

建設の施工企画 9

2011 SEPTEMBER No.739 JCMMA



寝屋川流域下水道 なわて水みらいセンター 水処理施設築造工事

利水・水再生 特集

- 農業水利施設のストックマネジメント
- 平成23年版 日本の水資源
- 東京都下水道局「技術開発推進計画2010」の策定
- 寝屋川流域下水道なわて水みらいセンター 水処理施設築造工事の施工
- アルミニウム合金製屋根工法を用いた上水道施設のリニューアル工事
- 阿波市市場水源確保に伴う施設整備工事
- 老朽化した既設管路の水路機能を効率的に復元
- 高保水性陶器を用いた都市も冷やす外装システムの開発
- 市来知頭首工改修における既設頭首工の供用を考慮した施工計画
- 頭首工の構造および稼働方法
- 宮崎処理場増設工事(水処理施設9号池と雨水滞水池の新設工事)
- 小貝川小水力発電設備
- ゴミを水に変える
- まみずピア

社団法人 日本建設機械化協会

建設ロボットフォーラム 2011

— 2011年 明日の日本を創る建設ロボット —

■会 期：2011年（平成23年）10月6日（木）13：00～18：00

第1部（講演） 13：00～16：00（講堂）

第2部（パネルディスカッション） 16：00～18：00（講堂）

■会 場：公益社団法人土木学会講堂（東京都新宿区四谷一丁目外濠公園内、TEL：03-3355-3441）
（JR中央線、地下鉄丸ノ内線・南北線「四ツ谷駅」下車徒歩5分）

■主 催：建設ロボット研究連絡協議会、公益社団法人土木学会建設用ロボット委員会（順不同）

■参加費：5,000円

■定 員：120名（定員になり次第締め切らせて頂きます。）

■趣 旨：

このたびの東日本大震災及び福島原子力災害の被災地の方々におかれましては心よりお見舞い申し上げます。

今般、建設ロボット関連6団体で構成され、建設ロボットの研究・開発、普及の推進等を目的とした「建設ロボット研究連絡協議会」および「公益社団法人土木学会建設用ロボット委員会」の共同主催により「建設ロボットフォーラム 2011」を開催することになりましたので、ここにご案内申し上げます。

本年3月に発生した東日本大震災および福島原子力発電所事故において、原発建屋内の内部状況を調査するロボットや、敷地内の大量のガレキ撤去に、遠隔操縦するブルドーザや油圧ショベル、ダンプトラックなどの無人化施工システムが導入されております。

また、復興に向けてガレキ除去作業等に有効な建設機械の利用が検討されており、震災復興でのロボット技術の活躍が期待されています。

このような背景のもと、我が国における現状を踏まえて、「2011年 明日の日本を創る建設ロボット」をテーマに「建設ロボットが今の日本を守り、次世代の日本を創る」という想いを込めて将来を展望いたします。

特別講演として、自立式電波塔世界一で最高高さ634mの東京スカイツリーについて、株式会社大林組田村達一氏に「スカイツリーの施工に関して」と題してご講演頂く予定です。

また、このたびの震災復旧・復興でのロボット技術の適用について、当該分野に携わっている関係者の方々にご講演を頂くとともに、「建設ロボット技術のこれまでとこれから～建設ロボットへの将来像を求めて～」についてパネルディスカッションを行います。

