

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 11

Vol.66 No.11 November 2014(通巻777号)

特集 トンネル



超長尺大口径鋼管先受け工法を用いたトンネル施工

巻頭言 今トンネル技術に求められているもの

技術報文

- 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
- 先行天端沈下計測システムの開発と適用
- 長大トンネルにおける可燃性ガス対策
- トンネル工事における安全の見える化技術の適用
- 電磁波探査を活用した湧水対策区間の施工 他

部会報告

- 除雪機の変遷(その1) 除雪機概要及びロータリ除雪車(1)
- 情報化施工委員会 復興支援ワーキンググループ活動報告

統計

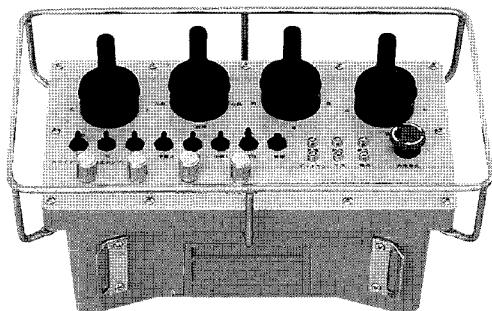
主要建設資材価格の動向

一般社団法人 日本建設機械施工協会

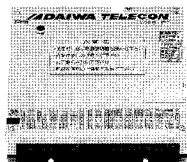
建設機械用
無線操作装置

ダイワテレコン

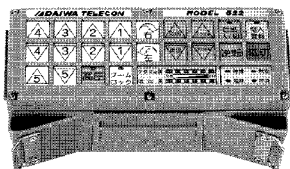
あらゆる仕様に対応
指令機操作面はレイアウトフリー



ダイワテレコン 572 ※製作例 比例制御4本レバー仕様



受令機



ダイワテレコン 522

《新電波法技術基準適合品》

- スイッチ・ジョイスティック・その他、混在装備で最大操作数驚異の**96CH**。
- コンパクトな指令機に業界最大**36**個の押しボタンスイッチ装着可能。
- 受令機の出力はオープンコレクタ（標準）リレー・電圧（比例制御）又は油圧バルブ用出力仕様も可能。
- 充電は急速充電方式（一△V検出+オーバータイムタイマー付き）
- その他、特注品もお受けいたします。お気軽にご相談ください。

DAIWA TELECON

大和機工株式会社

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

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>

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. 技術的効果
- d. 経済的効果
- 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思います。

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

主な内容

1	2	3	4	5	6	7	8	9
情報化施工のあらまし	情報化施工技術の種類	情報化施工の適用工種	情報化施工の運用手順	建設機械・測量機器リスト	情報化施工データ	情報化施工の導入効果	導入事例	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



Windows版

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

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

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

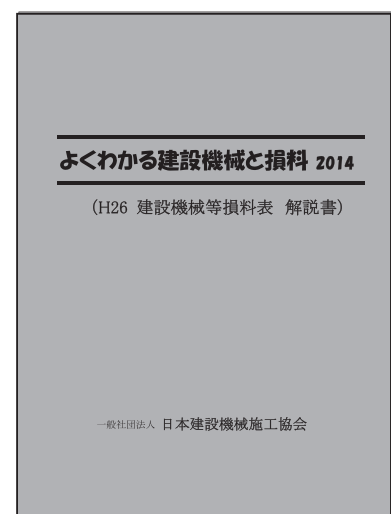
★H26損料表の主な改正・変更点を一覧表にして紹介

★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。

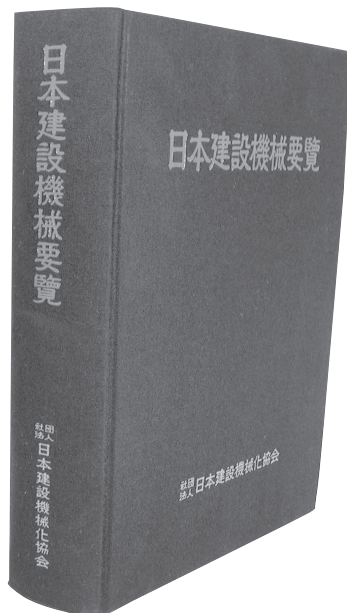


2013年版 日本建設機械要覧

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

◆ 購入申込書 ◆

一般社団法人 日本建設機械施工協会 行

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

上記図書を申込み致します。平成 年 月 日

官 公 庁 名 会 社 名			
所 属			
担当者氏名	TEL		
	FAX		
住 所	〒		
送 金 方 法	銀行振込 ・ 現金書留 ・ その他 ()		
必 要 事 項	見積書 () 通 ・ 請求書 () 通 ・ 納品書 () 通 () 単価に送料を含む、() 単価と送料を2段書きにする(該当に○) お願い：指定用紙がある場合は、申込書と共に送付下さい		

◆ 申込方法 ◆

①官公庁：FAX（本部、支部共）

②民 間：（本部へ申込）FAX

（支部へ申込）現金書留のみ（但し会員はFAX申込可）

※北海道支部はFAXのみ

※沖縄の方は本部へ申込

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

[お問合せ及びお申込先]

本 部	〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館	TEL 03 (3433) 1501 FAX 03 (3432) 0289
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8 さっけんビル	TEL 011 (231) 4428 FAX 011 (231) 6630
東 北 支 部	〒980-0802 仙台市青葉区二日町16-1 二日町東急ビル	TEL 022 (222) 3915 FAX 022 (222) 3583
北 陸 支 部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 興和ビル	TEL 025 (280) 0128 FAX 025 (280) 0134
中 部 支 部	〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-17-10 三愛ビル	TEL 052 (962) 2394 FAX 052 (962) 2478
関 西 支 部	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4 谷町スリースリースビル	TEL 06 (6941) 8845 FAX 06 (6941) 1378
中 国 支 部	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22 築地ビル	TEL 082 (221) 6841 FAX 082 (221) 6831
四 国 支 部	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22 建設クリエイトビル	TEL 087 (821) 8074 FAX 087 (822) 3798
九 州 支 部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-4-30 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

増刷出来 !!

建設施工における地球温暖化対策の手引き

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

◇主な内容

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

◇掲載工種

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

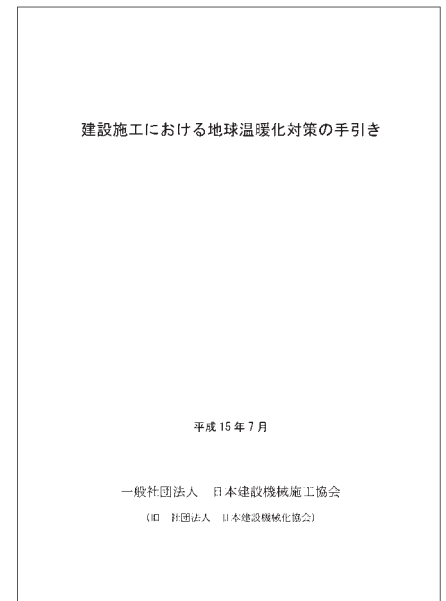
◇体裁・定価

A4判、85頁

価格 一般価格 1,620円（本体1,500円）

会員価格 1,512円（本体1,400円）

送料は一般、会員とも400円



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

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

◇主な内容

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

◇体裁・定価

B5判、50頁

価格 一般価格・会員価格共 540円（本体500円）、送料250円



◆ 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。

一般社団法人日本建設機械施工協会 発行図書一覧表（平成 26 年 11 月現在） 消費税 8%

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	H24 年 5 月	大口径岩盤削孔工法の積算 平成 24 年度版	6,048	5,142	500
10	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
11	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャの変遷	3,240		400
12	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャの変遷【CD】	3,240		250
13	H22 年 7 月	情報化施工の実務	2,160	1,851	400
14	H21 年 11 月	情報化施工ガイドブック 2009	2,376	2,160	400
15	H21 年 9 月	道路除雪オペレータの手引	3,085	2,057	500
16	H20 年 6 月	写真でたどる建設機械 200 年	3,024	2,560	500
17	H19 年 12 月	除雪機械技術ハンドブック	3,086		500
18	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
19	H17 年 9 月	建設機械ポケットブック（除雪機械編）	1,029		250
20	H16 年 12 月	2005「除雪・防雪ハンドブック」（除雪編）	5,142		600
21	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
22	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
23	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
24	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
25	H15 年 6 月	地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル	540		250
26	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
27	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
28	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
29	H11 年 5 月	建設機械化の 50 年	4,320		500
30	H11 年 4 月	建設機械図鑑	2,700		400
31	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
32	H9 年 5 月	建設機械用語集	2,160	1,944	400
33	H6 年 4 月	建設作業振動対策マニュアル	6,172	5,554	500
34	H6 年 8 月	ジオスペースの開発と建設機械	8,229	7,714	500
35	H3 年 4 月	最近の軟弱地盤工法と施工例	10,079	9,565	600
36	S 63 年 3 月	新編 防雪工学ハンドブック【POD 版】	10,800	9,720	500
37	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
38		建設機械履歴簿	411		250
39	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.11 November 2014(通巻 777 号)

目 次

トンネル 特集

3	巻頭言 今トンネル技術に求められているもの	今田 徹
4	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・諏訪 至・塚田 純一
9	先行天端沈下計測システムの開発と適用 切羽前方地山の不安定化を常時監視	木梨 秀雄・木野村有亮・辻村 幸治
14	トンネル点検に対する弾性波法非破壊検査技術 打音法, 音響探査法の紹介	歌川 紀之・北川 真也・杉本 恒美
19	長大トンネルにおける可燃性ガス対策 東九州道 猪八重トンネル南新設工事	生悦住賢吾・松尾 昭彦
25	小断面トンネルでの長孔発破による急速施工 東京大学(宇宙線)大型低温重力波望遠鏡施設(掘削その他)工事	花田 則昭・川野 広道
32	トンネル工事における安全の見える化技術の適用 マンションと高速道路の狭間での超近接メガネトンネルの施工	山田 浩幸
36	豊実発電所改修工事における放水路トンネルの施工 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	工藤 敏邦・多田 誠
43	電磁波探査を活用した湧水対策区間の施工	近藤 進・佐藤美和子・清水 吾郎
47	トンネル構内での長距離無線 LAN 装置	中島健三郎
51	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
57	ずいそう 人を見たら神様と思え	京免 継彦
58	ずいそう 「朱鷺の島」佐渡での生活	昆 正広
59	ずいそう のと鉄道能登線宗玄トンネルが日本酒の熟成蔵として復活	徳力 暁
60	部会報告 除雪機械の変遷(その1) 除雪機械の概要及びロータリ除雪車(1)	機械部会
68	部会報告 情報化施工委員会 復興支援ワーキンググループ 活動報告	田中 一博
72	部会報告 (株)小松製作所 栗津工場見学会	機械部会
74	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)並びに SC 3/WG 12 国際作業グループロンネビー(スウェーデン)国際会議出席報告	標準部会
92	部会報告 ISO/TC 127(土工機械)2014年6月 スウェーデン王国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	標準部会
96	新工法紹介	機関誌編集委員会
98	新機種紹介	機関誌編集委員会
103	統計 主要建設資材価格の動向	機関誌編集委員会
106	統計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移	機関誌編集委員会
107	行事一覧(2014年9月)	
110	編集後記	(京免・赤井)

◇表紙写真説明◇

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(株)

山岳トンネルの汎用掘削機械であるドリルジャンボで
φ 139.8 mm の大口径鋼管を 40 m 打設する超長尺大口

径鋼管先受け工法を開発し、地すべり跡地に位置するトンネル坑口部の安定化対策として実現場に適用した。

従来の長尺先受け工法(φ 114.3 mm, 延長 12 m)や、専用削孔機を利用し大口径鋼管を打設するパイプルーフ工法に比較して、施工効率の低下を抑制し、低コスト・工期短縮が期待できる。

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 月下旬～12 月上旬
詳細問い合わせ先:
一般社団法人日本建設機械施工協会
試験部

TEL: 03-3433-1575

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

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 月中旬

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

今トンネル技術に
求められているもの

今 田 徹



技術は常に役に立つもの、性能の高いもの、経済的なものを求めて、新しい製品を誕生させ、改良を重ね高性能かつ経済的なものとしてきた。一般の工業製品の場合は消費者の選択によって厳格な淘汰が行われ、敗者は消えていくことになる。通常の商品の場合は、提供者と使用者あるいは管理者は全く別で、また、消費のサイクルが短く、意識しないでも淘汰の過程は厳格に働く。船や飛行機でも耐用年数があり、退役して更新される。

しかし、社会基盤施設は工業的な技術によって造られる物ではあるが、特定の耐用年数があるわけではなく、多くは使い続けることが期待されている。また、計画者と管理者が同じであることが多く、淘汰のメカニズムが働きにくい。この点で社会基盤施設としての製品は一般の工業製品とは性格が根本的に異なる。構造物が一旦完成すれば、改善の余地は少なく、維持管理しながら使い続けなければならない。橋梁上部工であれば更新ということも考えられようが、トンネルは地山そのものが構造物であるから更新は考えにくい。掘り直しせざるを得ない。

今まで、トンネル技術は、より困難な地山に対応すること、大断面トンネルの建設を可能にすること、経済的に、安全に建設すること、環境に与える影響を極力小さくすることを目指して技術開発の努力が重ねられてきた。これらの努力の多くはトンネルを建設するプロセスに係わるものである。困難な地山を克服することに闘志を燃やしても、製品としてのトンネルを明確に意識して技術的に努力することには十分でなかった面があるとはいえないだろうか。では、製品としての良いトンネルあるいは淘汰に耐えうるトンネルとは何か？ トンネルは用途によって要求される仕様は異なるわけであるから用途ごとに考えなければならない問題ではあるが、良いトンネルとは本体構造が十分な耐久性を有し、管理しやすいものになっているということが基本である。

通常、構造物を造る場合は、材料の性質、荷重や環境条件など構造物への作用が明らかになっていることが必要である。しかし、トンネルでは自然である地山が相手であることから、これらの条件を十分に把握することができないまま建設を進めなければならない。

近年は観察や計測によって情報の不足を補う方法が用いられるようになったが、これで得られるのは施工中の短期の情報に過ぎない。多くの情報を得ることができるが十分ではない。長期的な地山特性の変化や水の条件に係わる変化は把握できない。

従って、十分な耐久性を有するようにするためには、過去の経験や実績を大事にして必要な対策を講じていかなければならない。例えば、インバートは安定性に大きな影響を与えることが知られている。計測によって安定が得られていれば、付けない方向に傾きがちである。しかし、覆工は閉合が原則であり、閉合しないならば、何故しなくても良いのかを考えるようにする必要がある。過去の経験に照らして判断していくことが求められる。技術者は常に経済性に配慮して計画を進めるが、合理性と経済性とは必ずしも一致しない。断面を閉合すれば費用は掛かるが、構造的な合理性は格段に増す。

特に未知な条件が多いトンネルでは、未知な条件に謙虚に対応する必要がある。技術的な限界を考慮して余裕を持たせることが必要である。余裕とは構造的、強度的な余裕もあるが断面に余裕を持たせることなども考えておく必要があろう。空間的な余裕があれば建築限界などを侵すことなく必要な対策を施すことが出来る。余裕という言葉を用いると贅沢をするような印象を与えかねないが、技術の限界に対する必要な安全率である。

最近、覆工コンクリートのできばえを気にするようになったが、品質の良いコンクリートとすることは当然として、トンネルが持つ条件の不確定性を十分に認識して、より本質的な構造安定性、使いやすさ、管理のしやすさを追求する必要がある。トンネルは淘汰のメカニズムが働きにくい社会基盤施設であり、かつ技術的な判断の幅が大きい構造である。従って、トンネル技術者は、長期的な視野のもとにトンネルを製品として意識的にとらえ、淘汰のメカニズムが働いても残るものを造るようにしなければならない。そのことが安全性や耐久性の向上に最も重要であると考えられる。

特集>>> トンネル

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・諏訪 至・塚田 純一

山岳トンネルの汎用掘削機械であるドリルジャンボで $\phi 139.8\text{ mm}$ の大口径鋼管を長区間打設する超長尺大口径鋼管先受け工法「LL-Fp 工法 (Long distance and Large caliber Forepiling method)」(以下、本工法)を開発し、地すべり跡地に位置する坑口部のトンネル安定化対策工として実現場に適用した。本工法は、切羽前方のトンネルアーチ部へ大口径鋼管を超長尺打設し、さらに鋼管から地山へ薬液を注入することで、掘削時のトンネルの変形抑制・切羽安定を図る補助工法の一つである。本報告では、本工法の概要について述べるとともに、実現場への適用事例を紹介する。

キーワード：山岳トンネル、補助工法、長尺鋼管先受け工法、大口径鋼管、ドリルジャンボ

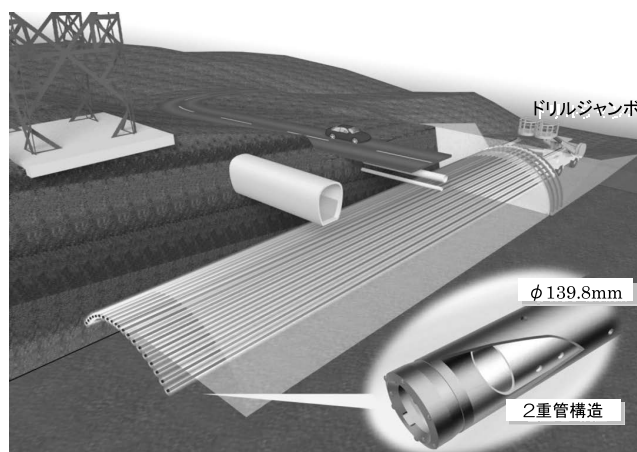
1. はじめに

山岳トンネルにおいて、掘削時のトンネル変形・沈下抑制を目的としたトンネル安定化対策工の一つに長尺鋼管先受け工法 (AGF 工法) がある。AGF 工法は、削岩機が搭載された施工機械のドリルジャンボで $L = 12.5\text{ m}$ の鋼管 ($\phi 114.3\text{ mm}$) を複数シフト打設するのが一般的であるが、更なる変形・沈下抑制、加えて工期・工費縮減を目指し、1 シフトが 20 m を超える超長尺鋼管打設の実施事例も増えている。超長尺鋼管先受け工法の適用検討にあたり、さらに要求条件の厳しい地山の変形・沈下抑制対策が必要な場合には、剛性のより高い大口径鋼管 (たとえば $\phi 139.8\text{ mm}$) を打設するパイプルーフ工法等の特殊工法が採用される。しかし、特殊工法を実施するためには専用の削孔機械や作業員を別途準備する必要があるため、施工効率の低下やコスト増加に加えて工程の長期化は避けられない。

このような背景から、AGF 工法と同様にドリルジャンボを使用して大口径鋼管を簡便かつ迅速に超長尺打設する手法を開発した¹⁾。本稿では、開発工法の概要を紹介するとともに、実施工への初適用となった地すべり区間に対する補助工法としての施工事例を紹介する。

2. 本工法の概要および特徴

本工法は、ドリルジャンボを使用した大口径鋼管 (ϕ

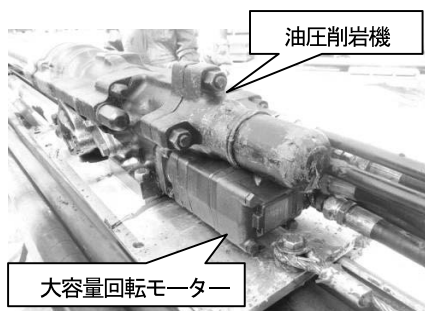


図—1 工法のイメージ図

139.8 mm) の超長尺打設および鋼管からの地山注入により、高い沈下抑制・切羽安定効果を発揮するものであり (図—1)、専用の削孔機を使用する従来工法と比較して低コスト・工期短縮が期待される。以下に本工法の特徴を示す。

(1) 削岩機的能力向上

ドリルジャンボに標準装備されている削岩機を使用して大口径かつ長尺の削孔を実施するにあたり、回転トルク不足が懸念された。そこで、本工法では標準装備されている回転モーターの3倍程度の容量を有する大容量回転モーターを導入するとともに油圧回路も改良し、最大回転トルクを標準型の4.5倍程度 ($1,000\text{ N}\cdot\text{m}$ 以上) にまで増加させた (写真—1)。



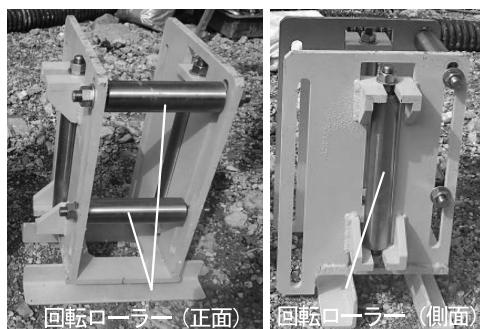
写真一 大容量回転モーター

(2) 専用ビットの開発

ドリルジャンボによる大口径鋼管打設が可能な専用のロストリングビット（ $\phi 147$ mm）およびインナービット（ $\phi 85$ mm）を新たに製作した。

(3) 鋼管打設精度の向上

油圧削岩機を用いた鋼管打設では、削孔中に打設鋼管の方向制御を行うことは非常に困難である。本工法では、写真一2に示すような特殊鋼管受け治具を使用して大口径鋼管を所定の進行方向に固定することにより、打設精度の向上を図った。特殊鋼管治具は、写真一2に示すように鋼管を4方向から回転ローラーで把持する構造とし、固定性向上と摩擦抵抗の低減を実現した。本治具の使用状況を写真一3に示す。



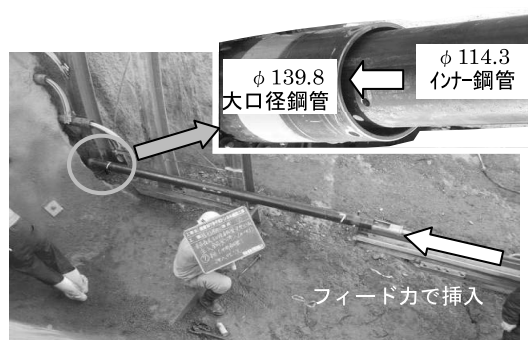
写真二 特殊鋼管受け治具



写真三 特殊鋼管受け治具使用状況

(4) 作業性を考慮した二重鋼管構造

従来工法で使用される $\phi 139.8$ mmの大口径鋼管は鋼管肉厚が最大11 mmとなる。その場合、約3 mの鋼管重量は100 kgを超過するため、鋼管継ぎ作業を人力で行うのは非常に困難となる。そこで本工法では、より軽量な肉厚6.6 mmの大口径鋼管を採用し、人力による鋼管継ぎ作業を可能とした。また、写真一4に示すように、大口径鋼管の内部に $\phi 114.3$ mmのインナー鋼管（肉厚6 mmのAGF鋼管）を削岩機のフィード力を利用して挿入した二重鋼管構造とすることにより、鋼管肉厚11 mm相当の曲げ剛性を確保した（表一1）。



写真四 インナー鋼管挿入状況

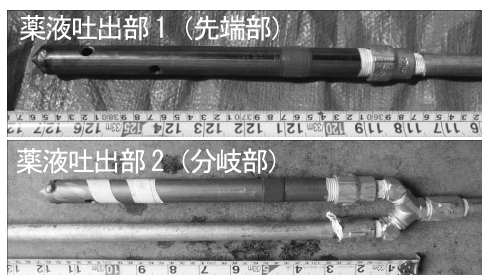
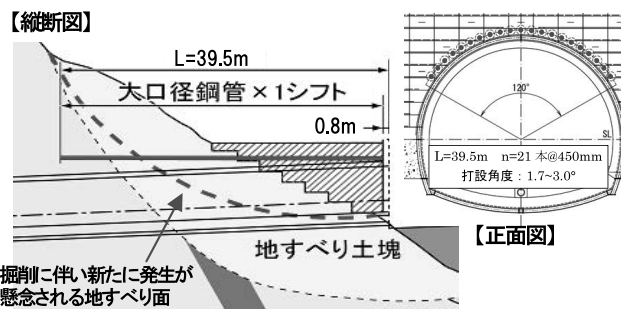
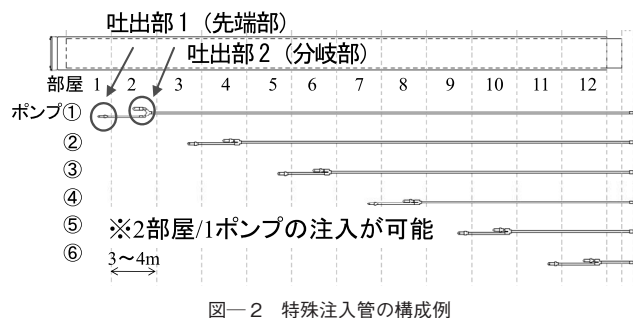
表一1 鋼管の曲げ剛性（断面二次モーメント）

	鋼管径 (mm)	肉厚 (mm)	曲げ剛性 (断面二次モーメント) (cm^4)
AGF 工法	114.3	6.0	300
従来工法	139.8	11.0	930
本工法	139.8	6.6	914
	114.3	6.0	

(5) 超長尺区間に対応した注入システム

本工法の地山注入はシリカレジン注入を標準としている。AGF 工法等の鋼管先受け工法におけるシリカレジン注入では通常、3～4 m 毎に注入区間（部屋）をパッカー等で分割して各区間からほぼ同時に地山注入する。この方法に従うと、例えば約40 mの超長尺区間への適用では12部屋の同時注入となり、ポンプも12台必要となる。ただし、その場合には12本以上の注入管を $\phi 114.3$ mmのインナー鋼管（内径102.3 mm）内に挿入する必要があるため、この手法を超長尺区間に適用するのは困難であった。

そこで本工法では、図一2、写真一5に示すような注入材の吐出部を2ヵ所に分岐させた特殊注入管（DSチューブ）を新たに製作し、1台のポンプで同時に2部屋の注入を可能とした。これにより、ポンプ台数お



よび注入管数の半減が実現した。また、長距離注入時や複雑な構造の二重管内における閉塞リスクを低減させるため、ゲルタイムが180 secの低粘性薬液を採用した。

3. 現場適用事例

(1) 適用トンネルの概要と適用経緯

本工法を適用したのは、新潟県に建設中の延長約952mの道路トンネル（国道289号 八十里越7号トンネル）である。本トンネルでは、終点側坑口およびその周辺に地すべり土塊が分布しており、掘削による地すべり土塊の再活動やトンネルの不安定化が懸念されていた。その対策工の一つとして、本工法を坑口か

ら地すべり土塊背面の安定地山までの区間（ $L = 39.5 \text{ m}$ ）に適用した（図-3）。

(2) 適用状況

本トンネルでは、トンネルアーチ部120°範囲内の21ヵ所において、 $L = 3.0 \sim 3.5 \text{ m}$ の大口徑鋼管を継ぎ足しながら所定の39.5mまで1.7～3.0°上向きに打設した（打設範囲は図-3参照）。さらに、より一層の沈下抑制効果を得るため、39.5mの鋼管打設後に即時注入する手法（1孔即時注入）を採用した。写真

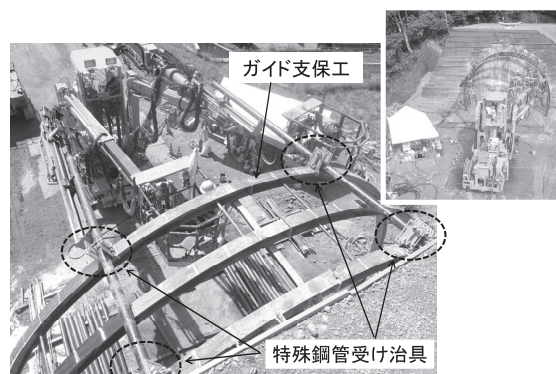


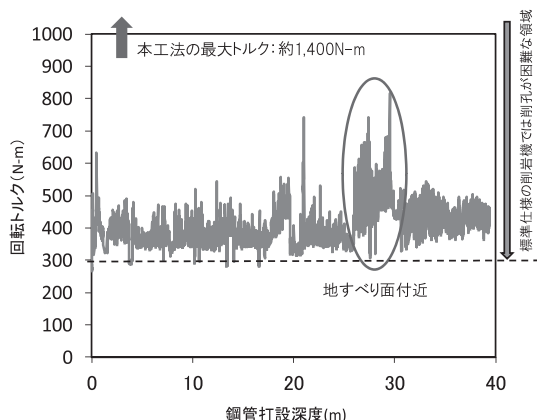
写真-7 代表的な作業項目とその流れ

—6に鋼管打設状況を、写真—7に代表的な作業項目とその流れを示す。写真に示すように、使用する部材等は若干異なるものの、施工の流れは従来の長尺鋼管先受け工法と大きく変わらない。ただし、スライム除去やインナー鋼管挿入等、若干作業工程が新たに加わっている。

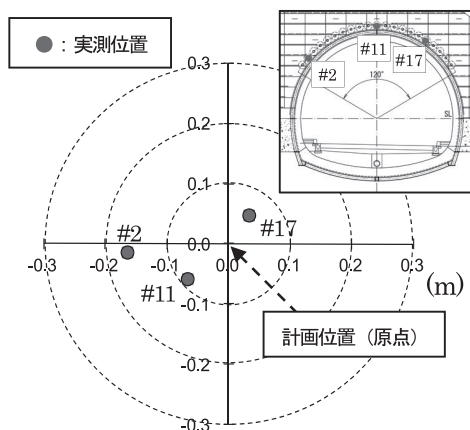
(3) 適用結果

(a) 鋼管打設および地山注入実績

今回の施工で大口径鋼管 ($L = 39.5$ m) を 21 本打設したが、懸念された削岩機的能力不足は発生しなかった。図—4に大口径鋼管打設時の回転トルクの挙動の一例を示す。図に示すように、全区間にわたって標準仕様の削岩機では削孔が困難な回転トルク領域 (300 Nm 以上) を示しており、地すべり面付近では 800 Nm 程度までの上昇が認められた。本工法では装備回転トルクを 1,000 Nm 以上にまで増加させていたため、安定した鋼管打設を行うことができた。今回の施工では、鋼管打設精度を確認するためにトンネルセンターおよび左右肩部の 3 か所において鋼管の孔曲り計測を実施した (図—5)。図のように、39.5 m の鋼管打設において計画位置との“ずれ”はいずれも



図—4 大口径鋼管打設時の回転トルクの挙動



図—5 鋼管打設精度計測結果 (深度 39m 付近)

20 cm 以内という結果が得られており、1/200 以上の精度を確保することができた。また、インナー鋼管挿入後に実施した地山注入では、薬液の閉塞等のトラブルもなくすべての個所において所定量 (403 kg/本) の薬液を注入することができた。

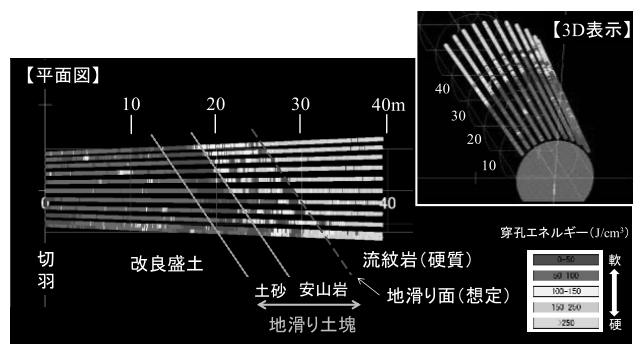
実施当初は作業上の不慣れやインナー鋼管挿入時のトラブルにより作業が遅延する状況も見られたが、最終的には 5.8 日 (昼夜換算, 平均サイクル: 約 1.9 本/1 方) で全工程を終了させることができた。これは、当初計画されていた AGF 工法 (4 シフト) と比較して約 30% の工程短縮となっている。表—2 に 2.0 本/1 方のサイクルを標準とした場合の各作業時間の内訳を示す。

表—2 標準的な施工サイクル (2.0 本/1 方/2 ブーム)

	作業項目	時間 (min)	備考
準 備	準 備	30	
	鋼管受け設置・移動		
	大口径鋼管セット		
	先行削孔		
鋼管打設	大口径鋼管打設	300	鋼管接続含む
	削孔ロッド引抜き	60	粗孔掃除含む
	スライム除去	30	
	インナー鋼管挿入	60	鋼管接続含む
注 入	特殊注入管挿入	30	口元コーキング含む
	注 入	30	
	計	540	

(b) 削孔データによる地すべり面の可視化

今回の適用では、鋼管打設時の削孔データを収集・解析し、本工法適用区間の地山性状の定量評価を試みた。図—6に削孔データから求めた鋼管打設区間の穿孔エネルギー分布を示す。穿孔エネルギーは単位体積の岩盤を削孔するのに削岩機が要した仕事量を示しており、この値が小さいほど脆弱な岩盤であると評価される。図のように、深度 30 m 付近において硬質地山と脆弱地山 (地すべり土塊) の境界を地すべり面として明瞭に識別することができた。また、地すべり面

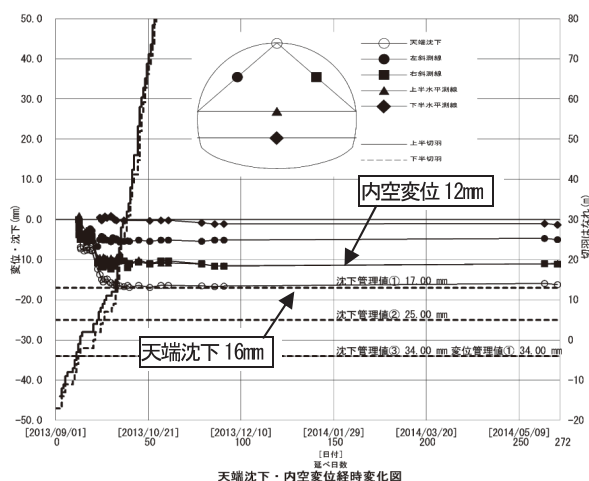


図—6 削孔データによる地山評価結果

背面の安定地山に対する鋼管打設長は 10 m 以上に達しており、鋼管の根入れが十分であることも定量的に評価することができた。

(c) トンネル掘削時の変形抑制効果

掘削時のトンネル変形挙動に関しては、改良盛土区間と地すべり土塊区間ともに大きな変形は発生せず、図—7に示すように最大 16 mm 程度（天端沈下量）であった。また、地表面沈下も 3～5 mm 程度と小さく、本工法の適用によりおおむね安定して地すべり区間の掘削を行うことができた。



図—7 掘削時のトンネル変形挙動 (TD17m)

4. おわりに

今回開発した汎用機のドリルジャンボを使用した超長尺大口径鋼管先受け工法（LL-Fp 工法）を地すべり区間のトンネル変形抑制工法として実施工に適用、施工性およびその効果を確認することができた。今後も本工法の更なる改良を継続し、実工事への積極的な活用を進めていく予定である。

J C M A

《参考文献》

- 1) 山下他：ドリルジャンボを使用した超長尺大口径鋼管先受け工法の開発，第 68 回土木学会年次学術講演会，VI -408，pp.815-816，2013

【筆者紹介】

山下 雅之（やました まさゆき）
西松建設(株)
技術研究所 土木技術グループ
上席研究員



諏訪 至（すわ いたる）
西松建設(株)
土木事業本部 土木設計部 設計二課
係長



塚田 純一（つかだ じゅんいち）
ドリルマシン(株)
技術部 技術サービス課
課長



先行天端沈下計測システムの開発と適用

切羽前方地山の不安定化を常時監視

木 梨 秀 雄・木野村 有 亮・辻 村 幸 治

山岳トンネルの前方地山は、地質の不確定性のためしばしば複雑な変化が設計に反映されないことがある。このため、掘削時に予測できない脆弱部に遭遇し、切羽が崩壊することが時々発生している。

著者らは掘削時に切羽崩落が発生する場合、その予兆として前方地山に先行沈下が発生することに着目し、これを常時監視できる計測手法を開発した。この報文では、崩落監視の方法と管理基準値の設定について述べる。

キーワード：先行沈下、切羽崩落、切羽安定、限界せん断ひずみ、加速度センサ

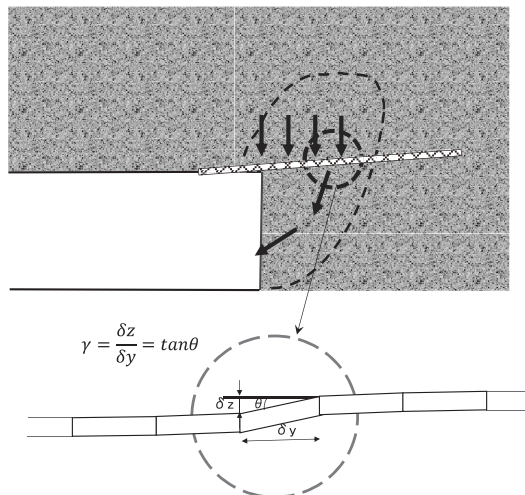
1. はじめに

土砂地山や破碎帯など不良地山のトンネル工事では、切羽が不安定化し崩落する事例が過去に発生している。このようなケースでは、切羽付近にいる作業員が危険にさらされるだけでなく、崩壊が地表にまで及び第三者への影響も懸念される。切羽の不安定化は、掘削時のゆるみ荷重の作用に対する地山の強度不足による破壊が原因と考えられる。本報では、切羽前方地山の不安定化を常時監視する目的で開発した計測システムについて述べる。

2. 計測システムの概要

本システムで切羽前方に設置する計器は、 $\phi 27 \text{ mm}$ の小口径であり長尺先受け工の鋼管（ $\phi 114.3 \text{ mm}$ ）内にも設置可能で、本設の注入工の妨げにもならない。先受け工打設時に鋼管内にインサート管（ $\phi 38 \text{ mm}$ ）を設置しておき、端末の鋼管撤去後に計測器を挿入して計測を開始する。計測終了後には計測器を引き抜いて回収し、後続の計測に転用できる。なお、室内実験において $\phi 76 \text{ mm}$ のGFRP管内にも設置できることを確認している。

挿入する計測器は、加速度センサにより50 cm区間ごとに水平傾斜角 θ を測定するものである。切羽前方からの地山不安定化の概念を描いたものが図—1である。この図に示したように切羽前方地山は崩落時に円弧上のすべりを呈することが過去の事例から知られている。上部からのゆるみ荷重に地山が耐え切れなく

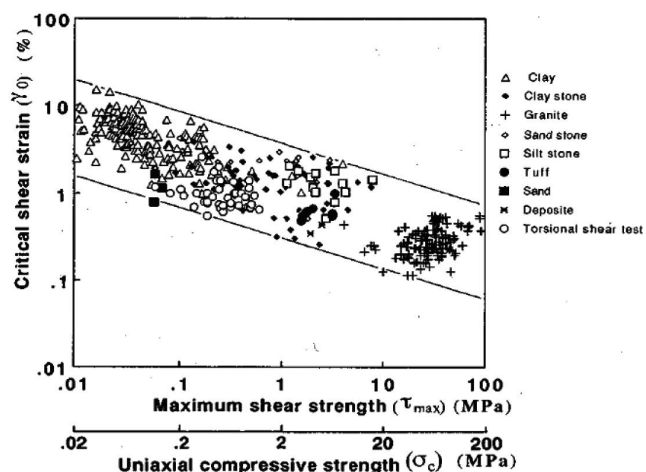


図—1 切羽前方地山の不安定化の概念

なってしまう形であり、先受け工などが折れ曲がる事例もある。

本システムは50 cmごとに先行沈下を求めるとともに、両隣の差分から区間せん断ひずみを求める。計測データは坑内に設置したタブレットPCに直接取り込み、崩落の予兆となる地山のせん断ひずみの増大を常時監視する。計測値が管理基準値を超過した場合には、切羽近くにて警報音と光の信号で作業員に知らせるとともに、自動的に工事事務所や担当職員に通報する。

地山の不安定化の判定指標としては、図—2の櫻井らの「限界せん断ひずみ」^{1) 2)}が著名であり、これを一つの重要な指標として崩落の監視に適用できると考えた。限界せん断ひずみは、山岳トンネルの内空変位の管理基準値の設定に一般的に利用されている「限



図一2 一軸圧縮強度と限界せん断ひずみ (櫻井ら²⁾)

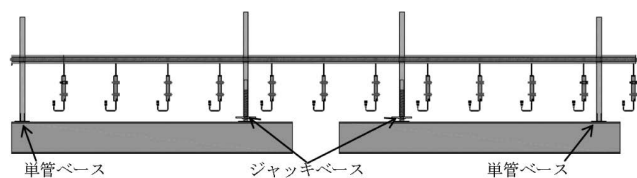
界ひずみ」と同様に、地山の一軸圧縮強度から比較的簡易に求めることができる。限界ひずみは、櫻井らが実施した非常に多数の岩石の一軸圧縮強度に基づいてデータベース化されたものであり、破壊の目安としては最も信頼性の高いものといえる。また、切羽が崩壊する場合には、地山がせん断破壊するものと考えられるため、後述の事例ではこの限界せん断ひずみを計測管理の指標に用いた。

3. 室内検定

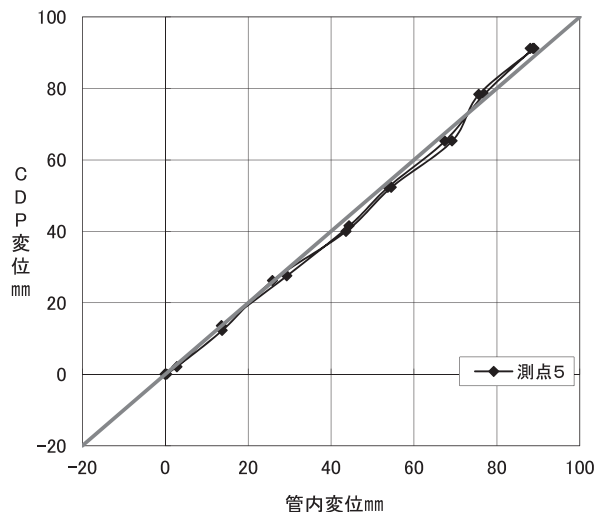
本計測システムは、管内にセンサを設置して定着材充填後に計測するため、地山の沈下の計測はやや間接的なものになる。そこで、地山の沈下に対する測定精度に関し、室内にて検定試験を行った。写真一1のように、長さ6mのGFRP管(φ76mm)内にインサート管を設置してモルタルを充填し、24時間養生した。模擬の変位は、図一3および写真一1のようにパイプジャッキを用いて強制的に与えた。ジャッキベースとしてH形鋼を地面に置き、パイプジャッキを伸ば



写真一1 室内検定試験状況



図一3 室内検定試験の概要



図一4 強制変位量と管内変位の比較

すことでGFRP管を情報に押し上げ強制的に撓ませた。変位は管内のセンサ位置に一致するよう50cmごとに鉛直に設置した高感度接触式変位計(CDP)により計測し、同時にGFRP管内に設置した加速度式傾斜計による変位を計測した。図一4には、ジャッキで与えた強制変位と管内で計測した変位の関係を示す。両者はほぼ一致しており、管内の加速度式傾斜計で実際の沈下量を計測できることを確認した。

4. 現場への適用と考察

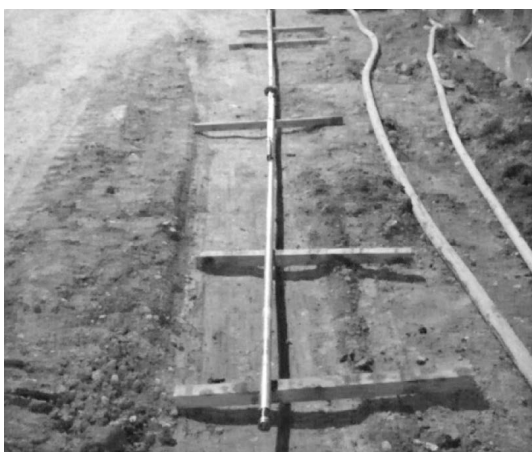
写真一2のような未固結堆積岩のトンネル現場において、実際に本システムを注入式長尺先受け工(AGF)の鋼管に設置し、掘削に伴う挙動を計測した。注入式長尺先受け工は、当該の地山が軟弱でありゆる



写真一2 適用したトンネルの切羽 (未固結堆積岩)



写真—3 設置状況



写真—4 センサを設置するインサート管

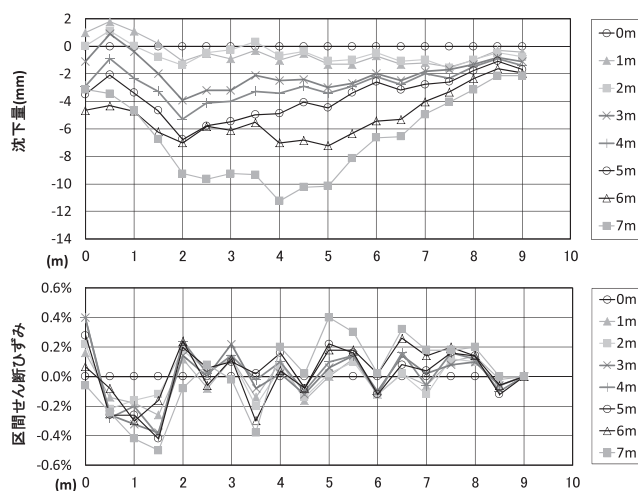
み荷重を支持して崩落等を防止する目的で採用されていたものである。本計測システムの天端部 AGF 鋼管内への設置状況を写真—3 に示す。鋼管内に写真—4 の $\phi 38$ mm のインサート管をあらかじめ設置し、本設のシリカレジンを注入した。当現場の長尺先受け工は無拡幅タイプであり、端末の 3 m を撤去後に計測システムを設置した。写真—3 のような塩ビ製のベント管を取り付け、フレキシブルに曲げることが可能な計測器（加速度センサ）をインサート管内に挿入した。計測終了後は回収して再度転用できる。

常時監視中に計測値が閾値を超えると写真—5 のような警報システムで切羽周辺の作業員に知らせる。切羽近傍に設置した写真—5 左側の PC に数秒ごとに取り込んだ計測値を随時判定し、閾値を超えた場合には LED ランプが黄色や赤色に切り替わり、現場職員や作業員らへ警報として知らせる。このため、施工の一時停止や応急処置などを迅速に処置することができ、切羽の崩落を未然に防止することが可能となる。

計測結果として、切羽進行ごとの先行天端沈下および、センサ間隔の 0.5 m ごとの区間せん断ひずみ γ' （以下では γ ）を図—5 に示す。天端沈下は、切羽通過後、最大で 11 mm 発生した。区間せん断ひずみ



写真—5 LED による警報システム



図—5 計測結果（切羽進行毎）

表—1 各パラメータ値

弾性係数	ポアソン比	限界ひずみ	限界せん断ひずみ	備考
E	ν	ε_0	γ_c	
MN/m ²	---	---	---	
165	0.35	0.95%	1.28%	$\gamma_c = \varepsilon_0 (1 + \nu)$

は、図—1 中の式に基づいて算定した。式中の δy はセンサ間隔の 0.5 m で、 δx は隣り合うセンサで計測された沈下の差分である。また、地山の一軸圧縮強度は約 2 MPa であり、図—2 から求めた限界せん断ひずみ γ_c は以下の式 (1) と (2) から 1.28% と算定された。限界せん断ひずみの算定に使用した物性値を表—1 に示す。弾性係数 E は現地で実施した孔内水平載荷試験から得られたものである。式 (1) の限界ひずみ ε_0 は、山岳トンネルで日常の計測管理で管理基準値として利用されている限界ひずみである。

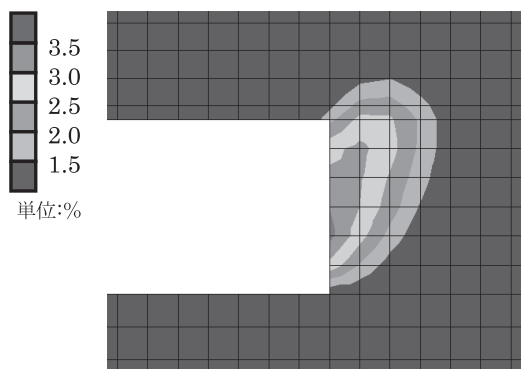
$$\log \varepsilon_0 = -0.25 \log E - 1.47 \cdots (1)$$

$$\gamma_c = \varepsilon_0 (1 + \nu) \cdots (2)$$

本現場では、この限界せん断ひずみを管理基準値と

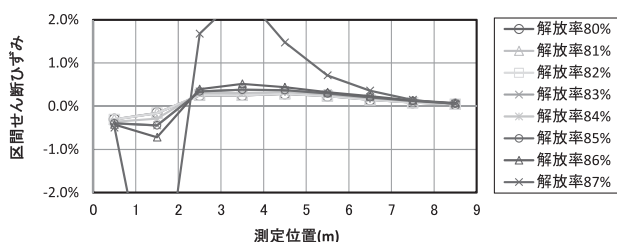
し、掘削中常時自動監視した。図—5において γ' は切羽通過前においては0.2%以下と非常に小さく、前方地山が安定している状態であることを示している。切羽通過後に天端の沈下をしている状態においても最大で $\gamma' = 0.5\%$ 程度であった。

なお、事前に区間せん断ひずみと真のせん断ひずみの関係を解析により求めた。計測で得られる区間せん断ひずみと真のせん断ひずみは本質的に異なるためである。切羽の崩壊は有限差分解析プログラム (FLAC-3D) でシミュレーションした。地山は線形弾性体とし切羽を含む領域を三次元でモデル化した。図—6に示すように応力解放反力 p_r を徐々に解放することで地山の破壊が進行し、100%解放すると切羽が崩壊するように設定した。



図—6 解析モデル (せん断ひずみ)

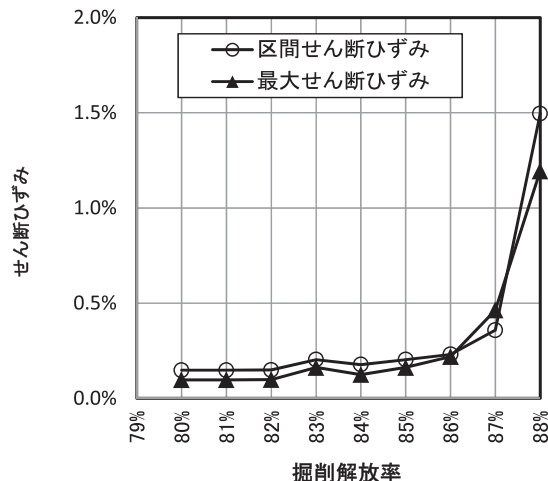
図—7は解析における応力解放率の増大ごとの測点と γ' の関係を表している。 γ' は応力解放率の上昇とともに緩やかに増加するが、解放率87%以降は急激に γ' が大きくなり、破壊に至ることがわかる。



図—7 区間せん断ひずみの挙動 (解析)

図—8は解析上で求めた区間せん断ひずみ γ' および要素の真のせん断ひずみ γ と (以下では γ) 応力解放率の関係を表している。 γ' と γ はほぼ一致しており、今回のケースでは γ' により地山の安定性を評価できる。

このように、区間せん断ひずみは計測器の間隔により異なるものであり、かつ真のせん断ひずみとの関係は地山の物性により一致しないことが一般的で、あらかじめ解析により両者の関係を求めておく必要がある。



図—8 掘削解放率とせん断ひずみの関係

る。

今回、管理基準値として用いた限界せん断ひずみ $\gamma_c^{1) 2)}$ と、解析で求めた破壊時のせん断ひずみ γ を比較してみると、 $\gamma_{\max} = 1.25\%$ 、 $\gamma_c = 1.28\%$ となり、両者はほぼ一致していることがわかった。櫻井らの限界せん断ひずみは、実験結果に基づいて求められたものであり、解析上考慮しているものではないが、両者が一致していることは限界せん断ひずみの重要性を示唆しているものと考えられる。今回は崩壊の限界値を γ_c として測定から得られる区間せん断ひずみによって管理し、不安定化を監視できることが確認できた。本格的に用いる際には、管理限界値を限界ひずみよりやや割り引いて安全側で管理する必要がある。

5. おわりに

加速度式傾斜計による先行天端沈下計を新たに開発し、施工中の山岳トンネルの現場に適用した。軟弱な未固結堆積層の区間において、注入式長尺鋼管先受け工の鋼管内に本計測システムを設置し、掘削時に計測した結果より、以下のことがわかった。

- 1) 室内試験で実施したとおりに、本システムが現場においても容易に設置でき、現場作業に支障のないことを確認した。
- 2) 切羽前方地山に設置したセンサによる自動計測で常時監視し、区間せん断ひずみにより切羽前方地山の安定性をリアルタイムで評価できた。
- 3) 区間せん断ひずみはセンサ間隔に影響されるため、真のせん断ひずみとの関係を現場に導入する前にあらかじめ実施する解析により求め、補完して計測管理する必要がある。
- 4) 本計測システムは切羽が崩落する前に予兆を常時

計測でとらえ、警報により即時坑内の現場職員と作業員に知らせるため、施工の一時停止や迅速な応急対策を処置することが可能となり、脆弱地山の不安定化を未然に防ぐことが可能である。

今後は、種々の地山に適用し、データを蓄積・分析して行く予定である。

J C M A

《参考文献》

- 1) 櫻井春輔, 川島幾夫, 大谷達彦, 松村真一郎: トンネルの安定性評価のための限界せん断ひずみ, 土木学会論文集 No.493/Ⅲ-27, pp.185-188, 1994.6
- 2) 櫻井春輔・足立紀尚「都市トンネルにおける NATM」(鹿島出版会, 1988 年)

【筆者紹介】

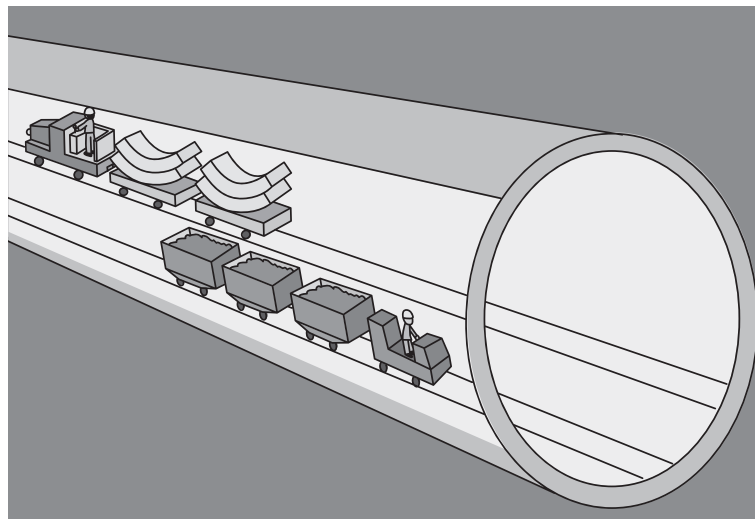
木梨 秀雄 (きなし ひでお)
(株)大林組
生産技術本部 トンネル技術部
副部長



