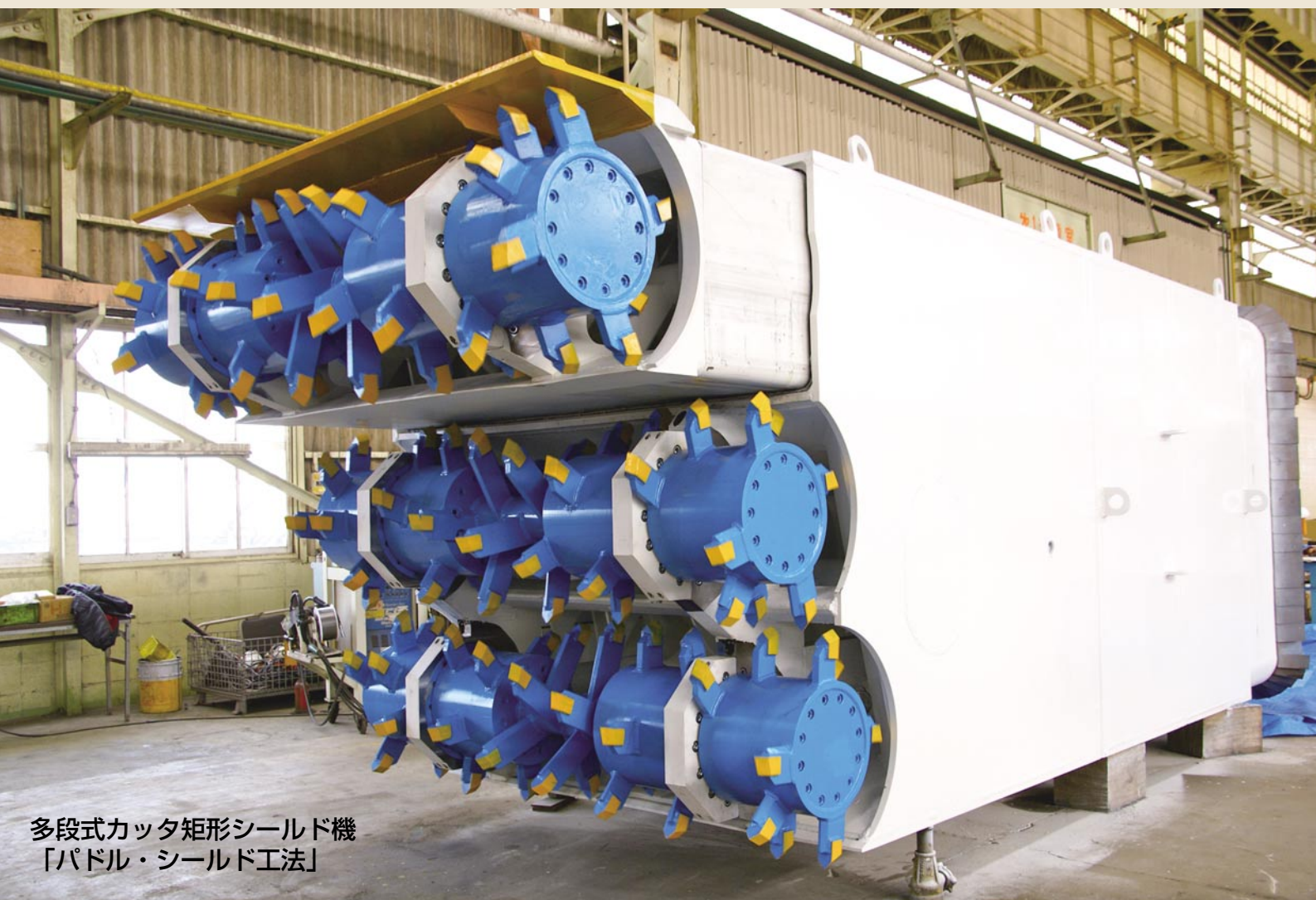


建設の施工企画 9

2010 SEPTEMBER No.727 JCMMA



多段式カッタ矩形シールド機
「パドル・シールド工法」

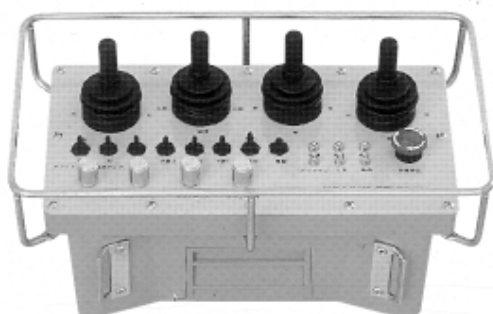
トンネル 特集

- 厳しい施工条件を克服した夢咲トンネルの整備
- 蒸気岩盤破碎による立坑掘削
- 山岳トンネル覆工コンクリート養生システムの開発
- パドル・シールド工法の開発
- 爆薬の機械装填システム
- 中空構造の保温断熱板を用いた養生技術
- プラスチックフィルムを用いたトンネル覆工コンクリートの長期養生
- 繊維シート埋設による覆工補強
- 進化するトンネル換気技術
- 蛇紋岩地すべり粘性土地山を地すべり対策と早期閉合で克服

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（ ΔV 検出+オーバータイム付き）
- その他、特注品もお受けいたします。お気軽にご相談ください。

DAIWA TELECON

大和機工株式会社

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

ダム工事用コンクリート運搬テルハ（クライミング機能付）

重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

特長

- コストパフォーマンスに優れる。
機械重量が比較的軽量で、構造がシンプルな為運搬能力に対して安価である。
- 安全性に優れる
コンクリートバケットが堤体上空を横切らないので安全性に優れる。
- 環境に優しい。
河床に設置されるので、ダム天端付近の掘削を少なくできる。
- 大型機材の運搬も可能
専用吊り具で車両等の大型機材の運搬が可能。



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>

情報化施工研修会のご案内 ～ＩＣＴ建設施工の实地研修～

ＩＣＴを活用した新しい施工技術である情報化施工は、施工品質の向上や熟練度に左右されない高い精度の施工などを実現する方法として、更なる普及が期待されています。平成20年7月、国土交通省が設置した『情報化施工推進会議』は、「情報化施工推進戦略」を提言しましたが、その中でも「人材育成」が非常に重要であることを指摘しています。

(社)日本建設機械化協会は、3次元データを利用した建設機械制御に関する実践的な教育により、情報化施工に対応できる技術者を育成することを目的として、「情報化施工研修会」を開催しております。

今回の研修会は下記日程で実施することとしておりますので、研修生の募集についてご案内申し上げます。

なお、当協会ホームページにおいてもご案内をしております。

記

1. 開催日程： 平成22年10月21日(木)～22日(金)
2. 場 所：(社)日本建設機械化協会施工技術総合研究所（静岡県富士市大淵3154）
『情報化施工・安全教育研修センター』
3. 主 催：社団法人 日本建設機械化協会
4. 対 象：建設現場管理者、建設機械オペレーター、その他マシンコントロール（MC）、マシンガイダンス（MG）、トータルステーション（TS）による出来形管理の体験あるいは習得を希望する方。
5. 研修会のコース

コース名	研 修 目 標	受講費用	備 考
体験コース (1日間) 定員：20名	○情報化施工の概要を把握する ○TSによる出来形管理用データを作成し、実習により出来形管理の基本を習得する	20,000円/人	○CPDS認定研修（6unit） ○開催期間の初日の1日
実務コース (2日間) 定員：20名	○設計図面を読みMC、MG用データ作成をマスターする ○測量データを利用し出来形管理の基本を習得する ○実機を用いた実習によりMC、MG施工の基本を習得する	88,000円/人	○CPDS認定研修（14unit） ○研修用パソコンの利用（一人1台） ○「研修修了証」を発行 ○(独)雇用・能力開発機構のキャリア形成促進助成金制度に基づき、受講料及び賃金の助成を受けられる場合がありますので、雇用・能力開発機構都道府県センター等でご確認いただくことをお勧め致します。

- ・体験コースを既に受講した方が**実務コースを再受講する場合、68,000円/人**で受講できます。
- ・主に、(株)ニコン・トリンプル製のシステムを使用して実施します。
- ・受講費用には、建機・機材のレンタル費、パソコンの利用、傷害保険、テキストなどの費用が含まれています。宿泊費、食事代は含みません。
- ・ヘルメット、安全チョッキは当方で準備します。なお、実習の際は安全靴の着用をお願いします。
- ・諸般の事情により内容を変更する場合があります。

〒417-0801 静岡県富士市大淵3 1 5 4
(社)日本建設機械化協会 施工技術総合研究所(<http://www.cmi.or.jp/>)
Fax : 0545-35-3719 E-mail : joho-kenshu@cmi.or.jp

「情報化施工研修会」参加申込書

2010年 月 日

No.

※お申込状況によっては、中止する場合があります。また、定員オーバーなどの場合、受付をお断りする場合もありますので、予めご了承ください。

第 4 回 日本建設機械化協会 研究開発助成について

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

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

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

公募期間： 平成 22 年 7 月 1 日（木）～ 11 月 1 日（月）

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

助成期間： 助成決定通知の翌日～平成 24 年 3 月 31 日（土）

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

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

助成対象者： 助成対象とする研究者は下記の通りです。

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

助成内容： 助成の額及び助成の方法は下記の通りです。

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

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

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

問合せ先：（社）日本建設機械化協会 研究開発助成事務局（担当 両角）

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館2F

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

情報化施工の実務

発刊のご案内

平成 22 年 7 月 社団法人 日本建設機械化協会

謹啓 時下益々ご清祥のこととお慶び申し上げます。

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

さて、平成 20 年 7 月に「**情報化施工推進戦略**」がとりまとめられ、国土交通省の行う直轄事業の「**道路土工、舗装工、河川土工**については、2012 年までに**情報化施工を標準的な施工・施工管理方法とする**」ことが位置付けられました。また、平成 21 年 3 月に閣議決定された「**社会資本整備重点計画**」においても「**情報化施工の普及を促進する**」とされたところです。

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

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

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

敬具

◆内容

第 1 章 はじめに

本書の内容、専用システムの調達、情報化施工実施までの手順

第 2 章 三次元設計データの作成

三次元設計データの作成手順、路線データ及び TIN データの作成

第 3 章 座標計算又は二次元 CAD による TIN データ作成

メッシュデータ取得、設計データ作成ソフトへの読み込み

第 4 章 JCMA 専用ツールによる TIN データ作成

JCMA 専用ツールの概要、JCMA 専用ツールによる TIN データ作成

第 5 章 移動局への専用システムの装備

移動局の装備手順、モータグレーダの装備

第 6 章 基準局の設置

GNSS 基準局の設置、TS 基準局の設置

第 7 章 用語解説

◆本の体裁 (A 4 版 カラー 本編 92 ページ)

◆特徴

- ・国土交通省が定めた情報化施工に関する各種基準等を踏まえた内容。

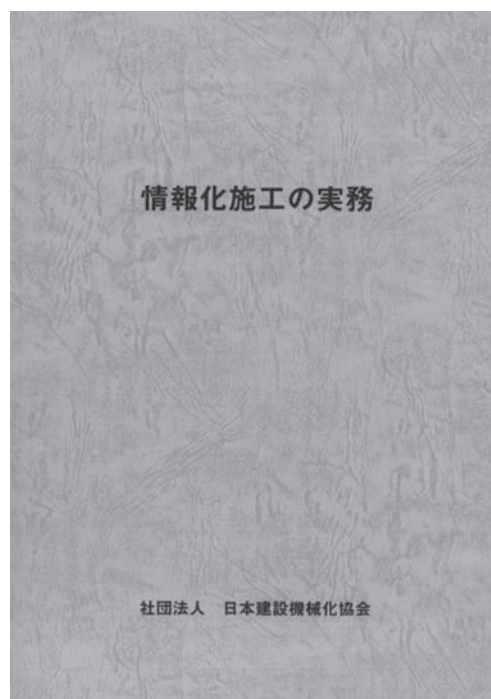
- ・図、写真、表を使い読みやすく理解しやすい構成。MC、MG を対象に記述。
- ・特に、実施に当たって課題となる三次元設計データの作成について詳細に記述。

◆定価 (税込み)

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

◆購入のお申込

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



<発刊予定のお知らせ>

よくわかる建設機械と損料 2010 (仮称)

建設機械等損料の解説書

- 上述のクローラ型に超低騒音機能およびクレーン機能を付加した機械。
- 07* [クローラ型・超小旋回型・クレーン機能付]
 上述のクローラ型に超低騒音機能とクレーン機能を付加した機械。
- 08* [クローラ型(超低騒音型)・超小旋回型・クレーン機能付]
 上述のクローラ型に超低騒音機能、超小旋回機能、およびクレーン機能を付加した機械。
- 11* [クローラ型・後方超小旋回型]
 上述のクローラ型に後方超小旋回機能を付加した機械。後方超小旋回型とは、後方(カウンタウェート側)の旋回半径(クローラの側端からの出張り量)が小さく(注)、狭い場所でも取り回しが容易で、かつ安全に作業ができる型式。前出の超小旋回型は前後共に「出張り量」が小さいが、この後方超小旋回型は「後方のみ」が小さいもの。
- (注)後方超小旋回型の基準：下部走行体の全幅(クローラ左右両端間の距離)の半分の長さに対して、カウンタウェート側(後端)の旋回半径が120%以下であること。
- 12* [クローラ型(超低騒音型)・後方超小旋回型]
 上述のクローラ型に超低騒音機能と後方超小旋回機能を付加した機械。
- 13* [クローラ型(超低騒音型)・後方超小旋回型・クレーン機能付]
 上述のクローラ型に超低騒音機能、後方超小旋回機能、およびクレーン機能を付加した機械。
- 212 [トラックバックホウ]
 トラックシャシに小型バックホウ(旋回装置から上)を架装し、シャシにアウトリガを装備した掘削・積み込み機械。自動車と同様に公道を高速で自走できるため、現場間を頻繁に移動する場合に主なる移動手段として搭載される。



よくわかる建設機械と損料 2010

社団法人 日本建設機械化協会

10月後半発行予定。
 詳細は別途当協会
 ホームページその他で
 お知らせします。

02 掘削及び積み込み

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

[第5～7桁]

—11* [クローラ型・後方超小旋回型]

—12* [クローラ型(超低騒音型)・後方超小旋回型]

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

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

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

(社) 日本建設機械化協会

建設の施工企画

2010 年 9 月号 No. 727

目次

トンネル 特集

3	巻頭言 トンネル技術の維持と発展のために	西村 和夫
4	厳しい施工条件を克服した夢咲トンネルの整備	坂 克人
11	蒸気岩盤破碎による立坑掘削 NRC 破碎工法	亀谷 秋光
16	山岳トンネル覆工コンクリート養生システムの開発	
	田中 徹・戸田 一生・佐藤 晃	
21	パドル・シールド工法の開発	金丸 清人
26	爆薬の機械装填システム	中村 聡磯・田口 琢也・松岡 秀之
31	中空構造の保温断熱板を用いた養生技術	
	「温ぬく（セントル用）」と「うるおい（覆工コンクリート用）」	
	椎名 貴快・吉永 浩二・佐藤 幸三	
36	プラスチックフィルムを用いた	
	トンネル覆工コンクリートの長期養生	壹岐 直之・吉武 勇
42	繊維シート埋設による覆工補強	
	道路トンネル新設工事における T-FREG 工法の適用	宇野洋志城・京免 継彦
47	進化するトンネル換気技術	西村 章
54	蛇紋岩地すべり粘性土地山を地すべり対策と早期閉合で克服	
	北海道横断自動車道 タンネナイトンネル	中野 清人・佐藤 諭一
60	交流の広場 3D 映画の増加と民生 AV 機器業界の動向	末次 圭介
63	ずいそう 江戸を斬る	進邦 康成
64	ずいそう 情報化施工とわたし	古口 聡
65	社団法人日本建設機械化協会 第 61 回通常総会開催（その 3）	
72	JCMA 報告 情報化施工関連図書のご案内	白鳥 昭浩
74	CMI 報告 供用中のトンネルにおけるインバート追加施工法の研究	
	横澤圭一郎・安井 成豊・藤田 一宏	
77	部会報告 ISO 国際 WG（作業グループ）会議出席報告書	
	ISO/TC 127/WG 8（ISO 10987 持続可能性）及び	
	ISO/TC 127/SC 1/WG 6（ISO 11152 エネルギー消費試験方法）	
	藤本 秀樹	
81	統計 平成 22 年度建設投資見通しの概要	
	機関誌編集委員会	
84	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	
85	行事一覧（2010 年 7 月）	
88	編集後記	（京免・圓尾）

◇表紙写真説明◇

パドル・シールド工法実証試験機

写真提供：カヤバシステムマシナリー(株)

パドル・シールド工法は、軟弱地盤に対応する矩形シールド工法である。矩形シールドは、「都市内の輻輳する

埋設物や小土被りといった施工条件に対し有利」、「円形断面より有効に掘削範囲を利用できる」などの特徴を持つ。写真は実証試験で使用した開発機である。メイン機器の汎用品の使用や、機構の単純化により、コスト面の対応を図っている。また、上段スライド機構により、小土被り施工時の地表面変位の抑制を可能にしている。

平成 22 年度「建設施工と建設機械シンポジウム」

論文発表・ポスター展示のご案内

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

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

会期：平成 22 年 11 月 9 日(火)
～ 10 日(水)

会場：機械振興会館

詳細問い合わせ先：

(社)日本建設機械化協会 両角

TEL：03-3433-1501

FAX：03-3432-0289

e-mail：t-abe@jcmanet.or.jp

第 4 回 日本建設機械化協会 研究開発助成

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

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

1. 助成対象者

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

2. 助成内容

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

3. 公募期間

平成 22 年 7 月 1 日(木)～11 月 1 日(月)

詳細問い合わせ先：

(社)日本建設機械化協会

研究開発助成事務局 両角

TEL：03-3433-1501

FAX：03-3432-0289

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

「情報化施工の実務」発刊のご案内

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

■主な内容

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

体裁：A4 判 92 頁

価格(送料別)：一般 2,100 円、会員 1,800 円

詳細問い合わせ先：

(社)日本建設機械化協会 白鳥

TEL：03-3433-1501

FAX：03-3432-0289

e-mail：info@jcmanet.or.jp

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

平成 22 年度版 建設機械等損料表 発売中

■国土交通省制定「建設機械等損料算定表」改定に基づいて編集

■損料積算例や損料表の構成・内容をわかりやすく解説

■機械経費・機械損料等に関する通達類を掲載

■各機械の燃料消費量を掲載

■各種建設機械の概要・特徴を図や写

真で紹介

■「日本建設機械要覧(当協会発行)」の該当ページを掲載

発刊：平成 22 年 5 月 10 日

体裁：B5 判 約 740 頁

価格：(送料別途)

一般 7,700 円(本体 7,334 円)

会員 6,600 円(本体 6,286 円)

問い合わせ先：

(社)日本建設機械化協会 総務部

TEL：03-3433-1501

FAX：03-3432-0289

e-mail：info@jcmanet.or.jp

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

巻頭言

トンネル技術の維持と発展のために

西村 和夫



最近、トンネル現場の数は減少しているが興味深い現場は多い。それらの現場のいくつかは何らかの新たな技術が適用されている現場である。新たな技術といっても土木技術の分野では今まで見たこともないようなものがいきなり出現するということはなく、当然今までの技術の積み重ねの延長線上の、新たな発展形としての技術である。もちろん、その進展の程度の大小は様々である。

その期待する効果に関して従来からの進展が大きい場合には、従来の延長線上にあるといっても、技術的評価が従来よりも難しい場合がある。なぜなら、一昔前のように現場が数多くある場合には、どこかの現場での採用実績、もしくは試験施工実績など、かなりの確度での結果をもとにこれらの技術の評価できた。しかし、現場の数が少なくなると、場合によっては小規模な実証実験の結果や要素実験の結果での判断が求められるからである。土木工事の多くは公共事業であるから、これらの技術的結果をどのように評価するかは発注者である官の判断にゆだねられる。

もっとも、進展の程度が大きいと技術の効果も明確になりやすいので、問題は技術に内在しているリスクをどう考えるかになるだろう。最近、発注者側の以前にも増したリスク回避を強く感じる。施工技術は常に見直し、改善し続けなければ、官民合わせた技術の世界は衰退してしまうだろうし、いざ新技術がほしいと思っても技術者は開発能力を失っているだろう。最近の、実証実験後はじめて、もしくは数例目の採用だった工法の現場を見たが、かならずその現場に適用するにあたっての些細ではあってもさらなる改善、改良点が多々見受けられる。採用されたことによる技術の進歩である。もう改善しなくても良いという土木技術の完成品はたぶん存在しないだろう。現場自体がいろいろな個性を持っているからである。多くの適用を経ることによって技が磨かれ、新たな発展形の技術につながるはずである。官である発注者は民間各社とともに

新たな技術を磨こうという積極的な姿勢が求められると思う。

一方で、その期待する効果の従来からの進展が小さい場合、他の類似の工法との違いがよくわからないこともある。そのような技術はある社が何らかの技術や工法を提案、発表しているからとにかく横並びのために他社も考えた、お付き合い新技術であることが多い。そもそもそういう技術の多くは発注者からの要求項目にそれが示されている。民間の立場では、たとえばその新技術の部分的な適用でも十分、もしくは適用せずとも丁寧な施工で十分と考えても、素直にそのような意見を表明した場合、発注者側がどのように判断するか不明である以上、全面適用で提案する。このような状況になると、逆に技術のメリハリをなくしてしまうように感じる。民間各社もお付き合い新技術に対して人的資源を割いているから、本来考えてほしい技術への限られたリソースを食いつぶしている。

山岳トンネルの覆工の品質に関し、だいぶ前にあるトンネル技術者が話してくれた言葉をよく思い出す。「コンクリート打ち込み時に上がってくるノロをバケツでまめに汲み上げるような坑夫さんが一人いれば覆工の品質も見栄えも見違えるように良くなる。」当時はセントルに覆工の品質を良くするための仕掛けがあれこれ付き始めたころであった。機械に頼らずとも丁寧に施工すればよし、のたとえの表現とは思いますが、技術者の機械やシステムに依存し、技量を忘れかけていることへの警鐘と考えている。技量による丁寧な施工の提案が事前に評価できる方法があると現場も随分と変わると思うが、残念ながら理想に過ぎないか。

現在は技術評価が多く行われている。発注者側のメリハリのついた提案項目の設定と採否の判断は必須と思う。そうすることによって技術が絶えず成長する機会を与えることができると考えるからである。

厳しい施工条件を克服した夢咲トンネルの整備

坂 克 人

夢咲トンネルは、咲洲（南港地区）と夢洲（北港南地区）を直結することによりスーパー中枢港湾「阪神港」の物流効率化を図るとともに大阪湾全体の臨海部交通ネットワークの役割を担うものと期待されている。この夢咲トンネルは、短期間での完成を目指し、埋め立て直後の超若齢地盤での施工を余儀なくされるとともに、大型船舶等が多数航行する大阪港主航路上に沈埋函を設置するなど、非常に厳しい施工条件下で工事を進捗させた。同トンネルの整備にあたっては綿密な計測施工を行うとともに、サイドワンタワ方式による沈埋函据付けや最終函にキーエレメント工法を採用するなどの数々の新技術を採用した。

キーワード：大阪港、スーパー中枢港湾、臨港交通施設、沈埋トンネル、超弱齢地盤、沈埋工法、開削工法

1. はじめに

昨年（平成 21 年）8 月に大阪港夢咲トンネルが開通した。この夢咲トンネルにより、現在の大阪港の物流センターである咲洲（南港地区）と新たな国際海上コンテナターミナルが整備され今後の国際物流拠点として期待される夢洲（北港南地区）が直結し、スーパー中枢港湾「阪神港」としての物流の集約・効率化を図るための新たなルートが形成された。さらに、大阪湾全体の交通体系においても、舞洲、夢洲、咲洲を結ぶ臨海部交通ネットワークが完成し、今後関西経済の発展に大きな役割を担うものと期待されている。

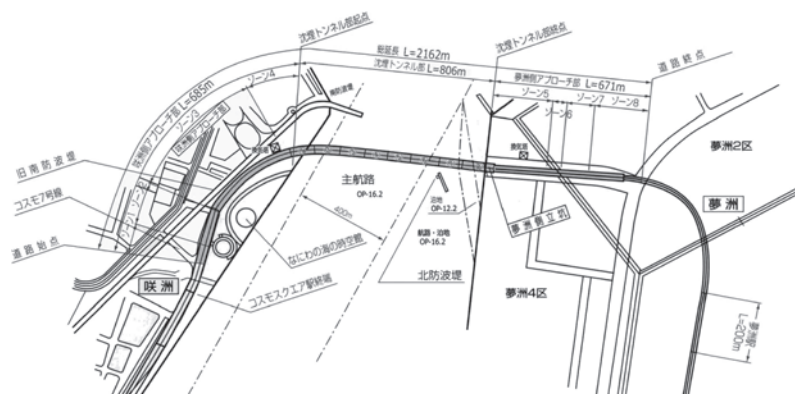
一方、この夢咲トンネルは、短期間での完成を目指し、埋め立て直後の超若齢地盤での施工を余儀なくされるとともに、大型船舶等が多数航行する大阪港主航路上に沈埋函を設置するなど、非常に厳しい施工条件下で工事を進捗させたものである。ここでは、大阪港夢咲

トンネルの整備および施工の特徴について記述する。

2. 夢咲トンネルの概要

(1) 夢咲トンネル計画

物流施設等が多数立地する大阪港咲洲（南港地区）では、臨港鉄道・南港テクノポート線（地下鉄）が平成 9 年 12 月にコスモスクエア駅まで開業し、また、国際・国内フェリーターミナルやトラックターミナルも集積している。一方、夢洲（北港南地区）では、国際海上コンテナターミナルをはじめとする国際物流施設群の整備が進められている。これら、両地区の交通需要の増加に対応し、物流と人流の分離による埠頭間の物流効率化を図るため、咲洲と夢洲を結ぶ臨港交通施設として、鉄道・道路併用トンネルである夢咲トンネルが計画された。図—1 に計画平面図を示す。



図—1 夢咲トンネル計画 平面図

(2) 構造概要

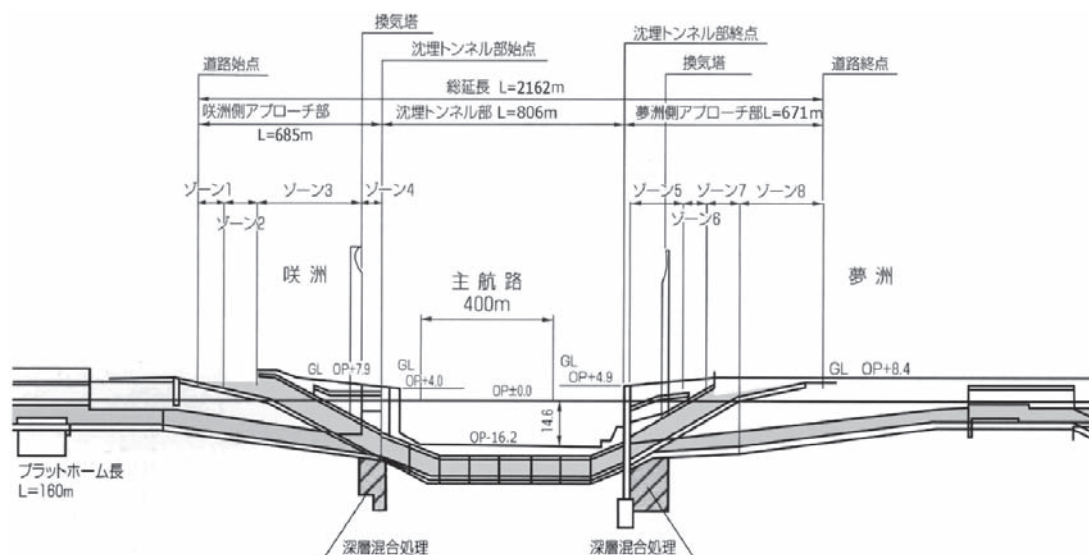
夢咲トンネルは、咲洲と夢洲の両地区を結ぶ鉄道と道路を併設した海底トンネルであり、海底部分は沈埋工法で、陸上のアプローチ部分は開削工法で整備することとなった。

沈埋工法とは、トンネルエレメントとなる沈埋函を陸上又はドライドックなどの製作ヤードにおいて函体構造物の形で製作し、その両端部を仮隔壁で閉鎖したうえで水に浮かべて沈設現場まで曳航、予め掘削した海底面に沈設、水压等を利用して函体相互の接合を行い、土砂の埋め戻しを行う手順で完成させる海底トンネルの建設工法である。今回この沈埋トンネルを採用することにより、トンネル設置深さを船舶の航行に影響のない程度まで浅くでき、アプローチ部となる陸上トンネル部分の延長を短くすることが可能となった。また、沈埋函をドライドックなどで製作したことから現地での工事期間が大幅に短縮できた。さらに鉄道・

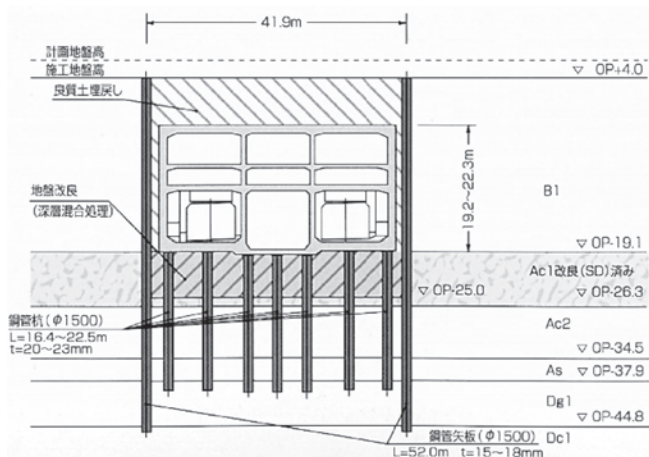
道路併用という大断面のトンネル施工にも比較的容易に対応できたことなどにより工期面、費用面などの効果があった。

具体的なトンネル構造については、現地の状況、土地利用計画、地盤性状等の施工条件を勘案して決定した。図—2に縦断面構造を示す。

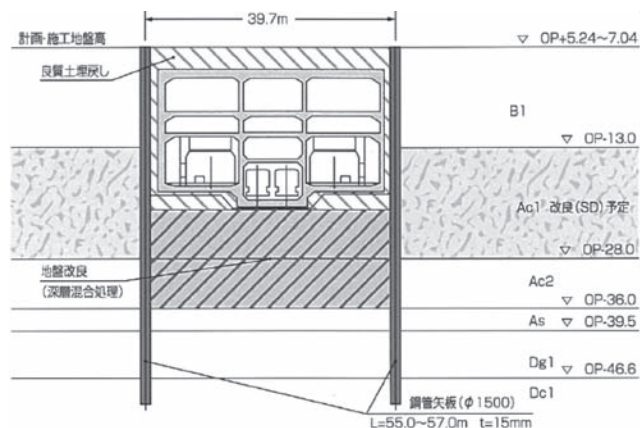
まず、トンネルの出入り口となるアプローチ部分については、地盤の粘土層の圧密沈下量を考慮して躯体構造は多層ボックス構造、基礎構造は支持層までの杭基礎またはCDM工法による地盤改良による基礎を基本断面とした。多層構造を採用することにより、圧密沈下や基礎構造に作用する支持力の低減を図ることとした。さらに、杭基礎、CDM基礎により、沖積粘土層の圧密に伴う不同沈下等にも対応できることとし、施工性・経済性を勘案して夢洲側アプローチ部の一部にCDM基礎、その他の区間には杭基礎を選定した。アプローチ部分の代表的な構造断面を図—3, 4に示す。



図—2 夢咲トンネル 縦断面図



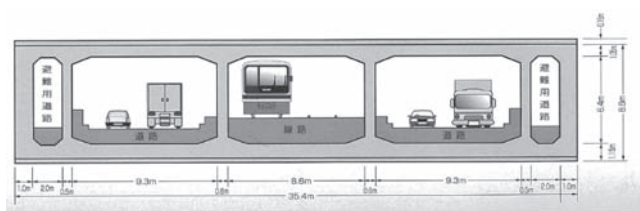
図—3 咲洲側 アプローチ部 標準断面図



図—4 夢洲側 アプローチ部 標準断面図

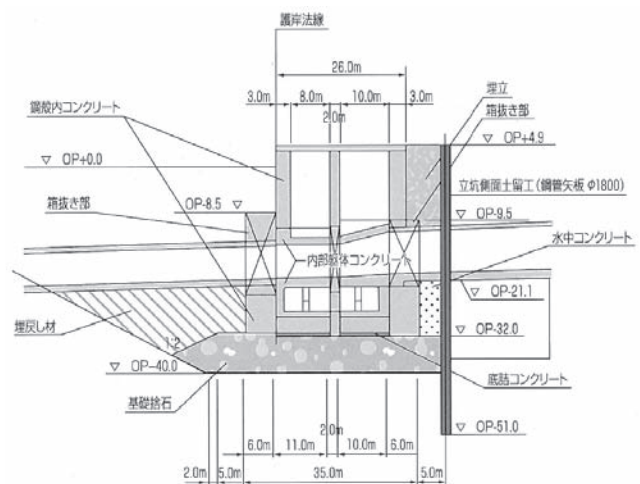
海底部分に設置する沈埋函の構造および規模は、設置される航路部の状況、隣接する埋立地の造成状況さらに洪積粘土層の圧密沈下等を総合的に勘案して次のように決定した。①咲洲側は護岸法線から30m陸側で直接アプローチ部に接合、②夢洲側は護岸法線部分に立坑を設置して接合、③沈埋函は長さ約100mの規模とし合計8函設置することとした。

また、構造形式は、製作ヤードの条件や工費、工期等を鑑み、上床版、側壁をフルサンドイッチ、下床版をオープンサンドイッチとした鋼コンクリート合成構造形式を採用した。トンネルの断面は、鉄道を中央に、道路は左右に上下2車線ずつ振り分けて配置し、非常時のための避難通路も設けている。沈埋函の標準断面寸法は、幅34.5m、高さ8.6mである。必要内空寸法は、道路の方の建築限界（背高コンテナ対応：4.2m）に舗装厚や沈下余裕等を踏まえて、内空断面6.4mとした。沈埋トンネル断面図を図—5に示す。



図—5 沈埋トンネル断面図

沈埋函部分とアプローチ部分との接続部分については、夢洲側は着工時点でまだ埋め立てられていないため圧密沈下や護岸設備を勘案して立坑を設置した。一方の咲洲側は既に埋め立てが完了していたため、コスト縮減の観点から立坑を設置せずにアプローチ部分に直接接合することとした。一般に立坑は護岸としての機能、アプローチ部施工時の止水機能、沈埋トンネル部への資器材の搬出の役割を果たす。今回の夢洲側立



図—6 夢洲側立坑部 鋼殻ケーソン断面図

坑は鋼板を構造部材とみなしたフルサンドイッチ合成構造の鋼殻ケーソンとした。

3. 厳しい施工条件の克服

(1) 超若齢地盤下での施工

夢咲トンネルの着工前は、夢洲側はまだ埋め立て工事が行われておらず、海面の状況であった。このような状況から、平成12年度に咲洲側・夢洲側アプローチ部の地盤改良から着工したが、その後、スーパー中核港湾の中核施設として整備された夢洲コンテナターミナル岸壁C12の開業と同時に夢咲トンネルを供用できるようにと、可能な限り短期間での整備を進めることとなった。この現場は、以前より軟弱な粘性土が厚く堆積している地盤条件であったことから、長期にわたる地盤の圧密沈下の発生が予想されていた。特に夢洲側の護岸付近では、埋め立て後の十分な圧密沈下期間を確保できず、超若齢地盤上での施工を余儀なくされたため、1m以上の大きな地盤沈下がトンネル供用後100年間に発生すると予想された。さらに、咲洲側の護岸付近でも、トンネル法線（沈埋函）が護岸と斜めに交差することなどの特殊条件により、複雑な地盤変形の発生も懸念されていた。

(2) 綿密な計測管理の実施

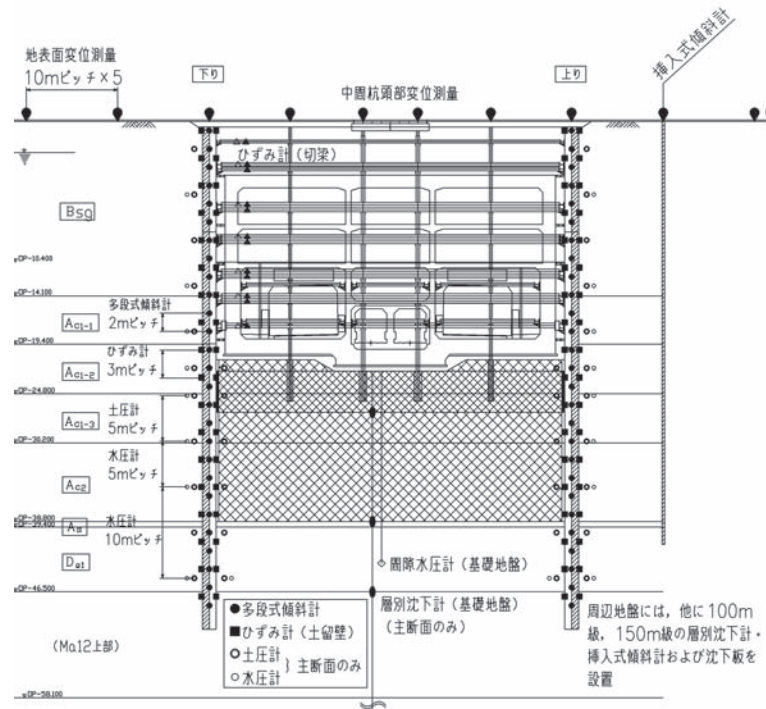
このように夢洲側、咲洲側アプローチ部分の開削工事は、埋め立て間もない超若齢地盤を大規模に掘削する（幅40m、最大掘削深さ約25m）困難なものであった。特に、土留鋼管矢板等の仮設構造物や周辺地盤の挙動を計測管理データによる予測解析を実施するなど綿密な計測施工の下に工事を完了させた。夢洲側アプローチ部で実施した計測項目を表—1に示す。

咲洲、夢洲側アプローチ部はともに延長600mもの線状構造物であるため、約50mごとに計測主断面、従断面を設け、仮設構造物の挙動を把握することとした。

計測結果は、許容応力度等をもとに設定した管理基準値を設定し、現段階の計測値と施工途中において実施する次段階以降の予測解析結果の組み合わせによる管理マトリックスを用いて評価・管理を行うこととした。夢洲側アプローチ部では掘削開始前に鋼管矢板の

表—1 夢洲側アプローチ部の計測項目一覧

	主な計測項目
土留め構造物	土留め壁の変形、応力、土・水圧、切梁軸力、中間杭の鉛直変位
基礎地盤	掘削敷内層別沈下、間隙水圧
周辺地盤	層別沈下、地表面沈下、水平変位、間隙水圧



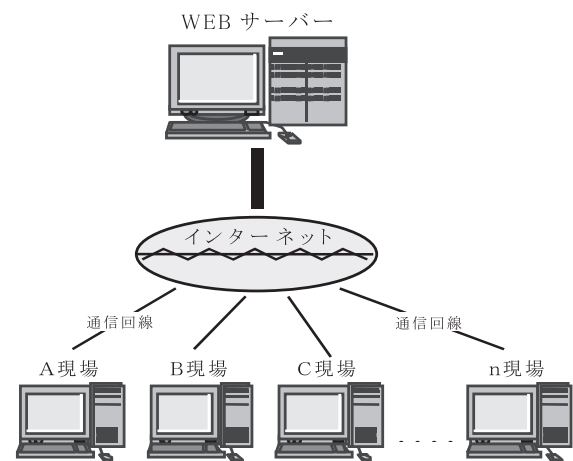
図一七 夢洲側アプローチ部の計測機器配置図

表一 二 管理マトリックスの例

		次段階以降の予測値			
		1次管理基準値 (許容応力度×0.6)	2次管理基準値 (許容応力度×0.8)	限界管理基準値 (許容応力度)	
現段階の計測値	1次管理基準値 (許容応力度×0.6)	工事を続行する	監視を強化し工事を続行する	事前に対処工法を協議する	限界管理基準値以内に収めるための対処工法を協議する
	2次管理基準値 (許容応力度×0.8)	監視を強化し工事を続行する	監視を強化し工事を続行する	事前に対処工法を協議する	
	限界管理基準値 (許容応力度)	集中管理の実施及び対処工法を協議し、準備を行う			
	現段階が最終掘削段階の場合 ：工事を中止し、現在以上増加しない対処工法を実施する				
	現段階が最終掘削段階でない場合 ：工事を中止し、限界管理基準値以内に収める対処工法を実施する				
	降伏点	工事を中止した後、緊急協議を行い、対処工法を実施する			

変状が増大し、一部で鋼管矢板の応力度が限界管理基準値（許容応力度）を超過することが予想されたため、降伏点までを想定した管理マトリックスを設定した。

また、各工区で得られた計測データを共通の計測システムで効率よく集約、管理することとし、システムの比較検討を行った結果、操作性、維持管理に要する労力、多量の計測データを管理できる等の理由から、汎用ブラウザによるWEB型計測システムを活用した。これにより、施工中の計測を30分ごとに実施し、大阪港湾・空港整備事務所に設置したWEBサーバーによって、工事関係者が計測データを閲覧することが可能となるようにし、管理基準値との比較や、次



図一八 計測管理WEBシステム

段階の予測解析等へ適用した。

(3) 船舶安全対策の徹底

夢咲トンネルのルートは、大阪港でも最も航行船舶の多い港口部である大関門から港内側に220 m程度入った位置で計画された。したがって、沈埋部の施工では一般船舶の航行安全の確保が最も重要な課題の1つであった。これまでに大阪湾内で建設された大阪港咲洲トンネルおよび神戸港港島トンネルでは、2箇所とも沈埋部の施工時には航泊禁止区域が設定された工事区域の中で施工した。しかしながら、夢咲トンネルは港口に非常に近い位置に建設され、大阪港に入出港する大型船舶のほとんどが航行するため、極力航行船舶への航行障害を低減する目的から、工事中の航泊禁止区域を設けずに施工する方法を検討した。特に、航路中央部での施工に必要な工事区域を確保すると、一般船舶の航行幅が狭くなり、安全性の確保が難しくなる。また、沈埋函沈設時には一度作業を開始すると大型船が航行しても沈埋函を退避させることができなくなるため、新技術「サイドワントワー工法」が考案され採用された。

また、航路内での作業中は、可航幅をより広く確保することや作業船の退避時の迅速性を考慮し、ブイ等による表示を行わないこととし、可航側を示す表示板を掲げた表示専用船の配備、夜間でも航行船舶に対し航行できる水域を示すなど、航行船舶の安全確保を徹底して施工した。また、沈埋函の沈設作業は、一旦開始すると大型船の航行などにより途中で中止して退避することが現実的でないため、一連の作業として作業区域を設定し、灯浮標で明示して一般船舶の安全な運行を確保することとした。その他にも安全対策として、情報連絡系統の設定と各工事間および関係者等との連絡調整、リーフレットの配布、警戒船の配備など船舶航行安全対策委員会を通じて審議されたことを遵守し施工した。

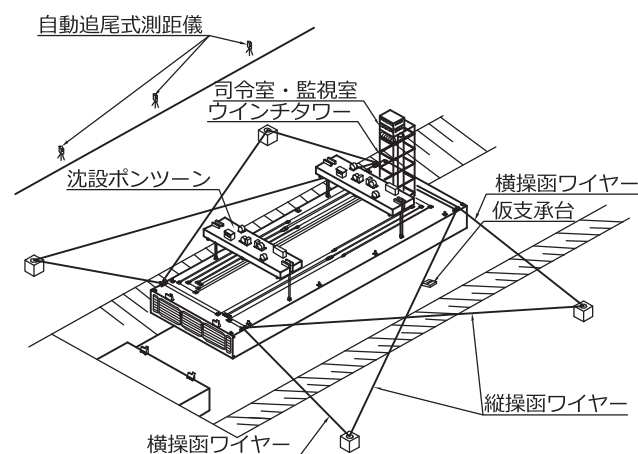
(4) サイドワントワー方式による沈埋函の沈設

基本的な航行船舶の安全対策は、前述したとおりであるが、最も安全確保が難しいとされた航路中央部における沈埋函沈設時での航行船舶の安全確保のためには、一般船舶の可航水域をできるだけ広く確保し、かつ沈設作業後の航路を早期開放する必要がある。そのため、従来の標準的な沈設方法の1つである2基のウインチタワーを用いたツータワーボンツーン方式からウインチタワーを片側1基のみとするサイドワントワー方式に代えて沈設することとした。従来のツータ

ワーボンツーン方式とサイドワントワー方式による沈設方式を、写真—1 および図—9 に示す。



写真—1 従来のツータワーボンツーン沈設方式
(神戸港港島トンネルの例)



図—9 サイドワントワー沈設方式

このサイドワントワー方式は、夢咲トンネル工事で初めて採用され、従来方式に比べてウインチタワーが1基分減るため、艀装・撤去に要する時間や労力が低減でき、コストダウンが図れるとともに、最も大きなメリットとして航路中央部での沈設時に航路開放を早期に安全に行うことができた。

4. その他の新技術の導入

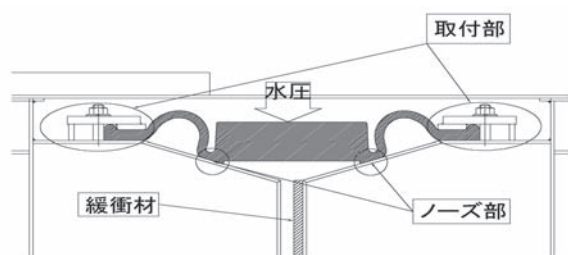
(1) 大変形に追従するクラウンシール継手の採用

海底の沈埋トンネル部分には、供用後の地盤沈下に伴う変形や地震時の地盤変位に追従するための可とう継手が必要である。現地の地盤条件からはトンネル供用後100年間で最大1 m程度の地盤沈下が予測されていた。また、阪神淡路大震災以降、沈埋トンネルにおいても地震動に対する耐震性能の確保が要求されていた。このため、近年発生が危惧されている東南海・南海地震に対する耐震性能を向上させるための技術が



図一 10 クラウンシール継手の構造

求められた。このように大規模地震時および地盤沈下による変位によって、夢咲トンネルの沈埋函接合部では函軸方向に200 mm以上の大きな変位が発生する可能性が高いと想定された。このため、従来から沈埋トンネルで使用している継手構造では予測される変位に追従できず接合部の止水性能が確保できないことから、より大きな変位に追従することができる継手「クラウンシール継手」を新たに開発して採用した。クラウンシール式継手は、継手の外周に円環状のゴムを設置し、外水圧を利用した止水性能と大変形に対する可とう性を確保する構造で、世界でも初めての継手構造であった。クラウンシール継手の採用にあたっては、止水性能、変形（追従）性能および部材安全性を確認するための様々な実験・解析を行った。



図一 11 クラウンシール部の拡大図

(2) キーエレメント工法採用による工期の短縮

従来は沈埋函の最終継手にはVブロックという部材を別途製作して接続していた。今回の夢咲トンネルでは、このVブロック工法を改良・発展させた工法である「キーエレメント」と呼ばれるくさび形の沈埋函を自重と水圧を利用して既設函に密着させ、止水を実現させる工法を採用した。本工法の採用によって沈埋函に最終継手の機能を兼用させることができ、据付手順の共通化及び回数の減少につながった。この工法は既設沈埋函の据付精度と最終函の出来形精度に左右されたが、継手部に伸縮性を有する止水ゴムが開発のポイントとなった。施工誤差を吸収するために新しく開発した伸縮性止水ゴムについては、各種実験などを

行って、材料や施工法および性能などの検証を行った後に採用されたものである。今回初めてキーエレメント工法が採用され、所定の精度で問題なく施工することができるとともに、従来の方式と比較して約3カ月の工期の短縮が可能となった。



図一 12 キーエレメント工法による最終函の沈設

5. おわりに

夢咲トンネルが平成21年8月に開通するに併せて、スーパー中核港湾の中核である夢洲コンテナターミナルの供用が平成21年10月に開始された。これにより、大型コンテナ岸壁のある夢洲と大阪港の物流施設が集



写真一 2 夢咲トンネルを通行する貨物車両

結する咲洲を直結する夢咲トンネルの交通量は、平成21年12月の段階で、早くも1日当たり11,000台（うち大型車が50%超）を記録し、大阪港臨海部の交通の幹線としての役割を果たしている。

