

建設の施工企画 **5**

2007 MAY No.687 JCMMA



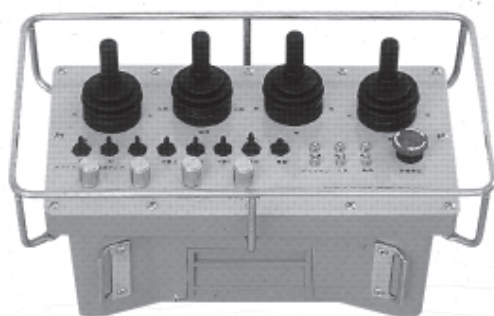
湛水直前の徳山ダム (2006/9)

ダムの施工技術 特集

建設機械用
無線操作装置

ダイワテレコン

あらゆる仕様に対応
指令機操作面はレイアウトフリー



ダイワテレコン 572 ※製作例 比例制御4本レバー仕様



受令機



ダイワテレコン 522

《新電波法技術基準適合品》

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

DAIWA TELECON

大和機工株式会社

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

ダム工事用コンクリート運搬テルハ（クライミング機能付）

重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

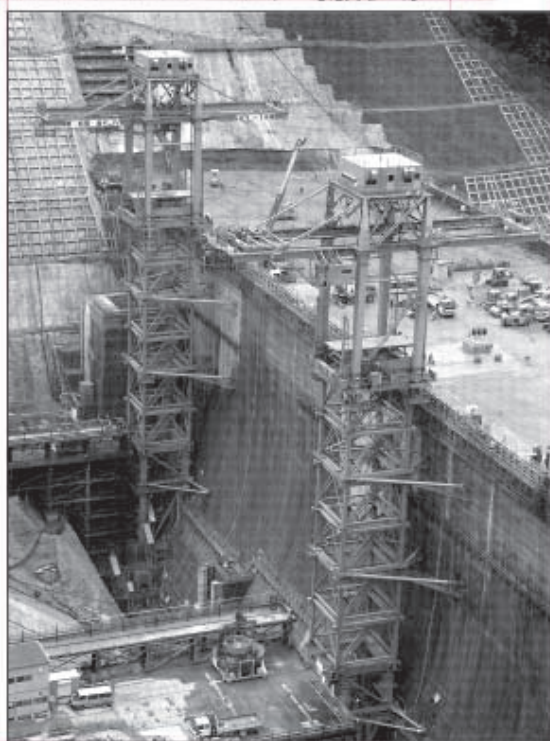
コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

特長

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

永吉永機械株式会社

〒130-0021 東京都墨田区緑4-4-3 吉永ビル
TEL. 03-3634-5651 URL <http://www.yoshinaga.co.jp>



2007 年 第 9 回 BICES (中国北京建設機械展示会) 「日本パビリオン」 出展募集

(社)日本建設機械化協会は会員各社の発展又、会員及び協会のグローバル化の一助として、アジアに目を向けた活動を展開しています。その一環として、世界中から注目をされている中国に焦点を合わせ、前回 2005 年に開催されました第 8 回 BICES に日本パビリオン (Japan Pavilion) を出展し、協会を含む 13 社・団体が出展 (20 小間) し好評を得ました。日本パビリオンでは全体を日本のイメージを施した装飾を行うことで、単独の出展よりも来場者の注目を引く機会が多く、皆様のブースでの商談拡大に非常に大きな効果が期待できます。今回も同様に皆様に出展のご案内をさせていただきます。この機会に是非中国とのビジネスのチャンスをお作りになりませんか。

記

1. 正式名称：第 9 回北京国際工程機械展覧会及び技術交流会
9TH BICES (Beijing International Construction Machinery Exhibition & Seminar)
2. 開催時期：2007 年 10 月 16 日 - 19 日
3. 場 所：北京市郊外 北京九華国際展覧中心
Beijing Jiuhua International Convention & Exhibition Center
4. 募集概要：
本展示会に日本パビリオン (Japan Pavilion) を設営し、日本の先端技術の紹介を通じて、新たな中国とのビジネスの発掘の機会を狙います。
日本パビリオンのメリットは、単独出展に比べ来場者へのアピールが格段に大きく、皆様の製品紹介、商談の機会が多く効率的な活動が出来ます。又、出展・輸送費用なども一括で行うために、費用節減が出来ます。
5. 募集出展社数：
(1) 限定 20 社：各社 9 m² のブースを使用の場合 (1 社で 2 小間以上 (18 m² 以上) の申し込みがあった場合は出展社数が少なくなります事ご承知下さい)
(2) 小間数に限りが御座いますのでお申し込み多数の場合は抽選とさせていただきます。
6. 申し込み締め切り：2007 年 5 月 31 日
7. 募集対象者：当協会団体会員企業及びその関連企業の方々を中心に；
(1) 建設業各社 (中国に日本の先端技術を紹介し今後の商機の拡大を考えておられる会社)
(2) 製造業各社 (自社のみでは進出、提携先獲得が難しくこの機会を利用したい会社)
(3) その他 (中国との商機に興味があり、今後進出や提携等業務拡大を考えて居られる会社)
8. 参加条件：
(1) 当協会が中国側から展示ブースを特別価格にて購入し、出展者の皆様にはお申し込みのブースを実費 (US\$3,168.00/9 m² 消費税別途 予定価格) にてご購入頂きます。
(2) (1) に加えて、出展各社は共通部分の装飾設営 (使用平米数に応じ配分)、共通印刷物の作成、自社ブースの追加装飾設営、展示品の搬入／搬出及び展示会でのアテンド (通訳等) 費用等をご負担頂きます。
(3) セミナーについては主催者側の別途企画となりますが、各社 20 分程度 (有料) が予定されて居ります。

以上

詳細は下記にお問い合わせ下さい。

(社)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 210 号室

TEL : 03 - 3433 - 1501

FAX : 03 - 3432 - 0289

e-mail : info@jcmanet.or.jp

協会 URL : <http://www.jcmanet.or.jp/>

担当：業務部

第9回BICES(中国北京建設機械展示会)

出 展 申 込 書

(申込期限:平成 19 年 5 月 31 日)

社団法人 日本建設機械化協会 御中

平成 年 月 日

第9回中国北京建設機械展示会への出展を下記のとおり申し込みます。

1. 申込出展者

会社・団体名	(和文)			
	(英文)			
URL	http://			
担 当 者	部課名		役職名	
	氏 名		印	E-mail
	住 所	〒		
	T E L		F A X	
予定出展物				

2. 展示方法および区分・小間数

【小間展示】

申込欄								
小間数	1	2	3	4	5	6	7	8
間口(m)	3	6	9	12	15	18	21	24
奥行(m)	3	3	3	3	3	3	3	3
面積(m ²)	9	18	27	36	45	54	63	72

※申込欄に○印を付けて下さい。

3. お問い合わせ／申込先

(社)日本建設機械化協会 業務部

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8機械振興会館

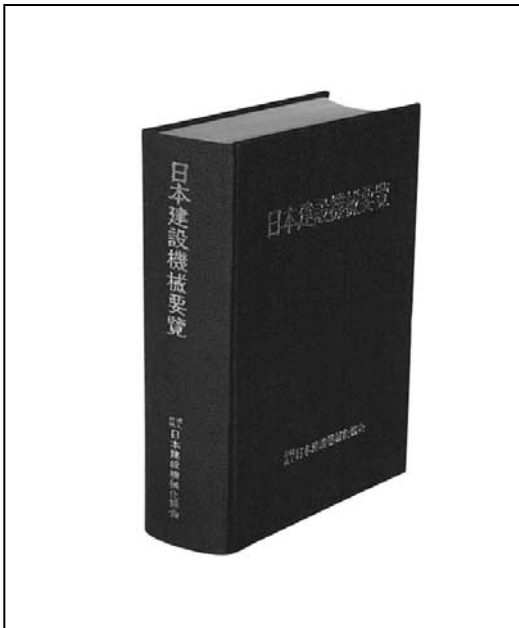
TEL:03-3433-1501 FAX:03-3432-0289

2007年版 日本建設機械要覧

発行ご案内

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

本書は、専門家で構成する編集委員会の審査に基づき、良好な使用実績を示した国産および輸入の各種建設機械、作業船、工事用機械等を選択して写真、図面等のほか、主要諸元、性能、特徴等の技術的事項を網羅しております。今回は、購読者専用Webページによる特典が付いており、2001年版、2004年版のデータもご活用頂けるため、購読者の方々には欠かすことのできない実務必携書となるものと信じております。



体 裁

B5版、約1200頁／写真、図面多数／表紙特製

価 格

(消費税5%含む)

会 員 43,050円 (本体41,000円)

非会員 51,450円 (本体49,000円)

平成19年3月末発刊

(注) 送料は1冊1,050円となります。

「会 員」・・・本協会の本・支部会員または、官公庁、
学校等公的機関

「非会員」・・・上記以外

特 典

2007年版日本建設機械要覧ご購入の方への特典として、当協会が運営するWebサイト(要覧クラブ)上において2001年版及び2004年版日本建設機械要覧のPDF版が閲覧及びダウンロードできます。これによって1998年から2006年までの建設機械データがご活用いただけます。

2007年版 内容目次

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

◆ 購入申込書 ◆

(社)日本建設機械化協会 行

日本建設機械要覧 2007年版	冊
-----------------	---

上記図書を申込み致します。平成19年 月 日

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

◆ 申込方法 ◆

- ①官公庁：FAX、又は現金書留（本部、支部共）
- ②民 間：（本部へ申込）FAX、文書又は現金書留
（支部へ申込）現金書留のみ（但し会員はFAX申込み可）

（注）関東・甲信地区は本部へ、その他の地区は最寄の下記支部までにお申込み下さい。

〔お問合せ及びお申込先〕

本 部	〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館	TEL 03 (3433) 1501 FAX 03 (3432) 0289
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8 さっけんビル	TEL 011 (231) 4428 FAX 011 (231) 6630
東 北 支 部	〒980-0802 仙台市青葉区二日町16-1 二日町東急ビル	TEL 022 (222) 3915 FAX 022 (222) 3583
北 陸 支 部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 興和ビル	TEL 025 (280) 0128 FAX 025 (280) 0134
中 部 支 部	〒460-0008 名古屋市中区栄4-3-26 昭和ビル	TEL 052 (241) 2394 FAX 052 (241) 2478
関 西 支 部	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4 谷町リ-リ-ズビル	TEL 06 (6941) 8845 FAX 06 (6941) 1378
中 国 支 部	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22 築地ビル	TEL 082 (221) 6841 FAX 082 (221) 6831
四 国 支 部	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22 建設列イビル	TEL 087 (821) 8074 FAX 087 (822) 3798
九 州 支 部	〒810-0041 福岡市中央区大名1-8-20 大名列イビル	TEL 092 (741) 9380 FAX 092 (731) 5387

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

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

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

☐ 当協会からの新刊図書案内や事業活動案内のダイレクトメール（DM）は不要

機械経費積算に必携

平成19年度版 建設機械等損料表

〈発行〉社団法人 日本建設機械化協会



- 国土交通省制定「建設機械等損料算定表」に準拠
- わかりやすい損料積算例と損料表の構成を解説
- 機械経費・機械損料に関係する通達類を掲載
- 各機種 of 燃料消費量を掲載
- 各種建設機械の構造・特徴を図・写真で掲載

19年4月発刊予定

B5版 約600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 沖縄県以外 600円
沖縄県 450円(但し県内に限る)
(複数お申込みの場合の送料は別途考慮)

現場で役立つ建設機械一覧を掲載

平成18年度版 建設機械損料の解説と機械一覧

〈発行〉社団法人 日本建設機械化協会



- 機械損料算出や現場で役立つ建設機械機種一覧を掲載
- 機種一覧には、一目でその機械の概要がわかる解説を掲載
- 機械損料算出方法を解説
- 機械経費算出方法を解説
- 機械損料計算事例を掲載

18年4月既刊

B5版 約300ページ

- 一般価格 4,900円(本体4,667円)
- 会員価格(官公庁・学校関係含) 4,300円(本体4,096円)
- 送料 沖縄県以外 450円
沖縄県 340円(但し県内に限る)
(複数お申込みの場合の送料は別途考慮。
また建設機械等損料表と同時注文の場合、
解説と機械一覧分の送料は無料とします。)

◆ 購 入 申 込 書 ◆

社団法人 日本建設機械化協会 行

平成19年度版 建設機械等損料表	部
平成18年度版 建設機械損料の解説と機械一覧	部

上記図書を申し込みます

平成 年 月 日

官 公 庁 名 会 社 名 等			
所 属			
担 当 者 名		TEL	
		FAX	
住 所	〒		
送 金 方 法	銀行振込 ・ 現金書留 ・ その他()		
必 要 書 類	見積書()通 ・ 請求書()通 ・ 納品書()通		
送 料 の 取 扱	1. 単価に送料を含む。2. 単価と送料を2段書きにする。(該当に○をして下さい。) 【指定用紙がある場合は、申込書と共にご送付下さい。】		

■お申込方法■

- ①官公庁 : FAX,又は現金書留(本部、支部共)
- ②民 間 : (本部へ申込) FAX、又は現金書留
 (支部へ申込) 現金書留のみ(但し会員はFAX申し込み可)
- ※北海道支部はFAXのみ

(注)本部への申込は関東・甲信地区のみとし、その他の地区は最寄りの下記の各支部及び(社)沖縄建設弘済会宛お申し込み下さい。

本部	〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館	TEL(03)3433-1501 FAX(03)3432-0289
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北3条2-8 さつけんビル	TEL(011)231-4428 FAX(011)231-6630
東北支部	〒980-0802 仙台市青葉区二日町16-1 二日町東急ビル	TEL(022)222-3915 FAX(022)222-3583
北陸支部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 興和ビル	TEL(025)280-0128 FAX(025)280-0134
中部支部	〒460-0008 名古屋市中区栄4-3-26 昭和ビル	TEL(052)241-2394 FAX(052)241-2478
関西支部	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4 谷町スリースリースビル	TEL(06)6941-8845 FAX(06)6941-1378
中国支部	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22 築地ビル	TEL(082)221-6841 FAX(082)221-6831
四国支部	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22 建設クリエイトビル	TEL(087)821-8074 FAX(087)822-3798
九州支部	〒810-0041 福岡市中央区大名1-8-20 大名クリエイトビル	TEL(092)741-9380 FAX(092)731-5387

沖縄の方は

(社)沖縄建設弘済会	〒901-2122 沖縄県浦添市勢理客4-18-1 トヨタマイカーセンター内	TEL(098)879-2097 FAX(098)878-0032
------------	--	--------------------------------------

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19年度版

〇〇〇〇橋梁架設工事の積算〈平成19年度版〉 発刊のご案内〇〇〇〇

平成19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、建設機械等損料算定表等に準拠し、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19年度版**」を発刊することと致しました。

なお今回、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19年度版**」を別冊(セット)で新刊致します。

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

敬 具

◆改訂内容

主な項目は以下のとおりです。

1) 鋼橋編

- ・架設桁設備質量算定式の改訂
- ・施工歩掛の新規及び一部追加掲載
(沓据付工(ゴム沓据付工)、
歩道橋(側道橋)架設工)
- ・施工歩掛の改正(鋼橋架設工足場工)
- ・その他(送出し・降下の数量名称簡素化、
工種内容の説明補足、床版足場工簡素化)

2) PC橋編

- ・機能分離支承の設置歩掛
- ・外ケーブルによる既設構造物の補強工
- ・プレキャストセグメント組立工7分割の歩掛
- ・その他(張出架設柱頭部足場工の追記、
地覆高欄作業車設備の組立解体歩掛、
架設桁アンカー数の変更等)

3) 橋梁補修補強工事積算の手引き (別冊新刊)



- B5版／本編約1,100頁(カラー写真入り)
別冊約110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)

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

- 発刊予定 平成19年5月末日

◆ 購 入 申 込 書 ◆

社団法人 日本建設機械化協会 発行

橋梁架設工事の積算 平成19年度版

部

上記図書を申込みます。

平成 年 月 日

官 公 庁 名 会 社 名			
所 属			
担当者氏名	①	TEL	
		FAX	
住 所	〒		
送 金 方 法	銀 行 振 込 ・ 現 金 書 留 ・ その他 ()		
必 要 書 類	見積書 () 通 ・ 請求書 () 通 ・ 納品書 () 通		
送料の取扱	() 単価に送料を含む、() 単価と送料を2段書きにする 【指定用紙がある場合は、申込書と共にご送付下さい】		

■ お 申 込 方 法 ■

①官公庁：FAX、又は現金書留（本部、支部共）

②民 間：（本部へ申込）FAX、又は現金書留

（支部へ申込）現金書留のみ（但し会員は FAX 申込み可）

※北海道支部は FAX のみ

（注）本部への申込は関東・甲信地区のみとし、その他の地区は最寄りの下記の各支部及び（社）沖縄建設弘済会
あてお申込み下さい。

〔お問合せ及びお申込先〕

本 部	〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館	TEL (03)3433-1501 FAX (03)3432-0289
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北3条西2-8 さつげんビル	TEL (011)231-4428 FAX (011)231-6630
東 北 支 部	〒980-0802 仙台市青葉区二日町16-1 二日町東急ビル	TEL (022)222-3915 FAX (022)222-3583
北 陸 支 部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 興和ビル	TEL (025)280-0128 FAX (025)280-0134
中 部 支 部	〒460-0008 名古屋市中区栄4-3-26 昭和ビル	TEL (052)241-2394 FAX (052)241-2478
関 西 支 部	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4 谷町スリースリーズビル	TEL (06)6941-8845 FAX (06)6941-1378
中 国 支 部	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22 築地ビル	TEL (082)221-6841 FAX (082)221-6831
四 国 支 部	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22 建設クリエイティブビル	TEL (087)821-8074 FAX (087)822-3798
九 州 支 部	〒810-0041 福岡市中央区大名1-8-20 大名クリエイティブビル	TEL (092)741-9380 FAX (092)731-5387

沖縄の方は

（社）沖縄建設 弘済会	〒901-2122 浦添市勢理客4-18-1 トヨタマイカーセンター	TEL (098)879-2097 FAX (098)878-0032
----------------	------------------------------------	--

第117回「建設施工研修会」開催のご案内

標記の「研修会」(工事記録映写会)を下記のとおり開催いたしますので、多数お誘い合せの上、当日会場へご来場下さいますよう、ご案内申し上げます。

◎ 場 所:機械振興会館 地下2階 B2ホール

◎ 日 時:平成19年5月24日(木) 14:00~16:40

◎ 入 場:無 料 (当日、入退場はご自由です。)

第117回「建設施工研修会」プログラム				
1	情報化施工(NSPシステム) mmGPSを利用した情報化施工技術	H18	10分	(株)NIPPOコーポレーション
2	業平橋ポンプ所放流渠工事 大深度・急曲線・急勾配シールドトンネル施工	H18	24分	(株)奥村組
3	世界初 超大口径管推進工法 新港横戸町線3・4工区 下水道施設移設工事	H18	8分	(株)奥村組
4	テール内形状保持システム「TKS」	H18	7分	佐藤工業(株)
5	国宝大崎八幡宮本殿・石の間・拝殿録 平成の大修理工事記録	H17	27分	清水建設(株)
6	スーパーエコビル 大成札幌ビル	H16	15分	大成建設(株)
7	土のクリーニング 土壌・地下水汚染浄化技術	H16	15分	大成建設(株)
8	省力化を実現するYTロック工法 『工具レスで安全!』	H17	7分	伊藤忠建機(株)

(表中、H18は平成18年度製作の記録、10分は上映時間)

問合先 : (社)日本建設機械化協会 業務部

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館

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

第117回「建設施工研修会」

■交通のご案内



●地下鉄

東京メトロ日比谷線 「神谷町駅」下車徒歩8分
都営三田線 「御成門駅」下車徒歩10分
都営浅草線 「大門駅」下車徒歩15分
都営大江戸線 「赤羽橋駅」下車徒歩10分

●JR

「浜松町駅」下車徒歩20分

●バス

浜松町～東京タワー路線「東京タワー前」下車すぐ

平成19年度「建設施工と建設機械シンポジウム」

—— 最近の建設施工と建設機械 ——

論文・ポスターセッション募集のご案内

1. 会 期：2007年(平成19年)10月18日(木)～19日(金)
2. 会 場：機械振興会館 地下2階ホール及び地下3階 研修—1、研修—2号室
(東京都港区芝公園3-5-8)
3. 主 催：社団法人 日本建設機械化協会
4. 後 援：(順不同・予定)
国土交通省、経済産業省、(独)土木研究所、(社)土木学会、(社)日本機械学会、
(社)地盤工学会、(社)日本機械土工協会

5. 主 旨

本協会では、広報活動の一環として“建設機械と施工法”に関する技術の向上などを目的に、技術開発、研究成果の発表の場として、「建設施工と建設機械シンポジウム」を毎年開催しております。本年度も建設施工と建設機械分野の専門家相互の情報交換と技術力の研鑽の場を提供するため、広く一般に標記の論文募集を実施いたします。また、本年度は新たに若手研究者や技術開発者等の幅広い参画を目的としてポスターセッション募集も併せて実施いたします。

本シンポジウムでは、「最近の建設施工と建設機械」をテーマとし、建設施工と建設機械の合理化と環境安全対策等の発表を予定しております。なお、本年も昨年に引き続き、投稿頂いた論文の中から審査委員会の審査を経て、優秀な論文に対して表彰させて頂く予定です。なお優秀論文は平成20年度(社)日本建設機械化協会会長賞の候補としても位置づけられます。

技術者の資質向上の場としてはもとより、産官学あるいは異業種間の交流連携の場として本シンポジウムを一層活用していただけることを期待しております。

以上の主旨と内容をご理解頂き、関連する各分野からの積極的な論文のご応募とご参加を頂きますようご案内申し上げます。

6. 論文募集内容

論文は、下記の四つの項目のいずれかに該当する内容で応募下さい。項目内のカテゴリーは自由に設定して頂いて結構です。

- (1) 建設施工と建設機械の安全、災害対策
- (2) 建設施工と建設機械の環境保全、省エネルギー対策
- (3) 建設施工の品質確保
- (4) 建設施工と建設機械におけるICTの利活用

7. 論文募集要領

- (1) 論文発表申込：「**申込書1**」により提出して下さい。

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

- (2) **論文アブストラクト提出締切日：平成19年6月1日(金) (事務局必着厳守)**

- (3) 提出されたアブストラクトを審査の上、採用決定論文については後日、本論文の作成を依頼します。

(本論文の提出締切りは8月6日(月)の予定です。)

- (4) 本論文は、4頁、6頁のいずれかとし、その構成(目的、方法、結果と考察、結論)、文章及び図表は学術論文に準じて下さい。

- (5) 論文発表時間：20分／編

8. ポスターセッション募集内容

ポスターセッションの発表内容は、6. 論文募集内容の4項目に準ずるものとし、以下のうち一つに該当するものを募集します。

- ① より活発な意見交換が望まれる研究成果（研究途上成果を含む）[学生研究発表等]
- ② 新規開発技術・製品の発表、紹介 [ベンチャー企業の技術開発成果等]
- ③ 既発表であっても有用性の高い（参加者への周知が望ましい）成果 [技術審査証明事業等]

9. ポスターセッション募集要領

(1) 発表申込：「**申込書2**」により提出して下さい。

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

(2) **ポスターセッションアブストラクト提出期限：平成19年6月1日（金）（事務局必着厳守）**

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

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

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

(6) 発表時間：4時間（内、コアタイム1時間）

(7) 募集数：20編程度

10. 参加費：論文、ポスターセッション発表者は無料で参加いただけます。

11. 注意事項

審査の結果により発表方法（論文発表、ポスターセッション発表）の変更をお願いすることがありますのでご了承願います。

◆ 問合せ先、送付先

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館

社団法人 日本建設機械化協会 調査研究部 阿部 勉（事務局）

TEL:03-3433-1501 FAX:03-3432-0289 E-mail:t-abe@jcmanet.or.jp

※本ご案内・申込書は当協会ホームページ(<http://www.jcmanet.or.jp/symposium/index.html>)からダウンロード出来ますのでご利用下さい。

(申込書1)

事務局 FAX 03-3432-0289

締切:6月1日(金)(厳守)

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

平成19年度「建設施工と建設機械シンポジウム」
論文発表申込書

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

[illegible]

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

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

平素は当協会の事業に関しまして、格別のご支援を賜り厚くお礼申し上げます。
さてこの度、当協会では、橋梁架設及び大口径岩盤削孔工法の施工技術と積算、並びに建設機械等損料に関する講習会を開催いたします。
今回、建設機械等損料関係では、機械損料や機械経費を算出するための実務的な解説を加えた「建設機械等損料表 平成19年度版」を、また橋梁架設関係では、「橋梁補修補強工事積算の手引き」(別冊)を新たに加え「橋梁架設工事の積算 平成19年度版」を発刊いたしました。
今回の講習会は、既発刊の「大口径岩盤削孔工法の積算 平成18年度版」を併せ、施工技術の内容を十分ご理解いただき、適切な設計・積算に資することを目的として実施するものです。
開催趣旨をご理解の上、多数ご参加下さいますようお願い申し上げます。
なお会場の都合により、人数の制限がありますので、参加申し込みの方は、6月11日までに、裏面の講習会参加申込書により、下記事務局宛お申し込み下さい。

記

- 日時：平成19年6月15日(金)10時00分～16時40分
- 場所：機械振興会館地下3階 研修一2号室 (会場案内図参照)
- 題目と講師：
 - 10:00～10:10 挨拶 (社)日本建設機械化協会
 - 10:10～11:30 大口径岩盤削孔の施工技術と積算 (社)日本建設機械化協会
大口径岩盤削孔委員会委員
 - 11:30～12:20 建設機械等損料の積算 (社)日本建設機械化協会
機械経費調査部部長
 - [昼休み]
 - 13:30～15:00 鋼橋架設の施工技術と積算 (社)日本建設機械化協会
橋梁架設工事委員会委員
 - [休憩]
 - 15:10～16:40 PC橋架設の施工技術と積算 (社)日本建設機械化協会
橋梁架設工事委員会委員

4. 定員：150名 (定員になり次第、締切ります。)

5. 参加費：本協会員 8,000 円、その他 10,000 円 (いずれも消費税込みで、テキスト代は含みません。)

当日講習会で使用するテキストは「建設機械等損料表」及び「橋梁架設工事の積算、橋梁補修補強工事の手引き」(いずれも平成19年度版)、及び「大口径岩盤削孔工法の積算 平成18年度版」です。

	会 員	会員以外
建設機械等損料表	6,600円/冊	7,700円/冊
橋梁架設工事の積算、手引き	7,140円/冊	8,400円/冊
大口径岩盤削孔工法の積算	5,000円/冊	5,880円/冊

なお、テキストをお持ちでない方は、参加申込書に必要部数を記入して申込みいただければ、講習会当日に会場でお渡します。(有料) (官公庁は会員価格です。)

6. 申込期限：平成19年6月11日(月) ただし、申込期限内でも定員に達すれば締め切りとなります。

7. 申込方法及び支払方法：添付の講習会参加申込書に必要事項を記入の上、FAX でお申込下さい。
折返し聴講券と参加費等の請求書をお送りします。
(講習会案内及び申込書は当協会のホームページにもあります。ダウンロードしてご利用下さい。)

8. 支払い方法：原則として講習会開催前までに、請求書記載の指定銀行等に振り込んで下さい。
(開催当日現金でのお支払いは、できるだけご遠慮下さい。)

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

10. 備考：当協会支部主催による講習会も計画しておりますので、当協会のホームページで御確認下さい。



会場案内

◎地下鉄：営団日比谷線神谷町下車（徒歩8分）

都営三田線御成門駅下車（徒歩10分）

都営浅草線大門駅下車（徒歩15分）

都営大江戸線赤羽橋下車（徒歩10分）

◎J R：浜松町駅下車（徒歩17分）

◎バ ス：浜松町～東京タワー路線

渋谷～東京タワー路線
いずれも 東京タワー前下車

橋梁架設の施工技術と積算
大口径岩盤削孔の施工技術と積算
建設機械等損料

講習会参加申込書

FAX:03-3432-0289

参 加 者 氏 名				
官 公 庁 名 または 社 名				
所 在 地				
電 話 番 号		F A X 番 号		
申込者名(所属部課名)		()		
参 加 費		人分	円	合 計 円
テキスト	建設機械等損料表	冊分	円	
	橋梁架設工事の積算、手引き	冊分	円	
	大口径岩盤削孔工法の積算	冊分	円	
連絡事項:				

注意事項

- 請求書等の書き方について要望がある場合や、参加費の支払いが講習会終了後となる場合は連絡事項にその旨記入して下さい。
- ご記入頂きました個人情報、当協会のプライバシーポリシー（個人情報保護方針）に基づき適正に管理いたします。

◆ 日本建設機械化協会『個人会員』のご案内 ◆

会 費 : 年間 9,000円

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

★個人会員の特典

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

今後、続々と個人会員の特典を準備中です。この機会に是非ご入会下さい!!

