

一般社団法人

日本建設機械施工協会誌 (Journal of JCMA)

2014

建設機械施工 12

Vol.66 No.12 December 2014(通巻778号)

特集

最先端の高度な土木技術 建設技術の開発と実用化



鶴田ダム再開発事業での浮体式仮締切工法

巻頭言 建設技術の開発と日本のインフラ

技術報文

- ダム再開発工事における上流仮締切工の大幅効率化を実現
- 鉄道建設分野における技術開発と実用化
- 自動車走行燃費の改善に向けたアスファルト舗装技術の開発
- 高波から国土を守る新型離岸堤
- ビルをぶら下げる「塔頂免震構造」の開発
- 災害応急復旧用無線遠隔操縦ロボットの開発 他

行政情報

- 公共工事等における新技術活用システム(NETIS)の改訂
- 新技術活用システム(NETIS)の活用状況
- 土木研究所における最近の研究活動
- 最近の建築研究所における研究開発の取組と成果

交流の広場

タッチとジェスチャで作業現場を支援するグローブ型ウェアラブルデバイスの開発

一般社団法人 日本建設機械施工協会

AからVへ。



油圧ショベル初!

コベルコの2つのNETIS登録新技術が、同時にV評定に。

NETIS初登録から約3年。iNDr搭載極低騒音型バックホウとAIS機能付バックホウは、数多くの現場でその活用効果が認められ、2013年11月、同時にNETIS(評価情報)に掲載されました。これまでの「申請情報」登録(A評定)から「評価情報」登録(V評定)に変わり、いちだんと頼もしくなったコベルコ油圧ショベルです。

「iNDr」は、油圧ショベルの低騒音化、防じん効果、メンテナンス性において、信頼性向上に新次元を拓いたコベルコ独自のエンジン冷却システムです。

「AIS機能」は、非作業時にエンジンのアイドル状態を自動的にストップさせるコベルコ油圧ショベルに装備されたエコ機能です。



コベルコのNETIS登録新技術

NETIS、対象機種、活用方法、配点などの詳細については、お問い合わせください。

新登録番号

iNDr搭載
極低騒音型バックホウ
登録番号 CG-100015-V

AIS機能付
バックホウ
登録番号 KK-100065-V

第61回欧州建設機械施工視察団 団員募集のお知らせ

INTERMAT 2015(パリ)

本協会は毎年海外視察団を派遣し、海外の建設機械及び施工技術を見聞し、我が国の建設機械化の発展に寄与して参りました。本年度も関係各位のご要望にお応えして、下記要領により海外視察団参加者を募集し派遣することになりました。今回の視察の主目的は、フランス・パリで開催される国際的な建設機械及び建設資材等の展示会“INTERMAT 2015”の視察です。3年ごとに開催されるこの展示会は世界3大建機展の一つで、最新の建設機材、サービス、そして技術を一望することができます。そのほか、ミラノにおけるインフラ整備、都市再開発の工事現場視察等を予定しております。

関係各位におかれましては、最新の国際的な建設機械の動向をキャッチするとともに、ヨーロッパの基盤整備状況を視察することにより、今後の事業展開に役立ちうるものと思われまます。多数の方々にご参加賜りたく、ご案内を申し上げます。皆様のご参加をお待ち致しております。

【展示会概要】

【開催地】フランス・パリ

【期 間】2015年4月20日(月)～25日(土)

【周 期】3年毎

【主 催】COMEXPOSIUM

【会 場】パリ・ノール見本市会場

【出展社】1,350社(2012年実績)

【入場者】145,082人(2012年実績)

【主要出展品目】

- 大型搬送機械 ●下準備機械 ●道路建設・メンテナンス機械 ●コンクリート製造・運搬・打ち込み用機材
- コンクリート製品製造機械 ●建設用ロボット ●ハンドリング機器 ●昇降機器 ●足場架設支柱 ●枠型
- 輸送機械 ●パイル・シートパイル打ち機 ●現場用給水設備 ●発電・変電設備
- その他現場用工具機器 他

日 程 表

日次	月日曜	発着地／滞在地名	発着現地時刻	交通機関名	摘 要
1	2015年 4月19日 (日)	東京(成田)発 パリ着	午前 夕刻	航空機 専用車	空路、パリへ 到着後、ホテルへ (パリ泊)
2	4月20日 (月)	パリ滞在	終日	専用車	◎INTERMAT 2015国際建設機械見本市視察 (パリ泊)
3	4月21日 (火)	パリ滞在	終日	専用車	◎INTERMAT 2015国際建設機械見本市視察 (パリ泊)
4	4月22日 (水)	パリ空港発 ミラノ空港着	午前 午後	航空機 専用車	空路、ミラノへ ◎工事現場視察又は企業訪問 (ミラノ泊)
5	4月23日 (木)	ミラノ滞在	終日	専用車	◎工事現場視察又は企業訪問 ◎市内視察 (ミラノ泊)
6	4月24日 (金)	ミラノ発 パリ発	午前 午後	航空機 航空機	空路、乗継パリへ 空路、帰国の途へ (機内泊)
7	4月25日 (土)	東京(成田)着	午前		到着後、入国審査及び通関手続終了後、解散

※発着地及び交通機関は変更になることがあります。

視察期間 平成27年4月19日(日)～4月25日(土) 5泊7日

視察地 パリ・ミラノ(2都市)

催行人員 最少催行人員15名(添乗員同行)

参加費 お一人様385,000円(1名1室)
(空港諸税・燃油サーチャージ、INTERMAT2015入場料・登録代行手数料 別途)

締切日 募集締切日は2015年3月13日(金)

募集パンフレット請求先⇒ 近畿日本ツーリスト(株) 第5営業支店 担当:古庄(フルショウ)・宮(キュウ)
TEL03-6891-9305 FAX03-6891-9405

●お問い合わせ先●

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2階
TEL03-3433-1501 FAX03-3432-0289
担当:小櫃(オビツ)

第27回 日本建設機械施工大賞の公募について

本協会では、平成元年度から、一般社団法人日本建設機械施工協会会長賞を創設し、建設事業の高度化に関し顕著な功績をあげた業績について表彰して参りましたが、今回から新たに、地域への貢献が顕著な業績も表彰することとし、表彰名称を『日本建設機械施工大賞』に変更することにいたしました。

これに伴い、従来の賞（会長賞、貢献賞）を大賞部門、新たに設ける賞を地域賞部門として募集することといたします。表彰名称の変更に伴い、賞の呼称は、従来の会長賞を最優秀賞へ、貢献賞を優秀賞へ改めます。また、奨励賞は今回から新設される地域賞部門へ移し、地域貢献賞といたします。皆様の奮ってのご応募をお願いいたします。

1. 表彰の目的

大賞部門は、我が国の建設事業における**建設機械及び建設施工に関する技術等に関して、調査・研究、技術開発、実用化等**により、その高度化に顕著な功績をあげたと認められる業績を表彰し、地域賞部門は、地域に根ざした**独自の視点**に基づき、従来の施工方法・技術を改良したり、地域に普及させるなどの**取り組み**を通じて、**地域へ貢献**している業績を表彰し、もって**国土の利用、開発及び保全並びに経済及び産業の発展に寄与**することを目的とします。

2. 表彰対象

本協会の団体会員、支部団体会員、個人会員又は関係者のうち表彰目的に該当する業績のあった団体、団体に属する個人及びその他の個人を対象とします。

3. 表彰の種類

表彰は、大賞部門は**最優秀賞、優秀賞**とし、地域賞部門は**地域貢献賞**とします。大賞部門の最優秀賞は総合的な評価の最も高かったもの、優秀賞はそれに準ずるもの、また地域賞部門の地域貢献賞は当該地域への貢献度が高いものに与えられます。なお、ユニークなアイデアあるいは特に秀でた特徴を有するような提案があれば、選考委員会賞として表彰します。

受彰者には賞状及び副賞として1件につき下記の賞金を授与します。

副賞賞金	最優秀賞	・ ・ ・ ・ ・	30 万円
	優秀賞	・ ・ ・ ・ ・	20 万円
	地域貢献賞	・ ・ ・ ・ ・	10 万円
	選考委員会賞	・ ・ ・ ・	5 万円

4. 表彰式

本協会第4回通常総会（平成27年5月28日（木））終了後に行います。

5. 応募

別紙「**日本建設機械施工大賞応募要領**」に基づく、**応募用紙**の提出により行われます。大賞部門と地域賞部門の両方へ応募することもできますが、それぞれの応募用紙を作成していただきます。なお、**自薦、他薦を問いません**。応募の締め切りは、**平成27年1月30日（金）（必着）**です。

6. 選考

本協会が設置した「**日本建設機械施工大賞選考委員会**」で選考致します。なお、該当する業績が無い場合は表彰致しません。

7. その他

受賞業績は、概要を本協会機関誌「**建設機械施工**」及び本協会**ホームページ（HP）**に、応募業績は本協会**HP**に一覧表として掲載致します。

以上

第27回 日本建設機械施工大賞 応募要領

今回から表彰名称を変更し、大賞部門と地域賞部門を設け、部門ごとに募集することといたしました。大賞部門と地域賞部門の両方へ応募することもできますが、それぞれの応募用紙を作成していただきます。

1. 表 彰 対 象 （一社）日本建設機械施工協会の団体会員、支部団体会員、個人会員又は建設機械及び建設施工に関する技術等の関係者のうち表彰目的に該当する業績のあった団体、団体に属する個人及びその他の個人。
2. 募集の方法 表彰候補の団体、団体に属する個人及びその他の個人の応募による。
3. 応募の方法 協会所定の応募用紙（大賞部門、地域賞部門）による。
応募用紙は、当協会のホームページ（<http://www.jcmanet.or.jp/>）からダウンロードし、必要事項を記載の上、Excel 形式で、電子メールにてお申し込み下さい。なお、提出いただいた資料は返却いたしません。
応募締切 平成 27 年 1 月 30 日（金）
4. 記 載 方 法 大賞部門（地域賞部門は次ページ）

○「業績内容の概要」を記述する（1 ページ以内）

○「業績内容」（下記 a から i まで項目順に、簡潔に 10 ページ以内）

- a. 業績の行われた背景
- b. 業績の詳細な技術的説明
- c. 技術的效果
- d. 経済的效果
- e. 施工または生産・販売実績
- f. 類似工法または機械との比較
- g. 波及効果
- h. 特許、実用新案のタイトル（出願、公開、登録、国内・国外を明記）
- i. 他団体の表彰等に応募中か、すでに表彰を受けているかを記述

○参考資料として次のものを添付して下さい。

- a. 特許関係（公開または登録済みのものの写し）
- b. カタログ
- c. 学会、技術誌等への発表論文があれば、そのコピー

○提出物

応募用紙（「推薦文」・「業績の概要」・「業績の内容」セットのもの）
参考資料

5. 記 載 方 法 地域賞部門

○「業績内容の概要」を記述する（1 ページ以内）

○「業績内容」（ ）内は記載例、簡潔に2 ページ以内

a. 業績の行われた背景

（従来の〇〇改修工事では、古い〇〇を全て取り除き、新しい〇〇と入れ替えていたが、入れ替えの必要な部分のほとんどは〇〇の上部の損壊であり、下部はほとんど使える状態であった。〇〇の布設替工事は、作業帯を広く必要とすることが多く、他の構造物への影響や交通への影響も多かった。そのため、使える部分はそのまま使い、できるだけ工事の影響を抑える施工方法を必要とした。）

b. 業績の説明（工夫した点など）

（傷んだ〇〇の上部のみを〇〇切断機により切断撤去し、改修用製品を設置する△△工法は、改修用製品には既存の〇〇との接続兼用〇〇ボルトが備えられ、施工性も優れている。）

c. 業績の効果

（〇〇布設替工事では、10m当たりの施工で〇～〇日の工事期間を要していたが、△△工法では、1日で工事を完了できる。また、作業帯を従来工法より狭くでき、付近住民への影響を極力抑えることができる。）

d. 施工または生産・販売実績

（〇〇年度は、〇〇工事、△△工事など〇件の実績有り。）

e. 地域への貢献

（〇〇県内でも〇〇が多数設置されているが、老朽化が激しいものも多く見られる。当該工法で作業帯を狭くでき、現場付近住民への影響を極力抑えることができた。）

○参考資料として次のものを添付し、簡単に説明文をつけて下さい。

発表論文やパンフレット、新聞記事、写真等

○提出物

応募用紙（「推薦文」・「業績の概要」・「業績の内容」セットのもの）

参考資料

6. 申込・お問い合わせ先

大 賞 部 門 一般社団法人日本建設機械施工協会 本部

阿部 : t-abe@jcmanet.or.jp TEL 03-3433-1501

地域賞部門 一般社団法人日本建設機械施工協会 本部

阿部 : t-abe@jcmanet.or.jp TEL 03-3433-1501 及び各支部

北海道 : TEL 011-231-4428 東 北 : TEL 022-222-3915

北 陸 : TEL 025-280-0128 中 部 : TEL 052-962-2394

関 西 : TEL 06-6941-8845 中 国 : TEL 082-221-6841

四 国 : TEL 087-821-8074 九 州 : TEL 092-436-3322

初の
実務者向け入門版!!

情報化施工 デジタルガイドブック

2014.3
発刊!

土木工事の施工現場においては、施工および施工管理の省力化、品質向上を目的として、モーターグレーダやブルドーザなどのマシンコントロール技術やトータルステーションを用いた施工管理・出来形管理技術をはじめ、ICT技術の活用事例が大規模工事現場はもちろんのこと、小規模工事においても適用されはじめています。

このような中、国土交通省は、平成25年3月に今後の情報化施工の普及促進のための新たな施策「情報化施工推進戦略」～「使う」から「活かす」へ、新たな建設生産の段階に挑む!!～を発表しています。

当協会では、情報化施工を考えておられる実務者の皆様のために新しい情報化施工入門書「情報化施工デジタルガイドブック」を刊行いたしました。本書によって、情報化施工技術を理解していただき、現場施工に役立てていただきたいと考えています。

特 徴

本書では、情報化施工を担当する現場技術者の皆様を対象として作成したもので、DVD版の主な特徴は以下のとおりです。

- ★画像・映像による解りやすい技術紹介
- ★業務の流れに沿った解説
- ★導入効果の概説
- ★50項目以上の用語説明
- ★インターネット・エクスプローラ等のブラウザを使用して画面を切り替えながら見ることができる

Windows版

情報化施工デジタルガイドブック

第1版(2014年発行)

JCMA
一般社団法人 日本建設機械施工協会
(禁複製)

デジタルブックDVD版
(デジタル画像・動画等)

プレビューA4版冊子付

情報化施工 デジタルガイドブック

JCMA
一般社団法人
日本建設機械施工協会

定 価

一般価格

2,160円(本体2,000円)

会員価格

1,944円(本体1,800円)

※送料別途

主な内容

1

情報化施工
のあらまし

2

情報化
施工技術の
種類

3

情報化施工
の適用工種

4

情報化施工
の運用手順

5

建設機械・
測量機器リスト

6

情報化
施工データ

7

情報化施工
の導入効果

8

導入事例

9

用語の説明

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>

JCMA 図書

検 索

よくわかる建設機械と損料 2014

(平成26年度版 建設機械等損料表 解説書)

本書は当協会発行の書籍「平成26年度版 建設機械等損料表」で使用する用語や損料計算方法等を解説すると共に、前年度版からの主な改正点、機械損料を掲載している各種建設機械・器具の概要・特長、主要建設機械についてはメーカー・型式名等を紹介したものです。

機械損料に関する理解を深めるだけでなく、機械そのものに関する幅広い知識を得るという観点においても有効・有益な資料と考えます。詳細・申し込み方法は[当協会ホームページ](#)をご覧ください。

■発行：平成26年6月16日

■体裁：B5版、一部カラー、約400ページ

■価格(送料別途)

一般：5,616円(本体：5,200円)

会員：4,752円(本体：4,400円)

■特長

★損料表の構成・用語の意味、損料補正方法
などを平易な表現で解説

★19件の関連通達の位置付けと要旨を解説

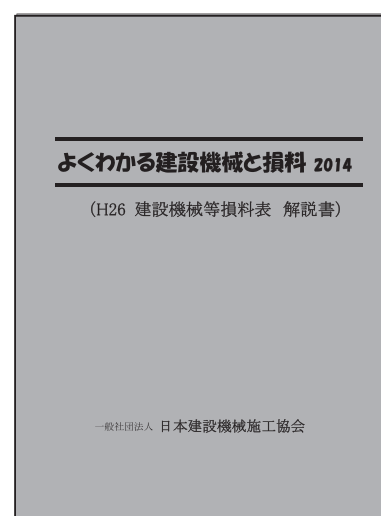
★H26損料表の主な改正・変更点を一覧表にして紹介

★損料表掲載の機械・器具等のコード体系を下記大分類別に図示

- | | |
|---------------------|-------------------|
| 01 ブルドーザ及びスクレーパ | 12 空気圧縮機及び送風機 |
| 02 掘削及び積込機 | 13 建設用ポンプ |
| 03 運搬機械 | 15 電気機器 |
| 04 クレーンその他の荷役機械 | 16 ウインチ類 |
| 05 基礎工事用機械 | 17 試験測定機器 |
| 06 せん孔機械及びトンネル工事用機械 | 18 鋼橋・PC橋架設用仮設備機器 |
| 07 モータグレーダ及び路盤用機械 | 20 その他の機器 |
| 08 締固め機械 | 30- 作業船 |
| 09 コンクリート機械 | 40- ダム施工機械等 |
| 10 舗装機械 | 50 除雪用建設機械 |
| 11 道路維持用機械 | |

★損料表掲載の機械・器具等の概要を写真・図入りで紹介

★主要建設機械のメーカー・型式名を表にして紹介



平成26年度版 建設機械等損料表

■発刊：平成26年5月12日

■体裁：B5版 モノクロ 650ページ

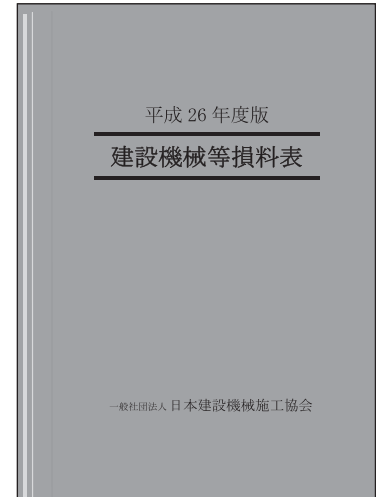
■価格(送料別)

一般：7,920円(本体 7,334円)

会員：6,787円(本体 6,285円)

■内容

- ・機械経費・損料等に関する通達・告示類を掲載
- ・国土交通省制定「建設機械等損料算定表」に基づき編集
- ・損料表の構成・用語や損料積算例を解説
- ・燃料・電力消費量(率)を掲載
- ・主要建設機械は写真・図で概要を紹介



<参考> 平成26年度版の主要改正点の一部を下表に示します。この表は平成26年度版 建設機械等損料表の解説書「よくわかる建設機械と損料2014」(6月16日発売)から抜粋、アレンジしたものです。

現行(旧)		変更箇所		改正	
		コード	名称		
0101	ブルドーザ	-	-	0101	ブルドーザ
		(追加)		015	[普通・排ガス(OR2011)]
		(追加)		025	[湿地・排ガス(OR2011)]
		(追加)		055	[リッパ装置付・排ガス(OR2011)]
0104	スクレーブドーザ	-	-	0104	スクレーブドーザ
	011		○	011	[普通型]
0106	被けん引式スクレーパ	-	-	0106	被けん引式スクレーパ
	012		○	012	[油圧式]
0202	バックホウ(クローラ型)	-	-	0202	バックホウ(クローラ型)
		(追加)		115	[標準型・排ガス(OR2011)]
		(追加)		135	[標準型・超低騒音型・排ガス(OR2011)]
		(追加)		714	[ディーゼル/電気ハイブリッド型・排ガス(3次)]
		(追加)		715	[ディーゼル/電気ハイブリッド型・排ガス(OR2011)]
0204	ドラグライン及びクラムシェル	-	-	0204	ドラグライン及びクラムシェル
	061 [油圧クラムシェル・テレスコピック式・クローラ型]		○	061	[油圧クラムシェル・テレスコピック式]

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 26 年度版

∞ ∞ ∞ 改訂・発刊のご案内 ∞ ∞ ∞

平成 26 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 26 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 26 年度版」を発刊致しました。

なお前年度版同様、橋梁の補修・補強工事の積算に際し、その適用範囲や積算手順をわかりやすく解説した「橋梁補修補強工事積算の手引き 平成26年度版」を別冊(セット)で発刊致しております。

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 26 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 25 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

- ・ 送出し架設 留意項目の追加
- ・ 橋梁補修 (掲載歩掛一覧表、塗替塗装用足場工、仮設ブラケットの設置・撤去、素地調整 (ブラスト工法、コンクリート補修歩掛) の追加
- ・ 積算例題の見直し

2. PC 橋編

- ・ 工事用エレベーター運転費の電力設備に発動発電機を追加
- ・ 外ケーブル工予備孔の設置歩掛りを追加
- ・ 外ケーブル PE 管グラウトタイプ PC ケーブル工歩掛の変更
- ・ 重量型伸縮継手装置の設置歩掛りを追加
- ・ 検査孔蓋の設置歩掛りを追加
- ・ 複合損料の改定
- ・ 積算例題の見直し

- B 5 判 / 本編約 1,100 頁 (カラー写真入り)
- 別冊約 120 頁 セット

● 価格

- 一般価格 : 8,640 円 (本体 8,000 円)
- 会員価格 : 7,344 円 (本体 6,800 円)

※ 別冊のみの販売はいたしません。

※ 送料は一般・会員とも
沖縄県以外 600 円
沖縄県 610 円 (但し県内に限る)

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

大口径・大深度の削孔工法の設計積算に欠かせない必携書

大口径岩盤削孔工法の積算

平成26年度版

∞ ∞ ∞ 改訂・発刊のご案内 ∞ ∞ ∞

平成26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。

本協会では、平成24年5月に「大口径岩盤削孔工法の積算 平成24年度版」を発刊し、関係する技術者の方々に広くご利用いただいております。

さて、このたび国土交通省の土木工事積算基準及び建設機械等損料算定表等が改正され、平成26年4月1日以降の工事費の積算に適用されること等に伴い、当協会では、内容をより充実し、また解りやすく説明した「**大口径岩盤削孔工法の積算 平成26年度版**」を発刊致しました。

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

敬 具

◆ 内 容

平成26年度版の構成項目は以下のとおりです。

第1編 適用範囲

第3編 アースオーガ掘削工法の標準積算

第5編 ケーシング回転掘削工法の標準積算

第2編 工法の概要

第4編 パーカッション掘削工法の標準積算

第6編 建設機械等損料表

◆ 改定内容

平成24年度版からの主な改定事項は以下のとおりです。

- ・国土交通省の損料改正に伴う関連箇所の全面改訂
- ・オーガ、パーカッション、ケーシング回転掘削工法の施工機械を最新情報に改定
- ・工法写真、標準積算例により解りやすく解説
- ・施工条件に対応した新たな岩盤削孔技術事例を追加
- ・施工実績の改定に伴う掘削工法の種類と選定資料の部分改定

● A4版／約250頁（カラー写真入り）

● 価格

一般価格：6,048円（本体5,600円）

会員価格：5,142円（本体4,762円）

※ 送料は一般・会員とも

沖縄県以外 500円

沖縄県 350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。

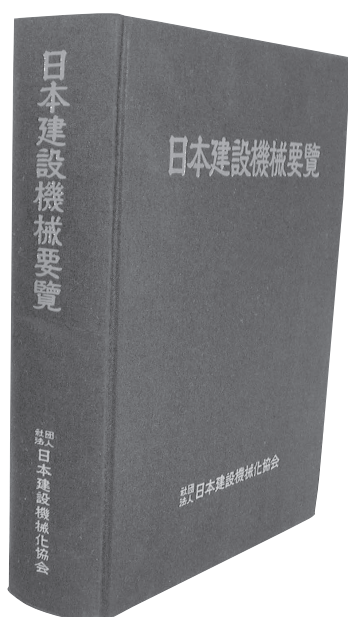


2013年版 日本建設機械要覧

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

価 格

価格は次の通りです（消費税8%含む）

一般価格 52,920円（本体49,000円）

会員価格 44,280円（本体41,000円）

（注）送料は1冊900円となります。

（複数冊の場合別途）

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 | ・骨材生産機械 | ・高所作業車、エレベータ、 |
| ・掘削機械 | ・環境保全およびリサイクル機械 | リフトアップ工法、横引き工法 |
| ・積込機械 | ・コンクリート機械 | および新建築生産システム |
| ・運搬機械 | ・モータグレーダ、路盤機械 | ・空気圧縮機、送風機およびポンプ |
| ・クレーン、インクラインおよび | および締固め機械 | ・原動機および発電・変電設備等 |
| ウインチ | ・舗装機械 | ・建設ロボット、情報化機器、ウォー |
| ・基礎工事機械 | ・維持修繕・災害対策機械 | タジェット工法用機器、CSG工法 |
| ・せん孔機械およびブレイカ | および除雪機械 | 用設備、タイヤ、ワイヤロープ、検 |
| ・トンネル掘削機および設備機械 | ・作業船 | 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	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2-4-30 いわきビル	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）でご覧いただけます。

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

◆ 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864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)3432-0289

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。

No	発行年月	図 書 名	一般価格 (税込)	会員価格 (税込)	送料
1	H26 年 6 月	よくわかる建設機械と損料 2014	5,616	4,752	500
2	H26 年 5 月	平成 26 年度版 建設機械等損料表	7,920	6,787	600
3	H26 年 5 月	橋梁架設工事の積算 平成 26 年度版	8,640	7,344	600
4	H26 年 5 月	大口径岩盤削孔工法の積算 平成 26 年度版	6,048	5,142	500
5	H26 年 3 月	情報化施工デジタルガイドブック【DVD 版】	2,160	1,944	400
6	H25 年 6 月	機械除草安全作業の手引き	972	864	250
7	H25 年 5 月	橋梁架設工事の積算 平成 25 年度版	8,640	7,344	600
8	H25 年 3 月	日本建設機械要覧 2013 年版	52,920	44,280	900
9	H23 年 4 月	建設機械施工ハンドブック（改訂 4 版）	6,480	5,502	600
10	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャの変遷	3,240		400
11	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャの変遷【CD】	3,240		250
12	H22 年 7 月	情報化施工の実務	2,160	1,851	400
13	H21 年 11 月	情報化施工ガイドブック 2009	2,376	2,160	400
14	H21 年 9 月	道路除雪オペレータの手引	3,085	2,057	500
15	H20 年 6 月	写真でたどる建設機械 200 年	3,024	2,560	500
16	H19 年 12 月	除雪機械技術ハンドブック	3,086		500
17	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	3,456	2,880	400
18	H17 年 9 月	建設機械ポケットブック（除雪機械編）	1,029		250
19	H16 年 12 月	2005「除雪・防雪ハンドブック」（除雪編）	5,142		600
20	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）	3,456		500
21	H15 年 7 月	建設施工における地球温暖化対策の手引き	1,620	1,512	400
22	H15 年 6 月	道路機械設備 遠隔操作監視技術マニュアル（案）	1,944		400
23	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）	1,944		400
24	H15 年 6 月	地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル	540		250
25	H13 年 2 月	建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック（第 3 版）	6,480	6,048	500
26	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（第 2 版）	2,675	2,366	400
27	H11 年 10 月	機械工事施工ハンドブック 平成 11 年度版	8,208		600
28	H11 年 5 月	建設機械化の 50 年	4,320		500
29	H11 年 4 月	建設機械図鑑	2,700		400
30	H10 年 3 月	大型建設機械の分解輸送マニュアル	3,888	3,456	500
31	H9 年 5 月	建設機械用語集	2,160	1,944	400
32	H6 年 4 月	建設作業振動対策マニュアル	6,172	5,554	500
33	H6 年 8 月	ジオスペースの開発と建設機械	8,229	7,714	500
34	H3 年 4 月	最近の軟弱地盤工法と施工例	10,079	9,565	600
35	S 63 年 3 月	新編 防雪工学ハンドブック【POD 版】	10,800	9,720	500
36	S 60 年 1 月	建設工事に伴う濁水対策ハンドブック	6,480		500
37		建設機械履歴簿	411		250
38	毎月 25 日	建設機械施工【H25.6 月号より図書名変更】	864	777	400

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。

建設機械施工

Vol.66 No.12 December 2014(通巻778号)

目次

最先端の高度な土木技術・建設技術の開発と実用化 特集

3	巻頭言	建設技術の開発と日本のインフラ	嘉納 成男
5	行政情報	公共工事等における新技術活用システム (NETIS) の改訂	林 利行
11	行政情報	新技術活用システム (NETIS) の活用状況	鹿毛 英樹
14	行政情報	土木研究所における最近の研究活動	大住 道生
18	行政情報	最近の建築研究所における研究開発の取組と成果	北田 透
22		二重回転カッター方式による大口径シールドの高速掘進技術の開発	安光 立也
30		ダム再開発工事における上流仮締切工の大幅効率化を実現 浮体式仮締切工法	川元 壊二・滝口 紀夫・宮本 修
35		鉄道建設分野における技術開発と実用化	清水 満
41		自動車走行燃費の改善に向けたアスファルト舗装技術の開発	石垣 勉・川上 篤史・久保 和幸
46		高波から国土を守る新型離岸堤 斜面スリット型透過式ケーソン S-VHS 工法	奥田 一弘・土岡 真樹
51		時速 50 km でトンネル空洞探査 高速走行型非接触レーダーによるトンネル覆工巻厚・空洞探査を実現:MIMM-R (ミーム-アール)	安田 亨・山本 秀樹・北澤 隆一
57		ビルをぶら下げる「塔頂免震構造」の開発	中村 豊
62		水の凍結膨張圧を利用した「コンクリート構造物破壊技術」	三輪 明広・小椋 浩・植木 和幸
67		災害応急復旧用無線遠隔操縦ロボットの開発 拮抗駆動式ゴム人工筋肉によるパラレルリンク型ロボットの有効性	豊田 晃央
72		荒掘削から整地まで自動アシスト制御する ICT 油圧ショベル PC200i-10 / PC200LCi-10	中川 智裕・新谷 了
77		電動遠隔解体機 DXR シリーズ	坂口 敬一
81	交流の広場	タッチとジェスチャで作業現場を支援するグローブ型ウェアラブルデバイスの開発	境 克司
85	ずいそう	百行は一信に如かず	鶴岡 松生
86	ずいそう	プロの苦しみとアマの楽しみ —技術開発現場における規制と進化—	富田 茂
87	CMI 報告	劣化した透光性遮音壁の機能回復技術	榎園 正義・谷倉 泉
92	部会報告	除雪機械の変遷 (その2) ロータリ除雪車 (2)	機械部会
100	新工法紹介	機関誌編集委員会	
101	新機種紹介	機関誌編集委員会	
102	統計	平成 26 年 建設業の業況 機関誌編集委員会	
109	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	
110	行事一覧	(2014 年 10 月)	
114	編集後記	(篠原・相田) 「建設機械施工」既刊目次一覧	

◇表紙写真説明◇

鶴田ダム再開発事業での浮体式仮締切工法

写真提供: 鹿島建設㈱

既存ダムの機能を強化する再開発事業はダムを運用しながら施工することが多いため、ダム上流面に仮締切を

設置しドライな空間を確保して各種の作業を行う。現在施工中の鶴田ダム再開発事業では、この仮締切に新たに開発した浮体式仮締切工法を採用した。底蓋と一体化した仮締切扉体を浮体化しバラスト調整しながら一括して設置し、浮力は浮上り防止金物で支持する。写真は、設置した仮締切内部をドライにするための排水作業を実施している状況である。

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応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 26 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 26 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知識や技術力を検定します(以下の記載内容は概略ですので、詳細は当協会ホームページを参照又は電話による問い合わせをしてください)。

1. 申込み方法

所定の受検申込用紙に必要事項を記載し、添付書類とともに郵送。

平成 26 年 3 月 7 日(金)～4 月 4 日(金)まで、受検申込み用紙を含む「受検の手引」を当協会等で販売;終了

2. 申込み受付

平成 26 年 3 月 7 日(金)～4 月 4 日(金);終了

3. 試験日

(1) 学科試験:平成 26 年 6 月 15 日(日);終了

(2) 実地試験:平成 26 年 8 月下旬から 9 月中旬;終了

4. 合格発表

平成 26 年 11 月 28 日(金);終了
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>

第 8 回 日本建設機械施工協会 研究開発助成

1. 対象技術開発等

建設機械又は建設施工(施工に伴う調査を含む)に関する技術開発若しくは調査・試験研究であって、以下のいずれかをその目的として、新規性・必要性・発展性が高いと判断されるものを助成の対象とします。

- ①施工の合理化
- ②施工の品質管理
- ③建設工事における安全対策
- ④建設工事における環境保全
- ⑤災害からの復旧及び防災

⑥社会資本の維持管理・保全技術の向上又は合理化

⑦その他建設機械又は建設施工に関する技術等の向上と普及

2. 助成対象者

大学、高等専門学校及びこれらの附属機関、もしくは法人格を有する民間企業等の研究者及び研究グループ

3. 公募期間

平成 26 年 8 月 1 日(金)～10 月 31 日(金);終了

4. 助成決定

平成 26 年 12 月下旬

5. 助成期間

助成決定の翌日～平成 28 年 3 月 31 日

詳細問合せ先:

一般社団法人日本建設機械施工協会
研究開発助成事務局 小櫃

TEL: 03-3433-1501

FAX: 03-3432-0289

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

日本建設機械施工協会「個人会員」入会のご案内

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。

会費:年間 9,000 円

★個人会員の特典

○機関誌「建設機械施工」を毎月お届け致します。

本誌では、建設機械・施工技術に関わる最新情報や研究論文、本協会の行事案内・実施報告等のほか、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、

に、会員価格で参加できます。

お問い合わせ・申込書の送付先

※お申し込みには本誌差込広告ページの申込用紙をご利用ください

一般社団法人日本建設機械施工協会
個人会員係

TEL: (03) 3433-1501

FAX: (03) 3432-0289

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

巻頭言

建設技術の開発と日本のインフラ

嘉 納 成 男



建設における技術開発の主たる目的には7つある。①機械化やロボット化などによって人手のみでは出来ないインフラを実現する。②働く人々に苦渋を強いる作業を無くす。③労働災害や公衆災害を引き起こさないでインフラを造る。④目指す品質を確実に確保する。⑤自然に優しくインフラを造る。⑥経済的にインフラを造り、社会が望む数多くのインフラを実現する。⑦早期にインフラを完成させる。等である。

建設活動が目指す5要素（安全、品質、工期、コスト、環境）とともに、より高度なインフラを社会に提供し、働く人々にとっての配慮を目指した技術開発が常に求められている。

その中において、社会から比較的軽視されがちな研究課題が、経済性に関する技術開発である。企業が経済性を目指した研究をしていると、企業の儲けを増やすための研究と勘違いされ、企業のためにはなるが、社会のためには貢献していないと誤解されがちである。より多くのインフラを社会に生み出すためには、これらのインフラを安価に調達出来なければ実現しない。成熟社会になりつつある日本においては、より経済的にインフラを造り、またそのインフラの維持管理も経済的に出来る技術が求められている。

日本では、戦後の貧しい時代からインフラ整備が再開されたため、当初は費用も限られており、また技術も未熟であったために、質の悪さが目立った。そのため、品質の向上を目指して多くの研究開発が為され、世界的にも質の高いインフラを実現してきた。品質がある程度の高さに達してくると、建設工事に関わる安全性の確保、環境への配慮が求められるようになり、様々な研究開発が為されてきた。このころ、海外に比較して日本の建設費の高さが問題視されたことがある。当時の円高による為替換算をベースにした建設単価の国際比較であり、また日本の法規や制度も影響してはいたが、日本の建設単価は確かに欧米に比較して、安くはない状況にあった。自動車など工業製品につい

て品質の高い製品を安価に造り出す日本の技術が、建設については活かされていなかった。

その後、経済的にインフラを造り出す技術開発にも積極的に動いたものの、バブル崩壊後は、建設工事費の「縮減」として、発注組織は業者の間のコスト競争を煽り、技術開発で本来縮減を果たすべきところを、ダンピング体質を建設産業に生み出すことによって、経済性の達成を果たしてきたと言える。

このような行き過ぎた価格競争の結果、建設産業は疲弊し、「インフラの在るべき姿を求める」企業力よりも、「本来在るべき利益を削って、安価にインフラを提供する」企業が発注組織には都合が良い存在となる。技術を持って経済性を真面目に追及するよりも、安価な労働者や下請けを巧く使うことが企業の力になっていく。この状況において、念には念を入れた質の高い作業や管理はコスト増につながるため、作業要領や管理要領に定められた内容に最低限準拠する建設活動が行われ、品質欠陥や労働災害が、散発的に発生する現象を生み出している。

技術開発に積極的な企業であっても、管理経費の圧縮から、将来を見据えた技術研究は影をひそめ、目の前にある欠陥問題や技術問題を解決するためのその場しのぎの研究が多くなる。その典型的な事例は、東日本大震災における原子力発電所の事故に対するロボットの導入である。当時、人が入れない被ばく箇所への検査ロボットの活用が注目されたが、それを満足する建設ロボットは日本には無かった。

本当のところは、「無かった」のではなく、「過去にはあったが、建設ロボットの研究を進められなくなったため、壊してしまった」と言うのが事実である。結局は、海外の企業から提供を受けて何とか、被ばく箇所の状況の確認を行った。この一連の報道によって、日本の建設技術のレベルの低さに社会は呆れたのではないだろうか。バブル崩壊後の数年まで日本の建設ロボットの技術は世界でトップを走っていたことを考えると、

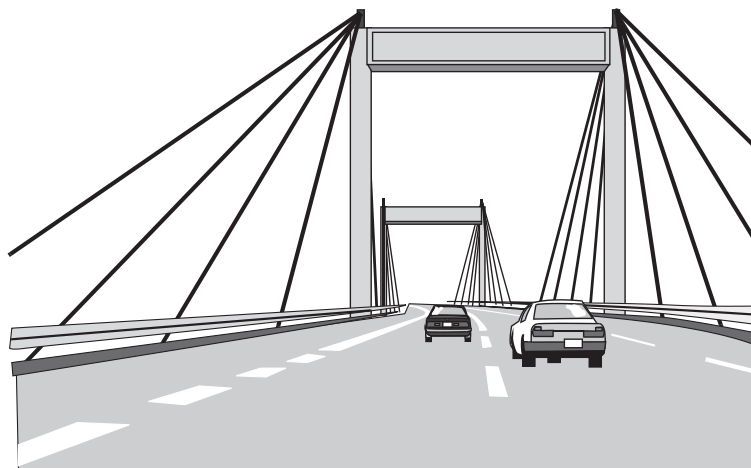
この報道に、建設ロボット開発に従事していた日本の技術者や研究者は歯痒い思いをしたことであろう。

バブル崩壊後の労賃の低下以来、安価な労働者による作業が尊重され、建設ロボットや省力化・労働生産性向上に対する技術開発が蔑ろにされてきた。最近の緊迫した労働者不足の現状から、これらの技術開発を復活しようとする動きがある。しかし、オリンピック以降に予想されている建設需要の急激な低下を考えると、場当たりの技術開発の体制では、また、「元の

木阿弥」となり、7年後には安価な労働者に頼ろうとするであろう。

成熟社会・人口逡減が迫りくる時代において、短期的な資材の高騰や労働者不足の「対策」としてではなく、国家的な見地から、建設の経済性、労働生産性の向上研究が進められなければならない。

——かのう なるお 早稲田大学 理工学術院 創造理工学部 建築学科 教授——



行政情報

公共工事等における新技術活用システム（NETIS）の改訂

林 利 行

国土交通省では、有用な新技術の積極的な活用を推進することで、公共工事のコスト縮減や品質向上を図り、新技術の更なる改善を促進するための仕組みとして、平成13年度からNETISを運用し、平成18年度からは国土交通省の現場で活用した評価結果（事後評価情報）について公表している。

これまでのシステム運用状況を踏まえ、「新技術の登録申請時及び活用後の評価における技術特性の明確化」、「現場ニーズに基づく技術公募による活用・評価の促進」、「外部機関の活用による評価の効率化」等を目的に、NETISを改正し、平成26年4月より施行した。

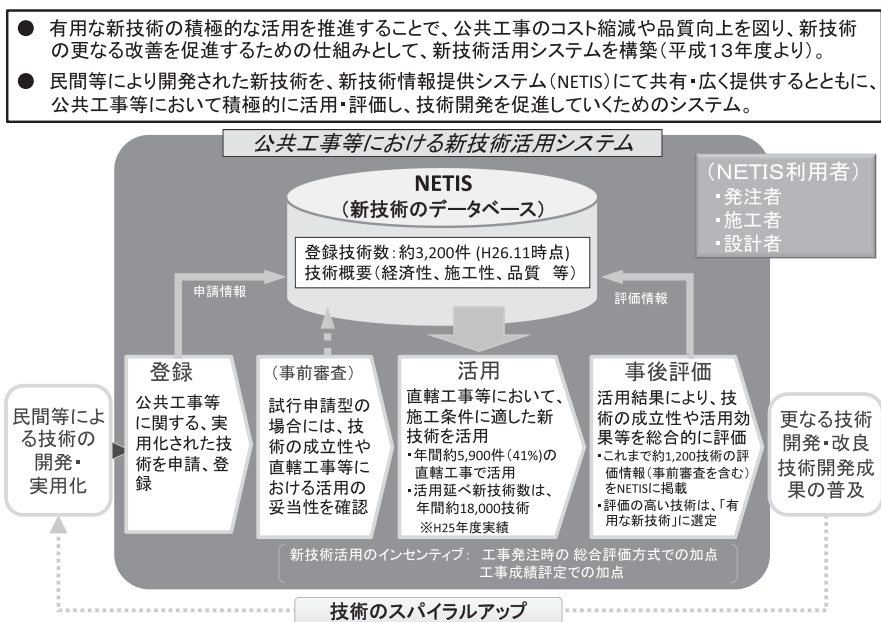
キーワード：公共工事等における新技術活用システム（NETIS）実施要領改正、テーマ設定型（技術公募）、外部機関の活用、技術特性の明確化、老朽化対策

1. はじめに

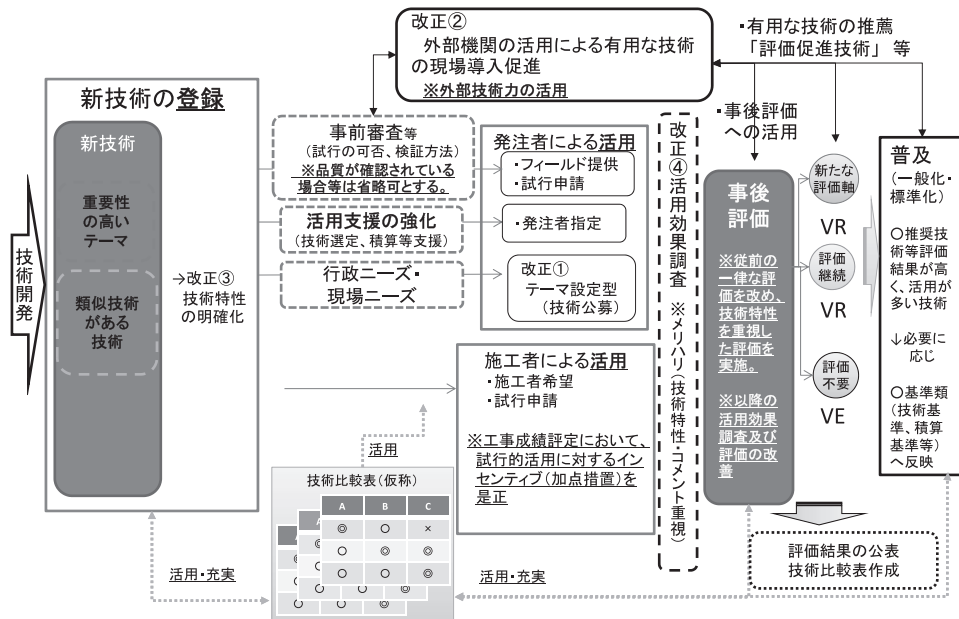
国土交通省では、有用な新技術の積極的な活用を推進することで、公共工事のコスト縮減や品質向上を図り、新技術の更なる改善を促進するための仕組みとして、平成13年度からNETIS（新技術情報提供システム、約3,200技術登録（H26.11時点））を運用し、平成18年度からは国土交通省の現場で活用した評価結果（事後評価情報）について公表している（図—1参照）。

その後も、事後評価情報の充実を図るため、平成22年には、事後評価に必要な活用件数を10件から5件に緩和するなど、新技術の活用・評価の促進、技術のスパイラルアップに取り組んできた。その結果、新技術の活用率（新技術を活用した工事件数を総工事件数で除したもの）は、約40%（平成25年度）となるなど、NETISは新技術の普及に寄与してきた。

一方、NETIS登録技術の内、約3/4の技術は評価されない（未評価技術）などの課題があることから、民間で開発された新技術の積極的な活用を促進するた



図—1 公共工事等における新技術活用システム（NETIS）



図一 2 新技術活用システム実施要領改正概要 ～登録、活用、評価、普及の一連の過程における改正～

め、国土交通省では、「新技術の登録申請時及び活用後の評価における技術特性の明確化」、「現場ニーズに基づく技術公募による活用・評価の促進」等を目的に、「公共工事等における新技術活用システム（NETIS）」の実施要領を改正し、平成 26 年 4 月より施行している（図一 2 参照）。

以下では、本年度からの主な改正内容と、平成 25 年度から取り組んでいる NETIS の枠組みを活用した老朽化対策の取組みについて紹介する。

2. 新技術活用システムの改正

(1) 現場ニーズに基づく技術公募による活用・評価の促進

特定の工種・工法において複数の新技術が登録されているが、未活用・未評価技術において、その特徴（長所、短所）がわかりにくい等の原因により、現場での活用が進みにくいという課題を抱えていた。

そこで、従来の活用方式である、「試行申請型」、

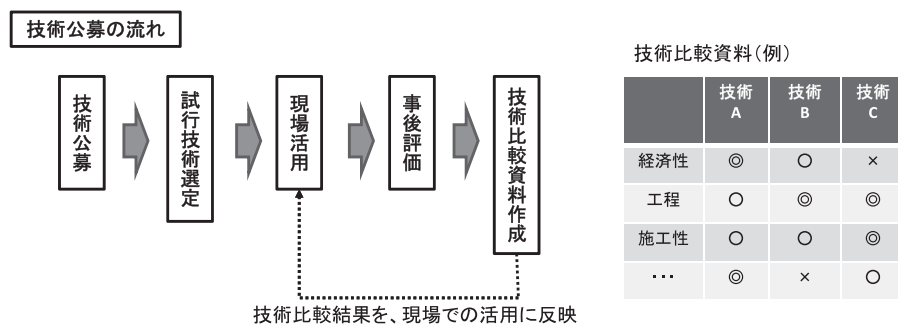
「フィールド提供型」、「発注者指定型」、「施工者希望型」に加え、「テーマ設定型（技術公募）」を新設した。

「テーマ設定型（技術公募）」を通して、現場ニーズに基づき設定した技術テーマに対し、応募のあった技術を現場で積極的に活用、評価（原則、1 年以内に 1 件以上活用、評価）することで、新技術の現場導入、評価の加速化に取り組む。

活用、評価した技術については、技術比較資料を作成することで、技術特性（優れた点や類似技術との違い）を明らかにするとともに、受発注者等が、技術比較資料を新技術選定に活用することで、適切な技術の現場導入を促進する（図一 3 参照）。

(2) 外部機関の活用による有用な技術の現場導入促進

NETIS 登録技術については、国土交通省発注工事における実績に基づき事後評価されるが、評価済み技術が全体の約 1/4 にとどまるなど、未評価技術の評価促進が求められている（H26.3 時点）。



図一 3 テーマ設定型（技術公募）

表—1 登録申請時における従来技術や類似技術との比較（例）

	新技術(Z工法)	従来技術(A工法)	類似技術(B工法)
NETIS番号	CB〇△-A	-	KT〇〇-V
改良深度	50m以内	50m以内	50m以内
経済性	120	100	95
工程・工期	80	100	110
品質	◎・・・	○・・・	◎・・・
出来形	◎・・・	○・・・	◎・・・
環境負荷	○・・・	○・・・	△・・・
安全性	◎・・・	○・・・	○・・・

◎: 従来技術より優れている、○: 従来技術と同程度、△: 従来技術より劣る、・・・は文字による解説

そこで、従来、「各地方整備局等に設置された新技術活用評価会議」、「関係研究機関」及び「第三者機関等」に限定していた推奨技術、準推奨技術の推薦を地方公共団体等にも拡大する。また、新たに設定した「評価促進技術」に選定された技術については、国土交通省において積極的に活用・評価を行うなど、有用な新技術の積極的な現場導入に取り組む（表—1 参照）。

今回の改正により、外部機関で活用された技術の評価結果等を活用し、有用な技術の現場導入を促進する。

（3）新技術の登録申請時における技術特性の明確化

新技術全体のうち、評価が進まない技術については、従来技術（※1）や既 NETIS 登録技術（類似技術）と比べ、技術特性がわかりにくいなどの課題が挙げられる。

（※1）公共工事等において標準的に使用され、標準積算の対象となる技術等

これを受け、新技術の「登録申請時」に、以下に取り組むことで、新技術の技術特性を明確にし、適材適所での活用を促進していく（図—4 参照）。

①適正な従来技術の設定（妥当性を示す根拠資料の提示）

②従来技術に加え、既 NETIS 登録技術（類似技術）との比較

③技術特性に応じ、新たな評価項目の追加

（4）新技術活用後の評価における技術特性の明確化

これまで、国の現場で活用された技術については、6つの項目（経済性、工程、品質・出来形、安全性、施工性、環境）について定量的（5段階）に評価を行ってきた。一方、本評価では、技術特性が正確に反映できない技術もあるため、定性的（コメント重視の）評価が可能な評価方法に改正するとともに、技術特性に応じ調査項目の追加や見直しを可能とした（図—5 参照）。

また、評価が安定している技術については、以降の評価を省略できるよう改正した。

本改正により、これまで複数回評価されてきた技術について技術評価を確定し、一定の技術特性を示すことが可能となる。

点数だけでなく、コメント重視の評価が可能な調査表へ改訂

技術特性に合わない項目は、調査及び評価を行わない

大項目の点数化は継続

評価項目	□ 当該技術に関連しない評価項目である					良 か つ た 点		
	従来技術より劣る	同等	従来技術より優れる	□1	□2		□3	□4
コメント	安全							

技術特性に応じて、評価の視点をチェック及びコメントを記載

評価項目	□ 当該技術に関連しない評価項目である					良 か つ た 点		
	従来技術より劣る	同等	従来技術より優れる	□1	□2		□3	□4
コメント	自由設定							

技術特性に応じて、評価項目を追加

* 上記の6項目の他に、評価事項がある場合に本項目にて評価を行って下さい。良かった点、悪かった点はコメント欄へ具体的に記載して下さい。

図—4 活用効果調査表の主な改正内容

実施主体	現状		H26以降	推奨技術	準推奨技術	評価促進技術
①評価会議	有用な技術(「設計比較対象技術」「少実績優良技術」「活用促進技術」)から推薦	→	有用な技術(「活用促進技術」)等から推薦	現行通り	現行通り	-
②第三者機関	建設技術審査証明を取得しており、近年、NETISにおいて活用・評価された技術	→	・建設技術審査証明や港湾関連民間技術の確認審査・評価等を取得しており、近年、NETISにおいて活用・評価された技術 ・学会についても検討	現行通り(強化)	現行通り(強化)	新規
③研究機関	事前審査等を行い、近年、NETISにおいて活用・評価された技術	→	・事前審査等を行い、近年、NETISにおいて活用・評価された技術 ・自機関(共同開発含む)で開発・評価した技術	現行通り(強化)	現行通り(強化)	新規
④地方公共団体等	現在無し	→	特定の条件を満たした技術 例: NETIS同様の制度を有し、活用・評価された技術	-	新規	新規

図—5 推奨技術等の推薦方法

3. NETIS を活用した老朽化対策の取組

我が国の社会インフラは、高度経済成長期などに集中的に整備され、今後急速に老朽化することが懸念されることから、真に必要な社会資本とのバランスを取りながら、戦略的な維持管理・更新を行うことが課題となっている。

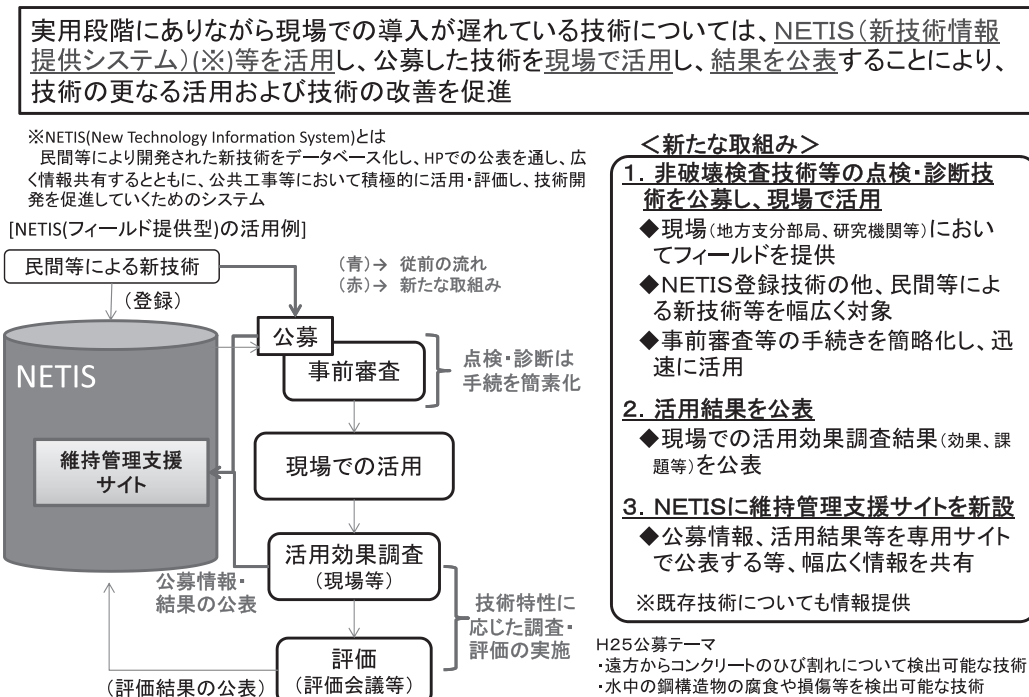
国土交通省では、平成 25 年 1 月に国土交通大臣を議長とする「社会資本の老朽化対策会議」を立ち上げて、同年を「社会資本メンテナンス元年」とし、同年 3 月に 3 か年にわたる当面講ずべき措置をとりまとめ、様々な施設の老朽化対策に総合的かつ重点的に取り組んでいくことを示すとともに、省内の体制として「社会資本老朽化対策推進室」を設置し、この社会資本老朽化対策推進室を核にして、道路、河川、港湾、空港といった、国土交通省で所管するインフラの分野横断的な取組みを推進している。

これら老朽化対策の取組みの一環として、平成 25 年度より、NETIS の枠組みを活用して、以下の取組みを開始した(図—6 参照)。

- ・点検等の維持管理において活用可能な技術を対象とした専用のデータベース(NETIS 維持管理支援サイト)を構築することで、点検等に資する技術の特性を明確化
 - ・具体の現場ニーズに基づき、テーマを設定し、公募した新技術を現場で積極的に活用・評価することにより、新たな技術の現場導入を促進
- 以下では、これらについて紹介する。

(1) 維持管理支援サイトの設置

国土交通省では、維持管理支援サイトを設立し、NETIS に登録された技術から、点検等に資する技術(以下で示す 2 テーマ)を募り、これら技術情報を公表し、発注者・施工者・設計者を含めて広く情報提供



図—6 現場への導入可能性のある技術の情報共有と現場での活用について

することにより、点検等の現場における活用の支援に取り組んでいる。

(a) 点検等に資する技術

点検等に資する技術とは、ある時間断面（定期点検等）の構造物等の状況（ひび割れ、腐食、変形等）を把握する技術。モニタリング技術^(※2)に活用可能な技術を含む。

(※2) モニタリング技術とは、構造物等の状況（ひび割れ、腐食、変形等）を常時もしくは複数回（常時／定期／不定期、最低2時点）で計測し、状態の変化を把握する技術。

(b) 診断調査結果を解析・管理・収集する技術

これらの技術について、点検対象となる構造物（ジャンル）毎に整理し、登録技術について以下の技術情報を紹介している。

- ・点検等における技術的特徴（どのような工事又は業務において、どのように役に立つのか等）
- ・点検等工事又は業務における活用実績（件数、工事等名等）
- ・点検等における対象分野（トンネル内附属物、橋梁、舗装等）

また、本サイトはNETISの掲載情報にリンクしており、NETIS番号をクリックすると、NETIS登録されている当該技術の情報が確認できる。

今後は、掲載対象技術を点検・診断以外の技術にも拡張しサイトの充実を図るとともに、掲載された技術の評価・活用促進方法について検討していく。

(2) NETIS を活用した点検・診断技術の公募・活用・評価の促進

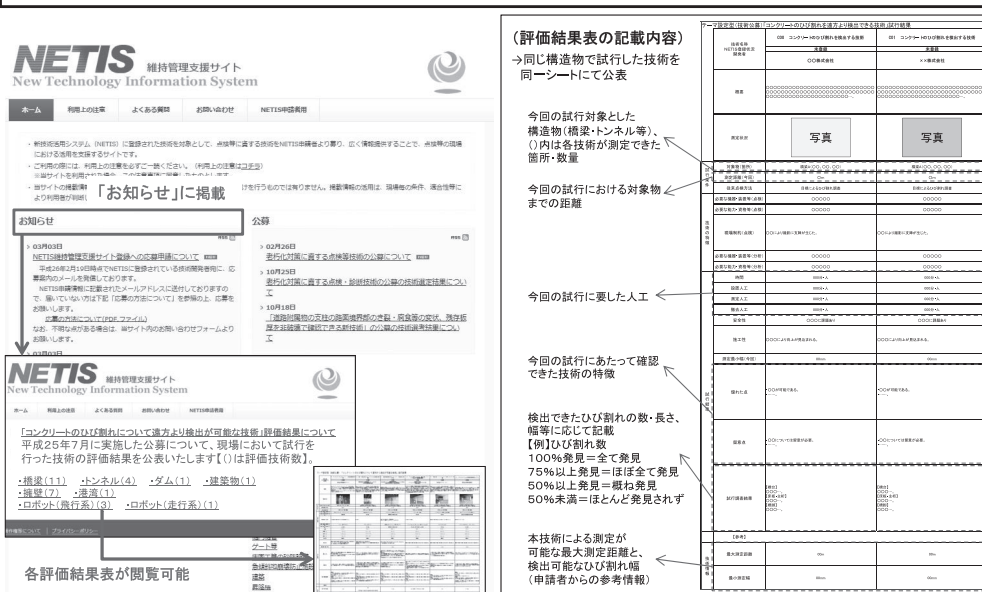
平成25年度より老朽化対策の一環として、非破壊検査技術等の点検・診断技術について、NETISを活用して幅広く公募を行い、速やかに現場で活用・評価するとともに、NETIS上に設置する維持管理支援サイトにおいて、点検・診断技術の活用状況や活用結果を公表する取組みを進めており、平成25年度は2テーマ（「コンクリートのひび割れについて遠方から検出が可能な技術」、「目視困難な水中部にある鋼構造物の腐食や損傷等を非破壊・微破壊で検出が可能な技術」）について技術の公募を行い、「コンクリートのひび割れについて遠方から検出が可能な技術」（29技術）の試行結果について、維持管理支援サイト上で公表している（平成26年11月時点）（図一7参照）。

<http://www.m-netis.mlit.go.jp/news/20140911.html>

また、「目視困難な水中部にある鋼構造物の腐食や損傷等を非破壊・微破壊で検出が可能な技術」について3技術を試行対象技術として選定しており、現場試行後、評価結果については、維持管理支援サイト上で公表する。

今後は、本技術公募の取組みを拡大するとともに、計画的に実施することで、現場ニーズの高い新技術について、短期間での活用・評価に取り組むとともに、施工者等にとって、これまで以上に評価情報が効率的に活用されるよう、類似技術間の技術特性を区別できるような評価方法の導入などに取り組んでいく。

発注者ニーズ（コンクリートのひび割れについて遠方から検出が可能な技術）に基づき、技術公募し、29件の技術（カメラ21件、レーザー4件、ロボット4件）について現場で活用・評価。評価結果について維持管理支援サイトに公表。



図一7 コンクリートのひび割れについて遠方から検出が可能な技術試行結果の公表

今後の実施テーマについては、下記のとおりである。各テーマに関する公募情報などについては、それらを担当する地方整備局等より公表予定である。

①コンクリートの健全度調査

例：「コンクリート構造物の塩化物イオン含有量の非破壊、微破壊調査方法」等

②構造物内の空洞調査

例：「トンネル覆工の背面空洞の調査方法」「小径の樋管内の空洞化を計測する技術」「堤体内部の空洞化等を調査する技術」「凹凸のある護岸裏の空洞化を調査する技術」等

③き裂等の調査

例：「上塗り塗装施工したままで可能な溶接部の亀裂、劣化調査」等

④維持（長寿命化等）

例：「新素材繊維接着工（コンクリート剥落対策）」「コンクリート表面保護剤（含浸剤）」等

このような取組みにより、現場への導入可能性のある技術の掘り起こしや点検・診断技術の情報共有等を図って行く。

4. おわりに

国土交通省では、有用な新技術の積極的な活用を推進することで、公共工事のコスト縮減や品質向上を図り、新技術の更なる改善を促進するための仕組みとして、平成13年度からNETISを運用している。

今後も、更なる効率的・効果的な新技術活用を推進するため、NETISの改正や新たな取組み等を検討していくので、開発者、施工者、設計業者各位におかれましては、引き続きご支援・ご協力をお願い申し上げます。

J C M A

【筆者紹介】

林 利行（はやし としゆき）
国土交通省
大臣官房 技術調査課
課長補佐



行政情報

新技術活用システム（NETIS）の活用状況

鹿毛 英樹

国土交通省では、公共工事において品質・安全の確保、環境の保全、コスト縮減などを図り、良質な社会資本整備を着実に進めるため、優れた技術を持続的に創出、活用することを目的に、「公共工事等における新技術活用システム」に基づき「新技術情報提供システム（NETIS）」を構築している。

NETISは、インターネットで運用される国土交通省のデータベースシステムで、NETIS登録技術を一覧に公表している。

キーワード：新技術、NETIS、新技術情報提供システム、公共工事、品質確保、技術情報収集

1. 新技術の登録情報

(1) 申請情報「-A」

技術開発者によるNETISへの登録申請の受付は、地方整備局の技術事務所等の相談窓口で受け付けている。技術開発者にて作成した登録申請書類について、書類の不備が無いこと、申請された技術が新技術であること、知的財産権の有無などの確認を行い、相談窓口にて受理した技術を登録している。

NETISには「申請情報」として、登録申請書類に記載されている技術的事項及び経済性等の事項に関する情報等を掲載する。

NETIS（申請情報）に登録された場合には、登録記号「-A」が付与される。

(2) 評価情報「-VE, -VR」

直轄工事現場での活用が進み、活用効果調査表が5件以上収集された場合は、活用効果評価を行う。

活用効果評価は、技術の成立性が確認された技術について、新技術の活用効果等を総合的に判断するため、活用効果調査の結果に基づき、当該技術の優位性、安定性、現場適用性について、大学、産業界、研究機関等の有識者委員及び整備局等の委員で構成する地方整備局毎の「新技術活用評価会議」にて審議し、活用効果評価を行う。

NETISには「評価情報」として、新技術活用評価会議による活用効果評価結果に関する情報を掲載する。

平成26年4月に改正した実施要領では、活用効果

評価後に、継続調査等の対象としない技術には「-VE」を、継続調査等の対象となった技術には「-VR」を付与する。

なお、平成26年3月までに事後評価した技術は「-V」を付与している。

(3) 有用な新技術

事後評価の結果が優秀な技術については、有用な新技術として指定し、活用の促進を図る。

平成26年4月に改正した実施要領では、地方整備局等の新技術活用評価会議にて、有用な新技術として「活用促進技術」の選定を行う。この有用な新技術のうち評価会議が推薦する技術等から、本省の新技術活用システム検討会議が「推奨技術」「準推奨技術」の選定を行う。