関連する各分野における関係各位の積極的なご参加を頂きますよう、お願い申し上げます。

~~~~~ 建設ロボットフォーラム 2011 参加申込書 ~~~~~

\* 必要に応じて申込書をコピーし、1人1葉でFAX(又はE-mail: [forum@jara.jp](mailto:forum@jara.jp))にてお申し込み下さい。

社団法人日本ロボット工業会 建設ロボットフォーラム事務局 行（FAX：03-3578-1404）

申込締切：平成23年9月30日（金）必着

|                 |                                                            |
|-----------------|------------------------------------------------------------|
| （フリガナ）<br>機 関 名 |                                                            |
| 所属・役職           |                                                            |
| （フリガナ）<br>氏 名   |                                                            |
| 住 所             | 〒                                                          |
| T E L           |                                                            |
| F A X           |                                                            |
| E-mail          |                                                            |
| 必要書類            | 必要なものに○をお付け下さい。<br>1. 請求書      2. 見積書      3. 納品書      通ずつ |

なお、お申込を確認の後、参加費のお振込銀行口座をお知らせするとともに必要書類・登録証をお送り致します。



## － プログラム －

(都合により講演題目等の一部変更があることをお断りいたします。)

### <<第1部：講演(於：講堂)>>

13:00～13:10 <開会挨拶(10分)>

13:10～14:10 <特別講演(60分)>

- ・ 題目：スカイツリーの施工に関して
- ・ 講師：株式会社大林組 東京本社 技術本部企画推進室 副部長 田村達一

14:10～15:00 <日本を守るロボット(50分)>

- ・ 題目：(仮) 原子力発電所対応のロボット技術
- ・ 講師：東京大学 教授 浅間 一

15:00～15:50 <日本を守る建設ロボット(50分)>

- ・ 題目：(仮) 災害復旧で活躍している無人化施工技術
- ・ 講師：独立行政法人土木研究所 主席研究員 藤野健一

15:50～16:00 <休憩(10分)>

### <<第2部：パネルディスカッション(於：講堂)>>

16:00～18:00 (120分)

- ・ テーマ

建設ロボット技術のこれまでとこれから ～建設ロボットの将来像を求めて～

- ・ 趣旨

災害対応・一部の土木建築分野を中心とした無人化施工など、自動化・ロボット化による成果は認められるが、建設ロボット技術は、当初期待された一般の建設工事への普及が十分進んでいない状況にある。

このような現状から、今後の一般土木・建築分野における建設ロボット技術の役割を再検討し、次世代技術としての将来像について討議する。

コーディネータ：東京大学 浅間 一

パネリスト(予定)

国研関係：独立行政法人土木研究所 藤野健一

大学関係：東京電機大学 栗栖正充

土木関係：株式会社熊谷組 北原成郎

建築関係：株式会社竹中工務店 星野春夫

機械関係：株式会社小松製作所 吉瀬 裕

日立建機株式会社 藤島一雄

### <<問合せ先・申込先>>

社団法人日本ロボット工業会 建設ロボットフォーラム事務局  
〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館  
TEL: 03-3434-2919、FAX: 03-3578-1404  
E-mail: forum@jara.jp、http://www.jara.jp/

## 情報化施工研修会のご案内 ～ICT建設施工の实地研修～

ICTを活用した新しい施工技術である情報化施工は、施工品質の向上や熟練度に左右されない高い精度の施工などを実現する方法として、更なる普及が期待されています。2008年7月、国土交通省が設置した『情報化施工推進会議』は、「情報化施工推進戦略」を提言しましたが、その中でも「人材育成」が非常に重要であることを指摘しています。

(社)日本建設機械化協会は、3次元データを利用した建設機械制御等に関する実践的な教育により、情報化施工に対応できる技術者・技能者を育成することを目的として、「情報化施工研修会」を開催しております。今回の研修会は下記日程で実施することとしておりますので、研修生の募集についてご案内申し上げます。

記

1. 開催日程：平成23年10月20日(木)～21日(金)
2. 主 催：社団法人 日本建設機械化協会
3. 場 所：(社)日本建設機械化協会施工技術総合研究所（静岡県富士市大淵3154）  
『情報化施工・安全教育研修センター』  
アクセスマップはこちらです。(→) <http://www.cmi.or.jp/cmi/map.htm>
4. 対 象：建設現場管理者、建設機械オペレーター、その他マシンコントロール（MC）、マシンガイダンス（MG）、トータルステーション（TS）による出来形管理の体験あるいは習得を希望する方。
5. 研修会のコース

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

- ・受講資格は特にありませんが、「車両系建設機械(整地・運搬・積み込み用及び掘削用)運転技能講習」修了者であれば、施工機械の運転が可能です。
- ・旧体験コースを既に受講した方が**実務コース**を再受講する場合、68,000円/人で受講できます。
- ・受講費用には、建機・機材のレンタル費、パソコンの利用、傷害保険、テキストなどの費用が含まれています。宿泊費、食事は含みません。



6. お問い合わせ先：（社）日本建設機械化協会（担当：白鳥）  
〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5-8（機械振興会館）  
TEL：03-3433-1501 Fax：03-3432-0289
7. お申込み方法：参加申込書（当協会HP(<http://www.jcmanet.or.jp>)からもダウンロードできます）に必要事項をご記入の上、下記までメール又はFaxにてお申込み下さい。お申し込みは開催日1週間前までにお願いします。申込み受付後、確認メールを送信致します。  
（社）日本建設機械化協会 施工技術総合研究所(担当：総務部 引地)  
〒417-0801 静岡県富士市大淵3154  
E-mail：joho-kenshu@cmi.or.jp Fax：0545-35-3719 TEL：0545-35-0212

## No.

※申込の人数が少ない場合、中止する場合があります。また、定員オーバーなどの場合、受付をお断りする場合がありますので、予めご了承ください。

## 第 5 回 日本建設機械化協会 研究開発助成について

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

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

本助成は、建設機械及び建設施工技術に係る研究開発・調査研究を対象としており、研究の成果は、当協会主催の平成 25 年度「建設施工と建設機械シンポジウム」において発表して頂きます。

公募期間： 平成 23 年 8 月 1 日（月）～ 10 月 31 日（月）

助成決定： 平成 23 年 12 月中旬頃に、採・否、助成額及び必要な条件については、厳正な審査会を経た上、当協会会長が決定します。

助成期間： 助成決定通知の翌日～平成 25 年 3 月 31 日（日）

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

- ① 建設機械と建設施工の合理化
- ② 建設機械と建設施工の環境保全
- ③ 防災・安全対策・災害対応
- ④ 建設施工の品質確保
- ⑤ 東日本大震災からの教訓に基づく技術開発

助成対象者： 助成対象とする研究者は下記の通りです。

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

助成内容： 助成の額及び助成の方法は下記の通りです。

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

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

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

問合せ先：（社）日本建設機械化協会 研究開発助成事務局（担当 鈴木）

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館2F

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



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 5 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)で発刊致しました。

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は是非ご利用いただきたくご案内申し上げます。

敬 具

## ◆内容

平成 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 P C 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. P C 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申込みの場合は別途とさせていただきます。

●発刊日 平成 23 年 5 月 19 日

# 発刊のお知らせ

## 平成23年度版 建設機械等損料表

■発刊 : 平成23年5月30日

■本の体裁 : B5判 モノクロ 約710ページ

■価格(税込) : 7,700円(一般) 6,600円(会員等)

■送料(単価) : 600円(沖縄県を除く日本国内)

\* 複数発注の場合は送料単価を減額します。

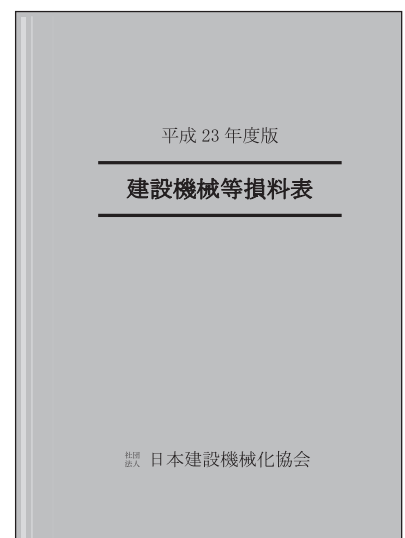
\* 沖縄県の方は一般社団法人沖縄しまたて協会(TEL:098-879-2097)にお申込み下さい。

### ■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
- ・機械経費・機械損料に係る通達告示類を掲載
- ・損料積算例や損料表の構成、用語を解説
- ・各機械の燃料あるいは電力消費量(率)を掲載
- ・主要機械は写真・図で概要を紹介
- ・主要機械は「日本建設機械要覧」の関連ページを掲載

#### ★参考(平成22年度版との相違点)

- ・「Q&A(よくある質問)」を追加
- ・低炭素型建設機械認定制度に関する通達類を追加
- ・その他



(社)日本建設機械化協会

# 建設の施工企画

2011 年 9 月号 No. 739

## 目次

### 利水・水再生 特集

- 3 巻頭言 日本の水資源利用の要点……………佐藤 政良
- 4 農業水利施設のストックマネジメント……………野尻 大輔
- 9 平成 23 年版 日本の水資源  
……………国土交通省 水管理・国土保全局 水資源部 水資源計画課
- 14 東京都下水道局「技術開発推進計画 2010」の策定……………東郷 展
- 20 寝屋川流域下水道なわて水みらいセンター水処理施設築造工事の施工…萩原 昇
- 25 アルミニウム合金製屋根工法を用いた上水道施設のリニューアル工事…武富 幸郎
- 30 阿波市市場水源確保に伴う施設整備工事 新しい集水管敷設方法による新型ラジアルウェル  
……………坂本 篤・伊藤 章寛・谷村 雅也
- 35 老朽化した既設管路の水路機能を効率的に復元 エスロンリフトイン工法  
……………村上 優秀・加藤 雅治
- 40 高保水性陶器を用いた都市も冷やす外装システムの開発 バイオスキン  
……………山梨 知彦・羽鳥 達也・川島 範久
- 45 市来知頭首工改修における既設頭首工の供用を考慮した施工計画…上野 豊
- 50 頭首工の構造および稼働方法……………外山 正幸・團 邦男
- 54 宮崎処理場増設工事（水処理施設 9 号池と雨水滞水池の新設工事）  
沈殿池ピット部の止水工と基礎工における浅層改良工の施工 スーパーミキシング工法…岡本 浩文
- 59 小貝川小水力発電設備 既設パイプラインを有効活用した発電設備…早乙女 稔・牧下 昌平
- 64 ゴミを水に変える 宇宙での自給自足環境構築のために……………小口美津夫
- 70 まみずピア 海の中道奈多海水淡水化センター……………吉田 克己
- 75 交流の広場 環境ラベル「エコマーク」における節水型機器の認定基準……………平田ゆり恵
- 80 ずいそう 用水路を歩く……………三友 隆
- 81 ずいそう 「仏（ホトケ）」か「蛇（ジャ）」か……………水野 将
- 82 CMI 報告 レーザースキャナーによる出来形・出来高管理の実現へ向けて（その 2）  
……………藤島 崇・椎葉 祐士
- 86 部会報告 我が国における締固め機械の変遷（その 1. 黎明期～昭和 30 年代）  
……………機械部会 路盤・舗装機械技術委員会（締固め機械変遷分科会）
- 92 部会報告 キャタピラージャパン(株) 相模事業所工場見学会…機械部会 除雪機械技術委員会
- 94 新機種紹介……………機関誌編集委員会
- 95 統計 平成 23 年度 主要建設資材需要見通しの概要と価格動向……………機関誌編集委員会
- 98 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
- 99 行事一覧（2011 年 7 月）
- 102 編集後記……………（赤神・中村）

### ◇表紙写真説明◇

#### 寝屋川流域下水道 なわて水みらいセンター 水処理施設築造工事

写真提供：(株)大林組

大規模地下式水処理施設の躯体工事全景。敷地面積

6.65 ha（東京ドームの 1.4 倍）、1 日の処理能力 152,000 m<sup>3</sup>。  
嫌気・無酸素・好気法＋急速濾過による高度処理対応  
施設で、処理水は河川への放流と再生水として利用され  
ている。

平成 11 年から 3 回に分けて発注され今回が最終段階。  
1 日最大 1,500 m<sup>3</sup> を含み、計 206 回コンクリートを打設。

## 平成 23 年度「建設施工と建設機械シンポジウム」のご案内

“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。本シンポジウムでは、「社会を支える建設施工と建設機械」をテーマとし、①災害、防災、復旧・復興 ② ICT の利活用 ③品質確保とコスト

削減 ④環境保全、省エネルギー対策 ⑤安全対策 ⑥維持・管理・補修の6項目に関連する発表を行うほか、東日本大震災「建設機械が果たした役割とこれからの課題」として、パネルディスカッションや特別講演を予定しております。参加申し込みは、当協会ホームページをご覧ください。

会期：平成 23 年 11 月 30 日(水)  
～ 12 月 1 日(木)

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>

## 情報化施工研修会のご案内 —ICT 建設機械の実地研修—

3 次元データを利用した建設機械制御に関する実践的な教育により、情報化施工に対応できる技術者を育成することを目的として「情報化施工研修会」を開催しております。今回の研修生を次のとおり募集いたします。

## 1. 申込み方法

所定の申込書に記入の上、メール又

は Fax にて申込み。申込書は当協会ホームページより入手できます。

開催日 1 週間前をもって締切とします。

## 2. 開催日（以降、順次開催予定）

平成 23 年 10 月 20 日(木)～ 21 日(金)

## 3. 受講費用

TS 出来形管理コース：20,000 円／人

実務コース：88,000 円／人 ※

(※研修用 PC を利用、修了証を発行)

詳細問い合わせ先：

(社)日本建設機械化協会 白鳥  
TEL：03-3433-1501  
<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しております。

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。(次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

により問合せください。)

## 1. 申込み受付

4 月 8 日(金)終了

## 2. 試験日

学科試験：6 月 19 日(日)終了

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>

## 第 5 回 日本建設機械化協会 研究開発助成

建設機械及び建設施工技術に係る研究開発・調査研究であって、以下のいずれかに該当する新規性、必要性又は発展性が高いとともに、研究計画に妥当性があると判断されるものを対象とします。

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

⑤東日本大震災からの教訓に基づく技術開発

## 1. 助成対象者

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

## 2. 助成内容

- ① 1 件につき原則 200 万円以内
- ② 原則として研究着手時に全額を交付

③ 研究は単年度で完結させるものとし、同一テーマへの助成は 2 回まで

## 3. 公募期間

平成 23 年 8 月 1 日(月)～ 10 月 31 日(月)

詳細問い合わせ先：

(社)日本建設機械化協会  
研究開発助成事務局 鈴木  
TEL：03-3433-1501  
FAX：03-3432-0289  
<http://www.jcmanet.or.jp/>



## 巻頭言

## 日本の水資源利用の要点

佐藤 政良



「20世紀は石油の世紀だったが、21世紀は水の世紀だ」と言われる。海外の水資源利用に関わっていると、それを実感する。戦後のわずか50年間で面積を3倍にまで伸ばした灌漑開発とそのための水資源開発は、その間の食料増産を支えたが、様々な国や地域で早くも水資源賦存量の限界に突き当たっている。たとえば、エジプトでは、アスワンハイダムの建設によって洪水を含めたすべての流水をいったん溜め、全水量を利用できるようにしたもの、人口増大に対応するために灌漑農地の拡大＝沙漠開発を進めるなどした結果、ダム建設後約25年にして水資源利用の限界に至った。また、灌漑開発に伴う中央アジア・アラル海の消滅はあまりにもショッキングな事態である。増大し続ける世界の人口に食料を供給し、生活と経済を持続的に発展させることが出来るかどうか、それが各国の水資源量の多寡に掛かっているという意味で、上の言葉は説得力を持つ。

ひるがえって、日本の干ばつ、水不足は、通常わずか1ヶ月程度の無降雨によってもたらされ、それ以外の時には豊富な水が河川を流れている。そして干ばつ時でも、国土の3分の2を占める山地に蓄えられた地下水から水が安定して出てくる。この流水は江戸期以来すべて米作りに配分されていたので、戦後、都市、産業のための水を確保し、農業用水同士の水争いを解決するためにはダムの建設が不可欠であったが、海外と比較すれば小さな貯水量で事足りた。日本の水不足は絶対量が問題になる世界の水不足とは根本的に異なるのである。

日本のような湿潤な流域では、山地から平野に水が供給され、一定の水量が消費されて残りが海に流出している。水資源を見る時は、水の使用と消費をはっきり分けることが肝心である。水道の水で顔を洗う場合を考えれば、結構な量の水を使うものの、消費（蒸発）してしまう水量は極めて少なく、節水しながら顔を洗ってもその量はほとんど変わらない。我々は水不足を解消して生産を安定化させ、生活を便利、快適にするためにダムを造ってきたわけであるが、それによってより多く、またより安定して水が使われることはあっても、それで消費水量が増えることはないか、極めてわずかである。残る水は、下水道を通ったりして下流の地域や人々の水源になる。農業用水の場合も量

的な違いだけで本質は変わらない。

そのように考えると、我が国における水利用にとって用水の反復利用がいかに重要なポイントであるかが理解される。ダムで開発された水は、その直接の対象地域の水使用を増大、安定化させることによって排水量を増大させ、下流に位置する他の人達の水使用の安定化に何回も寄与できる。利根川で言えば、群馬県で使用した水の排水はほぼすべて利根川に還元し下流部で自動的に再利用される。ダムで開発された水を沙漠に撒き、そこで蒸発させてしまうのとは違う。

ところが河川下流部では、その排水が汚染されたり小河川に分散したりしてしまうことで、再利用されないまま海に捨てられてしまうことがある。昔から利用してきた還元水が汚れてしまったためにダムからの水に切り替え、海に捨てることにした逆のケースは数多い。国民が新たなダムの建設を望まない状況では、水質浄化と流域的管理によって繰り返し利用を復活、強化することが、環境部門への水資源配分を含めた新規水需要への対処法のキーになる。

それでは、日本と世界の水問題はどこに接点があるのか。それは食料問題である。今、穀物の国際市場価格が高騰している。それは2007年から08年の春にかけて急騰し各国に暴動を起こした後、以前のレベルまで戻らないまま昨年から再び上昇した。FAOによれば2008年以来の高騰は、世界の穀物備蓄量の減少を背景にしている。いよいよ世界の食料不足が迫っていることを示す。その背景に、水資源開発の限界、灌漑の拡大の停滞がある。

我が国の食料確保には戦略的な取り組みが急務である。現在40%の食料自給率を引き上げ、生産を安定化させることが必要で、その基本は水田の水稲作と裏作の2毛作である。結局昔の日本に戻ることになるが、それに畑作安定のための灌漑が加わる。ただし農業を巡る社会環境は昔と大きく異なる。これからの農村地域にふさわしい水の管理、利用のあり方を実現できる基盤、組織、制度の創出が求められる。もちろん、清浄で安全な水の確保、環境・生態系保全への水資源配分は日本の特権的目標として重要である。



# 農業水利施設のストックマネジメント

野 尻 大 輔

わが国における農業水利施設は戦後から高度経済成長期までに集中的に建設・整備が進められてきたが、多くの施設は建設より数十年を経過し、老朽化が顕著に見られるようになってきている。一方で、農家や地方自治体の財政は逼迫しており、安価で計画性のある対応が求められている。

このような中、既存施設の有効活用を図り、効率的・計画的な施設の整備によりライフサイクルコストを低減するストックマネジメントについて、農林水産省における各種の取組を紹介する。

キーワード：ストックマネジメント、農業水利施設、長寿命化、老朽化、機能保全計画

## 1. はじめに

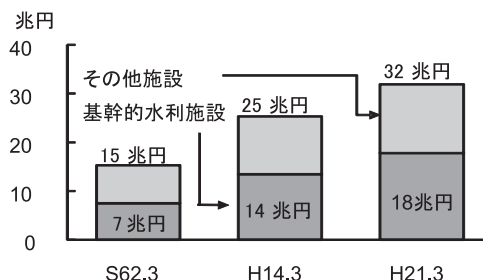
農業水利施設におけるストックマネジメントについては、平成 11 年に制定された「食料・農業・農村基本法」において「農業用排水施設の機能の維持増進」として触れられ、平成 15 年からは国営施設の機能診断が開始された。また、平成 17 年に策定された「食料・農業・農村基本計画」において「農業水利施設等の適切な更新・保全管理」としてストックマネジメントの取組を進めることが具体的に示され、事業制度の創設や関連手引きの策定等、各種の取組を進めているところである。

本報は、農業水利施設におけるストックマネジメントについて、導入の背景、取組状況、農業水利施設に特有の留意点、関連事業及び今後の方針等について述べるものである。

## 2. スtockマネジメント導入の背景

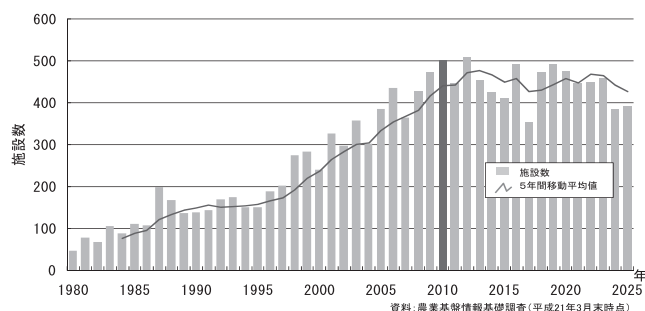
全国の農業水利施設は年々そのストック量が増大しており、平成 21 年度末において、ダム、頭首工、用排水機場等は約 7 千個所、農業用排水路は約 40 万 km、そのうち基幹的水利施設の延長は 4 万 9 千 km にも及んでいる。また、図一 1 に示すとおり、資産価値（再建設費ベース）においては 32 兆円、そのうち基幹的水利施設は 18 兆円に達すると算定されている。

基幹的水利施設の相当数は戦後から高度経済成長期までに整備されてきたことから、建設より数十年が経過し老朽化が顕著に見られるようになってきており、



図一 1 農業水利施設の資産価値の推移

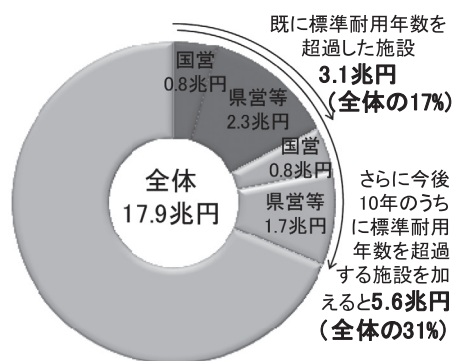
注 1：農業水利施設の再建設費ベース（H21.3 時点）による評価算定。  
注 2：基幹水利施設は、受益面積 100 ha 以上の農業水利施設である。



図一 2 耐用年数を迎える基幹的水利施設

図一 2 のとおり標準耐用年数を迎える施設が増加している。また、図一 3 に示すとおり、平成 21 年時点において標準耐用年数を経過している基幹的水利施設は再建設費ベースで約 3.1 兆円となり、今後 10 年で標準耐用年数を迎える施設を加えると約 5.6 兆円にもなる。

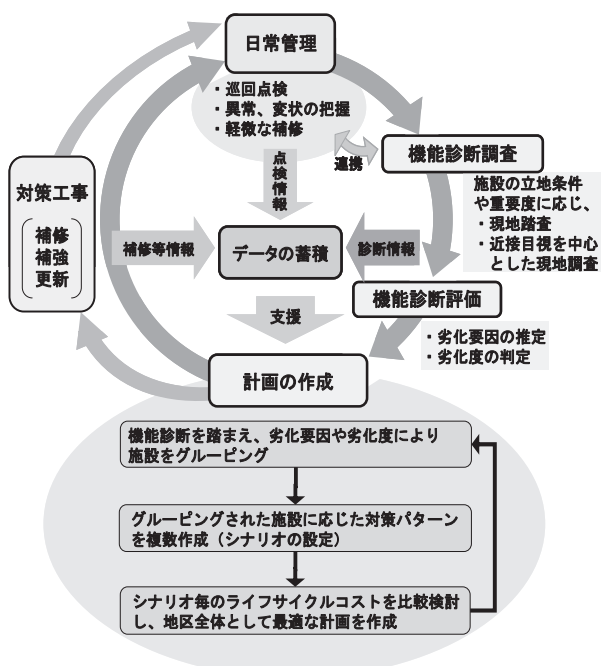
一方で、国・地方自治体の財政は厳しい状況にあり、これら重要な社会資本である農業水利施設の機能をいかに安価で計画的に保全するかが重要となっている。



図一三 施設の老朽化状況 (H21)

### 3. スtockマネジメントの基本

ストックマネジメントとは、図一四に示すように、(1) 日常管理における点検・補修、(2) 定期的な機能診断調査及び評価、(3) 調査結果に基づく施設分類と劣化予測、効率的な対策工法の比較検討、(4) 補修等の対策工事、(5) 各種データの蓄積等を段階的・継続的に実施することにより、ライフサイクルコストを低減しながら施設機能を保持するものである。



図一四 スtockマネジメントの流れ

#### (1) 日常管理における点検等

施設管理者は、日常管理における点検等を適切に実施・記録し、施設の状態を把握する。

#### (2) 定期的な機能診断調査及び評価

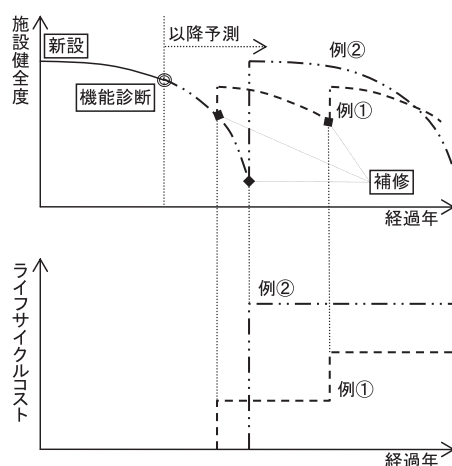
施設の変状を発見し、最適な対策を適時に検討するため、機能診断調査とその評価を定期的の実施する。

調査の実施に当たっては、日常管理における点検や過去の補修履歴等の基礎資料による情報を踏まえ、効率的に実施する。

#### (3) 調査結果に基づく施設分類と劣化予測、効率的な対策工法の比較検討

機能診断調査の結果に基づき施設の劣化予測を行うとともに、複数の対策工法についてライフサイクルコストを低減する観点から比較検討を行う。

なお、施設構造や立地条件を考慮しつつ施設の劣化状況に応じて施設の分類（グルーピング）を行い、この分類ごとに効率的に対策工法を選定することを基本とする。図一五には、施設の劣化予測と複数の対策工法によるライフサイクルコストの比較について一例を示す。



図一五 劣化予測と対策工法の選定による比較検討例

#### (4) 補修等の対策工事

(1) から (3) の調査・検討により選定した対策工事を実施する。なお、ストックマネジメントにおける補修・補強工法は十分な施工実績や技術的な検証において発展途上の分野である。そのため、施工時の留意点や施工後のモニタリング情報等について整理することが望ましい。

#### (5) 各種データの蓄積

中長期の劣化予測や対策工法の検討に当たり、過去の機能診断の結果や補修工事の履歴、補修工法の適用実績とその成果等の情報を蓄積・共有する。このことにより、施設の経年的な情報の的確な把握や、劣化予測・適用工法の選定等を効率的に行うことができる。このため、農林水産省においては後述するように各種のデータベースの整理等に取り組んでいる。

## 4. 農業水利施設の特徴

ストックマネジメントの実施に当たっては、農業水利施設の特徴を十分踏まえた上で実施することが重要である。以下、農業水利施設に特有の留意点等について述べる。

### (1) 流水の影響による劣化

開水路や水路トンネルは、水利施設であるため流水の影響による劣化が発生する。例えば写真—1のような摩耗であり、構造的な問題はもちろん、粗度係数の悪化による水利機能の低下の可能性もある。クラック部への水の浸入や、開水路や水路トンネルのように自由水面を持つ施設では水位変化による乾湿の繰り返して劣化を加速させる可能性等も考慮しなければならない。

また、補修素材・工法においても、水による性能低下を受けにくいものを慎重に選択する必要がある。

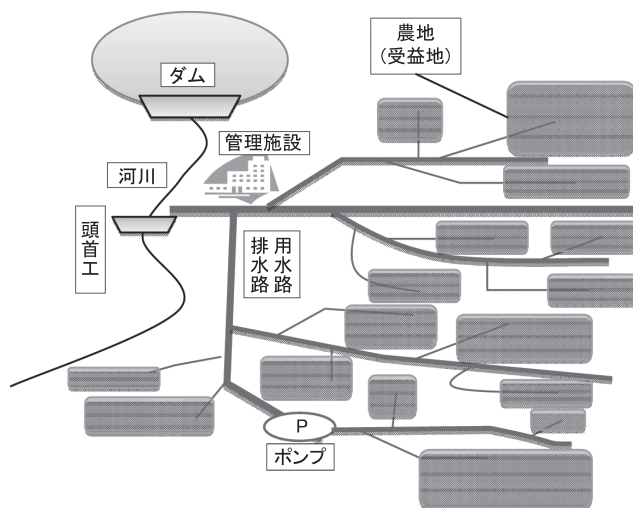


写真—1 摩耗して骨材が浮き出ている水路壁

### (2) 複合的かつ長大な施設

農業水利システムは、図—6に一例を示すとおり、ダム・頭首工・ポンプ・水路・管理施設等が一連のつながりをもって構成されることによってその機能を発揮することができる。このため、一箇所の機能が損なわれることにより、利水という目的を果たせなくなる恐れがあることから、関連するすべての施設の機能が一定以上の性能に保たれるように管理する必要がある。

特に、水路施設は長大な延長の施設となりやすいうえ、周辺状況の違いによって劣化状況も異なる可能性もあるなど、その点検や補修の実施には多くの労力がかかるため、効率的な対応が求められる。



図—6 一連の農業水利施設の一例

### (3) 通水しながらの対応

農業水利施設は通常非かんがい期に通水を停止し、点検や補修を行うが、畑作地域等では年間を通して断水できない施設も少なくないため、通水状態のまま点検や補修を実施しなければならない場合がある。

このため、例えばパイプラインの調査では、管内面の調査に水中自走型のロボットカメラを利用したり、地上部から聴音により漏水の有無を調査する手法も用いられている。

また、断水する場合であってもその期間を極力短縮するために、短時間での調査や施工を可能とする手法を用いるなどの工夫を行っている。

### (4) 環境への配慮

農業水利施設は単に構造的・水利的な機能及び経済性のみならず、施設の持つ社会的な機能として環境への配慮を求められるようになっており、農業水利施設により生み出される生態系の維持や回復といった積極的な側面や、騒音や振動といった負の側面を、総合的に考慮する必要がある。

### (5) 破損時の社会的影響の大きさ

農業水利施設は、ひび割れや埋設物の背面空洞など、少しずつ劣化が進行し、ある時点でパイプラインの破裂等、突発的に重大な破損が発生することがある。このような場合、関連する一連の配水システムを復旧するまで通水ができなくなるなど、利水・営農に多大な影響を与える恐れがある。また、農地や一般道路、民家等に隣接して設置されている場合も多く、その破損により農地の流失や道路の陥没、宅地への浸水被害など、深刻な第三者被害が発生する可能性もある。一例を写真—2, 3に示す。





写真—2 パイプラインの破裂による農地浸水



写真—3 パイプラインからの漏水による道路陥没

このため、施設の破損した場合の種々の影響の大きさも含め、適切な取組が求められる。

## 5. スtockマネジメントの取組状況

以下に示す関連制度や手引き等を活用しながら、機能診断、機能保全計画の作成、対策工事の実施等、一連の取組を進めているところである。

### (1) 関連制度とその運用

ストックマネジメントの取組を円滑に精度よく実施するため、平成15年度に創設した国営造成水利施設保全対策指導事業による機能診断をはじめ、平成23年度よりソフト・ハードの一体的なストックマネジメントの取組を進めるため、国営施設機能保全事業を創設する等、図—7に示すとおり各種の制度の充実を図ってきたところである。

また、統合的な情報管理・共有のためのデータベースの整備や、ストックマネジメント技術の体系化のため次項に示す手引きの作成等も併せて実施している。

### (2) 機能保全の手引き

農業水利施設ストックマネジメントの取組は開始後10年を経過しておらず、関連する技術について未だ

|                          |            |                          |                                                        |                                |                                 |                                                          |                               |
|--------------------------|------------|--------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 対応事業制度等                  | ストックマネジメント | ハード                      | 区分                                                     | 国営造成施設                         | 県営造成施設                          | 団体営造成施設                                                  | 農地周りの水路等                      |
|                          |            |                          | 機能診断                                                   | H15 国営造成水利施設<br>保全対策指導事業(国)    | 農山漁村地域整備交付金等<br>(都道府県)          | 施設管理の中で対応<br>ただし、100ha以上の施設<br>は、農山漁村地域整備<br>交付金等により対応可能 | 日常管理の中で対応                     |
|                          |            |                          | 予防保全                                                   | H23<br>国営施設機能保全事業<br>(国)       | 農山漁村地域整備交付金 等<br>(県、市町村、土地改良区等) | 農山漁村活性化<br>プロジェクト支援交付金                                   | H23<br>農地・水保全管理支払交付金<br>(集落等) |
|                          |            |                          | 部分更新                                                   | 国営かんがい排水事業<br>(施設整備事業)         |                                 |                                                          |                               |
|                          | 事後保全       | H23 特別監視制度               |                                                        |                                |                                 |                                                          |                               |
| 機能向上・変更                  | 全面更新       | 国営かんがい排水事業<br>H23 特別監視制度 | 農山漁村地域整備交付金、地域自主戦略交付金<br>H23 戸別所得<br>補償実施円滑化基<br>盤整備事業 | 農山漁村活性化<br>プロジェクト支援交付金         |                                 |                                                          |                               |
| 基本的な考え方の整理               |            |                          |                                                        | H19. 3～ 農業水利施設の機能保全の手引き等の策定(国) |                                 |                                                          |                               |
| 技術的課題対応<br>情報整備<br>技術者育成 |            |                          |                                                        | H20～ ストックマネジメント技術高度化事業(国)      |                                 |                                                          |                               |
|                          |            |                          |                                                        | H19～ 農業水利ストック情報データベース(国)       |                                 |                                                          |                               |
|                          |            |                          |                                                        | H23～ 基幹水利施設保全管理対策(国、県)         |                                 |                                                          |                               |

図—7 スtockマネジメントに関する制度等



十分確立されているとはいえない。

このため、農林水産省ではストックマネジメントの基本的な思想や実施方法、枠組み等を体系化するために「農業水利施設の機能保全の手引き」を平成19年3月に作成している。なお、これは基本的な考え方・進め方をまとめたもので、構造物の種類ごとの注意点等についても、平成20年3月作成のパイプライン編等、別途作成を進めており、完成したものは農林水産省のホームページにて公開しているので参照願いたい。

(<http://www.maff.go.jp/j/nousin/mizu/sutomane/index.html>)

これらの手引きは、今後のストックマネジメントの取組情報の蓄積とその検証により、必要に応じて更新していくことを検討している。

## 6. 課題

### (1) 関連技術の確立とデータの蓄積

農業水利施設のストックマネジメントは、その取組が開始されてからまだ日が浅く、機能診断、機能保全計画の作成、対策工法と対策時期の選定といった、各段階で必要となる技術について十分確立されているものは少なく、一方で、新しい技術は次々と提案されている状況にある。そのため、これらの技術についてその精度・適用条件・経済性・施工に必要な期間などを検証し、確立していかなければならない。また、そのための基礎資料として、既に取り組んでいるストックマネジメントの実施結果に係るデータの蓄積をより一層図る必要がある。

### (2) 資金の確保

ストックマネジメントは、計画的な調査・施工によりライフサイクルコストの低減を図るとともに、なるべく予算の平準化を図ることも求められているが、計画的な支出のためには、計画的な資金の確保もまた求められる。特に、農業水利施設のストックマネジメントの取組においては、一定の受益者（農家）負担も必要となることから、国の補助等を活用することはもちろん、受益者の側における事前積立等による財源の確保など、資金確保のための体制整備も重要である。

### (3) 技術者の育成

農業水利施設の種類やその周辺環境は千差万別であり、単に画一的な手引き等のみでは適切な判断が難しく、様々な条件を踏まえたうえで総合的な判断のできる技術者が必要である。そのため、一般的な条件における手引きやマニュアルの作成はもちろん、課題の抽出と情報の共有化、研修等を通じて、技術者の育成を図る必要がある。

## 7. おわりに

筆者にも少ないながら農業水利施設の管理経験があるが、実際の施設を具に観察していると、種類・規模ともに実に多種多様な劣化が見られる。そのような施設の状態を把握するほどに、「いつかは壊れる」という危機感が湧き、同時にこれら利水を担う施設の維持管理の重要性を感じていた。

一方で利水の受益者や土地改良区・地方自治体といった費用負担者の視点に立つと、現在の厳しい財政の中、できる限り費用負担を抑えたいという切実な思いを強く感じた。

このような状況にあって、ライフサイクルコストを抑えつつ必要な性能を保つストックマネジメントの取組は、まさに時代の要請に応えるものであり、適切に実施していかなければならないものと考えている。

しかし、ストックマネジメントの取組には課題も多く、関係する多くの方々と連携・協力しながらこれらの課題を逐次解決しつつ、継続的・適切に取り組んでいきたい。

J C M A

#### 【筆者紹介】

野尻 大輔（のじり だいすけ）  
農林水産省  
農村振興局 整備部 水資源課  
施設保管理室 管理技術班 管理技術第2係



# 平成 23 年版 日本の水資源

国土交通省 水管理・国土保全局 水資源部 水資源計画課

「日本の水資源」は、国土交通省水管理・国土保全局水資源部が我が国の水資源の開発、保全及び利用の現状等について毎年とりまとめ公表しているものである。平成 23 年は、「気候変動に適応するための取組み」をテーマに整理した。また、「東日本大震災」の発生を受け、水資源施設などの被害状況や普及の取組みなどの概要をまとめたので紹介する。詳細は、ホームページ (<http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/hakusyo/index5.html>) を参照されたい。

キーワード：日本の水資源、気候変動、水ビジネス、総合的な水資源管理、東日本大震災

## 1. 我が国の水資源の現状と課題

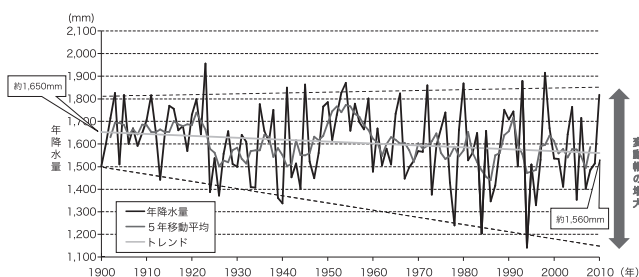
### (1) 社会状況の変化

我が国では、GDP に代表される経済成長の鈍化のほか、人口が減少局面へ移行したこと等を考慮すれば、今後の水資源施策は、不足する水需要の要請に応える量的な拡大から、安定的な水供給の確保等の新たな要請に応える段階に来ている。

### (2) 気候変動による安定的な水供給への影響

水資源に影響を与える気象の変化は既に実態として現れている。水資源の基礎となる降水量について過去約 100 年間の経年的な変化をみると、降水量の多い年と少ない年との開きが大きく、年降水量の変動幅が増大する傾向にある。また、近年の傾向は少雨化にある(図—1)。

水資源が社会に与える影響として最近 20 年間の渇水の状況を見ると、四国地方を中心とする西日本や関東、東海地方で多発しており、渇水の発生頻度に地域差が存在している。

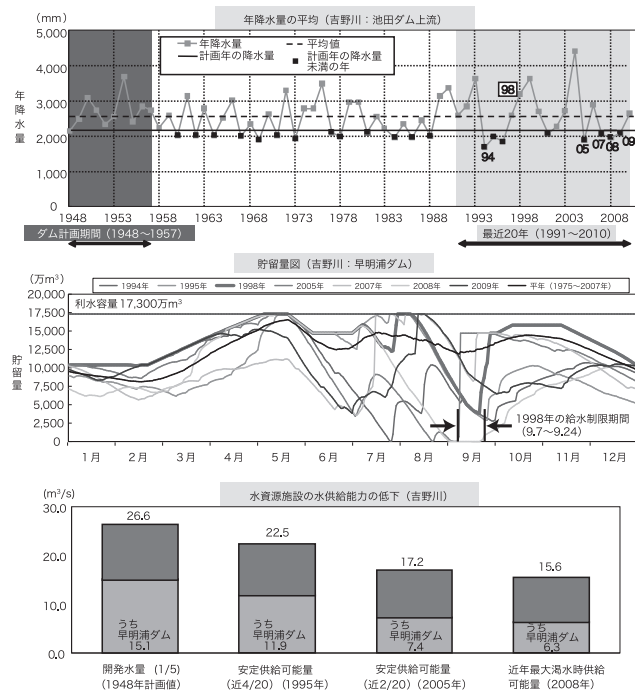


(注) 気象庁気象統計情報をもとに作成

図—1 年降水量の経年変化

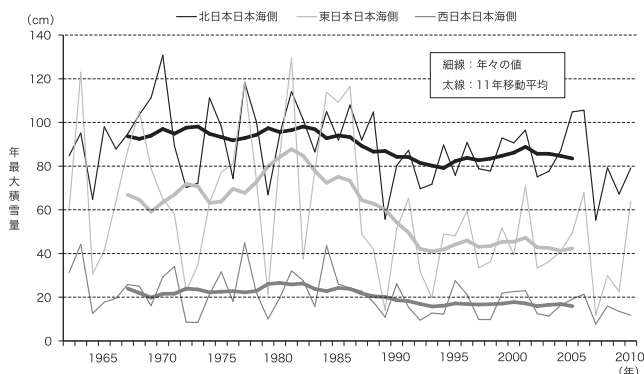
特に渇水が頻発している四国の吉野川では、無降雨や少雨が続きしたことなどにより、ダムに水を貯留できない期間が長期化したことによる給水制限が発生している。降雨形態の変化によって、ダム等の水資源施設を計画した時期に比べて、近年では必ずしも十分な水供給ができていない状況にあることがわかる(図—2)。

また、積雪の状況を日本海側の年最大積雪量で見ると、過去 50 年間で、北日本、東日本、西日本ともに減少傾向にある(図—3)。



(注) 水資源機構等資料をもとに作成

図—2 吉野川における年降水量と水資源施設の状況



(注) 気象庁気象統計情報をもとに作成

図—3 過去50年間における年最大積雪量の変化

将来、大幅な積雪量の減少と融雪時期の早期化が起これば、代かきなどの農業用水の需要期に河川流量が減少するため、今まで以上にダムからの水の補給が必要となる。一方、早期に流出する融雪水は、満水状態に達するとダムに貯留されず、そのまま放流（無効放流）される可能性がある。

### (3) 気候変動に適応するための取組みを考える上での留意点

供給面では、新たな水資源開発が困難になる状況の中で、安定的な水供給を確保するため、既存施設の積極的な活用に加え、既存施設のストックマネジメントを実施する必要がある。

高度経済成長期以降、急速に整備されてきた上下水道管の中には耐用年数を経過したものが多数存在しており、老朽化が原因と考えられる事故の増加が懸念されている。また、下水道管路に起因する道路陥没の多くが布設後30年を超過した下水道管において発生している。

## 2. 水問題に関する国際的な取組みの動向

### (1) 最近の水問題に関する国際的な動き

気候変動への適応に関する水分野の代表的な動きとしては、2010年12月に開催された国連気候変動枠組条約（UNFCCC）の第16回締約国会議（COP16）において、途上国における適応策の技術的支援等を目的とした枠組みの設立が合意された。

また、アジア地域では、同年10月に東京で開催された第8回アジア太平洋地域インフラ担当大臣会合において「気候変動と水関連リスクへの対応」をテーマに議論がなされた。

2012年には、第2回アジア太平洋地域水サミットが2月にタイ・バンコクにおいて、また、第6回世界

水フォーラムが3月にフランス・マルセイユで開催される予定である。

### (2) 我が国の国際協力の状況

#### ①政府開発援助（ODA）による取組み

我が国は、水と衛生分野におけるODA実績では世界第1位の援助国となっており、2005年から2009年までの5年間の年間平均援助額である約50億ドルのうち、我が国が約20億ドルを支出している。また、水と衛生分野での援助の内訳をみると、上水・下水の大規模システム及び基本的な設備に関する援助が全体の約8割と大半を占めている。

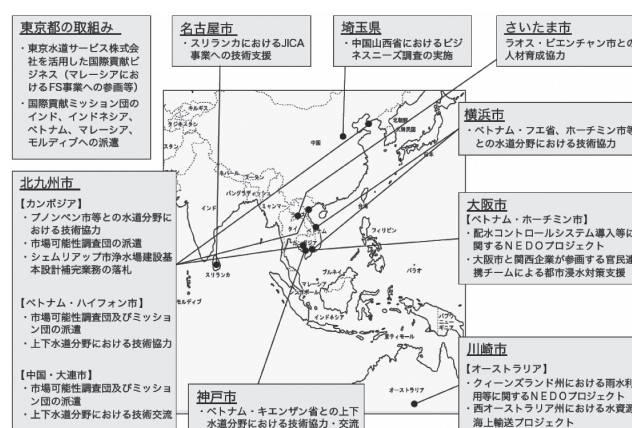
#### ②二国間協力による取組み

我が国は、水資源に関する二国間会議を中国及び韓国とそれぞれ開催してきた。近年、水に関する様々な分野で二国間での国際協力を強化、拡充している。

例えば、ベトナムでは、治水、気候変動への適応策、下水道分野に関する覚書を締結し、これらの分野の国際協力や我が国の民間企業の展開に資することとなる。その他、サウジアラビア、中国、カンボジア等の国々と二国間協力を進めている。

### (3) 自治体の海外展開

近年、自治体の上下水道事業者による海外展開が推進されている（図—4）。これらは、世界の水問題の解決に向けた国際貢献のみならず、地元企業が海外進出することによる地元経済の活性化につながることも期待されている。



(注) 自治体提供資料をもとに作成

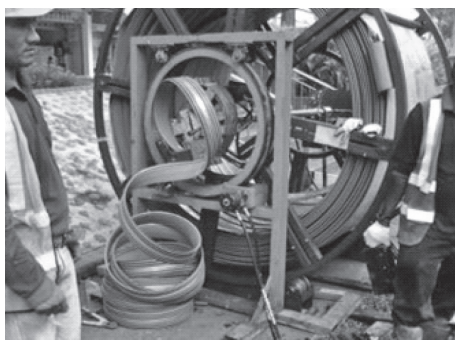
図—4 自治体水ビジネスの展開状況



## (トピック 1)

**我が国が有する先進的な管きよの非開削技術**

我が国は、下水道、水道、ガス、電力、通信等のライフラインとして管きよを埋設する様々な技術を有している。そのうち、近年アジア地域を中心に受注実績を伸ばしている推進工法と、更正工法について紹介。



更正工法の一例

(硬質塩化ビニル材を管きよ内にスパイラル状に巻き付ける工法)

### 3. 今後取り組むべき方向

現在、バランスしつつある水需給が、今後、気候変動の影響が拡大するにつれて不安定化し、水資源施設の供給可能量の減少が進み、渇水リスクが高まることに備える必要がある。このため、健全な水循環系の構築を維持し気候変動に対して適応するため、需要と供給の両面からの取り組みを進めることにより総合的な水資源管理を実施していく必要がある(図-5)。