◆ 社団法人 日本建設機械化協会について ◆

社団法人 日本建設機械化協会は、建設事業の機械化を推進し、国土の開発と経済の発展に寄与することを目的として、昭和25年に設立された公益法人です。経済産業省および国土交通省の指導監督のもと、建設の機械化に係わる各分野において調査・研究、普及・啓蒙活動を行い、建設の機械化や施工の安全、環境問題、情報化施工、規格の標準化案の作成などの事業のほか、災害応急対策の支援等による社会貢献などを行っております。

今後の建設分野における技術革新の時代の中で、より先導的な役割を果たし、わが国の発展に寄与してまいります。

社団法人 日本建設機械化協会とは…

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

■会員構成

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

■主な事業活動

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

■主な出版図書

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

その他、日本建設機械化協会の活動内容はホームページでもご覧いただけます !

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

※お申し込みには次頁の申込用紙をお使いください。

【お問い合わせ・申込書の送付先】

社団法人 日本建設機械化協会 個人会員係

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館

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

社団法人 日本建設機械化協会会長 殿

下記のとおり、日本建設機械化協会個人会員に入会します。

平成 年 月 日

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

【会費について】年間 9,000円

- 会費は当該年度前納となります。年度は毎年4月から翌年3月です。
- 年度途中で入会される場合、会費は年度末(3月)までの月割りで計算致します。なお、1～3月に入会される場合は、入会年度の月割り会費に、次年度の会費を併せて請求させて頂きます。
- 会費には機関誌「建設の施工企画」の費用(年間12冊)が含まれています。
- 退会のご連絡がない限り、毎年度継続となります。退会の際は必ず書面にてご連絡下さい。
- また、住所変更の際はご一報下さるようお願い致します。

【その他ご入会に際しての留意事項】

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

【個人情報の取扱について】

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

建設の施工企画

2007 年 5 月号 No. 687

目次

ダムの施工技術 特集

- 3 グラビヤ ・長井ダム堤体打設状況
・徳山ダム堤体盛立状況

- 5 巻頭言 治水事業の進展と機械化施工横塚 尚志
6 ダムに関する最新技術の動向川崎 秀明
19 滝沢ダムの原石採取と骨材生産向居 忠昭・桑原 啓一
25 コンクリートダム施工の合理化と情報化 —長井ダム施工について—三浦 健二
31 徳山ダム—堤体盛立工事（ロックフィルダム）土屋 任史・川地 悟
37 ダム施工における情報化施工植木 睦央
42 インド国プルリア揚水発電所 上ダム河流処理の設計と施工
.....高木 慎悟・浅井 隆治
49 大松川ダム—グラウト工事（コンクリートダム）
—新第三紀層を基礎岩盤とし、地下水構造に着目した止水設計—田口 郁夫
55 既設ダムを有効利用した新丸山ダム嵩上げ計画 —既設ダムの機能を維持した施工計画—
.....平光 文男
61 大保ダムにおける環境保全対策杉田 泰俊
67 交流の広場 水理構造物の振動事例巻幡 敏秋
71 交流の広場 はるかな尾瀬（その2）—尾瀬の自然と環境保全—鈴木 實
76 ずいそう インドの国民車「アンバサダー」近藤 滋
78 ずいそう 冬に想う堅田 豊
79 連載 土木技術者評伝

嘉南大圳設計者 八田與一技師（7）

—台湾で愛され日本人に知られていない偉大な土木技術者—川本 正之

- 83 CMI 報告 ミニショベルの転倒事故防止西ヶ谷忠明
86 新工法紹介広報部会 2007 年 2 月広報部会
89 新機種紹介広報部会 94 行事一覧（2007 年 3 月）
93 統計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移 96 編集後記（平子，吉村）

◇表紙写真説明◇

湛水直前の徳山ダム（2006/9）

写真提供 熊谷・大成・青木特定建設工事共同企業体

徳山ダムは（独）水資源機構が岐阜県揖斐郡揖斐川町の本曾川水系
揖斐川最上流部に建設中の多目的ダム。堤高 161 m，堤頂長

427.1 m，堤体積 1,370 万 m³ の土質遮水壁型ロックフィルダムで，
総貯水容量約 6 億 6,000 万 m³ は我が国最大。平成 16 年度の年間総
盛立量約 620 万 m³ は，奈良俣ダムの記録（約 470 万 m³）を抜いて
国内最高記録を樹立。フィルタ材は徳山ダム下流の横山ダム（国土
交通省）の堆砂砂礫を主な原材料として用いる画期的な連携事業を
実施。平成 17 年 11 月に盛立を完了し，平成 18 年 9 月より試験湛
水を開始。平成 19 年 4 月末現在，総貯水量に対して約 30 % を貯留。

平成 19 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 19 年度 1・2 級建設機械施工技術検定試験を以下のとおり実施します。

この資格は施工技術の向上を図るため、建設事業の建設機械施工に係る技術力や必要な知識を検定するもので、高い評価が得られ、ご本人と所属の企業にとって大いに役立ちます。

尚、本年度の申し込み受付は終了しました。

■今後の予定等

1. 試験日

学科試験：平成 19 年 6 月 17 日(日)

実地試験：平成 19 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験でき、日程は 8 月上旬に決定、通知します。

2. 試験地

学科試験：北広島市（北海道）、仙台市、東京都、新潟市、名古屋市、東

大阪市、広島市、高松市、福岡市、那覇市

実地試験：石狩市、多賀城市、秩父市、栃木県下都賀郡壬生町、新潟市、小松市、刈谷市、明石市、小野市、広島市、善通寺市、福岡県糟屋郡須恵町、那覇市

詳細問い合わせ先：

社団法人日本建設機械化協会試験部

TEL：03-3433-1575

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

第 117 回「建設施工研修会」開催

標記の研修会を下記のとおり開催しますので、多数お誘い合わせのうえ、当日会場へ来場ください。プログラムの詳細は当協会ホームページでご覧になれます。

日 時：平成 19 年 5 月 24 日（木）

14：00～16：40

場 所：機械振興会館 地下 2 階

B2 ホール

参加費：無料(当日入退場は自由です)

詳細問い合わせ先：

社団法人日本建設機械化協会業務部

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8

機械振興会館

TEL：03-3433-1501

FAX：03-3432-0289

ホームページ：

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

平成 19 年度「建設施工と建設機械シンポジウム」

— 最近の建設施工と建設機械 —

論文・ポスターセッション募集

本協会では、広報活動の一環として“建設機械と施工法”に関する技術の向上などを目的に、技術開発、研究成果の発表の場として、「建設施工と建設機械シンポジウム」を毎年開催しています。本年度も建設施工と建設機械分野の専門家相互の情報交換と技術力の研鑽の場を提供するため、広く一般に標記の論文募集を実施します。また、本年度は新たに若手研究者や技術開発者等の幅広い参画を目的としてポスターセッション募集も併せて実施します

(応募詳細については当協会ホームページをご覧ください。)

技術の資質向上の場としてはもとより、産学官あるいは異業種間の交流連携の場として本シンポジウムを一層活用ください。

日 時：平成 19 年 10 月 18 日（木）～ 19 日（金）

場 所：機械振興会館 地下 2 階ホール および地下 3 階 研修－1、2 号室

主 催：社団法人日本建設機械化協会

詳細問い合わせ先・送付先：

社団法人日本建設機械化協会

研究調査部 阿部 勉（事務局）

〒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

e-mail：t-abe@jcmanet.or.jp

ホームページ：

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

「橋梁架設・大口径岩盤削孔の施工技術と積算、及び建設機械等損料」講習会

このたび、当協会では、標記の講習会を開催します。今回の講習会は、新たに発行した「建設機械等損料表 平成 19 年度版」と、「橋梁補修補強工事積算の手引き」（別冊）を新たに加えた「橋梁架設工事の積算 平成 19 年度版」に既刊の「大口径岩盤削孔工法の積算 平成 18 年度版」を併せ、施工技術の内容を十分ご理解いただき、適切な設計・積算に資することを目的として実施するものです。

日 時：平成 19 年 6 月 15 日（金）

10：00～16：40

場 所：機械振興会館 地下 3 階

研修－2 号室

定 員：150 名

参加費：本協会員 8,000 円

その他 10,000 円（税込、テキスト別）

申込期限：平成 19 年 6 月 11 日（月）（期限内でも定員になり次第、締切）

申込・支払方法：

当協会のホームページでご確認ください。

詳細問い合わせ先：

社団法人日本建設機械化協会

細谷・小河

〒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

ホームページ：

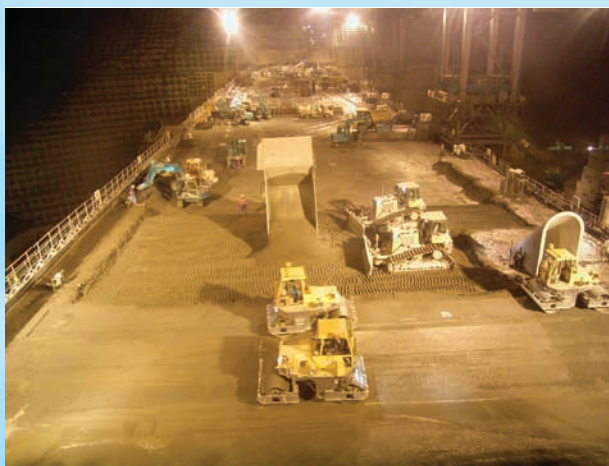
<http://www.jcmanet.or.jp>

長井ダム堤体打設状況

重力式コンクリートダム, 堤高 125.5 m, 堤頂長 381 m, 堤体積 1,200,000 m³



⇩ 低標高部の RCD 工法施工状況 (全平面を 3～4 分割, 打込厚 1.0 m)



⇩ 中標高部の RCD 工法施工状況 (全平面を 3 分割, 打込厚 1.0 m)



⇩ 打設完了間近の堤頂部施工状況



⇩ 全面連続打設の RCD 工法施工状況 (全平面を分割なし, 打込厚 0.4 m)



⇩ 堤体と上流の施工機械設備状況

徳山ダム堤体盛立状況

中央遮水壁型ロックフィルダム，堤高 161 m，堤頂長 427.1 m，堤体積約 13,700,000 m³



⇩低標高部の盛立施工状況



⇩コア材の転圧施工状況



⇩中標高部の盛立施工状況



⇩コア盛立面の散水状況（CAT773 改造車）



⇩堤頂部の盛立施工状況



⇩コア盛立面 RI 計測状況

巻頭言

治水事業の進展と機械化施工

横 塚 尚 志



今でこそ我が国の産業に占める農業の割合は大変小さなものになってしまっているが、つい先頃まで我が国における主要産業は水田稲作農業であり、この水田稲作農業が主として、元々洪水で形成された氾濫原上で営まれたが故に、我が国の歴史は治水事業の進展とともにあったと言っても過言ではないのである。しかしながら長い治水事業の歴史を紐解いてみると、この治水事業の進展は決して一様平坦になされたわけではなく、ある特定の時期に大きく進展したことが認められる。この特定の時期とは、きわめて大雑把に言って、古代、近世及び現在まで続く近代であるが、これらの時期に集中して進展が見られたのには、やはりそれだけの理由があったのである。

まず古代には、大陸から渡来した水田稲作耕作によって高い生産力を得た反面、洪水との戦いを余儀なくされた我が国は、古代国家の統一による労働力の大量動員と大陸から渡来した鉄器の使用によって、難波の堀江の開削や茨田堤の築造などの治水対策を積極的に行い、谷地田や扇状地、中小河川の氾濫原などにまで生産活動の場を拡大したが、大河川下流部の沖積低地には手をつけることができなかった。

戦国時代になると、西欧文明との接触などを契機として、鉄鋼生産力の拡大や石造技術の進歩、領国一円支配による労働力の集中などを背景に全国で大規模な土木工事が行われて、大河川下流部の沖積低地にまで生産活動の場を拡大し、江戸時代には農業国家としての骨格を完成するに至るが、土や木、石などを主たる材料とする治水施設では大河川を完全に制御するにはいたらず、大洪水に対しては氾濫原における遊水などで対応していた。

明治時代に入って西欧近代文明が流入すると、鉄やコンクリートを建設材料として利用できるようになった。これは歴史上初めて、強大な水のエネルギーに対抗できる材料を手にしたことを意味し、これを用いて、洪水の全てを河道内に封じ込めることにより氾濫原の

生産性を飛躍的に高めるという近代河川改修が行われるようになったのである。

近代河川改修にとってもう1つ忘れてはならない重要な要素は機械化施工の導入である。河川工事の基本は、古代から今に至るまで、掘削、浚渫、築堤といった土工であり、その量が半端でないところに最大の特徴がある。人一人が行える土工は僅かなものだから、人力施工に頼っている限り、可能な工事の総量は集められる人間の数で決まる。古代から近世に至るまで、治水事業の成否を握っていたのが労働力の集中であったのはこのためであり、その前提として安定した、集権的な政権が必要とされたのである。この壁を取り払ったのが機械化施工の導入であった。巨大な機械を大量に使用することにより、それまで人力では到底なしえなかったような大規模な工事を、驚くほど短期間で施工できるようになったのである。利根川や淀川など、その土工量が何億立方メートルとか何千万立方メートルに達するような大規模な河川の改修は、まさに機械化施工の賜物である。

勿論、最も新しく登場した治水施設であるダム建設も、機械化施工を抜きにしては考えられない。ダムは特有の環境の下で、高度な技術力を用いて建設する必要があったために、当初はダム特有の建設機械を用いて建設されていたものが、その後の施工方法の改良により一般的な建設機械を用いても建設できるところにまで発達してきており、更にIT化など施工方法の高度化が検討されている。

このように、治水事業の飛躍的な進展の背景には必ず抜本的な技術の革新が存在しており、特にダムの建設を含む近代河川改修の実現に果たした機械化施工の役割は、大変大きかったといえよう。それでは、いったい次の時代にはどのような技術革新が行われ、どのような世界を切り拓くのであろうか。

ダムに関する最新技術の動向

川 崎 秀 明

環境やコスト縮減への社会的要求を反映して、最近のダム関係の技術開発は非常に活発である。例えば、基礎関係では、グラウチング管理の効率化、連続地中壁や、造成アバットメント等の新技術が普及した。また、コンクリートダムでは新種の打設運搬機械やプレキャスト化による施工の合理化が進み、フィルダムでは、低品質材の活用、転圧高の厚層化、情報化施工等による施工の合理化が進んだ。さらに、CSG工法の登場は、仮締切り等の関連構造物の低廉化のみならず台形CSGダムという新型式ダムにも結びついている。その他、リサイクル、斜面对策、取水放流設備、排砂設備、既設ダム再開発等においても、革新的な施工技術が次々に導入されている。

本文は、これらの最近のダムに関する最先端の技術動向について述べているが、ダムは総合工学と呼ばれるように、これらの技術はダム以外でも活用されつつある。

キーワード：基礎処理、端部処理、コンクリートダム、フィルダム、CSG、取水放流設備、再開発、排砂

1. はじめに

ダム技術は、構造物としてのスケールの大きさと多岐の分野にまたがる広範性から総合工学の典型と言われているが、個々の技術についても本質論の追求による奥深さも持ち合わせている。なお、一般土木からすると、用語の難しさから特殊な分野と思われる風があるが、実際は最先端の技術挑戦の機会も多く、科学技術本来の魅力に満ちあふれた分野である。

ダム関係ではこの数年、コスト縮減の大命題のもとに、コンクリートダム、フィルダム、関連構造物ともに、新構造、新工法の導入が大きく進んでいるが、同時に設計の合理化が進み、VE (Value Engineering) による品質確保前提の経済性向上と施工の高速化が一層進められてきている。

本文は、上記のダムの新しい動きの中から、構造や施工における新技術を中心に記述している。

2. 基礎処理・端部処理・法面処理

基礎処理・端部処理技術の最近の進歩は著しく、グラウチング手法・機器の改良、連続地中壁等の止水技術や、造成アバットメント、箱型連続地中壁等の人工基盤技術の進展によって、遮水上、地盤強度上の問題のある基礎岩盤の多くが克服されつつある。

(1) グ라우チング

H15.7のグラウチング技術指針の改訂は、より確実かつ効率的な止水技術の進展を背景に、経済性を重視した機能充足へと基本的な方向が変わったが、近年、ダム基礎の止水を効率的かつ確実に行うためのグラウチング技術の発達は、目覚ましいものがある。

特に、最近は最新のIT技術を取り入れ、ボーリング、セメント懸濁液の練上げ・圧送・注入等の作業管理に加えて、岩盤の透水性、注入圧力、注入流量、注入セメント量等の膨大な情報を管理するような自動化した管理システムを構築する事例が増えており、これによって速やかな施工情報のフィードバックが行えるようになっている。

また、新たな設備の開発によってグラウチング作業自体の効率化も進んでいる。例えば、従来のダム基礎処理グラウチングは、逐次グラウト濃度を変え連続的注入を行うシステム（写真—1）によって、注入時間の短縮および注入セメント量の増大が図られ、廃棄セメントミルク量を1/3～1/2程度に低減できることが、滝沢ダム等の施工において確認されている。

(2) 造成アバットメント

地形的に恵まれないダムでは端部において、大規模切土面が生じ易いが、コスト縮減と環境保全の両面から、掘削量、堤体積、法面処理工を削減する端部処理



写真一 リムトンネル内ユニット設置状況



写真三 傾斜型造成アバットメント、稲葉ダム



写真二 標準型造成アバットメント、北河内ダム



写真四 連続地中壁、小山ダム

の方法が重要となっている。

造成アバットメントは、効果の大きさからこの数年間で急速に採用が増えている工法であり、躯体高15 m 程度以下の端部処理に広く用いられる標準型と、より大規模となる傾斜型の2タイプがある。

標準型は、直立型のコンクリート人工岩盤を設置することで、切土法面と本体掘削量を大幅に削減するもので、平成12年度に、我喜屋ダムを対象に、その後、大和ダム、長井ダム、北河内ダム（写真二）等の十数ダムで採用されている。

傾斜型は、造成アバットメント端部に上下流方向に長いより大規模なコンクリート躯体によって人工岩盤を造成するもので、躯体規模は標準型よりも相当大きくなるが、平成13年に西の谷ダムを対象に採用されて以降、稲葉ダム（躯体高38 m、写真三）等4ダムで採用され、より大きな効果を挙げている。

(3) 連続地中壁

連続地中壁工法は、溝孔を削孔し、スライム処理を行った後、溝孔内にH型鋼や鉄筋籠を挿入し、コン



写真五 箱型連続地中壁、岩井川ダム右岸

クリートやモルタルを打設することで、鉛直壁面による遮水面を形成するものである。当工法は、グラウチングが困難な未固結性基礎の遮水のために、川辺ダム、忠別ダムフィルダム部、小山ダム（写真四）等において、大規模に施工されている。最近は機械が小型化し経済性も格段に高まっている。

さらに、強度や対変形性の不足する地盤を対象に、

箱型連続地中壁が美利河ダムと金城ダムの基礎構築を通じて開発され、最近では、余地ダムと岩井川ダム（写真—5）で端部処理に採用された。

（4）PC アンカー

貯水池周辺斜面の崩壊や地すべりの懸念のあるダムでは、法面对策が大規模化する例も多いが、法面对策としてPC アンカーを施工することが多い。

PC アンカーの国内最初の導入は、1960 年代前半の藤原ダムと川俣ダムであり、大規模なアバットメント補強用（岩盤 PS 工、写真—6）として採用された。

その後、PC アンカーは施工される等によって斜面の安定工法として発達し、法枠工、緑化工、ロックボルト等とも組み合わせて広く適用されている。また、最近では、アンカー荷重計の低価格化、小型化、長寿命化も進んでおり、頭部にアンカー荷重計を介在しアンカーの引張力を即時監視することで、斜面異常を迅速



写真—6 岩盤 PS 工、奥三面ダム



写真—7 PC アンカー工、奥胎内ダム

かつ確実に把握しながら施工することも行われている。写真—7 の事例では、光波測距儀と孔内傾斜計と併せて、安全管理が行われている。

3. コンクリートダム

最近の重力式コンクリートダムについては、コスト縮減を反映して施工の合理化がさらに進められている。

コンクリートダムの代表的な施工法である RCD 工法と拡張レヤ工法の最新技術について述べる。

（1）RCD 工法

三十数年前に日本で生まれた RCD（Roller Compacted Dam-concrete）工法は、世界に先駆けての超硬練り面状打設工法であるが、これによってコンクリートダムの練混ぜ・運搬・打設・締固め、品質管理・現地試験、現場管理等の方法は大きく変わった。最近 10 年は宮ヶ瀬ダム（堤高 156 m）、浦山ダム（堤高 156 m）、月山ダム（堤高 123 m）、小里川ダム（堤高 114 m）等の大規模ダム完成によって技術的完成度を高めた。

写真—8 に長井ダムの最新の施工状況を示すが、最近では、最大骨材寸法 80 mm（以前は 150 mm が主流）に下げる、柔らかめの配合とする等によって、品質安定性と施工性を高める方向にある。

今後の方向として、下記の課題がある。

（a）施工の高速化

打設ブロック数の最小化（3 ブロック程度）、打設制限の緩和（温度、降雨、若材齢走行）、労働時間体制の見直し、打設サイクルの短縮（打設・養生・脱型・清掃を 1 リフト周期 3 日目で行う）、連続打設（30 cm ごとに撤出し・敷均し・転圧を連



写真—8 連続 RCD 工法による打設、長井ダム

続的に繰り返す)

(b) 施工の単純化

水平打継ぎ目処理（敷きモルタル、グリーン カット）作業の軽減，型枠のプレキャスト化，外・内部コンクリートの共通化，機械設備情報の IT 化，情報化施工

一方，世界における面状打設工法としては，RCC 工法（Roller Compacted Concrete，写真—9）が主流であるが，最近ではマレーシアのスンガイキンタダムにおいて，日本企業が RCC 施工を請負い，スロープレヤ（Slope Layer；1 リフト 3 m に対して 1 層 30 cm ごとに 1：10～1：20 の傾斜をつけて振動転圧し連続打設を行う）工法，GE-RCC（Grouted Enriched-RCC；型枠際の RCC にセメントミルクを添加して内部振動機で締固める）工法を独自の施工設備の下に採用して，低コストで品質的にも問題ない RCC 工法を実現した。