一方、夢咲トンネルの整備は、埋立て間もない超若齢地盤や大型船が頻繁に航行する大阪港主航路での施工など厳しい施工条件を様々な技術的工夫により克服するとともに、「スーパー中樞港湾 阪神港」の機能発揮に欠くことの出来ない陸上アクセスを早期に実現した画期的なプロジェクトとして土木施工技術の発展にも少なからず寄与するものと考えている。

JCM|A

[筆者紹介]

坂 克人（さか かつひと）
国土交通省 近畿地方整備局
大阪港湾・空港整備事務所



「建設機械施工ハンドブック」改訂3版

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

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

「基礎知識編」

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

「掘削・運搬・基礎工事機械編」

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

「整地・締固め・舗装機械編」

1. モータグレーダ
2. 締固め機械
3. 舗装機械

● A4版／約900ページ

● 定 価

非 会 員：6,300円（本体6,000円）

会 員：5,300円（本体5,048円）

特別価格：4,800円（本体4,572円）

【但し特別価格は下記◎の場合】

◎学校教材販売

〔学校等教育機関で20冊以上を一括購入申込みされる場合〕

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも沖縄県以外700円、沖縄県1,050円

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

●発刊 平成18年2月

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館）

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

蒸気岩盤破碎による立坑掘削

NRC 破碎工法

亀 谷 秋 光

非火薬組成の破碎剤と IC チップを組み込んだ点火具で構成される New Rock Cracker は、火薬類取締法の制限を受けずに多段発の破碎が可能なので、低公害の破碎を要する現場や火薬類の消費許可を得る時間的余裕がない現場などで使用が見込まれる。New Rock Cracker の取扱いは火薬類に準じるが、点火具端末のコネクターを用いて並列結線を行い専用の点火器で点火するなど、使用面で New Rock Cracker と火薬類は相違があるので、立坑掘削の施工事例をまじえて紹介する。

キーワード：非火薬、電子式、段発、振動低減、テルミット反応、並列結線

1. はじめに

家屋や構造物などの保安物件に近接する箇所の発破掘削は、振動や騒音が問題となることが多く、制御発破の採用や発破時刻の制限などを余儀なくされるケースがある。

また発破掘削は、振動や騒音の影響が少ない場合でも消費場所周辺の居住者から同意を得る必要があり、火薬類取扱所といった専用施設も設置しなくてはならない。

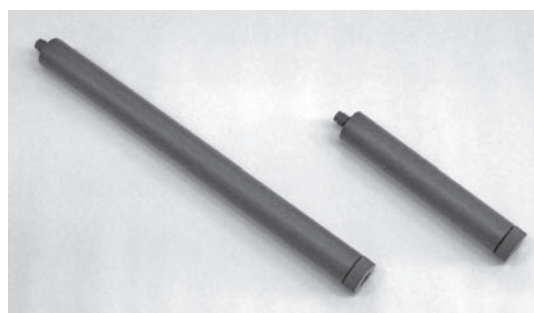
New Rock Cracker（以下、NRC）は、これら諸問題を解決し、効率的に岩盤を破碎するために開発された非火薬の破碎剤で、テルミット反応による膨張圧で岩盤を引張破碎する。掘削工法における NRC の位置づけは図—1 に示すように、発破工法と油圧式割岩工法の間位置し、また多段発破碎が可能なので、保安物件に近接した箇所の深礎掘削や盤下げ掘削に採用

されつつある。本稿では、施工事例もまじえて NRC による破碎工法を紹介する。

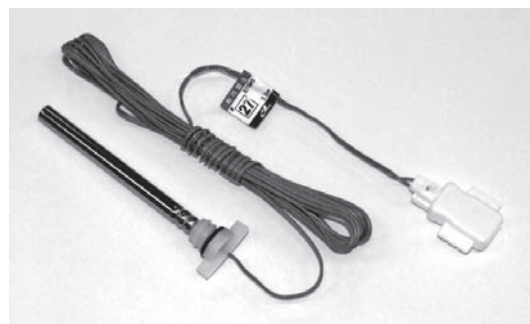
2. NRC の概要

(1) NRC の構成と特徴

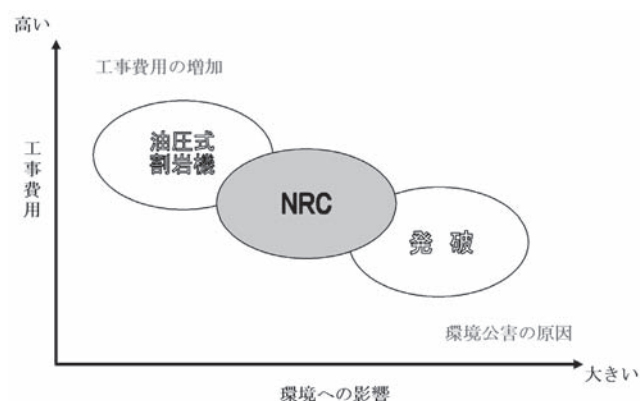
NRC は、破碎剤の入ったカートリッジ（写真—1）とイニシエーター（点火具：写真—2）で構成され、コントローラー（点火器：写真—3）を用いて点火する。



写真—1 カートリッジ



写真—2 イニシエーター



図—1 NRC 破碎工法の位置づけ



写真-3 コントローラー

NRC の主な特徴を以下に示す。

- ①非火薬のため火薬類取締法の制限を受けず、保管や消費許可等に係る取り扱いが簡便である。
- ②テルミット反応による膨張圧で岩盤を引張破碎するため爆薬に比べ低振動、低騒音で破碎を行うことができ、周辺への影響を抑えることができる。
- ③段発のイニシエーターを使用することで、トンネルや深礎等での起砕効果が向上する。

(2) カートリッジ

カートリッジは樹脂製で、粒状の破碎剤が収められている。カートリッジの仕様を表―1、破碎剤の性能を表―2に示す。

表―1 カートリッジの仕様

種類	薬径 mm	薬長 mm	重量 g／本
NRC 200	34	200	200
NRC 400	34	400	400

表―2 破碎剤の性能

仮比重	1.25 ～ 1.35 g/cm ³
使用温度	－ 20 ～ 60℃
反応温度	2,502 K
反応速度	200 ～ 300 m/s
エネルギー	1,711 kJ/kg
ガス量	351 ℓ /kg
比エネルギー	326 ℓ・MPa/kg

(3) イニシエーター

イニシエーターはカートリッジを点火するためのもので、コントローラーからの信号を受けて電子タイマーが作動し、一定時間後に発火する。

基準秒時 25 ～ 5,000 ms の範囲で、80 段までの多段発が可能であるが、現状は 12 段から 40 段程度を段飛

ばしで使用している。

イニシエーターの仕様及び性能を表―3、イニシエーターの基準秒時を表―4に示す。

表―3 イニシエーターの仕様及び性能

材質	アルミニウム
直径	8.1 mm
長さ	91 mm
脚線長	3.5 m
使用温度	－ 20 ～ 60℃
標準抵抗	20,000 Ω
延時方式	電子式
耐水性	0.3 MPa
耐静電気性能	2,000 × 8 以上 pF × kV

表―4 イニシエーターの基準秒時（抜粋）

段数	基準 秒時 (ms)	段数	基準 秒時 (ms)	段数	基準 秒時 (ms)
12	300	22	550	32	800
14	350	24	600	34	850
16	400	26	650	36	900
18	450	28	700	38	950
20	500	30	750	40	1,000

(4) コントローラー

コントローラーは、イニシエーターを点火するための点火器で、最大 100 本のイニシエーターを点火することができる。コントローラーの仕様を表―5に示す。

表―5 コントローラーの仕様

重量	7.4
電源	バッテリー（充電式）
最大点火本数	100
サイズ	縦 365 mm×横 270 mm ×高さ 150 mm

3. 破碎作業手順

破碎作業は発破工法と類似しているが、NRC はテルミット反応による破碎剤の膨張圧で瞬時に低振動で対象物を引張破碎する。以下に破碎作業手順を示す。

①事前準備

破碎場所の漏洩電流の有無を確認し、漏洩電流が確認された場合は原因を調査し排除する。保安物件を確認し、使用段数や飛石防護方法を検討し、岩盤状況に適した破碎実施計画を作成する。NRC の標準使用量を表―6に示す。

表－6 NRC 標準使用量

破砕方法	標準使用量 kg/m ³		
	軟岩	中硬岩	硬岩
芯抜き破砕	1.8	2.0	2.5
盤下げ破砕	0.7	0.8	1.0
ベンチ破砕	0.6	0.7	0.9

②穿孔

φ 45 mm のビットで破砕実施計画に従って穿孔する。岩盤が硬い場合は込め物長を長くし、最小抵抗線・孔間隔を狭くする。最小込め物長は軟岩 0.6 m、中硬岩 0.8 m、硬岩 1.0 m を目安とする。

③ NRC 準備

カートリッジのふたの凹部に雷管挿入棒等で穴を開けイニシエーターを挿入し（写真－4）、脚線をねじらないよう、カートリッジを左にまわしてイニシエーターをしめこむ。



写真－4 イニシエーター装填

④装填

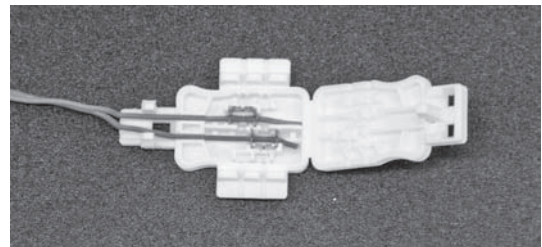
漏洩電流等がないことを確認する。十分な込め物長を確保するため、木または樹脂製の込め棒で穿孔長を確認しながら、脚線を傷めないように装填する。込め物は砂や7号碎石を使用し、十分な込め物長が確保できない場合は、セメント系込め物を使用する。

⑤結線

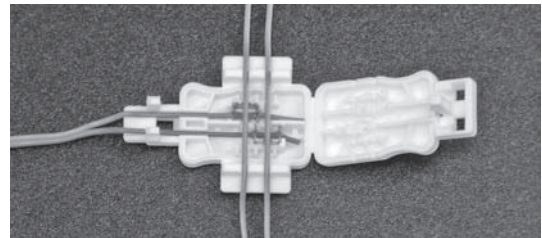
指定の並列線（材質：銅、芯線径φ 0.5 mm、被覆径φ 1.3 mm）を用いて並列結線を行う。イニシエーター端末のコネクターのふたを開け（写真－5）、並列線をコネクター端子の上に平行に挿入し（写真－6）、コネクターのふたを閉める（写真－7）。ふたを閉めると並列線の被覆が破れ、コネクター端子に並列線の芯線が接触する。

発破同様、補助母線と発破母線を介して並列線をコントローラーに接続する（図－2）。

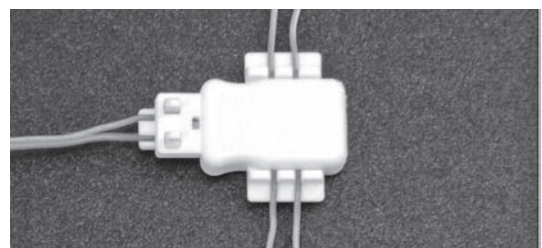
導通確認は専用のテスターを使用する。イニシエーター1本の基準抵抗は 20,000 Ω で並列結線なので、



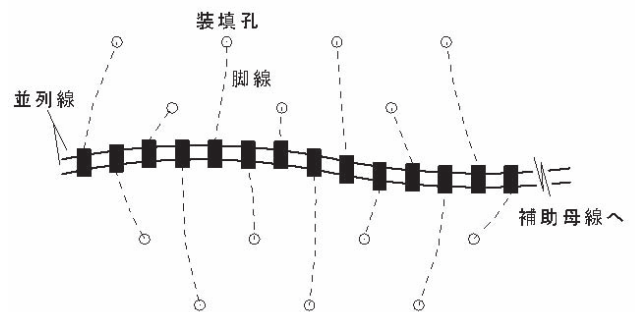
写真－5 コネクター開放



写真－6 並列線設置



写真－7 並列線収納



図－2 結線イメージ

回路抵抗値は次式で計算する。

$$R = \frac{20,000}{\text{イニシエーター数}} \quad (\Omega)$$

⑥防護・退避

飛石防止のため、ブラスティングマット、防爆シート等を使用して防護を行う。防護時に脚線や並列線を傷めないよう注意する。防護完了後、必要個所に見張り人を配置し、危険区域内の退避を確認した後、点火作業に入る。

⑦点火作業

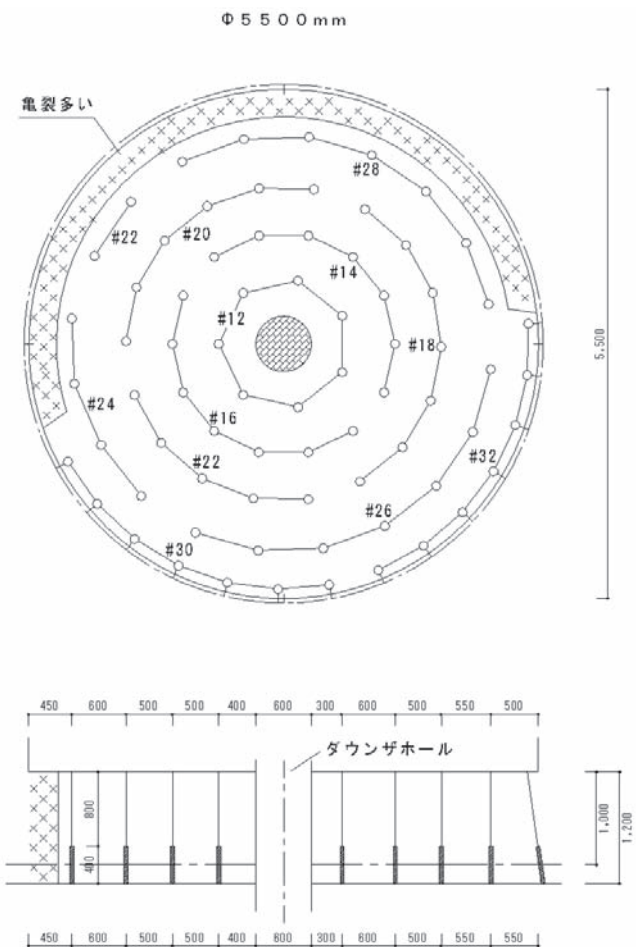
周囲に破砕作業を行う旨の警告を行い、コントローラーを用いて点火作業を行う。点火後、5分以上たってから破砕場所の安全を確認したのちに警戒を解除する。

4. 施工事例

(1) φ 5.5 m 深礎（NRC400 + ダウンザホール）

愛知県額田において NRC400 により、φ 5.5 m の深礎破碎を行った。破碎箇所が保安物件に近接していたことより、11 段発の多段破碎を採用して振動低減をはかった。硬岩が露出していたが深礎中心部にダウンザホール（φ 600 mm）が施工されていたので、これを自由面として順次破碎を展開した。破碎実施パターン等を以下に示す。

<破碎実施パターン>



図—3 破碎設計

表—7 破碎諸元

岩 質	硬岩～中硬岩	使 用 イニシエーター	12 段～32 段 の段抜き
断面積	23.8 m ²	カートリッジ 使用量	29.2 kg
掘進長	1.0 m	イニシエーター 使用量	73 本
穿孔長	1.2 m	1 m ³ 当り カートリッジ量	1.23 kg/m ³
使 用 カートリッジ	NRC400	1 m ² 当り イニシエーター量	3.07 本 /m ²

表—8 段当りの穿孔数・装薬量

段数	孔数	カートリッジ量 (kg/ 孔)	1 段当り カートリッジ量 (kg/ 段)
12	7	0.4	2.8
14	7	0.4	2.8
16	7	0.4	2.8
18	7	0.4	2.8
20	6	0.4	2.4
22	7	0.4	2.8
24	4	0.4	1.6
26	7	0.4	2.8
28	7	0.4	2.8
30	7	0.4	2.8
32	7	0.4	2.8
合計	73	—	29.2

NRC による深礎破碎前と破碎後を写真—8, 9 に示す。
破碎後の切羽は、中央部で 50 cm 盛り上がり、また盛り上がりの少ない箇所にも亀裂が入って破碎前の“水溜り”がなくなった。破碎岩も小さく、ブレーカーを使用しなくても油圧ショベルで掘削ができる状況であった。また保安物件への破碎振動の影響が懸念されたため、破碎箇所から 30 m 地点で振動測定を実施したが、変位速度 0.076 cm/sec、振動レベル 59 dB で想定内の振動であり問題はなかった。



写真—8 NRC 破碎前

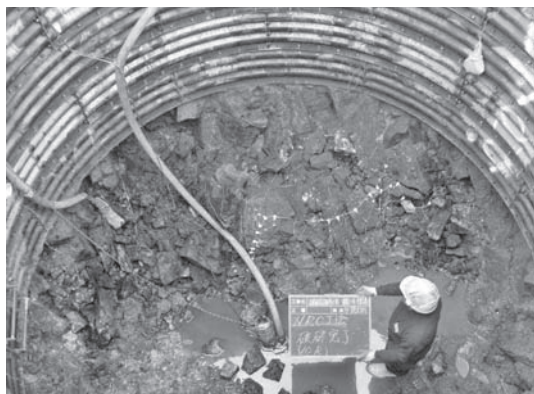


写真—9 NRC 破碎後

(2) ϕ 4.0 m 深礎 (NRC200 + NRC400)

福岡県下原において NRC200 と NRC400 により、 ϕ 4.0 m の深礎破碎を行った。

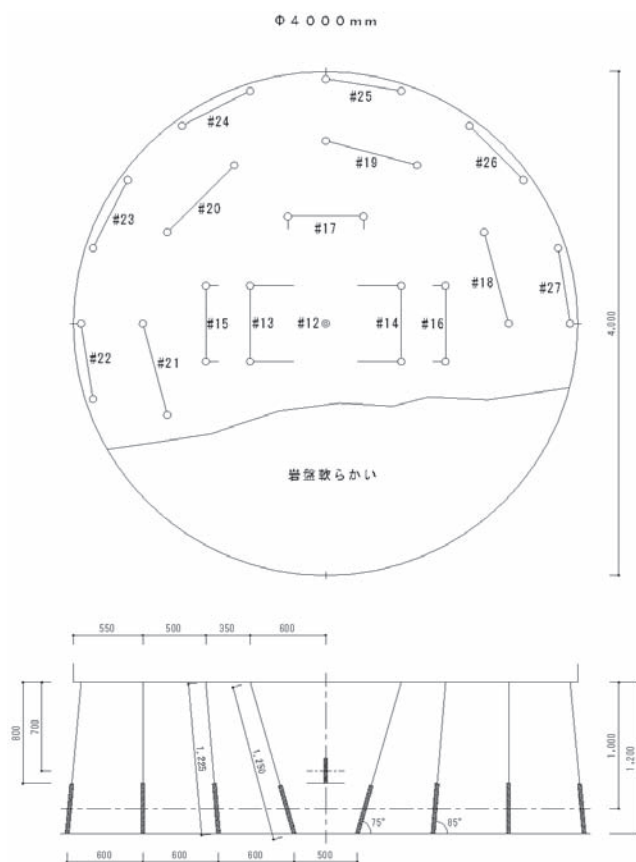
保安物件（民家）が近接していたので、16 段発のイニシエーターを用いて振動低減をはかった結果、切羽より 19 m 地点の振動レベルは 64 dB であった。また破碎状況（写真—10）も良く、掘削効率が向上した。



写真—10 NRC 破碎後

破碎実施パターン等を以下に示す。

<破碎実施パターン>



図—4 破碎設計

表—9 破碎諸元

岩 質	緑色片岩	使 用 イニシエーター	12 段～ 27 段
断面積	12.6 m ²	カートリッジ 使用量	12.2 kg
掘進長	1.0m	イニシエーター 使用量	31 本
穿孔長	0.85 m ～ 1.2 m	1 m ³ 当り カートリッジ量	0.97 kg/m ³
使 用 カートリッジ	NRC200 NRC400	1 m ² 当り イニシエーター量	2.46 本 /m ²

表—10 段当りの穿孔数・装薬量

段数	孔数	カートリッジ量 (kg/ 孔)	1 段当り カートリッジ量 (kg/ 段)
12	1	0.2	0.2
13	2	0.4	0.8
14	2	0.4	0.8
15	2	0.4	0.8
16	2	0.4	0.8
17	2	0.4	0.8
18	2	0.4	0.8
19	2	0.4	0.8
20	2	0.4	0.8
21	2	0.4	0.8
22	2	0.4	0.8
23	2	0.4	0.8
24	2	0.4	0.8
25	2	0.4	0.8
26	2	0.4	0.8
27	2	0.4	0.8
合計	31	—	12.2

5. おわりに

NRC は保管や消費許可等に係る取り扱いが簡易であるが、公共の安全を確保するためにも自主基準のもと火薬類と同様に盗難防止や飛石対策等に配慮する必要がある、また使用説明書を順守しなければならない。

NRC は導入 1 年目であるが、低公害かつ効率の良い破碎工法の確立が重要と考え、深礎破碎をはじめトンネル破碎などの試験も行いながら NRC の用途を広げていく所存である。

J C M A

[筆者紹介]

亀谷 秋光 (かめが い あきみつ)
(株)アクシス
専務取締役
大垣支店長



山岳トンネル覆工コンクリート養生システムの開発

田 中 徹・戸 田 一 生・佐 藤 晃

山岳トンネル覆工コンクリートを対象に、コスト縮減や施工性向上を目的とした新しい養生システムを開発した。養生材は保温と湿潤の同時養生が可能な「うるおんマット」を用い、養生材の支持部材としてFRP（ガラス繊維補強プラスチック）等を利用することにより軽量化し、施工性を向上させた。養生効果確認試験の結果、コンクリート打設後材齢7日まで養生することで、コンクリート表面の強度推定値が無養生と比較して3割程度向上することやコンクリートの中性化速度を小さくすることができることを把握した。本稿では本養生システムの概要と養生効果の定量的把握を目的とした各種試験結果、および、現場適用試験結果について述べる。

キーワード：山岳トンネル，覆工コンクリート，養生システム，養生効果

1. はじめに

山岳トンネル覆工コンクリートの施工において、型枠脱型後の養生は、セメントの水和反応促進や温度ひび割れの抑制，長期耐久性の向上など品質確保の上で重要な工程である。

近年の各種技術提案型入札方式が増加の中で、覆工コンクリートの品質向上や耐久性向上をキーワードとした、特色ある養生システムが数多く開発され、実用化している。

例えば、表—1に示す通り、鋼製支保台車に設置した膜材を圧縮空気で風船状に膨らませ、コンクリート表面に密着させることで水分の逸脱を防止する例や、加湿器を利用してコンクリート表面を湿潤状態に保つなど、様々な工夫が凝らされている。

筆者らは、養生材として当社開発品であり、保温と湿潤の同時養生が可能な「うるおんマット」を用い、養生材の支持部材として中空パイプ状のFRP（ガラス繊維補強プラスチック）ロッド等を利用して軽量化し、施工性を向上させた養生システムを開発した。

本稿では開発した養生システムの概要と養生効果の定量的把握を目的とした確認試験および実現場における施工性確認試験の結果について報告する。

2. 養生システムの概要

(1) 養生マット

写真—1に使用した養生マット（製品名：「うるおんマット」特許出願中 NETIS 登録済み）の断面と外観を示す。

表—1 同業各社の主な養生システム

主な養生工法	当社開発養生工法	膜材を用いた養生工法	散水式養生工法
既存他社工法			
工 法 概 要	保温湿潤の同時養生可能な養生マット採用。システム軽量化による施工性向上とコスト縮減を実現。	鋼製支保に膜材を設置し圧縮空気で風船状に膨らませ覆工表面に密着。使用実績多。	鋼製支保に膜材を設置し内部を超音波加湿器によって湿潤状態を保つ。温水利用による保温可能。
主な養生効果	保温・湿潤	水分逸脱防止他	湿潤他

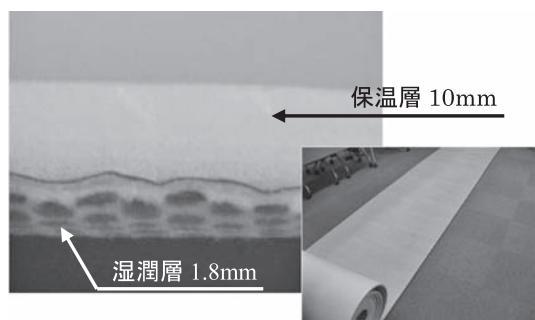


写真-1 「うるおんマット」の断面と外観

養生マットは保温層（ $t = 10 \text{ mm}$ ）と湿潤層（ $t = 1.8 \text{ mm}$ ）とを有している。保温層は発泡ポリエチレンであり、柔軟な材料のため加工しやすく、覆工コンクリート内面等養生面の曲率に対する追従性に優れている。また、湿潤層部の初期保水量は 800 g/m^2 であり、湿潤状態におけるマットの総重量は $1,600 \text{ g/m}^2$ である。湿潤層は水膨潤ウレタン製であり、一旦保水された水は重力によって離水することなく湿潤性を保持することができるため、トンネル覆工コンクリートのような構造物下面や橋脚等の鉛直面の養生が可能となる。

(2) フレーム台車の概要

写真-2に養生システムの全景、写真-3、4にシステムの一部拡大写真を示す。

養生マットを支持するフレーム台車は、「フレーム本体下部・上部」と覆工コンクリート内面に養生マットを密着させる「養生シート部」に大別できる。

フレーム本体下部は角パイプ（ $\square 100 \times 100 \text{ mm}$ ）を主要部材として使用し、必要な強度と剛性を確保している。養生シート部を支持するフレーム本体上部はトンネル断面寸法にフレキシブルに対応させることや軽量化を目的として、単管パイプをクランプで組み立てる構造とした。

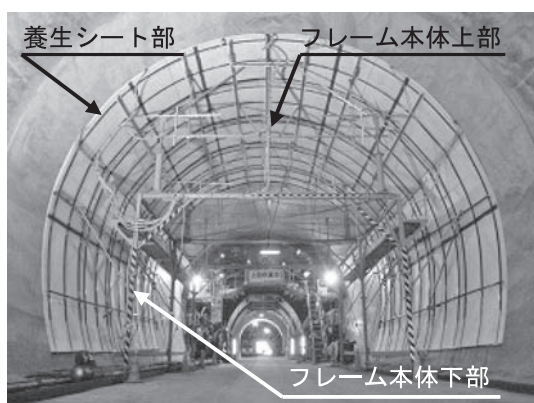


写真-2 養生システム全景

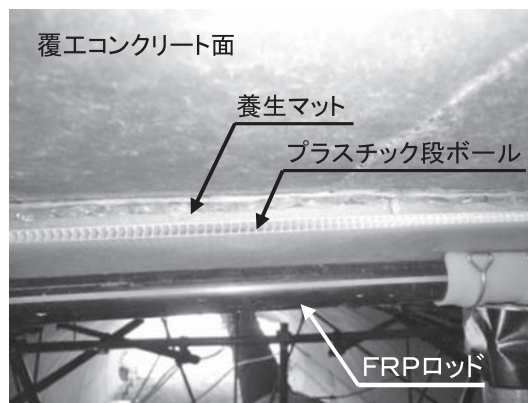


写真-3 養生シート部の構成

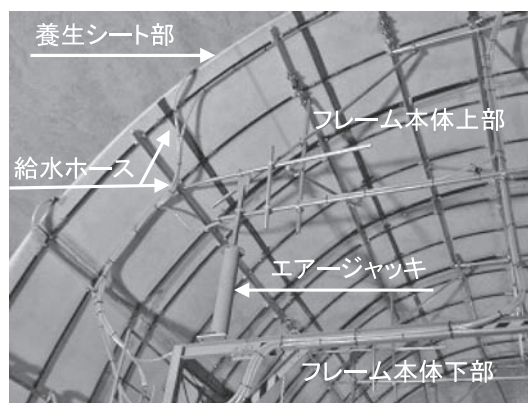


写真-4 エアージャッキ設置状況

養生シート部は軽量化と覆工コンクリート内面曲率への追従性を考慮し、中空パイプ状のFRP（ガラス繊維補強プラスチック）ロッドを使用し、養生マット背面の保護材としてプラスチック製段ボールを使用した（写真-3参照）。養生マットへの散水は養生マット表面に散水チューブを設置し、自動散水可能な構造とした。

フレーム本体にはエアージャッキ（10.5 m スパン左右各3基合計6基、ストローク長約500 mm）を設置し、養生シート部を任意に揚げ降ろし可能な構造とした（写真-4参照）。

また、養生システムは坑内路面に設置した走行レール（I型鋼 200×100 ）内を走行することとし、フレーム本体最下部に車輪（10.5 m スパン左右各3輪合計6輪）を設置している。

3. 試験体を用いた養生効果確認試験

(1) 試験体概要と養生条件

本システムにおける養生効果の確認を目的に、養生期間の変化がコンクリートの硬化物性に及ぼす影響を把握する各種試験を実施した。

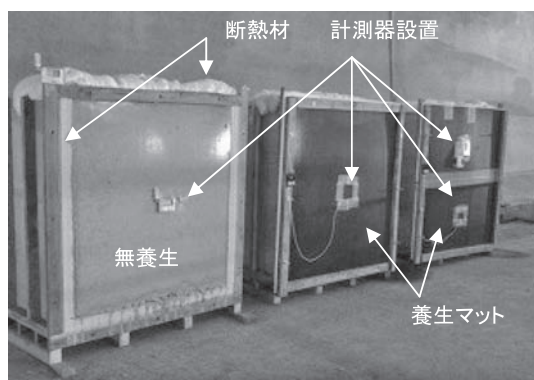
表-2に試験体を使用したコンクリートの示方配合

を示す。試験体に使用したコンクリートは実工事で実際に使用中の覆工用コンクリートとした。試験体寸法は高さ 800 × 幅 800 × 厚さ 300 mm とし、養生する前面以外には断熱材を設置した（写真—5 参照）。養生期間はコンクリート打設後材齢 3 日、5 日、7 日の 3 水準とし、脱型後無養生の試験体を比較用とした。養生はコンクリート打設後 24 時間で養生面のみ脱型し、その直後から開始した。養生終了後も試験体はトンネル坑内に材齢 28 日直前まで静置した。

表—2 試験用コンクリート示方配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				
		水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤
56.0	43.6	159	284	792	1035	2.84

【配合条件】
設計基準強度=18N/mm² 粗骨材最大寸法=40mm
セメントの種類=普通ポルトランドセメント
スランプ=15±2.5cm 空気量=4.5±1.5%



写真—5 トンネル坑内養生状況

(2) 試験方法

保温および湿潤効果を確認するために、養生期間中および材齢 28 日までの坑内温度と湿度、コンクリート表面の温度と湿度の経時変化を計測した。温度はボタン電池型の小型温度記録計、湿度は防水型ワイヤレス式湿度センサーを表面に設置して計測した。また、材齢 28 日後にリバウンドハンマー（シュミットハンマー RN 型 JIS A 1155 準拠）を用いた圧縮強度推定試験と表面透気係数試験（TORRENT 法）、および、試験体から採取したコアの圧縮強度試験（JIS A 1107 準拠）、促進中性化試験（JIS A 1153 準拠）を実施した。

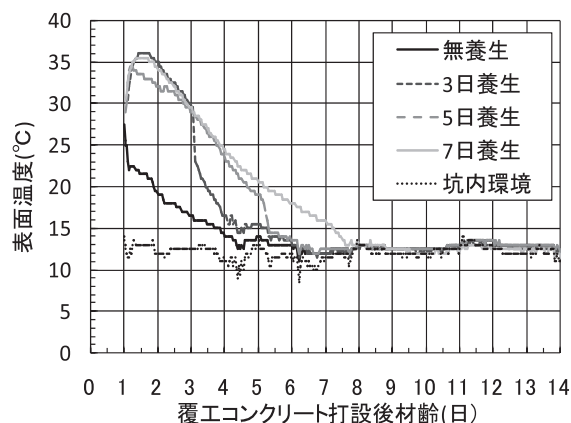
(3) 試験結果

(a) 表面温度と湿度計測結果

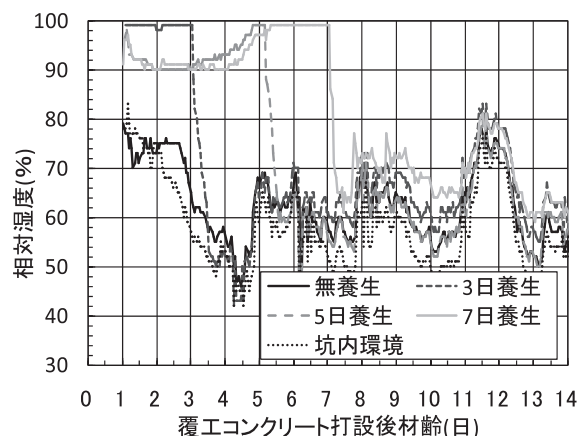
図—1 にコンクリート表面の温度計測結果、図—2 に湿度計測結果を示す。

無養生試験体の表面温度は、脱型直後の 28℃ から 60 分で 5 ～ 6℃ 急激に下がり、その後は材齢 4 日まで

に坑内温度と同等になった。コンクリート打設後材齢 3 日および 5 日まで養生した試験体では、表面温度が養生開始後 36℃ 程度まで上昇し、養生終了後は無養生試験体と同様に急激に下降した。材齢 7 日まで養生した試験体の表面温度は、養生期間中に坑内温度と同等程度まで緩やかに下がり、養生終了後も急激な変化は認められなかった。表面湿度は養生期間中 90% 以上の湿度を維持することを確認した。しかし、養生終了後は数時間で坑内湿度と同等まで下がる結果になった。



図—1 コンクリート表面温度の計測結果



図—2 コンクリート表面湿度の計測結果

(b) 圧縮強度試験結果

表—3 にリバウンドハンマーを用いた圧縮強度推定値とコアを用いた圧縮強度試験結果を示す。

リバウンドハンマーを用いた圧縮強度推定試験（材料学会換算式）の結果、無養生の試験体と比較して、養生期間が長いほど圧縮強度の推定値は高くなることを把握した。また、材齢 7 日まで養生した試験体では、無養生と比較して約 1.3 倍の圧縮強度が得られることを把握できた。

試験体から採取したコアの圧縮強度および静弾性係数は、養生期間の違いによる明確な差異は認められなかった。この原因として湿潤、保温養生による圧縮強

表—3 圧縮強度推定値とコア圧縮強度試験結果

養生期間	無養生	3 日	5 日	7 日
強度推定値 (N/mm ²)	23.87 (2.59)	27.39 (3.00)	28.58 (3.50)	31.50 (5.27)
圧縮強度 (N/mm ²)	28.50 (0.88)	29.43 (1.81)	32.23 (1.61)	30.43 (0.37)
静弾性係数 (kN/mm ²)	28.66 (1.66)	28.49 (1.96)	27.42 (0.73)	27.37 (0.98)

下段:カッコ内は標準偏差を示す。

度の増進は、コンクリート表面近傍に限られていることが考えられる。

(c) 表面透気係数試験結果

写真—6 に表面透気試験状況、表—4 に表面透気係数試験結果を示す。ここに、コンクリートの表面透気試験（TORRENT 法）とは、コンクリート表面に設置したチャンバー内を真空ポンプによって真空にし、圧力が大気圧に回復するまでの圧力の経時変化を測定することによって透気係数を算出し、コンクリート表面の緻密性等を評価する試験方法である（参考：芝浦工業大学井上ら「現場簡易透気試験による実構造物コンクリート表層の透気性評価とその相互比較」第 35 回土木学会関東支部技術研究発表会）。



写真—6 表面透気試験状況

表—4 表面透気係数試験結果

養生期間	無養生	3 日	5 日	7 日
透気係数 ($\times 10^{-16} \text{m}^2$)	2.089 (0.755)	3.049 (2.782)	1.275 (1.079)	0.849 (0.135)

下段:カッコ内は標準偏差を示す。

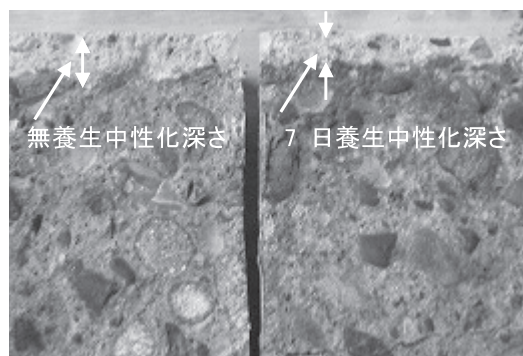
試験の結果、試験データのバラツキは大きいものの、材齢 7 日まで養生した場合の透気係数は無養生の半分以下の値となった。これは養生によってセメントの水和反応が促進され、コンクリート表面が緻密化しているためと考えられる。

(d) 促進中性化試験結果

写真—7 に試験状況、表—5 に試験結果を示す。

試験の結果、中性化深さは無養生の場合が最も大きく、材齢 7 日まで養生した試験体が最も小さくなる結

果であった。材齢 3 日、5 日でデータのバラツキはあるものの、養生材齢が延びるほど中性化深さは小さくなる傾向であることを把握することができた。



写真—7 中性化試験状況（左：無養生 右：7 日養生）

表—5 中性化深さ（促進材齢 28 日）

養生期間	無養生	3 日	5 日	7 日
中性化深さ (mm)	14.11 (0.67)	12.54 (0.31)	12.56 (0.68)	10.66 (0.47)
中性化深さ 比率※	1.00	0.89	0.89	0.76

※:無養生の中性化深さを 1.00 とした場合の割合。

(4) 試験体を用いた試験結果のまとめ

本試験の範囲で以下を把握することができた。

- ・打設後材齢 7 日まで養生することで、コンクリート温度を緩やかに坑内温度まで下降させ、養生期間中の湿度は 90% 以上を維持することができる。
- ・養生によってコンクリート表面の強度を増進させ、透気係数および中性化速度を小さくすることができ、耐久性向上が期待できる。

4. 現場適用試験

(1) 現場適用試験概要

本養生システムを実工事で適用し、設置作業手順や作業時間の計測等、施工性の確認を行った。

(2) 施工性の確認試験結果

本システムの設置から次スパンへの移動までの作業手順概要を以下に示す。

【作業手順概要】

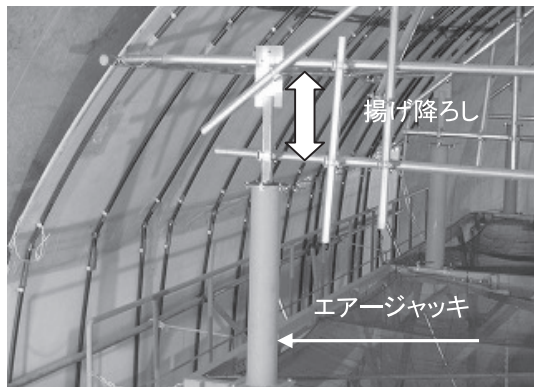
I. 設置作業

- ①養生スパン（延長 10.5 m 1 スパン養生）への移動
- ②養生マットへの散水

自動散水装置により養生マットを湿潤状態にする。散水時間は約 30 分である。2 回目以降は 10 分程度の散水量によって飽和状態となった。

③エアージャッキによる養生シート部密着

坑内路面またはフレーム本体に設置したエアコンプレッサーを用いてエアージャッキを揚げ、スプリングライン（SL）より上部の養生シート部を覆工コンクリート内面に密着させる（写真—8 参照）。

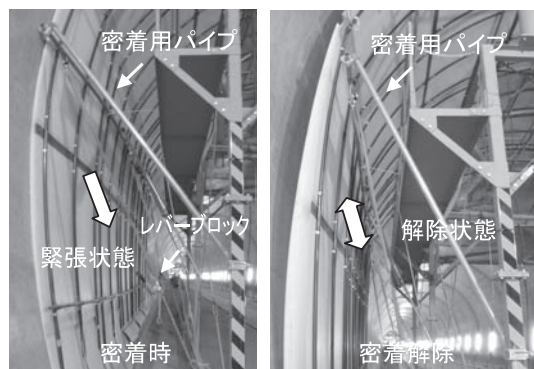


写真—8 エアージャッキ設置状況（密着解除時）

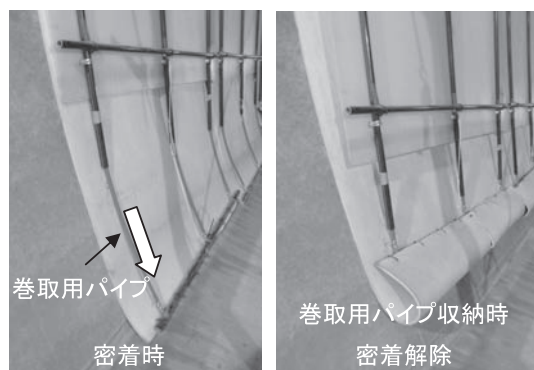
④側壁部養生シート部の密着

SL 以下の側壁部は写真—9 に示す通り、側部密着用パイプをレバブロックで引き下げることで密着させる。また、側壁部最下端は写真—10 に示す通り、脚部巻取用パイプ（塩ビパイプ製）を引出すことで密着可能である。

⑤養生開始（期間：コンクリート打設後材齢7日標準）



写真—9 側壁部養生シート部の密着解除状況（SL部）



写真—10 側壁部養生シートの密着解除状況（脚部）

II. 解除、移動作業

⑥側壁部養生シート部の密着解除（写真—9, 10 参照）

脚部巻取用パイプの収納、および、側部密着用パイプを緩めることで、密着を解除する。

⑦エアージャッキによる養生シート部密着解除

エアージャッキの圧力を解放し、密着を解除する。

⑧フレーム台車の移動

走行レールを移動させながら、人力または車両によってフレーム台車を移動させる。

施工性確認試験の結果、フレーム台車の移動作業開始から設置、養生開始までは重機等を使用することなく、約1時間で作業可能であることを確認できた。また、フレーム台車の移動は人力（作業員6名）で作業可能であることも把握した。

5. おわりに

山岳トンネル覆工コンクリートは、インバートによる拘束や乾湿繰返しなどによって、ひび割れが発生しやすい構造および環境に暴露される。

本養生システム工法の適用によって、ひび割れ発生を抑制すると同時に、長期耐久性の確保など品質向上に役立てたいと考えている。

J C M A

【筆者紹介】



田中 徹（たなか とおる）
戸田建設㈱
本社環境ソリューション部



戸田 一生（とだ かずお）
戸田建設㈱
名古屋支店 土木工事部工事課



佐藤 晃（さとう あきら）
戸田建設㈱
名古屋支店 土木工事部工事課

パドル・シールド工法の開発

金 丸 清 人

昨今、都市内では輻輳する埋設物や、小土被りといった厳しい施工条件、また、トンネル断面をより有効に活用するために、矩形断面のシールド工法へのニーズが高まっている。しかし、矩形シールドは地山を掘削するカッタが矩形端部まで掘削するため複雑な機構を採用するなどコスト的にも高価であった。そこで、汎用品の使用や機構の単純化を図った横置きカッタを採用し、また上段カッタのスライド機構により小土被り部分での地表面変位を抑制出来る、パドル・シールド工法を開発し実証試験を行った。本稿はこの概要を報告するものである。

キーワード：密閉型土圧式矩形シールド、アンダーパス、シールド工法

1. はじめに

近年、都市内において道路トンネルのアンダーパスやランプを築造する場合、小土被りでの施工や、埋設管等の支障物による制約から、トンネル断面をより有効に活用出来る矩形断面非開削トンネル施工のニーズが高まっている。

この度、軟弱地盤に対応する矩形シールド工法として、多段式軸付き横配置カッタを採用した「パドル・シールド工法」を開発し、神奈川県で実証試験を行った。パドル・シールド機(以下、シールド機と記載する)は、上段カッタのスライド機構により、小土被りでの施工条件下で上方地盤の先受け効果が期待出来、地表面変位を抑制出来る特徴をもつ。また、カッタも汎用品の油圧モータや減速機を使用しているため、シールド機の製造コストや製作工期を大幅に短縮することが出来た。

実証試験に用いたシールド機は新たに製作した縦横2.1 mの正方断面形状で、実際の施工に合わせ裏込注入設備、滑材注入設備、作泥材注入設備を装備した。地下水位以下の軟弱地盤を対象としたが、一般の密閉型泥土圧式円形シールド機と同様な掘削管理が出来、地表面変位の抑制効果のあることも確認された。

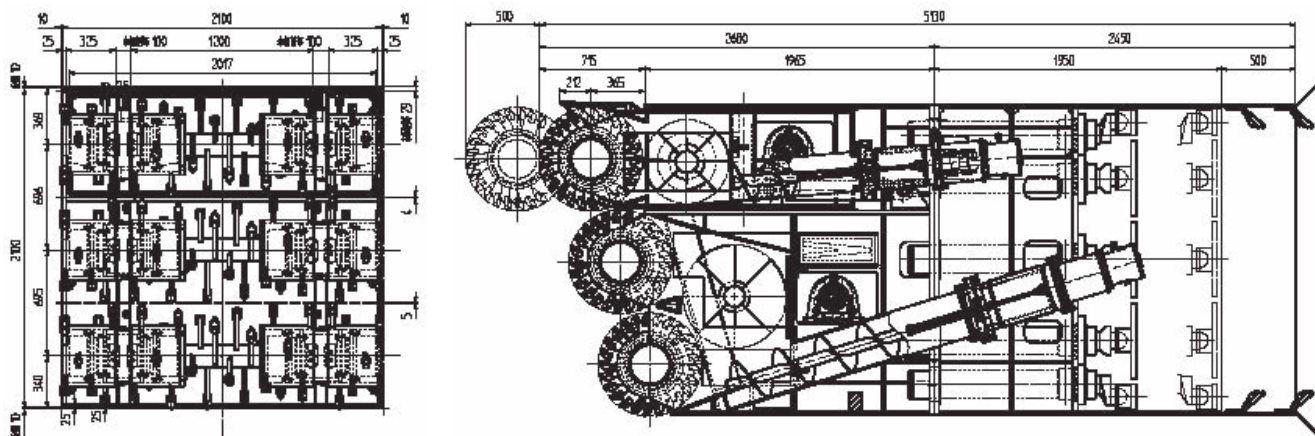
本稿は工法の概要、及び実証試験工事の概要を報告するものである。

2. 工法の概略

(1) パドル・シールド機

シールド機は、多段式(3段)横配置カッタ構成とした。上段カッタ背面にはパドルスクリー、排土用のスクリーコンベアが上段用のチャンバーに装備されている。パドルスクリーとは、掘削土と作泥材との攪拌を行う、独立した機構である。これにより掘削土の塑性流動化をより確実に促進することが出来る。上段カッタはシールド方向に500 mm摺動しながら掘削する。これは地表面により近い部分の掘削断面積を小さくすることにより地表面変位を抑制し、先受け効果も同時に発揮する。中下段カッタ背面には1台のパドルスクリー、1台の排土用のスクリーコンベアが中下段用のチャンバーに装備されており、シールド機に装備されているシールドジャッキにより既設セグメントに反力を取り、シールド機鋼殻とともにシールド方向に500 mm掘削する。なお、カッタには各段4台の油圧モータと減速機が内蔵されており、これらが補強フレームに直結され回転する。また、各々独立したチャンバー内には上段2箇所、中下段4箇所の土圧計が装備されており、カッタ、パドルスクリーにより掘削、攪拌され塑性流動化した土砂は、適切な土圧管理により地山保持される。さらに、加泥材としては気泡を用い、鋼殻4面には1箇所ずつ滑材注入孔を装備している。

