなって来る。

日本の建設産業に契約管理意識を根付かすためには、上述の対応だけではなく、技術者自身の意識改革も必要となる。長期間、国際プロジェクトに携わってきた者でも、契約管理の知識と技術を備えた者はごく限られている。結果的に見ると、契約管理を学ぶ機会を得ても、学んだ知識を業務と結び付けていないということになる。

日本の技術者と諸外国の技術者の技術に関する意

識を比較してみると、面白い特性が見えてくる。日本の技術者は「現場合わせの能力」に長けているが、「事前合わせの能力」が低い。諸外国の技術者はその逆ということである。この相違は技術者の担う業務特性から生まれるものと考えられる。欧米諸国を始め、途上国においても、建設プロジェクトの技術者；Site Engineer と監督；Superintendent はそれぞれ独立した職種となっている。Site Engineer の業務は、Superintendent が仕様書や契約等の諸条件に従い、間違いなく、効率良く仕事を進めるための方法の策定や、スケジュール管理やコスト管理を行うことであり、これが彼らに求められる能力ということになる。つまり、求められるのは、問題の発生を予測し、事前に対策を策定すること、「事前合わせの能力」ということである。

一方、日本の現場技術者は Site Engineer と Superintendent の業務を合わせた形の業務を担う形態となっている。自身が現場業務の追行者であるため、発生した問題に対応し、解決する力、つまり「現場合わせの能力」を重視することになる。問題は「現場合わせの能力」は「実践先行・論理従属」の形となることである。契約管理は、典型的な「論理先行・実践従属」形態の「事前合わせの能力」であり、日本の技術者にとっては質の異なった能力ということになってくる。

国際プロジェクトでよく見られる日本の技術者と諸外国の技術者との葛藤は、ほとんどの場合「現場合わせの能力」と「事前合わせの能力」の相違から発生している。問題は、論理性、説明責任といった観点から、「現場合わせの能力」では勝ち目のない戦いとなるということである。

日本の技術者が諸外国の技術者以上の能力を持つ方策は何か。自身の持つ能力特性である「現場合わせの能力」に加え、「事前合わせの能力」を身に付けることである。発想を切り替え、契約管理に関する知識と技術の向上に取り組むことはその実現に最も有効な方策となると考える。

—くさやなぎ しゅんじ

高知工科大学 大学院社会システムマネジメントコース 特任教授
総合研究所 社会システム研究センター長—

これからのインフラ・システム輸出戦略

インフラ海外展開推進のための有識者懇談会最終取りまとめ

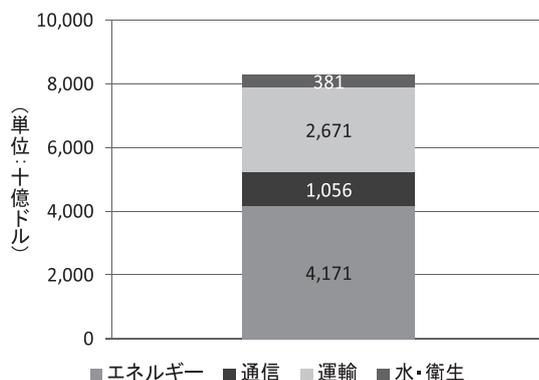
仲澤 純

本報告はインフラ海外展開推進のための有識者懇談会（座長：家田仁東京大学大学院教授）において取りまとめられた「これからのインフラ・システム輸出戦略」について報告するとともに、インフラ輸出をめぐる現状と今後の方向性について紹介するものである。なお、本稿の内容はあくまで筆者の個人的な見解であり、国土交通省や政府を代表するものではない。

キーワード：インフラ・システム、インフラ輸出、インフラ海外展開、パッケージ型インフラ

1. はじめに

今年1月から2月にかけてNHK テレビ放送 60年記念ドラマ「メイドインジャパン」（唐沢寿明主演）が放映された。戦後の日本を支えてきたモノづくりの意義に向き合いながら、メイドインジャパンの本質を問いかけたものである。戦後の高度経済成長を実現した日本のモノづくりは90年代初頭まで“Japan as Number One”と称賛され、世界経済をもけん引してきた。そんな活気を彷彿させるように、いま、アジアをはじめとする世界のインフラ市場は関連産業にとって大きなビジネスチャンスとなっている。アジア諸国の発展に伴い国際協力の枠にとどまらず、競合国との間でビジネス展開を繰り広げる段階にシフトしており、アジア開発銀行（ADB）及びアジア開発銀行研究所（ADB I）の調査では、アジアだけで2010年から2020年の10年間に約8兆ドルのインフラ需要が見込まれている（図-1）。



出典：ADB, ADB I “Infrastructure for a Seamless Asia” (2009)

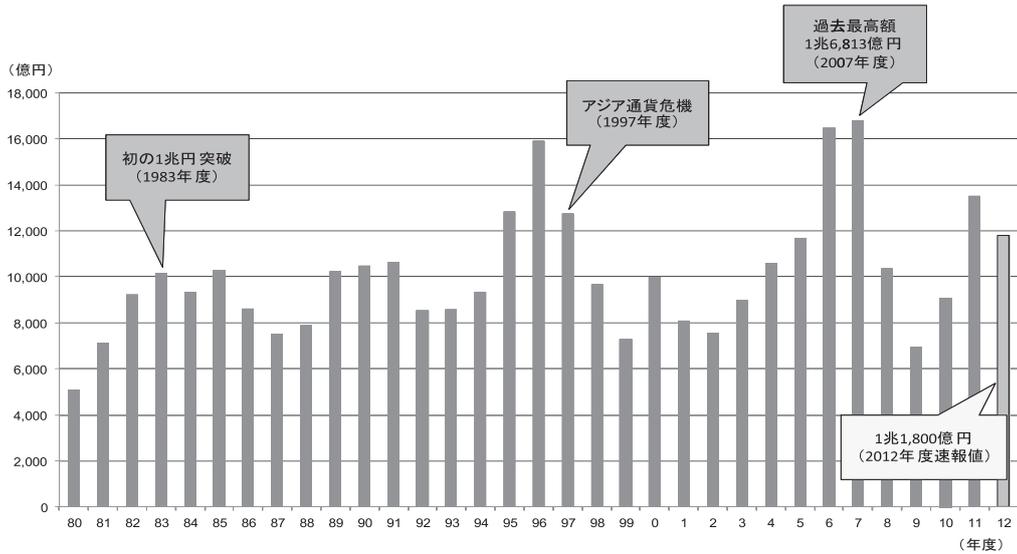
図-1 アジアにおけるインフラ需要 (2010～2020年)

人口減少や公共投資の圧縮によって国内市場が縮小を余儀なくされる中で、アジアをはじめとする新興国の成長を取り込むことは我が国の成長に不可欠である。我が国のインフラ関連産業は、最先端技術やきめ細かな運用、環境や安全性において競合国に対する比較優位性を有しているものの、必ずしも十分な受注獲得につなげられていないのが現状である。

例えば、我が国建設企業は耐震・免震技術、シールド等の高度な技術力、安全管理等に優れているものの、受注額は過去数十年間にわたり1兆円前後の水準で推移している（図-2）。過去10年間ににおいても年によってダブルスコアの開きが見られるように必ずしも安定推移している状況にはない。

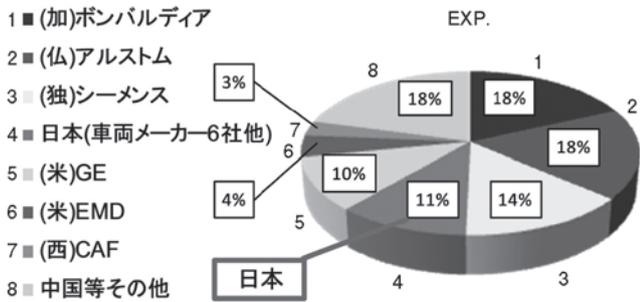
また、我が国鉄道車両は、品質の高さや工期の遵守等、その信頼性の高さに強みがあるものの、世界の鉄道車両工業マーケットにおける日本のシェアは11%に留まっている（図-3）。欧米三社が全体で約3.5兆円マーケットの半分を占めている状況であり、各社の割合も日本を凌駕している。

アジア等における旺盛なインフラ需要を前に、国土交通省としても、インフラ輸出をサポートする取り組みに従事してきたところであるが、国際社会を取り巻くビジネス環境が目まぐるしく変化中、これまでの取り組みを総括し、今後さらに何をすべきかを検討することが必要となってきている。本報告はインフラ海外展開推進のための有識者懇談会において平成25年2月に取りまとめられた「これからのインフラ・システム輸出戦略」について報告するとともに、インフラ輸出をめぐる現状と今後の方向性について紹介する。



出典：(一社) 海外建設協会 (2013)

図一 我が国建設企業の海外受注実績



注) 国内需要は含まない
出典：日本鉄道車両輸出組合資料 (2007)

図一 世界の鉄道車両工業 マーケットシェア

2. 公表に至るまでの経緯

国土交通審議官の私的懇談会であるインフラ海外展開推進のための有識者懇談会 (座長: 家田仁東京大学

大学院教授) は、冒頭の状態を踏まえ、我が国の強みを活かしたインフラ輸出について、従前の取り組みの評価・検証を行った上で今後の課題を洗い出し、課題克服に向けた戦略と具体的施策を取りまとめることを企図して立ち上げられたものである。平成 24 年 5 月 24 日に第 1 回が開催され、6 月 13 日には中間取りまとめを公表した。その内容は、効果的な実現のため政府レベルの取り組みである「パッケージ型インフラ海外展開促進プログラム」(平成 24 年 6 月 27 日パッケージ型インフラ海外展開関係大臣会合決定) (図一 4)、さらには「日本再生戦略」(平成 24 年 7 月 31 日閣議決定) にも反映された。その後、海外事例に基づく検討を行う等、フリーディスカッションを加え、計 7 回の議論を経て、平成 25 年 2 月 15 日に最終取りまとめとして「これからのインフラ・システム輸出戦略」が

パッケージ型インフラ海外展開関係大臣会合



1. 役割
アジアを中心とする旺盛なインフラ需要に対応して、インフラ分野の民間企業の取組を支援し、国家横断的かつ政治主導で機動的な判断を行うため、パッケージ型インフラ海外展開関係大臣会合を開催することが決定された。

2. 構成員及び開催実績

共同議長： 内閣官房長官及び国家戦略担当大臣			構成員： 総務大臣、外務大臣、財務大臣、経済産業大臣、国土交通大臣及び環境大臣		
事務局長： 内閣官房副長官					
開催回数	開催日	議題	開催回数	開催日	議題
第1回	平成22年 9月28日	総論	第10回	平成23年10月21日	ASEAN連結性
第2回	平成22年10月 6日	原子力発電分野	第11回	平成23年12月15日	インド
第3回	平成22年10月22日	ベトナム	第12回	平成24年 2月10日	ミャンマー
第4回	平成22年11月16日	鉄道分野	第13回	平成24年3月13日	宇宙
第5回	平成22年12月 1日	水分野	第14回	平成24年4月16日	メコン
第6回	平成22年12月10日	横断的・構造的課題	第15回	平成24年6月27日	これまでの取り組みのレビューと今後の促進策
第7回	平成23年 1月21日	石炭火力発電	第16回	平成24年7月27日	海洋インフラ
第8回	平成23年 2月23日	インドネシア	第17回	平成24年9月3日	医療
第9回	平成23年 8月19日	資源(アガール・レアース)	第18回	平成24年10月16日	防災分野

3. 大臣会合の成果

第6回大臣会合において横断的・構造的課題について取りまとめが行われ、平成22年12月21日の新成長戦略実現会議の場で報告された。
また、第15回大臣会合において、パッケージ型インフラ海外展開促進プログラムが取りまとめられた。

第6回大臣会合で取りまとめられた主な措置(いずれも実施済)

① 各省幹事会の設置	② インフラプロジェクト専門官の指名
③ JIBCの機能拡大	④ JICAの海外投融資再開
⑤ NEXIの補償内容拡充	

パッケージ型インフラ海外展開促進プログラムの主な内容(国土省関係)

① 案件形成の強化、モデルプロジェクトの実施・支援	② 面的プロジェクトの推進
③ 公的機関(鉄道機構、下水道事業団、水資源機構等)の活用	
④ 人材育成・人的ネットワーク構築	⑤ 新分野(防災・ソフトインフラ・海洋等)の開拓

出典：国土交通省資料

図一 4 パッケージ型インフラ海外展開関係大臣会合

表一 1 インフラ海外展開推進のための有識者懇談会委員及び開催状況

委員	開催状況
家田 仁：座長 東京大学大学院工学系研究科教授	平成 24 年 5 月 24 日（第 1 回）
大橋 忠晴 日本鉄道車両輸出組合理事長 （川崎重工工業㈱会長）	これまでのレビューと論点整理 6 月 4 日（第 2 回） 施策の方向性の検討
小澤 一雅 東京大学大学院工学系研究科教授	6 月 13 日（第 3 回） 中間取りまとめ（案）の検討
木村 恵司 一般社団法人不動産協会理事 （三菱地所㈱会長）	6 月 22 日 中間取りまとめ公表 7 月 31 日（第 4 回）
小林 栄三 海外港湾物流プロジェクト協議会座長 （伊藤忠商事㈱会長）	海外事例に基づく検討（鉄道、港湾、航空） 11 月 13 日（第 5 回） 海外事例に基づく検討（道路、水、海洋インフラ）
住川 雅晴 一般社団法人海外水循環システム協議会理事 （㈱日立製作所顧問）	12 月 12 日 フリーディスカッション（インフラ海外展開推進の基本的考え方の検討） 12 月 26 日（第 6 回）
清野 智 海外鉄道推進協議会会長 （東日本旅客鉄道㈱会長）	最終取りまとめ（案）の検討
竹中 統一 一般社団法人海外建設協会会長 （㈱竹中工務店社長）	平成 25 年 2 月 15 日 最終取りまとめ公表
（五十音順・敬称略）	

公表された（表一 1）。

3. 「これからのインフラ・システム輸出戦略」 概論

「これからのインフラ・システム輸出戦略」は、大きく分けて①インフラ海外展開推進の基本的考え方、②本編、③具体的施策一覧の 3 部構成になっている（ただし、③は参考資料として整理されている）。

(1) インフラ海外展開推進の基本的考え方

① 3つの意義

インフラ輸出の推進は、①少子・高齢化が進む我が国にとってアジアをはじめとする「新興国等の成長を取り込むこと」が我が国の経済成長にとって不可欠であること、②官民いずれにとっても「組織の活力を維持する上で有効なフロンティア」として機能すること、③相手の真のニーズをくみ取り、現地における経済発展のみならず、長い目で見ると将来的な人材育成となる現地での雇用創出や環境保全にも貢献することで、経済的な繁栄だけでなく「世界で尊敬される国であり続ける」ことに資する。

② 4つのポイント

相手国の真のニーズを満たすためには「相手国の風

土、文化等の尊重」が前提となる。現地ニーズに合わせるということはスペックダウンも含めた対応が求められることを示唆する。気候や生活水準にあったスペックや販売方法にも配慮しなければならない。

従来はパッケージ型インフラという概念が用いられてきたが、パッケージという概念は多義的に使われてきた（プロジェクトの川上（構想段階）から川下（運営・維持管理）まで、垂直的に複数の段階をまとめて提案するもの。鉄道と沿線開発などのように、一定地域内の複数プロジェクトを面的にまとめて提案するもの。インフラとそれに関連する制度、基準・標準、ノウハウなど（ソフトインフラ）を一体的に提案するもの。場合によってはプレイヤーレベルでのパッケージも想定され得る）。本懇談会においては、その概念をさらに昇華させ、単に束ねるという意味でのパッケージ概念から相手のニーズを踏まえて最適なパッケージを提供するという視点、すなわち「システム思考のソリューション提案」を強調している。

「グローバル・ローカルな人材の確保・育成」はかねてよりその重要性が訴えられてきた。本懇談会では、特に「学」の立場から留学生や留学経験者を貴重な人材として有効活用していくべきとの考えが一貫して示された。

官民連携が強調される中、大学などの教育機関にお

いても人的ネットワークや情報のハブとしてインフラ輸出の推進に貢献し得ることへの再認識が促された。「産学官の連携と役割分担」を現場にいる民、アカデミックな立場や留学生支援の観点から貢献する学、そしてそれらをサポートしていく官の三者で共有できた。

インフラ海外展開推進の基本的考え方は本編よりも一段高いものとして用意された、いわば骨太の方針である。意義ばかりでは進まないが疎かにしてはならない理念であると言えよう。

(2) 本編

需要がある中で受注につながっていない現状をどのように打破していけるかについて一定の整理を行ったものである(図一5)。詳細は最終取りまとめをご覧ください。ここでは取りまとめ作業の過程で得られた有識者の方々のご意見及び各業界の方々との意見交換をさせていただいた中で印象に残った議論を紹介したい。

① ニーズに対応できているか～システム思考のアプローチ

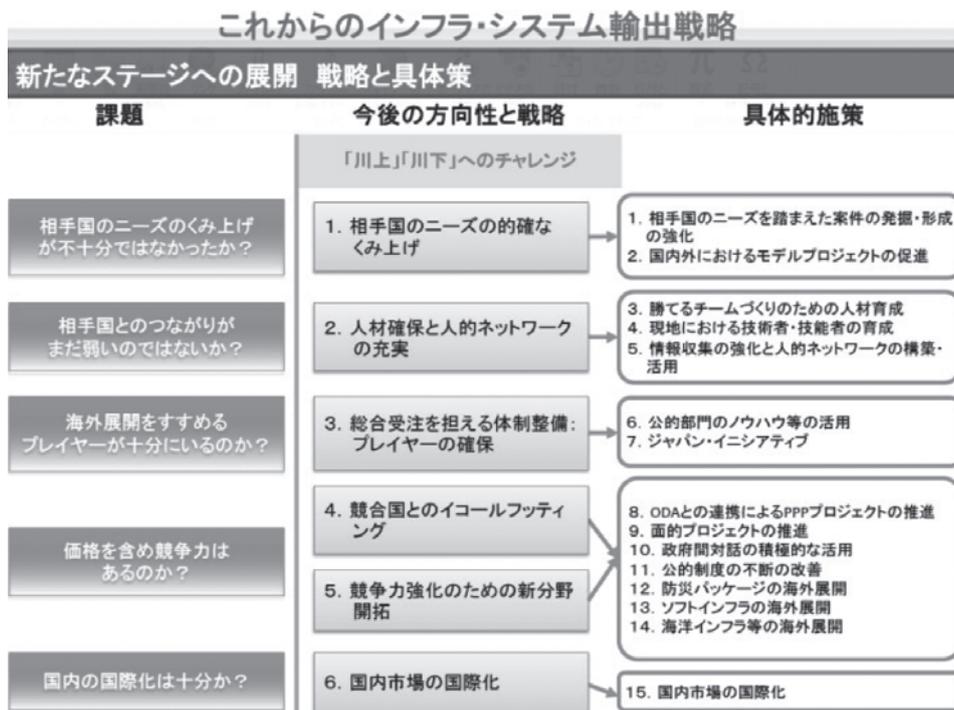
インフラは生活に結びついたものであり現地での雇用も巻き込んだ地場産業であることから、現地の人にとっての「使い勝手の良さ」が重要である。当然、風土や文化等の理解が重要でありそれをビジネスの上で実践していかなければならない。しかし、それは必ず

しも容易なことではない。鉄道の食堂車に火力を要する本格キッチンの設置や、日本のゴミ収集車にはない台座やフック等の機能を取り付けてほしいという要望があっても、安全性やスペックの問題から容易に対応できない現状がある。スペックダウンの例も然り。PPPの考え方が国によって異なるように、スマートシティの「スマート」のとらえ方も国によって異なる。停電しなければよいという考えと、我が国のように制御・効率化を重視する発想には大きな隔りがある。そうかと思えば、成長著しいアジアにおいては、発展段階や地域に応じた新たな対応も要請されてくる。こうした現実を見据え、現地ニーズに応えつつ、我が国企業の利益にも適うような最適提案を作り上げ、調整していくシステム思考が要請される。

② リスクを誰が負うか～需要リスクへの取り組み

民間企業の方々が重ねて要望されていたことがある。それはリスク負担のあり方であり、官民において認識のギャップがあると指摘された。インフラ海外展開の案件は期間が長く開発費用も膨大である。海外での事業であることから、政治・経済情勢の変化、国有化や制度変更等のカントリーリスクもある。リスクについては様々な議論があったが、ここでは特に需要(ライダースhip) リスクについて焦点を当てて紹介したい。

交通インフラの運営には需要の変動に伴う収益の変動が顕著である。米国同時多発テロ事件の際は、我が



出典：国土交通省 HP (http://www.mlit.go.jp/report/press/sogo05_hh_000076.html)

図一5 「これからのインフラ・システム輸出戦略」本編概要

国の航空会社だけでも米国路線を含む太平洋線の国際旅客輸送が前年同月比 39.5% 減と大幅に減少した。交通インフラの運営は大規模な投資に加えて、こうした需要リスクに曝されている。サービス業は製造業に比べると需要リスクの危険性が高いものの、いずれも撤退を選択肢に据えられるだけの投資規模に設定することが可能である。また、巨大な投資規模を形成するインフラ運営事業においても「生産物」が確保できる電力や水は恵まれている。投資規模は大きいものの交通インフラと比較すると需要の変動は少なく予測もたてやすいからである。実際、インフラ輸出の相手国政府は（最低）収入保証を行うことで継続的な運営を担保している。よって、インフラ輸出の中でも需要リスクの呪縛に曝されやすい交通インフラの運営は、リスクのとらえ方にもよるが、JBIC や JICA によるファイナンス支援に加え、更なる支援を要する分野であると言えそうである。鉄道、航空、物流（港湾）プロジェクトは需要が読めない場合も少なくなく、JBIC・JICA からの資金支援が見込み難い側面もある。道路も通行料収入による償還が理論的には可能であるものの、直接消費者が対価を支払う形態になることから回収しにくいという実態がある。特に、公共性の高い事業ほど、儲けだすと消費者から料金を下げるよう要請され、思うように利益が出せない現状があるようである。こうした状況を踏まえ、収入保証のような形で相手国政府に要求・調整することに加え、ファイナンス手法の拡充を国に期待する声が重ねられた。先の例は国内のケースであるが、政策投資銀行による航空会社に対する緊急融資に加え、航空機へのテロ等により第三者に損害が発生した場合の政府措置（被害者への賠償金の支払い措置）が講じられた。他方、ビジネスである以上、需要リスクは一義的にはオペレーターが負うべき性質のものであろう。支援のレベルは精査を要するが、何らかの政府支援が講じられることでマネージ可能な領域にまで引き上げられる瀬戸際の案件も存在し得る。そのようなプロジェクトについては官が知恵を出して取り組むことが期待される。

③マーケットの射程をとらえきれているか～いま一歩踏み込んだ施策の実現に向けて

冒頭でお示ししたとおり、ADB と ADBI によれば、アジアだけでも向こう 10 年間で需要は 8 兆ドルと試算されているが、我が国の企業にとって本当の意味でターゲットになり得るマーケットはいかばかりか？ 母数となるマーケットの射程や数値のとらえ方が適切に共有されない限り有益な施策の打ち出しや適切なフォローアップにつながり難いため、何をもってイン

フラ輸出のマーケットとしていくのかを整理していくことが肝要である。

平成 25 年 5 月 17 日、国土交通大臣を含めた関係閣僚により構成される経協インフラ戦略会議において、「インフラシステム輸出戦略」が取りまとめられた。その中で 2020 年に我が国企業がインフラシステム輸出全体で目指すべき目標として、現在の年間約 10 兆円の 3 倍、約 30 兆円が打ち出された。平成 22 年に政府は 2020 年までの目標として「市場規模 19.7 兆円」を掲げていたが、約 30 兆円という数字は当時の目標に新分野を加え推計を施したものである。新興国等における需要増や新たな市場開拓を見込んでいる数字であり、これまで以上に官民双方において取り組みを強化していくことが期待される。

(3) 具体的施策一覧

本編の第 3 章で具体的施策がまとめられており、「本報告書の具体的施策の実施状況をレビューするとともに、新たな状況に的確に対応するため、今後とも更なる検討を行うべきである」と結ばれている。具体的施策一覧はこれらの施策を然るべくフォローアップしていく目的で簡潔に整理したものである。インフラ輸出の取り組みは目まぐるしく変わり得る環境であることは既に触れたとおりであるが、今後どのようにロードマップを描いていくか関係者と調整しながら進めていくことが肝要である。

4. 今後の方向性

(1) 政府レベルの取り組みに反映

具体的施策を効果的に実現するため、政府レベルの取り組みにどう反映していくかが問われるところである。基本的には、昨年行った「パッケージ型インフラ海外展開促進プログラム」や「日本再生戦略」の取り組みと同様の対応が求められる（表一2）。安倍内閣は、日本経済の再生に向けて「これまでとは次元の違う大胆な政策パッケージ」として、①大胆な金融政策、②機動的な財政政策、③民間投資を喚起する成長戦略の「3本の矢」に取り組んでいる。三つ目の成長戦略において、企業の海外展開を支援する「国際展開戦略」はその重要な一角をなす。産業競争力会議において安倍総理は「世界最先端インフラシステムの輸出を後押しする」ことを指示している。当該分野に限定したことはないが、関係省庁のホッチキスではなく政府レベルで相乗効果をもたらし得る取り組みを意識して促進していくことが肝要である。何より、大事なことは

表一 2 インフラ輸出に係る政府の取り組みと国土交通省の対応

政府	国土交通省
<p>平成 21 年 12 月 <u>新成長戦略（基本方針）【閣議決定】</u> ・日本が強みを持つインフラ整備をパッケージでアジア地域に展開・浸透</p>	
<p>↓</p>	<p>平成 22 年 5 月 <u>国土交通省成長戦略</u> ・わが国の優れたインフラ関連産業が、世界市場で大きなプレゼンスを発揮している姿を目指す ・2020 年までに 10 兆円以上の海外受注高を目標</p>
<p>平成 22 年 2 月～6 月 <u>パッケージ型インフラ海外展開推進実務担当者会議（課長級）</u></p>	
<p>平成 22 年 6 月 <u>新成長戦略【閣議決定】</u> ・2020 年までに 19.7 兆円の市場規模を目標</p>	
<p>↓</p>	<p>平成 24 年 6 月 <u>有識者懇談会 中間取りまとめ</u></p>
<p>平成 22 年 9 月～ <u>パッケージ型インフラ海外展開関係大臣会合</u> ・開催状況：平成 24 年 10 月までの 2 年間で合計 18 回開催 ・重点分野：原子力発電、高速鉄道・都市交通、水等 ・対象地域：ベトナム、インドネシア、インド、ミャンマー、メコン、ASEAN</p>	<p>平成 24 年 7 月 <u>国土交通省基本方針「持続可能で活力ある国土・地域づくり」の推進</u> ・分野横断的なパッケージによるインフラ海外展開 ・管理運営も含めた「川上から川下まで」の受注に向けた体制強化 ・ソフトインフラも含めた海外展開</p>
<p>平成 23 年 12 月 <u>日本再生の基本戦略【閣議決定】</u> ・東日本大震災後の日本再生のための基本戦略 ・「国際競争力強化プログラム（仮称）」の策定</p>	<p>平成 25 年 2 月 <u>有識者懇談会 最終取りまとめ</u> 平成 25 年 2 月 <u>国際政策推進本部（第 1 回）</u> ・太田大臣：アジア方面はもはや「内需」</p>
<p>↓</p>	
<p>平成 24 年 6 月 <u>パッケージ型インフラ海外展開促進プログラム【大臣会合決定】</u></p>	
<p>平成 24 年 7 月 <u>日本再生戦略【閣議決定】</u></p>	
<p>平成 25 年 1 月 <u>日本経済再生本部（第 3 回）</u> ・安倍総理：「我が国の世界最先端インフラ・システムの輸出を後押しする」よう関係閣僚に指示</p>	
<p>↓</p>	
<p>平成 25 年 3 月～ <u>経協インフラ戦略会議</u> ・「インフラシステム輸出戦略（仮称）」の策定</p>	
<p>↓</p>	
<p>平成 25 年 5 月 <u>インフラシステム輸出戦略【大臣会合決定】</u> ・2020 年までに約 30 兆円（現状約 10 兆円）を目標</p>	
<p>平成 25 年 6 月？ <u>成長戦略 骨太の方針</u></p>	

「反映」ではなく「実現」であり、予算や法令を伴う施策をどれだけ実現できるかが問われるところである。

(2) インフラ外交の嚆矢

インフラ輸出を効果的に促進するため、信頼関係に基づく相互発展を相手国政府との間で実現していく、いわ

ば「インフラ外交」の考え方が官民双方において意識される必要がある。このような観点から、国際会議などを通じて海外市場での日本の影響力を高めていく必要がある。今年 9 月に日本で初めて開催される「APEC 交通大臣会合（APEC Transportation Ministerial Meeting）」では、民間企業の方々にも参画していただくことで大きな成果が期待されている。このほか、欧州を中心と

する 54 カ国より毎年 1000 人規模の産学官代表を集める「国際交通大臣会議 (ITF: International Transport Forum)」や ASEAN 10 カ国と政策協調を図る場である「日 ASEAN 交通連携 (ASEAN-Japan Transport Partnership)」, 太平洋地域の 20 カ国・地域が結集して同地域のインフラ整備の在り方について意見交換を行う「アジア太平洋地域インフラ担当大臣会合 (Asia Pacific Ministers' Forum on Infrastructure)」のような国際会議をより一層活用していくことが想定される。有識者懇談会の議論においては、首脳級・閣僚級のトップセールスに加え、トップクレームを要望する声が寄せられた。「国の重し」を契約履行の担保として機能させることや、いざというときには国家がでてくるという用心棒のような役回りが期待されている。実際に中東などの地域では民間では中々解決に向かわないトラブルも少なからず発生しており、インフラ輸出が外交上の課題となることを示唆する。逆にインフラを活用して外交を促進させる場面もある。民政移管後のミャンマーにおける我が国のインフラ整備が両国間の信頼強化につながっていることはその好例であろう。このように、インフラと外交を双方向で意識的に活用していくというイノベーションが求められるのではないだろうか。

5. おわりに

インフラ輸出は、長期にわたる取り組みで次の世代に引き継ぐことを視野に入れるスケールの大きな営みである。それだけに持続可能な展開が期待されている。他方で将来的にはインフラ過熱が後退し、変容していくであろう次代をどのようにとらえていくかという視点も備えていく必要がある。一般的には、社会が高度化するにつれて、インフラのライフサイクルコストを考慮した計画や管理、安全・安心はもとより利便性を含めたインフラの維持・管理の質をより意識した取り組みが期待され、それに応じた最先端技術や調整力を要請されるであろう。冒頭でご紹介したTVドラマ「メイドインジャパン」は、逆境を乗り越えようとする日本人の姿を描き、メイドインジャパンとは何かを問いかける。技術流出や業界を取り巻く環境の変化と無関係ではないインフラ輸出の現場にも迫り、通ずるものがなかったか。いずれにせよ、産学官のより一層の連携を深めながら推進していくインフラ輸出が我が国経済の活性化に貢献することを願ってやまない。

JICMA

【筆者紹介】
仲澤 純 (なかざわ じゅん)
国土交通省
総合政策局国際政策課
国際交渉官



JICA のインフラ関係事業展開

芦野 誠

開発途上国の資金の流れに占める政府開発援助（ODA）の割合は20%まで減少する状況下、新成長戦略ではパッケージインフラの海外展開が重要な柱であり、どのようにODA事業を進めるか議論がなされている。本編はJICAの最近のインフラ関連の方向性を紹介しながら、併せてインフラ関連の事例を紹介しつつJICAの事業の紹介を行い、さらに民間連携事業についても説明を行う。

キーワード：政府開発援助、開発途上国、インフラ、建設、インフラパッケージ、民間連携

1. はじめに

インフラ輸出は、各国において重視されており、国際市場における受注競争は激化し、官民連携の重要性が注目されている。しかし、ODA額は2000年までは世界第一であったが、日本国内の経済状況・社会保障費等四囲の環境により現在のODA額は1997年の約半分まで縮小し、開発途上国への資金の流れに占めるODA額の割合は約20%まで減少している。

一方インフラ輸出は、開発途上国の経済基盤を強化するだけでなく、我が国の成長にも大きく資することが期待されており、2011年の新成長戦略では、パッケージインフラの海外展開を主要な柱と位置付け、オールジャパンとしてどのようにODA事業を進めるかについて議論がなされている。

日本のODA実施機関であるJICAとしてインフラ関連の最近の事業展開の方向性は、1) 途上国の貧困削減と持続的経済成長に資する支援を推進する中で、新成長戦略の重要性、その中でも特に海外展開を図る中小企業を中心とした日本企業との連携、2) 災害に強いインフラ整備を含む災害協力の推進、3) アフガニスタンをはじめとする平和構築支援他がある。また、この他にも、急速に進みつつあるミャンマーの民主化支援に関連するインフラ開発事業、及び同国への日本企業との連携促進、及び経済回廊建設推進に係るアセアン連結性支援なども重要課題である。

本編は上記と関連したJICAが実施しているインフラ・建設関連の最近の動向について事例を取り入れ紹介する。

2. ODAの種類・内容

(1) ODAの概観

ODAには、図1のとおり日本が開発途上国を直接支援する「二国間援助」と国際機関を通じて支援する「多国間援助」がある。「二国間援助」は、「贈与」と「政府貸付」に分けることができ、「贈与」は開発途上国に対し無償で提供される協力であり「無償資金協力」と「技術協力」がある。また、「政府貸付」とは将来開発途上国が返済するもので、「有償資金協力」がこれに当り「円借款」とも呼ばれている。

この他、民間との連携の重要性から新たな協力支援ツールとして実施しており後述する。

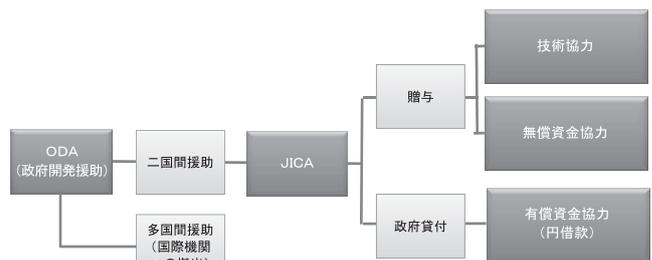


図1 政府開発援助の分類

(2) 贈与の「無償資金協力」と「技術協力」の内容

「無償資金協力」は、開発途上国の返済義務を課さないで資金を供与（贈与）するというもので、開発途上国の発展のために必要な資材・機材・設備などを購入する資金として使われる（写真1）。また、「無償資金協力」の対象国は開発途上国の中でも比較的に所得水準が低い国が中心であり、経済インフラをはじめ保健・医療、水、教育、農業など幅広い協力を実施し



写真一 1 イエメンでの小学校建設
所得水準が低い開発途上国を対象に、返済義務を課さずに開発資金を供与するもの



写真一 3 トルコの第2ボスボラス橋
一定以上の所得水準を達成している開発途上国を対象に、長期返済・低金利という緩やかな条件で開発資金を貸し付けるもの

ている。

「技術協力」は、開発途上国の社会・経済の持続可能な発展の担い手となる人材を育成するために、日本の技術・技能・知識を開発途上国の人々に伝えるというものである。例えば、開発途上国の技術者・行政官を対象とした技術研修、専門的な技術・知識を持った専門家やボランティアの派遣、また、各種の開発計画の作成をサポートする開発調査型技術協力などがある(写真一2)。



写真一 2 ウガンダでの農業支援
開発途上国の人材育成、制度構築のために、専門家の派遣、必要な機材の供与、途上国人材の日本での研修などを行うもの

という限りなく無利子に近い金利で低く抑えられており、且つ、返済期間も長く設定されている。開発途上国が経済的に自立するためには、経済社会の基盤、つまりインフラ整備が重要となっており、こうした発展に欠かせないインフラを整備することなどに活用されるのが円借款である(写真一3)。

3. 世界における日本の ODA の歴史

日本の ODA 実績は、70 年代、80 年代を通じ増加、1989 年にはアメリカを抜いて初めて「世界最大の援助国」となった。その後 10 年間、日本は最大の援助国であったが、2001 年以降、図一2のとおり援助順位は下降している。日本の ODA 額が減少傾向にある背景には、国内の経済・財政状況が厳しいということが挙げられる。一方、2001 年アメリカでの同時多発テロ以降、「貧困がテロの温床となっている」という考えから、日本以外の国々は ODA 予算を増加させている。

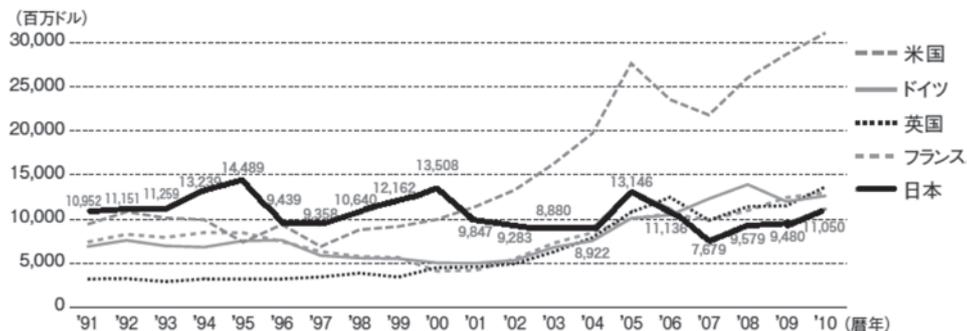
(3) 政府貸付の「有償資金協力(円借款)」の内容

円借款は開発途上国が発展してゆくために必要な開発資金を貸し出すというもので、開発途上国は、後で借りた資金を返済する義務を負っている。円借款の金利は例えば一部のアフリカ諸国を例にとると「0.01%」

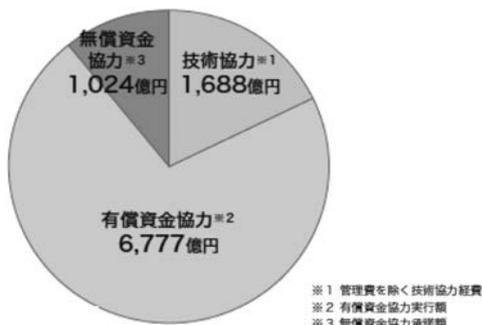
4. JICA の事業概要

(1) 国・地域・分野別支援

我が国の ODA は、2010 年度ベースで、1 兆 6,662 億円である。この内約 60% を JICA が行っている。内



図一 2 主要国の政府開発援助実績推移



図一三 2010年度 JICA 事業実績

図一三のとおり、有償資金協力（円借款）が約70%、技術協力が約20%、無償資金協力が約10%である。

また、同年の地域別実績としては図一四のとおり、技術協力ではアジア及びアフリカで約60%、有償資金協力ではアジア地域で約80%、無償資金協力ではアジア及びアフリカで約90%となっている。

また、分野別の実績構成比は、図一五のとおり、途上国の経済活動になくてはならない道路や鉄道、港湾などの運輸・発電や送電などのエネルギーに関連する経済インフラ及びサービス分野の占める割合が高い。特に、有償資金協力において運輸分野は41%を占めており最も支援の額が大きい分野でもあり、途上国の人々の暮らしやその国の経済発展の基礎となる分野に重点を置いた支援を行っている。また、無償資金協力

では公共・公益事業が47%を占めている。

5. 建設・インフラに関連する JICA 事業

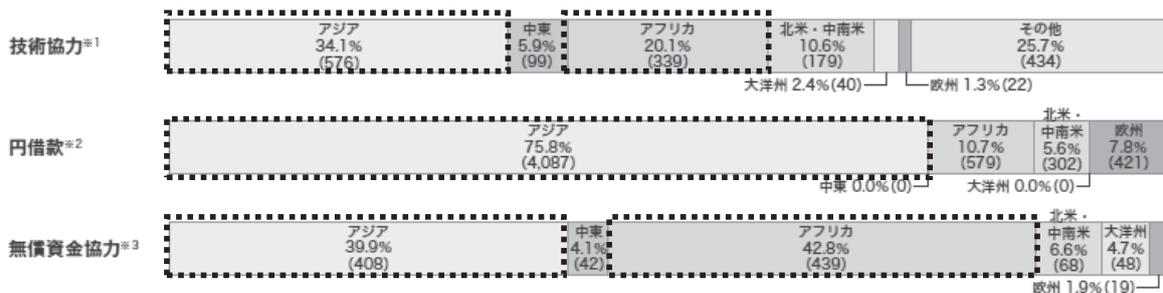
(1) 技術協力プロジェクト

「専門家派遣」、「研修員受入」、「機材供与」などを適切な形で組み合わせて実施する協力で、事業計画の立案から実施、評価までを一貫して計画的に且つ総合的に運営・実施することで、より確実な成果を設定するものである。

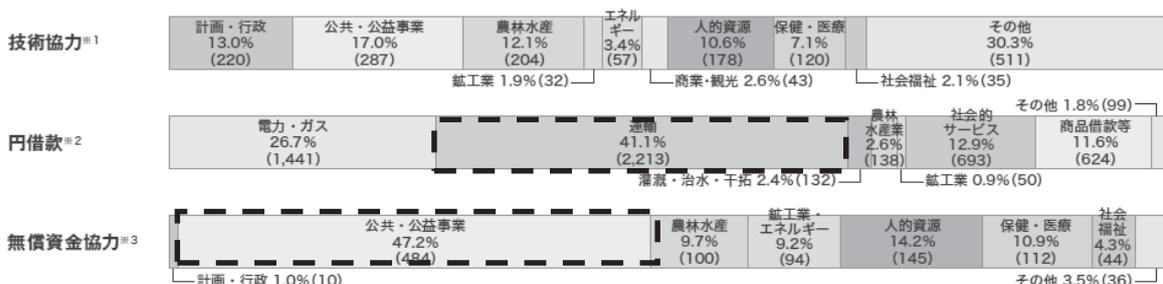
多くの技術協力プロジェクトでは、開発途上国のオーナーシップを高めるために、計画の立案と運営管理・評価にプロジェクト対象地域の住民なども参加してもらう「参加型」の手法を取り入れている場合もある。また、民間企業や大学、NGOなどと連携し、蓄積された経験や知識、ノウハウを各方面で活用してもらうことで、より複雑で高度な課題に対応するとともに、成果を普及させることを目指している。

(a) コンゴ民主共和国マタディ橋維持管理プロジェクト事例

1983年日本の円借款により建設された中央径間520mのマタディ橋（吊橋）は、同国最大の港湾であるマタディ港と首都キンシャサをつなぐ幹線に位置する陸運の要衝に位置しており、また、コンゴ川対岸を結ぶ唯一の懸け橋として物流の活性化に寄与し、経済・



図一四 地域別実績構成比



※1 ボランティア派遣、緊急援助隊にかかる経費を含む経費実績
 ※2 新規借付契約調印(L/A)ベース
 ※3 JICAが実施監理を行う案件1,024億円(新規贈与契約締結(G/A)ベース)の内訳

図一五 分野別実績構成比



写真—4 マタディ橋維持管理プロジェクト

社会面においても重要な役割を果たしている（写真—4）。

一方、建設後30年経過した現在は、橋梁維持管理の抜本的な点検、補修計画策定が必要となっているが、同国では中央径間500m以上の吊橋が他に存在せず、また建設時代に技術を習得した技術者の多くは既に引退し若年層の育成が急務となっている。

このため、同橋梁が継続的、且つ、適切に維持管理されるよう、日本のコンサルタント会社等から専門家を派遣し維持管理マニュアルの作成、メインケーブル開放調査を含む橋梁健全度調査、本邦でのカウンターパート研修を行っている。更に本プロジェクトの技術移転に必要な機材として駆動式橋梁側面点検用昇降足場、補剛桁点検用ガントリー、高所作業車なども併せて供与することとなっている。また、無償資金協力事業としてメインケーブルへの耐錆送風施設の供与も本技術協力プロジェクトと並行して検討されている。

(b) アフリカを中心とする労働集約型地方道路事例
開発途上国へのインフラ整備、雇用創出にとどまらず、アフガニスタンなどの紛争国において貧困に直面し、インフラ整備を最も必要としている地域社会の回復・安定を目指した援助、人々の能力強化を重視する援助を実現するため、地域参加型のコミュニティ開発手法として労働集約型で道路づくりを行っている（写真—5）。



写真—5 労働集約型道路づくり

円滑に通行できるコミュニティ道路の整備によって、沿道店舗の売り上げ向上や農作物の安定供給による地域経済活性の効果が得られ、また地元の小規模建設事業者の施工能力向上による技術普及・人材育成、沿線住民の安住促進や道路に対するオーナーシップの醸成など、経済開発以外の効果、いわゆるコミュニティ育成という効果もある。

(2) 開発調査型技術協力

開発途上国の政策立案や公共事業計画の策定などを支援しながら、相手国のカウンターパートに対し、調査・分析手法や計画の策定手法などの技術移転を行うものであり、主な協力内容は次のとおりである。

- ①政策立案や公共事業計画策定支援を目的としたマスタープラン
- ②緊急支援調査（自然災害や紛争などにより被害を受けた基礎インフラの復旧・復興など）
- ③開発途上国の政府や他のドナーによる事業化を想定したフィービリティ調査
- ④その他調査（地形図作成、地下水調査など）

なお、協力終了後は開発途上国が開発計画型技術協力の結果に基づき、提言内容を活用してセクター・地域開発、復旧・復興計画を策定する、国際機関などからの資金調達により計画（プロジェクト）を実施する、提言された組織改革・制度改革を行うなどが挙げられる。

(a) ラオス、ビエンチャン都市開発マスタープラン策定プロジェクト事例

ラオスの首都ビエンチャン市は約70万人の人口を抱え、国内外の投資の主要窓口であるとともに国内最大の就業機会を要する都市であり、2030年には同市の人口は現在の2倍となることが予測されている。

同市の既存都市計画及び関連法制度を振り返ると、1991年国連人間居住計画の支援による都市計画マスタープランが制定され、開発促進や環境保全の観点から土地利用方針等が定められている。しかし、近年、上記既存都市計画の形骸化が進んでおり、用途地域に応じ建築行為を制限・誘導する仕組みが策定されていない、大規模開発プロジェクトの誘導・規制を行う仕組みが策定されていない、道路整備等の社会基盤設備整備事業を確実に実施するための仕組みが整備されていない、などの問題を抱えている。

このような問題を解決するためJICAは良好な都市環境や都市景観の保全・形成を両立した社会・経済開発に必要な総合的な長期計画を策定するとともに、都市開発・管理の実効性の強化に必要な能力開発を日本



写真—6 実施機関との協議風景

のコンサルタントを通じ支援を行った（写真—6）。

具体的な活動として、開発基本構想の策定、中心都市区域の土地利用計画の策定、都市デザイン基本構想の策定などを行い、併せて本協力の中でカウンターパートの本邦での研修を行った。

(3) 無償資金協力

(a) アフガニスタン、カブール国際空港誘導路改修計画事例

復興段階にあるアフガニスタンの玄関口であるカブール国際空港は、3,500 m の滑走路 1 本を持ち同国最大の国際空港である。一方、同空港旅客数は増加しているため滑走路の改修は世界銀行により行われている



写真—7 カブール国際空港



写真—8 エプロンの劣化

が、誘導路・エプロン等に関しては長年にわたり維持管理が行われていないため、離発着の増加にともない著しい劣化が問題となっている。

この問題を改善するため、JICA は日本の建設企業により、同空港の誘導路及びエプロンを改修・整備している（写真—7, 8）。また、発着便数・旅客数の増加及び航空機の運航の安全性向上を図るため、土木工事として総延長 5.4 km 滑走路南側誘導路の改修、総面積 1ha エプロンの改修・整備、排水路の改良、また、機器調達として、航空灯火の改良を行っている。

(4) 有償資金協力（円借款）

開発途上国の経済成長や貧困削減のためにはその国自らのオーナーシップが必要不可欠であり、資金の返済を求める円借款は、開発途上国に借入資金の効率的な利用と適切な事業監理を促し、開発途上国のオーナーシップを後押しするものである。また、円借款は貸し付けた日本政府へ返済を前提とした援助であるため、日本にとっても財政負担が小さく、持続性のある支援手段である。

(a) インド地下鉄網の整備事例

インドでは、経済成長にともなって都市への人口集中が進み、慢性的な道路渋滞と排気ガスによる大気汚染が深刻化している。このため、インド政府は同国南部の大都市バンガロールでのメトロ（地下鉄）整備を進めており、JICA は円借款供与を通じメトロ建設の支援を行っている（写真—9）。



写真—9 インド地下鉄

バンガロールメトロ（東西線、南北線）42.3 km の建設の内、JICA は総事業費 3,068 億円の 20% にあたる 645 億円を円借款で支援している。同建設工事では、日本のコンサルタント会社が参加し、軟質・硬質地盤に対応する日本の高仕様トンネル掘進機、省エネ・高性能車両などが採用されている。また、工事現場には日本で開発された鉄道運行安全システムや環境対策も導入され、これらの技術移転も併せて支援している。

2011年11月に東西線の一部7kmが開通し、引き続き2013年の全線開通に向け工事が進んでいる。

インドでは、国家都市交通政策のもと、人口400万人以上の大都市で大量輸送システム（地下鉄）の整備を進めているが、JICAでは1980年代からインドでメトロ建設に円借款を供与し、インドの都市交通の整備と交通渋滞・大気汚染の緩和に貢献している。

6. 民間連携（経済成長を支える新しいパートナーシップ）

開発途上国の社会開発やインフラ開発の需要は膨大であり、これにはODAのみで対応することは難しく、また、開発途上国への資金の流れの中で、民間資金が多くの割合を占めるようになってきている。このような状況下、民間セクターの活動と連携することで、より効果的な開発支援を行うことが期待されている。また、企業が開発途上国で単独で活動を行うには障害が多く、ODAとの連携が期待されている。

このような背景から、ODAと民間活動が有意義なパートナーシップを構築し、開発途上国における開発効果を増大させ、成長の加速化を目指すことが開発途上国だけではなく、日本にとっても望ましいため、近年JICAは様々なスキームで民間セクターとの連携を図っており、そのいくつかのスキームについて次に紹介する。

(1) 協力準備調査（PPPインフラ事業）

従来、公共事業として行われてきた開発途上国のインフラ事業で、官民の適切な役割・リスク分担のもと、民間活力を導入し、さらに高い効果と効率性を目指すPPP形態での実施の動きが拡大しており、官民が協働で開発途上国の課題開発に取り組む仕組みが実現されてきている。