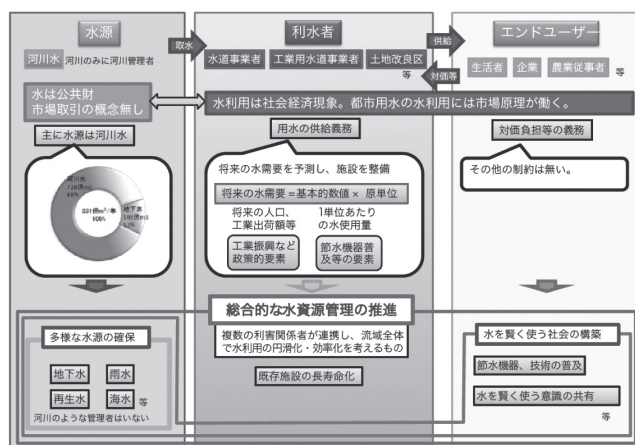


図-5 今後の水資源行政のあり方

#### (1) 地下水、雨水、再生水等の多様な水源確保

気候変動による渇水リスクの高まりに対応し水供給

の安定性を確保するためには、既存施設を有効活用することに加え、今後は、地下水や雨水、再生水等の水源の多様化を図り、平常時の河川水の使用量を軽減し、ダム等での貯留を含めた河川水を温存していくことが重要である(図-6)。

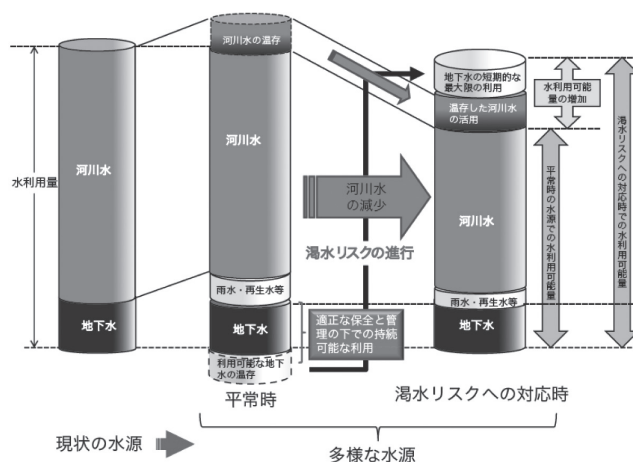


図-6 水資源の一体的管理のイメージ

#### (2) 水を賢く使う社会の構築

気候変動による渇水リスクが高まるおそれがある中で、水利用の安定性を確保するためには「水を賢く使う社会」を構築することが必要である。「水を賢く使う社会」とは、水利用の効率化や多様な水源の確保による水源の負荷分散によって潤いある水の恵みの享受と安定的な水利用の確保を目指すものである。

水を賢く使う社会の構築によって、渇水リスクへの対応が必要となった場合においても、弾力的水利用の一時的な停止による当該水利用量の活用、平常時に温存したダム等の水源の活用、雨水、再生水の利用や地下水の適正な運用による短期的な最大限の利用などにより、渇水被害の回避、軽減を図り、安定的な水利用の確保が可能となる(図-7)。

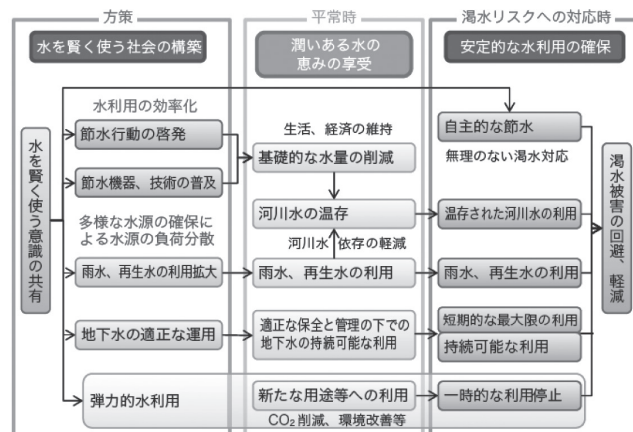
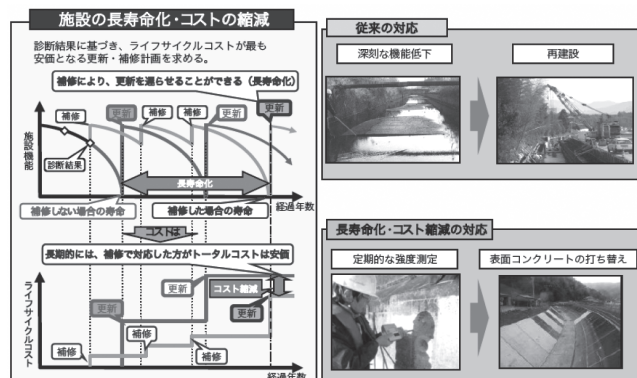


図-7 水を賢く使う社会のイメージ



### (3) 既存施設のストックマネジメント

今後、老朽化等に起因する水資源施設の事故の発生リスクを増大させないためにも、効率的な維持管理を行い、公共サービスを低下させることなく、安定的な水供給を行うためのストックマネジメントを推進していく必要がある（図—8）。



図—8 既存施設のストックマネジメントのイメージ

#### (トピック 2)

#### 阿讃トンネルの調査

賀川用水は、昭和 49 年に通水が開始され、現在も香川県のライフラインとして活用されている。

香川用水の基幹施設である阿讃トンネルの通水を停止して、トンネル内の調査を実施した。



阿讃トンネル内部

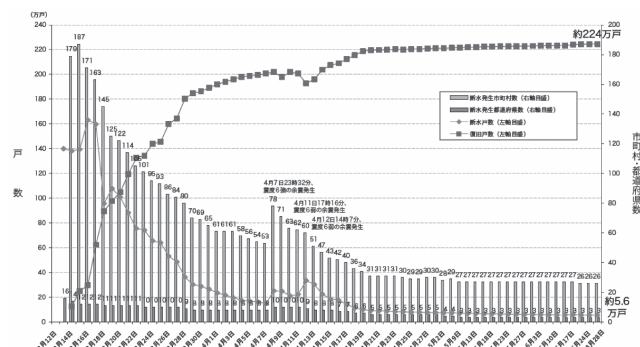
## 4. 東日本大震災による水に関する施設の被害状況

### (1) 水道施設

東日本大震災により、水道施設は大規模な被害を受けた。水道については、これまでに少なくとも累計で約 230 万戸で断水した。特に宮城県での断水が最も多く、約 62 万戸が断水した。

また、進みつつあった応急復旧も平成 23 年 4 月上旬の余震により、7 日時点で 15 万戸まで減少した断水戸数が、12 日時点で約 33 万戸まで増加した。

同年 6 月 28 日時点で、約 6 万戸を除いて断水は解消している（図—9）。



（出典）厚生労働省資料（平成 23 年 6 月 28 日時点）

図—9 水道の復旧状況

### (2) 工業用水施設

工業用水は東北地方及び関東地方の全 45 事業体(81 事業)のうち 25 事業体(44 事業)において、管路、浄水場等施設の破損被害が生じた。都県別では茨城県が最も多く、6 事業体(12 事業)において被害が生じた。

### (3) 農業水利施設

農業水利施設も地震により広範囲にわたる被害が生じ、とりわけ岩手県・宮城県・福島県の沿岸部では地震に加えて津波による大きな被害が生じた。

農業水利施設の被災により農作業への影響が生じている。具体的な事例として、宮城県仙台市、名取市、岩沼市にまたがる名取土地改良区管内では、津波による被害を受けた地域に加えて、排水機場等が稼働できないためにかんがい用水が流せないことから米づくりに支障が生じている水田が全体の 1 割弱あり、農林水産省から災害応急用ポンプの貸し出し等による支援を行っている（同年 6 月 13 日時点）。

### (4) 下水道施設

下水処理場については、震災当初、被災した 120 箇所のうち、東北地方の太平洋沿岸部を中心とした 48 箇所において、主に津波による機械電気設備の損壊等により稼働停止したほか、63 箇所の処理場において施設損傷した（写真—1）。



# 東京都下水道局「技術開発推進計画 2010」の策定

東 郷 展

当局では平成 23 年 1 月に「技術開発推進計画 2010」（以下「計画」と称す）を策定し、局の基本計画である「経営計画 2010」や地球温暖化対策計画である「アースプラン 2010」の取り組み、そして将来目標の達成に向けた対策を推進する技術の開発を行っている。一方では、当局と連携して技術開発を進めてきた民間企業の開発意欲が景気低迷などの影響によって低下しているなど、技術開発を取り巻く環境は大きく変化しているという背景もあった。

そこで当局が必要としている技術に即した効率的な技術開発を行うこと、技術開発と開発機器の導入を一体的に行うなどで民間企業の開発意欲向上を図ることに狙いを定めた計画を策定した。以下に主な内容を紹介する。

キーワード：下水道、技術開発、震災対策、地球温暖化対策、資源の有効利用

## 1. はじめに

東京の下水道は 120 余年に及ぶ歴史を有しており、施設の老朽化対策や首都直下地震への備えが急務となっている。また、都市化の進展や集中豪雨に伴う浸水被害の軽減、東京湾の更なる水質改善、事業の過程で発生する温室効果ガス削減などの新たな課題への対応も急がれている。更に、将来に向けては、都市の一層の安全やより良い水環境・地球環境を次世代に引き継いでいくことが求められている。

これらに着実に対応し、将来にわたって高水準の下水道サービスを提供していくためには、これまで蓄積してきた技術とともに、創造的かつ先駆的な技術開発を行い、事業への活用を図っていくことが重要である。更に、培った技術やノウハウを基にした、下水道産業の活性化や国際展開への貢献も求められている。

更に、計画策定後の本年 3 月 11 日に東日本大震災が発生し、東北地方の下水道施設が甚大な被害を被ったのみならず、東京や近郊都市においても数多くの被害が発生した。従来より震災対策や浸水対策の技術開発には力を注いで来たところであるが、これらへの取り組みを一層深化させる必要がある。加えて、原子力発電所の事故に伴う省電力社会にも対応できる下水処理システムの開発の必要性といったことも喫緊の課題と捉え、技術開発のスピードアップを図っていく。

## 2. 計画の概要

### (1) 基本方針

技術開発の基本方針を次のとおり定め、これに基づき技術開発を推進していく。

- ①下水道サービスの向上に向けて、新たな課題を技術により解決するとともに、より一層の都市の安全と良好な水環境の創出などを実現するため、先駆的な技術開発に取り組み、下水道の未来を創造する。
- ②下水道にかかわる様々な分野の技術を結集して技術開発を行う。

### (2) 技術開発を進める上での課題とあるべき方向

#### (a) 技術開発ニーズと技術シーズのマッチング

当局が必要としている技術については、ホームページなどを通じて情報提供しており、民間企業も独自に技術情報を発信している。お互いの情報交流をすすめ、具体的な技術開発に結び付けていくことが効率的であるが、適切にかみ合っていない場合がある。

#### (b) 新しい発想の不足

新たな課題に対しては従来 of 下水道技術では解決できない場合がある。そこで、既存の技術や枠組みにとらわれず新しい発想で技術革新を起こす必要がある。

#### (c) 改善の余地がある技術開発制度

長引く景気低迷が民間企業の投資意欲を低下させ、技術開発が停滞してしまうことが懸念されている。継



続的に技術開発に取り組むためには、投資意欲の向上に繋がる技術開発制度が求められている。

#### (d) 技術力の向上と国際展開

所謂「水ビジネス」の世界的な競争が起こっており、我が国企業の競争力を高めるために当局が蓄積してきたノウハウの集約・提供が求められている。一方、団塊世代の大量退職により当局職員の技術力低下が懸念されており、技術継承が極めて重要な課題となっている。

### (3) 重点的な取組

技術開発を進める上での課題とあるべき方向を踏まえ、次の取組方針により技術開発を行う。

#### (a) 技術開発ニーズの発信とシーズの活用

これまでの技術開発の傾向としては、民間企業などが発想した提案技術（シーズ）を実施に適用し、熟成させる手法による場合が少なくなかったが、民間企業の技術提案が減っている現状にある。

そこで当局が直面している技術的な課題を徹底的に洗い出して技術開発ニーズの掘り起こしを行った。この結果に基づき民間企業の持つシーズについて提案を受けるとともに、当局の技術開発ニーズを提示して行く。これにより局職員と民間企業の技術者が意見交換を行う場として設けた「下水道テクノ・カンファレンス」を充実させるなどして、ニーズとシーズのすり合わせを行っていく。

更に、開発した技術については、局のホームページなどを活用し、国内外へ積極的に情報発信を行い、更なる技術開発や企業の開発意欲向上に結び付けていく。

#### (b) 産学公連携強化によるオープン・イノベーション<sup>\*1</sup>

地球温暖化対策などの新たな課題に対してはブレークスルーできるような斬新な発想や技術が必要であるため、従来の下水道技術にとらわれない技術や最新の学術的な知見を活用した技術の重要性が一層高まっている。

そこで、様々な分野との技術の融合を図るオープン・イノベーションを推進し、局内外の技術者がお互いの英知を結集させて先進的な技術を開発する。そのため、技術開発、研究の拠点として整備した「下水道技術研究開発センター」を効果的に活用し、技術開発を推進していく。

#### (c) 技術開発制度の充実

当局では、従来より、その時々状況に応じて技術開発制度の見直しを行ってきた。民間企業の投資意欲が低下する現状において技術開発を活性化するためには、様々な主体が積極的に、新たな開発に参加できる環境づくりを行う必要がある。このため、従来の手法

に加え、他所での実績がある機器を簡易な方法で評価する手法や、技術開発と工事を一体的に実施することで企業などの技術開発意欲を向上させる方法を取り入れていく。

#### (d) 技術力の向上と国際展開

技術力の向上を図るために人材の育成を行うとともに技術情報の共有化と局内外への情報発信を進めることによって高度な技術を継承する。因みに都庁の中で最も特許取得件数が多いのは下水道局である。

また、監理団体と連携するなどして、当局が蓄積したノウハウや技術を海外へも積極的に展開する。これは我が国の下水道産業の活性化に対する貢献にも繋がっていく。

### (4) 技術開発における下水道局の役割

水質処理技術の開発は、実際のフィールドが必要なこと、成果を得るのに長期間が必要なこと、加えて高度な専門知識の必要性から主に当局が主体を担ってきた。

一方、土木技術、設備技術の場合は、下水道事業が拡大基調にあったこと、汚泥質の変化や環境基準の強化などといった取り巻く環境に変化があったことから、メーカーが主体となって工法や機器の開発を弛みなく行ってきた側面が強い。しかし、技術が一定レベルに達したこと、バブル崩壊後に低成長期に入った事業に対してメーカーが閉塞感を抱いていることなどから、技術開発が停滞気味という現状にある。

そこで、このような時こそ当局の主導性を今以上に発揮して、次世代のニーズに応える技術開発を行う必要がある。このため当局が果たすべき役割を次のように捉え、職員各人がそれぞれの役割を適確に担って技術開発に取り組んでいくこととした。

#### (a) クリエーター

創造的な発想により、新技術を用いた製品化や工法の開発を先導する。

#### (b) プレーヤー

短期的、中・長期的な課題を見極め、自ら専門的立場で開発を行う。

#### (c) コーディネーター

技術開発テーマ（ニーズ）を関係者に提示して、民間企業や大学などと連携し、下水道技術とは異なる分野の有益な技術と下水道技術を融合する調整を行う。

#### (d) ディレクター

開発計画の立案及び進行管理を行うとともに、民間企業が提案する技術の種（シーズ）の下水道への適用性を分析するなど評価を行い、有益な技術の開発を促す。



### 3. 各技術開発テーマ

#### (1) 再構築技術

施設の老朽化対策や雨水排除能力などの機能向上を図っていくこと、都心4処理区の下水道管の再構築を平成41年度までに完了するため整備ペースをアップすること、再構築工事には更生工法などを採用しコスト縮減や工事周辺地への影響を抑制する必要がある。

##### 【開発技術の内容】

##### (a) 下水道管の更生工法の技術改良

更生工法は、使用材料や施工方法の異なる工法が数多くある中で、コストや安全性から現場状況に適切に対応できる技術の改良が必要である。更生工法のうち、製管工法の急曲線対応について、管径の7.5倍の曲率半径まで施工ができる技術の検証を行う。

##### (b) 下水道管の改築推進工法

道路を掘らずに下水道管の敷設替えが可能となる技術の一つとして改築推進工法がある。この技術について、活用の可能性や東京都内での適用性の調査を行い、更にコスト縮減やスピードアップなどについて検討する。

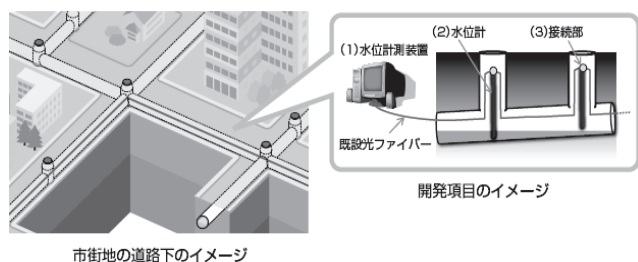
#### (2) 浸水対策技術

都市化の進展により下水道が整備された地域でも浸水被害が発生している。また、くぼ地や坂下など浸水の危険性が高い地区が存在する他、最近では1時間に50mmを超える局所的集中豪雨が増加している。これに対応するためには幹線やポンプ所など基幹施設の整備といった抜本策が必要である。しかしこれらの整備には長い年月と多大な費用が必要のため十分には対応し切れていない。このため、浸水対策施設の整備促進と浸水被害の軽減に向けた技術が求められている。

##### 【開発技術の内容】

##### (a) 下水道管内水位計測技術

既設光ファイバー網を活用し、光ファイバーを加工したセンサーによって圧力を検知する機能を用いて、複数の水位情報を同時に把握・処理する水位計測装置を開発し、浸水被害軽減対策に活用する。



図ー1 下水道管内水位計測技術

##### (b) 新たな雨水流出抑制技術（低地型雨水浸透枳）

雨水流入量を減少させるため土地条件図、土質調査報告書などを活用して低地部の表層地質情報を整理し、雨水浸透に不適な低地でも雨水を砂層などの透水層に直接浸透させる構造の低地型雨水浸透枳を開発する。

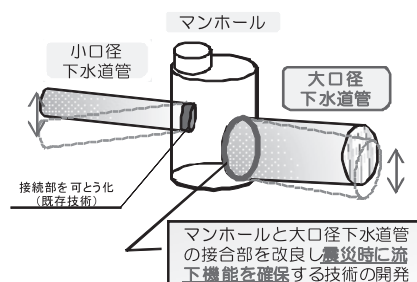
#### (3) 震災対策技術

首都直下地震などの震災に備えて、トイレ機能の確保や下水処理に必要となる施設の耐震化技術、お客さまの避難時の安全性を確保するための人孔（マンホール）浮上抑制技術などの開発が必要となっている。

##### 【開発技術の技術内容】

##### (a) 大口径下水道管の耐震化技術

既に開発済みの小口径管に加え、口径800mm以上の大口径下水道管とマンホールの接合部に、伸縮性のある材料や止水性のある材料を充填することで震災時の応力集中を緩和させ、流下機能を確保する。これにより、水再生センターまでの下水道管の耐震化を推進していく。



図ー2 大口径下水道管の耐震化技術

##### (b) 新たなマンホール浮上抑制技術

マンホールの構造や現場の状況により、従来の工法ではマンホール浮上抑制対策が十分に施せない箇所について、確実に対策が図れる技術を調査し、有効な技術については、試験施工などを行い技術の評価する。

##### (c) 土木構造物基礎の耐震補強技術

水槽構造物などの既存土木構造物の基礎の耐震化を図っていくため、過去の被災事例や道路橋などの設計例を踏まえた診断・設計手法を検討するとともに、下水道施設特有の構造・立地条件（面積が広い地下構造で、液状化が危惧される水辺の近くに立地）を考慮した効率的な耐震補強技術を検討する。

#### (4) 合流式下水道の改善技術

東京都区部では、下水道整備面積の約8割を汚水と雨水をひとつの管で流す合流式下水道として整備してきたため、大雨の時に汚水混じりの雨水や狭雑物（ごみ等）が河川や海へ流出してしまう。これを改

善するため平成 16 年には下水道法施行令が改正され、平成 35 年度までに雨天時の放流水質を処理区平均で BOD40 mg/L 以下にすることが義務付けられた。雨天時放流負荷を削減し、良好な水環境の創出に寄与する技術が求められている。

#### 【開発技術の内容】

##### (a) 濁度計による汚濁濃度計測システム

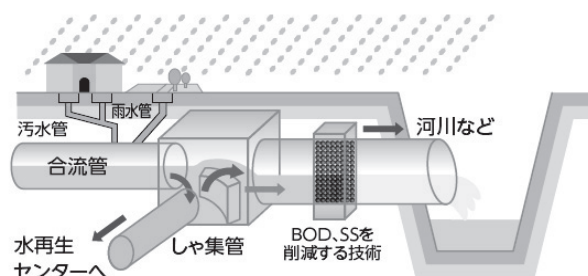
下水の濁度を連続的に計測して BOD に換算するシステムを開発し、雨水吐口からの放流負荷量を連続的・安定的に計測することで、放流水の改善対策に活用する。

##### (b) 微生物燃料電池 BOD 計による汚濁濃度連続計測システム

下水中の有機物の化学的エネルギーをセンサー内の特殊な微生物を用いて電気的エネルギーへ変換して、BOD を連続計測する。精度の高い測定が出来る可能性があり、水再生センターにおける水処理への活用が期待できる。

##### (c) 雨水吐口付近に設置可能なコンパクトな合流改善技術

大雨時に雨水吐口から公共用水域に放流される下水の汚濁負荷量を削減するため、吐口や分水人孔付近など限られたスペースに設置可能な装置を開発する。夾雑物に加え、SS（浮遊物質）に由来する BOD の削減も期待できる。



図一 合流改善技術

#### (5) 地球温暖化対策技術

当局では事業で排出される温室効果ガスを 2020 年度までに 2000 年度比で 25% 削減することを目標としている。また、「都民の健康と安全を確保する環境に関する条例」の改正により、大規模事業所を対象とした温室効果ガス排出総量削減義務が導入され規制が強化されたことから、新たな温室効果ガス排出削減技術が求められている。

#### 【開発技術の内容】

##### (a) 水処理から発生する $N_2O$ の排出抑制技術

反応槽内のアンモニア、硝酸、亜硝酸濃度などを測定しながら、反応槽内への流入水や返送汚泥の入れ方

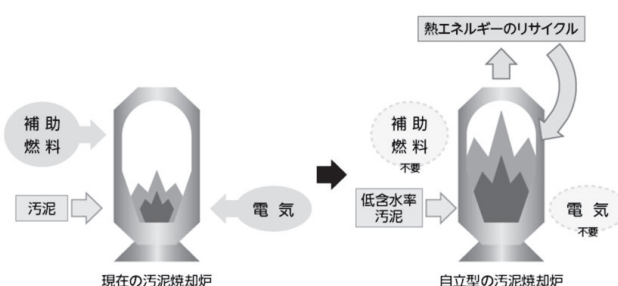
を工夫し  $N_2O$  の排出がより少なくなる処理法を開発する。

##### (b) 硝酸・亜硝酸連続測定計

アンモニアを処理する過程で生成する亜硝酸は、 $N_2O$  の生成に深く関与していることから、亜硝酸を安定して連続測定できる計器を開発し、 $N_2O$  の排出を抑制するための制御技術に活用する。

##### (c) 汚泥焼却技術

脱水汚泥の含水率を低下させ、汚泥自体が含有している熱量を最大限活用して外部からの補助燃料や電力を必要としない自立型の焼却炉や、汚泥からバイオマス燃料・エネルギーを創り出す汚泥焼却システムの開発を検討する。



図四 汚泥焼却技術

##### (d) MBR の省エネルギー技術

MBR<sup>\*3</sup>は膜の汚れを取り除くために大量のエネルギーを消費する。汚れの付きにくい膜システムの開発や膜の洗浄方法を検討し、エネルギー消費量の少ない MBR システムを開発する。また、MBR と NF/RO<sup>\*4</sup>膜を組み合わせた再生水造水と栄養塩回収システムを開発する。

##### (e) 電動機の省電力技術

永久磁石を用いることで電力損失が少なくなる PM モーター<sup>\*5</sup>技術について、大型電動機への適用調査を行う。この電動機を使用することにより、污水ポンプや送風機など連続運転する大型電動機の省電力化を図ることができ、温室効果ガス排出量の削減が可能となる。

#### (6) 水処理技術

東京湾の水環境改善を目指して、ちっ素・りん濃度規制及び総量規制が施行、強化されており、高度処理などの導入を推進している。また都の長期計画「10年後の東京」では、豊かな水辺空間の創出に向けた東京湾の水質改善に取り組むこととしている。これらの計画を実現していくには、運転管理が容易で処理水質が安定した高度処理技術や地球環境に配慮した温室効

果ガス発生量の少ない水処理技術が必要である。

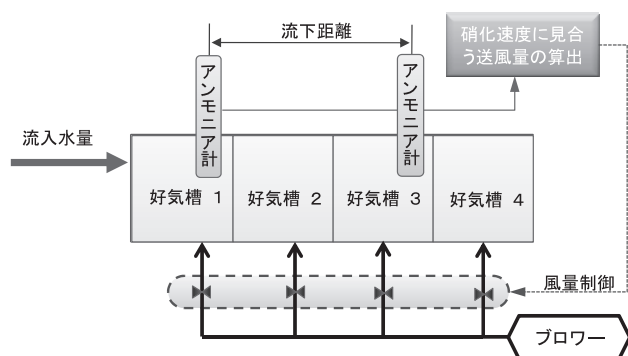
#### 【開発技術の内容】

##### (a) 省エネルギー型高度処理技術（凝集剤・担体添加法）

従来の嫌気・無酸素・好気法に加え、りん除去は、りん固定剤（凝集剤）添加法で処理の安定化を図り、ちっ素除去は、深槽反応槽に対応した硝化担体などを活用して滞留時間の短縮や除去率の向上を図る方法を開発する。あわせて最新の省エネ設備や制御方法を組み合わせて温室効果ガス排出量を削減する。

##### (b) 硝化速度による送風制御技術

アンモニア計を複数設置して反応槽内の硝化速度を測定し、送風量を適正に制御することで送風量の削減を図り、温室効果ガス排出量を削減する手法を開発する。



図—5 硝化速度による送風制御技術

#### (7) 汚泥処理技術

現在、汚泥処理は、スラッジプラントに集約化しスケールメリットを活かした処理を行っているが、更に効率的かつ維持管理が容易で温室効果ガス排出量の少ない処理技術が求められている。加えて汚泥の持つエネルギーや汚泥に含まれる有用資源の回収に適した処理技術の開発も望まれている。

#### 【開発技術の内容】

##### (a) 低含水率脱水汚泥の効率的な搬送技術

低含水率脱水汚泥は、焼却する際には都市ガスなどの補助燃料を削減できる一方、含水率が低いため流動性が極端に低下するので、従来の配管圧送では摩擦抵抗が増加し汚泥の搬送が困難である。低含水率脱水汚泥を効率よく搬送する技術を開発することで、焼却炉における補助燃料削減や搬送動力削減などに結び付く技術を開発する。

##### (b) 送泥汚泥の変質抑制技術

長距離送泥に伴う汚泥質の変化が汚泥処理に与える影響を調査し、汚泥質変化への対応策を確立するとともに、汚泥処理コストの低減、返流水質の向上による

水処理コストの削減が見込める技術を開発する。

#### (8) 資源の有効利用技術

下水道には、水や汚泥の中に有用物質やエネルギーなどの資源が大量に含まれている。これらを有効利用し、環境負荷の少ない都市の実現に貢献するため、汚泥焼却灰の資源化メニューの多様化や下水熱などの利用拡大技術が求められている。

#### 【開発技術の内容】

##### (a) 粒度調整灰（スーパーアッシュ）の利用技術

防食用シートライニング材の原料に粒度調整灰（スーパーアッシュ）を利用するなど、粒度調整灰の利用拡大を目的とした技術を開発する。

##### (b) 焼却灰からのりん回収及びりん回収後の処理灰の有効利用

汚泥焼却灰からりんを溶出させりん酸カルシウムとして回収し、更に焼却灰を新たに資源材料化する技術など、処理灰の資源化を広げる技術の調査や開発を行う。

##### (c) 焼却炉低温廃熱及び自然エネルギーの利活用技術

焼却炉からの低温廃熱を利用したバイナリー発電<sup>\*6</sup>や下水道施設の上部空間などを活用して太陽熱などの自然エネルギーを利用する技術など、再生可能エネルギーの利活用技術を開発する。

#### (9) 維持管理向上、効率化などの技術

下水道管や水再生センターなど多くの施設を適切に管理するために、補修を行う技術、延命化技術、安全に維持管理を行う技術などが求められている。

#### 【開発技術の内容】

##### (a) 高水位の下水道管など調査困難箇所の調査技術

老朽化に伴う補修必要箇所や損傷度合などは、これまでの管路内調査方法では伏越し部分や満管に近い水位など条件により調査困難となる箇所があった。また、圧送管や送泥管などについても状況の確認が困難であった。これらについて調査を確実にを行うために、最新の技術や他分野の技術と融合した手法の開発が不可欠である。

##### (b) 維持管理作業などの機械化技術

下水道施設の維持管理作業や建設工事は、より安全な維持管理や建設を行うため、無人化・機械化技術が今後必要となってくる。マンホール及び下水道管内の調査・点検時に、一連の作業を人力から機械に置き替えることにより、安全に効率よく作業を行うことを可能とするため、他分野で導入されている無人化・機械化技術を下水道分野に応用するための調査を行う。



## 4. 技術開発方法の整備

### (1) 従来の技術開発制度

局自らが実施する固有研究に加え、次の3種類の共同研究手法によって技術開発を行ってきた。

#### (a) 公募型共同研究

下水道局が課題を提示し、応募された企画内容を評価し共同研究者を決定して実施する。

#### (b) ノウハウ+フィールド提供型共同研究

民間企業が実用化を視野に入れた研究開発段階で提案する技術開発で、当局がノウハウ、用地及び施設並びに試料などを提供して行う。

#### (c) 簡易提供型共同研究

ノウハウ+フィールド提供型の簡易版で、研究期間が1年程度で出来るもの。

既述のように、民間企業等の技術開発意欲が盛んであった時には、これら制度が受け皿として十分機能してきたが、必ずしも十分と言えない現状にある。

### (2) 新たな技術開発方法

次のような考え方や手法を取り入れることで、民間企業の技術開発意欲や投資意欲の向上を図っていく。

#### (a) 技術開発制度の充実

公的機関から性能の評価を取得済みで、既に他の自治体で導入実績があり、新たな開発要素が少ないなど一定の要件を満たす技術については、当局への適合性の確認を簡易な方法で評価し迅速な導入を図る。新工法、新材料、新機器の導入に際して、当局への適合性を確認するため、試験施工、性能確認などにより評価を行う。

#### (b) 開発技術の導入を前提とした開発意欲向上策

従来の研究手法に加え、民間企業が行う技術開発の意欲向上のため、開発した技術を導入する工事の発注を前提とした共同研究を実施する。

## 5. おわりに

計画策定後に発災した東日本大震災は、都においても被害が発生した。主なものとしては、特定地域が液状化しシルト状の汚泥が下水道管に大量に流入し流下機能を大きく阻害したこと、水再生センターの沈殿池に起きたスロッシング<sup>※7</sup>により、多くの池において掻き寄せ機のチェーンが脱落したこと、加えて2階層式沈殿池の上下層間に設置されている搬入口用のPC板などが外れ、チェーン破断の原因となったことなどである。

一方では、液状化による浮上を防止するフロートレス工法マンホール<sup>※8</sup>の機能が正常に機能したこと、感震器により焼却炉が緊急停止し大事に至らなかったことなど、今まで積み上げてきた技術が役に立ったことも実証された。

更に原子力発電所の事故によって、今後は今以上に省電力の水処理・汚泥処理が求められるといった新たな課題も提起されている。

計画に記載済みの震災対策の強化として更なる下水道管の耐震化技術やマンホール浮上抑制技術、土木構造物基礎の耐震補強技術、省電力技術として幾通りかの省エネルギー型水処理技術や自立型の汚泥焼却システム、電動機の省電力技術などについて検討や技術開発に着手したところであるが、早急に具体化に向けてスピードアップを図る必要がある。これらに加え、各地の被災状況なども調査・分析し、対応策の強化などに役立つ技術を「新たなニーズ」と捉え、対応を図っていくことが必要となる。

今後は、限られた予算・人材を活用し、東京のみならず日本の下水道ユーザーに安心して質の良いサービスを享受して頂けるよう、技術の面から貢献していく。なお計画の詳細は、下記の当局ホームページを参照願いたい。

<http://www.gesui.metro.tokyo.jp/>

- ※1 オープン・イノベーション：内外のアイデア・技術を融合し、新たな価値を創造すること。
- ※2  $N_2O$ ：一酸化二窒素。 $CO_2$ （二酸化炭素）の310倍の温室効果があるガスで、汚泥焼却や水処理の過程で発生する。
- ※3 MBR：膜分離活性汚泥法（Membrane BioReactor）。下水処理において固液分離に膜分離技術を適用した方法。省スペースでの設置が可能だが、膜表面洗浄用に大量の空気が必要で電力使用量が増える。
- ※4 NF/RO：ナノろ過（NanoFiltration）、逆浸透（Reverse Osmosis）膜。NF膜は2nmより小さい程度の粒子を、RO膜は1nmより小さい塩類などのイオンや低分子の有機物を除去できる。
- ※5 PMモーター：永久磁石電動機（PermanentMagnet Motor）。回転子に巻線ではなく永久磁石を用いる電動機。2次銅損などがなく、消費電力量が削減できる。
- ※6 バイナリー発電：低沸点の物質を比較的低温の廃熱により沸騰させて蒸気をつくり発電する。
- ※7 スロッシング（sloshing）：地震発生時にタンクや水槽内に貯えられた液体が上下左右に激しく動くこと。槽に大きな力が掛かり、損傷の原因となる可能性がある。
- ※8 フロートレス工法マンホール：非開削人孔浮上抑制工法。人孔に消散弁を設置し、地震時に発生する過剰間隙水圧を消散させてマンホールの浮上を抑制する。

JICMA

#### 【筆者紹介】

東郷 展（とうごう まこと）  
東京都下水道局  
技術開発担当部長



# 寝屋川流域下水道なわて水みらいセンター 水処理施設築造工事の施工

萩 原 昇

寝屋川流域下水道なわて水みらいセンター水処理施設築造工事は、同地域の都市化による汚水量の増加に対応すると共に流域の水質改善を目指し高度処理に対応した処理場として計画された、なわて水みらいセンターの水処理施設の新設工事である。処理水は河川への放流以外に再生利用を目指し場内利用だけでなく、上流域の水路に送水し良好な水環境を形成すると共に地下式の水処理施設の特長を生かし地域のオープンスペースとしての憩いの場を提供している。本稿では地下式の水処理施設の施工について報告する。

キーワード：下水処理場、高度処理、水処理施設、マスコンクリート、ソイルモルタル、誘発目地、仮棧橋

## 1. はじめに

なわて水みらいセンターは寝屋川流域下水道の中の北部流域下水道を処理区域として寝屋川市、四條畷市、枚方市及び交野市より集水された汚水の高度処理を行う鴻池水みらいセンターに続く第2の下水処理場である。



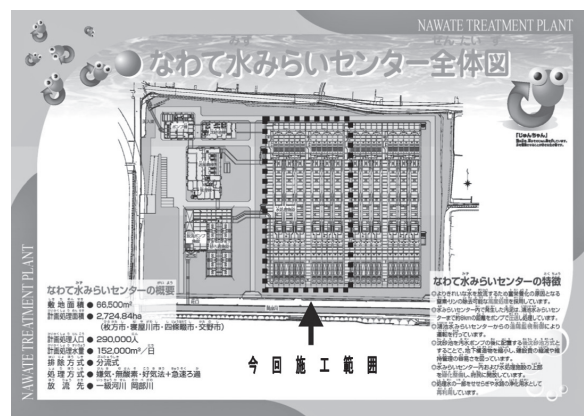
図一 処理区域概要図

処理場内はポンプ棟、沈砂池棟、水処理施設、管理棟、送風機棟、砂濾過施設、塩素滅菌棟、放流ポンプ施設よりなり処理水は岡部川への放流と再生水として利用される。汚泥は鴻池水みらいセンターへ圧送して処理するため、汚泥脱水機や焼却炉などの汚泥処理施設が設置されていない。

設が設置されていない。

### (1) なわて水みらいセンターの計画諸元

- ・計画処理人口…………… 290,000 人
- ・計画処理面積…………… 2,724.8 ha
- ・処理能力…………… 38,000 m<sup>3</sup> / 日  
全体計画 (152,000 m<sup>3</sup> / 日)
- ・処理方式…………… 嫌気・無酸素・好気法 + 急速濾過
- ・敷地面積…………… 6.65 ha



図二 全体図と今回の施工範囲

### (2) 水処理施設の建設の経緯

- ・平成 11 年 12 月 土留工事着手
- ・平成 13 年 5 月 掘削工事着手
- ・平成 17 年 10 月 躯体工事着手
- ・平成 19 年 10 月 プラント工事着手
- ・平成 22 年 6 月 水負荷運転開始
- ・平成 22 年 9 月 供用開始

## 2. 工事概要

発注者：大阪府

工事名：寝屋川流域下水道なわて水環境保全センター  
水処理施設築造工事

工事場所：大阪府四條畷市大字砂～大字葎屋

工期：自 平成 17 年 10 月 22 日

至 平成 21 年 2 月 27 日

施設概要：全地下式の水処理施設（地下 3 階）

：最初沈澱池 6 池

：生物反応槽 6 池

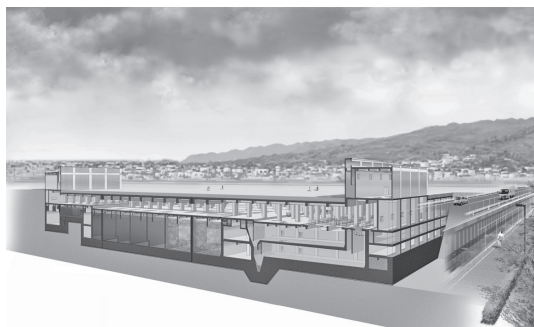
：最終沈澱池 6 池

施設規模：幅 82.8 m

：長さ 175.4 m

：高さ 18.7 m ～ 22.3 m

処理能力：76,000 m<sup>3</sup>/日



図一三 水処理施設完成予想図



写真一 供用中の水処理施設内部

主要工事数量

### ・土工

埋戻し工 ソイルモルタル 14,866 m<sup>3</sup>

埋戻し工 改良土他 6,955 m<sup>3</sup>

### ・仮設工

土留撤去工 568 t

栈橋撤去工 5,825 m<sup>2</sup>

### ・躯体工

型枠工 131,624 m<sup>2</sup>

型枠支保工 183,890 m<sup>3</sup>

鉄筋工 7,625 t

鉄筋コンクリート工 99,643 m<sup>3</sup>

### ・附帯工

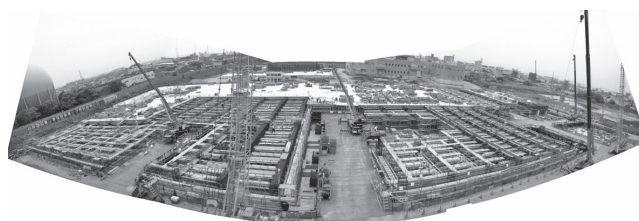
伸縮継ぎ手工 耐震用 1,010 m

防水工 天井、池内 24,710 m<sup>2</sup>

防食工 C,D1 5,450 m<sup>2</sup>

## 3. 施工

水処理施設の工事発注は建設の経緯からもわかるように平成 11 年から平成 17 年の間に 3 回に分けて分離発注されており，第 3 回の最終の躯体工事が今回報告する工事である。前回迄の発注された工事で掘削，土留，仮栈橋は完了及び設置されていて躯体構造物を築造しながら土留，仮栈橋を解体撤去した。



写真一 二 施工中の水処理施設全景

### (1) 施工方針

工事の重点管理目標を（発注者の要求品質を満足する構造物を所定の工期内に施工する）に設定した。

目標を達成するために品質については躯体構造物からの漏水防止を重点項目とし，良質なコンクリートの打設，施工継手漏水対策を立案し，品質管理の徹底を図った。また鉄筋の組立精度，継手（ガス圧接，重ね継手）の品質管理の徹底を図った。工程については躯体構築の適正な構築手順を決定すると共に，水みらいセンター内で同時発注された他工事（4 箇所）との連絡調整を十分に行い工事の円滑な進捗を確保した。安全については安全衛生マネジメントシステムを基にリスクアセスメントを実施した結果，墜落・転落災害の防止，飛来落下災害の防止，クレーン災害の防止を重点としてそれぞれの危険，有害要因を抽出し，それらの要因の除去，低減対策を立案し関係者全員に教育，周知，遵守することにより全工期無災害での竣工を目指した。

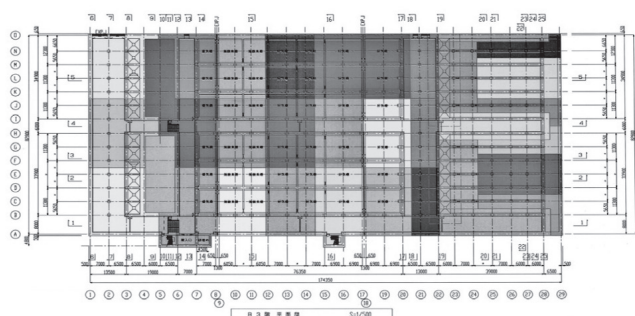
環境については建設廃棄物，二酸化炭素の発生抑制と適正処理，型枠用熱帯材の代替促進，工事用排水の適正処理に取り組み周辺環境への影響防止に努めた。

### (2) コンクリート工

水処理施設の躯体は非常に複雑で池部分，管廊部分，



機械室部分に分かれ管廊部分の上部には水路が設けられている。底版はベタ基礎で設計されており底版厚さは2,500 mm～2,800 mm のマスコンクリートで底版部のコンクリート量は41,000 m<sup>3</sup>あり全体を生コンプの供給能力、ポンプ車の設置可能台数、地域の交通事情とひび割れ防止対策を基にして1ブロック当りの打設量を決定した。ひび割れ対策としては温度引張応力度を低減するために34ブロックに分割し、極力拘束面を少なくし開放面を必ず設けるよう打設順序を計画して施工を行った。



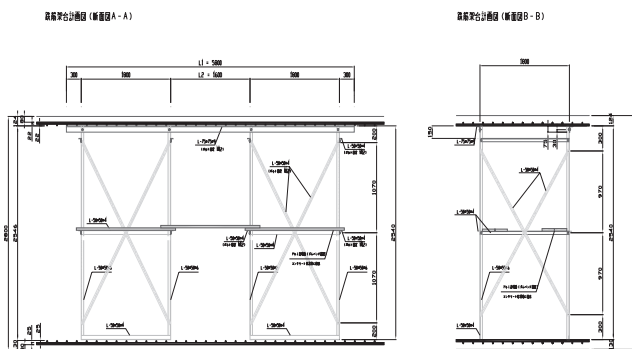
図—4 底版ブロック割平面図



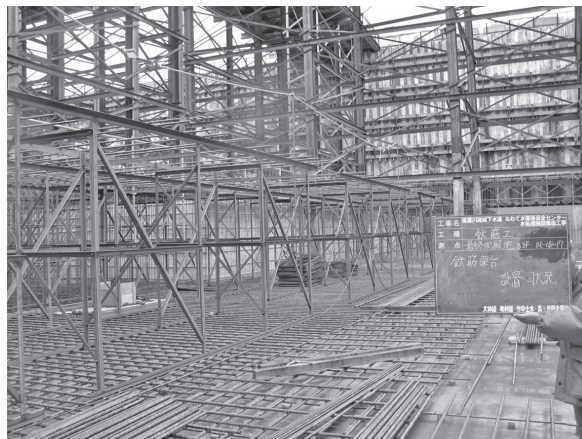
写真—3 底版コンクリート打設状況

また気温の低い時期に底版が打設完了するよう工程調整を行い12月から5月までの期間に最初沈澱池の池部を除いて打設することができた。1ブロックの1日当り最大打設コンクリート量は約1,500 m<sup>3</sup>であった。底版の施工継手はラス型枠を使用し硬化後の鉛直面に止水材を貼り付け止水対策とした。また壁、床板についても打設計画図に基づき実施した。最初沈澱池71回、生物反応槽49回、最終沈澱池86回、壁、スラブの全ての打設回数は206回になった。

底版の鉄筋組立は高所作業となるため専用の架台ブロックを地上のヤードで組立して栈橋から吊り降ろして設置し、架台兼作業足場として施工性と安全性を確保した(図—5, 写真—4)。



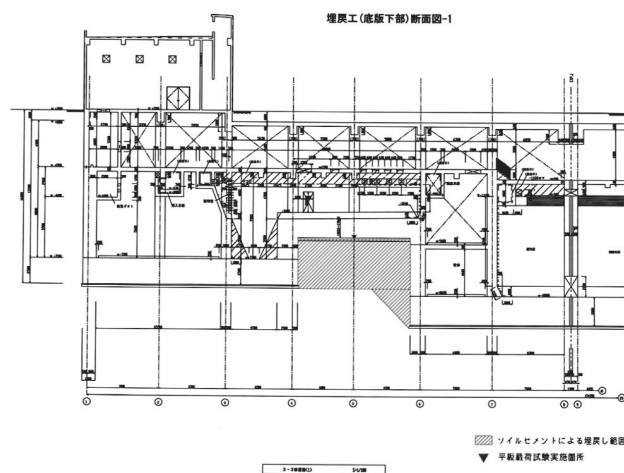
図—5 鉄筋架台断面図



写真—4 鉄筋架台設置状況

### (3) 最初沈澱池の地盤改良土

最初沈澱池の池部分の基礎は前回工事で基礎部分を一度掘削されているため管廊の壁と汚泥ホッパー部の壁に囲われた部分をセメント系改良土での埋戻しの設計になっていた。基礎部分は高さが4.6 m～8.4 mの法面部であると共に4方向の壁から定着用の鉄筋が突出しており栈橋の支持杭も数本打設してある傾斜地で上部に鉄筋が支障するため良好な転圧が困難であり品質と安全面よりソイルモルタルに変更して施工した。(図—6, 写真—5) また水路下などのデッドスペース



図—6 埋戻工断面図

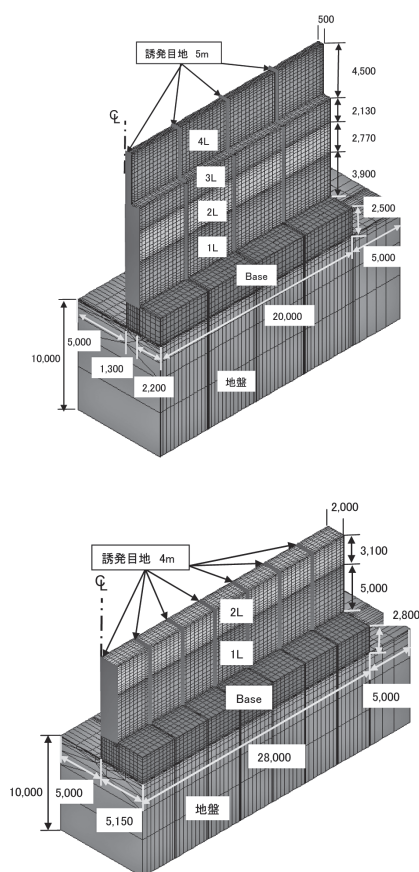


写真一五 ソイルモルタルでの埋戻

スの砂詰部分についても同様にソイルモルタルで施工した。

#### (4) コンクリートのひび割れ対策

今回、マスコンクリートのひび割れ対策として誘発目地の設置が設計上も考慮されていたが、設置位置等の詳細検討がなされていなかったため、温度応力解析(3次元FEM解析)を行い、ひび割れの制御及び発生を抑制を図った。



図一七 ひび割れ解析モデル

目標とするひび割れ指数は、1.0（ひび割れ発生確率 85%）として解析を行った結果、最大壁厚 2.0 m の箇所については、ひび割れ指数 1.0 を誘発目地のみで確保することは難しい状況であり打設ブロックの分割化と徹底した湿潤養生等を計画実施した。それ以外の壁（壁厚 0.5 m ～ 1.3 m）については同指数 1.0 以上を確保できる結果が得られ、この結果を基にして誘発目地を設置しながら構築工事を進めた。工事完了後のクラック調査においては、壁部のクラックはほぼ誘発目地部分で発生しており、それ以外の場所で大きなクラックが発生していないことを確認した。

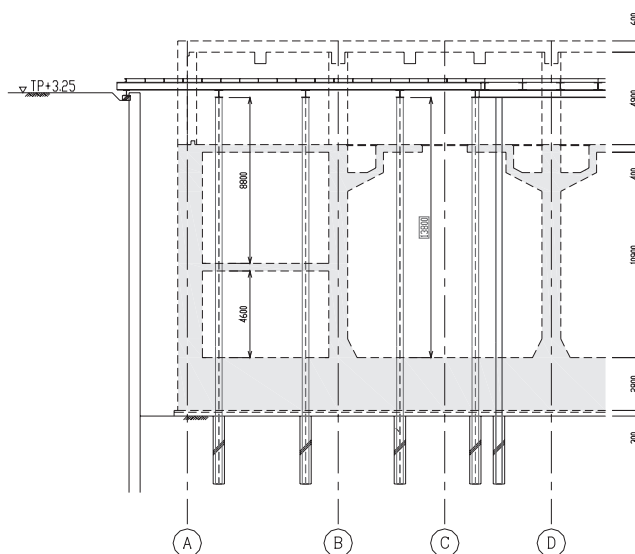


写真一六 誘発目地の設置

#### (5) 仮栈橋の解体撤去

5,825 m<sup>2</sup> の栈橋と支持杭 274 本の解体撤去を躯体コンクリートの打設に合わせて実施した。

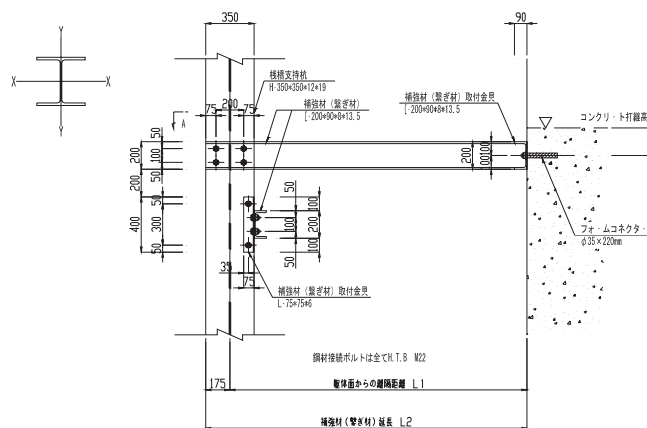
本体構造物の躯体工事を進めるに当たり、地下 1 階天井スラブを施工するまでに、仮栈橋に設置されている継材（水平つなぎ、ブレース）をすべて撤去する必要があるが、生物反応槽池部においては、地下 1 階まで



図一八 仮栈橋断面図



栈橋支持杭を拘束するスラブ等がなく、限界座屈長が10.9m（底版コンクリート天端からの距離）に対して最大支柱高が13.8mとなり、支持杭の限界座屈長を超えてしまう。そのため、地下1階スラブを施工するまでに壁つなぎを設置し、栈橋支持杭を補強する必要がある。そこで事前に対象仮栈橋支持杭の強軸・弱軸両方向に対して近傍の躯体コンクリートからの壁つなぎを設置することにより、仮栈橋継材を全て撤去した時点で支持杭が限界座屈長以内に収まるようにした。



図—9 仮栈橋支持杭補強図



写真—7 栈橋支持杭の補強

## 4. おわりに

当工事は新設の下水処理場の中でも大規模な水処理施設を築造する工事であった。平成20年度末にプラント設備工事が水処理施設内の工事に着手できるよう関係者が鋭意努力して竣工した。プラント設備工事完成後の水張り試験、総合試運転も無事終了し22年9月の供用開始を迎えることが出来ました。最後に、ご指導を頂いた大阪府東部流域下水道事務所の皆様、日建技術コンサルタンツ様、そして現場を支援して頂いたJV（大林組・奥村組・竹中土木・森本組共同企業体）各社、協力業者、関係各所の皆様にこの場を借りて感謝の意を表します。

J C M A

### 《参考文献》

- 1) 大阪府：寝屋川流域下水道なわて水みらいセンター事業パンフレット  
(計画策定から供用開始までのあゆみ)

### 【筆者紹介】

萩原 昇（はぎはら のぼる）  
㈱大林組  
大阪本店 土木事業部 工事部





# アルミニウム合金製屋根工法を用いた 上水道施設のリニューアル工事

武 富 幸 郎

高度成長期に集中的に整備された水道施設はいずれも老朽化が進み、更新や補修・補強の時期を迎えている。施設の機能を継続的に確保していくためには、適切な更新を行い、施設水準の維持・向上を図ることが必要である。

水道用プレストレストコンクリートタンクにおいても、多くのタンクが供用期間 30 年を超えている。本稿では、劣化した屋根のみを更新することで、配水池としての機能を回復させ、長寿命化させた施工事例について報告する。

キーワード：PC タンク、アルミ合金製ドーム屋根、解体、不断水

## 1. はじめに

水道用配水池のプレストレストコンクリート製タンク（以下 PC タンクと略す）では、側壁および底版は健全であるにもかかわらず、貯留している水道水中に含まれる塩素により RC ドーム屋根内面において、鉄筋の腐食やそれに起因するコンクリート表面の剥離・剥落が発生している（写真—1）。また、ドーム形状による施工面での難しさから、コンクリートの被り不足および不十分な締固めも劣化の一因として考えられる。

PC タンクの側壁は高強度で高品質なコンクリートと水圧等に対して、ひび割れが出ない設計となっていることから十分な耐久性と耐震性を有していることが多い。そのため劣化した RC ドーム屋根をメンテナンスフリーのアルミ屋根に更新することで、配水池の長寿命化がはかれる。RC ドーム屋根をアルミ屋根に更新するリニューアル工事については多くの実績ができてきた。



写真—1 RC ドーム内面の劣化

ここでは、PC タンクの更新工事の施工事例を紹介する。

## 2. 横須賀市逸見高区配水池

### (1) 配水池概要（写真—2）

|      |                      |
|------|----------------------|
| 内径   | 28.5 m               |
| 有効水深 | 8.0 m                |
| 有効容量 | 5,000 m <sup>3</sup> |
| 竣工   | S45 年                |



写真—2 リニューアル前の PC タンク

### (2) 施工概要

工事の概要としては、劣化した RC 製ドーム屋根を解体撤去した後にアルミ合金製ドーム屋根を構築するものである。また、側壁のリニューアルとして、PC タンクの内面にステンレスのライニングを行っている。

更新後の一般構造図を図—1 に示す。

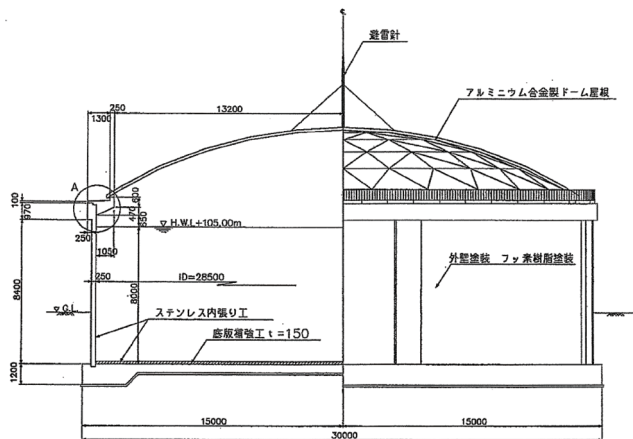


図-1 一般構造図（更新後）

### (3) RC ドーム屋根の解体

RC ドーム屋根は、厚さ 10 cm 程度の球面形状である。この RC ドーム屋根の解体方法として、ウォールソーを採用した。膜応力状態の RC ドーム屋根を安全に解体するためにドーム中央から外周に向かってドーナツ状に解体を行った（写真-3、4）。



写真-3 ウォールソーによる切断の状況



写真-4 RC ドーム屋根解体状況

### (4) アルミ合金製ドーム屋根

RC ドーム屋根解体後、側壁上端にアルミ合金製ドーム屋根の支承部を鉄筋コンクリートで構築する。

アルミ合金製ドーム屋根は、PC タンク底版上で組立て、人力のウィンチで上架する。

当該アルミ合金製ドーム屋根は、ドームトラス工法

で、特殊形状のアルミ合金製 H 型鋼を三角形のトラス状に組立て、三角形のアルミ合金製の屋根パネルを張る構造である。骨組材および屋根パネルとも溶接を使用せず、ボルトで施工するため、人力で作業可能であり工期が短くできる特長がある（写真-5～7）。



写真-5 骨組の組立て

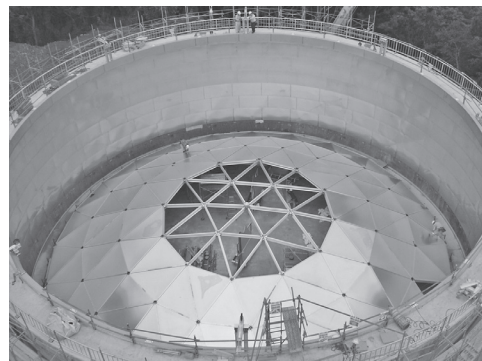


写真-6 屋根パネルの張付け



写真-7 ウィンチ上架

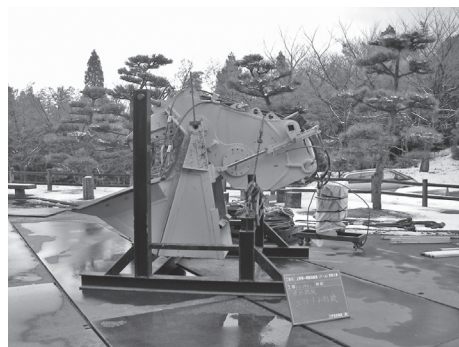
### (5) 完成

劣化した RC ドーム屋根を耐久性の高いアルミ合金製屋根に更新し、更に内面をステンレスライニングすることで、今後の大規模なメンテナンスを不要にし、施設の延命化が実現できた。完成写真を写真-8 に示す。





写真—8 完成写真



写真—9 特殊ニブラ破碎機

### 3. 射水市上野第1配水池

#### (1) 配水池概要

|      |                      |
|------|----------------------|
| 内径   | 28.0 m               |
| 有効水深 | 10.0 m               |
| 有効容量 | 6,500 m <sup>3</sup> |
| 竣工   | S50 年                |

#### (2) 施工概要 (図—2)

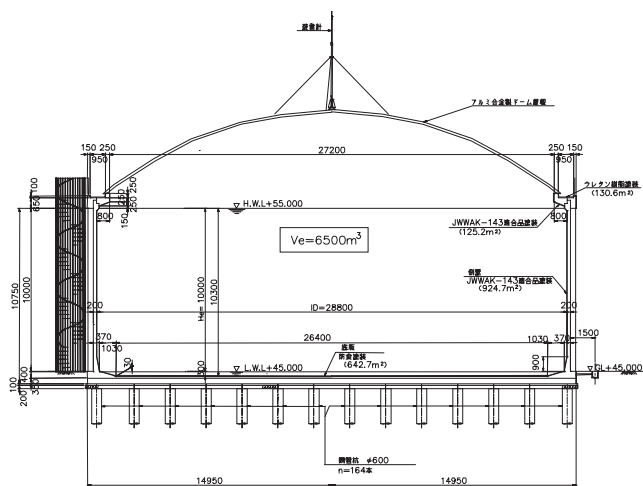
工事の概要は、アルミ合金製ドーム屋根による更新および側壁・底版の防食塗装の再塗装である。



写真—10 解体の状況



写真—11 重機の配置



図—2 一般構造図 (更新後)

#### (3) RC ドーム屋根の解体

RC 製ドーム屋根の解体については、ウォールソーによる切断解体方法があるが、ドームの径が大きくなる場合や吊り上げ時の重機がタンク周辺に配置できない場合にはウォールソーの切断長が長くなり解体の工事費が高くなる傾向にある。

当該工事のRC 製ドーム屋根の解体は、特殊ニブラ (写真—9) による解体工法を採用した。この解体機の特長は、コンクリートを直接個割りできるため、

ウォールソー工法のような吊り降ろし、小割りが不要となる。濁水が発生しないため処理が不要、ニブラにホッパーを付けている構造であるため、解体コンクリートを落下させない、また、重機配置は1ヶ所で施工可能である等の特長がある (写真—10, 11)。

#### (4) アルミ合金製ドーム屋根

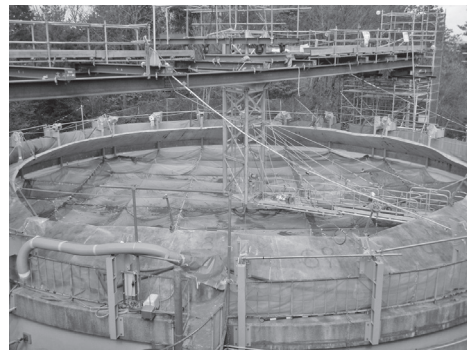
当該工事のアルミ合金製ドーム屋根は、ウルトラドーム工法である。積雪荷重としては、積雪深さ1.5 m、積雪荷重 450 kg/m<sup>2</sup> (4.5 kN/m<sup>2</sup>) に対応した屋根構造となっている。

施工は、底版上で組立てた後、人力ウィンチで上架を行った (写真—12, 13)。





写真—12 ウィンチ上架の状況



写真—14 東生駒配水池の施工中の状況



写真—13 完成写真

#### 4. 不断水ドーム改修工法

劣化したRCドーム屋根をメンテナンスフリーのアルミ屋根に更新することで、配水池の長寿命化がはかれる。RCドーム屋根をアルミ屋根に更新するリニューアル工事については多くの実績ができてきた。

しかしながら、配水池が1池のみでは長期の断水ができないため、補修工事ができない配水池も多く存在する。

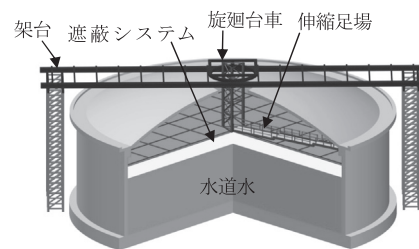
そこで、配水池を稼動しながら（不断水で）劣化したコンクリート製屋根を撤去し、アルミ屋根に更新する技術として、「ウォーターラッピング工法」（WW工法と略す）がある。

この工法は、平成18年から（財）水道技術研究センター内に設けられた学識経験者等からなる「中小規模水道におけるPC製配水タンク更新手法に関する研究委員会」（委員長 茂庭竹生 東海大学名誉教授）において評価が行われた。平成19年に茨城県守谷市のご協力による実証実験を経て、平成20年度に奈良県生駒市においてドーム改修工事の実施工を行った。

本稿では、不断水でドームを改修するウォーターラッピング工法の概要と、生駒市東生駒配水池（写真—14）の施工を報告する。

##### （1）ウォーターラッピング工法の概要

本工法の特長は、PCタンク内の貯留水道水を工事に起因する粉塵や濁水による汚染から守るための「遮蔽システム」、PCタンク内部での作業を可能にする「旋回式の伸縮足場」である（図—3）。この2つの機能により、タンク内の貯留水道水を運用しながらRCドーム屋根の改修工事が可能となる。



図—3 工法全体概要図

##### （2）生駒市東生駒配水池（写真—15）

|      |                      |
|------|----------------------|
| 内径   | 20.0 m               |
| 有効水深 | 5.6 m                |
| 有効容量 | 1,740 m <sup>3</sup> |
| 竣工   | S46 年                |



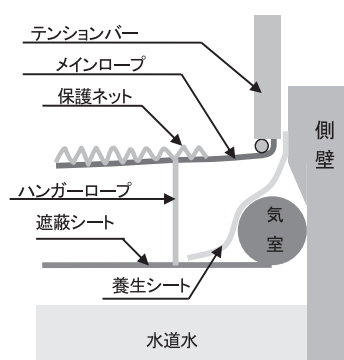
写真—15 改修前の配水池

##### （3）施工の概要

当該工事は、飲料水のタンクを使用しながら劣化したRCドーム屋根を撤去して、アルミ合金製屋根に更新する工事である。

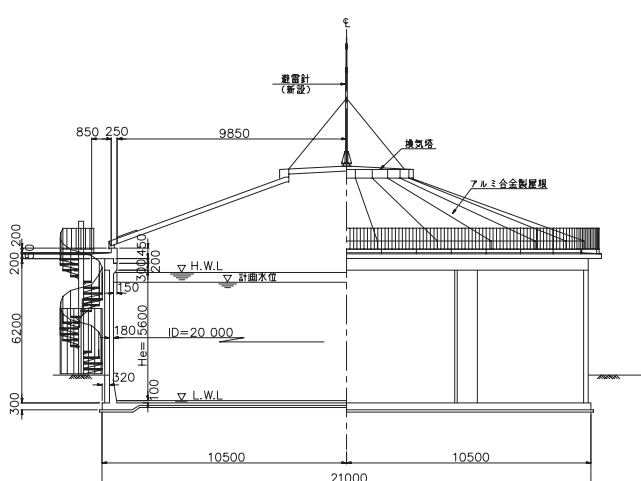
施工期間を通じて、飲料水を保護する遮蔽システム

が必要となる。図—4に遮蔽システムの概要を示す。



図—4 遮蔽システム概要図

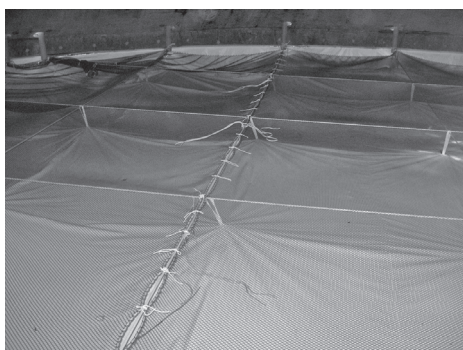
図—5に東生駒配水池の改修後の一般構造図を示す。



図—5 一般構造図（改修後）

#### (4) 遮蔽システムの施工

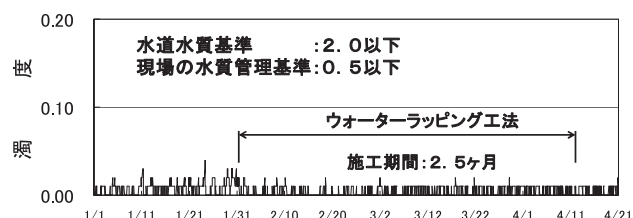
遮蔽膜は、水面上で展開し外周部の気室に空気を入れることで側壁に密着させる。その後、メインロープを緊張することで遮蔽シートは懸垂される。遮蔽シートは所定の位置に固定され、水位が変動しても遮蔽システムは保持される。気室と側壁の間は養生シートを設置することで雨水やほこりが入らない構造としている。メインロープ上には落下物が遮蔽シートを守る保護ネットを設置する（写真—16）。



写真—16 遮蔽システム