木野村 有亮 (きのむら ゆうすけ)
(株)大林組
生産技術本部 トンネル技術部



辻村 幸治 (つじむら こうじ)
(株)エス・ケー・ラボ
代表取締役



トンネル点検に対する弾性波法非破壊検査技術 打音法、音響探査法の紹介

歌 川 紀 之・北 川 真 也・杉 本 恒 美

トンネルの点検では、目視点検と叩き点検が実施される。目視点検については、画像処理技術の進歩により、これまでの覆工面のスケッチを代替する技術が開発、利用されつつあるが、叩き点検を代替する技術の開発は遅れている。ここでは、叩き点検を代替する技術として、弾性波法の非破壊検査技術である、打音法、音響探査法を紹介する。打音法は、叩き点検の結果を定量化する技術で、これまでの点検者の主観性を取り除いた技術であり、音響探査法は、高所作業車などを用いずにトンネル天端の叩き点検を実現する技術である。

キーワード：非破壊検査法、浮き・はく離、トンネル覆工、叩き点検、打音法

1. はじめに

トンネルを長期的に使用していくためには、適切な維持管理が必要となる。そのため、点検が実施される。トンネル点検やその他コンクリート構造物の点検では、目視点検と叩き点検が行われる。目視点検では、コンクリート表面の状態や表面に露出したひび割れの分布や幅を観察する。一方、叩き点検では、ハンマーでコンクリートを打撃し、その音から、コンクリート表層の浮きやはく離を探查する。これらの結果から、トンネル特にコンクリート覆工の健全性を評価する。健全性の評価から、トンネルの安全性や第三者への影響が予想される場合は、詳細な点検の実施や補修が成されることになる。したがって、目視点検や叩き点検の結果は、その基礎データとなるので重要である。

ここでは、叩き点検の精度、データのエビデンス性の向上、さらに作業の安全性・合理化を進めるための、叩き点検を代替する非破壊検査技術の開発について述べる。着目した技術は、弾性波法に分類される打音法、音響探査法である。弾性波法¹⁾とはコンクリート表面に設置した発信子や衝撃入力装置によって内部に弾性波を発生させ、これをコンクリート表面の受信子で測定し、内部の欠陥の位置や寸法を測定する方法である。広い意味で、叩き点検も弾性波法に分類される。叩き点検と打音法の違いは、前者はハンマーによる打撃音を点検者が耳で聞いて、欠陥の有無を主観的に判定する方法で、後者はマイクロフォンで打撃による音圧データを収録・分析し、欠陥の有無や規模を客観的に

に判定する方法であることである。

2. 現状の叩き点検の課題

ハンマーによる叩き点検を用い、覆工面の浮きやはく離、また、ボルトの緩みなどが調べられる。叩き点検は、叩いて音を聞くという簡単な作業で、致命的な欠陥を探し出すことができるため、土木分野、機械分野など広い分野で使われている技術である。しかし、叩き点検には以下の課題があり、改善が求められている。

- (1) 点検者の経験的な判断で評価されるので、欠陥であるか、健全であるのか、微妙な箇所（灰色の箇所）が出てくる。また、長時間の点検により、判断にぶれが生じる可能性がある。
- (2) 結果は、展開図などに異音箇所を書き込むのみ（程度は数量化されていない）なので、データのエビデンス性に課題が残る。
- (3) 点検作業の中で、叩き残し（検査未了部）の出る可能性がある。
- (4) トンネル天端などの点検については、高所作業車や足場などの上から、上向きの作業となるので、危険で、かつ苦渋作業となる。

とは言われているものの、叩き点検は簡便な手法であり、異音箇所については検査と同時に欠陥箇所として叩き落とす作業も可能なので、点検と同時にただちに補修するという観点では非常に有効である。ただし、実際の現場を考えると、異音箇所をすべて、叩き

落とすことは不可能なので、グレーゾーンについて叩き落とさず、経過を観察するケースもある。このあたりも、点検者の判断に委ねられていることが現状である。

3. 叩き点検を代用する非破壊検査技術

上記の叩き点検の課題を解決するために非破壊検査技術の開発や導入が考えられ、一部は実施されている。非破壊検査技術として、叩き点検と同じ原理を用いられている弾性波法、建築のタイル検査で用いられている赤外線法、覆工背面の空洞や舗装下の空洞の探査で用いられている電磁波法がある。なお、弾性波法については、加力方法や振動測定方法が異なるいくつかの方法（打音法、レーザー超音波法、音響探査法）があり、これらの手法についてのメリット、デメリットを表一に示す。非破壊検査の弾性波法の中に、超音波法やA E法、衝撃弾性波法などもあるが、叩き点検を直接代替する技術ではないのでここでは掲載しない。以下、現状、開発中の叩き点検を代替する弾性波法ベースの非破壊検査技術である、打音法および音響探査法を紹介する。

4. 打音法

(1) 概要

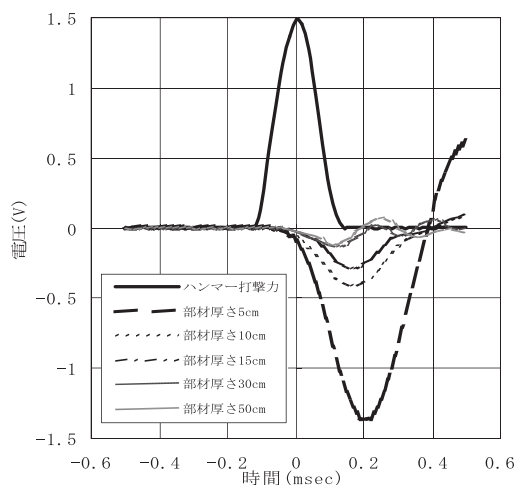
打音法²⁾とは、コンクリート表面を打撃又は加振し、その信号入力に対するコンクリートの応答を“音”として検出、信号処理をした後、客観的な基準に従ってコンクリート部材の健全性を判定するという、プロセスを具備する手法である。現状では、分析方法については指針²⁾には書かれていない。ここで説明する打音法は、コンクリート表面とはく離や空洞上面間の薄いコンクリート板のたわみ振動を発生させ、ハンマによる打撃力とその振動により生じた音圧をマイクロフォンで収録・分析することにより、音圧の大きさから板の厚さを評価し、健全部と欠陥部を判別する方法である。1 m × 1 mの厚さの異なる（5 cm, 10 cm, 15 cm, 30 cm, 50 cm）コンクリート板を打撃し、その音をフード付マイクロフォンで収録した結果（t = 0.6 msec までの時系列図）を図一に示す。図一に示すように厚さが小さい板（t = 5 cm）では、発生する音圧（振動）が大きく、厚さが大きくなるほど、音圧は小さくなり、t = 30 cm 程度で、一定の音圧になることが分かる。本打音法ではこの原理を用い、1波目の最大振幅から厚さを評価する。

表一 叩き点検を代替する技術の長所・短所

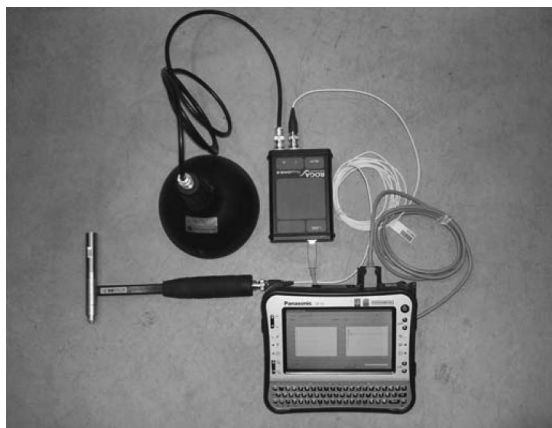
		概要	長所	課題・短所
弾性波法	打音法 ³⁾	ハンマーによる打撃音をマイクロフォンで収録・分析し、欠陥の有無や規模（深さ・広さ）を評価する。	叩き点検に比較し、定量的な評価が可能。	測定の効率化や探査範囲を広げるためには叩き方を含め、ロボット化が必要。
	レーザー超音波法 ⁴⁾	レーザーによりコンクリート表面を加振し、その振動をレーザードブラ振動計で測定し、その振動データから、欠陥の有無を判定する。	非接触で遠距離から探査可能。	高電圧が必要。 レーザー照射の危険性。 測定の効率化や探査範囲を広げるためには、ロボット化が必要。
	音響探査法 ^{5～8)}	スピーカで発生させた音波により、コンクリート表面を振動させ、その振動をレーザードブラ振動計で測定し、その振動データから欠陥の有無や規模（広さ）を評価する。	非接触で遠距離から探査可能。	加力が小さいため、ノイズ除去技術が必要。 測定の効率化や探査範囲を広げるためには、ロボット化が必要。
赤外線法 ⁹⁾		物体表面から放射される赤外線を検出素子を用いて二次元的に走査し、検出された赤外線量を映像として表示する方法である。はく離や空洞などの欠陥部と健全部では、気温・日射の変動時に、温度分布が異なるタイミングがあり、その差異から欠陥部を抽出する方法である。	短時間で広領域の探査を非接触で可能。	環境条件に左右される。 アクティブ法（人工的な温度変化利用）は、大断面では難しい。 覆工のうき・はく離探査という観点では、叩き点検に比較し、探査深度がやや小さい。
電磁波法 ¹⁰⁾		インパルス状の電磁波をコンクリート内に放射すると、その電磁波がコンクリートと電気的な性質が異なる空洞部で反射する。その経過時間から、空洞の位置を検知する。	非接触で探査可能なため、ロボット技術により広領域に対応できる。 コンクリート内部の空洞やジャンカを見つけることができる。	非接触でも測定は可能であるが、遠距離からの測定は難しい。 浮き、はく離など間隙が小さい欠陥の検出が難しい。 鉄筋などの影響が大きい。

振幅値比（1波目の最大振幅／最大打撃力）から求められた部材厚さの分布図を作り、健全部の厚さ（例えば、トンネル覆工であれば30 cm）と比較することにより、欠陥の有無や、表面からはく離部分や空洞の表面まで近い部分などの欠陥深さを評価することが可能となる。

用いたシステムは、写真—1に示す健コン診断ポータブルで、インパクトハンマー、フード付きマイクロフォン、ADコンバータ、モバイルPCから構成される。本システムはバッテリー駆動のため、現地測定において、電源は必要としない。



図—1 厚さが異なるコンクリート板により発生する音圧波形



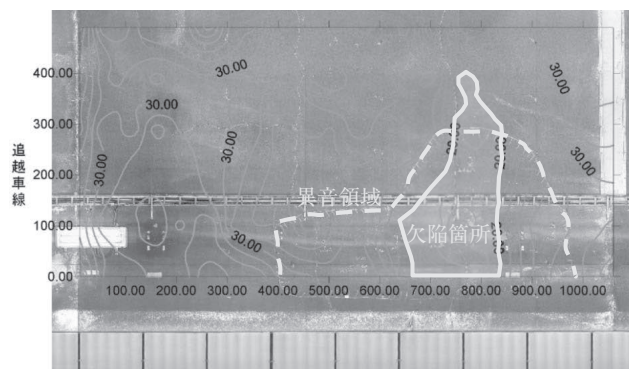
写真—1 使用した打音法の測定機器（健コン診断ポータブル）

(2) 探査事例

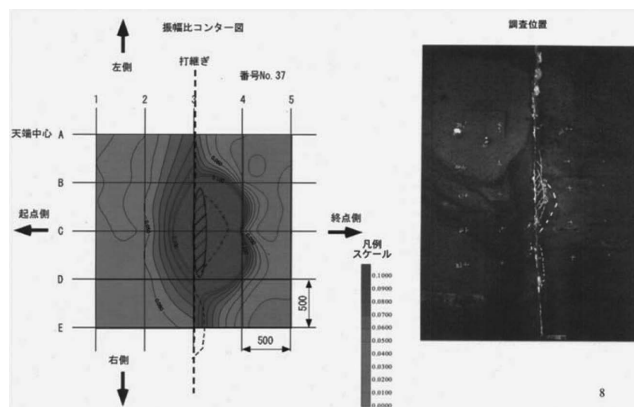
本技術を道路トンネルの覆工探査（側壁部およびつま部）に用いた結果を以下に示す。覆工側壁（5 m × 10.5 m）の探査結果（厚さのコンタ）を覆工表面の写真に重ねた結果を図—2に示す。なお、測定は0.5 m間隔で、高所作業車の上から実施した。ここで、白色の領域が、打音測定における浮き、はく離などの欠陥

箇所を示し、白色の破線が、叩き点検の異音領域を示す。覆工表面の写真と比較し、ひび割れに沿った箇所ではなく離が生じていることが分かった。

つま部周辺（測定箇所を右写真に示す）を測定した結果（振幅値比表示、2 m × 2 mの正方形領域）を叩き点検と比較し、図—3に示す。本結果から、叩き点検の結果より広い領域（黒色箇所）ではく離が生じていることが分かる。



図—2 打音法による測定例1（トンネル覆工壁部）



図—3 打音法により測定例2（つま部周辺）

(3) 適用性と課題

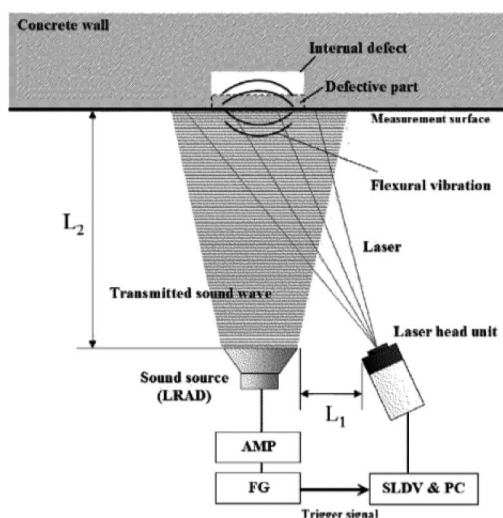
叩き点検に比較し、測定点のマーキングなど手間がかかるものの、定量的な測定結果がデジタルデータ（エビデンス性が高い）で残り、変状の変化を追うことも可能なため、有効な技術と考えられる。

本技術が使われるようになるためには、ロボット化など検査の自動化・合理化を進める必要がある。また、本評価法（振幅値比から厚さを評価する）については、音響探査法や他の弾性波法でも適用可能であり、叩き点検の定量化技術という観点では利用できるものと考えられる。

5. 音響探査法

(1) 概要

音響探査法は非接触で離れた位置から、探査が可能になる技術で、トンネル天端の叩き点検が、高所作業車や足場なしに路面上から実施できるようになる。図一4に示すように、ハンマーで加力する代わりに、スピーカ（LRAD）から発生させた大きな音（コンクリート表面で100 dB）を用い、コンクリート面を振動させ、その振動を耳で聞く代わりに、スキャニングレーザドプラ振動計（SLDV）により振動（面外の振動速度）分布を測定・分析し、欠陥を探査する技術である⁵⁻⁷⁾。着目している振動は、打音法、叩き点検と同様に、はく離部分に発生する板のたわみ振動である。打音法に比較し、加力は1/100程度と小さく、レーザドプラ振動計の感度が高いので、データにノイズが含まれる可能性があり、着目するたわみ振動を抽出するために文献⁸⁾に示すようなノイズ処理を行っている。



図一4 音響探査法の機器構成図

(2) 探査事例

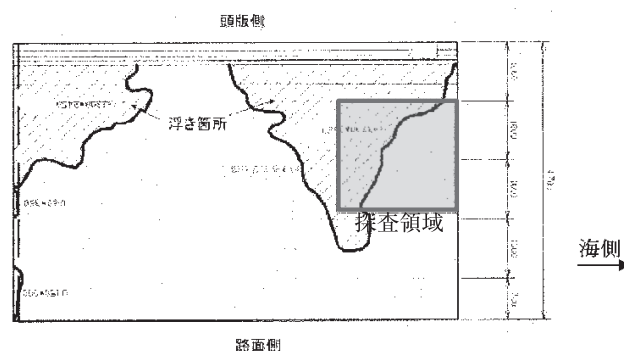
写真一2に示す高速道路下のボックスカルバートの探査を実施した。本ボックスカルバートは、海岸線から100 m程度の位置にあり、塩害による鉄筋腐食が原因で、はく離が生じており、20年前には、断面修復工と防水ライニング補修が実施されている。叩き検査の結果を図一5に示す。

探査は、海側の壁部と天井部で実施し、図一5の壁部2 m × 2 mの領域の探査結果を以下に示す。測定結果を振動エネルギー比（健全部に比した振動のしやすさ）のコンタで図一6に示し、叩き点検の結果

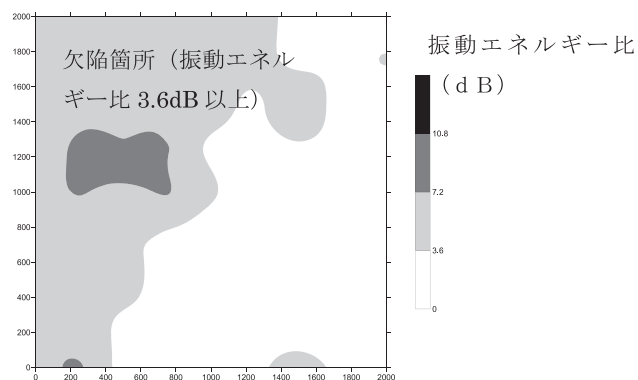
と比較した。ここでは欠陥部と健全部を分けるしきい値（健全部の振動エネルギーとそのばらつきから決定）を3.6 dBとすると、叩き点検の結果と良好に一致していることが分かった。また、本探査では高速道路の交通規制は実施しておらず、道路供用時でも測定が可能であることが分かった。



写真一2 音響探査を実施したボックスカルバート



図一5 壁部の叩き点検の結果と音響探査を実施した領域



図一6 音響探査法の結果（振動エネルギー比）

(3) 適用性と課題

現地の高速道路下のボックスカルバートでも、供用中に探査ができることが分かった。また、本測定では振動エネルギー比を用いており、固有周波数を介さな

いでも、欠陥の位置が分かる。

課題としては、以下の項目が挙げられる。

- (1) 現地の広い領域の探査では、測定の自動化が必要である。
- (2) 測定では、100 dB の音を発生させるため、周辺への騒音被害が危惧される。そこで、現在、指向性の鋭い超音波音源を用いることにより音を1点に集中させ、周辺への影響を小さくする技術の開発を進めている。

6. おわりに

叩き点検を代替する技術として、弾性波法である、「打音法」「音響探査法」について紹介した。今後これらの技術が現場で使われるようになることを望むものである。維持管理において、エビデンスが重要になるのであれば、このような客観性のある評価ができる技術は必要と考えられる。

当社における打音法の技術開発は、実際着手した時期は1990年代初めで、20年以上経過している。1999年の福岡トンネル内でコールドジョイントに起因したコンクリート塊の落下や近年の2012年の笹子トンネルの天井版落下などを経て、叩き点検の改良は叫ばれてきているが、実現していないことが現状である。そのような状況下でも、技術者の努力により、笹子トンネルや豊浦トンネル以外には、人身に関わる第三者への大きな覆工関連の事故は発生していないものと考えられる。これは、トンネルは変状などが無ければ安全性が高い構造物であるとともに、たゆまぬ検査と施工における覆工品質の向上などいくつかの要因があると考えられる。しかし、今後少子化が進む中で、構造物の年齢も高くなるので、効率よく、精度高く、点検を行い、対策を取っていくことは大変重要なことである。そのために、できるだけ良い点検技術を後世代へ残すことが必要である。

叩き点検を代替する非破壊検査技術の長所・短所については、筆者の主観が入っており、また技術開発は日進月歩のため、事実と異なる可能性もあるので、ご意見をいただければ幸いである。あくまでも良い検査技術を後世へ残すことが大事であり、今後、さらに良い技術が開発されることを望むものである。

謝 辞

なお、音響探査技術については、平成22年～25年度の国土交通省の「道路政策の質の向上に資する技術研究開発」の支援を受け、桐蔭横浜大学、明篤技研および当社と実施した成果である。また、現地測定では、NEXCO 中日本、NEXCO 西日本の協力を得た。関係者には謝意を表する。

J C M A

《参考文献》

- 1) (社)日本コンクリート工学協会：コンクリート診断技術'14【基礎編】
- 2) (社)日本非破壊検査協会：コンクリート構造物の弾性波による試験方法—第3部：打音法，NDIS 2426-3，2009。
- 3) 北川他；健コン診断ポータブルの開発—打音法によるコンクリート診断技術—，佐藤工業株式会社技術研究所報，vol.34，2009。
- 4) 島田他；レーザーを用いたコンクリート欠陥検出の進展，非破壊検査61 (10)，pp.519-524，2012。
- 5) R.Akamatsu, et.al. : Proposal of Non Contact Inspection Method for Concrete Structures, Using High-Power Directional Sound Source and Scanning Laser Doppler Vibrometer, Jpn. J. Appl. Phys., Vol.52, 07HC12, 2013。
- 6) K.Katakura, et.al. : Study on detectable size and depth of defects in noncontact acoustic inspection method, Jpn. J. Appl. Phys., Vol.53, 07KC15, 2014。
- 7) 杉本他：コンクリート非破壊検査のための遠距離非接触音響探査法，コンクリート工学会年次論文集，Vol.36，No.1，pp.2062-2067，2014。
- 8) 杉本他：音響探査法を用いたコンクリート表層欠陥探査技術の開発—(2) トーンバースト波とゲート処理を用いたS/N比の改善—，土木学会（第69回）年講，2014。
- 9) 久保他：赤外線熱計測によるトンネルコンクリートの浮き・はく離調査手法の検討，土木学会（第69回）年講，2014。
- 10) 江澤他：トンネル覆工コンクリート検査用3次元映像化レーダを開発，三井造船技報，No.184，2005。

【筆者紹介】

歌川 紀之（うたがわ のりゆき）
佐藤工業株式会社技術研究所
上席研究員



北川 真也（きたがわ しんや）
佐藤工業株式会社土木事業本部設計部
副課長



杉本 恒美（すぎもと つねよし）
桐蔭横浜大学大学院・工学研究科
教授



特集>>> トンネル

ちょうだい

長大トンネルにおける可燃性ガス対策

東九州道 ^{いの は え} 猪八重トンネル南新設工事

生悦住 賢 吾・松 尾 昭 彦

猪八重トンネルは、東九州自動車道の清武～北郷間に位置する2車線の高速道路トンネルである。暫定2車線の対面通行で運用を行うことから掘削断面積 110 m^2 の大断面トンネルである。また、全長 $4,858\text{ m}$ の長大トンネルであることから避難坑トンネルが併設されている。今回、本トンネルの施工中に、事前調査の段階では予想されていなかった可燃性ガス（メタン）が確認され、トンネル内でのガス爆発災害の防止が課題となった。

本稿では、避難坑併設の長大トンネルにおいて実施した可燃性ガス対策について、報告する。

キーワード：山岳トンネル、長大トンネル、可燃性ガス、換気システム、自動警報装置

1. はじめに

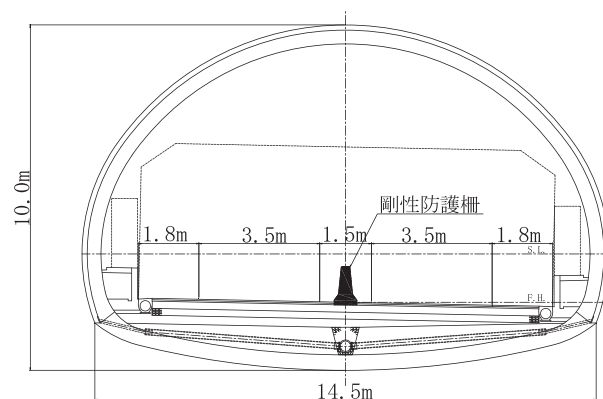
東九州自動車道は、福岡県北九州市を起点とし、大分県と宮崎県を經由して、鹿児島県鹿児島市に至る全長 436 km の高速自動車道である。そのうち猪八重トンネルが位置する宮崎市～日南市北郷町間の 28 km は新直轄方式での事業として国土交通省により整備され、完成後は、東九州の地域のネットワークの形成、

防災道路としての安全性の向上、救命救急医療の高度利用、観光等の産業の発展などに貢献するものと期待されている（図—1）。

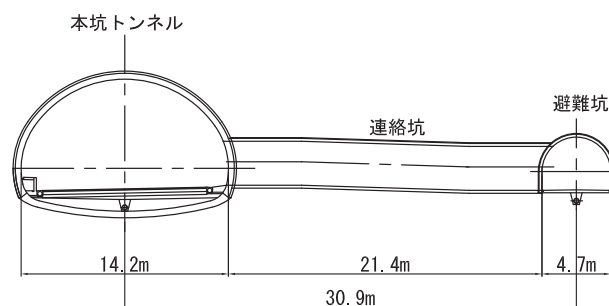
猪八重トンネルは、暫定2車線の対面通行で運用を行うことから掘削断面積 110 m^2 の大断面トンネルである（図—2）。また、全長 $4,858\text{ m}$ の長大トンネルとなることから避難坑トンネルが併設されている（図—3、写真—1）。表—1に工事概要をまとめる。



図—1 トンネル位置図



図—2 トンネル断面図



図—3 本坑と避難坑の位置関係

本トンネルでは、事前調査の段階では予想されていなかった可燃性ガス（メタンガス）の噴出が掘削中に確認され、トンネル内でのガス爆発の防止が課題となった。

本稿では、可燃性ガス対策として実施した坑内換気対策、ガス調査ボーリング、ガス抜きボーリングなどについて報告する。



写真—1 トンネル坑口部全景

表—1 工事概要

工事名	東九州道（清武～北郷間）猪八重トンネル南新設（一期）工事 東九州道（清武～北郷間）猪八重トンネル南新設（二期）工事
発注者	国土交通省 九州地方整備局
施工者	（株）安藤・間
施工場所	宮崎県日南市北郷町郷之原地内
工期	平成 20 年 3 月 22 日～平成 23 年 10 月 31 日（一期） 平成 23 年 10 月 6 日～平成 26 年 3 月 31 日（二期）
工事内容	本 坑：トンネル延長 $L=2,841$ m, 掘削断面積 $A=110$ m ² 避難坑：トンネル延長 $L=2,126$ m, 掘削断面積 $A=18$ m ² 連絡坑：8 箇所

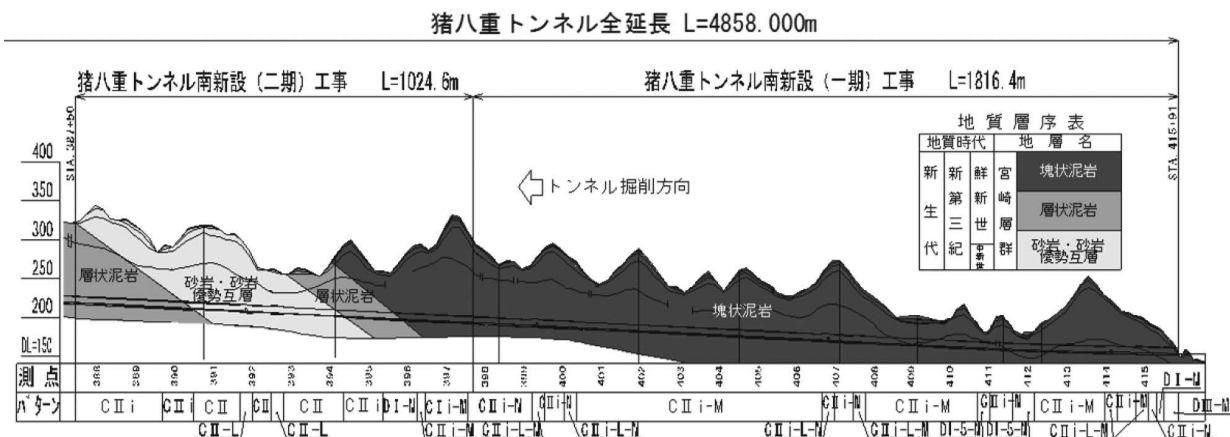
2. 地質概要

猪八重トンネル周辺の地質は、古第三紀（5,000～3,000 万年前）に形成された日南層群と、新第三紀中新世（2,000～1,000 万年前）に形成された宮崎層群を基盤岩とし、その上部に、未固結の崖錐堆積物、崩積土、段丘堆積物、土石流堆積物などが分布している。今回報告する南工区は、大部分が宮崎層群に属している。宮崎層群は、総括的には、基底部に礫岩あるいは粗粒砂岩が存在し、その上部に厚い砂岩および泥岩が重なり、漸次上位に向かって砂岩泥岩互層が優勢となる。南工区のトンネルはこのうち泥岩および砂岩優勢互層域を通過している（図—4）。

3. 可燃性ガスの確認とガス胚胎状況の予測

可燃性ガスは、避難坑の坑口から 420 m 付近を掘削中に初めて確認された。爆薬装薬作業中に装薬孔から異音を確認されたことから、作業を中断し、ポータブルガス検知器でガス濃度の測定を行った。その結果、装薬孔口で最大 71% LEL の可燃性ガスを検知した。ただし、装薬孔口で高い濃度のガスが確認されていても、口元から 30 cm 程度離れた位置では希釈され、可燃性ガス濃度はほぼ 0% LEL となった。また、口元の可燃性ガス濃度も時間の経過とともに低下し、30 分程度で 0% LEL となった。このようなことから、切羽天端付近などでもガスの滞留は認められなかった。

坑内に滞留するほどの噴出ではないが、高濃度の可燃性ガスが確認されたことから、工事を一時中止し、可燃性ガスの出現状況を予測し、対策を立てる必要が生じた。そこで、地山のガスの胚胎状況を把握するため、切羽前方への調査ボーリング等の調査を行うこととした。調査の結果、前方ボーリングで高濃度の可燃



図—4 トンネル地質縦断面図

性ガスが確認され、可燃性ガスは一過性のものではなく、今後も引き続き噴出する可能性が高いと判断した。一方で、いずれの調査孔でも可燃性ガスの噴出は数分～数時間で治まっており、また、切羽からの湧水もほとんどないことから、メタンの突発的な大量噴出の可能性は小さいと考えられた。

4. 可燃性ガス対策

切羽前方の調査ボーリング等の結果から、引き続き可燃性ガスの噴出が発生すると考えられたため、トンネル掘削再開に向けて、下記の可燃性ガス対策を実施した。

- ・可燃性ガス対応の換気設備の導入
- ・監視・警報システムの導入
- ・安全管理体制の策定
- ・ガス調査ボーリング
- ・ガス抜きボーリング

(1) 可燃性ガス対応の換気設備の導入

可燃性ガス対策のうち換気に関しては、可燃性ガスの濃度を十分に希釈できる換気容量を確保することが求められる。換気容量を確保するための坑内風速に関する記述は、ずい道等建設工事における換気技術指針¹⁾や、山岳トンネル工事に係るセーフティ・アセスメントに関する指針・同解説²⁾などに記されており、望ましい風速として0.5～1.0 m/s程度の値が示されている。本工事においては、可燃性ガスの胚胎状況の予測から、メタンガスの大量噴出や突出は想定しがたく、後述する調査ボーリング・ガス抜きボーリングなどを併用することを考慮し、坑内風速を0.5 m/s以上を確保することとして、換気設備の見直しを行った。

避難坑併設トンネルでは、経済性などから坑道換気方式による換気を行う場合もある。しかし、本トンネルでは、可燃性ガス確認以前から坑内環境や施工性等を重視し、本坑・避難坑それぞれ単独での全線送気方式による風管換気（希釈封じ込め方式；送気・集じん式）を採用していた。換気における可燃性ガスの対策に当たっては、換気方式を含めて再検討を行った。表一2に坑道換気方式と風管換気方式による再検討結果を示す。比較検討の結果、換気方式については変更せず、送気設備の容量を増強することで対応するものとした。

坑内風速0.5 m/s以上を確保するために送気量を増大したことから、集じん機位置でのエアカーテン効果を確保するために、集じん機的能力もあわせて増強す

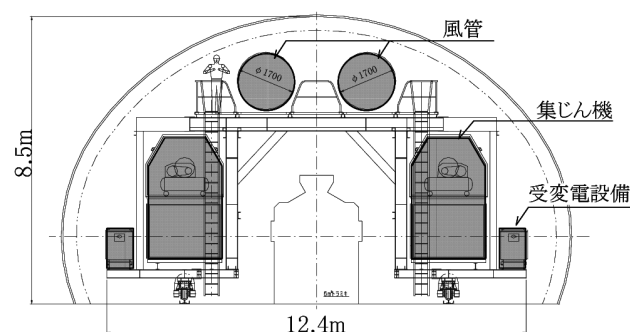
表一2 換気方式の比較検討（再検討）

	①坑道換気	②風管換気 (希釈封じ込め方式)
坑内風速 0.5 m/s の確保	避難坑から本坑への送気のために、2箇所の連絡坑を用いる必要がある △	送気装置の大容量化で対応可能 ○
粉じん濃度 の確保	避難坑に設置できる集じん機の大きさの制約から、避難坑の汚染空気を本坑の切羽に送る恐れがある △	坑外からの送気、坑内での集じんにより、特に問題ない ○
可燃性ガスの大量 噴出時の対応	換気設備が坑内にあるため、電力遮断により換気不能となる ×	坑内の電力を遮断し、坑外の送風機により換気可能である ○
経済性	②より1割程度安価 ○	①より1割程度高価 △
その他	可燃性ガス地山における実績がない △	多くのトンネルで実績がある ○
総合評価	×	○

る必要があった。検討の結果、大型の集じん機(2,400 m³/min 級) 2台を並列配置することで、効果的な発生粉じんの封じ込めを期待できると判断し、集じん機の増設により対応することとした。

一般に、集じん機は運搬用の台車に搭載し、切羽の進捗に応じて、牽引して前方に移動する。しかし、坑内に並列配置した2台の集じん機をこのような方法で移動するには、作業に多大な労力を要し、狭い坑内では安全性にも問題があると判断された。そこで本トンネルでは、この問題に対して、集じん機2台を搭載して自走可能なガントリー型の集じんシステム台車を導入することとした(図一5、写真一2)。集じんシステム台車には、切羽電源用の受変電設備、延伸する高圧電線なども搭載し、切羽後方の設備を集約して、集じん機の移動と同時に移設できるものとした。

なお、当初計画では、坑内の集じんは、電気式集



図一5 集じんシステム台車



写真-2 集じんシステム台車

ん機により行う計画となっていた。しかし、電気式集じん機は静電気力を用いた集じん方式であり、直流高電圧によるコロナ放電により帯電させた粉じんを、電極間に通過させて捕集する。そのため、火源となりうることから可燃性ガス環境下での使用は不適であり、フィルター式集じん機に変更することとした。

表-3 に本工事で採用した坑内換気設備の一覧を示す。

表-3 坑内換気設備一覧

	名称	諸元・規格	機関出力 (kW)	台数	風量 (m ³ /min)
本坑	送風機	反転軸流式 2,000 m ³ /min 4.9 kPa	110 × 2	2	4,000
	集じん機	フィルター式 2,400 m ³ /min 級	160	2	4,800
避難坑	送風機	反転軸流式 500 m ³ /min 5.4 kPa	30 × 2	2	1,000
	集じん機	フィルター式 500 m ³ /min 級	37	1	500

(2) 監視・警報体制の確立

可燃性ガスの発生状況を把握し、坑内の安全を確認するため、自動計測・監視・警報システムを導入した。以下にシステムの概要を示すとともに、図-6 にシステムの概要図を示す。

- ①本坑、避難坑ともに坑口近くの断面拡幅部（TD160 m 付近）に固定式ガス検知器（酸素・メタン）を設置し、掘削の進捗に伴い、500 m 毎に増設した。
- ②本坑、避難坑ともに切羽直近に防爆型の半固定式ガス検知器（酸素・メタン）を設置し、トンネル掘削進行に伴い移動した。
- ③本坑、避難坑のセントルに半固定式ガス検知器（酸素・メタン）を設置し、覆工作業の移動に伴い移動した。
- ④計測結果は、オンラインで現場事務所の PC と結び、リアルタイムでモニターに表示した。また本坑、避難坑の両坑口部に電光掲示板で切羽のガス濃度を表示した（写真-3、写真-4）。
- ⑤計測値が管理基準を超えた場合、検知場所、坑口および現場事務所に設置した回転赤色灯および警報器が作動するようにした。

(3) 管理基準の策定

安衛則第 389 条-8 では、30 % LEL (1.5Vol %) を労働者の退避基準濃度としている。本工事では、より安全側である 20 % LEL を全作業中止・退避基準とし、5 % LEL を一次警戒基準、10 % LEL を二次警戒基準とした。表-4 に本トンネルで採用した可燃性ガス濃度の安全管理基準を示す。

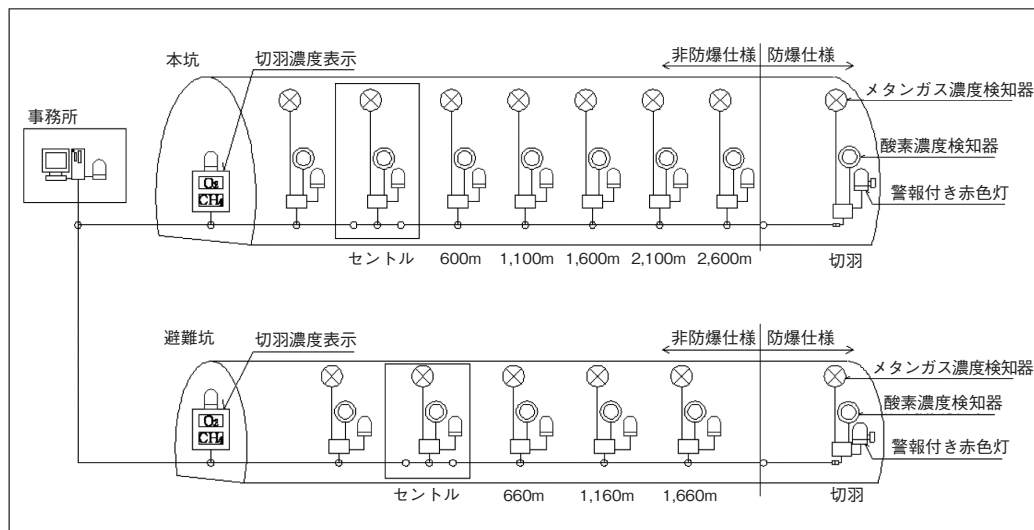


図-6 警報システム概要図



写真—3 現場事務所パソコンモニター



写真—4 坑口部電光掲示板

のガス胚胎状況を確認するための長尺調査ボーリングと、切羽近傍のガス胚胎状況をより詳細に確認するための短尺調査ボーリングの2種類を併用することとした。

長尺調査ボーリングとして、本坑、避難坑の両切羽で、ドリルジャンボを使用して孔径 $\phi 75$ mmのノンコアボーリングを行った。削孔長は30 mとし、調査区間をラップさせるために、トンネル進行25 m毎に調査を繰り返した。ボーリング本数は、本坑、避難坑ともに断面当たり1孔とした。図—7に実施位置を示す。

ガス濃度の測定は、穿孔ロッドを継ぎ足す3.0 m毎に調査孔口元で実施した。測定により、30% LEL以上のガス濃度を検出した場合は、調査ボーリングを中止して後述するガス抜きボーリングを実施した。なお、穿孔時は、大量のガス噴出に備え、局所ファンによる希釈を行った。

短尺調査ボーリングは、本坑の機械掘削区間で実施した。ドリルジャンボを用いて切羽前方に4.5 m(ロッド1本分)穿孔し、ボーリング本数はトンネル1断面当たり3本とした。短尺調査ボーリングはトンネルの1サイクル掘進毎に行った。また、本坑の発破掘削区間および避難坑(全線発破掘削)は、短尺調査ボーリングの代わりに、爆薬装薬孔を使用してガス濃度の測定を行った。

(4) 施工時の調査ボーリング

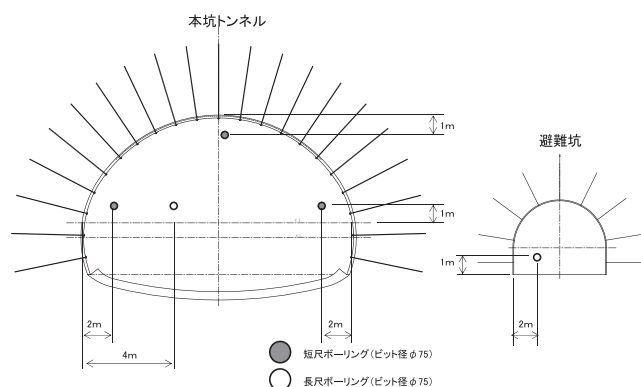
トンネル掘削を進める前には、調査ボーリングを実施し、事前に可燃性ガスの胚胎状況を確認することとした。調査ボーリングは、切羽前方の比較的長い区間

(5) ガス抜きボーリング

調査ボーリング孔で30% LEL以上の可燃性ガス(孔口から噴出する濃度)が確認された場合、調査ボーリ

表—4 可燃性ガス濃度の安全管理基準

メタンガス濃度		管理基準	警報	坑内作業	火気の使用	電源対策	ガス濃度測定	換 気
Vol%	%LEL							
5 (爆発下限濃度)	100	入坑禁止基準	避難警報 (連続音・赤色灯の点灯)	入坑禁止	作業中止	坑内電源の遮断	自動測定のみ	換気増強
1.5 (法規制濃度)	30	退避基準		作業中止・退避				
1	20							
0.5	10	二次警戒基準	警戒警報 (断続音・赤色灯の点滅)	警戒体制 作業継続		制限なし	測定強化	換気点検・改善
0.25	5	一次警戒基準					発生源の調査	
0	0	平常作業基準	なし	定常作業	作業届出		通常測定	通常換気



図ー7 調査ボーリング実施位置

ングを中止し、ガス抜きボーリングを実施した。なお、ここで設定した 30% LEL 以上のガス濃度は、ガスが送風により希釈される前の一時的な値であり、法規制の坑内可燃性ガス濃度の 30% LEL とは異なるものである。

ガス抜きボーリングは、過去の施工事例等から 1 孔あたりのガス抜きボーリングの有効範囲を半径 1.0 m と考え、調査ボーリング孔から上下左右に 1.5 m 離れた位置 4 箇所で行った。調査ボーリングと同様に可燃性ガス濃度の測定を穿孔 3.0 m 毎に実施し、30% LEL 以上の濃度を検出した場合は、さらに追加のガス抜きボーリングを行った。追加のガス抜きボーリングは、最初に実施した 4 箇所のガス抜きボーリング孔からさらに 1.5 m 離れた位置 3 箇所に実施した。

なお、穿孔中は、調査ボーリングと同様に、局所ファンによる希釈を行った。

5. 施工結果

本トンネルでは、施工延長のほぼ全線にわたって可燃性ガスが確認され、特に宮崎層群の塊状泥岩層区間では 20% LEL 前後の濃度の可燃性ガスが継続して確認された。この区間では、概ね一様にガスが確認され、場所によるガス濃度や噴出量、噴出時間の変化は小さかった。また、断層帯や背斜構造など事前に可燃性ガスの噴出が多くなると予想された区間においても、ガス濃度や噴出量の変化は確認されなかった。なお、土被りによって、ガスの噴出状況が異なる傾向があり、土被りが 30 m 以下の場合では可燃性ガスはあまり検出されなかった。

6. おわりに

山岳トンネルの施工では、トンネル計画段階で可燃性ガスの正確な胚胎位置や胚胎量を把握することは難しい。このため、本工事で実施した切羽からの連続した先進調査ボーリングは、工事を安全に進める上で効果的であった。

本工事では、圧力を伴うような大量の可燃性ガスの噴出は確認されなかったため、換気能力の増強とガス抜きボーリングを中心とした対策により、施工時の安全を確保することができた。高濃度の可燃性ガスが大量に発生し、換気による安全な濃度までの希釈が困難な場合には、本工事で実施した対策より上位の対策が必要となる。噴出する可燃性ガスを直接坑外の安全な場所まで誘導・放出する対策や、機械・設備の防爆対策、早期覆工といった噴出抑制対策などが有効と考えられ、状況に応じた対策を実施する必要がある。

謝 辞

最後に、本工事の施工に際しては、国土交通省宮崎河川国道事務所の皆様はじめ、関係各位に多大なご指導・ご協力いただいたことを報告するとともに御礼申し上げます。

J C M A

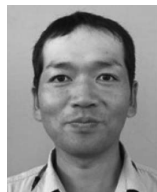
《参考文献》

- 1) 建設業労働災害防止協会 新版「ずい道等建設工事における換気技術指針 2012.
- 2) (株)日本トンネル技術協会 山岳トンネル工事に係るセーフティ・アセスメントに関する指針・同解説 1997.

【筆者紹介】



生悦住 賢吾 (いけずみ けんご)
㈱安藤・間
名古屋支店 土木部
課長



松尾 昭彦 (まつお あきひこ)
㈱安藤・間
九州支店 土木部
主任

小断面トンネルでの長孔発破による急速施工

東京大学（宇宙線）大型低温重力波望遠鏡施設（掘削その他）工事

花 田 則 昭・川 野 広 道

トンネルの長大化が進む中、施工工程の短縮は一つの命題となっており、長孔発破による急速施工は、その対応策のうちの一つと言える。本工事は、アインシュタインの一般相対性理論でその存在が予言された「重力波」を検出する実験施設用トンネルであり、一日も早く研究利用に供するため、長大トンネル（掘削延長 7,697 m、掘削断面積 15 m^2 ）で工期 2 年と工程的な制約が厳しい工事であった。工程確保が求められる中、長孔発破を採用し工期内竣工を目指した結果、NATM での国内最高記録である月進 359 m、同一作業坑から発進する 2 切羽の合計においても月進 660 m を達成した。本稿ではその施工実績について報告する。

キーワード：山岳トンネル、小断面、長孔発破、急速施工

1. はじめに

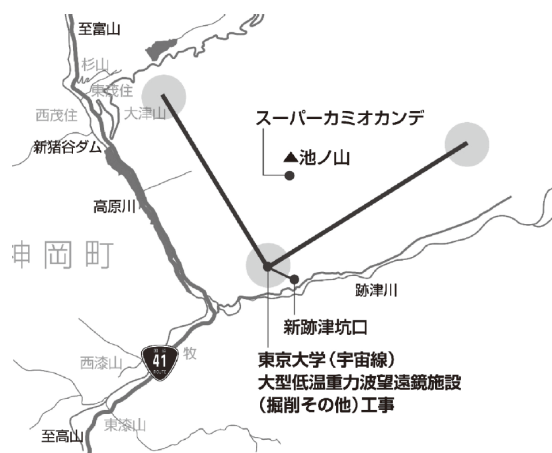
本工事は、東京大学が岐阜県飛騨市神岡町茂住地内（神岡鉱業(株)茂住坑内）に大型低温重力波望遠鏡 LCGT 計画のため、極めて地面振動が少なく、温度・湿度が安定した神岡鉱山内に、直交する長さ約 3 km の直線トンネルを 2 本（X アームトンネル・Y アームトンネル）掘削し、レーザー干渉計（ $3\text{ km} \times 2$ ）など各種の重力波検出器を設置するための実験空間及び実験環境を整備することを目的とした工事である（図—1、2）。

アインシュタインの一般相対性理論でその存在が予言された「重力波」を検出するための実験施設用トンネルであり、一日も早い研究利用に供するため、全掘削延長 7,697 m の長大トンネルを工期 2 年で構築する必要があるが、工程的な制約が非常に厳しい工事であったが、本サイトの地質は大部分が硬質かつ均質な岩盤と想定されていたため、掘削に長孔発破を採用し工期内竣工を目指した。

平成 25 年 9 月には NATM での国内最高記録である月進 359 m、同一作業坑から発進する 2 切羽の合計においても月進 660 m を達成した。

断面が 15 m^2 （掘削幅 4 m）という小断面トンネルでの急速施工を実現するためには、1. 小断面用長孔発破、2. 効率的なズリ出し作業、3. 良好な坑内環境を維持するための換気、4. 情報化施工による切羽前方地山の把握に重点を置いた。

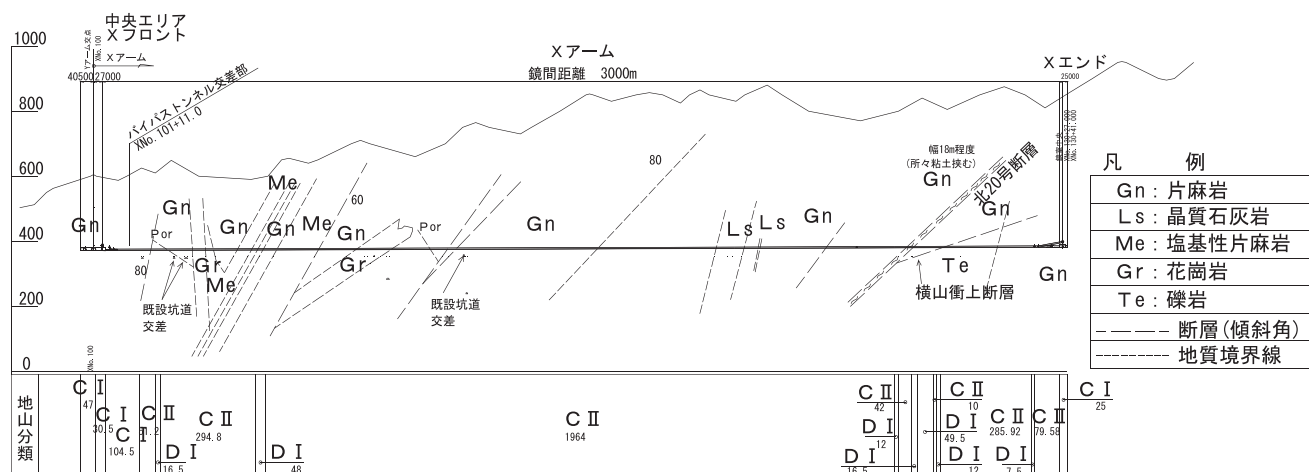
本稿では上記を踏まえ、これまでの施工実績について報告する。



図—1 トンネル位置図



図—2 全体イメージ図



図一五 地質縦断面図 (X アーム)

片麻岩の健岩部の透水性は低いとみられるが、晶質石灰岩や粘土層を挟み、亀裂やこれらの境界部からの湧水が比較的多いと予想された。なお、Xアームの横山衝上断層～Xエンドと、Yエンド付近においては堆積岩(礫岩～砂岩)が局所的に分布している(図一五)。

4. 計画変更

Yアームは茂住工区、跡津工区両側から各1,500mずつの掘削のため、タイヤ工法を選択したが、Xアームは3,000mの片押し施工となるため、坑内環境を良好に保つ目的でレール方式を計画していた。

また、掘削に伴い発生する濁水は茂住工区側に位置する神岡鉱業(株)の濁水プラントで全て処理する計画であった。

掘削は平成25年5月より茂住側の作業坑から開始したが、掘削開始後ただちに湧水量が60t/h以上発生し、そのまま掘削を進めると湧水量が神岡鉱山所有の濁水プラント(処理能力180t/h)の能力を上回ることが予想された。

そこで、濁水の低減を目的として路盤コンクリートを掘削後随時打設し、中央排水(φ300～400)に坑内湧水を導き、切羽濁水を強制排水する清濁分離を行った。路盤コンクリートの打設によって、坑内はダンプ走行に有利な条件が加わったうえ、換気は送排気方式の採用により長距離区間でも坑道内の換気が良好に保てることがYアーム茂住側工区掘削時に確認できたので、坑内環境の制約によりレール工法としていたXアーム掘削もYアームと同様にタイヤ工法に変更した。

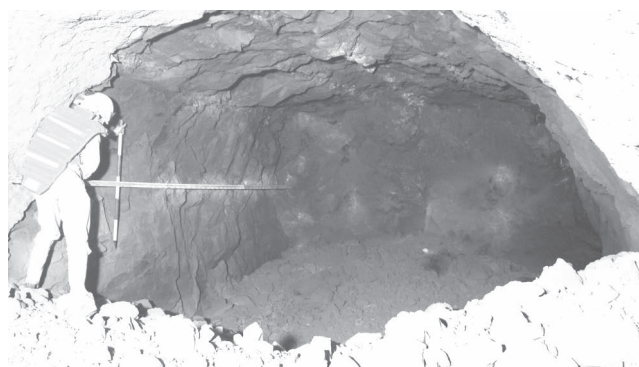
5. 急速施工を実現するための工夫

(1) 小断面における長孔発破

① 長孔発破の採用

均質で安定した岩盤の多い欧米諸国では長孔発破は盛んに行われているが、日本においては地質が不均質であることから諸外国に比べると施工実績が少ない。

本トンネルの地質は大部分が飛騨地方に広く分布する硬質な飛騨片麻岩であり、断層部等を除けば比較的均質であることが予想されたため、工期短縮を目的として長孔発破を採用した(写真一1)。



写真一1 長孔発破状況

② 長孔発破のための削岩機の選定

長孔穿孔を行うため、ドリルジャンボのガイドセルは14フィート級(全長約5.9m)を搭載し、穿孔長はロッド1本分で穿孔できる最大穿孔長から、1発破進行長を4.0mとした。

表一2にXアームとYアームに採用したドリルジャンボ諸元を示す。削岩機(ドリフター)は当該ジャンボに搭載可能な最高性能をもつものを選定した。

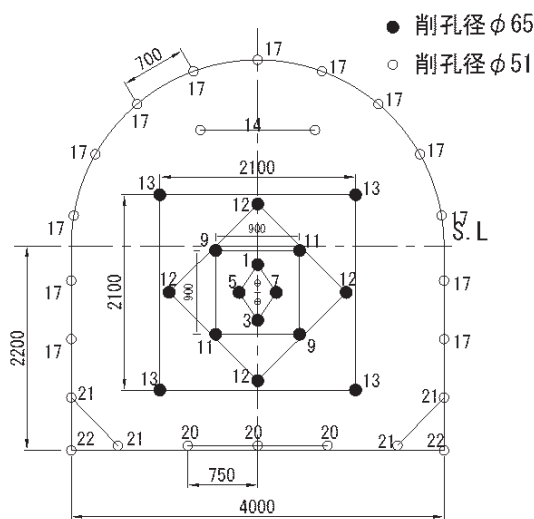
表—2 油圧ジャンボ諸元

	Xアーム	Yアーム
メーカー	古河ロケットリル	AtlasCopco
型式	JTH2100A	RB352-1B
ドリフター	HD210 II	COP1838ME
ドリフター重量	174kg	171kg
ガイドセル フィード長	4,040mm	4,043mm