このため、JICAは、事業オーナー、スポンサーなど様々な関係者の意向を十分に踏まえ、計画初期段階

から官民協働で調査を進める必要がある。本協力準備調査では民間企業からPPPインフラ事業計画のプロポーザルを広く募り、JICAが選定したプロポーザル提案民間企業に委託して基本事業計画の策定調査を協力準備調査として行う提案公募型調査制度であり、調査費用の内JICAが負担する上限は1億5,000万円となっている。

本協力準備調査は建設・インフラに関連する調査の占める割合が高く、アジアを中心に高速道路、鉄道、駅周辺開発、港湾開発、空港、物流ターミナル、ITS事業などの調査が日本のコンサルタント・商社・建設会社・メーカー等を中心に行われている。

(2) 中小企業連携促進調査（F/S調査）

日本の中小企業が有するノウハウ・技術を開発途上国に展開することを通じ、日本の中小企業の活性化と開発途上国の経済社会開発の両立を図るべく、日本の中小企業を対象とする提案公募型調査である。この調査は開発途上国への事業展開計画のプロポーザルを日本の中小企業から募り、JICAが選定したプロポーザル提案本邦中小企業に対し、事業計画と資金計画策定のための調査を委託するものであり、調査費の内JICAが負担する上限は1,000万円となっている。

本スキームは2012年度から開始され、建設・インフラに関連する調査の割合は低いですが、日本の中小企業が培ってきた独自の技術を使った木造住宅建築技術、下水管路建設推進工法技術、先端測量技術導入技術など全世界で日本の中小企業、建設会社、コンサルタント、メーカー等を中心に調査が開始されている。

JICA

【筆者紹介】

芦野 誠（あしの まこと）

（独）国際協力機構

経済基盤開発部

参事役



わが国建設業の海外動向の現況

松井波夫

平成23年度（2011年度）の海外受注実績は、3年ぶりに1兆円台へと回復し、1兆3,503億円を確保した。アジアを中心とした世界市場の拡大に加え、円高を背景とした日系製造業の海外進出の加速、タイの洪水に係る復旧対応などから工場案件の受注が急増した。また、STEPを中心とした円借款の受注が増加し、トルコでの大型案件もあり、受注実績は大幅に増加した。

地域別では、すべての地域で受注が対前年比で増加したが、アジア（2,854億円増）及び中東（895億円増）での大幅な増加が際だった。

キーワード：海外受注1兆円台

1. はじめに

2011年度のわが国建設業の海外建設受注額は、前年度に比し、件数は、146件、金額は4,431億円と大幅な増加を示し1,820件、1兆3,503億円となった。このうち、本邦法人による受注は、2,525億円増加し、7,082億円に、現地法人は、1,905億円増加し、6,421億円となった（表—1）。

この結果、本邦法人と現地法人の比率は、52:48で、前年度の50:50に比し、本邦比率は、やや増加し、現法比率は、やや減少した。

2. 地域別の傾向（表—2）

受注全体を地域別にみると、アジア地域における受注は、9,863億円で、前年度に比し、2,854億円増加した。このうち、公共機関からの受注は、537億円増加し、2,457億円に、民間からの受注は、2,317億円増加し、7,406億円となった。

北米地域の受注は、1,243億円で、前年度に比し、212億円増加した。公共機関からの受注は、53億円増

加し、441億円となり、民間からの受注は、159億円増加し、802億円となった。

中東地域の受注は、1,164億円で、前年度に比し、895億円の大規模な増加を示した。公共機関からの受注は、1,009億円増加し、1,096億円となり、民間からの受注は、114億円減少し、68億円となった。

欧州地域の受注は、98億円で、前年度に比し、65億円増加した。公共機関からの受注は、無く、民間からは、65億円増加し、98億円となった。

東欧地域の受注は、176億円で、前年度に比し、5億円増加した。公共機関からの受注は無く、民間からの受注は、18億円増加し、176億円となった。

中南米地域の受注は、338億円で、前年度に比し、179億円増加した。公共機関は、12億円減少し、41億円となり、民間は、191億円増加し、297億円となった。

アフリカ地域の受注は、84億円増加し、376億円となり、大洋州地域の受注は、137億円増加し、245億円となった。

表—1 本邦・現法別実績

(法人別)	(件数)	2010年度		2011年度		
		(金額：億円)	(%)	(件数)	(金額：億円)	(%)
本邦法人	521	4,557	(50.2%)	510	7,082	(52.5%)
現地法人	1,153	4,515	(49.8%)	1,310	6,421	(47.5%)
計	1,674	9,072	(100.0%)	1,674	13,503	(100.0%)

表一 地域別実績

(地域)	2010 年度			2011 年度		
	(件数)	(金額:億円)	(%)	(件数)	(金額:億円)	(%)
ア ジ ア	1,354	7,008	(77.2%)	1,478	9,863	
中 東	23	269	(3.0%)	29	1,164	(8.6%)
アフリカ	29	293	(3.2%)	22	376	(2.8%)
北 米	115	1,031	(11.3%)	99	1,243	(9.3%)
中 南 米	33	159	(1.8%)	68	338	(2.5%)
欧 州	36	33	(0.4%)	46	98	(0.7%)
東 欧	36	171	(1.9%)	48	176	(1.3%)
大 洋 州	48	108	(1.2%)	30	245	(1.8%)
計	1,674	9,072	(100.0%)	1,820	13,503	(100.0%)

3. 発注者別の傾向 (表一 3)

受注全体を発注者別にみると、公共機関からの受注は、4,642 億円で、前年度に比し、1,812 億円増加し、受注全体に占める比率は、31%から 34%に増加した。

公共機関からの受注を地域別にみると、アジア、中東、北米、アフリカ及び大洋州地域では増加したが、中南米地域は、減少した。欧州及び東欧地域での受注は無かった。

民間企業からの受注は、8,861 億円で、前年度に比し、2,619 億円増加したが、受注全体に占める比率は、69%から 66%に減少した。

民間からの受注を地域別にみると、アジア、中東、北米、中南米、欧州及び東欧地域で増加し、アフリカ及び大洋州地域では減少した。

民間からの受注のうち、現地企業からの受注は、アジア、中南米及び欧州地域では増加し、北米、中東、東欧及び大洋州地域では減少し、全体としては、489 億円増加の 3,571 億円となった。なお、アフリカ地域での受注は、無かった。

また、民間からの受注のうち日系現地企業からは、アジア、中東、北米、中南米、欧州及び東欧地域では増加したが、アフリカ及び大洋州地域では減少し、全

体としては、2,219 億円増加の 5,172 億円となった。

日系本邦企業からの受注は、大洋州地域のみ増加し、アジア及び中東地域では減少し、全体としては、90 億円減少の 118 億円となった。なお、北米、欧州、東欧、中南米及びアフリカ地域での受注は、無かった。

4. 資金源別の傾向 (表一 4)

受注全体を資金源別にみると、無償資金案件の受注は、460 億円で、前年度に比し、77 億円減少した。無償資金案件の受注を地域別にみると、中東及び大洋州地域は増加したが、アジア、アフリカ及び中南米地域では減少した。

円借款工事(有償資金案件)の受注は、1,395 億円で、前年度に比し、1,268 億円増加した。円借款案件のうち通常円借款は、174 億円増加し、235 億円に、STEP 案件の受注も、1,113 億円増加し、1,160 億円となった。

世銀案件の受注は無く、アジア銀行案件の受注は、1.8 億円にとどまった。

無償・円借款案件の受注合計は、1,855 億円で、前年度に比し、1,191 億円の大規模な増加を示し、受注全体に占める比率は、7.3%から 13.7%に増加した。

表一 3 発注者別実績

(発注者)	2010 年度			2011 年度		
	(件数)	(金額:億円)	(%)	(件数)	(金額:億円)	(%)
公共機関	193	2,830	(31.2%)	163	4,642	(34.4%)
現地公共機関	176	2,755	(30.4%)	145	4,625	(34.3%)
日本公共機関	17	75	(0.8%)	18	17	(0.1%)
民間企業	1,481	6,242	(68.8%)	1,657	8,861	(65.6%)
現地企業	298	3,082	(34.0%)	246	3,571	(26.5%)
日系現地企業	1,160	2,953	(32.6%)	1,387	5,172	(38.3%)
日系本邦企業	23	207	(2.2%)	24	118	(0.8%)
計	1,674	9,072	(100.0%)	1,820	13,503	(100.0%)

表—4 資金源別実績

(資金源)	2010年度			2011年度		
	(件数)	(金額:億円)	(%)	(件数)	(金額:億円)	(%)
自己資金	1,612	8,396	(92.6%)	1,755	10,764	(79.7%)
(内訳) 公共機関	131	2,154	(23.7%)	99	1,904	(14.1%)
現地企業	298	3,082	(34.0%)	245	3,571	(26.4%)
日系現地企業	1,160	2,953	(32.6%)	1,387	5,172	(38.3%)
日系本邦企業	23	207	(2.3%)	24	117	(0.9%)
無償資金	45	537	(5.9%)	42	460	(3.4%)
円借款(有償資金)	14	127	(1.4%)	20	1,395	(10.33%)
国際金融機関	3	12	(0.1%)	3	884	(6.6%)
計	1,674	9,072	(100.0%)	1,820	13,503	(100.0%)

発注者の自己資金案件の受注は、1兆764億円で、前年度に比し、2,368億円の大幅な増加となった。

自己資金工事を発注者別にみると、公共機関からの受注は、1,904億円、現地企業からの受注は、3,571億円、また、日系現地企業からの受注は、5,172億円で、それぞれ受注全体に占める比率は、14%、26%、38%となった。自己資金案件は、全体の79.7%を占めている。

5. 工事分野別の傾向(表—5)

受注全体を工事分野別にみると、土木案件の受注は、4,258億円、建築案件の受注は、9,245億円で、土木と建築の比率は32:68となり、土木工事の比率が微増した(昨年は23:77)。

土木・建築案件合計では、1位は、工場で4,997億円(全体比:37%)、2位は道路の1,924億円(14%)、以下、鉄道の1,136億円(8%)、公共施設の1,024億円(8%)、商業ビルの920億円(7%)、住宅の726億円(5%)、空港の699億円(5%)、港湾・海岸の599億円(4%)、上水道の241億円(2%)、リニューアルの230億円(2%)の順となっている。最も顕著な伸びを示したのは、工場、道路、空港の分野で、各々の分野での大型工事の受注が寄与している。

土木案件は、前年度に比し、2,126億円増加した。土木案件を工事分野別にみると、道路が、1,924億円で、土木案件全体の45%を占め、次いで鉄道の1,099億円

(26%)、港湾・海岸の599億円(14%)、上水道の237億円(6%)、鉱工業土木の93億円(2%)、工場の85億円(2%)、空港の77億円(2%)、発電所の50億円(1%)及び土地造成の46億円(1%)の順となっている。最も顕著な伸びを表したのは、港湾・海岸及び鉄道の分野であった。

建築案件は、前年度に比し、2,304億円増加した。建築案件を工事分野別にみると、工場は、4,911億円で、建築案件全体の53%を占め、公益施設の1,024億円(11%)、商業ビル918億円(10%)、住宅の726億円(8%)、空港の622億円(7%)、リニューアルの230億円(2%)、観光レクリエーションの220億円(2%)、流通施設の175億円(2%)、文化社会施設の150億円(2%)、内装工事の103億円(1%)、ホテルの67億円(1%)の順となっている。大きな伸びを示したのは、工場、空港、商業ビル、及び住宅の分野であった。

6. 工事規模別の傾向(表—6)

受注全体を工事規模別にみると、1件が1億円未満の案件は、840件で、288億円、1億円以上30億円未満の案件は、901件で、5,505億円で、30億円未満の案件の受注件数は、受注全体の96%を占めているが、金額では、5,793億円で43%にとどまった。

30億円～50億円の案件は、37件、1,400億円で、前年度に比し、件数は8件増加、金額では、292億円増加(+26.4%)し、50億円～100億円の案件は、件数は3件減少し、金額でも204億円減少(-13.4%)し、18件、1,312億円となった。

100億円以上の案件は、件数では12件増加、金額では、2,965億円増加し、4,998億円となり、受注全体に占める比率は、22%から37%と増加した。

200億円以上の大型案件の受注は、香港(305億円)、シンガポール(432億円)、ベトナム(447億円)、ス

表—5 土木・建築別実績

	2010年度			2011年度		
	(件数)	(金額:億円)	(%)	(件数)	(金額:億円)	(%)
土木	165	2,132	(23.5%)	160	4,258	(31.5%)
建築	1,509	6,940	(76.5%)	1,660	9,245	(68.5%)
計	1,674	9,072	(100.0%)	1,820	13,503	(100.0%)

表一六 工事規模別実績

(契約金額)	2010年度			2011年度		
	(件数)	(億円)	(%)	(件数)	(億円)	(%)
1億円未満	843	311	(3.4%)	840	288	(2.1%)
1億円～10億円	647	2,188	(24.2%)	726	2,562	(19.0%)
10億円～30億円	122	1,916	(21.1%)	175	2,943	
30億円～50億円	29	1,108	(12.2%)	37	1,400	(10.4%)
50億円～100億円	21	1,516	(16.7%)	18	1,312	(9.7%)
100億円以上	12	2,033	(22.4%)	24	4,998	(37.0%)
計	1,674	9,072	(100.0%)	1,820	13,503	(100.0%)

表一七 国別実績

	2010年度		2011年度	
	(国・地域名)	(金額：億円)	(国・地域名)	(金額：億円)
1位	シンガポール	3,138	シンガポール	2,526
2位	米 国	1,031	タ イ	1,198
3位	タ イ	855	ベ ト ナ ム	1,039
4位	中 国	530	米 国	985
5位	香 港	431	中 国	950
6位	インドネシア	375	ト ル コ	883
7位	ベ ト ナ ム	339	インドネシア	805
8位	フィリピン	335	香 港	789
9位	イ ン ド	289	台 湾	613
10位	マレーシア	255	イ ン ド	544
-	その他54カ国	1,494	その他58カ国	3,171
	合計	9,072	合計	13,503

リランカ (289億円), 米国 (300億円), トルコ (882億円), ケニア (214億円) において, 8件 (土木5件・建築3件), 金額で2,869億円 (土木1,690億円・建築1,179億円) となっており, 全体の21.2%を占めている。

シアの805億円, 香港の789億円, 台湾の613億円, インドの544億円の順となっており, 上位10カ国において, 受注全体額の76.5%を占めている。

JICMA

7. 国別の傾向 (表一七)

国別の受注をみると, 1位は, シンガポールの2,526億円, 2位は, タイの1,198億円, 3位は, ベトナムの1,039億円, 4位は, 米国の985億円, 5位は, 中国の950億円, 次いで, トルコの883億円, インドネ



【筆者紹介】

松井 波夫 (まつい なみお)
(一社) 海外建設協会
総務部長

換気立坑のスリップフォーム採用による急速施工

4方向大断面トンネル交差部のスリップフォームによる連続施工

多田博光

トルコ・イスタンブールにおいて、ボスポラス海峡を横断する鉄道トンネルが建設中である。ヨーロッパ側の最初の駅であるシルケジ駅に隣接する深さ約 55 m の換気立坑の施工に工程促進のため、スリップフォーム工法を採用した。換気立坑には、下部に4本のトンネルが接続している。本稿では、このトンネルの立坑との接合部分とアーチの構築を、スリップフォーム工法による側壁と同時施工を行い無事に1カ月で覆工を完成させた結果を報告する。

キーワード：立坑、工程短縮、スリップフォーム、大開口部

1. はじめに

ボスポラス海峡はトルコ北西に位置し、黒海からマルマラ海にいたる延長 30 km の海峡である。地理的にも経済的にも重要な場所である人口 1200 万人のトルコ最大の都市イスタンブールは、海峡によりアジア側とヨーロッパ側に隔てられている。海上交通は発達しているものの、東京などに比べると圧倒的に鉄道網が不足しており、交通手段は車に頼らざるを得ない状況にある。アジア側とヨーロッパ側を結ぶ手段としてすでに2本の長大道路橋がかけられているが、経済の発展に伴う交通需要の増加に対応しきれず、慢性的な交通渋滞を引き起こしているのが現状である。当プロジェクトは、この交通渋滞の緩和を目的としたイスタンブール大都市圏鉄道システムの向上を図る「マルマライ・プロジェクト」の一部で、アジア側とヨーロッパ側を結ぶ鉄道トンネルを建設するものである。

当該工事は、ボスポラス海峡下を横断する 13.6 km 区間に沈埋トンネル、シールドトンネル、山岳トンネル、開削トンネル等の各工法でトンネルや駅舎を建設するものである。図-1 にボスポラス海峡横断鉄道建設工事平面ルート図、図-2 にトンネル縦断模式図、図-3 にシルケジ地下駅位置図を示す。

また、シルケジ地下駅は旧市街地区と呼ばれる世界遺産となっているイスタンブールの中心街に位置し、ローマ帝国、ビザンチン帝国、オスマン帝国と 1500 年以上もの間、大帝国の首都として栄えた旧市街地は文字通りどこを掘っても遺跡に当たると言っても過言ではなく、各時代の遺跡が幾重にも重なって出土してい

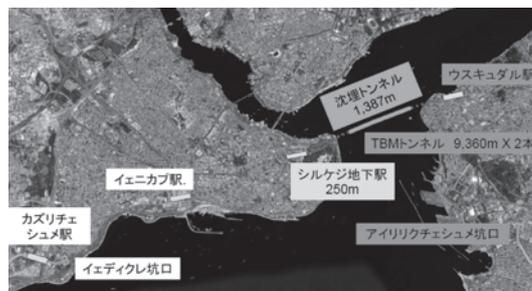


図-1 ボスポラス海峡横断鉄道建設 平面ルート図

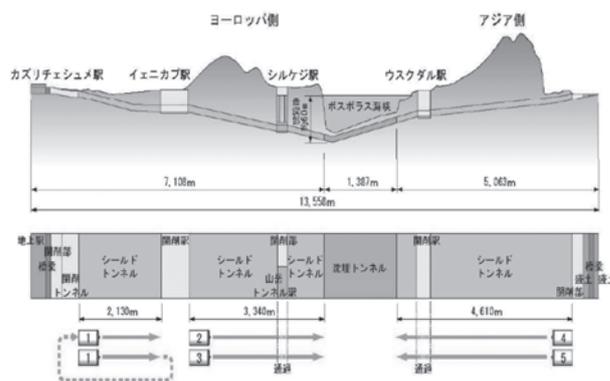


図-2 トンネル縦断模式図

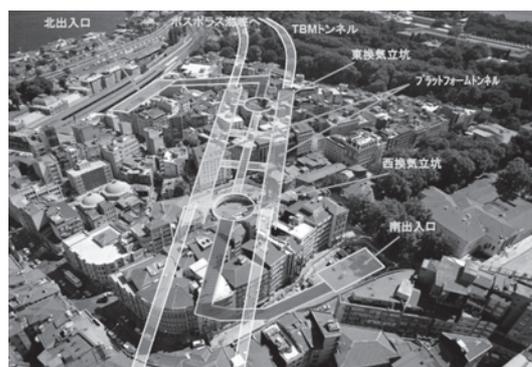


図-3 シルケジ地下駅位置図

る。

2004年の工事開始と同時に始まった遺跡調査の全てが終了したのは2012年8月であり、早期開業を目指す当プロジェクトは遺跡調査による遅延を取り戻すべくあらゆる工程促進策を実施している。本稿では、工程促進策として深度約55mの換気立坑をスリップフォーム工法によって覆工を行った施工について報告する。

2. 換気立坑の概要

シルケジ駅の換気立坑は、図-4のシルケジ駅鳥瞰図に示すように換気機能と南北プラットフォーム間を接続する連絡坑の機能も備えているため4方向にトンネル開口のある楕円形構造である。特に南北の接続トンネルは換気坑と連絡坑を一体化した約140m²の大断面開口となっている。東西の人道トンネルについても4連エスカレーターを包括するため、約75m²の開口となっている。駅天井となる換気スラブから上部については、地上部の制約から換気設備を全て立坑に

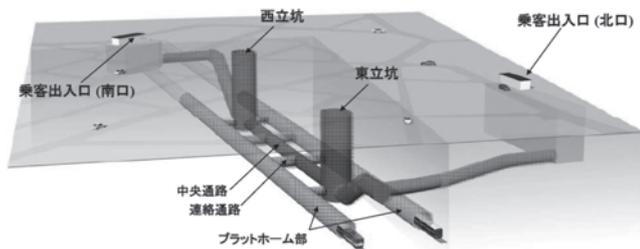


図-4 シルケジ駅鳥瞰図

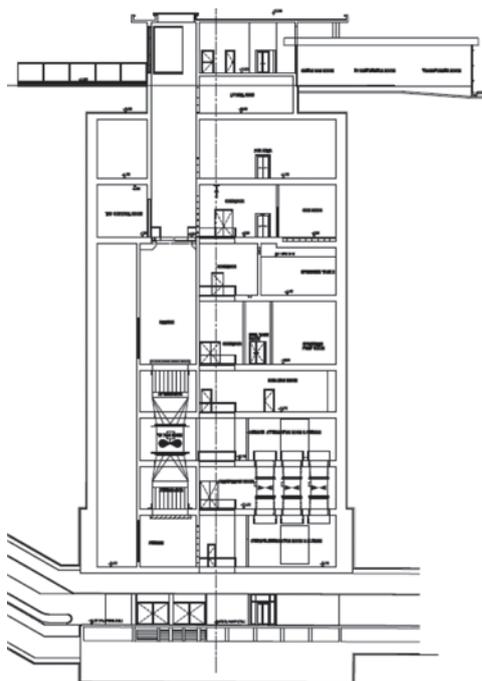


図-5 西換気立坑構造図

配置するため、9層構造で複雑な中壁で仕切られた構造となっている(図-5)。本工事の地下構造物は全てウォータータイト構造となっており、立坑についても外周側壁は防水シートにより遮水されている。工程促進のためにスリップフォーム工法を採用するには、4方向円形開口対策及び床版接合部の検討が必要であった。以下に立坑の諸元を示す。

内空断面積 350 m²、短辺 19.4 m、長辺 23.0 m、壁厚 1.0 m、底版厚 3.7 m、側壁コンクリート(側壁背面の埋め戻しコンクリート含め)約 6,000 m³、底版コンクリート約 2,000 m³

3. 開口部対策

スリップフォーム工法は、コンクリートに埋め込まれるロッドをヨーク材と呼ばれる型枠部材と一体化させ、そのロッドにセットしたジャッキで引き揚げることでスライドさせる。今回の開口部についてはロッドがコンクリート内に埋設されないためにロッドの挫屈によりスライドすることができないため、ロッドの固定方法の検討が必要であった。

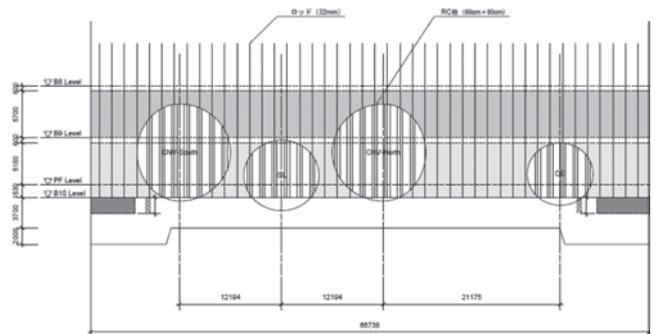


図-6 開口部仮支柱配置図

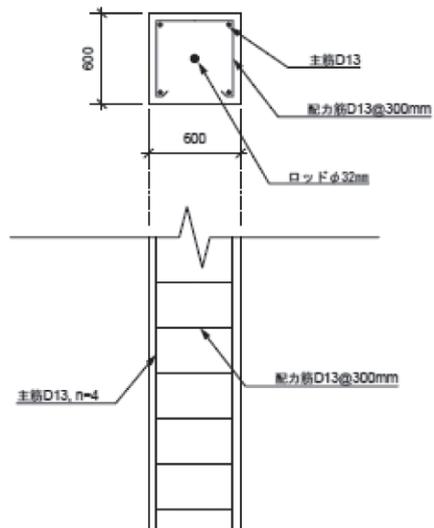


図-7 仮支柱構造図

対策として仮支柱をスリップフォーム打設と同時に打ち上げていくこととした。仮支柱は最大高さ約14 mと高くなるため、鉄筋コンクリート構造とした(図-6, 7)。

4方向への巻き込みアーチ部については、先行して防水シート、鉄筋組立を行いアーチ支保工を設置、アーチ型枠はスリップフォームと同時に25 cmの鋼製型枠を順次組み立てることとした。

当該立坑は楕円形状のため、ロッドピッチが1.436 mから1.701 mと等間隔ではなく、開口部補強の過密鉄筋区間を計画的に避けることが困難であるため、あらかじめラップ鉄筋を加工しておき対応した。図-8にスリップフォーム図を示す。

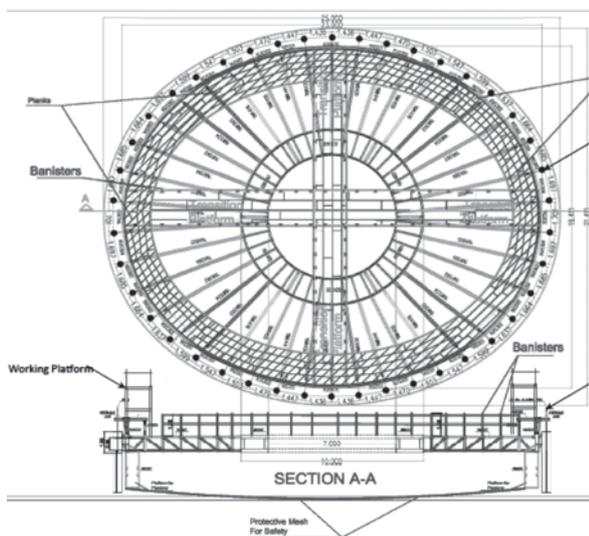


図-8 スリップフォーム図

4. スラブ鉄筋対策

スラブ鉄筋はスリップフォーム施工の妨げとなるため、型枠表面に突出しないよう側壁埋め込み方式を検討した。埋め込み方式として、メカニカルジョイント、折込鉄筋等を検討し、設置誤差、設置数量等を考慮し折込鉄筋方式を採用した。折込鉄筋については、曲げ戻し時の強度を事前試験により確認を行った。

5. スリップフォームの施工

底盤コンクリート打設完了後、底盤上でスリップフォームの組立を行った。また、同時に立坑部の防水シート、鉄筋組立、接続トンネル部のアーチ鉄筋、型枠支保工組立を行った(写真-1)。

スリップフォーム組立完了後、ヨーク材の支障となる鉄筋の切断を行い、補強鉄筋を用意しコンクリート

打設し、スリップフォーム上昇と同時にヨーク材下部にて鉄筋組立を行った(写真-2)。

打設開始から始まる開口部処理は、ロッドの仮支柱、円形開口部交点部の取り合い型枠等、複雑な型枠処理が必要となった(写真-3)。また、ウォータータイト構造物のトンネル接合部のため、過密鉄筋となっており、全体のロッドの配置からヨーク支柱をスライドさせるために鉄筋の切断加工が必要となり、コンクリート打設中の作業が輻輳し、コンクリート打設速度への影響が懸念されたが、打設速度を調整する程度で施工可能であった(写真-4)。

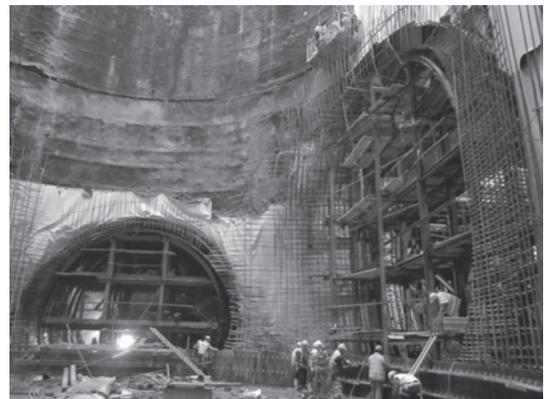


写真-1 接続トンネル部の鉄筋、支保工組立状況



写真-2 ヨーク材と鉄筋状況

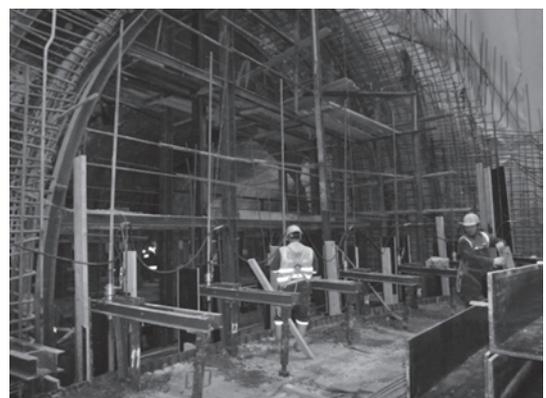
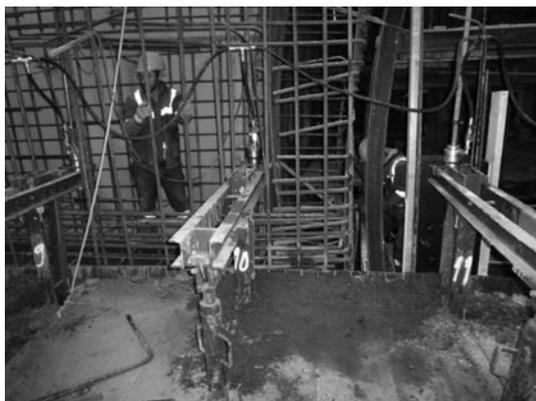


写真-3 開口部の施工状況



写真一4 コンクリート打設中の鉄筋組立状況



写真一7 南エントランス斜坑開口部

コンクリートの打設速度は初期8 cm / 時間とした。下部の部分はポンプ車による打ち下げの限界深度を超えているため、クレーンによる1 m³ ホッパー打設を行った。打設速度を確保するため、クレーンを2～3台使用した(写真一5)。



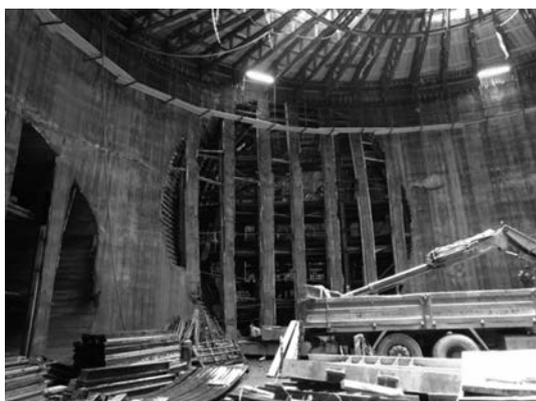
写真一5 コンクリートホッパー打設状況



写真一8 坑内換気連絡坑開口部

開口部に設置した仮支柱の状況を写真一6～8に示す。

開口部のコンクリート養生が終了した時点で、ジャイアントブレイカーにて仮支柱の撤去を行った(写真一9)。



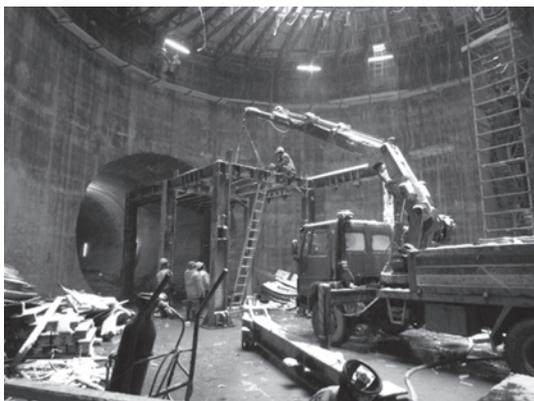
写真一6 換気連絡坑側仮支柱状況



写真一9 仮支柱撤去状況

西側開口部については、遺跡調査により遅れていた南エントランスへの斜坑掘削を開始するため、底版にプロテクターを設置し、下からの斜坑掘削もスリップフォーム施工中に開始した(写真一10)。

スリップフォームの位置・姿勢確認は、あらかじめスリップフォームにセットしたターゲットをトータルステーションで測量し監視した。スリップフォームは、凝結の始まったコンクリートをガイドに上昇していく



写真—10 斜坑掘削用プロテクター設置状況



写真—11 スリップフォーム施工状況（打設開始直後）

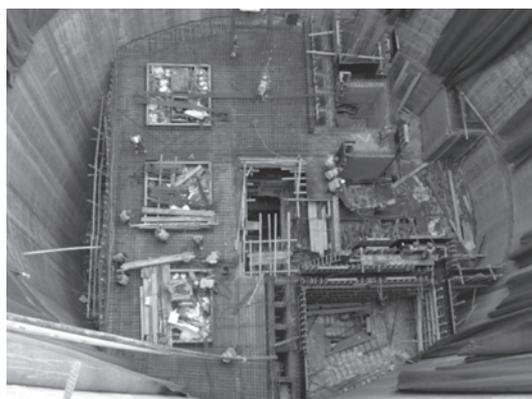


写真—12 スリップフォーム打設状況

ため、フォーム据付時の垂直性を重点的に管理を行った。ジャッキアップは昼夜各1名の責任者が全ジャッキ同時に作動を行った。スリップフォームの上昇管理は、簡易鉄筋棒挿入試験により、硬化状況を確認後、上昇速度を決定した。打設速度は8 cm ~ 12 cm / 時間となった（写真—11, 12）。

6. おわりに

今回、発注者からの限定列車の早期運行を要求され、限定運行にかかわる最低限の施設を早急に構築する必要から、換気立坑のスリップフォーム工法が発案された。ただし、大開口部等、構造物の複雑さ、ウォータータイト構造の水密性等を考慮し、一時は在来工法での施工を検討していたが、限定列車運行には一方の換気立坑が完成することが必須となり、立坑構築工程を大幅に短縮する必要が出てきたことで、スリップフォーム工法の本格的な検討を行った。実際の施工を終えて、開口部の仮支柱は有効に働きスリップフォームの施工に問題ないことが確認できた。工程は当初予定の1ヵ月で55 mの立坑を覆工する目的は達成された。現在折込み鉄筋をハツリ出ししながらスラブ、中壁等の内部構築の施工を6月の完成に向け継続している（写真—13）。



写真—13 内部構築施工状況

JCMA

《参考文献》

- 1) 田口, 小山, 今石: ボスボラス海峡横断トンネルの施工, トンネルと地下, 日本トンネル技術協会誌 Vol.39.No.1-17, 2008年1月
- 2) 岩野, 土屋, 金子, 田口, 松村: 都市部山岳工法による大規模地下駅の設計と施工, 第38回岩盤力学に関するシンポジウム, 2009年1月

【筆者紹介】

多田 博光（ただ ひろみつ）
大成建設㈱
国際支店・ボスボラス海峡横断鉄道トンネル建設工事
作業所
工事課長



コロラドリバー橋と施工設備

定松 道也

コロラドリバー橋は、米国を代表する土木構造物フーバーダム目の眼前に建設されたコンクリートアーチ道路橋である。ユニークな構造形式と厳しい自然環境への対応から、施工には様々な技術が求められた。重機が寄り付けない施工場所への資機材運搬手段、生コンの材料と施工の品質確保、アーチのサイクルタイム短縮は現場管理の上で最重要課題であり、その解決には適切な施工設備の採用が必須であった。
 キーワード：フーバーダム、コンクリートアーチ橋、ピロン工法、3次元解析、ケーブルクレーン

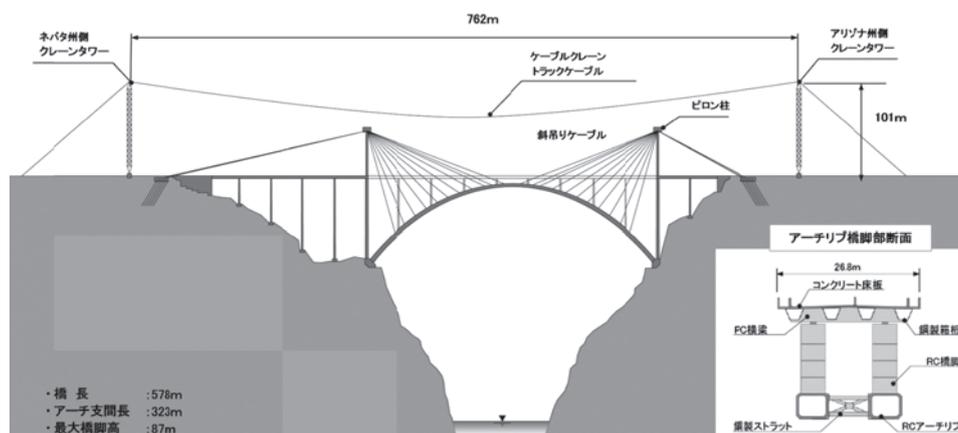
1. はじめに

主要幹線道路である US93 号線はネバダとアリゾナの州境を流れるコロラド河を横断するに当たり、フーバーダムの堤体上を通過していた。この交通ボトルネックに発生する渋滞の解消とダムのセキュリティ向上を目的とし、ダム上を通過しない迂回道路を建設するフーバーダムバイパスプロジェクトが実施された。このプロジェクトのハイライトがフーバーダム下流わずか数百メートルの地点にてコロラド河を跨ぐコロラドリバー橋（正式名称：Mike O'Callaghan-Pat Tillman Memorial Bridge）の建設である（写真—1）。
 本稿で報告する施工区間は、全長 578 m の橋梁であり、支間 323 m のアーチ部とその両側に接続するネバダ州側 5 径間、アリゾナ州側 2 径間のアプローチ部によって構成される。アーチ支間 323 m は北米最長で、ピロン工法を採用したアーチ橋としては世界最長である。

並列したアーチリブを鋼製ストラットにて結合する構造は一本のアーチリブと比較して、挙動が複雑になり、3次元解析を駆使した管理が求められた。断崖絶壁と深い渓谷、夏季の高温／乾燥、強風地域といった厳しい自然条件は施工をさらに困難なものにした（図—1）。



写真—1 フーバーダムと施工中の本橋



図—1 本橋梁とケーブルクレーン

2. アプローチ部施工

(1) 基礎工

本工事施工区域の岩質は、その大半が凝灰岩（Tuff of Hoover Dam）であり、基礎構築に必要な総量 52,000 m³ の掘削は主に発破にて行った。掘削に先駆け、コロラド河への落石防止のため、防護工（ネット等）を行うとともに、落石量のモニタリングを行った。

橋脚／アーチリブの基部となるアーチアバットは幅 24 m × 高さ 8.5 m × 奥行き 9.1 m のマッシブな躯体である。その内部には構造鉄筋に加え、橋脚セグメント緊結用 PC 鋼棒を高い精度で設置し、タイバックアンカーや U-テンドン用のケーブルダクト、マスコン対策クーリングパイプやコンクリート打設作業ステージも配置され、相互干渉の回避が必要であった。アリゾナ州側アーチアバットのコンクリート打設では地上にセットされた圧送ポンプから約 100 m の鉛直配管となり、バンド管やシャッターゲートを適所に配置し、圧送管内でのコンクリート閉塞を防いだ。橋脚基礎であるフーチングは直接基礎で、一部はケーブルクレーンが設置されるまでの期間、タワークレーンの基礎としても使用された（写真—2）。



写真—2 アリゾナ側アプローチ掘削

(2) 橋脚

本橋の橋脚は、標準高さ 3 m × 横幅 4.6 m × 縦幅 1.5 m ~ 3.6 m、最大 40 トンのプレキャストセグメント（ $\sigma_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$ ）が現場架設された。最も高い橋脚は 87 m である。

セグメントの製作にはショートラインマッチキャスト工法を採用した。プレキャストヤードは、現場から 20 km に位置し、製作ラインと養生エリア、仮置きエリアから成る 40,000 m² の敷地で橋脚用セグメント 440 個とピロン柱用セグメント 68 個が製作された（写真—3）。

ケーブルクレーンを使用してプレキャストセグメン



写真—3 プレキャストヤード全景



写真—4 橋脚セグメント架設

トは架設された。個々のセグメントは、接合面にエポキシ樹脂を塗布し、PC 鋼棒にて連結・緊張固定された（写真—4）。

(3) 上部工

橋脚柱頭部へのアクセスに制約があるため、施工足場や型枠などは地上で地組みしてからケーブルクレーンによる一括架設とした。バケットによるコンクリート（ $\sigma_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$ ）打設後、PC 鋼材（19s15.2、全 6 本）にて横締め緊張を行った。

鋼製ガーダーは柱頭部間に 4 連の桁が挟まれる構造



写真—5 鋼製桁運搬架設

である。重量45トン、長さ35mの鋼製ガーダーをケーブルクレーンで所定の位置に架設／仮固定後、PC鋼棒にて柱頭部コンクリートを介して隣接スパンのガーダーと緊結した（写真—5）。

床版はポリプロピレン繊維を混入したコンクリート（ $\sigma_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ ）による舗装のため、仕上げ面に高い精度が求められた（写真—6）。幅員は26.8mで、上下各2車線、計4車線の車道、橋面ダム側には幅2mの歩道が整備されており、橋梁上からフーバーダムの眺望を見下ろすことができる。



写真—6 床版作業全景

3. アーチリブ施工

(1) アーチ部概要

- ・スパン323m、アーチライズ84mのアーチリブが2本並列するツインリブ構造の上路式固定アーチで、8か所で鋼製ストラットにて相互連結される。
- ・アーチリブは52の標準セグメントと閉合セグメントの合計53セグメントから構成される。セグメント形状は中空箱形で、長さ（最大）7.9m×高さ4.2m×幅6.0mで、第1セグメントは48度の傾斜がある。
- ・兩岸のアーチアバットから4台の移動式型枠（フォームトラベラー）により同時張り出し施工を行った。1フォームトラベラー当たり26セグメントを施工した。
- ・斜吊りケーブルは第6セグメントから使用された。第5セグメントまではアーチアバットを反力に取り、U-テンドンを使用したカンチレバー張り出し施工とした。

(2) ピロン工法

ピロン工法とは、アーチアバット上部に仮設のピロン柱を設置し、その頭部から斜吊りケーブルによってアーチを吊りながら、順次張り出し施工していくものである。本橋の斜吊りケーブルは、アーチ側に配置す

る11段のフォアステイト、アプローチ側のアンカーに接続する7段のバックステイトから構成された。ケーブルは温度変化による影響を軽減するため白色の高密度ポリエチレン管で保護された。ピロン柱の基部はピン結合となっており、アーチ架設中の施工荷重の変化により前後に傾斜する構造となっている（写真—7）。



写真—7 ピロン柱と斜吊りケーブル

(3) 3次元逐次解析

アーチリブの張り出しは施工を迫る毎に構造系や荷重条件が逐次変化する。また、並列するアーチリブを結合する鋼製ストラットを介して相互に影響を及ぼしあうため、アーチリブは3次元的な挙動を示す。約1,800の施工ステップを正確に反映した3次元解析を実施し、アーチリブに発生するモーメントやケーブルの応力及びアーチリブやピロン柱の変位を算出し、応力管理や形状管理に活用した。

4. 施工設備

適切な工事機械／設備の採用が、プロジェクト成功の鍵を握っていた。3つの事例を、ここに紹介する。

(1) ケーブルクレーン

深い溪谷上に位置する当現場では、荷役運搬用機械としてケーブルクレーンの使用は必然の選択であった。橋脚プレキャストセグメントの架設やアーチリブ張り出し施工、鋼製ガーダー架設に加え、アクセスが困難な施工場所への作業員の運搬など、あらゆる局面で必要とされた。まさに工事の生命線となる重要な設備であった（写真—8）。

約14m間隔で平行に配置された橋脚やアーチリブと同じ橋軸線上にそれぞれ独立したケーブルクレーンを設置した。前述したピロン柱にトラックケーブルが干渉するのを回避する十分な高さを確保するため、鋼製タワーは高さ101mとした。吊り荷を橋軸直角方



写真-8 ケーブルクレーン全容

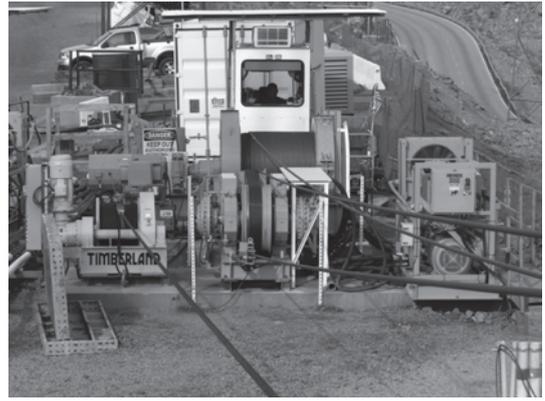


写真-9 ケーブルクレーン運転席と各種ウィンチ

向へ移動できるよう、タワーを左右へ振る機能（ラッピング）を持たせた。

9ピースの鋼製トラスで構成されるタワーの組み立ては狭隘なアプローチに300トン級クローラークレーンを配置し、やらすワイヤーを4方向に張りながら行われた。タワー支間762mにおいてケーブルの設置を行う工程では、ヘリコプターを使用して細いパイロットワイヤーを渓谷間に渡すことから始まり、ウィンチを使用して兩岸を往来させながら徐々にケーブル径を大きくした。最も太いものは径75mmのトラックケーブルであった。

トラックケーブル張力を調整することで吊能力を変化させた。プレキャスト橋脚や鋼製桁架設期間は50トン吊りとしたが、アーチ施工期間は25トン吊りとして、ケーブルサグとピロン柱の干渉を回避すると同時に揚重スピードを上げ、サイクルタイム短縮に寄与した。支間中央におけるトラックケーブルのサグは50トン吊り時に56.4メートル、25トン吊り時で42.7mであった。タワー周辺とフォームトラベラーに風速計を設置し、常に風速を監視しながら作業を実施した。瞬間風速（3秒平均）が毎時20マイル（8.9m/秒）を超えると、ケーブルクレーンによる人の運搬を、毎時30マイル（13.4m/秒）を超えると、全ケーブルクレーン作業を中止した。風速が毎時30マイル以上を記録した割合が夏期（4月～9月）で16%、冬期（10月～3月）で10%で、強風による工程への影響は甚大であった。

大半の作業においてケーブルクレーンを必要とするため、クリティカルアクティビティに優先的な使用権を与えることが、工程管理の上で必須であった。作業前打ち合わせで、ケーブルクレーンの作業内容と時間割りを取り決め、クレーンオペはこのスケジュール表に沿って作業した。作業スケジュールの変更は、決められた職長のみ無線でケーブルクレーンオペレータ

に指示や許可を出させ、ケーブルクレーンの効率的な使用を徹底した（写真-9）。

(2) コンクリート関連設備

(a) 既設生コンプラントと直営プラント

現場に供給可能な立地条件にある既存の商業生コンプラントは1箇所のみで、需要があるときだけ稼働する開店休業状態であった。ミキサーは定置式ではなく、トラミキ車へ直接材料を投入し、練り混ぜる方式であった。橋脚用プレキャストセグメントの製作は作業のサイクル化により生コン打設が毎日、ほぼ決まった時間に行われること、トラミキによる練混ぜでも要求品質が達成可能な生コン仕様であったこと、製作ヤードと隣接していることから、この既存プラントが使用された。一方、アーチで使用する高流度/高強度コンクリートは非常に鋭敏で、トラミキ車による練混ぜでは品質にばらつきがあり、練混ぜ不良によるサンドボールがしばしば形成された。また、プラントから現場までの道中はしばしば突発的な渋滞に見舞われ、時間内の運搬に懸念があった。アーチリブコンクリートの不具合は致命的で、要求品質の安定供給が不可欠であることから、現場近傍にバッチャーを設営し、直営で製造管理することとした。可搬式バッチャープラントに5立方ヤード（約3.8M³）のパン型強制練りミキサーを組み合わせて使用した。

(b) 生コン打込み温度対策

打設後のコンクリート発熱温度は、155F（約68℃）以下とすることがスペックで規定されていた。計画サイクルタイムを満足する初期強度発現が得られる範囲で低発熱タイプの配合とし、打設はすべて夜間、スペースが許す限りクーリングパイプを配置し、発熱を抑制する方策をとったが、それでも、夏季にはコンクリート打込温度を16℃以下にする必要があった。遮蔽により日射を和らげ、散水による気化熱を利用して骨材

のプレクーリングを行い、冷水の使用により打込温度を下げる方策をとったが、目標打込温度には達せず、やむをえず、液体窒素を使用した。氷チップの融解熱による減温効果も検討したが、対象コンクリートボリュームが少ないため固定費の負担が大きく、断念した。打設後のコンクリート温度のモニタリングを行い、液体窒素使用量の経済化を図った（写真—10）。



写真—10 液体窒素による生コン冷却

(c) アーチコンクリート打設

アーチリブのコンクリートは全面を型枠で覆われ、コンクリートの投入は各所に設けられた小さな開口部に限られた。任意の場所へ速やか、かつ正確に筒先を動かす必要性から、アーチ上に打設用ブームを設置した。アーチ張り出しが進むにつれて、打設用ブームも前方へ移設し、この施工荷重の変化は3次元解析に反映された。地上に設置されたコンクリート圧送ポンプとはアーチ上に敷設された5インチ圧送管で接続した（写真—11）。



写真—11 コンクリート打設用ブーム

(3) フォームトラベラー

アーチセグメントのサイクルタイムの短縮を実現するため、施工に使用するフォームトラベラーの製作には以下の点が考慮された。

・急勾配での施工となるので、各種作業の安全確保を

第一とすること。

- ・外型枠／内型枠の簡易かつ迅速なラウンディング（前進）と後方への落下防止対策。
- ・鉄筋かごや伏せ型枠大型パネルなどケーブルクレーンによる材料の吊り込みが支障しないよう、上部開放型とすること。
- ・アーチ角度の変化に応じて作業足場や昇降階段の角度調整が可能なこと。
- ・設計時に想定したトラベラー重量から大きく逸脱しないこと。
- ・全面を覆われた型枠内のコンクリート充填が確実に行われること。
- ・コンクリートは一回打設とし、側圧に十分耐える型枠構造とすること。
- ・交互にあるプリスターセグメントと標準セグメントの内型枠の調整手間を最小限にすること。
- ・米国から遠隔の中国での製作であるため、日本から技術者を現地へ派遣し、品質保証／管理の徹底を行うこと。

