

一般社団法人日本建設機械施工協会誌

建設機械施工

Journal of JCMA

Vol.65 No.10 October 2013(通巻764号)

10

総勢1200人での線路地下化切替作業



都市環境の整備向上, 都市基盤整備 特集

- 都市の低炭素化の促進に関する法律
- 木密地域不燃化10年プロジェクト及び不燃化特区制度の概要
- 航空機荷重に対応した供用トンネルの補強
- 阪神高速道路における鋼床版I桁の連続化工事
- 高強度PRC版を用いた道路修繕工事
- 都市部における大規模掘削工事の“見える化”施工
- 鉄道営業線開削トンネルにおける既設構造物の撤去
- 列車運行時間帯における立体交差工事の施工
- ヒートアイランド対策の超保水性インターロッキングブロック
- 都市土木における環境負荷低減対策
- 東急東横線渋谷駅～代官山駅間地下化切替工事
- 久喜白岡ジャンクションCランプ第2橋の架設
- 並走するシールドトンネルを非開削で一本化：大橋連結路
- 小土被り上下2段近接大口径推進

論文 前後進コンパクタの走行速度を利用した地盤剛性評価手法の適用性改善に関する研究

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・直接修理を實踐中！

ポケットサイズ ハンディ～ショルダー機 フルラインアップ!!

ケーブルレス サテル-タ リンサー 離操作

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

- ◆ 業界唯一のフルラインの品揃えと
オーダー対応制度で多様なニーズに対応！
- ◆ 常に！業界一のコストパフォーマンス！
- ◆ 迅速なメンテナンス体制！
- ◆ 未来を見据えた過去の実績を見て下さい！
代々互換性を継承、補修の永続制

新 スリムケーブルレス

より安価なオーダー対応を実現！

マイコンケーブルレス

N/U/Gシリーズ
微弱電波・特定小電力
両モデル対応

2段階押しスイッチ
装着可能

モデルチェンジ！
内部設計を一新

全ての
交換を優先
しました

優れた
耐塵・防雨性能
送信機はIP65相当

自由度の高い
多様なオーダー対応
ボタン配置自在／最大32点

自社開発 高耐久性
2段階押しスイッチを
装着可能

パネルゴム突起で
操作クリック感が
向上

8操作標準型
RC-5808N
●8操作8リレー
●軽量コンパクト
受信機

セットで
15.75万円

12操作標準型
RC-5812N
●12操作12リレー
●照明出力リレーの
保持を標準採用

セットで
17.85万円

16ボタン
モデル
16操作標準型
RC-5816N
●16操作16リレー
●同じ外形で
16個のボタンを
コンパクトに配置

N/U/Gシリーズ
標準型
RC-6016N
●16操作16リレー
最大25リレーまで
対応可能

セットで
21万円

防爆形 対応可能 (N/Uシリーズ)

N/U/Gシリーズ
微弱電波・特定小電力
両モデル対応

2段階押し・特殊
スイッチ装着可能

標準型
RC-8516N
●16操作16リレー
最大32リレー迄
対応可能

セットで
23.1万円

頑強 ケーブルレス

無理難題を
一刀両断!! 最強ハンディ機登場!

堅牢なボディ
耐衝撃性能が向上

優れた
耐塵・防雨性能
送信機はIP65相当

裏面スイッチ

ハンディなのに
特殊スイッチを
装着可能

特殊スイッチ

オーダー対応例

防爆形はTX-8400型送信機で対応 (Nシリーズのみ)

マイティ サテル-タ N/U/Gシリーズ
微弱電波・特定小電力
両モデル対応

防爆形 対応可能 (Nシリーズのみ)

3ノッチジョイスティック型
RC-7132N
ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能

セットで
94.5万円

全押しボタン
RC-7126N
ジョイスティック
2本装着オーダー例

セットで
47.25万円

●操作信号数 最大32点
(またはプロが最大6項目と入力信号26点以下)

旧アンリツ製 デジタルテレコン
入替専用モデル

新型ジョイスティック

3ノッチ
ジョイスティック型
RC-7233UAN

スイッチガード付き押しボタン

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

チップ ケーブルレス

Nシリーズ コンパクトという選択肢!!

ケーブルレスミニ

ポケットサイズの本格派!

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

標準型
RC-3208N
●8操作
8リレー

セットで
12.6万円

片手で握り替えずに
正逆操作が入ります!

チップ部品採用で
ポケットサイズ化

トコト機能絞って
コストダウン

アルカリ乾電池なら
連続使用6時間以上

高い防水性能
送信機はIP65

ボタン部の突起
ボタン間の仕切り一体型で
操作性が向上

従来機と
信号互換あり!

受信機は既設のままで送信機のみ取替も可

微弱電波・ラジコンバンド
両モデル対応

●3操作3リレー
最大5リレーまで対応可能

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

N/Rシリーズ
微弱電波・ラジコンバンド
両モデル対応

●微弱Nシリーズは、240MHz化でより安定した電波の飛び!

●2段階押しスイッチ追加可能! (オプション)

標準型
RC-4303N/R

セットで
10.5万円

リッソーサー
離操作 N/U/Gシリーズ
微弱電波・特定小電力
両モデル対応

標準型
RC-2512N
●12操作12リレー
最大32リレーまで対応可能
●見易くなった電池残量告知ランプ付

セットで
23.1万円

軽量コンパクト
ショルダータイプ

MAX サテル-タ

Uシリーズ Gシリーズ

データ ケーブルレス

工次第で用途は無限!

特定小電力
専用モデル

ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能

RC-9300U
●多機能多操作
(比例制御対応も可)

全押しボタン
装着タイプ

セットで
99.75万円

金属シャシの
多操作・特注仕様専用機!!

無線式変速ジョイスティック
2本装着例

N/R/U/G
シリーズ
微弱電波・特定小電力
ラジコンバンド
全モデル対応

●機器間の信号伝送に!
●多芯の有線配線の代わりに!

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

送信機
(外部接点入力型)

7100型
6300型
5700型
3200型

受信機

写真は
Uシリーズ

無線式火災庫警報装置
発破番 ES-2000R

標準付属品付
セットで
42万円

音声 一般電話へ
自動転送!

音声 火災庫

2km (6km)

ER-2000R(受信機) ET-2000R(送信機)

●長距離伝送
到達距離約2km～(6km)

●受信機から
電話回線接続機能

●高信頼性
異常判定アルゴリズム

●音声メッセージで
異常箇所を連絡(受信側)

●大音量警鳴音発生
110dB/m

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



常に半歩、先を走る
ベンチャー企業創出支援投資 対象企業
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/>

会員各位

機関誌の名称変更について

一般社団法人 日本建設機械施工協会

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

そこで、当協会の活動内容がよりの的確に伝わる名称であり、かつ論文を掲載するのに相応しい名称であることを主眼として、長年親しまれてきた「建設の施工企画」に代わり下記の通り、2013年6月号から「建設機械施工」を当協会機関誌の通称名として使用することとしました。なお、併せて、創刊の年をVol.1として数えたVol.及びNo.も表紙に表示することにしました。今後とも内容の充実をはかるとともに会員の皆様により活発な情報発信と交流の場を提供したいと考えておりますので、引き続きご愛読を賜りたいと存じます。

記

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

論文募集のご案内

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

当協会ホームページ <http://www.jcmanet.or.jp>

★募集対象

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

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

★部門

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

★投稿資格

原稿の投稿者は個人とし、会員資格の有無は問いません。

★原稿の受付

随時受け付けます。

★公表の方法

当協会機関誌へ掲載します。

★機関誌への掲載は有料です。

★その他：優秀な論文の表彰を予定しています。

★連絡先

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館）

日本建設機械施工協会 研究調査部 論文担当

E-mail : ronbun@jcmanet.or.jp

TEL : 03 - 3433 - 1501

FAX : 03 - 3432 - 0289

平成25年度 建設施工と建設機械シンポジウム 参加のご案内

会 期：平成25年11月13日(水)～11月14日(木) (2日間)

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

特別講演：『橋梁の維持管理―長寿命化の推進でわかってきたこと―』

一般財団法人橋梁調査会 専務理事 西川 和廣 氏

11月 13日 13:00～14:00 於:B2ホール

パネルディスカッション：

『これからの情報化施工―社会インフラマネジメントの始まり―』

○コーディネータ：立命館大学理工学部 教授 建山 和由 氏

○パネラー：国土交通省技術調査課建設システム管理企画室室長 高村 裕平氏、国土交通省
公共事業企画調整課施工安全企画室室長 岩見 吉輝氏、(独)土木研究所先端技術
チーム主任研究員 山口 崇氏、コマツ開発本部業務部長 迎野 雅行氏、(株)大林組
技術研究所主席技師 古屋 弘氏

11月 14日 16:00～17:20 於:B2ホール

発 表：論文6分野51編、ポスターセッション11編、当協会平成23年度研究開発助成研究成果報告4件、
レセプション：懇親会(2,000円/人) 11月 13日(水) 17:30～

会場：機械振興会館地下3階 レストラン・ニュートーキョー

主 催：一般社団法人 日本建設機械施工協会

後 援：国土交通省、経済産業省、(独)土木研究所、公益社団法人土木学会、公益社団法人地盤工学会、
一般社団法人日本機械土工協会、一般社団法人日本機械学会、一般社団法人日本測量機器工業会、一
般社団法人日本建設機械工業会、(株)日刊工業新聞社、(株)日刊建設工業新聞社、(株)日刊建設通
信新聞社、フジサンケイビジネスアイ (順不同)

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

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

内 容：「プログラム」は当協会ホームページをご参照下さい。

参 加 費：会員…2,000円、非会員…3,000円、論文集…2,000円 (税込)

申込方法：別紙「参加申込書」にご記入の上、FAXにてお申込み下さい。

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

申込期限：平成25年11月1日(金)

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

問合せ先：一般社団法人日本建設機械施工協会 シンポジウム実行委員会事務局(水口、直塚)

〒105-0011 東京都港区芝公園3－5－8機械振興会館

TEL：03-3433-1501 FAX：03-3432-0289

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



平成25年度 建設施工と建設機械シンポジウム 「参加申込書」

下記のとおり「平成25年度 建設施工と建設機械シンポジウム」への参加を申し込みます。

【注意事項】

- この申込書にて5名までの参加者をお申込み頂けますので、社内・部署内等で取りまとめの上お申込み下さい。
- 参加費の「請求書」及び「聴講券」等はお申込者様宛に一括送付致しますので、「聴講券」はそれぞれ参加者にお渡し下さい。
「聴講券」は参加者各自、当日受付にご提出下さい。
- 参加費は「請求書」に記載の銀行口座へ11月12日迄にお振込下さい(お支払いがシンポジウム終了後となる場合は下記の連絡事項欄に予めご記入下さい)。また、当日現金でのお支払いはご遠慮下さい。
- ご記入頂きました個人情報は、当協会のプライバシーポリシー(個人情報保護方針)に基づき適正に管理いたします。当協会のプライバシーポリシーは http://www.jcmanet.or.jp/privacy_policy.htm をご覧下さい。

◆シンポジウム参加費

区 分	参 加 費	参加人数	参加費等合計
会 員	2,000 円／人	人	
非会員	3,000 円／人	人	
論文集	2,000 円／部	部	
			円

◆お申込者

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

◆シンポジウム参加者

No.	参 加 者 氏 名	所 属 部 課 名
1		
2		
3		
4		
5		

第7回一般社団法人日本建設機械施工協会研究開発助成対象者の募集について

一般社団法人日本建設機械施工協会（以下「JCMA」という。）は、第7回研究開発助成対象者を下記のとおり公募します。

1. 実施スケジュール

- (1) 公募期間は、平成25年8月1日から平成25年10月31日までとします。
- (2) 助成対象者の決定は、平成25年12月中旬頃の予定です。
- (3) 助成期間は、助成決定の翌日から平成27年3月31日までです。
- (4) 研究成果報告書を、平成27年6月30日までに提出して頂きます。
- (5) 研究成果を、「平成27年度建設施工と建設機械シンポジウム（例年11月中旬頃開催）」で発表、又は、JCMAへ論文として投稿して頂きます。

2. 研究開発助成の対象

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

- ①施工の合理化
- ②施工の品質管理
- ③建設工事における安全対策
- ④建設工事における環境保全
- ⑤災害からの復旧及び防災
- ⑥社会資本の維持管理（保全）技術の向上又は合理化
- ⑦その他建設機械又は建設施工に関する技術等の向上と普及

3. 研究開発助成の対象者

JCMAより研究開発助成を受けることができる方（以下「助成対象者」という）は、原則として以下のとおりです。

- 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

4. 申請手続きと注意事項

- (1) 助成を希望する研究者又は研究グループの代表者は申請書（様式—1①②④⑤）（共同研究の場合は様式—1③を追加）に必要事項を記入のうえ、正本1部、写し1部及び電子データを記録した電子媒体を、期限まで（当日必着）にJCMAへ郵送により提出するものとします（なお、セキュリティ上の都合から電子メールによる受付は行っておりません）。また、申請の際に、説明に必要な範囲で参考資料を添付することは差し支えありません。
- (2) 申込件数は1人（共同研究の場合は1研究グループ）あたり1件とします。
- (3) 所属される機関において助成等の申請、受入れ機関が指定されている場合等は指定された機関の長又は代表者が申請することができます。
- (4) JCMA以外の補助制度、助成制度との重複申請は可能です。但し、JCMAの助成において実施を予定する

内容と他の制度もしくは助成によって実施する研究開発の内容の全てが重複しないようにして下さい。

(5) 助成対象とならなかった場合には申請書及び添付資料等は審査終了後に返却します。

5. 申請書に記載された個人情報及びその他技術情報の利用目的について

申請書に記載された個人情報は、申請者への連絡、情報提供のために使用いたします。

また、取得した個人情報のうち、氏名、所属機関名及び役職名および申請書に記載された研究開発調査名及びその概要等については、当事業の広報のために刊行物、報告書、ホームページ等で公表し、第三者に提供することがあります。

これに同意した上で申請を行って頂きますようお願い申し上げます。

なお、研究開発の概要は公開されることを前提に、300～400字で作成してください。

6. 助成金交付手続き

(1) 助成が認められた申請者は助成決定通知受領後、JCMA に請書等の手続き書類（様式—2 ①～④）を提出して頂いた時点で全額を交付します。

(2) 助成金は手続き終了後にすみやかに助成研究者の指定する金融機関の口座（助成金振込先通知書（様式—2 ②に記載された口座））に振り込みますが、助成金の受け入れ方法については、予め申請書（様式—1 ①）にも明記しておいてください。

7. その他

採否の理由等に関しましては、お問い合わせに応じかねますので、ご了承下さい。

(参考)

助成実績		
年度	申請数	採択数
平成 19 年度	14 件	2 件
平成 20 年度	8 件	2 件
平成 21 年度	8 件	2 件
平成 22 年度	20 件	2 件
平成 23 年度	22 件	4 件
平成 24 年度	8 件	4 件

〒 105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館 2 階

一般社団法人 日本建設機械施工協会 研究開発助成事務局

担当 鈴木

TEL : 03-3433-1501

FAX : 03-3432-1289

ホームページ（実施要綱・様式のダウンロード）はこちらから

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

平成25年度版 建設機械等損料表

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

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

■平成24年度版に対する変更点

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



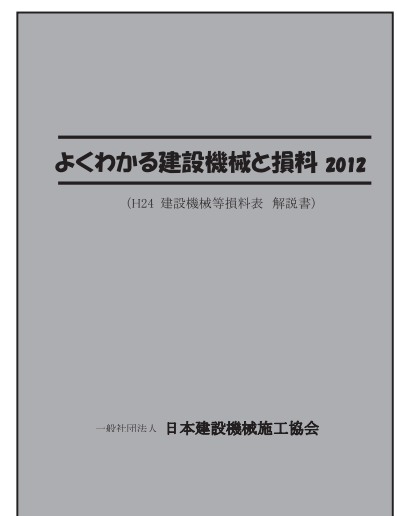
よくわかる建設機械と損料 2012

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

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

■特長

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



一般社団法人 日本建設機械施工協会

橋梁架設工事の積算

平成25年度版

∞ ∞ ∞ 改訂・発刊のご案内 ∞ ∞ ∞

平成 25 年 5 月 一般社団法人 日本建設機械施工協会

謹啓、時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。

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

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

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

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

敬 具

◆内容

平成25年度版の構成項目は以下のとおりです。

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



◆改訂内容

平成24年度版からの主な改訂事項は以下のとおりです。

1. 鋼橋編

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

2. PC橋編

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

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

●定価

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

※ 別冊のみの販売はいたしません。

※ 学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

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

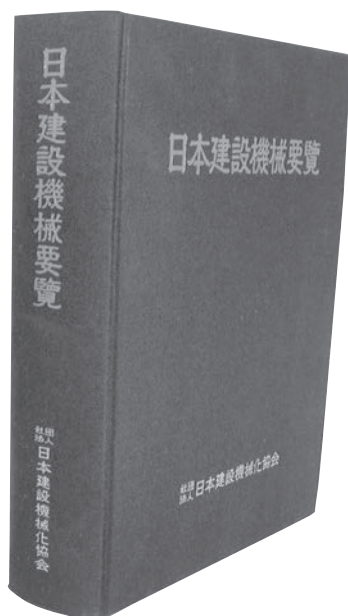
※ なお送料について、複数又は他の発刊本と同時に申込みの場合は別途とさせていただきます。

●発刊 平成 25 年 5 月 17 日

2013年版 日本建設機械要覧 ご案内

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

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



体 裁

B5判、約1,320頁／写真、図面多数／表紙特製
平成25年3月末発刊

価 格

価格は次の通りです（消費税5%含む）

会 員 43,050円（本体41,000円）

非会員 51,450円（本体49,000円）

（注）送料は1冊1,050円となります。

（複数冊の場合別途）

「会 員」・・・本協会の会員または、官公庁、
学校等公的機関

「非会員」・・・上記以外

特 典

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

2013年版 内容目次

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

◆ 購入申込書 ◆

一般社団法人 日本建設機械施工協会 行

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

上記図書を申込み致します。平成 年 月 日

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

◆ 申込方法 ◆

①官公庁：FAX（本部、支部共）

②民 間：（本部へ申込）FAX

（支部へ申込）現金書留のみ（但し会員はFAX申込可）

※北海道支部はFAXのみ

※沖縄の方は本部へ申込

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

〔お問合せ及びお申込先〕

本 部	〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館	TEL 03 (3433) 1501 FAX 03 (3432) 0289
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8 さっけんビル	TEL 011 (231) 4428 FAX 011 (231) 6630
東 北 支 部	〒980-0802 仙台市青葉区二日町16-1 二日町東急ビル	TEL 022 (222) 3915 FAX 022 (222) 3583
北 陸 支 部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 興和ビル	TEL 025 (280) 0128 FAX 025 (280) 0134
中 部 支 部	〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-17-10 三愛ビル	TEL 052 (962) 2394 FAX 052 (962) 2478
関 西 支 部	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4 谷町スリースリースビル	TEL 06 (6941) 8845 FAX 06 (6941) 1378
中 国 支 部	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22 築地ビル	TEL 082 (221) 6841 FAX 082 (221) 6831
四 国 支 部	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22 建設クリエイトビル	TEL 087 (821) 8074 FAX 087 (822) 3798
九 州 支 部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-4-30 いわきビル	TEL 092 (436) 3322 FAX 092 (436) 3323

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

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

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

☐ 当協会からの新刊図書案内や事業活動案内のダイレクトメール（DM）は不要

増刷出来 !!

建設施工における地球温暖化対策の手引き

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

◇主な内容

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

◇掲載工種

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

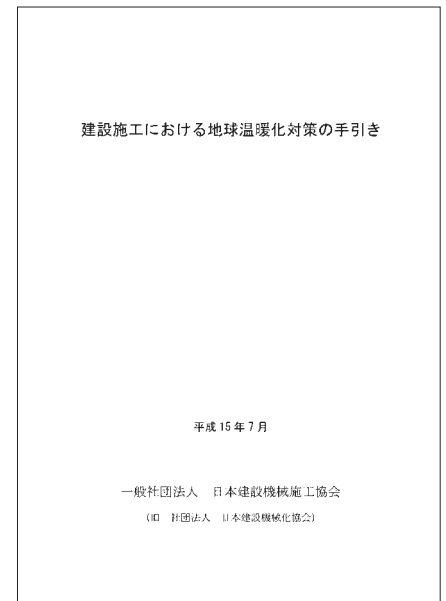
◇体裁・定価

A4判, 85頁

定価 会員 1,470円（本体1,400円）、送料600円

非会員 1,575円（本体1,500円）、送料600円

官公庁（学校関係を含む）は会員価格です。



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

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

◇主な内容

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

◇体裁・定価

B5判, 50頁

定価 会員・非会員共 525円（本体500円）



◆ 日本建設機械施工協会『個人会員』のご案内 ◆

会 費 : 年間 9,000円

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

★個人会員の特典

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

今後、続々と個人会員の特典を準備中です。この機会に是非入会下さい!!

◆ 一般社団法人 日本建設機械施工協会について ◆

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

一般社団法人 日本建設機械施工協会とは…

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

■会員構成

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

■主な事業活動

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

■主な出版図書

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

その他、日本建設機械施工協会の活動内容はホームページでもご覧いただけます！

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

※お申し込みには次頁の申込用紙を使用してください。

【お問い合わせ・申込書の送付先】

一般社団法人 日本建設機械施工協会 個人会員係

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館

TEL:(03)3433-1501 FAX:(03)3433-0401

一般社団法人 日本建設機械施工協会会長 殿

下記のとおり、日本建設機械施工協会個人会員に入会します。

平成 年 月 日

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

【会費について】年間 9,000円

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

【その他ご入会に際しての留意事項】

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

【個人情報の取扱いについて】

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

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

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

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

建設機械施工

Vol.65 No.10 October 2013 (通巻 764 号)

目 次

都市環境の整備向上, 都市基盤整備 特集

3	巻頭言 社会資本施設の老朽化と点検・維持・更新	石田 東生
4	都市の低炭素化の促進に関する法律 略称; エコまち法	筒井 祐治
9	木密地域不燃化 10 年プロジェクト及び不燃化特区制度の概要	松本 祐一
12	航空機荷重に対応した供用トンネルの補強 成田国際空港 木の根トンネル補強工事	菅井 崇正・早川 勇・工藤 嘉久
18	阪神高速道路における鋼床版 I 桁の連続化工事 短期集中工事期間内に高速道路を 1 支承線化し連結	葉玉 博文・天羽 一貴・川村 誠司
26	高強度 PRC 版を用いた道路修繕工事	山田 義人
32	都市部における大規模掘削工事の“見える化”施工	丹沢 昭義
37	鉄道営業線開削トンネルにおける既設構造物の撤去 東京地下鉄有楽町線小竹向原・千川間連絡線設置工事 向原工区	岩橋 公男
41	列車運行時間帯における立体交差工事の施工 高崎線桶川・北本間二ツ家こ道橋新設工事 地盤切削 JES 工法	西村 知晃・中山 泰成・尾関 聡司
46	ヒートアイランド対策の超保水性インターロッキングブロック 高い保水機能を有するレインボーエコロブロック Biz の効果実証	関 賢治
52	都市土木における環境負荷低減対策	宇留間高広
57	東急東横線渋谷駅～代官山駅間地下化切替工事 線路直下地下切替工法「STRUM (ストラム)」	浦部 克人・丸山 明紀・金井 孝行
62	久喜白岡ジャンクション C ランプ第 2 橋の架設 大型多軸台車を用いた橋梁上からの一括架設	伊藤 剛・長谷川 豊・加納 晋至
66	並走するシールドトンネルを非開削で一本化: 大橋連結路	鈴木 康洋・佐々木順一・越田 健
71	小土被り上下 2 段近接大口径推進 川口市桜町排水区浸水対策貯留管工事	藤分 雅己・山内 佳樹・神田 勇二
79	論文 前後進コンパクタの走行速度を利用した地盤剛性評価手法の 適用性改善に関する研究	橋本 毅・藤野 健一・建山 和由
89	交流の広場 超小型電気自動車を活用するカーシェアリングシステム	浅井 靖
93	ずいそう 父のこと	谷口 雅
94	ずいそう “オレ流” 指導力	加藤 修司
95	CMI 報告 防水工に関する研究	藤田 一宏・鈴木 健之
99	部会報告 ニシオティーアンドエム(株) 関東支店長野工場見学会	機械部会
101	新工法紹介	機関誌編集委員会
105	新機種紹介	機関誌編集委員会
111	統計 平成 25 年 建設業の業況	機関誌編集委員会
115	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
116	行事一覧 (2013 年 8 月)	
120	編集後記	(京免・川西)

◇表紙写真説明◇

総勢 1200 人での線路地下化切替作業

写真提供: 東急建設(株)

4 年あまりの準備期間を経て, 代官山駅付近での約 273 m の線路地下化切替工事が, 工事関係者約 1200 人

にて平成 25 年 3 月 15 日の終電後から 16 日初電までの約 4 時間という限られた時間内で実施された。さまざまな不測の事態を想定し, あらゆる対策を実施していたおかげで予定通り営業列車を迎える事ができた。表紙の写真は, 今まさに作業開始の合図が鳴るのを待っている緊張の一瞬です。

情報化施工により東日本大震災の復興を支援

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

まずは、一般社団法人日本建設機械

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

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

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

平成 25 年度建設機械施工技術検定試験

－ 1・2 級建設機械施工技士－

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

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

1. 申込み方法

所定の受検申込み用紙に必要事項を記載し、添付書類とともに郵送。

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

2. 申込み受付

平成 25 年 3 月 8 日(金)～4 月 5 日(金);終了

3. 試験日

学科試験:平成 25 年 6 月 16 日(日);終了

実地試験:平成 25 年 8 月下旬から 9 月中旬;終了

4. 合格発表

11 月下旬

詳細問い合わせ先:

一般社団法人日本建設機械施工協会 試験部

TEL:03-3433-1575

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

日本建設機械要覧 2013 発売中

1950 年より 3 年ごとに刊行し、好評を頂いている『日本建設機械要覧』の 2013 年版が刊行されました。

本書は、専門家で構成する編集委員会の審査に基づき、良好な使用実績を示した国産および輸入の各種建設機械、作業船、工事用機械等を選択して、写真、図面等のほか、主要諸元、性能、特長等の技術的事項、データを網羅し

ております。

2013 年版購入の方への特典として、当協会が運営する Web サイト上において 2001、2004、2007、2010 年版の日本建設機械要覧の PDF 版が閲覧およびダウンロードできます。

発刊:平成 25 年 3 月末;済み

体裁:B5 判、約 1320 頁

写真、図面多数/表紙特製

価格(送料別途、消費税含む):

会 員 43,050 円(本体 41,000 円)

非会員 51,450 円(本体 49,000 円)

詳細問い合わせ先:

一般社団法人日本建設機械施工協会 業務部

TEL:03-3433-1501

FAX:03-3432-0289

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

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

「平成 25 年度版 建設機械等損料表」

■平成 24 年度版からの変更点

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

発刊:平成 25 年 5 月 8 日

体裁:B5 判、モノクロ、約 682 頁

価格(送料別途、消費税含む):

会員等 6,600 円、一般 7,700 円

「よくわかる建設機械と損料 2012」

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

★損料用語、損料補正方法を平易な表現で解説

★各通達・告示類の要旨を解説

★各建設機械の分類コードの体系を図示

★各建設機械の概要(機能・特徴)を紹介

★主要建設機械のメーカー・型式名を表にして紹介

★機械の俗称からも掲載ページ検索が可能

発刊:平成 24 年 5 月

体裁:B5 判、一部カラー、390 頁

価格(送料別途、消費税含む):

会員等 4,620 円、一般 5,460 円

詳細問い合わせ先:

一般社団法人日本建設機械施工協会

TEL:03-3433-1501

FAX:03-3432-0289

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

巻頭言

社会資本施設の老朽化と
点検・維持・更新

石 田 東 生



昨年12月の中央高速道路笹子トンネルの天井板崩落事故は、老朽化する社会資本の現実を広く国民に示す結果となった。至急の対策が求められており、これらは多岐にわたるが、ここでは筆者が重要だと考えている項目に限定して考え方を整理したい。

まず、日常点検の重要性とそれを実行可能にするシステムの開発である。事故を防ぐための点検の重要性はいうまでもない。多くの点検マニュアルが策定され、その方法に従ってルーティンとしての点検が行われている。しかし、それでも多くの事故が発生している。見落としがあるといわざるを得ない。しかも、今後は、老齢化した構造物の増加、人材と予算不足の加速化などから、事態の悪化は確実であり、今のままの方法が適切であるとは考えにくい。となると、思い切った点検システムの改革が必要ではないだろうか。

人材不足は地方自治体において特に顕著であり、その育成がかなり困難であることを考えると、特に自治体は包括的な点検・維持管理契約を結ぶことを真剣に考えるべき時期だと思う。契約の他の当事者は、きちんと点検ができ、その結果を維持管理補修計画に反映できる能力を持ち、現行に比べて安価で高性能に実施できれば、民間でも、多数の技術者を有する高速道路会社、鉄道会社、あるいは国であってもよい。望ましいのは、人への依存を小さくするシステムである。人依存度を小さくすることの意味と効果は次のように整理できる。まず、人件費や人が点検するために必要となる仮設施設などの費用の抑制である。次に、点検間隔の縮小によるリスク回避。老朽化が進展すると劣化や変化の速度が上昇するが、これを見逃さないような点検間隔の短縮、あるいは連続化が要請されよう。さらに、点検作業員のモチベーション維持という観点からも自動化が望ましい。点検は異常がないことが普通であり、毎日毎日点検しても点検記録に「異常なし」と記入することが常態であろう。モチベーションが維持できずに、見逃しが発生することを杞憂と片付けることはできないのではないか。

一方では、IT/ICTを用いた新たな技術が続々と開発されつつある。画像処理や超音波による遠隔点検、MEMS (Micro Electronics Mechanical System) による連続的点検、クラウド化による総合的診断システムの開発などである。そして、これらをパッケージ化して点検—維持管理を統合するようなシステムの開発

が望まれる。インフラの老朽化は日本だけでなく、世界的な課題であり、国の先導的役割が求められよう。国への期待は技術開発だけでなく、現存する制度的隘路の打開にも及ぶ。包括的契約のあり方は調達問題や事故時の管理責任のあり方にも強く関連する。実際、一部の自治体では除雪や簡単な補修などに関して、地域の建設業者（あるいはその共同体）と包括契約を結んでいる事例もあるが、調達の透明性や管理瑕疵責任の範囲と保険などのあり方に関して、苦慮している例が多い。契約のあり方の枠組み設定や必要な制度の創設に関して国の先導的役割が重要である。

大規模更新も大きな課題である。高速道路の大規模更新については、高速道路会社に設置された検討委員会や社会資本整備審議会道路分科会で検討されている。技術的検討に基づいた大規模更新の必要な箇所の特定制と費用推定がなされ、費用負担についても原則として利用者負担によるものとされている。大規模更新は、現行の償還計画では考慮されておらず、利用者負担といった瞬間に、選択肢は料金値上げか徴収期間の延長、あるいはその組み合わせによるものとなる。利用者への分かりやすい説明が重要であるが、これに向けての取り組みが必要である。大規模更新工事期間中には当該区間を閉鎖せざるを得ず、これによる道路混雑の増加の貨幣換算値（負の便益）が大きくなることは想像できるであろう。この負の効果を最小化することがまず必要である。ネットワークの完成による混雑の最小化であり、工事期間の短縮化の工夫と努力である。しかし、評価の考え方を変えることも必要であろう。現行の費用便益マニュアルでは、大規模更新に伴う効果、例えば、利用者や沿線住民の不安解消効果、日本再生を世界に向けて発信するというシンボリックな効果は算定されず、混雑増加による負の効果が支配的になってしまい、国民の安全安心への期待に添えないことになるという問題をはらんでいる。事業評価の考え方を大きく変えることも検討すべきであろう。

安全・安心の追求と日本再生のために、やるべきことは道路インフラの点検・維持・更新だけを取り上げても課題が山積であるが、これをチャンスと捉えて前進を続けることの重要性を最後に指摘して終わりたい。

都市の低炭素化の促進に関する法律

略称；エコまち法

筒井 祐治

東日本大震災を契機としてエネルギーの需給が変化し、エネルギー利用や地球温暖化問題に関する意識が高まっていた中、今後における人口減少・超高齢社会の進展、地方財政の深刻化等にも対応した低炭素で持続可能な都市づくりを進める観点から、平成24年度、「都市の低炭素化の促進に関する法律（通称エコまち法）」が制定された。国土交通省としては、本法制度を主要なツールの一つとして、地方公共団体における低炭素型で持続可能な都市づくりを推進している。

キーワード：エコまち法、低炭素まちづくり、集約型都市構造

1. はじめに

我が国においては、今後における人口減少、超高齢社会の進展、地方財政の逼迫などの社会経済状況の変化への対応、都市活動に由来する二酸化炭素排出量が我が国総排出量の過半を占める現状に鑑みた地球温暖化対策への対応等を図る観点から、低炭素で将来にわたり持続可能な都市づくりが強く求められているところである。

こうしたことを背景に、国土交通省においては、集約型都市構造の形成、いわゆるコンパクトシティの形成を都市政策の中心的な課題にすえ、取り組んでいるところであり、今般制定された「エコまち法」もその文脈に位置づけられる。

本稿においては、エコまち法制定に至った背景に触れながら、法の概要についてご紹介する。

2. 低炭素まちづくりの経緯・背景

(1) 社会経済状況の変化に対応した持続可能な都市づくり

右肩上がりに経済規模が拡大し、都市居住人口が増大してきたこれまでの都市化社会においては、計画的な市街地整備等を通じ、いかに計画的に増大する都市人口を収容するか、都市化社会に対応した都市政策が求められてきた。しかしながら、我が国総人口がすでに減少に転じ、今後、急速に人口減少、超高齢社会の進展が生じるなど、都市を巡る社会経済状況が大きく変化しようとしている状況において、都市政策のあ

り方を大きく転換することが求められている。

ここでは、こうした社会経済状況の変化と、それに対応した都市づくりの方向性について解説する。

(a) 人口減少・超高齢社会の進展

国立社会保障・人口問題研究所による将来人口推計によれば、図1に示す通り、我が国総人口は、2010年からの30年間で約2,000万人減少し、特に、生産年齢人口の減少率は約3割にのぼると推計されている。また、この間、高齢化率も上昇し、2030年には3人に1人が65歳以上の高齢者となると推計されている。

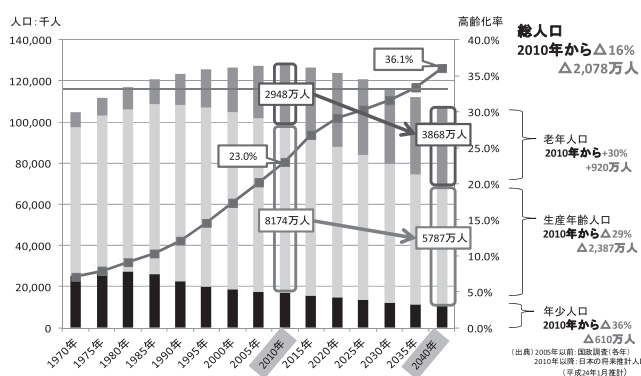


図1 我が国総人口の推移と将来予測

なお、地域によって将来における人口動態変化の方向性は異なっており、大都市圏においては高齢者人口の急速な増大が発生すると予測されており、地方都市圏においては高齢化が進展した状況での急激な人口減少が発生すると予測されている。

こうした将来における人口減少、高齢化の進展は、

都市活動、市民生活に様々な影響を及ぼすものと考えられるが、少なくとも、市街地が拡散した状況のままこの状況が推移することとなれば、市街地全域にわたって人口密度が低下し、商業、医療など日常生活に必要な都市機能や公共交通の衰退を招き、高齢者の生活や子育て環境など市民生活に大きな影響を及ぼすことが危惧されているところである。

このような将来予測に対し、高齢者が自立して生活できる環境、子育て世帯が安心して子どもを産み、育てることのできる都市構造、都市環境を形成することが不可欠となってきている。

(b) 地方財政状況の深刻化

地方財政状況についても、深刻化が懸念されている。

生産年齢を中心とした我が国総人口の減少に伴い、歳入の減少が見込まれる一方、インフラの維持・管理及び更新に要するコストの増大や高齢化の進展等を背景とした社会保障費の増大等を要因に歳出の増大が見込まれるところであり、財政状況は、将来的に一段と厳しさを増す傾向にある。

一方、図-2 に示す通り、人口密度と一人あたりの行政コスト（行政経費）との間には一定の関係が見られ、行政コストは、人口密度が低くなるほど大きくなる傾向にある。

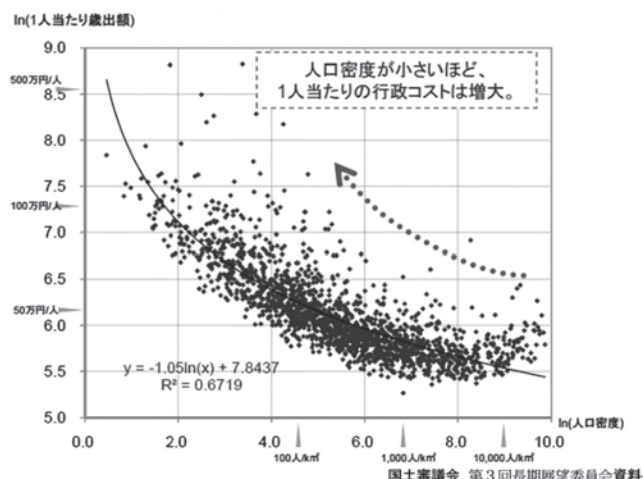


図-2 市町村の人口密度と行政コスト (H18～20)

今後、財政状況がさらに厳しさを増すと見込まれる中、持続的な都市経営を維持するためには、人口密度を高め、行政の効率化を図ることが不可欠となっている。

(2) 地球温暖化対策における都市政策の重要性

1997年に京都議定書が採択され、我が国については、第一約束期間において、温室効果ガス排出量を1990年比で6%削減することが定められた。

当該削減約束の確実な達成に向けた対策を検討する過程において、次のような都市活動、都市構造とCO₂排出量との密接な関係から、地球温暖化対策における都市政策の取組の重要性が指摘された。

図-3に見られる通り、都市活動に由来する二酸化炭素排出量は、我が国総排出量の過半を占めている状況である。

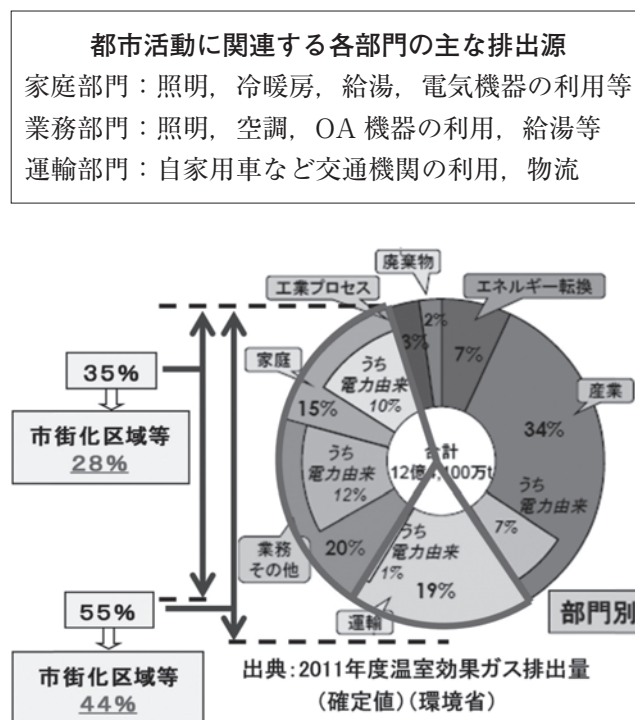
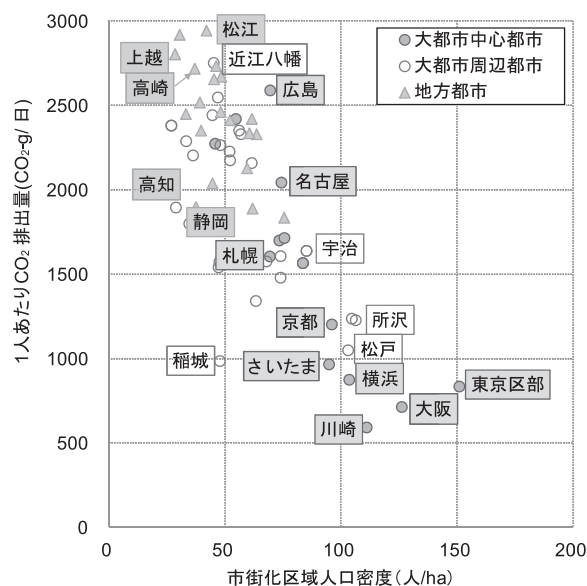


図-3 二酸化炭素排出量の内訳 (2011年度)

また、図-4の通り、市街化区域の人口密度が高い都市においては、1人当たりCO₂排出量が低い傾向があり、都市構造の集約化と都市の低炭素化には高い



※1人あたりCO₂排出量は居住者の自動車交通のみ

図-4 都市の人口密度と自動車のCO₂排出量

相関があることが指摘されている。

すなわち、多くのCO₂が排出される都市において、その都市構造を集約化する政策を講ずることにより、CO₂排出量の削減にも一定の役割が期待されるという構図である。

こうしたことから、2008年に全部改正された京都議定書目標達成計画においては、自動車、住宅・建築物等の単体対策に加え、地区・街区レベルにおける面的対策や、CO₂排出量の少ない集約型都市構造への転換などの都市政策における取組の必要性から、「低炭素型の都市・地域デザイン」として「集約型・低炭素型都市構造の実現」、「街区・地区レベルにおける対策」や「緑化等ヒートアイランド対策による熱環境改善を通じた都市の低炭素化」などの施策が位置づけられたところである。

3. 都市の低炭素化の促進に関する法律

こうした背景、必要性を受け、また、東日本大震災を契機とした国民のエネルギー利用等にかかる意識の高まりを踏まえ、平成24年9月、「都市の低炭素化の促進に関する法律（通称エコまち法）」が制定され、同年12月に施行された。

(1) 低炭素まちづくりの概念

まず、エコまち法の概要を説明する前に、「低炭素まちづくり」とはいかなるまちづくりか、その対象施策領域について概念整理をする。

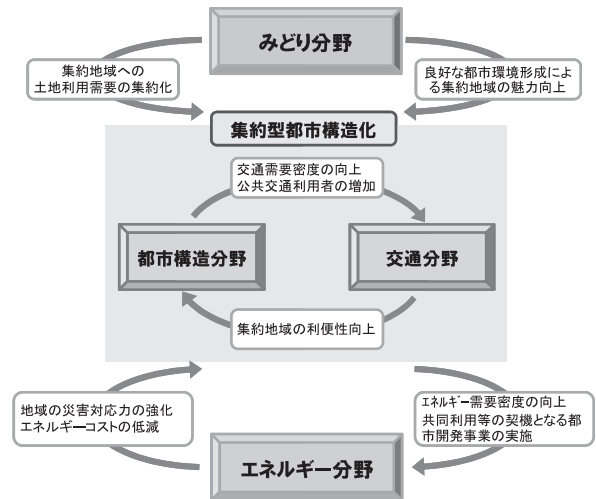
都市活動から排出されるCO₂排出量の削減を図る低炭素まちづくりは、主として、「集約型都市構造の形成（都市機能の集約化と公共交通の利用促進）」、「エネルギーの効率的利用（建築物の省エネ化やエネルギーの面的利用）」、「みどりの保全・創出」の3分野から構成される。

各施策分野の概念は、大雑把に言えば、以下の通りである。

- ①『集約型都市構造の形成』は、「都市機能の集約化と公共交通の利用促進等により、移動等に係るエネルギー使用の削減につながり、高齢者にも暮らしやすい生活環境を創出するまちづくり」
- ②『エネルギーの効率的利用』は、「建築物の省エネルギー性能等の向上、非化石エネルギーの利用促進等により都市のエネルギーシステムを効率化、低炭素化するまちづくり」
- ③『みどりの保全・創出』は、「都市機能の拡散を抑制し、二酸化炭素の吸収源となる都市のみどりを積

極的に保全、創出するまちづくり」

この際、図—5の通り、それぞれの施策分野にかかる施策は相互に関連するものであることから、低炭素まちづくりにおいては、各種施策の連携を図り、また相互に組合せながら、相乗的な効果が得られるよう総合的な取組が求められる。



図—5 各施策分野間の関連・連携イメージ

(2) エコまち法の構成

本法は、図—6の通り、①低炭素建築物の認定制度、②低炭素まちづくり計画制度の2つを大きな柱として構成されている。



図—6 「エコまち法」の構成

①低炭素建築物の認定制度

省エネ性能など、一定の要件を満たす建築物を所管行政庁が認定し、認定を受けた建築物に対して、容積率特例や税制特例が措置される制度である。

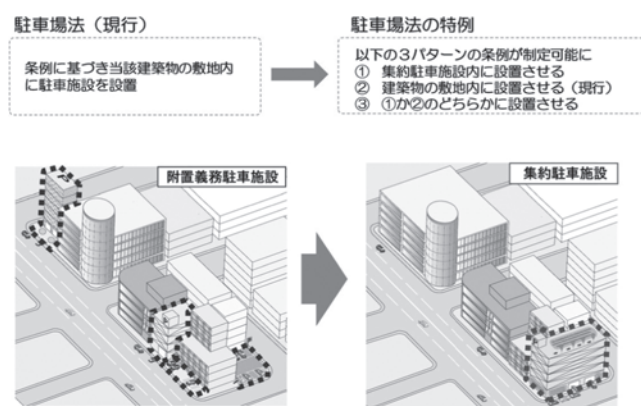
各種の特例措置の適用が可能となる。ここでは、そのうち、主な特例措置についてご紹介することとしたい。

(a) 集約都市開発事業の認定

都市機能の集約に寄与すること、建築物の省エネ性能が一定以上であることなど、一定の要件を満たす都市開発事業を市町村が認定し、認定を受けた都市開発事業について、税制等の特例や財政的支援を受けることが可能となる制度である。

(b) 駐車場法の特例

駐車場法に基づく附置義務制度においては、一定規模以上の建築物の新築等に際し、その建築物や敷地内に駐車施設を附置することが義務づけられているところであるが、例えば、中心市街地の周辺部に駐車施設を集約することにより中心市街地に流入する自動車交通の整序や快適な歩行空間の実現を図る観点から、附置義務駐車施設を、各建築物、建築敷地ではなく、予め指定する集約駐車施設内に附置することを可能とする制度である（図—8 参照）。



図—8 駐車場法の特例制度の概要

(c) 各種支援制度の特例

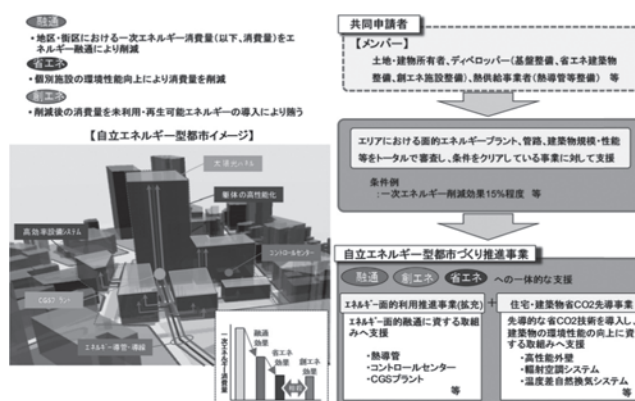
低炭素まちづくり計画に基き、地方公共団体が行う低炭素まちづくりに対し、

- i) 市町村における個性あふれるまちづくりを支援する「都市再生整備計画事業（旧まちづくり交付金事業）」の国費率嵩上げ
- ii) 医療、福祉等の都市機能施設を集約地域に移転させる場合に、旧建物の除却費や緑化費用等を

支援する「コンパクトシティ形成支援事業」の適用

などの支援制度が措置されているほか、認定集約都市開発事業にかかる税制支援などが措置されている。

また、民間事業者のエネルギー分野、交通分野等における取組に対しても、「先導的都市環境形成促進事業」等により、民間事業者に対し直接支援する制度が措置されている（図—9 参照）。



図—9 先導的都市環境形成促進事業【自立エネルギー型都市づくり推進事業】の概要

支援事業取組では限界があり、民間事業者による取組も含め、公民協働が必要。

4. おわりに

昨年12月に「エコまち法」が施行されて以来、これまでに、4都市において低炭素まちづくり計画が作成され、約40都市において、計画作成が検討されているところである。

国土交通省としては、今後とも、低炭素型で持続可能な都市づくりの推進に向け、「エコまち法」等を活用した地方公共団体の取組を支援していく所存である。

J C M A

[筆者紹介]

筒井 祐治（つつい ゆうじ）

国土交通省

都市局 都市計画課

企画専門官

木密地域不燃化 10 年プロジェクト及び 不燃化特区制度の概要

松 本 祐 一

東京には、山手線外周部を中心に木造住宅密集地域（以下「木密地域」）が広範に分布している。都では、東日本大震災の教訓を踏まえ、災害時の被害が懸念される木密地域の不燃化を対象に「木密地域不燃化 10 年プロジェクト」を平成 24 年 1 月に立ち上げ、平成 32 年度まで市街地の不燃化をさらに促進し、延焼による焼失ゼロの「燃えないまち」「燃え広がらないまち」を実現するための取組みを行っている。この中では区と連携した市街地の不燃化促進、延焼遮断帯を形成する主要な都市計画道路の整備、地域における防災まちづくりの気運醸成の 3 つの取組を進めている。

キーワード：防災、木造住宅密集地域、火災、不燃化、延焼遮断帯、老朽建築物

1. はじめに

東京都では、東日本大震災の教訓を踏まえ、災害時の被害が懸念される木造住宅密集地域（以下「木密地域」という。）の不燃化の取組として、「木密地域不燃化 10 年プロジェクト」を平成 24 年 1 月に立ち上げた。本稿では、10 年プロジェクトの柱のひとつである不燃化特区制度について紹介する。

2. 木密地域不燃化 10 年プロジェクトの概要

(1) 目標

東京都は、都内でも特に甚大な被害が想定される整備地域（約 7,000 ha）を対象に、平成 32 年度までの重点的・集中的な取組を実施することとしており、不燃領域率を 70% に引上げること（既定計画の 5 年前倒し）、延焼遮断帯を形成する主要な都市計画道路の整備を完了することを目標としている。

(2) 3 つの取組

①区と連携した市街地の不燃化促進（不燃化特区）

従来よりも踏み込んだ取組を行う区の申請に基づき、都が不燃化特区に指定し、特別の支援を行う。

②延焼遮断帯を形成する主要な都市計画道路の整備の推進（特定整備路線）

都が指定した路線において、関係権利者の生活再建等のための特別の支援を行い、都施行の都市計画道路の整備を加速する。

③地域におけるまちづくりの気運醸成

3. 不燃化特区について

(1) 基本的な考え方

特に改善を必要とする地区について、従来よりも踏み込んだ取組を行う区の申請に基づき、都が不燃化特区に指定して特別の支援を行う。

①区の取組に応じた支援

不燃化特区を申請する区へは、住民への積極的な働きかけや、区独自条例の制定、まちづくり部門と高齢者部門との連携強化など、従来よりも踏み込んだ取組を求めている。また、区の取組内容に応じて、必要とする新たな助成や、体制強化のための仕組みづくり、ノウハウの提供など、不燃化特区独自の支援策を提供する。

②メリハリをつけ着実に現場を動かす

不燃化特区内でも特に改善の必要がある地区や、住民の協力を得て先駆的な取組を行う地区など、優先的に施策を行う地区を設け集中的に施策を投入する。また、取組の初年度から、戸別訪問や測量、専門家による相談会の実施など区からの働きかけによって着実に現場を動かす整備プログラムとする。

(2) 支援の考え方

次に掲げる 3 種類の考え方を基に支援する。

①未接道敷地を種地とするなどの地域整備の仕組みづくり

まちづくりの種地として未接道敷地を取得し、周辺住民を巻き込み安全な街をつくる。⇒「住民自らの努力では解決できない課題に着手」

②住民が抱える課題を解決し、不燃化へ踏み出せる環境づくり

専門家による生活再建プランの提示や、建替え助成の拡充による住民負担を軽減させる。⇒「住民のライフサイクルによる建替えからの脱却」

③区の体制強化

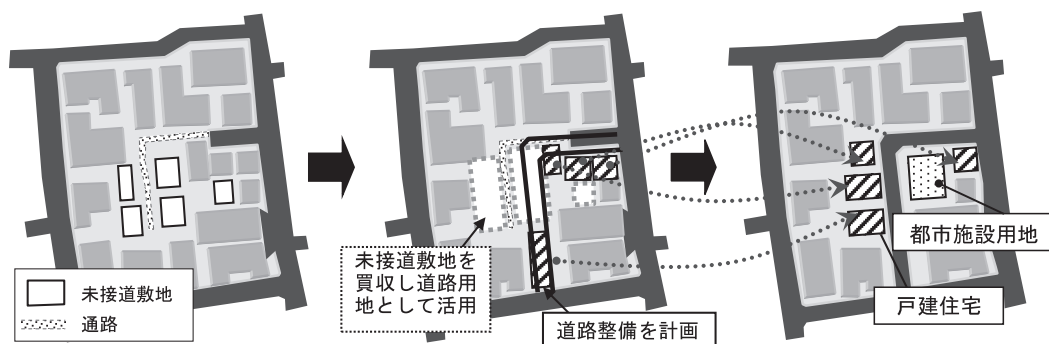
まちづくり初動期から取組を広げることで事業期間を短縮する。⇒「専門家の派遣による初動期の住民意識の掘り起こし」

(3) 支援策の活用例と効果

新たな税制優遇をはじめ、専門家派遣費用や、戸建建替え時の設計費の助成などの支援策を地域の実情に合わせて組み合わせて利用することで大きな効果を生み出す。

①未接道敷地を活用する場合（図一1）

未接道敷地の解消のため当該敷地を買収し道路用地として活用する。道路整備に合わせて敷地整序を行い、接道状況の改善及び都市施設用地を創出する。



図一1 未接道敷地改善時の支援策の活用例

②生活道路整備を行う場合

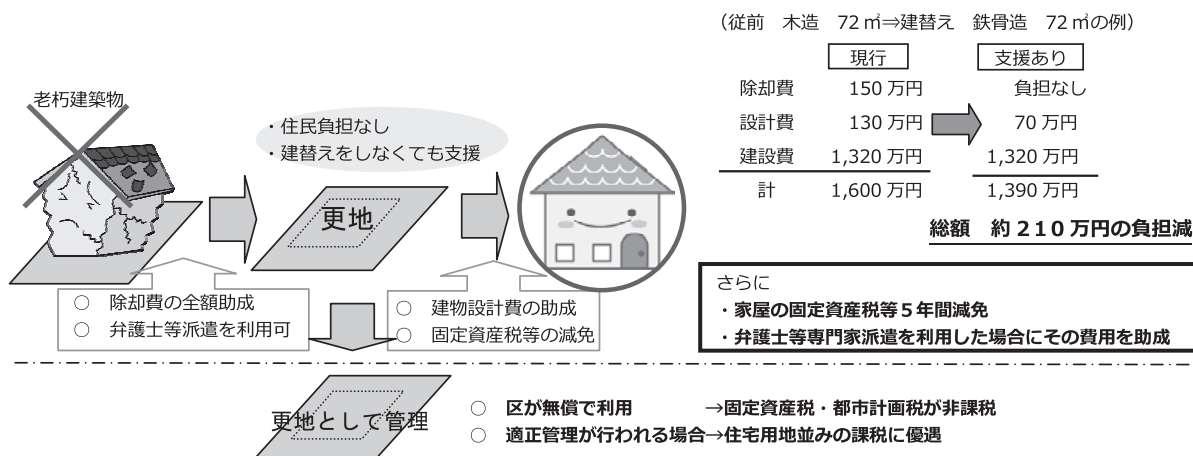
道路整備の際に必要な人員派遣や、現地事務所の運営費等を支援し、住民の合意形成をスピードアップする。

支援項目例)

- ・まちづくりコンサルタント派遣で気運を醸成（派遣費用を助成）
- ・全戸訪問でニーズを把握（「木密特別協力員制度」を活用）
- ・専門家（弁護士・税理士等）派遣で権利関係を調整（派遣費用を助成）
- ・現地相談ステーションの設置・運営（運営費を助成）
- ・専門家（用地折衝等）派遣（派遣費用を助成）
- ・公営住宅等のあっせん

③老朽家屋を除却建替えする場合（図一2）

老朽住宅を除却建替えする場合の除却費、設計費について助成することで、建物所有者の経済的負担を大きく軽減させる。更に、新たな税制優遇として家屋の固定資産税と都市計画税を5年間減免する。



図一2 老朽家屋除却建替時の支援策の活用例

(4) 先行実施地区の取組

先行実施地区として、平成 25 年 4 月に 11 区 12 地区の整備プログラムを認定した。各地区の主な取組を表—1 に示す。

(5) 今後の予定

本年 4 月に不燃化特区新規実施地区の募集を公表した。9 月頃に新規地区申請受付を行う。整備プログラム認定は平成 26 年 3 月頃を予定している。

表—1 先行実施地区の主な取組

区	地区	コア事業
墨田区	京島周辺	防災街区整備事業（京島三丁目地区）ほか
	鐘ヶ淵周辺東	市街地再開発事業（鐘ヶ淵駅南）ほか
品川区	東中延一・二・中延二・三丁目	防災街区整備事業
目黒区	原町一丁目・洗足一丁目	都市計画道路沿道整備（補助 46 号）
大田区	大森中	市街地再開発事業（糀谷駅前）
中野区	弥生町三丁目周辺	道路法による避難経路ネットワークの形成
豊島区	東池袋四・五丁目	市街地再開発事業（東池袋四丁目）ほか
北区	十条駅西	市街地再開発事業（十条駅西口）ほか
荒川区	荒川二・四・七丁目	道路法による主要生活道路の整備
板橋区	大谷口	道路法による主要生活道路の整備
葛飾区	四つ木一・二丁目	道路法による主要生活道路の整備
江戸川区	南小岩七・八丁目周辺	市街地再開発事業（南小岩七丁目西）ほか

J|C|M|A

[筆者紹介]

松本 祐一（まつもと ゆういち）
東京都 都市整備局市街地整備部
防災都市づくり調整担当課長



航空機荷重に対応した供用トンネルの補強

成田国際空港 木の根トンネル補強工事

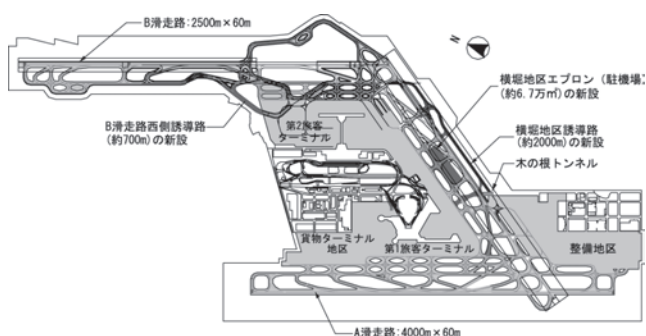
菅 井 崇 正・早 川 勇・工 藤 嘉 久

成田国際空港では、航空機の年間発着能力の拡大に向けて誘導路やエプロンの新設工事を進めている。木の根トンネルは、空港の南北を結ぶ供用中の地下トンネルで5連のボックスカルバート構造であるが、誘導路の新設に伴い緑地帯から誘導路直下となるために航空機荷重に耐えられるように補強工事が必要となった。補強構造は、既設躯体の下は桁構造、側壁・頂版は既設躯体との間に空隙を確保した版構造であり、既設躯体の中壁以外には荷重を作用させない構造とした。本稿では、供用中の木の根トンネル内の交通を一切遮断することなく補強を行った施工結果について報告する。

キーワード：補強工事，簡易シールド，膨張性高流動コンクリート，充填確認，空隙，砂型枠

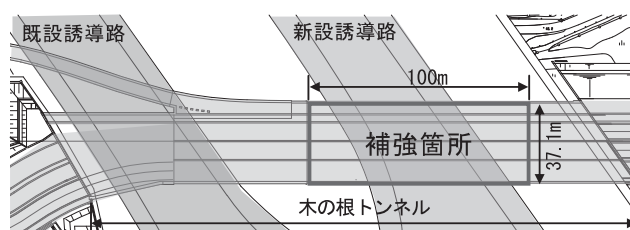
1. はじめに

成田国際空港では、航空機の発着回数を平成 25 年 3 月に年間 25 万回から年間 27 万回へ拡大する為に、B 滑走路西側誘導路、ならびに横堀地区のエプロン（駐機場）および誘導路の新設工事を行った（図—1）。このうち、横堀地区の工事では、既設誘導路をエプロン化するのに伴い、新たな誘導路を建設する必要があった。



図—1 空港容量拡大工事の整備概要と木の根トンネルの位置図

木の根トンネルは、新設する誘導路の直下に位置する5連のボックスカルバート構造の地下トンネルで、現在は私鉄の営業線、一般道路および空港内道路として供用されている。既設ボックスカルバート（以下、既設躯体という）を航空機荷重に対応させる為に、新設する誘導路と交差する延長 100 m 部分について、既設躯体の外側より鉄筋コンクリート（RC）構造のボックスカルバートで補強することとなった（図—2）。



図—2 トンネル補強範囲

2. 工事概要

工事概要を表—1に、構造概要図を図—3に、構造断面図を図—4に示す。本工事は、既設躯体直下を20本の下床桁で支持し、トンネルの外周を側壁・頂版で覆うことで補強する。躯体を支持する下床桁は、荷重を支持するために既設躯体と確実に密着させる必要がある。新設する側壁・頂版と既設躯体との間は空間（側壁 200 mm，頂版 150 ～ 250 mm）が設けられており、既設躯体の中壁直上にある沓以外からは荷重を既設躯体に作用させない構造となっている。

表—1 工事概要

工事名称	木の根トンネル補強工事
発注者	成田国際空港株式会社
施工場所	千葉県成田市成田国際空港内
工期	2011年6月24日～2013年8月31日
工事内容	トンネル補強工 一式 下床桁 5,600 m ³ 頂版、側壁 8,100 m ³ 隔壁補強 200 m ³ 土工事 30,000 m ³

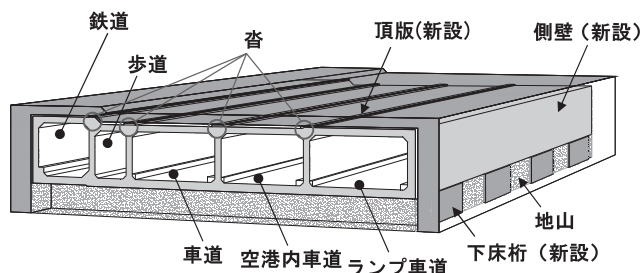


図-3 構造概要図

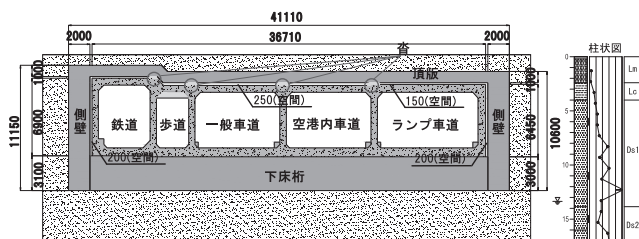


図-4 構造断面図

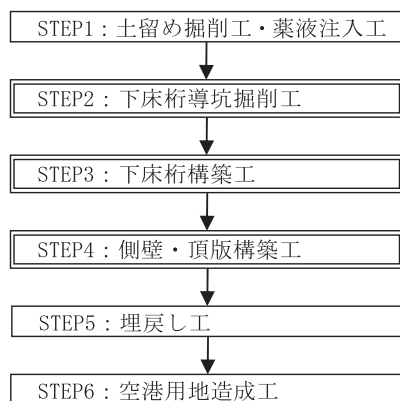


図-5 施工フロー

本工事の施工フローを図-5に示す。本報では、工事において特にポイントとなった3工種(STEP2: 下床桁導坑掘削, STEP3: 下床桁構築工, STEP4: 側壁・頂版構築工)について、施工上の技術的課題と解決策について報告する。