なお、平成26年3月までは、「設計比較対象技術」「小実績優良技術」「活用促進技術」を有用な新技術としていた。

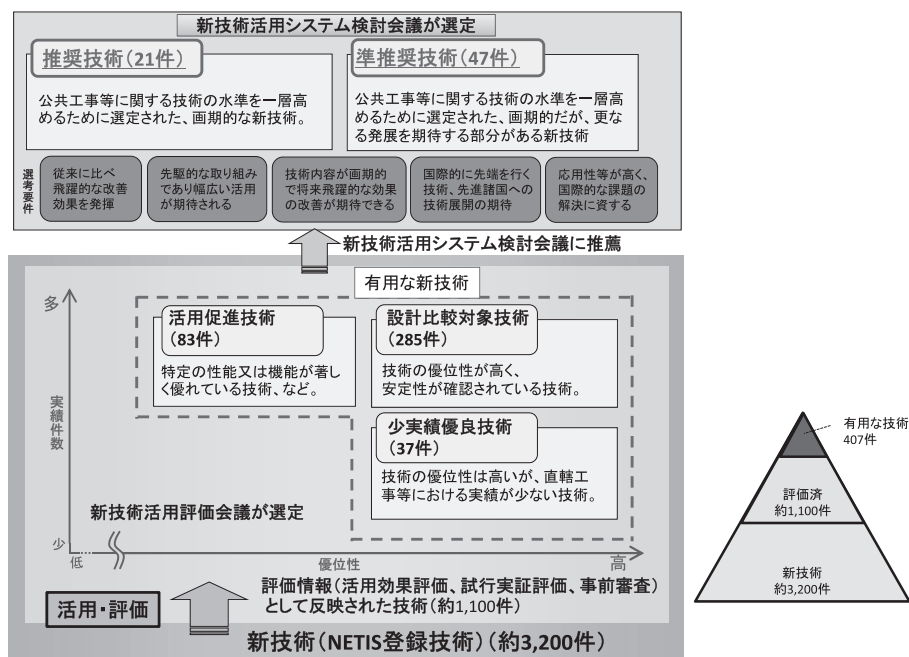
(4) 登録数

平成26年10月現在の登録数は図—1のとおりであり、約1/3の技術が評価されている。

申請情報（登録数）	約 3,200 技術
評価情報	約 1,100 技術
有用な新技術	407 技術

2. 活用型式

NETIS（申請情報）に登録された新技術は、5つの



図一 1 NETIS 登録技術数 (平成 26 年 10 月現在)

型で活用されている。

①発注者指定型

直轄工事における現場ニーズ、行政ニーズにより必要な新技術を発注者の指定により活用する型

②施工者希望型

入札契約の総合評価方式における技術提案または契約締結後における施工者からの技術提案申請に基づき、施工者が新技術を活用する型

③試行申請型

事後評価未実施技術を対象に、NETIS 申請者の試行申請に基づき試行を行う型

④フィールド提供型

現場ニーズ等により、各地方整備局等が NETIS 申請者からの新技術提案募集を行い、フィールドを提供

し、活用する型

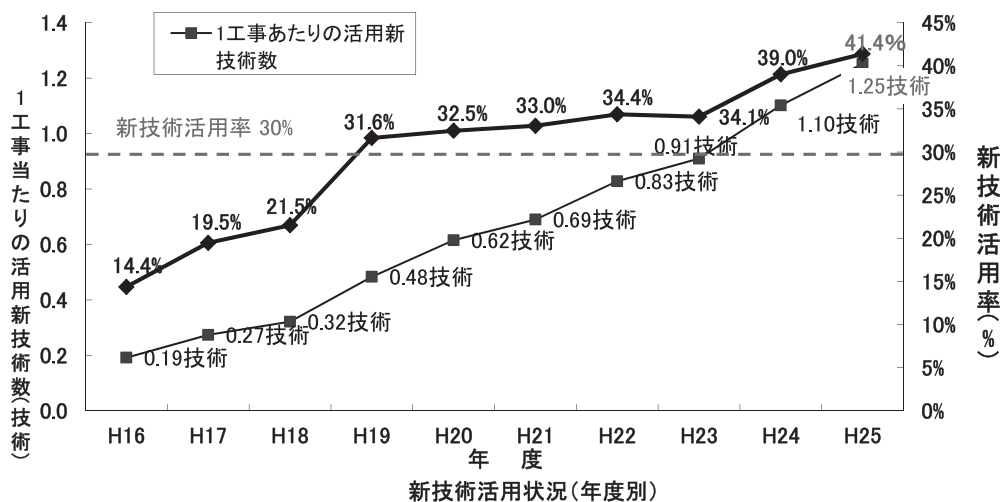
⑤テーマ設定型 (技術公募)

平成 26 年 4 月に改正した実施要領で新たに制定した型で、現場ニーズに基づき設定した技術テーマに対し、応募のあった技術を現場で活用、評価することで、新技術の現場導入及び評価の加速化に取り組む型

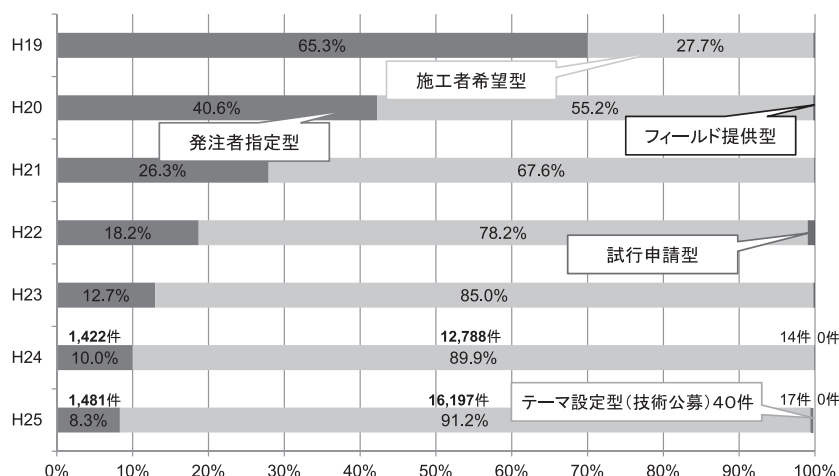
3. 新技術活用の推移

新技術活用率 (新技術を活用した工事件数を総工事件数で除したものは、平成 25 年度では 41.4% となり、平成 16 年度以降の統計で最大となった。

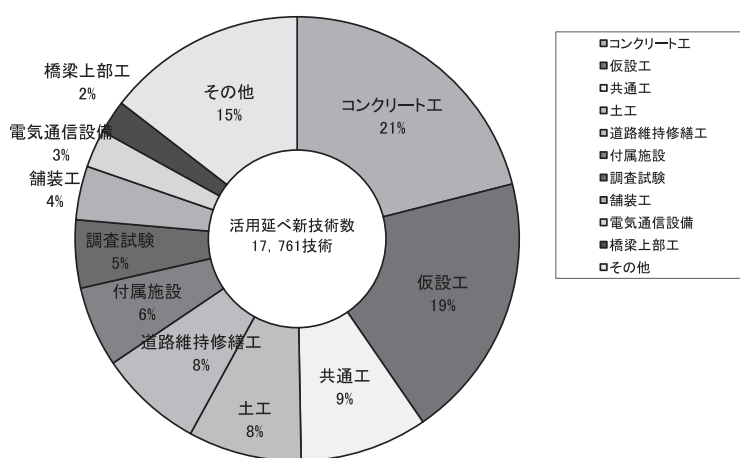
また、1 工事当たりの活用技術数は 1.25 技術となり、増加している (図一 2)。



図一 2 新技術活用状況 (年度別)



図—3 新技術活用状況（型式別）



図—4 新技術活用状況（工種別内訳）

4. 型式別の活用状況

各年度の活用延べ新技術数を活用型別にみると、図—3のとおりである。

「施工者希望型」（入札契約の総合評価方式における技術提案，または契約締結後における施工者からの技術提案に基づき，施工者が新技術を活用する）の割合が，平成19年度以降増加している。

「施工者希望型」の4つの型に占める割合は平成25年度では91.2%となり平成24年度の89.9%に比べ1.3%増加した。

「施工者希望型」の割合が増加してきた要因は，施工者による新技術の活用を促進するため，以下の入札契約及び施工時にインセンティブを与える取組の効果と考えられる。

- ①入札契約の総合評価方式において，入札参加者が新技術に関する技術提案を行った場合に加点
- ②工事施工時において，施工者からの提案により，直轄工事で新技術を活用した場合に，工事成績評定を加点

5. 工種別の活用状況

平成25年度において，活用のべ新技術数17,761件のうち，もっとも多くの新技術が使われた工種は，「コンクリート工」であった。次いで，「仮設工」，「共通工」，「土工」，「道路維持修繕工」の順に，多く活用されていた（図—4）。

6. おわりに

国土交通省においては，有用な新技術の活用促進と技術のスパイラルアップを目的として，今後もNETISの効率的な運用を図りますので，工事現場における新技術の積極的な活用をお願いします。

NETIS（新技術情報提供システム）ホームページ
<http://www.netis.mlit.go.jp/NetisRev/newindex.asp>

JCM A

【筆者紹介】
 鹿毛 英樹（かげ ひでき）
 国土交通省
 総合政策局 公共事業企画調整課
 課長補佐

行政情報

土木研究所における最近の研究活動

大 住 道 生

独立行政法人土木研究所は、平成13年4月に独立行政法人に移行してから13年が経過し、現在は平成23年4月からはじまった第3期中期目標期間（平成23～27年度）の4年目となる。

ここでは、土木研究所における最近の研究活動として、研究開発の事例に加え、SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）への参画、災害発生時に行っている技術的支援や土木技術を活かした国際貢献などについて紹介する。

キーワード：研究開発、技術指導、他機関連携、国際貢献

1. 土木研究所の研究開発

(1) 研究開発の基本方針

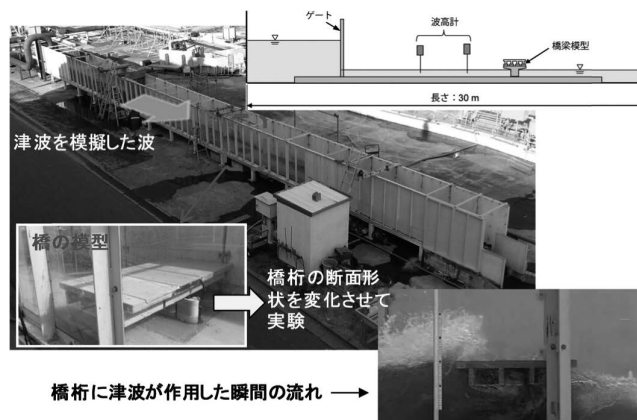
土木研究所の第3期中期目標では、社会的要請の高い4つの目標「安全・安心な社会の実現」「グリーンイノベーションによる持続可能な社会の実現」「社会資本の戦略的な維持管理・長寿命化」「土木技術による国際貢献」への重点的・集中的な対応と基礎的・先導的な研究開発の計画的な推進が求められている。中期計画では、土木技術に対する社会的要請、国民のニーズ及び国際的なニーズを的確に受け止め、民間等ではできない研究開発（国の政策と密接に関係する道路・河川等に係る行政施策や技術基準に関連する研究開発）に特化して実施することとしており、社会的要請の高い課題に対応するための「重点的研究開発」と、長期的視点を持ち基礎的・先導的な研究を行う「基盤的研究開発」を実施している。

(2) 研究開発の事例

第3期中期目標期間が始まる直前の平成23年3月に発生した東北地方太平洋沖地震では、津波による橋梁の被害が多数発生した。今後発生が予想されている南海トラフの巨大地震においても、大規模な津波が襲来する可能性が指摘されており、津波によって橋梁が受ける影響とその対策についての研究が急がれている。土木研究所構造物メンテナンス研究センター（CAESAR（シーザー））では、「重点的研究開発」として、津波の作用を受けた橋梁上部構造の流出メカニズムの解明や津波に対する橋の抵抗特性の評価手法の

提案などを目標とした研究を進めている。

津波が作用するときの橋の挙動を再現するために、縮尺1/20の大規模な模型を用いた水路実験を行った（図—1）。こうした実験及び解析により、津波作用時の支承反力と橋梁部材に作用する圧力の関係とともに、津波の速度と橋梁部材に作用する圧力の関係を把握している。また、水路実験の結果や津波が橋に作用したときの実際の映像等を基に、橋に大きな影響を与える津波の作用状態としては3つの状態に分類でき、それぞれの状態に対して、津波により橋桁に作用する力を評価する手法を提案し、実際に津波により浸水した橋梁を対象として、提案した手法を用いた被災判定を行った。その結果、橋桁が流出した橋梁では水平又は鉛直方向に生じた支承反力のいずれかがその耐力を上回り、逆に橋桁が流出しなかった橋梁では水平及び鉛直方向に作用する支承反力は、共にその耐力を上回らず、提案した手法により実際の被害と整合した評価

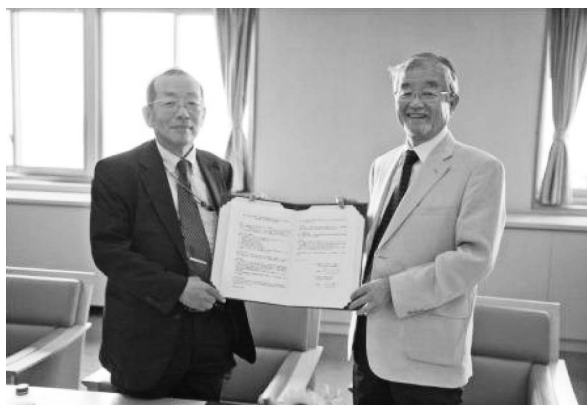


図—1 水路実験の全景と橋桁周辺での津波

ができることを示した。

(3) 他の研究機関との連携

研究開発を効率的・効果的に実施するために、他の研究機関との積極的な情報交換や研究協力協定に基づく研究協力などを行っている。平成 25 年度は新たに 6 件の研究協力協定を締結した。具体的な例としては、物質・材料科学技術に関する基礎研究及び基盤的研究開発等の業務を行っている独立行政法人物質・材料研究機構（以下、物材機構）と連携・協力に関する協定の締結がある（写真—1）。土木研究所は、実際に使用されていた構造物や実環境下での試験が可能なフィールド等を有しており、物材機構は、開発した鉄鋼材料、補修技術等を有している。協定締結により、物材機構においては、実構造物の解析や実環境下での評価を行うことで実用化を見据えた研究開発を加速することが可能となり、土木研究所においては、最先端の材料技術をいち早く適用することで社会インフラの



写真—1 物質・材料研究機構との調印式の様子
（魚本土木研究所理事長（左）と潮田物質・材料研究機構理事長（右））

長寿命化や安全性の確保を早期に実現できることが期待される。

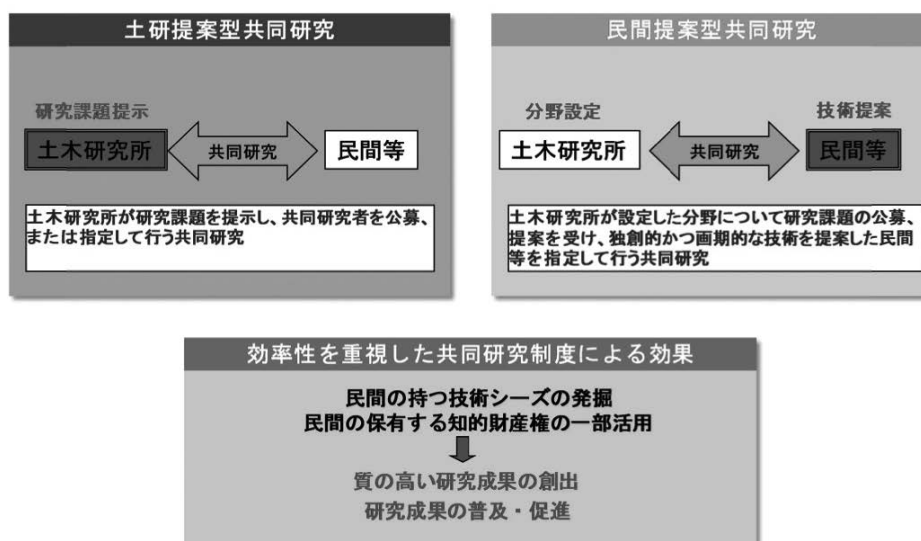
民間企業等との共同研究についても、平成 25 年度は新たに 31 課題に着手した。実施中の共同研究の相手機関は民間企業が約 6 割、大学が約 2 割となっている。土木研究所の共同研究は、土木研究所が研究課題を提示し共同研究者を公募または指定して行う「土研提案型共同研究」と、土木研究所が設定した分野について研究課題の公募・提案を受け、独創的かつ画期的な技術を提案した機関を指定して行う「民間提案型共同研究」から成る（図—2）。適切な役割分担の下で質の高い研究成果を創出するため、共同研究についてはより一層取り組んでいきたいと考えているところである。

また、研究者の交流を図るための交流研究員制度により、民間等からの研究者や技術者の受け入れも行っている。本制度は、土木技術水準の向上や、土木研究所と派遣元双方の業務の質の向上に資することを目的としており、土木研究所は研究活動を通じて交流研究員の指導を行うというものである。平成 25 年度は 58 名の交流研究員を受け入れ、その中から各種資格の取得者（平成 25 年度実績では技術士 2 名、RCCM1 名）や学会での表彰者（2 名）が出るなど、土木研究所での活動を通じて交流研究員の技術力向上に寄与しているところである。

(4) SIP への参画

SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）は、科学技術イノベーション総合戦略（平成 25 年 6 月 7 日閣議決定）及び日本再興戦略（平成 25 年 6 月 14 日

共同研究体制図



図—2 共同研究体制の概略図

閣議決定)において、総合科学技術会議が司令塔機能を発揮し、科学技術イノベーションを実現するために創設することが決定された府省・分野の枠を超えた横断型のプログラムである。

藤野陽三プログラムディレクター (PD) による課題「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」では、『インフラの点検・モニタリング・診断技術の研究開発』、『補修・補強技術の開発』や『ロボット技術の研究開発』等が対象となっている。土木研究所は、公募審査を経て、多数の研究開発に参画することとなった。

その中でも、『ロボット技術の研究開発』における災害対応ロボットの開発については、「無人化施工の新展開～遠隔操作による半水中作業システムの実現～」として、現代の災害形態においてニーズが高いたくながらも従来技術では達成できない遠隔操作による水深2m程度の半水中作業システムを実現する研究開発に、土木研究所は産学と連携して取り組むこととしている。

SIPは科学技術に関する重要課題解決のための中心的役割として位置付けられており、対象課題については研究開発のさらなる加速化等が期待されているものである。土木研究所は研究代表者や共同研究者等として、本事業に積極的に参画しているところである。

2. 技術の指導及び地域技術力の向上

技術指導は土木研究所の重要な使命と位置付けており、特に災害発生時には国や地方公共団体からの要請に基づき、または研究所の自主的判断によって、専門家である職員を迅速に派遣し所要の対応にあたることにしている。

平成25年度には、伊豆大島の土石流災害に対し延べ11名、関東甲信地方等の雪崩災害に対し延べ25名、その他の災害と合わせ延べ72名の専門家を派遣し、二次災害の防止、供用可否の判断、復旧・対策工法等の技術指導を実施することで、救助活動の支援、地域住民の安全確保や被災地の復旧活動に貢献した。平成26年度には、広島県で発生した土砂災害や御嶽山噴火への対策検討のための職員派遣等を行っている(写真1、2、3)。

また、災害時の支援に限らず、現場が抱える技術的課題に対して土木研究所の知見を活かした技術指導・助言、現地講習会なども行っている。平成25年度は技術指導2,405件(災害時除く)のほか、事業実施主体が行う各種技術委員会への参画1,306件、研修等へ



写真1-2 広島県広島市安佐南区八木地区で発生した土石流災害



写真1-3 現地捜索活動再開のための安全確認調査結果について、自衛隊等に説明する土木研究所職員

の講師派遣257件を行った。

3. 土木技術を活かした国際貢献

土木研究所は、土木技術をアジアをはじめとする世界各国へ国際展開するための活動も強化しており、国土交通省や国際協力機構(JICA)、外国機関等からの派遣要請に応じて、諸外国における水災害・土砂災害・地震災害等からの復旧に資する的確な助言や各種調査・指導、講演なども行っている。土木研究所水災害・リスクマネジメント国際センター(ICHARM(アイチャーム))は、国際連合教育科学文化機関(UNESCO)の水関係の協力機関として認定されており、世界の水関連災害を防止軽減するための国際的な拠点として、研究・研修・情報ネットワーク活動を一体的に推進している。

インドネシア国アンボン島のワイエラ川において平成24年7月に発生した天然ダムが、平成25年7月に決壊した。土木研究所は、天然ダム発生直後から現地調査を行い、危険性について啓蒙活動を行うとともに、「土研式水位観測ブイ(投下型)」をダム湖に設置することでダム湖の水位情報をリアルタイムで観測し、観測データをインドネシア国と共同監視していた(写真1-4)。この観測データを基に、天然ダム下流の



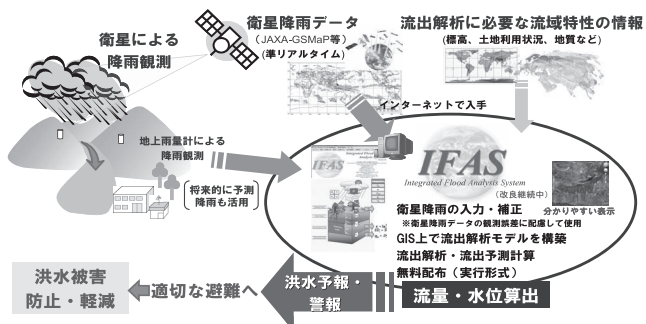
写真—4 水位観測ブイの設置状況



写真—5 天然ダム決壊箇所現地調査

村では警戒避難体制を構築できており、天然ダム決壊前の住民の避難に貢献することができた。ダム決壊後には土木研究所の専門家が現地調査団にも参加し、インドネシア国政府に対する被害状況の調査結果報告や応急復旧対策方法等についての助言も行った（写真—5）。

ICHARM で開発を進めている「総合型洪水解析システム（IFAS）」（図—3）は、ほぼ全世界をカバーしインターネットを通じ無償で入手可能な地形や土地利用データを用いて、簡単に流出解析モデルが構築できるシステムである。人工衛星によって観測された降雨情報を活用するため、雨量などの十分な水文観測



図—3 統合型洪水解析システム（IFAS）の概要

データが得られない発展途上国等においても洪水予測を可能とするものである。ICHARMではJICA研修等を通じて普及活動を行っており、平成25年9月にインドネシアのジャカルタで行ったIFAS現地講習会では、ASEANに加盟する9か国から18名の参加があった。平成20年度以降の受講者合計は40か国700名を超えるまでになっている。

平成26年9月30日には、ICHARMと政策研究大学院大学との共催により「国際シンポジウム—増え続ける水災害を生きる世界の人々とともに—」を開催した。本シンポジウムでは、竹内邦良ICHARMセンター長及び小池俊雄東京大学教授の基調講演に続き、ケイト・ホワイト米国陸軍工兵隊上級リーダー、エストゥディロ・ジョナGRIPS教授及びシャバス・カーンUNESCOジャカルタ副代表からの報告、さらに山田正中央大学教授、寶馨京都大学教授、沖大幹東京大学教授及び国土交通省水管理・国土保全局河川計画課長（代理：天野雄介国際室長）にも加わっていただいたパネルディスカッションを行った。国内外から約190名の参加があり、水災害の現状、ICHARMの活動の課題などについて活発な議論が行われた。

4. おわりに

第3期中期計画期間も4年目に入り、研究開発成果がまとまってきているところである。土木研究所では、中期目標で示された4つの目標に対する研究開発を着実に実施し成果を上げていくとともに、土木技術に係る中核的な研究拠点として、質の高い研究開発業務を通じて良質な社会資本の効率的な整備・管理に貢献するという使命を果たすための活動を継続的に実施していきたいと考えている。

土木研究所の第3期中期目標や中期計画、活動内容をまとめた業務実績報告書などは、土木研究所ホームページ (<http://www.pwri.go.jp>) に掲載しているため参照されたい。

J C M A

【筆者紹介】

大住 道生（おおすみ みちお）
（株）土木研究所企画部研究企画課
課長



行政情報

最近の建築研究所における研究開発の取組と成果

北 田 透

独立行政法人は、独立行政法人通則法に基づいて毎年6月末日までに前年度の取り組みと成果をまとめた報告書（業務実績報告書）を作成し、主務大臣が設置する独立行政法人評価委員会より評価を受けることになっている。建築研究所においても、平成26年6月に平成25年度業務実績報告書を国土交通大臣に提出し、7月に国土交通省独立行政法人評価委員会の評価を受けたところである。

本稿では、この業務実績報告書を基に、平成25年度の建築研究所の取り組みと成果の概要について、特に注力した取り組みを中心に紹介する。

キーワード：建築、建築基準法、省エネ・エコまち法、実大火災実験、東日本大震災、国際貢献

1. はじめに

建築研究所の第3期中期計画の3年目にあたる平成25年度は、国土交通大臣によって示された中期目標を達成すべく、住宅・建築・都市分野における重要な研究開発を精力的かつ着実に遂行した一年であった。加えて、同様に重要なミッションである研究成果の社会還元や国際協力活動においても、業務を的確かつ適切に遂行した（図－1）。

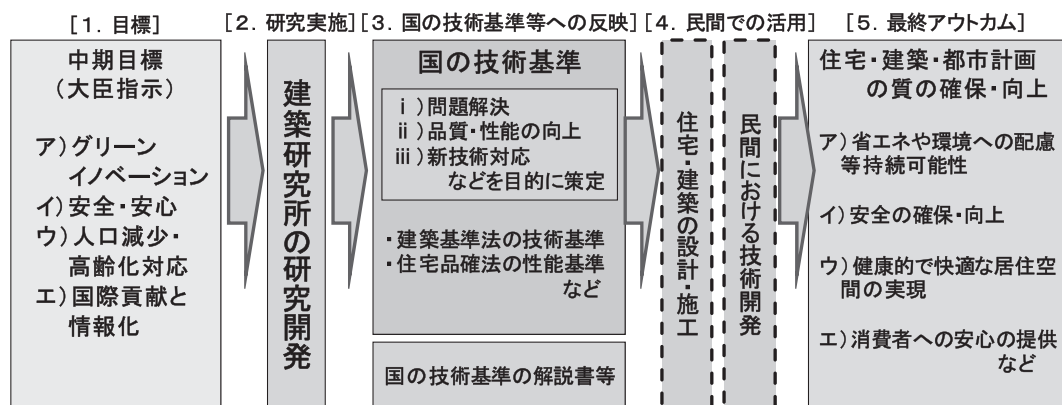
以下、平成25年度の研究開発等で特に注力した取り組みを照会する。

2. 中層・大規模木造建築物の実現に向けた研究開発

グリーンイノベーションに関連した重点的研究開発

課題の一つである「木材の利用促進に資する建築技術の研究開発」においては、現在建設がかなり制限されている中層・大規模木造建築物に関わる法令の体系を、より建設しやすいものに改良することを目的として、個別研究開発課題（課題名：「木材の利用促進に資する中層・大規模木造建築物の設計・評価法の開発」）を実施し、防火や材料・構造などの観点から評価と設計に係る技術について重点的に研究開発を行った。

この研究開発の中で特筆すべきは、防火分野において実施された研究開発である。この研究開発は、社会的な要請が大きい木造3階建ての校舎をより建設しやすくするために、その種の建物に必要な火災安全性を把握することを具体的な目的にすえて、早稲田大学等と共同で実施してきた。平成24年の2回の実大火災実験の結果を踏まえつつ、平成25年度は部材の加熱試験等を行うとともに、所内実験施設において教室規



図－1 建築研究所の研究開発スキームと成果の社会還元



写真—1 実大火災実験（本実験）

模の火災実験を10回実施し、木質系内装材等の耐火性能に関する研究を遂行した。これらの結果は、建築基準法の防火基準案に反映される共に、その基準案を検証するために、平成25年10月に3回目の実大火災実験（本実験）を岐阜県下呂市で行った（写真—1参照）。その結果、天井の不燃化を謳った基準案に従えば、早期の延焼拡大が抑制され、階段区画・防火壁を越えた延焼がないこと等が確認された。さらに平成26年1月～2月には、追加検証として庇の火災拡大防止効果などについて部分実験を2回実施した。こうした一連の成果は、木造3階建て校舎に関する建築基準法関連の法令改正のための技術資料として取りまとめられることとなった。

次に、材料・構造分野においては、すでに欧米で木質構造材料として中・高層建築にも使用されているクロス・ラミネーテッド・ティンバー（CLT）について、精力的に研究開発を行った。特に、国産材を用いたCLTのせん断、座屈、クリープ破壊及び変形に関する実験を継続して行い、それらの物性値や特性値を明らかにするとともに、試験方法、強度等の評価方法、試験データを取りまとめ、材料認定に関わる基礎資料として取りまとめた。さらに、CLT建物の構造計算を行う際に使用する構造モデルについても検討を行った。

3. 省エネ法・エコまち法に関わる研究開発

グリーンイノベーションのためには建物の省エネ・低炭素化が非常に重要であり、建築研究所では「住宅・建築・都市の低炭素化の促進に関する研究開発」を重点的研究開発課題の一つとして設定している。この課題の実施においては、さらに「省エネ基準運用強化に向けた住宅・建築の省エネルギー性能評価手法の高度化」という個別研究開発課題を設け精力的に遂行して

きた。政府も、平成25年の6月に住宅・建築に関わる省エネ基準（省エネ法に基づく基準）を2020年までに適合義務化することを閣議決定し、建物の省エネ・低炭素化を強力に推し進める意向である。このため、省エネ関連の評価方法・評価技術の充実と整備が急がれている。また、既に制定された「都市の低炭素化の促進に関する法律（エコまち法）」においても、同様な評価方法・評価技術が要求されている。

こうした国の動きに対応すべく、建築研究所では住宅・建築のエネルギー消費量に関わる評価・計算法の開発や、計算に使用するデータ類の整備、計算法の検証について、数年前から尽力している。例えば、平成25年度における成果について言えば、コジェネレーションシステムの実運転データを計測したほか、中小規模の非住宅建築物を対象とした簡易な1次エネルギー消費量の計算法である「モデル建物法」を開発した。こうした一連の研究成果は、平成24～25年度にかけて「省エネ法」と「エコまち法」関連の告示に反映されている。

これらの研究開発における最大の成果は、住宅・建築において設備が消費する1次エネルギーの標準的な計算手法を確立し、その計算のためのいくつかの計算プログラムに反映されたことである。長期間にわたる研究成果が、各計算プログラムに反映され、建築研究所がプログラムの運用・更新・質疑対応、解説資料の作成等を行っている。各計算プログラムやそれらの解説資料等は建築研究所のホームページの特設ページで公開されている。

4. 天井の耐震設計に関する研究開発

東日本大震災では天井の脱落・落下の被害が多数発生し、建築基準法において天井の耐震性を強化することが新たな課題として浮上した。こうした規制の見直しの動きを受けて、建築研究所では、緊急に国に対して技術的な支援を行うために、「天井の耐震設計に係るモデル化・諸元の設定方法等に関する研究」を個別研究開発課題として設定し、平成24～25年度にこれを実施した。この研究開発の成果は、平成25年度に公布された、建築物の天井脱落対策に関連した建築基準法施行令や告示に反映された。また、平成25年9月に発行された「建築物における天井脱落対策に係る技術基準の解説」にも反映されている。

平成25年度の具体的な研究開発について言えば、やや特殊な耐震設計（例えば、周囲の壁等との間に隙間のない天井）に対して、天井面の面内圧縮実験、曲



写真—2 大規模天井の加振実験

げ実験, 振動台実験, 及び, 大規模天井の加振実験(写真—2 参照)を行った。その結果, 平面規模がさほど大きくない水平な在来工法天井の場合には接合部等に配慮すれば一定の耐震性を期待できること等が明らかとなった。こうした成果は, 天井の耐震設計に係る事例マニュアル等の基礎的資料の中に盛り込まれている。大震災による被害の実態に即して, 迅速な対応策を示すことができた成果と言える。

5. 技術の指導及び成果の普及

(1) 災害に関する技術的支援等

平成 25 年 4 月 13 日に発生した淡路島付近の地震(最大震度 6 弱), 平成 25 年 9 月 2 日に越谷市等で発生した竜巻(フジタスケール F2), 平成 26 年 2 月 15 日に首都圏で発生した大雪による建物の被害について, それぞれ災害発生直後から現地調査を行い, 調査結果の速やかな公表や災害支援のためのワーキンググループに参加する等の対応を行った。

東日本大震災の復興に関する支援としては, 平成 24 年度に引き続き, 被災者向け災害公営住宅の基本計画の策定において堅実な技術指導を行った。また, 気象庁による長周期地震動に関する情報提供の検討への支援も引き続き行っている。

(2) 技術基準の策定に対する支援

国土交通省の建築基準整備促進事業において, 民間の事業受託者との共同研究や技術指導を通じ, 建築基準法などにおける技術基準策定のために技術的な支援を行った。

平成 25 年度は, 省エネ基準の改正, 天井の脱落対策, エスカレーター等の落下対策, 及び住宅性能表示制度の見直しに関して, 技術的な支援を行った。これらの支援の結果, 平成 25 年度に公布(策定)された技術基準で建築研究所が関与したものは 8 件である。

また, 木造 3 階建て建築物の防火基準の見直し, 保育所における屋外階段設置要件等の検討, 水素スタンドにおける圧縮ガスに係る規制見直し, 階段の構造に係る基準の合理化についても技術的な支援も行っており, これらの成果は平成 26 年度以降の技術基準等に反映される予定となっている。

(3) 評価事業の実施

国土交通省では, 長期優良住宅化リフォーム推進事業として, 住宅ストックの長寿命化を図る民間の優良な提案に対し, 国が提案事業の実施に要する費用の一部について支援している。この目的は, 既存住宅ストックの質の向上及び中古住宅市場の環境整備を図ることにあり, 平成 25 年度から開始されている。建築研究所では, 国土交通省からの要請に基づき, 技術指導の一環として, 民間からの提案について評価を行うとともに, 専用のホームページを設置し, この評価事業について随時情報提供を行っている。

同様に, 低炭素社会の構築にむけた国土交通省の事業である住宅・建築物省 CO₂ 先導事業(平成 20 年度に開始)においても, 国土交通省の要請に基づく技術指導として, 42 件の応募提案の評価を実施した。また, この事業に採択された提案や行政の最新動向などを紹介・解説するシンポジウムを 2 回開催したところ, 合計 530 名の参加者があり, 低炭素社会の構築に関して, 引き続き関心の高さが窺える。

(4) 出版, 論文発表等を通じた研究成果等の普及・情報発信

建築研究所は平成 25 年度も研究成果を広範に普及することに努めている。例えば, 省エネ法・エコまち法関連の法令の施行や公布にあわせて, 1 次エネルギー消費量などの計算プログラムとその解説書などの技術資料を作成し, ホームページで公表しており, 天井の脱落対策の関連告示の公布に合わせて, 解説書を作成しホームページにも掲載している。さらにアスベスト含有成形板の塗装改修工事指針(案)の作成と公表なども行った。このような, 迅速かつ積極的な成果の普及に努めた結果, 建築研究所が平成 25 年度に発行した出版物は 19 件に達している。

また, 例年, 当所の研究者は研究成果を論文として関係学会等で発表しており, 平成 25 年度は査読付論文 71 編を含む 496 編を発表した。このほか, 最新の研究成果や取り組み状況を広く社会に紹介するため, 建築研究所講演会などの講演会・発表会を企画し, 11 回の開催を実現した。さらに, 一般の人にも研究成果

を分かりやすく紹介した季刊の広報誌「えびすトラ」の発行も行っている。なお、一般的な広報活動として、施設の一般公開や見学者の受け入れも行っており、平成 25 年度の来所者は 3,363 名となっている。

6. 国際地震工学研修におけるスペイン語による耐震工学コース（中南米研修）実現への取り組み

中南米諸国は、地震が頻発する地域であり、耐震建築の普及が遅れていることもあり、地震による建物倒壊によってこれまで多くの人的・物的被害が発生している。このため、建築研究所は、これまでに中南米諸国を対象とした耐震工学関係の国際協力機構（JICA）技術協力プロジェクトに協力してきたほか、国際地震工学研修の研修生としてこれらの諸国の技術者等を受け入れている。しかし、東日本大震災以降、ODA 予算方針の変更に伴い、中南米諸国に対しては技術協力プロジェクトよりも、人材育成型の協力を力点が置かれるようになってきている。このような状況とこれらの諸国が元々英語圏ではないことを考慮して、建築研究所では、中期計画では予定していなかった中南米諸国のニーズに応える新たな人材育成事業として、スペイン

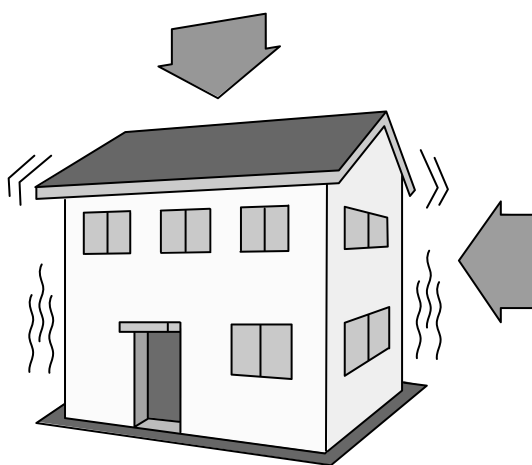
語による耐震工学の短期研修コースの創設を JICA に提案した。その結果、JICA の全面協力もあり、研修員の対象を中南米諸国に限定して、平成 26 年度から実現することとなった。スペイン語による研修コースは建築研究所では初めての試みである。

この研修コースの開設期間は平成 26 年度から 28 年度までの 3 年間で、研修生には耐震設計・施工・診断・補強の技術と制度を講義・構造実験・現場見学によって学習するカリキュラムが準備されている。また、研修の最後に、参加国の一つ（エルサルバドル）で、研修生以外も参加して構造実験を行うというユニークな企画が盛り込まれており、中南米諸国における耐震建築の普及と研修事業の波及効果につながることが期待される。

JICA

【筆者紹介】

北田 透（きただ とおる）
（独）建築研究所
企画部
企画調査課長



二重回転カッター方式による 大口径シールドの高速掘進技術の開発

安 光 立 也

大口径シールド機の掘進速度を向上するために、二重回転カッター構造に関する実験を行った。実験機は外カッター外径 ϕ 800 mm, 内カッター外径が外カッター外径に対して1:2および1:3とし、大深度を想定した模擬地盤を供試体として掘削実験を行った。その結果、内カッターを外カッターより速く回転させることにより、カッタートルクおよびジャッキ推力の低減が確認できた。本報では、その実験の概要について紹介する。

キーワード：シールド機、大口径、大深度、カッタートルク、ジャッキ推力、高速掘進

1. はじめに

近年は、地下河川や道路において大口径シールドの工事が進められており、今後は鉄道においても大口径かつ大深度のシールド工事が予定されている。これらの工事では、用地の制約等から長距離施工や大深度施工が必要となるため、硬質地盤での掘進効率の向上を含む高速施工技術が求められる。高速施工を可能にする技術としては、セグメント組立時間の短縮技術とシールド坑内設備から立坑及び坑外設備の高速化技術が含まれるが、今回はシールド機の掘進効率を向上する技術の開発を行った。

従来のシールド機のカッター面板は単一型であり、一般的にシールド機のカッター円周方向の移動速度（以下、周速度）は、カッター外周側がおよそ30 m/min程度になるようにカッター回転数（rpm）を設定する。大口径シールドにおいてカッター外周側の周速度を30 m/min程度とするとカッター回転数が小さくなり、従来の単一型カッター面板ではカッター内周側の周速度が極端に小さくなる。周速度が極端に小さくなると掘削効率と攪拌効率が低下し、カッタートルクとジャッキ推力が上昇するため掘進速度が低下する。よって大口径シールドでは、カッター内周側の掘削効率と攪拌効率を上げることが、シールド機の掘進速度を向上させることになる。そのためには、カッターを外周と内周の二重構造として内カッターを高速で回転させる二重回転カッター方式が有効である。二重回転カッター方式は、すでに海外では実績があるが、国内では実験による検討もなされていなかった。

筆者らは2012年から二重回転カッター方式のシールド機の実験機を作製し、大深度の硬質地盤を想定した掘進実験を行ってきたので、ここにその実験結果を報告する。

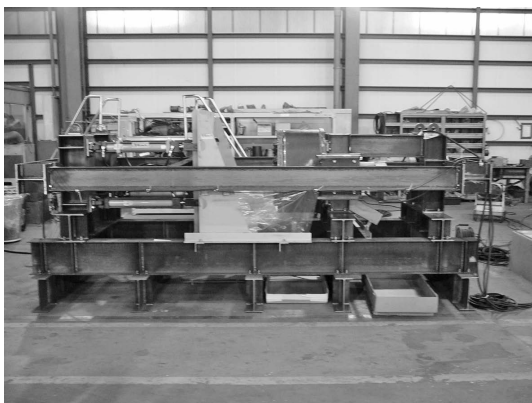
2. 実験概要

(1) 実験装置

本実験に用いた二重回転カッターの実験装置（土圧式）は、二重カッターの「掘削装置」と地盤を模擬した供試体（模擬地盤）の「押出し装置」で構成されている。掘削装置は外径が ϕ 800 mm, 外カッターは中間支持方式で、内カッターはセンターシャフト方式である。外カッターと内カッターそれぞれに電動モーターを装備して、個別に回転を制御できる構造としている。掘削装置には推進機構は付いていないが、模擬地盤を押出し装置で押し出すことにより相対的に掘進と同じ状態を作り出している。押出し装置は圧力を同調した4本のジャッキで供試体の四隅を押す構造としている（写真—1, 2, 図—1, 2）。

計測項目は、掘進時の負荷の代表的な値であるカッタートルクとジャッキ推力（以下、トルクと推力とする）とした。トルクは内カッターと外カッターのモーター負荷を各々計測した。推力は押出し装置のジャッキ油圧から算定される。計測値は約0.5秒ごとにデータロガーに記録した。

シールド機のトルクには、カッターが地山に切り込む際に要する負荷と、チャンバー内の掘削土砂を攪拌するために要する負荷が含まれている。また、推力に



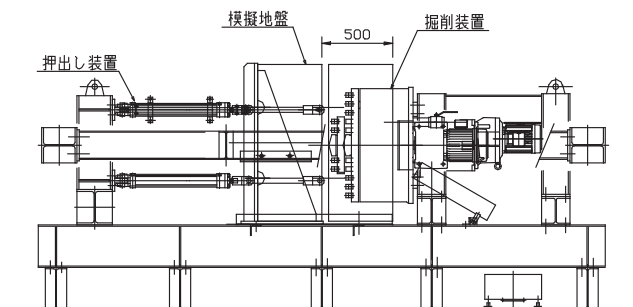
写真一 二重回転カッター実験装置全景



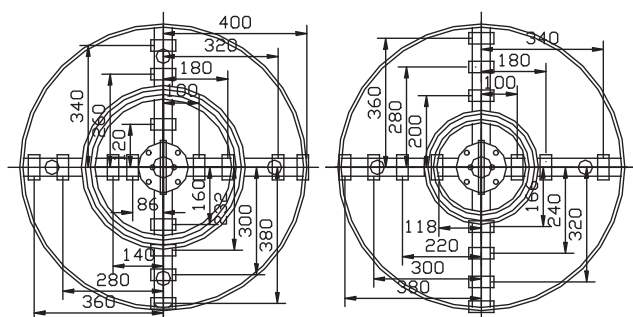
写真三 チャンバー下の開口部



写真二 二重回転カッター面板



図一 二重回転カッター実験装置側面図



図二 二重回転カッター面板 (内外比 (左) 1:2, (右) 1:3)

はカッターが地山に切り込む際の負荷と、チャンバー内に充満した掘削土砂による切羽圧の負荷が含まれている。切り込む際に要する負荷を測定するために、実験機のチャンバーの下部には開口を設け、これを開い

た状態で実験を行えば、チャンバー内に掘削土砂が溜まらず、切り込む際に要するトルクおよび推力を計測できるようにした（写真三）。実際の土圧式シールド機に近い状態を再現する場合は、開口を閉じてチャンバー内を掘削土砂で充満した。ただし、スクリーコンベア装置は設けることができなかったため、チャンバー内を掘削土砂で充満した場合の排土は、掘進装置の後方の排土口からチャンバー内の圧力により自然に押し出す方法とした。

(2) 模擬地盤

供試体に用いる模擬地盤は大深度の固結した粘性土地盤を想定し、一軸圧縮強度は 1.0 N/mm^2 程度と設定した。これは、北多摩層等のデータ等を参考としている。この値は土とモルタルの中間であることから、材料には流動化処理土を選んだ。供試体は縦 $1 \text{ m} \times$ 横 $1 \text{ m} \times$ 厚さ 0.4 m の鋼製型枠に流動化処理土を打設した（写真四）。

流動化処理土の強度は、打設時に作製したテストピースの一軸圧縮強度試験により確認し、28日ではほぼ 1.0 N/mm^2 であった。模擬地盤がテストピースと大きな違いがないことを確かめるため、岩盤等で使用される針貫入試験を模擬地盤に対して行った（写真



写真四 供試体（模擬地盤）



写真一5 針貫入試験機

—5)。この方法は、針貫入量 (mm) に対する貫入力 (kgf) を針貫入勾配 (kgf/mm) として、試験機に付与されたグラフから一軸圧縮強度を読み取るものであり、何度か繰り返し行った結果、ほぼ 2 N/mm^2 となった。よってテストピースによる一軸圧縮試験で得られた結果と大きく乖離していないことが確認できた。

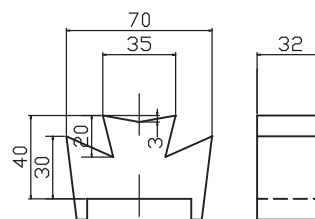
3. 実験ケースと実験状況

(1) 実験ケース

実験ケースは、掘削のみの負荷となるチャンバーが空の状態と、チャンバー内の掘削土による負荷も含むチャンバーが充満した状態に着目し、外カッターの回転数は全ケースとも共通で、 0.8 回/分 とした。内カッターは、回転方向を正転（外カッターと同方向）および反転（外カッターと逆方向）させた場合、回転速度

を外カッターに対して1倍速、2倍速、3倍速にした場合の実験を行った。内カッターおよび外カッターは直径比で、内：外 = 1：2 および 1：3 となる組合せを用意した。外カッター直径 $\phi 800 \text{ mm}$ に対して、内：外 = 1：2 の場合は内カッター直径 $\phi 400 \text{ mm}$ 、内：外 = 1：3 の場合は内カッター直径 $\phi 267 \text{ mm}$ である（表—1）。

カッタービットは、実験機の外径に合わせてスケールダウンすると加工時に精度が確保できないので、加工精度が確保できる寸法とした。そのため、実験機の小さなカッタースポークに先行ビットとティースビットを分けて配置できないので、ビット形状は地山側が先行ビットで面板側がティースビットとなる一体型のビットとした（図—3）。このビットに対して適度な切り込み量になるように掘進速度を設定し、掘進速度は 5 mm/分 とし切り込み量は $5 \text{ mm/分} \div 0.8 \text{ 回/分} = 6.25 \text{ mm/回}$ を基本とした。しかし、初期のデータから掘進速度 15 mm/分 の場合にトルクと推力の変化が顕著だったことから、そちらのケースを多用した。さらに、掘削時の負荷低減のための芯抜き効果を明らかにするため、内カッターを前方に突出できる構造とし実験を行った。



図—3 カッタービット形状寸法

表—1 代表的な実験ケース

着目点	Case No.	内外比	内カッターの回転方法		チャンバー内の状態	掘進速度	内カッター前出し
			正転, 反転	回転速度			
(1) 掘削のみの負荷	A-1	1：2	正転	1倍速	空	15 mm/分	0 mm
	A-2			2倍速			
	A-3			3倍速			
	A-4		反転	1倍速			
	A-5			2倍速			
	A-6			3倍速			
(2) 掘削による負荷とチャンバー内の掘削土砂による負荷	B-1～6	1：3	Aと同様の6ケース		空	15 mm/分	0 mm
	C-1～6	1：2	Aと同様の6ケース		空	5 mm/分	0 mm
	D-1～6	1：2	Aと同様の6ケース		充満	5 mm/分	0 mm
	E-1～6	1：2	Aと同様の6ケース		充満	15 mm/分	0 mm
(3) 芯抜き効果	F-1～6*	1：2	Aと同様の6ケース		空	15 mm/分	0 mm
	G-1～6	1：2	Aと同様の6ケース		空	15 mm/分	50 mm
	H-1～6	1：2	Aと同様の6ケース		空	15 mm/分	100 mm

*：A1～6と同じ

(2) 実験状況

供試体を、押出し装置と掘削装置の間に設置して、掘削装置の二重回転カッターを作動させながらジャッキにて供試体を押出す。実験ケースの Case No ごとに供試体を入れ替えて同様のことを繰り返した（写真—6, 7）。掘進初期は模擬地盤の表面が薄板状に剥落する様子が観察されたことから、掘削開始初期からではなく 100 mm 程度掘進したところからデータを採取した。



写真—6 供試体の設置状況



写真—7 供試体の掘進状況

4. 実験結果

実験結果は、計測された推力とトルクのデータの平均値をとり、各々のケースでの代表値とした。内カッターが外カッターに対して正転 1 倍速の場合は、従来のシールド機と同様の単一面板での回転方法となるので、正転 1 倍速を基準として各ケースとの比較を行った。

(1) 掘削のみの負荷 (Case No.A, B)¹⁾

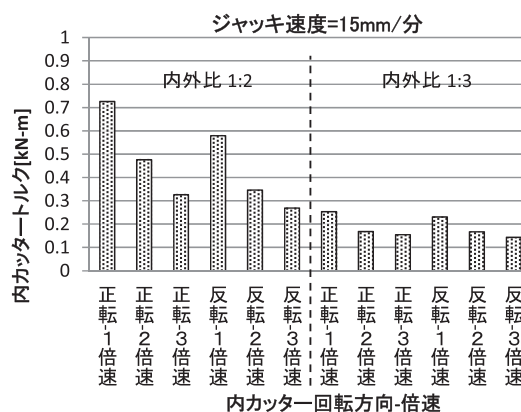
チャンパー下部の開口を開け、掘削土砂がチャンパー内に溜まらないようにして、掘削のみのトルクや推力を測定した。その結果、以下のことがわかった。

(a) 内カッターのトルク

内カッターの回転方向（正転、反転）および回転速度（1 倍速、2 倍速、3 倍速）による内カッターのトルクの比較を示す（図—4）。カッター切り込み量（mm/回）は、掘進速度（mm/分）÷回転速度（回/分）で表されるので、回転速度が大きくなると、カッター切り込み量が小さくなる。掘進速度は一定のため、回転速度を速くすることにより、切り込み量が小さくなり掘削に要するトルクも小さくなったと考えられる。内外比 1:2 よりも内外比 1:3 が全体的に小さいのは、カッターの面板が小さいことおよび取り付けられているビットの本数が少ないことなどの理由によるものと考えられる。回転方向と回転速度による内カッタートルクの変化を、正転および反転の各 1 倍速の値に対する比率で示す（表—2）。内カッタートルクは、内外比 1:2 では 2 倍速で 66%、3 倍速で 45%に低減した。内外比 1:3 では 2 倍速で 66%、3 倍速で 61%に低減した。いずれの場合も、切り込み量が 2 倍速で 1/2 (50%)、3 倍速で 1/3 (33%) と単純な反比例とはならなかったが、回転速度が大きいほどトルクが小さくなる傾向は明らかとなった。

(b) ジャッキ推力

内カッターの回転方向（正転、反転）および回転速度（1 倍速、2 倍速、3 倍速）によるジャッキ推力の比較を示す（図—5）。ジャッキ推力の変化を、正転



図—4 内カッタートルクの比較

表—2 内カッタートルクの比率

比の取り方	内外比	
	1:2	1:3
正転 1 倍速 / 正転 1 倍速	100%	100%
正転 2 倍速 / 〃	66%	66%
正転 3 倍速 / 〃	45%	61%
反転 1 倍速 / 反転 1 倍速	100%	100%
反転 2 倍速 / 〃	60%	72%
反転 3 倍速 / 〃	46%	62%

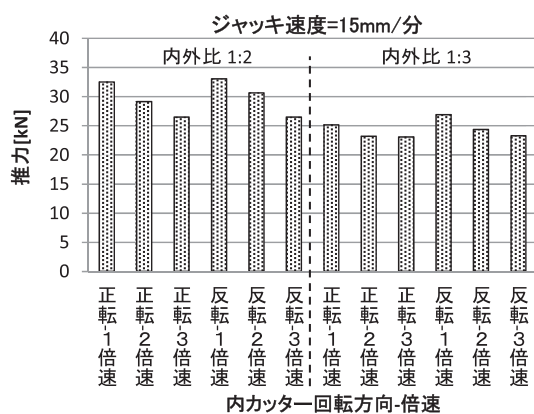
および反転の各1倍の値に対する比率で示すと、内外比1:2では2倍速で87~96%, 3倍速で82~86%に低減した。内外比1:3では2倍速で91~92%, 3倍速で86~92%に低減した(表一3)。回転速度が速いほど、カッターの切り込み量は小さくなることから、掘進に要する推力も小さくなったと考えられる。

(c) 掘進速度の向上

内カッターの回転速度を上げることにより推力が低減したことから、同じ推力であればどれだけ掘進速度が向上できるかについて、直線近似式を用いて試算し定量的に評価した。掘進速度を横軸に、推力を縦軸にとったグラフを示す(図一6)。このときの実験は掘進速度を5, 6, 7, 8, 9, 10, 15 mm/分と細かく変

えて行った。その結果、推力は掘進速度に対してほぼ直線的に上昇する関係が見られた。

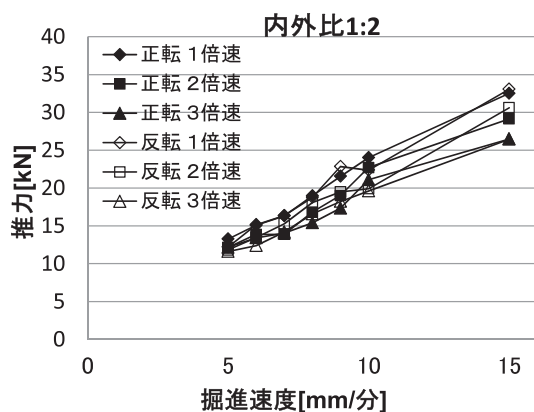
推力が最も大きかったのは回転方法が正転1倍速(従来の単円での回転)、最も小さかったのは反転3倍速であったことから、両者を比較の対象とし、正転1倍速と反転3倍速の近似直線を求めた(図一7)。同図中に10 mm/分のときの求め方を例示した。正転1倍速で掘進速度が5 mm/分、10 mm/分、15 mm/分の場合に、同じ負荷で反転3倍速ではどのくらい掘進速度が向上できるかを、この直線の式にもとづき試算した(表一4)。その結果は、多少ばらつきはあるものの、全体的に20%以上掘進速度が向上できるものと考えられる。



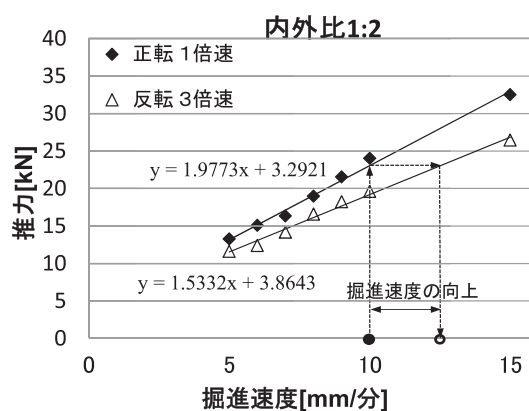
図一5 ジャッキ推力の比較

表一3 ジャッキ推力の比率

比の取り方	内外比	
	1:2	1:3
正転1倍速 / 正転1倍速	100%	100%
正転2倍速 / 〃	87%	92%
正転3倍速 / 〃	82%	92%
反転1倍速 / 反転1倍速	100%	100%
反転2倍速 / 〃	96%	91%
反転3倍速 / 〃	86%	86%



図一6 掘進速度と推力の関係



図一7 掘進速度と推力の相関直線

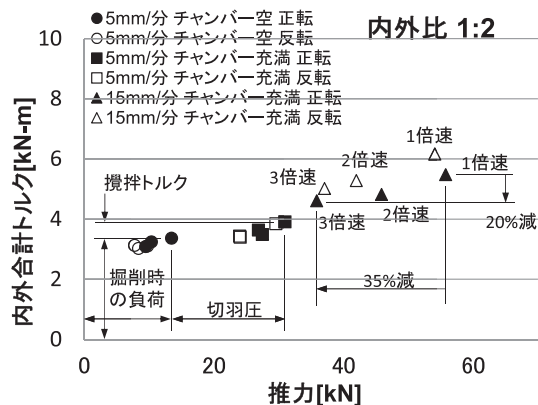
表一4 回転方法による掘進速度の向上

正転1倍速	推力	反転3倍速	上昇率
5 mm/分	13.2 kN	6.1 mm/分	+ 22%
10 mm/分	23.1 kN	12.5 mm/分	+ 25%
15 mm/分	33.0 kN	19.0 mm/分	+ 26%

(2) 掘削による負荷とチャンバー内の掘削土砂による負荷 (Case NO.C, D, E) ¹⁾

チャンバー下部の開口を閉め、掘削土砂をチャンバー内に充満して実験を行った。トルクと推力の測定は、チャンバー内が充満し、排土口から一定量で安定して排土する状態になったことを確認してから行った。

内外比1:2で掘進速度5 mm/分と15 mm/分の推力とトルク(内外合計)の関係を示す(図一8)。図には掘進速度5 mm/分でチャンバーが空の場合(Case No.C)も併記した。チャンバーが空の場合(図中の●○)と比べて、チャンバーが充満している場合(図中の■□)には、トルクは攪拌に要する負荷の分上昇し、推力は切羽圧の分上昇するので、グラフは右上にシフトした打点の位置になった。



図一 8 内カッター回転方法と掘進速度による負荷

チャンバーが空の場合（図中の●○）は、内カッターの回転方法の違いではトルクが大きくは変わらなかったことから、打点が横長の群になった。チャンバーが充填の場合（図中の■□）は、内カッターを速く回すとトルクと推力が若干低下する傾向が見られた。これは、内カッターを速く回すとチャンバー内の掘削土砂が攪拌され塑性流動性が向上することから、切り込み量低下による負荷の低減に加え、攪拌効果による塑性流動性の向上に伴う低減が表れたと考えられる。

掘進速度 15 mm/分の場合（図中の▲△）は、1倍速よりも2倍速、2倍速よりも3倍速のほうが負荷は低減した。掘進速度が大きいことからチャンバー内に取り込まれる掘削土砂の量が多いので、攪拌に与える回転速度の効果が大きいため、負荷の低減が大きかったものと考えられる。一方、掘進速度 5 mm/分の場合（図中の■□）は、内カッターを速く回すほど負荷が低減したが、2倍速と3倍速の違いは顕著ではなかった。掘進速度が遅い場合は、取り込まれる掘削土砂が少なく、2倍速ですでにチャンバー内が十分に攪拌されていたので、負荷の変化が小さかったと考えられる。

また掘進速度 15 mm/分の場合（図中の▲△）は、回転方向による負荷の差は小さいが、正転に対して反転の方がトルクは大きくなっている。その原因としては、反転の場合は内外のカッターの相対速度が大きいため、チャンバー内の掘削土砂のせん断抵抗力が大きくなり、トルクの増加につながったものと推測される。掘進速度 5 mm/分では、正転と反転は同程度の負荷となっている。これは、上述のように取り込まれる掘削土砂が少なく、チャンバー内の掘削土砂が十分に塑性流動化された状態になっていたと考えられることから、せん断抵抗力の影響が小さくトルク差も小さかったためと推測される。以上のことから、負荷の低減は掘進速度が大きいほど顕著であることがわかった。

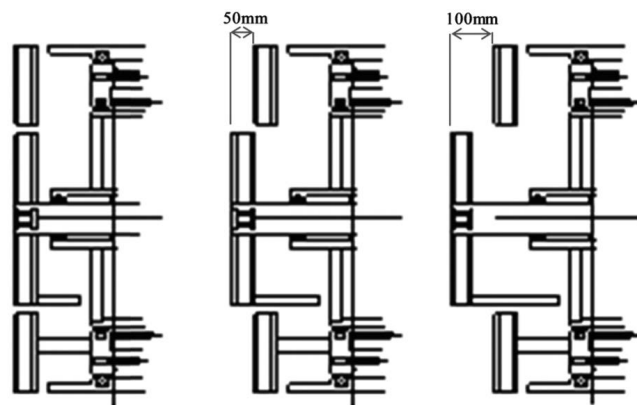
低減効果を算定すると、掘進速度 15 mm/分では、正転 3倍速の場合にトルクが最大 20%、推力が最大 35%低減した。またこれらの低減が生じた場合に、実験機の消費電力を試算すると、全体で 32%の低減効果があることがわかった。

(3) 芯抜き効果¹⁾

山岳トンネルでは、導坑を先行掘削することで掘削の負荷を低減する、いわゆる芯抜き効果が知られている。芯抜き効果の原理は、地山に自由面を設けることで、掘削する際に亀裂を生じやすくさせることである。二重回転カッター構造では、内カッターを前に出すことで芯抜き効果を得られる可能性が考えられた。そこで、内カッターを前に突出させた実験を行い、結果を前出し 0 mm の平面のケースと比較した。具体的には内カッターのセンターシャフトを延伸し、外カッターに対して 50 mm、100 mm 前出しした（図一 9、写真一 8）。

芯抜き効果は掘削における負荷低減であることから、4. (1) と同様の実験方法を採用し、掘削のみの負荷を計測した。

内カッターのトルクは、50 mm および 100 mm 前出ししたケースの方が、前出ししていない場合（前出

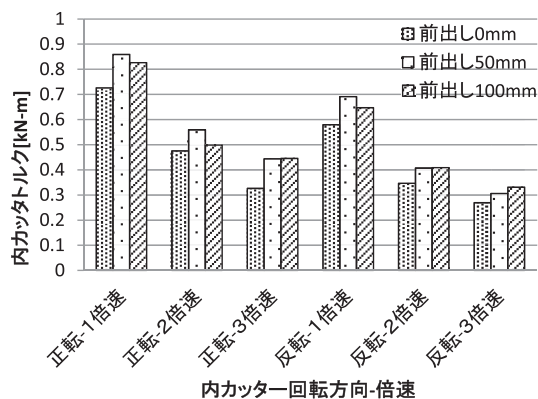


図一 9 内カッター前出し状態断面図 (0/50/100 mm)



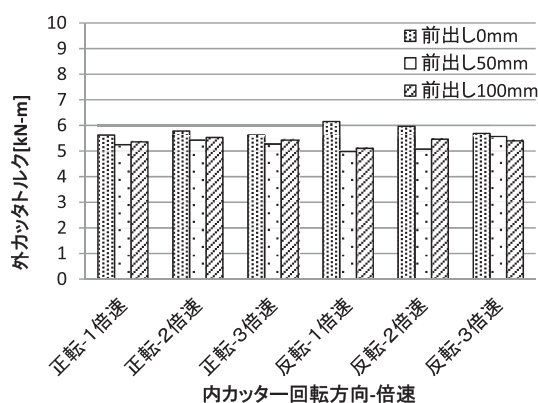
写真一 8 内カッター前出し 100 mm

し0 mm)よりも全体的にトルクが増加した。これは、前出し0 mmでは面板だけの掘削であったのに対して、前出しすると内カッターの外周リングの抵抗も付加されることが原因と考えられる。ただし、50 mmと100 mmの大小関係はまちまちであり、内カッターのトルクが0 mm < 50 mm < 100 mmの順番に大きくなるような一様傾向は見られなかった(図—10)。