長いラーニングカーブを経て、アーチ勾配が緩やかになるにつれて、サイクルタイムは飛躍的に向上し、最短で6日を達成した（写真—12）。



写真—12 フォームトラベラー

5. おわりに

現地に乗り込み、断崖絶壁を目の当たりにして、途方に暮れたことが昨日のここのように思い出される。“挑戦”という言葉では表現しきれない七難八苦の工事であった。2010年10月の完成以来、1年間に700万台以上の車両がコロラドリバー橋を通行し、約100万人の観光客が現地を訪れた。世界の土木史に残るフーバーダム の偉業の眼前でコロラドリバー橋は新しいランドマークとして人々に認識されつつある。



写真—13 完成写真

謝 辞

本プロジェクトは土木学会から土木学会田中賞を、ASCE（米国土木学会）からその年度を代表する工事に与えられるOCEA（Outstanding Civil Engineering Achievement）Awardという日米の荣誉ある賞を受賞した。これらは、我々と一丸となって取り組んだ発注者（Federal Highway Administration：連邦高速道

路局）の強いリーダーシップと各方面から頂いた多大なご支援、ご指導の賜物である。この場を借りて、関係各位に改めて謝辞を申し上げます。

J C M A

《参考文献》

- 1) 小野崎他：フーバーダムバイパスコロラドリバー橋の施工，橋梁と基礎，2010.03
- 2) 高德裕平：フーバーダムバイパスコロラドリバー橋の建設，土木学会誌，2011.02
- 3) 新倉一郎他：アメリカ・コロラドリバー橋におけるコンクリートの品質確保，セメント・コンクリート誌，2011.01

〔筆者紹介〕

定松 道也（さだまつ みちや）
 (株)大林組
 海外支店 土木営業部
 副部長



「建設機械施工ハンドブック」改訂4版

建設機械及び施工の基礎知識，最新の技術動向，排出ガス規制・地球温暖化とその対応，情報化施工などを，最新情報も織り込み収録。

建設機械を用いた施工現場における監理・主任技術者，監督，世話役，オペレータなどの現場技術者，建設機械メーカー，輸入商社，リース・レンタル業，サービス業などの建設機械技術者や，大学・高等専門学校・高等学校において建設機械と施工法を勉強する学生などに必携です。

建設機械施工技術の修得，また1・2級建設機械施工技士などの国家資格取得のためにも大変有効です。

〔構成〕

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

6. トラクタ系機械
7. ショベル系機械
8. 運搬機械
9. 基礎工事機械
10. モータグレーダ
11. 締固め機械
12. 舗装機械

●A4判／約800ページ

●定 価

非 会 員：6,300円（本体6,000円）

会 員：5,350円（本体5,095円）

特別会員：4,800円（本体4,570円）

【ただし，特別価格は学校教材販売（学校等教育機関で20冊以上を一括購入申込みされる場合）】

※送料は会員・非会員とも沖縄県以外700円，沖縄県1,050円

※官公庁（学校関係を含む）は会員と同等の取扱いとします。

●発行 平成23年4月

一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒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>

インドネシア カレベダムの施工

寺内 健二

カレベダム建設は、カナダに本社を置く世界最大級のニッケル生産企業の発注であり、インドネシアのニッケル生産工場に電力を供給することを目的とした水力発電用コンクリートダム建設工事である。カレベダムの建設地は、厳しい地理・気候条件に加え、大変難しい地域雇用の環境下であった。そのような状況のもとで、ダム・発電所工事は、2008年7月25日に着工し、大幅な工程短縮を実現し、工事期間37ヶ月という短期間で2011年8月21日に竣工を迎えることができた。本稿では特殊な地域特性下におけるカレベダムの施工について報告する。

キーワード：インドネシア、ダム、RCC工法、メンブレン、ストライキ

1. はじめに

カレベダムは、図-1に示すように、インドネシアのスラウェシ島中央部、南緯2.5度に位置する。インドネシアは面積192万km²、人口2億3千万人、1万8千もの島からなる共和国である。スラウェシ島は同国で4番目に大きい島で、面積は日本の約半分であり、島の南端にマカッサル、北端にメナドという中規模都市がある。

スラウェシ島は高温多湿な熱帯雨林気候に属し、年間雨量3,000mm、年間平均気温28℃である。年間平均気温の変動は少なく、季節は雨季と乾季に分かれる。雨季においても、降雨が一日中続くことはほとんどなく、短時間に豪雨が降り注ぐ気象である。

インドネシアは多様な民族と文化が共存し、スラウェシ島においても、南部はブギス・マカッサル族、中部はトラジャ族、北部はミナハサ族などが独自の文化を保有する。公用語であるインドネシア語以外の固有言語を持つ部族もあり、宗教、習慣や生活様式など複雑な地域特性である。

首都ジャカルタとマカッサルの直線距離は約1,400kmであり、カレベダムは人の移動だけでも東京から2日間を必要とする遠隔地である。資機材の調達運搬は基本的にマカッサル経由で行い、普通乗用車でもマカッサルから片道12時間の道程となり、軽微な部品も含め調達運搬には相当の時間と苦労が伴った現場である。

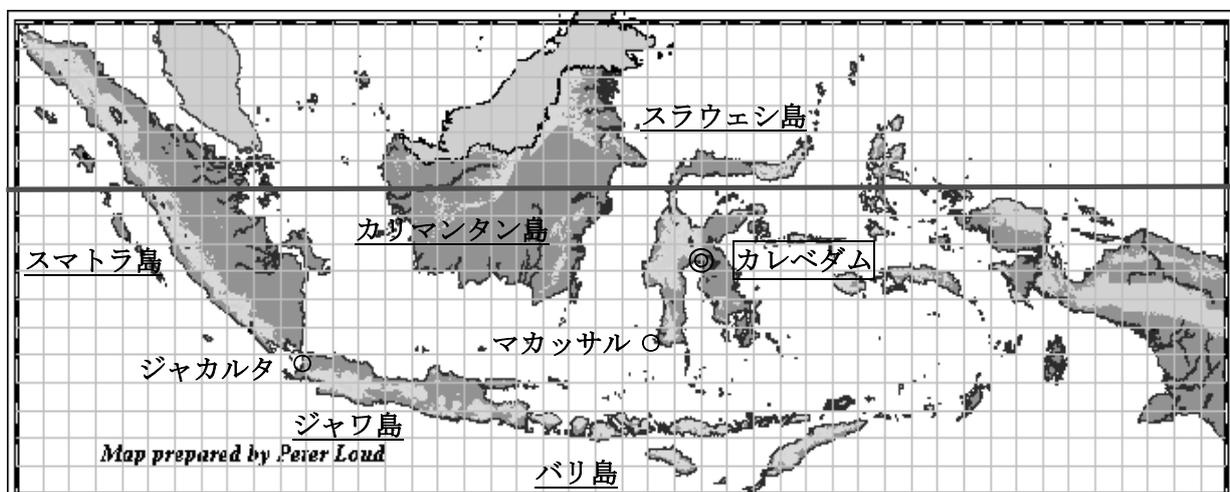


図-1 現場位置図

2. 工事概要

(1) 工事内容

カレバダム（写真—1）は、堤体積 28 万 5 千 m³、堤高 80 m の水力発電用の中規模重力式コンクリートダムである。ダムの諸元を表—1 に示す。

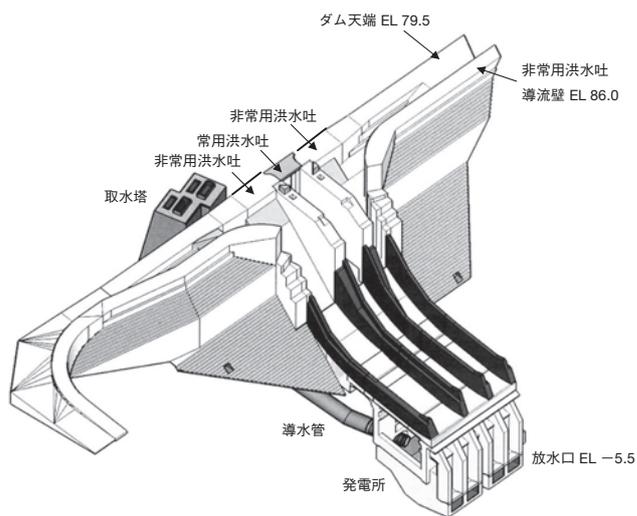
発電所は半地下式で、発電量は 9 万 kW である。



写真—1 カレバダム全景（2012年4月撮影）

表—1 カレバダム諸元

ダム・発電所諸元	
型式	重力式コンクリート
堤高	80.0 m
堤頂長	215 m
堤体積	288,500 m ³
下流面勾配	1 : 0.8（階段状）
ダム天端標高	EL79.5
基礎岩盤	橄欖岩
堤頂幅	6 m
フィレット	なし
発電機	4.5 万 kW × 2 基 = 9 万 kW
導水管	Φ 5.5 m × 80 m × 2 条
常用洪水吐	ラジアルゲート
非常用洪水吐	自然越流方式
集水面積	2,800 km ²
湛水面積	0.64 km ²
常時満水位	EL79.0
最低水位	EL76.0
総貯水容量	22,200,000 m ³
有効貯水量	2,200,000 m ³
仮排水路トンネル諸元	
内径	縦 6.6 m, 横 4.5 m（馬蹄形）
通水延長	278 m
対象流量	600 m ³ /s
放水路諸元	
放水路延長	2,490 m
水路幅	38 ~ 46 m



図—2 ダム鳥瞰図

非常用洪水吐は自由越流型の天端側水路形式で、減勢工はスキージャンプ式であり、ダムの形状は複雑である。ダム鳥瞰図を図—2 に示す。

(2) 全体工程

ダム・発電所工事は、表—2 に示すとおり、2008 年 11 月に基礎掘削工に着手し、2011 年 8 月に発電を開始した。当水力発電プロジェクトは、企業者により土木工事、発電設備工事、ゲート設備工事など 7 つの契約に分けられている。

表—2 ダム堤体・発電所工事の工事経過

2008 年 11 月	基礎掘削工着手
2009 年 5 月	転流開始
2009 年 9 月	基礎掘削工完了
	取水塔構築開始
2009 年 10 月	導水管掘付開始
	発電所構築開始
2009 年 12 月	導水管掘付完了
	堤体コンクリート開始
2010 年 5 月	洪水吐構築開始
2011 年 1 月	取水塔構築完了
2011 年 3 月	洪水吐構築完了
2011 年 5 月	堤体コンクリート完了
2011 年 7 月	発電所構築完了
	湛水開始
2011 年 8 月	発電開始

現場乗込み時、発電機・ゲート設備メーカーとの詳細な取り合いを確認した結果、新たな制約が発生し、土木工事において 6 ヶ月の工程短縮が必要となった。これに対してさまざまな工程短縮対策を実行し、目標

である6ヶ月の工程短縮を実現することができた。これは企業者側と施工者の信頼関係、双方の柔軟な対応と迅速な決断により可能となったもの考える。

(3) 基礎掘削工

河床掘削が全体工程上クリティカルパスであったので、転流前に河川上部の掘削を完了させて、転流直後に河床掘削を開始した。河床掘削は、40mの高低差を15m毎に小段を設け垂直に掘削する形状であった。発破によって岩盤をいためないように配慮し、プレスブリット工法を採用した。また、岩盤状況を確認しロックボルト工およびコンクリート吹付工により部分的に補強しながら段階的に掘削する「逆巻き工法」により施工した。転流後の河床掘削状況を写真—2に示す。

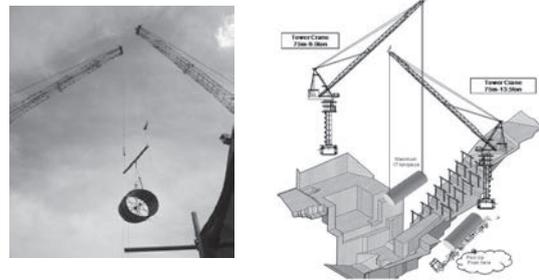


写真—2 転流後 河床掘削状況

(4) 導水鉄管設置工

河床掘削完了直後に、内径5.5m、延長80mである導水鉄管2条の据付を開始した。導水鉄管の重量は20t以上であり、2台の13.5tタワークレーンの相吊により据付を進めた。クレーンオペレータおよび合図者は、相吊作業において初心者であるインドネシア人であったが、練習を繰り返し、無事安全に作業を完了することができた。クレーン相吊による導水鉄管据付状況を写真—3に、据付状況全景を写真—4に示す。

倒式コンクリートバケットを使用して、13.5tダム用タワークレーン2基により打設した。打設状況全景を写真—5に示す。



写真—3 クレーン相吊による導水鉄管据付状況



写真—4 導水鉄管据付状況全景

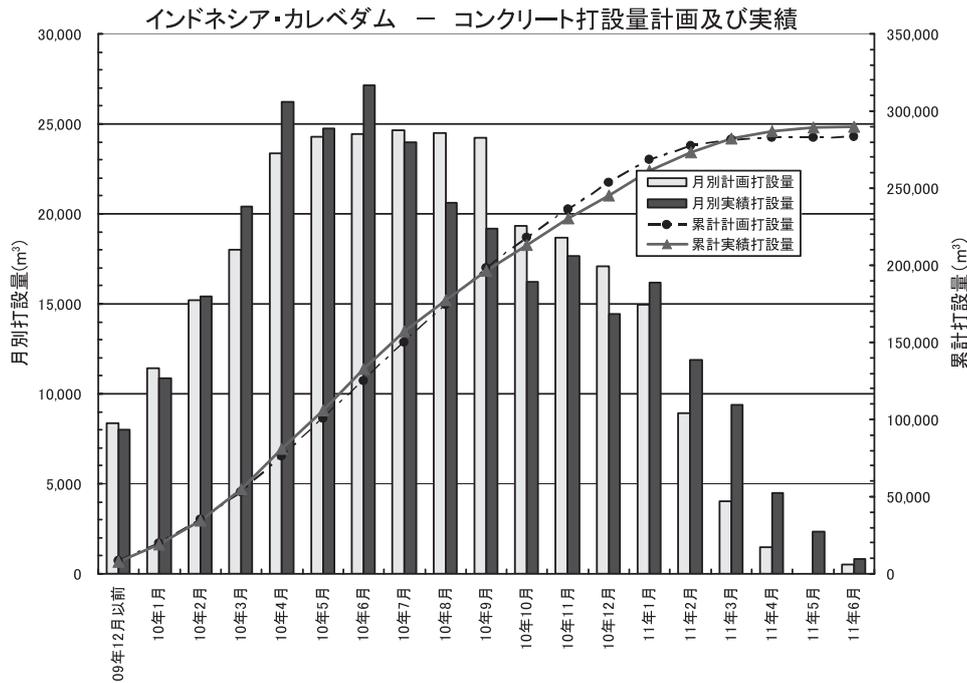
(5) 堤体コンクリート

カレベダムは、契約当初、RCC (Roller Compacted Concrete) 工法で計画されていた。しかし、構造は複雑であり、また多雨地域であったため、超固練りコンクリートをローラで転圧するRCC工法のメリットである高速施工を発揮することは困難であると判断し、コンクリートの配合をRCCから通常の貧配合有スランプダムコンクリートに変更した。

コンクリートは、バッチングプラントからダンプトラックで堤体下流バンカー線まで運搬し、4.5m³の転



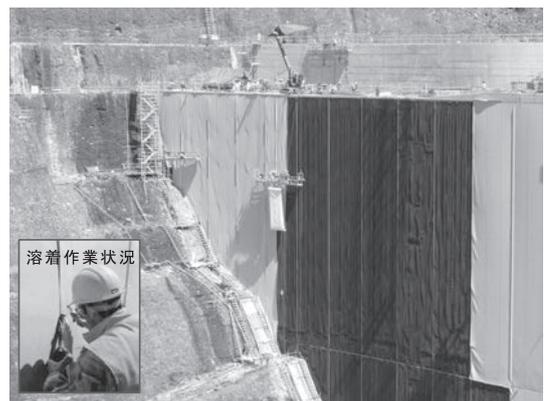
写真—5 堤体打設状況全景



図一三 全体コンクリート打設量実績図

堤体コンクリートは、基礎掘削完了後、2009年12月に開始し、2011年5月に完了し、計画通り18ヶ月間で終了することができた。全体コンクリート打設量の月別計画と実績を図一三に示す。

数々の問題に遭遇したが、企業者、地元自治体など多くの関係者の支援を得て解決し、イスラム教における断食期間の2010年8月および9月は、実績が計画を約5,000 m³/月下回っているものの、構造物構築工事を含め全体を通して計画通りの打設を終了することができた。



写真一六 上流面メンブレン設置状況

(6) 上流面メンブレン設置工

カレバダムは、コンクリートブロック間に止水板を設置することなく、上流面全面に、メンブレンを設置する止水構造を採用している。この工法は、日本国内では実績がなく、堤体側から1層目に透水層であるジオネット、2層目に不透水層である厚み2.5mmのポリ塩化ビニル製メンブレンを設置する2重構造となっている。メンブレンは、ダム堤体コンクリート打設終了後、ダム天端からゴンドラを使用して、幅3mのロール毎に、設置・溶着して、つなぎ合わせた。メンブレンによる止水構造のメリットは、従来のような複雑な止水板を設置しないので、コンクリート打設の急速施工が可能となることである。

メンブレンの実績としては、メンテナンスフリーで30年以上、各国で65ダム以上の施工実績がある。メンブレンの設置状況を写真一六に示す。

3. 特殊な地域特性下での施工

(1) 労務管理

カレバダム建設地は、企業者が長年に渡って地下資源開発を継続している地域である。企業者と地元自治体・住民との間に合意があり、カレバダム・発電所工事における事務所スタッフや作業員は、出来る限り周辺地元から雇用することが契約により義務付けられていた。

ダム技術者、大型重機やクレーンのオペレータなど特殊技術者の一部は、周辺地元以外から雇用することが地元自治体から許可されたが、型枠工や鉄筋工などの作業員は、認められなかった。そのため、ほとんどの作業員を周辺地元から雇用しなければならず、熟練工の採用は難航を極めた。施工は、土木工事に不慣れな作業員による直備体制で進めるしかなく、やる気の

ある職長および作業員を経験のある第三人スーパーバイザーの下に配置し、各作業の核になるよう早期教育を施し、最盛期の作業量増大に対応した。

一方、企業者に雇用されている地元住民との比較から、当工事における雇用条件や待遇に対するデモやストライキが頻発し、工事中断やその対応に苦慮した。場内道路封鎖による争議行動の一例を写真一七に示す。これは、コンクリート打設中にも関わらず、大型ダンプにより工事用道路を閉鎖された状況である。



写真一七 構内道路封鎖による争議行動 (2010年7月)

これらの労務管理対応として、インドネシア人を中心に労務管理チームを構成し、地元自治体、労働監督署、地元労働組合、地元有力者、企業者涉外担当者などと密接な連携を図り、早期に円満な解決ができるような体制を整えた。さらに違法行動に対しては、警察及び軍の協力を得ながら対処にあたった。粘り強い対話と協議の中から労使双方の信頼関係が築き上げられたと考えている。

(2) 資機材調達

カレベダムは僻地に位置し、資機材の調達・運搬には多大な時間を要するため、確実な調達・運搬が工事の進捗において生命線であった。資機材の調達・運搬は、通常、国内調達でも、注文から船便により最低1ヶ月、海外調達では3ヶ月の期間を要した。海外調達では通関が大きな障害となり、4ヶ月間通関で据え置かれるものもあった。一度歯車が狂えば長期的に工程が遅延する恐れがあり、慎重かつ綿密な施工計画が必要であった。基本的にスラウェシ島南端の都市マカッサルまで海上輸送、マカッサルからは幾つかの峠を越えながら約550kmの陸路輸送である。

期間的余裕を見込み、計画的な調達・運搬を心がけたが、大雨や河川氾濫による道路や道路橋の崩壊、運送従事者のストライキなど予期せぬことで物資運搬が不能になることもしばしば発生した。

一例として、2010年5月9日、大雨により現場から約3時間の地点で道路橋台が崩壊し、長期間に渡り道路が通行不能となった。緊急を要する軽微な資機材については、現場から約30km地点に位置する企業者の受払港湾施設(写真一八)の使用が許可された。多量の運搬が毎日必要なセメント・フライアッシュについては、通行不能箇所に応急的に配管を設置し、別のローリー車に積み替えることにより対応した。しかし、材料の制約からフル施工することはできなかったのでクリティカルパスでない工種のコンクリート打設をしばしば先送りにする対応を余儀なくされた。



写真一八 企業者の受払港湾施設

インドネシアの地方インフラ整備の速度は遅く、工期完了まで当該道路橋は、応急補修のまま片側通行であった。

また、資機材の盗難でも頭を悩ませた。カレベダムでは、警備員を配置して、考えうるさまざまな対策をとったが、工具、鉄筋、軽油、機械の制御盤等さまざまなものが盗まれた。外部の犯行に対する対策は、柵の設置、警備員の追加等で対処することはできたが、作業員の内部犯行に対する対策は困難を極めた。盗まれた機械の制御盤などは、日本から調達しなければならず、航空便により取り寄せても、通関などで最低2~3週間かかり、その間機械を動かすことはできない。

このような状況でも、影響を最小限に抑える為の迅速な対応、柔軟な工程の見直し、問題解決後の工程回復への努力により困難を克服できたと考える。

(3) 安全管理

カレベダムは、発注者である資源開発会社の労働許可のもとで施工され、鉱山関係の安全基準が適用された。鉱山関係の安全基準は、建設の安全基準に比べ厳しく、更に欧米のスタンダードに基づく安全管理を求められ、安全そのものに不慣れな現地作業員への安全教育も含めて、現場の安全管理に大変な苦労を経験し

た。

安全管理について、カレベダムの特徴ある安全規則を以下に紹介する。

- ①作業場毎に、安全衛生担当者を配置しなければならない。昼夜作業であり、安全関係スタッフで総勢54名となった。
- ②保護メガネは、作業に関わらず常に着用しなければならない。
- ③すべての通路、足場において、ビティー枠の使用は許されず、Φ2インチ以上、厚み4mm以上の単管を使用しなければならない。
- ④日本で通常使用されている胴ベルト型安全帯は許可されず、ハーネス型安全帯をすべての高所作業において使用しなければならない。
- ⑤現場内連絡車の運転において、一般の運転免許証に加えて、発注者の特別運転免許試験に合格しなければならない。
- ⑥コンクリート打設において、コンクリートバケット直下での作業が一切許されず、タワークレーンをすべて山側旋回しなければならない。

4. おわりに

カレベダム工事は、さまざまな問題点・リスクを抱えていたが、企業者、地元自治体など多くの関係者の支援を得て、予定通り2011年7月に湛水、8月に発電開始を実現することができた。

ダムという工種に限らず、海外建設工事は、自然条件、設計・施工、資機材調達・運搬、労務、安全、資金、契約、税務、為替など各現場で固有なリスクが存在し、その重要度も違ってくる。

カレベダムにおいて、ジャワ島やスマトラ島出身のインドネシア人スタッフがインドネシア国内で経験したことがない労務管理に直面したこともその一例であると思う。

日本の建設資本は、確実に縮小傾向に進み、国内の新規ダム事業も、減少している。日本の建設業の海外工事受注は、1981年に年間1兆円受注となり、その後多少の増減はあるが、今現在も30年前からあまり変わっていない。これまで以上に、日本の技術を武器として、海外へと活躍の場を広げていかなければならないと思う。日系企業としての優位性を発揮していく為にも、これまでの海外現場運営に関わる問題と対応策を地域毎・分野毎に事例分析・研究し、次の各現場のプロジェクトマネジメントに確実に反映させていく仕組みを作り上げていくことが重要であると考えている。

JCMA

【筆者紹介】

寺内 健二 (てらうち けんじ)
鹿島建設㈱
土木管理本部 土木工務部 ダムグループ
課長代理



マリーナ高速道路 485 工区工事

海底トンネル，鋼管矢板による 二重締め切りボックスカルバートトンネル施工

内田 桂司・和泉 敏幸

シンガポール マリーナ高速道路（MCE）工事は6工区に分かれ、当工区が施工している485工区は海上部に位置しており、大型2連RCボックスカルバート式の海底トンネルを海底下に構築するものである。海底トンネルの構築は、鋼管矢板にて仮締め切りを行い、その締め切り内を切梁支保にて土留めしながらトンネル下端まで掘削する開削工法により行った。

本報では、大型の鋼管矢板を引き抜き、転用するという世界的にも殆ど事例がない施工方法について報告する。

キーワード：海底トンネル，ステージ1・2，鋼管矢板，世界最大のパイプロハンマー

1. はじめに

マリーナ高速道路（MCE）は、当工事の発注者である Land Transport Authority（LTA）が計画するシンガポールで10番目の高速道路であり、将来予測される交通量増大および陸上ネットワークの改善を目的として建設されている。MCEは片側5車線、全長約5.5kmあり、うち地下トンネル部が約3.6kmの自動車専用道路となっている。当社が担当する485工区は、全長700m、幅約55mとなっており、上下線合わせて10車線の大型2連RCボックスカルバートで、このうち約420mは海底下に構築されるシンガポールで初の海底トンネルとなっている。

2. 施工条件

当工区の近傍にはマリーナバラージ（河口堰）が設置されている。現在、資源の乏しいシンガポールでは飲料用の水を隣国マレーシアからの輸入に頼っている。自国の資源を活用するため、シンガポール政府はマリーナバラージ内へ河川から流入した水を飲料水として利用する事業に取り組んでいる。更にマリーナバラージは内陸部で度々発生する洪水の治水対策の目的も兼ねた極めて重要な施設であるため、施工中は施設の機能の妨げにならないように細心の注意が必要とされている。大雨等でマリーナバラージ内側の水位が上昇した際は、水門を開き堰内の水を放流することで水位が調整される。工事中はこの放流を妨げないために、



写真-1 ステージ1、2の施工状況

最低150mの河口幅を確保しながらの施工が要求されている。このため、施工時はステージ1とステージ2の二段階に分けて施工している（写真-1）。

3. 鋼管矢板の仕様

二重締め切りで使用する鋼管矢板の諸元を以下に述べる。

(a) 寸法・材質

- 直径 1,400 mm
- 厚さ 19 mm
- 長さ 42 m (平均), 60 m (最長)
- 材質 S355 (SKY490 と同等)

(b) 数量

- ステージ 1 1,025 本
- ステージ 2 631 本 (ステージ 1 より転用)

鋼管矢板は隣国マレーシアのパナン島にて製作した。当工事は沿岸部に位置していたため、曳船と台船で工場から現場に直接搬入する海上運搬を採用した。これにより、鋼管矢板の打設長 (平均約 42 m/本) を継手なしで製作・搬入する事が可能となり、打設時の溶接による継杭作業を軽減する事が出来た。海上での継杭作業は、杭打ちの進捗に大きく影響するため、これを軽減出来た事は工期遅延を防止する上で効果があった。

仮締め切りの構造は、掘削する両側に直径 1,400 mm の鋼管矢板を幅 20 m で二列に打設した二重締め切り構造とした (図-1)。この鋼管杭は、施工後に全てを引き抜くことになっている。

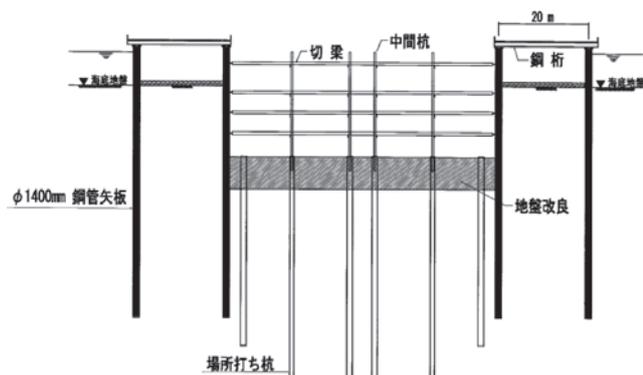


図-1 標準断面図 (海上部)

前述の施工条件で記したように、当工事ではステージ 1, ステージ 2 と二期に分けた施工となる。ステージ 1 で使用した鋼管矢板は引き抜き後、ステージ 2 で再利用する計画とした。ステージ 1 で引き抜いた鋼管矢板をステージ 2 で確実に再利用するには、打設および引き抜き時の損傷を出来る限り抑える必要があった。そのため、鋼管矢板の肉厚を設計上の必要厚よりも厚くし、また、海上部で使用するものは、飛沫部分を重防食するなどの処置を行った (写真-2)。

また、海上部の締め切りにおいてはトンネルを構築するため、海底面下 16 m まで掘削する必要がある。よって、締め切り壁には徹底した止水対策が要求され、鋼管継手部からの海水の浸入を防ぐ必要がある。しかし、



写真-2 海上部の鋼管矢板重防食

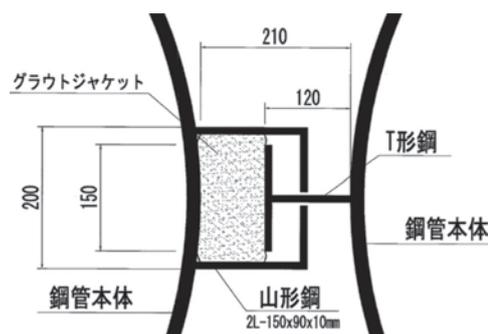


図-2 鋼管矢板 L-T 継手

継手部を堅固な材料で止水すると継手部の摩擦が増大し、後に行う引き抜き作業が困難となる恐れがあった。そのため、鋼管継手は L-T 継手とし、標準よりも大きなサイズを採用し、継手同士の接触を最小化した (図-2)。

継手サイズを大きくする事によって継手同士の摩擦を抑えられる半面、間隔が増える事で海水が浸入するリスクが増大してしまう。継手部の隙間には布製のグラウトジャケットを挿入し、その中にセメント、ベントナイト、海底より採取した粘性の強い海成粘土をミックスしたものを充填し止水を行った。上記の漏水リスクに対応するため、大きなサイズの継手にも適合し、かつ掘削中の鋼管矢板の変位にも追随出来る可とう性のある充填剤の選定が重要となった。そこで様々な配合の充填剤を用意し、現場でモデル実験を実施した。実験結果より、上記の要求事項を満足出来るであろう最適な充填剤の配合を採用した (表-1)。

写真-3 は、止水後の鋼管矢板内の状況である。鋼管矢板の外の水位は、写真の地盤より面より 5 m 程度上にあり、矢板壁の止水が良く機能している事が分

表-1 充填剤の配合

セメント (kg)	ベントナイト (kg)	海成粘土 (kg)	水 (kg)	強度 (N/mm ²)
100	200	200	750	0.5 ~ 5



写真-3 止水状況

かる。仮締め切り内の掘削中の鋼管変位により、海水が浸入するケースが数回発生したが、あらかじめ設置した水中ポンプで排水できる程度の水量に留まっており、大きな問題とはならなかった。

鋼管矢板の継ぎ手部からの海水の浸入を抑えるためには、鋼管上端から下端まで継手を設けるのが理想であるが、打設および引き抜きの際に継手部の摩擦により作業に障害が出来る事は避けた。そこで、L-T継手の長さは下図のように決定した（図-3）。

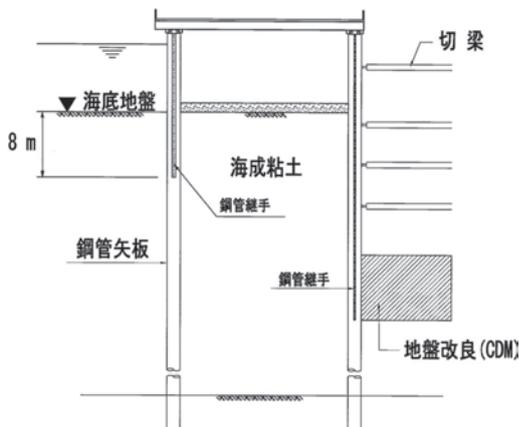


図-3 継手の長さ

現場周辺の土質は非常に粘性の強い海成粘土に覆われており、透水性は 10^{-7} cm/sec と非常に低いため、外側の鋼管矢板の継手長さは海底地盤から8m下までとした。また、内側の鋼管矢板については、掘削面下にある地盤改良（CDM工法にて6m程度の厚さで全面改良）の下端まで取り付ける事とした。

4. 鋼管矢板の打設

(1) 鋼管矢板の打設条件

鋼管矢板の先端はN値50の層に陸上部においては最低2.5m、海上部においては最低1.0mの貫入が要求されている。

(2) 鋼管矢板の打設方法

当初、鋼管矢板は油圧ハンマーにて打設することを検討したが、油圧ハンマーを使用した場合、後の引き抜き作業が困難になる可能性があるため、バイプロハンマー（オランダPVE社製200M、110M）にて打設する事とした。このPVE 200Mは打設当時、世界最大級のバイプロハンマーと言われていた。しかし、このバイプロハンマーを用いても陸上部の約10%の鋼管矢板は要求されたN値50の層への貫入（陸上部2.5m）が出来ず、高止まりした。そのため、貫入出来なかった鋼管においては、鋼管内部をアースオーガーにて中掘した後に油圧ハンマーにて打設を行った。バイプロハンマーは下表に示す2種類を併用し、N値50の上層までは110M、最終打設は200Mを使用し所定の深度まで打設した。バイプロハンマーの諸元を表-2に、また施工状況を写真-4、5にそれぞれ示す。

表-2 バイプロハンマー

メーカー	オランダ PVE 社		
型 式	110M	200M	
モーター出力 (kW)	558	980	
偏心モーメント	(N/m)	1,078	1,960
	(kg/cm)	11,000	20,000
本体重量 (kg)	12,000	25,000	
起振力 (kN)	2,250	4,400	



写真-4 鋼管矢板打設 (バイプロハンマー)



写真-5 中掘りおよび油圧ハンマー

5. 鋼管矢板の引き抜き

鋼管矢板の引き抜きは当工事において最も懸念されていた工種のひとつである。このサイズの鋼管矢板の引き抜きは世界的にも殆ど事例が無く、更に内側の鋼管矢板においては地盤改良部と接しており、この地盤改良部との付着が引き抜きにどの程度影響するかを事前に正確に評価する事は困難であった。そこで引き抜き抵抗のばらつきに対応するため、オランダのPVE社が新しく開発した世界最大（起震力6,150 kN）のバイプロハンマー300Mを使用する事とした（写真—6）。

海上部においては鋼管矢板の土中部の長さが陸上部に比べて短いため、比較的少ない負荷で引き抜く事が出来た。しかし、陸上部においては、油圧ハンマーで打設した一部の鋼管矢板の引き抜き抵抗が大きく、バイプロハンマーで引き抜き不可能となった。対策として、現場にて油圧ジャッキ装置を製作し引き抜きを試



写真—6 鋼管矢板引き抜き状況



写真—7 油圧ジャッキ

みた（写真—7）。この装置は400トンの油圧ジャッキが8基装着され、最大3,200トンの油圧を掛ける事が出来る。鋼管矢板を1～2m程度ジャッキアップする事で土の摩擦を切り、引き抜き抵抗を低減する目的で使用された。実際にはジャッキ装置で約2,000トンの油圧を掛ける事で摩擦を切る事が出来、その後、上記のバイプロハンマーでの引き抜きが可能となった。これらの装置・機械を駆使した結果、ステージ1で使用した全ての鋼管矢板を引き抜く事が出来た。

前述したように、引き抜いた鋼管矢板はステージ2で再利用する計画であった。当初鋼管矢板の引き抜きによる鋼管および継手の損傷が懸念されたが、鋼管先端部は打設前の円形を保ち、継手部の損傷も最小限であったため、大きな補修作業を必要とせず、ステージ2で再利用する事が出来た。

6. おわりに

当工事は直径1,400 mmの鋼管矢板を締切り、土留め工で使用し、引き抜いた後に同工事にて再利用するという施工事例がほとんどない工種が含まれ、更にシンガポールで初の海底道路トンネル工事であるため国内外から注目されている工事である。設計・施工ともに当初は諸問題が多く発生したが、工事も終盤に差し掛かり完成に向けて急ピッチで進めているところである。御尽力頂いた関係者各位に感謝するとともに、無事故で工事を完了する所存である。

JCMA

【筆者紹介】

内田 桂司（うちだ けいじ）
五洋建設㈱
シンガポール営業所
マリーナ高速道路 485 工区
工事所長



和泉 敏幸（いずみ としゆき）
五洋建設㈱
シンガポール営業所
マリーナ高速道路 485 工区
工事課長



アフリカ・マダガスカル共和国 エホアラ港建設工事

釣 部 敏 雄

マダガスカルの中でもリモートエリアと言える南部フォールドファンで、欧米系鉱山大手企業のイルミナイト（＝チタンの原料）積み出しのため、岸壁水深 17.4 m を持つ 7.4 万トン鉱石運搬船対応の港湾を、揚陸・係船設備も何もない岩礁と砂浜の状態から、わずか 1000 日で完成した。入札は部分設計施工を含む施工計画提案式で、PQ + 2 段階の審査を経た国際競争入札であり、契約は主体企業に加え世銀融資で現地政府の出資も 20% あったため、FIDIC のピンクブックに準拠した。

キーワード：国際競争入札、設計施工、港湾短期建設、バーム式防波堤、控杭式鋼管矢板岸壁、リモートエリア

1. はじめに

マダガスカルは、日本の 1.6 倍の国土を持ち、インド洋に浮かぶ世界で 4 番目に大きな島国である。人口は 1900 万人でマレー系住民が 5 世紀にボルネオから渡ってきたと言われている。同国は動植物の固有種の宝庫であり、特に原猿類やバオバブが有名である。気候は、5～9 月には南東からの貿易風が吹きインド洋側東岸の降雨量は 3000 mm 程度になり、10～4 月には、アフリカ大陸からの季節風が強くなり西岸の降雨量が増える傾向にある。また、毎年、インド洋で発生したサイクロンが上陸し毎年大きな被害を被っている。

当社のマダガスカルとの関わりは、1977 年に受注したナモロナ発電所建設工事に始まる。その後も日本国の無償援助工事を中心に継続的に工事を受注してきており、同国のインフラ整備や水産振興プロジェクト、

それに病院改修工事などに携わってきた。なお、同国の人材育成のため「内田弘四基金」を設立し、奨学金を支給している。

その中で、今回紹介するエホアラ港建設工事は、マダガスカル国の主要地域開発プロジェクトの一環と位置づけられ、同国南東部のチュリアル県に賦存するイルミナイト（チタンサンド）の積出港を建設する工事で、その内容を此处に紹介する。

2. エホアラ港建設工事について

当工事の名称は、Integrated Growth Poles Project, Port of Ehoala Project, (総合拠点開発プロジェクト、エホアラ港プロジェクト) である。これは、世界的鉱山大手である Rio Tinto 社（英国・オーストラリア）グループによるチタン鋼原材料採掘プロジェクトの主要な一部をなすものであり、マダガスカル南東部フォールドファン近郊に埋蔵される酸化チタンを含有する砂を一時処理し、積み出す港湾を新設する工事であった。と同時に、マダガスカル政府・世界銀行、各種国際援助団体と協力し、チタン鉱採掘事業とそれに伴う港湾整備を中心として、工事名称が示すように総合的な地域開発として取り組んでいるものであり、マダガスカル国政府より開発特区として指定されている。

本工事位置 Fort Dauphin は、マダガスカル国チュリアル州に属し、古くからの港町ではあるが、既設港湾は水深 2.5 m 岸壁しか持たず、小型船以外は接岸不



写真—1 ガリソン湾全景、手前が完成した Ehoala 港、奥の岬中ほどがフォールドファン市中心部



図-1 工事位置図

能であった。また首都アンタナナリボ (Antananarivo), または州都チュリアールからの陸路も存在するが整備が遅れており, 大型車両の通行には問題が多く, 特に雨季には長期間通行不能となることも多く, リモートエリアであった。

チタン採掘プロジェクトのみならず, この港湾が地域経済の活性化に果たす役割は少なくなく, 開港後はチタン原材料の輸出のみならず, 年間 120 隻を越える船が入港しており, また大型クルーズ船も寄港するなど, 今後の発展が期待されている。

また, 航路浚渫は当初通りの為 6 万 t 級の -15.75 m 岸壁対応のままであるが, 発注後の価値拡張検討

(Value Enhanced Study) により岸壁部分については将来の 7.4 万 t 級運搬船対応の -17.4 m に変更されている。この第一岸壁 275 m と, 8000 t 級の -8.0 m 第二岸壁 190 m を持つ新港湾は岸壁深度においては同国一の港湾となっている。このような規模の大深度港湾を, インド洋に直面し南氷洋方向に大きく口を開けた形のガリソン湾において, 写真-2 のような岩礁と砂浜の状態から工期わずか 1000 日で完成させるという超突貫工事であった。

また僻地性も特筆すべき点であった。マダガスカル自体で既に多くの資機材の調達に外部からの輸入となるが, 特に物流が不便なこの地域では, 通常規模の資機材すら輸入に頼らざるを得ない状況であった。しかも小規模の港湾のみで且つ道路整備も不十分な土地柄から, 調達のみでなく運搬手段から荷受の設備, 荷役までの運搬の検討が必須であり, 運搬も含めた調達に要する時間が大きな問題となった。さらに熟練運転工・作業員も調達できる状況にはなく首都から, さらに熟練工については日本・第 3 国に人材を求めた。まさにリモートエリアでの工事であった。

入札と契約にも特徴があった。民間工事の FIDIC レッドブック MDB 版を基本とした契約条件での国際競争入札であり, 岸壁の設計施工とその他全体についても技術コンペであり, 日本ではなじみの薄い形態であった。その点を踏まえ, まずチタン採掘プロジェクトを概説し, 技術提案書を含めた受注までの経緯を概説し, 最後に工事の概要を説明させて頂きたい。

3. チタン採掘プロジェクト全体の概要と施主の取り組み

先にも述べた通り, このプロジェクトは Rio Tinto 社グループの QIT 社 (= Quebec Iron and Titanium SA, Canada) 80% と, 世界銀行融資でマダガスカル鉱山工業開発局の 20% 出資で設立した QMM 社 (QIT Madagascar Minerals SA) が施主である。プロジェ

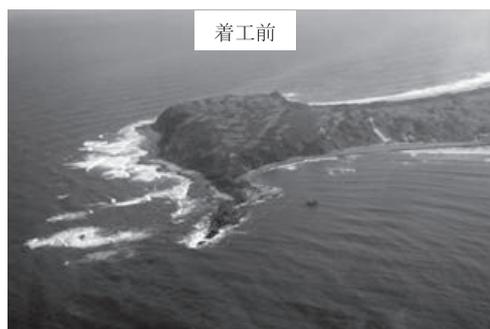


写真-2



写真一三 マンデナにあるイルミナイト採掘選別プラント全景
中央右寄りの緑色の建物群はドライプラント、そのやや左奥には人造池に浮かぶドレッジャーと1次遠心分離選鉱ウェットプラント

クト名称は QMM Ilmenite Project であり、その名の通り主な産出鉱物は酸化チタン砂 (Ilmenite) であり、付随的にジルシル (Zirsil, 風信子石 Zircon + 珪線石 Silimanite) がある。計画年間生産量は酸化チタン砂 75 万トン、ジルシルは 2 万 5 千トンである。採掘は人工池からカッタードレッジャーにて水砂同時にイルミナイトを浚渫採掘し、一次処理として浮きプラント (Wet Plant) で砂を遠心分離、2 次分離の陸上プラント (Dry Plant) で乾燥させ不純物をさらに分離し純度を高めた酸化チタン砂をカナダの工場に出荷する。この地域で 35 年間採掘する計画である。エホアラ港はその酸化チタン砂出荷用の港湾として建設された。プロジェクトのうち荷役設備も含めた港湾部分の投資額は 275 百万米ドルと発表されている。

Rio Tinto 社は 20 年以上前から同地での各種調査を始めており、採算性や投資環境のみならず、地域開発・環境等についても入念な計画がなされていた。また、着手前に政府との間に投資と税制に関わる枠組み合意が締結され、また地域開発においては他の欧米援助団体と協調した持続性のある開発プランも始動していた。さらに、生物多様性保護にも取り組んでいた。Rio Tinto 社のポリシーとして安全衛生環境を最優先としており、厳しい安全衛生環境管理を要求された。この安全衛生環境における姿勢はある面日本以上の厳しさがあり、これまでのアジア・アフリカ地域の工事では考えつかないような厳格な管理を要求されていた。ちなみに、この規模のプロジェクトにして、プロジェクト全体で死亡災害はゼロであったことも申し添える。

4. エホアラ港契約の概要

上記チタン採掘プロジェクトのうち、当社が受注したのは港湾建設工事部分であった。工事名は冒頭で述



写真一四 工事中のエホアラ港と原石山全景

べた通り Integrated Growth Poles Project, Port of Ehoala Project であり、直接の発注者は、QMM の港湾建設運営の子会社である Port of Ehoala S.A. (エホアラ港株式会社)。設計施工監理 (the Engineer, 以下「エンジニア」) は、バード社 (W.F. Baird and Associates, Madison, Wisconsin, USA) であった。

契約受諾書 (Letter of Acceptance, 以下 LA) 発行は 2006/10/4、工期は 2006/10/12 から 1000 日間の 2009/7/8 までであり、無事工期内に完成し、1 年間の瑕疵期間完了検査も 2010 年 7 月に完了し、最終引渡しを終えている。発注・契約方式としては、FIDIC MDB 版に基づく事前資格審査付きの国際競争公開入札であり、岸壁は設計施工、その他は施工計画提案の審査条件付きの入札であり、当社の請負形態は単独元請けとなった。精算方式は、岸壁は設計施工ゆえに、また運搬や仮設工事は一式であったがその他は本工事は単価数量精算方式であり、支払通貨は入札時に工種 / 単価項目ごとに指定した 3 通貨により精算された。前渡金は契約金額の 7.5% であり、出来高精算は毎月出来高払いであった。支給材等は無く設計施工と技術提案も合わせて、ある面では EPC コントラクトとも言える。また遅延損害金 (Liquidated Damages, 以下 LD) が、6 つのマイルストーン (Mile Stone = 工期内工期, 以下「マイルストーン」) に設定されており、さらに本来は工事請負者にとってニンジンとなるべきインセンティブ・マイルストーン (Incentive Mile Stone 以下「インセンティブ」) も規定されていた。しかしこれは契約金額に含まれていなかったため、結果的に失敗すれば受け取れなくなるという罰金に近いものになってしまっていた。また、FIDIC の MDB 版に基づくため、3 名の常設 DB が設置された。

5. 入札から契約までの経緯

2005 年 8 月の準備工事 (Early works) の入札には時間がなく当社は不参加であった。2005 年 11 月、エ

ホアラ港工事本体の入札資格審査（PQ 審査）に応募（応募は全 11 社）し、2006 年 4 月の現地説明（Pre Bid Meeting）の参加は当社を含めて 8 社であり、当社を除き全て欧米系企業であった。資格審査後、2006 年 4～8 月までの間には質疑応答と 15 次に渡る仕様書の修正・追加（Addendum1～15）も発行された。その間の同年 6 月には、岸壁概略設計と工事全体の施工方法、工程、機械・資機材調達、施工体制、品質・安全環境管理などの概要計画で構成される ITP (Initial Technical Proposal = 初期技術提案書) を提出した。その後エンジニアらの審査を経て同年 7 月、Rio Tinto 社の本拠地ロンドンにてプレゼンテーション（ITP Presentation）が開催された。このプレゼンテーションでは応札者による ITP の説明・提案及び質疑応答があり、実質的口述審査でもあった。この段階で応募 5 社中 1 社が不合格となり、入札参加社は 4 社に絞られていた。ITP 合格社にはメモランダム（Memorandum）最終の仕様変更（AddendumNo16）が送付され、最終技術提案書（FTP, Final Technical Proposal）と入札書（Financial Proposal）を提出した。提出期日の 2006 年 8 月 25 日にマダガスカル国の首都アンタナナリボ市で即日開札され、当社が第一交渉権を得た。その後、エンジニアによる FTP・FP の審査・確認が行われ合格となり、エンジニア・発注者・世銀・マダガスカル政府間での承認作業が続き、2006 年 10 月 4 日、Letter of acceptance（契約承認通知, LA）が発行され正式に契約が発効し、工期は 2006 年 10 月 12 日から 1000 日間となった。その後 11 月上旬には Kick-off meeting（キックオフミーティング）も弊社東京本社で開催され、正式契約調印式は、同年 11 月 24 日マダガスカル国のアンタナリボ市内で開催され、QMM 社・当社両社長によりサインされた。なお、この契約書には FTP がそのまま含まれており、技術提案が契約の条件となっていた。

6. 工事概要

防波堤他築堤や護岸は、付近の原石山の花崗岩を、大塊に切出した石材による捨石堤で設計されている。特に防波堤は、諸外国では見られるが日本ではあまり例のないバーム式防波堤が採用されていた。

被覆用石材はクラス I から III と 3 段階にクラス分けされたが、その重量範囲は 2t から 22t であった。防波堤は全体が外洋に面し、また岩礁も存在したため、陸上施工とせざるを得ず大型クレーンにより投入した。

浚渫については、石材生産工程と埋立地の囲込み築



図-2 石構造物位置図

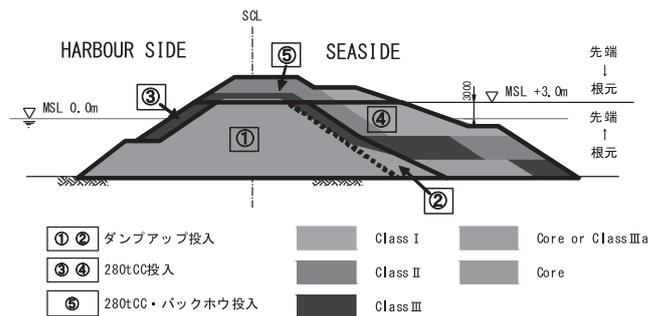


図-3 Breakwater 施工手順

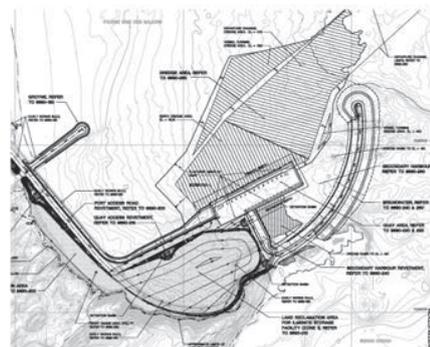


図-4 エホアラ港平面図



写真-5 完成した岸壁。手前が-17.4m 第1岸壁、奥が-8.0mの第2岸壁

堤の工程上の問題、地域的問題かつインド洋に直面し静穏でないうえ数量がポンプ浚渫の採算ラインに満たない、また第 3 紀以降の風成砂岩の崩落岩塊が海底に堆積していたことからグラブ浚渫とし、且つ岩盤存在

