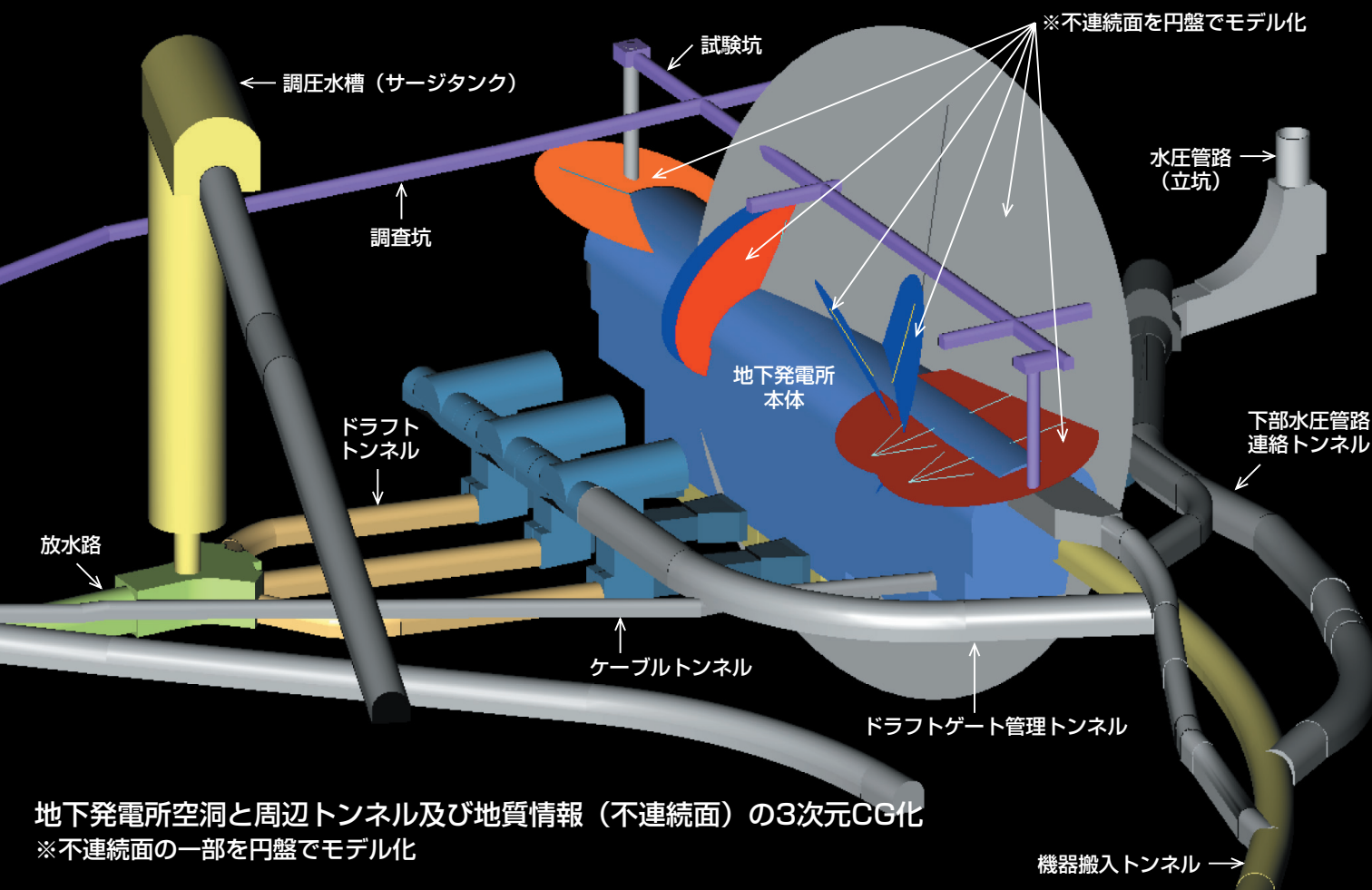


建設の施工企画 4

2011 APRIL No.734 JCOMA



地下発電所空洞と周辺トンネル及び地質情報 (不連続面) の3次元CG化
※不連続面の一部を円盤でモデル化

地下構造物 特集

- 国土地盤情報検索サイト“KuniJiban”の構築と地盤情報の利活用
- 地下利用の将来展望
- 最新の地下施設と将来展望
- 京極発電所地下空洞掘削における情報化施工
- 営業線近接都市部における大規模地下駅構築工事の施工実績
- 大断面4連アーチカルバートの工場生産方式による施工
- 大橋連結路開削部の施工
- 葛西駅前機械式地下立体駐輪場におけるアーバンリング工法の適用
- 重交通路線での低土被りによる推進工法
- 大型構造物をニューマチックケーソン工法で沈設する
- ニューマチックケーソン工法による大規模地下貯留施設の施工

社団法人 日本建設機械化協会

平成 23 年 3 月 11 日に発生しました「東北地方太平洋沖地震」により被災された皆様には心よりお見舞い申し上げますとともに、一日も早い復旧をお祈りいたしております。

平成 23 年度「建設施工と建設機械シンポジウム」 —— 未来を拓く建設施工と建設機械 ——

論文・ポスターセッション発表の募集

1. 会 期：2011 年(平成 23 年)11 月 30 日(水)～12 月 1 日(木)

2. 会 場：機械振興会館（東京都港区芝公園 3－5－8）
B 2 ホール、地下 3 階研修－1、2 号室、B 3－2

3. 主 催：社団法人 日本建設機械化協会

4. 後 援：(順不同・予定)

国土交通省、経済産業省、(独) 土木研究所、(社) 土木学会、一般社団法人日本機械学会、
(社) 地盤工学会、(社) 日本機械土工協会、一般社団法人日本測量機器工業会
※土木学会 継続教育 (CPD) プログラム認定申請予定

5. 主 旨

本協会では、“建設機械と施工法”に関する技術の向上を目的に、技術開発、研究成果の発表の場として、「建設施工と建設機械シンポジウム」を毎年開催しております。

本年度も建設施工と建設機械分野の技術者や研究者相互の情報交換と技術力の研鑽の場を提供すべく、「未来を拓く建設施工と建設機械」をテーマにシンポジウムを開催することになりました。このシンポジウムでは、下記の 6 つのテーマについて広く発表論文の募集を行うとともに、昨年度に引き続き幅広い参画を目的として、ポスターセッションの募集も併せて行います。また、優秀な論文、ポスターに対しては優秀論文賞、優秀ポスター賞として表彰する予定をしています。

本シンポジウムを建設施工と建設機械に関係する技術者の資質向上の場としてはもとより、産官学あるいは異業種間の交流連携の場としてなお一層活用して頂けることを期待しております。

以上の主旨と内容をご理解頂き、関連する各分野からの論文発表会、ポスターセッションに参加頂きますようご案内申し上げます。

6. 論文募集内容

論文は、建設施工と建設機械に関する下記の項目のいずれかに該当する内容で応募頂いております。

なお、今回は昨年 8 月に国土交通省より「情報化施工技術の一般化・実用化の推進」が出されたことから、今年度は、特に情報化施工の推進に関わる発表を歓迎します。

- (1) ICT の利活用
- (2) 品質確保とコスト縮減
- (3) 環境保全、省エネルギー対策
- (4) 安全対策
- (5) 災害対応
- (6) 維持・管理・補修

7. 論文募集要領

(1) 論文発表申込：「申込書 1」により提出して下さい。

※「申込書 1」は、当協会ホームページ(<http://www.jcmanet.or.jp/>)からダウンロードが出来ます。

(2) 論文アブストラクト提出締切日：平成 23 年 5 月 31 日(火) (事務局必着厳守)

- (3) 提出されたアブストラクトを審査の上、採用決定論文については後日、本論文の作成を依頼します。
(本論文の提出締切りは8月31日(水)の予定です。)
- (4) 本論文は、4頁、6頁を標準とするが、2頁も可とする。その構成(目的、方法、結果と考察、結論)、文章及び図表は学術論文に準じて下さい。なお、本文は本論文作成依頼の際に同送いたします
当協会『論文執筆要項』に従って頂きます。
- (5) 論文発表時間：17分／編(発表：14分、質疑・応答：3分)

8. ポスターセッション募集内容

ポスターセッションの発表内容は、6. 論文募集内容の6項目に準ずるものとし、以下のうち一つに該当するもので応募頂いております。

- ① より活発な意見交換が望まれる研究成果(研究途上成果を含む)[学生研究発表等]
- ② 新規開発技術・製品の発表、紹介[ベンチャー企業の技術開発成果等]
- ③ 既発表であっても有用性の高い(参加者への周知が望ましい)成果[技術審査証明事業等]
- ④ 最近関心が高まっている特定課題(環境対策、情報化施工、省エネ対策技術)

9. ポスターセッション募集要領

- (1) 発表申込：**「申込書2」**により提出して下さい。

※「申込書2」は、当協会ホームページ(<http://www.jcmanet.or.jp>)からダウンロードが出来ます。

- (2) **ポスターセッションアブストラクト提出期限：平成23年5月31日(火)(事務局必着厳守)**

- (3) 提出されたアブストラクトを審査の上、採用の可否を決定し通知します。ポスター、必要機器等は発表当日持込みとなります。

- (4) ポスターサイズはA0版(縦1189×横841mm)1枚とします。レイアウト上、ポスターの上端から100mm幅の帯を左端から右端まで通して設け、その範囲内に表題、発表者氏名を記入して下さい。

- (5) ポスター前には長机を用意しますので、パンフレット、模型、ノートPC(バッテリー駆動)等による補助的なプレゼンテーションも可とします。(必要機材は発表者側で準備してください)

- (6) 発表時間：1日目 9:30～17:00(内、コアタイム1時間)
2日目 9:30～14:00

- (7) 募集数：20編程度

10. 表彰

- (1) 論文

審査委員会による論文査読審査・発表状況審査を経て、優秀な論文に対し、優秀論文賞として表彰いたします。

なお、優秀論文は平成24年度(社)日本建設機械化協会会長賞の候補といたします。

- (2) ポスター

実行委員会委員による発表内容の総合的な審査を経て、優秀なポスターに対し、優秀ポスター賞として表彰いたします。

11. 参加費：論文、ポスターセッション発表者は無料で参加頂けます。

12. 注意事項

審査の結果により、発表頂けない場合がありますので予めご了承ください。

また、審査の結果により、発表方法(論文発表、ポスターセッション発表)の変更をお願いすることがありますので予めご了承ください。

さらに、論文の提出時に著作権譲渡書を預託頂き、委員会にて採用が決定した場合は当該譲渡書を提出したものとさせていただきます。

◆ 問合せ先、送付先

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館

社団法人 日本建設機械化協会 シンポジウム実行委員会事務局(担当：両 角)

TEL:03-3433-1501 FAX:03-3432-0289

(申込書1)

締切:5月31日(火)(厳守)

平成23年度 建設施工と建設機械シンポジウム
論文発表申込書

タイトル				
本論文頁数	() 2頁	() 4頁	() 6頁	
発表者	ふりがな			
	氏 名			
	E-mail アドレス			
共同研究者				(注) 共同研究者は2名までとする
(官公庁 / 学校 / 会社) 名				
申込者名			部署名	
E-mail アドレス				
住 所	〒			
	T E L		F A X	
論文の要旨(アブストラクト)をご記述ください。(400字程度)				
テーマ区分(○で囲む)	論文募集内容 (1) (2) (3) (4) (5) (6)			

事務局 FAX 03-3432-0289

E-mail: morozumi@jcmanet.or.jp (出来る限り電子ファイル、電子メールでの送付をお願いします)

(申込書2)

締切:5月31日(火)(厳守)

平成23年度 建設施工と建設機械シンポジウム ポスターセッション発表申込書

タイトル						
発表者	ふりがな					
	氏名					
	E-mail アドレス					
共同研究者					(注) 共同研究者は2名までとする	
(官公庁 / 学校 / 会社) 名						
申込者名			部署名			
E-mail アドレス						
住 所	〒					
	T E L			F A X		
ポスターセッションの要旨(アブストラクト)をご記述ください。(400字程度)						
テーマ区分1(○で囲む)	論文募集内容との対応	(1)	(2)	(3)	(4)	(5) (6)
テーマ区分2(○で囲む)	セッション内容との対応	①	②	③	④	

事務局 FAX 03-3432-0289

E-mail: morozumi@jcmanet.or.jp (出来る限り電子ファイル、電子メールでの送付をお願いします)

「国際大ダム会議第 80 回年次例会及び第 24 回大会」への出展募集

社団法人 日本建設機械化協会

1. 趣旨

国際大ダム会議第 80 回年次例会及び第 24 回大会が 2012 年に京都で開催されます。

この会議は、水に関する諸問題の解決と地球温暖化への対応に向け、世界 90 カ国のダム・河川関係者が一同に会して討議する重要な会議です。

この会議の一環として、展示ブースが設置されることとなっており、当協会においても出展を行います。

そのため、当協会の展示ブースにパネル展示を希望される会員様を募集致します。

大会の概要は、<http://icold2012kyoto.org/j/index.html> をご覧下さい。

2. 募集内容

1) 展示パネルサイズ

概ね A 1 パネル(横594mm×縦841mm)を基本とします。

2) 利用料 (A 1)

30,000 円／枚 (消費税込み)

3) お申込期限

平成 23 年 8 月 1 日 (月)

3. 展示概要

1) 日時

平成 24 年 6 月 5 日 (火) ～8 日 (金) (4 日間) 9 : 00～18 : 00
(但し、6 月 8 日は 9 : 00～13 : 00)

2) 場所

国立京都国際会館 イベントホール

<http://www.icckyo.or.jp/jp/guide/event.html>

3) 展示ブース (1 ブース) の大きさ

3.0m×3.0m×2.5m (幅×奥行き×高さ)

4. お問い合わせ・申込先

(社)日本建設機械化協会 白鳥

TEL : 03-3433-1501 FAX : 03-3432-0289

e-mail : shiratori@jcmnet.or.jp

橋梁架設工事及び設計積算業務の必携書

橋梁架設工事の積算

平成 23 年度版

∞ ∞ ∞ 改訂・発刊のご案内 ∞ ∞ ∞

平成 23 年 4 月 社団法人 日本建設機械化協会

謹啓、時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。

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 23 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23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23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 23 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 22 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

- ・セッティングビーム工追加 (歩掛設定)
- ・製作工労務単価、間接労務費率の変更に伴う架設用の製作部材単価改訂
- ・積算例題の見直し

2. PC 橋編

- ・支保工関連
 - 仮設材賃料、損料算定式、供用日数補正方法、及び積算例の追加
- ・トラッククレーン架設の適用範囲拡大と据付条件の追加
- ・橋台・橋脚回り足場ブラケット歩掛の追加
- ・枠組足場日当り賃料、基本料の追加

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

●定価

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

※ 別冊のみの販売はいたしません。

※ 学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※ 送料は会員・非会員とも
沖縄県以外 600 円
沖縄県 450 円 (但し県内に限る)

※ 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。

●発刊予定 平成 23 年 5 月

『建設機械施工ハンドブック』

—— 建設機械の最新技術と施工法が同時に学べる ——

改訂4版発刊のご案内

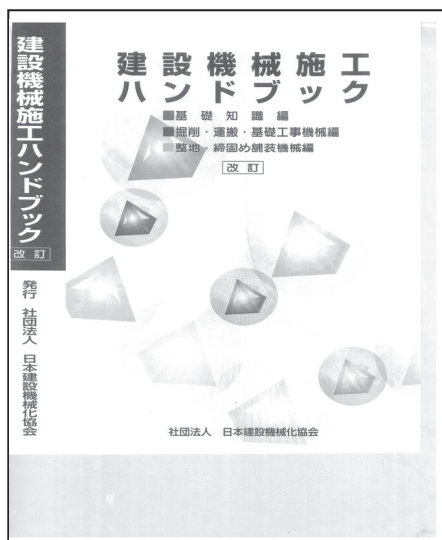
建設機械及び施工の基礎知識、最新の技術動向、排出ガス規制・地球温暖化とその対応、情報化施工など、平成18年2月の改訂3版発行以降の最新情報も織り込み内容を更新・充実し読みやすくした第4版を出版しましたのでご案内申し上げます。

このハンドブックは、建設機械を用いた施工現場における監理・主任技術者、監督、世話役、オペレータなどの現場技術者、建設機械メーカ、輸入商社、リース・レンタル業、サービス業などの建設機械技術者や、大学・高等専門学校・高等学校において建設機械と施工法を勉強する学生などを対象として書かれています。建設機械施工技術の修得に必携の書であり、また1・2級建設機械施工技士等の国家資格取得のためにも大変有効です。

【構成】

- | | | |
|--------------|------------|-------------|
| 1. 概要 | 6. トラクタ系機械 | 10. モータグレーダ |
| 2. 土木工学一般 | 7. ショベル系機械 | 11. 締固め機械 |
| 3. 建設機械一般 | 8. 運搬機械 | 12. 舗装機械 |
| 4. 安全対策・環境保全 | 9. 基礎工事機械 | |
| 5. 関係法令 | | |

上記各機種の内容は、①概要、②定義と分類、③各機種・応用形の特徴と主な用途、④諸元・性能用語の意味、⑤構造と機能、⑥点検・整備、⑦故障と対策、⑧運転・取扱い、⑨施工方法、⑩作業能力などについて分かり易く解説してあります。



「建設機械施工ハンドブック」改訂4版

・A4判／約800ページ

・定価

非会員：6,300円(本体6,000円)

会員：5,350円(本体5,095円)

特別価格：4,800円(本体4,570円)

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

※送料は会員・非会員とも沖縄県以外800円、沖縄県1,300円

※官公庁（学校関係を含む）は会員と同等の取扱いとします。

「建設機械等損料、橋梁架設・大口径岩盤削孔の施工技術と積算」 講習会のご案内

平成23年4月

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5-8（機械振興会館）
（社）日本建設機械化協会
電話（03）3433-1501 Fax（03）3432-0289
URL：<http://www.jcmanet.or.jp/>

平素は当協会の事業に対しまして、格別のご支援ご協力を賜り厚くお礼申し上げます。
さて、当協会では今年度も「建設機械等損料、橋梁架設及び大口径岩盤削孔の施工技術と積算」講習会を開催することとなりました。
プログラムに該当する当協会の発刊図書（下記、【予定】5に記載）の内容に関し、改訂点や積算方法に加え、施工技術の内容等を解りやすく説明することによって、充分なご理解を得ると共に円滑な業務執行等の一助となりますことを願い実施するものです。
是非多数ご参加下さいますようご案内申し上げます。

【予定】

1. 日 時 : 平成23年6月14日（火）AM～PM
2. 場 所 : 機械振興会館 地下3階 研修-2号室 （当協会所在地（東京タワー直近））
3. プログラムと講師
 - ・建設機械等損料の積算（社）日本建設機械化協会 機械経費調査部部員
 - ・橋梁架設の施工技術と積算（鋼橋及びP C橋）（社）日本建設機械化協会 橋梁架設工事委員会委員
 - ・大口径岩盤削孔の施工技術と積算（社）日本建設機械化協会 大口径岩盤削孔委員会委員
（但しプログラム順を示すものではありません。）
4. 定 員 : 110名
5. 講習会で使用するテキスト 「建設機械等損料表（平成23年度版）」
「橋梁架設工事の積算（平成23年度版）」
「大口径岩盤削孔工法の積算（平成22年度版）」
（なお当日、簡単なテキストの補助レジメを配布予定）
6. CPDプログラム認定登録を予定

【詳細及び申込み等】

◇4月下旬に、「講習会案内及び申込書」を当協会のホームページに掲載（ダウンロードしてご利用出来るように）致します。是非ご覧のうえお申し込み頂きますようよろしくお願い申し上げます。

【備考】

1. 当協会の一部の支部でも講習会の開催を予定していますので、当協会のホームページでご確認下さい。
（なお、支部によりプログラム構成が異なる場合がありますのでご注意ください。）
2. 「大口径岩盤削孔工法の積算」は今年度の改訂はありません。次回の改訂は「平成24年度版」として、平成24年春に発刊予定です。

《問い合わせ窓口》

事務局 : 〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館）（社）日本建設機械化協会
電話 03-3433-1501 FAX 03-3432-0289 企画部

建設の施工企画

2011 年 4 月号 No. 734

目次

地下構造物 特集

3	グラビア	・京極発電所地下空洞掘削における情報化施工 ・首都高速道路 大橋 JCT EF 連結路工事 ・葛西駅前 機械式地下立体駐輪場	
5	巻頭言	地下空間利用の目的	今田 徹
6	国土地盤情報検索サイト “KuniJiban” の構築と地盤情報の利活用		倉橋 稔幸・佐々木靖人・稲崎 富士
11	地下利用の将来展望		小島 圭二
16	最新の地下施設と将来展望		奥村 忠彦
24	京極発電所地下空洞掘削における情報化施工		
		西村 哲治・武田 宣孝・名合 牧人	
29	営業線近接都市部における大規模地下駅構築工事の施工実績		
	土留壁、掘削土運搬に関する機械実績		瀬水 康博
34	大断面 4 連アーチカルバートの工場生産方式による施工		
	第二京阪道路 打上工事・国守工事	田口 敬介・三輪 圭介・中野 計	
40	大橋連結路開削部の施工 大橋 JCT EF 連結路工事		薮本 篤
45	葛西駅前機械式地下立体駐輪場におけるアーバンリング工法の適用		
		竹内 春樹・佐々木博臣・金内 常和	
49	重交通路線での低土被りによる推進工法		榎本 登
55	大型構造物をニューマチックケーソン工法で沈設する		
	東尾久浄化センター主ポンプ棟建設工事	齋木 正・遠藤 和雄	
61	ニューマチックケーソン工法による大規模地下貯留施設の施工		小滝 勝美
68	交流の広場 地下空間植物工場と人工光源		田澤 信二
72	ずいそう トンネルワインカーヴ		土屋 和生
73	ずいそう 国際化の課題		江崎 哲郎
74	CMI 報告 防水工に関する研究		横澤圭一郎・鈴木 健之
78	部会報告 油圧ショベル応用機の運転資格と定期検査		
		製造業部会 マテリアルハンドリング WG	
82	新機種紹介	機関誌編集委員会	
84	統計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移		
		機関誌編集委員会	
85	行事一覧 (2011 年 2 月)		
88	編集後記		(石戸谷・岡本)

◇表紙写真説明◇

地下発電所空洞と周辺トンネル及び 地質情報 (不連続面) の 3 次元 CG 化

※不連続面の一部を円盤でモデル化

写真提供: 北海道電力(株)

大規模地下空洞の情報化施工においては、空洞周辺の

地質情報を精度良く把握することが重要となる。京極地下発電所の情報化施工においては、「3 次元地質情報・施工状況可視化システム」を導入し、空洞と地質情報の位置関係を空間的に可視化できるよう試みた。表紙の図は、同システムを用いて、地下発電所空洞と周辺作業トンネルおよび地質情報 (不連続面) の位置関係を 3 次元 CG で可視化した例。

2011 年 (平成 23 年) 4 月号 PR 目次

【ア】朝日音響(株)……………表紙 2
【カ】カヤバシステムマシナリー(株)……………後付 8

コスモ石油ルブリカンツ(株)……………後付 3
コベルコ建機(株)……………後付 1
【ク】大和機工(株)……………表紙 3
【ケ】(株)鶴見製作所……………後付 2

デンヨー(株)……………後付 7
【ハ】日立建機(株)……………表紙 4
【マ】マルマテクニカ(株)……………後付 5

三笠産業(株)……………後付 4
【ヘ】(株)三井三池製作所……………表紙 3
【ヤ】吉永機械(株)……………後付 6

平成 23 年度「建設施工と建設機械シンポジウム」 論文・ポスターセッション発表募集のご案内

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

① ICT の利活用 ② 品質確保とコスト削減 ③ 環境保全、省エネルギー対策 ④ 安全対策 ⑤ 災害対応 ⑥ 維持・管理・補修
ぜひご参加ください。
会期：平成 23 年 11 月 30 日(水)
～ 12 月 1 日(木)
会場：機械振興会館

アブストラクト提出締切日：
平成 23 年 5 月 31 日(火)(事務局必着)
詳細問い合わせ先：
(社)日本建設機械化協会
シンポジウム実行委員会事務局 両角
TEL：03-3433-1501
FAX：03-3432-0289
<http://www.jcmanet.or.jp>

平成 23 年度 (社)日本建設機械化協会会長賞 ご案内

下記の通り、「(社)日本建設機械化協会会長賞」をご案内致します。

1. 表彰の目的

日本の建設事業における建設機械及び建設施工に関連する技術等に関して、調査、研究、技術開発、実用化等により、その高度化に顕著な功績をあげたと認められる業績を表彰し、もって国土の利用、開発及び保全並びに経

済及び産業の発展に寄与すること。

2. 表彰対象者

本協会の団体会員、支部団体会員、個人会員又は関係者のうち表彰目的に適う業績のあった団体、団体に属する個人およびその他の個人。

3. 表彰の種類

本賞(会長賞)、貢献賞および奨励賞

4. 選考

本協会が設置した「(社)日本建設機械

化協会会長賞選考委員会」で選考致します。

5. 表彰式

本協会通常総会(平成 23 年 5 月 25 日(水))終了後に行います。

詳細問い合わせ先：

(社)日本建設機械化協会 白鳥

TEL：03-3433-1501

FAX：03-3432-0289

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

平成 23 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 23 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 23 年 2 月上旬から、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

4 月 8 日終了

3. 試験日

学科試験：平成 23 年 6 月 19 日(日)

実地試験：平成 23 年 8 月下旬から 9

月中旬

※実地試験は、学科試験合格者のみ受検でき、日程は 8 月上旬に決定、通知します。

詳細問い合わせ先：

(社)日本建設機械化協会 試験部

TEL：03-3433-1575

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

2012 年開催「国際大ダム会議」出展募集のご案内

「国際大ダム会議第 80 回年次例会及び第 24 回大会」が 2012 年に開催されます。会議の一環として展示ブースが設置されることとなっており、当協会においても出展を行います。この展示ブースにパネル展示を希望される会員様を募集致します。

1. 募集内容

展示パネルサイズ(基本)：A1 縦長パネル
利用料(A1)：30,000 円/枚

申込期限：平成 23 年 8 月 1 日(月)

2. 展示概要

期間：平成 24 年 6 月 5 日～ 8 日

場所：国立京都国際会館

展示ブース(1 ブース)の大きさ：

3.0 × 3.0 × 2.5 m (幅 × 奥行き × 高さ)

詳細問い合わせ先：

(社)日本建設機械化協会 白鳥

TEL：03-3433-1501

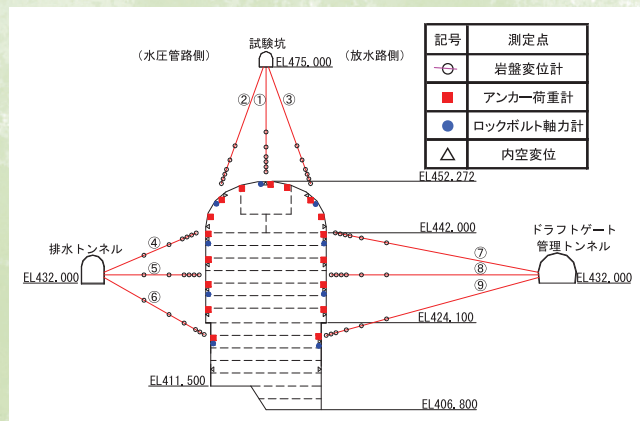
FAX：03-3432-0289

e-mail：shiratori@jcmanet.or.jp

京極発電所地下空洞掘削における情報化施工

情報化施工計画

空洞内に設置した計測機器（左図：本文中図—3）の計測結果を基にシミュレーションを行い、掘削完了時まで計測管理を実施。シミュレーションでは地質モデルの変更（右図：本文中図—5）を行い、岩盤挙動の再現を図った。

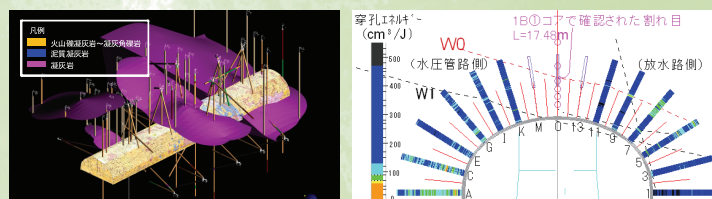


	地 質 モ デ ル	解 析 用 物 性 値
当 初 設 計		岩盤物性値(変形係数, 粘着力, 内部摩擦角) Tb2-CH' : 10.8GPa 1.6MPa 50.5° Tf-CH' : 7.9GPa 1.1MPa 40.0°
		初期応力状態 側圧係数 : $K=1.73$ 主応力の傾き : $\alpha=3.3^\circ$
事 後 解 析		岩盤物性値(変形係数, 粘着力, 内部摩擦角) ※1 Tb2-CH' (上限) : 14.8GPa 2.4MPa 55.3° ※1 Tf-CH' (上限) : 9.8GPa 1.5MPa 41.1° Tf-CH' : 7.9GPa 1.1MPa 40.0° ※2 Tb2-CM : 2.9GPa 0.8MPa 40.0° (※1 岩盤試験結果の中から上限値を採用) (※2 設計提案値の中から下限値を採用)
		初期応力状態 側圧係数 : $K=1.73$ 主応力の傾き : $\alpha=3.3^\circ$

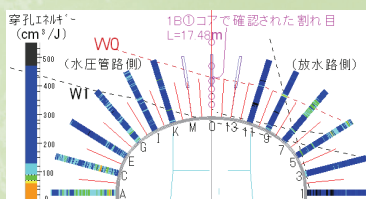
情報通信技術 (ICT) を活用した情報化施工

3次元地質構造・施工状況可視化システム

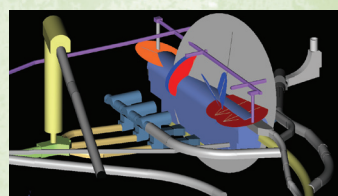
地質情報を3次元CGで可視化し空間的に把握できるようにしたことで、掘削進捗に合わせた計測結果の分析・評価など、岩盤挙動の理解を促し、工事関係者間で地質構造に関する明確な共通認識を確立すること、および合理的な対策方法の立案を効率的に行うことが可能となった。



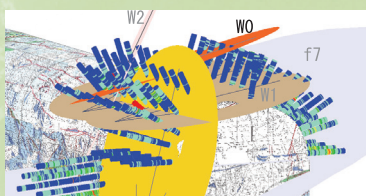
↑アーチ部岩種状況
(本文中図—7)



↑穿孔検層結果 (本文中図—9)



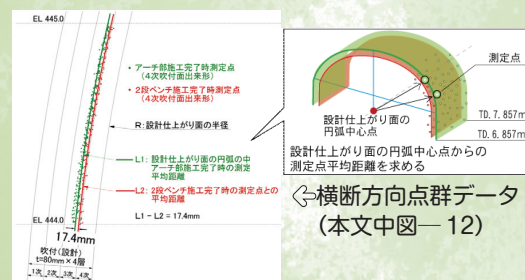
↑地下発電所空洞と周辺トンネル及び地質情報(不連続面)の3次元CG化 ※空洞掘削時の壁面観察に基づきモデル化した不連続面の一部を円盤で表示 (本文中図—8)



↑穿孔検層結果
(空洞縦断方向: 本文中図—10)

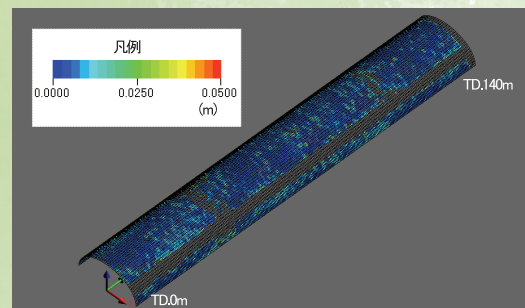
3次元レーザースキャナを利用した空洞変状分析システム

大規模地下空洞の施工における岩盤の安定性、支保の健全性を確認するため、3次元レーザースキャナを利用し、定期的に空洞形状を計測することにより空洞壁面の変位や変形モードを連続面的に確認することが可能なシステムを考案した。

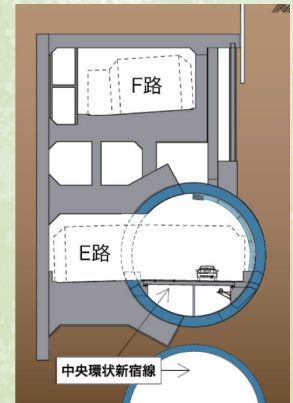
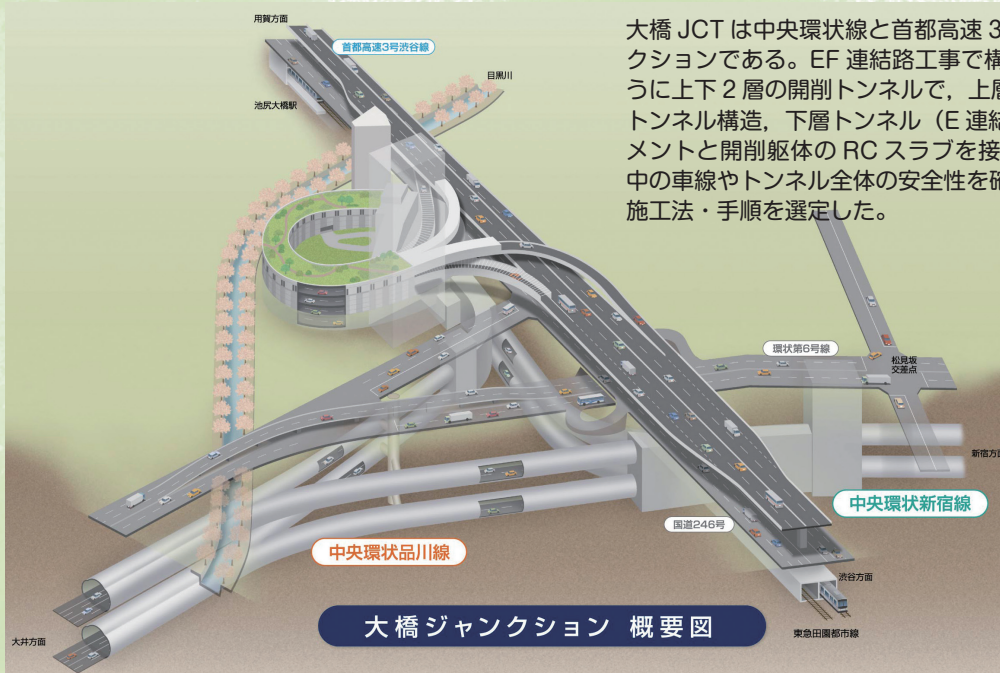


⇨横断方向点群データ
(本文中図—12)

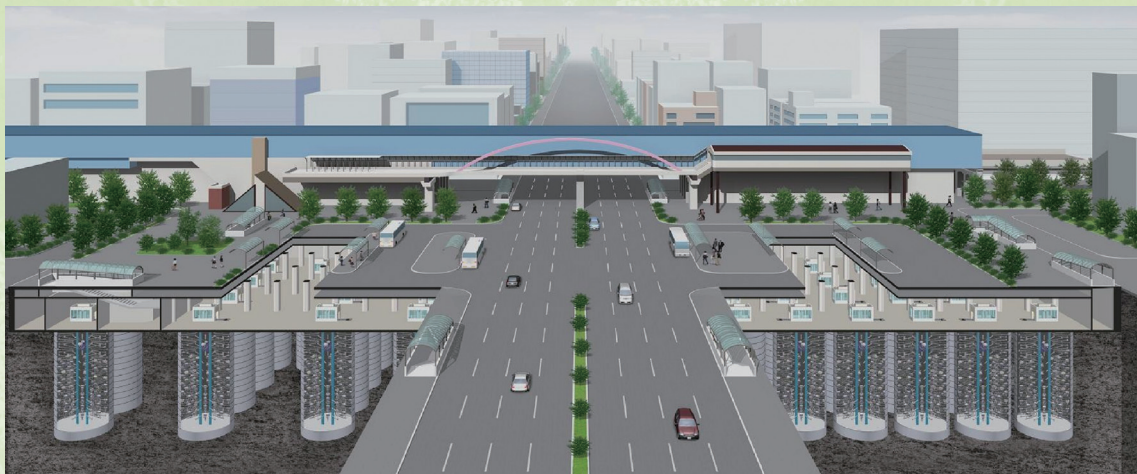
⇩変位差分分布図 (本文中図—13)



首都高速道路 大橋 JCT EF 連結路工事

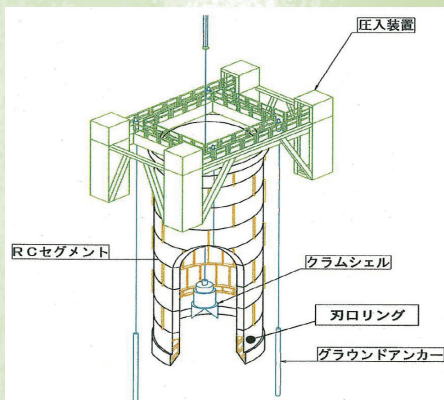


葛西駅前 機械式地下立体駐輪場

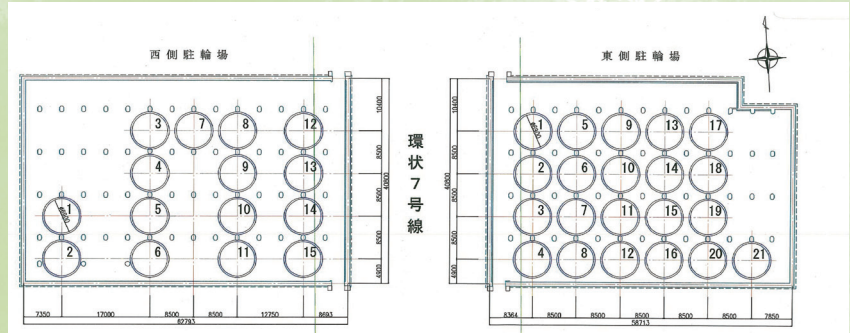


⇩全体外観図

平面図⇨



⇩アーバンリング構成図



機械式地下駐輪場 (サイクルツリー) は高い収容能力を持ち、安全で利便性に優れた駐輪場で、駅近隣の狭隘なスペースを有効に活用できる。葛西駅前地下駐輪場は短い工期と高い止水性、耐震性能を有するアーバンリング工法により実現した。アーバンリング工法は、工場で製作されたアーバンリングピースを円形に組立て、鉛直方向に積み重ねたリング内部を主にクラムシェル等のバケット系掘削機を用いて掘削し、グラウンドアンカーを反力に所定の地盤に沈設させる工法である。

巻頭言

地下空間利用の目的

今 田 徹



地下空間は太古の時代から人間が利用してきた空間であり、洞窟などの自然に出来たものも構造物と考えれば人類が利用した最も古い構造物の一つである。しかし、19世紀の後半に至るまで地下空間の利用は、寺院、墳墓などの宗教目的、あるいは、一部地域の特殊な例を除けば、限られたものであった。これは、地下空間を利用する技術が乏しく、地下利用が困難であったこと、また、地下空間を利用する必要性が小さく、得られる便益も小さかったことによるものであると考えることが出来よう。

しかし、産業革命以降の近代社会では、活発な地域間の交流が不可欠の条件となり、運河、鉄道などの交通基盤の建設が社会の発展の重要な基礎となった。交通基盤の建設の過程で地形的な障害を克服する必要があるから、トンネル技術が著しく発展した。この発展は、当時急速に進んだ科学技術に支えられたものであり、必要性和それを裏付ける技術の発展があって可能になったことである。

第二次世界大戦後の世界は、経済の規模が拡大し、それに伴い世界の各地で著しい都市化が生じる。その流れは現在にもおよび、国連によると2009年には都市人口が全人口の50%を超えたということである。都市には、安全な水、安定なエネルギー、十分な防災対策、効率的な移動の手段、快適な環境が備えられなければならない。これらは社会基盤によって支えられる。しかし、都市化は新しい問題を提起した。都市基盤の整備が常に追いつかず、過密、都市機能の低下、環境の悪化、さらに、価値観の多様化あるいはある種のエゴイズムから、都市整備に対する住民合意を得る事が難しくなった。このため、都市基盤を設けるための空間が得られない状況が顕在化することになった。大部分の人が都市に住む時代を迎えて、今後の社会において都市の果たす役割は極めて大きく、都市問題の

解決は重要な課題である。また、近年の課題として気候変動が取りあげられるようになった。都市は温暖化ガスの主要な排出源であると同時に適切な計画によりエネルギーの利用効率を高め、課題の解決に寄与する可能性を有している。

都市はその機能と人々の生活の場としての快適な環境を確保するため、適切な密度を保つ必要がある。都市における空間は立体的に利用することが不可欠である。従来、都市の地下空間の利用は、費用と得られる効果が重視され、限られた利用に留まっていた。あるいは、用地が得られないために仕方なく地下に設けるというような取り組み方が見られた。現実的にはこのような傾向は避けられないものではあるが、地下は一度利用すると簡単には改変することの出来ない空間であり、その利用は慎重でなければならない。なぜ地下を利用するのかを常に考えなければならない。このためには、都市の空間的な計画を策定し、計画の整合性を問いながら進めることが必要である。必要であれば、費用を度外視しても地下に設けるのが望ましいこともある。地下利用がテーマなのではなくどのような都市にしていかがが問題なのである。

地下を利用する技術は著しく進歩し、通常の条件、規模であればどのような所にでも地下施設を建設することが出来るようになってきている。従って、地下空間の利用における建設技術的なハードルは低い。どのように利用するかが課題である。地下空間の利用の仕方によって都市はその顔つき、品格が異なってくることになるであろう。将来の人々のよりよい持続可能な生活の場を造るため、地下空間が有効に、間違いなく利用されるよう、ソフト、ハードの努力が必要である。

——— こんだ とおる (社)日本建設機械化協会 施工技術総合研究所 顧問／
財国土技術研究センター／東京都立大学 名誉教授 ———

国土地盤情報検索サイト“KuniJiban”の構築と地盤情報の利活用

倉 橋 稔 幸・佐々木 靖 人・稲 崎 富 士

地盤情報は、地形情報等と同様に国土の利用、開発および保全に資する重要な基本情報であり、極めて公共性が高いものであると考えられ、広く提供されることは国民にとって非常に有益である。そこで国土地盤情報検索サイト“KuniJiban”は、国土交通省の全ての地方整備局と北海道開発局、および内閣府沖縄総合事務局の直轄事業で得られた約7万6千件のボーリング柱状図と2万5千件の土質試験結果一覧等の地盤情報を集約し、インターネットを用いて国内で初めて全国規模の地盤情報の配信を実現した。本サイトは、公共事業のほか新たな二次利用を期待し、法令や条例、公序良俗に反しない限り自由な利活用を認めているほか、高度な利用に資するようにXML書式で提供していることに特徴がある。

キーワード：ボーリング柱状図、土質試験結果、国土地盤情報検索サイト、国土管理地盤情報

1. はじめに

地盤情報は、地形情報等と同様に国土の利用、開発および保全に資する重要な基本情報であり、極めて公共性が高いものであると考えられ、広く提供されることは国民にとって非常に有益である¹⁾。

国土交通省はCALS/ECアクションプログラム2005²⁾や地理空間情報活用推進基本法（平成19年法律第63号）に基づく地理空間情報活用推進基本計画³⁾を策定した。また、平成19年3月には「地盤情報の集積および利活用に関する検討会」（委員長：小長井一男教授）からの提言¹⁾を受け、地盤情報の公開を推し進めてきた。

それらを受けて、土木研究所は平成18年度から22年度にかけて文部科学省の科学技術振興調整費「統合化地下構造データベースの構築」⁴⁾の競争的資金を活用しデータベースを構築するなどして施策を支援し、国土交通省および港湾空港技術研究所とともに、平成20年3月28日から国土地盤情報検索サイト“KuniJiban”（www.kunijiban.pwri.go.jp）（以下、kuniJibanと略す）を開設した。KuniJibanでは、これまでに国土交通省の全ての地方整備局と北海道開発局、および内閣府沖縄総合事務局管内の直轄工事で得られた約7万6千件のボーリング柱状図と、2万5千件の土質試験結果一覧表の地盤情報を公開してきた。本サイトは国内で初めてインターネットで全国規模の地盤情報の配信を実現した。本サイトは、公共事業の

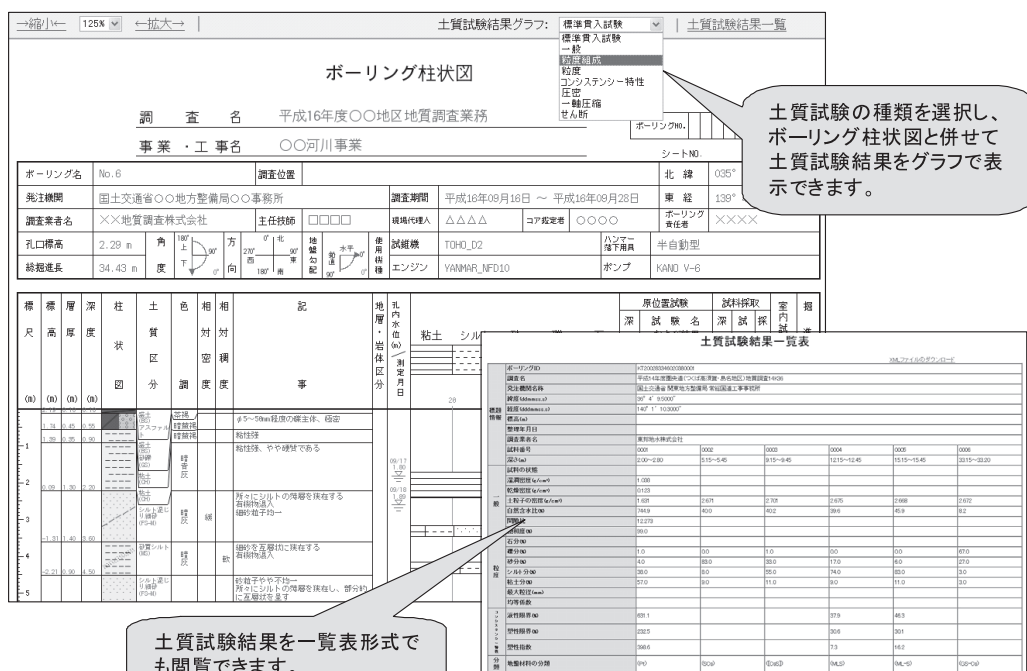
ほか新たな二次利用を期待し、法令や条例、公序良俗に反しない限り地盤情報の自由な利活用を認め、高度な利用に資するように地盤情報をXML書式で提供していることに特徴がある。本報告では、KuniJibanによる地盤情報の集積と提供への取り組みについて紹介する。