図—10 内カッタートルク (前出し 0/50/100 mm)

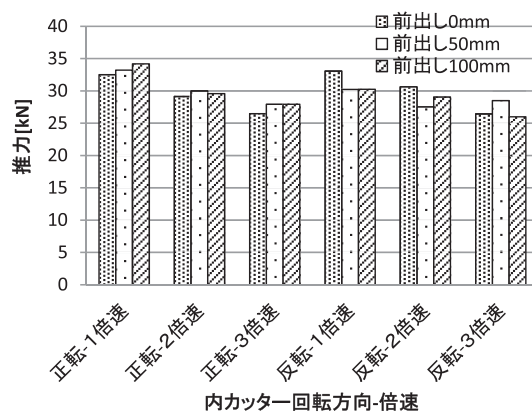
外カッターのトルクは、前出し0 mmのときよりも50 mm, 100 mm前出ししたほうがトルクは若干減少する傾向があった。これは、内カッターで芯抜きした自由面へ切削土が流れることにより、外カッターの負担が低減したものと考えられる。ただし、前出し50 mmと100 mmの差は顕著ではなかった(図—11)。



図—11 外カッタートルク (前出し 0/50/100 mm)

ジャッキ推力は、正転反転の各ケースで内カッター回転速度の1倍速>2倍速>3倍速の順番に減少する傾向が見られた。しかし、前出し0 mmに対して50 mm, 100 mm前出ししても、推力が大きい場合と小さい場合があり、傾向として明確に把握できるものではなくその差も顕著ではなかった(図—12)。

以上を総括すると、芯抜き効果は若干確認されたが顕著な効果は見られなかった。掘削後の供試体の状態



図—12 ジャッキ推力 (前出し 0/50/100 mm)

を確認すると、内カッターを前出しした形状が凹型にきれいに残っており、芯抜きした周囲の自由面が崩れやすくなった様子は観察されなかった(写真—9)。今回のような比較的強度が高い固結地盤では、内カッターを先行しても芯抜き効果は起こりづらかったものと考えられる。砂層などの地盤で、先行した内カッターの周辺が緩んでくるような性状であれば違った結果になった可能性があると考えている。砂の模擬地盤による実験は一度試みているが、供試体の強度調整が難しく、安定したデータの個数が少なかったことから、結果報告できるところまでに至っていない。



写真—9 掘進後の供試体 (前出し 100 mm)

5. おわりに

二重回転カッター方式の実験結果を整理すると以下のようなになる。

(1) チャンバーが空の場合²⁾

- ①内カッターのトルクは、内カッター回転速度により約30～50%程度低減する。
- ②推力は、内カッター回転速度により約10%程度低減する。
- ③内カッターを速く回すと、同一推力で掘進速度が約

20%程度向上する。

(2) チャンバーが充満の場合²⁾

- ①内カッターを速く回すことにより、トルクは最大約20%程度、推力は最大約35%程度低減する。
- ②トルクと推力の低減により、シールド機本体の電力消費量は30%程度低減すると試算される。

以上のことから、二重回転カッター方式のシールド機（土圧式）は以下のような特長を有するので、大深度の硬質地盤における大口径シールドで安定した高速施工を実現する工法として期待できることが分かった。今後は実用化に向けた機械設計の詳細検討と、さらに負荷を低減する効率的な方法の確立を目指す予定である。また泥水式シールドは、上記実験のチャンバーが空の場合と同様の状態であることから、二重回転カッター方式は泥水式シールドにも適用性があることが分かった。

- ①カッタートルクと推力が低減できるので、効率的な切削が可能となる。
- ②チャンバー内の攪拌効率が向上するので、固着によるトルクや推力の異常を防止できる。
- ③カッター全体の回転速度を増加しなくても、内カッターの回転速度増加によりチャンバー内を均質に塑

性流動化する効果があるので、大口径での切羽安定を保持し、周辺への影響抑制が可能となる。

謝 辞

本実験に関して計画当初から、早稲田大学の小泉淳教授に御指導頂き、実験に際しては、株式会社前田製作所の宮下哲氏、矢沢次男氏をはじめとする方々に多大な御協力を頂きました。また、実験データの整理と考察については野本君が主導してくれました。ここに、誌面をお借りして関係者の皆様に感謝の意を表します。

J C M A

《参考文献》

- 1) 安光・宮澤・野本・森・篠原・小泉：二重カッター方式による大断面シールドの高速施工技術の開発，前田技術研究所報，VOL.55.2014
- 2) 安光・小泉・篠原：シールド機二重回転カッター構造に関する実験結果の報告，日本建設機械施工協会 建設施工と建設機械シンポジウム 投稿中

〔筆者紹介〕

安光 立也（やすみつ たつや）
前田建設工業(株)
土木事業本部 土木部
上級技師長（シールド担当）



ダム再開発工事における上流仮締切工の大幅効率化を実現

浮体式仮締切工法

川 元 壊 二・滝 口 紀 夫・宮 本 修

近年、既存するダムの治水・利水機能を強化するダム再開発事業が増えており、全国的に計画・実施されている。施工はダムを運用しながら行うことが多いため、堤体上流面に鋼製の仮締切設備を設置し、その内部の水を抜きドライな空間を確保して各種の作業を行っている。従来の仮締切は、鎧畑ダムに代表される支持架構方式と五十里ダムに代表される台座コンクリート方式が主流であるが、両方式とも浮力を支持するための大規模な支保設備が必要であった。今回新たに開発した浮体式仮締切は扉体の内・外側面に鋼板（スキンプレート）を貼り、底蓋と一体化した仮締切扉体を浮体化し、扉体上方のダム上流面に設置した浮上り防止金物で浮力を支持する構造であるため、支保設備を大幅に軽減でき施工性を飛躍的に向上させた工法であり、現在鹿児島県薩摩郡で施工中の鶴田ダム再開発事業で採用（国土交通省九州地方整備局）された。本稿では、浮体式仮締切工法の概要と一連の施工方法について紹介する。

キーワード：ダム再開発、上流仮締切、新工法、浮体式

1. はじめに

鶴田ダムは、九州で2番目の流路延長を有する川内川のほぼ中央、河口から約51 kmに位置し、洪水調節と発電を目的として昭和41年に完成した重力式コンクリートダムである。鶴田ダムの位置を図-1に、ダムの諸元を表-1に示す。川内川流域では、平成18年7月の記録的な豪雨により3市2町（薩摩川内市、さつ

ま町、伊佐市、湧水町、えびの市）において、浸水家屋2,347戸に及ぶ甚大な被害が発生したため、河川激甚災害対策特別緊急事業（激特事業）が採択された。

また、鶴田ダムの治水機能強化に対する地元要望もあり、激特事業と相まって川内川流域の洪水被害を軽減するために、平成19年度から鶴田ダム再開発事業に着手した。現況を写真-1に示す。

表-1 ダム諸元

	諸元
形式	重力式コンクリートダム
堤高	117.5 m
堤頂長	450.0 m
堤体積	1,119,000 m ³



図-1 鶴田ダム位置図

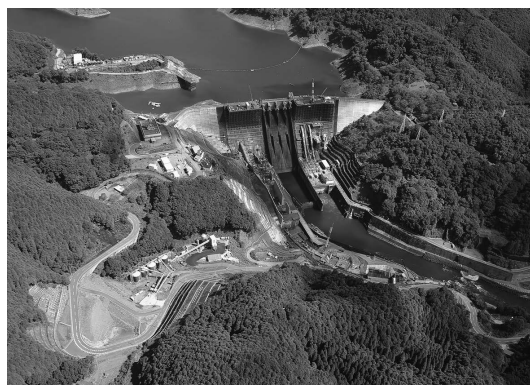


写真-1 2014年9月末全景

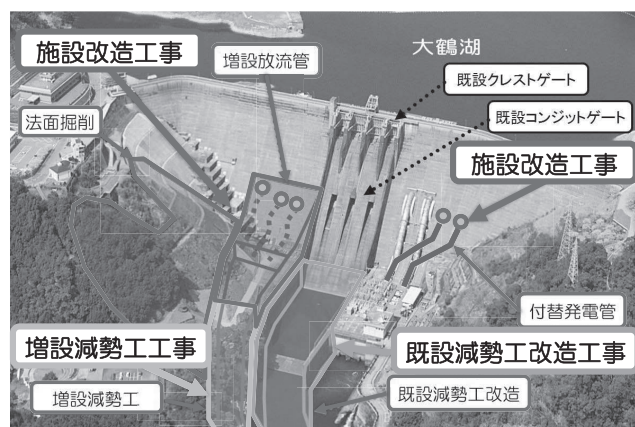
2. 再開発事業の概要

事業は図一2に示すように、洪水調節容量の増量と放流施設の増設である。洪水調節容量の増量は、洪水期の発電容量 250 万 m^3 と死水容量 2,050 万 m^3 の合計 2,300 万 m^3 を洪水調節容量に振り替えることにより、洪水調節容量を最大 7,500 万 m^3 から 9,800 万 m^3 に増量するものである。放流設備の増設は、現在の放流設備 (EL118.0) より低い位置 (EL95.0) の右岸側にコンジットゲート 3 門を増設して、放流能力の増強を図る。

3. 再開発工事の概要

(1) 工事の概要

再開発事業に伴うダム改造工事の施工範囲を図一2に示す。工事は3段階に分割されており、施設改造工事は第1段階の工事である。主な工種は、台座コンクリート工（上流仮締切部）、増設減勢工（上流側コンクリート）、堤体削孔である。主要工事数量を表一2に示す。第2段階の工事は、増設減勢工（下流側コンクリート）、増設放流管および発電取水管の巻立コン



図一2 再開発事業工事施工範囲

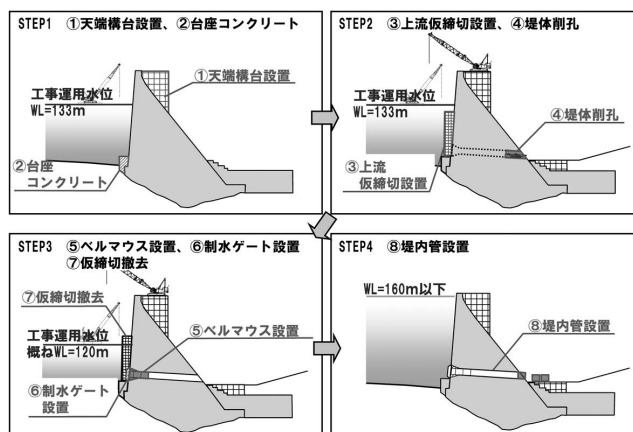
表一2 施設改造主要工事数量

工種	細別	単位	数量	備考
台座工	掘削（フーチング撤去含む）	m^3	1,520	
	水中不分離性コンクリート	m^3	1,990	増設1基 発電2基
増設減勢工	土石・岩石掘削	m^3	217,000	
	コンクリート	m^3	69,700	
堤体削孔	増設放流管	m^3	6,450	6.0 m × 6.0 m 3条
	発電取水管	m^3	4,460	6.2 m × 6.2 m 2条

クリートである。第3段階の工事は、既設減勢工の改造工事である。

(2) ダムの現有機能を維持しながらの施工

ダムの治水機能と発電機能を維持しての工事となるため、貯水池の水位と工事期間を制限して施工した。具体的には、10月16日～6月10日までの非洪水期に施工し、貯水池内で行う上流仮締切工の設置までの工事は、発電のために最低限必要な水位である標高133mの貯水位を維持し、上流仮締切内での工事期間は、安全を最大限確保するため貯水位を標高120mに低下させて施工する、という条件であった。仮設工事から上流仮締切撤去工事までの施工STEPを図一3に示す。



図一3 貯水内工事 STEP 図

4. 技術開発の背景

治水・利水の機能を継続し、ダム貯水池の水位を維持しながら堤体に新たに孔を空けて放流管やゲートを設置する場合、鋼製の仮締切を設置し、その内部の水を抜いてドライな空間を確保して各種の作業を実施している。従来の仮締切は、支持架構方式と台座コンクリート方式が主流であるが、両方式とも大深度での長時間潜水作業や大規模な仮設備が必要で、安全性や工程・コストなど多くの課題があった。平成23年2月に鶴田ダム施設改造工事に着手したことを契機に、新たな仮締切工法について提起され開発に着手した。

5. 浮体式仮締切工法の概要

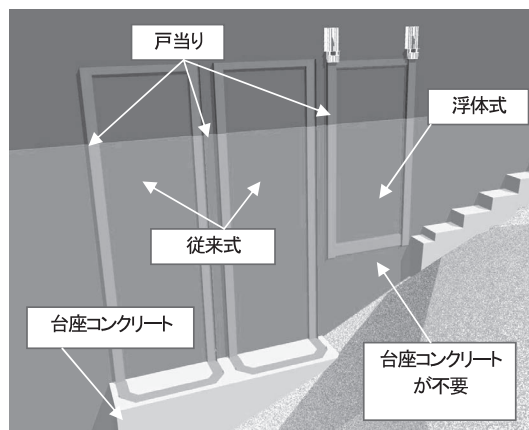
浮体式仮締切工法は、扉体の内・外側に鋼板（スキンプレート）を貼り、底蓋と一体化した仮締切扉体を浮体化し、扉体上方のダム堤体に設置した浮上り防止金物で浮力を支持する。従来工法と比較した扉体図を

図—4に、鶴田ダムでの設置状況を図—5に示す。

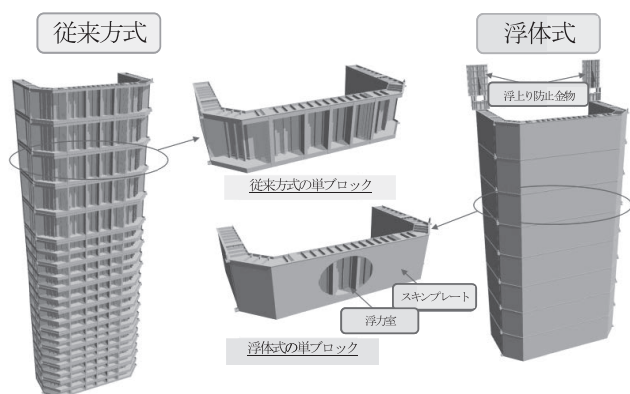
施工は、現地工場で製作した扉体ブロックを貯水池湖面上で組み立て、設置場所まで曳航しウインチで引き寄せ固定する。図—6に設置概要を示す。

また、止水性は仮締切内部の水を抜いた時に、扉体に装着した水密ゴムが、あらかじめダム堤体に設置した戸当りに水圧で押えつけられることで確保される。図—7に戸当たりの設置概要を示す。

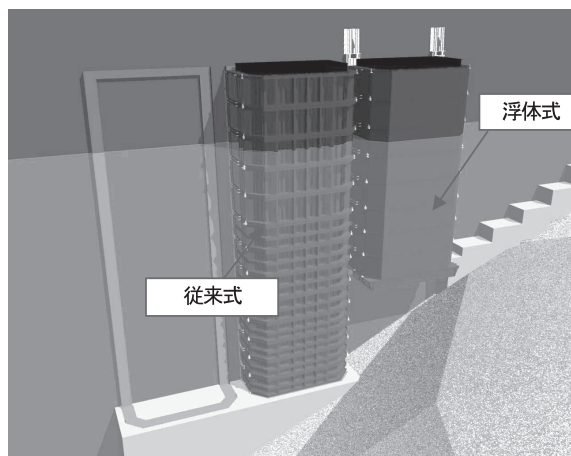
設計および施工上の留意点として、仮締切設備は内部の作業空間を確保する必要があることから、コの字形状となっている。このため、扉体に単純に浮力を与



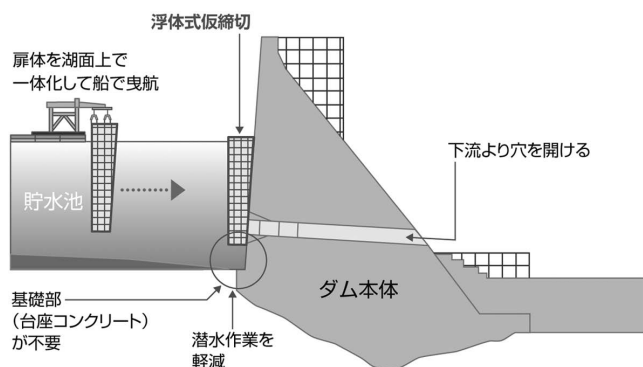
図—7 鶴田ダムでの台座コンクリート構築状況及び戸当り設置概要図



図—4 従来工法と浮体工法の扉体比較図



図—5 鶴田ダムでの扉体設置状況



図—6 鶴田ダムにおける浮体工法の設置概要図

えると、一方のみが浮上して回転してしまい、姿勢を保持することができないことから、扉体内の区画に適正な順序で充水／排水を行い、浮力と自重のバランスを保つことが重要である。技術の新規性として、浮体式仮締切のように、貯水池の水を注排水しながら、バラストを調整して組立・据付を行う工法は世界で初めての事例である。

6. 従来工法との比較

従来の仮締切は、仮締切自体の自重と仮締切内の水を抜いた後に発生する浮力を支持架構や台座コンクリートで支えているため、大規模な支保設備が必要であった。浮体式仮締切工法は、扉体の内・外側面に鋼板を貼り、底蓋と一体化した仮締切扉体を浮体化し、扉体上方のダム上流面に設置した浮上り防止金物で浮力を支持する構造であるため、支保設備を大幅に低減できるとともに組立・据付についても効率化されている。従来工法との比較を表—3に示す。

7. 施工方法

(1) 湖上運搬：写真—2

現地工場で製作した扉体ブロックを台船で組立場所まで運搬する。

(2) 湖上組立：写真—3

運搬された扉体ブロックをクレーン台船で吊り上げ積み重ねる。上下の扉体ブロックをボルトで固定したのち、扉体気密室内部に注水し浮力を調整しながら、上部の扉体ブロックを水面まで沈降させる。同じ作業を繰り返し扉体すべてを一体化した後、水密ゴムを取り付ける。

表一 3 締切と従来式仮締切との比較

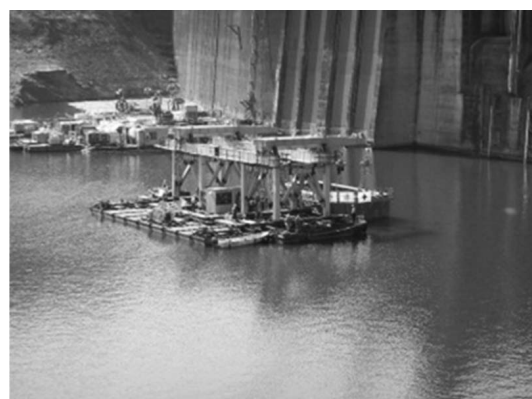
支持架構式仮締切工（従来式）	構造概要図	
	特徴	・仮締切設置前に、扉体を受ける支持架構と受金物を設置する ・組立時の扉体自重は、支持架構と受金物で負担する ・台座コンクリートがないため鋼製底蓋を設置する ・底蓋上に扉体を一段ずつ設置する ・仮締切内排水時の浮力は、「仮締切自重+上部支持架構」で抵抗する
台座式仮締切工（従来式）	構造概要図	
	特徴	・仮締切設置前に浚渫・岩盤掘削を行い、台座コンクリートを打設する ・コンクリート打設後、台座コンクリート上に扉体を一段ずつ設置する ・仮締切内排水後の浮力は、「仮締切自重 + 台座コンクリート重量」で抵抗する
浮体式仮締切工	構造概要図	
	特徴	・仮締切構築前に湖面上で一体組立した扉体を曳航し、一括して設置する ・仮締切内排水時の浮力は、「仮締切自重 + 浮上り防止金物」で抵抗する



写真一 2 湖上運搬



写真一 3 湖上組立



写真一 4 組立後曳航

(3) 組立後曳航：写真一 4

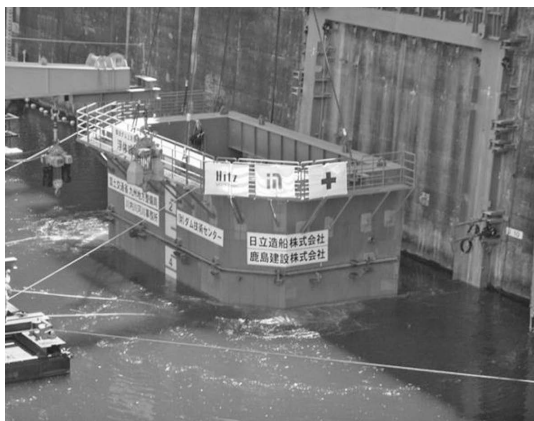
組み上がった扉体を堤体の設置場所まで曳航する。

(4) 扉体内排水による浮上据付：写真一 5

堤体天端のクレーンとウインチで引き寄せ、扉体気密室内部の水を排水し所定の高さに合わせ据え付ける。

(5) 締切内排水：写真一 6

締切内の水を排水し緊締金物の増し締めを行う。



写真—5 扉体内排水による浮上掘付



写真—6 締切内排水



写真—7 設置完了

(6) 設置完了：写真—7

漏水量・浮力等が所定の数値以内であることを確認し設置が完了する。

8. 実用化による効果

仮締切の規模や施工水深により異なるが、潜水作業の大幅な低減、支持架構や台座コンクリートという大規模な仮設備が不要になることから、安全性向上・工程短縮・コスト縮減・品質向上・環境負荷の軽減が可

能である。さらに、同一ダムにおいて複数の孔を施工する場合、従来工法では扉体を解体し再度組み立てる必要があるが、浮体式仮締切は扉体を解体することなく次の場所へ曳航し据付けることが可能である。実現された効果を表—4に示す。

表—4 実現された効果

安全性向上	潜水作業が大幅に低減
工程短縮	大規模な仮設備が不要、クリティカル工種の削減
コスト縮減	大規模な仮設備が不要、工期短縮
品質向上	気中組立による漏水量の大幅低減
環境負荷の軽減	貯水池内構造物が不要

9. おわりに

浮体式仮締切は、平成25年4月に設置し平成26年4月に撤去・解体したが、期待通りの効果を発揮し再開工事全体の進捗に多大なる貢献を果たした。今後は、国内のダム再開発における同工法の需要が高まることを期待するとともに、日本のダム技術の輸出という分野においても一翼を担える工法であると考えられる。また、浮体式仮締切工法は、今年度の第16回国土技術開発賞（国土技術研究センター・沿岸技術研究センター主催、国土交通省後援）において最優秀賞を受賞し高い評価を得たことを報告します。

J C M A

【筆者紹介】

川元 壊二（かわもと じょうじ）
国土交通省
九州地方整備局 川内川河川事務所
工事課長



滝口 紀夫（たきぐち のりお）
鹿島建設㈱
鶴田ダム施設改造工事事務所
所長



宮本 修（みやもと おさむ）
日立造船㈱
鶴田ダム上流仮締切設備工事事務所
所長



鉄道建設分野における技術開発と実用化

清水 満

鉄道事業者は鉄道施設の新設や更新を継続的に進めている。これらの工事はそのほとんどが線路に近接した工事であるため、列車運行の安全性確保のため列車の走行しない夜間線路閉鎖間合いで行われていることが多い。

このようなことから、日中の列車運行時間帯でも施工可能な工法を開発し、安全性が確認されたものから順次現地で適用をしている。

今回は技術開発を行い実用化に至った工法のうち、線路に近接した場所打ち杭工法と線路下横断工法について報告する。

キーワード：近接施工、場所打ち杭、線路下横断工法

1. はじめに

鉄道事業者にとって駅と鉄道は、お客様サービスのための重要な資源であり、この資源の有効活用のために鉄道施設の新設・更新を継続的にやっている。一方、鉄道事業者の本務は輸送業務であり、輸送の安全の確保は何よりも優先される。このため、施設の新設・更新工事は列車運行時間帯を避けた短い時間帯で行うことが前提であり、このことから施設の完成まで長期間と多くの資金を要することになっている。

このようなことから、営業線に近接した狭隘な個所でも列車走行の安全性を確保できる各種の施工法の技術開発を行い、日中の列車運行時間帯でも作業が可能な個所において適用をしてきている。

今回は開発した工法の中から、線路に近接した場所打ち杭工法と線路下横断工法について報告する。

2. 線路に近接した場所打ち杭工法

大都市圏などの駅改良プロジェクトにおいて、駅構内では多くのお客様が利用され、また駅周辺は高度利用された地区であることが多く、仮設ヤードなどの空間確保が困難で、非常に狭隘な条件下で施工することとなる。

その一方で、駅には商業施設などが併設されることが多く、多様な機能が求められている。そのため、柱スパンを大きくとり、快適で利用しやすい駅にする必

要があり、これは、その支持杭が大口径化することを意味しており、狭隘空間で大口径の基礎杭の施工を求められている。

本稿では、この課題への対策として開発を行った孔壁防護併用場所打ち杭工法、超低空頭場所打ち杭工法、及びこれらの周辺技術について、その概要と施工事例を述べる。

(1) 孔壁防護併用場所打ち杭工法の開発

(a) 工法の概要（機械名：ポータル JET-32）

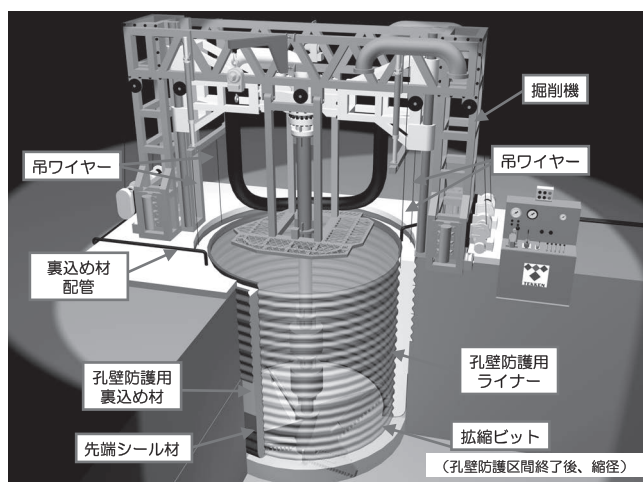
線路に近接して場所打ち杭を施工する際に軌道への影響を極力防止するため、薬液注入などの補助工法を杭の施工前に行うのが一般的な方法であった。しかし、これらの補助工法は、その施工自体が近接施工となることから列車運行のない夜間の短時間施工となり、工期の長期化・工事費の増大につながっていた。そこで、安全性を確保しつつ工期短縮とコストダウンを実現するため、掘削と同時に孔壁防護を施工できる「孔壁防護併用場所打ち杭工法」を開発した。

本工法の特徴は、以下のとおりである。

①軌道への影響範囲（地上より深度 10 m 程度）に孔壁防護用ライナープレートを掘削と同時に沈設。またライナープレート背面に裏込め材を満たしながら沈設するので、杭掘削の安全性は飛躍的に向上する。なお、ライナープレート下端には、孔壁の凹凸に追従できる裏込め材漏れ防止用のシールを取付けている。

- ②市販のライナープレートを使用し、また孔壁防護区間以深はビットを縮径し設計杭径で掘削できるので、低コスト。
- ③空頭制限を想定した門型フレームの採用によりコンパクトとなり、ホーム上に設置した仮囲い内（5 m × 8 m 程度）に機械の設置が可能。
- ④掘削管理システムを搭載し、施工データを自動記録。従来、オペレータの感覚に頼っていた施工データを数値化し、品質管理に利用。また、孔内水位管理システム（後述）とも連動可能。

孔壁防護併用場所打ち杭工法の概要を図—1に、仕様を表—1に、全景を写真—1に示す。



図—1 孔壁防護併用場所打ち杭工法

表—1 ポータル JET-32 の仕様

形式	トップドライブ式 リバースサーキュレーションドリル
寸法	(H) 3200 × (L) 5000 × (W) 2200
穿孔能力	深度 50m, 杭径φ 800 ~ 3000 mm 孔壁防護部掘削径 ~ φ 3400 mm
掘削機重量	約 10 tf
リバースロッド	8B, L = 1500 mm (120 kgf/本)

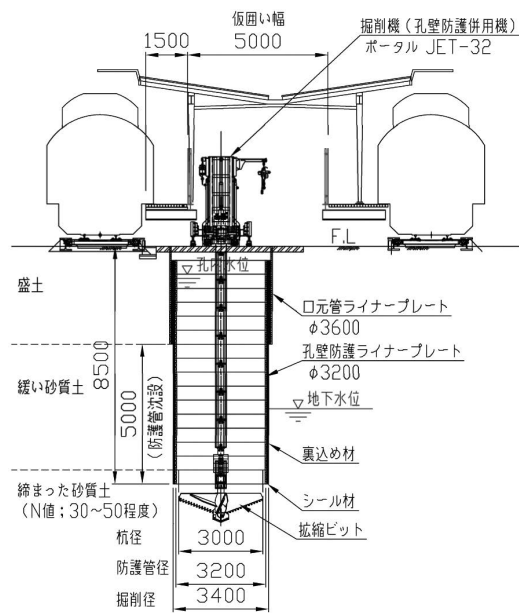


写真—1 ポータル JET-32 全景

(b) 施工事例

JR 東日本では、千葉駅において既存 5 面のホーム直上に人工地盤を構築し、橋上駅施設・商業施設を新設し、合わせて既存駅ビルの建替え工事を実施中である。

この工事で施工する杭のうち軌道に近接する 5 本において、ホーム内で杭径φ 3000 mm、杭長約 25 m の孔壁防護併用場所打ち杭の施工を行った（図—2）。



図—2 孔壁防護併用杭施工断面図

杭の施工に先立ち、ホーム上に線路直角方向 5.0 m × 線路方向 8.0 m の仮囲いを設置し（写真—2）、大型クレーン（500 t 吊トラッククレーン）により掘削機を投入・設置した。

孔壁防護はφ 3200 mm のライナープレートを杭壁崩壊の危険性が高い口元管下端から 5.0 m の範囲（地表面からは 8.5 m）に、φ 3400 mm の掘削を行うのと併行して沈設した。防護ライナーは地上で人力組立し、順次積上げ、門型フレームから吊り下げられるワ



写真—2 仮囲い設置状況 (5m × 8m)



写真-3 施工状況

イヤーを緩めることにより沈設した。

沈設のための孔壁面とライナープレートとの隙間には、自己充填性の裏込め材（比重 1.13 程度、36 時間程度流動性確保）を充填，防護管下端部には裏込め材料の流出を防ぐためのシール材を装備した。

掘削時には、掘削ビットとの接触による孔壁防護ライナーとの損傷防止，また先掘防止のため，孔壁防護ライナー管下端と掘削ビットとの離隔を常時 20 cm ～ 40 cm 以内に収まるよう管理した。

孔壁防護ライナーの組立時間は、1 リングあたり最短で 9 分、平均 17 分であり、掘削速度は孔壁防護区間で平均 12.5 mm/分（40 分/防護管 1 段）で、掘削速度を抑制することなく、孔壁防護ライナーの組立が可能であった。

孔壁防護ライナー沈設完了後、掘削ビットを $\phi 3400$ mm から杭設計径の $\phi 3000$ mm に縮径し、所定の深度まで掘削を行った。掘削速度は、平均 11.6 mm/分であり、昼夜間関係なく、列車運行時間帯においても行った。また、掘削中の軌道への影響を把握するために、リンク型変位計を設置し、軌道の高低と通りを常時計測し、変位はほとんど発生せず、軌道へ影響を及ぼすことなく施工することができた。

(2) 超低空頭場所打ち杭の開発

(a) 杭工法の概要（機械名：コンパクトリバース JET-18）

ホームで場所打ち杭を施工する場合、従来はホーム上に仮囲いを設置し、その中に杭打ち機を配置し施工を行ってきた。しかし、既往の杭打ち機は機械寸法が大きいことから設置する仮囲いが大きくなり、お客様にご迷惑をおかけしてきていた。そこで、大口径の施工が可能な施工能力を有しながらも、軽量で小型の「超低空頭場所打ち杭工法」を開発した。

本工法の特徴は以下のとおりである。

- ①ホーム下、ホーム上の階段下などの狭隘な場所で、空頭 2.0 m、幅 4.0 m の施工空間があれば、 $\phi 800$ mm ～ 3000 mm の杭掘削が可能。
- ②軽量小型ゆえに、狭隘空間での施工を得意とし、結果として仮設工事の省力化による工期短縮とコストダウンが可能。また、搬入時の運搬機械類の小型化も可能。
- ③駆動方式は、ターンテーブル方式＋特殊ケリーロードを採用したことにより、従来機と同等の作業性を確保。
- ④孔壁防護併用場所打ち杭工法と同様、掘削管理システムを標準搭載し、孔内水位管理システムとも連動が可能。

コンパクトリバース JET-18 の仕様を表-2 に、外観を図-3 に、駆動方式を写真-4 に示す。

表-2 コンパクトリバース JET-18 の仕様

形式	ターンテーブル式 リバースサーキュレーションドリル
寸法	(H) 1800 × (L) 2950 × (W) 2052
穿孔能力	深度 50 m 杭径 $\phi 800 \sim 3000$ mm
掘削機重量	約 4 tf
特殊ケリーロード	8B, L = 1000 mm (125 kgf/本)

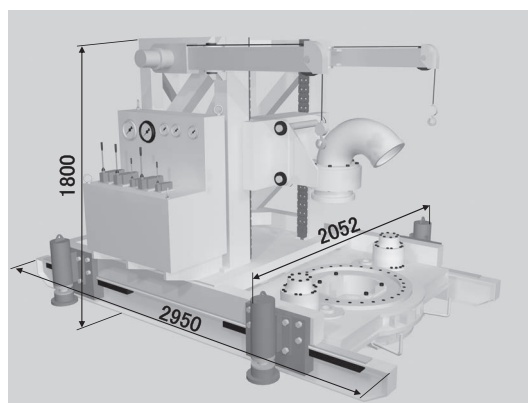


図-3 コンパクトリバース JET-18 の外観

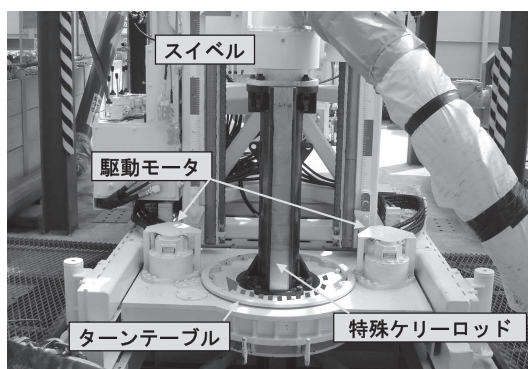
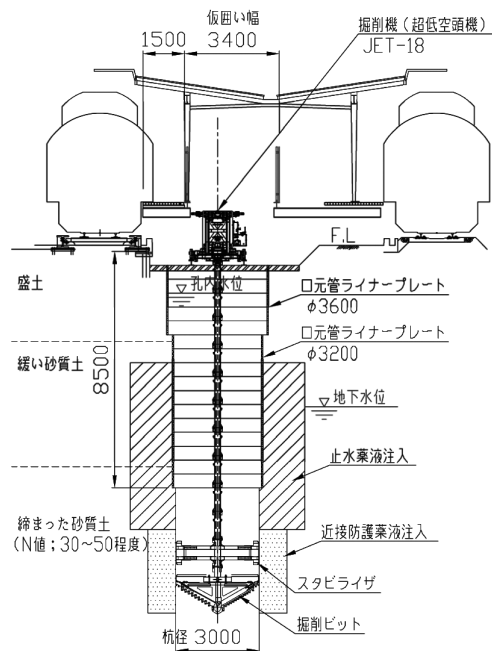


写真-4 コンパクトリバース JET-18 の駆動方式

(b) 施工事例

孔壁防護併用場所打ち杭と同様に、千葉駅において杭径 $\phi 3000$ mm、杭長 25.7 ～ 33.8 m の計 47 本の施工を行った（図—4）。

盛土ホーム上に線路直角方向 3.4 m × 線路方向 6.5 m（場所によっては、5.0 m × 8.0 m）の仮囲い（写真—5）を設置し、大型クレーン（500 t 吊りトラッククレーン）によりビット・スタビライザー・掘削機を投入、設置した。



図—4 超低空頭杭施工断面図

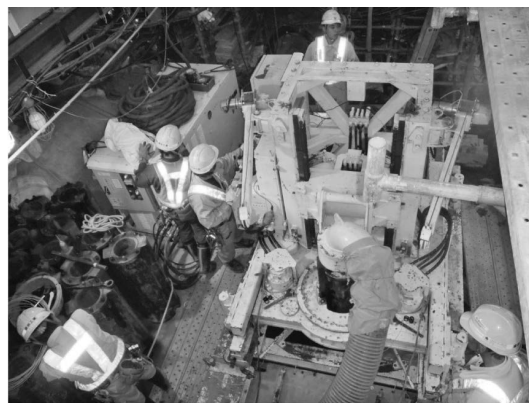


写真—5 仮囲い (3.4 m × 6.5 m)

口元管は、掘削ビットのセット・支障物の撤去のため、事前に $\phi 3200$ mm のライナープレートを深度 8.5 m まで設置した。

掘削作業は昼夜間関係なく、列車運行時間帯においても行った（写真—6）。

また、掘削中の軌道への影響を把握するために、リンク型変位計を設置し、軌道の高低と通りを常時計測



写真—6 掘削状況

したが、変位はほとんど発生せず、軌道へ影響することなく施工することができた。

掘削時は、掘削管理システムのモニタにより常に監視し、リアルタイムで表示される貫入力、掘削速度、回転速度および回転トルクを把握しながら施工した。

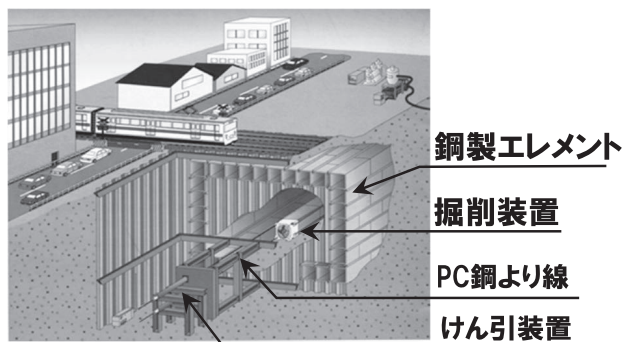
これらのデータと土質柱状図を比較し、照らし合わせることで、適切な掘削速度と回転速度を選定することができ、孔壁を崩壊させることなく作業を行うことができた。

掘削速度、回転速度の実績は、緩い細砂層で 50 mm/分、6 回転/分程度、硬質細砂層は、掘削速度 20 mm/分、回転速度 6 回転/分程度であった。

3. 線路下横断工法

(1) 地盤切削 JES 工法の開発

線路下に道路や水路を設置する工事（線路下横断工）においては、工事桁を架設して躯体を構築する開削工法や非開削で線路下を推進する工法など、多くの施工工法が提案されている。JR 東日本においても、非開削でエレメントを推進し、継手で一体化してボックスカルバートを構築する HEP&JES 工法（図—5）を開発し、これまでに多くの施工を行っている。非開削工法による線路下横断工事では、列車運行に支障しないこ



図—5 HEP & JES 工法の概要図

とが大前提であるが、軌道とエレメントとの深さ方向の離隔（土かぶり）が小さいと、地中の障害物や地盤の強度不足などによりエレメント推進時に軌道の隆起や沈下を発生させるおそれがある。

HEP & JES 工法においては、軌道の位置からエレメント天端までの離隔を土かぶり厚さと定義して、土かぶり厚さ 2.0 m 以下の場合は軌道変状リスクが高いとして、施工区間の列車速度を落とすか、もしくは列車が走行しない深夜の時間帯（夜間線路閉鎖間合い時間）に限定して作業するというルールになっている。

しかしながら、線路下横断工を夜間線路閉鎖間合いに限定することは、工事費や工期の増大を招くのみならず、軌道下に掘削装置を長期間存置することになり、安全性の面でも懸念があった。そこで、自立性の良い地盤条件などの安全性を確認することを前提として、軌道変状を抑えた「地盤切削 JES 工法」開発し実用化した。

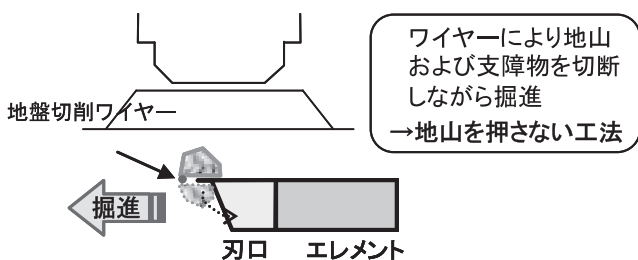
(a) 地盤切削 JES 工法の概要

地盤切削 JES 工法とは、非開削工法に用いられる刃口先端に、地盤および玉石などの支障物を切削するワイヤーを回転させる機構をもった新しい掘進方法である。地盤切削ワイヤーにより地盤および支障物を切削しながら人力掘削することで、従来工法で懸念された支障物の押込みによる軌道隆起や過掘りによる沈下を防ぐことができる。また、3次元円筒すべりの検討を基に刃口先端のルーフを従来工法より長くしており、刃口上部の地盤の緩みを防止することを可能としている。

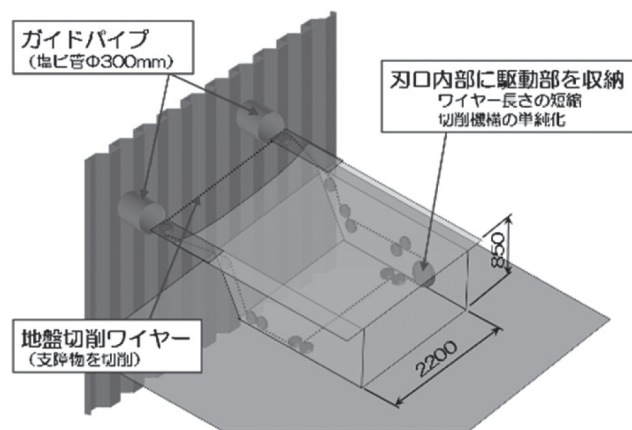
本工法の特徴は以下のとおりである。

- ①地盤や支障物を切削しながらエレメントを掘進するため、地盤の隆起や沈下が抑えられる。
- ②刃口ルーフを伸ばし、エレメント掘進時の切羽の崩壊防止が可能。
- ③エレメント幅を従来工法より拡幅したため、エレメント本数、継手箇所が減少し、工期短縮、コストダウンが可能。

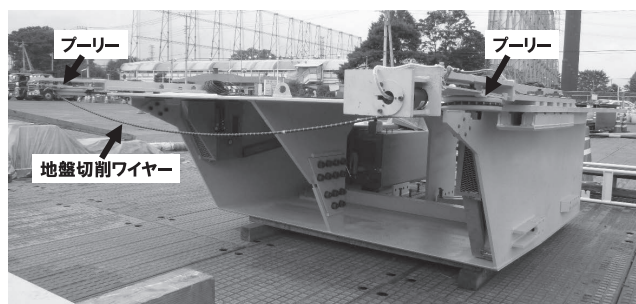
図一 6, 7 に地盤切削 JES 工法の概要を、写真一 7 に発進直前時の刃口の状況を示す。



図一 6 地盤切削 JES 工法のイメージ



図一 7 地盤切削 JES 工法の概要



写真一 7 地盤切削 JES 工法の刃口

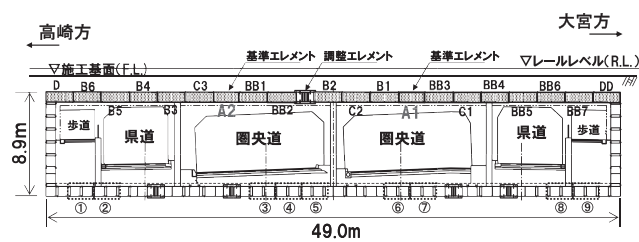
(b) 施工事例

JR 高崎線桶川・北本間二ツ家こ道橋は、圏央道と JR 高崎線の交差部であり、当社が国土交通省より設計工事を受託した線路下横断工事である。本こ道橋の構造は 1 層 4 径間ボックスカルバート（図一 8）であり、幅が 49 m と長大なことから従来のように夜間線路閉鎖間合いで施工した場合、工期の長期化が課題であった。そこで、地盤切削 JES 工法を用いることで列車運行時間帯も施工を行い、工期の短縮を図ることとした。

施工状況を写真一 8 に示す。上床エレメントの施工は平成 24 年 9 月下旬から 12 月下旬の 3 ヶ月であり、準備期間を含めて 5 ヶ月であった。当初の夜間線路閉



写真一 8 ニツ家 Bv 施工状況



■ 地盤切削JES工法(20エレメント) □ 機械掘削(バケット式)

図—8 ニツ家 Bv 断面図



玉石

木製電柱下部

写真—9 切断撤去された支障物

鎖間合いの通常 JES 工法では 10 ヶ月の計画であったので工期の半減を達成できたことになる。主な施工結果は以下のとおりである。

①施工速度

施工時間帯を施工開始時より、線路閉鎖間合施工→夜間施工→昼夜施工と、軌道変位を監視しながら変えて行った。その結果エレメント 1 本の施工期間をおおむね 1/2～1/3 に短縮できた（表—3）。

表—3 施工ステップごとの施工速度

	線路閉鎖施工	夜間(21:30～)施工	昼夜施工
1 日あたり掘進長	0.9～1.2 m	0.9～1.5 m	2.0～4.0 m ※ 2 方合計
到達までの平均作業日数	14 日	13～17 日	4～7 日

②支障物の切削状況

掘進中に切削ワイヤーにより切断撤去された支障物の状況を写真—9 に示す。施工では玉石や地中に存在されていた木製電柱、電車線の引き止め基礎（コンクリート製）などが出現したが、いずれも問題なく切断・撤去できた。これにより刃口による支障部の押上げなどは発生せず、軌道変位も管理値の 15 mm に対し 3～4 mm であり、本工法が軌道に対して影響が小さいことが確認できた。

4. おわりに

JR 東日本においては、耐震補強工法をはじめ様々な構造物や施工法に関する技術開発を行っている。今回は近接施工をキーワードに、列車運行時間帯でも施工が可能な工法の技術開発として、場所打ち杭工法と線路下横断工法について報告した。

線路に近接した工事が昼夜で可能になると、効率的な施設の新設・改築が可能となり、鉄道を利用されるお客様のサービスの向上に寄与できることとなる。一方、列車運行の安全性の確保という観点からみると、工法の小さな欠陥が安全を脅かす大きな要因となるおそれがある。このため、これらの技術開発においては、安全性に対し十分な検証を行った上で実用化されたものである。

現在、技術開発に成功した工法は現地で実用化されているが、まだまだ改良の余地はあると感じている。既開発の工法の改良を進めるとともに、お客様へのサービス向上の観点からさらに現場のニーズに目を向け、新しい技術開発に取り組んでいく所存である。

J C M A

【筆者紹介】

清水 満（しみず みつる）
東日本旅客鉄道㈱ 構造技術センター
次長



自動車走行燃費の改善に向けた アスファルト舗装技術の開発

石 垣 勉・川 上 篤 史・久 保 和 幸

平成 25 年 3 月に地球温暖化対策の推進に関する法律（以下、「温対法」という）が改正され、地球温暖化対策に引き続き積極的に取り組んでいくことが求められている。自動車の燃料消費に伴う CO₂ 排出量は、わが国全体の排出量の約 2 割を占めていることから、自動車走行燃費の改善を図る技術の開発と普及は、CO₂ 排出量の低減に向けて有効といえる。燃費に影響を及ぼす走行抵抗のうち、転がり抵抗は舗装路面に直接起因する走行抵抗である。したがって、路面の転がり抵抗を低減することで、自動車走行燃費の改善を図ることが期待できる。本稿では、筆者らが開発した低転がり抵抗性をもつアスファルト舗装（以下、「低燃費舗装」という）について、そのメカニズムを中心に、性能確認結果、および低燃費舗装による燃費改善効果と CO₂ 排出量抑制効果の試算結果を紹介する。

キーワード：地球温暖化対策、CO₂ 排出量、自動車走行燃費、転がり抵抗、低燃費舗装

1. はじめに

世界のエネルギー起源 CO₂ 排出量は約 300 億 t であり、わが国の排出量が占める割合は約 4% である^{1), 2)}。今後、発展途上国の経済活動の進展などにより、世界の CO₂ 排出量は増加する見通しである。現代において大気中の温室効果ガス濃度を安定化させ、地球温暖化を防止することは、経済活動と地球環境が調和した持続可能な社会を形成していくための世界共通の課題として認識されている。

平成 25 年 3 月に改正された温対法では、わが国の社会経済活動による温室効果ガスの排出の抑制等を促進するための措置を講ずることで、地球温暖化対策の推進を引き続き積極的に図ることが示されている。そこで運輸部門では、地球温暖化対策として環境負荷の少ない自動車の普及・使用の促進や自動車から環境負荷の少ない公共交通機関への誘導といった対策の考え方が示されている³⁾。

わが国の運輸部門における CO₂ 排出量は、全体の約 19% である。この内、自動車の燃料消費に伴う CO₂ 排出量の占める割合は、運輸部門の約 88% であり、わが国全体の約 16% を占めている³⁾。つまり、自動車走行燃費の改善に向けた技術の開発と普及は、運輸部門の地球温暖化対策の強化において有効であることは明らかである。

ところで、自動車の燃量消費量を変動させる主要因

は、走行抵抗と考えられている。走行抵抗とは、自動車の進行方向と反対向きに作用する力であり、主に転がり抵抗、空気抵抗、勾配抵抗、および加速抵抗の 4 つの抵抗により構成される⁴⁾。この走行抵抗を低減することで、自動車走行燃費の改善を図ることができる。

転がり抵抗とは、転動するタイヤと舗装路面の接触面において、タイヤが路面から進行方向と反対向きに受ける力であり⁴⁾、舗装路面に直接起因する走行抵抗と考えられる。したがって新たな舗装の技術的アプローチとして、低転がり抵抗性を有するアスファルト舗装（低燃費舗装）を開発することで、走行抵抗の低減を図り、自動車走行燃費の改善と CO₂ の排出量の抑制を図ることが期待できる。

筆者らは、平成 21 年度から平成 25 年度に実施した共同研究「低炭素舗装技術の高度化に関する研究」において、低燃費舗装の開発を進めてきた^{5)~7)}。本稿は、筆者らが開発した低燃費舗装のメカニズムを中心に、性能確認結果、および低燃費舗装による燃費改善効果と CO₂ 排出量の試算結果について述べる。

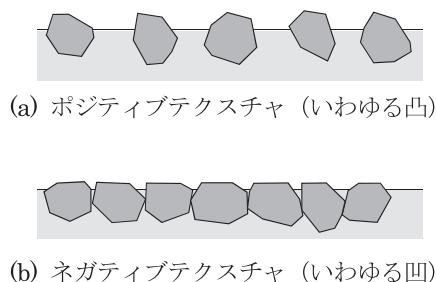
2. 低燃費舗装のメカニズム

転がり抵抗は、転動するタイヤと舗装路面の接触面において、タイヤトレッド面のゴムが圧縮・変形することで生じるひずみによる損失エネルギーと、路面の平坦性の影響により、タイヤサイドウォール部のゴ

ムが変形することで生じるひずみによる損失エネルギーの和と考えられている⁴⁾。そこで、タイヤ技術による主な転がり抵抗低減方法は、トレッド面のゴムのエネルギーロスの低減、タイヤ剛性の向上、および空気圧の高内圧化などの方法によって、損失エネルギーを低減する技術と考えられている。

既往の研究^{8), 9)}において、路面プロファイルと路面性能との関係が整理されている。これによれば、転がり抵抗はマクロテクスチャ（波長 0.5 ～ 50 mm）からメガテクスチャ（波長 50 ～ 500 mm）の範囲の振幅と、ラフネス・アンイーブンネス（波長 500 mm 以上）の振幅と正の相関があることが示されている。マクロテクスチャからメガテクスチャ領域の振幅は、主にアスファルト混合物の骨材の最大粒径や粒度などのアスファルト混合物の配合が支配的な要因となるのに対して、ラフネス・アンイーブンネス領域の振幅は、舗装の施工に起因する平坦性が要因と考えられる。

図—1 に、路面テクスチャの区分を示す。図—1 (a) に示すポジティブテクスチャ（positive texture）とは、「骨材が露出した状態（いわゆる凸）のテクスチャ」であり、経年変化した密粒度アスファルト舗装によく見られるテクスチャである。図—1 (b) に示すネガティブテクスチャ（negative texture）とは、「骨材を表面に緻密かつ平滑に並べた（いわゆる凹）テクスチャ」と定義される。ネガティブテクスチャは、すべり抵抗の確保、車内・車外騒音の低減、および水煙・水はねの抑制などの高度な機能性をもつ舗装の要素技術として、イギリス（Thin Wearing Course System）やフランス（Ultra-Thin Rough Asphalt）においてその普及が進んでいる。

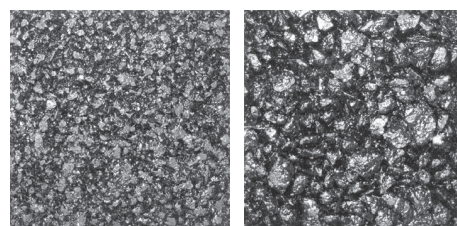


図—1 路面テクスチャの区分

本研究で開発した低燃費舗装は、このネガティブテクスチャを適用している。表—1 に低燃費舗装の粒度範囲、写真—1 に低燃費舗装と従来舗装の路面比較を示す。粒度範囲は、排水性（5）と SMA（5）の中間的な粒度である。低燃費舗装の技術的特徴として、骨材最大寸法を 5 mm とし、欧州で採用されている骨材最大寸法（14 mm または 10 mm）よりも小粒

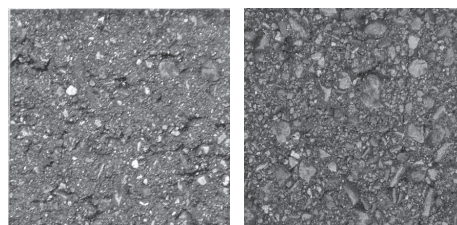
表—1 低燃費舗装の粒度範囲

仕上厚 (cm)	2 ～ 3	
最大粒径 (mm)	5	
百分率 通過質量	13.2 mm	100
	4.75 mm	90 ～ 100
	2.36 mm	20 ～ 40
	0.075 mm	5 ～ 10
バインダー種別	ポリマー改質 H 型 同等以上	
アスファルト量 (%)	5 ～ 6	
空隙率 (%)	10 ～ 18	



(a) 低燃費舗装

(b) 排水性(13)



(c) 密粒(13)

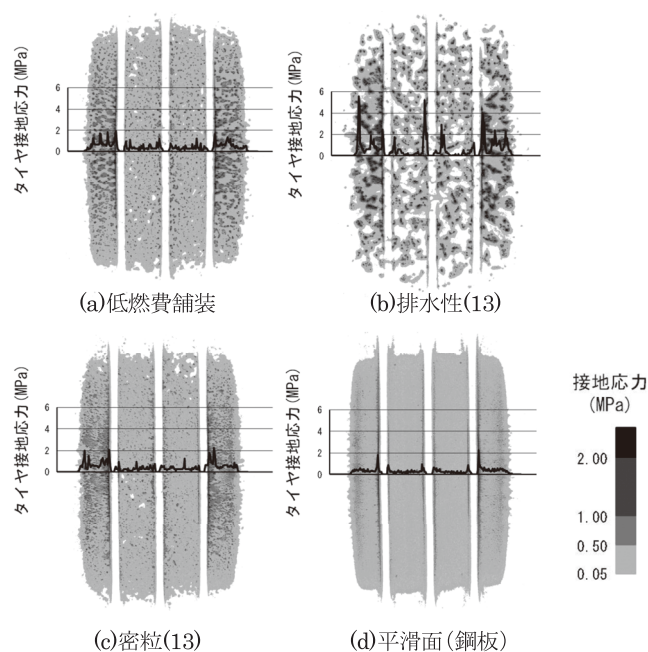
(d) 経年変化した密粒(13)

写真—1 低燃費舗装と従来舗装の路面比較

径化を図ることで、マクロテクスチャからメガテクスチャ領域の振幅の更なる低減を図るとともに、空隙をもたせることで適度な排水性や低騒音性を確保した点があげられる。

低燃費舗装の転がり抵抗低減メカニズムの検討を目的に、各種路面におけるタイヤ接地応力を測定した。図—2 に、各種路面のタイヤ接地応力分布を示す。試験体は、本研究で開発した低燃費舗装、排水性（13）、密粒（13）、および平滑面（銅板）とした。試験に用いたタイヤは、すべり抵抗測定標準リブタイヤ（ASTM 準拠、タイヤ規格 165SR13、空気圧 0.176 MPa）とした。タイヤ接地応力の測定には、圧力測定範囲の異なる 3 種類の感圧フィルムを用いた。感圧フィルムを試験体表面とタイヤの間に敷設し、室内タイヤ静的載荷装置により静的鉛直荷重（3969N）に載荷した。感圧後の各フィルムを圧力画像解析装置で読み込み、これらの解析結果を合成することにより、タイヤ接地応力分布を作成した。図—2 中には、圧力画像解析で得られたタイヤ重心位置の横断面におけるタイヤ接地応力をあわせて示した。

図—2 より、タイヤ接地応力分布は、路面の違い



図—2 各種路面におけるタイヤ接地応力分布

により大きく異なっていることがわかる。タイヤ接地応力 0.05 MPa 以上の面積は、排水性 (13)、低燃費舗装、密粒 (13)、平滑面の順で大きくなっている。平滑面のタイヤ接地応力 0.05 MPa 以上の面積を 1 とした場合、低燃費舗装の面積比は 0.97、密粒 (13) の面積比は 0.99 であり、平滑面と近い接地面積であるのに対して、排水性 (13) は 0.86 であり、その面積が大幅に低下している。これに対して、タイヤ接地応力 1 MPa 以上の面積は、排水性 (13)、低燃費舗装、密粒 (13)、平滑面の順で小さくなっている。平滑面のタイヤ接地応力 1 MPa 以上の接地面積を 1 とした場合、密粒 (13) の面積比は 4.8、低燃費舗装は 6.5 に対して、排水性 (13) は 13.0 であり、低燃費舗装の 2 倍となっている。タイヤ重心位置の横断面におけるタイヤ接地応力は、各路面ともにタイヤトレッド面の端部と縦溝の近傍に高い接地応力が発生していることがわかる。これは一般的な空気入りタイヤの共通の特性である⁴⁾。平滑面、密粒 (13) および低燃費舗装の接地応力レベルの最大値は 1.5 ～ 2 MPa 程度であるのに対して、排水性 (13) は 5.5 MPa の高い接地応力が発生している。この局所的な高い接地応力の発生は、いずれの試験体も露出した骨材上であるが、露出する骨材の最大粒径が大きい排水性 (13) は、高い応力レベルとなっていることがわかる。したがって、排水性 (13) におけるタイヤトレッド面の圧縮・変形量は、低燃費舗装や密粒 (13) と比較して大きく、タイヤトレッド面に生じるひずみによる損失エネルギーは大きいものと考えられる。

上記の検討結果より、低燃費舗装の転がり抵抗低減メカニズムを、「骨材の小粒径化によるネガティブテクスチャの高度化と高い平坦性を確保することで、タイヤトレッド面のゴムを圧縮・変形させる局所的なタイヤ接地応力の発生とその面積を従来の舗装よりも抑制することができる。これによりタイヤに生じるひずみによる損失エネルギーの発生を抑制することで、転がり抵抗を低減するもの」と筆者らは考えている。

なお、密粒 (13) は供用初期において転がり抵抗が小さいと考えられるが、経年変化によるポジティブテクスチャ化 (写真—1 (d) を参照) により、転がり抵抗は増加していくものと考えられる。

3. 低燃費舗装の性能確認

写真—2 に、国土技術政策総合研究所の試験走路直線部において実施した低燃費舗装の試験施工状況を示す。低燃費舗装の施工方法の主な特徴は、アスファルトフィニッシャーによる均一な敷均しにより、緻密に形成されたネガティブテクスチャを、ニーディング作用が伴うタイヤローラによる締固めを用いず、線荷重のタンデムローラのみを使用することで、これを保持することである。



写真—2 低燃費舗装の試験施工状況

表—2 に、各種路面の転がり抵抗と路面性状測定結果⁷⁾を示す。転がり抵抗の測定方法は、すべり抵抗測定車 (ASTM 準拠、タイヤ規格 165SR13、空気圧 0.176 MPa、載荷重 3969N) による方法を用いた。転がり抵抗は、タイヤに作用する鉛直荷重に対して、ほぼ比例して増加する性質がある。そこで、転動する試験輪のけん引力を転がり抵抗 (F) とみなし、鉛直荷重 (W) で除すことにより、転がり抵抗係数 ($\mu_r = F/W$) を算出した。既往の知見⁴⁾により、転がり抵抗係数はタイヤ温度依存性がある。そこで、タイヤ温度を 30℃ に補正¹⁰⁾した μ_r を表—2 に示した。

表—2 各種路面の転がり抵抗と路面性状の測定結果（国土技術政策総合研究所 試験走路）

路面種別	細別	転がり抵抗係数 μ_r (30℃)					路面性状データ					
		20 km/h	40 km/h	60 km/h	80 km/h	100 km/h	MPD (mm)	SMTD (mm)	σ (mm)	IRI (mm/m)	BPN	現場透水量 400 ml/15 s
A 排水性 (13)	新設	0.0166	0.0198	0.0222	0.0260	0.0287	1.47	1.29	0.75	1.13	66	1028
B 排水性 (13)	既設	0.0167	0.0187	0.0212	0.0237	0.0280	1.66	1.30	0.92	1.25	59	1226
C 排水性 (5)	既設	0.0156	0.0182	0.0210	0.0242	0.0283	0.85	0.59	1.61	1.49	64	1377
D 密粒 (20)	新設	0.0163	0.0191	0.0226	0.0269	0.0289	0.36	0.26	1.11	2.18	73	—
E 密粒 (13)	既設	0.0165	0.0182	0.0210	0.0242	0.0283	0.45	0.26	0.76	1.25	70	—
F 密粒 (13)	既設	0.0157	0.0182	0.0210	0.0242	0.0283	0.29	0.21	0.75	1.04	79	—
G 連続鉄筋コンクリート	既設	0.0170	0.0200	0.0227	0.0253	0.0280	0.34	0.17	1.08	1.51	68	—
H 低燃費舗装 (二層同時施工)	新設	0.0148	0.0174	0.0196	0.0245	0.0260	0.56	0.41	0.87	1.00	79	865
I 低燃費舗装 (乳剤散布式)	新設	0.0150	0.0170	0.0191	0.0240	0.0271	0.57	0.41	0.54	0.91	71	1053

表—2 より、転がり抵抗係数は速度依存性があり、走行速度が速いほど転がり抵抗係数が増加していることがわかる。このことは、転がり抵抗係数の走行速度依存性は小さいとするタイヤの室内転がり抵抗試験の知見⁴⁾と異なっている。これは、タイヤの室内転がり抵抗試験では、回転ドラムの平滑面上において転がり抵抗を測定しているのに対して、実際の舗装上での測定は、ラフネス・アンイーブンネス波長域において振幅をもつ路面上で測定していることに起因し、走行速度が速いほど、ラフネス・アンイーブンネス波長域の影響度が大きくなることによるものと推察される。

転がり抵抗係数 μ_r は路面種別により異なっていることがわかる。低燃費舗装の転がり抵抗は、他の舗装と比較して小さい値を示している。ここで、排水性(13)と低燃費舗装の走行速度 60 km/h における転がり抵抗係数 μ_r を比較すると、排水性(13)の μ_r は 0.0222 に対して、低燃費舗装の μ_r は 0.0191, 0.0196 となっている。このことから低燃費舗装は、一般国道や都市内道路において従来舗装として適用されている排水性(13)に対して、約 12～14% の転がり抵抗低減効果を期待できることがわかる。

転がり抵抗係数 μ_r と路面性状の関係として、転がり抵抗係数とすべり抵抗性 (BPN) の相関は見られない。このことは、既往の知見⁸⁾を裏付けている。転がり抵抗係数 μ_r と舗装のテクスチャの指標であるきめ深さ (MPD) は負の相関があり、平たん性の指標である IRI とは正の相関がある。このことは、筆者らの既報⁶⁾でも示したように、これらの指標を用いることで転がり抵抗の予測に活用できる可能性をうかがい知ることができるが、今後更なるデータの収集を図り、検証していく必要がある。