の可能性も否定できなかったことなどから砕岩用チゼルも準備（実際は未使用）はしていた。

岸壁については設計施工であり，当社では，極めて短い工期，水深と水域の非静穏性，コンクリート用材料調達の問題等の観点から，控え杭式鋼管矢板岸壁を提案し採用されていた。打設工法については，油圧ハンマーを基本とし，幸い使用しなかったが，ハンマーグラブとロックオーガーも念のために準備していた。

主要工事数量

石材生産・運搬：

約 80 万 m³，（被覆石 2 t ～ 22 t，砂利骨材含む）運搬距離約 10 km

石構造 捨石防波堤：

延長約 550 m，水深 0 m ～ 18 m，捨石・被覆石約 54 万 m³

岸壁連絡堤・第 2 岸壁連絡堤・防砂突堤（主と副）など：捨石・被覆石約 16 万 m³

浚渫工・埋立：

約 78 万 m³，浚渫深さ = 航路部 - 17.5 mMSL，埋立面積約 11.3 ha

岸壁（設計施工）：

第 1 バース 設計船舶 7.4 万 t 級，水深 - 17.4 m，延長 275 m ・ 幅 75 m

第 2 バース 設計船舶 8 千 t 級 水深 - 8.0 m，控え杭式鋼管矢板岸壁，係船柱・防舷材・荷役設備基礎・洗掘防止工・コンクリート舗装，

航行支援設備：

ブイ・航路標識他，波高計・流速計・潮位計・各種天候計測機器

7. 工種別概要説明

以下写真を中心に工種別に概要を説明したい。

(1) 石材生産と運搬

石材生産運搬のための大型重機の輸入は，マダガスカル南西部のチュリアル港にてバージに積替え曳航し，エホアラ港建設区域内に建設した仮設ジェッティに揚陸した。

主要機械は，

- エクスカベーター EX1100, CAT385, ZX850x3 他
- ペイローダー CAT992, CAT988, CAT960 他
- ダンプトラック 45 tx15 台, 30 tx5, 15 tx10 他
- スタティックグリズリー，振動グリズリー，クラッシャー他

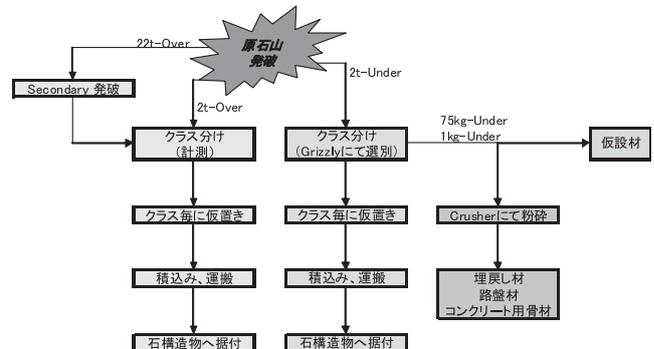
南山におけるアーマーストーン（被覆石）生産用の



写真一六 最大クラスの石材である Class I Armour Stone (11 t ～ 22 t, 写真は約 21 t)



写真一七 南山発破状況。北山頂上付近より



図一五 石材生産フローチャート

発破，写真一六のような大塊の石材などを，仕様数量に合わせて効率的に生産する為，試験発破も実施しながらパターンの修正・調整を行いより良い yield を目指した（写真一七，図一五）。

分級・計量した石材はサイズ毎にストックし，その規格ごとに再度粒度調整して出荷する。

2 t 以下の石材についてはグリズリー・振動グリズリー・フィーダーなどで分級し，骨材などのクラッシャーのフィードにも使用した（写真一八）。

また，効率的な発破・生産とするため，実際の yield に合わせて設計仕様の修正も積極的に提案し，また scope 外であった埋立地のローダー設備基礎部には，小径の余剰石材の流用を提案するなどして，ロス



写真—8 原石山移動中全景、及び Grizry Plant 全景

の低減に努めた。

(2) 防波堤他石構造物

防波堤では、コア材 (Core, 1 kg ~ 2t) はブルドーザー、2t 以上の被覆石 (2t ~ 22t) は 280t クレーン 2 台により投入した。280t クレーンは岸壁工も含め 3 台準備し、主に 2 台で防波堤などを担当した (写真—9)。

サイクロン時の波高は海上で 7m を超え施工中暫定断面 (MSL + 4m) の防波堤を大きく超波した (写真—10)。

捨石の重量・大きさとその設置個所までの作業半径、常にインド洋の荒波・南水洋からのうねりにさらされる海象、大きさゆえの整形の困難さ、などの基本的問題が大きく、この捨石による防波堤が実は一番苦勞した工種であった (写真—11)。

(3) 浚渫・埋立

浚渫船団は大型半潜水台船で回航した (写真—12)。25 m³ 級浚渫船で実際は 11 m³ ヘビーバケットで掘削。岩盤の出現に備えチゼルも準備していたが、幸い使用せずに済んだ (写真—13)。

測量はマルチビームソナーにより 3 次元測量とした (図—6)。

埋立地で追加設計変更 (当初契約に含まず) となったローダー設備の基礎部については、当初杭基礎案で

あったようだが、リーフが点在し打ち込みだけでは施工が困難であること、機械設備の搬入に時間がかかり発注者の工程に間に合わないことなどから、提案を求められ、石材生産で派生する小径の石材の使用を提案し採用された。その締固めにはダイナミックコンパク



写真—12 半潜水台船による浚渫船団搬入



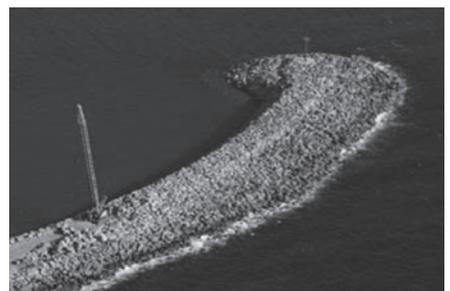
写真—13 25 m³ 級浚渫船, 11 m³ 重バケットによる浚渫状況



写真—9 280t クレーン 2 台による防波堤暫定断面までの石材投入状況



写真—10 暫定断面の完成まじかの建設中に襲われたサイクロン時の状況



写真—11 防波堤施工状況。完成断面までを先端から施工中

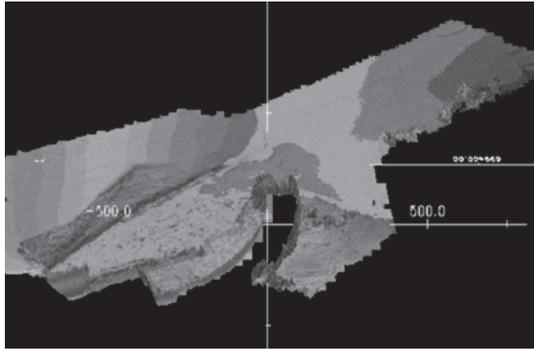


図-6 マルチビームソナーによる3次元深淺測量



写真-14 埋め立て地、イルミナイト集積倉庫基礎部の捨石のダイナミックコンパクション

ションを施工した (写真-14)。

(4) 岸壁他

岸壁は設計施工で、控え杭式鋼管矢板方式とした(図-7)。

仮定した土質条件との違いがあった場合は、設計変更とする条件で入札していたが、設計提案時仮定していた土質定数は、やや安全側に設定していたが、そのパラメーターの妥当性は、着工後に小型 SEP を回航し実施した海上ボーリングで確認された。

杭は、海域の非静穏性を考慮し大型 SEP 船で打設した。杭打設時は、防波堤・浚渫も同時進行であり、また杭にやや遅れてタイロッド・裏込めも同時進行であり、最盛期にはかなり込み合った状況となった (写

真-15)。マイルストーンにも規定され、チタン砂の積み込み用ローダーをオフロードするために、第一岸壁を早期に使用可能とする必要があり、閉合は第2岸壁とエンドウォールの角とし無事閉合した (写真-16, 17)。



写真-15 工事最盛期の岸壁施工状況。手前から、浚渫土埋立、中程左で鋼管矢板裏込め、右で SEP による鋼管矢板・杭打ち込み、その後方で浚渫、さらに奥では防波堤先端部投入



写真-16 SEP による鋼管矢板・杭打設状況



写真-17 鋼管矢板閉合。左奥ではタイロッドと裏込め施工中

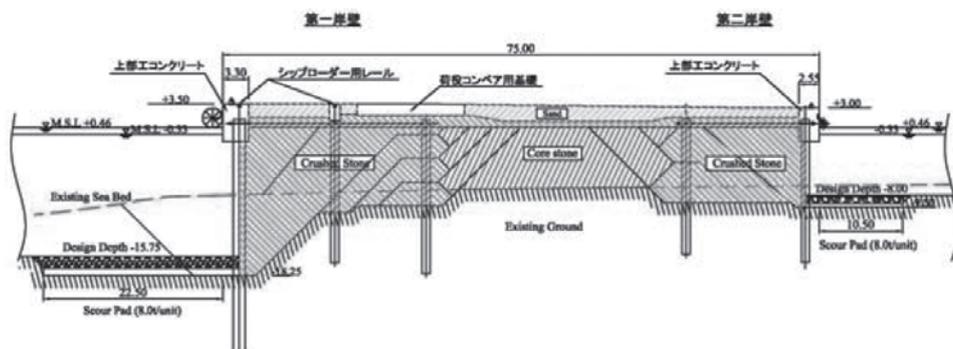


図-7 岸壁標準断面

裏込め材料は、コア石材生産過程で発生する1kg以下の残余石材(フィーダーで40mをカット)とした。控杭の横方向抵抗確保のためには控杭付近を先行して投入が必要であるが、施工海域の輻輳・作業半径・施工速度などを考慮し、中央部にコア材量(1kg~2t)を陸上投入したアクセスを設けて、クレーンによる陸上からの投入とした。埋め立て完了から使用開始までが短期間であることを考慮して、圧密沈下を最小限とするため、またコア材料生産過程で発生する余剰材料を利用できその他の補助工法を必要としない、台船投入より施工速度が速いなど、結果として総合的には最良の選択であったと考える。

なお浚渫砂による埋立はタイロッドより上の舗装路盤までのみとした。

埋立杭完了前には第一岸壁のコーピングも既に開始していた(写真-18)。海中部ロットでは偏心重量プレキャスト外壁を型枠とし、施工中の波浪に耐力を増すと同時に水中作業を低減した(図-8)。

施工中には実際1~1.5m程度の波はあったが、偏心が功を奏して安定し、且つ潜水作業量の低減により、かなり早い施工速度が実現できた。

マイルストーン(遅延損害金つき工期内工期)となっていた第一岸壁部分は実質的の完成し、2008年12月15日、酸化チタン砂積込用シップローダーが荷卸された。



写真-19 岸壁実質完成



写真-20 イルミネイト輸出第1船積込み状況。工期前の2009年5月



写真-21 エホアラ港実質完成全景



写真-18 岸壁コーピング施工中

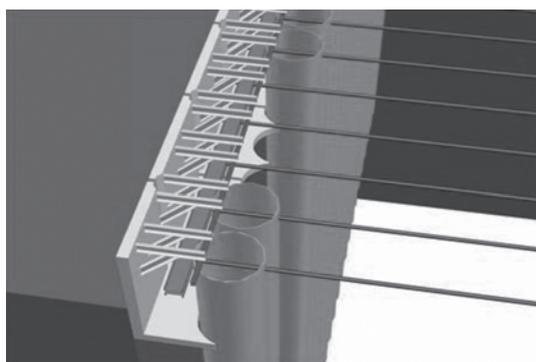


図-8 岸壁コーピング、プレキャスト型枠施工イメージ図



写真-22 工事完成時の原石山

「2009年早期に、酸化チタン砂運搬第一船を出荷したい」と発注者の強い希望があり、そのためには第一岸壁と航法支援設備もほぼ完成させ、設備業者も荷役設備の実質完成が必要であった。当社にとっては契約

義務ではなかったが、我々港湾建設業者と設備業者がプロジェクト全体の共通目標として設定し、協力して成し遂げることができた（写真—19）。

2008年5月には、発注者の強い希望と意思により共通の目標としていた酸化チタン砂運搬第一船入港積込みが達成された（写真—20）。なお、契約義務ではなかった早期出荷のため工程順序を変更し、その工程順序の変更およびコンペンセーションとしてもマイルストーンの変更が行われ、また一部アクセラレーションコストも認められた。

このようにして、プロジェクト全体が成功裏に予定工期限内に完成した。ある面プロジェクトの要ともなっていた当社担当の港湾工事も、無事工期限内完成することができ、瑕疵期間も無事完了している。写真—21, 22は完成後の港と原石山である。

8. おわりに

着工当時に欧米の技術者らから「Challenging」と言われていたが、実際工事中多々の難関に遭遇した。しかしこのプロジェクトでは発注者により目的と目標が明確にされており、発注者の工事総責任者の言葉であるが「目標に向かって一つの船に乗っている」とし



写真—23 完成翌年に Port d'Ehoala に入港したクルーズ

て発注者・エンジニア・請負者の共通の目標に向けての協力体制は非常によく構築されていたと感じている。民間工事であったこともあるが、発注者・エンジニアの決定が驚くほど迅速で、また合理的な提案は積極的に採用されたことも、当社担当工事のみならず、プロジェクト全体が成功した大きな要因であると感じている。

JCMA

【筆者紹介】

釣部 敏雄（つりべ としお）

大豊建設株

海外支店

工事部長



シンガポール マリーナ・ベイ・ファイナンシャル・センター 建設工事

シンガポールにおける RC 超高層建築の省力化・機械化施工

大 高 広 之・太 田 秀 岐・香 林 洋

マリーナ・ベイ・ファイナンシャル・センター（MBFC）プロジェクトは新たな世界的金融ハブとして建設されるシンガポール都市開発の目玉となる大型プロジェクトである。合計約 46 万 m² のハイグレードなオフィススペースを有する超高層オフィスタワー 3 棟と 1 万 7,000 m² の商業施設、住宅タワー 2 棟からなる複合施設を 2 期に分けて建設した（図-1、2）。当社 JV は住宅棟を除く全てを受注し、成功裏に竣工を迎えることができた。本報では主に上部躯体工事に関して建設機械を中心に紹介した。

キーワード：建築，躯体，タワークレーン，オートジャンプフォーム，コンクリートディストリビューター



図-1 プロジェクト全景

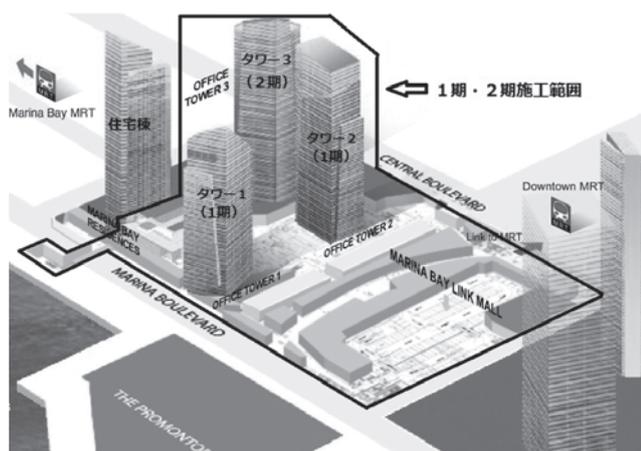


図-2 プロジェクト配置図

1. はじめに

本プロジェクト、マリーナ・ベイ・ファイナンシャル・センター（MBFC）は、シンガポールビジネス街に程近いマリーナ・ベイ新街区の中心（ウォーターフロント）に、新たな世界的金融ハブとして建設計画されたシンガポール政府肝入りの都市再開発の目玉となるプロジェクトである。敷地面積 3.55 ヘクタールに総面積約 300 万平方フィート（約 279,000 m²）のグレード A のオフィススペースを有する高層オフィスビル 3 棟、17 万 6,000 平方フィート（約 16,400 m²）を占める施設利用者および住居者のための商業スペース、総戸数 649 室の高層住宅ビル 2 棟から成り立つ複合施設となっている。当社は、住宅棟を除く全てを受注した。

このマリーナ・ベイ地区は、今後 10 数本の超高層ビル等が計画されており、既に我々と同時期にカジノを主とする総合複合リゾート施設（マリーナ・ベイ・サンズ）も竣工した。近くでは、F1 の夜間レースが行われることでも有名となった今後最も注目される地域である。

本報では、主に地上躯体工事における仮設機器を紹介しながら、超高層 RC 建築における施工計画とその実施内容に関して紹介する。

2. 工事概要

工 事 名：マリーナ・ベイ・ファイナンシャル・センター・プロジェクト
(Marina Bay Financial Centre Project)

所在地：シンガポール共和国 マリーナベイ地区
 発注者：Keppel Land
 Hong Kong Land
 Cheung Kong
 以上3社同額出資連合
 基本・意匠設計：Kohn Pedersen Fox Associates PC (USA)
 実施設計：DCA (Tower1&2)/A61 (Tower3) = 建築意匠
 Meinhardt = 構造・設備
 契約コンサルタント：DLS
 その他設計コンサル10社 (例)ALT：カーテンウォール等
 施工：KAJIMA OVERSEAS ASIA PTE LTD-TIONG SENG JV
 工期：タワー1&2 = 2007年9月～2010年3月 (31ヶ月)
 タワー3 = 2009年9月～2012年4月 (31ヶ月)
 敷地面積：約 43,000 m²
 延床面積：約 460,000 m²
 建物高さ：タワー1 = 地下2階～地上32階
 基準階床面積：2,500 m²
 建物高 188m
 タワー2 = 地下2階～地上50階
 基準階床面積：3,000 m²
 建物高さ 239m
 タワー3 = 地下3階～地上46階
 基準階床面積：3,600 m²
 建物高さ 239m
 構造：RC造

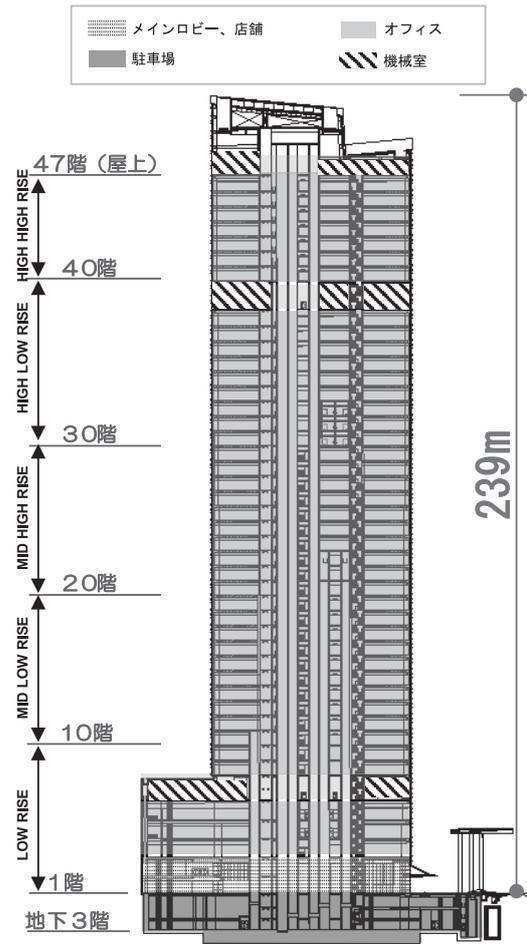


図-3 タワー3 断面図

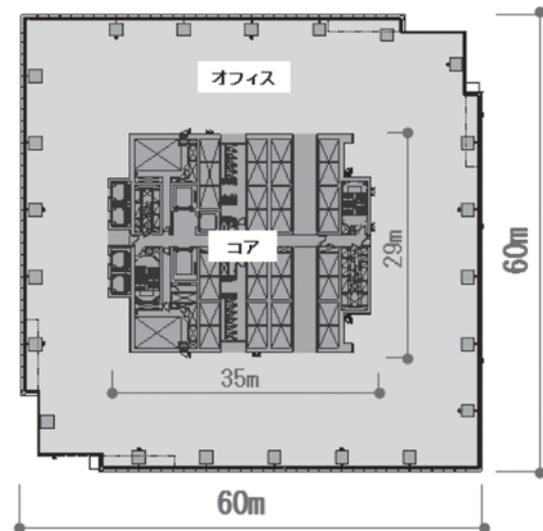


図-4 タワー3 基準階平面図

3. 地上躯体工事計画

タワー3は、タワー1 & 2の一期工事における地上躯体工事計画からのフィードバックを受け、施工性・安全性をさらに向上することができた。ここでは、タワー3 (図-3, 4) の計画に関して紹介する。

図-2に示すように、住宅棟が敷地に隣接しているため (建物間の距離は最短約20m)、当プロジェクトでは騒音基準における最も厳しい住宅地域が適用されている。その騒音値は24時間モニタリングされている上にオンラインで常時確認出来るため、近隣からの騒音苦情で制限値を超過していると確認されると環境庁から高額な罰金を徴収されるシステムである。そのため1期工事で想定、稼働した純粋な躯体工事、特

にコンクリート打設や型枠建込み・解体作業などの騒音作業での24時間作業は困難であることが予想された。

また、1期工事で竣工した隣接する2棟の高層オフィスビル (貸事務所面積計約15万m²) と1棟の住宅棟 (300戸) の入居が始まると敷地周辺は一挙に第三者

の通行が増えるため、飛来落下災害を防ぐことが最優先のリスク管理項目となる。そこで最も作業量の多い躯体上部施工階にはセーフティスクリーンと呼ぶ外部飛散養生と外部足場を兼ねたシステムを全周に取付けること、その直下には朝顔を設けること、またテーブルフォームと呼ばれる梁底型枠一体型支保工の揚重には自動昇降する専用リフトを2基設置することでクレーンでの揚重作業中に起こりやすい飛来落下災害を撲滅させることとした。これらを踏まえ以下の計画を行った(図-5, 6)。

- ① タワークレーン4基、仮設エレベーター4+1基
- ② コア壁のオートクライミングフォームの使用
- ③ テーブルフォームおよびテーブルリフターの設置
- ④ テーブルフォームホイスト用ウインチの設置
- ⑤ セーフティスクリーンの設置

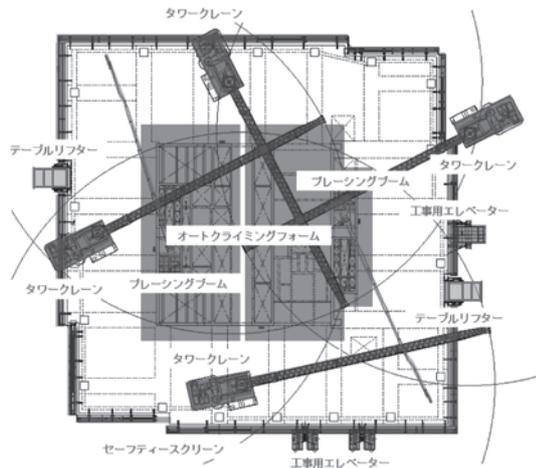


図-5 地上躯体総合仮設図(タワー3平面)

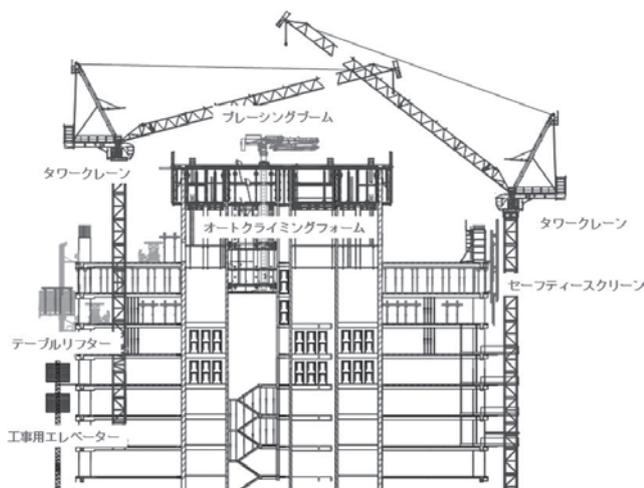


図-6 地上躯体総合仮設図(タワー3断面)

4. 地上躯体工事と各種建設機械

タワー3における地上躯体工事の実施結果を以下に述べる。なおタワー部の基準階床面積は、3,600 m²で

ありシンガポールにおいて最大級であるが、7日サイクルを計画し達成した。

(1) 揚重機及び仮設エレベーター

超高層ビル建築工事にスムーズな人や資材の縦移動は非常に重要な要素となる。当工事では基準階3,600 m²に対しイタリア製タワークレーン180tを3基と260t1基の計4基で計画した。ピーク時の作業員が1500名と想定し、作業員の垂直搬送用として小型仮設エレベーター(1.5m×3.5m, 2t)4台、荷物の搬送用大型仮設エレベーター(2.5m×5.0m, 3t)1台を設置した。十分な揚重設備と、ロジスティック部門を設置したことでスムーズな人・資材の移動を実現し、順調な工程進捗に寄与した。

(2) コア壁のオートクライミングフォーム

シンガポールではエレベータシャフト等のコア壁を床に先行して施工することが一般的であり、超高層RC造において計画段階より懸念されたのがコア壁先行施工の際の安全性、作業効率、そして鉛直精度を確保することである。これらを念頭に、1期工事を検証し、市場を調査検討した結果、当現場では図-7に示すような作業床一体型の壁専用型枠システム(オー

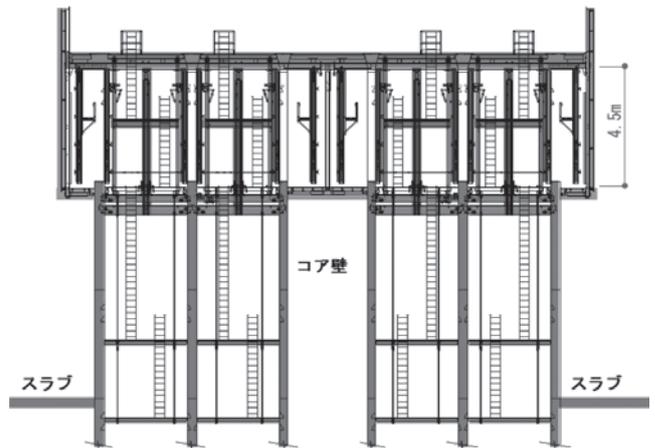


図-7 オートクライミングフォーム断面図



写真-1 オートクライミングフォーム写真(俯瞰)



写真—2 オートクライミングフォーム写真（仰視）

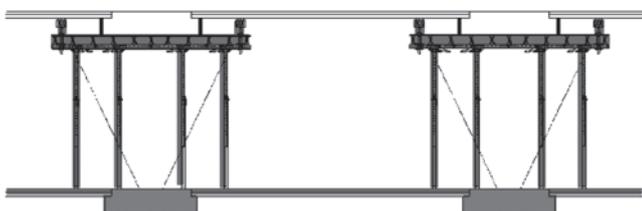
トクライミングフォーム）をオーストラリアから調達した（写真—1, 2）。基準階（高さ4.5m）におけるコア壁の数量は水平投影面積約1,000m²、コンクリート約650m³、鉄筋約120t、型枠約3,500m²という大きなものであるが、このシステムを採用したことにより、コア壁に関しては、5日サイクルでのコンクリート打設を達成した。

(3) テーブルフォーム及びテーブルリフトの採用

原設計は梁スラブ共に在来工法のポストテンション構造であったことから、RC造における簡易化としてハーフプレキャストスラブの採用を提案し了承を得た。それに伴い従来型の全面型枠支保工から梁下のみの支保工に減少出来、またハーフプレキャストスラブ（長さ6.6m）は梁側型枠および支保工で支持することとした（写真—3）。このように基準化することで図—8に示すような梁底型枠付き支保工（テーブル



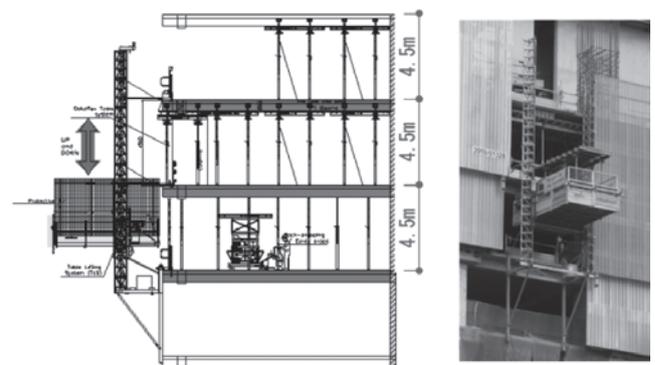
写真—3 テーブルフォームとハーフPCスラブ



図—8 テーブルフォーム（断面）

フォーム）をユニット化し転用したため組立解体の時間を大幅に短縮することが出来た。

また床用システム型枠（テーブルフォーム）は7日サイクル工程達成のためコンクリートの養生期間等から2フロア分を用意した。その転用には2フロア下からの揚重を繰り返すこととなるが、型枠材の揚重時における飛来落下災害を確実に防止するために図—9に示すテーブルフォームを揚重する専用のリフトとしてテーブルリフター（最大積載荷重1.6t）を2台設置した。これによりタワークレーンを使用せずに型枠支保工材を揚重することが出来、安全かつ揚重作業効率も向上することが出来た。



図—9 テーブルリフター

(4) テーブルフォームの揚重用ウインチ設置案見直し

ここでは、採用に至らなかった事例を紹介しておく。当初計画では前述したテーブルフォームはコア壁用オートクライミングフォームに取り付けたウインチを用い、建物内に設けた仮設開口から揚重する計画であった。しかし仮設開口をコア壁の内部に設けたため、十分な大きさが取れなかったこと、そのためにテーブルフォームのサイズを小さくする必要があり、揚重回数が増え作業効率が落ちてしまう懸念があった。この計画のリスクを認識した時点で前述のテーブルリフターの採用を決断した。このように、施工計画時に、複数の工法から最適解となる施工法を選定するためには、その地域における、工事の詳細を理解し、選択できる能力が担当者に求められる。

(5) セーフティースクリーン

超高層ビルの施工において外部飛散養生は最重要課題といえる。特に当敷地は海に面しており強風時には風速が10mを超えることも多々ある。そのため、絶対に物を落とさない、というコンセプトの元、セーフティースクリーンと呼ぶ外部飛散養生と外部足場を兼

ねたシステムを採用した。市場で汎用されているものは2層をカバーするものであるが、我々は3層（施工階、型枠階、型枠解体階）をカバーするものを提案し（図-10）、さらに安全性を高めた。またポストテンションの梁の緊張端が全て外周部であったためセーフティースクリーン上の作業床の高さを調整し安全に作業することが出来る設備とした。スクリーンを上昇させる機構として油圧ジャッキを用いることで、当スクリーンを上昇させるためにタワークレーンの使用を避けることが可能となった。外周は穴開き鋼板で囲いプロジェクト名等を表示し、世界有数の観光地であるシンガポール（年間観光客数1,300万人）のマリーナや高速道路から望めるように配置し、発注者共に広告効果を得た。



図-10 セーフティースクリーン

5. おわりに

当2期工事（タワー3）を海外の施主から特命受注で得ることが出来たことは1期工事（タワー1, 2）で得た、日本の建設技術者に対する信頼の表れである。さらにタワー3では、工期短縮・品質管理・安全

管理を向上することにより、施主の期待に沿うことが出来た。我々が当地にて永年培ったハードとソフト両面での現場運営管理手法が活かされた結果である。

成熟しきった日本国内での建設市場に加えて、海外ODAへの予算まで縮小する昨今、日本の建設業はこれから世界の顧客を相手に勝ち抜いてゆく必要がある。この報文を読まれた若いエンジニアの方には是非とも海外に出て、世界の建設現場に挑戦していただきたい。日本での経験は、必ず海外でも生かすことができるはずである。

謝辞

最後に、当工事にご協力いただいた関係各位の皆様方と本報文の編集に御尽力いただいた方々に、篤く御礼申し上げます。

JCMA

【筆者紹介】



大高 広之（おおたか ひろゆき）
KAJIMA OVERSEAS ASIA PTE LTD
Project Director



太田 秀岐（おおた ひでき）
KAJIMA OVERSEAS ASIA PTE LTD
Senior Project Manager



香林 洋（こうりん ひろし）
KAJIMA OVERSEAS ASIA PTE LTD
Construction and Engineering Manager

厳しい作業環境の中で短工期施工を無事に実現

「ジブチの奇跡」と称賛されたジブチ・パレス・ケンピンスキーホテル

小林 周一郎

2008年に東アフリカのジブチ共和国に誕生したジブチ・パレス・ケンピンスキー。同国初の5スターホテルとして注目を集めたホテル建設は、1年後に控えた国際会議までに完成させなければならないという至上命令があった。インフラ供給が不安定で、短工期の中、ほぼ全ての資機材を他国から調達しなければならないという制約をも克服し、当社の設計・施工で1,000人規模の国際会議用ホールと来賓用のホテルを完成させた。地球上でもっとも暑い国の一つ、ジブチで進められたホテル建設プロジェクトについて紹介する。

キーワード：海外工事、短工期、品質確保、調達購買

1. はじめに

今回のホテル建設は、ジブチ政府が空港や港湾などの整備に海外の民間資本を導入して開発を進めていたプロジェクトの一つ。アラブ首長国連邦ドバイの政府系デベロッパーであり、中東最大の事業規模を誇るナキール社から発注された。

ホテルは計画当初から注目を集めていたが、なによりも話題となったのが1年10ヶ月という短い工期であった。あまりの工期の短さから、ドバイの建設会社などは恐れをなして仕事を断念したほど。しかも、着工から約1年後の2006年11月には、首都ジブチで開催される第11回「東部・南部アフリカ市場共同体」(COMESA)の首脳会議の会場としてホテルを使うことが決まっていた。第1期工事としてたった1年で客室の半分にあたる176室と大会議場を完成させなければならなかった。COMESAは、アフリカ諸国の経済発展を主導する重要な会議。スケジュール通りの開業には、開催国としてジブチの威信がかかっていた。

ジブチ共和国で初めての5スターホテルとなったジブチ・パレス・ケンピンスキー。私たちは、2005年からこのホテルの建設プロジェクトに設計・施工で関わった。

2. ジブチ共和国について

ジブチ共和国は、アフリカとアラビア半島を分ける紅海の入り口に位置する四国をやや大きくしたほどの

小さな国。

「ジブチ」というと、少し前にソマリア沖の海賊対策として派遣された自衛隊の基地建設がニュースになったので、国名をご存じの方も多いのではないだろうか。

熱帯乾燥気候地帯に位置しており、夏場は気温40～50度を超える猛暑日も多く、冒頭でも紹介したように地球上で最も暑い土地の一つと言われている。その中で人口の約9割を敬虔なイスラム教徒で占めている。国土の大半は砂漠地帯で、猿の惑星のロケ地にもなったほど。このため農業はあまり発達していない。

紅海に面した首都ジブチは、古くから紅海やスエズ運河を利用する船が寄港する自由貿易都市として栄えてきた。内陸国エチオピアの海上貿易のほとんどをジブチ港が担っている。今なおフランス統治時代に建てられた古い建物が多く残り、イスラム様式の建物と混在した町並みを歩くとどこか懐かしく感じられ、まるで19世紀の異空間に紛れ込んだような錯覚を覚える。そんな街である。

3. 本プロジェクトの概要

工事名 : ジブチケンピンスキーホテル新築工事
 施工場所 : ジブチ共和国ジブチ市ヘロン地区
 発注者 : ナキール社
 設計者 : 大成建設株式会社
 施工者 : 大成建設株式会社
 工期 : 1期 2005年11月8日～2006年11月16日

2期 2007年7月1日～2008年11月30日

建物用途：ホテル

構造：鉄筋コンクリート造・外壁プレキャストコンクリート版

敷地面積：125,000 m²

建築面積：17,505 m²

施工延面積：40,554 m²

4. 建物の特徴

このホテルでは、同国内の周辺地域の建築スタイルの特徴を外観デザインに採り入れるべく、西洋建築のディテールを用いながらイスラムの馬蹄形のシルエットを持つアーチの連続をテーマとし、コロニアル葺勾配屋根の塔屋をアクセントとする手法を用いている。

内装のデザインでは、南アフリカのインテリアデザイナーを起用し、力強く素朴な質感を持つアフリカンテイストと有機的で緻密なイスラムテイストを混在させたユニークなイメージの創出を試みた。

各ゾーンごとに色彩や雰囲気に変化を与え、利用されるお客様にリゾートの楽しさと癒しを与えるよう工夫をほどこした。

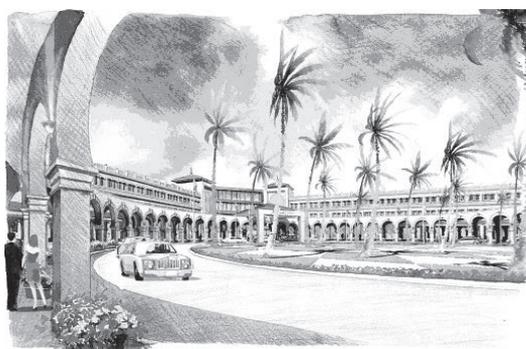
敷地内にエネルギーセンターを設け、全館の電力を賄える発電機を設置し、空調用の熱源も同センターで生産。インフラ供給が不安定な現状であっても、安定的、持続的に供給でき、5スターホテルの機能を常に維持することを可能にしている。

また、降雨量が極端に少ない地域であることから、施設の排水は敷地内の合併浄化施設で浄化され、そのすべてを外構の植栽の散水に再利用している。なお、この排水処理施設はジブチ政府にも注目され、多くの人が視察に来るほどであった。

外壁や床スラブのプレハブ化や大型型枠の採用など、日本の施工技術を積極的に導入することにより品質の向上と工期の短縮を実現することができた。

さらに、第2期工事ではイスラム特有のアラベスク模様の装飾を外装のアクセントとすることで一層の贅沢感を演出した。

配置計画としては、水量豊かな噴水とゲストを迎え入れる車寄せに続くメインエントランスロビーを中心に、東南に3階建て客室をウイング状にのびやかに配した。東側には約1,000人収容の国際会議場。南側にはスパを中心としたレジャー施設と分譲アパートメントを併設した増築部を第2期工事で接続した。



図一1 ホテル正面パース



写真一1 ケンピンスキー正面



写真一2 施工中ホテル全景写真



写真一3 竣工時全景

5. プロジェクト施工にあたっての苦勞

ただ、現地での苦勞も多かった。

まず、ジブチ共和国には資源がほとんどないため、すべての物資を輸入に頼らなければならず、建設資材の調達にも大変苦勞した。

スキルワーカーのいない状況下で、短工期で高品質

を実現するために、設計、施工、調達の総合的検討が進められた。既成建築資材のない現地において、マンホールなどは型枠を日本で製作搬送し、現地で大量生産を行うことにより品質の安定化を図った。

デザインの重要なテーマでもある外壁の連続アーチは、複雑な形態を実現する高い精度確保が課題となり、同じく日本で鋼製型枠を製作搬送し、現地でPC版の



写真—4 施工状況（全体）



写真—5 各作業状況

製作を行った。

取り付け用の重機の多くはドバイから持ち込んだが、100トンクローラクレーンなどは、輸送船の手配、港での荷卸しなど輸送場重能力が限られているため、細かく分解し現場で組み立てを行った。組み立てるにも大型重機がなく、25トンクレーン3台での相吊りでのいだ。

コンクリートプラントについては現地にはあったが、品質管理が十分でなく、現地で入手できる骨材の強度も低いため、セメント量によりワーカビリティ、強度をコントロールせざるを得ず、その管理のため当社の技術センターから担当者を派遣。品質確保に時間を要した。セメントフライアッシュ混和剤は、当社で輸入し支給する形態をとった。

工事のピーク時には設計担当者がジブチに常駐し、現場の状況に応じた構造変更検討や施工調達状況を確認、施工用の補足資料の作成・発行など、調達、施工をサポートした。

作業員もジブチはもちろんのこと、エジプト、スリランカ、フィリピンをはじめ多くの国々の作業員を登用しながら進めた。

ジブチ国内の生産品はなく、資材・機材についてもほぼないに等しい。あっても非常に高価であった。

また、通信インフラなどの環境も整備されておらず、当初はインターネットさえつながらず、図面を送るのにも大変な時間を要する状況であった。

水や電気の供給が非常に悪く、断水、停電は日常茶飯事。加えて水質は塩分を多く含み水質が悪いものであった。

そうした、困難な状況の中、外国人スタッフとの緊密な連携や、最先端の施工技術を積極的に導入することによって予定通りに工事を完了させ、無事に約束を果たすことができた。

6. おわりに

今まで述べてきた通り、施工環境が非常に厳しい中、短工期にもかかわらず無事に引き渡すことができた。

第1期工事終了時には、プロジェクトの成功が地元新聞でも大きく取り上げられ、クライアントであるナキール社からは「ジブチの奇跡」との言葉を頂いた。また、当社はその功績をジブチ政府から高く評価され、大統領より勲章を授与された。これは日本企業として海外での技術力の高さ、施工管理能力の高さを実証する大きなアピールとなった。

2008年11月には第2期工事も完了し、予定通りに全館がオープン。敷地内にエネルギーセンターを設置し、インフラが不安定な現地において、5スターホテルとして安定的に機能を維持し続けている。ホテルは、ジブチで一番安全な場所とされるフランス軍基地のゲートの前。紅海に面して建っており、力強く素朴な質感を持つアフリカンテイストと有機的で緻密なイスラムテイストを混在させたユニークなデザインが目立っている。今日も世界中に60以上の5スターホテルを展開する、ケンピンスキーホテルならではの卓越したサービスが提供され続けている。

JICMA

【筆者紹介】

小林 周一郎 (こばやし しゅういちろう)
大成建設㈱
国際支店 管理部署務センター
課長代理



インドネシア デンパサル下水整備事業 (ODA)

海外における推進技術

河野 暢 敬

デンパサル下水整備事業は JICA (独国際協力機構) による円借款工事であり、インドネシア共和国バリ島の主要商業地域及び観光地域における下水道施設未整備による河川環境悪化及び海洋汚染の拡大を抑制するため、その対象地区 20.9 km² において下水道処理施設及び下水道管渠 (総延長 253 km) を建設するプロジェクトである。一期工事 (2003 ~ 2007 年) では下水処理施設及び下水道管渠 163 km の建設が行われ、二期工事 (2009 ~ 2013 年) では下水道管渠 90 km の建設が実施されている。本報文では、プロジェクトにおける推進工法による下水道管渠建設工事について報告する。

キーワード：推進工法, 推力, 推進距離, 固結滑材, ODA, バリ島

1. はじめに

インドネシア共和国バリ島はジャワ島の東側に位置する火山島 (図-1) で、その面積は 5,633 km²、人口は 2010 年で約 389 万人であり、バリ島周辺の島々と合わせて、バリ州を構成している。バリ州の州都デンパサルはバリ島南部に位置し、地方政治及び経済の中心であり、さらにその南側には日本でも人気の高い観光地区 (クタビーチ、サヌールビーチ、ヌサドゥアビーチ等) がある。1990 年代にバリ島を訪れる外国人観光客は年間約 49 万人だったのに対し、2012 年にはその 6 倍近い年間約 290 万人にまで達していることに表わされるように、バリ島は観光業を中心として経済成長を遂げている。

1990 年当初、バリ島の主要地区の下水道施設は整備されておらず、汚水は直接河川や排水路等に排出され、水質環境の悪化や海洋汚染の拡大が懸念されていた。そのため、そのような水環境の改善を目的として、2003 年よりデンパサル下水道整備事業が開始された。

2. 工事概要

本プロジェクトの工事概要 (表-1) および下水道整備平面図 (図-2) を以下に示す。

3. 推進工法技術の活用

(1) 一期工事における推進工法技術活用の背景

デンパサル地区の主要幹線道路 (セセタン通り、写真-1) 及びバリ島の空港と主要観光地を結ぶ主要幹線道路 (ングラライ バイパス、写真-2) について現地踏査を実施し施工検討を重ねた結果、主要幹線道路部は推進工法 (ϕ 1.0 m ~ 1.2 m L = 6.4 km) にて施工する事とした。

以下に現地踏査結果を示す。

〈現地踏査結果〉

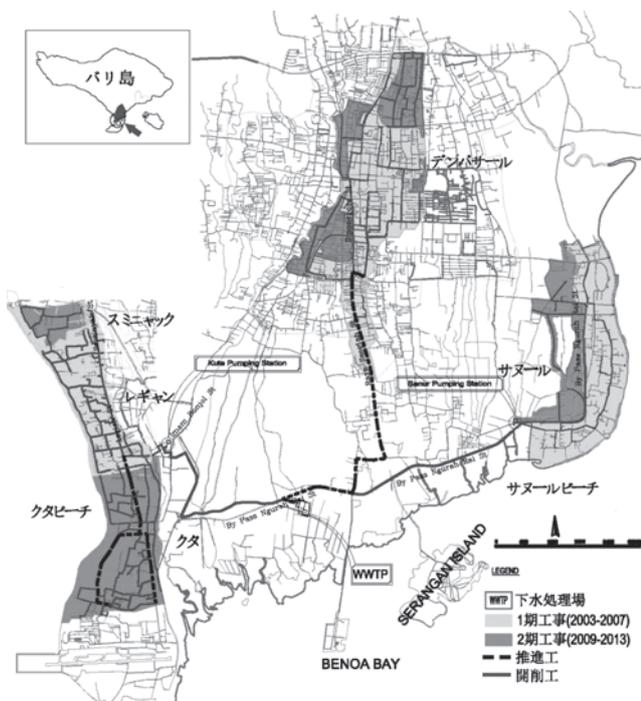
- 1) 最下流部の管径は 1,200 mm であり、管敷設に必要な掘削幅は約 3.0 ~ 3.5 m (山留め工含む)。掘削深さは最深 7.0 m に達する。



図-1 インドネシア共和国 バリ島位置図

表一 工事概要

	一期工事	二期工事
工 事 名	デンパサル下水道整備事業 ICB-1	デンパサル下水道整備事業 ICB-2
発 注 者	インドネシア公共事業省	
工 期	2003年11月20日～2007年2月20日	2009年10月22日～2013年7月2日
施 工 体 系	TOA-PP JOINT OPERATION (JO 比率 75 : 25)	TOA-TOKURA-PP JOINT OPERATION (JO 比率 50 : 25 : 25)
下水道整備エリア	デンパサル 520 ha	レギャン・クタ・スミニャック 500 ha
主要工事内容		
【管渠】	開削工	開削工
	φ 200-900 mm 40.1 km	φ 200-500 mm 43.6 km
	推進工	推進工
	φ 1000-1200 mm 6.8 km	φ 800 mm 5.4 km
付帯設備	1式	付帯設備 1式
【道路整備】	道路復旧工 1式	道路復旧工 1式
【下水処理施設】	下水道施設 1式	下水道施設 1式



図一 下水道整備平面図

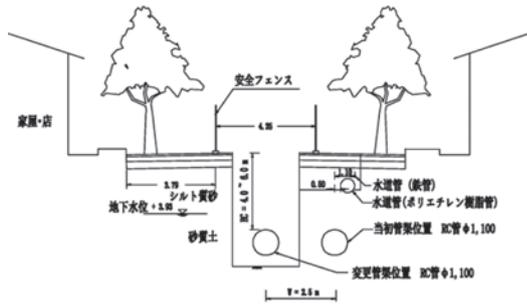
- 2) デンパサル市内の主要幹線道路(セセタン通り)及びバリ島の空港と主要観光地を結ぶ主要幹線道路(ングラライバイパス)の交通量は多く、慢性的な交通渋滞は住民の生活や産業活動に大きな負の影響をもたらす。
- 3) 試掘にて移設不可能な水道管(φ 600 mm)が確認され、管敷設位置の変更を必要とする。埋設管の防護を含む山留め工の施工は道路を大きく占有するため更なる渋滞を生む。
- 4) 2か所の河川横断箇所が存在し、特殊人孔を必要とする。
- 5) セセタン通りは歩車道の境に樹木が植えてある。枝葉は車道側に傾き、山留め工を施工する場合に障害となる(図一3)。



写真一 セセタン通り



写真—2 イングラライ バイパス



図—3 セセタン通り施工断面図



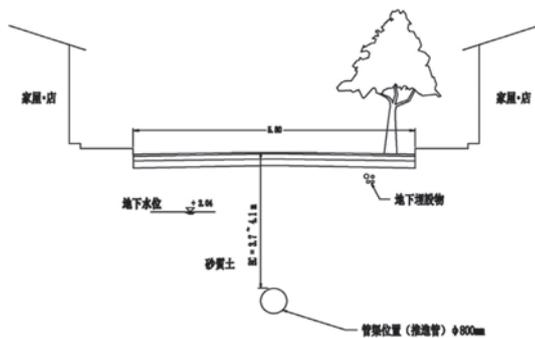
写真—4 ラヤトゥバン通り

(2) 二期工事における推進工法技術活用の背景

入札条件に Clean Construction (粉塵・騒音・振動および作業・時間帯等の対策) への取組み及び下水管敷設工事の一部 (L = 2.2 km) に推進工法の採用が要求され, 基本的な環境負荷低減対策に加え, 対象地区が観光地 (クタエリア) であることの特異性を考慮した対策が求められた (図—4, 写真—3 ~6)。



写真—5 カルティカ通り



図—4 レギャン通り施工断面図



写真—6 バックンサリ通り



写真—3 レギャン通り

(3) 推進工事概要 (表-2)

表-2 推進工事概要

	一期工事		二期工事	
推進工事施工延長	6,845 m		5,341 m	
推進工法分類	泥水加圧式		泥濃式	
管径	φ 1.0 m	363 m	φ 0.8 m	5,431 m
	φ 1.1 m	5,026 m		
	φ 1.2 m	1,456 m		
土質	シルト・粘土 (サンゴ混じり)		砂質土 (サンゴ混じり)	
	砂質土			
N 値	3-30		10-50	
	10-50			
地下水位	GL-1.5 m ~ -2.5 m		GL-1.5 m	
土被り	2.0 m ~ 7.0m		3.0 m ~ 7.0 m	
曲線施工	無		R = 500 m	
立坑	鋼矢板 + 山留め		ライナープレート + 薬液注入	
路面覆工	有		有	