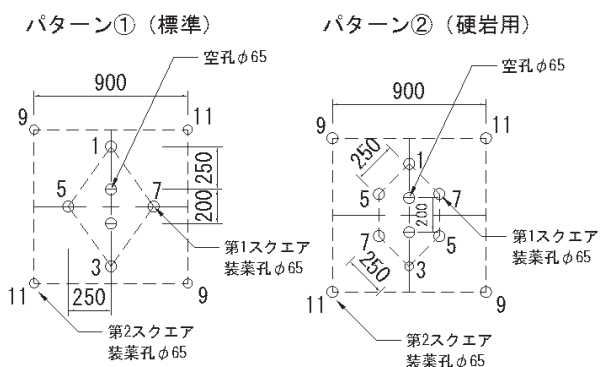
③発破パターンおよび穿孔径

長孔発破で重要な芯抜き部の発破パターンは、6 mを超える長孔発破を実施した「平成19年度熊野尾鷲道路逢神曾根トンネル工事（国土交通省中部地方整備局2012年竣工）」と同じ配置を採用した。図—6に標準発破パターンを示す。ビットは芯抜きに $\phi 65$ mm、その他の孔は $\phi 51$ mmのボタンビットを使用した。芯抜き部の標準パターンを図—7のパターン①に示す。

心抜き部の第1スクエア（1番内側の四角部）の発破の成否により全体の進行が大きく影響を受けるため、地山状況に応じて第1スクエアの形状を変更することで進行率の向上を目指した。



図—6 標準発破パターン

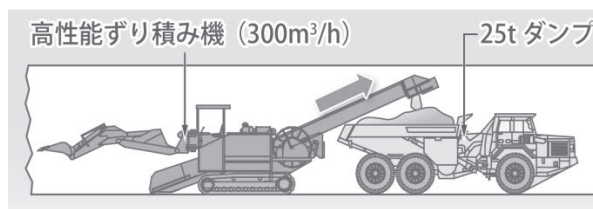


図—7 芯抜き部発破パターン

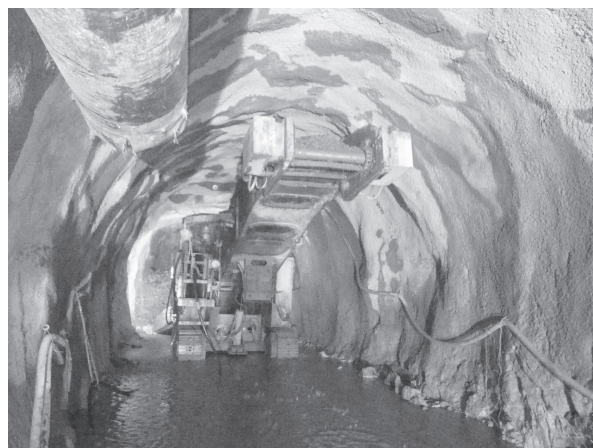
心抜き部を確実に起砕するためには、自由面となる空孔を大口径にすることが一般的であるが、当現場の硬質な飛騨片麻岩では穿孔速度が極端に遅くなるため、大口径で穿孔する代わりに2孔の同径空孔（ $\phi 65$ mm）を設けた。また、特に硬岩部においては、第1スクエアの形状を図—7のパターン②に変更し、装填火薬量を増加させることで確実な発破進行と大口径空孔穿孔によるサイクルロス抑制の両立を図った。

(2) ブリ出し作業の効率化

ブリ出しはシャフローダ KL-41（コンベア能力 $300 \text{ m}^3/\text{h}$ ）と25 t ダンプ（X,Y アーム各3台）を採用した。



図—8 ブリ積み状況図



写真—2 シャフローダ KL-41



写真—3 25 t ダンプによるブリ出し状況

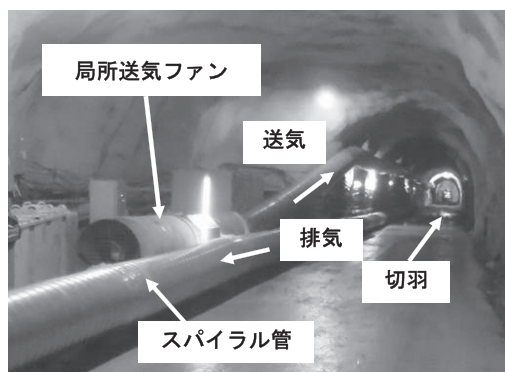
通常 15 m^2 程度のトンネルにおいてシャフロダを選定する場合は KL-20（コンベア能力 $150\text{ m}^3/\text{h}$ ）級と 15 t ダンプの組み合わせが一般的である。しかし、当現場では断面内に収まる様に改造した KL-41（ $300\text{ m}^3/\text{h}$ ）級と 25 t ダンプを採用し、ズリ出し時間を大幅に短縮した（図—8、写真—2、3）。また、坑内を仮舗装して路盤の不陸と泥濘化を防止し、機械走行時の安全性の確保、及び機械故障の防止に努めた。また、ズリ出し中は坑内への立入りを完全に禁止し、重機と人の接触災害を防止した。

（3）小断面における換気方式の工夫

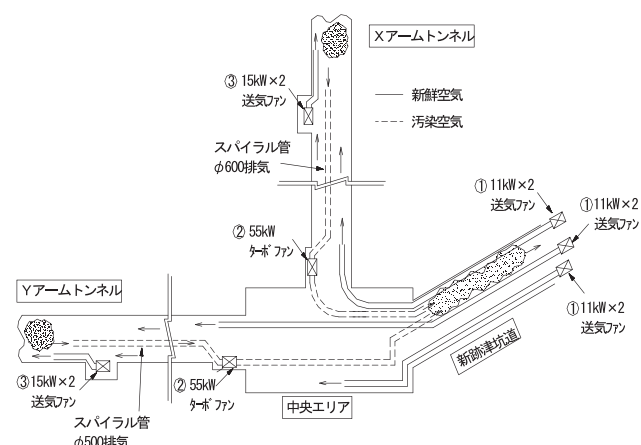
長大トンネル工事においては、良好な坑内環境の維持が作業性向上に大きく寄与するため、重機の排ガス、火薬発破の後ガス、吹付けコンクリート時の粉じん等に対する十分な換気対策が重要である。

当現場における具体的な換気方法を以下と写真—4、図—9に示す。

- ①坑外に設置したコントラファン（ $11\text{ kW} \times 2$ 台、 $250\text{ m}^3/\text{min}$ 、 2.94 kPa ）により新鮮空気をアームトンネル



写真—4 坑内換気状況



図—9 全体換気平面図（跡津工区）

ル入口から 50 m 付近までビニール風管にて送気

- ②アームトンネル入口にターボファン（ 55 kW 、 $280\text{ m}^3/\text{min}$ 、 7.84 kPa ）を設置し、切羽後方（ $150 \sim 200\text{ m}$ ）までスパイラル管 $\phi 600$ を延伸し、切羽からの汚染空気を排気

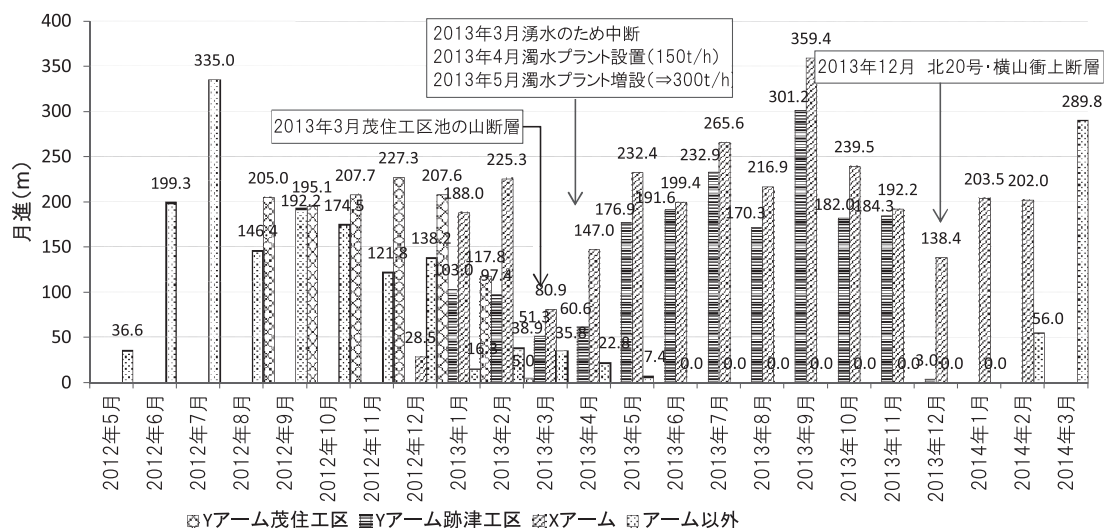
- ③拡幅部（ 375 m 毎）に切羽用局所ファン（ $15\text{ kW} \times 2$ 台、 $350\text{ m}^3/\text{min}$ 、 3.92 kPa ）を設置し、ビニール風管（ $\phi 600$ ）にて切羽へ新鮮空気を送気

上記の設備により坑内全体にわたり良好な環境を維持することができた。

6. 施工実績

（1）月進

図—10 に工区別月進グラフ、表—3 に平均月進表を示す。アームトンネルでは、拡幅部掘削の際速度が落ちるが、ほぼ平均 $200\text{ m}/\text{月}$ の進行を確保している。Yアーム（跡津側）は 0.3% の下り勾配であり、湧水



図—10 工区別月進グラフ

表—3 平均月進

	Yアーム 茂住側	Yアーム 跡津側	Xアーム	茂住 作業坑	新跡津 坑道
掘削延長 (m)	1165.5	1754.5	2919.0	315.4	459.5
所要月数 (月)	6	11	15	3	4
平均月進 (m/月)	194.3	159.5	194.6	105.1	114.9

表—4 H25年9月度 掘削実績

	Xアーム	Yアーム
月進	359.4m	301.2m
稼働日数	24.5日	23.5日
日進平均	14.7m	12.8m
進行率	93.6%	92.1%

※進行率=1発破掘進長/穿孔長

処理に時間を要したことから平均月進が伸びなやむ結果となった。

平成25年9月度の掘削実績を図—11、表—4に示す。当該月は既存坑道との交差部や地山不良箇所等の掘進阻害要因が少なかったため、切羽から60 t/hr以上の湧水にみまわれながらもXアーム359.4 m、Yアーム301.2 mの月進を達成することができた。

(2) シャフロダの大型化による効果

跡津工区は新跡津坑道（坑外から中央エリアまでの連絡坑道）より掘削を開始しているが、当初Xアームはズリ出し方式をレール工法で計画していたため、ズリ出し機械もガントリーの通過を見越してKL-20と15 tダンプの標準的組合せで施工した。

新跡津坑道とXアームの条件の比較を表—5に示す。Xアームはズリ運搬距離が長い、大型機械の使用により新跡津坑道でのmあたり施工時間を約20%短縮することができた。なお、シャフロダ（KL-41）の積込み能力は平均93 m³/hr（地山）であったが、重ダンプ入れ替えによる待ち時間を考慮したズリ出し能力としては平均40 m³/hr（地山）であった。

表—5 新跡津坑道・Xアームズリ出し条件

	新跡津坑道	Xアーム
ズリ積機械	KL-20	KL-41
ズリ出し車両	15tDT×2台	25tDT×3台
ズリ出し距離	約100～550m	約50～3000m

7. まとめ（残された課題）

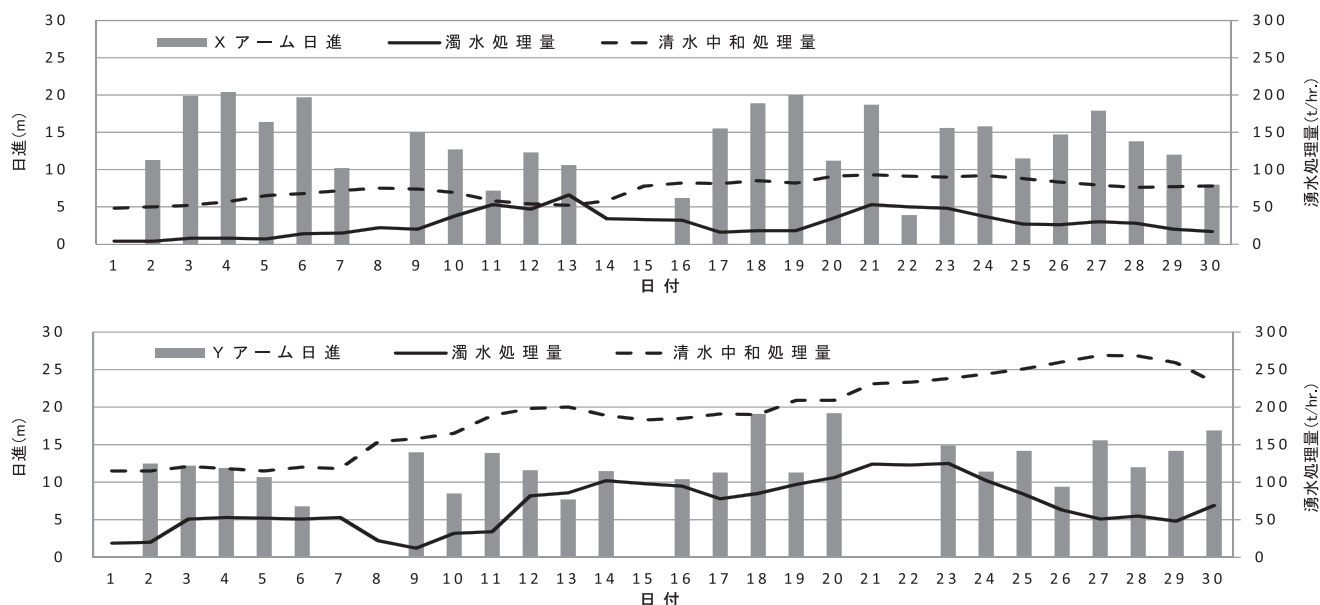
(1) 長孔発破について

長孔発破を実施するうえで最も重要なのは進行率（1発破掘進長/穿孔長）の向上である。当現場では、進行率の向上のため、

- ①穿孔精度の向上
 - ②起爆技術の改善
 - ③湧水への対策
- が課題となった。

①はレーザー照射などの既存の技術を駆使して穿孔精度確保に努めたが、コンピュータジャンボを活用することでさらに進行率向上が期待できる。

②については、斉発精度を向上させた高精度雷管の採用や親ダイの起爆力の向上により、更なる進行率向



図—11 H25年9月度 日進・湧水処理量

上が期待できる。

③は含水爆薬に切り替える場合が多いが、装填密度に難があるため、耐水性が高く密装填可能な低コスト爆薬の開発が待たれる。

(2) 換気設備について

小断面トンネルの場合は、特にスペースの都合上換気設備計画に制約が多い。まず、①発生源対策と②後ガスの処理とタイヤ工法の場合は排気ガスの処理を効率的に実施できる換気計画が重要となる。

①については、当現場では ANFO 爆薬を主体としたため、粒状含水爆薬の使用は一つの解決策であったが、後ガスの発生が少ない低コスト火薬の開発が待たれる。

また、小断面トンネルでは、当然のことながら、ダンプ等の排気ガスも坑内環境を悪化させる。当現場では、坑内での車両・機械類のアイドリングストップを徹底した。

②については、できるだけ切羽近くで集気し新鮮な空気を坑道換気により供給する考え方がよく機能した。しかしながら、発破による飛石や重機接触による排気風管の損傷は換気効率を著しく低下させ、特に排気風管から漏気した汚染空気は切羽に戻り坑内環境を悪化させることに注意しなくてはならない。切羽近くでの集気と風管の保護を両立させることが小断面トンネルでの効率の良い換気の鍵となる。

8. おわりに

トンネルの長大化が進む中、海外では長孔発破による掘削が一般的に行われているが、国内での実施例は少ない。そこで、当現場では小断面トンネルにおける長孔発破の実現にむけて種々の課題に取り組んだ結果、NATM での国内最高記録である月進 359 m を達成できた。本工事での長孔発破で得られた知見をもとに、今後も種々のデータを蓄積しながら、長孔発破技術の確立を目指していく所存である。

J C M A

《参考文献》

- 1) 齋藤修一・大橋正健・花田則昭・川野広道, 15 m² の小断面を長孔発破で月進 359 m 達成, トンネルと地下, Vol.45, No.7, p31-40 2014

〔筆者紹介〕

花田 則昭 (はなだ のりあき)
鹿島建設㈱ 中部支店
神岡トンネル工事事務所
所長



川野 広道 (かわの ひろみち)
鹿島建設㈱ 東北支店
新区界トンネル JV 工事事務所
次長



トンネル工事における安全の見える化技術の適用 マンションと高速道路の狭間での超近接メガネトンネルの施工

山 田 浩 幸

都市部での山岳トンネルの施工では、周辺環境に対する対策や近接する構造物への影響を考慮した施工が必要となる。名塩道路八幡トンネルは、上下線が約1mで近接する超近接メガネトンネル構造（特殊断面トンネル）であり、無導坑方式で計画されていた。また、トンネル周辺には供用中の高速道路、神社、マンションが近接しており、施工にあたっては、周辺環境の保全と安全管理を確実に実施する必要があった。今回、トンネル工事に導入した安全の見える化技術の概要とその効果について紹介する。

キーワード：山岳トンネル、メガネトンネル、近接施工、安全管理、計測管理

1. はじめに

西宮市から宝塚市の国道176号は、歩道が未整備で異常気象時通行規制区間を有しながら、発展の著しい阪神北部地域と阪神都市圏を結ぶ役割を担っている。

名塩道路八幡トンネル工事は、先行して整備を進める第1工区（L = 1.4 km）のうち、西宮市名塩南之町～東之町に至る延長L = 242 mの山岳トンネルであり、用地の制約条件から超近接無導坑メガネトンネルの構造で計画されていた。施工においては、都市部での施工ということもあり、周辺環境の保全と安全管理を確実に実施する目的から最新技術の導入を行った（写真－1）。

本報告では、八幡トンネル工事で適用した安全の見える化技術の紹介とその効果について述べる。



写真－1 トンネル施工状況

2. 工事の概要

当工事は、表－1に示すとおり、名塩道路に計画された延長242 mの山岳トンネル工事である。八幡

表－1 工事概要

工事名称		名塩道路 八幡トンネル工事
工事場所		兵庫県西宮市塩瀬町名塩南之町地区 ～東之町地区
工 期		平成 25 年 2 月～平成 26 年 12 月
発 注 者		国土交通省 近畿地方整備局
施 工 者		株式会社 鴻池組
工事 内容	延 長	L = 288 m(トンネル延長 L = 242 m, 上下線)
	断 面	掘削断面積 A = 87 m ² (上り線), 117 m ² (下り線) 超近接無導坑メガネトンネル
	施 工 法	NATM
	掘削方式	機械掘削
	掘削工法	DⅢパターン (早期閉合) DⅠパターン (早期閉合)
	補助工法	天端安定対策：多段式長尺鋼管フォアパイリ ング 注入式フォアポーリング
		鏡面の安定対策：鏡吹付, 鏡ボルト
脚部の安定対策：脚部補強工 (フットパイル)		

トンネルの構造は、上下線の最小離隔距離が約1m（最小部分82 cm）で近接した、超近接無導坑メガネトンネル構造であった（図－1）。

周辺条件として、南側に中国自動車道、上部に神社、北側にマンションが近接した施工となり、最大土被りが22 mで、全線にわたり土被りが2D以下と小さい。

特に、起点側坑口付けにあたっては、供用中の中国自動車道の既設法面を一部掘削することとなり、掘削による本線への影響が懸念された。

坑口付けにあたっては、高速道路への落石対策を行

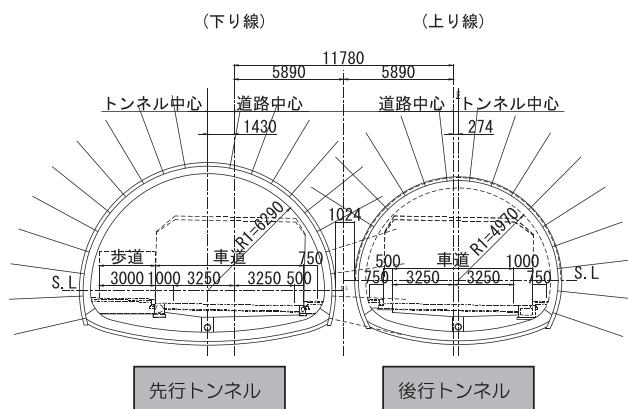


図-1 トンネル標準断面

うとともに、切土法面の計測管理として現地で誰でもいつでも確認できる安全の見える化技術を導入した。

坑口部のトンネル掘削時には、トンネル掘削の緩みの影響が高速道路に及ばないように、補助工法として先受け効果の高い多段式長尺鋼管フォアパイリングを採用した。また、メガネトンネルで最も不安定となる中間地山（干渉部）の監視にも安全の見える化技術を適用した。

(1) 起点側切土施工時の落石対策

起点側坑口部の施工にあたり、中国道路肩規制によ

り落石防護工を行った。

起点側坑口付けの切土掘削では、浸食防止、植生の定着および景観上の理由から、切土法面の法肩および両端部のラウンディング処理を行った。また、法面の降雨対策として、法面の植生等が未施工および施工途中の箇所については、シート等により法面の養生を行った。

さらに、切土法面上方の浮石や土砂が背面の中国道側へ落下する恐れがあるため、切土着手前に浮石やひび割れを確認するとともに、落石防護ネットおよび落石防護柵の設置を行った。

なお、切土施工に関しては、落石を発生させないように、土堤を 50 cm 程度残し、1 m 程度の高さで仕上げていき、切土最近接部となる法肩については、人力で慎重に施工した。図-2 に落石対策の概要を示す。

(2) 切土施工時の計測管理

切土施工時の計測システムとして、切土作業時およびトンネル掘削時の中国道近傍斜面、坑口部斜面、中間部地山などの挙動をリアルタイムで監視し、中国道の通行車両や作業員の安全を確保する目的から、計測結果を現地で見える化できるよう工夫した。

なお、作業員に対する安全研修により、計測値とそ

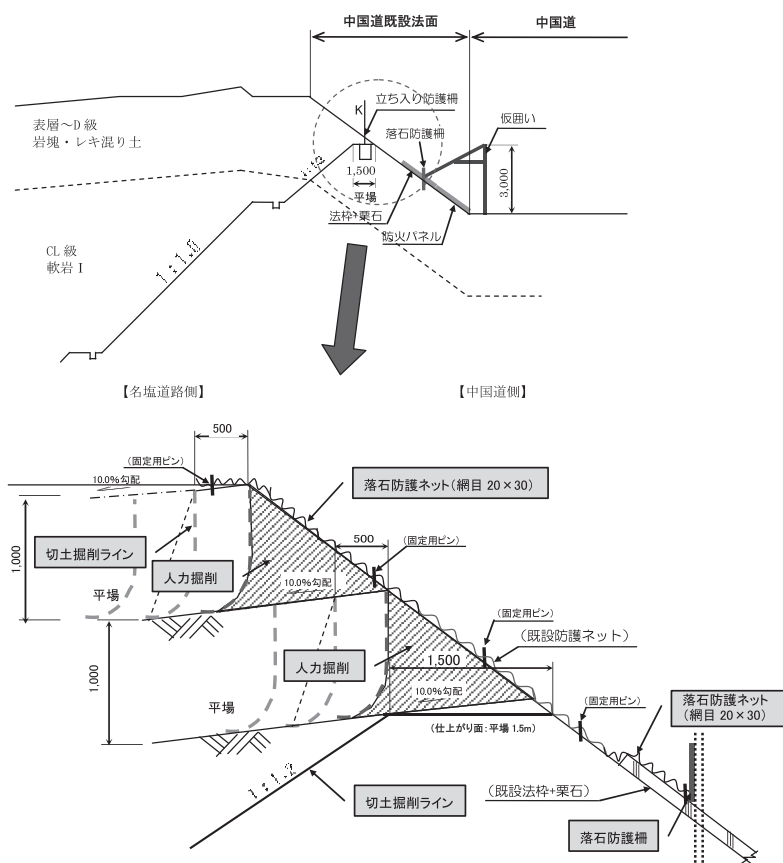
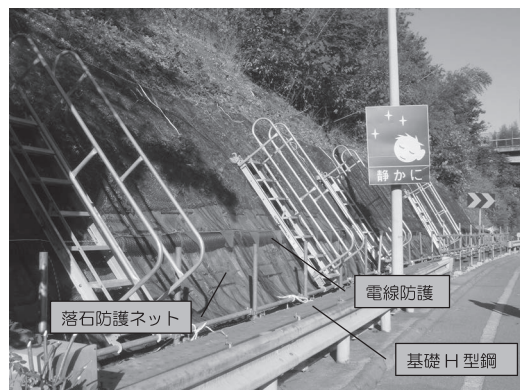
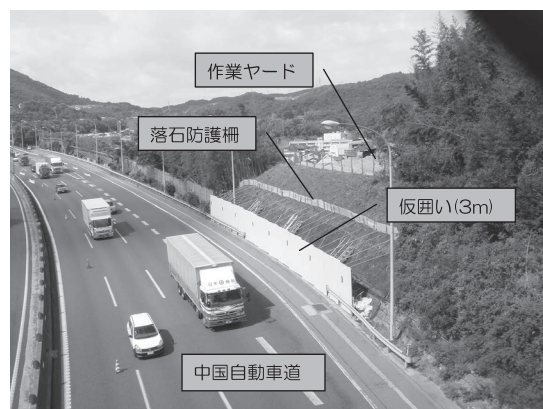


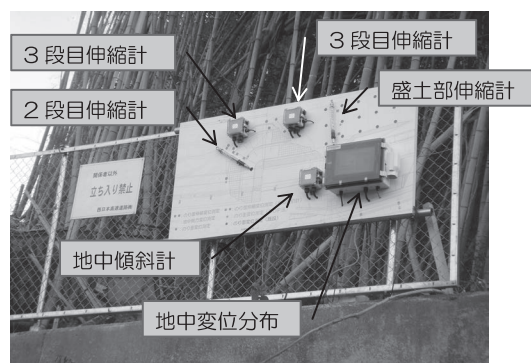
図-2 落石防護工概要図



の表示色との関係に基づく安全性の確認方法を説明し、作業員自ら安全性を確認して作業できるよう指導した。図—3に計測位置平面図を示し、写真—2、3に計測器設置状況を示した。計測項目の概要は以下のとおり。



写真—2 計測器設置状況



写真—3 計測結果表示板

(a) 斜面変位測定（トータルステーション：TS）
斜面上に設置したターゲット（プリズム）の座標の変化を3次元測距儀により測定（自動測定）することにより、三次元的な斜面の変形挙動を計測する。

(b) 地表面伸縮測定（地すべり伸縮計、光る変位計）
斜面に温度の影響を受けにくいインバール線を張り、2点間の距離の伸縮を計測することにより地すべりの監視を行う。計測値と管理値の関係を光の色の変化で表示する。見える化技術として、光る変位計（変位量により測線端部が光る）とデータ集積が可能なLEC（光るデータコンバータ）を採用した。

(3) 計測結果の考察と見える化技術の検証

以下に当現場で採用した「安全の見える化技術」による計測結果の一例を示し、結果に対する考察を述べる。

(a) 斜面変位測定結果

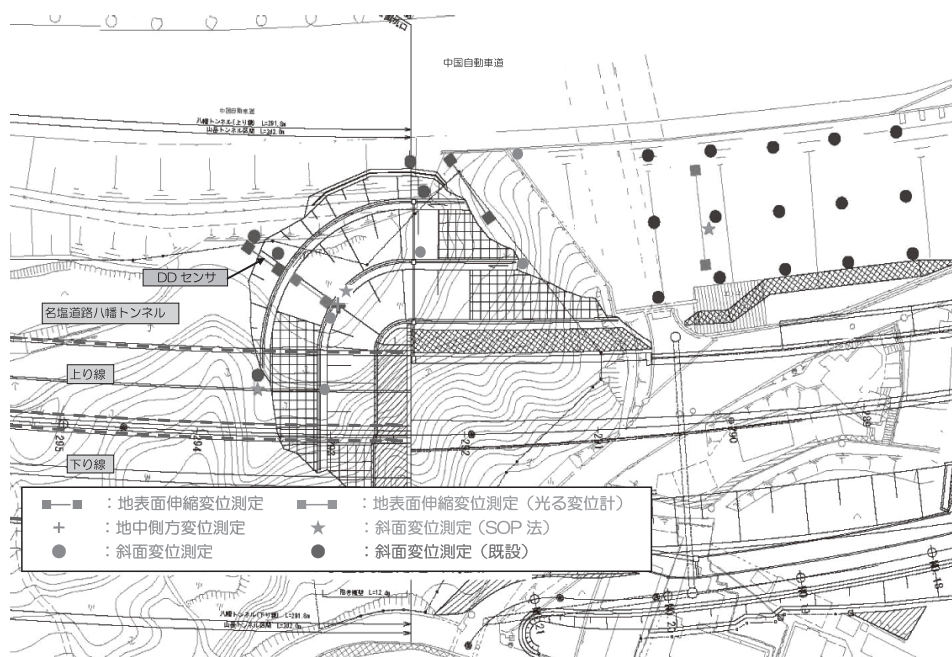
図—4にTSによる測定結果の一例を示す。

結果的には、多少のばらつきはあるものの、切土作業を通して管理値である5 mm/10日の範囲で収まっており、法面の安定性は確保されていた。安全の見える化技術の適用により、現場作業員自ら安全状態を確認して作業を行うことができた。

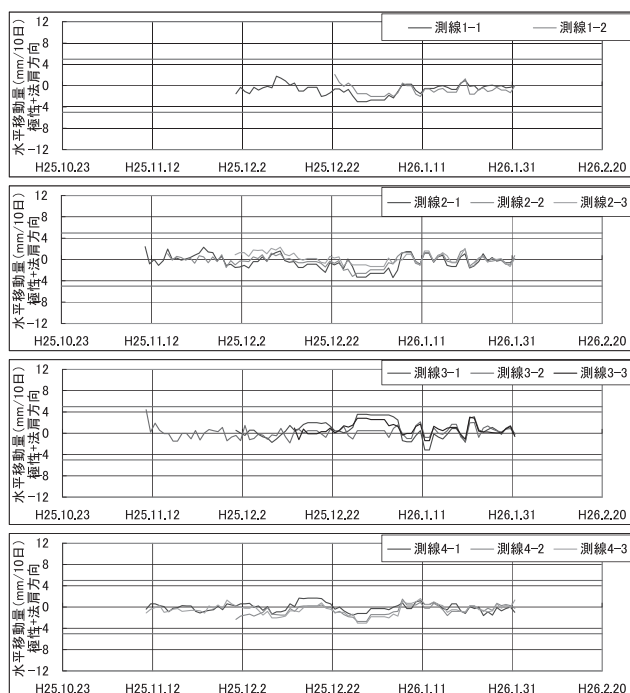
(b) 地表面伸縮測定結果

図—5に示すとおり、地すべり伸縮計のデータについても管理値（5 mm/10日）以内で収まった。

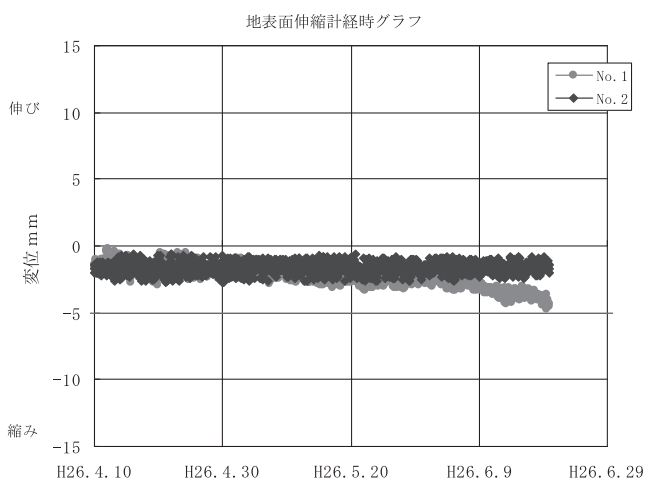
計測結果が光の色で表示されるため、作業員の聞き取り結果でも作業時の安全管理に有効であることが検証できた。切土時には結果的には緑色（安定）からの



図—3 計測位置平面図



図—4 TS 測定結果 (経時変化)



図—5 地表面伸縮計測定結果 (経時変化)



写真—4 計測表示板発行状況

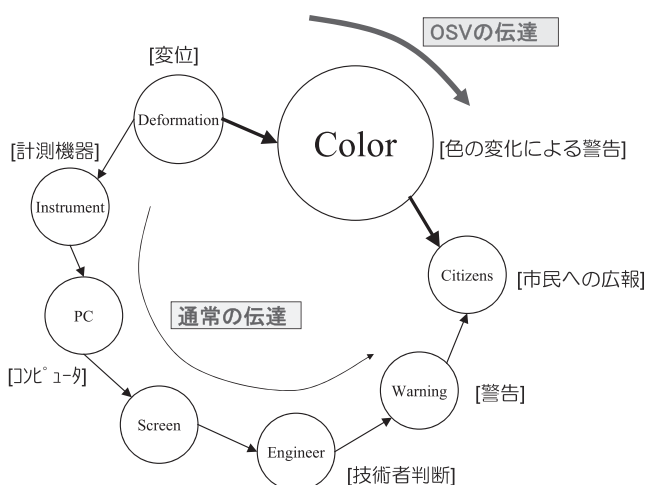
変化はなかったが、斜面に近接する上り線掘削時には一番上部の伸縮計が赤色 (3 mm 伸び)、盛土部の伸縮計が水色 (3 mm 圧縮) に変化した (写真—4)。

3. おわりに

八幡トンネル工事で採用した最新技術のうち、中国自動車道に近接した起点側坑口付けのための切土法面に対する計測管理で採用した「安全の見える化技術」の効果と検証結果を示した。

切土法面の安定対策としては、神戸層群の長期安定性を確保する目的から、土砂部分に関しては法面補強対策として植生法枠工を施し、軟岩の部分に関しては厚層基材吹付けを施工した。

今回適用した「安全の見える化技術」に関しては、OSV (On Site Visualization) の思想を取り入れ、図—6 に示すとおり、従来の計測管理における課題の1つであった計測から警告の発信までのタイムラグの発生を防止し、リアルタイムに光の色の変化で危険度を評価できるため、作業員自らが安全を意識しながら作業できるというメリットがあり、現場における安全性の向上と変状に対しての早期の対策が期待できる。今後とも情報化施工の実施により、安全施工に努めていく所存である。



図—6 計測結果の見える化技術による情報伝達プロセス

謝 辞

今回の安全の見える化技術に関しては、OSV (On Site Visualization) 研究会の会長でもある神戸大学大学院芥川真一教授はじめ研究会の皆様にご助言をいただきました。ここに深く感謝の意を表します。

JICMA

〔筆者紹介〕

山田 浩幸 (やまだ ひろゆき)
 (株)鴻池組
 土木事業本部 技術部



豊実発電所改修工事における放水路トンネルの施工 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

工 藤 敏 邦・多 田 誠

豊実発電所改修工事は、既設の立軸フランシス水車・発電機6台と水路構造物を撤去し、同じ場所に新たに立軸バルブ水車・発電機2台と水路構造物を構築する工事である。新設放水路トンネルは扁平大断面であり周囲の岩盤の風化が進んだ既設放水路の直下での施工が求められた。また、工事期間中、発電所内に設置する機器を洪水から守るため、一時的に残置したプラグ部には止水性能が求められていた。このような複雑な条件のもと、縫地ボルトの施工、再生骨材コンクリートによる既設トンネルの充填、プラグ部の止水注入工等の対策を実施して、放水路トンネルを施工した事例について紹介する。

キーワード：水力発電所、トンネル、リニューアル、縫地ボルト、再生骨材コンクリート、薬液注入工、上半中壁分割工法

1. はじめに

豊実発電所は阿賀野川水系の東北電力(株)発電所群の中で下流から3ヶ所目に位置しており、昭和4年に発電を開始した出力56,400 kWのダム式発電所であった(図-1、写真-1)。当発電所は発電開始以来、約80年が経過し、水車・発電機を中心として経年劣化が進行していた。そのため、水車・発電機を立軸フランシス水車6台から立軸バルブ水車2台に整理統合し、最



写真-1 豊実ダム、豊実発電所施工前全景

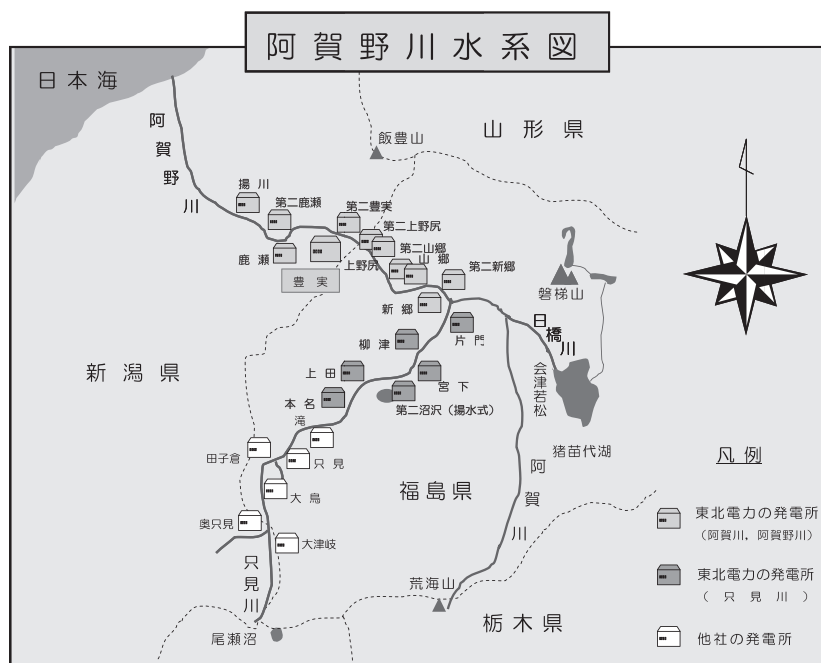
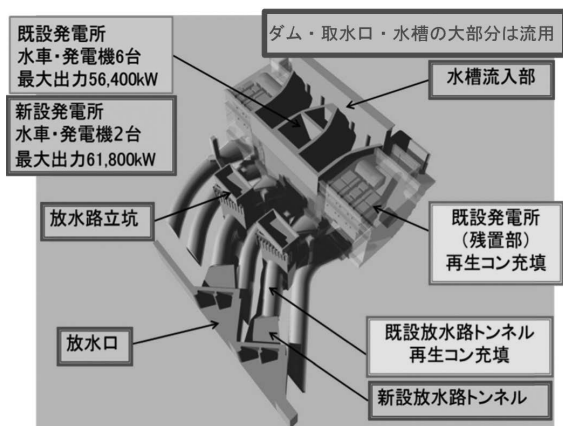


図-1 豊実発電所位置図



図—2 豊実発電所改修工事イメージ図

大使用水量を変えず機器効率のアップにより最大出力を 61,800kW に変更する大規模な改修工事に平成 20 年に着手し、平成 25 年 9 月 18 日に発電を再開したところである（図—2）。

本稿では当改修工事における放水路トンネルの施工概要について報告する。

2. 工事概要

(1) 工事概要

工 事 名：豊実発電所改修工事のうち土木本工事ならびに関連撤去工事

工事場所：新潟県東蒲原郡阿賀町豊実地内

工 期：平成 20 年 5 月 26 日～平成 25 年 3 月 29 日

工事内容：

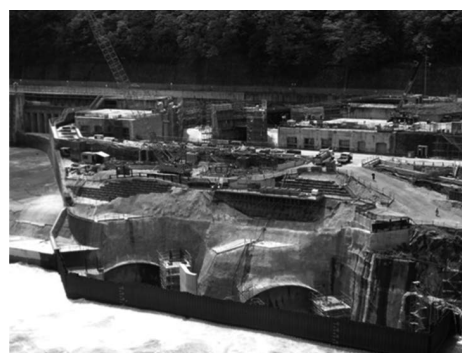
- ・ダムおよび取水口と水槽の大部分は既設設備を流用し、古い立軸フランシス水車・発電機 6 台を撤去して、新たに立軸バルブ水車・発電機 2 台を設置した。
- ・水車、発電機 2 台の新設に合わせて 2 本の放水路立坑、放水路トンネルを新設した。
- ・既設発電所の解体は、発電所改修に必要な最小限度の範囲にとどめ、発生したコンクリートガラは破碎して再生粗骨材として再利用した。既設発電所や既設放水路トンネル等残置箇所の空洞部は、再生粗骨材を用いた再生骨材コンクリートで充填した。
- ・放水口構造物施工のために継手付 H 形鋼矢板を使用し、仮締切を設置した。

(2) 地質条件

施工箇所の地質は表層 5.5 ～ 6.9 m は礫混じり砂の埋土であり、その下層部は花崗閃緑岩と角礫岩で構成



写真—2 建屋解体、放水路立坑掘削状況（平成 21 年 7 月）



写真—3 放水路トンネル明かり巻き施工状況（平成 21 年 11 月）

されている。花崗閃緑岩は、 $C_H \sim C_M$ 級、角礫岩は C_M 級が主体で岩質は比較的硬質である。しかし、上部には矢板工法で掘削した既設トンネルが存在しているため、岩盤の風化やゆるみが発生している可能性があった。

(3) 放水路トンネル概要

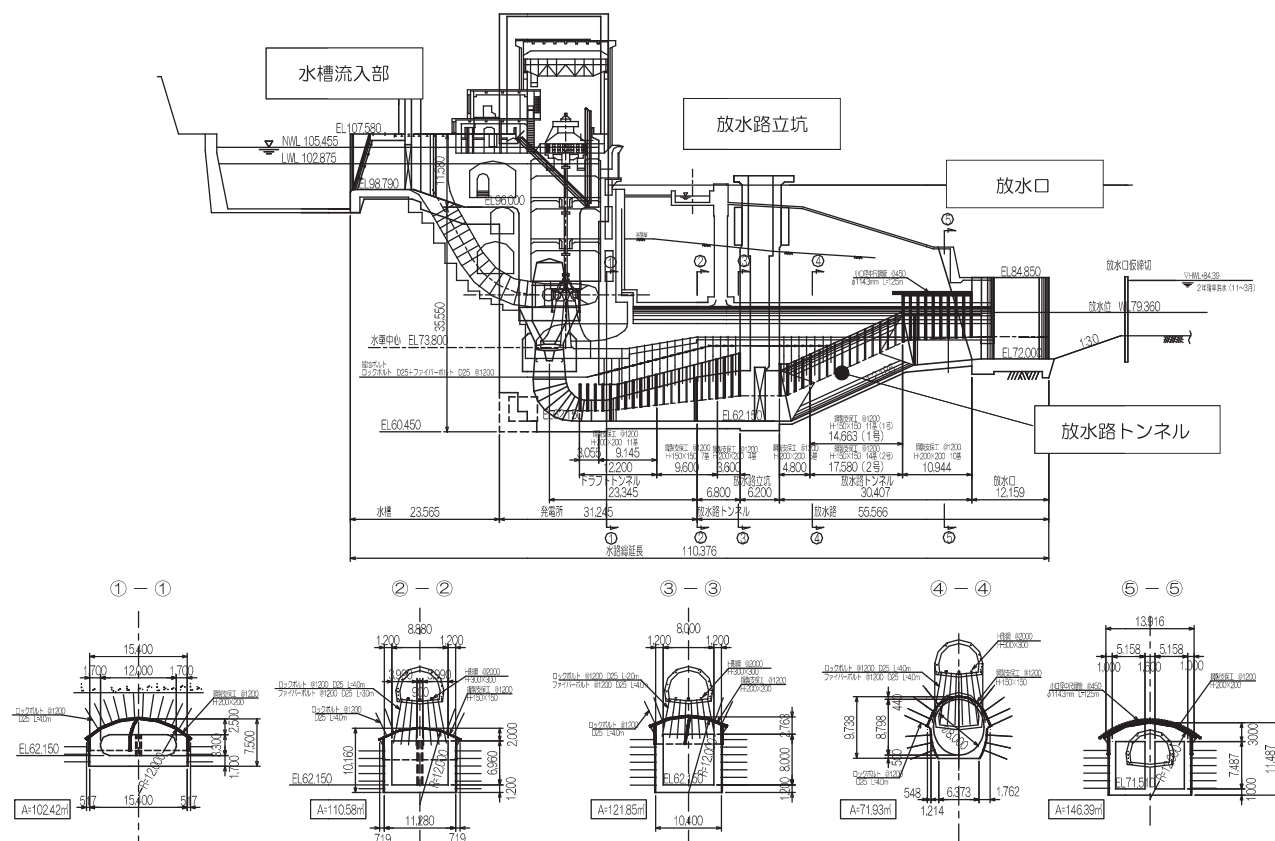
放水路トンネルは、発電所立坑から放水路立坑を経て放水口までの経路に計 2 本設置される。放水路トンネルの断面図を図—3 に示す。また、放水路トンネルの諸元を以下に示す。

■放水路トンネル諸元

断面形状：発電所から放水口に向かって、扁平～矩形～円形～矩形へと段階的に変化
 形 状：円形部 ϕ 8.0 m、矩形部 幅 8.0 m ～ 13.4 m、高さ 6.96 m ～ 12.85 m
 延 長：[1 号トンネル] 58.8m、[2 号トンネル] 61.7m
 勾 配：[1 号トンネル] 1:2.187、[2 号トンネル] 1:2.729

3. 全体施工フロー

豊実発電所改修工事全体の施工フローを表—1 に示す。



図—3 放水路トンネル（1号）断面図

放水口側が河川内の工事となるため、継手付日形鋼矢板による仮締切を設置した（①）。

当施工個所の河川が狹隘で過去数年間の最大流量に対して十分な仮締切の設置ができないことから、出水に伴い年数回冠水することを見越した高さに設定し、気象情報や上流ダム群の情報等から退避基準を定めて施工した。

放水路トンネルは、新設した放水路立坑を起点として、発電所側上半、放水口側上半、下半の順に掘削を実施した（①～⑤）。また、既設建屋及び発電所基礎の取壊し、発電所基礎の掘削も放水路トンネル掘削と並行して施工を進め、放水路トンネルが発電所基礎内に到達した後に発電所側を上部から掘削して、発電所基礎側の貫通となった（⑥）。

放水路トンネルの放水口側は、洪水時の河川水の侵入防止を図るため、プラグ部を残置した。明かり巻きを施工して放水口構造物を先行構築し、放水路制水門が設置された時点で貫通掘削及び覆工を施工した（⑧～⑨）。

4. 放水路トンネルの施工

（1）縫地ボルト

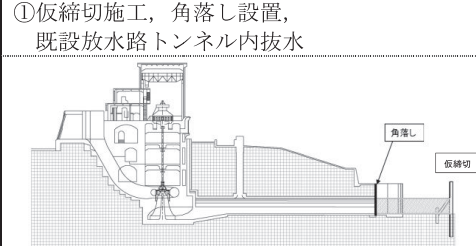
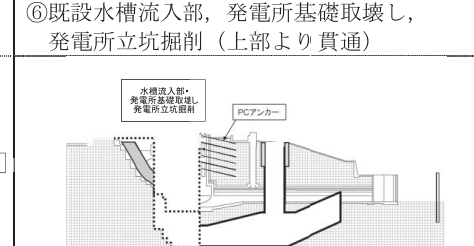
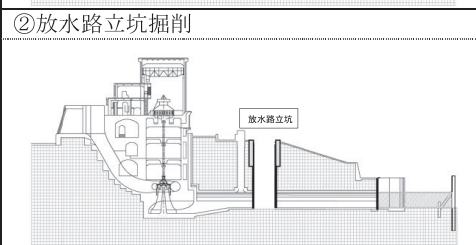
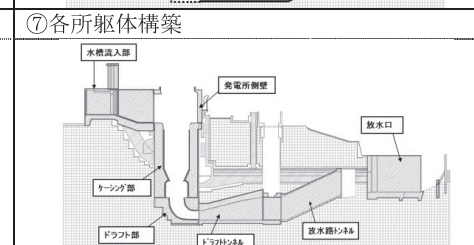
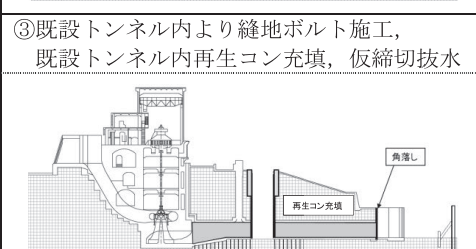
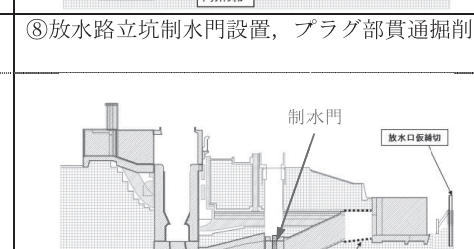
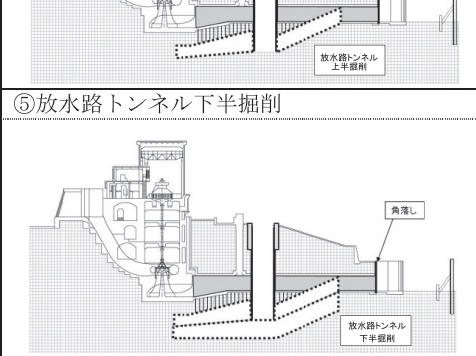
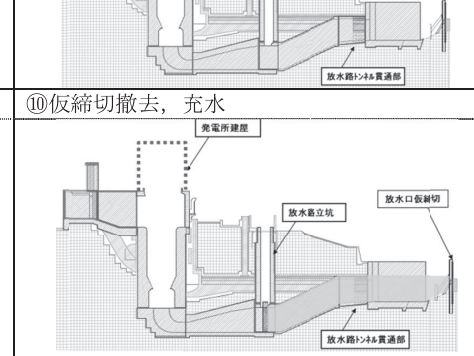
新設放水路上部に位置する既設放水路の周辺岩盤に

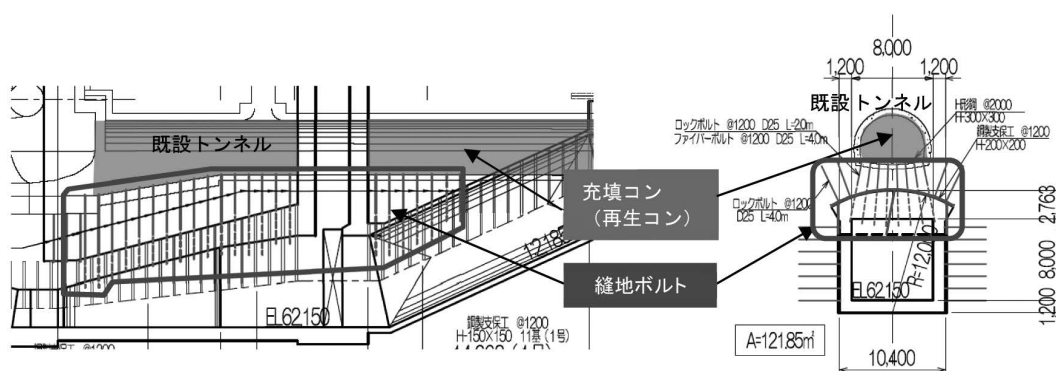
は、緩みがあることが想定されていた。また、新設放水路は扁平な形状で天端地山にグランドアーチが形成されにくく、亀裂や割れ目の入り方によっては天端の抜け落ちや崩落発生が懸念された。そのため、天端地山の緩みを抑えることを目的として、放水路トンネルの掘削に先立ち、上部の既設放水路トンネルから下向きに縫地ボルトを打設した。縫地ボルトの仕様はD25×1200 mm ピッチとし、後に掘削する箇所はファイバーボルトを採用した。図—4、写真—4に縫地ボルトの概要および施工状況を示す。縫地ボルトを施工することで、天端崩落や過大なゆるみ荷重が支保に作用することなく、掘削することができた。

（2）再生骨材コンクリートによる既設放水路の充填

既設放水路トンネルの空洞を残置したままでは、新設トンネル上の岩盤中の応力の伝達が不安定になるため、NATM工法としての掘削が困難となる。そのため、既設放水路は地山との一体化を図る目的で、縫地ボルトを施工後に再生骨材コンクリートで充填した（図—4、写真—5）。既設発電所の解体で発生したコンクリートガラからジョークラッシャーおよびインパクトクラッシャーによる簡易破碎設備により再生粗骨材を製造し、再生骨材コンクリートに有効利用した。

表—1 全体施工フロー

①仮締切施工，角落し設置， 既設放水路トンネル内放水 	⑥既設水槽流入部，発電所基礎取壊し， 発電所立坑掘削（上部より貫通） 
②放水路立坑掘削 	⑦各所躯体構築 
③既設トンネル内より縫地ボルト施工， 既設トンネル内再生コン充填，仮締切放水 	⑧放水路立坑制水門設置，プラグ部貫通掘削 
④放水路立坑掘削，放水路トンネル上半掘削 	⑨放水路貫通掘削部，放水路立坑躯体構築， 発電所建屋構築 
⑤放水路トンネル下半掘削 	⑩仮締切撤去，充水 



図—4 充填コンクリートおよび縫地ボルトの施工



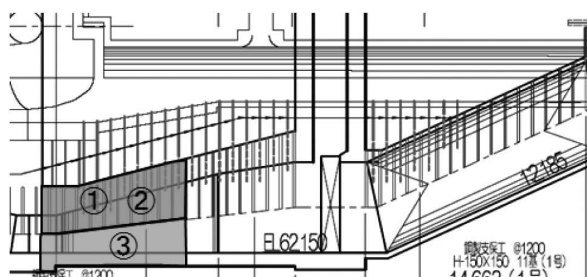
写真一4 縫地ボルト施工状況



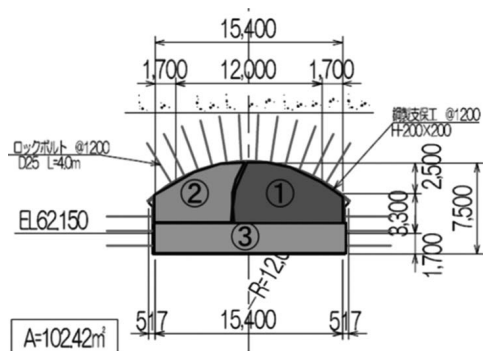
写真一5 既設放水路充填状況

(3) 加背割り

放水路トンネルの掘削は大断面となることから、上半・下半に分けて掘削することとし、発電所側に近い扁平断面部の上半については中壁分割工法を採用した



図一5 扁平部の掘削順序断面図



図一6 扁平部の掘削順序正面図

(図一5, 6)。放水路トンネルは短い延長の中で掘削断面形状が大きく変化するため、切羽進行と坑内変位との関係が複雑で通常の坑内変位のみでは計測管理が難しい。計測管理では天端沈下や内空変位の他に吹付けコンクリートおよび鋼製支保工に発生する応力に対しても管理基準値を設けるとともに、支保の応力状態から岩盤のゆるみや作用荷重の移り変わりを推定し、各支保が有効に機能していることを段階毎に確認しながら掘削を進めた。