なお、今回の実証試験では奥行き500 mmの1,966 mm × 1,966 mm 矩形スチールセグメントを使



図ー１ パドル・シールド試験機

用したため、1リングの掘進長は500 mmとしている（図ー1 参照）。

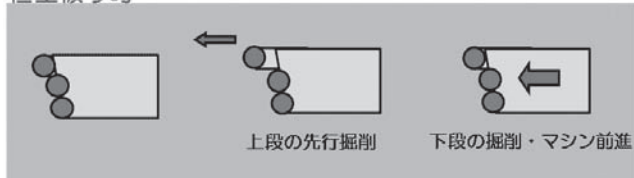
(2) 掘削方法

低土被りによる地上変状防止を図る場合には、図ー2 低土被り時に示すように上段カッタの先行掘削を行い2工程とする（写真ー1 参照）。

また、十分な土被りが確保出来る場合は図ー2 通常時に示すように上段カッタを格納し、3段とも同時

に1工程で掘削することも可能である。このように求められる条件に合わせて掘削方法を選択出来る利点を有している（写真ー2 参照）。

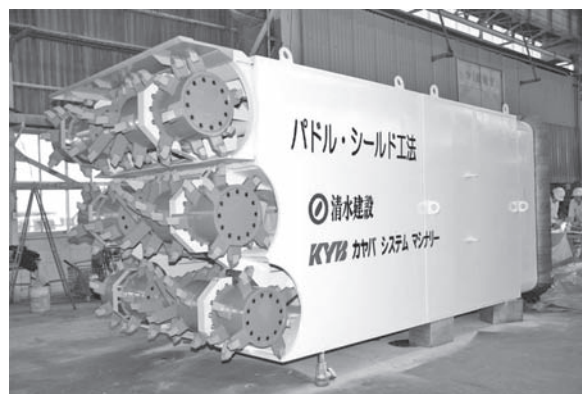
低土被り時



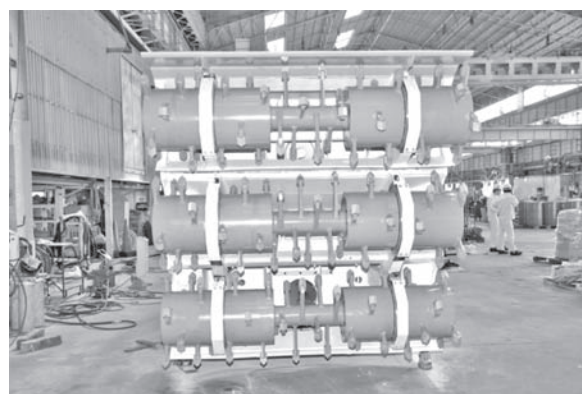
通常時



図ー２ 掘削方法



写真ー２ 上段カッタ格納時全景



写真ー３ カッタ前面



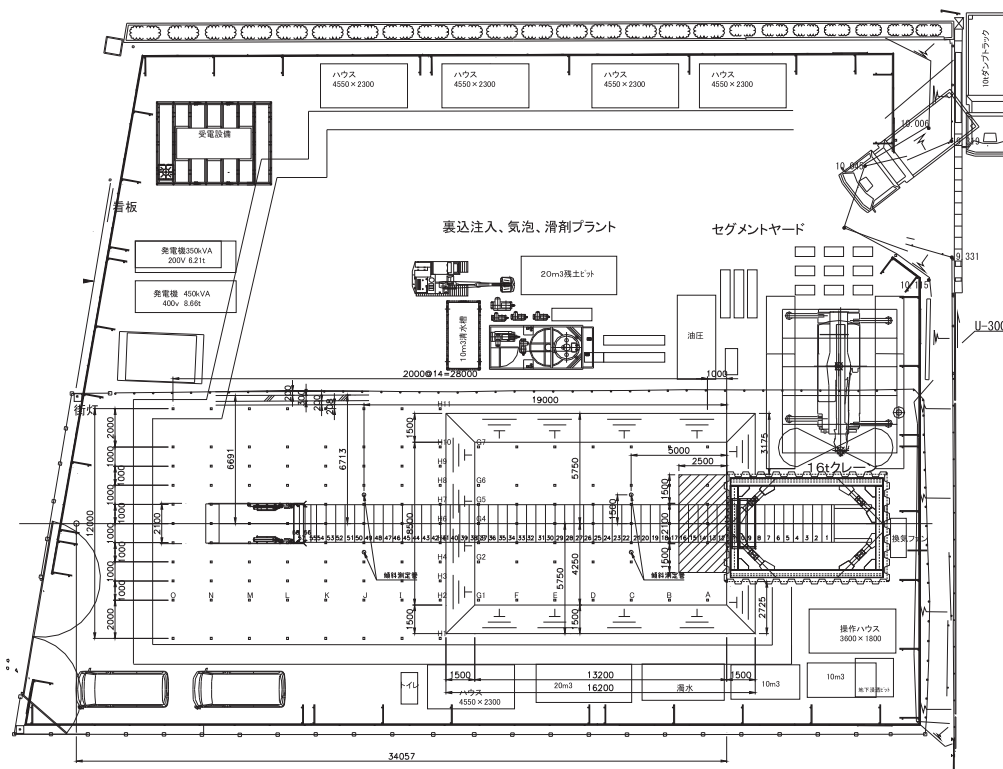
写真ー１ 上段カッタ掘進時全景

3. 実証試験

(1) 概要

以下の確認を行うために神奈川県海老名市の民地内にて実証試験を行った。

- ・従来の土圧式シールド機と同等の掘削性能の確認
- ・低土被り掘削時、周辺地盤への影響抑制確認



図—4 現場平面図

土された（写真—5 参照）。また、滑材もシールド機の滑材注入孔より均等に注入し、シールド機鋼殻上面の摩擦低減に努めた。しかし、今回は実証試験であることから中折れ装置をシールド機に装備していないため、縦断曲線の下り 5% から水平への勾配変更では、シールド機の下方ジャッキで片押しする掘進となった。今後、実施工においては中折れ装置の装備が必須であると考えられる。また、シールド機の断面形状が矩形であるということから、円形断面のシールド機に比べシールドジャッキの選択変更によるシールド機の姿勢が敏感に変わらないという特有の傾向が認められた。

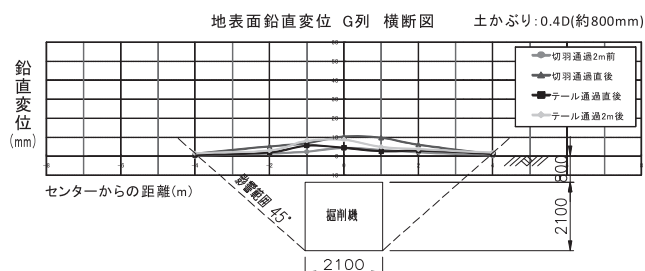


写真—5 排土状況

(6) 計測結果

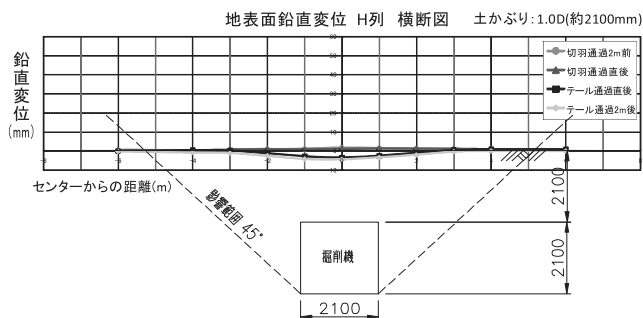
計測結果を以下に示す。

(a) 地上変状



図—5 地表面鉛直変位（土被り 0.4D）

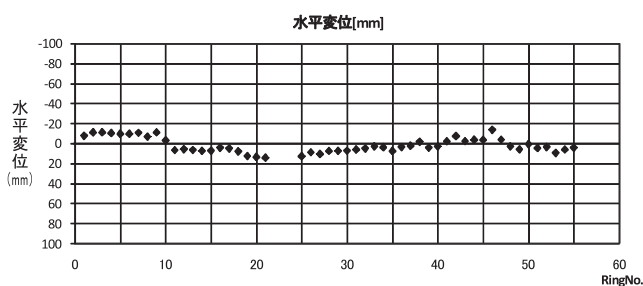
土被りが 0.4 D（D：シールド機高さ）約 800 mm での地表面鉛直変位を図—5 に示す。これより切羽通過前 2 m よりテール通過後 2 m の全範囲において約 10 mm 以内であり、シールド機下方より 45° の影響範囲外では数 mm の変位に収まっている。次に土被りが 1.0 D 約 2,100 mm での地表面鉛直変位を図—6 に示す。同様に地表面鉛直変位は極小に収まっている。これより低土被り掘進時の周辺地盤への影響の抑制効果が確認された。



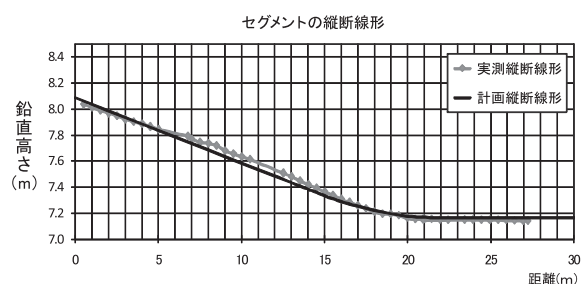
図一六 地表面鉛直変位 (土被り 1.0D)

(b) 線形制御

セグメントの水平、鉛直変位を計測した結果を以下に示す。



図一七 セグメント水平変位



図一八 セグメント鉛直変位

これより、従来の土圧式シールド機と同等のパドル・シールド掘削性能が確認出来た。

4. 本工法の適用性

今回の実証試験によりパドル・シールド機が一般の円形土圧式シールド機と同等の掘削性能を有し、さらに低土被り掘進時の周辺地盤への影響の抑制が確認された。これより、2車線一般国道（横8m×縦6m）規模の矩形断面トンネルへの適用は十分可能であると考えられる。

5. おわりに

矩形断面シールドトンネルのニーズは道路や通路だけでなく、電力やガス、地域冷暖房等のユーティリティー管路にも、断面が有効に利用でき点検通路の設置が可能となるなどメリットが大きいため、大きなニーズがあると考えられる。

筆者らは本工法実績の蓄積により施工性の一層の改良・改善を行うと共に、社会インフラ整備に貢献して行きたい。

最後にパドルシールド機の開発、実証実験に多大なるご協力をいただいたカヤバシステムマシナリー(株)に感謝を申し上げます。

J C M A

【筆者紹介】

金丸 清人 (かねまる きよと)
清水建設株式会社
土木技術本部 技術開発部



爆薬の機械装填システム

中 村 聡 磯・田 口 琢 也・松 岡 秀 之

爆薬の機械装填システムでは、装填作業を装填パイプまたは装填ホースで行うため、作業者は切羽から離れて作業を行うことができ、装薬作業における安全性を向上させることができる。

トンネル発破での爆薬の機械装填システムは、現在までに数種類の方法が開発されてきた。ここでは、粒状の含水爆薬、紙巻包装の含水爆薬及び ANFO 爆薬を使用する機械装填システムの特徴とその概要について述べる。

キーワード：発破、装填作業、機械装填、含水爆薬、ANFO 爆薬

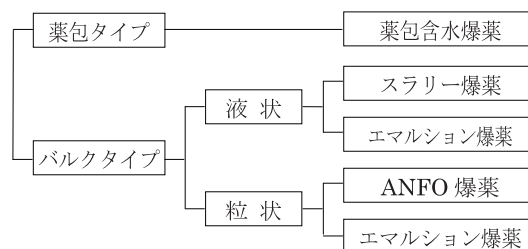
1. はじめに

トンネル掘削工事では、さまざまな技術導入により機械化が進んでいるが、発破の装薬作業では紙巻包装の含水爆薬やダイナマイト、電気雷管を使用し、込め棒で手装填する人力装填がほとんどである。

手装填による人力装填では、切羽に近接して作業を行うため、天盤からの肌落ち、落石等に巻き込まれる危険性が高い。これに対して機械装填システムでは、爆薬の装填を装填パイプまたは装填ホースで行うため、作業者は切羽から離れて作業を行うことができ、切羽密着時間を短縮することができる。手作業による装薬と異なり周囲の状況を確認しながら作業を行うことができるので、装薬作業における安全性を向上させることができる。また、図—1に示すように機械装填によって、突き押し、踏まえ部分でのしゃがみこみ等作業がなくなるため、作業者の負担が軽減される。

図—2に爆薬を薬包タイプとバルクタイプに分類した機械装填システムの系統図を示す。

国内では、十数年前から導火管付き雷管との組み合わせによる ANFO 爆薬の機械装填システムが行わ



図—2 爆薬の機械装填システムの系統図

れている。ANFO 爆薬は安価で取扱も容易であるが、耐水性がないため水孔に装填できない、後ガスが悪い等の問題がある。これらの問題を解決するため、図—3に示す高粘度液状（マヨネーズ状）のエマルジョン爆薬やスラリー爆薬の機械装填システムが開発されたが、装填性や作業性の問題で普及するには至らなかった。その後、紙巻包装の含水爆薬や粒状の含水爆薬の装填システムが開発され、現在に至っている。

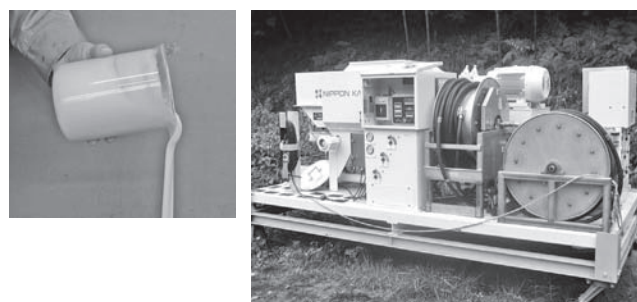
海外では ANFO 爆薬の他に、現場混合によるエマルジョン爆薬を使用した機械装填システムが使用されている。これは、非火薬の中間体原料と発泡剤を装填機で混合しながら発破孔に装填するシステムで、発泡



人力装填

機械装填

図—1 装填状況



図—3 液状エマルジョン爆薬と装填機

剤の発泡によって中間体原料が発破孔内で鋭感化し、爆発性を有するようになる。国内では中間体原料が火薬類に分類されることや火薬類製造保安責任者が必要なこと等から海外で使用されるような経済性、効率性が得られないため導入されるまでに至っていない。

2. ランデックス機械装填システム

(1) 特徴と概要

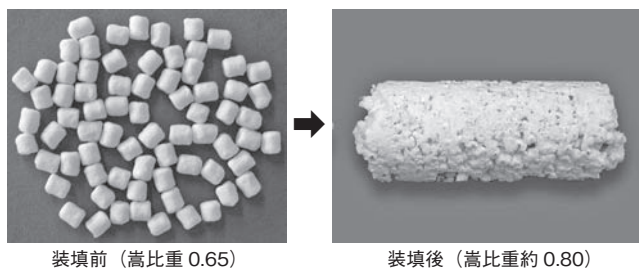
ランデックス機械装填システムは、粒状の含水爆薬（ランデックス）をエアによって装填するシステムである。

ランデックスは、含水爆薬の持つ良好な爆轟性能、耐水性、後ガス等の長所を有しながら、ANFO爆薬のような簡便なエアローダーでの装填を可能とすることを目的に開発された爆薬で、直径約4mm、長さ4～6mm、嵩比重0.6～0.7の粒状爆薬である。

表一 1 ランデックスの性能

比 重	0.6～0.7（嵩比重） 0.7～0.9（装填比重）
耐 水 性	優 良
爆轟速度	3,500～4,500 m/s
弾動振子	66～72 mm
後 ガ ス	最優良
落つい感度	8 級
BAM 式摩擦感度	7 級

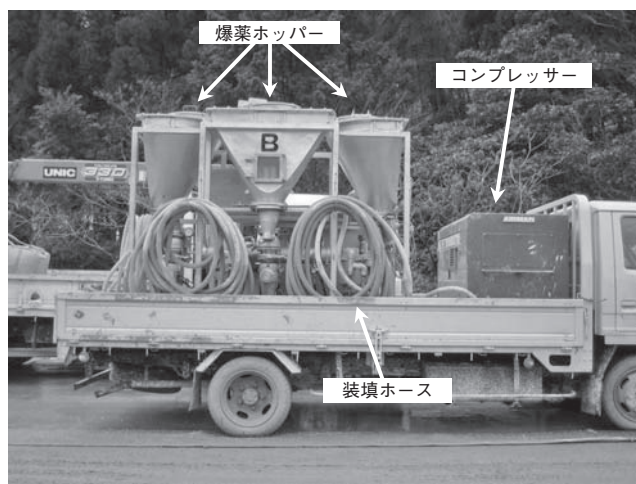
ランデックスは装填時のエアにより発破孔内では爆薬が圧縮され、図一 4 の右に示すように密装填に近い状態になる。発破孔に密装填されることで発破効果が向上し、発破孔数が削減でき、穿孔時間等の穿孔コストの低減が期待できる。また、後ガスが良好で耐水性があるので、踏まえ孔などの水孔への装薬が可能である。また、発破孔内で圧縮され、つぶされるので、ある程度の角度の上向き孔への装薬も可能である。



図一 4 ランデックス

従来の装填機は1台当り2ホースであるが、ランデックス用装填機には3本のホースがあり、通常はマングージで2本、切羽下部で1本のホースを使用して

装填作業を行い、従来の装填機に比べ装填作業の効率が向上している。装填は装填パイプで行い、操作は無線リモコンで行う。リモコンには4つの装薬ボタンとブロー用のボタンがあり、各装薬ボタンの薬量は、切羽の状況に応じて任意に設定することができるので、穿孔長に合わせた装薬を選択することが可能である。装薬量は、タイマー方式と異なりロータリーバルブ（200g単位）で計量して爆薬を送り出すシステムで、精度よく装薬を行うことができる。また、装薬終了後の爆薬ホッパー内の残火薬は、爆薬排出口から容易に抜き取ることができる構造になっている。



図一 5 ランデックス用装填機

表一 2 ランデックス用装填機の概要

本 体	W:1,450mm×L:2,500mm×H:2,137mm
爆薬ホッパー	非圧力容器 容量：70kg×3 タンク=210kg
装填ホース	内径25mm×外径32mm×長さ25m 又は内径19mm×外径25mm×長さ25m
装填パイプ	内径25mm×外径29mm×長さ2～3m
使用爆薬	ランデックス（10kg×2袋/箱）
重 量	900kg
所要電力	バッテリー（24V、装填機に付属）
装填機の動力	空気圧 （圧力=0.7MPa、容量=5.0m ³ /min）
操作方法	無線リモコンによる遠隔操作
必要機材等	上記規格のコンプレッサー 台車：2t ロング又は4t トラック （装填機とコンプレッサーを搭載） 計量用の重量計が必要

ランデックス機械装填システムでは、導火管付き雷管を使用する。導火管付き雷管は、チューブ内に微量の爆薬が塗布されており、チューブの一端を起爆すると約2,000m/sの速度で爆ごう波を伝達する。電気をを用いて起爆する方式ではないので、静電気や漏洩電流等に対して安全性が高い。また、結線はチューブを束

ねる方式で、結線時間を短縮することができる。



図一六 リモコンスイッチ

- 装薬手順を以下に示す。
- ①リモコンの電源を入れる。
 - ②親ダイを装薬孔に配置する。
 - ③装填パイプで、親ダイを孔尻まで押し込む。
 - ④孔尻より、装填ホースを約 20 ～ 50 cm 手前に引く。
水がある場合はブローボタンを押して排水する。
 - ⑤任意の装薬ボタン「1 ～ 4」を押すと装薬が開始される。自然に装填ホースを引きながら装薬を行い、所定の量が排出されると自動停止する。

(2) 実施例

ランデックス機械装填システムは、試験発破も含め現在までに 28 現場で使用された。

表一三 ランデックス使用実績（原単位は平均）

	A トンネル	B トンネル
断 面 積	約 77 m ²	約 76 m ²
掘削パターン	D I , C II , C I (C I 主体)	D I , C II , C I (D I 主体)
使 用 延 長	約 1,010 m	約 1,860 m
孔数原単位	1.3 孔/ m ²	0.8 孔/ m ²
爆薬原単位	1.2 kg/ m ³	0.5 kg/ m ³

3. アルテックス SS 機械装填システム

(1) 特徴と概要

アルテックス SS 機械装填システムは、通常人力装填で使用されている薬包タイプの含水爆薬と粘土込物を自動で装填するシステムである。

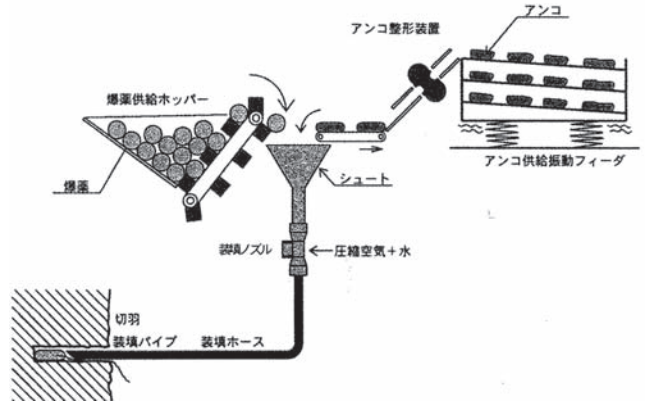
使用する爆薬はアルテックス SS (φ 25 mm × 100 g) で、後ガスが良好で水孔への装薬が可能である。

装填は装填パイプで行い、操作は無線リモコンで行う。無線リモコンで、装薬する爆薬本数を 1 本 (= 100 g) 単位で自由に設定することができるので、穿

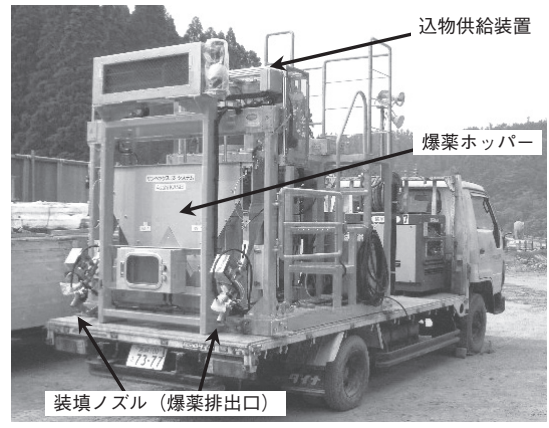
孔長に合わせた装薬量を選択することが可能である。また、爆薬をエアー圧送する際に、少量の水を強制的に注入させて静電気の発生を防止するため、電気雷管を使用することができる。

表一四 アルテックス SS の性能

比 重	1.15～1.23
耐 水 性	優 良
爆轟速度	5,800～6,000 m/s
弾動振子	78～84 mm
後 ガ ス	最優良
落つい感度	8 級
BAM 式摩擦感度	7 級



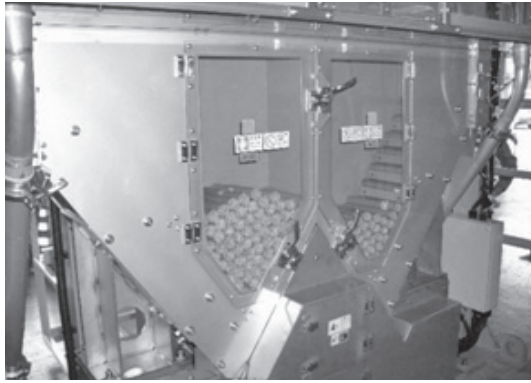
図一七 アルテックス SS システム概念図



図一八 アルテックス SS 用装填機



図一九 込物供給装置



図—10 爆薬ホッパー

装薬手順を以下に示す。

- ①リモコンの電源を入れる。
- ②親ダイを装填パイプの先端に装着し、装填パイプを孔尻まで押し込み、リモコンの「親」ボタンを押して親ダイを装填する。
- ③孔尻より、装填ホースを約 20 ～ 50 cm 手前に引く。装薬孔に水がある場合は、「強制」ボタンを押してブローし、排水する。
- ④リモコンで装填本数を入力し、「連発」ボタンを押して増ダイを装填する。 ※前回と同じ装薬本数の場合は、装填本数の入力はいりません。
- ⑤「アンコ」ボタンを押すと、込物（4 本）が自動的に発破孔に装填される。

表—5 アルテックス SS システムの概要

本 体	W:1,836mm×L:2,660mm×H:2,361mm (防水用屋根は含まず)
ホースリール	外径 1,600mm (1,400mm) 幅 242mm (大小 2 ヶあり)
装填ホース	内径 28mm×外径 37mm×長さ 30m
装填パイプ	内径 28mm と内径 30mm の組合せ 長さ 2.3m
使用爆薬	アルテックス SS φ25mm×100g (20kg/箱)
使用込物	機械装填用 φ26×100L
重 量	1,500kg
所要電力	200V 30A (ジャンボより取得)
装填機の動力	空気圧 (圧力=0.5MPa, 容量=2.0m ³ /min)
操作方法	無線リモコンによる遠隔操作
必要機材等	上記規格のコンプレッサー 台車: 4t トラック (装填機とコンプレッサーを搭載)

(2) 実施例

アルテックス SS 機械装填システムは、試験発破も含め現在までに 15 現場で使用された。

表—6 アルテックス SS 使用実績 (原単位は平均)

	C トンネル	D トンネル
断 面 積	約 76 m ²	約 87 m ²
掘削パターン	C II, C I	C I, B
使 用 延 長	約 1,980 m	約 470 m
孔数原単位	1.3 孔/m ²	1.9 孔/m ²
爆薬原単位	0.6 kg/m ²	0.8 kg/m ²

4. ANFO 機械装填システム

(1) 特徴と概要

現在、国内で最も消費量の多い爆薬は ANFO 爆薬である。その最大の特徴は安価な点にある。しかし、従来の ANFO 爆薬には次のような問題点があり、ほとんどトンネル現場では使用されなかった。

- ①耐水性がないため、水孔で使うことができない。
- ②含水爆薬に比べ後ガスが悪いため、トンネルでは十分な換気を要する。
- ③強アルカリである吹付モルタルを含んだ水と反応してアンモニアガスを発生する。

しかし、従来の ANFO 爆薬に特殊な中和剤を配合することで、アンモニアガスの発生を抑制するトンネル用の ANFO 爆薬が開発され、機械装填システムの中では今まで最も多くの現場で使用されている。ただし、従来の ANFO 爆薬と同様に耐水性がないので、踏まえ孔等の水孔では含水爆薬を装填する必要がある。

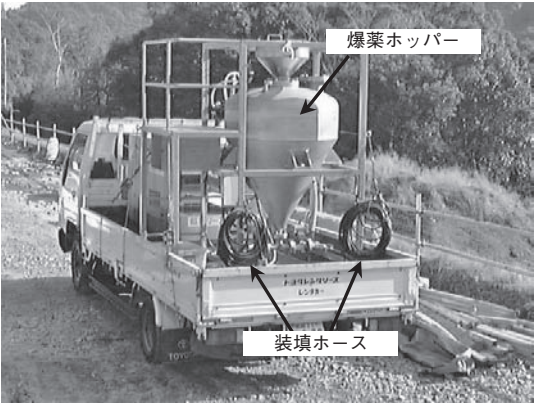
表—7 トンネル用 ANFO 爆薬の性能

比 重	0.80～0.90
耐 水 性	な し
爆轟速度	2,500～3,000 m/s
弾動振子	62～68 mm ^{※1}
後 ガ ス	要注意
落つい感度	8 級
BAM 式摩擦感度	7 級

※1 当社測定方法による

ANFO 機械装填システムでは、導火管付き雷管を使用する。ANFO 爆薬はランデックスと同様に発破孔に密装填されるので、発破孔数の削減が期待できる。

ANFO 爆薬用装填機の爆薬ホッパーは圧力容器で、ホッパー内の圧縮された空気と爆薬が、ホッパー下部のボールバルブを開くことで装填ホース内に送り出される。ボールバルブの開放時間はタイマーによって制御される。操作はランデックス用と同型 (図—6) の 4 つの装薬ボタンのある無線リモコンで行い、装薬作業はランデックスと同じ手順で行う。



図ー11 ANFO 爆薬用装填機

表ー8 ANFO 爆薬用装填機の概要

本 体	AL-250…W:1,100×L:1,700×H:1,840mm AL-500…W:1,200×L:1,800×H:2,190mm
爆薬ホッパー	圧力容器 AL-250…容量：200kg AL-500…容量：450kg
装填ホース	内径 19mm×外径 25mm×長さ 30m
使用爆薬	ネオアンホ
重 量	AL-250：350kg，AL-500：450kg
所要電力	バッテリー（12V，装填機に付属）
装填機の動力	空気圧 （圧力＝0.7MPa，容量＝5.0m ³ /min）
操作方法	無線リモコンによる遠隔操作
必要機材等	上記規格のコンプレッサー 台車：2～4tトラック （装填機とコンプレッサーを搭載） 計量用の重量計が必要

5. おわりに

アルフレッド・ノーベルが発明したダイナマイトは100年以上にわたって現在も使用されており，これだけ製品寿命の長いものは珍しい。20世紀後半になり，ANFO爆薬や含水爆薬の発明によって経済性や安全性が向上し，点火装置は電気雷管から非電気式雷管やIC雷管が開発され，発破の機械化・省力化に対しても火薬類の技術が対応できる状況になってきた。

ここでは，トンネル発破において，当社で実用化している粒状含水爆薬，紙巻き包装品含水爆薬およびANFO爆薬を使用する機械装填システムの特徴とその概要について述べた。

現在でも，紙巻き包装品の含水爆薬を木製込め棒で手装填し，電気雷管の脚線を手で結線する方法が主流である。しかしながら，トンネル掘削においては，ますます安全化・効率化のニーズが高まってきており，装薬作業中の崩落事故防止や掘削効率向上について，装填の機械化が進んでいくと考えている。

これらを加速するためには，機械装填の特徴である爆薬の密装填による穿孔数削減効果やサイクルタイムの短縮について，実績を重ね，安全性と発破のトータルコスト低減が実現できるように努力していきたいと考えている。

JCM A

《参考文献》

- 1) カヤク・ジャパン(株)：カタログ及び技術資料
- 2) (株)熊谷組：爆薬遠隔装填システムカタログ

【筆者紹介】



中村 聡磯（なかむら さとし）
カヤク・ジャパン(株)
技術部



田口 琢也（たぐち たくや）
カヤク・ジャパン(株)
厚狭研究部



松岡 秀之（まつおか ひでゆき）
カヤク・ジャパン(株)
延岡研究部

中空構造の保温断熱板を用いた養生技術

「^{ぬく}温ぬく(セントル用)」と「うるおい(覆工コンクリート用)」

椎 名 貴 快・吉 永 浩 二・佐 藤 幸 三

覆工コンクリートは、コンクリート打込み後、わずか16～20時間程度で型枠が取り外される。そのため、型枠を取り外した後、覆工表面を物理的に覆うなどして保温・湿潤状態を一定期間保持できる各種の養生方法が開発されている。一方で、型枠を取外す時までに所要のコンクリート品質を確保するには、型枠存置中の適切な養生が求められるが、現状では有効な方法は少ない。そこで、保温・断熱性能を有する中空構造板を用いた、簡易な養生技術を開発し実用化した。

本報では、型枠存置中におこなう養生（温ぬく）と型枠取外し後におこなう養生（うるおい）の技術概要を説明し、トンネル現場での養生性能結果について概説する。

キーワード：覆工コンクリート，セントル，養生，保温，湿潤，初期強度，中空構造板

1. はじめに

近年、覆工コンクリートの品質向上を目的とした各種養生技術が数多く開発されている。これら技術の多くは、型枠を取り外した後、覆工表面を一定期間物理的に覆い、急激な乾燥や温度降下を防止することができる。その結果、セメント水和反応の促進による強度増進や表層部の緻密性向上、さらに収縮ひび割れ発生の抑制などに有効であるとされる。

一方で、型枠を取外す時には、施工時期や条件によらず、所要のコンクリート品質を確保していなければならない。しかし、冬期施工時のように坑内温度の低い条件では、強度不足や型枠面へのはく離といった不具合の発生する場合がある。このため、型枠存置中に適切な養生をおこなう必要がある。

そこで、中空構造のポリプロピレン製保温断熱板を用いて、型枠存置中の養生をおこなう技術（温ぬく）と、型枠取外し後の養生をおこなう技術（うるおい）を開発し実用化した。

本報では、2つの養生技術の概要とトンネル現場での養生性能結果について報告する。

2. 温ぬく（セントル保温養生）

(1) 概要

セントル内面に、保温・断熱性に優れたポリプロピレン製の中空構造板を配置し、覆工コンクリート打込

み後からセントル移動までの間、コンクリートから発生する熱を利用してコンクリートを保温養生する技術である（写真—1）。中空構造板は、一部を除いて設置したまま施工可能であり、取付けは手作業で容易におこなうことができる（写真—2）。



写真—1 温ぬく養生状況（例：セントル天端部）



写真—2 構造板取付け状況

本技術の活用により、コンクリートの初期強度発現が促進され、型枠の取外しに必要な材齢強度の確保や、型枠面へのコンクリートのはく離などを防止できる。特に、冬期施工時に効果を期待できる。

(2) 中空構造板

中空構造板は、厚さ7mm、質量1.7kg/m²であり、セントルのフォーム寸法にあわせて裁断加工し、現場にて手作業でセントル内面に設置する。軽量で水に強く、耐圧・復元性に優れており、容易に裁断・加工できるため、現場での設置作業が容易である。

天フォーム部は、フォームのリブにアングルを溶接し、中空構造板の差込式構造とした。これにより、構造板自体を容易に外すことができ、コンクリート打設時に打設窓の開閉を阻害しない（写真—3）。

側フォーム部とインバートフォーム部は、フォームのリブとリブの間に中空構造板を差込み、アングルを溶接して構造板を押さえて固定する。なお、打設窓の箇所は、開閉式の構造とした（写真—4）。



写真—3 天フォーム部



写真—4 側フォーム部（打設窓箇所）

(3) 使用手順

コンクリート打込み時は、作業を阻害しないように、天フォーム部の中空構造板を外しておき、側フォームの開閉板も開放しておく。打込み完了後、打設窓の箇

所の開閉板および差込式構造板を再設置し、セントル移動までの期間、保温養生する。

3. うるおい（覆工コンクリート保温・湿潤養生）

(1) 概要

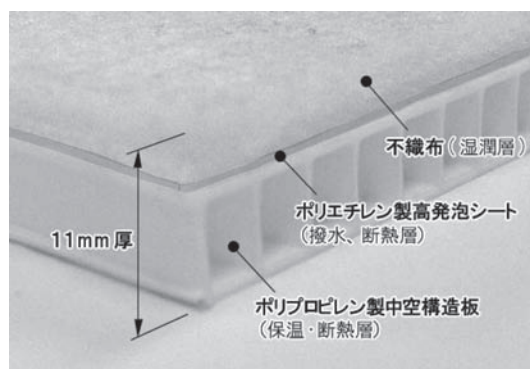
型枠取外し後の覆工コンクリート表面に、専用の養生パネルを塩ビ製のフレーム材を用いて密着するように一定期間設置し、コンクリートを保温・湿潤養生する技術である（写真—5）。



写真—5 うるおい養生全景

養生中、坑内の温湿度変化や掘削中の換気、貫通後の通風などによる影響から覆工を保護する。

養生パネルは、温ぬくでも使用したポリプロピレン製中空構造板（7mm厚）を主材に、ポリエチレン製高発泡シートと不織布を貼り合わせた厚さ11mmの3層構造である（写真—6）。



※ 不織布面を覆工コンクリート表面に接触させて設置

写真—6 うるおい養生パネル

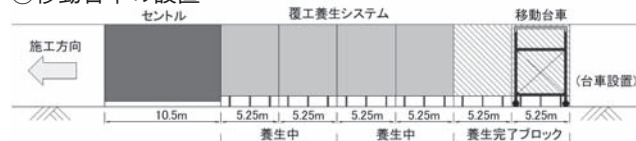
養生パネルの支持材は、鉄骨構造ではなく塩ビ管を用いた軽量なユニット・フレーム構造を採用した。これにより、養生中のスパンをセントルが通過できるため、非常駐車帯の覆工を後施工する時などに有効である。さらに、台車による養生ユニットの移動性などを考慮して、覆工スパン長の半分を1ユニット長とした。

(2) 養生方法

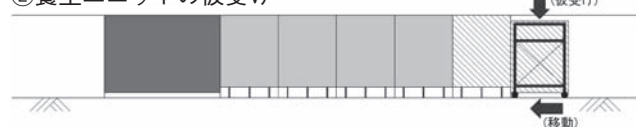
養生設備は、3 スパン分の全 6 ユニットを標準装備し、型枠取外し後、覆工 1 スパン当り最大 7 日間連続養生できる。また、専用台車にてユニット毎に移動可能なため、従来のように、養生期間中、養生設備全体の移動・設置に伴う一時的な養生の中断がない。移動台車の走行方式は現場条件によって異なるが、基本的には自走装置を備え、軌道上を走行する。

以下に養生設備の移動方法について示す（図—1）。

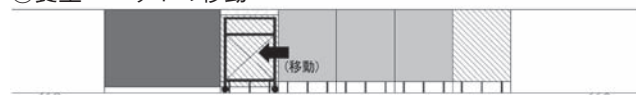
①移動台車の設置



②養生ユニットの仮受け



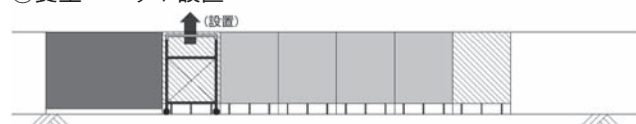
③養生ユニットの移動



④セントル移動



⑤養生ユニット設置



図—1 養生方法の概念図

①移動台車の設置

養生終了後、養生ユニット直下に移動台車を設置し、台車の養生設備受けを所定位置まで上昇させる。

②養生ユニットの仮受け

養生ユニット両下端のパイプサポートを緩め、養生設備全体を移動台車の養生設備受けで仮受けする。

③養生ユニットの移動

上記②で養生設備を載せた移動台車を次の養生箇所（セントル後方）まで移動する。

④セントル移動

セントルの移動した覆工直下に台車を移動する。

⑤養生ユニット設置

1 ユニット分の覆工仕上がり面が現れたら、台車の養生設備受けを覆工面に養生設備が接する高さまで上昇させる。次に、養生設備の両下端部をパイプサポー

トで支持し、覆工仕上がり面に養生設備が密着したのを確認した後、移動台車の養生設備受けを下降させる。

上記の①～⑤を繰返し実施し、1 スパン分の養生設備を移動する。

4. 現場実証実験（温ぬく）

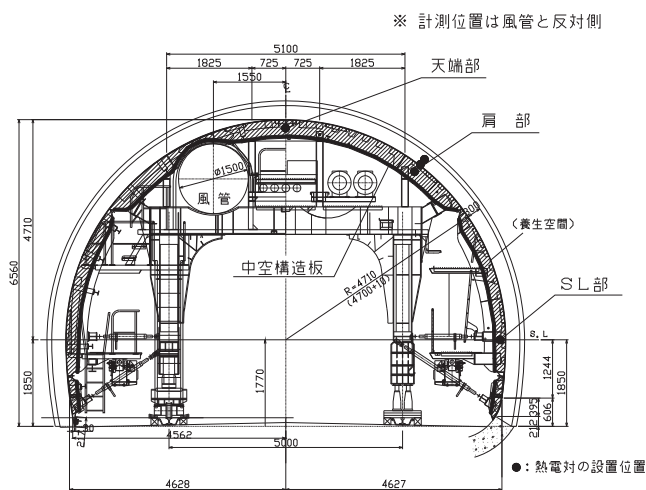
(1) 概要

表—1 に実験概要を示す。現場は新潟県三条市と福島県南会津郡を結ぶ道路トンネルであり、平成 21 年 10 月、坑口から約 2 km の地点で計測した。トンネル坑内温度は平均 23.4℃であった。

本実験では、同一スパン内に養生と無養生の両区間を設定し、覆工コンクリート温度（表面、中心）、坑内温度、養生温度（天端、肩部、SL 部）および反発度を測定して比較検討を実施した。図—2 に、中空構造板の設置位置および計測位置を示す。

表—1 実験概要

工事場所	新潟県三条市 ～ 福島県南会津郡
計測箇所	新潟県側坑口から約 2 km 地点（貫通前）
計測期間	平成 21 年 10 月 16 日～17 日（2 日間）
覆工配合	21-15-40 N W/C=55.3% C=273 kg/m ³
覆工厚	300 mm
脱型時期	約 18 時間後
計測項目	温度（覆工表面・中心、坑内、養生部）、反発度



図—2 中空構造板の設置位置および計測位置

(2) 計測結果

①養生温度

表—2 に示した養生温度（セントル内面のスキンプレートと中空構造板との間の空間温度）の値は、坑内温度（平均 23.4℃）に対して最大約 12℃、無養生に対して最大約 6℃高く、保温性の良いことがわかった。

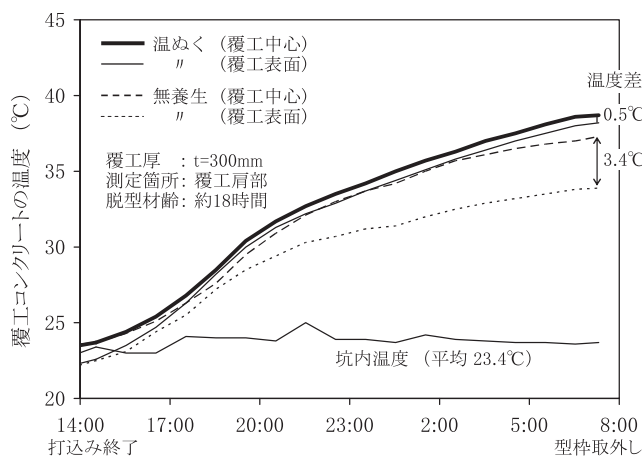
表—2 養生温度 (型枠取外し直前)

	天端部	肩 部	SL 部
対坑内温度	+11.7 °C	+11.8 °C	+5.2 °C
対無養生時	+ 4.8 °C	+ 5.9 °C	+2.4 °C

②覆工コンクリート温度

図—3に、トンネル肩部における型枠脱型までの覆工コンクリート中心部と表面での温度測定結果を無養生と比較して示す。

同図より、覆工中心と表面の温度差は、無養生時の3.4℃に対して、養生時は0.5℃と小さく、中空構造板による断熱性能を確認した。



図—3 養生コンクリート温度

③反発度

型枠取外し直後に実施した覆工コンクリート表面での反発度の値は、無養生に対して養生部が3～8%高い結果であった。これは養生の保温・断熱効果による水和反応の促進が影響したものと考えられる。

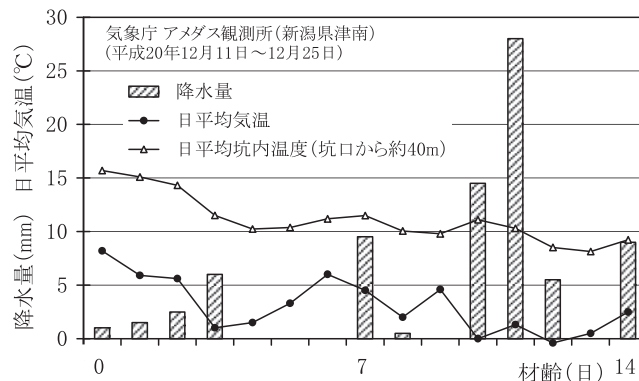
5. 現場実証実験 (うるおい)

(1) 概要

表—3に実験概要を示す。また図—4に現場付近

表—3 実験概要

工事場所	新潟県中魚沼郡津南町
計測箇所	5BL 目覆工肩部 (トンネル貫通前)
計測期間	平成 20 年 12 月 11 日～ (4 週間)
覆工配合	24-15-25 N W/C=53.0% C=294 kg/m ³
覆工厚	350 mm
脱型時期	19 時間後
計測項目	温度 (覆工表面・中心, 坑内環境) 湿度 (覆工表面, 坑内環境) テストハンマー強度 (肩部)
養生期間	7 日間



図—4 気象観測データ (新潟県津南町)

での気象庁気象観測データを示す。

現場は新潟県山間部の豪雪地帯に位置し、実験スパンは坑口から約 40 m 地点で、実験当時は冬季のため坑内温度は日平均約 10℃とトンネル坑内環境としては比較的低温の低い条件であった。

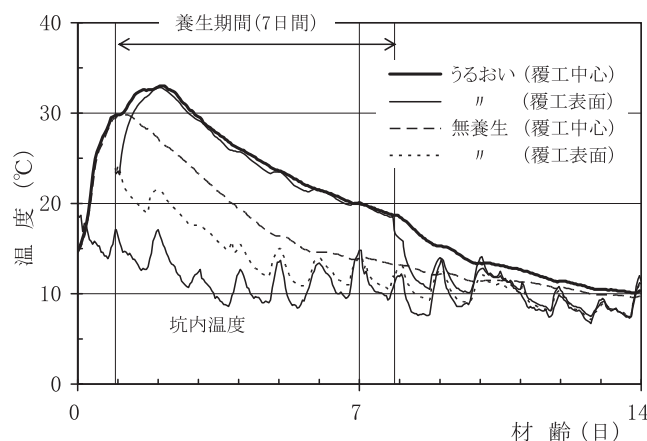
本実験では、同一スパン内に養生箇所と無養生箇所の2区間を設定し、各々覆工肩部 (SL 上約 3 m) において、温度、湿度、テストハンマー強度を測定し、比較検討をおこなった。

(2) 計測結果

①覆工コンクリート温度

図—5に、トンネル肩部における覆工コンクリート中心と表面および坑内での温度測定結果を示す。

養生をおこなった場合、養生期間中の覆工中心と表面の温度は概ね等しく、またピーク温度は無養生より3℃程度高い値であった。これは養生の高い断熱性能と保温性能を表している。

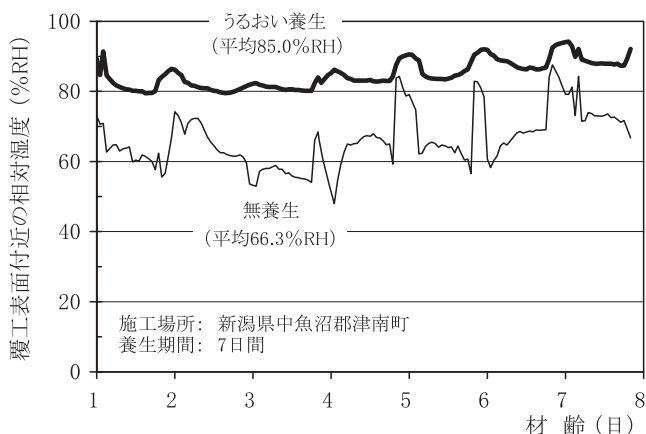


図—5 覆工コンクリート温度

②相対湿度

図—6に、養生期間中における覆工表面付近の相対湿度の履歴を示す。

既往の研究^{1)～3)}では、相対湿度 80% RH 以下の環



図一六 覆工表面付近の相対湿度

境では水和反応の進行が著しく停滞し、細孔量の増加による強度低下の発生が指摘されている。養生区間の相対湿度は、無養生に比べて3割程高い平均85% RHの値であり、坑口付近の厳しい施工環境であっても相対湿度80% RH以上を確保し、適切な水和進行に寄与する湿潤状態を保持できたと考える。

③テストハンマー強度

表一4に、材齢8日（養生終了後）と28日でのテストハンマー強度試験の結果を示す。

養生した箇所のテストハンマー強度は、無養生箇所よりも1割以上高い結果であった。これは養生の保温・湿潤効果により、材齢初期の水和反応が促進され、特に表層部での緻密性が増したためと考えられる。

表一4 テストハンマー強度

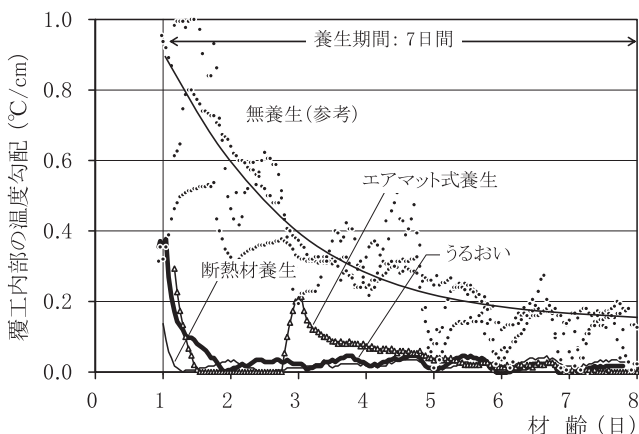
	材齢8日目	材齢28日目
うるおい養生	24.2 (1.16)	28.7 (1.10)
無養生	20.9 (1.00)	26.2 (1.00)

備考：()内の数値は比率

単位：N/mm²

(3) 他養生技術との比較

図一7に、養生期間中の覆工内部の温度勾配履歴を示す。比較に用いた他養生技術は、①断熱材（発泡



図一七 覆工コンクリート内部の温度勾配履歴

スチロール）養生、②エアマット式養生の2技術である。なお、養生期間は全て脱型後7日間であり、無養生時の値も参考に併記した。

同図より、本技術は他の養生技術と同様に温度勾配が概ねゼロであり、無養生に対して高い断熱性能を有していた。また、養生期間中は養生材の移動・設置に伴う一時的な養生開放がないため、連続的に養生ができ、安定した養生効果を期待できる。

6. おわりに

本報にて紹介した養生技術は、中空構造の保温断熱板を用いた簡易な養生ではあるが、従来技術と同等の養生性能を有していた。

覆工コンクリートのように施工サイクルの厳しい条件で構築される構造物は、施工時の手当てが以後の耐久性に大きな影響を及ぼす。このため、養生対策は覆工コンクリートを永く健全な状態で供用していく上で必要な手当ての一つであり、今後も新設トンネルでの活用が期待されている。

JICMA

《参考文献》

- 1) Powers, T. C. : A discussion of cement hydration in relation to the curing of concrete, Proc. of the Highway Research Board, Vol.27, pp.178-188, 1947.
- 2) 小野吉雄：クリンカー鉱物の水和活性と平衡水蒸気圧，セメント・コンクリート論文集，No.44, pp.24-29, 1990.
- 3) 住学，桂修，鎌田英治：普通ポルトランドセメントの水和反応の進行程度に及ぼす相対湿度の影響，日本建築学会大会学術講演梗概集（北海道），1995.8.