(4) 採用した推進工法

〈泥水加圧式推進工法〉

一期工事の推進工法の選定は、機械調達の簡易性、実績、土質対応性を考慮し泥水式推進工法を選定した(写真-7~10)。



写真-7 泥水加圧式推進機



写真-8 立坑上プラント設備



写真-9 立坑築造 (鋼矢板+路面覆工)



写真-10 到達状況

〈泥濃式推進工法〉

二期工事では以下の条件を満たす泥濃式推進工法を選定した(写真-11~16)。

- ・土質への適応性 (N10 ~ 50 砂, 珊瑚, 砂岩等)
- ・長距離・曲線推進の可否 (推進管強度増, 滑材使用にて 200 m 以上)



写真-11 泥濃式推進機



写真-12 立坑築造 (ライナープレート+路面覆工)



写真-13 坑内状況



写真-14 バキューム車



写真-15 立坑上プラント設備



写真-16 到達状況

- ・坑内設備の簡素化 (排土及び換気が併用可)
- ・作業基地占有範囲の面積小 (一体化プラント・排土処分設備不要)
- ・作業の容易性 (真空ポンプ操作にて排土⇒土捨場運搬)

(5) 推進工法技術採用による成果

本プロジェクトにおいて採用した推進工法の成果を表-3, 4 に示す。

4. 推進工法技術考査

(1) 推力測定

泥濃式推進工事の推力データの収集・分析結果を以下に述べる。

表一3 推進技術のメリット

No.	側面	得られたメリット
①	環境面	<ul style="list-style-type: none"> ・ 振動・騒音・粉塵の低減（鋼矢板の打ち抜き） ・ 掘削作業（掘削・運搬）時に発生する粉塵の低減 ・ アスファルトの廃棄量および使用量の低減 ・ 掘削工事減による重機排気ガスの低減 ・ 交通渋滞の軽減による排気ガスの低減 ・ 工事排水の低減
②	安全面	<ul style="list-style-type: none"> ・ 掘削に伴う転落災害リスクの低減 ・ クレーン・重機災害リスクの低減 ・ 交通災害リスクの低減 ・ 第三者災害リスクの低減
③	地元対策	<ul style="list-style-type: none"> ・ 推進工法技術の採用による下水道工事に対するイメージアップ ・ 工事による交通渋滞の増加抑制とそれに伴う住民の不満の低減

表一4 推進工法技術採用の成果（一期工事・二期工事）

	一期工事	二期工事
推進準備期間	16ヶ月	8ヶ月
推進施工期間	2005年4月～2006年11月 20ヶ月	2010年6月～2011年6月 12ヶ月
推進機稼働台数	4台	3台
平均月進量	348m/月	406m/月
立坑（発進・到達）	53基	31基
最大スパン長	191m	277m
最小スパン長	30m	43m
平均スパン長	131m	181m
作業占有面積低減率	81%	87%

ここで、平均推力とは、本プロジェクトにおいて測定した推力値を言う。

設計推力・管外周面抵抗係数とは推進技術協会の提唱する推力値、 β 値を言う。

計測データは、以下に示す比較パターンに分類し、推力、管外周面抵抗係数をそれぞれ比較した。

- 1) 全路線
- 2) 固結滑材使用
- 3) 固結滑材未使用

(2) 分析結果

1) 全路線

全路線の平均推力は、概ね設計推力通りに推移している。推進距離が250mとなった時点で20%の増加がみられたものの、 β 値は協会の提唱している値とほぼ同等となった。

2) 固結滑材使用

固結滑材を使用した場合の推力は設計推力と同等となっているものの、固結滑材、滑材の使用量が大きく上回った。そのため、 β 値が協会の提唱している値よりも減少傾向となった。

3) 固結滑材未使用

固結滑材を使用しなかった場合の推力は、設計推力を大きく上回った。 β 値が協会提唱値よりも増加傾向となった。

(3) 課題

今後の改善点を以下に示す。

1) 推進管、添加剤、設置計画（立坑他）

推進管の調達に関しては、インドネシア国内にて日本下水道協会規格（JSWAS A-2）に準拠した標準管（50N/70N）の製作が可能である。今後、中押し管・90N管等曲線対応用短管（1/3管など）の製作や、固結滑材、滑材の品質向上等により、推力の低減と推進の長距離化を図ることが可能であると考えられる。その結果として、立坑数の減少による工事費の縮減、環境負荷の低減につなげることが可能である。

(4) まとめ

推力は推進方法、外径、土質により影響を受けるが、推力の増加は推進管の破損や安全性の観点からも好ましくない。固結滑材を使用した場合としない場合にお

いては推力の上昇の度合いが異なり、固結滑材の使用効果は明らかである。特に、推進距離が長くなった場合（250m）には顕著に現れた。このことから、固結滑材、滑材の使用によって推力を抑えることが可能で、更なる長距離化も期待できることが分かる。

5. おわりに

急激な経済成長を続けるインドネシアは、今後更なる都市化が進むことが予想される。本プロジェクトにおける推進工法技術の採用は、従来工法による様々な課題をクリアし、関係者（発注者・諸官庁・警察や地元住民）から理解を得るものとなった。将来計画される都市部の管渠敷設工事に対して、推進工法技術の採用をアピールできる大きな実績になったと考える。

また、今回紹介したデンパサール下水道整備事業は、インドネシア国内の都市部における将来的な社会基盤整備事業の増加を見据えたパイロット事業であり、本

プロジェクトを成功に導くため、当社を含む企業体が施工を担当した工区では、日本で培った都市土木技術とインドネシア国内で長期にわたり培ってきた文化や国民性を考慮したコンストラクションマネジメント・ノウハウを十分に発揮できたものとする。

今後の海外建設事業では社会環境負荷の低減が重要な課題であるが、様々な技術提案によりそれらを克服していくことがこれからの日本の建設業に課せられた重要な使命であるとする。最後に様々な制約条件がある中で工事を安全に遂行できたことに対して、関係者に謝意を表したい。

JCMA

【筆者紹介】

河野 暢敬（こうの のぶひろ）
東亜建設工業㈱
国際事業部 インドネシア事務所
所長



香港地下鉄西港線 704 工区工事

市街地における岩盤地下空洞の掘削及び構築

岩田 修・清水 達郎

香港地下鉄西港線工事は、既設の港島線の西側終点駅である上環駅から香港島中西地区の市街地であるケネディタウンまでを結ぶ新設三駅を含む総延長約 3.3 km の地下鉄延伸工事である。このうち土木工事は主要三工区に分割して発注されており、当 704 工区は中間部に位置する延長 1.6 km の工区である。本工事には二つの新設地下空洞駅舎、単線トンネルの地下鉄本線上下線 4 本、連絡地下道および換気横坑、乗客出入口の建設が含まれている。

地下駅およびトンネルの掘削は発破工法を採用し、市街地の直下での施工のため作業時間や振動に対して厳しい規制下での施工である。一部の土砂地山区間では凍結工法を採用している。

キーワード：香港、パートナーリング、地下鉄、地下空洞、凍結工法

1. はじめに

中華人民共和国の特別行政区である香港では、経済繁栄と雇用機会創出のため、総額 2,500 億香港ドルに及ぶ 10 大インフラプロジェクトが 2009 年から実施されており、その他にも地下鉄網の整備として、西港線、南港線、観塘延伸線工事等の大型工事が施工中である。

香港地下鉄西港線工事は、既設の港島線の西側終点駅である上環駅から香港島中西地区の市街地であるケネディタウンまでを結ぶ新設三駅を含む総延長約 3.3 km の地下鉄延伸工事である。土木工事は主要三工区に分割して発注されており、704 工区は中間部に位置する延長 1.6 km の工区である。本工事には二つの新設地下空洞駅舎、単線トンネルの地下鉄本線上下

線 4 本、連絡地下道および換気横坑、乗客出入口、換気塔の建設が含まれている。

地下駅およびトンネルの掘削は発破工法を採用し、市街地の直下での施工のため作業時間や振動、騒音に対して厳しい規制下での施工である。トンネル掘削のずり出しはベルトコンベアを採用し、トンネル内に設置した 2 台のクラッシャーから水平ベルトコンベアを経由し、立坑内に設置した高さ 46 m の垂直ベルトコンベアから郊外に搬出し、さらに岸壁のバージングポイントまで合計 1330 m をベルトコンベアで搬出した。

本工事は 2010 年 3 月に着工し、作業横坑の掘削を 2010 年 9 月に開始し、駅部の掘削は 2012 年 8 月に完了した。現在は駅舎および横坑その他の構築工事と一部横坑の掘削を行っている。一部の横坑の土砂地山区



写真—1 香港地下鉄西港線沿線風景



図一 1 香港地下鉄西港線 704 工区全体平面図

表一 1 西港線 704 工区工事概要

工事名称	香港地下鉄西港線西營盤(サイインブン)駅・香港大学駅およびトンネル工事
工事場所	香港特別行政区 香港島西部 ケネディタウン地区
工期	2010年3月10日～2014年6月30日 52ヵ月
発注者	香港鐵路有限公司 (MTRC)
施工者	ギャモン 50%, 西松建設 50% 共同企業体
工事金額	548億円
契約方式	ターゲットコスト方式
工事内容	駅舎 西營盤駅 掘削断面積：329 m ² 延長：187 m 掘削方式：発破掘削 掘削数量：62,028 m ³ コンクリート：11,681 m ³ 香港大学駅 掘削断面積：324 m ² 延長：230 m 掘削方式：発破掘削 掘削数量：74,475 m ³ コンクリート：13,464 m ³
	トンネル ケネディタウン駅～香港大学駅上下線 断面積：31 m ² 延長：469 m × 2本 複線断面 90 m 香港大学駅～西營盤駅上下線 断面積：31 m ² 延長：564 m × 2本
	横坑 15箇所 総延長 3,322 m 掘削断面積：35～83 m ² , 馬蹄形 覆工厚：300～1000 mm 機械掘削及び発破掘削
	エントランスおよび換気立坑 9箇所 掘削：108,475 m ³ コンクリート：58,328 m ³

間では施工延長 80 m の凍結工法を採用している。

本工事の沿線風景を写真一 1 に、全体平面図を図一 1 に示す。また、工事概要を表一 1 に示す。

2. 地形・地質概要

本工事は香港島西部の沿岸部に位置し、最大土被りは 80 m で地下空洞駅舎の土被りは 15～60 m である。香港島は山地が全体に広がり、平野部が少なくビクトリア湾沿いの狭い沿岸部に市街地が位置している。そのため、市街地においても地下 20～30 m で岩盤が出現する。本工区の地質は、大部分が堅固な花崗岩(一軸圧縮強度 100～200 MPa) が占め、工区の西側には凝灰岩が出現する。また、乗客出入口付近の低土被り箇所には含水比の高い土砂地山が存在する。

3. パートナリング

本工事の契約は、パートナリングによるターゲットコスト契約形式が採用されている。パートナリングとは、複数の利害相反する人々がチーム構成員となって、プロジェクトの目的達成に向かって協同行動をするプロジェクトマネジメントの手法である。建設産業では 1990 年代後半に英国で取り入れられ、香港では 2000 年初期から一部の政府関係発注工事や民間工事に導入されている。

パートナリングにおいては、工事発注前から、発注者と請負者が共同で入札作業を行う。着工後はオープンブックと言う思想に基づき、下請け発注や材料発注ならびに原価管理について発注者と請負者が共通の管理システムを使用し、協同で工事予算を管理するシステムが採用されている。

本工事の入札時には 2 段階に分割されて入札作業が行われた。ステージ 1 では、主に請負者側の組織・スタッフ構成・マネジメントスタッフの能力ならびにそれらに係る経費および請負者側の一般管理費および

現場荒利益の率等を企業先に提出した（経費・一般管理費・荒利益などの間接費をフィーと呼び、固定費として発注後は請負側の自由裁量で管理される）。

ステージ1の入札後、企業先は2グループに絞り込み、ステージ2の入札が2グループに対して実施される。ステージ2の入札では、ステージ1とは異なり直接工事費（材・労・外・機械・工事仮設・電力など）をターゲットコストとして積算する。この積算作業期間中には、ワークショップと称するミーティングが適宜開催され、企業先に対してどのような工法を採用して施工を行うのかプレゼンテーションを行う。それによって、企業先と請負者側で双方の理解を深めて納得した施工方法に基づいてターゲットコストを積算することになる。

その後、ステージ1で合意したフィーを加えた全体工事費を提出することになる。2グループからの選択は、最終の技術的なプレゼンテーションの後に、工事費ならびに技術面の両面が評価され1グループに発注される。

4. 掘削工事

(1) 発破工法

香港島の市街地では、地表面から深くないところで風化していない堅固な岩盤が出現するため、市街地でも発破工法によって掘削を行う場合が多い。本工事では、駅舎と本線トンネルの他、連絡地下道および換気トンネルを建設するため、断面の大きさ・形状が多岐多様に亘っている。また、TBMによる施工では掘削時の連続的な騒音や振動が夜間において問題になることが多く、むしろ騒音公害が発生しやすいという観点から、制御発破による発破掘削を採用している。

工事場所が市街地の直下であることから、発破を行う地表面付近には一般のビルに限らず、水道・電気等の埋設ライフラインや法面・擁壁、道路高架橋、歴史的建造物など、数千を数える多くの振動受信体が存在しており、発破振動の制限を受ける。

発破箇所での1段当たりの許容火薬装填量は、香港の経験式であるLi & Ng'sによる発破振動予測式を用いて、受信体毎にそれぞれ設定された許容振動値と、受信体から発破箇所までの距離から逆算し、全ての受信体の中で最小の火薬装填量を選択することで決定する。

$$MIC = (D / (K / PPVa))^{(1/B)^{0.5}}$$

ここで、

MIC：Maximum Instantaneous Charge、1段当たりの許容火薬装填量

D：振動受信体から発破箇所までの距離（m）

K：現場定数、香港鉱山局推奨値（84%信頼度曲線）644

PPVa：Allowable Peak Particle Velocity、許容振動値（mm/秒）

B：現場定数、香港鉱山局推奨値（84%信頼度曲線）1.22

上記の式を用いて、香港大学駅舎では発破箇所により1.2～4.4 kg、西營盤駅舎では0.96～2.2 kgとして発破の計画を行った。ここで、KとBは現場定数であるため、実際の振動計測値から随時回帰分析を行って見直しを行うことが出来る。当該工事では鉱山局の合意を得て継続的に回帰分析を行い、ある程度土被りの有る両駅舎では最小値をそれぞれ2.82 kg、2.14 kgまで引き上げ、一発破進行長を延ばすことが出来た。

一方、土被りの浅い区間、すなわち受信体と発破箇所の距離が近い場所では、振動計測値の振れ幅が大きくなり、回帰分析を行うと許容火薬装填量が減少する方向に働く。このため、土被りが低く許容火薬装填量の低い区間の通路トンネルでは、秒時差精度の高い電子雷管を使用し、デッキ装薬によって振動を抑えながら一発破進行長を延ばすという試みを行った。

図-2に示すように、デッキ装薬とは1つの装薬孔内に親ダイと込めものを複数配置し、自由面側のデッキ（Deck A）から孔底側のデッキ（Deck B）に向かって順次起爆するもので、当工事で試みたダブルデッキでは一度の発破で2倍の発破進行長を得ることが出来る。

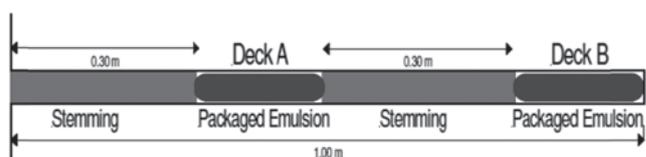


図-2 デッキ装薬試験施工装薬例

本工事の2箇所の通路トンネルにて計5回の試験発破を行った結果では、一発破進行長はほぼ予定通り確保でき、電子雷管の使用により振動値は通常発破と同様に抑えられ、回帰分析によって装薬量を増やせることが確認された。また、当初は装薬に時間が掛かったが、作業員の慣れと共に作業時間も短縮し、通常発破とあまり変わらないサイクルで施工することができた（写真-2, 3）。

(2) 地下空洞の掘削

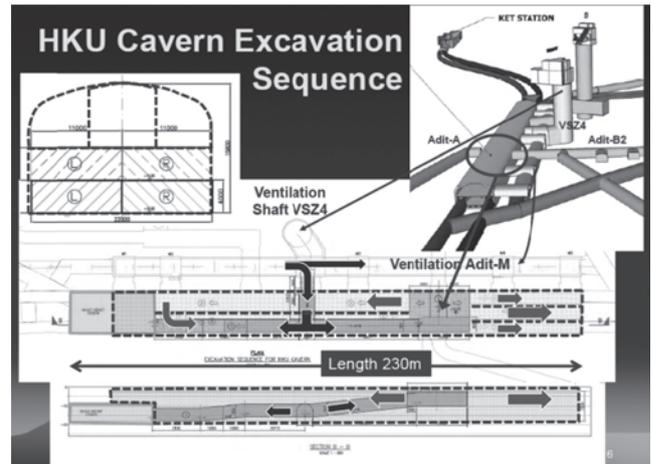
当該工事では、掘削断面高さ16 m × 幅22 m × 長さ230 mの香港大学駅と、同長さ187 mの西營盤駅



写真一 2 ダブルデッキ装束後



写真一 3 ダブルデッキ発破後



図一 3 香港大学駅舎 施工順序図



写真一 4 香港大学駅掘削状況 (上半西向 半分割)

の2つの駅舎地下空洞を施工している。

地下鉄駅舎はトラック（プラットフォーム）レベルとコンコースレベルの2階建て構造になっており、鉄道トンネルは地下空洞の下部のトラックレベルに、各通路トンネルは2階部分に当たる駅舎上部のコンコースレベルに連結する。また、地下空洞下部の掘削時は通路トンネルからのアクセスは遮断され、トラックレベルからアクセスする必要がある。このため、加背割り・掘削手順と工程は、地山状況を考慮しながら地下空洞及び同時に施工される周辺トンネルへのアクセスを重視して決定した。

香港大学駅舎の掘削は、当初は通路トンネルから掘削する計画としていたが、駅舎に平行するトラックレベルの換気トンネルの駅舎との接続部からアクセスした方が早く駅舎掘削を開始出来る結果となったため、この接続部より上半盤まで駆け上がる導坑を掘削し、そこから切り抜けを行うことに変更した。施工手順図を図一3に示す。

上半の切り抜けの後、東側は地山状況が余り好ましくないと想定されたため、頂設導坑先行の3分割掘削を行った。

中段・下段ベンチ各4mの掘削に当たっては、A通路トンネルへのアクセスを残すため、切り抜け部分

の岩盤は残し、最後に撤去することとした(写真一4)。このため、西側では水平孔で発破掘削を行ったが、この岩盤と駅舎東端の間は鉛直孔で発破を行っている。

(3) ずり出し工法

前述の通り、本工事の地下工事は狭い沿岸部に密集した市街地の直下における工事であることから、トンネルへのアクセスは限られた公共遊休地を使用することになる。このため、計画段階から駐車場・公園等に設置した2箇所の作業立坑から、作業横坑を通じてのトンネル施工であった。このため、立坑からのずり出し速度が掘削工程を決定する。

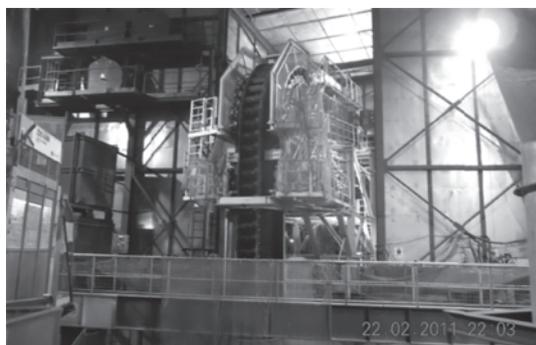
作業立坑は住宅・商業・病院等のビルに囲まれており、騒音・粉塵抑制のために防音パネルを使用した防音建屋で立坑を囲うことが不可欠である。各立坑の大きさ（直径14m×深さ46m、矩形12.2m×30m×深さ18m）と立坑上のスペースからの機械・材料の投入・搬出方法のほか、一般道路を経由したトラックによる二次搬出方法等を考慮して立坑からのずり出し工法を検討した結果、20tから30tのガントリークレーンを防音建屋内に設置し、10m³のずりバケット

を使用してずり出しを行うこととした。

一方、14 m 径の立坑は荷役港と 6 車線道路を挟んで海岸線近くに立地しているため、ある程度掘削が進んだのちにベルトコンベアを設置して直接荷役港までずりを運び、荷役船に載せて搬出することでずり出し速度の向上を図った。コンベアは防音建屋から荷役船に至るまで、すべて防音囲いで覆っている。図—4 にコンベア設備配置図を示す。

コンベアの計画は、掘削可能切羽の数と掘削手順から日当たりの最大ずり処理量を 4,700 t と設定し、ベルトコンベア及びクラッシャーの能力と配置、経路の選定を行った。ずりを破碎するためのクラッシャーは、ずり仮置きスペースとアクセスを確保するため 2 箇所を設置することとし、時間当たり処理量 250 t と 200 t の 2 台のクラッシャーを選定した。クラッシャーは香港大学と西營盤側からの掘削ずりを主に処理するものとし、香港大学駅西端と東端に設置した。また、立坑内でずりを垂直に運ぶ垂直コンベアの能力には余裕を持たせ、時間当たり 800 t とした。写真—5 に垂直コンベアを示す。

結果としては、各コンベアの能力は十分であったが、各クラッシャーの生産能力はそれぞれ時間当たり約 160～200 t 程度と計画を下回った。主な理由としては、



写真—5 垂直コンベア

花崗岩の破碎ずりが扁平的に成り易く、ジョープレート抜けてホッパーの目詰まりやベルトコンベアの破損を生じさせることから、計画のプレート幅 150 mm を 115 mm 程度まで下げたためである。このため、バックアップとして用意していたクレーンとバケットによるずり出しを併用して、能力不足を補うこととなった。

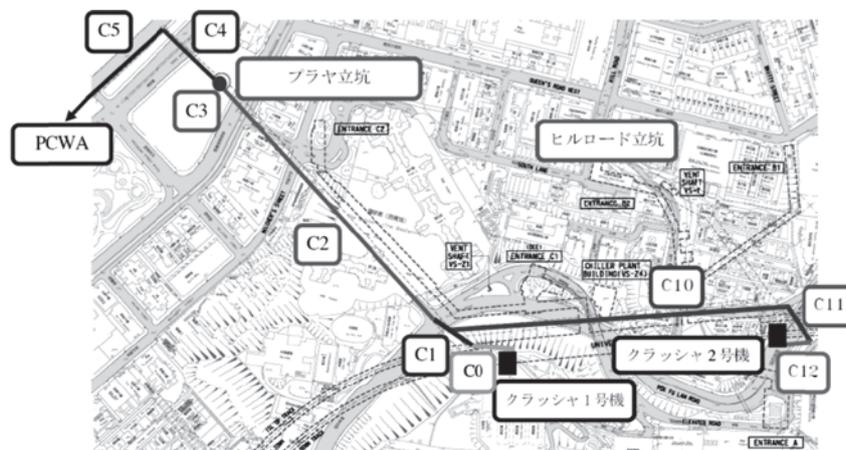
5. 覆工工事

トンネルおよび駅部地下空洞の掘削が完了した区間から二次覆工工事を行う。本工事は、地下駅部と本線トンネル、連絡横坑でそれぞれ断面が異なるため、合計 19 断面、28 基のセントルを使用している。二次覆工は場所によって排水（ドレイン）トンネルもしくは非排水（アンドレイン）トンネルで設計されており、インバートから上部については全面に防水シートを施工している。非排水トンネル部分はインバート下部についても防水シートを施工する。コンクリートは地上から立坑を経由してポンプ圧送で運搬し、1 日 500 m³ 前後のコンクリートをほぼ毎日打設している。

(1) 駅舎部構築

駅舎部はベーススラブ、側壁および中壁、柱、コンコーススラブ、アーチ部からなり、それ以外に機械室等の隔壁やプラットフォームを施工する。両駅とも排水構造のトンネルであり、トンネル周辺の地下水は防水シート背面に設置したジオテキスタイルを通り、ベーススラブ下部に設置した排水パイプで集水する。ベーススラブ下部には排水層となる砂利を敷き詰め、柱と側壁の下部は岩着となる。駅部の標準断面図を図—5 に示す。

側壁（高さ 6.6 m）は、防水シートを施工した後に鉄筋を組み立て、セパレーター不要のシステム型枠（図



図—4 コンベア設備配置図

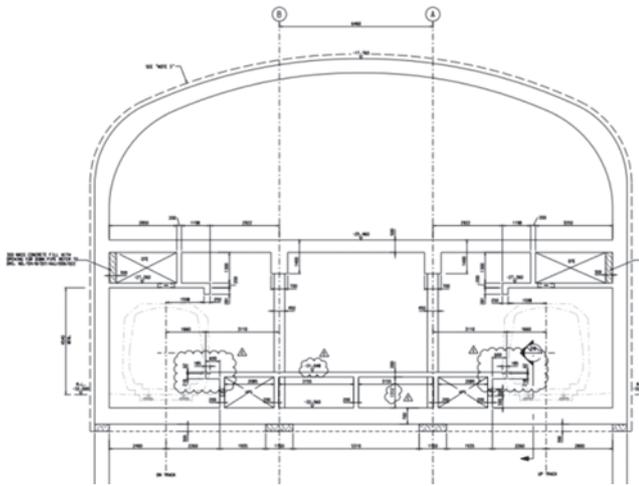


図-5 駅舎部標準断面図

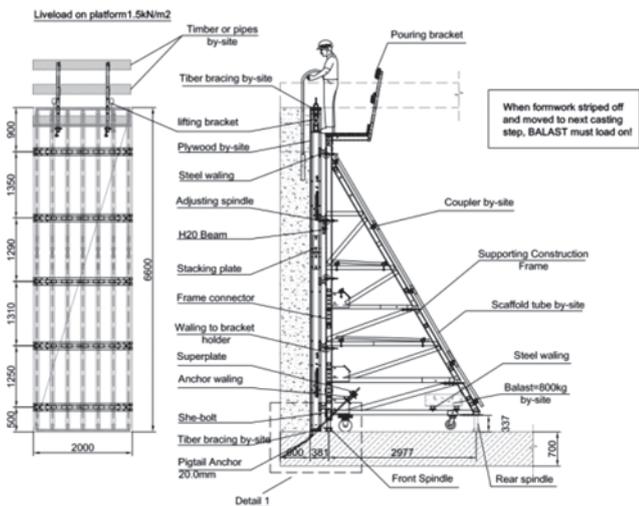


図-6 駅舎部側壁用システム型枠

—6) を使ってコンクリートを打設した。

コンコーススラブを打設した後は、アーチ部に防水シートを設置し、鉄筋を組み立てた後に、セントルを使用してコンクリートを打設する(写真-6)。セントルの長さはコンクリートの打設量(約170 m³)から6 mとし、それぞれの駅で2基ずつ使用している。香港大学駅で45ブロック、サイインブン駅で33ブロックの打設である。



写真-6 駅舎部セントル

(2) コンクリート長距離圧送

コンクリートは地上部に設置したコンクリートポンプで地下の打設箇所までポンプ圧送し、圧送距離は最大で1100 mである。圧送距離が500 mを超える場合には中継ポンプを設置し、2台のポンプで打設箇所まで圧送している。

6. 凍結工法

一部の連絡地下道の土砂地山掘削区間については、地上建物の沈下防止のためにトンネル掘削の補助工法として地盤凍結工法を採用している。凍結区間は乗客出入口となる立坑間の掘削断面積33 m²の横坑掘削部分で、80 mと20 mの2箇所である。凍結区間の全体平面図を図-7に示す。

凍結工法は、立坑内から削孔した水平孔に三重管の凍結管を挿入し、冷却したブラインを循環させて掘削周囲の地盤を凍結させるものである。所要の凍結期間を経て掘削時に必要な厚さの凍土が生成された後に立坑側からNATM工法にて掘削を開始する。掘削はツインヘッダーを使用してマイクロベンチカットを行い、鋼製支保工と吹付けコンクリートにて早期に断面を閉合する。

本稿執筆時点の4月中旬では、水平削孔が80%完了し、6月中旬から凍結を開始し、9月から掘削を開始する予定である。

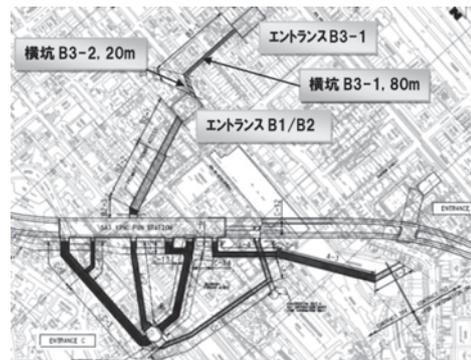
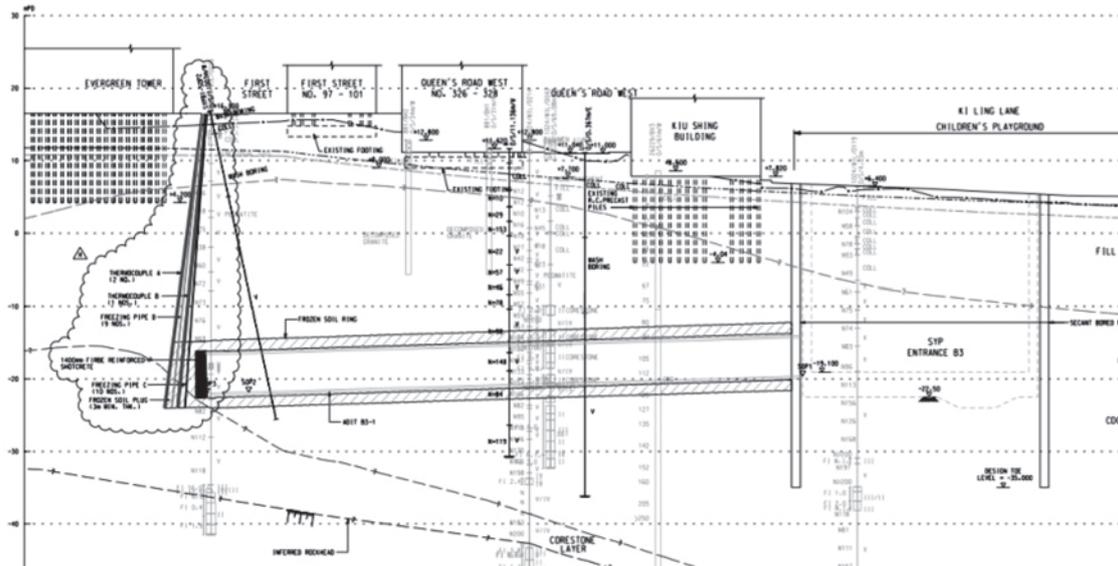


図-7 サイインブン駅横坑地盤凍結工法区間

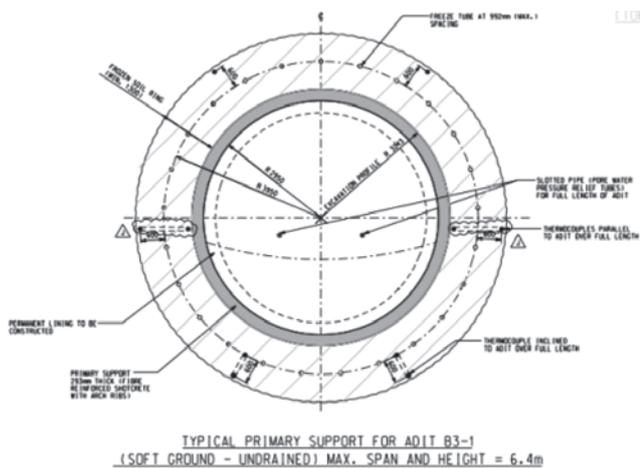
(1) 凍結工法

本工事の地盤凍結工法にはブライン方式を採用している。初期地中温度は24℃と仮定し、凍結管に循環するブライン温度(冷却温度)は-25°、凍土は-10°を想定している。

凍結管は掘削面から700 mmのトンネル外周に25本、孔間隔993 mmで配置し、さらに凍土生成時の温度管理のために6本の検温孔を設置する。また、水平区間の終点部は凍結区間の閉塞のための鉛直凍結管が



図一八 横坑 B3 凍結区間縦断面図



図一九 凍結区間断面図



写真一七 凍結機防音室

20本と検温孔3本を配置している。凍結区間の縦断面図を図一八に、断面図を図一九に示す。

-10°で造成された凍土の力学的特性は、一軸圧縮強度：4.5 MN/m²、曲げ引張り 2.7 MN/m²、せん断強度 1.8 MN/m²と仮定しており、掘削に必要な凍土厚を1.3mとしている。凍結に必要な期間は削孔精度次第であるが、孔曲りがゼロで設計通りに削孔できた場合には64日、削孔間隔が10cm大きくなるごとに凍結期間は約二週間増加する。そのため、削孔後の孔曲りを測定し、必要な場合には追加孔を設置して凍結期間が最小になるようにしている。

凍結に使用する主な機械は、冷凍機（冷凍能力260 kW）3台と、冷却塔（凝縮能力453 kW）3台で、凍結機は24時間稼働する必要があるため、防音壁内に設置している。

当該工事箇所は市街地に位置するため、夜間の騒音は60 dB以下に抑える必要があり40 dB程度の低減効

果のある防音パネルを設置している（写真一七）。

(2) 水平コントロールボーリング

前述のように凍結所要期間は削孔精度によって大きく変わるため、削孔には高精度が要求される。本工事では、84mの水平削孔を高精度で削孔するために、米国のToro社のステアラブルマッドモーター（図一十）とINROCK社のPARATRACK[®]システムを使用してMWD（Measurement While Drilling）によって方向制御を行いながら削孔した。

削孔は、孔曲りを制御することと山留め壁からの地下水の流出を防ぐためことから、ケーシングによる削孔は使用できない。そのため、削孔口元に防噴装置（Blowout Preventer, BOP）を設置して、ベントナイ

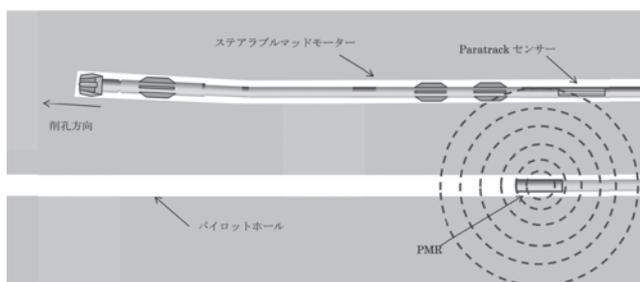


図一十 ステアラブルマッドモーター概念図

ト泥水を加圧充填しながら裸孔にて削孔を行った。削孔後は孔壁保護のために塩ビ管を挿入し、塩ビ管と地山の間にシールグラウトを充填する。

ステアラブルマッドモーターはロッドを回転させることなく、泥水の送水圧によってビットのみを回転させることのできる機械で、ビットが取り付けられたヘッド部のベントサブを傾斜させることによってビットを任意の方向に傾斜させたまま削孔ができる。ベントサブは事前に0.3～3℃まで角度を変えることができるが、角度を変えるためにはマッドモーターを引き抜いてから行う必要がある。従って通常は一度設定した角度を途中で変えずに、ロッドを回転させずにビットの回転のみで削孔するスライディングモードとロッドを回転させるローテーティングモードの二つのモードを切り替えながら削孔向きを制御する。ローテーティングモードの場合は、マッドモーターは振れ回りのような状態で回転し、拡径しながら直線で削孔できることになる。

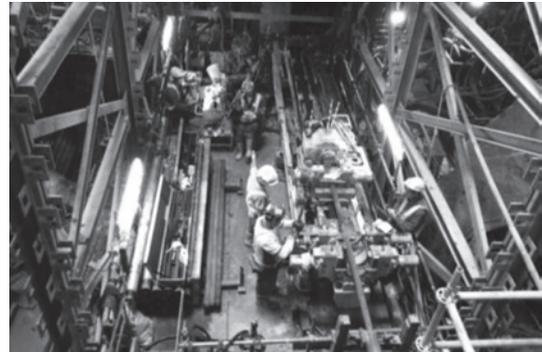
このマッドモーターに削孔位置をリアルタイムで計測するためのセンサーを組み込んでおくことによって、削孔の軌跡が分かり、方向制御が可能になる。今回使用した計測システムは、あらかじめ削孔して孔曲り計測を行ったガイドホールに強い磁気を発生する装置PMR (Passive Magnet Ranging) を削孔に追従させて挿入し、マッドモーターに組み込んだParatrack[®]センサーによって、削孔深度、傾斜角、方位角を読み取り削孔位置を計測するものである。このシステムの利点は、今回のような地中ケーブルや既設杭の多い都市部や山留めに多くの鋼材が使用されている立坑からの施工においても、磁性の影響を受けずに計測が行えることである。MWDによる方向制御を行う削孔は、HDD (Horizontal Directional Drilling) と呼ばれ、石油掘削の分野で多く使われている技術であるが、土木分野での国内の実績はまだ少ない。今回 Paratrack[®] システムの使用にあたっては、英国の専門の計測会社から計測器とともに、計測専用のガイダンスエンジニアを香港に呼び入れて施工を行った。図一11に Paratrack[®]



図一11 Paratrack[®]システムによる HDD 概念図

システムによる HDD の概念図を示す。

実際の削孔精度は、地山の状態や転石の有無にもよって左右されるが、均質な地山の場合には、84 mm で ± 300 前後 (0.4%) で削孔することができた (写真一8)。



写真一8 HDD 施工状況

7. おわりに

本工事は2010年3月の着工以来3年を経過し、二次覆工の最盛期を迎えている。今後は軌道工事や内装工事が輻輳して行われ、多くの業者が同じ地下で作業を進めていくことになる。一方、今回紹介した凍結工法による掘削等の難易度の高い工事箇所も残っており、工事完了まで安全で合理的かつ経済的な施工管理が必要とされる。

最後に、西港線が香港島住民の足として活躍し、香港の経済発展に寄与することを期待して本稿の結びとしたい。

JICMA

【参考文献】

- 1) 岩田, 亀山, R. Stevens ほか: Double Deck Blasting for Rapid Tunnel Advance in Hong Kong, International Society of Explosives Engineer Conference 2013
- 2) 長縄成美, 「最新の坑井掘削技術 (その2)」, 石油開発時報 NO.149

【筆者紹介】

岩田 修 (いわた おさむ)
西松建設株
海外支社 香港支店 観塘延伸線工事事務所
副課長



清水 達郎 (しみず たつろう)
西松建設株
海外支社 香港支店 西港線出張所
副所長





新世代技術「SKYACTIV パワートレイン」

石野 勅雄

「SKYACTIV TECHNOLOGY (スカイアクティブ テクノロジー)」とは、エンジン・トランスミッションをはじめ、ボデー・シャシーを含めたマツダの新世代技術の総称である。マツダはこの新世代技術を全ての商品に今後導入していく。SKYACTIV TECHNOLOGY を実現させているのは、固定概念にとらわれず、相反する課題を同時に解決する「ブレイクスルー」という考えである。本稿では、SKYACTIV パワートレインユニットの紹介を通して各ブレイクスルーを説明する。SKYACTIV-G (スカイアクティブ ジー) では、これまでにない高い圧縮比により燃費改善とトルクの向上を実現した。SKYACTIV-D (スカイアクティブ ディー) では、低圧縮比によってクリーン燃焼を実現しながら、これまでのディーゼルエンジンの燃費を更に改善した。SKYACTIV-DRIVE (スカイアクティブ ドライブ) では、走行状態のほぼ全域にわたりロックアップ領域を拡大させ、燃費改善とダイレクトなシフトフィールを実現した。
 キーワード：自動車，パワートレイン，エンジン，ガソリン，ディーゼル，トランスミッション

1. はじめに

2010年10月、マツダは新世代技術として「SKYACTIV」を発表した。SKYACTIVとは、技術開発の長期ビジョン「サステナブル “Zoom-Zoom” 宣言」に基づいて、「走る喜び」と「優れた環境・安全性能」を高次元で両立させる新世代技術の総称である。SKYACTIVは、「ビルディングブロック戦略」(図-1)によって展開される全ての技術を包含している。ビルディングブロック戦略とは、自動車の基本である「ベース技術」の上に、段階的にi-stop (アイ・ストップ：マツダ独自のアイドリングストップ&スタート技術) からハイブリッドシステム等の電気デバイスを導入していくという戦略である。マツダは、この戦略の基盤であるベース技術の開発を最優先で行っていく。ベース技術は、パワートレインの革新的技術と、ボデーおよびシャシーの基本性能を向上させながら軽量化する総合的軽量化技術からなる。この中から、今回はSKYACTIV パワートレインの革新的技術について紹介する。

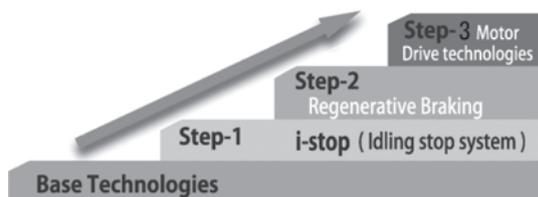


図-1 ビルディングブロック戦略

2. ブレイクスルー

SKYACTIVを貫いているのは「ブレイクスルー」という考えである。例えば、燃費改善とトルクの向上など、相反する課題のベストバランスを狙うのではなく、技術革新によって2つの課題を同時に解決し、性能を飛躍的に向上させる考えである(図-2)。今回、パワートレインとプラットフォームを同時に刷新したので、固定概念にとらわれず車両全体最適の観点から理想の追求を行うことができた。そのことがブレイクスルー実現の可能性を大きくした。以下では、SKYACTIV パワートレインにおける具体的なブレイクスルーを述べる。

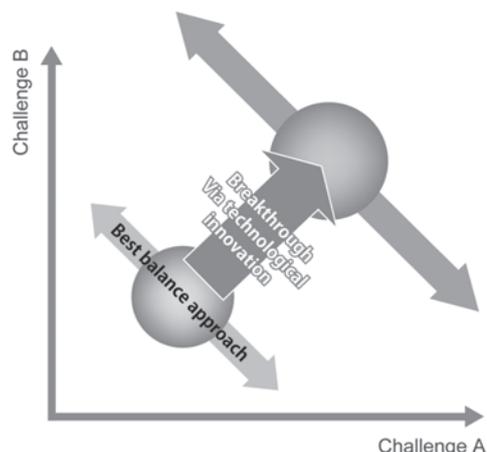


図-2 ブレイクスルー

3. SKYACTIV エンジンの取り組み

内燃機関は図-3に示すように、燃焼によって発生する熱エネルギーの内、ほとんどの部分が排気損失、冷却損失、ポンピング損失、機械抵抗損失という4つの損失となって捨てられている。内燃機関の熱効率改善とは、この4つの損失を低減することであり、更に、この損失を低減するために具体的に制御できる要素(因子)、膨張比(圧縮比)、空燃比、燃焼期間、燃焼タイミング、ポンプ損失(吸気量)、機械抵抗(摩擦抵抗)の6つの制御因子を理想に近づけていくことに他ならない(図-4)。上記の6つの制御因子の中で、ガソリンエンジン、ディーゼルエンジンともに鍵となった因子が圧縮比である。

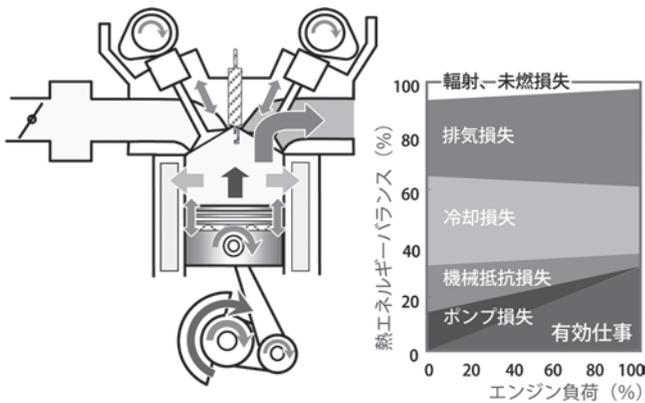


図-3 エンジンのエネルギーバランス

低減すべき損失		対応策	制御可能な因子	
エンジン熱効率改善	図示熱効率	排気損失	大きく圧縮=大きく膨張	圧縮比
		冷却損失	燃料に対し空気量を多く	空燃比
	機械効率	ポンピング損失	より速く燃やす	燃焼期間
		機械抵抗損失	良いタイミングで燃やす	燃焼タイミング
		空気の吸い込み・排気を楽に	ポンピング損失	
		荷重・摩擦を小さく	機械抵抗	

図-4 エンジンの熱効率改善

4. 新世代ガソリンエンジン：SKYACTIV-G

ガソリンエンジンでは、圧縮比を大幅に高め、低中速トルクを改善させるとともに、燃費は現行ディーゼルエンジン並みまで改善させた(図-5, 6)。

(1) ブレークスルーポイント (SKYACTIV-G)

理論的には、圧縮比を高くすると燃費と出力を改善できる。例えば、圧縮比を11.2から15まで高めると、

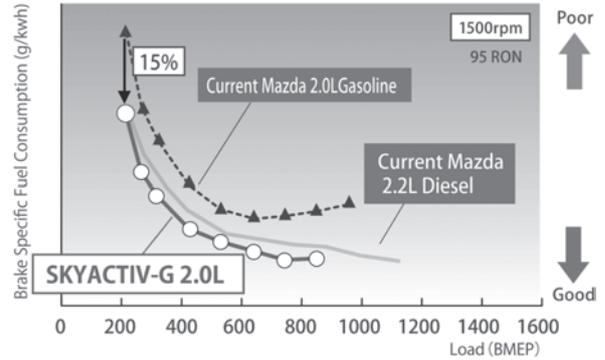


図-5 SKYACTIV-G 燃費改善

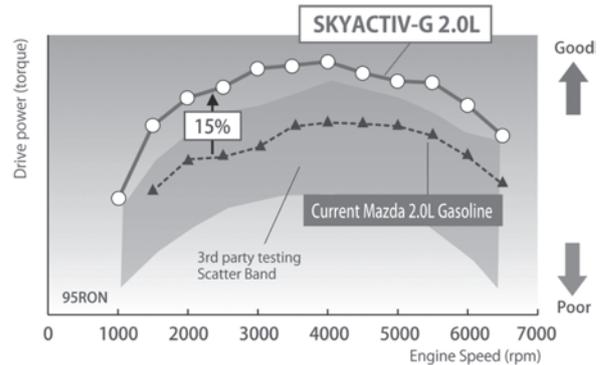


図-6 SKYACTIV-G トルク改善

約7%熱効率を改善できる。それにもかかわらず、これまでガソリンエンジンの高圧縮比化がさほど進んでいない理由の1つは、高圧縮比にするとノッキングが発生しやすくなり、その対応によって出力が下がるためである(図-7)。高圧縮比化による本来の性能向上を実現させるためには、ノッキング発生抑制という課題をブレークスルーする必要がある。

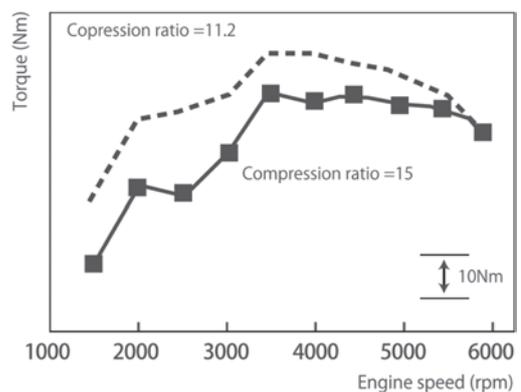


図-7 高圧縮比化と出力低下

(2) 課題と対応 (SKYACTIV-G)

圧縮比を高めると、圧縮上死点の温度と圧力が高くなる。燃料と空気の混合気がこの条件に一定時間さらされると、ノッキングが発生しやすくなる。ノッキングの主な発生要因である温度と圧力は、圧縮比によってほぼ決まってしまうが、温度については別の因子に

よっても制御可能であると考えた。それは、完全に排気されずに残ってしまう高温の残留ガスの量によって圧縮上死点温度が大きく変化するということである。

例えば、圧縮比が10、排気ガス温度が750℃、吸気温度が25℃のとき、排気ガスが10%シリンダ内に残留ガスとして残ってしまうと、圧縮前のシリンダ内の温度は約70℃上昇し、圧縮上死点温度は約160℃上昇する。このような温度上昇がノッキング発生に大きな影響を与える。この温度変化を、圧縮比による温度変化と併せて考えると次のようになる。例えば、残留ガスを8%から4%に半減させることができれば、圧縮比を3上げて圧縮上死点温度は圧縮比を上げる前と同じに保つことができる(図-8)。SKYACTIV-Gでは、このような残留ガスの低減によって、圧縮上死点温度を下げ高圧縮比化を実現した。

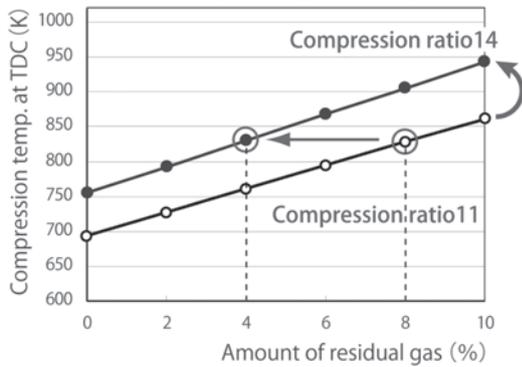


図-8 残留ガス低減の効果

(3) 適用技術 (SKYACTIV-G)

(a) 4-2-1 排気システム

残留ガスを大幅に低減する技術として、排気経路の長い4-2-1排気システムを採用した。排気経路が短い従来の排気システムでは図-9に示すように、例えば3番気筒の排気バルブが開いた直後に発生する高圧の排気圧力波が、排気バルブが閉じる前の1番気筒に到達する。このため1番気筒では、一度排出された排気ガスが再び燃焼室内に押し戻されてしまい、多量の