(4) 放水口側プラグの設置

工事期間中、洪水時に発電所内へ河川水が流入することを防ぐため、放水路立坑部に放水路制水門を設置するまでの間、放水路トンネルは貫通させずに一部区間の地山をプラグとして残置した。放水路トンネルの放水口側は放水路立坑から放水口に向かって掘削し、放水口手前4m区間をプラグ部とした(写真一6)。

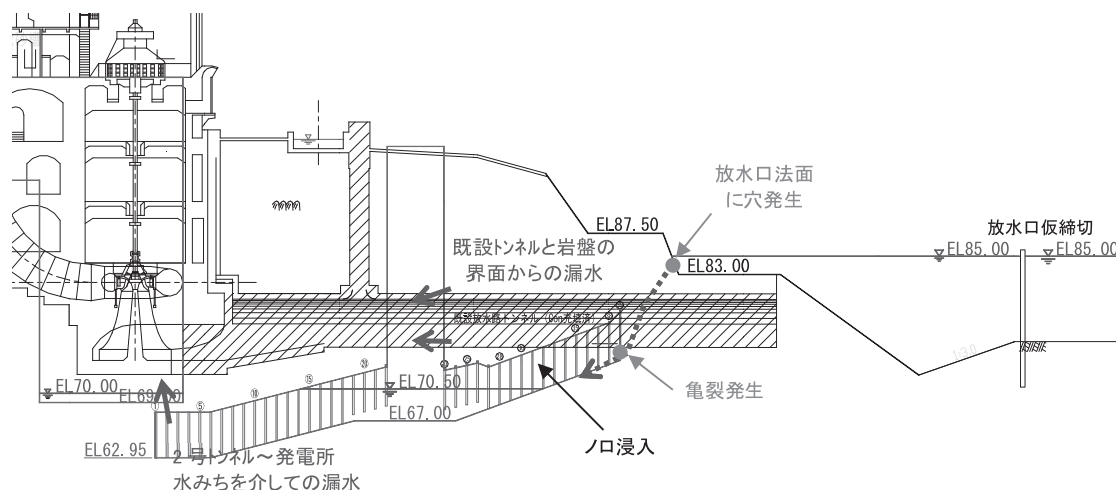
その後、放水口構造物を先行施工する目的で、放水口側から放水路トンネルを一部掘削し、明かり巻きを施工した。そして、放水路制水門設置後に放水口側からトンネル内に向けてプラグ部を掘削し、平成24年4月に放水路トンネルを貫通させた。その後、残りの放水路トンネルの覆工を施工した(写真一7)。



写真一6 放水口側削孔状況



写真一7 発電所側掘削完了



図一七 出水及び水没状況断面図（2号トンネル）

5. プラグ部の止水注入工

(1) 融雪出水に伴うトンネル、発電所立坑の水没

放水路トンネル（放水口側）上半掘削中の平成 22 年 4 月 12～14 日に融雪に伴う出水が発生して仮締切内が冠水した。それに伴い放水路トンネル内の全体で漏水が確認された。特に既設トンネル周辺、既設トンネル施工時の横坑跡、2号トンネル切羽周辺で漏水量が多い傾向にあった。その後、漏水量が増加した2号トンネルが水没し、2号トンネルと発電所掘削底盤間に発生した水みちを介して発電所立坑が水没した（図一七）。さらに1号トンネルも発電所立坑との接続部からの水の浸入により水没した。

(2) 漏水発生原因の推定

漏水発生原因としては以下の2点が推定された。

(a) 2号トンネル切羽付近の強風化層、土砂の存在
2号トンネル切羽には強風化岩盤による弱層が存在しており、トンネル排水後の調査で放水口掘削法面とトンネル内に湧水の跡を伴う穴が発見された。また、2号トンネルの切羽から探り削孔したところ、切羽から 1.0 m 先の上部は土砂であることが判明した。

(b) 既設トンネルの影響

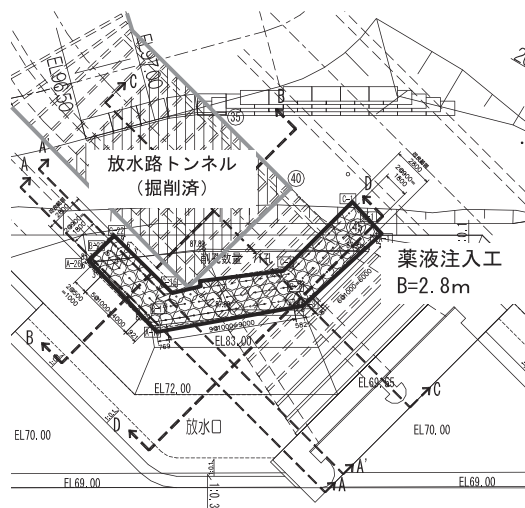
既設トンネルは矢板工法で施工しており、掘削時に岩盤に緩みを発生させているだけでなく、覆工コンクリートと地山間に木矢板等が存在しているため、既設トンネル周辺の止水性能が低下している。また、施工時の隣接トンネル間を接続する横坑の土砂で充填されている箇所が水みちとなっている可能性もある。

(3) 薬液注入工によるプラグ部補強工

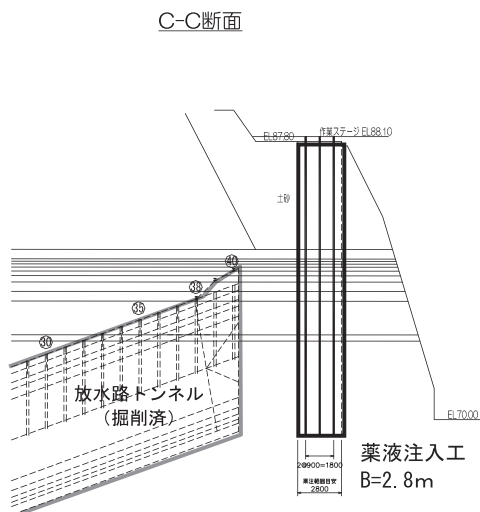
放水路制水門設置までの間、発電所内に設置する機

器を浸水から防護する必要があるため、プラグ部は出水に対する止水性の確保が課題であった。そのため、漏水量の多い2号トンネルに対して、放水口掘削法面の吹付コンクリートの増厚（20 cm）による遮水性の向上、および薬液注入工によるプラグ部の岩盤および土砂の強度増加を実施した。

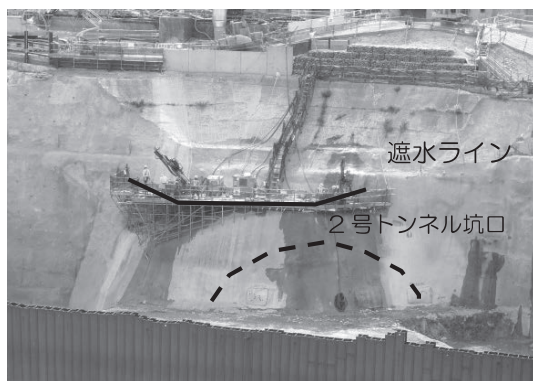
薬液注入工の材料の選定にあたっては、土砂、D級岩盤部への確実な浸透固化が可能なこと、プラグ部の補強であるため強度が必要とされること、2年間の耐久性が求められることから、ゲルタイムの調整が可能な恒久グラウトである「ハイブリッドシリカ」を採用した。削孔・注入はダブルパッカー工法で実施し、土砂部については1次注入としてセメントベントナイトによる粗詰めを施工後に、岩盤部については1次注入からハイブリッドシリカを注入した。薬液注入工配置平面図を図一八に断面図を図一九に施工状況を写真一八に示す。薬液注入工は3列にわたり施工し、幅2.8 mの改良壁を造成した。



図一八 2号坑口部薬液注入工平面図



図—9 2号坑口部薬液注入工断面図



写真—8 薬液注入工施工状況

プラグ部に薬液注入工を施工した結果、その後の洪水時において漏水が発生することはなく、施工を完了することができた。

6. おわりに

今回施工したトンネルは、延長 60 m 程度のトンネル 2 本でありながら、扁平かつ大断面の掘削形状、既設トンネル直下での施工、漏水に伴う止水対策工などの様々な問題があり、足掛け約 4 年の年月をかけて施工を完了した（写真—9）。



写真—9 豊実発電所竣工状況

戦後に建設されたインフラの老朽化が進んでいる中、環境負荷の少ない水力発電の役割は今後大きくなっていくと思われる。そのため、今後、本工事のようなリニューアル工事は増加してくる考えられ、今回の報告内容がその一助になれば幸いである。

謝 辞

最後に、本工事にご尽力いただいた関係者の方々に厚く感謝申し上げます。

J C M A

《参考文献》

- 1) 佐々木千好・永井志功：豊実発電所放水路トンネルの施工，No.352 電力土木 2011.3, pp40-44

【筆者紹介】

工藤 敏邦（くどう としくに）
前田建設工業㈱
土木事業本部 土木設計部
リーダー



多田 誠（ただ まこと）
東北電力㈱
いわき技術センター
土木課長



電磁波探査を活用した湧水対策区間の施工

近藤 進・佐藤 美和子・清水 吾郎

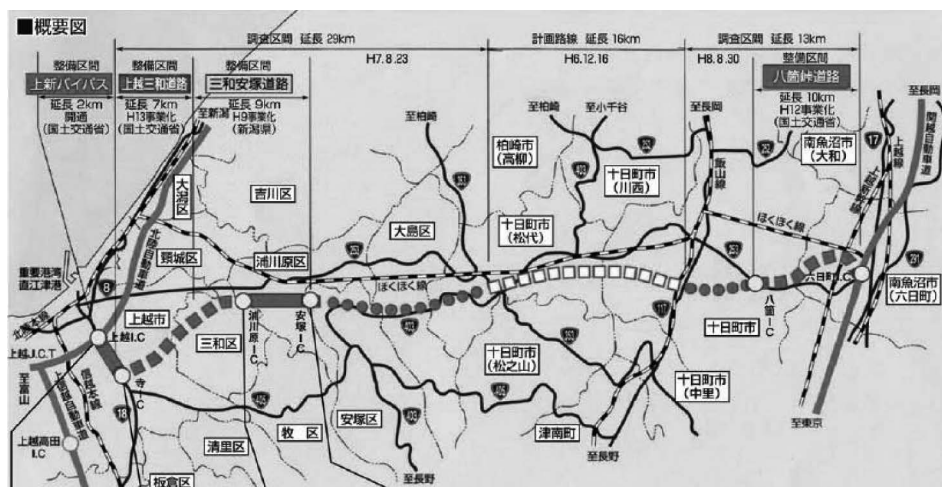
国道 253 号八箇峠トンネル工事における湧水対策区間の施工にあたって、掘削前に切羽前方の滞水状況および滞水位置を面的に把握できる電磁波探査を実施した。さらに、その調査結果を活用して、切羽前方の地下水位を下げるために水抜きボーリングおよび底設導坑の施工を行った。本論文では、湧水対策区間の施工において、切羽の安定性を確保するために実施した一連の対策について報告する。

キーワード：トンネル、湧水対策、電磁波探査、底設導抗、水抜きボーリング

1. はじめに

国道 253 号八箇峠道路は、新潟県南西部の上越市を中心とする上越地域と十日町市・南魚沼市を中心とする魚沼地域を相互に連絡する地域高規格道路「上越魚

沼地域振興快速道路」(延長約 60 km)の一部を構成しており、魚沼地域の十日町市八箇～南魚沼市余川間を結ぶ延長約 9.7 km の道路である。八箇峠トンネルは、八箇峠道路の中央部に位置しており、延長 2,840 m である(図-1.2)。



图—1 上越魚沼地域振興快速道路



図一2 八箇峠道路事業

八箇峠トンネル工事は平成 19 年度から着手し、平成 24 年度末までに南魚沼側からは 1,434 m、十日町側からは 656 m の掘削が完了している。平成 25 年度より、十日町側からのみ残り 750 m の掘削を再開しており、本年度中に全長 2,840 m の掘削が完了する予定である。

2. 湧水対策

(1) 地質状況

本トンネルの十日町側には、新第三紀鮮新世の砂礫層である「和南津層」が分布している。本トンネル工事で現れた和南津層は、未固結の砂質土層を主体としており、少量の湧水でも泥濘化・不安定化してしまう性状を有しているため、平成 24 年度末までの工事では、掘削中に切羽が安定せず、天端や鏡面が崩落する事象が発生した。そこで、切羽前方の地下水位を下げるためにトンネル断面外に向かって水抜き調査ボーリングを実施したが、約 20 ～ 60 L/分の被圧湧水が確認されたため、長尺先受け工および長尺鏡ボルト工を併用して、切羽の安定化を図った。このように、本トンネルで対象としている和南津層は、砂質土としては透水係数が低く、水抜きボーリングだけでは切羽の安定性を向上させることができない地山であると想定された。

(2) 湧水対策

平成 25 年度にトンネル工事を再開するにあたっては、地質調査および水抜き調査ボーリングの結果より、掘削再開起点から約 180 m 間を湧水対策区間と設定し、これまでに行っていた左右土平からトンネル断面外へ向けた 100 m 級の水抜き調査ボーリング（図

一 7）に加え、下記①～④の対策を追加実施し、より確実に地下水位を効率的に低下させることとした。具体的な手順は、以下のとおりである。

- ①電磁波探査を切羽から前方 50 m 実施（ラップ長 14 m）
- ②水抜きボーリングを切羽前方 50 m 実施（ラップ長 14 m）
- ③底設導坑の掘削を切羽から 36 m 掘削
- ④対策工完了後、本坑掘削を 36 m 実施

この①～④のサイクルを 5 回繰り返すことにより、湧水対策区間 180 m の施工を行った（図— 3）。

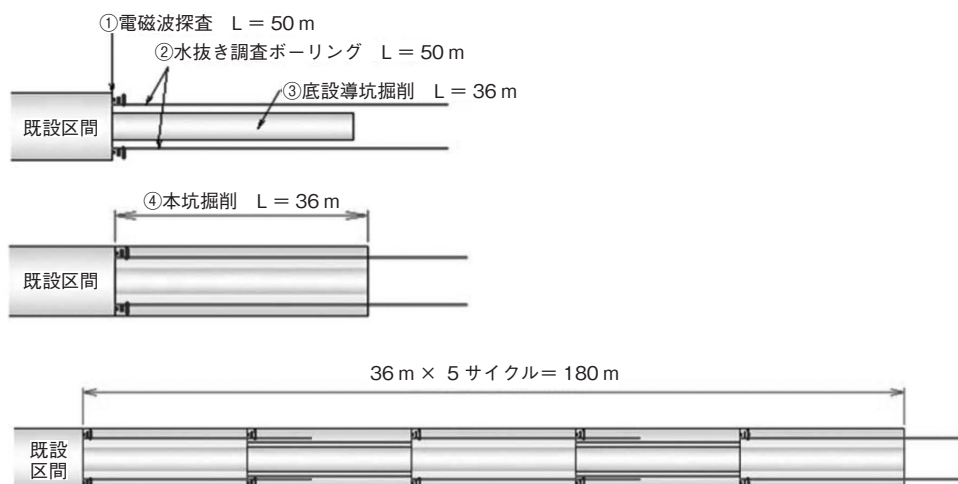
(3) 電磁波探査（FDEM 探査）

電磁波探査は、切羽に測定機器を置いて、切羽前方に入射した電磁波の反応を測定することにより、切羽前方最大 50 m 程度までの地山の比抵抗を測定できる物理探査手法である（写真— 1）。比抵抗は、物質の「電気の流れにくさ」を示す値であり、地盤を構成している土粒子や岩石の電気的特性だけでなく、土の隙間や岩盤の亀裂に存在する地下水や空気等の有無を反映した物理量である。したがって、地盤の比抵抗分布を求めることにより、地下水や地山中の空洞の有無を把握することができる。

本工事では、切羽断面のスプリングライン付近と下半盤付近の 2 測線を設け、各測線において 11 カ所の

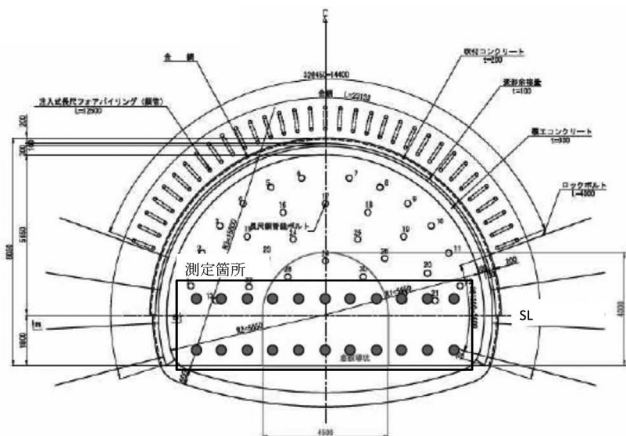


写真— 1 電磁波探査の測定機器



図— 3 湧水対策区間の施工サイクル

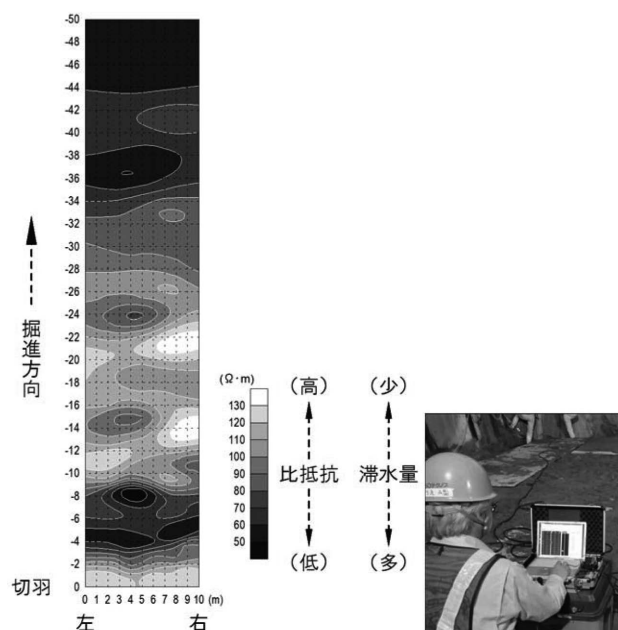
測定を行った（図－4，写真－2）。これらの測定結果をもとに切羽前方地山の比抵抗分布を求めた（図－5）。切羽から12 m 付近までの値は、鏡ボルトの鋼管の影響を受けて比抵抗は低くなっている。また、切羽



図－4 測定箇所（切羽断面）



写真－2 測定機器の設置状況

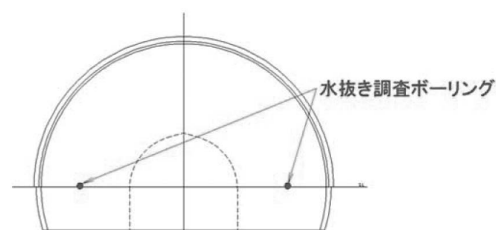


図－5 比抵抗値の分布例

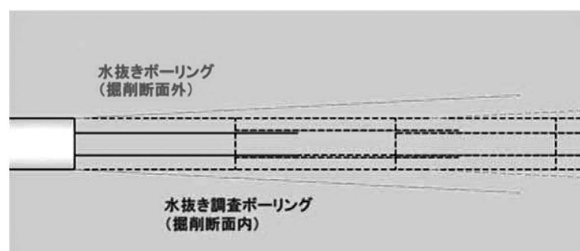
から14 m 付近，切羽から24 m 付近および切羽から28 m 以深は，周囲より比抵抗が低く， $100\Omega\cdot\text{m}$ 以下の領域が存在する。対象地山は，比較的一様な砂質地山であることから，比抵抗が低い領域は地下水が多い滞水箇所であると想定した。

(4) 水抜き調査ボーリング

電磁波探査により推定された滞水箇所に向け，左右に1本ずつ水抜き調査ボーリング（ $\phi 116\text{ mm}$ ， $L=50\text{ m}$ ，ノンコア）を実施した（図－6，7，写真－3）。ボーリング時には削孔4 m ごとに湧水量を測定し，滞水状況の確認および掘削時に湧水が増加すると想定される位置の特定を行った。なお，本ボーリングによって確認された湧水量は約10～30 L/分であった。



図－6 水抜き調査ボーリング箇所（切羽断面）



図－7 水抜き調査ボーリング（平面図）



写真－3 水抜きボーリング施工状況

また，水抜き調査ボーリングでは，湧水量の測定に加えて，湧水の水温，pH および電気伝導度を測定し，坑内湧水と地表水との連続性も調査した。トンネル坑内の湧水とトンネル直上の地表水の水質を測定し比較した結果，pH については，坑内湧水がアルカリ性，

表—1 トンネル坑内の水質調査結果

深度 (m)	湧水測定				
	累計湧 水量 (m)	区間湧 水量 (m)	水温 (℃)	pH	電気伝導度 (μ S)
0	0	—	—	—	—
4	1	1	14.6	9.64	294
8	1	0	15.0	9.56	308
12	2	1	14.9	9.24	282
16	4	2	13.9	8.83	223
20	8	4	13.7	8.95	227
24	15	7	13.4	8.84	207
28	15	0	13.1	8.82	199

表—2 トンネル直上の水質調査結果

取水箇所	水温 (℃)	pH	電気伝導度 (μ S)
トンネル直上沢水(TD656付近)	13.8	7.99	35
トンネル直上沢水(TD656付近)	14.9	7.84	32
川治川	14.8	7.86	162
坑口横地山湧水	15.7	7.96	77

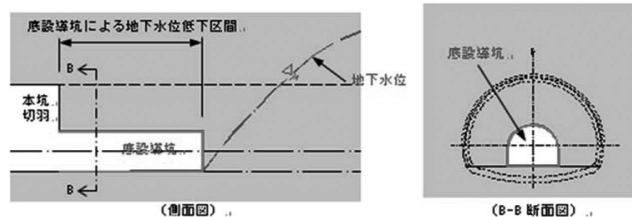
地表水については中性よりの数値を示し、電気伝導度については、坑内湧水が $200\mu\text{S}$ 台、地表水は $100\mu\text{S}$ 以下となった（表—1、表—2）。したがって、地表水と坑内湧水は水質が異なると判断できるため、地表水が直接坑内に排出されているのではなく、あくまで坑内湧水は地下水であることが確認できた。

(5) 底設導坑

本坑掘削に先立って、底設導坑（幅 4.5 m、高さ 4.0 m）を 36 m 先進掘削することによって、地下水を積極的に排出しトンネル周辺の地下水位を低下させて、本坑掘削時における切羽の安定性を向上させた（図—8、写真—4）。

3. おわりに

一連の湧水対策として、電磁波探査および水抜き調査ボーリングを行うことにより、精度よく切羽前方の滞水領域を把握するとともに、掘削時の湧水状況を事



図—8 底設導坑による地下水位の低下



写真—4 底設導坑の施工状況

前に想定できた。さらに、底設導坑を先進させることにより、地下水位を確実に低下させて、本坑掘削時における切羽の安定性を向上させることができた。また、これらの湧水対策の効果を踏まえて、掘削補助工法の見直しを行い、当初設計に対して長尺先受け工および長尺鏡ボルト工の打設本数を減らした上で、湧水対策区間 180 m において切羽の崩壊を回避し、無事に掘削を完了することができた。

J C M A

[筆者紹介]

近藤 進（こんどう すすむ）
長岡国道事務所 六日町国道出張所
所長

佐藤 美和子（さとう みわこ）
長岡国道事務所 六日町国道出張所
係長

清水 吾郎（しみず ごろう）
大成建設（株）北信越支店
八箇峠トンネル工事作業所
工事主任

トンネル構内での長距離無線 LAN 装置

中 島 健三郎

トンネル内の通信を無線化したいという要望に応え、反射波の影響を抑えトンネル内でも安定に動作する無線装置を開発した。さらにトンネルでの利用を考慮したパッケージ化を行い利便性を高めた。本稿では無線化の課題とその解決取組を紹介する。

キーワード：トンネル，地下，無線，タブレット，反射波，アンテナ

1. はじめに

近年，建設工事現場では IT 化が急速に進み，各種データを取得するための手段としてタブレット端末等のモバイル機器の利用機会が増加している。

トンネル・地下等の電波が届きにくい現場では有線による通信が一般的であった。

しかしながら，有線の設置には以下の課題が有りはなはだ運用上不便であった。

- ①有線の設置工事に莫大な費用がかかる
- ②配線に人が引っかかる，建設機械が切断するといった事故が有る

- ③工事の進捗に合わせレイアウト変更が生じ，毎回変更の度に時間と費用がかかる

このような背景の中，高度なアンテナ技術と無線技術を活かしトンネル・地下用長距離無線 LAN 伝送装置の開発，商品化に取り組んできた。

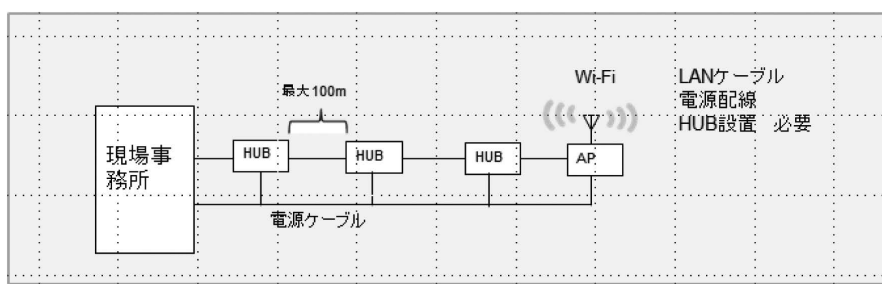
以下，本装置の商品概要について紹介する。

2. 取組概要

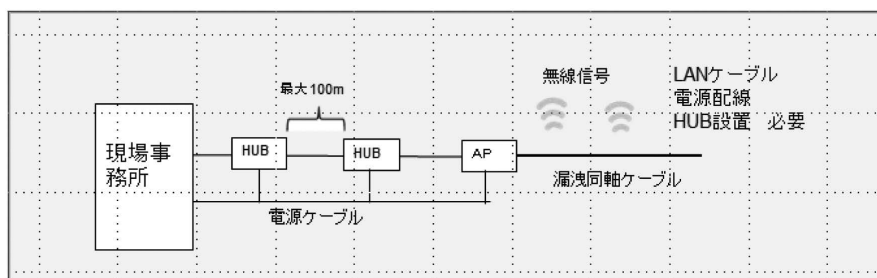
(1) トンネル内伝送

従来の有線による伝送方法を図—1，2 に示す。

この方式の場合作業エリアを多数の配線が通るため前述①～③の課題があった。



図—1 HUB 中継+アンテナ方式
AP：アクセスポイント

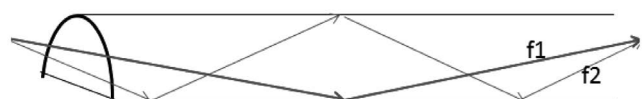


図—2 HUB 中継+漏洩同軸

これらの問題を解決するためにトンネルの入り口から工事現場まで、全て無線化したいという要望が強かった。

一般にトンネルは電波が届かないと思われているが、トンネルで無線が使えない理由は反射波の影響によるものである。

音声であってもトンネル内の少し離れた場所で会話しようとするとは音は聞こえるがわんわんといった反響音で何を言っているのかわからないのと同じ事が電波でも発生しているのである（図—3）。



図—3 反射波の影響

このため、通常のアンテナと無線機を用いてトンネル内で長距離通信を行うことは困難であった。

この問題を解決するために指向特性^(注1)に優れたアンテナを使用することで反射波による影響の低減を図った。

表—1 に示す通り通常の無線機で使用されているホイップアンテナでは反射が強い環境下では 20 m を超えたあたりから通信エラー率が上昇している。

それに対し指向特性に優れたアンテナでは安定した通信が行われていることがわかる。

(2) 電源

通信を無線化できたとしてもトンネル内で電源が確保できなければ電源線を引く必要があり完全な無線化が出来ないという問題がある。

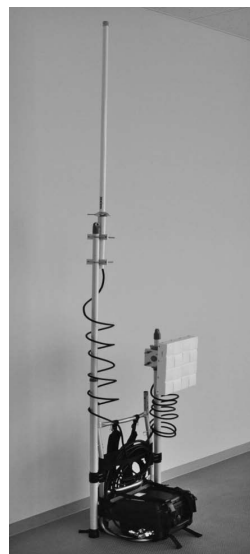
そこで徹底的な低消費電力化を図りわずか 2.5 W の消費電力で動作させることが可能な無線装置を開発した。2.5 W の消費電力で有れば小型のバッテリーで 10 時間以上動作させることが可能となる。更に長期間の利用を考慮し 5 日間動作のバッテリーも外付けオプションとして準備している。

(3) 可搬性

工事の内容や進捗に応じて無線装置を移動させる必要性が生じた場合、従来は複雑に配線された装置を移動する必要があり、無線の専門家でないとは移動が困難であった。

そこで一般の方でも容易に装置を移動できる様に可搬型の構造とした（写真—1）。

尚且つ、移設時にアンテナの高さ、方向の調整が容易に行える構造となっている（写真—2）。



写真—1 無線装置



写真—2 アンテナ調整機構

表—1 アンテナ比較

		エラー率		コメント
通信距離		1 2 m	2 4 m	—
平面ANT		1 0 ⁻⁸ 以下	1 0 ⁻⁸ 以下	優れた指向特性により反射波の多い環境でも安定した受信特性を持つ
ホイップANT		1 0 ⁻⁸ 以下	1. 9 × 10 ⁻⁶	少し離れると反射波の影響で通信エラーが発生する

(4) 長距離対応

トンネルの長さが1 km 以上となった場合1 台の無線機では伝搬が困難になる。そこで中継装置を用意し長距離対応を可能とした（写真—3）。

中継装置もバッテリー動作可能とし、可搬性を考慮した構造となっている。



写真—3 中継装置

3. 実運用

(1) Wi-Fi エリア構築

2 節で紹介した伝送装置で送られた信号を特殊な受信装置を使うのでは無く、タブレット端末等で利用できる様にするために、Wi-Fi エリア化装置を準備した。

この装置はトンネルの入り口から送られた電波を受信し、その信号を Wi-Fi 機器で利用できる電波形式に変換するものである。

利用形態に応じて2 種類の装置を用意した。

①移動利用

点検作業、短時間作業用に移動しながら利用するた



写真—4 移動用無線装置

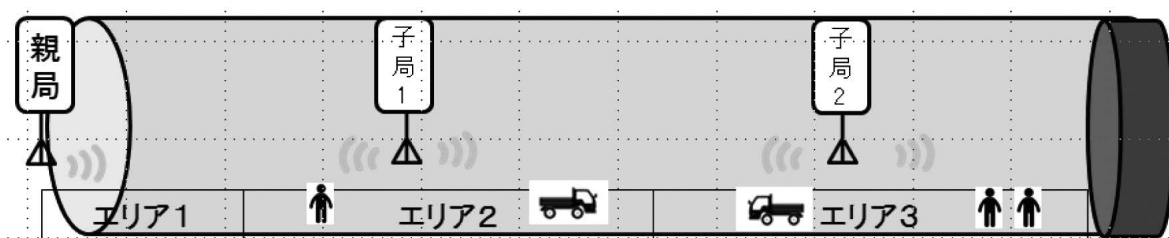
めの装置で、作業者が背中に背負った状態で利用できる様に小型、軽量化に配慮している（写真—4）。

②固定利用

作業現場全体を Wi-Fi エリア化し、多人数で利用するための装置で作業現場に置かれた本装置から半径400 m ～ 800 m のエリアで Wi-Fi 機器の利用ができるように広いエリアがカバーできる特殊なアンテナを装備している。

(2) 位置把握

トンネル内に複数の工区が有る場合、安全管理上どの工区に誰が入っているか把握したいときが有る。その場合工区ごとに無線装置を配置し、入坑する人に Wi-Fi タグ、タブレット等を携帯してもらうことで工区ごとに入坑している人の位置把握が可能となる。トラック、建設機械に Wi-Fi タグを装備すればそれらの車両の位置把握も可能となり全体状況把握が容易となる（図—4）。



図—4 位置把握

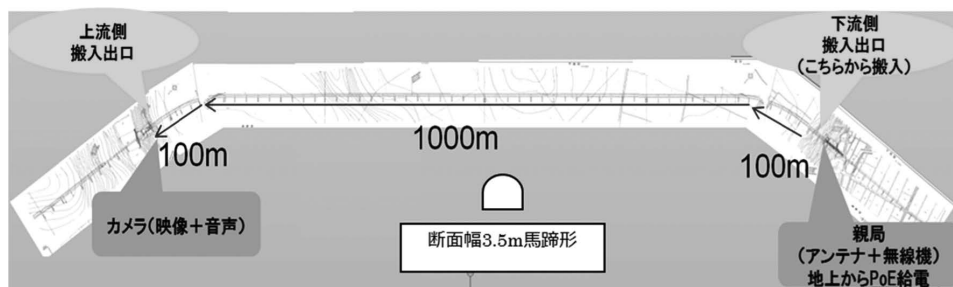


図-5 トンネル形状

4. 試験結果

次に、実際のトンネルを用いて伝送性能の確認を実施した結果を報告する。

〈トンネル形状 (図-5)〉

- 長さ: 1.2 km, 屈曲 2 か所
- 断面形状: 3.5 m 馬蹄形

(1) 伝送距離

トンネル入り口に無線装置を置き、トンネル内を入口から奥に向かい 100 m ごとに通信速度を測定した。その結果 1,248 m の最終地点まで 10 Mbps 以上の安定した通信が可能で有ることを確認した (図-6)。

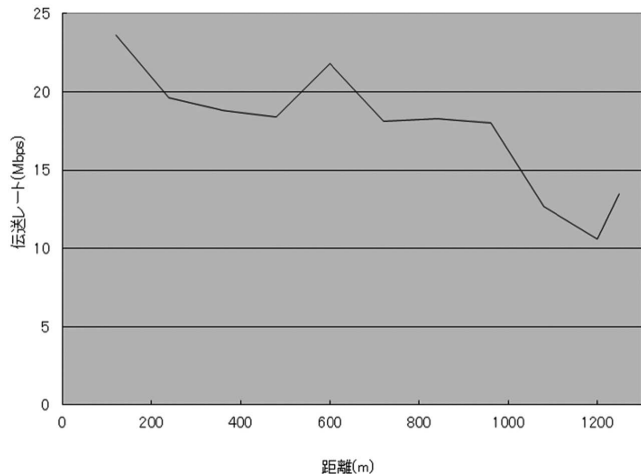


図-6 距離と伝送速度

(2) Wi-Fi エリア

次に Wi-Fi エリア化について確認を行った結果を示す。

3. (1) 節②項の固定利用装置からタブレット端末がどこまで離れて通信可能かをトンネル内で実測した。

その結果 840 m まで 1 Mbps 以上の通信が可能であることを確認した。

タブレットの内蔵アンテナの特性により反射波の影響を受け伝送速度に大きな変動が有るものの、400 m 以内の距離であれば安定した通信が可能であることが確認出来た (図-7)。

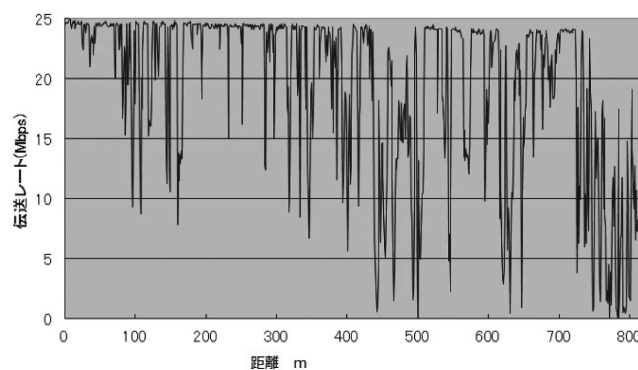


図-7 アクセスポイントからの距離と伝送速度

5. おわりに

今回の実証実験を通して電波環境の悪いトンネル、地下において今回開発した無線伝送装置が十分な性能を発揮することが確認された。

今後は多様化するニーズに応えるためにノイズの多い環境下で安定した通信が行える方式の開発と更なる小型、軽量化の実現に取り組んでいく所存である。

J C M A

注1) 指向特性: アンテナの正面に対し横方向、後方から来る電波を受けにくくし正面からの電波だけを受信する性能

【筆者紹介】

中島 健三郎 (なかしま けんさぶろう)
日本電業工作(株)
事業開発部
次長



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

これまでトンネル覆工の背面空洞を埋める裏込注入材として、セメント系注入材が多く使用されてきた。本報では、セメント系注入工法よりもコンパクトな機械設備で施工できる発泡ウレタンを使用した「アキレス Tn-p 工法」（以下本工法という）を紹介する。とくに近年では、40 倍発泡という従来より高発泡タイプの発泡ウレタンを開発し、コスト削減と施工性の向上を達成し、多くのトンネル補修工事で採用されるようになった。この 40 倍発泡ウレタンを使用した裏込注入工法の説明を中心に、従来のセメント系注入工法との違い等を解説する。

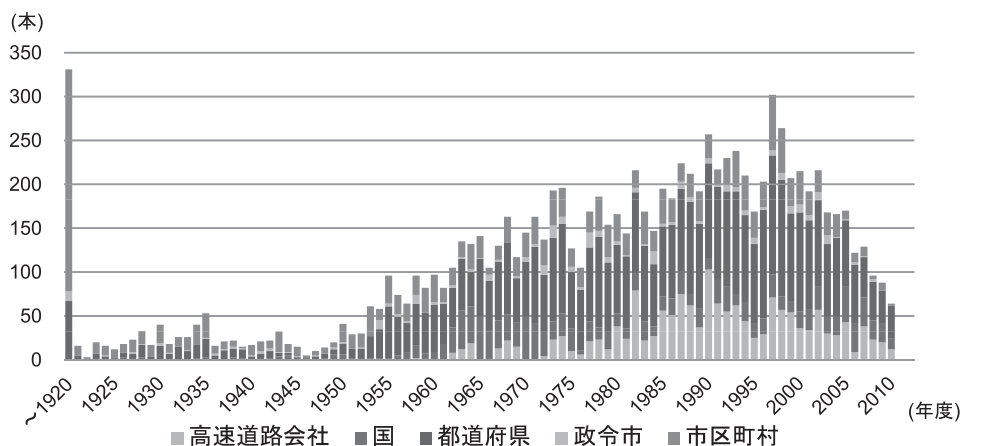
キーワード：トンネル補修，裏込注入，発泡ウレタン，40 倍発泡，ノンフロン

1. はじめに

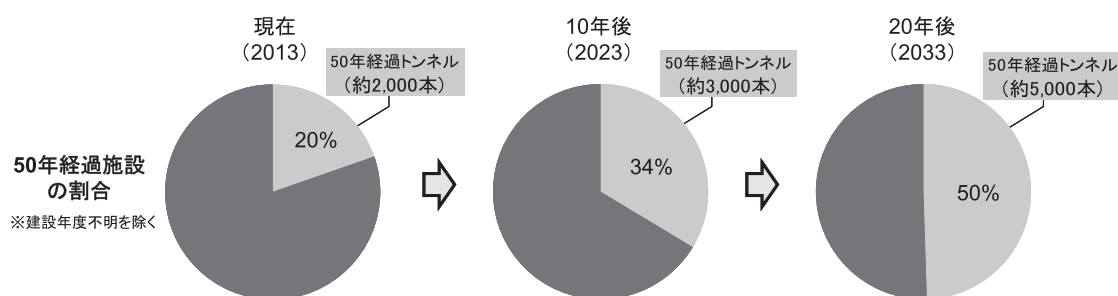
近年、「笹子トンネル天井板崩落事故」等により、土木構造物の老朽化問題が注目されている。高度経済成長期である 1960～70 年代から道路トンネルの建設本数は急増しており（図—1）¹⁾、現在 20%ある建設

後 50 年以上経過した道路トンネルが 10 年後には 34%，20 年後には 50%に急増する見込みである（図—2）¹⁾。今後これらの老朽化したトンネルを定期的に点検・診断し、適宜対策していくことが求められている。

国土交通省は、今年 6 月に「道路トンネル定期点検



図—1 建設年度別道路トンネル本数



図—2 50 年経過トンネル割合推移

要領」²⁾を策定，7月にはすべての道路管理者に対し法令に基づくトンネルの定期点検を義務付けた。また，地区毎に国・都道府県・市町村・高速道路会社等が連携する「道路メンテナンス会議」も次々と設置され，地方公共団体の維持管理に関する問題点である人不足・技術力不足・予算不足を改善するべくさまざまな対応がなされている。

2. 矢板工法によるトンネルの背面空洞

高度経済成長期に山岳トンネルで主に採用されていた矢板工法では，覆工背面に空洞が残ることが多く，地質条件によってはこの空洞が原因で，地震や豪雨等により地山の突発性崩壊が発生し，トンネルの損傷や事故につながる可能性がある（図—3）。国土交通省が策定した「道路トンネル定期点検要領」にも「過去において，矢板工法で施工されたトンネルで，アーチ部の有効な覆工厚が30 cm以下で，覆工背面に30 cm程度以上の空げきがあり，かつ背面の地山が岩塊となって崩落する可能性のある場合，覆工表面には比較的軽微な変状しか見られなかった状態でトンネルが突然崩壊する突発性崩壊が生じた事例がある。」と記載されている。



図—3 背面空洞イメージ

現在，山岳トンネルで多く採用されている NATM 工法は空洞が生じにくいと言われているが，道路トンネルにおいては1990年頃から本格的に採用されており，現存する国内の道路トンネル約10,000本（総延長距離約4,000 km）のうち過半数は矢板工法によるトンネルと推定される。鉄道トンネルにおける NATM 工法の採用は，1976年の上越新幹線中山トンネルで一部 NATM 工法を試行したことを転機に広まったと言われているが，ほとんどのトンネルがそれ以前に建設されており（JR 関連のトンネル総延長距離約2,300 km），多くの矢板工法によるトンネルが存

在すると考えられる。

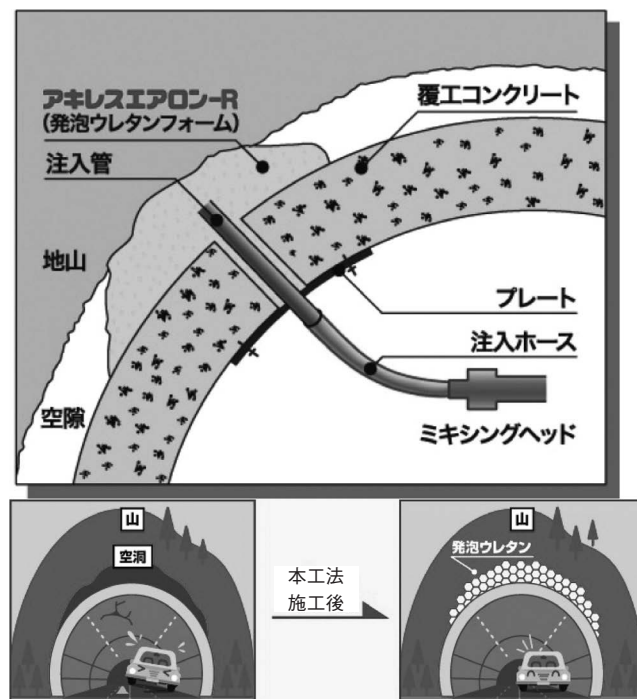
3. トンネル補修工事の課題

トンネルに限らず補修工事の大きな課題として，現在共用している交通等を如何に妨げることなく施工するか？という問題がある。とくにトンネルに関しては迂回路がない場合が多く，道路トンネルでは片側車線規制で施工することがほとんどである。また，交通量が多い場合は夜間での規制工事となる。ましてや鉄道トンネルの場合，列車を止めることは通常不可能なので，列車が走っていない夜間2～3時間程度（軌電停止可能時間）での対応となり，水路トンネルにおいても通水を止められる期間は，かなり限定されることが多い。

このような制約の多い条件で施工するためには，機動性に富むコンパクトな機械設備で施工できる工法が望ましい。且つ夜間でも材料供給に支障がないよう，現場近くに材料を保管しておけることがいいと考えられる。

4. 本工法の概要

本工法は，古いトンネルの覆工背面の空洞に発泡ウレタンを注入充填することで，トンネルの損傷や災害を防除する補修工法（裏込注入工法）であり（図—4），トンネルの老朽化対策に有効な工法と考える。



図—4 注入状況イメージ

主な特長は、①密度が $30 \sim 100 \text{ kg/m}^3$ と超軽量なため、覆工への荷重負荷を軽減できる、②注入設備がコンパクトで、注入材料含めトラック 1 台に積載可能、③数分で固化するので、材料流出の危険性が少ない、④ノンフロンの発泡で地球環境に配慮、などが挙げられる（図—5）。とくに片側車線規制での工事となることが多い道路トンネル（写真—1）や夜間の短時間施工が必要な鉄道トンネル（写真—2）、小断面で延長の長い水路トンネルの補修工事には好適であると考えている。

また、従来の一般的な発泡ウレタン裏込注入工法に対する特長として、①地球温暖化係数の高いフロンを一切含まないノンフロンの発泡、②注入プレートの設置で安全性が向上、③注入材はドラム缶からエアポンプで供給する簡単安心施工、④注入作業人員の削減でコストダウン可能等がある。

- 1 超軽量で安全性向上
- 2 注入設備がコンパクト
- 3 急速固化でリーク減少
- 4 環境対応型ノンフロンの発泡

図—5 本工法の特長



写真—1 道路トンネル施工状況

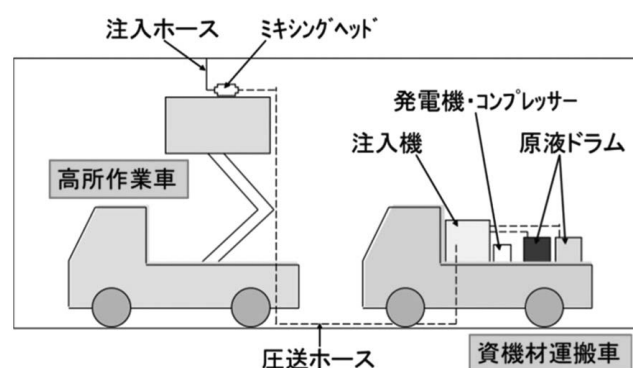


写真—2 鉄道トンネル施工状況

注入設備については、小型の注入機（写真—3）と発電機（25 KVA）、コンプレッサー（3.7 kW）のみであり、道路トンネルの場合 4t トラック 1 台にこれら注入設備一式と 1 日分の注入材料を積載（図—6、写真—4）して施工できる。



写真—3 Tn-p 注入機



図—6 注入設備概要



写真—4 注入設備積載状況

5. 裏込注入工における発泡ウレタンの適用

(1) 注入材の選定指針（圧縮強度）

現在、道路トンネル維持管理の指針となっている(社)日本道路協会（平成 5 年 11 月発行）の「道路トンネ

ル維持管理便覧」³⁾では、注入材の選定の留意点のひとつに「前略…強度としては通常 $10 \sim 15 \text{ kg/cm}^2$ 程度のものを用いる。」とあり、長い間、特殊な現場条件以外では、セメント系注入材が主に採用されてきた。とくに近年では、水による材料分離を起こしにくいと言われている可塑性エアモルタルが多用されるようになった。

(財)鉄道総合技術研究所(平成10年2月発行)の「変状トンネル対策工設計マニュアル」⁴⁾も注入材選定にあたっての留意点のひとつとして「前略…通常岩盤地山の場合で圧縮強度が 1 N/mm^2 程度のものが用いられている。」とあり、農林水産省構造改善局(平成8年10月発行)の「土地改良事業計画設計基準 設計「水路トンネル」基準書 技術書」⁵⁾の注入材の選定項目のひとつに「注入材料の強度は、 $\sigma_{28} = 10 \text{ kgf/cm}^2$ 程度とする。」とある。東・中・西日本高速道路㈱(平成18年10月発行)の「矢板工法トンネルの背面空洞注入工 設計・施工要領」⁶⁾は、注入材の品質規格として「圧縮強度 1.5 N/mm^2 以上」と明記されている。これらいずれの指針もセメント系注入材を前提とした圧縮強度の設定になっていると思われる。

(2) 各指針に相当する発泡ウレタン

従来は、前述した圧縮強度の指針 (1.0 N/mm^2) に相当する発泡ウレタンとして12倍発泡品が使用されてきた。これは、セメント系注入材である可塑性エアモルタルと比べて直工単価で約3倍となり、セメント系注入材で対応できない条件でのみ使用された。また、一部で現場の設計条件によって、より安価な20倍発泡品や30倍発泡品も適宜使用されてきたが、当時最も安価であった30倍発泡品でも可塑性エアモルタルより直工単価で約1.2~1.3倍のコスト高となり、機械設備が比較的大掛かりであるセメント系注入材ではトータルコストが高くなりがちな小規模物件での採用がほとんどであった。

(3) 道路トンネルの新たな指針 (案)

平成15年2月に(独)土木研究所が示した「道路トンネル変状対策工マニュアル (案)」⁷⁾(以下、「マニュアル (案)」という)の設計基準強度は、「前略…セメント系材料の場合、一般に品質管理上 1 N/mm^2 以上あればよいといわれている。…中略…注入後の材料品質のばらつきを少なくするために、余裕を見込んで設計基準強度(28日強度)を 1.5 N/mm^2 以上とする。」とある。その一方で、「発泡ウレタン系の場合には…中略…対策の目的(外力対策、地山の突発性崩壊対策

等)により、対策工の設計者が個別に設計基準強度を設定する(セメント系注入材の設計基準強度は、材料の品質管理上の理由から設定された値であり、一律これに準じて同じ値を用いる必要はない。)」と明記された。

この「マニュアル (案)」により、セメント系注入材と発泡ウレタン系注入材を圧縮強度において、必ずしも同列に扱う必要のないことが初めて公的機関において示された。

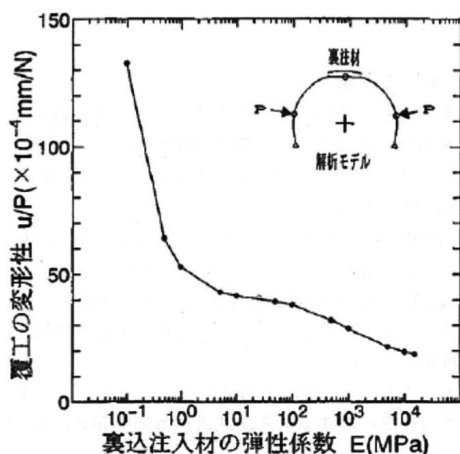
(4) 注入材の圧縮強度に関する考察

平成6年の土木学会で発表された論文「欠陥を有するトンネル覆工の変形挙動と内面補強工の効果」⁸⁾に、裏込注入工及び内面補強工の効果を模型実験と骨組解析により検討したものがある。

裏込注入工の模型実験では、天端巻圧が不足しており 60° の範囲に背面空洞があると想定し、①裏込注入なし、②軟質材(圧縮弾性係数 3.0 Mpa の板ゴム)による裏込注入、③硬質材(圧縮弾性係数 890 Mpa のエポキシ樹脂)による裏込注入の3パターンについて、徐々に覆工へ荷重をかけていき覆工内面の変位量を計測した結果が示されている。それによると、「前略…背面空洞への裏込注入工は覆工耐力の強化に大きな効果を発するが、その効果の程度は注入材料の剛性に大きくは左右されないことが分かる。」と結論づけている。

裏込注入材の剛性に関する骨組解析では、「裏込注入材の剛性が大きければ覆工の変形性は小さくなり、対策効果が向上することが分かる。しかしながら、ある程度以上は材料剛性を大きくしても顕著な変形抑制効果の向上は見られないことが分かる。これは、覆工模型実験結果から得られた傾向と一致している。」とあり、パラメータ感度解析結果グラフ(図—7)でも、裏込注入材の圧縮弾性係数が 4 Mpa 程度以上になると急激に覆工の変形性(変形抑制効果)が小さくなることが示されている。

本工法に使用する発泡ウレタンの圧縮弾性係数は、最も圧縮強度の低い40倍発泡品の実測値で約 7 Mpa 、最も圧縮強度の高い12倍発泡品の実測値で約 27 Mpa である。現場の地盤条件や覆工の状態は様々であり、必ずしもこの論文の結果と同様のことが言えるとは限らないが、設計の目的が「マニュアル (案)」でいう外力対策であっても発泡ウレタンが適用できる可能性があるということを示唆しているのではないかと考える。



図—7 パラメータ感度解析結果グラフ

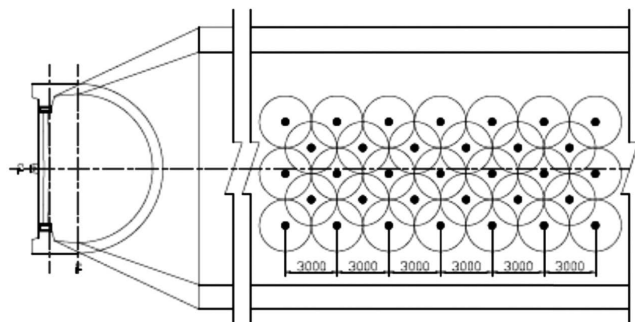
(5) 40 倍発泡ウレタンの開発

平成 18 年「マニュアル (案)」が示された 3 年後、本工法の発泡ウレタン注入材として、経済性で優位性のある 40 倍発泡品が開発された。40 倍発泡品は、材料費の削減だけでなく、「マニュアル (案)」に示された注入孔設置例より広い範囲まで充填できることを流動性試験により確認し (写真—5), さらなるコスト削減と施工性の向上を図ることができた。図—8 に注入孔設置例を示す。

この 40 倍発泡品の開発により、可塑性エアモルタルと直工単価でも同等となり (表—1), セメント系



写真—5 流動性試験状況



図—8 注入孔設置例

表—1 注入材の比較表

充填材料	発泡ウレタン	可塑性エアモルタル
直工単価	約43,200円/m ³	約44,900円/m ³
注入設備	車両2台	車両7台程度
固化時間	10分程度	約24時間
施工能力	20~50m ³ /日	25~35m ³ /日
材料物性	密度:30~100kg/m ³ 圧縮強さ:0.2~1N/mm ²	密度:1,100kg/m ³ 圧縮強さ:1.5N/mm ²