2. 国土地盤情報検索サイト“KuniJiban”

(1) 電子国土を利用した地盤情報閲覧と検索

図—1にKuniJibanの地盤情報閲覧画面を示す。KuniJibanでは国土地理院の提供する電子国土の背景地図に地盤情報を世界測地系（JGD2000）の緯度経度で重ね合わせた地理空間情報として配信している。「電子国土」とは、数値化された国土に関する様々な地盤情報を位置情報に基づいて統合し、コンピュータ上で再現するサイバー国土である⁵⁾。

ボーリング柱状図を閲覧するには、画面右列に示す任意の表示レイヤーを選択すると、ボーリング位置が地図上に丸印（●）で表示され、その位置にマウスのカーソルを置くと、ボーリングの諸元が記載された画面がポップアップし、閲覧できる。さらに、表示されたURLをクリックすると、ボーリング柱状図、土質試験結果一覧表のほか、それらのファイルの記載を直接にXML書式で閲覧することができる。また、これらの情報は緯度経度の範囲やキーワードから検索することもでき、無償で地図上や検索結果から最大100件



図一 KuniJiban の電子国土を利用した地盤情報の閲覧画面

まで一括でファイルをダウンロードすることも可能である（図一2）。

(2) 高度利用可能な XML 書式

提供されている地盤情報は、高度な利用に資するように「地質・土質調査成果電子納品要領（案）」（平成16年6月版）⁶⁾に定められたXML書式で記述されている。記載されている情報項目は、法令や判例、利用者の便益等を踏まえ、土質岩種区分や観察記事等のコア情報のみならず、事業・工事名や調査会社名、技術

者名等の標題情報のほとんどの項目に及ぶ（表一1）。ただし、電話番号、調査位置住所、テクリスコード等の項目については空欄とし提供していない。また、電子納品以前のデータについては、一部の項目を不明もしくは空欄として提供している。

一方、土質試験結果一覧表については、約2万5千件が電子納品要領に定められた土質試験結果一覧表のXML書式に変換され、表一2に示すように全ての項目が提供されている。

しかし、XMLファイルはテキストで記述されてい

検索条件

必要な項目のみ入力してください。ボーリング柱状図を検索します。
入力された項目で and 検索します。

土質試験結果を検索したい方は――→

土質試験結果検索

ボーリングID					
調査名・事業名 (スペース区切りで複数入力できます)		土木研究所			
標囲名称					
掘削完了年月日		年 月 日～ 年 月 日			
総掘進長		m～ m		孔口標高	m～ m
範囲	左上端	緯度	度 分 秒	経度	度 分 秒
	右下端	緯度	度 分 秒	経度	度 分 秒

検索 クリア

検索結果

2件あります

ボーリングIDリンクは XML	事業 名	調査名	権限名称	緯度 (ddmmss.s)	経度 (dddmmss.s)	掘進長 (m)	孔口標高 (m)	柱状図 表示	土質試験 結果
HR1584857820200668		土木研究所新潟地すべり研 究所敷地地盤調査	国土交通省新潟 宮崎事務所	37° 1' 0.1910"	138° 14' 17.5980"	12.00	109.00	柱状図	-
HR1584857820200669		土木研究所新潟地すべり研 究所敷地地盤調査	国土交通省新潟 宮崎事務所	37° 0' 59.4310"	138° 14' 17.9780"	5.00	109.00	柱状図	-

1 / 1 ページ

表示柱状図を一括ダウンロード(最大100件まで)

図一2 地盤情報の検索画面

表—1 提供する地盤情報の種類と項目

種類	項目		主な提供項目	備考
ボーリング柱状図	柱状図	標題情報	事業工事名、調査名、調査目的、調査対象、ボーリング名、緯度・経度、発注機関名称、調査会社名称、主任技師等の技術者名、孔口標高等	・調査位置住所、テクリスコード、電話番号を空欄とする。
		コア情報	土質岩種区分、色調、観察記事、標準貫入試験等の原位置試験結果等	・全て提供する。
土質試験結果	土質試験結果一覧		地点名、緯度・経度、試料番号、採取深度、試験結果等	・全て提供する。

表一 2 土質試験結果一覧表の提供項目

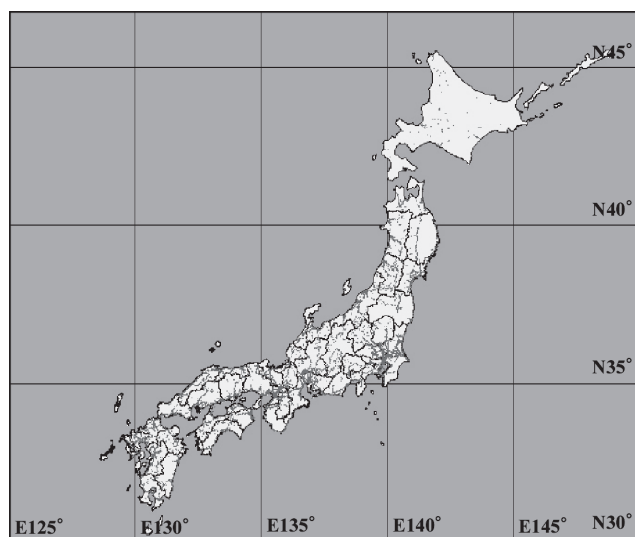
種類	閲覧可能項目
標題情報	ボーリング ID, 調査名, 発注機関名称, 緯度, 経度, 試料標高, 整理年月日, 整理年月日, 調査会社名, 試料番号, 試料深度
一般	試料の状態, 湿潤密度, 乾燥密度, 土粒子の密度, 自然含水比, 間隙比, 飽和度
粒度	石分, 礫分, 砂分, シルト分, 粘土分, 最大粒径, 均等係数
コンシステンシー	液性限界, 塑性限界, 塑性指数
分類	地盤材料の分類
圧密	圧縮指数, 圧密降伏応力, 体積圧縮係数, 圧密係数, 圧力範囲
一軸圧縮	一軸圧縮強さ, 破壊ひずみ
せん断	せん断条件, 強さ (全応力), 抵抗角 (全応力), 強さ (有効応力), 抵抗角 (有効応力)
締固め	締固め試験方法, 最大乾燥密度, 最適含水比
CBR	CBR 試験方法, 突固め回数, 膨張比, 貫入試験後含水比, 平均 CBR, 締固め度, 修正 CBR
その他	
コメント	

るため、容易に改変させることが可能である。そこで、土木研究所では公開している全ての XML ファイルに電子署名をおこない控え置き、原本性の確保に努めている。今後は、利用者が電子署名により改変の有無を容易に判定できるようにするためのサービスの方策が課題である。

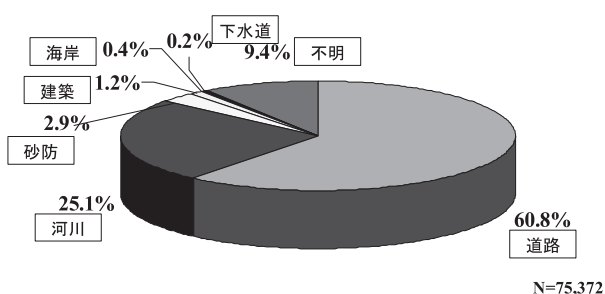
3. 地盤情報の集約

(1) 国土交通省内のデータベースからの集約

先にも述べたように KuniJiban では、7 万 6 千件のボーリング柱状図と 2 万 5 千件の土質試験結果一覧表を提供している。このうち、7 万 5 千件余りのボーリング柱状図と土質試験結果は、国土交通省の「技術文献・地質情報提供システム (TRABIS)」(以下、TRABIS と略す) から引き出され KuniJiban へ集約されている (図—3, 4)。TRABIS は、CALS/EC への取り組みの一環として、河川や道路事業等において得られた地盤情報が 1986 年から電子化され、これまでに約 11 万件の地盤情報が集積され、地方整備局内のイントラネットを介し、調査・設計・工事等の社会資本整備や防災事業へ利用されてきた。そのうち、7 万



図一3 公開されている国土交通省の地盤情報の分布

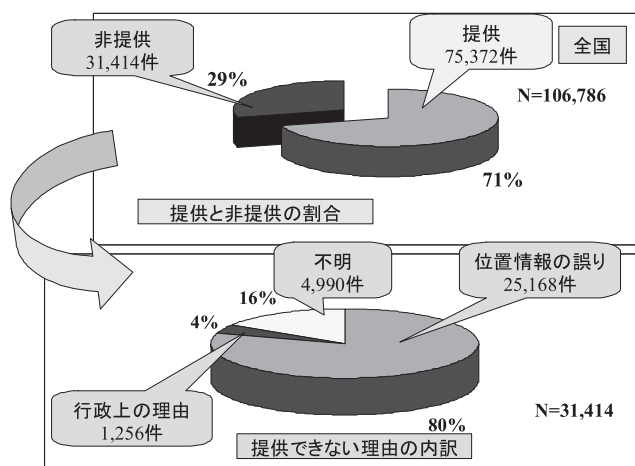


図一4 公開されているボーリング調査の目的別の内訳

5 千件余りが公開されているが、残りの約 3 万件のボーリング柱状図は一譲歩の誤りや行政上の理由等により公開されていない。そのうち、約 8 割が測地系や緯度経度等の位置情報の誤りを原因としている (図—5)。現状では一部の地盤情報には位置精度を欠くなどの品質に関する問題が内在していると言わざるを得ない。そこで、「電子納品運用ガイドライン (案)【地質・土質調査編】」⁷⁾ に反映させ、これらから事業者への新たに納品される地盤情報については品質確認を義務づけられており、地盤情報の品質確保に努めている。また、過去の誤っている地盤情報については、継続的かつ効率的に地盤情報を修正や更新する仕組みを構築している。

この他にも、国土交通省では、1984 年から全国の空港および港湾事業 (ただし、漁港および地方空港を除く) における約 3 万件の地盤情報が、「港湾版土質データベース」に集積され、直轄事業に利用されてきた。

今後、港湾局及び港湾空港技術研究所と連携し、港湾版土質データベースの地盤情報についても KuniJiban に集約するなどして、当面は総計約 14 万件の地盤情報の提供を目指している。



図一5 公開されていない地盤情報の占める割合と、その理由の内訳

(2) 紙面の地盤情報の電子化

一方で、国土交通省には TRABIS 等のデータベースに入力されていない、紙面やマイクロフィルムの状態で保管された地盤情報も多数存在する。電子化されていない紙面の報告書も電子化されたものと同程度残されていると推定される。そこで河川局や土木研究所では全国の地方整備局出先事務所等から地盤調査資料を借り受け、ボーリング柱状図や土質試験結果を XML 書式に数値化した。今後も継続的な取り組みが望まれる。

(3) 地盤情報の面的集約

さらにこれら地盤情報を面的に集積することにより、いっそうの地盤調査の精度向上や効率化が期待できる。地盤調査によって得られる地盤情報は点や線の情報であるため、地盤情報が広く集積され、面的なデータとして継続的に提供されることにより地盤調査の精度向上や効率化を図ることができる。

しかしながら、KuniJibanの地盤情報は直轄の河川や道路等の線形構造物に位置し、その分布は偏っている(図-3)。偏りを解消し面的にカバーするには地方自治体等の外部機関との連携が欠かせない。例えば土木研究所は、防災科学技術研究所をはじめとした研究参画機関と、文部科学省の科学技術振興調整費「統合化地下構造データベースの構築」を通して地盤情報を共有し、データベースの連携を進めている。土木研究所は、ボーリング柱状図と土質試験結果一覧表を防災科学技術研究所のポータルサイト Geo-station へ提供し、他機関のボーリング位置や地質図等の地盤情報と重ね合わせて閲覧できる⁴⁾。

今後、KuniJibanでも外部機関との連携を促進し、面的にデータの集約をおこなう予定である。

4. 地盤情報の利活用

ボーリング柱状図や土質試験結果等の地盤情報は国土を形成する基本的な情報の一つであり、国土の利用、開発および保全に資する重要な基本情報である。KuniJibanの開設により、これまではある特定のプロジェクトだけに利用されていた地盤情報が公開され広く流通するようになった。地盤情報の用途として、国土利用計画、国土管理、今後老朽化する土木施設のアセットマネジメント、類似工事、類似事例の参考資料、周辺地域の開発、土地利用の参考資料、地盤環境や防災のための基礎資料、学術研究や地域教育のための資料などの用途が挙げられるが、それは公共事業だけでなく、民間の建築や不動産等にも役立ち、日本全体の社会資本整備の効率化につながる。そこで様々な分野での二次利用を期待し、KuniJibanでは地盤情報に著作権等を設けず、法令や条例、公序良俗に反しない限り、自由な利活用を認めている。

ただし、様々な分野で地盤情報を利用するには、調査の種類・質が十分に満たされていなければならない。しかしながら、当該事業(地すべりの調査、橋梁基礎

の調査等)で必要とされる情報の種類・質と、第三者が利活用する場合に必要な情報の種類・質は異なっており、両者のニーズが必ずしも一致する訳ではない。今後、様々な用途で利活用を促進させるには、どのような種類・質のデータを取得すべきであるかを提案することが必要である。その中でも特に国や地方自治体等により公的に取得された地盤情報は、定められた手法や手順で取得されており、精度も高いことから、「国土管理地盤情報」として継続的に整備されることが望まれる⁸⁾。

J C M A

【参考文献】

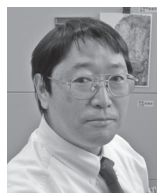
- 1) 地盤情報の集積および利活用に関する検討会(国土交通省):地盤情報の高度な利活用に向けて 提言 ~集積と提供のあり方~, http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha07/13/130302_.html, 平成19年3月.
- 2) 国土交通省:国土交通省 CALS/EC アクションプログラム 2005, http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha06/13/130315_.html, 平成18年3月.
- 3) 国土交通省:地理空間情報活用推進基本計画, http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha08/02/020414_.html, 平成20年4月.
- 4) 防災科学技術研究所:科学技術振興調整費【重要課題等解決型研究】「統合化地下構造データベースの構築」, <http://www.chika-db.bosai.go.jp/>, 平成18年9月.
- 5) 電子国土事務局:電子国土ポータル, http://portal.cyberjapan.jp/index.html/jp/kisha/kisha06/13/130315_.html, 平成18年3月.
- 6) 国土交通省監修:地質・土質調査成果電子納品要領(案) 平成16年6月版, http://www.cals-ed.go.jp/index_denshi2.htm, 平成16年6月.
- 7) 国土交通省大臣官房技術調査課:電子納品運用ガイドライン(案)【地質・土質調査編】, http://www.cals-ed.go.jp/calsec/rule/guide_bor2.pdf, 平成22年8月.
- 8) 佐々木靖人, 浅井健一, 倉橋稔幸, 品川俊介:国土管理地盤情報の構築と地質リスクマネジメント, 土木技術資料, Vol.53, No.1, pp.40-43, 平成23年1月.

【筆者紹介】

倉橋 稔幸(くらはし としゆき)
(独)土木研究所
材料地盤研究グループ地質チーム
主任研究員



佐々木 靖人(ささき やすひと)
(独)土木研究所
材料地盤研究グループ地質チーム
上席研究員



稲崎 富士(いなざき とみお)
(独)土木研究所
技術推進本部
特命上席研究員(物理探査担当)



地下利用の将来展望

小 島 圭 二

地下利用には、ここで述べるエネルギー関連施設では、利用構想を展望し、実現させるには、さまざまなボトルネックがある。ここでは、今までに取り組んだ、地下のエネルギー施設構想の実現への経緯、この間の技術の進展と社会のニーズの変化を述べる。次に、使いやすい地下、社会に認知される地下を目指す、建設技術と操業技術をリンクさせた、技術のシステム展開の必要性和それに到達するいくつかのボトルネックに言及する。

キーワード：地下利用、エネルギー施設、実証試験、建設と操業技術、将来展望

1. はじめに

どうすれば、地下施設構想が動くか……エネルギー関連の施設で考える。

日本が得意とし、世界でも認められている地下利用には、地下街・地下鉄で代表される、都市の生活に密着した地下施設がある。エネルギー関連では都市地下の変電所や地域冷暖房のコジェネレーション施設なども実績をあげている。山間部では、地下発電所も市民が納得する地下施設である。しかし同じ公共・公益施設でも、キーワードが、深部、長期、危険物、放射性物質などといった新しい分野で地下を利用しようとすると、市民の不安がつる。鉱山の事故を連想する人も多い。そしてこれらの構想は必ずしも順調には動いていない。地下利用展開のボトルネック、かつては、地下の利点の理解と技術的難関の克服とが、地下利用構想の実現の合意を得るための要であるとの認識から、これらを実証する実証試験を、国家プロジェクトとして先行させ、技術の高度化を計るとともに、実現へ向けたコミュニケーションのツールとしてきた。しかし後述する国家プロジェクトの事例でも、実現した構想は、国家石油・石油ガスの地下備蓄のみであり、地層処分、CCS (CO₂ Capture and Storage) は実証へ向けての努力が積み重ねられている段階である。そしてこの間にも、各分野での地下の利用は地道に進展し、それにとまって、従来の技術的な思い込みとは違う視点からも、いくつかのボトルネックがあることも見えてきた。「地下利用のアイデア」だけでは、プロジェクトが動かなくなった。地下の環境貢献では、

環境負荷除去の実績が市民にも浸透し、地域によっては、市民からも要望が出る都市道路の地下化や、今はやりのパッケージ型インフラの国際的な受注を目指す、例えば水ビジネスに見る技術至上主義の反省から、操業技術と連動したシステム技術への、グローバル化に対応する戦略転換もある。地下利用に関しても克服すべきボトルネックは多い。

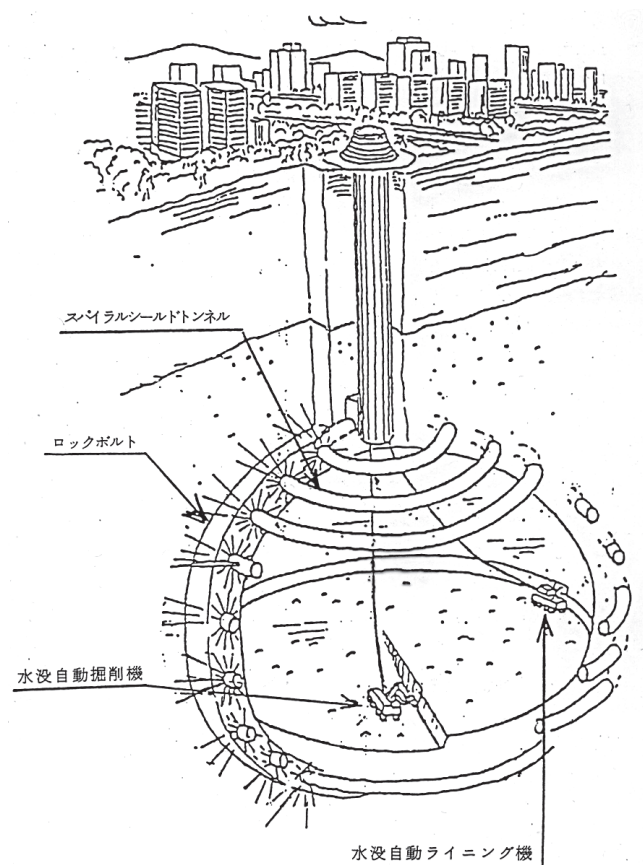
エネルギー関連施設の地下利用の将来を展望するに当たっては、急速に進歩する地下利用の技術、浅部から深部へと低圧から高圧への利用のニーズ、そして社会情勢の変化を意識しながら、新たなボトルネックを通過する方策が必要である。

2. 地下のエネルギー施設構想のトレンド

浅部から深部へ、低圧から高圧流体の貯蔵へ、そして空洞掘削から削孔へ、地下利用の将来展望を目指したエネルギー関連施設に関する国家プロジェクトの推移を振り返って見る。動くまでが大変、使いやすさをみせるのが大変な地下施設である。

(1) GEODOME

都市地下の分散型エネルギー施設に対応した、小回りの利く空洞の構築。地表施設と競合できる、同程度の容量の大きめの空間。そして軟弱な地盤でも構築できる、図1に示すような急曲率 TBM によるスパイラルトンネルと FRB (繊維強化プラスチックボルト) による外郭の支保、泥水中での無人の掘削および内壁の支保による空洞構築技術が売り物であった。1994



図—1 ジオドーム構想の概念図(外郭のスパイラル支保と泥水中の無人掘削)

年から実証試験を実施，1998年までかけて要素技術の実証はできたが，予算と工期の関係から，図に示すシステム全体の実証には至らなかった。これが，人が納得し，コマーシャル段階の地下利用実現の足を引っ張った要因の一つと思われる。我が国の実証試験では，往々に制度上ライフサイクルコスト的な操業実証ができない点にも，地下利用の展開のボトルネックがある。用途を特定しない多目的／汎用の地下空洞は，構想がよくても，次の段階／商用の実証へ進まない我が国の風土がある。

(2) 地下石油・液化石油ガス貯蔵

1970年代，当時のオイルショックに端を発する石油の国家備蓄は，IEA（国際エネルギー機関）による各国への石油備蓄の義務付けも加わって，急務であった。国家地下石油備蓄もこの一環として計画された。石油という可燃性の流体を，大きな地下の岩盤タンクに常圧～中圧で貯蔵・備蓄するという経験，中でも石油を水で閉じ込める水封技術は，我が国では皆無であった。このような背景から，実証試験が計画され，一挙に要素技術から操業までの要素技術と操業技術も加えた全体システムの実証が実施された。操業過程も含めて10年にわたる実証ができたのは，国が関与する，い

くつもの地下利用構想の中でこれだけである。オイルショックという社会情勢が後押ししたまれなケースと言えよう。その後のより高圧（800 kPa 程度）のLPGの国家地下備蓄に関しては，他の地下利用構想と同様，LPGの要素技術の実証にとどまったが，石油備蓄の実績があることから，実現を容易にした。立地決定を経て現在建設中である。また長期の操業段階までの実証は，石油という可燃性の危険物を足元の地下に貯蔵する，地元の地権者の安心感の醸成に大きく寄与した。地下石油タンクの建設は，備蓄量を確保することが急務だった。このため，当時の状況を考慮すると，やむをえないことであるが，設計は，ほとんど石油の出し入れをしない“塩漬け型備蓄”を前提として，岩盤タンクを大きくすることで，建設コストのスケールメリットを狙った。このため製品を頻繁に出し入れする操業型備蓄には向いていないし，緊急時放出も地表の鋼製タンクなど他の形式のタンクが優先で，放出の最後の砦となっている。しかしセキュリティや災害などに関しては，地表タンクよりはるかに頑健であるということは，世界でも共通の認識である。今後の構想では，世界の石油類の需要が重質油から軽質油へ，また天然ガスの貯蔵／備蓄への機運が高まっている昨今，塩漬け型備蓄から操業型備蓄へ向けて，また地下と地表タンクをリンクさせたシステム操業によって付加価値を上げることなどが期待される。

(3) CAES → CGES → ANGAS

CAES（Compressed Air Energy Storage System：圧縮空気貯蔵発電システム）に関しては，ドイツのフントルフ，アメリカのマッキントッシュでの岩塩空洞を利用した商用施設の実績はあるが，岩盤空洞の利用では，先駆的な高圧空気の貯蔵・流通・コジェネレーション施設，中・小規模の分散型蓄電施設の構想であった。短期間ではあったが，一応操業段階までの実証試験はできた。しかし，要素技術の実証試験では，実証で問題点を見出すことも重要な役割である。この実証試験では，ゴムライニングによる密閉性能の耐久性と長期安定性などに不安が残ったが，制度上（1）と同じく，実用段階で改良を重ね，長期操業の実証をするまでには至らなかった。同様に，CGES（Compressed Gas Energy Storage System）とANGAS（Advanced Natural Gas Storage System）は，小規模の岩盤タンクを，天然ガスのパイプライン流通システムに組み込んで，天然ガス需要のピークを緩和し，同時に建設・操業コストの低減とコジェネレーションによるエネルギーの有効利用を可能にする構想

である。CAES の経験から、高圧ガスの気密性を保つライニングを、ゴムからステンレスに替え、いわば茶筒を岩盤中に埋め込んだ、要素技術の実証はできたものの、社会のパイプラインによるエネルギー流通機運の低迷から、商用での安全操業、耐久性、維持管理コストなどを見せる、実用段階での実証には至らなかった。

(4) 地層処分

放射性廃棄物の地層処分、建設技術としては、長期間、地下深部に放射性廃棄物を隔離するための岩盤の掘削と埋め戻しの技術である。また建設しながら操業をする、鉱山技術でもある。我が国でも、これを実証するための本格的な URL (Underground Research Laboratory; 地下実験施設) が、岐阜県の瑞浪市と北海道の幌延町に建設中である。世界で地層処分の R & D が始まってから 30 年、我が国でも要素技術の R & D を原位置試験を含めて、延々と積み重ねてきた。この間、急速な技術の進展があり、社会のパラダイムも変わってきた。深部と長期、建設／操業から閉鎖／隔離へのオプション技術の検討と、システム技術の検証の時代へと、世界のすう勢は移りつつある。例えば、掘削技術もスミーズブラスティングによる発破工法から TBM (Tunnel Boring Machine) へ、そしてオプション技術、システム技術としては、ボアホール削孔／Bore Hole Repository (深部削孔による地層処分のオプション構想) などがある。アメリカでは、1980 年頃から、この構想は検討されていた。そして昨今、MIT STUDY, 2010 に見られるように、また復権への道を歩み始めた感がある。処分方法の一つに絞って、社会の合意をとりつけようとしたやり方の行き詰まりからの反省とも受け取れる²⁾。そして、社会の合意の切り札として、可逆性と再取り出し (R & R: Reversibility & Retrievability) の考慮が世界のトレンドになろうとしている。

(5) CCS

空洞掘削から削孔へ、そして PVT (圧力・体積・温度) 条件のコントロールが、地下利用の新しい技術に加わった。ボアホールから深部の地層への CO₂ の圧入・貯留も建設技術としては、新しい技術である。我が国の基準作りの常として、漏気などに関する詳細な技術基準が先行する。そして「技術的に可能」の実証が優先され、環境影響評価／漏気に関する安全の実証と何がシビアアクシデントとなり得るかの検討などが後手に回っている感がある。一方、コスト面に難が

ある、従来の CCS のオプションとして、例えば CCS / ENAA 自主研究 (2011) が動き出した。比較的浅い地盤中に、排ガスをマイクロバブルにして直接圧入する CO₂ の貯留である。浅所分散型の小規模・低コストの CCS を狙ったアイデアで、環境負荷の解決が期待される。

3. 使いやすい地下へ向けて…将来展望への道

社会に受け入れられる地下への Rethinking と実績作り。

(1) スケールメリット志向からの脱却

小型・分散型の施設へのトレンドがあちこちに見られるようになった。国家備蓄の LPG 地下タンクは、製品の“塩漬け備蓄”が前提であり、コストをスケールメリットで補う大型タンクが建設中である。これとは別に、昨今のトレンドを満たし、頻繁に出し入れできる操業型の貯蔵を目指すには、出し入れと保守管理のしやすさが重要になる。建設段階の、「大きいことはいいことだ」は、必ずしも操業段階ではメリットにはならない。今後の展望としては、建設コストはかかっても、操業のしやすい、ライフサイクルコストの適正を考慮した設計・施工が重要となろう。原子力発電も、従来の大型の発電所から、地域分散型の小型発電所の構想がアメリカで検討中である。日本でもこの構想のアイデアはあるが、プロジェクトの立ち上げには至っていない。

(2) 用途転換を見越した設計へ向けて：フィンランドの重油貯蔵から石炭貯蔵への転換

フィンランドのヘルシンキ近郊に高効率の石炭火力発電所がある。ここに重油の貯槽を転換した地下の石炭貯槽がある。転換にあたっては、割れ目に浸み込んだ重質油の除去に大変苦労したと聞く。裸岩の貯槽の意外な盲点である。コスト高にはなるが、社会情勢は変化するものであるから、用途転換を可能にするライニング空洞の検討もあろう。一方、用途転換ができなかったフランスのベルギーとの国境付近にあるショーズ地下原発の事例では、施設収納にきっちり合わせた間仕切りが、新しい施設に整合しなかった。管理施設内の地下浸出水の処理コストの問題もあったであろう。結局は廃炉になった。ワンルームの単純な空間が地下には適正であろうか。スウェーデンの、1980 年代の地層処分施設の一つのアイデアに、地下水を完全にシャットアウトする WP Cave という構想があった。これも、おそらくは複雑な構造が一因で、実用には至っ

ていない。地下のボトルネックがここにも見える。これらの事例から対策の道も見える。転換が難しい地下施設の欠点を補う、将来展望につながる、一つの道が見えてくる。

(3) 安全な性能の追求一辺倒から、使いやすさと保守点検の容易な施設設計へ向けて

技術者の性能至上主義からの脱却と、地下の安全基準の再検討が必要である。例えば、石油・ガスの地下貯蔵では、鋼製タンクの基準に引っ張られた、漏油・漏気の考え方や気密性能検査の再検討が、将来の保守点検が容易な、使いやすいタンクへの道を開くかもしれない。

(4) 地下の不確実性への対応

モニタリングと修復技術とコミュニケーション技術。建設段階で完璧な性能を満たすのは無理な、地下の不確実性 → 操業時のモニタリングと修復技術へ先送りの認識が重要。深部地下のモニタリング・修復の悩みの深部削孔技術への期待……世界が目を見張ったチリの鉱山での人命救出劇。R & R 技術への展望が開けた。

4. 地下利用に関する要素技術の展望

- ①ゆるみ域の解消に見る TBM の実力は、世界の地層処分の試験施設では、大きな関心事の一つとして、データの蓄積は多い（スイスの Grimsel / NAGRA、スウェーデンの Äspö / SKB など）。広い意味での発破から削孔への技術のトレンドの一つである。地層処分の坑道では少なくとも、掘削によるニアフィールドの地下水の流れや水質への影響を最小限にとどめる手法として、注目されている。
- ② NATM / グラウチングか、ライニング・デンタルワークかの判断は、弱層の施工／操業時の不確実性の解消へ向けての維持管理技術とのリンクが重要である。地下発電所や交通施設のトンネルでは、人が入っての保守点検作業が容易であるが、地下石油タンクのように開放点検が容易にできない空洞では、弱層や水みち処理に思う、ライニング・デンタルワークへの郷愁がある。
- ③地下の利用は水との戦いでもある。水封式地下石油タンクは、操業中の水のコントロールが操業の最重要ポイントである。国家石油地下備蓄基地の水封技術に見る、自然の涵養と人工涵養・グラウチング、割れ目系の水みちの制御、そして結局は天の恵み、

雨の影響予測が頼りになる。水封技術の奥は深い。

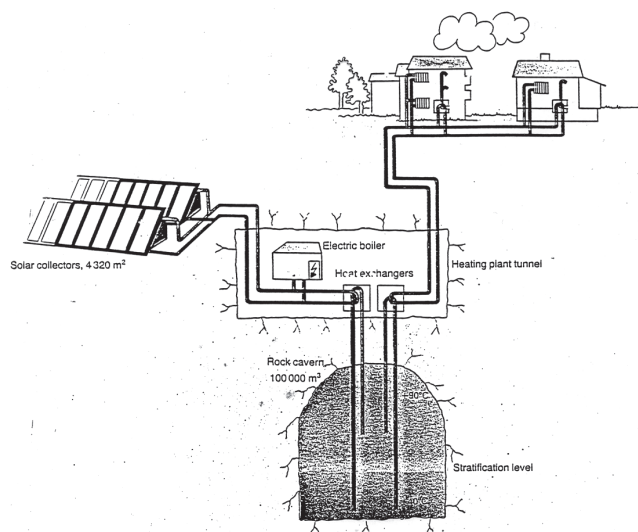
- ④削孔技術：掘るか、穴をあけるかの選択肢。脚光を浴びるか、高レベル放射性廃棄物の深部ボアホール処分、方向制御ボーリング、そして R & R にも、この削孔技術の進展に期待がかかっている。
- ⑤モニタリング技術：地下の可視化、広域・同時の経時変化の把握による地下の安全と安心の追求、干渉合成開口レーダー（INSAR）による CO₂ 圧入の地表環境影響の監視（CCS）、Micro-Seismicity による地下の岩盤の安定性の監視、無線地下通信システムによる地下の総合監視システム（原環センター）など、将来の地下利用に向けた研究開発は着々と進んでいる。
- ⑥操業技術・補修技術：操業・維持管理を見越したものの作り…水ビジネスに見られる施設建設と操業請負をパックにした、“パッケージ型インフラ”輸出に通じる、「使いやすい地下」の追求にも地下の研究開発の展望がある。

5. 地下利用に関する規制の転換への期待

- ①地表と地下の構造物の安全の考え方は、石油・ガスタンクでは、地表の鋼製タンクの基準からの脱却が必要と前述した。一般に、我が国の基準作りの欠点がここにも見える。地下備蓄に見る性能検査／完成検査の考え方は、漏気／気密試験における地表の鋼製タンクの基準の転用であり、これが建設・操業コスト高に跳ね返る。
- ②地下は、地表よりはるかに安いと考えられていたが、地下石油備蓄では、意外と高い操業コストであった。消防法に関する規制に、消防自動車と人員の常時在駐、サービストンネルの常時通気などがある。鋼板とは違う水封による漏気の考え方の隔たりがあった。
- ③“法ありき”に弱い、日本の風土：作ったことのないもの、使ったことがないものまで、詳細な基準作りに熱中、操業時に動きが取れなくなる現実がある。地下石油タンクの漏気への過度の心配、操業してみると、頭で考えたのとは大違いの現実がある。地層処分でも、研究開発が、ますます針の穴へ深入りしてみると、長期と深部の不確実性への不安が高まる。これが基準値をシビアにしようとする傾向につながっている感がある。操業してから、詳細な基準を作る風習を育てる必要がありそうである。
- ④技術者の性能至上主義／規制遵守から使いやすさの追求へのフレキシブルな発想の道を開く、制度の後押しも必要か。

6. 実証試験の検証と実現への長期展望

今、地層処分の URL, CCS の実用段階へ向けた実証が動き出した。しかし我が国の実証試験には、2章で述べた苦い経験がある。我が国でも、スマートグリッドのモデル地域での、実用化実証試験など、やっと操業段階、コマーシャルベースの実証が試みられるようになってきたが、まだその体質は、基本的には変わっ



図—2 雪が多く日照が短いスウェーデンでの太陽光発電と地下温水貯蔵システム (写真は、小島圭二撮影 (1988))

ていない。

①操業検証までの予算がつかない、国が支援するプロジェクト：本来の実用化への実証ができず、いまだに治っていない海外のキャッチアップ、海外の実績で信用する体質がある。実用化には至らなかった GEODOME, CAES, ANGAS と実証には至っていない地層処分の再冠水と再取り出しなどがある。

②将来の展望に期待した発想と実現の意気込みがない、国が支援するプロジェクトでも、企業もリスクを負わない、負えない将来のターゲットへの挑戦がある。スウェーデンのウプサラ郊外の Lyukebo にある、雪をかぶった、昼なお暗い太陽光発電パネルと地下温水タンク (図—2)、ここに学ぶものがある。30 年前の 1980 年代から砂漠の国の太陽光発電への進出を目指して、550 戸の新興住宅地へ温水を送る実用化の実証試験を着々と進めていたこの国の発想と、分散型のエネルギー施設の国内外利用を狙ったが、石油備蓄のように、時の (短期しか見ない) 社会の情勢が熟していなかった、どうしても実現へ向けて動かなかった GEODOME との違い。先を見た、このバイキングの国の気概、これを大事に育ててはいけな。これが無くては、長期の展望は無いか……。

JCMA

《参考文献》

- 1) 小島圭二 (2011) 地圏科学技術研究会：エンジニアリング振興協会講演スライド
- 2) The Future of the Nuclear Fuel Cycle - An Interdisciplinary MIT Study - Summary Report, 2010 (ISBN 978-0-9828008-1-2) など
- 3) Swedish Council for Building Research & Uppsala Power and Heating Company (UKAB) のパンフレットより

【筆者紹介】

小島 圭二 (こじま けいじ)
東京大学
名誉教授
地圏空間研究所
代表



最新の地下施設と将来展望

奥村 忠彦

わが国は諸外国に比べて土地代が高く、最近の社会動向が観光立国及び低炭素社会を目指し、景観・環境を重視することから、地下のメリットを活用した地下利用が増えている。地下利用のメリット・デメリットを示し、国民生活に身近な地下鉄道、地下高速道路、地下河川、地下漏水の環境改善への活用、地下街及び地下歩道の事例、都市内環境改善に有効な大深度地下物流システム構想等を紹介して、最新の地下利用及びその将来展望について論じる。

キーワード：CO₂ 排出削減、地下利用のメリット・デメリット、地下鉄道、東京メトロ副都心線、地下高速道路、首都高速中央環状線、地下河川、地下水、地下街、地下歩道、大深度地下物流システム

1. はじめに

わが国は諸外国に比べて土地代が高く、人口が密集し、地上には多くの施設が建設されて、今後、都市部において地上への新たな構造物の建設は困難な状況である。都市を再開発するか、地上に高架で建設するか、地下に建設するしか、新たな構造物の建設はできない。

観光立国を目指すわが国は、地上の景観の観点からも高架より地下の活用が望ましい。このような観点から、駅前に放置されていた自転車のために駅前の地下に駐輪場を建設して、駅前空間を快適にする地域が増えてきた。駅周辺の地下に歩道を建設して周辺のビルと結び、歩行者の快適性を改善する地域もある。

また、低炭素社会を目指すわが国では、恒温恒湿な地下の方が空調等の面でメリットがあり、この観点からも地下の活用が望まれる。わが国は、2030年にCO₂排出量を1990年比で30%削減する目標を掲げて、CO₂排出の少ない機械、プラント等の開発に真剣に取り組んでいる。しかし、技術開発のみでは限界があり、削減目標が達成できない場合を想定して、一時的にCO₂を地下800m以深に貯留するCCS(CO₂回収・貯留システム)が研究開発され、実証実験の段階まで来ている。

また、地球温暖化の影響もあり、わが国では集中豪雨が多発し、時間当たりの降雨量が著しく増大したため、都市部、地方での洪水被害が多くなってきた。このような洪水対策として、洪水を一時的に地下に貯留する施設が建設され、効果を發揮している。

都市部における移動を容易にするために地下鉄道、環境を改善しながら交通渋滞を緩和するために地下高速道路等の建設も進んで、地下利用によって国民の経済活動を活性化することに役立つのみならず、国民の生活環境を改善することに貢献している。

以上のような理由から、わが国では地下に多くの施設が建設されたり、地下利用が進んでいる。本文では、エネルギー関係の地下利用は除いて、わが国において国民生活に身近な最新の地下利用事例を紹介し、地下利用の将来展望について論じる。

2. 地下利用のメリットとデメリット

一般的な地下利用のメリットとデメリットは表—1に示すようである。

表—1 地下利用のメリット・デメリット

メリット	デメリット	対策
恒温・恒湿	暗い	太陽光導入等
保温効果	ジメジメしている	空調等
テロに効果	火災に弱い	防火対策等
大深度地下の公共利用	地上へのアクセス	高速エレベータ等
地上の土地代が高い (土地の有効利用)	建設費が高い	コストダウン工法等

(1) 地下利用のメリット

歴史的に見ても、トルコのカップパドキア等の地下住居¹⁾は、地下が恒温恒湿であることを利用して住居としていた。最近では、コンピューターのバックアッ

プ機能であるデータセンターを既存の地下空洞跡地等に誘致する検討も行われている。恒温の地下水を活用することによって、地上の建築に比べて空調が安くなる利点もある。

地下岩盤が強い点も活用して、スウェーデン等では地下の花崗岩を掘削して原油等を安価に貯蔵することに利用している。わが国も、この技術を導入して、地下岩盤の強度が強い花崗岩の存在する地域で、原油の地下岩盤備蓄を行っている。現在、同様にLPGの地下岩盤備蓄施設も建設中である。

ミサイル、爆弾も地下深くまでは到達しないので、地下はテロに強い。ヨーロッパでは、この点を活用して、大規模なエネルギーの地上貯蔵は止めて、地下に貯蔵している。核シェルター等もこの利点を活用している。また、地下は地上に比べて地震動が弱いので、地下構造物の設計には有利である。

平成13年に施行された「大深度地下使用法」²⁾を適用することによって、地上の土地所有者に補償しないで、大深度地下に公共施設を建設できるようになったことは大きなメリットである。

また、都市部においては地上の土地代が高いので、地下を複合的に活用することによって、高価な土地を有効利用できる利点がある。

地下施設は、これらの地下のメリットを複合的に活用して建設されている。

(2) 地下利用のデメリット

地下のデメリットは太陽光が入らないので暗いということである。大規模な建築の内部でも同様な状態であるので、照明によって補っている。地下も基本的に照明するので、明るさの面では問題がない。しかし、太陽光に対する人の安心感に應えるために、太陽光を人工的に地下に導入する技術もある。鏡の反射で地下まで太陽光を持っていったり、光ファイバーを活用することも可能である。

地下は「じめじめ」している、という印象がある。鍾乳洞等に入れば、そのとおりであるが、地下に人が入って業務をすることになれば、当然、空調設備で対応可能である。

地下で火災が発生したら逃げられない、という印象もある。東京湾アクアラインは道路トンネルであるので、車の火災を想定した対策がなされている。道路下にアクセス道路があり、万が一、火災が発生した場合、車は放置して、人は地下のアクセス道路に降り、救助される仕組みになっている。防火対策は建築で相当研究されているので、土木構造物も建築を参考にして、

万全の対策がとられている。

地下深くなる程、地上へのアクセスに時間がかかるという課題もある。この対策としては、エレベーターの高速化がある。台北101高層ビルでは、500m強を35秒で移動できる超高速エレベーターが稼動している。

地下構造物を建設すると建設費が高いと言われている。事実、地下深くなればなる程、立坑の建設費は高くなるが、水平方向のトンネル部は、地下深い程、岩盤が良好になるので、掘削費は下がり、全体工費はそれ程、高くない可能性がある。また、建設費のコストダウンの努力もあるので、地上施設に比べて、遜色ない工費で施工できる可能性が高いと考えられる。

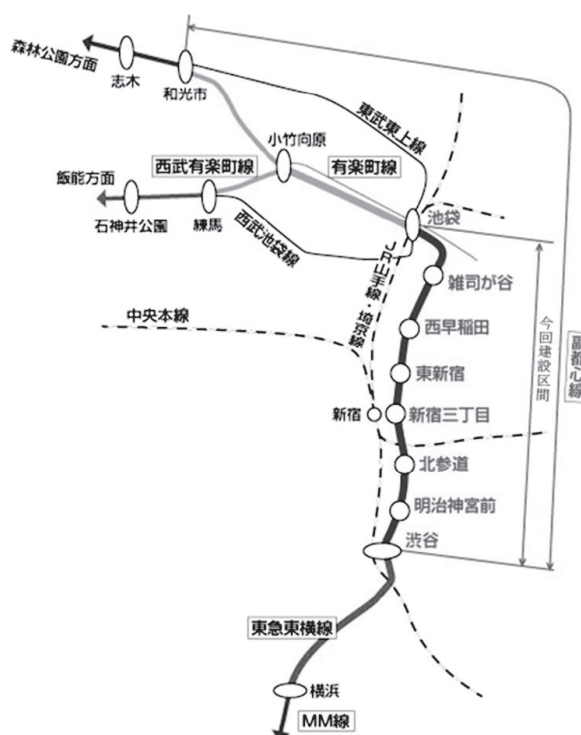
従って、地下施設にはデメリットはあるが、それを克服する技術も開発されているので、地下利用に問題はないと考えられる。

3. 地下鉄道

地下鉄道の事例として最近開通した東京メトロ副都心線を紹介する。

(1) 副都心線の概要³⁾

副都心線は図—1に示すように、埼玉県和光市と渋谷間20.2kmで、2008年6月14日に開業した。東京地下鉄(株)としては最後の新線となり、今回の建設区間は池袋～渋谷間8.9kmであった。副都心線が完成



図—1 広域ネットワークの形成 (東京地下鉄(株)提供)

することによって、東武東上線、西部池袋線・有楽町線、2012年度には東急東横線、みなのみらい線と相互直通運転を行い、東京都北西部及び埼玉県南西部から3副都心を経由して、神奈川県横浜方面を結ぶ新たな広域ネットワークが形成されることになる。

東京地下鉄(株)では2001年の工事着工より、「無事故・無災害」を大前提に、「コスト縮減」「環境負荷低減」「沿道の方々とのコンセンサス強化」の3点に重点を置いて建設された。

(2) 建設技術

今回建設区間の延長の約80%が交通量の非常に多い明治通りに位置するので、建設工法には多くの工夫がなされた。本項では、副都心線建設に採用された主要なシールド技術のみを紹介する。

2つの駅はシールド工法によって建設され、他の駅部等は開削工法が採用された。開削工法では路面交通への影響を極力少なくするように効率性が高く、工期短縮が可能な工法が採用され、鉄道や大型幹線施設が輻輳しているために、数多くのアンダーパニングが実施された。環境負荷低減の観点から、排出土砂を少なくする工夫もされている⁴⁾。