3. 下床桁導坑掘削

(1) 土質条件

土層構成は、図-4の土質柱状図に示すとおり、地表面からローム層(Lm)、ローム質粘土層(Lc)、洪積砂質土層(Ds1, Ds2)が堆積している。下床桁掘削範囲はDs1層に位置し、一部N=50を示す硬質層が介在する。地下水位は下床桁の床付け面とほぼ同じである。各土層の土質定数を表-2に示す。

表-2 土質定数

土質名	記号	N値	γ (kN/m^3)	ϕ ($^\circ$)	C (kN/m^2)
ローム	Lm	3	14.0	0	15
ローム質粘土	Lc	4	16.0	0	30
第1砂質土	Ds1	14	18.0	30	0
第2砂質土	Ds2	16	17.5	30	0

(2) 下床桁導坑掘削方法の選定

下床桁は、幅2.5m高さ3.0mの断面形状で既設躯体を横断する方向に5.0m間隔で延長37m×20本設置する。既設躯体の構造目地が20m間隔のため、1

表-3 下床桁掘削工法比較表

	法切り掘削工法	開放型シールド工法	開放型簡易シールド工法
工法概要	導坑側部を薬液注入で強度増加したあと、側部は土留めを使用せず1:0.2の勾配で掘削する。	開放型シールド機により切羽周辺を支持して掘削する。掘進完了後、シールド機テール部で鋼製セグメントを組立てる。シールド機はセグメントを反力に進退する。	導坑側部を薬液注入で強度増加したあと、開放型簡易シールド機により掘削する。掘進完了後、シールド機テール部で支保工を架設する。シールド機は支保工を反力に進退する。
支保構造	なし	鋼製セグメント	H型鋼+横矢板
既設トンネルへの影響	× 側部は1:0.2の勾配で掘削するため、既設トンネルを支持するスパンが大きくなり、3案の中で最も沈下が大きくなる。	○ シールドマシンおよびセグメントで支持されているため影響は最も少ない。	△ マシンおよび支保工の天端が解放されているが、側部は支保工されているため支持スパンは掘削幅となる。
既設トンネルとの密着性	○ 既設均しコンクリートを撤去するため、新設コンクリートが直接密着する。	△ 既設均しコンクリートは撤去するが、既設トンネルとの間にセグメントを介する。セグメントと既設トンネルの間は無収縮モルタルを充填し密着させる。	○ 既設均しコンクリートを撤去し、支保工の天端が解放されているため、新設コンクリートが直接密着する。
掘削工程	○	×	△
判定	×	△	○

ブロックあたり4本の下床桁となる。工法選定条件として、以下の項目を満足した上で最適な工法を選定する必要があった。

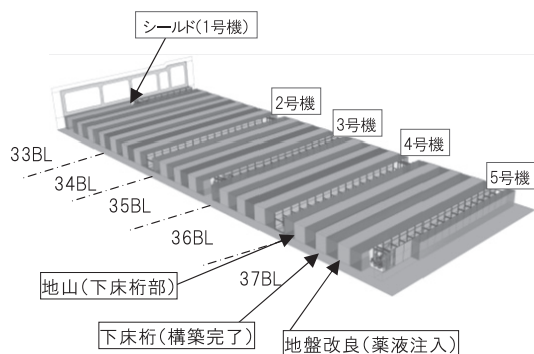
- ①掘削時の既設躯体への影響が小さいこと
- ②既設躯体と下床桁を密着できること

下床桁掘削範囲の地盤は洪積砂質土層であり、地下水位も床付面以深のため掘削方法は開放型とした。

工法選定は法切り掘削工法、開放型シールド工法、開放型簡易シールド工法の中から選定した。表—3に工法比較表を示す。3工法の中で既設躯体への影響が小さく、既設躯体と下床桁を密着できる開放型簡易シールド工法を選定した。この工法の補助工法として、下床桁間の地山に薬液注入を行い、切羽側面の自立性を高めるとともに、支保工に作用する土圧を低減しセグメントを簡易な支保工構造（H型鋼、横矢板）とした。

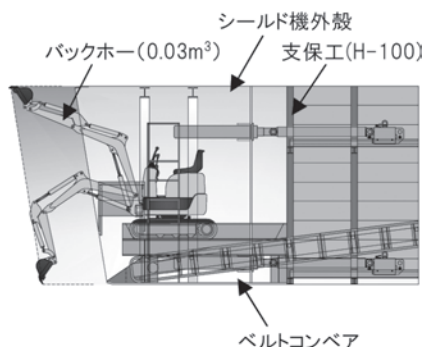
(3) 施工結果

本工事では、図—6に示すとおり5台のシールド機により掘削した。なお、下床桁掘削箇所は既設躯体の沈下を抑制するため、各ブロック20mで1箇所とし、下床桁コンクリートの打設が完了してから、次の下床桁掘削を開始する計画とした。



図—6 下床桁掘削状況図

掘削機械は、狭隘なシールドマシン内での施工性を考慮して0.03 m³バックホー（マシン高2.1 m, マシ



図—7 シールドマシン内掘削状況図

ン重量1.1 t) で計画した（図—7）。

実施工では、掘削地盤の自立性が高くバックホーの爪しか貫入できないほど硬質な地盤であった（写真—1）。また、既設トンネル下の均しコンクリートについてもバックホーで剥離できると想定していたが、非常に堅固で剥離できなかったため、人力斫りにより撤去することになった。これらの要因により、下床桁1本あたりの掘削進捗は当初計画の約2倍の日数を要した。



写真—1 下床桁切羽状況

掘削途中での追加土質調査（表—4）の結果、下床桁掘削範囲の砂質土は、粘着力 $C = 2.7 \sim 23.9 \text{ kN/m}^2$ を有することが判明した。また、均しコンクリートについても、圧縮強度が呼び強度より大幅に大きいことが判明し工程回復の手段として、掘削機械の見直しを実施した。シールド機内のバックホーの作業空間を拡大させ、0.1 m³バックホー（マシン高2.5 m, マシン重量3.4 t）に大型化させた。これにより、バケットの爪だけでなくバケット全体を地盤に貫入でき、地山を切り崩しながら掘削することが可能となった。さらに、均しコンクリートについてもバケットで剥離でき、人力での斫り作業をなくすことができた。これにより掘削工程を短縮することができた。

表—4 追加試験結果

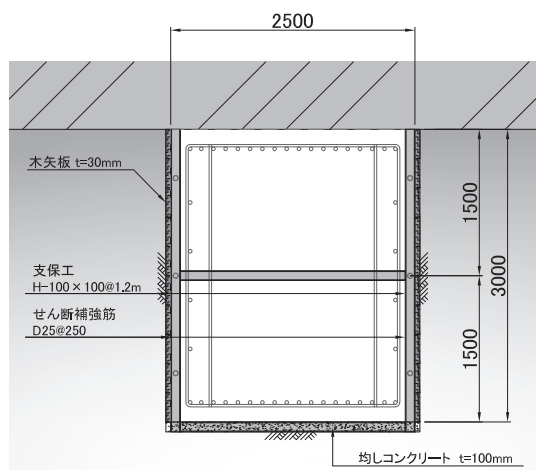
	事前調査結果	追加試験結果
土質定数	$\phi = 30^\circ$ $C = 0 \text{ kN/m}^2$	$\phi = 33.9 \sim 38.1^\circ$ $C = 2.7 \sim 23.9 \text{ kN/m}^2$ (三軸圧縮試験)
均しコンクリート	呼び強度 13.5 N/mm^2	一軸圧縮強度 32.9 N/mm^2

4. 下床桁構築

(1) 施工上の技術的課題

下床桁は、既設躯体下部での閉塞された空間内に配筋し、コンクリートを打設して構築する（図—8）。

そこで下床桁の構築時に課題となった事項を以下に



図一 8 下床桁断面図

記す。

- ①下床内部での人力による締固めは不可能であり、高流動コンクリートの採用を考えた。しかし、一般的に高流動コンクリートは単位セメント量が多く、温度ひび割れの抑制が必要となった。
- ②打設高さが3.0 mと高く、さらに打設延長が37.1 mと長いことから、確実な打設計画の立案が必要となった。
- ③逆打ちコンクリートとなるため、上部の既設躯体との密着性を確保するためには、コンクリートを確実に充填する必要があった。

(2) 高流動コンクリートのひび割れ対策

下床桁のコンクリートには、標準配合コンクリート（普通 40-21-20N）をベースに、特殊増粘剤系高性能 AE 減水剤を添加した高流動コンクリートを採用した。

粉体系高流動と特殊増粘剤系高流動の配合の比較を表一5に示す。特殊増粘剤系高性能 AE 減水剤を使用することで、単位セメント量を増加させることなく、コンクリートの高流動化を実現できた。また、土木学会の断熱温度上昇特性式¹⁾によれば、セメント量の低減によりコンクリート最高温度を最大で9.7℃低減でき、温度ひび割れの抑制につながった。

表一 5 配合の比較

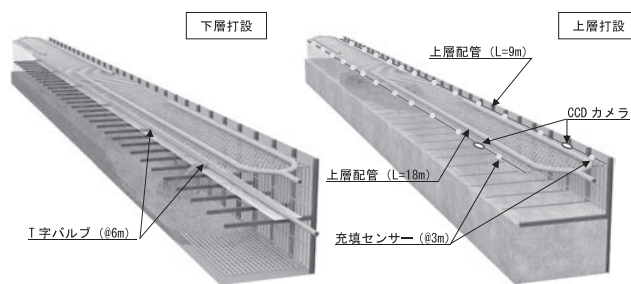
配合	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)		混和剤種類
		W	C	
粉体系 高流動 40-60-20N	36.5	175	480	ポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤
特殊 増粘剤系 高流動 40-60-20N	43.4	175	403	特殊増粘剤系高性能 AE 減水剤

77kg/m³低減

(3) 確実な打設計画の立案

コンクリート打設方法は、下層と上層の2層に分けて打設する計画とした。

下層の打設方法は、棲型枠に開口を設け、桁内部から打ち上がり高さを確認しながら T 字バルブを開閉し、打設口を切り替えることで均等に打ち上げる計画とした。また、上層の打設は当初ポンプ車1台による片押しでの圧送を計画したが、5月下旬の実施工時に、配管口元がコンクリートで閉塞し、最上層打設の段階において圧送圧力がポンプ車能力の上限となる事態が生じた。8月まで打設が継続することを鑑みると、外気温の上昇に伴うコンクリート温度の上昇、圧送圧力の増大が予想されたため、ポンプ車を下床桁の両端部に配置し、下床桁の中央から両棲側へ順に打設する計画に変更した（図一9）。



図一 9 下床桁打設状況図

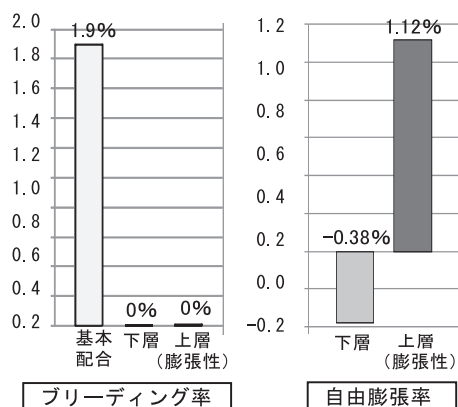
打設計画見直し後は、圧送距離を半減したことで、8月の外気温35℃といった環境下でも、圧送圧力がポンプ車能力を超えることなくスムーズな打設ができた。なお、上層の打設用配管は撤去が不可能であることから残置する計画とした。

また下床桁内に配置した打設用配管に使用する先送りモルタルは、回収が不可能であった。そこで、先送りモルタルにはコンクリートから粗骨材を取り除いた高流動モルタルを使用することとし、これを下床桁内に打ち込む計画とした。先送りモルタルは事前に高流動コンクリートと同等の強度発現することを確認するとともに、筒先にて供試体を採取し、強度試験を実施した。

(4) 既設躯体との密着性の確保

高流動コンクリートを採用しているため、特殊増粘剤の分離抵抗性によりブリーディングは生じないが、コンクリート打設後の収縮によるコンクリート自体の沈下、既設躯体との間の空隙発生が懸念された。

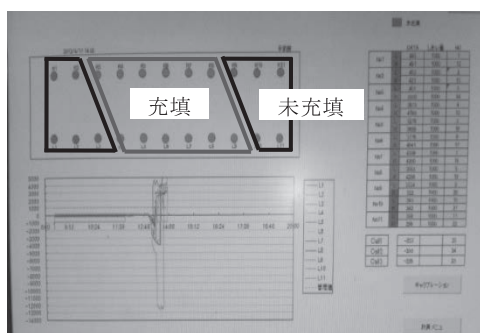
そこで、配合面での対策として、高流動コンクリートに特殊アルミニウム粉末を添加した膨張性高流動コ



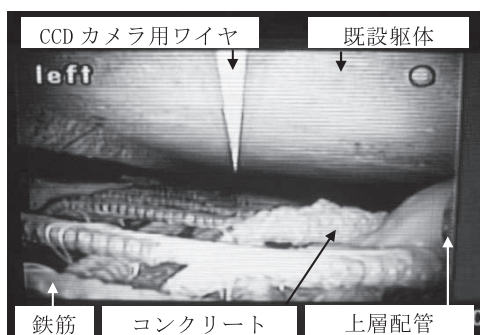
図—10 フレッシュ性状試験

ンクリートを採用した。図—10に下層および上層に採用したコンクリートのブリーディング率および自由膨張率を示す。下層コンクリートの体積の減少(−0.38%)を上層コンクリートの膨張性による体積増加(+1.12%)により補う事で、既設躯体との確実な密着性を実現した。なお、アルカリ水溶性用紙で包装された特殊アルミニウム粉末は、現場でアジテータ車に直接投入添加し、高速攪拌混合した。

また、上層コンクリートは下層のように目視による充填確認ができないため、充填センサおよび CCD カメラを用いて充填確認を行った(写真—2, 3)。充填センサは既設躯体の下面に 3m 間隔で設置し、隅角部の充填状況を確認した。CCD カメラは下床桁の縦断方向に取り付けたワイヤーに接続して内部の状況を



写真—2 充填センサモニタ映像



写真—3 CCD カメラ映像

撮影し、既設躯体と高流動コンクリートが密着していることを目視確認した。また、下床桁の両端部には、高さ 800 mm 以上の余盛りを行い、その圧力により膨張性コンクリートの膨張圧を封じ込めることで密着性の向上を図った。

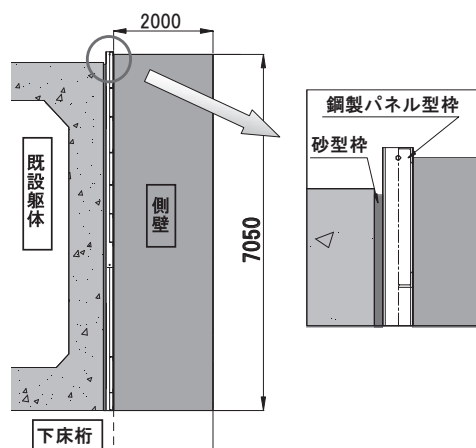
打設完了後は、既設躯体と下床桁の接合部においてコアボーリング削孔を実施し、密着性を CCD カメラにより確認した。

5. 側壁・頂版型枠の施工

(1) 側壁の施工

側壁工では新設する側壁と既設躯体との間に 200 mm の空隙を確保するため、厚さ 2 m、打設高 7.05 m の側壁打設時のコンクリート側圧に耐え、打設後に型枠を完全に撤去できる型枠支保工計画の立案が必要となった。

そこで側壁工の型枠支保工は、大型鋼製パネル型枠と砂型枠支保工を併用した(図—11)。既設躯体と鋼製型枠間の砂はコンクリートの圧縮強度(5 N/mm²)確認後に、ウォータージェットにより洗い流し、縁が切れた鋼製パネル型枠をクレーンにて揚重した(写真



図—11 側壁型枠概要図



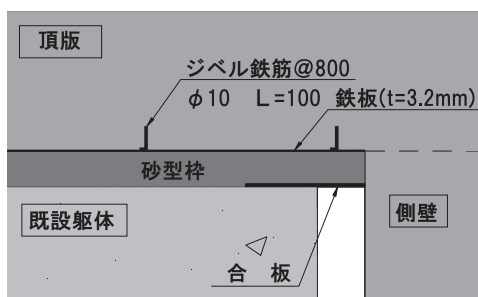
写真—4 鋼製パネル型枠の撤去状況

—4)。鋼製パネル型枠の背面を砂で密充した支保工は、コンクリート側圧に耐えることができ、砂洗い流し後の鋼製パネル撤去もスムーズに行えた。これにより、既設躯体と側壁との間に 200 mm の空間を確保した。

(2) 頂版の施工

頂版工では、厚さ 1m のコンクリート打設時の荷重に耐え、打設後に型枠を完全に撤去できる型枠支保工計画の立案が必要となった。

そこで頂版工の型枠支保工は、ジベル筋付きの鉄板と砂型枠を併用し、鉄板を存置させる計画とした（図—12）。既設躯体と側壁間は既に空間が確保されており、砂の流入を防ぐために合板を設置し、砂撤去後に回収した。充填した砂は頂版コンクリートの圧縮強度（ 14 N/mm^2 ）確認後に、逆噴射ノズルを取り付けた高圧洗浄車を使用して撤去を行った。逆噴射ノズルは砂型枠内部に予め設置したワイヤーをガイドに空間内に送り込み、内部の砂を洗い出しながらノズルをウインチによって引き抜く作業を繰り返すことで砂を洗い流し、バキューム車により回収した（写真—5）。



図—12 頂版型枠概要図



写真—5 砂型枠の撤去状況

これらの方法により、既設躯体と頂版との間に 150 ～ 250 mm の空間を確保することができた。

6. おわりに

本工事は、

- ①開放型簡易シールド機による既設躯体直下の導坑掘削
- ②既設躯体下部における逆打ちコンクリートの材料選定、および施工方法
- ③補強側壁・頂版と既設躯体との間に構造上必要となる空洞を確保するための施工方法

上記 3 点の施工上技術的課題を、現場条件・工期を考慮した上で、詳細に検討し、解決することができた。本報が今後の類似工事の参考になれば幸いである。

JCMA

《参考文献》

- 1) 土木学会：2007 年制定コンクリート標準示方書 [設計編]，pp342-343

【筆者紹介】

菅井 崇正（すがい たかまさ）

(株)大林組

東京本店 成田木の根 T 補強工事事務所
土木係



早川 勇（はやかわ いさお）

成田国際空港(株)

整備部門 整備部 土木グループ
副主幹

工藤 嘉久（くどう よしひさ）

(株)大林組

東京本店 成田木の根 T 補強工事事務所
工事長

阪神高速道路における鋼床版 I 桁の連続化工事

短期集中工事期間内に高速道路を 1 支承線化し連結

葉 玉 博 文・天 羽 一 貴・川 村 誠 司

阪神高速 13 号東大阪線のうち、1977 年度末に供用された法円坂～森ノ宮区間は、歴史的に重要な文化財である難波宮史跡上に立地している。このため、史跡保全の観点から橋梁全体の重量軽減のため、上部工には支間長の短い単純鋼床版 I 桁を多数並べた特殊な構造が採用されていた。当該区間ではこれまで鋼製主桁や支承周りの溶接部に複数のき裂損傷が確認されていた。そこで損傷発生リスクを大幅に低減することなどを目的として、1 支承線化による部材取替連続化工法という抜本的な構造改良を、8 日間という短期の昼夜連続完全通行止め期間内に実施することとし、2012 年 11 月末～12 月初めに大規模集中工事を行った。

キーワード：鋼床版 I 桁、桁連続化、1 支承線化、集中工事、疲労

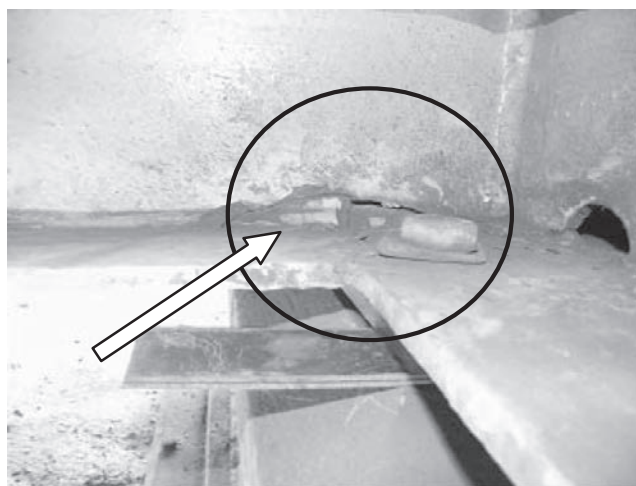
1. はじめに

大阪都市圏を東西に結ぶ阪神高速 13 号東大阪線のうち、1978 年 3 月に供用された法円坂～森ノ宮区間は、写真—1 に示すように大阪城に隣接しており、直下には歴史的に重要な文化財である難波宮史跡が存在する。高速道路の建設にあたっては、遺跡の保全や隣接する大阪城からの景観面の配慮に加えて、直下に地下鉄シールドトンネルが建設されていたことなどか

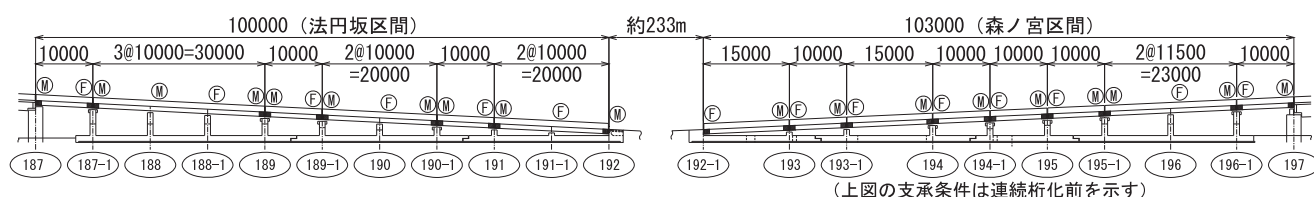
ら、基礎は偏平な直接基礎上で一体化した連続フーチングで、その上に平面壁式橋脚、単純鋼床版 I 桁を多数配した高架構造と平面構造が採用されている（図—1 参照）。高架構造部分においては、この特殊な構造が一因と推測される重大なき裂が幾度となく確認されていた（写真—2 参照）。これまでは大阪都市圏の大



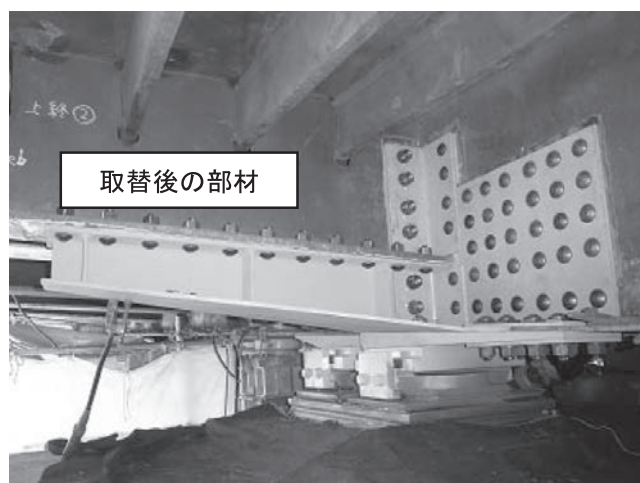
写真—1 上空写真



写真—2 損傷状況



図—1 対象橋梁側面図



写真—3 応急補修状況

動脈である東大阪線への影響を最小限とするため、応急的な補修で対応している状況であった（写真—3 参照）。しかし、将来における維持管理の軽減および損傷発生リスクの大幅な低減をすることが必要となったとの判断により、原因究明および対応方針を十分に検討した結果、わが国初となる1支承線化による部材取替連続化工法（図—2 参照）による抜本的構造改良を、8日間という短期の昼夜連続完全通行止めによる「フレッシュアップ工事」期間内に実施することとした。具体的には、単純鋼床版I桁の連続化（主桁・鋼床版）によるノージョイント化、1橋脚上に2支承線であったものを1支承線化することによる1支承当たりの死荷重増加、疲労耐久性の向上を図った支承周りの構造改良を行った。

本稿ではこれらの抜本的な構造改良の内容を説明するとともに、供用中の高速道路を短期集中工事期間内に連続化する工事の施工状況とその実施結果の報告を行う。

2. 対象橋梁の特徴

当該区間は難波宮史跡の保護、ならびに隣接する大阪城への景観配慮を目的に、一部区間が平面構造になっている。その両隣に配置されている高架構造部（西

側工区：10 径間・東側工区：9 径間）は、鋼床版I桁を直接基礎上で一体化した連続フーチング基礎で支持する構造が採用されている。写真—4 に当該橋梁の外観写真を示す。さらにこの区間の上部工は、地盤反力と直接基礎の間に発生する不等たわみの影響が最少となるよう、支間長（10 m～15 m）が、全幅員（16 m）よりも短い特殊な構造となっており、その多くは単純桁となっている。



写真—4 対象橋梁外観（法円坂区間）

3. 設計基本方針

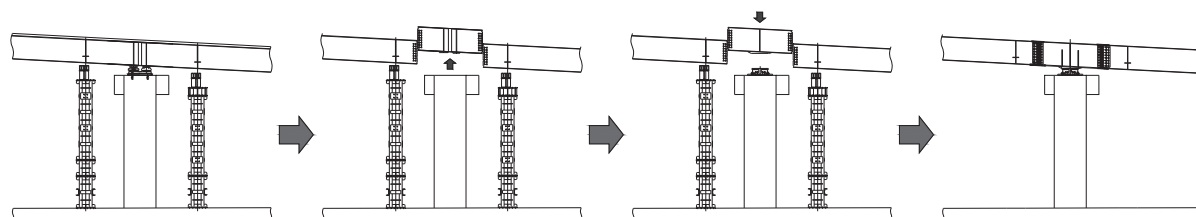
（1）これまでの補修・補強方法

同区間では、支承部ソールプレート溶接部に疲労損傷が発見され、その一部は主桁フランジ面やウェブまでき裂が進展していた。これまで実施された補修・補強方法は、き裂部を溶接によって埋め戻す方法、もしくは母材部に損傷が進展していた場合は、当て板で補強を行っていた。

（2）損傷の原因推定

繰り返し発生する損傷の原因は下記のように推定された。

- ①支間長が幅員より短いことから、死荷重反力に比べ活荷重反力が大きいいため支承反力の変動に大きな影



図—2 1 支承線化による連続化工法

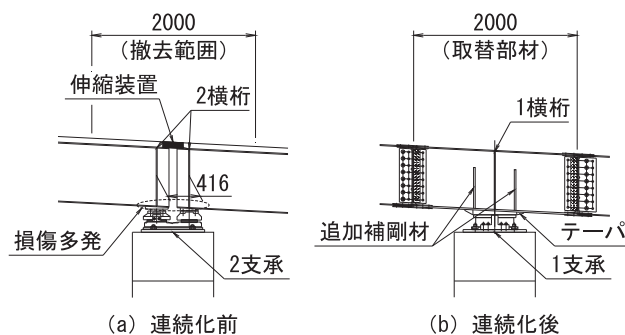
響を及ぼしている。

- ②伸縮装置部と路面の段差によって発生する振動により、ダメージを受けている。
- ③せん断力と曲げモーメントによる応力集中が発生しやすい、疲労強度の低い構造が採用されている。

(3) 構造改良方針

推定された損傷原因を踏まえ、今回の抜本的構造改良である「1 支承線化による連続化工法」の設計方針を下記とした。

- ①本橋は単純及び連続形式の鋼床版 I 桁が混在するが、断面形状が全橋通して一定であり連続化が可能である。そこで、法円坂区間（6 連・10 径間）と森之宮区間（8 連・9 径間）を、それぞれ全支間連続化する。
- ②連続構造化は、疲労ダメージが蓄積して損傷が多発している、掛け違い部の左右 2 連の桁端部（左右各 1 m の鋼床版・主桁・端横桁を含む全断面）を撤去して、既設中間支点相当の新設部材（1 枚の端横桁と連続主桁）に取替え、健全化した上で 1 支承線化する（図—3 参照）。
- ③取替部材は疲労耐久性に優れた構造に改善する。
- ④ 2 支承線を 1 支承線化することで、1 支承当たりの死荷重反力を増加させる。これにより、損傷の一因と推定される、大型車両の通行時に生じる支承の負反力を防止する。
- ⑤連続化により伸縮装置がなくなり（ノージョイント



図—3 1 支承線化による連続化概要

化)、車両の走行による衝撃を低減し、併せて漏水による腐食損傷を防止する。また、耐用年数の短い伸縮装置および支承を減らすことにより、将来の補修工事を減ずる。

- ⑥全中間支点の支承を反力分散ゴム支承に取替え、連続桁化した上部工に作用する地震時の水平力を中間橋脚全体に分散させる。
- ⑦桁連続化後の端支点も横桁取替による部材の健全化を行うが、端支点は桁連続化後も支承線数は変わらないので、死荷重反力を増して桁端の負反力発生を防止するために、カウンターウエイトを設置する。なお、各支点の改良内容概要を表—1 に示す。

4. 構造検討および部材製作

(1) 疲労対策のための構造検討

取替部材の製作時に考慮した疲労対策について下記

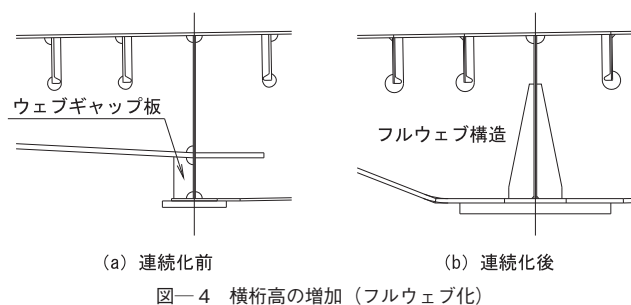
表—1 各支点の改良内容概要

脚番号	187	187-1	188	188-1	189	189-1	190	190-1	191	191-1	192
既設構造の支点種類	端 支点	端 支点	中間 支点	中間 支点	端 支点	端 支点	中間 支点	端 支点	端 支点	中間 支点	端 支点
桁連結		○			○	○		○	○		
横桁取替え	○	○			○	○		○	○		○
新設支承条件	M	E	E	E	E	E	E	E	E	E	M
ディテール改良	●	●	○	○	●	●	○	●	●	○	●
カウンターウエイト設置	○										○

脚番号	192-1	193	193-1	194	194-1	195	195-1	196	196-1	197
既設構造の支点種類	端 支点	端 支点	中間 支点	中間 支点	端 支点	端 支点	中間 支点	端 支点	端 支点	中間 支点
桁連結		○	○	○	○	○	○		○	
横桁取替え	○	○	○	○	○	○	○		○	○
新設支承条件	M	E	E	E	E	E	E	E	E	M
ディテール改良	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●
カウンターウエイト設置	○									○

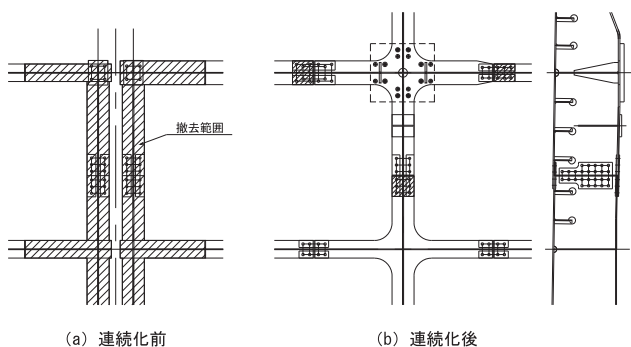
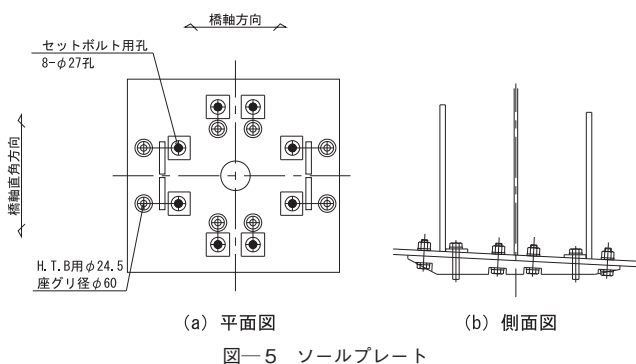
支承条件の凡例は、M：可動、E：弾性。

ディテール改良の凡例は、●：横桁取替えによる大幅改良、○：既設部材の部分改良。



に示す。

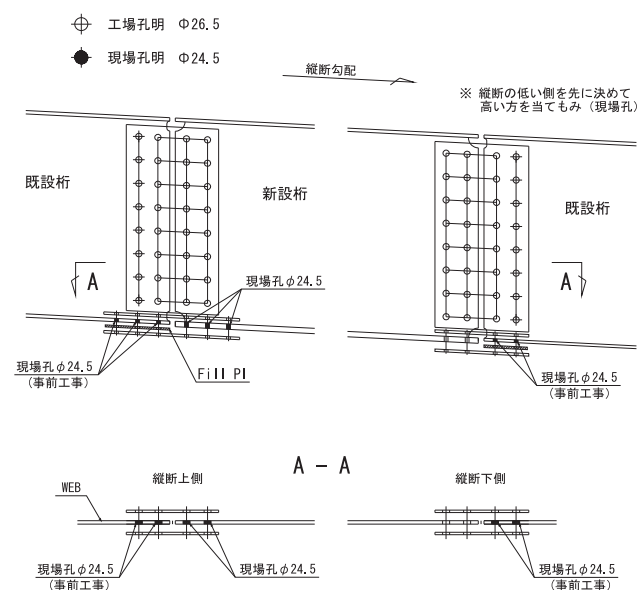
- ①桁連続化部の横桁高を主桁高に合わせた（図—4）。
- ②支承が配置される G1, G4, G7 桁については、ソールプレートとの剛性の急変による疲労損傷防止を図るため、新設する主桁下フランジの最少板厚は 19 mm と厚くした。
- ③鋼床版の縦リブ（バルブプレート）と横リブの交差部形状は、既設形状から変更し、上縁スカラップを無くし、すみ肉溶接寸法を大きくした（図—4）。
- ④ソールプレートは前後にテーパをつけるとともに、下フランジとの接合は高力ボルト接合とし、すみ肉溶接を廃止した。また、支点周りに作用する鉛直応力を低減するため、ソールプレート前後端の主桁ウェブに補剛材を追加した（図—5）。
- ⑤主桁と支点上横桁との交差部の十字形下フランジは、1 枚板からの切り抜き材とし、板継ぎ溶接を廃止した（図—6）。



(2) 部材製作

集中工事期間内に精度良く且つ確実に連続化を完了させるため、連続化部材の製作については、以下のような点を考慮した。

- ①桁取替部の形状を立体的に把握するため、既設桁の座標を三次元計測した。主桁間隔・主桁高等の主要寸法のほか、バルブプレートの間隔と傾きも製作に反映した。
- ②既設橋図面に記載のない補強部材についても、現地確認し製作に反映した。
- ③施工精度と工程の両面から検討し、ボルト孔の種類（工場孔か現場孔）を区分した（図—7）。



- ④7本の主桁ラインを確実に合わせるため、1主桁/1ブロックの部材となるよう、縦継手を設けた。
- ⑤現地で桁取替部との相対位置を詳細に測定し部材製作寸法に反映した。特に、支承のベースプレート上面の傾きについて、支承の製作に反映させた。
- ⑥支承設置時の高さ調整代確保のため、取替支承のボス高さを 20 mm と大きく設定した。

5. 現場施工

当該現地付近は、大阪市内の中心部であり官庁施設が集積している地域であることから、工事に伴う交通への重大な影響が懸念された。このため工事実施にあたっては、周辺道路の交通への影響を最小限に抑える必要があった。そこで本工事は、以下の4つのステップにより進めている。

- 1) 準備工事（事前調査）
- 2) 事前工事（支承取替工，鋼 I 桁事前切断工 等）
- 3) フレッシュアップ工事（桁連続化）
- 4) 事後工事（支承反力調整）

（1）準備工事

連続化のために用いる新設桁は、現地の既設桁の出来形形状に極力合わせて製作する必要がある。そのため既設橋梁全体の形状を正確に把握する手法として、複数の角度から写真撮影を行い、高精度な三次元座標を作成した。このことにより、主桁ウェブは勿論のこと、すべてのバルブプレートのピッチ及び傾きに至るまで計測を実施し、現地の既設桁に対応した新設桁を製作することが可能となった。

（2）事前工事

大規模補修を効率よく施工するため、通行止めの必要が無い、桁下および本線上の作業については事前工事を行った。

① 支承改良工

まず始めに支承の撤去を行った。今回の連続化では、2 支承線を 1 支承線に変更した。1 支承線あたり 3 個の支承より構成されているため、1 橋脚あたり 6 個の支承を撤去し、3 個の支承を設置する作業であった。

支承の撤去に先立ち、桁切断位置から支間中央側の第一横桁直下にベント材にて仮受点を設置し、橋脚天端で桁のジャッキアップを行い、支点上の反力を仮受点に移行させた。その際、ジャッキアップは供用下での作業となるためデジタル反力計測器とジャッキからなる連動システムを用いて、路面段差量が 3 mm 以下となるように慎重に管理し施工を行った（写真—5 参照）。なお、支承をガウジングにて撤去したところ、一部にソールプレートの取付け溶接部から下フランジ内に伝播する疲労亀裂が発見されたため、当て板による補強を行った。



写真—5 ジャッキアップ状況

② 鋼 I 桁事前切断工

次に鋼 I 桁の切断作業を行った。本線上は供用下であるため鋼床版の切断は不可能であるが、主桁ウェブや下フランジ、縦リブ（バルブプレート）は桁下からの事前作業が可能であった。桁の切断方法は、本線上を走行する車両の活荷重を考慮し、主桁腹板部を 3 段階に分割し、ガス切断・添接板設置を 3 回に分けて施工した（写真—6 参照）。

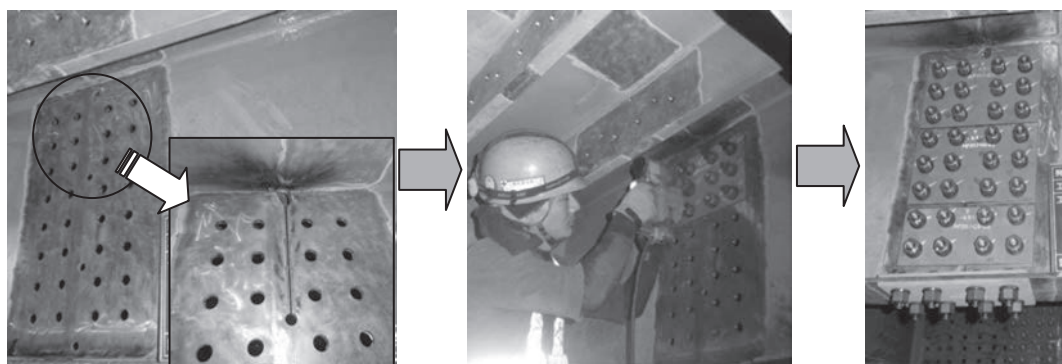
③ 中央分離帯部地覆撤去工

本線上では、夜間一時規制を行い中央分離帯のコンクリート地覆の撤去を行った。撤去方法は、市街地での夜間作業のため騒音を考慮し、低騒音のコンクリートカッターで鉛直方向および水平方向を切断することで、既設部との縁切りを行い、防音設備の中、電動チップパーにて斫り、撤去を行った（写真—7 参照）。

（3）フレッシュアップ工事

① フレッシュアップ工事概要

8 日間昼夜連続完全通行止めで実施されたフレッシュアップ工事は、舗装業者などの複数の工事が輻輳するために、それぞれの工程管理が重要となった。当該区間では初日に舗装の撤去を行い、2 日目から桁切断作業を開始する厳しいスケジュールであった。また



写真—6 主桁ウェブ切断状況



写真一 9 クレーン配置状況



写真一 10 撤去状況

た。その際の切断は正確な作業が要求された。隙間が確保できず、スムーズに吊上げられない時は、小さなジャッキでジョイント遊間を狭めるなどして隙間を確保する工夫をした。既設鋼桁の撤去状況を写真一 10 に示す。

③新設桁の架設

新設桁は、現地での確実な施工のために 1 主桁を 1 ブロックとし、横断方向に 7 ブロック割り (7 本主桁) とした。新設桁と既設桁との隙間はわずか 15 mm であることから、慎重なクレーン操作が要求された。ボルトの締め付けに関しても、締める順番を決めており、それぞれ長さも違うことから慎重な作業が要求された。また橋面上の作業員と桁下の作業員の連携が要求される作業ということもあり、非常に時間を要した作業となったが、無事に全箇所連結化を予定期間内に成功した (図一 10)。

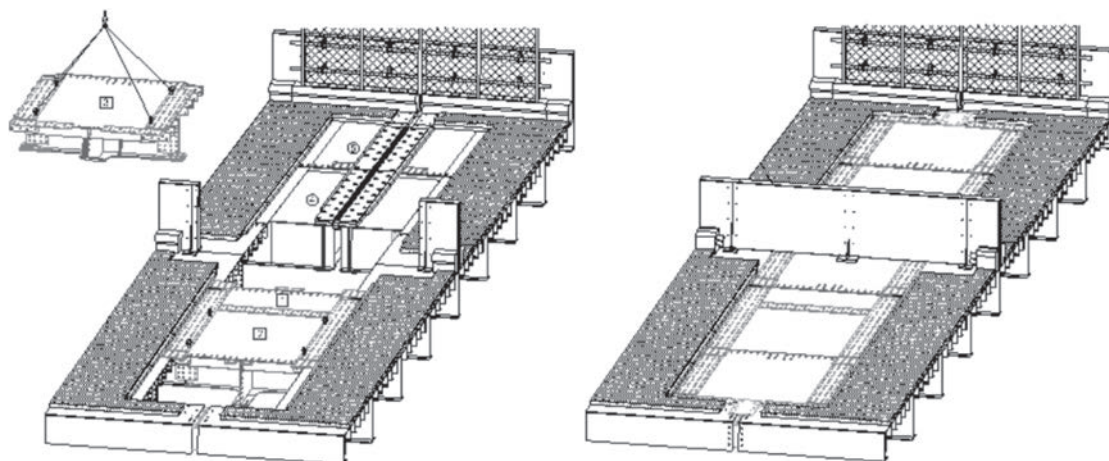
(4) 事後工事

当該橋梁の構造特性から、連続化前より支承反力の



写真一 11 調整プレート挿入状況

ばらつきが確認されており、連続化後に死荷重反力が計画通りの数値となるかどうか懸念された。そこで、連続化後に全支点の反力を計測し確認を行った。また、カウンターウエイトを橋梁端部に設置し、その重量を考慮した解析モデルを用いて全支点の影響値を



図一 10 架設図

算出し、その結果をもとに、支承設置高さを調整することにより、反力の調整を行った。高さ調整は、支承とソールプレートの間に調整プレートを挿入により行った（写真—11）。

6. おわりに

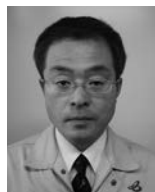
阪神高速13号東大阪線の鋼床版I桁橋の連続化によるノージョイント化、2支承線から1支承線化することによる1支承線あたりの死荷重の増加、疲労耐久性の向上を図った支承周り溶接部の構造の改良を含む、抜本的な構造改良の内容を説明するとともに、工事の施工状況とその実施結果をとりまとめた。本報告での工法は、狹隘部における点検困難部位や、支承や伸縮装置の機能低下に伴う損傷が多い等、維持管理上の多くの課題を抱えた部位への健全化を図ることができる工法である。鋼橋においては、現在同様の課題を抱えているケースは少なくなく、長寿命化に対して有効な手段と考えられる。今後の参考事例となれば幸いである。

J C M A

《参考文献》

- 1) 足立, 徳増, 青木, 諸角, 岩崎, 平嶋: 阪神高速道路で発生した鋼床版I桁き裂損傷の補修・補強対策(上)—損傷の概要補修履歴と構造改良方針—, 橋梁と基礎, Vol.46, No.11, pp11-pp16, 2012.11
- 2) 肥田, 足立: 供用中路線の鋼桁き裂損傷に対する抜本的構造改良 [阪神高速13号東大阪線 桁・床版連結化工事事例]
- 3) 徳益, 高井, 葉玉: 阪神高速で発生した鋼床版I桁き裂損傷の補修・補強対策, 高速道路と自動車, Vol.56, pp41-45, 2013.3

〔筆者紹介〕



葉玉 博文 (はだま ひろふみ)
阪神高速道路㈱
大阪管理部 保全工事課
課長代理



天羽 一貴 (あもう かずき)
三菱重工鉄構エンジニアリング㈱
橋梁事業本部 技術統括部
主事



川村 誠司 (かわむら せいじ)
三菱重工鉄構エンジニアリング㈱
橋梁事業本部 建設統括部 保全部
主事

高強度 PRC 版を用いた道路修繕工事

山 田 義 人

高強度 PRC 版（以下「本舗装版」という）は、鉄筋コンクリート理論（RC 理論）¹⁾を用いて設計された高品質・高耐力のプレキャストコンクリートによる舗装版であり、主に空港やコンテナヤードなどの交通荷重が大きい場所に対して採用され、実績を積んでいる。

仙台市内の国道 4 号・48 号における東北地方太平洋沖地震に起因する路面陥没対策として、当技術の特徴である急速施工性などが評価され、「本舗装版」が採用された²⁾。

ここでは、一般道路用としては初めて採用された「本舗装版」の特徴、開発手法、および施工状況について報告する。

キーワード：高強度 PRC 版，路面陥没対策，地下空洞対策，プレキャスト製品

1. はじめに

東北地方太平洋沖地震の影響により仙台市内の国道 4 号・48 号の路面に変状が生じ、通行車両・歩行者の安全確保の観点から早期補修が必要な状況となった（写真―1, 2）。路面変状の原因を探るため、パルスレーダー探査、連続波レーダーなどによる路面下空洞探索が行われ、地盤のゆるみ・地盤の体積減少による空隙が発生していることが確認された。また地盤のゆるみは主に大規模地下構造物近辺に発生しており、地下構造物施工時の埋め戻し土として用いられた山砂が液状化したものと推定された。

対策工法については「地下空洞・地盤のゆるみに対応できる」、「既設構造物に影響を与えない」、「将来の地震発生時に災害が防止できる」、「市街地での施工性」を留意点として様々な工法を対象として比較検討がなされた。その結果、路面下に空隙が再度発生しても路面変状を抑制することができる「本舗装版」による段差抑制工法、および地盤の液状化対策としての現位置固化工法が抽出された。詳細な比較検討が行われた結果、経済性・施工性に優れる「本舗装版」の採用が決定された。

2. 工事概要³⁾

工事は舗装修繕工事として、勾当台地区・東二番町地区・北四番町地区の 3 工区に分けて発注された。工



写真―1 傷んだ道路（路面沈下補修後）



写真―2 傷んだ道路（路面に発生したクラック）



図一 1 工事箇所概略図

工事箇所を図一 1 に示す。

工 事 名：勾当台地区舗装修繕工事
工事場所：宮城県仙台市青葉区五橋～本町

工 事 名：東二番丁地区舗装修繕工事
工事場所：宮城県仙台市青葉区一番町

工 事 名：北四番丁地区舗装修繕工事
工事場所：宮城県仙台市青葉区上杉一丁目

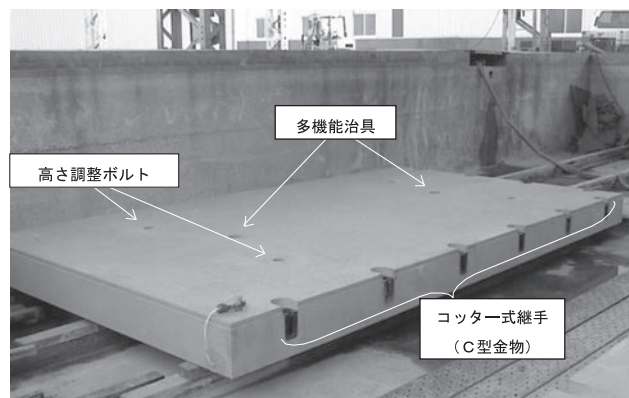
発 注 者：国土交通省 東北地方整備局 仙台海川
国道事務所

3. 「本舗装版」の構造検討

(1) 概要

「本舗装版」は空港・港湾施設等での使用を主な目的とした高品質・高耐力な舗装版である。版本体は高強度コンクリートを使用（設計基準強度 60 N/mm²），トラス構造のラチストラス鉄筋などで構成される⁴⁾。版同士の継手にはシールドトンネル用セグメントの継手を技術ベースとしたコッター式継手を採用する。目地材には優れた流動性、超速硬性のグラウトを採用する。「本舗装版」工法は、こうした版本体・コッター式継手・グラウト材を使用することで一体化された高強度・高品質な舗装版を迅速に構築することができる工法である。

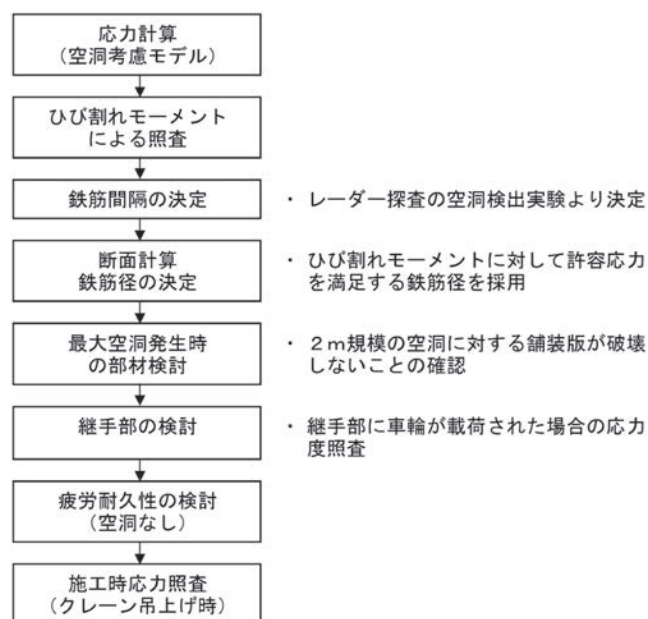
今回、初めて「本舗装版」を道路用として使用するにあたって、また地下空洞・地盤のゆるみに対応させるため次のような検討を行い構造に反映させた。



写真一 3 「本舗装版」構造

(2) 構造検討フロー

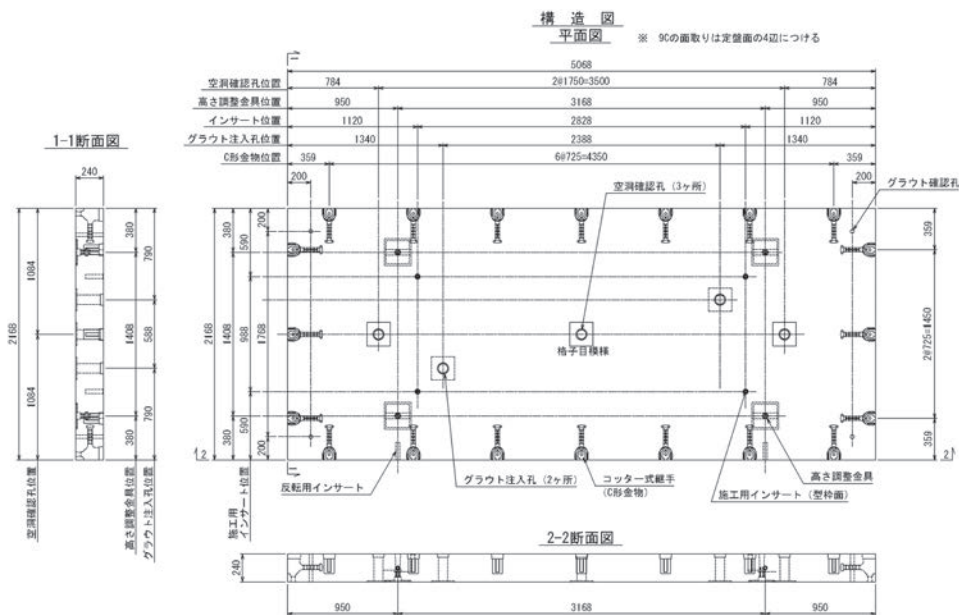
通常の「本舗装版」の検討は路盤の支持力を見込み構造計算を行うが、今回は地下空洞対応・地盤のゆるみに対応させるため、それに応じた検討モデルを設定し、空洞発生時の状況等を踏まえた安全率を考慮した構造検討を行った。今回の検討フローを図一 2 に示す。



図一 2 「本舗装版」 構造検討フロー

(3) 版の形状

路面下空洞探査の結果、地震により地下に生じた空洞の最大寸法は 2 m であったことが設計上の条件となった。応力の算定は空洞の大きさを考慮した弾性床版上の梁構造としてモデル化し構造検討を行った。空洞の大きさ、構造検討結果、および施工性を考慮し、「本舗装版」のサイズを 5.0 m × 2.2 m，版厚 0.24 m とした（図一 3）。



図—3 道路用として用いた「本舗装版」

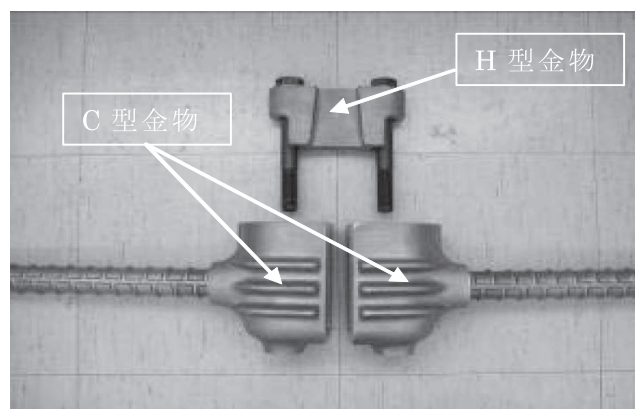
(4) 配筋の検討

一般的に版を薄くすることで経済性・施工性は向上するが、今回の検討では鉄筋量が増えることで施工後の地下レーダー探査の精度が著しく落ちることが懸念された。そこで版厚、鉄筋量については実際に供試体を作成しレーダー探査機を用いて実験を行い、版厚については240 mm、配筋は主筋 D25@300 mm、配力筋 D16@300 mm という条件でレーダー探査可能という結果が得られたため、その実験結果を版の仕様として反映させた(図—4)。「本舗装版」の特徴である曲げ合成を向上させる「ラチストラス鉄筋」については、地下レーダー探査の障害になることが懸念されたため省略されている。

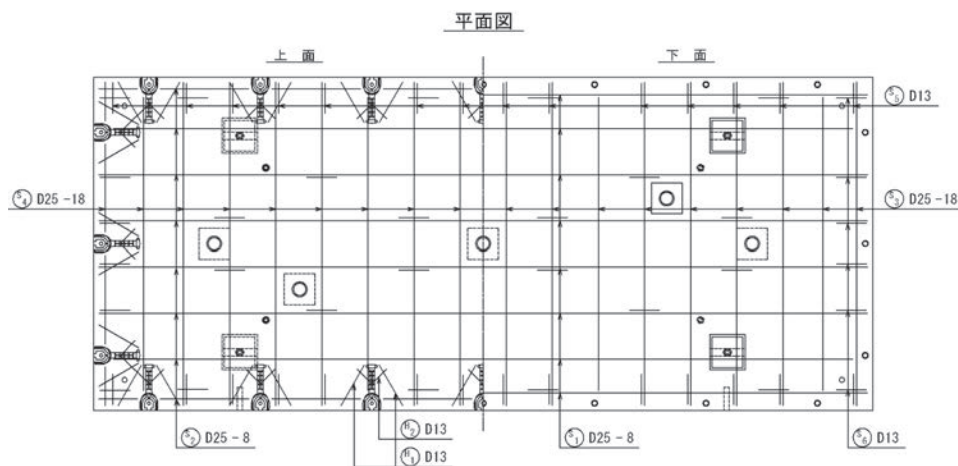
(5) コッター式継手の検討

「本舗装版」の版同士の接続にはコッター式継手を

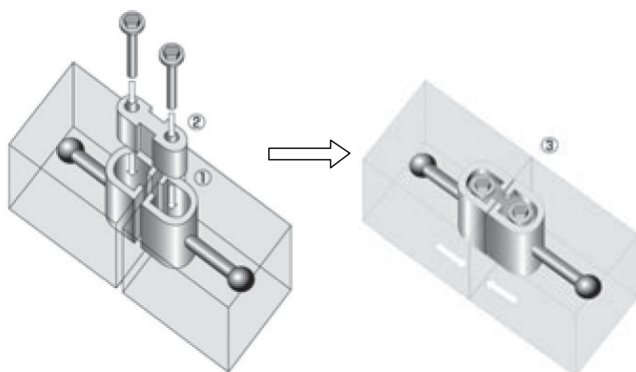
使用する(写真—4)。版端部に埋め込まれたC型金物にH型金物を版表面から差し込み、固定用ボルトによって版同士を接続する。H型金物およびC型金物にはテーパ状の溝が加工されており、H型金物が



写真—4 コッター式継手



図—4 「本舗装版」 配筋図



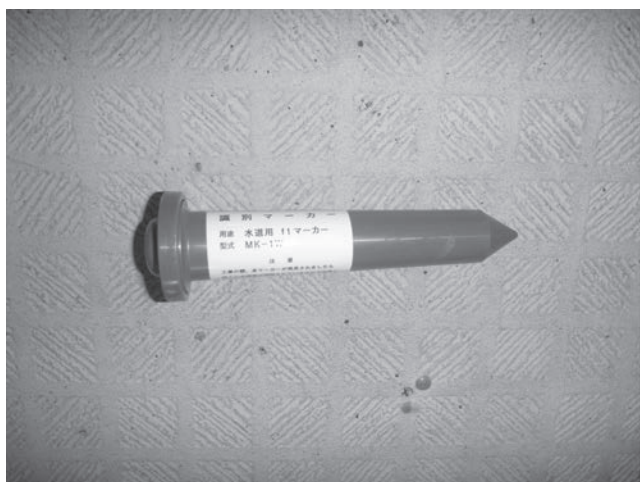
図—5 コッター式継手 接合イメージ

圧入されれば目地部周辺にプレストレスが導入され、プレキャスト版の弱点であった目地部の剛性を高めることが出来る。またボルトを緩めH型金物を取り外すことで、版の部分交換が可能となる。コッター式継手の接合イメージを図—5に示す。

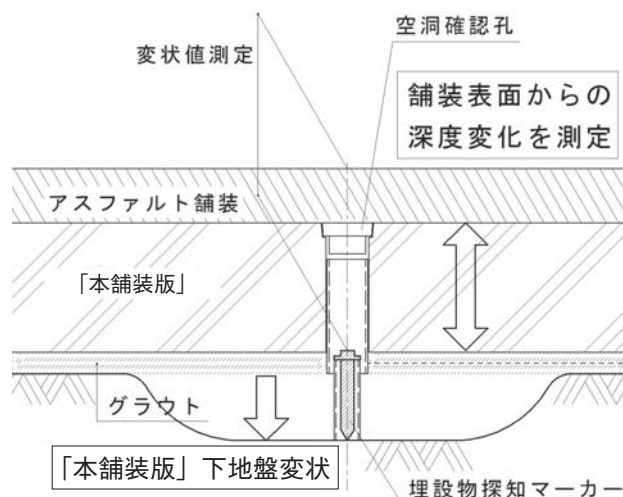
継手部においても版本体部同様の強度が必要となり、今回の設計条件となる地下空洞の最大寸法に対応させる必要があった。そのため、版本体部同様に地下空洞を考慮した構造検討モデルを設定し、コッター式継手の間隔を算出した。また「本舗装版」の配列は調査による地下空洞分布状態に対応させるため不規則な配列となるため、版を縦横それぞれに接続を可能とした継手の間隔を採用している。

(6) 空洞確認孔の設置

施工後に「本舗装版」直下の地盤の状況を確認する目的で空洞確認孔を設置した。当初、版本体・表層アスファルト舗装部に確認孔を設け舗装表面に蓋を設置する構造が考えられたが、舗装表面に蓋を設けることにより道路管理業務が煩雑となることが懸念されるため、埋設物マーカを用いて間接的に「本舗装版」直



写真—5 埋設物探知マーカ



図—6 埋設マーカによる路面下沈下計測 模式図

下の状態が観測できる方式とした。この方式は版本体に埋設物探知マーカ（写真—5）を設置，樹脂製の蓋を被せその上にアスファルト舗装を施工し，マーカ深度を専用ロケータにて測定を行う。舗装面に蓋を設けず，またアスファルト舗装を撤去することなく，舗装の上から「本舗装版」直下の地盤変状が確認できる構造である（図—6）。

4. 「本舗装版」の施工

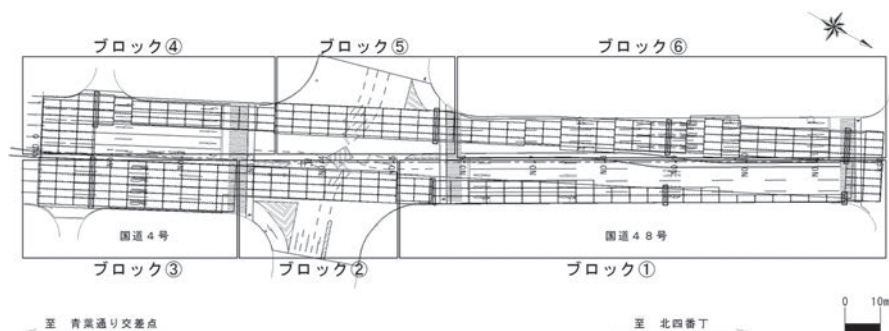
緊急性がある補修工事ではあるものの、交通量の多い市街地であるため道路規制による交通環境への影響は大きく、昼間は道路を開放し夜間にブロックごとの施工という形となった。全体の工事工程を考慮しつつ、日ごとに道路開放をしなければならないため、その条件に対応した施工手順および施工内容について以下に示す。

(1) 準備工

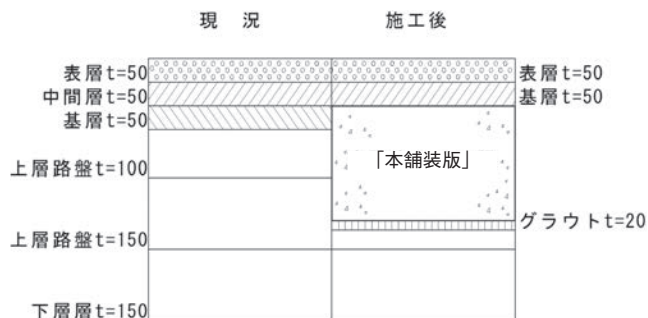
準備工として測量を行い、路面下空洞探査の結果を踏まえた施工範囲の確認をし、版の割付を計画した。また、道路規制を考慮した施工ブロック分けを行い、ブロックごとの施工を行った。マンホールなどの地下埋設物に対しては、その位置に応じた版を工場で作製する必要があるため、その位置を特定する測量には精度が求められた。図—7に勾当台工区における施工ブロックを示す。

(2) 舗装切断、切削工

「本舗装版」設置に先立ち、施工ブロックごとに舗装切断・表層アスファルト舗装切削を実施した。施工ブロックごとに切削を行うことにより表層アスファル



図一七 「本舗装版」割付および施工ブロック（勾当台工区）



図一八 舗装構成

ト舗装施工前の「本舗装版」仮設置箇所との段差が無くなり，その状態で道路を開放することが可能となる。図一八に今回工事の舗装構成を示す。

(3) 「本舗装版」設置工

「本舗装版」設置箇所については，切削した残り部分の基層を撤去し，搬入された「本舗装版」をクレーンにて設置する（写真一六）。「本舗装版」を所定の位置に配列後コッター式継手を仮締付けし，表層のアスファルト舗装をせず一旦道路を開放する。一日当りの設置枚数は，実績として「本舗装版」8枚程度となった（写真一七）。

後日「本舗装版」の高さ調整を行い，裏込めグラウト



写真一七 「本舗装版」設置後 仮開放状況



写真一八 裏込めグラウト注入状況



写真一六 「本舗装版」設置状況



写真一九 コッター式継手締付け状況



写真—10 「本舗装版」による道路補修完了

トおよび目地グラウトを注入する（写真—8）。目地グラウトが所定の強度に達したのを確認し、コッター式継手の本締付け（締付けトルク管理）を行う（写真—9）。

（4）表層アスファルト舗装工

「本舗装版」上部の表層にはアスファルト舗装（排水性舗装）を施工する。区画線、すり付け舗装など施工し、ブロックごとに工事完成となる（写真—10）。アスファルト舗装施工後に埋設マーカーの初期値計測を行った。