【筆者紹介】

椎名 貴快（しいな たかよし）
西松建設㈱
技術研究所 土木技術チーム
係長



吉永 浩二（よしなが こうじ）
西松建設㈱
西日本支社 中部支店
主任



佐藤 幸三（さとう こうぞう）
西松建設㈱
技術研究所
主席研究員



プラスチックフィルムを用いた トンネル覆工コンクリートの長期養生

壹 岐 直 之・吉 武 勇

山岳トンネルの二次覆工コンクリートにおいて、プラスチックフィルムを用いた封かん養生の適用性を確認するため試験施工を行い、養生環境内の温度および湿度の計測と、供試体による強度試験と透気性試験などを行った。封かん養生の期間中、相対湿度78%の環境下において、養生内の相対湿度は99%以上を保つことができた。また、外気温の変動に対して養生環境の温度変化を緩和する効果が確認された。封かん養生を行った供試体での圧縮強度は、気中養生に比べて29%、標準養生に比べて11%高くなった。また、封かん養生を行うことによって、コンクリートの透気性を若干低下できることがわかった。

キーワード：トンネル、覆工コンクリート、封かん養生、長期養生、現場計測

1. はじめに

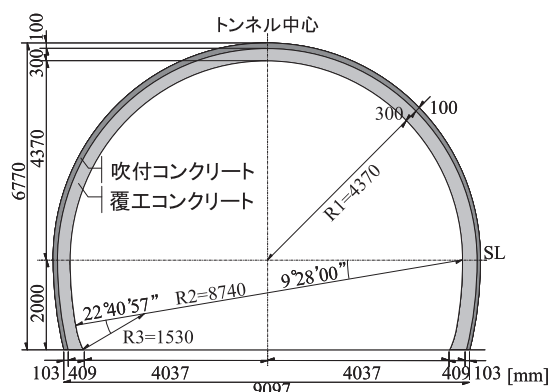
コンクリートの強度や耐久性など所要の品質を確保するためには、打込み後一定の期間は適当な温度のもとで、十分な湿潤状態を保って養生しなければならない。とくに、湿潤状態を保つことは水和反応を十分に行うために重要である。土木学会コンクリート標準示方書〔施工編〕¹⁾では、湿潤養生の期間をセメント種類や環境温度に応じて3～12日程度を標準としているが、湿潤養生は施工上可能な限り長く実施することが望ましいと記されている。水セメント比が大きい場合には湿潤養生期間を長くすることによる組織の緻密化が重要であることを示唆した文献²⁾や、養生の期間が長いほど劣化に対する抵抗性が向上するとした文献³⁾もある。

一方、山岳トンネルの二次覆工コンクリートは、一般的に施工サイクルの制約から材齢1日以内で脱型され、その後は特別な養生が行われなため若材齢時に乾燥の作用を受けることになる。近年では、コンクリートの耐久性を向上させるため材齢初期の養生が通常のコンクリートと同様に重要とされ⁴⁾、覆工コンクリートの養生方法としていくつかの方法が提案されている。その方法として、空気の圧力によってシートをコンクリート表面に押付けて乾燥から保護する方法⁵⁾や、ミストを散布して湿潤状態に保つ方法⁶⁾などある。しかしながら、これらの方法は設備が大掛かりであり、長期的に養生を継続する場合は経済的な負担が大きくなることが懸念される。

そこで、施工性や経済性に優れる材料として軽量のプラスチックフィルムに着目し、これを簡便な方法で定着させて行う封かん養生について検討を行った。本報告は、この封かん養生の適用性を確認するために行った試験施工の結果について述べるものである。

2. 工事概要

試験施工を行ったトンネルは、徳島県の主要地方道神山鮎喰線の養瀬バイパス工区における「(仮称)養瀬トンネル」であり、NATMで構築される全長531 mの山岳トンネルである。トンネルの標準的な断面を図一1に示す。このトンネルの1スパン10.5 mに、封かん養生を行った。なお、封かん養生を行ったスパンの覆工コンクリートは、トンネルが貫通した後に打設したものであり、坑口からおよそ100 mの位置にある。



図一1 トンネルの標準的な断面

覆工コンクリートの使用材料および配合を、表—1 および表—2 に示す。この配合は、山岳道路トンネルの覆工コンクリートとして一般的なものである。

表—1 使用材料の特性

材料	成分・性質
水： W	上澄水・地下水
セメント： C	高炉セメントB種(密度:3.04 g/cm ³)
細骨材： S	砕砂（阿波市小月産，密度：2.56 g/cm ³ ）
粗骨材： G	砂利（吉野川産，最大寸法40 mm，密度:2.59 g/cm ³ ）
混和剤： Ad	AE減水剤（標準形Ⅰ種） リグニンスルホン酸化合物とポリオール複合体

表—2 コンクリートの配合 (21-15-40BB)

W/C [%]	スランプ [cm]	空気量 [%]	s/a [%]	単位量 [kg/m ³]				
				W	C	S	G	Ad
59.1	14.0	4.7	41.5	172	291	730	1041	4.34

3. プラスチックフィルムを用いた封かん養生の適用性

(1) 封かん養生の実施方法および施工性

施工中の1スパン全体に対してプラスチックフィルム（以下、フィルムと略す）による封かん養生を行い、この養生の施工性や持続性を確認した。封かん養生に用いた材料は、厚さ0.02 mm程度の高密度ポリエチレン製のフィルムであり、材料費は10～20円/m²である。このフィルムを、覆工コンクリート表面に噴霧した水の表面張力を利用して貼付け、フィルムの端部をテープでコンクリートに密着させることによって空気の浸入を防止し、大気圧によって長期的な密着性を確保した。フィルムを貼付けた状況を写真—1 に示す。貼付けに接着剤や化学薬品などを使用せず、フィルム端部のテープは強い接着性を必要としないため、コンクリートへの悪影響はない。

また、フィルムの破損やテープの剥離などによってフィルムが剥落することを防止するため、トンネルの内面に沿ったアーチ状でアルミパイプ製の支柱をスパン端部の目地に取付け、両端の支柱を太さ0.8 mm程度のナイロン製の糸で繋いだ。ナイロン製の糸の円周方向の間隔は2 m程度とした。

封かん養生の期間は打設から28日間とした。なお、今回の実験では養生期間を28日間としたが、例えば供用開始まで、養生期間を延長できると考えている。

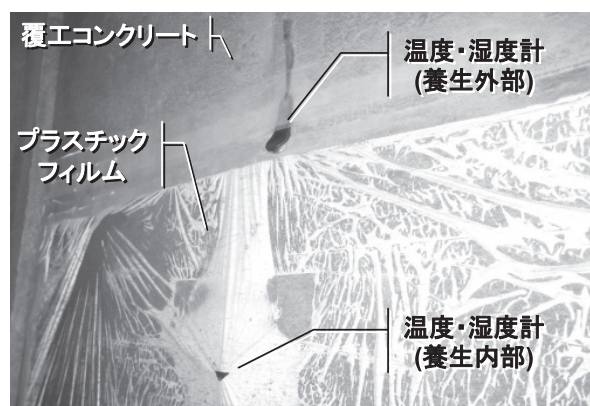
今回の試験施工では、覆工コンクリート打設の施工性に配慮して、セントルから1スパン分離れたスパン

を封かん養生の対象とし、封かん養生の開始はセントル脱型から4日経過した後とした。このため、脱型直後から封かん養生を開始した場合の効果을把握することを目的として、脱型直後のスパンの一部分に対してフィルムによる封かん養生を実施した。部分的に封かん養生を行った位置を写真—1 に、この位置での温度湿度の計測状況を写真—2 に示す。この部分において、養生中の温度および湿度を計測した。計測は温度・湿度データロガーを地面から高さ2 mの位置に取付け、1時間ごとに自動計測した。

フィルム貼付けの施工性について、1スパン分の養生を3人×1日で行うことができ、覆工コンクリートの打設工程に対して悪影響を及ぼさないことが確認できた。なお、貼付け作業の3人×1日は、高所作業車を使用した場合の作業量であり、効率的な方法を用いれば作業時間をさらに短縮できるものと予想される。この養生方法によって、従来の養生ではH型鋼などで製作された架台や台車などを使用し設備が大掛かりになりがちであった欠点を克服することができ、施工性や経済性を向上できると考えている。また、この養生を実施工として行う場合は、覆工コンクリートの打設と養生シート貼付けの作業を予め計画することにより、セントル脱型直後から封かん養生を実施できると考えている。



写真—1 プラスチックフィルムの設置状況



写真—2 部分的な封かん養生位置での計測状況

(2) 封かん養生の経過観察

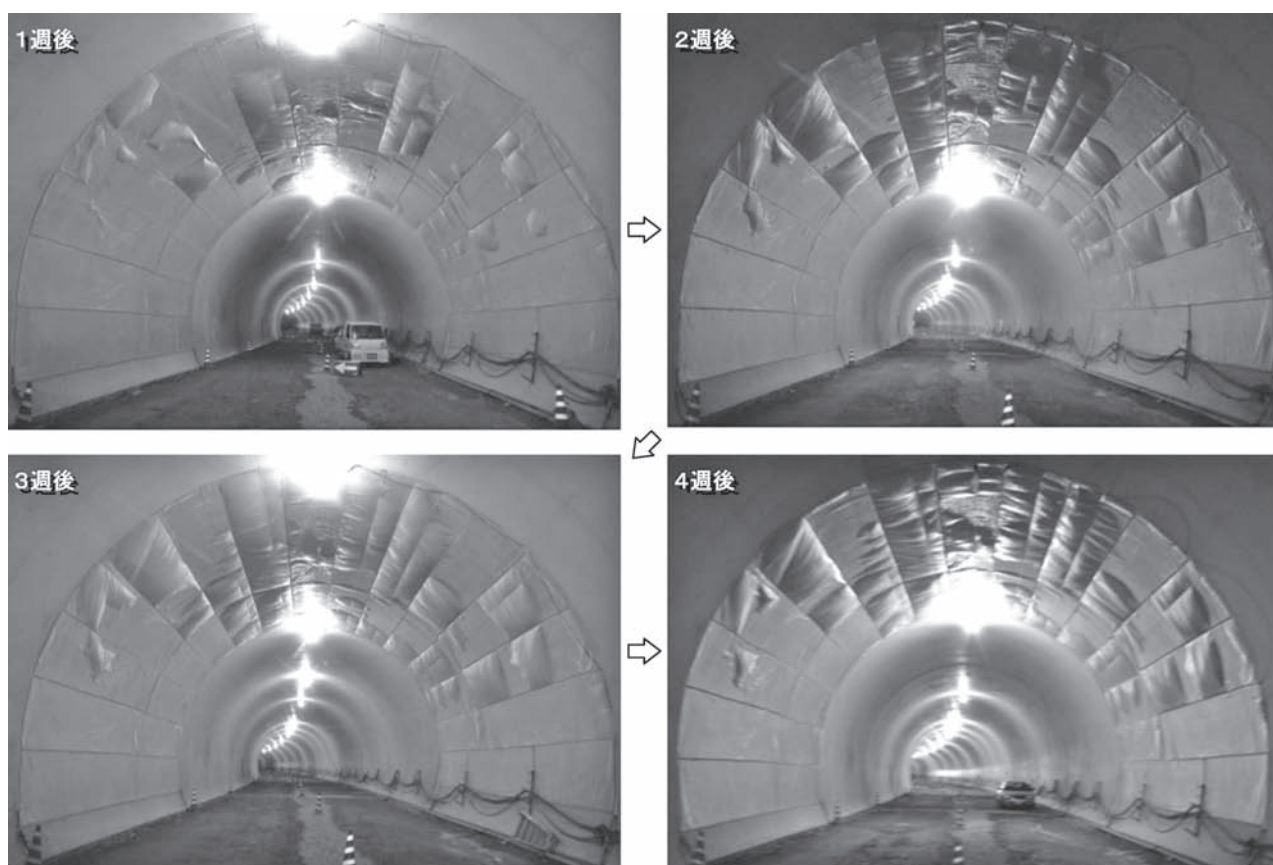
フィルムによる封かん養生の状況変化を、貼付け直後から4週間後まで観察した。1週間ごとの撮影を写真—3に示す。

貼付け直後（写真—1），シートはコンクリートに密着し，気泡は確認されなかった。1週間後には天端付近を中心に気泡が生じ，2週間後には気泡の面積が増えた。これ以降，気泡の面積の増加は確認されず，4週間後，気泡の面積はシート全体の1/3程度であった。4週間を通して，フィルムの破損や剥落は生じず，フィルムの内部には4週間後にも水滴が残っていた。

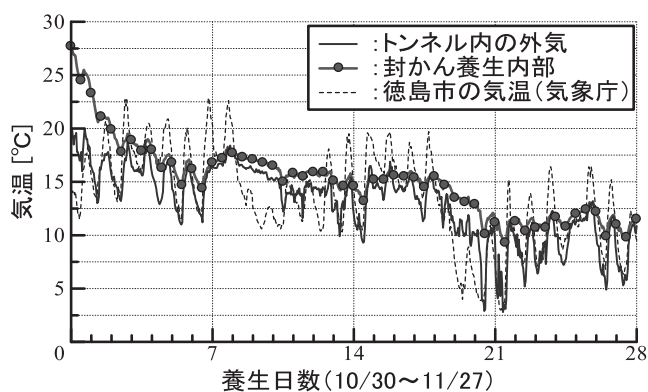
(3) 封かん養生内部の温度および湿度

封かん養生を行ったフィルムの内部および外部で計測した温度を図—2に，相対湿度を図—3に示す。計測はセントル脱型後（材齢1日後）から開始したものである。また，トンネル施工现场から15km程度離れた場所にある気象庁気象台が公表した徳島市内の温度および湿度も同図に示した。

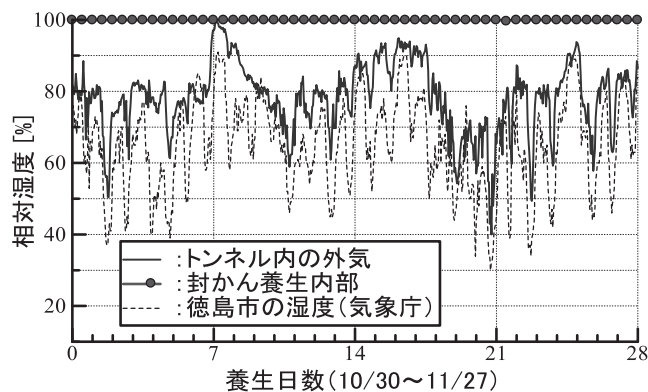
養生開始時（図—2中では0日）において，フィルム内部の温度はトンネル内の外気よりも7.5℃高かった，これは，コンクリート表面とフィルムの間に空気あるいは水の層が形成され，この層によってコンクリートの水和熱が保温されていたためと考えられる。



写真—3 プラスチックフィルムの状況変化（貼付けの1週間～4週間後）



図—2 封かん養生内外での温度の計測結果



図—3 封かん養生内外での相対湿度の計測結果

トンネル内の外気温の変化に対して、フィルム内部の温度変化は振幅が若干小さく、とくにトンネル内の外気温が低下した際にフィルム内部の温度低下が少なかった。

トンネル内の外気の相対湿度は40～99%で推移し、計測した28日間の平均値は78.2%であった。一方、フィルム内部の相対湿度は、99.0～99.9%で推移し、28日間の平均値は99.9%であった。この計測はトンネルが貫通した後に行ったものであり、貫通前と比較して乾燥しやすい環境である⁴⁾。そのような環境においても、フィルムによる封かん養生を行うことによってコンクリート表面を高湿度に保つことができた。

4. 封かん養生によるコンクリートの品質向上

(1) 試験方法

施工する覆工コンクリートと同じコンクリートで実験用供試体を作製し、養生終了後に圧縮強度試験、引張強度試験、および透気性試験を行った。計測項目と試験方法を表一3に示す。本研究では表一4に示した3種類の養生を施した供試体φ125×250mmを用い、圧縮強度試験を材齢7、28、56日に、割裂引張強度試験を材齢7、28日に試験を行った。なお、材齢56日の圧縮強度試験に用いた供試体は、材齢28日までは表一4に示した養生を行い、その後28日はすべてトンネル施工現場における気中に静置した。

透気速度の試験は、封かん養生および現場気中養生についてφ150×50mmの供試体3体ずつとして行った。養生方法は表一4に示したとおりである。φ150×150mmの供試体を製作し、施工中のトンネル内で28日間養生した。養生終了後、供試体の打設時の底

表一3 計測項目

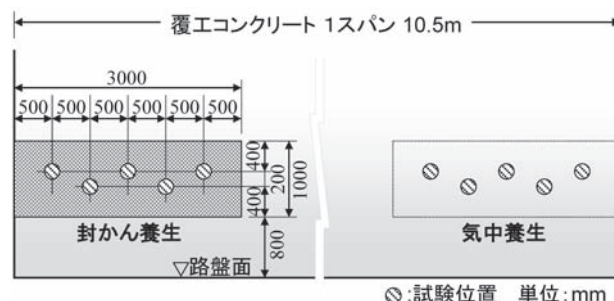
計測項目	計測方法など
養生内外の温度	温度・湿度データロガーによる1時間毎
養生内外の湿度	の自動計測
圧縮強度	JIS A 1108:2006に準拠 供試体φ125×250mm
割裂引張強度	JIS A 1113:2006に準拠 供試体φ125×250mm
透気速度	RILEM規格TC116-PCDに準拠 供試体φ150×50mm

表一4 供試体を用いた養生方法の比較ケース

養生の名称	養生材料や養生期間など
封かん養生	材齢1日で脱型し、その直後に厚さ0.02mmのプラスチックフィルムで封かん。材齢28日まで養生実施。
標準養生	材齢1日で脱型し、その直後から20℃の水中に静置。材齢28日まで養生実施。
現場気中養生	材齢1日で脱型し、その直後から現場環境に静置。

面側を厚さ50mmに整形し、試験前養生として50℃環境で10日間の乾燥処理を行った。その後、RILEM TC 116-PCD⁷⁾に準拠して透気性試験を実施した。

また、実構造物の覆工コンクリートにおいて、脱型直後から28日間フィルムによって封かん養生を行った区画と、気中養生を行った区画を対象にして、硬化コンクリートのテストハンマー強度試験を行った。テストハンマー強度試験(JSCE-G 504-2007)を行った位置を図一4に示す。封かん養生を行った区画と、気中養生を行った区画での試験位置は同じである。一区画の大きさは封かん養生を行った3m×1mであり、一区画あたり5箇所です試験を行い、試験位置の中心間隔は横方向に500mm、縦方向に200mmとした。試験はコンクリート打設から91日経過した後に行った。

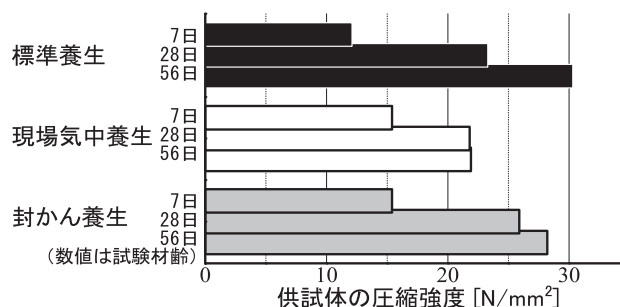


図一4 テストハンマー強度試験の実施位置

(2) 強度の試験結果

圧縮強度の試験結果を図一5に示す。材齢28日の圧縮強度で比較すると、標準養生では23.3 N/mm²、現場気中養生では21.8 N/mm²、封かん養生では25.9 N/mm²であった。標準養生での圧縮強度に対して、現場気中養生での圧縮強度は6.4%低下し、封かん養生では11.2%向上した。

材齢56日（＝28日間養生の後、28日間は気中養生）の圧縮強度で比較すると、標準養生では30.3 N/mm²、現場気中養生では21.9 N/mm²、封かん養生では28.2 N/mm²であった。現場気中養生では材齢28日からの圧縮強度の増進はほとんどみられないが、封かん養生では2.3 N/mm²増進した。標準養生での圧縮強度

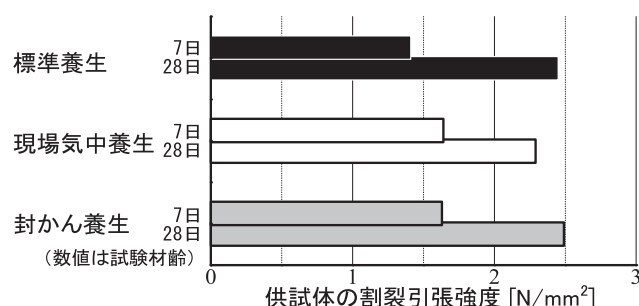


図一5 供試体による圧縮強度の試験結果

の増進はさらに著しく、 7.0 N/mm^2 の増進であった。

割裂引張強度の試験結果を図一6に示す。材齢28日の割裂引張強度で比較すると、標準養生では 2.45 N/mm^2 、現場気中養生では 2.29 N/mm^2 、封かん養生では 2.49 N/mm^2 であった。封かん養生での割裂引張強度は、気中養生に対して109%、水中養生に対して102%であった。

以上のことから、フィルムを用いた長期的な封かん養生を行うことによって、コンクリート強度の向上が期待できると考える。



図一6 供試体による割裂引張強度の試験結果

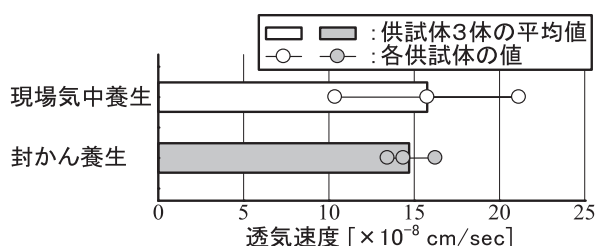
(3) 透気性の試験結果

透気速度の計測結果を図一7に示す。透気速度は試験から得た透気量を用い、式(1)により計算した。ここに、 K_s : 透気速度 [mm/sec], Q_i : 透気量 [mm^3/sec], A : 試験体の断面積 [mm^2], L : 試験体の厚さ [mm], P_a : 印加圧力 [N/mm^2], P_i : 大気圧 [N/mm^2], γ : 気体の単位容積重量 (窒素: 1.25×10^{-3}) [g/mm^3], g : 重力加速度 [mm/sec^2] である。

$$K_s = \frac{2 \cdot \gamma \cdot g \cdot P_a \cdot L}{P_i^2 - P_a^2} \cdot \frac{Q_i}{A} \times 10 \quad (1)$$

封かん養生を施した供試体の透気速度は、気中養生の供試体と比較して供試体ごとの値の差が少なく、透気速度の平均値は若干小さい値であった。封かん養生を行うことによって透気速度が低下し、中性化などに対する抵抗性が若干向上したと考えられるが、これが有意な差であるかについては、継続調査中である。

なお、水セメント比が50～60%のコンクリートにおける一般的な透気速度は $10 \sim 100 \times 10^{-8} \text{ cm/sec}$



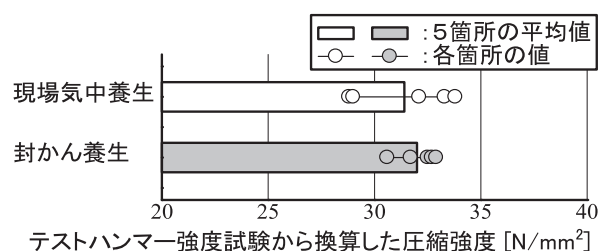
図一7 供試体による透気速度の試験結果

程度であり⁸⁾、透気速度は骨材の使用量によって変動するとされている⁹⁾。本実験において、透気速度は上述と同程度の値であったが、各供試体の試験値に差があったのは、粗骨材の最大寸法が40 mmであり、供試体作製時において粗骨材の混入比率に差があったことが影響したと考えている。

(4) テストハンマー強度試験の結果

実構造物の覆工コンクリートを対象にして行った硬化コンクリートのテストハンマー試験結果を図一8に示す。現場気中養生を行った区画で推定された圧縮強度は、 $28.9 \sim 33.8 \text{ N/mm}^2$ で分布し、平均値は 31.4 N/mm^2 であった。一方、封かん養生を施した区画で推定された圧縮強度は、 $30.6 \sim 32.9 \text{ N/mm}^2$ で分布し、平均値は 32.0 N/mm^2 であった。封かん養生を行った区画の強度は、現場気中養生の区画と比較して各試験箇所での差異が小さかった。

実構造物においても、フィルムを用いた長期的な封かん養生を行うことによってコンクリートの圧縮強度が向上することを確認できた。



図一8 硬化コンクリートのテストハンマー強度試験結果

5. まとめ

プラスチックフィルムを用いた封かん養生の覆工コンクリートへの適用性を確認するため、試験施工を行った。結果を以下にまとめる。

- ①プラスチックフィルムによる封かん養生のフィルム貼付け作業は、覆工コンクリート打設工程に悪影響を及ぼさないことがわかった。また、貼付けたフィルムは28日間にわたって剥落や破損を生じず、長期的に封かん養生の環境を維持できることが確認できた。
- ②封かん養生の期間中、相対湿度78% (平均値) の環境下において、養生内の相対湿度は99%以上を保つことができた。また、外気温の変動に対して養生環境の温度変化を緩和する効果が確認された。これらによって、覆工コンクリート表面の内的応力を緩和し、ひいてはひび割れの抑制に効果があったと

考えられる。

- ③封かん養生を行うことによって、コンクリートの強度が増加した。封かん養生を行った供試体での圧縮強度の比率は、気中養生に比べて129%、標準養生に比べて111%であった。強度の増加は、テストハンマー強度試験によって実構造物においても確認された。

- ④封かん養生を行うことによって、コンクリートの透気性が若干低下した。

以上のことから、プラスチックフィルムを用いた封かん養生は、実施工において有用であり、覆工コンクリートの品質向上に寄与することが確認できた。なお、プラスチックフィルムを用いた封かん養生のうち、そのフィルムの貼付け方法について特許出願中である。

J C M A

《参考文献》

- 1) 土木学会：2007年制定 コンクリート標準示方書【施工編】，2008
- 2) 郭 度連，國分勝郎，宇治公隆，上野 敦：コンクリートの乾燥収縮に及ぼす水セメント比および養生条件の影響，コンクリート工学年次論文集，Vol.25，No.1，pp.743-749，2003
- 3) 遠藤裕丈，谷口史雄，島田久俊：養生と乾燥日数が異なるコンクリートの凍害と塩害の複合劣化特性，コンクリート工学年次論文集，Vol.24，No.1，pp.741-746，2002
- 4) 馬場弘二，伊藤哲男，城間博通，宮野一也，中島浩，谷口裕史：施工中のトンネル坑内環境と覆工コンクリートの湿度変化に関する研究，土木学会論文集，No.742 / VI-60，pp.27-35，2003
- 5) 佐藤幸三，椎名貴快，新藤敏郎，安部俊夫，小林雅彦：バルーンを用いたトンネル二次覆工コンクリートの養生方法と効果について，土木学会年次学術講演会講演概要集第6部，Vol.59，pp.364-365，2004
- 6) 濱田洋志，大山 茂，須田政成，羽瀧貴士：噴霧養生装置による覆工コンクリートの乾燥収縮低減対策の効果，土木学会年次学術講演会講演概要集第6部，Vol.60，pp.8-9，2005
- 7) RILEM TC 116-PCD：Permeability of concrete as a criterion of its durability Final report：Concrete durability - An approach towards performance testing，Materials and Structures，Vol.32，pp.163-173，1999
- 8) 金 武漢，權 寧璵，朴 宣圭，姜 錫杓：モルタルおよびコンクリートの中性化に影響を及ぼす透気係数に関する実験的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.22，No.1，pp.193-198，2000
- 9) 塚原絵万，加藤佳孝，魚本健人：欠陥を有するモルタル試験体の透気性に関する実験的考察，コンクリート工学年次論文集，Vol.23，No.2，pp.823-828，2001

【筆者紹介】

壹岐 直之（いっき なおゆき）

若築建設㈱
総合評価対策室
総合評価対策課長



吉武 勇（よしたけ いさむ）

山口大学大学院
理工学研究科
准教授



繊維シート埋設による覆工補強 道路トンネル新設工事における T-FREG 工法の適用

宇野 洋志城・京 免 継 彦

筆者らは、トンネル覆工コンクリートのはく落防止を目的とした保全予防技術の一つとして、T-FREG 工法(Tunnel-Fiber Reinforced EdGing 工法)を開発し、道路トンネル新設工事において実施工に適用した。

本工法は、覆工コンクリート表層近傍に繊維シートを埋設することで、脱型時からはく離、はく落現象を未然に防止するものであり、その耐久性と施工性の優れた点は実証実験ならびに実施工を通じて明らかとなった。

本工法は今後のトンネル工事において覆工の長寿命化を図る上で有効な対策の一つと考えられる。

キーワード：トンネル、覆工コンクリート、はく落、保全予防、繊維シート、長寿命化

1. はじめに

最近のトンネル新設工事における技術提案には、覆工コンクリートの品質や耐久性の向上を目的とする対策が多く挙げられる。そのため、施工段階における覆工コンクリートの充てん確保やひび割れ発生の抑制、および打込みから脱型後に至るまでの養生管理方法に関連する提案の多様さに比べて、ひび割れ発生後の保全管理を見込んだ提案は極めて少ない。

今回、筆者らが開発、適用したトンネル覆工コンクリートのはく落防止を目的とした保全予防技術は、新設トンネル覆工コンクリートのはく落を防止するものである。具体的には、覆工コンクリート表層近傍に繊維シートを既に埋設した状態で供用開始する、脱型時点からはく離、はく落現象を未然に防止する技術(T-FREG 工法：Tunnel-Fiber Reinforced EdGing 工法)である。

事前の計画、設計段階から将来のはく落に備えた対策を盛り込むことで機能を永く維持し、保全行為自体

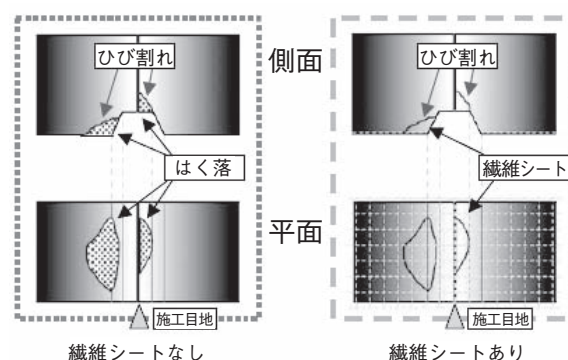


図-2 はく落防止のイメージ

を不要とする、はく落リスクを低減させることを目指したものであり、「保全予防」の概念¹⁾に基づく覆工コンクリートの保全予防技術の一つである。本工法の適用イメージを図-1、2に示す。

本報告では、T-FREG 工法を道路トンネル新設工事へ適用した事例について述べ、その耐久性と施工性に関する実証実験の結果から明らかとなった内容を示す。

2. 適用条件

(1) トンネルの概要

今回 T-FREG 工法を適用した道路トンネル新設工事は2トンネルであり、宮崎県に位置する東九州自動車道路の一区間である。

トンネルの概要を表-1に示す。適用対象は2トンネルで28ブロック(Nトンネル10ブロック、Kトンネル18ブロック)であった。

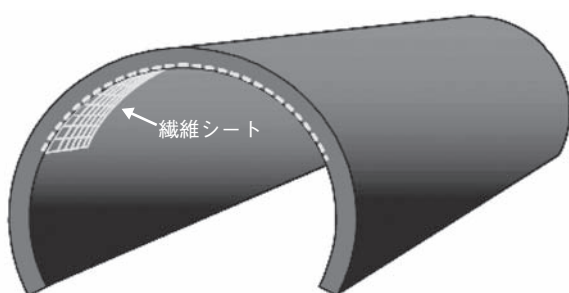
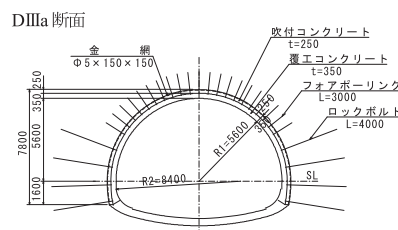
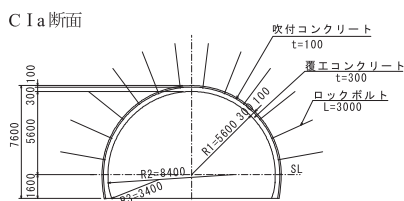


図-1 T-FREG 工法の適用イメージ

表一 トンネルの概要

項 目	N トンネル諸元	K トンネル諸元
地山岩種	頁岩・砂岩	頁岩・砂岩
線形勾配	平面線形 R=4,000m~R=5,000m 縦断勾配 2.20%	平面線形 R=7,500m 縦断勾配 2.20%
トンネル延長	215 m	243 m
内空断面積	C I, C II 66.9 m ² , D III 73.4 m ²	C I, C II 66.9 m ² , D III 73.4 m ²
トンネル工法	NATM	NATM
掘削方式	発破掘削	発破掘削
掘削工法	補助ベンチ付全断面掘削方法 上半先進ショートベンチカット工法 (D IIIa)	補助ベンチ付全断面掘削方法 上半先進ショートベンチカット工法 (D IIIa)
補助工法	充填式フォアボーリング (D IIIa)	充填式フォアボーリング (D IIIa)



(2) 覆工の条件

覆工コンクリートには、粗骨材の最大寸法が 20 mm の配合を使用した。N トンネルではすべて T1-1 配合、K トンネルでは 13 ブロックが T1-1 配合、5 ブロックが T3-1 配合（ポリプロピレン繊維入り配合）とした。

配合表を表一 2 に示す。

目標のスランプと空気量は、T1-1 配合で 19 ± 1.0 cm, $5.0 \pm 0.5\%$, T3-1 配合でポリプロピレン繊維混入後に 19 ± 1.0 cm, $5.0 \pm 0.5\%$ とした。

表一 2 配合表 (2 トンネル分)

区分	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)						
			W	C	S1	S2	G	Ad	Fiber
N トンネル T1-1	57.0	48.3	172	302	631	236	927	2.57	—
K トンネル T1-1	58.4	52.0	163	279	475	473	880	2.93	—
K トンネル T3-1	48.5	53.0	173	357	459	458	820	3.21	2.73

2 トンネル共通/C: 高炉セメント B 種, Ad: 高性能 AE 減水剤
S1: 延岡市大武長産海砂, G: 東郷町山陰産砕石
N トンネル / S2: 津久見市産砕砂
K トンネル / S2: 東郷町山陰産川砂, Fiber: ポリプロピレン

3. 施工方法

(1) 繊維シート

コンクリート打込み前の型枠面に連続繊維シートを敷設し、脱型時からコンクリートの表層近傍に埋設した状態で供用開始する工法に関しては、これまでに橋梁上部工の下面（交差部の橋梁下面）²⁾ や二次製品のシールドトンネル用セグメントの内面（高流動コンクリートセグメント）³⁾ を対象に実用化されているが、山岳トンネルにおける覆工コンクリートへの適用例は

未だない。

過去の実績では、橋梁上部工の下面にはアラミド繊維シート、シールドトンネル用セグメントの内面には耐アルカリガラス繊維シートが使用されている。各繊維シートの諸元を表一 3 に示す。

表一 3 各繊維シートの諸元

繊維の種類	アラミド	耐アルカリガラス
形状	40mm の 3 軸メッシュ	7mm×5mm の開口
密度	400g/m ² 以上	400g/m ²
引張強度	30kN/m	≧ 60kN/m, ≧ 38kN/m
特徴	片面に 3 号硅砂を付着	厚さ 0.85mm
外観		

橋梁上部工に適用する場合では底面あるいは側面の型枠内面に独自の治具を用いて固定しており、その治具を外すことなくコンクリートの打込み作業が行われ、シールドトンネル用セグメントに適用する場合では型枠底面に鉄筋かごとスペーサーを利用して固定しており、そのまま高流動コンクリートの打込み作業が行われる。

ともに上方から目視確認でき、コンクリート打込み作業の段階で繊維シート周辺への充てん状況と繊維シートのよれやたるみなどの変形、ずれや移動具合をチェック、修正も可能である。

しかしながら、覆工コンクリートを対象とする場合、とくにアーチ天端部分では打込み方向が上方になり、限られた吹上げ口からコンクリートが型枠内面を横移動しながら充てんする。その結果、吹上げ口付近の繊維

繊維シートはコンクリートによって大きく乱される可能性があるが、目視によるチェック、修正ができない条件となる。さらに、覆工コンクリートの一部はく落を問題視する観点から、固定治具は打込み終了時に撤去することを目標としたため、埋設型の固定治具は使用できない方向で施工方法を検討した。

そこで、実規模レベルでの施工性検証実験を行うことで繊維シートの固定に関する検討を行い、使用実績のある2種類の繊維シートのうち、曲率のあるトンネル用型枠（以降、セントルと称する）に対しても確実に固定でき、かつ打込みによるコンクリートの圧力により繊維シートのよれやたるみなどの変形、ずれや移動の生じない点から、使用する繊維シートは耐アルカリガラス繊維シートとした。

(2) 適用範囲

繊維シートの適用範囲のイメージを図—3に示す。

縦断方向には施工目地部を中心に幅1m程度の範囲とした。

コンクリート打込みの際にはセントルの両端部分50cm程度に繊維シートを固定し、最終的に目地部を挟んで1m程度の範囲で両側コンクリートの表層近傍に繊維シートが埋設されている状況を実現した。

ラップ側での目地部分にはウレタン状の材質を使用することで問題なく繊維シートを設置、固定することができた。

今回使用した目地形状は台形であったが、仮に目地形状が三角形であっても繊維シートの固定に関しては問題なく、事前に繊維シートに折り曲げるなどの加工をすることで十分に対応できることも検証した。

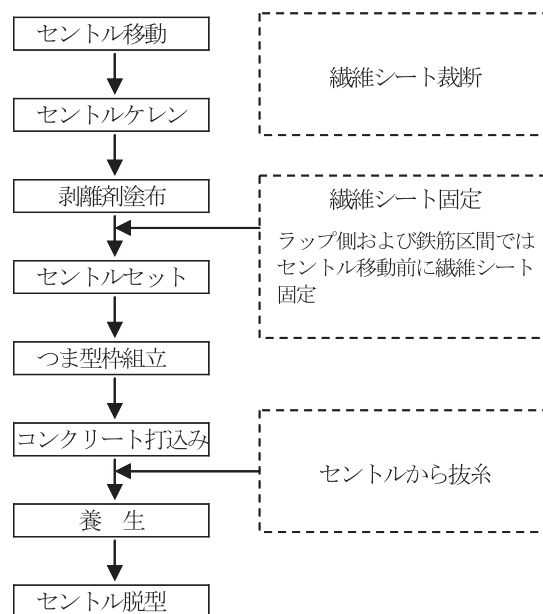
横断方向には建築限界をカバーし、かつセントルをジャッキダウンできる範囲とし、今回は天端をカバーしつつ肩部まで含めた120°の範囲とした。（円周方向の長さ11.8m程度）

(3) 施工手順

繊維シートの設置から固定までの作業は、通常作業

と並行して行った。

施工手順の例を図—4に示す。



図—4 施工手順の例

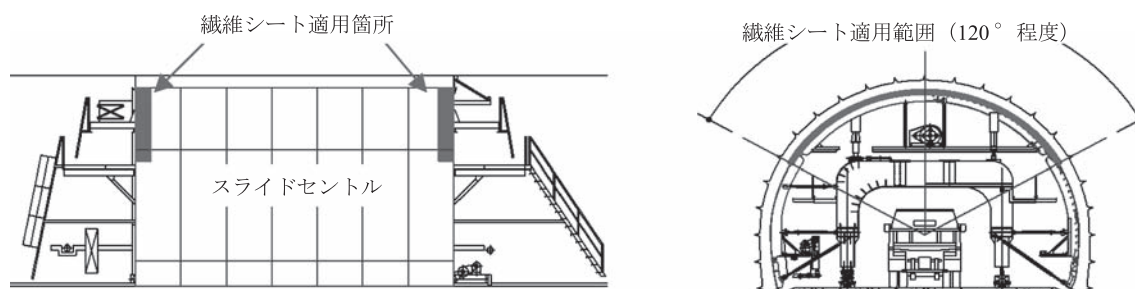
繊維シートの固定方法には、セントルに開けた孔と釣り糸を利用した（特許出願中）。基本的には従来のスライドセントルを使用し、加工はごく僅かで済み、繊維シート適用のための特殊機械は不要である。

事前に鋼製型枠を用いて実規模レベルで行った施工性検証実験では、スランプ8cmから21cmまでの配合を使用してコンクリートのコンシステンシーが繊維シートに及ぼす影響を確認した。

また、その際に締固めに使用した高周波の棒状振動機は、一般にトンネル施工現場で使用する振動部外径を43mmとするタイプとし、繊維シートに振動部の先端が激しく当たる状況を再現しつつ、入念な締固めを行った。

その結果、締固め作業中に繊維シートがよれたり、変形することはなく、脱型後の確認でも繊維シートが目標の位置から移動したり、繊維シート自体が傷んだような状況は認められなかった。

上記の実験結果を踏まえ、本施工の際にも同タイプ



図—3 適用範囲のイメージ

の高周波の棒状振動機を使用し、繊維シートに先端部が当たることを気にせず通常どおり入念な締固め作業を行った。

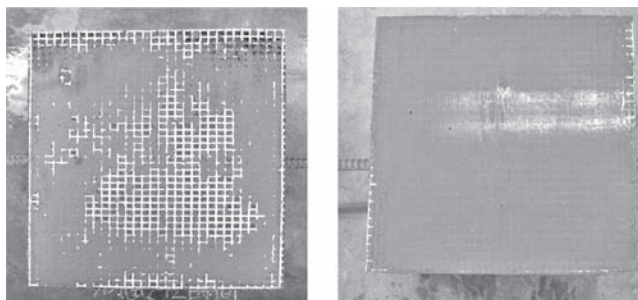
4. 検証結果

(1) 繊維シートの付着性

繊維シートには、脱型直後の段階から覆工コンクリートとの一体化が要求される。脱型時に繊維シートが十分に付着していることは最低条件であり、脱型が行われるのは極めて若材齢であることから、繊維シートがセメントと一緒にコンクリートからはく離しない条件を検証するため、JIS A 6909（建築用仕上塗材）に準拠して建研式の簡易型短軸引張試験機を用いた接着力試験を実施した。

その結果、圧縮強度 $0.20 \text{ N/mm}^2 \sim 0.47 \text{ N/mm}^2$ 程度で脱型した場合には、繊維シートはコンクリート側に残るもののモルタルペーストが型枠と一緒にはく離した。さらに圧縮強度が 1.10 N/mm^2 程度に達してから脱型した場合には、モルタルペーストもはく離せず、美観上望ましい出来形となった（写真—1 参照）。

型枠の取り外し時期としてトンネル標準施工方書では $2.0 \text{ N/mm}^2 \sim 3.0 \text{ N/mm}^2$ 程度が目安⁴⁾とされていることから、一般にトンネル施工時の脱型強度は 2.0 N/mm^2 以上である場合が多い。



圧縮強度 0.20 N/mm^2

圧縮強度 1.10 N/mm^2

写真—1 脱型後の出来形

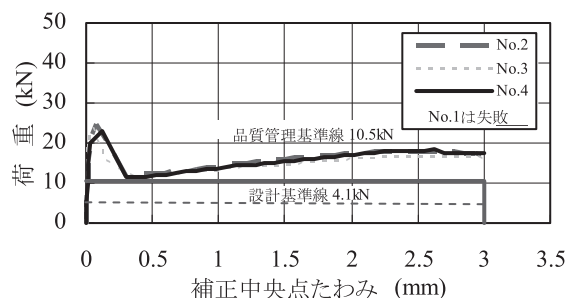
したがって、通常の施工では、脱型時に繊維シートがはく離する可能性はないと判断した。

また、材齢 28 日時点で母材の接着強度と比較した結果、若材齢で脱型することで繊維シートの付着が劣ることはなかった。

(2) 曲げ靱性

はく落防止性能を検証するため、JHS 730-2003『繊維補強覆工コンクリートの曲げ靱性試験方法』⁵⁾に準拠して曲げ靱性係数を求めた。

試験結果を図—5に示す。曲げ靱性係数は平均値で 2.02 N/mm^2 が得られ、繊維補強覆工コンクリートの曲げ靱性係数の基準である 1.40 N/mm^2 を十分上回る結果を示した。その数値は非鋼繊維を容積混入率で 0.3% 使用した場合の短繊維補強コンクリートが示す水準を超えており⁶⁾、曲げ靱性係数のばらつきも明らかに小さい。その要因は繊維シートによる繊維配列方向が短繊維の分散状況に比べて安定していることに関係していると考えられた。



図—5 曲げ靱性試験結果

(3) 押抜きせん断耐力

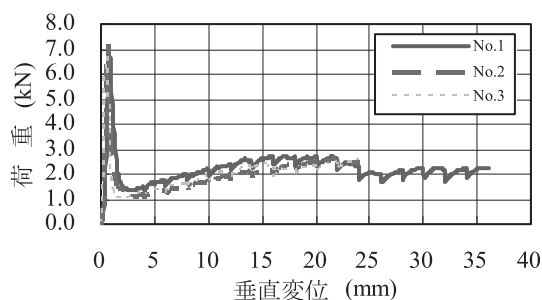
はく落防止性能を検証するため、JHS 424-2004『はく落防止の押抜き試験方法』⁷⁾に準拠して押抜きせん断耐力を求めた。

載荷速度は開始時点で 0.2 mm/min 、以降変位 2.0 mm から終了までは 1.0 mm/min とし、 2.0 mm の変位毎に 2.0 分間載荷を停止して載荷面反対側のはく離範囲を目視観察し、はく離範囲をマーキングした。

最終変位は 23 mm とし、その時点での最大荷重を記録するが、変位 10 mm までに得られた最大荷重データは考慮しなかった。

試験結果を図—6に示す。変位 10 mm 以上における最大荷重は平均値で 2.62 kN が得られ、連続繊維シート後貼り工法の基準である 1.5 kN を十分上回る結果を示した。

これより、前項の曲げ靱性試験結果と併せて判断して、T-FREG 工法は十分なはく落防止性能があると考えられた⁸⁾。



図—6 押抜き試験結果

(4) 発熱性

覆工コンクリートをトンネル構造物内での施設の一部とすれば、他施設と同レベルの耐火性能が求められると考え、平成12年に改正された建築基準法で定める防火材料3ランク（不燃材料、準不燃材料、難燃材料）のうち準不燃材料ランクに適合することを検証するために、発熱性試験⁹⁾を実施した。

その結果、10分間の総発熱量は基準値上限8 MJ/m²の1/10以下であり、最高発熱速度も基準値上限200 kW/m²の1/100程度までにしか達しなかった。繊維シートは着火することなく10分間の加熱時間を終了し、有害な亀裂や損傷は認められなかった。

(5) ガス有害性

準不燃材料ランクに適合することを検証するため、同様にガス有害性試験⁹⁾を実施した。

その結果、有害なガスは発生せず、発熱性試験における燃焼するものがないことを裏付けた。

これより、前項の発熱性試験の結果と併せて判断して、T-FREG工法は十分な耐火性能があると考えられた¹⁰⁾。

(6) 施工手間

施工時において一連の作業に要した時間を整理した結果、施工対象区間28ブロックの総施工面積352.8 m²に対して、繊維シートの準備から設置、固定までに要した時間の実績は約12.4分/m²であった。