2つの駅及び駅間トンネルの建設では10基のシールド機で15本のシールドトンネルが施工された。シールドの特徴として、単線シールドを築造する子機を内臓した抱き込み式親子シールド機の採用、立坑内で単線シールド機をUターンして2本のシールドトンネルを施工、複合円形シールド機の採用等が挙げられる。

不要断面の多い複線トンネルについて、①円形の力学的特性を最大限に活かした断面形状、②鉄筋コンクリート製セグメントで可能な形状、③トンネル幅とセグメント厚さは円形複線シールドと同一(道路占有幅及び工事費を円形と同等)とすることを前提に検討された結果、複線トンネルの断面として図-2に示すような複合円形が最適となった。この3中心を持つ複合円形は、断面積が円形に比べて約10%減少し、保守空間を含めたトンネル内空断面積は円形とほぼ同等な大きさを確保している。また、下部の不要な空間に打設するインバートコンクリートは円形に比べて約40%低減している。今回、写真-1に示すような複合円形シールド機が明治神宮前駅～渋谷駅間に採用された⁵⁾。

また、すべてのシールド機に新たに開発されたテール内形状保持システム(TKS)が採用された。TKSとは図-3に示すように、組立直後のセグメントリングを周囲から支持し、ジャッキの推進によるセグメントリングの変形を制御して、クラック及び欠けの防

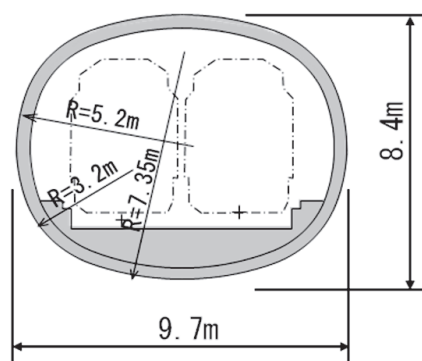


図-2 複合円形シールド (東京地下鉄(株)提供)

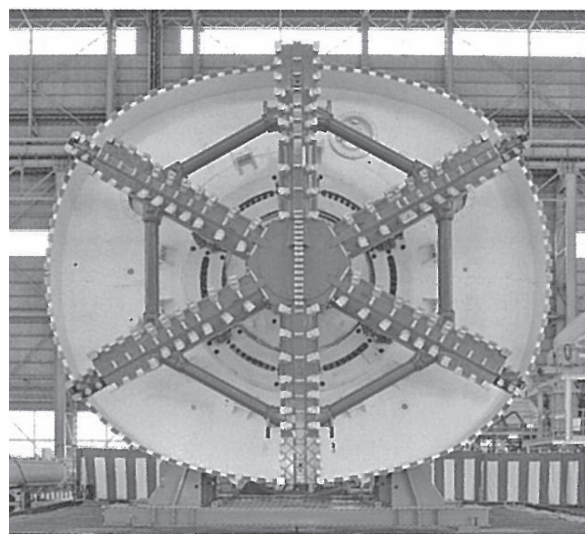


写真-1 複合円形シールド (東京地下鉄(株)提供)

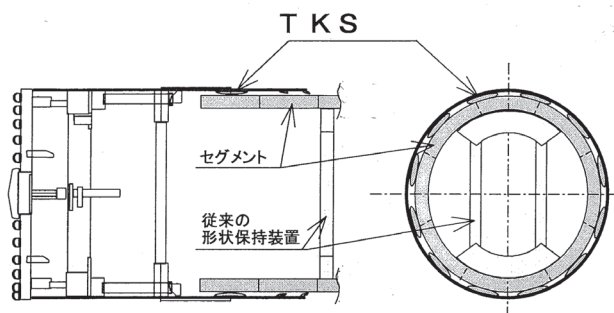


図-3 テール内形状保持システム (東京地下鉄(株)提供)

止、セグメント自重による変形の防止及び組立精度の向上を図る機能である⁵⁾。

その他にも、多くの環境負荷低減方策が採用されている。

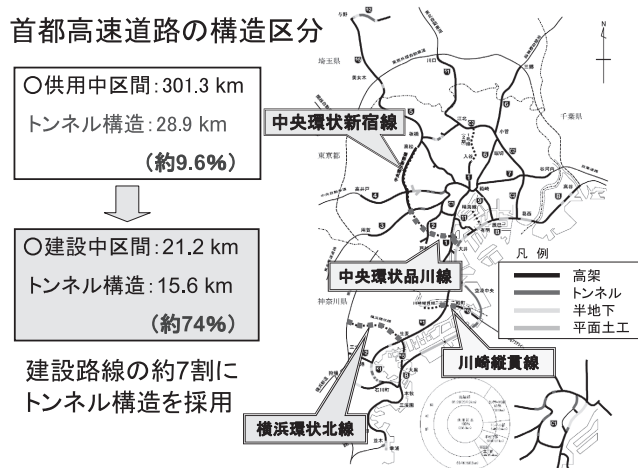
4. 地下高速道路

地下高速道路の事例として首都高速中央環状線を紹介する。中央環状線は東側から西側に向かって建設が進められ、地下高速道路の中央環状新宿線山手トンネルの内、4号新宿線～5号池袋線までが2007年12月に、

3号渋谷線～4号新宿線が2010年3月に開通している。2013年開通を目指して、現在、中央環状品川線が工事中である。品川線が開通すると池袋から品川・大井間約18kmが地下トンネルとなり、世界的に例を見ない都市内長大道路トンネルとなる。さらに、品川線が開通すると都心環状線の渋滞がほぼ解消される見通しであり、CO₂も年間約20万t削減される^{6)～8)}。

(1) 首都高速道路・中央環状新宿線

首都高速道路の供用区間におけるトンネル構造は図一4に示すように約10%であったが、現在建設中の区間では70%以上がトンネル構造となっている。最近、環境保全に対する要請、都市景観の確保、過密な都市空間の高度利用等の観点から地下トンネル構造が多く採用された。

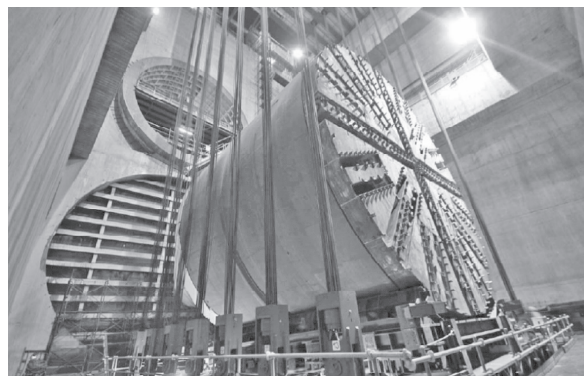


図一4 首都高速道路の構造区分（首都高速道路(株)提供）

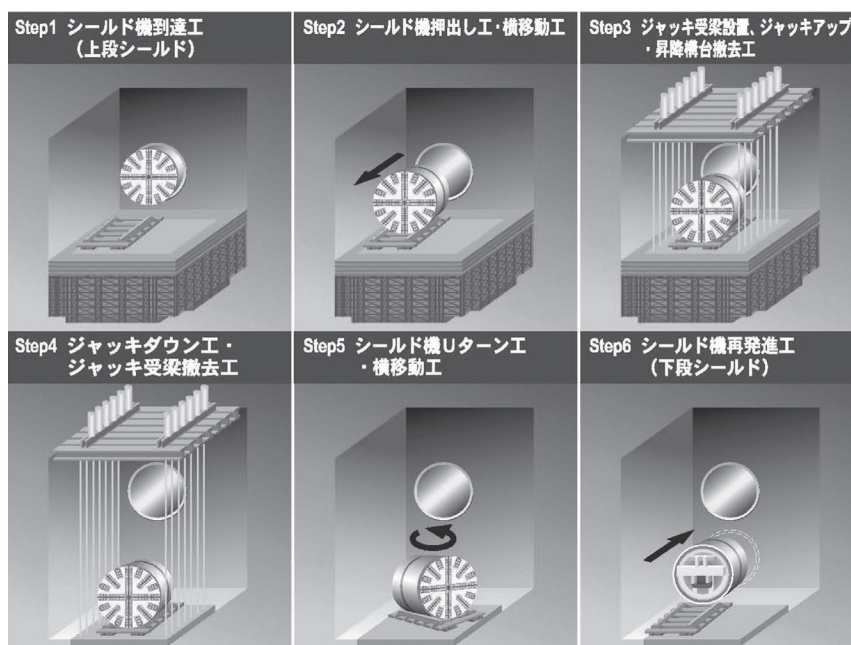
都市の地下空間利用における様々な制約があるために、建設工法として非開削工法の適用が拡大し、シールド工法とその補助工法の適用が拡大している。コスト縮減、環境負荷低減等の課題に応えるために、二次覆工省略による断面の縮小化、シールド掘進延長の長距離化等の最新技術が採用されている。

シールド掘進延長の長距離化を図るために到達立坑でシールド機をUターンする施工方法も採用されている。その代表的な事例の一つが大橋ジャンクションのシールドである。外径13.06mのシールド機を図一5に示すように、縦に下部に下ろしてUターンする工法が採用された。シールド機の吊り下げ状況を写真一2に示す。このように、縦に下ろすUターン工法は世界でも初めての事例である。

地上の交通を疎外しないようにジャンクション部でも非開削工法が採用され、シールドトンネルを分岐・合流させる工法、シールドトンネル拡幅工法等の先端技術で施工されている。



写真一2 大橋立坑内シールド機吊り下げ状況（首都高速道路(株)提供）

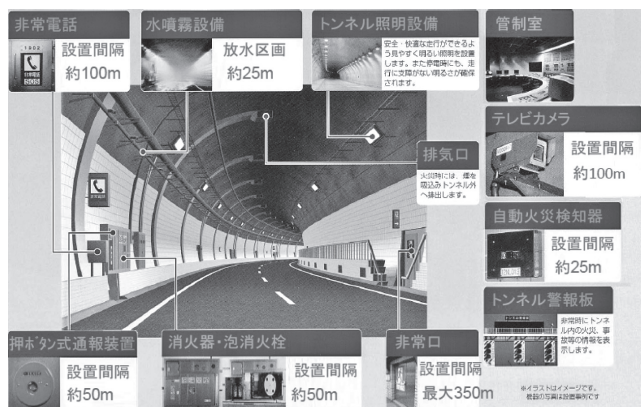


図一5 縦併設シールドの回転（大橋シールド）（首都高速道路(株)提供）

大橋ジャンクションでは街づくりと一体的整備がなされ、都市景観との調和も図っている。ジャンクション、沿道に緑化を実施し、都市景観の向上を図り、圧迫感を軽減している。

また、地下トンネル内の換気では低濃度脱硝装置を採用したり、換気塔の景観デザインにも配慮している。

長距離トンネルであるために、車両の安全、防災、防火対策等に万全の措置がとられ、図—6に示すような対策が施されている。



図—6 山手トンネル内のイメージ（首都高速道路(株)提供）

(2) 中央環状品川線

品川線は大井ジャンクションと大橋ジャンクションを結ぶ全長約 9.4 km を首都高速道路(株)と東京都が合併施工方式で建設中で、その内の約 8.4 km が地下トンネル構造である。

外径 12.3 m の大断面シールドで、1 機のシールド機で 8 km 以上を施工するのは世界で初めてのことである。シールド機は長距離掘進に耐え得る設計、ビットの交換、テールシールの交換等最新の技術が採用されている⁸⁾。

大井ジャンクション側では、立坑を必要としないシールド工法である URUP (Ultra Rapid Under Pass) 工法という最新のシールド工法が採用されている。この工法は地上から掘進を始め、到達立坑で U ターンして地上まで掘進する工法で、シールド工法の極限と言える工法である。

このような最新技術を採用して、現在も建設中である。

5. 地下河川及び地下水の活用

地下河川の事例として、首都圏外郭放水路と神田川・環状 7 号線地下調節池、地下水による環境改善事例として JR 総武快速線における漏水を河川に放流して環境改善した事例を紹介する。

(1) 首都圏外郭放水路⁹⁾

首都圏外郭放水路は、埼玉県東部の国道 16 号線の地下に、中小河川の洪水を地下に取り込んで一次貯留し、地下 50 m、直径 10 m、延長 6.3 km のトンネルを通じて江戸川に流す施設である。2002 年から部分的に稼動し、2006 年 6 月に完成した。

主要設備は、直径 30 m、深さ 60 m の 5 本の巨大立坑、長さ 177 m、幅 78 m、高さ 25 m の調圧水槽の中に重量 500 t の柱が 59 本ある巨大水槽、上記の水路トンネル、毎秒 200 t の水を排水する 14,000 馬力のタービン等である。調圧水槽は、地下トンネルから流れてきた水の勢いを弱め、スムーズに流す役割がある。

首都圏外郭放水路完成前の 2000 年 7 月の台風 3 号では、この地域に総雨量 160 mm の雨が降り、248 戸が浸水被害を受けた。完成後の 2006 年 12 月の低気圧では、総雨量 172 mm の雨が降っても、85 戸しか浸水被害がなかった。毎年の洪水でも、その威力を発揮して、首都圏の浸水被害を最低限に留めている。

(2) 神田川・環状 7 号線地下調節池¹⁰⁾

神田川・環状 7 号線地下調節池は、集中豪雨や台風による水害から都民を守るために、都内の環状 7 号線の地下約 40 m、内径 12.5 m、延長 4.5 km のトンネルに洪水を一時的に貯留する施設である。神田川、善福寺川、妙正寺川に取水立坑を設けている。妙正寺川取水立坑が 2008 年 3 月に完成して第 2 期工事は完成している。

将来的には、白子川、石神井川等の水も受け入れて、東京湾まで流れる延長 30 km の地下河川にする計画もある。

第 1 期工事が完成した 1997 年度以降、杉並区、中野区における浸水棟数は激減し、整備効果が発揮されている。

(3) 地下水の活用¹¹⁾

東京都内における工業用水及び建築用地下水の採取に対する規制強化が実施される 1971 年頃までは深層地下水位は大きく低下しており、規制強化されると 1983 年まで急激に地下水位が上昇し、その後はやや頭打ちになって、緩やかな上昇を続けているようである。

JR 総武快速線東京～錦糸町間の延長 3.0 km は 1972 年に開業した単線並列シールドトンネルで、本トンネルを計画・設計した時は揚水規制の前で、トンネルの覆工は地下水の影響を想定せず、セグメントによる一次覆工のみの構造であった。

供用開始後、深層地下水位の上昇によって、地下水対策のないトンネル内に多量の漏水が生じ、レール及び

付属品の腐食、マクラギの劣化等で、線路の維持管理に多大な費用と労力を費やすことになった。漏水量も増大し、2000年時点では1日の排水量が4,500 m³にもなっていた。これらの漏水は区間最深部で一旦貯水した後、電動ポンプで汲み上げて下水道に放流していた。

トンネル内の漏水を環境用水として有効活用するために関係自治体と協議を進めた結果、自然湧水が殆どなく、下水流入によって水質悪化が著しい品川区内の立会川に漏水を放流することになった。東京都、品川区、JR 東日本の三者がトンネル内漏水を活用して、枯渇している立会川の環境改善に取り組んだ。

総武線馬喰町排水所から立会川放流口までの12.3 km 区間の送水設備が必要となったが、多くの工夫をして送水管を敷設し、送水設備の新設及び維持管理費用はJR 東日本が負担することになった。

この結果、周辺住民からの立会川に対する悪臭苦情が激減し、魚影が見られなかった放流口付近にもボラが見られるようになり、河川の環境改善効果が見られた。

6. 地下街及び地下歩道

都市の再開発に伴って、複数の高層ビルにまたがった地下に地下街、地下商店街、駐車場、公共用地の地下に歩道等が建設されて、利用者の利便性ととともに、街の賑わいに地下が貢献している事例が増えてきた。これらは、1事業者のみでは実施できないので、再開発する地区のすべての地権者が協議して、より良い街づくりに協力している。勿論、公共機関も入り、民間事業者とともに、お互いの権利調整をしながら、関係する法をうまく準用してきた結果、複雑な地下利用が実現している。

上野駅の地下通路と都営大江戸線のコンコースの間に地下歩道を建設して、8駅（日比谷線上野駅・仲御徒町駅、銀座線上野駅・上野広小路駅、大江戸線上野御徒町駅、JR 線上野駅・御徒町駅、京成線上野駅）が接続する歩行者ネットワークができ、かつ、地下駐車場も整備されて、上野駅付近における利用者の利便性、道路交通の円滑化が図られた。

東京メトロ副都心線新宿3丁目駅とJR 新宿駅南口との間に地下歩道が建設中で、これが完成すると、新宿駅周辺は地下歩道でネットワーク化される。

東京駅丸の内も丸ビル、新丸ビルの完成によって、行幸通りの地下に歩道が整備され、地下駐車場も一体として利用できるようになり、利便性は格段に向上した。今後、東京駅丸の内側駅舎が復原されると、地下でも結ばれ、東京駅～丸の内の利便性はさらに向上する。

日本橋三越前あたりの一般国道4号の地下にも歩道が整備され、さらに延長工事が実施中である。

JR 札幌駅から大通り公園まで、道路下に歩道が建設中で、沿道の地権者が関与して、歩道の使い方等について協議している。また、10,000人の住民が参加して意見を出し合って、住民の声を歩道建設に反映していることにも特徴がある。

最近では、駅前に地下駐輪場を建設して、駅前広場を快適にする事例が増えてきた。後段で紹介される事例以外にも、品川駅港南口前に地下駐輪場が整備された事例もある。

その他にも進行中のプロジェクトは多いが、浅い地下をこのような形で活用して、住民の利便性を高め、都市環境の改善に役立てている。

7. 大深度地下物流システム構想

本構想は、東京港中央防波堤外側ふ頭（計画中）から青海ふ頭、大井ふ頭、中央自動車道国立府中インターチェンジ（以下、IC）の地下を経由して、首都圏中央連絡道路（以下、圏央道）青梅ICに隣接する物流ターミナル（以下、青梅インランドデポ）までの53.5 kmを、地下－40 m 以深の大深度地下物流トンネルで結び、自動運転による軌道輸送システムで国際海上コンテナを搬送する構想である。

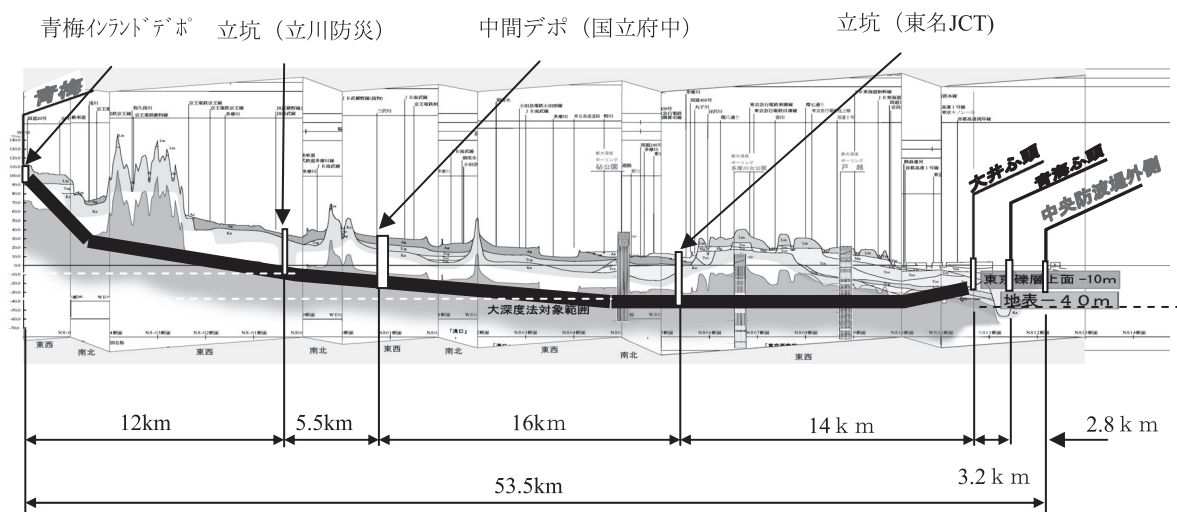
（財）JKA による競輪の補助金を受けて（財）エンジニアリング振興協会で実施した¹²⁾。

（1）国際海上コンテナ貨物の予測と物流システムの整備計画

地下物流トンネルの効率を上げるために、横浜港と東京港で取り扱うコンテナを対象とし、2015年の将来見通しより、40 ft コンテナ流動量を推計し、トレーラによる輸送料金より20%安い料金と設定して、コンテナ流動予測1,333 個／日を推計結果とした。物流システム施設計画では輸送能力を40 ft コンテナ2,000 個／日と想定した。

計画ルートは図—7に示すように、東京港中央防波堤外側ふ頭と青梅インランドデポ間、延長53.5 kmで、青海ふ頭、大井ふ頭にコンテナ積み下ろし立坑を設け、国立府中に中間デポを設置する。東京都の防災基地のある立川と東名高速道路のジャンクションに立坑を設置する。これらの立坑は、建設中はシールドの発進基地として使用する。

物流トンネルの断面は、大型化した45ft コンテナにも対応できるように、内径5 m（外径5.5 m）の円

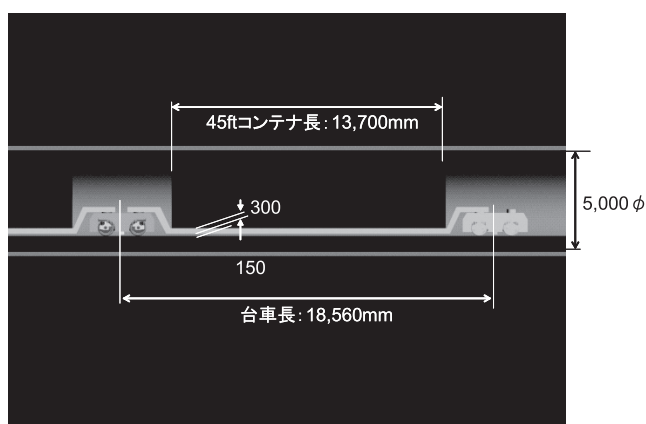


図ー7 トネルルート計画断面図

形で、上下線用2本を掘削する。

東京港に陸揚げされたコンテナを荷役クレーンによって地下に下ろし、図ー8に示すような専用に製作する輸送台車に積み込み、青梅まで軌道上を輸送する。

青梅インランドデポには、通関施設、コンテナ荷捌き施設等を設置する。



図ー8 トネル内走行イメージ (側面)

(2) 費用便益分析と環境改善効果

本物流システムが完成すると、東京都の環境改善と物流の効率化を図るために、圏央道以遠を終発地とするコンテナはすべて地下物流システムへ転換させると想定して、費用便益分析と環境改善効果を検討した。40ftコンテナ取扱量は5,537個/日に増大する。

上述したように、地下物流システム利用料金ー20%、コンテナ取扱量5,537個/日におけるすべての便益を、国土交通省から提示されている道路の費用便益分析マニュアルに基づいて算出すると8,116億円となる。7年の建設工期、社会的割引率4%を考慮し、着工時の現在価値を算出すると、施設整備費2,623億

円、50年間の施設運営コスト2,504億円となり、合計5,127億円となる。従って、 $B/C = 8,116/5,127 = 1.58$ と試算され、十分な経済効果が期待できることが明らかになった。

また、本構想によって首都圏全体の交通渋滞緩和を実現でき、CO₂発生量の少ない電気軌道輸送システムを採用することから、CO₂排出削減に大きく貢献できる。圏央道以遠のコンテナをすべて取り扱うとした施策で、コンテナ取扱量5,537個/日の場合のCO₂削減量は678,000(t-CO₂/年)、東京都の輸送部門の約3.16%の削減効果となる。植林によるCO₂吸収量は10.6(t-CO₂/ha/年)と言われており、東京都23区面積に匹敵する約640km²程度の植林効果と等価となる。

以上のように、本システムを利用することによって物流コストの低減と大きな環境貢献が期待され、わが国の国際競争力の向上につながる。本構想は、わが国の新成長戦略の一つの具体的解決策を提供するものであり、また、CO₂削減の先進的な取組みとして、世界における日本の評価と国際都市「東京」のステイタス向上にもつながると期待される。

8. まとめと将来展望

前章までに、わが国における最新の地下利用事例を紹介した。

2.で述べたように、地下利用にはメリットとデメリットがあるので、うまくメリットを活かした地下利用が望まれる。人間の活動は地上が適しているの、地上は可能な限り人の生活空間として使うようにし、鉄道、道路、上下水道等の人の生活を支える施設を地下に建設する方法が最も適した地下利用であると考え。

さらに、将来的には、地下の浅い部分にある上下水道、電気、ガス、通信等のような管路を深い地下に共同溝としてまとめ、浅い地下部分に道路を建設することによって、地上を人が歩く空間として提供でき、かつ、地上に植栽することによって、人が憩うことができるとともに、CO₂の吸収にも役に立つ一石三鳥の効果が期待できる。

大都市では都市の再開発が進み、地上に高層ビルが建設されるとともに、その地下も複合的に開発される。公共用地と民地が入り組んだ場所での開発、民地間にまたがる開発等も、いくつかの法を乗り越えて実施されている。今後も、単独事業者による再開発は少なく、多くの事業者が権利を調整しながら、法の準用等も利用して、地下利用が進むと考えられる。

今後、東京スカイツリーの建設に伴って、付近の再開発によって地下の利用も進み、また、日本橋の再生を目指して日本橋一帯の再開発に伴う地下利用も進むものと予想される。

JR 東海はリニア中央新幹線で東京と名古屋を 2027 年に結ぶと発表している。都内の鉄道建設には大深度地下が活用されると期待されている。

このように、地下利用にはデメリットもあるが、メリットを活用して、今後も地下利用が進むものと期待される。

最後に、貴重な資料をご提供いただいた東京地下鉄

(株)大石敬司氏及び首都高速道路(株)土橋浩氏に御礼申し上げます。

J C M A

《参考文献》

- 1) みんなが知りたい地下の秘密、地下空間普及研究会、ソフトバンククリエイティブ(株)、2010 年 4 月 25 日発行、pp.10～13
- 2) 大深度地下の公共的使用に関する特別措置法、2001 年 4 月 1 日施行
- 3) 総説 副都心線の概要と整備効果、矢萩秀一、基礎工 Vol.36, No.6, 2008.6, pp.2～4
- 4) 各論 建設概要、入江健二、基礎工 Vol.36, No.6, 2008.6, pp.59
- 5) 各論 シールドトンネルの設計と施工、基礎工 Vol.36, No.6, 2008.6, pp.24～33
- 6) 進化するインフラ 地下利用で進化する首都高速道路、Engineering 2009 Sep. No.121, pp.15～18
- 7) 首都高速道路ネットワーク整備を担うシールドトンネル技術、土橋浩、土木技術 64 巻 12 号、2009.12, pp.19～26
- 8) 中央環状品川線シールドトンネル工事概要、田島仁・湯田坂幸彦・米沢実、土木技術 64 巻 12 号、2009.12, pp.27～34
- 9) 国土交通省関東地方整備局江戸川河川事務所首都圏外郭放水路ホームページ
- 10) 東京都建設局神田川・環状 7 号線地下調節池ホームページ
- 11) 建設工事、地下構造物に見られる地下水問題、清水満、平成 16 年度特別講演およびシンポジウム予稿集（日本応用地質学会）、2004.5.28, pp.26～33
- 12) 首都圏大深度地下物流システムによる環境貢献、高橋洋二、横塚雅実、奥村忠彦、環境管理 Vol.46, No.8 (2010), pp.22～29

【筆者紹介】

奥村 忠彦（おくむら ただひこ）
一般財団法人 エンジニアリング協会
地下開発利用研究センター
研究理事



平成 22 年度版 建設機械等損料表 発売中

■内 容

- ・国土交通省制定「建設機械等損料算定表」に基づいて編集
- ・損料積算例や損料表の構成等をわかりやすく解説
- ・機械経費・機械損料に関係する通達類を掲載
- ・各機械の燃料（電力）消費量を掲載
- ・主な機械の概要と特徴を写真・図入りで解説
- ・主な機械には「日本建設機械要覧（当協会発行）」の関連ページを掲載

■B5 判 約 720 ページ

■一般価格

7,700 円（本体 7,334 円）

■会員価格（官公庁・学校関係含）

6,600 円（本体 6,286 円）

■送料（単価） 600 円（但し沖縄県を除く日本国内）

注 1) 複数冊発注の場合は送料単価を減額します。

注 2) 沖縄県の方は(社)沖縄建設弘済会

（電話：098-879-2097）にお申し込み下さい。

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

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

京極発電所地下空洞掘削における情報化施工

西村 哲治・武田 宣孝・名合 牧人

京極発電所地下空洞は、地山被り約 430 m の地下深部に位置し、掘削断面は、高さ 45.8 m、幅 24 m の弾頭形を有し、長さ 141 m、総掘削量 12 万 m^3 に及ぶ大規模地下空洞である。

地下空洞の掘削時には、地質観察と計測結果を設計・施工に反映させる情報化施工を実施しており、日々の掘削に応じて恒常的に管理する日常管理と掘削ステップ毎に管理するステップ管理を組み合わせることで、施工情報を適切に設計に反映し、安全で効率的な施工を行っている。

本稿では、京極発電所地下空洞掘削における情報化施工計画及び情報通信技術（ICT）を活用した情報化施工への取組みについて紹介する。

キーワード：地下空洞、情報化施工、計測管理、不連続面、ICT、3次元可視化

1. はじめに

京極発電所は、有効落差 369 m、最大使用水量 $190.5 \text{ m}^3/\text{s}$ を得て、最大出力 60 万 kW の発電を行う北海道電力㈱で初めての純揚水式発電所であり、平成 14 年 2 月から工事を開始し、平成 26 年 10 月に 1 号機 20 万 kW の営業運転開始を目指している。

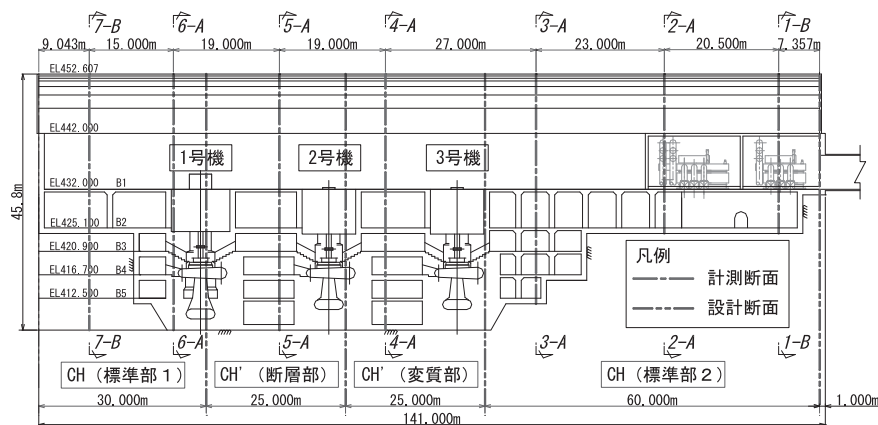
地下空洞は、図—1 に示すとおり、高さ 45.8 m、幅 24.0 m、長さ 141.0 m の弾頭形を有し、総掘削量約 12 万 m^3 、最大断面積約 $1,000 \text{ m}^2$ におよぶ大規模地下空洞内に水車発電機 3 台（20 万 kW × 3 台）、変圧器 2 台を設置する計画である¹⁾。

地下空洞の施工は、平成 21 年 1 月からアーチ部頂設導坑の掘削を開始し、平成 22 年 12 月に発電所本体

の掘削を完了したが、掘削時には切羽の地質観察及び岩盤の挙動計測結果に基づき、その結果を設計・施工に反映させる情報化施工を実施した²⁾。本稿では、地下空洞掘削における情報化施工計画及び ICT を活用した情報化施工への取組みについて報告する。

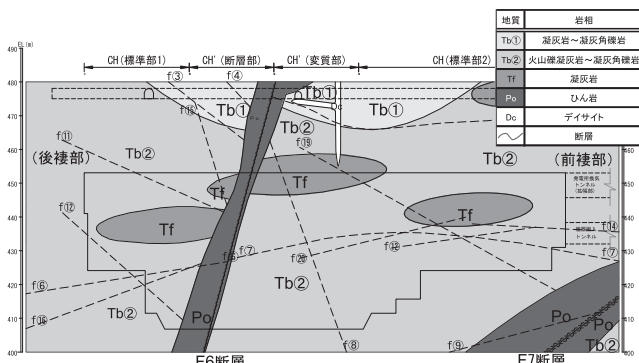
2. 地質概要

地下空洞周辺の地質は、新第三紀中新世の美比内川層に属する凝灰角礫岩（Tb②）が主体であり、数十 m 規模の凝灰岩（Tf）のブロック等が数箇所分布する¹⁾。また、調査ボーリングの結果より、断層については、発電所長軸方向に高角度でほぼ直交する F6 断層が確認されている。岩級区分は、概ね C_H 級（一



図—1 発電所概要図

軸圧縮強さ 100 MPa 程度)と堅硬であるが、断層沿いには物性値の低下帯(一軸圧縮強さ 30～40 MPa 程度)があり C_H' 級とした。地下空洞周辺の地質縦断図を図一2に示す。

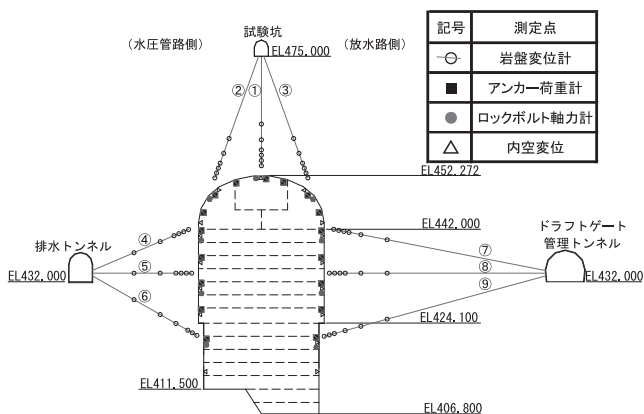


図一2 地下空洞周辺地質縦断図

3. 情報化施工の概要

(1) 計測項目の配置計画

計測項目の配置計画は、図一1に示すとおり、空洞全体の岩盤挙動を把握するため、空洞長軸方向に約 20 m ピッチで計測断面(7断面)を配置した。計測管理項目は、岩盤変位、アンカー荷重、ロックボルト軸力及び内空変位とし、岩盤変位については、掘削前に周辺トンネルから事前に岩盤変位計を設置し、先行変位が確認できる方式を採用した。計測機器の配置例を図一3に示す。



図一3 計測機器配置図(5-A断面): 巻頭グラビア参照

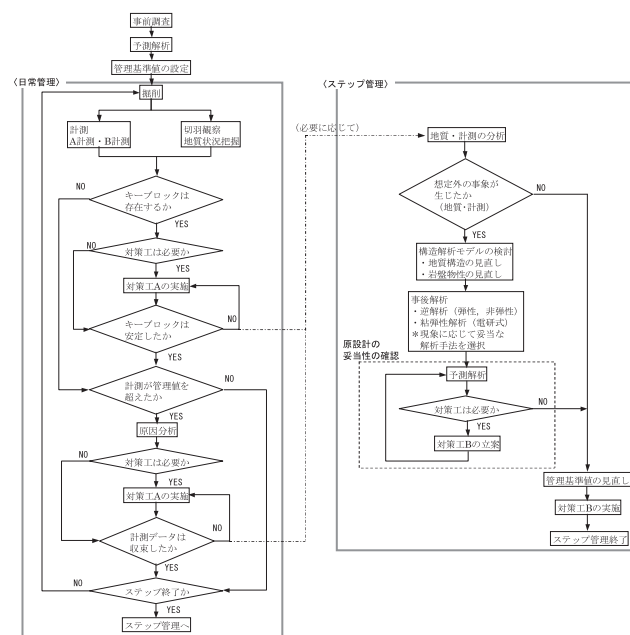
(2) 情報化施工管理フロー

掘削の施工管理は、日々の掘削に応じて恒常的に管理する日常管理と、掘削ステップ毎の単位で管理するステップ管理を組み合わせで行った³⁾。

日常管理は、周辺岩盤の挙動計測結果、切羽毎の地質観察結果、キープロック解析結果等から、既設支保

の健全性や対策工の要否を確認した。

一方、ステップ管理は、掘削ステップ毎に日常管理で得られた地質及び計測情報を分析し、想定と異なる地質分布や計測結果を確認した場合には、解析モデルの見直し(地質分布の変更、不連続面の追加、岩盤物性値の見直し等)や逆解析、粘弾性解析による事後解析にて現状の周辺岩盤挙動を再現し、これらの結果に基づく予測解析結果から、最終掘削完了時での地下空洞の安定性や支保設計の妥当性を評価・検討した。情報化施工管理フローを図一4に示す。



図一4 情報化施工フロー

計測項目は、岩盤変位、アンカー荷重、ロックボルト軸力及び内空変位とし、各項目に管理基準値Ⅰ～Ⅲ(表一1)を設定し、計測結果が管理基準値を超過した場合には、管理レベルⅠ～Ⅳに応じた管理体制(表一2)に従い、対処する計画とした。

表一1 管理基準値

管理項目	管理基準値Ⅰ	管理基準値Ⅱ	管理基準値Ⅲ	データの求め方
岩盤変位	解析予測値	アンカー許容引張荷重相当	アンカー降伏荷重相当	岩盤変位計
アンカー荷重	解析予測値	許容引張荷重	降伏荷重	アンカー荷重計
ロックボルト軸力	解析予測値	許容引張荷重	降伏荷重	ロックボルト軸力計
内空変位測定	解析予測値	限界ひずみ中央値相当	限界ひずみ上限値相当	光波測距儀

表一2 管理体制

管理レベル	計測	施工	追加補強	管理基準値
レベルⅠ	計画通り	計画通り	なし	管理基準値Ⅰ
レベルⅡ	監視強化	計画通り	なし	管理基準値Ⅱ
レベルⅢ	監視強化	計画通り	一部実施	管理基準値Ⅲ
レベルⅣ	監視強化	一時中止	実施	

(3) 情報化施工結果

情報化施工の結果の一例として、5-A 断面（図—1）における岩盤変位計測及び解析結果について報告する。

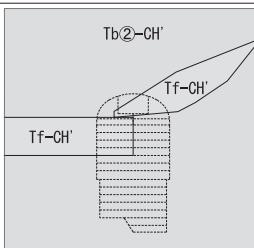
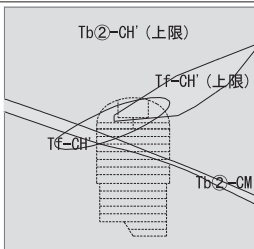
アーチ部掘削完了時のステップ管理で、当初設計における予測解析値は、アーチ部では計測結果と概ね整合するが、側壁部では計測結果に対して、特に水圧管路側の岩盤変位について過小評価となっていることが確認された。

側壁部において岩盤変位の予測解析値と計測結果に乖離が認められたことから、空洞・周辺トンネル掘削時の切羽観察結果、岩盤変位計設置時のボーリング結果及び岩盤挙動の計測結果等に基づき、解析モデル及び解析用物性値の見直しを行い、事後解析により空洞掘削に伴う周辺岩盤挙動の再現を図ることとした。なお、事後解析手法については、当初設計と同様に電研式の非線形粘弾性 FEM を採用した¹⁾。

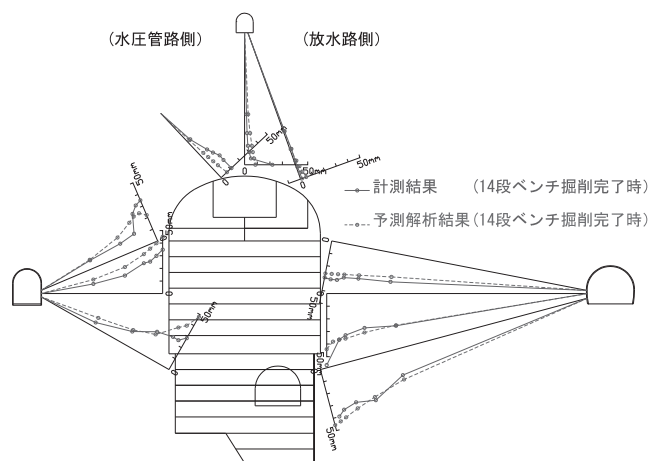
この結果、空洞軸方向に連続し、放水路側から水圧管路側へ低角度の傾斜（約 20 度）で存在する弱層部（C_M 級）をモデル化することで（図—5），岩盤挙動の再現を図ることができた^{3), 4)}。この修正解析モデルを用いて予測解析を行い、掘削完了時まで計測管理を行った。解析及び計測結果は図—6 に示すとおり、予測解析結果と計測結果は良い整合を示していると判断される。

4. 情報通信技術 (ICT) を活用した情報化施工

大規模地下空洞の情報化施工においては、掘削の進捗に伴い新たに得られる地質情報や空洞壁面の変状を

	地 質 モ デ ル	解 析 用 物 性 値
当 初 設 計 時		岩盤物性値(変形係数, 粘着力, 内部摩擦角) Tb2-CH' : 10.8 GPa 1.6 MPa 50.5° Tf-CH' : 7.9 GPa 1.1 MPa 40.0° 初期応力状態 側圧係数 : K=1.73 主応力の傾き : α=3.3° 
事 後 解 析 時		岩盤物性値(変形係数, 粘着力, 内部摩擦角) ※1 Tb2-CH' (上限) : 14.8 GPa 2.4 MPa 55.3° ※1 Tf-CH' (上限) : 9.8 GPa 1.5 MPa 41.1° Tf-CH' : 7.9 GPa 1.1 MPa 40.0° ※2 Tb2-CM : 2.9 GPa 0.8 MPa 40.0° (※1 岩盤試験結果の中から上限値を採用) (※2 設計提案値の中から下限値を採用) 初期応力状態 側圧係数 : K=1.73 主応力の傾き : α=3.3° 

図—5 修正解析モデル (5-A 断面) : 巻頭グラビア参照



図—6 修正解析モデル (5-A 断面)

いかに早く正確に把握するかが岩盤の安定性、支保の健全性を確認する上で重要な課題となる。

このため、京極では「3次元地質構造・施工状況可視化システム」と「3次元レーザースキャナを利用した空洞変状分析システム」を導入した。

(1) 3次元地質構造・施工状況可視化システム

(a) 地質構造・施工状況の可視化

地下空洞の情報化施工では、観察・計測結果を迅速に評価し、合理的な対策工の立案を行うことが重要であるが種々の困難を伴う。そこで本工事では、地質構造や支保構造を含む掘削進捗状況などを、3次元CGで可視化し、日々更新することが可能な「3次元地質構造・施工状況可視化システム」を導入した。

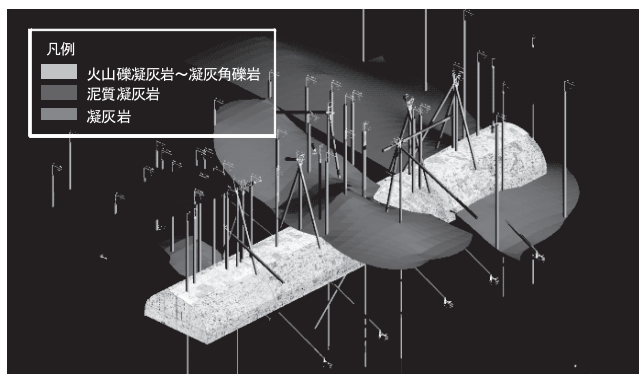
同システムを用いることにより、掘削進捗に合わせた計測結果の分析・評価など、岩盤挙動の理解を促すことが可能となり、工事関係者全員が地質構造について明確な共通認識を確立すること、および合理的な対策方法の立案を効率的に行うことが可能となった⁵⁾。この「3次元地質構造・施工状況可視化システム」の概要およびシステムを利用した検討事例について報告する。

(b) システム概要

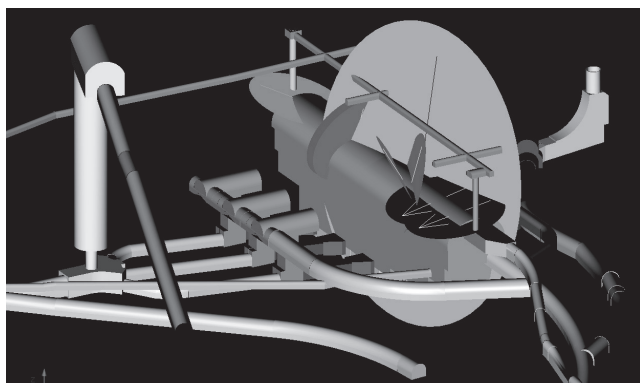
地質情報に関しては、ボーリングデータ及び切羽観察記録をデータベース化し、3次元CGで掘削進捗に応じた地質状況を空間的に把握できるようにした（図—7, 8）。

(c) 穿孔検層結果の3次元表示による不連続面位置の推定

アーチ部掘削でのPSアンカー施工時には、全てのアンカー孔に対して穿孔検層 (DRISS)⁶⁾を実施し、穿孔検層結果については、不連続面位置の推定精度の向上等に活用した。その一例として、1-B断面（断面



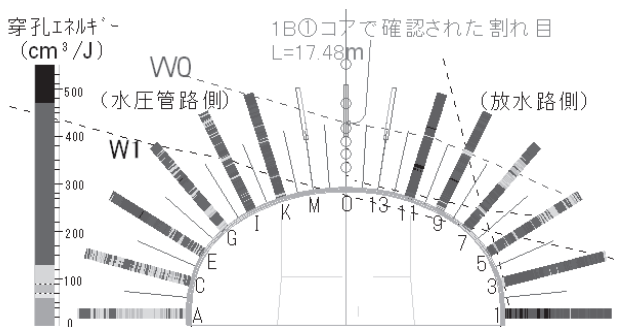
図ー7 アーチ部岩種状況：巻頭グラビア参照



図ー8 地下発電所本体と周辺トンネル及び地質情報（不連続面）の3次元CG化（空洞掘削時の壁面観察に基づきモデル化した不連続面の一部を円盤で表示）：巻頭グラビア参照