5. おわりに

仙台市内の国道4号・48号における道路補修工事は、2012年12月に「本舗装版」高強度PRC版約860枚の施工を完了した。高強度PRC版の採用により、空港・港湾施設での実績を踏まえた技術に基づき強固な道路舗装面が構築され、度重なる余震に対しても安定性を維持していることが確認されている。今後については、レーダー探査・埋設マーカーによる追跡調査を実施することで路面変状による災害を未然に防ぐことが可能であると考えられる。

現在、本報文と同様に液状化が予想される地域、また潜在的に地下空洞が存在し路面変状が発生している地域での対策として、高強度PRC版を用いた工法を

検討中である。

今回道路用としては初めて採用された高強度PRC版ではあるが、災害発生時のライフラインの確保・被害の早期復旧という課題に対して、他工法と併に役立つ技術のひとつであると考えられる。

謝辞

最後に多方面にわたりご指導いただいた国土交通省東北地方整備局仙台河川工事事務所の関係各位、ならびに設計者である川崎地質(株)の関係各位に深く感謝申し上げます。

J C M A

《参考文献》

- 1) 八谷好高ほか, RCプレキャスト版舗装による空港誘導路の急速施工, 土木学会論文集F, Vol.62 No.2, pp.181-193, 2006.4
- 2) 武田滋生, 路面下空洞の高強度RCプレキャスト版による被害抑制対策, 土木施工, Vol.53 No.10, pp.86-90, 2012.10
- 3) 勝田尚哉, 陥没対策でPRC版舗装を初採用, 日経コンストラクション, Vol.557, pp.12-17, 2012.12
- 4) 伊藤彰彦ほか, 高強度RCプレキャスト版を使用した空港舗装補修工事, 土木技術, pp.73-80, 2008.3

〔筆者紹介〕

山田 義人（やまだ よしひと）
 (株)ガイアート T・K
 本社技術開発部
 課長



都市部における大規模掘削工事の“見える化”施工

丹 沢 昭 義

都市部の、特に近隣に家屋や店舗が建ち並ぶ地域での開削工事にあたっては、地下水の低下、土留め壁の変形による背面地盤の沈下などをリアルタイムに把握し、施工にフィードバックする必要がある。加えて鉄道近接工事においては、軌道変状を的確に把握することにより、異常時の早急な対応、運行阻害の防止が求められる。また、本工事のように施工場所に踏切が4か所ある状況では、工事にとまなう第三者災害の防止も重要なポイントとなることから、広範囲な現場状況を常時監視することが要求される。

このような状況下においては多岐にわたる情報を“見える化”し、“異常時には誰でもわかる”、“どこが異常なのか”がすぐに把握できる”ことをシステム化することが重要である。

ここでは、土留め変位、軌道変位等の計測と地下水位計測を、現場事務所においてリアルタイムに監視できるシステムの採用と、併せて現場状況を常時監視するウェブカメラの設置とその効果について報告する。

キーワード：開削工事、都市部、鉄道近接、情報化施工、軌道計測、土留め計測、見える化

1. はじめに

本工区は、「代々木上原駅・梅ヶ丘駅間 線増連続立体交差工事」事業区間 2.2 km のうち、東北沢駅から下北沢駅間の約 383 m 区間において、営業線仮受け後にその直下を開削掘削し、ボックスカルバートを構築する工事である。事業の概要図を図-1に示す。平成 25 年 3 月に営業線の地下化がなされ、現在地上の“開かずの踏切”は解消されている。

以下に本工事の特色を示す。

- ①土留め壁と用地境界との離隔が最小で 800 mm と狭小であり、境界際には家屋があるため掘削にとまなう土留め壁の変形に留意する必要がある。
- ②腐植土層を介在しており、地下水低下にとまなう圧密沈下に留意する必要がある。
- ③営業線を工事桁で仮受けし、その直下を掘削するため、軌道（工事桁）の変形に留意する必要がある。
- ④工区内には踏切が 4 か所あり、列車運行阻害のリス

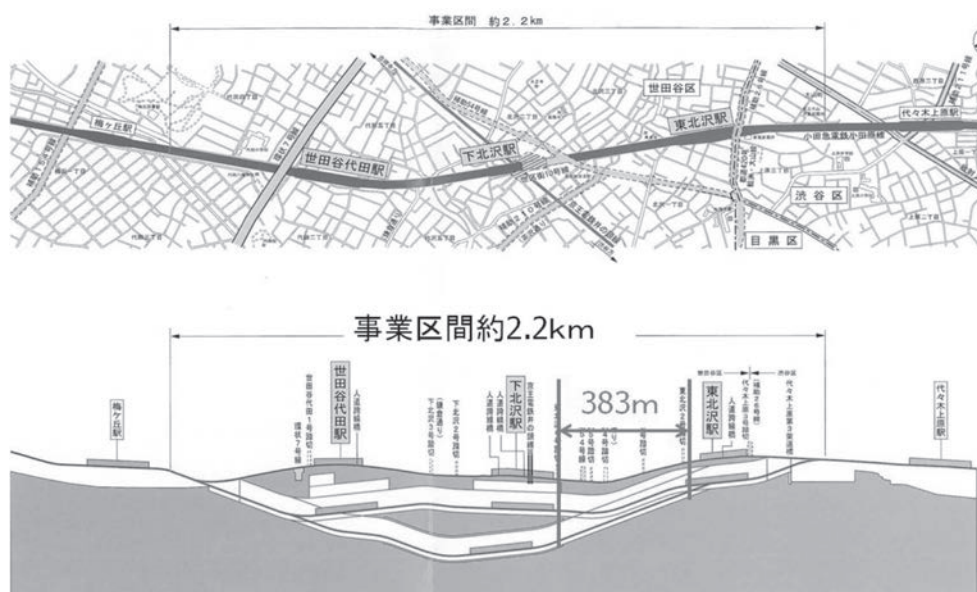


図-1 事業概要図

クに加え、交通災害、第三者災害に留意する必要がある。

これらにつき計測方法や結果の確認方法など、見える化をテーマに検討を実施した。

2. 土留め壁の変形計測および切梁軸力計測

本工事で設置した土留め関連の計測工の仕様を表—1に示す。

表—1 土留め計測主要機械

主要計器	数量	備考
多段式傾斜計	7台～12台／個所	土留め変位測定
ひずみ計	6台～8台／個所	切梁軸力測定
温度計	3台～4台／個所	鋼材の温度補正
スイッチボックス	6台	
中継ボックス	1式	電気信号変換 電話回線による伝送 機器の設定
計測室	一式	事務所内 計測頻度の設定・変更など
警報装置	1台	異常発生時の警告灯の回転とブザーの鳴動
メール通知機能	1式	関係者に異常を通知

(1) 土留め計測における特徴

計測方法自体は、多段式傾斜計による土留め変形の計測、ひずみ計および温度計による切梁軸力計測と、一般的な計測方法である。

本検討は“見える化”をテーマとしているため、“リ

アルタイムに情報が得られる”，“夜間宿直者も容易に確認できる”，“現場事務所のできる”，を主眼として以下のような自動計測システムを採用した。システムフロー図を図—2に示す。

①9計測断面から送られてくる情報を、現場内の中継ボックスに送る（有線）。

②中継ボックスで電気信号変換を行い、NTT回線を利用して事務所へ転送する。

③事務所のパソコンに監視システムを導入し、計測頻度の設定・変更、管理値の設定、計測結果の表示・出力等、必要な操作を事務所で行える。

④事務所では計測データの数値表示とをグラフ化したものをモニターに表示し、いつでも誰でも容易に確認できる。

⑤異常が発生した場合は警告灯が回転しブザーが鳴動する。

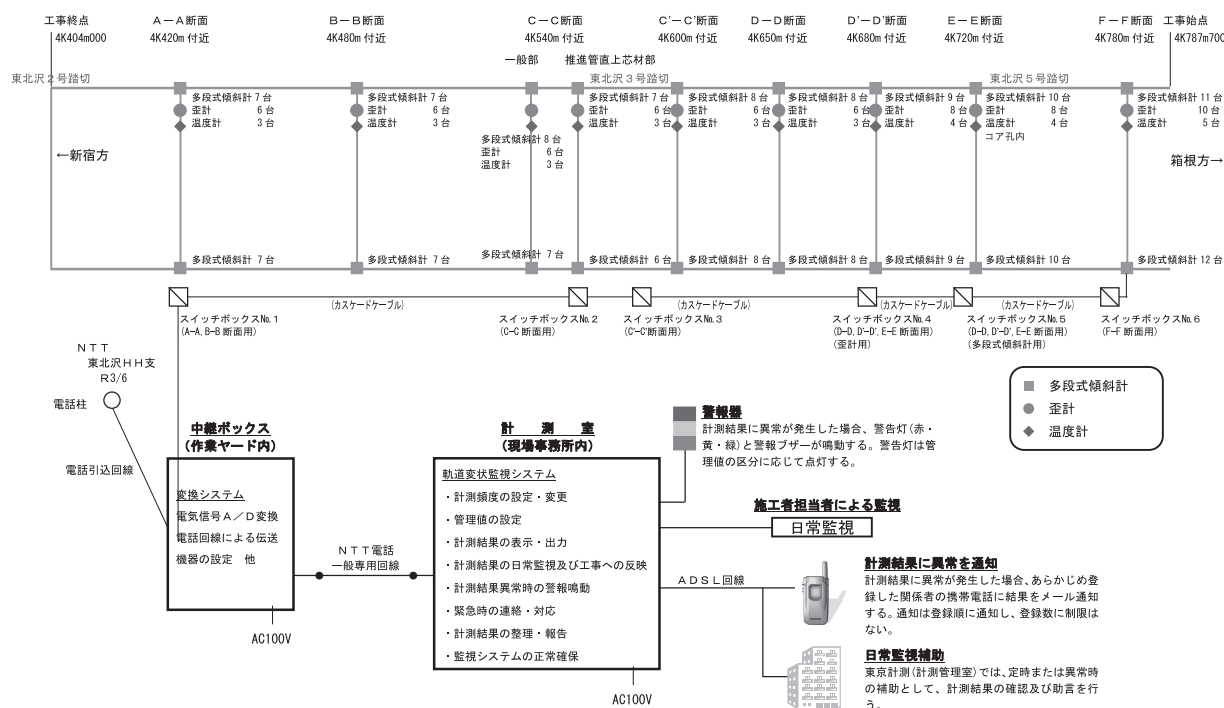
警告灯は緑黄赤の三色で構成され、緑が一次管理値、黄色が二次管理値、赤が限界管理値を超えた場合に回転する。ブザーは一次管理値を超えた場合に鳴動する。

⑥異常値が出た場合は、あらかじめ登録しておいた関係者の携帯電話にメールが転送される。

(2) 自動計測システム採用の効果

本工事で自動計測システムを採用した効果を以下に示す。

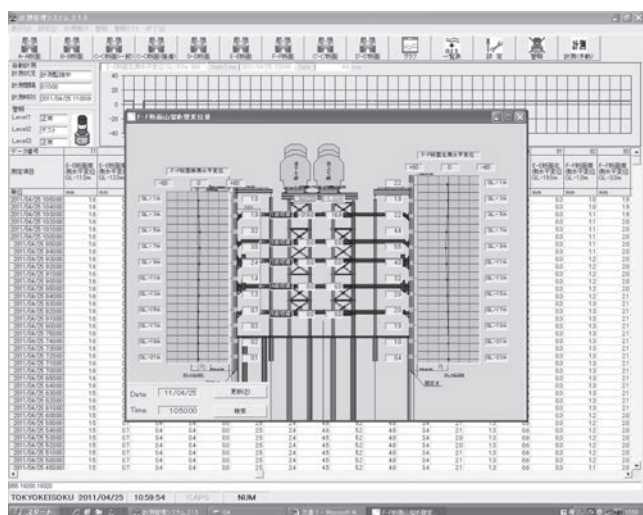
①警告灯の回転とブザーが鳴動することにより、職員



図—2 土留め計測システムフロー

が異常値に気づかない状態のまま放置されているというリスクが回避でき、異常時対応が迅速に行える。また、管理値ごとに警告灯の色を変えることにより、重大さ、危険度の認識がその場で確認できる。

- ②異常をメールで関係者に知らせるため、事態を全員で確認でき情報の共有化が図られる。
 - ③夜間作業の場合のように事務所に職員が不在の場合でも、メールによる確認ができるため、早急な対応が可能である。
 - ④数値表示と併せグラフ化したものもモニター表示するため、その時の数値だけでなく土留め変形など過去からの傾向を目で確認できる。
 - ⑤計測結果の整理・報告が容易である。
- 計測モニター画面を図—3に示す。



図—3 土留め計測画面例

3. 軌道変状計測

本工事は営業線を仮橋脚および工事桁で仮受けし、営業線の安全を確保しながら地下部を掘削し躯体を構築する。仮橋脚には管理基準値を超える沈下および水平変位が生じてはならず、検討の結果常時監視を行える自動計測を行うこととした。

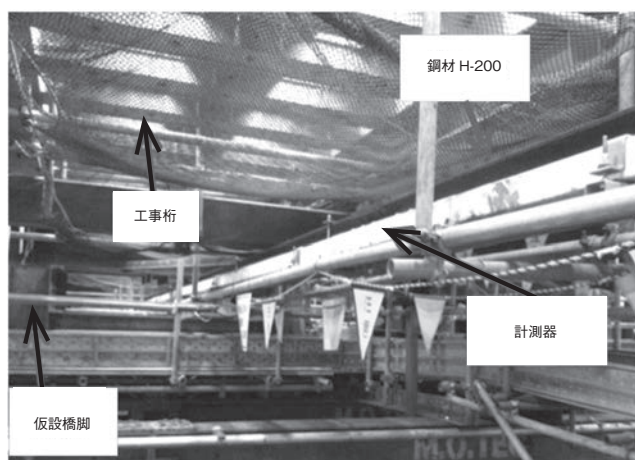
(1) 採用にあたっての条件

- ①工事区間は曲線線形を含み、縦断勾配の変化がある。
→設置の自在性
 - ②長期間計測を行う。
→環境変化（降雨、温度など）の影響を受けにくい。
 - ③沈下の際には、対応を即座に行う。
→計測結果には即時性が求められる。
- このような条件をクリアするものとして、リンク型軌道変状システムを採用した。

(2) リンク型軌道変状システムの特徴と効果

本システムは仮橋脚間に連続して設置した変位計から、仮橋脚の鉛直変位、水平変位を求めるものである。システムの特徴を以下に示す。

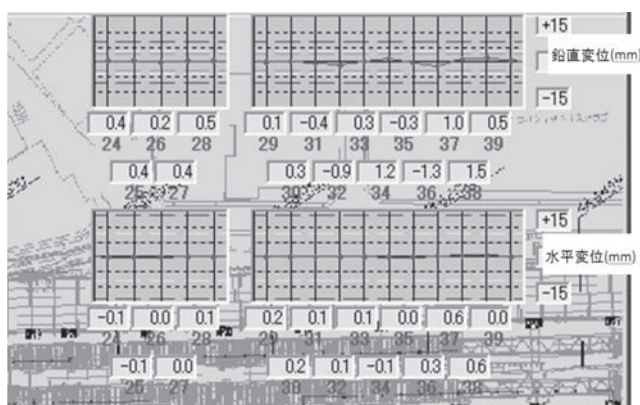
- ①曲線や高低差があっても設置が可能。
 - ②軌道の高低（鉛直成分）と通り（水平成分）の2方向が計測可能。
 - ③雨・雪・陽炎・風等気象環境の影響を受けない。
 - ④土留め計測と同様に異常時は警報を発し、電話回線を通じて携帯電話にメール通報できる。また遠隔操作により、システム設定や状況監視が可能。
- 写真—1に軌道計測装置の取付け写真を示す。



写真—1 軌道計測設置状況

計測器は仮橋脚ピッチ 10 m を 1 スパンとし、端部とセンターの相対変位量（鉛直変位、水平変位とも）で沈下量を算出する。算出されたデータは作業ヤード内の中継ボックスから NTT 電話一般専用回線を介して計測室（現場事務所）に送られる。そのデータに基づき異常の有無を判定し警告音の鳴動やメール配信がなされ、早期の異常発見が可能となる。

ただし電車通過時の動的振動も計測するため、静的



図—4 軌道計測画面例

挙動か動的挙動なのかを判別する合理的な手法の検討が必要である。また夏季、冬季など鋼材温度による変形も含まれるため、その判別や温度補正手法の検討が必要である。

計測画面の例を図—4に示す。

4. 地下水位計測

開削工事にともない、掘削内部の排水による周辺地盤の沈下や掘削底面のボイリング、盤ぶくれが懸念された。特に施工エリア内には腐植土層が広範囲に分布しており、周辺の地下水位低下による圧密沈下も生じる可能性があった。さらに掘削時での土留め壁からの不慮の出水、構造物を構築し埋戻しを行う間の躯体の浮き上がりも想定され、掘削内部および外部の地下水位のリアルタイムな計測が求められた。

(1) 地下水位計測システムの特徴

- ①土留め壁内外に観測井戸を掘り、水位計を設置する。
- ②計測値はスイッチボックス、データロガーを介して計測室に送られる。
- ③計測室には定電圧装置、無停電装置を設置し安定したデータ処理、停電時でもデータが途切れることのないよう配慮。
- ④データ処理された水位はグラフ化され、パソコンで時系列の確認ができる。
- ⑤モバイル通信により現場事務所にデータを送り、計測室に常時いることなく水位の動向、異常の有無を視認できる。
- ⑥管理値を超える異常値が生じた場合は、関係する職員に異常をメールで知らせる。

計測システムフローを図—5に示す。



図—5 地下水位計測システムフロー

(2) 地下水位計測システムの採用による効果

- ①現場事務所でグラフ化された水位と井戸を設置した平面図を確認することができるため、異常時におい

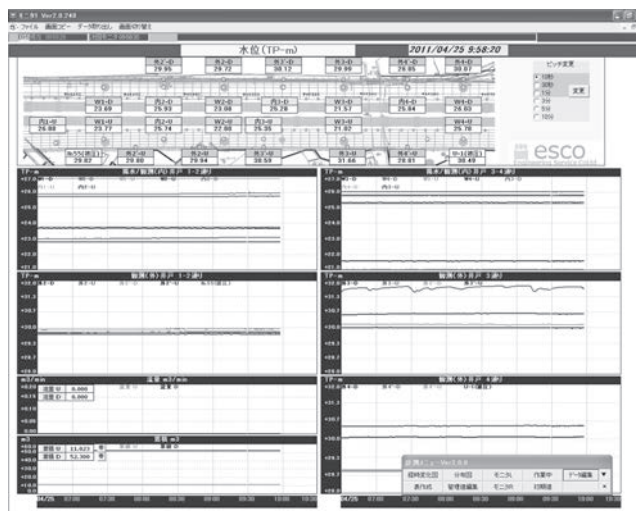
ては“いつ発生したか”、“どこで異常が出ているか”、“異常の程度はどのくらいか”、が即座に視認でき、迅速な対応を図ることができる。

- ②1分ごとの水位をグラフ表示するため、異常時対応においてその効果をグラフで見ながら確認でき、事務所から現場への指示などが確実性を持って行える。また対応後の地下水位の回復状況も即座に確認できる。
- ③メールで異常を知らせるため、「夜間で気が付かなかった」というリスクが回避される。
- ④データは全て保存されるため、過去に遡ってのデータ整理などが容易に行える。

写真—2、図—6にモニター配置とモニター画面を示す。



写真—2 モニター設置写真（現場事務所内）



図—6 地下水位計測画面例

5. ウェブカメラの採用

鉄道近接工事においては列車運行阻害を起こさないよう、列車防護柵の設置やポンプ配管の養生、桁下防護、誘導員の適切な配置など万全の防護工を行う必要がある。さらに地上を走る線路には踏切がつきもので

あり、工事車両通過にともなう列車運行阻害、交通災害などが懸念され、それに対する対策とともに常時監視できるシステムを設けることでリスクの低減を図った。

そこで踏切部と、主な作業をしている場所を中心に、計9台のウェブカメラを設置した。支障とならない場所に小型カメラを設置し、事務所でも作業の状況や踏切部の誘導状況が確認できるようシステムを構築した。

ウェブカメラ採用による利点を以下に示す。

- ①全体の作業状況が把握できる。
- ②踏切部の状況が事務所でも確認できる。
- ③夜間でもモニターで異常の有無を確認できる。
- ④カメラは角度、高低を変えることができる。これにより広範囲の状況確認が可能。

ウェブカメラの採用は、本工事において安全、施工の両面にわたって効力を発揮した。広範囲の作業所においては一目で全体を把握できることは難しく、少なくとも作業箇所や踏切のような重点的に管理しなければならない個所を一度に状況把握できることは、現場を安全に進めていく上で重要なことであると感じた。

事務所に設置したウェブモニターを写真—3に示す。



写真—3 ウェブカメラモニター画面

6. その他

これまで述べてきた“情報化施工”，“見える化”はどちらかというと管理を主体としたものである。本工事では以下に示すような工法，機械を採用し，近隣に対する配慮，狭少地での施工を実現した。

(1) 採用した工法，機械例

①地中連続壁 TMX 工法の採用

施工機械を小型化し狭小地での連壁施工を可能にした。

②フラット型ターンテーブルの採用

作業構台にターンテーブルを組み込み，乗り上げにともなう衝撃や騒音を解消。

③油圧式掘削機に替え，電動クラムを採用

油の飛散防止のリスクを回避するため，電動クラムを採用し，近接する営業線への影響低減を図った。

写真—4，5に電動クラムとフラット型ターンテーブルの施工状況を示す。



写真—4 電動クラム配線状況



写真—5 フラット型ターンテーブル

7. おわりに

都市部の鉄道近接施工は，いくら防護工，対策工を行っても100点満点はありません。そんな中で事象を“見える化”して施工を行った例として本事例が少しでも参考となれば幸いです。

謝辞

なお，今回の執筆にあたりご協力いただいた小田急電鉄株式会社下北沢工事事務所，株式会社東京計測，三信建設工業株式会社，株式会社エスコの皆様がこの場を借りて御礼申し上げます。

J C M A

【筆者紹介】

丹沢 昭義（たんざわ あきよし）
戸田建設㈱
戸田・東急・大和小田急建設共同企業体
作業所長



鉄道営業線開削トンネルにおける既設構造物の撤去

東京地下鉄有楽町線小竹向原・千川間連絡線設置工事 向原工区

岩 橋 公 男

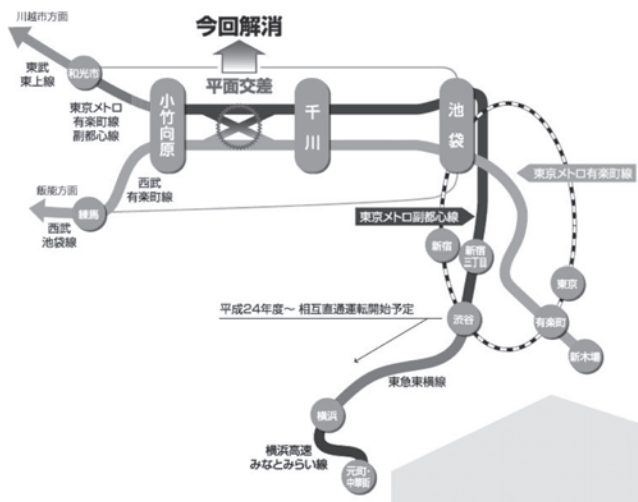
本工事は、東京メトロ有楽町線の小竹向原駅から千川駅間に、和光市方面と新木場方面（有楽町線）を結ぶ連絡線を新たに設置し、練馬方面と渋谷方面（副都心線）、和光市方面と新木場方面（有楽町線）を結ぶ列車の運行経路の平面交差を解消する工事である。連絡線は、既設開削トンネルの両側面にトンネルを拡幅して設置することとなり、新設構造物を構築したのち、既設構築の側壁を撤去するものである。この側壁は、営業線における建築限界との離れがおおよそ 200 mm 程度と非常に近接している。このため、列車運行への影響を及ぼさないことが求められ、また、施工箇所も非常に狭隘であり、工程も余裕がない中での施工となった。本編は、この営業線近接の既設側壁の撤去についてを記すものである。

キーワード：既設構造物撤去、営業線近接工事、開削トンネル拡幅、特殊架台、コンクリート切断

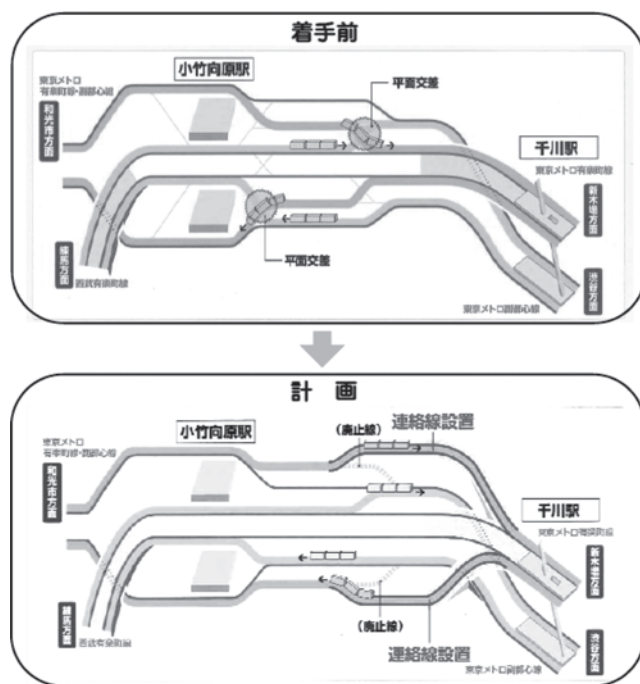
1. はじめに

東京メトロ有楽町線と副都心線は和光市駅から池袋駅まで並走し、それぞれが、西武有楽町線と東武東上線に相互直通運転を行っている。この中で、小竹向原駅・千川駅間において平面交差区間があり、複雑な運行形態から運行ダイヤの乱れの大きな原因となっていた。また、平成 25 年 3 月 16 日に副都心線と東急東横線・横浜高速みなとみらい線との相互直通運転の開始に伴い列車本数の増加を行った（図—1）。

この列車本数の増加への対応と、平面交差部における列車の通過待ちを解消し輸送の安定性を向上させるため、小竹向原駅から千川駅間において、線路を立体



図—1 路線概要図および平面交差部・工事位置



図—2 小竹向原駅と千川駅間の着手前と計画

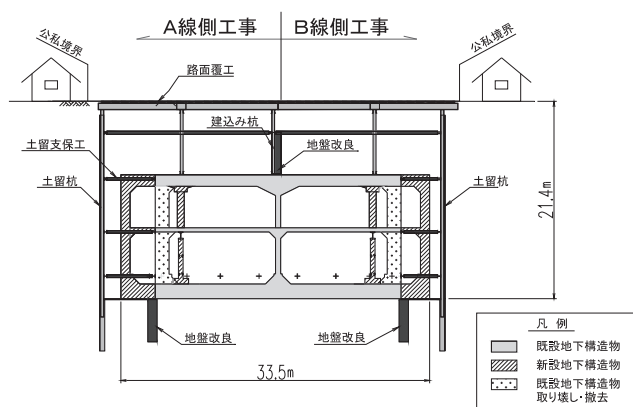
交差にすることを目的に有楽町線の連絡線を建設することとなった（図—2）。

池袋方面行き（以下 A 線と記す）は、先の副都心線と東急東横線との相互直通運転に合わせて平成 25 年 3 月 16 日に供用を開始し、小竹向原方面行き（以下 B 線と記す）を平成 27 年度中に供用開始する予定で、現在工事が進められている。この B 線の供用開始に伴い、副都心線の列車本数はさらに増強されることとなる。

連絡線設置工事は、延長410 mを3つの工区に分け、両端部が開削工法、その間をシールド工法により施工する。当向原工区は、小竹向原方の開削部分で、延長123 mを施工する。このうち、70 m区間において既設側壁の撤去を行うもので、本編は、すでに完了したA線側の施工についての報告を行うものである。

2. 施工概要

当工区の標準断面は、図—3に示す通りであり、既設ボックスカルバートの両側面に新たに連絡線用のボックスカルバートを付け加える形となっている（図—3）。



図—3 向原工区 標準断面図

当該区間は、上層階に変電所と換気室が設けられ下層階が営業線（既設は、各方面3線の計6線）の2回建て構造となっている。地上部は都道となっており、その道路使用が、片線のための許可となることと、副都心線と東急東横線の相互直通運転を少しでも早めることを目的として片線づつの施工となり、朝の通勤時間帯のダイヤ確保のためにA線側（池袋方面行き）からの着手となった。

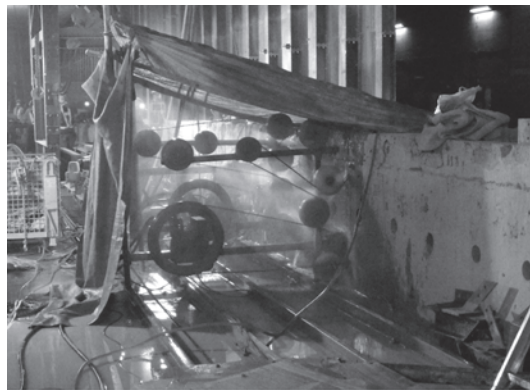
施工は、土留壁・路面覆工を行い掘削し、新設構造物を構築する。これにより、既設構造物の一部を撤去しても営業線内の浸水防止を図れることとなる。新設部分の構築後に、既設の側壁を撤去する。撤去は、ワイヤーソー工法により行い上層階から行った。

上層階は、営業線への影響がないことから昼夜間の施工とし、施工方法、サイクルタイム等の検証を兼ね、軌道階（下層階）の施工へ反映した。軌道階は、既設側壁と営業線の建築限界との離隔が200 mm程度しかないことから、終車後から初電までを施工可能時間とした。また、軌道階においては、建築限界と撤去する側壁との間に鉄板による防護壁を撤去に先行して設置した。

3. 撤去方法

(1) ワイヤーソー工法の採用

撤去は、壁厚が1.0 mから1.2 m、最大高さ5.7 m、延長70 mと大規模な撤去であり、施工時間が限られた中での施工であることからワイヤーソー工法を採用した（写真—1）。



写真—1 ワイヤーソー施工状況（縦切斷）

また、切断ブロックの大きさは、ブロックの引き出し、運搬、吊り上げ等を考慮し最大5.0 tとして計画を行った。その結果、一つのブロックの大きさが幅×高さが最大1.3 m×1.5 mのさいころに近い形で上層階が184ブロック、軌道階が、270ブロックの計454ブロックとなった。

切断したブロックは、新設した構造物に設けた仮設開口3箇所からの搬出とした。仮設開口部は、軌道内への水の浸入を防止するため、止水壁を設置している。

(2) コアボーリング

ワイヤーを通すためのコアボーリングは、φ50 mmとし、633箇所・延べ延長955 mを施工した。また、ブロックの吊り上げ用に100 mmのコアボーリングを一つのブロックに2箇所づつ、計908箇所・延べ延長1,320 mを施工した。

(3) 切断・引き出し・運搬・搬出

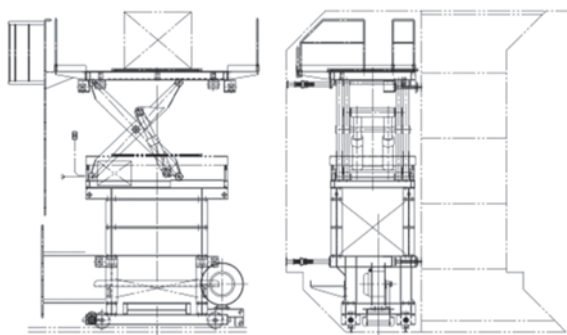
ワイヤーソーによる切断は、縦切断を先行し、水平切断を行った段階ですぐに引き出して地上部まで搬出することとした。これは、切断したブロックの転倒、滑動、落下による事故を防ぐことを目的としている。

施工する場所は、幅が最も狭い所で2.3 m程度しかなく非常に狭隘である（図—4）。

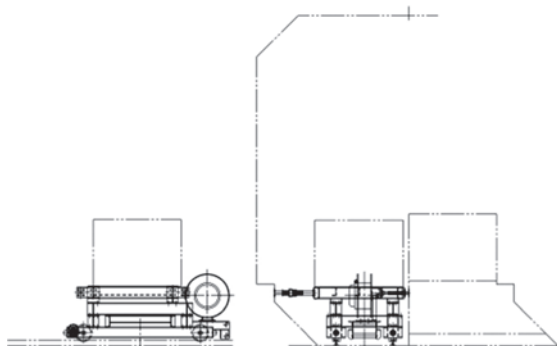
このことから、出来るだけ人力による作業を減らし、安全で確実な作業が出来るように専用機械式特殊架台を作製し、これに軌条設備を設けて走行すること



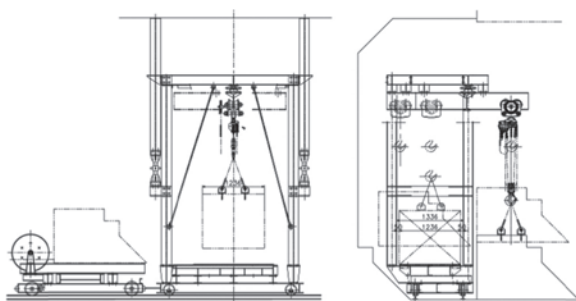
図一4 最も狭い工事箇所の断面図



図一5 最上段・2段目撤去用リフター付き架台



図一6 3・4段目撤去用架台



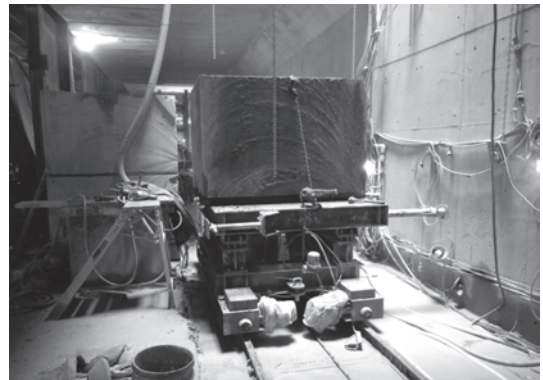
図一7 最下段・トラフ台撤去用クレーン付き架台

とした。この専用架台は、撤去するブロックの高さに合わせて3タイプにその都度改良して対応した（図一5～7）。

また、工程短縮に向けて仮設開口3箇所を有効に活



写真一2 コンクリートブロック引き出し状況



写真一3 コンクリートブロック運搬状況



写真一4 最下段ブロック吊り上げ状況



写真一5 特殊架台（リフター付き）



写真—6 (軌道階部 撤去前)



写真—7 (軌道階部 撤去完了後)

用するため、3台の架台を作製し、走行は、電気モーターを使用とし、複数台の稼働時の機械挟まれ防止のために台車毎、走行方向別にサイレンの種類を変えた(写真—2～7)。

(4) 施工実績

上層階 施工時間：昼夜間作業

- ・ 先行窓明き部分 8BL 4日間
- ・ 上記以外 176BL 12日間
- 平均 14.5BL / 日

軌道階 施工時間：夜間営業時間外作業 (このうち、
き電停止作業時間 1:00～4:00)

- ・ 全体 270BL 42日間
- 平均 6.4BL / 日

因みに、1日の最大の撤去搬出は、上層階で27BL、軌道階で13BLとなった。

4. おわりに

454ブロックという数量を短期間で施工ができたことは、できる限り機械式にすることで作業がマニュアル化され事故のリスクが減り、効率良く施工できるようになったことが大きい。

さらに特殊架台は、特注でありきめ細かな工夫を施すことができたこと、運用しながらの改善も迅速に行えたことが良い結果に寄与したと考える。

また、施工に関わった発注者、JV 職員をはじめ協力会社の皆さん、特に作業員の方々全員の一丸となつての努力があつての無事完了であることを付け加えておく。

JICMA

[筆者紹介]

岩橋 公男 (いわはし きみお)
佐藤工業㈱
東京支店 土木事業部 向原作業所
現場代理人



列車運行時間帯における立体交差工事の施工 高崎線桶川・北本間二ツ家こ道橋新設工事 地盤切削 JES 工法

西 村 知 晃・中 山 泰 成・尾 関 聡 司

高崎線桶川・北本間二ツ家こ道橋新設工事では、営業線直下に非開削で1層4径間のボックスカルバートを構築する。本工事において、低土被り条件下で地表面の影響を抑えるために開発した地盤切削 JES 工法（以下「本工法」という）を、上床版の施工に採用した。「本工法」は、線路下横断工法として施工実績の多い HEP&JES 工法をベースに、更なる安全性向上を目指し開発した工法である。今回、「本工法」を列車運行時間帯で初めて施工し、目的としていた工期短縮を実現するとともに、「本工法」の安全性を実証することができた。

キーワード：立体交差，アンダーパス，非開削，鋼製エレメント，地盤切削，低土被り

1. はじめに

近年、踏切での交通渋滞解消を目的として、営業する鉄道下を交差する構造物が計画・施工されるケースが増えている。線路下を横断して構造物を構築する場合、列車運行の安全性を確保することが第一であり、軌道変状が少ない施工方法が求められる。このような状況の下、軌道への影響を抑えた線路下横断工法として、HEP&JES 工法¹⁾を開発し、多くの施工を行ってきた。HEP 工法（Highspeed Element Pull method）とは、到達側に設置したけん引装置で、エレメントとその先端に直結した掘削装置を PC 鋼より線にて到達側に引き込む工法である。JES 工法（Jointed Element Structure method）とは、軸直角方向に力の伝達可能な継手を有する鋼製エレメントを嵌合させ本体利用することで、路線下横断構造物を短期間に安全に構築する工法である（図—1）。

しかしながら、土被りが小さい場合や支障物が多い施工条件下でのエレメント掘進は、施工に伴う隆起や沈下といった地盤の変状により列車運行に影響を及ぼすことが懸念される場合、線路直下の施工は列車運行時間帯外に行うことが多かった。この場合、作業可能な時間が夜間の短時間に限られるため、工費・工期が増大することが課題となっていた。

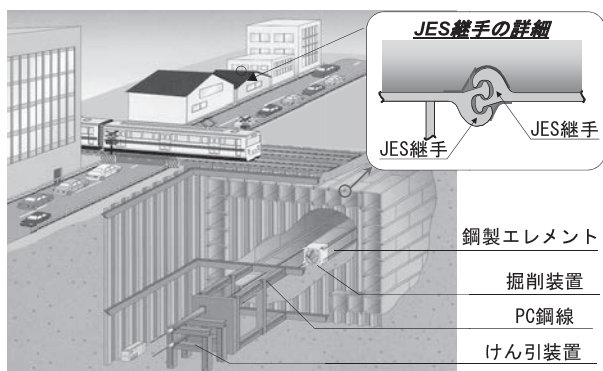
そこで、施工時に発生する地盤変状を抑制し、列車運行時間帯でも施工可能な線路下横断構造物の構築工法として「本工法」を開発した^{2)~4)}。

「本工法」を、平成 24 年 9 月から 12 月にかけて、高崎線桶川・北本間二ツ家こ道橋新設工事のボックスカルバート上床版施工に採用し、初めて列車運行時間帯での施工を行った。本稿では「本工法」の概要、施工計画および施工結果について報告する。

2. 工事概要

高崎線桶川・北本間二ツ家こ道橋新設工事は、JR 高崎線と国土交通省が事業主体となって計画・整備している一般国道 468 号線首都圏中央連絡自動車道（以下、圏央道という）及び主要地方道東松山桶川線（以下、県道という）の立体交差工事である（図—2）。

新設する構造物は、施工延長 35.4 m、幅 49.0 m、高さ 8.9 m の 1 層 4 径間のボックスカルバートであり、中央 2 径間が圏央道、その両端の径間が県道となっている。延長 35.4 m のうち、線路直下の 16.7 m が JES エレメントによる函体で、その上床版エレメント



図—1 HEP&JES 工法の概要図



図-2 現場位置図

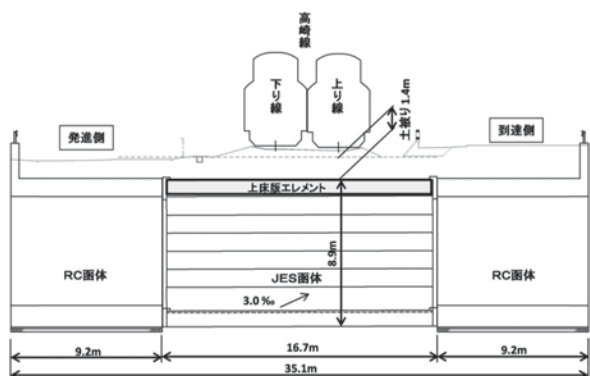


図-3 函体縦断面図

の施工に「本工法」を採用した。土被りは施工基面 (F.L.) から 1.4 m、縦断勾配は発進側から到達側に向けて 3.0% の上り勾配となっている (図-3, 4)。

上床版位置の地盤条件は、N 値が 2～4 程度のローム層であり、地下水位 (GL-4.3 m) より浅い。軌道構造は有道床バラスト軌道であり、安全対策として地表面変状時の軌道変位抑制のため、事前に施工区間に簡易工事桁を設置している。

3. 「本工法」の概要

開発した「本工法」は、HEP&JES 工法を改良した工法である。HEP&JES 工法では、刃口に地山を圧入

させながら刃口内部のオーガーにより地盤を掘削する機械掘削が一般的である。しかしながら、対象地盤が玉石混じりの場合やコンクリート塊などの支障物がある場合、特に土被り厚さが小さい条件では、刃口で支障物を押し込むことによる地盤隆起が懸念される。このリスクに対して従来では、機械掘削から刃口内部に人が入って掘進を行う人力掘削に変更し、支障物を撤去しながら掘進を行うことで対処してきたが、これら支障物を撤去した跡の空隙部の充填不足に伴う地表面陥没、沈下のリスクや、また依然として支障物の押し上げによる地表面隆起のリスクは残った。

これらの課題を解決するため、HEP&JES 工法をベースとして、刃口前面上部に地盤や支障物を切削するダイヤモンドワイヤーソー（地盤切削ワイヤーという）を組み込んだ「本工法」を開発した。「本工法」は、地盤切削ワイヤーで切削した溝に刃口前方ルーフが常時挿入された状態で人力掘削にて掘進するため、切羽の崩壊に対する安全性が向上し、また刃口上方の過掘りを防止できるため、地表面の沈下を抑制できる。さらに、支障物が存在した場合でもその支障物を切削しながら掘進を進めるため、支障物を押し込むことによる地表面隆起も抑制できる (図-5)。

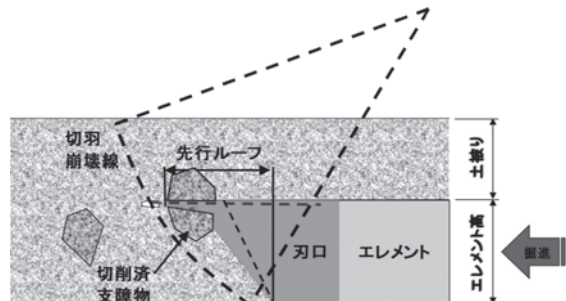


図-5 「本工法」のイメージ図

「本工法」の主な特徴を以下に示す。

①刃口およびエレメント寸法

刃口および鋼製エレメントは、地盤切削機構の設置および作業性を考慮して 2070～2280 mm の幅を基本

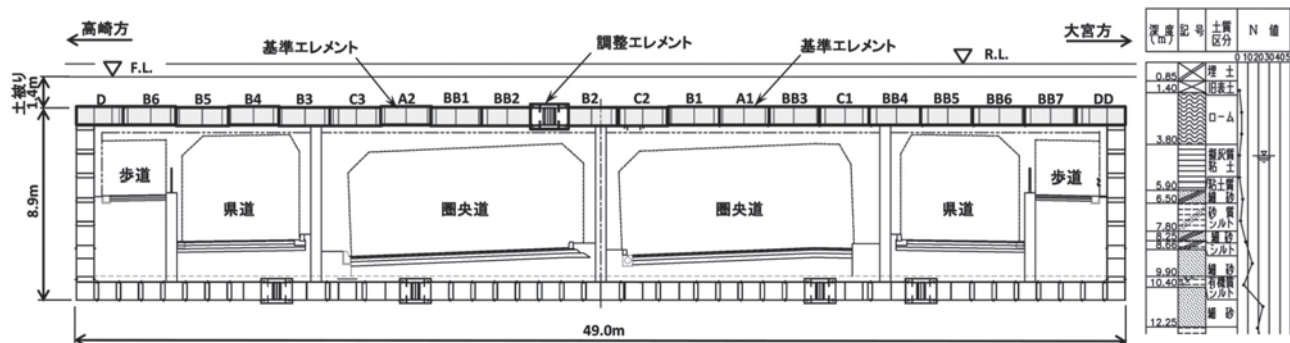


図-4 函体横断面図

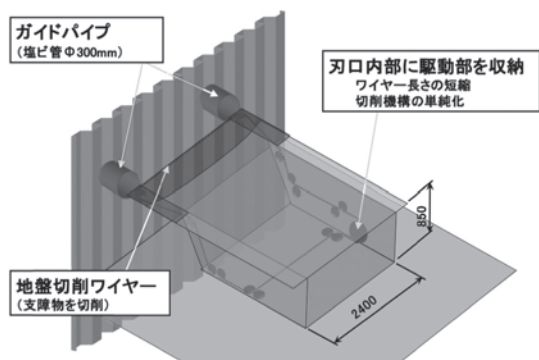


図-6 「本工法」の概要図

としている。広幅のため、作業効率が向上するとともにエレメント施工本数を減じることができ、工期短縮が図れる（図-6）。

②地盤切削機構

地盤切削ワイヤーは、ワイヤー洗浄水が地盤を緩めることを防止するために、無水エンドレスワイヤーを使用し、刃口内部に装備した駆動装置により回転させる。ワイヤーは、推進工法にてあらかじめ設置したガイドパイプ（塩化ビニル管 VP300）内に刃口先端の駆動プーリーを通過させることで先行切削を可能としている。また、掘進の途中で切削装置の交換が必要となった場合は、刃口内部から交換が可能な構造となっている。

③軌道変位対策

切羽の崩壊に伴う軌道の高低変位を防ぐため、刃口前面の三次元円弧すべりの検討を行い、従来の人力掘進用の刃口よりも約 600 mm 刃口ルーフを延長した。また、軌道の通り変位に対しては、刃口上部の土塊の滑動について検討を行い、必要に応じて摩擦低減対策を行う。

④姿勢制御

刃口底面には基準エレメントでは全面に 30 mm、一般部エレメントは JES 継手が勘合されていない側

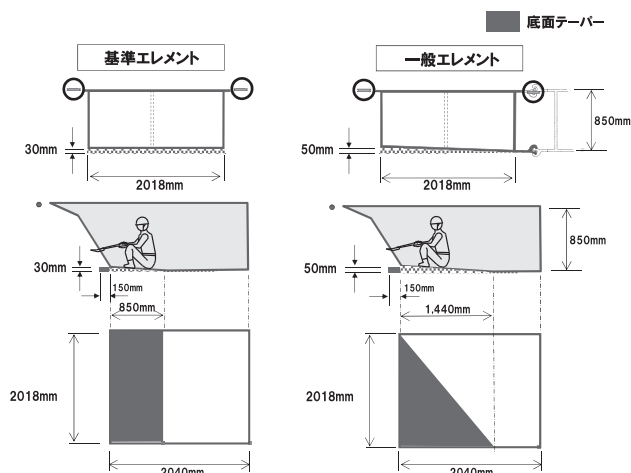


図-7 刃口底面テーパ形状概略図

表-1 掘削パターン表

エレメント計測高に 対する刃口の許容高さ 【高さ】	刃口位置修正 力の高さと向き	刃口 レベル	掘削パターン（標準エレメント）	掘削パターン（基準エレメント）
6mm ≥ h > 3mm	6mm	1 高位置②	A: 40mmすき取り 40mm 20mm	A: 25mmすき取り 25mm 25mm
3mm ≥ h > 0mm	3mm	2 高位置①	B: 30mmすき取り 30mm 15mm	B: 20mmすき取り 20mm 20mm
0mm ≥ h > -2mm	0mm	3 標準高さ	C: 20mmすき取り 20mm 10mm	C: 15mmすき取り 15mm 15mm
-2mm ≥ h > -4mm	-2mm	4 低位置①	D: 10mmすき取り 10mm 5mm	D: 10mmすき取り 10mm 10mm
-4mm ≥ h > -6mm	-4mm	5 低位置②	E: 50mm突き出し 50mm 25mm	E: 30mm突き出し 30mm 30mm
-6mm ≥ h > -8mm	-6mm	6 低位置③	F: 25mm突き出し 25mm 12.5mm	F: 15mm突き出し 15mm 15mm
-8mm ≥ h > -10mm	-8mm	7 低位置④	G: 断面通り	G: 5mmすき取り 5mm 5mm
	-10mm			

※ -10mm ≥ h の場合、ワイヤーによる刃口引き上げを制御すること。

に 50 mm の片テーパーが設けられている（図-7）。このテーパー部の地山掘削量を調整することで、刃口の姿勢制御が可能となっている（表-1）。また、掘進中の刃口の姿勢をリアルタイムに把握するために、刃口高さ、ローンリングおよびピッチングを常時計測しており、この計測データに基づきテーパー部の掘削パターンを選定することで、刃口の姿勢を制御する。

4. 施工計画

(1) 軌道監視

営業線直下での施工となるため、施工期間中はリンク型軌道計測器および水準計を軌道に設置し、軌道変位を3分間隔で計測した。計測点は上り線、下り線とも2.5 m 間隔であり、上床版エレメントの幅は2.4 m であることから、各エレメントの直上に必ず計測点が設けられている。県道と交差している二ツ家踏切部は、リンク型軌道計測器および水準計が設置できないことから軌道スコープにより舗装版両端の挙動を光学的に計測した。

表-2 軌道の管理値

	高低	通り	水準	平面性
警戒値 (= A × 0.4)	8 mm	8 mm	7 mm	7 mm
工事中止値 (= A × 0.7)	15 mm	15 mm	12 mm	12 mm
限界値 (A)	22 mm	22 mm	18 mm	18 mm
運転規制値及び 規制内容	24 mm *45 km/h 以下の徐行	24 mm *45 km/h 以下の徐行	21 mm *運転中止	21 mm *運転中止
運転規制値までの 余裕	2 mm	2 mm	3 mm	3 mm

軌道変位量の管理値については、大きな軌道変位が発生して徐行や運転中止が必要となる運転規制値に対して2～3 mmの余裕を持たせて限界値を設定し、限界値の0.4倍を警戒値、0.7倍を工事中止値とした（表—2）。

(2) 施工ステップ

「本工法」は、別工事で夜間線路閉鎖間合での施工実績はあるが、列車運行時間帯での施工は今回が初めてとなることから、以下のステップを踏むことにより、軌道への影響が小さいことを検証した後、列車運行時間帯での施工を開始した。なお、各ステップの移行判断基準は、軌道影響範囲の作業終了後に行った軌道整備直後の軌道計測値と、翌作業日の作業終了後軌道整備前の軌道計測値の差分を、エレメント掘進に伴う軌道変位の1日の進行量とし、この値が表—2の警戒値以下であることとした。ここで、翌作業日の軌道整備前の値を用いたのは、軌道整備を行っても昼間に作用する列車荷重とその衝撃により、軌道変位の進行が想定されたため、安全側判断になるよう留意したからである。また、移行判断基準に満たない場合には、次に施工するエレメントで、再度、同ステップ条件で施工することとした。

(a) ステップ1

基準エレメント2本の施工において、上り下りそれぞれの軌道直下3 mの範囲を軌道影響範囲とし、その範囲は線路閉鎖間合、影響範囲外は夜間作業にて施工する。

(b) ステップ2

基準エレメント2本の両隣の4本の一般部エレメントにおいて、軌道影響範囲の施工を一部夜間作業（下り線直下は23:40、上り線直下は21:00に施工を開始）で施工する。影響範囲外は夜間作業にて施工する。

(c) ステップ3

調整エレメントを除いた残り14本の一般部エレメントについては、昼夜作業（昼間作業班、夜間作業班の2方体制）で施工する。

なお、調整エレメントは、「本工法」の適用が困難なため、軌道影響範囲は通常の線路閉鎖間合で施工した。

5. 施工結果

「本工法」の施工状況を写真—1に示す。施工は最大4班体制（昼夜8班体制）で実施し、大きなトラブルが発生することなく、ほぼ計画工程の5ヶ月で掘進を完了することができた。以下に施工結果を示す。



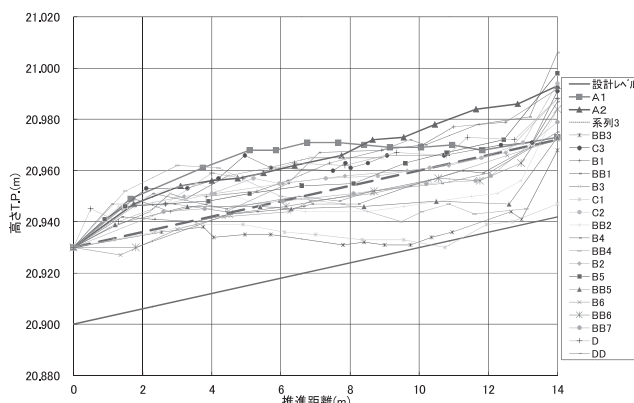
写真—1 施工状況（発進立坑）

①施工速度

エレメント1本を施工するのに要した作業日数は、作業時間が主に夜間線路閉鎖間合となるステップ1,2の15日前後に対し、ステップ3では4～7日であった。

②施工精度

上床エレメントは、発進立坑において設計高さより30 mm 高く据えて発進させ、到達立坑に向けて0.3%の上り勾配で掘進した。施工精度の目標値はけん引距離の1/500 = 28 mm (= 14 m/500) であり、概ね目標値以内で施工できており、掘削パターンの管理により刃口の高さ管理が可能であることが確認できた（図—8）。



図—8 刃口軌跡図

③けん引力

エレメントの設計けん引力は、HEP&JES 工法と同様に刃口の先端抵抗、エレメントの周面摩擦および継手抵抗から計算し掘進管理した。エレメントけん引力図を図—9に示す。けん引力は、エレメント設計けん引力以下で推移しており、これは、「本工法」では地盤を切削しながら掘進するため、先端抵抗が少ないことが要因であると考えられる。

④軌道への影響

ステップ1およびステップ2における、軌道の高低変位の進行量の最大値は、-4.4 mmであった。軌道計測4項目全てにおいて警戒値に相当する軌道変位の進行は生じなかったため、当初計画どおりステップ3

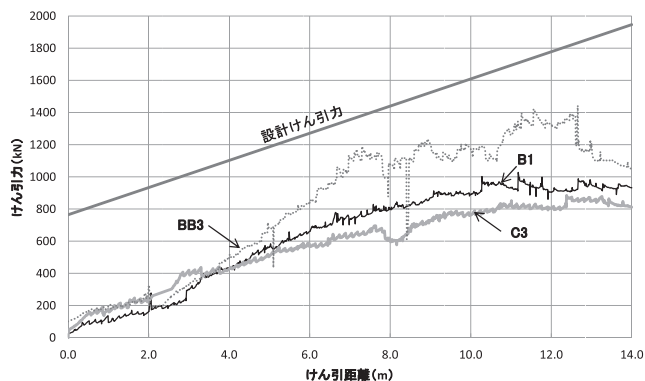


図-9 けん引力図

において昼夜施工を開始することができた。

ステップ3においても、刃口が軌道直下を通過中に大きな軌道変位は発生せず、また刃口通過後の軌道変位の沈下量は概ね4 mm以下であった。計測値の一例として、基準エレメントの計測結果を図-10に示す。

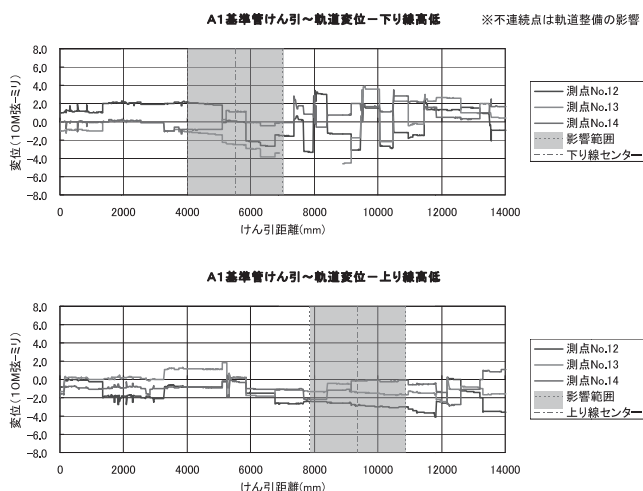


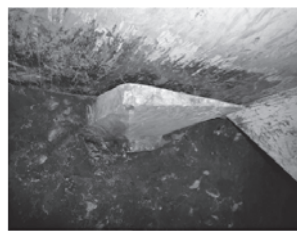
図-10 軌道変位計測結果図 (A1)

⑤支障物の切削

上床エレメント掘進中に、玉石(径100 mm～200 mm程度)、木製電柱下部、コンクリート製支線アンカー基礎と遭遇したが、いずれも軌道に影響を及ぼすことなく円滑に切断し刃口内部へ取り込むことができた(写真-2)。

⑥地盤切削ワイヤーの耐久性

今回、地盤切削ワイヤーは1エレメント毎に新品を使用することとしていたが、20エレメント中10エレメントで掘進途中にワイヤーが破断した。破断したワイヤーには、磨耗が見られず、破断面から疲労によるものと推定された。施工前に実施した耐久性試験では破断は発生しなかったことから、今後は、地盤条件など施工条件に応じてワイヤーの選定を行うことを考えている。



支障物取込み状況(支線アンカー)



木製電柱下部

写真-2 支障物切削状況

6. おわりに

今回、土被り1.4 mの上床版エレメントにおいて、「本工法」地盤切削 JES 工法で初めて列車運行時間帯での施工を行った。その結果、列車運行に支障するような軌道変位を発生させることなく、概ね目標値の精度で施工することができた。また、予定通りの工期で掘進を完了し、目標としていた工期短縮を実現することができた。本稿が工期短縮のみならず、より高い安全性が求められるアンダーパス工事への、「本工法」地盤切削 JES 工法の適用検討の参考になれば幸いである。

J C M A

【参考文献】

- 1) 財先端建設技術センター：先端建設技術・技術審査証明 報告書 HEP&JES 工法(更新)、2005.11
- 2) 小泉秀之他：地表面変位を抑えたエレメント推進工法の開発、第44回地盤工学研究発表会、pp.1289-1290、2009
- 3) 小泉秀之他：地盤切削ワイヤーを用いたエレメント掘進、第46回地盤工学研究発表会、pp.1393-1394、2011
- 4) 桑原 清、有光武、高橋保裕、中井寛：地盤切削 JES 工法を用いた線路下横断工事、地盤工学会誌 60 (8)、pp.10-13、2012

【筆者紹介】



西村 知晃(にしむら ともあき)
鉄建建設㈱
土木本部 エンジニアリング部
課長代理



中山 泰成(なかやま たいせい)
東日本旅客鉄道㈱
上信越工事事務所 北関東・長野課
課員



尾関 聡司(おぜき さとし)
鉄建建設㈱
関越支店 鉄建・鹿島・佐藤共同企業体
監理技術者

ヒートアイランド対策の 超保水性インターロッキングブロック

高い保水機能を有するレインボーエコロブロック Biz の効果実証

関 賢 治

ヒートアイランド対策として水の蒸発による潜熱効果を利用した保水性舗装である。潜熱効果を持続するためにはできるだけ多くの水を舗装体に保持し、長期間蒸発させ続ける必要がある。今回開発したインターロッキングブロック「レインボーエコロブロック Biz」（以下「本ブロック」という）は従来の保水性インターロッキングブロックに比べ1.5倍程度の保水能力があることから路面温度低減能力が長時間持続されるものとなった。さらに軽量であることから人工地盤などにも使用できるほか、産業廃棄物を有効利用しており循環型社会に適合するインターロッキングブロックとなった。

キーワード：路面温度低減、保水・透水性インターロッキングブロック、雨水対策、産業廃棄物有効利用、緑化

1. はじめに

都市環境においては、住宅地や企業施設により緑被率が低下し、また道路や屋根といった人工物の地表面被覆が増加している。こうしたことから舗装分野においては、熱環境改善効果が期待できる保水性舗装や遮熱舗装が開発、導入されている。遮熱性舗装とは地表に到達する太陽光線のうち可視光線域より長波長となる近赤外線域を効率よく反射し、路面温度上昇を抑制する工法である。一方保水性舗装は水の相変化に伴う潜熱を利用し、水が蒸発する際の吸熱効果により路面表面の温度低減をねらったものである。この潜熱効果は効率的（水から水蒸気の相変化に伴う潜熱は $2.5 \times 10^6 \text{ J/kg}$ ）ではあるものの、当然水分が蒸発してしまえばその効果を発揮できない。ブロック舗装でもすでに保水能力のあるインターロッキングブロックが適用されているが、一般の保水性インターロッキングブロック舗装は、保水能力の持続性の確保などに課題があった。

これらの課題を解決するため、骨材自体に吸水性があるセラミック骨材を使用し、保水能力の持続性が期待できる保水性インターロッキングブロックを開発した。本文では開発したセラミック保水性インターロッキングブロック（Ceramic Water Retentive Interlocking Block）をC-WRIBとし、一般的表現としては保水能力が著しく大きいことから超保水性インターロッキングブロックと呼んでいる。以下ではC-WRIB開発の経

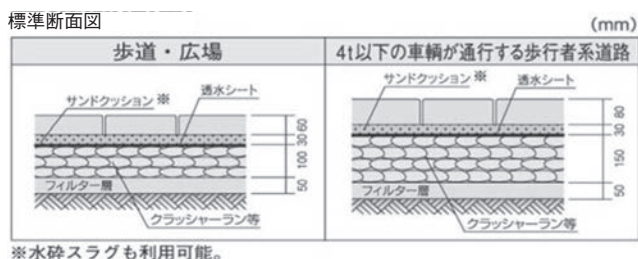
緯、保水能力持続性や寒冷地での耐久性などの諸性能の検討結果、産業廃棄物を利用した保水性骨材を説明し、環境負荷低減を目指した過程を紹介する。

2. インターロッキングブロックとしての検討

2010年、繊維染色メーカーがゼロエミッション戦略の一環として製作している保水性セラミック緑化基盤を使った舗装材料を共同開発するよう依頼を受けた。この緑化基盤材を検討した結果、このまま舗装材として使用するのには難しいことが様々な試験施工の結果わかった。このため保水容量を確保し、交通荷重に耐えうるためには、舗装構造を厚くすることが効果的であり、歩行空間の景観演出がしやすいことからインターロッキングブロックとして開発することとした。過去の経験から吸水性の高い骨材をアスファルトバインダーや樹脂バインダーで混合した場合、保水性骨材自身がバインダーを吸収してしまうことから、吸水効果を保つことが困難であることがわかっていった。また、平板に比べインターロッキングブロックは目地砂を通じて荷重を分散するセグメント式であるため、硬質な超微多孔質セラミック材を用いてもたわみに追従する効果が高い。また、ブロックの製造過程で水セメント比を小さくできる。後述する保水性セラミック骨材を使用した場合、空隙を確保しやすく、保水機能と透水機能との両立がしやすい。さらにインターロッキングブロックは広く舗装材料として取り入れられてお

り、工法としての信頼性が高く施工が容易である。

上記の理由から、環境改善工法として全国に普及が容易なインターロッキングブロック工法を選定した。原料発生場所から近い石川県内のブロック製造工場に協力いただき、新たな発想で生まれた舗装骨材を使用したブロックの開発に着手した。