#### (5) 水質管理結果

工事期間を通じて、遮蔽システムは安全に機能した。工事期間中は現場に設置した水質自動監視装置のデータと生駒市計測の水質データをモニタリングしながら、施工を進めた。図—6の濁度の管理記録が示すように、水道水の水質に影響を及ぼすことなく安全に施工を完了することができた（写真—17）。



図—6 工事中の濁度の推移



写真—17 完成写真

### 5. おわりに

今後、配水池の補修の必要性は増してくるものと思われる。PCタンクの底版、側壁の耐久性は十分であるため劣化したRCドームを高耐久性のアルミ合金製屋根に架け替えることにより、配水池の長寿命化がはかれる工法として、今回のPCタンクのリニューアルは有効な工法であると確信する。

J C M A

#### 〔筆者紹介〕

武富 幸郎（たけとみ ゆきお）  
三井住友建設(株)  
土木本部 営業推進部  
リニューアル技術担当



# 阿波市市場水源確保に伴う施設整備工事

## 新しい集水管敷設方法による新型ラジアルウェル

坂 本 篤・伊 藤 章 寛・谷 村 雅 也

阿波市市場水源開発事業において、安全かつ安定的な取水を目指した新しい集水管敷設方法による新型ラジアルウェル（放射状集水井）を施工した。新工法は集水管を圧入と振動を繰り返すことで目詰りのしにくい集水管構造を実現するものである。この新工法によって、集水管周辺に粗粒子を配し、細粒分を除去することが可能となり、目詰りのしにくい安定的な取水施設が構築できるものと考えられる。

キーワード：水源開発、取水施設、放射状集水井、目詰り、ラジアルウェル

### 1. はじめに

わが国では、年間約 284 億  $\text{m}^3$  の都市用水を使用し、水道普及率は 97% を超えている<sup>1)</sup>。一方、全国清涼飲料工業会がまとめている 1987 年からのミネラルウォーターの生産推移では、1987 年の生産量が約 50 (千 kL) であったのに対して、2010 年では約 2,100 (千 kL) となっており、ミネラルウォーターの消費量増大や家庭用浄水器の普及が進むなど、安全でおいしい水に対する関心が高まっている。近年では、水道事業体から水道水や水道水源の水が販売されており、水道水がおいしい水として徐々に認知されつつある。

水道水源は、地表水（河川水、湖沼水など）と地下水に大別され、地下水は不圧地下水および被圧地下水に分けられる。これらの水源から、できるだけ良質な原水を安定して取水することが重要となる。

水道事業は人間の根幹をなす水を供給することから、平常時には広域化等の合理的な水道事業によって安定供給を目指すことはいうまでもないが、大規模震災時に早急に復旧できることも極めて重要な課題のひとつである。大震災時には、ライフラインの復旧までの間、浅井戸によって生活水をまかなうことができたとの地域の意見がある。平成 23 年 3 月の東日本大震災から震災対策への関心が高まっていることから、小中規模の浅井戸が注目されるものと予想される。

本稿では、吉野川水系の中流域に位置する阿波市市場町で建設された浅井戸のひとつである放射状集水井<sup>2)</sup>（ラジアルウェル）の新工法について報告する。

### 2. 吉野川水系の概要

吉野川は、その源を高知県吾川郡の瓶ヶ森（標高 1,896 m）に発し、四国山地に沿って東に流れ、北に向きを変えて四国山地を横断し、徳島県池田において再び東に向かい、岩津を経て徳島野に出て、大小の支川を合わせながら、第十地点で旧吉野川を分派し、紀伊水道に注ぐ、幹川流路延長 194 km、流域面積 3,750  $\text{km}^2$  の一級河川である。吉野川流域は、四国 4 県にまたがり四国全域の約 20% に相当する広さを持ち、四国における社会・経済・文化の基盤となっており、吉野川中流域に位置する阿波市においても地域住民の生活水のほとんどが吉野川水系の地下水によってまかなわれている。

### 3. 阿波市市場水源開発の概要

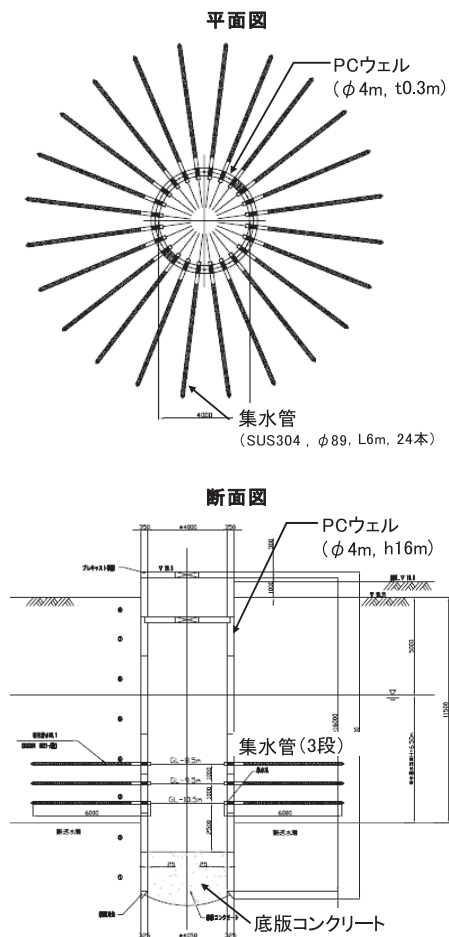
阿波市の人口は 40,956 人であり 39,635 人の水道水を行政が給水（普及率 97%）している（平成 23 年 3 月現在）。阿波市の水源地は 347  $\text{m}^3/\text{日}$  ～ 8,500  $\text{m}^3/\text{日}$  の 7 施設がある。このうち最も取水量が多い施設（8,500  $\text{m}^3/\text{日}$ ）が老朽化しつつあり、水道施設の増強が必要であった。そこで、阿波市市場町に 8,500 ( $\text{m}^3/\text{日}$ ) 以上の取水施設を建設することが計画された。阿波市市場水源開発事業の概要を表 1 に示す。この水源開発事業は地下水から安定的な取水をすることを目的としており、取水施設には浅井戸のひとつであるラジアルウェルが採用された。

ラジアルウェルとは、井筒側壁から集水管を水平放射状に突き出し、この突き出した分だけ井戸半径を大きくし、大量取水に有利な構造としたものである。図 1



表―1 阿波市市場水源開発事業の概要

| 項 目              | 仕 様                                              |
|------------------|--------------------------------------------------|
| 取水井築造工事（ラジアルウェル） |                                                  |
| 井筒構築PCウェル        | φ4.0 m, L=16 m                                   |
| 水平集水管            | L=6.0 m, 72本（1段24本, 3段）                          |
| 電気室築造工事          | RC造, 2階建て, 56.1 m <sup>2</sup>                   |
| 水源地造成工事          | 393 m <sup>2</sup>                               |
| 門扉・門柱製作据え付け      | h=1.2 m×6.0 m                                    |
| ポンプ室・滅菌室・盤据付電気工事 | 電力用 通信 制御ケーブル等                                   |
| 紫外線滅菌設備工事        | 処理量8,500 m <sup>3</sup> /日                       |
| 紫外線滅菌室築造工事       | S造, 1階建て, 73.4m <sup>2</sup>                     |
| 取水ポンプ設備工事        | φ125, 2.0 m <sup>3</sup> /min, 29 m, 18.5 kW ×3台 |
| 旧水源地導水管布設工事      | φ300DCIP(NS)×108.9 m                             |
| 新水源地導水管布設工事      | φ300DCIP(NS)×19.2 m                              |



図―1 ラジアルウェルの概要図

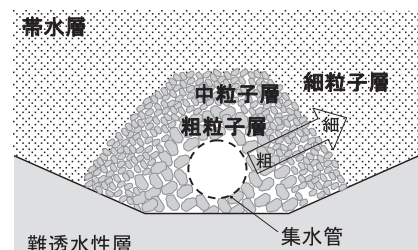
に本事業のラジアルウェルの構造を示す。本事業におけるラジアルウェルの構造は、井筒にPCウェル（内径φ4m、長さ16m）による立坑を構築し、底部に底版コンクリートを打設し、水平放射状に長さ6mの集水管を72本（1段24本、3段）設置することとした。現在は、ラジアルウェルの施工が完了し、浄水施設の建設を行っている。

#### 4. 浅井戸の課題

浅井戸は不圧地下水を取水する井戸で、大別すると井筒式（不完全貫入井）、井筒式（完全貫入井）およびラジアルウェルにわけられる。このうち、不完全貫入井は小規模取水に用いられ、完全貫入井およびラジアルウェルは小規模から中規模取水に用いられる。これらの浅井戸に共通した課題は、安定した取水をいかに長期間にわたって維持できるかである。

取水量の低下の要因のひとつとして目詰りがあげられる。目詰り対策としてスクリーンを目詰りにくい構造とすることが重要となるが、ロックフィルダムのドレーン材、廃棄物処分場の集排水管および一部の集水埋渠に代表されるように、周辺地盤の土層構成によって目詰りを防止する方法もある。この対策手法は、集水管周辺に粗い土粒子を敷設し、徐々に細かい土粒子を配することである（図―2）。しかしながら、この手法は水のない状態かつ地表面で施工するときの手法であり、土中での施工が一般的であるこれまでの井戸では採用されていない。開削することで施工することも可能ではあるが、帯水層を損傷する可能性があることや事業費が極めて高くなるため現実的ではない。

そのため、井戸においてスクリーン周辺に粗粒子を配する手法を確立する必要がある。



図―2 集水管構造の例

## 5. ラジアルウェルの施工

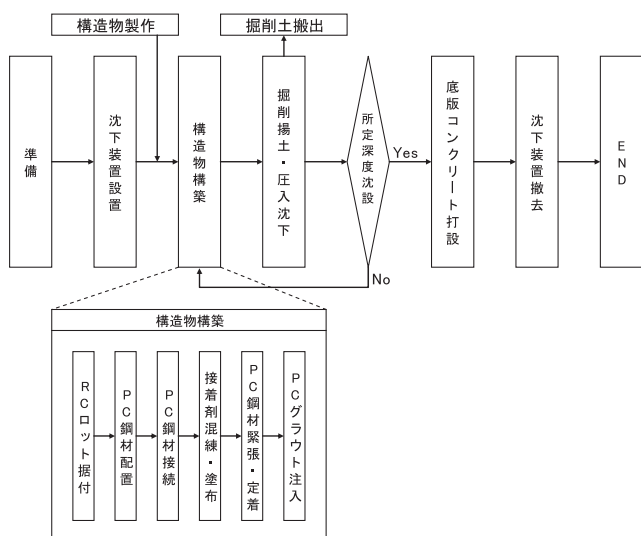
### (1) 井筒（立坑）の施工

新工法における井筒の施工方法は、一般のラジアルウェルと同様である。阿波市水源開発では、工期の短縮化のためにPCウェル工法<sup>3)</sup>を採用した。

PCウェル（井筒）の施工フローを図一3に示し、施工状況を写真一1に示す。沈下装置は、圧入反力体としての反力アンカーと圧入桁（鋼製H型鋼を加工したもの）、圧入ジャッキ（120t×4台）を結合したものを使用した。

構造物構築におけるPC鋼材の緊張は、PCウェルに所定のプレストレスを導入する作業で、PCウェル工法の根幹をなす作業である。ブロック毎に連結されたPC鋼棒をPCウェル緊張ジャッキでポストテンション方式により緊張応力を導入した。

PCウェルの沈設・掘削は、掘削中に間断なくPCブロックに圧力を加えるものとし、PCウェルの圧入を先行した。正常に沈下しているときは4台のジャッキに均等な圧力をかけ、PCウェルに傾斜の兆候が現



図一3 PCウェル工法の施工フロー



写真一1 PCウェルの施工状況写真

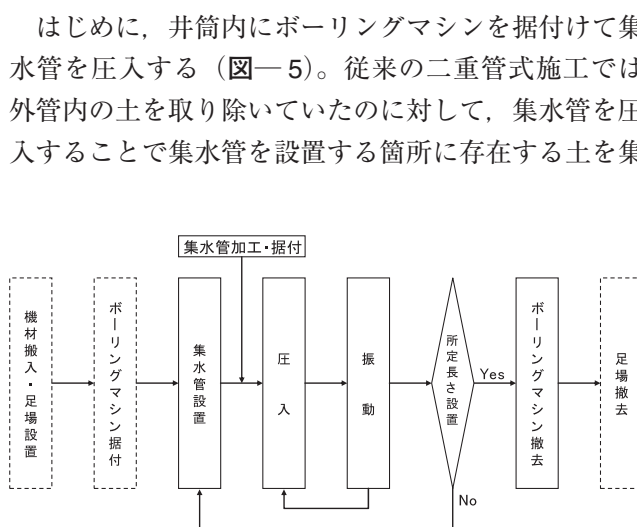
れた場合には、各ジャッキの圧力を調整し、傾斜の修正を行った。

### (2) 集水管設置の施工

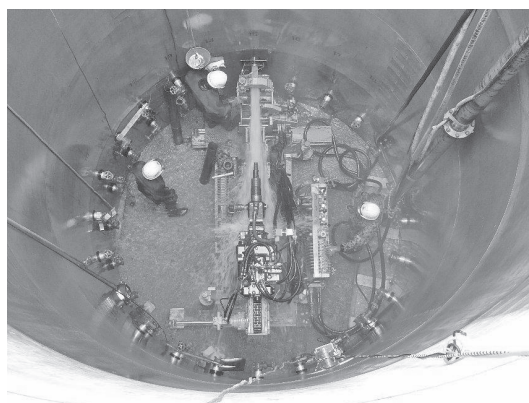
一般的な集水管の施工方法はボーリングマシンで打撃、回転、フィードを併用した二重管掘削を行い、掘削後に内管を引き抜き、多孔を有する集水管に置き換え、最後に外管を引き抜くという順序で施工している（以降「二重管式施工」と称す）。

前述のように集水管周辺の土層構成は粗粒子層から細粒子層に徐々に細くなる構造とするのがよい。二重管式施工は、土中に木片などの障害物があっても削孔が可能であるなどの利点も多いが、集水管周辺の土層構成は元々の土層構成が維持されるもしくは若干乱れた状態となる。そこで、本サイトの集水管設置は集水管に粗粒子を配することを目的に、圧入と振動による水平ボーリング工法（以降「圧入振動式施工」と称す）にて施工した。

圧入振動式施工の施工フローを図一4に示し、施工状況を写真一2に示し、圧入振動式施工の概要を図一5～7に示す。



図一4 圧入振動式施工の施工フロー

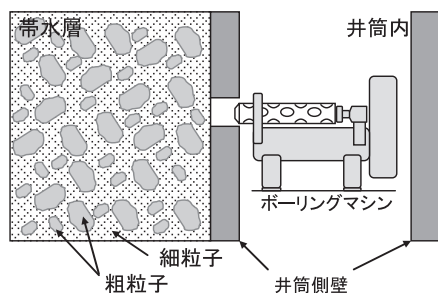


写真一2 圧入振動式施工の施工状況写真

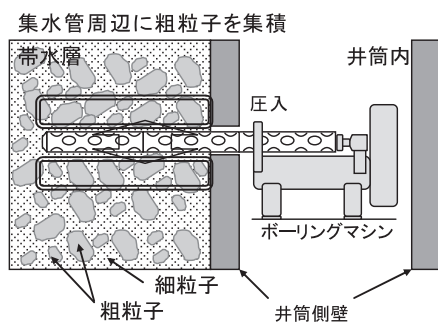
水管周辺に押しのける。これによって、集水管周辺には粗粒子と細粒子が密な状態になる（図—6）。

次に、集水管に振動を加える。振動によって集水管の周辺の土から集水管孔の孔径以下の細粒子を多孔集水管内に導かれる。これによって、多孔集水管の周辺には集水管の孔径以上の粗粒子が多く存在した状態になるものと考えられる（図—7）。

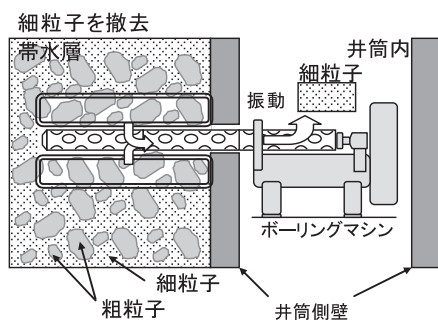
この圧入と振動を繰り返すもしくは同時に行うことで、多孔集水管および周辺の土層構成を、高い取水能力かつ目詰りが起こりにくい構造に形成できるものと考えられる。



図—5 圧入振動式施工の概要（ボーリング据付）



図—6 圧入振動式施工の概要（圧入）



図—7 圧入振動式施工の概要（振動）

## 6. 新ラジアルウェルの確認試験

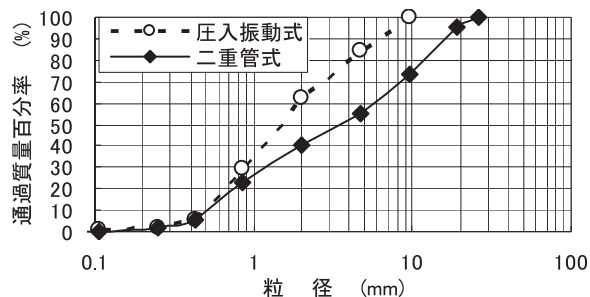
### (1) 粒度試験

粗粒子を集水管周辺に配しつつ細粒子を排除できたことを確認するため、振動時に集水管内から流出する土砂を採取し、粒土試験を実施した。また、比較のため

めに二重管式施工の削孔時に流出する土砂を採取し、粒土試験を実施した。

粒土試験結果を図—8に、圧入振動式の採取試料を写真—3に、二重管式施工の採取試料を写真—4に示す。圧入振動方式は二重管式施工に比べて管内より排除される土砂が細かいことがわかる。最大粒径は、圧入振動方式が9.5 mm、二重管式施工が26.5 mmとなっている。なお、圧入振動式施工の4.75 mm 以下の残留試料は4.75 mm をわずかに超えた程度の粒子がほとんどであった。また、二重管式施工の試料には破砕片が散見された。圧入振動式施工における管内から排除された試料が二重管式施工における管内から排除された土砂に対して細かいことから、粗粒子を集水管周辺に配し、細粒子が取り除かれたものと考えられる。

以上のことから、圧入振動式施工は二重管式施工に対して集水管周辺の土層構成を目詰りしにくい構造と



図—8 粒度試験結果



写真—3 採取試料（圧入振動式施工）



写真—4 採取試料（二重管式施工）



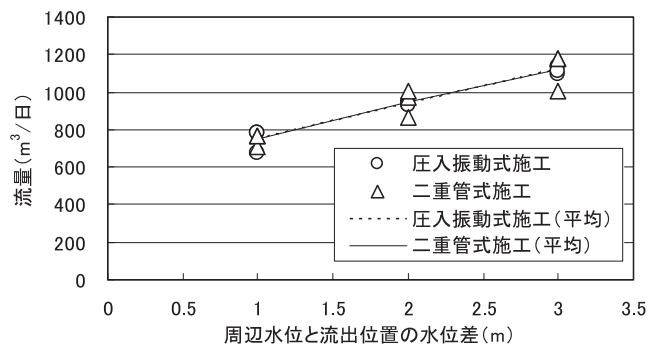
することが可能であると判断できる。

## (2) 流量試験

一般に土の乱れは土粒子の再配列および移動を引き起こし、集水孔での目詰りや土中で細粒分の薄層を形成することなどから透水性が低くなるといわれている<sup>4)</sup>。そのため、井戸の構築時には周辺土層を乱さないように慎重な施工が求められる。圧入振動式施工は積極的に土を乱して細粒子を排除するため、目詰りが起こりにくいものと考えられる。しかしながら、集水管の振動による目詰りについての研究はほとんどなされていない。

ここでは、圧入振動式施工および二重管式施工における施工直後の単一集水管からの流量を計測することで、圧入振動式施工の振動時に二重管式施工に対して過剰な目詰りが生じないことを確認した。流量試験は、集水管口に配管を繋いで流出位置を井戸周辺の地下水位に対して1 m、2 m、3 m 低い位置としたときの流量を三角堰にて計測することとした。

流量試験結果を図—9 に示す。圧入振動式施工と二重管式施工の流量はほとんど変わらない。集水管周辺の透水性の低下がみられないことから、振動による過剰な目詰りは生じないものと判断できる。

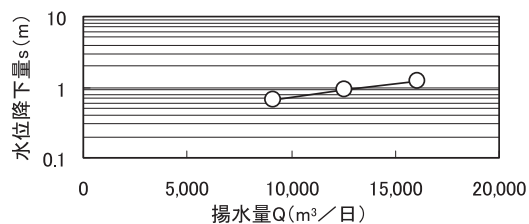


図—9 流量試験結果

## (3) ラジアルウェル竣工時揚水試験

ラジアルウェルの竣工後、井戸の性能確認のために揚水試験を実施した。

揚水試験結果を図—10 に示す。目標揚水量である10,000 m³/日の1.5倍以上の揚水量において変曲点は認められず、限界揚水量を求めることはできないが、少なくとも目標揚水量以上の井戸が構築できたことがわかった。また、帯水層厚さの1/3まで水位が下降したときの揚水量を推定すると渇水期に約15,000 m³/日程度の揚水量が見込まれ、豊水期には約18,000 m³/日の揚水量が見込まれた。管内流速の観点から長期的な揚水量を推定すると約14,000 m³/日の揚水量



図—10 揚水試験結果

が見込まれた。これらの検討結果における最小の揚水量が約14,000 m³/日であることから、目標揚水量10,000 m³/日を安定的に取水することができるものと考えられる。

## 7. おわりに

阿波市市場水源開発事業にて集水管の目詰り抑制を目的に新型ラジアルウェル工法を施工した。試験結果から、集水管周辺に粗粒子を配し、細粒分を除去することが確認された。また、ラジアルウェル竣工時の揚水試験結果および数種の水理解析結果における最小の揚水量は約14,000 m³/日であった。このことから、目標とした10,000 m³/日以上井戸を構築できたものと判断される。以上のことから、維持管理が容易で安定的な取水施設が構築できたものと考えられる。

J C M A

### 《参考文献》

- 1) 厚生労働省：水道の基本統計
- 2) ㈱日本水道協会：水道施設設計指針，2000
- 3) PC ウェル工法研究会：PC ウェル工法 設計・施工マニュアル，2005
- 4) 西垣誠監修：地下構造物と地下水環境，2002

### 【筆者紹介】



坂本 篤（さかもと あつし）  
日本国土開発㈱  
土木統轄本部 技術部  
主任



伊藤 章寛（いとう あきひろ）  
日本国土開発㈱  
大阪支店土木部 阿波作業所  
所長



谷村 雅也（たにむら まさや）  
日本国土開発㈱  
大阪支店 阿波作業所  
工務主任

# 老朽化した既設管路の水路機能を効率的に復元

## エスロンリフトイン工法

村 上 優 秀・加 藤 雅 治

日本のライフラインの社会資本ストックは、今後急速に老朽化することが想定され、その対応策が求められている。こうした中、農業用水路更生工事で周辺環境の保全・工期短縮・低コストを目標に、強化プラスチック複合管を用いた新しい鞘管工法を開発した。

本工法は、老朽化が進んだ既設管路内に同等の流量を有し、かつ軽量・高強度・耐震性・耐食性に優れた自立管を設置するものである。施工方法は、特殊運搬台車を開発し、採用することで軌条不要の搬送を実現し、安全性を高め、長距離施工も可能となった。

本稿は、本工法としては新分野となる山口県周南工業用水での改修工事の施工事例について紹介する。

キーワード：老朽化，自立管，耐震性，耐食性，水密性，長距離施工

### 1. はじめに

周南地域は戦後、徳山海軍燃料廠跡地へ石油コンビナートが進出したのを始め多くの企業が立地し、「工業地域」の指定と相まって一大工業地帯となり発展を遂げてきた。それに伴い、周南地域の工業用水の急激な増加が予想されることとなり工業用水の確保が急務となった。こうして昭和34年4月に菅野ダム建設に着手、昭和41年3月の完成により416,800 m<sup>3</sup>/日の工業用水の供給が可能となった。

しかし、運用を開始してから約40年近く経過し施設の経年変化による老朽化が進行しているため、平成5年度から改築事業により配水管の一部改修を行って

きたところであるが、事故等の緊急時には断水せざるを得ない状況にある<sup>1)</sup>。

### 2. 工法の概要

更生工法とは、製管工法、反転工法、形成工法、鞘管工法に分類されるが、本工法は、その中で鞘管工法に属する。施工方法は、図-1に示すとおり、カゴ型運搬台車と低重心バッテリーカーを連結し、所定の箇所まで搬送する。管を接合した後、所定のスパンで間仕切壁を設置する。その後、既設管と強化プラスチック複合管の空隙部に裏込材（エアーモルタル）を注入し管路を更生する。

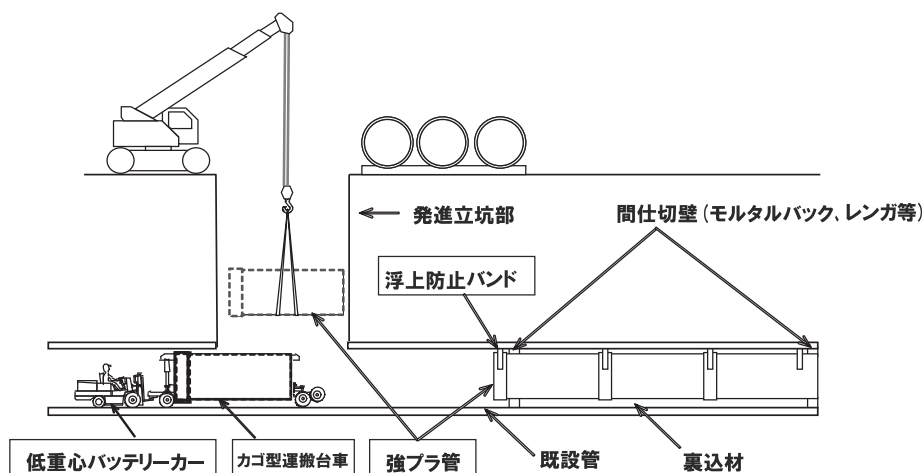


図-1 リフトイン工法の施工概要

### 3. 工法の特徴

#### (1) 施工性

無軌道で長距離施工が可能であり工期短縮ができる。また、カゴ型運搬台車と低重心バッテリーカーにより芯出し作業や勾配修正が容易である。

#### (2) 自立管

既設水路の強度を期待せずに自らで外力に抵抗する。

#### (3) 耐震性

管自体の可とう性に加え、管体継手部は伸縮・可とう性に優れたゴム輪接合を採用しているため、地震による地盤変動にも追従し漏水を起こさない。

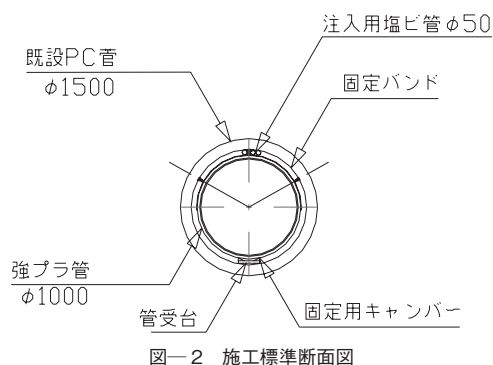
### 4. 工事の概要

#### (1) 工事目的

周南工業用水道事務所所有の工業用水送水管が経年変化により、破損の可能性が大きくなったため、管更生工事を実施するものである。

#### (2) 工事内容

既設 PC 管  $\phi 1500$  に強化プラスチック複合管  $\phi 1000$  を挿入し、既設管と新管との隙間に中詰めを行い、一体化させる管更生工法を行う。



#### (3) 概要

##### ①工事名

菅野 1, 2 号線配水管改良工事第 1 工区

##### ②工事場所

山口県周南市遠石地内

##### ③発注者

山口県企業局 周南工業用水道事務所

##### ④施工会社

洋林建設(株)

##### ⑤施工延長

強化プラスチック複合管

$\phi 1000$   $L = 393.05$  m

### 5. 工法の施工手順

#### ①既設管内の調査及び測量

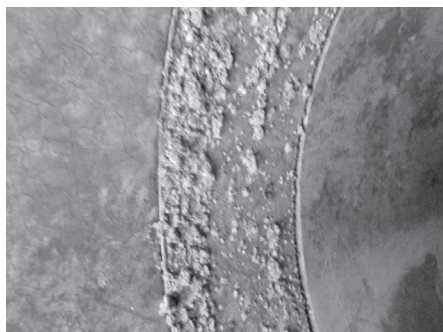
既設管内の状態を調査し、更生工事に損傷を与えるような突起物等が既設管内面に無いか、あるいは浸入水等が更生管構築に悪影響を与える可能性の有無を確認する。

#### ②裏込材プラント設置

搬入立坑付近に裏込材用の据付プラントを設置する。



写真一 2 据付プラント設置



写真一 1 既設管内状況





写真—3 既設管内注入用鋼管取付け

### ③管の吊りおろし

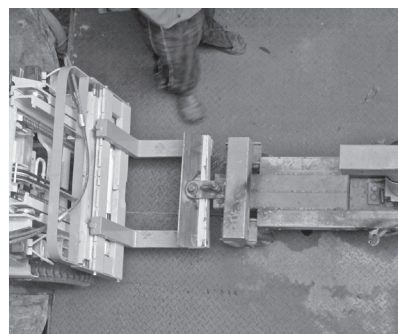
トラッククレーンでナイロンスリングを使用して、管を立坑内に吊りおろす。この際、管のバランスに注意し、とも綱を使用して吊りおろす（写真—4）。



写真—4 管の吊りおろし

### ④管に運搬台車、バッテリーカーをセット

管内にカゴ型運搬台車を乗せ、油圧ジャッキで担ぎ上げ、低重心バッテリーカーと連結させる（写真—5）。



写真—5 台車とバッテリーカーを連結

### ⑤既設管内を運搬

発進立坑より、布設位置まで管を運搬する。特に屈曲部や縦断勾配のある地点には、十分に減速し、施工上、最も慎重に行うところである（写真—6）。



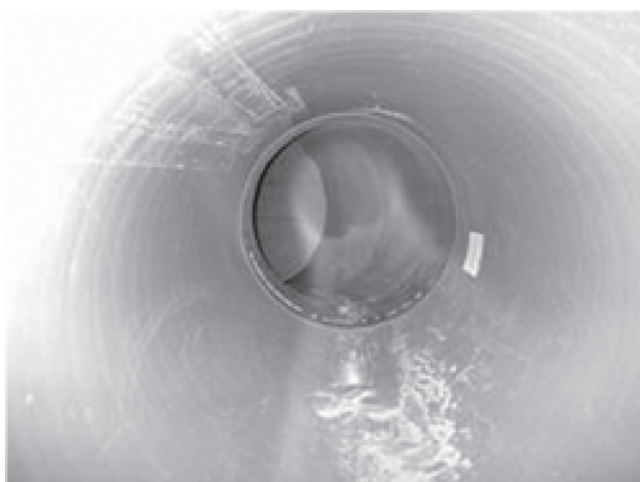
写真—6 既設管内の運搬状況

### ⑥管の接合

管の接合部には、運搬前に滑剤を塗布しておく（写真—7）。レバブロックにて左右均等に引き込み、接合する（写真—8）。



写真一七 滑剤塗布状況



写真一八 曲率部配管状況

### ⑦管の浮上防止

裏込材を注入する際に管に浮力が発生するため、事前に管の浮上対策を行う。

### ⑧間仕切り壁設置

1 スパン分の管の配管を完了した後、既設管と強化プラスチック複合管の隙間にレンガにて間仕切り壁を設置する。

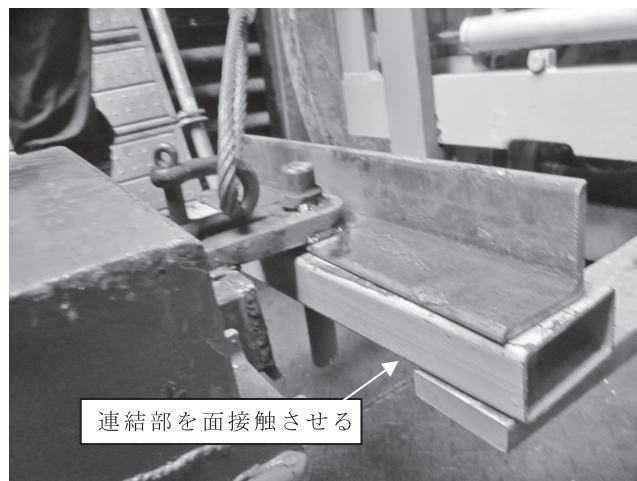
### ⑨裏込材注入

強化プラスチック複合管と既設管との隙間に設置する裏込材注入管と据付プラントからの圧送管を接続して注入を行い、上部の空気抜きより裏込材の流出を確認した時点で注入作業を終了する。

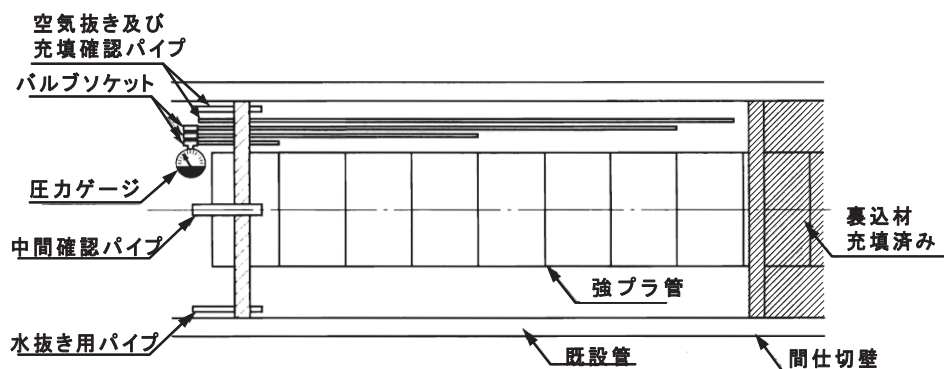
以上、これまでに記載した①～⑨の作業を繰り返し、管の更生工事を完了した。

## 6. 本工事での課題解決

本工事における既設水路の線形は、縦断勾配が約5%あり、3次元的な屈曲も存在するため、強化プラスチック複合管の運搬方法が課題となった。そこで、台車とバッテリーカーの連結部の改良や運搬操作方法を改善することにより、3次元の屈曲部の通過をクリアできた。

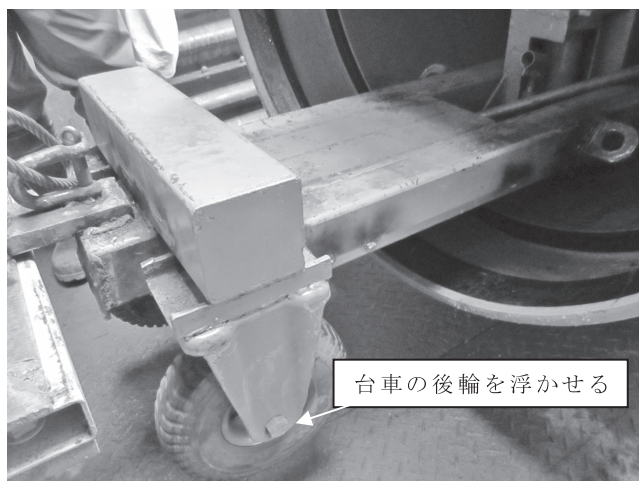


写真一九 連結部の改良



図一三 裏込材注入用塩ビ管の配管状況





写真— 10 運搬操作の改善

## 7. おわりに

本工法は「エスロンリフトイン工法」と名付けられた。本工事により、工業用水分野での更生工法としてリフトイン工法が初めて採用された。今後、新規分野での更生工法事例として参考にしていいただければ幸いである。

最後に、施工中に現場内で台車を改良することや運搬方法を変更することにより、工期内で施工が完了できたことに請負会社様をはじめ、協力会社様の御尽力に深く感謝申し上げます。

J C M A

### 《参考文献》

- 1) 山口県周南工業用水事業のHP：山口県周南工業用水事業の紹介
- 2) リフトイン工法研究会：リフトイン工法 設計積算資料 2009年1月改訂6版

### 【筆者紹介】

村上 優秀（むらかみ まさひで）

積水化学工業㈱

環境・ライフラインカンパニー

技術・開発センター バリュチェーン開発部  
係長



加藤 雅治（かとう まさはる）

積水化学工業㈱

環境・ライフラインカンパニー

技術・開発センター バリュチェーン開発部  
課長



## 平成 23 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
- ・機械経費・機械損料に関係する通達類を掲載
- ・損料積算例や損料表の構成等をわかりやすく解説
- ・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 710 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）沖縄県の方は一般社団法人沖縄しまたて協会

（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>



# 高保水性陶器を用いた 都市も冷やす外装システムの開発

## バイオスキン

山 梨 知 彦・羽 鳥 達 也・川 島 範 久

本稿では、内部の熱負荷を低減しつつ、都市のヒートアイランド現象の抑制にも寄与する新しい外装システムで、2011年3月に竣工した大手電機メーカーの研究開発型オフィスビルにおいて採用された気化冷却ルーバーについて報告する。本システムは、管状の高保水性陶製ルーバーの内部に雨水を流し、打ち水効果で周辺の空気を冷やす外装システムである。ビルの北東面に「すだれ」のように配された本システムは、建物の表面温度を10℃、建物周囲の空気を約2℃低下させる見込みである。

キーワード：外装システム、ヒートアイランド抑制、雨水利用、高保水性陶器、テンション構造

### 1. 全体計画における気化冷却ルーバーの位置づけ

大崎駅西口（東京都品川区）に大手電機メーカーの新しい研究開発型オフィスが2011年3月に竣工した。敷地はトリニトンカラーテレビをはじめ数々のエレクトロニクス製品を生んだ旧大崎西テクノロジーセンターの跡地。延床面積約12万平米、高さ約140m、地上25階、地下2階の建築である。

このオフィスの最大の特徴はワークプレイスである。7階から24階まで積層された基準階の3000平米のワークプレイスには柱と垂れ壁が一切ない。アウトフレームとすることで柱を外に追い出し、検証法による性能設計（ルートC）によって防煙区画を不要とすることで、この完全にユニバーサルなワークプレイスが完成した。ワークプレイスの周囲にはバルコニーを配し、ワークプレイスからバルコニーに出られるように扉を設けている。また、法的に必要な2つの特別避難階段とは別に、バルコニー南端に地上から屋上まで続く屋外階段を設けた。このバルコニーと屋外階段は補助的な避難ルートとして、またメンテナンスルートとして機能する。

そのバルコニーの北東面に今回紹介する気化冷却ルーバーは配されている。このスキンはバルコニーの手すりとして、午前中の日除けとして働く。そして気化冷却効果により内部の熱負荷低減に寄与すると同時にヒートアイランド抑制に寄与するものとして機能する。また、外に追い出された柱梁を耐火塗料を塗っただけの鉄骨表しとすることで、クラディングをミニ

マム化して、建設時の使用部材を抑えた。気化冷却ルーバーの繊細な表情は、長大なボリュームによる圧迫感の軽減にも寄与している。

ヘビーデューティな実験室のためのフロアも含め一棟にまとめることによって、建物のフットプリントを小さくし、周囲に大きな森を設けた。目黒川周辺に位置する大崎は縄文時代には海の底にあった谷地形の土地である。南からの卓越風に対して見付面積が小さい

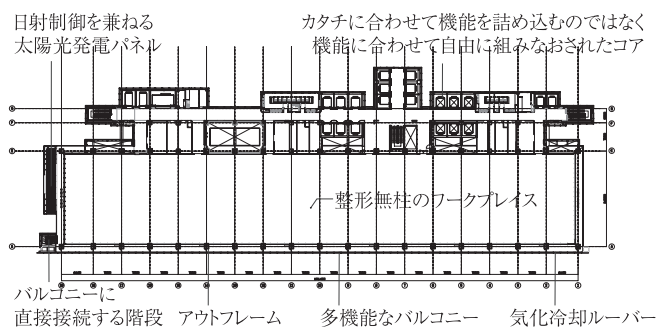


図1 基準階平面図 (scale = 1:2000)

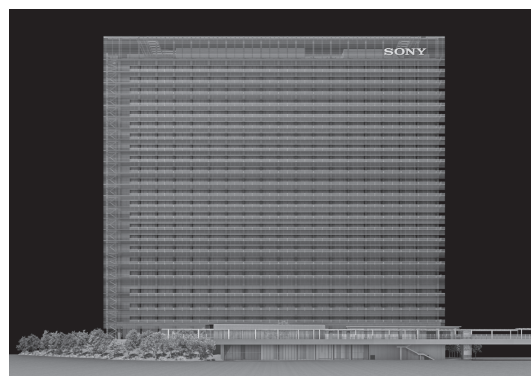


写真1 建物立面

配置計画となっており、冷熱源である東京湾から吹いてくる冷たい風を遮ることなく、周辺に設けた広大な森とこの気化冷却ルーバーによってさらに冷やして後背敷地へ受け渡すことで、都市のヒートアイランド現象抑制に寄与する計画である。

## 2. 開発経緯

本プロジェクトは2007年夏のコンペ提案から始まった。品川駅港南口(東京都港区)に建つ本メーカー本社ビルよりも環境性能の高いビルが求められた。メインファサードが北東向きであり、周辺に高層ビルが建ち並ぶため、ソーラーパネルや壁面緑化などの既往の環境提案などに不向きな場所、プログラムであった。

一方、隣に建つThinkParkでは、熱環境シミュレーションを用いて効果予測をしながら緑地を計画することで、ヒートアイランド現象を抑制するという課題に積極的に取り組んでいた。昨年も7月だけで1万7680人の熱中症による救急搬送者が出るなど、ヒートアイランド現象は東京では極めて深刻な問題となりつつあった。また、ゲリラ豪雨といったような問題も引き起こされていた。

緑化の展開範囲には限界があるが、建物自体が緑地のような効果を持つ手法はないかと考えた。樹木を植えるように大きな建築をつくることはできないか。利己的なだけでなく、直接的に利他的である建築、都市環境と接続する建築はつくれないか。

そこで、日本古来の打ち水や、インドの水売りの素焼きの壺、緑地が持つクールスポットの効果が木陰により冷えた土によることなどからヒントを得て、多孔質陶器管内に雨水を通して表面から蒸発させるシステムを考案した。

## 3. 開発プロセス

### —顕微鏡～地球スケールの検討—

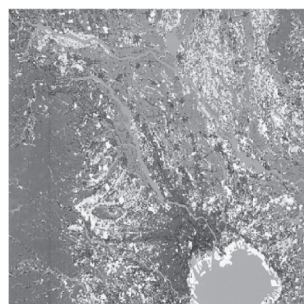
この技術を実現するためには、早い段階からのメーカーや研究機関とのコラボレーションが必要で、顕微鏡スケールから地球スケールまでの幅広い範囲の検討が必要であった。

#### (1) 素材スケール／どれだけ冷えるのか？

コンペでのブレインストーミングでこのアイデアが出た後、早速陶器メーカーに通常のテラコッタルーバーより保水性の高い試作品の作成を依頼した。口の字型断面の陶器サンプルにプラスチック板で底をつくり、そ

の中に水を入れてしばらくした後に指を突っ込んでみた。すると、明らかに水温が下がっていることを体感することができた。すぐにサーモカメラで表面温度を確認したところ、ワークプレイスの空調環境においても3℃程度水を入れていないものと比べて表面温度が低くなっていることが確認できた。実際の外部環境となればさらなる効果が期待できると考えた。

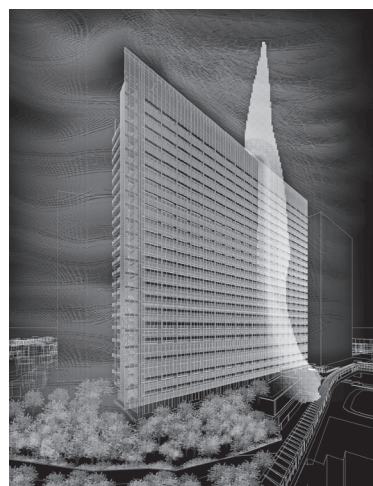
翌年夏、東京大学建築環境系研究室の協力を得て工学部一号館の屋上においてモックアップ実験を行った。テラコッタルーバーとアルミルーバーのカットサンプルを実際の計画と同じ向きに設置し、表面温度、近傍温度、蒸発量、周辺環境の温湿度、風速の時間変化を測定した。表面温度はアルミルーバーと比べて5～6℃程度低下することが確認できた。また、外部環境と表面温度・蒸発量の相関関係を把握した。



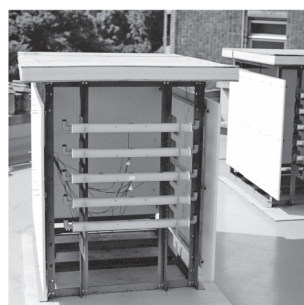
写真—2 関東平野熱画像



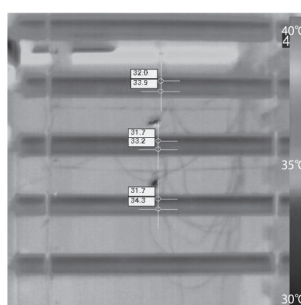
写真—3 インド素焼き壺



写真—4 樹木を植えるように大きな建築をつくる



写真—5 モックアップ



写真—6 熱画像(実測)



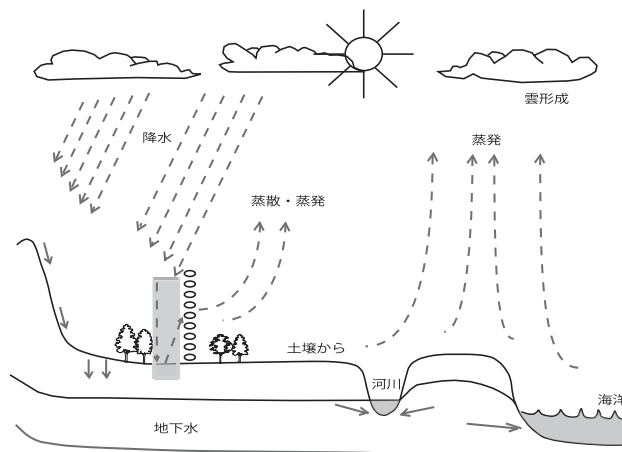
## (2) 都市スケール／超高層に展開したときの効果は？

実測した外部環境と表面温度の相関関係から実験環境を表面温度シミュレーション（A&A サーモレンダー）上で再現した。それを今回の超高層ビルの表面に展開したところ、最暑日においては表面温度は10℃程度下がることが確認された。このデータを基に気流解析を行ったところ周辺歩行域、エントランスホール近辺においては気温が2℃低下することが確認された。また、この長大な壁面から冷輻射による影響も大きいことがわかった。また、各層におけるバルコニー空間～ガラス面近傍温度も1～2℃低下し内部熱負荷低減にも十分な効果があることが確認できた。

## (3) 都市地球スケール／必要な気温低下能力は？

世界の平均気温はここ100年で0.7℃上昇した。これは地球温暖化が主な原因と考えられているが、一方で東京の年平均気温は3.0℃上昇している。他の中小規模の都市の平均上昇気温1℃に比べて2℃大きいのが、この温度差はヒートアイランド現象によって生まれている。ここから「周辺環境温度2℃低下」を目標能力と設定することが妥当と考えた。ただし、これはあくまでこの建物の周囲のみであることに注意されたい。東京の都市全体で取り組んでいかなければ本質的な解決とはならない。ここでの取り組みがキッカケとなり、こういった取り組みが広がっていくことを期待する。

ヒートアイランド、ゲリラ豪雨といった現象は、堤防の設置や河川の暗渠化、アスファルト舗装や下水インフラの設置等により都市から水を隠蔽・排除して



図一 都市の水循環の正常化に寄与する建築

いったことで、都市の水循環が阻害されてきたことに起因する。降雨の地面への浸透量の減少、土中保水力の低下、それに伴う蒸発・蒸散量の低下は、太陽熱による熱を気化潜熱により処理することができず地表面温度を上昇させることとなった。

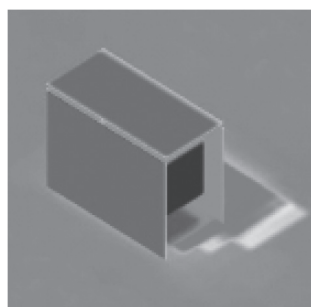
都市における水循環を正常化し下水インフラへの負荷を低減することも、この気化冷却ルーバーの大事な役割のひとつである。

## (4) 顕微鏡スケール／カビコケ、凍結割れ、目詰防止

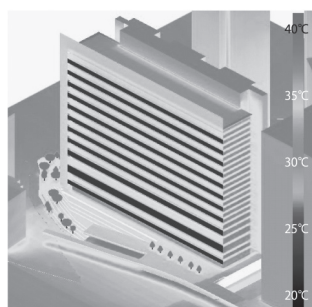
陶器の世界では吸水率は出来る限り抑えるのが常識であった。なぜならば陶器の吸水率が高いとカビコケが発生しクレームが発生してきたからである。この問題をクリアすることができた要因は大きく2つある。ひとつは光触媒であり、もうひとつはルーバーが置かれた環境の風通しの良さである。

光触媒とは、光の照射を受けることにより自らは変化することなく周辺の化学反応を促進する触媒物質を指す総称である。今回採用されたハイドロテクトは、この光触媒を応用した技術である。光触媒としては酸化チタン  $\text{TiO}_2$  を用いている。ハイドロテクトは素材の表面に分子レベルで水分薄膜を形成し、物質の表面に水がなじむ超親水の状態をつくり汚れを落としやすくする効果がある。また、微生物などの有機物を分解する力も併せ持ち、今回はこの抗菌性をより高めたものを塗布した。また、この光触媒によって  $\text{NO}_x$  や  $\text{SO}_x$  といった大気汚染物質をも浄化する効果があり、大気浄化にも寄与する。屋外暴露試験を続けて2年が経過しているが、今のところカビコケは発生していない。

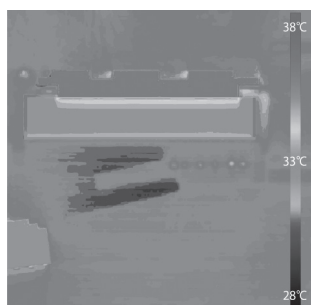
また、一本一本のルーバーが地面やバルコニー面から離れ全体が空気に触れており、常に風通しが良い環境に置かれていることもカビコケ発生防止に寄与していると考えられる。また、ずっとジメジメした状態に



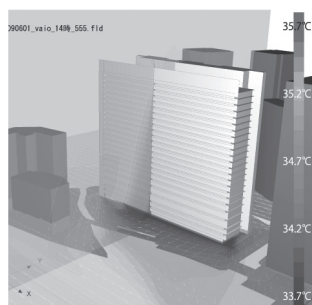
写真一 7 モックアップモデル化



写真一 8 表面温度 (SIM)



写真一 9 平均放射温度 (SIM)



写真一 10 周辺空気温度 (SIM)



しないことが肝要であると考えており、数日に一度は絶乾状態をつくるような運用をする予定である。

吸水率を高めることのリスクとしてはもうひとつ、凍結割れがある。実はコンペでは泪型の形状を提案した。通常のテラコッタルーバーには泪型も存在する。しかし、吸水率を高めた泪型ルーバーを製作し凍害試験にかけたところ割れが生じた。泪型の鋭角な部分は構造上陶器の厚みを厚くせざるを得ないのだが、その厚みが変わるところで吸水量の違いにより異なる膨張の仕方をするにより局所的な力がかかったためである。そのため、一定の厚み、左右対称の形状とすることによって凍結による膨張収縮で生じる応力が分散する形状とすることで解決した。

もうひとつのリスクとして「目詰まり」がある。実物大モックアップで実験を続けていくうちに温度低下が小さくなっていくのと同時にルーバー表面に白い粉が析出していくことがわかった。詳細な分析の結果、水由来の無機物が表面付近に詰まることで蒸発量が日に日に低下していったことが判明した。

テラコッタルーバーは押し出し成型という方法でつくられる。粘土を型に入れて押し出すわけであるが、その際に外側表面に圧力がかかり本来多孔質となるべきところが密になってしまっていることが顕微鏡写真分析と着色水浸透試験によってわかった。そこに水由来の無機物が詰まってしまっていたのである。

そこで、その密になってしまっている表層の表皮を削ることで目詰まりが解決し、最も水が蒸発する上面のみ削るのでも十分効果的であることが着色水浸透試験と蒸発量の経過観察によって確認できたので、上面のみをショットブラストによって荒らすこととした。また、それでも晴天が連続すると水由来の無機物の析出により多少の目詰まりが起こるのであるが、雨が降ることによってその目詰まりは解消され蒸発量が回復することもわかった。(表面の表皮を削っていない状態では降雨の後でも蒸発量は回復しなかった。)

なお、これらの陶器はエコマイレージに配慮し日本の土を主な原料としている。

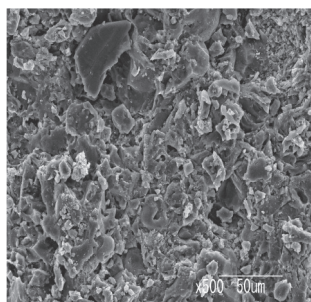


写真11 表面顕微鏡写真



写真12 着色水浸透試験結果

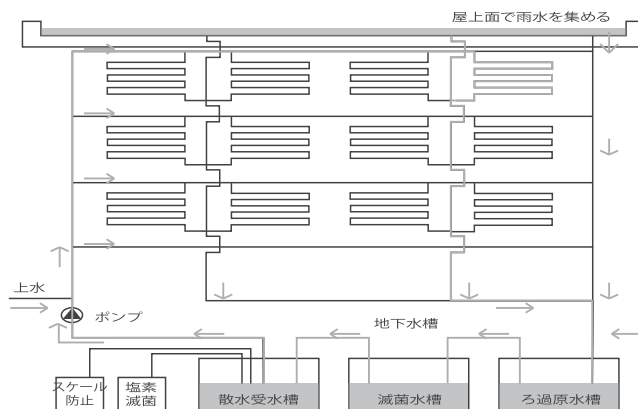


図3 水循環システム

#### (5) 建築スケール／設備システム (給排水, センサー)

気化冷却ルーバーの水源のメインは雨水である。屋根で集めた雨水を地下貯留槽に集め、ろ過した後ポンプアップし各階のルーバーに給水する。排水は雨水の排水ルートと兼用しており、再び貯留槽に戻り循環する。また、晴天が続き雨水が不足した場合は上水も利用できるようになっている。

また、ルーバー設置面に  $5 \times 5 = 25$  箇所に風向風速、温湿度、表面温度を計測するセンサーを設け、建物周囲の外構に温湿度計を7箇所配置した。どのような気象条件でどれだけの効果があるのか、BEMSと連動し効果を見ることができシステムを構築している。運用を最適化することにより成長していくシステムである。

#### (6) 部材スケール／通水方法, 止水方法, 交換方法

陶器管の中に水を通すといっても、まさに「言うは易し」であるが、次のようなシステムとすることで実現した。W110 mm × H70 mm の楕円形断面の気化冷却ルーバーに下面のみ開放されたアルミ芯材を通し弾性接着剤で接着し、ステンレスロストワックス製の小口蓋を厚めの EPDM ゴムを挟んで4点の止水ビスでゴムをつぶすようにとめる。この小口蓋は前後にパイプが突き出た形状をしていて、一方は陶器管の中に差し込まれ陶器との間に O リングゴムが差し込まれ止水をさらに確実なものとし、もう一方はジョイントカプラーを介して通水パイプに接続され横つなぎまたは縦つなぎされていく。このジョイントカプラーはインフラの給水配管でも使用されている実績のあるものでワンタッチで取り外しができる優れものである。気化冷却ルーバーには横方向の勾配はついておらず、水は小口蓋のパイプの下端を超えるまで溜まると越流して通水パイプを通して次のルーバーへ進む。この水の流れをスムーズにするために途中2点で空気抜き兼オーバーフロー受けを設けた。水がユニットの最後まで行

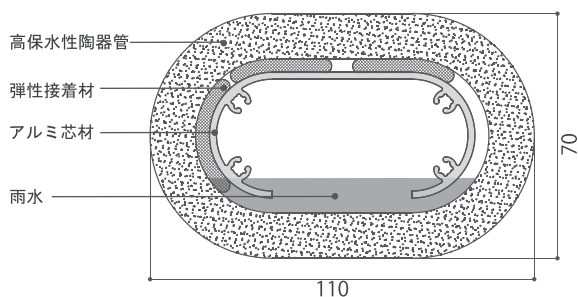


図-4 ルーバー断面図

くと通水パイプを通して雨水縦樋管に合流する。最終的な止水の安全性は、モックアップによる層間変位試験、耐風圧試験、加振試験によって確認した。

#### (7) 建築スケール／テンション構造支持

ルーバーは通常マリオン（方立）方式で支持されることが多いが、可能な限り最小の部材で支持することを目標とし、テンション構造を採用することとした。風、地震時の横力に抵抗する SUS304N2A ロッド 22φ と自重受け SUS304 ロッド 8φ とステンレスロストワックス部材などで構成している。テンションロッドには、温度変化を考慮して 3t 程度以上の張力を導入した。横力に対する変形目標として支点間距離の 1/75 を目安とした。張力導入はナット回転角、貼付した歪ゲージにより確認しながら段階的に施工し、抜き取りで固有振動数を計測することで品質確保している。変形を許容できるシステムとするため、ファスナー部のカップラーとロッドの接合部や、ロッドとルーバーを掴む金物との接合部等の力点には EPDM ゴムを挟み、局所的な力がかからないようにしている。

また、テンションロッドとルーバーを現場において架台上でユニット組みし、ユニット CW 施工の要領で吊り上げファスナーに取り付けていくように施工した。また、この架台は再利用された。

環境装置である気化冷却ルーバーを支えるために大量の鉄骨等を用いることは本末転倒であると言える。できる限りミニマムな材料で支えることがこの環境装

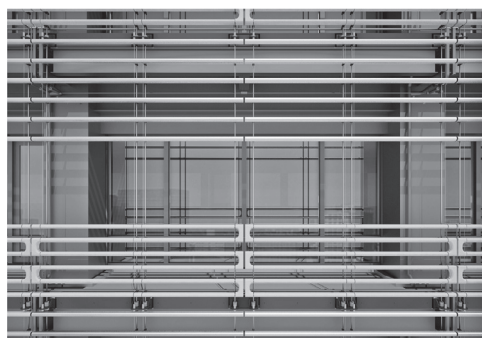


写真-13 気化冷却ルーバー立面

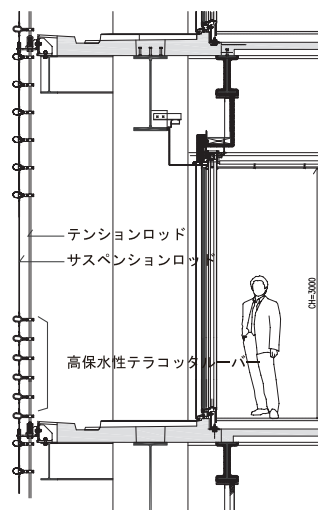


図-5 外装断面図

置の意義からも肝要であると考えた。また、ロッドは非常に細いため、眺望を阻害することなく、気化冷却ルーバーは軽いものではないが、非常に軽快で涼しげな表情のスキンとなった。

#### 4. おわりに

本稿で報告した気化冷却ルーバーはソニー(株)のオフィスビルにおいて採用されたもので、「バイオスキン」と呼び都市のヒートアイランド現象に多大の貢献をするものと期待している。なお、この技術は、(株)日建設計と TOTO (株)、(株)アベルコで共同開発し、特許申請中である。

J C M A

#### 【筆者紹介】

山梨 知彦（やまなし ともひこ）  
(株)日建設計  
設計部門代表



羽鳥 達也（はとり たつや）  
(株)日建設計  
設計部門 設計部  
主管



川島 範久（かわしま のりひさ）  
(株)日建設計  
設計部門 設計部



いち き しり

# 市来知頭首工改修における 既設頭首工の供用を考慮した施工計画

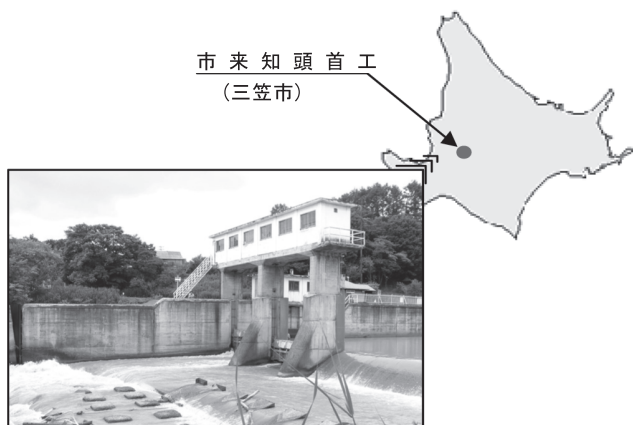
上 野 豊

昭和 35 年に竣工し農業用水を安定供給することで地域農業の発展に貢献してきた市来知頭首工の改修工事に当たって、既設の頭首工を供用しながら施工を行う必要があることから、特に仮締切の施工計画について考慮したことについて報告する。

キーワード：頭首工，改修工事，施工計画，既設取水施設の併用，半川締切，河川内工事

## 1. はじめに

市来知頭首工（写真—1）は、国営かんがい排水事業「美唄地区」（昭和 32 年度～昭和 54 年度）において幾春別川に設けられた基幹水利施設である。昭和 35 年に竣工した市来知頭首工は、約半世紀にわたって石狩川左岸の水田を中心とした穀倉地帯に安定的に農業用水を供給するという非常に重要な役割を果たし続け、地域農業の振興に大きく貢献してきた。



写真—1 市来知頭首工（既設）

しかし、長年の風雨や凍害に加えて頭首工下流の洗掘等の影響で平成 18 年度には右岸下流擁壁護岸が傾倒し緊急的に整備を行うなど、近年は老朽化が著しく進行し、取水施設としての機能を十全に発揮することができない状況となっていた。

このような既設頭首工の状況に加え、代掻き期間の短縮や深水期間の農業用水の確保などの新たな農業用水の需要を満たすために、国営かんがい排水事業「空知中央用水地区」（平成 10 年度～平成 22 年度）で市

来知頭首工の改修工事を実施したものである。

この工事を実施するに当たっては、新設ではなく改修工事であることから既設の頭首工による農業用水の供給を途絶えさせることなく工事を実施し、新たな頭首工での取水に移行させる必要があった。本稿では既設頭首工を継続的に使用しながら、新たな頭首工を既設頭首工の約 50 m 上流に建設した市来知頭首工の改修工事について、施工計画を中心に報告する。

## 2. 改修計画

### （1）河川諸元及び頭首工型式

既設頭首工の敷高は下流河床高に比較して高いため洗掘の影響を受けやすく、加えて、頭首工本体や施設機械の劣化も進行していたことから全面改築が必要であった。また、既設頭首工は一級河川石狩川水系幾春別川の一級指定の直轄区間に位置していることから、改修に当たっては河川管理者により定められている河川計画の諸元に基づいて進める必要があったが、既設頭首工は固定堰及び土砂吐よりなる複合堰形式であるため河積を阻害し、治水への影響も懸念されていた。

このため改築する頭首工は、河川改修計画に基づくこと、河床変動解析で検証し将来にわたり障害のない頭首工敷高とすること、及び有堤区間に建設されるため河積阻害の影響を低減できる全可動引上げ形式を採用することを基本に計画した（表—1 及び図—1 参照）。

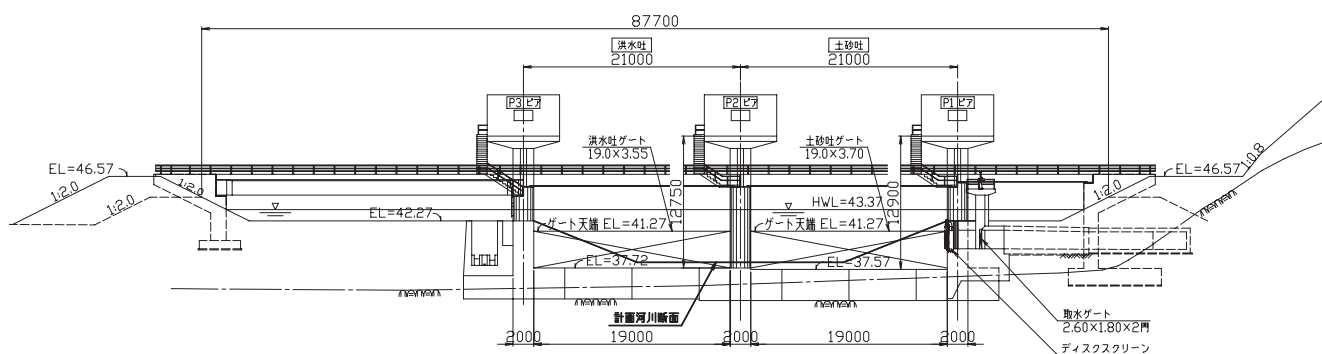
### （2）頭首工位置

改築する頭首工の位置は、接続する幹線用水路を含めた事業費面、水路施設用地の関係から現況頭首工付近とし、用水路の配水に必要な水位が確保できること



表ー1 頭首工計画諸元及び河川計画諸元

|                       |        |                           |                            |       |                       |
|-----------------------|--------|---------------------------|----------------------------|-------|-----------------------|
| 頭<br>首<br>工<br>諸<br>元 | かんがい期間 | 5月1日～8月31日                | 河<br>川<br>計<br>画<br>諸<br>元 | 頭首工位置 | KP25.40+48            |
|                       | 基礎形式   | 全可動フィックスドタイプ              |                            | 計画高水量 | 650 m <sup>3</sup> /s |
|                       | ゲートの構造 | 洪水吐                       |                            | 計画高水位 | EL. 43.37 m           |
|                       |        | 土砂吐                       |                            | 計画河床高 | EL. 38.27 m           |
|                       |        | 取水工                       |                            |       |                       |
|                       | 頭首工敷高  | EL. 38.72 m(計画河床高-0.55 m) |                            |       |                       |



図ー1 頭首工正面図

を前提に以下の6つの条件を設定した上で既設頭首工の上流側に3つの候補地を設定した。

- ①流況が安定する河川の直線区間
- ②ほかの工作物等への堰上げ背水の影響がない
- ③搾狭部、水衝部、支派線の分合流を避ける
- ④河床の変動の影響が小さく、みお筋の安定した区間
- ⑤近接工作物がない
- ⑥基礎地盤を十分な地耐力を有する岩盤層とする

その上で各候補地について工期、工事範囲、工事費、用地、右岸上流側の河畔林の保全の5つの観点から検討を加えた結果、既設頭首工の48 m上流地点を選定した。

### (3) 施工計画

#### (a) 施工時期

幾春別川の過去10年の観測データでは、融雪期(4～5月)と洪水期(8～9月)を除く期間では30～50 m<sup>3</sup>/s程度の出水であるが、融雪期は多い時で80 m<sup>3</sup>/s程度、洪水期では100 m<sup>3</sup>/s以上の出水が生じており、90 m<sup>3</sup>/sを超える出水では高水敷を上回る状況となっていた。

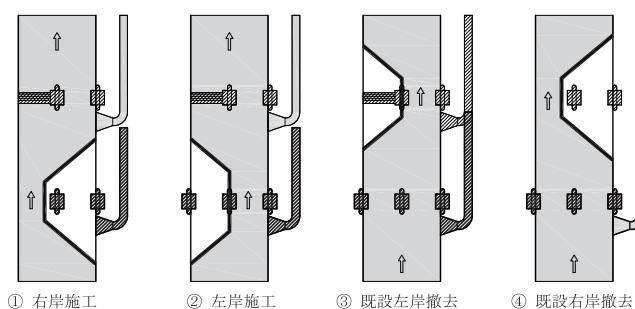
異常出水により、工事場内から資機材が流亡することによる治水への影響の低減及び事業損失を防止する

観点から、施工時期は8月から9月の洪水出水期を除く10月から7月の10ヶ月/年を稼働期間とすることを原則とした。なお、洪水出水期を避けることから仮締切り高は高水敷以下で計画できるため、出水期の河積阻害率を10%以下とすることを前提に8月から9月の洪水出水期も鋼矢板を存置するものとした。

#### (b) 工事計画

幾春別川左岸の築堤は安定した状況であったため、左岸堤防の開削を行わず、現況河川断面内で施工を行うこととした。既設頭首工と離れた位置で改築する場合、通常、半川締切による左岸側及び右岸側施工で仮締切回数は4回(改築工事2回+撤去工事2回)(図一2)である。

しかし、(2)で述べたとおり改築頭首工と既設頭首



図一2 通常の仮締切模式図

工は48mしか離れていない上、図—2の締切方法ではかんがい期間中の取水ができなくなるため、本工事では既設頭首工の取水を考慮した締切が必要となった。

#### (4) 仮締切り計画

本工事の仮締切については、半川締切りによる仮締切を基本とし、頭首工本体工の施工は堅牢な鋼矢板一重締切を適用した。

仮締切の計画については、以下の条件を満たす必要があった。

- ①本工事においては改築頭首工と既設頭首工が近接していることから、下流護岸工等の工事については既設頭首工の撤去と並行する作業となるため非かんが