位置については図ー1参照）で確認された不連続面に起因する支保応力（アンカー荷重）の増加と不連続面位置の推定結果を以下に示す。

1-B断面における穿孔検層結果を図ー9に示す。穿孔検層結果にて確認された岩級低下部をトレースすることで、不連続面（W0）位置を精度良く推定することが可能となる。また、図ー10に示すように、空洞縦断の穿孔検層結果からも同様に不連続面（W0）位置を推定することで、不連続面（W0）を3次元の位置情報として把握することができた。他の不連続面位置についても、同様の手法にて推定精度の向上を図り、3次元地質情報に追加した。



図ー9 穿孔検層結果（1-B断面，アーチ部）：巻頭グラビア参照



図ー10 穿孔検層結果（空洞縦断方向）：巻頭グラビア参照

(2) 3次元レーザースキャナを利用した空洞変状分析システム

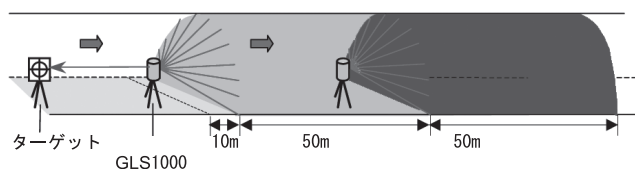
(a) 空洞変状の分析

前述の通り、大規模地下空洞の施工においては、掘削の進捗に伴う空洞壁面の変状を把握することが重要な課題となる。一方で、近年、3次元レーザースキャナによる形状計測技術を用いた出来形管理や施工管理手法が報告されている⁷⁾。そこで、3次元レーザースキャナを利用して、定期的に空洞形状を計測することにより空洞壁面の変位や変形モードを連続面的に確認することが可能なシステムを導入した⁸⁾。

京極発電所地下空洞掘削中に実施したレーザースキャナの結果から、空洞の変状分析に適用可能か検討した結果を報告する。

(b) 3次元レーザースキャナによる測定方法

測定器としては、絶対座標を用いてスキャニングを行うことが可能な3次元レーザースキャナ(GLS-1000: TOPCON 製)を選定した。測定方法については、図ー11に示す通り、測定誤差を最小限にするために、1ヶ所の機械点からのスキャン範囲を50mと設定し、始点から終点を往復測定することとした。



図ー11 測定方法の概要

(c) 3次元レーザースキャナ測定結果

3次元レーザースキャナによる測定は、アーチ部掘削完了時と、2段、4段、6段ベンチ掘削完了時に実施した。

まず、計測断面位置における光波測距儀による壁面変位計測結果との比較を行った。図ー12に、アーチ部

営業線近接都市部における 大規模地下駅構築工事の施工実績

土留壁、掘削土運搬に関する機械実績

瀬 水 康 博

近年、都市部においては踏切遮断による交通渋滞、踏切事故解消のため大規模な連続立体交差事業が行われている。当事業も東京都市圏西部地区の鉄道輸送の大動脈である京王線の国領駅、布田駅、調布駅を地下化し、18の踏切を減らし、地域交通の円滑化、踏切事故の防止、鉄道・道路の安全性の向上、並びに分断されている地域の一体化を目的として、調布駅を中心とした京王線約2.8 kmと相模原線約0.9 kmの計約3.7 kmを地下化するものとして計画された。

キーワード：都市、鉄道、土留工、掘削工、土運搬、軌条設備、テルハ

1. はじめに

本工事は、当事業の約3.7 kmを分割発注した連立6工区のうち、調布駅部（ホーム2面、軌道4線）の延長505 mを地下化する工事である。

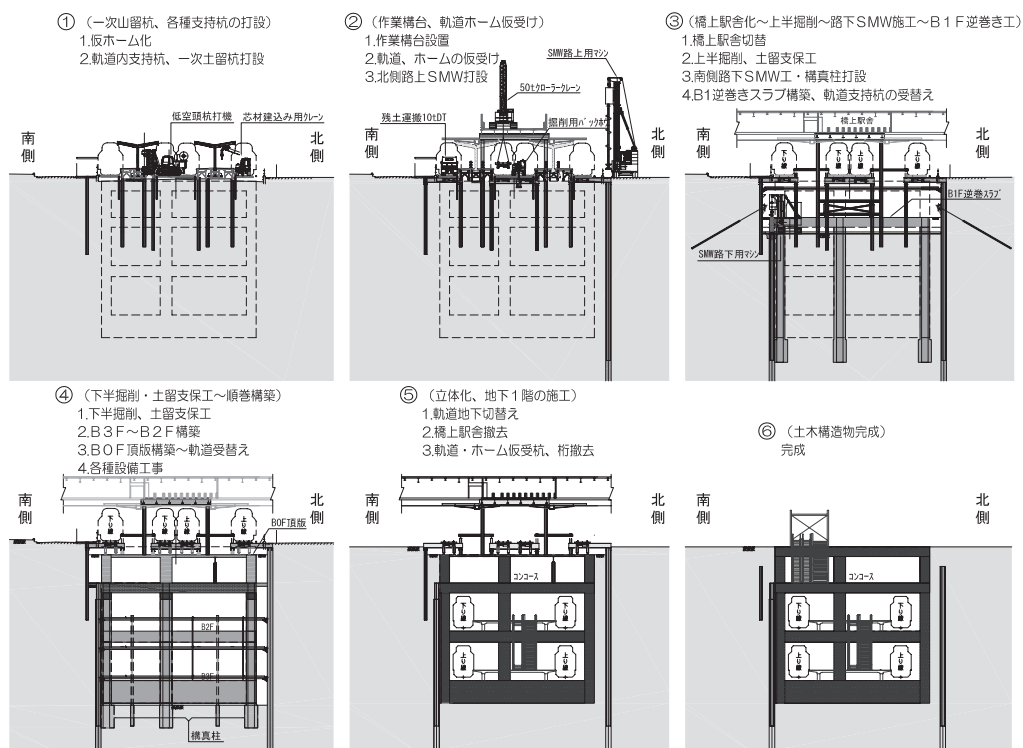
本稿では、営業線に近接した幅員の狭い道路及び路下の空頭制限下での土留壁施工にあたり、狭隘型SMW機を開発し施工したこと、また、営業線軌道直下での逆巻き工法による大規模開削工事における掘削

工事の施工実績について報告する。

2. 工事概要及び地質

本工事は、現在供用している軌道・ホームを仮受けし、開削工法によりその直下に3層（幅15～23 m、深度23～25 m）の鉄筋コンクリート構造物を築造する工事である。

代表断面として、図—1に駅部の施工順序を示す。



図—1 施工順序図

施工は①ホームの1次仮受け、軌道内杭打ち～②作業構台設置、軌道・ホームの仮受け、路上からの土留杭の施工～③駅舎の橋上化、GL-9mまで掘削、路下での土留杭の施工、構真柱の施工およびB1スラブの築造（逆巻スラブ）～④B1スラブへの軌道支持杭の受替え、B1スラブ下の掘削、躯体構築、各種設備工事～⑤軌道を地下へ切替え、地上鉄道施設物および仮設物の撤去～⑥完成～となる。

地質状況は、GL-3.5～-13.0mにかけてφ250mm以上の玉石が点在する立川礫層（Tag），それ以深はN値50以上の上総砂層（Ks1），上総粘性土層（Ksc），上総礫層（Ksg）及び難透水層である上総砂層（Ks2）と続く地質である。

3. 施工実績

(1) 土留工（SMW工）

本工事のSMWを施工するために、SMW施工機に求められる条件は以下の通りであった。

- ①杭芯から有効幅4.5m及び空頭6.0mで施工可能なベースマシンであること。
- ②N値50以上の礫、上総層を最大深度41mまで施工可能なこと。
- ③芯材形状より、削孔径がφ850～900mmとなり、高出力（240馬力）の3軸オーガを装着できること。
- ④路上施工時は、駐機場所へ移動できる機動性を持つこと。
- ⑤営業線近接施工であるため、十分な本体安定性と操作上の安全性を確保できること。

要求される施工能力に対応する一般的なSMW機（DH658、全装備重量135t）では、作業幅が9.5m程度となるが、それを半分以下の4.5mに、旋回半径も2.2m以内とするため、以下の対応を行った。

- ①パワーユニットにエンジン・油圧ユニットが一体化されているケーシング回転掘削機の油圧ユニットを使用して全体の小型化を図った。
- ②リーダを含むフロント装置は、高出力（240馬力）3軸オーガ装着可能とした。
- ③路下施工を考慮して、リーダを縮めた時の最小機械高さを6.0mとした。
- ④走行装置には中型SMW機（85t級）を採用し、機体幅の縮小を図った。
- ⑤油圧システムの制御を全て電気式とし軽量化を図った。
- ⑥機体の全操作をリモコンボックスに集約し、運転席

外での操作も可能とした。

- ⑦施工中の機体の安定性を保つため、フロントに伸縮式ジャッキを配し、スクリュロッドの引抜力を最大600kNまで確保した。

施工に先立って行った試験施工の結果、単軸による先行削孔2本+3軸による土留造成の手順にて、立川礫層での孔壁崩壊を防止するために通常配合よりセメント・ベントナイトの量を多くし施工を行った。

削孔制度は先行削孔に左右されるため、先行削孔の精度の管理値を、路上路下共、芯材の建込み精度と同じ1/150以下とし、目標精度は1/200以下とした。測定はオーガスクリュに内蔵した傾斜計で行い、変位で最小5mm（傾斜1/6, 460），最大147mm（傾斜1/219），平均58mm（傾斜1/967）と良好な結果を得た。この結果、本削孔における芯材の建込みも所定深度まで無理なく建込むことができた。図-2に施工状況図を、写真-1, 2に施工状況写真を示す。

表-1に路上、路下での錐の仕様及びサイクルタイムを示す。施工に要する時間は錐の切継ぎ長の違いが支配的となり、先行削孔2本及び造成1セット（芯材建込み含む）の施工に対し、路上施工については6時間を要し、路下施工については9時間を要した。

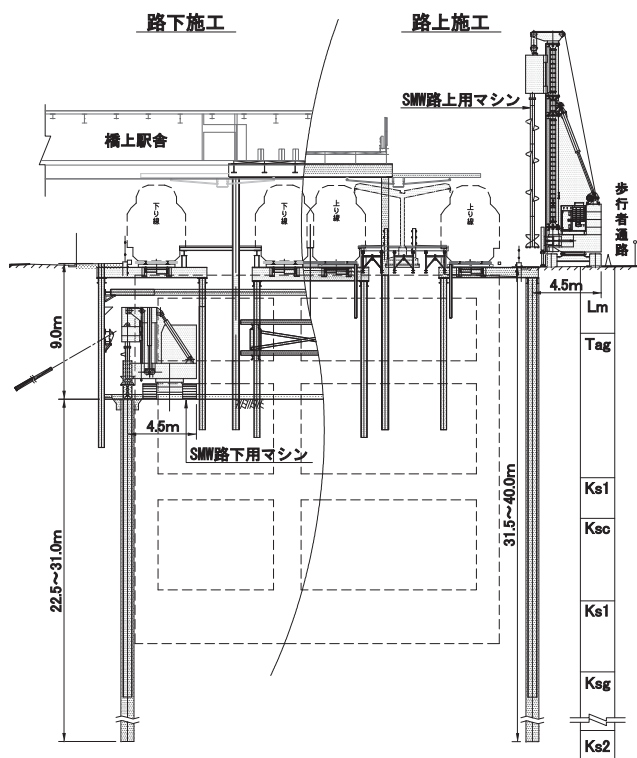


図-2 施工状況図



写真一 1 SMW 機路上作業状況



写真二 2 SMW 機路下作業状況

表一 1 SMW 施工サイクルタイム

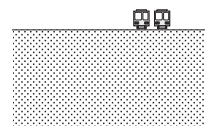
	路上施工	路下施工
錐形状	先端スパイラル	オールスパイラル
切継ぎ長	6.8m	1.9m
実施工時間	6h (夜間)	9h (昼夜間)
削孔長	31.5 ~ 40.0 m	22.5 ~ 31.0 m
先行削孔	2 本	2 本
造成	1 セット	1 セット

(2) 掘削工

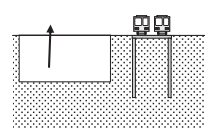
当工事では掘削箇所のほぼ全面に営業線が走っている状況であり、通常の開削掘削のように掘削した箇所から直上へ掘削土を搬出することが困難であったため、B1 スラブを逆巻き工法により先行して構築し、構築の完了した B1 スラブ上を掘削土搬出・資機材搬入の動線として利用する計画とした。また、B1 スラブ構築のための掘削土搬出用として、現場周囲に複数箇所の副立坑を配置して構築を進めた。図一 3 に掘削作業の標準ステップを示す。

このような特殊な掘削土搬出経路となっているた

Step1 当初

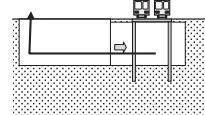


Step2 副立坑構築、軌道仮受け



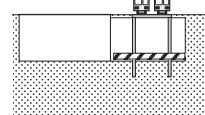
Step3 一次掘削

※掘削土は、掘削箇所→副立坑→地上の順序で搬出



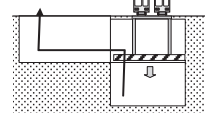
Step4 B1 スラブ構築

※B1 スラブは山留壁、仮受け杭で支持



Step5 B1 スラブラ掘削

※掘削土は、掘削箇所→B1 スラブ上→副立坑→地上の順序で搬出



図一 3 掘削作業標準ステップ

め、B1 スラブ上にテルハクレーン数機を設置し、B1 スラブ下の掘削土を揚土し、B1 スラブ上に設置したベルトコンベヤ、軌条設備にて副立坑へ運搬、副立坑上に設置したパイプクランにてダンプに積込み搬出、という方法にて掘削土搬出を行った。以下に使用した機械設備の仕様と施工実績及び不具合事例を示す。また、表一 2 に設置した設備の一覧を示す。

(a) テルハクレーン

揚土に使用したテルハクレーンは、B1 スラブ上自体が軌道下であり、空頭制限があるため、ホイスト方式ではなくウインチ方式を採用した。また、ウインチの運転にインバータを使用することにより巻き上げ、巻き下げの運転速度を高速化(巻上速度 24 m/min)し、サイクルタイムの短縮を図った。

このテルハクレーンでの作業は、最大深さ 16 m の掘削に対してサイクルタイムで約 2 分、1 台あたり処理能力で 27 ~ 30 m³/h であった。

(b) ベルトコンベヤ

B1 スラブ上の掘削土運搬に使用したベルトコンベヤは、ベルト幅 600 mm、ベルト速度 100 m/min、運搬能力 240 t/min となっており、テルハクレーンからの掘削土受け口に定量供給用のベルトフィーダを配す

表一 掘削土揚土・搬出設備一覧

設備区分	名称	単位	数量	仕様	設置場所	備考
掘削土揚土	テルハクレーン	2	基	4.9 t 吊, ウインチ式 1 m ³ バケット装備	東エリア	撤去後, 駅エリアに転用
	ベルトコンベヤ	2	基	W = 600, 100 m/min 240 t/min, L = 約 100 m	東エリア	撤去後, 駅エリアに転用
	テルハクレーン	6	基	4.9 t 吊, ウインチ式 1 m ³ バケット装備	駅エリア	東エリアからの転用分含む
	ベルトコンベヤ	6	基	W = 600, 100 m/min 240 t/min, L = 約 250 m	駅エリア	東エリアからの転用分含む
軌条関係	軌条	284	m	RG762	駅エリア	
	片開き分岐	1	基	RG762, 左	駅エリア	
	バッテリーロコ	2	台	牽引力 630 kgf 定格速度 6 km/h	駅エリア	
	ズリ鋼車	2	台	2.0 m ³ , 自動転倒式	駅エリア	副立坑での排土用に 天井クレーン (4.9 t) を設置

る計画とした。

(c) 軌条設備

ベルトコンベヤを配置し、且つ、重機、作業員の動線を確保するため、一部の区間でベルトコンベヤの代替設備として軌条設備を設置した。軌条の総延長は約 280 m、動力車として、バッテリーロコ（牽引力 630 kgf、定格速度 6 km/h）と掘削土運搬用のずり鋼車（2.0 m³）のセットを 2 セット導入した。

(d) 施工実績

2009 年 6 月より、前述の設備を使用して B1 スラブ下の二次掘削を開始し、2010 年 3 月末にて約 156, 500 m³ の掘削を完了した。

表一 3 に二次掘削期間中の月別掘削土量を示す。

表一 3 月別掘削土量

		掘削土量 (m ³)
平成二十一年	6 月	3,487
	7 月	3,256
	8 月	8,729
	9 月	11,539
	10 月	14,036
	11 月	22,083
	12 月	35,332
平成二十二年	1 月	27,385
	2 月	17,424
	3 月	13,195
二次掘削土量計		156,465

この掘削土搬出設備で発生した主な不具合及びその対処は以下の 2 点であった。

①テルハクレーンの過巻き防止装置の故障

設置場所である B1 スラブ上は空頭制限があり、そのためウインチ式を採用したのだが、それでも吊りしろの確保が厳しかったため、揚土の際に過巻き防止装置が作動するまで巻き上げる必要が生じ、そのことによる過巻き防止装置の故障が多発した。

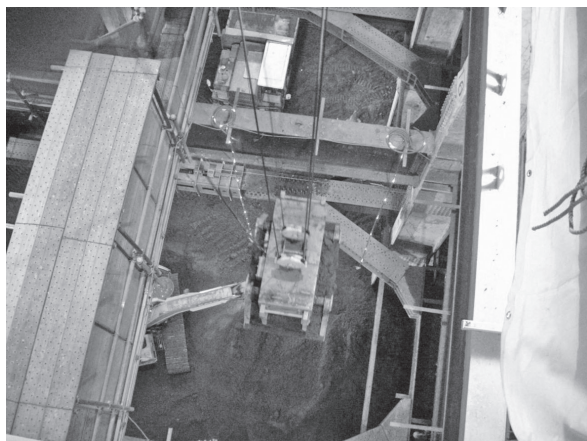
本工事では工程の都合上改造が間に合わなかったが、過巻き防止装置の形状変更と巻き上げ最終段階での巻き上げ速度の減衰・減速化を図ることで解消できるものと考えている。

②ベルトフィーダ出口部の閉塞

GL-25 m 付近にある土丹が大きな塊としてテルハクレーンで揚土された際に、定量供給用に開口サイズを小さくしているベルトフィーダの出口部に詰まり、時には鋭角に割れた土丹塊によりベルトフィーダのベルトが裂ける現象が発生した。また、粘性の高い土砂がベルトフィーダのホッパ部に堆積して閉塞する現象も発生した。

本工事では、ベルトフィーダの定量供給口の形状を幅広、アーチ型にし、その分ベルト速度を低下させる。更にホッパ内側にテフロン板を取付けることでこの不具合を改善することができた。

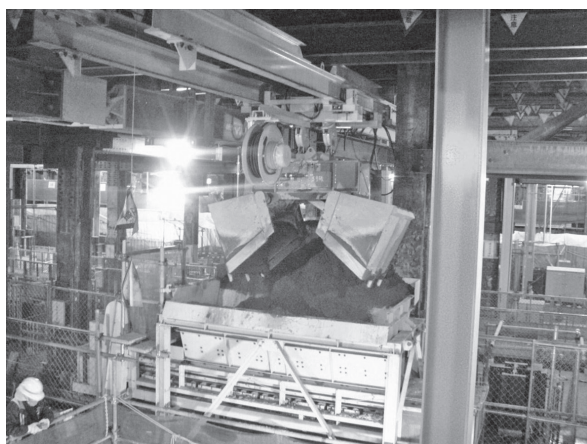
以上のように問題点に対処し、工程通りに掘削を完了することができた。写真一 3 ～ 5 に掘削設備、施



写真一3 掘削土揚土状況



写真一6 掘削完了状況



写真一4 テルハクレーン⇒ベルトフィーダ積込み状況



写真一5 軌条設備設置状況

工状況の写真を示す。また、写真一6に掘削完了状況写真を示す。

4. おわりに

開かずの踏切対策として、今後も都市部での鉄道の地下化が計画されると思われるが、狭隘な都市部での施工にはそれぞれの立地条件に適合した綿密な計画が求められる。

本報文が今後の同種の狭隘な現場での施工計画立案の一助になれば幸いである。

J C M A

《参考文献》

- 1) 寺田・岩村・河辺・小倉・澁谷, 狭隘型・低空頭・大深度・大口径 SMW 機の開発と施工実績, 土木学会第 64 回年次学術講演会論文集, 2009 年 9 月
- 2) 寺田・岩村・大石・小倉・三室, 調布駅地下化工事における大規模掘削工事の施工実績 (その 2), 土木学会第 65 回年次学術講演会報文集, 2010 年 9 月
- 3) 岩村, トンネルと地下: 営業線直下掘削における支保工段数を情報化施工により低減, (社)日本トンネル技術協会, 42 巻, 2 号, pp.115-125, 2011 年 2 月

〔筆者紹介〕

瀬水 康博 (せみず やすひろ)
鹿島建設株
東京土木支店 京王調布統合事務所
京王調布 JV 工事事務所
機電課長



大断面4連アーチカルバートの工場生産方式による施工 第二京阪道路 打上工事・国守工事

田 口 敬 介・三 輪 圭 介・中 野 計

2010年3月20日に開通した第二京阪道路は、京都と大阪を結ぶ延長約28.3kmの広域幹線道路である。このうち打上工事・国守工事は、閑静な住宅街が広がる丘陵地において、地中連続壁、グラウンドアンカーを用いて開削し、延長365mの4連のアーチカルバートとボックスカルバートによる道路トンネルを構築するものである。

本報では、わが国でも例を見ない大断面4連アーチカルバートについて、移動式セントルなどの施工設備を投入し、急速施工を実施した施工概要について報告する。

キーワード：4連アーチカルバート、工場生産方式、急速施工、移動式セントル、インバート栈橋、橋型クレーン

1. はじめに

2010年3月20日に開通した第二京阪道路は、京都と大阪を結ぶ延長約28.3kmの道路であり、名神高速道路及び一般国道1号の慢性的な渋滞の解消を目的とした、6車線自動車専用道と2～4車線からなる一般国道1号のバイパスである。

本道路は環境や景観に配慮した道路となっており、道路の両脇に植栽帯、副道や自転車歩行者道からなる幅員約20mの環境施設帯を設置、さらに、豊かな「みどり」、風景になる「みち」等のデザインにもこだわり、周辺環境と調和した道づくりを目指したものである。

第二京阪道路の整備により、京阪間の慢性的な渋滞が解消され、大阪～京都間の所要時間が現在の約半分に短縮される。また、阪神高速8号京都線、京滋バイパス、近畿自動車道とつながることにより広域幹線ネットワークを形成し、近畿圏の人流・物流の活性化が期待できる。

本道路の大阪府寝屋川市に位置する打上工事・国守工事(図-1)は、地中連続壁、グラウンドアンカーを用いて開削し、延長365mの大断面のカルバート構造物を構築したものである。本工事の大きな特徴は、その大部分に、わが国でも例を見ない大断面の4連アーチカルバートを採用したことである。

本稿では、大断面4連アーチカルバート構築を移動式セントルなどの施工設備を投入し、急速施工を実施した施工概要について記述する。



図-1 工事位置図

2. 工事概要および構造

(1) 工事概要

第二京阪道路打上工事・国守工事は、大阪府北東部淀川左岸の寝屋川市域に位置し、付近一帯は閑静な住宅街が広がる丘陵地である。本工事は、この丘陵地帯において、地中連続壁、グラウンドアンカーを用いて地盤を掘り下げ、カルバート構造物を構築する365mの開削トンネル区間である。

(2) 構造概要

開削トンネル区間に構築するカルバート構造物は、内空幅16.4m、内空高さ10.6m～15.6mの専用部(高速道路上り線・下り線)と、内空幅9.8m、内空高さ7.9m

の一般部（一般道路上り線・下り線）により構成された大断面の剛結4連形式となっており、各道路が分離されるよりも道路全体の占用幅を狭くすることができるが、構造物全体の幅は約60mと非常に大きい断面を有する。

カルバート構造物の断面形状は、側壁を除く大部分は曲線を成すアーチカルバートが採用された(図-2)。

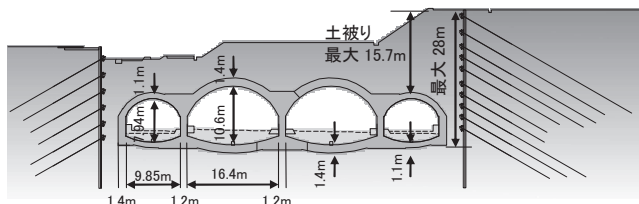


図-2 構造一般図

アーチカルバートは、底版および上床版がアーチ形状を成し、上載荷重および地盤反力に対し、アーチアクションによる部材軸力の効果を発揮することで、ボックスカルバートと比べると、薄い部材厚を実現し、経済性を向上している。また延長方向については、15m毎に施工ジョイントが設けられ、打上工事15ブロック、国守工事10ブロックの合計25ブロックで構成されている。

各道路の縦断勾配は、国守工事区間では専用部・一般部共に2%であるのに対し、打上工事区間では一般部が2%から5%に変化するため、打上工事区間の端部では専用部と一般部に最大6mの高低差が生じる。アーチスラブは、剛結4連形式であるため、縦断勾配は一般部と同様に変化し、専用部の内空高さは徐々に大きくなる(図-3)。

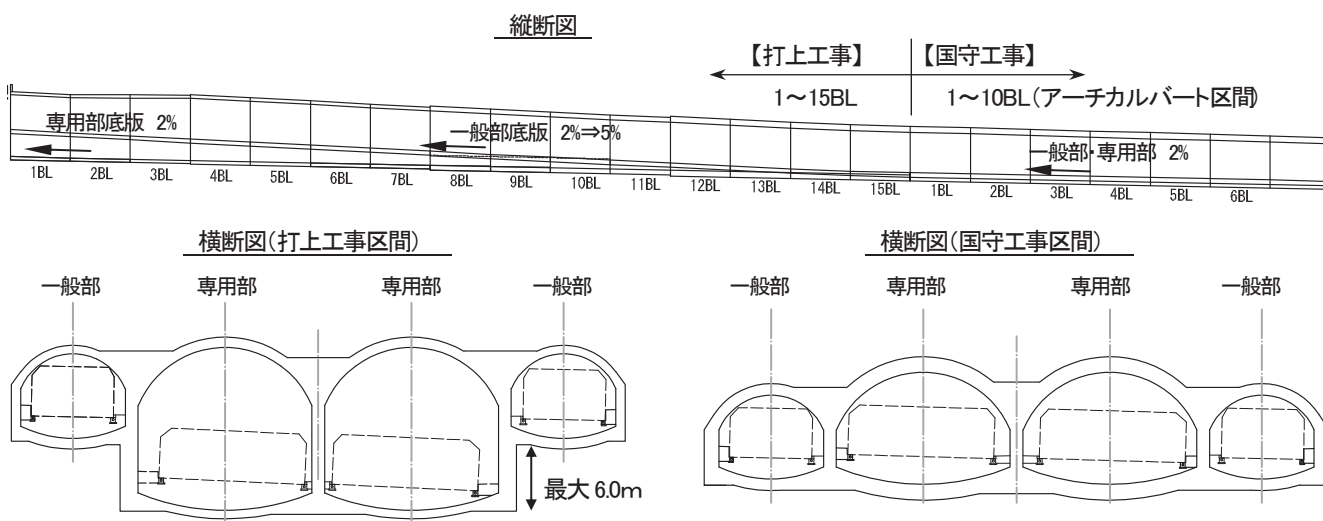


図-3 横断面図および縦断図

3. 4連アーチカルバートの施工方法

(1) 打設ロット割り

コンクリート打設作業では、コンクリートミキサー車やコンクリートポンプ車、バイブレータなどから騒音が発生する。施工場所が、閑静な住宅街に近接することから、コンクリート打設が昼間に完了できるよう、底版3ロット、側壁5ロット、アーチ付け根3ロット、アーチスラブ4ロットの合計15ロットに打設ロットを分割し、1回に打設するコンクリートの量を制限する計画とした。

打設ロット割りを図-4に示す。

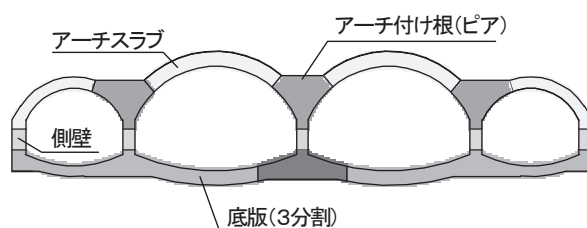


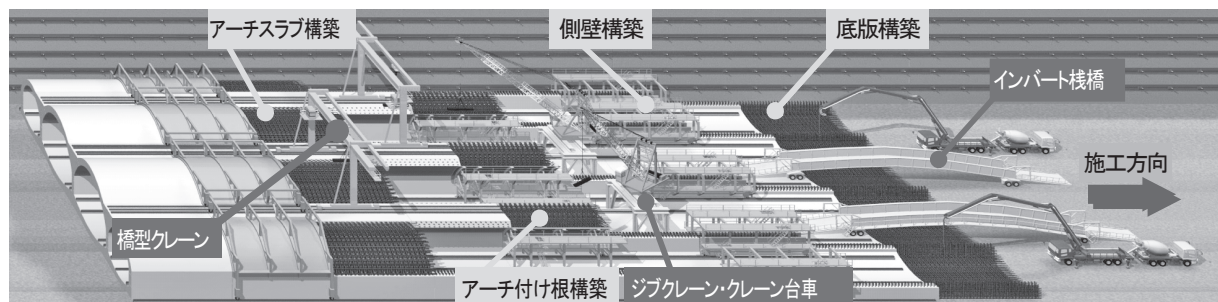
図-4 打設ロット図

(2) 施工設備

4連アーチカルバートの構築では、移動式セントル、橋型クレーン、インバート栈橋などの設備を複数投入し、底版、側壁、アーチ付け根、アーチスラブを順次繰り返し構築を進める「工場生産方式」を目指し、急速施工と安定的な出来形確保を実現した(図-5)。

これら施工設備は、まず国守工事区間に投入され、同工事区間を施工完了後、打上工事区間に引き継がれた。

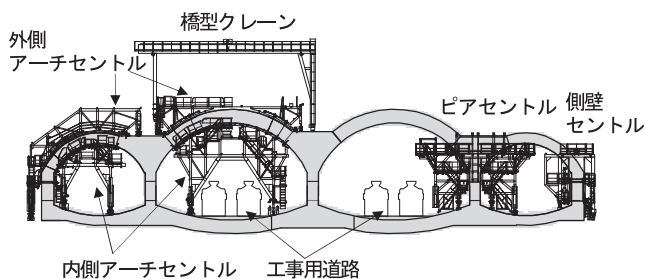
以下に、施工設備について述べる。



図ー5 施工設備配置図

(a) 移動式セントル

底版を除く各部位の構築では、打設ロット割りに合わせ、側壁部5基、アーチ付け根部3基、アーチスラブ部では、内側と外側に各4基の移動式セントルを使用した（図ー6）。

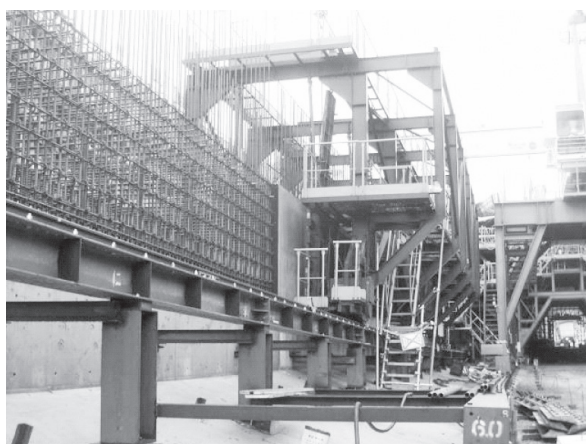


図ー6 移動式セントル設置要領

移動式セントルとは、コンクリートを打設するための鋼製型枠が、鉄骨フレームに組付けてあり、コンクリートの打設が完了すると、その形状を維持した状態で次の施工場所に自走できる設備である。一般的な型枠工法と比較して、型枠および支保工の設置・撤去に要する日数を大幅に削減でき、急速施工に寄与した。

①側壁セントル

側壁セントル（写真ー1）は、施工する壁を跨ぐように鉄骨フレームを組み、フレームから鋼製の型枠を吊る構造とした。

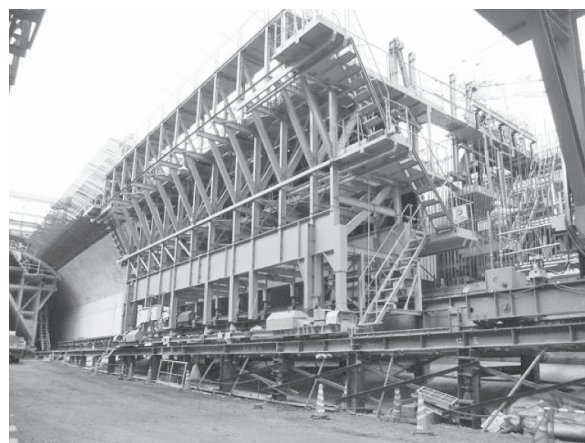


写真ー1 側壁セントル

②ピアセントル

ピアセントル（写真ー2）は、アーチ付け根部用の移動式セントルで、側壁部と同様、施工するアーチ付け根部を跨ぐように鉄骨フレームを組み、そこに鋼製型枠を取り付けた。

アーチ付け根部とアーチスラブ部を分離したことで、他の部位と比較して施工日数の長いこれら部位の並行作業が可能となり、急速施工に寄与した。



写真ー2 ピアセントル

③アーチセントル

アーチスラブの施工では、内側アーチセントル（写真ー3）と外側アーチセントル（写真ー4）を用いた。

内側アーチセントルは、アーチスラブの底枠として使用する。工事用道路として使用する底版上を門型に鉄骨フレームを組み、工事に必要な物流の動線を確保した。

外側アーチセントルは、既に完成したアーチ付け根上に設置され、上曲面両端部の傾斜部の蓋型枠として、鋼製型枠を配置した。天端付近の平坦部は鋼製型枠を配置せず開口部とし、人力コテ仕上げを実施した。両端傾斜部の鋼製型枠には、コンクリート打設、締固めを実施するため、開閉式の蓋を有する打設開口（□45 cm × 45 cm）を75 cm ピッチで設けた。



写真—3 内側アーチセントル



写真—4 外側アーチセントル

(b) インバート栈橋

流れ作業による「工場生産方式」を維持するためには、物流の動線確保が最も重要である。本工事では、完成した専用部の底版上を工事用道路として使用した。底版の施工中については、インバート栈橋（写真—5）を上下線に1基ずつ投入し、鉄筋やコンクリートなどの資機材が常時通行可能な状態を維持した。インバート栈橋は、底版の進捗に合わせ、電動チルホー



写真—5 インバート栈橋

ルを用いて移動した。

(c) 揚重設備

工事用道路上に移動式クレーンを設置し、鉄筋等の揚重作業を行なった場合、道路幅員のほぼ全体を占有するため、資機材搬入の滞りやクレーン稼働率の低下が避けられなかった。そこで、物流の動線の常時確保とクレーン作業との両立が可能な揚重設備を計画した。

①ジブクレーン・クレーン台車

側壁・アーチ付け根の施工では、フレーム構造のクレーン台車上に配置したジブクレーン（写真—6）を使用し、クレーン直下の工事用車両通行を可能とした。



写真—6 ジブクレーン・クレーン台車

②橋型クレーン

アーチスラブの施工では、既に完成したアーチ付け根上に橋型クレーン（写真—7）を設置した。橋型クレーンの採用は、旋回することなく揚重作業を遂行できるため、揚重作業のサイクルタイムが短くなり、急速施工に大きく寄与した。

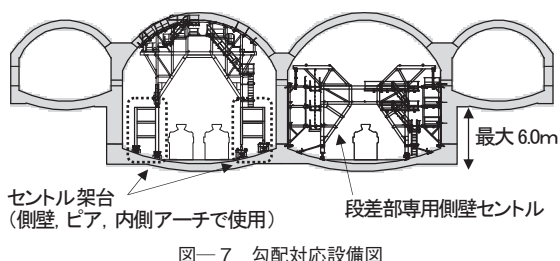


写真—7 橋型クレーン

(3) 専用部における内空変化への対応

移動式セントル等の施工設備は国守工事から打上工

事に引き継がれたが、打上工事区間における専用部の内空変化により、設備の追加や改良（図一7）が必要であった。



図一7 勾配対応設備図

以下に、これら内空変化への対応を述べる。

(a) 段差部専用側壁セトル

打上工事区間では、専用部と一般部の底版に最大6mの高低差が生じ、これら底版の間に新たな壁が発生した。

そこで、段差部専用側壁セトル（写真一8）を2基投入した。当セトルは、工事用道路を跨ぐように鉄骨フレームを組み、鋼製型枠を取り付けた。

段差部の壁は、一般部の底版コンクリートと同時打設を行ったため、工程進捗への影響を最小限に抑えることができた。



写真一8 段差部専用側壁セトル

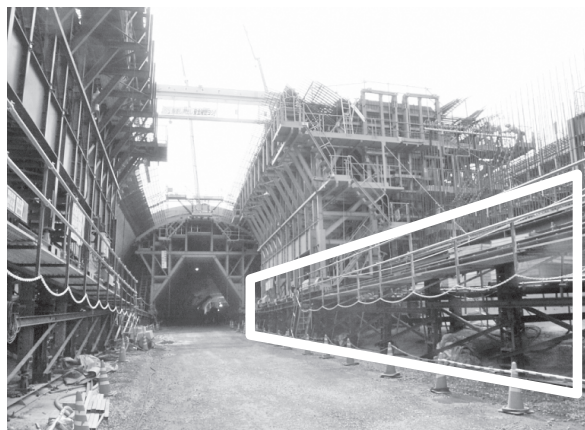
(b) セトル架台

専用部の内空高さは10.6mから15.6mに徐々に高くなる。国守工事から引き継いだ各種移動式セトルは専用部の底版上に敷設されたレール上を走行するため、高さの変化に対応させる必要があった。

そこで、専用部と一般部の高低差に合わせた鋼製のセトル架台（写真一9）を設置し、その上を走行させることで内空変化に対応した。

(c) 橋型クレーン

アーチスラブの施工に使用する橋型クレーンは、アーチ付け根上に敷設されたレールの上を走行する。



写真一9 セトル架台

アーチ付け根天端の縦断勾配は、アーチスラブと同様に縦断勾配が変化する（2%→5%）。

そこで、サドル（走行装置）上にジャーナルジャッキを装備し、クレーン本体が常に鉛直になるよう調整した。

また、ディスクブレーキ付き4輪駆動方式を採用することで、5%の急勾配走行を可能とし、さらに安全対策として、ラック内のチェーンを把持して確実に停止する構造とした。

4. おわりに

本工事は、住宅が密集する市街地において、地域にお住まいの皆様のご協力を得て、関係者一丸となり工事を進め、2010年3月に無事竣工・全線開通を迎えることができた（写真一10）。

同工事で確立された4連アーチカルバートの合理的な施工手法が、今後同種工事において適用されるとともに、技術の向上に役立てば幸いである。



写真一10 完成写真

《参考：第二京阪道路（枚方東 IC ～門真 JCT）
開通後の交通状況及び整備効果》

【1 ヶ月後】

- ・ 国道 1 号の主要な交差点の渋滞が解消
- ・ 第二京阪道路と並行するその他主要な一般道路の混雑も緩和
- ・ 生活道路への流入交通が大幅に減少

平成 22 年 5 月 14 日

【3 ヶ月後】

- ・ 周辺一般道のピーク時速度が約 2 割向上
- ・ 地域内の渋滞緩和で月 60 万時間（14 億円相当）の節約効果
- ・ 抜け道への流入交通が大幅に減少，生活道路の安全性が向上
- ・ 物流などの企業活動が効率化
- ・ 路線バスの定時性が向上
- ・ 京都～関西国際空港間のリムジンバスの定時性が向上

平成 22 年 7 月 2 日

【6 ヶ月後】

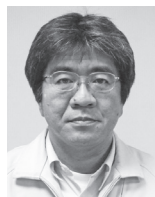
- ・ 高速道路のピーク時速度が広域的に向上
- ・ 近畿道（吹田 JCT ～門真 JCT）の朝夕のラッシュ時の渋滞が緩和
- ・ 名神集中工事期間中に大阪・京都間の円滑な高速ネットワークを確保
- ・ 地域の利便性が向上し住宅需要が拡大

平成 22 年 11 月 5 日

近畿地方整備局浪速国道事務所
西日本高速道路(株)
ニュースリリースより引用

【筆者紹介】

田口 敬介（たぐち けいすけ）
西日本高速道路(株)
関西支社 枚方工事事務所
工事長



三輪 圭介（みわ けいすけ）
(株)大林組・青木あすなろ建設(株)・(株)松村組特定建設工
事共同企業体
工務グループ長



中野 計（なかの はかる）
鹿島建設(株)・(株)熊谷組・みらい建設工業(株)特定建設工
事共同企業体
所長



J C M A

大橋連結路開削部の施工

大橋 JCT EF 連結路工事

藪 本 篤

大橋 JCT の EF 連結路工事は都市内の限られた作業ヤードと工程上の制約条件の下、山留め壁として建設用地幅を縮小できるソイルセメント鋼製地中連続壁工法の本体利用を採用し、地上から逆巻き工法により躯体を構築する。また本工事は、営業中のシールドトンネルを開削工法にて切開く工事であるため、営業中トンネルに一般車両と切開き施工帯を分離するプロテクターを設けて安全性を確保し、またシールドトンネル本体に影響を与えないよう計測管理を行いながら施工を行っている。

キーワード：切開き、逆巻き工法、ソイルセメント鋼製地中連続壁、営業線防護、計測管理

1. はじめに

中央環状品川線は、全線約 47 km の中央環状線の南側部分を形成しており、大井 JCT で首都高速湾岸線から分岐したのち、目黒川および環状第 6 号線（山手通り）の地下をシールドトンネルで北上し、大橋 JCT を介して中央環状新宿線および首都高速 3 号渋谷線に接続する路線である（図—1）。中央環状品川線では、そのほぼ全線においてトンネル構造を採用しており、自動車からの騒音や振動を外部へほとんど伝えない、排出ガスの影響を最小限にするなど、沿道の環境に与える影響の抑制を図っている。

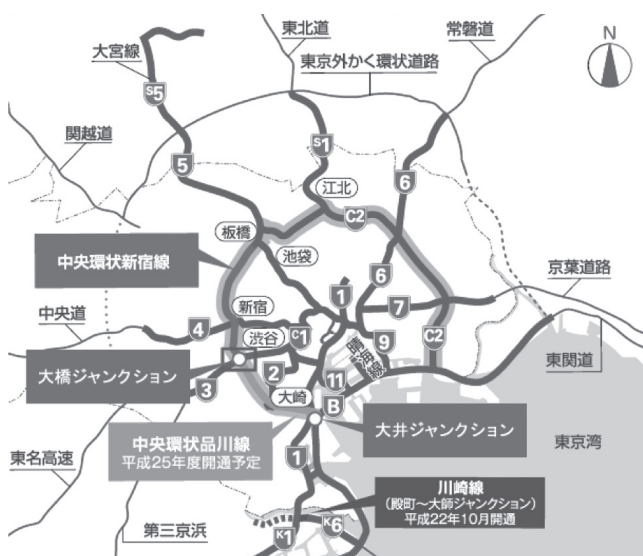
本稿では、大橋 JCT の中央環状品川線とを接続する SJ14 工区（1）EF 連結路トンネル工事において行

われている、逆巻き工法による開削躯体の構築と、営業中のシールドトンネルの切開きによる分合流部の構築について報告する。

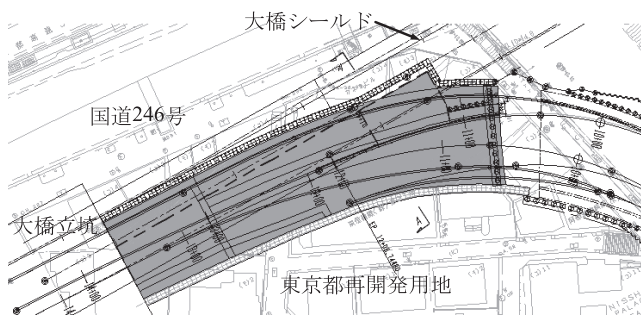
2. 工事の概要

本工事（SJ14 工区（1）EF 連結路トンネル工事）は、中央環状品川線と首都高速 3 号渋谷線を接続する大橋連結路のうち、大橋 JCT ループ部に近い部分に位置しており、中央環状新宿線から流入する営業中の大橋シールドの上層トンネルを開削工法で切開いて合流部を構築する工事である。大橋 JCT は中央環状線と首都高速 3 号渋谷線を接続するフルジャンクションであり、そのうち A～D 連結路は 3 号渋谷線と中央環状新宿線を繋ぐ連結路で、E、F 連結路は中央環状品川線と 3 号渋谷線を繋ぐ連結路である。本工事で構築する EF 連結路トンネル躯体は上下 2 層の開削トンネルとなっており、上層トンネル（F 連結路）は大橋 JCT から品川線への流出、下層トンネル（E 連結路）は品川線から大橋 JCT への流入である。上層は矩形のトンネル構造、下層は大橋シールドの鋼製セグメントと開削躯体の RC スラブを接続する切開き構造となる（図—2、3）。