今回の繊維シート適用範囲面積は約12.6 m²であることから、全工程で約156分/ブロックの作業時間を要したことになるが、事前の準備や並行作業が可能であるものが多く、結果的に作業員の増員や時間外作業も必要なく、通常の作業サイクルに作業を吸収できた。

5. おわりに

覆工コンクリート表層近傍に繊維シートを既に埋設した状態で供用開始することで脱型時から離れ、はく落現象を未然に防止する技術（T-FREG工法：

Tunnel-Fiber Reinforced EdGing工法）を道路トンネル新設工事に適用した結果、その耐久性と施工性の優れていることを明らかにすることができた。

本工法は、トンネル覆工コンクリートのはく落防止を目的とした保全予防技術として開発したものであり、その適用は今後のトンネル工事において覆工の長寿命化を図る上で有効な対策の一つと考えられる。

J C M A

《参考文献》

- 1) 例えば土木学会：コンクリート技術シリーズ No.71 材料劣化が生じたコンクリート構造物の構造性能，pp.169-177，2006.9
- 2) 寺田典生，青木圭一，中井裕司：繊維シートによる剥落防止対策の開発，橋梁と基礎，pp.27-32，2003.11
- 3) 玉井攻太，木村定雄，松浪康行，倉木修二，水上博之：コンクリート系セグメントの表面補強材としての繊維シートの適用，トンネル工学報告集，Vol.14，pp.389-394，2004.11
- 4) 土木学会：トンネル標準示方書 [山岳工法]・同解説，pp.173，2006.7
- 5) 東日本高速道路，中日本高速道路，西日本高速道路：トンネル施工管理要領，2006.10
- 6) 宇野洋志城，歌川紀之，小泉直人：長期耐久性を向上させるための覆工コンクリートの配合検討，トンネル工学報告集，Vol.17，pp.221-226，2007.11
- 7) 東日本高速道路，中日本高速道路，西日本高速道路：試験方法第4編 構造関係試験方法，2006.10
- 8) 宇野洋志城，歌川紀之，川崎真史，小泉直人，上野清，田中康一郎：T-FREG工法による二次覆工コンクリートのはく落防止対策，土木建設技術発表会 2009 概要集，pp.1-6，2009.11
- 9) 建材試験センター：防耐火性能試験・評価業務方法書，pp.50-59
- 10) 宇野洋志城，歌川紀之，木村定雄：繊維シートを用いたはく落防止技術（T-FREG），平成21年度建設技術報告会報文集，pp.109-112，2009.10

【筆者紹介】

宇野 洋志城（うの よしき）
佐藤工業㈱
土木事業本部 技術研究所
主任研究員



京免 継彦（きょうめん つぐひこ）
佐藤工業㈱
土木事業本部 土木企画部 機電課
課長



進化するトンネル換気技術

西 村 章

トンネルの換気技術は、トンネルじん肺訴訟やトンネル粉じん対策のガイドラインを踏まえ急速に進んできたが、現状では経済性を優先し対策が形骸化している状況も散見される。

トンネルの機械化施工、高速長距離化に伴い換気設備はますます重要性を増しており、粉じんの有害性の知見による規制強化、CO₂削減など新たな課題も出ている。

本報文では、最新の換気技術と今後予想される換気技術を取りまく動向について紹介する。

キーワード：吸引捕集方式、吸引ダクトシステム、結晶質シリカ、フィルター式集じん機、清浄度

1. はじめに

トンネル工事では大気の100倍近い高濃度で粉じんに曝露するため現在もトンネルじん肺は発生しつづけており、トンネル工事に携わる者にとって最大の健康リスクであると同時に国家的損失でもある。

今年は第三次トンネルじん肺訴訟がはじまり、トンネル坑内の環境改善をあらためて認識・対策を進めていく必要があるが、最近の低価格入札などによる経済性優先の要求から対策技術が後退している局面も見られる。

国はじん肺対策に取り組み、2000年12月に厚生労働省が「ずい道等建設工事に関するガイドライン」を示し、2002年3月に建設労働災害防止協会「ずい道等建設工事における換気技術指針」を全面改訂し、これが現在の設計・計画・施工・管理の基本となっている。

これらの取り組みにより、換気技術は大きく進展し、坑内の環境改善が格段に進んだ。

一方、工事の大型化・機械掘削の増加、AN-FO発破の増加、トンネルの長大化などにもなう新たな課題も発生している。

特に、機械掘削粉じんや発破粉じんに含まれる遊離けい酸（SiO₂；結晶質シリカ）の粉じんは、アスベストと同じ発ガン物質A1に区分され、許容濃度もガイドライン制定時より5倍も厳しく依然として健康リスクが内在している。

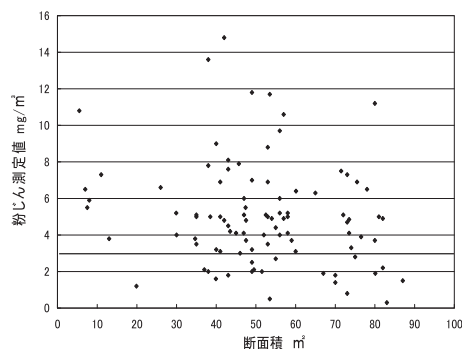
本報文では、「ガイドライン」前後の換気・環境の状況と最新の換気技術の課題を分析する。また、最新の換気技術の紹介と今後の開発動向について説明する。

2. 「ガイドライン」後の現状

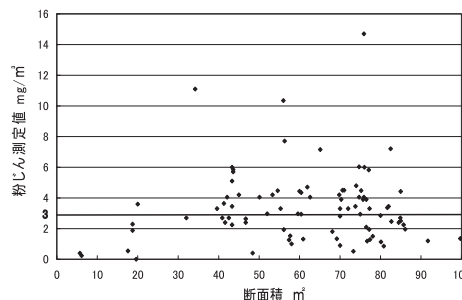
トンネル粉じん対策の「ガイドライン」に基づき、発注者・施工者の共通の目標として環境改善が進んだ。

代表的なコンクリート吹付粉じんの調査データを比較する（図—1）。

「ガイドライン」の粉じん濃度目標値3 mg/m³に対して「ガイドライン」以前は3 mg/m³以上が約80%であったが、2005年の調査では3 mg/m³以下が50%と、かなり改善が進んだことがわかる。

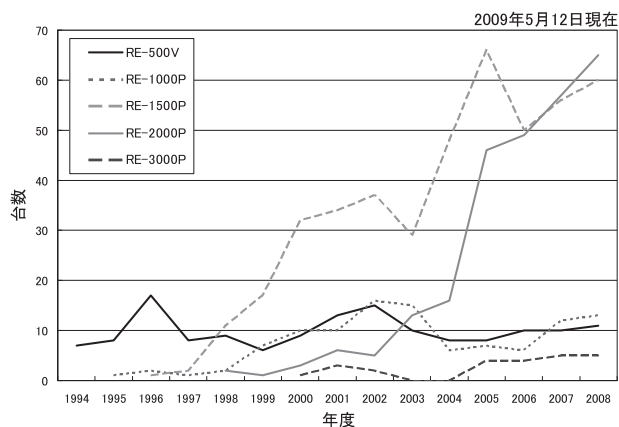


「ガイドライン」以前 1998 年建災防調査データ



「ガイドライン」後 2005 年日本建設機械化協会データ

図—1 「ガイドライン」前後の調査データの比較



図一2 トンネル集じん機使用状況

大型集じん機の採用件数推移は、「ガイドライン」に前後して急速に普及が進み、 $2,000 \text{ m}^3/\text{min}$ クラス、 $3,000 \text{ m}^3/\text{min}$ クラスが主流になっている（図一2）。

一方、2005年の調査からもわかるように、未達成が50%もあり、トンネル粉じん対策は多くの障害があることがわかりその要因として以下のことが挙げられる。

- ①粉じん対策が良好な現場が多く出ている一方、対策が不十分な現場もあり大きな開きが見られる。
- ②データでは「 $3 \text{ mg}/\text{m}^3$ 」付近に集中しており、数値のみが一人歩きし「 $3 \text{ mg}/\text{m}^3$ 」を少しでも下回れば良しとするような経済合理性が優先している。（粉じん濃度目標レベルは換気設備の良否判定）
- ③大型換気設備（ファン・集じん機・ダクト）の損料・電気量・維持費など経済的な負担が大きい。
- ④拡散希釈方式が多く採用されているが粉じん発生量が多い場合、限界がある。
- ⑤技術指針では機械掘削時の粉じん対策について具体的方法を提示していない。

3. 換気技術の課題

(1) 粉じん低減対策の基本

工学的に粉じん対策の優先順は、図一3のように実施することが基本であり、効果が高く経済的である。

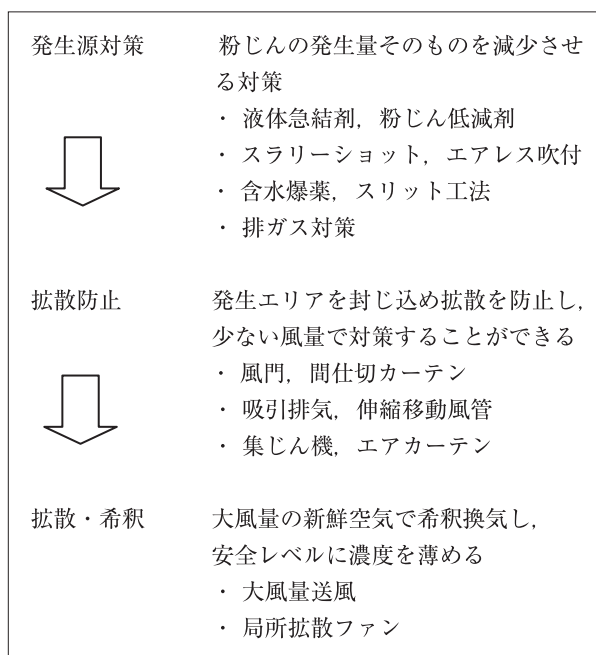
また、トンネル生産システムの作業にできるだけ支障のない対策を講じる必要がある。

(2) 封じ込め効率の向上

トンネル粉じん対策も同様であり発生場所からの拡散防止を優先する。

集じん対策では「拡散防止」対策と「清浄化」対策を区分して考えることが重要で、切羽の対策は「拡散防止」対策を効果的に実施することが重要である。

ある機関の調査では、集じん効率の高い大型換気設



図一3 粉じん対策の優先順

備を導入したにもかかわらず、封じ込め効果が弱く、半分程度の清浄化効果しか得られていない現場が半数であった。

一般的に切羽の気流環境は、送気ダクト先端からの強い噴流により大きな運動エネルギーを与えられ坑口方向への気流は乱流域にある。

ここに集じん機単体を設置した場合、集じん機の捕集効果は低くなるばかりでなく、集じん機の出口ノズル噴流によるジェットファン効果が作用し、かえって汚染を拡散する結果となっている。

流体シミュレーションの結果からも、送風ダクト先端の噴流による乱れは切羽後方80～100mでやっと収束する結果となり現場での計測結果と一致する。

集じん機の採用に際しては、封じ込め効率を高めるためのシステムが不可欠である（エアカーテンダクト、放風減速ダクト、間仕切カーテンなど）。

(3) 清浄度の確認

換気技術指針では、集じん機の要件について「微細な吸入性粉じん（粒径 $7.07 \mu\text{m}$ ～ $0.5 \mu\text{m}$ ）に対しても捕集効率は少なくとも95%以上」としている。トンネル集じん機は一般工場用と異なり処理した吐出空気を坑道内換気として二次利用することから、大気レベルにきれいに清浄化することが望ましい。

トンネル内で発生する粉じんは、多様・特殊・苛酷であり集じん機の性能は安定した清浄化機能を維持する必要がある。

最近の調査によると、集じん機の採用比率は、フィ

ルター方式 83%, 静電気方式 15%, スクラバー 2% であった。

客観的知見でフィルター方式と静電気方式の特性を比較する（表－1）。

4. 希釈換気から封じ込め換気へ

(1) 希釈方式の限界

建災防・換気技術指針の計算例では、拡散希釈方式を示しているため大多数の現場では所要風量を拡散希釈により算定し換気設備を計画している。

ディーゼル排出ガスなど有害ガスに対する所要風量よりも粉じんの所要風量は大きく、粉じん濃度目標レベルの 3 mg/m^3 を下回る希釈風量で算定されている。

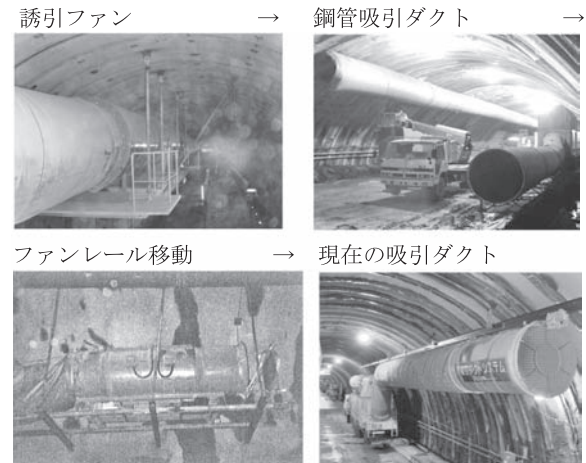
コンクリート吹付量の増大や機械掘削粉じんなど発生量が多い場合は大風量希釈となるため、換気ファンや集じん機は設備可能な物理限界に達している。

(2) 封じ込め方式の開発経緯

切羽で発生する粉じんの拡散防止の取り組みは最も

効果的であることから、制約が多い現場の理解を得ながら試行錯誤を重ね開発してきた。

作業が輻湊する切羽直下から粉じんを吸引・捕集し後方の集じん機で大気レベルに清浄化する「吸引ダクトシステム」は厚生労働省の「好事例集」（H14 年度）にも取り上げられ、すでに 50 現場を越える実績となっている（図－4）。



図－4 換気方式の変遷

表－1 フィルター方式と静電気方式の特性比較

	フィルター方式	静電気方式
原 理	大面積のフィルターに通気させフィルター表面に吸着ろ過する方式 付着したダストを断続的にエアパルスで払い落とし、通気抵抗が増大しないような自動クリーニング機能が装備されている	空気入口で放電極により気体中の粉じん粒子を帯電させ、その後方にある逆帯電極の集じん極に静電クーロン力で付着させる方式 集じん極板にダストが付着し積層すると、クーロン力が弱まり集じん効率が低下するため間欠的に集じん極の洗浄が必要
特 長	大気と同レベルの高い清浄度で安定した風量が得られメンテナンスフリーで信頼性が高い フィルター通気抵抗が電気式より大きいファン動力が大きい（ $2,000\text{ m}^3/\text{min}$ 定格負荷は 81 kW ）	通風抵抗が少ないためファン動力がフィルター方式の約半分（ $2,000\text{ m}^3/\text{min}$ 定格負荷は 43 kW ） 集じん効率は運転時間経過と共に効率が急速に低下する
集じん特性	①集じん効率は99%以上と高く安定した運転ができる ②出口清浄度は入口粉じん濃度にかかわらず大気レベルの 0.1 mg/m^3 以下を保証している ③高濃度粉じんでも全く問題なく安定して清浄化できる ④フィルターに添着したゼオライトやダストにより NO_2 など有害ガスが吸着され清浄化される また、活性炭粉体の添加により ANFO 発破後のアンモニアガスも清浄化できる	①集じん効率は初期 80% からダスト保持で 60% 以下に低下するなど安定しない（6～10 h で限界） ②発破粉じん、機械掘削粉じんなど高濃度の粉じんは効果が小さい ③原理的に導電率の高いスス粒子は捕集されない、⊕負荷をもつため、履工後のトンネル内壁や機械に付着し汚損する ④高電圧印加のプラズマにより、有害なオゾンが発生している（2 ppm 前後＞許容値 0.1 ppm）
換気効果	①高い清浄度のため透明感のある視認距離を得られ、坑内全域が清浄化できる ②ファン圧力に余裕があり、エアカーテンダクトによる粉じんの封じ込めができる ③坑外への粉じん流出が抑えられるため環境への負荷が少ない	①出口濃度が高く、リフレッシュエアーとして使えない集じん風量、送気風量ともフィルター方式に比べ 30% 以上大きく設定する必要がある ②坑外へ粉じんが流出する恐れがある ③洗浄再生に 90 分／回（2～3 回／日）かかるため稼働率が低下する
ランニングコスト メンテナンス	①ダストは断続的に自動クリーニングされ、3～6 ヶ月毎に機外へ排出処分される 基本的に運用時はメンテナンスフリーである	①濁水設備への負荷が増加、処理費用が発生する ②集じん極セルはセメント成分急結剤などによりスケールが付着、2～3 ヶ月毎に薬品洗浄が必要である、放電線の交換も必要である

(3) 吸引ダクトシステムの開発

吸引ダクトシステム（特許取得）は2002年に開発以来改良を進め、現在SUPER LIGHTとして完成度を高めてきた（表—2）。

表—2 吸引ダクトシステム主要諸元の比較

	従来型	SUPER LIGHT
総重量（100 m）	11,000 kg	5,000 kg
負圧耐圧 $\phi 1500$	2 kPa	3 kPa
収縮率	1/4	1/5
圧力損失	1.5 kPa	1.2 kPa
伸縮スピード	15 m/min	36 m/min
最小半径	200 R	150 R
上り勾配	3%	5%

①吸引ダクトの開発コンセプト

- ・切羽でのトンネル生産システムに支障がないこと
- ・切羽面から1.5D以内に接近できるシステム
- ・ジャンボ、吹付ロボット、積込機の待機スペースを確保すること
- ・勾配・急曲線に対応できること

②SUPER LIGHTの開発

SUPER LIGHTは従来型を見直し、徹底的な軽量化と現場運用性を重視し、今後の普及を目指し転用性や仮設コストなどの大幅な改善を目標とした。

開発に当たっては、伸縮ダクト（製法特許）はPC鋼線からFRPコイル及び軽量フレームガイドに変更、固定管は亜鉛メッキ鋼板から強化プラスチック製に変更するなど重量を半減し、運搬・仮設コストの低減及び落下リスクを大幅に軽減した。

また駆動部は飛石、粉じん、漏水を考慮したレール下面摩擦駆動方式を開発して、0.4 kW モーターで400 kg f のけん引力を確保しつつ、大幅な軽量化、高速化が実現した。

また超軽量ダクトによってオーバーハングノズルを標準化し無支持で15 m切羽側へ接近でき、より効果的な吸引・捕集が可能になった（図—5、6）。



オーバーハングノズル付



レールシステム

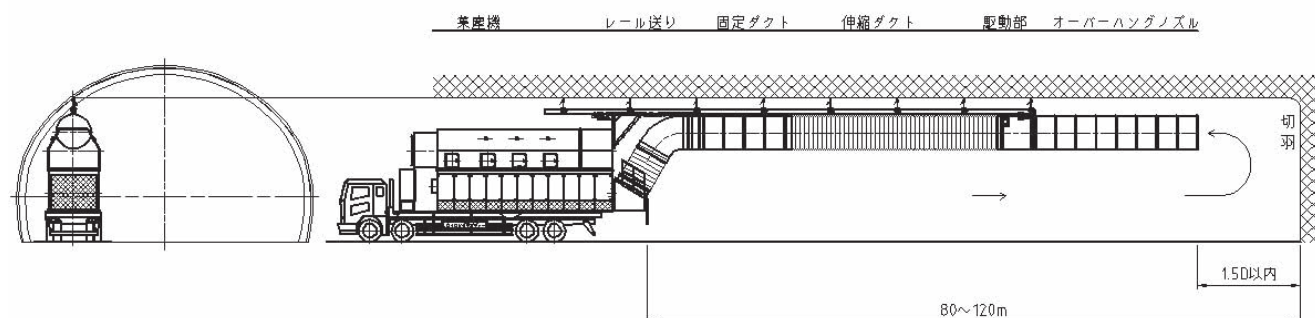
図—5 吸引ダクトシステム外観

(4) 吸引捕集方式のメリット

- ①所要風量は粉じん希釈から有害ガス希釈に置き替り換気設備がコンパクトになる。
- ②粉じん対策と有害ガス対策を分けて処理するため換気対策の大幅な省エネになる。
- ③発破作業では、粉じん低減待機時間が大幅に短縮し、生産性を高める。また肌落ち災害防止に役立つ。
- ④機械掘削作業では切削ドラムが視認できるため余掘が減少し経済的。(NO_x, CO)
- ⑤ずり出し作業ではディーゼル排出ガスのばく露を低減できる。またコンベア工法のクラッシャー粉じんも一括して捕集できる。
- ⑥吹付作業では粉じん低減剤が不要でコンクリート品質に専念できる。
- ⑦上半、下半、インバートなど各作業の形態に合わせて吸引口を移動、対策できる。

(5) 換気方法の比較

目標濃度の強化によって、従来の換気設備ではコス



図—6 吸引ダクトシステム概要

表—3 管理濃度の強化による換気設備比較

目標濃度	3mg/m ³ の場合		2.5mg/m ³ の場合		2mg/m ³ の場合	
換気方式	吸引捕集	拡散希釈	吸引捕集	拡散希釈	吸引捕集	拡散希釈
必要風量	1,395 m ³ /min	1,733 m ³ /min	1,395 m ³ /min	2,070 m ³ /min	1,395 m ³ /min	2,575 m ³ /min
ファン動力	80 kW × 2	110 kW × 2	80 kW × 2	110 kW × 4	80 kW × 2	110 kW × 4
集じん機能力	2,000 m ³ /min	3,000 m ³ /min	2,000 m ³ /min	3,000 m ³ /min	2,000 m ³ /min	1,800 m ³ /min × 2
総動力	320 kW	370 kW	320 kW	590 kW	320 kW	660 kW

モデル：発破工法 2,000 m 75 m² 算定方法：建災防「ずい道建設工事における換気技術指針」による

表—4 NO_x規制基準による換気設備比較

	第1次基準	第2次基準	第3次基準
希釈風量	4.9 m ³ /min・kW	3.2 m ³ /min・kW	1.9 m ³ /min・kW
所要換気量	2,242 m ³ /min	1,464 m ³ /min	869 m ³ /min
必要圧力	5.7 kPa	2.5 kPa	0.8 kPa
ファン	160 kW × 2 3,000 m ³ /min	55 kW × 2 1,500 m ³ /min	37 kW 1,000 m ³ /min
実動力	320 kW	110 kW	37 kW
比較	—	▲ 210 kW	▲ 283 kW

モデル：発破工法 2,000 m 75 m²

ダクトφ1,600 2,000 m

算定方法：建災防「ずい道建設工事における換気技術指針」による

トアップになるが、吸引捕集方式では、粉じん量によらず、トンネル断面積に依存するため、コストはほとんど増えない。また、省エネルギーに大きく貢献する。計算例を表—3に示す。

5. トンネルの環境技術

(1) ディーゼル排出ガス規制と換気設備

坑内で発生する有害ガスは、ディーゼルエンジン排出によるものが支配的で、今後の排出ガス規制により所要風量の低減に伴い換気設備の負荷が軽減される(表—4)。

ダクトを一定として試算したが、実際には風量に合わせた適当な口径が選定されるため、実動力は増加する。

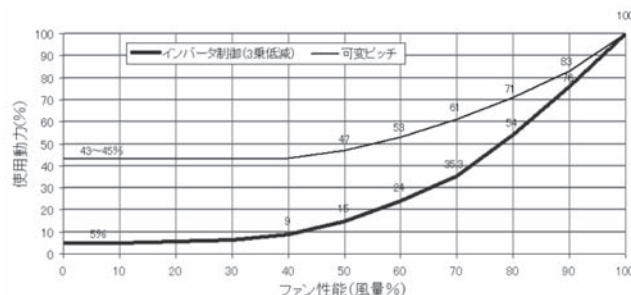
有害ガスは発破残ガスや自然ガスの発生も勘案する必要があるが、ディーゼルのクリーン化により換気設備は小さくて済むことになり吸引・捕集方式への転換に拍車をかけると考えられる。

(2) 換気技術における省エネ

トンネル工事においてもCO₂削減など環境負担軽減の要求は強くなると考えられ、換気技術においてもさまざまな技術開発に取り組んでいる。

①換気ファンの容量制御

換気ファンは可変容量型のファンを指定しているこ



図一 可変ピッチとインバータ制御の特性

とが多く、可変ピッチプロペラ方式とインバータ方式がある(図—7)。

モーター軸端に何もつけず商用交流電源で運転すると、何も仕事をしないにもかかわらず、定格電流値の43%前後流れる。これを無効電力という。

インバータ運転の場合は、一旦交流を直流に変換した後、スイッチング素子で擬似交流を作り、周波数・電圧・電流を制御しているため、無効電力は発生しない。

このため、両方式には電力量(省エネ特性)で大きな差がある。

②インバータ自動制御の省エネ

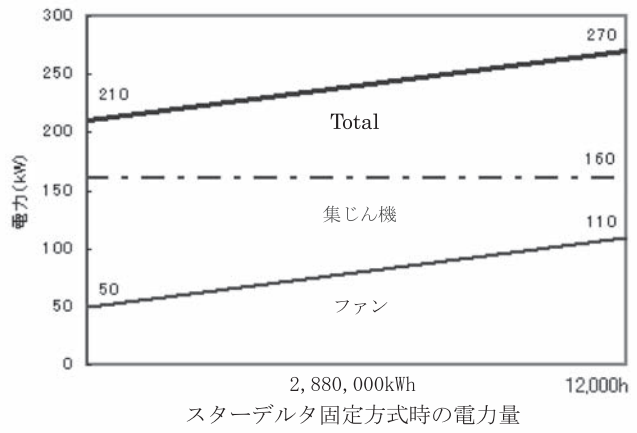
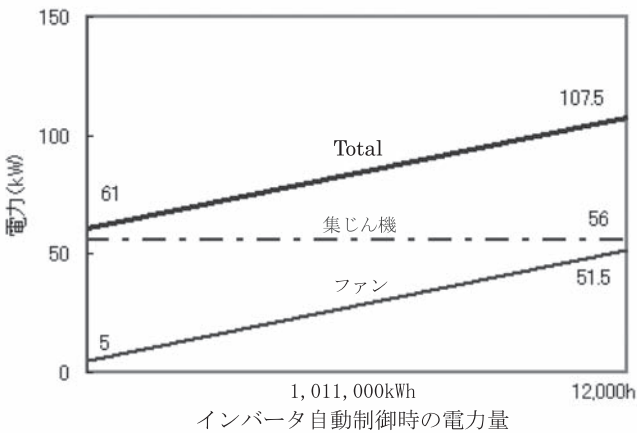
インバータ自動制御方式では、坑内の粉じんレベルに応じた風量を自動的に運転制御し、大きな省エネ効果がある。モデルでは、固定運転に対して35%(1,011,000 kWh ÷ 2,880,000 kWh = 0.351)の電力量となり、大幅な省エネができる(図—8)。

③中間機種のラインアップ

トンネルの延長が短い場合は、同じ風量であっても静圧が低くて済む(表—5)。従来は大は小を兼ねていたが、受電設備や仮設費、騒音等を考慮しトンネル延長に見合った中間機種を開発し環境負荷を低減している。

④ダクトエネルギー損失低減

ファンの省エネはダクトに大きく依存し、ファンの動力はダクト直径比の5乗に反比例する。例えば、同じ風量、ダクト長では、φ1,500をφ1,700と大きくすることで(φ1,500 ÷ φ1,700)⁵ = 0.534となり、ファン動力は53.4%の動力で済み、省エネやCO₂削減に



モデル : 発破工法 2,000 m³ 75 m²
月進 100 m 延べ 12,000 h
サイクルタイムの粉じん発生タイムシェア 35%

換気設備 : 送気ファン 55 kW × 2
集じん機 80 kW × 2
インバータ下限運転 20 kW (40%風量)

図一八 自動制御時と固定時の電力量比較

表一五 2,000 m³/min 級の送風機の例

機種	風量	静圧	動力	トンネル適用
RE-130IW110	2,000	4.7kPa	220kW	2,000m
EZ-2000Q	2,000	2.9kPa	150kW	1,000m 以内
RE-140ES75	2,000	1.5kPa	75kW	500m 以内

大きく寄与する。また、ダクトの漏風は直接大きなエネルギーロスとなるため、漏風の少ないノンリークダクトを開発した(図一九)。

⑤有害ガス吸着浄化

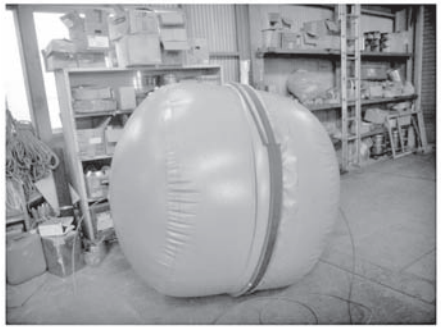
フィルター式集じん機では、粉じんについては大気レベル(0.1 mg/m³以下)に清浄化でき、リフレッシュエアとして再利用するが、有害ガスについても活性炭パウダー、活性ゼオライト等の機能性吸着剤を自動投入しフィルター表面で有害ガスを吸着し、発破残ガスやディーゼル排出ガスに含まれる有害ガスを除去することに成功した(図一十)。



φ 400 ノンリークダクト リーク試験風景 20 kPa (110 m³/min 相当) リーク量 0.5ℓ/min (漏風率 β = 0.00005)



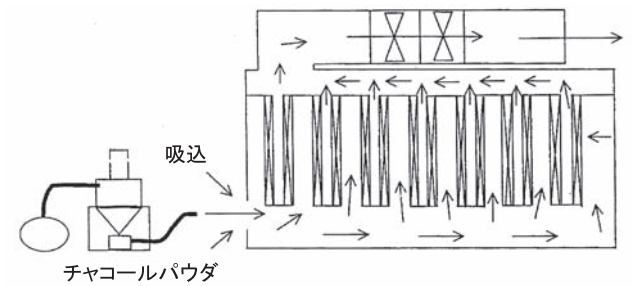
φ 900 ノンリークダクト 運用試験風景



φ 1500 ノンリークダクト 試験風景

図一九 ノンリークダクト試験風景

	CO	NO _x	NH ₃	
処理前	50	100	20	ppm
処理後	30	15	5	ppm
除去率	40%	85%	75%	



AN-FO 発破におけるチャコールパウダー付き集じん機のガス吸着能力を測定。BFG-21 300kg をフィルターにコーティング。北川ガス検知器での測定。

図一十 有害ガス吸着浄化システム

必要風量の設備が困難な、超長距離トンネルや、備蓄トンネル、大深度トンネル、地下発電所などへ展開を進めている。

⑥坑内、暑熱対策

切羽作業では、大きなエネルギーが消費され高温・暑熱により熱中症のリスクが高い。

外気取入れ換気方式では、大風量・大型換気設備が必要となるが、夏場のみの需要が多く、不経済である。

冷水ドライミストを大量に発生させ、大空間の局所冷房が可能な FA-COOL が開発された（図－11）。



冷却能力 180 kW 風量 2,100 m³/min

図－11 FA-COOL 外観

6. おわりに

吸引捕集方式は先進的なユーザーに採用されているものの本格的普及には至っていない。

粉じん対策の優位性はもとより、トンネル生産性向上や、CO₂削減など経済性、環境性に大きな効果が認められ期待が寄せられている。本格普及のためには、換気技術指針や発注者サイドの設計見直しを期待すると同時に、さらなる改善・改良を加え、トンネルじん肺根絶に貢献していきたい。

J C M A

〔筆者紹介〕

西村 章（にしむら あきら）
株式会社流機エンジニアリング
代表取締役



蛇紋岩地すべり粘性土地山を 地すべり対策と早期閉合で克服

北海道横断自動車道 タンネナイトンネル

中 野 清 人・佐 藤 諭 一

北海道横断自動車道タンネナイトンネルは、北海道占冠村西部に位置するトンネルである。周辺にはJR石勝線鬼峠トンネルや道道夕張新得線赤岩トンネルなど、脆弱な地質のため難工事となったトンネルがある。タンネナイトンネルも蛇紋岩の地すべり箇所において脆弱な粘性土地山をトンネルで掘削することになったが、トンネル着手前の地すべり対策とトンネルの早期閉合による変位抑制などによって掘削を完了したものである。

キーワード：地すべり，蛇紋岩，地下水位低下，早期閉合，支保構造，長尺鋼管フォアパイリング，サイドパイル，インバート変状

1. はじめに

北海道横断自動車道は、千歳恵庭JCTから帯広・釧路方面へ向かい、北海道を大きく東西に結ぶ高規格幹線道路（図—1）であり、昨年10月24日にトマム～占冠間が供用開始し、順次、整備が進められてきている。タンネナイトンネルは占冠インターから西側約

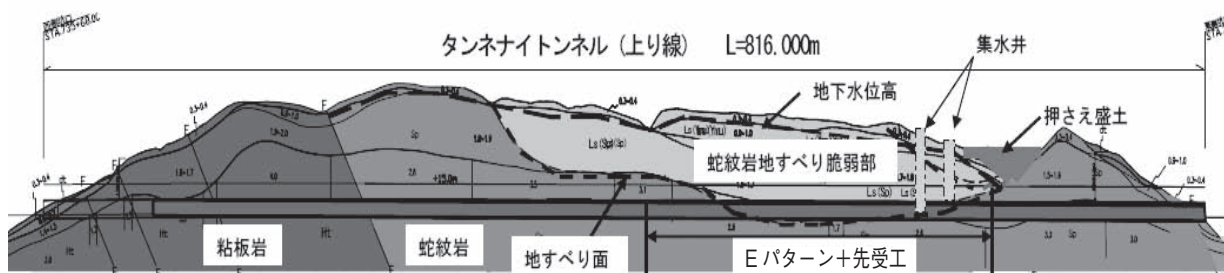
2 kmに位置し、大規模な蛇紋岩の地すべり箇所において脆弱な地質を通過することから、トンネル掘削により地すべりの滑動に影響を与えることが危惧されていた。本文はトンネル着手前の地すべり対策工の実施からトンネル掘削における対策に至るまでの経過について報告するものである。

2. 地形・地質概要

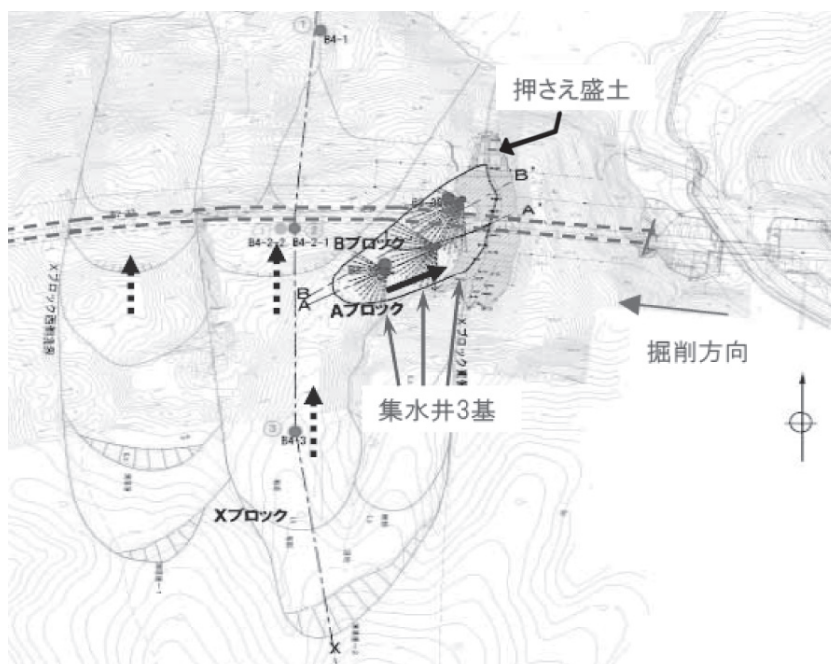
タンネナイトンネルは神居古潭帯と呼ばれる、蛇紋岩と各種変成岩からなる地域に位置している。地形は比較的傾斜の緩い丘陵地であり、地質調査時に図—2に示すとおり中央部付近にトンネルに対して直角方向に幅350 m、長さ600 m、層厚50 m程度の大規模な複合地すべりブロックの存在（図—3）が確認された。土被りは全般的に薄い区間が連続し最高約60 m程度である。地質は主な構成は日高累層群ハッタオマナイ層の粘板岩・砂岩、および蛇紋岩であり、それらを覆って地すべり堆積物・崖錐堆積物が分布する。ハッタオ



図—1 工事位置図



図—2 タンネナイトンネル地質縦断面図



図—3 大規模複合地すべりブロック

マナイ層は亀裂の発達した粘板岩が主体であり、蛇紋岩は葉片状の中に部分的に塊状を内含し、土砂化・粘土化した状態であった。トンネル天端（約 43 m）付近では岩というよりも粘土状を呈し RQD はほぼ 0、一部に角礫状の岩片を含みルーズな状態で比較的厚く存在することが確認された。点在する岩片の強度は $0.5 \sim 0.8 \text{ N/mm}^2$ で低く、地山強度比は $0.57 \sim 1.57$ 程度であった。さらに、ボーリング孔の地下水位は、脆弱部と隣接する蛇紋岩区間では図—2 のとおり地表面から 5 m 程下で高いことが判明した。ボーリングで採取したコアでは天端付近はルーズな粘性土であったため、トンネル掘削時に切羽からの突発湧水の発生などが懸念された。

3. 地すべり対策工と支保構造設計

大規模複合地すべりの確認後、直ちに傾斜計、地下水位計により観測を始めた。大規模な X ブロックは滑動の傾向はなかったが、X ブロックに包含される A、B ブロックは傾斜計の計測データに滑動の徴候が見られた。このため地すべりブロックへの影響を少しでも軽減するため、トンネル前後も含めた縦断線形の見直しを行い、可能な範囲（約 5 m 程度）で縦断線形を下げた。さらに、集水井 3 基による地下水位低下と押さえ盛土により A、B ブロックの滑動を抑制し X ブロック全体の安全率を高める方針とした。本路線の地すべり対策の考え方は、周辺の鉄道や国道の施工記録などを参考としながら、地すべり、トンネルの外部

専門委員会を設け、本線工事着手前に集水井や水抜きボーリングで地下水位を低下させ、融雪期での安定性を確認した後に本線工事に着手することとしている。本対策により地下水位は 5 ～ 10 m 低下した。さらに押さえ盛土で A、B ブロックを押さえた。また、トンネル掘削に先立ち、地すべりの挙動をより精度高く把握するため、観測ポイントを増加させ、傾斜計 13 孔（内自動計測 4 孔）、地下水位計 14 孔とし観測体制の強化を図った。

脆弱部の支保構造は周辺トンネルの施工事例を参考として、FEM 解析を用いて設定した。地山物性値は表—1、解析モデルを図—4 に示す。蛇紋岩の粘性土が卓越する DM 層と DH 層の変形係数は、現地水平

表—1 地山物性値

(a) 地山

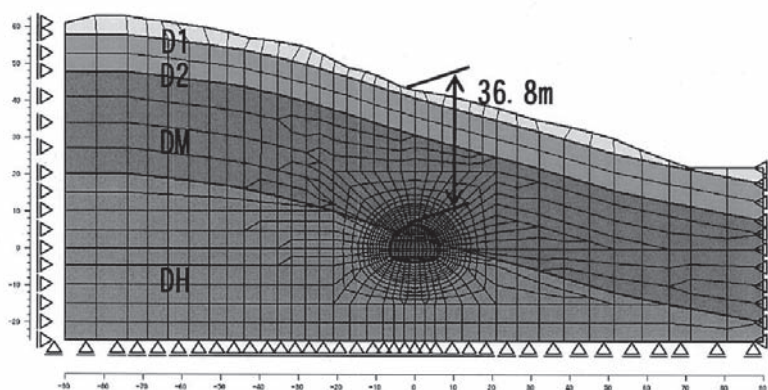
地山	弾性波速度 VP (km/sec)	単位体積 重量 γ (kN/m ³)	変形係数 D (MPa)	ポアソン比 ν	粘着力 C (MPa)	内部摩擦角 ϕ (度)	引張強度 σ_t (MPa)
D1	0.3～0.4	18.4	100	0.40	0.50	25	0.05
D2	0.9～1.0	20.7	100	0.40	0.50	25	0.05
DM	1.7～1.8	22.1	18	0.48	0.13	15	0.01
DH	2.6	22.4	40	0.48	0.23	17	0.02

(b) 吹付コンクリート

吹付コンクリート	弾性係数 E (MN/m ²)	単位体積 重量 γ (kN/m ³)
高強度吹付コンクリート	$6.000\text{E}+03$	0.023

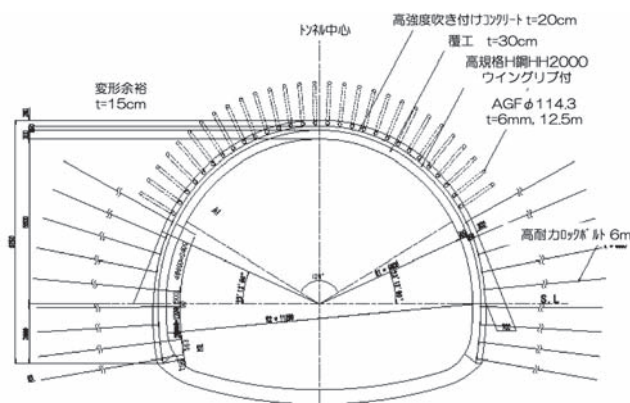
(c) 先受け工

部 材	弾性係数 E (MPa)	ポアソン比 ν	粘着力 C (MPa)	内部摩擦角 ϕ (度)	引張強度 σ_t (MPa)
先受け工	$9.000\text{E}+02$	0.30	5.25	52.00	0.16



図—4 解析モデル

載荷試験により定めた数値を採用した。解析結果から、標準支保パターン DII では天端沈下量は変形余裕を大きく上廻るだけでなく、吹付けコンクリートの応力は設計強度 (18 N/mm^2) レベルまで発生、鋼アーチ支保工応力も耐力を大きく超過する結果となった。隣接するトンネルの脆弱区間で実施された支保構造^{1)~3)}も含めて検討した結果、新東名で使われている高強度吹付けコンクリート (36 N/mm^2)、高規格 H 鋼 (440 N/mm^2)、高耐力のロックボルト (290 kN) を当初から採用した。さらに、長尺鋼管フォアパイリング (以下「先受工」という) は天端や支保構造の安定性を向上させること、A、B ブロックはかつて滑動しておりトンネル掘削による緩みを極力抑えたいと考え、A、B ブロック領域の範囲について当初から採用し、図—5 に示す特殊支保 E パターンを設定した。

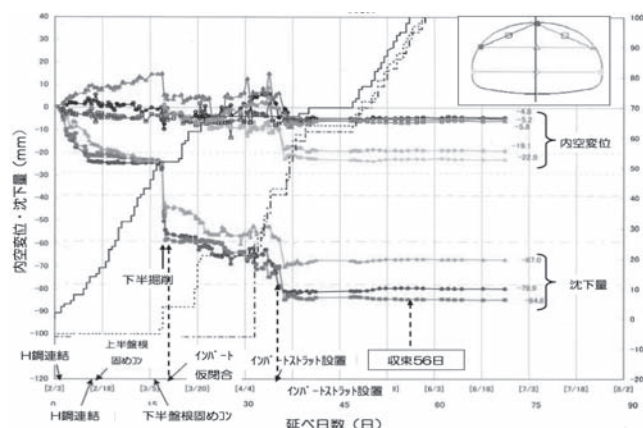


図—5 特殊支保 E パターン

4. トンネル掘削

(1) 上半先進ショートベンチ工法から早期閉合工法へ

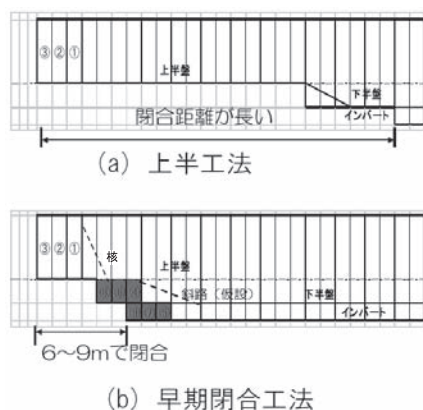
坑口部の掘削は上半先進ショートベンチカット工法 (以下「上半工法」という) で着手したが、当初から図—6 に示すとおり上半掘削でトンネル全体の沈下が



図—6 坑口部の沈下と対策 (上半工法)

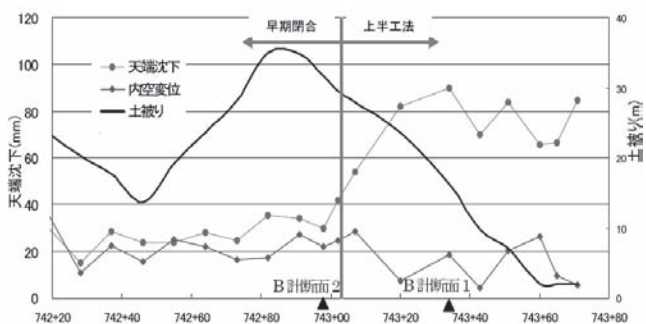
生じ、下半掘削およびインバート掘削でも沈下、クリープ的な沈下が継続した。状況を見ながら、上半盤で根巻きコンクリート、下半盤でも施工したが、改善されない。その後、上半盤での仮インバートによる閉合でも効果がなく、最終的にインバート断面内で H 鋼ストラットにて断面閉合すると、沈下は収束し安定した。このような状況が続く、ゆるみを助長させ、切羽に部分的な崩落が生じ鏡ボルトで対策することになった。また、坑内の作業は切羽付近だけでなく、後方の沈下状況を見ながら上半盤や下半盤での対策を場当たり的に行なわざるを得なくなった。

従って施工法の抜本的な見直しが必要となった。そこで地すべり箇所や蛇紋岩などの脆弱地山のトンネルなどでは、変形を抑制する必要がある場合に補助ベンチ付き全断面に近い形態の掘削方式による早期閉合工法 (以下「早期閉合」という) が、効果的との報告事例があったことから^{2)~3)} 本工事でも試験的に実施することとした。様々な比較検討を行い本現場における早期閉合は図—7 に示すとおり、核を 2 m 程度残し掘削は上半、下半およびインバートの 3 断面に分け、上半盤施工の際は斜路を設置、下半盤の施工の際には撤去し、上半 3 間掘削後、下半・インバートの交互掘

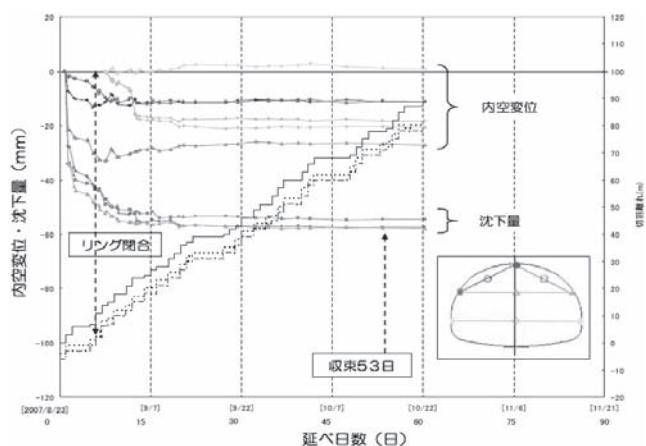


図一七 早期閉合施工順序

削3回と併進しながら、断面閉合を行うものである。閉合距離は切羽位置から6～9mとした。全断面（上半と下半の同時掘削）は切羽の安定性が懸念されたこと、下半盤から掘削機械が届かないことから、困難であった。図一八のとおり、早期閉合では天端沈下量は上半工法の1/3程度、収束時間も1/3程度（図一九）となり、効果的であった。また、上半工法で使わざるを得なかった各種の沈下対策は不要となり、作業が切羽付近に集約され効率性が向上した。ただし、上半工法より切羽が高くなって不安定となるが、切羽に打設する鏡ボルトで上半工法とほぼ同等となる本数（5本）を設定した。切羽の状況の変化を見ながらこの鏡