4. 低燃費舗装による燃費改善効果と CO₂ 排出抑制効果の試算

表—3 に、低燃費舗装による自動車走行燃費改善率の試算結果を示す。試算条件として、比較対象を排水性(13)とし、低燃費舗装の適用による転がり抵抗低減率を 14% と設定した。燃費向上率の試算には、JATMA¹¹⁾ が示した転がり抵抗の燃費寄与率に転がり抵抗低減率 (14%) を乗ずることで算出した。表—3 より、実際の走行条件に近いモード燃費試験走行の燃費向上率より、平均で約 2% 程度の改善が期待できる試算結果となっている。

筆者らは、既報⁶⁾において低燃費舗装の適用による CO₂ 排出量抑制効果は、交通量の多い路線ほど効果的であることを示した。そこで、本稿では低燃費舗装の重交通路線への適用を想定した CO₂ 排出量抑制効果を試算した。表—4 に、従来舗装と低燃費舗装による CO₂ 排出量の試算結果を示す。試算条件として、日交通量 3 万台 (大型車混入率 15%) の重交通路線に低燃費舗装を適用するものとした。排水性(13)における小型車 (ガソリン車) と大型車 (ディーゼル車) の燃費を 10 km/L および 3 km/L と設定した。

表—3 低燃費舗装による燃費改善率試算結果

走行条件	転がり抵抗 燃費寄与率 (%) : A	転がり抵抗 低減率 (%) : B	燃費向上率 (%) : A × B
一定速度走行	20 ～ 25	14	2.8 ～ 3.5
モード燃費 試験走行	10 ～ 20	14	1.4 ～ 2.8
一般市街地 走行	7 ～ 10	14	0.7 ～ 1.8

表一 4 従来舗装と低燃費舗装による CO₂ 排出量の試算結果

	従来舗装（排水性（13））		低燃費舗装		計算式
	小型車	大型車	小型車	大型車	
(A) 走行燃費 (km/ℓ)	10	3	10.2	3.06	設定
(B) CO ₂ 排出量/台 (kg-CO ₂ /100 km・台)	23.2	85.3	22.7	83.7	小型車：2.32/A*100 大型車：2.56/A*100
(C) 交通量 (台/日)：(C)	25,500	4,500	25,500	4,500	試算条件
(D) CO ₂ 排出量/日 (t-CO ₂ /100 km・日)	591.6	383.9	578.9	376.7	B × C/1000
(E) CO ₂ 排出量/年 (t-CO ₂ /100 km・年)	215,934	140,124	211,298	137,496	D × 365
合計 (t-CO ₂ /100 km・年)	356,058	348,794	348,794		

低燃費舗装の燃費は、前述の燃費向上率の平均値(2%)をもとに、排水性（13）の燃費にそれぞれ 1.02 を乗じたものを設定した。ガソリンとディーゼル燃料の CO₂ 排出係数は、2.32 kg - CO₂/L および 2.56 kg - CO₂/L と設定し、路線延長 100 km、1 年あたりの CO₂ 排出量を試算した。

表一 4 より、路線延長 100 km、1 年あたりの排水性（13）のケースにおける CO₂ 排出量は約 35.6 万 t、低燃費舗装では約 34.9 万 t であり、低燃費舗装による CO₂ 排出抑制効果は約 7000 t と試算される。この試算結果より、低燃費舗装を交通量の多い一般国道、都市内高速道路および都市内幹線道路に適用することで、わが国の運輸部門における CO₂ 排出量抑制に一定の効果が期待できるものと考えられる。

5. おわりに

本稿では、筆者らが開発した低燃費舗装について、そのメカニズムを中心に、性能確認結果、および低燃費舗装による燃費改善効果と CO₂ 排出抑制効果の試算結果を紹介した。舗装の技術的アプローチによる自動車走行燃費の改善および CO₂ 排出量抑制は、環境負荷の少ない自動車の普及・使用といった自動車単体対策との相乗効果も期待できる。今後更なるデータの収集を図り、効果の検証を進めるとともに、実路適用に向けた取り組みを進めていきたい。

J C M A

【参考文献】

- 1) 環境省：世界のエネルギー起源 CO₂ 排出量，環境省 HP <http://www.env.go.jp>
- 2) 環境省：2011 年度温室効果ガス排出量（速報値），環境省 HP <http://www.env.go.jp>
- 3) 国土交通省総合政策局環境政策課：運輸部門における地球温暖化対策，平成 25 年 9 月，国土交通省 HP <http://www.mlit.go.jp>
- 4) 酒井秀男：改訂版タイヤ工学，グランプリ出版（2002）
- 5) 川上 篤史，新田弘之，寺田剛，久保和幸：低炭素社会に貢献する舗装技術 - 低燃費舗装の CO₂ 排出量削減効果の試算等，土木技術資料，Vol.55, No.1, pp.24-27（2013.1）
- 6) 川上 篤史，寺田 剛，久保 和幸，石垣勉：低燃費舗装の要求性能に関する検討，第 30 回日本道路会議論文集，No.3069（2013）
- 7) 石垣勉，川上篤史，久保和幸：自動車走行燃費の向上に寄与するタイヤ/路面転がり抵抗の小さなアスファルト舗装技術の開発，第 30 回日本道路会議論文集，No.3068（2013）
- 8) Henry, J.J. :Evaluation of pavement friction characteristics. NCHRP Synthesis of Highway, Practice 291. Washington, D.C.: Transportation Research Board. (2000)
- 9) Descornet, G.: Road-Surface Influence on Tire Rolling Resistance, ASTM STP 1031, pp. 410 -415,ASTM, (1990)
- 10) Janssen,M.L. & Hall,G.L. : Effect of Ambient Temperature on Radial Tire Rolling Resistance, SAE No. 800090, SAE, (1980)
- 11) 低燃費タイヤ普及促進協議会：低燃費タイヤ等に関する普及のあり方について（2009.7）

【筆者紹介】

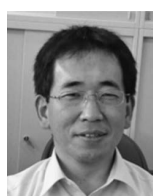
石垣 勉（いしがき つとむ）
 (株) NIPPO
 総合技術部 技術研究所 研究第一グループ
 主任研究員



川上 篤史（かわかみ あつし）
 (株) 土木研究所
 道路技術研究グループ 舗装チーム
 主任研究員



久保 和幸（くぼ かずゆき）
 (株) 土木研究所
 道路技術研究グループ 舗装チーム
 上席研究員



高波から国土を守る新型離岸堤

斜面スリット型透過式ケーソン S-VHS 工法

奥田 一弘・土岡 真樹

静岡県焼津市の駿河海岸は波浪による侵食と浸水被害が激しく、海岸保全事業の一環としてこれまでに5つの工法で計8基（1基あたり延長150m）の有脚式離岸堤が整備されてきた。本稿では、その中から、平成25年に整備が完了した離岸堤に採用されたS-VHS工法（以下「本工法」という）を取り上げる。本工法は函体と呼ばれる鉄筋コンクリート製の斜面型の上部工と鋼管杭基礎からなり、函体に設けた複数のスリットによる消波効果で離岸堤背後に静穏海域を創りだす。ここでは、本工法の特徴や施工状況に加えて、太平洋の厳しい海象条件の中で高精度な函体据付を可能にした施工管理システムを紹介する。

キーワード：S-VHS工法、有脚式離岸堤、海岸侵食、浸水被害、海岸保全、システム施工

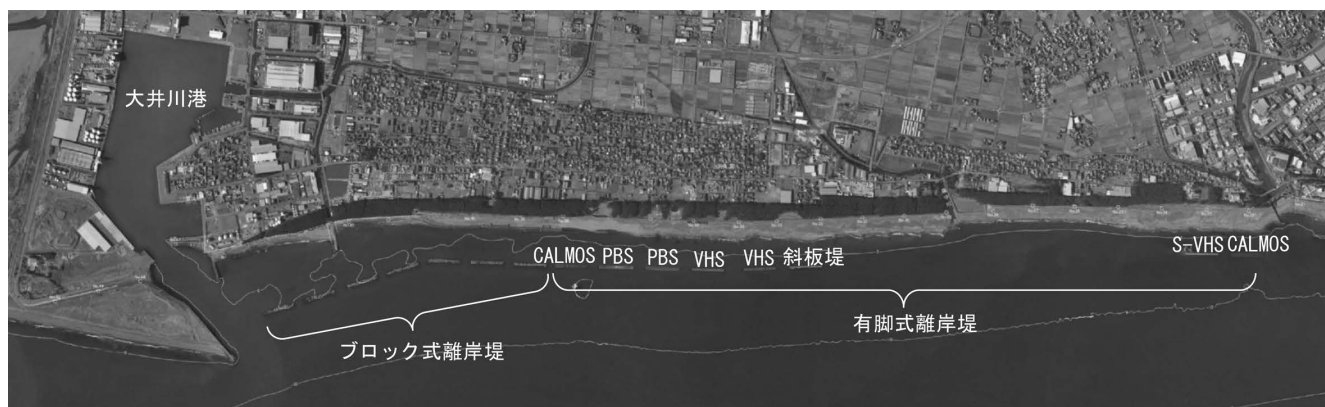
1. はじめに

我が国は四方を海に囲まれた海洋国家であり、海岸線の延長は約3.4万kmにも及ぶ。古来より、人々は200海里におよぶ広大な経済水域を漁業や貿易の場として利用してきた。近年では豊富な海底資源をはじめ、洋上風力や潮流を活かしたクリーンエネルギーの生産の場としても注目されており、今後ますますの海洋空間の有効利用・開発が期待される。その一方で、外洋に面した海岸では、波浪による海岸侵食が年々進行しており、高波等による背後地での浸水被害が多々生じている。

こういった状況を受けて、今から約20年前の平成

4年に、海域制御構造物の開発・設置による国土保全を目的としたMMZ（マリーン・マルチ・ゾーン）計画策定の手引きが作成された。海域制御構造物は沖合に設置される透過性の消波構造物であり、越波および侵食防止機能を有する。その代表的な構造の一つが鋼管杭基礎をもつ有脚式の離岸堤である。我が国有数の侵食海岸であり高波による被害が甚大な静岡県駿河海岸（写真—1）と富山県下新川海岸（写真—2）では、MMZ計画策定以降、有脚式離岸堤が数種の工法によって設置されてきた。

本稿では、駿河海岸の1基、下新川海岸の3基の離岸堤に採用された本工法を取り上げ、駿河海岸での施工事例をもとに工法の特徴や施工方法を紹介する。



（国土交通省静岡河川事務所提供写真を加工）

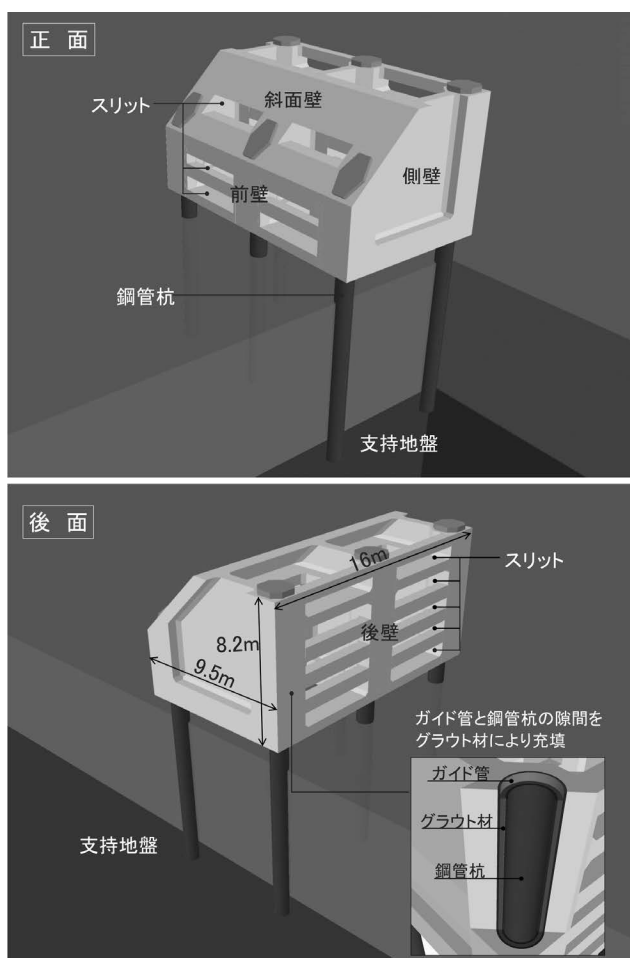
写真—1 駿河海岸における離岸堤事業



写真—2 富山県下新川海岸の有脚式離岸堤

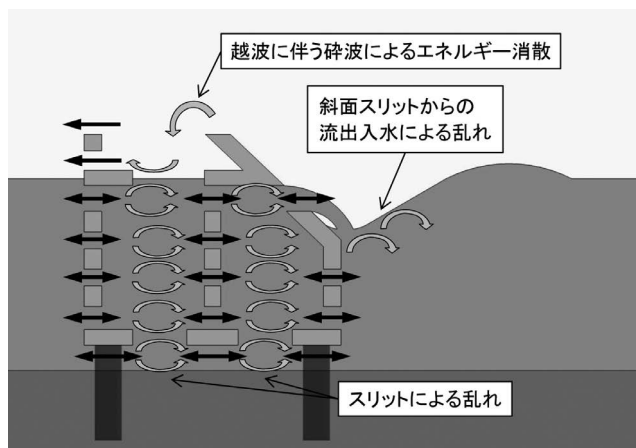
2. 本工法の特徴

本工法は鉄筋コンクリート製の上部工（以下、函体）と鋼管杭基礎からなる（図—1）。函体の前面上部は斜面構造であり、複数のスリットを有する。函体には鋼管杭を挿入・打設するための鋼管（以下、ガイド管）が埋め込まれており、ガイド管と鋼管杭の隙間に海上でグラウトを充填することで函体と杭を一体化させる。

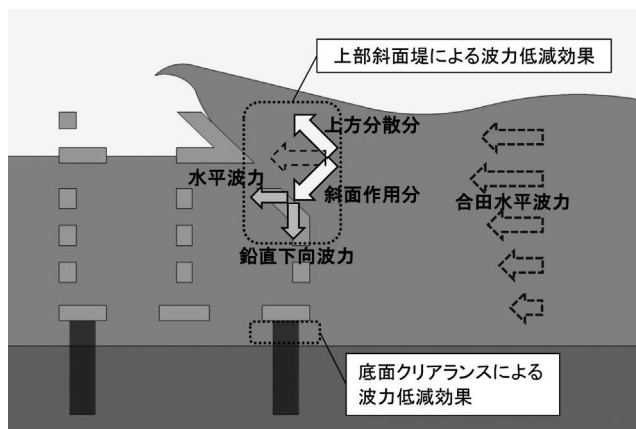


図—1 本工法構造概要

函体に設けた複数のスリットは乱れの発生を促し、波浪の持つエネルギーを消散する（図—2）。また、上部斜面構造は越波・碎波の発生を促し、波浪の持つエネルギーを消散する。これらの効果により、本工法は消波性能（透過率0.6以下、反射率0.5以下）を有する。さらに、斜面構造は函体に作用する波力を分散させ、水平波力を低減すると同時に鉛直下向きの分力によって函体を安定させる（図—3）。



図—2 スリットによる消波メカニズム



図—3 斜面構造による函体安定効果

本工法は従来型のブロック工法と同等の消波性能を有することに加え、鋼管杭をN値40程度の支持地盤まで打ち込む杭基礎構造であるため、ブロックを用いた従来工法において懸念される離岸堤周囲の洗掘に伴う沈下やブロック散乱による消波性能の低下は生じない。急峻な海底勾配を持つ地形においては波浪が特に厳しくなるため、本工法をはじめとする有脚式離岸堤が特に有効である。なお、本稿で取り上げた離岸堤の設置条件は沖合150m、水深約7m、海底勾配1/7、波浪条件は設計波高7.86m、周期16秒である。

3. 工事数量

本離岸堤工事の代表数量を以下に記載する。

離岸堤：1基（ $L = 150\text{ m}$ ）

函体製作・据付：9函（ $9,330\text{ kN/函}$ ）

ガイド管設置：54本（ $\phi 1,300$, $L = 8.2\text{ m}$ ）

鋼管杭工：54本（ $\phi 1,000$, $L = 20.5 \sim 23.5\text{ m}$ ）

4. 施工のながれ

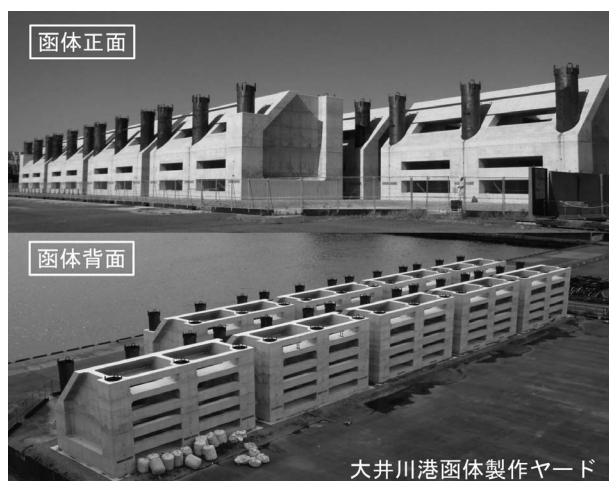
施工は大きく陸上作業と海上作業に分かれる。陸上作業は函体製作が、海上作業は函体据付および鋼管杭打設、函体と鋼管杭の一体化が主である。主な工種について以下(1)～(4)に記す。

(1) 函体製作

陸上の製作ヤードにガイド管を設置し、その周囲に鉄筋を組み立てた(写真—3)。函体高 8.2 m を考慮し、コンクリートは4段階に分けて打上げ、全9函を製作した(写真—4)。



写真—3 ガイド管および鉄筋組立て



写真—4 製作が完了した函体

(2) 函体据付

函体（約 $1,000\text{ t}$ ）の据付には大型の起重機船（ $2,200\text{ t}$ 吊級）を用いた。大井川港内の製作ヤードから据付場所までの函体の海上運搬に際しては、曳船を起重機船の前後に配置し慎重に曳航した(写真—5, 6)。本工法は据付精度が離岸堤の出来形に直結するため、外洋という海象条件の厳しい中で高精度な据付が求められた。そこで、水平方向の据付精度は据付誘導システム(5章)を用いることで確保した。また、鉛直方向の据付精度は事前の潜水作業において海底面に捨石を敷均すことで確保した。



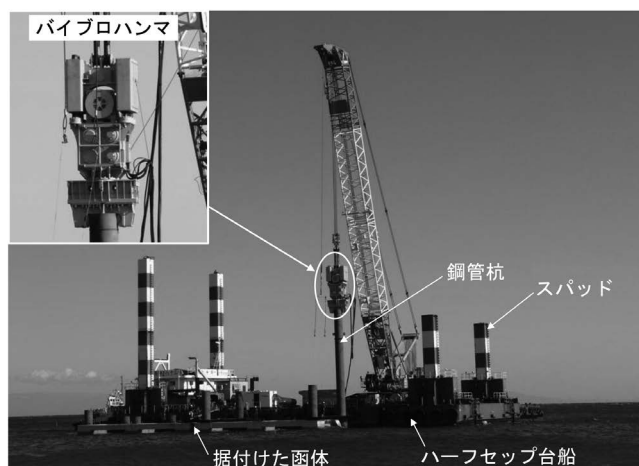
写真—5 起重機船による函体曳航



写真—6 起重機船による函体据付

(3) 鋼管杭打設

厳しい海象条件のため、通常の杭打船は激しく動揺し鋼管杭を効率的に打設できない。そこで、4本のスパッドにより船体をしっかりと固定できるハーフセップ台船を用いた。ハーフセップ台船に搭載したクローラクレーンにより鋼管杭を函体のガイド管内に挿入し、バイプロハンマと油圧ハンマを併用して土中の支持層（海底下約 $15 \sim 17\text{ m}$ ）まで打設した(写真—7, 8)。



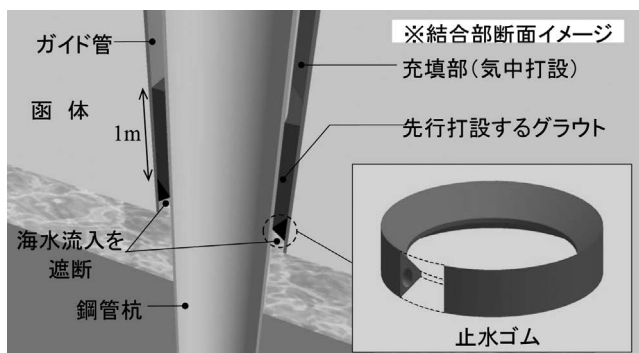
写真一七 バイプロハンマによる鋼管杭打設



写真一八 油圧ハンマによる鋼管杭打設

(4) 函体と鋼管杭の結合

函体と鋼管杭をグラウト材で結合するにあたり、グラウト材の函体底部からの漏洩を防止する必要がある。そこで、グラウト充填部にあたるガイド管と鋼管杭の隙間への海水の流入を遮断する目的で、ガイド管内側にリング状の止水ゴム(図一4)を工場で予め設置した。さらに、フェイルセーフとして、構造上強度を見込まない鉛直高さ1m分のグラウト材を先行打設し、充填部への海水の流入を完全に遮断した。充填



図一四 止水構造

は溜り水の排水後とし、気中と同等の条件下で高品質なグラウト材を充填することにより、函体と鋼管杭の結合性を向上させた。

5. 据付誘導システムを用いた函体据付

本章では函体据付に非常に効果的であった据付誘導システムを紹介する。

函体の据付作業は海象条件の比較的穏やかな日を選定して早朝から行われる。しかしながら、本函体は重量が約1,000tと非常に重く、外洋では波浪によって激しく煽りを受ける。このため、据付に時間を要し、これに伴う天候の変化による作業条件の悪化が懸念された。また、本工法はいったん据付けると位置の修正が非常に難しく、据付精度が離岸堤の出来形に直結するため、据付けを精度良く管理する施工上の工夫が求められた。

以上のことから、据付作業の迅速化と高精度化を図る目的で、従来の無線誘導に加えて自動追尾が可能なジオジメータを利用した据付誘導システムを導入した。本システムは、据付ける函体の陸側両端2箇所に設置したミラー(写真一9)を海岸上に設置したジオジメータ(写真一10)により視準することで、函体の位置座標をリアルタイム計測・管理するものである。計測データは無線により起重機船の操作室内に設けたパソコンへ転送され、誘導に必要な情報(函体の現在位置と計画位置、相互の位置のズレ(X, Y, Z, 回転角 θ)等)をリアルタイムに計算し、結果はモニター上に表示される(図一5)。起重機船のオペレータはモニター上の数値と映像をもとに、起重機船の位置決めや据付作業を行う。

本システムの導入により、起重機船の位置決めや据



写真一九 函体陸側両端2箇所に設置されたミラー

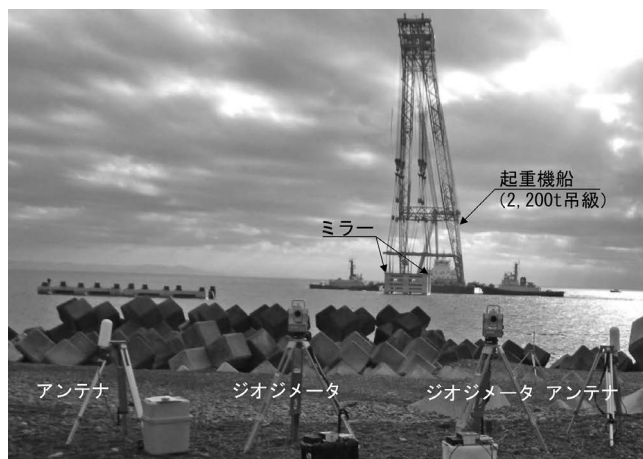


写真-10 ジオジメータによる函体位置のリアルタイム計測



写真-11 完成した本工法による離岸堤（沖側）

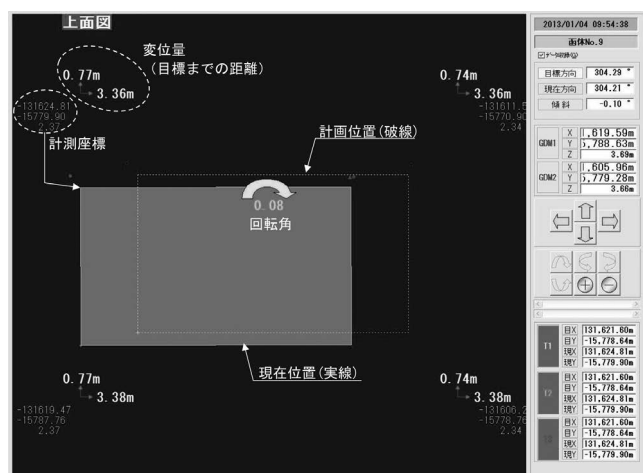


図-5 起重機船内モニター上の誘導表示

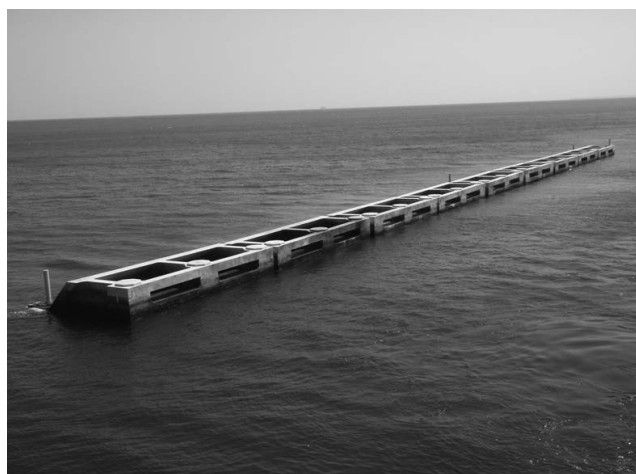


写真-12 完成した本工法による離岸堤（陸側）

付作業を円滑かつ安全に行うことができ、函体を精度良く設置するとともに、作業時間を1函あたり30分以上短縮できた。

6. おわりに

本稿で取り上げた駿河海岸ではアカウミガメの上陸・産卵が確認されており、付近ではシラス漁やサクラエビ漁が盛んである。本工法 S-VHS 工法がこのような良好な海岸環境の保全や沿岸漁業の漁場創成の一助となれば幸いであるとともに、静穏海域の創出により沿岸域の安全性が確保されることを強く期待する。また、本工法をはじめ有脚式離岸堤が海岸侵食の進む我が国の国土保全対策として今後一層活用されることを期待してやまない。

J C M A

【筆者紹介】

奥田 一弘（おくだ かずひろ）
五洋建設㈱
土木本部 土木設計部
主任



土岡 真樹（つちおか まさき）
五洋建設㈱
名古屋支店 一色離岸堤工事事務所
工事所長



時速 50 km でトンネル空洞探査

高速走行型非接触レーダーによるトンネル覆工巻厚・空洞探査を実現： MIMM-R（ミーム・アール）

安 田 亨・山 本 秀 樹・北 澤 隆 一

走行型計測車両によるトンネル点検を目的として開発された MIMM に、レーダー探査機能を追加して多機能計測車両 MIMM-R を開発した。走行型非接触レーダー機能により、トンネル覆工の巻厚および背面空洞を迅速に探査することができる。探査深度は巻厚で変化し、40 cm ～ 80 cm 程度である。巻厚が薄く、しかも背面空洞があるという危険箇所を効率的に探査することを目的としており、打音検査を行うべき箇所を事前にスクリーニングすることができる。結果として、打音検査時の交通規制時間や交通障害を低減し、コスト縮減に寄与することが可能である。

キーワード：トンネル点検、非接触レーダー、走行型計測、空洞探査、巻厚探査

1. はじめに

道路トンネルや鉄道トンネルの維持管理の目的は、利用者被害を未然に防止し、安全な通行を確保することにある。一般にトンネルの維持管理は、点検、調査、対策の流れで実施されており、点検や診断で健全性を評価した上で効果的な対策を行うことで目的を達成する。多数のトンネルを効率よく効果的に対策を行うため、点検サイクルや調査、対策の要否、緊急度をトンネルの健全性や路線ネットワークの重要度、予算等から維持管理計画（長寿命化計画）を策定し戦略的に維持管理を進めることが重要となっている。

平成 26 年 6 月トンネル維持管理のあり方が見直され、道路トンネルにおいては、5 年に 1 回の間隔で点検を行うことが義務化された。トンネル点検は、近接目視で行うことが基本であるが、従来の点検技術においては、①スケッチによる変状の記録、②打音により点検者の主観による判定、③暗所で狭隘の作業であるなどの理由のため、安全性や客観性に乏しく、見落としの発生や変状の進行を適性に評価できないなどの課題が指摘されている。

上述した課題に対する解決策として、MMS（Mobile Mapping System）（共同開発者：三菱電機株）と MIS（Mobile Imaging System）（共同開発者：計測検査株）を搭載した走行型トンネル点検車「MIMM（ミーム）」を 2010 年に開発した。同時に国土交通省近畿地方整備局の産官学連携プロジェクト「新都市社会技術融合創造研究会：プロジェクトリーダー大西有

三京都大学名誉教授」にて、走行型計測技術によるトンネル健全性評価の実用化を検証し¹⁾、以降多数のトンネルにおいて実用レベルで活用されている。

この車両は、覆工壁面の連続画像計測やレーザー計測ができ、交通規制を必要とせず、高速走行しながら精度の良い、客観的な変状把握が可能である。

ただし、覆工巻厚や背面空洞の点検ができないという課題が残っていたため、2014 年 2 月にレーダー探査装置を搭載した車両を開発した（写真—1）。この車両を、MIMM-R（ミーム・アール）（以下「本計測車両」という）と名付け、車両天井部に設置した非接触型レーダーアンテナにより、覆工巻厚および背面空洞を高速走行しながら点検できる機能を追加した。レーダー探査により巻厚不足や背面空洞の有無を把握することが可能となり、健全度診断をする上で情報量

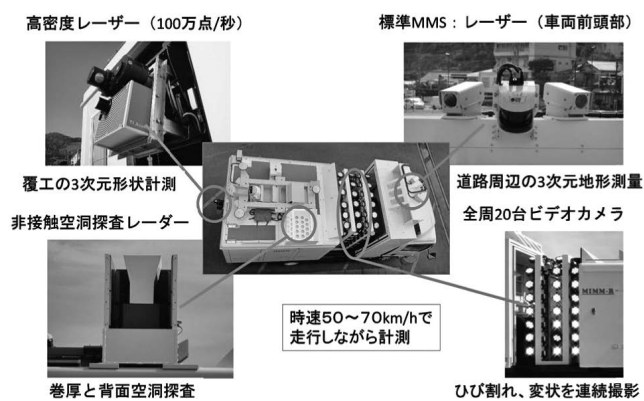


写真—1 本計測車両

が向上した。

2. 本計測車両の概要

本計測車両は、交通規制を必要とせず、高精度な地形測量、トンネルレーザー計測及び変形モード解析、トンネル画像計測及び損傷度評価、トンネルレーダー計測及び空洞の評価が可能である。これらを可能とするシステム、機能を図—1、2に示す。取得できる内容の詳細は以下の通りである。



図—1 本計測車両の計測システム



図—2 本計測車両の機能

(1) 高精度な地形測量

3次元点群データから、地図の基本となる道路および道路骨格データを縮尺1/500精度で作成することができ、公共測量作業規程が適用可能である。

(2) トンネルレーザー計測及び変形モード解析

100万点/秒の高精度レーザースキャナにより、高密度な点群データを取得することで、トンネル覆工の形状、覆工の変形（変形モード、目地・ひび割れの段差）、舗装の段差などを客観的に把握することが可能である。

(3) トンネル画像計測及び損傷度評価

速度50～70 km/hで走行しながら取得した壁面画像より、0.2 mm程度のひび割れを把握できる。客観的、正確な展開図が作成でき、変状進行性の把握や変状原因を継続して管理することができる。

(4) 地中レーダーによる覆工背面調査

走行型非接触レーダーにより、速度50～70 km/hで走行しながら、巻厚、背面空洞を探索できる。探索可能な深度は巻厚で変化し、40 cm～80 cm程度であり、図—3に示すように覆工が薄く、しかも空洞がある危険箇所を迅速に検出することを目的にしている。

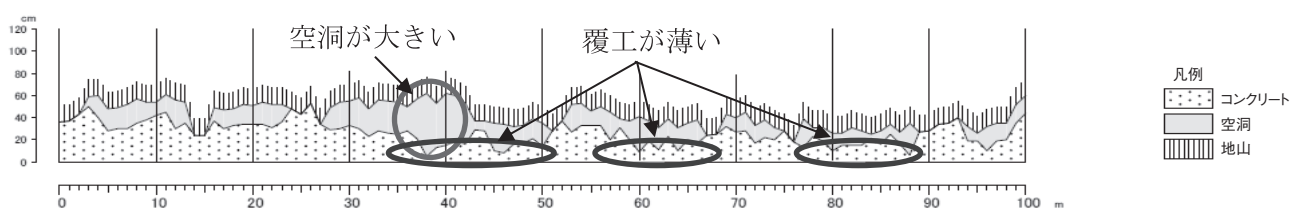
これらから得られた個々の結果を総合的に判断することで、トンネルに発生している異常原因を推定でき、着目点を事前に抽出し、詳細点検・補修計画の立案が可能となる。

3. レーダーの原理と接触型レーダー²⁾

地中レーダー法の探索原理は、層厚を測定するという観点において、電磁波が異なる物質の境界で反射するという物理的性質を用いた間接調査法である。

アンテナから放射された電磁波が地中に入射すると、物質（電氣的性質）の異なる層境界で反射する。図—4に示すようなトンネルがあると、第1層目は覆工コンクリート、2層目は空洞、3層目は地山と、物質の異なる3つの層がある。電磁波は図—4に示すように、各層境界で反射し、再びアンテナに戻って受信される。

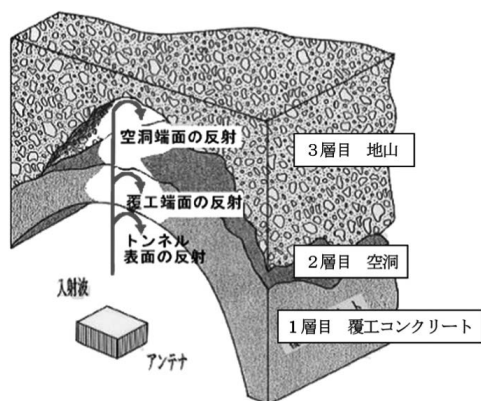
電磁波は、媒体中を伝搬するうちに、物質の減衰性



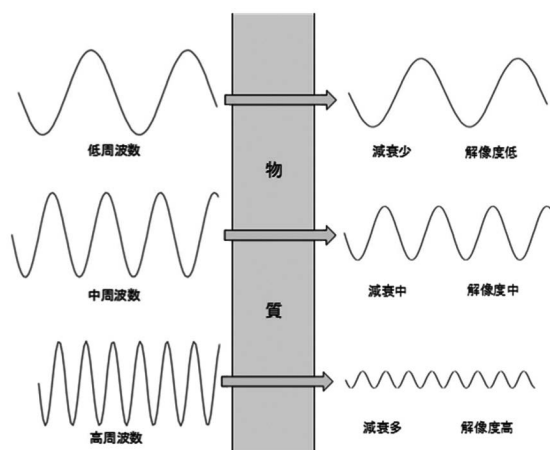
図—3 レーダー探索の目的

能によってエネルギーが吸収され、振幅が小さくなる。そのため、深部からの反射波は強度が十分に得られなくなり、レーダー記録上で認識できなくなるという一般的性質がある。

図—5に示すように、この減衰効果は周波数と深い相関があり、周波数が高い程大きく、低い程小さい。したがって、探査深度を大きくするには周波数を低くする必要がある。



図—4 電磁波の反射状況



図—5 周波数の違いによる性質イメージ図

その一方で、周波数が低いとアンテナの物理的な形状が大きくなり、分解能（解像度）が粗く、小さな構造が認識しにくくなる。つまり、高分解能を維持するためには周波数を高く保ち、探査深度を大きくするためには低周波数を使用しなければならないという相反する関係がある（表—1 参照）。

このように、電磁波は周波数によってその性質が大きく変化することから、調査目的や調査対象によって適切な周波数を選択することになる。

これまででも地中内部を探索する技術として、電磁波レーダーを用いた探査手法が広く用いられ、その探査原理から覆工背面の空洞や覆工厚さの確認に利用されている。しかし従来方式のレーダー探査では、アンテナと調査対象の壁面とを接触させる必要があり、トンネル内部には障害物も多いため、写真—2のように高所作業車等を用いて人力作業で行う必要があった。

また、接触型アンテナでは、アンテナを壁面に接触させることで、コンクリート片等が落下する危険があること、及び探査速度が遅いことから、交通規制を必

従来型レーダ(接触型レーダ)



写真—2 従来型レーダー計測状況

表—1 周波数と分解能

	高周波帯	中周波帯	低周波帯
周波数	1000MHz以上	900～300MHz	300MHz以下
探査深度 ※状態により異なる	～0.3m程度	～1.0m程度	～1.8m程度
鉄筋がある場合 ※周波数と鉄筋径による	100mm以上の間隔であれば探査可能	300mm程度の間隔であれば探査可能	500mm以上の間隔であれば探査可能
深度イメージ			
分解能イメージ			

要とする。路面下空洞探査のように、平滑で障害物が無い状態では、接触方式のレーダーでも高速で探査することが可能である。しかし、高速でトンネルの覆工背面を探査するには、走行をしながらトンネル覆工表面にある標識、ジェットファン、諸設備などを柔軟にかかわせる機械的なシステムと、落下物による第三者被害を防ぐ機能を付加しなければならない。高速走行を行いながら、これらの装置の設置を設けることは非常に困難であった。そこで、以上の課題解決のためレーダーアンテナを非接触型に置き換えることにした。

4. 走行型非接触レーダーの開発

非接触レーダーをトンネル用に改良するにあたって、以下の2点に留意した。

(1) 非接触レーダーにより3m程度の離隔を確保

これまで非接触レーダーが使用されなかった理由は、取得データ解析の煩雑さ、探査深度不足などによるものであった。非接触レーダーは、探査対象までの離隔が大きくなると、電磁波の減衰・拡散により反射波のパターン解析が難しい状態である。図-6に示す電磁波の極性・反射係数を考慮した原理解析により、探査性能が低下する非接触レーダーの解析を解決した。表-2に主な物質の比誘電率の値を示す。

原理解析により、道路維持管理便覧に示す突発性の

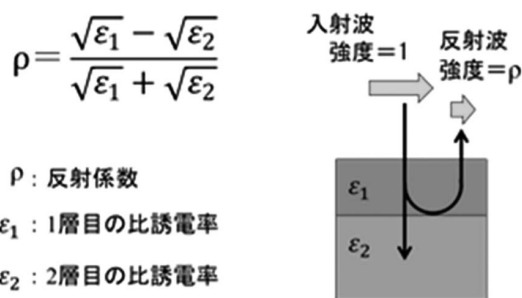


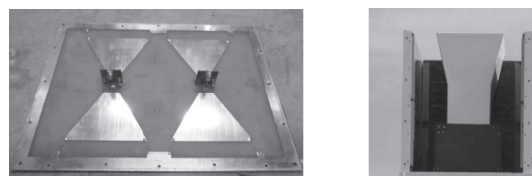
図-6 極性・反射係数の概念図

表-2 主な物質の比誘電率

材質	比誘電率				
真空、空気	1				
水	81				
岩	6				
砂	4	乾燥	5-8	標準	25 含水率25%
土	4	乾燥	10-20	標準	25 含水率25%
ローム	3	乾燥	20-40	標準	40 含水率50%
コンクリート	8-9	地上	10-12	トンネル覆工	
アスコン	5	新設	6	劣化	
金属	本来導電率を使って定義するが、比誘電率=∞とすると、反射係数は同一になる				

崩壊の目安である覆工巻厚 30 cm 未満、空洞厚 30 cm 以上の解析を行うことが可能となった。ただし、周波数特性により、覆工厚さ 50 cm 以深に於ける情報取得は困難である。

また接触型アンテナは電磁波の拡散問題のため、離隔を取れないという課題があった。図-7に示すアンテナ構造において、接触型であるボータアンテナは、指向性が無く感度が低いため対象に接触させる必要があるが、今回走行型非接触レーダーに採用したホーンアンテナは指向性が高く感度が高いため離隔を取ることができる。



ボータアンテナ ホーンアンテナ
図-7 レーダーアンテナ構造

(2) 高速走行での探査を実現

一般的な地中レーダー装置は、高速でのデータ取得を前提に作られた装置ではない。よって、50 km/h 以上の速度で、接触型と同じ容量のデータを取得するには、コントローラーの改良を行う必要があった。電磁波は1秒間に30万kmもの距離を進む超高速の波であるため、図-8のようなサンプリング方式を使用して、データを取得している。

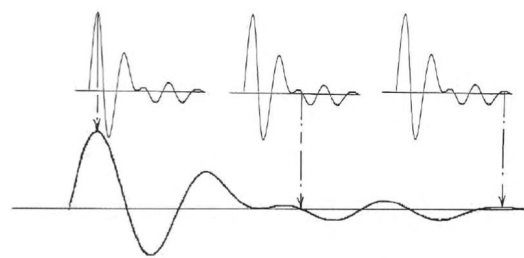


図-8 サンプリングの原理

電磁波の超高速に対応するため、1トレースを分割取得し、同じ形の1トレースを再構成させるサンプラーを用いている。トレース形状はnsec(ナノ秒)で変化する時間のオーダーではほとんど変わらないため、分解、再構築しても影響が生じない。サンプリング速度を高速化し、さらにアナログ・デジタル変換装置を高速化することにより、50～70 km/h の速度でのデータ取得が可能となった。

5. 実用性評価

実用性の判定は、過去に実施した接触型アンテナと削孔調査により妥当性を評価したトンネルに対して、50～70 km/h の速度で非接触レーダーでの取得を行い、その差異について分析・評価を行った。

図—9, 10 に示すサンプル 1, サンプル 2 とともに、A の記録は従来の接触型レーダー装置を使用して得られたデータであり、B の記録が今回開発した非接触型レーダーの記録である。それぞれのアンテナ特性が出ているが、ほぼ同等の結果が得られていることがわかる。

非接触型アンテナは、アンテナから覆工コンクリートまでの離隔が広いため周囲の影響を受けやすく、細部に関しては接触型アンテナより緩やかな反射が得られている。次に、ボーリングによる実長との比較の結

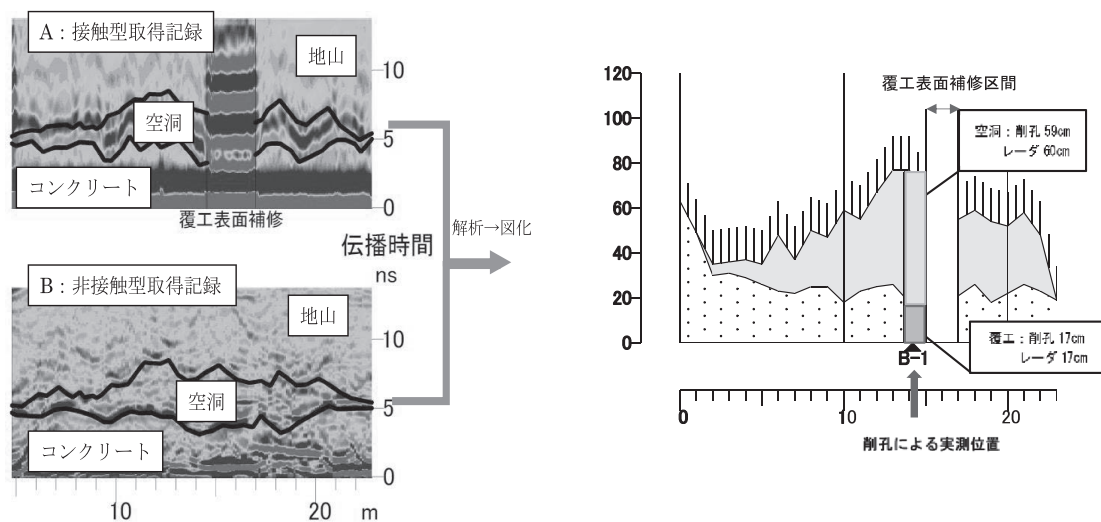
果、図—9, 10 右図に示すように、非常に高い相関がみられた。また図—11 に示すように、レーダー探査の解析で得られた結果と、ボーリング孔での実測値との比較を行ったところ、

コンクリート厚 ± 5 cm サンプリングデータの約 90%
空洞厚 ± 10 cm サンプリングデータの約 80%
という結果が得られた。

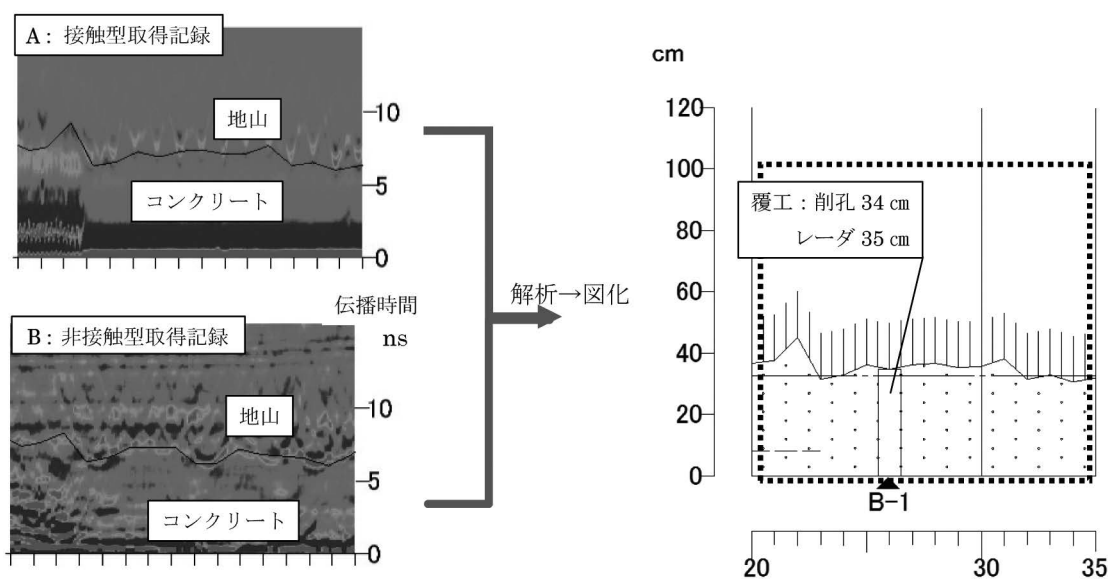
この結果によれば、表面に近い覆工コンクリート厚の方が良い精度となっているが、覆工で ± 5 cm が 90% 精度であれば十分に実用レベルと評価できる。

6. おわりに

本計測車両 MIMM-R に搭載した画像、レーザー、レーダー探査による計測結果を総合判断することにより、トンネル変状の効率的、客観的な診断が可能とな



図—9 取得記録比較と削孔との比較 サンプル 1



図—10 取得記録比較と削孔との比較 サンプル 2

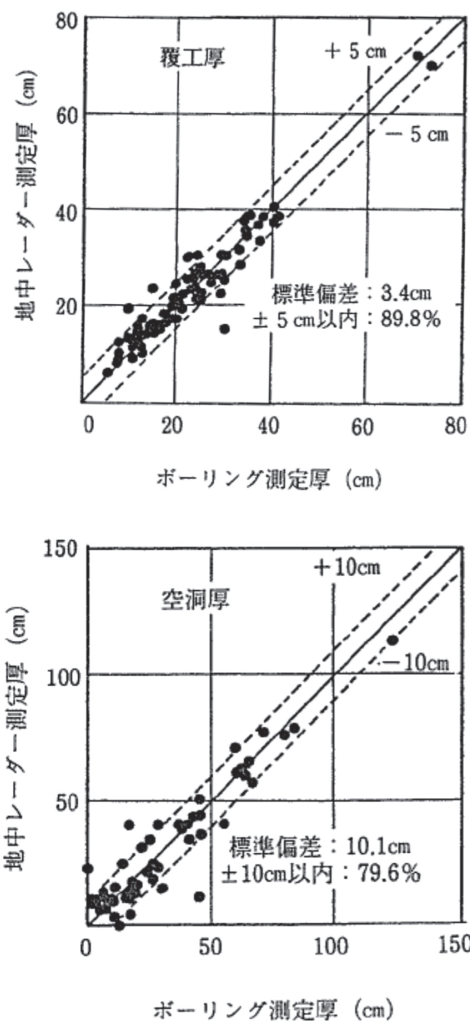


図-11 レーダー探査結果とボーリング孔の実測値との対比

る。特に、レーダー探査によって、巻厚が薄く空洞がある要注意箇所を迅速にスクリーニングする技術は、交通規制を必要とする打音検査に要する時間、コストを縮減できることから、合理的な点検手法といえる。

しかし、現状では覆工巻厚・背面空洞は探査できる

ものの、覆工表面にひび割れ、漏水、劣化、段差などを伴わない「うき、ジャンカ、材質不良などの内部欠陥」については発見できないという課題が残されている。今後は、高速走行型非接触レーダーによる内部欠陥探査技術に取り組み、打音検査の補完技術の開発を進める計画である。さらに、複数レーダーによる面的な探査技術開発と3次元ビジュアル表示による欠陥箇所見える化に取り組み、より効果的な点検手法の確立に向けて貢献していきたいと考えている。

J C M A

《参考文献》

- 1) 新都市社会技術融合創造研究会 道路トンネル健全性評価技術研究プロジェクト：走行型計測技術による道路トンネルの健全性評価の実用化研究 研究成果報告書, 2013.2
- 2) 稲垣正晴, 齋藤豊：電磁波による地中検査技術, 検査技術 (No.9), P5～8 (1997)

【筆者紹介】



安田 亨 (やすだ とおる)
パシフィックコンサルタンツ(株)
品質・技術統括センター
主席研究員



山本 秀樹 (やまもと ひでき)
パシフィックコンサルタンツ(株)
交通基盤事業本部 トンネル部
室長



北澤 隆一 (きたざわ りゅういち)
(株)ウォールナット 調査部
課長



ビルをぶら下げる「塔頂免震構造」の開発

中 村 豊

塔頂免震構造は、吊り構造による「やじろべえ型」の免震構造であり、建物中央コアシャフト上部に積層ゴムを傾斜2段配置し、居室部分を吊り下げる仕組みの構造である。鋼材とコンクリートの持つ材料特性を活かしながら、自由度のある建築空間を実現すると共に、長周期の免震構造を可能にする。当社技術研究所・安全安震館（以下「本免震構造館」という）は、塔頂免震構造を初めて採用した地上4階の建物である。リフトアップ工法を利用して施工され、2011年東北地方太平洋沖地震における観測結果からその免震効果を実証している。

キーワード：免震、吊り構造、積層ゴム、やじろべえ、リフトアップ、2011年東北地方太平洋沖地震

1. はじめに

塔頂免震構造は、高橋駘一（第一工房代表）、和田章（東京工業大学教授・現名誉教授）、竹内徹（東京工業大学教授）、彦根茂（Arup Japan 代表）との共同研究グループにより開発された「吊り構造による『やじろべえ型』の免震構造」である。建物中央のコアシャフト部には圧縮に強いコンクリートを用い、頂部から吊り下げられる居室には引張りに強い鋼材を用いて、それぞれの材料特性を最大限に活かしつつ、長周期の免震構造を実現可能にしている。

ここでは、塔頂免震構造のしくみとその特長について述べた後、塔頂免震構造により建てられた地上4階の建物を紹介する。また、2011年東北地方太平洋沖地震における観測結果を示す。

2. 塔頂免震構造のしくみ

塔頂免震構造は、「吊り構造による『やじろべえ型』の免震構造」により、高い耐震安全性を確保しながら、広く自由度のある建築空間を実現することを可能にする。建物中央のコンクリートのコアシャフトの上部に免震装置を設置して、その上に組まれたハットトラス等から居室部分を吊り下げる構造である（図-1）。塔頂免震構造を、高さ100m、21階建のセンターコア形式オフィスビルに適用した場合の断面・平面を図-2に示す。塔頂免震構造の最大の特徴は、コアシャフトの上部に設置される免震装置にある。

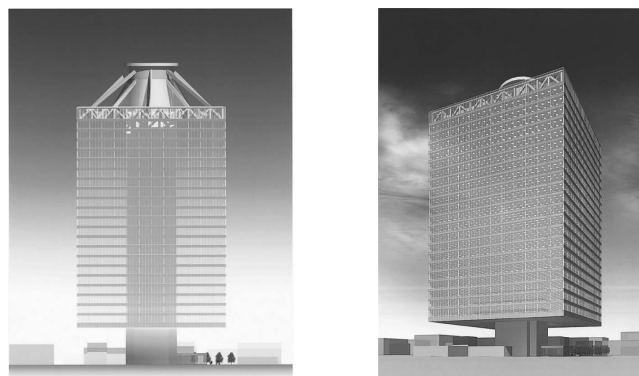


図-1 塔頂免震構造の構想

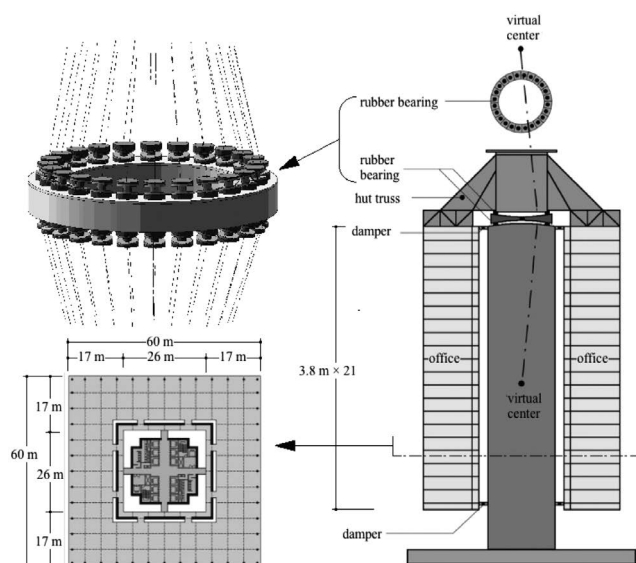
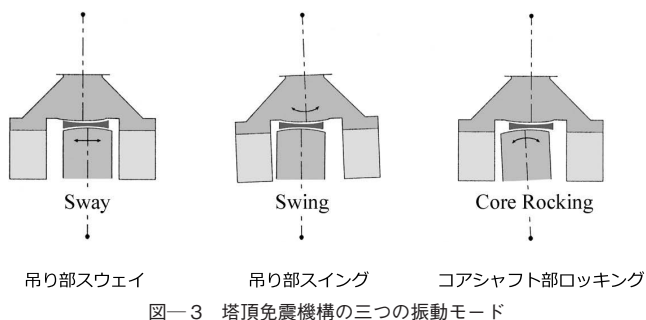


図-2 塔頂免震構造による高層事務所ビルの概要



免震装置部の積層ゴムは、仮想中心に向けて傾斜を持たせて球面状に2段に配置される。上段に傾斜配置される積層ゴムは上部に仮想の回転中心を持ち、下段の積層ゴムは下部に仮想の回転中心を有する（図一2）。この免震機構によって、オフィス吊り部のスウェイとスイング、コアシャフト部のロッキングの3つの振動モードの相対変位を絶縁することが可能になる（図一3）。また、積層ゴムの傾斜角を変えることで、回転半径が変わり、容易に免震周期を調整することができる。図一2に示すビルの場合、周期を10秒以上に伸ばすことができる。

3. 塔頂免震構造の特長

塔頂免震構造は、以下の特長を有している。

- 1) 地上面の開放：地上面に接するのはコアシャフトのみで、設置面積を建築面積の1/10程度にできるため、残りの地上面を公共空地や交通などの用途に利用できる。
- 2) 居室部分のフレキシビリティ：建物外周はケー

ブルによる吊り構造であるため、広い無柱空間が確保される。

- 3) 多機能なエコシャフト：コアシャフトと居室部分の間の吹抜部を通風、採光、メンテナンス等に活用できる。
- 4) 建物群への適用：周期の異なる建物同士を連結することで、地震時の揺れを更に小さく抑えられることから、建物群としてより安全性の高い都市区域を創出できる。

4. 安全安震館の設計と施工

本免震構造館（写真一1）は、塔頂免震構造を初め



写真一1 本免震構造館

表一1 本免震構造館の建物概要

所在地、建築主	東京都江東区越中島3-4-17、建築主：清水建設
設計・管理	高橋航一（第一工房）／SFS・21＋清水建設
施工者、施工期間	清水建設、2006年3月～2006年12月
主要用途、階数	事務所・電算室、地上4階・塔屋1階
建築面積、構造	75.60 m ² 、塔頂免震構造：鉄筋コンクリート造＋鉄骨造、杭基礎
床面積	延床面積213.65 m ² 、1階：9.05 m ² 、2階～4階：66.15 m ² 、屋上階：6.15 m ²
軒高、階高	13.95 m、1階：4.15 m、2階～4階：3.0 m（最高高さ：18.75 m）
コアシャフト部	鉄筋コンクリート造（壁厚200 mm）、吊り部とのクリアランス：400 mm
オフィス吊り部	鉄骨造（総重量180 ton）、吊材：高張力ロッド（直径42 mm）
積層ゴム	4台×2段傾斜配置（計8台） 直径30 cm、鋼板厚1.2 mm×45層、ゴム厚2.1 mm×46層、 形状係数S1 = 35.7、S2 = 3.11、性能保証変形16.15 cm（ $\gamma = 1.672$ ）、 せん断弾性率G = 0.294 N/mm ² 、水平剛性215 kN/m、 傾斜角：下段9.9度（回転半径9.5 m）、上段6.6度（回転半径14.25 m）
オイルダンパー	ロック機構付き、屋上階：X・Y方向 各4台、2階：X・Y方向 各2台 減衰係数50 kN・sec/m、最大減衰力50 kN、ストローク±36 cm
1次固有周期	X方向：5.08 sec、Y方向：5.14 sec

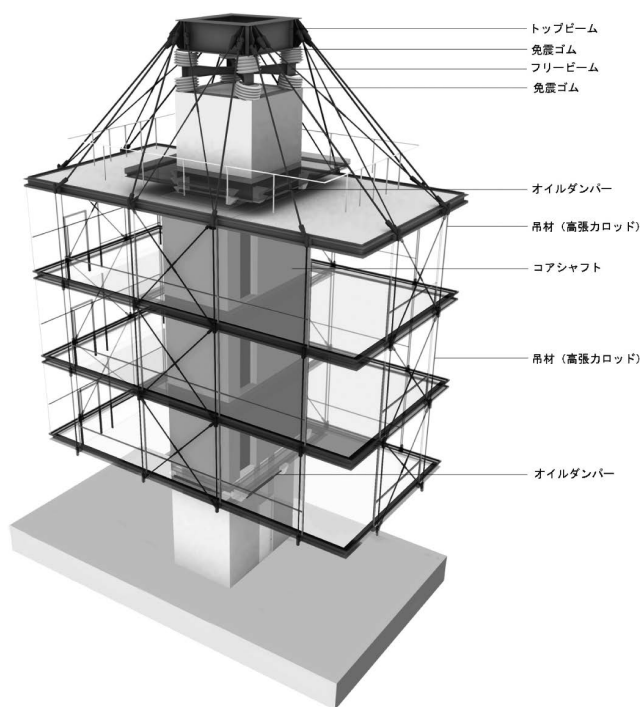


図-4 構造パース

て採用した鉄筋コンクリート造のコアシャフト部と鉄骨造のオフィス吊り部からなる地上4階の建物である。表-1に建物概要、図-4に構造パースを示す。構造計画上の留意点は、吊り構造となるシンプルな架構をそのままデザインとして見せ、架構全体が力学的な合理性と優れた意匠を有し、鋼材とコンクリートの持つ材料特性を最大限に活かすことであった。

建物中央のコアシャフト部の頂部に積層ゴムによる免震装置部を設置し、その上段（トップビーム）から鋼製ロッドにより3層のオフィス部を吊り下げている。吊り材・ブレース材には引張強度 690 N/mm^2 、 740 N/mm^2 の高張力鋼ロッドを使用し、スリムな断面を実現している。免震装置部は、天然系積層ゴムをコアシャフト頂部の四隅に傾斜2段配置している（写真-2、図-5）。コアシャフト部とオフィス吊り部の間には、減衰付加機構としてロック機構付きオイル



写真-2 コアシャフト頂部の免震装置 (積層ゴム 4 台 × 2 段)

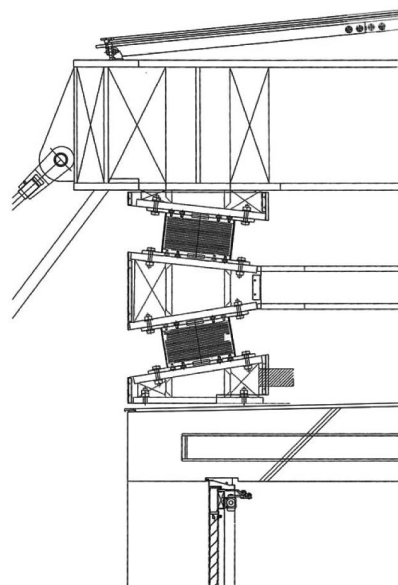


図-5 積層ゴムの2段傾斜配置

ダンパーが配置されている（図-4）。

施工法についてはより大規模な建物に適用する場合を考慮して、リフトアップ工法を採用した。トップビームから斜材ロッドにて吊られる屋上階床スラブを第1ステップとしてリフトアップを行い（写真-3、図-6）、第2ステップとして4階から2階までの床スラブ3層のリフトアップを行った（写真-4）。

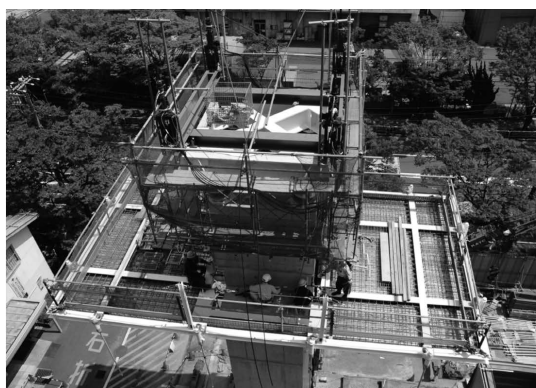
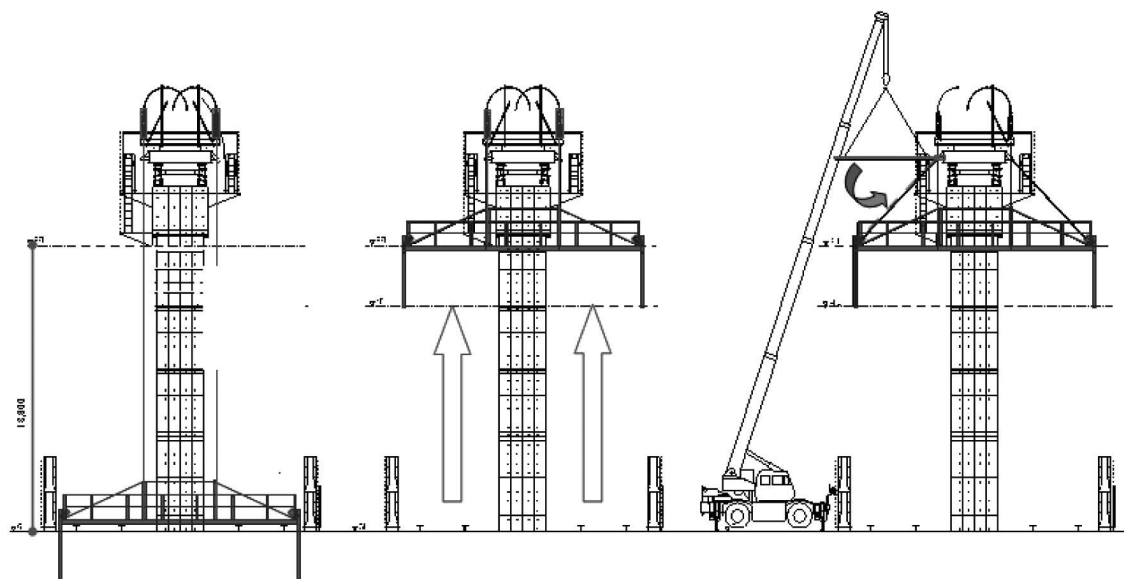