なお，RCD 工法による高品質性は世界的にも高く評価され，VC 試験，目地切り，継ぎ目処理，止水板設置，運搬等の RCD 技術は，RCC 工法にも採用されて来た。一方，RCD 工法も施工速度の速い RCC の良さを取り入れて一層の合理化を目指しており，現在は，RCD を RCC の高品質バージョンと位置づける考え方が一般的である。



写真—9 RCC 工法，スンガイキンタダム

(2) 拡張レヤ工法（ELCM）

拡張レヤ工法は ELCM（Extended Layer Construction Method）の略称と呼ばれ，従来のダムコンクリートと同じ有スランブコンクリートを用い，RCD 工法と同じく打設面に段差を設けない面状施工を採用した上で，従来のブロック柱状工法と同じくバイブレータで締固めを行う。当工法は，栗山ダム（堤

高 32 m），三春ダム（堤高 65 m），中筋川ダム（堤高 72 m）等において本体施工が実施され，堤体積が 10 万～30 万 m^3 程度の多くのダムで実績を重ねて中小規模のダムの主流施工法となっている。

当工法は，品質確保と施工合理化を容易に達成できることから，現在，小～中規模の重力式コンクリートダムにおける標準の施工法となっており，大規模なダムでも堤頂部の堤幅の狭い場所に当工法が用いられることが多い。最近では，品質安定と施工性確保のため，骨材分離の生じ易い最大骨材寸法 150 mm にこだわらない事例も多い。写真—10 に施工の状況を示す。

RCD との共通点が多いが，RCD と比較しての利点として，内部と外部コンクリートの締固め方法が同じであり機械数が少ない，単位水量が多いため小降雨時や日照下での水分変動に対して強い，リフト厚を 0.75 m～1.5 m と大きくし打継ぎ目処理面積を少なくできる等がある。一方，RCD に劣る点として，打設直後のダンプ走行が出来ないため大量打設性に劣る，セメントが多い分コンクリート発熱量が大きい等がある。



写真—10 拡張レヤ工法，鷹生ダム

(3) コンクリート運搬，その他の施工機械

ダムコンクリート用施工機械は，省力化や施工の迅速化のため，様々な機種が開発されている。

コンクリート運搬手段については，地形・堤体条件に合わせて，ケーブルクレーン，タワークレーン，ダンプトラック，ベルトコンベヤ，インクライン等の様々な工法が過去開発されてきた。最近では，上下運搬を主とすることでサイクルタイム短縮と低廉化を図ったタワークレーンや固定設備費を小さくできる自走式のクローラークレーンの採用例が多くなっている。また，連続練りシステムや動力費を軽減する重力落下式

のミキサー（写真—11）、スパイラル管によって従来不可能であった急傾斜の運搬を実現した SP-TOM（写真—12）等が開発され、実ダム施工における使用を経て実用上問題ないことが確認されている。

特に自走式は、小規模かつ機動性を優先する現場で破碎機、振動分級機、コンクリート運搬機（写真—13）等において導入され、設置費軽減や稼働率向上によってコスト縮減にも大きく寄与している。

（4）コンクリートダムのプレキャスト部材

従来は、コンクリートダムの通廊等の堤内構造物の設置は、鉄筋工、型枠工、打設工を含む煩雑な現場施工となっていたため、工程の短縮化を妨げる要因とな

っていた。このため、構造部材を予めコンクリートで製作して所定の位置に運搬・設置するプレキャスト化が、合理化の有力な手段として進められ、1990年代の宇奈月ダム通廊のプレキャスト化を皮切りに、久婦須川ダム、滝沢ダム、忠別ダム、福智山ダム、三室川ダム、木戸ダム（写真—14）等における実施によって通廊のプレキャスト化は、大きく進展した。

また、部材重量の軽量化、各セグメントの接合部の強度と止水性の保持、現場コンクリートとの付着、床版下のコンクリート充填等のプレキャストでの課題も着実に改善してきた。最近では、エレベーター等の長尺箱抜き部についてもプレキャスト化が行われて、ダム上・下流面用のプレキャスト型枠も開発されている。

これらのプレキャスト化の結果、省力化が大きく進み、施工の容易化と工期の短縮の点で大いに役立っている。これらのプレキャスト部材は、鋼製の製作型枠が高価となることから、コスト縮減のために製作型枠



写真—11 木戸ダム、左：コンクリート連続練りシステム、右：重力式ミキサー



写真—13 自走式ベルトコンベア打設機、徳富ダム



写真—12 滝沢ダム、左：複雑な動きを自動化した循環式の3連バケット、右：スパイラル式コンクリート連続運搬システム



写真一 14 プレキャスト通廊，木戸ダム

を共同使用のものと考えて、製作型枠貸出し制度によるダム間の転用が図られている。

(5) コンクリートダムの情報化施工

観測計器の進歩，施工管理技術の情報化，建設機械のメカトロニクス化等が融合した IT 化が進行しており，これらは情報化施工と呼ばれている。

横川ダムでは，複数ヶ所からの購入骨材を採用したことから，骨材貯蔵設備への投入等をトータル的に管理するために，IC タグを用いた骨材混入防止・運行管理システム」が導入（2004 年 5 月～2006 年 6 月まで）された。具体的には，IC タグをつけたダンプトラックが，骨材製造プラントからダムサイトの貯蔵設備までの間に設けた各チェックポイントを通過することで各種情報を把握でき，ダンプトラックの運行管理と骨材の品質管理に大いに役立った。

また，最近では，堤体積約 3 万 m^3 以下の小規模ダムにおいては，生コンのダムへの使用も多くなっているが，今後は生コン工場からの運行管理や最新の高精度な連続式計器を用いたリアルタイムの品質管理による情報化施工が望まれる。

4. 台形 CSG ダム

我が国開発の CSG (Cemented Sand and Gravel) は，河床砂礫や掘削ズリ等，ダムサイト近傍で容易に入手できる岩石質材料に，セメント，水を添加し，簡易な練り混ぜにより製造され，コンクリートと比べて低強度ながら安価という特徴を持つ。

CSG の工法としての本格的な開発は 1992 年の長島ダムの上流仮締切り堤から始まり，その後，当工法は十数個のダム現場で関連構造物に用いられ，改良が重

ねられ，2004 年 5 月には，台形形状の最初の本格施工である大保ダム沢処理工（堤高 30 m）が完成した。

設計上は，CSG の弾性領域の強度を用いることで弾性体設計を行うことが特徴で，基本断面を上流面も下流面と同様の法勾配（1 : 0.8 程度）を持たせた台形とすることで，堤体内に発生する応力を軽減し，これによって，コンクリートに比べて強度の低い CSG の堤体材使用を可能としている。このように新しい形状と強度特性を持つダムを台形 CSG ダムと呼んでいる。

台形 CSG ダムとしての堤体としての適用は，2002 年 6 月の億首ダム（沖縄総合事務局）以降，現在までにサンルダム（北海開発局），本明川ダム（九州地整），当別ダム（北海道）が予定されており，さらに数ダムが設計中である。

(1) CSG の製造及び施工方法

CSG は，母材（岩石質の CSG 原材料）を最大粒径以下に調整した CSG 材にセメントと水を添加し，混合することにより製造される。なお，CSG 材は母材から大玉を取り除いたものであり，分級，ブレンド及び水洗い等は基本的に行わない。CSG は，母材（岩石質の CSG 原材料）を最大粒径以下に調整した CSG 材にセメントと水を添加し，混合することで製造される。

CSG は，スケルトンバックホウ等を用いて現場で簡易に混合した施工例もあるが，最近では写真一 15 のように，CSG を大量かつ連続的に製造できる簡易かつ経済的な混合設備が次々と開発されている。CSG は面状工法により施工されるが（写真一 16），通常の RCD ダム工事で用いられるダンプトラック，ブルドーザー，振動ローラー等の汎用機械が用いられ，所定の密度が得られるように締固め・転圧が行われる。



写真一 15 スパイラル式 CSG ミキサー，稲葉ダム



写真一16 CSGブル敷均し状況、稲葉ダム



写真一17 振動ローラーコア部転圧、西岡ダム

5. フィルダム

近年、フィルダム建設では、材料採取や運搬の効率化（機械類の大型化、通信情報網化等）、現場発生材料の有効利用（低品質材の活用等）、本体施工の合理化（締固め・仕上り厚の厚層化等）、コア材・フィルター材製造の効率化、洪水吐き施工の合理化、工期の短縮等に関する技術開発が急速に進められてきた。

特に最近では、摺上川ダム（堤高 105 m, 830 万 m³）、忠別ダムロックフィル部（堤高 86 m, 堤体積 775 万 m³）、徳山ダム（堤高 161 m, 堤体積 1370 万 m³）、森吉山ダム（堤高 89.9 m, 堤体積 585 万 m³）、胆沢ダム（堤高 132 m, 堤体積 1500 万 m³）等の大型ロックフィルダムの施工が続いており、これらを通じて合理化はさらに進展して活用されている。

以下、フィルダムの最近の主流である低品質材の有効活用、振動ローラーによる仕上げ厚の増、計測機器等について紹介する。

(1) 仕上げ厚の増による盛立速度の上昇

コアゾーンの仕上げ厚を増してフィルダム盛立速度を高めることによる工程迅速化と経済性向上における効果は非常に大きい。コア材の転圧用機械は、従来は爪で確実にレキ材を破碎混合し次層とのなじみも良いタンピングローラーを採用することが多かったが、近年は機種改良（大型化かつ高性能化）による締固め性能の向上によって、振動ローラーが採用されることが大半である。振動ローラー採用の利点として、「容易に転圧高を厚層化できる、表面が平滑面であることで降雨時対応が容易となる」等がある。

厚層化については、従来はコア材 1 層の仕上げ厚を 15 ～ 20 cm としていたが、最近は締固めエネルギー



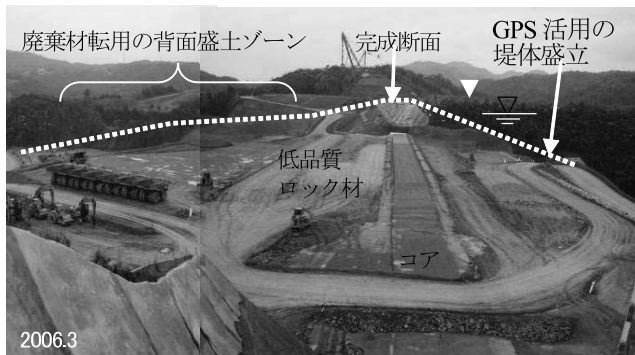
写真一18 締固め用振動ローラー、徳山ダム

の大きい振動ローラーを用いて、羽地ダム以降、堀川ダム、摺上川ダム等のように仕上げ厚を 30 cm とする事例が続いている（写真一17）。なお、フィルター材やロック材についても、振動ローラーによる仕上げ厚の厚層化が進んでおり、羽地ダムではフィルターゾーン 60 cm（従来 30 ～ 40 cm が主）、ロックゾーン 120 cm と盛立高速化が進められた。

一方、徳山ダムでは起振力の大きい 30 ton 級振動タンピングローラー（写真一18）を採用して仕上げ厚 30 cm を可能とし、確実な品質管理によってコア 100 万 m³ を 26 ヶ月で仕上げる急速施工を実現した。

(2) 低品質材の有効活用

低品質材を堤体盛土部に活用するために、使用材料の堤体ゾーニング（特にロック材）を適切に行う必要がある。低品質材の活用によって、「採取率向上、貯水池内の材料採取、運搬距離の短縮」が可能となる。低品質材の活用は、低品質材の直接搬入可能な盛立現場または低品質材の仮置き用スペースの用意が必要となるが、そのためには堤体ゾーニングと土運計画の最



写真—19 背面盛土盛立とGPS活用、大保脇ダム

適化がキーポイントとなる。

最近では、摺上川ダム、留萌ダム等多くのロックフィルダムがゾーニングによる低品質材活用を進め、大きなコスト縮減を実現している。写真—19は特殊止水（背面盛土キャップ構造）として背面へ200万m³近い掘削残土を盛り立てた大保脇ダムの事例である。

(3) 表面遮水壁ロックフィルダム

表面遮水壁面をコンクリート版とした型式としてコンクリート表面遮水壁ロックフィルダム（CFRD：Concrete Faced Rockfill Dam）がある。最近では、遮水壁打設やロック材の締固めの機械化によって、止水性が格段に向上し、経済性の面の利点も大きいため、海外では施工事例が急速に増加している。最新の国内事例としては、徳山ダム2次締切り（2002年施工）、苦田脇ダム（2003年施工）、稲葉ダム（貯水池遮水工、2007年施工）等がある。

また、均一型のロックフィルダムの上流側表面遮水壁をアスファルトで置き換えたものとして、アスファルト表面遮水壁ロックフィルダム（略称AFRD：Asphalt Faced Rockfill Dam）があり、現在では揚水式発電を目的とする京極発電所上部ダムと小丸発電所上部ダムで当型式が施工されている。

(4) プレキャスト型枠

フィルダム通廊は、通廊部の上載荷重がコア高全てとなるために躯体構造を大きくする必要があり、このため、通廊重量が非常に大きくなるという問題があった。そこで、通廊アーチ部打設面だけを支える埋設型枠としてのプレキャスト化が進められ、平成13年頃から綱木川ダム、梶谷ダム（写真—20）、小丸発電所上部ダムの通廊部においてプレキャスト型枠が導入され、施工の容易化と工程の短縮に大きく寄与した。

また、プレキャスト型枠と同時に、通廊周りの鉄筋のプレハブ化が非常に効果的である。鉄筋プレハブ化



写真—20 通廊用プレキャスト型枠、梶谷ダム

は、あらかじめ組み立てておいた鉄筋をクレーンで吊り込んでプレキャスト型枠周辺に設置するもので、鉄筋量の多いフィルダム通廊施工においては大きな省力化となる。

(5) 計測機器

フィルダムはコンクリートダムよりも設置すべき計器が多いが、計測機器の適切な配置は、品質確保と経済性向上を両立させる上で重要である。また、長期的に信頼性のある計測をすることが求められることも多いことから、計器のみならず配線まで含めたシステムとしての精度・安定性・堅牢性を吟味する必要がある。

盛立管理においては、後述のGPSの他、RI（ラジオアイソトープ）を用いた自動走査式RI密度計が普及し、品質管理の迅速化と省力化に大きく寄与している。その他、光ケーブルを利用したひずみや温度の計測等の様々な機器による事例も多く出ている。

また、設置数が最も多くなる間隙水圧計については、最近では新機種が導入され、埋設及びケーブルの長期安定化及び取り回しの容易化が進んでいる。写真—21は振動弦の間隙水圧計であるが、電気劣化の影響が無いため従来主流のひずみゲージ型や差動トランス型の



写真—21 振動弦型間隙水圧計、真綿川ダム

計器と比べて半永久的な耐久性を持つとされ、羽地ダム、大保ダム、真締川ダム、藤波ダムで採用されている。さらに、神流川発電所や山王海ダムの施工を通じて土中 100 m までのデータ送信を可能にしたワイヤレス間隙水圧計が開発され、ケーブル作業が無い施工性の良さから注目され、副断面において多数の当型間隙水圧計が導入される等普及は進んでいる。

(6) フィルダムの情報化施工

広範囲かつ大量の土工を行うフィルダムにおいては、施工情報を GPS 情報等によって 3 次元的に発展させ、設計から竣工に至るまでの施工情報を統合的に活用する情報化施工は、施工管理の大幅な効率化をめざす上で大きく役立つことから、コンクリートダムよりも大々的に適用が進んでいる。

羽地ダムでは、GPS 情報を時系列解析モデルで処理した外部変形量計測システムを開発し（2000 年）、大保脇ダムに適用し、ほぼリアルタイムにして高精度（1～2 mm）の大規模盛立管理を実現した。

また、小丸発電所上部ダムでは IT 施工システムを採用して情報化施工に先駆的に取り組み、リアルタイムの土量と品質の管理、計測・測量の省力化、3 次元図面による出来形管理等を可能にすることで、施工管理を大きく効率化した。

同時期、森吉山ダムでは、3 次元 CAD データをもとに、GPS を活用した位置情報による盛土の範囲と敷均し高さの管理、締固め機械に加速度センサーを取り付け、そのデータ解析による盛土の剛性判定（締固め密度管理）を行った。さらに現在、胆沢ダム（写真—22）では、GPS を活用した締固め機械の走行軌跡の計測による盛土地盤全体の転圧回数管理（締固め密度管理）、3 次元 CAD データをもとに、建設機械の自動制御による盛立工等を行っている。



写真—22 情報化施工による盛立，胆沢ダム

6. 取水放流設備・非常用洪水吐き・排砂設備

取水放流設備は、ダムの機能発揮のための重要施設であり機能面や耐久性における信頼性保持がまずは重要であるが、最近は特に、軽量・小型化・操作容易化が進み、コスト縮減にもつながっている。

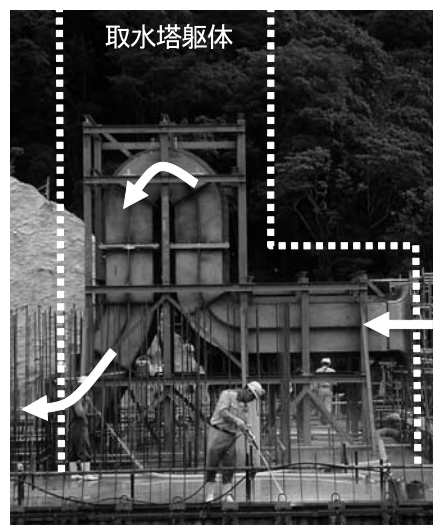
一方、非常用洪水吐きは、操作の不必要なゲートレス化の流れの中で、新タイプが登場している。

また、排砂設備においても技術開発が大きく進んでおり、排砂バイパス、排砂ゲート、治水専用ダム（河床穴あきダム）等の事例が多くなりつつある。

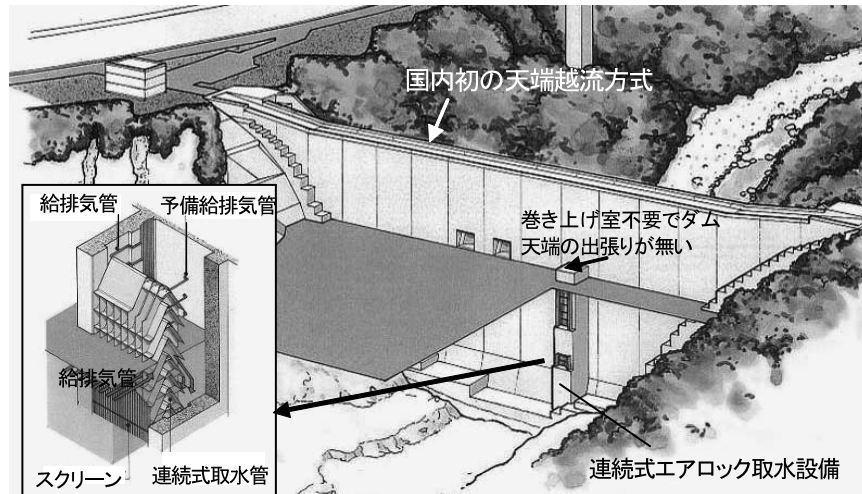
(1) 選択取水設備

1970 年代後半以降、所要の水質層から効率的に取水できる選択取水設備が多くダムで設置されている。従来の選択取水設備は、呑み口形状によって多孔式、多段式（直線、半円、円形）、多重式等の各種ゲート方式が開発され機能向上が図られてきた。

最近普及の著しい型式としてエアロック方式がある。当方式は圧縮空気給気により取水位置を切り替えるもので、羽地ダムのゲートレス多孔式選択取水設備として開発され（写真—23）、大幅なコスト縮減を達成するとともに、2003 年運用以降は確実に容易な操作性を実証している。その後、連続取水が可能な連続サイホン方式に改良され、志津見ダム（設置中、図—1）、尾原ダム（製作中）、夕張シューパロダム、殿ダム、黒杭上流ダム等数ダムにおいて採用されている。当方式の普及した背景としては、経済性以外に、コンプレッサ給気のみで作動する操作の簡便性、計測機器の信頼性向上と IT 化による自動化の容易さ、大規模



写真—23 底部逆 U 字管設置，羽地ダム



図一 連続式エアロック取水設備のパス図、志津見ダム

取水から小規模取水までカバーする適用範囲の広さ、巻き上げ機構が不要なため維持管理が容易、ゲート室縮小で景観性が良い等がある。

さらに、従来の鋼製ゲートから軽量材料を用いて軽量化とコスト縮減を図る事例も多くなっている。既設ダム用としては、樹脂製カーテンを上下させることで表層取水を可能とするタイプが開発され、緑川ダムで運用に入っている。大保ダムでは、蛇腹のように伸縮可能なゴム製のベローズ式が開発されている。これらの新型の選択取水設備は耐久性等の未知な部分も多いが、今後は比較検討の対象となるものと考えられる。

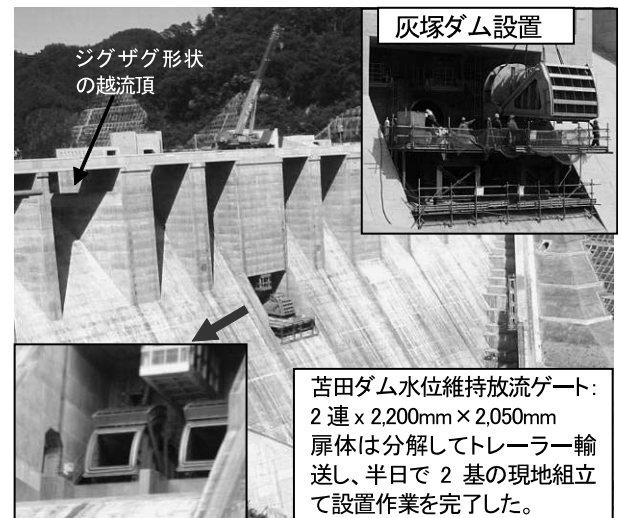
(2) ゲートの小型軽量化

小型軽量化の方向でゲート類の技術革新も進んでおり、駆動装置や土木施設の大幅軽減と相まって大幅なコスト縮減を果たしている。最近の新型ゲートとしては、羽地ダム（1枚扉型）、苫田ダム（2枚扉型）、灰塚ダム（2枚扉型）等の引張りラジアルゲートや横川ダムの回転ドラムゲート（試験湛水中）がある。

特に、引張りラジアルゲートは、鋼材特性を活かして引張り荷重を受ける扉体構造に180度設計方法を変えての小型軽量化と堤体完成後設置の施工性の良さを特徴としており、苫田ダム（写真一24）と灰塚ダムでは中放流設備として採用され、実運用での頻繁な操作を通じて確実性と容易性が実証されている。

(3) 非常用洪水吐き

最近では、自然越流型の非常用洪水吐きとしてラビリンスタイプが注目されている。これは、ダム軸に対し越流頂線形を複雑にして越流長を延長したもので、国



写真一24 引張りラジアルゲート、苫田ダム



写真一25 ラビリンス型越流頂の上流側、苫田ダム

内初本格採用の苫田ダムの場合、取水・放流部とエレベーターを除いた8ブロックにジグザク形状を採用している（写真一25）。

志津見ダムでは、図一1に示すような国内初の天

端越流式の非常用洪水吐きを新導入した上で、圧縮空気による水流遮断方式（羽地ダム開発）の取水設備を改良・採用した結果、堤頂構造物を一切無くすことによるコスト縮減と景観向上を可能とした。

7. 既設ダム再開発

治水・利水の両面においてダムが大きく寄与しており、今後もダムの運用が必要とされることに変わりなく、既存のダムにあっても、その後の社会的状況の変化に伴い、洪水調節機能の増大、上水道等の利水補給量の増加等、新たな社会的要請が派生している。

このような状況から、貴重な社会資本ストックである既設ダムのより効率的かつ長期的な利用が求められており、ダムの機能を「長期効用と有効利用」の観点から必要に応じて強化するために、再開発を促進していくことが重要である。

以下、再開発の主要な施工方法である嵩上げ、穿孔、排砂バイパスについて述べるが、いずれも日本は世界最先端の高度な技術と世界屈指の豊富な経験を有しており、今後は国際的な技術躍進も期待される。

(1) 嵩上げ

既設ダムの嵩上げは、地形的に可能ならば、貯水容量確保の点で経済的かつ環境的に新設よりもかなり有利であり、今後は一層増えるものと予想される。

コンクリートダムの嵩上げとしては、過去に川上ダム（1980年終了）、新中野ダム（1985年終了）、曲淵ダム（1993年終了）、萱瀬ダム（2000年終了）等があり、最近の事例としては、下の原ダム、野洲川ダム、三高ダム、氷川ダム、夕張シューパロダムがある。また、今後の予定としては、新丸山ダム、下久保ダム、新桂沢ダム、津軽ダム等の大規模なものがある。一般に嵩上げに当たっては、新旧堤体コンクリートの一体化、温度応力対応、洪水処理（貯水位を維持しながら施工）等の課題があり、これらへの対応から同軸上の下流面全面嵩上げが有利となることが多いが、直下流側に発電所等の高価な施設がある一方で貯水位低下が可能な場合は、上流面腹付けが有利となる。また、洪水処理量が多い場合は、ダム軸を下流側にずらしての嵩上げが有利となる。また、嵩上げに当たっては、諸外国のように既設ダムの洪水処理能力の増大や耐震性能補強も兼ねて行う事例も増えてくるものと予想される。写真—26に平成18年に完成した下の原ダム再開発（堤体嵩上げ高5.9m）の状況を示す。