図一 1 インターロッキングブロックの舗装構造

3. 保水量増加のために使用した骨材

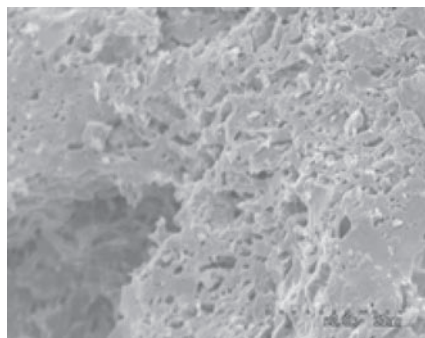
本製品に使用している保水性セラミック骨材には、石川県内の繊維染色メーカーから排出される余剰微生物を有効利用している。このメーカーは毎日多くの繊維染色作業を行っており多量な水を使うとともに排水している。この廃液に含まれる有機物を活性汚泥法により分解無害化させ、この時多量に発生する廃棄微生物（バイオマス）を有効利用したものがある。この廃棄微生物は活性汚泥法を安定的に行うために、有機物分解で多量に増殖した微生物が自らの増殖により酸欠状況を引き起こし、死滅してしまうことを防ぐため、適度な密度に間引きした結果発生するものである。このメーカーでは年間 6,000～7,000 t もの余剰微生物を産業廃棄物として廃棄していた（写真一1）。

この余剰微生物は 2～3 ミクロンの安定した大きさを持ち、細胞壁にかこまれた、いわば水のマイクロカプセルである。このため脱水による廃棄量の減量化は

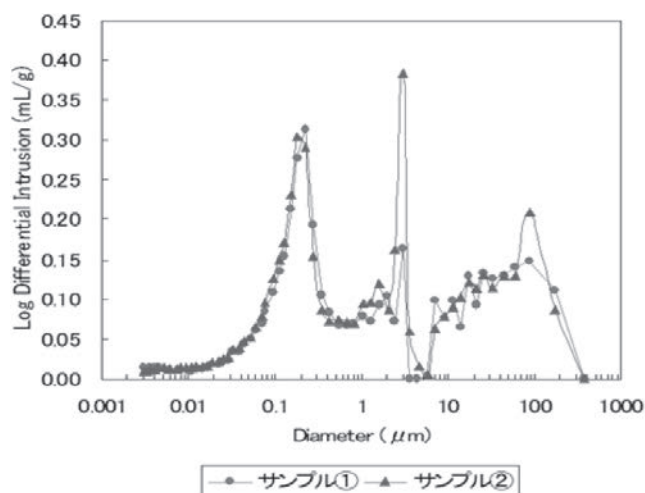


写真一 1 活性汚泥法処理施設

大変難しいものの、焼成するとなくなるこの微生物によるマイクロカプセルの特徴を利用し、粘土に混ぜ 950～1,000℃で焼成したところ、微生物の細胞壁の空間がそのまま残り、さらに細胞内の水分が焼成の際、水蒸気となって粘土から抜けることにより、空隙が連続性を持つセラミックとなることが確認された（写真一2、図一2）。



写真一 2 セラミック骨材の空隙



図一 2 セラミック骨材の空隙計測

このセラミック基盤はこの繊維染色メーカーならびに同社の関係会社とともに、屋上緑化植生基盤材として商品販売している（写真一3）。この基盤自体は物性的な強度は十分であるが、たわみ性が小さく、厚さを確保できないことからセグメントタイルとして機能を保持するためのブロックかみ合わせを確保できなかった。また、セメントコンクリートとの接着についても問題が生じた。このことから繰り返し荷重に追従しなければならない道路舗装にこの基盤をそのまま使用することは難しかった。

こうした基盤の性状から本製品開発にあたり、緑化基盤材生産に際し発生する端材に着目し、この端材を破碎し粒径を調整したものをインターロッキングブロックの主たる骨材として使用することとした。



写真一3 セラミック基盤上の屋上緑化

補助骨材としては、廃瓦破碎骨材を利用している。屋根瓦として広く使用されている瓦は建設廃棄物の中でも環境汚染に対する安全性が高く、かつ多孔質なセラミックである。主骨材の保水性セラミック破碎材に比べ保水量は劣るものの強度的には強いいため、補助骨材として使用することとした。

これらを適量配合し、ドライモルタルに近い状態でプレスし破碎材を固めることで曲げ強度3MPaを上回るインターロッキングブロックとすることができた(図一3)。

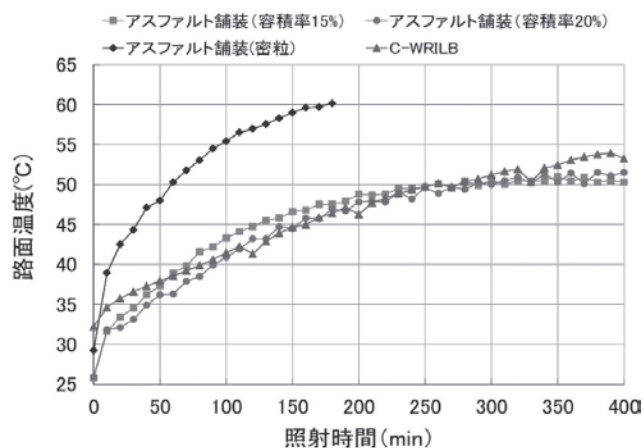
4. 保水能力とその他性状

C-WRILBの保水能力を検証するために以下の検証を行った。

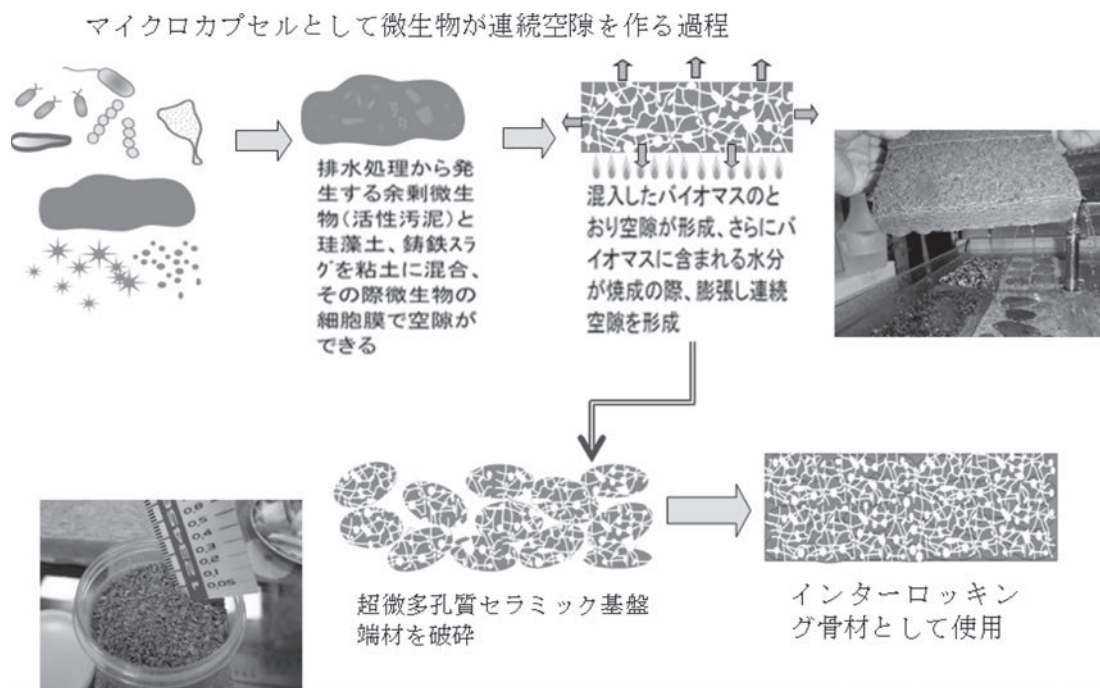
(1) 保水能力と路面温度低減効果

潜熱による温度低減効果は蒸発量によって物理的に決まるが、ブロックの蒸発界面の面積は他の保水性舗装とほぼ同じ(図一4)であるため、温度低減効果については同等である。したがって蒸発時間は保水量が多ければその分温度低減が長期間持続すると考えられる。

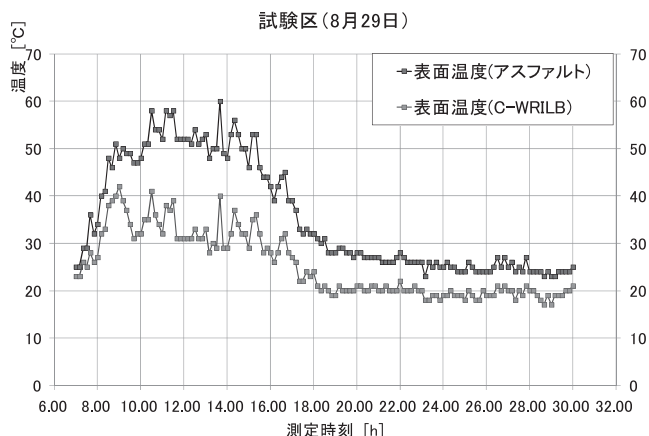
2011年8月下旬の晴時々曇りの条件における、フィールドでの測定結果は図一5のとおりである。



図一4 C-WRILBと保水性アスファルト舗装の温度上昇抑制効果比較



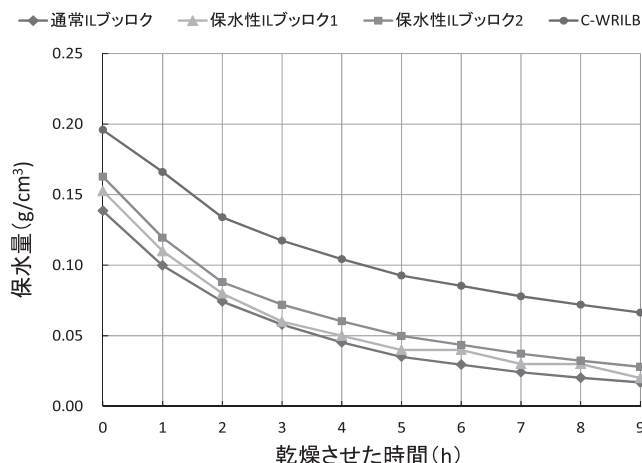
図一3 超微多孔質セラミック骨材を使ったインターロッキングブロックの製作過程



図—5 C-WRILB とアスファルト路面温度

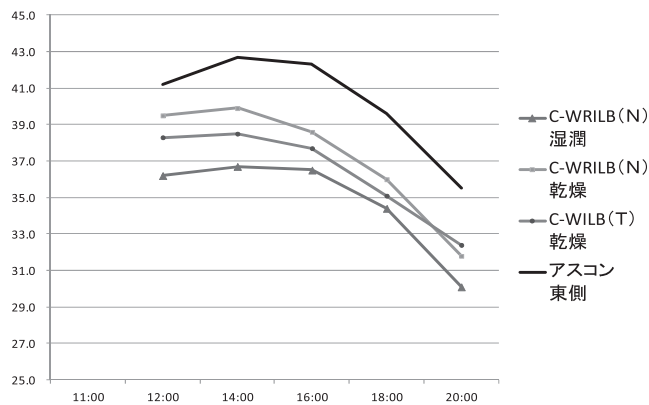
アスファルト舗装に比べ 15℃ 以上の温度低減がみとめられ、18 時以降日没後においても潜熱効果が持続し、熱帯夜緩和に期待できることがわかる。

乾燥炉を用いた従来の保水性ブロックとの対比を蒸発水分量(保水量の変化)の測定結果で図—6 に示す。ともに使用したブロックの厚さは 6 cm で 21 時間水浸させ、100℃ の乾燥炉で観察したものである。C-WRILB の保水量は従来の保水性インターロッキングブロック(保水性 IL ブロック 2)と比較すると、乾燥 9 時間後において約 2 倍となっており、保水力の持続性に優れていると考えられる。



図—6 C-WRILB と一般保水性 IL ブロックの保水量比較

次に施工現場において長期間にわたる温度低減効果を示したのが図—7 (2011 年 7 月の計測) である。この測定日は曇りで相対湿度が 70% 以上という水分の蒸発が少なく、潜熱効果を発揮するのが難しい状況で計測した。この現場は歩道部と小型車来客用駐車場に「本ブロック」を使用し、ともに砕石路盤の上に、歩道部が $t=6$ cm、駐車場部が $t=8$ cm のブロックで施工した。図—7 においても夜間の温度低下が顕著



図—7 C-WRILB とアスファルト舗装の温度比較

にあらわれていることがわかる。

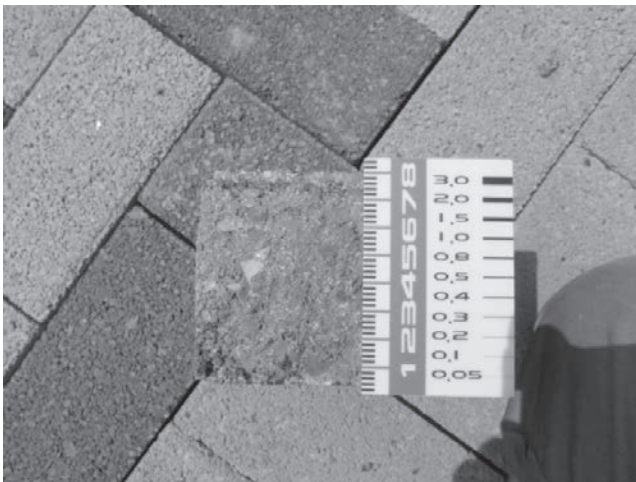
(2) 強度と耐久性

路面として供用される場合、耐久性が重要視される。特に空隙が多い保水・透水性ブロックの場合、冬季保水した水分が凍結することによって生じる凍結融解試験 (ASTM C 1645 に準拠) で評価した。試験方法は試験水槽にブロックを沈めて、供試体の中心温度が +5℃ ~ -5℃ の範囲で凍結融解を 25 サイクル繰り返し (1 サイクル = 16 時間凍結, 8 時間融解), 25 サイクル時点において、質量損失量が 200 g/m³ 未満の場合に凍結融解抵抗性を有しているものと判断した。結果は 25 サイクル後で 105 g/m³ の損失であり問題はないと判断された。

インターロッキングブロックの強度として使用される曲げ強度は、歩道ならびに小型車駐車場用としては 3 MPa 以上であるが、C-WRILB はこの値を完全にクリアしている。車道対応用としては曲げ強度 5 MPa が必要とされるが骨材料の配合を変えることで対応が可能である。しかしこの場合保水量は 1.5 g/cm³ 以上



写真—4 C-WRILB をカッターで切断



写真—5 C-WRILB のカッター切断面

となり、今回開発した C-WRILB とは区別する。

C-WRILB の強度を示す例としてインターロッキングカッターによる切断面がスムーズであることが現場で立証されている。このことは施工性にも大きな効果がある。インターロッキング舗装端部には“切りもの”と呼ばれる現場でカッティングされたブロックを使用するが、切断面がきれいに切断されない場合、材料ロスが増える。この点、C-WRILB は押しつぶされるような切断面とならず、カッターの刃に対して平行で平滑にカットされる施工性が向上された舗装ブロックである（写真—4、5）。

(3) 製品としての性状値

この C-WRILB を製品化した「本ブロック」は以下の性状を有する。大きな特徴は前述のとおり保水能力の向上であるが、保水機能だけではなく、透水機能を有していることがあげられる。透水係数は 1.0×10^{-2} cm/sec 以上であることが、透水性舗装としての規格値であるが、C-WRILB は 4×10^{-2} cm/sec となった。

水たまりが発生しにくい舗装であるばかりでなく、雨水処理を考慮する場合の雨水流出係数を透水舗装として扱うことができる。また、表面に滞水しないので滑り抵抗が降雨時に変化しないため、雨天時のスリップ対策にも寄与する。透水機能が高いことにより、C-WRILB 表面に氷膜ができにくいことから歩行安全性が高いブロックといえる。路面のゴミや土による目詰まりも空隙が、mm から微多孔質といわれる μ m オーダーまで有するため、単一の大きさの空隙が集合しているポーラス舗装材に比べ、目詰まりしにくい特徴がある。

軽量であることも特徴の一つである。従来ブロックの 7 割程度の重さであるため、たとえば 6 cm 厚のブロックの場合、輸送時に 10 t 車両 1 台あたり 80 m² 程度となるのに対し、C-WRILB は 100 m² 以上の運搬が可能である。人工地盤等、死荷重を考慮する必要がある場所の施工にも有効な特徴である。

以下の表—1 が C-WRILB である「本ブロック」の性状をまとめたものである。

5. 新たな機能を利用した緑化事例

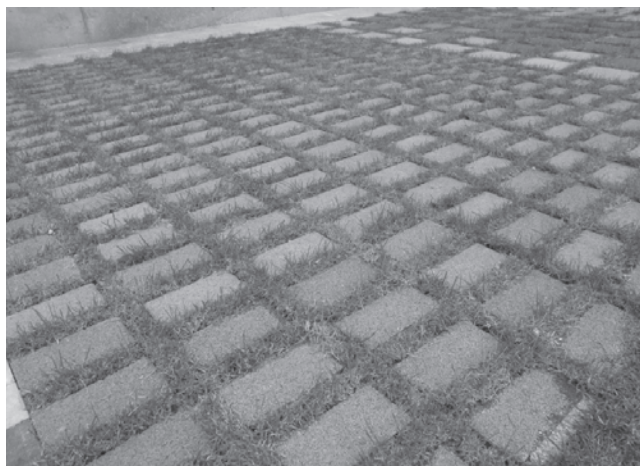
この C-WRILB の保水能力を生かし、緑化ブロックとして施工することができる。散水時あるいは降雨時に C-WRILB が保水した水分を徐々に芝の客土面に灌水すること（図—8）で、芝の育成をはかるものである。

6. まとめと今後の期待

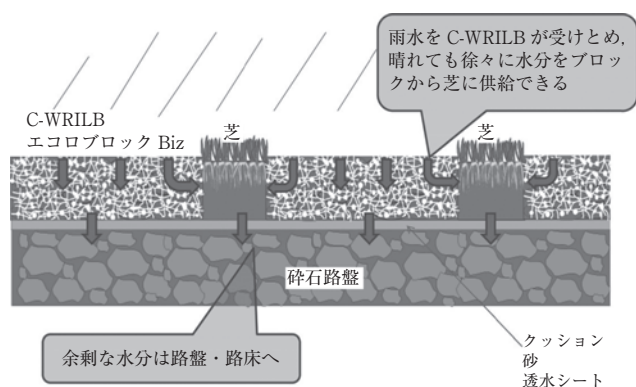
保水し、水の潜熱を利用し温度を低減させる方法は広く認知されている。しかし、最大 2～3 日で水分が

表—1 C-WRILB（「本ブロック」）の性状

	カタログ値	実測値	目標値（参考値）
曲げ強度	3 MPa 以上	3.26～3.69 MPa	3 MPa 以上 （歩道・小型駐車場）
保水量	0.22 g/cm ³ 以上	0.253～0.255 g/cm ³	0.15 g/cm ³ 以上
透水係数	1.5×10^{-2} 以上	4.1×10^{-2}	1.0×10^{-2} 以上
すべり抵抗値（BPN）	60 以上	89	40 以上（歩道）
環境安全性（溶出試験）	有害金属の溶出なし	有害金属の溶出なし	有害金属の溶出なし
凍結融解性	合 格	105 g	ASTM-C 1645
ブロックの密度	1.6 g/cm ³ 以下	1.544～1.563 g/cm ³	非透水 2.1～2.2 cm ³ 透水 2.0～2.1 cm ³
ブロック 1 個の重さ t=60 mm	1.85 kg 程度	—	2.6 kg 程度
ブロック 1 個の重さ t=80 mm	2.48 kg 程度	—	3.4 kg 程度



写真—6 C-WRILBを使った緑化舗装



図—8 C-WRILBを使った緑化舗装システム概略

蒸発してしまい、水道水等の散水なしに雨水だけで、その機能を十分に発揮することは難しかった。このC-WRILBは1週間程度保水状態であることから、日本の天気状況においてはこの間に1回程度の降水が期待でき、ほぼ降雨のみで路面温度の上昇抑制を行えるブロックである。しかしながらコストの問題、施工性

のさらなる改善等いまだに解決しなければならない問題が残っている。

公共交通機関を利用するに際しては「待ち時間」がどうしても必要になり、人々の滞留時間が発生する。特にお年寄り、子ども・ベビーカーの幼児は路面に近いので、路面からの輻射熱を受けやすくなり、猛暑の影響を受けやすい。路面温度上昇抑制舗装は、熱環境の改善効果があるため今後さらに普及するものと期待できる。海外においてもこうした技術輸出は、自然の作用で温度上昇を抑制できるため低エネルギーの環境対策となるであろう。我々は微生物が生息した痕跡という新たな空隙を利用し、超微多孔質の材料から今回のブロックを開発したが、今後バイオと建設を融合させ新たな環境商品を安く、簡単に製作できるよう、さらに開発を進めて行きたい。

謝辞

最後にこのブロック開発にあたり、テーマを与えていただき、製作・実証実験にご協力いただいた、奥谷氏、富樫氏ほか小松精練(株)のみなさん、北陸ブロック(株)の山崎社長、長期間にわたり実験・評価をいただいた日本道路技術研究所 中原氏、朴氏、常松氏ら関係各位に深謝する。

JICMA

〔筆者紹介〕
関 賢治 (せき けんじ)
日本道路(株)
技術営業部
課長



都市土木における環境負荷低減対策

宇留間 高 広

本工事は、東京都港区高輪一丁目地先における国道1号での現道工事であり、既設共同溝の未接続区間、約151mを接続する工事である。新設する151mのうち75.1mを泥土圧推進工法で施工し、その他部分は現場打ちコンクリート工にて築造する。推進工事は、別工事で築造された路面覆工下立坑（以降「路下ヤード」と称する）を利用し、当初開削工法にて行おう計画であった既設高輪共同溝部までの区間を推進工法で施工する。この地域では共同溝工事が長年にわたり継続されており、環境負荷低減対策が重要となった。そこで、推進工発生土の現場内有効利用、推進管路を利用した到達立坑の路下掘削および掘削土砂の有効利用を計画し施工した。本報では施工方法とその効果について説明する。

キーワード：都市土木、環境負荷低減、回収型掘進機、泥土圧推進工法、地中到達、流動化処理土

1. はじめに

都市部における国道直下の共同溝工事である本工事は、当初より施工箇所周辺への騒音・振動および路上規制による交通への影響等の環境負荷低減が課題であった。そこで、当初開削工法で施工する計画であった共同溝工事を非開削工法である推進工法に変更し、その上で、さらなる環境負低減のために以下の施工を行った。

- (1) 発生土の現場内有効利用
- (2) 推進管路を掘削土の搬送に利用した到達立坑施工

2. 工事概要

高輪・三田共同溝工事は、既設高輪共同溝と既設三田共同溝の間、約151mを接続する工事である。新

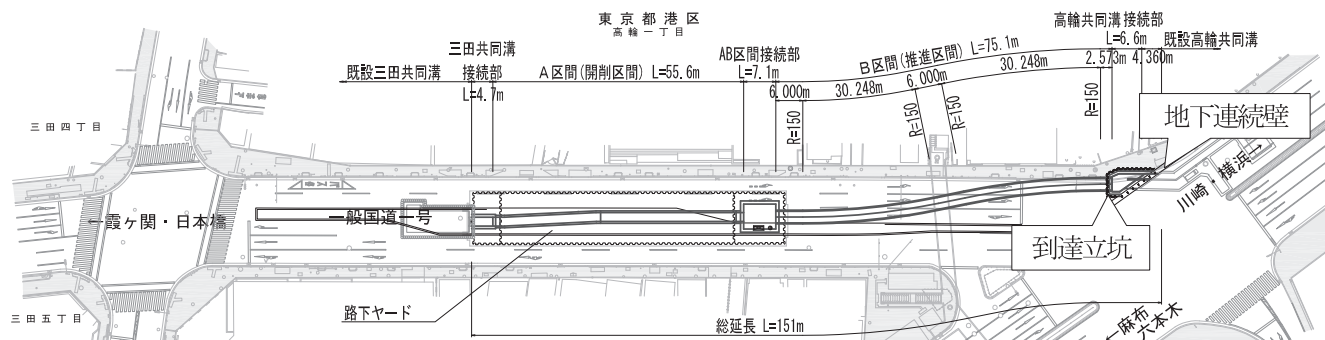
表－1 工事概要

発注者	国土交通省関東地方整備局
工事場所	東京都港区高輪1丁目地先
工事延長	L=151m
工事内容	実施設計1式 推進工（φ2,600mm泥土圧推進）L=75.1m 現場打躯体工L=55.6m（特殊部3箇所） 到達立坑築造B=6.6m L=11.0m H=12.3m 路下ヤード撤去、歩車道復旧工

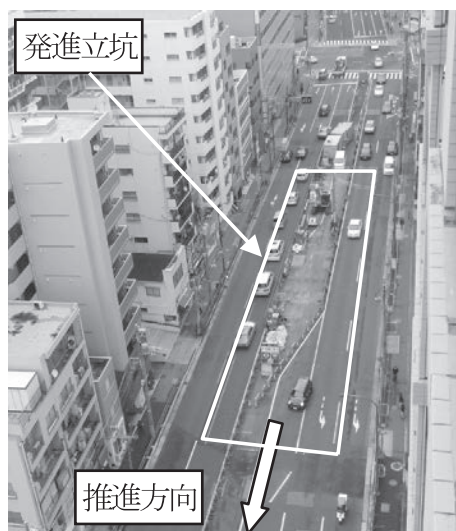
設する共同溝151mのうち別工事において築造された路下ヤード部分は現場打ちコンクリート工にて築造し、交差点を含む未開削部分75.1mは路下ヤードを発進基地として、呼び径2,600の泥土圧推進工によって施工した。

工事概要および平面図、発進立坑周辺状況写真を図－1、表－1、写真－1に示す。

施工条件は、交通量が45,000台／日と多い国道1



図－1 平面図



写真—1 発進立坑周辺状況

号の現道工事であり、また、施工箇所は家屋、マンション、店舗が隣接している中での施工となる。さらに、到達立坑は埋設物が輻輳しており、周辺的生活環境保全や、一般交通、埋設物への影響低減が特に重要となった。

3. 流動化処理土の現場内製造

(1) 施工目的

推進工発生残土は搬出車両および路下ヤード埋戻し土の搬入車両を削減する目的で、推進工発生土を用いて現場内で流動化処理土を製造し、推進工事に支障しない路下ヤードの埋戻し土として再利用した。

流動化処理土の製造は、狭隘な路下ヤードの中で推進工の進捗に合わせた施工を行う必要がある。また、埋戻し量が約 700 m³ と少量であるため経済性を考慮し汎用機械で計画した。発生土の供給、解泥および密度調整、セメントスラリーとの混合、製造した流動化

表—2 主要設備一覧表

用途	名称	仕様・規格
混合槽への土砂供給 流動化処理土混練 流動化処理土打設	バックホウ	0.45 m ³ 級 超小旋回 配管機
流動化処理土混練用 アタッチメント	ドライブミキシング	0.4 m ³ 用
混合槽	水槽	20 m ³
加重材ピット	水槽	20 m ³
土砂ストック	土砂ピット	200 m ³
セメントミルク混練	ヨコ型ミキサー	350 L×2 槽
セメントミルク移送	グラウトポンプ	5 HP
流動化処理土打設	定置式コンクリートポンプ	35 m ³ /h
打設用配管	鋼管	φ125 mm

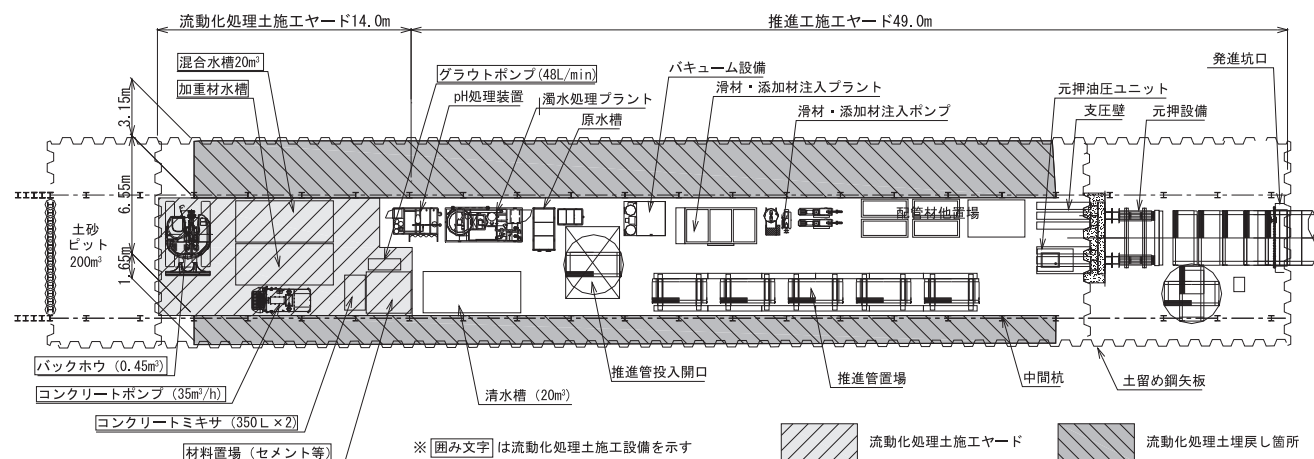
処理土の打設ポンプへの供給といった一連の作業を、混合水槽と1台のバックホウで行い、セメントスラリーの混練・移送にはヨコ型ミキサーとグラウトポンプ、製造した流動化処理土打設用の定置式コンクリートポンプで施工する方法を立案した。主要設備一覧と製造設備配置図を図—2、表—2に示す。

(2) 配合の設定

本工事で流動化処理土に使用する土砂は、推進工の掘削残土であり推進工の進捗に遅れること無く処理する必要がある。そこで、発生土利用率を重視し、事前の配合試験で最も利用率が高い配合に決定した(表—3)^{1), 2)}。

(3) 製造サイクル

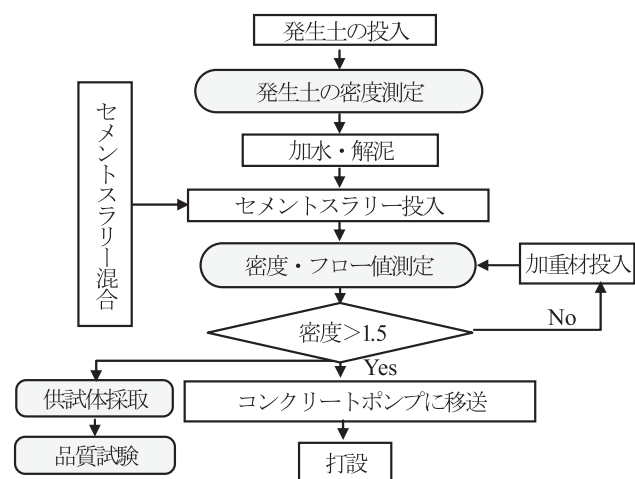
流動化処理土は図—3のフローにて製造を行う。なお、製造時の品質管理方法は、製造1バッチ毎の密度・フロー値測定管理と、1回/日の頻度で供試体を採取し品質試験を行い、所定の品質を確保した³⁾。



図—2 製造設備配置

表—3 流動化処理土配合表

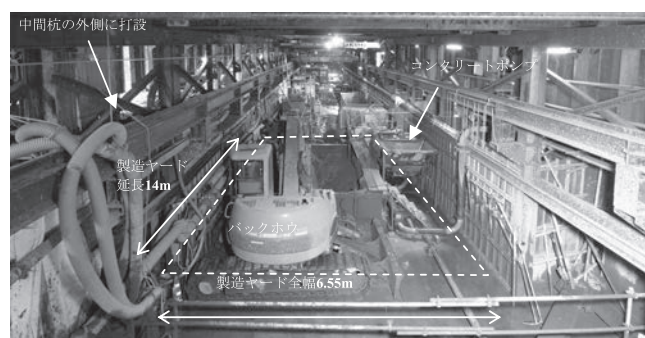
発生土	発生土 密度 g/cm ³	目標値				単位重量 (kg/m ³)					試験結果			
		一軸圧縮 強さ N/mm ²	ブリーディ ング率 %	処理土 密度 g/cm ³	フロー 値 mm	発生重量		水	固化材	加重材 (再生砂)	一軸圧縮 強さ N/mm ²	ブリーディ ング率 %	処理土 密度 g/cm ³	フロー 値 mm
						現地 採取土	想定推進 添加材							
粘性土 (添加材を加えた試料)	1.63	0.2 (材齢1週間)	1%以下	1.5以上	110	632	88	379	80	332	0.43	0	1.51	115



図—3 流動化処理土施工フロー

(4) 施工結果

製造サイクルは、混合水槽への土砂の供給から製造・打設まで1バッチ当たり約1.5時間であり、流動化処理土の製造は推進工の掘進に影響無く製造することができ、工程への影響は軽微なものであった。この結果、推進工の掘削残土搬出車両と路下ヤード埋戻し土搬入車両の合わせて210台の削減を実現した。施工ヤード全景写真を写真—2に示す。

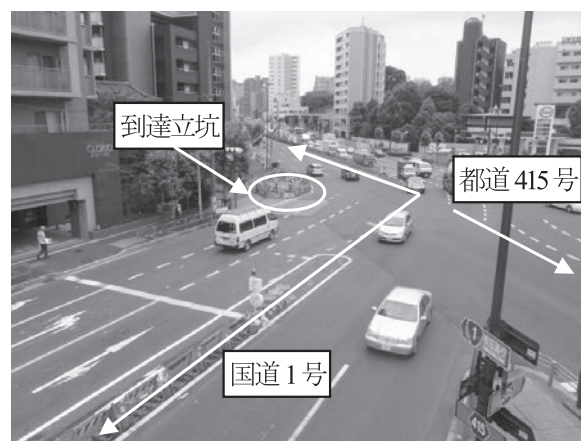


写真—2 製造ヤード全景

4. 地中到達・到達立坑路下施工

一般的な推進工の掘進機は、到達立坑において解体し引上げ作業を行う。また、到達立坑の築造及び掘進機回収用クレーンの設置には大規模な交通規制が必要

となる。本工事における到達立坑は、国道1号と主要都道415号の交差点部（写真—3）に位置する。掘進機回収による交通規制日数の短縮、到達立坑の省面積化を目的として、到達後に発進立坑より掘進機が回収できる回収型掘進機「やどかり君」工法を採用した。さらに、到達立坑の掘削は推進到達断面以深を路下施工とし、掘削残土は推進管路を利用して発進基地へ運搬し路下ヤードの埋戻し土として利用する。これにより掘削に伴う交通規制日数の短縮、土砂運搬車両の削減を行った。



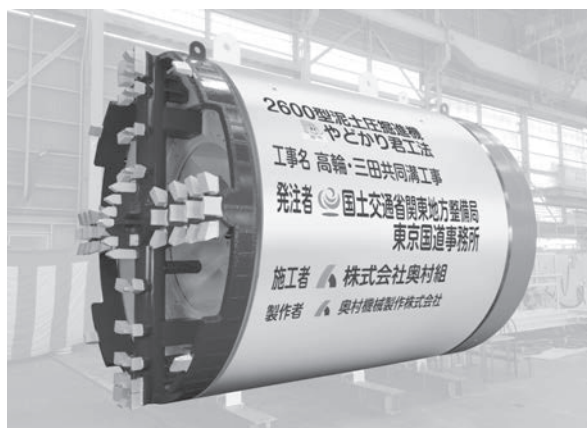
写真—3 到達立坑周辺状況

(1) 掘進機仕様

本工事で使用した泥土圧掘進機を写真—4に示す。

回収型掘進機は3重構造を有し、最外周の外殻と駆動部を収容する内殻およびそれらを連結する中殻で構成されている。掘進機到達後はこの中殻を撤去することで内殻を開放し、発進立坑に引き戻すことが可能である⁴⁾。また、引戻し機構として内殻に引戻し用のガイドローラーを装備した。ローラーは引戻し時に目地をスムーズに通過するため直列2輪の構造である。

また、今回の地中到達用に、切羽の湧水確認用の配管(2B)、到達後に掘進機外周の余掘りからの出水を防止するため余掘り充填用の裏込め注入配管、チャンパー内清掃作業時に使用するマンロック及び排土管(4B)、切羽作業時の地山崩壊防止に有効な Cutterヘッド外周リング等を掘進機に装備した。



写真—4 回収型掘進機

(2) 施工手順

①到達立坑掘削

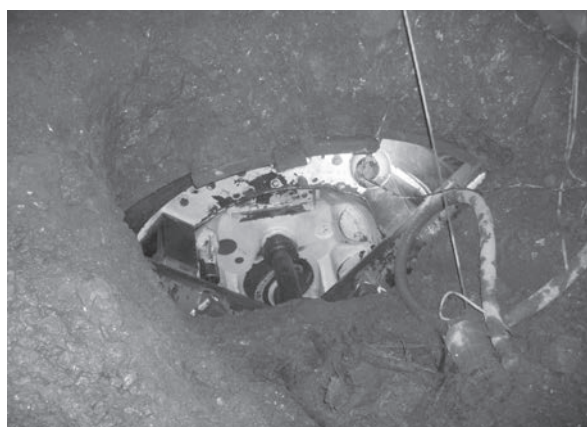
地上からの立坑掘削深さは、防護注入を路下施工とするために必要となる空間を考慮してGL-6.7mとした。

②土留欠損部・切羽部防護注入

到達立坑は鋼矢板土留を採用しており、掘進機を地中到達させるため、推進掘削断面に支障する鋼矢板は下端を掘削断面上部までとし、以深は欠損部とした。また、掘進機を引き戻すためのカッタスポーク切断等の作業は、チャンバー内の土砂を撤去した後に人力で行う。よって、切羽部と土留欠損部には地盤改良として薬液注入を実施した。また、周辺への騒音・振動の影響を抑制するため、注入量の約半分は路下施工とした。

③掘進機地中到達

掘進機は坑口を取付けず、地中で立坑内の所定の位置まで推進し到達とした。到達時には、土留への影響を抑えるため、ジャッキスピードを落とし慎重に掘削した。また、到達精度確保のため到達前は測量頻度を通常の倍とし、ストローク 600 mm 毎に測量を行い精度を確保した。到達後、掘進機外周からの出水を防止するため、掘進機外周へ裏込め注入を行った。到達状況を写真—5に示す。



写真—5 掘進機地中到達

④チャンバー内清掃

到達後、スクリーコンベアにて可能な限りチャンバー内の排土を行い、残った土砂を定置式のバキューム装置で吸引し、清掃を行った。清掃完了後、作業の安全確保のため、カッタヘッド前面に木矢板による簡易土留を設置した。

⑤機内設備撤去

スクリーコンベアは今回のように内殻をそのままの向きで引き抜く場合、内殻に取付けた状態で引き戻すことも可能であるが、引戻し作業時の重量バランスを考慮し、今回は先行して撤去を行った。この他に内殻引戻しに支障する設備として、方向修正ジャッキの撤去を実施した。

⑥カッタスポーク・中殻連結部切断

カッタヘッドには切羽作業時の地山崩壊防止のために外周リングを装備しており、カッタヘッド前面に設置した簡易土留と合わせて切羽作業の安全性を確保している。内殻の回収にあたり、推進管の内径より大きいカッタスポークの切断と、内殻開放のため中殻連結部の切断分離作業を人力にて行った。

同一工事内での転用を目的とした場合、カッタスポークの縮径方法としては油圧ジャッキによる伸縮装置を装備することも可能である。

⑦内殻引戻し

推進管に6 m 間隔で設置した引戻し用グラウトホールにワイヤーおよびチルホールを設置し、掘進機を牽引した。発進架台にはガイドローラーの角度に対応した傾斜付き架台を設置しているため、引戻し中の大幅なローリングは許容できない。よって、引戻し中に発生したローリングは、内殻発進側に設置したローリング修正用のガイドローラーにて適宜修正を行い解消した。引戻し状況を写真—6、7に示す。

⑧到達立坑掘削 (GL-6.7 m～-12.3 m)

掘進機を引き戻し完了後、到達立坑に投入した



写真—6 内殻引戻し



写真—7 内殻引戻し完了



写真—10 路下ヤード埋戻し状況

0.1 m³ 級バックホウを用いて施工した。掘削残土は推進管路に幅 450 mm、機長 7 m のベルトコンベヤを 11 台設置し、発進立坑へ搬送、発進坑口付近に仮置きした。その後、構築の進捗に合わせて路下ヤードの埋戻し土に転用した。作業状況を写真—8～10に示す。

(3) 施工結果

掘進機の地中到達と立坑の路下施工により夜間交通規制日数は、掘進機の回収作業で 2 日、到達立坑の掘

削作業で 8 日の合わせて 10 日短縮した。また、回収型掘進機の採用による到達立坑の省面積化と立坑掘削残土の埋戻し土への転用により、土砂運搬車両は合わせて 116 台を削減した。

5. おわりに

環境負荷低減対策として実施した種々の対策は、約 330 台の土砂運搬車両の削減と夜間交通規制日数の短縮を実現させることができ環境負荷の低減効果を確認した。

都市土木では、沿道地域の生活環境保全、一般交通への影響緩和等の環境負荷低減は重要である。今後も都市土木における環境負荷低減のため、新たな施工方法に挑戦していきたい。

最後に本工事を行うにあたり、ご指導、ご協力を頂きました関係機関の方々に感謝致します。

J C M A



写真—8 到達立坑路下掘削



写真—9 掘削土砂搬送

《参考文献》

- 1) 加藤将道他：推進工事発生土を利用した流動化処理土の現場内製造および打設（その 1：要求性能、施工方法），第 67 回土木学会年次学術講演会，21012.9.
- 2) 土木研究所，流動化処理工法総合管理：流動化処理土利用技術マニュアル，pp.66-72，技報堂出版，2007
- 3) 川嶋英介他：推進工事発生土を利用した流動化処理土の現場内製造及び打設（その 2：品質管理、施工方法の評価），第 67 回土木学会年次学術講演会，2012.9
- 4) 木下茂樹：地中接合技術－大口径推進工事における既設管きょ側面及び正面への地中接合回収型掘進機「やどかり君」工法の適用事例，月間推進技術 Vol.25，No.2，pp.18-21，2011

〔筆者紹介〕

宇留間 高広（うるま たかひろ）
 (株)奥村組
 東日本支社 機械部 技術課
 機械職員



3. 施工方法

(1) 施工ブロック割

施工ブロック割を図-2に示す。切替工事は移動式クレーンの使用を基本とするが、クレーンを配置できる側道や作業ヤードに限りがあること、工事桁下に空間がなく事前に線路が敷設できない区間があることなど、諸条件を勘案して「クレーン撤去区間」「工事桁上区間」「工事桁降下区間」「道床砂利降下区間」に分け施工を実施した。

(2) クレーン撤去区間 (B.D.E ブロック)

作業ヤードの確保が可能または、側道に面しているB.D.Eブロックは、線路切替当夜に移動式クレーンを用いて工事桁を撤去した。

Bブロックでは、作業ヤードに100t吊、65t吊、60t吊の移動式クレーンを配置し、各クレーンで5ピースの工事桁撤去を行った(図-3)。

D.Eブロックでは上り線側の側道に100t吊、60t吊、50t吊の移動式クレーンを3台、下り線側の側道に35t吊移動式クレーンを1台配置し、各クレーンで5~6ピースの工事桁撤去を行った(図-4)。

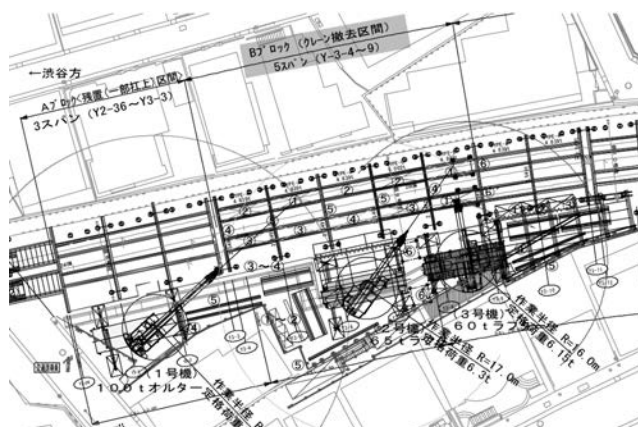


図-3 クレーン配置図 (Bブロック)

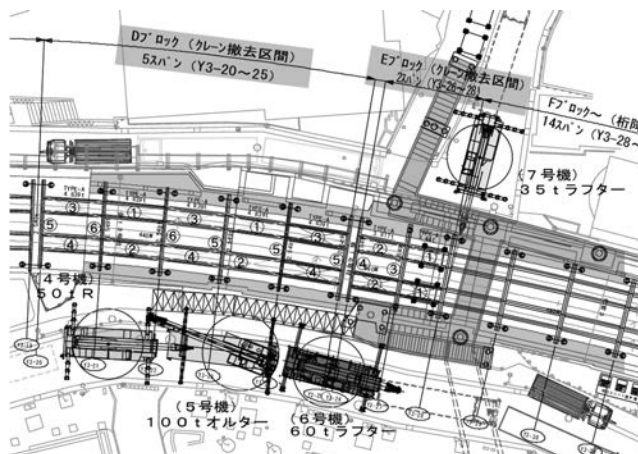


図-4 クレーン配置図 (D.Eブロック)

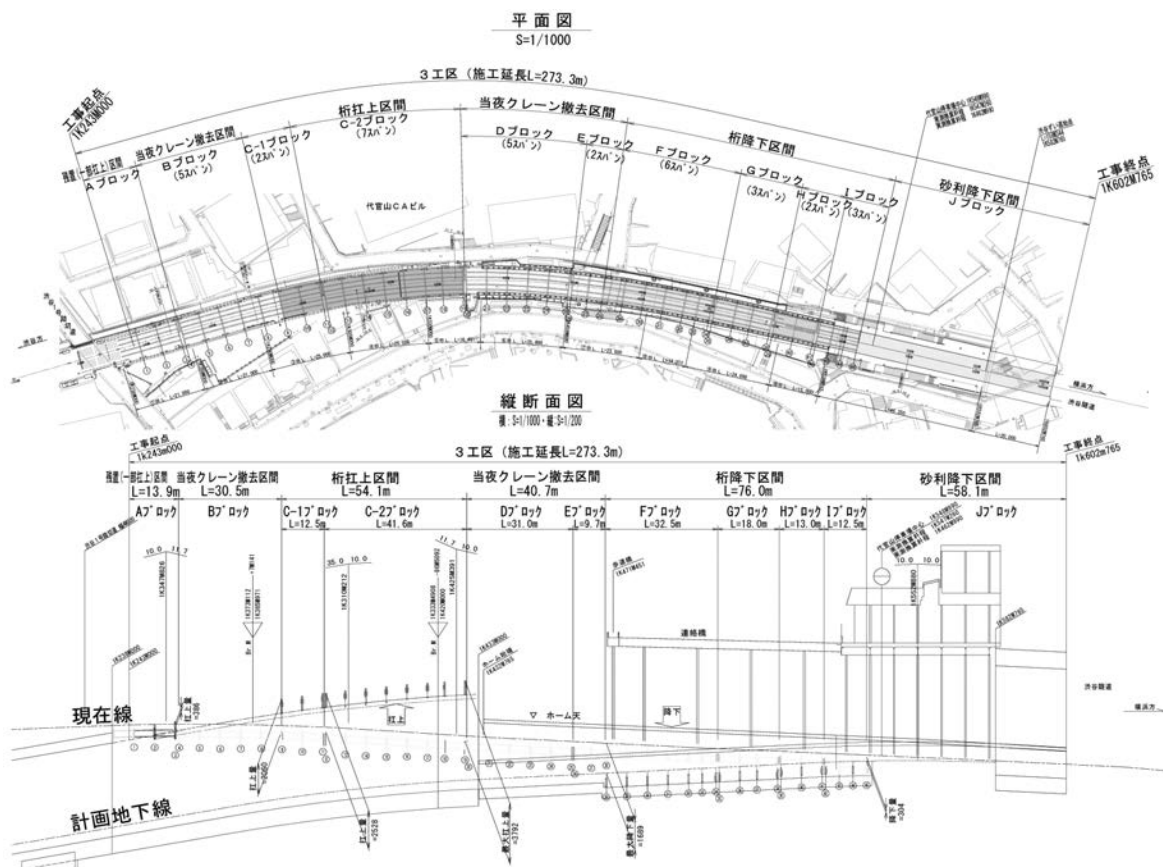
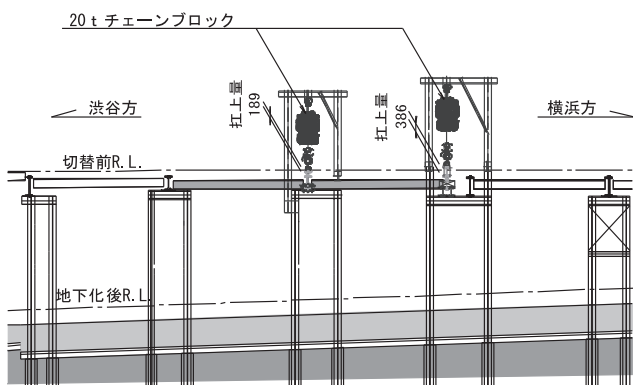


図-2 施工ブロック割付図

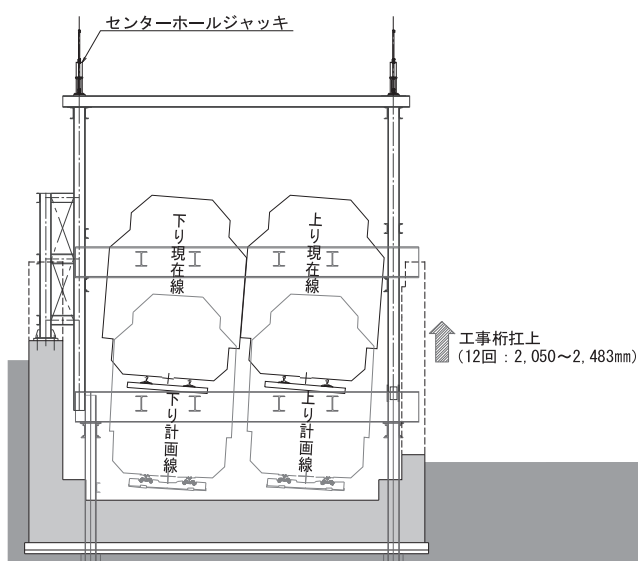
(3) 扛上区間 (A.Cブロック)

AブロックはBブロックに配置した移動式クレーンで工事桁撤去可能であるが、撤去桁の仮置き場がないこと、各クレーンの撤去ピース数が増え時間工程に影響があることから扛上区間とした。扛上量は最大386 mmと少ないため、20 t吊チェーンブロックを採用し計画地下線の建築限界外へ扛上を行った(図—5)。



図—5 チェーンブロック設置縦断面

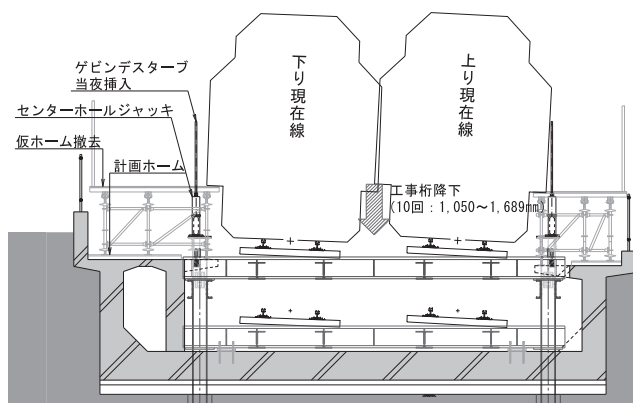
Cブロックは移動式クレーンが配置できないため、扛上区間とした。扛上設備は過去に実績が豊富であり、扛上量の調整が容易である500 KNセンターホールジャッキを採用した。門構でジャッキ架台を設置し、工事桁を吊り下げた格好で計画地下線の建築限界外へ扛上を行った(図—6)。C-1ブロックは扛上量が2,050 mm～2,248 mmであり、12回で扛上、C-2ブロックは扛上量が2,528 mm～3,792 mmであり、18回で扛上を実施した。また、各ジャッキの扛上速度を一定にするため、油圧ポンプからジャッキまでの油圧ホース長を同一とした。



図—6 扛上区間 (Cブロック) 横断面

(4) 降下区間 (F.G.H.Iブロック)

工事桁下の空間に余裕がなく、事前に線路が敷設できない区間であるため、工事桁を降下し新線路と接続させ、本設軌道となるまでの間、新線路で供用する区間とした。降下設備はCブロック同様500 KNセンターホールジャッキを採用することとしたが、F.G.H.Iブロックはホーム区間であるため、客扱いに支障しないよう配慮が必要であった。門構・センターホールジャッキは仮設ホーム下へ事前に設置した。ゲビンデスタープは仮設ホーム上へ突き出てしまうため、切替当夜、仮設ホーム解体と同時に設置することとした。またゲビンデスタープはジョイントカプラにて接続する構造とすることにより、仮設ホーム上から簡単に設置することが可能となった(図—7)。Fブロックは降下量が1,689 mm～1,050 mmであり10回で降下、Gブロックは降下量が1,032 mm～721 mmであり7回で降下、Hブロックは降下量が703 mm～491 mmであり5回で降下を実施した。



図—7 降下区間 (Fブロック) 横断面

IブロックはF.G.Hブロックと比較して降下量が最大473 mmと少なく、ホームの構造上センターホールジャッキが設置できないため、500 KN円筒型油圧ジャッキを1支点到2台設置し、交互に使用することで降下させた。

(5) 道床砂利降下区間 (Jブロック)

既設線と新設地下線とを擦り付ける降下量の少ない区間である。事前に計画用の枕木を敷設し、二重化させる。切替当夜は上段の枕木を撤去し、計画高さへ降下させる。



写真—1 地下化切替前



写真—2 地下化切替状況

時に現地へ移動開始し、総勢約 1,200 人の工事関係者が作業開始の合図に備えた。25 時 01 分の区間線路閉鎖確認後、レール破線・切断、工事桁固定ボルト撤去を開始した。各ブロックの切替工事は地下化切替時間工程（表—1）の通り進行し、点検を含めた全作業終了後、線路閉鎖を解除し、試運転列車を上下線各 1 本ずつ走行確認し、予定通り営業列車を迎え、無事に切替工事が完了した（写真—1～3）。

6. おわりに

本事業は平成 17 年に着手し、約 8 年にわたり工事を行ってきた。地下化切替工事を迎えるまでに、諸問



写真—3 地下化切替後

題・懸案事項が発生したが、関係者各位にご尽力頂き無事に相互直通運転を開始することができ感謝するとともに、竣工まで無事故で工事を完了する所存である。また、国内には多数立体交差が必要とされる場所があるが、本稿が参考になれば幸いである。

J C M A

〔筆者紹介〕

浦部 克人（うらべ かつひと）
東急建設㈱
首都圏土木支店 鉄道土木部
現場代理人



丸山 明紀（まるやま あきのり）
東急建設㈱
首都圏土木支店 鉄道土木部
監理技術者



金井 孝行（かない たかゆき）
東急建設㈱
土木本部 機械技術部
課長



久喜白岡ジャンクション C ランプ第 2 橋の架設

大型多軸台車を用いた橋梁上からの一括架設

伊 藤 剛・長谷川 豊・加 納 晋 至

久喜白岡ジャンクションは、埼玉県久喜市～白岡市に位置し、東北自動車道（東北道）と首都圏中央連絡自動車道（圏央道）を接続するジャンクションである。

工事箇所には、東北道・県道・市道など、道路との交差箇所が多数存在する。このため C ランプ第 2 橋では、交通規制回数を減らす対策として、圏央道の本線橋上に配置した大型多軸台車を使用した架設工法を採用した。本稿では、東北道上を跨ぐ未開通の圏央道本線橋上から行った、C ランプ第 2 橋の多軸台車による夜間一括架設について紹介する。

キーワード：夜間一括架設、交通規制、近接施工、多軸台車、高速道路上

1. はじめに

久喜白岡ジャンクションは、埼玉県久喜市～白岡市に位置し、東北自動車道（東北道）と首都圏中央連絡自動車道（圏央道）を接続するジャンクションである（図－1）。

本工事は、東北道を跨ぐ圏央道の本線第 2 高架橋（5 径間連続細幅箱桁）2 連（以下 本線橋）と、本線橋上を跨ぐ C ランプ第 2 橋（6 径間連続鉸桁・箱桁）、および 2P3 鋼製門型橋脚 1 基を施工する工事である（図－2）。

工事箇所は、東北道・県道・市道など、道路との交差箇所が多数存在する。このため交通規制回数を減ら

す対策として、本線橋では送り出し架設、C ランプ第 2 橋では本線橋上に配置した大型多軸台車を使用した架設工法を、各々採用した。本稿では、東北道上を跨ぐ本線橋上から行った、C ランプ第 2 橋の多軸台車による夜間一括架設について紹介する。

2. 工事概要

発 注 者：東日本高速道路株式会社 関東支社

施 工 者：川田工業株式会社

工 事 名：久喜白岡ジャンクション本線第 2 高架橋（鋼上部工）工事

橋梁形式：6 径間連続鉸桁・箱桁橋

床版形式：鋼・コンクリート合成床版（SC デッキ）

橋 長：407.6 m（C-CL 上）

支 間 長：59.2 + 60.5 + 77.0 + 96.0 + 59.0 + 54.1 m

桁 高：2500 mm～ 4200 mm

有効幅員：7640 mm～10700 mm

平面曲線：R=90 m

防錆仕様：金属溶射 c2P1～c2P4 東北道・圏央道およびランプの上空部

：C-5 c2P4～c3P1 その他一般部

3. 橋梁の特徴

C ランプ第 2 橋の線形は、平面線形が直線から最小曲率 R=90 m へと大きく変化する上、横断勾配も -2% から 9% まで変化し非常に複雑である。このた



図－1 久喜白岡ジャンクション概略位置

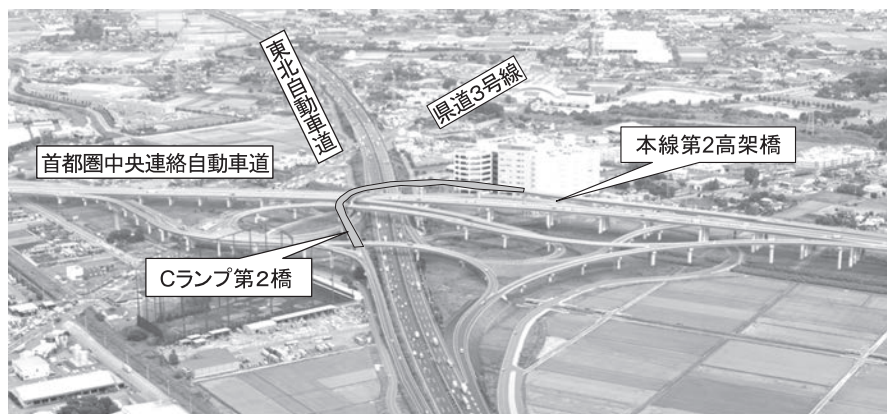


図-2 対象橋梁

め橋梁形式は、直線部を鈑桁、曲線部を箱桁とした連続混合橋を採用している。平面線形の変化に合わせ床版支間も変化するため、曲線部では腹板間隔が最大6.3 m となり、大きな単一箱断面構造となっている。

また前述したとおり、Cランプ第2橋は東北道やランプなど多くの道路を跨ぐため、跨道部のメンテナンス性に配慮して、塗装より耐久性の高い金属溶射を採用している。さらに床版も施工性を向上させるため、鋼・コンクリート合成床版を採用している（図-3）。

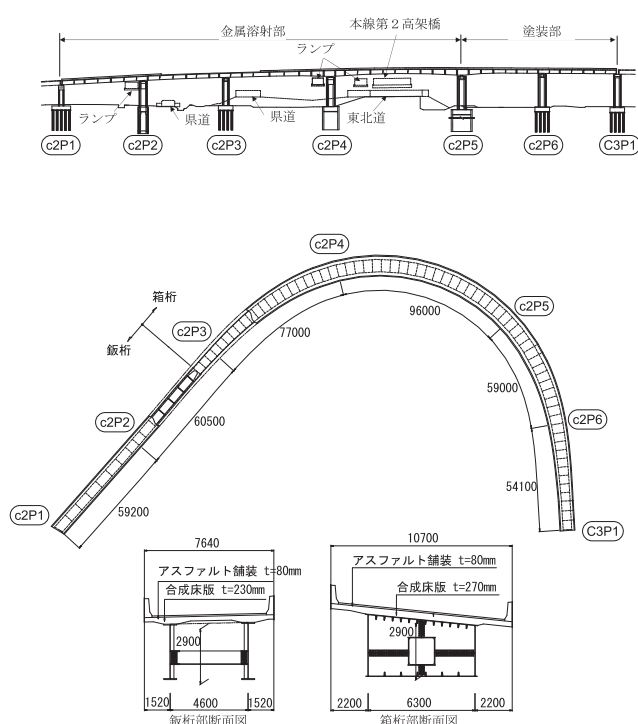


図-3 Cランプ第2橋の構造一般図

4. 架設工法について

(1) 架設工法の選定

当初は、本線橋上にベントを設置し、800 t吊りクローラークレーンを使用して、東北道の両側から大ブ

ロック（4部材×2回）を架設する計画であった。

しかしこの計画では、クローラークレーン設置のため、県道蓮田白岡久喜線を長期間通行止めにする必要があるため不採用とし、本線橋上に配置した大型多軸台車による夜間一括架設を採用することとした（図-4、写真-1）。

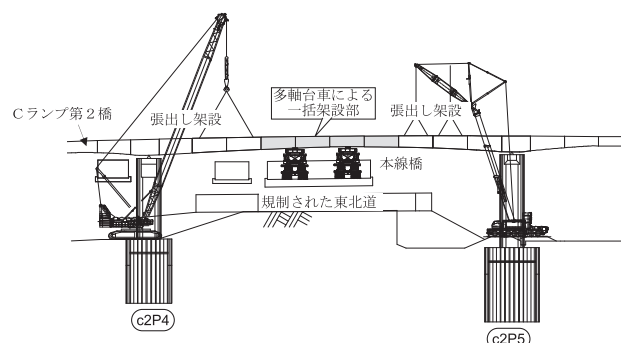


図-4 本線橋上での架設計画



写真-1 多軸台車による一括架設

(2) 架設計画

Cランプ第2橋の架設では、地組した大ブロックを多軸台車に搭載し、本線上を移動させるため、施工済みの本線橋に与える影響を検討する必要があった。検討では、まず架設ステップごとの最大反力を立体骨組み解析で算出し、次にその反力を使用して、本線橋に

おける以下の影響を確認した。

- ・本線橋 主部材の応力度
- ・本線橋 床版の応力度、ひび割れ幅
- ・本線橋 主桁のたわみ

またCランプ第2橋の架設計画にあたっては、複雑な架設ステップごとに立体骨組み解析で断面力を算出し、完成系を上回る断面力となる箇所について、主部材の応力照査を行った。

5. 現場施工について

Cランプ第2橋の架設は、東北道を夜間通行止めにして行うため、交通規制時間内の作業完了が必須となる。このため、作業中断が発生しないように以下の対策を行った。また足場の解体は、東北道を一部車線規制して行うが、通行車両に対する近接作業が発生するため、別途対策が必要となった。

(1) 本線橋たわみ計測のキャリブレーション

架設当日の作業手順のシミュレーションを兼ねて、大ブロック架設前に多軸台車のみで本線橋上を移動させ、本線橋のたわみを計測するキャリブレーションを行い、前述の検討結果の妥当性を確認した。また確認した手順で発覚した問題点等の対応策を、架設当日の作業要領に反映した（写真—2）。

(2) 多軸台車移動時のずれの補正

多軸台車は、内回り、外回りで分離した本線橋上を、前後にずれて2台同時に移動するため、各々の多軸台車の動きを同調させることが重要となる。移動中は本線橋主桁のたわみ差による路面標高差が発生するため、多軸台車のサスペンション高さを変化させること