い期間（9月～4月）で施工すること

- ②かんがい期（5月～8月）における工事については取水に支障を来さないこと

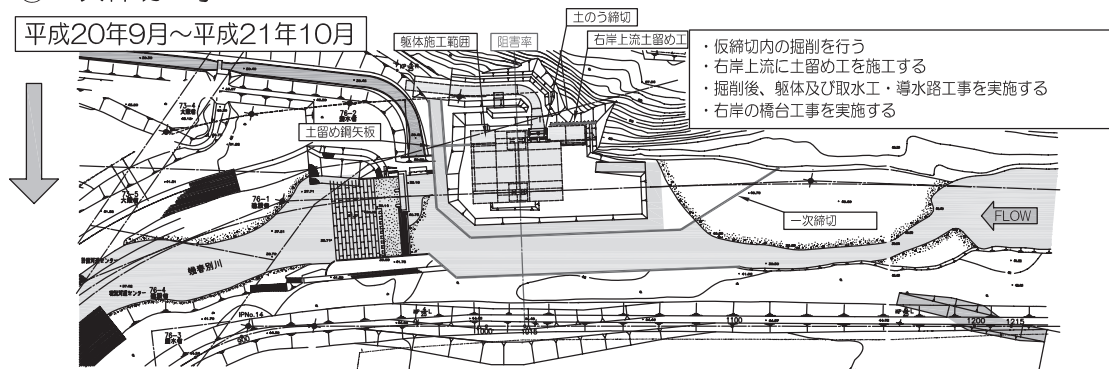
- ③治水安全上河川阻害率を10%以下とすること

以上のような条件を満たすため、仮設対象流量の検討に当たっては、既設頭首工の取水量操作へ影響を及ぼさないこと、堰上時水位でも流下可能であること及び河川阻害率が10%以内であることを考慮した上で、仮締切配置計画の各締切段階での不等流計算を行い、全体工程上効率的な施工となる締切形状として図—3及び図—4のような仮締切計画を策定した。

なお、四次締切以降の工程が最終年度の取水期間を終えた後の工程となる。

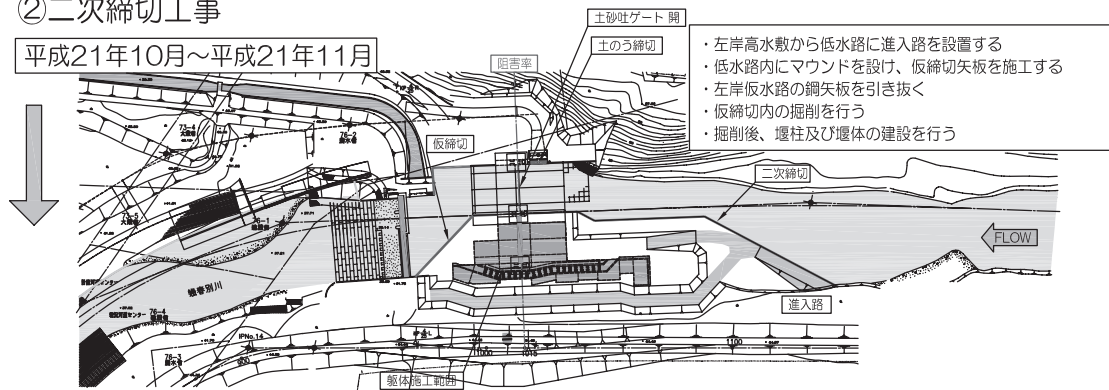
#### ①一次締切工事

平成20年9月～平成21年10月



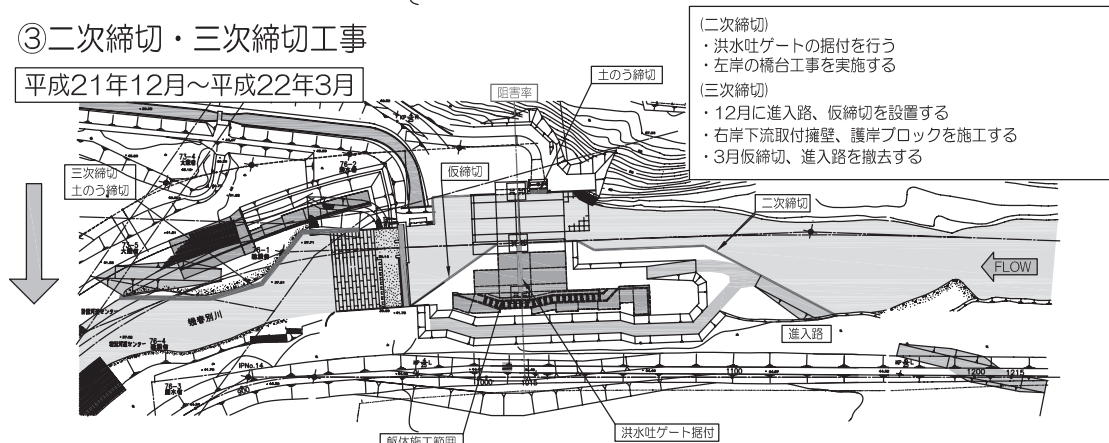
#### ②二次締切工事

平成21年10月～平成21年11月



#### ③二次締切・三次締切工事

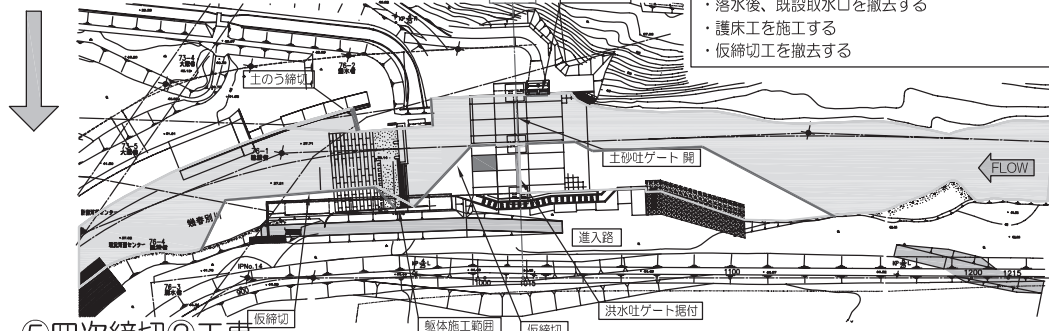
平成21年12月～平成22年3月



図—3 仮締切工程 (1)

## ④二次締切工事（四次締切①工事含む）

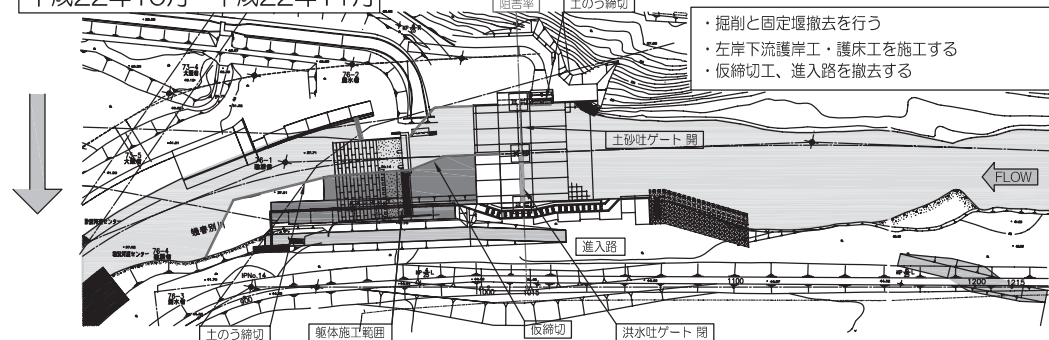
平成22年4月～平成22年10月



- ・左岸側に進入路と仮締切矢板を設置する
- ・掘削と旧施設撤去を行う
- ・上下流エプロンの一部を施工する
- ・左岸上下流擁壁を施工する
- ・洪水吐ゲートの据付を行う
- ・落水後、既設取水口を撤去する
- ・護床工を施工する
- ・仮締切工を撤去する

## ⑤四次締切②工事

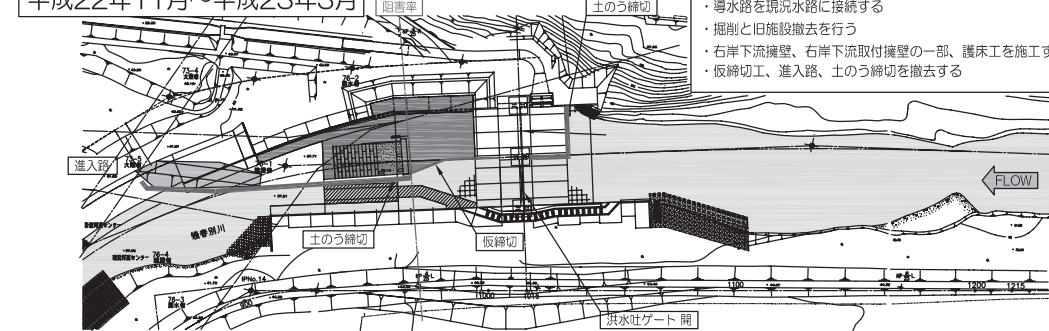
平成22年10月～平成22年11月



- ・掘削と固定堰撤去を行う
- ・左岸下流護床工・護床工を施工する
- ・仮締切工、進入路を撤去する

## ⑥五次締切工事

平成22年11月～平成23年3月



- ・導水路を現況水路に接続する
- ・掘削と旧施設撤去を行う
- ・右岸下流擁壁、右岸下流取付擁壁の一部、護床工を施工する
- ・仮締切工、進入路、土のう締切を撤去する

図一4 仮締切工程 (2)

## 3. 工事の実施

以上のような工程計画を立てた上で、平成20年度～平成22年度にかけて施工を行った。実際の施工に当たっては仮締切計画で想定していた以上の湧水があったり、想定していた土質と異なる部分があるなど、当初の計画と異なる部分もあったが、適時的確に施工計画の修正を行いつつ、概ね計画通りに施工することができた。実際の施工時の様子を写真一2～5に示す。



写真一2 一次締切





写真—3 二次締切



写真—4 五次締切



写真—5 完成後（通水中）

#### 4. おわりに

現在、我が国の農業基幹水利施設整備は新設工事よりも改修工事のほうが主となりつつある。改修工事においては、新設ではなく改修工事であるからこそ配慮しなければならないことが多数存在する。本工事も改修工事の1事例であるが、一つ一つの現場の異なる状況の中で円滑に工事を進めるためには、施工計画策定時に関係する者と十分に情報交換を行い、自ら汗をかって綿密な調整を行った上で、施工中も関係者と十分に意思疎通をしながら確実に施工するということに尽きると思う。今後とも我が国農業の基盤となる基幹水利施設の改修工事を円滑に進め、農業の発展に貢献したい。

J|C|MA

##### 【筆者紹介】

上野 豊（うえの ゆたか）

国土交通省

北海道開発局 札幌開発建設部 岩見沢農業事務所



# 頭首工の構造および稼働方法

外 山 正 幸・團 邦 男

頭首工は灌漑用水を安定取水するために欠かすことのできない施設であり、利水機能上の重要施設である。我が国の経済発展とともに整備されてきたストックは今、老朽化が進んでいるため、初期機能を維持するための整備や、延命化対策が重要な課題となっている。本報告では、頭首工の構造や稼働方法を紹介した上で、昨今の社会的要求である、景観や環境負荷低減ならびに維持管理の一手法について説明する。

キーワード：頭首工、景観、作動油、維持管理

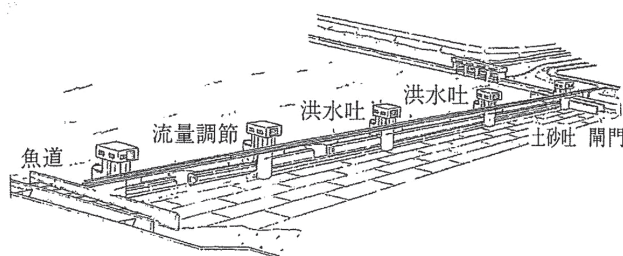
## 1. はじめに

わが国の重要な社会基盤である水門施設は、経済成長とともに整備されてきたが、その機能や設置目的は一樣でない。水門施設を大きく分類すると、洪水処理を目的とした治水施設、上水・工業用水・灌漑用水を取水する利水施設、電源開発のための発電用水門施設に分類される。近年、生活水準の向上と産業の発展に伴い、河川施設に対する市民の要望が高度化・多様化してきており、水門施設においても、周辺景観への配慮や環境負荷低減、更には逼迫した財政下におけるコスト縮減対策など、従前の機能に対する付加価値が要求される。

ここで紹介する頭首工は、主に灌漑用水を取水する利水施設に位置付けられ、河川水を用水路に導水するための施設であり、通常、取水位を調節するための取水堰、取水設備、付帯施設及び管理施設から構成され、我が国特有の急流河川から安定取水するために、利水機能上欠かすことのできない重要施設である。このような頭首工を取り巻く状況を踏まえ、以下に設備の特徴について概説する。

## 2. 頭首工の構成

頭首工は、取水堰（洪水吐、流量調節、土砂吐）、船通し閘門、魚道、取入口などから構成される。代表的な事例を図一1に示す。



図一1 代表的な頭首工の構成事例（「水門工学」より引用）

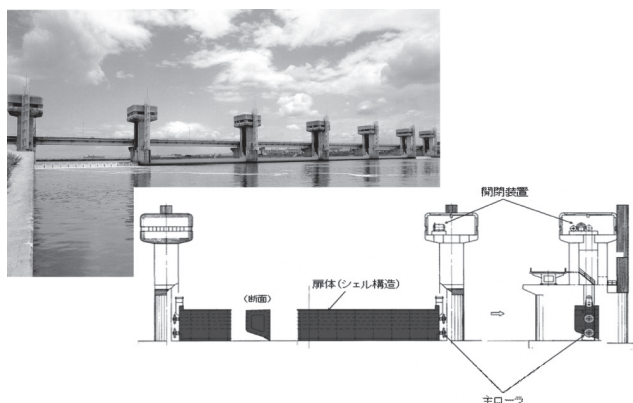
## 3. 頭首工の種類と景観・環境への配慮

頭首工の主要設備のうち、取水堰は取水に必要な取水位を確保するためにあり、機能面のみならず周辺の景観や環境へ与える影響が大きい、最も重要な設備である。可動部取水堰の形式には、ローラゲートや起伏式ゲートなどがある。

ローラゲートは最も一般的な水門形式であり、扉体両端の端縦桁に主ローラを取り付け、全水压荷重を支持するとともに、戸溝内を円滑に昇降させることが可能な設備である。しかし、ゲートを引き上げるための門柱があり（図一2）、周辺景観を阻害する可能性があることに加え、開閉操作室がトップヘビーとなることから、重厚なイメージを軽減するため、操作室を極力小さくしたり、丸みを持たせたりする設計により、違和感の軽減を図っている（写真一1）。

また、景観を阻害しにくい門柱レス設備として、起伏ゲートがある（写真一2）。起伏ゲートはフラップゲートとも呼ばれ、回転ヒンジの形式で分類されるが、ここでは下ヒンジについて説明する。扉体の下端部に回転ヒンジを設け、この部分とコンクリートに固定し





図—2 機能性とコストを重視した従来水門の例



写真—1 機能性と景観との調和に配慮した例



写真—2 起伏ゲートの施工例

た支承金物をピン結合し、起立・倒伏して開閉操作することで、河川水の貯留と放流を行う方式である。

起伏ゲートは、一般に扉体下流の河床に埋設した油圧シリンダにより開閉操作を行うことから、門柱を必要としないため、設置する周辺の風景を阻害することがなく、景観に優れている。

一方で、油圧設備の作動油に鉱物油を使用した場合、油圧シリンダや油圧配管が破損したときに、鉱物油が河川や土壌を汚染するため、環境への負荷リスクも存在する。このため、近年では万一、作動油が河川や土壌へ漏油しても、自然界の微生物によって分解される、生分解性油圧作動油の採用も増えてきている。作動油の特性を表—1に示す。

しかし、地球環境にやさしい生分解性油は、鉱物油

表—1 作動油の諸特性

|        |          | 鉱物油  | 生分解性油 |         |
|--------|----------|------|-------|---------|
|        |          |      | 菜種油   | 合成エステル油 |
| 対環境    | 生分解性(%)  | ～20  | 80～   | 90～     |
|        | 毒性       | △    | ○     | ○       |
|        | 水溶性      | ×    | ×     | ×       |
| 油特性    | 加水分解安定   | ○    | ×     | ○       |
|        | 酸化安定性    | ○    | △     | ○       |
|        | 低温流動点(℃) | ～-20 | -25   | -30     |
| 使用上の特性 | 鉱物油と混合   | —    | ○     | ○       |
|        | 経年安定性    | ○    | ×     | ◎       |
|        | 経済性      | 安価   | 高価    | 高価      |

に比べて高価であることに加え、耐用年数が短いという欠点があり、採用のメリットが小さかった。

かつて主流であった、菜種油に添加剤を加えた生分解性油圧作動油では、耐久性に係わる添加剤材料にも毒性を含むものが使えないことから、酸化安定性の不足により短寿命であった。

一方、近年の合成エステル系ベースの生分解性油圧作動油では、長期耐久性も確保されてきている。

また、平成16年には生分解性油圧作動油について、(社)日本建設機械化協会規格 JCMAS P 042「建設機械用生分解性油圧作動油 HKB」の規格制定により、建設機械用としての要求性能が確保され、普及したことにより比較的低価格となってきた。

その一方で、生分解性油圧作動油といえども、政府の規制に従って鉱物油と同じく特別廃棄物処理をしなければならないなど、一般鉱物油と同様の制約があるため、飛躍的な普及に至っていないのも実情であり、今後の開発が望まれる。

#### 4. 頭首工の開閉装置

水門設備の操作を行う開閉装置は、大別すると機械式と油圧式の2形式に分けられる。形式をさらに細分化し、その特徴についてまとめたものを表—2に示す。

前項では、油圧式の作動油について説明したため、ここでは頭首工での採用例の多い、ワイヤロープウインチ式開閉装置について、一般的な設備との差異を中心に述べる。

水門設備では何らかの不具合によって開閉機能が損なわれた場合、下流域に与える影響が甚大なものとなる。また一般的な設備とは異なり、年間を通じてほぼ停止状態にありながら、出水などが発生した際には確実に動作することが求められる。さらに使用環境が河川のような異物の流下が多いところであることから、噛み込みなどの発生に対して設備を破損から守る必要



表—2 水門設備の開閉装置形式

| 形式名        | 機械式          |        |      | 油圧式   |              |              |
|------------|--------------|--------|------|-------|--------------|--------------|
|            | ワイヤロープウィンチ式  | スピンドル式 | ラック式 | シリンダ式 | シリンダワイヤロープ式  | 油圧モータワイヤロープ式 |
| 適用される水門の寸法 | 中～大型         | 小型     | 小～中型 | 中型    | 小型           | 中～大型         |
| 適用される水門の水圧 | 低圧<br>水圧バランス | 低～高圧   | 低～高圧 | 高圧    | 低圧<br>水圧バランス | 低圧<br>水圧バランス |
| 高揚程への対応    | ○            | ×      | ×    | ×     | ○            | ○            |
| 自重降下       | ○            | ×      | ○    | ○     | ○            | ○            |
| 頭首工での採用例   | 多数あり         | 少ない    | 少ない  | 少ない   | 少ない          | 少ない          |

がある。

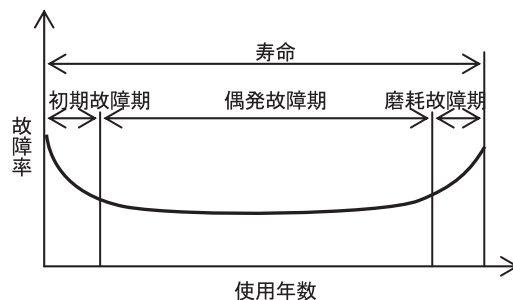
以上の状況をふまえ、水門設備の開閉装置では、次のような対策を行うことによって設備の信頼性向上を図っている。

- ①制動機の二重化：動力ラインに制動機をできる限り別形式で2基設ける。
- ②途中開度の扉体が始動時に落下せぬよう、電動機は直入式とし、始動トルクは定格トルクの200%以上とする。また時間定格は連続を標準とする。
- ③異物噛み込み時の強度確保のため、電動機の最大トルクは定格トルクの250%以下とする。
- ④部材の安全率は、引張強度に対して5（せん断については8.7）以上とする。また最大トルク時の荷重については、降伏点または耐力の90%以下とする。

このように、水門施設の開閉装置は、日常の確実な動作はもちろんのこと、いつ・どこでも発生し得る自然災害に対しても、緊急時の確実な開閉が可能な機能を保有している。

## 5. 施設の維持管理

水門設備の寿命は、一般的に40年～50年といわれており、近年、高度経済成長期に設置された多くの水門設備が、一斉に老朽化による設備更新または大規模改修時期を迎えている。一方、水門メーカーの撤退や団塊世代の水門技術者の大量退職により、経験豊富な技術者が急減しており、水門技術者の経験と勘に支えられたこれまでの保守管理の継続が困難となっている。一般に機械装置の故障は、図—3に示すとおり初期故障期、偶発故障期、磨耗故障期の3つに分けられる。今後、設備老朽化に伴う磨耗故障の急増が危惧されているが、厳しい財政状況中、こうした老朽化設備



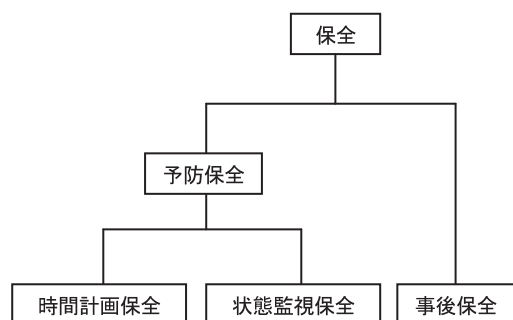
図—3 故障率曲線

の長寿命化や更新需要の平準化が喫緊の課題となっている。

### (1) 維持管理の現状

設備保全の種別について図—4に示す。設備保全は、設備使用中の故障を未然に防止し、設備を常時使用可能状態に維持する予防保全と、設備が機能低下もしくは機能停止した後に使用可能状態に回復する事後保全に分けられる。また、予防保全の中でも、予定の時間計画に基づき計画的に実施される時間計画保全と、使用中の動作値および傾向を監視して実施される状態監視保全に分類される。頭首工では、その設備の重要性から予防保全が求められ、状態監視保全により保守管理されるのが理想的であるが、対象機器の特性や従来の点検方法では設備状態を定量的かつ継続的に把握することが困難であり、時間計画保全に頼らざるを得ないところが多くなっている。

頭首工の点検では、実際に運用している状態を定量的かつ継続的に記録し、この結果についてトレンド管理を行うことが理想である。しかしながら、現状の動作点検においては、点検のための操作いわゆる管理運転による動作状況の確認が行われるため実運用とは異なる条件での運転となることが多く、真に設備の実態を把握しているとは言い難い。また、その記録も断続的であり、かつ管理運転の頻度も少ないため、設備状態のトレンド管理を行うために十分なデータとなっていない。設備の劣化傾向を把握するには、点検方法や



図—4 点検の種別

定量的な評価基準の統一が必要であるが、現状の点検では定量的な評価ではなく、良・否のみの判定である場合も多い。また、人が介入することにより点検箇所やその記録にも微妙に差異が生じるため点検結果にばらつきが生じ易く、同一基準による設備の長期傾向管理は困難である。

## (2) これからの点検

近年、ITの進歩はめざましく、ダムゲート等では国土交通省の施設を中心に「操作支援システム」や「故障診断システム」等、設備管理者の業務を支援するシステムが導入されている。今後の施設の維持管理においてもIT活用による業務支援は有効な手段であり、維持管理業務の合理化に大きく寄与するものと考えられる。例えば、設備稼働状態における各種データから設備状態を定量的に把握する「状態監視システム」や、図-5に示すような整備時期や更新時期についての判断までを支援する「維持管理支援システム」等が考えられる。維持管理支援システムでは、従来からある運転記録や故障記録、点検整備記録等に、設備の稼働状態を示す特性データの連続記録が追加されることに

より、設備状態をこれまで以上に正確かつ定量的に把握することが可能で、さらにデータの蓄積・分析が進み、将来的に余寿命予測が可能となれば、合理的な整備内容の組合せやその時期の決定にも役立ち、老朽化設備の長寿命化や更新需要の平準化に大きく寄与するものと思われる。

## 6. おわりに

頭首工に対する環境負荷低減や景観への配慮等、市民要求の高まりとは反対に、管理者の人手不足や高齢化、維持管理・更新に対する財源の不足など、中・長期的な維持管理に対する問題は多い。

このような状況下で、既存ストックの延命ならびに合理的な設備の管理は、必要不可欠な問題である。今後も、環境にやさしく、維持管理のしやすい水門施設の改良・開発を重ねていきたい。

J C M A

### 《参考文献》

- 1) 水門環境防災技術研究会「水門工学」編纂委員会：水工工学
- 2) ダム堰施設技術基準委員会：ゲート用開閉装置（油圧式）設計要領（案）

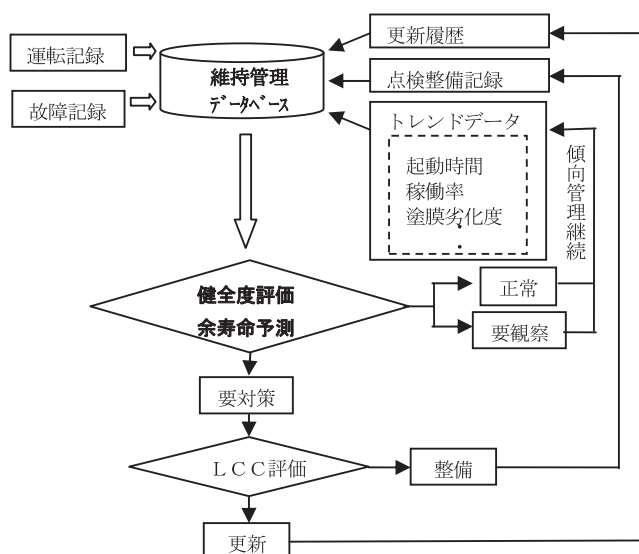


図-5 「維持管理支援システム」の概念

### 【筆者紹介】

外山 正幸（そとやま まさゆき）  
日立造船㈱  
機械・インフラ本部 水門部  
部長代理



園 邦男（だん くにお）  
日立造船㈱  
機械・インフラ本部 水門部  
グループ長代理



# 宮崎処理場増設工事（水処理施設 9 号池と雨水滞水池の新設工事） 沈殿池ピット部の止水工と基礎工における浅層改良工の施工 スーパーミキシング工法

岡 本 浩 文

宮崎処理場は宮崎市の大淀川左岸地区を対象とした下水処理場であり、公共用水域の水質保全と環境整備を目的として昭和 43 年から建設が始まり、昭和 53 年から供用が開始された。昭和 43 年当時の宮崎市の人口は約 20 万人であったが年々人口が増え、平成 22 年までには約 40 万人を超え、それに伴い下水処理能力の需要も増え、宮崎処理場の処理施設の増設が行われてきた。

宮崎市の下水処理方法は合流式（汚水と下水を同一の管きょで排除し処理する方式）であり、今回 JV が施工したのはそのうちの 9 号処理施設（最初沈殿池、反応タンク、最終沈殿池）と雨水滞水池である。

本稿では、宮崎処理場の固有の施工条件と近隣対策を考慮して施工を行った新しいセメント攪拌工法とピット部の止水工について説明する。

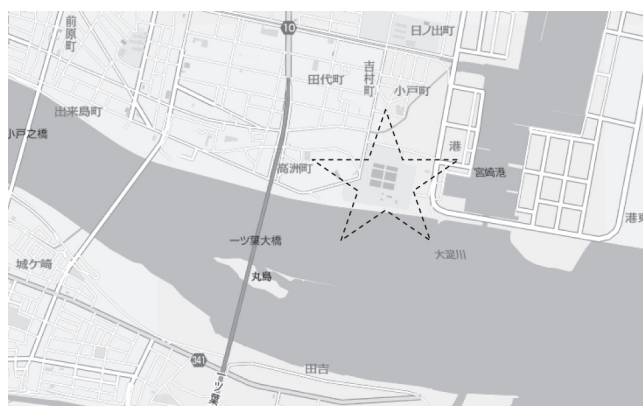
キーワード：スーパーミキシング工法、浅層改良工、井戸枯れ、粉じん対策、薬液注入工、地下水位

## 1. はじめに

宮崎処理場は大淀川河口に位置し、（図—1 参照）現場のすぐ隣はちりめん工場であった。

着工にあたり留意したことは、近隣に宮崎漁業協同組合のちりめん工場があり、各工場とも井戸水を使用しているため、①粉じん対策を十分に行い、ちりめんの製作に損害を与えないこと、②井戸枯れを起こさないよう、地下水位の低下には十分注意し、井戸の水位観測を行うこと、の 2 点であった。

本稿では粉じんの飛散と井戸枯れ対策に留意した施工方法について、前半ではピット部の止水工を、後半では新しいセメント攪拌工法について報告する。



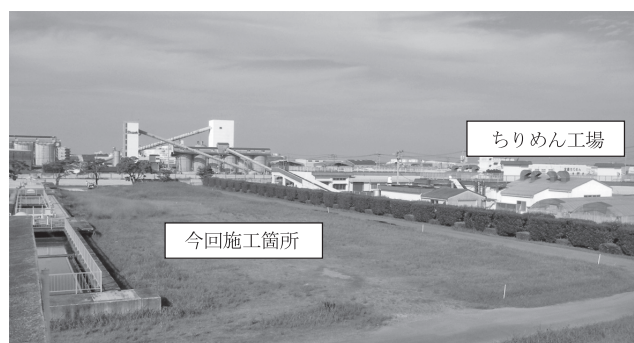
図—1 宮崎処理場位置図

## 2. 宮崎処理場 9 号処理施設・雨水滞水池の概要

今回施工した 9 号処理施設及び雨水滞水池は写真—1 の通り、宮崎処理場敷地内の端部に位置している。

発注図面の柱状図によると GL から約 3.5 m は埋立土であり、その下の地山は礫混じり砂層と砂礫層であった。礫混じり砂層をセメントにて改良し、置き換えることにより水処理施設と雨水滞水池の基礎とする設計であった。

柱状図によると地下水位は GL - 4.0 m ~ - 1.5 m であり、床付が一番深い箇所では GL - 6.7 m であったため、掘削時とセメント改良時の湧水処理が課題であった。また隣接する漁協の井戸の水位は GL - 4.5 m でありほぼ現場の地下水位と同様であった。



写真—1 現場着工前全景

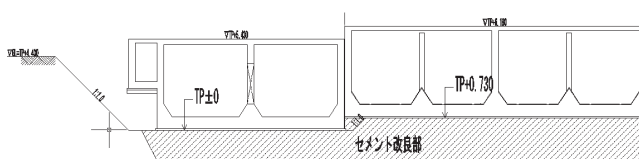


### 3. 地下水に対する課題

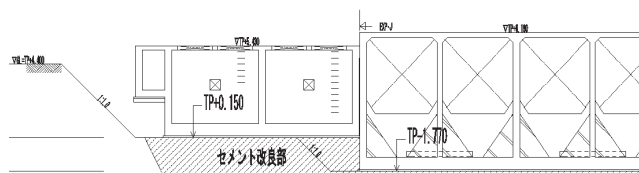
土工事の着工に先立ち、場内の埋設物調査も兼ねて試掘を行った結果、地下水位はほぼ海水面と同じ  $TP \pm 0$  (GL - 4.45 m) であり、また海に近いことから潮の干満にも影響を受けていた。

このことより以下の施工条件が判明した。

- ① 図—2 の一般部では床付けは湧水処理の必要はないがセメント改良部は地下水位以下である。
- ② 図—3 のピット部では床付けが地下水位以下であるので湧水処理が必要である。セメント改良部も地下水位以下である。



図—2 水処理施設・雨水滞水池断面図（一般部）



図—3 水処理施設・雨水滞水池断面図（ピット部）

地下水位を下げるためにはウェルポイント等が考えられるが、先に述べたちりめん工場の井戸まで枯れてしまう可能性があるため、写真—2 のピット部にポンプを設置し釜場排水で対応することとした。



写真—2 水処理施設ピット部水位状況

またピット部は鋼矢板で仮締切を行い、ポンプによる釜場排水を行うことにより、井戸への影響を最小限に抑える工法で掘削床付を行った。

### 4. 既設水処理施設ピット部からの湧水対策工

ピット部を鋼矢板にて仮締切を行い掘削を行ったが写真—3 の通り既設側から湧水があり、それを止める必要が生じた（湧水量は約  $1.0 \text{ m}^3/\text{分}$ ）。

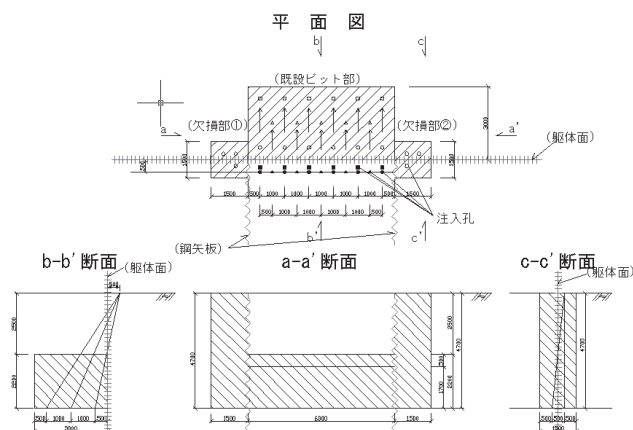
今回の施工部と既設側は連続構造物となるため、既設側を鋼矢板や親杭横矢板で土止めすることは構造上不可能であったため薬液注入工で止水を行った。



写真—3 水処理施設ピット部湧水状況

工法の選定にあたっては、地盤の状態、注入目的、経済性等を考慮して以下の通りとした（図—4）。

- ① 既設ピット下部、左右の欠損部の前列については地下水の流れがあることを想定して二重管ストレーナー工法（単相式）で施工する。
- ② 欠損部の中・後列については、より注入効果が高めるために浸透注入を目的として、二重管ストレーナー工法（複相式）で施工する。



図—4 薬液注入計画図

注入条件は以下の通りとした（財団法人建設物価調査会「土木工事積算基準マニュアル平成20年度版に準拠」）。

- ①ゲルタイム＝瞬結タイプ：5～10秒，緩結タイプ：1分～5分
- ②注入圧力＝初期圧＋1～2 kg/cm<sup>2</sup>
- ③注入速度＝単相式：18 l／分，複相式：14 l／分
- ④注入率＝40.5%（砂質土）
- ⑤注入比率＝（瞬結）：（緩結）＝1：1

薬液注入による止水によりピット部の床付が完了した（写真－4）。



写真－4 水処理施設ピット部床付完了

## 5. 水処理施設・雨水滞水池基礎部の浅層混合処理

### （1）セメント添加量の決定

対象となる土を採取し、セメント添加量を決定するための配合試験を行った。使用するセメントは設計書に示されていた高炉B種を使用した。試験方法は以下の通りである。試験はセメント協会標準試験方法「セメント系固化材による安定処理土の試験方法（JCAS L-01）」、地盤工学会基準「安定処理土の突固めによる供試体作製方法（JGS0811）」、「安定処理土の静的締固めによる供試体作製方法（JGS0812）」および「安定処理土の締固めをしない供試体作製方法（JGS0821）」に準拠して行った。

- ①室内試験は添加量 80 kg/m<sup>3</sup>、100 kg/m<sup>3</sup>、120 kg/m<sup>3</sup>、150 kg/m<sup>3</sup> の4種類で行い、一軸圧縮強度と添加量のグラフから所定の設計強度が得られる添加量とした。
- ②セメント協会「セメント系固化材による地盤改良マニュアル（第二版）」より（現場／室内）強さ比は1/2とした。

- ③現場目標強度＝550 kN/m<sup>2</sup>であるので室内目標強度＝1100 kN/m<sup>2</sup>とした。

試験結果より添加量は145 kg/m<sup>3</sup>とした。

### （2）施工方法の決定

宮崎処理場の立地条件については先に述べたが、セメント改良を行うにあたり以下の課題があった。

- ①置換土をセメント改良するにあたり、場内に別途攪拌ヤードを設けた場合、セメントの飛散が避けられず風向き等天気によって左右される。一方、ちりめん工場ではちりめんを天日乾燥させるため、セメントの飛散は少量でも許されない。
- ②地下水位が床付高とほぼ同じであるため、置換するためには更に置換部を掘り下げなければならない。そのためには排水が必要であるが、井戸枯れや既設水処理施設下からの湧水の処理等の問題がある。
- ③バックホーによる混合処理は、混合の度合いがオペレーターの技量によるところが大きく、ムラが出やすいため、将来不等沈下の可能性がある。
- ④改良厚が最大で2.5 mであり、地下水位を考慮すると30 cm撤出しの施工は困難である。

以上のことから、最良の施工方法を検討した結果、インターネットの検索でヒットした新しいセメント攪拌工法を採用することを決定した。またセメントの攪拌については攪拌ヤードを別途設けずに置換部で攪拌を行う「表面散布方式」とした。

## 6. 施工フロー

### （1）セメント添加量の確認

セメント1袋（1 t）に対する土量を検収するため、写真－5のように改良厚に応じた改良面積のマス目を地面にマーキングし、セメントを配置した。



写真－5 セメント検収状況



## (2) セメントの散布

セメントをマス目に従い散布した（写真—6）。散布は攪拌バックホーとは別のバックホーまたはクレーンにて行い、3列1ブロックを目安として施工した。



写真—6 セメント散布状況

## (3) セメントの攪拌（写真—7）

新しいセメント攪拌工法はベースマシーンにバックホー 0.9 m<sup>3</sup> を使用し、バケット部分に横軸式の攪拌翼を持った攪拌装置を取り付け、セメントと現地土を混合攪拌する工法である。



写真—7 セメント攪拌状況

## (4) 出来形・品質管理

施工中の管理項目として改良深さの管理を行った。

改良深さを確認するため、予めアタッチメント部に改良深さをマーキングしておき、オペレーターが所定の深さまで攪拌装置を挿入することにより所定の深度まで攪拌されていることを確認した（写真—8）。



写真—8 攪拌深さの確認状況

また施工中は攪拌土の品質管理として供試体を作製し、7日後と4週後に一軸圧縮試験を行い、強度を確認した。

当初、攪拌施工前の地盤高は設計通りで行ったがセメントを添加するとその分の容積が増え、結果として土が余ることが想定された。そのため予め地盤高を設計高さより低く掘り下げることも想定したが、逆に土が不足し追加する事態が発生し、今回のように均質の砂礫土では逆に最初の地盤高を高め設定する上げ越しを考慮する必要があるがあった。

## 7. 施工結果

今回の施工の品質管理として、セメント攪拌完了後、現地土で供試体を作製し、7日後と4週後に一軸圧縮強度の試験を行った。

その結果、各供試体とも現場目標強度の 550 kN/m<sup>2</sup> に対して2倍の 1100 kN/m<sup>2</sup> に近い強度が発現した。（最大で 2000 kN/m<sup>2</sup> 程度の供試体もあった。）

この原因として考えられるのは①対象となる土が均質な砂礫土であったため攪拌装置によりムラなくセメントと攪拌された。②地下水位が高く十分な含水比で施工でき、セメントの水和反応が十分に行われたことなどである。

平板載荷試験（写真—9）結果についても必要支持力の 550 kN/m<sup>2</sup> の3倍である 1650 kN/m<sup>2</sup> まで荷重をかけて試験を行ったが、極限支持力までは到達せず、沈下量も 1 cm 以下であり、十分な地耐力があると確認された。





写真—9 平板載荷試験状況



写真—10 宮崎処理場9号処理施設・雨水滞水池全景

## 8. おわりに

本工事で採用した新しいセメント攪拌工法は「スパイラルカット型スーパーミキシング工法」（以下スーパーミキシング工法）といい宮城県多賀城市の(株)金橋が開発した工法である。最大の攪拌深さが3.5mであり、セメント混合の仕上がりにムラがなく宅地造成や建築の基礎工事での施工実績も豊富であったため、採用を決定した。

セメントの添加量を決めるため行った室内試験では（現場／室内）の強さ比は1/2としたが今回の施工では室内試験と同等の強度が得られた。今回のようにスーパーミキシング工法で施工し、改良を行う土の条件（粒度、含水比）が良い現場では強度比1/1.5程度でも十分な強度が得られたと想定される。ただしこれはこの現場のデータのみであるので他工事のデータと比較する必要があると思われる。

また、スーパーミキシング工法による表面散布方式で施工することにより、改良に使用する土の運搬仮置が必要なくなり、またセメント攪拌の施工を最初沈殿池、反応タンク、最終沈殿池それぞれ2～3日で完了することができたため、工程の短縮にもつながったことも追記しておく。

J C M A

### 《参考文献》

- 1) セメント協会：セメント系固化剤による地盤改良マニュアル（第二版）
- 2) 財建設物価調査会：土木工事積算基準マニュアル 平成20年度版

### 〔筆者紹介〕

岡本 浩文（おかもと ひろふみ）  
大成・大和開発・旭洋 建設工事共同企業体



# 小貝川小水力発電設備

## 既設パイプラインを有効活用した発電設備

早乙女      稔・牧   下   昌   平

小貝川小水力発電設備は、霞ヶ浦用水施設である南椎尾調整池の水位と小貝川注水口の落差（最大約17 m）を利用して最大110 kWの発電を行うもので、CO<sub>2</sub>を排出しないクリーンエネルギーとして、地球温暖化対策にも貢献するものである。また、当設備は既設パイプラインの本管から、小貝川へ注水する分岐管に新たな迂回ルートを設け、発電機を設置したものであり、平成23年2月に完成し、東日本大震災の影響から供用開始が遅れたが、5月1日から運用を始めている。

キーワード：小水力発電、クリーンエネルギー、地球温暖化防止、環境、有効活用

## 1. はじめに

霞ヶ浦用水施設では、霞ヶ浦開発事業で開発された霞ヶ浦を水源として茨城県西南部 17 市町に農業用水、水道用水及び工業用水を供給している。建設事業着手から 15 年の歳月を経た平成 6 年 3 月に完成し、同年 4 月から水資源機構が管理業務を行っている。

この度、温室効果ガス排出削減に資するクリーンエネルギーとしての小貝川小水力発電設備を、経済産業省の「地域新エネルギー等促進事業<sup>1)</sup>」の補助を受けて、既存施設を有効活用することにより設置した。



図一 1 霞ヶ浦用水位置図

## 2. 小貝川小水力発電設備の概要

霞ヶ浦揚水機場から筑波山の麓までポンプにより汲み上げられた水は、筑波トンネルを自然流下して南椎尾調整池に到達し、その先は自然圧のパイプラインで流れ、その一部が小貝川へ注水されている。

この河川注水という形態に着目し、そこに発電できる落差があるのではないかと考え検討を進めた。その結果、発電可能な落差が確保できること、利用できる水量（小貝川への注水量）が年間を通してほぼ一定であることから安定的且つ効率的な発電が可能であると判断し、発電機を設置することとした。工事は、平成22年度に行い完成させた。



写真—1 霞ヶ浦揚水機場

### 3. 発電水車の選定

計画地点は、有効落差：12.7 m ～ 18.5 m, 最大使用

水量：0.67～0.769 m<sup>3</sup>/s の範囲となるので、水車選定図から、①クロスフロー水車、②横軸フランシス水車、③プロペラ水車（インライン式）、④ポンプ逆転







表一 小貝川小水力発電所諸元

|       |                             |
|-------|-----------------------------|
| 発電所位置 | 茨城県筑西市辻地内                   |
| 発電方式  | ダム水路式                       |
| 有効落差  | 約 17 m                      |
| 使用水量  | 0.769 m <sup>3</sup> /s(最大) |
| 最大出力  | 110 kW                      |
| 水車形式  | 横軸フランシス水車                   |
| 発電機種類 | 横軸かご型三相誘導発電機                |

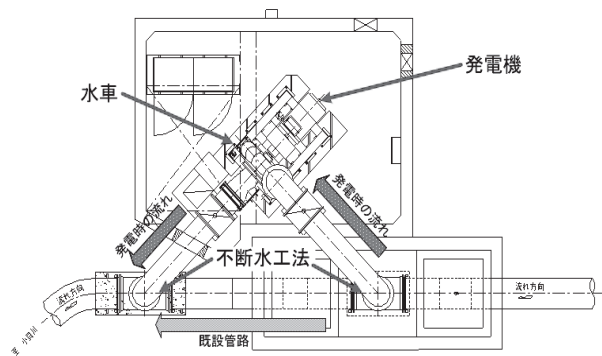
## 6. 工事の概要

小貝川小水力発電設備は、霞ヶ浦用水施設の本管から分岐して小貝川へ注水する途中に設置されている。

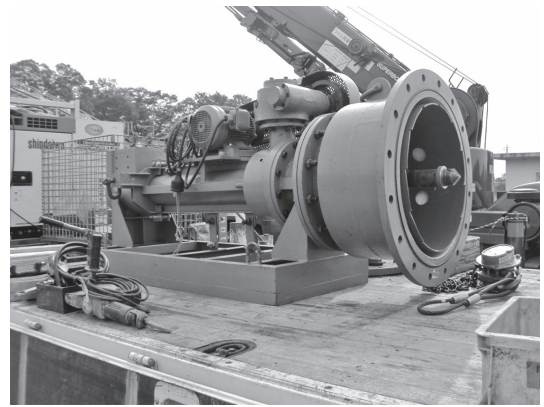
小貝川注水工は、年間を通じて工業用水を注水するため、工事による断水ができないことから、設置に当たっては、不断水工法を採用し（図一 5、6 参照）、既設管路（φ 700 mm 鋼管）に穴を開け迂回ルートを設置した。

不断水工法の手順は、次のとおりである。

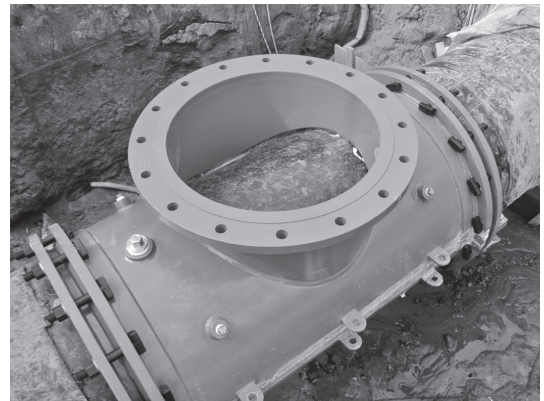
- ①既設管を包むように T 字管をセット、その T 字管に仕切弁を取付け、仕切弁に穿孔機をセットする。
- ②穿孔機の主軸先端のカッターで既設管を切断する。
- ③穿孔機の主軸を引き戻し、仕切弁の弁を全閉後、穿孔機を取り外す。
- ④分岐管（発電管路）を取付け、仕切弁の弁を全開後、通水する。



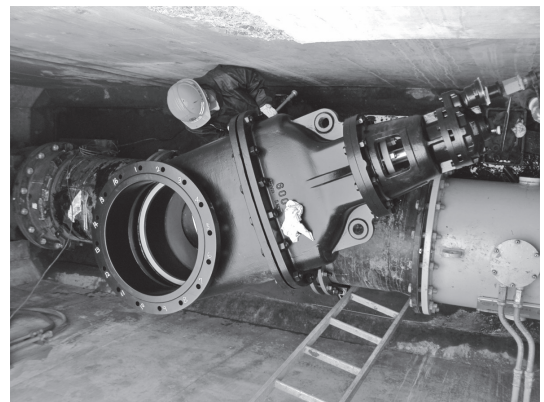
図一 5 発電設備平面図



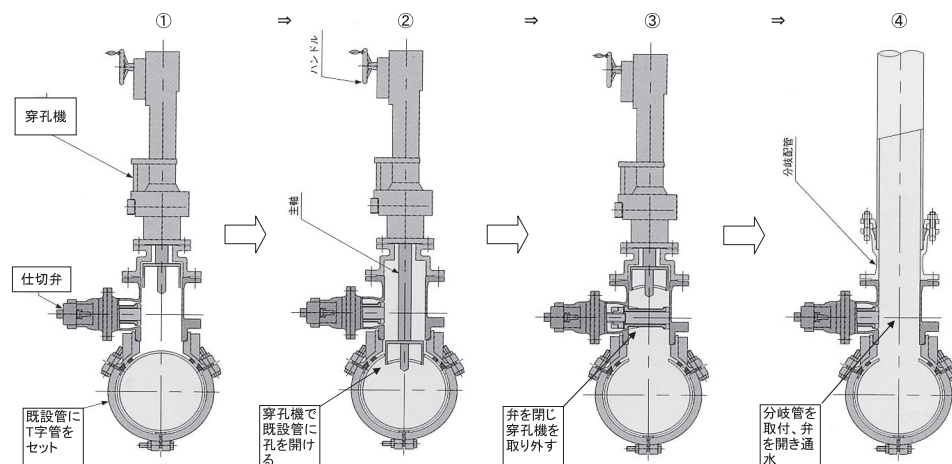
写真一 3 穿孔機



写真一 4 既設管に割 T 字管を設置



写真一 5 割 T 字管に仕切弁を設置



図一 6 不断水工法の概要



写真一六 穿孔機にて穿孔中



写真一七 穿孔終了



写真一八 切り取った既設管



写真一九 水車・発電機搬入

水車・発電機等の製作・据付や発電機室等の工事については、平成22年4月から着手、平成23年2月に完成し、法令に基づく手続き、調整が完了する4月から供用開始の予定であったが、東日本大震災の影響により5月1日からの運用開始となった。

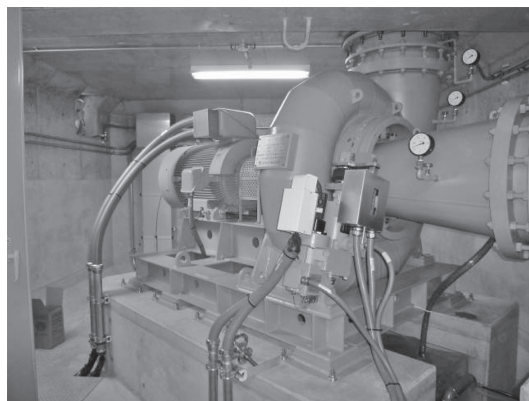
## 7. 発電効果について

小水力発電設備は、水の持つ位置エネルギーで水車を回し、電気エネルギーを生み出すもので、温室効果ガスの二酸化炭素を排出しないクリーンエネルギーとして、地球温暖化防止にも貢献するものである。

その効果は、約450 t-CO<sub>2</sub>/年<sup>2)</sup>の削減が可能となり、これは一般家庭で約89戸分<sup>3)</sup>が1年間に排出する二酸化炭素と同じ量に相当する。

このようなこともあり当施設は平成23年2月に経済産業大臣より「新エネルギー等発電設備<sup>4)</sup>」に認定された。

なお、この設備で発電される電力は、年間最大約810 MWhであり、これは一般家庭約220戸分<sup>5)</sup>に相当するものである。



写真一〇 水車・発電機設置

## 8. 発電等の実績

運用開始から2ヶ月間の発電電力量等は、表一3のとおりである。

また、発電した電力は、管理設備の電力に使われる他、余剰電力分は電気事業者へ売電している。

表一3 月別発電電力量実績

| 項目<br>月 | 発生電力量    |          |         | CO <sub>2</sub> 削減効果                   |          |
|---------|----------|----------|---------|----------------------------------------|----------|
|         | 発電量(kWh) | 一般家庭(戸分) | 発電効率(%) | CO <sub>2</sub> 削減(t-CO <sub>2</sub> ) | 一般家庭(戸分) |
| 5月      | 60,757   | 203      | 90      | 34                                     | 5        |
| 6月      | 54,278   | 181      | 80      | 30                                     | 4        |
| 計       | 115,035  | 384      | 85      | 64                                     | 9        |



## 9. おわりに

小貝川小水力発電設備は、河川注水工で解放されるパイプライン水頭エネルギーを有効利用するもので、小規模ではあるが、継続的に安定してクリーンエネルギーを生み出すことが出来たことには、意義があると考えている。

今後長期に亘り発電機能を継続するため、霞ヶ浦用水管理所としては適正な維持管理に努めていきたいと考えている。

J C M A

### 《参考文献》

- 1) 地域における新エネルギー等（太陽光発電、水力発電等、石油に変わるエネルギー）の加速的促進を図ることを目的とし、新エネルギー等設備導入事業の実施に補助を行うものである。
- 2) 地球温暖化対策の推進に関する法律施行令より、他人から供給された電気の使用に伴う排出係数 0.555 (kgCO<sub>2</sub>/kWh)
- 3) 出典 国立環境研究所温室効果ガスイベントリオフィス HP より年間約 5,040 [kgCO<sub>2</sub>/世帯] 2008 年度
- 4) 水力や太陽光など環境負荷が低い新エネルギー等のさらなる普及促進を目的としたもので、「新エネルギー等発電設備」の認定を受けた施設で発電された電気は、「電気そのものの価値（従来の売電）」と「新エネルギー普及の為の付加価値（新エネルギー等電気相当量）」とに分けて取引できるようになった。
- 5) 出典 電気事業連合会ホームページより、約 300 kWh/月・世帯

### 【筆者紹介】

早乙女 稔（さおとめ みのもる）  
 (株)水資源機構  
 霞ヶ浦用水管理所  
 電気通信担当  
 主幹



牧下 昌平（まきした しょうへい）  
 (株)水資源機構  
 霞ヶ浦用水管理所  
 電気通信担当



## 橋梁架設工事の積算 ——平成 23 年度版——

### ■改訂内容

#### 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
- ・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 ほか

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

### ■定価

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

※別冊のみの販売はありません。

※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）

■発行 平成23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>



## ゴミを水に変える

### 宇宙での自給自足環境構築のために

小 口 美津夫

地球から 350 km 離れた軌道を周回する国際宇宙ステーション (ISS:International Space Station) では、6 人の宇宙飛行士が様々な実験や観測、研究を行っているが、宇宙飛行士の生存に必要な食料、水、酸素は地球から定期的に補給している。しかし、今世紀中に計画されている火星の有人探査では、地球からの補給は時間がかかりすぎるため、生物を使った食料生産と物理化学的な方法による空気や水の再生、廃棄物の処理を行う環境制御を組み合わせた自給自足型となる。特に、水は宇宙でも不可欠な物質の一つで、かつ大量に必要なため、生活から発生する尿や廃水、有機廃棄物 (ゴミ) から飲料水を作る。この技術は宇宙だけではなく、地球環境問題で切迫している水資源の確保や環境汚染のないゴミ処理にも活用できる。

キーワード：有人宇宙活動、閉鎖生態系、環境問題、廃棄物処理、水再生、湿式酸化、逆浸透膜

#### 1. はじめに

人類は、探求心と欲望に満ちた生物である。「地球は青かった」という言葉で、我々に強烈な衝撃を与えたユーリー・ガガーリンが、1961 年 4 月 12 日に人類で初めて宇宙へ出て以来、これまでに 500 人以上の人間が宇宙に行っている。その中には、人類初の月面着陸の成功 (1969 年 7 月 12 日) や 438 日間という連続宇宙長期滞在記録を樹立した人 (旧ソ連時代から通算すると 678 日 16 時間の宇宙滞在実績) もいる。そして、米国を中心として、日本、ヨーロッパ、カナダ、ロシア等 15 ヶ国の国際協力によって、ISS (写真—1) の建設が 1998 年 11 月から始まり、日本の実験棟「きぼう (JEM: Japanese Experiment Module)」も 2009 年 7 月 19 日午前 11 時 23 分 (日本時間) に取り付けが完了し、現在、JAXA (宇宙航空研究開発機構) の

古川宇宙飛行士が約 5 ヶ月半の長期滞在をしている。ISS は、2011 年 5 月 16 日 (米国中部夏時間) に打ち上げられた米国のスペースシャトル「エンデバー」のミッションで完成した。

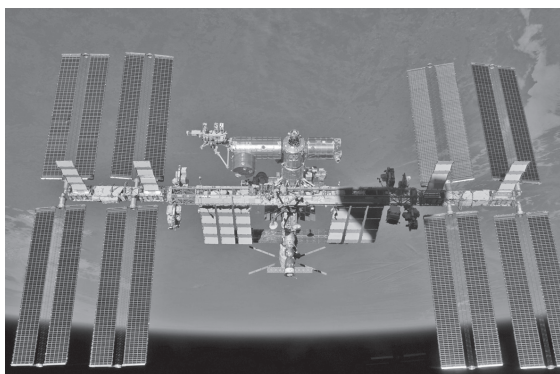
そして、30 年間続いたスペースシャトルは、2011 年 7 月 8 日 (米国中部夏時間) に打ち上げられた「アトランティス」で引退したが、米国は民間企業による有人宇宙船の開発を進めており、民間人の宇宙観光旅行や、今世紀中には火星への有人飛行等も計画されており、人類が宇宙で自由に生活する時代を迎える。

しかし、酸素も水も食べる物もない宇宙で、人間はどのようにして生きていくのか。

#### 2. 宇宙での生活を支える自給自足型の環境

人間が宇宙で生活するためには、食料、水、酸素を始めとするいろいろな物資が必要である。NASA (米国航空宇宙局) では、宇宙での人間の必要エネルギーを一日 3,000 kcal と考えており、そのために必要な食料、飲料水、酸素の量は、それぞれ 618 g, 3,077 g, 836 g としている。これにシャワーや洗濯などの生活用水を加えると、一日に最低約 30 kg の物資が必要となり、一年間の滞在では約 11 トンにもなる。その他、衣類や日用品類も必要である。

現在の有人宇宙活動では、これらの必要物資はすべて地球から持って行き、滞在が長い場合には、定期的に地球より補給している。その輸送コストは 400 ～



写真—1 2011 年 5 月 30 日現在の ISS (提供: NASA)

700 億円もかかり、滞在期間が長くなったり、人数が多くなるにつれてその費用は膨らむ。また、人間が生活すれば必ず廃棄物が出るが、宇宙に捨てることはできず、その処理も問題となる。

そこで、これらの問題を解決するために、「閉鎖生態系生命維持技術 (CELSS: Closed Ecological Life Support Systems: セルス)」と呼ばれる技術開発が進められている。セルスは、人間が生活することによって発生する炭酸ガス、廃水、排泄物、残飯 (生ゴミ) などの廃棄物から、酸素や水、食料などを作り、地球からの物資を補給しない自給自足型の生活環境、すなわち人工的な地球を作る技術である。

### 3. 人工的な地球づくりへの挑戦

我々が生きている地球は、「バイオスフェア (生物圏-1)」とも呼ばれている。人間の生活できる環境を人工的に作ろうとすると、まず頭に浮かぶのが地球である。宇宙は空気のない真空の世界のため、空気を溜めたり、有害な宇宙線を防御することのできる閉鎖環境を作る必要がある。地球も大気という空気の壁に囲まれた閉鎖環境で、この中では人間や動物が吐き出す炭酸ガスは、植物の光合成によって酸素に変換され、再び呼吸に利用されている。川や海から蒸発した水は、雨として大地にしみ込み、岩や砂によって浄化され、ミネラルを含んだ水として飲み水や植物の生育に利用されている。また、有機廃棄物は微生物によって分解されて植物の肥料となっている。この植物を人間や動物が食べ、さらに、動物も食料となって人間は生きている。

人工的な生態系を作るためには、その生態系の中で

の物質循環がどのように行われるかを一つ一つ調べる必要があり、米国で行われた Biosphere-2 (バイオスフェア-2) の実験概要を紹介する。

「Biosphere-2」は、アリゾナ州ツーソンの砂漠の中に民間企業の資金で建設された大型の閉鎖実験施設で、1991 年 9 月 26 日から 1993 年 9 月 26 日まで、男女 8 人による 2 年間の居住実験が実施された。「Biosphere-2」は総面積が約 13,000 m<sup>2</sup> で、その中は居住区域、農業区域、自然区域に分かれている。さらに、自然の環境区域は、熱帯の気候の下で、熱帯雨林、サバンナ、湿地帯、海、砂漠の 5 つの生物圏から構成されている (写真-2)。

「Biosphere-2」での実験の目的は、人口増加や環境の悪化が地球生態系へどのような影響を与えるのかを解明することと、宇宙で人類が生活するために必要なデータを取ることであった。しかし、8 人の人間と約 4,000 種の生物、150 種の農作物で構成される「Biosphere-2」の生態系容積の比率は、地球生態系と比べると非常に小さいため、地球の大気や海洋に相当するバッファに余裕はない。そのため、「Biosphere-2」内を循環する大気成分のアンバランスや、廃棄物の浄化やリサイクルの速度の違いによって、微生物を含めた動物や植物の種に変化が生じた時に、内部の生態系がどの様に対応できるかが問題となった。

一例として「Biosphere-2」内部の酸素および炭酸ガス濃度の変化を紹介すると、実験開始時の炭酸ガス濃度は、2030 年頃の予測値とされている 660 ppm を設定したが、1991 年はエルニーニョの影響による日射状態の悪化から植物の生育が悪くなり、光合成機能の低下を招き、閉鎖開始後 3 ヶ月程で 2,000 ~

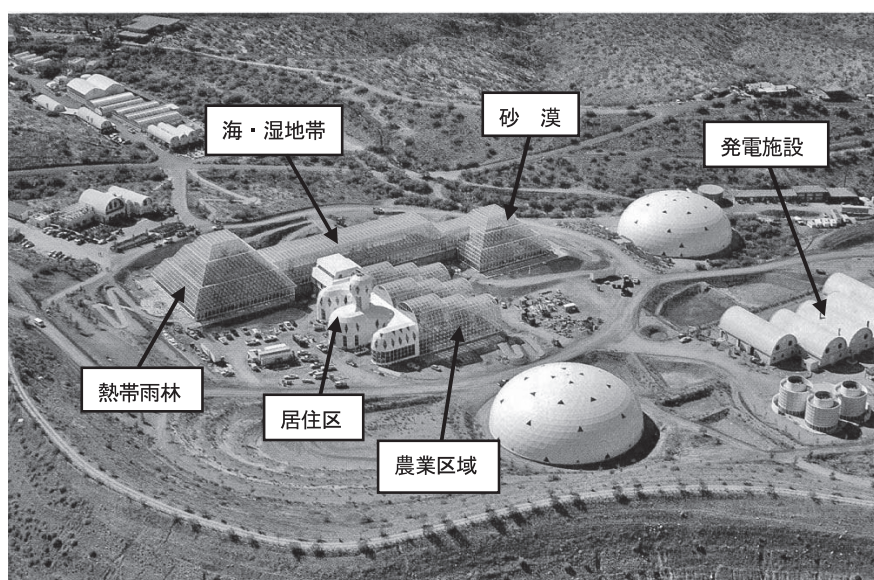


写真-2 Biosphere-2 の全景 (提供: Space Biosphere Ventures)



3,000 ppm になり、内部の空気を入れ換えた。さらに酸素も次第に減り、1993 年 1 月には内部の酸素濃度が 14% 以下になり、外部から酸素補給を行い、実質的な閉鎖実験はこの時点で終わった。

「Biosphere-2」での実験は、炭酸ガスの増加と食料や酸素の不足が生じ、長期の閉鎖実験には失敗したが、その原因の一つとして「生物系のみに依存したため」ということが明確になっただけでも、実験は成功したと評価できる。

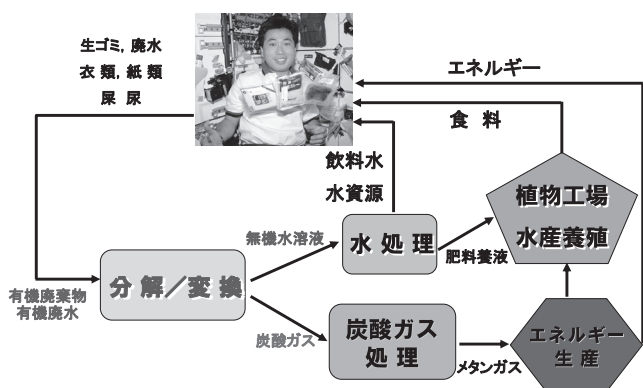
このように、「Biosphere-2」のようなバッファの小さな閉鎖系では、環境の変化によって人間や動植物はダメージを受け易いので、大幅な環境の変動にすぐに対応の取れる人工的な環境制御システムが必要である。

地球と同じしくみ（生態系）を生物だけで宇宙に作ろうとすると、非常に広い空間と膨大な建設費が必要となり、ほとんど不可能である。この地球では、人間を頂点とする動物の活動は、植物の生産性の上に成り立っており、この地球そのままの精巧なミニチュアを作ったとしても、人間や動物、植物までも同じように小さくできないからだ。さらに、生態系が小さければ小さい程、クッションの余裕がないため、生物は環境の変化を受けやすく、すぐに死んでしまう。

そこで、小さな空間で自給自足の環境を作るためには、生物の力を使って効率よく食料を生産すると同時に、地球の大気や海洋の役目を持つ物理化学的な処理装置を組み合わせる必要がある。

#### 4. JAXA の人工的な地球のしくみ

JAXA で研究開発している人工的な地球は、植物栽培や動物および魚類飼育部分から成る食料生産部分と、空気再生、水再生および廃棄物処理などの環境制御部分から構成される。環境制御部分にはシステムの安定性が要求されるため、物理化学的な処理法を用いる（図—1）。本稿では、廃棄物処理と水再生について紹介する。



図—1 JAXA が目指す人工的な地球のしくみ

#### (1) ゴミを水に変える廃棄物処理

セルスでの廃棄物処理は、「植物生産のための肥料を作る」という役割を有するため、処理した後に出る二次生成物も再利用できる処理方法が不可欠である。地上における生ゴミ、廃水、し尿などの有機廃棄物の再処理方法は、コンポスト化やメタン発酵法があるが、いずれも微生物を使うため、宇宙では処理時間、処理の安定性、残渣、微生物の突然変異等の問題があり、宇宙では湿式酸化技術という物理化学的手法を使う。

湿式酸化とは、水の中に入れた有機物を高温高压の空気（酸素）の下で酸化し、無機物に変えるものである。分解は 100℃ から水の臨界温度 374℃ の間で行われ、通常の燃焼と比較するとかなり低い温度である。また、水の気化を防ぐために、分解は密閉式の圧力容器の中で行う。

湿式酸化法は、

- ①酸化反応のため、有機物から炭酸ガスを得ることができる。この時、 $\text{NO}_x$  や  $\text{SO}_x$  等が生成しないので、炭酸ガスは植物や藻類の光合成に利用できる他、水素還元によりメタンガスと水が得られる。
- ②生物処理に比べて分解時間が短く、しかも安定しているため装置を小型化できる。
- ③固形の廃棄物や水分を大量に含む廃棄物にも対応できる。
- ④高温で処理が行われるため、反応生成物にバクテリアやウイルスなどが含まれないので、細菌汚染の問題がない。