写真-3 リフトアップ工法による屋上階床スラブの施工





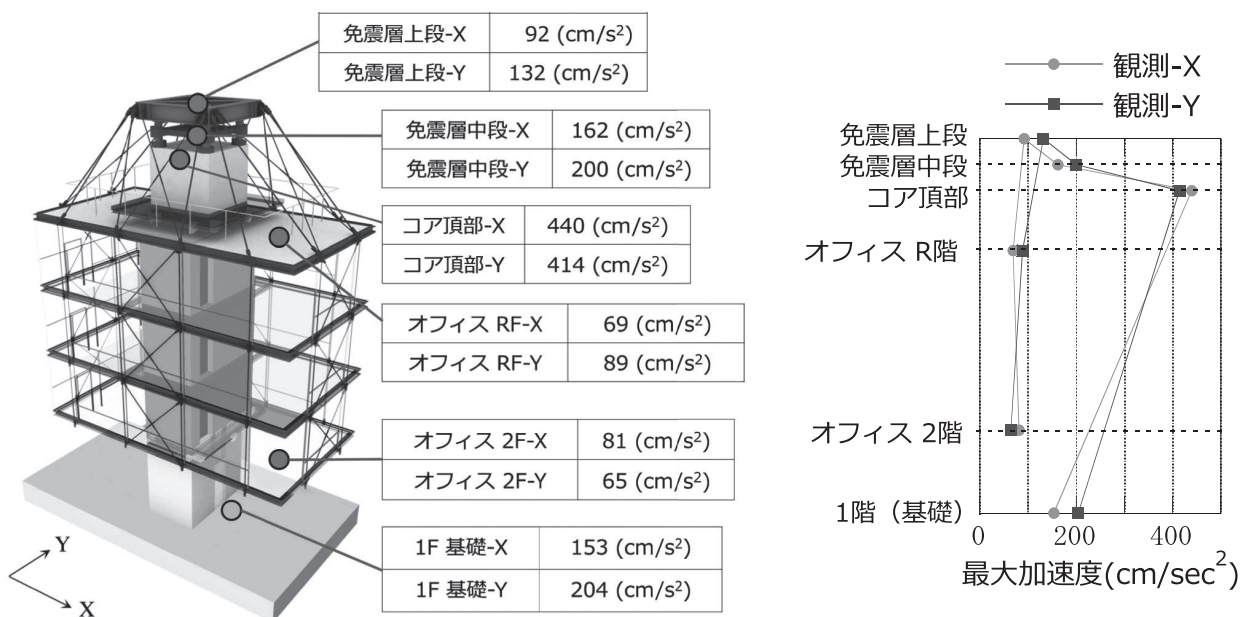
図ー6 リフトアップ工法の手順



写真ー4 リフトアップ工法による2階～4階床スラブの施工

5. 2011 年東北地方太平洋沖地震の観測結果

地震観測は1階（基礎）、コアシャフト頂部、免震層の中段（フリービーム）と上段（トップビーム）、オフィス屋上階、オフィス2階に地震計を、2階のオフィスとコアシャフト部の間に変位計を設置して行っている。2011 年東北地方太平洋沖地震における最大加速度値を図ー7に示す。地表に比べ、オフィス2階の加速度はX方向で53%，Y方向で32%に低減されている。変位計から得られた2階のオフィスとコアシャフト部の相対変位の最大振幅は約8 cmであった。



図ー7 2011 年東北太平洋沖地震における地震観測結果

6. おわりに

塔頂免震構造は、「吊り構造による『やじろべえ型』の免震構造」により、広く自由度のある建築空間と免震構造による高い耐震性能を実現している。コアシャフト頂部に設置する免震機構は、傾斜2段配置された積層ゴムから成り、吊り部とコアシャフト部の相対変形を絶縁する。この積層ゴムの傾斜角を変えることで長周期の免震構造を可能にする。本免震構造館、清水建設㈱技術研究所・安全安震館は、塔頂免震構造を初めて採用した地上4階の建物である。2006年にリフトアップ工法を利用して施工され、2011年東北地方太平洋沖地震における観測結果から、吊り部において地表加速度が半分以下に低減されていることが実証された。

塔頂免震構造では、地上面に接するのはコアシャフトのみで、設置面積を建築面積の1/10程度にできるため、残りの地上面を公園、緑地、公共空地などの用途に利用できる。塔頂免震構造による建物同士を連結し、建物群としてより安全性の高い都市区域の創出も可能にしている（図—8）。



図—8 塔頂免震構造を用いた建物群

《参考文献》

- 1) 高橋他, 「やじろべえ型免震構造 (SFS21) の研究 (その1~4)」, 日本建築学会大会梗概集, 599-606 ページ, 2000 年 9 月
- 2) 猿田他, 「やじろべえ型免震構造 (SFS21) の研究 (その5~7)」, 日本建築学会大会梗概集, 585-590 ページ, 2002 年 8 月
- 3) 堀他, 「やじろべえ型免震構造 (SFS21) の開発」, 日本建築学会技術報告集, 第17号, 107-112 ページ, 2003 年 6 月
- 4) 「清水建設技術研究会安全安震館」, GA JAPAN 85, 2007 年 3 月, 132-139 ページ, ADA エディタトーカー
- 5) 「やじろべえ免震の実現 清水建設技術研究所 安全安震館」, 建築技術, 2007 年 5 月号, 74-83 ページ, 建築技術
- 6) 「やじろべえ」に関わる四つのディテール 清水建設技術研究所 安全安震館, ディテール 173 号, 2007 年 7 月, 10-15 ページ, 彰国社
- 7) 「清水建設技術研究所 安全安震館」, 新建築, 2007 年 3 月号, 102-109 ページ, 新建築社
- 8) 「テクノロジーの眼 震動を制御する振り子」, 建築雑誌 JABS, 2008 年 2 月号, Vol. 123, No. 1571, 42-43 ページ, 日本建築学会
- 9) Y. Nakamura et al. "Development of the core-suspended isolation system", Proceedings of the 14th World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China, 2008.
- 10) Y. Nakamura, M. Saruta, A. Wada, T. Takeuchi, S. Hikone and T. Takahashi, "Development of the core-suspended isolation system", Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol. 40, No. 4, pp.429-447, 2011.
- 11) Y. Nakamura, T. Hanzawa, M. Hasebe, K. Okada, M. Kaneko and M. Saruta, "Report on the effects of seismic isolation methods from the 2011 Tohoku-Pacific Earthquake", Seismic Isolation and Protection Systems, Vol. 2, No. 1, pp.57-74, 2011.
- 12) 猿田正明, 岡田敬一, 中村豊, 長谷部雅伸, 「2011 年東北地方太平洋沖地震における免震建物の応答」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 629-630 ページ, 2011 年 8 月

【筆者紹介】

中村 豊 (なかむら ゆたか)
清水建設㈱技術研究所
上席研究員



水の凍結膨張圧を利用した 「コンクリート構造物破壊技術」

三 輪 明 広・小 椋 浩・植 木 和 幸

昨今の都市部の建築工事では、ほとんどの場合、既存建物の解体工事を伴い、大規模な既存建物を解体することも多く、とくに地下の解体では基礎梁、フーチング、造成杭などの大型鉄筋コンクリート部材を解体する事例が増えてきている。このような大型基礎の解体は、大きな打撃音、振動、粉塵などが連続的に発生するという問題点があり、工事現場周辺への環境負荷の小さい解体工法が求められている。

そこで今回、水の凍結膨張圧をコンクリート構造物に与え、一定間隔でひび割れを入れ、ブロック割りすることを容易にする「コンクリート構造物破壊技術」を開発した。本報告では、本技術の原理と凍結破壊実験について報告する。

キーワード：水、凍結膨張圧、コンクリート構造物、破壊

1. はじめに

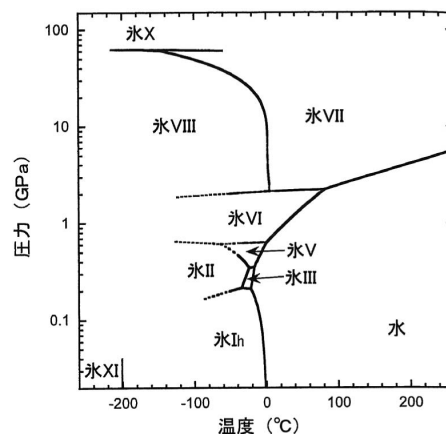
昨今の都市部の建築工事では、ほとんどの場合、既存建物の解体工事を伴い、大規模な既存建物を解体することも多く、とくに地下の解体では基礎梁、フーチング、造成杭などの大型鉄筋コンクリート部材を解体する事例が増えてきている。このような大型基礎の解体は、通常の圧碎機では爪幅が足りずに噛み砕くことができないため、一般的には大型ブレイカによる打撃を繰り返すことで破壊する。しかし、ブレイカ工法は、大きな打撃音、振動、粉塵などが連続的に発生するという問題点があり、工事現場周辺への環境負荷の小さい解体工法が求められている。

そこで今回、水の凍結膨張圧をコンクリート構造物に与え、一定間隔でひび割れを入れ、ブロック割りすることを容易にする「コンクリート構造物破壊技術」（以下、本技術）を開発した。コンクリートに一定間隔で削孔し、その小径孔に水を充填し冷媒を循環させ凍結させる。これによって凍結膨張圧が発生し、鉄筋周りのかぶりコンクリートが破壊・除去されるとともに、部材の内部に亀裂を貫通させることが可能である。その後外周に露出した鉄筋をガス溶断することで、容易にブロック状に分断することが可能となる。大型ブレイカを使うことなく解体することができるため周辺への騒音・振動負荷を軽減できる。

本報告では、本技術の原理と凍結破壊実験について報告する。

2. 凍結破壊の原理

水が凍るときに体積膨張を伴うことは一般によく知られた現象であり、冷凍庫に入れた飲料水のガラス瓶が中身の凍結により体積膨張を起こし瓶が割れてしまうことはよく目にする光景である。これは大気圧下において水は0℃で凍り、そのときに約9%の体積膨張を起こすことにより、ガラス瓶の中の圧力が上昇し、ついにはガラス瓶が破壊に至るためである。図—1に水の状態図¹⁾、表—1に氷を含む三重点¹⁾を示す。1気圧時の水の氷点は0℃であるが、圧力が上昇すると氷点は下がり209 MPa、-22.3℃にて全ての水が氷となる。これはすなわち密閉状態にある水を-22.3℃以下に温度降下させると最大209 MPaまで内圧が上昇



b 水の状態図 (20MPa ~ 150GPa)

図—1 水の状態図

表—1 氷を含む水の三重点

	圧 力 (MPa)	温 度 (°C)
L - vap. - Ih	0.0006	+0.01
L - Ih - III	209	-22.3
L - III - V	350	-17.5
L - V - VI	632	0.1
L - VI - VII	2210	81.6
Ih - II - III	213	-34.7
II - III - V	344	-24.3
VI - VII - VIII	2100	~ 0
Ih - XI - vap.	~ 0	-201

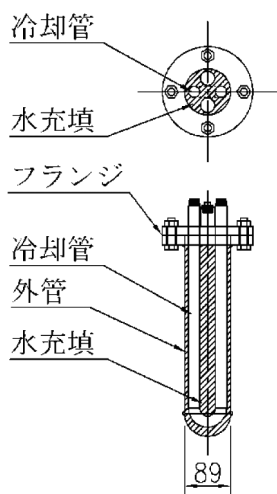
L: 水, vap.: 水蒸気, Ih~XI: 図 b 水の状態図 (20MPa ~ 150GPa) 中の氷の記号を示す。

することを意味する。この性質を利用してコンクリートを破壊するのが凍結破壊の原理である。

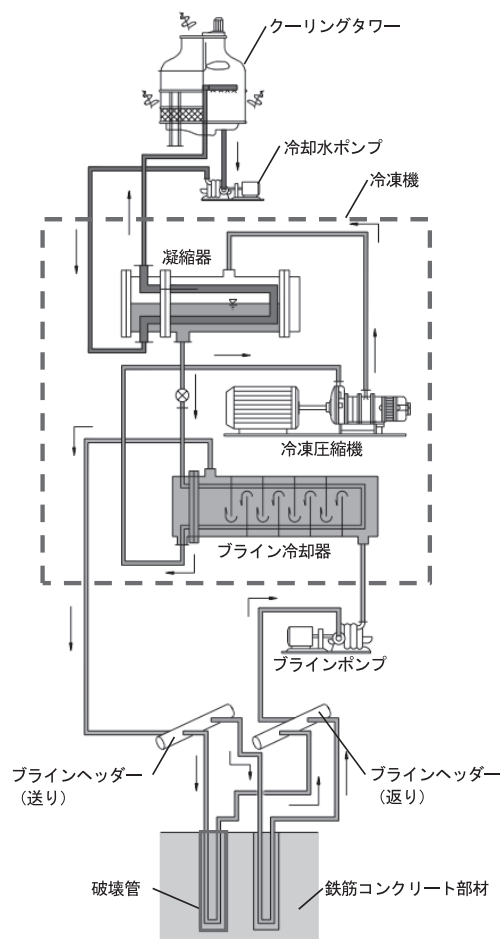
この水の凍結膨張圧を利用し、コンクリート構造物を破壊するために、水を密閉する容器に銅管を用いた。図—2に破壊管を示す。破壊管内部に冷却管を設置し、破壊管内部充填した水を冷却する機構である。図—3にシステム構成図を示す。冷凍機で -30°C に冷却したブライン（塩化カルシウム水溶液）を循環することにより、破壊管内部に充填した水を -22.3°C 以下に冷却すると破壊管内部に充填した水が凍結し凍結膨張圧が発生する。図—4に応力発生概念図を示す。膨張圧が破壊管外管、間詰グラウトを介してコンクリート塊に伝達し破壊管装填孔の法線方向に圧縮応力、これと直行する方向に引張応力が発生する。発生した引張応力が破壊対象物の引張強度以上に達すると破壊対象物は破壊に至る。

3. 凍結破壊実験

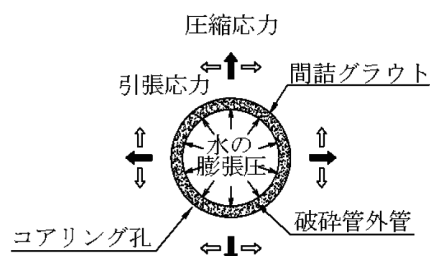
本技術を実用化するために、凍結破壊管凍結実験、鉄筋コンクリート部材破壊実験、柱破壊実験、地中梁破壊実験を行った。



図—2 破壊管



図—3 システム構成図



コンクリート塊
図—4 応力発生概念図

(1) 破壊管凍結実験

破壊管内部に充填した水が凍結した時に、密閉状態を確保したまま膨張することを確認することを目的に破壊管凍結実験を実施した。写真—1に破壊管を示す。破壊管の外管は $\phi 114.3 \text{ mm} \times t4.5 \text{ mm}$ (SGP),



写真—1 破壊管

冷却管は $\phi 21.7 \text{ mm} \times t2.8 \text{ mm}$ (SGP) を用いた。破壊管中央に歪ゲージ及び熱電対を設置し、鋼管の歪と温度を計測した。鋼管の内圧は外管法²⁾により下式で求めた。

$$P_0 = \frac{E_s (k^2 - 1)}{2 (1 - \nu_s^2)} (\varepsilon_\theta + \nu_s \varepsilon_z) \quad (1)$$

E_s : 鋼管の弾性係数

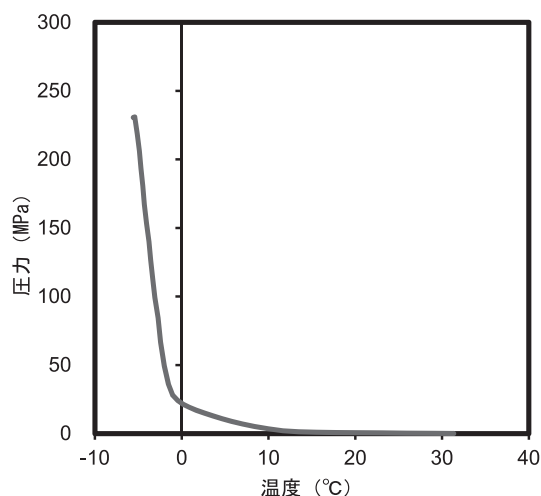
ν_s : 鋼管のポアソン比

k : 鋼管の外内径比

ε_θ : 円周方向ひずみ

ε_z : 軸方向ひずみ

図—5 に表面温度と鋼管内部圧力の関係を示す。表面温度が -0.5°C の時に円周方向の歪が 1000μ を超えた。 -0.5°C の時の圧力は 24.11 MPa であった。 -0.5°C 以下の圧力は鋼管が降伏しており参考値となるが、鋼管内に充填した水が漏れることなく凍結膨張し、鋼管の歪が増大していることがわかる。 -30°C においても、密閉状況を確保できていることを目視にて確認した。

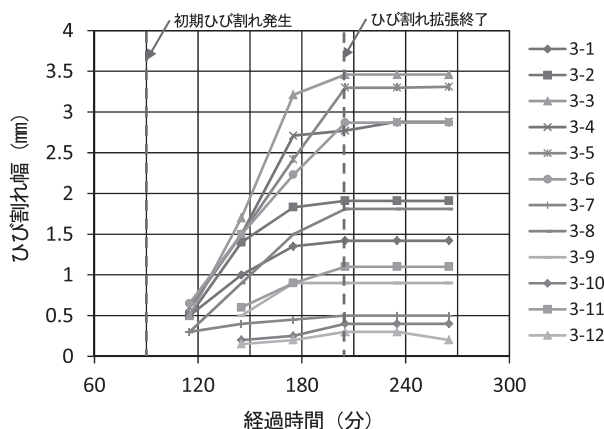


図—5 表面温度と鋼管内部圧力

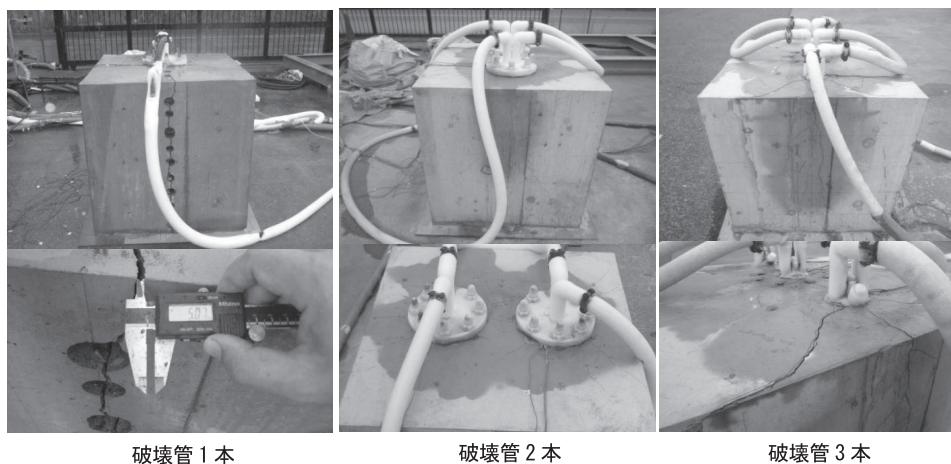
(2) 鉄筋コンクリート部材破壊実験

鉄筋コンクリート部材を破壊できることを確認するために、高さ 1 m 、幅 1 m 、長さ 1 m (鉄筋量:0.97%, コンクリート圧縮強度: 40.9 N/mm^2) の鉄筋コンクリート部材を作成し、破壊実験を行った。試験体は3体作成し、破壊管の設置本数を1本, 2本, 3本とした。破壊管1本の試験体は、ダイヤモンドコアドリルで鉄筋を切断し、鉄筋による拘束を無くした。破壊管の外管は $\phi 89.1 \text{ mm} \times t4.2 \text{ mm}$ (SGP), 冷却管は $\phi 21.7 \text{ mm} \times t2.8 \text{ mm}$ (SGP) を用いた。鉄筋コンクリート部材にあらかじめ設けた $\phi 105 \text{ mm} \times L850 \text{ mm}$ の穴に破壊管を挿入し、隙間にはグラウト材を充填した。破壊管内部に水を充填し、冷却管内にブライン (塩化カルシウム溶液) を循環し、水の冷却を行った。

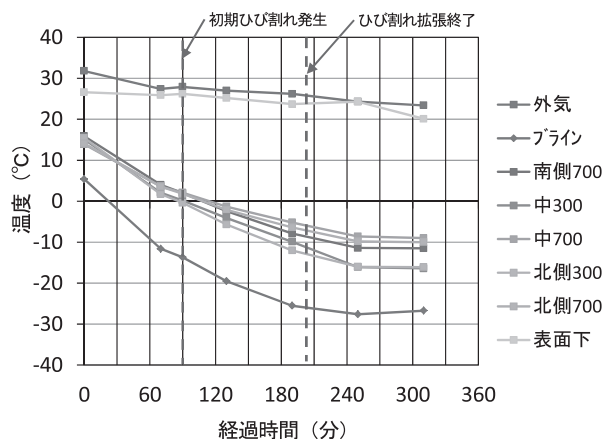
写真—2 に破壊状況を示す。全ての試験体において、ひび割れが発生した。鉄筋量0.97%程度のコンクリート構造物は、破壊管2本で破壊できることを確認した。図—6 に破壊管3本のひび割れ幅の経時変化を示す。冷凍機運転開始してから、90分でひび割れが発生し、ひび割れの拡張は205分で終了した。図—7 に温度の計時変化を示す。ひび割れ発生時のブライ



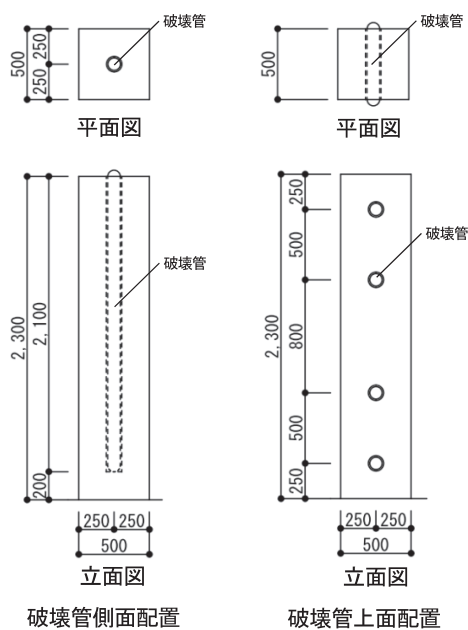
図—6 ひび割れ幅の経時変化 (破壊管3本)



写真—2 破壊状況



図一七 温度の経時変化

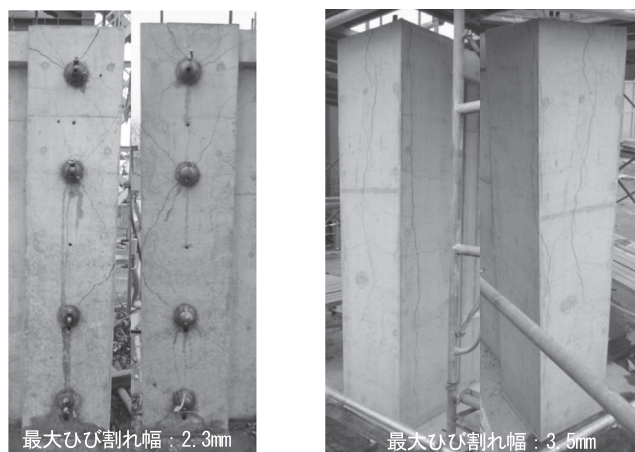


図一八 試験体図

ン温度は、 -13.7°C であり、ひび割れ拡張終了時のブライン温度は -26.7°C であった。ブライン温度は -26.7°C まで冷却できる冷凍機を用いれば、本技術を適用できることを確認した。また、冷凍機を3.5時間以上運転すれば、ひび割れの拡張は終了し、冷凍機の運転を停止できることを確認した。

(3) 鉄筋コンクリート柱の破壊実験

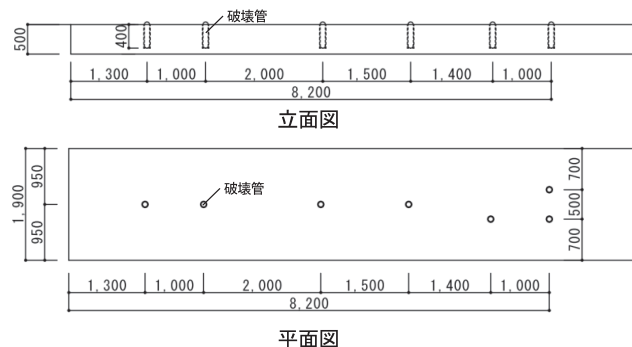
鉄筋コンクリート柱部材を破壊できることを確認するために、500 mm 角、高さ 2300 mm の柱の凍結破壊実験を2体実施した。図一八に試験体図を示す。柱主筋は4-D16 (SD295)、帯筋はD10 (SD295@200 mm)、コンクリートの設計強度は 24 N/mm^2 である。破壊管の外管は $\phi 89.1\text{ mm} \times t4.2\text{ mm}$ (SGP)、冷却管は $\phi 21.7\text{ mm} \times t2.8\text{ mm}$ (SGP)を用いた。破壊管は側面に4本配置した試験体と柱上面に1本配置した試験体を作成した。写真一三に柱破壊状況を示す。破壊管



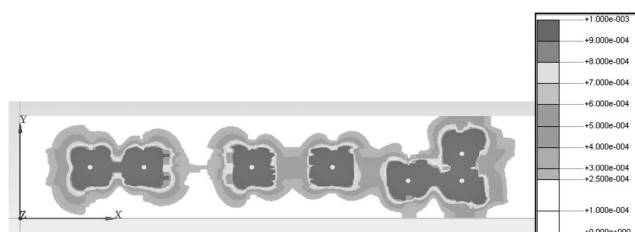
破壊管側面配置

破壊管上面配置

写真一三 柱破壊状況



図一九 試験体図

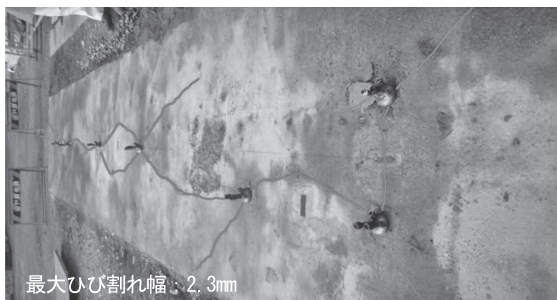


図一〇 シミュレーション解析結果

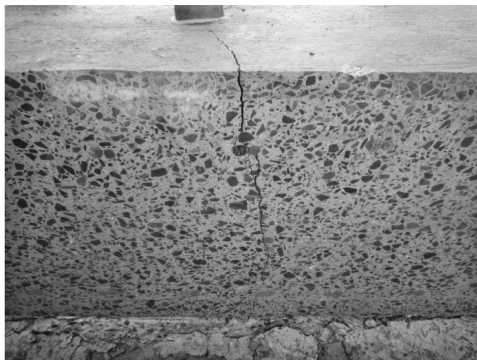
を側面に配置した試験体は、破壊管を中心に放射状にひび割れが発生した。凍結管を上面に配置した試験体は、柱を割り裂くようにひび割れが縦方向に発生した。破壊管を用いて、柱にひび割れを発生させることができることを確認した。

(4) 地中梁破壊検証実験

鉄筋コンクリートの地中梁を破壊できることを確認するとともに、鋼管間隔を確認するために、地中梁の破壊実験を実施した。図一九に試験体図を示す。コンクリートの設計強度は 21 N/mm^2 である。配筋は短辺方向がD10@200 ダブル (SD295A)、長辺方向は、D16@200 ダブルである。破壊管の間隔は、500 mm, 1000 mm, 1400 mm, 1500 mm, 2000 mm とし、埋



写真—4 地中梁破壊状況



写真—5 切断断面

め込み深さは、400 mm とした。図—10 に破壊シミュレーション解析結果を示す。破壊鋼管の間に応力が集中していることがわかる。写真—4 に破壊状況を示す。全ての破壊管の間にひび割れが発生した。鋼管間隔を 2000 mm としても、地中梁にひび割れが発生することを確認した。

ひび割れが内部まで入っていることを確認する為に、ひび割れ方向に対して垂直にカッターを入れ、ひび割れ深さを確認した。写真—5 に試験体断面を示す。ひび割れは、試験体の裏側まで貫通していることを確認した。試験体の半分を重機で破壊し、解体時のひび割れの影響を確認した。重機によるコンクリートの圧砕はひび割れ部でとまり、鉄筋だけが残し、ひび割れ部でコンクリートの縁が切れていることを確認した。鉄筋はガスで切断し、コンクリート部材をブロック化して搬出した。写真—6 にブロック化の状況を示す。

ひび割れ幅を拡張し、鉄筋をガス切断することができれば、コンクリート部材のブロック解体が可能になると考えられる。今後、凍結破壊管の改良を行い、ひび割れ方向性誘導を検討していく予定である。



写真—6 ブロック化の状況

4. おわりに

本技術の原理および破壊実験について報告した。破壊管を用いて水の凍結膨張圧により、コンクリート構造物にひび割れが発生することを確認した。ブロック解体するために、更なるひび割れ幅の拡張の検討が課題である。

本技術を用いて、基礎梁、フーチング、造成杭などの大型鉄筋コンクリート部材をブロック状に分断することで、低騒音・低振動・少粉塵で解体し、近隣環境への負荷を低減することで、地域社会に貢献できれば幸いである。

J C M A

《参考文献》

- 1) 日本雪氷学会編：新版 雪氷辞典，付録Ⅱ水の状態，pp.240，日本雪氷学会，2014.
- 2) 原田哲夫ほか：静的破壊剤を用いたコンクリートの解体に関する基礎的研究，土木学会論文集第 360 号，V-3，pp.61-70，1985.8.

【筆者紹介】



三輪 明広 (みわ あきひろ)
戸田建設㈱
技術研究所



小椋 浩 (おぐら ひろし)
㈱精研
凍結本部技術設計部



植木 和幸 (うえき かずゆき)
㈱精研
凍結本部営業部

災害応急復旧用無線遠隔操縦ロボットの開発

拮抗駆動式ゴム人工筋肉によるパラレルリンク型ロボットの有効性

豊田 晃 央

メーカーや機種を問わず汎用重機の運転席にロボットを座らせシートベルトで固定するだけで短時間に災害応急復旧作業を始められる動画像カメラ伝送装置付きの無線遠隔操縦ロボットシステムを開発した。無線通信の周波数は920 MHz および2.4 GHz を中心に様々な周波数帯に対応可能である。またこのロボットには空気圧駆動式のゴム人工筋肉アクチュエータを使用しているため軽量で柔軟性を有し、構造的に振動衝撃に対して優れたコンプライアンス性やロバスト性を持つという特長を有する。本報ではロボットを実機に搭載して行った機能確認試験と今後の展開および将来性について紹介する。

キーワード：ゴム人工筋肉，遠隔操縦ロボット，無人化施工，無線通信，ICT，動画像伝送，災害，応急復旧

1. はじめに

急峻な地形が多い日本の国土では、年間平均でおよそ1000件の土砂災害が発生している。また豪雨による河川の決壊、地震や火山の噴火による土石流災害などのリスクも高い。このような災害が発生した場合には、2次災害を防ぐために治山・治水・砂防・地すべり防止策を図り、周辺住民の安全の確保、道路や鉄道の寸断防止などの被害軽減化に向けた緊急の復旧作業を行う。特にその初動時の作業においては常に危険が伴うため、作業員の安全や周辺環境の変化などに対する厳重な注意と適切な作業進捗が求められている。

開発した遠隔操縦ロボットは、日本全国どの地域においてでも24時間以内にメーカーや機種を問わず、その現場近くにある汎用重機、たとえば油圧ショベルの座席に固定するだけで短時間の内に重機オペレータが安全な場所から無線遠隔操縦による災害応急復旧作業を始められる。このロボットを使用すると、オペレータが運転席に搭乗した感覚で遠隔操作リモコンから滑らかに油圧ショベルを操縦できるので、落石の危険があり人が立ち入ることのできない危険な崩落事故現場などで、軟岩が堆積した土砂や河道を堰き止めている大きな転石あるいは、倒木などの除去作業を迅速に行える。またこのロボットを汎用林業重機に搭載すれば危険な急斜面での伐採作業や放射能汚染地域における間伐による森林再生化にも効果を発揮できるだろう。さらに原発事故現場や劣悪な環境下における建設

解体作業、トンネルの崩落事故や火災現場などの復旧作業など、危険作業を人に代わって行えるこのようなロボットのニーズは今後益々高まっていくと見られる。以降、ゴム人工筋肉による遠隔操縦ロボットの特長を中心に機能確認のため行った試験内容について述べる。

2. 遠隔操縦ロボット概要

(1) 構造

油圧ショベルなど土木建設用重機に搭載するロボットに要求される仕様としては、まず振動衝撃に耐えられることが挙げられる。この遠隔操縦ロボットは、ロボットアームのアクチュエータに空気圧で駆動するゴム人工筋肉を採用しているため、軽量で柔軟性を有しかつ、瞬間的に約20Gの振動衝撃力が与えられても空気圧とゴム材のコンプライアンス性および、ロバスト性を有する構造によって自ら破損すること無く重機の操縦が確実に行えるというメリットがある。油圧ショベルに対応したロボットでは走行レバー用に2軸×2組、作業レバー用に4軸×2組の拮抗駆動式ゴム人工筋肉¹⁾を使用した4本の腕を持つパラレルリンク型ロボットアームにより遠隔制御を行っている。一般的な上腕人型ロボットアームと比較して制御軸数を低減させたシンプルな構造となる(写真-1参照)。

このような機構にすることによって空気圧の消費流量を少なくすることができDC駆動型の小型コンプ

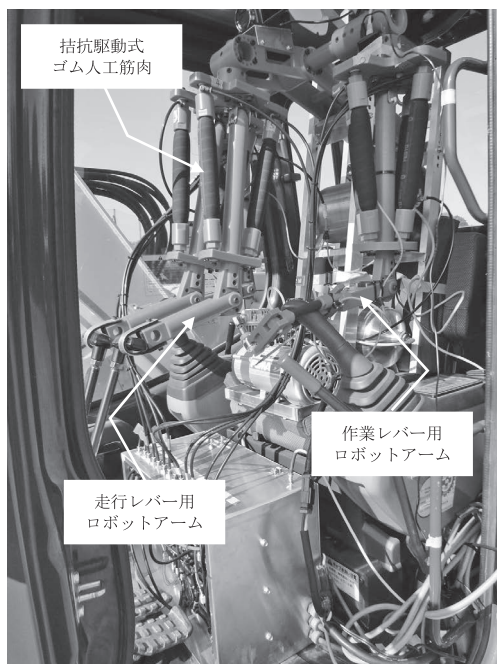


写真-1 ロボット搭載状況

LESSA (DC24 V 駆動, 消費電力 360 W) 1 台で 4 本腕のロボットアームを同時駆動させられるようになった。またゴム人工筋肉の空圧制御系には ON-OFF ソレノイドバルブを用いた PWM 駆動方式を採用し圧力フィードバックによる PID 制御を行うことにより一般的な空気圧サーボ弁を使用したシステムと比較しても消費流量を格段に低減できる。結果的にロボット本体の総重量を 30 kg 以下にすることが可能となり、さらに 2 ユニットに分割できる構造とすることにより容易に持ち運べるようになった。油圧ショベルへの搭載時間もロボットを運転席の座席に座らせシートベルトで固定するだけなので 30 分程度で済む。

(2) 無線通信

無線通信方式に関しては、ロボットアーム制御用に回折性に優れた 920 MHz 周波数帯、カメラ動画像伝送には 2.4 GHz 周波数帯を使用し、見通しで数百 m の通信距離を可能とした (表-1 参照)。将来的には通信距離 1 km を実現すべく現在改良を進めている。

表-1 無線通信仕様

ロボット用無線通信仕様	
周波数帯	923.3 ~ 928.1 MHz
通信方式	双方向
チャンネル数	25ch/1ch 占有帯域 500 kHz
カメラ動画像伝送装置	
周波数帯	2400 ~ 2497 MHz
通信方式	単方向
チャンネル数	12 ch/1 ch 占有帯域 8 MHz

3. 実機搭載による機能確認

遠隔操縦ロボットを実機に搭載して各機能確認を直接目視確認遠隔操作方式で行った (表-2 参照)。以降、機能確認の各内容について述べる。

表-2 機能確認内容

時期	場所／確認作業	搭載重機
2014 年 5 月 フェーズ 1	さがみロボット産業特区 (旧新磯高校) ／走行時におけるロボット操縦性	住友建機 油圧ショベル SH75 (7.5 t 仕様)
2014 年 6 月 フェーズ 2	道路工事現場 (藤沢市圏央道バイパス) ／掘削時におけるロボット操縦性	住友建機 油圧ショベル SH120 (12 t 仕様)
2014 年 9 月 フェーズ 3	秩父デモセンター (日本キャタピラー) ／リモコン建機との比較	キャタピラー 油圧ショベル 320E (20 t 仕様)

(1) 走行時におけるロボット操縦性

はじめに走行時における課題の検証を行った。フェーズ 1 では建機に生じる振動衝撃力に対して拮抗駆動式ゴム人工筋肉の有効性を確かめるため、油圧ショベル 7.5 t 仕様を搭載して走行時における振動衝撃に対するロボット操作性を確認した。試験フィールドは神奈川県のがみロボット産業特区²⁾で開放されている廃校のグラウンドで試みた (写真-2 参照)。当グラウンドは平坦ではあるが表面は固く比較的周波数が高い振動が及んだ。結果としてロボットには垂直方向に最大約 10 G の衝撃力を受けたが、ロボット操縦性及び建機の走行性に異常を生じなかった。なお予想をしていなかった事象として、ロボットを乗せた座席が前後に大きく揺れ、ロボットの上で 5 cm 程の振幅でおよそ 5.8 G の衝撃力が発生していた。このような状況下では走行レバー用ロボットアームに直接



写真-2 走行確認試験の様子

この振幅が伝わり油圧ショベルの走行に影響を与えない。しかしこのロボットが操縦不能に陥らなかった要因を検証すると拮抗駆動式ゴム人工筋肉のコンプライアンス効果が有効に働いていたと見られる。これは建機にオペレータが乗り直接操縦する場合、このような前後方向の振幅が生じた際には自身の腕の力を抜き、いわゆる車のハンドル操作で言われる遊びを有しながら操縦していたものと考えられる。通常のサーボモーター駆動式のロボットシステムでは、この遊び機能をアクティブ制御で実現しなければならないところ、拮抗駆動式ゴム人工筋肉ロボットシステムではパッシブ的に簡単に遊び機能を実現できるという特長を顕著に現している。

(2) 掘削時におけるロボット操縦性

次に盛土の土砂をダンプに積み込む作業における課題の検証を行った。フェーズ2のポイントとしては大きく二つの観点で確認作業を試みた。第一のポイントとしてはフェーズ1で使用した建機と同メーカーのもののだがサイズを12t仕様に変えて初めてロボットを搭載するという状況で確認作業を行った。第二のポイントとしては遠隔操縦を行ったことがない初めてリモコンにふれる建機のオペレータに作業をしてもらうという状況で確認作業を行った。

このロボットには安全対策機能として遠隔で建機エンジンの始動停止機能、ロボット電源用として建機バッテリーへの接続やエンジン回転数のコントロールなど、ロボットと建機電装系とのインターフェースを接続する必要がある。そのためにロボット搭載時に建機の電装系を確認して所定の配線を行わなければならない。結果は同メーカーの建機ということもありインターフェースの確認作業も含めて約30分でロボットの搭載作業を完了することができた。

次にロボットを搭載して基本的な遠隔操縦方法をオペレータに教示した後、土砂掘削及びダンプへの土砂積み込み作業を試みた(写真—3参照)。結果は15分程のトレーニングを行った後、ダンプへ土砂積み込みが可能となった。オペレータに対するヒアリングでは、作業性に関してたとえばリモコンの操作レバーのサイズや形状などに対する要求や建機の操縦精度や応答性などに課題が残るものの、概ね直感的に操作しやすいというコメントを得られた。操作性に関して検証すると、この遠隔操縦の基本システムは、リモコンの操作レバーの倒し角に対し拮抗駆動式ゴム人工筋肉の作動力を比例させてロボットアームを動かす仕組みとなっている。故にオペレータの目視で恰も自分の腕と



写真—3 土砂積み込み作業状況

同様な操作で建機の作業レバーをロボットアームが動かしているので直感的に操縦方法を認識しやすいものと考えられる。

(3) リモコン建機との比較

雲仙普賢岳を代表とする無人化施工などにおいて重機メーカーでは様々なリモコン仕様の建機を生産している。一般的にリモコン建機は内蔵された油圧作動弁を外部信号によって比例制御できる制御弁に組み替え、特定小電力仕様の無線を用いてリモコンで直接制御弁を作動させる仕組みである。フェーズ3ではリモコン仕様の20tクラスの油圧ショベル(写真—4)と遠隔操縦ロボットを搭載した同等の汎用油圧ショベル(写真—5)を用い同じオペレータで遠隔操縦の差異について検証してみた。

リモコン仕様の建機の場合は油圧ショベルのブームやバケットなど各々の油圧系統を直接制御しているため、通常のオペレータが搭乗して運転する場合と比較して応答が速くなる傾向がある。加えて複合動作を行う上で各比例制御弁を同調させる必要が生じるが、ある程度細かく調整は行いうものの調整にかかる時間や費用を考慮すると限度がある。したがってオペレータはリモコン建機の運転特性を熟慮した上で作業を行うこ



写真—4 リモコン仕様の建機



写真—5 遠隔操縦ロボットを搭載した建機

とになり、汎用建機の操縦と比較すると作業性に劣る傾向がみられる。

一方、遠隔操縦ロボットを搭載した汎用油圧ショベルの場合には、フルチューニングを終えたりリモコン建機と比較して作業性に優る汎用建機の操作レバーを直接に遠隔操作するため、オペレータが建機の応答性能の相違を特に気にすることはない。このことは前節(2)でも述べている通り、オペレータが直感的に操作しやすいことにも共通している。加えてロボットの制御パラメータを調整することにより、建機の操作レバーの応答性能を個別にコントロールすることもできる。例えばブームの上げ下げに関して上げ方向の動作は速くまた、下げ方向の動作は遅くしたり、同様にバケットの掘削方向の動作を遅くまた、開き方向の動作を早くしたりすることも可能となる。

以上、フェーズ1からフェーズ3を通じて初歩的な機能検証の段階ではあるが遠隔操縦ロボットを使用した時の特長やメリットを少なからずとも確認することができた。

4. 今後の展開および将来性

(1) 利便性および実用性

様々な災害応急復旧作業を対象とした無人化施工に関する新技術を確認するためには、施工方式に合わせ油圧ショベル、ブルドーザ、ダンプ、振動ローラーや各種アタッチメントなどに対応したリモコン重機を採用する必要性が生じる。しかし無人化施工で使用できる専用リモコン重機は数や適用機種が少なく汎用機に比べ高価であるため、独自の施工方法の確立には多大な時間とコストが生じてしまう。特に原子力災害に関する無人化技術に関しては、放射能汚染地域で使用し

た重機は基本的に汚染管理区域外での再利用ができないため、メンテナンスや使用後の処理などを考慮すると汎用的な運用は難しい。

一方、重機メーカー側からしても重機の本体システムの高機能化、ICT化が進み、電装系等にCAN(Controllor Area Network)が採用されつつあるため、一時的にでも簡便に汎用重機をリモコン仕様に改造することが困難な環境となってきた。そのため重機本体の改造を行う必要がない外付けアクチュエータまたはロボットによるリモコン化の必要性が増している。

(2) 経済性

前節のような背景を鑑み、メーカーや機種を問わず重機を簡単に遠隔操縦仕様への変更を可能とする遠隔操縦ロボットは、外付けアクチュエータの高機能タイプとして有望である。ユーザー側からみても既存の汎用重機を必要とされる施工方法に合わせて自在に選択できるため新たな試みを短時間でかつ、低コストで実行し易い。加えて3Kと呼ばれる土木建設現場における少子高齢化による人手不足、特に若者の職離れと熟練オペレータの高齢化などに関しても、ロボットを使用することにより注目度が増し、現実的にこれら諸課題に対して作業環境の改善や熟練者のノウハウや技術のデータベース化および、継承が容易になると考えられる。仮に様々な用途に汎用的に使用されることになれば運用台数は増え、低価格を実現できる。結果的にレンタル・リース網に乗り用途がさらに拡大され、災害応急復旧用途だけでなく一般の土木建設工事にも採用されていくだろう。

(3) 公共性

災害はいつでもどこでどのような事象が起こるかを予測することは現状のテクノロジーでは難しい反面、実際に災害が発生した場合には初動対策をふまえて迅速な応急復旧が求められる。誰でもいつでもどこでも簡単にロボット技術を活用することができれば、日本全国あるいは世界的な規模で汎用的に無人化復旧作業を実現できるメリットがある。

またロボット活用時の公益性を考慮する上でもロボット機能の汎用性を広げ、その利用価値を高めたより人の動作に近いロボットシステムを作り上げる必要もある。たとえば無線遠隔操縦で人と全く同じ機能を有するロボットによって人が近づけない場所で応急復旧作業ができれば、その遠隔操作者は自分の分身のように直感的にロボットの動きを把握して作業効率を格段に向上させることができる。このように遠隔操縦ロ

ボットが進化していけば、未経験者や女性でも快適な環境で容易に作業が行えるようになり、については土木建設現場にも若者や女性の参入が増え人手不足の解消、熟練技術の継承を担保できるであろう。

(4) 特殊環境下での運用

遠隔操縦ロボットは基本的に人が立ち入れない危険な場所での作業を想定しているが特に原子力災害の応急復旧や廃炉作業などにその効果を発揮できるだろう。またこのロボットは耐環境性能に優れており、豪雨の中での作業や水深5m程度であれば水中バックホウに搭載して応急復旧作業も行える可能性がある。将来的にはLED可視光無線通信による深海土木用遠隔操縦ロボットへ応用展開し開発を進めて行きたいと考えている。

5. おわりに

今回の機能確認作業は直接目視型遠隔操作方式のみで行ったが、次回のテーマとしてはカメラ動画像伝送装置を取り込んだ非ネットワーク型遠隔操作方式での

検証を試みる予定である。また現在、この遠隔操縦ロボットは国土交通省の次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の推進事業³⁾の現場検証対象技術に採択され、平成26年度中に実証確認を行う予定である。その結果をふまえ来年度には販売を開始する予定で計画を進めている。

J C M A

《参考文献》

- 1) 第12回運動と振動の制御に関する国際会議
MOVIC2014 論文発表「Joint control of a lower-limb robot with musculoskeletal structure」
- 2) 神奈川県さがみロボット産業特区
<http://sagamirobot.com/>
- 3) 次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の推進（災害応急復旧技術）
<http://www.c-robotech.info/>

〔筆者紹介〕

豊田 晃央（とよだ てるお）
コーワテック(株)
開発部長



特集>>> 最先端の高度な土木技術・建設技術の開発と実用化

荒掘削から整地まで自動アシスト制御する ICT 油圧ショベル

PC200i-10 / PC200LCi-10

中 川 智 裕・新 谷 了

GNSS 測量技術を利用した施工は、丁張りの廃止や、測量回数を減らすこと、また、オペレータ技量の差を縮小して、施工全体の効率を大幅に改善している。

ブルドーザやモータグレーダをはじめとする建設機械は、GNSS 施工で作業機の自動化施工に対応したマシンコントロール（以下 MC）で、上記に大きく貢献している。本稿では、現状マシンガイダンス（以下 MG）で対応していた油圧ショベルに、オペレータの操作を自動制御でアシストする MC 車両を開発したので報告する。

キーワード：GNSS 施工、油圧ショベル、MC、自動整地アシスト、自動停止制御

1. はじめに

GNSS 測量技術を利用した油圧ショベルの MG は、丁張りを廃止し GNSS 施工で工期短縮に大きく貢献している。

しかしながら、MG モニタにより、施工の設計面が表示されるものの、画面上の設計面と刃先の絵を見ながらの作業は、オペレータが気を使うこと、また、施工自体は手動となるので、各々の技量に依存するところが大きかった。

今回、従来からある車体の各種センサによる油圧機器のセンシング技術や、油圧バルブをコントロールする技術と、GNSS の測量技術を融合して、設計面を傷つけない自動停止制御、設計面にならって作業ができ



図—1 コントロールボックス

る自動整地アシスト、また、設計面と刃先を表すコントロールボックス（モニター画面）を大型化して、見やすく、使いやすいものにした 20t クラスの油圧ショベル、PC200i-10、PC200LCi-10 を開発したので、その特徴を紹介する（写真—1、図—1）。

2. 本機の特徴

(1) GNSS の測量機器（写真—2）

従来の MG 機能を搭載した油圧ショベルでは、GNSS アンテナはカウンターウェイト上に専用ポールを立て搭載していた。それに対して本機では GNSS アンテナをキャブ後方のハンドレールに搭載したこと



写真—1 本機外観



写真-2 GNSSの測量機器

で次の優位性が挙げられる。

①カウンターウェイト上のポールが、ハンドレール部に移動したことで、作業中に木等のひっかけの心配が減り、アンテナそのもの、また、ケーブル断線の心配が減った。

②毎日の作業終了後にGNSSアンテナを取り外す際、車体後方のカウンターウェイトへのアクセスは、足場が遠く、取り外し、メンテナンス時に危険な心配があったが、ハンドレールに移設したことで、安全な取り外しが可能になった。

なお、使用するGNSS測量機器は、市場で実績のあるTOPCON社製機器を、当社工場組立時に装着して、出荷する。

(2) ストロークセンシングシリンダ (図-2)

油圧ショベルの刃先の位置が、地球上のどの座標にあるかは、GNSSアンテナの位置から刃先までの相対座標を求める必要がある。

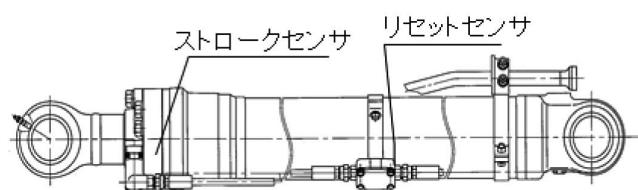


図-2 ストロークセンシングシリンダ

本機では、作業機の油圧シリンダ(ブームシリンダ、アームシリンダ、バケットシリンダ)に当社製ストロークセンシングシリンダを搭載したことで、各シリンダの長さから幾何計算で車体座標系におけるGNSSアンテナと作業機刃先の相対座標をリアルタイムに計測可能とした。この結果と、GNSSアンテナによる車体の位置情報と、IMUという車体の姿勢角がわかるセンサにより、現場の座標系における作業機刃先座標を算出する。

本ストロークシリンダセンサは、従来の油圧シリンダに対してローラの回転でストロークを検出する機構

と、ローラの滑りなどを補正する機能を有する。従来の角度計による作業機姿勢の検出に対して、動的な応答性に優れ、画面上の刃先の揺れも無い。

(3) 電子制御作業機バルブ (図-3)

シリンダの動きをコントロールする油圧式コントロールバルブと、パイロット油圧をコントロールする比例式油圧バルブの間にある中間ブロックに、すでにブルドーザ等で実績のあるEPC(Electric Pressure Control)バルブを搭載して、油圧式コントロールバルブを制御する構造となっている。また、油圧式コントロールバルブには、流量をきめるスプールの位置をフィードバックできるようセンサを取り付け、制御性能の向上を図っている。

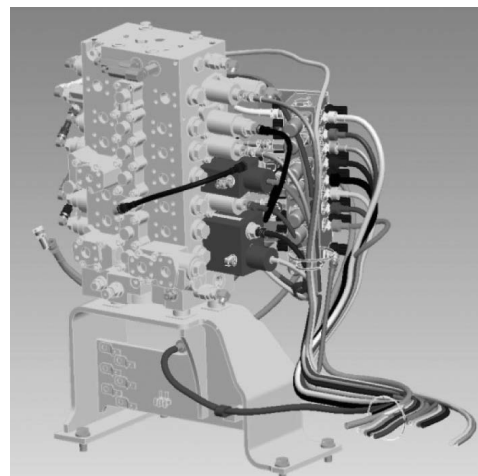


図-3 電子制御作業機バルブ

(4) 電子制御コントローラ (写真-3)

本機では、すでに紹介したストロークセンシングシリンダや、IMU(写真-4)の信号を受けて作業機の刃先位置を算出するコントローラと、刃先と、設計面の距離から各シリンダに指令を出す作業機コントローラが搭載されている。これらのコントローラは、ブルドーザ等で実績のあるハードを使用して、各電子コンポーネントと通信網でつながり、各々必要な情報を他のコンポから得ることができるようになっている。

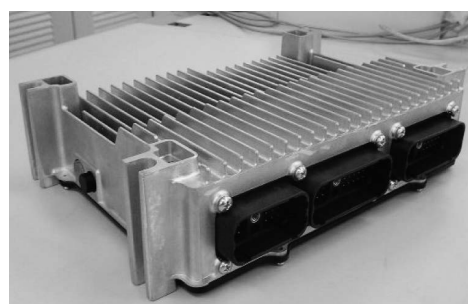
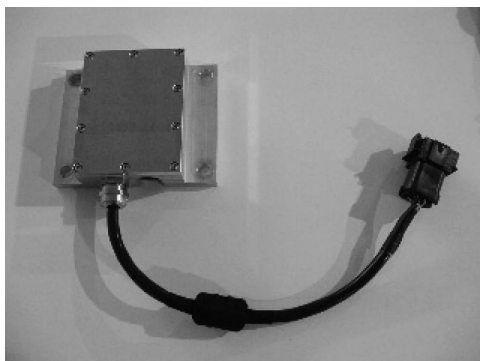


写真-3 電子制御コントローラ



写真—4 IMU

(5) 12 インチコントロールボックス

設計図や、刃先の位置、その他各種情報を表示するコントロールボックスは、一般的に使用されている6～7インチのものに対して、大型な12インチ、タッチパネル式のものを採用した。

これにより、オペレータシートからの視認性も向上し、メニューも使いやすいようファンクションキー化した。

このコントロールボックスは、設計図面データ、機械の各種データ、バケットの寸法等を記憶するなど、施工に必要なデータを蓄積する機能、また、オペレータがデータの入出力をしたり、各種設定を行うインターフェースの機能も担っている。

3. 作業機の自動制御

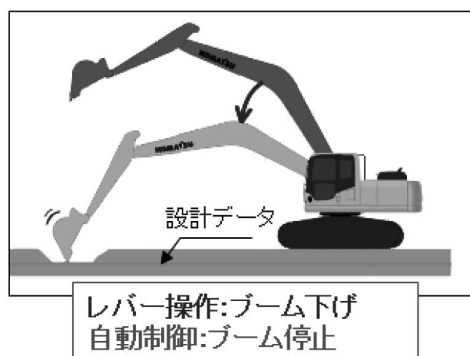
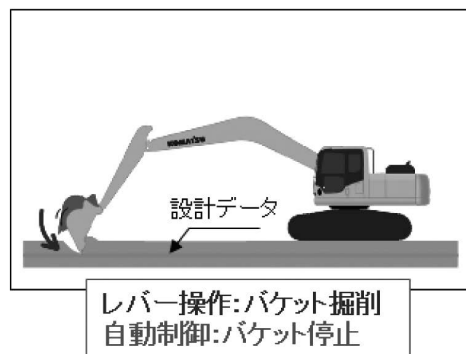
本機の最大の特徴は、従来のMG油圧ショベルが画面に映し出された、設計面と刃先の位置関係を確認しながらマニュアル操作するのに対して、画面の設計面をあまり気にすることなく操作ができる点である。

操作自体は、マニュアル操作同様設計面に向かって掘削していくが、ブーム下げ、バケット掘削では設計面と刃先の距離が接近すると自動的に作業機を停止する。また、アーム掘削をすると、作業機のリンクモーションから自然と設計面に掘り込んでいくが、掘り込み分を車体のコントローラが自動的に計算して、ブームを上げることで、設計面に掘り込まないようにしている。

本機に織り込んだ作業機自動制御の特徴を以下に紹介する。

(1) 自動停止制御 (図—4)

コントローラは、設計面と刃先の距離を常に検出しており、また、刃先が設計面に近づいていく速度も計算できる。そのデータに基づき、コントローラは各シ



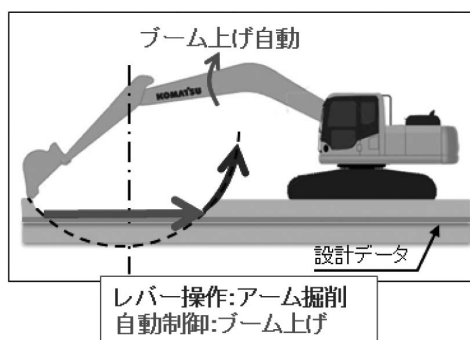
図—4 自動停止制御

リンダに流れる油量をコントロールすることで、ブームを下げたり、バケットを下げている時、刃先が設計面を掘り込まないようにブレーキをかけることができる。

自動停止制御は、掘削開始時に刃先を掘削開始位置に合わせたり、作業機の刃先を使って測量する場合に非常に有効な機能となっている。

(2) 自動整地アシスト (図—5)

自動停止制御同様に、設計面と刃先の距離を基に、アーム掘削による設計面の掘り込みを防止するよう、ブームの上げを自動制御して、また、必要に応じてアームの速度を若干遅くする制御を行う。自動整地アシストでは、オペレータのアームレバー開度で作業機の手速が決まり、荒掘削から、整地作業までをカバーしている。



図—5 自動整地アシスト



図ー6 ミニマムディスタンス

(3) ミニマムディスタンス (図ー6)

コントロールボックスには、設計面と、刃先位置の距離を計算したものが表示されるが、刃先位置は、中央、刃先の左右を指定することができる。これに加え、ミニマムディスタンスというメニューも選択することが可能で、バケットの底面を含んで、設計面との最短距離を示すこともできる。また、選択された刃先位置と設計面の距離からマシンコントロールを行うため、刃先仕上げや、底面仕上げの作業で切り替えることも可能になっている。

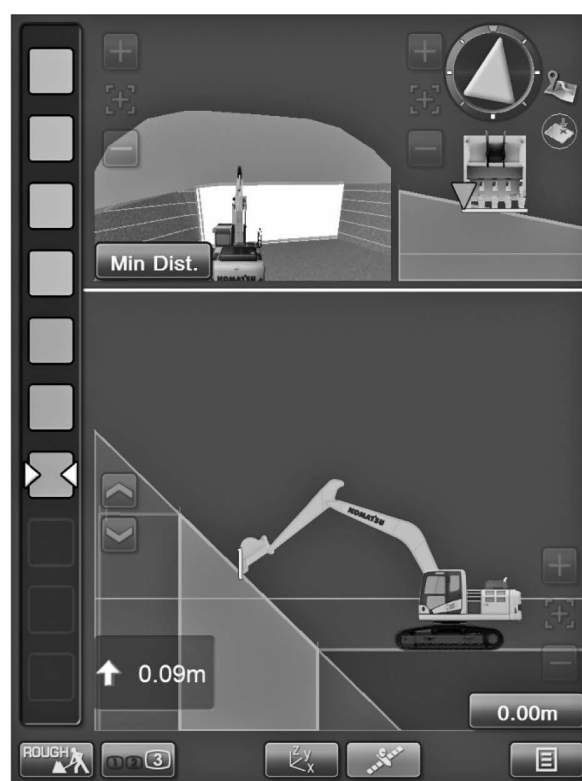
4. コントロールパネルの機能

(1) 画面のカスタマイズ機能

コントロールボックスの画面表示は、設計面と車両全体を表示する荒掘削作業モードや、設計面とバケットをクローズアップした仕上げ掘削モード、車両移動時に広域を表示する走行モードなどがある。また、施工時に仕上がりのイメージがしやすい3D鳥瞰モードなどがある。画面は、最大三分割することが可能で上述のような画面モードを組み合わせる表示することが可能になっている(図ー7)。

(2) サウンドガイダンスと、ライトバー

画面には、設計面と刃先の距離を示すデジタル表示系もあるが、直感的にわかる大きなライトバーも表示される。これは、設計面と刃先の距離に応じてライトバーの位置が変わり、その表示する色でおよその距離が感覚的にわかるようになっている。また、設計面と、刃先距離が接近すると警告音を出す音声ガイダンスも選択することができる。



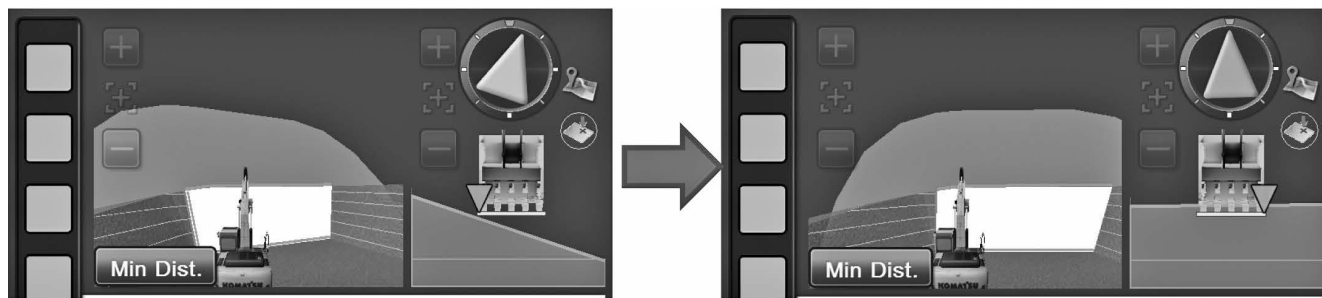
図ー7 カスタマイズ画面例

(3) 正対コンパス (図ー8)

法面の作業をする場合に、作業機と作業面が正対しているかはわかりにくい。それに対応するよう、画面上にコンパスを配置した。正対していないときは、コンパスが黄色であらわされるが、正対角度に近づくとコンパスが緑色に表示され、コンパス枠の印にコンパスの先端を合わせると、正確に正対したことを示す。

5. おわりに

MC機能を装備した、油圧ショベル「コマツ PC200i-10, PC200LCi-10」について、今までにない作業



図ー8 正対コンパス

機の電子制御を可能にしたことや、設計図面を表示するコントロールボックスの機能向上を中心に紹介してきた。画面の改善や、MCの導入は、オペレータの疲労軽減につながり、ベテランのオペレータはより効率的な作業ができるとともに、若手のオペレータについてもベテランオペレータとのスキルの差を縮めてくれることが期待できる。

今後、施工管理システムや、施工手順のガイダンスなどを組み合わせることで、さらに施工効率を向上して、やがては、全自動化された油圧ショベルに近づいていくものと思われる。

このようなGNSS測量技術を利用した施工では、未だ標準化されていない点もあるので、それらが統一されることで、施工現場全体がICT化され、お客様に最大の効率化を提供できるように努力していく所存である。

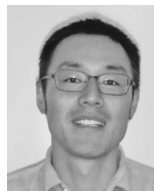
JCM/A

[筆者紹介]

中川 智裕 (なかがわ ともひろ)
 (株)小松製作所 開発本部
 建機第一開発センタ
 情報化建機開発グループ
 チーム長



新谷 了 (しんたに さとる)
 (株)小松製作所 開発本部
 建機第一開発センタ
 情報化建機開発グループ
 技師



電動遠隔解体機

DXR シリーズ

坂 口 敬 一

建物屋内、製鉄所、トンネル、災害現場など、人間が作業を行うには過酷な環境下で最大限の性能を発揮する電動遠隔解体機である。数十 m 程離れた場所から、機械本体を有線（無線）で操作し、作業者の安全を確保しながら作業を行う事ができる。電動駆動により機械本体から排気ガスが発生しない、さらに、コンパクトな機械本体は屋内狭所への移動がスムーズであり、リニューアルを伴う構造物の部分解体、内装解体など改修工事にも適している。