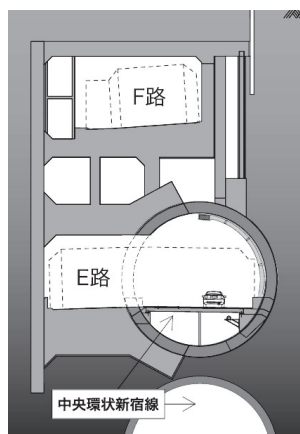
営業中トンネルの切開き工事となるため、切開き施工時の安全性を確保するために、中央環状新宿線の営業開始前に一般車両と切開き施工帯を分離するプロテクターを設置して、切開き工事によるセグメント切断時に生じる煙などの影響が営業車線に生じないように配慮している。また営業中のトンネル自体に対して、



図—1 首都高ネットワーク



図一2 工事範囲（平面図）



図一3 工事範囲（断面図）

機能および構造的な安全性が確保できるように、シールドトンネルの計測管理を実施しながらの施工をしている。

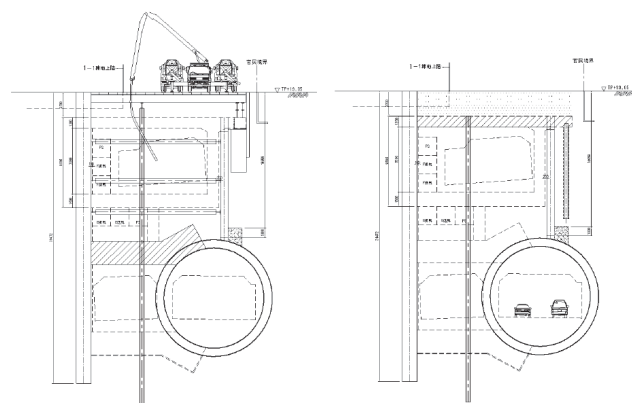
なお、大橋JCTは東京都再開発との協同事業を行っており、立体道路区域を設定しトンネル上に再開発ビルの一部が構築される予定である。平成23年3月までは、再開発ビルの工事のためにトンネル上部も含め地上ヤードを東京都へ返還する必要があったこともあり、上層トンネル頂版を先行して施工する逆巻き施工により躯体を構築している。

本工事では再開発用地に隣接する山留め壁として、都市内の限られた作業ヤードと工程上の制約条件から、建設用地幅を縮小できる本体利用のソイルセメント鋼製地中連続壁を採用している。

3. 躯体構築方法の検討

近接構造物への影響を極力抑えるため、開削躯体構築の施工手順として、①案（E連結路頂版先行案）と、②案（F連結路頂版先行案）の2つの方法を検討した（図一4）。また、東京都再開発との工程上の制約も条件となる。

①案は、上層のF連結路の構築に先立ち、下層のE連結路頂版を先行して施工し、その後E連結路底



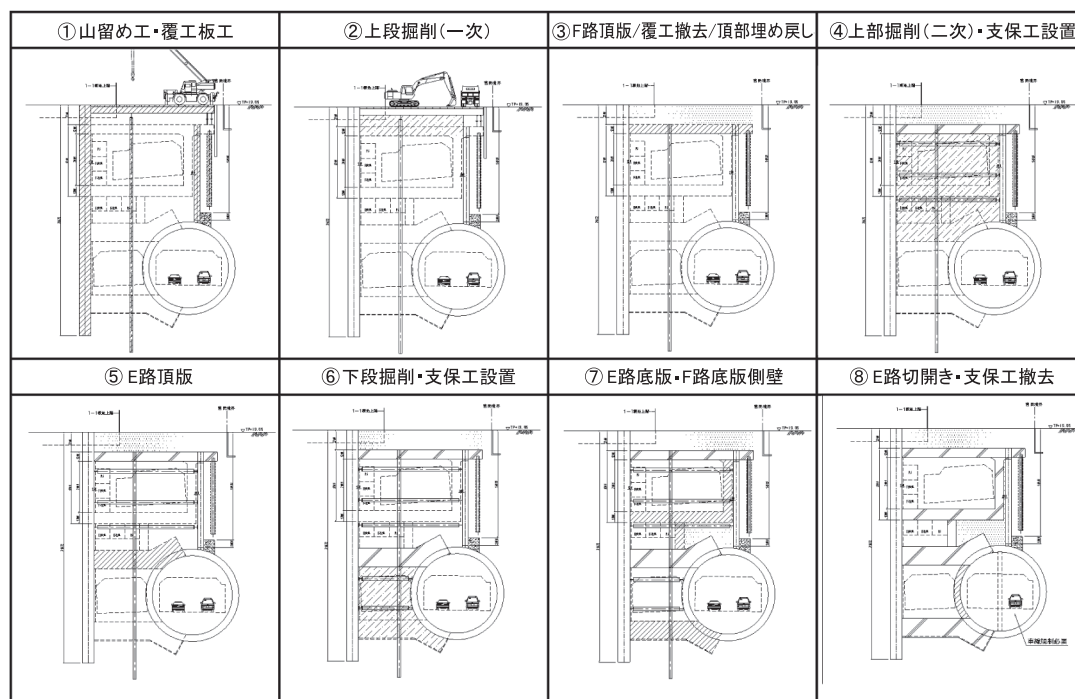
図一4 施工方法検討

版およびF連結路頂版を施工する案であり、F連結路の頂版構築と埋戻しが終了した時点で用地返還が可能となる。また、②案は、F連結路の頂版を先行して構築し、その後下部の躯体を逆巻き工法にて施工する案であり、F連結路の頂版構築と埋戻しが終了した時点で用地返還が可能となるが、用地の返還後は、品川線EF連結路側からの横引き施工となる。①案と比較してその期間が長いので、工程調整、ヤード調整が必要となるが、全体工程は短くなる。協定による用地返還期限を満足させるため、②案のF連結路頂版を先行して施工して逆巻き施工により躯体を構築する方法を採用した。またF連結路頂版、E連結路頂版を逆巻き工法にて施工することにより、土留め壁の変位を抑制し、近接する構造物に対する影響を抑えることが可能である。

施工ステップは図一5に示すとおり、まず山留め壁を施工し路面覆工を設置する。上段掘削を行い、F連結路頂版打設後、覆工板を撤去し頂部を埋め戻して作業用地を東京都再開発に返還する。その後支保工を設置しながら掘削を進めてE連結路の頂版を打設した後、下段の掘削を進めE連結路の底版、F連結路の底版および側壁を打設する。最終的に、E連結路の鋼製セグメントを切開いて合流部を形成した後、支保工を撤去して開削躯体の完成となる。

4. 再開発側山留め壁の選定

山留め壁の施工方法の種類は、現場の制約条件やその用途によって多岐にわたる。本工事において再開発用地に隣接する山留め壁の施工方法の選定には、以下の点を考慮する必要がある。



図ー5 施工ステップ

(1) 山留め壁選定における着目点

- ・掘削深度が深い（約 30 m）ため、大規模掘削に対応できること。
- ・作業用地が限定されるため施工効率が良く占有面積の小さい工法であること。
- ・地下水位が高いことから、止水性が良いこと。
- ・砂礫層ならびに土丹層を掘削するため、先行削孔等の補助工法を必要としないこと。
- ・東京都再開発事業用地を借用できる期間が限られており工程上の制約から、工期が優先となること。

(2) 山留め壁の選定方法

以上の点を考慮し、再開発側山留め壁として鋼製地中連続壁を選定した。鋼製地中連続壁は、剛性が高いため当該工事のような掘削深度の深い施工に適しており、本体利用とすることで全体工程も有利となる。

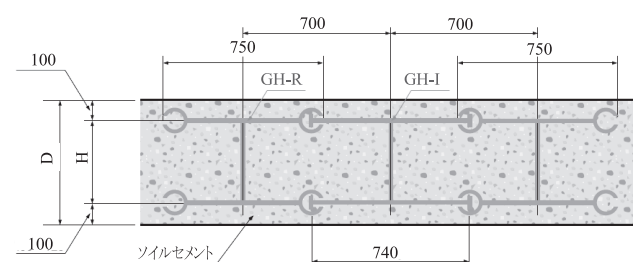
また、鋼製地中連続壁には工法－Ⅰ（コンクリート等充填鋼製地中連続壁工法）と工法－Ⅱ（ソイルセメント鋼製地中連続壁工法）があり、それぞれ作業スペース、経済性、工期などの項目から適応性を評価した。

作業スペースに関して、施工は区分地上権設定範囲内での作業が前提となるため、泥水処理プラント、安定液プラント、コンクリートプラントを配置する通常の連壁施工ヤードでの施工は不可能であると考えられた。しかし、工法－Ⅰについてはコンクリートプラントを省略しコンクリートを打設時搬入にて対応する、工法－Ⅱについては CSM 等の現位置攪拌工法により

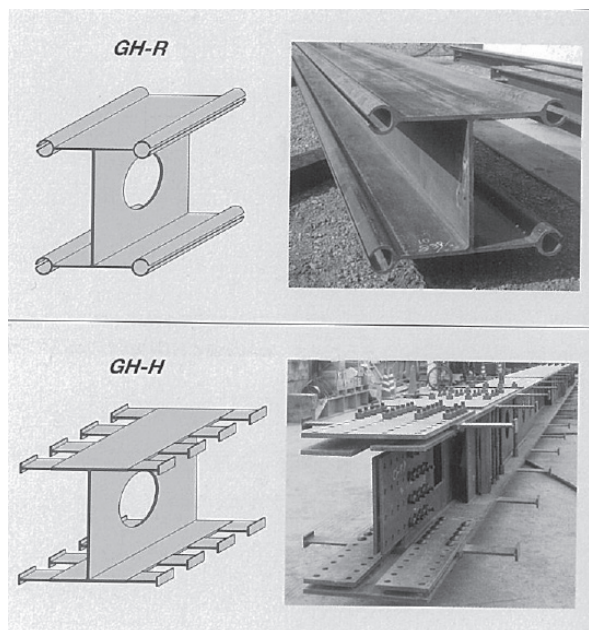
泥土モルタルを生成してその中に芯材を建て込むことで、両案ともヤードの配置が可能となる。経済性に関しては、現位置攪拌で設備が少なくコンクリートの購入の必要が無い工法－Ⅱが経済的である。また、施工のスピードは現位置攪拌となる工法－Ⅱのほうが早い。さらに工法－Ⅱは、混合攪拌処理工法で築造されたソイルセメント壁中に NS-BOX の GH-R と GH-I の 2 種類の部材を交互に連続して建込み、両フランジで嵌合できるため、継手部の止水性が高くなる（図－6、7）。

これらの点を総合的に勘案し、鋼製地中連続壁工法－Ⅱを採用した。図－8 に、ソイルセメント鋼製地中連続壁の芯材立て込み状況を示す。

ソイルセメント鋼製地中連続壁は、芯材の内部に強度を期待しないソイルセメントが充填された構造であるが、芯材のフランジにカプラーを溶接しており、躯体のスラブの主筋と接続することで本体利用（単独壁）としている。また溶接カプラーの背面には補強プレートを配置している（図－9）。



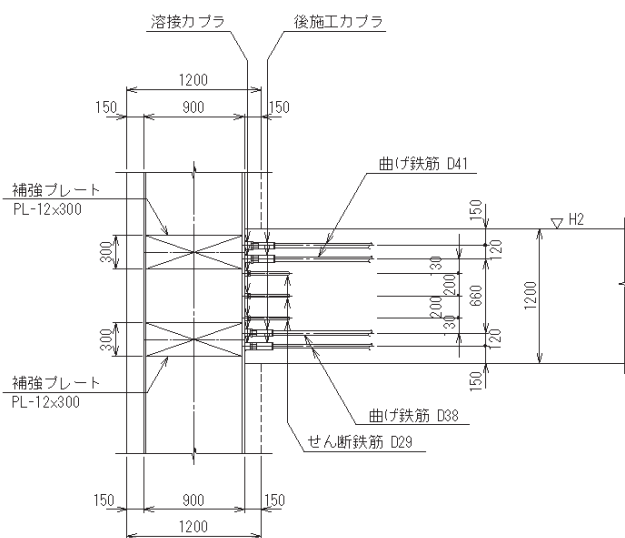
図ー6 ソイルセメント鋼製地中連続壁（標準構造）



図ー7 NS-BOXの構造



図ー8 ソイルセメント鋼製地中連続壁施工状況



図ー9 鋼製連壁 溶接カブラー

5. 営業中シールドトンネルの切開き

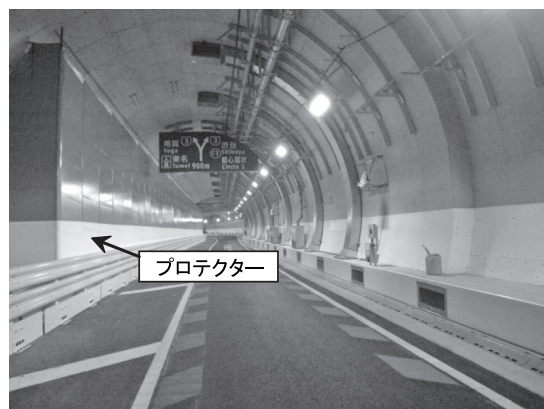
RC 躯体構築後、営業中の大橋シールドのセグメントを切開いて E 連結路合流部を構築する施工を実施する。近接する再開発ビルの掘削や逆巻き施工による躯体の構築、およびシールドトンネルの切開き施工によって、営業中の大橋シールドに与える影響や安全性を考慮して施工を進める必要がある。

切開き施工時には、セグメント切断時に発生する煙などによって、営業車線を通行する車両の視認性等への影響が懸念される。安全性を確保するため中央環状新宿線の営業開始前に、一般車両と切開き施工帯を分離する営業線防護プロテクターを設置し、営業中のシールドトンネル切開き施工に配慮している。プロテクターは、1500 mm ピッチで立てた H 鋼の前面に防音パネルを設置している。一般車両が衝突する可能性も考えられるため、前面にガードレールを設置している（図ー10、11）。

中央環状新宿線の開通後、切開き施工までは時間があるが、プロテクターの設置によって営業車線の断面が縮小される。プロテクターの上部空間を換気シミュレーションによる火災時の煙溜まりとして見込んでいるため、現状プロテクターの上部とシールドセグメントの間は完全に仕切られてはいない。切開き施工時には、プロテクター上部とセグメントとの間に防災シートを用いて切開き施工により発生する煙が車道に出ないように遮断することとなる。

大橋シールドの機能および構造的な安全性が確保できる許容変位については、FEM による逐次解析を行い躯体構築の施工ステップを検討し、逐次解析による結果を許容値として管理値を設定している。

逐次解析結果では、上層トンネル（B2 下層）、下層トンネル（D2 下層）ともに、EF 連結路開削部の掘削時には上下につぶれ、EF 連結路開削部の掘削が進



図ー10 営業線防護プロテクター

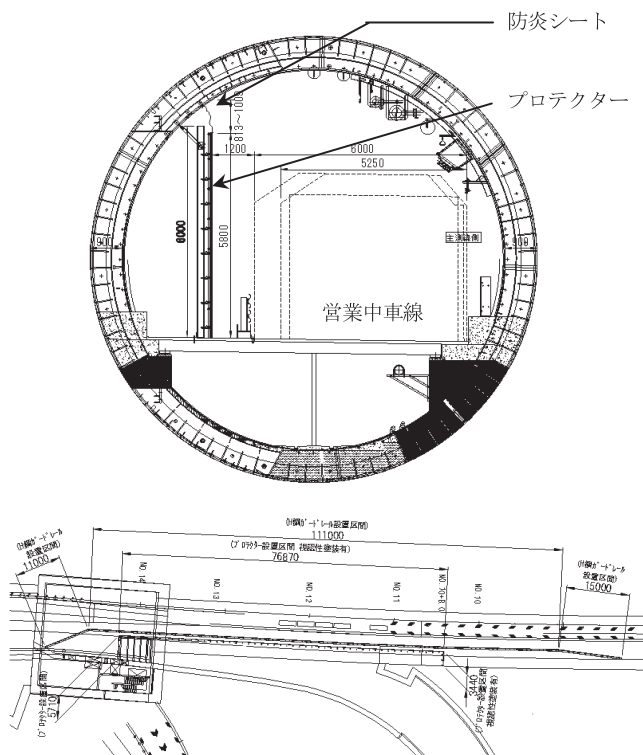


図-11 プロテクター設置図

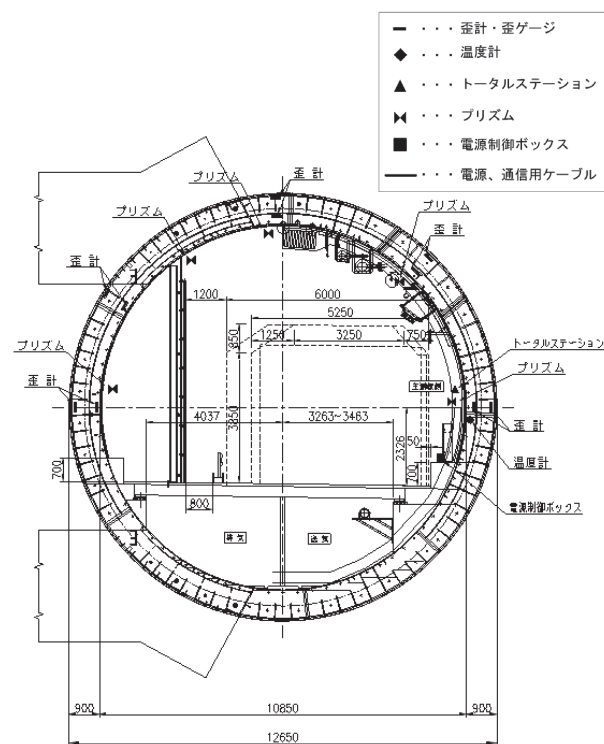


図-14 計測機器設置断面 (大橋シールド上層トンネル)

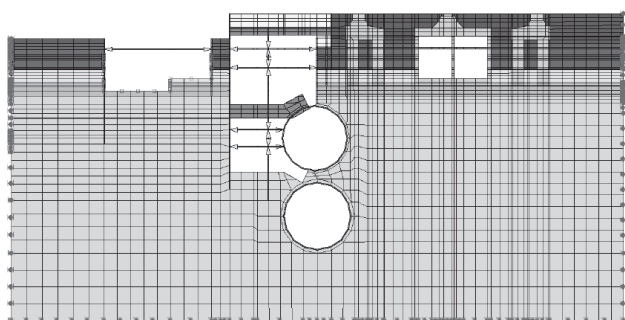


図-12 逐次解析モデル

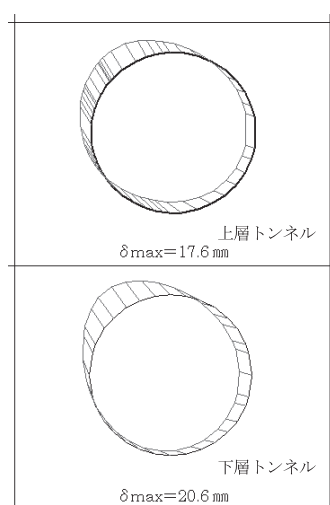


図-13 シールドトンネル変位 (逐次解析)

行するに連れて、掘削側斜め上方に引っ張られるような挙動を示した。最大変位は両トンネルともにE連結路トンネル頂版下まで掘削し、E連結路頂版施工前

の状態で、隣接する再開発ビルが床付けまで掘削されたときにおいて生じている (図-12, 13)。

これらを考慮し、トータルステーションを用いた大橋シールドセグメントの変形を計測管理しながら施工を行う。計測断面は、上下層ともに切開き区間2断面、非切開き区間1断面の計3断面とした。計測断面の位置は、土留めの設計断面位置や施設付属物による計測機器設置位置への制限を考慮して決定した。図-14に一例として上層トンネル (B2下層) の計測機器設置断面図を示す。

6. おわりに

本稿は、都市内の狭隘な空間の中で、作業ヤード等の制限のもと、山留め壁の選定および地下トンネルと営業中のシールドトンネルとを切開いて接続する工事の概要について紹介した。営業中のシールドトンネルの切開き工事はこれまでもあまり例がなく、安全のため計測管理を徹底して施工を実施していく所存である。

JCMIA

【筆者紹介】

数本 篤 (やぶもと あつし)
首都高速道路㈱
東京建設局 設計グループ



葛西駅前機械式地下立体駐輪場における アーバンリング工法の適用

竹 内 春 樹・佐々木 博 臣・金 内 常 和

都市部の駅周辺における放置自転車は、歩行者などの安全な通行を妨げるほか、交通渋滞を引き起こす原因となるなど社会問題となっている。その対策として自転車駐輪場の整備や自転車の撤去が進められてきたが、駅近隣に有効な土地が少なく駐輪場整備が進まないなどの理由から、ますます深刻な状況となっている。

ここに紹介する機械式地下駐輪場（サイクルツリー）は立体的で高い収容能力を持つ、従来にない安全で利便性に優れた機械式駐輪場で、駅近隣の狭隘なスペースを有効に活用して上記の問題を解決する画期的なシステムである。この地下駐輪場は短い工期と高い止水性、耐震性能を有するアーバンリング工法により実現したものである。

キーワード：機械式駐輪場、地下駐輪場、地下躯体、アーバンリング工法、止水性、連続施工、軟弱地盤

1. はじめに

東京都江戸川区は、地下鉄東西線葛西駅前のバスターミナル地下部における大規模な「機械式自転車駐輪場」の建設に際し、平成 17 年に公募（提案書の募集）を実施した。

建設場所は「水位の高い軟弱地盤」である為、「地下駐輪躯体工法の選定」が重要なポイントと言われていた。そこで、その躯体構築には「アーバンリング工法」が最適と判断し、その内部に自転車を格納する駐輪施設を提案したところ、度重なる審査の結果、この提案が採用された。

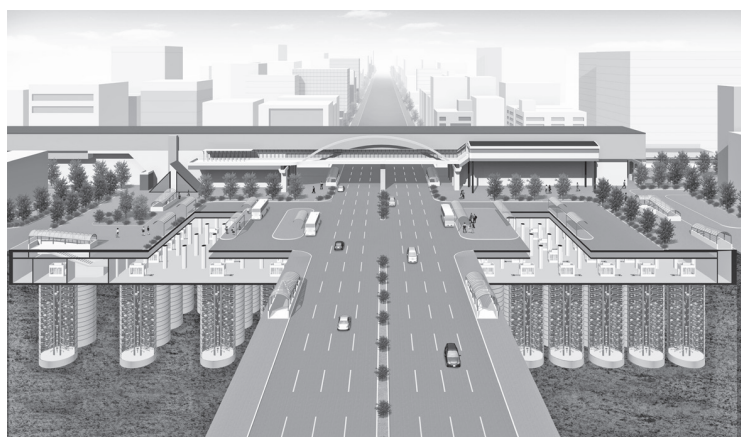
本駐輪施設は、収容台数が 6,480 台あり、機械式地下駐輪場としては日本最大規模である（図—1, 2）。

本報文では、このアーバンリング工法及び機械式地下駐輪場の概要を紹介する。

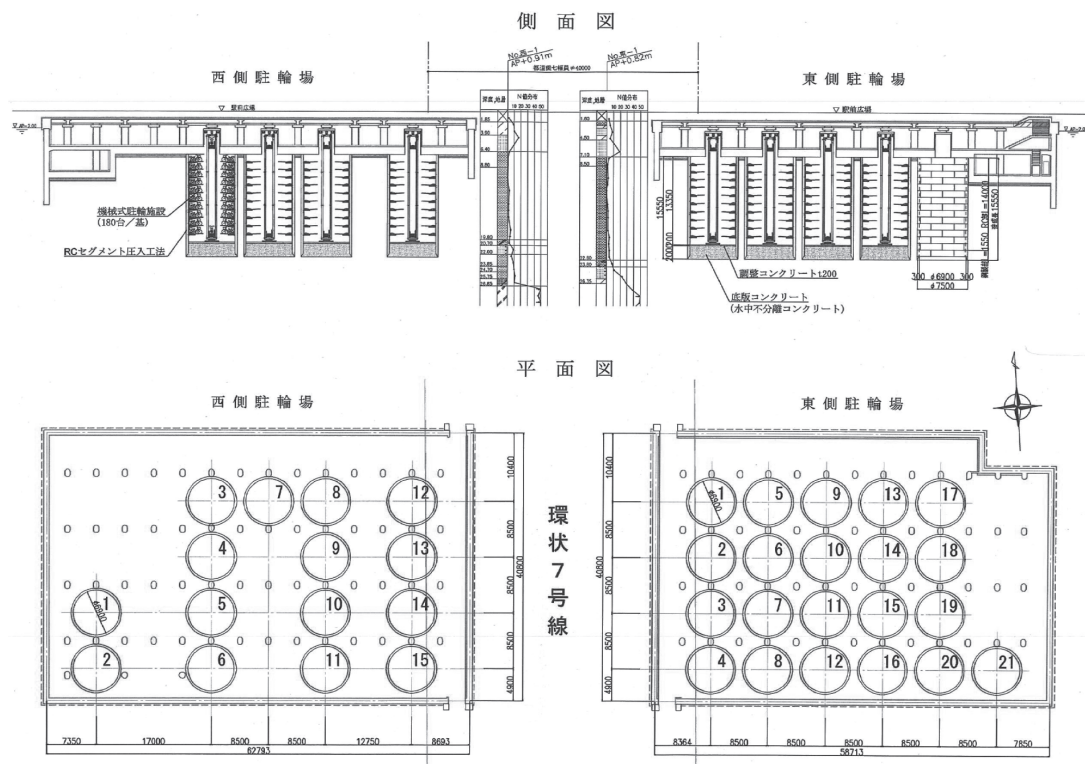
- ・自転車収容台数：180 台 × 36 基 = 6,480 台
(1 基当り 180 台)
- ・工期：平成 17 年 10 月～平成 19 年 12 月
(平成 20 年 4 月供用開始)

2. アーバンリング工法の概要

アーバンリング工法は、工場で製作されたアーバンリングピースを円形に組立て、鉛直方向に積み重ねたリング内部を主にクラムシェル等のバケット系掘削機を用いて掘削し、グラウンドアンカーを反力に所定の



図—1 全体概観図



図—2 側面図および平面図

地盤に沈設させる工法である（図—3）。

以下にアーバンリング工法の特徴を記す。

- ・高い止水性が確保できる。
- ・養生がなく、連続施工が可能で、在来工法に比べ、工期を半分に縮減できる。
- ・近接構造物及び周辺地盤への影響が少ない。
- ・平面的に狭隘な施工ヤードに対応できる。
- ・空制限下でも対応できる（路下施工も可）。
- ・沈設時の地盤改良（止水目的）が不要である。
- ・低振動、低騒音である。

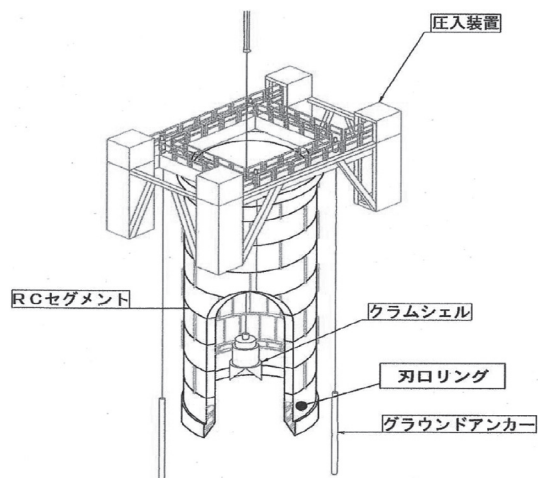
3. 施工概要

(1) 地盤概要

現地地盤は、GL-6 m 位迄がN 値7のシルト層、GL-23 m 迄がN 値1の粘土層、GL-33 m 迄がN 値1～50の粘土層—砂質土層、GL-33 m 以深がN 値50以上の砂質土層になっている。地下水面はGL-3 m と高い。

(2) RC セグメントの諸元

- ①内径：6,900 mm
- ②壁厚：300 mm
- ③外形：7,500 mm
- ④全高：15.85 mm
- ⑤一般リング：14 リング（14 m）



図—3 アーバンリング構成図

- ⑥刃口リング高さ：1.85 m
- ⑦1 リング：6 ピース
- ⑧コンクリート強度：24 N/mm²
- ⑨底版厚：2,000 mm（水中不分離コンクリート）
- ⑩調整コンクリート厚：500 mm

(3) アーバンリングの設計

アーバンリングの部材設計は「トンネル標準示方書 [シールド工法編]・同解説」に準じて設計することを基本とする。アーバンリング施工時に作用する外力は、「道路橋示方書（Ⅳ下部構造編）・同解説」及び「道路土工仮設構造物工指針」を参考に設定するものとする。

設計にあたっては、次の外力を考慮している。

- ・ 施工時主動土圧と偏土圧
- ・ 水替え時静止土圧
- ・ 施工時水圧
- ・ 水替え時水圧

・ アーバンリング圧入力

(4) 施工手順

施工手順を下図(①～⑫)に示す。

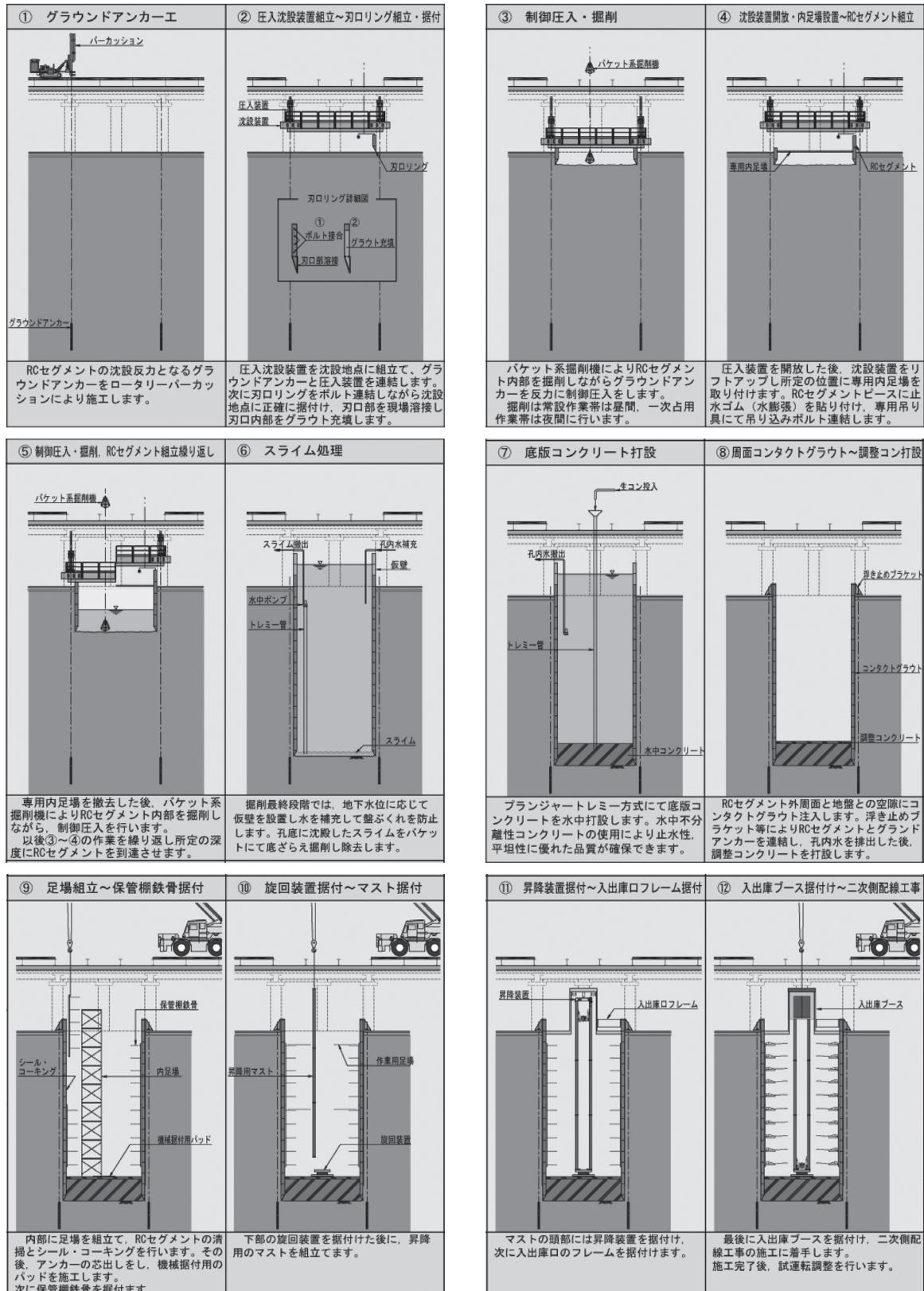


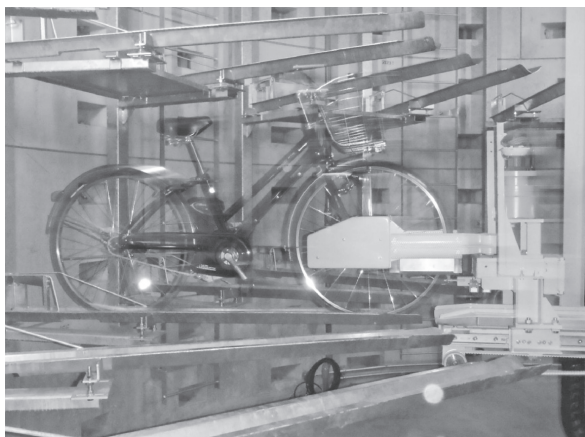
図-4 施工手順

4. 機械式地下駐輪場（サイクルツリー）の概要

この駐輪場は、鍵をかけない状態でセットした自転車の車軸を駐輪機械のホルダーが自動でつかんで引込み、旋回・昇降することで、格納庫内の保管棚に格納するエレベーターライド方式の機械システムである。

以下にサイクルツリーの特徴を記す。

- ・狭隘なスペースでも立体構造により最大限の収容効率を実現する。
- ・機械式駐輪場と自転車に装着する IC タグとの複合システムにより、簡便でスピーディな入出庫操作を実現した。入庫確認に要する時間を、わずか5秒に



図—5 自転車の収納



図—6 入出庫ブース

短縮することができ、朝夕の混雑時にもスムーズで快適な利用が可能となった。

- ・入出庫口は、出庫扉などの機械の動作領域に人が入れない「マン・マシン隔離型」の構造とし、さらに、さまざまなセンサーや安全装置を装備して、利用者の安全確保を万全なものとした。

5. おわりに

近年、排気ガスを出さない自転車は、環境に優しく健康にも良い乗り物であると見直されている。地球環境負荷低減の観点から、国を中心にその利用促進と利用しやすいまちづくりの具体化が始まり、都市空間と調和し利便性に優れた駐輪場の実現が期待されるようになった。

当社は、今までの自転車延べ収容台数 No.1 の豊富な実績を基に、さまざまな最新技術を駆使し、より信頼性・利便性・安全性の高い「サイクルツリー」を今後も提案・構築し、社会に貢献していきたいと考えている。

J C M A

【筆者紹介】

竹内 春樹（たけうち はるき）
JFE エンジニアリング(株)
産業機械本部
パーキングシステム部長



佐々木 博臣（ささき ひろおみ）
JFE エンジニアリング(株)
シビルエンジニアリングセンター
プロジェクト部
経営スタッフ



金内 常和（かねうち つねかず）
JFE エンジニアリング(株)
産業機械本部 パーキングシステム部
技術室長



重交通路線での低土被りによる推進工法

榎 本 登

東名高速道路 横浜町田～厚木間は、1日約13万台／往復の交通量を有する重交通量路線である。本工事は、神奈川県海老名市の（仮称）南伸道路整備事業の一環として、市中央部を縦断する市道2544号線（通称：南伸道路）を基幹道路とする建設工事であり、東名高速道路との交差部を非開削工法（アンダーパス）で函渠工を構築する工事である。

設計計画において、周辺河川の氾濫による冠水を防ぐため、計画路面を現況道路とほぼ同じ高さに設定したことにより、東名高速道路と函渠工の土被りは、約1m程度の低土被りとなった。工法選定において、低土被りに対応できる工法とし、施工実績を有するR & C工法を採用した。また、反力装置を小さくするための補助工法として、ESA併用工法を採用した。貫通後の沈下量は、約25mm程度の沈下で収束した。

キーワード：東名高速道路、重交通量、非開削工法、アンダーパス、低土被り、R & C工法、ESA工法

1. はじめに

東名高速道路の、東京IC～厚木IC間（L = 35 km）は、昭和43年4月25日（1968年）の供用開始以来、約42年が経過しており、日本の大動脈の呈をなしている高速道路である。特にこの路線は、重交通量区間（約13万台／日・往復）であり、物流及び観光等に対し大きな役割を果たしている道路である。

本工事は、神奈川県海老名市の南部に位置し、（仮称）南伸道路整備事業で、海老名市南部地域の利便性の向上及び災害に対する道路網の整備を図るための事業である。整備事業の一環のうち、東名高速道路との立体交差区間があり、非開削工法により施工するアンダーパスの工事である。施工位置図を下記に示す（図－1）。

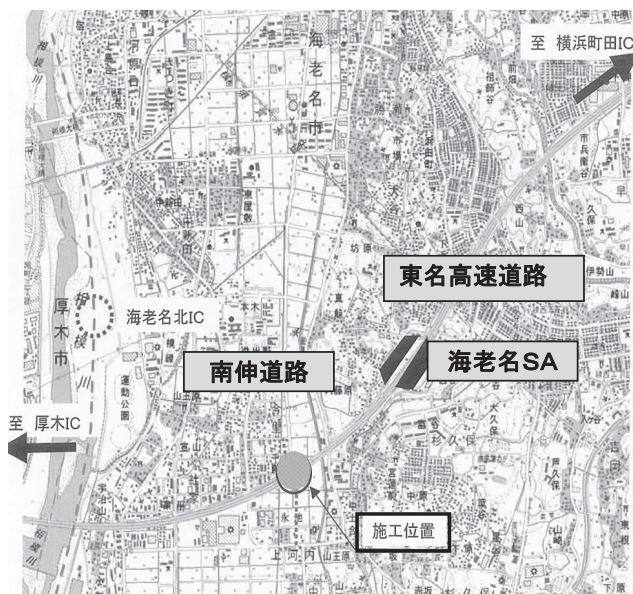
2. 施工概要

(1) 工事の目的

本地域は、相模川東岸沿いに発達する自然堤防とその東側に分布する標高40～50mを呈する相模原台地に挟まれた後背湿地という地形上に位置している。

特に、施工区間の地質については、扇状地堆積物と自然堤防堆積物、砂丘堆積物、現河床堆積物等は砂及び礫等によって構成されているが、低湿地堆積物は軟弱な粘性土等が主体である。

近傍に位置する、永池川（相模川上流）は、過去に



図－1 位置図

河川の氾濫によって、浸水災害が発生した経緯がある（写真－1）。

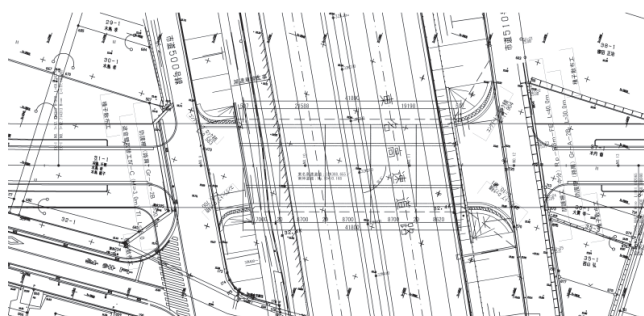
本工事は、神奈川県海老名市による受託工事である。そのうち、東名高速道路横断部において、アンダーパス工法により計画を行ったものである。

(2) 工事の概要

本工事（工事名：東名高速道路 杉久保地区函渠工事）は、東名高速道路アンダーパスする工事であり、施工延長L = 41.8mの推進工事である（図－2）。

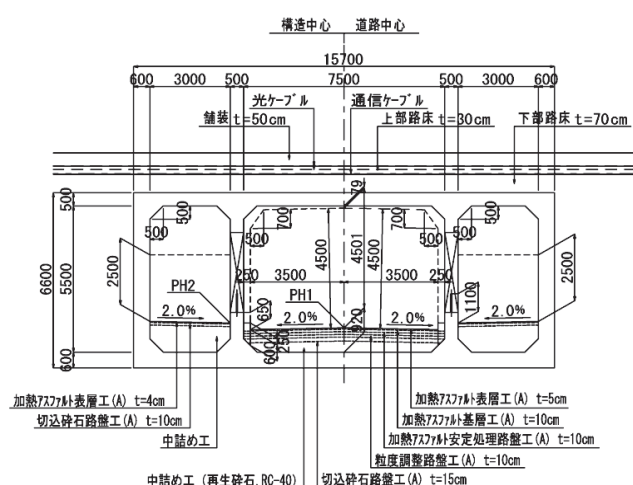


写真—1 氾濫状況



図—2 平面図

横断構成は、車道 3.5 m × 2 車線及び両側歩道 3.0 m × 2 で構成されており、土被りを低く抑えることにより、建築限界を確保することが出来た。また、縦断勾配についても、農水・排水は、自然排水を基本とし、流末排水施設との整合及び前後の縦断勾配との取り合いから縦断勾配を設計したものである（図—3）。



図—3 標準横断面図

(3) 施工条件

アンダーパスの基本交差条件は表—1のとおりである。上記の交差条件のなかで、土被りについてのみ基準

表—1 交差条件¹⁾

項 目	交差基準
土被り	施工上面から路面まで 2 m を確保。
交差角度	70° 以上を原則とする。
構造物延長	JH ※の設計要領第二集による。
縦断勾配	各道路、水路等の設計基準による。

※) JH とは、旧日本道路公団をいう。

を逸脱しており、土被り 2 m を確保すると路面排水が自然流下出来ない計画となり、本工事の施工条件が、路面の自然排水を優先するため、土被りを許容しない計画としたものである。

道路直下における低土被り・大断面の施工実績としては、R & C 工法が圧倒的に多い。しかし、上部道路への影響抑制の観点から、盛土内での施工プロセスが少ない「SFT 工法」、「PCR 工法」および「HEP & JES 工法」等は、施工実績は少ないものの、適用の可能性は十分あり、新工法を含めた施工法を選定した（表—2）。

(4) 構造細部の技術的課題

前述の施工方法の選定（表—2）より、

- ①低土被りでの影響
 - ②埋設物への対応
 - ③東名高速道路路面への影響
- 等を総合評価すると、

- (ア) 類似施工（道路下・大断面・低土被り）の実績が多く、信頼性が高い工法。
- (イ) 施工の安全性が高い工法。
- (ウ) 工期の短縮が図れる工法。
- (エ) 相対的に経済的である工法。

を選定項目とした。そこで重交通路線での本線への影響を考慮した場合、施工実績が豊富な R & C 工法とし、かつ施工延長に制限がなく、長距離推進に有効な ESA 併用工法を採用した。ESA 工法は、相互に函体を反力として推進するため外的な反力を必要とせず、経済性に優れている工法である。本工事は、3 函体推進後 ESA 併用工法に切り替え施工した（図—4）。

3. R & C 工法 + ESA 併用工法

(1) 施工上の留意点

本推進工法の施工において、施工上留意すべき事項は、①函体下部付近の軟弱層、②函体推進・けん引時の函体部材への影響、③光通信ケーブルの近接施工、④箱形ルーフ及び函体の推進施工精度等が考えられた。対応策は下記のとおり実施した。

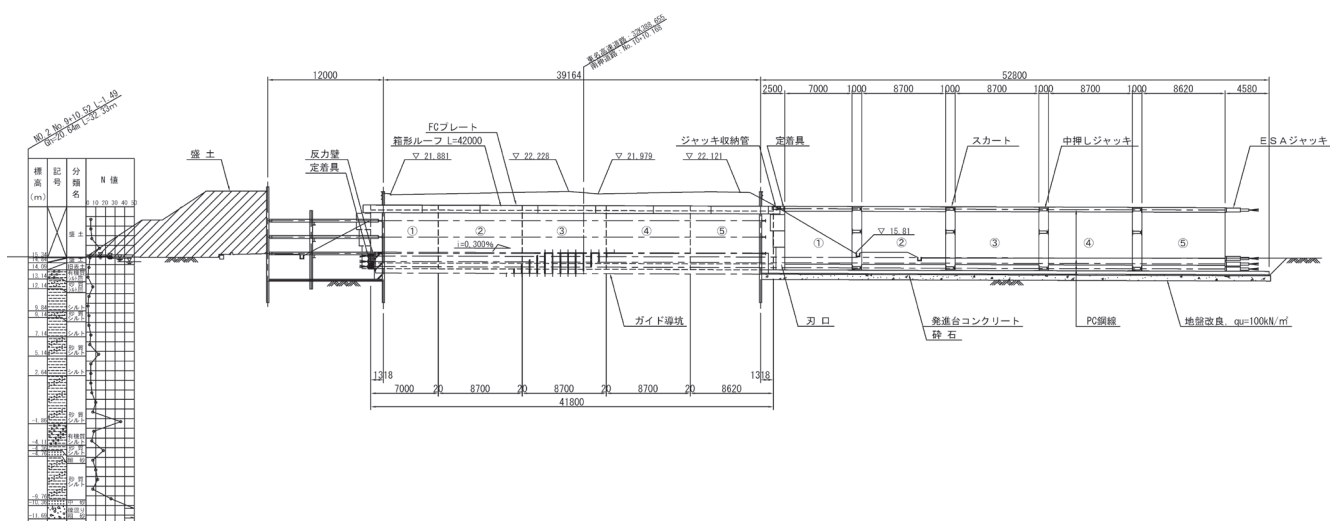
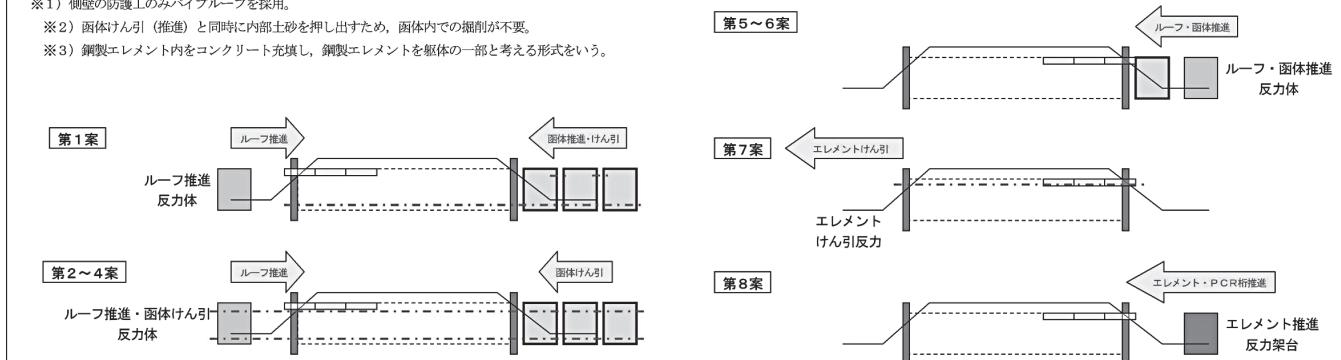
表一 2 施工法の選定²⁾