一方、フィルダムの嵩上げは、同軸上は洪水処理の



写真—26 堤体嵩上げ高5.9m, 下の原ダム

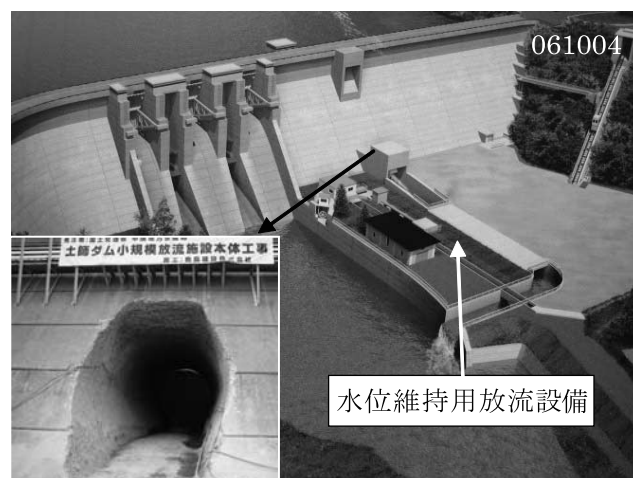
難しさから数mの嵩上げに限られ千年以上の歴史を持つ狭山池や満濃池等と少ない。ただし、下流側にダム軸を移すことによって旧堤体を水没させるものは多く、山王海ダム、億首ダム、胆沢ダム等があり、上流側にずらした事例としては白川ダム等がある。

(2) 堤体穿孔

堤体穿孔は、洪水時または常時の放流能力の拡充、選択取水機能の追加等に伴う非常用洪水吐きや放流設備の設置に際して多く行われており、掘削機類や水止め技術の発達もあり、高度な技術ながら一般的に行われるダム工法となりつつある。

堤体穿孔はコンクリートダムに限られるが、過去においては笠掘ダム（1964年終了）、旭川ダム（1983年終了）、松原ダム（1984年終了）、鎧畑ダム（1988年終了）等があり、最近の事例としては宮川ダム、五十里ダム、美唄ダム、土師ダム等の事例があり、今後も多く予定されている。

堤体穿孔の課題としては、仮締切りの効率化、穿孔



写真—27 完成予想図および鋼管設置前堤体穿孔状況、土師ダム

部周辺の補強，現況機能保持の方法，アーチダムの穿孔技術の確立等がある。写真—27 に現在施工中の土師ダム再開発の状況を示す。

なお，フィルダムの場合や堤体周辺施設の関係で堤体穿孔が困難な場合，堤体周辺の地山にバイパストンネルが掘削されることになるが，新丸山ダムや鶴田ダムでは洪水処理のために大口径の水路トンネルが堤体周辺地山に計画されている。

(3) 排砂対策（排砂バイパス，排砂ゲート）

河川の流砂系の健全性を保持する観点からダム下流に土砂を流すことの社会要請は強まっている。一方，ダム貯水池機能を保持するための堆砂対策は，技術開発が著しいが，流域対策（砂防工，貯水池周辺植栽），上流端対策（貯砂ダム，排砂バイパス），貯水池内対策（掘削，浚渫）および堤体内対策（排砂設備）の適切な組み合わせによって，貯水池内の平衡堆砂の状態を保持することができる。

排砂バイパスによる排砂は，1999 年に旭ダム（関西電力）で実施され，2005 年からは美和ダム（中部地整，写真—28）で延長 4.3 km の排砂トンネルが運用に入った。今後の課題としては，トンネル内流下土砂の水理的挙動の解明，トンネルインバートの摩耗予測および補修等の維持管理や摩耗対策等が挙げられる。

直轄ダムの排砂ゲートは，宇奈月ダムが初の本格的な施設であり，2001 年 6 月から上流の出し平ダムと連携して排砂を実施している。宇奈月ダム排砂路は幅 5 m，高さ 6 m の堤内水路のような設備で，堤体の左岸部に 2 門あり洪水期の終わりにゲートを開け，川の流れが土砂を運ぶ力を利用して貯水池に貯まった土砂を排砂ゲートから排砂する。

また，貯水池底部の堆泥（主に細粒分）を除去する技術として，貯水池内外の水頭差を利用して渦動管か



写真—28 排砂バイパス吐き出し部，美和ダム

ら吸い取って下流に流す等の土砂吸引管技術（HSRS：Hydro-Suction Removal System）も開発されており，実用化は間近である。美和ダム等では，貯水池底の砂礫を管で吸い取る技術が開発されている。

以上の排砂施設は，今後，機能の向上とともに経済性向上が一層重要になる。

8. 治水専用ダム（河床穴あきダム）

近年の洪水災害の多発等によって一般にも認識されているように，治水ダム建設による治水安全度の向上の重要性は非常に高い。そうした中，利水容量，不特定容量を持たず，洪水防御のみを目的とする治水専用ダムは，非洪水時には貯水池が空虚となり河川の流れを堰き止めることなく貯水池内の自然環境をそのまま残すことができることから，環境負荷の小さいダムとして近年注目を集めている。

このような貯水池が普段空になる治水専用ダムは，最近の治水需要を反映して増えており，最近完成の益田川ダム（写真—29）を初めとして，津付ダム，最上小国川ダム，辰巳ダム，足羽川ダム，芹谷ダム，北川第1ダム，城原川ダム，立野ダム，西の谷ダム等が建設予定である。

なお，コスト上，治水専用ダムは，堆砂容量を少なくできるメリット以外にも，構造上，通廊，基礎処理，外部コンクリート，取水・放流設備，減勢工，計測機器，法面工等においてコスト縮減の余地を多く残している。ただし，排砂機能追加のために追加費用も生じるので，今後はコスト的な整理が望まれる。



写真—29 河床穴あきダム，益田川ダム

9. 今後の方向

コスト縮減への社会的要求が強くなったこの数年，

ダム関係でも設計や施工における新技術の導入、指針類の改定、運用の効率化のように、品質確保前提の上で既往の手法を少しでも合理的なものに変えようという動きが盛んとなっている。その中で、ダム工学会技術開発賞の受賞作を見ると、最近は「機械の効率化、施工の高速化、計測情報活用、維持管理の容易化、生態系、土砂」等に関するものが多くなっており、技術開発の動向の一端が窺える。以下、ダム技術開発の今後の方向について以下に述べる。

(1) 調査設計と施工の連携

一品料理の典型であるダムにおいては、調査・設計・照査と施工は常にフィードバックの関係にある。最近ではVE（Value Engineering）の普及とともに、設計と施工がより密接に連携する事例が増えている。また、品質確保の観点から照査の重要性も増している。

(2) 施工の高速化

フィルダム、コンクリートダムともに、品質確保しでの堤体施工の高速化が、施工技術上の変わらぬ課題である。そのためにフィルダムでは、機械の大型化や転圧高の厚層化が進み、コンクリートダムではRCD等の面状工法やプレキャスト化が進んだ。今後は、これらの技術の更なる発展とともに、機械の高度化・自動化、打継ぎ目処理等の工程上のネックの軽減、土工処理の最適化、全天候型化による施工不可日の減等が考えられる。

(3) 既設ダムの長期効用・有効活用

ダムは百年どころか千年以上効用を発揮できる公共施設であり、その長期効用によってダムのコストパフォーマンスは飛躍的に高まる。よって、ダムを長期的に使用するために、「堤体の品質の確保、超長期的な荷重（地震、洪水）に耐えること、維持補修が容易であること」等の対応をしておくことへの社会要請はますます強くなるものと考えられる。そうした意味では、長期的な品質を考えてのもの造りが非常に重要である。

(4) 技術指針類の性能規定化

土木全般に技術指針類は、従来の数値管理を主体とする「仕様規定」から要求性能の満足を優先する「性能規定」へと基準のあり方が大きく変わりつつある。

ダム関係においても「コンクリート標準示方書ダムコンクリート編（H14.3）、グラウチング技術指針（第3訂、H15.7）、大規模地震に対するダム耐震性能照査指針（案）（h17.3）」等の最近の技術指針は如実に性能規定化の方向にあり、貯水と安全性の性能確保をいかに合理的に達成するかが、設計～施工のキーポイントとなっている。性能規定化によって、個々のダムの特性に応じた柔軟かつ迅速な技術判断が、ダムの安全・機能・経済性の上で一層重要となり、現地技術者と専門家の協力がさらに重視される方向になると予想される。

10. おわりに

ダムの新技術関係は非常に面白さを増している。この技術の活発さが、国内および世界への技術の波及につながり、人類にとって必要不可欠なダムインフラが再び脚光を浴びるものと信じる。最後にダム技術の進歩のために拙文が少しでもお役に立てれば幸いである。

J C M A

《参考文献》

- 1) ダム技術センター：多目的ダムの建設 平成17年度版
- 2) ダム協会ホームページ「ダム便覧」
- 3) ダム工学会ホームページ

【筆者紹介】

川崎 秀明（かわさき ひであき）
国土交通省 国土技術政策総合研究所
総合技術政策研究センター
国土マネジメント研究官（工学博士）



滝沢ダムの原石採取と骨材生産

向 居 忠 昭 ・ 桑 原 啓 一

滝沢ダムは、埼玉県秩父市大滝を流れる荒川水系中津川に建設される堤高 140 m、堤頂長 424 m、堤体積 166 万 m³ の重力式コンクリートダムである。本体コンクリートは、平成 13 年 7 月初打設、平成 16 年 9 月に打設を完了した。一方、骨材生産は、平成 13 年 6 月から開始し、平成 16 年 8 月に終了した。骨材となる原石は砂岩であるが、掘削の初期段階において、良質な岩の出現が大幅に低下することが判明したため、CL 級を 3 区分（CL-H、CL-L1、CL-L2）し、そのうちの CL-L1 を低品質骨材として取り扱い、各種試験を踏まえたうえで CL-H、CL-L1 を積極的に利用することとした。（以下、CL-L1 を「低品質骨材」と呼ぶ。）骨材生産ならびに輸送設備については、そのほとんどが貸付施工機械設備であったが、低品質骨材の品質確保のために様々な改良や増設などの手当をしながら、約 360 万 t の骨材を生産し、当現場でその役割を終えた。本報文は、原石採取と生産にかかる計画と実績ならびに施工機械設備の概要を紹介するものである。

キーワード：ダム、原石採取、低品質骨材、骨材生産設備

1. 原石採取工



写真一 原石採取工

(1) 原石採取計画

滝沢ダムの原石山は、①地質構造的に、ダムサイトの北を東西方向にのびる白泰断層より南側は、粘板岩や輝緑凝灰岩を主体とする大滝層群であること、②貯水池中央部より上流は、地形がより急峻で施工性及び経済性において劣り、かつ、国立公園の第 2 種特別地域であることなどの理由から、貯水池の中央部より下流の左岸側に 4 か所の候補地を選定し、賦存量、採取方法等を総合的に検討した結果、長谷沢と芋平沢に挟まれるダムサイト左岸約 1 km 北、標高約 900 m から 1,050 m に位置する地域に決定された。

原石採取は、原石山と骨材プラントの高低差（約

350 m）が大きく急峻な地形であることおよび原石山切羽での材料の選別を容易にするためベンチカット、立坑方式を採用した。立坑は、高さ 192.6 m、直径 4.7 m の鉛直坑（1 坑）とし、その掘削には、ボーリングマシンによるレイズボラ工法を採用した。

投入された原石は、立坑下部のロールフィーダで水平トンネル内のベルトコンベアに引き出され、一次破碎設備（ジャイレートリクラッシャ）を経て一次サージパイル（約 5 日分）にストックされる。ストックされた原料骨材は、ベルトコンベア（B = 1,050 mm）で骨材プラントへ運ばれ製品骨材を製造する。なお、施工機械設備は、既往（浦山ダム他）からの転用機械を積極的に使用することでコスト縮減を図ることとした。

表土は、原石山下部を上流側の沢（芋平沢残土受入地）に抜いた表土運搬トンネルを使って、10 t ダンプによる捨土処理とした。図一 1 に施工計画図を示す。

なお、計画時の採取率は以下のとおりである（表一 1、2）。

表一 1 計画時（EL.926 m 以上を採取）採取率

使用範囲	採取率（%）
CL-L 級相当まで使用	88
CL-H 級相当まで使用	72

* CL-L 級相当まで使用とは、CL 級全量

表—2 発注後細区分時（EL.950 m 以上を採取）採取率

使用範囲	全体掘削量 (m ³)	原石採取量 (m ³)	採取率 (%)
CL-L1 級まで使用	2,023,900	1,475,104	72.9
CL-H 級まで使用	2,023,900	1,295,495	64.0

当初における材料の賦存状態は、表層より 20 m 程度までほぼ均一に CL 級が分布し、それ以深に CM 級が塊状に分布すると推定していた。

(2) 原石採取実績

原石山の掘削は、平成 12 年 12 月より標高 1,040 m 付近から先行して表土処理を実施し、平成 13 年 5 月より標高 1,038 m 地点から原石採取および立坑投入を開始した。その後、本体のリフトスケジュールに合わせて順次掘削を進行させ、平成 16 年 6 月までの約 3 年間で 165 万 m³ の原石の採取が完了し、同年 8 月には骨材製造も完了した。

滝沢ダム原石山における採取範囲の岩種は、一部粘板岩と互層をなす砂岩となっており、その材料区分の判断基準は、

①骨材として十分な硬さを有しているか

②割れ目間隔が適当で所要の粒度分布が得られるかを主要要素とした。

また、原石山有効利用（コスト縮減）の観点から、従前のダムでは採取岩としてきた CH ～ CM 級原石の他に、当ダムでは CL 級の使用を計画した。その CL 級の使用限界を把握するために、CL-H、CL-L1、CL-L2 級に細区分した材料で物理試験を行った結果、CL-H、CL-L1 級までを使用可能と判断した。これをもとに採取岩判定基準を作成し、切羽における監督員の目視判定を行った。なお、目視等による監督員の判定結果の信頼度を確認するため、後追い試験ではあるが判定後（発破後）の採取岩及び廃棄岩を採取し、物理試験（密度、吸水率）を継続的に実施した。このようなきめ細かな対応により、総掘削量を約 243 万 m³ に抑えることができ、CL 級原石の約 84 % を有効利用することができた。

CL 級原石の細区分化による有効利用効果としては、採取下限範囲を CL-H 級までの使用とした場合、採取率が約 4 割となるが、CL-L1 級までとした場合、約 7 割と高い値が得られ、採取率を約 3 割引き上げたことである（表—3、4）。

表—3 実績（EL.950 m 以上を採取）採取率

使用範囲	全体掘削量 (m ³)	原石採取量 (m ³)	採取率 (%)
CL-L1 級まで使用	2,023,900	1,284,962	63.5
CL-H 級まで使用	2,023,900	662,433	32.7

表—4 実績（EL.926 m 以上を採取）採取率

使用範囲	全体掘削量 (m ³)	原石採取量 (m ³)	採取率 (%)
CL-L1 級まで使用	2,427,800	1,645,600	67.8
CL-H 級まで使用	2,427,800	998,500	41.1

(3) 骨材生産

低品質骨材を用いた骨材生産では、①原石採取における材料の判定方法、きめ細かな採取方法を確立することによる原石採取比率の増加、②微粒分の多い原石での骨材洗浄の重要性と濁水処理の各種課題に取り組みながら製造を行った。

骨材生産は、平成 13 年 6 月から開始し、平成 16 年 8 月末に終了した。総生産量は 3,600 千 t であり、このうち、ダムコンクリートとして 3,580 千 t を使用した。

CL 級原石の特徴は、表面は酸化し赤茶色を呈しているが、岩塊を割ると岩芯は灰白色の新鮮なものから赤茶色の風化岩まで幅広い物性を持つものである。また、表面が酸化していても希ではあるが 150 mm 以上の硬い大玉も混在する。しかし、細粒分を多く含み、大塊が少ない特徴を有した粒度構成の原石であり、かつ、その粒度構成のばらつきが大きかった。

そのため、骨材生産ではベルトコンベアへのシルト分の付着による異常運転、各施工機械の運転負荷のアンバランス等、原石から骨材を製造する過程で大きな負荷を与えることとなった。特に、濁水の処理方法が課題となったが、運転時間の延長や設備の増設・改良等の対策を行うことで、コンクリート打設への影響をなくした。

また、濁水処理においては、洗浄設備での水平式バケット排出型分級機（ハイメッシュセパレータ）の増設を行うことで、骨材製造時のロス率を約 17 % から約 15 % に軽減でき、砂岩を原石とした他ダムのロス率の上限（13 %）程度まで改善することができた。

ところで、原石山の内部構造が当初想定していた岩盤状況より脆弱であることが明らかとなり、大規模掘削に伴う長大法面の不安定化が想定されたため、施工中の安全管理等を目的とした法面観測が必要になった。

そこで、原石採取工事施工中の安全管理、迅速な変状把握とその対応や適切な工程管理を行うため、GPS、岩盤変位計ならびに孔内傾斜計などを設置し、掘削作業と安全管理の同時進行が可能である「情報化施工」を実施した。

工事中における結果は、大きな変状もなく推移し、現在も日当たり 0.01 mm 以下の観測値であり安定している。

【参考：低品質骨材の位置付け】

一部低品質な原石より製造した骨材を含む骨材というのが、正確な標記となる。CL 級には、低品質でないものも含まれている。

低品質骨材では、①安定性損失質量において、ダム用基準の 40 % 以内であるが、一般用骨材の基準 12 % は越える品質を有する骨材であり、②骨材生産過程において、濁水処理設備に与える付加が大きく、③ベルトコンベアでの輸送中に骨材の再破碎が生じるなどの特徴を有している。

2. 骨材生産設備

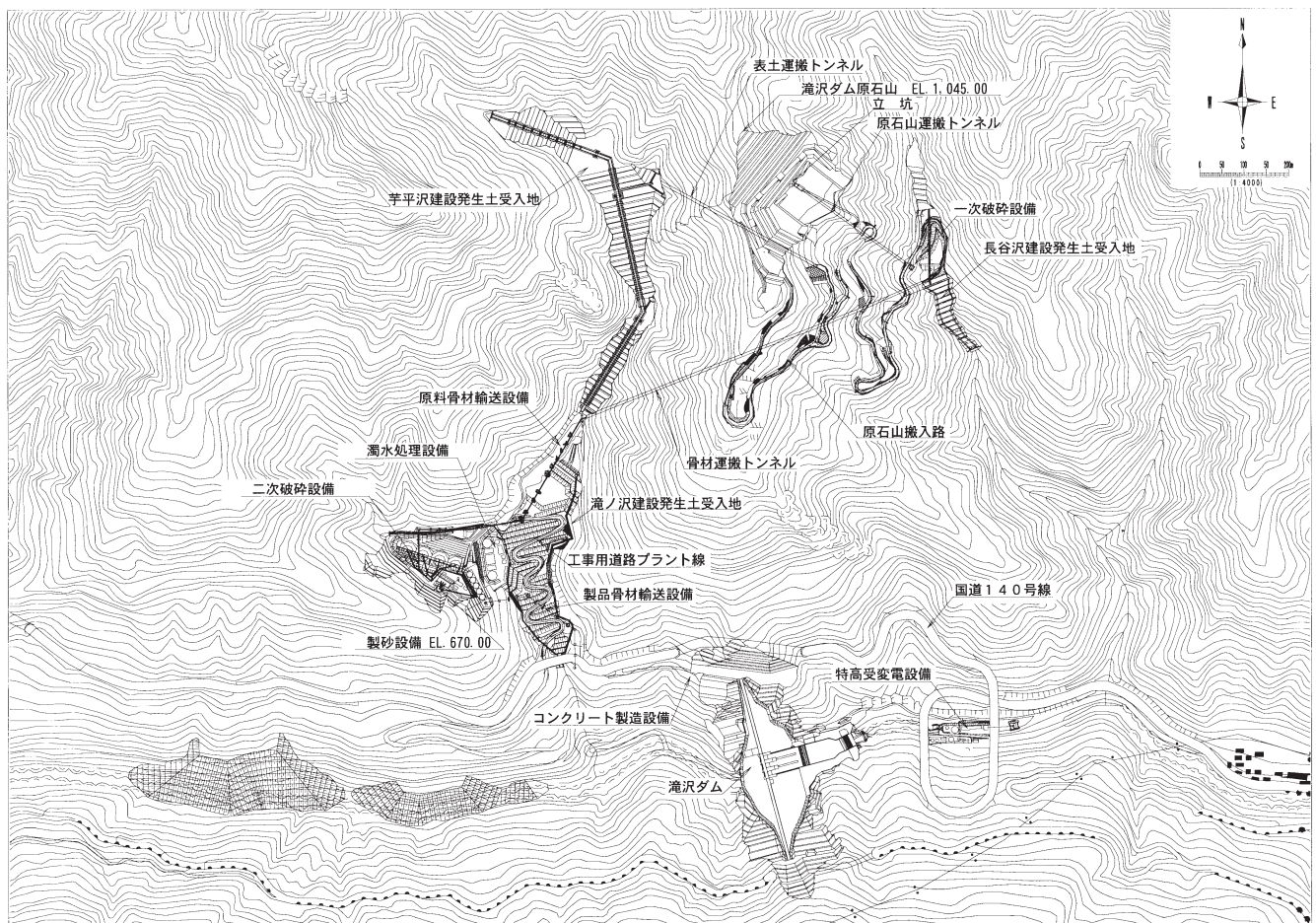
(1) 設備の配置

骨材生産設備は、ダムサイト及び原石山周辺が急峻であることから、一次破碎設備を長谷沢に、篩分、二次・三次破碎、製砂、製品貯蔵及び濁水処理設備は滝ノ沢を盛土造成して配置し、骨材輸送は全てベルトコンベアにより行った。また、工事用電力は、特別高圧 66KV をダムサイト左岸下流にて 1 回線受電し、各負荷へ 6 回線で供給した。(図—1 施工計画図参照) 生産設備のフローシート及び設備一覧を図—2 に示す。

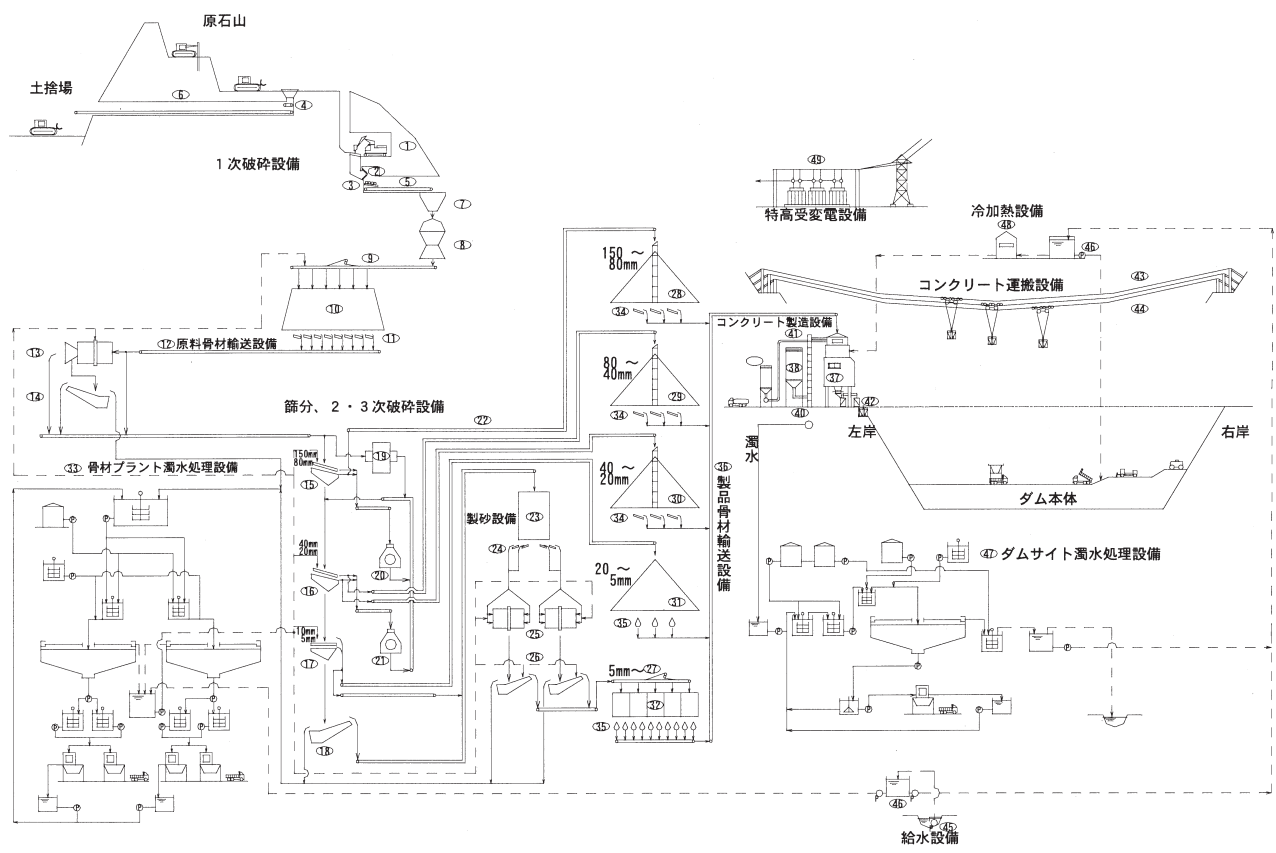
(2) 設備の特徴

設備能力は、一次破碎設備 840 t/h、二次破碎設備 530 t/h、製砂設備 180 t/h であり、ほとんどの機器を浦山・日吉ダムから転用して社会資源の有効活用とコスト縮減を図った。