図一八 変形量の比較



図一九 脆弱部の沈下状況（早期閉合）

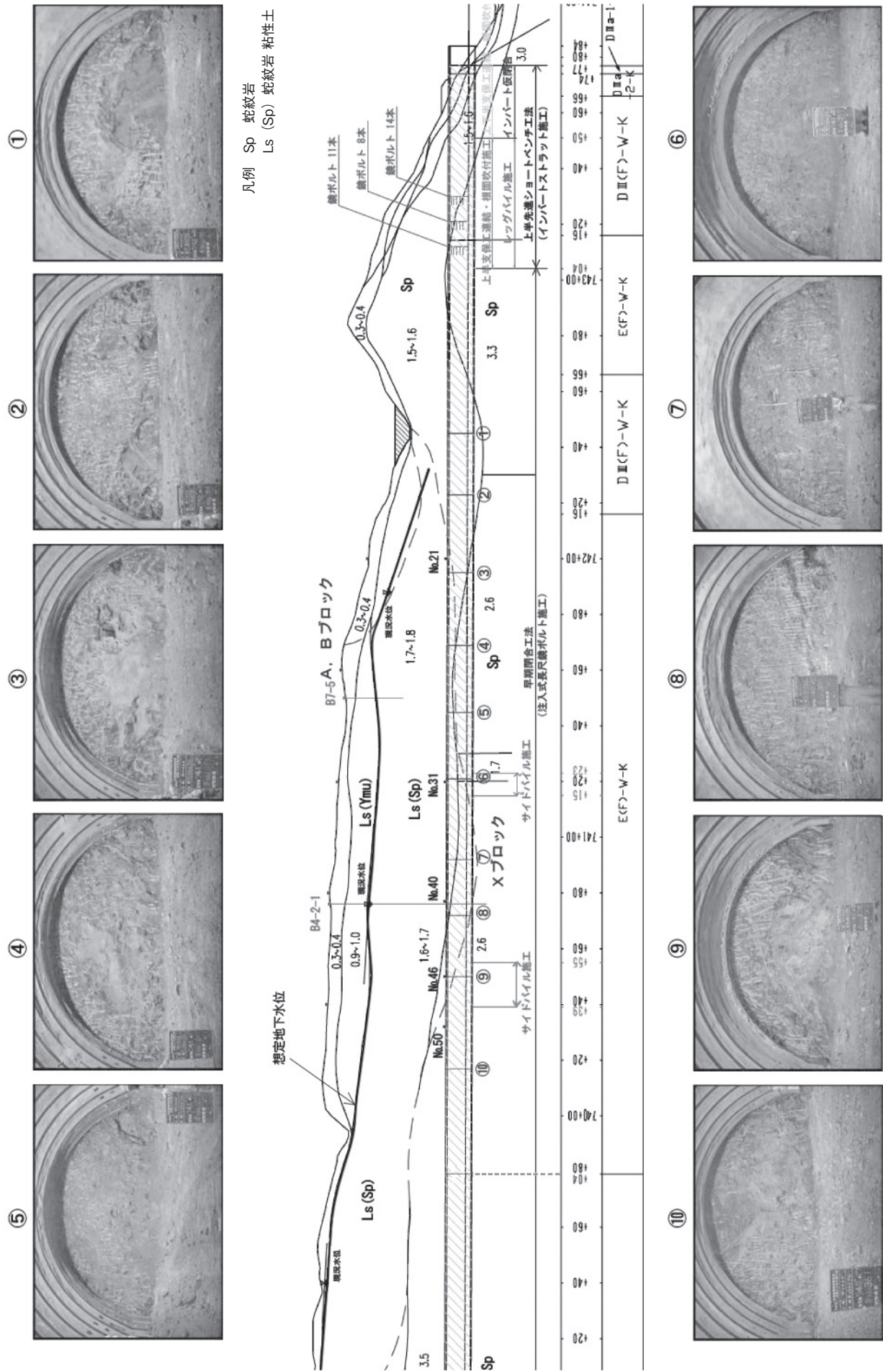
ボルトの本数を増減することにした。

(2) 脆弱部の施工

脆弱部では、図一十に示すように切羽には蛇紋岩粘性土の割合が高くなり、部分的に塊状の蛇紋岩が点在する状況となってきた。切羽のほぼ80%以上が粘性土状の蛇紋岩となったが、すべり面は明確でなく特定は困難であった。切羽は部分的な崩落は繰り返したが、先受工が効果的に天端を保持していたため、大きな崩落には至らず、2m程度の核と最小限の鏡ボルトで切羽の自立性は確保できていた。その後、切羽状況は粘性土80%以上が継続したが、沈下量の大きさや収束するまでの期間は様々であった。そして切羽上部の滴水があり肌落ちが続いたため、STA.742+59から鏡ボルトを増加させ8本とした。

特殊パターンEの支保構造の妥当性を確認するため、B計測はSTA.741+72（土被り36.5m）で行った。吹付けコンクリートには最大13.3 N/mm²の応力が発生し、上半平均で8.7 N/mm²となっている。閉合したインバートの吹付けコンクリートにも平均10.1 N/mm²と大きな数値となった。鋼アーチ支保工（高規格H鋼）の耐力に近い応力が作用していた。ロックボルトには最大値として160 kNもの軸力が発生していた。各部材には大きな応力が生じ、吹付けコンクリートにも部分的にひび割れが入ったが、トンネルの変形は収束し安定した。結果的に安全サイドの支保構造ではなかったと考えられる。

脆弱部は特に初期の変位速度に留意し管理してきたが、STA.741+23から10m程度の区間は、天端沈下の初期変位速度が急に大きくなり、図一十一のサイドパイルで対応し沈下を収めた。これは12.5mの先受工鋼管を2分割し、左右の側壁に3本配置した。このサイドパイル区間以降、切羽にさらに滴水の範囲が広がり切羽崩落の頻度が増えてきたため、鏡ボルトを12本に増加させた。重ねてA計測側線ピッチを10mから5mへ変更した。STA.740+56からは、天端沈下と内空変位ともに初期変位速度が大きくなり、16m程度の区間、サイドパイルを用いた。サイドパイルにより変形は収束へ向かうように大きく改善され効果的であったが、脚部沈下は136mmでクリープ的な変形を示し収束するまで約50日要した。その後、脆弱部を過ぎ、切羽は同じような状況が継続したため、早期閉合、特殊パターン、先受工、鏡ボルトは継続した。その後、徐々にではあるが変位量が少なくなり、傾斜計の動きについても監視しながら、補助工法および支保パターンを徐々にランクダウンさせた。



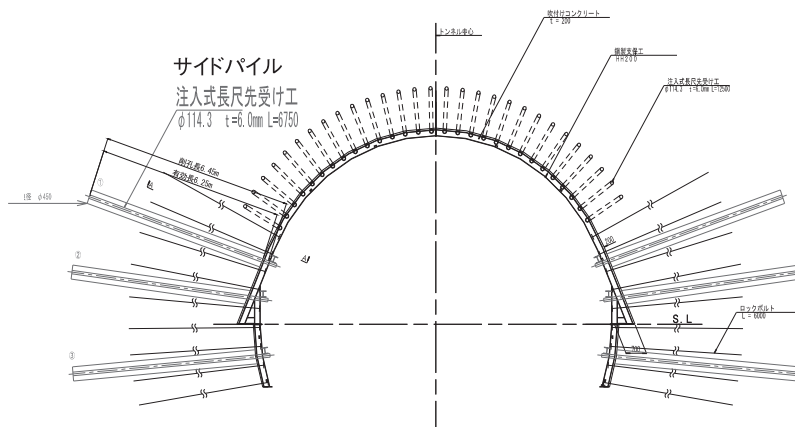


図-11 サイドパイルの配置

(3) 閉合インバートの変状

本設インバートを施工する際、サイドパイルを用いた大変位区間で閉合インバートに盤膨れが発生し、写真-1のように吹付けコンクリートにも大きなひび割れが確認された。ストラット中央付近で最大10cm程度持ち上げられ内空側が侵されていた。変位計測では収束の確認はとれていたにもかかわらず、インバートのみに変形し変状を受けていた。原因究明のため、原位置試料で試験した結果、一部に膨張性鉱物を含んでおり、強度劣化による塑性地圧に加え膨張圧が作用したと思われる。もう一つの理由として、早期閉合は早く構築されるリングによって変形を収めることが最大の特徴である反面、通常より支保部材に大きな荷重が作用することが一般に言われている。本区間においても大きな沈下量が生じ、大きな断面力が作用していたのではないかと想像される。

復旧はインバート半径をインバート半径/上半半径=2.0となるインバート半径でトンネル断面の構造変更を行い、試行区間で変位の収束を確認した後、該当区間の縫い返しを行った。このようなことから、早期閉合で大きな変位や応力が作用していると判断される際は、変位計測で変位の収束を確認した場合であって

も、早期閉合したインバートの健全性については定期的に確認する必要があると考えられる。

5. おわりに

今回、調査段階からの掘削前の各種地すべり対策工やトンネル掘削時における支保構造や早期閉合などの対応によって地すべりに対する影響を軽減できたと思われる。

最後に検討委員会にてご協力を頂いた、地すべり検討委員会の三田地（前）委員長、田中（現）委員長（北海道大学）、トンネル検討委員会の三上委員長（北海道大学教授）をはじめ各委員の方々に深く、感謝の意を表したい。

J C M A

《参考文献》

- 1) 川村俊一、島豊、河田孝志、金岡幹；大規模地すべり脆弱部を2重支保で突破～道道夕張新得線 赤岩トンネル～、トンネルと地下436号、Vol.37 No.12 2006年12月
- 2) 田山聡、竹國一也、神澤幸治、平野宏幸；小土かぶりの大規模地すべり地帯を情報化施工で突破～第二東名高速道路 引佐第二トンネル～、トンネルと地下415号 Vol.36 No.3 2005年3月
- 3) 安藤武義、小澤隆二、内田渉、谷卓也；蛇紋岩地山での変形抑制と新しい吹付け応力測定法への取り組み～北海道横断自動車道 東占冠トンネル～、トンネルと地下454号 Vol.39 No.6 2008年6月

〔筆者紹介〕

中野 清人（なかの きよと）
 ㈱高速道路総合技術研究所
 道路研究部
 トンネル研究室長



佐藤 諭一（さとう ゆういち）
 東日本高速道路㈱
 北海道支社 千歳工事事務所
 占冠西工事長

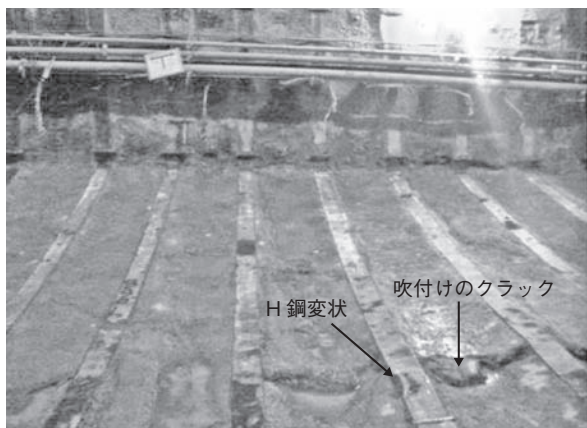
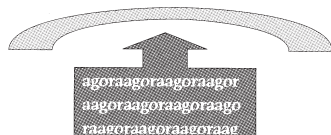


写真-1 インバートの変状



3D 映画の増加と 民生 AV 機器業界の動向

末 次 圭 介

ハリウッドを中心にデジタルシネマによる 3D 映画の製作・上映が活発化している。当初は、CG 技術を駆使した 3D アニメーション作品が主流であったが、最近では 3D 撮影手法の熟練により実写の 3D 作品も次第に作られるようになってきている。民生 AV 機器業界においては、これら 3D 映画を家庭用テレビでも視聴できるようにするために、フル HD 3D 方式での HDMI とブルーレイの標準化を完了し、今年に入り、民生 AV 機器メーカーが、3D テレビと対応商品を市場投入している。また、それに呼応するように 3D 放送の実現を目指す動きが始まっている。

キーワード：3D テレビ、ブルーレイ、HDMI、デジタルシネマ、ハリウッド

1. ハリウッドの 3D 映画の状況

最近、ジェームズ・キャメロン監督の 3D 作品である「アバター」が世界的に大ヒットしたことは記憶に新しい。2005 年の Showest（ショーウエスト）という映画館関係者を対象とした展示会において、キャメロン監督をはじめとする著名な映画監督が「これからは 3D 映画の制作に力を入れる。」との 3D 宣言をしたが、その 2、3 年後には CG アニメーションによる 3D 映画作品が上映されるようになった。CG を活用することで、従来のアトラクショナルな驚き重視の飛び出し効果よりも、むしろ自然な奥行き感であたかもそこに居るかのような 3D 効果を入念に作りこんだ高品位な 3D 映像を実現することができるようになった。2008 年に約 10 本だった制作数は、2010 年には 40 本にも達する勢いで増加しており、かつ、3D 撮影手法の急速な進化により、前述した「アバター」に代表されるように、実写映像を基軸としながらも高品位な 3D 映像を実現するようになってきている。

2. 本格的 3D との出会いと標準化の必要性

我々テレビメーカーは常に、お客様に提供できるテレビの新たな付加価値を模索している。数年前にハリウッドの映画会社から「これからは 3D の時代が来る」との話を聞き、半信半疑ではあったものの実際にその映像を自ら体験し、さらに自社開発した試作機で高品位なハリウッド映画などの視聴評価を重ねる中

で、最新のデジタル方式で制作・編集・上映される本格的 3D 映像であれば、お客様に自信をもって提供できる十分な価値を持つ技術であることを確信するようになった。

これまでに、様々な高画質技術開発に取り組んできたのであるが、シンプルにその映像と音響だけで、これほどまでに見る人に大きな価値を感じていただけの技術は、少なくとも筆者の経験では今回の 3D が初めてである。見た人の多くが、「3D に対する認識が変わった。赤青のイメージしかなかったが、3D の次世代映像方式としてのポテンシャルを感じた。」などのコメントを多くいただいた。

その一方で、3D には立ち上げの動きが起きては消えていくという試行と失敗の歴史があり、また一部では独自方式による 3D 商品がすでに発売されているにもかかわらず全く普及の兆しがないことなどの状況などがあり、消費者が安心して購入でき、真に普及する家庭用 3D システムを提供するには、業界統一方式による標準化が不可欠との考えにいたった。

3. フル HD3D 方式の基本の考え方

民生 AV 機器業界で新たな方式を普及させるためには、標準化が重要である。前に述べたように機器メーカー側が独自方式による製品を作ってもその上で再生できる映像ソフトタイトルが提供されなければ、消費者のメリットにはならないので、普及はきわめて難しい。機器メーカー側と映像ソフト製作者側が互いに互

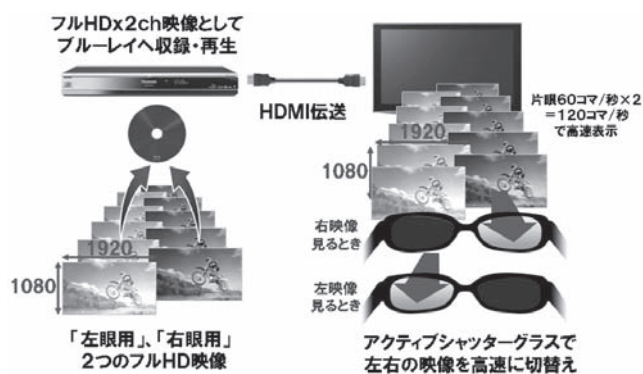
換性のある方式で合意をし、その方式の詳細を記述した規格書に基づいた機器の製造と映像ソフト制作ができる業界の仕組みを作ることによって消費者のメリットにつなげることが標準化の基本的な考え方である。

過去に取り組んだ、DVDやブルーレイなどの標準化においては、映像ソフト制作者との間で方式の性能仕様の基準を作り、さらに映像ソフトタイトルを作る活動が行われてきた。今回の3D方式の標準化においては、ハリウッドの3D映画の高画質を実現でき、かつ現状のデジタルハイビジョン技術をベースにしたフルHD3D方式を基軸とすることで業界の賛同を得ることができた。

フルHD3D方式の特長は、以下の通りである。

- ①フルHDの解像度である1920×1080画素の映像を左右それぞれに割り当て、フルHDの2チャンネルによる、ハリウッド映画同等の高画質3D映像を実現する。
- ②フルHDの2チャンネルの映像データがブルーレイディスクでの収録、HDMIでの伝送、ディスプレイでの表示で劣化することなく扱われる仕組みを実現する。

映画館における3D上映方式は、デジタルシネマ規格で決められているフル解像度を左右それぞれの目に割り当てているが、フルHD3D方式も、デジタルハイビジョン方式で決められているフル解像度の映像を左右それぞれの目に割り当てるという考え方である。



図ー1 フルHD3Dシステム概念図

4. ブルーレイでの3D方式標準化

フルHD3D方式での3D映像を収録するためのプラットフォームとしてブルーレイディスクをベースにその3D対応を実施した。ブルーレイは、現存するAVメディアの中で最大の50GBの大容量をもち、デジ

タルハイビジョンの最高画質の映像を収録することができるからである。

パナソニックハリウッド研究所では、他社がまだ3D化の検討を始めていない段階で、ブルーレイにおける3D画像圧縮技術の検討に着手し、ハリウッド映画会社との議論と開発した技術の確認を重ねてきた。その結果、3D規格では、MPEG-4 AVCの3D拡張である、MPEG-4 MVC (Multiview Video Coding) 方式を使うことが決まり、下記のような特長を持つブルーレイ3D規格を実現することができた。

- ①従来のブルーレイの物理規格を変えることなく、映画館の3D体験に遜色ない高画質で3D映画全編を収録できる。
- ②新規格3D対応ディスクが、従来の3D非対応の再生機でも左右どちらかの映像を2D再生できる。
- ③新規格3D対応ディスクから片目だけの映像を取り出して2D再生したときでも、従来のブルーレイディスク同様の高画質が得られる。

5. HDMIでの3D方式標準化

再生機と受像機の接続インフラとして、HDMI仕様の3D拡張を検討した。フルHD解像度の3Dディスプレイは今後様々な方式が提案されと考えられるが、HDMI伝送では、将来のどのようなディスプレイでも十分にその性能が発揮できるよう非圧縮3D映像をフレームパッキング方式により伝送をしている。また接続機器間で3D機能の相互認証により受像機側での2D/3Dの自動切り換えを可能にすることで、ユーザーがいちいちリモコンで手動切り換えをしなくて済むような利便性にも配慮した。これらは2009年6月にHDMI V1.4での3D伝送方式としてまとめられた。

その後、放送やIP配信における3D信号方式への対応を求める声があり、このような信号帯域制限の大きい配信方式においては、フルHD3D方式に比べると画素数は半分になるものの、実用上十分な3D画質が得られるサイドバイサイドやトップアンドボトム方式を採用し、HDMI V1.4aとして規格化を行った。

HDMI V1.4aにおける必須3D方式として定義されている映像信号方式は以下の通り。

- ①フレームパッキング方式
(ブルーレイへの収録を意図したフルHD3D方式)
 - ・1080p@23.98/24 Hz
 - ・720p@50 or 59.94/60 Hz

②サイドバイサイド方式

(左右映像をそれぞれ横に縮小し、左右に並べる)

・1080i@50 or 59.94/60 Hz

③トップアンドボトム方式

(左右映像をそれぞれ縦に縮小し、上下に重ねる)

・720p@50 or 59.94/60 Hz

・1080p@23.98/24 Hz

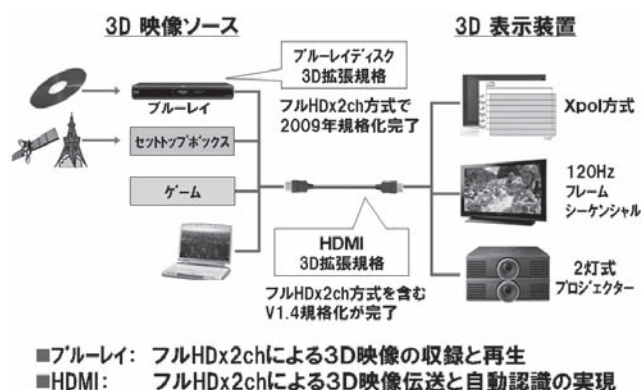


図-2 フル HD3D による標準化

6. フル HD3D 方式の一体型二眼式カメラの実現

今年1月にラスベガスで行われたCES2010では、フルHD3D方式に対応した業務用を意図した一体型二眼式3Dカメラレコーダーが展示された。来場者からの反響は絶大なものがあり、本カメラの発売に大きな期待が寄せられている。

過去から今日に至るまで、3D映像の撮影をするためには、映像製作者自身が2台のカメラを組み合わせ、2台のカメラ間で画面の隅々にいたるまで正確な位置調整をするために、経験を積んだ3D映像制作者が一日あたり数時間かけているのが現状である。また、そうして撮影した3D映像であっても、左右映像間での高さずれ、回転ずれ、大きさずれ、色ずれ、フォーカスずれなどが発生しているケースがあり、ハリウッドの映画のような高品位な3D映像を作るためには編集に入る前にこれらのずれ補正をするだけで多大な時間を費やしているケースも少なくない。

この一体型の3Dカメラであれば、機動性の高い撮影をすることができる。とある海外への撮影ロケでのエピソードとして、到着した空港からホテルへ向う途中で夕陽があまりにもきれいだったため、思わず車を止めて即座に3D撮影を実施したが、同行した社外プロダクションの3D映像の専門家がそのスピーディさと高品位な撮影映像に非常に驚かれたということがある。

また、この一体型3Dカメラでは左右の光学系を精度良く合わせ、左右映像間でのずれをほぼ皆無にしていることで編集作業の効率を大きく向上させることができる。少なくとも筆者が立ち会ったいくつかの3D映像制作では、編集作業に入る前に左右映像のずれ補正をすることが通例であり、これを必要としないこの一体型3Dカメラによる制作効率の向上は高品位で快適な3D映像の普及に大きく貢献するものと考えられる。



図-3 一体型二眼式3Dカメラレコーダー

7. 最後に

以上述べてきたことから、2010年は民生機器分野での3D元年と言われているが、すでに85、103、152型といった大型3Dプラズマの商品化が発表されており、今後3Dは医療、デザイン、シミュレータなど産業用途へ展開され、いずれ社会インフラシステムの中での基幹技術として広がるものと考えられ、3D技術の開発と放送などでの3D映像配信が広く行われることが期待できる。

JICMA

《参考文献》

- 1) 図解でわかる FULL HD 3D の仕組み
<http://3D.panasonic.net/ja/3Doutline/techtalk/01.php>
- 2) BDA が 3D の最終仕様を発表
http://www.blu-raydisc.com/assets/Downloadablefile/20091218-3D-finalization_J_final-16839.pdf
- 3) HDMI LICENSING, LLC RELEASES HDMI SPECIFICATION VERSION 1.4A
http://www.HDMI.org/press/press_release.aspx?prid=120

【筆者紹介】

末次 圭介（すえつぎ けいすけ）
 パナソニック㈱
 AVC ネットワークス社 技術統括センター
 高臨場感 AV 開発センター AV 第一チーム
 チームリーダー



ずいそう

江戸を斬る

進 邦 康 成



えー、毎度のおはこびで

世の中には時代小説とか歴史小説とかがありますな、かくゆうわたくしも結構好きなほうで、剣客の秋山小兵衛が舞い、坂本竜馬が走り、徳川家康が勝ち鬨を上げたりしてますね。

でも、読めば読むほどわからないことも多くあります。

ごいんきょさん、ご隠居、ご・い・ん・きょ！

何だね騒がしい。

ご隠居さんは“しのうこうしょう”ってのをご存知でしょうか、って言うのも、うちのカカアが突然「お前さん、土農工商って知ってるか」って聞きやがるもんだから、「そりゃおめえ、食べたらおならがプー」「それは、屁のコショウ、ほんとに馬鹿なんだから。裏のご隠居さんに聞いておいでっ」ってな訳で。へへっ。

ほんとにお前さんはものを知らないね、土農工商と言うのは武士、お百姓さん、職人、商人と偉い順番を言い表したもので、古くは中国の春秋戦国時代（紀元前700年から200年ころ）から言われているとも、そのころは順番を現しているのではなかったとも言われている。日本では太閤秀吉さんのころに刀狩りが行われて職業農民という人々ができてかららしいね。

工商となっているけれど、明確な区別があったわけではなくて、武士や農民以外の人々を指しているとも言われているな。

へー、さすがはご隠居、物知りで。ところで、どれくらいの人がいたんでやんしょ。

おっ、なかなか鋭いところを突いてくるね。江戸時代（1603～1868）だけでも260年以上もあって、今みたいに国勢調査をしているわけではないから、はっきりとしたことは言えないんじやが、概ね2,500万人から3,000万人くらいであまり変化がなかったとも言われておるな。食べ物の国内需給率が100%なのと、輸送手段が発達しておらんから、そこいらが限界なんだろうね。さっきの土農工商の比率なんじやが、はっきりとわからないが正解だけれど、武士5から10%、農民70から80%、工商あわせて10%くらいと言った説もある。もちろん江戸（東京）と地方では比率も違うし、下級武士や浪人などのように境界線にいる人々もあるだろうし。

ご隠居、よく本の中に三十俵二人扶持ってのが出てきやすが、ありゃいったいなんなん。

その説明をする前に、江戸時代の税を話さなきゃいけない。税金を払っているのは農民だけで武士はもちろん、その他の町民も税金は払っておらんかったら

しい。だいたい、それぞれの藩は幕府に決まった税金を納めておらんのだな（特殊な場合にのみ払った）。地方分権が確立されておったのだな。幕府は金山、銀山、銅山などを治めておったから、取り立てて国税を必要としなかったのじやが、それでは敵対する藩が豊かになってしまうため、幕府直轄地の工事を命令したり、参勤交代で沿道にお金を落とさせたりした訳じゃな。

町人は国税ではなくて地方税みたいな感じで、すんでいる地域の自治のために大家や名主が仕切っていたようだね。木戸番や町火消しに費やされておったようじゃ。

農民は一般的に四公六民と言われ、4割を税金として払って、6割を自分で使うことができた。税率は地方によって違うし、全体としてどれだけの出来高があったのか、誰がそれを見定めるのか、など問題点も多くあったのだね。

さて、三十俵二人扶持に戻ると、これは勤めている役職分として30俵分のお金を得ることができ、本人と家来1人分を追加でお米（1人1日あたり5合）をもらえるものだね。

扶持米として5合×2人×360日＝3,600合（9俵）これと30俵を合わせて、年間39俵分の収入ということだね。1俵がだいたい60kg弱であったことから全体で39俵×60kg＝2,340kg。現代のお米の価格がスーパーで10kg 4,000円として400円/kgこれで2,340kg×400円＝936,000円となって、年収として100万円程度にしかならなかったのだね。当時は武士といえども子供の数は多いのだから、生活はかなり苦しかっただろうね。武士は商人や職人と違って収入が変化しない訳だから、内職をしたり、庭で野菜を育てたりしないといけなかっただろうね。

へーそりゃ、てーへんだ。今日はずいぶんと物知りになりやした。

江戸時代は不思議なことがいっぱい、当時は録音機もないから、どんな言葉で話していたのかもわからないんだよ。また、長さや重さの原器もないのに全国でだいたい統一されているし、測量しなくても長屋はそれらしく建っているなど、当時の西洋と比べても引けを取らない技術があるかと思えば、手先の器用な日本人とも思えないくらい原始的であったりと知れば知るほど面白いね。

最後に江戸とかけまして、SMAPとときます。その心は、TOKIO（東京）の前

おあとがよろしいようで。

ずいそう

情報化施工とわたし

古 口 聡



1982年（昭和57年）私は、大学を卒業後、東京の電気通信機器製造会社のシステムエンジニアとして3年間勤務をした。主に通信のソフトウェアの開発に従事していたが、当時は、銀行のオンラインシステムが新しい通信規約に切り替わる節目で、従前の端末やホストとの通信手順換プログラムの作成で、非常に忙しい毎日を送っていた。そんな最中、弊社の社長であった父から、会社を手伝ってほしいと懇願された。当初から、父の会社を継承する約束をしていたため、札幌に戻る時期が早まったことに戸惑いはなかったが、元の職場の方々には、多大な迷惑をかけたことを思い出す。

弊社入社後は、測量CADの営業兼デモンストレーターを担当することになった。自社開発した測量CADを使い、実際の道路建設用地の測量計算の作業効率を検証し、システムの付加価値をお客様に体験して頂くことに日々注力した。その過程で、道路の実設計時に、縦断面図や横断面図の作成、施工区間の土量計算などを効率化したいという要望をお客様から頂いた。そこで、社長から指示を受け、道路設計CADを作成することになった。旧建設省時代の道路構造令や諸官公庁の道路設計指針等を読みあさり、北海道内の測量設計コンサルタント会社約20社に、仕様や問題点などをヒアリングし、2年の歳月を費やし1989年（平成元年）春、道路設計CAD（ver.1）が完成した。それ以降も道路実施設計を踏まえて改善を行った。例えば、水田地帯の農道における水路の設計や、山間部の道路などの標準断面の頻繁な切り替わりへの対応などに配慮した。その結果、1年後には、Ver.2を完成させ、実設計における多くの課題を解決できたと自負している。

更にお客様から、3次元表示や出来形平面図の作成を可能にして欲しいという要望があり、道路の設計図と現況のコンター図を3次元のワイヤフレーム（線形状図）で表示させることに成功した。この時、私は様々な道路設計を行い、測量CADに取り組んだ時と同様に作業効率が向上することをお客様に実感して頂いた。その結果、約3年間で道路を中心として80km以上の設計を経験するに至った。

1992年（平成4年）には、GPS（米国測位衛星）を利活用した高精度の測量を北海道に普及させるよう社長から指示された。当時の衛星数は、17～18個程度で、測量に必要な5個以上の衛星を観測できる地形的に好条件の場所でも、1日12時間程度であった。当時GPSの値段は1台3,000万円、スタティック（静止）測位を効率よく作業するためには3～4台必要であったが、まずは2台購入して、英語の解説書と格闘しながら、効率が上がると思われた基準点測量から始めた。

当時は電子基準点がない時代であり、測量精度を確保するためには、山頂等の視通良い地点まで体力を使って、山登りを繰り返す必要があり、新入社員と共に3年間、実績を積み重ねた。その結果、関係機関の御協力も得て、北海道開発局においてGPS基準点測量を認めて頂くと共に、お客様にGPSの作業効率の良さと精度の高さを実感して頂いた。

その後GPSはリアルタイムキネマティック（RTK）、オンザフライ（OTF）といった新しい技術が登場し、グロナス（ロシアの測位衛星）も加わり、正確な測位をするのに十分な衛星数が確保され、コンピュータの処理スピードの向上により、今から5～6年前から情報化施工が実用化されてきた。

2005年（平成17年）10月に、米国サクラメント郊外宅地造成現場、翌年には、スペインのマドリッド郊外的高速料金所、東独のアウトバーンの新規延長工事現場などを視察した際に、ドイツ人の現場所長より話を聞き、大変驚いた。それは、10年前から情報化施工に取り組んでおり、当初はレーザーレベルを使用した高さの制御から始まり、モータドライブ機能付きの光波測距儀で自動追尾による建設機械の位置制御、そしてGPSによる位置制御と毎年技術の蓄積を重ねてきたこと、そして全長6kmの盛土の工事現場では、丁張りがなく、路床仕上げ精度は1cm以内であるという。10年間、段階的に情報化施工に取り組み、10年前と比較すると半分の工期で施工できると伺った。その後日本に戻り、3年間、土場をお借りして、情報化施工の実証実験を繰り返してきた。

ついに、平成21年度の北海道開発局発注の道路土工工事において、弊社のお客様がバックホウのマシンガイダンス、ブルドーザーのマシンコントロールによる約2.4kmの工事を施工された。北海道において、地場の建設会社と測量機器の代理店の弊社がメーカーの協力を得ながらも、道路土工の情報化施工を完工することができたこと、また国土交通大臣が見学に来られたこと、地元の建設新聞に掲載されたことなどは、大変誇りに思う。

私が情報化施工にチャレンジできたのも、若い時からの色々な経験の積み重ねがあったからであり、振り返ると情報化施工を普及させるために、様々な経験をしてきたように思う。昨今の財政事情では、公共工事の予算削減はやむを得ないことかもしれない。しかし、国の経済の根幹は流通を抜きに考えられない。更に効率良く、社会インフラの整備や維持管理が継続的に実施できるように、今後も情報化施工の普及によるコストダウンに努めていきたい。

——ふるぐち さとる（株）岩崎 代表取締役社長——

社団法人 日本建設機械化協会

第 61 回通常総会開催（その 3）

（前号より続く）

平成 22 年度 事業計画書

平成 22 年度事業計画においては、公益法人改革を踏まえつつ、以下の図に示すとおり、最近の社会的な背景を踏まえた 4 つの重点項目を柱に、個別の業務を推進する。



総会、役員会、運営幹事会

1. 総会

第 61 回通常総会を平成 22 年 5 月 26 日（水）にホテルアジュール竹芝で開催する。

2. 役員会

1) 理事会

理事会を平成 22 年 5 月 14 日（金）、平成 22 年 10 月下旬、平成 23 年 3 月下旬に開催する。

2) 常務理事会

常務執行上の諸問題について必要に応じて随時開催する。

3. 運営幹事会

理事会、総会に提出する案件の企画立案及び会員相互の連絡にあたるため、必要に応じて随時開催する。

平成 22 年度の主な事業（各種委員会等）

1. 新規事業の実施及び既存事業の拡充等

1) 情報化施工の研究・技術開発・普及促進

情報化施工の一層の普及・定着を通じた建設施工における品質確保、効率の向上、労働安全性の向上等を図るため、情報化施工に関する調査研究・技術開発、監督・検査の合理化、研修等を通じた情報化施工を担う技術者・技能者の育成や情報発信を通じた啓発活動等を推進する。

2) 建設機械施工に携わる技術者・技能者の継続教育

建設機械施工技士をはじめとした建設機械施工に携わる技術者・技能者の技術力向上を図るため、建設工事の安全性向上、新技術の活用等の分野を対象とした講習会の受講等による継続教育制度に関する検討等を進める。

3) 建設機械関係事業に関わる発注者支援業務の推進

土木機械設備の総合評価方式入札契約等における発注者支援を行うため、「土木機械設備技術支援エキスパート」の認定について改善の検討を行い、その普及に努める。

4) 災害応急対策業務の強化

国土交通省各地方整備局等と本協会との間で締結した災害応急対策協定に基づき、災害対策活動支援の体制強化を図るとともに、大規模災害発生時に復旧支援を積極的に実施する。併せて、大規模災害発生時の支援を迅速かつ効率的に行うための調査研究を行う。

5) 研究開発助成の推進

建設機械及び建設施工分野の学術研究の振興を図り、当該分野の技術向上に資するため、引き続き優れた技術開発・調査研究に対する研究開発助成を推進する。

6) 建設施工、建設機械に関する技術論文等データベースの構築

協会がこれまで保有してきた情報について、技術論文を中心にデータベース化するとともに、検索機能を

付加し、これらの情報に多くの技術者、研究者等が広くアクセスできるようにする。

7) 公益性の高い事業・活動の推進のための基金等の充実・活用

公益性の高い事業・活動を継続的かつ安定的に推進していくために、基金及び特定資産を充実させるとともに、これらの基金等を活用し、経営の安定を図るとともに、公益的事業を積極的に推進する。

8) 公益法人改革への取り組み

平成 20 年 12 月 1 日に施行された新たな公益法人制度関係法令に基づく法人に移行するため、その準備及び所要の手続き等を進める。

2. 会長賞（会長賞選考委員会）

平成 22 年度 社団法人日本建設機械化協会会長賞の表彰を行う。

3. 建設機械施工技術検定試験（総括試験委員会）

総括試験委員会及び所要の試験委員会を設置し、建設機械施工技術検定試験（学科試験（6 月 20 日（日））及び実地試験（8 月下旬～9 月中旬））を実施する。

4. 機関誌の発行（機関誌編集委員会）・図書出版

機関誌「建設の施工企画」平成 22 年 4 月号～平成 23 年 3 月号を発行するとともに、「建設機械等損料表（平成 22 年度版）」等を出版する。

5. 建設機械と施工技術展示会

開催が延期されている CONET の次の開催に向け、必要な準備を行う。

6. 除雪機械展示・実演会の開催

平成 22 年度に札幌市で開催を予定されている「ふゆトピア・フェア」の一環とした除雪機械展示・実演会の開催等について検討する。

7. 国際大ダム会議

平成 24 年 6 月に開催予定の「国際大ダム会議 2012 年 京都大会」への協力依頼があり、これについて出展等の検討を進める。

8. 国際協力

外国人の「建設機械施工」分野での研修成果を評価するため、試験を実施するとともに、試験問題の改定（前年度より継続）を行う。

9. 海外建設機械化視察団

平成 22 年 4 月 19 日（月）～ 25 日（日）にドイツ・ミュンヘンで開催される「国際建設機械・建設資材製造機械・建設車輛等専門見本市“BAUMA2010”」に視察団を派遣する。

また、「米国、ラスベガスで開催される国際建設機械見本市「CONEXPO-CON/AGG2011」に視察団を派遣する。（平成 23 年 3 月）

さらに、情報化施工技術調査等必要な海外視察を計画、実施する。

専門部会（技術会議）

建設機械の製造・施工に関する新技術の開発・普及、環境保全対策、並びに安全対策等について、業種連携による効果的な活動の実施を図る。

1. 安全技術会議

1) 安全情報技術小会議

建設機械に起因する事故や不具合等の情報を公開することにより会員各社等の情報共有を図り、事故の未然防止や再発防止を図るものである。

今年度は、建設機械に関連する事故情報の公開に向けての「建設機械安全情報公開システム（仮称）」の稼働を目指す。

2) コンクリートポンプ車総合改善委員会

コンクリートポンプ車の現状の設計条件と使用実態、及び回避不能な残存リスク等の関連項目について検討し、より安全な機械（安全設備含む）の提案、及び点検方法や施工システム、並びに普及促進策等を「コンクリートポンプ車を使用する施工の安全を確保する方策（仮称）」として報告書にまとめる。（第一分科会）

受 託 業 務

1. 政策等対応

官公庁等からの受託業務を実施する。

部 会

1. 広報部会

●部会組織

日本建設機械要覧編集委員会、シンポジウム実行委員会

1) 各部会、委員会に対し広報の視点から適宜提言を行う。

- 2) 各部会・委員会の活動成果を受け、機関誌・ホームページに公開し、世の中に協会の存在価値を広くアピールする。
- 3) 会員のニーズを把握し、的確な情報をタイムリーに提供する。
- 4) 「平成 22 年度 建設施工と建設機械シンポジウム」を、平成 22 年 11 月 9・10 日に開催する。
- 5) 「第 120 回 建設施工研修会」を平成 22 年 6 月 11 日(金)に開催する。

2. 施工部会

●部会組織

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

- 1) 各委員会の施工技術に係る諸課題（ICT の利活用等）の調査等に関する活動について、部会総括の視点から適時提言を行う。
- 2) ICT 技術の活用により、情報化施工の普及促進に取り組む、施工についての合理化を図る。
- 3) 過去に取り組んだ大深度地下空間開発に向けた技術調査・研究・提言を踏まえ、施工技術・関連機械の環境分野での改善方策等を検討する。
- 4) 建設副産物のリサイクル事例において、CO₂削減量を定量的に評価できる事例を協会 HP 等で公開することでリサイクルの促進を図るとともに、温暖化対策としての効果も周知させる。
- 5) 道路除雪技術の向上及び安全施工に関する講習会を開催する。
- 6) 災害への備えとなる活動の検討、災害時復旧支援活動の検討を行う。
- 7) 機械経費に視点を置いた新機種、施工安全・リサイクル対応機械、排出ガス対策機械に関する実態調査及び情報化施工用機器の実態調査を継続する。（機械損料・機械経費検討会）
- 8) 橋梁（鋼橋・PC 橋）架設・補修補強及び大口径岩盤削孔関連の積算基準等の検討を行うとともに、「建設機械等損料、橋梁架設、大口径岩盤削孔工法」に関する講習会に講師協力を行う。

3. 機械部会

●部会組織

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

- 1) 協会の活動方針、技術委員会の活動計画・成果、建設行政等の動向の紹介と意見交換を行い、部会の活動計画を立案する。（運営連絡会）
- 2) 各技術委員会の活動計画と実績の審議、及び活動成果の発表を行う。（幹事会）
- 3) C 規格原案作成計画に基づき、作成を推進する。（各技術委員会）JCMAS・JIS 原案作成・見直し及び ISO/TC の活動支援を行う。（各技術委員会）
- 4) 全委員会で開設しているホームページの内容をより活用し易くするように改善活動を実施する。（各技術委員会）
- 5) JCMAS・JIS 原案作成・見直し及び ISO/TC の活動支援を行う。（各技術委員会）
- 6) 建設機械用ディーゼルエンジンの次期排気ガス規制に対し、技術基準見直しに関する検討を実施する。直轄工事の 20% が品確法不適合軽油使用の実態を受け、入札条件に軽油使用を明記することが発表されたことを踏まえ実態をフォローする。（原動機技術委員会、油脂技術委員会）
- 7) 土木研究所が実施する車載型排気ガス測定試験に参画し、「In Use の実機排ガス計測法」の習得を図る。（原動機技術委員会）
- 8) バイオ燃料など環境対応燃料の動向調査と、次期排気ガス規制対応エンジンへの影響を調査する。（原動機技術委員会、油脂技術委員会）
- 9) 地球温暖化防止対策のため、ショベル・トラクタを対象に低燃費建設機械の制度検討を長期計画を視野に製造業部会と共同で国交省・学識者を交えて行う。（運営連絡会、トラクタ技術委員会、ショベル技術委員会）
- 10) クリーンエネルギー建設機械に関し、JCMAS 改正のフォロー実施をする。ブルドーザとホイールロードに関しては商品化の動きが出てきた時点で改正検討を実施する。

また、クリーンエネルギー建設機械の普及に関し、

国土交通省・経済産業省と共同で検討を実施する。(トラクタ技術委員会, ショベル技術委員会, WG チーム)

- 11) ダンプトラックや不整地運搬車に関するトピックスの紹介などにより, 新しい技術等の検討を行う。(ダンプトラック技術委員会)
- 12) 情報化施工技術による合理化施工の普及促進活動として「情報化施工事例報告会」を昨年度に引き続き実施する。(路盤・舗装機械技術委員会)
- 13) 「舗装機械草創期からの歩み, 変遷」の資料のまとめを実施する。「アスファルトフィニッシャの変遷」に関しては冊子にまとめる。(路盤・舗装機械技術委員会)
- 14) 道路用機械での事故をなくす技術としてハンドガイドローラにおけるホールドツーラン機構の普及については, レンタル・製造業部会と連携しメーカーの実態調査を行う。(路盤・舗装機械技術委員会)
- 15) コンクリート機械の整理・変遷の取りまとめを実施する。(コンクリート機械技術委員会)
- 16) 「基礎工用機械の技術変遷調査報告書」の見直しを昨年に引き続き2班体制で実施する。(基礎工用機械技術委員会)
- 17) 高所作業車のC規格案作成を推進する。(建築生産機械技術委員会)
- 18) 建築生産機械技術委員会の活性化検討を実施する。(建築生産機械技術委員会)
- 19) 除雪機械の改善に関する検討を継続して実施する。(除雪機械技術委員会)
- 20) ロータリ除雪機械性能試験方法における補正手法の検討を継続して実施する。(除雪機械技術委員会)
- 21) シールドトンネル及び山岳トンネルの工用設備の性能と安全確保のため, 技術調査を実施する。(トンネル機械技術委員会)
- 22) 山岳トンネル・シールドトンネルの掘削ずりの有効利用について, 昨年度に引き続き利用事例の調査を実施する。(トンネル機械技術委員会)
- 23) 山岳トンネル・シールドトンネル掘削土運搬の新技术の調査を実施する。(トンネル機械技術委員会)
- 24) 建設機械用油脂の普及を図るため, オンファイルシステム(認証と供給システム)を設立し運用しているが, その普及促進のために, 運用の実績調査と普及対策を実施する。(油脂技術委員会)
- 25) グリス分科会においてグリス規格普及のため, オンファイルシステムを構築すべく活動する。(油脂技術委員会)
- 26) 電気系火災防止の啓発を図るための「電気系火災事例集」をまとめて公開する。(情報化機器技術委員会)
- 27) 災害復旧現場での遠隔操縦装置無線混信防止案無線

利用調査票のJCMAS再提案に対して, 差し戻しになった事項を標準委員会に再提出したが, そのフォローを実施する。(情報化機器技術委員会)

- 28) 「整備の基本」を完成させホームページに公開する。(機械整備技術委員会)
- 29) クリーンエネルギー建設機械のフィールド点検整備における安全性について検討を推進する。規格化に向けた検討も視野に入れていく。(機械整備技術委員会)
- 30) 機械化施工技術等に関する見学会及び講演会を開催する。(トラクタ技術委員会, ショベル技術委員会, ダンプトラック技術委員会, 路盤・舗装機械技術委員会, 基礎工用機械技術委員会, 建築生産機械技術委員会, 除雪機械技術委員会, トンネル機械技術委員会)

4. 標準部会

●部会組織

標準化会議, 国内標準委員会, ISO/TC127 土工機械委員会〔傘下にSC1分科会, SC2分科会, SC3分科会, SC4分科会, SC3/WG5分科会〕, ISO/TC195 建設用機械及び装置委員会〔傘下に経済産業省事業対応のISO/TC195/SC1国内対応委員会並びにISO/TC95/WG8国内対応委員会〕, ISO/TC214 昇降式作業台委員会

1) 国際標準化活動

(1) ISO 幹事国及び主査としての活動

ISO/TC 127/SC 3 (運転と整備) 及び ISO/TC 195/SC 1 (コンクリート機械) に関して国際議長及び国際幹事を務め, 国際幹事国業務を実施し, TC 127/SC 3 及び TC 195/SC 1 における円滑な規格審議・作成を図る。また, TC 127/SC 3/WG 4 (つり上げ及び固縛), TC 127/SC 3/WG 5 (施工現場情報交換) 及び TC 195/WG 8 (骨材処理用機械及び装置) については, コンビナー及び幹事を務め, 規格作成を推進する。

なお, ISO の TMB (技術管理評議会) で承認された場合, ISO 15143 (施工現場情報交換) のメンテナンス機関の幹事業務を引き受け, 同規格で規定するデータ辞書へのデータ項目追加の提案を処理する。

(2) ISO 規格案審議活動, 特に日本発信の ISO 国際規格開発

当協会が審議団体 (P メンバー) になっている ISO/TC 127, TC 195, TC 214 に関連し, 日本工業標準調査会 (JISC) の委託を受け, 対応する各委員会において国際規格についての開発, 審議, 検討を行い, 日本の提案を積極的に推進する。また, 日本

提案以外でも、ISO で検討中の「持続可能性」、「エネルギー消費試験方法」、「電気駆動及びハイブリット機械」などの新規標準化に日本の意見の反映を図るなど、従来からの ISO の改正含め積極的に審議に関与する。

- (3) 経済産業省施策の一貫である「コンクリート機械等分野の国際規格共同開発調査研究」

「コンクリートポンプ等の安全要求事項」、「コンクリートパッチングプラントの安全要求事項 (ISO/WD 13027)」、「内部振動機－コンパクションダイアメターの測定方法」、「自走式破碎機－第 3 部：性能試験方法 (ISO/NP 21873-3)」を重点に実施する。

- (4) TC 195 総会及び TC 127, TC 195 などの WG 及び特設会議などの各国際会議に出席し、日本としての意見具申を行う。

2) 国内標準化活動

(1) JIS 自主原案作成活動

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

- (1) -1 平成 21 年度 JIS 原案作成に関しては、JIS A 8421-2（追補）「土工機械－ローダー－第 2 部：仕様書様式及び性能試験方法」を C 時期（平成 21 年 12 月～平成 22 年 10 月）に実施する。
- (1) -2 平成 22 年度 JIS 原案作成に関しては、「履带式建設用サイクル機械－安全－第 2 部：自走式木材破碎機の要求事項（制定）」ほか 6 件を前期（平成 22 年 4 月～平成 23 年 2 月）に実施する。
- (1) -3 平成 22 年度後期 JIS 原案作成に関しては、「高所作業車の安全要求事項（制定）」を後期（平成 22 年 12 月～平成 23 年 10 月）に実施として、審議検討を開始する。