検討案	工法名称	函体築造工						周辺防護工					
		設置方式		掘削方式	函体けん引（推進）時の反力体		形式	設置範囲			本体利用の別	防護工けん引（推進）時の反力体	
		推進	けん引		形式	設置箇所		頂版	側壁	底版		形式	設置箇所
第1案	R&C+ESA併用法	●	●	RC箱型テマシン	人力・機械	函体と本線盛土	—	箱型ルーフ	●	●	—	撤去	反力体盛土構築 （函体到達側）
第2案	R&C工法	—	●	RC箱型テマシン	人力・機械	反力体盛土構築	函体到達側	箱型ルーフ	●	●	—	撤去	函体築造の反力体利用 （函体到達側）
第3案	R&C工法（予備設計推奨案）	—	●	RC箱型テマシン	人力・機械	反力体盛土構築	函体到達側	箱型ルーフ	●	● ^{※1}	—	撤去	函体築造の反力体利用 （函体到達側）
第4案	SFT工法	—	●	RC箱型テマシン	不要 ^{※2}	反力体盛土構築	函体到達側	箱型ルーフ	●	●	●	撤去	函体築造の反力体利用 （函体到達側）
第5案	R&C工法	●	—	RC箱型テマシン	人力・機械	反力体盛土構築	函体発進側	箱型ルーフ	●	●	—	撤去	函体築造の反力体利用 （函体発進側）
第6案	SFT工法	●	—	RC箱型テマシン	不要 ^{※2}	反力体盛土構築	函体発進側	箱型ルーフ	●	●	●	撤去	函体築造の反力体利用 （函体発進側）
第7案	HEP&JES工法	—	●	合成 ^{※3} 箱型テマシン	機械	本線盛土	—	鋼製エレメント	●	●	●	本体利用	本線盛土
第8案	PCR工法	●	—	PCR桁箱型テマシン	機械	反力架台構築	PCR桁発進側	鋼製エレメント	●	●	●	本体利用 （PCR桁と置換）	函体築造の反力体利用 （PCR桁発進側）

※1）側壁の防護工のみパイプルーフを採用。

※2）函体けん引（推進）と同時に内部土砂を押し出すため、函体内での掘削が不要。

※3）鋼製エレメント内をコンクリート充填し、鋼製エレメントを躯体の一部と考える形式をいう。

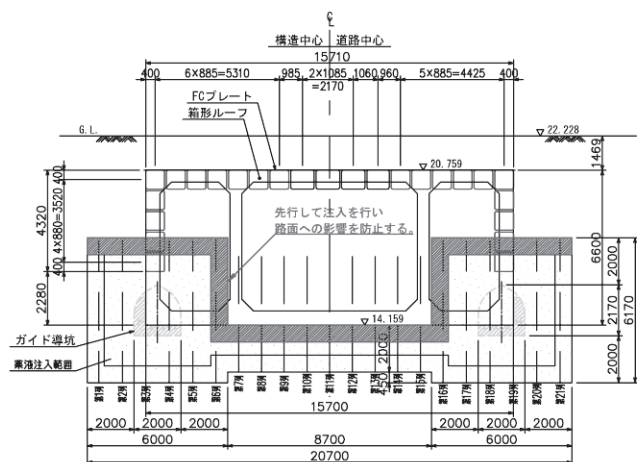


図一 4 R & C 工法 + ESA 併用法概念図

(2) 施工上の対策

- ① 函体下部付近の軟弱地盤においては、函体推進の掘削時及び推進完了後の函体下部の地盤性状改善のため、補助工法として薬液注入を行い、路面への影響を考慮し上側から下側へ施工した（図一 5、写真一 2）。薬液注入工法は「二重管ダブルパッカー」を採用した。
- ② 函体推進・けん引時の函体部材への影響については、（ア）箱形ルーフ押し出しジャッキ単体の詳細部分応力。（イ）中押しジャッキ単体の詳細部分応力。（ウ）

第3函体を押す場合（ESA ジャッキ切替前）の第5函体の構造要素応力及び中押しジャッキ全体の構造要素応力。（エ）ESA ジャッキ切り替え後、第4函体を押す場合の第5函体の全体構造要素応力等の照査を行い、設計時において、FEM の解析を行った。FEM 解析の結果、ジャッキの圧力によるコンクリート内への食い込みと、それに引きずられるように発生するコンクリートの引張応力が発生しており、応力の深さは概ね 10 cm 程度と深くないものの、



図—5 注入順序図



写真—2 薬液注入状況

表面付近での応力度が比較的高く、クラックが発生する確率が極めて高い。したがって、部材断面に補強鉄筋を設置した（写真—3）。



写真—3 補強鉄筋配置状況

- ③光通信ケーブルの近接施工については、箱形ルーフ推進時に高速道路本線（中央分離帯付近）に埋設されている、光通信ケーブル（KDDI 所有）及び防護

柵支柱が障害となる可能性が高いことが判った。そこで、光通信ケーブルについては、試掘を行い正確な設置位置の確認を行い、箱形ルーフとの離隔を明確にした。

試掘結果（表—3）より、 $H = 679 \text{ mm} \sim 764 \text{ mm}$ の障害物が近接しているため、人力手掘り施工とした（写真—4）。

表—3 試掘結果

ケーブル管路 下端高 (m)	箱形ルーフ 上端高 (m)	離隔 (mm)	備考
21.433	20.754	679	
21.518	20.754	764	
21.489	20.754	735	



写真—4 箱形ルーフ内掘削状況

- ④箱形ルーフ推進及び函体推進における高さ方向の施工誤差による不具合と管理について、掘削延長が $L = 41.8 \text{ m}$ と長いため箱形ルーフの撓み（カンバー）を考慮し、下記の手法で施工した（図—6）。

路面管理基準は、中日本高速道路株式会社（「保全点検要領」³⁾）を適用し、30 mm を緊急工事対応とし計画実施した。

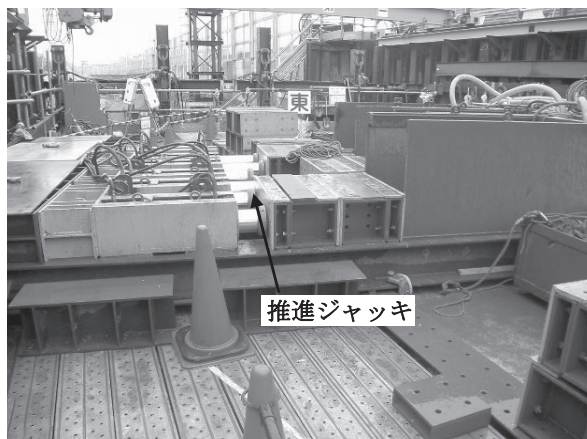
箱形ルーフ推進及び函体推進相關図	予想される不具合
	・ΔH の路面沈下発生 (ΔH 量により路面補修要)

図—6 箱形ルーフ及び函体推進相關図

(3) 重点管理による施工

土被りが、約 1 m 程度であるため箱形ルーフ及び函体推進時における日々の管理を重点的に行い施工した。

- ①箱形ルーフ推進時の高さ管理（レベル測量1回／水平・垂直変位1方毎）



写真—5 箱形ルーフ推進状況

- ④撓みによる箱形ルーフ変形抑制として、2交代制の昼夜間施工（函体の早期貫通）



写真—8 函体推進状況（夜間）

- ②函体製作時頂版コンクリート仕上高さの精度の向上（計画高さ±3mm以内:3次元レーザーレベル管理）



写真—6 函体コンクリート頂版仕上状況

- ③路面変状をリアルタイムに計測（トータルステーションによる路面管理）



写真—7 自動路面計測

（4）施工結果

本工事において、重点管理項目を基に施工を行った結果、土被りが薄いことにより、箱形ルーフ及び函体推進時に表面排水が侵入し、湧水が収まるまで工事を一時中断した。湧水による本線への影響は特に観測されなかった。湧水の原因として、既存の埋設管等の隙間から、表面排水が侵入したと考えられる（写真—9）。



写真—9 湧水状況

箱形ルーフ推進完了時の路面の沈下については、約5mm～10mm程度の沈下が観測された。函体推進完了約20mm～25mm沈下が観測された。これは、箱形ルーフ管の推進高さを+20mmで行っていたため、函体頂版と箱形ルーフ管の差異分が沈下したと考えられる（図—6、写真—10）。



写真—10 路面沈下状況



写真—11 完成

4. おわりに

アンダーパスの工法については、日進月歩で技術開発が進んでいるなかで、本推進工事は低土被り及び障

害物等が予測される特殊条件下での施工となった。本工事においては、R & C 工法 + ESA 併用工法で、かつ人力推進での工法の選択は、若干の沈下が観測されたものの、重交通路線での路面に悪影響を及ぼさなかったことを鑑みれば正しかったと判断される。

今後、同様な推進工事があった場合は、本工事の事例を参考として頂ければ幸いである。また、より安全で確実な新技術の開発を模索したいと考える。

最後に、本工事に携わった施工会社及び関係各位に対し、深く感謝致します。

J C M A

《参考文献》

- 1) 高速道路の交差施設に関する技術指針（案），第2章，P11，JH 日本道路公団，平成13年11月
- 2) 東名高速道路 杉久保地区函渠検討業務，（株）片平エンジニアリング，平成20年3月
- 3) 保全点検要領，第5章，P43，中日本高速道路（株），平成18年4月

【筆者紹介】

榎本 登（えのもと のぼる）
中日本高速道路（株）
東京支社 横浜保全・サービスセンター
保全担当課長



大型構造物をニューマチックケーソン工法で沈設する 東尾久浄化センター主ポンプ棟建設工事

齋 木 正・遠 藤 和 雄

テニスコート8面分に相当する4,837 m²の平面積を有する大型構造物を、ニューマチックケーソン工法で地下43.9 mまで沈設させた。ケーソンはその面積が大きくなるほど、わずかな傾斜や変形で構造的に大きな負荷が発生するが、対角延長99.6 mに対し沈設完了時の高低差はわずか4 mmという高い精度を実現した。ここでは、平面積の大きなケーソン特有の構造・施工面の各特徴について、沈設完了までに実施した施工方法とともに紹介する。

キーワード：ニューマチックケーソン、大規模面積、大型構造物、機械化施工、無人化施工

1. はじめに

東京都荒川区に位置する「東尾久浄化センター」は、隅田川の水質浄化及び東京湾の富栄養化防止対策の一環として、三河島処理区の一部汚水の処理及び三河島処理区の一部雨水を吸揚するため計画した施設である。また、既設の尾久ポンプ所の更新と能力増強を図るための代替機能を併せ持った施設である（図—1）。

本施設が完成すれば、排水面積約610 ha、排水量は晴天時時間最大汚水量3.29 m³/s、雨天時時間最大汚水量8.7 m³/s、雨水量60 m³/sの処理施設となる。

本稿は当施設の中核となる2つの主ポンプ棟（尾久系、西日暮里系）のうち、世界最大規模のニューマチックケーソン工法で建設が進められている東尾久浄化センター西日暮里系主ポンプ棟工事について紹介する。



図—1 東尾久浄化センター完成パース

2. 工事概要

(1) 工事概要

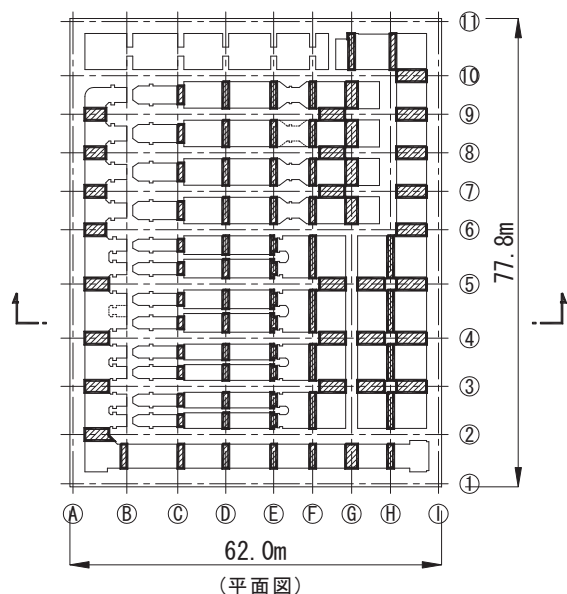
工事概要を表—1に示す。

表—1 工事概要

工事名称	東尾久浄化センター主ポンプ棟 建設工事(その2・3・4)
工事場所	東京都荒川区東尾久七丁目2番地
事業主体	東京都下水道局
設計監理	日本上下水道設計(株)
施 工 者	清水建設(株)
工 期	平成18年9月12日～ 平成23年2月28日(その2・3・4)
躯体平面積	4,837 m ² (62.1 m×77.9 m)
最終深度	TP-41.2 m
施工方法	ニューマチックケーソン工法

東尾久浄化センターの全体平面図を図—2に、主ポンプ棟の標準断面図を図—3にそれぞれ示す。全体敷地面積は74,046 m²、北側に隅田川、南側に首都大学、西側には(株) ADEKA ビルがそれぞれ隣接している。

このうちここで紹介するケーソンは図中に示す主ポンプ棟であり、4,837 m²を占めている。その他敷地内には既に稼働中の砂ろ過槽、現在工事中西日暮里幹線、および高度処理施設などが計画されている。



図—5 吊桁配置図

完了してから開始した。なお、この補強仮壁は、ケーソンの沈設が完了し中埋めコンクリートを打設した後に切断・撤去した（図—5 断面図参照）。

(b) スラブ鋼板の採用

ケーソンは沈設の過程で躯体にねじれや曲げが発生するが、大型になるほどこの現象が大きくなり底版にひび割れが発生する可能性がある。

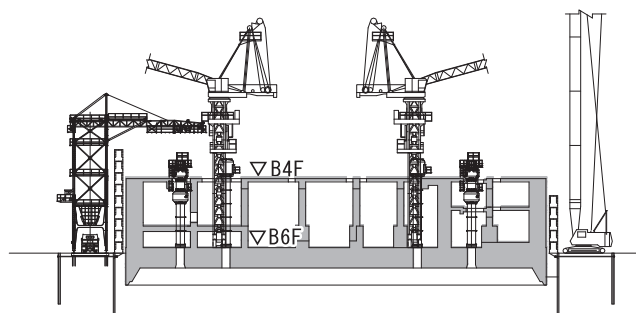
本ケーソンはこれにより内部へ漏気が生じることを防止するため、底版下面および刃口部の全面を鋼板で覆った構造とした。また、この鋼板は吊桁の構造部材（仮設）としての機能も有するものとして底版の鉄筋量の削減を図り、漏気対策だけでなく経済的設計を行った。

(2) 施工的特徴

(a) 初期沈設時の姿勢制御

大型ケーソンは沈設中に必要な剛性を確保できる構造を構築してから沈設を開始するために、沈下掘削開始時の重量が通常のケーソンに比べて大きなものとなる。本工事では沈下掘削開始時（図—6）のコンクリート量が43,000 m³を超え、設備を含めた躯体重量は11万t程度にもなった。

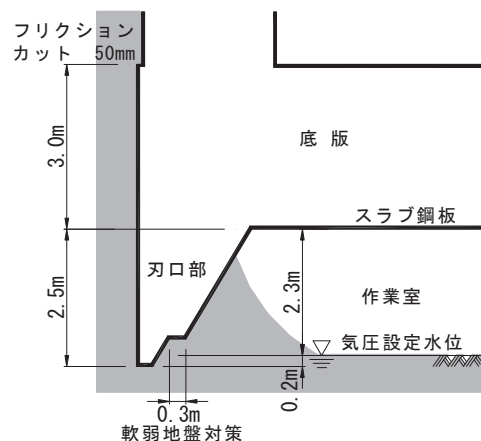
沈設開始前までは底版および刃口部の全面積で躯体重量を支持しているが、初期の掘削が進むにつれて重量を支持する面積が減少する。これが軟弱な地盤であ



図—6 初期沈下時状況図

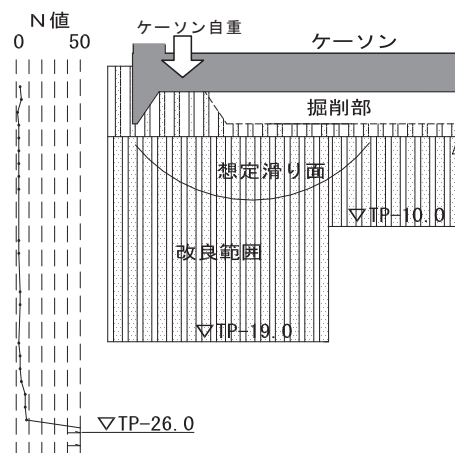
れば、初期の掘削時に支持力を失って躯体が急激に沈下し傾斜するリスクが高くなる。

本ケーソンは軟弱な地盤に対して刃口部で支持する地盤の面積を確保するため、幅300mmの水平部を有する2段刃口形状（図—7）として設置面積を増加させるとともに、地盤改良を実施して地盤の支持力を高めることで対応した。本工事での地盤は軟弱層がTP-26.0付近まで続いていたため、この対応策は初期の沈下掘削時だけでなく、その後の姿勢制御での効果も大きかった。



図—7 2段刃口形状

地盤改良は、図—8に示すように刃口付近に残された地盤面からケーソンの自重による円弧滑りを想定



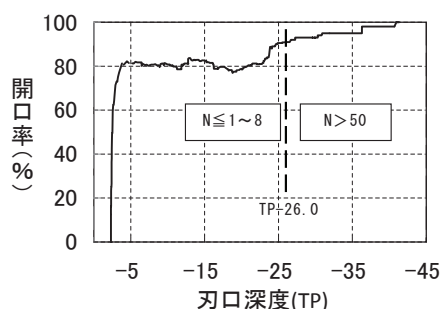
図—8 地盤改良概念図

し、安全率が確保できるように設定した（サンドコンパクション工法による置換率 29% で N 値 ≥ 8 相当）。

(b) 沈下掘削中の姿勢制御

一般的に軟弱地盤の場合は沈下掘削中の過沈下を防止するために刃口周辺の土を多く残し、躯体重量を支持する地盤の面積を増やすことで対応する。掘削面積が大きなケーソンは同じ開口率であっても通常のケーソンに比べて掘削できる面積が大きく作業しやすいため、この方法は平面積の大きなケーソンにとって姿勢制御に特に有効である。

本工事における刃口深度と開口率の関係を図—9 に示す。TP-26.0 以浅の軟弱地盤掘削時には、開口率を 80% 程度とすることで躯体の過沈下および傾斜を防止し、それ以深の堅固な地盤の掘削時には開口率を 90% 以上とした。なお、ケーソンは沈設完了まで大きな姿勢不良は無かった。

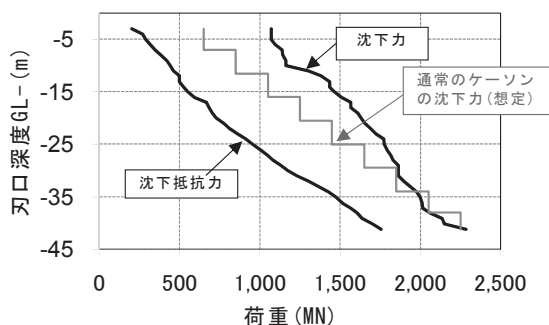


図—9 刃口深度と開口率

(c) 沈下力の管理

(a) 初期沈設時の姿勢制御で述べたとおり、大型ケーソンは沈下掘削開始時の躯体重量が大きいいため、その後の沈設途中での躯体構築による重量の増分は全体重量の割合に比較して小さなものとなる。

本ケーソンは沈下掘削開始時の躯体重量が 11 万 t 程度あったのに対し、その後のコンクリート打設ロット割の分割により躯体の重量増を全体の 3～4% 程度にとどめた。これにより、沈設途中での急激な沈下力増加を無くし、沈下抵抗力（浮力＋周面摩擦力）に合うように徐々に増加させた（図—10）。そのため、



図—10 沈下関係図

本ケーソンは躯体構築が原因となる急激な沈下リスクを排除し、安定した沈設を図れた。

(d) 漏気対策

ケーソンは平面積が大きくなるほど 4 隅の距離が離れるため、刃口が受ける土質が異なる可能性が高まる。沈設過程で地層の傾斜などにより N 値や土質の層境などの性状に差異がある場合には傾斜しやすく、漏気に対するリスクが大きくなる。

そこで本工事は刃口先端から地中外部への漏気を防止するために、図—7 に示したようにケーソンの作業室高 2.3 m よりも 0.2 m 高い 2.5 m の刃口高を採用し、刃口先端が常に 0.2 m 地中に先行している状態とした。

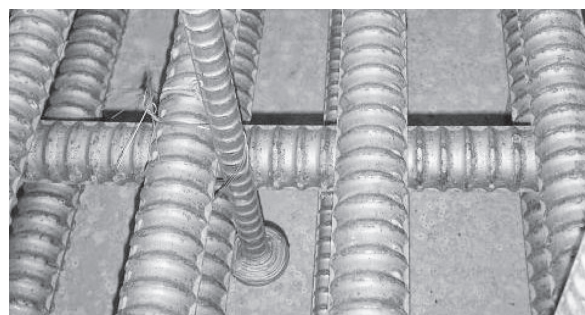
これにより、沈設完了までは漏気は認められなかった。

また、躯体外周に 4 箇所漏気観測用井戸を設置し、万一漏気が発生した際には、現場周辺の地下施設への入場を一時制限して管内圧の低減などの漏気対策を実施する計画とした。

(e) 底版構築

底版は鋼板を敷設し溶接にてこれらを連結した後、その上にマンシャフト・マテリアルシャフトを一体化し、鉄筋を組立ててコンクリートを打設した。

底版の下筋には D51 などの鉄筋が高密度に配筋されているため、T ヘッド工法と高流動コンクリートを併用し、確実に充填できるよう配慮した（写真—1）。



写真—1 T ヘッド工法

T ヘッド工法に用いる端部拡張鉄筋は、せん断補強鉄筋のフック形状の代わりに、端部を拡張したもので、特に高密度配筋に対するコンクリートの充填不良対策として多く用いられているものである。

高流動コンクリートはフロー値 650 mm 以上、そのロス率は 90 分で 50 mm 以内である材料とし、あらかじめこの条件を満足できるように流動性とその保持時間について試験練りを行い、配合を決定した。

(f) ケーソン沈下掘削工

①機械設備

ケーソン沈下掘削に使用した機械設備を表—3 に示す。大規模面積に対応するため、コンプレッサーは

表一3 機械設備数量一覧

設備名称	機械	数量
掘削沈下	ケーソンショベル(0.15 m ³)	30 台
送気設備	コンプレッサー(31 m ³ /min)	21 台
排土設備	土砂ホッパー(30 m ³)	14 基
	排土キャリア(1 m ³)	12 基
	クローラクレーン(50 t 吊)	2 台
艀装設備	マテリアルロック	14 基
	マンロック	10 基
	ケーソン用エレベータ	2 基
減圧設備	酸素減圧設備	1 式
救急設備	ホスピタルロック	6 基
揚重設備	クローラクレーン(100 t 吊)	4 台
	タワークレーン(180 tm 吊)	4 台



写真一2 ケーソン掘削状況

21 台, ケーソンショベルは 30 台, マンロックは 10 基, マテリアルロックは 14 基をそれぞれ配置した。

②計測管理

ケーソンの沈下管理はケーソン計測システムを用いた。計測項目と使用機器数量を表一4に示す。計測はケーソン躯体の鉛直変位, 傾斜, 刃口反力, スラブ(底版)

表一4 計測項目と機器数量一覧

	計測項目	計測器	数量	備考
ケーソン 姿勢制御	ケーソン鉛直変位	レーザー距離計	1台	
	ケーソン傾斜	傾斜計	4台	(X、Y) 2軸型
ケーソン 沈設管理	刃口反力(15 MPa)	盤圧計	4台	
	刃口反力(10 MPa)	盤圧計	24台	
	スラブ反力(15 MPa)	盤圧計	4台	
	スラブ反力(10 MPa)	盤圧計	24台	
	周面摩擦力	周面摩擦力計	8台	
	土圧	土圧計	8台	
	間隙水圧	間隙水圧計	8台	水頭 42.7 m
	函内気圧	圧力計	2台	最大作業気圧 0.36 MPa
ケーソン 躯体管理	水荷重	間隙水圧計	4台	
	鉄筋応力 (直角方向)	鉄筋計	40台	側壁(長手方向)
			40台	側壁(短手方向)
			15台	隔壁(長手方向)
			15台	隔壁(短手方向)
	鋼板応力計	ひずみ計	20台	
	床版変形	基準水槽	2台	
		水盛式沈下計	26台	盛替え用1台含む

反力, 周面摩擦力, 土圧, 間隙水圧, 函内気圧, 水荷重, 鉄筋応力, 鋼板応力, 底版変形量の 12 項目である。これらより得られた情報は関係者全員がリアルタイムに確認し, ケーソンの急激な沈下や傾斜が生じないように気圧の調整, 刃口の荷重バランスと開口率を調整しながら掘削した。最終的には高低差 4 mm で着底でき, 躯体の平均沈下速度は 1 日に約 10 cm であった。

③無人掘削

有人掘削による沈設が進み, 作業室内の気圧が 0.18 MPa を超えた時点で遠隔操作による無人掘削に切り替えた。無人掘削のオペレータの配置は実際のショベルの配置(レール 1 列にショベル 3 台)と同様にオペレータ 3 人が隣同士に並んだ配置とし, 遠隔操作ではあっても近くで作業するオペレータ同士が互いに声をかけあえる環境とした(写真一3, 4)。また, 躯体傾斜(4 隅の高低差)がリアルタイムに映し出されるモニター画面(写真一5)を部屋の中央正面に配置し, オペレータ全員が常に監視できる環境とした。



写真一3 有人掘削状況



写真一4 無人掘削状況(遠隔操作室)



写真一5 躯体の傾斜表示モニター

(g) 残土搬出工

本工事ではケーソンの沈下掘削に伴い約 212,000 m³ (10 t ダンプ約 38,500 台分) の建設発生土を搬出した。周辺地域への影響を避けるため、この大量の発生土は場内に設置した土砂搬出用の設備 (ベルトコンベヤ) にて土運船に積み込み、隣接した隅田川から水上運搬にて搬出した。その後、東京湾の下水道局施設の栈橋 (森ヶ崎再生センター) で陸揚げし、ダンプトラックに積み替えて、東京湾の埋立施設 (新海面処分場) 等の埋立材として再利用した。これによって1日当りの掘削量に相当するダンプトラック 80 台分の土砂を土運船 2 隻で運搬し、工事近隣道路の交通環境にも配慮ができた。

(h) 中埋めコンクリート工

ケーソンが着底し地耐力試験を実施した後に、中埋めコンクリートを打設した。打設量は 10,262 m³ に及んだ。

中埋めコンクリートの分割施工は通常では行わないが、東京都の条例で1日あたりの作業時間が10時間を超えてはならないこと、および東京都が環境基準を受けて作成した事業計画では隣接した道路での騒音の制約が 65 dB 以下であることから生コン車の受入間隔が 29 台以下/時間となる。これらが制約となって過去に例を見ない 8 分割での打設になった。

中埋めコンクリートは高気圧環境下の閉塞された空間に打設するため、人によるコンクリートの締固めが出来ず、品質は生コンクリートの自己充填性に大きく影響する。本工事では分割施工となるため、先に打設して硬化したコンクリート表面の凹凸形状が、次に打設する生コンクリートの流動性を阻害することが懸念された。特に、作業室の天井まで打上げる最終層では、これが障害となって未充填箇所ができた場合には重大な欠陥となるため、流動性の高いモルタルを使用した。

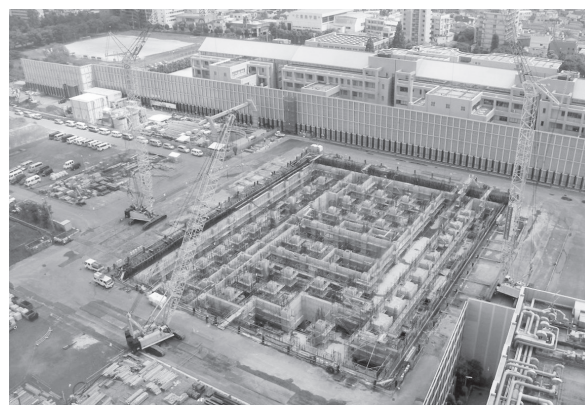
また、コンクリートの投入は沈下掘削時に圧縮空気を送っていたブロー管 (50 箇所) を打設管として使用するが、使用した打設管の直下の位置でコンクリートは円錐の山形を形成するので、打設は毎回別の管から行い、全体にコンクリート表面の形状が水平をなすよう配慮した。

その結果、最終打設時には全ての打設管からモルタルの噴出を確認でき、良質な中埋めコンクリートを施工することが出来た。

写真—6 はケーソン沈下の一連の作業完了後の補強仮壁撤去中の状況写真である。

5. おわりに

本稿は世界最大規模のニューマチックケーソン工法の施工について紹介した。



写真—6 工事状況 (沈設完了, 補強仮壁撤去中)

今回の施工で得られた知見は次の通りである。

- ①大型ケーソンは、躯体の剛性を確保するため初期沈下時の重量が大きくなり、初期段階での姿勢が不安定になりやすかった。
- ②その反面、初期沈下時の重量が大きいことで、沈下掘削中の打設1回当たりのコンクリート重量増分が全体重量の3～4%程度以下となり、これが過沈下防止対策となってケーソンの姿勢制御に有効であった。
- ③底版の全面を覆ったスラブ鋼板は漏気防止対策に有効であった。
- ④軟弱地盤対策として掘削開口率を変化させることにより姿勢制御を行う方法は大型ケーソンにとって有効であった。
- ⑤作業室高さ $H = 2.3 \text{ m}$ に対して刃口の高さを $H = 2.5 \text{ m}$ とし、常に刃口を掘削地盤に 0.2 m 先行した状態とすることで、地中へ漏気させることなく掘削することができた。

本工事はケーソンの沈設を平成 22 年 4 月に、補強仮壁の撤去を平成 23 年 2 月にそれぞれ完了した。現在は上屋工事を鋭意施工中である。

最後に、本工事の施工にあたりご指導・ご協力を頂いた関係各位の皆様に記して感謝の意を表します。

J C M A

【筆者紹介】

齋木 正 (さいき ただし)
清水建設㈱
土木東京支店 土木第三部
東尾久浄化センター作業所
所長



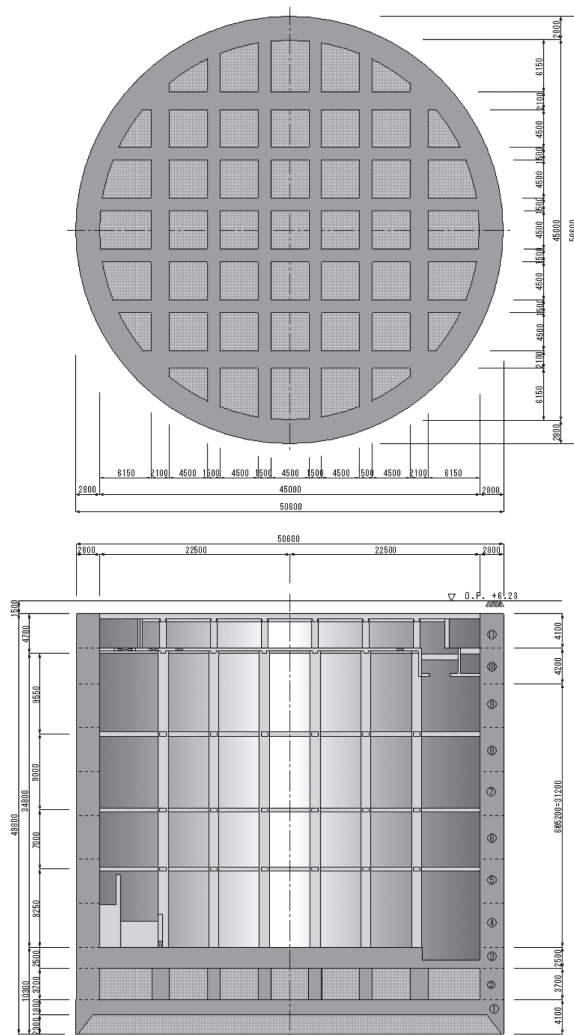
遠藤 和雄 (えんどう かずお)
清水建設㈱
土木東京支店 土木第三部
東尾久浄化センター作業所
工事主任



工事内容：

- ・調節池建造工（ニューマチックケーソン工法）1基
外径＝50.6 m／高さ＝49.8 m／貯留量＝約 50,000 m³
- ・躯体構築工
鉄筋＝約 4,000 t／コンクリート＝約 38,000 m³
- ・沈下掘削工
掘削量＝約 101,000 m³
- ・最大作業気圧＝0.38 MPa

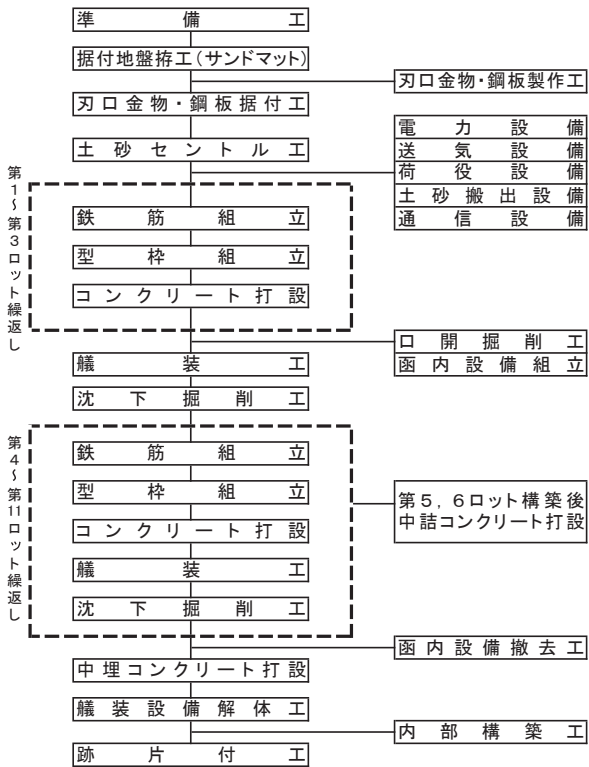
図－2 に一般構造図を示しているが、本ケーソンの底面積が 2,016 m² と非常に大きく、通常のような単スラブで剛性を確保するとスラブ厚が大きくなり、初期掘削時の躯体重量が過大となる上に、第1ロットの施工量が非常に多くなることから、2重スラブ構造として2床版間を格子状の隔壁で連結させて剛性を確保する構造とした。



図－2 一般構造図

(2) 施工フロー

図－3 に本工事の基本的な施工フローを示す。躯体構築は第1～第3ロットを先行して行ない、ケーソン沈設時の発生応力に対し十分な剛性を確保してから沈下掘削を開始した。また、初期沈下掘削時は過荷重状態が続くため、2重スラブ間の中詰コンクリートは、沈下荷重が不足気味となる第5～6ロット構築時に打設した。



図－3 施工フロー図

(3) 主要設備

表－1 に本工事における主要設備の一覧表を示す。また、図－4 に主要設備の平面配置計画を示す。

表－1 主要設備一覧表

用途	機械名	規格	等単位	数量
送気	空気圧縮機	定置式スクルー型 31 m ³ /min	台	8
	圧縮空気清浄機	処理量 1,100 m ³ /h	台	3
	レシーバタンク	2.5 m ³	台	8
	クーリングタワー	丸型冷却塔式 40 t/h	台	5
排土	クローラークレーン	55 t吊×2、85 t吊×2	台	4
	キヤリア	ABスケータ式 1.0 m ³	基	3
掘削	土砂ホツバ	30 m ³ 級	基	7
	潜函用ショベル	天井走行式 0.15 m ³	台	14
艀装	マテリアルロック	φ1.8～1.9 m級 1.0 m ³	基	7
	マンロック	立型 10～12人用	基	5
救急	ホスピタルロック	φ2.9 m長6 m 12人用	基	3
予備	エンジン式空気圧縮機	18～19 m ³ /min	台	6
	発電機	150 kVA	台	1

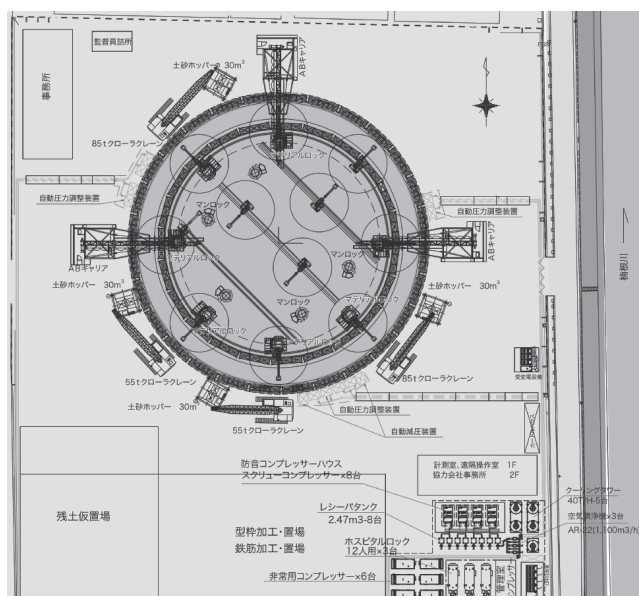


図4 主要設備平面配置計画図

(4) 施工内容

本工事において実施した対策や施工内容については以下のとおりである。

①コンクリートのひび割れ制御対策

底版厚は1.8～2.5 m、側壁厚が2.8 mとマスコンクリートであり、耐久性上有害なひび割れの発生が懸念されたため、発注者との協議により躯体コンクリートのひび割れ制御の目標値を以下のとおりとした。

スラブ：ひび割れ指数1以上

側 壁：推定ひび割れ幅が0.2 mm 以下

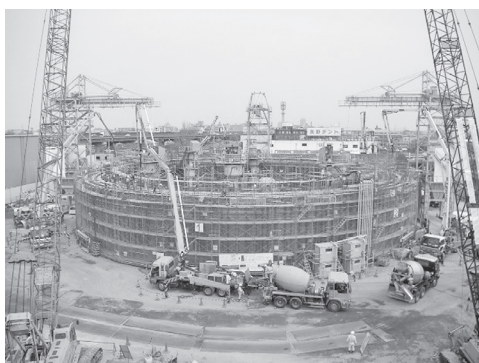


写真1 コンクリート打設状況

温度ひび割れ制御対策については、セメントの種類をパラメータとした温度応力解析を実施した結果、第4ロット以降の側壁部については、養生による工程への影響を考慮し早強ポルトランドセメントを使用した。また、ひび割れ幅の制御対策としてひび割れ制御鉄筋を採用し、円周方向鉄筋を2倍にした。一方、第1～第3ロットでは沈下掘削前であり、躯体の養生工程に余裕があったため、低熱ポルトランドセメントを採用した。

なお、ひび割れ制御鉄筋（D38@200）の組立を省力化するため、H形鋼2本に鉄筋を溶接固定し、ユニット化することにより施工の合理化を図った。



写真2 ひび割れ制御鉄筋建込み状況

②情報化施工（総合的沈設管理）

今回の施工では大型構造物を構築しながら沈設するため、躯体の鉛直精度や応力状態を確認して施工する必要があった。このため、ケーソンに各種計測機器を配置し、リアルタイムにその情報をオペレータに伝えることで、ケーソンの鉛直性を保ちながら沈設した。

また、姿勢制御だけではなくケーソンに作用する外力の大きさを把握し、それに対して発生する応力状態を確認することで、ケーソンの安全性・健全性も確認する総合的沈設管理を実施した。表2に計測機器の種類と用途を、図5に各計測機器の配置図を示す。

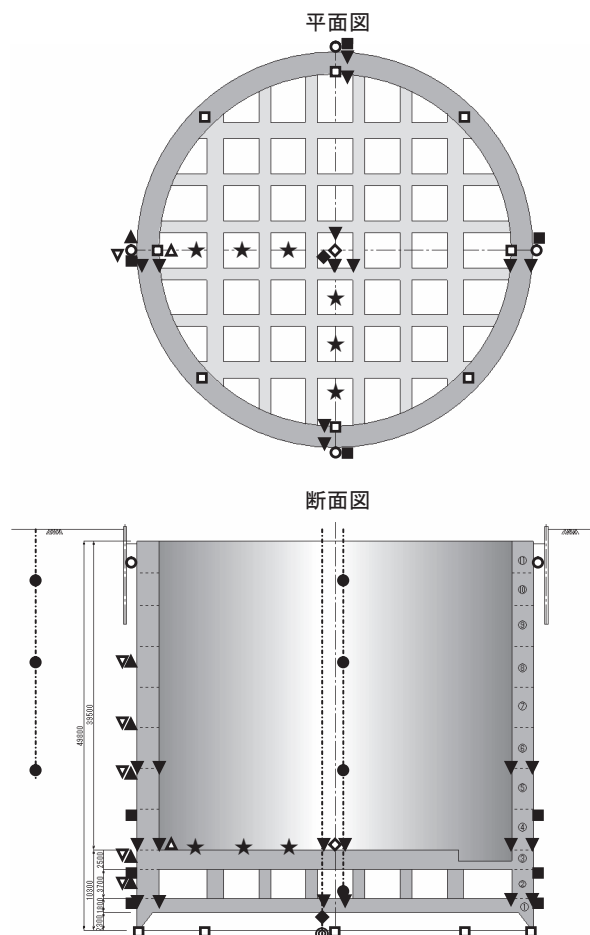
③沈下掘削

初期沈下掘削時のケーソン躯体重量は33,000 tと過荷重状態にあったため、過沈下防止策として湛水による圧気の早期開始（図6参照）や掘削開口率を調整して施工した。

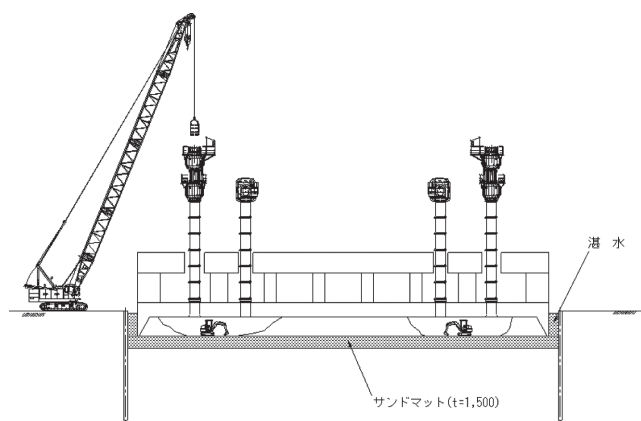
函内作業気圧が0.18 MPaまでは作業員が掘削機に搭乗しての有人掘削を行なった。これは、0.18 MPaまでは有人掘削の方が掘削能力が高いことと、ケーソンの姿勢制御にはより繊細な掘削管理が必要となったからである。0.18 MPaからは無人掘削に切り替えて施工を行なった。本ケーソンでは潜函ショベル0.15 m³

表2 各種計測機器の種類と用途

計測項目	計測機器	記号	単位	数量	計測目的	用途
ケーソン傾斜	固定式傾斜計	◇	台	1	○	○
ケーソン沈下量	ワイヤー変位計	○	〃	4	○	○
刃口荷重	刃口荷重計	□	〃	8	○	○
周面摩擦	周面摩擦計	■	〃	12	○	○
水荷重	水圧計	△	〃	1	○	○
函内気圧	気圧計	◆	〃	1	○	○
壁面土圧	土圧計	▲	〃	5		○
壁面水圧	水圧計	▽	〃	5		○
発生応力	鉄筋計	▼	〃	88		○
コンクリート温度	温度計	〃	〃	88		○
スラブたわみ	固定式傾斜計	★	〃	6		○
層別沈下	層別沈下計	●	〃	2		○
間隙水圧	水圧計	◎	〃	1	○	○



図一5 計測機器配置図



図一6 湛水による初期掘削状況図



写真一3 沈下掘削状況



中央管理室

函内掘削状況

写真一4 遠隔操作状況

級を14台配備し、それぞれの掘削機が干渉し合って衝突しないように、衝突防止システムを採用した。

④安全管理

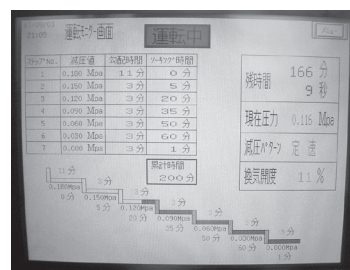
沈下完了時の最大作業気圧が0.38 MPaとなることから、高気圧障害（潜函病）の防止対策として入函管理システムの導入と、0.25 MPaからは酸素減圧を実施した。