写真—2 キャリブレーション状況

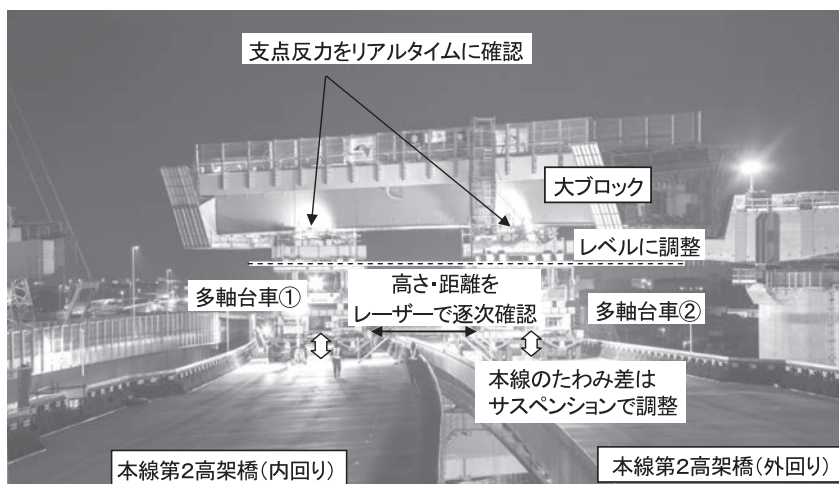
で、両方の荷台高さをレベルに調整した。また平面位置については、多軸台車側面に貼ったターゲットにレーザーを当てて逐次確認し、細かくずれを調整した（写真—3、4）。

(3) 多軸台車の支点反力

多軸台車上の大ブロックおよび多軸台車自体の反力の偏りは、本線橋の主桁や床版の応力度に大きな影響



写真—4 レーザーによる確認



写真—3 多軸台車による架設時の管理

を与える。このため、多軸台車上の支点到荷重計測が可能なジャッキを設け、架設中リアルタイムで反力管理を行った。多軸台車移動中に規定した反力値を超えた場合は、ジャッキを操作し、反力バランスを逐次調整した（写真—3）。

（4）多軸台車による本線橋のたわみ

本線橋への影響を判断するため、多軸台車による架設中は、架設ステップごとに本線橋のたわみを計測した。計測したたわみは、あらかじめ算出しておいた許容たわみを越えないことを随時確認した。ここで許容たわみは、許容応力度から逆算して求め、安全率と各架設ステップ時の気温補正も含んだ値とした。

（5）ボルト添接部の足場について

ボルト締め付け作業が、東北道の交通規制時間内に完了しないリスク対策として、あらかじめボルト添接部に足場を設置して大ブロックと共に架設し、添接部の主桁角度調整後、一部残した開口部を塞ぐ構造とした。使用した足場は完全防護構造の既製品であるため、交通規制時間に影響なく、ボルトの締め付け作業を行うことができた（写真—5）。



写真—5 先行設置された足場

（6）足場の解体について

足場の解体は、東北道を一部車線規制して行うため、作業時間の短縮と通行中の一般車両に対する配慮が必要であった。このため、足場はパネル単位で一括



写真—6 高所作業車による防護

撤去できる構造とし、撤去時の安全対策として、高所作業車を撤去部分下面に配置し、東北道上への落下物を防護した（写真—6）。

足場をパネル化してまとめて撤去することで、作業時間が短縮でき、さらに規制帯内で確実に撤去を完了できた。

6. おわりに

謝辞

最後に、この工事を進めるにあたって、東日本高速道路(株)関東支社、および、同さいたま工事事務所の方々には、多大なるご指導・ご協力を賜り厚く御礼申し上げます。

J C M A

〔筆者紹介〕

伊藤 剛（いとう たけし）
川田工業(株)
鋼構造事業部 技術部 東京技術課
主任

長谷川 豊（はせがわ ゆたか）
川田工業(株)
鋼構造事業部 技術統括部 工事部 東京工事課
統括工事長

加納 晋至（かのう しんじ）
川田工業(株)
鋼構造事業部 技術統括部 技術部 工務課
主幹

並走するシールドトンネルを 非開削で一本化：大橋連結路

鈴木 康 洋・佐々木 順 一・越 田 健

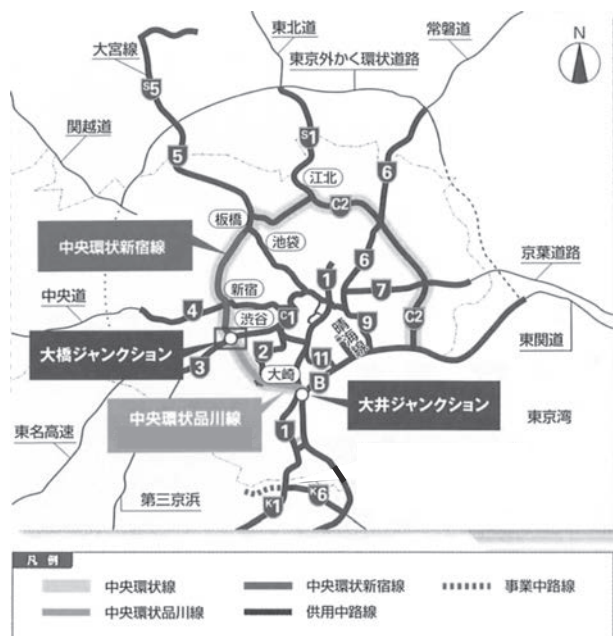
本工事は、首都高速中央環状品川線のうち大橋ジャンクションへの大橋連結路（開削トンネル+外径9.5 m シールドトンネル）を構築し、並走する中央環状品川線本線（外径12.3 m シールドトンネル）との間を地中で切開き、接続し分合流部を構築する工事である。

並走する2本のシールドトンネルをアーチ状鋼製セグメントで接合する新しい覆工構造となっている。非開削施工のため、工事に伴う交通渋滞、近隣への環境負荷も低減されている。本稿では、非開削切開き工事の掘削～既存トンネル計測～アーチセグメント製作～現地組立までを報告する。

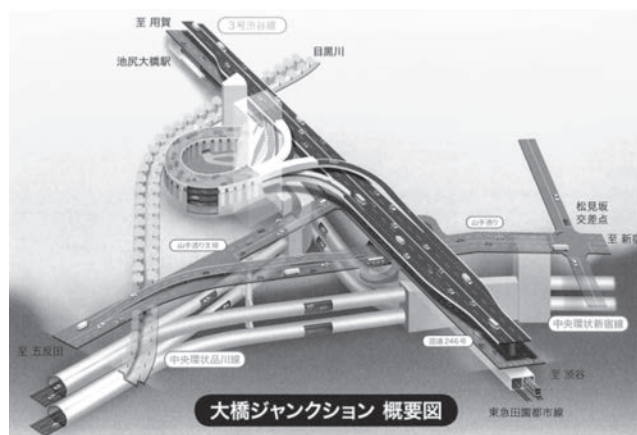
キーワード：シールドトンネル、トンネル拡幅、非開削、切開き、アーチセグメント、分合流部、大橋ジャンクション、首都高速中央環状線

1. はじめに

本工事は、首都高速3号渋谷線と中央環状線を接続する大橋ジャンクションの一部で、品川線本線トンネルから分岐する連結路トンネルである。密集した市街地にある幹線道路上にシールドの発進立坑等を開削工法で設けた後、シールド工法により上下2本の連結路トンネルを築造し、別途施工された並走する上下2の本線シールドトンネルとの間を地中で切開いて分合流部を構築する（図—1、2）。



図—1 首都高速中央環状線概要



図—2 大橋ジャンクション概要

2. 工事概要

■中央環状品川線大橋連結路工事（図—3）

①開削部（山手通り支線部）

延長 55 m × 掘削幅 13～22 m × 掘削深度 29～33 m

②地上避難出口：掘削深度約 50 m × 掘削外径φ5.1 m

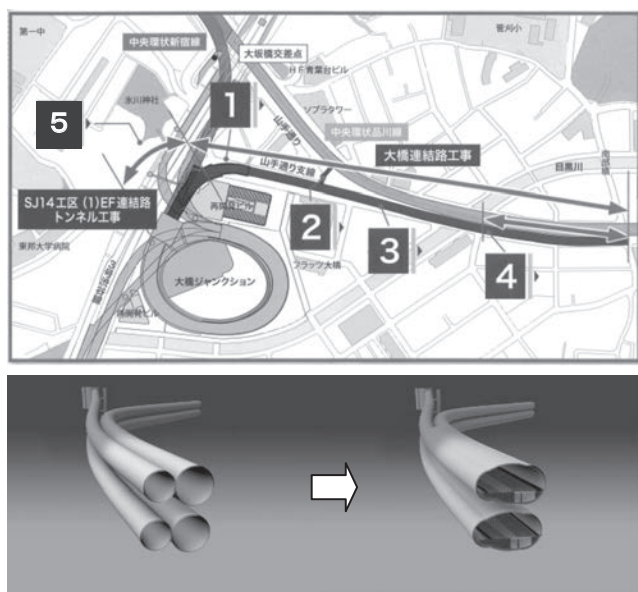
③シールド部（外径φ9.5 m）

上層トンネル延長 500 m / 下層トンネル 480 m

④分合流部：上層トンネル 210 m / 下層トンネル 180 m

■SJ14 工区（1）EF 連結路トンネル工事

⑤開削延長 65 m × 掘削幅 12～22 m × 深度 30 m, 切開き延長 40 m

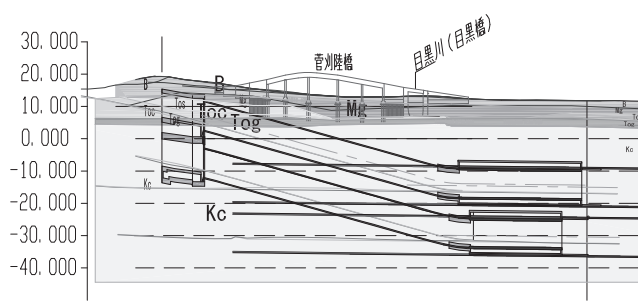


図—3 大橋連結路工事の概要

3. 地質概要

上総層群の泥岩 (Kc) の上に東京礫層 (Tog) その上に東京粘土層 (Toc) や武蔵野礫層 (Mg), 東京砂層 (Tos) が分布し, その上に地表層 (B) が分布している。

非開削切開きを行う地層には GL-8~GL13 m 以深に泥岩層が厚く体積している (図—4)。この泥岩層は一軸圧縮強度が 3 N/mm^2 程度で自立性が高く, 介在する砂層も薄く湧水が少ない地層である。



図—4 地質縦断面図

なお, 古井戸の存在が確認されたため, 一部の区間は補助工法として凍結工法を行いながら施工を行った。

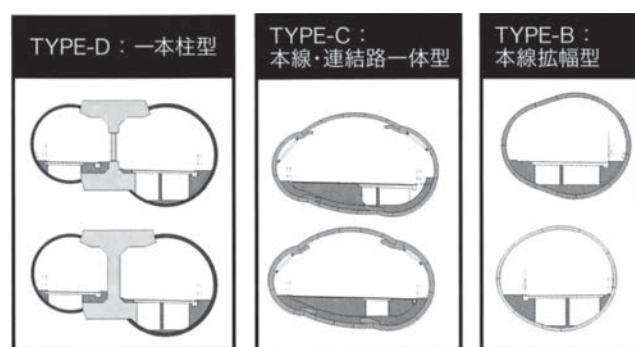
4. 非開削切開き工法

(1) 概要

中央環状品川線本線と大橋連結路の分合流区間は, 施工に伴う山手通りの交通渋滞や沿道環境への影響を小さくするため, 非開削切開き工法を採用している。

土かぶり約 19 m (上層) と約 35 m (下層) の泥岩に位置し, 離隔 0.5 m で併設するセグメント外径 12.3 m の本線シールドトンネルとセグメント外径 9.5 m の連絡路シールドトンネルを切開き, 延長 210 m (上層), 180 m (下層) の上下 2 層の大断面トンネルを構築する。覆工の品質と耐久性の向上, 狭隘空間での施工性向上による工期の短縮を図るため, 切開きを行う本線トンネルおよび連絡路トンネルを, アーチ形状をした鋼製セグメントで接合する新しい覆工構造を取り入れている。

この分合流区間の断面は, 必要内空幅が 9.0 m~最大 17.0 m 程度まで変化する。そこで分合流部の覆工構造は, 必要内空断面に応じた TYPE-A~D の 4 つのタイプとし合理化を図っている (図—5)。



図—5 分合流部の覆工構造

- ・ TYPE-A : 内空断面の余裕により拡幅の必要ない区間
- ・ TYPE-B [本線拡幅型] : 本線トンネルを切開いて拡幅する区間 (拡幅量 1 m, 2 m)
- ・ TYPE-C [本線・連絡路一体型] : 連絡路トンネルと本線トンネルを切開いて一体化する大断面の無柱区間
- ・ TYPE-D [1 本柱型] : 連絡路と本線を切開いて一体化する 1 本柱区間

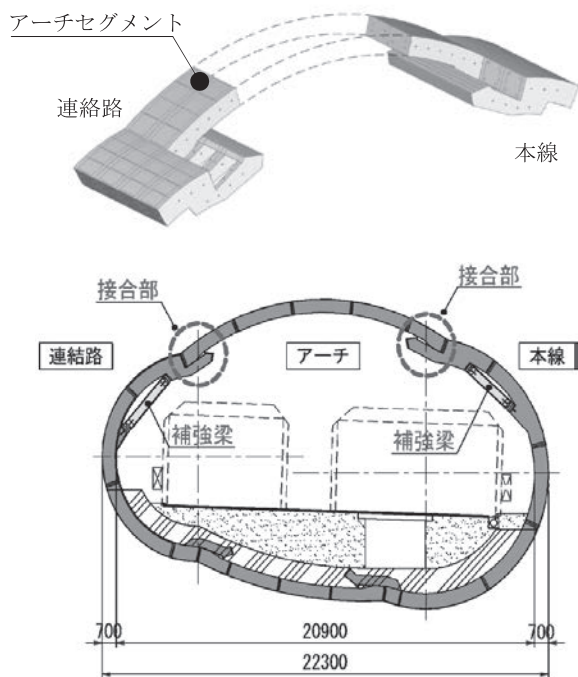
(2) アーチセグメント

既存の 2 本のシールドトンネル (本線・連絡路) の上半に, 5 ピース, 下半に 4 ピースで構成されるアーチ状の鋼製セグメントで接続する。

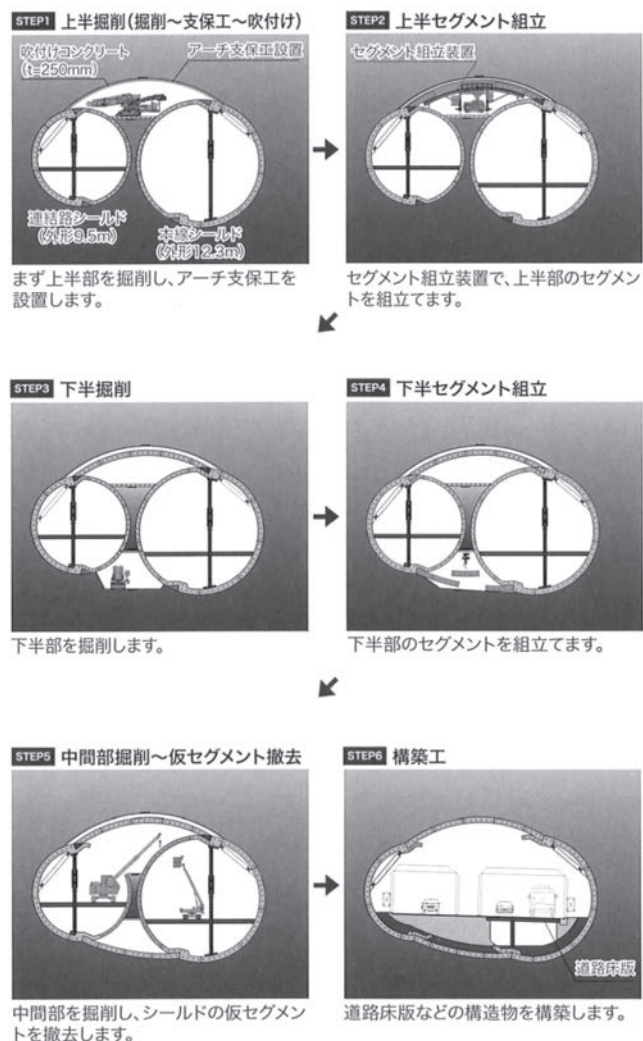
その後, 2 本のトンネルのセグメントの一部を撤去



写真—1 アーチセグメント仮組み



図—6 TYPE-C 覆工構造図



図—7 TYPE-C 施工ステップ

することにより断面の大きな空間を構築する。

仮組み状況を写真—1に、TYPE-C 覆工構造図を図—6に示す。

(3) 施工ステップ

TYPE-Cの分合流部の施工ステップを図—7に示す。

本線および連絡路シールドの構築後、シールド間の上半部を NATM 工法によりアーチ状に、下半部は在来工法で掘削を行い、それぞれアーチセグメントを設置して裏込注入を行う(写真—2, 3)。



写真—2 上半部掘削状況



写真—3 下半部掘削状況

アーチセグメントを閉合させた後にトンネル中間部のセグメント撤去、地山の掘削を行うことで、トンネル全体の安定を図っている。最後に、下半部にはインバートコンクリートを打設し、内部支保工を撤去することで拡幅工事が完了する。

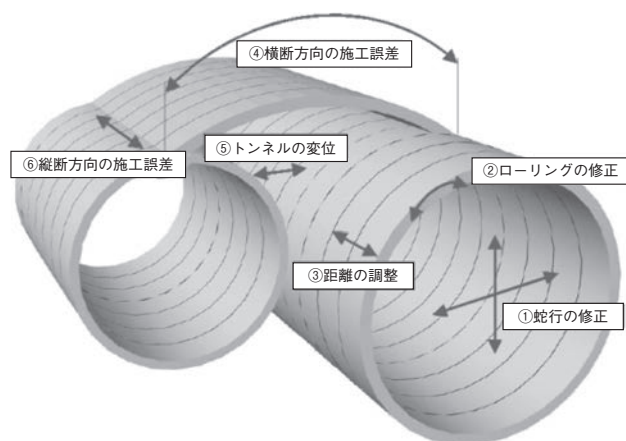
(4) アーチセグメントの設計

既設の2本のシールドトンネルを覆うアーチ部のセグメントの製作に当たり、既存トンネルの出来形に合

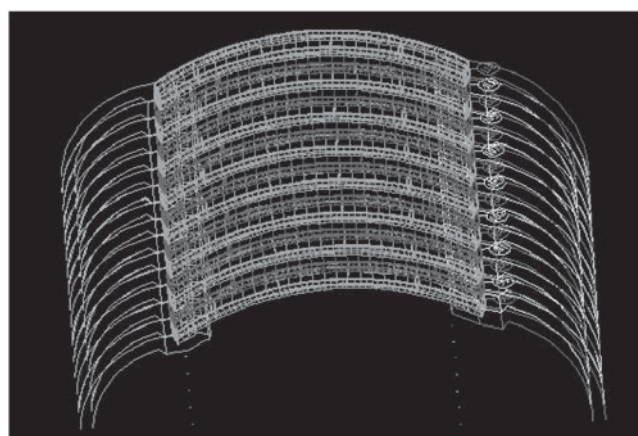
わせた設計製作据付が必要となる。

アーチセグメント取り付け部のセグメントに対してローリング、ピッチング、変位（縦断方向横断方向）の修正を行い、アーチセグメントの形状及び接続ピースの形状、ボルト穴の位置を個々に決める必要がある。

そのため、CIMを活用した3次元モデルで設計を行った（図—8, 9）。



図—8 セグメント計測



図—9 3次元設計システム

アーチセグメントは上半、下半部とも複数ピースで構成され、既存の本線トンネル、連絡路トンネルとの接続する両端2ピースを3次元形状に合わせた。

3次元モデルを採用することで、セグメントピースの傾きが明確になり、既存トンネル出来形計測・3次元設計・原寸図作成・セグメント製作を迅速に行うことが可能になった。

(5) アーチセグメント施工 上半部施工 (TYPE-C)

現在施工中の上半アーチセグメントの据付手順について説明する。上半アーチセグメントの設置は狭隘な坑内でセグメントを上向きに組む必要があるため専用のセグメント設置装置を製作した。

装置の構成は、セグメント運搬を行うターンテーブル付のトラバーサーと、セグメントを揚重するセグメントリフト、セグメント形状保持部、セグメントを把持して所定の場所に設置するエレクターから構成される（写真—4）。



写真—4 セグメント組立装置

本線シールドと連絡路トンネルの間の上部をNATM工法で施工後、切開き坑内に、セグメント搬送用レールとセグメント設置装置移動用レールを設置する。

発進基地（シールドマシン到達部）に設けたテルハクレーンによりシールド坑内より切開き坑内のトラバーサーに乗せ作業場所まで運搬し、所定の作業場所でトラバーサーのターンテーブルを回転させる。

リフト台車でセグメントを吊り上げ後（トラバーサーは発進基地側へ移動）、エレクターが前進しセグメントを把持する。

エレクターを移動し旋回させ所定の位置にアーチセグメントを合わせ、ボルト締結をする。

その後、掘削した地山とアーチセグメントの隙間を裏込注入により、充填する。

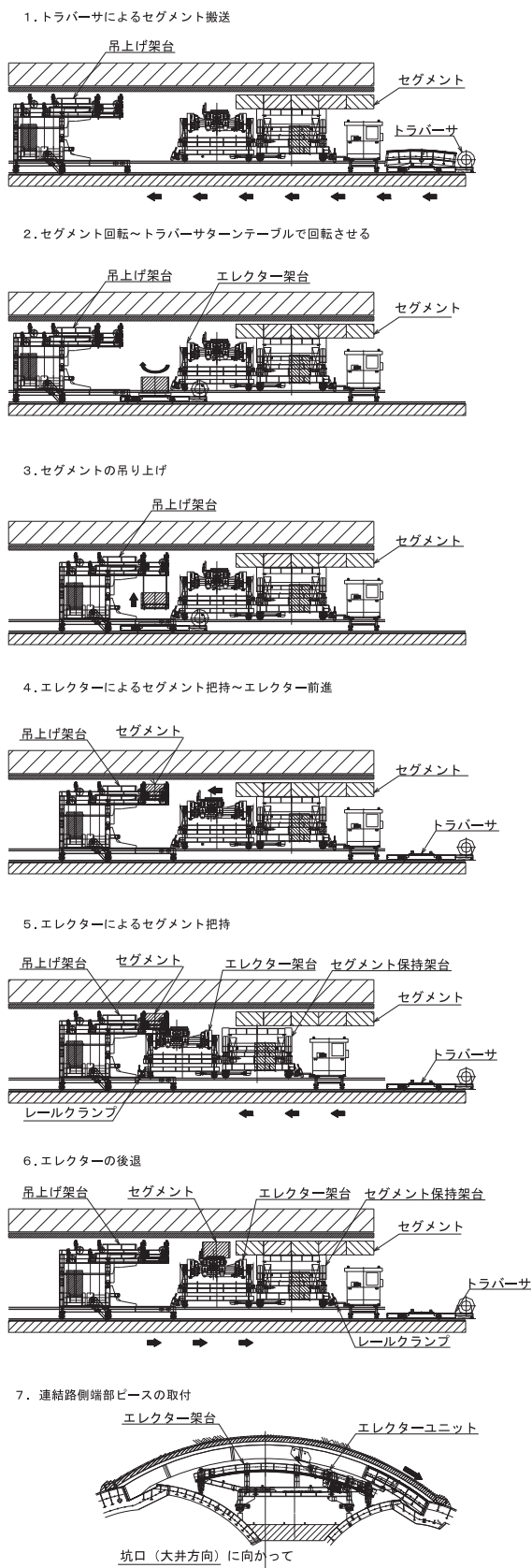
これら作業を各アーチごとに繰り返す。

作業ステップを以下（図—10）に、アーチセグメント設置完了を（写真—5）に示す。

5. おわりに

首都高速中央環状品川線は平成26年度末に開通予定であり、開通により効率的な高速道路ネットワークが形成され、都心部の慢性的な渋滞緩和が期待されている。

開通に向けて本工事最盛期を迎え、2013年7月



図一10 上層アーチセグメント設置 STEP 図



写真—5 アーチセグメント設置完了

末現在、下層トンネルの上半：アーチセグメント設置完了、下半：NATM工法で掘削中、上層トンネル上半：アーチセグメント組立中である。

非開削で2つのシールドトンネルを接続するという他に類を見ない工法での施工のため、より一層の安全に留意しながら工事を進めてまいりたい。

なお、アーチセグメントの3次元モデルの設計では(株)横河住金ブリッジに、セグメント設置装置は、カヤバシステムマシナリー(株)に御協力いただいた。この場をお借りしてお礼を申し上げる。

J C M A

[筆者紹介]

鈴木 康洋 (すずき やすひろ)
首都高速道路(株)
東京建設局 大橋工事事務所
課長代理



佐々木 順一 (ささき じゅんいち)
(株)安藤・間
関東土木支店 大橋出張所
所長



越田 健 (こしだ たけし)
(株)安藤・間
本社 土木事業本部 機電部
課長



小土被り上下2段近接大口径推進

川口市桜町排水区浸水対策貯留管工事

藤 分 雅 己・山 内 佳 樹・神 田 勇 二

本工事は、埼玉県川口市桜町3・5丁目浸水常襲地区の浸水対策事業の一環として、戸建住宅が密集している住宅地の幅員約6.0mの市道下に貯留能力3,600m³を有する貯留管を泥水式掘進工法により敷設するものである。貯留管は内径3.0m、延長260.75m上下2段の離隔1.1m、最小土被り3.5mと過去に類のない上下2段・小土被りでの大口径推進工事である。本報文は先に述べた厳しい条件下において、先行敷設した下段管に悪影響を与えず、かつ地表面にも大きな沈下を与えずに施工を行った推進技術の紹介である。

キーワード：上下2段推進，小土被り，大口径推進，濃縮式推進工法（CCモール），2段階滑材注入，急曲線用開口調整装置（UCS），下段管挙動計測，周辺環境対策

1. はじめに

埼玉県川口市鳩ヶ谷地区の雨水排水施設整備は、幹線系統が一部整備されているものの既設水路に依存しており、都市化の進展に伴い増大する雨水流出量により都市型浸水被害が発生している。このため川口市では、雨に強い都市づくりを目指すべく雨水対策事業が展開されており、本工事もその一環として川口市桜町3・5丁目浸水常襲地区に貯留施設を泥水式推進工法により築造するものである。

本工事は戸建住宅が密集している住宅地内の幅員約6mの狭隘な市道下に貯留能力3,600m³の貯留施設を造るため、内径φ3.0mの上下2段管渠という構造となり、上下段管の純離隔1.1m（0.31D、D：推進管外径3.5m）の近接施工が求められた。

このような上下2段の大口径推進工事は、これまでに類のない計画であり、過去の実績もない。さらに、上段管の最小土被りが3.5m（1.0D）と非常に小さく、民家と管渠の水平離隔は最近接部で約3mと掘削外径より小さい。

対象土質は下段がN値40程度の細砂層が主体であるが、上段はルーズな粘土質細砂～砂で崩壊性が高い。

このような条件下で推進工事を行うにあたり、周辺地盤へ影響を与えず、精度よく高品質な推進管を敷設するための施工上の課題とその対策の実施について報告する。

図—1に工事位置図を示す。



図—1 工事位置図

2. 工事概要

工事概要を以下に示す。

工 事 名：桜町排水区浸水対策貯留管工事

発 注 者：川口市

工 事 場 所：埼玉県川口市桜町地内

工 期：平成23年6月22日～平成25年6月28日

内 径：φ3.0m 上下2段

上下管離隔：1.1m

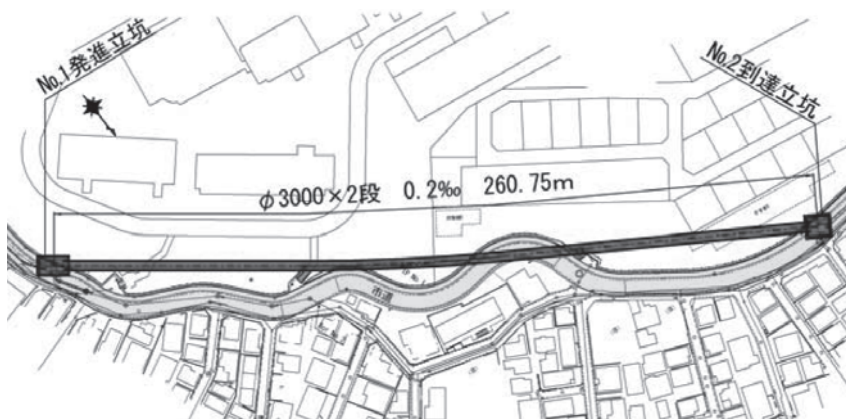
推 進 延 長：260.75m（1スパン）×2段

土 被 り：3.5m～9.5m（上段管）

線 形：R = 700m

勾 配：上り0.2‰（上下段共）

施工路線図を図—2、貯留管概要図を図—3に示す。



図一 2 施工路線図

3. 施工上の課題

(1) 切羽の安定

前述のような厳しい土質条件における大口径推進工事の切羽安定の難度は高く、先行施工の下段管推進時に切羽を乱すと推進管上部の地山が緩み、上段管を施工する時には切羽の安定がさらに難しくなる。緩み高さの試算結果では、下段管推進により上段部へ約 6.0m の高さで緩みが発生し、上下 2 段の切羽の乱れが重な合わされると、地表面に大きな影響が出ることが懸念されるため、特別な切羽管理方法が要求される。

(2) テールボイドの保持

地表面の沈下は、切羽の緩みによる先行沈下と掘進機後方のテールボイド部（地山と推進管の隙間）に発生する後方沈下に大別される。

テールボイド部分は、地山と推進管の摩擦による地山の緩みや滑材の地山への逸散に伴う収縮などにより減少する。したがって、このボイド部分の保持が重要である。

(3) 上下管推進時の姿勢制御

下段管推進時に上部の地盤を緩めると上段管推進時の地盤反力が取れなくなり、姿勢制御が困難となる恐れがある。

このため、上段管施工時には小さな地盤反力で姿勢制御できる方策を準備しておく必要がある。

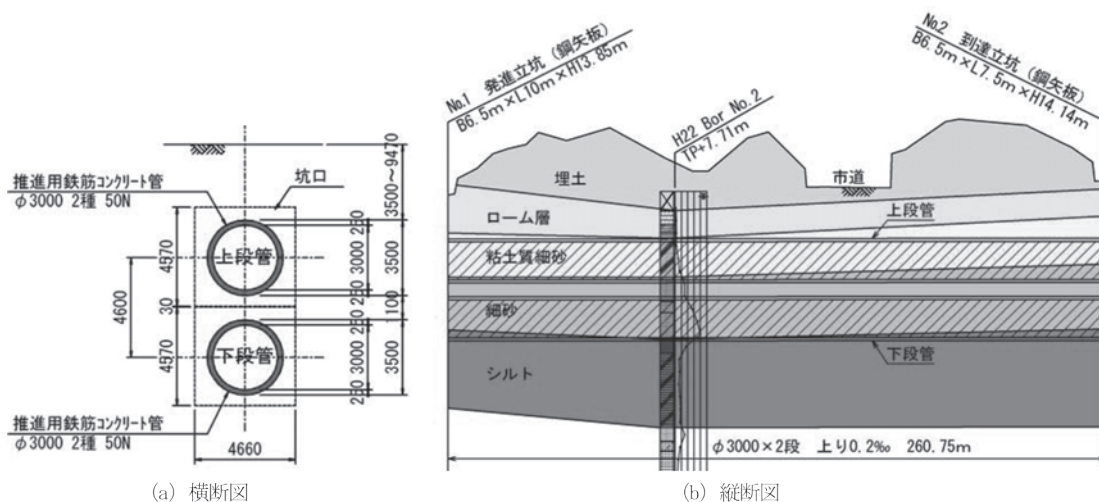
(4) 下段管渠の挙動

これまでに類を見ない推進管同士の下上 2 段での近接施工であるため、上段管施工時の下段管渠への影響が懸念される。

そこで、上段発進直後の区間で下段管渠の挙動を計測し、大きな影響が及ばないように上段の切羽管理に反映させる必要がある。

(5) 発進基地の周辺環境

本工事の発進基地における周辺環境は、戸建住宅が密集しており、近接民家との離隔約 7.0 m の位置に泥水プラントヤードを配置する計画となっており、推進工事に伴う騒音・振動に関する環境対策は非常に重要



図一 3 貯留管概要図



写真—1 発進基地全景

である。

写真—1 に発進基地の全景を示す。

4. 対策の実施と効果

(1) 切羽の安定対策

周辺地盤の緩み防止や地表面への影響防止対策としては、切羽の安定性向上を図ることが最も重要である。

切羽安定の一つの方法として切羽圧力を上昇させる方法があるが、当該地盤の最上層には軟弱なローム層が存在し、地盤隆起を生じさせる可能性があるため、むやみな圧力上昇管理はできない。

残る方法は泥水の品質管理である。本工事において更なる切羽の安定性を確保するためには、通常の泥水品質管理では不十分と考え、濃縮式推進工法 = CC モール (Circulate Concentration Mole) を適用する

こととした。

CC モールは送泥水に高性能分散剤 AK-2000 を添加することで粘性上昇を抑制し、 $\gamma = 1.3$ 以上の高比重低粘性泥水を還流させて掘削する工法である。

AK-2000 を添加された泥水は、その中に含まれる微細粘土粒子の電氣的結合が切断されることで粘性が落ち、さらに地山の土の間隙に未結合の小さい粘土粒子が入り込み、不透水性の泥膜を速やかに形成できる性質がある。

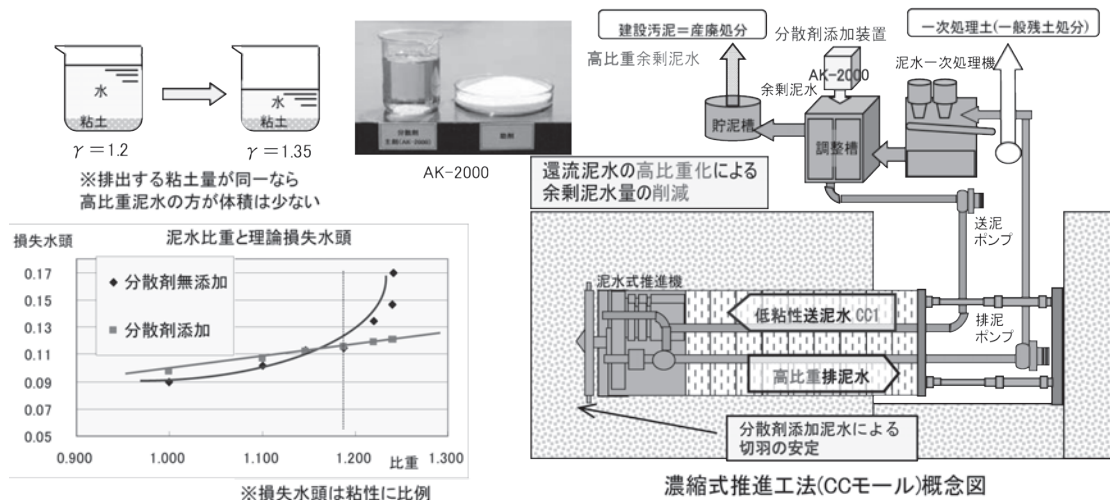
本工法の本来の目的は、高比重まで泥水を使用し余剰泥水量の削減を図る (仮に $\gamma = 1.2$ と $\gamma = 1.35$ で泥水管理した場合では、土粒子の真比重に左右されるが、概ね発生する余剰泥水は半分となる) ことであるが、本工事では、粘土粒子量が倍増した高比重泥水を切羽に送り、泥膜の形成能力を高めることで、副次的に切羽の安定性を向上させる特徴に着目して適用した。

図—4 に濃縮式推進工法 (CC モール) の概念図を示す。

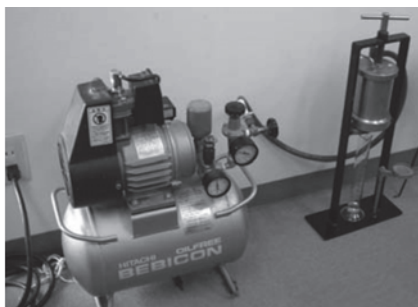
実際の適用では造壁性の向上を確認するため、加圧ろ過試験 (API 規格: 圧力 0.3 MPa, ろ過時間 30 分) を実施した。写真—2, 3 に加圧ろ過試験実施状況を、表—1 に試験結果を示す。試験結果は、添加ありの場合がなしの場合に比べて、ろ水量が約 50%, 泥膜厚さが約 70% と少なくなり、十分な造壁性の向上効果を確認できた。

(2) テールボイド保持対策

テールボイド部から生じる周辺地盤の緩み防止対策としては、掘進機後端から裏込めの効果を目的とした一次滑材を速やかに充填し、一次滑材が地山に浸透・定着して層を形成した後に減摩効果を目的とした二次



図—4 濃縮式推進工法 (CC モール) 概念図



AK-2000 添加による造壁性の向上を確認するための試験装置。鋼製の円筒内に泥水を入れ圧力をかける。初期はフィルターを通過した水がシリンダーに落ちるが、やがてフィルター上に泥膜が造成され通過する水が少なくなる。

写真一 2 加圧ろ過試験装置



試験装置の円筒内に形成された泥膜。左がAK-2000 添加なし、右AK-2000 添加あり。添加ありの場合はシリンダーに落ちた水量も少なく、薄い泥膜が早期に形成されたことがわかる。

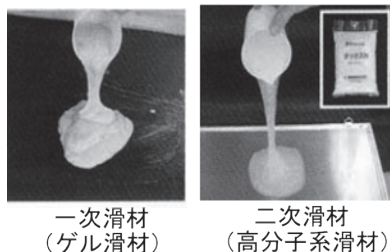
写真一 3 形成泥膜状況

表一 1 加圧ろ過試験結果

試験泥水性状	比重	ろ水量	泥膜厚さ
	—	(cc)	(mm)
AK-2000 添加なし	1.35	156	13.5
AK-2000 添加あり (20 kg/m ³)	1.35	72	9.6

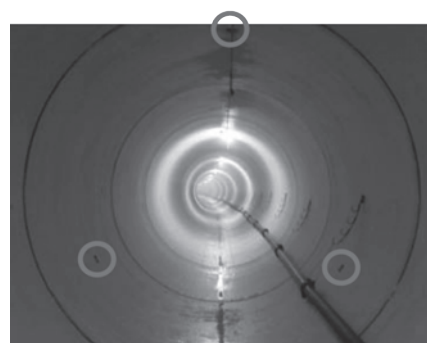
滑材を注入する 2 段階の滑材管理を行う方法を採用した。

一次滑材としてはチキソトロピー性（塑性状の固体であるゲルに外力を加えると流動性のあるゾルに変わり、外力がなくなるとゲルに戻る性質）を有することで裏込めの効果を発揮するゲル滑材を使用した。一次滑材の配合は滑材 1 m³ あたりハイポス P を 2 kg、ク



一次滑材
(ゲル滑材)

二次滑材
(高分子系滑材)



○：多孔管（注入孔 3 箇所/推進管 1 本）

写真一 4 多孔管敷設状況

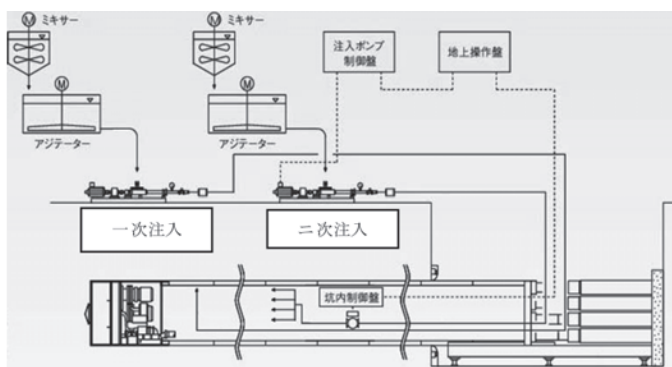
ニゲル GS を 30 kg、プリンハードを 3 kg、水を 983 ℓ とした。

さらに、このゲル滑材を大口径管外周全体に確実に充填させるため、注入孔を推進管 1 本当たり円周上に 3 箇所（通常 1 箇所、孔位置：12 時、4 時、8 時方向）設置した多孔管を製作し、先端管より 2 本目で充填を行った。また、推力低減を図る目的として、以後 25 m 毎に多孔管を設置し、二次滑材として推力低減効果を主とする高分子系滑材を注入した。多孔管敷設状況を写真一 4 に示す。滑材注入概念図を図一 5 に示す。

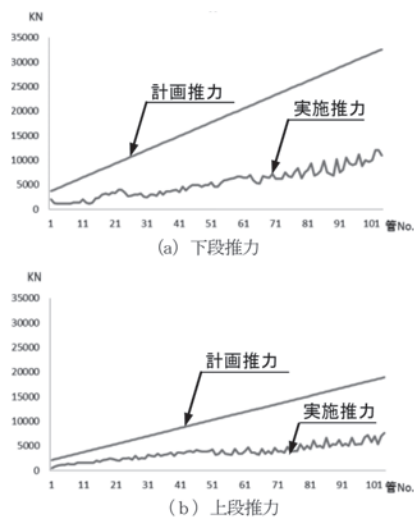
その結果、下段管推進時の推力は計画推力の約 1/3、上段管推進時の推力は計画推力の約 1/2 で施工することができた。推力実績グラフを図一 6 に示す。

計画に比べ大幅に推力を低減して施工できたことで、懸念されていた上段管推進時の支圧コンクリート壁背面の民家に対する地盤変状による影響も防止できた。また、推進完了後は直ちにセメント系プレミックス裏込材を注入孔から充填し、滑材と裏込材とを置換させ、テールボイド部を固結安定させた。

これら各対策を実施したことにより、テールボイド部から生じる周辺地盤の緩みを防止でき、地表面の変状等も発生せず、滑材の裏込め効果と推力低減効果が十分得られたものと考えられる。



図一 5 滑材注入概念図



図一六 推力実績グラフ

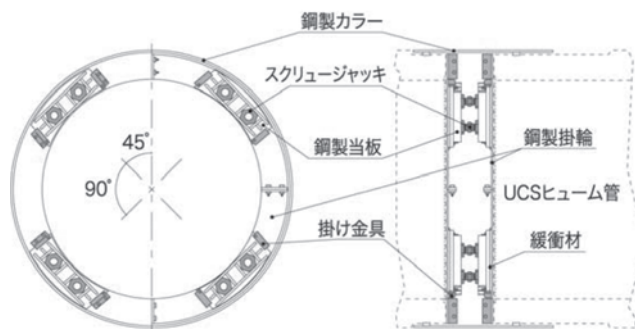
(3) 上段管推進時の姿勢制御対策

泥水式大口径掘進機は外径に比べ機長が短いため、姿勢制御時に地盤反力を受ける面積が小さい（写真—5）。そこで上段管推進時の姿勢制御対策として急曲線用開口調整装置（UCS：Unit Curve System）を掘進機後方の管継手部に追加設置した。

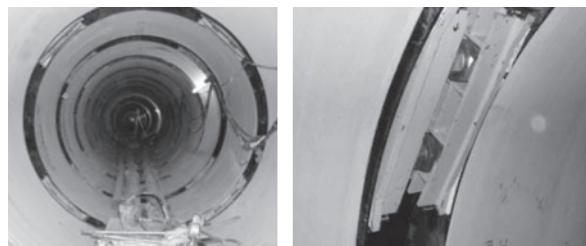
UCSは通常急曲線施工（曲率半径 $R = 75D$ 以下： $D = 3.5\text{ m} \Rightarrow R = 262.5\text{ m}$ 以下）に使用するものであり、管継手部に8本のスクリージャッキを設置し、ジャッキの伸縮長を調整することにより上下左右の姿勢制御が自由に行えるものである（図—7、写真—6）。



写真—5 φ 3000 mm 用泥水式掘進機



図—7 開口調整装置（UCS）設置図

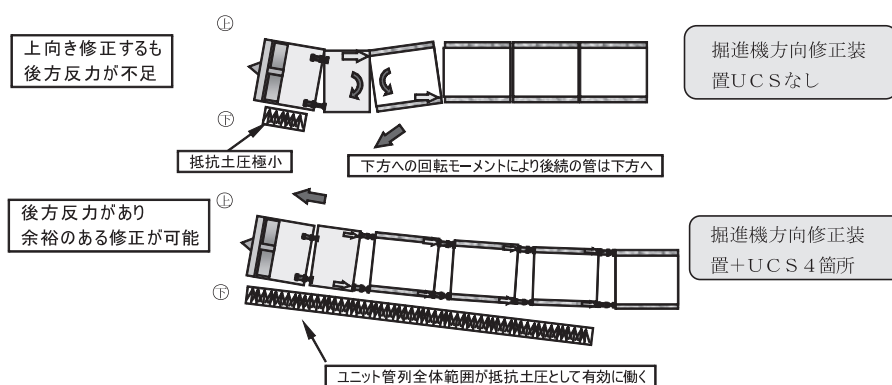


写真—6 開口調整装置（UCS）設置状況

さらに、下段管先行施工時に発生する上部土層の緩みにより上段施工時の掘進機が沈下傾向となることが懸念された。自沈による鉛直方向の修正は、掘進機に装備された方向修正装置だけでは機長が短いため地盤反力を受ける鋼殻面積が不足し、修正が困難となる可能性が高い。また、修正箇所が掘進機後方だけでは微修正がきかず、安定した方向修正が困難になることが懸念された。

そこで、掘進機からの後続管4箇所の継手部にUCSを設置し、あらかじめ下方部のスクリージャッキを約2 mm伸ばし、この管列全体（ $2.43\text{ m} \times 4 = 9.7\text{ m}$ ）で地盤反力を受ける面として推進工事を施工した（図—8）。

結果として新たにUCSを作動させることなく、掘進機による修正作業のみで精度よく到達することができた。これは前項に記載した切羽とテールボイドの安定対策の効果が出たものとする。



図—8 開口調整装置（UCS）使用状況図

(4) 下段管挙動計測等の実施

(a) 下段管の挙動計測

上段管推進時の既設下段管の挙動を把握するため、発進直後の区間で以下の計測を実施した。

- ①管の内空変位（鉛直，水平）
- ②管の鉛直変位（沈下，隆起）
- ③管の発生応力（上下・左右の管内面）
- ④継手部目開き量

計測機器の設置位置を図一 9 に、設置状況を写真一 7 に示す。上段管推進開始から早期に挙動を把握するために発進立坑から 25 m 間を計測区間とした。なお、各計測項目のうち①は高感度変位計、②は連通管式沈下計、③はひずみゲージを用いた自動計測とし、④はスケールを用いた手動計測で行った。また、温度補正のため推進管内温度の測定も行った。

(b) 地表面沈下計測

下段管推進開始から上段管推進完了まで、地表面の沈下測定（レベル測量）を毎日 2 回（作業開始前，終了後）実施した。測定位置は，推進管直上で延長方向

20 m 間隔を基準とし，上段管推進時に小土被りとなる発進部と市道部は 2 m 間隔に測点を設け，緻密な測定を実施した。

計測を実施するにあたっての管理基準値は，事前に実施した影響検討解析（二次元 FEM 解析，図一 10）結果および管の許容曲げ引張応力度等から定めた。

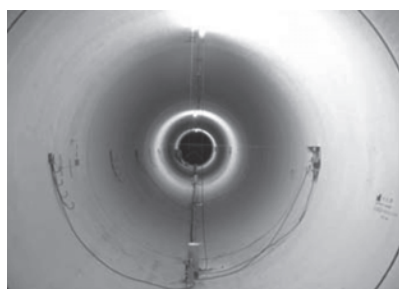
(c) 計測結果

表一 2 に計測結果一覧を示す。計測結果は一部解析値を超えているが，管理基準値以下で推移し，下段管にクラックや継手部の目開き等の上段管推進の影響は発生せず，無事推進工を完了できた。

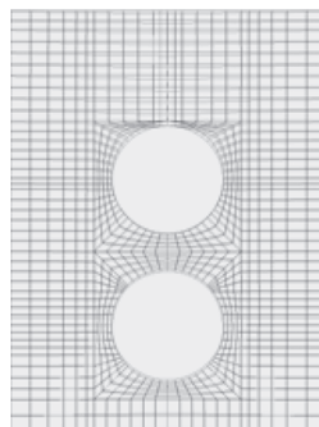
(5) 発進基地の周辺環境対策

(a) 振動対策

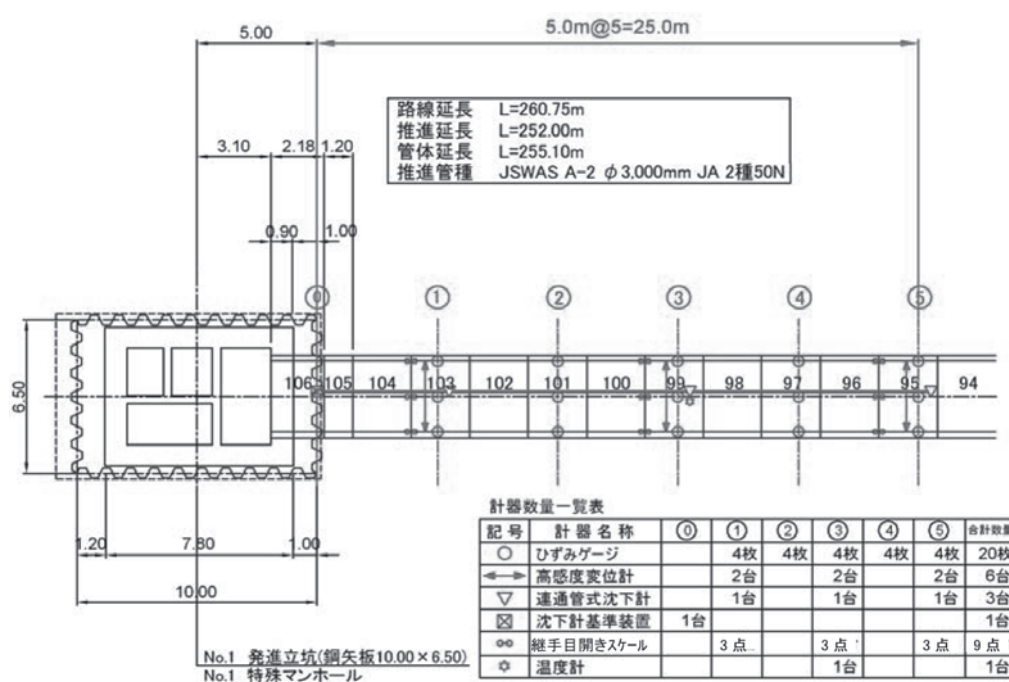
本工事では，大口径掘進機の泥水一次処理機（振動



写真一 7 計測機器設置状況



図一 10 FEM 解析図 (変位図)



図一 9 計測機器設置平面図

表—2 計測結果一覧（上段管施工時）

計測項目	解析結果	管の許容曲げ引張応力度	管理基準値	計測値（実測値）
下段管の内空変位（mm）	0.3 拡大（鉛直） 0.3 縮小（水平）	—	1.0 （鉛直・水平）	0.3～0.8 拡大（鉛直） 0.2～0.4 縮小（水平）
下段管の鉛直変位（mm）	0.13 沈下	—	1	0.5 沈下
下段管の曲げ引張応力度（N/mm ² ）	0.67（側部内側）	7.5	5.0	2.1（側部内側）
地表面沈下量（mm）	最大 9.5	—	5	2

ふるい）から発生する振動が大きな懸念事項であった。外径 4.0 m 級のシールドに適用する能力を持つ振動ふるいと近接民家との離隔は約 7.0 m しかなく、しかも前述の軟弱粘土層の上部に設置することとなる。

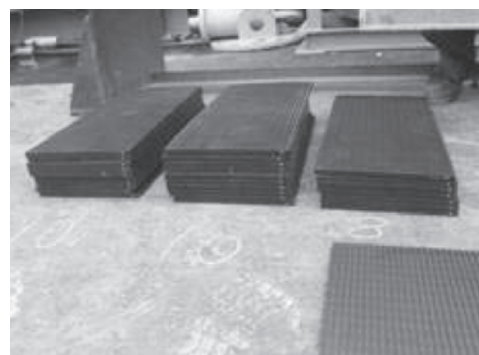
そこで、振動ふるい脚部にエアダンパーを使用し、さらに振動ふるい下部に基礎コンクリート（H = 60 cm）を設置し減衰効果による対策を施した。本施工に入る前のプラント試運転時に官民境界部において振動測定を行った結果、振動レベル 60 dB までは減衰できたが、近隣住民との協議の中で室内において僅かな微振動を感じるのとことから、更なる対策が必要となった。追加対策としては、基礎コンクリートと振動ふるいの間に防振ゴムシートを設置した。結果として振動レベルは 57 dB となり、3 dB の低減効果が得られ、住民からも振動がほとんど感じられないとの評価を受け、本施工に着手した。振動対策実施状況を写真—8～10 に示す。



写真—8 振動ふるい



写真—9 防振ゴムシート設置状況



写真—10 防振ゴムシート

（b）騒音対策

騒音対策としては、泥水一次処理機（振動ふるい）を防音ハウス（TYPE B）で覆うことにより、官民境界部において騒音レベルを 53 dB まで低減することができた。また、作業用重機の騒音対策として、土砂搬出用バックホウに極低騒音型（NETIS 登録 CG-100015-A, KK-100065-A）を採用した結果、官民境界部での騒音レベルは 65 dB となり、超低騒音型より 5 dB 程度の騒音低減効果が得られた。これらの対策効果により、沿道住民から騒音・振動の苦情もなく工事を完了させることができた。騒音対策実施状況を写真—11 に示す。



写真—11 騒音対策実施状況（防音ハウス、極低騒音型バックホウ）

5. 施工状況

施工状況を写真—12～16 に示す。



写真一12 掘進機設置状況（下段管施工時）



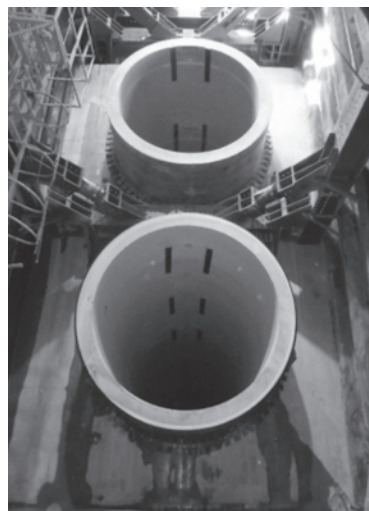
写真一13 初期掘進状況（上段管施工時）



写真一14 推進管内状況



写真一15 発進立坑内状況（下段管施工時）



写真一16 上下2段推進管敷設完了

6. おわりに

本工事は小土被り、小離隔での上下2段近接施工というこれまでに類のない厳しい施工条件での推進工事であったが、地山の緩みを防止する対策を何重にも講じ、周辺地盤および先行推進管の挙動を観測・把握しながら施工を行った結果、安全かつ高精度に推進を完了することができた。本工事で採用した対策の一つが欠けたとしてもこの結果は得られなかったものと予想され、万一の場合を想定し何重にも対策しておくことが重要であることを再認識した工事であった。

最後に、発注者をはじめとする関係各位の皆様の多大なるご協力ならびにご指導、ご鞭撻を頂いたことに心より御礼申し上げます。また、本工事が今後の計画・設計・施工の一助となれば幸いである。

J C M A

【筆者紹介】



藤分 雅己（ふじわけ まさみ）
 (株)鴻池組
 東京本店 鳩ヶ谷桜町推進工事事務所
 所長



山内 佳樹（やまうち よしき）
 (株)鴻池組
 東京本店 鳩ヶ谷桜町推進工事事務所
 監理技術者



神田 勇二（かんだ ゆうじ）
 (株)鴻池組
 土木事業本部技術部
 部長

前後進コンパクタの走行速度を利用した 地盤剛性評価手法の適用性改善に関する研究

橋本 毅¹・藤野 健一²・建山 和由³

¹ 独立行政法人土木研究所 技術推進本部 (〒 305-8516 茨城県つくば市南原 1-6)

E-mail: t-hashi77@pwri.go.jp

² 独立行政法人土木研究所主席研究員 技術推進本部 (〒 305-8516 茨城県つくば市南原 1-6)

E-mail: fujino@pwri.go.jp

³ 立命館大学教授 理工学部 (〒 525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1)

E-mail: tateyama@se.ritsumei.ac.jp

小型平板式振動締固め機械の一つである前後進コンパクタの走行速度が地盤剛性に依存して変化する現象を利用し、走行速度を測定することにより土の締固め度を評価する手法の実現可能性を検討した。まず、最も一般的な前後進コンパクタを対象として数値計算により走行速度と地盤剛性との関係について考察を行った。この結果、走行速度は地盤剛性に依存して変化するが、必ずしも締固め評価基準値を含む地盤剛性の範囲で走行速度が変化するわけではないため、締固め施工管理の手法としてはそのままでは使えないことがわかった。このため、ユーザがコンパクタに対して軽微な改造を施すことにより評価基準値を含む範囲の地盤剛性の変化を走行速度から推定し得ることを数値計算で明らかにし、その信頼性を実物の前後進コンパクタを用いた室内実験ピットにおける土槽実験にて検証した。

キーワード: *soil compaction, ground stiffness, reversible vibratory plate compactor, running speed*

1. はじめに

前後進コンパクタや振動ローラなどの振動締固め機械を用いて土の締固めを行う場合、機械の振動挙動は接触している地盤の剛性に影響を受けているため、機械の振動挙動を解析することによって地盤の剛性を推定することが可能である。地盤剛性は、締固め度などと同様に締固めの品質を表す指標の一つであるが、従来その計測はFWD試験などにより施工後に抜き取り検査にて行われてきた。一方この締固め機械の振動挙動を解析する手法を用いることができれば、地盤剛性値の計測を面的にリアルタイムに行うことが可能となり、締固めの品質管理を大きく合理化できる可能性があると言える。

締固め機械の振動挙動を解析して地盤剛性を推定する方法の一つとして加速度計を利用する手法がある。これは機械に加速度計を搭載し、その信号を解析することにより地盤剛性を推定する手法であり、これまでさまざまに研究がなされ^{1)~6)}、開発、実用化もされている^{7)~9)}。しかしながらこの加速度計を利用した手法は、締固め機械に加え加速度計・演算モジュール・表示計といった機器が必要となり、価格の上昇や、すでに現場にて使用されている既販機への展開が困難であることなどが、普及への問題点の一つとなっている。

また一方、前後進コンパクタの走行速度に着目して、地盤剛性を推定する方法も考えられる。

前後進コンパクタとは小型平板式振動締固め機械の一つであり、機械内部に回転する2本の偏心錘(起振体)を有し、その遠心力により発生する振動力と本体の重量との効果により締固め効果を発生する機械である。また、その2本の起振体による合成振動力の振動方向をオペレータ手元の操作レバーにて前後へ傾斜させることにより、前後任意の方向に走行することが可能であり、主に盛土の締固め時において大型締固め機が進入できないような狭隘部や構造物近傍などの施工に利用されている。

この前後進コンパクタは、自身の振動と地盤からの反力によって細かくジャンプしており、滞空時に起振体から水平方向の力を受けることにより前方あるいは後方に移動し、それを繰り返すことにより走行している。すなわち、その走行速度は機械の滞空時間に大きく影響を受けていることになる。また滞空時間は、機械の振動挙動の一つであるから接触している地盤の剛性に影響を受けていると考えられる。したがって前後進コンパクタの走行速度を解析することにより、地盤剛性を推定することが可能であると考えられる。

筆者らは、前後進コンパクタの走行速度が接触している地盤の剛性に影響を受けることを利用し、走行速度を測定することにより、地盤剛性をリアルタイムで推定する手法の確立を試みた¹⁰⁾。その結果、現在市場にて使用されている前後進コンパクタの仕様そのままでは、

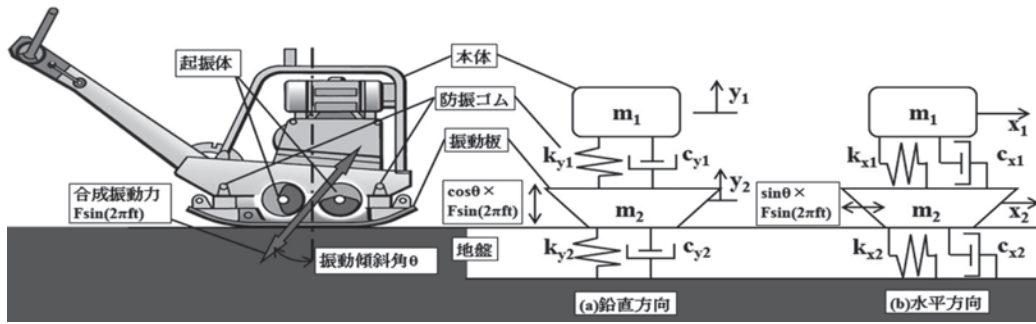


図-1 前後進コンパクタ～地盤系モデル

走行速度から地盤剛性が著しく低い地点(ウィークポイント)を検出することは可能であるが、地盤剛性値そのものを推定し、締固め品質管理値を満たしているか評価を行うことは困難であることがわかった。

そこで本研究では、前後進コンパクタに改造を施すことにより走行速度から地盤剛性が締固め品質管理基準値を満足しているか評価する手法の確立を試みた。目標とした品質管理基準値は、現在日本国内で唯一地盤剛性を品質管理基準値としている鉄道盛土における締固め品質管理基準値¹¹⁾を用いることとした。またコンパクタは、現在国内で最も一般的に使用されているものを対象とし、改造は既販機への対応を考慮し、ユーザにて施工可能な軽微なものとした。

ここではまず数値計算により、前後進コンパクタの走行速度と地盤剛性との関係、および改造により変化するパラメータがその関係に及ぼす影響について考察を行い、その結果をもとに走行速度から地盤剛性値が締固め品質管理基準値を満足しているか推定、評価する手法の提案を行った。さらにこの手法の信頼性を、実際の前後進コンパクタを用いた室内実験ピットにおける土槽実験にて検証した。

2. 数値計算方法

数値計算による前後進コンパクタ走行速度の検討においては、鉛直方向の運動と水平方向の運動とに分けて計算を行った。

まず鉛直方向では、前後進コンパクタ～地盤系を図-1(a)のような2自由度振動モデルに置き換える。この本体～振動板～地盤からなる振動系の運動方程式は式(1)にて表され、これをRunge-Kutta法を用いて解くことにより、時間変化に伴う鉛直方向変位を計算した。

$$\begin{aligned} m_1 \ddot{y}_1 + c_{y1}(\dot{y}_1 - \dot{y}_2) + k_{y1}(y_1 - y_2) &= -m_1 g \\ m_2 \ddot{y}_2 + c_{y2} \dot{y}_2 + k_{y2} y_2 - c_{y1}(\dot{y}_1 - \dot{y}_2) - k_{y1}(y_1 - y_2) &= -m_2 g + \cos \theta \times F \sin(2\pi f t) \end{aligned} \quad (1)$$

- m_1 : 前後進コンパクタ本体質量 (kg)
- m_2 : 前後進コンパクタ振動板質量 (kg)
- y_1 : 前後進コンパクタ本体鉛直方向変位 (m)
- y_2 : 前後進コンパクタ振動板鉛直方向変位 (m)
- k_{y1} : 防振ゴムの鉛直方向バネ係数 (N/m)
- k_{y2} : 地盤の鉛直方向バネ係数 (N/m)
- c_{y1} : 防振ゴムの鉛直方向粘性減衰係数 (Nsec/m)
- c_{y2} : 地盤の鉛直方向粘性減衰係数 (Nsec/m)
- F : 最大起振力 (N)
- f : 振動数 (Hz)
- θ : 振動傾斜角 (rad)

ここで、図-1のモデル上では地盤と振動板が結合しているため、式(2)で表される地盤反力 N (N)が負値となる場合も算出される。しかしながら実際には両者は結合していないため、地盤反力 N が負値となることはありえず、それは振動板が地盤から離れること、すなわちジャンプをしていることを表している。そこで計算では、地盤反力 N が正值から負値に変化した時をジャンプ開始時とし、その後着地時までは式(1)に $k_{y2} = c_{y2} = 0$ を与え滞空中の変位を計算した。

$$N = -c_{y2} \dot{y}_2 - k_{y2} y_2 \quad (2)$$

また着地の判定については、同時に式(2)において $N = 0$ とすると本式は地盤の変位を表すことになるため、これを解くことにより滞空中の地盤変位を計算し、振動板変位と地盤変位が逆転した時を着地時とした。