(2) JCMAS 制定活動

「JCMAS G 008 建設機械用遠隔操縦装置無線利用調査票」など各部会等から提出された JCMAS 案の制定を図る。

(3) 標準化活動全般

協会シンポジウム・協会機関誌などの場を活用して標準部会活動の広報に努め、また、その際に、地

球温暖化防止対策関連を強調する。

5. 業種別部会

1) 製造業部会

- (1) 小幹事会・幹事会および部会などを適宜開催して、製造業部会の事業を推進するとともに、他部会の事業において製造業に係る事業の推進に協力する。

次期排気ガス規制への対応、地球温暖化防止、安全確保などを重点テーマとする。

- ① 2011 年から始まる次期排ガス規制第 1 段階に関しては、円滑な運営に入れるように、運営に係る細則の官庁との協議、製造業への徹底を図る。
- ② 2014 年から始まる次期排ガス規制第 2 段階に関しては、継続生産猶予期間、少数生産車の認証要件などにつき、製造業としての見解をまとめるとともに、原動機認証の技術基準に関し、原動機技術委員会等との連携のもとに、関係官庁と折衝する。
- ③ 地球温暖化防止に関しては、クリーンエネルギー建機の普及に係る国土交通省および経済産業省の施策を踏まえて、建設機械工業会とも連携して、融資制度、購入助成制度などの有効な助成策の予算措置と施行の実現を図る。

また、従来型の低燃費型建設機械の指定制度による普及に関しても、指定基準を制定するとともに、制度設計、スケジュール等に関して国土交通省との合意形成を図る。

- ④ 機械安全への対応については、安全情報技術小会議に参画して、開示情報の取扱い基準などにつき検討するとともに、油圧ショベルの標準操作方式、ハンドガイドローラの安全機構の普及など製造業だけでは解決出来ない課題の解決に向け、建設業、レンタル業部会等と連携を図っていく。
- ⑤ さらに、油圧ショベルを応用したマテリアルハンドリング機の安全確保に関しては、スクラップ用、林業用の 1 本ピングラップルのクレーン対応の具体策を明確にする。

また、マテリアルハンドリング機の国際的な安全規格の調査、比較検討を行う。

- (2) 新たな案件への対応に関し、小幹事会、幹事会を適宜開催して製造業としての方針案を示すとともに、国土交通省、厚生労働省などの行政機関、関係部会との連携を図り、製造業としての提言、決定された政策の履行に当たっての業界内説明、啓蒙活動によりその徹底に努める。
- (3) 合同会議、現場見学会などの企画を通じて、他部会と連携して、今後重要とされる制度および技術

に関する情報を積極的に収集し、部会員の見識を高めると共に、連携して実施できる先行的・自主的な活動テーマの検討、絞込みを行う。

特に、情報化施工の普及に関して、製造業としての支援策を計画、実行する。

2) 建設業部会

(1) 部会、幹事会を開催し、事業活動計画及び事業活動結果について審議・承認を行う。

(2) 品質・環境・情報化施工をテーマとした「人づくり」の場を提供する。

①第14回機電技術者意見交換会を10月初旬に企画する。

②機電技術者意見交換会開催と同時に講演会を開催する。

③各部会の交流を目指した合同部会を開催する。

④関係省庁からの情報を収集し部会内に公開する。

(3) 建設機械の安全情報を公開し、共有する場を設ける。

①安全情報技術小会議に主体的に参画する。

②「建設機械安全報告情報公開システム」の展開を図る。

③安全情報の公開基準の合意形成を図る。

(4) ICTの利活用を促進するための「場」を提供する。

①現場見学会を実施する。

(5) コンクリートポンプ車総合改善委員会及び安全情報技術小会議に主体的に参画する。

3) 商社部会

(1) 懇談会、講演会を各々1回開催する。

(2) 商社部会のホームページ立上げを再検討する。

(3) 各部会・委員会との情報交換を行い、各種事業活動に協力する。

4) レンタル業部会

(1) 安全情報技術小会議に参加し、建設機械（レンタル機）に関わる情報を提供する。

(2) 日本建設機械工業会との意見交換会を実施する。

(3) 現場見学会等の勉強会を開催する。

(4) 国土交通省と「緊急災害対策における建設機械の調達支援ネットワーク」形成に向けた意見交換会を実施する。

(5) 「建設機械等レンタル標準契約」の見直し作業をすすめる。

(6) 合同部会に参加し、該当テーマの報告などを通じて他部会との交流を深める。

(7) 部会員共通の問題・課題を抽出し協議する。

5) 専門工事業部会

(1) 部会メンバーの増員を図る。

(2) 有資格者の地位の向上、資格取得者の増員を図る。

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

(4) 税制面での改革・提案を図る。

施工技術総合研究所

平成22年度 事業計画書

1. 調査、試験、研究、開発業務

次の受託業務について調査、試験、研究、開発を行う。

1) 建設機械に関する調査・研究・開発

(1) 建設機械の新機種の開発

(2) 建設機械の安全性に関する調査研究

(3) 建設機械の環境対策及び防災に関する調査研究

2) 機械化施工に関する調査・試験・研究

(1) 情報化施工等新技術に関する調査研究

(2) 機械化土工、岩石工及び基礎工に関する調査研究

(3) トンネルの機械掘削及び施工法に関する調査研究

(4) 橋梁の補修・補強に関する調査・研究

(5) ダムの施工法に関する調査研究

(6) 舗装に関する施工法の調査研究

(7) 建設工事の環境対策に関する調査研究

(8) 防災及び災害復旧対策に関する調査研究

3) 疲労試験及び構造物強度試験

(1) コンクリート床版及びPC床版の疲労試験

(2) 各種継手や鋼構造物の疲労試験

(3) 鋼及びコンクリート構造物の実物大モデルの載荷試験

(4) 検査技術に関する調査研究

4) 建設機械の性能試験及び評価等

(1) ROPS及びFOPSの性能試験

(2) 除雪機械及び各種建設機械の性能試験

(3) 特定原動機及び特定特殊自動車の排出ガス検査

(4) 排出ガス対策型エンジン及び黒煙浄化装置の評価

(5) 建設機械燃料消費量の評価

(6) 低騒音・低振動型建設機械の計量証明

(7) 標準操作方式建設機械の認定

(8) ウォータージェットによるはつり処理性能試験

5) 建設機械化技術の技術審査証明

民間が自主的に開発した建設機械化技術について、審査委員会を設けて実施し、開発目的が達成されたと認められる技術については、審査証明書を発行する。

6) 技術指導等

(1) 建設機械、機械化施工法等に関する技術的諸問題

について技術指導を行う。

- (2) 土木建築工事に必要な各種材料（鉄筋、コンクリート、アスファルト、岩石及び土質等）について材料試験を行う。

7) 研 究

受託業務と連携して、機械・トンネル・土工・舗装・橋梁等の各分野の重要課題について、共同研究および自主研究を行う。

2. CMI 研究会

機械化施工に関する新技術開発研究会（CMI 研究会）の推進を図る。

3. 研修会

- 1) 情報化施工研修会（ICT 建設機械の実地研修）を行う。
2) 吹付け監理技術者講習会を行う。

収 支 予 算 書 総 括 表

平成22年4月1日から平成23年3月31日まで

(単位:千円)

科 目	本 部			施工技術総合研究所		支 部		内部取引 消去	合 計
	一般会計	建設機械 施工技術検定 試験会計	収益事業 会計	公益事業 会計	特別会計	一般会計			
I 事業活動収支の部									
1. 事業活動収入									
① 特定資産運用収入	3,400	1,400	20	1,000		580			6,400
② 入会金収入	100					150			250
③ 会費収入	72,544					62,618			135,162
④ 事業収入	24,700	189,000	399,750	9,900	802,000	48,451	△99,490		1,374,311
⑤ 負担金収入	6,400			48,000			△54,400		
⑥ 寄付金収入	34,000						△34,000		
⑦ 雑収入	1,400	2,550	450	1,500	20,500	16,582	△13,100		29,882
⑧ 他会計からの繰入金収入						78,388	△78,388		
事業活動収入計	142,544	192,950	400,220	60,400	822,500	206,769	△279,378		1,546,005
2. 事業活動支出									
① 事業費支出									
事業費支出	62,280	125,800	245,550			42,310	△164,990		310,950
事業人件費支出	50,500	36,600	73,800	11,640	370,800	94,035			637,375
事業事務費支出	18,500	17,000	22,600	9,720	325,380	46,144	△62,516		376,828
事業費支出計	131,280	179,400	341,950	21,360	696,180	182,489	△227,506		1,325,153
② 管理費支出									
人件費支出	15,400	9,100	16,900	5,030	89,820	22,334			158,584
事務費支出	24,900	8,500	7,100	3,780	62,300	24,764	△14,100		117,244
管理費支出計	40,300	17,600	24,000	8,810	152,120	47,098	△14,100		275,828
③ 他会計への繰入金支出	3,772						△3,772		
④ 一般会計への寄付金支出			34,000				△34,000		
⑤ 法人税、住民税及び事業税			70		140				210
事業活動支出計	175,352	197,000	400,020	30,170	848,440	229,587	△279,378		1,601,191
事業活動収支差額	△32,808	△4,050	200	30,230	△25,940	△22,818	0		△55,186
II 投資活動収支の部									
1. 投資活動収入									
① 特定資産取崩収入									
建設機械・施工技術研究開発等基金取崩収入		100,000							100,000
退職給付引当資産取崩収入	3,300	1,600	3,300						8,200
減価償却引当資産取崩収入	2,500	4,000		20,000					26,500
事業安定準備資産取崩収入	22,000					20,000			42,000
調査研究積立資産取崩収入	10,000								10,000
情報化施工推進事業資産取崩収入	20,000								20,000
建設施工安全化対策推進事業資産取崩収入	3,000								3,000
データベース構築事業資産取崩収入	3,000								3,000
建設機械施工技工士継続教育事業資産取崩収入		5,000							5,000
② 投資有価証券売却収入						9,799			9,799
③ 敷金・保証金戻り収入						1,210			1,210
投資活動収入計	63,800	110,600	3,300	20,000	0	31,009	0		228,709
2. 投資活動支出									
① 特定資産取得支出									
建設機械・施工技術研究開発等基金取得支出		100,000							100,000
退職給付引当資産取得支出	3,300	2,200	3,200						8,700
減価償却引当資産取得支出	5,900	1,200		20,000					27,100
事業安定準備資産取得支出						7,000			7,000
② 固定資産取得支出	22,500	4,000		20,000					46,500
投資活動支出計	31,700	107,400	3,200	40,000	0	7,000	0		189,300
投資活動収支差額	32,100	3,200	100	△20,000	0	24,009	0		39,409
III 財務活動収支の部									
1. 財務活動収入									
財務活動収入計	0	0	0	0	0	0	0		0
2. 財務活動支出									
財務活動支出計	0	0	0	0	0	0	0		0
財務活動収支差額	0	0	0	0	0	0	0		0
IV 予備費支出									
当期収支差額	△708	△850	300	10,230	△25,940	1,191	0		△15,777
前期繰越収支差額	60,873	12,495	135,984	166,242	383,618	126,338	0		885,550
次期繰越収支差額	60,165	11,645	136,284	176,472	357,678	127,529	0		869,773

(完)

JCMA 報告

情報化施工関連図書のご案内

(社)日本建設機械化協会
技師長 白鳥 昭浩

1. はじめに

国土交通省では、平成 20 年 7 月に「情報化施工推進戦略」（以下、「戦略」と言う）をとりまとめ、国土交通省の行う直轄事業の「道路土工、舗装工、河川土工については、平成 24 年までに情報化施工を標準的な施工・施工管理方法とする」こと、及びそのために必要な人材育成等を重点目標と位置付けました。

また、平成 21 年 3 月に閣議決定された「社会資本整備重点計画」においても「情報化施工の普及を促進する」とされたところです。

一方、情報化施工に関する専門図書は、これまで皆無といってよく、情報化施工を普及させていく上で大きな課題となっておりました。

そのため、情報化施工を担う人材育成の一助とすることを目的に、情報化施工に関する研修の実施や情報化施工関連図書の出版事業を重点事業と位置付け、取り組んでいるところです。

そこで、当協会で出版している情報化施工関連図書についてご紹介致します。

2. 情報化施工ガイドブック 2009

平成 21 年 11 月に情報化施工に関する入門書との位置付けで「情報化施工ガイドブック 2009」（以下、「ガイドブック」と言う）を出版致しました。

本のタイトル中の「2009」の意味は、毎年、年度版を出版するという趣旨での 2009 年度版という意味ではございません。

情報化施工技術の基本となる ICT は技術的進歩の

スピードが著しい分野です。したがって技術の陳腐化も極めて速い分野です。

したがって、「2009」の意味は、2009 年時点での ICT やそれを活用した情報化施工技術レベル、国土交通省の施策動向等を踏まえて、その時点で最新の情報化施工技術を紹介したものという意味です。

構成としては、第 1 章で、情報化施工の動向と題して、情報化施工技術の歴史的な変遷、情報化施工技術の種類、特徴の他、戦略の概要について紹介し、第 2 章以下で主要な情報化施工技術を紹介しております。

但し、戦略においても情報化施工技術として 12 例紹介されているように、一口に情報化施工技術と言っても内容は広範囲で多種多様な技術を包含しています。

そこでガイドブックでは、その中から、マシンコントロールシステム、マシンガイダンスシステム、マシンガイダンスシステムの一つである締固め情報化施工システム、トータルステーションを利用した出来形管理システムを、実用化段階にあり国土交通省による各種基準の整備等普及のための環境も整っている技術とみなして、これを主要技術として取り上げ、その概要を紹介しています。



写真—1 情報化施工ガイドブック

3. 情報化施工の実務

ガイドブックが入門編ないし初級編との位置付けに対して、中級編との位置付けで「情報化施工の実務」（以下、「実務」と言う）を平成 22 年 7 月に出版致しました。

情報化施工に関するアンケート結果（建設の施工企画平成 22 年 4 月号参照）によれば、情報化施工の実施件数の 75% をマシンコントロールシステム（以下、「MC」と言う）及びマシンガイダンスシステム（以下、

「MG」と言う)が占めています。

一方、同アンケートによりますと建設業を営む JCMA 会員の方が実施した情報化施工のうち、28%でレンタル業者等から技術指導を仰いでいます。

このことは、建設業を営む相当数の JCMA 会員の方が社内に情報化施工を担う技術者を十分確保出来ていないことを示すものと考えております。

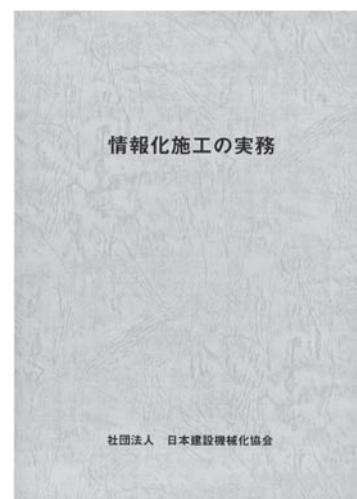
そこで、実務では、MC 及び MG を対象として、施工現場で、建設機械をオペレータが操作するまでに行わなければならない作業及びその手順を紹介しています。

また、MC 及び MG の利用にあたっては、三次元設計データの作成が、従来の施工では実施しない主要な作業であり、情報化施工の導入に際して、未経験者にとっては実務上又は意識上の壁となっている部分です。

実際には、発注者から貸与された設計図書や測量データを元データにして、パソコンを使用して三次元設計データを作成することになりますが、パソコンの基本的な操作が出来る方であれば、それほど難しい作業ではありません。

そのため、実務では、MC 及び MG の実施に当たって必要な三次元設計データの簡便な作成方法等を中心にして、その他建設機械(移動局)への専用システムの装備、基準局の設置方法等も含めて実務的な事項についてとりまとめさせていただきました。

なお、三次元設計データの作成方法については、元データの状態等に応じた複数の方法を紹介しておりますが、そのひとつの方法として、当協会が平成 20 年度に開発した三次元設計データ作成支援ツール(ICT 設計データ変換ソフト)を利用した方法も併せて提案させていただいております。(このツールは、当協会の施工技術総合研究所の HP から無償でダウンロードできます。)



写真—2 情報化施工の実務

4. おわりに

実務では、基準局にトータルステーション又は RTK-GNSS を使用する場合について紹介しています。

その他、近年、基準局を設置せず、いわゆるネットワーク型 RTK-GPS を使用した MC 及び MG についても利用できる環境が整いつつあります。

したがいまして、今回は、提案出来ませんでしたが、ネットワーク型 RTK-GPS を使用した MC 及び MG については、いずれ別の機会にご提案したいと考えております。

ガイドブック及び実務のどちらも、国土交通省が定めた情報化施工に関する各種基準等を踏まえた内容で図、写真、表を使い、読みやすく理解しやすい構成としており、会員の皆様はもとより、非会員の皆様も含めまして、情報化施工に関わる皆様には是非ご活用いただければと考えております。

購入をご希望される方は、協会 HP をご覧いただくか、協会本部又は各支部までお問い合わせ下さい。

JCMA

CMI 報告

供用中のトンネルにおける インバート追加施工法の研究

横澤圭一郎・安井 成豊・藤田 一宏

1. はじめに

山岳トンネルでは、施工時の地山状況に応じて支保構造の設計が見直しされ、その際にインバートの設置の有無も決定される。これまでの国内の道路トンネルではC級地山の場合、インバートは設置されないのが一般的であった。

しかし、近年、施工時の地山等級がC級地山であっても、地質が泥岩や凝灰岩などの場合、供用後の湧水などを原因として地質が劣化し、路面の隆起、覆工のひび割れなどの変状が生じているケースがある。

この場合の対策としては、トンネル底版部を掘削して新たにインバートを設置するのが力学的に合理的な対策方法であるが、その場合には一定の期間トンネルを全面通行止めとするか、狭小な車線を確保した交通規制をしてインバート追加設置の工事を行う必要がある。しかし、交通量の多いトンネルや長大トンネル、あるいは高速道路のトンネルなどにおいては、長期間にわたる全面通行止めによる工事の実施が現実的に不可能な場合が多々ある。

このような背景のもと、当研究所では平成21年度より数年間の計画で、首都大学東京、高速道路総合技術研究所（以降、NEXCO 総研と称す）と共同で全面通行止めを行わないで、インバートを追加する施工法の研究を実施している。本研究の役割分担は、表—1に示すとおりであるが、本稿では平成21年度の研究成果のうち、主に当研究所が分担した施工法検討の概要について述べる。

表—1 共同研究の役割分担

担当	検討項目
首都大学東京	・ 解析手法の検討 ・ 解析による構造検討
NEXCO 総研	・ 経済性の評価 ・ 実現場への適用性検討 ・ 研究成果の総合とりまとめ
施工総研(CMI)	・ 施工法検討 ・ 施工計画検討

2. 施工方式の選定

(1) 選定条件

施工方式の選定にあたっては、以下の条件を考慮して検討を行った。

- ・ 2車線トンネルにおいて、1車線（幅員4.75m）の交通を確保できること。
- ・ 劣化した軟岩に一軸圧縮強度20～30MPaの新鮮部が混在する地質に適用できること。
- ・ 新しい施工機械の開発・製作は行わないこと。（既存機械の利用あるいは既存機械を改造して対応できること。）

(2) 施工方式の選定

前記、検討条件を踏まえて、「曲線ボーリング方式」、「チェーンカッタ方式」、「パイプフロア方式」の3つの施工方式を立案し、各方式の適用性検討を行った。

検討の結果、曲線ボーリング方式が最も適用性が高い方法と評価し、詳細検討の対象として選定した。表—2

表—2 各施工方式の適用性評価一覧

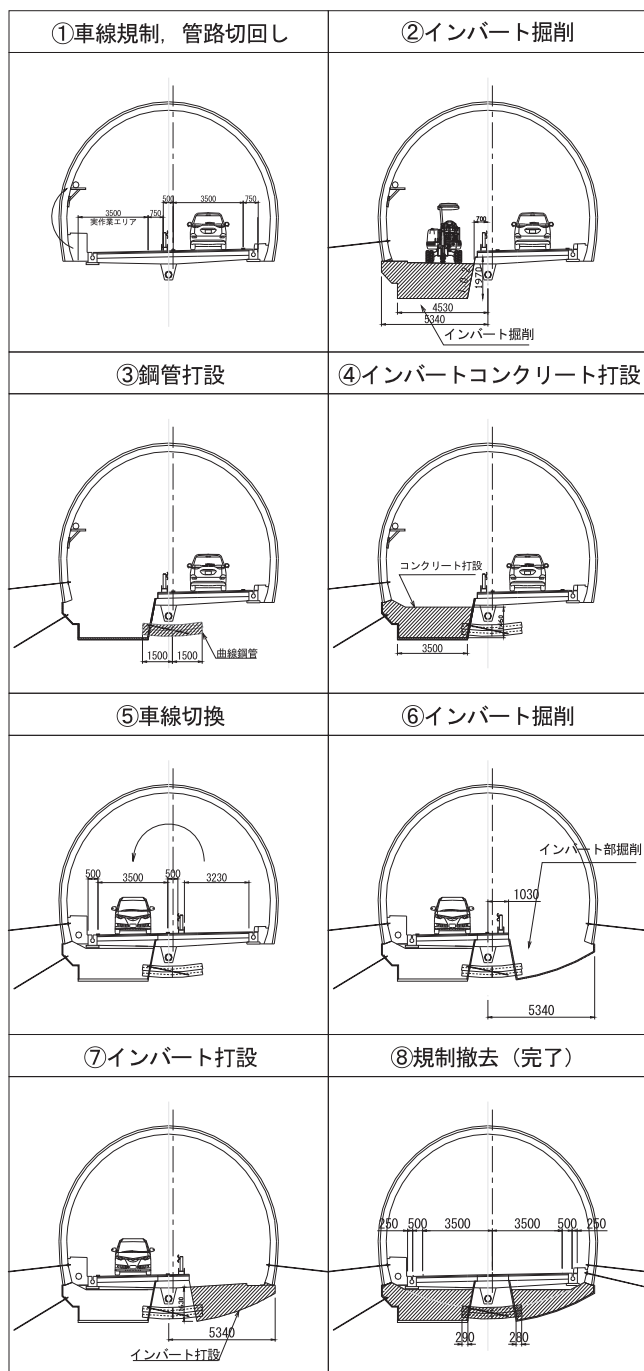
施工方式	曲線ボーリング方式	チェーンカッタ方式	パイプフロア方式
施工法の概要	専用のボーリングマシンを用い、曲線鋼管を打設する方法。	トンネル外周部を切削してコンクリートを流し込む工法(NEW PLS工法)で使用するチェーンカッタを用い、インバート部分を切削する方法	一般的なボーリングマシンを用いて鋼管をトンネルの底版部に水平に打設する方法。
適応地質	幅広い地質に対応可能 ○	軟岩程度まで対応可能 ○	幅広い地質に対応可能 ○
技術的課題	既存工法の組み合わせであることから、大きな課題は無い。 ○	インバート部に鉄筋を配筋することが困難である。 △	覆工と閉合しないため、構造系として成立するか検討を行う必要がある。 △
施工機械	曲線ボーリングマシン（実機有り） ○	現存マシンなし ×	汎用ボーリングマシン ○
総合評価	施工機械の確保が可能で、大きな技術的課題もなく適用性は高い。 ○	施工機械がなく、新たにマシンを製作する必要があるため、適用は困難。 ×	覆工と一体化しない構造のためインバートとならない。 △

に各施工方式の概要と適用性に関する評価を示す。

3. 曲線ボーリング方式の施工法検討

(1) 施工手順の検討

供用中の二車線道路トンネルを想定し、前項で選定した曲線ボーリング方式によるインバート設置手順の検討を行った。検討した概略施工手順を図一1に示す。



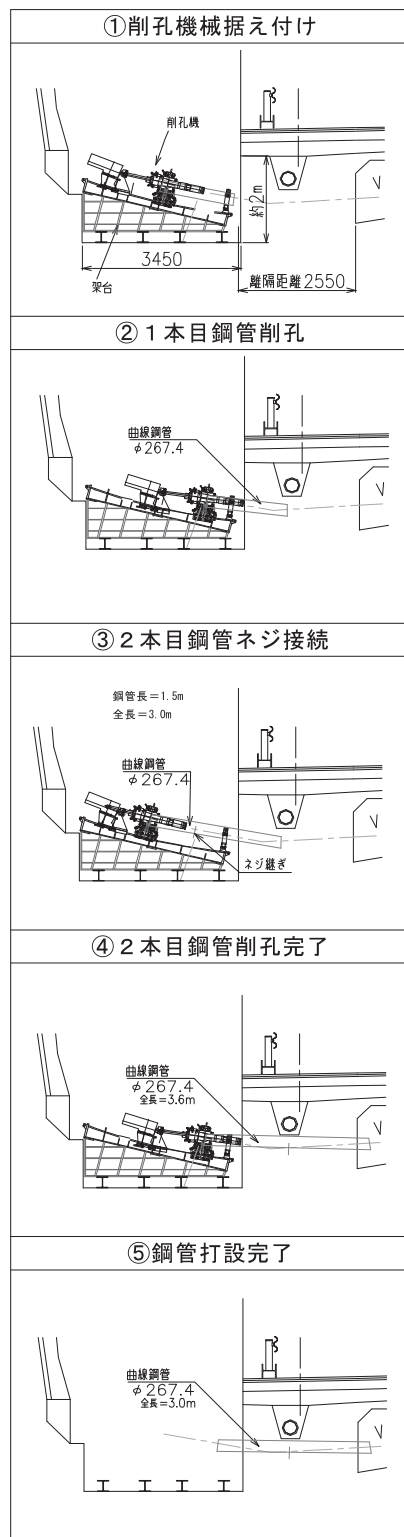
図一1 供用中のトンネルを想定したインバート設置手順

(2) 曲線鋼管打設方法の詳細検討

前記の曲線ボーリング方式の施工手順のうち、③の

鋼管打設は、限られたスペースで曲線鋼管を打設する必要がある、本工法の成否を分ける重要な工種である。

この曲線鋼管の打設方法に関しては、①鋼管のサイズ，継ぎ手構造の検討，②鋼管の配置検討，③削孔機械の検討，④削孔，打設手順の検討などの項目について詳細な検討を行った。ここでは、検討した曲線鋼管の施工手順を図一2に示す。



図一2 曲線鋼管の施工手順

4. 今後の研究方針

共同研究の初年度として、前述したような施工法について検討を行い、施工の可能性があることは確認された。

ただし、供用中の道路トンネルを車線規制しながら行う工事であり、道路管理者側にとっては極力規制期間を短縮することが求められる工事と考える。

そのため、現段階における施工案では、施工延長100 m程度に対して約5ヶ月の工期が必要と想定され、実施工に展開する技術とするためには、より早い施工を可能とする技術にすることが必要となる。

そのため、今後は、想定される施工条件下において、より効率的な施工を可能とする施工システムを実現す

るために、施工実験等を踏まえて、課題の抽出と検討を進め、実施工に展開可能な技術にすべく検討を行う方針である。

J C M A

【筆者紹介】

横澤 圭一郎（よこざわ けいいちろう）

(社)日本建設機械化協会
施工技術総合研究所
研究第一部 部長

安井 成豊（やすい しげとよ）

(社)日本建設機械化協会
施工技術総合研究所
研究第一部 次長

藤田 一宏（ふじた かずひろ）

(社)日本建設機械化協会
施工技術総合研究所
研究第一部 研究課長

大口径岩盤削孔工法の積算

——平成 22 年度版——

■改訂内容

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

- A4 判／約 250 頁（カラー写真入り）

●定 価

非会員：5,880 円（本体 5,600 円）

会 員：5,000 円（本体 4,762 円）

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも

沖縄県以外 450 円

沖縄県 340 円（但し県内に限る）

- 発刊 平成 22 年 5 月

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

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

部 会 報 告

ISO 国際 WG（作業グループ）会議出席報告書 ISO/TC 127/WG 8（ISO 10987 持続可能性）及び ISO/TC 127/SC 1/WG 6（ISO 11152 エネルギー消費試験方法）

藤本 秀樹（コベルコ建機）

1. 概要

●会議名

- (1) ISO/TC 127/WG 8 (ISO 10987 持続可能性) 及び
- (2) ISO/TC 127/SC 1/WG 6 (ISO 11152 エネルギー消費試験方法)

●開催地

イタリア ローマ ISPESL（イタリア労働安全衛生研究所）

●開催日

- (1) ISO/TC 127/WG 8（ISO 10987 持続可能性）
平成 22 年 2 月 10 日（水）～ 11 日（木）午前
- (2) ISO/TC 127/SC 1/WG 6 (ISO 11152 エネルギー消費試験方法)
平成 22 年 2 月 11 日（木）午後～ 12 日（金）

●出席者

米国 4: Dr. Dan Roley (TC 127/WG 8 主査), Mr. Chuck Crowell ((SC 1/WG 6 主査) Caterpillar), Mr. Dave Gamble (John Deere), Mr. Steve Neva (Doosan Infracore Construction Equipment-BOBCAT), スウェーデン 1: Mr. Stefan Nilsson (Volvo), フランス 1: Mr. Jean-Jacques Janosch (Caterpillar-France)),

イタリア 3: Dr. Roberto Paoluzzi, Dr. Sem Zarotti (IMAMOTER 農業機械建設機械研究所), Mr. Lorenzo Rossignolo (CUNA), ドイツ 2: Mr. Rene Kampmeier (VDMA), Mr. Werner Ruf (Liebherr), 日本 2: 藤本秀樹（コベルコ建機）, 西脇徹郎（日本建設機械化協会）

計 13 名が両会議に出席。以下敬称略で記す。

2. 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

持続可能性（現在、法人単位で環境報告書・社会責任報告書を作成するケースが多いが、環境及び社会的責任に加えて経済の各側面のバランスを考慮した持続

可能性報告書を作成するのが国際的な方向の模様であり、機械の使用者が持続可能性報告書を作成するための機械に関連した事項をまとめるのが ISO 10987 の目的である。）については、既存の規格を最大限使用し、本規格は①土工機械の全般的持続可能性（サステナビリティ）基準 ②用語と定義 ③持続可能性情報を纏めるための要素とフォーマットに留める。

エネルギー消費試験方法については、ロード及び油圧ショベルについて議論した。

ロードについては、実負荷をかけた試験を行なうために被積載物として大きさ形状を揃えた材料を使用し、バラツキを少なくするために（JCMAS 試験方法に比べて）比較的長時間の試験を行なう。

油圧ショベルについては、バラツキはあるものの、エネルギー消費量を知るためには実掘削が必要であるとの意見が多く、実掘削を行なう方式及び実掘削を行わない方式（JCMAS 方式）の 2 本立てで進むことが主査より提案された。機械のグレードを決めようとしている JCMAS 方式と作業現場での実燃料消費（＝CO₂ 排出量）を測ろうとしている実掘削方式を統一することは未だできておらず、掘削作業燃費計測は、JCMAS 方式と実掘削方式の両方を記述する規格になりそうである。

次回 WG は、欧州で 9 月下旬か 10 月上旬に行なう。以下議論の要旨について述べる。

(1) ISO/TC 127/WG 8 (ISO 10987 持続可能性) 会議

新業務項目提案は賛成多数で 2009 年 11 月 20 日に承認され、各国意見を入れて CD（委員会原案）を作成する段階に入る。

「エネルギー消費試験方法」は時間がかかりそうだが、「持続可能性」は 36 ヶ月プロジェクトとすることが主査より表明された。

①各国の意見

Janosch（仏）より「機械の製造から廃棄まで通し

表—1 持続可能性特性項目 (ISO 10987 にて機械の製造業者が使用者に提供すべき報告様式)

分野	項目	表記	単位
環境	エネルギー／燃料消費効率	燃料／エネルギー消費あたり作業	作業量／単位エネルギー
環境	大気の大気質排ガスレベル	(排ガス) 規制のステージ (第 n 次規制といった)	第 n 次規制
環境	温室効果ガス排出	機械の使用による温室効果ガスの排出	負荷率及び使用状況での CO ₂ 排出量(kg)
環境	材料のリユース	リマン比率 リサイクル比率 油脂類の消費量	ISO 16714 による質量パーセント 各装置における使用時間あたり体積
社会 (責任)	安全性	ISO 20474 適合性	ISO 20474 適合しない詳細 (技術構成ファイル考慮)
社会／環境	騒音及び振動	機械の騒音及び振動レベル	ISO 6393-6396 にて dB(A) ISO TR 25398 並びに ISO 5349-1 及び -2 にて m/s ²
経済性	ライフサイクルコスト	機械寿命を通じての機械経費	Ton あたり又は時間あたりコスト

での CO₂ 排出量を見ると、機械の使用過程での排出量が全体の 90% を占める。従って、機械の使用過程での排出量を少なくすることが大切である。」との意見があった。一方、建物などについて言えば、省エネを考えた建物でもコンクリートの生産、地下工事などに多量のエネルギーを使用する矛盾が生じている。又、Neva (米) より「ブラジルではバイオ燃料の生産のために森林を潰している。」との意見があった。

Gamble (米) より、「使用者の関心は、何% がリサイクル材によっているかであるが、素材がくず鉄からリサイクルされたか、高炉で生産されたものかは判らない。プラスチックのリサイクルでもそのまま使用するのと、道路舗装に用いるのでは違う。」との意見があった。

② ISO/WD 10987 内容の修正

質疑の中で以下のように修正した。

(a) Introduction

本規格で扱う項目と、他の規格で扱う項目を分け、本規格では①土工機械の全般的持続可能性基準 ②用語と定義 ③持続可能性情報をまとめるための要素と書式を規格化し、④テスト方法 ⑤実行基準 ⑥法令順守要領については、他の規格でカバーする。なお、地球温暖化効果ガスの問題が重要であるように記述することとされた。

(b) 1. 適用範囲

general framework を general principles に訂正した。また、機械の全寿命を適用対象とするとされた。

(c) 5. 持続可能性情報の特性項目及び報告書式

「土工機械のエネルギー・燃料使用の ISO 規格ができるまでは、本規格がエネルギー・燃料使用効率の

積りに利用できる。実際のエネルギー・燃料使用は機械仕様により変わり、作業現場での実測によってのみ知ることができる。

機械の仕様、運転方法はバラエティに富んでおり、他の機械とのエネルギー・燃料使用を正確に比較することはできず、作業現場又はプロジェクトレベルでのオーバオールを持続可能性評価の方が適切である。」と追加した。

(d) 5.1 環境－エネルギー／燃料消費効率

ホイールローダの燃料消費例に「15 トンクラスの値であること。」を追加した。

表—2 で、小形ホイールローダについて軽負荷・中負荷・重負荷など実際の使用での燃料消費の例を示す。

(e) 5.7 経済性－ライフサイクルコスト

「機械を所有し、作業をするためのコストは、製造者からの情報で計算でき、生産性についても製造者からの情報又は同様の機械での経験から算出できる。ライフサイクルコストは、機械の生産性に関連したコストであり、1 トンの荷を積み込むのに要したコスト、1 トンの荷を動かすことに要したコストとして定義することができる。」を追加した。

これらに対して、日本としては、機械の規格だけではカバーしきれない部分があること、またダンプなど、経済指標としての生産量はトン・メータとなる旨を指摘した。

表—2 小形ホイールローダの燃料消費量

ホイールローダの例	燃料消費量 L/hr
軽負荷	4.1～6.6
中負荷	6.6～8.9
重負荷	8.9～11.4

(2) ISO/TC 127/SC 1/WG 6 (ISO 11152 エネルギー消費試験方法) 会議

ISO 10987 会議に引続いて行なわれたため、全員がエネルギー消費試験方法 WG に参加した。

主査である Chuck Crowell (米) が 4 月 30 日までにドラフトを作成する旨表明し、TC 127 N 630 (予備業務項目提案) 及び前回 (フランクフルト) の議事録のレビューから始まった。

① 前回 WG でのキーポイントのレビュー

- (a) 油圧ショベル及びホイールローダに焦点を当てて議論を行なう。
- (b) JCMAS の油圧ショベルテスト方法は、再現性が高い。一方 IMAMOTER で行なったテストでは掘削作業での燃料使用に対して、実掘削と空バケットでは大きな差があり、実掘削が必要との結論であった。
- (c) ホイールローダの試験には、非掘削物として仕様を決めて人工的に管理された材料を用いることを議論した。

なお、ブルドーザについては、JCMAS H 021 では既存の ISO 7464 = JIS A 8309 “土工機械－けん引力測定方法” に規定の最大けん引出力点のけん引負荷での測定が主体であり、この最大けん引出力点については前回フランクフルト会議で WG として異存なしとされている。

また、ディーゼル排ガスの粒子状物質のフィルタ DPF の目詰まり再生を試験手順でどう扱うかとの指摘があった。

② 今回の会議での討議内容

(a) ホイールローダ

- * ホイールローダのテスト方法として提案されたキャタピラー、ジョンディーア、ボルボのテスト方法 (実荷重負荷) はよく似たものになっているので、統一化が図れる。

(各社提案の概要)

- ・ジョンディーアでは客先条件での試験も実施することがある。
- ・ボルボでは V 字積み込み、ロードアンドキャリー、回送の三種の試験実施。なお、現場条件・積み込み資材の山積み状況も問題視している。
- ・キャタピラーでは作業速度をなるべく速くしているとのこと。また、地山の壁を (削って) 積み込むケースがあると指摘された。
- ・碎石の寸法: ボルボが 16 ~ 32 mm に対して、ジョンディーアが 19 ~ 25 mm。

(試験作業条件)

- * Nilsson (スウェーデン) より「燃料消費の計測に補助タンクを用いる方式とフローメータを用いる方式があるが、フローメータは誤差があり正確に計測できない (エンジンコントローラの精度の方がフローメータより良いくらいである)。誤差を少なくするためには、長時間のテスト (15 時間) が必要である。」

- * 燃料品質の違いについて、規格に合致した燃料の特徴を記録し、全テストに同一燃料を用いなければならない。JCMAS では燃料仕様 (JIS K2204 に規定する 2 号軽油) を規定している。欧州のディーゼル燃料はセタン価が高い。主査は自社のエンジン担当に燃料により消費と出力の違いがあるかを聞く。

- * 主査より「JCMAS は、実負荷をかけない所に問題がある。ホイールローダの油圧システムはショベルほど複雑ではない。」

- * 主査より「公道走行トラックの規格である SAE J 2711 SECTION4 (バッテリーチャージと燃料消費の積算方法) を引用し、ISO 11152 には、これを何らかの形で入れなければならない。」

- * 大型に比べて中小形のホイールローダではテストサイクル数が効いてくる。

- * テストに 4 項目 (ロード、ロードアンドキャリー、走行、アイドリング) があるが、アイドリング停止機能をもった機械にアイドリングは必要か? COLD IDLE (暖機運転) と HOT IDLE (作業中のアイドリング) の燃料消費をどう積算する?

- * 西脇より「作業の割合は現場毎に異なるため、JCMAS でも参考データとしている。」Janosch より「CO₂ の取扱は、ジョブサイトの構成によるため個々のモデル作業での燃料消費を示すことになるかも知れない。」

- * バラツキ要素としては、燃料、地面の状態、積荷の材料、気圧 (JCMAS H020-H022 参照)、気温が関係する。試験場の地面については、土、砂地、コンクリート地がある。コンクリート地と砂地では燃料消費が 10% 以上変わる。コンクリートが堅実であるが、現場が決めることである。燃料仕様を統一する必要がある、JCMAS では燃料について JIS 番号を指定している。

ボルボのテスト方案 (N 15) 3.2 では、高度 1,700 m 以内、温度 0℃ ~ 30℃、テスト時間中に雨が降らないことを規定している。

- * 又、その後の議論で、適用範囲について Neva より「スキッドステアローダには適用できない。」Roley より「50 kW 以下のローダは、CO₂ の寄与度が少ないので除外しても良い。」というような議論があり、適用範囲は 50 ～ 300 kW のアーティキュレイトホイールローダとする（JCMAS は 40 ～ 230 kW）とされた。

(b) 油圧ショベル

- * 藤本より JCMAS 規格の有効性を種々のシミュレーション結果をもとに「燃費の変動要素には、掘削対象の違い及びオペレータの技量のように明らかに相違しているものと同じ操作の繰返しによるものがある。実掘削を行なうとオペレータの技量及び掘削対象で ± 25% の変動があり、機械性能差が見えなくなってしまう。これを解決するためには無負荷でのテストが不可欠である。無負荷テストでは変動を ± 3% に抑えられる。無負荷掘削と負荷掘削での燃費性能には相関がある。又、実燃料消費が必要な場合は JCMAS テスト結果に、掘削対象が砂であれば例えばある係数倍する、粘土であれば例えばより大きな係数倍して求めることができる。但し、実際は、妥当性検証が必要である。」と説明した。

- * Paoluzzi より「JCMAS 方式では、実際の掘削物を動かさないでどうやって生産性を決めることができるのか。テスト要領に掘削対象物の規定を入れる必要がある。」

西脇より「燃料消費のかかなりの部分は、油圧ショベル本体を動かすために消費される。掘削対象は種々にわたっており、一意的にきめることはできない。油圧ショベルは、種々の土壌を掘削するのに真価を発揮するものであり、掘削対象物が（テストに用いられるように）均一でソフトであればカスタマは（BWE のような）他の方法を取るかもしれない。」

また、藤本より、バケットブレードアウトと

ブーム上げで燃料消費にかなりの差異があっても作業全体での差異はさしたるものではないとの指摘。

- * Roley より「中国のトレンチボックスに入れたサイズの異なった砂利を使う方法は、イタリアの提案に類似している。実燃料消費は JCMAS での計測値に 20 ～ 25% 上乗せすれば良いということもできる。」

- * 西脇より「JCMAS の改訂版を 5 月に発行する予定である。改訂の趣旨は、燃料だけでなく電力消費、アキュムレータ使用を取り入れた評価方法を追加、規格の対象となる機械の大きさを広げたことである。」

「日本政府は JCMAS H 020, H 021, H 022 を使って低燃料消費機の指定を行なう政策を持っている。」

- * 均し作業では、半自動運転についてもオンオフの選択を可能にし、使用不使用を文書として残す。

自動運転に対して、限られた時間内であれば、オペレータはベストを尽くすことができるが、もし 1 日中ということになれば自動運転を用いることになる。

- * 走行では、ホイール式とクローラ式との違いがある。

結局、会議の論議では日本の JCMAS の模擬動作か、イタリアなど欧州勢の意見である実掘削かの絞り込みはならず、Crowell は模擬動作と実掘削の双方をサイドバイサイドで試験して相関を確認すべきとの見解で、JCMAS に基づく両論併記で、模擬動作と実掘削の双方を記述との方向となった。なお、Roley は模擬動作に軽負荷、中負荷、重負荷という考え方の係数を適用する意向で、また、長時間の試験を実施すればバラツキは平均化されて減るとの海外勢の主張が多かった。

J C M A

平成 22 年度建設投資見通しの概要

1. はじめに

国土交通省は「平成 22 年度建設投資見通し」を発表した。発表資料に基づきその概要を報告する。

建設投資推計は、我が国の全建設活動の動向を出来高ベースで把握するもので、国内建設市場の規模とその構造を明らかにすることを目的としている。建設投資とは、建物及び構築物に対して投資することで、一般的には建設工事によって新たに固定ストックに付加される部分である。建設工事の全てが建設投資となるとは限らず、建設投資の額には用地・補償費、調査費等は含まれていない。また、建設工事には、建物又は構築物の新設・改良・立替・復旧のための工事のほか、維持修繕のための工事があるが、維持修繕のための工事は、国民経済計算上、固定資本ストックの増分とはならないため投資とは見なされていない。ただし、公共事業の維持修繕は投資として扱われている。

2. 建設投資の動向と見通し

平成 22 年度建設投資（名目値）は、前年度比 3.5% 減の 40 兆 7,000

億円となる見通しである。政府・民間別に見ると、政府投資は 13 兆 7,600 億円（前年度比 18.6% 減）、民間投資は 26 兆 9,400 億円（前年度比 6.6% 増）、建築・土木別に見ると、建築投資は 24 兆 7,100 億円（前年度比 3.4% 増）、土木投資は 15 兆 9,900 億円（前年度比 13.0% 減）となる見通しである（表—1）。

平成 21 年度建設投資（名目値）は、前年度比 11.5% 減の 42 兆 1,700 億円となる見込みである。

政府・民間別に見ると、政府投資は 16 兆 9,000 億円（前年度比 4.3% 増）、民間投資は 25 兆 2,700 億円（前年度比 19.6% 減）、建築・土木別に見ると、建築投資は 23 兆 7,900 億円（前年度比 16.4% 減）、土木投資は 18 兆 3,800 億円（前年度比 4.3% 減）となる見込みである（表—1）。

昭和 59 年度以降、建設投資は前年度比プラスで推移し、平成 4 年度には 84 兆円に達した。しかし、バブル崩壊後民間建設投資が減少し、平成 8 年度は民間住宅投資の増加により 83 兆円を回復したものの、以降は民間投資、政府投資ともに減少して 60 兆円台に、平成 14 年度以降は 50 兆円台に入り、漸減して平成 19 年度には 50 兆円を切っている。平成 22 年度の見通しでは 40 兆円程度となっている（図—1）。

表—1 平成 22 年度建設投資（名目値）

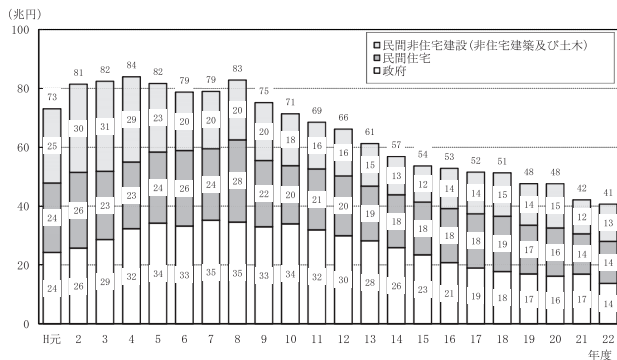
（単位：億円，%）

項目	年度	投資額				対前年度伸び率			
		平成 19 年度 実績	20 年度 見込み	21 年度 見込み	22 年度 見通し	平成 19 年度	20 年度	21 年度	22 年度
総計		476,961	476,500	421,700	407,000	▲ 7.1	▲ 0.1	▲ 11.5	▲ 3.5
建築		277,194	284,400	237,900	247,100	▲ 9.4	2.6	▲ 16.4	3.9
住宅		171,492	169,200	143,100	148,000	▲ 11.4	▲ 1.3	▲ 15.4	3.4
政府		5,471	5,300	6,100	5,500	▲ 8.5	▲ 3.1	15.1	▲ 9.8
民間		166,021	163,900	137,000	142,500	▲ 11.5	▲ 1.3	▲ 16.4	4.0
非住宅		105,702	115,200	94,800	99,100	▲ 5.9	9.0	▲ 17.7	4.5
政府		14,036	15,300	17,200	12,000	▲ 3.0	9.0	12.4	▲ 30.2
民間		91,666	99,900	77,600	87,100	▲ 6.4	9.0	▲ 22.3	12.2
土木		199,767	192,100	183,800	159,900	▲ 3.7	▲ 3.8	▲ 4.3	▲ 13.0
政府		149,956	141,500	145,700	120,100	▲ 4.8	▲ 5.6	3.0	▲ 17.6
公共事業		132,596	123,600	132,400	108,600	▲ 5.1	▲ 6.8	7.1	▲ 18.0
その他		17,360	17,900	13,300	11,500	▲ 2.4	3.1	▲ 25.7	▲ 13.5
民間		49,811	50,600	38,100	39,800	▲ 0.2	1.6	▲ 24.7	4.5
再掲	政府	169,463	162,100	169,000	137,600	▲ 4.8	▲ 4.3	4.3	▲ 18.6
	民間	307,498	314,400	252,700	269,400	▲ 8.3	2.2	▲ 19.6	6.6
民間非住宅建設		141,477	150,500	115,700	126,900	▲ 4.3	6.4	▲ 23.1	9.7