表—2 近年の主な施工事例

地 区	物 件 名	発 注 者
福島県	車トンネル補修工事	国)郡山国道事務所
愛媛県	大場の鼻トンネル補修工事	国)大洲河川国道事務所
高知県	国道439号(矢筈トンネル)防災・安全交付金工事	県)須崎土木事務所
愛媛県	蓮乗寺トンネル補修工事	国)大洲河川国道事務所
愛媛県	国道197号災害防除工事(大峠トンネル)	県)八幡浜土木事務所
静岡県	伊東修善寺線トンネル防災工事(冷川トンネル補修)	県)沼津土木事務所
群馬県	新天神山トンネル補修工事	県)安中土木事務所

注入材に比べ注入設備がコンパクトで品質管理も比較的容易な発泡ウレタンは、「マニュアル (案)」に示されたように地山の突発性崩壊対策を目的とする道路トンネルには、多く採用されるようになった。表—2 に 40 倍発泡ウレタンの近年の主な施工事例を示す。

(6) 環境に対する配慮

公共工事において経済性や施工性は、工法選定における重要な要素であるが、環境に対する影響も忘れてはならない。セメント系注入材はアルカリ成分による農作物への影響が懸念されるが、本工法の発泡ウレタンは、中日本高速道路(株) (平成 17 年 10 月発行) の「山岳トンネル工法におけるウレタン注入の安全管理に関するガイドライン」⁹⁾ (以下、「ガイドライン」という) に適合した注入材であることを溶出試験により確認している。施工現場においても「ガイドライン」に示された「地下水等の水質管理」に準じて水質監視を実施しており、とくに「ガイドライン」において重点項目とされる pH と過マンガン酸カリウム消費量 (有機物量) については、施工中毎日水質確認を行っている。なお、発泡ウレタンは pH を 6 程度の弱酸性にする性質を持つ。

また、発泡剤に地球温暖化係数の高いフロン (CO₂ の約 800 ~ 1,000 倍)¹⁰⁾ を使用した発泡ウレタンが、いまだに多く使用されているが、本工法の発泡ウレタンは、フロン類を一切含まないノンフロン発泡であり、地球環境にも配慮した注入材料である。

6. トンネル以外での適用事例

本工法は、コンパクトな注入設備や超軽量、急速固化等の特長を活かし、トンネル補修以外の分野でも使用されている。発泡ウレタンは比較的酸やアルカリにも安定した注入材であり、劣化要因となる紫外線が当たらない環境であれば、様々な空洞充填に適用できると考えられる。以下にトンネル補修以外の分野での適用事例を紹介する。

(1) 深礎杭のライナープレート背面

通常、深礎杭のライナープレート背面にはグラウト注入で空洞充填するが、周辺地盤が脆く崩れやすいため、急速固化が可能な発泡ウレタンを注入充填した(写真—6)。本工法は、注入機の取扱いや注入材の品質管理も比較的容易なため、数日の技術指導で現場作業員にも施工可能であり、施工期間の長い深礎杭工事でも対応できる。ライナープレートは加工時に水抜き穴を加工できるので、この水抜き穴を注入孔及び確認孔として利用した。



写真—6 深礎杭での施工状況

(2) 既設擁壁の空洞充填

古い石積み擁壁の背面に空洞ができたため、この空洞に発泡ウレタンを充填して補修することを計画。当初は安価なエアモルタルで計画検討していたが、擁壁の安定性等を考慮し、密度がエアモルタルの約 1/30 と超軽量の 40 倍発泡ウレタンで計画することとなった。石積み擁壁の下には国道があり、コンパクトな注入設備で施工できる本工法は、施工時の安全性等でも優位性があると考えられる。

7. おわりに

(独)土木研究所の「マニュアル(案)」が示されたこともあり、国土交通省や各地方公共団体の道路トンネルでは 40 倍発泡ウレタンが急速に普及し始めている。その他、ダム of 導水トンネルや(独)水資源機構の水路トンネルでは、一部 40 倍発泡ウレタンが採用されている。しかし、いまだ鉄道トンネルや農業用水路トンネルでは、ほとんど採用されていない。各高速道路会社が管理する道路トンネルも同様である。

今後、老朽化したトンネルが急増することは自明であり、これらを維持管理していくためには、あらゆる面で効率的な維持補修工法が求められると考える。コストの問題だけではなく人員不足も深刻化してきており、作業工程や機械設備面においても省力化が必要であると考えられる。

本工法 Tn-p 工法は、経済性・施工性・安全性・品質の安定性・環境対応性等の改良改善を積み重ねることで、現場に即した様々なソリューションを提供できるものと確信している。

JICMA

《参考文献》

- 1) 国土交通省「道路構造物の現状(トンネル)」2013 年 4 月
- 2) 国土交通省「道路トンネル定期点検要領」2014 年 6 月
- 3) (社)日本道路協会「道路トンネル維持管理便覧」1993 年 11 月
- 4) 助鉄道総合技術研究所「変状トンネル対策工設計マニュアル」1998 年 2 月
- 5) 農林水産省「土地改良事業計画設計基準 設計「水路トンネル」基準書 技術書」1996 年 10 月
- 6) 東・中・西日本高速道路(株)「矢板工法トンネルの背面空洞注入工 設計・施工要領」2006 年 10 月
- 7) (独)土木研究所「道路トンネル変状対策工マニュアル(案)」2003 年 2 月
- 8) 朝倉俊弘、安東豊弘、小俣富士夫、若菜和之、松浦章夫「欠陥を有するトンネル覆工の変形挙動と内面補強工の効果」土木学会論文集 No.493/Ⅲ-27, pp.89-98 1994 年 6 月
- 9) 中日本高速道路(株)「山岳トンネル工法におけるウレタン注入の安全管理に関するガイドライン」2005 年 10 月
- 10) 経済産業省「フロン類使用製品の低 GWP・ノンフロン化促進制度のあり方について」2013 年 12 月

【筆者紹介】

田中 弘栄(たなか ひろしげ)
アキレス(株)
開発営業部
主任技術員



ずいそう



人を見たら神様と思え

京 免 継 彦

テレビドラマや小説で、知的障がいを持つ方を主人公にした物が時々ありますが、私は見たことがほとんどありません。というか意識的に避けてしまいます。理由は「なんか違うなあ」と、いつも思ってしまうからです。なぜそう思うかと言うと、実は身近に障がい者がいるからです。もう結構長いこと付き合っているのです、どうという事はありませんし、この「ずいそう」の主題はそこではありませんのでご心配なく。

この手のドラマの場合、大抵、主人公の内側を美化した形で描かれるようです。もちろん、そうじゃないと物語にならないとも言えるわけですが。対して、普段付き合っている自分からすると、そこが一番しっくりきません。もちろん美しくないと言っている訳ではありません。障がいというのは、その人の全てではありません。あくまで部分です。この事は付き合っていく上で一番大切なところなのです。そしてもう一つ大事なことが、もし、その障がいの部分を取り除いたら、その人には何が残ると思いますか？

実は、ごく普通の人が残ります。

普通にもいろいろ幅があるわけですし、優しい人もいれば短気な人もいますし、勇気のある人もいれば、少し臆病な人もいます。要は何か特別な人が残るわけではないという事です。なので、障がい者と一緒に歩んでいる人はここを履き違えると、困ったことになりやすのではと感じています。

という訳で、ドラマは見ませんでした。

ところが、先日、ある大手スーパーで、ちょっと頭を軽く「小突かれた」様な出来事に会いました。これが今日の本題です。

彼はいつも朝早くにそのスーパーに現れます。身長は高く 180cm は超えてそうです。無精ひげで判りにくいですが多分 20 代でしょう。身なりと履物は、かなり残念な物です。ヨレヨレの T シャツと穴の空いたズック、カバン代わりのビニール袋を下げて、いつもそそくさと買い物を済ませてどこかに帰っていきます。

我が家も買い物は朝早くと決めているので、何度か彼に遭遇したことがあります。そして彼の立ち居振る舞いからすると多分少し障がいがあると思われます。

で、今朝も彼に出会いました。彼は買い物を済ませた後、スーパーにある催事場広場のソファに座りました。私と奥様は真向かいのソファに座って、食品街以外の店舗がオープンになるのを待っていました。私は何気なく彼を見ていたわけですが、彼は財布代わりのチャック付きビニール袋から、買い物で出た小銭だけを取り出して、数えています。そしておもむろに立ち上がり、スタスタと歩いて行き、何をするのかと思ったら、そのままその小銭たちを全て何かの「募金箱」にジャラジャラと入れて、何事も無くスタスタとスーパーから出て行ってしまいました。思わず奥様と顔を見合わせてしまいました。

彼がどこの何者なのか、もちろんわかりません。彼が何故、そんな事をしたのかもわかりません。保護者の方から指示されていたのかも知れません。その前にそんな事でびっくりする私たち夫婦がおかしいのかもしれない。でも、ちょっとした事です、自分の中に、ちょっぴり恥ずかしさを感じた出来事でした。

先日、これも奥様と別のスーパーに買い物に出ていた時ですが、愛車の軽自動車の運転席から、交差点を渡っている彼を見かけました。以前のスーパーからは結構離れています。相変わらずの格好で、買い物袋を腕に下げ、スタスタと歩いていました。かなり遠くから来ていたことがわかりました。なにはともあれ「いつもの彼」でした。

別段、前段で書いた事と違っているわけでは無いし、相変わらずドラマは見る気がしませんが、やっぱり俺って「半可もん」とごく軽いため息な出来事でした。

今回のずいそうの題名を考えていたとき、たまたま目にした本の題名が「人を見たら神様と思え」だったので使わせていただきました。

ずいそう



「朱鷺の島」佐渡での生活

昆 正 広



私が初めて佐渡に渡ったのは高校生の時、部活の仲間と二ツ亀キャンプ場に遊びに行ったのが始まりでした。当時は埃が舞う凸凹道路が多かった様に記憶しています。

2度目は昭和51年夏、現在の妻と車で旅行に行きました。雄大な自然に魅了され、特に海の透明度には驚かされました。反面、観光地の建物は古く設備はお粗末なもので特にトイレが水洗では無くガッカリの旅でした。

それが何という事でしょう！昭和53年、まさかの転勤で佐渡での生活。これが一大転機となりました。

住んでみて驚くことばかりでした。当然コンビニは無く、商店街は19時で終了。街灯は無く夜は真っ暗な世界です。冬は、水道管が凍りヤカンで沸かした熱湯で溶かすのが日課でした。

そんな中、5年出来なかった子供を授かる事が出来、妻と2人で大泣きした事は忘れません。

周りの人の話では、転勤族での懐妊の事例は多く、「子宝の島」とも言えるのでは！

島民は島外（本土）の人とのかかわりを敬遠する所があり、お付き合いをしてもらう事に時間がかかると聞いていました。

しかし、1度信用してもらうと何もかもが巧く廻り、仕事上でお客様との輪が広がって行く事でそれが自信に繋がり、自分を大きく成長させてもらったと実感する所でした。「心配り、心配り。」を忘れず実践した結果だと思えます。

又、若い頃からバドミントンをやっており夫婦で大会に出場し優勝することもあり、私生活の面でも楽しみが増え、公私共々充実した日々を送れるようになって行きました。

知らぬ間に子供も3人になりましたが、育てる環境は最適な場所であったと確信しています。

平成7年、長かった様でアツという間の12年間の佐渡での生活に別れを告げました。

行きは「行きたくない」と泣いた妻に、今度は「帰りたい」と泣かれ、小学5年生の長男には「一人で佐渡に残る」と頑張られ、説得するのに困った思いをしたものでした。

行きは2人、帰りは5人の家族となった私たちはお世話になった皆様に感謝の気持ちでいっぱいでした。

佐渡とは縁が深いもので8年後、今度は営業所長として単身での再上陸でした。

酒は旨いし、釣りも覚え、島民同様のお付き合いが始まりました。

30年前とは違い観光地化が進み、道路はすっかり

整備され、又単身生活で有り難いコンビニも出来、6年半の快適な生活を送る事が出来ました。

最初は苦戦の連続で帰りたと思った程でしたが、島民の素朴で人間味のある人々との出会いが私を大きく成長させてくれました。現在も仕事上、月に1度は訪島しお世話になったお客様と面談が出来る立場となった事もあり、恩返しの意味で協力を惜しまずサポートしています。

皆様は佐渡と言えば真っ先に思い浮かべるのが「朱鷺、佐渡おけさ、佐渡金山」が代表的な所でしょうが、その他にも沢山の歴史や文化がある事をご存じですか？ 少し紹介します。

佐渡では1万年前から人が住んでいた事を示す土器、石器が発見されています。本土（本州）から人が入って来るようになったのは「流人の島」と言われるようになった8世紀頃からです。順徳上皇、日蓮上人、世阿弥等の島流しに合った人々から都の文化が入り、それと佐渡の文化との融合で独特の文化が形成されました。

芸能では「能、鬼太鼓、文弥人形、つぶろさし」等、勇壮に舞う姿は圧巻です。工芸は「竹細工」、「無名異焼」は佐渡独自の陶器として全国に知られています。

第一次産業が盛んな島では、山地から流れ込む清らかな水と農家の愛情で育った米が最高レベルの評価を得ています。

又、「おけさ柿、西瓜、梨、ブドウ」。山では「カンゾウの花」、海では冬の時期取れる「寒ブリ」これがまた絶品。

忘れてはいけないのが「日本酒」、現在蔵元が5ヶ所あり水と米が美味しい所なので、最高の日本酒が出来ます。飲みすぎ注意！

素朴で人間味のある人々と海、山、川、里の大自然に囲まれた島は味覚の宝庫であり、住み易く、自給自足が出来る島と言えるでしょう。

金山が栄えた頃、人口は最高20万人いた頃に比べ、現在は約6万人まで落ち込んだ事に関し、大変残念に思います。Uターン希望の若者を確保する事が佐渡市の大きな課題と言えるでしょう。

佐渡の観光大使の如くPRも含め、私の佐渡での思い出をまさに「ずいそう」の如く思いのまま取り留めない話となりましたが是非、「朱鷺の住む佐渡」へ行き、自分自身で体感してみてください。

きっと新しい発見があると思います。

佐渡での18年6ヶ月の生活は私の一生の宝物です。

——こん まさひろ キャタピラーウエストジャパン(株)

中日本支社 新潟支店長——

ずいそう

の と 鉄 道 能 登 線 宗 玄 ト ン ネ ル が 日 本 酒 の 熟 成 蔵 と し て 復 活



徳 力 暁

能登半島の最先端にある珠洲市宗玄と能登町恋路の
間で、昨年4月のと鉄道能登線の廃線敷きに本物の
レールが復活した。

走るのは4人乗り×2両連結の電動アシスト付き足
こぎトロッコ（レールバイク）だ。わずか400メー
トルの区間だが、「奥のとトロッコ鉄道」（愛称「のトロ」）
の誕生である。

運営するのは能登最古の酒蔵宗玄酒造と恋路観光協
会などでつくる地域おこし団体「のと線遺産活用倶楽
部」だ。

国鉄能登線が全線開通したのは今から丁度50年前
の昭和39年（1964年）、新幹線こだまが開通し東京
オリンピックが開催された年である。

しかしこの間奥能登の人口は半減し、9年前の平成
17年（2005年）に廃線となったのである。

この奥能登地域を少しでも活性化しようと取り組ん
だのが、「のトロ」の復活だ。

恋路駅を出発すると、右手に桜並木、眼下に風光明
媚な恋路海岸の景色が広がる。途中にはウッドデッキ
もあり、青い海をゆっくりと眺めることができる。海
風や波の音が心地よい。やがて近づく宗玄トンネル。
トンネルからはひんやりとした冷気が伝わってくる。

トンネル内は自然エネルギーを利用した宗玄酒造の
貯蔵庫「隧道蔵」になっているため、一般の利用者は
ここでUターンして恋路駅に向かうことになる。しか
し「のトロ」ファンクラブの会員になるとトロッコに乗
たままトンネルの中に入ることができるのだ。勿論宗
玄酒造側にある宗玄駅からも乗り入れできる。（要予約）

トンネル自体は築50年以上経っているが、漏水も
少なく比較的きれいに保たれている。全長130mだが
両端を二重ドアで仕切り、中央部分の80m区間だけ
を貯蔵庫として利用している。

トンネル内部は年間を通じて12℃に保たれ湿度も
高いことからワインセラーのように日本酒の熟成には
理想的な環境だ。

この様なトンネル貯蔵庫は北陸では初めての試みで
あり、昨年秋から「隧道蔵」の商標名で純米酒や吟醸
酒などを販売している。

半年程で熟成するので、一般のお客様にも自分だけ
の熟成酒を楽しむボトルキープをお奨めしている。隧
道蔵オーナー倶楽部として募集しているが、現在100
人程の会員の方からボトルをお預かりしている。

また、鉄道名称と同名の「のトロ」というキャラク

ターをつくり、トロッコのヘッドマークや切符、トン
ネル貯蔵酒のラベル、縫いぐるみ等のグッズ、着ぐる
みなどとして親しまれている。

この様な取組みが評価され、昨年街づくり部門で
グッドデザイン賞を頂いたところである。

来年3月にはいよいよ北陸新幹線金沢開業だ。勿論
能登空港もある。

この機会に是非奥能登まで足を延ばし、「のトロ」
に会いに来ていただきたい。

《参 考》

- 1 「のトロ」利用料金
大人500円、小人（小学生以下）300円
- 2 「のトロ」ファンクラブ
トロッコのオーナーになって、魅力づくりのサポートをしてみませんか。
会費：10,000円（税別）
特典：無期限乗り放題（要予約）。トンネル内も乗入れ可
パスポート（乗車証）発行。枕木にオーナープレート設置。
蔵開きや試飲会などのご案内。
- 3 隧道蔵オーナー倶楽部
自分だけの熟成酒を造って、楽しみませんか。
会費：年間維持管理費1,000円（税別）
トンネル貯蔵酒を6本以上ご購入下さい。
特典：専用棚で貯蔵熟成。隧道蔵の見学（要予約）。
蔵開きや試飲会などのご案内。



隧道蔵



グッドデザイン



宗玄駅



トロッコ上から

——とくりき さとる 宗玄酒造(株) 代表取締役社長——

部 会 報 告

除雪機械の変遷（その 1） 除雪機械の概要及びロータリ除雪車（1）

機械部会 除雪機械技術委員会

まえがき

本報文は、主として道路除雪機械の変遷を述べたものである。除雪機械としては、ロータリ除雪車、除雪トラック、除雪グレーダ、除雪ドーザ、凍結防止剤散布車、小形除雪車が、取り上げられている。これらの日本における除雪機械の歴史は、他の多くの建設機械同様、戦前の昭和 10 年代から今日（平成 26 年現在）に至る 75 年間程度のものである。戦後の道路自動車交通の進展と共に除雪に対する要求が高まったことは言うまでもない。今日では冬期の道路交通確保は、経済活動および日常の生活において大変重要なものとなっている。

国土交通省をはじめとする官庁の主導のもと、初期における海外機種の導入検討、昭和 40～50 年代にオプションの開発、機種の開発・改良を繰り返しながら、日本の気候風土、雪質に適した除雪機械が完成した。現在の除雪機械は、昭和 30 年代の黎明期と比較すると格段に十分な除雪性能を有するものとなっている。各種オプションを装備することにより多様な除雪の要求に对应している。操作も簡素化されオペレータの疲労軽減が図られている。さらに操作性、安全性、効率性を高めるべく現在も研究開発が続けられている。

本報文のとりまとめに当たっては、国土交通省発行の変遷に関する文献、メーカ側の資料によった。特に国土交通省に対し、写真の掲載を許可頂いたことに感謝いたします。

除雪機械の変遷については、平成初期までのものしか記述した文献がなく、平成 20 年代までの動きを記述した本報文は、意義のあるものと考ええる。また、本報文は、全国的視野から見た除雪機械の歴史となっている。なお、除雪工法については、触れていない。執筆は、（一社）日本建設機械施工協会 除雪機械技術委員会の委員が中心になって行った。ここにご協力頂いた関係各位に深く感謝します。

この資料が、関係者に対し除雪機械への理解を深める何らかの参考になることを祈念いたします。

第 1 章 除雪機械の概要

除雪機械について、理解の一助として、以下に現状の除雪機械の概要を示す。

1-1 ロータリ除雪車

オーガの回転する機構を利用して、走行しながら積雪をかき込み、ブローにより投雪する除雪機械である。

ロータリ除雪車は、拡幅除雪、運搬排雪の主力として使用され、車両本体、オーガ、ブローア、シュートより構成される。構造には種々のものがあるが、日本においては、2 ステージ式（車体の前方に雪を集める機構と投雪する機構よりなる）が使用されている。除雪幅としては、2.2 m と 2.6 m、出力 180 kW（250 PS）～290 kW（400 PS）、最大除雪量は、2,300～3,400 t/h である。



写真 1-1 ロータリ除雪車

1-2 除雪トラック

除雪トラックは、除雪用の各種オプションを取り付けたトラックである。機動性が高く、新雪除雪、路面整正、拡幅除雪など高速除雪に使用され、7 t または 10 t クラス、4 輪または 6 輪総駆動の車両の前面に各種ブロー、車両中央下にトラックグレーダ、側方にサイドウイングなどを付けた構成となっている。主なオプションには、アングリングブロー、トラックグレーダ、シャッターブレード、サイドウイング装置、マックレー装置などがある。路面整正には、路面整正装置（トラックグレーダ）が使用される。拡幅除雪には、サイドウイング装置が使用されることもある。凍結防止剤散布装置を積載することもある。



写真 1-2 除雪トラック

1-3 除雪グレーダ

除雪グレーダは、新雪除雪、路面整正（圧雪除去）、拡幅除雪に使用され、車体中央にブレード、前面にプラウ、後面に路面処理装置などを装着できる構造である。規格としては、3.1 m、3.7 m、4.0 m、4.3 m がある。除雪専用のグレーダであり、特に高い圧雪除去能力を持つ。主なオプションには、V プラウ、アングリングプラウ、シャッターブレード、粗面形成装置などがある。路面整正には、ブレードが使用される。



写真 1-3 除雪グレーダ

1-4 除雪ドーザ

除雪ドーザは、新雪除雪、拡幅除雪、運搬排雪、交差点処理に使用され、土工用のホイールローダの本体に除雪用のオプションを取り付けた構造となる。小回りが利き、機動力があるので交差点処理などに適している。写真のオプションは、アングリングプラウであるが、マルチプラウ（中央で折れることにより9種の形態を取る）が地域によってはよく使用される。規格としては、8 t、11 t、14 t、18 t がある。他の主なオプションには、スライドアングリングプラウ、スノーバケット、両サイドシャッター、Uブレード、クイックカプラーなどがある。



写真 1-4 除雪ドーザ

1-5 凍結防止剤散布車

凍結防止剤散布車は、その名の通り塩化ナトリウムなどの凍結防止剤を路面上に散布するもので、剤を貯蔵するホッパ、剤を搬送するベルトコンベア又はスクリューコンベア、剤を散布する散布円盤などより構成される。剤を乾燥した状態で散布する乾式、塩水などで湿らせてから散布する湿式、湿潤式がある。近年は、小雪により除雪作業に占める散布作業の割合が増加する傾向にある。



写真 1-5 凍結防止剤散布車

1-6 小形除雪車

小形除雪車は、歩道除雪に使用されるロータリ除雪車で、搭乗式である。規模としては、除雪幅 1.0 m ～ 1.8 m、出力 30 kW (40 PS) ～ 100 kW (140 PS)、最大除雪量は、およそ 200 ～ 900 t/h である。



写真 1-6 小形除雪車

また、小形除雪機にはハンドガイド式のものもあり、搭乗式よりもさらに小型のもので、ゴムクローラにより走行する。狭い幅員での歩道除雪などに使用される。規模としては、除雪幅 0.7 m ～ 1.2 m、出力 30 kW (40 PS) 以下、最大除雪能力は、およそ 50 ～ 300 t/h である。



写真 1-7 小形除雪機

第2章 ロータリ除雪車の変遷（その1）

はじめに

我が国の機械除雪は、昭和の初期より軍主導で始まり、本格的には戦後からとされている。当初はトラックに除雪装置を装着したもの、進駐米軍払下げのもの、戦車を改造したもの、ブルドーザが主であった。

昭和30年代になり国産の除雪車が開発されるが、まだまだ海外からの輸入機械が主だったようである。ロータリ除雪車としても、比較的早くから色々な種類のもの、例えば今ではあまり見られなくなった、プロア形ワンステージ、複数のオーガを有すツーステージ、縦型オーガのツーステージ等が輸入されていた。

本格的な国産除雪車の登場は、昭和30年代の後半となり、(株)日本除雪機製作所、(株)新潟鉄工所^(注3)、東洋運搬機(株)^(注1)が順次開発、除雪車市場に参入していった。

本項では、エンジン出力200～300PS級の汎用型、400PS以上の大型、またここから派生した一車線縦列積み込み型、高速型につき紹介する。

昭和40年代に入ると前述の三社によりロータリ除雪車が量産、販売されてゆく。海外からの輸入機ではワンステージなど多々存在した除雪装置の形式も、一部特殊用途を除いて、この年代の後半には日本の雪質に適応したリボンスクリーオーガを有するツーステージに、一部特殊用途以外ではほぼ統一され、機関、走行の方式もツースタジアのトルコン方式よりワンエンジンのHST（ハイドロ・スタティック・トランスミッション）油圧駆動方式が登場し始める。

また昭和50年代になると、操舵方式も後輪ステア方式だったものがアーティキュレイト式操向（車体屈折式ステアリング）、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が採用され、前述の除雪装置、機関、走行方式とともに、現在のロータリ除雪車の原型ができていった。

加えて、この年代の後半になるとモータリゼーシ

ンの更なる発達による交通量の激増により、従来の二車線横積み方式では交通渋滞の要因となるため一車線縦列積み込み型が、また平成年代に入ると40km/hという遅い回送速度による交通渋滞の緩和のため、最高速度70km/hの高速型が開発された。なお、その後、従来機の最高速度も同じ目的で49km/hとなっていた。

平成年代になると、ロータリ除雪車の構造としてはほぼ完成され変更のポイントが、居住性、操作性の方向に移り、更には旧建設省の建設機械排出ガス基準、旧運輸省の道路運送車両の保安基準に対応したモデルチェンジが行われていった。

2-1 除雪の始まり

北海道での道路の除雪の始まりは、明治9年に「屯田兵村」において「除雪当番心得」というきまりを作り、人が2人通れるくらいの道幅を5人一組でふみ固めることにした、兵隊の雪中行進が除雪の始まりである。

それから明治19年頃にはロシアから「馬そり」が輸入され、それに材木で三角形に加工した現在のプラウ状のものを取り付け除雪に利用した。

その後、トラクターを改造したものや土木機械を改良したもの等が試作的に登場しているが、道路除雪はほとんど行われず一般の冬の交通手段は馬そりが主であった。

しかしながら大日本帝国陸軍の飛行場用除雪車においては、軍用として独自に開発を進めていたようで、



写真 2-1 馬そりによる木材搬送
（北海道開拓記念館所蔵）



写真 2-2 三角除雪具
（北海道開拓記念館所蔵）

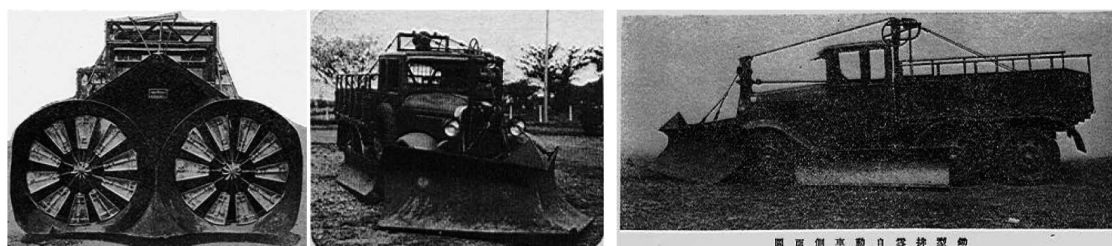


写真 2-3 鋤型排雪自動車（陸軍画報 53 号掲載）

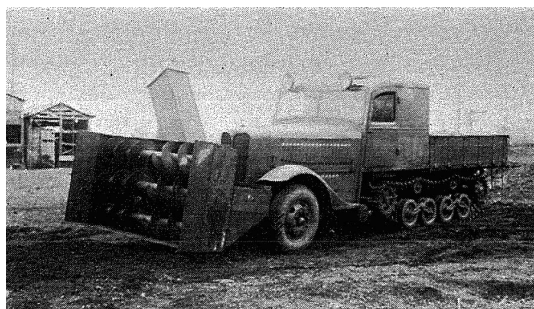


写真 2-4 飛行場用簡易除雪車

昭和 10 年 12 月号の『陸軍画報』に掲載されているような「九四式六軸自動貨車」をベースにした車両が使用されていたようである。

また(株)日立製作所は、同社亀有工場にて昭和 18 年 11 月、大日本帝国陸軍の命にて、同陸軍設計(推定)の飛行機用簡易除雪車を製作した。

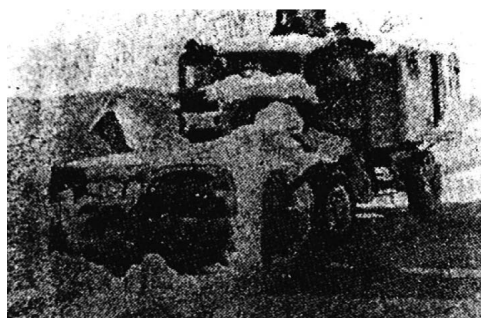
この除雪車は、昭和 20 年 5 月までに 125 台製作されたとの記録がある。

2-2 黎明期

一般における本格的道路の機械除雪の幕開けは、戦後進駐米軍要請による物資輸送を目的とした除雪が最初とされている。

当時の除雪機械は、旧日本陸軍が飛行場で使用していた除雪車でプラウやロータリ除雪装置付きのトラック「簡易除雪車 K 号 通称ラグランドーザ K 号」や「大型除雪車 B 号 通称くろがね号」であった。

簡易除雪車 K 号は、スクリュオーガ付きオーガプロア型装置(除雪用エンジン出力 30 PS)をトラックに架装したものであったが、密度の大きい雪には適さなかったようである。

写真 2-5 簡易除雪車 K 号 スクリューオーガ付きオーガプロア型装置¹⁾

大型除雪車 B 号は、V プラウの後方両端部にプロアを 1 個ずつ架装したものであった。エンジン 160 PS、車両総重量 13.56 t で、小回りは利かなかったが、除雪能力はあったようである。なお、これらは昭和 25 年頃には、老朽化し、あまり使われなくなった。

写真 2-6 大型除雪車 B 号 エンジン 160 PS、車両総重量 13.56 t¹⁾

その後も昭和 30 年頃に国産機械が開発されるまでは、進駐米軍払い下げの機械や旧陸軍払い下げ戦車を改造した除雪車、国産ブルドーザで除雪を行っていた。



写真 2-7 旧陸軍戦車改造除雪車(写真 北海道中央バス)

プラウにて除雪された雪が路肩に堆積され路幅がせまくなり、それに伴う吹き溜まりも多くなると徐々に閉塞される。これを打開するにはロータリ除雪機械による除雪が必要となった。

昭和 31 年、初めて国産試作、三菱日本重工業(株)^(注4)の自走式 WTR 型が登場する。これが国産初の自走式ロータリ除雪車(車輪式除雪ドーザ取付兼用車であるが専用車に近い)である。

昭和 33 年にはトラックに除雪装置を装着するアタッチメント式の国産初の兼用ロータリ除雪車 RT-2 型が登場する。

一方、北海道千歳飛行場では自衛隊が使用する除雪車で、三菱日本重工業(株)^(注4)製 WHS 型、WTR 型と米軍 SNO-GO(スノーゴー)ロータリ除雪車があった。

写真 2-8 WTR 型ロータリ除雪車¹⁾



写真 2-9 RT-2 型アタッチメント式ロータリ除雪車



写真 2-12 WHS 型ロータリ除雪車



写真 2-10 三菱日本重工業(株) (注4) WHS 型ロータリ除雪車



写真 2-13 WTR 型ロータリ除雪車

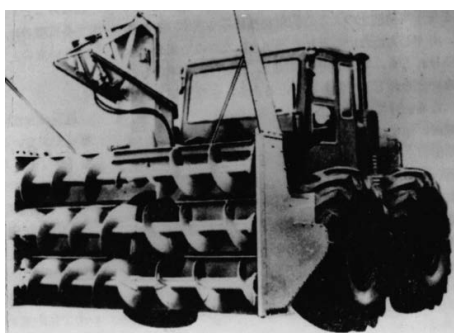


写真 2-11 KLAUER 社 米軍 SNO-GO ロータリ除雪車

WHS 型ロータリ式重除雪車は超大型の低圧タイヤを使用した 4 輪駆動車で陸上、海上および航空の各自衛隊、札幌市等で使用されていた。WTR 型ロータリ式除雪車は WHS 型の普及型ともいえるべきもので、大型タイヤ付きの 4 輪駆動車、油圧ブースタ付きの前輪かじ取り式であり、道路除雪用として北海道開発局、北海道庁、航空自衛隊、電源開発株式会社等で使用されていた。

この除雪車の除雪装置の構造は、前面に横送り用のスクリーコンベアが 3 段に並べられ (WHS 型 3 段、WTR 型 2 段)、その後部中央に投雪ブロワ 1 個が配置され、プロアケースの吐出口から直接左、又は右方向に投雪する構造で、更に投雪口を真上に向けてシュートを介してトラックへの積み込みが可能であった。

昭和 39 年頃までこれらの除雪車が市場をほぼ独占

していた。

2-3 海外の機械

当時、海外ではシュミットカッター、スノーゴー、バイルハック、ピータカッター、ロルバ、シラー等々のロータリ除雪車が多く使用され、日本でも昭和 30 年代中頃から積極的に導入され、除雪試験なども行われた。海外では、専用車は少なく、ほとんど兼用機である。そのため、日本に導入されたときも、本体車両としてはウニモグなどが使用された。その後、日本では専用車が定着していくことになる。

海外の機種は多様であり、以下にその例を示す。これらの機種は、海外では現在でも使用されている。しかし、日本では最終的には、日本の雪質に適した 2 ステージ、スクリュオーガ型が生き残った。

写真 2-14 プロア型ワンステージ 32PS シュミット社 昭和 37 年²⁾

1) ブロア型ワンステージ

ブロア型ワンステージは、PTO 駆動ワンブロア型除雪装置で主に拡幅除雪に使用された。

昭和 37 年に旧建設省東北地方建設局にシュミット社（西ドイツ）ブロア型ワンステージが導入された。ベースマシンは、ユニモグ（32PS）であった。

2) カッタ型ワンステージ

カッタ型ワンステージは、硬度の高い雪堤除雪に対応可能な装置で作業用エンジンが搭載されており、導入台数も比較的多い。

昭和 37 年に旧建設省東北、北陸地方建設局にシュミット社（西ドイツ）シュミットカッタ型ワンステージが導入された。ベースマシンはユニモグで、走行動力が 32PS、作業動力が 110PS であった。



写真 2-15 シュミットカッタ型ワンステージ 走行動力 32PS、作業動力 110PS シュミット社 昭和 37 年²⁾

同年、北海道開発局、旧建設省北陸地方建設局では、同じカッタ型ワンステージでピータ社のピータカッタ型が導入されている。

3) ブロア型（2 ブロア）ワンステージ

ブロア型（2 ブロア）ワンステージは、走行しながら雪をかき込みブロアで飛ばすもので、軽い雪には有効だが硬度の高い雪堤には不向きであった。

昭和 38 年に旧建設省東北、北陸地方建設局にシュミット社（西ドイツ）ブロア型（2 ブロア）ワンステ



写真 2-16 ブロア型（2 ブロア）ワンステージ 走行動力 32PS、作業動力 110PS シュミット社（西ドイツ）昭和 38 年²⁾



写真 2-17 ブロア型（2 ブロア）ワンステージ、バイルハック社

ジが導入された。ベースマシンはユニモグで、走行動力が 32PS、作業動力が 110PS であった。

北陸地方建設局、北海道開発局では、バイルハック社製のブロア型（2 ブロア）ワンステージ型も導入された。

4) リボンスクリュ、ツーステージ（ロールバ型）

リボンスクリュ、ツーステージは、昭和 38 年に旧建設省北陸地方建設局と北海道開発局に、昭和 39 年に旧建設省東北地方建設局にロールバ社（スイス）リボンスクリュ、ツーステージ川崎ロールバ、KRH800 が導入された。ベースマシンはユニモグで、走行動力が 32PS、作業動力が 113PS 又は、125PS であった。

この構造は除雪能力が高く、我が国の重い雪質にも適していたため、国産機は、このタイプになっていった。



写真 2-18 リボンスクリュ、ツーステージ川崎ロールバ、KRH800 ロールバ社（スイス）昭和 38 年²⁾



写真 2-19 立軸オーガ型、ツーステージ 450PS シュミット社（西ドイツ）TS-4 昭和 62 年²⁾

5) 立軸オーガ型, ツーステージ

昭和 62 年に旧建設省東北地方建設局にシュミット社(西ドイツ)立軸オーガ型, ツーステージ 450PS が導入された。

2-4 国産機械の変遷

前述の通り昭和 31 年に初めて国産試作, 三菱日本重工業(株)^(注4)の自走式 WTR 型, そして昭和 33 年にトラックに除雪装置を装着するアタッチメント式の国産初の兼用ロータリ除雪車 RT-2 型が登場して以来, 輸入機の導入が積極的に行われ除雪性能比較試験も行われた。

一方, 兼用型で車両本体をユニモグとしていた多くの輸入機での問題点を解決すべく国産機の開発も次々と行われていた。

2-4-1 昭和 30 年代

昭和 35 年, 北海道開発局は三和興業(株)^(注5)の HTR-1 を導入している。この機械は, 三菱製 WTR 型ロータリ除雪車のシャーシ, ボディーをベースに除雪装置を新造し, 車体部分動力は「1 エンジン, トルクコンバータ方式」としたもので, リボンスクリューオーガ, ツーステージ型の国産初号機となっている。

その後, 昭和 36 年に HTR-2, 昭和 37 年に(株)日本除雪機製作所の HTR-3, 昭和 38 年には, 大幅に改良



写真 2-21 (株)日本除雪機製作所 HTR-4 型 昭和 38 年

された HTR-4 型が専用機として導入されている。昭和 39 年には, 旧建設省北陸地方建設局と東北地方建設局でも導入された。

昭和 38 年には, (株)新潟鐵工所^(注3)がリボンスクリューオーガ, ツーステージ型の専用機として NHR-101 型の試作を行い除雪展示会に出展している。

ユニット式除雪装置としては日特金属工業(株) TBR 型が, 昭和 35 年に旧建設省北陸地方建設局と北海道開発局, 昭和 36 年には東北地方建設局でも導入された。これはブルドーザアタッチメントでレーキツースオーガのツーステージ型となっていたが, 除雪処理能力に合わせた本体車両の速度調整に難点があった。

その後, タイヤドーザのアタッチメントとしても装着可能な三菱重工業(株) RU20 型(スクリュー型 2 軸オーガ, ツーステージ), (株)日本除雪機製作所 NRT(K)-2 型(リボンスクリューオーガ, ツーステージ)が昭和 37 ~ 38 年に導入された。

狭い道路でのダンプトラックへの積み込みを行うため様々なスノーローダが開発され昭和 30 年代中頃に導入されたが, 昭和 40 年中頃にはロータリ除雪車の積込作業性能が投雪筒の改善と共に向上し, ほとんど使用されなくなった。

昭和 35 年にはスノーローダ 1 号機として, 岩手富士産業(株) CT35CL 型(自走式, 連続バケットコンベ



写真 2-20 三和興業(株)^(注5) HTR-1 型 昭和 35 年



写真 2-22 (株)新潟鐵工所^(注3) NHR-101 昭和 38 年



写真 2-23 (株)日本除雪機製作所 NRT(K)-2 型 昭和 37～38 年

ア式)が旧建設省東北地方建設局に導入された。

ロータリ除雪車にて後方のトラックヘ一車線縦列にて雪を積み込む方法は、早くから考えられていた。

昭和 38 年、(株)新潟鐵工所^(注3)は、国交省(旧建設省)の補助を受け、本州の狭い道路に適した雪の積み込み機(スノーローダ)として一車線積込型ロータリ除雪車 NMR-1 を開発した。これは、車体の上にスライダを搭載して投雪筒からの雪をこのスライダを介してトラックの荷台に滑り落とすものであり、走行馬力 37PS の 3 トンフォークリフトを車体とし、除雪幅 1.7 m、プロア型ワンステージ、作業動力 32PS のエンジンを持つ除雪装置を搭載していた。これは、旧建設省北陸地方建設局に導入されたが、ユニット式除雪装置をフォークリフトに取り付けた構成としていた為に雪道での走行性能に問題があり、昭和 40 年代になり改良された後継機が出された。

写真 2-24 (株)新潟鐵工所^(注3) スノーローダ NMR-1 昭和 38 年

旧建設省東北地方建設局東北技術事務所の前身である塩釜工作事務所、仙台機械事務所は、昭和 38 年から昭和 40 年にかけてトンネル専用ダンプや三菱シャシ 2W-400 をベースとしたスノーローダ SL-2、SL-3 及び SL-4 を開発している。

昭和 30 年代後半に(株)日本除雪機製作所は、HTR4 の改良型として HTR41 形を開発した。

このロータリ除雪車は、昭和 40 年から本格的に市場導入され国産汎用機として普及していった。リボンスクリュオーガ、ツーステージ形のロータリ除雪装置が定着していった時代でもあった。



写真 2-25 (株)日本除雪機製作所 HTR41 昭和 39 年

JICMA

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)

注 4：現三菱重工業(株)

注 5：(株)日本除雪機製作所の前身

《参考文献》

- 1) 北海道開発局における除雪機の変遷 昭和 55 年 3 月 編集発行 北海道開発局建設機械工作所
- 2) 道路除雪 30 年史 平成 3 年 3 月 30 日 編集 建設省東北地方建設局 道路部道路管理課・機械課 発行 社団法人東北建設協会

2. チャレンジ業者

ワーキングが最大の目標としてきたのは、情報化施工のトップランナーによる「チャレンジ業者」支援である。情報化施工は、限られたリソースで、迅速な施工が要求される震災復興工事において、信頼性、精度の高い良質な工事を実現できる。

復興工事の担い手となる地域建設業などを対象に、情報化施工の最前線で活動している実務者たちが、直接コンサルティングし、適切な機材の提案や一部機材の一定期間無償貸与を行うのが、チャレンジ業者プロジェクトである。

提供の具体的内容は、情報化施工の導入における総合的なコンサルティングと、重機に搭載する施工用センサー類の無償貸与、実際に施工するときのデータ作成や現場での活用方法の助言である。

対象工事は、発注者が指定する工事以外で、東日本大震災の被災地で施工される復興工事を既に施工業者が受注している工事となる。施工業者は、東北6県に本社を置く対象工事の元請施工業者で、情報化施工について未経験だが情報化施工に取り組むという会社を支援対象にした。

主に無償で提供するのは、ハードウェアでは、重機本体以外のセンサー部、ソフトウェアでは、マシンコントロール (MC)、マシンガイダンス (MG) 用のユーティリティソフトである。またそれぞれのチャレンジ業者との打ち合わせによって、GNSS 基準局や三次元設計データの作成ソフトなども提供するケースを設けた。

数カ月の無償提供期間経過後は、レンタルや代替機器で対応するかなど、チャレンジ業者が有償負担で工事を続けるか選択する。

チャレンジ業者の募集は、JCMA のホームページにおいても行っている (写真—5)。

3. 業者第1号

ワーキング発足以来、チャレンジ業者の募集に注力してきたが、今年度になってようやく第1号の会社が決まった。その会社は、刈屋建設 (本社・宮古市、向井田社長) で、現場は、国土交通省東北地方整備局三陸国道事務所が実施している宮古盛岡横断道路の一部の「腹帯地区道路改良工事」である。

きっかけは、盛岡で開いたセミナーのアンケートに、前向きな回答を寄せてくれた刈屋建設に、ワーキングが直接アプローチし、今回のチャレンジ業者第1号の



写真—5 JCMA の HP にある業者募集のページ

決定に至った。同社の向井田社長が、岩手県建設業協会の副会長であると同時に、広報 IT 委員会の委員長も務めており、情報化施工への理解が深かったことが大きく寄与している。

宮古盛岡横断道路は復興支援道路として整備されており、腹帯作業所は、道路幅員 16 m、施工延長約 1 km、施工土量約 6 万 m³ の規模で施工されている。

ワーキングでは、4 月から本格的なサポートに着手した。ワーキングメンバーの数名が腹帯の現場に赴いて、刈屋建設社長や現場所長と複数回にわたり打ち合わせを重ねた。その結果、VRS 測位の 3DMC ブルドーザ 1 台、VRS 測位の 3DMG バックホウ 1 台、TS 測位の 3DMG バックホウ 1 台と、3D データ作成用のソフトを無償提供した。また、有償提供として VRS 測位の締固め管理タイヤローラー 1 台と TS 出来形管理システムも導入し、すべての技術サポートをワーキングで行った。

4. 佐藤直良元事務次官が現場来訪

8 月 22 日、腹帯作業所に元国土交通事務次官の佐藤直良氏が来訪した。『建設通信新聞』に佐藤氏が連載している記事の取材で、大臣官房官庁営繕部、一般財団法人先端建設技術センターなども随行した。現場には、東北地方整備局の施工企画課、三陸国道事務所も同席した (写真—6, 7)。

当日は、刈屋建設の所長と、現役オペレーター 3 名から実際の情報化施工の印象を聞き取った。印象とし



写真—6 刈屋建設の事務所に訪れた佐藤直良氏（左）と刈屋建設の社長と所長、オペレーター各氏（右）



写真—7 現場では実際の施工状況を見学した

ては、「土運搬の体制が間に合わないほどブルの仕事量が向上した」「現場管理の頻度が減った」などのメリットがあったという。

また、熟練のオペレーターは、「始めは（機器の画面）や設定など慣れなかったが、運転するにつれて意味がわかり始めた」「始めは丁張と併用したが、慣れてくると不要になった」などの印象をもったという。

佐藤氏らは、事務所での意見交換の後、実際に現場での作業も見学、「素晴らしい現場だ。今後は情報化施工をさらに進化させ、工事中の様々なデータを管理者、発注者とも共有する時代がすぐそこまで来ている」と話していた。

翌23日には、同じ現場内で、地元建設業者を始め



写真—8 翌日には、東北各県から見学者が来訪した

ゼネコンなどから約50人、主催者側のスタッフを含めて100人超が参加する現場講習会も開いた（写真—8）。

現場で使用している情報化重機類と、TSによる出来形管理システム、衛星測位システムなどを展示し、見学者に、現場で実際に使用されている状況に触れてもらった（写真—8）。

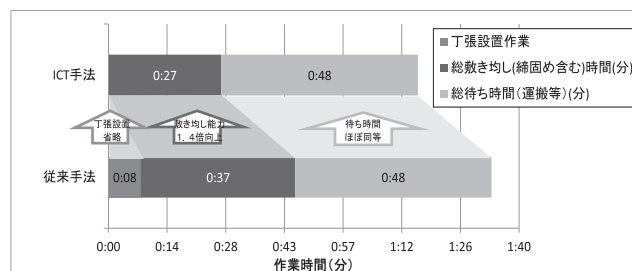
5. チャレンジ工事の効果

今回のチャレンジ工事の導入効果について調査し、まとめた中間報告によると、MCブルドーザでの数均し作業では作業能力が従来の1.4倍、丁張設置作業が完全に省略できた（図—1）。ただ、導入開始当初は、想定以上に作業が進んだため、ブルドーザに供給する土の作成や運搬が間に合わず、一貫した施工体制が整えば、さらに導入効果は上がっていくと考えられる。

チャレンジ工事報告 ●MCブルドーザ導入効果

【効果】

■作業時間(100m²施工に換算)



JCMA 一般社団法人 日本建設機械施工協会 情報化施工委員会 復興支援ワーキング

図—1 今回の工事を分析した結果、1.4倍の作業能力が確認できた

MGバックホウでは、仕上げ後の確認がモニターでできるために、目視の微修正作業が省略でき、設計面との5cm以内の差違が従来施工に比べて小さいことがわかった。

オペレーターによると、「感覚として施工速度が3倍程度向上している」「重機を降りて確認する作業が少なくなった」「丁張を待つ時間がなくなった」などの感想が寄せられた。

6. おわりに

ワーキングでは、東北の復興事業へ、「災害にも強く、施工の信頼性やスピード向上に役立つ情報化施工技術」を導入してもらおうと活動を続けている。刈屋建設のような地域建設業の方に、もっと積極的に情報化施工を使っていただき、時間的、金銭的メリットを享

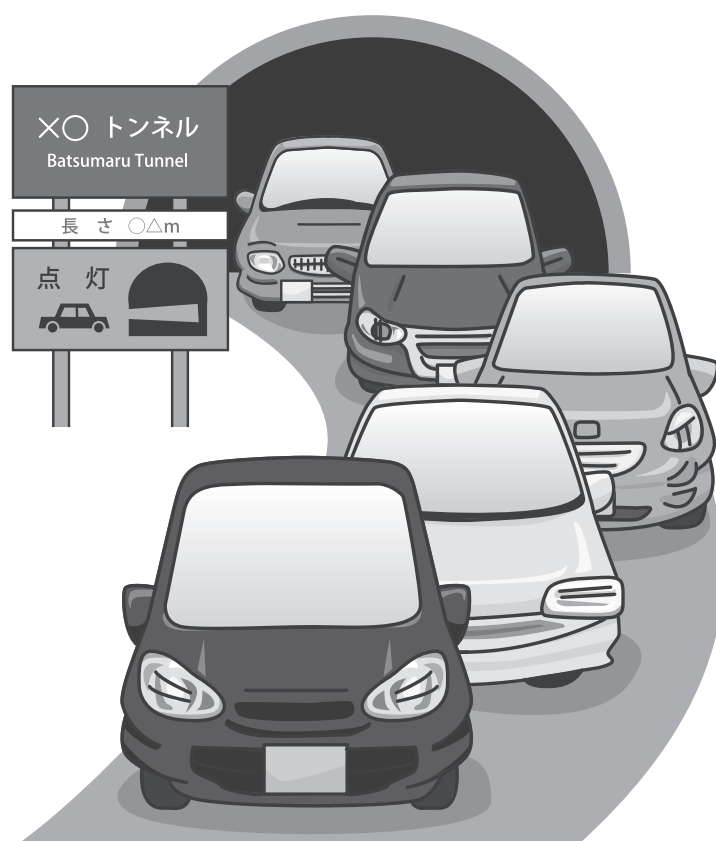
受していただきたいと考えている。情報化施工の導入当初は、コストもかかり、習熟にも時間を要するが、自分の技術として習得してもらえば、おおくのものを得られると確信している。

そして東北の復興が抱える人員不足をも解決し、品質良く、早く、安全に事業を完遂できることを望んでいる。

ワーキングへの現在の参加企業・団体は、西尾レントオール(株)、鹿島建設(株)、鉄建建設(株)、鹿島道路(株)、

コマツ建機販売(株)、(株)ジェノバ、(株)レンタルのニッケン、(株)アクティオ、ライカジオシステムズ(株)、(株)カナモト、(株)トプコンソキアポジショニングジャパン、日立建機日本(株)、(株)建設システム、福井コンピュータ(株)、(株)ニコン・トリンブル、キャタピラー東北(株)、キャタピラー・ジャパン(株)、(株)日刊建設通信新聞社、日本GPSデータサービス(株)、(株)岩崎、施工技術総合研究所、土木研究所である。

JICMA



部 会 報 告

(株)小松製作所 栗津工場見学会

機械部会 除雪機械技術委員会

1. はじめに

除雪機械技術委員会では平成 26 年 8 月 26 日（火）石川県小松市に位置する(株)小松製作所の栗津工場見学会を実施した。

参加者は江本委員長他 13 社、20 名と多人数となったが見学先の(株)小松製作所様の多大なるご支援ならびにご配慮により、スケジュール通り順調に工場見学を終了することができた。



写真—1 集合写真

2. 栗津工場について

1938 年、トラクタ・農業機械および鉱山用機械増産のため新設された。

1999 年、ホイールローダ生産を川越工場から移転し、生産を開始している。

本工場は、「マザー工場」として位置づけられ、同社主要製品であるホイールローダ、モータグレーダ、油圧ショベル、ブルドーザなどの生産のほか主要コンポーネントを一括生産し、全世界の生産体制における中核的な役割を担っている。

敷地面積は約 71 万 m²、東京ドームが 15 個すっぽり入る広さである。

この敷地の中に 3 工場と開発センタ／ゲストハウス、コマツ NTC (株) KM 事業部の建物、性能テスト場があり、建屋面積は 24.7 万 m²、従業員数は約 3,000 名である。

3. 新組立工場

2014 年 5 月、栗津工場敷地内に新組立工場を竣工し生産を開始した。築 40 年を超えた 2 棟の組立工場を 1 つに集約するとともに、最新の省エネ、ICT、生産技術を導入することにより、ダントツの環境性能と生産性を併せ持つ未来を見据えた次世代組立工場が実現した。

新組立工場は、建屋統合による床面積削減効果に加え、最新の省エネ機器を採用することで 2010 年度に比べ電力使用量の半減を図っている。加えて、本年 12 月の稼働を予定しているバイオマス発電や太陽光パネルなどを活用し自ら電力を創出することにより、年間購買電力量を同じく 90% 以上削減することを目指している。

同組立工場は、生産工場では斬新な全面ピット構造を採用し、電源・配管および組立設備を地下のピット内に設置することで床をフラット化している。また、柱の間隔を最大 32 m に拡張することで生産エリアのスペースを十分に確保するとともに、協力企業と一体となり部品のモジュール化を促進することで組立ラインの長さの短縮を図っている。更に、ラインオフ後の検査工程でも ICT の活用により自動化を進めることで、面積生産性は 2011 年度に比べ 2 倍に改善される見込みである。

(株)小松製作所は、従来より CO₂ 削減による環境負荷低減に努めているが、2011 年の東日本大震災以降は、全国的な電力不足にも対応するため、国内生産拠点において生産改革や建屋の統合・更新の実施により、



写真—2 新組立工場概観図

電力使用量の半減および生産コストの大幅な削減を目指す活動を進めている。

4. こまつの杜

JR 小松駅東口の旧工場跡地に「こまつの杜」がある。「こまつの杜」には、コマツグループ社員のグローバルな人材育成の機能を担う「コマツウエイ総合研修センタ」に加え、一般開放するエリアとして、当地にあった旧本社社屋を復元した施設「わくわくコマツ館」、加賀地方の里山を再現した緑地「げんき里山」、チリの銅鉱山で実際に稼働していた世界最大級のダンプロック「コマツ 930E」の展示場がある。