また水平方向では、接触中は振動板と地盤との間にすべりは発生しないと仮定し、図-1(b)のような2自由度振動モデルに置き換える。この振動系の運動方程式は式(3)にて表され、式(1)と同様にRunge-Kutta法を用いて解くことにより、時間変化に伴う水平方向変位を計算した。

$$\begin{aligned} m_1 \ddot{x}_1 + c_{x1}(\dot{x}_1 - \dot{x}_2) + k_{x1}(x_1 - x_2) &= 0 \\ m_2 \ddot{x}_2 + c_{x2} \dot{x}_2 + k_{x2}(x_2 - x_0) - c_{x1}(\dot{x}_1 - \dot{x}_2) - k_{x1}(x_1 - x_2) &= \sin \theta \times F \sin(2\pi f t) \end{aligned} \quad (3)$$

- x_1 : 前後進コンパクタ本体水平方向変位 (m)
 x_2 : 前後進コンパクタ振動板水平方向変位 (m)
 x_0 : 着地地点 (m)
 k_{x1} : 防振ゴムの水平方向バネ係数 (N/m)
 k_{x2} : 地盤の水平方向バネ係数 (N/m)
 c_{x1} : 防振ゴムの水平方向粘性減衰係数 (Nsec/m)
 c_{x2} : 地盤の水平方向粘性減衰係数 (Nsec/m)

接地・ジャンプの判定は、前述の鉛直方向の計算結果を用い、滞空中は式(3)に $k_{x2} = c_{x2} = 0$ を与え滞空中の変位を計算した。

数値計算のフロー図を図-2に、また計算に用いた前後進コンパクタの機械仕様を表-1、地盤条件を表-2に示す。

ここで機械諸元は現在国内で最も一般的に使用されている前後進コンパクタの値を設定した。

鉛直方向地盤バネ係数 k_{y2} については、本研究ではかなり柔らかい地盤から締固めの進行した硬い地盤までの幅広いバネ係数における走行速度の挙動を確認したいため、後述の5章に示す土槽実験にて得られている小型FWD試験の結果を参考に、 $k_{y2} = 0.3 \sim 20.0$ MN/m に設定した。

また鉛直方向地盤粘性減衰係数 c_{y2} は、減衰比 D_{y2} を用いて式(4)で示されるが、地盤上で振動する機械基礎の問題等を参考に¹¹⁾、減衰比 D_{y2} を0.4と設定した。

$$c_{y2} = 2D_{y2}\sqrt{m_2 k_{y2}} \quad (4)$$

鉛直方向防振ゴム粘性減衰係数 c_{y1} は、式(4)と同様に算出できるが、本体の振動が安定する範囲でなるべく小さくなるよう減衰比 D_{y1} を0.1に設定した。

水平方向地盤バネ係数 k_{x2} は、弾性体上における基礎の鉛直振動の問題¹²⁾、および水平振動の問題¹²⁾を参考に、鉛直方向地盤バネ係数 k_{y2} との関係式(5)を用いて算出した。ここで地盤のポアソン比 ν は締固めによる影響が明確でないため、一般的な値として0.4とした。

$$k_{x2} = \frac{8(1-\nu)^2}{7-8\nu} k_{y2} \quad (5)$$

水平方向地盤粘性減衰係数 c_{x2} は、鉛直方向地盤粘性減衰係数同様に、減衰比 D_{x2} を0.3として算出した。

また水平方向防振ゴムバネ係数 k_{x1} および粘性減衰係数 c_{x1} は、防振ゴムの形状、取り付け状態から、鉛直方向バネ係数 k_{y1} および粘性減衰係数 c_{y1} と等しいとした。

地盤の付加質量については不明な点が多いため、ここでは考慮しなかった。ここで付加質量とは、振動板下部地盤の一部が振動板と一緒に振動してしまうと仮定し、計算の際に振動板の質量に付加するべきその一部地

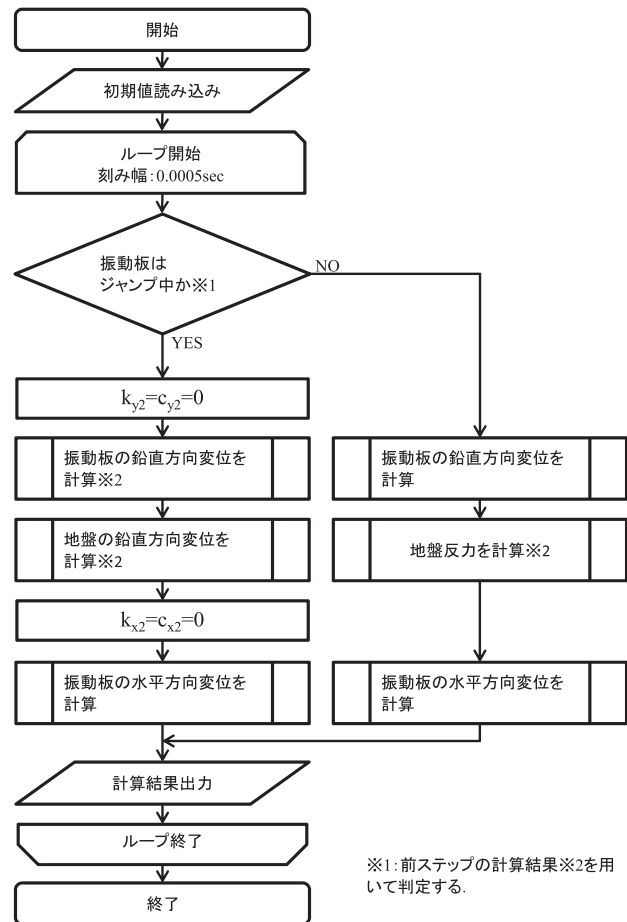


図-2 数値計算フロー図

表-1 計算条件 (機械仕様)

振動傾斜角	θ (度)	50
本体質量	m_1 (kg)	200
振動板質量	m_2 (kg)	130
鉛直方向防振ゴム バネ係数	k_{y1} (MN/m)	1.0
最大起振力	F (kN)	45
振動数	f (Hz)	73
鉛直方向防振ゴム 粘性減衰係数	c_{y1}	$c_{y1} = 2D_{y1}\sqrt{m_1 k_{y1}}$ $D_{y1}=0.1$
水平方向防振ゴム バネ係数	k_{x1}	$k_{x1} = k_{y1}$
水平方向防振ゴム 粘性減衰係数	c_{x1}	$c_{x1} = c_{y1}$

表-2 計算条件 (地盤条件)

鉛直方向地盤 バネ係数	k_{y2}	0.3 ~ 20.0
鉛直方向地盤 粘性減衰係数	c_{y2}	$c_{y2} = 2D_{y2}\sqrt{m_2 k_{y2}}$ $D_{y2}=0.4$
水平方向地盤 バネ係数	k_{x2}	$k_{x2} = \frac{8(1-\nu)^2}{7-8\nu} k_{y2}$ $\nu=0.4$
水平方向地盤 粘性減衰係数	c_{x2}	$c_{x2} = 2D_{x2}\sqrt{m_2 k_{x2}}$ $D_{x2}=0.3$

表-3 鉄道盛土における締固め品質管理基準値
(性能ランク II 上部盛土)

品質管理基準値A ($70 \text{ MN/m}^3 \leq K_{30} \text{ 平均値} < 110 \text{ MN/m}^3$)	K_{30} 下限値 50 MN/m^3
品質管理基準値B (K_{30} 平均値 110 MN/m^3 以上)	K_{30} 下限値 70 MN/m^3

盤の質量のことである¹²⁾。

以上の数値計算では、地盤剛性を前後進コンパクタ振動板すなわち長方形載荷による鉛直方向地盤バネ係数 k_{y2} にて表している。一方、鉄道盛土における締固め品質管理基準値¹¹⁾は、表-3に示すように円形載荷による地盤反力係数 K_{30} 値にて与えられる。したがって、数値計算による走行速度から、地盤剛性値が締固め品質管理基準値を満足しているか検討するためには K_{30} 値を k_{y2} に変換する必要がある。そこで、まず円形載荷による地盤の変位¹³⁾より式(6)を、長方形載荷による地盤の変位¹³⁾より式(7)をそれぞれ得る。

$$K_{30} = \frac{1}{2r} \cdot \frac{E}{(1-\nu^2)} \quad (6)$$

r : 円形載荷板半径 = 0.15 (m)

E : 地盤のヤング率 (MN/m^2)

ν : 地盤のポアソン比

$$k_{y2} = \frac{2\pi b}{L} \cdot \frac{E}{(1-\nu^2)} \quad (7)$$

$$L = \ln\left(\frac{\sqrt{1+m^2}+m}{\sqrt{1+m^2}-m}\right) + m \cdot \ln\left(\frac{\sqrt{1+m^2}+1}{\sqrt{1+m^2}-1}\right)$$

$$m = \frac{b}{a}$$

2a : 長方形載荷板(コンパクタ振動板接地部)の幅
= 0.4 (m)

2b : 長方形載荷板(コンパクタ振動板接地部)の長さ
= 0.3 (m)

式(6)、(7)より、地盤のヤング率とポアソン比を消去して式(8)を得る。

$$k_{y2} = \frac{4\pi br}{L} \cdot K_{30} \quad (8)$$

式(8)を用いて、地盤反力係数 K_{30} 値を鉛直方向地盤バネ係数 k_{y2} に変換するものとした。

3. 数値計算による前後進コンパクタ走行速度の検討(改造無しの場合)

表-1、表-2に示す条件にて計算した結果を図-3に示

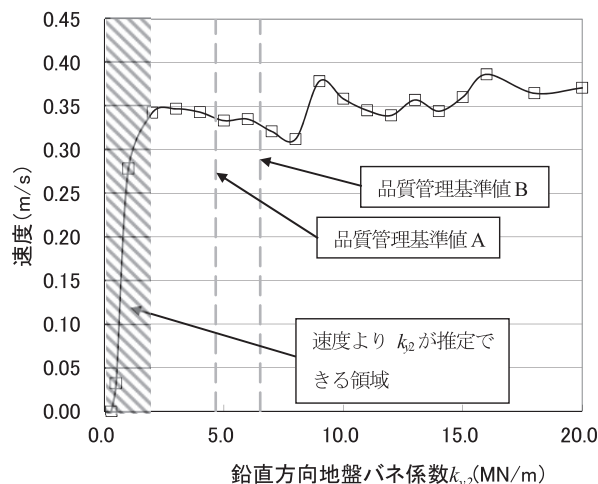


図-3 数値計算による地盤バネ係数と走行速度の関係

す。横軸を鉛直方向地盤バネ係数、縦軸を前後進コンパクタ振動板の水平方向変位量から計算した走行速度で表している。また表-3による鉄道盛土における締固め品質管理基準値を式(8)にて地盤バネ係数に変換した値も破線で示している。これによると、図-3の斜線領域外では、地盤バネ係数が変化しても走行速度はほぼ一定になっており、走行速度から地盤バネ係数を推定することは困難であることがわかる。したがって走行速度から地盤バネ係数を推定することができるのは図-3の斜線領域であり、品質管理基準値よりかなり低い範囲となっている。よって、走行速度から地盤バネ係数が品質管理基準値を満たしているか推定するためには、図-3の斜線領域を右側へずらし品質管理基準値をカバーすればよいことがわかる。

ここで、地盤バネ係数と走行速度の関係をさらに詳しく見るために、4種類の異なる鉛直方向地盤バネ係数(0.3, 1.0, 2.0, 8.0 MN/m)の地盤上における、前後進コンパクタ振動板の時間—鉛直方向変位、水平方向変位—鉛直方向変位を計算した結果を図-4(a) (b) (c) (d)に示す。また、グラフ中には滞空時間の1サイクル当たりデューティー比(1サイクル中の滞空時間の割合)および走行速度も併せて示している。

これによると、地盤が軟らかいとき(図-4(a), $k_{y2} = 0.3 \text{ MN/m}$)、前後進コンパクタ振動板は地盤と共に振動を行いジャンプはしていない。そして、振動板と地盤との間にすべりは発生しないと仮定しているため、前後進コンパクタはその場で斜め振動を繰り返すこととなり、走行速度は0となる。

上記より地盤が少し硬い場合は(図-4(b), $k_{y2} = 1.0 \text{ MN/m}$)、前後進コンパクタはジャンプを開始する。滞空中は地盤による水平方向の拘束が働かないため、タイミングよく起振体から水平方向の力を受けることにより振動

板には水平方向に地盤に対する相対変位が発生する。従って、前後進コンパクタは水平方向へ走行を開始する。

さらに地盤が硬い場合(図-4(c), $k_{y2} = 2.0 \text{ MN/m}$), ジャンプによる滞空時間が長く(デューティー比が大きくなり), 1 ジャンプ当たりの水平方向変位が増加し, 従って走行速度が速くなる。しかしながら, さらに地盤が硬い場合でも(図-4(d), $k_{y2} = 8.0 \text{ MN/m}$), ジャンプによる滞空時間は長くなるが, 走行速度は速くはない。これは, 水平方向への力も起振体による振動力であるため, 進行方向正向きの力が発生している時間は1 サイクルの半分の時間(デューティー比 50%)しかないためと考えられる。すなわち, 滞空時間のデューティー比が 50% を越えても, 進行方向正向きへの力を受ける時間はそれ以上増加しないため, 走行速度はそれ以上増加せず走行速度はおおむねある一定の速度で安定すると考

えられる。

以上から, 図-3 の斜線領域を右側へずらすためには, 前後進コンパクタがジャンプを開始する地盤バネ係数(以下 KJ とおく)が大きくなるよう前後進コンパクタの改造を行えばよいことがわかる。

なお, これまでの計算はポアソン比を 0.4 として行っているが, トンネル標準示方書(開削工法編)¹⁴⁾によると, 地盤のポアソン比は砂質土および粘性土において, 0.3 ~ 0.45 と考えられる。そこでポアソン比を 0.3 および 0.45 とし図-3 と同様の計算を行ったところ結果はほぼ同一となった。これは, 前後進コンパクタの走行速度は, 地盤の横方向バネ係数および減衰係数の影響はほとんど受けず, 縦方向バネ係数および減衰係数による滞空時間が支配的であることを表している。よって以降にお

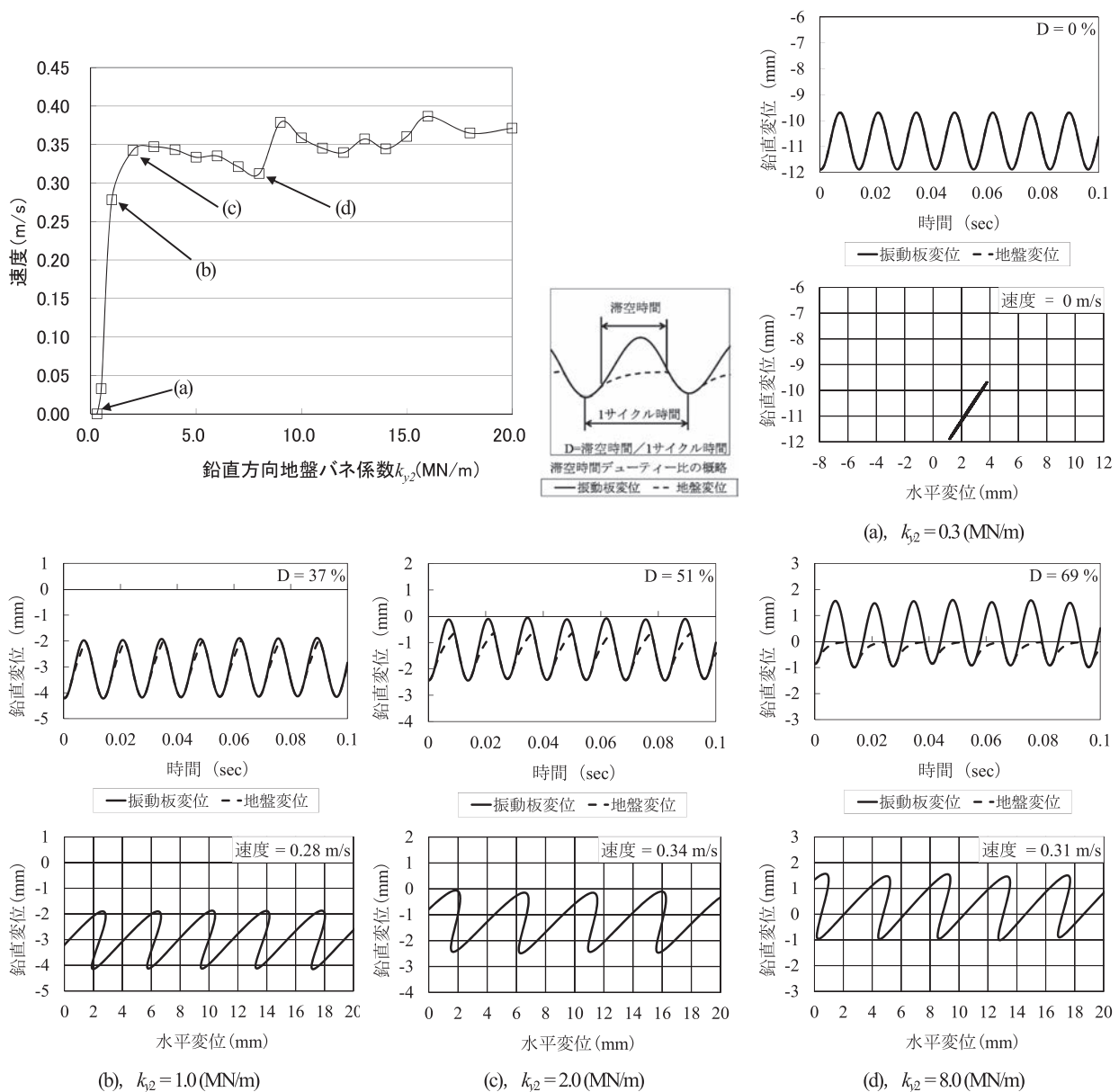


図-4 鉛直方向および水平方向変位の計算結果

いても、ポアソン比は0.4として計算を行うものとする。

4. 有効な改造内容の検討と地盤バネ係数合否判定手法の提案

表-1に示す前後進コンパクタの仕様を変更するために必要な改造が、ユーザにて行うことができる軽微なものかを検討すると下記ようになる。

- (1) 振動傾斜角：2本ある振動起振体の位相を変更すればよく、軽微な改造である。
- (2) 本体質量・振動板質量：軽くすることは困難であるが、質量を付加することは軽微な改造である。
- (3) 防振ゴムバネ係数・粘性減衰係数：専用品である防振ゴム自体を新たに設計し交換する必要がある、ユーザにて行える改造ではない。
- (4) 振動数：エンジン回転数を変更する必要があるが、エンジンは定格回転数にて運転されるので、これ以上回転数を上げることは困難である。また、前後進コンパクタは振動のON/OFFに遠心クラッチを使用しているため、回転数を下げることも困難である。
- (5) 最大起振力：起振体の偏心量を変更するか、振動数を変更する必要がある。偏心量の変更はユーザには難しく、(4)に示した通り振動数の変更も困難である。

以上より、ユーザにて行える軽微な改造は振動傾斜角の変更と本体および振動板の質量付加である。ここで、これらの変更がジャンプを開始する地盤バネ係数 KJ に与える影響を検討するために、図-5に示す様な防振ゴムを除いた振動体が地盤上に置かれた1自由度振動モデルを考える。本モデルにおいて重力の影響がないとした場合、振動体が地盤から受ける反力 N' の最大値は式(9)によって求めることができる¹⁵⁾。

$$N'_{MAX} = \sqrt{\frac{(F \cos \theta)^2 (c_{y2}^2 (2\pi f)^2 + k_{y2}^2)}{(k_{y2} - M(2\pi f)^2)^2 + (c_{y2} \times 2\pi f)^2}} \quad (9)$$

この振動体が地盤からジャンプするには、この地盤反力最大値 N'_{MAX} が重量 Mg より大きければよい。した

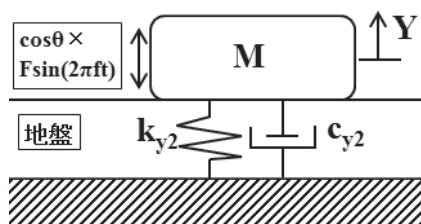


図-5 1自由度振動モデル

がって、ジャンプをする条件は式(10)によって表される。

$$\sqrt{\frac{(F \cos \theta)^2 (c_{y2}^2 (2\pi f)^2 + k_{y2}^2)}{(k_{y2} - M(2\pi f)^2)^2 + (c_{y2} \times 2\pi f)^2}} \geq Mg \quad (10)$$

式(10)を整理すると、式(11)によって表される k_{y2} の2次不等式が得られる。

$$\begin{aligned} FC \cdot k_{y2}^2 + 2M(2\pi f)^2(2D^2FC - 1)k_{y2} + M^2(2\pi f)^4 &\leq 0 \\ FC &= 1 - \left(\frac{F \cos \theta}{Mg} \right)^2 \end{aligned} \quad (11)$$

ここで、前後進コンパクタの最大起振力鉛直方向成分 $F \cos \theta$ は通常総重量 Mg より大きく設定されるため、式(11)における FC は負の値になる。よって式(11)の左辺を $H(k_{y2})$ とおいた場合のグラフは、図-6に示す様に上に凸で、 $H(0) = M^2(2\pi f)^4$ (正值)である放物線となる。地盤のバネ係数 k_{y2} は負値となることはないので、振動体がジャンプをする条件式(10)を満足する k_{y2} の範囲は、図-6の斜線部分となる。したがって振動体がジャンプを開始する地盤バネ係数 KJ' は方程式 $H(k) = 0$ の大きい方の解となり、式(12)で表される。

$$KJ' = \frac{M(2\pi f)^2 \cdot \left\{ -(2D^2FC - 1) - \sqrt{(2D^2FC - 1)^2 - FC} \right\}}{FC} \quad (12)$$

式(12)にて KJ' と θ および KJ' と M との関係の求めると、図-7および図-8のようになる。これらから、振動体がジャンプを開始する地盤バネ係数 KJ' は、振動傾斜角 θ が大きいほど、また起振体の質量 M が大きいほど増加することがわかる。

図-1の前後進コンパクタモデルにおいても同様な傾向があると仮定し、2章と同様な数値計算を、振動傾斜角 θ を50度から80度まで、本体質量 m_1 を200 kg から700 kg まで、振動板質量 m_2 を130 kg から350 kg まで変化させて行った結果を図-9～11に示す。これらより、

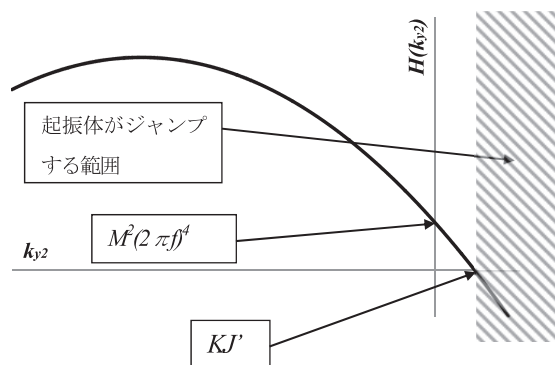


図-6 $H(k_{y2})$ グラフ

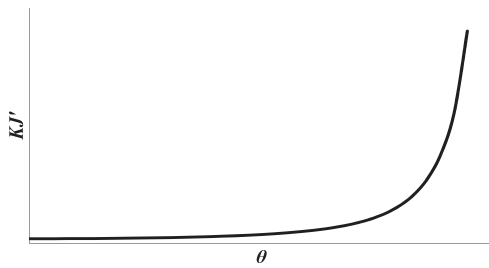


図-7 KJ' と θ の関係

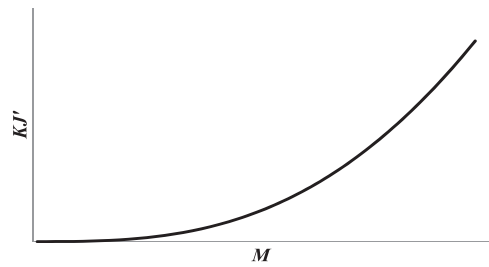


図-8 KJ' と M の関係

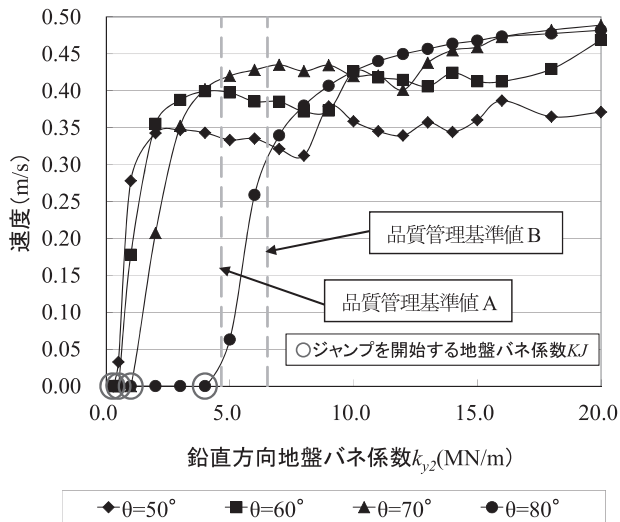


図-9 数値計算による地盤バネ係数と走行速度の関係 (振動傾斜角を変化させた場合)

図-1 の前後進コンパクトモデルにおいても図-5 と同様に、ジャンプを開始する地盤バネ係数 KJ は、振動傾斜角が大きいくほど、また本体および振動板質量が大きいくほど増加することがわかり、走行速度から地盤バネ係数が鉄道盛土における締固め品質管理基準値を満たしているか推測するためには、振動傾斜角を 80 度、あるいは本体質量を 700 kg、振動板質量を 350 kg に増加すればよいことがわかる。しかしながら、本体質量を 500 kg、また振動板質量を 220 kg 付加させることは質量、スペース的に現実的ではなく、また管理基準値付近での走行速度の変化量は、振動傾斜角を 80 度にした場合が最も大きいため、実際に最も有効な改造は振動傾斜角を 80 度に増加させることである。そして図-9 より、振動傾斜

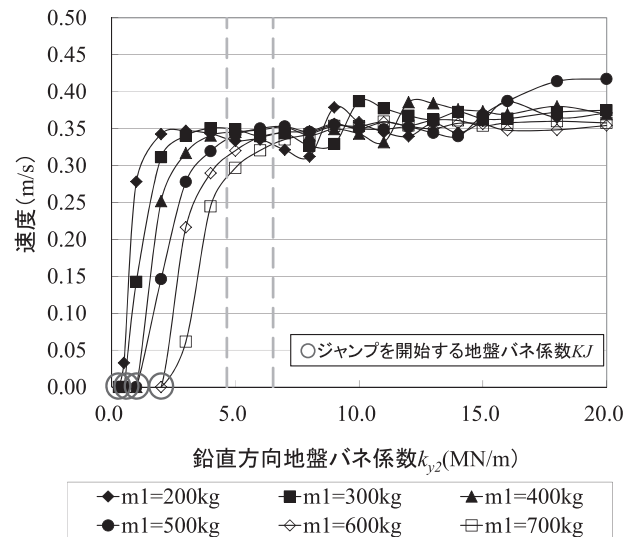


図-10 数値計算による地盤バネ係数と走行速度の関係 (本体質量を変化させた場合)

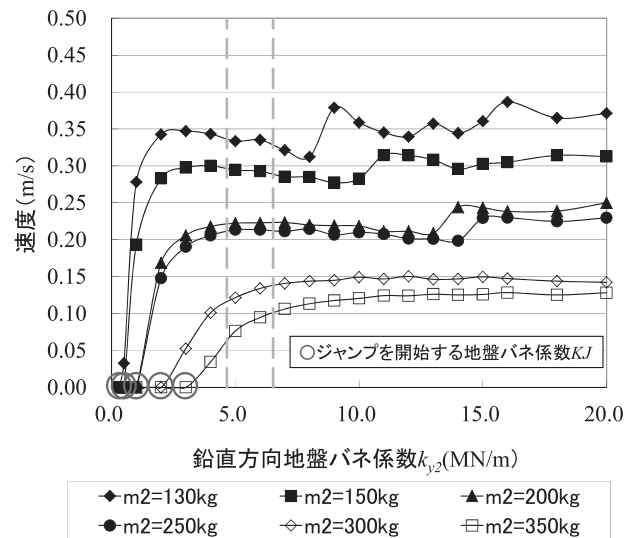


図-11 数値計算による地盤バネ係数と走行速度の関係 (振動板質量を変化させた場合)

角を 80 度に改造した前後進コンパクトを用い、品質管理基準値 A ならば走行速度 0.05 m/s 程度、品質管理基準値 B ならば走行速度 0.30 m/s 程度を基準として地盤バネ係数値の合否判定を行えばよいことがわかる。

5. 土槽実験による適用性の検証

前章で説明した、振動傾斜角を 80 度に改造した前後進コンパクトの走行速度から地盤バネ係数値の合否判定を行う手法の適用性を調べるため、室内実験ピットにて実験を行った。

実験は図-12 に示す、幅 5 m × 長さ 44.8 m × 高さ 4 m の実験ピット内に、実際に前後進コンパクトを用いて施工を行うような構造物近傍の現場を模した実験フィールドを作成して行った。まず、実験ピット内に表-4

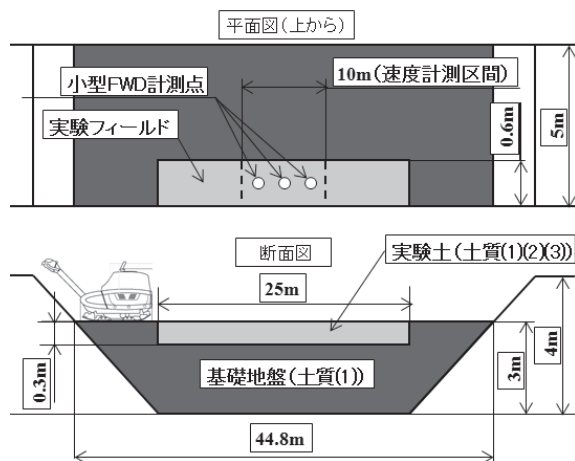


図-12 実験フィールド

表-4 土の物理特性

	土質(1)	土質(2)	土質(3)
土粒子密度 ρ_s (g/cm ³)	2.675	2.665	2.647
最大粒径 $D_{\max}$ (mm)	9.5	4.75	9.5
細粒分含有率 F_c (%)	15.3	57.1	4.3
最大乾燥密度 $\rho_{d\max}$ (g/cm ³)	1.674	1.531	1.571
最適含水比 w_{opt} (%)	16.0	24.9	18.2

に示す土質(1)を用い、十分に締め固められた高さ3mの基礎地盤を作成した。作成においては、材料の含水比を最適含水比である16%になるよう調整し、盛り立ては層厚300mm毎に10tonタイヤローラにて8回締固めを行った。本条件にて締固めを行うことにより、締固め度95%以上の十分に締め固められた基礎地盤が得られた。次にその基礎地盤の壁際に幅0.6m×長さ25m×深さ0.3mの溝を掘削し、そこへ仕上がり厚さ0.3mになるよう実験土を盛り立て、実験フィールドとした。また実験土は、締固め品質管理基準値を含む幅広い固さの地盤を再現することが1種類の土質では困難であったため、3種類の土質を使用した。表-4、図-13～16に実験土の特性を示す。

その実験フィールド上を表-1の仕様を持つ前後進コンパクタと、その機械の振動傾斜角を80度に改造した前後進コンパクタの2種類の機械にて走行・転圧を行い、フィールド内10mを通過する時間をストップウォッチにて計測し走行速度を算出した。また同時に前後進コンパクタが通過後の地盤反力係数を小型FWDにて計測した。なお、小型FWDの計測は上記速度を計測した10m区間内の3点で行い平均値を採用することとした。小型FWDの計測・データ処理方法は、「土木学会、

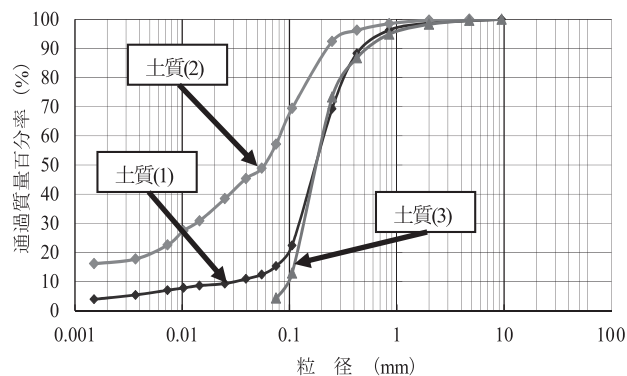


図-13 粒径加積曲線

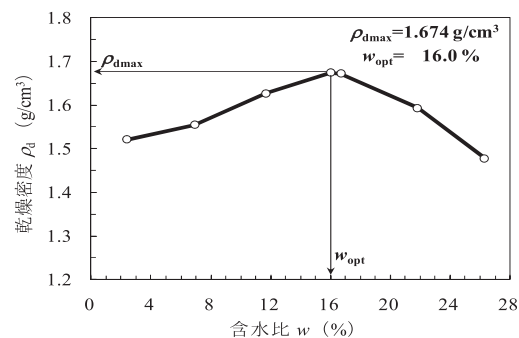


図-14 締固め曲線 (土質(1))

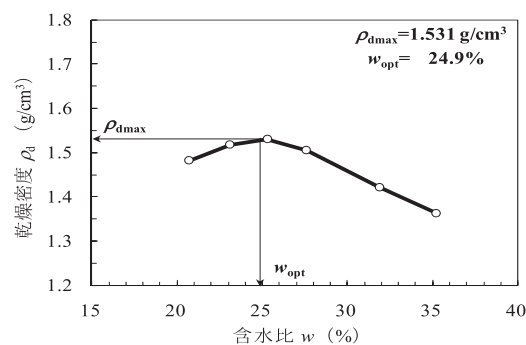


図-15 締固め曲線 (土質(2))

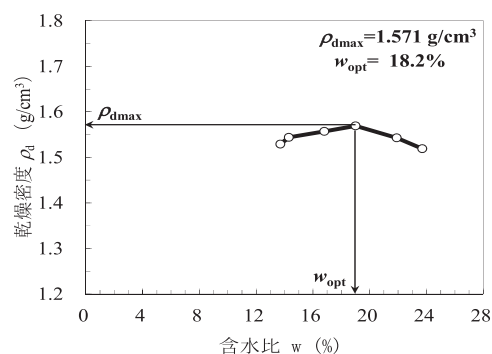


図-16 締固め曲線 (土質(3))

FWD および小型FWD運用の手引き」^[16] および、「FWD-Lightによる小型FWD試験方法(地盤編)」^[17] に従い行った。表-5に小型FWDの仕様を示す。

2種類の前後進コンパクタ、3種類の土質を用いて実験した結果を図-17に示す。プロットに際し、小型

表-5 小型 FWD 仕様 (株東京測器研究所製)

本体型式	KFD-100A
載荷板径	150, 200, 300(mm)
重錘質量	5(kg)
落下高さ	50~530(mm)
表示器型式	TC-351F
データ収集ソフトウェア型式	TC-7351
計測・処理ソフトウェア型式	TC-7100

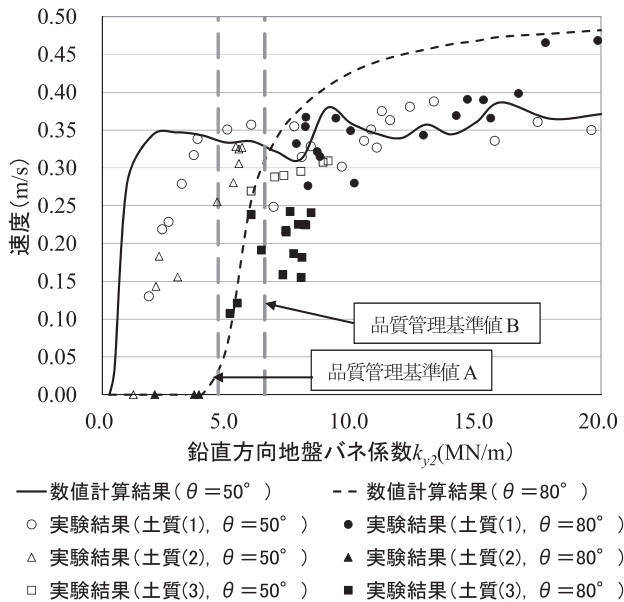


図-17 土槽実験による地盤バネ係数と走行速度の関係 (実線および破線は計算による結果)

FWD にて得られる地盤反力係数 (K_{30} 相当値) は式 (8) にて地盤のバネ係数に変換した。

図-17 によると、実験結果は計算結果と同様に、振動傾斜角を 50° から 80° に増加するとジャンプを開始する地盤バネ係数が大きくなることからわかる。そして、振動傾斜角 50° では走行速度から地盤バネ係数が品質管理基準値 A, B をそれぞれ満たしているか推定することは比較的困難であるが、振動傾斜角 80° にすることにより、品質管理基準値 A, B の合否判定を行うことが可能となることがわかる。しかし、振動傾斜角 50° 、 80° 両方共に実験結果が計算結果よりやや右方にプロットされている。これは数値計算を行う際の、モデル化やパラメータ設定の手法、付加質量やすべりの無視という仮定など、多くの要因が考えられる。その結果、走行速度により地盤バネ係数値の合否判定を行う際の基準速度は、品質管理基準値 A の場合は計算結果と実験結果はほぼ等しく 0.05 m/s 程度であるが、品質管理基準値 B の場合は実験結果では計算結果よりやや低く 0.20 m/s 程度となっている。したがって、実際に走行速度により地盤バネ係数値の合否判定を行う場合は、事前に試験施工を行い品質管理基準値と走行速度の関係を求めておくことが現実

的である。

また、本研究では鉄道盛土における締固め品質管理基準値を目標にしているが、図-9 から振動傾斜角を調整すれば他の基準値を推定することも可能であるといえる。その場合も同様に数値計算結果と実施工との間に多少のずれが存在すると考えられるため、事前に試験施工等を行うことが現実的である。

さらに、改造後の前後進コンパクタは、材料撒き出し直後などの柔らかい地盤では走行することができないため、通常の締固めに使用することは困難である。したがって、締固めには通常の振動傾斜角 50° のコンパクタを使用し、締固め完了後に振動傾斜角を 80° に改造したコンパクタを用いて走行速度を測定し、施工エリア全体の品質管理を行う手法が考えられる。

なお今回の数値計算では、走行速度に対する土質の影響要因として、地盤バネ係数、すなわち地盤の剛性のみを想定している。実験ではこの点の検証の意味も含めて土質を 3 種類変えて実験を行った。図-17 によると、実験結果はすべての土質において数値計算結果と類似した傾向を示しており、今回実験で用いた土質の範囲では、土質による明確な差異はないものと考えられる。今後、礫質土や粘性土など様々な土質での検証を行い本手法の適用範囲を明らかにしたいと考えている。

6. まとめ

現在国内で最も一般的に使用されている前後進コンパクタを用いて、その走行速度を測定することにより接触している地盤の剛性が鉄道盛土における締固め品質管理基準値を満たしているか推定する手法の提案を目的とし、数値計算により走行速度と地盤バネ係数との関係について考察を行った。その結果、以下の点が判明した。

- (1) 前後進コンパクタをそのまま使用した場合は、走行速度を用いて地盤バネ係数値の合否判定を行うことは困難である。また、走行速度を用いて地盤バネ係数を推定できる領域は、品質管理基準値よりかなり低い範囲となっている。
- (2) 地盤バネ係数が低い場合 (0.3 MN/m 以下)、前後進コンパクタはジャンプせず走行しない。地盤バネ係数が上昇すると前後進コンパクタはジャンプを開始し走行する。そのジャンプを開始する地盤バネ係数値は、振動傾斜角が大きいほど、また本体および振動板質量が大きいほど増加する。
- (3) 軽微な改造として、振動傾斜角を 80° に変更することにより、走行速度から地盤バネ係数値が鉄道盛土における締固め品質管理基準値を満たしているか

推定することが可能である。具体的には品質管理基準値 A ならば走行速度 0.05 m/s 程度、品質管理基準値 B ならば走行速度 0.30 m/s 程度を基準として地盤バネ係数値の合否判定を行えばよいことがわかる。

また本数値計算結果を実際の前後進コンパクタを用いた土槽実験にて検証した。その結果以下の点が判明した。

- (4) 計算結果と同様に、振動傾斜角を 80 度に増加することによりジャンプを開始する地盤バネ係数を大きくすることができ、走行速度から地盤バネ係数が鉄道盛土における締固め品質管理基準値を満たしているか推測することが可能である。
- (5) 数値計算結果と実験結果の間にずれが存在するため、品質管理基準値 B の場合での地盤バネ係数値の合否判定を行う際の基準速度は、実験結果では約 0.20 m/s 程度となる。したがって実際に合否判定を行う場合は、事前に試験施工を行い、品質管理基準値と走行速度の関係を求めておくことが現実的である。

前後進コンパクタを用いる施工現場は、構造物や既存地盤との接合部であることが多く、その品質管理はより一層慎重に行う必要がある。本研究による手法は、ストップウォッチなどを使用すれば非常に手軽であり、品質管理手法を容易に合理化する一助になると考えている。

課題として、数値計算結果と実験結果において、合否判定を行う際の基準速度に差異がある点が挙げられる。今後この差異を解消するよう検討を続けたい。また、本研究は現在国内で最も一般的に使用されている前後進コンパクタのみを対象として行ったが、今後は異なる仕様を持つ機械や、さまざまな土質条件での検討・実験を

行い、本手法の適用性をさらに向上したいと考えている。

参考文献

- 1) 嶋津見臣, 見波潔, 中田公基, 嶋田功, 足立賢一: 振動ローラによる盛土の締固めに関する調査, 土木研究所資料, 第 2184 号, pp.37-76, 1985.
- 2) 建山和由, 中島聡, 藤山哲雄: 振動式締固め機械の振動特性を利用した地盤の締固め度の評価手法について, 土木学会論文集, No.487 / III-26, pp.237-245, 1994.
- 3) 藤山哲雄, 建山和由: 振動ローラの加速度応答を利用した転圧地盤の剛性評価手法, 土木学会論文集, No.652 / III-51, pp.115-123, 2000.
- 4) Kröber, W., Floss, E. and Wallrath, W.: Dynamic soil stiffness as quality criterion for soil compaction, *Geotechnics for Roads, Rail Tracks and Earth Structures*, A. A. Balkema Publishers, pp.189-199, 2001.
- 5) 横田聖哉, 吉田武男, 藤井弘章, 内山恵一: 振動ローラの加速度を利用した締固め管理の検討—大規模土工における情報化施工に関する研究 (3) —, 第 37 回地盤工学研究発表会講演集, pp.1321-1322, 2002.
- 6) 横田聖哉, 益村公人, 藤山哲雄, 石黒健: 道路路床の施工管理の合理化に関する考察—(その 1) ローラ加速度応答を利用した剛性評価手法の適用性—, 第 37 回地盤工学研究発表会講演集, pp.1337-1338, 2002.
- 7) 古屋弘, 藤山哲雄: 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」, 建設機械, Vol.47, No.7, pp.48-54, 2011.
- 8) 小葉はるな, 眞壁淳, 上野健司: 情報化施工における転圧管理システム CIS の適用事例について, 建設施工と建設機械シンポジウム論文集, pp.139-142, 2009.
- 9) 橋本毅: BOMAG エコノマイザー = 前後進プレートコンパクタによる転圧品質管理技術 =, 建設機械, Vol.44, No.8, pp.66-69, 2008.
- 10) 橋本毅, 藤野健一, 建山和由: 前後進コンパクタの走行速度を利用した地盤の低剛性地点検出手法の提案, 土木学会論文集, Vol.69, No.1, pp.1-9, 2013.
- 11) 国土交通省鉄道局監修, 鉄道総合技術研究所編: 鉄道構造物等設計基準・同解説, pp.89-93, 丸善, 2007.
- 12) 岩崎敏男, 嶋津見臣訳: 土と振動の基礎, pp.207-263, p.367, 鹿島出版会, 1975.
- 13) 木村孟: 土の応力伝播, pp.18-31, 鹿島出版会, 1978.
- 14) 土木学会: トンネル標準示方書 (開削工法編)・同解説, p.266, 1996.
- 15) 小堀与一訳: 機械振動入門, pp.57-62, 丸善, 1962.
- 16) 土木学会: FWD および小型 FWD 運用の手引き, pp.65-74, 2003.
- 17) 株式会社東京測器研究所: FWD-Light による小型 FWD 試験方法, pp.4-17, 2008.

(2013.6.5 受付, 2013.9.4 採用決定)

IMPROVEMENT OF THE EVALUATION METHOD FOR THE GROUND STIFFNESS THROUGH THE RUNNING SPEED OF REVERSIBLE VIBRATORY COMPACTORS

Takeshi HASHIMOTO, Kenichi FUJINO and Kazuyoshi TATEYAMA

The numerical simulation was carried out to discuss the effect of the ground stiffness on the vibrating behavior and the running speed of reversible vibratory plates. The result of the simulation made it clear that it is difficult to use the running speed of vibratory plates for the evaluation of the ground stiffness because it doesn't change in the prescribed domain of the ground stiffness, although the running speed depends on the ground stiffness. Therefore we suggested a method of slightly adjusting the mechanical factors of the plate to evaluate the prescribed domain of the ground stiffness. And we examined its reliability through test pit experiments.



超小型電気自動車を活用する カーシェアリングシステム

浅井 靖

国土交通省が実施している普及や関連制度の検討に向けた施策に準じ、多くの自治体の実証として試験導入を進めていることより俄に注目を集めている“超小型モビリティ”，その主役となると考えられるのが電気自動車である。その超小型電気自動車をマンションのシェアリング，商業施設の配送用シェアリング等による活用に向け，安心して使う為のシェアリングシステムを開発した。このシステムにつき紹介する。
キーワード：超小型モビリティ，電気自動車，カーシェアリング

1. はじめに

日本では2009年7月のi-MiEV販売，2010年12月Leaf販売から現実的となってきた次世代車（電気自動車等），また世界を見てもほとんどの自動車メーカーが電気自動車を順次発表している。

将来的に枯渇が懸念される石油化学エネルギーへの代替，全世界的に課題となっている地球温暖化対策に向けた低炭素化への対処として，また昨今世界各地で進められるスマートグリッド（スマートシティ）の検討においてもその蓄電機能の活用等から次世代車（電気自動車等）は大きな役割を期待されている。

さらに日本国内では，よりスマートな移動方法として超小型モビリティが見直されている。既に2000年より発売されているコムスを始め，国土交通省が検討している2人乗り超小型モビリティの規格化に向けて各自動車メーカーでの試作検討，及び幾多のベンチャーによる検討も始まっており，2012年にTwizyが発売された欧州に準じ超小型モビリティ（電気自動車）の時代は始まったと考えている。

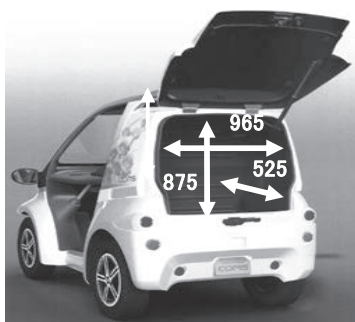
この時代の流れに乗じ，超小型モビリティ（電気自動車）をより安心して，かつ使いやすくする為のシェアリングシステムを開発し販売を始めている。

2. 超小型モビリティ（電気自動車）の嬉しさ

世界の各自動車メーカーにて販売が始まっている電気自動車であるが，通常のクルマ（普通自動車・軽自動車）としての使用を考えると，車両の価格（バッテリーの価格），走行可能距離，充電の煩わしさ等課題が有り普及が滞っている。

一方で，実用面から見ると，自動車利用時の乗車人員は高い確率で運転者のみ（1人）で利用されているし，移動距離も通勤，買物など20km以内の利用が極めて多い。

従って，課題が多い電気自動車の中でも，その実用性から見れば，車両の価格，1充電での走行可能距離，一般100Vで充電可能な利便性等，実際の使用状況に準じている超小型電気自動車は十分に普及の可能性の有る次世代車であると感じている。



写真—1 超小型モビリティのサイズ（例）

また、超小型モビリティのサイズは、軽自動車ですらすれ違う事が困難な都会にも郊外にも存在する狭い路地を極めてストレス無く走行でき、かつ日常の買物に十分な積載スペースも有しており、自動車より気楽でバイクより利便性の良いサイズである（写真—1）。

かつ、現在公道を走行可能な1人乗り超小型モビリティは、車庫証明不要、車検無し、重量税・所得税不要、自動車税も極めて少なく、また自宅における駐車スペースも安易に確保可能であり、或いは商業施設では顧客の駐車場を削減する事無く駐車可能である事などより、総合的な費用効果からみても所有・保有に極めてリーズナブルな移動体である。

まだ移動先での駐車場所の利便性（専用化された駐車場が無い、一部立体駐車場は利用困難等）等、検討されるべき課題は有るが、この超小型モビリティ（電気自動車）は間違いなく今後の拡大に可能性を感じる移動体である。

3. 電気自動車が安心して使えるカーシェアリングシステム

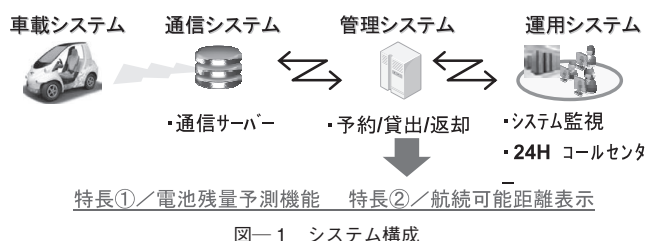
そこでこの超小型電気自動車の普及に向けて電気自動車が安心して使えるカーシェアシステムを開発した。

電気自動車のカーシェアへの利用に向けた最大の課題は、稼働のエネルギー源である電気（バッテリー）量の把握（＝走行可能距離の把握）及び充電に擁する必要時間による稼働率の問題である。

利用者の利便性を考えるにバッテリーは出来る限り満充電に近い状況での貸し出しが必要と考えられる。しかしバッテリー使用量（残量）が予約時（或いは使用後即）把握できない既存のシステムにおいて多頻度な貸し出しを行うには短時間で80%充電を可能とするコストが高い急速充電器が必要となり事業採算が取れない。一方、普通充電器の場合、確実に満充電を可能とする時間（N社乗用車の場合：200Vで8時間）を空ける必要が生じる為、一日の利用可能者は最大2名程度（の稼働率）となり、その高い車両費用等を考えるとやはり事業採算は非常に困難になってしまう。

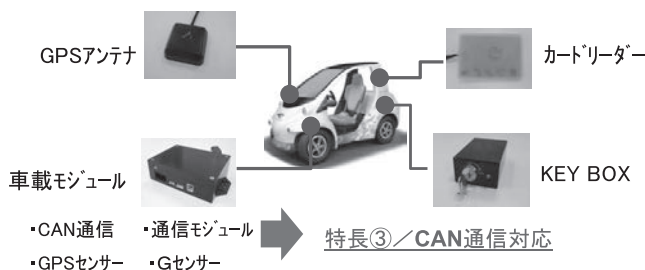
そこで今回は、より可能性のある電気自動車として超小型モビリティに特化し、既存のカーシェアサービス管理システムを活用し、当システム会社と共同で超小型電気自動車向けカーシェアリングシステムを開発した。システムの最大の特徴としては、常時車両の電池残量を把握し、利用開始時間における電池予想残量と移動予定場所から利用（帰着）の可能性を判断し貸

し出しを管理（判断）するシステムを構築しており、借りたい時間、行きたい場所に応じて貸し出す事の出来る利用者の安心と事業者の効率（稼働率）を提供する超小型電気自動車向けシェアリングシステムとなっている（図—1）。



図—1 システム構成

具体的には、車両に搭載するGPSアンテナ／車載モジュールにより車両と定期的に通信を行い、常に車両の充電量を的確に把握しながら、利用時開始時の走行可能エリアを明示し、行きたい場所への移動（帰宅）の可否を判断して貸し出しを管理するシステムとして、従って連続使用（前の利用者返却直後）でも、その利用開始時点での電池残量に応じた目的地への移動・帰着の可否判断を行う事により貸し出し管理ができ、事業者には無駄なく、利用者にはいつでも安心して電気自動車が使えシステムを提供している（図—2）。



図—2 車載システム詳細

また、返却時には充電再開（充電ケーブルの接続）を確認してから返却処理を行っており（充電ケーブルが未接続の場合は返却手続きが終了しない）、常に充電されている状態として車両を管理している。

これにより、もともと満充電で50km走行可能な車両に対し、凡そそのようなクルマの利用用途を近辺へのお出かけ等が主と考えれば、10km／回の利用で5回／日、貸し出し間の充電を考えれば、6～7回／日の貸し出しが可能であり、電気自動車でもシェアリング車両として十分活用が可能なシステムとしている。

さらに当システムでは、移動予定場所への可否判断（帰着可否判断）において、指定された場所への経路

検索時に走行予定経路（道路）の高低差（電気自動車の場合、坂道登坂に多くの電気を使用してしまう為）も考慮し、かつデータ蓄積に応じて利用者の運転特性も考慮した電池消費量（電池残量）判断を行っている。これにより更に安心できる利用環境を提供している。

実際の利用手順から説明すると

1) 予約

- ①割り振られた ID + パスワードで専用予約サイトにアクセス（PC、スマートフォン、携帯電話等）
 - ②貸し出しを希望する場所（車両設置場所）を選択
 - ③貸し出し予定時間（利用開始時間：15 分単位）を選択
 - ④使用予定車両を選択
 - *この時、使用可能車両の電池残量が表現されており、これを見ながら車両選択が可能
 - ⑤選ばれた車両、貸し出し予定時間における予想電池残量より走行可能エリア（帰着可能エリア：円状にて）表示（この表示は単純距離で表示している）（図一3）
 - ⑥実際の目的地予定を入力（画面上でクリック、5 箇所まで設定可能）
 - ⑦実際の目的地に向けた経路検索を実施。走行距離が貸し出し時の電池残量から推定される走行可能距離を上回った場合は目的地に行っても帰れない事を表示し再設定を要求
 - *この経路検索において、高低差（坂道登坂）、及び運転者特性（データ蓄積に応じ）も考慮し判断
 - ⑧走行予定距離に問題なければ返却時間を設定（目的地経路検索による必要時間にて仮設定時間を調整）
 - ⑨予約確定
- #### 2) 車両貸し出し・返却
- ⑩予約時間の 15 分前より車両に取り付けたカードリーダーにて貸し出しを受付
 - ⑪カードリーダーにて専用カードの認証を行い専用トランクロックを解除
 - ⑫充電ケーブルを車両より抜き、コンセント BOX に

収納

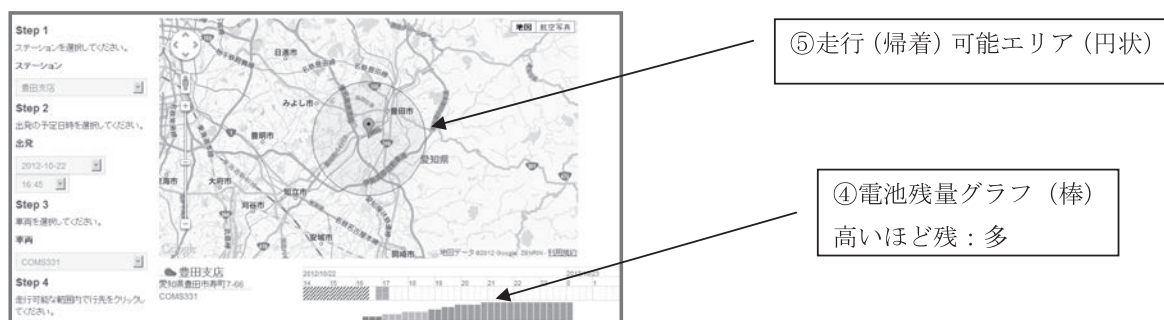
- ⑬トランク内 KEY BOX に有る車両の KEY を使用し車両利用を開始する
 - *車両 KEY にて通常トランクロックは可能
- ⑭車両返却時は、貸し出しの逆を実施
- ⑮車両に充電ケーブルが接続されている事を認識（信号を受信）
- ⑯カードリーダーにて返却を受付

4. 推定する超小型電気自動車シェアリングの用途

今回開発した超小型電気自動車を利用するカーシェアリングシステムは、国土交通省が提案している「超小型モビリティ導入に向けたガイドライン（平成 24 年 6 月）」資料にも多くのモデルケースに“シェアリング”と記載されているように様々な用途での活用が見込める。特に次のような用途での活用の可能性を考え、事業者としてのカーシェアリング実証も始めている（写真一2）。

まず、一番に考えられるのは、一般車のカーシェアリング同様に日常のちょっとした移動に向けたカーシェアリングである。例えばマンション等におけるシェアリング事業、都会の自動車保有が困難になった地域のマンション、郊外の 2 台目が必要なマンションなど。ちょっとしたお出かけ・お買物・移動に自動車より気楽に、自転車より安全に、かつタクシーより安価に、バスより自由に利用出来る移動手段として、一般車より経費が安価で環境にも配慮した車両でのシェアリング提供が可能である。

次に、（現在システム搭載をしている）超小型電気自動車ならではの特徴（1 人乗り、荷物積載可能）を生かした配送等業務用シェアリングである。利用の多くの場合は 1 人であること、顧客の駐車場を使う事無く保持可能であること、排ガスがなくアーケード内のような室内同等環境でも移動可能である事、経費が安



図一3 予約画面における電池残量、及び走行可能エリア表示



写真一 2 マンションにおける実証（左：高田馬場マンション、右：名古屋市郊外マンション）

価であること等、この用途での超小型電気自動車シェアリングは、利便性の向上と配送（業務移動）に関わる経費の大幅削減が可能になる。

更に、国土交通省の公募事業である「超小型モビリティ導入促進事業」にも多くの観光地等が採択され導入が進んでいるように、観光地の移動手段としての“乗捨て型のカーシェアリング”が大いに考えられる。昨今のパワースポットブームによる新たに発生した公共交通網が補完されていないような観光地への移動、運行時間に縛られない自由な移動等、この用途では、移動先の専用駐車場所、安全に走行可能な道路の整備等、使用のインセンティブが準備できればより一層活用が進むと考えている。

5. おわりに

超小型モビリティ（電気自動車）は、これからの移動体である。2015年に2人乗り超小型モビリティが規格化されれば、ますます利便性も上がり、新しい移動媒体として拡大する可能性が極めて高いと感じている。その移動体をより経済的に使用する為にシェア活用も必要と感じている。マンションに、事業者向けビルに、地域コミュニティに、観光地移動に、利便性と経済性を提供するコムシェアシステムにご興味あれば是非アクセスされたい。

J C M A

【筆者紹介】

浅井 靖（あさい やすし）
豊田通商㈱
HEV 事業推進部



ずいそう

父のこと

谷 口 雅



私の生まれ故郷は、伊豆大島です。

故郷は 遠きにありて 想うもの とか言いますが、四季折々に移ろいの美を見せてくれ、私にとっては、理想の故郷です。

古希も過ぎ、いよいよ人生の終焉が近づこうとしている今、時々帰郷するのが最大の楽しみになりました。

友人たちと一緒に酒を酌み交わし、昔話に花を咲かせるのも楽しみなことなのですが、実はもっと楽しみな事があるのです。

それは、父の残した日記を読むことなのです。

私の父は、大島で生まれ、大島以外での生活を知りません。もちろん、昔で言う尋常小学校しか出ておりません。

私の祖父の家には、当時度々、芸大の学生たちが、夏休みなどに長期間滞在し、風景画などを描いていたようです。

後に超有名になった画家も学生時代、泊まったとも聞いたことがあります。

その学生仲間の一人が、父が20歳になったときに日記をプレゼントしてくれたのです。

それ以降毎年そのプレゼントは続き、父もそれ以降77歳で他界するまで、一日の空白もなく、実に57冊の日記を残しています。

その日記を読むのが最大の楽しみになりました。

最初のころは、字も下手で、誤字脱字も多く、読みにくく判読し難い字もたくさんありましたが、最後の方になると、自己流の草書体文字になっておりました。

帰郷の折、曝書ついでに、何冊かの日記を読みました。

やはり印象に残っているのは、敗戦が濃厚な昭和20年2月4日。長兄が、太平洋戦争の激戦地ソロモン海戦で戦死したのですが、その知らせを受けた日の記述です。

曰く“お国のためとは言え、何故、覚（長男の名前）が、戦死しなければならないのか。遺骨が無いのだから、どこか南洋の無人島で生きているに違いない。戦死が誤報であって欲しい”

等々書かれていました。ページの片隅に、何かシミのようなものがありました。それが、私には、父の涙のように思えてならないのです。

そんな父に、中学生のころ“毎日日記を書いている、何か楽しいことがあるの？”と聞くと、父は“いつの

日か、この自分で書いた自分史をじっくり読むのだ”と楽しそうに答えていました。

その父が、じっくり自分史を読むことも無く30数年前に他界しました。

当日の日記は、入院先の病室で書いたのでしょうか。わずか2行でした。

“今朝、雅（私）が“なます”を持ってきてくれた。久しぶりに、旨いものを食べた”

ほとんど毎日といっていいくらい、私は愚妻の作るおかずを病院に運ぶのですが、その大部分を母が食べていたようです。

料理ともいえぬ“なます”を、どんな高価な料理よりも、おいしいと言って全部平らげた、父の日記を、やる瀬無い思いで読みました。

父の亡くなった日は土曜日でした。

私は例に漏れず、麻雀をやっていました。

父の死亡時刻は17時38分でした。

その時刻前後、私は、同僚に国士無双の“北”を打ち込んだのです。

何かぞっとするものを感じました。

いつも、朝病院に寄ると、帰りは病院に寄らないことが多いのですが、虫の知らせというのでしょうか、夜の9時頃病院に行きました。

丁度、エレベーター前で着いたばかりの妻と子どもに会い、妻から父の死を知らされました。

7階で下りると、死と言うものが理解できない息子が、父の部屋に飛んで行き、“おじいちゃん、おじいちゃん”と叫びながらドアを開けたのですが、もう既に父はそこにはいませんでした。暗い地下の一室にいたのです。

ひとしきり、妻に、こんな大事なときに、居場所が分からないのは、どういうことか文句を言われたのは言うまでもありません。

私も父に倣って、日記をつけているのですが、私の日記には、来る日も、又来る日もほとんど毎日のように、酒と麻雀の文字が見えるのですが…

主のいない病室を、どんどんとたたいた息子も2人の父親。

感無量。

ずいそう

“オレ流” 指導力

加藤 修 司



私は中日ドラゴンズの大ファンである。“ドラきち”と言って過言はない。何度か試みてみたが、地元広島カープのファンにはなれないでいる。そんな私が敬愛してやまないのは、中日ドラゴンズ歴代監督のなかで、誰もが“名監督”と認めざるを得ない成績を残した“オレ流”落合博満前監督である。もちろん彼は選手としても素晴らしい成績を残しているが、彼の本当の才能は指導力にあるとわたしは思っている。落合前監督の8年間、中日ドラゴンズはただの一度もBクラスになっていない。そんな彼の吐き出す言葉は、ほかのスポーツ指導者の誰も持ちえない含蓄がある。あるスポーツコラムニストは、落合博満前監督の発言のいくつかを“ノストラダムスの四行詩のようだ”と例える。人を食ったような、意味深で、もってまわった、小憎らしい言い回し。しかしその言葉を紐解き、彼が導き出した結果と照らし合わせたとき、彼はその未来を見透かしていたかのように“それ”を具現化している。「最後をみてなさい」と吐き捨てる彼には、負け惜しみと強弁を現実のものにする“魔力”があるかのように思えてしまう。しかしそれは、落合監督時代の中日ドラゴンズが、12球団一の練習量をこなしていたからこそその強さであり、スーパースターのいない、いわば凡庸な選手たちを、奇抜なアイデアと巧みな話術で“12球団一の選手たち”に育て挙げた手腕は「みごと」の一言である。「オレの話をきけ」、「それ、できただろ！」落合前監督のずば抜けた才能、それはまさに“オレ流”指導力である。