という利点を有する。

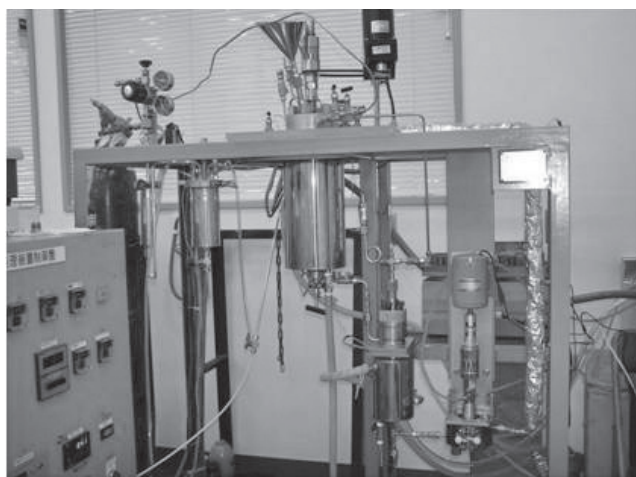
湿式酸化法は、1930 年代に米国でパルプ廃液処理として開発された技術であるが、分解生成物にアンモニアや酢酸などが残り、有機物の分解効率も 50% 程度であり普及はしていない。

分解生成物にアンモニアや酢酸が残ると植物の肥料としては使えないため、分解を促進する触媒を使うバッチ式の分解装置を開発し、その効果を検証した（写真—3）。

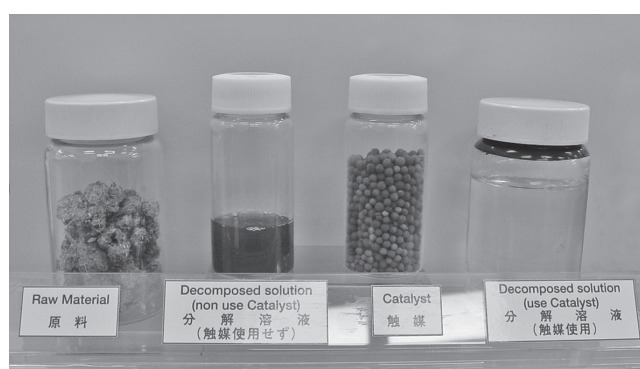
有機廃棄物としてウサギの糞を用いた実験結果を表—1 に、また分解サンプルを写真—4 に示す。分解条件は、温度は 280℃、圧力は 9 MPa、一次分解時間は 30 分、触媒分解時間は 30 分である。表—1 からアンモニアは硝酸イオンに、また、酢酸は炭酸ガスに分解され、有機物濃度も 99% 以上分解されており、触媒の効果がわかる。

触媒を用いた有機廃棄物分解技術の確立に伴い、より実用的な連続処理装置を開発した。本装置の基本フローは、食品残渣や排泄物などの固形有機廃棄物を装置の配管を通る大きさに粉碎・微細化し、尿や廃水な





写真—3 バッチ式有機物分解処理装置

写真—4 ウサギの糞の分解サンプル  
(左から原料，一次分解液，触媒，最終分解液)

表—1 改良技術による分解結果

| 分析成分項目       | 原 料    | 一次分解  | 触媒分解  |
|--------------|--------|-------|-------|
| 有機物濃度 (ppm)  | 14,400 | 865   | 2     |
| 有機炭素量 (ppm)  |        | 435   | 5     |
| 窒素成分 (ppm)   | 340    | 150   | <0.1  |
| アンモニア (ppm)  |        | 136   | <0.1  |
| カリウム (ppm)   |        | 106   | 90    |
| 硝酸イオン (ppm)  |        | 8     | 100   |
| 亜硝酸イオン (ppm) |        | 0.3   | 0.01  |
| 酢 酸 (ppm)    |        | 824   | 検出せず  |
| 蟻 酸 (ppm)    |        | 8     | 検出せず  |
| pH           |        | 7.4   | 7.7   |
| 窒素ガス (%)     |        | 6.31  | 6.44  |
| 炭酸ガス (%)     |        | 28.58 | 46.79 |
| 酸素 (%)       |        | 65.06 | 46.68 |

どの水分と混合してスラリー状態にし，高圧ポンプで連続的に密閉型分解炉に圧送する。続いて空気(酸素)を添加しながら，温度「250～300℃」，圧力「6.86～8.83 MPa」の条件下で無機栄養塩類を含む水溶液と炭酸ガスに完全分解する。

連続処理装置の特徴は，

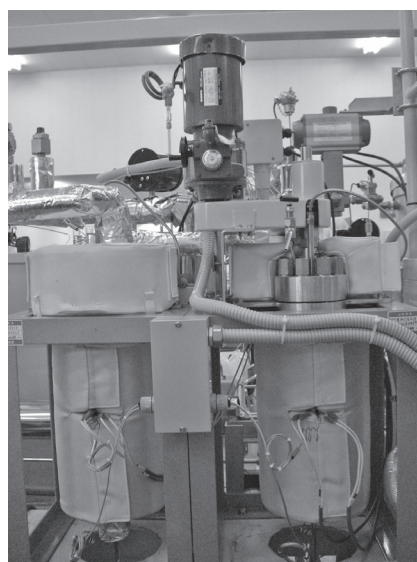
①水分を含む有機廃棄物を脱水や乾燥などの前処理を

せずにそのまま投入できる。

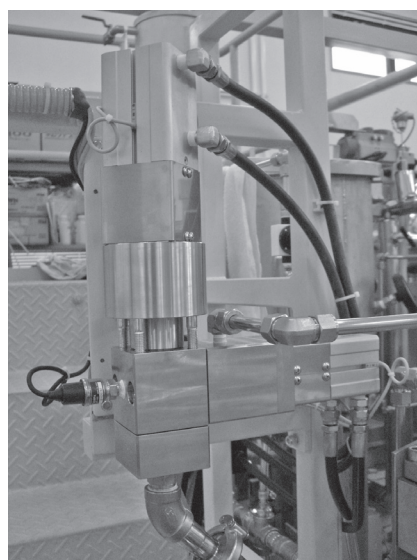
②高濃度有機廃棄物 (COD (Cr) 値で 30 万 ppm 以上) の分解ができる。

③ 30 分から 1 時間程度の短時間処理ができる。となっている。

開発した連続処理装置は内容積が各々 1 リットルの分解炉と触媒炉 (写真—5)，高圧スラリーポンプ (写真—6)，熱交換器，制御盤等から構成され，一日 100kg の処理能力を持っている。また，これまで触媒はチタニアベースのルテニウム触媒を使用していたが，触媒重量の軽減と長寿命化を狙い，繊維触媒を開発した。触媒の重量比は，従来のチタニアと比べて約 1/40，触媒金属 (ルテニウム) の担持量比は 1/440 で少ないが，分解率は約 90% を達成した。連続処理装置で処理した焼酎廃液の結果を写真—7 に示す。



写真—5 触媒炉 (左) と分解炉 (右)



写真—6 高圧スラリーポンプ



写真一七 焼酎廃液の分解例

## (2) ゴミ処理生成水から飲料水を作る

地球から ISS へ運搬する水のコストは、500 mL のペットボトル 1 本分が約 100 万円である。なぜ高いのか。NASA の資料<sup>1)</sup>によると、宇宙飛行士が一日当たり摂取する食料（乾燥状態）と酸素の重量は、それぞれ 1.77 kg と 0.84 kg で地上でも宇宙でも同じ量である。しかし、飲料水は地上では 10 kg であるが、宇宙では 1.62 kg と極端に少ない。その理由は、食料は乾燥させることで軽くでき、酸素は液化することで気体の 1 千倍の量を運ぶことができるが、水はそのままの状態のため重量的に不利で結果的に使用量が制限されている。

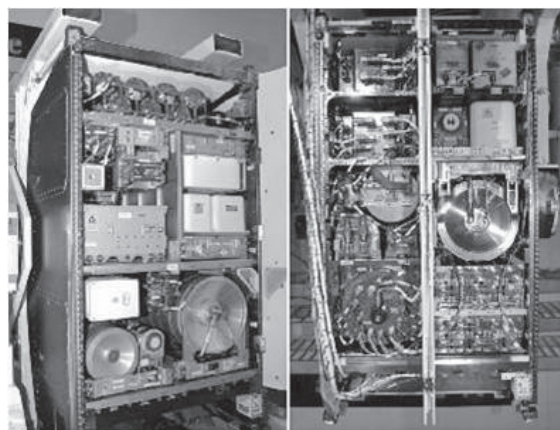
ISS への飲料水の補給手段は、ロシアのプログレス補給船、NASA のスペースシャトルの燃料電池生成水、日本の HTV（こうのとりのり）、ESA（欧州宇宙機関）の ATV があるが、ロシアの水は有機物濃度が 20 mg/L と高く（日本の水道水基準は 3 mg/L）、またシャトルの水は純水のため、健康を考えると長期飲用には不向きである。さらにスペースシャトルは 2011 年 7 月で引退したため、シャトルでの補給はなくなった。2011 年 1 月に打ち上げた HTV-2 号機では種子島宇宙センターの水道水を 80 kg 運んだが、この水も NASA の水質基準を満たすため、純水製造装置で精製した純水を運んだ。実際に宇宙で純水を飲んだ宇宙飛行士は、「毎日、純水を飲むのは大変。純水はまずいので、コーヒー、お茶、ジュースなどの香り付けをして飲む。ふんだんに水が使えれば、宇宙での生活がより快適になる」と言う。

地球からの水の補給量を減らすために、ISS にはロシアと NASA の水再生装置が設置されている。宇宙飛行士が ISS で一日に使う水の量は一人 3.5 リットルで、その内の 1.5 リットルがロシアの装置で、また、1.3 リットルが NASA の装置で再生することになっており、地球からの補給量はかなり減少したように思えるが、実際は、2～3 ヶ月毎に打ち上げられるロシアの

プログレス補給船で飲料水は 400～500 kg も運搬されている。

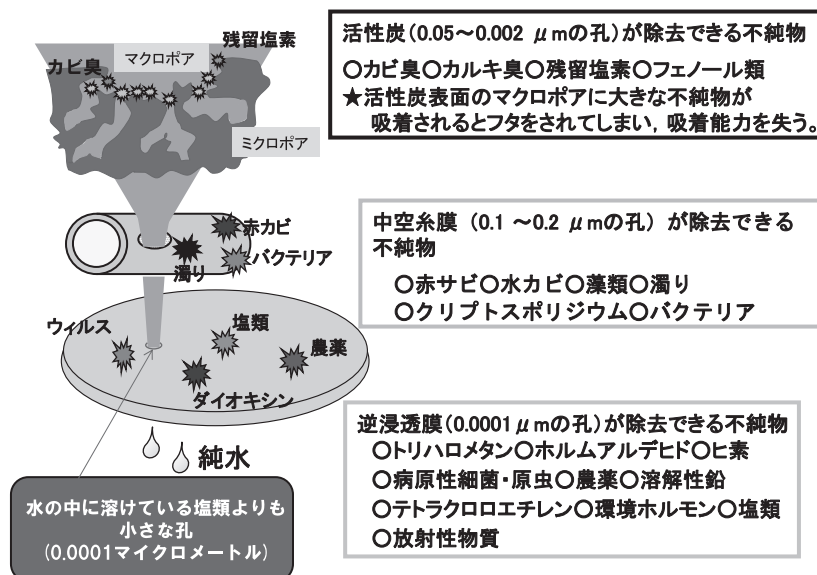
ロシアの装置は、異物除去フィルター、エチレングリコール酸化物除去リアクター、活性炭、イオン交換樹脂から構成され、宇宙船内の空調凝縮水を再生して、酸素製造装置用の電解水として利用している。NASA は、2008 年 11 月に尿や生活廃水（空調凝縮水）を再生する水再生システム（WRS：Water Recovery System）を打ち上げた（写真一八）。尿の再生は回転式蒸気圧縮法と呼ばれる技術を使い、二重式ドラムの内側ドラムを回転させ、その内側に尿の薄い膜を作り、減圧して低温で尿中の水分を蒸発させる。ISS 内は微小重力のため、そのままでは気体と液体は分離しないので、ドラムの回転で生じる遠心力を利用して、気化した水蒸気をドラムの中心部に集める。そこには水蒸気を吸い込むファンがあり、その水蒸気を外側のドラムで冷却して凝縮水（蒸留水）を作ると言う原理である。この蒸留水は生活廃水と混合され、粗粒子フィルターを通り、触媒で有機物を分解して膜処理したあと、飲料水や実験水、酸素製造装置の電解水として使用する。しかし、この WRS は尿中のアンモニア成分の混入、カルシウム析出による配管の目詰まり等のトラブルが多い。また水質管理はヨードで殺菌しているが、ヨードの過剰摂取は甲状腺障害や内臓器官の免疫力の低下を引き起こす恐れもある。

一方、JAXA の開発している水再生システムは、ISS のような地球周回軌道での利用では、尿や生活廃水を再利用するために、尿中のアンモニアや有機物を化学的に分解したあと、逆浸透膜（RO 膜：Reverse Osmosis membrane）で浄化するコンパクトなシステムと、将来の月面や火星基地などで利用するために、し尿、生ゴミ、高濃度廃水等を分解処理する有機廃棄物処理装置と RO 膜を組み合わせたシステムの 2 種類がある。



写真一八 NASA の水再生装置（写真左が水処理装置で右が尿処理装置）（提供：NASA）





図一 2 逆浸透膜の不純物除去性能

RO 膜は海水淡水化で利用されているが、従来の RO 膜は不純物を分離するための圧力が 5~7 MPa と高圧のため、圧力ポンプが大型で消費電力も多く、宇宙利用には不向きであった。しかし近年、RO 膜にかける操作圧力が 0.4~0.6 MPa の超低圧 RO 膜が開発され、宇宙での利用に目処が立った。RO 膜は 0.1 ナノメートル (1 ナノメートル = 100 万分の 1 ミリメートル) という細孔を持つため、ほとんどの不純物の除去ができる (図一 2)。しかし、RO 膜からの浄化水にはミネラル分がほとんど含まれていないため、天然の鉱物を用いた特殊フィルターでミネラル添加を行い、宇宙でも美味しい水を飲むことができる。

## 5. おわりに

環境省廃棄物処理技術情報によると、平成 21 年度のごみ (一般廃棄物) の総排出量は年間約 4,625 万トン、1 人一日当たりの排出量は 994 g と 13 年度以降継続的に減少している。処理方法は直接焼却が 79.1%、資源化等の中間処理が 14.1%、最終処分が 1.7% となっており、リサイクル率は 20.5% で、古紙、ビン、缶のリサイクル率 (50~90%) と比べると低い。

生ゴミなどの有機廃棄物の再利用方法に微生物分解によるコンポスト化があるが、分解時間が長く、有機物の種類、余剰汚泥や廃液処理の問題、微生物の管理・維持に問題が指摘されている。コンポストは肥料として利用されるが、塩分や重金属が混入した場合は利用できない。

また、地球は水の惑星とも言われているが、その 97.5% は海水で、飲料や農業に使用できる淡水はわず

か 0.007% である。2001 年 2 月に発表された「気候変動に関する政府間パネルの報告」では、地球温暖化による海水面の上昇は、海水による冠水や地下水の塩水化をもたらし、約 50 億人分の水が不足すると共に、農業にも大打撃を与えるものと予測されており、水資源確保のための技術確立が急務となっている。

宇宙でのゴミ処理システムは、我々の生活や産業界から発生する生ゴミ、し尿、有機性産業廃棄物や有機廃水など、すべての有機性廃棄物について、その形状に依存せずに処理し、最終的には、食料、水、エネルギーなど我々の生活に欠かせないものを造り出す。このシステムでは、すべての処理を閉ざされた系の中で行うため、外部に有害なものは一切出ない。また、処理に生物を使っていないため、100% 近い分解が無公害的に短時間でできるため、他の処理方法より極めて優位性があり、ゴミが水資源とエネルギー資源になる循環型社会の形成に役立つ。

J C M A

### 《参考文献》

- 1) [http://www.nasa.gov/audience/foreducators/9-12/features/F\\_Recycling\\_on\\_the\\_ISS.html](http://www.nasa.gov/audience/foreducators/9-12/features/F_Recycling_on_the_ISS.html)  
Closing the Loop: Recycling Water and Air in Space

### 〔筆者紹介〕

小口 美津夫 (おぐち みつお)  
 宇宙航空研究開発機構 (JAXA)  
 研究開発本部 未踏技術研究センター  
 特任担当役





# まみずピア

## 海の中道奈多海水淡水化センター

吉 田 克 己

福岡都市圏の発展とともに、将来、増大する水供給に対応するために、天候等に左右されない新たな水源として海水淡水化が検討された。平成9年に福岡地区水道企業団を事業主体として1日最大5万 $\text{m}^3$ の水道用水を供給する海水淡水化施設の建設が決定され、平成11年度から海水淡水化施設事業に着手し平成16年度完了、平成17年度から供用を開始した。

キーワード：公募型技術提案評価方式、浸透取水

### 1. 事業概要

#### (1) 事業の目的

福岡都市圏は今後ますます発展が見込まれ、生活基盤の基礎となる水道水の安定供給はさらに重要度を増してくると思われるが、安定した水源となる大きな河川がない。

このため、筑後川からの広域利水、上流域でのダム建設等の水資源の開発に積極的に取り組み安定給水の確保に努めてきた。

また、近年においては少雨傾向もあり渇水も頻発していた。

このような状況の中、福岡県では平成22年度を目標年次とする福岡地域広域的水道整備計画が策定され、天候等に影響されない海水淡水化事業が導入され

ることになった。

これを基に、福岡地区水道企業団では逼迫した水事情や頻発している渇水への対応、また、都市圏外の筑後川水系に多く依存する都市圏の自助努力の一環として、本事業に着手することになった。

#### (2) 事業の概要

- ・事業名 海水淡水化施設整備事業
- ・主要施設 取水施設、プラント施設、放流施設、混合施設、導水施設
- ・生産方式 逆浸透方式
- ・生産水量 最大 50,000 $\text{m}^3$ /日
- ・事業年数 平成11年度～16年度
- ・事業費 約408億円（実績）



写真—1 海の中道奈多海水淡水化センター（全景）

## 2. 建設工事

### (1) 工事発注

プラント施設及び取水施設の整備における公募型技術提案評価方式の採用及び契約について

#### (a) 公募型技術提案評価方式の採用理由

海水淡水化施設は、天候に左右されることなく、安定した水量を供給できる利点はあるものの、河川水等を水源とした浄水場と比べて一般的に維持管理費等が高いと評価されており、本施設導入による構成団体の給水単価への影響を最小にするために幅広いシステム検討の中から建設費・維持管理費が低減できるシステムを構築する必要がある。

#### ①効率的かつ経済的な海水淡水化施設の可能性

- ・高回収率逆浸透方法
- ・既存施設との連携

#### ②効率的かつ環境に配慮した取水・放流方法

- ・取水方法
- ・放流方法

#### ③環境影響調査

上記事項を踏まえ、海水淡水化施設の建設については従来の考え方にとらわれることなく新たな技術を適用することで、建設費・維持管理費の低減化や操作性・水質管理の優れた施設とすることが可能であり、これらを具体的に実現するにあたっては、設計・施工を分離して発注するのではなく、設計から施工を一括して行い、所要の性能を発揮するまで一元的に責任を持つ「性能一括発注方式」を採用することが必要である。

上記の主旨を最大限に発揮するために、民間の斬新なアイデアと最新の技術のノウハウを取り入れた提案を公募し最優秀提案を決定する公募型技術提案評価方式を採用した。

#### (b) 公募要項の概要（抜粋）

##### ①提案の名称

海水淡水化施設整備事業  
「プラント施設及び取水施設の提案」

##### ②提案の対象

取水施設（取水施設、取水井、取水ポンプ）  
プラント施設（機械設備、電気設備等）  
その他（管理、運転、保全に必要な設備）

##### ③建設予定地

福岡市東区奈多（敷地面積 約 46,000 m<sup>2</sup>）

##### ④日程

公告日、技術提案期限 等

##### ⑤応募資格

特定建設業の許可取得 等

##### ⑥審査体制

審査委員会で審議

##### ⑦性能保証

生産水量は最低水温で 5 万 m<sup>3</sup> / 日とする。

水質基準等の各種の基準を満足する。

排水、騒音、振動等は、環境保全に係る基準を満足する。

適正な維持管理のもとに 15 年間は保証する。

（法改正で変更となった水質基準を除く）

##### ⑧主な基本条件

- ・工期：契約締結の翌日から平成 17 年 3 月 22 日
- ・上限額：275 億円（消費税含む）

##### ⑨主な設計条件

- ・取水施設：浸透取水方式を原則とする。
- ・海水淡水化方式：高回収率の逆浸透法とする。

#### (c) 提案審査委員会の選考結果について

海水淡水化施設整備事業提案審査委員会において、海水淡水化施設整備事業「プラント施設及び取水施設の提案」公募要項に基づき応募提案されたものについて、その内容を審査し一提案が決定された。

##### ①決定理由

- ・最新技術を駆使し、高機能、高効率な施設の設計
- ・全施設を一棟に集約し、景観保全と作業環境の向上が図られている。
- ・取水施設には目詰まりに対する配慮により、取水の確実性、安定性を図るとともに、前処理設備に UF 膜を導入したこと。
- ・高回収率を目指した高圧一段方式に低圧 RO をプラスすることで性能面でも確実性、信頼性が評価された。
- ・建設事業費については、性能を重視した設備を備えているにもかかわらず、上限価格より低い価格で提案された。

### (2) 契約の概要

工事件名：海水淡水化施設整備事業

「プラント施設及び取水施設」工事

契約者：大林組・協和機電工業

建設工事共同企業体

契約日：平成 12 年 5 月 24 日

工期：平成 12 年 5 月 25 日

～平成 17 年 3 月 22 日

### (3) 実証試験

#### (a) 試験目的

モジュール最小ユニットベースで提案システムを構

成し、実際の現地海水による試験を行うことにより、提案システムの取水設備と膜設備等の安定稼働性や水質の安全性あるいは環境調和性等を確認しその結果を実施設計に反映させることが目的である。

#### (b) 試験概要

- ①実施位置：奈多漁港内および漁港西側海域
- ②設置：H12.9.20～H12.10.31
- ③試験期間：H12.12.1～H13.12.3（取水）  
H12.12.1～H14.3.13（プラント）
- ④海水取水方式：緩速ろ過方式の浸透取水
- ⑤海水取水量：250 m<sup>3</sup>/日～600 m<sup>3</sup>/日
- ⑥淡水化方式：UF 膜前処理による  
2 段逆浸透膜方式
- ⑦生産水量：100 m<sup>3</sup>/日

#### (c) 試験確認項目

- ①取水設備
  - ・海底下から浸透方式の緩速ろ過取水を行い取水量、取水井内水頭差、浸透流速等の基本性能を確認する。
  - ・浸透流速を目詰まりが発生する可能性がある 8 m/日程度まで変化させて、取水量や取水井内水頭差の変化から目詰まりの可能性、状況、限界等を確認する。
  - ・試験場所での原海水と浸透海水の SDI 値等の水質を測定し、水質が改善される状況を確認する。
- ②プラント設備
  - ・取水海水の水量及び水質の確認  
本施設と同等の浸透流速で運転を行い、水量の変化を確認するとともに SDI 値を計測することにより水質の確認を行う。
  - ・UF 膜の特性の確認  
一定流量にて運転を行い膜間差圧を計測し膜の汚れ具合を判断する。また浸透取水と同様に SDI 値を計測し水質の確認を行う。汚れが付いた膜は薬品にて浸漬し、洗浄することにより性能が回復することを確認する。
  - ・高圧 RO 膜、低圧 RO 膜の特性の確認  
水温変化による回収率の変動、運転圧力を測定し、水質及び生産水の確認を行う。
  - ・生産水の確認  
定期的に基準項目等を水質検査登録機関により計測し、水質の確認を行う。

#### (d) 試験運転状況

- ①浸透取水量  
海水の取水量が設定値 450 m<sup>3</sup>/日（浸透速度 6 m/日）で取水ポンプを定速運転した結果、計画量は確保できた。
- ②海水取水及び UF 膜ろ過水の水質  
「（逆浸透）膜に要求される供給水の清澄度を表す指

標 SDI 値は 4 以下とする」（水道施設設計指針）に対し、原海水の SDI 値は 5～6 の範囲で変動、浸透取水した海水の SDI 値は 4 程度で推移、UF 膜ろ過については、1.5～2 の範囲で非常に安定した水質を維持していた。

また、試験を継続していく中で SDI 値については変化が見られなかったが UF 膜間差圧の上昇があったため、クエン洗浄を行った。

#### ③高圧 RO 膜・低圧 RO 膜回収率

水温、高圧 RO 透過水量、低圧 RO 透過水量を考慮し、水温等に対応する回収率の設定値の検討を行った。

#### ④生産水量

海水の各温度で設定された回収率となるように制御する回収率制御運転を開始し、114～118 m<sup>3</sup>/日で推移していた。

#### (e) 運転結果

##### ①取水海水の水量及び水質

取水量はほぼ一定量で運転され、取水量の低下はなかった。また取水海水の水質は SDI 値 4 程度であり、ほぼ計画どおりの SDI 値が確認できた。

##### ②UF 膜の特性

UF 膜は本設備と同等の流速にて運転を行ったが、ろ過水質は SDI 値約 2 程度で計画どおりの数値が確認された。

また洗浄により膜間差圧の上昇もなく安定した運転であった。

##### ③高圧 RO 膜、低圧 RO 膜の特性

###### ・高圧 RO 膜

水温に合わせて回収率の設定を行い運転したが、計画設定値に対してほぼ同等の回収率を維持し追従運転することが確認できた。

また、膜の特性・水質を確認したが、膜間差圧上昇もなく水質は計画どおり。

###### ・低圧 RO 膜

回収率は 85% の一定とし、膜への供給水量を水温により変化させて運転をしたが、水質は計画どおり。

##### ④生産水質

各 RO 膜透過水の水質は予定どおり。

#### (f) 実証試験結果

実海水温 10～29℃における実証試験にて、各設備について特に問題なく良好に運転された。施設としては 9～30℃の運転を計画しているが、計画温度領域内での水温であれば、問題がないと考えられる。システムの的にも、各水温における RO 設備の回収率制御、分配水量制御等、安定した運転であった。生産水量についても水質、水量とも計画値を満足していた。





写真—2 実証試験プラント 全景

#### 4. 主要工事・供用開始

海水淡水化施設は福岡市東区奈多，国土交通省航空管理センターに隣接する 46,000 m<sup>2</sup> の敷地に建設することになり，準備測量が平成 12 年 7 月から開始され，平成 17 年 3 月まで継続された。また，平成 16 年当初より 1 年間にわたる総合試運転を経て，平成 17 年 3 月下旬に竣工式を行い，平成 17 年 4 月から供用開始の予定だった。しかし，供用開始直前の 3 月 20 日に福岡県西方沖地震が発生したため，導水管の一部が被害を受け，その補修，点検等に時間を要し，当初の供用開始予定より約 2 ヶ月遅れの 6 月 1 日供用開始となった。

#### 5. 施設の特徴

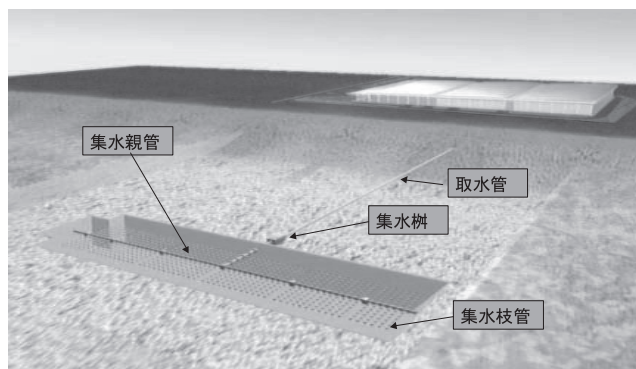
当海水淡水化センターは次に述べる特徴がある。

##### (1) 浸透取水方式の採用

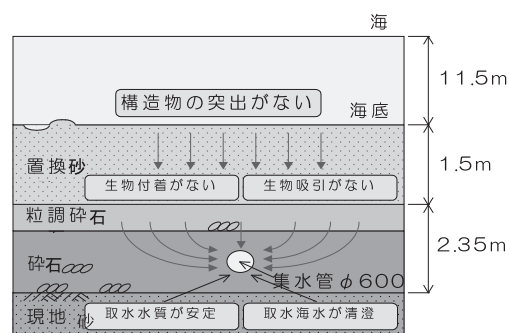
本施設では，海底の砂の中に取水管を埋設する〔浸透取水方式〕を採用している。この新技術は「海の緩速ろ過システム」と呼ばれ，砂の層を利用して海水をろ過する方式である（図—1，2）。

本方式を採用した理由を次に示す。

- (a) 海底の砂の層がフィルタの役割を果たすので水質が安定し，ゴミや不純物が少なく清澄な海水を確保できる。
- (b) 海中に構造物が露出しないので漁業や船の航行の妨げや，強い波浪による構造物への被害が避けられるなど，安全性が高い。
- (c) 魚の卵や海藻などを取水管に吸い込むことがなく，海洋生物の生態系など環境への影響を少なくできるほか，取水管の中に付着するフジツボやイガイの卵なども砂の層でろ過されるので，管内の清掃作業が軽減でき，維持管理が簡略化できる。



図—1 取水部イメージ図



図—2 取水部構造図

- (d) 波の力で海底の砂が動くことにより砂層の目詰まりを取り除く自然の力を活用した技術である。

##### (2) 逆浸透部の使用機器類

逆浸透部は高压逆浸透（高压 RO）膜・低压逆浸透（低压 RO）膜から構成され（図—3，4），高压 RO 膜だけでは，ほう素値を満足することが難しいため，高压 RO 膜の透過水の一部を低压逆浸透膜で処理した水と，高压 RO 膜透過水をほう素濃度により適宜混合し，さらに浄水と等量混合して供給する。

高压 RO 膜は 10 インチ径の中空糸型三酢酸セルロース膜で，モジュール（エレメント 2 本入り）が 200 本／ユニット／系列，5 系列で 2,000 エレメント設置されている。

本設備は以下のような特長をもっている。

- (a) 水温による透過水量の変動幅がポリアミド膜に比べて小さい。（RO 膜への供給海水水温の変動に合わせて回収率を 57.5 ～ 62.5 % とすることで使用膜本数の季節毎の調整を不要としている。）また，エレメント当りの造水量が多く，コンパクトにできる。
- (b) 濃縮水の昇圧等の複雑なシステムにすることなく従来と同じ方式で高回収率運転ができる。
- (c) 高压ポンプはポンプ効率・維持管理性から上下分割型多段渦巻きポンプとした。

- (d) 動力回収装置は、回収率が高く、水量変動による回収効率の変動幅が小さいペルトン水車を採用した。

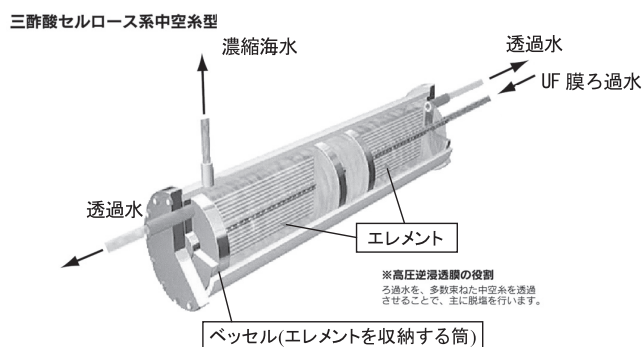


図-3 高圧 RO 膜構造図

#### ポリアミド系スパイラル型

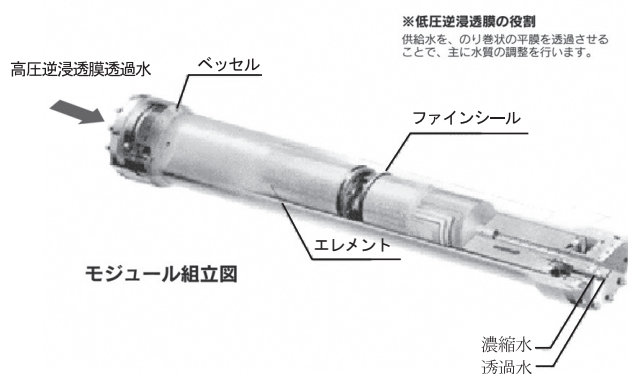


図-4 低圧 RO 膜構造図

### (3) 環境への配慮

海水を淡水化すると塩分濃度が約 2 倍に濃くなった海水が出来る。近接する和白水処理センターの下水処理水（淡水）と混合放流槽という施設で混ぜ合わせ、通常の海水塩分濃度に近い濃度にして博多湾内へ放流している（図-5）。

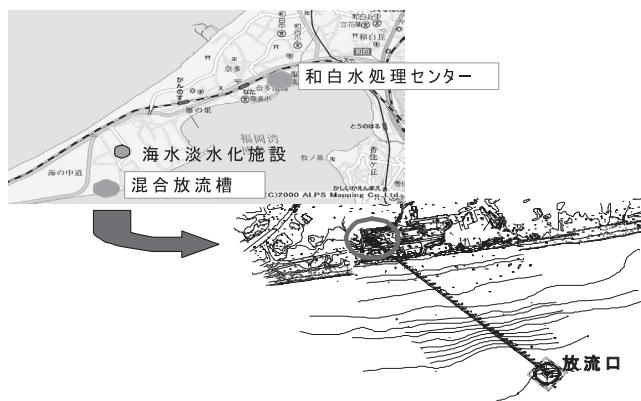


図-5 放流設備

## 6. 供用開始からこれまでの状況

平成 17 年 6 月に供用開始し、約 6 年間経過したが高圧力高濃度塩分下でのプラント運転において、確認できた主な事象を記載しておく。

- ・当センターは浸透取水方式を採用しており、当初は砂層の目詰まりも懸念されていたが、日常の点検数値（潮位と着水井の水頭差）に変化がないため、砂層の目詰まりはないと判断できる。また、砂層を通過した海水の SDI 値についても実証実験値より良い数値がでている。

また、年に 2 回、海底の集水部の点検をダイバーが潜り、目視点検（砂表面のチェック）、砂層のサンプリング採取（分析用）を行っているが、取水に影響を与えるような問題は発生していない。

- ・海水から淡水を取った残りの濃縮海水の残圧を利用する動力回収装置（エネルギー回収タービン）を設置したことで、高圧 RO ポンプが使用する電力量の約 2 割が削減できていることを確認できた。
- ・逆浸透設備に使用している SUS316L 製高圧配管において一部すきま腐食が発生し、配管フランジ部の材質改良等を行っているところである。
- ・機器冷却水に高圧 RO 透過水を使用しており、当初より水の腐食性の指標となるランゲリア指数が低いいため、その影響で冷却水用配管（鋼管）が一部腐食した。現在は腐食した配管を硬質塩化ビニルライニング鋼管に取り替える等により対応している。

## 7. おわりに

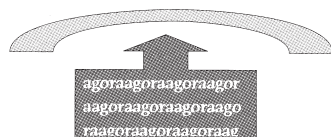
少雨傾向の時期もあったが、当センターがフル稼働（最大生産水量 50,000 m<sup>3</sup>/日）を行うことで、当初の事業目的である福岡都市圏への水道水の安定供給確保がなされている。今後、安定運転確保のためプラント機器類の点検整備等に重点を置きながら、それら維持管理費に係る費用の低減を図り運営を行っていきたい。

J C M A

#### 【筆者紹介】

吉田 克己（よしだ かつみ）  
福岡地区水道企業団施設部海水淡水化センター  
運転管理係長





## 環境ラベル「エコマーク」における 節水型機器の認定基準

平 田 ゆり恵

環境問題に対する意識の高まりから、製品には様々な環境マークが表示されている。その中でもエコマークは、ISO の環境ラベルの分類における国内で唯一の「タイプ I 環境ラベル」である。節水機器に関しては、1990 年より認定を行っており、現在では 30 ブランドの認定品がある。本稿では、エコマーク事業の概要に触れつつ、節水機器の認定基準の内容、基準が設定された経緯について紹介する。

キーワード：環境、エコマーク、環境ラベル、節水、トイレ、水栓、定流量弁

### 1. エコマーク事業について

#### (1) エコマークの概要

エコマークは、(財)日本環境協会が運営する環境ラベルであり、環境への負荷が少なく、環境保全に役立つと認められた商品を認証し、マークを付与することで、消費者に環境配慮型商品を選択する際の目安としてもらうことを目的とする。それと同時にエコマークは、企業の環境意識の高さを消費者へ伝える役割、消費者に環境配慮への「気づき」を促す役割も兼ね備えている。1989 年に運営を開始し、現在では 48 の商品分野で 5,000 商品が認定を受けている(2011 年 6 月末現在)。エコマークが対象とする商品分野は、繊維製品、文具・事務用品、複写機・プリンタなどの電子機器、インキ・塗料、建築製品、土木製品など多岐にわたっている。

エコマーク事業は、国際標準化機構 (ISO) の規格である ISO14020「環境ラベル及び宣言—一般原則」(国際一致規格 JIS Q 14020) 及び ISO14024「環境ラベル及び宣言・タイプ I 環境ラベル表示・原則及び手続き」(同 JIS Q14024) に則って運営されている。

ISO 規格では、環境ラベルを次のとおり 3 つに規定している。

タイプ I：第三者による認証を行うもの。

タイプ II：自己宣言によるもの。第三者の認証を必要としない環境主張。

タイプ III：製品の環境負荷に関する定量的な情報を表示するもの。合否の判定は行わない。

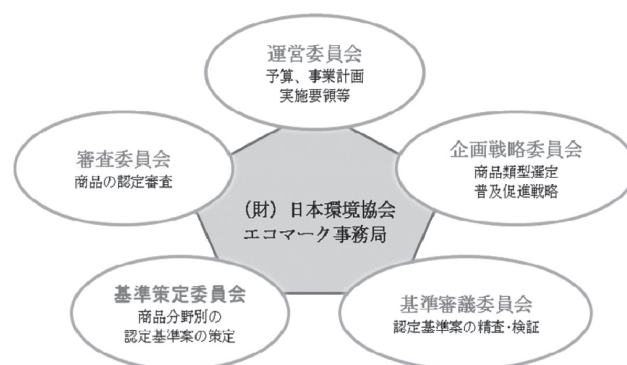
エコマークは、国内で運営されている環境ラベルの中で上記タイプ I 環境ラベルの要件を満たした唯一の制度である。

また、タイプ I 環境ラベルの特徴としては以下の 3 点が挙げられる。

- ①第三者(商品供給者及び消費者のどちら側でもない)による認証であること。
  - ②基準を作成する場合に製品のライフサイクル全体を考慮すること。
  - ③利害関係者(商品供給者・消費者・学識者)による協議の場を設けること。
- この 3 点につき、以下に詳述する。

#### (2) エコマーク事業の運営体制

エコマーク事業は、図—1 のとおり、5 つの委員会を軸に運営されている。この中で、予算、事業計画を審議する「運営委員会」及び認定基準を策定する「基準策定委員会」の委員は、ISO で推奨する「利害関係者による協議の場」を設定する意味から、供給者(事業者)、消費者、中立の立場の専門家により構成される。「審査委員会」は、中立の専門家のみにより構成され、エコマークの認定申込に対し、認定基準への適合の審



図—1 エコマーク事業の運営体制



査及び認定を行うものである。「企画戦略委員会」では、新たな商品類型（認定基準の対象とする商品分野）の選定、普及戦略の審議、「基準審議委員会」では認定基準の原案の精査、検証が行われる。両委員会は、環境保全に関する外部の有識者、学識者などから構成される。

### (3) 認定基準策定の流れ

認定基準は、以下の手続きにより策定される。

- ①事業者、消費者、第三者からの提案、もしくはエコマーク事務局による提案に基づき、企画戦略委員会の承認により新たな商品類型が選定される。

↓

- ②当該商品類型に関係する供給者（事業者）、消費者、中立の立場の専門家の三者によって構成される基準策定委員会が設置される。なお、委員は公募、推薦を経て人選される。

↓

- ③基準策定委員会は、環境の観点から商品のライフサイクル全体にわたる考慮をした上で認定基準の原案の策定を行う。ライフサイクル全体にわたる考慮は、表—1に示す「商品ライフステージ環境評価項目選定表」を使い、その商品類型で重要と考えられる環境評価項目を選び、定性的または定量的な認定基準案を策定する。

↓

- ④策定された認定基準案は、基準審議委員会における精査、検証を経て、エコマークニュース及びホームページなどで公表し、30日間、一般からの意見や提案を受け付ける。

↓

- ⑤基準策定委員会は一般からの意見や提案を考慮し、再度、認定基準案を審議する。

↓

- ⑥基準策定委員会の審議に基づいて、(財)日本環境協会が認定基準を制定する。

↓

- ⑦新たに制定された認定基準は、その背景となる情報、策定経緯などを記載した「解説」とともに、エコマークニュース及びホームページなどで公表される。

このように、エコマーク事業は、全ての立場の利害関係者が参加できる開かれたものであり、運営には透明性・信頼性・公平性を確保するように努めている。また、生産者、事業者の努力が継続した環境負荷の低減につながるよう計画的な基準の見直しを行っている。

表—1 商品ライフステージ環境評価項目選定表

| 環境評価項目            | 商品のライフステージ     |          |          |                |                 |          |
|-------------------|----------------|----------|----------|----------------|-----------------|----------|
|                   | A.<br>資源<br>採取 | B.<br>製造 | C.<br>流通 | D.<br>使用<br>消費 | E.<br>リサイ<br>クル | F.<br>廃棄 |
| 1. 省資源と資源循環       |                |          |          |                |                 |          |
| 2. 地球温暖化の防止       |                |          |          |                |                 |          |
| 3. 有害物質の制限とコントロール |                |          |          |                |                 |          |
| 4. 生物多様性の保全       |                |          |          |                |                 |          |

## 2. 節水機器の認定基準について

### (1) 認定の対象範囲

節水機器の認定基準策定の発端は、1990年に定流量弁、節水型水栓に関する認定基準が策定されたところから始まる。制度開始当初のエコマークでは、製品の環境的な機能が一点でもあれば、その点を評価して認定基準の設置に至っていた。そのため、当時の認定基準は、流量制限のみを評価するものであった。その後、1998年にエコマーク制度にISOの概念が導入され、認定基準の検討にあたっては、製品のライフサイクル全体にわたる環境負荷を考慮した上で、基準項目が定められるようになった。これにより、当初策定された認定基準は、商品のライフサイクルの考慮、対象製品の拡大など二度の見直しを経て、2005年8月に現行の認定基準「節水型機器 Version 2」として制定された。本認定基準では、認定の対象製品を表—2に示すトイレ関連（A～E）、水栓関連（F～P）の21品目としている。

検討にあたっては、節水を「合理的水使用の立場からみた場合に、本来有すべき性能を保証した上で、それまで使用していた水量を削減すること。」と整理し、節水設計された機器を対象とした。なお、洗濯機、食器洗浄機などは、節水を図る意義は大きいものの、電気使用量など節水以外の観点においても非常に検討事項が多く、別途、専門的に検討する必要があるため、対象外とした。その他、節水に役立つ製品として屋根からの雨水を貯留して利用するための雨水貯留槽があるが、こちらは本認定基準とは別にエコマーク商品類型 No.137「建築製品（外装・外構工事関係用資材）Version1.5 分類 D-3 雨水貯留槽」として認定基準を設けている。

### (2) 認定基準の内容

基準項目は、以下のとおり「環境に関する基準」と「品質に関する基準」で構成されている。

#### ■環境に関する基準

- ①機器の節水性能として、表—2に示す節水基準及

び構造基準に適合していること。節水効果が現れる使用場所の条件などがある製品は、その旨を情報提供していること。

- ②製造にあたって、関連する環境法規及び公害防止協定などを遵守していること。
- ③交換される部品の取外し、取付けは、はめ込み式、ボルト、ワンタッチ方式など取替え可能なものであること。
- ④製品は、部品交換が可能であり、交換方法などについて、使用者への周知を取扱説明書などで行っていること。交換用部品の供給は、製造中止後10年以上（ただし、電装部品は6年以上）確保されていること。
- ⑤複数の異なる材料部品を組み合わせる製品にあっては、部品ごとに分離・分別できる工夫がなされていること。
- ⑥製品及び包装に使用されるプラスチック材料には、ハロゲン系元素を含むポリマー及び有機ハロゲン化合物を処方構成成分として添加していないこと（除外規定あり）。また、難燃剤の使用のないこと（除外規定あり）。
- ⑦製品の包装は、省資源化、リサイクルの容易さ、焼

却処理時の負荷低減に配慮されていること。

- ⑧製品に、水道法の「給水装置」ではない部分（便器における陶器など）が含まれる場合は、該当部分からの有害物質の溶出について、土壤汚染対策法施行規則に定める別表第2（平成14年12月26日 環境省令第29号）に挙げられたカドミウム、鉛、六価クロム、ヒ素、総水銀、PCB、ベンゼン、セレン、ホウ素、フッ素の10項目に関する要件を満たすこと。
- ⑨適正な取扱いに関する情報として、維持管理上の注意を取扱説明書、製品ラベルまたはパンフレットに明示していること。
- ⑩温水洗浄便座のエネルギー消費は、エコマークに申込む時点の「エネルギーの使用の合理化に関する法律（省エネ法）」に定める「電気便座の性能の向上に関する製造事業者等の判断の基準等」の基準エネルギー消費効率を下回らないこと。
- ⑪製品に抗菌加工をする場合は、「節水型機器への抗菌剤の使用について」※に従うこと。
- ※基準に別添された抗菌剤の使用規定（ここでは省略する。）

表—2 節水基準及び構造基準（主要な項目のみ抜粋）、認定数

| 対象商品                     | 認定数<br>(ブランド単位) | 節水基準及び構造基準 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |        |     |        |      |                      |   |   |   |
|--------------------------|-----------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----|--------|------|----------------------|---|---|---|
| A. 節水型大便器<br>(ロータンク式)    | 4               | 節水基準       | (1) 洗浄水量は、6.5リットル以下であること。<br>洗浄水量の測定は0.2MPaの水圧で実施する。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |     |        |      |                      |   |   |   |
| B. 節水型大便器<br>(フラッシュバルブ式) | 1               | 節水基準       | (1) フラッシュバルブが流動時の給水圧力0.2MPaでの設定吐水量に対して1回の洗浄動作（ハンドルを押し続けた状態）で±15%以内の吐水量であること。<br>(2) 洗浄水量は、6.5リットル以下であること。<br>洗浄水量の測定は0.2MPaの水圧で実施する。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |     |        |      |                      |   |   |   |
| C. 節水型大便器<br>(洗浄弁内蔵型)    | 1               | 節水基準       | (1) 洗浄水量は、6.5リットル以下であること。<br>洗浄水量の測定は0.2MPaの水圧で実施する。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |     |        |      |                      |   |   |   |
| D. 流量制御付自動洗浄装置組込小便器      | 1               | 節水基準       | (1) 洗浄水量は、2.5リットル以下であること。<br>洗浄水量の測定は0.2MPaの水圧で実施する。<br>(2) 使用時間、連続使用などにより、洗浄水量を制御すること。（申込時にデータを提出すること）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |        |     |        |      |                      |   |   |   |
| E. 小便器用流量制御付自動洗浄装置       | 1               | 節水基準       | (1) 洗浄水量は4リットル以下であること。<br>洗浄水量の測定は0.2MPaの水圧で実施する。<br>(2) 使用時間、連続使用などにより、洗浄水量を制御すること。（申込時にデータを提出すること）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |     |        |      |                      |   |   |   |
| F. 「節水コマ」または「節水コマ内蔵水栓」   | 2               | 節水基準       | (1) 節水コマを組み込んだ水栓の吐水性能は、次による。（JIS B 2061 給水栓の吐水性能による）<br>・ハンドルを120°開いた時、普通コマを組み込んだ場合に比べ、20%を超え70%以下の吐水流量（30%以上の節水量）でなければならない。<br>・ハンドルを全開にした時、普通コマを組み込んだ場合に比べ、70%以上の吐水流量がなければならない。<br>・吐水中の水圧は上記いずれの場合にも0.1MPaに設定する。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |        |     |        |      |                      |   |   |   |
| G. 「定流量弁」または「定流量弁内蔵水栓」   | 2               | 節水基準       | (1) 水圧0.1MPa以上、0.7MPa以下の各水圧において、ハンドル開度全開の時、適正吐水流量は、5～8リットル/minであること。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |     |        |      |                      |   |   |   |
| H. 「泡沫キャップ」または「泡沫機能付水栓」  | 1               | 節水基準       | (1) 水圧0.1MPa以上、0.7MPa以下の各水圧において、ハンドル（レバー）開度全開の時、適正吐水流量が、泡沫キャップなしの同型水栓の80%以下であること。<br>(2) 水圧0.1MPa、ハンドル（レバー）全開において、5リットル/min以上の吐水流量であること。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |        |     |        |      |                      |   |   |   |
| I. 流量調節弁                 | 9               | 節水基準       | <p>(1) 水圧0.1MPa以上、0.7MPa以下の各水圧において、ハンドル（レバー）を全開にした場合の吐水量が、申込調整弁なしの同型水栓の80%以下であること。</p> <p>(2) 水圧0.1MPa、ハンドル（レバー）全開において、機器設置場所での吐水流量が表「機器設置場所毎の適正吐水流量」に示す数値以上であること。</p> <p style="text-align: center;">表 機器設置場所毎の適正吐水流量</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>機器設置場所</th><th>洗面所</th><th>台所・調理場</th><th>シャワー</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>適正吐水流量<br/>(リットル/min)</td><td>5</td><td>5</td><td>8</td></tr> </tbody> </table> <p>(3) (2) の条件を満たす機器設置場所について、取扱説明書及び宣伝用印刷物（パンフレット、カタログなど）などで情報提供していること。</p> | 機器設置場所 | 洗面所 | 台所・調理場 | シャワー | 適正吐水流量<br>(リットル/min) | 5 | 5 | 8 |
| 機器設置場所                   | 洗面所             | 台所・調理場     | シャワー                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |     |        |      |                      |   |   |   |
| 適正吐水流量<br>(リットル/min)     | 5               | 5          | 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |        |     |        |      |                      |   |   |   |

| 対象商品                                           | 認定数<br>(ブランド単位) | 節水基準及び構造基準                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                |                 | 節水基準                                                          | 構造基準                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| J. 湯水混合水栓<br>(サーモスタット式)                        | 2               | なし                                                            | (1) 温度調節ハンドルによって、あらかじめ吐水温度を設定しておけば、湯水の圧力及び温度変動などがあつた場合でも、湯水の混合量を自動的に調整し、設定温度の混合水を供給する機構を組み込んだ湯水混合水栓であること。([JIS B 2061「給水栓」の定義]による)<br>(2) 温度表示目盛を 40℃ 付近に合わせたときの吐水温度は、設定温度の± 3℃ 以内であること。([JIS B 2061「給水栓の自動温度調整性能」]による)<br>(3) 吐水温度を 40℃ 付近に設定した後、一次側給水圧力を変動させた場合、吐水温度は± 3℃ 以内であること。([JIS B 2061「給水栓の自動温度調整性能」]による)<br>(4) サーモスタット湯水混合栓は、高温の吐水防止のため、安全装置を設けること。([JIS B 2061「給水栓の水栓の構造」]による)<br>(2) (3) の自動温度調整性能の試験方法は、JIS B 2061 8.1.10 による。 |
| K. 湯水混合水栓<br>(シングルレバー式)                        | 0               | なし                                                            | (1) 一つのハンドル操作によって、吐水、止水、吐水流量及び吐水温度の調整ができる湯水混合水栓であること。([JIS B 2061「給水栓」の定義]による)<br>(2) 流量調節のしやすい機能があること。例えば多段式であること。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| L. 時間止め水栓                                      | 1               | なし                                                            | (1) 設定した時間に達すると自動的に止水する水栓<br>(2) 次の性能を有すること。<br>$\left  \frac{\text{設定時間} - \text{実時間}}{\text{設定時間}} \right  \leq 0.05$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| M. 定量止水水栓                                      | 1               | なし                                                            | (1) 定量止水性能（設定した量を吐水すると自動的に停止する能力）を有した水栓であること。([JIS B 2061「給水栓」の定義]による)<br>(2) 次の性能を有すること。<br>$\left  \frac{\text{設定吐水量} - \text{実吐水量}}{\text{設定吐水量}} \right  \leq 0.2$ ([JIS B 2061「給水栓の定量止水性能」]による)                                                                                                                                                                                                                                          |