2011 年～2013 年で、約 13 万人が一般来場している。

5. 見学所感

最初に、新組立工場の最新鋭の設備に驚かされた。

- ・自然採光の取り入れ、LED 照明、地下水活用の空調などの省エネ設備。
- ・消費電力の「見える化」により節電。
- ・M12 のボルトまで締付可能な電動インパクトレンチ使用などの生産改革。

どれを見ても、(株)小松製作所のスローガンである「ダントツ」を表していると感じた。

また、「こまつの杜」では、子供向けの施設などがあり、地域に密着した社会貢献活動に取り組んでいることが大いに分かった。

以上短時間での急ぎ足の見学であったが、学ぶことの多い大変有意義で楽しい時間であった。

最後に大変お忙しい中、懇切丁寧な説明とご案内を賜りましたご担当者の皆様、またこの見学会にご尽力賜りました関係各位に深く感謝するとともに、今後の発展を心より祈念申し上げます。

JICMA



写真—3 こまつの杜「930E」

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) 並びに SC 3/WG 12 国際作業グループ
ロンネビー (スウェーデン) 国際会議出席報告

標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会

2014年6月1日から5日までの5日間、スウェーデンのロンネビーで開催されたISO/TC 127 (土工機械) 総会及び各分科委員会 (SC 1 ~ SC 4) 並びに議長諮問グループ (CAG) 国際会議に日本代表として出席したので、その内容を下記報告する。

ISO/TC 127 (土工機械) 国際会議は一年半に一度の頻度で開催され、日常の活動として行われているISO規格の制定・改正の作業のなかで、進展が滞っているものの促進や、新規の規格として追加が必要な項目の検討、活動全般のレビューがその目的で、日本からはワーキンググループのメンバーを含む下記8名が参加した。前々回のベルリン総会時は東日本大震災の影響で一部団員が欠席、前回ブラジル(プライア・ド・フォルチ)総会では外務省危険指定地につき、日本団として欠席したため、4年半ぶりにフルメンバーでの出席となった。

〈日本からの出席者〉

- 岩本 祐一 団長, TC 127 日本主席代表, SC 3 (機械特性・電気電子系・運用および保全) 国際議長 (コマツ)
- 下垣内 宏 SC 1 (性能試験方法) 日本首席代表 (コベルコ建機)
- 足立 識之 SC 2 (安全性及び居住性) 日本首席代表 (キャタピラージャパン)
- 宮崎 育夫 SC 3 (機械特性・電気電子系・運用および保全) 日本首席代表 (コマツ)
- 高山 剛 SC 4 (用語, 分類及び格付け) 日本首席代表 (日立建機)
- 出浦 淑枝 SC 2/WG 25 (危険探知および視覚補助装置) コンビナー (コマツ)
- 原田 和 各 SC 国内分科会委員 (キャタピラージャパン)
- 西脇 徹郎 日本事務局, SC 3 国際幹事 (協会)

会議への参加国と参加人数は表—1のとおりであり、総勢13カ国から55名が参加した大規模な会議であったが、スウェーデンの会議開催に対する準備は大

表—1 時間割

6/1(日)	6/2(月)	6/3(火)	6/4(水)	6/5(木)	6/6(金)
	TC 127 総会	SC 2	SC 3	TC 127 総会 (後半)	SC 3/ WG 12
CAG	SC 1				
	SC 2	SC 3	SC 4		

変良く整えられており、会議の進行、内容も含め満足のいくものであった。

今回の開催地ロンネビーは、最寄りの国際空港のあるコペンハーゲンから列車で約2時間半の距離にあり、南東スウェーデン最大の温泉リゾートである。会議が開催されたロンネビーブルンホテルは、まさにその中心宿泊施設で、1897年からの長い歴史の中で育まれた豊かな自然環境の中での会議であった。

さて、ISO/TC 127 (土工機械) は SC 1 ~ SC 4 の四つの分科委員会 (Sub-Committee) から構成され、表—2 のスケジュールのとおり、5日間の日程で行われた。日本は SC 3 (機械特性・電気電子系・運用および保全 Machine characteristics, electrical and electronic systems, operation and maintenance) の幹事国として国際議長を担当している。現在の審議項目の詳細は後述の各 SC からの報告に委ねるが、主な項目について下記する。

今回、TC127 議長および SC2, SC4 議長が9年 (1期3年を3回更新) の任期満了を迎えるが、いずれも後任未定のため、更に3年の期限延長特例を中央事務局に申請することが承認された。また各 SC 間ではつきのある取扱い件数の平準化のため、現在 CD 投票中の「危険検知装置および視覚補助」(SC 2)、新業務項目として承認された「製品識別番号 (PIN)」(SC 3) を SC1 の担当とした。いずれも日本が WG 主査を務める案件で、SC 1 幹事の英国と連携して作業を迅速に進めていく。

日本が WG の主査として2010年に第1版をまとめた「施工現場情報交換」に関連して、米国から第三部

(機械情報の提供仕様)の必要性が提案され、今後、新業務提案されることとなった。各国で情報化施工の実用化が進む中、日本としても積極的に参画していくべきと考える。

新たに日本から「油圧ショベル転倒時保護構造 追補 1」新業務提案を行い、会場での挙手によって開発期間 24 ヶ月の新業務として承認され、SC 2 に割り当てられた。

「運転員の視野」(SC 1)については、2011 年から幾度も WG を開催して改正案を検討中であるが、今回、欧州諸国から事態の緊急性、すなわちドイツの一市民からの請願に応じて欧州委員会が CEN (欧州規格委員会) に改正を強行に迫っていることが説明された。そのため即効性のありそうな 5 点に絞った追補案を 6 月中にも提案し、その他の改正は次の段階とすることが合意された。このように ISO の改正が直接欧州規制に影響することも多く、国際規格といいながら欧州勢の発言力が非常に大きいことが実感された。一方、欧州規格をもとに作られた「安全一般」が、順次中国

やインドで規制に取り込まれつつあり、新技術を背景に改正が進む欧州規格との乖離が懸念されるため、今回も欧州以外の国から将来的には EN ISO (ウィーン協定規格) としての規格化を探るべきという意見が出た。

今後の新業務項目案として、「取扱説明書」「安全標識」「乗員拘束装置」などが挙げられた。EN 規格のみならず、各国、各地域の規格をできるだけハーモナイズしようという方向に動いてきており、ISO の重要性はますます大きくなってきている。既に日本もいくつかの案件を担当し、主要な作業グループには専門家を派遣しているが、引き続き、日本の立場を踏まえて言うべき事はきちんと主張していく。

なお、次回総会は 2015 年 9 月 13 日～17 日に米国の Lahaina と決定、次々回 2017 年 6 月の総会開催国は日本に仮決定した。日本での開催は約 20 年ぶりとなるが、最高の「おもてなし」で迎えられよう、協会会員各社のご協力をお願いしたい。

(コマツ 岩本祐一)

表—2 出席者

国 (代表団体)	出席者	人数
ブラジル ABNT	SYLOS, Alexandre, Mr / THIAGO, Figueiredo, Mr / DUCATTI, Odirlei, Mr	3 名
チェコ共和国 UNMZ	MATOUSEK, Petr, Mr	1 名
中国 SAC	SHANG, Haibo, Mr / WANG, Ying, Ms / WANG, Sixin, Mr / LI, Tiesheng, Mr / HUANG, Zhongliang, Mr / DUAN, Lin, Ms	6 名
フィンランド SFS	LUUKKO, Mika, Mr / ELSERS, Lauri, Mr	2 名
インド BIS	KALIAPPAN, Karthik, Mr / LAKRA, Sushil	2 名
ドイツ DIN	RUF, Werner, Mr / HEY, Kurt, Mr / HARTDEGEN, Reinhold, Mr / GROER, Matthias, Mr	4 名
フランス AFNOR	CAULIER, Patrice, Mr / CLEVELAND, Richard, Mr / JANOSCH, Jean-Jacques, Mr / VECCHIA, Aline, Ms	4 名
イタリア UNI	PAOLUZZI, Roberto, Dr / BONANNO, Antonino, Dr / GAROFANI, Giorgio, Mr / ROSSIGNOLO, Lorenzo, Mr	4 名
日本 JISC	岩本 祐一 / 下垣内 宏 / 足立 識之 / 宮崎 育夫 / 高山 剛 / 出浦 淑枝 / 原田 和 / 西脇 徹郎	8 名
スウェーデン SIS	SAMUELSSON, Sven-Erik, Mr / NILSSON, Stefan, Mr / ELSTER, Erik, Mr / HARMANDER, Magnus, Mr / LEUFSTADIUS, Herman, Mr / YASSINE, Ylva, Ms	6 名
韓国 KATS	CHOI, Kyoung-moo, Mr / CHOI, Jeong-hwan, Mr / KANG, Young-ky, Mr / SEO, Myeong su, Mr / PARK, Soo-hong, Mr	5 名
英国 BSI	CAMSELL, Dale, Mr / Francis, Thomas, Mr	2 名
米国 ANSI	NEVA, Steve, Mr / UHRICH, Steve, Mr / GAST, Richard, Mr / CROWELL, Chuck, Mr / EERNISSE, Eric, Mr / KITTLE, Greg, Mr / ROLEY, Dan, Dr / DESAUTELS, Sara, Mrs	8 名



写真—1 SC 3 会議を運営する岩本国際議長 (左)



写真—2 ボルボなど 会議スポンサーリスト

1. 会議名：

1.1 ISO/TC 127 土工機械議長諮問 (CAG) 会議 (この会議は、専門委員会及び各分科委員会の国際議長、国際幹事及び各国代表1名参加の原則のため、岩本委員長、出浦委員、西脇だけ出席)

1.2 ISO/TC 127 土工機械総会

1.3 同 SC 1 安全・性能試験方法分科委員会国際会議

1.4 同 SC 2 安全性・人間工学・通則分科委員会国際会議

1.5 同 SC 3 機械特性・電気及び電子系・運用及び保全分科委員会国際会議

1.6 同 SC 4 用語・商用名称・分類・格付け分科委員会国際会議

1.7 同 SC 3/WG 12 操縦装置及び表示用図記号 ISO 6405 作業グループ会議 (この会議は、専門家だけの会議のため、足立 SC 2 委員長、高山 SC 4 委員長、原田委員、西脇だけ出席)

2. 開催地：スウェーデン国ロンネビー市ホテル6階会議室 (全てその会議室で実施)

3. 開催日：平成26年6月1日(日)～6月6日(金)
 なお、6月2日～6月5日の間、ISO/TC 127 総会及び各分科会会議が順繰りに実施され、特に TC 127 総会の前半が6月2日(月)午前に、決議含む後半が6月5日(木)に実施され、新業務項目の各分科会への割り当て検討及び決定が行われるので、各出席者は、下記の各会議のうち CAG 会議及び ISO/TC 127/SC 3/WG 12 を除く全会議に出席した。

・6月1日(日)午後遅め：ISO/TC 127 土工機械議長諮問 CAG 会議

－国際議長 Dr. Daniel Roley (米国)

－国際幹事 Mrs. Sara Desautels (米国)

・6月2日(月)午前早め：ISO/TC 127 土工機械専門委員会総会

－国際議長 Dr. Daniel Roley (米国)

－幹事国 米国 (国際幹事 Mrs. Sara Desautels)

・6月2日(月)(総会前半の後)：ISO/TC 127/SC 1 安全・性能試験方法分科委員会会議

－国際議長 Mr. Dale Camsell

－幹事国 英国 (国際幹事 Mr. Francis Thomas)

・6月2日(月)午後遅め～6月3日(火)：ISO/TC 127/SC 2 安全性・人間工学・通則分科委員会会議 (決議採択は4月6日(水))

－国際議長 Dr. Daniel Roley (米国)

－幹事国 米国 (国際幹事 Mrs. Sara Desautels)

・6月3日(火)午後遅め～6月4日(水)：ISO/TC 127/SC 3 機械特性・電気及び電子系・運用及び保

全分科委員会会議

－国際議長 岩本 祐一 氏 (日本)

－幹事国 日本 (国際幹事 西脇 徹郎)

・6月4日(水)午後遅め：ISO/TC 127/SC 4 用語・商用名称・分類・格付け分科委員会会議

－国際議長 Dr. Roberto Paoluzzi (イタリア)

－幹事国 イタリア (国際幹事 Mr. Lorenzo Rossignolo)

・6月5日(木)：ISO/TC 127 土工機械専門委員会総会 (後半)

・6月6日(金)：ISO/TC 127/SC 3/WG 12 操縦装置及び表示用図記号 ISO 6405 作業グループ会議

－コンビナー Mr. Richard GAST (米国)

4. 出席者：前記計13ヶ国から計55名が出席 (若干の出入りあり)。

5. 主要議題、議決事項、特に問題となった点及び今後の対応についての所見：

5.1 ISO/TC 127 土工機械 CAG 議長諮問グループ国際会議：今回の TC 127 総会に先立って、2014年6月1日(日)16:00～にホテル6階会議室 (翌日以降も全てその会議室で実施) で CAG (議長諮問グループ) 会議を行い、今回会議及び TC 127 の効率的な運営のための事前調整を行った。なお、他の会議はほぼ全員が出席であるが、この会議だけは親 TC 及び各 SC の国際議長並びに国際幹事、及び各国代表各1名だけ (必ずしもそうではないが) の出席である。

・ブラジル2名、インド1名、フランス1名 (CLEVELAND 氏)、イタリア4名 (SC 4 国際議長 PAOLUZZI 博士、同国際幹事 ROSSIGNOLO 氏、BONANNO 博士、GAROFANI 氏)、日本3名 (SC 3 国際議長 岩本氏、出浦氏、同国際幹事 西脇)、韓国5名、英国2名 (SC 1 国際議長 CAMSEL 氏、同国際幹事 THOMAS 氏)、スウェーデン5名、米国2名 (親 TC 127 及び SC 2 国際議長 ROLEY 博士、同国際幹事 DESAUTELS 夫人、ほか1名)、中国4名 (付記：ドイツの人が参加していない。事務局の KAMPMEIER 氏の病欠が影響か?)

5.1.1 Welcome and Meeting Logistics 歓迎挨拶及び会議の後方支援事項：ROLEY 議長が出席者を歓迎し、他に、時間割その他の会議の後方支援事項に触れた。

5.1.2 Introductions and CAG Membership Review 自己紹介及び CAG 構成員の確認：国際議長、国際幹事及び各国首席代表が自己紹介を行った。

5.1.3 CAG Meeting Objectives and Additional Agenda Items (この) 会議の目的と議案の追加項目 Schedule, Location, and Agendas for the 2014 Meetings in

Ronneby ロンネビー総会の日程、会議場所、議事：ROLEY 博士が説明（というより独演会）

5.1.4 General Status of WG's and Plans for Future WG Meetings 各作業グループの現状及び今後の作業グループ会議予定：

- ・DIS 8643（ブーム降下制御装置のアームなどへの適用範囲拡張）に関して、第2次DIS投票に進めるため、作業グループでの各国意見の解決に言及
- ・ROLEY 国際議長は、（国際作業グループへの）専門家参画の効率化のために、作業グループ会議をまとめて実施することに言及
- ・併せてWeb会議にも言及したが、2～3時間が限度とも示唆（付記：日本勢にとっては時差の問題もあって、日米欧3極で会議とすると、米国が早朝、欧州は昼過ぎ、日本は深夜という時間割となる問題がある）
- ・PAOLUZZI 博士はISO 8643改正に関わる作業グループ会議の9月末開催を提案
- ・ISO 16001（危険検知装置及び視覚補助）については欧州建設機械工業会 CECE 総会の前後にと出浦氏が発言した

5.1.5 Major Challenges with Current Standards Projects 現行の各案件についての主要な要解決点：

- ・出浦氏は、製造識別番号の製造年コードが来年限りまでしかないので、急ぐ必要があると主張し、他方、ROLEY 国際議長は他の路外車両分野での適用に言及した
- ・（国際作業グループにおける）ISO の文書配布システム Livelink の使用に言及された

5.1.6 その他：Potential NWIP and Priorities of NWIP 新業務の候補及び新業務の優先度、Opportunities to Improve the Efficiency of ISO/TC 127 業務の効率改善の機会などに関して総会で論議とされた。

5.1.7 Locations for Future ISO/TC 127 Meetings 今後の会議場所：2015年の9月13日の週にLahaina(米国)でと紹介され、その次の2017年春～初夏は日本担当の見込みである。

5.1.8 Next CAG Meeting 次回CAG会議：2015年1月か2月に他の国際作業グループ会議と隣接して開催とされ予定の18:00より早めに閉会。

=====

5.2 ISO/TC 127 土工機械国際会議（総会）

（総会前半6月2日（月）9:00～（6月2日午前中にいったん休会して、他のSC1～SC4分科会終了後に後半を開催））

5.2.1 Opening of the meeting 開会（9:00）：親専門

委員会 TC 127 国際議長の ROLEY 博士（米国、キャタピラー社）が開会を宣言、ISO/TC 127 活動に関する国際議長の所見が述べられた。

5.2.2 Roll call of delegate 出席者点呼：国際議長が各国首席代表に各国代表団の紹介を要請、ブラジルから順に各国が自国代表団を紹介、なお、インドは到着が遅れたため、点呼時点では不在（遅れて途中から出席）、出席登録はあったがイランイスラム共和国は欠席、また、ドイツ事務局の KAMPMEIER 氏（ドイツ機械工業連盟 VDMA）は病欠のため同国の会議での活動に支障を生じていた。

5.2.3 Adoption of the agenda 議事採択：議事案 TC 127 N 839 を採択した。

5.2.4 Appointment of the drafting committee 決議起草委員会氏名：国際幹事に協力して決議案を作成する決議起草委員会に下記各氏を指名した：

米国：GAST 氏、英国：CAMSELL 氏、日本：出浦氏、原田氏、イタリア国：ROSSIGNOLO 氏、フランス国：VECCHIA 氏、インドからの出席者

5.2.5 Report of the Secretariat 幹事国報告：Desautels 夫人が幹事国報告 TC 127 N 823 によって、前回プライア・ド・フォルチ総会以降の活動を報告した。

－ Election of the TC 127 Chair 国際議長選任：幹事国（米国）から文書 TC 127 N 830 によって ISO/TC 127 国際議長の ROLEY 博士の今後3年間の選任が提案・支持され、ISO の技術管理評議会 TMB に（最近設定された任期制限を超える）任期延長に関する承認を求めることとされた（TC 127 決議 286 参照）。

なお、SC 4 国際議長の PAOLUZZI 博士から分科委員会国際議長は別々に選任するのか、（対象となる各国国際議長を）まとめて選任するのかとの問いがあり、国際幹事の DESAUTELS 夫人から個別の議長毎に選任の決議が必要な旨、説明された。

5.2.6 Report from TC 127 Chairman's Advisory Group (CAG) 議長諮問グループ報告：議長諮問グループ会議に関して、今回会議運営及び議事に関する予備検討の旨報告され、次回議長諮問グループ会議については、来年1月か2月に他の国際作業グループ会議と隣接して開催の旨、国際議長から紹介され、これに関して CROWELL 氏から WebEX を用いた Web 会議の可能性に関して言及されたが、Roley 国際議長は、Web 会議では2～3時間が限度と示唆された（付記：欧州と米国との時間の都合を合わせると、日本は深夜の10時～12時くらいとなる）。

5.2.7 Presentation from ISO TPM on Recent

Changes at ISO 中央事務局の Technical Programme Manager によるプレゼン：今回欠席の ISO 中央事務局の TC 127 などを担当する KENNEDY 氏からパワーポイント資料 TC 127 N 833 及び電話によって、中央事務局の最近の方針としての規定改定に関して説明された。

このプレゼンの FDIS の扱いに関して CROWELL 氏は大きな利害関係のある無視できない数の各国から技術的変更が提案された場合に最終国際規格案 FDIS 投票が必要と言及され、これに対して FDIS を省略するのが原則 (Default process) であるが、幹事国と国際議長との責任によるとされた。

付記：今回の方針は、迅速化、効率化などの上部方針として一応もっともではあるものの、国際議長の任期、各案件の期限など TC 127 の実情からはかけ離れているとも感じられた (議事 8 などは 6 月 5 日 (木) に検討することとし、先に議事 9 などを検討となった)。

5.2.9 Report on NWI proposals / results and SC allocation 新業務提案投票結果報告及び各分科委員会への割り当て

- NWI 16001 - Earth-moving machinery -- Hazard detection systems and visual aids - Performance requirements and tests 危険検知装置及び視覚補助一性能要求事項及び試験：日本担当 (出浦氏) で、委員会原案 CD 16001 は SC 2 で投票に付されているが、(投票終了したい) SC 1 に移管することとなった (TC 127 決議 287)。
- NWI 19014 - Earth-moving machinery - Control system safety -- Risk assessment and determination of performance level 制御系の安全：英米で担当を分割しているが、HUTSON 氏 (英国) を担当の PL として、SC 2 に割り当てとなった (TC 127 決議 287)。
- CD 19296. Mining and Earthmoving Machinery - Mobile machines working underground 鉱山機械及び土工機械一坑内走行機械：TC 82 (鉱山) に割り当てと紹介された。なお、6 月 30 日までに、CD 案文に意見提出とされ、また、今回会合には坑内機械製造業者であるアトラスコプコ社 (スウェーデン)、サンドビック社 (本社はスウェーデンも鉱山機械部門はフィンランド) からも出席があった。
- NWI 19602. Earth-moving machinery - Protective structures against falling objects from the top and/or approaching objects from the front - Laboratory tests and performance requirements 上部及びまたは前方から落下する物体に対する保護構造：HARTDEGEN 氏を担当の PL として、SC 2 に割

り当てとなった (TC 127 決議 287)。

- NP 6393. Earth-moving machinery - Determination of sound power level - Stationary test conditions, NP 6394. Earth-moving machinery - Measurement at the operator position of noise emitted by earth-moving machinery - Stationary test conditions, NP 6395. Earth-moving machinery - Determination of sound power level - Dynamic test conditions, NP 6396. Earth-moving machinery - Measurement at the operators position of noise emitted by earth-moving machinery - Dynamic test conditions 騒音測定：SC 1 に割り当てとなり、米国担当となった (TC 127 決議 287) が担当の Kerry CONE 氏の移動によって、引継ぎの問題が発生する可能性が生じている。
- NP 10261 Amd 1. Earth-moving machinery. Product identification numbering system Amendment 1 製品識別番号 追補：日本担当 (出浦氏が PL) で、従来 SC 3 で扱っていたが、業務分担の平準化のため SC 1 に割り当てとされた (TC 127 決議 287)。
- NP Technical Report 19948 - Conformity Assessment and Certification Process for Earth-moving Machinery 適合性評価及び基準認証手順：米国担当 (ROLEY 博士が PL) で、新業務提案投票 (8 月 17 日期限) 承認されれば、業務項目とすることとされた。
- NWIP 10968. Earth-moving machinery. Operator's controls 操縦装置：各国首席代表の挙手による賛成及び承認に必要な数の専門家を各国が指名したので、新業務として承認され、スウェーデン担当 (PL は STOCKHAUS 氏) で、開発期間 36 ヶ月の案件として SC 2 に割り当てられた。
なお、専門家を指名した各国は、米国 (専門家数名)、スウェーデン (PL)、英国 (CAMSEL 氏)、日本 (出浦氏)、イタリア (GAROFANI 氏)、フランス (VECCHIA 氏)、ドイツ (HARTDEGEN 氏、RUF 氏、GROER 氏)、インド、フィンランドで、中国は追って指名専門家を連絡するとのことであった (TC 127 決議 288)。
- Discussion on Proposal for NWIP 15143-3. Earth-moving machinery and mobile road construction machinery - Worksite Data Exchange. Part 3: Machine data 施行現場情報交換一第 3 部：機械データ：(新業務提案未実施でもあり) 担当は米国 (PL は KITTLE 氏)、今後 SC 3 で検討とされた。
- Discussion on Proposal for NWIP 12117-2 Amd.

Earth-moving machinery -- Laboratory tests and performance requirements for protective structures excavators -- Part 2: Roll-over protective structures (ROPS) for excavators of over 6t - AMENDMENT 1 油圧ショベル転倒時保護構造 追補 1: 日本からの新業務提案は、会場での挙手によって新業務として承認され、開発期間 24 ヶ月の業務として日本担当で (PL はコマツ田中健三氏) SC 2 に割り当てられた (TC 127 決議 289)。

[議 事 9.11 TC 127 Potential New Work Items for Evaluation 新業務項目候補の検討 (議事 14 で) 及び 議事 10. TC 127 Review of Active Projects 活動項目の検討は、各分科委員会で論議として、親 TC 127 専門委員会会合は、6 月 5 日 (木) 14:00 に再開として、いったん休止した。]

=====

(SC 1 会議)

5.3 ISO/TC 127/SC 1 (安全・性能試験方法) 分科委員会国際会議: SC1 会議は 6 月 2 日 (月) TC 127 総会に引き続き開催され、英国 JCB 社の Dale Camsell 氏が SC 1 議長として議事を進めた。会議では Camsell 議長の挨拶に続き、出席者点呼 (各国主席代表が各国メンバー紹介)、議事案承認、決議起草委員会 5 名指名 (日本からは宮崎氏)、幹事国報告 (国際幹事が SC 1 N 701 を用いて、前回ブラジル国際会議以降の SC 1 分科委員会活動を報告) が行われたのち、議事案に沿って討議が進められた。主要な項目について、以下に概要を紹介する。

5.3.1 TC 127/SC 1 Working Group reports 各作業グループ報告: TC 127/SC 1/WG 4 Non-metallic fuel tanks 非金属性燃料タンクについて、近年不活発であるが、作業グループ (以下 WG) 維持とされた。

5.3.2 ISO/AWI 5006 視界性 (Earth-moving machinery - Operator's field of view): プロジェクトリダー (以

下 PL) である米国から、この案件を短期 (緊急) の追補と長期的な改正の二つに分割することの提案あり。

- ・追補のポイントは、1a. 直接視界優先、2a. 機械近傍の後方視野を改善するため、評価対象物の高さを 1.5 m から 1 m にすること、3a. 後進時の後方視野を与えるミラー等の追加装置は運転員の前方視野 (扇形視野領域 A, B, C) に位置すること、4a. 視界性を向上させる装置は可動部品によって阻害されてはならないこと、5a. ミラーに映る他のミラーの像は視認として認められない。
- ・フランス、イタリアからも追補の必要性に言及あり。ドイツからは、欧州の情勢に関して EU の機械指令に関連し、機械周辺の視界性が指令不適合ではないかと Formal objection の懸念が生じているとの発言あり。
- ・次回 WG は 6/16 ~ 17 パリ (*) で開催予定。

* 補足説明:

- ・2014 年 6 月 16 ~ 17 日にパリで開催された WG において審議が行われた。討議・修正のポイントは下記の通り。
- ・2a. 試験対象高さを 1.5m (1999 年版 EN ISO 3411 に従った「小柄運転員」の身長) から 2007 年改正に従って減らすことで視界性を改善する。
- ・3a. 後進時、後方を確認するための補助装置 (表示モニターやミラー等) は、オペレータの人間工学的原則を考慮して配置する (ISO 5006 に従って視野領域 A, B, C に配置されるのが望ましい)。(付記「望ましい」と表現緩和)
- ・その次の WG 開催予定は、2014 年 10 月 27 ~ 28 日パリ。

5.3.3 TC 127/SC 1/WG 6 エネルギー使用試験方法 (Earth-moving machinery - Test methods for energy



写真—3 ISO/TC 127/SC 1 会議 その 1



写真—4 ISO/TC 127/SC 1 会議 その 2

use) (TS 11152) : コンビナーの米国が現状報告を行い、次回 WG を来年 2015 年の早期に開催することが提案された。改定資料は 11 月に提出する。

5.3.4 TC 127/SC 1/WG 7 保護構造の非金属材料 (Non-metallic material in OPS) (PAS 11708) : PL であるイタリアから、現状活動していない旨の報告あり。十分な裏付けデータもないため、WG 解散の示唆あり。

- ・これに対し日本から、以前は非金属材料の基準制定は問題があるとして反対していたが、震災後解体機械の使用が増加して事故も増加傾向にあり、安全規制が強化され、その中で小型の機械ではポリカーボネート製の保護ガードの使用に言及されているとして基準の必要性が高まっていることを紹介した。
- ・米国から、TC 23/SC 15 (森林用装置 (携帯式を除く林業機械)) での活動 (高速試験) について示唆あり。
- ・技術データの交換に努めることとして、当面 WG を維持することとした。

5.3.5 TC 127/SC 1/WG 8 Joint TC 127/SC 1 - TC 110/SC 4 不整地車両 (テレハンドラー) との合同 WG "公道回送設計要求事項" (On-road circulation design requirements for rough terrain variable-reach trucks) : FDIS 準備中との報告あり (6/02 に FDIS 17253 が投票に付され、投票期限～8/02)。

5.3.6 TC 127/SC 1/WG 9 Revision of ISO 3471 転倒時保護構造 ISO 3471 へのアルミニウム材料の使用追加 : 現状、活動していない旨の報告があり、WG 9 は解散とされた。

5.3.7 TC 127/SC 1 Systematic Reviews 定期見直し : 2013 年の定期見直し結果を報告し、いずれも確認とされた。

5.3.8 TC 127/SC 1 Work Items on ISO Technical Program 業務項目

- ・ISO/AWI 5006 運転員の視野 : 前述 (5.3.2 参照)。
- ・ISO/DIS 8643 油圧ショベル及びバックホウローダーブーム降下制御装置 (ブーム制御装置に加え、アームも対象とする改正) : 案件の ISO 規定による自動キャンセルを避けるよう、各国意見を検討して第 2 次照会原案を準備するため、9 月末にイタリアで WG 会議改正とされ、その旨を決議するとともに、開発期間を 36 ヶ月から 48 ヶ月に延長することとし、各国は 6 月末までに専門家を指名することとした。
- ・ISO/FDIS 17253 公道回送設計要求事項 : 前述 (5.3.5 参照)。

5.3.9 Items for future work 今後の作業項目 : ISO/TC 127/SC 1 の業務付加を考慮し、今後の作業項目

として下記 3 件とすることが決議された。

- －ISO 16001 Hazard detection systems and visual aids - Performance requirements and tests) 危険検知装置及び運転員の視野 - 要求性能と試験 : 業務のバランスの観点から SC 1 に移管され、時期は CD 投票終了 (2014 年 7 月 24 日) 後とされた。また、各国出席者からは WG 会議が必要との示唆があり、コンビナー兼 PL (日本 : 出浦氏) から、CD 投票結果で必要とされれば実施する。実施の場合、時期として 2014 年 10 月の CECE 総会の前後となると示唆した。
- －ISO 6393 - ISO 6396 Noise testing 騒音測定 : PL 候補の Cone 氏転任のため、Deere 社から後任を選出し (Abhay Rawal 氏)、ISO/TC 43/SC 1 と整合化することが合意された。
- －ISO 10261 Product identification numbering system 製品識別番号 : 照会原案 DIS (この場合は追補であり DAM) から開始されることを決議した。この規格は、土工機械だけでなく、すべてのオフロード機械に適用可とされ、案文を出来る限り早急に提出することとした。

5.3.10 To confirm current Sub-committee structure 現状分科委員会構成の確認 : 現状の分科委員会構成 (WG 9 は解散) を確認した。

5.3.11 次回の ISO/TC 127/SC 1 国際会議は 2015 年 9 月に米国で開催予定。

(コベルコ建機 下垣内 宏)

=====

5.4 ISO/TC 127/SC 2 (安全性・人間工学・通則) 分科委員会国際会議 : SC 2 会議は 6 月 2 日～3 日に開催された。

5.4.1 開会など : SC2 国際議長 Roley 氏、国際幹事 Desautels 氏にて会議が開始された。まず最初に、ISO ルールの国際議長任期上限の 9 年を超える Roley 議長の任期を向こう 3 年間延長することについて、ISO/TMB (技術管理委員会) に承認申請することが、決議された (決議 438)。

続いて国際幹事が前回ブラジル国際会議以降の SC2 分科委員会活動を報告した。

5.4.2 各規格案件検討内容 : 各個別規格の内容について以下の通り協議された。

- ① ISO 2867 「運転員及び整備員の乗降用・移動用設備」 : 規格は既に発行済みで当面すぐには実施すべき作業がないため、WG 11 は解散と決議された。(決議 440)
作業グループが必要になればその時に再結成する。

- ② ISO 3164 「DLV たわみ限界領域の仕様」：規格は正式発行済みで国際作業グループ WG 18 は解散と決議された。(決議 443)
- ③ ISO/AWI 5010 Amd 1 「ゴムタイヤ式機械一かじ取り要求事項」：追補 1：ドイツはコンビーナの職務の継続は困難として後任の人選を求めた。国際議長はこの改正の適用範囲に関して言及し、スウェーデンは低速の機械に関しては知見があるが、20 km/h を超える高速機械及び電気ステアリングについての知識が不足しているのでコンビーナは難しいと発言した。国際議長は自動キャンセルを防ぐために本業務の一旦取り下げと、新コンビーナの下での業務及び作業グループの再開を示唆、スウェーデンにこれを依頼した。結局、期限切れによる自動キャンセルを避けるため、AWI 5010 Amd1 をキャンセルし、スウェーデンの Samuelsson 氏をプロジェクトリーダー兼 WG 21 のコンビーナとして 2014 年 12 月 31 日までに改訂を再開する新業務項目提案を発行することが決議された。(決議 445)
- ④ ISO 6683 「シートベルト及び取付け部」：イタリアは ISO 6683 に関連して多点支持シートベルトの新規格の必要性についてプレゼンテーションを行った。米国は SAE J2292 「オフロード機のシートベルト」の要求を考慮すべきとコメントし、イタリアは新業務項目提案に SAE の内容の盛り込みを検討すると回答した。また、現在様々な商品にいくつかのタイプのシートベルトの適用事例があり、マーケットが混乱しているので、建機としてのシートベルトへの要求事項を ISO 化して全世界統一したいと主張した。イタリアが説明した考慮すべき事項は以下の通り。
- 多点支持シートベルトをミニ建機に適用するのは困難
 - 走行速度の遅い機械に多点支持を適用する必要性の



写真—5 ISO/TC 127/SC 2 会議

有無

- 機械の回転転倒、エアバックなどとの関係考慮
 - バス、航空機などのシートベルト適用の現状
 - 走行急停止時に運転員の頭部のフロントガラスへの衝突の有無（製品毎）
- ⑤ ISO 7096 「座席振動伝達特性」：改訂：コンビーナのドイツはシート製造業者から後任のコンビーナを人選すると発言。後任のコンビーナ兼プロジェクトリーダーの下で再度の新業務提案をすべきとされた。
- 結局、ドイツの Stahl 氏を新プロジェクトリーダー兼 WG 23 のコンビーナとすることが決議された。(決議 447)
- ⑥ ISO 9244 「安全標識」：追補：新しいシンボルを追加するのが追補の目的で、すべてのシンボルを一括管理しているシステムに登録する必要がある。米国は ISO 9244 の規定に ISO/TC 145 の諸規定との齟齬の問題があると指摘、禁止の目的で×印を使用するのは許されていないと示唆した。
- 結局、米国 Gast 氏をプロジェクトリーダーとして ISO 9244 の修正を DIS にて実施する提案が承認され、追補 Amendment の DIS 投票用の案文を 2014 年 7 月 31 日までに提出することが決議された。(決議 453)
- ⑦ NWIP 10968 「操縦装置」：改訂：スウェーデンはプロジェクトリーダーの後任について言及、また、チルトローテータについて紹介した。これに対してドイツはチルトローテータを介してのフォーク装着によって起こりうる危険源を示唆した。
- 結局、NP 10968 「操縦装置」について、スウェーデンの Stockhous 氏をプロジェクトリーダー兼 WG コンビーナとして新作業グループを結成し、作業グループが ISO データベースに登録された後、専門家を招集することが決議された。(決議 450)
- ⑧ ISO/AWI 12117-1 「ミニショベル横転時保護構造」：改訂：現規格の適用範囲を拡大し、TOPS を 6 トン以上の油圧ショベルに適用範囲を拡大することが改訂の目的。プロジェクトリーダーが業務多忙のため作業が停滞していると説明された。今のところ不活発であるがプロジェクトは必要なため継続とされ、一旦案件を取り下げて 2014 年 12 月末までに新業務項目提案として再開とされた。
- 結局、自動キャンセルを避けるため、本プロジェクトをキャンセルすることが決議された。(決議 449)
- ⑨ ISO 12117-2 「油圧ショベル転倒時保護構造」：追補 1：ラベルの表示内容を他の運転員保護構造と

同じにすることが追補の目的。プロジェクトリーダーの日本の田中健三氏が AWI 12117-2 Amd1 の DIS 投票用追補 Amendment の案文を 2014 年 9 月 1 日までに提出することが決議された。(決議 452)

- ⑩ ISO/DIS2 13031 「クイックカップラの安全要求」: 新規: 5 月 31 日に DIS2 次投票が締め切られた。イタリアと米国が反対, それ以外は賛成の結果であったが, 自動キャンセル期限の 7 月 1 日までに発行することは極めて困難なため, 一旦キャンセルし, 再開すべきとイタリア, 米国, ドイツがコメントした。さらにイタリアは, 既に欧州規格 EN 474-1 Annex B 「クイックカップラの安全要求」が発行されており, その適用結果のフィードバックも含め, DIS として再開とすべき, また, 重要案件につき, 時間をかけて審議すべきとコメントした。英国はプロジェクトリーダー兼コンビーナの Moutrie 氏が近日中に退職予定なので後任人選要とされた。6 月 19 日にはパリで作業グループ会議が予定されている。

結局, DIS 13031.2 に対する技術的コメントについて自動キャンセル期限までに解決することが出来ないで, 一旦キャンセルすることが決議された。DIS 13031.2 に対する技術的コメントの対応を検討し, 新業務項目提案に改善した案文を添付して再開することが決議された。(決議 441)

- ⑪ ISO 13649 「防火安全」: 新規: 規格の適用範囲に合わせて規格の名称を “Fire Prevention (火災予防)” に変更とすることとされた。(決議 442)
- ホース, 配線などについての設計事例などを記載したいと説明があり, 詳細は 9 月 10 日頃にニューヨークにて開催予定の作業グループ会議にて審議する予定。
- ⑫ ISO 13766 「電磁両立性 EMC」: 改訂: 電磁両立性についての欧州規格 EN 13309 との整合化が本規格の改訂の目的の一つ。第 1 部は EN 13309 と同じ内容とし, 第 2 部は機能安全 “Functional safety” として同時に開発予定。11 月に次回国際作業グループ会議を開催し, 業務再開の新業務提案は当会議結果に基づいて実施する。
- ⑬ ISO 16001 「危険検知装置及び視覚補助」: 改訂: 委員会原案 CD 16001 の投票終了次第 (投票期限 2014 年 7 月 24 日), SC 1 に移管と決議された。(決議 448)
- ⑭ ISO 17757 「自律式機械の安全」: 新規: プロジェクトリーダー兼コンビーナの米国 Elliott 氏の退職により国際議長の Roley 氏が後任を引き受けると発

言した。9 月中旬にオーストラリアのパースで作業グループ会議開催が予定されている。Roley 氏は本規格は新分野の案件であり, 各社の適用事例があれば情報を提供して欲しいと要望した。

結局, 退職された Elliott 氏の後任のプロジェクトリーダー兼 WG 22 コンビーナを Roley 氏とすると決議された。(決議 446)

- ⑮ NP 19014 「制御系の安全」: 新規: コンビーナの Roley 博士は, 適用範囲は ISO 15998 の置き換えで, ISO 12100 規格群及び ISO 13849-1 に基づく内容で, 3 部構成とすると説明した。また, 6 月下旬にストックホルムで作業グループ会合を開催し, 作業グループ原案 WD を作成予定と発言した。
- ⑯ NP 19602 「落下物保護構造規」: 新規: 落下物保護構造に関する 2 つの規格 (ISO 3449 「油圧ショベル以外の建機の FOPS」, ISO 10262 「油圧ショベルの OPS」) の統合が本規格作成の目的。ドイツから新業務提案時の各国意見は大部分が編集上の意見で WG 開催は不要とされた。新規格番号に変更になることについて, 米国は良く周知されている FOPS の規格番号 ISO 3449 を維持すべきと主張した。ドイツは同様の機能の規格が製品の違いで 2 つあるのはユーザを混乱させるので, 1 つの規格とすべきと反論した。イタリアもドイツを支持。米国は多くのラベル図面の変更が必要になるので, 規格番号の変更に再度反対を主張した。日本は FOPS と OPG のトップガードは同一だから規格番号 ISO 3449 を維持し, フロントガードの規格内容も含め, 必要であれば (ダミー規格として) ISO 10262 を残しては (技術内容は ISO 3449 参照) と示唆した。イタリアは ISO 3449 に統合し, 機械の使用者の要求を明確化してフロントガード, サイドガード, リアガードなどを追加することを提案した。国際議長は規格番号 ISO 3449 の維持を示唆し, そのための妥協案を検討すべきとした。
- 結局, FOPS としての ISO 3449 の認知度を考慮して, 新規格番号の NP 19602 をキャンセルし, プロジェクトリーダーをドイツ Hartdegen 氏のままで, ISO 10262 を ISO 3449 に統合するプロジェクトを継続することが承認された。(決議 444)
- ⑰ ISO 20474 「建機の安全規格」: 改訂: 委員会原案 CD 20474 シリーズは 6 月か 7 月に回付とされた (後記: その後 6 月 12 日に回付された)。11 月にフランクフルトで次回作業グループ会議が予定されている。規格開発作業の遅れから開発期間を 36 ヶ月から 48 ヶ月に延期すると説明された。国際議長は

地域要求をまとめた第14部の廃止を提案したが、これに対してインドは第14部の地域要求は製造業者の各国向け仕様設定時に必要と反論した。また、出浦氏が、対応する欧州整合規格 EN 474 の日程を問い、WG 9 コンビナ及び幹事のスウェーデンからは EN 改正と ISO 改正とは独立と回答された。議長は次の全面改訂時（5年後あるいは10年後）には EN 474 との統合を目指したいと説明した。結局、ISO 20474 の改訂の際、第14部に記載の地域要求の情報を第1部から第13部に含めることで AWI TS 20474-14 をキャンセルすることが決議された。（決議 439）

- ⑮ ISO/TR 25398 「搭乗式機械の全身振動暴露の評価指針」：改訂：コンビナのドイツから交代の人選について確認中と説明された。後任について、日本から ISO 7096 「シート振動」との関連を問い、別の作業であるが、関係はしているとされた。なお、日本からデータ収集の際に ACCESS ソフトの使用は望ましくないと示唆した。国際議長は将来は TR （技術報告書）から ISO に格上げしたいと発言した。結局、プロジェクトリーダーの不在と追加のデータ収集と解析の必要性を考慮して、一旦キャンセルして、ドイツが新プロジェクトリーダーを人選後にプロジェクトを再開することが決議された。（決議 451）

- ⑯ 定期見直し報告：投票済み案件 ISO 2860, ISO 6683, ISO 10968, ISO 3449, ISO 3457, ISO 10533, ISO 24410 はいずれも「確認」として特段の論議なく承認された。

（キャタピラージャパン 足立 誠）

=====

5.5 ISO/TC 127/SC 3（機械特性・電気及び電子系・運用及び保全）国際会議：

5.5.1 会議名：ISO/TC 127/SC 3 “Machine characteristics, electrical and electronic systems, operation and maintenance（機械特性・電気及び電子系・運用及び保全）” 国際会議



写真—6 SC 3 国際会議

5.5.2 開催地：スウェーデン国、ロンネビー市

5.5.3 開催日：2014 年 6 月 3 日（火）午後～6 月 4 日（水）午前

5.5.4 出席者：計 13 か国（代表団体）から議長・幹事含む合計 52 名が出席：ブラジル ABNT：3 名、チェコ共和国 UNMZ：1 名、中国 SAC：6 名、フィンランド SFS：2 名、インド BIS：2 名、ドイツ DIN：4 名、フランス AFNOR：4 名、イタリア UNI：4 名、日本 JISC：6 名、スウェーデン SIS：6 名、韓国 KATS：5 名、英国 BSI：1 名、米国 ANSI：8 名

5.5.5 会議内容：

5.5.5.1 幹事開会宣言と議長挨拶：SC3 会議は、日本が幹事国及び国際議長となって分科委員会を運営するもので、コマツの岩本氏が議長となり、協会の西脇が幹事を務めた。会議では国際議長として岩本氏が挨拶、各国代表団の主席代表に自己紹介及び代表団の出席者の紹介を促した。尚、日本 JISC からはコベルコ：下垣内氏、キャタピラージャパン：足立氏・原田氏、日立：高山氏、コマツ：出浦氏、弊職（宮崎）の 6 名が参加した。

5.5.5.2 議事案採択：ISO 10261（製品識別番号 PIN）〈PL はコマツ出浦氏〉が SC 1 に移行の為、項目修正され、議事案は採択された。

5.5.5.3 決議起草委員会指名：決議起草委員に、CROWELL 氏（米国 ANSI）、LEUFSTDIUS 氏（スウェーデン SIS）、CAMSELL 氏（英国 BSI）、BONANNO 教授（イタリア UNI）、VECCHIA 氏（フランス AFNOR）、下垣内氏（日本 JISC）の 6 名が指名された。

5.5.5.4 幹事国報告：SC 3 国際幹事から SC 3 活動の報告があり、了承された。又、SC3/WG10 ISO7130（運転員の教育—内容及び方法）コンビナ兼プロジェクトリーダーの AI LLEWELYN 氏作成の現状報告書が説明され、既に規格発行済として、SC 3/WG 10 を解散とした。

5.5.5.5 各業務項目（候補案件含む）の状況

- ① SC 3/WG 12：6405-1（操縦装置及び表示用識別記号—第1部：共通識別記号）及び ISO 6405-2（同第2部：特定機種、作業装置及び附属品識別記号）：会議にて ISO 6405 規格群改正プロジェクトリーダー兼 SC 3/WG 12 コンビナの Richard GAST 氏（米国 Deere 社）から、新規図記号の ISO/TC 145/SC 3 での検討を通じ、第1部では約 200 件、第2部では 110 件の新規図記号を ISO 7000 へ登録する為の時間を要すること（来年 2015 年 3 月まで）が説明された。これらの改定業務がいったん取り下げとされていることに留意し、SC 3 はプロジェクトリー

ダに、新規図記号原形が ISO 7000 に登録され次第、業務再開の新業務項目提案を SC 3 幹事国に提出することを要請した。尚、直接 DIS 投票に進める形式がよいとされた。

国際議長は、6 月 6 日（金）に同じホテル内で開催予定の SC 3/WG 12 国際会議に触れ、業務進展のため、有益な論議を期待している旨を示唆した。

- ② SC 3/WG 7 : 10906（土工機械—音響警報装置—室内試験手順及び要求事項）：コンビーナ復帰によって再活性化し、今年 1 月 16 日及び 17 日に米国マイアミ近郊ドルルにて WG が開催（日本からはコマツ東山さんが参加）されたことが紹介され、今回欠席ではあったがプロジェクトリーダー兼 SC 3/WG 7 コンビーナの Kerry CONE 氏の代理として、米国代表団の Steve NEVA 氏が状況報告を実施した。

これに対してフランス VECCHIA 氏から、WG 7 の文書が利用できないことが指摘され、この点に関して、NEVA 氏から SC 3/WG 7 文書は、今後 ISO の TC サーバ（Live link）を用いて配布することが示唆された

次回会合は、Conference Call 6 月 25 日、Physical Meeting 9 月 8、9 日 London, UK を予定。

- ③ SC 3/WG 11 : 12509（土工機械—照明、信号、車幅などの灯火及び反射器）：CD 準備の為、今年 3 月 3、4 日にサンディエゴで会合したことが紹介され、今回欠席ではあったがプロジェクトリーダー兼 SC 3/WG 11 コンビーナの Patrick MERFELD 氏の代理として、米国代表団の Steve NEVA 氏が状況報告を実施し、続いてこの業務の 1 年間の期間延長を申し出た。

議論の末に ISO 規定による業務の自動キャンセルを避けるには、業務項目から一旦取り下げ、CD ができた時点で業務再開の新業務提案を実施するとの決定に至った。

- ④ SC 3/WG 9 : 14990（電気駆動式機械並びに関連構成部品及び装置の電気安全、第 1 部：一般要求事項、第 2 部：外部電源形機械の特定要求事項、第 3 部：電源内臓形機械の特定要求事項）：今回欠席ではあったがプロジェクトリーダー兼 SC 3/WG 9 コンビーナの Rick WEIRES 氏の代理として、米国代表団の Greg KITTLE 氏が状況報告を実施した。

CD 14990 規格群に対する各国意見（日本からは耐圧試験に関してコメントを提出）を検討するため、SC 3/WG 9 交際会議を 6 月 26 日及び 27 日にス

ウェーデンのストックホルムで開催し、秋までに照会原案 DIS 14990 規格群を準備する意図である旨が紹介された。

- ⑤ SC 3/WG 5 : 15143 規格群（土木機械及び走行式道路工事機械—施工現場情報交換）：今回欠席ではあったがプロジェクトリーダー兼 SC 3/WG 5 コンビーナの山本氏（コマツ）の代理として、弊職から ISO 15143 1 および -2 の出版後に一部修正の必要がある問題（特に英数字で表明されているものの以外のデータの問題）を経験しているところである旨を紹介、また、MA を通じて特定のデータ要素の追加も検討されていることを説明した。

これに対して米国代表団の Greg KITTLE 氏が、AEMP [(米国の) 機械管理専門家の団体] の規格に基づいて、テレマティクス（移動体通信を利用してサービスを提供するシステム）の通信プロトコル（ネットワーク上での通信に関する規約を定めたもの）の標準化に関して米国から新業務を ISO 15143 の第 3 部として提案する旨を紹介した。一方で、現行の ISO 15143 規格群では、規格名称及び適用範囲に走行式道路工事機械を含むことが指摘され、現行 ISO 15143 規格群は ISO/TC 195/WG 5（道路建設及び維持用装置）からの意見を反映している旨が示され、かつ、ROLEY 博士は路外車両関連各 TC 専門委員会国際議長の調整会議を本年 2014 年 6 月 18 日にパリで開催する旨を発言、結局この新業務の扱いに関して ISO/TC 195 との共同作業に関する決議要とされた。

- ⑥ SC 3/WG 4 : 15818（吊り上げ及び固縛個所一性能要求事項）：ISO 15818 プロジェクトリーダー兼 SC 3/WG 4 コンビーナの弊職から、この業務の状況を報告し、昨年 10 月に再度の DIS 15818 に対する意見を検討するための東京での SC 3/WG 4 国際会議を開催したこと、この会議での論議に基づいて第 2 次 DIS 15818.2 を準備し、既に ISO 中央事務局に提出済みで、正式な DIS 配布を待っているところである旨を説明した。



写真一 7 説明する宮崎氏

6月23日に投票開始され、8月23日が投票期限。

5.5.5.6 定期見直し状況及び対応：前回2012年10月のプライア・ド・フォルチ国際会議以降の定期見直し状況及び対応として、「確認」が多数であったが、「改訂」・「廃止」意向の国の意見聴取した上で最終決定とする為、下記3件について審議した。

- ① **12509：**2004（土工機械－照明、信号、車幅などの灯火及び反射器）：定期見直し結果は「確認」であったが、ISO12509改正業務が進行中の為、国際議長は「改正」を提案し、会議出席者もこれを支持した。
- ② **12511：**1997（土工機械－アワメータ）：大多数は「確認」を支持しているが、日本から「改正」の理由として最近のアワメータが機械モニタ上に表示されることを説明した（問題点の言及はしていない）。国際議長はいったん「確認」を提案し、日本に対してアワメータに関してその実情を更に調査するよう示唆された。

- ③ **ISO 15998：**2008 土工機械－電子機器を使用した機械制御系（MCS）－機能安全のための性能基準及び試験：プライア・ド・フォルチ国際会議にて「確認」の承認がされているが、ISO ホームページ上への反映が遅れているので、ISO 中央事務局に再度「確認」の旨を申し入れるのがよいとされた。

5.5.6 総評：SC3 国際議長の岩本氏の適切な進行と会議出席者の協力により、滞りなく会議が閉会しました。尚、開催国であるスウェーデン規格協会（SIS）の懇切な会議運営及び優れた準備に心から謝意を表します。

=====

（2011-4-6（水）11:00～SC4 会議）

5.6 ISO/TC 127/SC 4（商用名称・分類・格付け）国際会議：2014年6月4日（水）午前遅くからSC3分科委員会に引き続き開催）

5.6.1 SC4 会議開会：SC4 会議は、6月4日（水）にSC3 会議終了後前倒しで開催された。



写真—8 SC4 会議

過去9年間SC4 議長を務めたイタリアの建設機械・農業機械研究機関 IMAMOTER の Dr. Paoluzzi が、2016年までの議長任期延長を承認された。また国際幹事は、同じくイタリアの Rossignolo 氏が務めた。

会議では、再任の Paoluzzi 議長の挨拶に続き、各国代表が各国代表団を紹介し、議事案（SC4 N 603 参照）承認、決議起草委員会5名指名（日本からは足立氏）、幹事国報告（前回のプライア・ド・フォルチ国際会議以降のSC4 活動を、SC4 N599を用いて報告）が行われたのち、議事案に沿って討議が進められた。主な項目について概要を紹介する。

5.6.2 ISO 規格改正進捗状況：前回（2012年10月ブラジル）の国際会議以降に正式発行されたSC4 案件は以下の通り。

- － ISO 6165: 2012 Earth-moving machinery—Basic types—Identification and terms and Definitions（土工機械－基本機種－識別及び用語及び定義）（改正）
- － ISO 6747: 2013 Earth-moving machinery—Dozers—Terminology and commercial specifications（土工機械－ブルドーザ－用語及び仕様項目）（改正）
- － ISO 7134: 2013 Earth-moving machinery—Graders—Terminology and commercial specifications（土工機械－グレーダ－用語及び仕様項目）（改正）
- － ISO/TS 9250-1: 2012 Earth-moving machinery—Multilingual listing of equivalent terms - Part 1: General（土工機械－同等用語の多言語リスト－第1部 一般）（改正）
- － ISO/TS 9250-2: 2012 Earth-moving machinery—Multilingual listing of equivalent terms - Part 2: Performance and dimensions（土工機械－同等用語の多言語リスト－第2部 性能及び寸法）（改正）