当社では毎年、若手社員を対象にして、施工管理技術検定試験の受験勉強会を行っている。講師は“オレ”である。中山間の小さな街にある当社の場合、たくさんの応募者の中から新入社員を選べるわけではない。大学や高専を回り、地元出身の若者たちに声をかけ、集まってくれた若者たちを技術検定試験の受験勉強という“グラウンド”で鍛える。授業は常に「クエスション、アンド、アンサー」、テキストはあくまで参考資料である。たとえばコンクリートの分野では、「生コンクリートはいったい何で出来ているのでしょうか?」と問う。彼らの答えは、「セメントです」、「石（粗骨材）です」、「砂（細骨材）です」、「水です」と続く。

「ほかに何がある?」と問うとみんな黙り込んでしまう。意地悪くみんなを見渡して、一息いれてこう答える「空気だ」。するとみんな目をまるくして、その体が前にせり出てくる感じが伝わる。「生コンクリートの材料が空気?」その疑問が彼らの興味をそそり、脳に刺激を与える。混和剤、耐凍害性、ワーカビリティ、コンシステンシーといった色々なキーワードが、興味とともに、彼らの脳にインプットされていく。単純にテキストを読んだだけでは、次週の勉強会ですでに忘れている。スパイスは、ちょっとした奇策と話術による刺激だ。しかし、それだけでは“オレ流”指導力にはおよばない。現在、一級土木施工管理技術検定試験の合格率は約1割前後である。そのような状況にもかかわらず、土木技術者を目指す若者たちは、自分の使命も知らず、そして彼らにおとずれる未来もわからない。“オレ”は彼らの未来を予言する。「司法試験より合格率が低い資格試験だ。絶対にこの資格を取ろう！未来の君たちは、地域社会にとって、貴重な存在だ!」と。彼らの顔が一瞬輝く。合格率は年にもよるが、約三人に一人。3割3分3厘。打者でいえば一流だ。ただ、建設系の学生が減少し、年々、若手社員が少なくなっていくのが残念でならない。

落合前監督はクールで、ニヒルな、理論家としてのイメージが強かった。試合中も常に無表情を装い、飄々として指揮にあたった。しかし、退任後のインタビューで、試合中に選手がミスをするとき「はらわたが煮えくり返るほど腹が立っていた」と答えている。そして、最後の指揮をふるった2011年の福岡ソフトバンクホークスとの日本シリーズは第7戦までもつれこんだ（実に第1戦に勝利した後、「勝負は第7戦だ」とインタビューに答えている）。惜しくも敗れ去った落合ドラゴンズの選手たちは、ロッカールームにひきあげて、落合前監督を囲み、監督とともに全員で号泣したという。激情家で涙もろい男。意外にも“オレ流”指導力の本質は、“情熱”と“人情”であるということだろうか。

CMI 報告

防水工に関する研究

藤田 一宏・鈴木 健之

1. 防水工の現状および課題

(1) 防水工の現状¹⁾

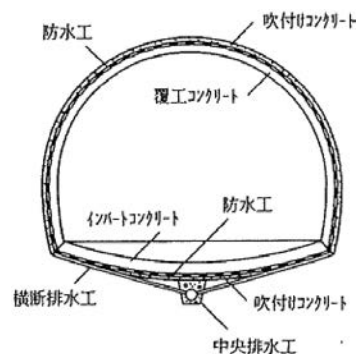
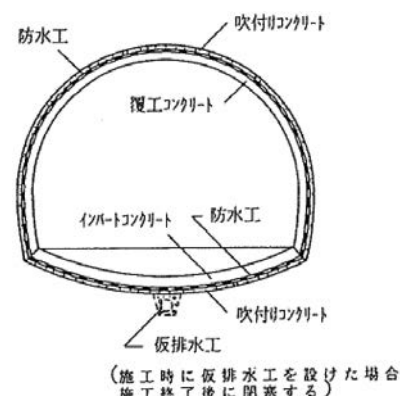
吹付けコンクリートやロックボルトなどの支保部材を主体とする山岳トンネル工法では、トンネル内への漏水を防止するために適切な防水工が施されている。

防水工は、吹付けコンクリートと覆工との間に縁切りを行うことで遮水層を形成するものである（図—1 参照）。

防水工の方法としては、合成樹脂の防水シートを張り付けるシート系とゴムやアスファルトなどを吹付ける吹付け系の2つの工法に大別される。一般的には工場製品であり品質のばらつきが少なく、施工が簡単であるなどを理由に、シート系の方が多用されている。

材料の要求性能としては、耐水性および耐久性の他、接合部の水密性能の信頼性、火災などに対する安全性および作業環境の確保が要求される。このほか、シート系については、吹付け面との馴染みの点で柔軟性・進展性、なおかつ覆工コンクリート打設時の引張り・引裂き力に抵抗できるだけの性質を兼ね備えたものでなければならない。これらの要求性能を満足するために、現状では厚さ0.8～2.0 mm程度が使用されている。

通常のトンネルでは、図—1のような排水型が採用され、アーチ部および側壁部に施工した防水工背面の湧水を中央排水工に導く構造が一般的である。一方で、都市部などでは図—2に示すように、地下水環境保全の目的でトンネル全周に防水工を実施してトンネル内への地下水の流入を遮断する非排水型（ウォータータイト）トンネルの施工事例も少なくない。この場合の防水シートの厚さは、2.0 mm程度を使用してコンク

図—1 排水型トンネル²⁾図—2 非排水型トンネル²⁾

リート打設などによる損傷を受けにくくしている。

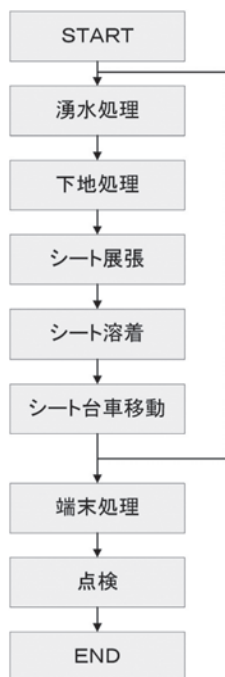
(2) 防水工の施工手順³⁾

防水工の施工手順を図—3に示す。防水工の施工に際しては、まず始めに、防水シートの施工および覆工コンクリートの打設に支障をきたさないように、湧水処理および下地処理を行う。シート展張を行った後には、隣接する防水シート間でトンネル横断方向の現場溶着を行い、シート台車を移動し、次のスパンの防水シートの展張を行う。これをトンネル全区間行った後、端末部および横断配水管との接続箇所において排水を円滑にできるよう処理を行い、最後に点検を行って防水工の施工が完了となる。

(3) 防水工における課題

防水シートには、覆工への漏水を防止するという防水機能が期待されている。しかし、施工を行う上で、以下に示す要因により、防水シートの防水機能が損なわれると考えられる。

- ・下地面に極端な凹凸がある場合シート同士の溶着が困難となり、防水シートの溶着性が悪くなるとともに、覆工コンクリート打設時に背面空洞が発生し、防水シートが破損する可能性がある。
- ・吹付け面等の下地処理やロックボルトの頭部などの



図—3 防水工の流れ

突起物処理が不十分な場合防水シートが破損する可能性がある。

- ・防水シートの単位施工延長が短いため、溶着箇所が多く、溶着不良が発生する可能性が大きい。

2. 新しい防水工の開発

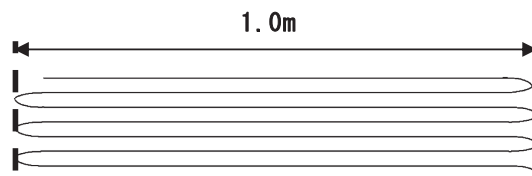
(1) 新しい防水工の提案

防水シートには、前述したような施工上の課題があるが、本報告では、防水シートの溶着不良対策および防水シートの品質向上を目的として、一般には、2.0 mである防水シートの単位施工延長を事前に工場でシート溶着を行うことにより12 mに延ばし、現場でのシート溶着作業を約1/6程度に縮減する方法を考案した。ただし、このような防水シートは、通常の防水シートよりボリュームがあるため、防水シートの現場への搬入方法、シート台車への設置方法および防水シートの展張方法を新たに考える必要がある。

(2) 防水シートの搬入方法・設置方法

工場で溶着した防水シートは、現場での搬入がし易いように、図—4に示すように幅1.0 m程度のつづら折りにした後、写真—1に示すようにロール状に巻いて現場へ搬入することとした。このような形状にすることで、クレーン装置付きトラックでの運搬が可能になるというメリットがある。

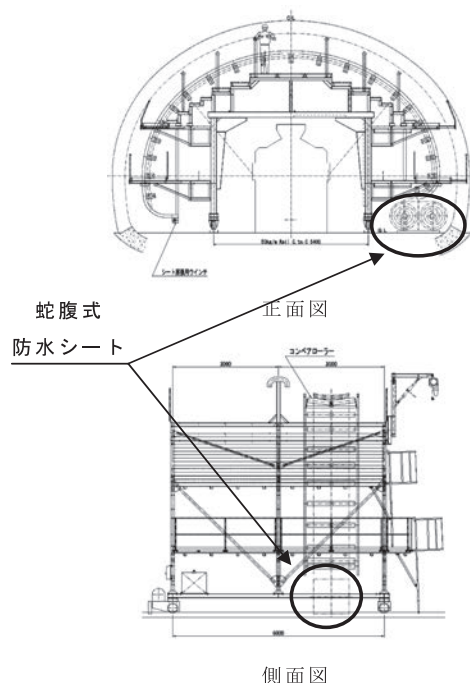
現場搬入後は、図—5に示す防水台車により防水シートの設置を行うこととした。防水台車には、片側



図—4 防水シート形状



写真—1 防水シート搬入時の形状

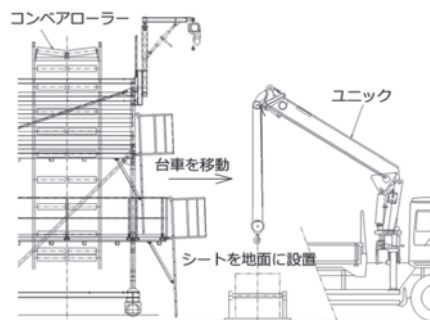


図—5 シート台車

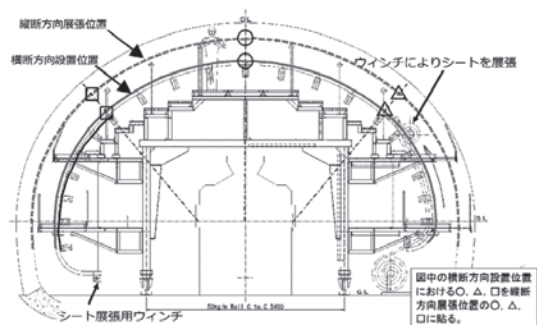
に防水シートを広げるためのウィンチとコンベアローラーおよび簡易なガイドを通常のシート台車に取り付けるのみにして費用を極力抑えるようにした。

防水シートの設置方法と展張方法を以下に示す。

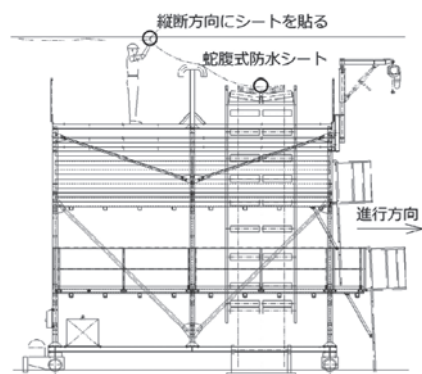
- ①防水シートを地面に置き、台車を移動することで、シート台車の所定の位置に防水シートを設置する（図—6参照）。
- ②防水シートのロールの中央部にあるシート端部をウィンチで引張ることで、作業台車に防水シートを円周方向に設置する（図—7参照）。
- ③台車を走行させることにより円周方向に設置した防水シートを展張済みの防水シートに溶着し、縦断方向に展張する（図—8, 9参照）。



図—6 蛇腹式防水シートの展張手順①



図—7 蛇腹式防水シートの展張手順②



図—8 蛇腹式防水シートの展張手順③



図—9 蛇腹式防水シートの溶着部拡大図

3. 防水シートの展張試験

(1) 試験の目的

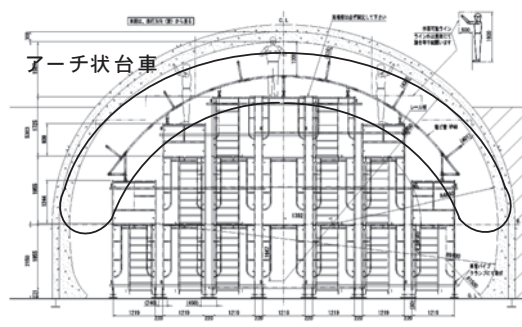
前述の方法での防水シートを展張する際の問題点として、防水シートの展張性(たるみなく展張できるか)と、防水シートとトンネル壁面との接着性が挙げられる。過去の試験で、防水シートの展張性については確認済みなので、今回の試験では、実物大の模擬トンネルの

中にシート台車のモデルを作成し、トンネル壁面とシートとの接着性、および作業性を確認することとした。

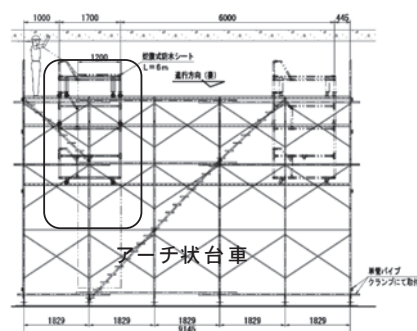
(2) 試験方法

実物大試験では、図—10に示すようにトンネル内に足場を組むことで、シート台車を模擬した。また、足場上にトンネル軸方向に移動可能なアーチ状の台車を作成し、そのアーチ部にシートを載せることで、シート台車の移動を模擬した。

本試験では、図—10のアーチ状の台車を進行方向



正面図

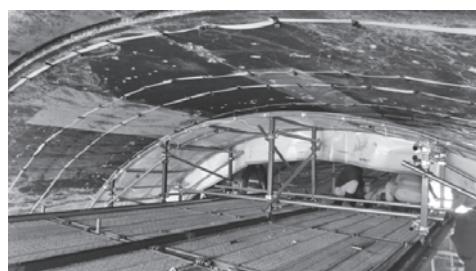


側面図

図—10 模擬シート台車



写真—2 試験準備状況



写真—3 試験状況

に移動し、シートをトンネル壁面に接着していくことで、防水シートとトンネル壁面との接着性および接着作業の作業性を確認するものである。なお、試験時には、トンネルの壁面にマジックテープを事前に接着させておくことで、トンネル壁面とシートを付着させることとした（写真—2, 3）。

(3) 試験結果

試験を実施した結果、以下の課題が確認された。

①防水シートをトンネル壁面と接着する際、トンネル天端から接着していくが、トンネル壁面とアーチ上の台車との離隔が1m程度ある。そのため、シートをトンネル壁面へ接着する際に、シートにかなりの張力がかかり、人力で施工することが困難であった。

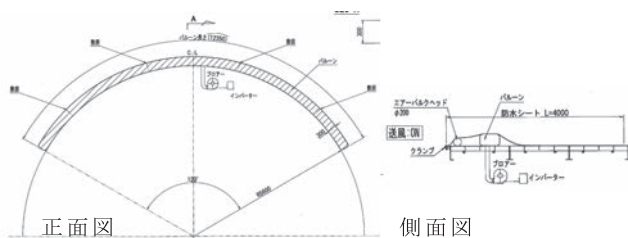
②マジックテープの接着力が弱かったため、トンネル壁面にシートを接着することが困難であった。

以上の2点の課題があったが、②に関しては、シートの不織布との接着力試験を行い、接着力が強力なマジックテープを用意することで、対応することが可能である。①に関しては、トンネル天端部から肩部にかけてのシートの壁面への接着はシートの張力がかかるため、人力では困難である。そのため、トンネル壁面との離隔を狭くすることで対応することも考えられるが、図—7に示すようにロール状のシートをトンネル壁面との間を通しながら、周方向にシートを広げるため、ある程度の離隔が必要となる。そのため、一定の高さまでシートを持ち上げる機構をシート台車に備え付けることを検討することが必要である。

4. シート台車の改良

(1) 改良内容

前述のように、トンネル天端や肩部にシートを接着する際に、大きな張力がかかり、人力での施工が困難であるため、図—11に示すようにバルーンを設置し、バルーンによりシートを所定の高さまで押し上げることをとした。



図—11 シート台車改良概要図



写真—4 バルーンによる押し上げ時の状況

(2) 実物大試験

セントルにバルーンを取付け、バルーンによりシートを所定の高さまで押し上げることが可能であるか確認を行った（写真—4 参照）。

その結果、バルーンにブローアで空気を送り続けることでバルーンが膨らみ、所定の高さまでシートを押し上げることが可能となった。

これにより、バルーンによりシートをトンネル近傍まで近づけ、最終的に人力でシートがたるまないように天端から順番に接着させることが可能であると考えられる。

5. 今後の課題

施工性と経済性を考慮して、蛇腹式防水シート工の検討を行い、展張時のたるみとトンネル壁面への接着性およびその作業性について実験を繰り返し、防水シートの施工方法の検討およびシート台車の改良検討を行ってきた。今後は、現場において試験施工等を行うことが必要であると考えている。

J C M A

《参考文献》

- 1) (社)日本道路協会：道路トンネル技術基準（構造編）・同解説，2003年11月
- 2) 日本トンネル技術協会 防水シート分科会：山岳トンネル工法における防水工指針，1996年2月
- 3) 地盤工学会：地盤工学実務シリーズ24 山岳トンネル工法の調査・設計から施工まで，2007年7月

【筆者紹介】

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
 次長

鈴木 健之（すずき たけゆき）
 (社)日本建設機械化協会
 施工技術総合研究所 研究第一部
 主任研究員

部 会 報 告

ニシオティーアンドエム(株) 関東支店長野工場見学会

機械部会 トンネル機械技術委員会

1. はじめに

機械部会トンネル機械技術委員会では、平成 25 年 7 月 18 日(木)に長野県東御市に所在するニシオティーアンドエム(株)関東支店長野工場見学会を開催した。参加者は、事務局を含めて 15 名であった。ニシオティーアンドエム(株)は、今年度より当委員会に新規入会した山岳トンネル施工機械、鉱山・採石機械の総合レンタル企業であり、本社所在地は、大阪府高槻市である。営業拠点として全国を西日本事業部と東日本事業部の二つに分割し、全国 5 か所のサービス工場を保有しており、今回見学した長野工場は、東日本事業部関東支店の管轄とのことである。

2. 工場概要

長野工場は、しなの鉄道田中駅より車で 10 分、上信越道東部湯の丸 IC から車で 5 分というトラックによる建設機械の運搬には利便性の良い高台に立地されている。工場の従業員数は 24 名、敷地面積は 8,595 m² である。工場内は、整備場(4 スパン)、塗装場、洗車場、検査場からなる工場棟と整備前、整備済建設機械が置かれている駐機場に大きく分かれている。工場の主な業務内容は、レンタル機械の整備、メンテナンスサービス、機械製作であり、担当エリアは、利便性の良い立地条件を活かして、関東、甲信越、東海、愛知(一部)である。トンネル用機械の整備、製作をメインに、東海北陸道、三遠南信道、中部横断道、リニア工事に使用する工事用機械のサービス、東北地区復興関連工事機械の整備も実施しているとのことであった。

3. 整備事例紹介

短時間の工場見学では、整備中機械の一断面しか見学することができないため、全体の整備内容を理解できるよう、パワーポイントにて作成された『トンネル現場で 26 か月(約 4,000 時間)稼働してきたブレーカー仕様の油圧ショベルの完全整備』の資料にて、整備の

流れの説明を受けた。トンネル工事で使用する機械は、通常の明かり工事の施工と比較して過酷な条件での作業が多いため損傷箇所が多く、機械本体、足回り、油圧機器、エンジンに異常摩耗が見受けられるとのことである。整備にあたり完全整備を実施するため本体外装を分解し、エンジン、電装部まで丁寧に分解してオーバーホールを実施していること、ブーム・アーム等は摩耗に対応するため各部に補強プレートによる強化を施しているとのことであった。

4. 工場見学、デモンストレーション

整備場では、整備がほぼ完了したクローラ式エレクター付コンクリート吹付け機、エンジン部がむき出しになっている油圧ショベルなどが整備中の状態で配置してあった。過酷な作業条件で施工してきたことが一目で理解できるような状況であった。駐機場には、整備が完了したサイドダンプバケット、ゴムクローラ式ミキサ車、小断面吹付け機等が展示されており、外周には整備を待っているクローラジャンボ、吹付け機等が所狭しに並んでいた。実機デモンストレーションは、30～60 m² の小断面对応用として最近開発されたゴムクローラ式エレクター付コンクリート吹付け機スコーピオンⅢにて支保工建込作業、コンクリート吹付け作業の模擬運転が行われた。坑内作業において二つの作業を機械の入替なしで行うことは、小断面トンネル工事において大きな効果が期待できることが実感された。



写真—1 小断面クローラ式エレクター付吹付け機(第3次排出ガス対応型)



写真—2 ゴムクローラ式ミキサー車（第2次排出ガス対応型）
最大積載量 4.5 m³ 悪条件の路盤を克服



写真—3 タイヤ式エレクター付吹付け機（第3次排出ガス対応型）



写真—4 実機デモンストレーション状況

5. おわりに

工場内は整理整頓が行き届き、整備待ちの機械、整備完了の機械が整然と並んでいた。建設機械施工に携わる会員にとって当たり前のことであるが、過酷な施工条件で使用されてきた返納機械を見ると改めてグリスアップ、ケレン清掃等の日常点検、整備、気づかいが大切であることが感じられた。見学終了後も整備に関する活発な質疑応答、意見交換が実施され、見学全体を通して機械は大切に扱うことで長持ちさせることができる、整備費用を少しでも抑えることにつながるということを改めて理解することとなった。このような研修を通じて貸す側のレンタル業者と借りる側の建設業者、両者が win-win の関係を築いていきたいものである。当日は、梅雨も明けた天気の良い暑い日であったが、高原のすがすがしさを感じる見学であった。最後に大変お忙しい中、半日に渡り丁寧に対応していただいた西尾社長、長野工場の皆様に厚く御礼申し上げます。

J C M A



写真—5 見学者集合写真

新工法紹介 機関誌編集委員会

02-139	多軸攪拌方式の地盤改良及び 場所打ち杭の 打設精度管理システム	竹中土木
--------	---------------------------------------	------

▶ 概 要

竹中土木は、ソイルセメント柱列壁工法（SMW 工法）や場所打ち杭の施工を高精度に管理する「多軸攪拌方式の地盤改良及び場所打ち杭の打設精度管理システム」を開発した。

従来、地盤改良や杭の施工位置への機械の据え付け作業は、予め測量で求めた杭芯に機械を据え付け、2方向からトランシットで鉛直性を確認することで傾斜を調整していた。施工中の管理においても、従来は鉛直性を確認するのが一般的であり、杭芯セットから施工中にかけての鉛直性や平面位置を座標管理することは難しい現状にあった。

開発したシステムでは、地盤改良や場所打ち杭の施工の際、3次元座標により鉛直・水平方向の施工精度をリアルタイムに確認でき、システムの打設精度を管理することによって、より高精度に打設することが可能となる。

▶ システムの内容

本システムは、専用の測量機器によって地盤改良機のロッドや場所打ち杭のケーシングなどの対象物を計測し、測量機器と無線接続されたタブレット PC に座標を読み込み、専用のソフトウェアによって平面位置の偏芯量や傾斜（鉛直性）などを画面上にリアルタイムに表示させる（図—1）。

これにより、杭芯セット時から施工中にかけて施工精度をリアルタイムに施工管理担当職員が把握できる上に、オペレーターと施工状況を共有することが可能となる。したがって、早期にロッドやケーシングの平面位置のずれや傾斜を改善でき、従来の精度管理をより高精度に行うことが可能である。

なお、座標の測定に際しては、円柱構造物の中心軸を3次元座標で測定できる測量機器「Baum Station」（関西工事測量株式会社製品）を活用した。Baum Station は、従来の十字線の焦点鏡にサークルの目盛りを加えた焦点鏡「バーム」により、地盤改良機のロッドや場所打ち杭のケーシングにサークルの両端を合わせて計測を行うものである（写真—1）。

▶ システムの特徴

- ①地盤改良・場所打ち杭の鉛直・水平方向の施工精度向上
- ②多軸攪拌方式による地盤改良体のラップ精度向上
- ③場所打ち杭の打設精度向上
- ④3次元座標によるリアルタイム管理
- ⑤施工状況を職員とオペレーターが共有



図—1 システムの概要



写真—1 計測状況（先行削孔用のケーシング対象）

▶ 適用事例

本システムをSMW工法によって遮水壁（深さ約30m）を構築する工事に適用した結果、杭芯セットから施工中にかけてリアルタイムに施工精度を把握でき、更にオペレーターと情報共有することができた。また、計測もスピーディーに行うことができ、従来よりも定量的に打設精度を管理することができた。

全体的に偏芯量も小さく、地上部のロッド曲りについても、高さ当り1%以内（管理値）となっており、また、ラップ長も50mm以上となっており、高精度に打設することができた。なお、ロッド剛性が低い場合には、地中における偏芯量や傾斜が卓越することから、地中の変位を計測可能な技術と併用することにより、精度向上を図ることが可能となる。

▶ 用 途

- ・遮水壁
- ・場所打ち杭
- ・地盤改良（深層混合処理）、耐液状化格子状地盤改良（TOFT）
- ・汚染土壌封じ込め

▶ 問合せ先

（株）竹中土木 技術・生産本部

〒136-8570 東京都江東区新砂 1-1-1

TEL：03-6810-6215

新工法紹介

03-170	バーポジション・インジケーター	清水建設・大浦工測
--------	-----------------	-----------

▶ 概 要

3D レーザープロジェクター（以下 LP と略す）を使用し、鉄筋組み立て計画線すなわち「墨」を表示しこれに合わせて鉄筋を組立てることにより精度向上と工期短縮及び工費低減を図る技術である。

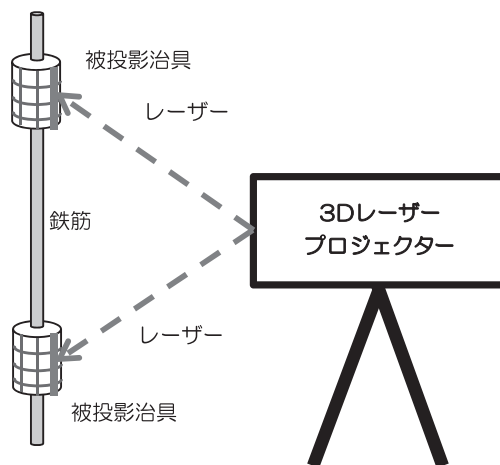
LP は部品の取り付け位置を示したり、曲面にマーキングのラインを表示するなど機械分野で使用されている。LP が照射するレーザー光は点状であるが、目の残像効果により人間には線として認識されることから、計画線を任意の空間上に表示できる。

作業手順としてはまず、3D の鉄筋施工図を作成し、LP で使用できるデータに変換する。次に LP にこれを入力し、現場で鉄筋組み立て計画線を照射する。従いデータ入力までは事前作業が可能である。次に現場での作業の際、被投影物である鉄筋は表面にフシがありまた黒色で視認性が悪く、中心位置も表示が無いのでレーザー光を受ける「被投影治具」を鉄筋に設置しこれにレーザーを照射する方法を採用した。この被投影治具には線が描かれ鉄筋中心との位置関係も既知であるためこの線とレーザーを合わせ組み立てる事で鉄筋の高精度設置が可能となった。また、コンクリート構造物築造は屋外の施工も多く直射日光下ではレーザーの視認性が悪いためこの点でも被投影治具の使用が必要となる。また、LP の設置に当たっては座標値、高さが既知の6点が必要であるため視準範囲内に事前設置しておく。なお設置時には LP が自動で視準し自身の位置を把握するため特別な準備作業は不要である。

▶ 特 徴

本技術の特徴をまとめると以下のとおりである。

1. 従来の鉄筋組立計画線は基準線からの離れにより管理していたが、本技術は 3D で直接表示ができるため、曲面構造物の計画線も表示できるため汎用性が高い。
2. 鉄筋組立計画線表示により従来の墨出し工期が半分程度に圧縮され、工費も半分程度低減できる。
3. 機材はコンパクトであり 100 V の電源で駆動でき現場作業が容易である。小型発電機の使用も可能である。
4. 1 回の照射範囲は 100 m² 程度であり盛り替えを行えば更に広範囲の施工が可能である。



図—1 概念図



図—2 レーザー照射状況

▶ 用 途

- ・コンクリート構造物一般に広く採用可能

▶ 実 績

- ・東京都水道局発注：三郷浄水場高度浄水施設築造工事、東京都建設局発注：妙正寺川鷺の宮調節池工事の一部で試行

▶ 問 合 せ 先

清水建設(株) 土木技術本部 技術開発部

〒104-8370 東京都中央区京橋 2-16-1

TEL：03-3561-3886

04-341	はるあき 春秋コンクリート —セントル養生システム—	鴻池組 岐阜工業 流機エンジニアリング
--------	----------------------------------	---------------------------

▶ 概 要

覆工コンクリートは構造上、施工初期の段階にコンクリートの収縮変形が拘束され、特にインパート区間でひび割れが発生しやすくなります。また、一般的に打設完了後約14～20時間後の比較的早期にセントルを脱型するため、コンクリート強度不足に起因するひび割れや剥離が発生しやすくなります。これらのひび割れはそれぞれ夏期と冬期において顕著であるため、打込み時及び打込み後のコンクリート温度は、ひび割れの発生しない適度な温度、すなわち春期か秋期の温度環境下に維持することが効果的であると考えられます。

春期・秋期の温度環境下でコンクリートを打設するためには、コンクリート練上がり温度をコントロールする方法（例えば；骨材温度の調整による冷却・加温、生コン自体を液化ガス等による冷却）と、打込み時及び打込み後のコンクリート温度をコントロールする方法（例えば；散水やパイプクーリングにより冷却、ジェットヒータや遮風シートにより加温）が考えられます。前者のコンクリート練上がり温度の調整は生コン工場での個別の対応が困難であることから、本工法では型枠養生期間中の型枠温度を調節することで、コンクリートを冷却・加温します。これにより、夏期の収縮ひび割れ抑制と、冬期の初期強度確保を実現します。

▶ 特 徴

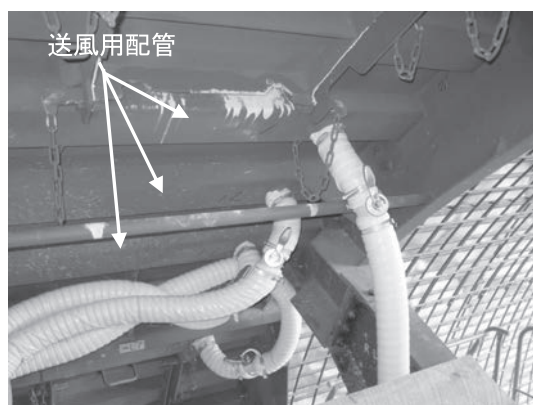
- ①春秋コンクリートは、専用エアコン（写真—2）で、夏期冷却時10～15℃、冬期加温時30～40℃に調整した空気を、セントルに設置した送風用配管（写真—3）に風速10～15 m/sで通風して、セントル・スキンプレート表面を冷却・加温します。これにより、セントル脱型までのコンクリート温度を春秋期環境に調整します。
- ②夏期冷却施工では、コンクリートのピーク温度を約8℃下げられるため、温度および乾燥による収縮ひび割れを抑制できるとともに、水和反応が緩やかに促進するため、材齢91日における圧縮強度が約10～20%向上します。
- ③冬期加温施工では、コンクリートのピーク温度を約10℃上げられるため、脱型時の必要強度を満足できるとともに、強度不足に起因するひび割れを抑制します。また、スキンプレート全面を均等に加温するため、脱型時のコンクリートの表面剥離を抑制します。



写真—1 セントル全景



写真—2 専用エアコン



写真—3 送風用配管（セントル内部）

▶ 用 途

- ・コンクリート温度に起因するひび割れの発生が懸念されるコンクリート構造物（橋脚、鏡台、覆工コンクリート等）

▶ 実 績

- ・近畿地方整備局 美浜東バイパス佐田トンネル工事

▶ 問 合 せ 先

(株)鴻池組 土木事業本部 技術部

〒541-0057 大阪市中央区北久宝寺町 3-6-1

TEL：06-6245-6567

新工法紹介

09-41	工事騒音 モニタリングシステム 「音ジャッジ」	大林組
-------	-------------------------------	-----

概要

工事騒音モニタリングシステム「音ジャッジ」は、工事現場で発生する様々な騒音を監視し、周辺への影響を判別して騒音源を突き止めるシステムである。

一般に工事現場敷地内から発生する騒音の大きさは、騒音の規制規準や管理目標値を遵守する必要がある。しかし、通常監視に用いられる騒音計は、騒音計に届くすべての音が計測されるため、騒音源がどこにあるか分からず即座に有効な対応が取れない課題があった。また監視員の配置や超過時のライト点滅などを行っても、必ずしも十分な対応ができなかった。

これらに対し、複数の騒音計を設置して音波の到達時間差により騒音源を方向判別する手法もあるが、重機のエンジン音などの低い音の判別には装置を大型化する必要があるなど、設置上の制約があった。

今回開発した工事騒音モニタリングシステム「音ジャッジ」は、到来音の方向判定機能を有する C-C マイク（日本大学羽入研究室開発）を利用し、従来の騒音計よりも工事騒音の監視能力を大幅に高めたシステムである。このたび、当社施工中の土木工事現場において検証実験を行ったところ、周辺への影響判別や、騒音源の確認に効果があることを確認した。

特徴

①周辺へ影響する工事騒音を確実に監視できる

コンパクトな装置にもかかわらず、重機騒音を含む工事現場で発生するさまざまな騒音を監視し、到来音の方向と大きさをリアルタイムに判別する。

また敷地内から周辺へ影響する騒音だけを判別し、管理目標値を超過した際は直ちに重機オペレーターの無線タブレット端末に通報するなど、工事騒音の確実な監視が可能である。

②騒音源を「見える化」し有効な管理を容易にできる

計測音に加え、ビデオ映像上に到来音の方向と大きさを「見える化」した記録保存ができるので、騒音源の突き止めが容易である。

また敷地内から周辺へ影響する騒音の推定グラフを毎日工事担当者に自動メール配信するので、管理目標値を超えた時間帯と騒音源を確認し、工事計画へ反映するなど予防的な管理も可能である。

用途

- ・工事騒音を発生する工事全般（特に自主管理目標値を設定した案件）

実績

- ・某解体現場（2012年9月～11月）
- ・某トンネル現場（2012年11月～2013年2月）

問合せ先

(株)大林組 技術研究所 環境技術研究部

〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640

TEL：042（495）1104

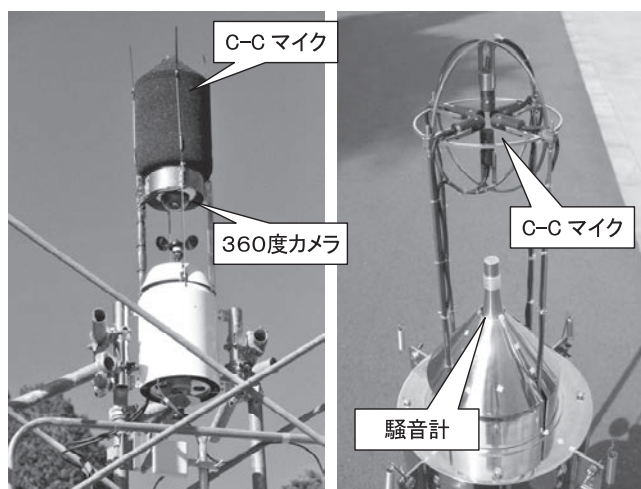


図-1 敷地境界に設置するセンサー
(C-C マイクを使い、騒音計で収録した音を瞬時に敷地内外判定する)

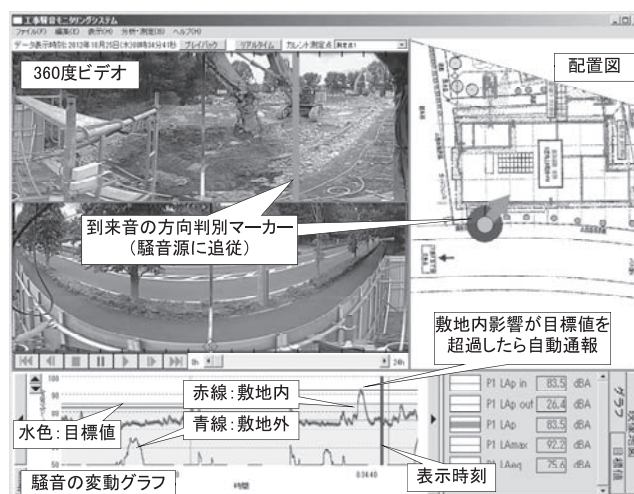


図-2 工事事務所に設置する分析 PC の画面
(方向判別マーカーとビデオの組み合わせ等により現場の騒音の状況を「見える化」する)

新機種紹介

機関誌編集委員会

▶ 〈01〉ブルドーザおよびスクレーパ

13-〈01〉-02	キャタピラージャパン ブルドーザ Cat D6T	'13.02 モデルチェンジ
------------	--------------------------------	-------------------

今回導入する Cat D6T ブルドーザ（湿地車／乾地車）は、土木工事等の現場で活躍する中型ブルドーザで、Cat D6R₃ のモデルチェンジ機である。

新エンジンは、電子制御テクノロジーに加え、NRS（NO_x Reduction System）や最新のアフタートリートメント技術を導入している。

新たに搭載したオートアイドルストップ機能により、一定時間アイドル状態が続くと、自動的にエンジンが停止し、燃料消費量や CO₂ 排出量を低減する。

アキュグレード[※]対応仕様（ARO）を標準装備しており、アキュグレードの取り付けに必要な配線やブラケット、モジュール類を新車組立時にあらかじめ装備することで、将来、情報化施工を導入する際に、容易かつ低コストでアキュグレード仕様機へのアップグレードが可能である。電子油圧制御式（E&H）作業機コントロールを採用し、軽くスムーズな操作性を実現している。これによりブレードの浮き機能などの調整を容易に行うことができ、生産性の向上とオペレータの疲労軽減を図っている。

エアサスペンションシートを標準装備し、厚みのある座面と多段階に調節可能なエアサスペンション＆リクライニング機能など、人間工学に基づくデザインにより、長時間の着座によるオペレータの疲労低減を図っている。また、ISO2867（車両降格システムに関する ISO 規格）をクリアした 3 点支持式グラブハンドル＆ステップを採用して、キャブ乗降や整備時の安全性の向上を図っている。

着座感知システム付シートにより、オペレータが着席していない場合に走行およびトランスミッションをロックし、万が一の誤動作を防止している。

エンジン非常停止スイッチやディスコネクトスイッチなどを地上から手の届く位置に集中配置している。



写真—1 キャタピラージャパン Cat D6T ブルドーザ

※アキュグレード：キャタピラーの情報化施工製品。GNSS（GPS）、UTS（トータルステーション）に対応し、用途に応じて最適なシステムを選択可能。

表—1 CAT D6T の主な仕様

	D6T（乾地車）	D6T（湿地車）
運転質量（t）	21.85	22.3
全長（ブルドーザ装置付）（m）	6.5 （リッパ付）	5.595 （ドローバ付）
全幅（ブルドーザ装置付）（m）	3.26	4.04
全高（キャブ上端まで）（m）	3.17	3.235
ブレード（幅）（m）	3.26	4.04
定格出力／回転数（kW(PS)/min ⁻¹ ）	153（208）/1,850	
接地長（m）	2.84	3.25
接地圧（kPa）	67	34
価格（百万円）	34.28	34.98

問合せ先：キャタピラージャパン(株) 広報室

〒158-8530 東京都世田谷区用賀 4-10-1

▶ 〈02〉掘削機械

13-〈02〉-07	コベルコ建機 油圧ショベル（超小旋回型） SK80UR-6	'13.07 発売 新機種
------------	-------------------------------------	------------------

水道関連、路面補修などの工事で利便性を発揮する 7 トンクラスの超小旋回型油圧ショベルである。特定特殊自動車排出ガス 2006 年基準適合のエンジンを搭載し、従来機の SK75UR-5 の超低騒音をそのままに、更なる低燃費化と、走行性能、吊能力等の基本性能を向上させている。

燃費性能向上のため、従来から標準装備している AIS（オートア



写真—2 コベルコ建機 SK80UR-6 油圧ショベル（超小旋回型）

新機種紹介

イドリングストップ)機能に加え、新作業モード「ECOモード」を設定し、従来機のSモード(省エネ・燃費重視モード)に対して、約27%の燃費低減を可能としている。

電子制御3ポンプ油圧システムの採用により、走行とドーザ操作の同時作業において油圧の干渉が発生しないため、高速走行しながら的確に排土作業を進めることができる。また、走行負荷が上昇する登坂時においては作動油流量をアップさせ、走行スピードを低下させることなく安定した走行を行うことができる。

足回りの工夫や重量バランスの最適化により安定性を大きく確保し、吊り上げ能力を1.7t×2.5m(従来機1.3t×2.0m)に向上させている。

また、独自のエンジン冷却システムiNDr(アイ・エヌ・ディー・アール)により、エンジンルーム内の防塵性とメンテナンス性を確保し、超低騒音型建設機械の基準値(93dB)をクリアしている。特に、機体左側面での騒音低減効果が大きく、機械周辺での運転音の違いをはっきりと確認することができる。

表一 2 SK80UR-6の主な仕様

標準バケット容量（山積）（m ³ ）		0.28		
クローラ仕様		鉄クローラ	ゴムクローラ	
運転質量（t）		8.12	7.99	
定格出力（kW/min ⁻¹ ）		41/2,200		
燃料タンク（l）		120		
旋回速度（min ⁻¹ rpm ）		11.5 11.5		
走行速度（km/h）		1 速 2.6 / 2 速 5.3		
登坂能力 %（度）		70（35）		
最大掘削力	バケット（kN kgf ）	52.5 5,350		
	アーム（kN kgf ）	40.0 4,080		
全長（m）		6.15		
全幅（m）		2.30		
全高（m）		2.62		
作動範囲（標準アーム時）		左最大 オフセット	オフセット 0	右最大 オフセット
最大掘削半径（m）		6.11	6.48	5.78
最大掘削深さ（m）		3.94	4.30	3.60
最大掘削高さ（m）		7.18	7.50	6.88
最大ダンプ高さ（m）		5.11	5.43	4.81
価格（税抜き）（百万円）		12.25		

問合せ先:コベルコ建機 営業促進部
〒141-8626 東京都品川区東五反田2丁目17番1号
(オーバルコート大崎マークウェスト)

▶ 〈03〉 積込機械

13-〈03〉-01	キャタピラージャパン スキッドステアローダ／コンパクト トラックローダ Cat 216B ₃ ／Cat 226B ₃ ／Cat 259B ₃	’12.12 新機種
------------	--	---------------

スキッドステアローダ2機種(Cat 216B₃／Cat 226B₃)およびコンパクトトラックローダ1機種(Cat 259B₃)を新たに国内導入した。

スキッドステアローダは4輪駆動のホイールタイプのミニローダであり、コンパクトトラックローダは高位置スプロケットデザインのラバーベルトトラックタイプのミニローダである。

アンチストールシステムを搭載するエンジンにより、足回りの駆動および作業装置システムのトルクを最適にマッチングさせるように制御することができる。さらに、アクセルコントロールがハンドレバーとフットペダルの両方で可能であり、作業により使い分けることで作業効率の向上を図っている。

オープンキャブを採用することにより、広い操作スペースと視界を確保している。併せて後方の確認が容易なワイドタイプのリアビューミラーをキャブ内に設置することによって、安全性の向上を図っている。

微操作域のストローク延長および油圧上昇をより緩やかにすることで微操作性を確保したほか、日本人の体格に合わせた操作レバー位置および操作性にすることで、オペレータの疲労軽減も図っている。

表一 3 Cat 216B₃／Cat 226B₃／Cat 259B₃の主な仕様

	216B ₃	226B ₃	259B ₃
運転質量(t)	2.69	2.76	4.14
バケット容量(m ³)	0.40		0.44
常用荷重(t)	0.60	0.64	0.885
走行速度(前後進共)(km/h)	0～12.7		13.6[高速] /9.5[低速]
接地圧(kPa)	-		42.3
全長(m)	3.34		3.43
全幅(バケット)(m)	1.74		1.895
全高(キャブ上端まで)(m)	2.07		2.11
エンジン名称	Cat C2.2 ディーゼル エンジン	Cat C2.2T ディーゼル エンジン	Cat C3.4DIT ディーゼル エンジン
総行程容積(ℓ)	2.2		3.3
定格出力(kW/(ps)/min ⁻¹)	35(47.6) / 3,000	42(57.1) / 3,000	53(72.1) / 2,500
価格(百万円)	4.06	4.195	5.90

新機種紹介

オプションで用意された 32 種類の作業装置により、目的に応じた仕様へカスタマイズすることが可能である。また作業装置の性能を最大限に引き出すため、専用の油圧システムを本体用とは別に準備しており、作業スピードを落とすことなく、作業装置に十分な油圧力の供給を実現している。



写真—3 キャタピラージャパン Cat 216B₃/Cat 226B₃ スキッドステアローダ Cat 259B₃ コンパクトトラックローダ

問合せ先：キャタピラージャパン(株) 広報室

〒158-8530 東京都世田谷区用賀 4-10-1

13-〈03〉-03	キャタピラージャパン ホイールローダ Cat 966K/Cat 972K/Cat 980K	'13.02 モデルチェンジ
------------	---	-------------------

採石現場等で活躍する中・大型ホイールローダ Cat 966K, Cat 972K, Cat 980K は、Cat 966H, Cat 972H, Cat 980H のモデルチェンジ機である。

電子制御テクノロジーに加え、排出ガスの一部を冷却して吸気側に循環することで NO_x の排出を低減する「NO_x リダクションシステム」や、一酸化炭素、炭化水素をディーゼル酸化触媒により、PM を DPF により低減・除去する「アフタートリートメント技術」など、数々のエンジンテクノロジーを搭載することにより、オフロード法 2011 年基準に適合している。

また、新たに採用したフュエルマネジメントシステム (FMS) により、システムを ON にすると、自動的にエンジントルクとスピードをしばり、システム OFF 時に比べ、燃料消費量を 3～10% 低減している。

さらに、最大トルクおよびトルクライズの向上や新型バケットの採用により、生産性の向上も実現している。

新開発のパフォーマンスシリーズバケットは、大きな間口と長いあご、弓形のサイドバーによって、積み込み性能の向上と荷こぼれの防止を実現し、バケットフィルファクタ (積込係数) を 5～15% アップしている。

E&H (電子油圧制御式) レバーステアリングにより作業効率を向上し、また運転席正面からステアリングホイールとステアリングコラムをなくして広い前方作業視界を確保している。

新設計の大型 ROPS/FOPS キャブは、曲面フロントガラスにより室内空間の増大と広い作業視界をオペレータに提供している。さらにフロントヒンジドアや傾斜角度の大きな昇降ラダーにより昇降性の向上を図っている。このほか、オートエアコンやヒータ付エアサスペンションシート、AUX 端子 & CD 付 AM/FM ラジオなども標準装備している。

車両後方の死角を補完するリアビューカメラ & モニタを標準装備している。

大型の熱線入り電動リアビューミラーは、キャブ内からミラー角度の調整が可能で、霜や結露時でも視界を確保している。

フロントウインドアクセスステップやキャブトップのハンドレールなどを装備して安全性の向上を図っている。

ロギング仕様機や製鉄所内仕様機もラインアップに加えている。

表—4 Cat 966K/Cat 972K/Cat 980K の主な仕様

	966K	972K	980K
運転質量 (t)	24.2	26.35	30.9
標準バケット容量 (m ³)	4.2	4.8	5.4
全長 (バケット付) (m)	8.66	9.21	9.52
全幅 (バケット付) (m)	3.22		3.47
全高 (キャブ上端まで) (m)	3.59		3.79
エンジン名称	Cat C9.3 ディーゼル エンジン		Cat C13 ディーゼル エンジン
総行程容積 (ℓ)	9.3		12.5
定格出力 (kW(PS)/min ⁻¹)	190 (258) /2,200	203 (276) /2,200	257 (349) /2,100
最高走行速度 (前進/後進) (km/h)	34/38	35/40	36/40
価格 (百万円)	48.58	54.24	68.81



写真—4 キャタピラージャパン Cat 966K, 972K, 980K ホイールローダ

問合せ先：キャタピラージャパン(株) 広報室

〒158-8530 東京都世田谷区用賀 4-10-1

新機種紹介

▶ 〈05〉 クレーン，インクラインおよびウインチ

13-〈05〉-02	日立住友重機械建機クレーン クローラクレーン 1000HLX, 1500HLX	'13.04 発売 新機種
------------	---	------------------

クローラクレーンは建築，港湾荷役，基礎土木など，幅広い用途で使用されている。本機は，全周回転式ケーシングドライバを用いて場所打ち杭の施工や都市再開発における地中障害物の撤去といった基礎土木工事を行う場合の相判作業機として開発した新型クローラクレーンである。専用機として求められる機能を標準装備するだけでなく，使われ方に対応するためにウインチの巻上能力やつり上げ性能の強化も行っている。

最大つり上げ荷重 100t と 150t の 2 機種をラインアップした。汎用クレーンとの違いを明確にするため，新たに HLX シリーズとし，イメージカラーも新色の黄色を採用，汎用クレーン SCX シリーズの青色と区別している。

全周回転式ケーシングドライバ相判クレーンは，ハンマグラブによるケーシング内の掘削や地中障害物の撤去を効率的に行う必要がある。そのためにフリーフォール機能を備えた強力な巻上ウインチを標準搭載している。直径 28mm のワイヤロープを採用しており，定格ラインプル 13.5t のハイラインプル仕様である。新開発の湿式多板ブレーキは制動部の構造変更や構成部品の見直しにより，ブ

レーキコントロール性を高め，スムーズで精度の高い操作性を実現している。さらにブレーキペダルは乗用車と同じようなつり下げ式ペダルを新開発，フロアにかかとをつけて操作でき微操作性が大きく向上したのに加え，長時間作業における操作疲労軽減にも貢献している。

ケーシング内のハンマグラブ掘削という作業の特性として，ハイラインプル巻上とブーム起伏の複合操作といったエンジン馬力が必要な作業の頻度は少ないためエンジンは汎用機と同じとして燃費とコストバリューを追及している。

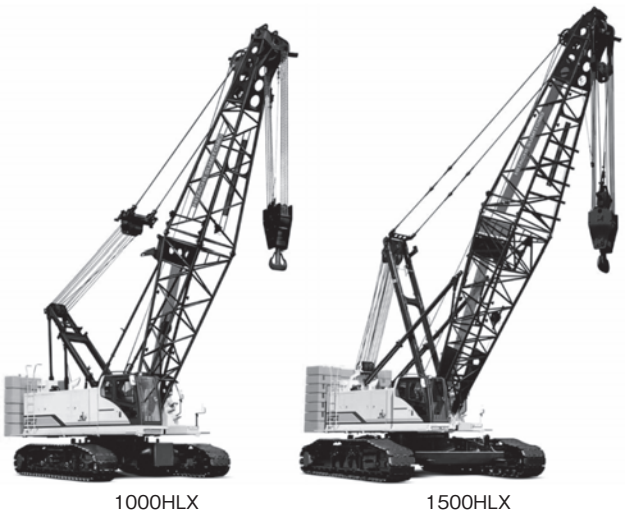
ハンマグラブ掘削作業以外に，相判クレーンに求められるもうひとつの重要な作業としてケーシングドライバ本体のつり上げ，移動，据付作業がある。近年，建築工事の大型化，高層化に伴い場所打ち杭は大口径化しており，それに対応してケーシングドライバもより強力で大型なものが使われるようになり，装置本体の質量も重くなっている。一方，相判クレーンに求められるのは都市再開発現場などの狭隘な現場にも対応できるコンパクトな機体である。HLX シリーズではベースとなる汎用クレーンの後端半径や下部走行体の外形寸法はそのままに，カウンタウエイトの増量や機体各部の強化を行いつり上げ性能を向上させている。相判クレーンとして従来のコンパクトな機体を維持したままケーシングドライバの大型化，質量増に対応するつり上げ性能を実現した。

HLX シリーズはケーシングドライバ相判クレーンとして開発し

表—5 1000HLX, 1500HLX の主な仕様

	1000HLX	1500HLX
最大つり上げ荷重×作業半径 (t×m)	100 × 3.8	150 × 4.5
基本ブーム長さ (m)	12	15
最長ブーム長さ (m)	60	75
ロープ速度フロント／リヤ (m/min)	110	110
第3ウインチ (m/min)	95	95
ブーム起伏 (m/min)	44	44
旋回速度 (min ⁻¹)	2.3	1.7
走行速度 (高／低) (km/h)	2.0/1.1	1.5/0.9
登坂能力 (%)	30	30
エンジン名称	いすゞ 6HK1 (2011 年基準適合)	
定格出力 (kW (PS)/min ⁻¹)	210 (285)/1900	
後端半径 (m)	4.300	4.950
接地圧 (kPa)	118	104
全装備質量 (t)	105	140
価格(クレーン標準仕様：税抜き) (百万円)	114.5	141.0

注：表中，各作業速度は負荷により変化します。



写真—5 日立住友重機械建機クレーン
HLX シリーズ クローラクレーン

新機種紹介

た専用機だが、最新汎用機と同じくクローラークレーンとして最新のコンセプトや機能を装備している。コンセプトはオペレータや現場作業に従事する作業員、施主などのユーザのライフサイクル収益を高めるクレーンである。高剛性ブームによる安定作業の実現や輸送性に配慮し本体輸送幅3m未満での輸送を可能にしている。ダウンタイムを抑制するための信頼性向上やアイドルストップなど省燃費化技術の採用、オフロード法2011年排出ガス規制に適合した新世代クリーンエンジンを搭載し環境にも配慮している。

問い合わせ先：日立住友重機械建機クレーン(株)マーケティング部
〒110-0015 東京都台東区東上野六丁目9番3号

13-〈05〉-05	タダノ ラフテレーンクレーン CREVO 250G3α, GR-250N	'13.04 発売 モデルチェンジ
------------	--	----------------------

本機は、ディーゼル特殊自動車2011年排出ガス規制対応のエンジンを搭載した、25t吊りラフテレーンクレーンである。最新排出ガス規制に対応するため、走行時や作業時の自動再生機能つきDPFを装備し、さらに低騒音型建設機械の指定も取得、周囲環境に配慮した作業環境を提供している。前モデルに引続き、基本通行条件重量：Aを維持し橋梁への負担軽減を図った。

作業性と安全性の向上のため、車両の軽量化とクレーン性能を両立させる、ラウンドブームを採用。またSACObjib（サコジブ）の採用により、ジブの張出し・格納作業の安全性向上、省スペース化と作業時間の短縮も実現している。

また、クレーン作業時や走行時の燃料消費情報を常に表示する『燃料消費モニター』や、クレーン作業中の不要なエンジン回転数を制御する『エコ・モード』、作業中の油圧ポンプ吐出量の最適制御をはかる『ポジティブ・コントロール』など低燃費対応を実現し、環境にも配慮している。

さらに、携帯通信によるクレーンの稼働状況の掌握、GPSによる位置情報確認、保守管理のための情報をインターネットサイトでサポートするテレマティクスWeb情報サービス『HELLO-NET』を装備し、使用されている製品の情報をユーザーと共有できるサポートサービスを提供している。

その他、パーキング・ブレーキ掛け忘れ警報装置、高所位置作業向け手摺、安全帯掛けの増設、作動油の目詰まり警告灯の追加など、安全作業およびメンテナンス作業をサポートしている。

表—6 GR-250Nの主な仕様

最大クレーン容量	(t × m)	25 × 3.5 (8本掛)
最大地上揚程		
ブーム	(m)	31.3 m
ジブ	(m)	44.2 m
最大作業半径		
ブーム	(m)	27.9 m
ジブ	(m)	33.8 m
ブーム長さ	(m)	9.35 m ~ 30.5 m
ジブ長さ	(m)	8.0 m ~ 13.0 m
エンジン名称		三菱 6M60-TLE3BA
エンジン最大出力	(kW)	200 (2,600 min ⁻¹)
エンジン最大トルク	(N × m)	775 (1,600 min ⁻¹)
全長	(mm)	11,530
全幅	(mm)	2,620
全高	(mm)	3,495
軸距	(mm)	3,880
価格（税別）	(百万円)	40

注）価格は、装備等により異なる



写真—6 タダノ CREVO 250G3α GR-250N ラフテレーンクレーン

問合せ先：(株)タダノ マーケティング部
〒130-0014 東京都墨田区亀沢2-4-12

新機種紹介

▶ 〈18〉 原動機および発電・変電設備等

13-〈18〉-01	三井造船マシナリー・サービス(販売) DEUTZ AG (製造) 排ガス4次規制対応ディーゼルエンジン 2.9, 3.6 シリーズ	12.07 新機種
------------	--	--------------

DEUTZ 社の産業機械向けディーゼルエンジン 2.9 及び 3.6 シリーズは欧米及び国土交通省の排出ガス 4 次規制（以下「Tier 4」と記す）への対応のために新規開発されたものである。主な仕様を表—1, 2 に、TCD3.6L4 型エンジンの外形の例を写真—1 に示す。

両シリーズのエンジンはシンプルかつコンパクトに設計されており、以下に記載する技術により良好な排出ガス性能と最大 10% の燃費低減を達成している。

- ・新開発 4 気筒直列水冷エンジン
- ・超高压コモンレールシステム
- ・重負荷仕様外部冷却 EGR
- ・油圧バルブリフター
- ・ウエイストゲート付過給機
- ・動力取り出し (PTO)

3.6 シリーズ：最大 56 kW (330 Nm) と
30 kW (130 Nm) の 2 箇所

2.9 シリーズ：最大 120 Nm 1 箇所

両シリーズの特長は EAT（排気後処理装置）として捕集したすすを燃焼させる再生処理が必要な DPF（ディーゼルパティキュレートフィルタ）を使用しないで規制をクリアし、メンテナンスフリーを実現している点である。

2.9 シリーズは EAT として Tier4 Interim 及び Tier4 Final を通して DOC（ディーゼル酸化触媒）のみで対応している。

また、3.6 シリーズでは Tier4 Interim までの全出力域（97 kW まで）及び Tier4 Final の 56 kW 未満までの出力域では DOC のみで対応、Tier4 Final の 56 kW 以上 97 kW までの出力域では DOC に SCR（選択式触媒還元脱硝装置）を組み合わせることにより同じくほぼメンテナンスフリーを実現している。

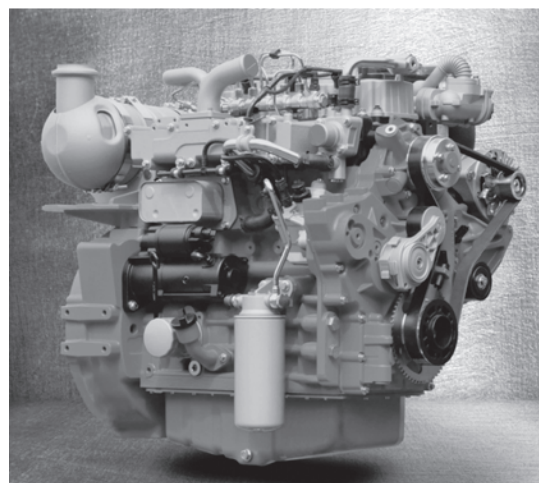
排出ガス 4 次対応エンジンでは超低硫黄分の軽油（ULSD）の使用が求められる。このようなエンジンで硫黄分の濃度が高い燃料を使用すると運転の問題や部品寿命の低下を招くことがある。DEUTZ 社では排出ガス 4 次規制対応地域と ULSD の入手が困難な非対応地域に共通のエンジン搭載プラットフォームを可能とするために排出ガス 4 次対応エンジンから EAT を取り外し、電子制御システムのデータセットの変更等により、高硫黄分の燃料に対応可能な「ダウングレードエンジン」を提供可能としている。

表—7 2.9 シリーズの主な仕様

エンジン型式	D2.9	TD2.9
シリンダ配列	水冷直列 4 気筒	
ボア X ストローク (mm)	92 × 110	
排気量 (リッター)	2.9	
定格出力 (kW/min ⁻¹)	36.4/2600	55.4/2300-2600
最大トルク (Nm/min ⁻¹)	147/1600	260/1400-1600
給気方式	自然吸気	過給機付き
排気後処理装置	DOC のみ	DOC のみ
価格 (万円)	都度お見積	都度お見積

表—8 3.6 シリーズの主な仕様

エンジン型式	TD3.6	TCD3.6
シリンダ配列	水冷直列 4 気筒	
ボア X ストローク (mm)	98 × 120	
排気量 (リッター)	3.6	
定格出力 (kW/min ⁻¹)	55.4/2200-2600	97/2300
最大トルク (Nm/min ⁻¹)	330/1600	480/1400-1600
給気方式	過給機付き	過給機・インタークーラ付き
排気後処理装置	DOC のみ	DOC+ SCR
価格 (万円)	都度お見積	都度お見積



写真—7 三井造船マシナリー・サービス（販売）
DEUTZ（製造）TCD3.6L4 ディーゼルエンジン

問合せ先：三井造船マシナリー・サービス(株) 東京営業部
〒101-0035 東京都千代田区神田紺屋町 7 番地神田システムビル 3F
TEL：03-6806-1075

平成 25 年 建設業の業況

1. はじめに

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

平成 24 年度は東北大震災等の復旧需要により増加に転じ、平成 25 年度においても引き続き増加すると見込まれている。

建設業の業況について、直近のデータを交えその内容について紹介する。

2. 建設投資の概要

平成 24 年度の建設投資は、国土交通省「平成 25 年度 建設投資見通し」（平成 25 年 6 月現在）を見ると、建設投資 44 兆 9,000 億円であった。このうち、政府投資は 18 兆 8,600 億円（前年度比 9.6% 増）、民間投資は 26 兆 400 億円（前年度比 5.5% 増）と見込まれている。これを建築・土木別に見ると、建築投資が 23 兆 4,200 億円（前年度比 4.2% 増）、土木投資が 21 兆 4,800 億円（10.7% 増）となる見通しである。

また、平成 25 年度の建設投資は、前年度比 11.2% 増の 49 兆 9,500 億円となる見通しである。このうち、政府建設投資が、21 兆 9,600 億円（前年度比 16.4% 増）、民間投資は、27 兆 9,900 億円（前年度比 7.5% 増）となる見通しである。建築・土木別に見ると、建築投資が 26 兆 2,800 億円（前年度比 12.2% 増）、23 兆 6,700 億円（前年度比 10.2% 増）となる見通しである（図—1）。

一方、（一財）建設経済研究所「建設経済モデルによる建設投資の見通し」（2013 年 7 月現在）を見ると、平成 25 年度の建設投資の見通しは前年度比 7.9% 増の 48 兆 4,600 億円と見通されている。このうち、政府建設投資が 20 兆 7,300 億円（前年度比 9.9% 増）、民間投資が 27 兆 7,300 億円（前年度比 6.5% 増）、建築・土木別では建築投資が 25 兆 4,100 億円（前年度比 8.5%）、土木投資が 23 兆 0,500 億円（前年度比 7.3% 増）と予測されている。