キーワード：構造物取り壊し、構造物部分解体、内装解体、コンクリート破碎、災害対策

1. はじめに

電動遠隔解体機「DXR シリーズ」（以下「本シリーズ」という）は、リモートコントローラーを用いた無線・有線による電動解体機である。従来は、作業員によるハンドブレイカー等で対応していた工事現場において、効率よく安全に作業を進めることを目的に開発された。

最も小型・軽量な約 1 t 車にはじまり、中型約 1.6 t 車、また大型約 2 t 車の製品ラインナップを揃え、現

在に至っている。「バケット」「ブレイカー」「クラッシャー」「フォーク」「鉄剪断機」「耐熱仕様アタッチメント」等の純正先端アクセサリーと合わせて電動遠隔解体機のラインナップとしている。写真—1 に各機種、表—1 に各機種仕様を示す。

その適用分野は、建築物の解体工事、リニューアルを伴う構造物の部分・内装解体、構造物取り壊し工事、掘削工事、地下鉄・トンネル内などの工事等、様々な分野に広がり、アメリカ、欧州を始め世界の多くの工事現場などで活用されている。遠隔操作が可能な機械



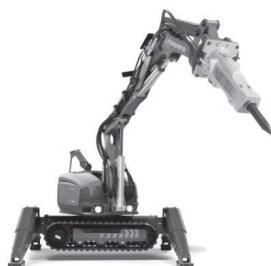
1 t車とクラッシャー



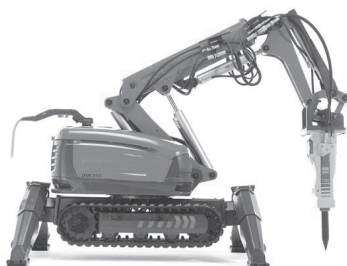
1.6 t車とバケット



1.6 t車とアタッチメント無し



2 t車とブレイカー



2 t車とブレイカー

写真—1 各機種と各アタッチメント

表—1 電動遠隔解体機「本シリーズ」の仕様

仕様 ^(※1)	単位	DXR310	DXR300	DXR270	DXR250	DXR140
出力	kW	22	22	19	18.5	15
本体重量	kg	2,020	1,960	1,750	1,620	985
電圧 (50 Hz)	V	380-420 ^(※2)	380-420 ^(※2)	380-420 ^(※2)	380-420 ^(※2)	380-420 ^(※2)
電流 (50 Hz)	A	44	40.5	34.5	37	27
テレスコーピックアーム	-	標準装備	なし	なし	なし	なし
全幅	mm	780	780	780	780	771
全長	mm	2,056 (アウトリガー含む)	2,057 (アウトリガー含む)	2,057 (アウトリガー含む)	1,695 (排土板含む)	1,614 (アウトリガー含む)
全高	mm	1,035	1,035	1,035	1,035	854

(※1) 本仕様は記事作成の数値につき、今後、予告なく変更される場合がある

(※2) 専用ステップアップトランスフォーマーを使用する事で、200V 発電機（仕様別途相談要）を使用可能

により、これまで作業者の立ち入りが困難であった災害復旧現場での救助作業、原子力発電所・火力プラント等の解体・メンテナンス工事などでの活用分野への広がりも期待できる。また、手作業であれば従来作業員10人程度を要する量を、本シリーズを用いる事で機械操作者と手元作業員の2人で実施した国内の事例もあり、日本の建設業界で発生している人手不足の問題において、少ない人員・短時間での施工ができる本シリーズはその解決策となる可能性がある。

本稿では、このような活用分野の可能性を秘めている本シリーズの特徴を説明すると共に、海外での利用事例を報告する。

2. 電動遠隔解体機「本シリーズ」の特徴

本シリーズの特徴は、以下のとおり。

(1) 工事効率化、安全性の向上。

従来行われているハンドブレイカーによる構造物の解体時には、作業者に振動が伝わるため一定間隔で休憩時間を設けなくてはならない。一方、本シリーズを使用した場合、作業者は、無線・有線によるリモートコントローラーを介した施工を行うため、解体作業

時、作業者に直接振動が伝わらない。そのため、本シリーズを使用した場合、ハンドブレイカーで必要だった一定間隔での休憩が不要となり、連続解体作業が可能となる。さらに、本体アームを垂直・水平方向へ操作し、コンクリート壁面や床の解体作業をスムーズに行えるため施工性が向上する。

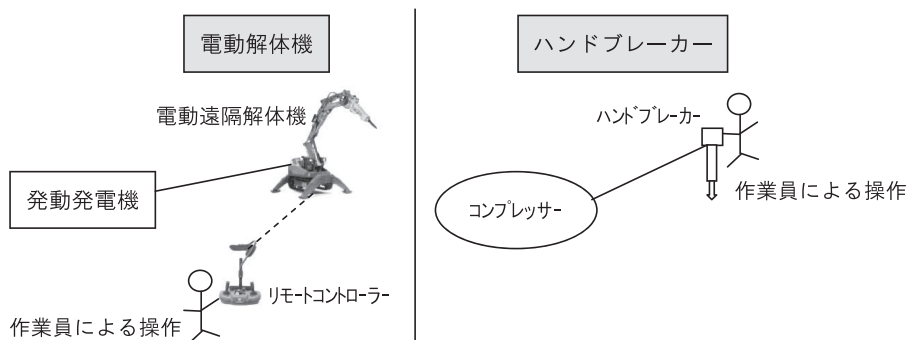
図—1に概略レイアウトを示す。

本シリーズは遠隔での操作である。作業者は解体する構造物から数m離れた場所から本シリーズを操作するため、作業者に対して解体作業時に発生する騒音および粉塵等の影響が低減し作業者への安全性が向上する。さらに、乗用機械ではないので、機械転倒による作業者への怪我等のリスクも発生しない。

写真—2に現場施工例を示す。

(2) 本シリーズ本体から排気ガスが発生しない。

ハンドブレイカーではエンジンコンプレッサーが機械の動力源であったが、本シリーズでは動力源が発動発電機となるため、本シリーズ本体から排気ガスが発生せず、建物屋内のCO₂の発生を抑制できる。そのため、解体作業現場周辺環境への影響抑制が図れる。特に、建物屋内作業における排気ガス発生が制限されている場所での解体工事に有効である。



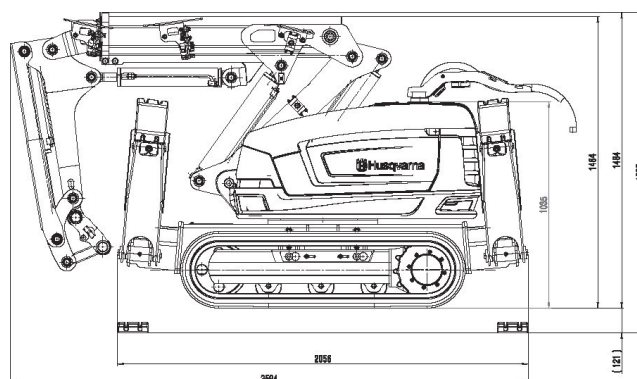
図—1 概略レイアウト



写真—2 施工現場例



写真—3 屋内現場施工例

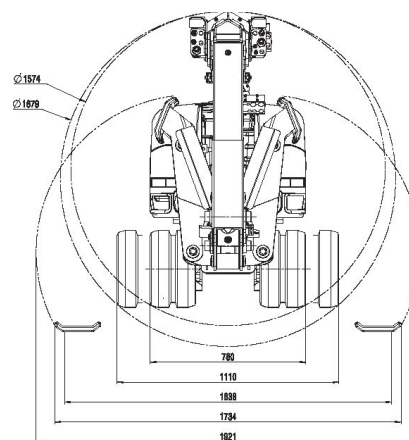


写真—3 に屋内現場施工例を示す。

(3) 狭所に適したコンパクトな本体

ゴムクローラーによる自走時の車幅は800mm以下、車高1,400mm(アタッチメント無し。2t車の場合)以下であり、建物の外から建物屋内の施工場所へ本シリーズを移動させる際、多くの場合で既設扉からの搬入が可能である。また、機械本体重量も2t程度(未満)であるため、工夫次第によっては、荷物用エレベーターで上層階への運搬も可能である。このように屋内移動に適したコンパクトな本体により、屋内での解体に便利である。

図—2 に代表として2t車の外寸を示す。写真—4 に既設扉からの本シリーズ搬入状況を示す。



図—2 2t車の外寸



写真—4 既設扉からの本シリーズ搬入状況

3. 海外の施工事例

当社はスウェーデンに本社を構えるグローバルカンパニーであり、同国の工場では本シリーズは製造されて世界中に販売されている。本シリーズの広報活動も活発に行っており、特に、欧米で行われている建設機械の主要な展示会である、World Of Concrete : WOC (ラスベガス)、BAUMA (ドイツ、ミュンヘン) で、機材実演、および、機械展示を行っている。そのような事もあり、欧米を中心として、その利用頻度、および、応用分野が、近年、広がっている。以下、本シリーズを用いた海外での施工事例を紹介する。

(1) コンサートホール2階部分の改修工事で2t車が使用された事例

当機のアームは機械本体から垂直方向に約5.4m、水平方向に約5.1mのリーチを持ち、写真—5のように1階からコンサートホール2階部位(鉄筋コンクリート)解体工事を実施した。

本改修工事で作業者は当機本体から離れた場所でリモートコントローラーで操作を行い、コンクリート落下のリスクを回避しながら安全に施工を実施した。また、当機は低い車高のため、操作者は当機周辺環境(前後左右)にも注意しながら、無事、工事を完了した。エンジン式小型バックホウは排気ガスが発生するため屋内での使用ができなかったため、当機が本工事に採用された。

写真—5にコンサートホール2階部分の改修工事時の写真を示す。



写真—5 コンサートホール2階部分の改修工事

(2) 45 m 煙突の解体工事で使用された事例

ブラジル、イタペバで行われたレンガとコンクリートで作られていた煙突の解体工事で当機が使用された。

当機はクレーンに吊るされた状態で移動し、ブレーカーを使い解体工事を実施した。

作業者は煙突が倒れても安全な場所に離れて当機の手動操作を行い、無事、工事を完了するに至った。

大型解体機械の設置場所などの制限があったため、本方法で施工を実施した。

写真—6に煙突解体時の写真を示す。



写真—6 煙突解体時の写真

4. おわりに

電動遠隔解体機本シリーズ「DXR シリーズ」は、日本へ導入され数年が経過した。その間、埼玉県川越本社で製品実演、および、東京ビックサイトの環境展への出展等を行い、広報活動に努めてきたが、まだまだ日本での認知は不十分であると認識している。

DXR の特徴である、「リモートコントローラーによる遠隔操作」、「機械本体から排気ガスが発生しない」、「コンパクトサイズで場所を取らない」「自走できる」、「小型にも関わらず力がある」などは、今後、2020年に開催が決定している東京オリンピックに向けたインフラ整備工事、および、現在の課題となっている都市部の建造物老朽化工事や首都高速改修工事などに活用できると期待する。埼玉県川越にある日本法人には、DXR140の実演用機械を配備しており、デモンストラーションや機械見学に迅速に対応する事ができる。本建設機械施工の読者の皆様の中でDXRに興味をお持ちの方がいらっしゃれば、是非、お問い合わせ下さい。今後、DXRの活用事例が増えて、多くの建設・土木工事における作業の効率化・安全性向上に貢献することを期待しています。

J C M A

[筆者紹介]

坂口 敬一 (さかぐち けいいち)

ハスクバーナ・ゼノア(株)

コンストラクションプロダクツ事業部

事業支援グループ

グループ長



タッチとジェスチャで作業現場を支援する グローブ型ウェアラブルデバイスの開発

境 克 司

保守・点検作業などの現場向けに NFC（近接距離通信, Near Field Communication）タグリーダーとジェスチャ入力機能を備えたグローブ型ウェアラブルデバイスを開発した。このウェアラブルデバイスにより、作業対象物に触れるという自然な行動の中で、情報収集・操作・記録といったことがハンズフリーで行えるため、作業を中断することなく、効率的に進めることができるようになる。本稿では、このグローブ型ウェアラブルデバイスの概要と作業現場への適用例をご紹介します。

キーワード：ハンズフリー、ウェアラブルデバイス、NFC、ジェスチャ入力

1. はじめに

近年、高機能なスマートフォンやタブレット等のスマート端末は、一般消費者の通信用途のみならず、販売店や教育現場、作業現場においても活用されはじめています。これまでは、書類で作業の標準化を行ってきたところを、スマート端末を用いて現場でも ICT（情報通信技術, Information and Communications Technology）を活用して、作業ミスや漏れを無くし、記録の電子化・情報の再利用を行おうという動きである。しかしながら、作業現場によっては、従来の端末を流用するだけでは、操作のために端末を見ることで作業が中断せざるを得なかったり、手袋の装着や手の汚れにより端末の取り出しそのものができなかったりといった課題があった。

2. グローブ型ウェアラブルデバイス

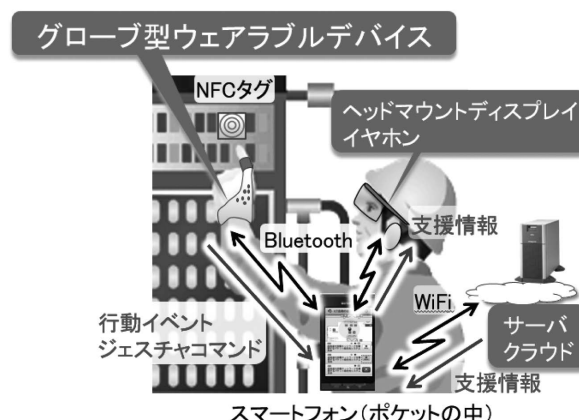
このような課題を解決するため、端末を取りだして操作する必要なく、実世界の「モノ」へのタッチ行動とジェスチャで作業現場の情報支援を実現するグローブ型ウェアラブルデバイスを開発した。このグローブ型ウェアラブルデバイスは、ヘッドマウントディスプレイやヘッドセットと連携することで、タッチパネルの操作といった端末の直接的な操作をすることなく作業を実行できるようにするものである。写真—1に、開発したグローブ型ウェアラブルデバイスの概要を示す。

グローブ型ウェアラブルガジェットは、センシング

機能として、NFC タグのリーダーと、ジャイロ・加速度などの姿勢センサから構成される。また、触覚や視覚で人に情報を伝えるため、振動モータと LED を搭載している。NFC タグの情報や姿勢センサの情報は省電力無線である Bluetooth 経由でスマート端末に送信され、その情報は必要に応じて情報を管理するサーバーとやりとりされる。図—1に、グローブ型ウェアラブルデバイスの概要を示す。



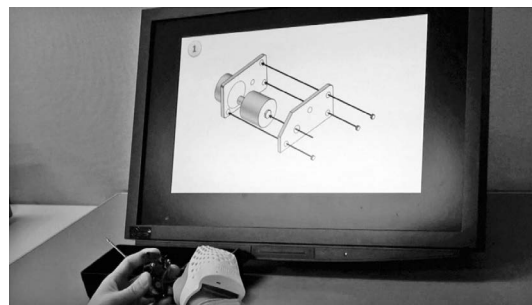
写真—1 グローブ型ウェアラブルデバイスの概要



図—1 情報支援システム図



高所での作業



道具を持ちながらの作業

写真—2 想定作業例

アラブルデバイスとスマート端末、ヘッドマウントディスプレイ等と連携した情報支援のシステム概要図を示す。

作業現場では、确实かつ迅速な情報操作および入力が必要とされる。写真—2のような現場での点検・保守作業での情報操作・点検結果の入力を想定し、開発ポイントとして次の2点を掲げた。

(1) 行動起点での情報利用

「作業対象物にタッチすると、それに関連した必要な情報のみを提示することで、情報の選択ミスや手間を省く」

この課題を解決するために、NFC タグを利用した。NFC タグは、電子マネー等で利用されているように、読み取りが直観的で确实かつセキュリティに優れている。また、近接時のみ情報の読み取り可能であるため、人が意図した物への接触、といった行動と連動して物を確実に識別するために適している。そのため、グローブ型ウェアラブルデバイスでは、作業対象にリーチングするプリミティブな行動で作業対象を選択できるように NFC のタグ読み取りを指先まで拡張している。NFC タグの情報読み取りフローは以下の通りである。

1. 接触センサで物へのタッチを検出
2. グローブ型ウェアラブルデバイスの NFC タグリーダーを起動
3. 物に貼られたタグ ID の読み取り

4. 読み取ったタグ情報をスマート端末に送信
5. NFC タグリーダーを休止

NFC タグの読み取り機能・情報の送信の開始停止を省電力センサによるタッチイベントで制御することで、NFC タグ検知の高速応答性 (0.05 秒) を確保しながら、デバイスの使用可能時間を従来の 3 時間から 1 日の運用にも耐えうる 9 時間以上まで改善している。図—2 に、タッチイベントを起点とした処理フローを図示する。



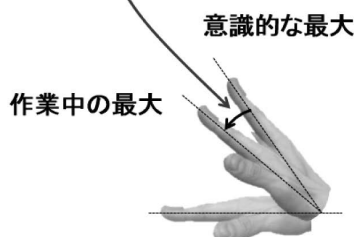
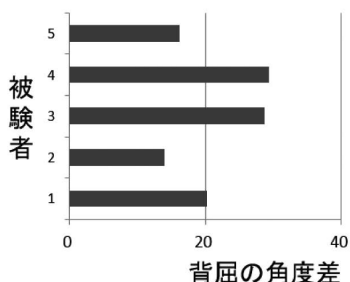
図—2 タッチイベント起点の処理フロー

(2) その場・その姿勢での入力

「作業姿勢のまま、道具を持ったままで、合否判定の結果を記録、情報を切り替えることを可能にすることで、持ち替え等の手間を削減、作業の中断を防ぐ」

この課題を解決するために、ジェスチャによる入力を採用した。ジェスチャ入力の大きな課題の一つは、通常の動きとジェスチャ入力の区別、いわゆるセグメンテーションの問題である。ジェスチャの認識率は、

意識的な可動域と作業中の利用域に15度以上の角度差が存在



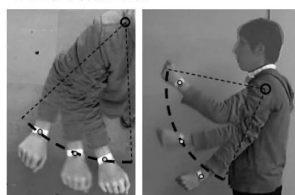
図—3 背屈動作の利用

ジェスチャ適用事例

- ・HMDの操作 ⇒ 左右: ページめくり 上下: 表示スクロール
- ・点検結果の入力 ⇒ 右旋回: 異常なし 左旋回: 異常あり



手首の動きは肩を中心とした回転運動



ジェスチャ認識率98%を実現

図—4 ジェスチャ入力の実現

作業で動いている腕の動きとジェスチャとの区別や、個人差によるジェスチャのばらつきに大きく依存する。そこで、通常の作業中にはほとんど表れない、手の甲を反らせる「背屈」という姿勢に着目し、この姿勢をきっかけに動作することで、通常の腕の動きとジェスチャとを区別した。「背屈」は、いわゆる手首を曲げる動作であるが、実験の結果、意識的な可動域と作業中の利用域に15度以上の角度差が存在することがわかった（図—3）。

この意識的な可動域を利用することで、作業姿勢によらず、また作業者の意図したタイミングでのみ正確にジェスチャ操作が可能となる。また、肩関節を原点とする座標を設定しジェスチャを定義した。これにより動きの個人差を吸収し、ジェスチャを様々な姿勢から違和感なく入力することが可能となる。背屈状態での個人差の少ない左・右・上・下・左旋回・右旋回の6パターンをジェスチャとして定義することで、検証の結果、98%以上の認識率を実現した（図—4）。

3. 作業現場への適用

我々の提案するグローブ型ウェアラブルデバイスでの情報支援システムを用いた、点検保守作業への具体的な適用例を以下に示す。

(1) 日常点検作業への適用例

定型の日常点検作業を迅速に行うための適用例をあげる。点検現場に到着すると、まず点検対象のパネルにタッチすると、このパネルへのタッチという行動を起点にスマートフォンがスリープモードから復帰し、このパネルの点検に関するアプリケーションが配信される。このように必要な時にスマートフォンが起動することで省電力になり、また、必要なアプリケーション

ンだけが配信されることで作業ミスを軽減することができる。

次に、作業員は、パネル上の点検箇所をタッチすることにより点検対象を特定（写真—3）し、ジェスチャで点検の可否結果を入力（写真—4）する。作業員には、必要に応じてイヤホンを通じて音声で情報を提示、または振動やLEDで入力ミスを知らせる。このようにタッチとジェスチャおよび音声・振動を使うことでスマートフォンを取り出すことなく点検作業を効率的に進められる。慣れてくればくほど、タッチとジェスチャの繰り返しで、非常に素早い点検作業が可能となる。もちろん、この入力結果は電子的に保存される



写真—3 タッチ



写真—4 ジェスチャ

作業パネル上のタグをタッチし、点検個所に応じた情報を音声で支援を受けながら、サクサク点検作業を実行し、結果を記録する



※矢印の個所にタグが貼り付けられている。

図—5 日常点検作業適用例の概念図

ケーブルのタグをタッチしながらケーブルの接続箇所をヘッドマウントディスプレイの画像で支援を受けながら配線作業を実行する



複雑な配線作業

図—6 非定型作業適用例の概念図

ので、スマートフォンを取り出せば現場でも結果は確認でき、また、スマートフォンがネットワークにつながっていれば、リアルタイムに点検状態が遠隔地からでも確認可能である。点検結果は最初から電子化されているため、点検終了後、集計や報告書として出力することも容易である。図—5に、本適用例の概念図を示す。

(2) 配線接続作業への適用事例

次に非定型の作業を、情報支援を受けながら作業を行う場合への具体的な適用例をあげる。本例では、複雑な配線作業を行うことを想定している。ケーブルには、あらかじめ個別に NFC タグが貼り付けられている。作業者は、ケーブルを触るといった作業の流れの中で、ケーブルに関する情報を読み取ることができる。同時に作業者のヘッドマウントディスプレイ上に、そ

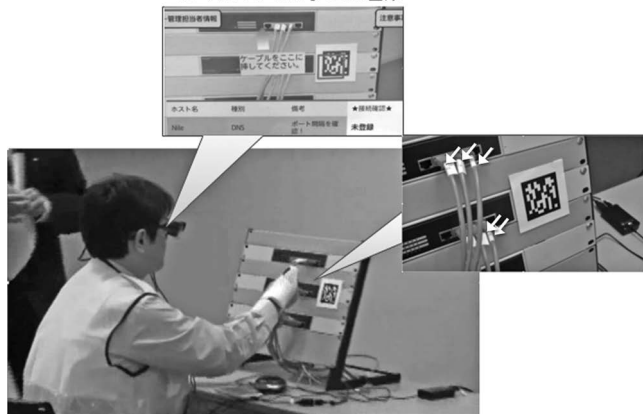
のケーブルに関する情報が、HUB のどこに挿入すれば良いか、具体的な位置とともに表示される（写真—5）。この場合もちろん、ケーブルを持ちながらにして、ジェスチャで作業に必要な情報を呼び出したりすることができる。図—6に、本適用例の概念図を示す。

4. おわりに

今回開発したグローブ型ウェアラブルデバイスを用いれば、このように、作業対象にタッチするだけでその対象に関する作業指示を入手し、簡単なジェスチャで作業結果を入力するようなソリューションが容易に構築でき、作業現場の効率化や作業ミスの防止に貢献できると考える。今後は、グローブ型ウェアラブルデバイスの装着性や耐環境性の改善はもとより、グローブ型に限らず、作業内容に適した形状のウェアラブルデバイスを開発し、保守点検だけでなく、建設・工事現場や工場など過酷な状況下でも活用可能な、作業員中心の情報支援ができるものを提案していく予定である。

J C M A

ヘッドマウントディスプレイ上の画像



※矢印の個所にタグが貼り付けられている。

写真—5 ケーブル接続作業

【筆者紹介】

境 克司（さかい かつし）

㈱富士通研究所

ヒューマンセントリックコンピューティング研究所

ヒューマンインタラクション研究部



ずいそう



百行は一信に如かず

鶴岡 松生



私の機電技術者としての規範である八田與一氏の功績と、台湾との関係・繋がりを再認識した台湾、烏山頭（うさんとう）ダム訪問と私の社会人としての回想録

今年の9月に商用で台湾を訪れる機会に恵まれ、どうしても訪ねてみたい場所がありました。

それは、台湾、高雄の北部、台湾台南市官田区にその威容を誇る烏山頭（うさんとう）ダムです。

当時日本の統治下にあった台湾内務局土木課に勤務していた八田與一土木技師は、この烏山頭ダムの設計と施工に携わり、干ばつや塩害に悩む嘉南平野を大正9年から10年もの歳月を費やしダムと網の目状にはりめぐらされた給排水路の灌漑施設を建設し、嘉南平野を台湾最大の穀倉地帯に変貌させました。

この水利設備全体が嘉南大圳（かなんたいしゅう）とよばれ地元では、八田技師を「嘉南大圳の父」又は、「台湾農業の恩人」と敬愛し、今でも地元小学校の教科書でも紹介されていることに驚かされます。

日本建設機械施工協会の役割である“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”を実践した先輩技術者の一人として八田氏を挙げても過言ではありません。

私が「ものづくり」を仕事にしたい。そう思ったのは、超高層ビルや巨大ドックなどが次々に誕生していた学生時代でした。建設会社に入社した私は、やがて自分はどんなもの造りに携わるのだろうかと思いを躍らせたのを今でも覚えています。

建設工事に携わる機電技術者としての私の節目はなんとか超えることができましたが、“土木事業というのは民衆のための福祉である”という信念を貫いたダム技術者としての八田與一氏の功績や人柄は私の業務遂行の上で規範でありました。

今回、その遺構に立ち、新しい発見や感動・感銘を受け、改めて知識や聞き売りでなく自分の目で確認し、感じる事の重要性を痛感しました。

八田技師は、特殊なセミ・ハイドロリックフィル工法を採用したダム技術や、海外へ出向き特殊工法用機械を直接調達するなど技術者とし顕彰される業績だけでなく、学校や病院を建て、家族同居生活を重視し、

作業員への環境配慮に尽力したこと、自ら進んで危険な現場の陣頭指揮に立ち、日本人も台湾人も分け隔てなく対応したことなど、このプロジェクトの成功は、信頼関係を築いた彼の人柄によるところも大きく、エピソードも多く残されています。

私の職務であった機械化施工は、現在に至るまで、様々な場所で幾多の技術を生み出し、建設工事の合理化、省力化、スピード化に貢献してきています。その英知を最大限活かすことこそが、厳しい技術競争、価格競争に打ち勝つ鍵を握っていると思います。

土木・建築を問わず工種も問わず与えられた施工を理解し、機電技術を生かし計画・施工にどう反映させるかが主たる役割と認識し、物造り一筋、失敗あり感動ありの繰り返しであったと回想しています。

土木・建築に拘らず、自由な発想で何が必要かを考え、合理的な施工法やシステムを追求しそれを具現化することで「ものづくり」を体現してきました。

多くの優秀な先輩や同僚・後輩の皆さんに恵まれ、私なりに充実した会社人生をここまで続けることができたとしみじみ感じております。

社業を通じ知りえた社内外の多くの人脈と知見が私の宝であり、業務を遂行するうえでなくてはならない財産であったと思います。

「百聞は一見に如かず」「百見は一考に如かず」「百考は一行に如かず」。これは私が良く使う言葉です。色々聞くより一回見た方が物事の本質を理解できます。ただ見るだけで何も考えず、また多くのことを深く考えたとしても行動を起こさなければ、成果は生まれません。

いま、私たちの置かれている環境は非常に厳しい。しかし、新たな時代を生き残るには、しっかりと物事を見つめ、成果が得られる可能性があれば、失敗を恐れず果敢にチャレンジすることが肝要です。

ただ、このフレーズの続きがあると考えています。“百行は一信に如かず”。何か行動を起こそうとすると、信頼が醸成されていなければなりません。

それを常に忘れないようにしています。

——つるおか まつお カジマメカトロエンジニアリング(株)

代表取締役社長——

ずいそう



プロの苦しみとアマの楽しみ —技術開発現場における規制と進化—



富田 茂

2014年4月27日中日新聞報道によると、名古屋市で無線操縦による無人飛行撮影機が深夜の繁華街で落下した。この事件から、技術開発と法的規制の在り方について考察をする。

当然、こうした無謀な事件の多くはアマチュアが引き起こす。概して、プロフェッショナルは事故を起こすが、無謀な事件は起こさないものである。

趣味で無人飛行機を飛ばすことはとても楽しく、スリルですら楽しむことができる。初めてのフライトなどは、ドキドキしながら、誰かに見てもらいたい、と思うものであろう。そして、うまく飛ばなかった場合でも、仲間と笑いながら勇気あるフライト談話は弾むのである。趣味は、そうしたストレス発散ができるからよい。

同じ行為でも、業務で行うとなれば、決して楽しむことはできない。例えば、無人飛行機の組み立て段階でも、プロは手順どおりに行い、一切の造作や工夫も上司からの許可が下りない限り施すことは無い。うまくいくという確証を得なければ、決して実証に移ることはない。うまく飛ばすということはなく、仕事仲間とのギリギリ張りつめた現場での一日が続くのである。

スポーツの世界も、プロとアマの精神的な違いがあると思う。アマチュアスポーツの最高峰の一つとして、オリンピック競技がある。同じルールの中で極限まで高めた肉体を使い、一瞬のチャンスをものにしてお互いに勝敗が付いた後、選手同士が互いにその健闘をたたえ合う姿は、観ているものを感動させる。敗者にも惜しめない拍手が湧くのである。勝ち負けではなく、参加することに意義があるのであろうか。プロスポーツ選手は、参加することに意義があるのではなく、ファンなど観ている者を楽しませることと、選手自身が確実に成果を残し続けることに意義がある。つまり、一瞬のチャンスではなく、データを分析しチャンスを狙って勝負が付く。

プロとアマが混在するゴルフ競技などでは、アマチュアがプロに勝ってしまうことがある。ゴルフのように道具を使うスポーツは、プロと同じ道具をメーカーから支給されているようである。使っている道具が同じで、使いこなす能力があり、普段の最高結果ばかりが出現すれば、プロに匹敵してしまうのである。これをミラクルというのであろうか。

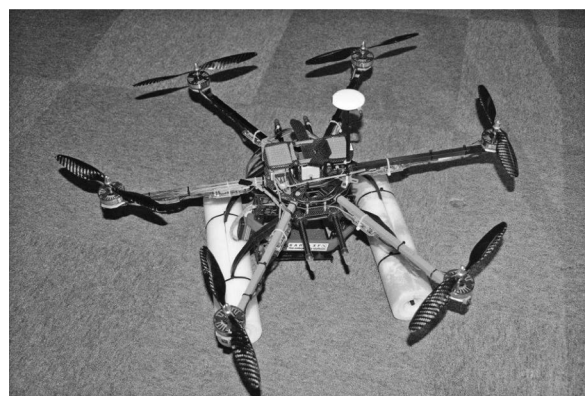
ではプロがミラクルを期待するのであろうか？ 我々が普段仕事をしている中で、ミラクルを期待して行っているとすれば、お客様はたまったものではないだろう。プロは当然、夢の実現と自信はもっていただけない。自信は普段の練習から積み上げられる。

アマチュアは、自信以上に過信を持っているのかもしれない。夢とミラクル（奇跡）を混同して、訓練以上の奇跡が自分に舞い降りてくることを期待しているのかもしれない。つまり、ミラクルを期待する者は、アマチュアレベルということになる。

弊社は無人飛行探査機(写真—1参照)の開発を行っている。常に細心の注意と、最新の技術を駆使して、災害時探査飛行や地下探査飛行、中継放送用飛行撮影を行っている。冒頭のアマチュアは、新聞報道から推察するに、我々プロと同じレベルの道具を使っていたようだ。しかし、道具である以上、常にメンテナンスと運行前確認をしなければ、道具の性能は出ない。使いこなせるだけの技量があるのかはわからないが、きっと過信していたのだろう。

そしてこのような事件があると、世論は新規規制や法律による取り締まり、はたまた開発についても「危険技術」と誤認してしまう。そうなれば、技術開発は停滞し、産業革命など起きない。某車のブレーキ問題についても、決着については多くの課題があると思うが、もしブレーキ制御プログラムの数秒足らずのレスポンス遅延が重大な問題と決着し、危険技術として葬られたらどうなるであろう。馬車に乗って「馬の制御」の時代に戻るのだろうか？

プロの技術開発は、多くの臆病な技術者のトライとエラーで構築されている。プロはプロとして、その最高見識とプライドも持って苦しみながら、最新技術にチャレンジしなければならない。しかし、自らの技術を過信はしてはならない。アマチュアの技術利用は、多くの勇気とミラクル到来を下にしたチャレンジで構築された、娯楽である。混同してはいけない。



写真—1 災害現場探査機（キャリア技研製）

——とみた しげる キャリオ技研(株) 代表取締役——

CMI 報告

劣化した透光性遮音壁の
機能回復技術

榎園 正義・谷倉 泉

1. はじめに

近年，高速道路や自動車専用道路等の高架橋では，景観対策や日照の確保の観点，周辺住民の居住性や道路利用者の快適性の向上に有効であることから，透光性の遮音壁が数多く導入されてきた。また，この透光板の素材としては，表—1に示すようにポリカーボネート，アクリル，ガラス等があり，耐衝撃性能，耐燃焼性能，透光性能等が求められ，使用実績としてはポリカーボネート板が最も多く使用されている。

表—1 透光板の種類と性能

項目	種類	ポリカーボネート	アクリル	(強化) ガラス
①燃焼性 (%)		自己消化性	可燃性	不燃性
②透過率 (%)		89～90	93	90～91
③鉛筆硬度		2B～4B	H～2H	9H 以上
④曲げ強度(MPa)		88～94	120	39～78
⑤引張り強度(MPa)		59～69	75	32～79
⑥比重		1.20	1.19	2.54
⑦シャルピー衝撃(kj/m ²)		843	17	アクリルの約 1/10

このポリカーボネートは紫外線により変色（黄変）する特性があり，素材表面の硬度もアクリルやガラスと比べて軟質であるため，素材表面にアクリルやシリコンのハードコートが施されているが，粉じんや砂等による微細な傷やハードコートの経年劣化によるはく離等が発生し，透光性が低下（曇化）する現象が各所で見られるようになった。このように透光板の基本性能である透光性能が維持できなくなった結果，その対策として取替えが余儀なくされてきたのが現状であ

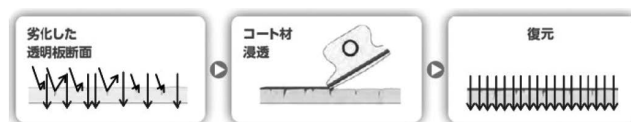
る。さらに，この取替工事には多大な労力とコストがかかり，産廃等の環境負荷の観点からも維持管理手法が課題となっている。

本稿では，表面ハードコート層の耐候劣化等により白色化，あるいは曇化して透光性が低下した現場撤去ポリカーボネート板の機能を回復させる新しい技術（以下，クリアスカイ工法と呼ぶ）を用いた実証実験結果，ならびに国道の透光板や高速道路の透光性遮音壁を対象に試験施工した追跡調査結果について報告するものである。

2. クリアスカイ工法の概要

(1) クリアスカイ工法の原理

クリアスカイ工法の原理は，図—1に示すように無色・透明で極めて含浸性能の高いストレートシリコンを原料とする液材を，小傷やハードコートの割れ・はく離部にコーティング（クリアスカイ処理）することによって，透光板表面の凹凸を減らし，透明度を還元させるものである。その前処理としての下地処理にはウォータージェット工法（以下，WJ）を採用している。



図—1 クリアスカイ工法の原理（断面のイメージ）

(2) クリアスカイ工法の特徴

本工法は，以下の①～⑤に示すような特徴があり，様々な施工条件における適用が可能である。

- ①簡易な養生と簡素化されたコーティング方法であるため，従来の取替えによる改修方法と比較して施工の簡素化が図られ，大幅なコスト縮減（1/10 以下）が図られる。
- ②劣化により亀裂の入ったハードコートの上からでも，簡単に重ね塗りができる。
- ③過酷な温度，湿度等の各種の環境条件や，飛来する軽量の細砂等による小傷などに対する耐久性を有す。
- ④従来のコーティング剤と比較し，高い付着強度を有しているため，耐久性が高い。
- ⑤平行光線透過率の還元性が極めて良好である。
- ⑥コーティング処理した表面は，親水性塗膜となるため汚れが固着しにくく，メンテナンスが容易である。

3. 実証実験概要

(1) 概要

経年劣化により透光性が確保できなくなり、高速道路の現場からその一部分が撤去されたポリカーボネート板を対象にして、クリアスカイ工法の適用による機能回復を確認する目的で実証実験を実施した。また、広範囲の面積に対して効率的な施工を目指したコーティングシステムの検討・開発を行った。

(2) 予備実験

クリアスカイ工法の適用にあたっては、以下の手順で検討を行った。

- ①透光板の劣化原因究明
- ②下地処理方法の検討
- ③コーティングシステムの開発

(a) 透光板の劣化原因究明

透光板の表面には、写真—1に示すように大きく黒色・白色箇所の2種類の劣化程度の違いが確認された。

そのため透光板から試験体を採取し、写真—2に示す素材の表面観察、EPMA・SEM分析を行い劣化の状態を確認した。その結果、黒色で半透明に見える箇所は、表面処理層のハードコートが劣化・はく離してプライマーのみが残存し、耐候劣化により黄変していることがわかった。また、白色箇所はハードコートが残って微細なクラックが生じて白色化している部分で、比較的容易に表層がはく離することから劣化はかなり進行していることが確認された。なお、現地でのヒアリングによれば、この透光板の劣化は設置数年後から確認されるようになったとのことであった。

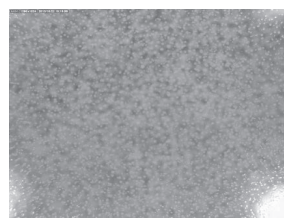
(b) 下地処理方法の検討

この透光性を回復するためには脆弱化したハードコート層のみをはく離できる下地処理方法を併用する必要があることから以下の実験的な検討を行った。

劣化したハードコート層をはく離するための下地処理方法として、①物理的なはく離方法6種類と②化学的なはく離方法13種類について実験的な検討を行った。その結果、物理的なはく離方法では、WJ工法とキャビテーションジェット（以下、CABと呼ぶ）工法で有効性が確認された。また、化学的なはく離方法では、2種類の薬品で残存ハードコート層のはく離が僅かに確認されたが、顕著な効果は確認できなかった。この結果を踏まえ、下地処理方法としてはWJ工法およびCAB工法を選定し、かつ小型のハンドタイプの先端装置を装着させた実証実験を行うこととした。両



写真—1 透光板の劣化状況



(a) 観察状況

(b) 表面観察の例(×55倍)

写真—2 表面ハードコート層の観察



(a) WJ 工法

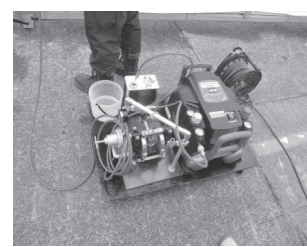


(b) CAB 工法

写真—3 下地処理方法の検討



(a) 塗布作業



(b) 塗布機材

写真—4 コーティング方法の開発

工法はいずれもWJを用いたものであるが、CAB工法は低圧ではあるものの水温を高めにしてはく離効果を高めることを目的としたものである（写真—3）。

(c) コーティング方法の開発

従来のコーティング方法は、刷毛やスポンジによる手塗作業で行う簡易な方法であり、仕上げに塗りむらが生じるなど品質に若干のばらつきがあった。このため、現場での広範囲の面積を対象とする場合には、安定した施工品質が確保できる新たなコーティング方法

が必要と考えてその開発を行った。その結果、コーティング材料を上部で横移動しながら流し掛けし、最下部で回収する方法を採用することとした。これにより透光板表面を垂れ落ちた塗布材料は、分子間結合により平滑な面を維持することが可能となり、工場の生産ラインとほぼ同等な仕上がりとなる（以下、フローコート工法と呼ぶ）ことがわかった（写真—4）。

（3）実証実験

（a）概要

クリアスカイ工法の性能を確認するため、自動車専用道から撤去した実物大の透光性遮音壁（ポリカーボネート板）を用いて、検証実験を行った。

（b）実験条件

①対象材料

＜透光性遮音壁；写真—5 参照＞

- ・商品名；ポリカーボネイトプレート
- ・品番；PCMR58600，施工後 11 年経過
- ・形状・寸法；高さ 2260 mm × 幅 1830 mm × 厚さ 8mm × 3 枚

＜コーティング剤＞

- ・ラスティングコート（エコ・24）

②下地処理方法の種類と条件

透光板の下地処理は予備実験結果を踏まえて、WJ 工法と CAB 工法を用いて行った。WJ 工法の噴射圧力は、50 ～ 280 MPa の範囲において、中圧（AMPa）、やや中圧（BMPa）、低圧（CMPa）の 3 段階の圧力を設定し、移動速度は毎秒 20 mm とした。一方、CAB 工法は 25 ～ 30 MPa の低圧力、水温は 80℃ とし、システム全体の小型化を図った。

③測定項目と測定方法

測定項目と測定方法を表—2 にまとめて示す。本実験では、屋外や現場での測定の再現性を重視し、自動車等の窓ガラスの平行（可視）光線透過率を精密に計ることのできる携帯型の平行光線透過率測定（TP-50）を採用した。

④測定箇所と測定位置

測定箇所は、写真—5 に示す A ～ C の 3 パネルで、1 パネルあたり 8 測点（例えば、A-1 ～ A-8）の合計 24 測点とした。

⑤評価方法

NEXCO 設計要領¹⁾では、製造時の新製品を対象とした光学的性質の評価基準値として、暗室内で測定する全光線透過率（平行光線透過率 + 拡散光線透過率；75%以上）と曇価のみが規定されており、供用後の透光性能を評価する方法は確立されていない。そこで、



写真—5 実験対象の透光性遮音壁（記号は、パネル箇所と測定位置）

表—2 測定項目と測定方法

測定項目	測定方法		主な仕様	メーカ（型式）
	目視	目視評価		
透光性能	目視	目視評価	近景，遠景	—
	透過率	透過率計	測定域；平行光線標準光源 A	光明理化学工業社（PT-50）
表面性状観察	光学顕微鏡		倍率；10 ～ 230 画素数；1,300,000	サンコー社（Dino-Lite Pro）

屋外で実測可能な平行光線透過率（以下、透過率と呼ぶ）に着目し、暫定基準値として透過率 72% 以上を設定した。目視評価方法は、複数人の肉眼で近景と遠景の透明性を「悪い」、「良い」、「大変良い」の 3 段階で判定する方法とし、施工前・施工後の透光性能は、目視評価と透過率で評価した。

（c）実験結果

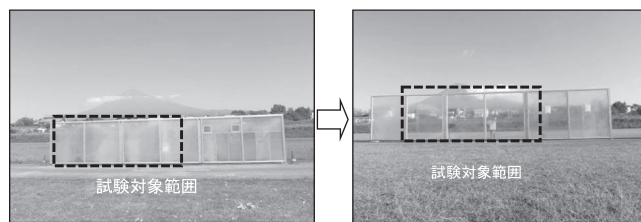
①下地処理効果

WJ の噴射圧は、中圧（AMPa）以下で、パス回数が 2 回以上では目視評価と透過率ともに低下する傾向があり、素地に対して過負荷状態となることから、パス回数は 1 回が最適であった。また、CAB の噴射圧は低圧で、同様にパス回数は 1 回が表層（ハードコート層）の除去に適合することが判明した。

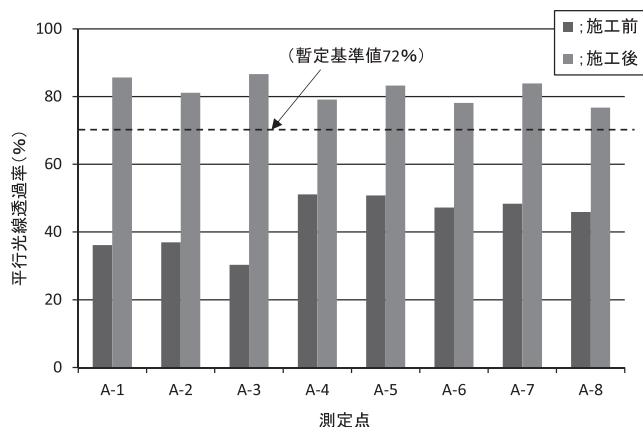
また、WJ と CAB の優位性を比較すると、施工後の透過率および目視評価の結果からはほとんど差は見られなかった。しかしながら、本試験では WJ が施工速度の面から効率的であった。

②透過率

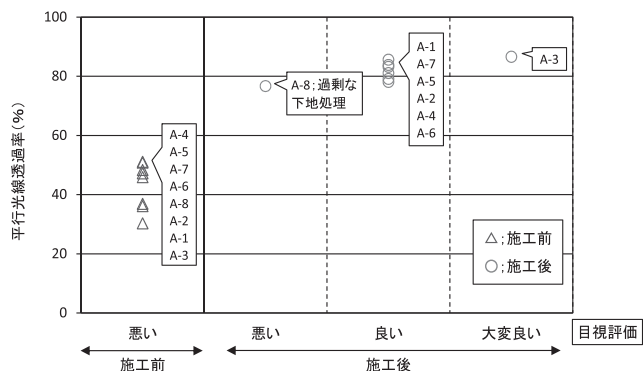
施工前・施工後の透過率測定結果の例を写真—6、図—2 に示す。施工後の透過率は、全て暫定基準値（72%）以上を十分に満足し、80% 前後の透過率が確保できる結果が得られた。また、その他の B、C パネルでは下地処理をしていない箇所（施工前の透過率約 50%）において、施工後に 81.5 ～ 84.5% と高い透過率が得られたが、目視評価ではやや透明性に欠ける評価「悪い」となった。この透過率の上昇は、新たなコーティング剤塗布に起因するものと考えられることから、透過率の回復には有効な方法と考えられる。



(a) 施工前 (b) 施工後
写真—6 施工前・施工後の状況



図—2 平行光線透過率測定結果の例 (A パネル)



図—3 目視評価結果の例 (A パネル)

③目視評価結果

施工前の目視評価は、図—3に示すように A パネルの全測点で「悪い」評価であったが、施工後は測点 A-1～A-7 の測点では「良い」、「大変良い」となった。ただし、測点 A-8 はパス回数が 2～3 回負荷をかけていることから過負荷状態となっているものと推定される。なお、上述したパネル B、C の下地処理をしていない箇所では透過率は高いが、目視評価では「悪い」との相反する結果となった。

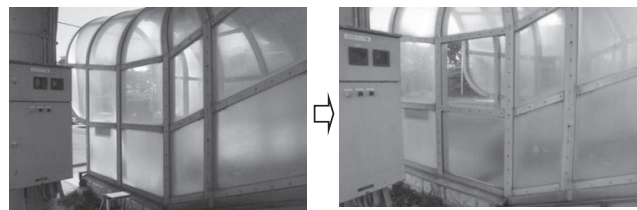
このようなことから、計測器による透過率の評価と合わせて、目視による評価も重要と考えられる。なお、一般的な傾向としては、図—3に示すように施工後の透過率と目視との評価結果は、概ね相関が見られた。

4. 適用事例

本工法は国道の陸橋の透光板や高速道路等の透光性遮音壁を対象として小規模な試験施工（耐久性確認）が実施されており、追跡調査の結果、十分な補修効果が維持されていた。主な経過観察状況の概要を以下に示す。

(1) 試験施工事例 1（既設物件；写真—7 参照）

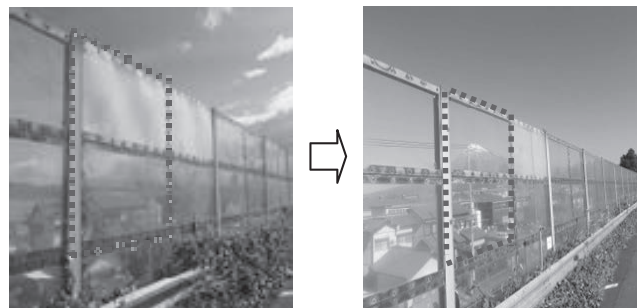
- ①実施日：平成 22 年（4 年経過）
- ②場所：北海道森町上台町国道 5 号線
- ③施工対象：歩道橋透光性遮音板
- ④下地処理：清掃のみ
- ⑤追跡調査結果：施工時の効果を維持（光沢度による評価）



(a) 施工前 (b) 施工後
写真—7 試験施工事例 1 の比較

(2) 試験施工事例 2（既設物件；写真—8 参照）

- ①実施日：平成 23 年（2.5 年経過時点で改良工事あり）
- ②場所：T 高速道路
- ③施工対象：透光性遮音壁
- ④下地処理：清掃のみ
- ⑤追跡調査結果：施工時の効果を維持（透過率、光沢度による評価）



(a) 施工前 (b) 施工後
写真—8 試験施工事例 2 の比較

5. まとめ

本実証実験で得られた結果は、次のとおりであった。

- (1) 透光板（ポリカ板）の主な劣化原因は、透光板を保護するために表層に被覆されたハードコート of 紫外線等に起因した劣化であると考えられる。
- (2) 素材を傷めずに最も透光性を回復できる下地処理方法は、WJ 工法でパス回数を1回に限定し、噴射圧力は中圧（AMPa）以下に抑えることが有効である。また、WJ 工法と CAB 工法の優位性を比較すると、施工速度の面から WJ 工法が効率的であった。
- (3) コーティング方法については、施工速度、安定した膜厚、材料飛散のリスク回避が適用条件として要求されるが、新たに開発したフローコート工法の採用により、確実かつ円滑な施工ができることが確認できた。施工後の透過率は全て暫定基準値（72%）以上を十分に満足し、新品に近い80%前後の透過率が確保できる結果が得られ、その有効性が検証できた。
- (4) 本透光板では、下地処理をしない箇所においても施工後に高い透過率が得られたが、目視評価による透明性は満足しないことから、下地処理は必要と考えられる。
- (5) 以上より、機能回復の評価方法は、施工前後の透過率と目視評価結果には概ね相関関係が見られるが、両者を合わせた総合評価を行うことにより適切な評価を得ることができる。

6. おわりに

本クリアスカイ方法は、既設の道路や橋梁沿いの透光板や透光性遮音壁を対象としたリニューアルを目的として開発した新技術である。これまで他工法で課題

となっていた下地処理方法やコーティング方法、評価方法については、本工法による要素技術の研究開発等により概ね解決のめどが立った。

これにより、経年劣化により透光性能が低下して不透明となった膨大な量の透光性遮音壁等は、道路利用者にとって安全・安心な道路環境と良好な景観を提供できるものと考えられる。今後は、現場の施工環境を踏まえ、施工の合理化を図るための下地処理機械のコンパクト化等の研究開発が必要と考えられるが、その実用化も十分可能である。

さらに、本手法は従来の取替工事と比べて維持管理コストを1/10以下にまで大幅に低減できることや、産廃等の環境負荷の低減を実現することが可能となるため、設備の長寿命化を合わせて極めて有効な維持管理技術として活用できるものと考えられる。

J C M A

《参考文献》

- 1) 設計要領 第五集 交通管理設備編（遮音壁設計要領）、東・中・西日本高速道路㈱：平成23年7月

〔筆者紹介〕

榎園 正義（えのきぞの まさよし）
（一社）日本建設機械施工協会
施工技術総合研究所 研究第二部
課長



谷倉 泉（たにくら いずみ）
（一社）日本建設機械施工協会
施工技術総合研究所 研究第二部
部長



部 会 報 告

除雪機械の変遷（その2） ロータリ除雪車（2）

機械部会 除雪機械技術委員会

2-4-2 昭和40年代

昭和40年代は、大形ロータリ除雪車の開発、走行変速機構へのHST（ハイドロスタティック・トランスミッション）の採用、ステアリング機構の試行錯誤など様々な改良と開発が行われた時代であり、最も改良が進んだ時代とも言える。

1) 大形ロータリ除雪車

増大する交通量に対応した迅速な除雪と、38豪雪の教訓から、大容量の処理能力と作業速度を追求した大形ロータリ除雪車の開発が盛んに行われた。

昭和41年には、旧建設省東北地方建設局が、除雪装置用400PS、走行用160PSの2エンジン方式で合計560PSの大形ロータリ除雪車SR-250の試作を行っている。この車両は、リボンスクリューオーガ、ツーステージの除雪装置としたが、除雪装置が大形となり、又高速での除雪にはオーガ回転部の変速機構も必要と思われる、以降ワンステージ（プロア形）で開発を進めることとして試作のみで終わっている。

続く昭和42年には、除雪装置用530PS、走行用530PSの2エンジン（合計1,040PS）の通称1,000PSロータリ除雪車、SR-300をワンステージ（プロア形）で開発した。昭和43年にはSR-300形の改良型として走行用エンジンを300PSに小型化した通称800PS、SR-302形が導入され、旧建設省北陸地方建設局でも活躍した。その後、リヤステアリングからフロントステアリングに変更したSR-303が、昭和45年に開発され北海道開発局にも導入されている。

昭和41年、(株)日本除雪機製作所は、北海道開発局、



写真 2-26 旧建設省東北地方建設局 SR-303（840PS）昭和45年試作



写真 2-27 (株)日本除雪機製作所 HTR300A 昭和41年



写真 2-28 (株)日本除雪機製作所 HTR300B 昭和41年

飛行場等からの高出力で強力な除雪車の要望に応えるため、除雪用エンジンに170PS、走行用109PSの2エンジン（合計279PS）を搭載した、HTR300A（道路用）、HTR300B（飛行場用）形の投雪距離が異なる2機種を開発した。本車両はロータリ除雪車として国内初の油圧走行（HST）方式が採用された車両となったが大処理量的高速除雪車としては出力不足とされた。

昭和43年に走行用エンジンを109PSから139PS、除雪用を170PSから272PSにパワーアップし、合計411PSの(株)日本除雪機製作所HTR301Aが開発され、北海道開発局に導入されている。

さらに、昭和47年には410PSでワンエンジンとしたHTR301Cが開発導入された。

一方、リボンスクリューオーガ、ツーステージでの超大形ロータリを開発を目指した北海道開発局ではプロポーザル方式により開発に着手、メーカ数社の中から日本除雪機製作所案が採用されHTR700形高速ロータリ除雪車の開発が進められた。

HTR700形は、出力770PSのエンジン一基で除雪用と走行用の動力配分をHSTで行い、フロントステ



写真 2-29 (株)日本除雪機製作所 HTR301A 昭和 43 年



写真 2-30 (株)日本除雪機製作所 HTR301C 昭和 47 年

アリング方式で最高速度 50 km/h, 除雪幅 2,750 mm, 最大除雪量 3,000 t/h の仕様にて昭和 44 年に 1 台が導入された。可変容量ポンプおよびモータを使用したワンエンジン走行油圧方式をいち早く採用したもので、この方式の道路用ロータリ除雪車では、当時国内最大のロータリ除雪車であり、アーティキュレート方式(車体屈折式) 操向装置以外の機能は、現在のロータリ除雪車と同じ構成となっている。

北海道開発局では 3 台が導入され、優れた除雪能力を発揮したが、1 台当たりの除雪工区が長く、いったん故障が発生すると除雪作業に多大な影響を与えた。さらに沿線条件の変化、高い購入価格と燃料消費量、400PS 級の性能向上および昭和 47 年改正の道路運送車両制限令の制約等により活用が次第に少なくなった。

昭和 45 年頃、我が国における高速ロータリ除雪車



写真 2-31 (株)日本除雪機製作所 HTR700 昭和 44 年

に関する研究も一段落し、整備が進んできた主要幹線道路の高速除雪を目指して 500PS 級でコンパクトなワンステージ式ロータリ除雪車の開発が望まれた。

昭和 46 年、東洋運搬機^(注1) は、ホイールローダの強靱な足回り技術をベースとして 4 輪操舵という新技術を導入し、500PS 級ロータリ除雪車 R500 を開発した。この除雪車は、ワンエンジンで、ワンステージ式ロータリ除雪装置を搭載していた。

本開発により、東洋運搬機^(注1) は、ロータリ除雪車に初参入した。

写真 2-32 東洋運搬機^(注1) R500 昭和 46 年

昭和 47 年、東洋運搬機^(注1) は、日本の雪質に適するツーステージ式ロータリ除雪装置 R500B を開発した。

写真 2-33 東洋運搬機^(注1) R500B 昭和 47 年

ワンステージ式は、主要国道やバイパスなどでの高速拡幅除雪作業、ツーステージ式は豪雪地帯の深雪除雪作業で使用された(のちに R500C となる)。



2) 汎用ロータリ除雪車

昭和 40 年代中ごろには、除雪体制の整備が進み除雪工法も確立されつつあった。専用車を追求した国産車は、兼用車方式が多い輸入車にとって代わり、次第に主流を占めるようになった。

昭和 45 年、(株)新潟鐵工所^(注3)は、ロータリ除雪車 NR651 を開発した。これは、レーキツーススクリュオーガ（後にリボンスクリュオーガに変更）、ツースステージの 1 エンジン（260PS）で、走行用に HST が採用された。高雪堤処理装置も装着可能だったことから旧建設省北陸地方建設局、北陸地方建設局で主として山岳部に導入された。(株)新潟鐵工所^(注3)は、ここから本格的にロータリ除雪車に参入した。



写真 2-34 (株)新潟鐵工所^(注3) NR651 昭和 45 年

3) 一車線積込型ロータリ除雪車

昭和 41 年、(株)新潟鐵工所^(注3)は、NMR-1 の改良型として、NMR-11 を開発する。車体部には走行馬力 38PS の三菱重工製 2W400 を使用し、除雪幅 2.25 m、ツーステージ、作業動力が 133PS のエンジンを持つ除雪装置を搭載し、除雪性能を向上させた。

2-4-3 昭和 50, 60 年代

昭和 50, 60 年代は、汎用（中形）ロータリ除雪車、大形ロータリ除雪車においても、除雪装置はリボンスクリュオーガ、ツーステージ形に絞られ、走行変速機



写真 2-35 (株)新潟鐵工所^(注3) NMR-11 昭和 41 年

構への HST 採用が進み、ステアリング機構も車体屈折式が主流となり定着していった時代である。

1) 大形ロータリ除雪車

昭和 40 年代には、1,000PS を超える大型ロータリ除雪車が開発されたが、大型化のデメリットや道路運送車両制限令の制約また、除雪装置の性能向上により昭和 50 年代の大形ロータリ除雪車は、400PS 級エンジンを搭載したものが主流となった。

また、昭和 50 年には HTR301C をベースとした 350PS ワンエンジンの HTR302 が開発された。

昭和 53 年、(株)日本除雪機製作所 HTR303A、東洋運搬機^(注1) R400 が開発されている。いずれも、大形ロータリ除雪車としては初めて、小回りの効くアー



写真 2-37 (株)日本除雪機製作所 HTR303A 昭和 53 年



写真 2-36 (株)日本除雪機製作所 HTR302 昭和 50 年



写真 2-38 東洋運搬機(株)^(注1) R400 昭和53年

ティキュレイト式操向（車体屈折式ステアリング）を採用，また除雪作業時の微低速走行が得られる HST 油圧駆動方式，ツーステージ一体型シュート付のロータリ除雪装置を備え，410PS のワンエンジンを搭載した車両であった。

また，350PS，ワンエンジンのロータリ除雪車として，昭和54年，(株)日本除雪機製作所は HTR303A を基本として HTR303 を，昭和57年，東洋運搬機(株)^(注1) は R400 を基本として主に空港除雪用として 350PS 級



写真 2-39 (株)日本除雪機製作所 HTR303 昭和54年

写真 2-40 東洋運搬機(株)^(注1) R350 昭和57年

写真 2-41 (株)日本除雪機製作所 HTR303D 昭和56年

R350 を開発した。

昭和55年，旧運輸省航空局は除雪による閉鎖が無いようにとの陳情書を積雪寒冷地国際空港調査団より受け，当時のロータリ除雪車より更に大形の除雪車で対処する事とした。

昭和56年，(株)日本除雪機製作所は 530PS のエンジンを搭載した最大除雪量 4000 t/h のロータリ除雪車 HTR303D 形を開発し，千歳空港向けに2台納入している。

昭和57年，(株)新潟鐵工所^(注3) は，空港，豪雪地帯向けとして除雪幅 2.6 m，500PS のエンジンを搭載した NR821 を開発した。

写真 2-42 (株)新潟鐵工所^(注3) NR821 昭和57年

昭和50年代後半になると 400，350PS 級ロータリ除雪車に対し，更に高い能力，高い安全性，容易な操作性，快適な運転室，居住性等が要望されるようになった。

昭和58年，(株)新潟鐵工所^(注3) は，空港，豪雪地帯

写真 2-43 (株)新潟鐵工所^(注3) NR721 昭和58年

向けとして除雪幅 2.6 m, 410PS のエンジンを搭載した NR721 を開発した。

昭和 61 年, (株)日本除雪機製作所は, HTR303A, 303 形の全面的モデルチェンジを行い, 外観及び, 室内デザインの一新, 新型キャビンの採用, ボンネットの形状変更による視界性能の向上, レバーや計器の配置替えを行った 400PS 級の HTR401 及び, 350PS 級の HTR351 を開発した。これらの車両には新技術を積極的に採り入れ, 特に除雪時の負荷に対応して自動的に速度を制御する自動速度制御装置 (NACS) については, 北海道開発局を始め日本道路公団, 空港向けの全車に採用された。



写真 2-44 (株)日本除雪機製作所 HTR401 昭和 61 年



写真 2-45 (株)日本除雪機製作所 HTR351 昭和 61 年

昭和 60 年代始め, 旧運輸省東京航空局千歳空港は, 昭和 63 年の新千歳空港の開港に向け, 防衛庁と共用していた滑走路の分離による滑走路除雪の増加及び, 空港施設が拡張され除雪エリアが大幅に増加する事に

伴い, 除雪管理体制を見直す必要が生じた。

滑走路の除雪工法はプラウとロータリを組み合わせた高速除雪方式で, 従来の積雪 5 cm で作業開始に対し, 降雪後直ちに出勤, 滑走路除雪時間を 30 分以内で完了させる作業工法を計画, このため 20 km/h 以上で除雪作業可能な空港専用ロータリ除雪車が計画された。

昭和 62 年, この要望に対して(株)日本除雪機製作所は, 出力 600PS のエンジンを採用, 更にプロア容量やオーガ形状およびサイズ, 回転数等を改良し, 最大除雪量 3,700 t/h (投雪距離条件 28 m), 最高除雪スピード 20 km/h とした HTR601 形を開発した。

2) 汎用ロータリ除雪車

昭和 50 年, (株)新潟鐵工所^(注3)は, ロータリ除雪車 NR651 の後継機として, 除雪幅 2.6 m, 前輪ステアリング, 260PS のエンジンを搭載した NR652 を開発した。



写真 2-47 (株)新潟鐵工所^(注3) NR652 昭和 50 年

現在のロータリ除雪車の原形は, 昭和 50 年代前期～中期に形成された。その主な特徴として, 操舵方式にアーティキュレート式操向 (車体屈折式ステアリング), 走行方式に HST 油圧駆動方式, 後軸懸架装置にリーフスプリング及び, ショックアブソーバ, 変速装置にパワーシフトトランスミッションを採用したことが挙げられる。

昭和 51 年, (株)日本除雪機製作所は, アーティキュ



写真 2-46 (株)日本除雪機製作所 HTR601 昭和 62 年





写真 2-48 (株)日本除雪機製作所 HTR200 昭和 51 年

レイト式操向, HST 油圧駆動方式を盛り込んだ, 213PS ワンエンジン, 最大除雪量 1,300 t/h の汎用型ロータリ除雪車, HTR200 を開発した。

昭和 52 年, (株)新潟鐵工所^(注3) は, R652 の後継機として作業性, 機動性改善のため, 車体屈折式ステアリングを採用し 260PS のエンジンを搭載した NR653 を開発した。

写真 2-49 (株)新潟鐵工所^(注3) NR653 昭和 52 年

昭和 54 年, (株)新潟鐵工所^(注3) は, NR451 の後継機として, 作業性, 機動性改善のため, 車体屈折式ステアリングを採用し 175PS のエンジンを搭載した除雪幅 2.26 m の NR452 を開発した。