5.6.3 定期的見直し結果：SC4 案件の各定期見直し結果は、将来を見越して、いくつかの注記とともに"TO CONFIRM"と決議された。

- － ISO 6746-1: 2003 "Definitions of dimensions and codes—Part 1: Base machine"（寸法及びコードの定義－第1部：本体 SC4 N591 参照）
- － ISO 6746-2: 2003 "Definitions of dimensions and codes—Part 2: Equipment and attachments"（寸法及びコードの定義－第2部：作業装置 SC4 N592 参照）
- － ISO 9245: 1991 "Machine productivity—Vocabulary, symbols and units"（機械の生産性－用語、記号及び単位 SC4 N593 参照）

注記：スウェーデンは、ISO 8811 の新版が公表され

ると同時に、ISO 9245 を改訂することを要求する。
(WG 3 のもとで)

- ISO 13539: 1998 "Trenchers—Definitions and commercial specifications" (トレンチャー用語及び仕様項目 SC4 N594 参照)
- ISO 15219: 2004 "Cable excavators—Terminology and commercial specifications" (機械式ショベル—用語及び仕様項目 SC4 N595 参照)

注記：日本は、ISO 15219 を改訂するために、近い将来 NWIP を提出する。(日本としては、現行版 ISO 15219 で、実質的にクレーンを含む内容なのは不具合で改正要との立場であるが、機械式ショベルのドラグライン・クラムシェルなど使用が減少(特に前者)している状態で、この案件に力が入りにくい状況である)

- ISO 21467:2004 "Horizontal directional drills - Terminology and specifications" (水平方向ドリル—用語及び仕様項目 SC4 N596 参照)

5.6.4 SC 4 の業務項目：

- ① ISO 6165 "Basic types - Vocabulary" (土工機械—基本機種—識別及び用語及び定義)：2012 年に定期見直し完了。現時点で案件なく、WG 2 解散。
- ② ISO 8811 "Rollers and compactors - Terminology and commercial specifications" (ローラ用語及び仕様項目)：日本から SC4 N601 を用いて現状報告した。この案件を再開するため、単位系(荷重 load を kg など質量として表記するか、kN など力として表記するか)の問題、機械質量による重力と起振力による遠心力とを足し算したものを一部の国では仕様として使用しているがそれを認めるかの問題、ROPS 装着機械の図の手配の問題、非在来形の機械の図の手配の問題を解決する必要があると説明。WG 3 は維持。各国意見を考慮した案文を担当国日本が作成、配布して再度各国意見を問うた上で再度新業務提案(NWIP)となった。
- ③ ISO/NP 16417 "Terminology and commercial specifications of attachments for excavators—Part 1: Hydraulic breakers" (油圧ショベルアタッチメントの用語及び仕様項目—第 1 部：油圧ブレイカ)：米国のコンビナーの NEVA 氏(プロジェクトリーダーは韓国と米韓共同の業務となっている)が SC 4 N 600 を用いて現状報告、WG 4 での検討を継続するため WG4 は維持。
案件の自動キャンセルを防止するためいったん案件を取り下げるが、WG 4 が案文を作成し、再度の新業務項目提案(NWIP)実施により業務項目に含めることとなった。

=====

親 TC 127 国際会議(後半)

日時：2014 年 6 月 5 日(木) 再開(6 月 5 日(木) 9:00 から再開。全体に前倒しで会議進行し、当初予定に比して再開時間が早まった)

5.2.8 TC 127 Working Group and Ad Hoc Group Reports 親専門委員会 TC 127 直属の作業グループ及び特設グループ報告

5.2.8.1 Report from TC 127 WG 4 - Joint TC 127 and TC 195 WG - Earth-moving machinery and building construction 建設用機械及び装置専門委員会 TC 195 との合同作業グループ TC 127/ WG 4: コンビナーの Crowell 氏(もともと瀬田氏をコンビナーとしていたがいつの間にか CROWELL 氏となっていた)から TC 127 N 828 を用いて状況報告され、TC 127 規格を TC 195 の安全規格で引用するなど協力関係は必要であるものの、特に WG 4 を介する必要は現時点ではないとして、解散することが決定された(TC 127 決議 290)。

5.2.8.2 Report from TC 127/WG 7 - Compact tool carrier for interchangeable attachment and equipment 作業装置交換式コンパクトツールキャリア TC 127/ WG 7 報告：コンビナーの Neva 氏から将来的にはこの種の機械に関する安全規格を ISO 20474 のパートとして新業務提案する旨説明され、同氏をコンビナーとして作業グループごと SC 2 に移管することとされた(TC 127 決議 291)。

5.2.8.3 Report from TC 127 WG 8 - Sustainability 持続可能性：同 WG コンビナーでもある ROLEY 博士から、中国での会合結果などが紹介され、すでに発行済みの現行版を第 1 部として、第 2 部：リマン(再生使用)、第 3 部：中古機械を中国担当で、第 4 部：温室効果ガスを米国担当で開発することとして、次回会合は 2015 年 1 月にインドにて開催と紹介された。

5.2.8.4 Report from TC 127 WG 12 - Skid steer loader attachment coupler スキッドステアローダアタッチメントカプラー：コンビナーの NEVA 氏から従来規定されていなかったオス側に関して検討を再開する時期と説明され、この WG は継続とされた。

5.2.8.5 Report from TC 82 WG 1 - Joint WG between TC 82 and TC 127 Rock drill rigs ロックドリル装着リグ：コンビナーの ELSTER 氏から ISO 18758 第 1 部(用語及び仕様)並びに第 2 部(安全要求事項)を作成することとなったと説明された。

5.2.8.6 Report from TC 82 WG 5 - Joint WG between TC 82 and TC 127 - Rubber-tyred machines for

underground mining ゴムタイヤ式坑内鉱山機械：コンピーナの ROLEY 博士から、JWG は現在では TC 82 (鉱山) の傘下であり、本年 2014 年の 9 月にオーストラリアのパスで会合と説明された。

5.2.11 ISO/TC 127 Secretariat Reports 幹事国報告

5.2.11.1 Report from ISO/TC 127/SC 1 - Test methods relating to safety and machine performance 安全・性能試験方法：(国際幹事の THOMAS 氏は帰国のため) SC 1 国際議長の CAMSEL 氏が、SC 1 会議の要点を報告した。

5.2.11.2 Report from ISO/TC 127/SC 2 - Safety, ergonomics and general requirements 安全性・人間工学・通則：SC 2 国際幹事の DESAUTELS 夫人が、SC 2 会議の要点を報告した。

5.2.11.2.1 Election of the SC 2 Chair 国際議長選任：SC 2 で指名された ROLEY 議長の、3 年間の任期延長 (2015～2017) を承認した。この延長によって任期が ISO の (改正された) 規定である任期上限の 9 年を超えるため、TC 127 から ISO の技術管理評議会 TMB に例外扱いの承諾を求めることとなった (TC 127 決議 292)。

5.2.11.3 Report from ISO/TC 127/SC 3 - Machine characteristics, electrical and electronic systems, operation and maintenance 機械特性・電気及び電子系・運用及び保全：SC 3 国際幹事の西脇から SC 3 会議の要点を報告した。

5.2.11.4 Report from ISO/TC 127/SC 4 - Terminology, commercial nomenclature, classification and ratings 用語・商用名称・分類及び定格：SC 4 国際議長の PAOLUZZI 博士が、SC 4 会議の要点を報告した。

5.2.11.4.1 Election of the SC 4 Chair 国際議長選任：SC 4 で指名された PAOLUZZI 国際議長の、3 年間の任期延長 (2014～2016) を承認した。この延長によって任期が ISO の (改正された) 規定である任期上限の 9 年を超えるため、TC 127 から ISO の技術管理評議会 TMB に例外扱いの承諾を求めることとなった (TC 127 決議 293)。

5.2.12 Report from CEN/TC 151 - Construction equipment and building material machines - Safety 建設機械装置及び建設資材製造機械—安全 CEN/TC 151 活動報告：HARTDEGEN 氏から欧州標準化機関の建設機械にかかわる TC 151 の活動に関して報告された。

5.2.13 Liaison Reports 連携報告：TC 127 との連携関係にある ISO の各専門委員会の活動に関して各連携報告文書を参照とされた。なお、ROLEY 国際議長

から 6 月 18 日に路外車両関係の各 TC 専門委員会の国際議長会議をパリで開催と示唆された。

- ・ TC 23 - Tractors and machinery for agriculture and forestry 農業用トラクタ及び機械 (参照文書 TC 127 N 820)
- ・ TC 23/SC 3 - Safety and comfort 同乗員の安全性及び快適性 (参照文書 TC 127 N 811)
- ・ TC 23/SC 15 - Machinery for forestry 森林用設備 ((携帯式を除く) 林業機械) (参照文書 TC 127 N 818)
- ・ TC 31 - Tyres, rims and valves タイヤ, リム及びダイヤバルブ (参照文書 TC 127 N 814)
- ・ TC 70 - Internal combustion engines 往復動内燃機関 (参照文書 TC 127 N 812)
- ・ TC 82 - Underground mining 鉱山 (参照文書 TC 127 N 813)
- ・ TC 96 - Cranes クレーン及び関連装置 (参照文書 TC 127 N 810)
- ・ TC 110 - Industrial trucks 産業車両 (参照文書 TC 127 N 819)
- ・ TC 110/SC 4 - Rough-terrain trucks 不整地車両 (テレハンドラ) (参照文書 TC 127 N 821)
- ・ TC 131 - Fluid power systems 油圧・空気圧システム (参照文書 TC 127 N 822)
- ・ TC 142 - Cleaning equipment for air and other gases 空気及びその他のガスの清浄装置 (参照文書 TC 127 N 829)
- ・ TC 195 - Building construction machinery and equipment 建設用機械及び装置 (参照文書 TC 127 N 816)
- ・ TC 214 - Elevating work platforms 昇降式作業台 (参照文書 TC 127 N 815)

5.2.14 Items for future work / Updates to TC 127 Potential New Work Items for Evaluation 今後の作業 / 新業務項目候補の検討：新業務項目候補の優先度付などを見直し、結果は 6 月 15 日までに配布とされた (TC 127 決議 293)。

5.2.15 Requirements concerning a subsequent meeting 次回会合：HARTDEGEN 氏が、TC 127 総会は、欧州の建設機械産業団体 CECE の会合や中南米 CONEXPO 機械展示会の時期を避けるよう要請し、ROLEY 国際議長は 9 月であれば日程の重複を避けやすいと説明、次回は米国の Lahaina にて 2015 年 9 月 13 日～17 日と国際幹事の DESAYTELS 夫人から説明された。

5.2.16 Any other business その他：特になし。



写真—9 TC 127 総会まとめ

5.2.17 Approval of resolutions 決議承認：昼食後、各決定事項及びホスト国 SIS（スウェーデン）への謝意を含む決議承認した。

5.2.18 Closure of the meeting 閉会：6月5日14:00 予定を少し早めて閉会。

=====

ISO/TC 127/SC 3/WG 12 ロンネビー国際会議

日時：2014年6月6日（金）9:00～16:00

5.7.1 Opening of meeting 開会（9:00）：2014年6月6日（金）午前9:00にTC 127 総会と同じ会議室で開会（前日までの多人数のTC 127 総会と異なり少人数の国際WG会議であるが、以前から一括して会議室手配済みで、他の小規模な会議室でも部屋の賃料は変わらないとのこと）：ISO/TC 127/SC 3/WG 12 コンビナ兼 ISO 6405 規格群改正プロジェクトリーダーのGAST氏が開会を宣言。

5.7.2 Introduction of experts 専門家紹介：米国3名（GAST氏、CROWELL氏、NEVA氏）、日本4名（足立氏、原田氏、高山氏、西脇）、スウェーデン2名（SAMUELSSON氏、もう1名はAtlas Copcoの人）出席、計8名出席。

5.7.3 Approval of agenda 議事採択：議事案ISO/TC 127/SC 3 WVG 12 N 009を採択した。

5.7.4 Explanation of current situation for ISO 6405-1 and ISO 6405-2 の現状説明：いったん取り下げて各



写真—10 SC 3/WG 12 会議

新規図記号原形のISO 7000への登録作業中。

5.7.5 Explanation of ISO 7000 symbol registration process and status 新規図記号原形の（ISOの規定による）ISO 7000への登録及びその状況：ISO 3767（農業機械の図記号のISO規格、建設機械とかなりの部分で重複する）Part 1 から Part 5 の追加図記号の登録が進展している旨紹介された。

5.7.6 Review and confirmation of symbols for ISO 6405-1（土工機械—操縦装置及び表示用識別記号—第1部：共通識別記号）の図記号の検討及び確認

- ・ISO/TC 127/SC 3/WG 12 N 14 の9.21（ISO 7000への登録提案 Pr14-004）時計の故障 Clock, malfunction など：Exclamation mark 感嘆符は左（案文）か右かが論議され、GAST氏は特段の通則はないが文書中でconsistentとすべきと指摘（後記：他の事例では中央に余地があれば中央に、他はいずれも左側）



- ・ISO/TC 127/SC 3/WG 12 N 14 の9.47被けん引箇所：被けん箇所（被けん）の図記号は修正とされた



（上記現状の9.47は向きがISO 7000-2686と逆、ISO 7000-2686 tow pointはISOのOnline browsing platformで閲覧可能、下図）



- ・ISO/TC 127/SC 3/WG 12 N 14 の9.55 Cupholder カップホルダ：カップホルダの図は建設機械には必要か？との指摘があったが、ISO 7000 - 2583として登録されている（後記：各社の機械でドリンクホルダなどが運転室内にある）



- ・ISO/TC 127/SC 3/WG 12 N 14 の9.61 GPS：GNSSがより一般表現であるが、多くの人はGPSと知っているから、いずれの表記も許容すべき、また、9.60がIEC 61417 - 5464 Satellite reception modeとし

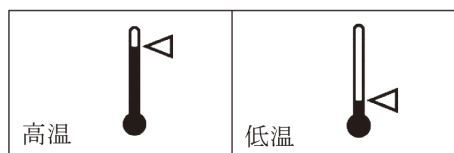
で登録済みであるから、関連図記号はそれに基づくべきと日本から主張。他方、代案に関しては自動車関係など他の分野で実績があれば認めるが…との意見、SAMUELSSON氏は（米国の衛星に基づく表記である）GPSではなく（欧州やロシアなどの衛星の使用も含めた表記である）GNSSと記すべきと主張、TitleはSatellite Navigation Systemとなり、アンテナにGPSの図記号は代替案（Pr14-012R1）に入れ替えと論議された（後記：Decisionで触れられておらずその後の経緯不明）



- ・ISO/TC 127/SC 3/WG 12 N 14 の 9.64 Wireless communication 無線通信：IECには未だ当該図記号がないとのこと。（後記：Decision 1では、もとの提案であるPr14-014（下図）を推奨、代案Pr14-014R1は支持せず）



- ・ISO/TC 127/SC 3/WG 12 N 14 の 9.80 Temperature, high 高温, 9.81 Temperature, low 低温：ポイントを追加する案の方が適切とされたが、ISO 7000 - 0432 (above working temperature range 正常作動温度範囲を超える) との関係はどう考えるか？（後記：Decision 2 及び Decision 3 でポイントを追加する案を推奨（下図））



- ・ISO/TC 127/SC 3/WG 12 N 14 の 9.93 Fire extinguisher 消火器：（後記：Decision 4 で代替案Pr14-022R1（下図）を推奨となった、安全標識関連で消火器の図記号F001として規定されている図記号の応用）



- ・ISO/TC 127/SC 3/WG 12 N 14 の 9.118 Enter 入力, 9.119 Enter 入力：同じenterのversion Aとversion B, DellのパソコンはB, HPのパソコンはversion

Aであった（のでいずれも認められている）



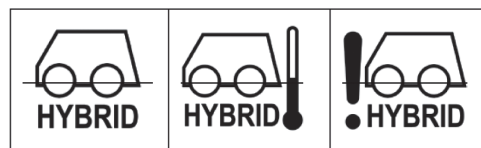
- ・ISO/TC 127/SC 3/WG 12 N 14 の 9.197 (Undo 元に戻す), 9.198 (Undo 元に戻す), 9.199 (Redo やり直す), 9.200 (Redo やり直す)：（各図記号案に一貫性がないと指摘され、9.199は代替案を推奨となった
（後記：上記のごとく Decision 5 で決定、下図参照）



- ・ISO/TC 127/SC 3/WG 12 N 14 の 9.211 の Power boost general パワー（一時的）増加：表題及び記述は（更に）検討要とされ、SAMUELSSON氏は力の情報を示す上向きの矢印を追加との意見を述べ、いったん削除して適切な案を提案するようにとされた
（付記：実際に使用のケースもあるが、掘削力増大であればForce（kNなどで表記される力）が上昇しているのであって、Power（kWなどで表記される動力、仕事率、電力など）が上昇しているのでなければ、表題そのものが不適切）（後記：Decision 6で決定）



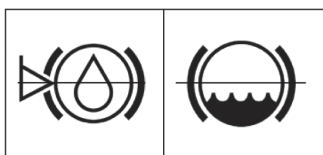
- ・ISO/TC 127/SC 3/WG 12 N 14 の 10.71 ~ 10.73 の HYBRID ハイブリッド：削除、なお、（HYBRIDに限った話ではないが）今回改正は2015年末または2016に改正版発行をめざしているの、追加のシンボルは追補でと示唆され、次回ハワイでの会議で検討と示唆された



- ・ISO/TC 127/SC 3/WG 12 N 14 の 11.29, 11.30 Differential gear oil level/temperature：作動装置関係の図に関して現状では問題があるとして削除、要改善となるが、図記号の原則を適用すると絵が小さくなりすぎる問題がある



- ・ISO/TC 127/SC 3/WG 12 N 14 の 13.2 Brake fluid level：ブレーキ作動油削関係の図記号に関しては結局削除，スウェーデン（アトラスコプコの人）は指示△印を油滴の絵のところにもっていったのはとの意見であったが13.4に this symbol may be used to indicated brake fluid level と追記との意見もだされ，結局…（メモできず）



- ・（小形機械の燃料としての）ガソリンを示す図記号：ISO/TC 127/SC 3/WG 12 N 14 の 14.8 で軽油は D（Diesel Fuel の略）で示されているが，ガソリン Gasoline（米），Petrol（英）をどうやって示すかをめぐって論議，なお，液化天然ガスは LPG と表示されている
 一般的には G で示す方向で論議されている
- ・ISO/TC 127/SC 3/WG 12 N 14 の 15.3 及び 15.4 Work light：作業灯について，ISO 6405-1 の図記号 13.3 及び 13.4 は下線があり，登録済み図記号は下線がないが，結局下線は何か何でも必要ということではないとされた（日本からは地面を示す旨意見提出）
- ・ISO/TC 127/SC 3/WG 12 N 14 の 17.17 及び 17.18：運転室の外気導入及び内気循環の図記号に関して，人の形を含める（17.16 のように）ようにすべきとされた（後記：Decision 7 で決定）



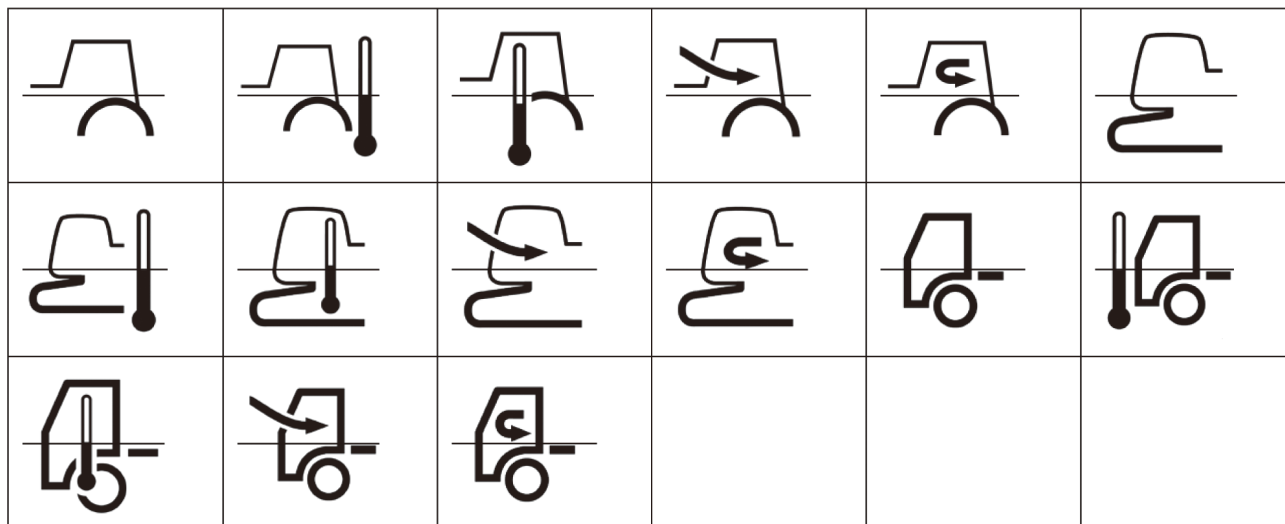
(17.16)

- ・ISO/TC 127/SC 3/WG 12 N 14 の 17.19 ～ 17.33：運転室関連の図記号 17.19 ～ 17.33 は（特定機種の図として）排除とされた（後記：Decision 8 で決定）
- 5.7.7 Review and confirmation of symbols for ISO 6405-2 土工機械－操縦装置及び表示用識別記号－第2部：特定機種，作業装置及び附属品識別記号の図記号の検討及び確認

- ・ISO/TC 127/SC 3/WG 12 N 15 の 16.18 Excavator/backhoe quick coupler, unlock ショベルクイックカプラロック解除：クイックカプラのロックの図記号での 16.17（ロック）と 16.18（ロック解除）とが一貫性を欠くとの意見があるが（かぎの位置が異なる），八角形の中で作図するなどの制約もあり，図記号原則にあうよう（本来テンプレート内の八角形内にいれなければならないが，だいはみだしている部分がある）若干の手直しを行うだけとされた（後記：Decision 9 で決定）



- ・ISO/TC 127/SC 3/WG 12 N 15 の 16.36 ～ 16.38 油圧ショベル，同左旋回，同右旋回：油圧ショベル及

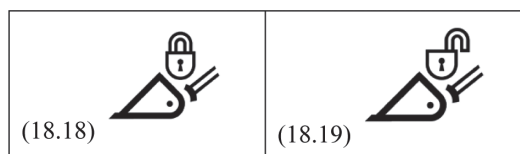


17.19 ～ 17.33

びその上部旋回体の左右旋回の図記号は、採用とされた（後記：Decision 10 で決定）



- ・ISO/TC 127/SC 3/WG 12 N 15の18.18ローダバケットクイックカップラロック：18.18と18.19では18.18がロックなのにバケットとアームが離れているのは矛盾していると原田氏が指摘、修正することとなった（後記：Decision 11 で決定）



- ・SAMUELSSON氏がローラの加振、散水などについて言及、GAST氏は後者に関してISO 7000-0073 散水などの応用を示唆、図記号原則に従って図記号原形を作成することを示唆



5.7.8 Plan for reinstating revisions of ISO 6405-1 and ISO 6405-2 改正の業務項目への再登録に関する計画

来年3月ごろまでのISO 6405規格群改正再登録の日程計画（かなり野心的な日程と認識）、なお、今回改正ではISO 7000に登録が完了したものだけを扱い、新業務提案投票終了時点までに未登録の案件は次回追補に回す方針となった（後記：Decision 12 及び Decision 13 にて決定）

- ・2014-12-31 ISO 6405-1 及び ISO 6405-2 改正を業務に再登録するための新業務項目提案 (DIS から開始)
- ・2015-02-28 新業務項目提案投票終了
- ・2015-02-28 新規図記号原形のISO 7000 への登録終了（見込み）
- ・2015-03-31 照会原案 DIS 用案文を（ISO 中央事務局に）提出
- ・2015-04-15 DIS 投票開始
- ・2015-09-15 DIS 投票終了

次回総会までに投票が終わらない場合は、新規図記号を追補で扱うための会議、終了していれば投票時の各国意見を検討するための会議を総会の隣接会議として実施できるようTC 127 幹事国に要請する。

5.7.9 Approval of decisions 決定事項の承認：（前記に後記として記す）

5.7.10 Closing of meeting 閉会：6月6日（金）16：00 閉会

=====
あしがき：この会議の経費約300万円については、スウェーデンの建設機械製造業者を中心とする各社：Volvo Construction Equipment AB, Atlas Copco Rock Drills AB, Dynapac Compaction Equipment AB, Sandvik SRP AB, Huddig AB, SMP Swedish Machinery Testing Institute, CeDe Group AB, Steelwrist AB, Swedish Work Environment Authority, Seko - The Union of Service and Communication Employees, Swedish Transport Agency がスポンサーとなっている旨紹介され、特に地元のDynapacのSamuelsson氏が中心となって、マイクロフォンを各国発言者に手渡ししたり、鉄道ストライキによって各国代表の復路に必要なコペンハーゲン空港へのタクシー手配など、ホストとして会議運営を支援し、転んで怪我をする人がでると、医師の治療を手配するなど大活躍であった。

なお、ストライキが続いたため、復路は鉄道ではなくロンネビーからコペンハーゲン空港ないし最寄のホテルにタクシーでの移動となり、一部は4車線の実質高速道路の部分もあるが、他は、片側2車線片側1車線の計3車線で1車線と2車線の部分を交互させるといった経費節減形の一般道路をかなりの高速で走行していたが、興味深い点として、ガードレールの端部は外側に折り曲げてかつ地面に向けて下げていくようになっていて、以前の高速バスの事故のようにガードレールによってバスの車体を損壊するといった可能性を軽減しており、日本の道路建設技術は全般的には高い技術と思うが、他国に学ぶべき点もあると感じられた。また、今回会議開催地の近傍がかつては戦場であったことをスウェーデンの代表が紹介すると、ドイツの代表がブーイングしているなど歴史的には好戦国家として大陸にいたるまで荒らしまわっていたスウェーデンが、長年にわたって繰り返された戦争によって奪った経緯があるスウェーデンの西南部とデンマークを結ぶオーレスン（エーレスンド）・リンクは、橋の部分は上部が4車線の有料道路、下部が鉄道橋で、両側は橋脚に支持された桁橋、中央部は2連の斜張橋、途中の島の部分からデンマーク側へは数キロのトンネルでつながるといふ北欧版アクアラインというべきもので、そのような過去の経緯のあるスウェーデンのマルモとデンマークのコペンハーゲン空港付近を繋ぐことによって大きな経済効果を目指すものと思われた。

部 会 報 告

ISO/TC 127 (土工機械) 2014 年 6 月 スウェーデン王国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

標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会国際専門家 (Expert)

田中 昌也, 尾畑 功治 (コマツ)

2014 年 6 月 23 日～の週に国際標準化機構 ISO/TC 127 (土工機械専門委員会) の国際作業グループなどの会議がスウェーデン王国ストックホルム市の SIS スウェーデン規格協会で開催され、協会標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会から国際専門家 (Expert) として出席の田中氏及び尾畑氏の報告を紹介する。

1. ISO/TC 127/SC 2/WG 24 (ISO 19014 制御システムの安全) 国際作業グループ会議

1.1 開催日：2014 年 6 月 23 日～25 日

1.2 開催地：前記スウェーデン王国ストックホルム市 SIS スウェーデン規格協会

1.3 出席者 (敬称略)：オーストラリア (SA) 1 名：Alex Watson (Caterpillar), チェコ (UNMZ) 1 名：Pavel Urban, Doosan (斗山/Bobcat), ドイツ (DIN) 1 名：Frederic Knecht (Liebherr), イタリア (UNI) 4 名：Giorgio Garofani 氏, Paolo Ferracin 氏, Francesco De Rosa 氏 (CNH), 他に 1 名氏名所属不詳, 日本 (JISC) 1 名：田中昌也氏 (コマツ), スウェーデン (SIS) 2 名：Richard Hendeberg 氏 (Atlas Copco Rock Drills), Mats Karlsson 氏 (Volvo Construction), 米国 (ANSI) 5 名：Dan Roley 博士, Jeff Carter 氏 (Caterpillar), Rick Weires 氏, Michael D. Peat (John Deere), Steve Neva 氏 (斗山/Bobcat), 英国 (BSI) 2 名：Victoria Huston 氏 (JCB), Philip Webb 氏 (英国コマツ), 計 17 名

・コンビナー (ISO の国際作業グループ主査のこと)
前記 Dan Roley 氏

・Part 1 プロジェクトリーダー (以下 PL と略す)：前記 Victoria Huston 氏

・Part 2 及び Part 3PL：前記 Rick Weires 氏

1.4 経緯及び概要：

◆審議規格案

- ISO 19014-1: Earth-moving machinery -Safety-Part 1: Risk assessment methodology to determine control system performance requirements 土工機械—安全—第 1 部：制御系の性能要求事項を決定するためのリスクアセスメント手法
- ISO 19014-2: Earth-moving machinery -Safety-Part 2: Design and Evaluation of Safety-Related Electronic Machine Control Systems 土工機械—安全—第 2 部：安全関連電子式機械制御系の設計及び評価
- ISO 19014-3: Earth-moving machinery -Safety-Part 3: Environmental Testing 土工機械—安全—第 3 部：環境試験

◆経緯：建機の機能安全規格として 2008 年に ISO 15998-1 が制定済みで、その適用ガイドライン ISO/TS 15998-2 が 2012 年に制定された。しかし多大な苦労を重ねて作成した ISO/TS 15998-2 をもってしてもリスクアセスメントを「だれが何度やっても同じ結果になる」は達成できておらず、早々に改定提案が出された。その 3 回目。今回より 3 つのパートに分けて審議される。

◆公式議事録：発行済 (ISO TC127 SC2 WG24 N37)

1.5 決定事項：

- ◆7/31 までに次回案文に織り込みたい項目を送付する。(全員)
- ◆8/25 までに次回案文を用意する。(Huston 氏, Weires 氏)
- ◆10/31 までに 8/25 版の案文に対するコメント送付。(全員)

1.6 宿題事項：個別の宿題として

(1) SIL/PL のバリエーションすなわち SIL (IEC 61508, IEC 62061, ISO 15998?), PL (ISO 13849), AgPL (ISO 25119), ASIL (ISO 26262) の横にらみを 10/24 まで。スウェーデン宿題。

(2) データコネクション (通信) への要求事項のたたき台。イタリア宿題。

ISO 15998-1 AnnexD を出発点にして、将来の技術も考慮する (車車間通信のような、車両の外部との通信)

(3) Part2 ドラフトに対する油圧・メカ制御システムの差分。オーストラリア宿題。

1.7 次回会議予定：11/12～14 (14のみ未確定) フランクフルト

1.8 所見：

(1) プロジェクト進捗：前回までは案文もなく方向性が見えなかったが、今回は Part1 については事前に案文が配布され、Part2 についても会議直前に案文が配布されて席上概要説明があったため議論は白熱したものの争点はある程度見えてきた。今後の意見提出・会議発言は重要。

(2) 豪州での IEC 61508 要求について：建機や自動車、農機のような組み込み制御系では機能安全の規格として IEC 61508 (B 規格) をそのまま適用するのは無理があるとして、それぞれの業界の C 規格を制定している。ISO 19014 のこれまでの議論でも IEC 61508 を積極的に推す人はいなかったのだが今回豪州代表 (Watson 氏) が豪州の州政府 (全ての州ではないらしいが) が IEC 61508 を要求しているので ISO 19014 を IEC 61508 と整合させるよう強く主張していた。

=====

(議事メモ)

Part1

・PLr を求める部分。JCB 社の Huston 氏が引き続き担当

* PL: Performance Level, SIL のような尺度。プロジェクトリーダーと同じアクリロニムだが文脈で判別してください。

・車体全体のリスクアセス手順 (ISO12100) と MCS (Machine Control System) のリスクアセス手順 (ISO19014) のつながり・分担 (ハザード抽出) で議論になった。決着せず。

・S (人的被害の大きさ), F (リスクにさらされる頻度), P (リスクを回避できる度合い) から PLr を

求める方法について。

ISO 25119 方式か数値的方法 (スコアを計算する方法) のどちらかにする。

要点は S が大きくても他のパラメータ次第で低い PL になりうる方法であるということである。これは ISO 15998 でこれまで例示されてきたリスクグラフと大きく異なる (これらでは人的被害が大きいと高い PLr/SIL に固定される)。

冒頭に記述したように Watson 氏から IEC 61508 より甘くなるのは問題との発言あり。

・上のトピックに関連した議論として、人的被害として人数を考慮するかどうか。

Part2

・制御系を実装して PL を評価する部分。

ISO/TS15998-2 を担当した Weires 氏が PL であるが同じ John Deere 社の Michael Peat 氏が案文を執筆した模様。

Peat 氏がパワーポイントの資料で概要を説明 (この資料は配布されなかった)。

・ISO19014 のスコープには電気・電子制御システムだけでなく油圧・メカによる制御システムを含むことになっているが、今回の Part2 のドラフトは電気・電子制御システムだけを対象とした。

・「MTTFd の Target を要求しない。理由はワイヤハーネスの故障率が大きいのにそれを求めるのが難しいので MTTFd が正しく計算できないから。かわりに HFT (Hardware Fault Tolerance) と SFF (Safe Error Fraction) で評価する」と提案があったがちょっと大胆すぎる。そもそも SFF を計算するのにもハーネスの故障率は必要ではないか? 会議でも同趣旨の疑問がイタリア代表から提示された。

議論になるも決着せず。

・PL は 13849 の PL をそのまま使うか? それともモディファイするか? (ISO25119 の AgPL のように) との議論あり。結論出ず。サブシステムを他社から購入する場合 ISO19014 で作ってくれというのはムリがあるのでサブシステムは ISO26262 などを認めることにしてはどうかという流れになって、では換算表が必要になるのでまずは横にらみをしようということになった (ASIL, AgPL, SIL, PL...)。

・Warning device に PLr を割り当てるか?

オペレータに安全上重要な情報を提示する Warning device はきちんとつくらないといけないと考える (このこと自体は正しいが) 人が PL を割り当てるべきという主張をするようによく議論になる。言い

たいことはわかるのだが、ISO15998-1/2 制定時に決めた SCOPE は尊重されるべきという指摘あり。ロックドリルの規格（番号不明）ではインジケータにも PL を割りあてているそうである。

また Safety Function が一部失われている状態（二重系の片方が死んでいる状態など）はオペに通知する必要があると考える人もいる。

（以下考察）

IEC61508 には高頻度モードと低頻度モードが定義されている。100Hz で動いているような制御ループは高頻度モードで、自己診断で異常を検出したら安全状態への移行は自動で行われる必要がありオペレータによる処置は期待できない。ISO15998 では高頻度モードかつハザードを「機械の異常な動き」を前提にしているので警告表示ししかないものはスコープ外になっている。ISO13849 ではおそらく低頻度モードと高頻度モードを層別していないので自己診断による警告表示+オペレータの介入という設計も包含されている。Safety Function に要求される応答時間をどこで区切るかという問題が一つと検討すべきハザードを拡張するか（感電なども扱うか）だと思う。

- ・全体的に ISO25119（農機の機能安全）の内容がかなり流用されている。

内容をよく見て不都合のあるところはコメントを出して修正を要求する必要あり。

- ・前回会議で「ソフトの実装について、V 字プロセスに限定されないようにしよう」という提案が Weires 氏からあった。アジャイルやインクリメンタル開発とった new technology を取り込むべき、というのが今回その説明はなく、ドラフトにも見当たらないように思われる。

Part3

- ・耐環境試験。Part2 と同じく Weires 氏が PL。
- ・IEC に揃えようという提案。

以上

2. 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) 国際作業グループ会議

2.1 開催日：2014 年 6 月 26 日, 27 日

2.2 開催地：前記スウェーデン王国ストックホルム市 SIS スウェーデン規格協会

2.3 出席者（敬称略）：ドイツ（DIN）3 名：Oliver Fenker (Liebherr) 氏, Jochen Hovelmann 氏 (KMG),

西畑孝志氏（従来日本のコマツから参加、今回は KMG から参加）、日本（JISC）2 名：田中昌也氏、尾畑功治氏（コマツ）、スウェーデン（SIS）1 名：Stefan A. Nilsson 氏（Volvo Construction）、米国（ANSI）4 名：Dan Roley 博士（Caterpillar）、Rick Weires 氏、Gary Weidneer 氏、Orrin West 氏（John Deere）、他に電話（ウェブ）参加者 2 名、計 12 名

・コンビナー（ISO の国際作業グループ主査のこと）
兼 PL：前記 Rick Weires 氏

2.4 経緯：

◆**審議規格案**：ISO 14990 Earth-moving machinery - Electrical safety of machines utilizing electric drives and related components and systems 土工機械—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
- Part1: General requirements 第 1 部：一般要求事項

- Part2: Particular requirements for externally-powered machines 第 2 部：外部電源機械の特定要求事項

- Part3: Particular requirements for self-powered machines 第 3 部：電源搭載機械の特定要求事項

◆**経緯**：交流 50 V-36 kV, 直流 75 V-36 kV のオンボード電圧を利用する土工機械の電気安全規格として ISO 14990 を策定中。IEC 60204-1 をベースに原案を作成してきた。途中 IEC/ISO 間の著作権問題などがあったが WD を基に 2013/9/25 に CD（委員会原案）発行。投票の結果、賛成多数で文書は承認されたが、SE, US, DE から多数の修正提案が提出された。この修正提案の審議のため WG9 会議が開催された。

◆**公式議事録**：回覧待ち

2.5 出席の目的／活動方針：

- ・電動化が進む土工機械で電気安全問題が生じないように、国際標準を策定する。
- ・最新の原案審議情報を入手し内容を確認。必要に応じて修正意見を提案することで、土工機械の電気安全に関する技術の国際標準化をサポートする。
- ・この際、電動化が進む日本メーカの知見を原案に反映することで、国際標準の適正化をサポートする。

2.6 結果：

(1) CD 文書に対する各国コメントと修正提案が逐次審議された。

(各国コメント -1：139 件, -2：10 件, -3：13 件)

(2) 日本は事前に -1 に対し、コンボ単体に加えてコ

ンポ組合せ状態での耐電圧試験に関する修正提案 2 件、-3 に対し、ISO 6469 に基づく設計を許容する修正提案 1 件提出。

(3) しかし、-1 では耐電圧試験の繰り返しが絶縁に及ぼす悪影響は認めるが、組合せ試験は必須。-3 では IEC 60204-1 に従属する方針に反するとのことで他委員の賛同を得られなかった。

(4) 特に、システム組み合わせ状態での耐電圧試験の規定では US 提案と衝突し、2 時間近くの議論になった末、US 提案（試験実施）が採用された。

(5) 最終的に必要なのは製品の電気安全であり、これを担保する方法は必ずしも耐電圧試験だけではないと考えられる。国内メーカーの意見を聞いて再提案を検討する必要がある。

(6) 他国の主だった技術提案は、

- ・アルミニウム電線サイズ規定 ($\geq 16 \text{ mm}^2$): [accept]
 - ・電池メーカー推奨仕様の厳守: [not accept]
 - ・ケーブルの耐電圧試験電圧規定 ($\geq 2000 \text{ V}$, 5 min): [accept]
 - ・システム組み合わせ状態での耐電圧試験の実施: [accept]
 - ・DC での耐電圧試験の許容: [accept]
 - ・モータ端子箱絶縁構造の規定追加（絶縁隔壁／絶縁空間）: [accept]
 - ・異常時の警報／保護システムの規定追加: [accept]
 - ・銘板記載事項の追加: [not accept]
 - ・教育／サービスマニュアルの充実: [accept]
- 等。IEC 60204-1 との整合性で逸脱しない提案は概ね認可となった。

(7) 新しい点では、充電式土工機械も ISO 14990 でカバーすることとなり、充電状態は -2, 非充電時は -3 で電気安全性を規定することとし原案を修正することになった。

2.7 問題点：日本の修正提案 3 件には賛同が得られないまま、CD → DIS に移行。

2.8 今後の予定：

- ・9/1 までに会議結果を受けたドラフトを用意し、WG に配布（Wires 氏、Weidner 氏）。
- ・WG 内に配布後、3 週間で WG メンバレビュー（全員）。
- ・12/1 までに幹事国（日本）に DIS 送付（Wires 氏、Weidner 氏）。
- ・投票 3 ～ 6 ヶ月（投票完了）
- ・投票結果および各国コメントを精査して、会議招集／非招集で FDIS に移行するか決定。

2.9 次回会議時期：2015 年中旬（必要時）。

2.10 協会及び委員各位への依頼：

- ・次回案文（DIS）で修正すべき点が無いか確認（特に今回賛同が得られなかった日本コメント関係部分）
- ・各社意見収集
- ・必要に応じて WG9 会議参加（特に技術意見提出時）

J C M A

新工法紹介 機関誌編集委員会

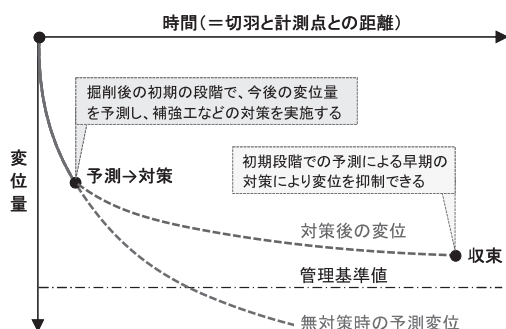
04-351	4D-Super NATM (山岳トンネル変位予測システム)	戸田建設
--------	-----------------------------------	------

▶ 概 要

『4D-Super NATM』は、山岳トンネル NATM 工法における計測管理手法として、トンネル変位を3次元で管理する手法に時間的概念を加え、4次元で管理するシステムである。

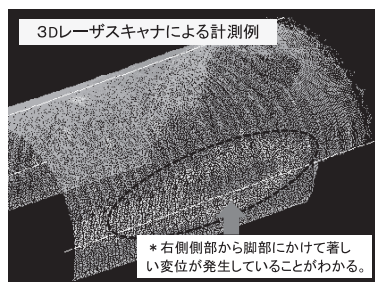
NATM 工法では、掘削により周辺地山の応力が解放されるため壁面の変位が発生する。一般的には切羽進行や時間経過に伴い地山応力が再配分され、変位量は一定値に収束する。しかし、支保工の持つ変形を抑える力が小さい場合には、地山内の応力がバランスすることなく、変位量が収束せずに増大していき、周辺地山やトンネル支保工が破壊に至る場合がある。

このため、掘削の初期段階において、その後の変位量の変化を予測し、支保工の規格等を変更することで、安定した支保構造にすることが重要となる（図—1）。



図—1 トンネル壁面の変位状況

一方、トンネルは3次元のチューブ構造であるため、変形挙動はトンネル断面方向の2次元管理のみでなく、トンネル軸方向も考慮した3次元で管理の方が合理的である。さらに、地形や地質はトンネル軸方向にも変化していくため、軸方向の断片的な計測のみでは、局所的な変形を見逃してしまう恐れがあ



図—2 トンネル壁面の3次元変形挙動

る。このため、最近では3Dレーザースキャナにより、トンネル全壁面の変位量を3次元で管理する手法が研究されている（図—2）。

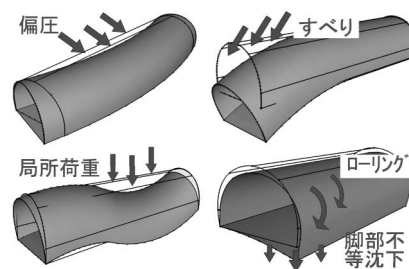
『4D-Super NATM』は、3Dレーザースキャナによる3次元データと、変形量を予測できる3次元FEM解析との両者を融合させた4次元変位予測システムとなっている。

本システムを適用すれば、初期段階で測定した3次元データの分析により、現時点の変位量や変形モードだけでなく、任意時間後の変位量・変形モード等を3次元で可視化できる。これにより、補強対策や支保工の変更等の要否、対策の規模、対策の区間を合理的に判断できることになる。

▶ 特 徴

従来の20m毎に5測点程度の計測ではなく、数十万個の点群データを統計的に処理した面的な管理のため、チューブ構造全体の挙動を把握でき、偏圧による変形、すべりによる変形、脚部の不等沈下等を3次元で把握できる（図—3）。これにより、補強工の規模・範囲を必要最小限に抑えることができ、経済的な対策を行うことが可能となる。

従来の現場技術者の経験則や煩雑な統計処理等による最終変位量の予測ではなく、地山の諸物性値を考慮した上で、計測初期段階のデータから専用ソフトにより最終変位量を自動予測するため、迅速な補強工等の判断や切羽へのフィードバックができる。これにより、長期的に安定したトンネルを速やかに構築することができる。



図—3 要因別の3次元変形挙動の例

▶ 用 途

- ・ NATM 工法における早期地山安定判断
- ・ NATM 工法における施工計測管理の合理化

▶ 実 績

- ・ 道路トンネル（NATM 工法）

▶ 問 合 せ 先

戸田建設(株) 土木工事技術部

〒104-8388 東京都中央区京橋 1-7-1

TEL : 03-3535-1614

新工法紹介

08-48	T-iROBO UW ～シャフト式水中作業機～	大成建設
-------	----------------------------	------

▶ 概 要

新規にダムを建設することが難しくなる中、建設から50年以上が経過したダムが増えている。これらのダムは、機能向上や補修・補強が必要となる場合があり、多くのダムにおいてリニューアル工事が計画、実施されている。

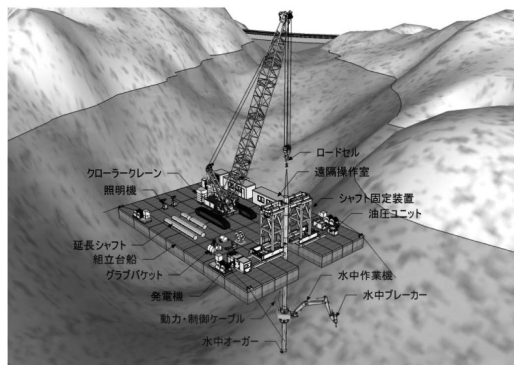
既設ダムのリニューアルは、供用しながらの工事となるため、施工時水位を高く設定せざるを得ない場合がほとんどである。そのため、大水深での潜水作業や、大規模な仮締切、高橋脚、橋の設置が必要となり、危険を伴う作業や工期の長期化が避けられないのが現状である。これらの課題を解決するための方策の一つとして、「T-iROBO UW」が開発された。

「T-iROBO UW」は、水上の台船から地盤にシャフトを降ろし、そのシャフトを昇降する作業機に様々なアタッチメントを取りつけて、砕岩、掘削、ずり処理、精密測深、撮影など一連の水中作業を、遠隔操作で安全かつ確実に施工が可能な機械である。

水中の各種作業を、ダイバーを使わずに安全に施工するために開発された機械で、ダム湖のように深くて、急峻で、視界の悪い場所での施工に威力を発揮する。さらに、可視化を含めた情報化施工技術により、遠隔で操作を行えるため、安全性と施工性が大幅に向上した。

「T-iROBO UW」は、シャフト固定装置で保持されたシャフトに作業機を取付け、支援台船上の操作室に配置した操作盤、操縦装置、施工支援装置を使用して、作業機本体の昇降、作業機に取り付けた各種アタッチメントを遠隔操縦する機械システムとなっている（図—1）。

▶ 特 徴



図—1 T-iROBO UW の構成

①大水深をダイバーを使用せずに施工が可能：

可視化を含めた情報化施工技術により遠隔で操作を行うため、ダイバーを使用せずにほとんどの作業が行える。

②ケーシングオーガー搭載で急傾斜地盤に対応：

急傾斜地盤に作業機を設置することは従来の水中作業機械では出来なかったが、シャフト先端に水中オーガーを配置して、シャフトを固定し、作業機はそのシャフトを昇降するので、急傾斜地盤の場所でも安定した姿勢で施工ができる。

③各種アタッチメントを取り付け多機能作業が可能：

表—1 に示すように、多種多様なアタッチメントを取り付け、多工種の施工が可能である。

表—1 T-iROBO UW の各種アタッチメント使用例

アタッチメント	用 途
1 バケット	掘削、掻き寄せ
2 一本爪リッパー	岩掘削
3 グラスパー	沈木撤去、大石撤去、障害物撤去
4 水中ブレーカー	岩盤破砕、コンクリート破砕
5 ツウインヘッダー	岩盤掘削、コンクリート掘削
6 シングルヘッダー	岩盤掘削、コンクリート掘削
7 回転ブラシ	コンクリート表面掘削、付着物除去
8 サンドポンプ	浚渫
9 エジェクター	浚渫、ずり処理
10 油圧破砕機	水中鉄筋構造物の破砕
11 水中カメラ	撮影
12 エアーリフター	削孔、構造物縁切り、差し筋穴あけ
13 ダウンザホールハンマー	大口径削孔、岩掘削

④可視化技術：

マルチファンビームを使用した3次元画像表示や音響カメラを使用した画像表示により、暗く透明度の悪い湖底でも可視化して、モニター画面の画像を見ながらオペレータが遠隔操縦できる。

⑤高精度の位置出しシステム：

シャフト天端をGPSまたはトータルステーションで位置出しし、シャフトに取り付けた傾斜計やロータリーエンコーダーで作業機の基準点を正確に算定し、作業機に取り付けた角度計や回転角度計により作業機先端位置を正確に把握して、作業ができる。

▶ 用 途

・貯水湖のように、水深が深くて急峻な地形で透明度の悪い場所での水中作業

▶ 実施予定

・平成27年2月頃 天ヶ瀬ダム前庭部の掘削作業に使用予定

▶ 問合せ先

大成建設(株) 土木本部土木技術部

インフラ・海洋技術室

〒163-0606 東京都新宿区西新宿1-25-1

TEL：03-5381-5285

新機種紹介 機関誌編集委員会

▶ 〈02〉 掘削機械

14-〈02〉-08	加藤製作所 油圧ショベル HD512-6/HD513MR-6	'14.4 発売 新機種
------------	--------------------------------------	-----------------

HD512-6 は 12t クラスの標準型、HD513MR-6 は 13t クラスの後方小旋回型油圧ショベルである。

両機とも排出ガス規制であるオフロード法 2011 年基準に適合したモデルである。搭載した新エンジンは EGR（排気ガス循環装置）の積層大容量化、負圧制御式可変ターボを採用し、NOx（窒素酸化物）と PM（粒子状物質）を従来機に対して大幅に低減している。

国土交通省の新技術情報提供システム（NETIS）登録技術である「待機燃費低減システム」によりアイドリング時のエンジン負荷を低減し、ダンプ待ちなどでの燃費性能を向上させている。

新型コントローラは「P（プロモード）」、「A（オールラウンドモード）」、「E（エコモード）」の作業モードを備え、作業性重視から燃費重視の作業までを行うことができる。

両機とも各モードの最適化をはかり、燃料消費量を A モード比で 11% 低減させている。また A モードは操作感の向上も行い、P モードとの違いを明確にしている。

エンジンルーム内の騒音を抑え、標準仕様で国土交通省の超低騒音建設機械の指定を受けている。

安全面では IC タグ式の「新エントリーシステム」を採用している。登録された付属の IC タグをダッシュボードに設けた受信部にタッチすることで認証され、パスワード管理不要でエンジン始動を可能にするシステムである。

整備性ではカウンタウエイト内側に整備スペースを確保し、エンジンメンテナンスを容易にしている（HD512-6）。エアクリーナはダブルエレメントを標準装備している。GPS システムを強化し、エラー、警告、各モードの使用率、各メンテナンス情報のチェックの容易化と処理速度の向上を図っている。

表示情報量の拡充のためコントローラの機能追加を行っている。

表—1 HD512-6/HD513MR-6 の主な仕様

	HD512-6	HD513MR-6
バケット容量 (m ³)	0.50	0.50
最大掘削深さ (m)	5.60	5.56
最大掘削半径 (m)	8.31	8.46
最大掘削高さ (m)	8.75	9.06
運転質量 (t)	12.5	13.7
定格出力 (kW (ps)/min ⁻¹)	75(102)/2,000	75(102)/2,000
走行速度 高速/低速 (km/h)	5.8/3.3	5.8/3.3
登坂能力 (%)	70	70
接地圧 (kPa)	39	43
最低地上高さ (m)	0.46	0.46
クローラ中心距離 (m)	1.99	1.99
クローラ全幅（シュー幅）(m)	2.49 (0.50)	2.49 (0.50)
全長×全幅×全高（輸送時）(m)	7.65×2.49×2.80	7.46×2.49×2.80
価格 (百万円)	11.8	13.5



写真—1 加藤製作所 HD512-6 油圧ショベル

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

▶ 〈03〉 積込機械

14-〈03〉-07	KCM ホイールローダ 50Z7, 60Z7	'14.06 発売 新機種
------------	------------------------------	------------------

一般荷役土木業、除雪作業、農畜産業、産業廃棄物処理業など様々な用途に使用される小型ホイールローダである。

排気ガス再循環装置（EGR）、コモンレール、インタークーラにより、「特定特殊自動車排出ガス 2011 年基準」に対応した。また、国土交通省により低騒音型建設機械に指定されている。

掘削時の作業装置にかかる負荷を検知して機械の牽引力を自動制御する「新マッチングコントロール」を採用している。すなわち、掘削時の牽引力を最適化することでエネルギーロスを抑え、スムーズな掘削・積込み作業と約 15% の燃費低減を実現している。

駆動方式にはアクセルの踏込加減のみで加減速を行うことができる HST（静油圧式無段階変速機）をこのクラスで初めて採用し運転操作を容易にしている。

トラクションコントロールスイッチ（TCS）で除雪作業や産業廃棄物処理場、泥ねい地などでの積込み作業に適した牽引力を設定することによりスリップを抑えた効率的な作業が行える。

狭小な現場での作業を容易にするスピードリミットスイッチにより、低速時（L 速）の最高速を 7～11.5 km/h の間で任意設定ができる。積込み作業などで現場の広さに応じた車速を設定することでアクセルやインテグレーションペダルの細かい操作が減り、オペレータの負

新機種紹介

担が低減される。更に安全性も向上する。

ROPS/FOPS を搭載し、大面積ガラスにより広い作業視界を確保した全方位視界キャブとしている。使用環境や都市景観にマッチしたデザインを採用している。サスペンションシートやフルオートエアコンを装備し、オペレータの負担を軽減しつつ快適性を確保している。

荷役装置のジョイント部のオイル含浸ブッシュにより給脂間隔を従来の 50 時間から 500 時間まで延長している。またエンジンルームには大きく開くエンジンカバーを採用し、フィルタ類の点検・交換を地上から容易に対応できる。

ユーザのニーズに対応したバケットやアタッチメントなどの豊富なオプションを取り揃えている。

表—2 50Z7, 60Z7 の主な仕様

車 名		50Z7	60Z7
バケット容量	(m ³)	1.3	1.5
エンジン排気量 (L)		3.621	3.621
定格出力／定格回転	(kW/min ⁻¹)	71/2,000	71/2,000
最高速度／ 前進／後進	(km/h)	34.5/34.5	34.5/34.5
全長	(mm)	6,235	6,370
全幅	車 体 (mm)	2,180	2,320
	バケット (mm)	2,340	2,480
全高	(mm)	3,140	3,210
ダンピングクリアランス	(mm)	2,710	2,730
ダンピングリーチ	(mm)	1,000	980
運転質量	(kg)	7,020	8,120
標準小売価格	(万円)	1,200 (*1)	1,590 (*1)