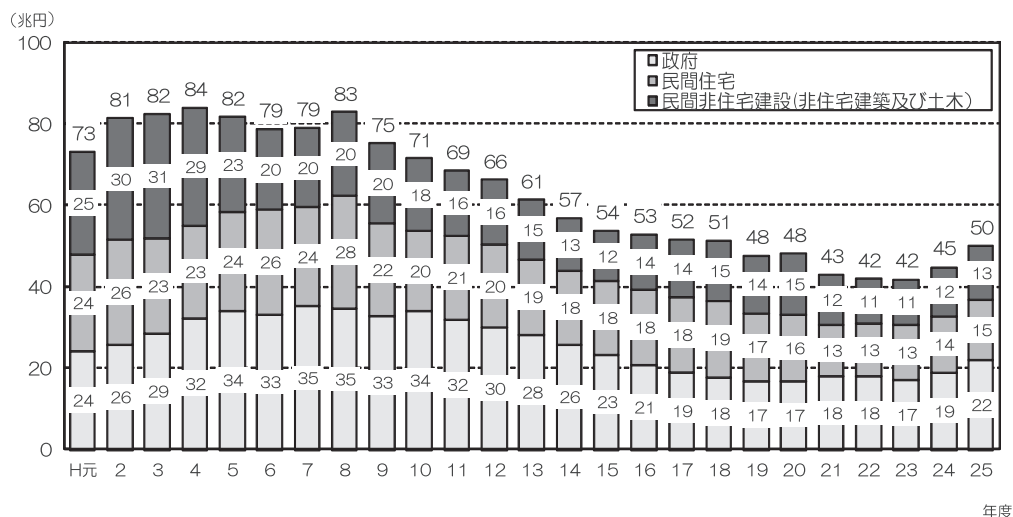
3. 全国許可業者数の推移

平成 25 年 3 月末現在の建設業許可業者は 469,900 業者で、前年同月比で 13,739 業者（2.8% 減）の減少となった前々年度に許可業者数が 50 万業者を下回り、さらに減少した。建設業者数が最も多かった平成 12 年 3 月末時点のピーク時と比較した業者数は 131,080 業者の減少（21.8% 減）となった（図—2）。

4. 業種別許可業者の推移

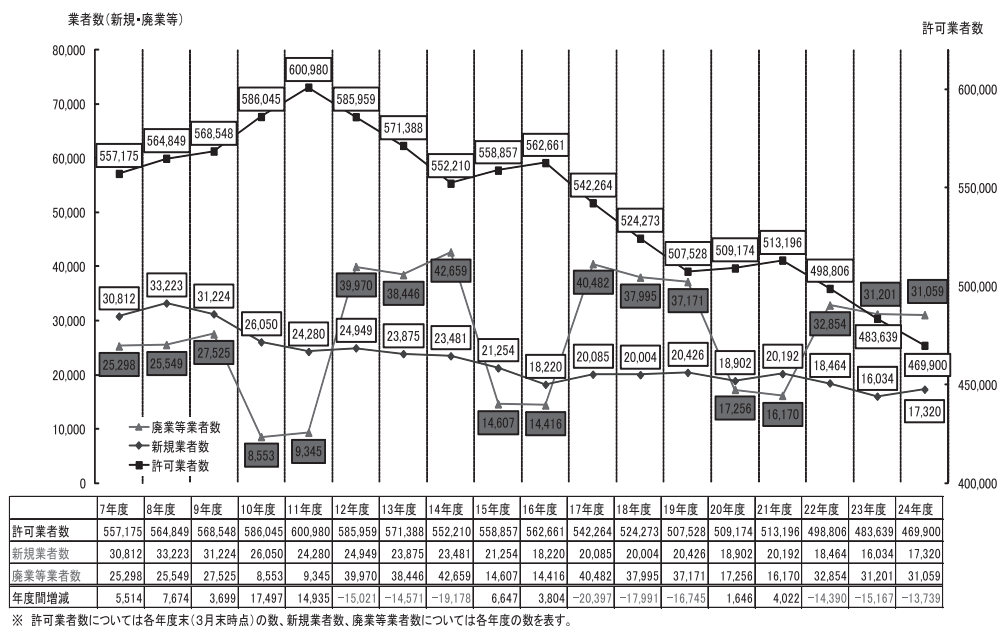
平成 25 年 3 月末現在の業種別許可の総数は、1,402,530 で前年同月比約 1.0% 減少となった。

前年同月に比べて取得業者数が増加した許可業種は 16 業種となっており、増加率は熱絶縁工事業が 4.0% と最も高く、以下、ガラス工事業（3.2% 増）、防水工事業（2.8% 増）が続く。また、前年同月に比べて取得業者数が減少した許可業種は 12 業種となっており、減少率のトップは清掃施設工事業の 5.4% 減となっている。以下、建築工事業（3.8% 減）、造園工事業（3.6% 減）が続く（図—3）。

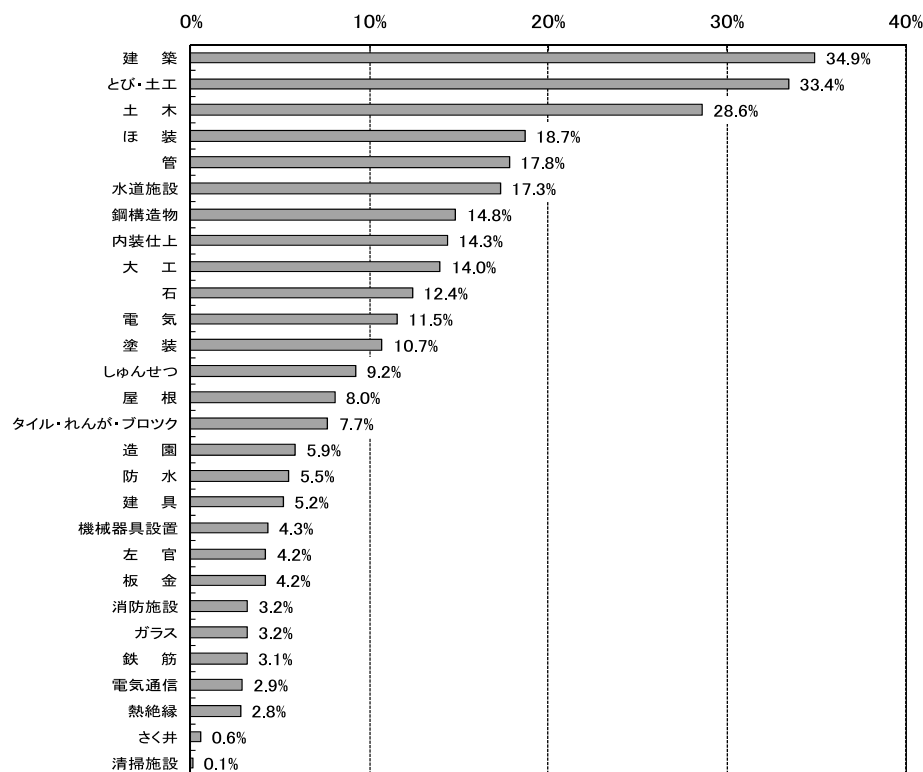


図—1 建設投資額（名目値）の推移（出典：国土交通省）

統計



図一 2 全国建設業許可業者数 (出典：国土交通省)



図一 3 建設業許可業者における業種別許可の取得率 (出典：国土交通省)

5. 死傷者及び死亡者の推移

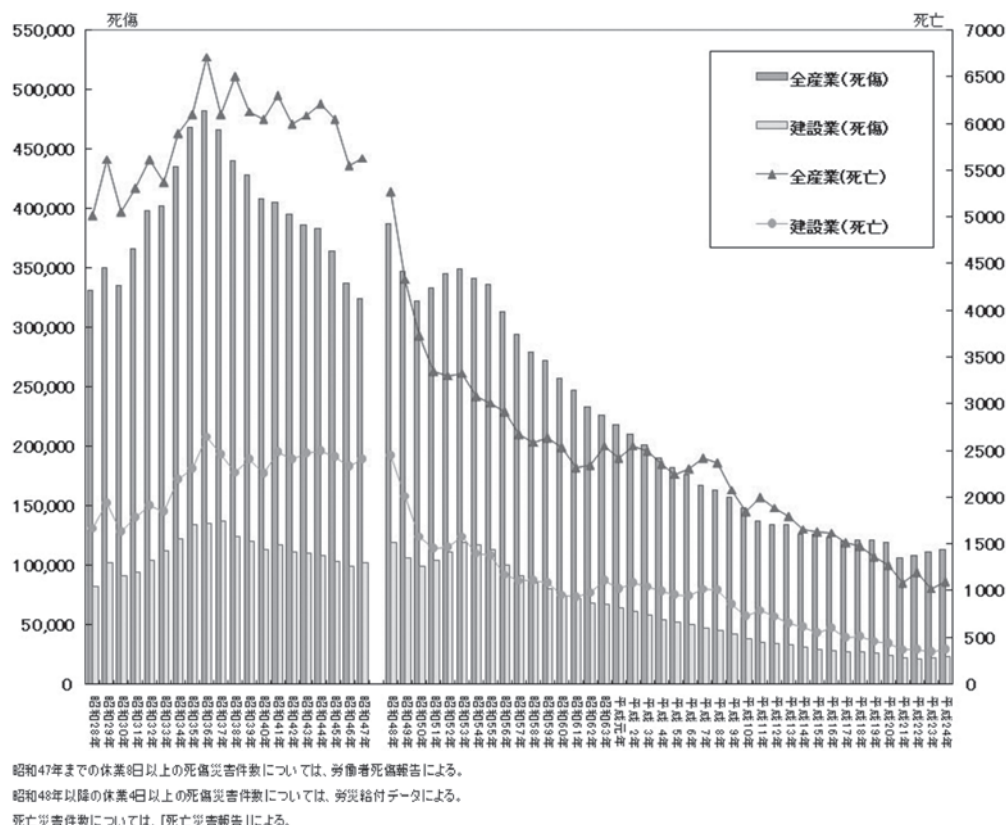
平成 24 年の全産業死傷者数は、前年比 1.8% 増の 113,385 名であった。

建設業の死傷者は、22,851 名（昨年度比約 2.1% 増）、死亡者は 367 名（前年度比約 7.3% 増）で、死傷者、死亡者ともに増加する

傾向となっている（図一 4）。

6. 建設業倒産件数の推移

2012 年度の建設業者の倒産件数は 2632 件で、前年度比 12.9% の大幅減となり、2006 年度以来 6 年ぶりの 2000 件台となった。前年



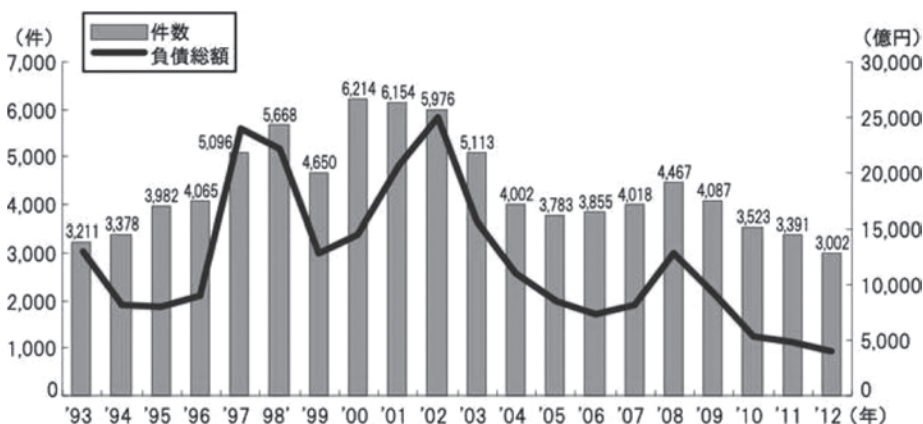
図一4 死傷者及び死亡者数の推移（出典：建設業労働災害防止協会）

度比2ケタ減少は2004年以来8年ぶり、2000年度以降では2番目の減少率となった。東日本大震災の復興が本格化したことに加え、折からの低金利と年度後半からのアベノミクス効果による住宅市場の持ち直しを受けて需要が回復基調にあることが要因と思われる。

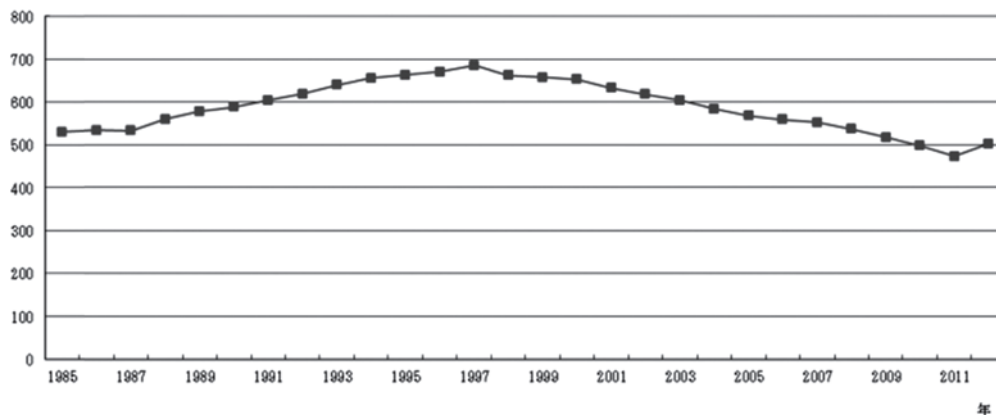
倒産動向を資本金別に見ると、「資本金100万円未満」の小規模・零細企業の構成比が2006年度からの7年間で9.3%増加している。一方、「資本金1億円以上」の大規模企業の倒産は2008年度の52件をピークに減少し、2011、2012年度と2年連続で1ケタ台にとどまっている（図一5）。

7. 建設業就業者数の推移

建設業就業者数は、バブル後の不況下でも一貫して増加を続け、結果的にわが国の雇用の安定に寄与してきたが、97年（685万人）をピークとしてその後は減少が続いていた。2012年は前年比1.2%増の503万人となり、2009年（517万人）以来4年ぶりに500万人を超えた（図一6）。



統計



図—6 建設業就業者数の推移（出典：総務省「労働力調査」）

8. おわりに

建設投資は、平成4年度の84兆円をピークに減少基調となり、平成23年度には平成4年度の半分程度にまで減少した。その後、平成24年度には、東日本大震災からの復興等により反転・上昇が見られたが、平成25年度の建設投資については、東日本大震災からの復興に加え、平成24年度補正予算に係る政府建設投資や景気の改善等が見込まれることから、総額として49兆9,500億円となる見通しである。

平成26年度は、平成24年度補正予算の反動により大幅な減少となる可能性もあるが、東日本大震災からの復興、インフラ老朽化対

策事業等が停滞することのないよう、適切な予算の配分が望まれる。

また、日本時間の9月8日アルゼンチン・ブエノスアイレスにおいて、国際オリンピック委員会（IOC）の総会が開催され、2020年の夏季五輪の開催都市に東京が選出された。東京オリンピックは既存の施設やインフラを活用するため、新規に建設される施設は少ないといわれているが、関連の道路整備などを前倒して実施可能性があり、地方での観光インフラ整備などが活発化する可能性もある。

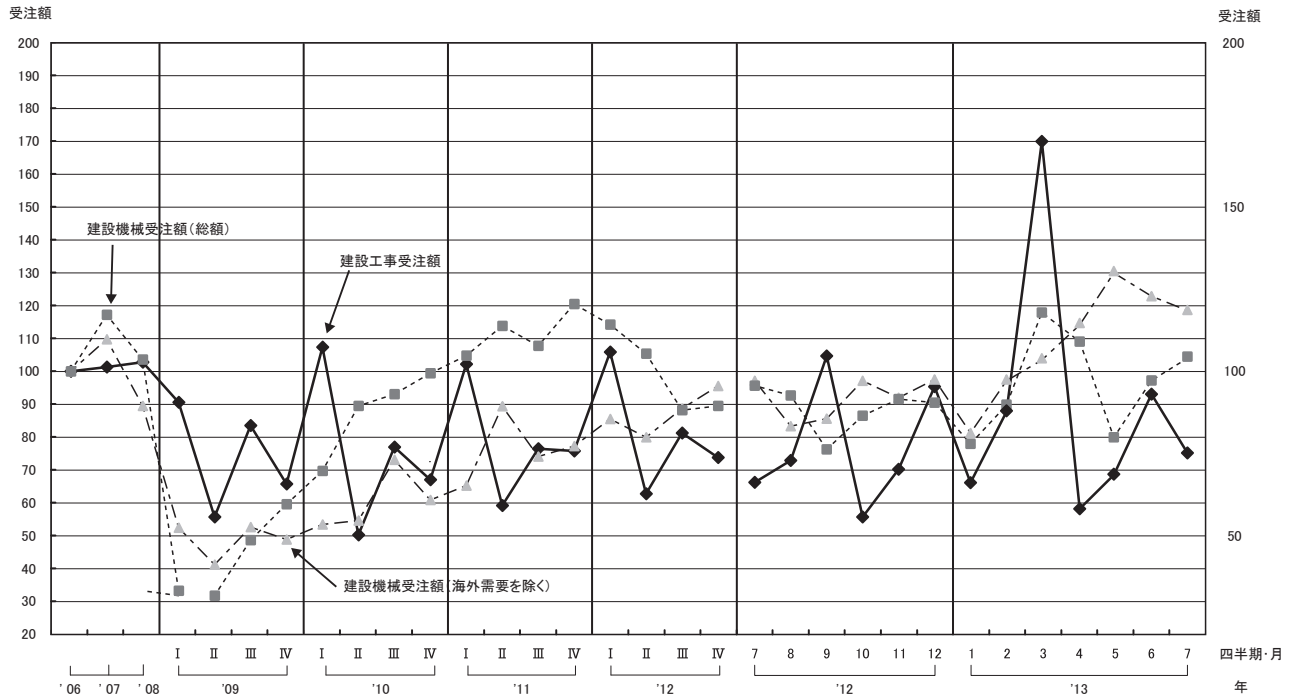
しかし、発注が本格化するにつれ、現在直面している技術者・技能労働者の不足、労務・資材費の上昇等の問題が工事進捗に影響を及ぼすおそれもあり、今後の動向に注視する必要がある。

（文責：清水）

統計 機関誌編集委員会

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注動態統計調査（大手50社）（指数基準 2006年平均=100）
建設機械受注額：建設機械受注統計調査（建設機械企業数24前後）（指数基準 2006年平均=100）



建設工事受注動態統計調査（大手50社）

（単位：億円）

年 月	総 計	受 注 者 別						工 事 種 類 別		未消化 工事高	施工高	
		民 間			官 公 庁	そ の 他	海 外	建 築	土 木			
		計	製 造 業	非製造業								
2006 年	136,214	98,886	22,041	76,845	20,711	5,852	10,765	98,795	37,419	134,845	142,913	
2007 年	137,946	103,701	21,705	81,996	19,539	5,997	8,708	101,417	36,529	129,919	143,391	
2008 年	140,056	98,847	22,950	75,897	25,285	5,741	10,184	98,836	41,220	128,683	142,289	
2009 年	100,407	66,122	12,410	53,712	24,140	5,843	4,302	66,187	34,220	103,956	128,839	
2010 年	102,466	69,436	11,355	58,182	22,101	5,472	5,459	71,057	31,408	107,613	106,112	
2011 年	106,577	73,257	15,618	57,640	22,806	4,835	5,680	73,983	32,596	112,078	105,059	
2012 年	110,000	73,979	14,845	59,133	26,192	4,896	4,933	76,625	33,374	113,146	111,076	
7 月	7,488	5,156	1,043	4,112	1,809	430	93	5,163	2,325	116,359	6,602	
8 月	8,247	5,373	1,030	4,342	2,246	400	228	5,424	2,823	115,240	9,295	
9 月	11,880	7,617	1,541	6,076	2,810	496	957	8,373	3,507	115,538	11,742	
10 月	6,283	4,337	1,113	3,224	1,329	364	253	4,341	1,942	114,513	7,383	
11 月	7,951	5,612	1,143	4,469	1,555	392	392	5,779	2,172	113,652	8,952	
12 月	10,823	7,180	1,489	5,691	2,654	428	562	7,886	2,937	113,146	11,789	
2013 年	1 月	7,476	4,934	914	4,020	1,711	323	208	4,974	2,202	113,069	7,495
2 月	9,974	6,394	1,028	5,366	2,725	395	460	6,631	3,343	112,221	10,849	
3 月	19,344	12,545	2,117	10,428	4,900	476	1,423	12,473	6,870	117,754	13,225	
4 月	6,570	4,870	866	4,004	1,238	366	97	4,489	2,081	118,464	7,025	
5 月	7,781	5,423	1,109	4,314	1,738	351	269	5,680	2,101	118,273	8,090	
6 月	10,557	6,865	1,132	5,734	2,333	448	911	6,701	3,856	118,261	10,614	
7 月	8,514	5,238	926	4,312	1,881	390	1,004	6,008	2,506	—	—	

建設機械受注実績

（単位：億円）

年 月	06年	07年	08年	09年	10年	11年	12年	12年 7月	8月	9月	10月	11月	12月	13年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
総 額	17,465	20,478	18,099	7,492	15,342	19,520	17,343	1,391	1,347	1,107	1,258	1,331	1,315	1,133	1,307	1,717	1,588	1,161	1,414	1,521
海 外 需 要	11,756	14,209	12,996	4,727	11,904	15,163	12,357	929	951	700	796	894	851	747	843	1,222	1,042	539	829	956
海外需要を除く	5,709	6,268	5,103	2,765	3,438	4,357	4,986	462	396	407	462	437	464	386	464	495	546	622	585	565

（注）2006～2008年は年平均で、2009～2012年は四半期ごとの平均値で図示した。

2012年7月以降は月ごとの値を図示した。

出典：国土交通省建設工事受注動態統計調査

内閣府経済社会総合研究所機械受注統計調査

…行事一覧…

(2013年8月1日～31日)

■ 機 械 部 会

■機械整備技術委員会

月 日：8月1日(木)

出席者：森三朗委員長ほか6名

議 題：①厚労省 安衛則改正に伴う解体用機械と車両系建設機械の定期自主検査について ②ハイブリッド・電動(バッテリー含む)建機の整備の安全 WG ③その他(オンロードトラックにおけるDPF使用の啓蒙パンフレット紹介)

■情報化機器技術委員会

月 日：8月2日(金)

出席者：白塚敬三委員長ほか3名

議 題：①国土交通省におけるCIMの取り組みについて ②準天頂衛星の動向についての情報報告 ③ISO 16001等規格関係の進捗状況の報告 ④その他

■基礎工事用機械技術委員会

月 日：8月7日(水)

出席者：篠原慶二委員長ほか11名

議 題：①見学会について ②前期活動報告「ICTを活用した基礎工事の施工技術」のまとめについて ③その他

■コンクリート機械技術委員会

月 日：8月8日(木)

出席者：大村高慶委員長ほか9名

議 題：①トラックミキサのISO規格について ②コンクリート機械の変遷のまとめについて ③現場見学会について ④その他

■トンネル機械技術委員会 建設生産システムの変革分科会

月 日：8月22日(木)

出席者：浅沼廉樹分科会長ほか6名

議 題：①前回打合せの資料選定条件に基づく各自の追加収集資料を持ち寄り、内容についての討議 ②その他

■トンネル機械技術委員会 環境保全分科会

月 日：8月23日(金)

出席者：林正也分科会長ほか6名

議 題：①調査担当者からの調査資料についての発表説明 ②調査事例依頼フォームの検討について ③VOCについて、調査の是非の検討 ④その他

■トンネル機械技術委員会 安全・安心分科会

月 日：8月28日(水)

出席者：岩切満行分科会長ほか6名

議 題：①各人の追加で調査、収集した資料についての討議 ②各分類の説明文章についての討議について ③成果品の構成について ④その他

■トラクタ技術委員会

月 日：8月30日(金)

出席者：阿部里視委員長ほか3名

議 題：①各社トビックス ②除雪機械の2人乗り運キャブについての経過報告 ③情報化施工技術の基礎について ④その他

■ 製 造 業 部 会

■マテハンWG・ショベル・トラクタ技術委員会 厚生労働省 追加Q&A確認打合せ

月 日：8月5日(月)

出席者：三宅利彦主査ほか14名

議 題：①厚生労働省配布のQ&Aの内容についての再確認と厚生労働省への追加Q&Aの確認について ②その他

■作業燃費検討WG・ミニショベルメーカ打合せ

月 日：8月20日(火)

出席者：田中利昌リーダーほか12名

議 題：①7月25日の検討議事に対する各社持ち帰り社内検討した結果についての確認 ②クラス分け、燃費基準、認定制度開始時期についての討議 ③国交省殿との打合せ(8/29 14:00～)に向けての整理について ④その他

■クレーン車道路通行WG

月 日：8月26日(月)

出席者：松岡省三リーダーほか11名

議 題：①クレーン用台車の構造要件内容の改正要望(案)についての検討・審議、アウトリガーの一部を取り外した大型クレーン用台車の構造要件について ②今後の進め方 ③その他

■国交省・作業燃費検討WG・ミニショベルメーカ説明打合せ

月 日：8月29日(木)

出席者：田中利昌リーダーほか14名

議 題：①JCMAS燃費試験規格と燃費基準の取組経緯について ②JCMAS燃費 ミニショベル試験結果の報告説明 ③作業燃費WG・ミニショベルメーカの検討意見についての説明・クラス分け、燃費基準、認定制度開始時期等について ④国交省殿との今後の検討の進め方について ⑤その他

■ 建 設 業 部 会

■機電技術者交流企画WG

月 日：8月27日(火)

出席者：久留島匡緒主査ほか8名

議 題：①今年度機電技術者意見交換会の開催通知案の検討 ②参加者に伝えておくべきことの確認(運営方針を変更するため) ③今年度機電技術者意見交換会の当日の委員スケジュール検討 ④その他

■バックホウ(油圧ショベル)吊上げ作業における事故予防検討会

月 日：8月28日(水)

出席者：傳田喜八郎主査ほか3名

議 題：①報告書修正原稿持ち寄り・検討 ②その他

■三役会

月 日：8月28日(水)

出席者：立石洋二部会長ほか4名

議 題：①西谷トンネル夏季現場見学の詰め作業 ②各WG進捗状況報告 ③合同部会について ④その他

■建設業部会夏季現場見学会

月 日：8月30日(金)

出席者：立石洋二部会長ほか26名

工事名：相鉄線西谷トンネル工事(相鉄・JR直通 西谷駅～羽沢駅間 SENS 工法工事)

場 所：神奈川県横浜市神奈川区羽沢南3-21

発 注：鉄道・運輸機構

施 工：大成・東急・エスケイディ JV

■ レンタル業部会

■コンプライアンス分科会

月 日：8月6日(火)

出席者：中島嘉幸部会長ほか8名

議 題：①「建設機械等レンタル契約の手引き」解説欄の検討 ②その他

■ 各 種 委 員 会 等

■機関誌編集委員会

月 日：8月7日(水)

出席者：田中康順委員長ほか23名

議 題：①平成25年11月号(第765号)の計画の審議・検討 ②平成25年12月号(第766号)の素案の審議・検討 ③平成26年1月号(第767号)の編集方針の審議・検討 ④平成25年8～10月号(第762～764号)の進捗状況の報告・確認

■新工法調査分科会

月 日：8月21日（水）

出席者：安川良博分科会長ほか4名

議 題：①新工法情報の持ち寄り検討

②新工法紹介データまとめ ③その他

■新機種調査分科会

月 日：8月27日（火）

出席者：江本平分科会長ほか5名

議 題：①新機種情報の持ち寄り検討

②新機種紹介データまとめ ③その他

…支部行事一覧…

■ 北 海 道 支 部

■第3回技術部会技術委員会

月 日：8月9日（金）

出席者：服部健作部会長ほか23名

議 題：平成25年度除雪機械技術講習
会講師打合せ会

■第2回技術部会施工技術検定委員会

月 日：8月20日（火）

出席者：波方郁雄委員ほか12名

議 題：平成25年度建設機械施工技術
検定実地試験の実施要領について

■建設機械施工技術検定実地試験

月 日：8月30日（金）～9月1日（日）

場 所：石狩市（株）日立建機教習センタ
北海道教習所

受験者：1級92名 2級415名 予定

■ 東 北 支 部

■建設部会

月 日：8月6日（火）

場 所：東北支部会議室

出席者：佐野真部会長ほか7名

内 容：①平成25年度活動計画（案）
について ②「支部たより」166号安
全コーナー（担当西松建設） ③特殊
現場見学会について（10月8日～9日、
108号花洞山2号トンネル工事）
④その他

■施工部会

月 日：8月12日（月）

場 所：支部会議室

出席者：稲村正弘部会長ほか6名

議 題：①平成25年度パワーポイント
改訂事項について ②平成25年度道
路除雪の手引き改訂事項について
③その他

■施工部会

建設機械施工技術検定試験実地試験

月 日：8月22日（木）～26日（月）

場 所：キャタピラー東北（株）岩沼 ICT
センター

	種別	1級	2級	合計
受験者数	1種	58	96	154名
	2種	69	472	541名
	3種	12	23	35名
	4種	56	30	86名
	計	195	621	816名

■広報部会

月 日：8月28日（水）

場 所：支部会議室

参加者：菅野公正ほか5名

内 容：①支部たより166号編集計画に
ついて ②原稿執筆依頼について
③現場見学会について ④その他

■ 北 陸 支 部

■けんせつフェア北陸 in 金沢第2回実行委員会

月 日：8月9日（金）

場 所：北陸地方整備局新潟国道事務所
会議室出席者：宮村兵衛事務局長（丸山支部長
代理）議 題：①出展募集結果について ②会
場配置計画（案）について ③実施計
画（案）について ④広報計画（案）
について ⑤修正予算（案）について

■建設機械施工技術検定試験学科試験

月 日：8月24日（土）～25日（日）

場 所：石川県小松市 小松教習所粟津
センター受験者：1級 延べ57名、2級 延べ111
名

■ 中 部 支 部

■情報化施工出前講習会

月 日：8月3日（土）

講 師：（株）建設システム 勝間田氏ほか
3名

受講者：中村建設（株）社員23名

場 所：中村建設（株）講堂

内 容：建設 ICT の概要、情報化施工
のデータ作成について、マシンガイダ
ンス、マシンコントロールについて、
トータルステーションによる出来形管
理について

■調査部会

月 日：8月5日（月）

出席者：杉山部会長ほか8名

議 題：秋季講演会等について

■技術部会

月 日：8月5日（月）

出席者：青木部会長ほか6名

議 題：技術発表会について

■「建設技術フェア2013 in 中部」事務局会議

月 日：8月23日（金）

出席者：永江豊事務局長

議 題：「建設技術フェア2013 in 中部」
実施計画について

■情報化施工出前講習会

月 日：8月24日（土）

講 師：福井コンピュータ（株）三浦氏ほか
3名

受講者：徳倉建設（株）社員45名

場 所：中村建設（株）講堂

内 容：建設 ICT の概要、情報化施工
のデータ作成について、最新の情報化
施工機械について、トータルステー
ションによる出来形管理について

■広報部会

月 日：8月27日（火）

出席者：高木広報部会長ほか9名

議 題：支部だよりの編集方針などに
ついて

■建設機械施工技術検定実地試験

月 日：8月30日（金）～9月2日（月）

場 所：愛知県刈谷市「住友建機販売（株）
名古屋技術研修所」受験者：1級 実受験者112名、延べ受
験者200名、2級 実受験者357名、
延べ受験者385名

■ 関 西 支 部

■建設技術展2013近畿幹事会

月 日：8月6日（火）

場 所：マイドームおおさか2Fホール

出席者：松本克英事務局長

内 容：当支部の展示コマは3F団体
No2ブースに決定

■広報部会

月 日：8月6日（火）

場 所：関西支部 会議室

出席者：高橋通夫以下7名

内 容：①建設業部会施工研修会 ②建
設技術展 ③「JCMA 関西」第103
号の発刊について

■平成25年度1・2級建設機械施工技術検定試験（実地）試験監督者打合せ

月 日：8月8日（木）

場 所：関西支部 会議室

出席者：松本克英事務局長以下15名

内 容：①実地試験実施要領（全般）に
ついて ②試験当日の時間割と採点の
留意事項について ③連絡事項など

■平成25年度施工技術報告会第2回幹事会

月 日：8月9日（金）

場 所：関西支部 会議室

出席者：松本克英事務局長以下8名
 内容：①開催日時、場所 ②平成25年度実施要領について ③講演募集の会告文 ④発表題数

■平成25年度建設機械施工技術検定試験（実地試験）

月 日：8月24日（土）～27日（火）
 場 所：キャタピラー教習所（株）およびコベルコ教習所（株）
 受験者：実人数 1級202名、2級681名
 延人数 1級355名、2級712名

■ 中国支部

■第4回広報部会

月 日：8月5日（月）
 場 所：中国支部事務所
 出席者：西田副部長ほか4名
 議 題：①広報誌CMnavi39号について ②広報活動に関する当面の課題等について ③その他懸案事項

■1・2級建設機械施工技術検定実地試験

試験監督者事前説明会
 月 日：8月9日（金）
 場 所：中国支部事務所
 出席者：池田勇試験官ほか8名
 議 題：①建設機械施工技術検定実地試験実施要領説明

■1・2級建設機械施工技術検定実地試験

月 日：8月24日（土）～27日（火）
 場 所：メッセ・コンベンション等交流施設用地（広島市南区出島）
 受験者：1級68名、2級234名
 （1種43、2種262、3種8、4種44）

■情報化施工（体験セミナー）講習会

月 日：8月27日（火）
 場 所：【座学】広島県立産業技術交流センター会議室
 【実習】メッセ・コンベンション等交流施設用地（広島市南区出島）

参加者：20名

講習内容：【座学】①情報化施工の現状と動向について…国土交通省中国地方整備局企画部施工企画課施工係長 山口正樹氏 ②情報化施工全体と「TS出来形管理システム」に関して 【実習】マシンコントロール（MC）、マシンガイダンス（MG）技術について、実機を使用した体験及び最新の測量機器を使用した実測体験

■情報化施工（体験セミナー）講習会

月 日：8月28日（水）
 場 所：【座学】広島県立産業会館会議室
 【実習】メッセ・コンベンション等交流施設用地（広島市南区

出島）

参加者：37名

講習内容：【座学】①情報化施工の現状と動向について…国土交通省中国地方整備局企画部施工企画課長補佐 和崎正令氏 ②情報化施工システムを応用した新技術の紹介 ③TS出来形管理システムを利用した場合の現場のメリットについて 【実習】マシンコントロール実機体験・最新測量機器実測体験会 ①3D-MC グレーダシステム ②3D-MG ショベルシステム ③TS-GPS 転圧管理システム ④TSを用いた出来形管理システム実測

■ 四国支部

■情報化施工出前セミナー・徳島

月 日：8月7日（水）
 場 所：徳島県教育会館（徳島市）
 受講者：11名
 内 容：①建設ICTの概要について…講師：（一社）日本建設機械施工協会 四国支部 事務局長 岩澤委式 ②情報化施工技術の活用事例について…講師：（株）建設システム四国営業所 所長 代理 伊藤右淑氏 ③情報化施工のデータ作成と入力手法について…講師：-同上- ④TS（トータルステーション）、マシンガイダンス、マシンコントロール等の情報化施工に使用する機材の機能・性能と取り扱い操作法について…講師：（株）アクティオ道路機械事業部 副部長 今関政美氏

■情報化施工出前セミナー・高知

月 日：8月8日（木）
 場 所：サンピア セリーズ（高知市）
 受講者：14名
 内 容：①建設ICTの概要について…講師：（一社）日本建設機械施工協会 四国支部 事務局長 岩澤委式 ②情報化施工技術の活用事例について…講師：（株）建設システム四国営業所 所長 代理 伊藤右淑氏 ③情報化施工のデータ作成と入力手法について…講師：-同上- ④TS（トータルステーション）、マシンガイダンス、マシンコントロール等の情報化施工に使用する機材の機能・性能と取り扱い操作法について…講師：（株）アクティオ道路機械事業部 副部長 今関政美氏

■工事・業務の新しい入札契約制度と新技術等に関する講習会

月 日：8月21日（水）
 場 所：サン・イレブン高松
 参加者：67名

内 容：①最近の新しい技術…講師：四国地方整備局企画部 施工企画課長 泉川暢宏氏 ②建設コンサルタント業務等の入札・契約制度について…講師：四国地方整備局企画部 技術管理課長 補佐 坂本雄彦氏 ③新たな入札契約方式について…講師：四国地方整備局企画部 技術管理課長補佐 田島基彦氏

■建設機械施工技術検定【実地】試験監督者打合せ会議

月 日：8月22日（木）
 場 所：四国支部事務所
 出席者：須田道夫総括試験監督者ほか7名
 議 題：実地試験実施要領と注意事項について

■情報化施工出前セミナー・松山

月 日：8月26日（月）
 場 所：協和道路（株）社屋内 会議室（松山市）
 受講者：25名
 内 容：①建設ICTの概要について…講師：（一社）日本建設機械施工協会 四国支部 事務局長 岩澤委式 ②情報化施工技術の活用事例について…講師：（株）建設システム四国営業所 所長 代理 伊藤右淑氏 ③情報化施工のデータ作成と入力手法について…講師：-同上- ④TS（トータルステーション）、マシンガイダンス、マシンコントロール等の情報化施工に使用する機材の機能・性能と取り扱い操作法について…講師：（株）アクティオ道路機械事業部 副部長 今関政美氏

■情報化施工出前セミナー・高松

月 日：8月27日（火）
 場 所：建設クリエイティブビル（高松市）
 受講者：19名
 内 容：①建設ICTの概要について…講師：（一社）日本建設機械施工協会 四国支部 事務局長 岩澤委式 ②情報化施工技術の活用事例について…講師：（株）建設システム四国営業所 所長 代理 伊藤右淑氏 ③情報化施工のデータ作成と入力手法について…講師：-同上- ④TS（トータルステーション）、マシンガイダンス、マシンコントロール等の情報化施工に使用する機材の機能・性能と取り扱い操作法について…講師：（株）アクティオ道路機械事業部 副部長 今関政美氏

■防災協定に係る情報伝達訓練打合せ会議

月 日：8月30日（金）
 場 所：サン・イレブン高松
 出席者：伊賀正技術部会長ほか13名
 議 題：①四国地方整備局の総合防災訓

練について ②防災協定における
JCMA 四国支部の役割と体制につい
て ③訓練における情報伝達体制と方
法について

■九州支部

■企画委員会

月 日：8月20日（火）

出席者：久保田正春企画委員長ほか10
名

議 題：①支部監査役の設置について
②建設機械施工技術検定実地試験につ
いて ③情報化施工技術講習会につい
て ④その他

■試験監督者説明会

月 日：8月20日（火）

出席者：久保田正春整備部会長ほか12

名

議 題：試験実施要領等の確認

■試験監督者説明会

月 日：8月31日（土）

出席者：コマツ教習所秋永武志所長ほ
か8名

議 題：試験実施要領等の確認

橋梁架設工事の積算 ——平成 25 年度版——

■改訂内容

1. 鋼橋編

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

2. PC橋編

- ・PCケーブル工にポリエチレンシース使用時の諸雑費率を追加
- ・PC橋片持架設工に側径間部吊支保工積算要領の追加
- ・地覆高欄作業車設備の供用日数算出式を追加
- ・外ケーブルPCケーブル工のケーブル組立用架台を諸雑費率化 ほか

■B5判／本編約1,100頁（カラー写真入り）
別冊約120頁 セット

■定価

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

※別冊のみの販売はいたしません。

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも

沖縄県以外600円

沖縄県 590円（但し県内に限る）

■発刊 平成25年5月

一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

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

編集後記

今号の特集が「都市環境の整備向上、都市基盤整備」という題目でしたが、少し目先を変えて「都市圏での共用しながらの施工」の苦労話にスポットを当ててみました。毎日の通勤途中に良く見かける風景です。「こんなところで良くやるなあ」「え、いつの間にココあたらしくなったの」結果だけでいうと、一瞬「便利になって良いじゃない」と感じますが、あっと言う間に日常に埋もれて行く運命です。業界人としては少々さびしいですね。

さて、その内情は、報文から読み取れるように、ほとんど「無理難題」。多分、実際に担当されている方々は、胃の痛くなるような思いをしながら、やるしかないと頑張っているとされます。そして、なんとかかんとか完成にこぎつけたという感じでしょうか。達成感より安堵感の方が大きそうです。

都市圏のインフラ、ビル類は40代50代、ちょうど私と同年ぐらいが多いと聞いています。もちろんまだまだ現役ですが、高齢化社会が加速しているのは、人もインフラも一緒のようです。それに伴って、共

用しながらのリニューアル、解体、新設施工が今後さらに増大していく事でしょう。

共用施工のポイントは、まず計測技術と管理手法、そして綿密な計画と実行というところにあると思われます。ある程度今号の報文を集める前に予想はしていましたが、どの施工事例も、最新の計測管理技術、手法が屈指されている事が良くわかりました。こういった経験値の積み重ねが、今後の施工に生かされて行くはずです。

と、ここまで書いて、朝起きたら「2020年東京オリンピック」でした。やったぜ！思わず、寝ていた奥様を起こしてしまいました。様々なご意見あるかと思いますが、各々にとって夢であり、目標であり、責任でもある新たな未来に向けて、私自身も少し頑張ってみようかと考えています。

これで、今回のテーマである、共用施工が、都内各所で行われる事は間違いありません。加えて大突貫工事となるのも目に見えています。施工者側としては若干複雑な気分ではあります。

最後になりますが、お忙しい中ご執筆いただきました皆様には深く御礼申し上げます。（京免・川西）

11月号「建築特集」予告

- ・新たな解体用車両系建設機械に係る労働安全衛生規則等の改正
- ・建設施工現場における省エネルギー化推進・低炭素型社会の構築への取り組み
- ・自動搬送システム
- ・140m超高層建物における閉鎖型解体工事「テコレップシステム」
旧グランドプリンスホテル赤坂解体工事への適用
- ・HSPC構真柱の開発
- ・環境配慮型ビル解体工法
- ・圧着接合による耐震補強技術 移動可能な耐震補強工法
- ・既存天井の後付け改修用「グリッドサポート構法」の開発
- ・超高層建造物を実現する、耐震安全性に優れた高張力円形鋼管の開発
- ・高さ300mへの挑戦（あべのハルカス）
- ・加速度センサーを用いたコンクリート打重ね時間管理システムの現場適用
- ・CFT-R造を採用した高層複合ビルの施工
CFT-R造：鉄筋を内蔵したコンクリート充填鋼管構造
- ・ハイブリッド中間階免震改修（Hy-Retro構法）の施工
- ・環境負荷の少ない解体工法「シミズ・クールカット」を開発・実用化
- SRC造やRC造をブロック切断解体

機関誌編集委員会

編集顧問

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

編集委員長

田中 康順	鹿島道路(株)
-------	---------

編集委員

吉田 潔	国土交通省
持山 昌知	農林水産省
伊藤 健一	(独)鉄道・運輸機構
篠原 望	鹿島建設(株)
立石 洋二	大成建設(株)
藤吉 卓也	清水建設(株)
赤井 亮太	(株)大林組
久保 隆道	(株)竹中工務店
安川 良博	(株)熊谷組
川西 健之	(株)奥村組
京免 継彦	佐藤工業(株)
岡田 英明	五洋建設(株)
齋藤 琢	東亜建設工業(株)
赤神 元英	日本国土開発(株)
相田 尚	(株)NIPPO
岡本 直樹	山崎建設(株)
原 茂宏	コマツ
山本 茂太	キャタピラー・ジャパン(株)
船原三佐夫	日立建機(株)
原口 宏	コベルコ建機(株)
石倉 武久	住友建機(株)
和田 一知	(株)KCM
江本 平	範多機械(株)
藤島 崇	施工技術総合研究所

事務局

日本建設機械施工協会

建設機械施工

Journal of JCMA

第65巻第10号（2013年10月号）（通巻764号）

Vol. 65 No. 10 October 2013

2013（平成25）年10月20日印刷

2013（平成25）年10月25日発行（毎月1回25日発行）

編集兼発行人 辻 靖三

印刷所 日本印刷株式会社

発行所 一般社団法人日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

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

施工技術総合研究所	〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154	電話 (0545) 35-0212
北海道支	部〒060-0003 札幌市中央区北3条西2-8	電話 (011) 231-4428
東北支	部〒980-0802 仙台市青葉区二丁目16-1	電話 (022) 222-3915
北陸支	部〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1	電話 (025) 280-0128
中部支	部〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-17-10	電話 (052) 962-2394
関西支	部〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4	電話 (06) 6941-8845
中国支	部〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22	電話 (082) 221-6841
四国支	部〒760-0066 高松市福岡町3-11-22	電話 (087) 821-8074
九州支	部〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-4-30	電話 (092) 436-3322

本誌上への広告は(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4-24-3（エムエフ新橋9F） 電話 03-5472-1801 FAX03-5472-1802
建設機械施工係

KOBELCO

低燃費のコベルコ!
低炭素社会の実現へ

低燃費の進化は、止まらない。

進化は、大胆に。次世代テクノロジーを結集した、コベルコの「新世機」。
燃費の限界を超えて、低燃費の最先端へ。



オフロード法2011年基準適合
排気ガス後処理装置の搭載により
排出ガス中のPM(粒子状物質)を大幅削減。



新ECOモードで最大約15%燃費を低減。^{※1}
2020年燃費基準達成度★★★★クリア。^{※2}

AI搭載のバックホウ
NETIS登録
登録番号: XK-1000000000

コベルコの
新世機

圧倒的な燃費性能で新たな世代をリードするコベルコの「新世機」。
その技術で、低燃費のコベルコは、もっと低燃費のコベルコになる。

※1. SK250の燃費低減率(従来機Sモード比)。 ※2. SK250、SK330の場合。

AGRA
Geospec

SK250 SK330 SK470

コベルコ建機株式会社

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

www.kobelco-kenki.co.jp

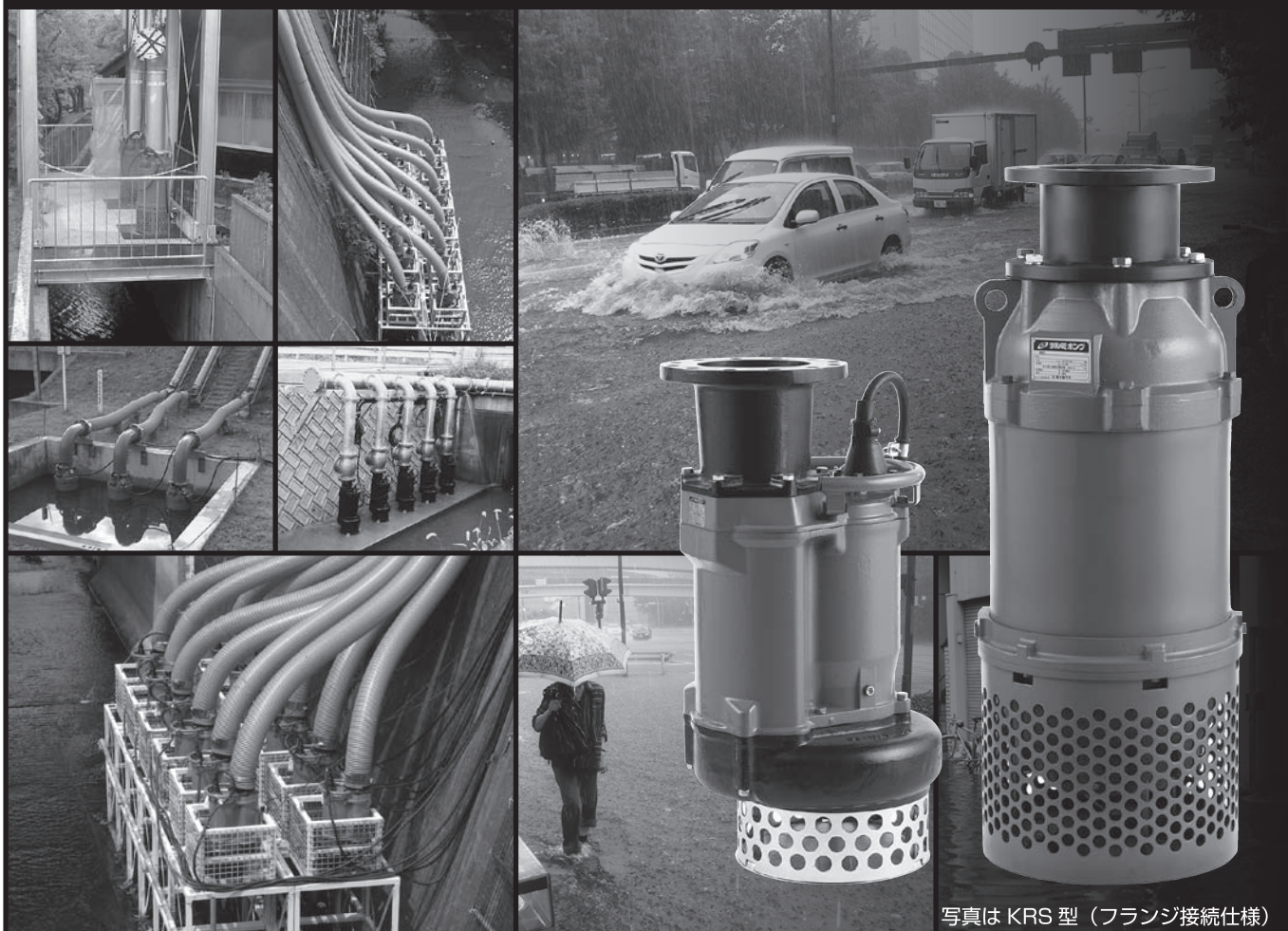


環境を最優先としたグローバル企業へ

自然の驚異!!

多発するゲリラ豪雨

災害時はもちろん、様々な簡易雨水排水設備で活躍します。



写真は KRS 型（フランジ接続仕様）

工事現場などで活躍する大容量性能の水中ポンプは、フランジ接続仕様にする事で、簡易雨水排水設備などにも対応可能です。

株式会社 鶴見製作所

大阪本店：〒538-8585 大阪市鶴見区鶴見4-16-40
東京本社：〒110-0016 東京都台東区台東1-33-8

TEL.(06)6911-2351 FAX.(06)6911-1800
TEL.(03)3833-9765 FAX.(03)3835-8429

北海道支店：TEL.(011)787-8385
東北支店：TEL.(022)284-4107

東京支店：TEL.(03)3833-0331
北関東支店：TEL.(027)310-1122

中部支店：TEL.(052)481-8181
北陸支店：TEL.(076)268-2761

近畿支店：TEL.(06)6911-2311
中国支店：TEL.(082)923-5171

四国支店：TEL.(087)815-3535
九州支店：TEL.(092)452-5001

www.tsurumipump.co.jp

それはいつまでも
青い空のために



コスモECOディーゼル

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

美しい地球、豊かな環境を目指して
ひた走るパワー、コスモルブ・ウェイ

コスモ石油ルブリカンツの 環境対応潤滑油



省電力型油圧作動油

コスモ
スーパーエポック **UF**



省電力型工業用ギヤー油

コスモ
ECOギヤー **EPS**

それはいつまでも
蒼い地球のために

地球環境へ、

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

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



吸塵式乾式カッター
MCD-RY14



ミスターライト
MLP-1212



高周波バイブレーター
FX-40RE/FU-161

未来へ伸びる、三笠の技術。



転圧センサー
バイブロコンパクター
MVH-306DSC-PAS
NETIS No.TH-120015-A



防音型

タンピングランマー
MT-55L-SGK
NETIS No.TH-100005-A



低騒音型

プレートコンパクター
MVC-F40S
NETIS No.TH-100006-A



バイブレーションローラー
MRH-601DS

三笠産業株式会社

MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

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

大阪支店 TEL: 06-6541-9631
札幌営業所 TEL: 011-892-6920
仙台営業所 TEL: 022-238-1521
新潟出張所 TEL: 090-4066-0661

北関東営業所 TEL: 0276-74-6452
長野出張所 TEL: 080-1013-9542
中部営業所 TEL: 052-451-7191
金沢出張所 TEL: 080-1013-9538

中国営業所 TEL: 082-875-8561
四国出張所 TEL: 087-868-5111
九州営業所 TEL: 092-431-5523
南九州出張所 TEL: 080-1013-9558

沖縄出張所 TEL: 090-7440-0404

確かな技術で世界を結ぶ

Attachment Specialists

任意の高さに停止可能

パラレルリンクキャブ



パラレルリンクキャブ仕様車

車の解体・分別処理を大幅にスピードアップ

自動車解体機



自動車解体機

ワイドな作業範囲で効率の良い荷役作業

スクラップハンドラ



スクラップハンドラ仕様車

スクラップ処理で高い作業効率を発揮

リフティングマグネット



リフティングマグネット仕様車

船舶・プラント・鉄骨物解体に威力を発揮する

サーベルシア



MSD4500R

丸太や抜根を楽々切断する

ウッドシア



MWS700R (油圧全旋回式)



マルマテクニカ株式会社

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

■名古屋事業所

愛知県小牧市小針2-18 〒485-0037
電話 0568(77)3312
FAX 0568(77)3719

■本社・相模原事業所

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

■東京事業所

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

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。

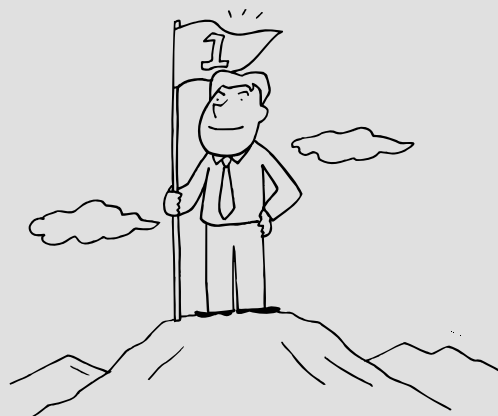


吉永機械株式会社

〒130-0021 東京都墨田区緑4-4-3 TEL. 03-3634-5651
URL <http://www.yoshinaga.co.jp>

お客様にとって いちばんの印刷会社になろう。

NPC日本印刷の仕事は、
お客様のお役に立つこと。
「やっぱり**NPC**でなくちゃ」といわれる
会社をめざして、がんばっています。



NPC 日本印刷株式会社

〒113-0034 東京都文京区湯島3-20-12
電話03(3833)6971(代表) <http://www.npc-tyo.co.jp/>

Denyo



デンヨーのNETIS登録製品フルラインアップ完成!

NETIS登録製品を活用して御社の公共工事受注をより有利に!

国土交通省
新技術情報提供システム
NETIS
登録製品
環境保護ベース一体型発電機
登録番号 KT-100042

環境保護ベース 一体型発電機



DCA-13LSYB

DCA-15USYB
極超低騒音型

DCA-25LSKB

DCA-45LSKB

DCA-60USHB
極超低騒音型

DCA-100ESIB

DCA-150LSKB

DCA-220ESMB

国土交通省
新技術情報提供システム
NETIS
登録製品
自動アイドリングストップ機能付エンジン溶接機
登録番号 KT-100112

自動アイドリングストップ機能付 エンジン溶接機



小型ガソリンエンジン溶接機
GAW-150ES2
自動アイドリングストップ仕様

ディーゼルエンジン溶接機
DLW-320LS2
1人用

ディーゼルエンジン溶接機
DLW-200x2LS
2人用

エンジンTIG溶接機
DAT-300LS
自動アイドリングストップ仕様

国土交通省
新技術情報提供システム
NETIS
登録製品
可変圧・可変容量型エンジンコンプレッサー
登録番号 HR-110004

可変圧・可変容量型 エンジンコンプレッサー



DIS-110VPB
ボックスタイプ

DIS-200VPB
ボックスタイプ

DIS-200VPS
トレーラタイプ

●技術で明日を築く
デンヨー株式会社

本社: 〒103-8566 東京都中央区日本橋堀留町2-8-5
TEL: 03(6861)1122 FAX: 03(6861)1181
ホームページ: <http://www.denyo.co.jp/>

札幌営業所 011(862)1221
東北営業所 022(254)7311
信越営業所 025(268)0791
北関東営業所 027(360)4570
東京営業所 03(6861)1122

横浜営業所 045(774)0321
静岡営業所 054(261)3259
名古屋営業所 052(856)7222
金沢営業所 076(269)1231
大阪営業所 06(6448)7131

広島営業所 082(278)3350
高松営業所 087(874)3301
九州営業所 092(935)0700

- (社)日本産業広告協会会員
- 学術誌広告業協会会員



We will serve you a message from heart to heart.

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

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

お問合せ・お申し込みは・・・



学術・技術誌専門広告代理業
株式会社 共栄通信社

〒105-0004 東京都港区新橋4-24-3 エムエフ新橋904
電話:03-5472-1801(代表) FAX:03-5472-1802

カタログ資料請求票

「建設機械施工」資料請求用紙

年 月 日 発信

本誌に掲載されている広告のお問合せ、資料の請求はこの用紙を利用し、ファクシミリなどでお送り下さい。

- ① カatalog、資料はメーカーから直送します。
- ② カatalog送付は原則的に勤務先に限ります。

フリガナ

お名前：_____

資料送付先：〒 _____

会社名(校名)：_____

所 属：_____

電 話：(_____) F A X：(_____)

E-mail：_____

	広告掲載号	メーカー名	製品名
①	月号		
②	月号		
③	月号		
④	月号		
⑤	月号		

FAX 送付先 (株)共栄通信社 建設機械施工係 TEL(03)5472-1801 FAX(03)5472-1802



日本でも海外の現場でも、 クレーン・建機の操作はHBC製ラジオ無線リモコン

HBCのグローバルネットワーク、各国の電波事情に対応した製品づくり、多彩な製品ラインナップにより、世界数十万の現場において安全・効率・快適操作で、その能力を発揮しています。



小型から 大型まで
ハンディタイプとジョイスティックタイプ全24機種をラインナップ。
お客様のクレーンや建設機械に適した送信機をご提供します。

ハンディタイプ

パイロット



手の傾きと
マイクロジョイスティックで快適操作

ジョイスティックタイプ

スペクトラムD



操作エレメント、フィードバック用モニタなどをカスタマイズ搭載

早速試してみませんか？

エイチビーシーラジオマティックとは？

ドイツ南西部のクライルスハイム市で、高品質の産業用ラジオ無線リモコンを開発製造している、世界屈指のメーカーです。

HBC製ラジオ無線リモコンは

高い安全性と堅牢なつくり、そして人間工学に基づいた操作性と効率性で世界60ヶ国以上のお客様から高い評価を頂いております。品質維持のため、今日もなお部品の90%以上をドイツで自社生産しています。

Quality in Control.



HBC-radiomatic Japan 株式会社

〒530-0046 大阪市北区菅原町10-23 ジーニス大阪ウエスト1F TEL 06-6363-0373 FAX 06-6363-0374
E-mail info@hbc-radiomatic.jp www.hbc-radiomatic.jp

ミニベンチ工法 両用型 ショートベンチ工法

RH-10J-SS 強力型ブームヘッダー



主な特長

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

KYB カヤバ システム マシナリー株式会社

KAYABA SYSTEM MACHINERY CO., LTD

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

本 社 ・ 営 業
カスタマーサービス相模事業所
大 阪 支 店
西 部 支 店
三 重 工 場

〒105-0012 東京都港区芝大門2丁目5番5号 住友不動産芝大門ビル
〒252-0328 神奈川県相模原市南区麻溝台1丁目12番1号
〒564-0063 大阪府吹田市江坂町1丁目23番20号 TEK第二ビル
〒812-0016 福岡県福岡市博多区博多駅南1丁目7番14号 ボイス博多
〒514-0396 三重県津市雲出長常町1129番地11

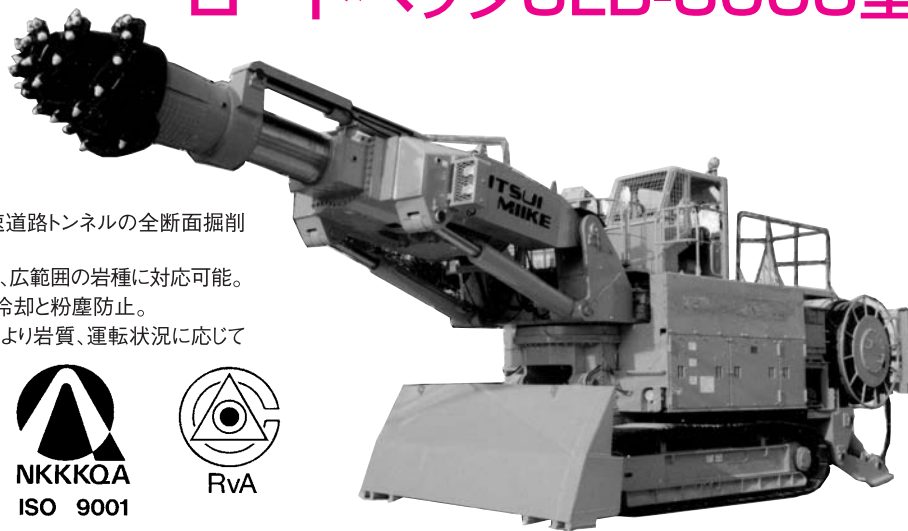
TEL. 03-5733-9444
TEL. 042-767-2586
TEL. 06-6387-3371
TEL. 092-411-4998
TEL. 059-234-4111

安全・高能率な掘削を実現!

全断面对応中硬岩用トンネル掘進機 ロードヘッドSLB-300S型

特長

1. 最大8.8mの掘削高さで、新幹線、高速道路トンネルの全断面掘削が可能。
2. 300kW:2速切換型電動機の採用により、広範囲の岩種に対応可能。
3. ピック先端に高圧水を散水させ、ピック冷却と粉塵防止。
4. モード切換式パワーコントロール装置により岩質、運転状況に応じて作動設定の変更が可能。
5. 運転操作が優れ、全操作がリモートコントロールで運転可能。
6. ケーブルリール装置により、電源ケーブルの取扱いが容易で移動が迅速。



製造・販売・レンタル及びメンテナンス



株式会社 三井三池製作所

本店/〒103-0022 東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号 三井ビル2号館
TEL.03-3270-2005 FAX.03-3245-0203

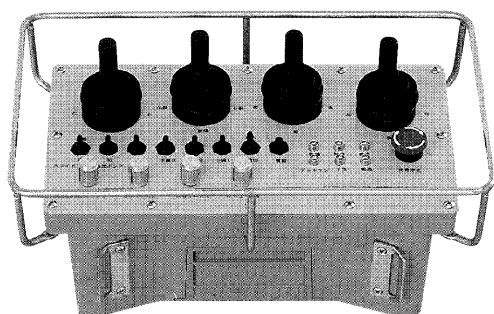
<http://www.mitsumiike.co.jp>

E-mail : sanki@mitsumiike.co.jp

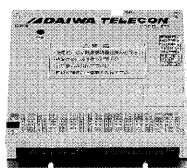
建設機械用
無線操作装置

ダイワテレコン

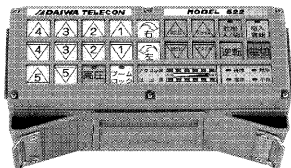
あらゆる仕様に対応
指令機操作面はレイアウトフリー



ダイワテレコン 572 ※製作例 比例制御4本レバー仕様



受令機



ダイワテレコン 522

《新電波法技術基準適合品》

- スイッチ・ジョイスティック・その他、混在装備で最大操作数驚異の**96CH。**
- コンパクトな指令機に業界最大**36**個の押しボタンスイッチ装着可能。
- 受令機の出力はオープンコレクタ（標準）リレー・電圧（比例制御）又は**油圧バルブ**用出力仕様も可能。
- 充電は急速充電方式（一△V検出+オーバータイム付き）
- 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

Empower your Vision.

HITACHI

Reliable solutions



NEW ZAXIS

省エネ油圧システム「TRIAS」を採用。

※ZAXIS470Iには新油圧システム「HIOSⅢB」を採用

パワーを効率良く活用し、
低燃費と高い生産性を両立しました。

油圧ショベル 新型ZAXIS-5 シリーズ
ZAXIS 240/280/330/470

NEW ZW

新開発「アクティブエンジン
コントロールシステム」を採用。
機械の動きから、エンジン回転数を制御し、
低燃費を実現しました。



ホイールローダ 新型ZW-5 シリーズ
ZW 220/250/310/330



特定特殊自動車排出ガス
2011年基準適合車

Low fuel. Good feel.

エコノミーな燃費で、ファーストクラスの心地よさ

より少ない燃費で高い生産性を実現することが、ますます
求められています。日立建機は、この課題に応じて独自の
省エネ技術をさらに進化させ、新しい油圧ショベル
ZAXIS-5シリーズとホイールローダZW-5シリーズを開発
しました。作業性・安全性・メンテナンス性にも優れ、現場
で頼もしい能力を発揮します。

ConSite

世界の現場 (Construction Site)の声に応じて生
まれた新サービスメニュー「ConSite(コンサイト)」。
新車保証や定期メンテナンスの各種プログラムの
他、データレポート配信などのサービスをフルパッ
ケージにしてサポートいたします。



日立建機株式会社

<http://www.hitachi-kenki.co.jp/>

雑誌 03435-10



4910034351039
00800

「建設機械施工」

定価 一部 八四〇円

本体価格八〇〇円