一次破碎設備は、ジャイレトリクラッシャ、トリッパ付ベルトコンベアの一列で、最大打設月の日平均打設量の 5 日分相当を有した野積みサージパイルへ供給した。



図—1 施工計画図



フローシート

区分	No.	名 称	規 格	所要能力	出 力	数 量
一次破碎設備	1	小割室グリスリ	鋼製 目開き 600mm	—	—	1 基
	2	小割室ブレーカ	0.8m3、1,300kg級	—	90kW	1 台
	3	フィンガーゲート	W2,500/5列、油圧操作型	—	30kW	1 台
	4	ローラーフィーダ	1,600mmW×5,320mmL	840t/h	45kW	1 台
	5	原石運搬ベルコン	B=1,600mm (L=320m)	840t/h	55kW	1 式
	6	ジャイレートリクラッシャ	マントル径φ1,500mm	840t/h	250kW	1 台
	7	一次破碎ベルコン	B=1,200mm (L=190m)	840t/h	150kW	1 式
原料輸送設備	8	サージバイル	V=26,000m3 約5日分			1 式
	9	振動フィーダ (サージ引出)	1,400mmW×2,000mmL	530t/h	3.7kW×2	8 台
	10	原料骨材輸送ベルコン	B=1,050mm (L=1,360m)	530t/h	152kW	1 式
篩分・2・3次破碎設備	11	ドラムスクラバ	φ3,000mm×4,500mmL	530t/h	250kW	1 台
	12	分級機 (洗浄設備下)	ベルト巾 1,500mm	30t/h	11kW	1 台
	13	1次スクリーン	2,400W×6,000L (湿式)	1,050t/h	45kW	1 台
	14	2次スクリーン	2,400W×6,000L (湿式)	630t/h	37kW	1 台
	15	3次スクリーン	2,400W×6,000L (湿式)	310t/h	45kW	1 台
	16	分級機 (スクリーン下)	ベルト巾 1,500mm	100t/h	11kW	1 台
	17	オートフォーメータ	φ6,980mm×1,800mmL	300t/h	580kW	1 台
	18	2次破碎用調整ピン	鋼板製角形V=100m3	—	—	1 基
	19	振動フィーダ	1,400W×2,000L	320t/h	2.2kW×2	1 台
	20	コーンクラッシャ (2次破碎用)	マントル径φ1,650mm	320t/h	220kW	1 台
	21	2次破碎用調整ピン	鋼板製角形V=100m3	—	—	1 基
	22	振動フィーダ	1,100W×1,500L	200t/h	1.5kW×2	1 台
	23	コーンクラッシャ (3次破碎用)	マントル径φ1,650mm	200t/h	270kW	1 台
	24	篩分・2・3次破碎ベルコン	B=1,050~500mm、L=1090m 95~1050t/h	492kW	25基	
製砂設備	25	砂原料ビン	V=1,600m3 φ14m	—	—	1 基
	26	振動フィーダ (砂原料引出)	558mmW×1,067mmL	180t/h	0.4kW	4 台
	27	ロッドミル	φ2,540mm×4,500mmL	180t/h	450kW	2 台

設備一覧

区分	No.	名 称	規 格	所要能力	出 力	数 量
製砂設備	28	分級機 (ロッドミル下)	ベルト巾 1,500mm	180t/h	11kW	2 台
	29	製砂設備ベルコン	B=750~600mm、L=230m	110~220t/h	44kW	4 基
製品骨材貯蔵設備	30	玉砂利 (150mm~80mm) ストックバイル	V=5,500m3 (ロッキダ付)	約5日分		1 式
	31	大砂利 (80mm~40mm) ストックバイル	V=4,700m3 (ロッキダ付)	約5日分		1 式
	32	中砂利 (40mm~20mm) ストックバイル	V=4,700m3 (ロッキダ付)	約5日分		1 式
	33	小砂利 (20mm~5mm) ストックバイル	V=3,200m3	約5日分		1 式
	34	砂貯蔵ビン	V=1,400m3 φ14m	約5日分		5 基
	35	骨材プラント用	シッタ径φ22.0m×2基	1200m3/h	871kW	1 式
濁水	36	振動フィーダ (玉・大・中引出)	1,100mmW×1,524mmL	1000t/h	1.5kW×2	9 台
	37	カットオフゲート (小・砂引出)	600mm×600mm×1,700m	1000t/h	1.5kW	13 台
製品骨材輸送設備	38	製品骨材輸送ベルコン	B=1,050mm L=900m	1000t/h	459kW	1 式
	39	コンクリートプラント	2軸強制練 4.5m3×2台	270m3/h	329kW	1 基
	40	セメントサイロ	容量 約1,200t	—	2.2kW	1 基
	41	フライアッシュサイロ	容量 約600t	—	—	1 基
	42	セメント輸送設備	空気輸送式 (J-ラップ付)	60t/h	75kW	1 台
	43	フライアッシュ輸送設備	"	18.5t/h	22kW	1 台
	44	レール走行式循環バケット	4.5m3 バケット	270m3/h	89kW	1 式
	45	ケーブルクレーン	13.5t吊両端固定式	90m3/h	794kW	1 基
	46	"	"	180m3/h	575kW	2 基
	47	取水ポンプ	水中ポンプ、渦巻きポンプ	—	—	1 式
給水設備	48	ダムサイト及び骨材プラント配水ポンプ	渦巻きポンプ	—	—	1 式
	49	ダムサイト用	シッタ径φ17.5m×1基	450m3/h	353kW	1 式
冷熱	50	冷加熱設備	冷凍機187JRT、立式真空機	451,000,000kcal/h		1 式
特高	51	特別高圧受変電設備	3φ、3W、60kV	8,000kVA		1 式

図-2 フローシート及び設備一覧

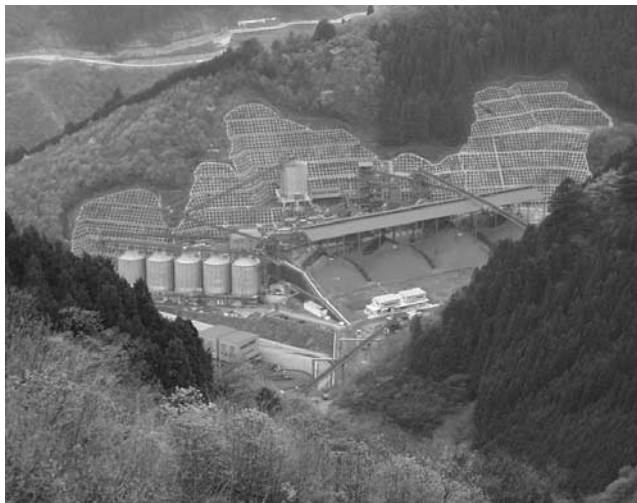
洗浄設備は、ドラムスクラバ1台を設置し、細粒分の回収と脱水のためベルト式分級機を設けた。

篩分設備は湿式・乾式の両用とし、ベルト式分級機を1系列設けた。なお、2・3次破碎設備への投入量調整は、スクリーン出口にダンパを設け行った。なお、分級機で掻き揚げられた細粒分および小砂利余剰分は原砂ビン1基で貯留した。

2・3次破碎設備はコーンクラッシャを各1台、補助破碎用としてオートフォールミル1台を設置し、投入口前に調整ピンを設け、運転時間短縮と定量供給による粒径改善を図った。製品のストックパイルは、日射による温度上昇を防ぐため上屋付野積みとし、粒径別に最大打設月の日平均打設量の5日分とした。

製砂設備は湿式両端供給中央排出型のロッドミル2台を設置し、製砂の品質の重視から分級機をベルト式とした。なお、ロッドミルにはラバーライナを採用して破碎時の騒音を抑制した。また貯蔵は水切りを考慮して、投入用1基、引出用1基、水切り用3基のコルゲートビンで行った。

濁水処理設備は、ダムサイト用とは別に設置した。骨材生産設備用はシックナ2基とフィルタプレス4台を有する機械式沈殿・脱水方式で、処理水は骨材生産用の給水としてリサイクル使用し、脱水ケーキはダンプトラックでダム上流建設発生土受入地へ搬送した。



写真—2 骨材生産設備

(3) 新たな取り組み

(a) 点検・整備指針の制定および適用

従来、貸与機械の転用整備時に行われてきた新品同様とする予防保全整備を見直し、「設備故障のダム本体打設工程への影響度」に応じた点検整備グレードを定めた指針を制定して整備を行い、整備コストの縮減を図った。

(b) 篩分、二次・三次破碎設備の1系列化

能力が300 t/h以上の設備は、危険分散を考慮して従来は2系列とすることが一般的であったが、1系列としてコスト縮減を図った。稼働中、本体打設に影響するようなトラブルは発生していない。これは、打設量5日分の製品ストックおよび整備を打設休止期間に計画的に実施できたことが主要因である。

(c) 低品質骨材による改良点

前述のとおり滝沢ダムではCL級原石を積極的に有効利用したが、それにより骨材生産では①生産ロス率の上昇②濁水処理設備への負荷増③篩分スクリーンの異常摩耗④製品輸送コンベヤ乗継部での再破碎現象などが生じた。

ロス率の改善および濁水処理設備の負担軽減対策として、骨材洗浄水を増加させ、洗浄設備に沈砂池を設けて洗浄水中の大きな粒径分を沈殿除去するとともに、ベルト式分級機水タンク内の越流水深をかさ上げて細粒分の回収率を向上させた。さらに、濁水処理設備への負荷軽減、細粒分回収を目的にハイメッシュセパレータを増設した。また、洗浄水増加による濁水処理設備の能力不足は、処理水槽1基の増設、フィルタプレスのろ室増設により対応した。

スクリーンの異常摩耗は、低品質骨材使用のため、湿式のための生産となり、各部材上に堆積した細粒分が洗い流されて緩衝材としての機能がなくなったことが要因であると考えられる。これについては定期的な補修で対応した。

製品の再破碎については、乗継部の骨材落下部分に硬質ゴムを緩衝材としてライニングした鋼板を設置して対応した。

(4) 稼働実績

骨材生産は44ヶ月間連続して行われ、約360万tの生産を大きなトラブルもなく終了することができ



写真—3 ダム本体

た。設備の全稼働時間は一次破碎設備約 5,000 時間、篩分設備約 8,600 時間、製砂設備約 9,500 時間で、実稼働能力は、打設ピーク時の全期間平均とあまり差がなく、計画能力の 100 %～90 %での稼働であり、全期間フル回転の状況であった。

今回、低品質な原石を含む骨材生産を行い、いくつかの点で設備の改良が必要であった。今後ダムにおいて、低品質骨材の使用が増加する傾向にあり、さらなる設備の改良と技術開発が望まれる。

JCM/A



【筆者紹介】

向居 忠昭（むかい ただあき）
独立行政法人水資源機構
荒川ダム総合事業所
道路出張所長



桑原 啓一（くわばら けいいち）
独立行政法人水資源機構
荒川ダム総合事業所
機械課長

平成 19 年経済産業省企業活動基本調査にご協力ください

— 経済産業省 —

経済産業省では、我が国企業における経済活動の実態を明らかにし、経済産業政策等各種行政施策の基礎資料を得ることを目的として、平成 4 年以降「経済産業省企業活動基本調査」（指定統計第 118 号）を実施しており、平成 19 年も実施いたします。

調査の対象は、別表に属する事業所を有する従業者 50 人以上かつ資本金 3,000 万円以上の会社で、会社全体の数値をご報告していただきます。

調査票は、平成 19 年 5 月中旬に郵送しますので、平成 19 年 7 月 15 日までに提出してください。また、紙調査票によるほか、インターネッ

トからオンラインで提出することもできます。オンラインの利用申込み資料は、調査票等の調査関係書類に同封いたします。

調査の結果は、平成 20 年 3 月に速報の公表を予定しており、ご報告いただいた会社におかれましては、当省で作成した統計情報を送付させていただきます。

皆様から提出いただいた調査票につきましては、統計法に基づき調査内容の秘密は厳守され、統計を作成する目的以外には使用されることはありませんので、調査に対するご協力をお願いいたします。

（別表）

鉱業、製造業、電気業、ガス業、卸売業、小売業、クレジットカード業・割賦金融業、一般飲食店のほか、下記の産業の括弧内の業種が対象になります。

- 情報通信業（ソフトウェア業、情報処理・提供サービス業、インターネット附随サービス業、映画・ビデオ制作業、テレビ番組制作業、新聞業、出版業）
- 教育、学習支援業（外国語会話教室、フィットネスクラブ、カルチャー教室（総合的なもの））
- サービス業（デザイン・機械設計業、写真業、エンジニアリング業、学術・開発研究機関、洗濯業、その他の洗濯・理容・美容・浴場業、冠婚葬祭業（冠婚葬祭互助会を含む）、写真現像・焼付業、その他の生活関連サービス業、映画館、ゴルフ場、公園、遊園地・テーマパーク、ボウリング場、廃棄物処理業、機械等修理業、産業用機械器具賃貸業、事務用機械器具賃貸業、自動車賃貸業（レンタルを除く）、スポーツ・娯楽用品賃貸業、その他の物品賃貸業、広告業、商品検査業（非破壊検査業を除く）、計量証明業、民営職業紹介業、ディスプレイ業、労働者派遣業、テレマーケティング業、その他の事業サービス業）

コンクリートダム施工の合理化と情報化

—長井ダム施工について—

三 浦 健 二

近年のコンクリートダム施工においては、より環境に配慮しつつ、工事費の縮減とリアルタイムな品質管理および情報の共有化が求められている。長井ダムでは自然環境の改変を極力少なくする施工設備の配置が計画され、新たな大容量コンクリート運搬設備を開発した。打設速度が低下する堤体高標高部においても工法の改善を図り、打設工程短縮を実現した。またインターネットを施工フィールドまで延長し、迅速な情報把握のもとに品質確保、管理の効率化を進めた。本報文では長井ダムで開発・導入した設備と管理手法を紹介する。

キーワード：コンクリートダム、RCD 工法、コンクリート運搬設備、テルハ型クレーン、リモートメンテナンス、水平バケット、スプレッドコンベヤ、グラウトインスペクター

1. はじめに

長井ダムは、山形県長井市を流れる最上川水系置賜野川に建設が進められている多目的利用の大規模重力式コンクリートダムである。

ダムの規模は東北地方のコンクリートダムでは最大級であり、国土交通省東北地方整備局としては、玉川ダム、月山ダムに続いて RCD 工法で施工する 3 つ目のダムである。堤体コンクリートの運搬・打設設備は、玉川ダムではインクライン、月山ダムではベルトコンベヤ方式と、都度、新たに開発された設備が採用されている。今回、長井ダムでは、ダム用に自昇式のテルハ型クレーンを開発し、堤体にコンクリートを運搬する方法として採用された。

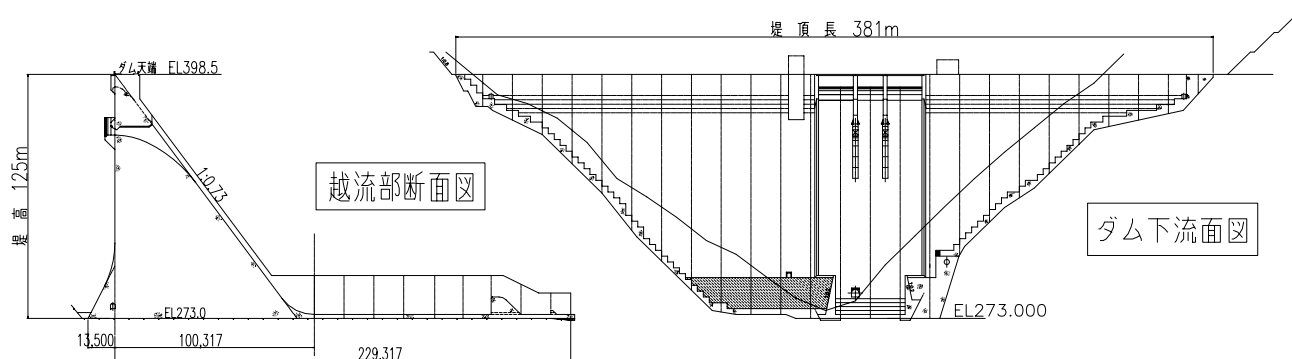
工事は 2000 年 4 月本体工事に着手し、2002 年 10 月に堤体打設を開始、工事は順調に進み、予定を早め

て 2006 年 11 月に打設を完了した。図—1、表—1 に長井ダムの概要を示す。

ここでは長井ダム打設の特徴と主要なコンクリート運搬打設設備の内容、また現場 LAN を使用した情報の共有化などを中心に報告する。

表—1 長井ダムの概要

工 事 名	長井ダム本体建設第 1 工事
発 注 者	国土交通省東北地方整備局長井ダム工事事務所
所 在 地	山形県長井市平野・寺泉地内
総貯水量	5,100 万 m ³
型 式	重力式コンクリートダム
形 状	堤 高：125.5 m 堤頂長：381 m 堤体積：120 万 m ³
施 工	間・前田・奥村特定建設工事共同企業体



図—1 堤体越流部断面図およびダム下流面図

2. 堤体打設の特徴

長井ダム打設の特徴を以下に示す。写真—1は堤体上流面における施工設備配置状況である。テルハ型クレーンはダム高104mまでを2基で、その後1基で117mまで使用した。残り標高は固定式ケーブルクレーンで施工している。



写真—1 堤体高標高部の打設状況
(右岸側テルハ型クレーンのみ稼働)

- ①コンクリート主運搬設備としてテルハ型クレーンを大型ダムでは初めて採用。
- ②河床 EL273～EL379 (H = 106 m 約 106 万 m³) を RCD 工法で、EL379～EL398.5 (H = 19.5 m 約 9 万 m³) は拡張レーヤ工法で施工。
- ③岩着部を除いて、リフト厚は1m。
- ④セメント (中庸熟) とフライアッシュは現地混合方式とし、フライアッシュ置換率は30%。夏季はRCD部と岩着部で置換率40% (温度対策)。
- ⑤骨材原石は花崗閃緑岩。堤体基礎掘削岩からも約14万tを流用。粗骨材最大寸法は80mm (骨材製造は本体建設第2工事JVが担当)。
- ⑥通廊、エレベータシャフト、天端張出し部、高欄にプレキャストを積極的に採用。
- ⑦毎年の打設期間は4月11日から12月10日。RCD工法部での計画打設可能日数は月平均16日。当初計画の実打設月数38ヶ月 (実績33ヶ月)、越冬休止を含む暦月数58ヶ月 (実績50ヶ月)。
- ⑧月最大打設量は計画54,000 m³、実績63,970 m³。日最大は計画4,800 m³、実績5,157 m³。

表—2に堤体打設用の施工設備概要を示す。

表—2 施工設備概要

設備名称	仕 様
コンクリートプラント	二軸強制 3 m ³ × 2 型 (公称能力 180 m ³ /h) 2 基
骨材引出設備	ベルトコンベヤ W1050 No.1～No.5 総延長 345 m
セメント設備	セメントサイロ 容量 500 t 2 基 フライアッシュサイロ 容量 300 t 2 基
クーリングプラント	コンクリート練混ぜ水冷却用 80～90 JRT 2 基
温水設備	温水ボイラー 500,000 kcal/h 2 基
トランスファーカ	電動型サイドシュート式 9 m ³ 積み 2 両
コンクリートバケット	自重蓄圧開閉方式油圧バケット 9 m ³ 3 台 (予備 1)
テルハ型クレーン	自昇式 29.5 t 吊り コンクリート 9 m ³ 運搬 2 基
ケーブルクレーン	固定式 13.5 t 吊り コンクリート 4.5 m ³ 運搬 1 基
濁水プラント	300 m ³ /h 1 基、薄層フィルタープレス 1 基

3. コンクリート運搬、打設設備

(1) テルハ型クレーンの特徴と稼働実績

長井ダムでは自然環境の改変を極力少なくする観点から、堤体掘削で発生した掘削ズリの一部をダム上流に盛土造成し、そこに骨材およびコンクリート製造設備などを集中配置することが計画された。そして鉛直にコンクリートを持ち上げる運搬設備が検討され、港湾の荷役機械等で使用されているテルハをベースに、ダム用にクレーン本体をリフトアップする自昇式テルハ型クレーンを開発し実用化した (写真—2)。

テルハ型クレーンは旋回機能を有しない二次元運動の機械であり、重量物を扱いやすく、構造がシンプルであることに特徴がある。表—3にその仕様を示す。

(a) 運搬能力、作業性

大規模ダムの高速施工に対応し 9 m³ コンクリート



写真—2 テルハ型クレーン2基による打設状況

表—3 テルハ型クレーンの仕様

定格荷重	29.5 t
アウトリーチ	上下流とも中心から 15 m コンクリートバケット 9 m ³ 装着
揚程	揚程 100 m
巻上速度	70 m/min, 空荷時 130 m/min
横行速度	100 m/min, 空荷時 150 m/min
クライミング	6 m/30 分
本体重量	本体重量 220 t 中間マスト 4 t/m
使用電源	三相 400 V 回生機能付きインバータ方式

バケットを使用しコンクリート運搬を行う。2 基による最大稼動実績は 342 m³/h であった。堤内運搬の 25 t ダンプトラックや 25 t 級ラフテレーンクレーン等もそのまま吊り込むことができ、堤体内の作業状況に合わせた柔軟な対応が可能であった。

(b) クライミング機能

ダムが打ち上がるにしたがい、長ストロークのクライミング装置により中間マストを継ぎ足しながら 6 m ごとにクライミングする。休止日数を少なくするため、2 柱 (12 m) のクライミングも実施した。左岸側 1 号機が 12 柱、右岸側 2 号機は 14 柱まで使用した。

(c) ダム用クレーンとしての性能

重荷重のコンクリート運搬と放出を繰り返し行う過酷な状況で使用するダム用クレーンとして設計されているが、機械重量は比較的軽く、経済性に優れている。風にも強く、故障の少ない機械であり、大きなトラブルがなく使用できた。表—4 はクレーン設備の年度ごとのコンクリート運搬量を示す。

表—4 テルハとケーブルクレーンのコンクリート運搬量

年 度	1 号機	2 号機	ケーブル クレーン	計
H14 年度	0	41,200	0	41,200
H15 年度	107,700	181,200	0	288,900
H16 年度	179,000	213,000	0	392,000
H17 年度	140,800	157,000	11,100	308,900
H18 年度	0	46,800	36,000	82,800
計	427,500	639,200	47,100	1,113,800

(d) 環境改変規模の低減

ダム河床部にプラントを集約配置することで、仮設備ヤード造成のための大規模な掘削を減らすことができ、自然環境保全上も選択肢の多い設備である。

(e) 安全性

堤体へのコンクリート供給点は定位置であり、作業員が集中している堤体面の上空を荷が横切らないので静かに、安全な作業環境が確保できた。さらにバケット制振制御運転によりヒューマンエラーを防ぎ、省力

化と安全性を向上させた。

(2) 運搬システムの自動化

バッチャープラントからクレーンまでコンクリートを運搬するバンカー線自動運転システムは、既に数多くのダム現場で採用され実用化されている。

長井ダムにおいても、国内最大級となる 9 m³ トランスファーカを連動させて自動運転することにより、サイクルタイムを均一化し、設備の最大能力を引き出すことができた。写真—3 に自動運転状況を示す。



写真—3 トランスファーカ無人運転状況

(3) 9 m³ 油圧開閉式コンクリートバケット

一度に大量のコンクリートを堤体に運搬する必要から、9 m³ コンクリートバケットを使用した(写真—4)。このバケットは、吊り上げ時に自重と積載コンクリートの重量により油圧シリンダーを圧縮し、発生する油圧を動力としてバケット下部のゲートを開閉する。

写真—4 自重蓄圧開閉方式 9 m³ 油圧バケット

- ①ゲート開閉動力に圧縮エアーを使用しないので、搭載コンプレッサの燃料補給や外部から動力供給が不要で、ランニングコストおよび環境対応に優れている。寒冷地の凍結にも強い。
- ②底部の開閉ゲートは4枚が作動しており、コンクリート放出がスムーズに行われた。
- ③無線による遠隔操作と、高所でのゲート開き防止装置の採用により、安全性を高めた。
- ④油圧回路が閉回路でありメンテナンスが容易であった。

(4) 水平型 4.5 m³ 油圧開閉式バケット

テルハ型クレーン使用終了以降の高標高部の打設は固定式ケーブルクレーンにより打設した。しかし、コンクリートの荷取りを行う左右岸天端は狭く、資機材の仮置きスペースの確保と搬入搬出作業をこなしながらいかに打設の効率を上げるかが鍵となった。

これらの諸問題を解決するため、以下の特徴を有する 4.5 m³ 水平式コンクリートバケット（写真—5）を導入した。

- ①横置き型であるため、ダンプトラックやトラックミキサからの直接投入が可能であり、積替えのバケット着床構台あるいはハイダンプトラックのような特殊装備を必要としない。



写真—5 水平バケットへのコンクリート積替え

- ②9 m³ コンクリートバケットと同様の自重蓄圧開閉方式を採用している。

当時試作品だったものを平成 18 年度に持込み、長井ダムで使用しながら改造を加え、30,000 m³ 以上を打設した。左右岸天端のどちらからでも荷取りが可能となり、スペースの有効利用と、バケット着床構台部の後行打設の回避が実現でき、空中運搬に伴う堤体作業制約の緩和と打設工程短縮にも貢献した。汎用性が

あり、これからのダム工事で堤体や減勢工の打設方法に大きなインパクトを与える可能性がある。

(5) スプレッダコンベヤ

長井ダムのケーブルクレーンは固定式であり、打設には堤体内でダンプトラック、バックホウ、ホイールローダ等の補助機械を必要とし、堤内でコンクリートを二次運搬しなければならない。しかし狭あい部においてはコンクリート運搬が困難であり、そのための対策としてスプレッダコンベヤ（写真—6）を導入した。これは 0.4 m³ バックホウをベースマシンとしている。ホッパ容量 4.5 m³、輸送コンベヤは 9～17 m まで伸縮し上下に±5°でチルトする。コンクリートを積載したまま走行し、コンベヤを伸縮させてコンクリートを撒布打設することができ、高い機動性を発揮した。