写真 2-50 (株)新潟鐵工所^(注3) NR452 昭和 54 年

昭和 56 年, (株)新潟鐵工所^(注3) は, NR653 の後継機として, エンジン出力を 300PS へ向上させた NR654 を開発した。

昭和 56 年, (株)日本除雪機製作所は HTR200 の後継

写真 2-51 (株)新潟鐵工所^(注3) NR654 昭和 56 年

機として, エンジンを 220PS に, 除雪量も 1,500 t/h にアップし, 変速装置にパワーシフトトランスミッション, 後軸懸架装置にリーフスプリング及び, ショックアブソーバを採用した HTR201 を開発した。

この頃より, 運転室, 操作パネルスイッチ及び, 機関室形状変更によるデザイン, 視界, 操作性の改善, 運転室の振動, 騒音対策による居住性向上が図られるようになった。

昭和 60 年, (株)日本除雪機製作所は HTR201 の後継機として, 更に使い易く作業効率の高い HTR202 を開発した。これは HTR201 と同じ定格出力でありながら, 最大トルクを向上させたねばり強いエンジンにより, 最大除雪量を 1,500 t/h より 1,700 t/h にアップさせることに成功した。

また, そのほかに投雪距離を 3 段に変更, 作業用変速機をパワーシフト式とする等, 細かな改善を実施した。

昭和 61 年, 東洋運搬機(株)^(注1) は, 最大除雪量 1,800 t/h の中型ロータリ除雪車 250PS 級 R250 を開発した。これは狭い市街地でも活躍ができるシュート 360 度全旋回式であり本車両の開発により, 大型専用機がフルラインナップされた。

昭和 62 年 (株)新潟鐵工所^(注3) は, NR654 の後継機として, エンジン出力 300PS の NR655 を開発した。



写真 2-52 (株)日本除雪機製作所 HTR201 昭和 56 年



写真 2-53 (株)日本除雪機製作所 HTR202 昭和 60 年



写真 2-56 (株)新潟鐵工所 (注3) NR451 昭和 50 年



写真 2-54 東洋運搬機(株) (注1) R250 昭和 61 年



写真 2-57 (株)新潟鐵工所 (注3) NR453 昭和 58 年



写真 2-55 (株)新潟鐵工所 (注3) NR655 昭和 62 年

3) 一車線積込型ロータリ除雪車

昭和 50 年, (株)新潟鐵工所 (注3) は, NMR-11 の後継機として, NR451 を開発した。これは除雪幅 2.6 m, 車体を専用シャーシとし 175PS のワンエンジン, 後輪ステアリングを採用していた。

昭和 50 年代後半の幹線道路等においては, 交通量の激増により従来の二車線を使つての横積み方法は極

めて困難になってきたのに加え, 高速道路の高架路線では, 一車線縦列での積み込み車の早期開発がより強く求められていた。

このような状況の中で, 昭和 58 年, (株)新潟鐵工所 (注3) は, NR452 の後継機として, 除雪幅 2.26 m, 175PS のエンジンを搭載した NR453 を開発した。



写真 2-58 (株)日本除雪機製作所 搭載式一車線積込装置付 HTR201 昭和 58 年



写真 2-59 (株)日本除雪機製作所 搭載式一車線積込装置付 HTR202
昭和 60 年

(株)日本除雪機製作所は、シュートからの雪をベルトコンベアにて後方トラックへ搬送する方法を取り入れ、脱着式と搭載式での検討試験を実施，昭和 58 年に日本道路公団に HTR201 形搭載式一車線積込装置として 1 台を納入し，昭和 60 年に同じく HTR202 形に搭載し 2 台を納入している。

J C M A

注 1：TCM (株)をへて現日立建機(株)

注 2：現日立建機(株)

注 3：現新潟トランス(株)



新工法紹介 機関誌編集委員会

09-42	建設機械の低周波騒音対策用 アクティブ消音システム	奥村組
-------	------------------------------	-----

▼ 概 要

建設現場における騒音対策としては、防音パネル等の遮音材料を敷地境界に配置し遮音する手法が多く採用されている。しかし、この手法は、鋼材同士の接触音など周波数の高い音に対しては有効であるものの、主に建設機械から発生する低い周波数の騒音に対してはあまり効果が期待できない。

低周波音の音圧低減技術としては、人工的に作成した打ち消し音を低周波音に放射するアクティブ・ノイズ・コントロールがあり、空調ダクトの消音等で利用されている。しかしながら、建設機械の場合、作業内容に応じてエンジン回転数が変動し、卓越周波数（音圧が最も大きい周波数）が変化するため、その変化に応じて打ち消し音を機動的に作成・放射することが難しいという問題があった。そこで卓越周波数の変動に対応可能な「アクティブ消音システム」を開発した。

▼ 特 徴

奥村組が開発した「アクティブ消音システム」は、低周波音を感知する「参照マイク」、感知した低周波音の卓越周波数に応じて打ち消し音を作成する「制御装置（PC）」、作成した打ち消し音を放射する「スピーカ」で構成されており、音源の近くに設置して使用する。

制御装置には、スピーカから放射する打ち消し音の音波のずれによる精度低下を卓越周波数ごとに修正するプログラム（フィードフォワード制御による）が組み込まれており、エンジン回転数の変動によって低周波音の卓越周波数が変化する場合にも迅速に対応することができる。

▼ 用 途

- ・低周波数領域で卓越した騒音を発生する建設機械の騒音対策

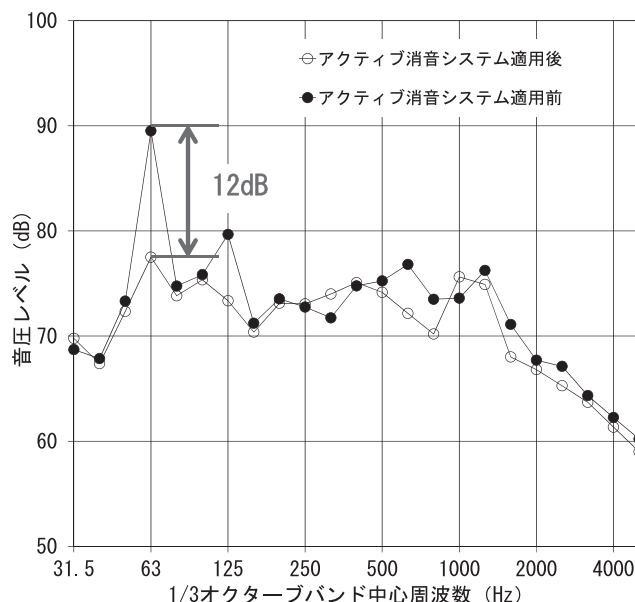
▼ 実 績

市街地での立坑掘削工事において、水中掘削用のグラブバケットを搭載したラフテレーンクレーン（最大揚重能力：50 t）に本システムを適用して、排気筒から発生する低周波音の低減を図った（写真—1）。

主にクレーンの排気筒から発生する低周波音は、クレーンの作業状況〔バケット巻下げ、掘削（バケットの開閉）、バケット巻上げ、ダンプトラックへの掘削土の積込〕によってエンジン回転数が変動し、低周波音の卓越周波数も 30 ～ 60 Hz の範



写真—1 「アクティブ消音システム」の適用状況



図—1 システム適用効果（バケット巻下げ時：敷地境界測定）

囲で頻繁に変化する。本システムを構成する参照マイクとスピーカをクレーン排気筒付近に設置した結果、敷地境界（音源より 15 m 離れた地点）において、最も大きな音圧を示したバケット巻下げ作業（63 Hz 帯域）で 10 dB 以上の低周波音の低減が図れ（図—1）、本システムの有効性が確認できた。

▼ 問 合 せ 先

（株）奥村組 技術研究所 建築研究課

〒300-2612 茨城県つくば市大砂 387

Tel : 029-865-1851

新機種紹介

機関誌編集委員会

▶ 〈05〉 クレーン、インクラインおよびウインチ

14-〈05〉-07	加藤製作所 ラフテレーンクレーン(伸縮ブーム形) MR-350Ri PREMIUM	'14.11 発売 新機種
------------	---	------------------

平成23年ディーゼル特殊自動車排出ガス規制適合エンジンを搭載した最大吊上げ荷重35tの2軸ラフテレーンクレーンである。現在国内販売されている公道走行可能な2軸ラフテレーンクレーンとしては最大の吊上げ荷重を有している。25t吊りラフテレーンクレーンと比較してコンパクトな車体とし、狭い場所での移動性・作業性を向上させている。

運転室の位置を高くしたハイマウントキャブとブーム先端側を下げたスラントブーム方式により、従来機に対し走行時の左方直接視界を10%以上拡大している。機関室等による死角を減らすため、左前方確認カメラ・前方直前確認カメラ・後方確認カメラおよび最大4つまでのカメラ画像を同時表示可能な多画面カラーモニタシステムを標準装備している。

ブームは6段油圧伸縮方式により、最縮小7.5mから32.5mまで伸長できる。ジブは最長14mの3段油圧伸縮起伏式で、油圧シリンダにより長さおよびオフセット角度を自在に変えることができるため、高揚程作業や障害物越えの懐の深い作業において威力を発揮する。

ICカードシステムKIC・Sは、盗難防止機能の他、走行時の燃料消費量や走行距離、クレーン作業時の燃料消費量やクレーンレバー操作による量的積算値など、多くの情報を記録保管できる。ICカードのデータは、カードリーダーとデータ管理ソフトを用いてパソコンに取り込み、作業日報・週報・月報等の作成や保守点検時の参考値として利用できる。

タッチパネル式インフォメーションディスプレイは、走行時、クレーン作業時の瞬間燃費・平均燃費や走行距離、作業時間などの車両情報を大きな画面で見やすく表示することができる。

クレーン作業時の燃費改善のため、ecoスイッチとオートミニマムコントロールを搭載している。ecoスイッチは負荷の少ない作業や夜間作業などに使用し、クレーン作業時のエンジン最高回転数を燃料消費量や騒音の少ない最適な回転数に調整できる。オートミニマムコントロールは、クレーンを操作しない状態が一定時間続くと油圧ポンプの吐出量を自動的に少なくし、エンジン負荷を軽減する機能である。

過負荷防止装置ACSでは、2つの制限面を設定して自動停止させる2面領域制限機能と、クレーン作業時の負荷率を80%から100%までの任意の範囲で設定して自動停止させる負荷率制限機能を搭載することにより、更に安全性を向上させている。

装備品では、プロジェクター式ディスチャージヘッドランプ、燃焼式エアヒーター、ウインチ確認カメラ、アルミ敷板、路肩灯、車輪止め、電動調整式サイドミラー、携帯通信システム、ICカードリーダー&データ管理ソフト等を標準またはオプションとして設定し、安全性および利便性に配慮している。

表-1 MR-350Ri PREMIUM の主な仕様

ブーム最大吊上げ荷重	(t)	35
ジブ最大吊上げ荷重	(t)	3.2
最大地上揚程 ブーム/ジブ	(m)	33.4/47.3
ブーム長さ/ジブ長さ	(m)	7.5 ~ 32.5/6.5 ~ 14.0
ブーム起伏角度/ジブ起伏角度	(度)	-10 ~ 83/5 ~ 60
後端旋回半径	(m)	2.85
総質量	(t)	28.055
エンジン最高出力	(kW/min ⁻¹)	200/2600
エンジン最大トルク	(N・m/min ⁻¹)	775/1,600
最高走行速度	(km/h)	49
登坂能力	(tan θ)	0.55
最小回転半径 2輪操向/4輪操向	(m)	8.2/4.9
アウトリガ最大張出幅	(m)	6.8
全長×全幅×全高(走行姿勢)	(m)	9.765 × 2.620 × 3.595
価格(税抜き)	(百万円)	60



写真-1 加藤製作所 MR-350Ri PREMIUM
ラフテレーンクレーン (伸縮ブーム形)



写真-2 加藤製作所 MR-350Ri PREMIUM
ラフテレーンクレーン (伸縮ブーム形)

問合せ先: (株)加藤製作所 営業本部

〒140-0011 東京都品川区東大井 1-9-37

平成 26 年 建設業の業況

1. まえがき

建設投資は、平成 9 年以降、減少傾向が続き、アメリカの大手証券会社・投資銀行リーマン・ブラザーズの破綻が引き金となった世界的な金融危機および世界同時不況により急減し、平成 22 年度にはピーク時の 49%にまで減少した。

平成 26 年度の建設投資は、平成 24 年度の東北大震災等の復旧・復興事業等に係る補正予算の反動により前年度比 5.1%減となるものの、平成 25 年度の補正予算と平成 26 年度の当初予算を一体で編成した「15 ヶ月予算」の効果が発現することにより、平成 24 年度を超える投資額となる見通しとなっている。

建設業の業況について、直近のデータを交えその内容について紹介する。

2. 建設投資の概要

平成 26 年度の建設投資は国土交通省「平成 26 年度建設投資見通し」をみると、前年度比 0.5%減の 48 兆 4,700 億円となる見通しである。このうち、政府投資は 20 兆 3,700 億円（前年度比 1.1%減）、民間投資が 28 兆 1,000 億円（前年度比 0.1%減）となる見通しである。これを建築・土木別に見ると、建築投資が 26 兆 7,000 億円（前年度比 1.1%増）、土木投資が 21 兆 7,700 億円（前年度比 2.4%減）となる見通しである。

また、平成 25 年度の建設投資は、前年度比 10.2%増の 48 兆 7,200 億円となる見込みである。このうち政府投資は 20 兆 6,000 億円（前年度比 10.2%増）、民間投資は 28 兆 1,200 億円（前年度比 10.2%増）

と見込まれる。建築・土木別に見ると、建築投資が 26 兆 4,100 億円（前年度比 12.7%増）、土木投資が 22 兆 3,100 億円（前年度比 7.4%増）となる見込みである（図—1）。

建設投資は、現在直面している技術者等の不足、労務費の上昇等の諸問題が工事進捗に影響を及ぼすおそれがあるが、東日本大震災復興特別会計を含め、48 兆 4,700 億円となる見通しである。

3. 全国許可業者数の推移

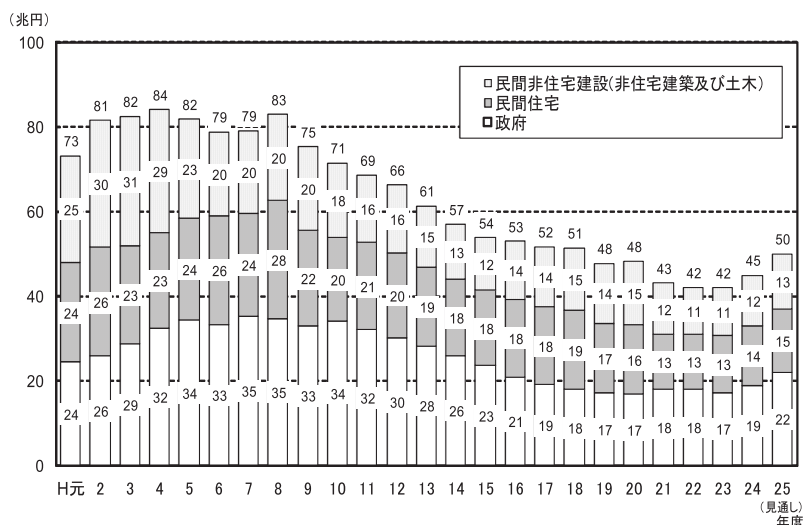
平成 26 年 3 月末現在の建設業許可業者は、国土交通省「建設業許可業者数調査の結果について」をみると 470,639 業者で、前年同月と比べ 739 業者（0.2%増）増加した（図—2）。

しかし、建設業許可業者数が最も多かった平成 12 年 3 月末時点のピーク時の業者数と比較すると、130,341 業者（21.7%減）減少している。

4. 業種別許可業者の推移

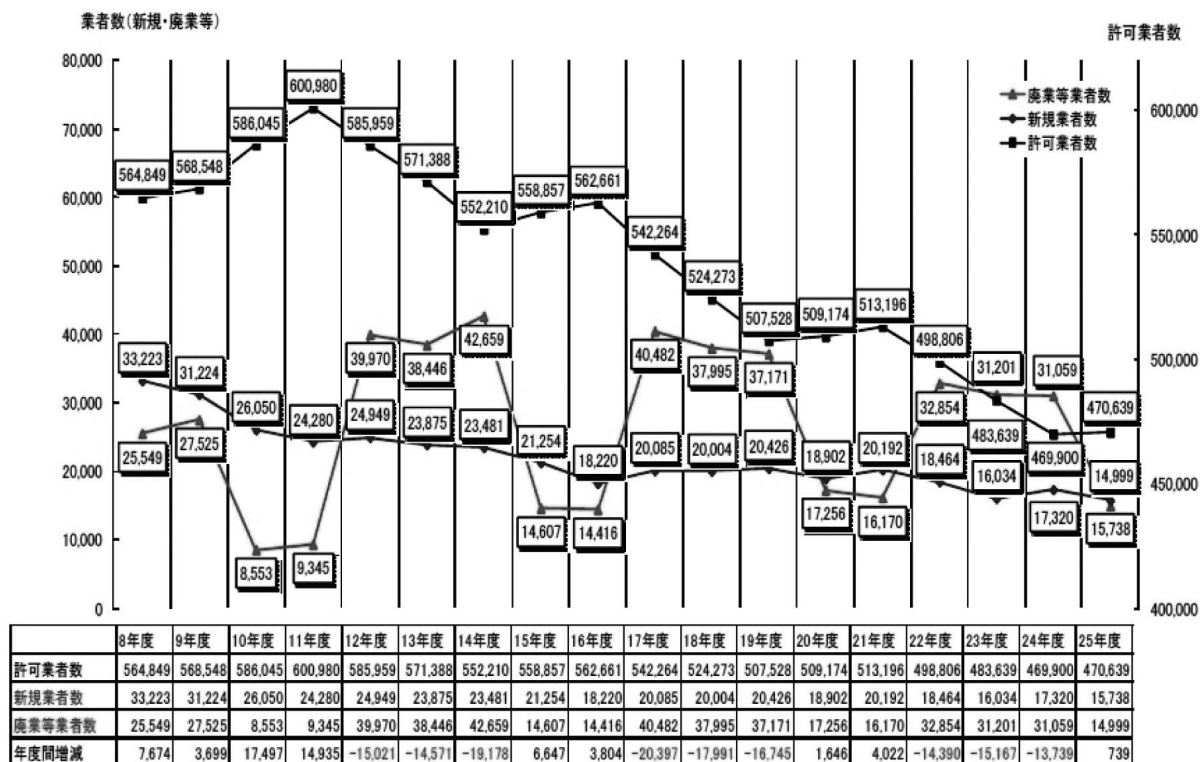
平成 26 年 3 月末現在における建設業許可業者 470,639 業者が取得している業種別許可の総数は、国土交通省「建設業者数調査の結果について」をみると、1,417,248 となっており前年同月比 1.0%の増加となった。

前年同月に比べて取得業者数が増加した許可業種は 23 業種となっており、増加率は熱絶縁工事業が 4.6%と最も高く、以下、ガラス工事業（3.9%）、屋根工事業、板金工事業（ともに 3.1%）が続く。また、前年同月に比べて取得業者数が減少した許可業種は 5

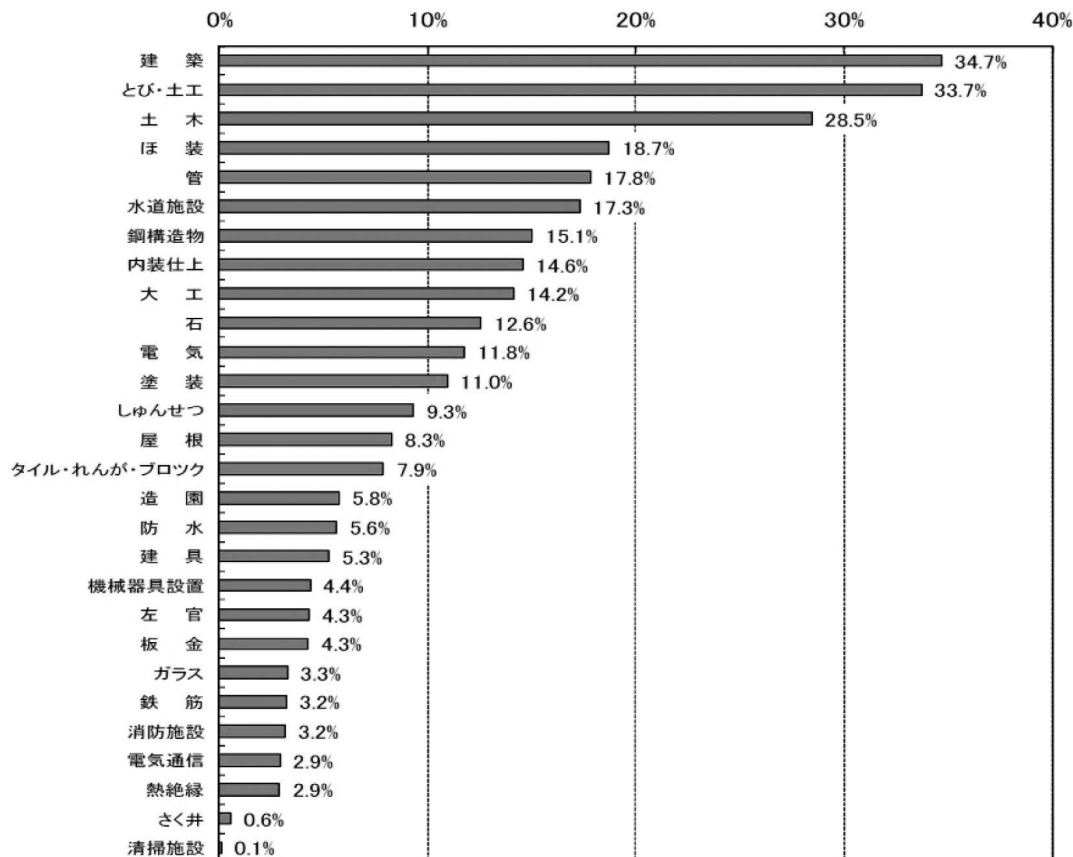


図一 1 建設投資額（名目値）の推移（出展：国土交通省）

統計



図一 2 許可業者数・新規及び廃業等業者数の推移 (出展：国土交通省)



図一 3 建設業許可業者における業種別許可の取得率 (出展：国土交通省)

統計

表—1 建設業許可業者における業種別許可業者数の増減表（出展：国土交通省）

【業者数が増加した許可業種】

許可業種	前年同月比
とび・土工	1,488 業者 (0.9%)
内装仕上	1,245 業者 (1.8%)
塗 装	1,242 業者 (2.5%)
電 気	1,211 業者 (2.2%)
屋 根	1,167 業者 (3.1%)
鋼構造物	1,124 業者 (1.6%)
石	1,066 業者 (1.8%)
タイル・れんが・ブロック	1,053 業者 (2.9%)
大 工	1,036 業者 (1.6%)
防 水	754 業者 (2.9%)
板 金	611 業者 (3.1%)
しゅんせつ	610 業者 (1.4%)
熱絶縁	601 業者 (4.6%)
ガラス	574 業者 (3.9%)
建 具	549 業者 (2.3%)
左 官	546 業者 (2.8%)
鉄 筋	399 業者 (2.7%)
ほ 装	364 業者 (0.4%)
機械器具設置	279 業者 (1.4%)
管	242 業者 (0.3%)
水道施設	163 業者 (0.2%)
電気通信	155 業者 (1.1%)
消防施設	17 業者 (0.1%)

【業者数が減少した許可業種】

許可業種	前年同月比
清掃施設	▲ 12 業者 (▲ 2.3%)
さく井	▲ 22 業者 (▲ 0.8%)
造 園	▲ 376 業者 (▲ 1.4%)
土 木	▲ 576 業者 (▲ 0.4%)
建 築	▲ 792 業者 (▲ 0.5%)

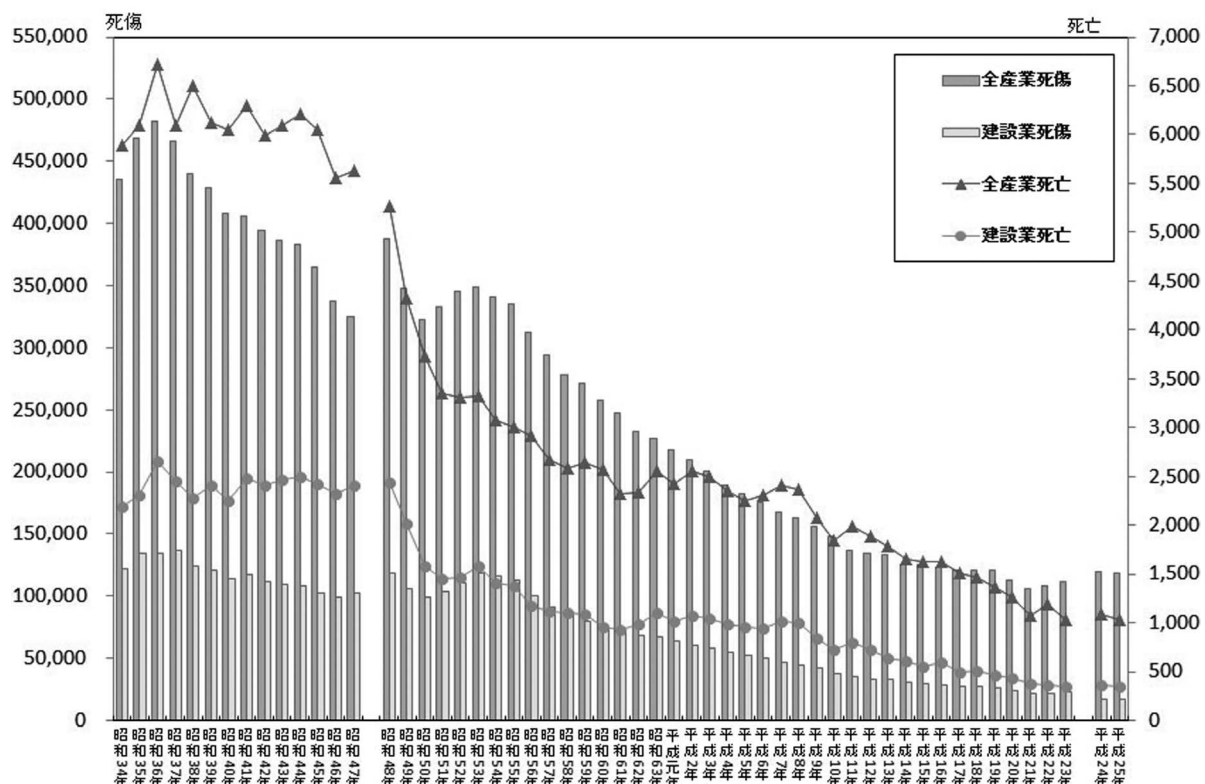
業種となっており、減少率のトップは清掃施設工事業の2.3%減となっている。以下、造園工事業（1.4%減）、さく井工事業（0.8%減）が続く。

図—3に建設業許可業者の業務別許可の取得状況、表—1に建設業許可業者における業種別許可業者数の増減を示す。

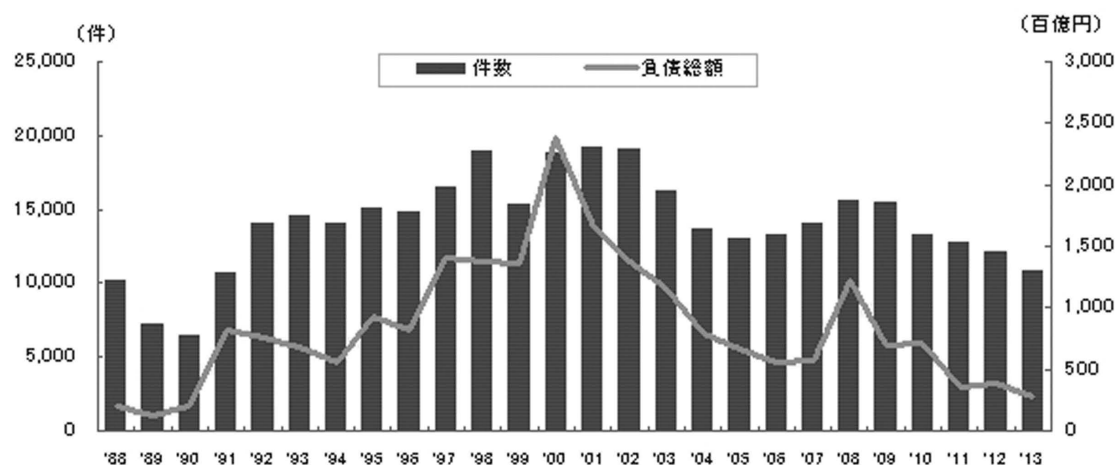
5. 死傷者及び死亡者の推移（図—4）

平成25年の休業4日以上死傷者数は、建設業労働災害防止協会のホームページをみると、前年同期と比べ1.9%（2,019人）減の105,747名であった。

建設業における休業4日以上死傷者数は15,762人（0.9%増）、死亡者は324人（8.5%減）で、死傷者は増加したが、死亡者は減少した。



図—4 死傷者及び死亡者数の推移（出展：建設業労働災害防止協会）



図—5 企業倒産年次推移（出展：東京商工リサーチ）

6. 建設業倒産件数の推移（図—5）

2013年（平成25年）の全国企業倒産（負債総額1,000万円以上）は1万855件、負債総額が2兆7,823億4,700万円だった。

倒産件数は、前年比10.4%減。5年連続で前年を下回り、1991年（1万723件）以来、22年ぶりに1万1,000件を下回る低水準であった。

負債総額は、前年比27.4%減。2年ぶりに前年を下回り、水準としては1990年（1兆9,958億5,500万円）以来、23年ぶりに3兆円を割り込んだ。負債1億円未満の倒産が7割（構成比70.3%）を占め、小規模企業を中心に推移した。

一方、建設業は2,421件（同19.3%減）で5年連続の減少となった。建設業の地区別では全国9地区すべてで前年を下回った。前年比では、中国が36.9%減、九州33.8%減、北海道30.2%減など公共事業等の全国的な広がりがうかがわれる（東京商工リサーチ調べ）。

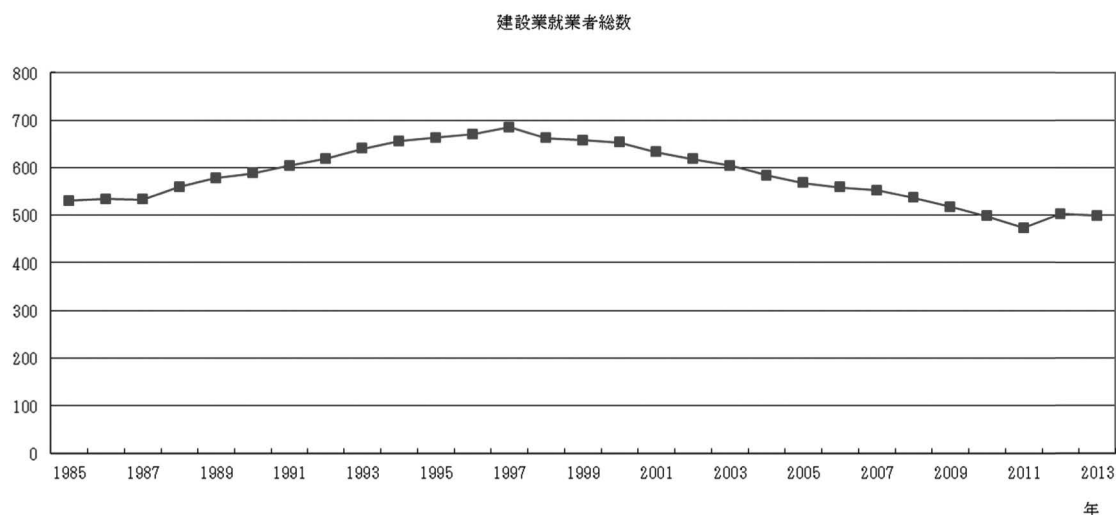
7. 建設業における就業状況

建設業就業者数は、バブル後の不況下でも一貫して増加を続け、結果的にわが国の雇用の安定に寄与してきたが、97年（685万人）をピークとしてその後は減少が続いていた。平成24年は平成20年（517万人）以来4年ぶりに500万人を超え約503万人となったが、2013年は前年比1.2%減の499万人となり、再び400万台に落ちた（図—6）。

建設業就業者の年齢構成を見ると、平成25年度では55歳以上が約34%、29歳以下が約10%と高齢化が進行し、次世代への技術継承が大きな課題となっている（図—7）。

また、平成22年度の建設技能労働者のピラミッドを見ると、60歳以上の建設技能労働者等は約50万人存在し、全体の約18%に上っていることがわかる。

今後も引退による労働者数の減少は続き、10年後には、大半が引退することになる。



図—6 建設業就業者数の推移（出展：総務省「労働力調査」）

統計

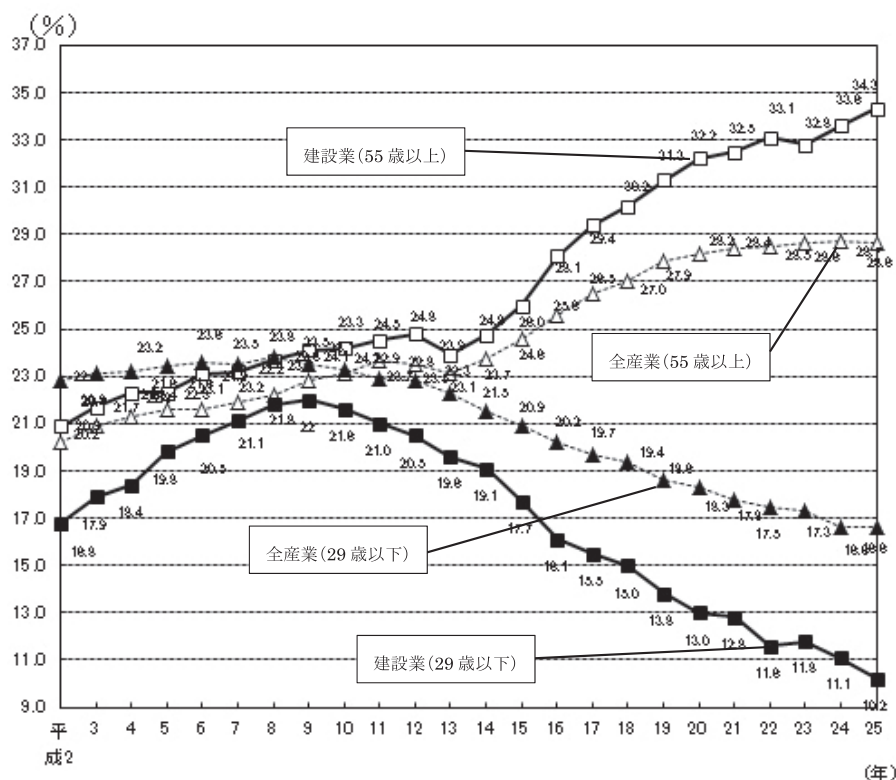


図-7 建設業の年齢構成の推移 (出展: 総務省「労働力調査」)

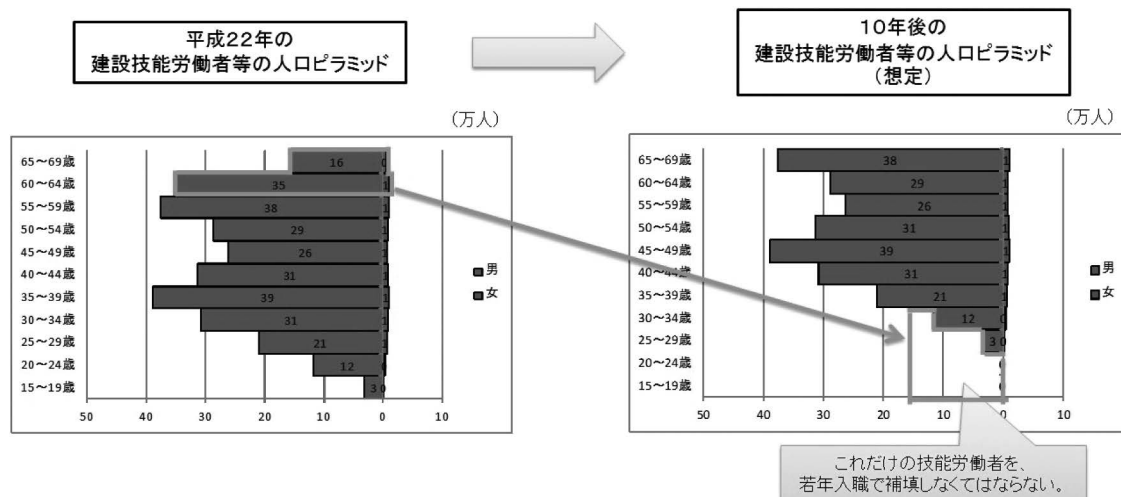


図-8 総務省「国勢調査 (2010 年)」

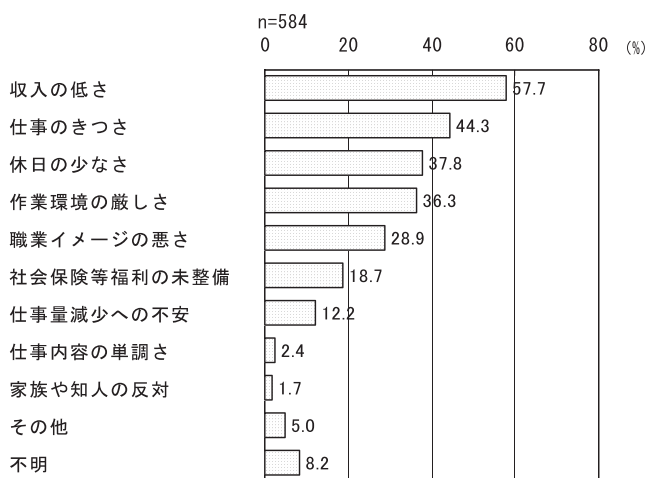
このため、若年入職者の確保が課題となっている (図-8)。

若手建設技能労働者が入職しない原因については、(一社)建設産業専門団体連合会の「建設技能労働力の確保に関する調査報告書」を見ると、「収入の低さ」、「仕事のきつさ」、「休日の少なさ」、「作業環境の厳しさ」が占めている (図-9, 10)。

若手・中堅建設技能労働者が離職する原因についても同様に、「収入の低さ」、「仕事のきつさ」、「作業環境の厳しさ」、「休日の少なさ」が占めている (図-11, 12)。

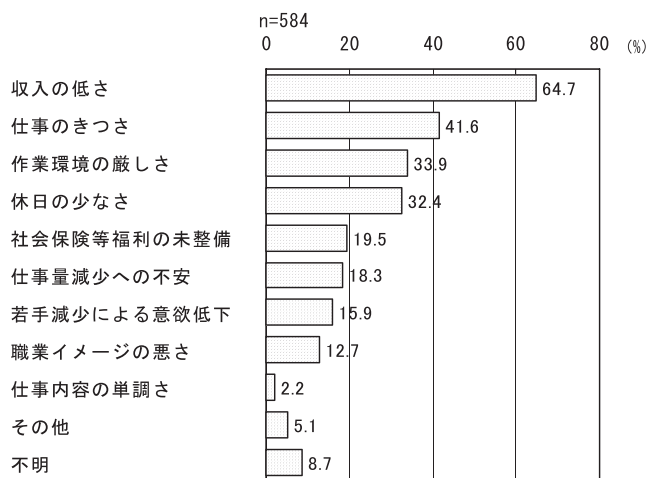
このような状況の中、国土交通省建設産業活性化会議では『担い手の確保・育成に向けた課題と方向性』をとりまとめ、「技能者の処遇改善の徹底」、「誇り (若手の早期活躍の推進)」、「将来性 (将来を見通すことのできる環境整備)」、「教育訓練の充実強化等」、「女性の更なる活躍の推進」、「建設生産システムの省力化・効率化・高度化」についての方策を打ち出した。

この中では、適切な賃金水準の確保等、社会保険等未加入対策の更なる強化、週休2日制の実現、ダンピング対策の強化等について



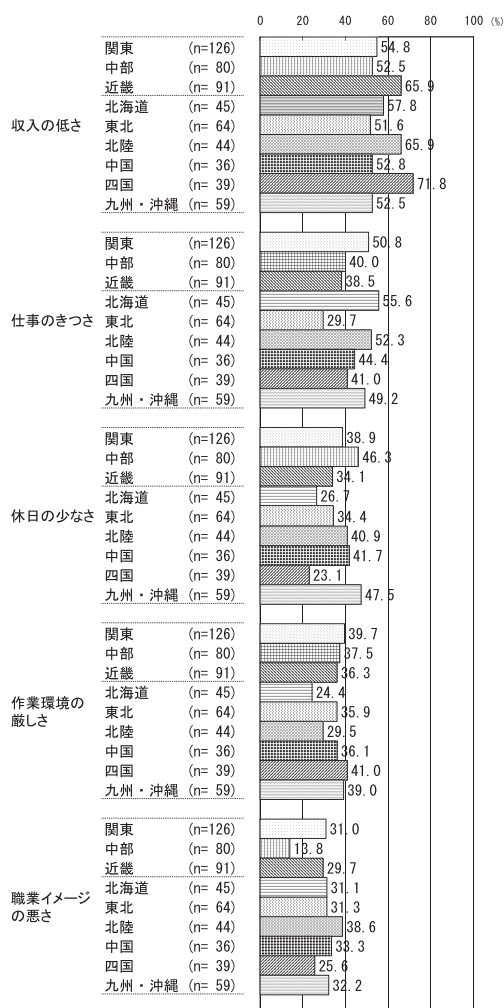
注 1) 全体の選択率の高い順に選択肢を並べ替えて表示。

図一 建設技能労働力の確保に関する調査報告書 若年の建設技能労働者が入職しない原因 (出展: 建設産業専門団体連合会)



注 1) 全体の選択率の高い順に選択肢を並べ替えて表示。

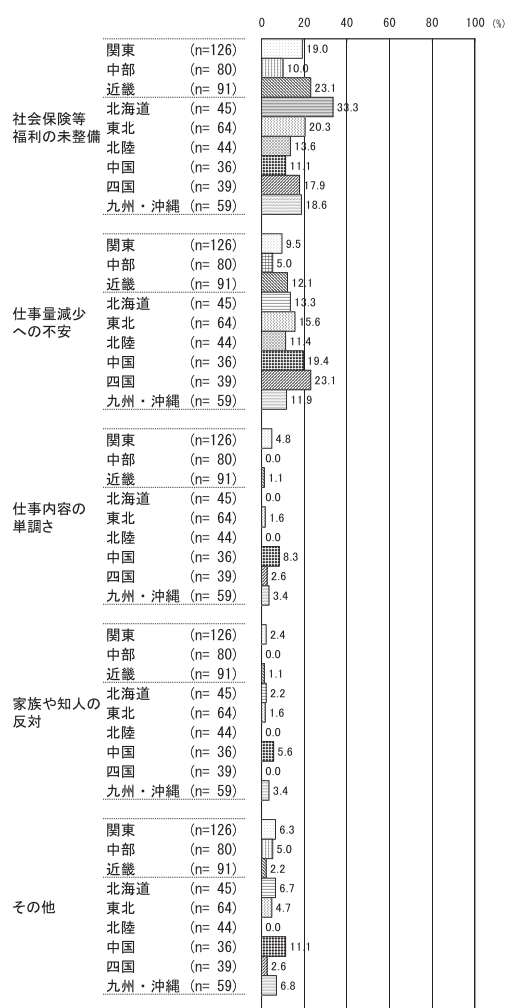
図一 建設技能労働力の確保に関する調査報告書 若手・中堅の建設技能労働者が離職する原因 (出展: 建設産業専門団体連合会)



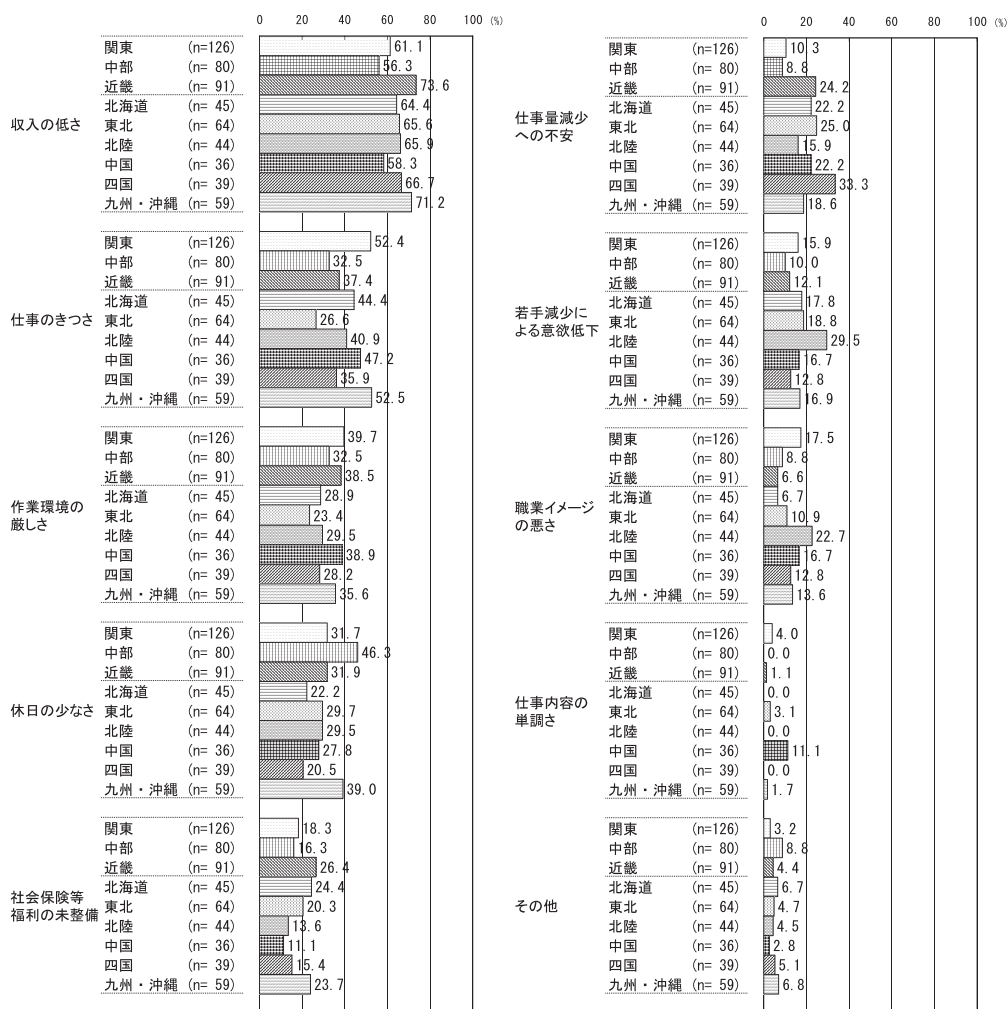
注 1) 関東、中部、近畿での調査対象は全 11 職種、その他の地域での調査対象は型枠、鉄筋、左官、タイル、防水、管の 6 職種。ただし、北海道、東北については基礎が一部含まれる。

注 2) 全体の選択率の高い順に選択肢を並べ替えて表示。

図一 建設技能労働力の確保に関する調査報告書 若手の技能労働者が入職しない原因 (地域別) (出展: 建設産業専門団体連合会)



統計



注 1) 関東、中部、近畿での調査対象は全 11 職種、その他の地域での調査対象は型枠、鉄筋、左官、タイル、防水、管の 6 職種。ただし、北海道、東北については基礎が一部含まれる。

注 2) 全体の選択率の高い順に選択肢を並べ替えて表示。

図一 12 建設技能労働力の確保に関する調査報告書 若手～中堅の技能労働者が離職する原因（地域別）（出展：建設産業専門団体連合会）

取り組む必要があるとしている。

また、若手の早期活躍の推進のため、富士教育訓練センターの機能の充実強化、地域のネットワークで人材確保育成を支える仕組の構築が必要であるとしている。

8. おわりに

昨今の建設業は、これまでの建設投資の急激な減少により、ダンピング受注や下請企業へのしわ寄せ等が横行し、離職者の増加、若手入職者の減少といった構造的な問題が発生しており、大型建築工事等の入札不調・不落が発生している。公共事業の円滑な施工確保

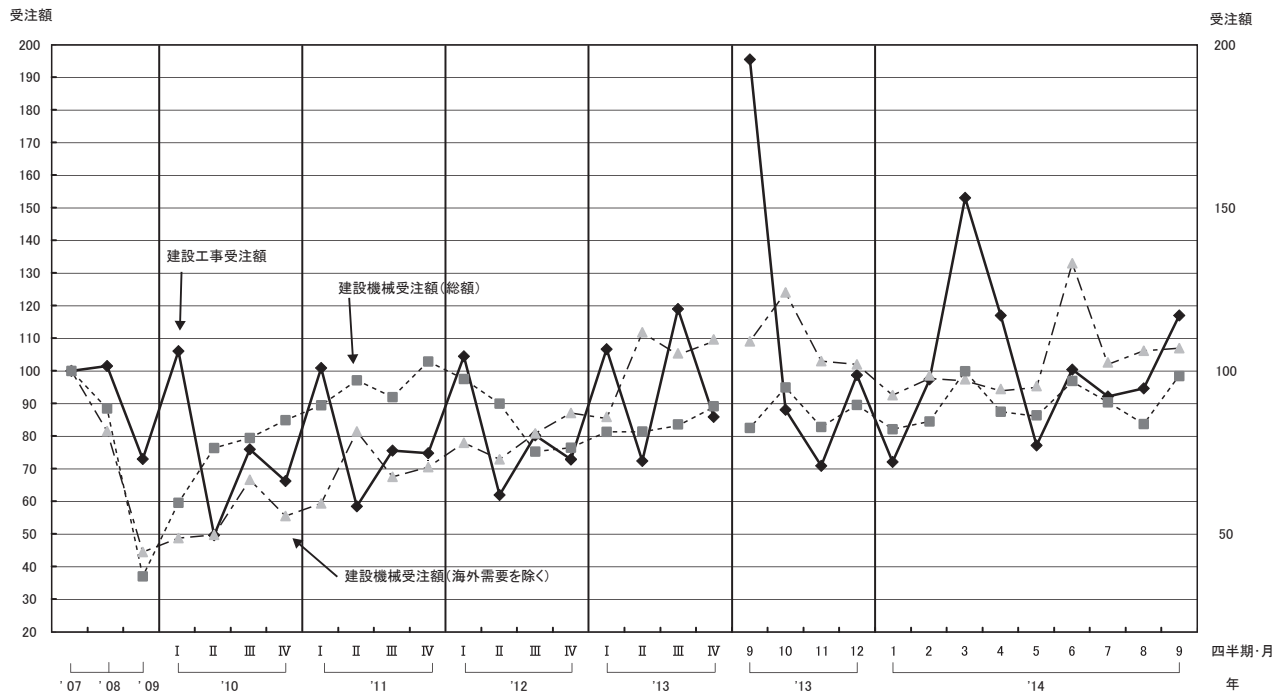
のためには、市場の実態を反映した最新の予定価格での発注や人材の効率的な活用等の対策を実施する必要がある。

建設業では、今後も東日本大震災による被災地の復興事業の本格化、台風や大雨による水害からの復興事業、東京オリンピック・パラリンピック開催に係る関係施設の建設等により一時的ではあるが人材不足が懸念されている。このため、高齢者、女性技能労働者の活用や離職者の再入職等を検討する必要があるように思われる。また、2020 年以降においても、地域の安心・安全を担う建設業が確保されるよう、建設工事の平準化、中長期的な担い手不足に対し、官民一体となって、総合的な人材確保・育成策を講じることが必要であると思われる。

統計 機関誌編集委員会

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注動態統計調査（大手50社）（指数基準 2007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 2007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							
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	113,146	111,076
2013 年	132,378	89,133	14,681	74,453	31,155	4,660	7,127	90,614	41,463	129,076	120,941
2013 年 9 月	22,548	17,296	2,265	15,031	4,252	440	558	17,817	4,730	131,341	12,640
10 月	10,119	7,241	963	6,278	2,075	372	431	7,157	2,962	132,297	8,985
11 月	8,130	4,788	988	3,800	2,026	369	947	4,784	3,346	130,327	11,403
12 月	11,351	6,929	1,329	5,600	3,493	383	545	7,109	4,242	129,076	12,518
2014 年 1 月	8,264	5,240	1,033	4,207	1,946	353	725	5,827	2,438	129,300	7,914
2 月	11,197	5,220	1,233	3,987	3,777	390	1,810	7,264	3,933	129,390	9,523
3 月	17,633	9,106	1,680	7,426	6,849	580	1,098	8,844	8,789	129,364	17,517
4 月	13,465	6,581	1,403	5,179	6,417	376	91	6,208	7,256	134,351	7,979
5 月	8,849	5,100	1,158	3,942	2,700	345	705	5,540	3,309	135,057	8,332
6 月	11,538	7,114	1,385	5,729	3,782	361	281	7,615	3,922	135,239	11,171
7 月	10,588	6,435	1,187	5,247	2,864	373	916	6,605	3,983	138,035	7,882
8 月	10,877	5,546	1,194	4,352	3,247	336	1,749	7,446	3,431	138,708	9,176
9 月	13,461	9,484	1,926	7,557	2,855	466	657	9,250	4,211	-	-

建設機械受注実績

（単位：億円）

年 月	07年	08年	09年	10年	11年	12年	13年	13年 9月	10月	11月	12月	14年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
総 額	20,478	18,099	7,492	15,342	19,520	17,343	17,152	1,407	1,619	1,412	1,528	1,399	1,441	1,705	1,492	1,473	1,653	1,541	1,427	1,679
海 外 需 要	14,209	12,996	4,727	11,904	15,163	12,357	10,682	837	970	874	995	916	926	1,196	999	975	957	1,005	872	1,120
海外需要を除く	6,269	5,103	2,765	3,438	4,357	4,986	6,470	570	649	538	533	483	515	509	493	498	696	536	555	559

（注）2007～2009年は年平均で、2010～2013年は四半期ごとの平均値で図示した。

2013年9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

(2014年10月1日～31日)

機械部会



■ダンプトラック技術委員会

月 日：10月1日（水）

出席者：岡本光正委員長ほか5名

議 題：①各社トピックスについて

②平成26年度上期の活動結果報告と下期の活動計画について・9/26開催の機械部会 幹事会の報告 ③品質確保・人材育成のテーマについての討議 ④8/25開催の厚労省「機械安全についての説明会」および合同部会についての報告 ⑤その他

■トラクタ技術委員会

月 日：10月3日（金）

出席者：阿部里視委員長ほか5名

議 題：①各社のトピックス ②平成26年度上期の活動報告と下期の活動計画・9/26開催の機械部会 幹事会の報告 ③経産省エネルギー型建機導入補助事業におけるホイールローダ、ブルドーザの燃費差評価方法について ④8/25開催の厚労省の「機械安全に係る災害情報の提供・安全教育について」の説明会および合同部会の報告 ⑤その他

■機械整備技術委員会 見学会

月 日：10月6日（月）

出席者：森三朗委員長ほか14名

場 所：キャタピラー・ジャパン(株)相模原事業所 新トレーニングセンター内 SOS ラボ

内 容：①挨拶およびEMソリューション、SOSラボの説明 ②SOSラボの見学 ③質疑応答および適正燃料の使用とオイル管理についての意見交換

■基礎工事用機械技術委員会

月 日：10月8日（水）

出席者：山下高俊委員長ほか10名

議 題：①平成26年度上半期の活動報告と下半期の活動計画について・9/26開催の機械部会幹事会の報告・下期活動のテーマと活動の進め方について ②「3D レーザースキャナーによるマッピング」の応用について ③海外ボーリング技術の調査について ④政府の「ロボット革命実現会議」について ⑤その他

■原動機技術委員会

月 日：10月10日（金）

出席者：長瀬隆二委員長ほか19名

議 題：①「エンジンベンチ DPF 性能試験」についての紹介 ②前回の議事確認について ③平成26年度上期の活動報告と下期の活動計画について・9/26開催の機械部会幹事会の報告・12/4開催予定の機械部会・製造業部会合同技術連絡会について ④オフロード法2014年排出ガス規制の各実施要領等についての情報交換 ⑤海外排出ガス規制の動向についての情報交換 ⑥10/8開催の陸内協「第14回技術フォーラム2014」の報告について ⑦委員長交替に伴う今後の委員会組織について ⑧その他

■コンクリート機械技術委員会

月 日：10月16日（木）

出席者：大村高慶委員長ほか8名

議 題：①前回（8/7）委員会の議事録内容の確認 ②9/26開催の機械部会幹事会の報告・平成26年度上期の活動結果報告と下期の活動計画・12月4日（木）開催予定の機械部会・製造業部会 合同技術連絡会での発表について ③機関誌連載を終了した「コンクリート機械の変遷」の全体まとめと保存について ④ISO/TC195/SC1でのトラックミキサについての修正について ⑤現場見学会について ⑥その他

■路盤・舗装機械技術委員会工場見学会

月 日：10月17日（金）

出席者：行川恒弘委員長ほか15名

場 所：株式会社藤坂 本社工場

内 容：砕石工場における採掘過程から粉砕、篩い分け、製品化に至る一連のプロセス

■トンネル機械技術委員会

月 日：10月29日（水）

出席者：赤坂茂委員長ほか25名

議 題：①排ガス基準別トンネル機械保有台数、現状の課題、今後の方向性に関する調査アンケートについて・アンケートの調査結果および分析と取り組み方について・現状の課題について・その他 ②工場見学について・12/5予定の古河ロックドリル吉井工場見学及び2月予定の千代田区永田町 H&V シールド工事（前田・大日本JV）のその後の状況確認について、その他

建設業部会



■第18回機電技術者意見交換会

月 日：10月2（木）～3日（金）

出席者：鈴木嘉昌部会長ほか38名

議 題：①自己アピール ②「あなたは

機電技術者として今何を頑張りますか～10年後の夢を語ろう～」について 討議 ③講演会 ④討議成果報告、講師 ⑤その他

■クレーン安全情報 WG

月 日：10月8日（水）

出席者：坂下誠主査ほか10名

議 題：①2009年版の修正案を検討、事故事例・表紙写真の提出 ②その他

■機電交流企画 WG

月 日：10月23日（木）

出席者：渋谷光男主査ほか8名

議 題：①第18回機電技術者意見交換会反省 ②アンケート集計、成果報告書の提出の状況 ③若手の見学会について ④その他

■建設機械事故調査 WG

月 日：10月28日（火）

出席者：松藤敏夫主査ほか4名

議 題：①各社持ち寄り事故情報の検討 ②WGの活動について（9/18の建設業部会でのWG中間報告を踏まえて） ③その他

■三役会

月 日：10月30日（木）

出席者：鈴木嘉昌部会長ほか4名

議 題：①運営幹事会・理事会報告 ②第18回機電技術者意見交換会報告 ③各WG報告 ④合同部会について ⑤その他

レンタル業部会



■コンプライアンス分科会

月 日：10月7日（火）

出席者：中島嘉幸幹事長ほか7名

議 題：①建設工事用車両レンタルの法規制等について ②その他

各種委員会等



■機関誌編集委員会

月 日：10月1日（水）

出席者：田中康順委員長ほか17名

議 題：①平成27年1月号（第779号）の計画の審議・検討 ②平成27年2月号（第780号）の素案の審議・検討 ③平成27年3月号（第781号）の編集方針の審議・検討 ④平成26年10～12月号（第776～778号）の進捗状況の報告・確認

■建設経済調査分科会

月 日：10月15日（水）

出席者：山至孝分科会長ほか4名

議 題：①11月号「平成26年度主要建設資材価格の動向」原稿検討（担当：

荒川) ②12月号「平成26年度建設業の業況」原稿検討(担当:清水)
③持ち寄り情報の検討 ④その他

■新機種調査分科会

月 日:10月28日(火)
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

■新工法調査分科会

月 日:10月29日(水)
出席者:高橋浩史分科会長ほか3名
議 題:①新工法情報の持ち寄り検討
②新工法紹介データまとめ ③その他

支部行事一覧

北海道支部



■平成26年度除雪機械技術講習会(第4回)

月 日:10月2日(木)
場 所:函館市 函館北洋ビル8階大ホール
受講者:126名
内 容:①除雪計画 ②除雪の施工方法
③冬の交通安全 ④除雪の安全施工
⑤除雪機械の取り扱い

■平成26年度除雪機械技術講習会(第5回)

月 日:10月7日(火)
場 所:旭川市 道北経済センター
受講者:178名
内 容:第4回に同じ

■第2回企画部会

月 日:10月15日(水)
場 所:センチュリーロイヤルホテル
出席者:本名一夫部会長ほか12名
内 容:①平成26年度上半期事業概要・経理概況報告 ②下半期主要行事計画について ③第3回運営委員会について ④その他

■第3回運営委員会

月 日:10月22日(水)
場 所:センチュリーロイヤルホテル
出席者:西股忠克副支部長ほか21名
内 容:①平成26年度上半期事業概要・経理概況報告 ②平成26年度下半期主要行事計画 ③その他

■平成26年度除雪機械技術講習会(第6回)

月 日:10月28日(火)
場 所:釧路市 観光国際交流センター
受講者:160名
内 容:第4回に同じ

■平成26年度除雪機械技術講習会(第7回)

月 日:10月30日(木)
場 所:札幌市 ホテルポールスター札幌

受講者:256名
内 容:第4回に同じ

東北支部



■施工部会(除雪講習会開催)

月日及び場所:
10月1日(水) 秋田(2) 168名
10月2日(木) 横手 337名

■施工部会(情報化施工セミナー)

月 日:10月2日(木)
場 所:秋田テルサ
受講者:44名
内 容:①情報化施工 ②マシンコントロールとマシンガイダンス ③盛り土の締固め管理 ④TS出来形管理 ⑤衛星測位 ⑥最新の情報化施工

■施工部会(情報化施工セミナー)

月 日:10月3日(金)
場 所:青森観光物産館(アスパム)
受講者:58名
内 容:①情報化施工 ②マシンコントロールとマシンガイダンス ③盛り土の締固め管理 ④TS出来形管理 ⑤衛星測位 ⑥最新の情報化施工

■施工部会(除雪講習会開催)

月日及び場所:
10月8日(水) 天童市 232名
10月9日(木) 新庄市 181名

■技術部会 軟弱地盤改良講演会

月 日:10月10日(金)
場 所:フォレスト仙台
出席者:212名
挨 拶:(一社)日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所長兼業務執行理事 見波潔
内 容:①「地盤改良工法の現状について」…㈱不動テトラ 地盤事業本部 部長 深田久 ②「深層混合処理工法(DJM工法)について」…DJM工法研究会 技術委員長 横井一秀 ③「ALiCC(低改良率セメントコラム)工法について」…独立行政法人土木研究所 上席研究員 宮武裕昭 ④「ジェットグラウト工法について」…日本ジェットグラウト協会 技術副委員長 新坂孝志 ⑤特別講演「液状化対策工法について」…東京電機大学 理工学部教授 安田進 ⑥質疑応答

■施工部会(除雪講習会開催)

月日及び場所:
10月14日(火) 会津若松市 276名

■建設部会

月 日:10月14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26年度活動計画について ②「支部たより」安全コーナーについて ③特殊現場見学会スケジュール確認

■施工部会(除雪講習会開催)

月日及び場所:
10月16日(木) 滝沢市 335名
10月17日(金) 滝沢市 343名

■建設部会

月 日:10月21日(火)~22日(水)
場 所:陸前高田市震災復興事業現場
参加者:佐野真部会長ほか7名
内 容:技術的知識習得のための特殊工事研修会(陸前高田市震災復興事業の工事施工に関する一体的業務工事現場)

■第9回情報化施工技術委員会(施工部会)

月 日:10月23日(木)
場 所:支部会議室
出席者:鈴木勇治情報化施工技術委員長ほか19名
議 題:①情報化施工セミナー開催結果報告 ②次年度活動について(各委員からの意見、及び意見交換) ③その他

■施工部会(除雪講習会開催)

月日及び場所:
10月23日(木) 宮古市 149名
10月29日(水) 奥州(1) 194名
10月30日(木) 奥州(2) 208名

■広報部会(第1回EE東北作業部会)

月 日:10月31日(金)
場 所:フォレスト仙台
出席者:狩野武志 東北技術事務所副所長ほか21名
議 題:①EE東北'14決算報告 ②EE東北'15組織(案) ③EE東北'15実施方針(案) ④EE東北'15予算(案) ⑤今後の予定 *技術管理課より2015建設リサイクル技術発表会・技術展示会について