入函管理システムとは、減圧時のヒューマンエラーを防止するもので、パソコンで作業室内の気圧と作業時間を管理し、適切な減圧テーブルに従って自動的に減圧を行なうものである。一方、酸素減圧とは高圧作業後の減圧時において、酸素呼吸を行ない窒素排泄を促進して減圧症リスクを低減する方法である。

今回の施工においては、高気圧作業に従事した作業員数は約1,000名であったが、高気圧障害は発生せずに無災害で沈下を完了した。



自動減圧装置



自動減圧モニタ画面

写真一5 自動減圧システム



写真一6 酸素減圧状況

3. 讚良立坑築造工事

本工事は大阪府の総合治水対策の一環として、北部地下河川の最上流部（図—1 参照）の立坑をニューマチックケーソン工法で築造するもので、本立坑は出水時の地下河川への放流と暫定貯留を目的として計画されたものである。

(1) 工事概要

本工事の概要は以下に示すとおりである。

工事名：寝屋川北部地下河川讚良立坑築造工事

工 期：平成 21 年 6 月 1 日～平成 24 年 6 月 29 日

場 所：大阪府寝屋川市讃良東町

発注者：大阪府寝屋川水系改修工営所

施工者：大本・中林・久本・家島特定共同企業体

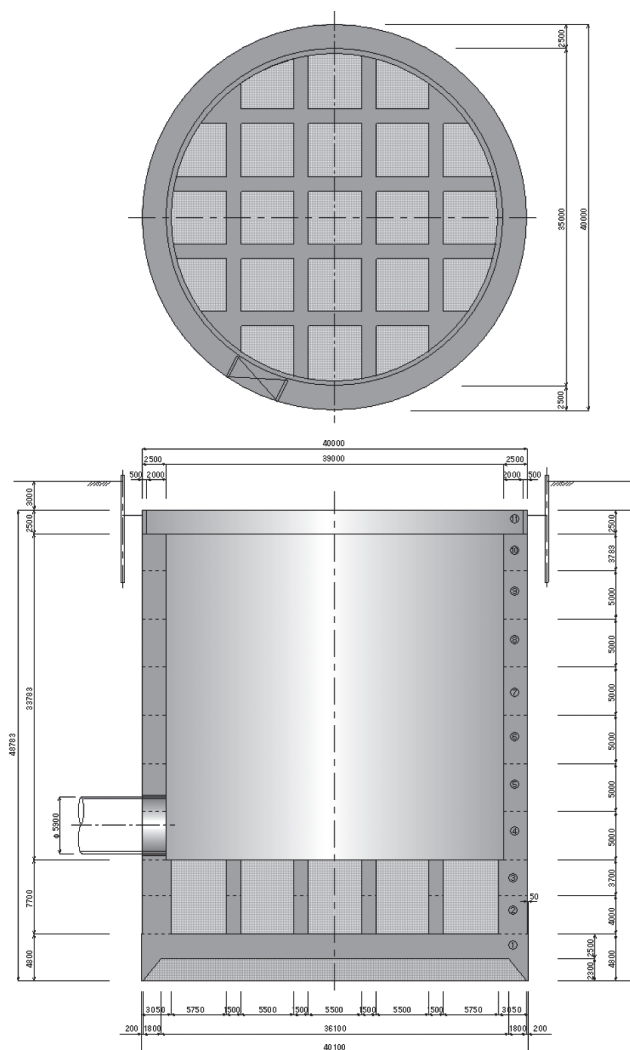
工事内容：

- ・立坑築造工（ニューマチックケーソン工法）1基
外径 = 40.0 m / 高さ = 48.8 m / 底面積 = 1,256 m²
- ・躯体構築工
鉄筋 = 約 4,000 t / コンクリート = 約 23,000 m³
- ・沈下掘削工
掘削土量 = 約 63,000 m³
- ・最大作業気圧 = 0.38 MPa

図一七に一般構造図を示す。本立坑は新家調節池と比較して直径で約 10 m ほど小さく、構築高さはほぼ同等である。作業室スラブは 2.5 m と多少厚めで、隔壁を設けることにより剛性を確保する構造としている。

(2) 施工フロー

本工事における基本的な施工フローは、新家調節池と同じであるため図—3を参照願いたい。ただし、構築は第1～2ロットを先行して行ない、十分な剛性を確保してから沈下掘削を開始した。また、沈下荷重



图—7 一般構造図

確保のため中詰コンクリート打設は第7ロット構築完了までに行なう予定である。

(3) 工事工程

表一3に工事工程表を示す。基本的な工程の流れは通常のケーソン施工と同じであるが、当該地区は讃

表—3 工事工程表

[illegible]

良郡条理遺跡に位置しているため、工程の途中で文化財調査を6ヶ月間行なった。

(4) 主要設備

表—4に本工事における主要設備の一覧表を示す。
また、図—8には主要設備の平面配置計画を示す。

表—4 主要設備一覧表

用途	機 械 名 規 格	等 単 位	数 量
送 気	空 気 圧 縮 機 定置式スクリー型 31 m ³ /min	台	7
	圧 縮 空 気 清 浄 機 処理量 1,100 m ³ /h	台	3
	レ シ ー パ タ ン ク 2.5 m ³	台	7
	クーリングタワー 丸型冷却塔式 40 t/h	台	4
排 土	クローラークレーン 55 t吊	台	4
	キ ャ リ ア ABスケータ式 1.0 m ³	基	1
	土 砂 ホ ッ パ 30 m ³ 級	基	5
掘 削	潜 函 用 シ ョ ベ ル 天井走行式 0.15 m ³	台	9
艀 装	マテリアルロック φ1.8～1.9 m級 1.0 m ³	基	6
	マン ロ ッ ク 立型 10～12人用	基	3
救 急	ホスピタルロック φ2.9 m長6 m 12人用	基	3
予 備	エンジン式空気圧縮機 18～19 m ³ /min	台	6
	発 動 発 電 機 35 kVA	台	3
構 築	タワークレーン 180 t・m	台	1



写真—7 第3ロットコンクリート打設状況

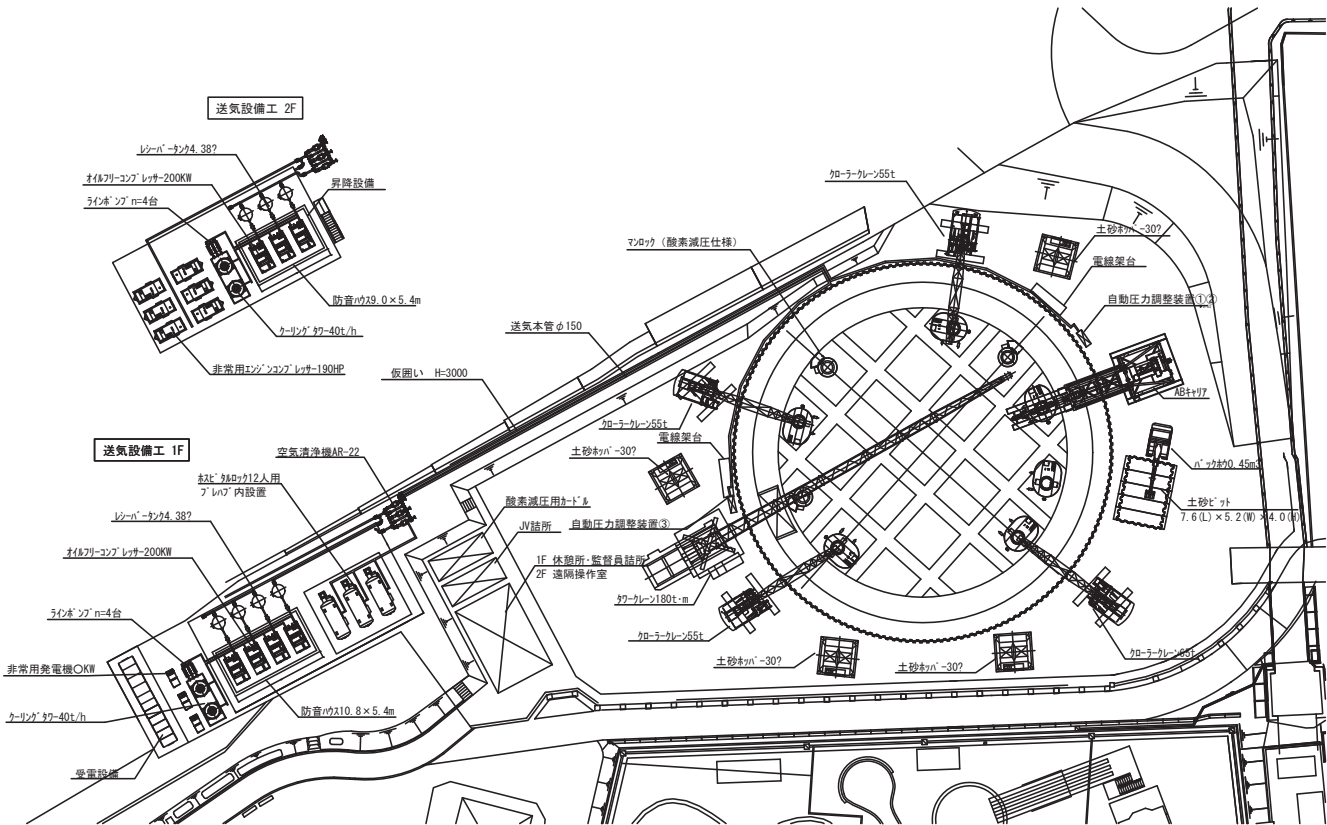


写真—8 沈下掘削状況（有人掘削）

(5) 施工内容

現在の施工状況としては、躯体構築が第3ロットまでを完了し、沈下掘削がGL-7.0 mで掘削機に搭乗しての有人掘削を行なっている。（平成23年1月末現在）

なお、無人掘削への切り替えは作業気圧 0.18 MPa から行なう予定である。



図—8 主要設備平面配置計画図

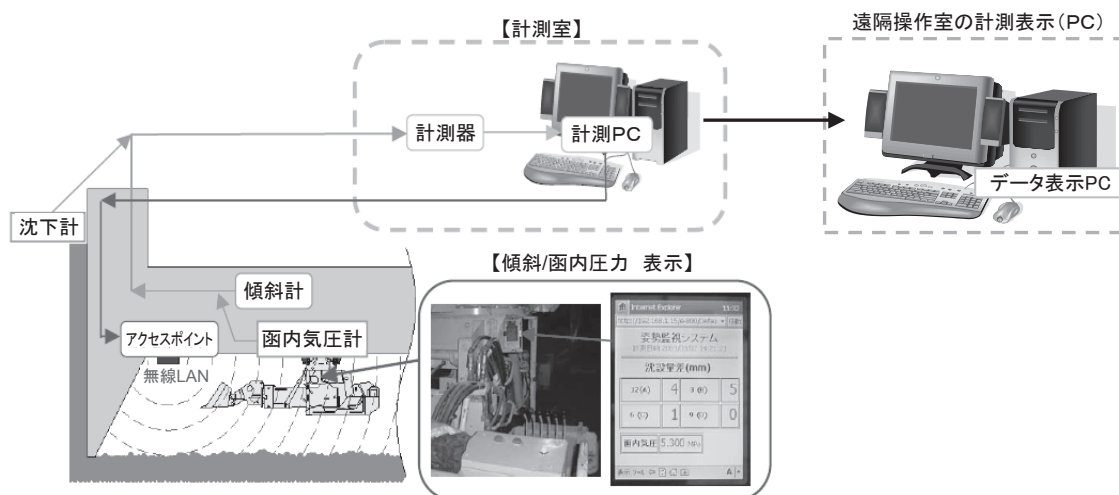


図9 ケーソン傾斜管理システム

①コンクリートの温度ひび割れ制御対策

本ケーソンの躯体部材厚が大きく、温度ひび割れの発生が懸念されたため、事前に温度ひび割れ解析を実施して以下のような対策を行なっている。

- ・低熱ボルトランドセメントの採用
第2～3ロットに使用（部材厚 3.0 m）
- ・コンクリート温度の上昇抑制
セミドライフォグを用いた施工
- ・コンクリート内部温度計測とその対応

②止水対策

シールド発進立坑と暫定貯留施設としての施設性能確保のため、止水対策として以下のような対策を行なっている。

- ・反応接着型止水板の採用
- ・打継部止水材の使用
- ・打継部処理剤の使用
- ・塗膜防水の施工

③ケーソン傾斜対策

初期沈下掘削時の傾斜対策としては、ケーソン躯体に配置された各種計器のリアルタイムデータを基に、傾斜や刃口反力を作業室内の掘削機に搭載したポケットPCへ表示し、荷重バランスの変化や傾斜の傾向を沈設管理者と掘削機オペレータが共有して傾斜修正を早期に実施している。

④漏気防止対策

周辺環境への影響を考え、漏気を発生させないため以下のような管理を実施している。

- ・刃口部の間隙水圧値を利用した気圧管理
- ・送気流量計による送気管理

- ・電気式自動圧力調整装置の使用

- ・函内水位監視システムの採用

また、万が一漏気が発生した場合の対策として、漏気回収装置を設置するとともに、防護鋼矢板外周にブローホールを設け、漏気が検出された場合には真空ポンプによる強制回収を実施する。なお、漏気監視にはブローホール水位・函内水位・送気流量などの異常を検出して警報を発する漏気検出システムを構築している。

4. おわりに

新家調節池は八尾土木事務所のご指導の下、無事故で無事に工事を完了することができた。今回の施工データが今後も益々大型化・大深度化するであろうニューマチックケーソンの施工技術向上の一助となれば幸いである。

一方、讃良立坑は現在も施工中であり、これから最盛期を迎えようとしている。誌面の関係上、施工の詳細については報告できなかったため、今後、機会があれば報告したいと考える。

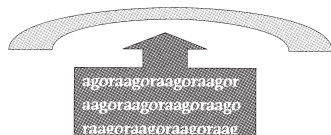
J C M A

【筆者紹介】

小滝 勝美（こだき かつみ）

㈱大本組
技術本部
技術企画部長





地下空間植物工場と人工光源

田 澤 信 二

植物工場成立の課題として、光合成用の照明電力費と温度制御用空調電力費が生産コストの1/3をしめることが指摘されていた。この課題は一部の葉菜類（サラダナ・レタス類）については蛍光灯の近接照射（30～40 cm）棚段栽培方式で解決され、さらに最近ではLEDなどの省エネ長寿命新光源の開発が進展し、効率的な生産の実現が期待されている。地下空間植物工場では、安定した生育適温が安価に得られ、都市近郊の立地条件では輸送コストも低減できるなど、さらにコストダウンが期待できる。ここでは植物育成における人工光源応用の歴史的経緯から、植物工場に利用されている光源の特性および発光原理や応用、研究事例、施工例などを紹介する。

キーワード：植物育成，人工光源，地下空間，植物工場

1. はじめに

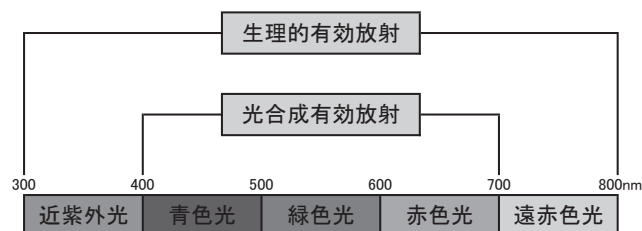
植物工場とは天候に左右されず植物を周年生産できる施設で、葉菜類では約30日間で1作、日産数百から数万株の安定生産出荷が可能である。その起源は1889年デンマークのクリステンセン農場とされている。植物工場の基礎学問としては生物環境調節工学があり、研究施設として1949年に米国でファイトロン（植物環境調節施設，phyto：植物，tron：装置）が完成したのが端緒とされ、我が国では1952年に完成した国立遺伝学研究所（三島）のファイトロンとされている。この技術を野菜生産の植物工場として利用し、我が国で注目されたのは1985年に完成したダイエー（船橋）「ららぽーと」内の高圧ナトリウムランプを使用した完全制御型小型施設である。現在では、完全制御型施設（人工光源利用）30ヶ所、太陽光併用型施設（太陽光と人工光源の併用）9ヶ所の合計39ヶ所が稼働中（2009）である。2009年には、食品の安全・安心、不況下の雇用拡大を目的に農工商連携（農水省と経産省）による植物工場の普及・拡大推進のため補正予算が組まれ、昨年度より数ヶ所の研究施設が建設中であり現在話題になっている施設である。今回、植物工場の地下空間での利用を目的に執筆依頼をされたが、完全閉鎖型施設が正にその対象であり、温度条件や都市周辺の地下空間では空調費や輸送費の削減など、さらに経済効果が見込まれるため今後期待されている。

2. 植物育成と光環境

植物育成に必要な光環境条件としては、「波長範囲、光質バランス、光強度、照射時間」などがある。植物工場では対象植物ごとに最も成育に効率的な光環境が求められる。

(1) 必要な波長範囲

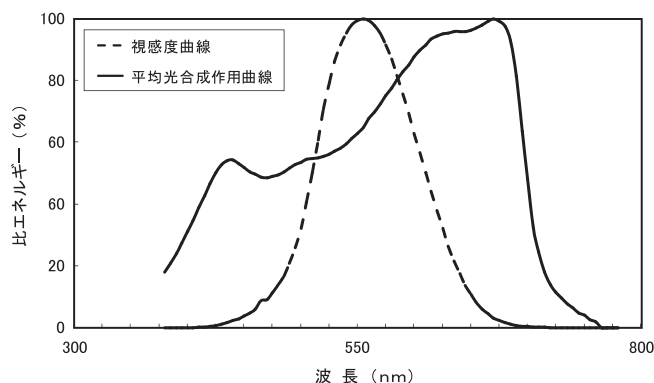
図—1は植物育成に必要な波長範囲を示し、光合成では400～700 nmの範囲を光合成有効放射（Photosynthetically Active Radiation：PAR）、300～800 nmを生理的有効放射（Physiologically Active Radiation）と呼ばれている。光合成有効放射のみならず、葉色の発色には300～400 nm、茎の伸長制御には700～800 nmの波長も重要な要因となる。



図—1 植物育成に必要な波長範囲

(2) 光質バランス

図—2は光質バランスを示し、McCree (1972)（チャンバー20種、圃場8種作物）と稻田(1976)（草本26種、木本7種作物）の示した61種の植物の平均光合成作用曲線を示している。（青色光：24%，緑色光：32%，



図—2 平均光合成作用曲線

表—1 代表的光受容体

主な生理反応	光受容体	主な吸収波長範囲(nm)
光合成	クロロフィル(chlorophyll)	青色400～500 赤色640～700
	カロテノイド(carotenoid)	青色400～530
光形態形成	フィトクロム(phytochrome)	UV-A+青色380～480 赤色540～690 遠赤色700～750 (光周性反応)
	クリプトクロム(cryptochrome)	UV-A380付近 青色450付近 (胚軸伸長抑制)
	フォトトロピン(phototropin)	UV-A380付近 青色450付近 (屈光性反応)

赤色光：44%) 実際の植物生産ではこの波長バランスを調整し、基本的には赤色光を増加することで生育を促進し、青色光の増加で成育の抑制に利用する。表—1は植物の代表的光受容体(色素)と吸収波長範囲を示している。

(3) 必要な光強度

表—2は各種植物の光補償点、光飽和点を示し、育成光強度設定の参考とする。葉菜類では一般的に光量子束密度で、育苗期 $150 \sim 200 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (10,000～15,000 lx程度)、成育期 $250 \sim 350 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (20,000～25,000 lx程度) に設定される。

表—2 各種植物の光補償点、光飽和点

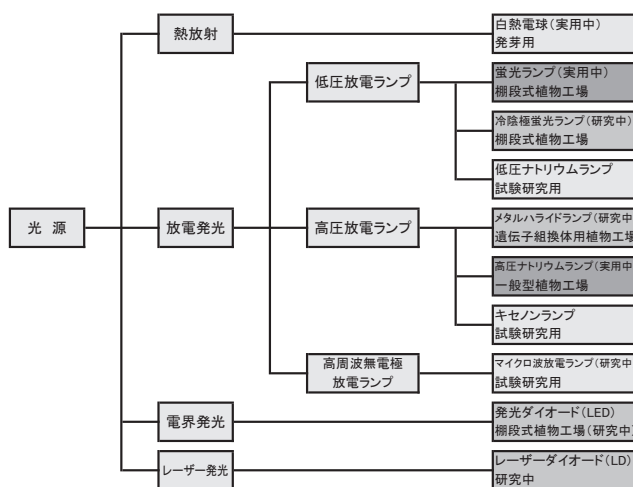
作物名	光飽和点(klx)() 内は光量子束密度	光補償点(klx)() 内は光量子束密度	備考
イネ	40～50 (672～840)	0.5～1.0 (8～17)	Murata, 1961
オオムギ	50 (840)	—	Takeda, 1978
ダイズ	20～25 (336～420)	1.0～1.5 (17～25)	Böhning & Burnsade, 1956
トウモロコシ	80～100 (1344～1680)	1.8 (30)	Hesketh & Moss, Hesketh 1963
パレシヨ	30 (504)	—	Chapman & Loomis, 1953
トマト	70 (1176)	—	Tatsumi & Hori, 1969
ナス	40 (672)	2.0 (34)	
メロン	55 (924)	0.4 (7)	
エンドウ	40 (672)	2.0 (34)	
ミツバ	20 (336)	1.0 (17)	
レタス	25 (420)	1.5～2.0 (25～34)	

(4) 照射時間

照射時間は栽培植物によって異なるが、14～15時間照射が葉菜類では一般的とされている。

3. 人工光源の種類と特性

エジソンの白熱電球開発(1879年)から、130年経過した現在では、人工光源も真空燃焼光源(白熱電球)より放電プラズマ光源(蛍光灯、高輝度放電ランプ)を経て、固体発光光源(LED、ELなど)の新しい世代へ変遷しつつある。現在、人工光源は図—3に示すごとく、熱放射とルミネッセンス、電界発光の3系統に大別され、この中で植物育成用として実際に利用されているものは、白熱電球、蛍光灯、メタルハライドランプ、高圧ナトリウムランプの4種類である。キセノンランプや低圧ナトリウムランプ、無電極ランプ、発光ダイオード(LED)、レーザーダイオード(LD)はおもに試験研究用として使用されている。特にLEDは容易に単色光に近い光質が選択可能なため光質影響試験用(着色促



図—3 人工光源の種類

表—3 光源の特長と用途

ランプ種類	特長	主な用途
高圧ナトリウムランプ	高効率・長寿命・動程良 赤色光成分が多い	施設園芸: 光合成補光用(花卉、果菜等) 植物工場: 光合成用
メタルハライドランプ	効率・青色光成分が多い 太陽光近似型昼光有り	施設園芸: 形態形成補光用(果実の着色等) 植物工場: 形態形成補光用(着色、形態等)
セラミック メタルハライドランプ	効率・光質調整可能 植物用可能性有り	施設園芸: 光合成・形態形成補光用 植物工場: 光合成・形態形成補光用
蛍光灯(熱陰極型)	効率・中発熱・多品種 植物育成用ランプ有り 安価	施設園芸: 光合成補光用(花卉、果菜、果樹等) 植物工場: 光合成用(苗、近接照射で主生産) 組織培養: 光合成、形態形成用 花店舗: 光合成補光、形態維持用
蛍光灯(冷陰極型)	低発熱、多品種 長寿命、高電圧、高価	植物工場: 光合成用(近接照射で主生産)
白熱電球	赤・遠赤色光成分が多い 安価	施設園芸: 形態形成補光用(開花制御) 植物工場: 形態形成用(発芽促進)
LED	コンパクト、低発熱 長寿命、総合効率、高価	植物工場: 光合成用(近接照射で主生産)

進、内成分増強など）として種々な植物に利用され、さらには近接照射による省電力光源として植物工場への導入が期待されている。また、蛍光灯の中でも液晶用バックライト用の冷陰極蛍光灯が長寿命（60,000時間など）のため近接照射による蔬菜類の植物工場用として提案されている。表—3には光源の特長と用途を示す。

(1) 蛍光灯（Fluorescent Lamp：FL）

FLは熱陰極を持つ低圧水銀蒸気放電ランプであり、放電により発生する紫外放射をガラス管内に塗布された蛍光体によって可視放射に変換して利用する。蛍光体の種類によって比較的容易に必要な分光エネルギー分布が得られる。現在では、高周波（45 kHz）点灯タイプ（Hf 蛍光灯）が開発され、32 W 型で110 lm/W、50 W 型で104 lm/W の高効率を達成し、寿命時間も15,000時間のものがある。また、液晶用バックライト用の冷陰極蛍光灯が長寿命（60,000時間など）のため植物工場用に提案されており、熱陰極蛍光灯においても長寿命型の開発（60,000時間）が報告されている。応用例としては、小規模閉鎖型苗生産システムや多段棚式植物工場の近接照射での植物生産が行われ、イチゴの育成試験なども行われている。写真—1は棚段式完全制御型植物工場例を示す。



写真—1 蛍光灯による棚段式完全制御型植物工場
（安全野菜社・サンチェの照明）

(2) メタルハライドランプ（Metal Halide Lamp：MHL）

MHLは、高圧水銀ランプをベースに各種ハロゲン化物を添加したもので、輝線を中心とした発光のものと、連続発光を含むものと多様な品種がある。応用としては、一般形ランプでは主に高圧ナトリウムランプとの混光照明用に利用されており、太陽光近似の分光エネルギー分布を有すMHLはグロースチャンバーなどの植物育成試験用に利用されている。最近では、従

来の石英の発光管より耐熱性の優れたセラミックの発光管を使用し、赤色光成分を増強したセラミックメタルハライドランプ（CMHL）が製品化され、従来困難とされていた連続調光（100～50%）も可能で、高ワットの680 W 形（105 lm/W、12,000 hr 寿命）も発売されている。さらにCMHLの単独照射で、イネ（コレラ用ワクチンタンパク産生目的）やダイズ（アルツハイマー病用ワクチンタンパク産生目的）の高照度型遺伝子組換え体用完全制御型研究施設（写真—2参照）やグロースチャンバーに利用されるようになった。



写真—2 遺伝子組換え体用完全制御型研究施設（産総研・北海道）

(3) 高圧ナトリウムランプ（High Pressure Sodium Lamp：HPSL）

HPSLは、発光管に光透過率の高い透光性多結晶アルミナを使用し、管内にはナトリウムアマルガムの形で緩衝ガスとして作用する水銀が封入されている。始動補助用にキセノンガスが封入されており、発光管内のNa蒸気圧を制御することで発光分光分布をある程度調整することができる。また、微量の水銀が封入されているため僅かなUVを放射している。応用としては、高圧放電ランプの中でも発光効率が最も高いため、完全制御型植物工場で主照明として使用されている。デメリットとしては、主にNa（589 nm）の発光を利用しているため赤色光／青色光比（R/B比）が高く、



写真—3 完全制御型植物工場（キュービー社・HPSL使用）



写真—4 イネ栽培 PR 施設 (パナソナ社・呉服橋・HPSL + MHL 使用 2010)

弱光強度では徒長を引き起こす場合がある。また、一部の植物ではアントシアニンの着色が促進されないことや、葉巻き現象を生じるものがあるため、MHLによる青色光成分の補強が行われる場合がある。最近では寿命が従来の2倍の24,000時間(光束維持率80%時)で、価格もさらに低価格な経済的光源となっている。写真—3は完全制御型植物工場例を、写真—4はMHLと混光照明を行っているイネ栽培PR施設を示す。

(4) 発光ダイオード (Light-emitting Diode : LED)

LEDの発光原理は、InGaN(インジウム・ガリウム・ナイトライド)、GaP(ガリウム・リン)やGaAsP(ガリウム・ヒ素・リン)などの化合物半導体のp-n接合に順方向電流を流すことにより接合近傍で起こる電子、正孔の再結合により発光する。特長は低電圧駆動、低発熱、コンパクト、軽量、ノイズレス(放電灯はノイズ源)、調光やパルス点灯の容易などがある。デメリットとしては、温度上昇で光出力が低下するため放熱対策が必要、水分や静電気に弱い、高価格、回路効率(一般的に50~60%)を考慮した総合効率が低いなどがある。植物栽培への応用は宇宙における植物栽培を目的とした研究より始められ、具体的な照射方法は、LED素子を集合して放射源(面)を作り、植物体に近接照射するもので、植物体の成長とともに放射源を移動させるものである。我が国の宇宙ステーション実験モジュール「きぼう」にも植物実験用として赤+青色の育成用照射装置が搭載されるなど今後の応用が期待される光源である。写真—5は白色LED(青色光ベース)を使用したパナソナ社の植物育成施設例、写真—6は玉川大学のLED研究施設例を示す。

4. おわりに

植物工場の運営は、高品質な製品を周年生産し、適切な価格で安定した消費先へ送り出すことである。課題としては、生産コストの1/3を照明・空調などの電



写真—5 白色LEDを使用した植物育成施設 (パナソナ社・大手町 2005)



写真—6 各色LED照射による育成試験 (玉川大学)

気代の削減が示唆されており、LEDやELの近接照射による省電力化が期待されている。LEDの実利用については更なる効率の増加(点灯回路の電力損を含む総合効率が低い)や放熱対策(素子の温度上昇による光量減などの問題がある)など解決しなければならない課題も多い。昨年玉川大学に完全閉鎖型LED植物工場の研究施設が開設され、水冷式の効率的な照明器具による栽培試験を開始、課題解決の成果が期待されている。今後、植物工場の地下空間への普及を期待するとともに、(社)日本建設機械化協会殿のさらなる発展を祈念する。

J C M A

《参考文献》

- 1) 高辻正基編・田澤信二：「植物工場ハンドブック」pp.35-43, 東海大学出版会, 東京 1997.
- 2) 田澤信二：「光環境の制御」空気清浄, 第47巻第1号 pp.7-11, 2009.

〔筆者紹介〕

田澤 信二 (たざわ しんじ)
岩崎電気(株) 技術研究所・主席研究員
山口大学・客員教授 (H21年度)
植物工場普及振興会・会長



ずいそう

トンネルワインカーヴ

土屋 和 生



勝沼ぶどうの丘は一面に広がるぶどう畑の小高い丘のてっぺんにあります。季節ごとに彩りを変えるぶどう畑の景色にじっくりとなじみ、甲州市のシンボルともいえる観光施設です。

そのぶどうの丘が管理運営するトンネルワインカーヴは廃トンネルを利用したワインの貯蔵庫です。いまから100年以上前の明治36年に建造され、鉄道文化の遺産としても貴重なレンガ積みのトンネル(1,100m)としてそのままの姿をとどめているJR旧深沢トンネルをワインの健全な長期熟成及び付加価値を高める施設として整備しました。

旧深沢トンネルは甲州市内の甲斐大和駅―勝沼ぶどう郷駅間にあり、平成9年に中央線の路線変更で閉鎖されるまで勝沼にとって大きな役割を果たしてくれました。明治36年開通後は、特にぶどうとワインの輸送に大きな影響を与え、地域に流通革命をもたらしました。ぶどうの出荷は東京まで、馬の背にのせ3日から6日かかっていたものが、わずか半日で大量に運ぶことができるようになりました。ワインやボトル、樽の輸送についてもさまざまな課題が一挙に解決されました。その後鉄道を使って観光団を誘致するなど観光事業への先駆的な取り組みも始められました。このように鉄道が勝沼地域にもたらした産業経済、生活文化への影響は計り知れないものがありました。

その旧深沢トンネルをワインの貯蔵庫として再利用したきっかけは、国の登録有形文化財に指定されている龍憲セラー(明治31年頃、勝沼で初めてワイン醸造を行った一人土屋龍憲が、フランスで学んだワインの熟成施設を中央線の隧道建設技術とレンガを用い建設した半地下式のワイン貯蔵庫)がヒントとなり、先人の夢を引き継ぐ形でトンネルがワインカーヴとして再生されました。

トンネルワインカーヴ内は約100万本のワインの収容能力があり、年間温度6度～14度、湿度45%～65%とワインの熟成には最適な環境となっています。

レストラン等商業者及び個人用のラックは322ユニットが整備され、1ユニットに720ml換算で300本が収納可能となり、保管料は月額2,500円(税込)です。個人用ユニットの奥には大型ユニットもあり、1区画3,000本を貯蔵でき、醸造メーカーのワイン蔵地場として活用され、地域産業にも大きく貢献をしております。現在、個人用のユニット及び大型ユニットはすべて契約済みであり、お客様からも熟成によりワインが美味しくなったという声が多数寄せられています。

トンネルワインカーヴの工事は平成16年の4月からはじまりましたが、トンネルワインカーヴ内は緩やかな傾斜となっていたため、既製品のワインラックが使用できず、水平なワインの保管ができるラックを用意し、また内部の幅が狭かったため通常のフォークリフトだと回転できず、ツメの部分が90度回転するフォークリフトを特注し使用しております。操作はオートガイダンスとなっており、地面コンクリート内部の誘導線に従ってスムーズな運搬が可能となっております。トンネルワインカーヴ内は当時のままの面影を残しつつ新たな用途として生まれ変わることができました。

勝沼はぶどうづくり1,300年、ワインづくり130年の歴史を持ち、この歴史はそのまま日本を代表するぶどうとワインの歴史でもあり、そのなかでも江戸期から明治期に造られた貴重な建造物が数多く残されています。勝沼には近代産業遺産として明治期に建造されたワインセラーやワイン醸造場、石積みのおぶどう冷蔵庫、ぶどう畑を洪水からまもった砂防堰堤、レンガ積みのトンネルなど多くの遺産が保存され、近代産業遺産の分野でも高い評価と注目を集めています。今後トンネルをはじめとする多くの近代産業遺産を活かした地域の活性化を進め、『ぶどう』『ワイン』『観光』に、『近代産業遺産』を加え、より文化的で集客性の高い観光地を目指していきます。



トンネルカーヴ



トンネルカーヴ ラック



トンネルカーヴ 正面

ずいそう

国際化の課題

江崎哲郎



国際化は我々に課せられた大きな課題である。政治、経済、社会、学術にわたって、また政府レベルではもちろんのこと大学、企業、自治体などにも、国際化という大小そして様々なスペクトルの波が島国日本に押し寄せている。私は長年勤めた大学を昨年退職したが、このような国際化が始まったのは、1980年代中曽根内閣の国際国家日本というスローガン以来である。比較的最近のことともいえるし、その後なかなか対応できていないともいえる。大学では、その頃から国際的な協定締結、それに基づく交流活動、留学生の受け入れが積極的に進められるようになった。留学生は83年に1万人に達し、次いで留学生10万人計画が進められた。学問分野としての土木は必ずしも国際化が進んでいないと思っているが、幸いなことに私は多数の優秀な留学生、海外の研究フィールドや共同研究者に恵まれ、欧米4カ国を含む14カ国の研究者と共著論文を執筆したり、海外の研究機関に定期的に院生を送り出すなど、この国際化の流れの中で何とか研究活動を展開することができたと思っている。しかし英語力や国際感覚の欠如した典型的日本人の一人として常に苦しみと反省を繰り返してきたことを白状しなければならない。

最近では独法化された大学は、留学生30万人計画、英語による教育、COEの形成など大学間の競争の中で襲いかかる国際化の波に対応しようとしている。国際化は本来先進国家への発展過程であり国際的地位の向上など夢と希望に満ちたもののはずだが、現役の先生方には大きな負担となっている。OBとして気の毒にすら思われる。官民においても閉塞感の強い社会情勢の中で、国際化に付きまとう国際基準などは、その用語がアルファベットからカタカナに定着していく過程で多大な負荷があるようで担当者の厳しい表情がいつも印象に残る。まさに黒船の再来に振り回されている感である。斯くして国際化に関する施策は各所で多彩なメニューが揃い予算も潤沢なようである。しかし、国際化の目標は？ どんな国際社会をめざすのか？ そもそも国際化とは？ このような極めて根本的なことについて普遍的な共通認識が少ないように思われる。

まず、欧米語で国際化とは、internationalizationであり、領土などを国際管理下におくという意味である。古くは植民地統治の方式であり、ときには localization

すなわち先進国のやり方と同じようにさせることを指す。要するに先進国には国際国家日本を目指すといった国際化は存在しない。その日本の国際化には2つの側面がある。ひとつは欧米先進国と対等にキャッチアップするため、もう一つはアジアを中心に途上国の発展や生活水準の向上に寄与しながら信頼関係を築こうとするものである。明治の開国以来西洋に学びながらも、自国語で学術や文化を展開して日本独自の「国のかたち」を築き、戦後の目覚ましい復興と経済成長を驚異と賞賛の目で見られるわが国のこのような国際化は当然の成り行きである。しかし他方で何か事があるたびに、他国から批判を浴びていることは、語学力などともに真に再検討すべき重要事項と考える。

国際社会は異質の文化や歴史、伝統を持つ国々から構成されているので、国際化には偏見や先入観抜きに相手の立場を認め、ときにはその違い、特異性を受け入れる意識の変革が求められ、そういったことが当たり前、日常のこととならねばならない。単民族の同質社会に慣れ親しんできた日本人は同質の仲間に親しみと安らぎを覚え、海外の文化や人々の異質性に興味はあっても身近に係わりあうのには抵抗があり、ときには排斥する傾向が散見される。豊か過ぎる社会の中で傲慢さや誤った優越意識もみられるが、等身大に相手をみるアジア人としての視点が求められる。また、最近海外に出る留学生が減少するなど、若い人の内向き指向、閉鎖性が指摘されている。米国で博士を取得する日本人は中国の20分の1、韓国やインドの10分の1以下であり更に減る傾向だという。関係諸兄には失礼かもしれないが、この内向き、閉鎖性は、中国に対して相変わらず「採算が合わない」「技術を盗まれる」と主張される企業経営者の態度とも無関係とはいえないように思われる。

国際化は、人間の心や精神が真に開放され、経済や物流のように国境のない世界になることが最終目標である。日本の常識は世界の非常識といわれる中身に気付き、多様性を受け入れ、長期的視点から自らの考えを発信できる人材を数多く育成することが国際化の課題解決の第一歩ではないだろうか。

CMI 報告

防水工に関する研究

横澤圭一郎・鈴木 健之

1. 概要

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おり、工場製品で品質のばらつきが少なく、施工が簡単である防水シートが多用されているのが現状である。

本報告では、覆工からの漏水の原因の一つと考えられる防水シートの溶着不良対策として、工場により溶着を行った防水シートの開発を行った。本防水シートの特徴としては、工場にて溶着することにより、防水シートの品質向上を図ることが可能となることに加え、現場での溶着作業を低減することが可能となることが挙げられる。

本報告では、実現場での施工に先立ち実施した試験ヤードにて行った防水シートの展張試験について報告するものである。

2. 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。

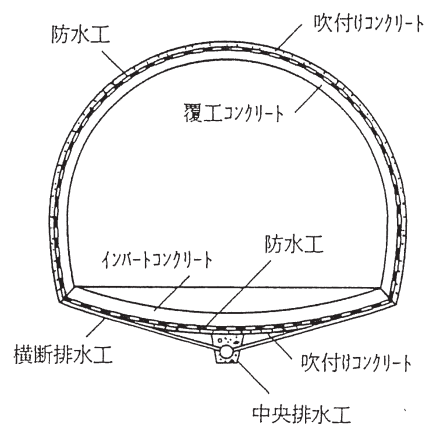
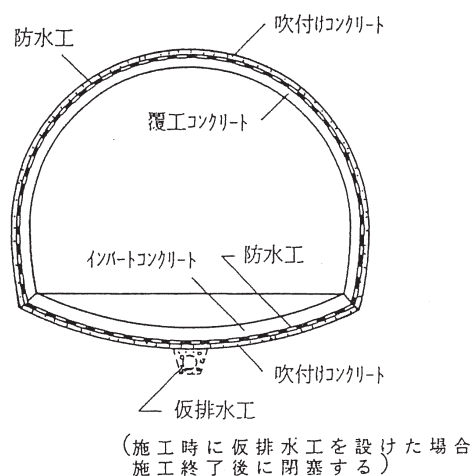
防水工は、吹付けコンクリートと覆工との間に縁切りを行うことで遮水層を形成するものである（図—1 参照）。

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。

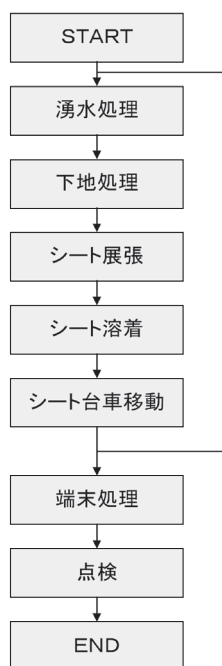
材料の要求性能としては、耐水性および耐久性の他、接合部の水密性能の信頼性、火災などに対する安全性および作業環境の確保が要求される。このほか、シート系については、吹付け面との馴染みの点で柔軟性・進展性、なおかつ覆工コンクリート打設時の引張り・引裂き力に抵抗できるだけの性質を兼ね備えたものでなければならない。これらの要求性能を満足するために、現状では厚さ0.8～2.0 mm程度が使用されている。

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リート打設などによる損傷を受けにくくしている。

図—1 排水型トンネル²⁾図—2 非排水型トンネル²⁾

(2) 防水工の施工手順³⁾

防水シートの施工手順を図一3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。



図一3 防水工の流れ

(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。

3. 新しい防水工の開発

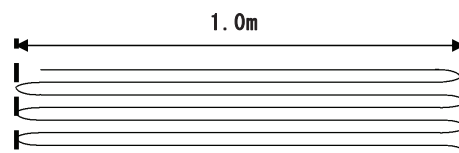
(1) 新しい防水工の提案

防水シートには、前述したような施工上の問題点があるが、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、2mである防水シートの単位施工延長を事前に工場シート溶着を行うことにより12mに延ばし、現場でのシート溶着作業を約1/5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

工場溶着した防水シートは、現場での搬入がし易いように、図一4に示すように幅1m程度のつづら折りにした後、写真一1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。

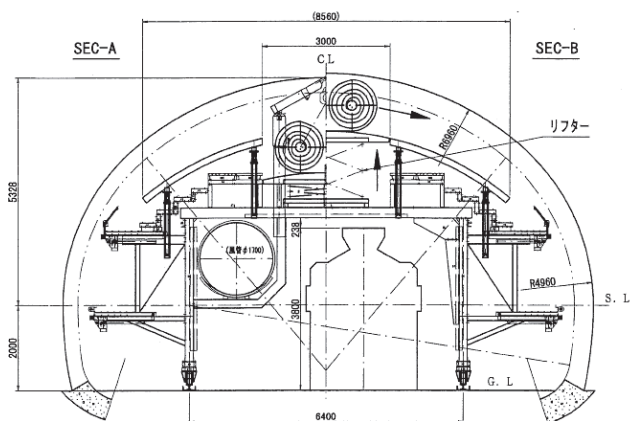
現場へ搬入した後は、図一5に示すシート台車のポストクレーンにて防水シートをシート台車上へ上げ、防水シートをリフターに設置し、リフターを上げながらロール状の防水シートを左右に垂らしていくことで、シート台車上に防水シートを設置する。



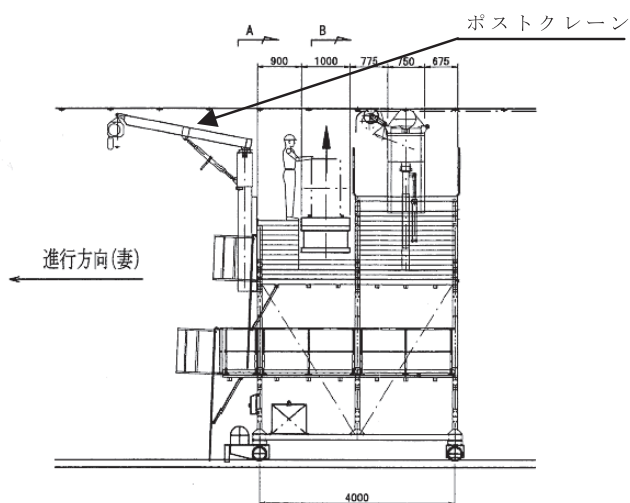
図一4 防水シート形状



写真一1 防水シート搬入時の形状



正面図



側面図

図-5 シート台車

(3) 防水シートの展張方法

シート展張する方法は、図-6に示すように展張済みの防水シートとシート台車上の防水シートを溶着した後、図-7に示すようにシート台車を移動させることにより、展張する防水シートを順次引き出す。また、シートのトンネル壁への接着方法は、トンネル壁面に防水シートを押し付け、事前にトンネル壁面に添付したマジックテープと接着させる方法とした。

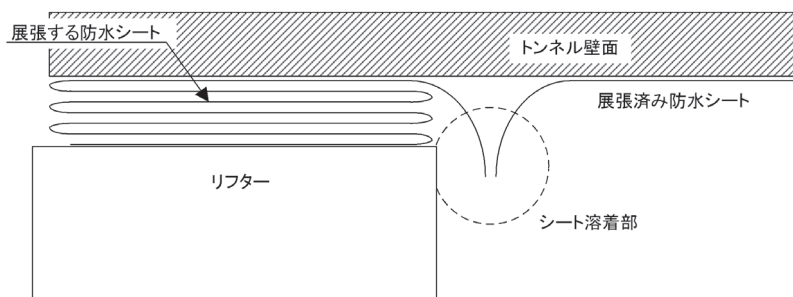


図-6 シート溶着部拡大図

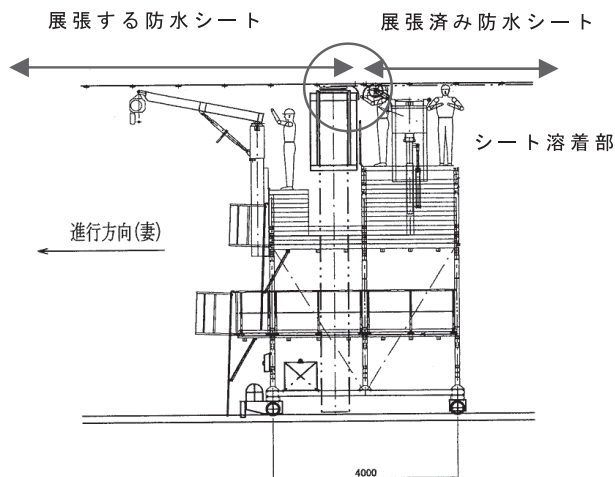


図-7 防水シート展張方法

4. 防水シートの展張試験

(1) 試験の目的

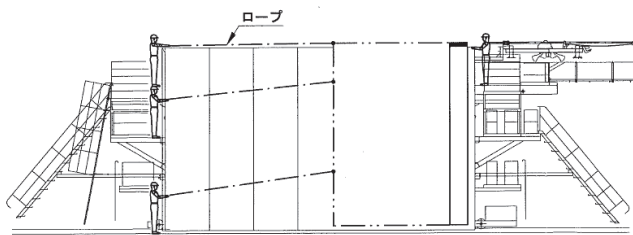
前述の方法での防水シートを展張する際の問題点として、リフターと防水シートの摩擦力が小さい場合に、シート台車が移動する際に、防水シートがシート台車に追従して移動しないことも考えられた。そのため、シート台車の移動に防水シートが追従して移動するかを確認する試験を行うことにした。