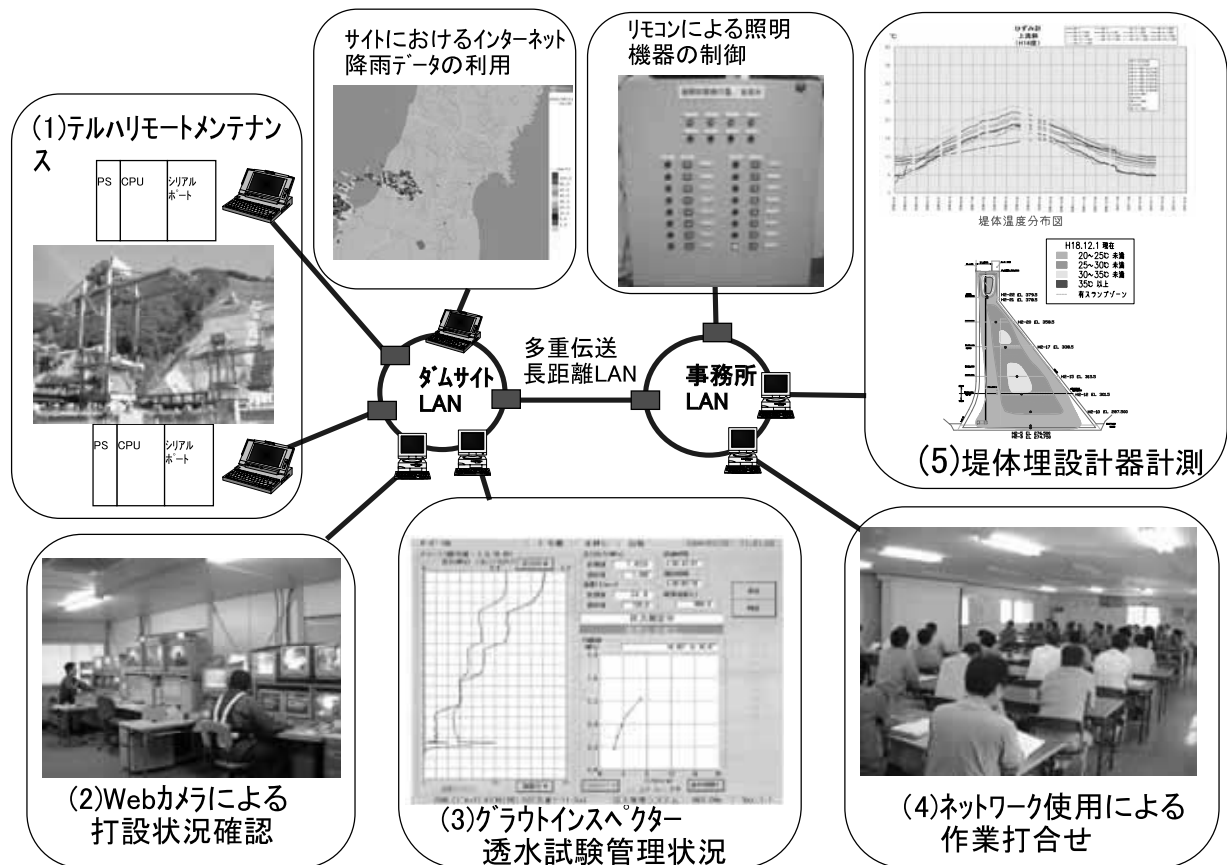
写真—6 スプレッダコンベヤによる打設状況

4. 情報の共有による効率化と品質確保

長井ダム第1JVでは、事務所および現場内にLANを敷設しいろいろな業務の効率化を図ってきた。図—2にデータ共有のイメージ系統図を示す。

(1) テルハリモートメンテナンス

テルハ型クレーンの運転制御用のコンピュータを現場LANに接続し、さらにインターネットを介してメンテナンスセンターへ接続し、システムの専門技術者が動作状況を確認できるシステムを導入した。これによりシステムソフトや電気的トラブルの発生に対し、短時間で対応できた。雷によるソフト損傷や内部設定値の変更、高調波による影響への対応などリアルタイムのメンテナンスを行うことができた。



図一 2 LAN を利用した長井ダムの情報化施工

(2) Web カメラ使用による現場状況管理

堤体は打設進捗に合わせて刻々と変化していく。現場全体状況は発注者が設置している監視カメラの画像を JV と協力会社事務所にも導き、常時視認しているが、死角となる箇所や作業上確認したいところなどでは運用性が限られる。それを補うものとして、JV では LAN 上で使用できる移動が容易な Web カメラを設置した。現場の通信ケーブルに接続し、映像をバッチャープラント操作室や JV 事務所のパソコンでも視認できるようにして、作業状況の管理も行ってきた。

(3) グラウトインスペクター

グラウチングで扱う施工情報には、岩盤の透水性、注入圧力、流量、セメント注入量などがある。それらの情報を自動的に集約し、的確な指示情報を与えるシステムとして、新グラウチング管理システム（グラウトインスペクター）が開発され、長井ダムで初めて実用化した。情報はインターネットを介して発注者、コンサルタント、施工業者間でリアルタイムに把握でき、システムの導入により以下の効果が得られた。

- ① Web 上で、注入仕様・施工状況・作業予定・データベース等の施工情報の閲覧が可能となった。
- ② 情報伝達の迅速化により、グラウチング管理サイク

ルの短縮が図れた。

- ③ 注入作業の自動判定機能を強化し、情報の不一致やデータ解釈の過誤などの問題を解消して高い品質を確保している。

(4) C2M システムによる作業打合せ

C2M (Cyber Construction Management) システムは、JV 事務所および協力会社のパソコンを LAN で結んでいる。作業予定および安全指示を JV と協力会社の各担当者が各人のパソコンで入力することにより、作業日誌を速やかに作成するもので、定常業務の大幅な時間短縮と日々の作業打合わせの効率化が図られている。また作業日誌がデータベース化されるので KY 用紙の発行、安全月報の集計も容易である。打合わせにおいては大型プロジェクトを使用し、作業日誌のみならず、サーバに蓄積された写真や CAD データを用いた作業説明ができ、確実な意思伝達に役立っている。

(5) 堤体埋設計器の自動計測

ダム本体に設置される埋設計器は、施工中のダム内部の温度管理に使用される温度計、ひずみ計、無応力計、間隙水圧計など 160 点におよぶ。このデータ収集

は従来、現場の測定機器から IC カードなどの媒体に記憶させ、事務所に持ち帰って処理してきた。これを、現場 LAN により測定データが逐次自動的に送られてくるシステムに替えたことで、データ収集が効率化され温度応力解析なども迅速に行われている。

5. おわりに

長井ダムでは、2005 年 5 月に、さらなる高速施工を目指す工法として「連続 RCD 工法」による堤体打設を行った。その過程で品質が確認された新たな施工技術の方向として、打継面処理の合理化、傾斜打止め

処理などが成果として発表されている（『ダム技術』233, 『ダム日本』735 参照）。

ダム工事の工程短縮、コスト縮減、そして品質を確保する技術環境の整備は、これからのダムづくりにおいてますます高度なものが求められてくる。 J C M A

【筆者紹介】

三浦 健二（みうら けんじ）
株式会社間組
長井ダム本体建設第 1 工事
間・前田・奥村 JV 所長



建設の機械化／建設の施工企画 2004 年バックナンバー 平成 16 年 1 月号（第 647 号）～平成 16 年 12 月号（第 658 号）

1 月号（第 647 号） ロボット技術特集	5 月号（第 651 号） リサイクル特集	9 月号（第 655 号） 維持管理特集	■体裁 A4 判 ■定価 各 1 部 840 円 (本体 800 円) ■送料 100 円
2 月号（第 648 号） 地震防災特集	6 月号（第 652 号） 海外の建設施工特集	10 月号（第 656 号） 環境対策特集	
3 月号（第 649 号） 地下空間特集	7 月号（第 653 号） 安全対策特集	11 月号（第 657 号） 除雪技術特集	
4 月号（第 650 号） 行政特集	8 月号（第 654 号） 情報化施工特集	12 月号（第 658 号） 新技術・新工法特集	

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>

徳山ダム—堤体盛立工事（ロックフィルダム）

土 屋 任 史・川 地 悟

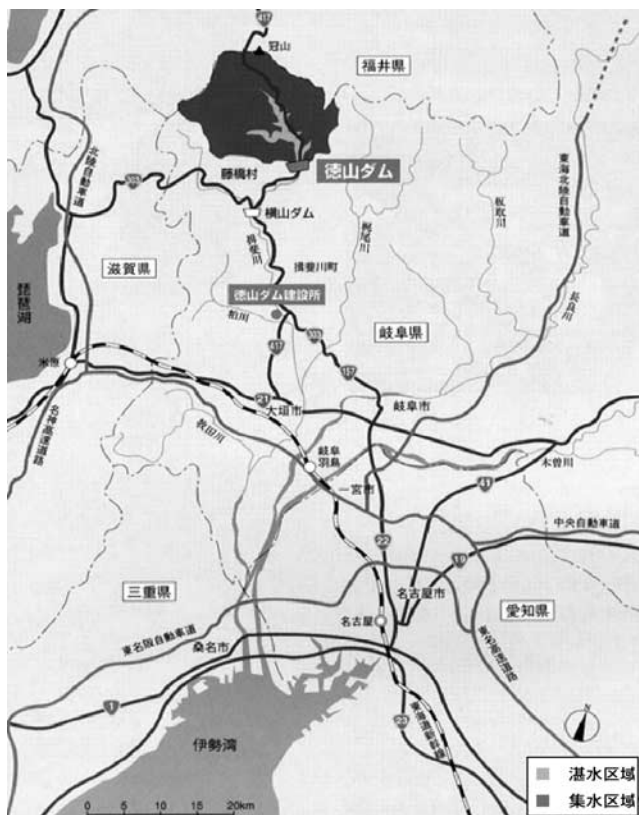
徳山ダムの堤体盛立工事は、上流二次締切の盛立開始から足かけ5年間で堤体積約13,700千 m^3 の盛立を完了させた。平成16年度においては6,212千 m^3 の盛立を実施し、年間盛立量日本一を打ち立てた。また、コアの盛立については、約1,000千 m^3 の盛立量を冬期休止期間（12月～3月）は除いて26ヶ月で盛立を完了させた。本報文は、当該ダムの急速な堤体盛立や盛立の品質管理における、創意工夫や新工法、新技術について報告するものである。

キーワード：ロックフィルダム、堤体盛立、品質管理の自動化、新技術、急速施工

1. はじめに

徳山ダムは、木曽川水系揖斐川の河口から約90 km上流の、岐阜県揖斐郡揖斐川町（旧徳山村）に、独立行政法人水資源機構が多目的ダムとして建設中の、中央遮水壁型ロックフィルダムである（図—1）。完成すると堤体積・総貯水量で日本最大級のダムとなる。

ダムが建設される揖斐川は、木曽三川（木曽川、長良川、揖斐川）の1つで最も西に位置し冠山（標高1,257 m）に源を発する。当該ダムは、度重なる濃尾



図—1 徳山ダム位置図



写真—1 試験湛水状況

表—1 ダム諸元

洪水調節	計画高水流量	1,920 m^3/s
	調節流量	1,920 m^3/s
ダム諸元	形 式	中央遮水壁型ロックフィルダム
	堤 高	161 m
	堤 頂 長	427.1 m
	堤 体 積	約 13,700,000 m^3
	堤頂標高	EL. 406 m
	堤体法面勾配	上流 1 : 3.0 下流 1 : 2.25
	堤 頂 幅	14 m
貯水池諸元	集水面積	約 254.5 km^2
	湛水面積	約 13.0 km^2
	総貯水量	約 660,000,000 m^3
	常時満水位	標高 400.0 m

平野の水害から沿川住民 47 万人を守る『揖斐の防人』として、また、沿川に水道水や工業・農業用水などを豊富に供給する『濃尾の水瓶』として計画されたダムである。

ダム本体工事は平成 12 年 3 月に着手し、平成 17 年 11 月に堤体盛立を完了した。また、平成 18 年 9 月 25 日からは試験湛水を実施中である（写真—1）。

表—1 にダム諸元を示す。

2. 堤体盛立施工概要

徳山ダム堤体盛立材の構成は、図—2 に示すとおりコア、フィルタ、ロックに大別される。ロック材に

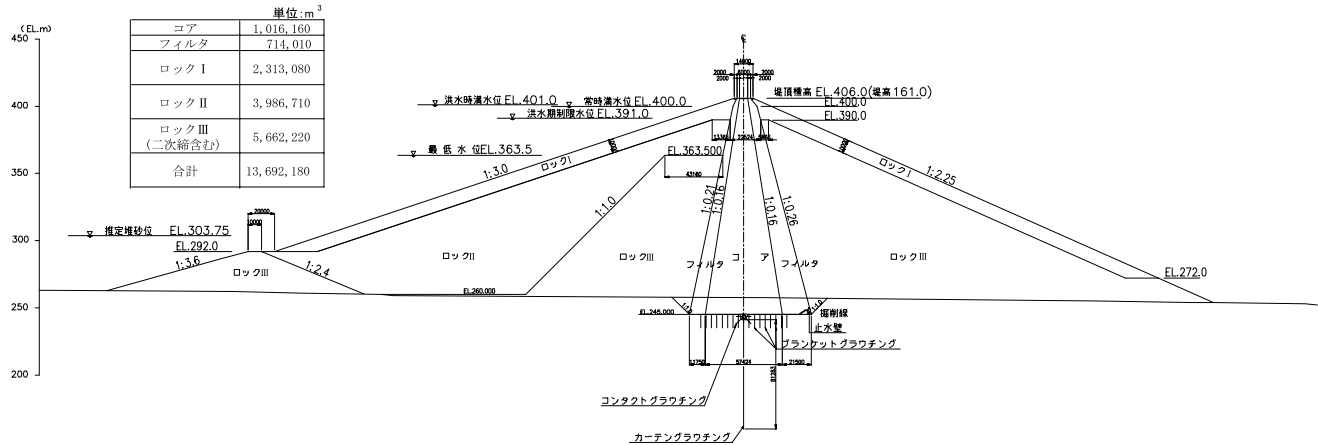
ついては、できる限り廃棄岩を低減するために、材質に応じたゾーニングを考慮し、Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ材の 3 種に区分された。

施工仕様については、表—2 に示すとおりである。

3. 堤体盛立

(1) ロック材盛立

堤体積の 87.4 % を占めるロック材の盛立は、如何に効率よく大量の材料を運搬するかが課題であった。そこで徳山ダムでは、積込みに 10 m³ 級のバックホウと 12.3 m³ 級のタイヤショベルを使用して、90 t 級のダンプトラック 11 台で材料の運搬を実施した。なお、



図—2 堤体標準断面図

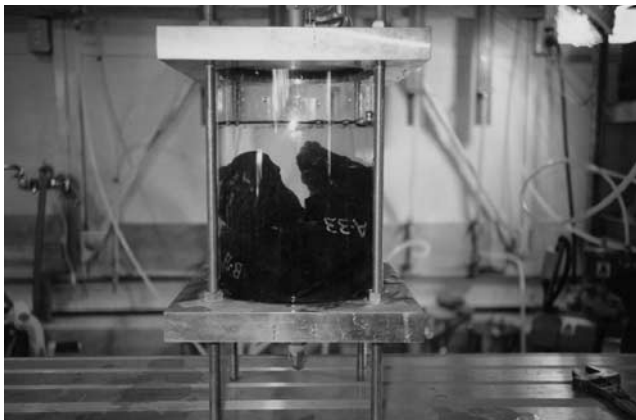
表—2 施工仕様

工 種		区分	最大粒径 mm	撒出し厚(参考)	仕上がり厚	水平幅	厚さ	締 固 め		備考
								機 種	回数等	
コア材	着岩材	水平部	20mm	18cm程度	最小10cm程度	—	平均厚3層 で30cm程度	エアタンパ等	3分／m ²	H15.8.28以降4 連式(BH装着)エ アータンパを採用
		傾斜部			10cm程度	—	1層10cm程度 以上3層			
	中間材	水平部	50mm	20cm以下	15cm以下	—	60cm程度	小型振動ローラ(4t級)	8回	河床部
		傾斜部		15cm以下	10cm以下	2m以上	—	小型振動ローラ(1.0t級)		H15.8.27施工まで適用
				23cm以下	15cm以下		—	小型振動ローラ(4t級)		H15.8.28施工以降適用
	コア材	一般部	150mm	38cm以下	30cm以下	—	—	振動タンピング(18t級)	8回	
フィルタ材	細粒F	着岩部	75mm	16cm以下	15cm以下	2m程度	—	小型振動ローラ(4.0t級)	6回	EL.306m以下
		河床部		32cm以下	30cm以下	—	1層程度	振動ローラ(18t級)	6回	
		コアフィルタ境界部		32cm以下	30cm以下	1m程度	—	振動ローラ(18t級)	6回	
	フィルタ材	一般部	200mm	32cm以下	30cm以下	—	—	振動ローラ(18t級)	6回	
	細粒F	着岩部	75mm	16cm以下	15cm以下	2m程度	—	小型振動ローラ(4.0t級)	4回	EL.306m以上
		コアフィルタ境界部		32cm以下	30cm以下	1m程度	—	振動ローラ(18t級)	4回	
	フィルタ材	一般部	200mm	32cm以下	30cm以下	—	—	振動ローラ(18t級)	4回	
ロック材	細流	着岩部	500mm	(50cm)	50cm以下	5m	—	振動ローラ	4回	
				(100cm)	100cm以下		—			
	一般		1,000mm	(100cm)	100cm以下	—	—	振動ローラ(18t級)	4回	

ロック材が盛立可能な雨天時には、普段はコア材を運搬している46t級のダンプトラックも応援した。

また、ロック材については前述したとおり3種にゾーニングされているため、材料採取の際に迅速な材料判定が必要であった。ロック材の品質管理基準は、粒度と密度である。粒度については、発破採取された材料であれば、ある程度の経験で良否の判断が可能である。しかし、密度については、ハンマーによる打音や目視だけでは、安全側の判断が優先され、材料のランクダウンや廃棄量の増大につながる。

そこで過去においても迅速に密度を判定するために種々の方法が考案されたが、いずれも加熱や煮沸等危険を伴う試験であった。徳山ダムでは、写真—2に示すとおり、真空ポンプを利用した減圧法による材料の急速飽和に成功し、迅速な密度試験でロック材の判定を実施した。これは、目視や触視だけの判断の場合、疑わしきは廃棄していた材料を有効利用し、廃棄岩の低減となりコスト縮減にも貢献した。

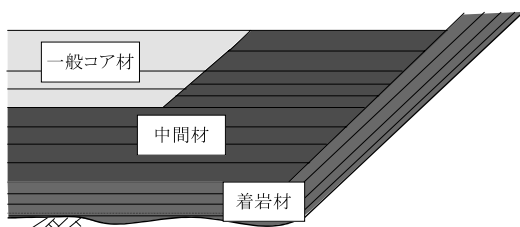


写真—2 減圧法による急速試験

(2) コア材盛立

ロックフィルダムの盛立工程では、降雨や冬期の低温で年間の盛立可能日数の少ないコア材の盛立がクリティカルパスである。このため、ロックフィルダムの盛立工程の短縮を図るためには、コア材の盛立を急速に施工することが肝要である。

なお、徳山ダムにおいては、コア材を図—3に示



図—3 コア材構造図

すとおりの、一般コア材と着岩材、中間材の3種類の材料で構成している。

(a) 一般コア材盛立

約1,000千 m^3 のコア材のうち、一般コア材は97%を占めている。したがって、一般コア材の盛立が急速施工の大きな要因となる。

コア材の盛立は、一般的に1層あたりの仕上がり厚さを大きくするほど施工速度は早くなる。そこで、1層あたりの仕上がり厚さの増大について検討を重ねた。粘性コア材の層厚は一般的には15～20cm程度であるが、仕上がり厚さ増大の観点から盛立試験を繰り返すことにより、写真—3に示す18t級振動タンピングローラ（起振力300kN級）の8回転圧で30cm仕上がり厚が可能となる三種混合材のブレンド比および施工方法を確立させた。



写真—3 18t級振動タンピングローラ

(b) 着岩材盛立

施工方法の合理化による迅速化では、着岩材の施工が上げられる。従来は人力にて実施していたエアータンパによる材料の転圧をバックホウのアタッチメント



写真—4 4連式エアータンパ

として、写真—4 に示すとおり、4 連式エアータンパによる機械施工を人力と併用することとした。これにより、一定の品質を確保しつつ、施工速度を著しく向上させることができた。また、これは施工の迅速化だけではなく、振動工具による職業性疾病の低減や、省力化にも寄与した。

(c) 中間材盛立

中間材においては転圧仕様の変更を実施した。これは斜面部の中間材盛立がコア盛立速度に追従できなくなったためである。コア材の仕上がり厚さが 30 cm に対して、中間材の仕上がり厚さは当初 10 cm であり、3 層施工してやっとコア材に追いつく施工であった。そのため、試験施工を実施し、より合理的な転圧仕様を確立した。この変更により中間材の施工時間が約 30 % 短縮した (写真—5)。

- ・当初：10 cm/層 × 12 回転圧 (1 t 級振動ローラ)
- ・変更：15 cm/層 × 8 回転圧 (4 t 級振動ローラ)



写真—5 4t 級振動ローラ

4. 品質管理試験

ロックフィルダムにおける品質管理試験には、盛立材料の品質管理試験と転圧後の盛立面の品質管理試験がある。前述した急速法によるロック材の密度試験は、盛立材料の品質管理試験である。ここではコア材の盛立面における品質管理試験について述べる。

盛立のクリティカルパスであるコア材の盛立面における品質管理試験の項目と頻度は、徳山ダムでは 1 層毎に 1 回、5 箇所 RI 密度水分計による現場密度試験が規定されていた。また、50,000 m³ に 1 回の頻度で現場透水試験を実施した。

現場密度試験においては、当初の特記仕様書では固定式 RI 使用の場合は、1 箇所 2 方向を測定する規定であり、実際には 10 箇所の測定頻度と同等であった。

これは、コア材の次層施工開始時間が遅くなる要因の一つであった。そこで、写真—6～8 に示すとおり密度が既知の大型土槽にて、砂置換法による現場密度試験、固定式 RI、自動走査式 (SRID) RI の現場密度試験を実施し、比較検討を行った。



写真—6 砂置換法による現場密度試験



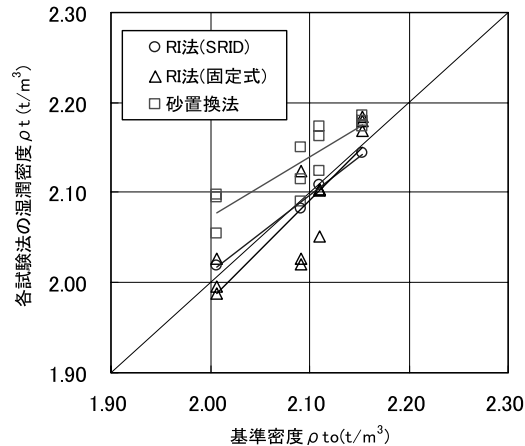
写真—7 固定式 RI による現場密度試験



写真—8 自動走査式 (SRID) RI による現場密度試験

その結果、図—4 に示すとおり自動走査式 (SRID) RI 法が、最も基準密度に近似していることが判明し、現場試験に採用となった。

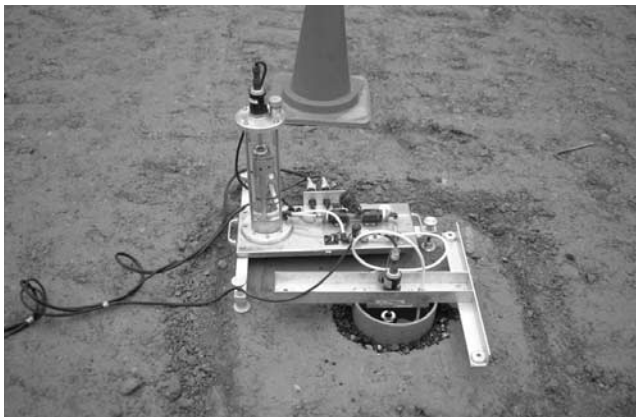
図一4 各手法による密度の比較



この自動走査式（SRID）RI法は1回当りの所要時間が1分間であり、各層の品質管理試験を実施したが、クリティカルパスであるコア材の盛立作業の施工速度に影響することはなかった。

現場透水試験においては、写真—9に示すとおり新工法として、センサーとパソコンにより測定と同時にデータを解析処理して透水係数を算出する自動現場透水試験システムを採用した。従来のコア材における定水位法による現場透水試験は、一定時間水位を保持するために人力で試験ピットに水を供給し、時間あたりの水の供給量を測定して、煩雑なデータ処理にて透水係数を求めていた。したがって、従来の方法では測定結果を迅速に検証することが困難であった。

今回採用した自動現場透水試験システムは、計測管と透水係数の算定およびその後のデータ処理を含めた試験結果帳票出力までが自動化されており、試験業務の労力が大幅に軽減されたことも特筆事項である。



写真—9 自動現場透水試験システム

5. 新技術について

徳山ダムのコア材盛立においては、GPSによる転圧管理システムの実証実験も実施した。

盛立の現状は、現場で締め固め転圧作業を実施しているオペレーター自身による転圧回数の申告や確認、もしくは監視員を現場に常駐させるなどの人間の目視、報告確認を基本としている。