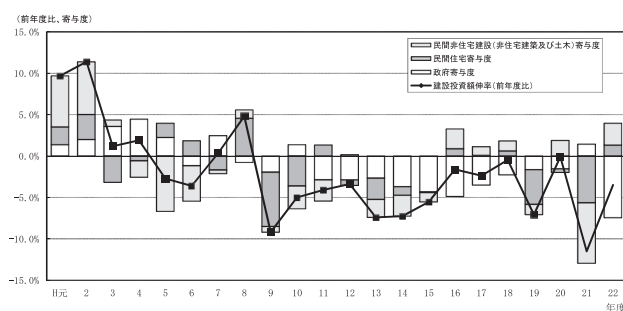
民間非住宅建設 = 民間非住宅建築投資 + 民間土木投資

統計

建設投資額（名目）の推移



建設投資額（名目）の伸び率と寄与度



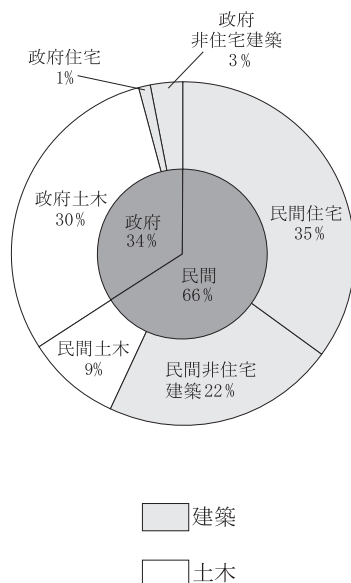
図—1 建設投資額（名目）の推移、及び伸び率と寄与度

3. 項目別の動向と見通し

(1) 建設投資の構成（図—2）

建設投資の構成を見ると、民間住宅投資と政府土木投資が占める比率が高い。

平成 22 年度の建設投資見通しでは、建設投資全体に対して、それぞれ、35%と 30%となっており、この両者で建設投資全体の約 7 割を占めている。



図—2 平成 22 年度建設投資の構成（名目値）（構成比：%）

(2) 政府建設投資の動向

平成 22 年度は、国の大型直轄事業の見直し等により、前年度比 18.6%減少し、13 兆 7,600 億円となる見通しである。

このうち、建築投資は前年度比 24.9%減の 1 兆 7,500 億円、その内訳では住宅投資が 5,500 億円（前年度比 9.8%減）、非住宅建築投資が 1 兆 2,000 億円（前年度比 30.2%減）となる見通しである。

土木投資は前年度比 17.6%減の 12 兆 100 億円、そのうち、公共事業が 10 兆 8,600 億円（前年度比 18.0%減）、公共事業以外が 1 兆 1,500 億円（前年度比 13.5%減）となる見通しである。

(3) 住宅投資の動向

平成 22 年度の民間住宅着工戸数は、経済対策の効果に加え、資金調達環境や所得環境の底打ちにより、住宅需要の一定の回復が期待できることから、平成 21 年度より増加する見通しである。

民間住宅投資は、前年度比 4.0%増の 14 兆 2,500 億円となる見通しである。これに政府住宅投資を合わせた平成 22 年度の住宅投資全体では、前年度比 3.4%増の 14 兆 8,000 億円となる見通しである。

平成 21 年度の新設住宅着工戸数は、前年度比 25.4%減の 77.5 万戸であった。利用関係別に見ると、持家は 28.7 万戸（前年度比 7.6%減）、貸家は 31.1 万戸（前年度比 30.0%減）、給与住宅は 1.3 万戸（前年度比 19.3%増）、分譲住宅は 16.4 万戸（前年度比 40.0%減）となっている。

また、民間住宅投資は、前年度比 16.4%減の 13 兆 7,000 億円、住宅投資全体では、前年度比 15.4%減の 14 兆 3,100 億円となる見込みである。

(4) 民間非住宅建設投資の動向

平成 22 年度の民間非住宅建築投資は、景気全体の持ち直しにより、企業設備投資意欲の一定の回復が期待できることから、前年度比 12.2%増の 8 兆 7,100 億円となる見通しである。

民間土木投資は、前年度比 4.5%増の 3 兆 9,800 億円となる見通しである。

これにより、平成 22 年度の民間非住宅建設投資（非住宅建築及び土木）は、前年度比 9.7%増の 12 兆 6,900 億円となる見通しである。

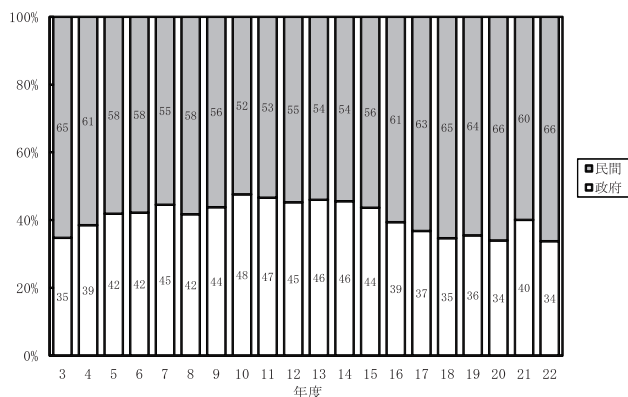
平成 21 年度の民間非住宅建設投資（非住宅建築及び土木）は、前年度比 23.1%減の 11 兆 5,700 億円となる見込みである。

このうち、民間非住宅建築は 7 兆 7,600 億円（前年度比 22.3%減）、民間土木投資は 3 兆 8,100 億円（前年度比 24.7%減）となる見込みである。

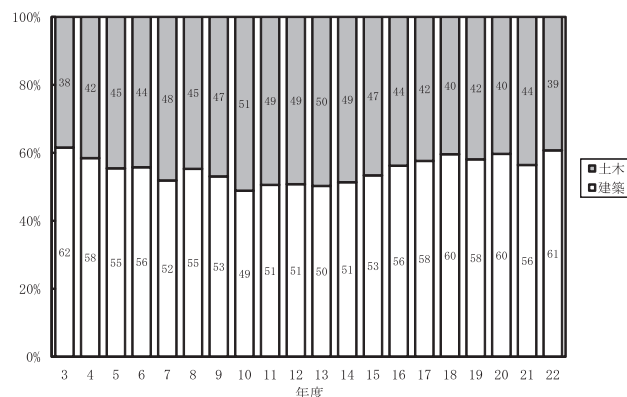
(5) 政府・民間別構成比の推移（図—3）

バブル崩壊後、民間投資が減少する一方、数次の経済対策により政府投資が増加したことから、平成 2 年度に 68%であった民間投資の占める比率は低下し、平成 10 年度には 52%となった。

その後平成 18 年度までは、民間の景気回復により民間投資の占める比率が上昇したが、平成 19 年度からは政府投資の比率が上昇し平成 21 年度は 40%と見込まれるが、平成 22 年度は国の大型直



図一 政府・民間別構成比の推移



図二 建築・土木別構成比の推移

轄事業の見直し等による予算縮減により、平成20年度並の34%と減少している。

(6) 建築・土木別構成比の推移 (図二)

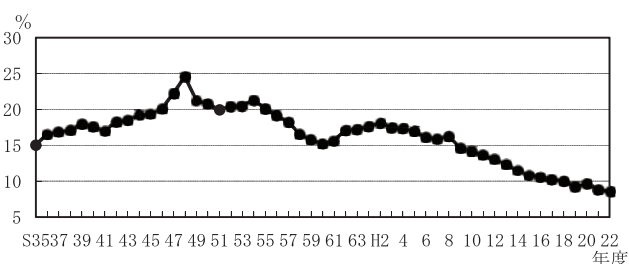
平成3年度以降、建築投資が減少する一方で、経済対策により政府土木投資が大幅に増加したことから、土木投資の占める比率が増加傾向となり、平成10年度には51%となった。

その後、建築投資の占める比率が高まる傾向にあったが、近年は建築投資が60%、土木投資が40%前後で推移している。

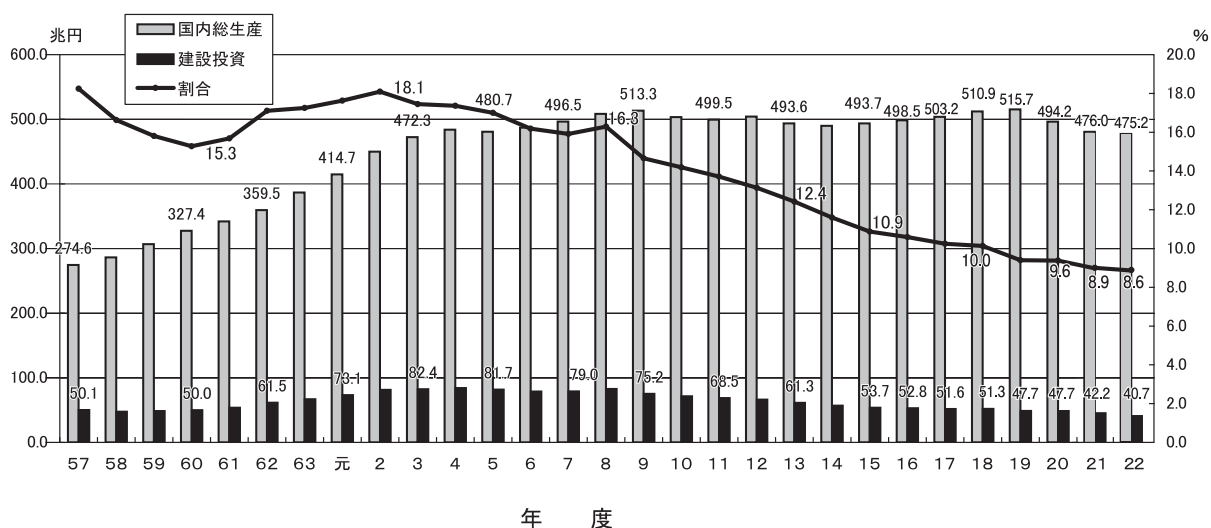
4. 国内総生産及び建設投資の推移 (名目値)

平成22年度の建設投資が国内総生産に占める比率は、8.6%となる見通しである。

国内総生産に占める建設投資の比率は、昭和50年頃は20%以上あったが、その後、減少傾向となった。昭和61年度から平成2年度にかけて一時増加したものの、その後再び減少基調となり、平成22年度は、8.6%となる見通しである。



図三 建設投資の国内総生産に占める比率



図四 建設投資と国内総生産

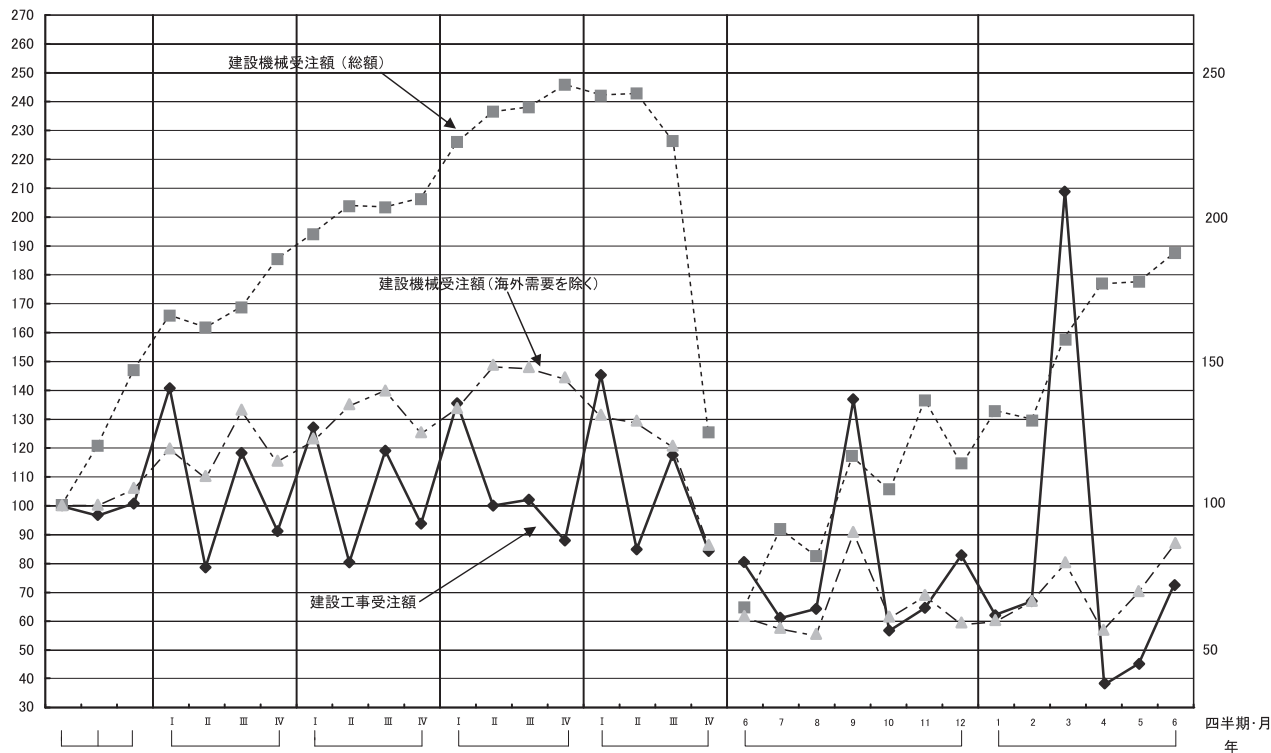
＜参考＞ 名目値【めいもくち】企業会計・財務分析、ある年度に行われた実際の取引を時価で表したもの。名目値は、インフレやデフレの影響を受けるため、GDP（国内総生産）などで経済成長率を見るときは、こうした物価変動分を取り除いた実質値で見ることが多い。

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

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

受注額

受注額



建設工事受注動態統計調査(大手50社)

(単位：億円)

年 月	総 計	受 注 者 別						工 事 種 類 別		未消化 工事高	施工高	
		民 間			官 公 庁	そ の 他	海 外	建 築	土 木			
		計	製 造 業	非製造業								
2002 年	129,862	80,979	11,010	69,970	36,773	5,468	6,641	86,797	43,064	146,863	145,881	
2003 年	125,436	83,651	12,212	71,441	30,637	5,123	5,935	86,480	38,865	134,414	133,522	
2004 年	130,611	92,008	17,150	74,858	27,469	5,223	5,911	93,306	37,305	133,279	131,313	
2005 年	138,966	94,850	19,156	75,694	30,657	5,310	8,149	95,370	43,596	136,152	136,567	
2006 年	136,214	98,886	22,041	76,845	20,711	5,852	10,765	98,795	37,419	134,845	142,913	
2007 年	137,946	103,701	21,705	81,996	19,539	5,997	8,708	101,417	36,529	129,919	143,391	
2008 年	140,056	98,847	22,950	75,897	25,285	5,741	10,184	98,836	41,220	129,919	142,289	
2009 年	6 月	8,697	5,501	979	4,522	1,788	463	946	6,332	2,365	110,113	11,237
	7 月	6,609	4,488	1,409	3,079	1,549	407	165	4,496	2,112	111,954	7,569
	8 月	6,943	4,741	1,132	3,609	1,285	455	462	4,714	2,230	109,318	8,933
	9 月	14,865	11,062	1,141	9,921	2,548	742	512	11,078	3,787	112,322	11,689
2010 年	10 月	6,216	3,794	610	3,183	1,827	387	208	3,604	2,611	111,239	7,536
	11 月	7,087	4,519	648	3,872	1,610	560	398	4,605	2,483	109,818	8,560
	12 月	8,994	6,135	1,229	4,906	1,744	448	667	6,353	2,642	103,956	14,218
	1 月	6,699	4,533	530	4,003	1,420	412	335	4,517	2,182	106,884	7,737
	2 月	7,303	4,761	778	3,983	2,160	466	- 83	4,663	2,640	106,255	8,559
	3 月	22,574	14,822	1,752	13,070	5,481	532	1,739	15,961	6,613	113,788	14,450
	4 月	4,220	2,885	693	2,191	694	430	211	2,549	1,670	112,318	7,168
	5 月	4,966	3,437	636	2,801	704	400	426	3,609	1,357	109,786	6,841
	6 月	7,811	5,478	858	4,621	1,599	493	241	5,486	2,325	—	—

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	02年	03年	04年	05年	06年	07年	08年	09年 6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	10年 1月	2月	3月	4月	5月	6月
総 額	8,667	10,444	12,712	14,749	17,465	20,478	18,099	464	663	594	850	767	991	831	962	934	1,140	1,269	1,283	1,351
海 外 需 要	4,301	6,071	8,084	9,530	11,756	14,209	12,996	239	452	391	518	543	738	616	743	687	848	1,068	1,022	1,038
海外需要を除く	4,365	4,373	4,628	5,219	5,709	6,268	5,103	225	211	203	332	224	253	215	219	247	292	201	261	313

(注) 2002～2004年は年平均で、2005～2008年は四半期ごとの平均値で図示した。

2009年6月以降は月ごとの値を図示した。

出典：国土交通省建設工事受注動態統計調査

内閣府経済社会総合研究所機械受注統計調査

…行事一覧…

(2010年7月1日～31日)

■ 機 械 部 会

■ 運営連絡会

月 日：7月5日（月）

出席者：青柳幸雄部会長ほか8名

議 題：①平成22年度活動計画について ②8月の技術連絡会のテーマについて ③機部会の運営について ④業種別部会から全体の合同部会への移行について ⑤課題解決に向けての他部門との連携について ⑥その他

■ 路盤・舗装機械技術委員会・幹事会

月 日：7月7日（水）

出席者：渡邊充委員長ほか7名

議 題：①ファルトフィニッシャの変遷成果物冊子について ②8月開催の技術委員会・総会の議題および発表内容について ③工場見学会について ④8月2日の機械部会・技術連絡会の発表内容について ⑤その他

■ 油脂技術委員会・グリース分科会

月 日：7月12日（月）

出席者：田路浩分科会長ほか10名

議 題：①グリースのオンファイルマニュアル作成作業 ②その他

■ 油脂技術委員会・油脂規格普及促進分科会・燃料エンジン油分科会・合同会議

月 日：7月12日（月）

出席者：杉山玄六委員長、吉田史朗分科会長ほか11名

議 題：①油脂規格普及促進分科会活動について ②オンファイル内容見直しについて ③燃料エンジン油分科会活動について ④グリース分科会活動状況について ⑤その他

■ 基礎工事用機械技術委員会・技術変遷調査分科会 A チーム

月 日：7月14日（水）

出席者：鈴木勇吾分科会長ほか7名

議 題：①工法概説シートの検討について ②その他

■ 基礎工事用機械技術委員会・技術変遷調査分科会 B チーム

月 日：7月14日（水）

出席者：村手徳夫副分科会長ほか6名

議 題：①工法概説シートの検討について ②その他

■ 路盤・舗装機械技術委員会・幹事会

月 日：7月20日（火）

出席者：渡邊充委員長ほか2名

議 題：①ファルトフィニッシャの変遷成果物冊子最終確認 ②8月開催の技術委員会・総会の確認 ③10月27日工場見学会の内容確認 ④その他

■ 原動機技術委員会

月 日：7月29日（木）

出席者：有福孝智委員長ほか23名

議 題：①堀場製作所「車載型 PM 計」の紹介 ②国土交通省の4次基準排気ガス対策型建設機械の指定について ③2014年排気ガス規制に向けた継続生産猶予期間等の問題について ④中国の燃費規制についてその後の情報 ⑤5月28日開催の環境省中央環境審議会大気環境部会自動車排出ガス専門委員会の概要報告 ⑥次期規制対応エンジンオイルと現行オイルに関するアンケートについて ⑦その他情報交換

■ 製 造 業 部 会

■ 小幹事会

月 日：7月16日（金）

出席者：田中利昌幹事長ほか3名

議 題：①安全情報技術小会議の情報公開における懸念事項について ②給油口燃料ラベルの検討について ③平成22年度の活動について ④その他

■ 作業燃費検討 WG

月 日：7月16日（金）

出席者：田中利昌リーダーほか11名

議 題：①前回（4月19日）での、認定方法、表示方法、開始時期に関しての各社持ち帰り検討結果について ②燃費に対する建機業界の取組み PR について ③JCMAS 燃費測定標準の周知・啓蒙のための解説版作成と方策について ④その他

■ 建 設 業 部 会

■ 三役会

月 日：7月12日（月）

出席者：川本伸司部会長ほか11名

議 題：①夏季現場見学会について ②合同部会について ③機電技術者意見交換会について ④その他

■ 夏季現場見学会

月 日：7月29日（木）～30日（金）

出席者：川本伸司部会長ほか24名

議 題：①津軽蓬田トンネル工事の見学 ②津軽ダムの見学 ③その他

■ 部会

月 日：7月29日（木）

出席者：川本部会長ほか24名

議 題：①部会の年間活動計画について

②その他

■ CP 車総合改善委員会

■ 第一分科会

月 日：7月12日（月）

出席者：宇治公隆分科会長ほか6名

議 題：①第一分科会報告書の取りまとめ ②建協協賛問への対応 ③その他

■ 各種委員会等

■ 機関誌編集委員会

月 日：7月7日（水）

出席者：太田宏委員長代行ほか25名

議 題：①平成22年10月号（第728号）の計画の審議・検討 ②平成22年11月号（第729号）の素案の審議・検討 ③平成22年12月号（第730号）の編集方針の審議・検討 ④平成22年7～9月号（第725～727号）の進捗状況の報告・確認 ⑤平成23年の特集テーマ（修正案）

■ 新機種調査分科会

月 日：7月27日（火）

出席者：渡部務分科会長ほか5名

議 題：①新機種情報の検討・選定

■ 建設経済調査分科会

月 日：7月14日（水）

出席者：山名至孝分科会長ほか5名

議 題：①平成22年8月号原稿（成長戦略会議の紹介について）の検討・確認

…支部行事一覧…

■ 北 海 道 支 部

■ 建設機械整備技能検定実技講習会

月 日：7月4日（日）

場 所：石狩市、日立建機㈱北海道支店

受講者：69名

■ 建設機械整備技能検定学科講習会

月 日：7月5日（月）～6日（火）

場 所：札幌市、北海道建設会館

受講者：50名

■ 2011 ふゆトピア・フェア in 札幌実行委員会

月 日：7月8日（木）

場 所：札幌第1合同庁舎15階特別会議室

出席者：辻靖三会長ほか2名

■ 第3回施工技術・整備検定委員会

月 日：7月16日（金）

出席者：北村委員長ほか13名

議 題：建設機械整備技能検定実技試験
の会場設営

■建設機械整備技能検定実技試験協力

月 日：7月17日（土）～18日（日）
場 所：札幌市、北海道職業能力開発協
会

受検者：1級34名、2級111名

■平成22年度第1回情報化施工推進検討WG

月 日：7月29日（木）
出席者：沖野俊広座長ほか48名
内 容：①平成21年度全国及び北海道
開発局での試験施工実施状況・結果
について ②平成22年度北海道開発
局の動向及び試験施工予定について
③測器メーカー・リース業等からの情報
について ④CMIの設計データ変換
ソフト運用デモ

■ 東 北 支 部

■施工部会

月 日：7月7日（水）
場 所：東北地方整備局会議室
出席者：山崎顧問ほか10名
内 容：平成22年度除雪講習会計画説
明

■建設部会

月 日：7月13日（火）
場 所：東北支部会議室
出席者：佐野部会長ほか6名
内 容：①平成21年度活動報告（最終）
②「支部たより」安全コーナー（159号、
160号担当決定） ③特殊工事見学会
現場選定 ④新副部会長選任

■広報部会

月 日：7月20日（火）
場 所：宮城県建設産業会館
出席者：岩本事務局長代理ほか21名
内 容：①「EE東北'10」実施報告
②今後のスケジュール ③その他

■施工部会

月 日：7月27日（火）
場 所：東北支部会議室
出席者：山田一彦施工部会長ほか11名
内 容：平成22年度除雪講習会実施方
針について

■広報部会

月 日：7月29日（木）
場 所：フォレスト仙台
出席者：山田（仁）支部長代理ほか34名
内 容：①「EE東北'10」実施報告
②今後のスケジュール ③その他

■ 北 陸 支 部

■普及部会幹事会

月 日：7月6日（火）
場 所：北陸支部事務局
出席者：青木鉄朗普及部会長ほか3名
議 題：平成22年度普及部会活動計画
について

■普及部会

月 日：7月8日（木）
場 所：新潟県建設会館会議室
出席者：青木鉄朗普及部会長ほか10名
議 題：平成22年度普及部会活動計画
について

■事業執行説明会

月 日：7月14日（水）
場 所：新潟県建設会館会議室
講 師：北陸地方整備局古川正幸技術開
発調整官
受講者：41名

■損料講習会

月 日：7月14日（水）
場 所：新潟県建設会館会議室
講 師：本部小河義文機械経費調査部長
受講者：40名

■北陸雪氷技術運営委員会

月 日：7月16日（金）
場 所：石川県文教会館
出席者：丹羽吉正雪氷部会長
議 題：第25回北陸雪氷技術シンポジ
ウムの開催について

■ 中 部 支 部

■建設機械整備技能検定実技試験実施

月 日：7月1日（木）～3日（土）
場 所：愛知県立高浜高等技術専門校
受験者：1級25名、2級92名

■「建設技術フェア2010 in 中部」事務局会議に出席

月 日：7月8日（木）
出席者：五嶋政美事務局長出席
議 題：「建設技術フェア2010 in 中部」
実施計画について

■広報部会

月 日：7月12日（月）
出席者：佐宗健也広報部会長ほか6名
議 題：①平成22年度部会活動につい
て ②「中部支部ニュース」第29号
について

■技術部会

月 日：7月12日（月）
出席者：滝崎治行技術部会長ほか2名
議 題：①平成22年度部会活動につい
て ②技術発表会について

■調査部会

月 日：7月26日（月）
出席者：杉山稔調査部会長ほか10名
議 題：「秋季講演会」実施について

■「建設技術フェア2010 in 中部」実行委員会に出席

月 日：7月26日（月）
出席者：安江規尉運営委員出席
議 題：「建設技術フェア2010 in 中部」
実施計画について

■ 関 西 支 部

■「橋梁架設・大口径岩盤削孔の施工技術及び建設機械等損料」講習会

月 日：7月7日（水）
場 所：建設交流館 7階会議室
受講者：46名
内 容：①大口径岩盤削孔の施工技術と
積算 ②建設機械等損料の積算 ③鋼
橋架設の施工技術と積算 ④PC橋架
設の施工技術と積算

■意見交換会打合せ

月 日：7月8日（木）
場 所：関西支部会議室
出席者：松本克英事務局長ほか10名
内 容：意見交換会要望事項について

■広報部会

月 日：7月9日（金）
場 所：平城遷都1300年祭会場
出席者：御園聰広報部会長ほか4名
内 容：JCMA 関西第97号掲載記事の
取材

■意見交換会

月 日：7月14日（水）
場 所：近畿地方整備局会議室
出席者：深川良一支部長ほか29名
内 容：①公共事業の取り組みについて
②土木機械設備をめぐる昨今話題に
ついて ③応札者の拡大について
④土木機械設備工事および点検に関す
る要望事項

■建設業部会・リース・レンタル業部会合同見学会

月 日：7月21日（水）
場 所：(株)日本原子力研究開発機構
東濃地科学センター（岐阜県瑞浪市）
出席者：中山金光建設業部会長、伊勢木
浩二リース・レンタル業部会長ほか
23名
内 容：①東濃地科学センターの概要紹
介 ②地上設備の見学 ③研究坑道の
見学 ④両部会の開催（次回見学会の
開催要領などを検討）

■建設業部会

月 日：7月21日（水）

場 所：(独)日本原子力研究開発機構
東濃地科学センター（岐阜県瑞浪市）
出席者：中山金光建設部会長ほか 16 名
内 容：①合同見学会（11 月予定）の
候補地検討 ②合同討論会（平成 23
年 2 月予定）の検討

■リース・レンタル業部会

月 日：7 月 21 日（水）
場 所：(独)日本原子力研究開発機構
東濃地科学センター（岐阜県瑞浪市）
出席者：伊勢木浩二リース・レンタル業
部会長ほか 8 名
内 容：①合同見学会（11 月予定）の
候補地検討 ②合同討論会（平成 23
年 2 月予定）の検討

■事務局長会議

月 日：7 月 21 日（水）～ 23 日（金）
場 所：(社)日本建設機械化協会 施工技
術総合研究所
出席者：辻靖三会長ほか 19 名
内 容：①新公益法人制度への対応方針
②支部収支について ③建設機械施工
技術検定実地試験について ④コンプ
ライアンス講習会

■第 35 回 施工技術報告会 第 3 回幹事会

月 日：7 月 23 日（金）
場 所：(社)地盤工学会 関西支部会議室
出席者：桐野尚子ほか 6 名
内 容：①応募講演概要の検討と選定
②予算案修正

■広報部会（編集会議）

月 日：7 月 27 日（火）
場 所：関西支部会議室
出席者：御園聰広報部会長ほか 6 名
内 容：JCMA 関西第 97 号の編集につ
いて

■情報化施工推進委員会

月 日：7 月 29 日（木）
場 所：追手門学院大阪城スクエア
出席者：矢吹信喜委員長ほか 22 名
内 容：①記念講演「情報化施工の現状
と将来展望」立命館大学理工学部教
授 建山和由氏 ②関西における情報
化施工の事例 ③データ交換標準につ
いて

■建設用電気設備特別専門委員会(第 367 回)

月 日：7 月 29 日（木）
場 所：中央電気倶楽部 315 号会議室
議 題：①前回議事録の確認 ②「JEM-
TR121 建設用負荷設備機器点検保守
のチェックリスト」の見直し検討

■ 中 国 支 部

■第 1 回広報部会

月 日：7 月 29 日（木）
場 所：中国支部事務局
出席者：小石川武則部会長ほか 7 名
議 題：①平成 22 年度広報部会の事業
計画及び実施計画について ②新公益

法人制度への移行について ③広報誌
CM navi No.31 の編集作業について
④支部ホームページの改良及び有効利
用について ⑤技術資料等会員への公
開・閲覧とその方法等について ⑥そ
の他懸案事項

■ 四 国 支 部

■部会長等会議の開催

月 日：7 月 14 日（水）
場 所：四国支部事務局
出席者：小松修夫企画部会長ほか 3 名
議 題：①平成 22 年度事業の現在まで
の実施状況について ②平成 22 年度
事業の 8 月以降の実施予定について
③その他

■ 九 州 支 部

■企画委員会

日 時：7 月 25 日（日）
出席者：久保田正春整備部会長ほか 8 名
議 題：①橋梁・大口径・損料講習会の
実施結果について ②新公益法人の移
行について ③建設機械施工技術実地
試験について ④支部財政の適正化に
ついて ⑤その他

■「建設の施工企画」投稿のご案内■

—社団法人日本建設機械化協会「建設の施工企画」編集委員会事務局—

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

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

うと考えています。

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

(1) 投稿の資格と原稿の種類：

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

投稿される場合はタイトルとアブストラ

クトを提出頂きます。編集委員会で査読し採択の結果をお知らせします。

(2) 詳 細：

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

社団法人日本建設機械化協会「建設の施工企画」編集委員会事務局

Tel：03(3433)1501, Fax：03(3432)0289,

e-mail：suzuki@jcmanet.or.jp

編集後記

今号の特集が「トンネル」という事で、長年「トンネル工事」にたずさわってきた私にとって願ったりかなったりの特集となりました。毎年、担当号が回ってきて、多少門外漢の特集の場合は、ネタ探しに四苦八苦しております。今回は、普段から何とか独自性のあるトンネル施工技術を開発して他社に差をつけたいと、四苦八苦している課題なもので、比較的取っ掛かりやすかったようです。毎回こうだと助かるのですが。

「トンネルの施工技術」というと、最近はいわゆる「技術提案ネタ」に直結します。今回、覆工の養生技術にスポットを当ててみたのですが、本当に各社、頭をひねって、お金をかけて独自技術開発を行っている様子が見て取れます。でないと「総合評価型入札制度で勝ち残って行く事が出来ない!」と、ハッパをかけられている姿も目に浮かびます。結果、主要ゼネコンの数だけ、覆工養生技術があるといっているような状況です。そのような中、数多ある養生技術ですが、実はそんなにビックリするような飛びぬけた新技術があ

るわけではありません(各社開発者の方々申し訳ございません)。コンクリートの基本である、温度と水分量をいかにコントロールするか、そして説得力のある独自性を持たせる事ができるか、が焦点となっているようです。で、結果、数多の新技術と、それに説得力を持たせるための基礎技術のレベルアップが、たった、ここ1~2年で成し遂げられたわけです。これは、覆工技術だけの話では無いのはもちろんで、日本国の土木技術の“技術維新”と後年語られるでしょう。というのは大げさ過ぎました。でも、今も私の席の後ろでは、総合評価対策チームが、顔をゆがめて技術提案と格闘しています。日本全国で同じ光景が繰り返されていることでしょう。以前には無かった光景です。何かと、問題も指摘されている総合評価型入札制度ですが、技術力への回帰を促した功績は大きいのではと、あまりの忙しさと、ネタ切れの焦燥感にダウン寸前で愚痴りあっている今日この頃のトンネル屋です。

最後になりますが、お忙しい中ご執筆をいただいた皆様には深く感謝申し上げます。

(京免・圓尾)

機関誌編集委員会

編集顧問

浅井新一郎	今岡 亮司
加納研之助	桑垣 悦夫
後藤 勇	佐野 正道
新開 節治	関 克己
高田 邦彦	田中 康之
田中 康順	塚原 重美
寺島 旭	中岡 智信
中島 英輔	橋元 和男
本田 宜史	渡邊 和夫

編集委員長

岡崎 治義 (株)東京建設コンサルタント

編集委員長代行

太田 宏 三井造船(株)

オブザーバ

山下 尚 国土交通省

編集委員

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

10月号「新しい高度な施工技術の開発と実用化特集」予告

- ・超高層建設における大型タワークレーンの特殊装置
超高層建設への揚重技術のアプローチと展望
- ・「U桁リフティング架設工法」を採用した大規模PC高架橋の施工
第二京阪道路 茄子作地区PC上部工事
- ・エルエスカッター工法
- ・エアロ・ブロック工法の開発と実用化
- ・多様なトンネル断面を掘削するシールド掘進機「アポロカッター工法」
- ・環境配慮工法(フォームドアスファルト)にて
路盤再生(現位置リサイクル)をより効率的に行う専用機の開発
- ・振動ローラ加速度応答法による地盤剛性評価装置「 α システム」の開発と実用化

No.727「建設の施工企画」 2010年9月号

〔定価〕1部840円(本体800円)

年間購読料9,000円

平成22年9月20日印刷

平成22年9月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 辻 靖三

印刷所 日本印刷株式会社

発行所 社団法人日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

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

施工技術総合研究所	〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154	電話 (0545) 35-0212
北海道支	部〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8	電話 (011) 231-4428
東北支	部〒980-0802 仙台市青葉区二丁目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〒460-0008 名古屋市中区栄4-3-26	電話 (052) 241-2394
関西支	部〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4	電話 (06) 6941-8845
中国支	部〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22	電話 (082) 221-6841
四国支	部〒760-0066 高松市福岡町3-11-22	電話 (087) 821-8074
九州支	部〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-8-26	電話 (092) 436-3322

本誌上への広告は(株)共栄通信社までお問い合わせ下さい。

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

担当 本社編集部 宗像 敏

KOBELCO

さすがコベルコ!

選択される「商品」「社員」「会社」へ

“さすが”を
証明



後方超小旋回の小・中型機には

通常形の中・大型機には

極低騒音 低燃費

超低騒音基準より -5dB (SK70SRは -0dB)

当社従来機より $-18\sim 20\%$

SK70SR SK125SR
SK135SR [LC] SK225SR
SK235SR [LC]

SK200 SK210LC SK250
SK260LC SK330 SK350LC
SK460 SK480LC

※燃費は同等作業土量で比較

ACERA アセラ・ジオスペック
GEOSPEC

フルラインナップ完成!



全機種
オフロード法適合

コベルコ建機株式会社 <http://www.kobelco-kenki.co.jp>

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



MORE CARE. BUILT IN.

ボルボ ABG アスファルトフィニッシャー

環境・安全・品質— 設立以来揺るがぬボルボのコアバリュー。
舗装性能、環境性、メンテナンス性、信頼性の向上を実現した
最新アスファルトフィニッシャーをお届けします。



Volvo Construction Equipment www.volvoce.com

マシン ケアテック 株式会社

〒361-0056 埼玉県行田市持田 1-6-23
TEL:048-555-2881 FAX:048-555-2884
URL: <http://www.machinecaretech.co.jp/>

GOMACO

Gomaco社の舗装機器は、どんなスリップフォーム工法にも対応します。



Commander III

最も汎用性の高い機種です。一般道路舗装のほか、路盤工事、河川工事、分離帯・縁石などの構造物構築に最適です。



RTP-500

長ブームの砕石・コンクリート搬入機です。このほかにも、ロック・ホッパーなどへの舗装支援機器として、どんなスリップフォーム機械にも対応可能です。



マシン ケアテック 株式会社

〒361-0056 埼玉県行田市持田1-6-23

TEL:048-555-2881 FAX:048-555-2884

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

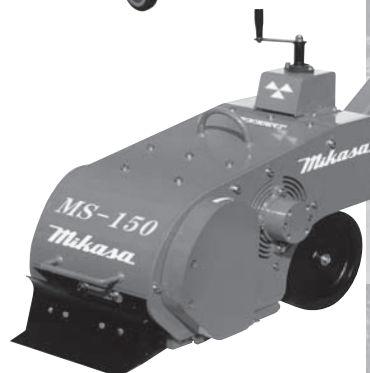
Mikasa

<http://www.mikasangyo.com>

多様なニーズに確かな技術で応えます。
進化を続ける三笠の自信作。



三笠エボックミスト (一体型)
MWM-502



フロアスクレーパー
MS-150



パイプロコンパクター
MVH-306DSC



三笠エボックライト
MLT-700RDU 台車型



防音型タンピングランマー
MT-55L-SGK

三笠産業株式会社

MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

本社/〒101-0064 東京都千代田区猿樂町1-4-3 TEL: 03-3292-1411 (代)

大阪支店 TEL: 06-6541-9631
札幌営業所 TEL: 011-892-6920
仙台営業所 TEL: 022-238-1521
新潟出張所 TEL: 090-7422-8801

北関東営業所 TEL: 0276-74-6452
長野出張所 TEL: 080-1013-9542
静岡出張所 TEL: 090-2413-5953
中部営業所 TEL: 052-451-7191

金沢営業所 TEL: 076-201-8611
中国営業所 TEL: 082-875-8561
四国出張所 TEL: 087-868-5111
九州営業所 TEL: 092-431-5523

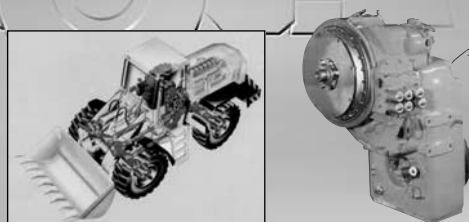
南九州出張所 TEL: 080-1013-9558
沖縄出張所 TEL: 090-7440-0404

MARUMA

あらゆる建設機械／シールドマシン・・・ 油圧機器の整備・再生

建設機械用ZFトランスミッション

点検・整備は、日本ではマルマのみが対応



建設機械のあらゆる油圧機器

斜板式ダブルポンプ



斜板式ピストンポンプ



斜軸式ピストンモータ



シールドマシン用油圧機器



シールド用ジャッキ

電動モータ付ピストンポンプ

建機と共に半世紀以上。確かな「信頼」をお届けします！

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



マルマテクニカ株式会社

本社・相模原事業所 営業部 整備油機課

〒252-0331 神奈川県相模原市南区大野台6丁目2番1号

TEL042 (751) 3809 FAX042 (756) 4389

E-mail:yuki@maruma.co.jp

東京事業部 〒156-0054

E-mail:tokyo@maruma.co.jp

名古屋事業所 〒485-0037

E-mail:n-service@maruma.co.jp

東京都世田谷区桜丘1-2-22

TEL03 (3429) 2141 FAX03 (3420) 3336

愛知県小牧市小針2-18

TEL0568 (77) 3311 FAX0568 (77) 3719

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

ミニベンチ工法 両用型 ショートベンチ工法

RH-10J-SS

強力型ブームヘッダー



主な特長

- カッター出力は330kWで、強力な切削力を発揮し、軟岩から硬岩まで幅広い地質に対応。
- 機体寸法は、高さ3.9m×幅4.2m×長さ16.5m（ケーブルハンガーを除く）
- 定位置最大切削範囲は、高さ8.75m×幅9.5m
- 高圧水ジェット噴射で粉塵抑制とピック消費量低減。
- 接地圧が低く、軟弱地盤にも対応。

KYB カヤバシステム マシナリー株式会社

KAYABA SYSTEM MACHINERY CO., LTD

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

本社・営業/カスタマーサービス
中部支店
西部支店
三重工場

〒105-0012 東京都港区芝大門2丁目5番5号 住友不動産芝大門ビル
〒514-0396 三重県津市雲出鋼管町62番地2
〒812-0016 福岡県福岡市博多区博多駅南1丁目7番14号 ボイス博多
〒514-0396 三重県津市雲出鋼管町62番地2

TEL. 03-5733-9443
TEL. 059-234-4139
TEL. 092-411-4998
TEL. 059-234-4111

クレーン、搬送台車、建設機械、特殊車輛他
産業機械用無線操縦装置

今や、業界唯一。
日本国内 自社自力生産・直接修理を实践中！

ポケットサイズ ハンディ～ショルダー機
フルラインアップ!!

ケーブルレス サテラ 離操作

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

- ◆ 業界随一のフルラインの品揃えとオーダー対応制度で多様なニーズに対応！
- ◆ 常に！業界一のコストパフォーマンス！
- ◆ 迅速なメンテナンス体制！
- ◆ 未来を見据えた過去の実績を見て下さい！
代々互換性を継承、補修の永続制

スリムケーブルレス

より安価なオーダー対応を実現！

微弱電波・特定小電力
両モデル対応 N/U/Gシリーズ
フルオーダー対応で
最大32点まで対応可！
2段階スイッチ
装着可能
●スリムなボディ…従来品(TX-5600)との体積比約88%
●自由度の高い操作スイッチ配置など、多様なオーダー対応性
●優れた耐塵・防雨性能…送信機はIP65相当
●衝撃に強い新ブラケースを採用
●自社開発！新生2段階スイッチで高い耐久性
●パネルゴムに突起部を追加、操作感を向上(標準釦位置のみ)
●見易くなった□電池残量告知ランプ付

標準型
RC-5708N

- 8操作8リレー
- 軽量・コンパクト
受信機

セットで
15.75万円

標準型
RC-5712N

- 12操作12リレー
- 照明出力リレーの
保持を標準採用

セットで
17.85万円

マイコンケーブルレス

N/U/Gシリーズ
標準型
RC-6016N
●16操作16リレー
最大24リレーまで
対応可能

セットで
21万円



防爆形 対応可能(N/Uシリーズ)

微弱電波・特定小電力
両モデル対応 N/U/Gシリーズ
2段階押し・特殊
スイッチ装着可能
標準型
RC-8516N
セットで
23.1万円
タフ
頑強 ケーブルレス
強くて大きい最強ハンディ機登場！
無理難題を一刀両断!!
●16操作16リレー、
最大32リレーまで対応可能
●堅牢なボディ、耐衝撃性能が向上
●ハンディなのに特殊スイッチ
(キノコ形スイッチ、キースイッチ等)装着可能
●防雨・防塵性能強化、送信機はIP65相当
●裏側スイッチ
特殊スイッチ
装着例
防爆形はTX-8400型送信機で対応(Nシリーズのみ)

マイティサテラ

N/U/Gシリーズ
防爆形 対応可能(Nシリーズのみ)

微弱電波・特定小電力
両モデル対応
●操作信号数 最大32点(またはプロボ最大6項目と入出力信号26点以下)
ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能
3ノッチジョイスティック型
RC-7132N
セットで
94.5万円～
全押しボタン
RC-7126N
セットで
47.25万円～
ジョイスティック
2本装着オーダー例
旧アンリツ製
デジタルテレコン
入替専用モデル
新型
ジョイスティック
採用

チップケーブルレス

コンパクトという選択肢!!
～機能を絞ると、こんなに小さくなりました～

微弱電波モデル
対応 Nシリーズ
標準型
RC-3208N
●8操作
8リレー
セットで
12.6万円
●片手で握り替えずに、正逆操作が行えます!
●チップ部品採用でポケットサイズ化!
●トコトン機能を絞ってコストダウン!
●電動トリロ付きチェーンブロックの無線化に最適!
●操作距離30m程度の微弱電波専用機!
●アルカリ乾電池なら60時間以上の連続使用可能!
●高い防水性能…送信機はIP65
●従来機と信号互換あり! 受信機は既設のままで送信機のみ取替可

ケーブルレスミニ

ポケットサイズの本格派!

微弱電波・ラジコンバンド
両モデル対応 N/Rシリーズ
●微弱Nシリーズは、240MHz化により安定した電波の飛び!
●3操作3リレー
最大5リレーまで対応可能
●2段階押しスイッチ追加可能!(オプション)
標準型
RC-4303N/R
セットで
10.5万円
テラハには
ゼロ線電源*と
おんぶ/だっこ金具*で
電気配線不要・取付簡単!
(*オプション)
取付例

リソーサー 離操作

Nシリーズ
Uシリーズ
価格もサイズも
ハンディー並み!

微弱電波・特定小電力
両モデル対応
標準型
RC-2512N
セットで
23.1万円
●12操作12リレー
最大32リレーまで対応可能
●見易くなった□電池残量告知ランプ付
軽量コンパクト
ショルダータイプ

データケーブルレス

工夫次第で用途は無限!

微弱電波・特定小電力
ラジコンバンド
全モデル対応 N/R/U/G
シリーズ
送信機
(外部接点入力型)
7100型
6300型
5700型
3200型
受信機
標準型
RC-4303N/R
セットで
10.5万円
●機器間の信号伝送に!
●多芯の有線配線の代わりに!
標準型 セットで
TC-1305R 21.525万円
TC-1308N(微弱電波) 23.1万円
写真は
Uシリーズ

MAXサテラ

Uシリーズ
Gシリーズ

特定小電力
専用モデル
ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能
全押しボタン
装着タイプ
RC-9300U
●多機能多操作
(比例制御対応も可)
金属シャシの
多操作・特注仕様専用機!!
セットで
99.75万円
無線変速ジョイスティック
2本装着例

無線式火薬庫警報装置 発破番 ES-2000R

アンテナ等の
標準付属品付
セットで
42万円
●長距離伝送
到達距離約2km～(6km)
●受信機から
電話回線接続機能、
携帯電話へもOK!
●高信頼性
異常判定アルゴリズム
●音声メッセージで
異常箇所を連絡(受信側)
●大音量警鳴音発生
110dB/m
ER-2000R(受信機) ET-2000R(送信機)
2km(6km)

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

常に半歩、先を走る

ベンチャー企業創出支援投資 対象企業



朝日音響株式会社
〒771-1350 徳島県板野郡上板町瀬部
FAX: 088-694-5544(代) TEL: 088-694-2411(代)
http://www.asahionkyo.co.jp/

東日本地区販売代理店/技術拠点
FAX 042-492-0411
東海地区販売代理店/技術拠点
FAX 0562-46-1908
大阪地区販売代理店
FAX 06-6393-5632

株式会社 広進
TEL 042-492-0410
(有)キノシタ・E・システムズ
TEL 0562-46-1905
中川システム
TEL 06-6393-5635

KOMATSU

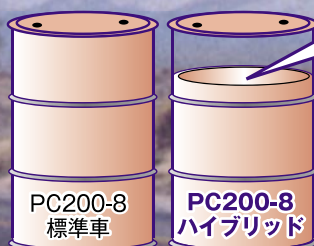
Hybrid

燃費低減 **25%** を実現中！

もう！現場標準です

ハイブリッド
続々稼働中

現場 日本全国津々浦々
工期 2008年6月～
施工者 全国のお客様



通常機比 燃料消費量(市場平均試算※)

25% 低減

※建設機械の平均的使われ方から算出した社内基準より試算

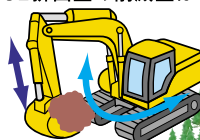
PC200 ハイブリッドは、旋回エネルギー回生するので、旋回時の負荷・旋回角度・旋回の頻度によって燃費低減効果が異なります。旋回角度が大きい作業においては 25% 以上の低減効果を得ることも可能です。お客様テストにおける実測データでは**最大 41%** もの低減を実現した例もあります。

'08 年 6 月の 30 台限定発売後、すでに稼働 8500 時間を超えるものも出ており、その高い信頼性のもと、燃料消費量と CO₂ 排出量を削減し続けます。

CO₂ 排出量も
25% 削減

CO₂ 排出量の削減

PC200 ハイブリッドによる標準機との 1 年間の CO₂ 排出量の削減量は...



杉の木 **748 本** が
1 年間に吸収する
CO₂ 量に相当

●年間1000時間稼働とし、杉の木1本(杉の木は50年杉、高さ20~30m)当たり1年間に平均約14kgのCO₂を吸収するものとして換算

世界初※

※市販車
ハイブリッド建設機械
PC200 Hybrid

ハイブリッドの詳細 ▶

<http://www.komatsu.co.jp/hybrid/top.html>

KOMATSU

コマツ 国内販売本部 〒107-8414 東京都港区赤坂 2-3-6
<http://www.komatsu-kenki.co.jp>