| N. 自閉水栓                                        | 0               | なし                                                            | (1) レバーやハンドルなどを操作すれば吐水し、手を離せば一定量を吐水した後に自動的に止水する構造を有した水栓であること。<br>(2) 止水するまでの吐水量が調節できる機構であること。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| O. 「自動水栓（自己発電機構付）」または「自動水栓（AC100V タイプ）」        | 2               | (1) 水圧 0.1 MPa 以上、0.7 MPa 以下の各水圧において、吐水量は、5 リットル/min 以下であること。 | (1) 手をかざして（非接触）自動で吐水すること。<br>(2) 手を離すと自動で止水すること。<br>止水までの時間は 2 秒以内であること。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| P. 「手元一時止水機構付シャワーヘッド」または「手元一時止水機構付シャワーヘッド組込水栓」 | 2               | なし                                                            | (1) シャワーヘッドに設置されたボタン等により、手元で一時的に止水、吐水の切替えができるシャワーヘッド及びその組込み水栓であること<br>*使用場所は浴室のみ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

## ■品質に関する基準

⑫品質については、水道法施行令第5条「給水装置の構造及び材質の基準」に適合すること。かつ、該当する日本工業規格などを有するものは該当品質基準に適合していること。また、製造段階での品質管理が十分になされていること。

### (3) 認定基準の検討経緯

認定基準策定の検討においては、ライフステージ(段階)ごとに以下の議論がなされた。

#### (a) 資源採取段階

できうる限り再生資源を使用すること、枯渇の可能性の高い資源を使用しないことが基準項目として検討

された。しかしながら、再生資源として使用できるのは主に銅合金であり、既に回収・リサイクルが進んでいる。また、資源採取段階に節水型機器の製造事業者が関わっていないことから、基準項目として選定されなかった。

#### (b) 製造段階

製造時に発生する副産物の再利用、廃棄物や有害物質の排出抑制について検討された。これらは、関連する環境法規及び公害防止協定などの順守を基準項目とすることで、負荷が低減されると判断された。

#### (c) 流通段階

商品の輸配送などにおける環境負荷の低減が問題となるが、他の商品に比べて節水機器固有での低減すべ



き環境負荷が特段みられなかったことから、基準項目としては選定されなかった。

#### (d) 使用・消費段階

節水機器は、使用時に機能特性を発揮する製品であることから、特に「使用・消費」段階における基準項目が多く検討されている。主な検討事項は以下のとおりである。

■製品は、本来有すべき性能を損なわずに、従来よりも少ない必要水量が認められるべきである。そのため、節水基準とともに性能を担保する基準が設けられた。

■製品が長寿命であることにより、廃棄物の削減につながる。それを実現するため、部品交換や修理が容易である構造、部品の供給体制について基準が設けられた。

■節水による上水使用の削減は、上水道の浄水に使用するエネルギー削減にもなり、二酸化炭素排出削減にもつながる。

■製品からの金属の浸出などにより、飲用に供される水が汚染されないことが検討された。飲用水については、水道法において溶出の面から規定が設けられているため、水道法施行令第5条「給水装置の構造及び材質の基準」への適合によって代用することとされた。なお、給水装置以外については、排水時及び廃棄時における重金属及び有害化学物質の溶出の面を考え、土壤汚染対策法施行規則に定める10物質の溶出基準を満たすこととした。

■難燃剤や抗菌剤は、必要最小限の使用のみを認めている。難燃剤については電子・電気機器使用箇所において、ショートした場合などを想定して認めることとした。ただし、PBB（多臭化ジフェニール）、PBDE（多臭化ジフェニルエーテル）または短鎖塩素化パラフィン（鎖状C数が10・13、含有塩素濃度が50%以上）の難燃剤については、使用を認めていない。抗菌剤については衛生管理の観点から、便器、シャワーヘッド、台所用水栓ハンドル、レバーにおいてのみ、添加を認めることとした。ただし、安全性の評価試験が必要となる。

#### (e) 廃棄段階

廃棄時に環境へ有害な物質を排出しないようにすることが検討され、前述の水道法施行令、土壤汚染対策法施行規則の溶出基準を満たすことで問題ないとされた。また、塩化ビニルなどハロゲン系樹脂は、不適切な焼却を行った場合にダイオキシンの発生原因となる

可能性や、塩化水素ガスにより焼却施設を劣化させる問題から、代替不可能な部分を除いて使用を認めないこととした。

#### (f) リサイクル段階

リサイクルのためには、分別しやすいようプラスチック部品への材質表示が必要であるとの考えが提案されたが、材質表示が必要なプラスチック部品のサイズについて現状では説得力のある数値が示せないことから、材質表示に関する基準項目は選定されなかった。

なお、認定基準及び基準策定の経緯を示す解説は、次のURLよりダウンロード可能である。<http://www.ecomark.jp/criteria/>

### 3. 認定商品の現況と今後の課題

現在の節水機器の認定件数は、表—2に示す合計30ブランドである。流量調整弁、大便器の認定数が比較的多いといえる。しかしながら、現状の認定数では市場で十分目につく程の数には至っておらず、今後更なる普及活動が必要であると考え。一方で、エコマークの認定対象となっていない製品でも、節水を謳うものは数多く販売されている。新たな節水機器にも対象を拡大していくことが望まれるが、エコマークを付与して推奨するためには、品質の担保を含めた評価が必要である。また、実質的に節水につながるかどうかは水の使用感にも関係し、給水の水压などにも影響されるため、給水システムの評価も併せて検討することが望ましい。これらの課題を踏まえたうえで、さらなる認定商品の増加につながる基準を整備していく必要がある。

さらに、節水は水の使用量の削減のみならず、浄水や温水に使用するエネルギー削減にもつながる。そのような観点からも、エコマーク製品を普及させ、環境負荷低減に貢献していきたいと考える。

J C M A

#### 【筆者紹介】

平田 ゆり恵（ひらた ゆりえ）  
（財）日本環境協会  
エコマーク事務局 基準・認証課



ずいそう

## 用水路を歩く

三 友 隆



新宿御苑大木戸門の近く、四谷区民センターの一角に高さ 4.6 m の石碑が立つ。多くの人は気づかずに過ぎ去るが、この石碑こそ玉川上水終点の水番所跡に建立された水道碑記である。当時、開渠でここまで送水され、この先は暗渠（木樋）で江戸市中に配水されていた。ここより西方に遡ること約 43 km、多摩川の羽村地点に取水口がある。

JR 青根線羽村駅から河岸段丘の急坂を下り、羽村取水堰に向かう。堰手前の水神社前でまずは拝礼し、取水口前広場に向かうと玉川兄弟の銅像が出迎えてくれる。水路工事を請け負った玉川兄弟は、幕府資金が不足したため私財まで投げ打って 1654 年に 8 ヶ月という短期間で水路を完成させたとのことだ。

近くの河原は水遊びやバーベキューを楽しむ大勢の家族連れで賑わっている。羽村取水堰は、なげわたしぜき投渡堰（堰支柱に丸太を柵状に取り付けた堰）と固定堰の 2 つを組み合わせたもので、多摩川の増水時は支柱を取り払って取水門の破壊と洪水を回避するという。

取水された豊かな水流は広々とした玉石張り水路を滔々と下る。水路の周囲には桜並木が続き、散歩する人も絶えない。すぐ目の前にサージタンクの塔がそびえ、その先には大口径の水管が水路を跨いでいる。500 m 先に第 3 水門と羽村導水ポンプ所があり、今では村山・山口貯水池に羽村取水量の大半を導水しているのだ。この先は水路の幅が狭まり水流も減じている。

取水口から約 5 km 先、拝島駅近くの水路西寄りにある水喰土公園で休憩する。ここは雑木林の中に古上水の堀跡が遺構として残っている。完成した水路に通水したところ厚い砂利層に大量の水が吸い込まれ消失したため、やむなく現在の路線に掘り直したという。

多摩都市モノレールの玉川上水駅を過ぎるとすぐに小平監視所に着く。取水口から 13 km 下流のこの地点で、羽村から流下してきた水道原水は全て取水され村山浄水場に送水されている。小平監視所下流の流れは長い間途絶えていたが、高度処理水を活用した清流復活事業で 1986 年に清流が復元し鯉などの泳ぐ姿も水面に映っている。ここから野火止用水が川越藩野火止（新座市）に分流している。監視所下流には清流復活の源頭が小滝をつくっている。

武蔵野台地はどこまでも平らで起伏がない。玉川上水は堀割水路で東進し、周囲には広々とした畑地帯が開けている。この先も水路沿いには遊歩道が続き、周囲を覆う雑木林では小鳥のさえずりも聞こえ、ウォーキングには申しぶんない。

小金井公園や境浄水場を左手に眺めつつ、WEB から入手した使い勝手のよい散策イラストマップを片手にさらに歩を進める。三鷹駅を越えてむらさき橋の手前、水路沿いの「風の散歩道」に太宰治にちなんだ「玉鹿石の碑」がひっそりと佇む。この界限には武蔵野を愛でた山本有三の記念館やジブリ美術館もあり、しっとりとした住宅街が広がる。水路左手の井の頭公園には大勢の訪問者が溢れている。井の頭池は家康の江戸入城と同時に造られた神田上水の水源と言われている。

目標の浅間橋地点にたどり着く。取水口から約 30 km の距離、杉並区の富士見ヶ丘運動場そばにある。長い道のりであった。この先は中央道下を始め、今は終点までほとんど暗渠化されており、清流復活事業の水流もここが終着である。上流部、中流部、下流部と 3 分割した完歩達成を、年代、職業、足腰もそれぞれのウォーキング仲間と喜び合う。反省会のビールの味も格別である。

週末ウォーキングは、10 年前に九州に単身赴任したのがきっかけで、今も続いている。利根大堰で取水し埼玉平野を潤す見沼代用水は、東・西縁用水路が大宮台地の浸食谷の縁を等高線沿いに流れる。復元された見沼通船堀、水路沿いの緑あふれる斜面林や花卉園芸の盛んな見沼田圃に、首都近郊で水と緑の環境を守る地元の地道な努力が重なり映る。

スタイリッシュで正確無比な分水が可能な円筒分土工のファンは多い。NHK の「熱中人」でも紹介された。川崎市の二ヶ領用水に設置された久地円筒分土工は日本初の円筒分土工であり、その美しい姿を今に見せている。

用水路を歩くと、地域、利用形態、時代背景などにより様々な特徴やそこに暮らす人の営みが見えてくる。水を使うのも守るのも人である。一緒に歩きながら、水との関わりにも一歩を踏み出しませんか。

## ずいそう

## 「仏（ホトケ）」か「蛇（ジャ）」か

水 野 将



大学を出て会社に勤めて40年近くになる。その中で30年を都市土木の地下鉄・地下街の現場で過ごしてきた。新入社員の時から自分が所長になるまで、何人かの所長さんにつかえたが、今回、「ずいそう」ということで、印象深い2人の所長さんについて回想し、思い出も含めて書いてみた。

私は73年に入社した。60年代の所得倍増計画、70年代の日本列島改造ブームと、建設業界も拡大成長している時代で、団塊の世代の大量採用とも重なっている。当時、建設会社も大卒の新人採用が多くなっていたが、現場の所長さんクラスは高卒の方が多かった。この思い出深い2人の所長さんも高卒であり、個性的であり優秀であったと思う。

当時どこの会社にもよくある話だと思うが、「鬼の〇〇（所長名）」とか、「地獄の□□（現場名）」とかいう話が社内でよく聞かれたものである。私のつかえた2人の所長さんもお多分にもれず、その愛称をいただいていた。

1人目の所長さんは「仏（ホトケ）の〇〇」と呼ばれていた。当時の現場所長としては大きな現場の所長であり、40代半ばで社内でも優秀な所長という評判だった。仏（ホトケ）と呼ばれているのは、性格的に冷静であり、「怒る」ということがなかったからである。私も2現場7年近くご一緒したが、声を荒げて「怒る」ところは見たことがなかった。その意味で部下の評判は良かった。しいて不満を言えば「ケチ」なところである。材料の注文書を出せば、「どこそこに〇〇枚中古材があるから先にそれを使え」と却下される。工事打ち合わせで「明日の作業についてクレーンを何台使う」と言えば「この順序で使えばクレーンの台数は減るんじゃないの」と減らされる。皆で酒を飲むときは事務所の会議室でやり、外では飲ませてもらった記憶がない。仕事面もあるが、息抜きの面でも「ケチ」であった。

「仏の〇〇」所長は、事務所、現場にいることが多く、あまり外出しない。その分、材料の在庫状況、現場状況についてはよく把握されており、日々の打ち合わせでもクレーンなどの機械、作業員、職員、どう使えば効果的な現場運営ができるか、今から言えばキッチリ管理されていた。ケチで少し堅苦しいが、冷静で言うことに間違いがないので、皆の信頼があった。現場が

終わってからも毎年のように所長を含め有志が集まって「〇〇会」を開いて懇親を深めていたのも「仏の〇〇」と呼ばれる所以である。

2人目の所長さんは、好対照の方で「蛇（ジャ）の〇〇」との評判であった。配属を告げられた時、正直言って「嫌だなあ」と思ったことを覚えている。

この所長さんは、現場事務所にずっと詰めているタイプではなかった。あちこちに立ち寄り、昼頃に事務所に出すような具合である。どこへ行っているか、当時我々には知るよしもないが、関係各所に顔を出す営業マンのようだった。ゴルフも好きで平日にもよくゴルフに行っていた。要は、何処で何をしているかわからない、部下にとってはワガママ勝手な所長であった。反面、外での評判は悪くなかったと聞くが真偽は不明である。

「蛇（ジャ）の〇〇」は部下に厳しかった。現場で不具合があると、長い時間にわたって担当者を説教して苦しめた。昼頃、事務所に来ると現場巡視に出かける。現場から上がってくると、担当者を所長の机の前に呼び、説教をする。これが延々1時間以上にもなり、時には給料泥棒よばわりされ、真綿で首を締め付けるように責められる。作業打ち合わせなども所長が出る時には、出席者全員に緊張感が走り、気にくわいことがあれば担当者がその場で処刑？された。

夕方、「蛇の〇〇」は早く帰るが、安心できない。そのあたりで1杯やっており、夜勤が始まるころになると、電柱の陰で身をひそめて現場を見ている。時折出てくることがあり、酔っ払った口調でこっぴどくやられるハメになった。

「蛇の〇〇」の口癖、「俺のやること、10の内、ほとんど悪いだろうが、1つでも良いところがあったと思えば真似してくれればいい」であった。そういえば1つ意外な話がある。ある時、若い部下の子供さんが大病で手術をすることになり、輸血が必要になった。そのとき、怖い所長権限であちこちに声をかけ、輸血要員を集めてくれたという。後日であるが、その話を当事者から聞いて、少し驚きと感動したことを覚えている。

当然であるが、当時の「仏の〇〇」も「蛇の〇〇」も年齢は今の私より若いハズである。しかし何故か、今でも叱咤・激励されているように感じるのである。

——みずの まさる（株）大林組 常務執行役員 大阪本店 土木事業部長——



## CMI 報告

## レーザースキャナーによる 出来形・出来高管理の実現 へ向けて（その2）

藤島 崇・椎葉 祐士

### 1. はじめに

国土交通省は、情報化施工推進戦略を策定し、ICTを工事施工等に活用し、従来の施工技術と比べて高い生産性と施工品質を実現する情報化施工の積極的な普及促進を図っている。平成22年8月には、技術の確立している①トータルステーション（以下、TSという）を用いた出来形管理、②マシンコントロール（モータグレーダ）技術について平成25年度に一般化するという目標を発表している。

今後は、上記以外にも、建設施工に利用できるICTについて現場適用性の検証を行うことにより、さらに建設施工や施工管理の効率化を実現することが期待されている。これを実現するためには、①ICT開発者へのニーズ提示により必要な機能を簡易に操作できるシステムの開発、②利用者への導入効果の公表、③利用者が適切にICTを利用するための要領書や手引き書の整備が必要である。

九州地方整備局九州技術事務所では、その取組みの一つとして、地上型のレーザースキャナーを活用した現況把握、出来形管理、出来高管理の効率化の実現に向けた検討を実施している。

本報告では、本検討のうち、平成22年度までにとりまとめた施工時の利用方法や留意点、主なデータ処理手順について紹介する。

### 2. レーザースキャナーの主な特徴

レーザースキャナーは、特定の間隔（縦・横）にレーザーを発信し、発信時の角度と受信までの時間や位相

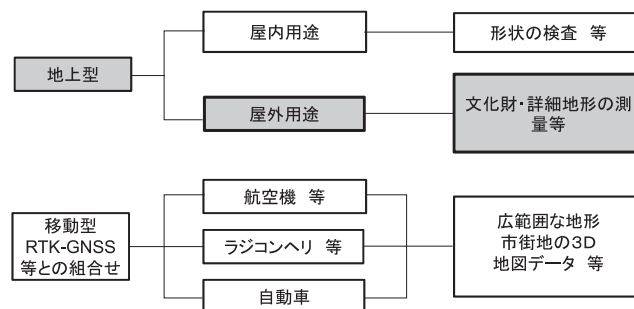
差等から距離を計測して、レーザースキャナーから被計測対象までの相対位置の座標点群を取得する装置である。最大の特徴は、大量の点群を短時間で取得できることや被計測地域に作業員を配置せずに測量が可能であることである。

一般的な適用課題は、以下の事項があげられる。

- ①指定した範囲の高密度なデータを短時間で計測できるが、計測対象物の端部や突部などを計測できないことがある。
- ②計測部から視通できない箇所は計測できない。
- ③レーザーの反射が得られない対象物（水面等）や環境下（降雨、降雪）での計測ができない。
- ④計測結果のデータ群に精度の異なるデータが含まれる。
- ⑤計測結果のデータ群に計測対象以外のデータが含まれる。
- ⑥一般的に、データ計測の生データから成果物としての計測結果となるまでに、データの処理が行われるが、上記④、⑤の特徴から、利用用途や適用範囲に応じた処理を行う必要がある。

これらの課題に対応するため、最近では、地上型の他に、航空機への搭載や自動車に搭載したGNSSと組合せた移動型などが多数開発されている。

さらに、データ処理においても、不要なデータの簡易的な削除や3Dモデル作成技術が研究・開発されており、端部や突部を演算処理で作成できるものもある。



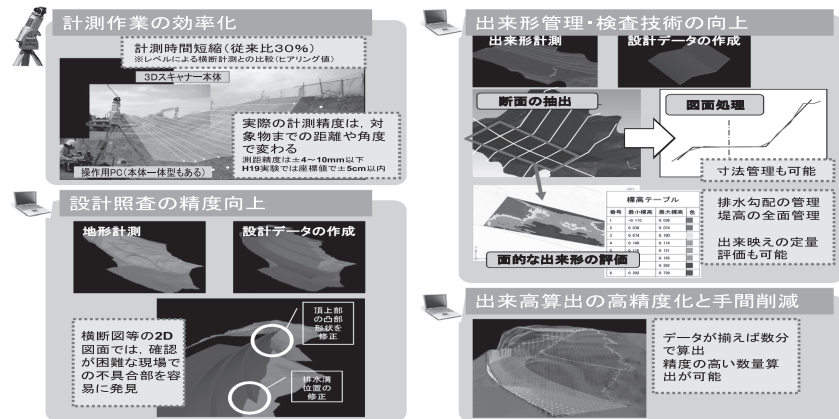
図ー1 レーザースキャナーの主な利用形態

### 3. 主な利用場面

本検討では、地上型レーザースキャナーを対象に、土工における主な利用場面と現状の課題を表ー1にまとめた。また、図ー2は主な利用場面でのレーザースキャナーの導入メリットをまとめたものである。

表—1 主な利用場面と現状課題

| 利用場面               | 現状の課題                                                                                                                                     |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ① 計測作業の効率化         | 従来の起工測量は、特定の間隔（20 m間隔など）で横断測量を行うが、急峻な地形の横断測量では危険・苦渋作業である。                                                                                 |
| ② 設計照査の精度向上（地形の把握） | 実際の施工時に横断測量以外の箇所では不具合が発生（すりつけ形状の修正）することがある。                                                                                               |
| ③ 出来形管理・検査技術の向上    | 従来の出来形管理は、設計図書（縦・横断面図）で示されている箇所を現地に投影（丁張りなど）し、2次元での寸法値によりその良否を判定しており、寸法確認箇所増加や任意箇所での管理には手間を要する。<br>また、全体の良否は目視による出来映えで判定しているため、定量的な評価がない。 |
| ④ 出来高の算出高精度化       | 従来の数量算出は横断測量成果に基づく平均断面法による体積算出や三斜法による面積算出が行われているが、横断測量などの2次元測量に手間を要するうえに、2次元的な数量計算手順を記録する必要がある。                                           |



図—2 レーザースキャナーの適用メリット

#### 4. 施工管理手法（素案）とデータ処理事例

レーザースキャナー本体および得られるデータ群の利活用手法に関する研究は活発に行われているが、これらの利活用には専門の技術が必要である。また、機器本体やソフトウェアも高価であり、現状では、汎用的に扱える機器ではないため、専門業者による計測が行われると想定される。

そこで、本要領（素案）では利用者がレーザースキャナーを用いた適切な施工管理を行うために把握しておくべき内容や利用時に留意すべき事項を中心にとりまとめた。

さらに、レーザースキャナーの特徴を踏まえ、土木施工で活用を促進するために、土工での代表的なデータ処理事例を本要領（素案）に記載した。図—3に素案の目次を示し、以下に本要領（素案）の主な記載事項をまとめた。

##### ①レーザースキャナーの特徴

レーザースキャナーの機構や特徴（長所・短所）を整理するとともに、計測距離と精度の観点から適切な機種選定を行うための留意点をまとめた。

##### ②機器の性能確認

レーザースキャナーの機器仕様に関する試験方法や仕様の表記方法の標準化が検討段階であり、現状ではメーカー間で統一されてない。そこで、現場毎にその適

| 目 次 |                               |
|-----|-------------------------------|
| 1.  | はじめに..... 1                   |
| 1.1 | 適用範囲..... 1                   |
| 1.2 | レーザースキャナーの基礎知識..... 1         |
| 1.3 | 土木施工に活用した場合のメリットと留意点..... 4   |
| 1.4 | 用語の解説..... 6                  |
| 2.  | 機器選定..... 8                   |
| 2.1 | レーザースキャナー本体の選定..... 8         |
| 2.2 | データ処理ソフトウェア..... 14           |
| 3.  | 計測機器性能の確認..... 16             |
| 3.1 | 計測機器本体の精度管理..... 16           |
| 3.2 | 精度確認試験の実施手順と判定基準..... 17      |
| 4.  | 計測..... 21                    |
| 4.1 | 作業計画..... 21                  |
| 4.2 | データ処理計画..... 26               |
| 5.  | 現場作業..... 27                  |
| 5.1 | 基準点の設置..... 27                |
| 5.2 | 計測..... 29                    |
| 5.3 | 計測結果の合成..... 30               |
| 6.  | クリーニング..... 31                |
| 6.1 | 対象範囲外のデータ削除..... 31           |
| 6.2 | 点群密度の変更（データの間引き）..... 31      |
| 6.3 | ノイズの除去..... 32                |
| 6.4 | 点群データを用いた出来形評価管理手法の検討..... 33 |
| 7.  | 横断面作成..... 34                 |
| 7.1 | 横断面作成位置の指定..... 34            |
| 7.2 | 横断面..... 35                   |
| 8.  | 出来形管理データの抽出..... 36           |
| 8.1 | 出来形寸法値を算出する方法..... 36         |
| 8.2 | 面的な出来形管理手法..... 38            |
| 9.  | 出来高管理..... 40                 |
| 9.1 | 平均横断面法（平均断面法）..... 40         |
| 9.2 | 面的な数量算出方法..... 40             |
| 10. | 電子納品..... 43                  |

図—3 施工管理手法（素案）の目次

用可否を確認することが必要である。

また、土木施工の現場においては計測対象や環境が多様であることから、当該現場で所定の性能を発揮できるかを事前に確認しておくことが重要である。

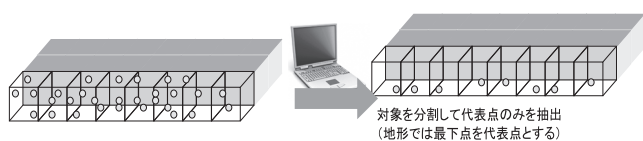
##### ③現場計測時の留意点

レーザースキャナーの特徴を活かし効率的に計測す

るための計画が重要である。効率的な計測そのための準備事項、計測精度確保のための留意点などを取りまとめた。

#### ④データ処置（処理）の留意点

土工では地形データを取得する場合などが多いことから、草や工事車両、安全柵などが含まれていることが多い。データのクリーニング段階では、取得時に想定される不要点と計測対象の關係に着目した処理が必要となるが、地形計測時の代表的な処理として、計測データの最下点を選択する手法を例示した。

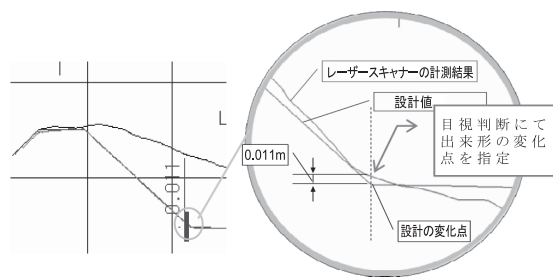


図一4 地形データのクリーニング手法例

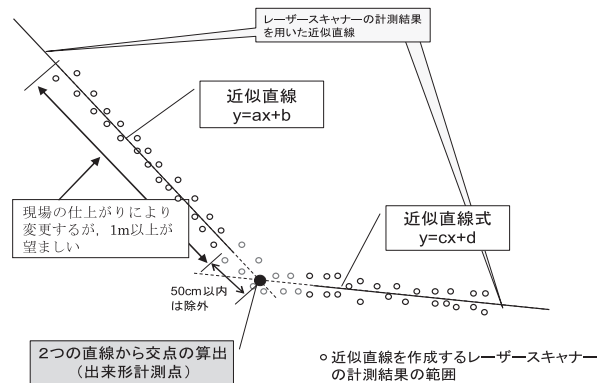
#### ⑤出来形の算出方法

レーザースキャナーでは、従来の出来形管理のような端部を指定して計測することができない。そこで、従来の管理手法を代替する方法として、計測結果から面データを作成し断面形状を抽出する方法（2案）を例としてまとめた（図一5参照）。

a) 面データを管理断面で抽出した後、横断方向の変化点を利用者自らが判断・指定する方法。特殊な演算機能がなくても実施できるが、計測点密度が少なくと変化点を捉えられない。



a) 横断形状から目視判断にて変化点を求める方法

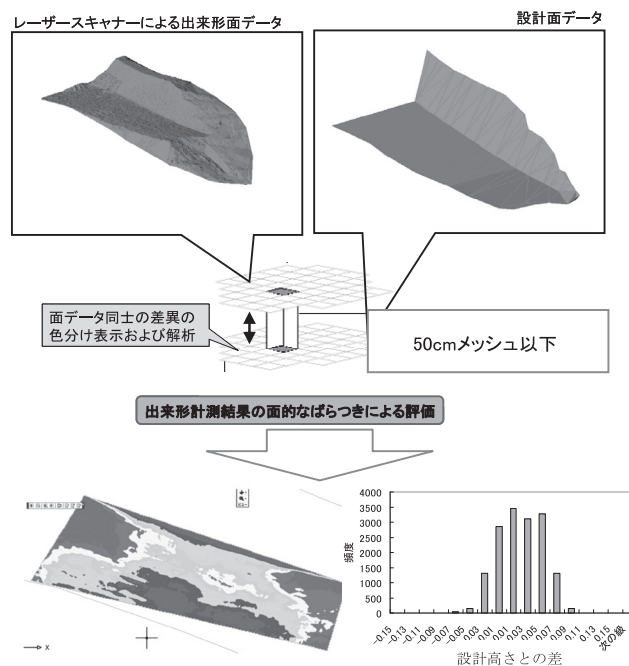


b) 横断形状付近の点から変化点を求める方法

図一5 面データから横断形状を抽出する方法

b) 断面の近傍点を抽出し、横断上に2次元変換してプロットし、これを用いて交点計算を行う方法。ただし、計測点の密度が少なくなると算出精度も劣化するので留意が必要である。写真などと比較して著しく形状が異なること等を確認する必要がある。

さらに、今後の活用方法として、面データを活用し設計面との高さの差を面的に比較する方法をまとめている。ただし、面的な評価に際しては、現状では規格値や基準値がないことから参考値としての扱いとしている（図一6参照）。



図一6 面データの活用方法例

#### ⑥出来高の算出方法

従来の出来高管理では手間を省くために平均断面法などを用いていたが、レーザースキャナーでは、断面の間も高頻度にデータを取得することが可能で、このデータを用い、3次元CADを活用することで高精度かつ容易に数量が算出できる。

しかし、CADの仕様によって、測定範囲外周部の演算条件が異なることが誤差要因と想定される。

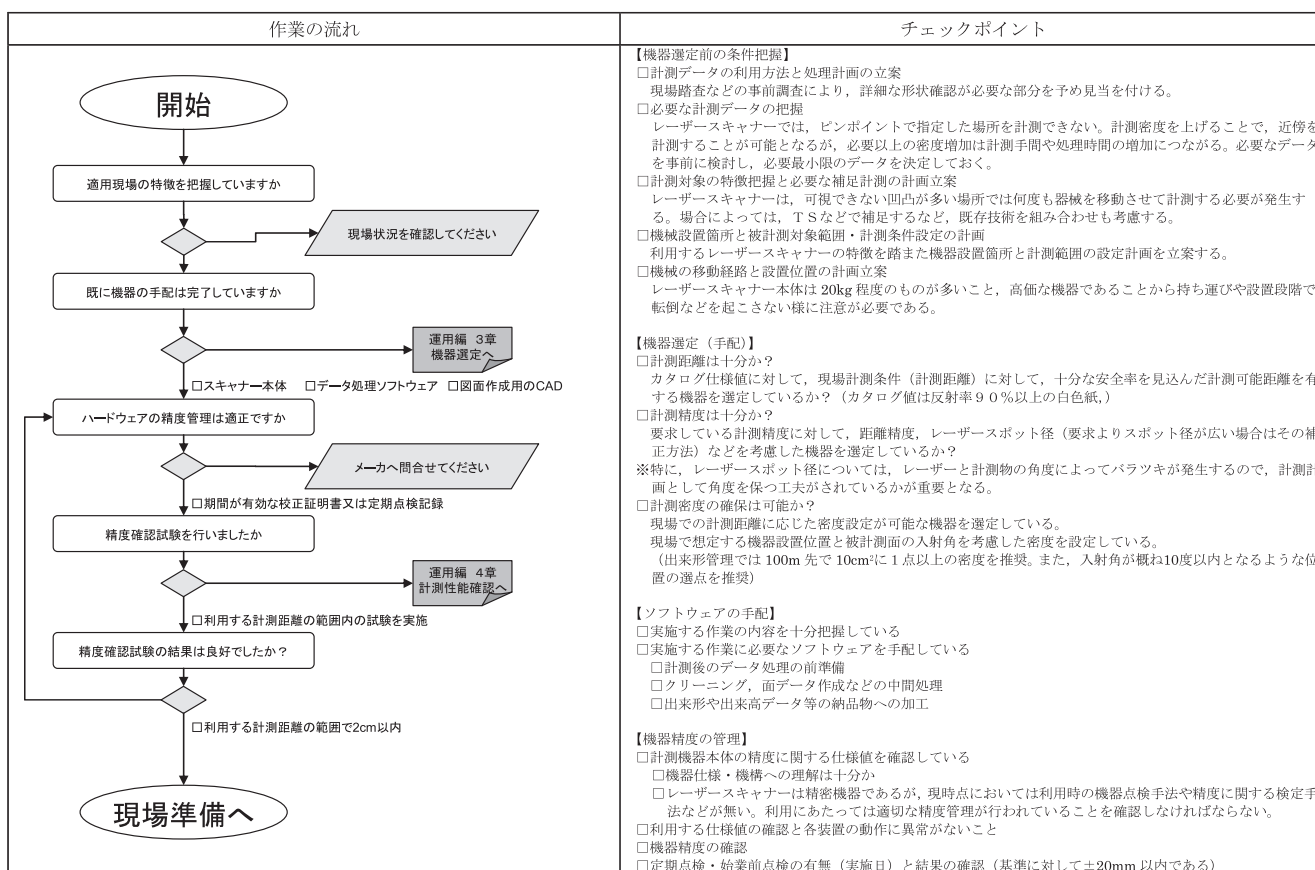
そこで、本検討において、これらの3次元CADによる数量算出手法について、表一2に示す代表的なソフトウェアを用いて計算方式を比較し、0.5 m 間隔

表一2 3次元CADの違いによる数量算出結果

| 使用したソフトウェア | 算出結果                    |
|------------|-------------------------|
| A社         | 38335.99 m <sup>3</sup> |
| B社         | 38335.60 m <sup>3</sup> |
| C社         | 38000.47 m <sup>3</sup> |

※データの頻度は1点/50 cmメッシュ





図一 7 チェックリスト（案）の作成例（機器準備編）

程度のデータを用いることで、1%程度の差で算出できることを確認できた。

以上より、本要領（素案）では、メッシュを十分小さくすることで、3次元CADによる数量算出を行う方法を記載した。

## 5. チェックリスト

レーザースキャナーを利用する際の主な手順を整理し、作業フローに対して計測結果の品質を確保するうえで留意すべきポイントをチェックシートとして整理した。

チェックシートは、①機器準備編、②現場準備編、③現場計測・データの基準処理編、④出来形・出来高管理値算出編で構成されている。図一 7 にチェックリスト例を示す。

## 6. おわりに

レーザースキャナーの計測距離、精度の向上と計測時間の短縮によりレーザースキャナーの適用範囲は広がりを見せている。また、これまでの検証結果から、作業の安全性向上、出来高管理の妥当性の検証により、レーザースキャナーを用いた本要領（素案）の現場適

用性が確認できている。

しかし、土木施工現場における認知度が低いことや、機器（ハード・ソフト）費や機器本体およびデータ処理ソフトウェアの操作性の問題など、汎用化するための課題もまだまだ多い。

さらに、実工事での普及に向けては、3次元データの標準的な処理や演算方法の整備も必要である。

本検討が、この課題解消に向けて、レーザースキャナーの特徴や優位性を利用者に示し、かつ、汎用的な利用方法（機能）を示すことでソフトウェアの操作性改善の一助となることを期待している。

J C M A

### 【筆者紹介】

藤島 崇（ふじしま たかし）  
 (株)日本建設機械化協会  
 施工技術総合研究所  
 研究第三部  
 技術課長



椎葉 祐士（しいば ゆうし）  
 (株)日本建設機械化協会  
 施工技術総合研究所  
 研究第三部  
 研究員



## 部 会 報 告

# 我が国における締固め機械の変遷（その 1. 黎明期～昭和 30 年代）

機械部会 路盤・舗装機械技術委員会（締固め機械変遷分科会）

## はじめに

道路や宅地、ダムなどの構築の際、基礎となる土や、アスファルト混合物、コンクリートは外力や気象の影響を受けても変形しない必要がある。締固め機械の歴史を振り返ると、このことが人々の生活において古くから望まれていたことが分かる。最初に、締固め機械の歴史を簡単に紹介し、締固め機械の歴史は、道具としての生い立ちから、機械化へとつながっている事を述べる。

紀元前 3000 年頃、シュメール人による木製の車輪の発明を機に、車輪が輸送装置として登場した。紀元前 500 年頃にはケルト人によって木製の車輪に鉄を巻いた車輪に改良され、車輪が人々の主要な輸送手段として活躍していた。そして、1888 年 J.B.Dunlop（仏）が車輪用に空気入りタイヤを開発すると、輸送、移動装置はタイヤへと移行され、剛性輪の車輪は締固めに限定されて行く。初めて作られたローラは 1700 年代にヨーロッパにて作られた人力によるけん引式のローラである。それは、今日テニスコートやグラウンドなどの締固め作業に使用されるコートローラそのものである。重ければ良く締まるという原理から、ローラの重量は必然的に増した。人のけん引力の限界を超えると、1725 年には牛馬によるけん引式のローラが発明されている。しかし、牛馬によるけん引は機動性、施工条件の面から頭数に制約があり、けん引できる重量にも限界があった。1800 年代に効率のよいスチームエンジンが発明されると、1861 年にはローラへ搭載され、初の建設機械としての自走式ローラの登場となる。このローラは前輪 1 輪、後輪 2 輪のローラで、翌 1862 年にはこのタンデムタイプのローラも発明されている。1900 年代に入ると、原動機に内燃機関が採用され、原動機の小型化、高出力化はそれまでの耐久性、作業性を大幅に向上させた。

以上の歴史を踏まえて国内の歴史が始まるのである。

本文は、締固め機械の国内における歴史を紐解き、どのような変遷を遂げてきたかを熟知し、今後のあるべき姿を模索する上での参考とするものである。

## 第 1 章 黎明期～昭和 50 年代

明治 6 年（1873 年）

石造ローラが、東京府内銀座通りの構築に使用された。

明治 28 年（1895 年）

東京府が、スチームローラ（ヤットー社）を購入。

明治 43 年（1910 年）

中外アスファルトが、6 トンタンデム型スチームローラ（アベリングポータ社（英））を購入。東京市内の車道舗装に取り組んだ。

大正 9 年（1920 年）

宝田石油が、10 トンマカダムローラ（オースチン）3 台を購入。

大正 11 年（1922 年）

第 1 次世界大戦後の不況によりわが国の産業界が深刻な影響を受けたとき、三菱造船は不況対策の一つとして、当時わが国で製作されていなかったロードローラに着目した。そしてアメリカのバッファロー社の製品をモデルとして、国産初の蒸気ロードローラの製作を開始した（写真 1—1）。その種類はタンデム型 4 機種、マカダム型 3 機種で、大正 12 年（1923 年）に襲った関東大震災に多数活躍するとともに、各都市の道路復興に大きく寄与した。

蒸気式のロードローラは数年間製作が続けられ、合計百数十台製作実績を得たのち、小型ディーゼルエ

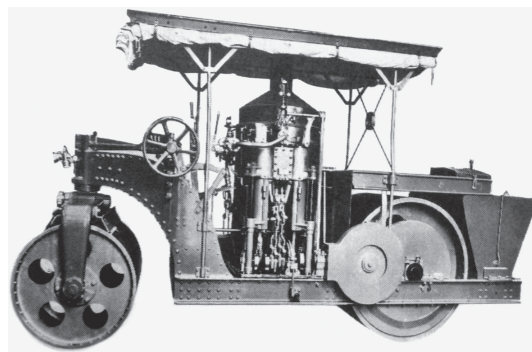


写真 1—1 三菱造船 マカダムローラ

エンジンの完成を機にディーゼル式に切り換えられた。ディーゼル式ロードローラはマカダム型3機種が製作され、軽快な操作性で各方面から好評を得たにも係わらず昭和9年(1934年)以降の軍需生産への転換に伴い製造中止となる。

大正13年(1924年)

日本石油(株)(現JXホールディングス)道路部の保有するローラは次のようである。12トンマカダムローラ(オースチンガソリン駆動), 10トンマカダムローラ(オースチンガソリン駆動スカリファイヤ付き), 10トンマカダムローラ(バッファローズプリングフィールドガソリン駆動), 10トンマカダムローラ(モナーキスチーム駆動), 8トンタンデムローラ(バッファローズプリングフィールドガソリン駆動), 8トンタンデムローラ(三菱造船所スチーム駆動), 6トンタンデムローラ(バッファローズプリングフィールドガソリン駆動), 1トンハンドローラ(マーシャルマニュミットガソリン駆動)

昭和4年(1929年)

酒井工作所(現酒井重工業(株))

内燃機関搭載タンデムローラを製作販売開始。翌5年にはマカダムローラを製作販売開始(写真1-2)。両機とも内燃機関搭載ローラとしては国産第1号とされている。詳細不詳ながら両機とも自重6トン級、たずな操向方式と推測される。

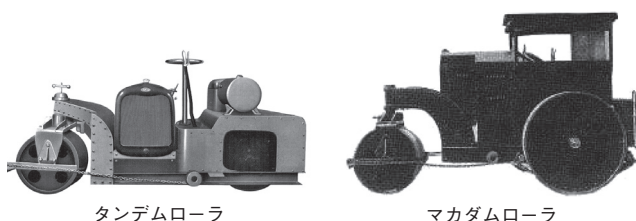


写真1-2 酒井工作所 タンデム/マカダムローラ

昭和6年(1931年)

渡辺機械工業(株)(現日立建機カミーノ(株))

ガリオン社(米)から図面購入しガソリン機関駆動マカダムおよびタンデムローラ(写真1-3)を製作、

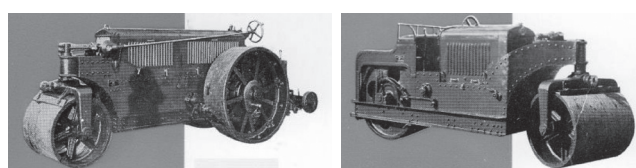


写真1-3 渡辺機械工業(株) マカダム/タンデムローラ

日本石油(株)建設部に納入。

昭和7年(1932年)

酒井工作所

サカキE,F型 タンデムローラ 6トン(写真1-4)

車体は型鋼を主材として鋼板を鋸接した前輪操向、後輪駆動のタンデムローラ。最終減速はチェーンにより駆動され、操向装置は歯車を介してハンドルの回転力を伝達する人力式と分岐動力を利用した動力式が存在した。また、特別仕様として三様安全型木桿(前後進、変速、クラッチの3操作を1本のレバーで行う機構)があった。F型はE型のロール内に追加荷重を可能にし、最終減速を歯車駆動に変更したもの。



写真1-4 酒井工作所  
タンデムローラ

昭和8年(1933年)

酒井工作所

サカキS,K型 マカダムローラ6~8トン(写真1-5)

車体構造はサカキE及びF型に準じ、歯車噛合い式による後輪駆動。後輪は双対乾式多盤クラッチによる作動式、または固定式。特殊仕様としてスカリファイア・グレーダが装着可能。K型はS型のロール内に追加荷重を可能にしたものである。

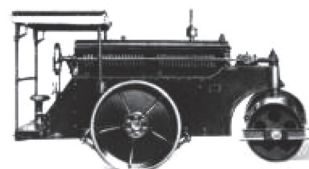


写真1-5 酒井工作所  
マカダムローラ

昭和14年(1939年)

渡辺機械工業(株)

旧陸軍向けマカダムローラを製作(写真1-6)。この外形が後の全輪駆動ローラが出るまでの基本形となる。

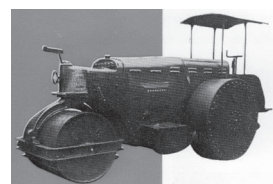


写真1-6 渡辺機械工業(株)  
マカダムローラ

昭和15年(1940年)

酒井工作所

サカキスチームローラ4~12トン(写真1-7)

主に軍用として製作。

サカキスチームローラS,K型6及び8トン(写真1-8)

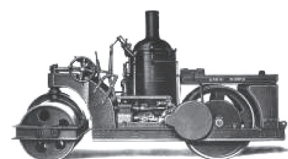


写真1-7 酒井工作所  
スチームローラ  
(タンデム)



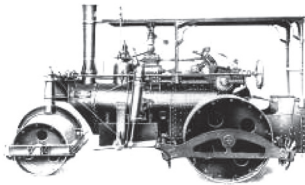


写真 1-8 酒井工作所  
スチームローラ  
(マカダム)

主に軍用として製作。  
K型はS型のロール内  
に追加荷重(1~2トン)  
を可能にしたものであ  
る。

昭和 24 年 (1949 年)

渡辺機械工業(株)

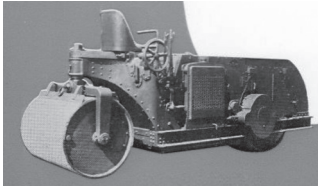


写真 1-9 渡辺機械工業(株)  
タンデムローラ

バッファロー・スプ  
リングフィールド社か  
ら図面を購入しタンデ  
ムローラを製作(写真 1  
—9)。

昭和 27 年 (1952 年)

渡辺機械工業(株)

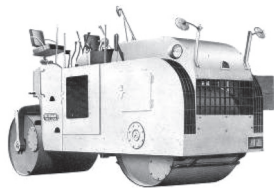


写真 1-10 渡辺機械工業(株)  
WTR60

WTR60 タンデム重量 6  
トンクラッチ式の前后进機  
を採用し、進行方向切替時  
のショック低減と停止時  
間の短縮を図った(写真 1  
—10)。

昭和 28 年 (1953 年)

舗装工事に被けん引式タイヤローラが試用された。

(株)明和製作所

ジャンプランマ MS-5A, 5B, 5C 重量 100, 85,  
60kg (写真 1-11)



写真 1-11 (株)明和製作所 ジャンプランマ施工状況

土工事における、労働力の緩和と能率増進を図る  
ため、人力胴突き作業の機械化に取組み、ジャンプラン  
マを製作、販売開始する。

本機はガソリンエンジンを応用したもので、爆発に  
より機体全体が自動的に跳ね上がり、その自重により  
落下して、土砂及び割栗石の締固め又はコンクリート

床の破碎或は簡易な杭打ち作業を行う機械であった。  
即ち従来人手によって施工された胴突き地固め(胴突き)  
或はヨイト捲け作業を機械化したものである。

昭和 29 年 (1954 年)

日本舗道(株)(現(株)NIPPO)が、ソイルコンパクタ  
を導入。

渡辺機械工業(株)

国産第 1 号自走式タイヤローラを製作(写真 1-12)。

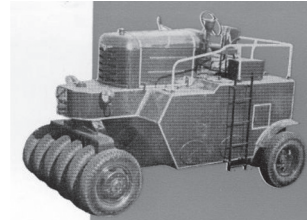


写真 1-12 渡辺機械工業(株)  
自走式タイヤローラ

タイヤの踏面には溝があ  
り、通常のトラックタイ  
ヤを使用していたと思わ  
れる。後(1970 年)の WP15  
WE 型と同様に前方視界  
が広く取れるフレーム形  
状になっている。

昭和 30 年 (1955 年)

渡辺機械工業(株)

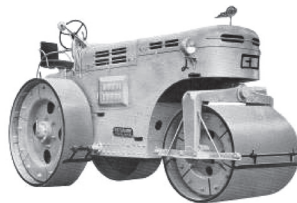


写真 1-13 渡辺機械工業(株)  
WMK82

WMK82 マカダム 10  
トン通称「建設省型」建  
設省の指導により製作・  
納入された(写真 1—  
13)。油圧式パワーステ  
アリングで操向舵はホ  
イール式。8~15 トン  
までシリーズ化された。

昭和 31 年 (1956 年)

日本舗道(株)が、0.5 トン小型振動ローラ(ウェラー(西  
独))を導入。

昭和 32 年 (1957 年)

ボーマク社(独)BW75 型ハンドガイド式振動ロー  
ラの発売(写真 1-14)。

てこ式でハンドルを切り、歩きながら使う非近代的な  
機械との評価もあったが、両輪駆動、両輪振動(180°  
交叉振動)で、砂地、軟弱  
地盤からアスファルト舗装  
転圧の仕上げまで可能で  
あった。その締固め力の強  
さ、アスファルト舗装の仕  
上りの良さ等に加え安全性  
を評価され、大きな実績と  
脚光を浴びるに至った。

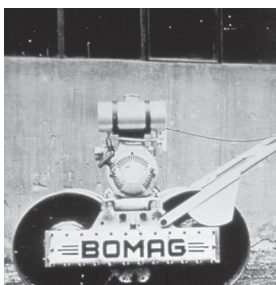


写真 1-14 ボーマク社 BW75

(株)酒井工作所

MA20 型 8 及び 10 トン, KA  
10 型 マカダムローラ 8～10 トン  
及び 10～12 トン (写真 1—15)

従来のフレーム構造は型钢の  
台枠に鋼板を銲接していたが、  
溶接技術の進歩により鋼板溶接  
構造が容易になってきた。加工費、材料費が大幅低減され、前後輪への重量配分の適正化が期待できることから、溶接による鋼板一体構造のマカダムローラを開発した。



写真 1—15 (株)酒井工作所  
MK 型

昭和 33 年 (1958 年)

日本舗道(株)が、タイヤローラ (アルバレー (仏)) を  
輸入、また、25 トンタイヤローラ (ファークソン (米))  
が輸入され、国産大型タイヤローラの先駆けとなった。

(株)酒井工作所

WH5012 型 三軸タンデムローラ 13～20 トン (写  
真 1—16)

高速道路の新設が増加するにつれ、舗装平坦性の精  
度向上が要求され、従来の二軸構造では向上が見込ま  
れないため、三軸構造のタンデムローラを開発した。

このローラは大径の駆動輪 1 々と、揺動ビームに天  
秤式に支持された 2 々の案内輪から構成され、ビー  
ムは運転席にて下記 3 段に切換え可能になっている。  
(図 1—1)

- (1) 自由上下動…ビームは自由で、路面形状に追従し  
て揺動。主に回送時使用。
- (2) 半固定……後部案内輪は上方にのみ揺動可能で、  
道路凸面に対して一輪めは軽い転圧  
を行い、二輪めは最大転圧を行うこと  
が可能。主に舗装の初転圧時使用。
- (3) 全固定……ビームは固定され、全輪は常に水平  
位置を保つ。主に舗装の仕  
上げ転圧や平坦度を要求さ  
れる現場に使用。

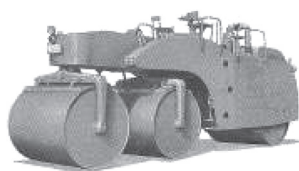


写真 1—16 (株)酒井工作所  
WH5012

アスファルト舗装敷きなら  
し技術の向上により、昭和  
50 年以降需要は激減した。

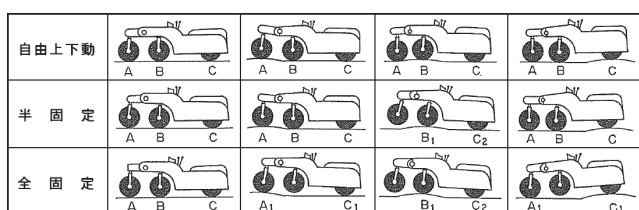


図 1—1 重量配分と転圧効果

昭和 34 年 (1959 年)

渡辺機械工業(株)

WP15 タイヤ 8.5～18 トン  
前輪 5, 後輪 6 盛土や路盤  
の締固めにタイヤローラの需  
要が多くなったことをうけ量  
産化された (写真 1—17)。

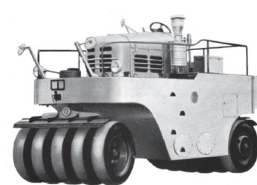


写真 1—17 渡辺機械工業(株)  
WP15

溝無しのタイヤ、バラストによる作業重量の加減、給  
散水装置、マットブラシやデフロク等現在のタイヤ  
ローラと変わらない機能・構造となっている。

三笠産業(株)

MVCS—4 型 600 kg (写真 1—18)

転圧盤に設けた差動ギアでステアリング操作を可能



写真 1—18 三笠産業(株)  
MVCS—4

にする起振装置 (振動数 1,000  
～1,600 vpm) を用いた平板  
締固め機械。三笠独自に開  
発した 2 サイクルガソリン  
エンジンを搭載し、毎分 9～  
12 m のスピードで前進しな  
がら転圧する。

昭和 35 年 (1960 年)

(株)明和製作所

ソイルコンパクト MV-1, 1R, 1Y 全機種 500 kg  
(写真 1—19)

従来の締固めは、ローラ、ランマ等の転圧機械によっ  
て行われていたが、それ以上  
に粒子を密にして表面を平滑  
にする機械として製造、販売  
される。作業と移動の際、運  
搬用のタイヤがスパナ一本で  
上下に動かすことができる構  
造になっているためタイヤを  
取外す必要がない。

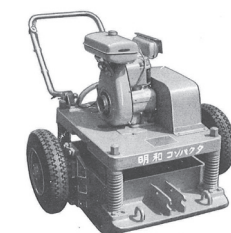


写真 1—19 (株)明和製作所  
MV-1

渡辺機械工業(株)

WTXC19 タンデム 13～18.5 トン (写真 1—20)

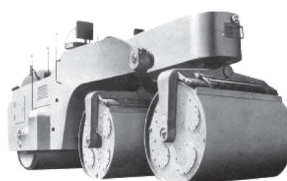


写真 1—20 渡辺機械工業(株)  
MTXC19

交通量の急激な増大に伴  
う車両の高速化によって、  
より精密で平坦性の高い道  
路舗装が要求された。要求  
される接地圧や平坦性に合  
わせ、後輪 2 軸のロック・  
アンロックが選択できる。



(株)酒井工作所

TR4113 型 タイヤローラ 13～27 トン (写真 1—21)

道路走行車両の増大、高速化及び重量化に伴い高速自動車道の新設等道路工事は大型化が必要とされた。このような要望に応え、各社は機動性があり、均一な接地圧を有しかつ大きな締固め効果が得られるタイヤローラを開発した。

本機の主な特徴は

- (1) 後輪タイヤは空気バネにより車体を独立支持し、不陸に追従して可動するため、常に均一な接地圧を保ちながら転圧が可能。
- (2) 後輪の空気バネはそれぞれ連通されているため、各タイヤの位置にかかわらず輪荷重は一定である (図 1—2)。
- (3) 空気バネの空気を抜けば全タイヤ固定のローラとして使用できる。
- (4) 前輪の操向はキャスタ角を装備した独立操向で、各輪相互間には連動されているため、旋回時の抵抗は極めて小さく、高速時には復元性をもった安定した操向特性を有している。
- (5) タイヤ空気圧調整装置を装備しているため、バラスト重量の加減と合わせて広範囲な接地圧調整が可能である (図 1—2)。

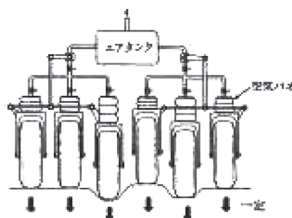


図 1—2 空気バネ懸架機構

三菱重工業(株)

フランスのソシエテ・アノニム・アルバレー社と締固め機械の技術提携を行った。同年、タイヤローラ試作機を作製して、グラウンドや工場敷地等での転圧テストや自走テストを実施した。

昭和 36 年 (1961 年)

三菱重工業(株)

“イソパクタ”の商品名で、IS—1 型 12～25 トン (写真 1—22) を発売した。

5 個の前輪を油圧シリンダで支持して自由に上下させる“均一締固め機構”と

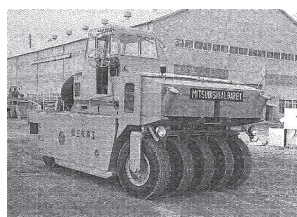


写真 1—22 三菱重工業(株) IS—1

ステアリングのためのラダー機構を採用。抜群の締固め性能で多くのユーザから高い評価を得た。

三笠産業(株)

MTR-60 型 63 kg (写真 1—23)

国産初のエンジン直結式ランマは、 그리스潤滑式本体に富士重工業製空冷 2 サイクルエンジンが搭載された。エンジン回転数 3,200 rpm はクランクギアを介して毎分 600～700 回の連続的な上下運動に変換され路盤に衝撃を与えながら前進し締固める。



写真 1—23 三笠産業(株) MTR-60

昭和 37 年 (1962 年)

(株)明和製作所

バイプロランマ VRA-120, 80, 60 重量 120, 88, 68 kg 一回毎に着火し、跳びはねて締固めるジャンプランマに対し、ガソリンエンジンを搭載し、そのエンジンの動力を V ベルトにより本機に伝達、クランク機構により往復運動に変え、スプリングを介して打撃板を上下振動させるバイプロランマを開発した。いままでのジャンプランマに比べ連続して締固めを行うことで、作業効率が大幅にアップし、安全性も向上した。

また、機構を活かした電動モータ式の機械も開発された (写真 1—24)。

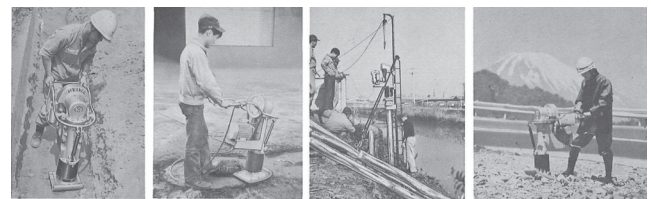


写真 1—24 (株)明和製作所 バイプロランマ使用状況

渡辺機械工業(株)

WP25 タイヤローラ 14.5～25 トン前輪 5、後輪 4、前後輪共に垂直揺動できるので路面形状に関わらず均一な接地圧が得られ、転圧のみならずブルーフローリング等へ用途が広がった (写真 1—25)。