北陸支部



■北陸支部 親睦ゴルフ大会

月 日:10月7日(火)
場 所:日本海カントリークラブ
参加者:19名

■「ゆきみらい2015 in 長岡」第2回事務局会議

月 日:10月20日(月)
場 所:新潟県庁西回廊2F大会議室
出席者:宮村兵衛事務局局長
議 題:各イベントの内容確認、今後のスケジュールについて

■除雪機械管理施工技術講習会

下記7会場を実施。受講者合計1,118名。

○長岡会場

月 日：10月1日（水）

場 所：ハイク長岡

受講者：156名

○新発田会場

月 日：10月3日（金）

場 所：新発田市カルチャーセンター

受講者：100名

○上越会場

月 日：10月9日（木）

場 所：上越商工会議所

受講者：165名

○魚沼会場

月 日：10月15日（水）

場 所：魚沼地域振興センター

受講者：284名

○金沢会場

月 日：10月17日（金）

場 所：石川県地場産業振興センター

受講者：67名

○富山会場

月 日：10月22日（水）

場 所：富山県農協会館

受講者：192名

○新潟会場

月 日：10月30日（木）

場 所：新潟県建設会館

受講者：154名

中 部 支 部



■「建設技術フェア2014 in 中部」事務局会議

月 日：10月3日（金）

出席者：大久保企画部会員

議 題：「建設技術フェア2014 in 中部」の実施について

■技術部会

月 日：10月7日（火）

出席者：青木部会長ほか8名

議 題：技術発表会発表テーマ審査について

■公共工事（機械関係）の諸課題に関する意見交換会

月 日：10月9日（木）

出席者：中部地方整備局 森山企画部長ほか9名、中部支部 小川支部長ほか23名

場 所：愛知県名古屋市中区桜華会館

内 容：中部地方整備局の機械関係業務の諸課題について意見交換を行った。

■第1回部会長・副部会長会議

月 日：10月22日（水）

出席者：三宅豊企画部会長ほか7名

議 題：上期事業報告及び上期経理概況について

■除草作業出前安全講習

月 日：10月23日（木）

場 所：愛知県春日井市知多公民館

受講者：18名

■第2回運営委員会

月 日：10月31日（金）

場 所：愛知県名古屋市中区桜華会館

参加者：小川敏治支部長ほか18名

議 題：上期事業報告及び上期経理概況について

関 西 支 部



■平成26年度 施工技術報告会 幹事会

月 日：10月9日（木）

場 所：関西支部 会議室

出席者：松本克英事務局員以下5名

議 題：論文申込みについて

■「ふれあい土木展2014」第2回連絡調整会議

月 日：10月17日（金）

場 所：近畿地方整備局 会議室

内 容：①実施計画の確認 ②運営体制の確認 ③今後の調整事項等

■近畿地方整備局との意見交換会

月 日：10月20日（月）

場 所：ドーンセンター 第二会議室

参加者：松本克英事務局員以下16名

内 容：1. 全体意見交換…①機械設備工事の入札契約における課題 ②機械設備点検の入札契約における課題 2. 個別意見交換

■建設用電気設備特別専門委員会（第412回）

月 日：10月22日（水）

場 所：中央電気倶楽部 会議室

議 題：①前回議事録確認 ②JEM-TR104 建設工事用受配電設備点検保守のチェックリストの見直し検討 ③JEM-TR236 建設工事用400V級電気設備施工指針の審議

■建設施工研修会

月 日：10月22日（水）

場 所：建設交流館 グリーンホール

参加者：116名

内 容：【第1部】事例発表「建設ロボット技術」講師…国土交通省近畿地方整備局 企画部 施工企画課長 川崎和来氏 【第2部】第47回建設施工映画会「省エネ立体都市への挑戦『あべのハルカス』」など11編

■広報部会

月 日：10月22日（水）

場 所：建設交流館 グリーンホール控

室

出席者：高橋通夫広報部会委員以下6名

内 容：①「建設技術展2014 近畿」について ②「JCMA 関西」第106号の発刊について

■建設技術展2014 近畿 出展

月 日：10月29日（水）～10月30日（木）

場 所：マイドームおおさか

入場者：14,839人

テーマ：「情報化施工の普及促進」

中 国 支 部



■第65回新技術活用等現場研修会

月 日：10月7日（火）

場 所：①一般国道9号仁摩・温泉津道路 ②石州水上瓦工場（㈱シバオ）

参加者：20名

研修内容：①仁摩・石見銀山ICから石見福光ICに至る延長11.8kmの仁摩・温泉津道路における新技術の活用状況及び進捗状況についての実地研修 ②世界遺産「石見銀山」に隣接する地場産業で全国第2のシェアを占める石州瓦の製造工程及び瓦のリサイクル骨材活用の取組について研修

■第3回施工技術部会

月 日：10月9日（木）

場 所：中国支部事務所

出席者：齋藤実部会長ほか5名

議 題：①情報化施工関係行事（案）について ②道路除雪講習会について ③その他懸案事項

■第3回部会長会議

月 日：10月10日（金）

場 所：広島YMCA 会議室

出席者：鷺田治通企画部会長ほか10名

議 題：①運営委員会（秋季）について ②事業別行事等の結果及び今後の行事予定について ③その他懸案事項

■第4回広報部会

月 日：10月15日（水）

場 所：中国支部事務所

出席者：松村邦則部会長ほか5名

議 題：①広報誌CMnavi41号について ②支部ホームページの改訂等について ③支部パンフレット等の改訂・改善について ④その他懸案事項

■秋季運営委員会

月 日：10月20日（月）

場 所：広島YMCA 会議室

出席者：河原能久支部長ほか26名

議 題：①平成26年度上半期事業報告（案）に関する件 ②平成26年度上半期経理状況（案）に関する件 ③26

年度下半期事業実施計画（案）について
④その他懸案事項

■第35回「新技術・新工法」発表会

月 日：10月21日（火）

場 所：広島県立産業技術交流センター
（情報プラザ）

参加者：55名

発表課題：（講話）…①国土交通行政の最近の状況について 中国地方整備局企画部施工企画課長 玉田一雄氏

②近年の気象について（気象情報の最新の動向・各種データの活用）（株）気象工学研究所 主任気象予報士 北平大輔氏

（技術発表）…①可搬式補助動力装置（ネオアシスター）（株）豊国エンジニアリング 山根広宣氏 ②UAVを用いた空撮とそのデータ利用方法について（株）荒谷建設コンサルタント 北野幸宏氏（映像発表）…①フーバーダムバイパス（コロラドリバー橋建設工事）（株）大林組 ②急傾斜地に挑む最新の無人化施工システム（山口県岩国市 宇佐川土砂崩壊災害復旧工事）（株）熊谷組

四 国 支 部



■協賛事業「四国の道路を考える会」総会

月 日：10月10日（金）

場 所：高松サンポート合同庁舎会議室（高松市）

出席者：岩澤委式事務局長ほか加盟31団体・組織から30名

議 題：①平成25年度事業報告・収支決算及び監査報告 ②平成26年度事業計画及び事業予算 ③その他（意見交換会）

■協賛事業「くらしと技術の建設フェア四国2014 in 高松」

月 日：10月10日（金）～11日（土）

場 所：高松サンポート地区

出展者：95社（団体・組織）（四国支部からは4社）

入場者数：6,800人（2日間延べ人数、主催者発表）

■合同部会幹事会

月 日：10月29日（水）

場 所：建設クリエイティブビル第1会議室（高松市）

出席者：小松修夫企画部会長ほか20名

議 題：①平成26年度上半期事業報告 ②平成26年度上半期収支状況報告 ③平成26年度下半期事業計画（案）

④機関誌「しこく」編集委員の追加について ⑤人事異動等に伴う役員等の変更について

九 州 支 部



■九州地方整備局との意見交換会

月 日：10月7日（火）

出席者：江崎哲郎支部長ほか21名

議 題：①情報化施工の活用状況について ②情報化施工を推進するために

■九州建設技術フォーラム実行委員会

月 日：10月14日（火）

出席者：深田英二事務局長

議 題：フォーラムの開催準備状況

■企画委員会

月 日：10月15日（水）

出席者：久保田正春企画委員長ほか9名

議 題：①第2回運営委員会の開催について ②情報化施工講習会について ③建設行政講演会について ④九州建設技術フォーラムについて ⑤その他

■九州建設技術フォーラム

月 日：10月22日（水）～23日（木）

出席者：深田英二事務局長

内 容：①基調講演及び記念講演 ②プレゼンテーション ③ポスターセッション



編集後記

建設業を取り巻く環境は刻々と変化しており、バブル崩壊やその後の景気低迷により沈滞気味であった新技術の開発は、昨今の公共投資増強が見込まれる状況をうけ、各社において社会的要請や得意分野などを勘案した技術力強化に向けて開始されています。また、国においても新技術の開発・活用と技術の改善を促進していくための取組みが進められています。

本号では、最先端の高度な土木・建設技術と建設機械の開発と実用化の取組み、および新技術の具体的な内容や、新技術活用システム (NETIS) の活用状況と、今年4月から施行された改正内容などについて紹介しました。

巻頭言は早稲田大学の嘉納教授にお願いし、『建設技術の開発と日本のインフラ』のタイトルで、インフラのあるべき姿と、それを造る技術の開発は国家的な見地から建設の経済性、労働生産性の向上を狙うものとすべきである旨の執筆をいただきました。

そして、土木・建築分野において我が国を代表する公的研究機関である、独立行政法人土木研究所と同建

築研究所からは、最近の研究活動や成果、国際貢献に関して寄稿いただきました。

技術報文では、土木分野においてはダム、トンネル、鉄道、道路、海洋など、建築分野からは免震、解体など、できるだけ多工種にわたり新技術・注目技術と、それらの開発状況や活用状況を具体的に紹介し、建設機械分野からは自動化、ロボット化、遠隔操作などの最新情報が提供できるように努めました。

そして、交流の広場では建設業以外の業種で開発された技術の建設業への導入と活用を期待して、グループウェアラブルデバイスに関する執筆をお願いしました。

建設業界は2020年の東京五輪の後には、受注環境が大きく悪化するのではないかと予想されています。これに備えるため、各社は嘉納教授が言われるような建設の経済性、労働生産性の向上を狙う新技術の開発に取組んで行くものと思われます。そのため、今後数年の間に数多くの新技術が公表されるのではないかと期待されます。

最後になりましたが、お忙しいなか快くご寄稿いただきました執筆者や関係者の皆様に、心から御礼申し上げます。

(篠原・相田)

1月号「建設機械特集」予告

- ・省エネルギー型建設機械の導入促進
- ・ソイルセパレータ・マルチ工法
 - 浚渫土砂や津波堆積物の分別・分級・有効利用と処分量の減容化
- ・場所打ち杭等における打設精度管理システム
- ・TEREX FINLAY 社製自走式クラッシャー及び自走式スクリーンの販売
- ・新型アスファルトフィニッシャーの紹介 F45WJ4, F45W4
- ・ラチスブームホイールクレーン— MK650 —
- ・油圧式杭圧入引抜機、ハット形鋼矢板 900 の仕様拡大
 - (サイレントバイラー F301 により硬質地盤への対応が可能)
- ・ハイブリッド油圧ショベル HB335-1 / HB365-1
- ・新型バッテリー式フォークリフトの開発 (FE25-1)
- ・情報化施工の展望と新技術
- ・ウォータージェットを用いたコンクリート天井の表面処理機
- ・福島第一原子力発電所に無人双腕重機 小型双腕重機型ロボット ASTACO-SoRa
- ・粉塵防止型セメントミルク混合装置の開発
- ・“コンディションモニタリング”による多面的な機械状況把握
- ・UHF 帯 RFID を用いたレンタル電気機器の管理システム
- ・無線 LAN 測位技術によるトンネル坑内の建設機械接触災害に対する安全監視システム
- ・ICT 建設機械接近警告システム
- ・除雪グレーダの最近の動向
- ・超大型建機

機関誌編集委員会

編集顧問

今岡 亮司	加納研之助
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

吉田 潔	国土交通省
三浦 弘喜	農林水産省
伊藤 健一	(独)鉄道・運輸機構
篠原 望	鹿島建設(株)
立石 洋二	大成建設(株)
藤内 隆	清水建設(株)
赤井 亮太	(株)大林組
久保 隆道	(株)竹中工務店
安川 良博	(株)熊谷組
川西 健之	(株)奥村組
京免 継彦	佐藤工業(株)
岡田 英明	五洋建設(株)
齋藤 琢	東亜建設工業(株)
赤神 元英	日本国土開発(株)
相田 尚	(株)NIPPO
岡本 直樹	山崎建設(株)
太田 順子	コマツ
大塚 清伸	キャタピラー・ジャパン(株)
小倉 弘	日立建機(株)
上田 哲司	コベルコ建機(株)
石倉 武久	住友建機(株)
和田 一知	(株)KCM
江本 平	範多機械(株)
竹本 憲充	施工技術総合研究所

事務局

日本建設機械施工協会

建設機械施工

第66巻第12号 (2014年12月号) (通巻778号)
 Vol.66 No.12 December 2014
 2014 (平成26) 年12月20日印刷
 2014 (平成26) 年12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 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2-4-30 電話 (092) 436-3322

本誌上への広告は  有限会社 サンタナ アートワークス までお申し込み、お問い合わせ下さい。

〒103-0013 東京都中央区日本橋人形町2-21-5 井手口ビル4F TEL : 03-3664-0118 FAX : 03-3664-0138
 E-mail : san-mich@zam.att.ne.jp 担当 : 田中

“建設機械施工” 既刊目次一覧

平成 26 年 1 月号 (第 767 号) ~平成 26 年 12 月号 (第 778 号)

平成 26 年 1 月号 (第 767 号)

表紙写真

地球環境に優しい建設機械

写真提供: 住友建機(株), ㈱日本除雪機製作所, ㈱日立建機ティエラ, ㈱加藤製作所

建設機械 特集

協会活動のお知らせ

◆巻頭言 「メンテナンス元年」といわれて …辻 靖 三 /3	
オフロード法による環境規制と特殊自動車への影響 …下 鶴 俊 輔 /4	
クローラークレーンの安全・省エネに対する新技術 Mastertech G シリーズ …石 原 英 明 /11	
油圧ショベルの低燃費技術 油圧ショベルの低燃費化を追求する取り組み …長 堀 禎 之 /16	
iNDr 搭載極低騒音 油圧ショベル …上 田 員 弘 /20	
ハイブリッド型油圧ショベル SH200HB-6 …白 谷 竜 二 /24	
世界最大 外径 17.45m 泥土圧シールドの設計/製作/現地工事及び稼働状況 …佐 藤 譲 治 /29	
米国ワシントン州 (シアトル) 州道 SR99 トンネル工事 …横 山 満 信 二	
新型アスファルトフィニッシャの紹介 …HA60W-8 …馬 場 信 行 /35	
新型ラフテレーンクレーン 「Ri」 シリーズ SL-800Ri PREMIUM …近 藤 康 博 /40	
スキッドステアローダ, コンパクトトラックローダ …相 原 聡 子 /46	
超大型油圧ショベル BH 仕様の開発 EX8000BH …草 間 隆 史 /52	
ロータリ除雪車の排出ガス対策 …梅 田 佳 彦 /57	
クライミングクレーン OTA-270HN …三 好 朋 樹 /61	
ミニショベル及びマルチモニタの紹介 ZAXIS U-5 型 …滝 下 竜 夫 /65	
新世代機クローラークレーンの開発 SCX900-3 …樗 沢 淳 一 /71	
◆交流の広場 bauma の海外展開 …オ イ ゲ ン ・ エ ゲ テ ン マ イ ヤー /75	
建設機械業界のビジネスプラットフォームとして …山 賀 千 晶	
◆ずいそう イタリア温泉探し …佐 々 松 音 /81	
◆ずいそう 若気の至り …熊 谷 一 男 /82	
◆JCMA 報告 平成 25 年度「建設施工と建設機械シンポジウム」 …開 催 報 告 (その 2) 優秀論文賞・論文賞 受賞論文紹介 /83	
◆新工法紹介 …機 関 誌 編 集 委 員 会 /96	
◆新機種紹介 …機 関 誌 編 集 委 員 会 /99	
◆統 計 持続可能で活力ある国土・地域づくり …機 関 誌 編 集 委 員 会 /103	
◆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 /108	
行事一覧 (2013 年 11 月) …機 関 誌 編 集 委 員 会 /109	
編集後記 …(原 口 ・ 船 原) /112	

平成 26 年 2 月号 (第 768 号)

表紙写真

スマートメンテナンスハイウェイ構想のイメージ

写真提供: 東日本高速道路(株)

道路 特集

協会活動のお知らせ

グラビア 2014 ふゆトピア・フェア in 釧路 /3	
◆巻頭言 復興インフラの長寿命化を目指して …岩 城 一 郎 /5	
道路法等の一部を改正する法律の施行に伴う関係政令の整備に関する政令等 …加 藤 重 人 /6	
道路メンテナンスの高度化の推進に向けて …久 保 竜 志 /11	
スマートメンテナンスハイウェイ	
緩衝型のワイヤーロープ式防護柵の開発と実用化 …平 澤 匡 介 /17	
LED 発光パネルを活用した渋滞緩和対策 …岸 達 比 呂 典 /22	
ベースメーカー …鎌 田 恭 弘	
多機能型排水性舗装と型押し式注意喚起舗装 …藤 本 大 生 /27	
三次元点群データを用いた新たな路面評価手法の開発 …中 村 博 康 志 /33	
森 渡 村 上 茂 弘 之 幸 良	
スマホで情報収集し、道路補修箇所を特定 道路の簡易点検から始めるインフラ長寿命化 …谷 西 一 郎 /38	
大規模施工用接着剤散布システム …木 下 洋 一 /45	
ボンドスプレーヤーの紹介	
固形燃料併用型アスファルト合材製造技術の開発 …榊 真 司 /50	
アスファルト合材工場と SFC システムの併用化 …相 田 尚 也 博 文 /56	
フォームドアスファルトを用いた 中温化アスファルト混合物の性能と製造設備 …徳 光 克 泰 慶 文 /61	
アスファルトペーバの環境・安全対策 …谷 岡 健 一 郎 /61	
視程障害移動観測車の観測システムの概要と改良 …國 分 子 徹 哉 学 太 /64	
◆交流の広場 道路空間におけるサインのユニバーサルデザインの検討 …池 田 典 弘 /70	
◆ずいそう コミュニティの絆 …羽 入 昭 吉 /76	
◆ずいそう 三迷泉と小さな旅 …阿 部 新 治 /77	
◆JCMA 報告 ◆除雪機械展示・実演・競技会報告 …2014 ふゆトピア・フェア in 釧路 /78	
◆JCMA 報告 平成 25 年度「建設施工と建設機械シンポジウム」 …開 催 報 告 (その 3) 優秀論文賞・論文賞 受賞論文紹介 /83	
◆JCMA 報告 平成 25 年度建設機械施工技術検定試験結果報告 …平 成 25 年 度 建 設 機 械 施 工 技 術 検 定 試 験 結 果 報 告 /93	
◆JCMA 報告 平成 25 年度一般社団法人日本建設機械施工協会 …鈴 木 勝 勝 /95	
研究開発助成対象研究開発決定のお知らせ	
◆部会報告 ・ ISO/TC 127/SC 2/WG 9 (土工機械-安全 ISO 20474 改正) 2013 年 6 月ストックホルム国際作業グループ会議・ISO/TC 127/SC 1/WG 5 (視界性 ISO 5006 改正) 2013 年 11 月 パリ国際作業グループ会議 …標 準 部 会 /96	
◆新工法紹介 …機 関 誌 編 集 委 員 会 /101	
◆新機種紹介 …機 関 誌 編 集 委 員 会 /102	
◆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 /106	
行事一覧 (2013 年 12 月) …機 関 誌 編 集 委 員 会 /107	
編集後記 …(相 田 ・ 山 本) /110	

平成 26 年 3 月号 (第 769 号)

表 紙 写 真

富山市環境未来都市計画 LRT ネットワーク

写真提供：富山ライトレール(株)

スマートシティ他、東日本大震災 特集

協会活動のお知らせ

◆巻頭言 スマートシティで描く日本の成長戦略…	柏 木 孝 夫	／3
都市再構築戦略検討委員会「中間とりまとめ」の紹介…	妹 尾 浩 志	／4
「新しい東北」の創造に向けて ……	小 川 善 之	／9
UR 都市機構における復興 CM の概要 復興市街地整備事業の早期完成を目指して ……	渡 部 英 二	／14
コンパクトシティ戦略による富山型都市経営の構築 (富山市環境未来都市計画) ソーシャルキャピタル ……	中 村 圭 勇	／19
あふれる持続可能な付加価値創造都市を目指して		
宮古島における環境モデル都市構想…	大 金 修 一	／25
次世代の暮らしを支える生活インフラ ……	平 澤 茂 樹	／33
一日立が考えるスマートシティー	平 山 逸三朗	
スマートグリッドの課題と展望…	林 泰 弘	／38
スマートグリッド社会を実現するグリッド管理装置 「SANUPS K23A (M タイプ)」の開発 ……	太 田 拓 弥	／46
次世代のスマートシティを想定した技術の実証…	小 島 義 包	／51
技術研究所 エネルギースマート化計画	中 尾 俊 二	
東日本大震災災害廃棄物処理業務報告 (石巻ブロック) ……	小笠原 桂 志	／56
分級洗浄法による津波堆積物等の処理状況	松 原 武 雄	
東日本大震災復興への継続的な取り組み ……	宇佐見 夏 子	／61
建設機械メーカーとしての CSR 活動	島 本 伸 之	
つなげよう！命の道 三陸沿岸道路…	堂 藤 和 雄	／67
国道 45 号釜石山田道路工事		
小名浜港 7 号ふ頭地区岸壁 (-13m) 外 (災害復旧) ……	菅 原 義 行	／72
工事 SGM 軽量土工法による岸壁の復旧工事	高 塚 本 健 知 広	
◆交流の広場 センサ、照明機能を持つ電子テキスタイルへの挑戦 ……	高 松 誠 一	／79
◆ずいそう 夢のようなシンデレラストーリー…	岡 さゆり	／82
◆ずいそう 初めての単身赴任—新潟での生活—…	宇田川 一 夫	／83
◆JCMA 報告 平成 25 年度「建設施工と建設機械シンポジウム」 ……		／84
開催報告 (その 4) 優秀論文賞・論文賞 受賞論文紹介		
◆部会報告 コンクリート機械の変遷 (1) ……	機 械 部 会	／90
◆部会報告 ISO/TC 127 (土工機械) 2014 年 2 月 英国ロンドン市 での土工機械の電子関連国際作業グループ会議報告 ISO/TC 127/SC 2/WG 24 (ISO 19014 機械制御の安全) ……	標 準 部 会	／96
国際作業グループ会議 ISO/TC 127/SC 2/WG 22 (ISO 17757 自律式機械の安全) 国際作業グループ会議		
◆新工法紹介…	機関誌編集委員会	／100
◆新機種紹介…	機関誌編集委員会	／103
◆統 計 建設機械市場 (中古車) の現状…	機関誌編集委員会	／107
◆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	／109
行事一覧 (2014 年 1 月) ……		／110
編集後記…	(篠 原 ・ 和 田)	／112

平成 26 年 4 月号 (第 770 号)

表 紙 写 真

マルチコプタによる航空写真測量

写真提供：山崎建設(株)

建設の情報化、無人化、ロボット化 特集

協会活動のお知らせ

◆巻頭言 作業の自動化とロボット化…	油 田 信 一	／3
◆行政情報 次世代社会インフラ用ロボット開発・導入に向けて ……	増 竜 郎	／4
◆行政情報 国土交通省における CIM の取組み…	本 村 信 一 郎	／9
情報化施工の現状と将来展望…	建 山 和 由	／13
情報化が導くスマートな建設現場 一事例紹介…	古 屋 弘	／18
情報化施工を支える最新技術 電子制御式建設機械と施工における活用の可能性 ……	周 藤 健	／25
油圧ショベルマシンガイダンス ……	島 村 明	／29
MOBA 社製 Xsite シリーズ		
情報化施工を活用した 3D 盛土情報管理システム ……	岩 谷 隆 文 佐 藤 中 靖 彦 田 中 勉	／34
4D 土工管理のマルチコプタ運用 ……	和 田 章 三 田 中 本 正 直 樹	／39
土工管理の見える化		
北股地区河道閉塞緊急対策工事無人化施工 ネットワーク型無人化施工と情報化施工の導入 ……	北 原 成 孝 郎 仁	／46
重機遠隔操作における 3D スキャナーの活用 ……	藤 吉 卓 也	／53
3D 無人化施工支援システムの開発		
災害対応のためのロボット技術開発と運用…	浅 間 一	／59
壁面放射線量測定装置の開発 さー兵衛 トータル除染システムを確立 ……	森 谷 紘 郎 澤 田 俊 晃	／64
放射能汚染対応をワンストップで提供		
磁界と IC タグを利用して重機周囲を 常時監視 アラウンドウォッチャー ……	三 宅 ヨ シ タ カ	／70
◆交流の広場 ロボカップこれまでとこれから ……	清 水 橋 友 一	／73
◆ずいそう 40 年を迎える「都市小屋一集」…	久 武 経 夫	／77
◆ずいそう とある講演会…	會 澤 達 也	／78
◆CMI 報告 MC 施工現場を対象とした ……	竹 本 憲 充	／79
トータルステーションを用いた出来形管理		
◆部会報告 コンクリート機械の変遷 (2) ……	機 械 部 会	／82
◆部会報告 ISO/TC 127 (土工機械 専門委員会) /SC 3/WG 11 (ISO 12509 土工機械—照明、信号、車幅などの灯火及び 反射器) サンディエゴ (米国) 国際 WG 会議出席報告 ……	標 準 部 会	／89
◆部会報告 ISO/TC 127 (土工機械) /SC 2/WG 16 (電磁両立性 ISO 13766 改正) 2014 年 2 月 ……	標 準 部 会	／91
ロンドン国際作業グループ会議出席報告		
◆部会報告 前田製作所、浅川ダム見学会…	建 設 業 部 会	／94
◆新工法紹介…	機関誌編集委員会	／96
◆新機種紹介…	機関誌編集委員会	／99
◆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	／104
行事一覧 (2014 年 2 月) ……		／105
編集後記…	(久 保 ・ 岡 本)	／108

平成 26 年 5 月号 (第 771 号)

表 紙 写 真

新幹線鉄道トンネルの耐震対策工事

写真提供：東鉄工業(株)

鉄道 特集

協会活動のお知らせ

グラビア	CONEXPO-CON/AGG 2014 & IFPE 2014 at 米国ラスベガスコンベンションセンター	/3
------	---	----

◆巻頭言 鉄道整備の課題……………森 地 茂 /9

◆行政情報 鉄道の海外展開……………日 笠 弥三郎 /10

◆行政情報 鉄道駅のバリアフリー化に関する国の取り組み ……高 桑 圭 一 /15

近鉄京都駅ホーム増設とホテル建設工事……………伊 達 光 洋 /20

新幹線鉄道トンネルの耐震対策急速施工技術の ……土 屋 尚 登
開発と実用化 ……下 垣 正 宏
岡 村 直 利 /26列車運行時間帯における営業線に近接した ……柴 崎 佑 典
大口径場所打ち杭の施工 信越線新潟駅高架化工事に…山 田 宣 彦 /34
おける孔壁防護併用場所打ち杭工法の適用減災、建設・維持管理費用低減を目指した ……白 仁 田 和 久
新橋梁形式 三陸鉄道北リアス線の災害復旧工事に…進 藤 良 則 /39
おける補強盛土一体橋梁の施工 ……筒 井 光 夫

泥土圧シールドで営業線直下・小土被りを掘進…辻 忠 彦 /44

豊肥本線 坂の上トンネル災害復旧 ……岡 本 照 雄 /50
豪雨で被災・崩落した鉄道トンネルの復旧 ……坂 本 興 一阪急電鉄今津線と都市計画道路荒地西山線の ……米 田 保 之
立体交差工事 ボックスカルパート上床版ジャッキアップ ……向 弘 晴 /62鉄道新線建設プロジェクト 国際空港と首都台北を結ぶ ……西 川 泰 司 /69
台湾初の DOT 工法による鉄道シールドトンネル工事

シンガポール地下鉄トンネル工事における圧気作業…久保田 祥 一 /76

工事用の軽便軌条小史 戦前の機械化施工……………岡 本 直 樹 /82

◆交流の広場 鉄道車両のデザイン 公共交通機関のあるべき姿と地域性…南 井 健 治 /89

◆ずいそう 鉄道の思い出……………田 中 徹 /93

◆ずいそう 今は昔、直営コンクリート舗装工事…高 野 浩 二 /94

◆JCMA 報告 CONEXPO-CON/AGG 2014& IFPE 2014 視察報告…鈴 木 勝 彦 /95
小 倉 公◆CMI 報告 電磁誘導加熱による鋼橋の塗膜除去工法に ……小 野 秀 一 /101
関する研究 ……渡 辺 真 至

◆部会報告 コンクリート機械の変遷 (3)……………機 械 部 会 /105

◆部会報告 第 17 回 機電技術者意見交換会報告 ……建 設 業 部 会 /111

◆新工法紹介……………機関誌編集委員会 /117

◆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 /118

行事一覧 (2014 年 3 月) …… /119

編集後記……………(伊 藤・安 川) /122

平成 26 年 6 月号 (第 772 号)

表 紙 写 真

浮体式洋上ウインドファーム ふくしま未来

写真提供：福島洋上風力コンソーシアム

インフラ 特集

協会活動のお知らせ

グラビア	CONEXPO-CON/AGG 2014 & IFPE 2014 at 米国ラスベガスコンベンションセンター (2)	/3
------	---	----

◆巻頭言 垂直的展開フェーズに進むべき日本のインフラストラクチャー ……家 田 仁 /11

◆行政情報 国土強靱化の基本法と政府における取り組み…小田桐 俊 宏 /13

開放型シールドを採用した道路トンネルの ……久 田 英 貴 /19
施工実績 URUP 工法大規模舗装切削を伴う高速道路の迂回切替工事 ……森 益 基
東京外環自動車道 (仮称) 京葉 JCT 建設に ……小 暮 英 雄
伴う京葉道路の車線切替工事 ……斎 藤 孝 志 /25山岳トンネルにおける全断面機械掘削工法による ……真 下 義 章
変位抑制と新技術を用いた施工環境改善の取組 ……前 田 全 規 /31
中部横断自動車道八之尻トンネル高水圧下で曲線バイパスを利用した ……中 野 正 晴 /37
地下接続工 (U ターン路) の同時施工谷津船橋 IC OFF ランプにおける鋼製連壁の施工 ……野 口 宏 治 /43
東関東自動車道 谷津船橋インターチェンジ工事 ……カッターソイルミキシング工法立坑 7 箇所を上向きシールドで掘る ……小 森 敏 生
井 櫻 潤 示
高 山 雄 大 /47

月面のメガソーラー発電 月太陽発電「ルナリング」構想…金 森 洋 史 /52

福島沖に浮体式の洋上ウインドファーム実証施設を設置 ……堀 哲 郎
浮体式洋上ウインドファーム実証研究事業 ……山 下 篤
第 1 期研究開発の取り組み ……白 枝 哲 次 /57国内初の沖合着床式洋上風力発電設備の施工…林 田 宏 二 /66
国内保有作業船の活用

◆ずいそう ゼネコン機械屋の半世紀……………三 浦 久 /71

◆ずいそう 切り干し大根……………弘 金 恭 明 /72

◆JCMA 報告 平成 26 年度 一般社団法人日本建設機械施工協会会長賞 …… /73
受賞業績

◆CMI 報告 CIM の実現に向けて ～米国調査の参加報告～…藤 島 崇 /77

◆部会報告 コンクリート機械の変遷 (4)……………機 械 部 会 /81

◆部会報告 ISO/TC 127 (土工機械) 2014 年 3 月 イタリア国ミラノ市 ……標 準 部 会 /89
での土工機械に関する国際作業グループ会議報告

◆部会報告 関西テレビの取材を受けました。……………標 準 部 会 /93

◆新工法紹介……………機関誌編集委員会 /94

◆新機種紹介……………機関誌編集委員会 /97

◆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 /102

行事一覧 (2014 年 4 月) …… /103

編集後記……………(石 倉・立 石) /106

平成 26 年 7 月号 (第 773 号)

表 紙 写 真

橋梁定期点検における近接目視点検代替技術

写真提供：ジビル調査設計㈱

維持管理・長寿命化・リニューアル 特集

協会活動のお知らせ

グラビア CONEXPO-CON/AGG 2014 & IFPE 2014 at 米国ラスベガスコンベンションセンター (3)	／3
◆巻頭言 人材育成の秘訣は「待つ」ことにあり…西 川 和 廣	／9
◆行政情報 今後の社会資本の維持管理・更新のあり方 (答申) …岩 井 聖	／10
◆行政情報 首都高速道路の更新計画 (概略) …角 田 征 祐	／15
老朽化した吹付のり面の補修・補強技術 …窪 塚 大 輔	／20
ニューレスブ工法	
水頭差を利用した移動式排砂工法 …北 村 広 志 齊	／26
矢作ダム実証実験	
青森県における橋梁アセットマネジメントシステムによる …工 池 藤 健 一 郎	／32
維持管理の実績	
橋梁定期点検における近接目視点検代替技術の開発 …毛 利 茂 則	／37
橋梁点検車が利用できない橋梁の点検技術のニーズと開発 …長 谷 川 智 史	
赤外線熱計測による道路構造物の損傷調査 …前 田 近 邦	／43
走行型 3 次元路面診断システムの概要 …片 山 野 辰 雄	／47
GIMS-K (Ground Image Mapping System-K) …青 加 藤 健 裕	
MMS と GPR の融合	
地際腐食の非接触・非破壊検査システム …細 見 直 史	／52
バウンダリーチェッカー	
ウォータージェットロボットによる床版端部の補修工法 …芹 川 博 也	／57
スーパーナロースペースウォータージェットシステム	
橋梁端部の狭隙部床版下面に適用することを目的と …峰 松 敏 和	／61
した電気防食工法 GECS / ジーイクス工法 …羽 柴 俊 明	
ガードレール塗装工における機械化の紹介 …陰 山 陽 二	／66
ガードレールリフレッシュシステム (NETIS CG-30016-A) …山 根 信 誠	
亜硝酸リチウム水溶液を用いた新しい PC グラウト …鴨 谷 知 繁	／71
充てん不足部の補修工法 リパッシ工法 …青 山 敏 幸	
既設側溝のリニューアル工法 W ² R 工法 …亀 山 剛 史	／76
矢 藤 英 文	／76
◆交流の広場 社会インフラの安全・安心と維持効率の向上を…荻 原 正 樹	／81
実現する「施設モニタリングサービス」	
◆ずいそう 類似と相違を知ることから始まる…常 田 賢 一	／85
◆ずいそう 北欧旅行で感じた不思議な事柄…高 橋 英 雄	／86
◆CMI 報告 凍結防止剤散布車の耐久性向上検討 …太 田 正 志	／87
◆部会報告 コンクリート機械の変遷 (5) …機 械 部 会	／91
◆部会報告 ISO/TC 195 (建設用機械及び装置専門委員会) …標 準 部 会	／98
中国・張家界国際会議報告	
◆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	／105
◆統 計 平成 26 年度 公共事業関係予算 …機関誌編集委員会	／110
◆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	／114
行事一覧 (2014 年 5 月) …機関誌編集委員会	／115
編集後記 …(江本・藤島)	／118

平成 26 年 8 月号 (第 774 号)

表 紙 写 真

省エネルギー Hybrid グラブ浚渫船

写真提供：(株)小島組

河川・海洋・海岸・港湾 特集

協会活動のお知らせ

◆巻頭言 フィールド・ロボティクス …浦 環	／3
◆行政情報 港湾分野における技術開発 …福 永 勇 介	／4
自然インフラ砂丘等を守る「浜崖後退抑止工」 …諏 訪 義 雄	／9
サンドバックを活用した砂浜になじむ工法	
津波・高潮防災のための技術開発 …仲 保 京 一	／14
フラップゲート式可動防波堤の開発	
パラレルメカニズムと建設施工技術への応用 …五 嶋 裕 之	／19
止水部に凍結技術を利用した仮設ドライアップ工法 …宮 沢 明 良	／23
「どこでも DRY」工法	
水圧吸引式ダム堆砂対策の開発 MHS …本 多 将 人	／29
(マルチ・ホール・サクション) 排砂管工法	
環境に配慮した深層混合処理船への設備更新 …榎 本 孝	／34
省エネルギー化設備を導入した「DCM6 号船」	
省エネルギー Hybrid グラブ浚渫船 …大 松 正 文	／41
第 381 良成丸	
作業船における予知保全技術と適用事例紹介 …柴 田 勝 規	／46
福田漁港・浅羽海岸サンドバイパスシステム …渡 辺 壮 彦	／53
ジェットポンプ式サンドバイパス工法	
名古屋港ケーソン中詰材の改質施工 …常 世 田 勝 己	／58
プレミックス船工法	
海底資源開発における施工方法に関する考察 …平 林 丈 嗣	／65
◆論文 油圧ショベルの遠隔操作による作業の効率評価の …茂 木 正 晴	／71
ためのモデルタスクの提案	
◆ずいそう 上海の今 …安 部 憲 一	／80
◆ずいそう シーボルト事件の真相 …松 嶋 憲 昭	／81
◆JCMA 報告 平成 26 年度 一般社団法人日本建設機械施工協会 …機関誌編集委員会	／82
会長賞 受賞業績 (その 2)	
◆部会報告 コンクリート機械の変遷 (6) …機 械 部 会	／93
◆新工法紹介 …機関誌編集委員会	／100
◆新機種紹介 …機関誌編集委員会	／102
◆統 計 平成 26 年度 建設投資見通し …機関誌編集委員会	／107
◆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	／112
行事一覧 (2014 年 6 月) …機関誌編集委員会	／113
編集後記 …(岡田・齋藤)	／116

平成 26 年 9 月号 (第 775 号)

表 紙 写 真

雲仙普賢岳地内の砂防工事

写真提供：日鐵住金建材(株)

防災、安全・安心を確保する社会基盤整備 特集
協会活動のお知らせ

グラビア 平成 26 年 8 月豪雨 広島土砂災害への取り組み /3

◆巻頭言 集落の力：4 年目の津波被災地から見えてきたこと...谷 下 雅 義 /7

◆行政情報 産学官一体となった防災技術の海外展開 防災協働対話の推進と「日本防災プラットフォーム」の設立...小 浪 尊 宏 /9

◆行政情報 「海岸法の一部を改正する法律」の概要...山 田 拓 徳 /15

地震・津波観測監視システム構築のための海中作業技術...川 口 勝 義 /19
地震津波観測監視システム DONET

リアルタイム地震被害推定システムの開発 J-RISQ...中 村 洋 光 /25

ゲリラ豪雨検知システム 学問からの切り込みから...野 村 達 夫 /31
離れた水平思考による検知システム

東京メトロにおける水害対策の取り組み...木 暮 敏 昭 /38

On Site Visualization による安全・危険情報の...芥 川 真 一 /42
原位置可視化手法

津波から粘り強い防波堤で港を守る...岸 田 哲 哉 /48
アスファルトマットを用いた工法 田 崎 邦 毅 池 谷

φ 10.8 m のシールドが延長 1 km 以上の全断面砂礫層を...笠 井 和 俊 /54
高水圧下で掘進 東京都建設局 白子川地下調節池

高ひずみ樹脂による RC 構造物の安全性向上及び...興 石 正 己 /59
長寿命化技術 タフネスコート 井 藤 掛 一 典

空港滑走路の浸透固化処理工法による...林 健 太 郎 /65
液状化対策 福岡空港地盤改良工事 鈴 曾 定 洋 木 和 義 平

土石流・流木対策として活躍する鋼製透過型砂防堰堤...筒 井 智 照 /70
鋼製透過型砂防堰堤の機能および施工・捕捉事例紹介 大 村 佳 正

都市型水害防止に資する貯水・排水型の...中 川 武 志 豪 /77
高機能舗装工法 松 村 重 光 畑 中

◆論文 バケットに作用する掘削抵抗力を用いた...陳 見 知 敏 昭 /82
土の強度特性の推定に関する研究 里 高 橋 弘

◆交流の広場 地球観測衛星「だいち」における防災利用実証...宮 崎 景 太 /90
地球観測衛星「だいち」における防災利用実証 戸 田 謙 一

◆ずいそう 残すこと・伝えること...岡 崎 雅 好 /94

◆ずいそう ある夫婦の軌跡 一枚のサムネイルスケッチ...藤 枝 靖 規 /95

◆JCMA 報告 平成 26 年度 一般社団法人日本建設機械施工協会会長賞... /96
受賞業績 (その 3)

◆部会報告 コンクリート機械の変遷 (7)...機 械 部 会 /101

◆部会報告 IHI 横浜事業所 見学会...建 設 業 部 会 /113

◆新工法紹介...機関誌編集委員会 /115

◆新機種紹介...機関誌編集委員会 /117

◆統 計 建設企業の海外展開...機関誌編集委員会 /119

◆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 /124

行事一覧 (2014 年 7 月)... /125

編集後記... (藤内・川西) /128

平成 26 年 10 月号 (第 776 号)

表 紙 写 真

朝日に映える日本最大 82 MW のメガソーラー

写真提供：日本国土開発(株)

地球温暖化対策、環境対策・環境対策工 特集
協会活動のお知らせ

◆巻頭言 地域社会をデザインするには...中 田 俊 彦 /3

◆行政情報 オフロード法 (排出ガス規制) 及び 2014 年改正...大 槻 崇 /4

◆行政情報 建設リサイクル推進施策検討小委員会...土 肥 学 /10
「建設リサイクル推進に係る方策」のとりまとめ

再生可能エネルギーの現状と、...小 島 四 朗 /16
電力のベストミックス想定 村 友 上 延 弘 輝

既設ダムを活用した維持流量発電プロジェクト...森 下 和 輝 /25
新申原水力発電所・阿多岐水力発電所建設プロジェクト

再生可能エネルギー最大の...丸 井 清 猛 /29
大分ソーラーパワーの急速施工

高効率型の地中熱利用システム...三小田 憲 司 /37
分岐管方式の地中熱交換器

バイオディーゼル燃料 100% (B100) の工事車両への...一 柳 成 幸 /42
適用 建設工事における CO₂ 排出量削減活動 東 林 間 敬 造 林 敬 造 林 敬 造

カーボンゼロモデル...小 野 朝 浩 /48
林業機械を対象としたカーボン・オフセットプログラム 飯 田 泰 介 朝 浩 泰 介

Tier4 Final 排出ガス規制対応エンジンの開発...太 田 隆 弘 /53
Tier4 Final 排出ガス規制対応エンジンの開発 加 長 藤 坂 昇 平

2 ピース構造新型油圧ブレーカ 高出力・高耐久・低騒音...長 野 新 介 /60
を実現した新シリーズブレーカ Fxj シリーズ 塩 田 敦 敦

工事濁水の高度化処理技術 回転フィルター...山 本 本 達 生 /65
ろ過方式の紹介 AQUA-FILTER SYSTEM 藤 清 本 水 祐 祐 樹 樹

層状複水酸化物を用いたシールド濁水処理...大 野 睦 浩 /70
技術の実績

都市土木現場における防振対策...飯 島 陽 介 /74

◆交流の広場 乗用車用内燃機関における産学官連携研究の推進...石 井 孝 裕 /80

◆ずいそう 全日本学生フォーミュラ大会...菊 池 篤 徳 /84

◆ずいそう 里山に憩う...岩 本 忠 和 /85

◆CMI 報告 降灰用歩道清掃車の性能改善技術の研究開発...佐 野 昌 伴 /86
降灰用歩道清掃車の性能改善技術の研究開発 武 田 芳 治

◆CMI 報告 「復興道路」工事への情報化施工技術活用の...柴 藤 勝 也 /90
有効性 藤 島 崇

◆部会報告 ISO/TC 127 (土工機械) 2014 年 6 月 フランス国パリ市での... /94
国際作業グループ等の会議報告 ISO/TC 127/SC 1/WG 5 (ISO 5006 視界性) 国際作業グループ会議 ISO Off road TC Coordination Meeting (路外機械専門委員会協議会議) 報告 ISO/TC 127/SC 2/WG 14 (ISO 13031 クイックカブラ安全性) 国際作業グループ会議

◆部会報告 ISO/TC 127/SC 2/WG 22 (ISO 17757 Earth-moving machinery—Autonomous Machine Safety 土工機械—自律式機械安全) 2014 年 6 月電子会議報告... /99

◆新工法紹介...機関誌編集委員会 /101

◆新機種紹介...機関誌編集委員会 /102

◆統 計 平成 26 年度主要建設資材需要見通し...機関誌編集委員会 /108

◆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 /112

行事一覧 (2014 年 8 月)... /113

編集後記... (赤神・太田) /116

超長尺大口径鋼管先受け工法を用いたトンネル施工

写真提供：西松建設㈱

トンネル 特集

協会活動のお知らせ

- ◆巻頭言 今トンネル技術に求められているもの…今 田 徹 /3
- 超長尺大口径鋼管先受け工法を用いた地すべり区間の
トンネル安定化対策工 LL-Fp 工法の開発と適用 …山 下 雅 之 /4
諏 塚 田 純 一
- 先行天端沈下計測システムの開発と適用 …木 梨 秀 雄 /9
切羽前方地山の不安定化を常時監視 …木 野 村 幸 亮 治
- トンネル点検に対する弾性波法非破壊検査技術 …歌 北 川 紀 之 /14
打音法、音響探査法の紹介 …杉 本 恒 美
- 長大トンネルにおける可燃性ガス対策 …生 悦 住 賢 吾 /19
東九州道 猪八重トンネル南新設工事 …松 尾 昭 彦
- 小断面トンネルでの長孔発破による急速施工 …花 田 則 昭 /25
東京大学 (宇宙線) 大型低温重力波望遠鏡施設 …川 野 広 道
- トンネル工事における安全の見える化技術の適用 …山 田 浩 幸 /32
マンションと高速道路の狭間での超近接メガトンネルの施工
- 豊実発電所改修工事における放水路トンネルの施工 …工 藤 敏 邦 /36
既設放水路トンネル直下に扁平大断面の新設トンネルを構築 …多 田 誠
- 電磁波探査を活用した湧水対策区間の施工 …近 藤 進 美 /43
佐 藤 水 和 子 郎
- トンネル構内での長距離無線 LAN 装置 …中 島 健三郎 /47
- コンパクトなウレタン注入機でトンネル補修 …アキレス Tn-p 工法 (発泡ウレタン裏込注入工法) の紹介 …田 中 弘 栄 /51
- ◆ずいそう 人を見たら神様と思え …京 免 継 彦 /57
- ◆ずいそう 「朱鷺の島」佐渡での生活 …昆 正 広 /58
- ◆ずいそう のと鉄道能登線玄宗トンネルが日本酒の …徳 力 暁 /59
熟成蔵として復活
- ◆部会報告 除雪機械の変遷 (その 1) …機 械 部 会 /60
除雪機械の概要及びロータリ除雪車 (1)
- ◆部会報告 情報化施工委員会 …田 中 一 博 /68
復興支援ワーキンググループ 活動報告
- ◆部会報告 (株)小松製作所 栗津工場見学会…機 械 部 会 /72
- ◆部会報告 ISO/TC 127 (土工機械) 総会及び各分科委員会 (SC 1 ~ SC 4) 及び議長諮問グループ (CAG) …標 準 部 会 /74
並びに SC 3/WG 12 国際作業グループブロンネビー (スウェーデン) 国際会議出席報告
- ◆部会報告 ISO/TC 127 (土工機械) 2014 年 6 月 スウェーデン王国 …標 準 部 会 /92
ストックホルム市での国際作業グループの会議報告 ISO/ TC 127/SC 2/WG 24 (ISO 19014 制御システムの安全) 会議 ISO/TC 127/SC 3/WG 9 (ISO 14490 規格群 電機駆動式 機械並びに関連構成部品及び装置の電気安全) 会議
- ◆新工法紹介 …機関誌編集委員会 /96
- ◆新機種紹介 …機関誌編集委員会 /98
- ◆統 計 主要建設資材価格の動向 …機関誌編集委員会 /103
- ◆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 /106
- 行事一覧 (2014 年 9 月) …機関誌編集委員会 /107
- 編集後記 …(京 免・赤 井) /110

鶴田ダム再開発事業での浮体式仮締切工法

写真提供：鹿島建設㈱

最先端の高度な土木技術・建設技術の開発と実用化 特集

協会活動のお知らせ

- ◆巻頭言 建設技術の開発と日本のインフラ…嘉 納 成 男 /3
- ◆行政情報 公共工事等における新技術活用システム …林 利 行 /5
(NETIS) の改訂
- ◆行政情報 新技術活用システム (NETIS) の活用状況 …鹿 毛 英 樹 /11
- ◆行政情報 土木研究所における最近の研究活動 …大 住 道 生 /14
- ◆行政情報 最近の建築研究所における研究開発の取組と成果 …北 田 透 /18
- 二重回転カッター方式による
大口径シールドの高速掘進技術の開発 …安 光 立 也 /22
- ダム再開発工事における上流仮締切工の …川 元 壊 二 /30
大幅効率化を実現 浮体式仮締切工法 …滝 宮 本 紀 夫 修
- 鉄道建設分野における技術開発と実用化 …清 水 満 /35
- 自動車走行燃費の改善に向けた …石 垣 勉 史 /41
アスファルト舗装技術の開発 …川 上 篤 和 久 保
- 高波から国土を守る新型離岸堤
斜面スリット型透過式ケーソン S-VHS 工法 …奥 田 一 弘 /46
土 岡 真 樹
- 時速 50 km でトンネル空洞探査
高速走行型非接触レーダーによるトンネル覆工巻厚 …安 田 亨 樹 /51
空洞探査を実現: MIMMR (ミーム・アール) …山 本 秀 隆 北 澤 一
- ビルをぶら下げる「塔頂免震構造」の開発 …中 村 豊 /57
- 水の凍結膨張圧を利用した
「コンクリート構造物破壊技術」 …三 輪 明 広 /62
小 植 椋 木 和 幸
- 災害応急復旧用無線遠隔操縦ロボットの開発
拮抗駆動式ゴム人工筋肉による …豊 田 晃 央 /67
パラレルリンク型ロボットの有効性
- 荒掘削から整地まで自動アシスト制御する …中 川 智 裕 /72
ICT 油圧ショベル PC200i-10/PC200LCi-10 …新 谷 了 丁
- 電動遠隔解体機 DXR シリーズ …坂 口 敬 一 /77
- ◆交流の広場 タッチとジェスチャで作業現場を支援する …境 克 司 /81
グローブ型ウェアラブルデバイスの開発
- ◆ずいそう 百行は一信に如かず …鶴 岡 松 生 /85
- ◆ずいそう プロの苦しみとアマの楽しみ …富 田 茂 /86
—技術開発現場における規制と進化—
- ◆CMI 報告 劣化した透光性遮音壁の機能回復技術 …榎 園 正 義 /87
谷 倉 泉
- ◆部会報告 除雪機械の変遷 (その 2) …機 械 部 会 /92
ロータリ除雪車 (2)
- ◆新工法紹介 …機関誌編集委員会 /100
- ◆新機種紹介 …機関誌編集委員会 /101
- ◆統 計 平成 26 年 建設業の業況 …機関誌編集委員会 /102
- ◆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 /109
- 行事一覧 (2014 年 10 月) …機関誌編集委員会 /110
- 編集後記 …(篠 原・相 田) /114

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 リンサー 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
ボーバ 防爆形無線機

- ◆ 業界随一のフルラインの品揃えとオーダー対応制度で多様なニーズに対応！
- ◆ 常に！業界一のコストパフォーマンス！
- ◆ 迅速なメンテナンス体制！
- ◆ 未来を見据えた過去の実績を見て下さい！
代々互換性を継承、補修の永続制

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・特殊
スイッチ装着可能

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

自社開発 高耐久性
2段階押しスイッチを
装着可能

モデルチェンジ！
内部設計を一新

全ての
互換を優先
しました

優れた
耐塵・防雨性能
送信機はIP65相当

パネルゴム突起で
操作クリック感が
向上

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
15万円
(税別価格)

12操作標準型
RC-5812N

●12操作12リレー
●照明出力リレーの
保持を標準採用

セットで
17万円
(税別価格)

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

セットで
17万円
(税別価格)

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
20万円
(税別価格)

防爆形 対応可能 (N/Uシリーズ)

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

2段階押し・特殊
スイッチ装着可能

標準型
RC-8616N

●16操作16リレー
最大32リレーまで
対応可能

セットで
22万円
(税別価格)

モデルチェンジ！
内部設計を一新!!
全ての互換を優先しました。

N/U/Gシリーズ

堅牢なボディ
耐衝撃性が向上

優れた
耐塵・防雨性能
送信機はIP65相当

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

自社開発 高耐久性
2段階押しスイッチを
装着可能

裏面
スイッチ

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

3ノッチジョイスティック型
RC-7132N

セットで
90万円
(税別価格)

全押しボタン
RC-7126N

セットで
45万円
(税別価格)

防爆形 対応可能 (Nシリーズのみ)

ジョイスティック
2本装着オーダー例

●操作信号数 最大32点
(またはプロボ最大6項目と入力信号26点以下)

旧アンリツ製 デジタルテレコン 入替専用モデル

3ノッチ
ジョイスティック型
RC-7233UAN

新型ジョイスティック

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
12万円
(税別価格)

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

アルカリ乾電池なら
連続使用60時間以上

高い防水性能
送信機はIP65

ボタン部の突起
ボタン間の仕切 一体型の
シリコンカバーで
操作性が向上

トコト機能を絞って
コストダウン

高防水性能
送信機はIP65

コンパクトという選択肢!!

トコト機能を絞って
コストダウン

高防水性能
送信機はIP65

ボタン部の突起
ボタン間の仕切 一体型の
シリコンカバーで
操作性が向上

トコト機能を絞って
コストダウン

高防水性能
送信機はIP65

ケーブルレスミニ

N/Rシリーズ

微弱電波・ラジコンバンド
両モデル対応

●3操作3リレー
最大5リレーまで対応可能

●2段階押し・特殊
スイッチ追加可能! (オプション)

セットで
10万円
(税別価格)

ポケットサイズの本格派!

標準型
RC-4303N/R

●2段階押し・特殊
スイッチ追加可能! (オプション)

セットで
10万円
(税別価格)

リリンサー 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

●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

価格もサイズも
ハンディー並み!

軽量コンパクト
ショルダータイプ

セットで
22万円
(税別価格)

軽量コンパクト
ショルダータイプ

セットで
22万円
(税別価格)

データケーブルレス

N/R/U/G
シリーズ

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

●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 20.5万円 (税別価格)
TC-1308N(微弱電波) 22万円 (税別価格)

工次第で用途は無限!

送信機
(外部接続入力型)

7100型

6300型

5700型

3200型

受信機

写真は
Uシリーズ

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

標準型
RC-9300U

●多機能多操作
(比例制御対応可)

金属シャーシの
多操作・特注仕様専用機!!

全押しボタン
装着タイプ

セットで
95万円
(税別価格)

無線変速ジョイスティック
2本装着例

無線式火薬庫警報装置

発破番 ES-2000R

標準付属品付
セットで
40万円
(税別価格)

音声

音声

ER-2000R(受信機) ET-2000R(送信機)

2km~(6km)

火薬庫

音声

音声

音声

音声

●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

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



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/



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/>



吸塵式乾式カッター
MCD-RY14



低騒音型

プレートコンパクター
MVC-F40S
NETIS No.TH-100006



低騒音型

バイブレーションローラー
MRH-601DS
低騒音指定番号5097

未来へ伸びる、三笠の技術。



転圧センサー

バイブロコンパクター
MVH-308DSC-PAS
NETIS No.TH-120015



防音型

タンピングランマー
MT-55L-SGK
NETIS No.TH-100005



高周波バイブレーター
FX-40/FU-162

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: 090-4066-0661

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: 080-1013-9374

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

木質粉碎の処理機械・廃棄物の高速選別機械は マルマにおまかせください。

粉碎機械

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碎
- ◎チップ飛散極小

木材・巨根の粉碎

自走式大型木質系粉碎処理機（タブグラインダー）



長材・家屋廃材の粉碎

横投入式木質系粉碎処理機（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>

ダム工事用コンクリート運搬テルハ(クライミング機能付)

重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

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



吉永機械株式会社

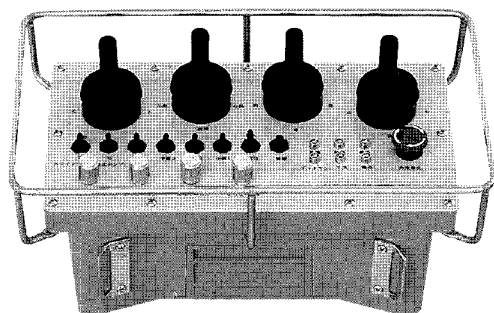
〒130-0021 東京都墨田区緑4-4-3 TEL. 03-3634-5651
URL <http://www.yoshinaga.co.jp>



建設機械用
無線操作装置

ダイワテレコン

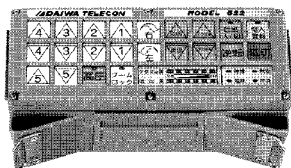
あらゆる仕様に対応
指令機操作面はレイアウトフリー



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

Denyo



NETIS登録製品活用で 貴社の公共工事受注を有利に!

NETIS登録発電機は、圧倒的な発電性能と耐久性を誇るデンヨーで。



NETIS登録製品の活用で工事成績評価の
加点対象になります。



環境保護ベース一体型発電機

DCA-B シリーズ<10.5kVA~220kVA>

■大容量燃料タンクで一度の
給油で最大約3日間運転可能!



極超低騒音型

■万一のオイル漏れ発生時でも
外部流出を防止します。



登録番号:KT-100042-V

有用な新技術のうち「設計比較対象技術」
に指定されました。



DCA-45USKB3

発電出力(50/60Hz):37/45kVA



DCA-100LSIB

発電出力(50/60Hz):80/100kVA

●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)1182
ホームページ: <http://www.denyo.co.jp/>

札幌営業所 011(862)1221
東北営業所 022(254)7311
信越営業所 025(268)0791
北関東営業所 027(360)4570
東京営業所 03(6861)1122

横浜営業所 045(774)0321
静岡営業所 054(261)3259
名古屋営業所 052(856)7222
金沢営業所 076(269)1231
大阪営業所 06(6448)7131

広島営業所 082(278)3350
高松営業所 087(874)3301
九州営業所 092(935)0700

ミニベンチ工法 両用型 ショートベンチ工法

RH-10J-SS 強力型ブームヘッダー



主な特長

- カッター出力は330kWで、強力な切削力を発揮し、軟岩から硬岩まで幅広い地質に対応。
- 機体寸法は、高さ3.9m×幅4.2m×長さ16.5m（ケーブルハンガーを除く）
- 定位置最大切削範囲は、高さ8.75m×幅9.5m
- 高圧水ジェット噴射で粉塵抑制とピック消費量低減。
- 接地圧が低く、軟弱地盤にも対応。

KYB カヤバ システム マシナリー株式会社

KAYABA SYSTEM MACHINERY CO., LTD

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

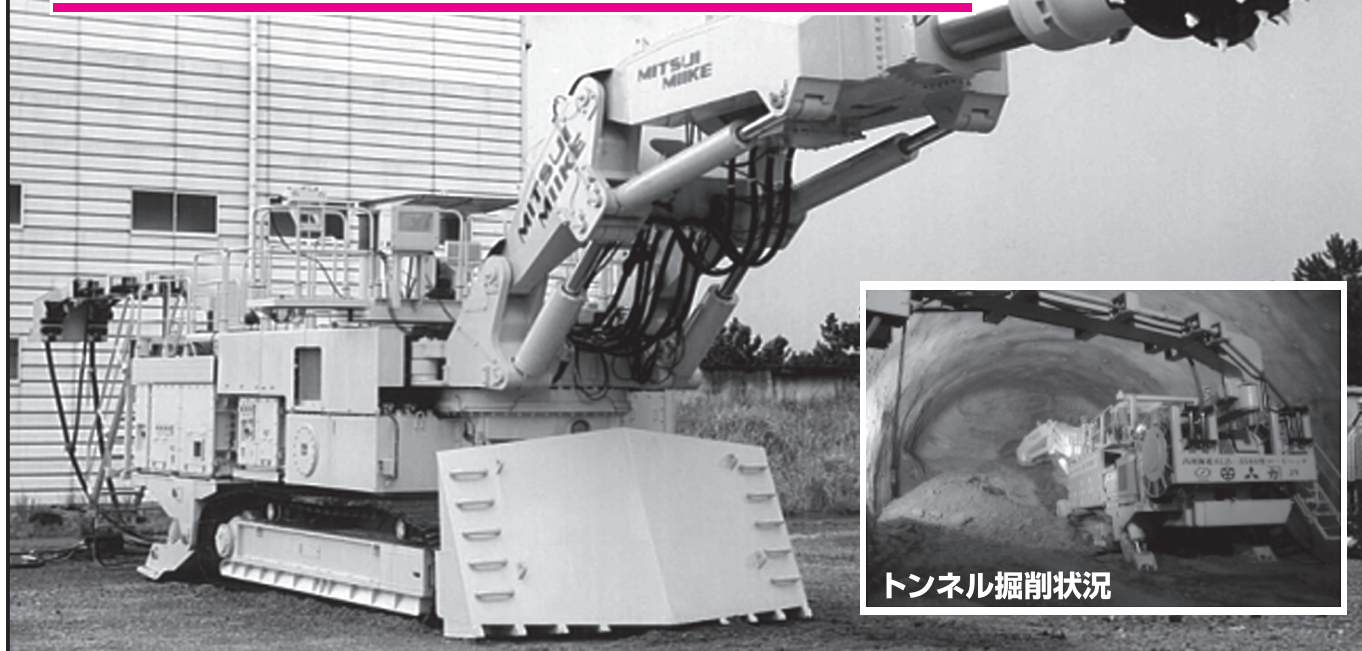
本 社 ・ 営 業
カスタマーサービス相模事業所
大 阪 支 店
西 部 支 店
三 重 工 場

〒105-0012 東京都港区芝大門2丁目5番5号 住友不動産芝大門ビル
〒252-0328 神奈川県相模原市南区麻溝台1丁目12番1号
〒564-0063 大阪府吹田市江坂町1丁目23番20号 TEK第二ビル
〒812-0016 福岡県福岡市博多区博多駅南1丁目7番14号 ボイス博多
〒514-0396 三重県津市雲出長常町1129番地11

TEL. 03-5733-9444
TEL. 042-767-2586
TEL. 06-6387-3371
TEL. 092-411-4998
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



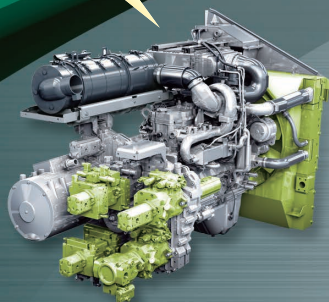
VÖGELE

VÖGELE Dash 3

フェーゲル ダッシュ



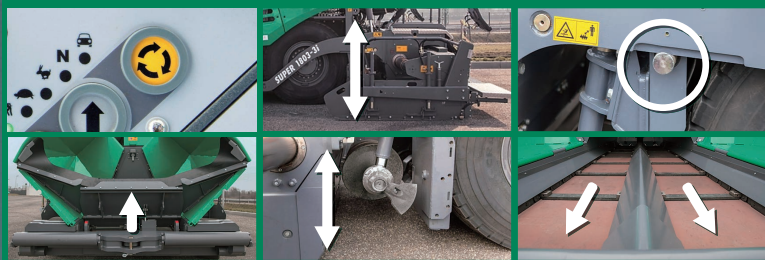
燃費低減エコプラス
パッケージ



新型エルゴプラス 3
カラーディスプレイコンソール



オートセット ワンタッチセッティング



www.wirtgen.co.jp



WIRTGEN JAPAN

ヴィルトゲン・ジャパン株式会社

東京都千代田区神田神保町 2-20-6
TEL : 03-5276-5201 FAX : 03-5276-5202
✉ mail@wirtgen.co.jp

排出ガス 2011 年
基準 少数生産車



超低騒音型
建設機械



雑誌 03435-12



4910034351244
00800

「建設機械施工」

定価 本体 八〇〇 円 (税別)