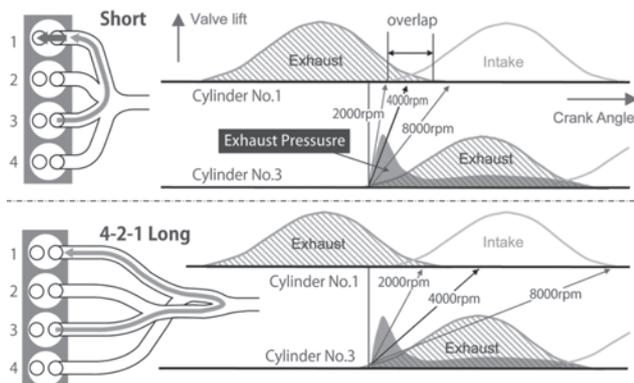


図-9 4-2-1 排気システムの効果

残留ガスとなる。そしてこの現象は、経路が短いため低回転から高回転まで継続して発生する。経路の長い4-2-1排気システムでは、排気圧力波が1番気筒に到達した時にすでに排気バルブは閉じており排気ガスの押し戻しは起こらない。この効果は、経路が長い低回転以外のほぼ全回転速度域に及ぶ。また、経路の長い4-2-1排気システムでは、集合部での反転負圧によるシリンダ内の排気ガスの吸い出し効果が実用回転域で期待できる。実用回転域でその効果を出すには、600 mm 超という長い管長が必要になるが、新設計のループ型排気管を採用することで、長い管長を確保しながらも小型化することができた。

4-2-1排気システムの問題は、集合部にある触媒までの距離が長いこと触媒に到達する排気ガスの温度が低下し、始動直後の触媒を早期活性化できないことである。対策として、点火時期を遅らせ排気ガス温度を上昇させることで、触媒の早期活性化を促す方法がある。しかし、点火次期を遅らせ過ぎると燃焼が不安定となるため、触媒の後方配置には限界があった。SKYACTIV-Gでは、マルチホールインジェクターにより燃料噴射を最適化し、プラグ周りに少し濃い目の混合気生成されるようにした。その結果、点火時期を大幅に遅らせても燃焼が不安定とならず、4-2-1排気システムでの触媒後方配置を実現できた。

(b) 燃焼速度の向上

燃焼速度を高めれば、エンドガス(点火プラグから遠い場所にある未燃焼の混合気)が高温状態にさらされる時間を短縮でき、ノッキングが発生する前に正常燃焼を完了させることができる。SKYACTIV-Gでは、空気流動の強化、燃料噴射圧力の強化、噴霧特性改善などにより、均質で流動の強い混合気を生成し燃焼速度を高めた。また、従来の高圧縮比ピストンでは盛り上がった頭頂部に点火後の初期火炎が当たり、火炎の成長が阻害され燃焼速度が落ちるといった問題があった。これに対して、SKYACTIV-Gでは、図-10に示すようなキャビティーをピストン頭頂部に設けることで、初期火炎の形成を保護して燃焼速度を高めた。

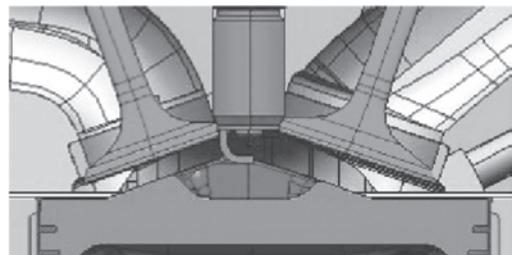
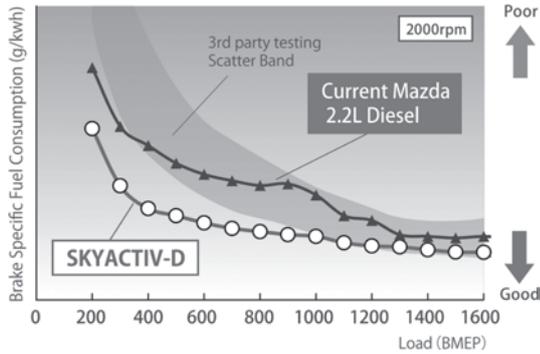


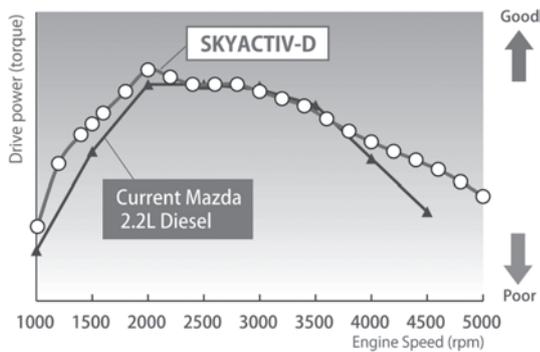
図-10 ピストンキャビティー

5. 新世代ディーゼルエンジン：SKYACTIV-D

ディーゼルエンジンでは、大幅に圧縮比を下げ、クリーンな燃焼をさせながら燃焼タイミングの最適化と機械抵抗低減を達成し、大幅に燃費を改善させた（図—11, 12）。



図—11 SKYACTIV-D 燃費改善



図—12 SKYACTIV-D トルク改善

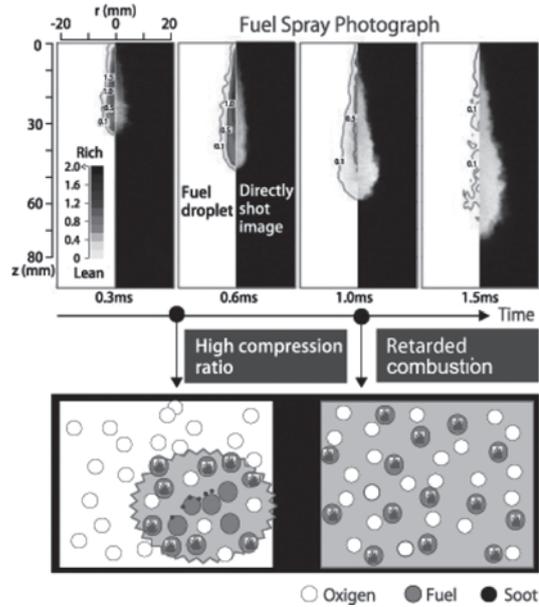
(1) ブレークスルーポイント（SKYACTIV-D）

ディーゼルエンジンは、高温高压の空气中に燃料を噴射し自己着火させる機関であるため、高温高压に圧縮する必要がある。高温高压にするために圧縮比が高く、このため本来高効率である。しかし、高い圧縮比に耐えるために一般的にピストンなど往復・回転部品は高剛性で重く、ガソリンエンジンに比べ機械抵抗が大きい。更に、近年のNOx（窒素酸化物）やススの厳しい排出ガス規制に対応するために、最適燃焼タイミングでの燃焼が困難となってきており、効率面での優位性が減少している。そこで、最適燃焼タイミングでのクリーンな燃焼と機械抵抗の大幅な低減という課題をブレークスルーする必要がある。

(2) 課題と対応（SKYACTIV-D）

圧縮比の高いディーゼルエンジンのピストン上死点付近で燃料が噴射された場合、高温高压であるため、空気と十分に混ざる前の燃料が偏在している状態で自

己着火し、局所的な燃焼となる。この結果、局所高温領域ではNOxが生成し、燃料の濃い酸素不足領域ではススが発生する。近年の厳しい排気ガス規制の下では、NOx やススの発生を極力抑える必要がある。そのために、高温高压の上死点付近での噴射（燃焼）タイミングを遅らせ効率を犠牲にし、圧力と温度が下がった状態で燃料を噴射し空気と十分に混ぜてクリーンな燃焼をさせることが従来の高圧縮ディーゼルであった（図—13）。



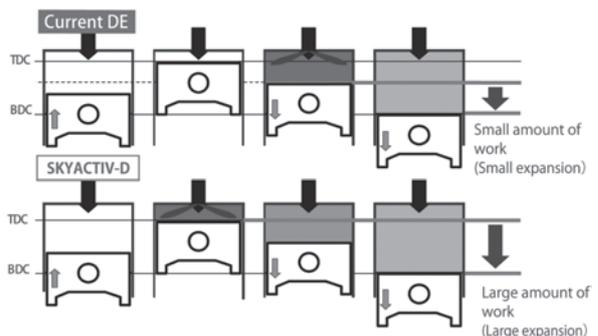
図—13 圧縮比とディーゼル燃焼

SKYACTIV-Dでは、最適燃焼に影響する温度と圧力を一度に下げることが出来る低圧縮比に着目した。圧縮比を低くすることで、燃焼タイミングの最適化とNOx やススの発生的大幅低減を可能にした。

(3) 適用技術（SKYACTIV-D）

(a) 低圧縮化による燃焼タイミングの最適化

圧縮比を下げた場合は、ピストン上死点付近における圧縮温度・圧力は低くなる。この状態では、噴射後の燃料は空気と十分に混ざってから燃焼する。よって、

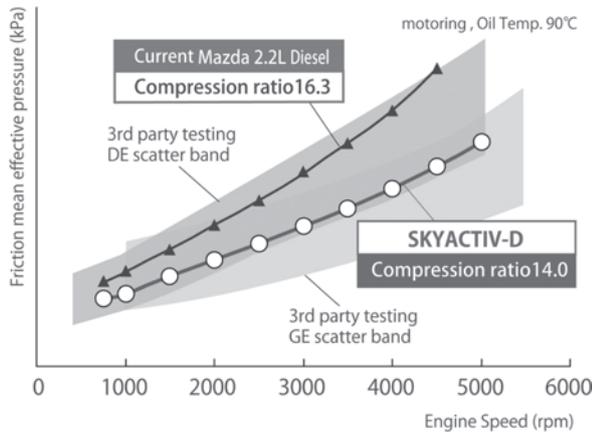


図—14 低圧縮比による高膨張比

より均質な燃焼となり局所的高温や酸素不足が回避され、NO_x やススの発生量は大幅に低減される。その結果、各国の厳しい排気ガス規制にNO_x 触媒なしで対応可能なほど、クリーンな燃焼を実現できた。また上死点付近での燃焼が可能であるため、実質の仕事量（膨張比）は高圧縮比のクリーンディーゼルエンジンよりも大きくとれて高効率化を実現できた（図—14）。

(b) 低圧縮化による軽量化と機械抵抗低減

低圧縮化によって、従来のディーゼルエンジンより最大シリンダ内圧力が下がり、ピストンやコンロッドなどの往復・回転部品の剛性最適化によって大幅な軽量化と低抵抗化が実現できた。この結果、SKYACTIV-Dは平均的なガソリンエンジン並みの低い機械抵抗を実現した（図—15）。



図—15 低圧縮化による機械抵抗低減

(c) 始動性確保

このようなメリットにもかかわらず、従来、ディーゼルエンジンの低圧縮比化が進まなかった要因は主に2つある。1つは、極低温時の圧縮温度が下がりすぎることによって着火性に問題が生じること。2つ目は、着火後の暖機運転中に、圧縮温度不足による半失火など不安定燃焼が発生してしまうことである。SKYACTIV-Dでは、マルチホールピエゾインジェクターにより燃料噴射パターンの自由度を拡大し、混合気濃度制御の精度を上げ低温着火性を確保した。着火後の暖機運転中の圧縮温度上昇のために排気 VVL (Variable Valve Lift: 可変バルブリフト機構) を採用した。一度着火し燃焼が起これば、排気ガス温度は高くなる。そこで、吸気行程中に排気 VVL を作動させわずかに排気バルブを開き、排気ポート内の高温の排気ガスをシリンダ内に少し逆流させる。これにより、圧縮時の温度上昇を促進し、冷間時の圧縮温度不足による半失火を防ぎ、燃焼の安定性を向上させた。

6. 新世代オートマチックトランスミッション: SKYACTIV-DRIVE

現在普及しているオートマチックトランスミッション(AT)は構造の違いにより、ステップAT(多段オートマチックトランスミッション)、CVT(無段変速トランスミッション)、デュアル・クラッチ・トランスミッションと、大きく3つに分類できる。市場の要求に対する各ATの特徴をまとめると、一般的に図—16のようになりそれぞれに優劣がある。SKYACTIV-DRIVEでは、全てのタイプの利点を集約した理想のATを目指し、ステップATをベースに、「燃費の良さ」、「ダイレクト感」、「なめらかな変速」を徹底的に追求した。

Technology		CVT	DCT	Step AT	SKYACTIV-Drive
Good Fuel Economy	FE at low speed	+	+	o	+
	FE at high speed	-	+	+	+
Easy start up (Launch feel)		+	-	+	+
Easy start up on hill (Creep)		+	-	+	+
Direct feel		-	+	o	+
Smooth shifting (Shifting Quality)		+	o	o	+

+: Better
 o: Average
 -: Worse

Important in Japanese market (CVT)
 Important in European market (DCT)
 Important in NA market (Step AT)
 Ideal for global market (SKYACTIV-Drive)

図—16 各オートマチックトランスミッションの特徴

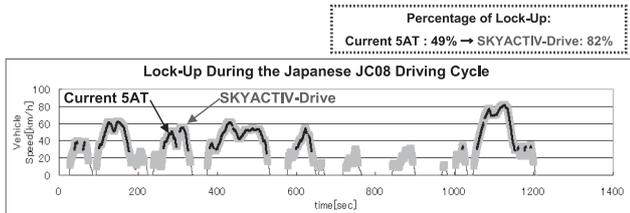
(1) ブレークスルーポイント (SKYACTIV-DRIVE)

ステップATは、スムーズな発進と変速が利点であるトルクコンバータを持っている。一方で、トルクコンバータには、流体継手の滑りによる動力伝達ロスが生じることや、加速時のエンジン回転の変化に遅れて車速が変化するというダイレクト感不足の問題もある。この対策として、機械的にエンジンとトランスミッションを直結し滑りをなくすロックアップを使用し、燃費とダイレクト感を向上させてきた。しかし、燃費とダイレクト感を更に向上させるためには、ロックアップ領域を可能な限り広くする必要がある。ロックアップ領域拡大はダイレクト感を増加させる一方で、NVH(騒音や振動)の悪化、ロックアップクラッチの信頼性不足などの問題もある。このため、あらゆる場面で確実にロックアップさせながら、NVHの抑制などの課題をブレークスルーする必要がある。

(2) 課題と対応 (SKYACTIV-DRIVE)

これまでは、スムーズ性を重視しショックを吸収する流体継手を主体とした動力伝達機構を使用してきた。しかし、滑りを縮小させるためには、ロックアップクラッチを主体とした動力伝達機構に切り替える必要がある。そのために、ロックアップクラッチ、ト

ラス（流体継手），ダンパの機能を基本から見直した新トルクコンバータを開発した。その上で，NVHに関してはトランスミッション単体のみならず，車両全体の改善によって対応し克服した。その結果，図一17に示すように，これまでのステップATに比べ格段にロックアップ領域が拡大し，低車速領域を除くほぼ全域でのロックアップが可能になった。



図一17 SKYACTIV-DRIVE と従来 5AT のロックアップ領域の比較

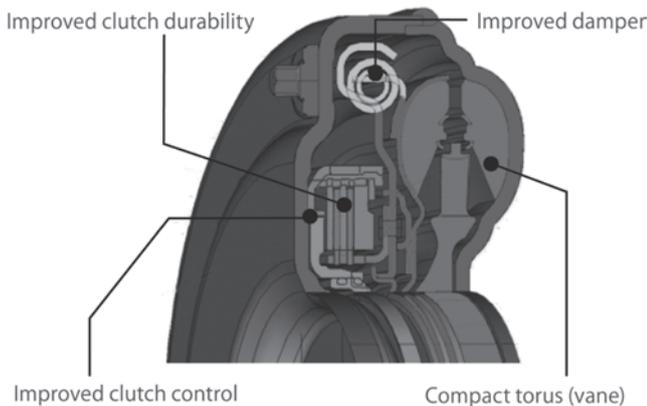
(3) 適用技術 (SKYACTIV-DRIVE)

(a) 新開発トルクコンバータ (図一18)

ロックアップ領域拡大時の NVH の改善のためには，ロックアップクラッチとダンパの性能を大幅に上げる必要がある。そのために，これまでのトーラス（流体継手）主体の構造を転換し，可能な限りトーラスを小型化することでクラッチとダンパのスペースを確保し，そこに制御性の良い多板クラッチを採用した。その上で，多板クラッチの特性を活かし，応答性を向上させロックアップ制御の緻密化を実現し，優れたダイレクト感と NVH 性能改善を達成した。更に，このロックアップ制御とオイルの流れ改善による冷却性能アップによってクラッチ表面のスリップ時の熱発生を抑え，信頼性も格段に改善することができた。

(b) 総合振動制御

車内の NVH の改善のためには，加振源の対策と同時に伝播経路における振動抑制が重要な要素となる。ロックアップ領域拡大時の NVH 課題に対して，CAE を活用し全体最適を行った。加振源であるエンジン，

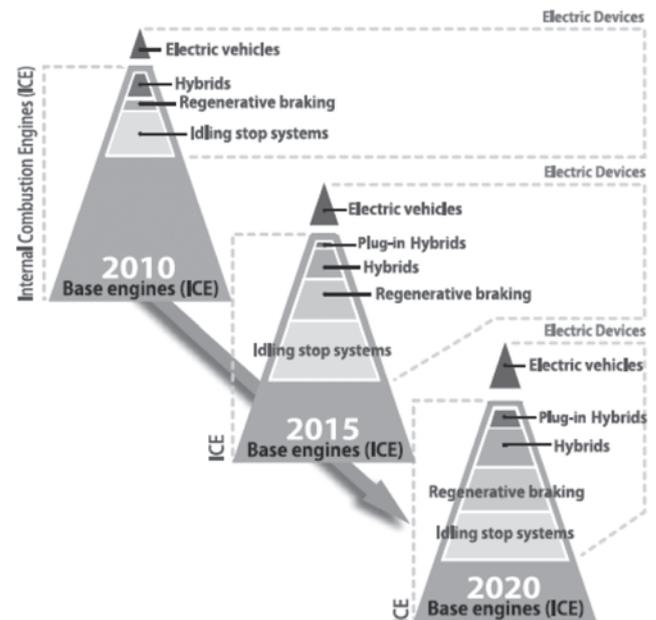


図一18 新開発トルクコンバータ

SKYACTIV-DRIVE の制御システムと振動伝播のマウント，車体などの振動特性制御システムを網羅した大規模システム解析を駆使し，車両としての総合振動制御にて広範囲に課題を克服した。

7. おわりに

今回紹介した SKYACTIV パワートレインは，ビルディングブロック戦略の基盤を構成するものである。そして，今後も，電気デバイスの割合は増えていくが内燃機関と電気デバイスの組み合わせがパワートレインの主流であり続けると予測される（図一19）。電気デバイスとの組み合わせにおいては，内燃機関の不得手な領域をモータが受け持っている。この電気デバイスを小型化するためにも内燃機関の更なる改善には意義がある。内燃機関の熱効率を極限まで高め，シンプルで高効率なトランスミッションを組み合わせた究極のパワートレインを追求していく。理想のパワートレインと小型・軽量電気デバイスとの組み合わせによって，マツダらしい走る欲びと優れた環境性能を提供し続けることが可能となる。



図一19 環境技術の拡大予測

JCMA

【筆者紹介】
石野 勲雄（いしの ときお）
マツダ株
パワートレイン開発本部





北の海みちに思う



鮫島伸雄

秋田に転勤し、言語、唄、食文化が故郷小樽と共通していることが意外に多く驚いています。

江戸時代から続く、京都（舞鶴・敦賀）から北海道まで日本海を航海する北前船の文化とっていました。

たまたま新野直吉著「古代東北と渤海使」を読む機会を得、神亀四年（727）に第1回渤海使が出羽国（秋田）に着いたことを知りました。

（渤海国は満州から朝鮮半島北部、ロシア沿海地方に689年から926年まで存在した国家）その時通った航路が、沿海州沿岸を北上し間宮海峡を通り樺太から北海道沿岸沿いに南下し、津軽海峡を渡り東北沿岸沿いに秋田に到着したものです。これを北の海みちと称しています。

当時日本海側は秋田出羽柵・秋田城が大和朝廷の政治開拓の拠点基地であり、それ以北は蝦夷の国でした。

宝亀十年に第11回使として359人が帰化を望み来航しているが、翌年認めず送り返しています。

渤海使は延喜十九年（919）第34回が最後となっています。

古くは古代縄文時代より北の海みちを通して交流が行われており、公の使いではない民間交流はもっと多くあり、当然血の交流もあったものと思われま

す。文字のあった大和朝廷には文献として記録が残っていますが、文字のなかった北方民族蝦夷との交流はもっとずっと多かったものと推測されます。

また、大和朝廷の出先である秋田城を窓口として蝦夷を仲介とした交流もあったはず

です。男鹿市にある赤神神社五社堂には昔、漢の武帝に連れてこられた五匹の鬼達が食べ物や女たちを略奪する

など村を荒らしまわり、困り果てた村人たちは、娘を差し出すことを条件に五社堂まで千の石段を積み上げることを約束させ、九九九段積上げ、あと一段という時に一番鶏の鳴き真似をして追い払ったという伝説があります。

また有名な男鹿のなまはげはこの鬼であったとする伝説もあります。

現在男鹿半島一帯の村落ごとに異なる面のなまはげが伝わり、神様の使いとされています。

北の海みちを通り漂着、移住した異形の者達が山奥で暮らし、年に一度里に下りて来て村人と交流したものと考

えても不思議ではないでしょう。秋田美人や秋田県民はロシア人がルーツであるとの俗説が流布されることもありますが、コーカソイド（白色人種）の遺伝子を確認されたことは無いとのこと

です。現ロシア領のシベリアから極東までの地域では古代からのモンゴロイドのブリヤート人、ヤクート人、エヴェンキ人、ツングース人との関連性は遺伝子的に証明可能のよう

です。北の海みちを通して、長い交流の歴史の中で多くの血の交流もあったものと思われま

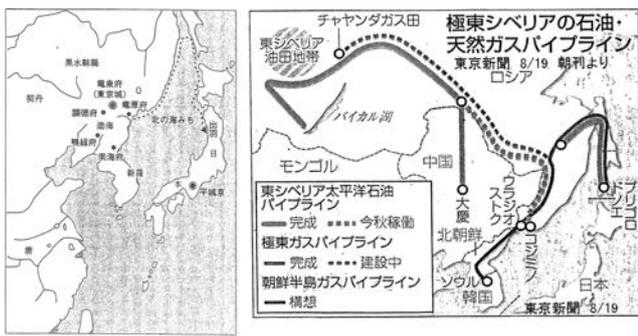
す。著作権の関係で写真を掲載出来ませんが、秋田県PRポスター「秋田おぼこ」のモデル柴田洋子さんが秋田美人の代表と個人的には思

っております（なお撮影は昭和28年モデル19歳、カメラマン木村伊兵衛）。ポスターが数多く配布され、ネットでも公開されて

いますので、機会がありましたら是非一度ご覧下さい。戦前には樺太航路もあり日本海を横断する航路も多数あり、北の海みちは継続されてきましたが、戦後は冷戦で日本海航路は減少、裏日本とされ、交流も多

くはありませんでした。ソ連の崩壊後ロシアのシベリア資源開発が進み、ウラジオストック、樺太までの石油・ガスパイプラインはまさに北の海みちと重なり、今後日本にどのように伸びてくるのか楽しみです。

古代から続く北の海みちは、今後もさらに形を変えながらも継続するものと思




 ざいそう

研究を進めるうえでの学習

茂木正晴

現在、私は、「無人化施工技術」や「効率的・効果的な盛土施工技術」、「橋梁点検技術」、「建設工事の安全対策」といった幅広い領域での研究を土木研究所で進めています。

研究を進めるうえでの学習といった至極当たり前のタイトルを挙げていますが、土木技術に関連した研究を進めるうえで何が大切なのか？自分自身のこれまでの研究への取組みを振り返り、考えを述べたいと思います。

まず、研究に取り組むうえで大切なことは周囲の出来事や土木作業に興味を持ち、問題点に敏感に反応することだと考えています。また、needsに対するseedsを理解しているつもりにならず、疑問を持ち、needsに対応したseedsのマネジメントを含めた研究方策を進めることが必要だと考えています。それでは、どのように研究を進めているか、私が土木研究所で取組んでいる研究事例を紹介いたします。

土木研究所では、現場のneedsに対応した研究として建設機械の遠隔操作技術に関する研究に取り組んでいるところです。この遠隔操作技術は、建設業界では無人化施工技術と呼ばれ、雲仙普賢岳をはじめとして人の立ち入ることのできない危険区域での復旧工事に利用されています。建設機械を遠隔で操作するうえで課題となる点は、建設機械に搭乗した操作に比べて作業効率が悪いといった点が挙げられ、現場では施工会社での試行錯誤（通信技術や画像技術を駆使）によって構築された機器システムが利用されています。しかし、遠隔操作での作業効率は、搭乗操作と同レベルには達しておらず、迅速な復旧活動を果たすためには更なる研究・開発が現場needsとして必要となっている状況です。

この研究課題に土木研究所で取り組むうえで、必要なことは何かを考えてみたとき、第1に目的とする作業効率の向上について考えることです。作業効率とは言い換えれば仕事量のことであり、研究キーワードを作業時間とし、遠隔操作での作業時間を搭乗操作レベルに近づけるといった研究目標を設定することとしました。

2点目は、研究を進めるうえで、これまでの知見（通信技術や機械性能等の向上）だけでneedsを満たす研究ができるのか、また、研究目標を達成させるために必要となる知見は何かといった点に着目し、研究を

進めることとしました。

遠回りになりましたが、この2点目が今回話す本題となります。

建設機械の遠隔操作技術に関する研究の着眼点として、1点目の作業効率という点を挙げていますが、これまでに施工会社では、機器開発を中心に取組まれていることから、土木研究所が同様なアプローチをしたところで抜本的な改善策には至らないと判断しました。

そこで、2点目に述べているような必要な知見として工学的な観点とは違う学際的な取組みとして人間科学的な観点を取り入れた研究アプローチで進めることとしました。そのため、タイトルに挙げてるように具体的に研究を進めるうえでの学習として、基礎心理学をはじめ、生態心理学、認知心理学、情報心理学といった感性認知情報システム領域に関する専門的な学習に取り組みながら、目標達成のための研究を進めることが重要だと感じております。

土木研究所では、これまでに学際的な観点から研究を進め、工事の対象となる施工フィールド（環境）から与えられる情報によって、人の行動が促されるといった知見を得ることができ、作業能力に関連する知覚情報（視覚情報でいえばモニタ画像）の基礎的なあり方を研究に反映することができ、現在も実験により基礎データの収集を進めています。また、人が空間を認識し行動するうえでのパターン（アイカメラによる視覚情報の軌跡）の解析手法を学び、得られた知見によって建設機械を操作するうえでの与えられたタスク処理を定量的に整理することが可能となり、研究成果が期待できるものとなりました（成果は随時情報発信する予定です）。

固定された概念や持っている知見に囚われず、目的とする研究の必要に応じて学習を進める行為は、新たな発見を見いだすための自己知の創出、自分自身が研究を進めるうえでの直感力を高めるうえで重要なものだと感じております。

ただ、このような研究スタイルについて、自身の探求心・精神力も必要ですが、職場内でのコミュニケーション・協力等がある成せる産物であることも常に意識したうえで研究に臨むことが必要だと感じました。



復旧・復興で活躍する建設機械

内田 直之

1. はじめに

建設機械は土木工事等には当然のこと、震災復興には欠かせない機械である。道路の開削・舗装、がれき処理、今後の高台移転など、活躍するフィールドは広い。

2. 建設機械産業の現状

経済産業省の機械動態統計から建設機械の生産金額の推移を見ていきたい(図-1)。

2011年度の総合計は、1兆7,401億円で前年比41.4%増加し、リーマンショック前の2008年度並まで回復した。特に主要機種である掘削機械(同)38.2%増加、トラクタ(同)51.2%増加、建設用クレーン(同)52.9%増加の3機種については、大幅に増加した。

2012年度は年の途中から生産が落ち始めており、年度トータルではマイナスになる見込みである(図-1)。

次に当工業会の自主統計である建設機械出荷金額統計で業界の現状を見ていきたい。工業会設立の1990年度から統計を開始した(図-2)。建設機械産業は

公共事業に支えられ、発足当初から10数年は国内需要に支えられ成長していたが、バブル崩壊後は公共工事の縮減政策がとられ、国内需要は減少を続けた。

一方で、2000年を過ぎた辺りから中国経済が大きく成長し始め、中国向けを中心に海外需要が増加していったことから、2002年度から輸出が国内出荷を上回った。

2008年度のリーマンショックを契機とした世界的な景気低迷により、2009年度の需要は大幅に落ち込んだものの、2010年度に入ると旺盛な海外需要により、輸出が大幅にプラスに転じた。2011年度は被災地の瓦礫処理等に使用される油圧ショベルやミニショベルを中心に国内需要が増加、輸出もアジア、北米向けなど大幅に増加し、2007年度に次ぐ2番目の出荷金額となった。2012年度は4~2月までの出荷金額が出ているが、国内需要は引き続き震災復興対応で機械が出荷されていること、また昨年度の大雪で除雪仕様のホイールローダが数多く出荷されたことから、大幅に伸びている。海外需要については、北米向けの出荷がエネルギー関連、レンタル、住宅着工などで好調に推移したものの、その他の地域は世界的な景況感の悪化から減少した(図-3、4)。

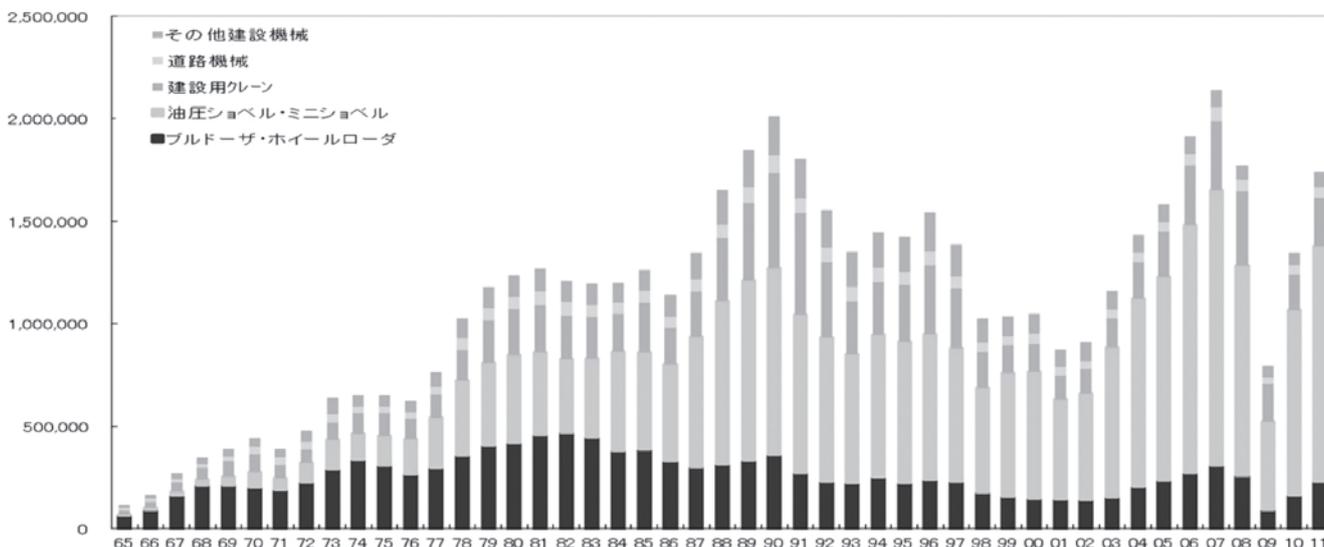
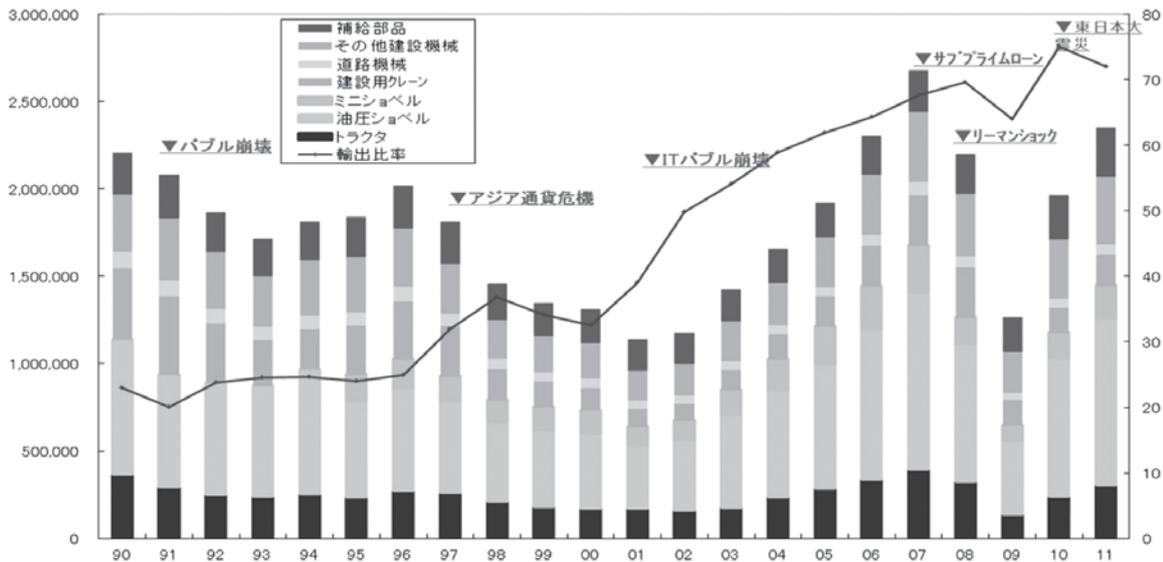
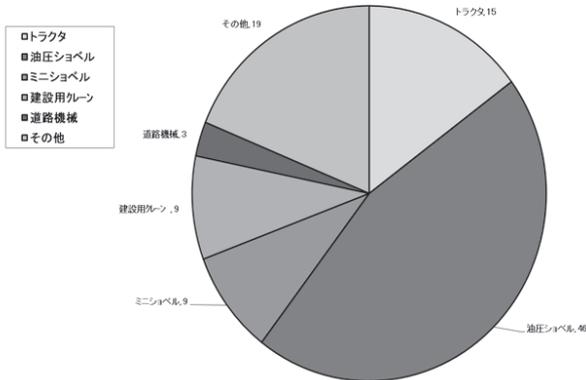


図-1 生産金額推移(総合計)



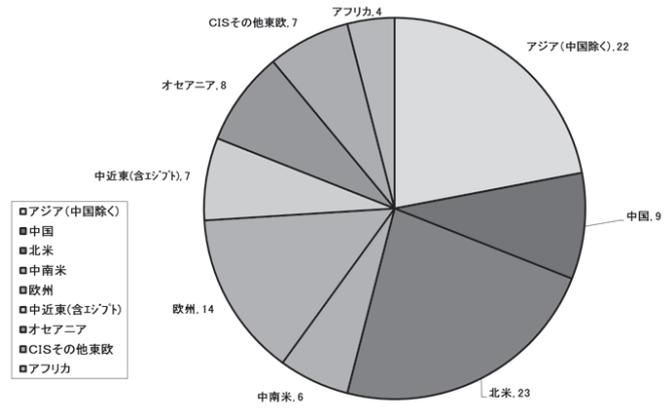
図一 出荷金額推移 (総合計)

総額 2兆701億円



図一 機種別出荷金額構成比

総額 1兆2,039億円



図一 地域別輸出額構成比

3. 震災復興の貢献する建設機械

復旧作業、復興工事は、がれき撤去・集積→復旧土木工事→がれき処理→復興土木工事という流れでだいたい行われている。がれき処理については、その処理量が膨大であり、現在も進められているが、その処理プラントが各地で稼働中である。

その処理については、油圧ショベルでがれきを運び、自走式クラッシャーやスクリーンなどで解体撤去されたコンクリートガラ等を処理し、処理プラントなどへ運んでいる。また、鉄骨構造物の多い場所では、油圧ショベルに鉄骨カッターやグラブ等のアタッチメントを装着し、解体撤去作業を行っている。

復旧土木工事では、整地のためのブルドーザ、土砂運搬のためのホイールローダやクローラキャリア、軟弱地盤改良等で土質改良機、新規道路造成に搭乗式ローラ、アスファルトフィニッシャーなど、様々な機械

が投入されている。

また、高台移転などで建物が多く建てられるようになれば、建設用クレーン、基礎機械等の建築系機械、建物を建てるにはコンクリートが必要となるので、コンクリート機械も数多く必要となってくる。

福島第一原子力発電所等近郊では、遠隔操作のできる無人機械なども投入され、作業を進めてきた。

4. 今後の建設機械産業の展望

当工業会は2013年2月末に建設機械の2012年度下期～2013年度の補給部品を除いた建設機械の本体ベースでの需要予測を発表した(表一)。

国内向けの出荷については、2013年度上期は、引き続き震災復興のための政府建設投資の増加が見込まれ、全10機種が増加すると予測され、上期計では3,369億円(前年同期比12%増加)、下期計でも全10機種

表一 建設機械需要予測
2012年度見込

上段：金額 百万円

下段：対前年同期比指数 %

	上期実績			下期見込			年度見込		
	国内	輸出	合計	国内	輸出	合計	国内	輸出	合計
トラクタ	30,880	122,321	153,201	57,300	98,900	156,200	88,180	221,221	309,401
	147	104	110	124	82	94	131	93	101
油圧ショベル	116,546	312,781	429,327	124,400	332,100	456,500	240,946	644,881	885,827
	145	92	102	107	79	85	122	85	92
ミニショベル	33,348	63,614	96,962	37,400	59,200	96,600	70,748	122,814	193,562
	126	110	115	120	89	99	123	99	106
建設用クレーン	55,546	38,300	93,846	78,400	42,600	121,000	133,946	80,900	214,846
	121	105	114	129	110	122	126	108	118
道路機械	15,112	14,901	30,013	19,200	10,400	29,600	34,312	25,301	59,613
	141	83	105	122	78	102	130	81	103
コンクリート機械	8,514	797	9,311	9,300	400	9,700	17,814	1,197	19,011
	119	115	118	120	99	119	119	108	119
トンネル機械	642	2,066	2,708	2,500	3,700	6,200	3,142	5,766	8,908
	16	89	43	102	97	99	49	94	71
基礎機械	10,722	2,439	13,161	11,500	2,000	13,500	22,222	4,439	26,661
	115	155	120	121	95	117	118	120	118
油圧ブレーカ 油圧圧砕機	5,877	4,062	9,939	7,700	3,300	11,000	13,577	7,362	20,939
	105	94	100	105	88	100	105	91	100
その他建設機械	23,583	108,399	131,982	33,600	109,500	143,100	57,183	217,899	275,082
	91	86	86	110	84	89	101	85	88
合計	300,770	669,680	970,450	381,300	662,100	1,043,400	682,070	1,331,780	2,013,850
	127	95	103	116	83	93	121	88	97

2013年度予測

上段：金額 百万円

下段：対前年同期比指数 %

	上期予測			下期予測			年度予測		
	国内	輸出	合計	国内	輸出	合計	国内	輸出	合計
トラクタ	32,400	126,000	158,400	59,600	104,800	164,400	92,000	230,800	322,800
	105	103	103	104	106	105	104	104	104
油圧ショベル	137,500	312,800	450,300	131,900	388,600	520,500	269,400	701,400	970,800
	118	100	105	106	117	114	112	109	110
ミニショベル	35,700	66,800	102,500	39,600	65,100	104,700	75,300	131,900	207,200
	107	105	106	106	110	108	106	107	107
建設用クレーン	61,100	44,400	105,500	87,000	47,300	134,300	148,100	91,700	239,800
	110	116	112	111	111	111	111	113	112
道路機械	16,000	14,600	30,600	20,200	11,600	31,800	36,200	26,200	62,400
	106	98	102	105	112	107	106	104	105
コンクリート機械	9,700	800	10,500	10,300	400	10,700	20,000	1,200	21,200
	114	104	113	111	104	110	112	100	112
トンネル機械	700	2,200	2,900	2,700	4,100	6,800	3,400	6,300	9,700
	105	108	107	109	110	110	108	109	109
基礎機械	13,100	2,400	15,500	12,900	2,300	15,200	26,000	4,700	30,700
	122	100	118	112	115	113	117	106	115
油圧ブレーカ 油圧圧砕機	6,200	4,300	10,500	8,400	3,600	12,000	14,600	7,900	22,500
	106	105	106	109	108	109	108	107	107
その他建設機械	24,500	100,800	125,300	36,000	116,100	152,100	60,500	216,900	277,400
	104	93	95	107	106	106	106	100	101
合計	336,900	675,100	1,012,000	408,600	743,900	1,152,500	745,500	1,419,000	2,164,500
	112	101	104	107	112	110	109	107	107

が増加すると予測され、4,086億円（前年同期比7%増加）と予測した。その結果、2013年度合計では、7,455億円（前年同期比9%増加）となり、4年連続で増加すると予測した。

海外向け出荷については、2013年度上期は、北米向けの需要は好調を維持、大幅に落ち込んでいたアジア向けは増加に転じ、6機種が増加すると予測され、上期計では6,751億円（前年同期比1%増加）と予測した。下期については、全10機種が増加し、下期計では7,439億円（前年同期比12%増加）と予測した。その結果、2013年度合計では、1兆4,190億円（前年同期比7%増加）となり、2年振りに増加すると予測した。

国内については、上記の通り、震災復興需要に加え、消費税前の駆け込み需要も一部あると想定し、2013年度はプラスに推移すると予測している。海外については、世界的な景気の悪化から2012年度は大きく落ち込んだものの、中国、欧州需要等まだ不透明感等があるものの、2013年度、海外需要は緩やかに増加していくものと思われる。

前段でも申し上げているが、今後、災害復旧の現場では無人化（情報化）施工が進むと考えられる。情報

化施工は情報通信技術を利用して、建設機械を自動制御することにより、オペレータ操作を簡略化することができ、効率的に作業を進めることができるようになるため、機械の稼働時間が短くなり、結果的に工事に伴う二酸化炭素排出量の抑制効果も期待できる。この情報化施工を広く普及させる建設機械システム開発を積極的にサポートしていく。

また、当工業会では震災からの復興への貢献を重点活動分野にしており、当工業会会員向けに「サービス活動の手引き」を作成した（当工業会HP参照）。関係各位のご理解、ご協力の下、被災地域の復興に更なる貢献ができるものと考えている。

今年度以降も震災復興及び原発事故収束に関して要請があれば積極的に対応する予定である。

建設技術新聞 2013年（平成25年）4月22日
第813、814号（1～3面）より転載

JICMA

【筆者紹介】

内田 直之（うちだ なおゆき）
一般社団法人 日本建設機械工業会 業務部
次長

JCMA 報告

bauma2013 ～第30回国際建設機械見本市～ 視察報告



施工技術総合研究所
佐野 昌伴

1. はじめに

一般社団法人日本建設機械施工協会（JCMA）では、海外建設機械化視察団と称して、平成25年4月14日～20日の7日間をかけて、ドイツのミュンヘン郊外で開催された bauma2013（第30回国際建設機械見本市）、シュツットガルトの中央駅周辺の都市再開発工事現場、およびフランクフルトの中央駅近くの大手ビジネスホテル建設工事現場の視察を行った（図-1）。



図-1 ドイツ地図

視察団は、事前に応募いただいた建設機械、特殊車両、特装車両、集塵機、舗装業、建設業、農業など幅広い分野にわたる30名で構成された。

参加者の中には、前回2010年の視察が、アイスランドの火山噴火に伴い、欧州のほぼ全域で飛行禁止措置が発令され、出発直前に中止となったために、6年

越しで参加される方も見られた。

本稿では、bauma2013の初日と2日目の視察の概要を中心に報告する。

2. 展示会概要

baumaは1954年からミュンヘンで開催され、建設機械、資材製造・加工および建設用車両分野における世界最大の建設機械専門見本市で、建設・鉱山機械の最新の製品や技術革新の情報を一度に得ることができる。

baumaは、ドイツ語でBau（建設）Maschinerie（機械装置）という意味で、アメリカ・ラスベガスの「CONEXPO-CON/AGG」、フランス・パリの「INTERMAT」と並ぶ世界3大建設機械展示会の一つである。3つの展示会は順番にそれぞれ3年毎に開催されている。

bauma 2013の概要は、以下のとおりである。2010年よりも出展社数および出展面積ともに増加し、過去最大規模で開催された。

【bauma 2013の概要】

主催者：ミュンヘン見本市会社

後援：ドイツ機械工業連盟（VDMA）、建設機械・建設資材製造機械工業会、鉱業機械工業会、欧州建設機械工業連合会（CECE）

開催期間：平成25年4月15日（月）～21日（日）

開催都市：ドイツ・ミュンヘン

展示場：新ミュンヘン国際見本市会場

会場面積：570,000m²（東京ドーム約12個分の広さ）

出展社数：57カ国から3,420社

（ドイツ国内1,346社、海外2,074社）

出展社数トップ10：ドイツ（1,366社）、イタリア（481社）、中国（323社）、米国（132社）、トルコ（124社）、英国（123社）、オランダ（122社）、フランス（90社）、スペイン（80社）、オーストリア（70社）

来場者数：200カ国、53万人（2010年は42万人）

訪問国トップ10：ドイツ、オーストリア、スイス、イタリア、ロシア、フランス、オランダ、イギリス、スウェーデン、ポーランド

開催周期：3年毎（次回は2016年4月11日～17日）

新ミュンヘン国際見本市会場（NEUE MESSE MUENCHEN）は、ミュンヘン中心部から東の郊外に位置し、ミュンヘン中央駅（Hauptbahnhof）より地下鉄U2番線（直結）で約20分、ミュンヘン国際空港（Flughafen München）から直行シャトルバスで

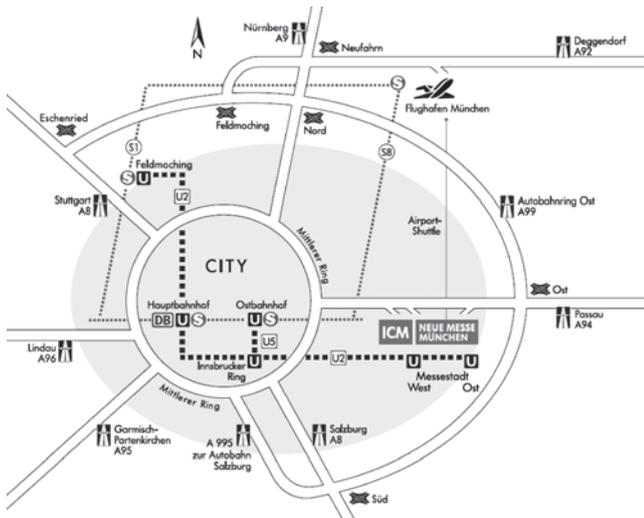


図-2 ミュンヘン市内のロードマップ

約 45 分を要する (図-2)。ただし、午前中はアウトバーンから同会場の入り口まで、多数の来場者が自動車や観光バスで訪れるために交通渋滞が生じていた。

同会場は、総面積が 570,000 m²、屋内展示場面積が全 17 ホールで 180,000 m² (1 ホールの面積は約 11,000 m²)、屋外会場が 390,000 m² の広大な敷地を有している (写真-1)。



写真-1 鳥瞰写真 (展示会場全景)

3. 主要な出展製品

bauma 2013 における出展製品は、建設現場全体、鉱業、原料抽出・処理、建設資材製造、コンポーネント・サービスの 4 つの主要分野で構成されている。各主要分野の出展製品の内訳は以下のとおりである (図-3、表-1)。

(1) 建設現場全般

建設機械、建設用車輛、リフト、コンベヤー、建設機器・工具、特別システム、コンクリート・モルタル処理・製造、型枠、足場、建設現場施設

(2) 鉱業、原料抽出・処理

鉱業用原料抽出機械、原料処理、選鉱

(3) 建設資材製造

建材用セメント・石灰・石膏製造、コンクリート・コンクリート製品・プレハブ構成材製造機械・システム、アスファルト製造機械・プラント、予混合ドライモルタル・漆喰・スクリード製造機械・プラント、石灰砂岩・発電所残渣使用建材製造・プラント、石膏・石膏ボード製造機械・システム、建材処理・包装

(4) コンポーネント・サービス

トランスミッション・流体技術、発電ユニット、付属品、摩耗部品、サービス、検査、測定、プロセス制御技術、通信、ナビゲーション、作業安全

このうち、KOMATSU EUROPE はホール B5 の

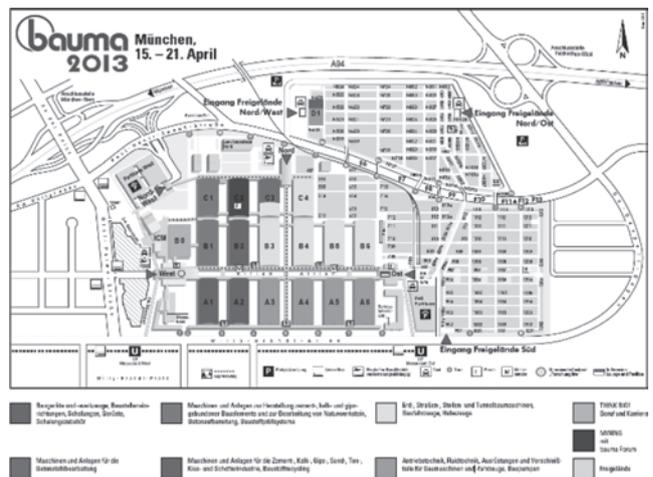


図-3 展示配置図

表-1 展示カテゴリ

カテゴリ	内容 (出展製品その他)
A1 ~ A2	建設工具・機器, 建設現場設備, 型枠, 建設用足場, 関連機器
A3 ~ A6 D1	駆動システム, 流体技術, 建設機械・車輛用機器・部品, 建設用ポンプ
B1, C1	セメント・石灰・石膏製造プラント・機械, 天然石加工プラント, コンクリートミキサー, 建材検査システム
B2	削岩機およびセメント・石灰・石膏・砂・粘土・砂利・碎石・製造加工機械, 建設資材リサイクル
B3 ~ B6 C4	土木・道路建設機械, 坑道・トンネル建設機械, 建設車輛, リフト機器
C2	鉱山, bauma フォーラム
C3	鉄筋コンクリート製造プラント
B0	仕事とキャリア
上記以外	屋外展示場