※1 標準小売価格は消費税別



写真—2 KCM 50Z7 ホイールローダ



写真—3 KCM 60Z7 ホイールローダ

問合せ先：(株)KCM 企画部 営業企画課

〒675-1113 兵庫県加古郡稲美町岡 2680 番地

▶ 〈06〉基礎工事機械

14-〈06〉-02	ソイルメックジャパン (販売) 独・ティッセンクルップ パウテク ニック (製造) 油圧バイブレータ HHF /HFV / HFB シリーズ	'14.07 発売 輸入販売
------------	--	-------------------

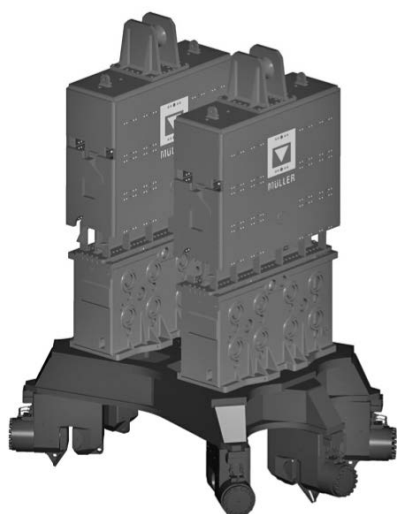
ミュラーブランドの油圧バイブレータ「HHF/HFV/HFB シリーズ」は、シートパイル、H 形鋼杭、鋼管杭、現場打ちコンクリート振動杭、ディープコンパクション等の打設に使用される。

HHF・HFV シリーズでは、バイブレータの起振力を発生させるための油圧パワーパックを必要とする。また、油圧ショベル搭載型の HFB シリーズでは油圧ショベル本体の油圧を使用する。



写真—4 MS-200 HHF による鋼製トライポッド打設状況

新機種紹介



図—1 MS-240 HHF を2台つなげた状態

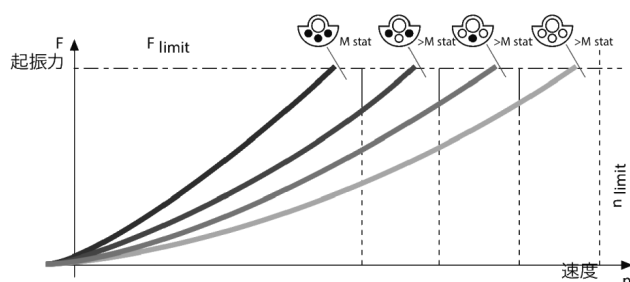
1. HHF シリーズ (クレーン吊り下げ式)

地質条件に応じて、ウエイトを脱着することで偏心モーメントが可変できる。例えば、緩い砂地盤で高い振動数が必要な際は、追加ウエイトを外し、同じ起振力を保ちながら高い振動数を得ることができる。

HHF の最大機種である MS-240 HHF は、大型化が進む洋上風力発電のニーズに応えた機種である。2 台の MS-240HHF を同期シャフトでつなぐことにより 2 倍の能力を発揮する。

表—3 HHF シリーズの主な仕様

機種		MS-50 HHF	MS-100 HHF	MS-200 HHF	MS-240 HHF
起振力	kN	1500	2500	4000	5160
偏心モーメント	kgm	50	100	190	240
ステップ (図を参照)	kgm	24/30/40/50	48/60/80/100	(98)/110/150/190	161/193/218/240
ステップ速度	rpm	2362/2113/ 1830/1637	2160/1920/ 1670/1500	(1800)/1800/ 1560/1371	1770/1560/ 1470/1400
ステップ周波数	Hz	39.3/35.2/ 30.5/27.3	36/32/ 2027/8/25	30/26/ 22.9	29.5/26/ 24.5/23.4
引抜き力	kN	500	600	1200	1200
重量 (動的部)	kg	4500	7700	11750	12010
重量 (合計)	kg	6100	10900	18500	19000
振幅(ステップ)	mm	10.7/13.3/ 17.8/22.2	12.5/15.6/ 20.8/26.0	16.7/18.7/ 25.5/32.4	25.1/32.1/ 36.3/40.0



図—2 ステップ式可変モーメント

2. HFV シリーズ (クレーン吊り下げ式)

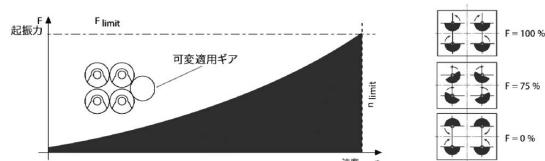
本シリーズは、地盤に最適な周波数と振幅に可変することができ、起動時と停止時には共振を起こさない。地盤の振動を最低限に抑えるため、都市部など、振動と騒音の低減が求められる現場に適している。



写真—5 MS-62 HFV

表—4 HFV シリーズの主な仕様

機種		MS-10 HFV	MS-20 HFV	MS-28 HFV	HS-32 HFV	HS-48 HFV	MS-62 HFV
起振力	kN	610	1230	1473	1980	2960	2998
偏心モーメント	kgm	0-10	0-19.5	0-28	0-32	0-48	0-62
速度	rpm	2358	2400	2190	2375	2350	2100
周波数	Hz	39.3	40.0	36.5	39.6	39.0	35.0
引抜き力	kN	180	300	500	600	600	800
重量 (動的部)	kg	1700	2530	3120	4850	6520	6805
重量 (合計)	kg	2300	3600	5320	7250	9700	11165
振幅	mm	11.8	15.4	18.0	13.2	14.7	18.2



図—3 可変式偏心モーメント

3. HFB シリーズ (ショベル搭載型)

本シリーズは、コンパクト且つ軽量で、一般的なショベルに搭載でき、様々な用途に対応できるよう多くのアクセサリを揃えている。ショベル本体の油圧を使用しパイプレタはショベルの操作レバーで制御する。固定偏心モーメントの HFB と可変偏心モーメントの HFBV の 2 機種がある。

用途は主に、シートパイルの打設、鋼管の打設であり、小型の機種は、プラスチック杭や木杭の打設や鉄筋かこの設置などに適する。利点としては、コンパクトで高さが低いため、長い杭を打設できる。また、押込み力・引抜き力が高いため、打設能力に優れている。

新機種紹介



写真-6 HFB シリーズ

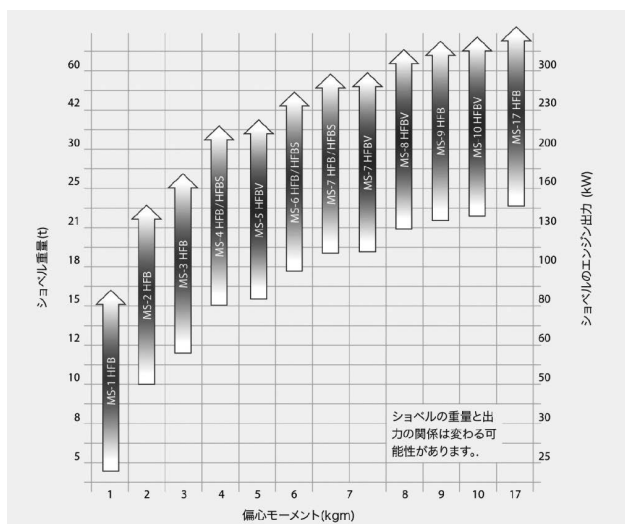


図-4 HFB シリーズの主な仕様

表-5 ショベル選択用の参考表

機種		MS-1 HFB	MS-3 HFB	MS-6 HFB	MS-9 HFB	MS-17 HFB
起振力	kN	90	296	464	606	604
偏心モーメント	kgm	0.7	3.0	6.5	8.5	17.0
周波数	Hz	56.0	50.0	42.5	42.5	30.0
速度	rpm	3360	3000	2550	2550	1800
引抜き力	kN	34	60	120	150	140
押込み力	kN	34	40	80	80	170
総重量 (クランプ装置を含む)	kg	350	830	1240	1380	2208
動的部重量 (クランプ装置を含む)	kg	230	585	950	990	1453
振幅	mm	6.1	10.3	13.7	17.2	19.8
長さ	mm	722	1153	1239	1239	1714
幅	mm	472	623	742	762	917
高さ (クランプ装置を含む)	mm	761	1024	1249	1249	1461

▶ 〈10〉 環境保全およびリサイクル機械

14-〈10〉-02	リョーキ、米・テレックス共同開発 自走式木材チップパー・ モバイルチップパー 790TC, TCB430JT	'14.05 発売 新機種
------------	---	------------------

間伐材や林地残材、剪定枝などを一気に破砕し、バイオマスエネルギーの燃料となる木材チップを生産するものである。CAT 製ディーゼルエンジンと大径の破砕ローターを搭載することにより、円滑な破砕と均一なチップの大量生産を可能としている。また、ローター過負荷検出装置を搭載しフィードコンベアーの駆動を自動制御することにより安全性を確保している。

本体フレームは堅牢で、駆動機構がシンプルであり、操作はエンジン始動後に運転開始ボタンを押すだけで簡単に稼働ができる。破砕ナイフは両面が使用できるダブルエッジナイフを採用し、耐摩耗鋼で再研磨により長時間使用ができ、ランニングコストの低減を図っている。

クローラ走行により作業現場内での移動が簡単にでき、排出シュートは油圧旋回式で広範囲にチップの貯留ができる。

表-6 790TC, TCB430JT の主な仕様

	790TC	TCB430JT
エンジン型式	CAT C9.3 ディーゼル Tier4i	CAT C13 ディーゼル Tier4
HP (kW) / rpm	325 (243) / 2400	440 (330) / 2400
投入間口 高さ×幅 (mm)	530 × 914	760 × 760
最大処理径 (mm)	500 (軟質材), 350 (硬質材)	700 (軟質材), 500 (硬質材)
最大処理量 (m³/h)	70 ~ 100	120 ~ 140
ローターサイズ 径×幅 (mm)	940 × 914	1,270 × 760
ロータ回転数 (rpm)	1,280	700
破砕ナイフ数枚	6 (3列×2ポケット) ダブルエッジ型	
フィードコンベアー	チェーンコンベアー式	
排出シュート	270度旋回式 (油圧駆動)	90度旋回式・ 上下可動(油圧駆動)
総重量 (t)	12.7	24.8



写真-7 リョーキ 790TC 木材チップパー

問合せ先：ソイルメックジャパン(株)

〒103-0024 東京都中央区日本橋小舟町 3-12 サンバードビル 3F

問い合わせ先：(株)リョーキ 環境機器事業部

〒739-0263 広島県東広島市志和流通 1-67

新機種紹介

▶ 〈11〉 コンクリート機械

14-〈11〉-02	極東開発工業 二次製品向けコンクリートポンプ ピストンクリート PT95-60M	'14.06 発売 新機種
------------	---	------------------

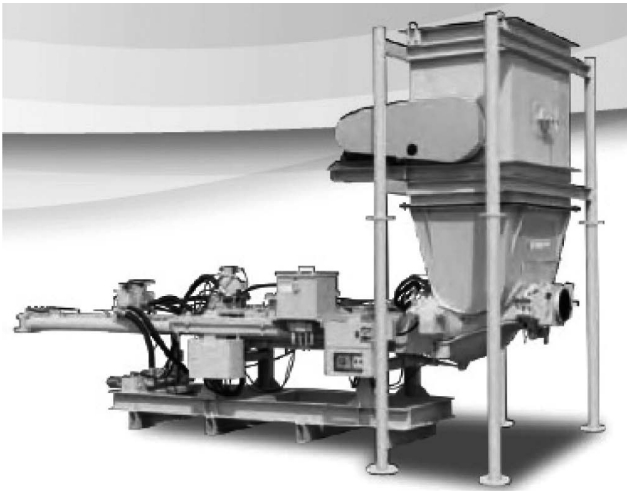
コンクリート二次製品（*1）向けの定置式コンクリートポンプである。パワーユニットはインバータ制御により省エネ性と作業性を向上、ポンプユニットには攪拌用ブレード付きの大容量専用ホッパなどを採用し高強度の生コンクリート（*2）を用いたコンクリート二次製品の製造に適した仕様となっている。

パワーユニットとポンプユニットをそれぞれ独立化させることで製造工場の設備機械として多様なレイアウトへの対応が可能のほか、メンテナンス性も向上している。また、両ユニットに緊急停止スイッチを配置して安全性にも配慮している。

- *1. コンクリート二次製品とは工場の生産設備でセメントを主原料として製造される部材・製品の総称である。その中で、大口径のパイルと呼ばれる中層以上の建築物の基礎杭や、小口径のボールと呼ばれる配電用の電柱などの製造過程においてコンクリートポンプを用いた工法が採用されている。このような二次製品においても過去の大地震を契機に基礎杭の重要性や強度の見直しが行われ、現在では高強度コンクリートを用いた製品の製造が求められている。
- *2. 高強度の生コンクリートは水分が少なくセメント量が多いため粘度が高く難流動性となり、型枠へ流し込む際に高い吐出能力を必要とする。

表一 7 PT95-60M の主な仕様

最大吐出量 標準／高圧	(m ³ /h)	94／68
最大吐出圧力 標準／高圧	(MPa)	5.7／8.3
コンクリートシリンダ径	(mm)	205
シリンダストローク	(m)	1.650
コンクリートシリンダ数	(本)	2
ホッパ容積	(m ³)	0.5
嵩上げホッパ容積	(m ³)	1.1
電源		三相交流 200V
定格容量	(kVA)	165
電動機出力	(kW)	110
電動機の制御		インバータ
ポンプユニット 全長×全幅×全高	(m)	約 5.200 × 2.160 × 3.030
重量	(kg)	約 2,380
パワーユニット 全長×全幅×全高	(m)	約 3.200 × 1.540 × 1.950
重量	(kg)	約 2,510
価格	(百万円)	見積もり



写真一 8 極東開発工業 PT95-60M ポンプユニット



写真一 9 極東開発工業 PT95-60M パワーユニット

問合せ先：極東開発工業(株) 技術部
〒 673-0443 兵庫県三木市別所町巴 2 番地

主要建設資材価格の動向

1. はじめに

建設資材の価格動向について、一般財団法人経済調査会発行の「月刊積算資料」で発表している実勢価格調査の結果を用いて考察することとする。

表―1は、主要建設資材25品目の直近6ヶ月間の東京地区の価格推移である。9月価格を4月価格と比較すると、25品目のうち半数以上の13品目に動きがみられた。そのうち上昇した品目は8品目に上り、こここのところの建設資材の価格高騰状況が引き続き継続されている資材がある一方、灯油、異形棒鋼、普通鋼板、杉正角、型枠合板の5品目には下落がみられた。下落の要因としては、国際商品取引の相場動向等が影響して下方に動いたと思われる。

2. 主要建設資材価格の動向

この主要25品目の中から、特に重要と思われる10品目について一般財団法人経済調査会調査部門による2014年9月調査時点の東京地区の市況判断を要約すると以下の通りとなる。

(1) H形鋼

都心では大型の鉄骨工事が動き始めていることに加え、土木工事向けの引き合いも活発で、需要は増加傾向。こうした中、製販ともに売り腰は引き締まっているが、工事の着工遅れによるファブリケーターの製作工程のずれ込みなどから、市中の荷動きに大きな変化は見られない。また、鉄鉱石価格が下落する中、需要家側の値上げへの抵抗感は強く、価格交渉は平行線をたどっている。

今後底堅い鉄骨造建設需要が見込まれ、荷動きは年末に向けて

表―1 主要建設資材価格推移（東京地区）

価格：円（消費税抜き）

資 材 名	規 格	単位	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	半年前との 対比 (4月対比)
灯油	民生用 スタンド 18ℓ缶	缶	1,780	1,760	1,760	1,760	1,760	1,760	20 円安
A 重油	(一般) ローリー	kL	83,500	83,500	83,500	83,500	86,500	86,000	2,500 円高
ガソリン(ガソリン税込)	レギュラー スタンド	L	146	148	149	150	155	154	8 円高
軽油 (軽油引取税込)	ローリー	kL	113,000	115,000	116,500	117,000	119,500	118,500	5,500 円高
異形棒鋼	SD295A・D16 ②	kg	68	68	68	66	66	66	2 円安
H 形鋼 (構造用細幅)	200 × 100 × 5.5 × 8 mm (SS400) ②	kg	82	82	82	82	82	82	―
普通鋼板 (厚板)	無規格 16 ~ 25 914 × 1829 mm ②	kg	80	80	80	80	79	79	1 円安
セメント	普通ポルトランド バラ	t	10,000	10,000	10,000	10,300	10,300	10,300	300 円高
コンクリート用砕石	20 ~ 5 mm (東京 17 区)	m ³	3,800	3,800	3,800	4,200	4,200	4,200	400 円高
砂	荒目洗い (東京 17 区)	m ³	4,250	4,250	4,250	4,650	4,650	4,650	400 円高
再生クラッシュラン	40 ~ 0 mm (東京 17 区)	m ³	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	―
生コンクリート	強度 21 スランプ 18 cm 20 (25) mm (東京 17 区)	m ³	12,800	12,800	12,800	12,800	12,800	12,800	―
アスファルト混合物	再生密粒度 13 mm (東京都区内)	t	10,000	10,000	10,000	10,000	10,200	10,200	200 円高
ストレートアスファルト	針入度 60 ~ 80	t	97,000	97,000	97,000	97,000	97,000	97,000	―
PHC パイル A 種	350 mm × 60 mm × 10 m	本	29,600	29,600	29,600	29,600	29,600	29,600	―
ヒューム管	外圧管 1 種 B 形 呼び径 300 mm	本	9,510	9,510	9,510	9,510	9,510	9,510	―
鉄筋コンクリート U 形	300 B 300 × 300 × 600 mm	個	1,410	1,410	1,410	1,410	1,410	1,410	―
コンクリート 積みブロック	250 × 400 × 350 mm	個	560	560	560	560	560	580	20 円高
杉正角	3 m × 10.5 × 10.5 cm 特 1 等	m ³	46,000	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000	2000 円安
米ツガ正角	3 m × 10.5 × 10.5 cm 特 1 等	m ³	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	―
コンクリート型枠用合板	12 × 900 × 1800 mm ②	枚	1,290	1,290	1,290	1,280	1,260	1,260	30 円安
電線 CV	600 V ビニル 3 心 38 mm ²	m	1,224	1,188	1,188	1,188	1,224	1,224	―
鉄屑	H2	t	24,500	24,500	25,000	24,500	24,500	24,500	―
ガス管	白管ねじなし 25 A	本	1,830	1,830	1,830	1,830	1,830	1,830	―
塩ビ管	一般管 VP 50 mm	本	1,240	1,240	1,240	1,240	1,240	1,240	―

(出典) (一財) 経済調査会「月刊積算資料」

(注記) 調査日は原則として前月 20 日～当月 6 日調べ。

／ 統 計

徐々に活発化する見込み。採算確保に苦慮する流通側は、販価の引き上げを目指す構えだが、需給がタイト感を強めるまでには時間を要するだけに、価格交渉は綱引き状態が続く見通し。先行き横ばい。

(2) 異形棒鋼

マンションを始めとした住宅向けの鋼材需要は消費税引き上げの反動減から減少を続けており、益明け以降も引き合いは低調に推移している。

主原料となる鉄屑相場は、為替が円安傾向にあるため輸出が堅調で、国内市況も足元では強含みで推移している。加えて、鉄屑以外の電力料金や輸送コストも高止まりしている状況で、メーカー側は、下期以降に期待される需要増加による需給の引き締まりを背景に、値戻しへの強い姿勢を見せている。しかし、需要家側はいまだに材料手配を急ぐ気配はなく、小口当用買いに徹している。目先、横ばい推移の見通し。

(3) セメント

昨年からのメーカーによる価格値上げ交渉は、ほぼ終了した。ただし、一部のメーカーでは値上げ目標額に届いていない需要家に対しては、引き続き値上げ交渉を粘り強く行う構え。東京地区の各生コン協組の契約残数量は1年分以上となっているが、工事の遅れなどから今年度上期の需要が振るわなかったことで、下期への期待感大きく、メーカー側は在庫の積み増しを行い需要増に備えている。先行き価格は、強含み横ばいで推移する見通し。

(4) 生コンクリート

職人不足や天候不順の影響から工事の工程が遅れており、出荷量は前年同期比で4月以降マイナスが続いている。協組側では契約残は十分に確保されているため、今後の出荷量の確保には問題ないともみているが、需要のずれ込みと繁忙期がかさなる可能性があるだけに、輸送面で支障が出ないよう周到な準備を実施する予定。メーカー側としては原材料の値上がりによる製造コストの上昇分を販売価格へ転嫁できるか否かが喫緊の課題となっており、今後一段と売り腰を強めていく模様。先行き強含み横ばい。

(5) アスファルト混合物

9月に入って、原材料であるストレートアスファルト価格は落ち着いているが、砕石及び運搬費の上昇分については製品価格に転嫁できていないとして、供給側は価格の上積み求めている。

需要者側も価格上昇の背景には一定の理解を示しているものの、更なる値上げについては反発が強く、目先横ばいで推移の見通し。

(6) コンクリート用砕石

平成26年度上期の都心部における生コンクリート需要は前年割れで推移しているが、大雨が続いた影響で砕石メーカーの生産能力が低下したこともあり、コンクリート用砕石の需要は石灰石を中心にタイト感が生じている。メーカー側では今後見込まれる大型物件に伴う需要増に備えて在庫の積み増しを図っていく意向だが、逼迫した状況が一層強まると予想される。

市場での価格は今年度に入り上昇しているが、販売筋では輸送コストの上昇分には依然として届いておらず、引き続き更なる値上げへの理解をユーザー側に求めている構え。先行き強含みで推移。

(7) ガス管

メーカー各社が生産調整を継続しており、サイズによっては市中在庫にひっ迫感が始めている。今後、大型の設備工事が予定されているため、流通各社は更なる市中在庫のひっ迫や欠品も想定し売り腰を強めているが、荷動きの不振や鉄源価格の下落から需要家の抵抗が激しく、目先横ばいで推移。

(8) コンクリート型枠用合板

消費税引き上げの反動により荷動きが鈍化し港頭在庫が増加しており、市況は軟調な展開が続いている。産地価格は原木相場の高止まりに伴い、強気の販売姿勢を堅持しているため、高値製品の入荷が続いている。これに対し国内の販売業者は仕入れコストの上昇分を価格転嫁するため値上げを唱えているが、需要の盛り上がりの欠く商状のため、今のところ需要家の反応は鈍く価格動意へのインパクトは弱い。

しかしながら、先行き需要は回復するとの見方もあるため、一部には先高を予想する需要家も出てきており、当用買い中心の展開から底値買いの積極的な購入姿勢に変化する可能性もあるとの見方も出ている。

(9) 軽油

中東地域の政情不安などの地政学リスクが要因での原油価格の高止まりを受けて、元売りからの卸価格も段階的に引き上げられてきた。しかし、7月以降はこのリスクがひとまず後退したことから原油価格が軟化傾向に転じ、元売りの卸価格も引き下げられたため、市場価格は反落傾向となっている。

(10) 電線ケーブル

需要は、首都圏の再開発案件やメガソーラー建設が底堅く、下期は再び本格化するとの見方が支配的である。そのため、流通側は電線用石化材料や運搬費の高騰による採算悪化の改善が喫緊の課題である。しかし、中東、ウクライナ情勢や中国の経済動向によっては、為替の変動により銅価が一気に下落する可能性を秘めており、先の読みにくい状況は続く見通し。不透明感が強い状況の下、当面、横ばいで推移。

3. 主要資材の都市別価格動向

表一2は主要25品目のうち、価格変動が頻繁に生じやすくさらに地域性の強い資材として3品目を抽出して主要10都市毎に2012年、2013年と2014年の9月時点と比較したものである。

まず、異形棒鋼については、2014年9月の東京価格のkg当たり66円を基準にすると、それより高い地区は別格の那覇と札幌・仙台のみ。同価格が新潟、福岡の2都市。1円安が高松。2円安が名古屋、広島。大阪は4円安となった。従来からの傾向として東高西低を表した結果となった。

次に生コンクリートであるが、この資材は個別の地区事情に影響されて価格相場が形成されているため、それぞれの特色が出ている。2012年9月を見ると、4地区が10000円以下の価格水準であったが、2014年9月では、高松の1都市のみとなった。全国的に生コンの

表—2 主要建設資材の価格推移（主要 10 都市）

価格：円（消費税抜き）

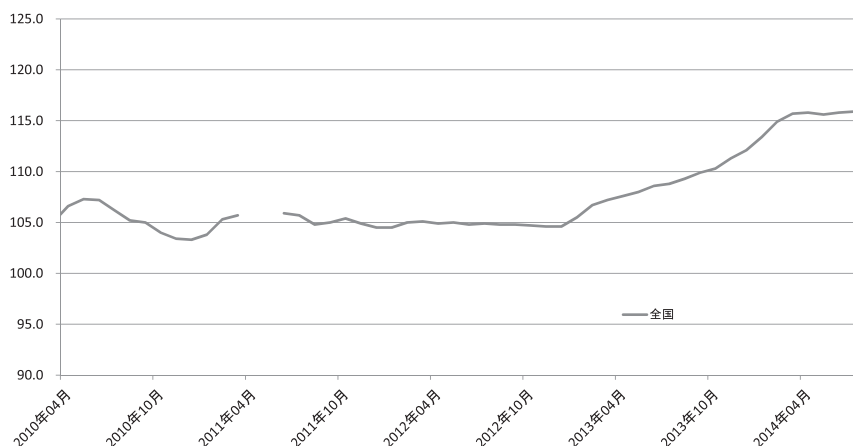
資材名	異 形 棒 鋼				生コンクリート				アスファルト混合物			
	規 格				21-18-20 (25)				再生密粒度 13（注記 2 参照）			
地区	単位	2012 年 9 月	2013 年 9 月	2014 年 9 月	単位	2012 年 9 月	2013 年 9 月	2014 年 9 月	単位	2012 年 9 月	2013 年 9 月	2014 年 9 月
札 幌	kg	59.0	61.0	67.0	m ³	9,800	11,000	12,500	t	11,700	12,150	12,500
仙 台	〃	55.0	60.0	68.0	〃	11,000	14,000	14,000	〃	10,000	10,300	10,500
東 京	〃	54.0	60.0	66.0	〃	12,300	12,500	12,800	〃	9,700	10,000	10,200
新 潟	〃	54.0	60.0	66.0	〃	10,700	12,000	12,300	〃	10,800	11,400	11,400
名古屋	〃	51.0	58.0	64.0	〃	8,500	9,100	10,300	〃	9,700	9,900	10,300
大 阪	〃	49.0	57.0	62.0	〃	12,400	12,200	12,200	〃	9,500	9,700	9,900
広 島	〃	49.0	59.0	64.0	〃	14,150	14,150	14,150	〃	9,700	9,500	9,800
高 松	〃	51.0	58.0	65.0	〃	8,400	8,400	8,400	〃	12,700	12,500	12,500
福 岡	〃	52.0	59.0	66.0	〃	9,950	10,950	10,950	〃	9,500	9,700	9,700
那 覇	〃	64.0	71.0	77.0	〃	12,700	12,700	12,700	〃	13,300	13,300	13,300

（出 典）（一財）経済調査会「月刊積算資料」

（注記 1）調査日は原則として前月 20 日～当月 6 日調べ。

（注記 2）生コンクリートの東京は東京 17 区価格。アスファルト混合物の東京は東京 23 区価格。

（注記 3）アスファルト混合物の札幌は再生細粒度ギャップ 13F が対象。



一般財団法人経済調査会「建築・土木総合指数」より作成。2005年度＝100とした指数を2010年4月以降抽出

図—1 建設資材価格指数（全国：総合）

価格上昇がみられた結果であり、2012年9月対比で札幌では2700円、名古屋で1800円、福岡で1000円とそれぞれ大幅に引き上げられた。このように価格が低迷していた地区は確実に引上げが実施されたが、もともと高い水準であった東京、大阪、広島、那覇はほとんど変化していない。

最後にアスファルト混合物に関しては、おおむね全体的に上昇している。ただ上昇幅に地区ごとの違いが出ており、最も上昇幅の大きい都市は札幌で800円の上昇に対し、那覇は横ばいでの推移となった。

4. まとめ

建設投資額は、2013年度において強力な政府の政策により大幅な増加をみせ、日本経済の安定化に大いに寄与した。これに比べるとやや減少するものの、2014年度も民間建設投資が引き続き好調

に推移していることから、当面建設関連事業は活況を呈すると思われる。

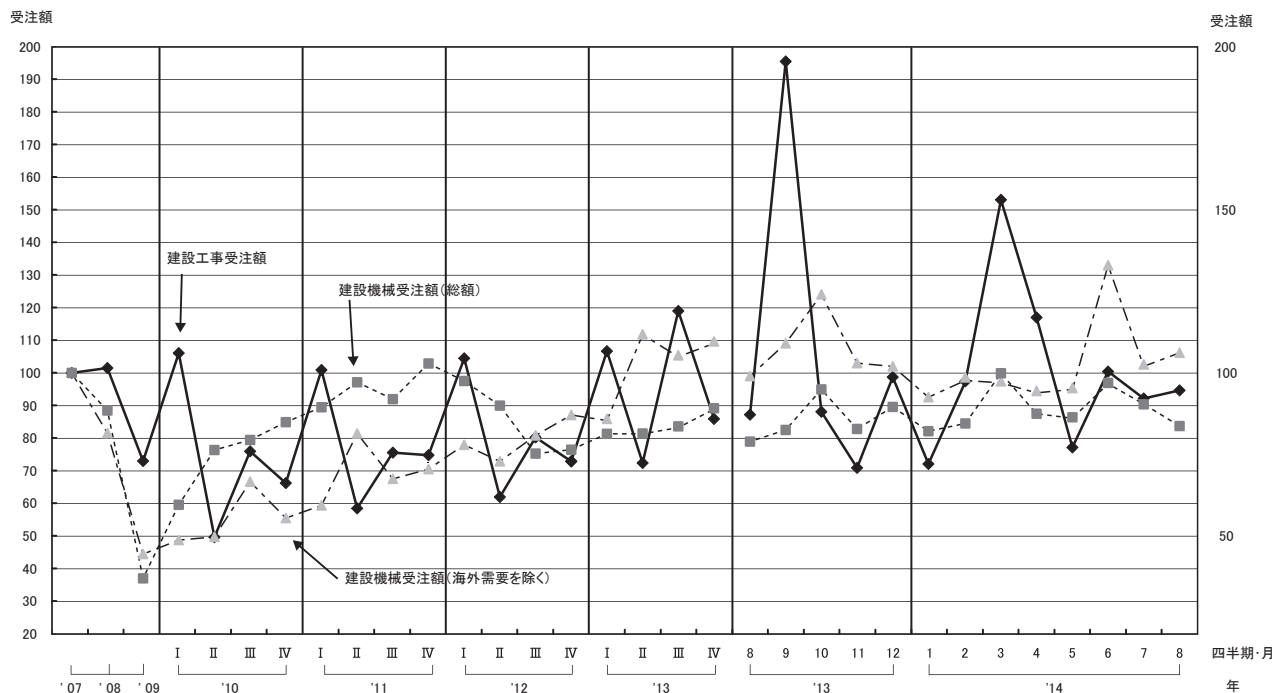
このような状況下において、懸念材料として取り上げられているのが「人材不足」と「燃料高値安定」である。図—1は、当会が発表している建設資材価格指数であるが、2011年以降右肩あがり価格が変動してきている。資材業界においても人材不足は深刻な問題で、人材確保のためには人件費コストを拡大する必要がある。また、燃料の高値安定は、素材に近い資材ほど運搬コストの割合が高く影響を受けやすいため、当面建設資材価格はこのような要因からさらに上昇する可能性が高くなっている。

2020年の東京オリンピックの開催も決まり、建設業界には明るいニュースで賑わっているが、その裏側では人件費と資材価格の上昇というコストアップ要因が発生する可能性が高いことから、これらが当面どのように影響するか注目である。

（文責：荒川）

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
8 月	10,014	6,610	1,044	5,566	2,783	347	274	6,791	3,224	120,239	10,464
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	—	—

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 8 月	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
総 額	20,478	18,099	7,492	15,342	19,520	17,343	17,152	1,345	1,407	1,619	1,412	1,528	1,399	1,441	1,705	1,492	1,473	1,653	1,541	1,427
海 外 需 要	14,209	12,996	4,727	11,904	15,163	12,357	10,682	828	837	970	874	995	916	926	1,196	999	975	957	1,005	872
海外需要を除く	6,269	5,103	2,765	3,438	4,357	4,986	6,470	517	570	649	538	533	483	515	509	493	498	696	536	555

(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 8 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

行事一覽

(2014年9月1日～30日)

機械部会



■ショベル技術委員会

月 日：9月1日(月)

出席者：尾上裕委員長ほか10名

議 題：①低騒音試験におけるファン回転数設定についての国交省からの回答の報告 ②構造規格銘板のブレーカユニットの表示内容の変更について・6/9開催の建機工アタッチメント部会および7/2の厚生労働省への説明結果の報告 ③20tクラスでの市場稼働負荷サンプリングデータとJCMAS試験方法負荷の比較について・0.8m³、0.5m³、0.28m³のJCMAS燃費試験データ(2006年規制車)からの時間燃費の比較検討について(CMI稲葉氏への検討依頼結果) ④ミニショベルの燃費基準達成認定制度のその後の国交省の進捗について・6/25開催の作業燃費検討WGの報告・8/27国交省訪問確認の報告 ⑤経産省平成26年度省エネルギー型建設機械導入補助事業における回収燃費とJCMAS燃費の関係について ⑥6/6開催の機械部会・製造業部会 合同技術連絡会の報告 ⑦その他、8/25開催の厚生労働省 機械安全に係る説明会の報告

■油脂技術委員会および規格普及促進分科会、高効率作動油分科会、燃料エンジン油分科会、グリース分科会

月 日：9月4日(木)

出席者：豊岡司委員長ほか24名

議 題：①燃料・エンジン油分科会・藻類バイオ燃料100%での油圧ショベルの稼働試験について ②高効率作動油分科会・アンケート内容についての説明と配布のお願い ③規格普及促進分科会・グリース分科会・グリース規格に関する審議・届出者(社名)の件・JCMASマーク表示場所の件 ④油脂技術委員会 ⑤その他

■トンネル機械技術委員会 現場見学会

月 日：9月5日(金)

参加者：赤坂茂委員長ほか15名

工事名：新名神高速道路 箕面トンネル東工事

場 所：大阪府茨木市大字佐保3409番
施工者：大成建設㈱

概 要：総延長2,530m(土工延長443m、

トンネル延長2,087m) トンネル工：上り線2,081m、下り線2,087m、掘削389,561m³・発破掘削(坑口より300mは機械掘削)、連続ベルコンによるズリ搬出・超長尺先進ボーリングと非排水構造(ウォータータイト)を採用

■基礎工用機械技術委員会

月 日：9月10日(水)

出席者：山下高俊委員長ほか16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 ②ボーリング機械の未来型活用について ③自動化・無人化及びオペレータの技能向上について ④海外のボーリング技術について ⑤8/25開催の厚生労働省 機械安全に係る説明会と合同部会の報告 ⑥その他

■路盤・舗装機械技術委員会 総会

月 日：9月11日(木)

出席者：山口達也副委員長ほか31名

議 題：①開会挨拶 ②今年度活動計画の確認と進捗状況の報告 ③技術発表…1) 暫定4次(2011年)排ガス規制対応アスファルトフィニッシュHA-60C及びW型の紹介、2) 交通安全に関する技術について、3) 情報化施工についての報告 ④その他の報告…1) 工場見学会の案内、2) ISO/TC127土工機械専門委員会でのISO8811(ローラ及びブランドフィルコンパクタ)の改正について、3) その他連絡事項

■トンネル機械技術委員会

月 日：9月25日(木)

出席者：赤坂茂委員長ほか21名

議 題：①排出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…1) アンケート質問内容について、2) 現状の課題について、3) その他 ②平成26年度上期活動報告と下期活動計画について ③現場・工場見学会について・9/5開催の新名神箕面 NATM トンネル東工事(大成)見学会の概要報告、12/5予定の古河ロックドリル吉井工場見学および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 ④その他

■情報化機器技術委員会

月 日：9月26日(金)

出席者：白塚敬三委員長ほか7名

議 題：①規格動向(ISO 16001 危険検知装置及び視覚補助等)についての報告 ②「次世代社会インフラ用ロボット開発・導入重点分野」のその後の

動きについて 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 ④除雪機械の安全確保用情報化機器や監視装置について議論・除雪機械技術委員(コマツ)からの情報収集 ⑤8/25開催の厚生労働省「機械安全の説明会」および合同部会の報告 ⑥その他情報交換

■機械部会 幹事会

月 日：9月26日(金)

出席者：大野俊弘部会長ほか19名

議 題：①各技術委員会の平成26年度上期の活動報告と平成26年度下期の活動計画について ②平成26年度第2回技術連絡会の発表テーマと日程について ③その他

■建築生産機械技術委員会 移動式クレーン分科会 WG

月 日：9月29日(月)

出席者：石倉武久分科会長ほか7名

議 題：①25tクラスのラフテレーンクレーンの作業燃費測定試験方法の内容討議・国交省発注の作業燃費試験業務の試験方法について9/12CMIから国交省への説明結果の報告と内容の見直し確認・10月後半からの作業燃費試験実施(最初はタダノ殿予定)に向けての確認 ②その他

製造業部会



■製造業部会 小幹事会

月 日：9月30日(火)

出席者：迎野雅行幹事長ほか9名

議 題：①平成26年度上期の各WGの活動報告と下期の活動計画について・作業燃費検討WGの活動報告と活動計画・マテリアルハンドリングWGの活動報告と活動計画 ②平成26年度上期の製造業部会事業報告について・10/9開催の運営幹事会、10/21開催の理事会の報告を含む ③機械部会との平成26年度第2回合同技術連絡会のテーマについて ④他部会との平成26年度第2回合同部会(建設業部会が幹事役)のテーマについて ⑤その他

建設業部会



■機電交流企画 WG

月 日：9月12日(金)

出席者：渋谷光男主査長ほか7名

議 題：①今年度参加者について(班制、シャッフル班割等) ②当日の三役およびWG委員の分担について ③発

表方法についての確認（時間配分の確認、ホワイトボード撮影の件も含む）
④アンケートの確認 ⑤若手の見学会について ⑥その他

■建設業部会

月 日：9月18日（木）

出席者：鈴木嘉昌部会長ほか27名

議 題：①部会長挨拶 ②新体制（交替委員）の紹介 ③平成26年度建設業部会活動計画 ④各WG報告・機電技術者交流企画WG・建設機械事故調査WG・クレーン安全情報WG ⑤8/4実施の夏季現場見学会（IHI 磯子工場）の報告 ⑥8/25実施の合同部会の報告 ⑦その他

■三役会

月 日：9月26日（金）

出席者：田口毅部会長代理ほか3名

議 題：①運営幹事会について ②各WG活動について ③9/18（木）15：00～17：00開催の建設業部会について ④機電技術者意見交換会について ⑤その他

レンタル業部会



■レンタル業部会

月 日：9月4日（木）

出席者：隼直毅部会長ほか11名

議 題：①平成26年度事業報告内容について ②分科会の活動状況について ③各社の取組事項、部会員共通の問題、課題について ④その他

各種委員会等



■機関誌編集委員会

月 日：9月3日（水）

出席者：田中康順委員長ほか17名

議 題：①平成26年12月号（第778号）の計画の審議・検討 ②平成27年1月号（第779号）の素案の審議・検討 ③平成27年2月号（第780号）の編集方針の審議・検討 ④平成26年9～11月号（第775～777号）の進捗状況の報告・確認

■建設経済調査分科会

月 日：9月10日（水）

出席者：山名至孝分科会長ほか4名

議 題：①10月号「平成26年度主要建設資材の見通し」原稿検討 ②持ち寄り情報の検討 ③その他

■新機種調査分科会

月 日：9月26日（金）

出席者：江本平分科会長ほか5名

議 題：①新機種情報の持ち寄り検討

②新機種紹介データまとめ ③その他

支部行事一覧

北海道支部



■情報化施工推進連絡会第1回事務局会議

月 日：9月9日（火）

場 所：JCMA 北海道支部事務局 会議室

出席者：窪田悟（北海道開発局）事務局員ほか9名

内 容：①平成26年度事務局体制について ②情報化施工連絡会の活動方針（案）について ③情報化施工をめぐる最近の状況について ④その他

■平成26年度除雪機械技術講習会（第1回）

月 日：9月12日（金）

場 所：旭川市 道北経済センター

受講者：163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

■第2回広報部会広報委員会

月 日：9月16日（火）

出席者：古賀修也広報部会相談役ほか8名

議 題：①支部だより No108 号の編集について ②次期講演会について ③平成27年度建設工事等見学会について

■平成26年度除雪機械技術講習会（第2回）

月 日：9月18日（木）

場 所：小樽市 小樽経済センター

受講者：137名

内 容：第1回に同じ

■平成26年度除雪機械技術講習会（第3回）

月 日：9月25日（木）

場 所：稚内市 稚内建設会館

受講者：81名

内 容：第1回に同じ

東北支部



■技術部会

月 日：9月1日（月）

場 所：東北支部会議室

参加人数：山岸嗣宏技術部会長ほか4名
内 容：防災訓練実施

■施工部会

月 日：9月1日（月）

場 所：支部会議室

出席者：稲村正弘部会長ほか9名

議 題：①平成26年度除雪講習会開催一覧表について ②平成26年度道路除雪の手引きについて ③「平成26年度パワーポイントについて ④その他

■広報部会

月 日：9月3日（水）

場 所：支部会議室

出席者：菅野公正部会長ほか5名

内 容：①支部たより167号の反省点 ②168号編集方針について ③原稿執筆依頼について ④その他

■施工部会（情報化施工セミナー）

月 日：9月5日（金）

場 所：山形市総合スポーツセンター

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

■技術部会 建設機械関係意見交換会

月 日：9月8日（月）

場 所：二日町東急ビル 4F 会議室

出席者：安田吾郎 東北地方整備局企画部長ほか22名

内 容：①建設機械の動向について…1) 建設機械に関する契約上の課題について、2) 建設機械の開発状況について、3) 建設機械のメンテナンスに関する事項について ②大規模災害時の対応・支援について

■情報化施工技術委員会（施工部会）

月 日：9月12日（金）

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14名

議 題：①情報化施工セミナー開催（福島）について ②担当について ③その他

■施工部会（情報化施工セミナー）

月 日：9月17日（水）

場 所：ビックパレットふくしま

受講者：34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・場所：9月24日（水）弘前152名

9月25日（木）青森245名

9月30日（火）秋田1168名

北 陸 支 部

■建設機械施工技術検定試験実地試験

月 日：9月5日（金）～9日（火）

場 所：新潟県新潟市 コベルコ教習所
新潟教習センター

受検者：1級 延べ104名

2級 延べ328名

■建設技術報告会

月 日：9月25日（木）

場 所：富山県富山市 富山国際会議場
（大手町フォーラム）

目 的：北陸地方における建設事業の円滑な推進を図るため、新たに開発された新技術、新工法を報告することにより、研究開発技術の普及を図る。

聴講者：450名

中 部 支 部

■建設機械施工技術検定実地試験

月 日：8月29日（金）～9月1日（月）

場 所：愛知県刈谷市「住友建機販売㈱愛知教習センター」

受験者：1級 実受験者112名、延べ受験者189名、2級 実受験者315名、延べ受験者357名

■除草作業出前安全講習

月 日：9月17日（水）

場 所：愛知県豊川市㈱波多野組現場事務所

受講者：11名

■建設施工研修会（映画会）

月 日：9月24日（水）

場 所：名古屋市中企業振興会館

参加者：79人

関 西 支 部

■建設業、リース・レンタル業合同幹事会

月 日：9月4日（木）

場 所：関西支部 会議室

議 題：合同見学会の開催について

■建設用電気設備特別専門委員会（第411回）

月 日：9月25日（木）

場 所：日本環境安全事業㈱ 大阪 PCB 廃棄物処理施設

内 容：現場見学会「PCB 廃棄物処理について」

中 国 支 部

■第5回企画部会

月 日：9月4日（木）

場 所：中国支部事務所

出席者：鷺田治通部会長ほか8名

議 題：①平成26年中国地方整備局との意見交換会について ②建機リース・レンタル協会との連携について ③その他懸案事項

■第3回広報部会

月 日：9月9日（火）

場 所：中国支部事務所

出席者：松村邦則部会長ほか6名

議 題：①広報誌（CMnavi）40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

■第4回開発普及部会

月 日：9月19日（金）

場 所：中国支部事務所

出席者：飯國卓夫部会長ほか6名

議 題：①平成26年中国地方建設技術

開発交流会への参加について ②第65回新技術活用現場研修会について ③第35回新技術・新工法発表会について ④土木機械設備維持管理研究会について ⑤平成26年建設技術フォーラムについて ⑥その他懸案事項等

四 国 支 部

■平成26年度建設機械施工技術検定【実地】試験

月 日：9月6日（土）～7日（日）

場 所：日立建機日本㈱四国支店構内（善通寺市）

受験者：1級 141名、2級 268名（共に延べ人数）

試験監督者：須田道夫総括試験監督者ほか10名

九 州 支 部

■建設機械施工技術検定試験

月 日：9月1日（月）～11日（木）

場 所：コマツ教習所㈱九州センタ

受験者：1級-333名

2級-796名

■企画委員会

月 日：9月24日（水）

出席者：久保田正春企画委員長ほか10名

議 題：①建設機械施工技術検定実地試験結果について ②本部理事会資料について ③運営委員会の開催について ④情報化施工講習会について ⑤建設行政講演会について ⑥整備局との意見交換会について ⑦その他

編集後記

最近、ゼネコン他社の機電職員の方と話す（呑む）機会が多く、年齢が近い事もあって、ついつい多目に呑んでしまいます。酒の肴は、お互いの会社への不満とか愚痴である場合が必然で、ある意味、これに優る肴は無いかと存じます。聴けば聴くほど「わかるわかる」「だよね」となるわけですが、こういった情報交換の場に出てくる、各社の生き残り戦略の中で筆頭にくるのが「技術」である事は間違い無いようです。

当社でも二言目には「技術」「技術」と耳タコ状態なのですが、「技術」といっても、いろいろな意味が込められていまして、一つは「新技術、独自技術」であり、また、もう一つは「技術の伝承」という意味合いが大きいかと思います。

前者の「新技術、独自技術」は、あくまで請負業である業界にとって必ずしも切り札になり難い面もあり、お金もかかるわけで、かなりのジレンマを感じながらも日々格闘している次第です。ここ最近、編集委員としてネタ探しをしていると、特にゼネコン系が若干ガードが固い印象を受けます。忙しいという事が一番でしょうが、「独自技術」という点も多少は影響しているのかなと感じています。

もう一つの「技術の伝承」については、これぞ死活問題です。特に建設業にとって不遇な、ここ20年間の若年層不足と、熟練職員の高齢化が相まって、日々、極当たり前の「技術」達が消失している状況でしょう。本来「技術の伝承」という物は「経験の共有」から得られる物だと思われれます。「マニュアル」「資料」で伝えざるは不可能です。熟練職員の方々には、数多くの現場経験の中から、質の高い「経験」に裏打ちされた「技術」を習得されて来たわけですが、現在、工事量も減り、歪な職員構成の中だと、若手職員に「高質な経験」をつんでもらうのは困難で、本当に頭の痛い問題です。

さて、先ほど「マニュアル」「資料」の有用性について疑問が有るような書き方をしましたが、否定しているわけではありません。当協会誌の様な技術報文集は、自社以外の技術的な取組みについて知る事ができる貴重な「資料」の一つです。また、「技術報文」を投稿するという行為自体「高質な経験」となりうると思います。若い方々には積極的にトライして欲しいと思います。私自身も、正直、業務に忙殺される中での編集委員なので、楽ではありませんが、「経験」の糧になればとも考えています。

最後になりますが、お忙しい中ご執筆いただきました皆様には深く御礼申し上げます。（京免・赤井）

- 12月号「最先端の高度な土木技術・建設技術の開発と実用化特集」予告
- ・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
 - ・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
 - ・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
 - ・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 斜面スリット型透過式ケーソン S-VHS 工法
 - ・時速50km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
 - ・ビルをぶら下げる「塔頂免震構造」の開発
 - ・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」
 - ・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
 - ・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
 - ・電動遠隔解体機

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11号（2014年11月号）（通巻777号）
Vol.66 No.11 November 2014
2014（平成26）年11月20日印刷
2014（平成26）年11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3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

KOBELCO

低燃費のコベルコ!
低炭素社会の実現へ

小旋回機の未来は、 いつもコベルコから。

「狭い所で自由に働ける建機を」
重機で初めての本格後方超小旋回機は
現場の声をなによりも大切にする
コベルコから生まれました。
コンパクトな作業範囲。
後方への安心感と操作のしやすさ。
これまでなかった機能を生み出したのは
独自の発想とテクノロジー。
そしてその技術力で、つねに時代の
最先端マシンへと進化を続けています。
iNDRが革新した静かさ。
新たに、最大で21%向上した圧倒的な低燃費*。
都市工事のニーズを理想のかたちにする
ものづくりの力は、コベルコのDNAとして
未来へ続いていきます。



ACERA
GEOSPEC
SK135SR

コベルコの
新世機

圧倒的な燃費性能で新たな世代をリード
するコベルコの「新世機」。その技術で、
低燃費のコベルコは、もっと低燃費の
コベルコになる。

—21%の低燃費で、新登場。

13トンクラスは、コベルコ

SK125SR SK130UR SK130SR+



2020年燃費基準達成度
★★★をクリア。



オフロード法 2011年基準適合
排出ガス中のPM (粒子状物質) を大幅削減。



約270°の後方視界で
安全性を確保。
(オプション設定)

※従来機Sモード比/新ECOモード

コベルコ建機株式会社

東京本社 / 〒141-8626 東京都品川区東五反田 2-17-1 ☎03-5789-2111 www.kobelco-kenki.co.jp



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



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

未来へ伸びる、三笠の技術。

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>

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



カッター出力 330kW
総質量 120ton



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

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 サテル-タ リーザー 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！

マイコンケーブルレス

N/U/Gシリーズ

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

2段階スイッチ
装着可能

モデルチェンジ！
内部設計を一新

全ての
互換を優先
しました

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
(税抜価格)

12操作標準型
RC-5812N

- 12操作12リレー
- 照度出力リレーの保持を標準採用

セットで
17万円
(税抜価格)

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

自由度の高い
多様なオーダー対応
ボタン配置自在/最大32点

優れた
耐塵・防雨性能
送信機はIP65相当

自社開発 高耐久性
2段階スイッチを
装着可能

パネルゴム突起で
操作クリック感が
向上

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

2段階スイッチ・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
(税抜価格)

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。

堅牢なボディ
耐衝撃性能が向上

優れた
耐塵・防雨性能
送信機はIP65相当

ハンディなのに
特殊スイッチを
装着可能

特殊スイッチ
オーダー対応例

防爆形はTX-8400型送信機で対応 (Nシリーズのみ)

マイティサテル-タ

N/U/Gシリーズ ● 操作信号数 最大32点
(またはプロボ最大6項目と出力信号26点以下)

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能

3ノッチジョイスティック型
RC-7132N

セットで
90万円
(税抜価格)

全押しボタン
RC-7126N

セットで
45万円
(税抜価格)

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

旧アンリツ製 デジタルテレコン 入替専用モデル

新型ジョイスティック

3ノッチ
ジョイスティック型
RC-7233UAN

スイッチガード付き押しボタン

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

ジョイスティック
2本装着オーダー例

チップケーブルレス

Nシリーズ コンパクトという選択肢!!

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

標準型
RC-3208N

- 8操作
8リレー

セットで
12万円
(税抜価格)

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

トコト機能絞って
コストダウン

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

従来の
信号互換あり!

受信機は既設のみで送信機のみ取替可

ケーブルレスミニ

N/Rシリーズ ポケットサイズの本格派!

微弱電波・ラジコンバンド
両モデル対応

● 3操作3リレー
最大5リレーまで対応可能

● 2段階スイッチ追加可能! (オプション)

標準型
RC-4303N/R

セットで
10万円
(税抜価格)

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

取付例

リーザー 離操作

N/U/Gシリーズ

価格もサイズも
ハンディ-並み!

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

標準型
RC-2512N

- 12操作12リレー
最大32リレーまで対応可能
- 見易くなった電池残量告知ランプ付

セットで
22万円
(税抜価格)

軽量コンパクト
ショルダータイプ

MAXサテル-タ

Uシリーズ
Gシリーズ

特定小電力
専用モデル

ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能

RC-9300U

- 多機能多操作
(比例制御対応可)

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
(税抜価格)

無線変速ジョイスティック
2本装着例

データケーブルレス

工場次第で用途は無限!

微弱電波・特定小電力
ラジコンバンド
全モデル対応

N/R/U/G
シリーズ

- 機器間の信号伝送に!
- 多芯の有線配線の代わりに!

標準型 セットで
TC-1305R 20.5万円 (税抜価格)
TC-1308N(微弱電波) 22万円 (税抜価格)

送信機
(外部接点入力型)

7100型
6300型
5700型
3200型

写真は
Uシリーズ

受信機

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
(税抜価格)

● 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

ER-2000R(受信機) ET-2000R(送信機)

本カタログの価格は、全て税抜表示となっています。

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

常に半歩、先を走る



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/

進化した、 本物の ハイブリッド。

2008年から発売を開始した
コマツハイブリッド油圧ショベルは、
国内で1,200台を超える実績を重ね、
確かな信頼を得ました。
さらなる進化を遂げて誕生した
コマツ第三世代ハイブリッドHB205-2は、
油圧ショベルのスタンダードとなります。

NEW

- 特定特殊自動車排出ガス2011年基準適合車
- 低炭素型建設機械
- 超低騒音型建設機械
- NETIS登録商品(登録番号KT-120070-A)



- 燃料消費量

PC200-8N1 比 **30% 低減/時間**
PC200-10 比 **20% 低減/時間**

※ KOMTRAXの解析による平均作業パターン時。
実際の作業では、作業内容により上記以下に
なる場合があります。



KOMATSU

コマツ 国内販売本部

〒107-8414 東京都港区赤坂2-3-6 <http://www.komatsu-kenki.co.jp>

「建設機械施工」

定価 本体八〇〇円(税別)

雑誌 03435-11



4910034351145
00800