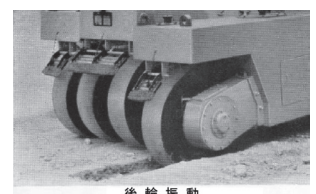
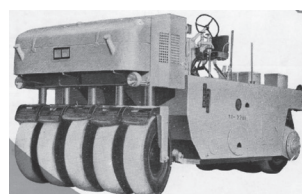
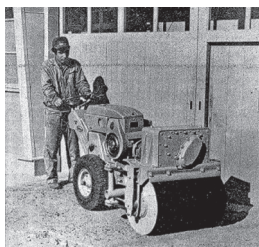


写真 1—25 渡辺機械工業(株) WP25



昭和 38 年 (1963 年)

三笠産業(株)

写真 1-26 三笠産業(株)  
MRV-10

バイブレーションローラ  
MRV-10 型 710 kg ロビン  
KD61B 型 6PS エンジンを搭  
載し振動数 950 ~ 1,100 vpm  
により 1,350 ~ 1,850 kgf の  
遠心力を生む小型振動ローラ  
を発表 (写真 1-26)。“ぬ  
かるみから通れる道”を合言

葉に特に側道工事で活躍した。

(株)酒井工作所

FT1 6 ~ 10 トン, FT11 3.3 ~ 5.4 トン 被けん  
引式タンピングローラ (写真 1-27)

道路, 飛行場, 堤防, アー  
スダム等の盛土転圧用とし  
て開発した。大きな特長で  
あるパッドは高い接地圧に  
て土中に貫入し, こね返す  
ため高含水比の土, 細粒土,  
粘性土等に適する。ドラム内には水又は砂を入れて重  
量を増減できる。

写真 1-27 (株)酒井工作所  
被けん引式タン  
ピングローラ

昭和 39 年 (1964 年)

渡辺機械工業(株)

WP20 タイヤ 10 ~ 20 トン 前輪 5, 後輪 6, WP25  
の後軸の揺動方式を改良, 後輪が 6 本に増え輪荷重も  
小さくなった。軽量型に位置づけられる (写真 1-  
28, 図 1-3)。

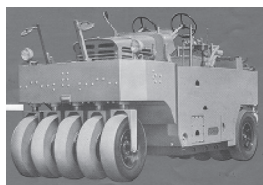
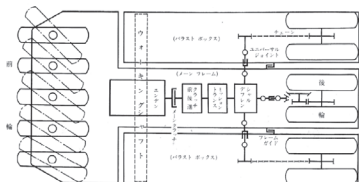
写真 1-28 渡辺機械工業(株)  
WP20

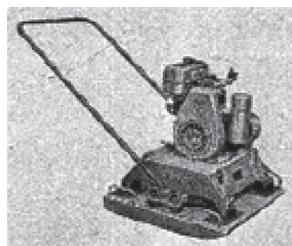
図 1-3 伝導装置概略図

三菱重工業(株)

トルクコンバータ付の IS-2 型を発売した。高速自  
動車道路や新幹線などの大型路盤転圧で好評を博した  
(IS-2, 12 ~ 25 トン)。

三笠産業(株)

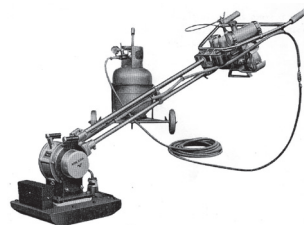
MVCS-2 型 72 kg, MVCS-3 型 120kg (写真 1-29),

写真 1-29 三笠産業(株)  
MVCS-3

MVCS-2 型 (ロビン KM21  
付き) は MVCS-3 型 (ロ  
ビン EC53D 付き) と同  
様 2 サイクルガソリンエン  
ジンを使って毎分 1,000 ~  
1,200 vpm の 2 軸偏心振り  
子の起振力により前進しな  
がら転圧する平板締固め機

械であった。重量級コンパクト主流の時代に操作性と利  
便性を活かした軽量タイプが発表された。毎分 4 ~ 8 m  
の転圧スピードは現在では極めて遅いスピードである。

MVCP 型 45 kg 堰堤の斜面を平滑にするスロープ  
タンバが発表された (写真 1-30)。



MVCP 型舗装用



MVCP 型スロープタンバ

写真 1-30 三笠産業(株) MVCP

小排気量 (32.5 cc) の 2 サイクルガソリンエンジン  
を運転ハンドル前に置き, 自由にエンジンの回転を調  
整しながら平板締固め部に 1 軸起振体を置いた特殊な  
構造であった。

次号では, 第 1 章 (その 2. 昭和 40 年代) を掲載  
いたします。

J C M A

## 参考文献

日本建設機械要覧  
建設機械概要  
日本舗道五十年史

## 写真提供

キャタピラー・ジャパン(株)  
コベルコ建機(株)  
酒井重工業(株)  
(株)NIPPO  
日立建機カミーノ(株)  
三笠産業(株)  
(株)明和製作所

## 部 会 報 告

### キャタピラージャパン(株) 相模事業所工場見学会

機械部会 除雪機械技術委員会

#### 1. はじめに

除雪機械技術委員会では平成23年7月12日(火)神奈川県相模原市に位置するキャタピラージャパン(株)の相模事業所工場見学会を実施した。

参加者は江本委員長他9社、18名と多人数となったが見学先のキャタピラージャパン(株)殿の多大なるご支援ならびにご配慮により、スケジュール通り順調に工場見学を終了することができた。

#### 2. 相模事業所について

1964年、当時東洋一の建設機械専門工場として誕生。工場建設に当たってはキャタピラー社ペオリア工場をモデルとして設計された。

1965年、国産初のCATブランドブルドーザD4Dの生産を開始。その後ブルドーザからホイールローダ、ミニ油圧ショベルとラインアップが拡大している。

敷地面積は約47万m<sup>2</sup>。東京ドームが10個すっぽり入る広さである。この敷地の中に3工場と工場に隣接した相模開発センター他オフィスが3棟および部品センターと実験棟の建物があり、建物面積は約23万m<sup>2</sup>。従業員数はパート含め約2,000名。

##### ①第1工場(8.2万m<sup>2</sup>)

フレーム等の溶接ライン、機械加工、熱処理、塗装

設備、及び組立ラインとしてミニ油圧ショベル、小型ブルドーザ用の第一組立ラインと中型ホイールローダ、中型ブルドーザ用の第二組立ラインとがある。

フレーム溶接ラインには無人化された協調型溶接ロボット(2台のロボットでハンドリング、1台が溶接)が導入されており、溶接方向を常時下向きにすることで高品質を実現している。

また、異なる熱処理条件をランダムに並列処理可能な国内建機メーカー初の多室型真空浸炭炉がある。

第一組立ラインは特に多くのモデルを混流生産しているが床面をフラット化し、ラインサイドからサブアッセンブリ部品の搬送をスムーズにし、小型車両組立ラインとしては世界最速を誇っているとのことである。

##### ②第二工場(5.5万m<sup>2</sup>)

アクスル、トランスミッション、油圧ポンプ/モータの部品加工と組立をしている。汎用性の高いマシニングセンタを多数設置。油圧機器の組立は僅かなホコリの混入を防ぐ為、外気を遮断したクリーンルーム内で組み立てていた。完成したコンポーネントは相模事業所のみでなく明石事業所や海外工場へも供給しているとのことである。

##### ③第三工場

今回見学はできなかったが、内製油圧ホースの製作、及び保管庫等で使用。

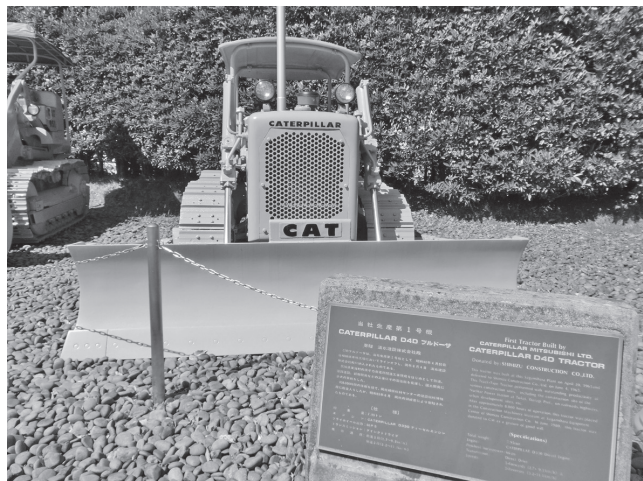


写真-1 展示車両 相模事業所 生産第1号機CATD4Dブルドーザ(正面)



写真-2 展示車両 相模事業所 生産第1号機CATD4Dブルドーザ(側面)



#### ④オフィス

ミニ建機の開発をする相模開発センター，国内営業部門，カスタマサポート部門が入っている3棟のオフィスがあるが，すべて工場に隣接しており，工場との密接なコミュニケーションが図られるように効率良く配置されていると感じた。

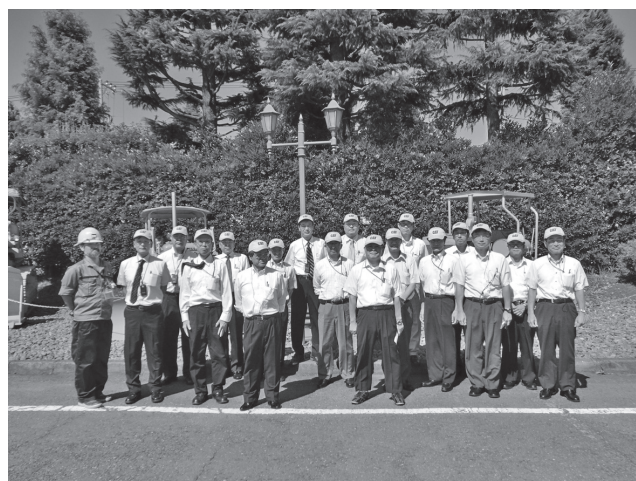
#### ⑤その他

部品センタは17万アイテムの部品をストックし，世界各地へ24時間体制で供給しているとのこと。

また，実験棟内には加振テスト機を持ち，また走行テスト場，ダイナミック騒音試験場があり，さまざまな稼働条件を想定して厳密に品質を検証し，製品の品質維持と向上に貢献している。

### 3. 見学所感

品質の安定のためにロボットを積極的に導入しており，清潔で近代的な工場であると感じた。真空浸炭炉の導入により，従来の浸炭炉より10%のCO<sub>2</sub>排出低減目標を達成し，環境にも配慮している。組立時の車体外観汚れには乗用車並みに気を配っておられ，作業者が靴にカバーをしている姿が印象的だった。一方，工場の原点である“モノ造りの人材育成”や技能の伝承にも力を入れており，熟練エンジニアによる新人への現場教育が長期間にわたり実施されていることに驚かされた。また，車両にみたてた木枠による組立シミュレーション設備については，新人教育について独自に



写真一3 集合写真

創意工夫して実施していることが窺えた。

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

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

J C M A

#### 【筆者紹介】

森本 克之（もりもと かつゆき）  
（社）日本建設機械化協会  
機械部会 除雪機械技術委員会  
幹事



新機種紹介 機関誌編集委員会

|            |                                       |                 |
|------------|---------------------------------------|-----------------|
| 11-〈02〉-09 | キャタピラー・ジャパン<br>CAT 336E (L)<br>油圧ショベル | '11.6 発売<br>新機種 |
|------------|---------------------------------------|-----------------|

オフロード法 2011 年基準をクリアする環境性能とパワーシステムの統合制御等による生産性を両立し、モデルチェンジした 30 トンクラスの油圧ショベルを、新たに「E シリーズ」として導入する。

環境対応パワーユニットには Cat 電子制御システムを採用し、低エミッションと低燃費を両立。電子制御システムの指令を受け、噴射量・タイミング・圧力をリアルタイムに制御し、高効率燃焼を実現し排出ガス成分を抑制している。さらに、サイズの異なる 2 つの通路(スクロール)を有した非対称ターボチャージャーを搭載することで、エンジン低速域での高レスポンスと、定格域での最適な吸気量／ブースト圧確保を両立して、最適燃焼に貢献している。排出ガスの一部を冷却して吸気側に循環することで、燃焼温度を低下させ、NO<sub>x</sub> の排出を低減している。

排出ガスの後処理では、1 次処理として排出ガス中の一酸化炭素、炭化水素をディーゼル酸化触媒により低減・無害化し 2 次処理として DPF により PM を捕捉し除去している。さらに、PM 除去過程で DPF に堆積するすすを取り除くために、DPF 再生システムを有している。

作業負荷によらずエンジン回転を一定に維持するアイソクロナス制御を採用することで、軽負荷時のエンジン回転を抑制しさらに、エンジンおよび油圧システムの統合制御により燃料消費量を従来機比で約 13% 低減した。

ROPS キャブの搭載、後方および側方の作業視界を確保するリアビューカメラとミラーの標準装備、さらに機体上面からの転落を防止する大型ガードレールの装着等により、安全性が向上している。

キャブガラス面積の拡大（従来機比 9% 拡大）、キャブ内騒音の低減（従来機比 5 db 低減）、さらにシートヒーター・ベンチレーター機能搭載の新型エアサスペンションシートを導入して、オペレータ環境の改善を図っている。また、国土交通省低騒音型建設機械の基準値をクリアしている。（指定申請中）

ラジエーター、オイルクーラー、アフタークーラーを並列にレイアウトしたことで清掃を容易にしたほか、メンテナンス・ポイントへのアクセス性向上とメンテナンス作業の省力化により、メンテナンス性・サービス性を向上している。



写真—1 キャタピラー・ジャパン CAT336E 油圧ショベル

表—1 CAT 336E (L) の主な仕様

|                                   | 336E                | 336E L |
|-----------------------------------|---------------------|--------|
| バケット容量 (m <sup>3</sup> )          | 1.4                 | 1.5    |
| 最大掘削深さ (m)                        | 7.39                |        |
| 最大掘削半径 (m)                        | 11.11               |        |
| 最大掘削高さ (m)                        | 10.28               |        |
| 運転質量 (t)                          | 34.5                | 35.3   |
| 定格出力 (kW/(ps)/min <sup>-1</sup> ) | 221 (301) / 1,800   |        |
| 走行速度 高速／低速 (km/h)                 | 5.0 / 3.3           |        |
| 登坂能力 (度)                          | 35                  |        |
| 接地圧 (kPa)                         | 61                  | 56     |
| 最低地上高 (m)                         | 0.48                |        |
| クローラ中心距離 (m)                      | 2.59                |        |
| クローラ全幅（シュー幅） (m)                  | 0.7                 |        |
| 全長×全幅×全高 (m)                      | 11.13 × 3.29 × 3.45 |        |
| 価格 (百万円)                          | 33.97               | 35.143 |

問合せ先：キャタピラー・ジャパン 人事企画室 広報グループ  
〒158-8530 東京都世田谷区用賀 4-10-1

## 平成 23 年度 主要建設資材需要見通しの概要と価格動向

### 1. まえがき

建設資材の需要動向は建設投資額と密接な関連にあり、建設投資額の減少に伴い全般的には漸減傾向にある。先に国土交通省から発表された「平成 23 年度主要建設資材需要見通し」と建設資材の価格動向についてその概要を報告する。

### 2. 主要建設資材需要見通し

平成 23 年度の建設投資額は、対前年度比 5.1% 増加する見通し（名目値）であり、その内訳は、政府建設投資は 8.3% の減少、民間建設投資は 2.9% 増加する見通しである。

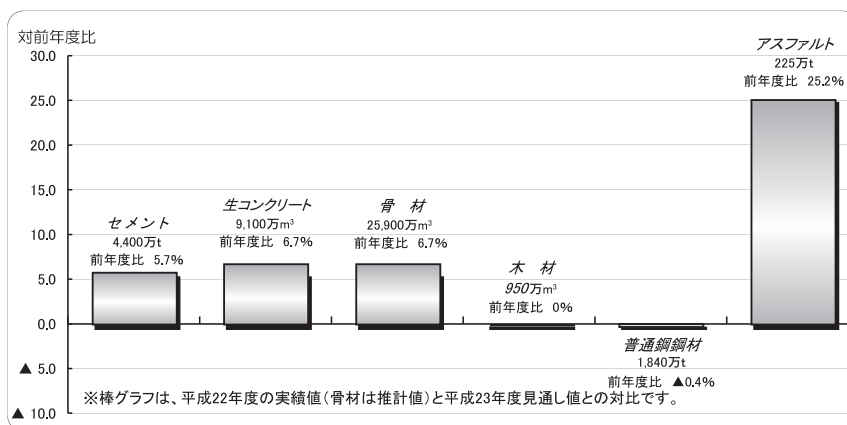
平成 23 年度の主要建設資材の需要見通しは、セメント、生コンクリート、骨材などは増加し、アスファルトは大幅に増加し、木材は横ばい、普通鋼鋼材は微減の見通しである。

下記に、主要建設資材の需要実績と今後の見通しを示す（図－1、表－1）。

平成 22 年度の建設投資額（名目値）は対前年度比では 3.5% 減少し、その内訳は、建築部門が 3.9% の増加、土木部門は 13.0% 減少となる見込みであり、また主要建設資材の需要量実績は、前年度に引き続き全ての主要資材の需要量が減少した。

#### 〔セメント、生コンクリート〕

平成 23 年度の需要見通しは、セメントが対前年度比 5.7% 増加し 4,400 万 t、生コンクリートが対前年度比 6.7% 増加の 9,100 万 m<sup>3</sup> と



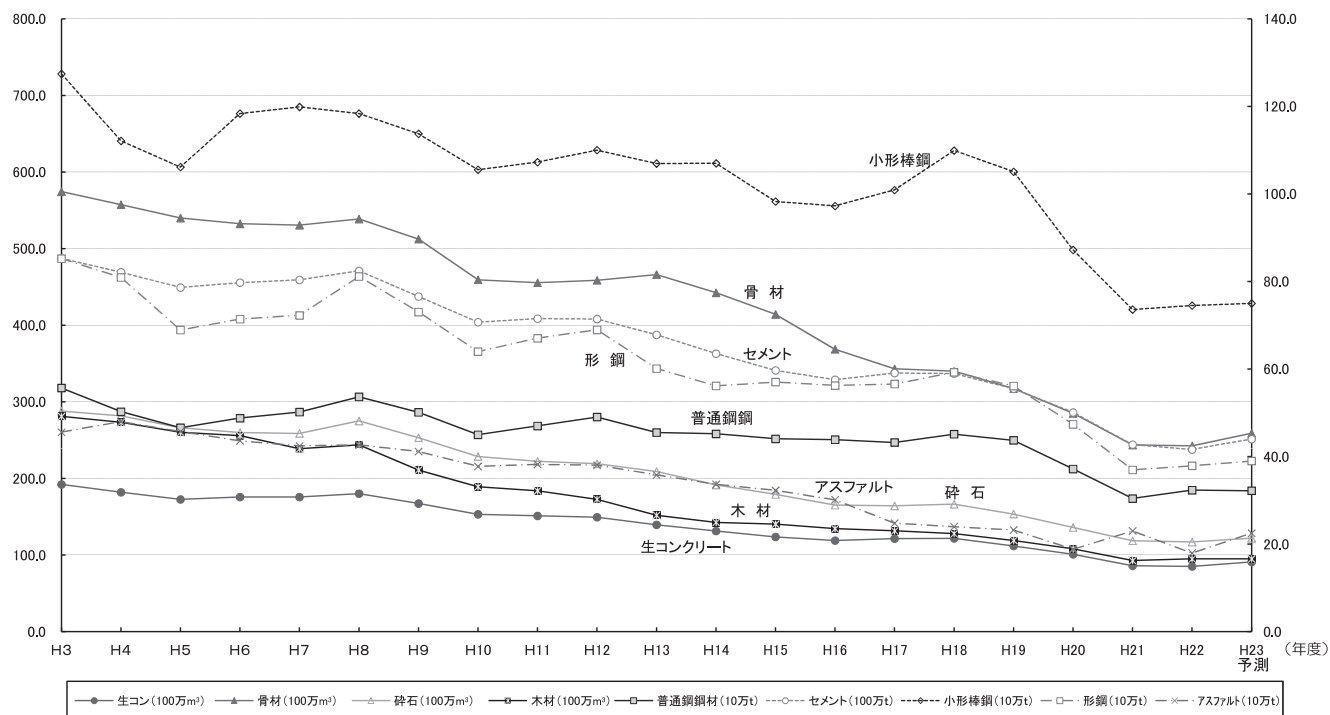
図－1 平成 23 年度の主要建設資材需要見通し

表－1 主要建設資材の需要量

| 資材名称    | 単 位             | 需 要 量        |              |              | 伸 び 率  |       |
|---------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------|-------|
|         |                 | H21年度<br>実績値 | H22年度<br>実績値 | H23年度<br>見通し | 22/21  | 23/22 |
| セメント    | 万t              | 4,273        | 4,161        | 4,400        | -2.6%  | 5.7%  |
| 生コンクリート | 万m <sup>3</sup> | 8,603        | 8,528        | 9,100        | -0.9%  | 6.7%  |
| 骨 材     | 万m <sup>3</sup> | 24,375       | 24,267       | 25,900       | -0.4%  | 6.7%  |
| 砕 石     | 万m <sup>3</sup> | 11,869       | 11,703       | 12,200       | -1.4%  | 4.2%  |
| 木 材     | 万m <sup>3</sup> | 928          | 950          | 950          | 2.3%   | 0.0%  |
| 普通鋼鋼材   | 万t              | 1,738        | 1,847        | 1,840        | 6.3%   | -0.4% |
| 形 鋼     | 万t              | 370          | 379          | 390          | 2.6%   | 2.9%  |
| 小形棒鋼    | 万t              | 736          | 745          | 750          | 1.2%   | 0.7%  |
| アスファルト  | 万t              | 230          | 180          | 225          | -22.0% | 25.2% |

- (注1) 本見通しは、「平成23年度建設投資見通し（国土交通省総合政策局 情報安全・調査課建設統計室 平成23年6月29日 公表）」をもとに推計したものである。
- (注2) 各資材の対象は、セメントは〔内需量〕、生コンクリート、砕石は〔出荷量〕、木材は〔製材品出荷量〕、骨材は〔供給量〕、普通鋼鋼材、形鋼は〔建設向け受注量〕、小形棒鋼は〔建設向け出荷量〕、アスファルトは〔建設向け等内需量〕。
- (注3) 本見通しの有効数字は、セメントは〔100万t〕、生コンクリート、骨材及び砕石は〔100万m<sup>3</sup>〕、木材は〔25万m<sup>3</sup>〕、普通鋼鋼材、形鋼及び小形棒鋼は〔10万t〕、アスファルトは〔5万t〕。
- (注4) 平成22年度の需要量のうち、骨材、砕石については推計値を使用しているため、見込み値（イタリック体）。その他の資材については実績値。

## 統計



図一 2 主要建設資材需要量の年度推移

見通される。また、平成22年度の需要実績は、セメントは前年度比2.6%減少の4,161万t、生コンクリートは前年度比0.9%減少の8,528万m<sup>3</sup>であった。

### 【骨材、砕石】

平成23年度の需要見通しは、骨材が対前年度比6.7%増加の25,900万m<sup>3</sup>、砕石が対前年度比4.2%増加の12,200万m<sup>3</sup>と見通される。また、平成22年度の需要実績は、骨材が前年度比0.4%減少の24,267万m<sup>3</sup>、砕石は前年度比1.4%減少の11,703万m<sup>3</sup>となると推計される。

### 【木材】

平成23年度の木材の需要見通しは、前年度と横ばいの950万m<sup>3</sup>と見通される。

また、平成22年度の需要実績は、前年度比2.3%増加の950万m<sup>3</sup>であった。ただし、平成22年度実績には、東日本大震災の影響により、平成23年2月～3月の岩手県、宮城県及び福島県分の出荷量は含まれていない。

### 【普通鋼鋼材、形鋼、小型棒鋼】

平成23年度の需要見通しは、普通鋼鋼材が対前年度比0.4%減少の1,840万t、うち形鋼が2.9%増加の390万t、小型棒鋼が0.7%増加の750万tと見通される。また、平成22年度の需要実績は、普通鋼鋼材が前年度比6.3%増加の1,847万t、うち形鋼は2.6%増加

の379万t、小型棒鋼は1.2%増加の745万tであった。

### 【アスファルト】

平成23年度の需要見通しは、アスファルトは対前年度比25.2%増加の225万tと見通される。また、平成22年度の需要実績は、前年度比22.0%減少の80万tであった。

## 3. 主要建設資材需要量の年度別推移

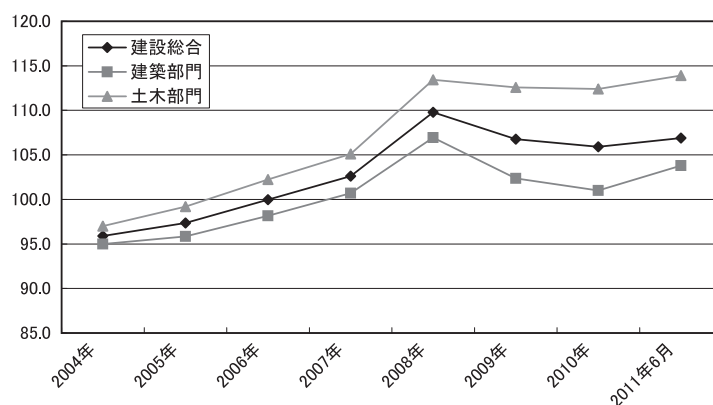
次に、図一2に主要建設資材需要量の年度別推移を示す。図が示すように、ほとんどの主要建設資材は、バブル最盛期をピークに、その後は急激に減少し、品目により多少の差はあるが全ての品目が減少傾向であったが近年横ばいを示している。

平成5年度から平成8年度までは、公共工事関係予算が補正予算等により増加し需要は安定していたが、その後は減少傾向が続いている。しかし、今後は、本年3月に発生した東日本大震災の復興事業が本格化するのに伴い、大幅な需要増加が見込まれている。

## 4. 主要建設資材の価格動向

全国各都市平均の主要建設資材の価格推移(平成12年平均=100)を図一3に示す。





図一 3 主要建設資材の物価指数の推移（全国平均）

表一 2 主要建設資材の物価指数の推移（東京）

平成 12(2000)年 = 100

| 年月         | セメント  | 生コンクリート | 砂利・碎石 | 建設用木製品等 | 熱間圧延鋼材 | 冷間・メッキ材 | 舗装材料  |
|------------|-------|---------|-------|---------|--------|---------|-------|
| 2004 年     | 95.2  | 95.7    | 90.2  | 84.9    | 173.7  | 106.4   | 100.0 |
| 2005 年     | 96.9  | 95.7    | 90.2  | 84.9    | 184.0  | 123.8   | 108.1 |
| 2006 年     | 97.4  | 95.7    | 90.2  | 84.9    | 182.1  | 118.9   | 119.5 |
| 2007 年     | 97.4  | 95.7    | 90.7  | 85.7    | 203.7  | 121.3   | 123.0 |
| 2008 年     | 106.8 | 99.1    | 90.8  | 88.3    | 288.6  | 139.4   | 138.2 |
| 2009 年     | 112.2 | 100.9   | 91.1  | 89.4    | 208.4  | 123.1   | 150.1 |
| 2010 年     | 113.9 | 105.3   | 91.1  | 89.4    | 196.2  | 128.0   | 150.5 |
| 2011 年 6 月 | 113.9 | 105.5   | 91.1  | 89.4    | 210.0  | 130.7   | 152.6 |

表一 3 その他資材の物価指数の推移（東京）

平成 12(2000)年 = 100

| 年月         | 農産物  | 繊維製品 | 塗料   | 石油製品  | 電線・ファイバー | 一般機械  | 重電機器 | プラスチック製品 |
|------------|------|------|------|-------|----------|-------|------|----------|
| 2004 年     | 90.2 | 85.0 | 90.6 | 111.0 | 93.5     | 90.5  | 97.1 | 93.7     |
| 2005 年     | 89.6 | 84.9 | 90.5 | 128.6 | 99.5     | 91.1  | 97.8 | 95.0     |
| 2006 年     | 89.1 | 84.8 | 90.5 | 150.9 | 128.5    | 92.6  | 99.0 | 97.2     |
| 2007 年     | 88.9 | 84.8 | 90.5 | 154.4 | 143.2    | 96.7  | 98.4 | 98.7     |
| 2008 年     | 89.7 | 86.7 | 92.8 | 199.1 | 138.0    | 100.5 | 98.6 | 100.2    |
| 2009 年     | 91.0 | 87.7 | 92.8 | 141.2 | 113.8    | 103.3 | 98.6 | 101.9    |
| 2010 年     | 93.2 | 87.7 | 89.7 | 154.5 | 121.8    | 103.1 | 98.7 | 102.0    |
| 2011 年 6 月 | 92.4 | 88.7 | 89.7 | 178.1 | 135.8    | 99.6  | 98.9 | 102.2    |

建設需要量は減少しているが、資材価格を見ると平成 16 年度（2004 年）以降は緩やかな上昇を示し、平成 20 年度（2008 年）には急激に上昇したが平成 21 年度（2009 年）に下降しその後は、横ばいから緩やかに上昇している。

建設資材物価指数の平成 22 年度全国平均は、建設総合では前年度比 0.9 ポイント減少の 105.9、建築部門は前年度比 1.4 ポイント減少の 101.0、土木部門は前年度比 0.2 ポイント減少の 112.4 となっている。

表一 2 は、最近の東京都区部の主要建設資材の物価指数の推移を示したものである。

平成 23 年 6 月と前年度平均を比較すると、セメントは、横ばい

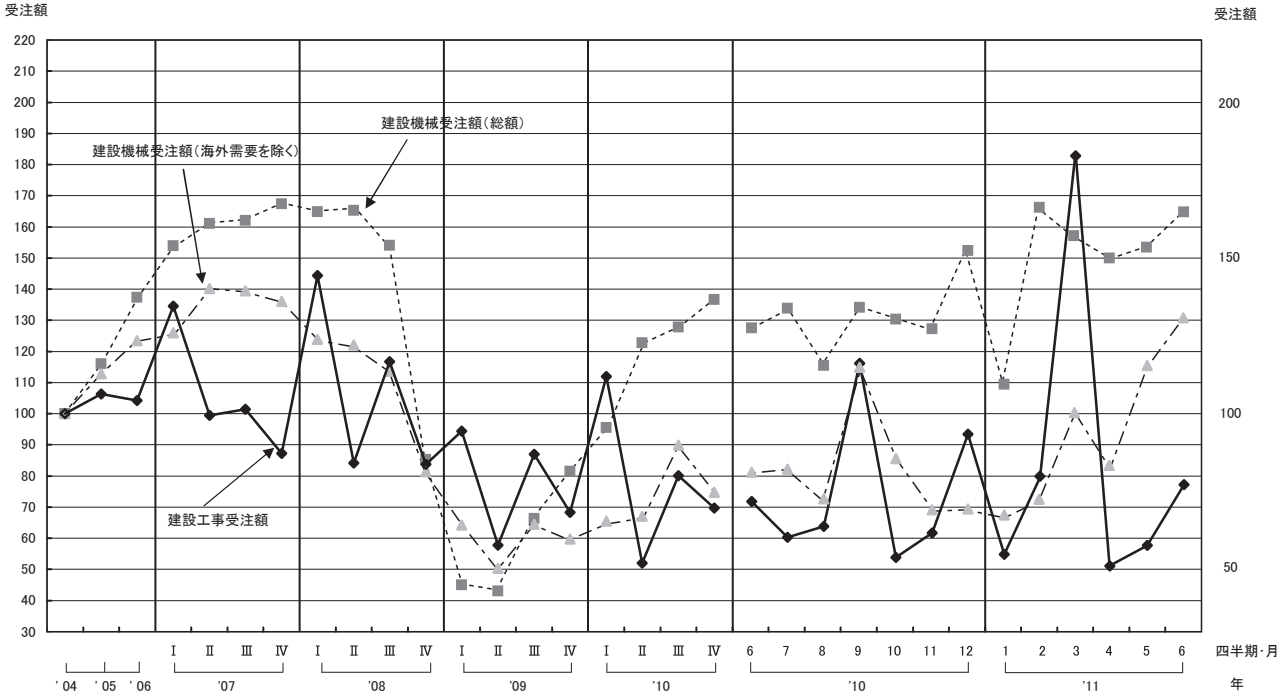
の 113.9、生コンクリートは、0.2 ポイント上昇の 105.5、砂利・碎石および建設用木製品等は変化無し、熱間圧延鋼材は、13.8 ポイント上昇の 210.0、冷間・メッキ鋼材は 2.7 ポイント上昇の 130.7、舗装材料は 2.1 ポイント上昇の 152.6 であり、全体的には緩やかな上昇傾向にある。

表一 3 に、最近の東京都区部のその他資材の物価指数の動向を示す。

今年の 6 月現在の物価指数（平成 12 年 = 100）を見ると、一般機械は下落し、重電機器、プラスチック製品、繊維製品、塗料、農産物などは変化が無く、石油製品、電線・光ファイバーなどが上昇している。

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<br>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 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  | 107,012    | 6,917   |
| 2 月        | 8,729   | 5,799   | 1,224  | 4,574  | 2,059  | 448   | 424    | 5,983     | 2,747  | 107,291    | 8,513   |
| 3 月        | 20,085  | 14,615  | 2,042  | 12,573 | 3,938  | 570   | 961    | 14,998    | 5,086  | 114,047    | 13,188  |
| 4 月        | 5,544   | 3,850   | 929    | 2,921  | 909    | 360   | 426    | 3,756     | 1,788  | 111,759    | 7,239   |
| 5 月        | 6,232   | 4,133   | 1,028  | 3,105  | 1,068  | 319   | 712    | 4,041     | 2,191  | 111,213    | 6,754   |
| 6 月        | 8,280   | 6,194   | 1,251  | 4,943  | 1,471  | 356   | 259    | 5,958     | 2,322  | —          | —       |

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<br>6 月 | 7 月   | 8 月   | 9 月   | 10 月  | 11 月  | 12 月  | 11 年<br>1 月 | 2 月   | 3 月   | 4 月   | 5 月   | 6 月   |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 総 額     | 12,712 | 14,749 | 17,465 | 20,478 | 18,099 | 7,492 | 15,342 | 1,351       | 1,418 | 1,222 | 1,421 | 1,381 | 1,348 | 1,613 | 1,159       | 1,756 | 1,660 | 1,590 | 1,638 | 1,744 |
| 海 外 需 要 | 8,084  | 9,530  | 11,756 | 14,209 | 12,996 | 4,727 | 11,904 | 1,038       | 1,101 | 942   | 978   | 1,051 | 1,081 | 1,345 | 899         | 1,475 | 1,274 | 1,269 | 1,191 | 1,238 |
| 海外需要を除く | 4,628  | 5,219  | 5,709  | 6,268  | 5,103  | 2,765 | 3,438  | 313         | 317   | 280   | 443   | 330   | 267   | 268   | 260         | 281   | 386   | 321   | 447   | 506   |

(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。  
2010 年 6 月以降は月ごとの値を図示した。  
出典：国土交通省建設工事受注動態統計調査  
内閣府経済社会総合研究所機械受注統計調査

## …行事一覧…

(2011 年 7 月 1 日～ 31 日)

### ■ 機 械 部 会

#### ■トンネル機械技術委員会 環境保全分科会

月 日：7 月 5 日 (火)

出席者：鈴木康雅分科会長ほか 10 名

議 題：①各委員が集めた分科会テーマに関連する資料について打合せ ②その他

#### ■ダンプトラック技術委員会

月 日：7 月 7 日 (木)

出席者：大貫廣明委員長ほか 5 名

議 題：①各社トビックス紹介 ②JIS-A8340-5 ダンパ (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作業 ③6 月 6 日開催の機械部会技術連絡会の報告について ④その他

#### ■除雪機械技術委員会 工場見学会

月 日：7 月 12 日 (火)

参加者：江本平委員長ほか 17 名

場 所：キャタピラージャパン(株)相模原事業所

#### ■除雪機械技術委員会 ロータリ分科会

月 日：7 月 13 日 (水)

出席者：萩原洋一分科会長ほか 5 名

議 題：①ロータリ除雪車性能試験方法の改定について ②その他

#### ■原動機技術委員会

月 日：7 月 14 日 (木)

出席者：有福孝智委員長ほか 21 名

議 題：①6 月 6 日開催の機械部会技術連絡会の報告について・ディーゼルエンジンの SCR 技術について・建設機械インユース (実稼働機械) 排気ガス測定装置 ②海外の排気ガス規制の動向について・中国における 3 次規制の開始時期と試験方法の状況報告 ③現行機向けエンジンオイルと 2011 規制対応機向けエンジンオイルについてのアンケート調査の状況について ④2011 年規制開始に伴う国交省のトンネル工施用建設機械指定制度廃止についての状況 ⑤その他

#### ■トンネル機械技術委員会 トンネル機械未来像分科会

月 日：7 月 14 日 (木)

出席者：浅野文宏分科会長ほか 8 名

議 題：①分科会テーマ案「万能掘削機」についての各自意見・課題の持ち寄り意見交換及び入手関連情報の報告 ②その他

#### ■ショベル機械技術委員会

月 日：7 月 15 日 (金)

出席者：尾上裕委員長ほか 7 名

議 題：①6 月 6 日開催の機械部会技術連絡会の報告 ②6 月 13 日開催の作業燃費検討 WG 代表・国交省「燃費基準の創設」打合せの報告 ③バイオ燃料に対する各社要望意見交換と意見取り纏め方法について ④その他

#### ■機械整備技術委員会

月 日：7 月 22 日 (金)

出席者：森三朗委員長ほか 5 名

議 題：①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・2 月 21 日開催の機械部会幹事会の報告 ②「整備の基本」の最終確認とホームページの掲載について ③ハイブリッド・電動 (バッテリー含む) 建機の整備の安全 WG ④福島原発事故に伴う放射線環境下における建設機械の対応についての意見交換 ⑤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：7 月 26 日 (火)

出席者：椎橋孝一郎分科会長ほか 6 名

議 題：①各委員より各テーマ「安全・安心」「環境」「ICT」からキーワードを抽出したものを発表 ②今後の取り組み方について ③その他

#### ■情報化機器技術委員会

月 日：7 月 27 日 (水)

出席者：白塚敬三委員長ほか 6 名

議 題：①6 月 30 日開催の ISO/TC127/SC3/WG9「電気駆動及びハイブリッド電子系の安全性」特設会合の報告 (3 月 21～22 日米国フリーモント市 (サンフランシスコ近郊) 報告) ②7 月 15 日開催の「放射線環境下における建設機械に関する意見交換会」の報告 ③7 月 22 日開催の機械整備技術委員会の概要報告 ④準天頂衛星 (みちびき) の民間利用実証実験報告について ⑤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：7 月 28 日 (木)

出席者：戸川裕文分科会長ほか 9 名

議 題：①「締固め機械の変遷」資料の取り纏め作業 ②その他

### ■ 製 造 業 部 会

#### ■作業燃費検討 WG 代表・ミニショベルメーカー説明検討会

月 日：7 月 21 日 (木)

出席者：田中利昌リーダーほか 10 名

議 題：①各メーカーの試験実施機種、試験時期について ②費用負担について ③中型ショベルの制度をそのままミニショベルに延長した場合の不都合の有無及び改良案について

### ■ 建 設 業 部 会

#### ■三役会

月 日：7 月 14 日 (木)

出席者：川本伸司部会長ほか 4 名

議 題：①夏季現場見学会 ②機電技術者意見交換会 ③合同部会 ④その他

### ■ 各 種 委 員 会 等

#### ■機関誌編集委員会

月 日：7 月 6 日 (水)

出席者：田中康順委員長ほか 20 名

議 題：①平成 23 年 10 月号 (第 740 号) の計画の審議・検討 ②平成 23 年 11 月号 (第 741 号) の素案の審議・検討 ③平成 23 年 12 月号 (第 742 号) の編集方針の審議・検討 ④平成 23 年 7～9 月号 (第 737～739 号) の進捗状況の報告・確認

#### ■新機種調査分科会

月 日：7 月 19 日 (火)

出席者：江本平分科会長ほか 5 名

議 題：①新機種情報の検討・選定

#### ■建設経済調査分科会

月 日：7 月 27 日 (水)

出席者：山名至孝分科会長ほか 4 名

議 題：①8 月号原稿「建設投資の見通し」の検討

## …支部行事一覧…

### ■ 北 海 道 支 部

#### ■建設機械整備技能検定実技講習会

月 日：7 月 3 日 (日)

場 所：石狩市，日立建機(株)北海道支店

受講者：1 級 16 名，2 級 82 名 計 98 名

#### ■第 3 回施工技術・整備検定委員会

月 日：7 月 15 日 (金)

場 所：北村委員長ほか 12 名

議 題：建設機械整備技能検定実技試験の会場設営

#### ■建設機械整備技能検定実技試験協力

月 日：7 月 16 日 (土)～17 日 (日)

場 所：札幌市，北海道職業能力開発協会

受検者：1 級 32 名，2 級 135 名 計 167 名



## ■第2回除雪機械技術講習会検討会

月 日：7月27日（水）

出席者：山田義弘技術部会副部長ほか  
10名

内 容：①今後の除雪機械技術講習会の  
あり方について・講習会の構成及びテ  
キストについて ②平成24年度向け  
テキストの改編について ③その他

## ■平成23年度 情報化施工推進検討 WG

### 第1回建機・測器部会

月 日：7月29日（金）

出席者：谷崎敏彦網走開発建設部施設整  
備課長補佐ほか10名

内 容：①情報化施工用機械・機器保有・  
使用状況データベースについて ②情  
報化施工推進検討 WG 支援活動につ  
いて ③情報化施工体験セミナーの地  
方展開企画について ④次期情報化施  
工推進検討 WG の実施内容・開催時  
期について

## ■ 東 北 支 部

### ■建設部会

日 時：7月5日（火）

場 所：東北支部会議室

出席者：佐野真部会長ほか6名

内 容：①平成22年度活動報告 ②「支  
部たより」安全コーナー161号、162  
号担当決定 ③特殊工事見学会現場選  
定

### ■広報部会

日 時：7月13日（水）

場 所：東北支部会議室

出席者：元木孝委員ほか3名

内 容：①支部たより161号の編集につ  
いて ②161号の原稿収集状況につ  
いて ③60年史の編集方針について  
④栗子トンネル見学会について ⑤60  
周年記念行事の役割等について

### ■施工部会

日 時：7月15日（金）

場 所：東北支部会議室

出席者：稲村正弘部会長ほか10名

内 容：①平成23年度除雪講習会開催  
一覧表について ②第1回部会の議事  
録確認 ③「道路除雪の手引き」改訂  
について ④パワーポイント資料の改  
訂・修正事項について ⑤その他

### ■EE 東北作業部会

日 時：7月27日（水）

場 所：フォレスト仙台

出席者：鹿野安彦東技副所長ほか20名

内 容：①EE東北11の概要について②  
夢メッセ宮城の現状（被災）③EE  
東北開催に関するアンケート結果につ

いて ④EE東北実施方針について

⑤EE東北予算案 ⑥その他

### ■広報部会

日 時：7月28日（木）

場 所：東北支部会議室

出席者：菅野公正部会長ほか3名

内 容：①支部たより161号最終校正  
②60周年記念誌発行について ③そ  
の他

## ■ 北 陸 支 部

### ■北陸情報化施工推進委員会

月 日：7月15日（金）

場 所：北陸地方整備局会議室

出席者：穂苅正明企画部会長

議 題：①平成22年度の取組み結果と  
評価 ②平成23年度の計画について

### ■ゆきみらい2012 in 金沢第1回実行委員会

月 日：7月21日（木）

場 所：石川県庁会議室

出席者：辻本部会長、三日月北陸支部事  
務局長

議 題：ゆきみらい2012 in 金沢の事業  
内容について

### ■普及部会幹事会

月 日：7月22日（金）

場 所：北陸支部事務局

出席者：青木普及部会長ほか4名

議 題：新潟地区現場見学会計画

### ■雪氷部会

月 日：7月29日（金）

場 所：チサンホテル新潟

出席者：丹羽吉正雪氷部会長ほか11名

議 題：平成23年度の事業課題について

## ■ 中 部 支 部

### ■技術部会

月 日：7月12日（月）

出席者：滝崎治行技術部会長ほか4名

議 題：①平成23年度部会活動につ  
いて ②技術発表会について

### ■建設機械整備技能検定実技試験実施

月 日：7月21日（木）～23日（土）

場 所：愛知県立高浜高等技術専門校

受検者：1級28名、2級83名

### ■「建設技術フェア2010in 中部」幹事会 議に出席

月 日：7月26日（火）

出席者：五嶋政美事務局長出席

議 題：「建設技術フェア2011in 中部」  
実施計画について

### ■広報部会

月 日：7月29日（金）

出席者：高木理仁広報部会長ほか4名

議 題：①「中部支部ニュース」第30  
号編集について

## ■ 関 西 支 部

### ■「損料・橋梁・大口径」講習会

月 日：7月6日（水）

場 所：建設交流館7階会議室

参加者：44名

内 容：①大口径岩盤削孔の施工技術と  
積算 ②建設機械等損料の積算 ③鋼  
橋架設の施工技術と積算 ④PC橋架  
設の施工技術と積算

### ■広報部会

月 日：7月13日（水）

場 所：関西支部 会議室

出席者：御園聰広報部会長ほか5名

議 題：①JCMA 関西第99号の発刊に  
ついて ②JCMA 関西100号の発刊  
について ③建設技術展の取組みにつ  
いて

### ■事務所長表彰式

月 日：7月21日（木）

場 所：近畿地方整備局 近畿技術事務所

内 容：平成22年度業務表彰（近畿技  
術事務所長表彰）：（受賞業務名）河川  
用ゲート設備危機管理マニュアル作成  
業務

### ■平成23年度 施工技術報告会幹事会（第 3回）

月 日：7月27日（水）

場 所：関西支部 会議室

出席者：松本克英事務局長ほか6名

議 題：①応募講演概要の検討と選定  
②予算案修正

### ■建設用電気設備特別専門委員会(第378回)

月 日：7月29日（金）

場 所：梅田北エリア A ブロック（現  
場見学会）

内 容：現場見学会「梅田北エリア再開  
発における現状と今後の展開について」

## ■ 中 国 支 部

### ■第2回施工技術部会

月 日：7月7日（木）

場 所：中国支部事務所

出席者：齋藤実部会長ほか4名

議 題：①平成23年度施工技術部会事  
業実施状況について ②情報化施工に  
関する講習会の企画・立案等について  
③建設技術講習会の企画・立案等につ  
いて ④その他懸案事項

### ■第1回部会長会議

月 日：7月12日（火）

場 所：中国支部事務所

出席者：高倉寅喜企画部会長ほか10名  
議 題：①平成23年度事業実施計画(案)について ②支部60周年記念「CMnavi(特集号)」の発刊について③その他懸案事項

#### ■第1回特集号編集委員会

月 日：7月26日(火)  
場 所：広島YMCA会議室  
出席者：小石川武則部会長ほか7名  
議 題：①支部60周年記念「CMnavi(特集号)」の発刊構成(案)の確認・修正について ②作業分担・作業内容の確認等について ③作業工程について ④その他懸案事項

#### ■第2回企画部会

月 日：7月28日(木)  
場 所：中国支部事務所  
出席者：高倉寅喜部会長ほか7名  
議 題：①中国地方整備局との懇談会の実施とその準備等について ②アンケートの作成に向けた課題等の整理について ③アンケート原案(書式)等の作成準備について

#### ■四 国 支 部

#### ■部会長会議の開催

月 日：7月12日(火)  
場 所：建設クリエイティブビル(第2会議室)

出席者：小松修夫企画部会長ほか3名  
議 題：平成23年度事業の実施方法及び実施時期について

#### ■九 州 支 部

#### ■企画委員会

日 時：7月13日(水)  
出席者：久保田正春整備部会長ほか6名  
議 題：①橋梁架設工事積算講習会実施結果について ②建設機械施工技術検定学科試験反省点について ③整備局との意見交換会について ④建設機械施工技術検定実地試験について ⑤その他

## ■「建設の施工企画」投稿のご案内■

—社団法人日本建設機械化協会「建設の施工企画」編集委員会事務局—

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

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

うと考えています。

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

#### (1) 投稿の資格と原稿の種類：

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

投稿される場合はタイトルとアブストラ

クトを提出頂きます。編集委員会で査読し採択の結果をお知らせします。

#### (2) 詳 細：

投稿要領を作成してありますので必要の方は電子メール、電話でご連絡願います。また、JCMA ホームページにも掲載してあります。テーマ、原稿の書き方等、投稿に関わる不明な点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

日米両政府と国際原子力機関が福島第一原発事故をふまえ、医師や看護師、放射線技師などの医療関係者や事故の初動対応にあたる消防署員らを対象に米国から講師を招き被曝事故に対する知識や対処方法を明日から教育することになった。と昨日の新聞に載っていました。未曾有の原子力発電所の災害で多くのものが被曝し汚染されています。土地や植物や海、建物や現地で活動されている機械類も或いは人間も内部被曝や外部被曝といった症状を被っています。ただ、この状態は絶対に克服しなければなりません。

こんなことを考えながら災害復旧の報道番組を見ていましたら「電気が来たときには本当に嬉しかった、電気の便利さを痛感しました」と被災された方が言っていました。そこで気が付いたのですが、張本人の電気は被曝されていないのではないかと、とそこで他に被曝されていないものを探してみたところ大きなものがありました。それは人間の心です。この汚染されない心を持った人間が

いる限り、復旧・復興へ着々と進んでいくことと思います。

今の社会状況を見ますと政権党が次の頭首選びの真っ最中中です。多くの人が立候補してグループ別による数の集め合いをしているようです。福島ではなく東京の特定の人達が内部汚染されているのだと思われるようにお願いします。

また、冒頭の新聞記事で思ったのですが、日本の原子力や放射線の専門家の方々、今現地で何日かボランティアで働かせて貰えば、今後の研究のかかなりの進展になるのではないのでしょうか。

6月8日に宇宙に飛び立った古川宇宙飛行士のことが震災の話題の陰に隠れてしまい、殆どニュースで見ることがありませんが、3年前の本誌“ずいそう”でインタビューに答えてくれた時、「早く宇宙に行ってみたい」と言っておりましたが、現実になり喜ばしく思います。

最後に、今回執筆して下さった方々、またその仲介をして下さった方々、並びに編集を担当して下さい下さった方々、大変お世話になり有難うございました。

(赤神・中村)

## 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 |
| 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

田中 康順 鹿島道路(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     |
| 松本 久  | (独)水資源機構       |
| 宮崎 康信 | 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      |

### 10月号「情報化施工・IT技術・ロボット化・自動化・自動制御特集」予告

- ・情報化施工推進戦略の状況
- ・中部地整 建設ICT導入普及研究会の状況
- ・億首ダムでの情報化施工事例
- ・殿ダムにおけるICT情報化施工技術の導入
- ・ネットワーク型RTK-GPSを用いた盛土品質管理システムの開発
- ・ネットワーク型RTK-GPSの性能確認実験
- ・建設機械における情報化施工システムの活用
- ・情報化施工対応オプション「グレードコントロール」
- ・大災害に立ち向かうロボットの開発
- ・普賢岳無人化施工における最新技術
- ・水中建設機械のマニピュレータ化と操作インタフェース
- ・MMSの最新動向
- ・小型自律飛行ロボット(UAV)の活用による簡便な地物計測
- ・準天頂衛星測位システムのカーナビ・ITS利用の動向

## No.739「建設の施工企画」 2011年9月号

〔定価〕1部840円(本体800円)  
年間購読料9,000円

平成23年9月20日印刷

平成23年9月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 辻 靖三

印刷所 日本印刷株式会社

## 発行所 社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

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

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

本誌上への広告 (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](mailto:info@kyoeitushin.co.jp)  
担当 本社編集部 宗像 敏