4,500 m²と屋外デモエリア 1,000 m²の合計 5,500 m²、CATERPILLAR は ZEPPELIN と共催でホール B6 の約 3/4 と屋外展示場を含む 3 箇所合計 12,000 m²、Hitachi Construction Machinery はホール F5 と屋外展示場 515-516 に合計 5,600 m²、LIEBHERR は地元開催からブースに力を入れており、屋外展示場 809-813 とその他の屋内 3 箇所合計 14,000 m² を使用していた。

なお視察団は、会場西口での記念撮影後に一旦解散して自由行動とし、各自で視察を進めた(写真-2)。



写真-2 会場西口での記念撮影

4. ブースおよび出展製品の概要抜粋

この章での記載内容は、個人的に収集した情報であるため、機種やメーカー等が偏り、全体に対して僅かな情報の上に説明不足がある点はご了承いただきたい。

(1) KOMATSU EUROPE

KOMATSU EUROPE は、Intelligent Machine Control (IMC) 等の情報化施工と環境対策をアピールしていた。

屋外デモエリア(写真-3)では、IMC システム



写真-3 KOMATSU EUROPE 屋外デモエリア



写真-4 KOMATSU EUROPE 屋内ブース

機能を有する油圧ショベル PC210LCi と、ブルドーザ 61PXi によるデモンストレーションが行われていた。

屋内ブース(写真-4)は、欧米の排ガス規制(EU Stage III B/EPA Tier4 Interim)対応エンジンを搭載したハイブリッド油圧ショベル HB215LC-1 を始め、新モデルにはホイールローダ WA320-7 と WA470-7、油圧ショベル PC138US-10、ホイール式油圧ショベル PW180-10、その他に 28 型式が展示されていた。

(2) CATERPILLAR

屋内ブース(写真-5)は、新モデルのハイブリッド油圧ショベル CAT 336E H を含む 50 型式、屋外を含めると 70 型式を展示していた。また、太鼓、音楽、映像によるパフォーマンスで、展示品を紹介していた。



写真-5 CATERPILLAR 屋内ブース

このうち、336E H は新油圧技術を採用し、同じ性能で 336E より 25% 少ない燃料で稼働できる。ホイールローダ 988K は、欧米の排ガス規制(EU Stage IV/EPA Tier4 Final)に準拠しており、以前のモデル 988H に比べて 20% の燃費向上としている。

C18 ACERT(写真-6)は、欧米の排ガス規制(EU Stage IV/EPA Tier4 Final)に準拠したエンジンで



写真一六 CATERPILLAR C18 ACERT



写真一八 TADANO 展示ブース

ある。最新の排出基準を満たすためにエンジンの後処理技術として、DOC（ディーゼル用酸化触媒）、DPF（ディーゼル粒子状物質フィルタ）、SCR（選択的触媒還元）脱硝技術等の選択適用を提案していた。

(3) Hitachi Construction Machinery

新モデルは、小型5型式、中型8型式、大型・超大型各1型式のクローラ式油圧ショベル、4型式のホイール式油圧ショベル、5型式のホイールローダ、2型式のクローラクレーン、および4型式の特別なアプリケーションモデルまで幅広く展示していた（写真一七）。



写真一七 Hitachi Construction Machinery 展示ブース

このうち、油圧ショベル ZX210LC-5 から ZX350LC-5 は、省エネ油圧システム TRIAS の採用と EU Stage III B 対応エンジンを搭載している。

(4) TADANO

展示品（写真一八）のうち、オールテレーンクレーン ATF400G-6（写真一九）は、欧州向けに開発された新モデルで、ブーム強度を向上させ、最新のパワーシステムを装備している。



写真一九 オールテレーンクレーン ATF400G-6

(5) LIEBHERR

屋外展示場で最大のブース（写真一〇）は、サッカー場2面ほどの大きさで、70型式が展示されていた。

鉱山用トラック T264（写真一一）のペーセルの上下作業が始まると、スケールの大きさと音の迫力から、多くの来場者が押し寄せていた。鉱山用油圧ショベル R9800 の 47.5 m³ バケット（写真一二）では、記念撮影するための来場者の列が続いていた。



写真一〇 LIEBHERR 展示ブース



写真—11 鉱山用トラック T264



写真—14 施工管理ツール Enterprise3D



写真—12 鉱山用油圧ショベル R9800 の 47.5 m³ バケット

(6) TOPCON

屋内ブース (写真—13) の展示品のうち、Web ベースの施工管理ツール Enterprise3D (写真—14) は、管理情報がグローバルに利用できるもので、転圧回数や位置情報を事務所で確認することができる。

例えば土工作业において、材料の動きから体積を見積もり、計画と実際のボリュームの違いを計算して送ることができる。またオペレータ側には、パス数、位置、作業速度、仕上がり状況等の稼働図の表示が可能である。



写真—13 TOPCON 屋内ブース

(7) WIRTGEN GROUP

展示スペース 10,560m² の中に、29 型式の新モデルを含む 96 型式の製品を展示していた。このうち、Wirtgen 岩盤切削機 2500 SM (写真—15) は、石炭や有用な鉱物資源を抽出する機械である。Vögele パワーフィーダ MT3000-2i (写真—16) は、合材の供給が途切れないノンストップの舗設が可能のため、道路舗装工事の品質を高められる。



写真—15 岩盤切削機 2500 SM



写真—16 パワーフィーダ MT3000-2i

(8) GOMACO

スリップフォームペーパー GHP-2800 (写真—17) の特長には、3D-MC 適用による施工の合理化や精度の



写真-17 スリップフォームペーバ GHP-2800



写真-20 高所作業車 TB270

向上、360°回転可能による操作性向上などがある。

(9) BAUER Maschinen

屋外ブース（写真-18）の展示品のうち、水平多軸回転カッター BC35（写真-19）はBC工法（トレンチカッター工法）に使用される。



写真-18 BAUER Maschinen 屋外ブース



写真-19 水平多軸回転カッター BC35

(10) RUTHMANN

高所作業車 TB270 のブーム形状（写真-20）は、

国内で見かける角形でなく円形となっている。これは、薄い板で細かく形状を折ることで、軽量化と強度を高めている。

(11) KOBIT

KOBIT の路面清掃車 K6（写真-21）は、ガッター部を側ブラシで清掃し、車道部を高圧水で洗浄した後、後方の吸引装置で回収する方式になっている。

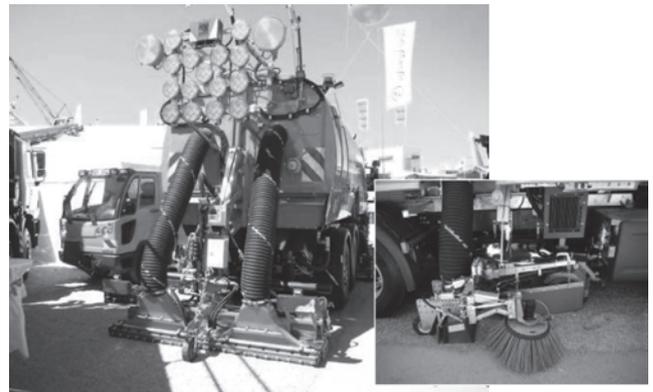


写真-21 路面清掃車 K6（吸引装置、側ブラシ）

5. 展示会の様子と楽しさ

bauma は、大音量の音楽とダンサーの競演による派手なパフォーマンスや手軽な試乗など、見て、聴いて、体感できるイベントである（写真-22）。日本では見ることができないアトラクションが行われ、普段目にしない製品が展示されているので、見ているだけでも楽しい。女性や若者のグループ、家族連れが見られ、お祭り感覚で楽しんでいる姿からも理解できる。

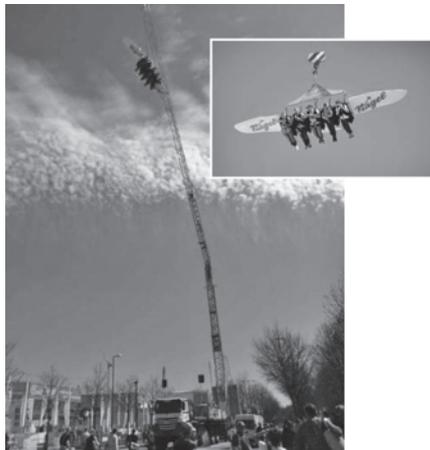
例えば、MULTIQUIP の屋外デモエリアでは、来場者がグリーンカットマシンを操作してのボールゲーム（写真-23）や、Nagel のクレーンによる来場者を吊り上げての空中遊覧（写真-24）は、自己責任の国らしい演出である。



写真—22 JCB 展外デモエリア

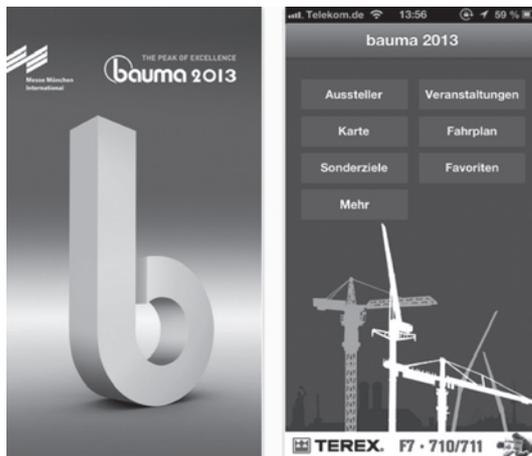


写真—23 グリーンカットマシンによるボールゲーム



写真—24 クレーンの吊り上げによる空中遊覧

また、bauma の展示会場内は無線 LAN に接続が可能なので、アプリ（写真—25）で情報が得られる。このアプリは、ホームページからダウンロードでき、興味のある出展社や製品の検索が可能で、イベントプログラムの検索機能もあるので効率的に視察できる。出展社が独自にアプリを提供しているケースもあった。



写真—25 bauma2013 App

6. おわりに

bauma は、業界の動向、最新の製品や技術革新の情報を一度に得ることができ、新たなビジネスチャンスが生まれる可能性がある。その一方で、派手なパフォーマンスや多くのフードブースが出店しているなど、お祭り感覚で楽しめる点も魅力となっている。

写真や文面だけでは、スケールの大きさや魅力を表現することは難しいが、この報告を通して bauma の素晴らしさを皆様方に少しでもお伝えできていたら幸いである。

なお、次回の bauma の開催期間は 2016 年 4 月 11 日～17 日の予定である。

CMI 報告

トンネル供用時の 維持管理用作業台車の開発

寺戸 秀和

1. はじめに

昨年12月に発生した笹子トンネルにおける天井板落下事故は、土木界のみならず社会全体に大きな衝撃を与えた。この事故により、土木構造物の維持管理の重要性が改めて認識されたように感じる。鉄道や道路、水道などの土木構造物を建設するためには多大な労力が必要となり、構造物が大きいほどその注目度も高くなる。しかしながら、一旦出来上がった構造物はあたかも空気のような存在となり、「あって当然」、「使えて当然」という社会的な風潮に置かれる。しかしながら、この当然であることを当然であり続けるようにするには、構造物の維持管理についても建設時と同じような多大な労力を費やすべきであろう。

笹子トンネルの事故に象徴されるように、近年の社会資本整備は、これまでの“造る”時代から、“使う”時代に移行しているといえよう。この“使う”の中には、いかに上手く使うかという課題が必然的に含まれており、そのために社会資本に対する維持管理の重要性はますます高まっているといえる。この点についてはトンネルも例外ではなく、国内のトンネルの総延長が20,000 kmを超える¹⁾といわれるわが国においては、既存のトンネルの維持管理を合理的に行うことは喫緊の課題である。

一概にトンネルと言っても、その用途は道路、鉄道、上下水道、ガス、電力、通信など、多種多様である。トンネルの維持管理においては、これらの用途も十分に考慮することが必要となる。また、維持管理の合理化にはソフト面の取り組みとハード面の取り組みがあり、両者を有機的に結びつけることも重要な課題であ

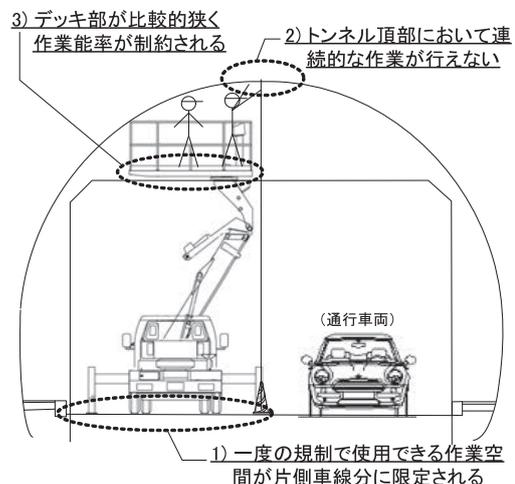
ると考えられる。

筆者は、トンネルの維持管理におけるハード面での取り組みの一つとして、道路トンネルを対象としたトンネル維持管理用作業台車（以下、台車という）の開発を行ってきた^{2)~5)}。本報告では、この台車について紹介する。本台車では、点検・補修作業が困難な2車線道路トンネルのクラウン部に主眼を置き、当該箇所での維持管理作業を効率的に行うことを目的とする。台車は、通常的車線を走行可能な車体フレームに維持管理作業用の足場を搭載したもので、車体の利用形態（作業時あるいは移動時）に応じて、足場の張出し・格納が適宜可能となる特徴を有する。なお、台車の概要については、既往のCMI報告⁶⁾において一部紹介しており、今回はさらに詳細な内容について紹介する。

2. 技術的な課題

開発した台車では、供用中の2車線以上の道路トンネルを対象とした。このような条件下において、車線規制を行いながら維持管理に関わる作業を行う場合、一般には以下のような課題があると考えられる。

- ①車線規制を行いながらの作業となるため、作業空間が片側車線部分に限定される（図—1の1）参照）。
- ②作業を行う車線と、車両が通行する車線との境界線となるトンネル頂部においては、通行車線側への侵入が制限される。このため、繊維シート等の施工では、当該箇所は不連続な施工を行わざるを得ない（図—1の2）参照）。
- ③作業を行うデッキ部は2～3m四方のデッキであることが多く、作業空間が比較的狭いため作業能率が制約される（図—1の3）参照）。



図—1 現状の維持管理作業における課題（供用中の2車線道路トンネルの場合）

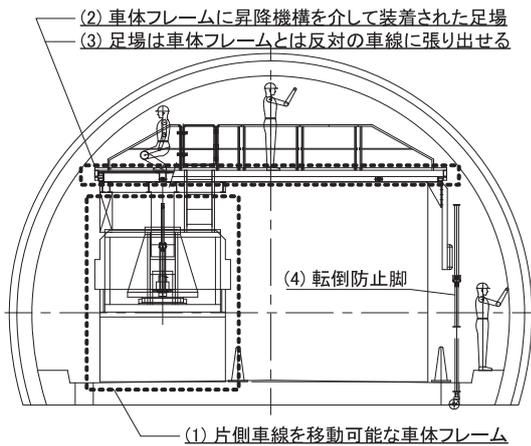
3. 維持管理用作業台車の特徴

前章に示した課題の解決を目的として、以下に述べる台車を開発した。

(1) 主要な構成

図一2に示す台車の概略と主要な構成は以下のとおりである。

- ①トンネル内の2車線のうち、片側の車線を移動可能な車体フレーム（図一2の(1)参照）。
- ②①の車体フレームに昇降機構を介して装着された作業足場（図一2の(2)参照）。
- ③②の作業足場をトンネル内の他方の車線空間の上方に張り出す作業足場張り出し手段（図一2の(3)参照）。
- ④足場上部での作業中に足場が転倒しないように転倒防止脚を設置（図一2の(4)参照）。



図一2 開発した台車の概略と主要な構成

(2) 作業時の状態

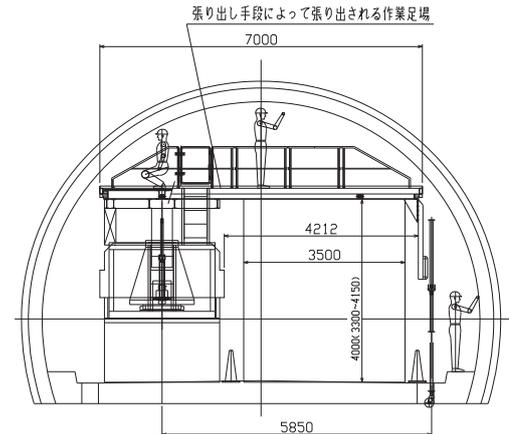
台車による作業時の状態を図一3に示す。作業時は同図(a)の正面図に示すように、トンネル内の2車線のうち片側1車線に車体を配置した状態で、もう一方の車線に作業台を張り出すことができる。これにより、トンネル頂部においても通行車両に影響されることなく作業が可能となる。さらに、作業範囲も2車線分を同時に行うことが可能となる。なお、作業時は作業足場を張り出した状態での移動が可能である。

作業足場は図一3(b)に示すように、作業時は図一3(a)のスライド式足場をトンネル縦断方向に2.5～4mの範囲で張り出すことが可能であり、比較的広い作業空間が確保できる。また、作業足場および足場上の作業員の荷重は、車体フレーム部に車載される作業足場の昇降機構のみで受け持つこととなるが、安全性を考慮して図一2の車体フレームの対面部分に

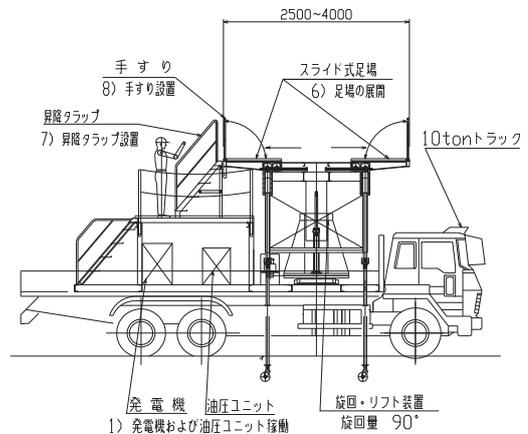
転倒防止脚を取り付ける構造となっている。転倒防止脚の位置は、図一2に示すように、右側車線部の路肩に位置する。なお、図一3(a)のように、足場での作業と並行して、歩道上での作業を行うことも可能である。

(3) 作業準備・終了時の足場の旋回

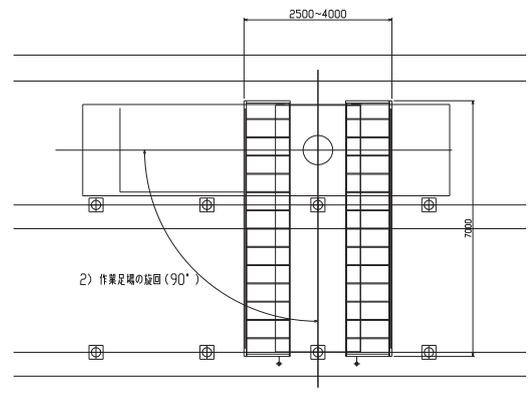
作業準備段階の足場の張り出しや、作業終了時の足場の格納では足場の旋回を行う。以下に図一3および



(a) 正面図



(b) 側面図

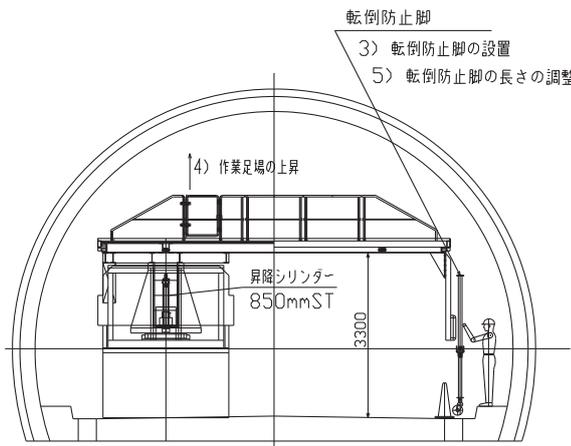


(c) 平面図

図一3 作業時の状態（図中の番号は作業準備段階の作業手順を表す。他の手順は図一4に示す）

び図—4を用いて、作業準備段階における足場張り出しの作業手順を示す。なお、作業終了時における足場の格納作業は、下記を逆順に行うこととなる。

- ①発電機および油圧ユニット（図—3（b）参照）を稼働させる。
- ②車体フレームの荷台に上載された作業足場を、図—3（c）のようにトラックが位置する車線の反対側の車線に90°回転させて張り出す。
- ③張り出した足場に、図—4に示すように転倒防止脚を設置する。
- ④作業足場を上昇させる。
- ⑤転倒防止脚の長さを調整する。
- ⑥作業足場をトンネル縦断方向にスライドさせて広げる（図—3（b）参照）。
- ⑦図—3（b）に示す作業足場への昇降タラップを設置する。
- ⑧図—3（b）に示すように作業足場に手すりを設置する。この手すりは折りたたみ式であり、格納時は足場の上に格納される。



図—4 転倒防止脚の設置状況（図中の番号は作業準備段階の作業手順を表す。他の手順は図—3に示す）

なお、これらの作業は、作業条件に応じてトンネル坑内または坑外での実施が可能である。例えば、トンネルの全線を作業対象とする場合は、車両通行に影響のない坑外での準備・格納作業を行うことが可能である。一方、比較的延長の長いトンネルで、部分的な作業を行う場合は、作業対象区間までは足場を張り出さない状態で移動し、作業対象区間において準備・格納を行うといった作業が可能である。

4. おわりに

本報告では、供用中の道路トンネルを対象としたトンネル維持管理作業台車の開発について述べた。台車は現在までのところ詳細設計が終了している。台車を利用した維持補修作業では、これまでの道路トンネルにおける維持補修作業に比べて、

- ・トンネル頂部にて車線を跨いだ連続的な維持補修作業が可能である。
- ・作業途中において規制車線の切り替えが不要である。

などの特長を有していると考えられる。

ただし、上記の結果は実機による試験施工等を踏まえたものではないため、十分な精度での検証ではないと言えよう。しかしながら、本台車は今後の維持管理作業における一つの新しい試みとして有意なものであると考えられる。

謝 辞

本報告で述べた台車は、三信建設工業株式会社、岐阜工業株式会社および当研究所の三者による共同開発の成果である。台車に開発に尽力いただいた各社の関係者の方々に感謝の意を表す。

JICMA

《参考文献》

- 1) 社団法人土木学会：トンネルの維持管理，トンネルライブラリー第14号，p.1，2005.7.
- 2) 寺戸秀和，横沢圭一郎，竹本憲充，三浦康則，稲川雪久：トンネル維持管理作業台車の開発，トンネル工学報告集，第17巻，pp.155～161，2007.11.
- 3) H. Terato, K. Yokozawa, N. Takemoto, Y. Miura & Y. Inagawa : Development of a Work Carriage for Tunnel Maintenance, Life-Cycle Civil Engineering, pp.661-666, 2008.6.
- 4) 寺戸秀和，横沢圭一郎，竹本憲充，三浦康則，稲川雪久：供用中の2車線道路トンネルを対象とした維持管理台車の開発，土木学会第63回年次学術講演会概要集（CD-ROM），第VI部門，pp.255～256，2008.9.
- 5) 横沢圭一郎，寺戸秀和，竹本憲充，高嶋博，三浦康則，北川勉，稲川雪久，鷺見大介：トンネル補修作業車，日本国特許庁，特許第3968362号，2007.8.29.
- 6) 寺戸秀和，竹本憲充：トンネルの維持管理に関する研究開発，建設の施工企画，No.666，pp.70～71，2005.8.

【筆者紹介】

寺戸 秀和（てらと ひでかず）
（一社）日本建設機械施工協会
施工技術総合研究所 研究第一部
技術課長



部 会 報 告

ISO/TC 127 (土工機械) 2013年4月 フランス国パリ市での国際作業グループ会議報告 ISO/TC 127/SC 1/WG 5 (ISO 5006 視界性) 会議

標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会国際専門家 (Expert)

出浦 淑枝 (コマツ)

2013年4月29, 30日, 国際標準化機構 ISO/TC 127 (土工機械専門委員会) の表記国際作業グループ会議がフランス国パリ市で開催され, 協会標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会から国際専門家 (Expert) として出席したので報告する。

なお, 今回は機械を実際に見ながら議論をするため, 1日目はキャタピラー社代理店 Bergerat monnoyeur services の会議室を提供いただいた開催, 2日目は INRS (National research institute for safety) での開催となった。

1. ISO/TC 127/SC 1/WG 5 (ISO 5006 運転員の視野) 国際会議出席報告

1.1 開催日:平成25年4月29, 30日

1.2 出席者:

米国6: ROLEY, Daniel, Dr., CROWELL, Charles, Mr. (Caterpillar), WEIRES, Rick, Mr. (Deere), NEVA, Steve, Mr. (Bobcat / 斗三), MORGAN, Henry, Mr. (Brigade), ULRICH, Steve, Mr. (Vermeer), フランス3: JANOSCH, Jean-Jacques, Mr. (Caterpillar France), PICART, Pierre, Mr. (フランス国労働省), CLEVELAND, Richard, Mr. (CISMA), ドイツ4: RUF, Werner, Mr. (Liebherr), HALDEGEN, Reinhold, Mr., LEISERING, Horst, Dr. (BGBAU ドイツ建設業職業保険組合), GROER, Matthias, Mr. (コマツハノマーズ), 英国4: CAMSEL, Dale, Mr. (Terex), RAYNOR, Michael, Mr. (HSE 英国安全衛生庁), HANSON-ABBOTT, Phillip, Mr. (Brigade), WIBBERLEY, David, Mr. (ASL vision), イタリア1: GAROFANI, Giorgi, Mr. (CNH), 日本1: 出浦淑枝 (コマツ) 他2名 計 21名出席

コンビナー(主査)兼 ISO 5006 改正プロジェクトリーダー (PL): 前記 CROWELL 氏 (米国, Caterpillar)

1.3 主要議題, 議決事項, 特に問題となった点及び今後の対応についての所見:

- 1) 今回議論した内容で, 今後, 特に影響がありそうな点は以下のとおり。
 - ・近接視界は(高さ1.5mではなく)one by one(機械周囲1mで1mの高さのものを視認)
 - ・大形機械の基準値追加
 - ・視界補助用のミラー, モニタは前方視野内に設置
- 2) 360度モニタ(鳥瞰図)等, 視界性能の表示方法は部品メーカーの関心も高いが, ISO 16001(危険検知装置及び視覚補助装置—性能要求事項及び試験)の改正作業の中で実施する。
- 3) いよいよ大形機械の基準値案を作るグループが結成され, 具体的な変更数値の検討が始まるが, 規格本体の改正はなお遠く, 今後3年程度かかる見込み。
- 4) 次回は日本開催となったため, 日本の事故状況や安全規制・規格の取組等(特に視界性関連)も紹介する好機である。

1.3.1 主要議題

(1) 前段:コンビナーのCrowell氏の発言で会議開始。「今回は (ISO 5006 改正の新業務項目段階からの) 5回目です。改正作業開始後に技術進歩や地域規制強化の動きもあり, ますます関心が高まっています」

続いて, 代理店マネージャから会社概要説明。「フランス全土の他, アルジェリア, ベルギーもカバーする Monnoyeur ファミリーの代理店です。この施設は2010年に新設, メカニックやお客様向けのトレーニングセンターも併設しています。2012年の新車販売は245台(34Mユーロ), 従業員115名(うち80名がメカニック), 保守契約410台。会社の目標として

VISION2015を推進中で“Satisfaction clients”を中心テーマとしています」

(2) 機械見学 (午前中) :

ストックヤードで各自機械を見学。Mecalac 10MCRの他, キャタピラー社 12M (モータグレーダ), 735B (アーティキュレートダンプ), 938K (ホイールローダ), 374DLME (油圧ショベル) など

(3) 午前中の観察コメント

HARTDEGEN 氏 (BGBau 所属) 提案 (SC 1/WG 5 N 18) を再検討: 前回会議の同氏提案を再度検討した。

(10.3 直接視界による視界性能基準を超える遮影) モニタは視界中心よりも前方に配置すべきとして下記追記

Additional devices (10.3 a) and b)) shall be placed in the sectors of vision A, B or C.

The restriction of additional devices (see 10.3 a) and b)) by eg. movements of parts of the machine (e.g. attachment, boom) shall not be possible.

補助装置 (10.3 a) 及び b)) は, 扇形視野 A, B 及び C (前方) に配置しなければならない。

機械の構成装置 (たとえば作業具, ブーム) の動作によって補助装置 (10.3 a) 及び b)) の (有効性) に制限が生じてはならない。

←これに対して, 日本の小旋回形ショベルでキャブ後方に延びた補助ミラー (10.3 a) を置いている事例を紹介したが, 以下の双方主張が平行線のままとった。

- ・後方ミラーを見るためには視点移動が必要で, しかも適切な視界を得るために運転者と調整者の2名で向きを調整する必要があるので, 位置調整不十分や鏡面の汚れ拭きとり不十分となり, 結果的に危険を招く。日立は既にカメラ搭載しているのだから, 他社も追随すればよい。本日見学したメカラックのショベルのように後方が非常にコンパクトで視界の優れた機械もあるではないか。

- ・懸案のミラーは近接視界用なので, 発進前に全方位を見回して目視確認するほうが人間工学的に自然なのではないか? カメラ視界は限られており, ミラーのほうが良い。

(4) 宿題事項その1 (モニタ画面での評価) :

WIBBERLEY 氏による報告 (SC 1/WG 5 N xx)

「対象物 (1.5 m の高さ) を (運転員から) 1 m の距離 (のモニタ画面上) で 6 mm の高さに見えることを条件とするなら, 12 m までの距離はどう映るのか? 幅の両端ではどの程度の (画像の) ゆがみが発生するか?」に対して, ASL Vision より Terex TR100 ダンプに3個 (前面, 右側面, 後面) の ASL360 カメラを

装着して, 半径 12 m 円上と近接 1 m 上の 155 cm 円柱の見え方をシミュレーションした結果が報告された。モニタは7インチ, 10インチの2種を用いたが, 最も小さく映ったのは7インチモニターで最も近いポールが高さ 8 mm に見えた。カメラ設置高さは約 2 m で, 上から見下ろした画像になるので, 近くが小さく遠方が大きく見える。すなわちミラーと異なり, 「遠くが小さくて 6 mm を満足できないという心配はない」との結論に達した。実際の作業中には, 画面上の大きさだけでなく, 車からの距離によってマークで着色して強調する等も有効との意見も出た。見えたものをどう表示するかは ISO16001 で議論されるべき内容なので, 技術内容の確認に留めた。

(5) 宿題事項その2 (光源間隔拡大による遮影縮小) : CROWELL 氏による報告

「前方 (扇形視野 A 部) で光源間隔 65 mm では遮影が最大するとき, 205 mm 間隔に拡大すれば遮影は無くなるのか? さもなければ 265 mm なら無くなるのか?」について, キャタピラー社の検討結果を報告 (配布資料はなし)。120M (グレーダ) では, 205 mm で B, C 部にピラー or ポールと思われる遮蔽部があるが, 405 mm では消える。A 部の正面遮蔽部も縮小する。一方, 730C 新型では 405 mm でも, 近接視界の前面およびボディ部側面全部が遮蔽部となる。すなわち光源間隔拡大により遮蔽部は縮小するが, 405 mm でも完全にはなくせない。

←これに対して, 頭を動かすことを想定して「間隔 65 mm のままスライドして遮蔽がなければよい」としているのだから, 間隔を広げるのは不適切という指摘があった。間隔を広げると遮蔽の幅を広げることに直結してしまう虞があるため。“現行機械の視界が ISO5006 に対してどれくらい余裕があるのか, データを基に議論する必要がある。排ガス規制対応のために視界が悪化しているとのことでもあるし, WG メンバーが共通認識を持てるように, 再度リスクアセスメントを行うべき。機械の構造や大きさによって遮蔽部もリスクも異なる”等の意見が出た。

(6) UK 建設機械関連の事故事例: RAYNOR 氏による報告 (SC 1/WG 5 N xx)

2005 年から 2010 年に 50 件の死亡事故。うち油圧ショベルが最多の 27 件で, 前進時衝突 5 件, 後進時衝突 3 件が視界性に起因する可能性がある。

←これに対して, UK で稼働台数が多いバックホウローダが挙がっていないのはおかしいとの指摘があったが, 原因は不明。

(7) US OSHA の動向：CROWELL 氏 (SC 1/WG 5 N xx)

2012年11月にOSHAがAEM(米国建機工)に対して説明した資料を紹介。OSHA調査によると、2011年に79名が死亡(うち20名が建設作業員)と見過ごせない数字である。OSHAは29CFR1926.952(a)(3)にequipment or vehicles which have an "obstructed view to the rear", operating reverse signal alarm distinguishable from the surrounding noise level or use a spotter to signal that it is safe to back up. と規定しているものの、ワシントン等、一部の州ではOSHAより進んだ安全要求があり、OSHA自身でOSHA見直しが必要と認識しているとのこと。

(二日目)

会場をINRSに移したため、INRSの概要説明から開始。

(8) INRS の紹介：氏 (INRS) (SC 1/WG 5 N xx)

「INRSは1947年に設立されたNational Safety Instituteを母体とし、1968年にStudies & Research center for the prevention of occupational safetyを統合したNPO団体で、雇用者・被雇用者の双方から資金提供を受けて、職業事故・疾病の分析から防止提案を行っています。年間予算は85Mユーロ、職員は633名(214名パリ、419名ロレーヌ)です」

引き続き、INRSからISO5006改正に際しての提案説明。

- ・過去10年間で2157件の死亡または重傷事故が発生した。内訳は道路トラック42%、フォークリフト25%、建機24%、廃棄物収集車9%。
- ・建機に限定すると79件(1997-2008年)で、内訳は油圧ショベル35%、ホイールローダ25%、ローラ15%、ダンパ13%、グレーダ4%、その他8%。ダンパは主にアーティキュレートダンパを指す。

←これに対して、昨日に続きHARTDEGEN氏からバックホウローダの視界の悪さが指摘され、ひとしきり議論となる。「記録上、バックホウローダの死亡事故はない。ホイールローダに含まれている可能性がある。使用台数が減っていることも一因かもしれない」とINRSが説明すると、キャタピラー社、ディア社も「バックホウローダの事故は聞かない。ローダ作業時の視界が悪いと言っても、USでは稼働時間の90%はバックホウ作業のため、視界の悪さが事故件数の増加に直結していないと思われる。この30年間でバックホウローダは他の機械に置き換えられており、稼働台数自体も減っている。バックホウローダは車格も小さ

いので視界は比較的良い。Vシェープローディング等、走行時間が長く速度も速いホイールローダと同等に扱うのは適切でない。ただし、UKのバックホウローダは100%がサイドシフトで危険度が高く、USとは状況がちがう」。日本ではバックホウローダを見かけないので、黙って見守る。

- ・稼働台数割合は、油圧ショベル70%、ホイールローダ14%、ローラ12%など

事故件数を稼働台数比でみると、グレーダ、ダンパ、ホイールローダ、ローラ、油圧ショベルの順に頻度が高い。事故状況は、後進時42%、前進時27%、停止時(上部構造体かブームの動き19%)。

視界性向上により確実に防止できたと思われる事故は、建機では32%。ちなみに道路ダンプでは60%なので比較すると少ない。視界性だけ向上しても効果は限定的である。

- ・以上の状況から、本規格改訂に際して期待することは以下のとおり。

- ①後進時の事故防止に特化する
 - ②近接視界は高さ1.5mから1m(ワンバイワン)に変更する
- 既にワンバイワンの機械が普及しており、ISOが遅れている。

前方にバスケット(人がいても轢かない)を装着して防止している会社もある。

- ③上部旋回体の旋回事故をどう防ぐか?
- ④電球の最大間隔と頭の動く距離をどう扱うか?

(9) BSI の ISO5006,16001 の改訂進め方に関する意見：CAMSELL 氏 (SC 1/WG 5 N xx)

ISO5006の基準円12mは制定当時の道路環境や技術水準で決められたもので、実際には円周上以外でも多数事故が起きている。近接基準距離の1mも同様。よって、現行機械のリスクアセスメントを実施して、現有技術で解決できるレベルを検討した結果を規格化してはどうか。

⇒これに対して、“近接1mと12m半径の間の物体も見えるべき”、“現行機は現行規格どおりに設計されているから、規格をスタート点とすればよい”、“メーカーによって設計思想・構造がちがうので難しそう”、“機械基本設計の改善が第一、次に視界補助装置による改善をはかるべき”、“「ISO5006は既に最新技術を反映していないので、改正が必要」というEU commissionの認識があることも忘れないでほしい”などの意見が出た。

(10) 現状レベルの確認：CROWELL 氏

現状レベルはどうか、以下のような意見が出た。



写真—1 メカラック社の小旋回形ショベル

- ・ F 領域（直後方）の視界向上が最重要。できれば遮蔽部はゼロにする。
- ・ F 領域は面積が大きすぎる。ROPS 柱も入っているので不利。A 領域（直前方）と同じにしたほうが

よい。

- ・ スキッドステアのように DEF 領域（後方左右及び直後方）が分かれていない機械もあるが、なぜか。
- ・ データを持ち寄って問題を具体的に検討したほうがよい。

1.3.2 宿題事項

- ・ 現在、基準のない大形機械の基準案を小グループで 9/20 までに作成することとなった。グループメンバーは ROLEY, WEIRES, 出浦, MORGAN, Henry。

1.4 次回会合：11月4日の週にパリにて

その他予定とされた会議は以下のとおり。

10/22, 23 ISO 15818（東京）

10/24, 25 ISO 16001（東京）

11月4日の週 ISO 20474（パリ）

JCMA

橋梁架設工事の積算 ——平成 24 年度版——

■改訂内容

1. 鋼橋編
 - ・ 横取り設備質量算定式の見直し
 - ・ 製作工労務単価の変更に伴う架設用の製作部材単価改訂
 - ・ 積算例題の見直し
2. PC橋編
 - ・ 二組桁横取り装置設備を追加
 - ・ プレキャストセグメント主桁組立工の適用範囲拡大
 - ・ 架設支保工工法の供用日数の補正方法の説明図追加 ほか

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

■定価

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

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

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

■発行 平成24年5月

一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒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>

03-169	PC 桁用吊り足場工法 (Clip Hanger 工法)	三井住友建設
--------	---------------------------------	--------

▶ 概 要

高度経済成長期に建設されたコンクリート橋は、供用開始後 40～50 年を経て老朽化しつつあり、適切な維持管理が必要とされている。これらのコンクリート橋のなかでも PCT 桁形式が最も多く、点検・調査から補修・補強工事を行うために吊り足場を設置する必要がある。従来の吊り足場は PC 桁に削孔してアンカーを取付け、これを支持部材として足場材を吊り下げる構造である。PC 桁に削孔をする際には、内部に配置されている鉄筋や PC 鋼材を傷める可能性があるため、施工前には RC レーダー等による鉄筋探査が必要であった。慎重に事前調査を行っても、内部鋼材に接触して削孔位置を修正したり、時には内部鋼材を傷つける事例も報告されていた。

これらの課題を解決するため、PC 桁に損傷を与えることなく、効率的かつ安全に吊り足場の設置・撤去を行える PC 桁用吊り足場工法 (Clip Hanger 工法) を開発した。本工法は、PC 桁を挟み込むように支持金具を取付けて足場材を吊り下げる工法で、PC 桁に削孔する必要がない。このため、足場設置前の鉄筋探査が不要になるとともに、吊り足場の設置・撤去作業が効率的に行える。

支持金具は PC 桁の形状に合わせて調節が可能で、ほとんどの PCT 桁に対応可能である。また、支持金具は十分な耐荷性を有しているため、従来工法に比べて支持金具の配置間隔を大きくする事ができ施工性が向上する。図-1 に PC 桁用吊り足場工法 (Clip Hanger 工法) の概要図を示す。

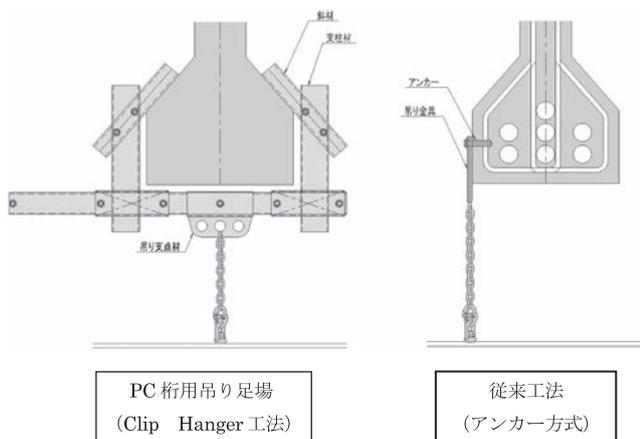


図-1 PC 桁用吊り足場工法の概要 (Clip Hanger 工法)

▶ 特 徴

- ① PC 桁を挟み込むだけで吊り足場支持金具を簡単に設置できるため、工期短縮が図れる。写真-1 に取付け状況を示す。
- ② 支持金具用アンカーを使用しないため、鉄筋探査が不要で PC 桁を傷めることもない。
- ③ 吊り足場支持金具の載荷試験により高い耐荷性・剛性を確認しており、安全性が向上する。写真-2 に試験状況を示す。
- ④ 吊り足場支持金具は複数回の転用が可能で経済性が向上する。
- ⑤ 吊り足場支持金具の配置箇所が従来工法に比べて半減するため、足場内での作業性が向上する。

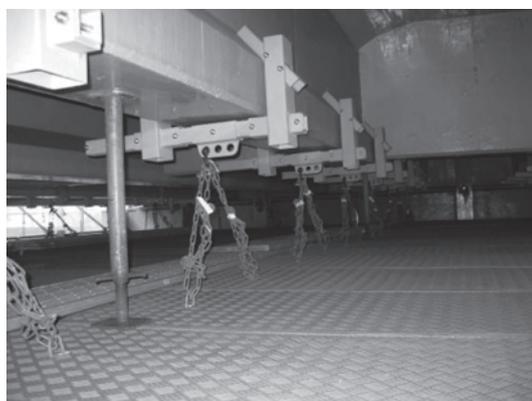


写真-1 吊り足場支持金具取付け状況

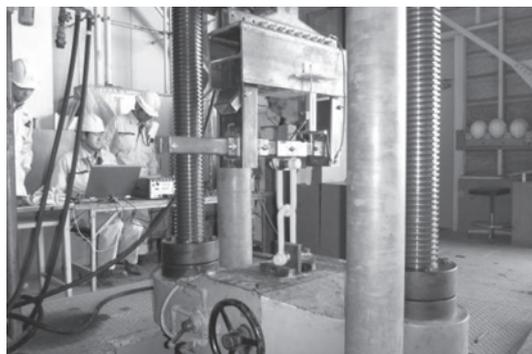


写真-2 支持金具載荷試験状況

▶ 用 途

- ・ PCT 桁橋の点検・調査、補修・補強工事

▶ 実 績

- ・ 首都高速道路 耐震性向上工事
- ・ 首都高速道路 上部工補強工事

▶ 問 合 せ 先

三井住友建設 土木本部 土木技術部
〒104-0051 東京都中央区佃二丁目1番6号
TEL: 03-4582-3060

新工法紹介

04-338	切羽評価システム トンネル フェイステスター (TFT)	安藤ハザマ
--------	------------------------------------	-------

▶はじめに

山岳トンネルの事前調査の一つとして、地表面からの弾性波探査があり、地山が持つ弾性波速度領域を求めることで、地質状況に応じた設計支保パターンが決定されている。しかし、土被りが厚い場合や複雑な地質構造の場合、探査精度が低下することがあるため、通常では施工時において目視観察による切羽評価を行い、設計支保パターンの妥当性を確認しながら掘削が進められている。

切羽評価の手法としては、切羽観察のような定性的な評価に対して、定量的な簡易弾性波測定による探査が行われることもあるが、切羽での作業は危険を伴うため、日常管理として行うことは極めて困難となる。また、掘削発破を起振源として弾性波が発生することは、一般的に知られていたが、計測手法が確立していないのが現状であった。

そこで、当社では掘削用の発破を起振源として発生する弾性波（直達波）を測定することで、「安全に地山の地質状況を定量評価」でき、切羽前方の断層などで反射した弾性波（反射波）を抽出することで「切羽前方探査」が行える、切羽評価システム「トンネル フェイステスター（TFT）」を開発した。

▶システムの概要

本システムの構成は、写真-1に示すように、「トンネル フェイステスター本体（1）」と、「周辺機器（2）～（4）」から構成される。具体的には、発破母線に取り付けた電流センサから得られる発破信号と、坑壁のロックボルトに設置した地震計から得られる直達波（弾性波）を、集約器を通じて記録器で同時収録するものである。記録器としては、市販されているICレコーダ等が使用できる。図-1に、本システムを用いて測定した弾性波の波形データを示す。発破信号と弾性波の波形データは、同一時間軸で出力されるため、弾性波の初動の到達時間を求めることができ、起振源となる切羽と受振点の距離はあらかじめ求められるため、弾性波速度を算出することが可能となる。

また、測定される波形データには未掘削区間の断層などの地質境界で反射した反射波も含まれているため、測定データから反射波のみを抽出することで、反射法弾性波解析による切羽前方探査が行える。図-2に探査概念図を示す。従来の弾性波を用いた切羽前方探査では、人工的な起振や大掛かりな設備が必要であったため、探査中は掘削作業を中断する必要があったが、本システムでは掘削用発破を使用するため、施工サイクル

に影響を与えることなく、迅速に探査を行うことができる。

▶特徴

- ①トンネル切羽近傍の弾性波速度を得ることで、地山状況を定量的に評価できる。
- ②掘削作業を止めずに得られる、一週間の連続した測定データから、翌週1週間の掘削予定区間の地質状況を予測することができる。

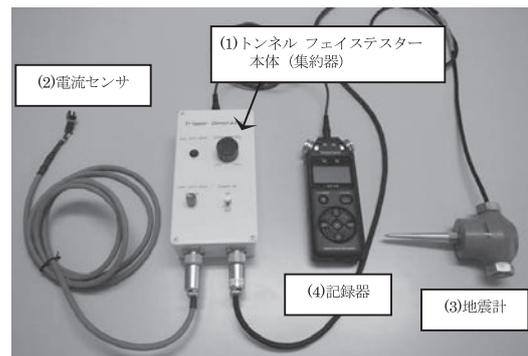


写真-1 システム構成

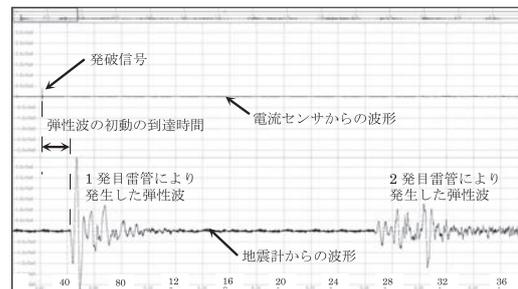


図-1 弾性波測定例

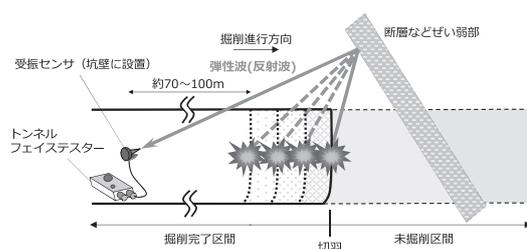


図-2 反射法による切羽前方探査概念図

▶用途

- ・掘削時に発破を使用するトンネル工事全般

▶実績

- ・東北地方整備局 三陸国道事務所 尾肝要トンネル

▶問合せ先

安藤ハザマ 土木事業本部 土木設計部 地質技術チーム

〒107-8658 東京都港区赤坂6-1-20

TEL：03-6234-3670

▶ 〈02〉 掘削機械

13-〈02〉-02	日立建機 油圧ショベル ZX240-5B, ZX280-5B, ZX330-5B, ZX470-5B	'13.04 発売 新機種
------------	--	------------------

排出ガス規制のオフロード法 2011 年基準に適合した中・大型油圧ショベルで、NO_x（窒素酸化物）と PM（粒子状物質）の排出量を従来機に比較して大幅に削減し、日本（特定特殊自動車排出ガス 2011 年基準）・欧州（EU Stage III B）・北米（EPA Interim Tier 4）の排出ガス規制に対応している。

ZX240-5B, ZX280-5B, ZX330-5B は、3 ポンプ 3 バルブ式の省エネ油圧システム TRIAS（トライアス）を採用し、従来機と比較して作業量は同等で約 10% の燃費を低減している。また、2020 年燃費基準で☆☆☆（三ツ星レベル）^{*1} を達成している。

ZX470-5B は、従来機と比較して、作業量は同等で約 11% の燃費を低減している。

快適な運転空間にするため、足元空間を 45 mm 広げ、シートのスライド幅を拡大している。シートのスライド機構内にボールベアリングを採用し、ガタが小さく前後移動の操作力も軽くなり扱いやすい。

安全面では、労働安全衛生法のヘッドガード基準や、もしもの転倒時にオペレータを保護する ISO 規格の ROPS（Roll-Over Protective Structures）基準にも対応したキャブを搭載している。後方監視カメラの視界の範囲が広がり、カウンタウエイトの真下近くも見る事ができる。

オフロード法 2011 年基準適合車から新車保証プログラムにより、パワーラインの延長保証や 2,000 時間までのメンテナンスサービス^{*2}を提供し、トータルライフサイクルコストの低減と長期間の稼働に貢献すると思われる。

※1 一般社団法人日本建設機械施工協会が定めた燃料消費効率を表す指標（JCMAS 規格）において、2020 年燃費基準として定められた評価値に対する達成率 100% 以上のレベル。なお、国土交通省の型式認定は 2014 年開始予定の排出ガス基準適合機が対象であり、本機は対象外車両。

※2 メンテナンスサービスは、レンタル会社様への販売時には付帯されません。

表-1 ZX240-5B ほかの主な仕様

項目	ZX240-5B	ZX280-5B	ZX330-5B	ZX470-5B
標準バケット容量 (m ³)	1.0	1.1	1.4	1.9
運転質量 (t)	23.8	27.8	31.9	46.0
エンジン定格出力 (kW/mn ⁻¹)	132/2,000	140/2,100	202/1,900	270/2,000
最大掘削半径 (mm)	10,290	10,710	11,100	12,060
最大掘削深さ (mm)	6,960	7,220	7,280	7,770
最大掘削高さ (mm)	10,160	10,270	10,360	11,060
最大ダンプ高さ (mm)	7,200	7,330	7,240	7,650
最大掘削力 (昇圧時) (kN)	188	202	246	296
回転速度 (mn ⁻¹)	11.0	10.3	9.7	9.5
走行速度 (km/h)	3.4/5.5	3.1/5.2	3.2/5.0	3.9/5.5
全長 (mm)	10,360	10,550	11,220	12,100
全幅 (mm)	2,990	3,190	3,190	3,820
全高 (mm)	3,080	3,200	3,270	3,870
後端旋回半径 (mm)	3,140	3,140	3,600	3,670
最低地上高さ (mm)	460	510	500	740
標準小売価格 (万円)	2,390	2,830	3,300	4,270