また、盛立の品質管理において、RI法による密度試験、現場透水試験などによる、いわゆる点管理が依然として主流である。これらの試験には人手と時間がかかるなど、管理業務に多くの労力を割いているのが現状である。

一方、近年の大規模土工では、施工機械の大型化や情報通信技術の活用等により、施工の大幅な省力化・効率化が図られている。現場導入が進められている締め固め管理技術はその一つであり、GPSを用いた無人化施工管理システムの開発技術を発端として、現在まで多くの現場で導入され、技術開発が進められている。

これらの流れを受けて、当ダムのコア材盛立におい



写真—10 GPSアンテナが設置された転圧機



写真—11 転圧機の子載用モニター

でも転圧管理システム導入に向けての準備が進められた。一部の転圧機には測定機器を搭載し、写真— 10, 11 に示すとおり試験的に運用を行った。

6. おわりに

徳山ダムの堤体盛立工事については、河床着岩材の盛立において、工程短縮のため降雨の中 20 m 四方の大型テントを用いた施工や、頂部の最後の施工まで 46 t 級のダンプトラックを使用する等、他にも多くの創意工夫や提案が実施されている。ここでは誌面の都合上一部しか紹介できなかったが、機会があれば続編で報告したい。

JCMA



【筆者紹介】
土屋 任史（つちや ただし）
（株）熊谷組
名古屋支店
徳山ダム工事所
副所長



川地 悟（かわち さとる）
（独）水資源機構
徳山ダム建設所
工事課長

建設の施工企画 2005 年バックナンバー 平成 17 年 1 月号（第 659 号）～平成 17 年 12 月号（第 670 号）

1 月号（第 659 号） 建設未来特集	6 月号（第 664 号） 建設施工の環境対策特集	10 月号（第 668 号） 海外の建設施工特集
2 月号（第 660 号） 建設ロボットと IT 技術特集	7 月号（第 665 号） 建設施工の環境対策—大気環境特集	11 月号（第 669 号） トンネル・シールド特集
3 月号（第 661 号） 建設機械施工の安全対策特集	8 月号（第 666 号） 解体・再生工法特集	12 月号（第 670 号） 特殊条件下での建設施工機械特集
4 月号（第 662 号） 建設機械施工の安全対策特集	9 月号（第 667 号） 専門工事業・リースレンタル特集	■体裁 A4 判 ■定価 各 1 部 840 円 （本体 800 円） ■送料 100 円
5 月号（第 663 号） 災害復旧・防災対策特集		

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>

ダム施工における情報化施工

植 木 陸 央

近年、土木施工の分野ではGPS等を利用した移動体測量技術の飛躍的な進歩を背景に、最新の通信技術、コンピュータ技術を組み合わせた様々な施工の合理化技術が実現している。

こうした技術を用いた複数の要素技術を統合し、ロックフィルダムの施工に際して設計図面の電子化から、施工計画、施工管理のプロセスを一元管理した情報化施工事例を紹介する。

キーワード：ダム，土工，情報化施工

1. はじめに

土木工事分野では、急速な技術革新が進む情報化施工技術（IT 施工技術）を応用した、品質向上，工期短縮，コストダウン，環境負荷低減，安全確保などにつながる合理化システムの構築が求められている。本稿で紹介するIT 土工管理システムは，三次元CADによる調査・設計情報の電子化を中心として，GPS測量，ITを駆使した施工機械の計測・制御システムなどを組み合わせたトータルシステムである。

九州電力（株）が宮崎県に建設中の小丸川発電所新設工事において，鹿島建設JVが施工中の上部調整池工事に導入した本システムは，次のような効果を上げた。施工計画の段階では，土工事の進捗状況を三次元CADを用いてビジュアル化することにより，計画の

妥当性を検証できた。次に施工段階では底面部・斜面部のトランジション層（約30万 m^2 ）施工に，三次元施工システムを搭載したブルドーザを使用して，高い仕上り精度（品質）を実現した。また人力作業を大幅に削減して，安全施工，工程短縮に大きな成果を上げた（写真—1，図—1）。

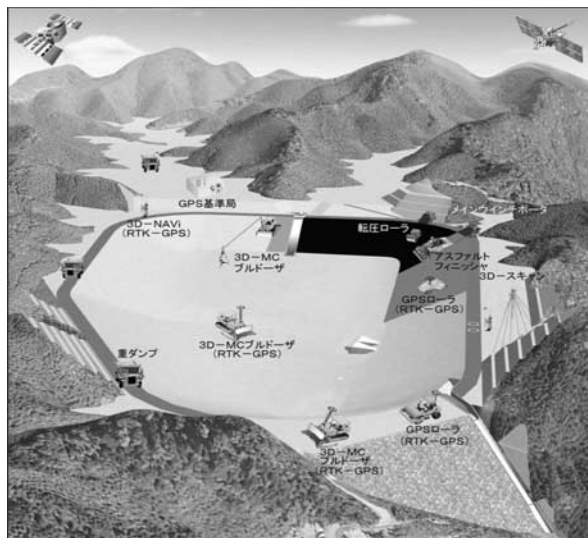
2. システムの概要

当調整池の造成は，以下の特徴がある。

- ①大瀬内ダム，かなすみダムの構築を中心とした，掘削量670万 m^3 ，盛立量450万 m^3 の大規模土工事であり，1日当たりの土工量も多い（実績1.7万 m^3 /日）。
- ②外部に原石山がないため，調整池内部に点在する



写真—1 調整池全景



図—1 システム概念図

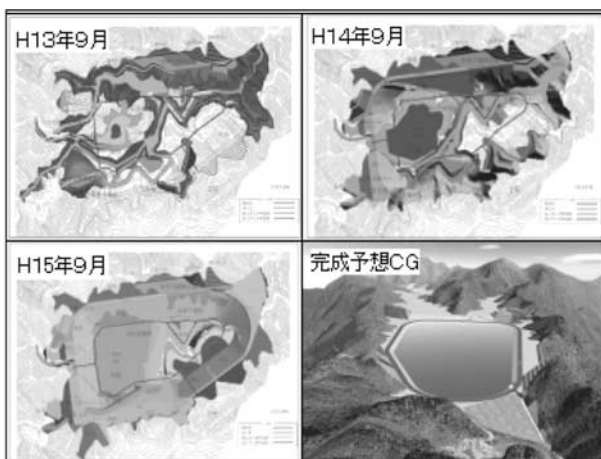
の出力例を図—5に、アスファルトフェーシング施工レーン作成例を図—6に示す。

(2) 三次元ワンマン測量システム (3D-NAVi システム)

RTK (リアルタイム・キネマティック) -GPS を利用したリアルタイム測量システムである 3D-NAVi システムは、測量員が携帯する GPS アンテナの位置をリアルタイムに測定できる。この際、測量の用途に応じて用意した三次元化された地形図、設計図、施工図等をパソコンコンピュータ上に展開し、測定された座標は図面上に表示される (図—7)。

システムの特徴は、以下のとおり。

- ①参照する図面が市販の地図等ではなく、3D-CAD で作成した各種の工事用図面 (設計図、施工図、地形図等) であるため、正確かつ迅速な測量作業が実現する。
- ②測量員が目標点に簡単に到達できるように、各種の誘導ツールを備えている。
- ③地図情報が三次元化されているため、平面的に誘導されたポイントでの計画高さ (掘削形状や盛土形状等) に対する現況との高さの差が把握できる。
- ④システム内に保存された測量結果は、3D-CAD 上で最新の状況、出来形として利用される。



図—5 施工シミュレーションと景観 CG

(3) ダンプトラックナビシステム

ダンプトラックナビシステムは、ダンプトラックの運搬回数のみを正確にカウントすることで土工数量をタイムリーに把握するシステムであり、土工数量を把握するための測量作業を大幅に省略することができる。

本システムは、ダンプトラックに搭載した

- ・車両位置を連続監視する S (スタンドアローン) -GPS
- ・ベッセルの動作を検出するセンサ
- ・岩級区分スイッチボックス
- ・無線通信装置

により取得する積込／荷卸の三次元座標と、積載した材料の岩級区分の情報を重ねて、「何を、どこから、どこへ」運んだという運搬サイクルを確定する。

運搬サイクルのデータは現場内の管理システムに無線伝送して、全ダンプトラックの運搬土量として集中管理し、あらかじめ 3D-CAD によって設定した切土場・盛土場を三次元のゾーンとして区分した情報と組み合わせて集約される (図—8)。

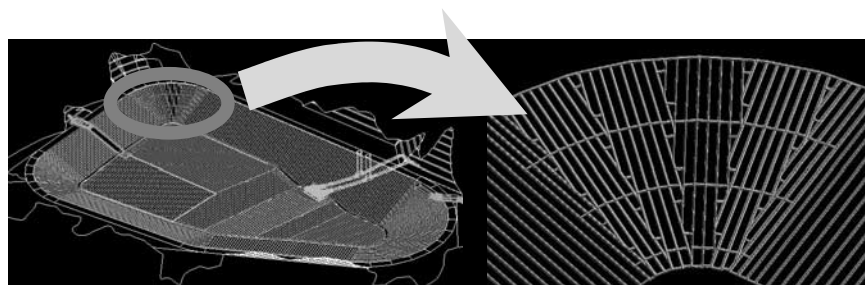
当工事では 45 ～ 62 t 級の重ダンプトラック 13 台に本システムを搭載し、日々の土工量管理に利用した。自動集計されるデータは材料区分別、切土場別、盛立場別の各種管理帳票となり、日報、月報として出力する。本システムで自動出力する帳票は以下のとおり。

- ①ダンプ別運搬実績表 (日報)
- ②土取場/盛立場/岩級別運搬実績 (日報)
- ③土取場/盛立場/岩級別運搬実績 (月報)
- ④出来高推移グラフ (累積)

本システムの運用に伴って、日々の出来形数量にシステムの集計結果を適用した。この結果、出来形数量を把握するための測量の頻度が大幅に低減することとなった (50 人日 / 12 ヶ月)。

(4) 三次元施工システム (3D-MC)

本システムは、3D-CAD で作成した三次元設計デ



図—6 アスファルトフェーシング施工レーン作成例

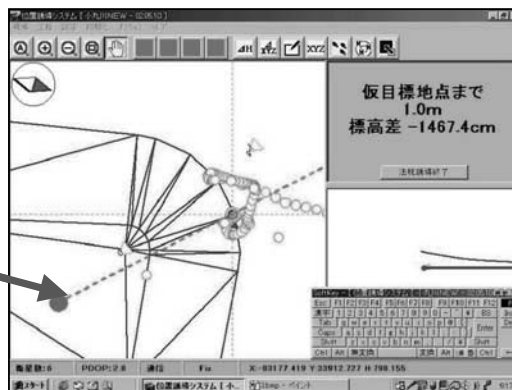


図-7 三次元ワンマン測量システム



図-8 ダンプトラックナビシステム

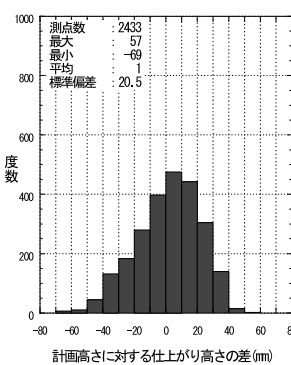
ータと、RTK-GPSや自動追尾トータルステーション(TS)により、重機の三次元位置情報をリアルタイムに測定し、設計データどおりに重機の作業装置の動きを制御するシステムである。本システムを利用することにより、三次元設計データがブルドーザの排土板の動きとして現場で再現されるため、事前の測量作業を省力化し、高速度、高精度のまき出し、仕上げ整形が可能となった。

RTK-GPSを利用した32t級ブルドーザは、ロック盛立及び斜面部トランジション下層(層厚300mm)に使用し、より高精度なTSを利用した15t級ブルドーザは、斜面部トランジション上層(層厚300mm)に使用した。底面部トランジションのまき出しには、回転レーザを利用したモータグレーダを使用した。

特に斜面部トランジションは、1:2.5の勾配であり、法尻及び法肩にR=30mの曲線形状をしており(写真-2)、従来このような整形作業には、多くの丁張を設けて油圧ショベルで整形しながら、検測作業を並行させる作業形態であった。

そうした方法とは全く異なる今回の施工方法では、

トランジション



レベリング・マカダム層

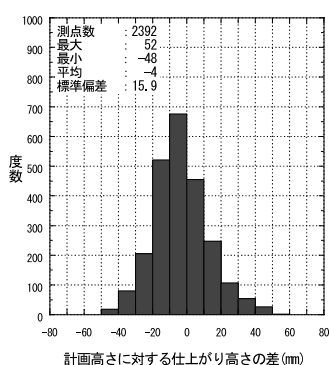


図-9 トランジション仕上がり精度

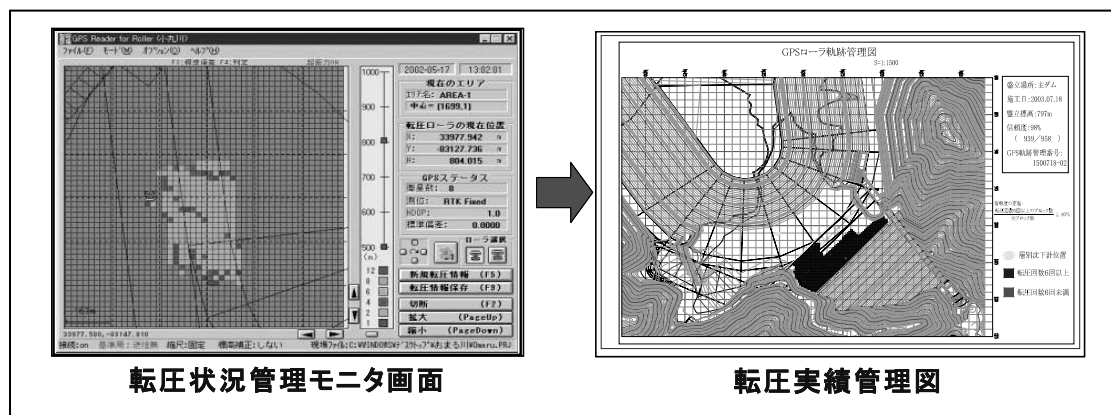


写真-2 TSブルドーザ

測量システムの特性を生かした2種の機械の併用により、全面をブルドーザによりまき出し、重機作業用の測量作業なしで高精度に仕上げる事ができた(図-9)。

(5) 締め固め管理システム

本システムは、転圧作業の方法が事前の試験施工による転圧回数規定で管理されることに着目したもので、盛土締め固めに使用する転圧ローラにRTK-GPSを



図ー10 締固め管理システム

搭載し（写真ー3）、連続監視した転圧軌跡により施工範囲全域の転圧回数を管理し、その結果を表示、保存する。

オペレータに対する表示画面には、3D-CADで作成した地形図上に2mメッシュを記載して、機械の現在位置を表示する。メッシュはオペレータに対し仮想の転圧レーンを示し、転圧回数ごとにメッシュの表示色が変わるため、日々の作業範囲を過不足なく規定の転圧回数で施工が完了する。

保存したデータは、事務所の解析プログラムで処理し、機械別、施工エリア別、層別の転圧管理図（走行軌跡図、合否判定図）を作成する（図ー10）。

メッシュごとの合否判定結果は3D-CADに移管し、三次元情報として総合的に管理する。このため、施工時期や施工機械が異なっても、任意の範囲、任意の標高を指定してCAD図上で転圧結果が確認できる。

本システムの運用にともなって、事業者との協議により、RI法による現場密度試験の頻度を約20%低減した。

3. おわりに

今回導入したシステムは、他工事での実績があるものの、新規に導入したものを加えて、過去に例のない大規模で土工施工の全般にわたるシステムとなった。このようなシステムの構築には、事業者と施工者が一体となった取り組みがあり、特に出来形数量管理、転圧回数管理等の手法にシステムの成果が導入され、従来とは違った手法による管理が実現し、作業工程の短縮、工務事務の大幅な削減等、大きな成果につながった。

また、事業者側では三次元データとして得られた各種の施工情報がGIS（地理情報システム）を利用した工事管理システムに引き継がれ、各種の調査・計測結



写真ー3 締固め管理システム搭載の斜面用ローラ

果と組み合わせて将来の維持管理につながるトータルシステムとなった。

また、三次元施工システムには、油圧ショベルのバケット誘導システム等、当工事で使用した機種以外のものもあることやGPS測量技術等は、より高精度な測量システム、より低価格な測量システムを選択することが可能になったことで用途に応じた選択範囲がある。

最後に、今回の一連のITシステム導入にあたり、ご理解とご指導いただいた九州電力(株)小丸川発電所建設所上部ダム工事区の皆様に深く謝意を表します。

JICMA

《参考文献》

- 1) 田代幸英・穴井幸康・石田次夫：全面遮水壁型調整池におけるITを用いた施工及び工事管理，電力土木，No.309 2004年1月

〔筆者紹介〕

植木 睦央（うえき ちかお）
鹿島建設株式会社
機械部
技術1グループ長



インド国プルリア揚水発電所 上ダム河流処理の設計と施工

高 木 慎 悟・浅 井 隆 治

プルリア揚水発電所は、西ベンガル州電力公社（WBSEB）が日本政府の円借款によって 2002 年 3 月から土木工事が進められている出力 900 MW のインド初の大型純揚水発電所である。計画地点はインド東部西ベンガル州都コルカタから西へ約 300 km に位置する。本稿では、プロジェクトの概要、及び上ダムの河流処理の設計と施工について報告する。

キーワード：インド、西ベンガル州、プルリア、揚水発電、円借款

1. はじめに

1991 年から始まったインドの経済開放政策の導入から目覚ましい経済発展をとげているインドだが、一方で交通、港湾、電力といった基本インフラが未発達であり、常にさらなる経済発展の足枷になっていることが指摘されている。

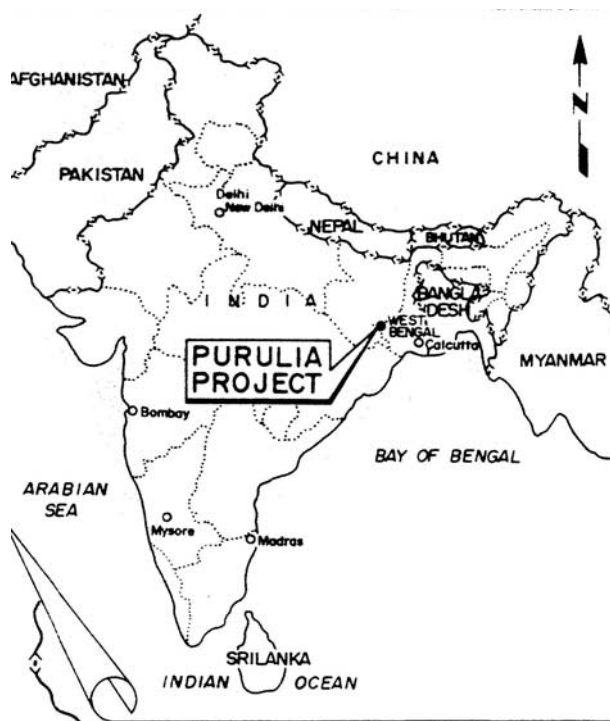
インドの電力基本体制は各州に州公営企業が発電、送電、配電を行っている一方、中央政府電力省傘下に全国火力発電公社、全国水力発電公社及び送電公社が複数州にまたがる発送電を行い州電力供給の補完を行っている。また、近年民間資本に対して電力事業を開放しており、少しずつではあるが、民間の発電会社による発電事業も行われるようになってきている。

2007 年 1 月末のインド全体の発電設備は約 1 億 2,800 万 kW である。これは日本の電力設備出力の約半分である。

プルリア揚水発電所が位置する西ベンガル州はインド東部の有力州で州都はコルカタ（旧称カルカッタ）。ニューデリーに遷都する前の英領インドの首都でもあった（図—1）。

西ベンガル州内の設備出力は約 550 万 kW で、主に石炭を燃料とする負荷追従に難のある火力発電設備が全体の 95 % を占めている。この様なびつな発電設備構成となっている西ベンガル州政府は、負荷追従性が良く、既存の石炭火力発電所の効率的運転に寄与させるために、大型揚水発電所の建設を計画することとなった。

西ベンガル州政府は 1990 年から 2 年間かけてプルリア揚水発電所 Detailed Project Report (DPR) の



図—1

作成を行い、インド中央政府のプルリア揚水発電開発承認を 1994 年に得た。引き続き西ベンガル州政府はプルリア揚水発電計画を具体化するため、詳細設計及び入札書類の作成を行った。DPR の作成及び詳細設計、入札書類の作成は日本の電源開発(株)とインド国営の水資源・電力専門のコンサルタント会社 WAPCOS とのジョイントベンチャーによって作成された。資金は日本の国際協力銀行の ODA 資金が当てられた。

州営電力公社によって 1999 年より土木工事、水門鉄管工事及び主要電気機械の入札が行われ、土木工事

は大成建設、水門鉄管工事は三菱重工業、主要電気機械は三井・東芝がそれぞれ受注した。土地の収用等が済んだ2002年3月から土木工事が開始された。土木工事の工期は59ヶ月である。

2. プルリア揚水発電計画概要

(1) 位置

プルリア揚水発電計画は西ベンガル州都コルカタから西北西に300 km離れた西ベンガル州プルリア郡アヤジョヤ高原を源流とするキストバザル川に上ダム、下ダムを設け、その間の有効落差177 mを利用して行う合計出力90万kWのインドでは初めての大規模純揚水発電計画である。

(2) 計画概要

上ダムは高さ71 mのセンターコア型ロックフィルダム、下ダムも同じく高さ95 mのセンターコア型ロックフィルダムである。

導水路・水圧鉄管は直径7.7 mの水圧管路を経て48度の斜坑、そして下部水圧管路にてY型分岐により2条から4条の水圧鉄管から地下発電所に繋がる。

地下発電所内には22万5千kWのフランシスタイプの水車ポンプ／発電電動機が設置される。放水路は発電所から4条の放水トンネルののち合流管で2条となり直径8.7 mの放水路を経て下ダムに繋がる。最大使用水量は600 m³／秒である。

全号機の運転開始は2007年12月の予定である。

計画の諸元を表―1に、計画平面を図―2に示す。

(3) 計画地点の地質

プルリア計画地点は概ねなだらかな高原状の地形をなしており、最高標高は610 mである。地質はプロジェクトサイト全体にプレカンブリア紀の片麻岩及び花崗片麻岩が分布しており、一部にペグマタイトの脈層が見られる。地質的には安定しており、プロジェクト一帯に大きな断層、弱線は見られない。

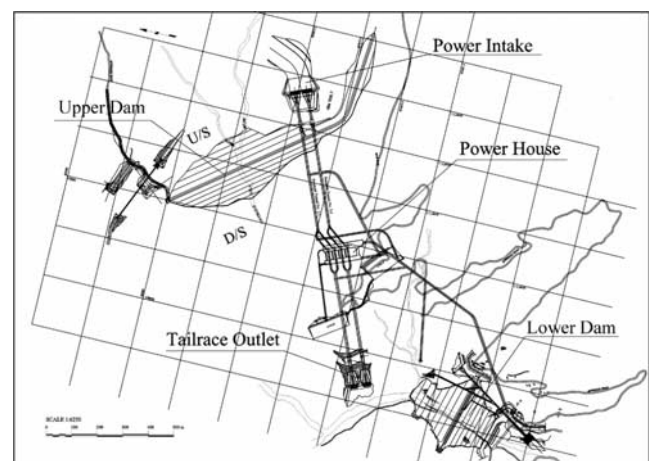
3. 上ダムの河流処理の設計・経緯・設計変更

(1) ダムの設計

上ダムはダム軸位置の地形から堤長が本ダム部分で1 km、副ダム部分を合わせると1.5 kmとなることからロックフィル式とコンクリート表面遮水壁式のダム形式について施工性、材料の調達性、完成後の補修及

表―1

設備出力 (最大)	225MW × 4 台 = 900 MW
有効落差	177.00 m
最大使用水量	150 m ³ /s/台 × 4 台 = 600 m ³ /s
1. 上池 集水面積 ダム形式 ダム高 ダム頂長 有効容量	9.25 km ² 中央遮水壁型ロックフィルダム 71 m 1,505 m 13.0 × 10 ⁶ m ³
2. 下池 集水面積 ダム形式 ダム高 ダム頂長 有効容量	9.25 km ² 中央遮水壁型ロックフィルダム 95 m 310 m 13.0 × 10 ⁶ m ³
3. 取水口 形式 寸法	鉄筋コンクリート横取式 B 40 m × H 17.7 m × 2 基
4. 導水路 条数 × 直径 × 延長	2 条 × 7.7 m × 87.5 m
5. 水圧管路 条数 × 直径 × 延長	2 条 × 7.7 ~ 7.3 m × 485 m (上部・斜坑) 4 条 × 4.3 ~ 3.2 m × 74 m (下部)
6. 放水路 条数 × 直径 × 延長	4 条 × 5.6 m × 95 m 2 条 × 8.7 m × 400 m
7. 放水口 形式 寸法	鉄筋コンクリート横取式 B 28 m × H 17.5 m × 2 基
6. 発電所 高さ × 幅 × 延長 ポンプ水車 発電機	地下式 48.0 m × 22.5 m × 157 m 水車出力 230 MW ／ポンプ入力 250 MW × 4 台 縦軸フランシス型 250 r.p.m. 250 MVA/255 MVA × 4 台 同期発電電動機 3 相 50 Hz



図―2 計画平面

び経済性を元に検討した。結論として、当地でのセメントの調達性、夏季は気温が摂氏40度を超える日が続くことから、経済性ではほとんど差異は無かったものの、中央遮水壁ロックフィルタイプを採用した。盛り