(2) 試験方法

試験では、シート台車の代わりにセントルを用い、その上に防水シートを設置することとした。セントル上に設置した防水シートをセントルの反対側の5箇所から人力にて引き寄せることで、シート台車の移動を模擬した(図-8参照)。試験の準備状況および試験状況を写真-2, 3に示す。

(3) 試験結果

試験を実施した結果、防水シートを引き寄せても、防水シートは一気に引き寄せられることはなく、順に広がっていき、セントル一面に防水シートを広げるこ



図—8 試験概要



写真—2 試験準備状況



写真—3 試験状況



写真—4 試験完了後状況

とができた（写真—4 参照）。このことから、シート台車が移動することにより、順次防水シートが引き出されることが確認できた。

5. まとめ

今回、展張状況を確認する試験は、広い空間で行った。今後は、実際のトンネルの中の限られた空間の中での作業性を確認することが必要であると考えている。

JCM/A

《参考文献》

- 1) ㈱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〕

横澤 圭一郎（よこざわ けいいちろう）
 ㈱日本建設機械化協会
 施工技術総合研究所 研究第一部
 部長

鈴木 健之（すずき たけゆき）
 ㈱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

油圧ショベル応用機の運転資格と定期検査

製造業部会 マテリアルハンドリング WG

1. はじめに

マテリアルハンドリング WG（以後、省略してマテハン WG と言う）は 2003 年度に厚生労働省から「マグネットを装着した油圧ショベルは移動式クレーンに該当する」との見解が出され、それに対処することを目的に発足した。その後審議を重ね 2007 年 11 月に厚生労働省から正式通達が発行された。さらにその後約 1 年半を掛け関連団体の協力を仰ぎ、クレーンとしての技術規格及び定期検査等について明確にして 2009 年春には実質的な検討を終了している。しかしこのマグネットの法の見解の変更や運用方法を周知する中で関連業界団体やユーザからマグネット以外のドラグ・ショベル（法律名：以下油圧ショベルと言う）をベースにした応用機の「運転資格や検査方法」を明確にしてほしいとの要望があり、2009 年以降、本マテハン WG でユーザの要望について引き続き検討を重ね一定の見解を纏め関連団体・関連業界及びメーカに周知したのでこれを報告する。

2. 背景

本来、油圧ショベルは土木掘削用として使用されてきた。しかし、約 20 年位前から掘削用としても使用するがバケットを他のアタッチメントに取替え解体作業やスクラップ処理又は産廃処理などに使用されることが多くなってきている。これは作業に合せたアタッチメントの多様化もあるが、なんと言っても油圧ショベルの持つパワーと操作性が種々作業に適しているからに他ならない。特に高度成長期に建てられた高層ビルや団地などが建替え期に入ってきておりこれらの解体用に油圧ショベルの本体を利用して解体ロング仕様機（写真—1）も多く市場に出てきている。一方解体が増えるとそこから発生する鉄スクラップの動きも活発化する。さらに都心にある工場の移転や廃自動車の処理などで発生する鉄系スクラップの解体・処理にも油圧ショベルを利用したスクラップ仕様機や自動車解体機など（写真—2）も市場に多く出てきている。これらは、もともと油圧ショベルを利用しているが、



写真—1 解体ロング仕様機



写真—2 自動車解体機

その一部を変更しただけで「掘削用ショベル」とは見られないことから、法律的には油圧ショベルに必要な「運転資格」や「特定自主検査」も必要ないことになる。このような状況では解体作業やスクラップ処理作業などの安全推進面で問題がある。以上の背景から油圧ショベルの応用機に関して明確化することが求められており、本マテハン WG で取り組むことにした。

3. 現状の法・規則と合わない実態

油圧ショベル等車両系建設機械は労働安全衛生法第 42 条で「規格に基づき製造され、安全装置を具備すべき機械」として法令で定められ、その内訳は、施行令第 13 条第 3 項第 9 号の別表第七に以下のように定められている。

- ①整地・運搬・積み込み用機械（ブルドーザ等）
- ②掘削用機械（ドラグショベル、クラムシェル等）
- ③基礎工事用機械（杭打機等）
- ④締固め用機械（ローラ）
- ⑤コンクリート打設用機械（コンクリートポンプ車）
- ⑥解体用機械（ブレーカ）

これらに該当しない場合は、基本的に「車両系建設機械」の範疇を外れ、「一般機械」として扱われることになる。

前述の解体用ロング仕様機は分類では⑥項の解体用機械に該当すると考えられるが現在解体用機械として明確に定義され運転資格や特定自主検査が必要となるのは「ブレーカ装着仕様機」のみである。従ってブレーカ以外を装着した場合は作業高さ 50 m 以上のロング仕様機でも無資格で運転が可能で定期検査も検査資格者での義務付けは無い。安全上は問題があると言える。

一方、同じく前述の自動車解体機の場合はバケットを回転式カッタに付け替えて更に下部走行体にクランプ装置（自動車解体時にボディ等を押さえる装置）を追加装備した仕様となっているため掘削用機械には該当しない。しかしフロントや本体の操作は、ほとんど標準の油圧ショベルと同じで、一部クランプ装置用のレバー・ペダル又はスイッチ等を追加しているものの、運転は、ほぼ同じであり、無資格で運転するよりも油圧ショベルの運転資格を持っているオペレータが運転することで安全に繋がる。

これ以外にも JISA8340-4 で解説されている油圧ショベルの種別例にある鋼材ハンドリング仕様機（写真—3）やグラップルバケット仕様機（写真—4）及び木造解体などで使用されるフォークグラップル仕様機などのマテリアルハンドリング機も同様と言える。

このようにベースとなる油圧ショベルを利用して掘削以外で「専用的」に使用する機械は法的には車両系建設機械の範疇外であるが安全面で考えると、油圧ショベルと同様に扱うことで安全性が向上すると考える。



写真—3 鋼材ハンドリング仕様機



写真—4 グラップルバケット仕様機

4. 今までの指導方針と運用状況

このような状況の中で、厚生労働省は出来るだけベースとなっている車両系建設機械（掘削用）の運転資格を取得することを、また特定機械の検査の普及促進を推進する(社)建設荷役車両安全技術協会は、年1回でも掘削バケットで使用するような機械は「特定自主検査：掘削用」で運用することを推奨してきた。しかしこの考え方は、ユーザ等に十分には浸透していなかった。そのため各油圧ショベルメーカーは、掘削で使用しない場合は「車両系建設機械に非該当」ではあるものの、ユーザからの要望で特定自主検査を実施したり、あるいは定期自主検査として検査を行っており、統一的な対応ではなかった。

そこで今回、本マテハン WG では、厚生労働省及び関連団体と意見調整・確認を行い、現行法の範囲内で種々油圧ショベルベースの応用機についてその「運転資格と定期検査」について明確化と周知徹底を図った。

5. 油圧ショベル応用機の運転資格と定期検査

今回決定した応用機の運転資格、検査の種類は表—1の通りである。

6. 検査済標章、検査記録表の管理について

今回の見解に伴い、油圧ショベルに準じて応用機においても特定自主検査を実施し、本体運転席内に従来通り検査済標章（ワッペン）を貼るようになる。

これに伴い検査記録表の管理は図—1のようになる。

具体的には、上記のように本体（フロント部含む）は掘削用油圧ショベルとしての特定自主検査を行う。同時に装着されているアタッチメントなどは掘削用では無いため、別途に定期自主検査用の検査記録表を用いて検査をする。

表ー1 油圧ショベル応用機の分類と運転資格及び定期検査の種類

項	機械の分類	定義	該当製品例	運転資格〈注1〉	検査の種類〈注2〉
①	施行令第13条第3項第9号に規定	ほとんど掘削で使用するもの	掘削バケット付き油圧ショベル	車両系建設機械運転技能講習修了証	特定自主検査
②	の油圧ショベル〈注5〉	1年の間に短期で掘削用機械として使用する。又は可能性のあるもの。	解体機（コンクリート破碎機・鉄筋カッタ）付きフォークグラブ付き		本体部分は上記同様に特定自主検査を実施。但し掘削以外のアタッチメントは指定の検査表により検査を実施。〈注3〉
③	上記に準ずるもの〈注6〉	油圧ショベルを利用しているが、ほとんど掘削作業としては使用しないもの	フォークグラブ仕様機、大型シャー仕様機		
④		油圧ショベルベースのマグネット仕様機でマグネットを外して他のアタッチメントを使うもの	マグネットと他アタッチメントの兼用機	同上。但しマグネット使用時は小型移動式クレーン運転技能講習修了証	同上 マグネット部分は移動式クレーンとしての定期自主検査を実施。〈注4〉
⑤		油圧ショベルを利用しているが全く掘削には使用しないもの	自動車解体機 マルチ型自動車解体機	車両系建設機械運転技能講習修了証	本体部分は特定自主検査を実施、アタッチメント、作業装置は指定の検査表により検査を実施。

〈注1〉 運転資格は機体質量3t以上の油圧ショベルについての記載です。

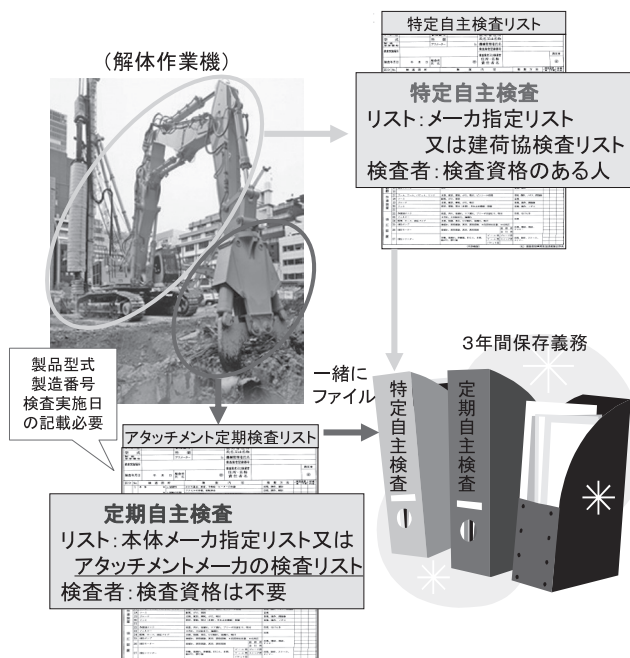
〈注2〉 検査記録表は労働安全衛生規則により、3年間保管する。

〈注3〉 アタッチメント部分の検査は特定自主検査には該当しません。本体メーカーやアタッチメントメーカー等が提供する「指定の検査記録表」を利用して検査する。

〈注4〉 マグネット仕様機は、移動式クレーンとして扱われます。マグネット部分は移動式クレーンとしての「定期自主検査」を実施する。

〈注5〉 プレーカ付き油圧ショベルの場合は「解体用プレーカ」として運転資格及び特定自主検査が必要です。

〈注6〉 掘削用バケットが検査時に無い場合は、その由を検査記録表に記載する。



図ー1 検査記録表の管理

そして検査完了後は本体と同じファイルと一緒に入れ3年間保存する。

これにより、その後、アタッチメントのみを別の本体に装着した場合でもアタッチメント検査記録表には型式・号機などが記載されているため、アタッチメント単品でも、いつ検査を実施したかは判るようになる。

7. 本見解の周知徹底について

従来は油圧ショベル応用機で掘削には使用しない製品は運転資格や特定自主検査の必要性はなかったが運用が曖昧であった。そこで今回掘削に使用しない応用機でも油圧ショベルをベースにしている場合には、油圧ショベルに準ずる対応をすることにした。

本見解は、法的に絶対に必要と言うものではないが、各メーカーやユーザは今までも概ね車両系建設機械（掘削用）の運転資格を推奨又は保有しており、更に検査も特定又は定期自主検査のどちらかを実施していることが多いことから、これらを鑑み資格と検査内容を統一したものと言える。

この見解を、より周知徹底させることが応用機の一層の安全に繋がると考えられる。

以上から、この観点に立って以下の対応を実施した。

- ①各本体メーカーに対して(社)日本建設機械化協会・(社)日本建設機械工業会の連名で見解書を送付し、社内及びユーザへの周知徹底を依頼
- ②スクラップ業界団体である(社)日本鉄リサイクル工業会への説明と通知
- ③(社)建設荷役車両安全技術協会から各支部へ応用機に関する見解の紹介と特定自主検査検査済証（ワッペン）の頒布の連絡
- ④(社)日本建設機械工業会を通じ、アタッチメントメーカーに対する説明会実施とアタッチメント検査記録表の準備及び製品銘板に関する依頼
- ⑤各本体メーカーに対して関連教習機関への「運転資格」に関する見解の説明依頼

以上を行った。

8. 最後に

車両系建設機械のひとつである油圧ショベルの多様性・応用性は他の建設機械には無いほど高い。建設工

事に限らず製鉄所や産業廃棄物処理などの産業部門などに形を変え応用機として導入されてきている。

それに対し、設計・製造上での技術規格や使用時の運転資格などの整備が追いついていないのが現状である。今回はその中でも油圧ショベルとしての運転操作や検査項目を大きく変更しない解体関連製品・スクラップ処理製品を中心の現行法の範囲の中で運用することを関連部署の了解のもとに周知することができた。

しかしまだ林業等で使用される機械などでも課題があり今後これらの残された課題への取組みと、今回の内容を関係者に更に深く知らしめて行くことが災害防止に繋がると確信をしている。

J C M A

【筆者紹介】

生田 正治（いくた まさはる）
日立建機㈱
商品開発・建設システム事業部 技術部
部長
(社)日本建設機械化協会 製造業部会
マテリアルハンドリングWG リーダ



大口径岩盤削孔工法の積算 ——平成 22 年度版——

■改訂内容

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

- A4判／約250頁（カラー写真入り）
- 定 価
非会員：5,880円（本体5,600円）
会 員：5,000円（本体4,762円）
※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。
- ※送料は会員・非会員とも
沖縄県以外 450円
沖縄県 340円（但し県内に限る）
- 発刊 平成22年5月

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館）

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

新機種紹介 機関誌編集委員会

▶ 〈02〉 掘削機械

10-〈02〉-11	コマツ ハイブリッド油圧ショベル HB205/HB215LC	'10.12 発売 新機種
------------	--------------------------------------	------------------

今回フルモデルチェンジした 20t クラスハイブリッド油圧ショベル HB205/HB215LC は、燃料消費量の低減、NO_x、CO₂ 排出量の低減を実現しながら、ハイブリッドコンポーネントの小型化などにより点検・整備作業を容易化した。またオプションでアームクレーン、アタッチメント装着可能な共用配管を用意し、様々な現場での活躍を可能にした。

必要な吐出量を確保しながらエンジン回転を低く抑える新エンジン・ポンプマッチング制御を採用し、燃費効率の良いところでエンジン回転とポンプの吐出量をマッチングさせることで燃費低減を図っている。国土交通省超低騒音型建設機械基準値をクリア。国土交通省低炭素型建設機械にも認定されている。

高い衝撃吸収力及び耐久性を備えた油圧ショベル転倒時運転者保護構造「ROPS キャブ (ISO 12117-2 準拠)」を標準装備している。落下物に対しては ISO OPG トップガードレベル 1、および労働安全衛生法のヘッドガード基準に適合しており、シートベルトの装着と合わせて、万一の転倒や落下物から保護している。

表ー1 HB205-1、HB215LC-1 の主な仕様
※ HB215 はロングクローラ仕様

	HB205-1	HB215LC-1
バケット容量 (新 JIS) (m ³)	0.8	
機械質量 (t)	19.800	21.200
最大掘削深さ (m)	6.620	
最大掘削半径 (m)	9.875	
最大掘削高さ (m)	10.000	
定格出力 (kW(ps)/min ⁻¹)	110.3 (150) /2000	
走行速度 (高速/中速/低速) (km/h)	5.5/4.1/3.0	
登坂能力 (度)	35	
接地圧 (kPa)	45.4	37.2
クローラ中心距離 (m)	2.200	2.380
クローラシュー幅 (m)	0.6	0.7
全長×全幅×全高 (輸送時) (m)	9.425 × 2.800 × 3.040	9.425 × 3.080 × 3.040
価格* (百万円)	27.00	27.75

*工場裸渡し消費税抜き



写真ー1 コマツ HB205(215LC)-1 油圧ショベル

問合せ先：コマツ コーポレートコミュニケーション部
広報グループ
〒107-8414 東京都港区赤坂 2-3-6

11-〈02〉-02	加藤製作所 油圧ショベル HD513MRV	'11.01 発売 新機種
------------	-----------------------------	------------------

後方小旋回タイプでありながら標準機と同等の安定度を確保しており、一般土木工事から解体工事まで広範囲の作業に適応する。

排出ガスの低減、低騒音化を図るとともに、燃費性能・整備性の改善を図りモデルチェンジを行なった。

標準仕様で国土交通省低騒音型建設機械の超低騒音型の指定を受けている。

燃料フィルターや油圧フィルター類をサイドカバーの近くにリモート配置し、地上からの交換を可能とした。

また、エンジンオイルパンのドレーン部に工具を使わずに廃油の排出が可能なドレーンバルブを採用し整備性の向上を図っている。

ブーム、アームなどの構造物の強化を行い、一般土木だけではなく、解体工事などにも対応する。

新開発のコントローラ「APC200」により、「P (プロモード)」、「A (オールラウンドモード)」、「E (エコモード)」の 3 つの作業モードを設定した。

新型オートエアコンの採用により、冷暖房能力を向上させた。

オプションで、ロングクローラ (LC) 仕様、ドーザー仕様などを設定している。

新機種紹介 機関誌編集委員会

表—2 HD513MRVの主な仕様

バケット容量	(m ³)	0.50
最大掘削深さ	(m)	5.56
最大掘削半径	(m)	8.46
最大掘削高さ	(m)	9.06
運転質量	(t)	13.7
定格出力	(kW(ps)/min ⁻¹)	71(97)/2,000
走行速度 高速/低速	(km/h)	5.5/3.1
登坂能力	(%)	70
接地圧	(kPa)	43
最低地上高さ	(m)	0.44
クローラ中心距離	(m)	1.99
クローラ全幅(シュー幅)	(m)	2.49(0.50)
全長×全幅×全高(輸送時)	(m)	7.46×2.49×2.80
価格	(百万円)	12.2



写真—2 加藤製作所 HD513MRV 油圧ショベル

問合せ先：(株)加藤製作所 営業本部
〒140-0011 東京都品川区東大井 1-9-37

▶ 〈04〉運搬機械

10-〈04〉-02	日立建機 リジッドダンプトラック EH4000AC II	'10.11 発売 新機種
------------	------------------------------------	------------------

エンジンで発電機を駆動し、発生した電力を、新幹線等で利用されている IGBT インバータを用いた制御機器で制御した後、交流(AC)モータを駆動し走行するという AC 駆動方式を採用した、大型鉱山で稼動するリジッドダンプトラックである。

この方式は、高い応答性を持つ IGBT インバータを制御ソフトウェアで制御することにより、走行モータに対する変速制御とトルク制御を行う。発進時、登坂時やステアリング時にも、制御システムが必要な電力をモータへ出力することにより、滑らかでスピーディな変速性能を実現している。また、降坂時には電気ブレーキが作動することにより、通常の減速操作では機械ブレーキを必要としないため、安定した減速性能が得られるとともに、機械ブレーキの補修期間を延長できる。

AC 駆動方式は、機械駆動方式では不可欠のトランスミッションやデファレンシャルギヤ等の機械装置と、その潤滑油類が不要なため、維持費の低減が図れる。

フルサイズシートが2台取付け可能なキャブ内には、ディスプレイをハンドル基部に配置し、走行速度、エンジン回転数、積載荷重等の運転情報やトラブル情報等を表示している。電気ブレーキシステムにより、通常はアクセルとリターダの2ペダルの操作で運転できる。

高強度な箱型メインフレーム、水冷・加圧式 AC 電源制御盤、インバータで流量を制御する走行減速機潤滑油用冷却・ろ過装置、後輪には湿式ブレーキ等を標準装備している。

万一の転倒や落下物による衝撃にも耐える ROPS/FOPS 対応キャブ、周囲の視界性を高める後方カメラ・右前方カメラ・2個の前方確認ミラー、630 mm 幅の昇降階段、点検時にエンジンを非常停止できる4個のキャブ外スイッチ等を標準装備し、安全性に配慮している。

前輪を外さずに交換が可能なフロントサスペンション、地上からアクセス可能な集中給脂装置、バンパー上に配置されたバッテリーボックス・リレーボックス等を標準装備し、整備性にも配慮している。

表—3 EH4000AC IIの主な仕様

公称積載質量	(kg)	222,000
ボディ容量(山積/平積)	(m ³)	153/106
運転質量(空車質量)	(kg)	162,000
車両総質量	(kg)	384,000
エンジン型式	(-)	カミンズ QSKTA60-CE
エンジン定格出力	(kW/min ⁻¹ [PS/rpm])	1,864/1,900 [2,535/1,900]
全長	(mm)	14,280
全幅(ミラー含む)	(mm)	9,540
全高	(mm)	7,360
最高走行速度	(km/h)	56
タイヤサイズ	(-)	46/90R57
価格		見積対応

注)単位は国際単位系による SI 単位表示。〔 〕内は従来の単位表示を併記。

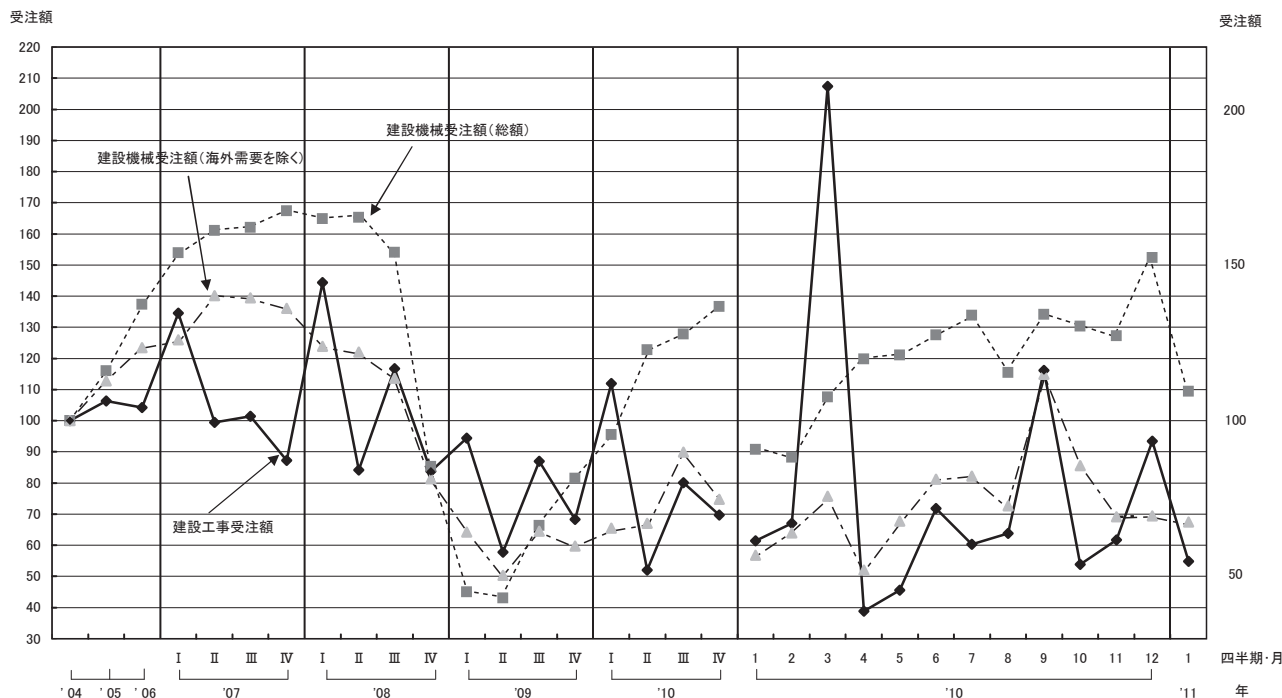


写真—3 日立建機 EH4000AC II リジッドダンプトラック

問合せ先：日立建機(株) 営業統括本部 マイニング事業本部
〒112-8563 東京都文京区後楽 2-5-1

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 2004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 2004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							
2004 年	130,611	92,008	17,150	74,858	27,469	5,223	5,911	93,306	37,305	133,279	131,313
2005 年	138,966	94,850	19,156	75,694	30,657	5,310	8,149	95,370	43,596	136,152	136,567
2006 年	136,214	98,886	22,041	76,845	20,711	5,852	10,765	98,795	37,419	134,845	142,913
2007 年	137,946	103,701	21,705	81,996	19,539	5,997	8,708	101,417	36,529	129,919	143,391
2008 年	140,056	98,847	22,950	75,897	25,285	5,741	10,184	98,836	41,220	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
2010 年 1 月	6,699	4,533	530	4,003	1,420	412	335	4,517	2,182	106,884	7,737
2 月	7,303	4,761	778	3,983	2,160	466	-83	4,663	2,640	106,255	8,559
3 月	22,574	14,822	1,752	13,070	5,481	532	1,739	15,961	6,613	113,788	14,450
4 月	4,220	2,885	693	2,191	694	430	211	2,549	1,670	112,318	7,168
5 月	4,966	3,437	636	2,801	704	400	426	3,609	1,357	109,786	6,841
6 月	7,811	5,478	858	4,621	1,599	493	241	5,486	2,325	107,922	9,445
7 月	6,560	4,619	1,128	3,492	1,031	447	464	4,378	2,182	107,333	6,945
8 月	6,942	4,966	895	4,071	1,410	488	77	4,858	2,084	107,326	8,056
9 月	12,639	8,790	1,603	7,187	2,607	511	731	9,501	3,138	109,222	11,384
10 月	5,867	4,131	514	3,716	1,021	411	303	3,873	1,994	108,668	6,762
11 月	6,714	4,409	688	3,722	1,777	433	95	4,622	2,092	107,819	8,293
12 月	10,171	6,605	1,280	5,325	2,197	449	920	7,040	3,131	107,613	10,472
2011 年 1 月	5,980	4,069	677	3,392	1,242	386	283	4,297	1,683	—	—

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	04年	05年	06年	07年	08年	09年	10年	10年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	11年 1月
総 額	12,712	14,749	17,465	20,478	18,099	7,492	15,342	962	934	1,140	1,269	1,283	1,351	1,418	1,222	1,421	1,381	1,348	1,613	1,159
海 外 需 要	8,084	9,530	11,756	14,209	12,996	4,727	11,904	743	687	848	1,068	1,022	1,038	1,101	942	978	1,051	1,081	1,345	899
海外需要を除く	4,628	5,219	5,709	6,268	5,103	2,765	3,438	219	247	292	201	261	313	317	280	443	330	267	268	260

(注) 2004～2006年は年平均で、2007年～2010年は四半期ごとの平均値で図示した。

出典：国土交通省建設工事受注動態統計調査

2010年1月以降は月ごとの値を図示した。

内閣府経済社会総合研究所機械受注統計調査

…行事一覧…

(2011年2月1日～28日)

■ 機 械 部 会

■トンネル機械技術委員会・山岳品質・安全確保分科会

月 日：2月2日（水）

出席者：坂下誠分科会長ほか9名

議 題：①報告書の現状原稿の確認と報告書のまとめ方について ②今後の活動予定について ③その他

■コンクリート機械技術委員会

月 日：2月3日（木）

出席者：大村高慶委員長ほか10名

議 題：①前回の議事録確認 ②コンクリート機械の変遷について審議 ③その他

■油脂技術委員会・グリース分科会

月 日：2月7日（月）

出席者：田路浩分科会長ほか9名

議 題：①11月15日開催の油脂技術委員会の結果について ②グリースのオンファイル届出事務処理経費について ③その他

■運営連絡会

月 日：2月8日（火）

出席者：青柳幸雄部会長ほか7名

議 題：①平成22年度の活動結果報告について ②平成23年度の活動計画について ③技術連絡会の議題と日程について ④その他

■路盤・舗装機械技術委員会・締固め機械変遷分科会

月 日：2月15日（火）

出席者：戸川裕文分科会長ほか11名

議 題：①「締固め機械の変遷」資料内容の検討について ②資料のまとめ方についての方針検討 ③平成22年度の活動結果と平成23年度の活動計画について ④その他

■ダンプトラック技術委員会

月 日：2月17日（木）

出席者：阿部誠一委員長ほか4名

議 題：①各社トピックス紹介（クボタ） ②JIS A 8340-5 ダンプ（重ダンプトラック及び不整地運搬車）の安全要求事項の改訂審議 ③平成22年度活動報告と平成23年度の活動計画について ④その他

■トンネル機械技術委員会・新技術・施工技術分科会

月 日：2月17日（木）

出席者：椎橋孝一郎分科会長ほか6名

議 題：①前回の議事内容について ②各委員が持ち寄った資料の説明 ③平成23年度の活動予定およびスケジュールについて ④その他

■原動機技術委員会

月 日：2月18日（金）

出席者：有福孝智委員長ほか22名

議 題：①平成22年度活動結果と平成23年度活動計画について ②EPA 排ガス規制におけるマイクロトンネルについて ③国土交通省の次期排ガス指定制度の策定状況と直轄工事における使用基準引上げの検討状況 ④国土交通省自動車交通局・5団体の尿素SCR技術指針（案）の検討状況 ⑤その他情報交換

■幹事会

月 日：2月21日（月）

出席者：青柳部会長ほか20名

議 題：①平成22年度の各委員会活動報告について ②平成23年度の各委員会活動計画について ③機械部会の平成22年度事業報告と平成23年度事業報告の策定に向けて ④技術連絡会および合同部会について ⑤その他

■除雪機械技術委員会

月 日：2月22日（火）

出席者：江本平委員長ほか11名

議 題：①ホームページの作成について ②除雪機械のオプション使用法（案）について ③除雪機械の変遷について ④ロータリー除雪車性能試験方法の改訂について ⑤除雪ドーザ規格の見直しについて ⑥その他

■トンネル機械技術委員会・掘削ずり有効利用分科会

月 日：2月22日（火）

出席者：川本伸司分科会長ほか6名

議 題：①報告書のまとめについての検討と最終確認 ②分科会長の交替について ③その他

■基礎工事用機械技術委員会・技術変遷調査分科会 A チーム

月 日：2月23日（水）

出席者：鈴木勇吉分科会長ほか7名

議 題：①技術変遷調査 A チームの概説シートの最終確認について ②その他

■自走式建設リサイクル機械分科会

月 日：2月25日（金）

出席者：佐藤文夫分科会長ほか3名

議 題：①自走式木材破砕機要求事項 JIS 案についての国内標準化委員会での指摘事項への対応確認 ②その他

■トラクタ技術委員会

月 日：2月28日（月）

出席者：阿部里視委員長ほか6名

議 題：①平成22年度活動結果と平成23年度活動計画について ②安全要求事項 JIS A 8340-1 の改正について ③低燃費型建機認定制度におけるミニホイールローダの取扱いについて ④国土交通省の次期排ガス指定制度の策定状況と直轄工事における使用基準引上げの検討状況について ⑤その他

■ 製 造 業 部 会

■作業燃費検討 WG・国土交通省との打合せ

月 日：2月16日（水）

出席者：田中幹事長ほか15名

議 題：①国土交通省「建設機械の省エネ基準（仮称）創設」検討の進捗状況報告 ②2月23日開催の「建設施工の地球温暖化対策検討分科会」に向けた検討について ③ISO/TC127 国際会議でのエネルギー使用試験方法についての報告 ④その他

■国土交通省 排出ガス対策型建設機械の使用原則基準引上げ説明会（社）建設機械工業会と合同開催

月 日：2月18日（金）

出席者：沼田副幹事長ほか66名

議 題：①直轄工事における使用を原則とする建設機械の排出ガス基準の引上げ（1次→2次）について ②質疑応答

■小幹事会及び施工技術総合研究所との意見交換会

月 日：2月23日（水）

出席者：田中幹事長ほか10名

議 題：①平成22年度事業報告と平成23年度活動計画について ②合同部会の議題と開催日程について ③その他 ④施工技術総合研究所との意見交換会

■ 建 設 業 部 会

■三役会

月 日：2月7日（月）

出席者：川本伸司部会長ほか4名

議 題：①協会本部企画部より「建設機械施工技士」資格保有者の技術安全再教育に関するヒヤリング ②平成22年事業報告及び平成23年事業計画 ③その他

■ レンタル業部会

■コンプライアンス分科会

月 日：2月3日（木）

出席者：中島嘉幸分科会長ほか4名

議 題：①「建設機械等レンタル標準契約書」の改訂について ②各社の取組み課題等について ③その他

■ CP 車総合改善委員会

■第二分科会

月 日：2月10日（木）
出席者：狩野幸司分科会長ほか7名
議 題：①第二分科会中間報告書（案）を最終報告書とする件 ②その他

■ 各 種 委 員 会 等

■機関誌編集委員会

月 日：2月2日（水）
出席者：太田宏委員長代行ほか20名
議 題：①平成23年5月号（第735号）の計画の審議・検討 ②平成23年6月号（第736号）の素案の審議・検討 ③平成23年7月号（第737号）の編集方針の審議・検討 ④平成23年2～4月号（第732～734号）の進捗状況の報告・確認

■新機種調査分科会

月 日：2月23日（水）
出席者：江本平分科会長ほか6名
議 題：①新機種情報の検討・選定

■建設経済調査分科会

月 日：2月16日（水）
出席者：山名至孝分科会長ほか2名
議 題：①平成23年3月号原稿の検討 ②今後の掲載予定の検討・確認

…支部行事一覧…

■ 北 海 道 支 部

■平成22年度除雪機械技術講習会打合せ会議

月 日：2月10日（木）
場 所：さつげんビル 6F 会議室
出席者：山田義弘技術部会副部長ほか15名
議 題：①平成22年度除雪機械技術講習会アンケート調査結果について ②平成23年度除雪機械技術講習会実施計画について ③その他

■平成22年度除雪機械展示・実演会現地実行委員会打合せ会

月 日：2月14日（月）
出席者：山田義弘技術部会副部長ほか14名
議 題：①平成22年度除雪機械展示・

実演会全体報告 ②今後の課題及び反省点について ③その他

■建設業における事業継続計画（BCP）に関する事務レベル担当者打合せ

月 日：2月16日（水）
場 所：札幌第1合同庁舎 4F 北海道開発局災害対策本部室
出席者：鬼澤正美事務局長
議 題：①北海道開発局のBCPへの取り組みについて ②建設事業継続計画（BCP）の推進（支援）検討について ③北海道内のBCPの現況について（情報交換） ④建設会社におけるBCPに関するアンケート調査について

■情報化施工推進検討WG事務局会議(2-2)

月 日：2月21日（月）
場 所：(社)日本建設機械化協会北海道支部
出席者：沖野俊広座長ほか7名
議 題：①WG会員へのアンケート調査結果について ②今後のWG活動方針について ③第2回WG日程について ④その他

■建設機械整備作業技能検定実技試験実施等打合せ会議

月 日：2月24日（木）
場 所：北海道職業能力開発支援センター
出席者：北村征施工技術・整備検定委員長ほか1名
議 題：①技能検定実技試験の実施協力について ②技能検定委員及び技能検定補佐員の派遣について ③その他

■ 東 北 支 部

■広報部会 EE 東北作業部会

月 日：2月16日（水）
場 所：フォレスト仙台
出席者：山田一彦施工部会長ほか23名
議 題：① EE 東北 '11 開催概要 ②出展状況、予算案 ③スケジュール案 ④プレゼンテーション、広報計画 ⑤学校案内、大学展示、その他の展示 ⑥その他

■ 北 陸 支 部

■広報委員会

月 日：2月8日（火）
場 所：北陸支部事務局
出席者：上杉修二広報委員長ほか7名
議 題：支部機関誌「あかしや通信 No.32」の編集について

■けんせつフェア in 北陸 2011 実行委員会

月 日：2月21日（月）
場 所：北陸地方整備局会議室

出席者：三日月事務局長

議 題：けんせつフェア in 北陸 2011 実施計画について

■企画部会幹事会

月 日：2月28日（月）
場 所：北陸支部事務局
出席者：穂苅正昭企画部会長ほか5名
議 題：平成23年度事業計画及び支部懸案事項について

■ 中 部 支 部

■広報部会

月 日：2月23日（水）
出席者：佐宗健也広報部会長ほか4名
議 題：中部支部ニュースについて

■ 関 西 支 部

■建設用電気設備特別専門委員会(第373回)

月 日：2月17日（木）
場 所：中央電気倶楽部 会議室
議 題：①前回議事録の確認 ②「JEM-TR121 建設用負荷設備機器点検保守のチェックリスト」の見直し検討 ③その他

■建設業部会、リース・レンタル業部会 合同討論会

月 日：2月24日（木）
場 所：追手門学院大阪城スクエア 大手前ホール
出席者：中山金光建設業部会長、伊勢木浩二リース・レンタル業部会長ほか36名

内 容：①国土交通省 近畿地方整備局「情報化施工の最近の動き」…廣瀬昌治氏（近畿地方整備局 企画部 機械施工管理官） ②建設業部会「新幹線橋梁の施工について」…寺澤正氏（㈱エスシー・マシーナリ 大阪機械センター 課長） ③リース・レンタル業部会 1-1「騒音、振動、風速、雨量などを一括管理する『WEB 環境くん』」、1-2「少量排水を効率よく処理する『水澄まいる凝集剤』」…平塚和憲氏（㈱レンタルのニッケン 関西営業部 課長）、曙太郎氏（㈱レンタルのニッケン 関西営業部 担当部長）、2-1「無効電力抑制装置・フェーデルサーバー TFS500」、2-2「燃焼点火促進剤 K100」…橋爪正一氏（㈱アクティオ 関西支店 取締役支店長）、吉澤茂美氏（㈱アクティオ 取締役技術相談室長）

■ 中国支部

■第5回部会長会議

月 日：2月1日（火）
場 所：RCC文化センター
出席者：高倉寅喜企画部会長ほか9名
議 題：①平成23年度事業計画（案）について ②第60回支部通常総会について ③その他の懸案事項

■第3回施工技術部会

月 日：2月23日（水）
場 所：中国支部事務所
出席者：齋藤実部会長ほか10名
議 題：①平成23年度部会事業計画（案）について ②建設技術講習会の企画とその状況について ③建設機械施工技術検定（学科）試験の実施について ④その他事業計画における懸案事項

■第4回開発普及部会

月 日：2月23日（水）
場 所：中国支部事務所
出席者：阿土繕部会長ほか8名
議 題：①平成23年度部会事業計画（案）について ②第28回「新技術・新工法発表会」に向けた準備等について ③その他事業計画における懸案事項

■ 四国支部

■四国建設技術懇談会に参加

月 日：2月1日（火）
場 所：高松サンポート合同庁舎アイホール
出席者：須田道夫事務局長
内 容：①各機関の技術開発への取組み状況について～発表及び質疑～ ②当協会発表：情報化施工普及のため

の人材育成について

■バックホウ遠隔運転講習会の共催

月 日：2月2日（水）～4日（金）
場 所：国土交通省四国技術事務所屋外試験場
受講者：14名
内 容：国土交通省四国技術事務所と共同で、バックホウの遠隔運転（目視）実技講習を実施

■支部長副支部長等会議の開催

月 日：2月22日（火）
場 所：レストラン「香松」
出席者：神崎正支部長ほか4名
議 題：①平成22年度事業の実施状況について ②平成23年度事業計画について ③団体会員等表彰規程に係る上申について ④その他

■「建設の施工企画」投稿のご案内■

—社団法人日本建設機械化協会「建設の施工企画」編集委員会事務局—

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

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

うと考えています。

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

（1）投稿の資格と原稿の種類：

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

投稿される場合はタイトルとアブストラ

クトを提出頂きます。編集委員会で査読し採択の結果をお知らせします。

（2）詳細：

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

社団法人日本建設機械化協会「建設の施工企画」編集委員会事務局

Tel：03(3433)1501, Fax：03(3432)0289,

e-mail：suzuki@jcmanet.or.jp

編集後記

東日本大震災で亡くなられた方々のご冥福をお祈りすると共に、被災された皆様には心よりお見舞い申し上げます。

3月11日にM9.0の東日本大震災（東北地方太平洋沖地震）が発生して未曾有の津波災害と原発災害を引きこし、国家的な危機状況に陥っています。首都圏も計画停電と通勤交通麻痺で大混乱に陥り、漸く落ち着いてきましたが、正常化には時間が掛かりそうです。建設業界も関係機関との連携の下、被災地域の災害応急・復旧対策に総力をあげており、編集作業も最後の段階で、震災・原発対応業務のバタバタした状況下で行われています。

さて、今回の特集は初めてとなる地下構造物がテーマです。地下構造物は、地下にある構造物全てが含まれ範囲が広く、地下空間そのものが構造物であるとも言えます。トンネルは特集がよく組まれていますので、単なるトンネルの報文は避けました。

巻頭言は、東京都立大学の今田徹名誉教授に「地下空間利用の目的」を執筆頂きました。行政情報としては、土木研究所の国土地盤情報検索サイトを紹介頂きました。

全般的な地下利用の現状と将来展望については、東京大学の小島圭二名誉教授にエネルギー関連施設を、エンジニアリング協会地下開発利用研究センターの奥村忠彦理事にその他の施設をお願いしました。

地下構造物の施工報文は、幅広くなるべく最近の話題性のある工事として、地下発電所、鉄道地下駅、地下道路、地下駐輪場、アンダーパス、地下処理場、防災洪水調整地下施設を取上げました。「交流のひろば」は、岩崎電気の田澤信二主席研究員に「地下空間植物工場と人工光源」を寄稿頂き、「ずいそう」は甲州「勝沼ぶどうの丘」が管理する旧JR中央線深沢隧道を利用したトンネルワインカーブについてです。

最後になりましたが、お忙しいなか執筆頂いた方々、その他編集に協力して頂いた方々有難うございました。厚く御礼申し上げます。

(石戸谷・岡本)

機関誌編集委員会

編集顧問

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

編集委員長代行

太田 宏 三井造船(株)

オブザーバ

山下 尚 国土交通省

編集委員

山田 淳	農林水産省
伊藤 健一	(独)鉄道・運輸機構
石戸谷 淳	首都高速道路(株)
松本 久	(独)水資源機構
松本 敏雄	鹿島建設(株)
和田 一知	(株)KCM
安川 良博	(株)熊谷組
渥美 豊	コベルコ建機(株)
富樫 良一	コマツ
藤永友三郎	清水建設(株)
赤神 元英	日本国土開発(株)
山本 茂太	キャタピラー・ジャパン(株)
星野 春夫	(株)竹中工務店
齋藤 琢	東亜建設工業(株)
相田 尚	(株)NIPPO
田岡 秀邦	日本道路(株)
堀田 正典	日立建機(株)
岡本 直樹	山崎建設(株)
中村 優一	(株)奥村組
石倉 武久	住友建機(株)
江本 平	範多機械(株)
京免 継彦	佐藤工業(株)
松澤 享	五洋建設(株)
藤島 崇	施工技術総合研究所

5月号「建築特集」予告

- ・チャレンジ25の実現に向けた環境に優しい住宅・建築物の整備
- ・ZEBを巡る最近の政策動向
- ・韓国における建設自動化・ロボットの未来に向けた挑戦
- ・設計基準強度 $F_c = 200 \text{ N/mm}^2$ のプレキャストコンクリート柱を使用した設計・施工事例
- ・既存超高層建物の長周期地震動対策技術の開発と適用 (T-RESPO 構法)
- ・ICTによる建築設備工事の合理化
- ・CFT 充填管理システムの開発
- ・東京スカイツリー®の超高層タワーを礎える節付き壁杭「ナックル・ウォール」
- ・大工道具と匠の技
- ・世界標準機・テレハンドラの日本建設市場における可能性

No.734「建設の施工企画」 2011年4月号

〔定価〕1部840円(本体800円)

年間購読料9,000円

平成23年4月20日印刷

平成23年4月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 辻 靖三

印刷所 日本印刷株式会社

発行所 社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

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

施工技術総合研究所	〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154	電話 (0545) 35-0212
北海道支	部〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8	電話 (011) 231-4428
東北支	部〒980-0802 仙台市青葉区二丁目16-1	電話 (022) 222-3915
北陸支	部〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1	電話 (025) 280-0128
中部支	部〒460-0008 名古屋市中区栄4-3-26	電話 (052) 241-2394
関西支	部〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4	電話 (06) 6941-8845
中国支	部〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22	電話 (082) 221-6841
四国支	部〒760-0066 高松市福岡町3-11-22	電話 (087) 821-8074
九州支	部〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-8-26	電話 (092) 436-3322

本誌上への広告 (株)共栄通信社までお問い合わせ下さい。

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

担当 本社編集部 宗像 敏