注) 単位は国際単位系 (SI) による表示。価格は工場裸渡し、消費税別



写真-1 日立建機 ZX330LC-5B 油圧ショベル

問合せ先: 日立建機(株) 商品開発・建設システム事業部 技術部
〒112-8563 東京都文京区後楽二丁目5番1号

新機種紹介

▶ 〈07〉 せん孔機械およびブレーカ

13-〈07〉-01	古河ロックドリル エキセントリックリッパー XR シリーズ	'13.02 発売 新機種
------------	-------------------------------------	------------------

エキセントリックリッパーは、油圧ショベルに搭載する破碎・解体作業用のアタッチメント製品で、偏芯ギヤの回転で発生する振動をアキュムレータで増幅し、アーム先端のツースに振動を集中させることで掘削・解体を行う。

油圧ショベルの掘削力を利用することで、バケット作業にはない破碎力と油圧ブレーカにはない割岩力と掘削力により効率的な掘削・解体作業ができる。亀裂のある岩質や亀裂が発生しやすい岩質では、振動が一気に増幅し飛躍的に生産性が向上する。また、発破工法を用いることができない硬い岩質では、クローラドリルによる事前さく孔等の複合法をとることにより、無発破で効率的な掘削ができる。石灰石鉱山や碎石場などのベンチ掘削作業の他、トンネル工事、港湾工事、水中工事、橋梁解体、ビル解体などの様々な土木・解体工事に使用することができる。

油圧ショベル質量7トンから140トンまで対応する9機種をラインアップしている。打撃や摩擦を受ける箇所がない単純な機構であるためバケット作業並みの低騒音で作業ができ、さらに可動部が完全密閉構造のため泥や水などの外部環境に影響されず作業ができる。日常のグリスアップ作業が不要であり、消耗品は基本的にツースだけのため維持費が掛からない。そして、高い稼働率により安定した操業をもたらすことができる。

本製品は、スペインのGRADO CERO社の製品で、古河ロックドリルが日本での総代理店契約を締結し、2013年2月より販売開始した。



写真—2 古河ロックドリル XR30 エキセントリックリッパー

問合せ先：古河ロックドリル(株) 営業本部 営業企画部
〒103-0027 東京都中央区日本橋一丁目5番3号

表—2 XRシリーズの主な仕様

項目	機種					
	XR10	XR15	XR20	XR30	XR40	
油圧ショベル質量 (ton)	7-10	11-16	18-24	24-30	32-40	
質量 (ブラケット付) (kg)	930	1,700	2,500	3,300	4,200	
寸法	全長 (mm)	1,680	2,200	2,400	2,800	3,100
	全幅 (mm)	450	660	780	850	900
	全高 (mm)	900	1,300	1,750	1,600	1,840
価格 (税抜) (百万円)	4.25	7.00	9.15	12.25	16.20	

項目	機種				
	XR50	XR60	XR80	XR120	
油圧ショベル質量 (ton)	42-55	55-70	70-100	100-140	
質量 (ブラケット付) (kg)	5,600	7,000	10,500	13,000	
寸法	全長 (mm)	3,200	3,450	3,800	4,000
	全幅 (mm)	900	1,100	1,320	1,320
	全高 (mm)	1,900	2,170	2,300	2,820
価格 (税抜) (百万円)	21.60	31.00	44.00	見積	

新機種紹介

▶ 〈11〉 コンクリート機械

13-〈11〉-01	極東開発工業 コンクリートポンプ車 ピストンコンクリート PY120-30	'13.01 発売 新機種
------------	---	------------------

PY120-30 は最大吐出量 121 m³/h、最大吐出圧力 7.0 MPa、ブーム最大地上高さ 30 m の大型ピストン式コンクリートポンプ車である。搭載するトラックシャーシは移動性、設置性に配慮して GVW22 t 車を採用している。

コンクリート圧送装置は実績のある油圧制御システムを採用することにより信頼と安定性を確保し、圧送シリンダはシリンダストローク 1900 mm のロングストロークシリンダを採用することによりコンクリートバルブの切り換え回数を少なくし、各機器の摩耗を軽減しランニングコストの低減を図っている。また、コンクリート打設終了後の配管洗浄用として高圧水ポンプを搭載しており、高圧水ポンプの吐出能力を従来機に比べ約 15% 向上させ、洗浄作業の効率化を図っている。

ブーム装置にはブームの揺れを抑制するブーム制振装置 (KAVS III) を搭載することで安全性や信頼性、作業効率の向上を図っている。安全対策として、ホッパ側面に設けた緊急停止ボタン (ホッパ攪拌羽根, ポンプ運転, ブーム作動を停止), 攪拌自動停止装置 (ホッパスクリーンを開くと自動的に攪拌羽根の動きを停止), ポンプ車の打設時に水平度を確認する水準器、ブームの降下を防ぐカウンターバランスバルブなどを装備している。



写真一 3 極東開発工業 PY120-30 コンクリートポンプ車

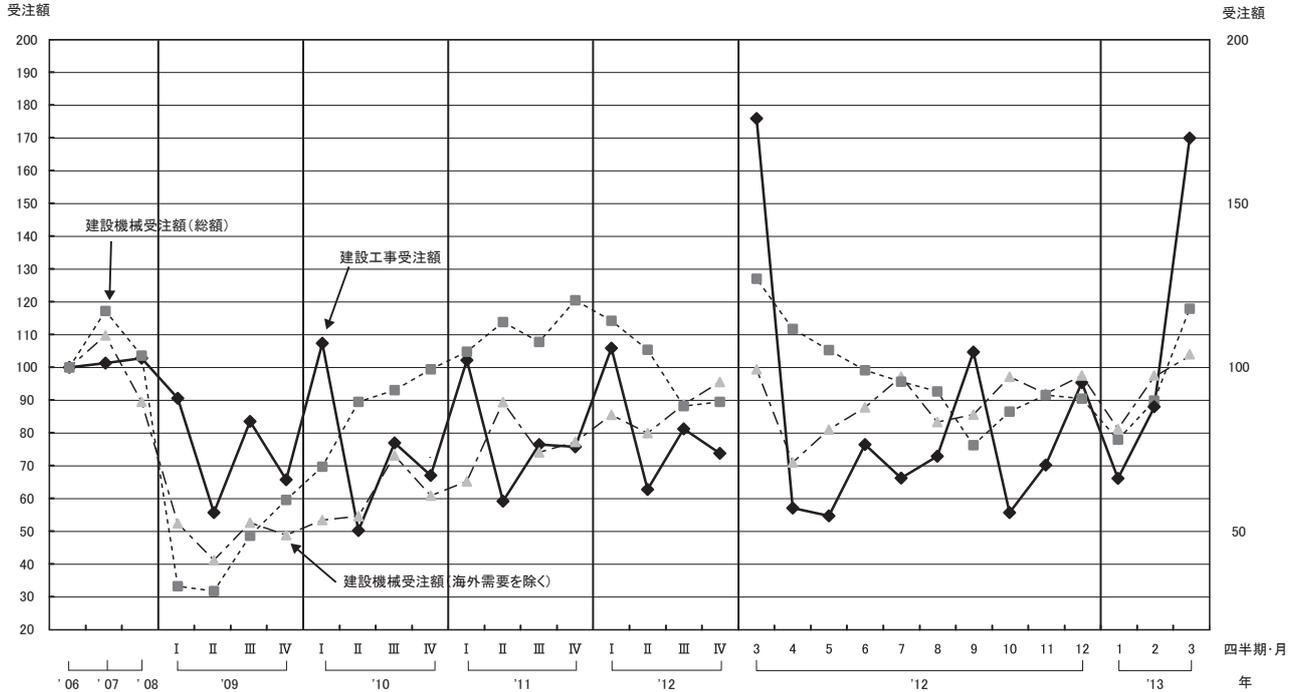
問合せ先：極東開発工業(株) 三木工場 第三設計課
〒 673-0443 兵庫県三木市別所町巴 2 番地

表一 3 PY120-30 の主な仕様

	PY120-30		
	8B 仕様	9B 仕様	
最大吐出量 標準/高圧	(m ³ /h)	100/72	121/87
最大吐出圧力 標準/高圧	(MPa)	5.9/8.5	4.9/7.0
コンクリートシリンダ径	(mm)	205	225
シリンダストローク	(m)	1.9	
水ポンプ 吐出圧力	(MPa)	8.0	
ホッパ容積	(m ³)	0.5	
ブーム型式		全油圧 4 段 M 型	
ブーム最大長さ	(m)	26.4	
ブーム最大地上高	(m)	29.8	
ブーム旋回角度	(度)	370 (限定旋回)	
コンクリート輸送管径	(mm)	125	
アウトリガ張出スパン フロント/リヤ	(m)	6.17/6.20	
車両 全長×全幅×全高	(m)	11.00 × 2.49 × 3.60	
車両総質量	(t)	21.7	
価格	(百万円)	73.0	

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 2006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 2006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							
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	128,683	142,289
2009年	100,407	66,122	12,410	53,712	24,140	5,843	4,302	66,187	34,220	103,956	128,839
2010年	102,466	69,436	11,355	58,182	22,101	5,472	5,459	71,057	31,408	107,613	106,112
2011年	106,577	73,257	15,618	57,640	22,806	4,835	5,680	73,983	32,596	112,078	105,059
2012年	110,000	73,979	14,845	59,133	26,192	4,896	4,933	76,625	33,374	1,380,986	111,076
2012年 3月	20,021	13,216	2,021	11,196	5,148	540	1,117	13,976	6,045	117,803	15,393
4月	6,443	4,721	1,083	3,638	1,110	418	194	4,577	1,866	117,710	6,342
5月	6,176	4,284	960	3,324	1,309	337	246	4,171	2,005	116,271	7,709
6月	8,663	6,106	1,433	4,673	2,053	354	149	5,999	2,664	115,408	9,834
7月	7,488	5,156	1,043	4,112	1,809	430	93	5,163	2,325	116,359	6,602
8月	8,247	5,373	1,030	4,342	2,246	400	228	5,424	2,823	115,240	9,295
9月	11,880	7,617	1,541	6,076	2,810	496	957	8,373	3,507	115,538	11,742
10月	6,283	4,337	1,113	3,224	1,329	364	253	4,341	1,942	114,513	7,383
11月	7,951	5,612	1,143	4,469	1,555	392	392	5,779	2,172	113,652	8,952
12月	10,823	7,180	1,489	5,691	2,654	428	562	7,886	2,937	113,146	11,789
2013年 1月	7,476	4,934	914	4,020	1,711	323	208	4,974	2,202	113,069	7,495
2月	9,974	6,394	1,028	5,366	2,725	395	460	6,631	3,343	112,221	10,849
3月	19,344	12,545	2,117	10,428	4,900	476	1,423	12,473	6,870	—	—

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	06年	07年	08年	09年	10年	11年	12年	12年 3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	13年 1月	2月	3月
総 額	17,465	20,478	18,099	7,492	15,342	19,520	17,343	1,851	1,627	1,532	1,443	1,391	1,347	1,107	1,258	1,331	1,315	1,133	1,307	1,717
海 外 需 要	11,756	14,209	12,996	4,727	11,904	15,163	12,357	1,378	1,290	1,147	1,026	929	951	700	796	894	851	747	843	1,222
海外需要を除く	5,709	6,268	5,103	2,765	3,438	4,357	4,986	473	337	385	417	462	396	407	462	437	464	386	464	495

(注) 2006～2008年は年平均で、2009～2012年は四半期ごとの平均値で図示した。
 2012年3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…

(2013年4月1日～30日)

■ 機 械 部 会

■ トンネル機械技術委員会 幹事会

月 日：4月4日(木)

出席者：篠原望委員長ほか7名

議 題：①平成24年度各分科会の活動概要報告について(各分科会長)
②平成25年度の分科会編成について
③平成25年度総会の議事案について
④平成25年度の見学会について
⑤その他

■ 情報化機器技術委員会

月 日：4月5日(金)

出席者：藤後博副委員長ほか3名

議 題：①2/21開催の機械部会 幹事会の報告・平成24年度の活動報告と平成25年度の活動計画の進め方について(委員長) ②情報化機器メーカーの委員会での説明会の検討について(事務局)・ニコン・トリンプル「ネットワーク技術をフル活用した情報化施工技術の提案」・ライカジオシステムズ「インターネットを使用したiCONテレマックス」 ③その他情報交換

■ 基礎工用機械技術委員会

月 日：4月10日(水)

出席者：篠原慶二委員長ほか12名

議 題：①各社で現在使用されている情報化施工事例について簡単な資料提出
②各社または個人で50年後程度を見据えた情報化施工技術のアイデア提供
③その他

■ 原動機技術委員会代表5団体打合せ

月 日：4月15日(月)

出席者：六本木明人副委員長ほか26名

議 題：①環境省からの「排出ガス後処理装置検討」に関するメーカー個別ヒヤリングについての説明 ②質疑応答

■ 機械整備技術委員会

月 日：4月18日(木)

出席者：森三朗委員長ほか5名

議 題：①平成25年度活動計画の進め方について ②厚労省 安衛則改正による解体用機械の定期自主検査について ③ハイブリッド・電動(バッテリー含む)建機の整備の安全WG ④その他

■ コンクリート機械技術委員会

月 日：4月18日(木)

出席者：大村高慶委員長ほか8名

議 題：①平成25年度活動計画の進め方について ②トラックミキサ JIS 原案の審議について ③コンクリート機械の変遷について ④その他

■ ショベル技術委員会

月 日：4月19日(金)

出席者：尾上裕委員長ほか15名

議 題：①油圧作動油・グリースのオンファイルシステムについての説明と普及促進についての協力(油脂技術委員会) ②平成25年度委員会活動計画について ③ミニショベルのJCMAS 燃費測定の見直しと燃費基準検討の進め方について ④厚生労働省 労働安全衛生規則及び構造規格の一部改正について ⑤機械部会 技術連絡会(6/14開催予定)でのbauma 2013 展示会報告について ⑥その他

■ 油脂技術委員会 幹事会

月 日：4月19日(金)

出席者：豊岡司委員長ほか5名

議 題：①平成25年度委員会活動計画について ②燃料エンジン油分科会の活動計画について ③グリース分科会の活動計画について ④その他

■ トンネル機械技術委員会 総会

月 日：4月25日(木)

出席者：赤坂茂委員長ほか25名

議 題：①委員長交替挨拶 ②24年度の活動結果について・全体報告(旧委員長)・3分科会活動報告(各旧分科会長)・ビデオ上映「ボスポラス海峡横断鉄道トンネル」 ③25年度活動計画内容と活動メンバー構成について
④委員の意見交換 ⑤事務連絡

■ トラクタ技術委員会

月 日：4月26日(金)

出席者：阿部里視委員長ほか14名

議 題：①油圧作動油・グリースのオンファイルシステムについての説明と普及促進についての協力(油脂技術委員会) ②平成24年度の活動結果と平成25年度の委員会活動計画について ③各社のトピックス ④厚生労働省 労働安全衛生規則及び構造規格の一部改正について ⑤機械部会 技術連絡会(6/14開催予定)でのbauma 2013 展示会報告について ⑥ホームページの更新、その他

■ 製 造 業 部 会

■ マテリアルハンドリングWG・ショベル技術委員会打合せ

月 日：4月8日(月)

出席者：三宅利彦主査ほか14名

議 題：①安衛則に規制される「転倒時保護構造」と「傾斜地」の考え方について ②解体用機械つかみ機の前方位度および解体用機械の最大荷重の定義について ③構造規格銘板の記載内容の業界統一について ④その他

■ 建 設 業 部 会

■ 三役会

月 日：4月12日(金)

出席者：立石洋二郎会長ほか9名

議 題：①平成24年度実績報告 ②平成25年度結果報告 ③中期事業計画についての報告 ④三役交代に伴うWGメンバーについて ⑤建設機械安全情報WGのフォローアップについて ⑥その他

■ ドラグショベル吊り上げ作業の事故予防検討会

月 日：4月25日(木)

出席者：傳田喜八郎主査ほか5名

議 題：①各調査表の分析方法持ち寄り・検討 ②報告書の基本的な構成を検討 ③分析担当者決め ④その他

■ レンタル部会

■ コンプライアンス分科会

月 日：4月2日(火)

出席者：中島嘉幸部会長ほか8名

議 題：①「建設機械等レンタル契約の手引き」解説欄の検討 ②その他

■ 各 種 委 員 会 等

■ 機関誌編集委員会

月 日：4月3日(水)

出席者：田中康順委員長ほか20名

議 題：①平成25年7月号(第761号)の計画の審議・検討 ②平成25年8月号(第762号)の素案の審議・検討 ③平成25年9月号(第763号)の編集方針の審議・検討 ④平成25年4～6月号(第758～760号)の進捗状況の報告・確認

■ 建設経済調査分科会

月 日：4月17日(水)

出席者：山名至孝分科会長

議 題：①平成25年度工区度交通省予算のポイント原稿確認 ②平成25年度分科会掲載予定及び担当者の割り振り ③その他

■ 新工法調査分科会

月 日：4月23日(火)

出席者：高橋浩史委員

議 題：①持ち寄り原稿の審査 ②その他

■新機種調査分科会

月 日：4月24日(水)
出席者：江本平分科会長ほか4名
議 題：①新機種情報の持ち寄り検討
②新機種紹介データまとめ ③その他

…支部行事一覧…

■北海道支部

■平成25年度部長等打合せ会

月 日：4月18日(木)
場 所：札幌全日空ホテル
出席者：熊谷勝弘支部長ほか6名
議 題：①平成25年度支部総会について
②平成25年度支部役員動向について
③支部講演会外について

■2014ふゆトピア・フェア in 釧路(仮称)第2回実行委員会準備会

月 日：4月23日(火)
場 所：札幌第1合同庁舎地下1階南側会議室
出席者：水口辰夫企画部長、鬼澤正美北海道支部事務局長
議 題：基本計画(案)について他

■第1回企画部会

月 日：4月24日(水)
出席者：野坂隆一企画部会長ほか13名
議 題：①平成24年度事業報告(案)について
②平成24年度決算報告(案)について
③平成25年度事業計画について
④平成25年度収支予算について
⑤その他・第1回運営委員会及び第2回総会関係他

■東北支部

■施工部会

月 日：4月11日(木)
場 所：仙台育英学園高等学校
出席者：稲村正弘部会長ほか3名
内 容：平成25年度建設機械施工技術検定学科試験の試験室数等について打合せ

■企画部会

月 日：4月15日(月)
場 所：東北支部会議室
出席者：阿部新治部会長ほか4名
議 題：①平成24年度事業報告 ②平成25年度第1回運営委員会について
③その他

■建設部会

月 日：4月16日(火)
場 所：東北支部会議室
出席者：佐野真部会長ほか4名
内 容：①平成25年度活動計画(案)について
②「支部たより」安全コーナーについて
③EE東北原稿作成について
④60周年記念誌について
⑤その他

■広報部会

月 日：4月16日(火)
場 所：支部会議室
参加者：菅野公正ほか5名
内 容：①支部たより165号の編集計画について
②原稿執筆依頼について
③60周年記念誌について

■広報部会(第2回EE東北'13実行委員会作業部会)

月 日：平成25年4月23日(火)
場 所：フォレスト仙台
出席者：東北技術事務所 井上秀秋事業対策官ほか20名
議 題：①開催概要 ②「EE東北'13」実施計画
③「EE東北'13」予算案
④今後の予定 ⑤その他

■中部支部

■情報化施工出前講習会

月 日：4月8日(月)
講 師：(株)シーティーエス 中山名古屋支店長ほか3名
受講者：石橋建設興業(株)社員20名
場 所：石橋建設興業(株)会議室
内 容：①建設ICTの概要 ②情報化施工のデータ作成について
③マシンガイダンス ④マシンコントロールについて
⑤トータルステーションによる出来形管理について

■情報化施工出前講習会

月 日：4月19日(金)
講 師：コマツ名古屋 北村氏ほか3名
受講者：(株)加藤建設社員24名
場 所：(株)加藤建設会議室
内 容：①建設ICTの概要 ②情報化施工のデータ作成について
③マシンガイダンス ④マシンコントロールについて
⑤トータルステーションによる出来形管理について

■情報化施工出前講習会

月 日：4月25日(木)
講 師：(株)建設システム 木邑氏ほか3名
受講者：鈴中工業(株)社員15名
場 所：鈴中工業(株)会議室
内 容：①建設ICTの概要 ②情報化

施工のデータ作成について ③マシンガイダンス ④マシンコントロールについて
⑤トータルステーションによる出来形管理について

■「建設ICT施工ガイドブック(仮称)」作成実行委員会

月 日：4月26日(金)
出席者：青木保孝技術部会長ほか8名
場 所：中部支部事務局
内 容：デジタルガイドブックの基本構成及び素案について

■関西支部

■建設業部会

月 日：4月16日(火)
場 所：追手門学院 大阪城スクエア
出席者：寺口勝久建設業部会長ほか19名
議 題：①新旧部会長挨拶 ②平成24年度活動報告
③平成25年度事業計画の審議 ④その他

■企画部会

月 日：4月17日(水)
場 所：関西支部 会議室
出席者：溝田寿企画部会長ほか8名
議 題：①運営委員会に提出する議題関連
②その他

■建設用電気設備特別専門委員会(第397回)

月 日：4月17日(水)
場 所：中央電気倶楽部 会議室
議 題：①平成25年度専門委員会総会
②前回議事録確認 ③JEM-TR104建設工用受配電設備点検保守のチェックリストの審議
④その他

■トンネル施工技術講習会

月 日：4月23日(火)
場 所：京都大学芝蘭会館 稲盛ホール
参加者：105名
内 容：①NATMとシールド工法との境界領域におけるトンネル施工法・SENSの発想
②SENSの施工概要—掘進管理と施工実績—
③SENSマシンについて
④SENS一次覆工コンクリートの特徴—実施工における課題と対策—
⑤シールド技術の進展とSENS

■運営委員会

月 日：4月25日(木)
場 所：大阪キャッスルホテル 会議室
出席者：深川良一支部長ほか27名
議 題：①平成24年度事業報告(案)の件
②平成24年度決算報告(案)の件
③優良建設機械運転員等表彰の件
④支部通常総会後の講演について

⑤本部長表彰について ⑥その他

■ 中国支部

■第1回企画部会

月 日：4月9日(火)

場 所：中国支部事務所

議 題：①平成24年度事業報告(案)について ②平成25年度建設の機械化施工優良技術者表彰について ③運営委員会(春期)の準備について ④情報伝達訓練について ⑤その他懸案事項

■第1回部会長会議

月 日：4月15日(月)

場 所：広島YMCA会議室

出席者：高倉寅喜企画部会長ほか10名

議 題：①第2回支部通常総会について ②「情報伝達訓練」の実施について ③その他懸案事項

■第1回広報部会

月 日：4月15日(月)

場 所：中国支部事務所

出席者：小石川武則広報部会長ほか5名

議 題：①平成25年度広報部会事業活動計画について ②広報活動に関する当面の課題等について ③広報誌(CMnavi)38号について ④その他懸案事項

■第32回「新技術・新工法」発表会

月 日：4月19日(金)

場 所：広島県立産業技術交流センター 研修室

参加者：113名

講 話：新技術情報提供システム

(NETIS) …国土交通省中国地方整備局中国技術事務所技術情報管理官 吉村卓志氏

技術発表：①多機能型排水性舗装(フル・ファンクション・ペープ) …ガイアート T・K 営業部 土手英嗣氏 ②波浪に強い港湾型ヒュームフラップゲート …(株)大和エンジニアリング営業技術部 渡邊陽一氏 ③耐候性大型土のう「ツートンバッグ」…前田工織(株)水環境保全推進部 南本政司氏 ④杭打ち機誘導システム及び杭建て込み精密監視システム…(株)原商レンタル管理センター 角田健二氏、(株)グローブ情報化施工チーム 上田智也氏 ⑤工事実績DB及びTS出来形検査ビューアについて…(株)建設システム 高橋尚也氏

映像発表：広島空港大橋(広島スカイアーチ)～建設のあゆみ～…広島県西部建設事務所東広島支所

■春季運営委員会

月 日：4月25日(木)

場 所：広島YMCA 会議室

出席者：高倉寅喜副支部長ほか25名

議 題：①平成24年度事業報告(案)に関する件 ②平成24年度経理状況(案)に関する件 ③平成25年度建設の機械化施工優良技術者表彰について ④その他懸案事項

■ 四国支部

■平成25年度第1回合同部会幹事会

月 日：4月18日(木)

場 所：建設クリエイティブ(高松市)

出席者：小松修夫企画部会長ほか23名
議 題：①平成24年度事業報告について ②平成24年度決算報告について ③四国支部中期事業計画(平成25～27年)について ④平成25年度事業計画について ⑤平成25年度予算書について ⑥平成25年度優良建設機械運転員・整備員等表彰者(案)について ⑦人事異動等に伴う役員等の変更について ⑧その他(優良建設機械運転員・整備員表彰記念顕彰バッジについて)

■受託業務計画打合せ

月 日：4月23日(火)

場 所：高松サンポート合同庁舎会議室

出席者：四国地方整備局 田島基彦技術管理課長補佐ほか5名

内 容：平成25年度トンネル工事技術審査支援業務(発注者：四国地整)業務計画について

■ 九州支部

■第1回企画委員会

月 日：4月17日(水)

出席者：江崎哲郎支部長ほか7名

議 題：①本部理事会承認申請について ②九州建設技術フォーラムの実施結果と実施計画について ③総会・運営委員会について ④本部長表彰及び優良建設機械運転員等表彰者選考 ⑤建設機械施工技術検定試験(学科試験)について ⑥平成25年度災害支援体制について ⑦情報化施工講習会について

編集後記

今月号から本機関誌の名称が「建設機械施工」に変わりました。協会の歴史と共に機関誌の名称は、「建設の機械化」、「建設の施工企画」と変遷を重ねてまいりましたが、6月から気分も新たに、建設機械や機械化施工に関する最新の技術報告・解説や協会からの活動情報を掲載してまいります。これまで以上に会員の交流の場となりますようにと考えております。引き続きご愛読をお願いいたします。

さて、政権の交替以後、「金融緩和」、「財政出動」、「成長戦略」という3本の矢により円安の進行、株価上昇、労務賃金の引き上げ要請など少しずつ、景気の変化が期待されています。しかし、国内の建設市場は、長い間続いた縮小傾向からの脱却には、今少し時間がかかるようです。そのような国内状況のなかで、我が国の建設関連企業はその技術力を武器に、膨大なインフラニーズが見込まれるアジアをはじめとする海外建設市場へ積極的に事業展開を図っています。今月号では建設会社の海外における建設施工事例とともに、国や関係団体の支援体制を紹介しています。

巻頭言は、ご専門が国際建設プロジェクトマネジメントの高知工科大

学の草柳教授にお願いいたしました。行政情報には、国交省からインフラ海外展開推進のための懇談会の提言報告を、JAICA、海建協からは、各団体の海外活動状況や建設業の海外での動向統計データを掲載しています。

技術報文では、世界各国で活躍する日本の建設会社を紹介しようとアジア、アフリカ、ヨーロッパ、北米、南米での施工事例を集めるべく、各方面に執筆のお願いをしましたが、執筆者が海外に在住しておられ、限られたスタッフでの施工で多忙を極めていたり、通信に時間が要したりなどの理由により、執筆を辞退された方が多くおられました。それでもアジアを中心にアフリカ、北米の建設施工報文を掲載することができました。

交流のひろばでは、今、話題の技術マツダの「SKYACTIV」についての技術的な解説を頂きました。

社会資産の建設と維持という「ものづくり」が地球に暮らす人々の幸福に繋がるよう、日本の建設会社は、世界中で活躍しています。その状況を多少なりとも読者の皆さんに届けることができ、また技術的な報文が少しでも業務の参考になれば幸いです。

お忙しい中、快く執筆依頼を引き受け、寄稿していただいた皆様にこの場を借りて厚く御礼申し上げます。
(篠原・安川)

機関誌編集委員会

編集顧問

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	高田 邦彦
田中 康之	塚原 重美
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

田中 康順 鹿島道路(株)

編集委員

山下 尚	国土交通省
持山 昌知	農林水産省
伊藤 健一	(独)鉄道・運輸機構
篠原 望	鹿島建設(株)
和田 一知	(株)KCM
安川 良博	(株)熊谷組
原口 宏	コベルコ建機(株)
原 茂宏	コマツ
藤永友三郎	清水建設(株)
赤神 元英	日本国土開発(株)
山本 茂太	キャタピラー・ジャパン(株)
久保 隆道	(株)竹中工務店
齋藤 琢	東亜建設工業(株)
相田 尚	(株)NIPPO
船原三佐夫	日立建機(株)
岡本 直樹	山崎建設(株)
川西 健之	(株)奥村組
石倉 武久	住友建機(株)
江本 平	範多機械(株)
京免 継彦	佐藤工業(株)
岡田 英明	五洋建設(株)
藤島 崇	施工技術総合研究所

7月号「最先端の高度な土木技術・建設技術の開発と実用化特集」予告

- ・国交省技術基本計画
- ・新たな情報化施工推進戦略の策定
- 「使う」から「活かす」へ、新たな建設生産の段階へ挑む!!
- ・情報化施工技術の一般化・実用化の推進
- ・新技術情報データベース「NETIS プラス」
- 国土交通省 NETIS に3つのプラス
- ・トンネル発破低周波音消音器 プラストサイレンサー®
- ・凍結抑制舗装 ザベック工法タイプG
- ・耐久性に優れたエポキシアスファルト混合物
- スーパー Epo グースとスーパー Epo アスコン
- ・環境に配慮した超高層解体工法
- 安全に、環境に配慮し、効率の良い解体工法 TO-ZERO
- ・より安全な建物解体工法への取り組み セーフティスライド工法
- ・壁・柱部を対象としたウォータージェット表面処理機
- ・コンクリートの打込み状況の連続検知・ビジュアル化する手法を開発
- ・コンクリート養生管理システムの開発と実用化
- ・斜張橋ケーブル保護管の損傷調査ロボット
- ・騒音・振動の少ない基礎の解体工法「鹿島マイクロプラスティング工法」
- ・2013年3月開港—新石垣空港（自然環境に配慮した空港建設）

建設機械施工

Journal of JCMA

第65巻第6号（2013年6月号）（通巻760号）

Vol. 65 No. 6 June 2013

2013（平成25）年6月20日印刷

2013（平成25）年6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 一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

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

施工技術総合研究所 〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154	電話 (0545) 35-0212
北海道支 部 〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8	電話 (011) 231-4428
東北支 部 〒980-0802 仙台市青葉区二丁目16-1	電話 (022) 222-3915
北陸支 部 〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1	電話 (025) 280-0128
中部支 部 〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-17-10 三愛ビル5階	電話 (052) 962-2394
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 (株)共栄通信社までお問い合わせ下さい。

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

担当 本社編集部 宗像 敏

KOBELCO

低燃費のコベルコ!
低炭素社会の実現へ

しん

せい

き

新 たな 世 代の建 機

登場、



HYBRID

SK200H

10月販売開始

HYBRID SK200H。

コベルコの
新世機

圧倒的な燃費性能で新たな世代をリードするコベルコの「新世機」。
その技術で、低燃費のコベルコは、もっと低燃費のコベルコになる。

約16%の燃料削減
(JCMAS測定方式)

ハイブリッド化により、従来機(SK200-8)に比べ
約16%燃料消費量を低減。

オフロード法
2011年基準適合

排気ガス後処理装置の搭載により
排出ガス中のPM(粒子状物質)を大幅削減。



コベルコ建機株式会社

東京本社 / 〒141-8626 東京都品川区東五反田 2-17-1 ☎03-5789-2111
www.kobelco-kenki.co.jp



マシンケアテック株式会社

〒361-0056 埼玉県行田市持田1-6-23
TEL: 048-555-2881 FAX: 048-555-2884
URL: <http://www.machinecaretech.co.jp/>

ボルボ ABG アスファルトフィニッシャー

環境・安全・品質 - 設立以来揺るがぬボルボのコアバリュー
舗装性能、環境性、メンテナンス性、信頼性の向上を実現した
最新アスファルトフィニッシャーをお届けします

VOLVO CONSTRUCTION EQUIPMENT www.volvoce.com



GOMACO

Gomaco社の舗装機器は、どんなスリップフォーム工法にも対応します。



Commander III

最も汎用性の高い機種です。一般道路舗装のほか、路盤工事、河川工事、分離帯・縁石などの構造物構築に最適です。



RTP-500

長ブームの砕石・コンクリート搬入機です。このほかにも、ロック・ホッパーなどへの舗装支援機器として、どんなスリップフォーム機械にも対応可能です。



マシンケアテック株式会社

〒361-0056 埼玉県行田市持田1-6-23
TEL:048-555-2881 FAX:048-555-2884
URL: <http://www.machinecaretech.co.jp/>

多様な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。

パイプコンパクター
 MVH-306DSC



防音型
 タンピングランマー
 MT-55L-SGK
 NETIS登録
 TH-100005-A



低騒音型
 コンクリートカッター
 MCD-216S-SGK
 低騒音指定番号
 4510



低騒音型
 バイブレーションローラー
 MRH-600DSA
 低騒音指定番号
 4507



静音型
 プレートコンパクター
 MVC-F60S
 NETIS登録
 TH-100006-A



高周波バイブレーター
 FX-40RE/FU-161



三笠産業株式会社
 MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

本社/〒101-0064 東京都千代田区猿樂町1-4-3 TEL: 03-3292-1411 (代)

大阪支店 TEL: 06-6541-9631
 札幌営業所 TEL: 011-892-6920
 仙台営業所 TEL: 022-238-1521
 新潟出張所 TEL: 090-7422-8801

北関東営業所 TEL: 0276-74-6452
 長野出張所 TEL: 080-1013-9542
 中部営業所 TEL: 052-451-7191
 金沢出張所 TEL: 080-1013-9538

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

木質粉砕の処理機械・廃棄物の高速選別機械は マルマにおまかせください。

粉砕機械

特長

- ◎抜群の生産量 ◎均一チップの生産 ◎独自のドラムカッターによる大幅コスト低減
- ◎自動負荷制御 ◎ヘビーデューティ ◎コンパクト設計 ◎安定した機動性
- ◎移動しながらの高効率粉砕 ◎チップ飛散極小

木材・巨根の粉砕

自走式大型木質系粉砕処理機 (タブグラインダー)



長材・家屋廃材の粉砕

横投入式木質系粉砕処理機 (ホリゾンタルグラインダー)



自走式混合廃棄物高速選別機

特長

- ◎大量選別 ◎星型ブレード ◎過負荷防止機能 ◎残土、混廃、チップ等選別可能
- ◎コンパクト設計 ◎材料を跳ね上げて選別 ◎優れた輸送性

木材チップの選別

モービル・スタースクリーン



混合廃棄物の選別

モービル・スタースクリーン



日本輸入総代理店



マルマテクニカ株式会社

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
営業部 TEL 042 (751) 3091 FAX 042 (756) 4389

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

名古屋事業所 愛知県小牧市小針2丁目18番地 〒485-0037
TEL 0568 (77) 3311 FAX 0568 (77) 3719

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

ツルミ電極式自動運転ポンプシリーズ

電力の消費を大幅に削減!

電極式水位センサによる自動運転で、
従来品に比べ約40%の電力消費の削減を実現しました。

工事排水用 水中ハイスピンポンプ

LBA型

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



HSE型

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



KTVE型

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



水中泥水ポンプ

HSDE型

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



低水位排水用 水中ハイスピンポンプ

LSCE型

吐出し口径：25mm
出力：0.48kW
最高排出揚程：1.1m(50Hz)
1.2m(60Hz)



LSRE型

吐出し口径：50mm
出力：0.48kW
全揚程：8m
吐出し量：0.12m³/min



残水吸排水用 スイープポンプ

LSPE型

吸込×吐出し口径：25×25mm
出力：0.48kW
最大吐出し揚程：8m(50Hz)
9m(60Hz)
最大吐出し水量：0.06m³/min



電極式水位センサで自動運転を実現

(運転イメージ図)

運 転 排水開始

液面リレーユニットの電極部が水没し、ポンプが運転(排水)を行います。



タイマ作動 水位低下を電極が検知

電極部が水位の低下を検知し、停止タイマが約1分間作動します。



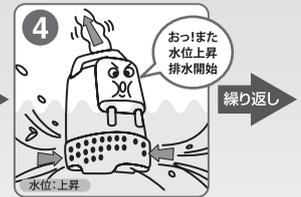
停 止 約1分後運転を停止

再び水位が上昇し、電極部が水面に触れなければ、約1分後ポンプが停止します。



運 転 水位上昇を電極が検知

再び水位が上昇し、電極部が水面に触れると、ポンプが運転(排水)を開始します。



NETIS
新技術情報提供システム

電極式自動運転ポンプはNETIS*登録商品です。(NETIS登録番号：No.CG-110036-A)

*New Technology Information System=公共事業等における新技術活用を促す国土交通省の新技術情報提供システムです。

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 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 FAX.(03)3835-8429

北海道支店：TEL.(011)787-8385 東京支店：TEL.(03)3833-0331 中部支店：TEL.(052)481-8181 近畿支店：TEL.(06)6911-2311 四国支店：TEL.(087)815-3535
東北支店：TEL.(022)284-4107 北関東支店：TEL.(027)310-1122 北陸支店：TEL.(076)268-2761 中国支店：TEL.(082)923-5171 九州支店：TEL.(092)452-5001

www.tsurumipump.co.jp

Denyo



デンヨーのNETIS登録製品フルラインアップ完成!

NETIS登録製品を活用して御社の公共工事受注をより有利に!



環境保護ベース 一体型発電機



DCA-13LSYB DCA-15USYB DCA-25LSKB DCA-45LSKB DCA-60USHB DCA-100ESIB DCA-150LSKB DCA-220ESMB



自動アイドリングストップ機能付 エンジン溶接機



小型ガソリンエンジン溶接機 GAW-150ES2 自動アイドリングストップ仕様
 ディーゼルエンジン溶接機 DLW-320LS2 1人用
 ディーゼルエンジン溶接機 DLW-200x2LS 2人用
 エンジンTIG溶接機 DAT-300LS 自動アイドリングストップ仕様



可変圧・可変容量型 エンジンコンプレッサー



DIS-110VPB ボックスタイプ
 DIS-200VPB ボックスタイプ
 DIS-200VPS トレーラタイプ

●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
 TEL: 03(6861)1122 FAX: 03(6861)1181
 ホームページ: <http://www.denyo.co.jp/>

札幌営業所 011(862)1221 横浜営業所 045(774)0321 広島営業所 082(278)3350
 東北営業所 022(254)7311 静岡営業所 054(261)3259 高松営業所 087(874)3301
 信越営業所 025(268)0791 名古屋営業所 052(856)7222 九州営業所 092(935)0700
 北関東営業所 027(360)4570 金沢営業所 076(269)1231
 東京営業所 03(6861)1122 大阪営業所 06(6448)7131

ダム工専用コンクリート運搬テルハ(クライミング機能付)

重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

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



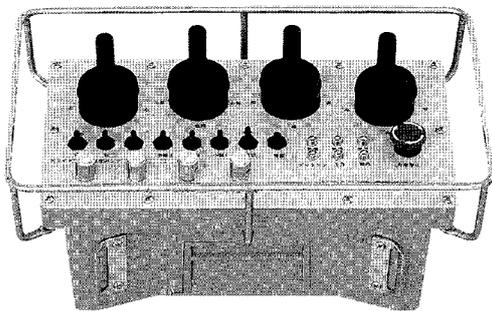
吉永機械株式会社

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

建設機械用
無線操作装置

ダイワテレコン

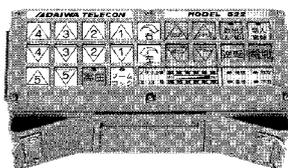
あらゆる仕様に対応
指令機操作面はレイアウトフリー



ダイワテレコン 572 ※製作例 比例制御4本レバー仕様



受令機



ダイワテレコン 522

《新電波法技術基準適合品》

- スイッチ・ジョイスティック・その他、混在装備で最大操作数驚異の**96CH**。
- コンパクトな指令機に業界最大**36**個の押しボタンスイッチ装着可能。
- 受令機の出力はオープンコレクタ(標準)リレー・電圧(比例制御)又は**油圧バルブ**出力仕様も可能。
- 充電は急速充電方式(一△V検出+オーバータイムタイマー付き)
- その他、特注品もお受けいたします。お気軽にご相談ください。

DAIWA TELECON

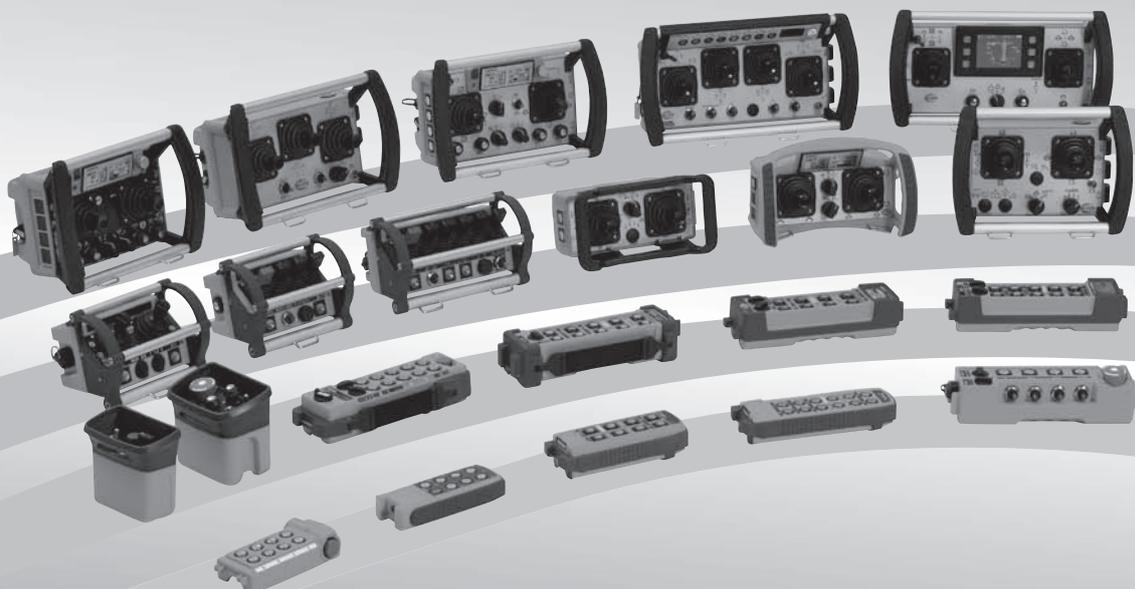
大和機工株式会社

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



60年間、たゆまぬ技術革新で時代をリード。 ドイツHBCの産業用ラジオコントロールシステム、 今では信頼のブランドとして世界60カ国へ。

HBCのグローバルネットワーク、各国の電波事情に対応した製品づくり、多彩な製品ラインナップにより、世界数十万の現場において安全・効率・快適操作で、その能力を発揮しています。



プッシュボタン式



革手袋をはめても
ボタンの2段階押しをハッキリと体感

ジョイスティック式



長時間作業や多点制御も両手でより快適に

まずは、当社で製品の手応えをお確かめ下さい。

HBC-radiomaticとは？

ドイツ南西部のクライルスハイム市で、高品質の産業用ラジオコントロールシステムを開発製造している、世界屈指の産業用ラジオ制御装置メーカーです。

HBCラジオコントロールシステムは

高い安全性と堅牢なつくり、そして人間工学に基づいた操作性と効率性で世界中のお客様から高い評価を頂いております。品質維持のため、今日もなお部品の90%以上をドイツで自社生産しています。

Quality in Control.



HBC-radiomatic Japan 株式会社

〒530-0046 大阪市北区菅原町10-23 ジーニス大阪ウエスト1F TEL 06-6363-0373 FAX 06-6363-0374
E-mail info@hbc-radiomatic.jp www.hbc-radiomatic.jp

ミニベンチ工法 両用型 ショートベンチ工法

RH-10J-SS 強力型ブームヘッダー



主な特長

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

KYB カヤバシステム マシナリー株式会社

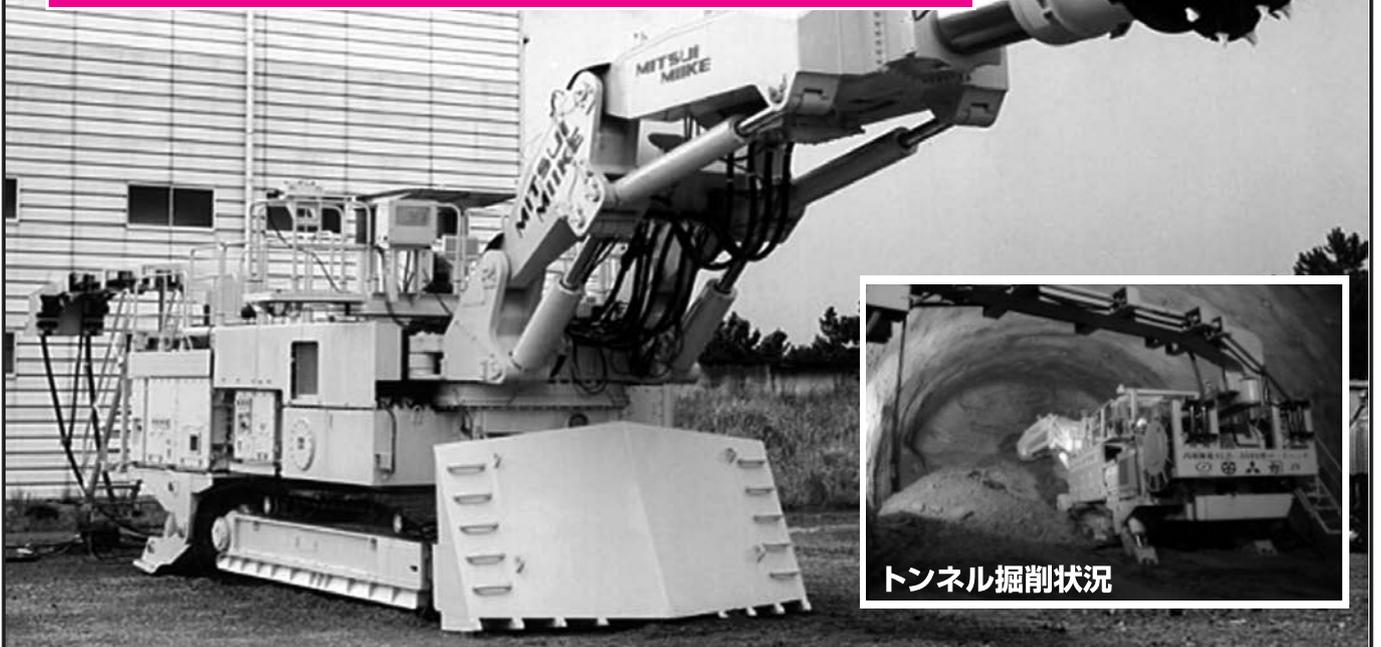
KAYABA SYSTEM MACHINERY CO., LTD

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

本社・営業	〒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. 03-5733-9444
カスタマーサービス相模事業所	〒252-0328	神奈川県相模原市南区麻溝台1丁目12番1号	TEL. 042-767-2586
大阪支店	〒564-0063	大阪府吹田市江坂町1丁目23番20号 TEK第二ビル	TEL. 06-6387-3371
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	三重県津市雲出長常町1129番地11	TEL. 059-234-4111

全断面对应トンネル高速施工掘進機

ロードヘッドSLB-350S



大断面トンネルの高速施工を目指して

特 徴

- 国内最大の350/350kW定出力型2速切換式電動機を搭載しており、軟岩トンネルはもとより、中硬岩トンネルにおいても十分な掘削能力を発揮します。
- 切削部には中折れブームを採用しており、ベンチ長は最大5mまで確保できます。又、中折れブームを取り外しての全断面掘削、及び上半掘削も可能です。
- 中折れブームの取り外し、及び低速掘削を行うことにより、機体安定性と掘削トルクが増加し、中硬岩トンネル掘削時において高い効果を発揮します。(硬岩用ドラム使用)
- 油圧式のスライドデッキを機体両サイドに装備しており、機体幅より各々1mの張り出しが可能であるため、下部掘削時等におけるオペレータの視界が大幅に改善されます。
- ディーゼルエンジンの搭載により、ロードヘッド単独での走行が可能です。

※1 ディーゼルエンジンはオプション仕様となります。

※2 掻寄・コンベヤ仕様の場合、ディーゼルエンジンは搭載されません。

よって、機体移動に際し配線替えや別途発電機の準備が不要となり、作業時間が短縮されます。



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.03-3270-2005 FAX.03-3245-0203

<http://www.mitsumiike.co.jp>

E-mail : sanki@mitsumiike.co.jp

Global Teamwork
KOMATSU

地面のことを考えるように、
空のことも考えよう。

Thumbs up for cleaner air

「日・米・欧 新排出ガス規制*」に適合した
コマツの次世代建設機械。
燃料消費量も平均10%低減(従来機比)しました。
30機種以上を、次々と発売していきます。

Global Teamwork for Tomorrow

*米国の“Tier4 Interim”、欧州の“Stage IIIb”につづき、
日本では、オフロード法(特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律)
2011年基準が適用開始されます。

We are launching over 30 next-generation models certified
for the new emission control standard of Japan,
the United States and Europe.
They are ready to cut down 10% of your fuel expenses
on average, when compared to conventional models.



新サービスプログラム「KOMATSU CARE」
(コマツ・ケア)でサポート。

コマツ国内販売本部

〒107-8414 東京都港区赤坂 2-3-6 <http://www.komatsu-kenki.co.jp>

雑誌 03435-6



4910034350636
00800

「建設機械施工」

定価 一部 八四〇円

本体価格八〇〇円