立て材料は、コア材料についてはダム近傍及び貯水池内の片麻岩及び花崗片麻岩の風化残留土を採取し盛り立て材料とした。ロック材は貯水池内及び近傍の原石山から堅硬な片麻岩及び花崗片麻岩を採取し盛り立てた。フィルター材は同原石山から採取した材料をクラッシングプラントで粒度調整し盛り立てた（図—3）。

(2) 経緯

プルリア揚水発電工事は当初入札手続きの遅れ、及び森林地域の土地収用に時間を要し、当初の着工予定より約4ヶ月半遅れて2002年3月12日着工された。しかしながら、当地ではほとんどの降水が6月中旬から9月下旬のモンスーン期に集中する、典型的なモンスーン気候である。

着工が遅れた分を単純に工程をスライドすると、当初2005年7月1日から予定していた上ダム、下ダムの湛水が4ヶ月半延びるが、2005年のモンスーン期に貯留できないこととなり、2006年のモンスーンまで湛水を待たなければならなくなる。従って発電所の運転開始も一年伸びてしまうことになる。

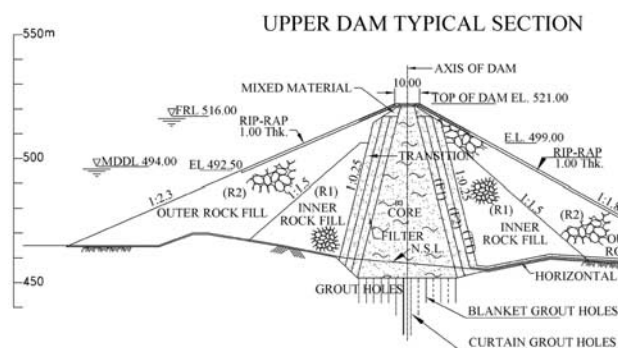
そこで、着工から湛水開始までの工程を短縮し、湛水開始を当初通り2005年7月1日から開始できるように、湛水までに完了しなければいけない明かり工事の工期短縮を行った。

上ダムの河流処理の当初計画はダム軸地点の河床幅が広く、なだらかな地形であったので、半川締め切り方式の河流処理を行い、盛り立てを行う予定であった。しかし、上述の様に、湛水開始までの工期短縮、及び確実な河流処理を行うため、土木工事着工後バイパストンネル、及び暗渠を河床部に設けた堤内バイパス案を検討した。

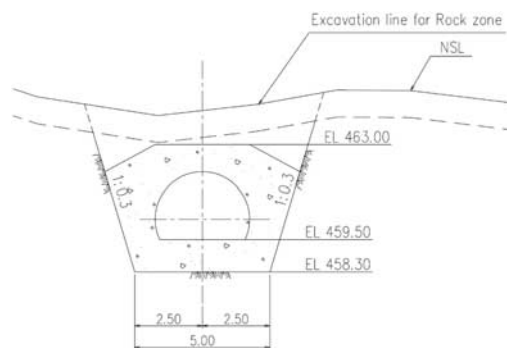
バイパストンネル案はそれ自体工期の延長要素となること、コスト増になることから、河床にトレンチカットを行い、コンクリートボックスカルバートを設け、転流する案が可能な検討を行った。

(3) ボックスカルバートの設計（図—4、5）

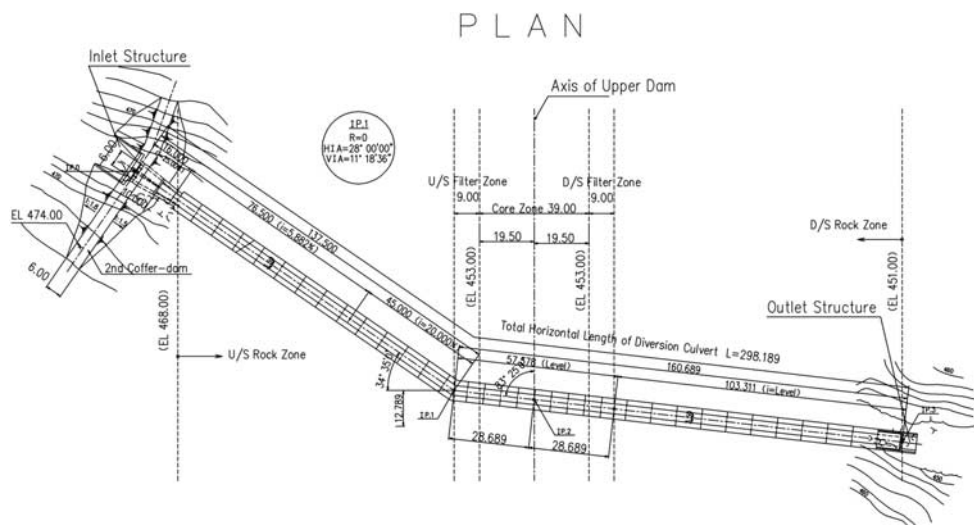
堤内を上下流方向に横切る構造物の設置はあまり日本では例を見ない。しかし、計画地点のダム基礎は非常に硬く安定した片麻岩ないしは花崗片麻岩であるこ



図—3 上ダム標準断面



図—4 標準断面（ボックスカルバート）



図—5 ボックスカルバートのレイアウト

とが確認できたこと、諸外国では堤内にボックスカルバートを設け、転流に使用した例もあることから、注意深い施工と接着部に適したコア材料を選択出来れば、ダム機能を損なうことはない判断し、上下流を貫通するボックスカルバートによる下流処理を採用することとした。

対象設計洪水量は 25 年洪水確立 $77 \text{ m}^3/\text{秒}$ を採用した。

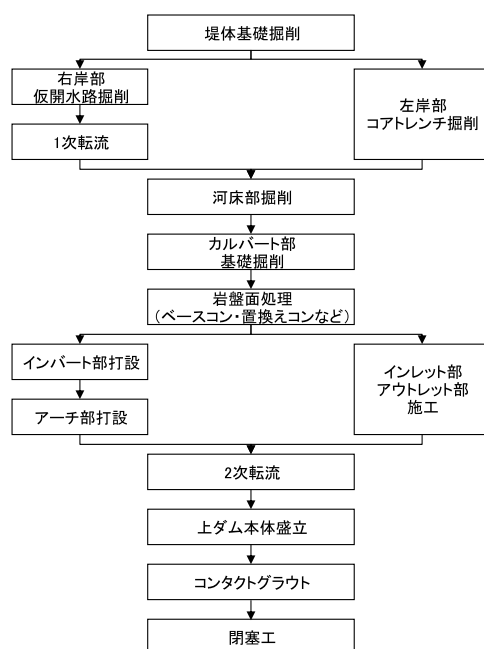
ボックスカルバートの基礎となる河床勾配、及び洪水時の上流側水位を考慮して水理計算を行って内空断面を決めた。また、ボックスカルバートとダム基礎岩盤の段差による基礎形状の急変をさけるため、他のプロジェクトのボックスカルバートタイプのグラウトギャラリー例を参考に、段差が 1 m 以内に押さえるようカルバート掘削形状を決めた。

またボックスカルバートの構造計算はコア、フィルター、ロック材の上載過重を考慮して行った。構造計算に当たっては、周囲の岩盤と一体となすモデルを構築して、2次元 FEM によって解析し、コンクリート断面及び鉄筋量を決定した。ボックスカルバートのブロック割りは、垂直方向の変位量を考慮し、コア敷き部分を 6 m、それ以外のフィルター部、ロック部は 9 m とした。

4. 上ダム転流工事の施工

(1) 施工概要

上ダム転流工事の施工フローを図—6 に示す。



図—6 施工フロー

本稿ではカルバート部基礎掘削以降を記載する。

(2) 掘削工事

(a) カルバート基礎掘削（写真—1, 2）

カルバート部の掘削は、プレスプリット工法により施工した。穿孔は 180 kg 級のクロードリルを使用し、 1.6 m^3 級バックホウにて 32 t 級ダンプトラックへ積み運搬を行った。最下流のロックゾーンにおいては、岩盤線が低く変更設計どおりの形状での掘削が不可能であったため、発注者・コンサルタントと協議の上、アーチ部分を岩着から埋戻し形式に構造変更を行った。



写真—1 掘削状況（上流側より下流を望む）



写真—2 プレスプリット穿孔

(b) 岩盤面処理（写真—3）

ボックスカルバートは、岩着を基本とするため掘削が終了した岩盤は、人力により入念に岩盤面処理及び岩盤清掃を行った。現地で購入できるシャモジとタライを使用し、日本より 100 V の発電機と低水位用水中ポンプを持込み、コンクリート打設直前まで清掃を継続した。インドにおいて人海戦術はコスト的に最も安価な方法である。



写真—3 岩盤清掃状況

(3) コンクリート工事

コンクリート工事は掘削と平行して、2002年12月より開始された。インバート部とアーチ部の2回打ちとし、打継目は人力によりチップングを行い水密性の確保をした。

また、ブロック間の継目は、変形に対する追従性を確保するために、鉄筋の貫通を行わずコンクリート表面も無処理とし、塩ビ製の止水板を設置した(写真—4, 5)。

コンクリートの打設は、インド製定置式コンクリー



写真—4 打設前清掃状況



写真—5 継目状況

トポンプを使用した。バッチャープラントからの距離が遠い(約15km)ことや、定置式コンクリートポンプの配管切替えに時間を要することなどから、平均打設量はインバート、アーチ共に10～16m³/hrであった(写真—6)。



写真—6 コンクリート打設状況

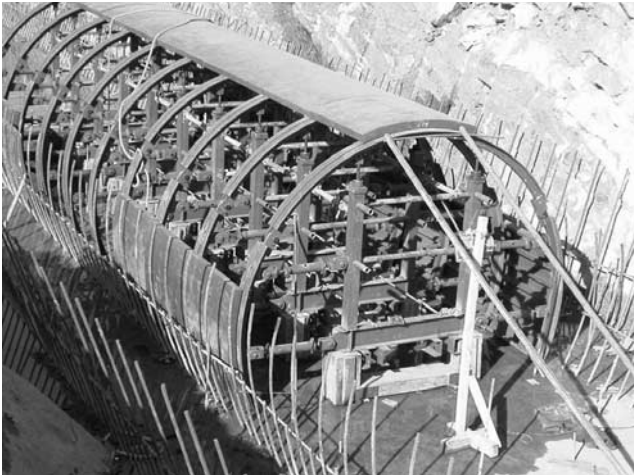
また、3月からは暑季となり、日中の気温が40度を超えるようになるため、打設は夜間を原則とし、19時スタートでの打設を行った。なお、当工事の特記仕様書によるコンクリートの打込み温度制限は32℃であり、骨材への散水、チラーの使用およびトランジットミキサーへの濡れ麻布による養生などの手法により、温度管理を行った。

コンクリートの打設は2002年12月31日に開始された。6月中旬からの雨期までには構造物を完成させ、転流を行う必要があったため、5ヶ月半(約170日)で全34BLの他、呑み口および吐け口の構築を行う必要があり、工程的に厳しい制約となった。特にインレット部は傾斜した構造であり、また、円形断面と矩形断面の接続部であるため、非常に手間がかかることが予想され早期に着手する必要があった。

このような工期的な条件と、縦断・平面の線形を考慮し、アーチ用のスライドセントルを5基導入し、作業箇所を増やすことにより要求工程の達成を目指した。

アーチ用スライドセントルは、インド・エッセン社(西ベンガル州カラプール)製でありジャッキとターンバックルによりセット・リリースを行い、車輪により移動する形式である(写真—7)。

アーチの脱枠は、初期強度の発現を確認した上で打設後7日とし、一回目の移動には時間がかかったが、最終的には12～13日のサイクルで打設を行うことが



写真—7 セントル組立状況



写真—9 全景



写真—8 セントル漸変部



写真—10 コア材の盛立

出来た。また、写真—8のような円形から矩形への漸変部のような複雑な形状の部分もあったため、日本より2名の熟練した大工を派遣し、直接指揮の下施工を行った。

インド国内において、技能工の不足、資機材調達に関する問題等々を克服し、2003年7月中旬、全てのコンクリート打設を完了し、二次転流を開始した(写真—9～11)。

(4) 閉塞・湛水開始

転流後、全面的にダム盛立を開始し、マイルストーンである2005年7月2日の湛水開始を無事迎えることができた。

ゲート2基による呑み口の閉鎖を行い、その後、カルバート内部においてプラグコンクリートの打設、クレーリングを実施し、2005年末、冬期に入ってからコンタクトグラウトの施工を開始し、2006年3月、当工事の全てを完了した。



写真—11 二次転流

5. おわりに

本稿ではインドプルリア揚水発電計画の上ダム河流処理方法について紹介した。日本国内ではあまり一般的ではないフィルタイプダムの堤内バイパスによる河流処理を安全に施工することが出来たことを紹介し

た。プルリア揚水発電工事は現在土木工事、水門鉄管工事は完了し、電気機械工事が鋭意進められており、今年中に4台の運転開始が見込まれている。 JICMA



【筆者紹介】

高木 慎悟（たかぎ しんご）
電源開発株式会社
プルリア揚水工事監理事務所
所長代理



浅井 隆治（あさい りゅうじ）
大成建設株式会社
国際事業本部
国際土木支店
土木積算部
第二積算室
課長

建設の施工企画 2006 年バックナンバー

平成 18 年 1 月号（第 671 号）～平成 18 年 12 月号（第 682 号）

1 月号（第 671 号）

夢特集

5 月号（第 675 号）

施工現場の安全特集

10 月号（第 680 号）

情報化施工と IT 特集

2 月号（第 672 号）

環境特集 温暖化防止に向けて
（大気汚染防止・軽減）特集

6 月号（第 676 号）

リサイクル特集

11 月号（第 681 号）

ロボット・無人化施工特集

3 月号（第 673 号）

環境特集 環境改善（水質浄化・土壌浄化）

7 月号（第 677 号）

防災特集

12 月号（第 682 号）

基礎工事特集

4 月号（第 674 号）

特集 品確法 公共工事の品質
確保

8 月号（第 678 号）

標準化特集

■体裁 A4 判

■定価 各 1 部 840 円
（本体 800 円）

9 月号（第 679 号）

維持管理・延命化・長寿命化特集

■送料 100 円

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>

大松川ダム—グラウト工事（コンクリートダム） —新第三紀層を基礎岩盤とし，地下水構造に着目した止水設計—

田 口 郁 夫

水を貯めるダムにとって，グラウト工事は単に貯水のロスを防ぐだけでなく，ダム本体や周辺地山の安定を保つという，施工中及び施工後とも表には出てこないが，非常に重要な工事である。

一方，グラウト工事のボーリングマシンによる削孔，セメントミルクの注入という施工の基本は，グラウト工事が採用されてから基本的に変わっていない。

しかし，近年，注入制御方法の合理化への取り組みや，グラウト技術指針の改訂など，グラウト工事の条件そのものは，現代の建設産業の流れを受けて確実に変化している。本報文では，一般的な重力式ダムのグラウト工事の概要について紹介する。

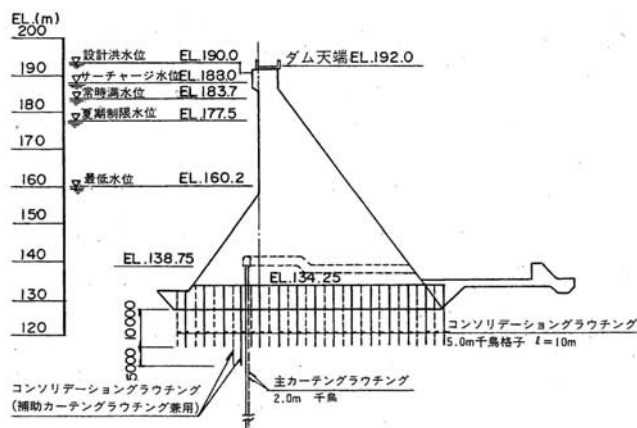
キーワード：グラウト技術指針，ルジオン，地下水構造

1. 概要

大松川ダムのグラウト工事は，平成4年1月から平成9年12月にかけて行われ，次のものが施工された。

- ①堤体コンソリデーショングラウチング
- ②カーテングラウチング
- ③断層処理グラウチング
- ④上流側止水板周辺グラウチング
- ⑤仮排水トンネル閉塞コンソリデーショングラウチング

本文では，堤体コンソリデーショングラウチング及びカーテングラウチングについて述べる（図—1）。



図—1 グ라우チング施工概要図

2. コンソリデーショングラウチング概要

(1) コンソリデーショングラウチング基本計画

大松川ダムでは，基礎岩盤の均一化を図り，変形性を改善するとともに岩着部付近の基礎岩盤の遮水性を改良するために，コンソリデーショングラウチングを施工した。

(2) 施工範囲

施工範囲は，基礎岩盤の緩みの影響が考えられる堤体の基礎岩盤全面に施工した。

(3) 孔配置・間隔・改良深度

①孔配置・間隔

孔配置は，基礎岩盤の透水性が10～20 Lu と高く，縦方向の割れ目も多いことから，当初計画では2.5 m 格子を基本としたが，平成4年度に行った実施工を兼ねたグラウチング試験の結果，5 m 千鳥（3.536 m 格子）のパターンとし，3次孔までを規定孔とした（表—1，図—2）。

②改良深度

大松川ダムの基礎岩盤は10～20 Lu 以上の高透水ゾーンを呈していることを考慮し，コンソリデーションの孔深は10 m（2ステージ）を標準とした。

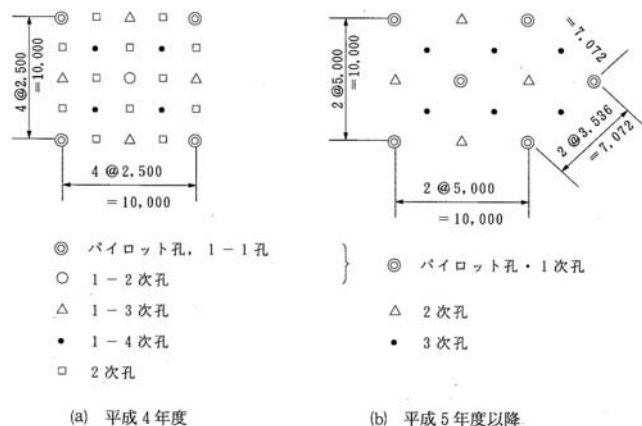
(4) 改良目標値

5 Lu：非超過確率85%以上，ただし，カーテン軸

表—1 コンソリデーショングラウチング試験実績

平成4年度グラウチングテスト呼称			パイロット孔 1 - 1	1 - 2	1 - 3	1 - 4	規定孔 2 次 孔
孔 間 隔 (m)			10	7.071	5	3.536	2.5
ステ ジ	1	孔 数	21	14	35	58	100
		ルゾン値 85%非超過確率値 (Lu)	35.9	18.1	3.7	2.2	1.2
		平均単位セメント量 (kg/m)	169.3	99.0	38.8	8.6	8.2
	2	孔 数	21	14	35	58	100
		ルゾン値 85%非超過確率値 (Lu)	22.6	8.8	11.0	2.1	1.1
		平均単位セメント量 (kg/m)	108.3	61.9	142.7	61.1	13.8
	3	孔 数	4	—	3	3	6
		ルゾン値 85%非超過確率値 (Lu)	5.6	—	5.3	34.5	1.8
		平均単位セメント量 (kg/m)	64.1	—	12.6	188.1	55.5
平成5年度以降の呼称			1 次 孔		2 次 孔	規定孔 3 次 孔	追加孔

施工は平成4年度に河床部6, 7BLで行っている。



図—2 コンソリデーショングラウチング孔配置

から上流の非超過確率は95%以上とした。

(5) 施工時期

基礎岩盤はC_M級の硬質頁岩を主体とするが、亀裂が多く、透水性が高いことから、グラウトのリークを防止し、グラウチング効果の向上を図るため堤体コンクリートを2リフト(3m)以上打設後に施工した。

(6) グラウト配合

1:10, 1:8, 1:6, 1:4, 1:2, 1:1とし、普通ポルトランドセメントと分散剤としてポゾリス N0.8をセメント量の0.25%使用した。

初期配合は、透水試験、水押試験の結果から、次のとおりとした(表—2)。

表—2 グラウト初期配合

注入前 Lu	Lu < 10	10 ≤ Lu < 20	20 ≤ Lu
初期配合	1 : 10	1 : 8	1 : 6

(7) 配合切替基準

グラウトの配合切替は透水試験、水押試験による初期配合から、600リットルから400リットルの注入を経て順次濃い配合へ切り替え、1:1で完了もしくは中断するまでとした。ただし、総注入量は3,800リットルとした。

(8) 注入圧力

第1ステージ : 0.3 MPa

第2ステージ : 0.3 (0.4) MPa

第3ステージ以上 : 0.4 (0.5) MPa

() 内は平成5年度以前の圧力

なお、水押時に限界圧力が認められた場合、限界圧力 + 0.1 MPa とした。

(9) 注入速度

①注入速度は6リットル/min/mを上限とした。

②注入圧力まで昇圧速度は5分間で0.2 MPaを目安とし、規定注入圧力の1/2に達してから5分間を保持して注入し、その時の注入深度をそのステージの規定圧力に達するまでの注入速度とした。

③②の注入速度が2リットル/min/m以下の場合は2リットル/min/mとした。

(10) 変位置

コンクリートの変位置量は0.2 mm以下とする。0.1 mm程度となった時点で、注入速度を落とすなどの制限をした。

3. コンソリデーショングラウチング施工仕様

主な施工仕様は次のとおりである。

(1) 削孔機械

基礎岩盤の性状、孔の深さ等を考慮し、ロータリーボーリングマシンとした。一般孔はφ 46 mm のノンコアリング、パイロット及びチェック孔はφ 66 mm のオールコアリングとした（写真—1）。



写真—1 ロータリーボーリングマシン

(2) ルジオン算出

ルジオン値は当時の技術指針である「ルジオン施工

指針（案）同解説」を参考にステージ毎の昇圧を設定し、算出した。

(3) 施工方法

1 ステージ 5 m のステージ方式により、中央内挿法により施工した。

(4) 追加基準（表—3）

4. コンソリデーショングラウチング施工実績

(1) 施工実績

コンソリデーショングラウチングの施工実績は、表—4 に示すとおりである。

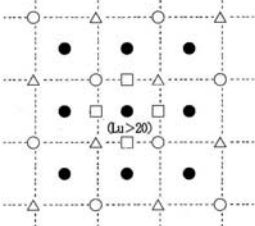
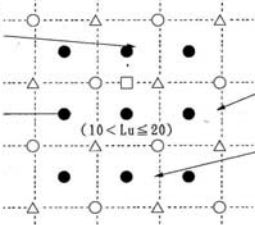
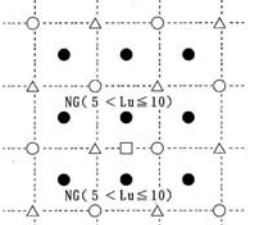
表—4 コンソリデーショングラウチング施工実績

孔 区 分		規 定 孔			追 加 孔			計孔	全 孔
		P・1次孔	2次孔	3次孔	4次孔	5次孔	6次孔		
ス	1ステージ	266	267	561	160	18	2	43	1,317
テ	2ステージ	266	267	561	120	8	—	43	1,265
1	3ステージ	59	63	131	32	5	—	19	309
ジ	4～5ステージ	18	19	31	12	3	—	2	85
数	小 計	609	616	1,284	324	34	2	107	2,976

(2) 改良傾向と効果判定

コンソリデーションの注入実績として、左岸部、河

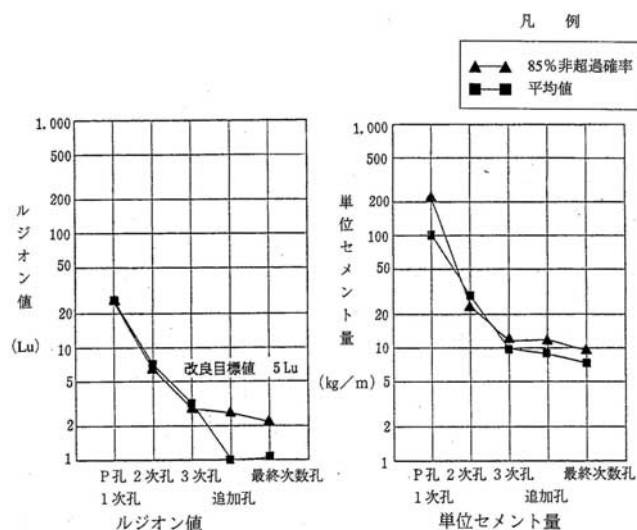
表—3 コンソリデーショングラウチング追加基準

① 最終次数孔（3次孔）のうち、20Luを超える孔がある場合、隣接して向かい合う全ての3次孔（4孔）との中心に追加する。		④ 最終次数孔（3次孔）の第1および第2ステージのルジオン値が上下に連続して5Lu以下を満足しない場合、隣接して向かい合う最終次数孔（3次孔）のいずれか大きいルジオン値を示す孔との中心に1孔中央内挿法で追加する。 なお、追加孔の第1および第2ステージのいずれかのルジオン値が改良目標値に達していない場合は、順次同様に追加する（図—2に準ずる）。
② 最終次数孔（3次孔）のうち、10Luを超える孔がある場合、隣接して向かい合う2次孔のいずれかルジオン値の大きい方との中心に追加する。	③ 4孔のうち1番目のルジオン値が大きい 4番目のルジオン値が大きい 	⑤ 改良目標値に対する非超過確率は85%以上とする。
③ 隣接して向かい合う最終次数孔（3次孔）のうち、両孔が5Lu以下を満足しない場合、2孔の中心に追加する。		⑥ 4次孔（追加孔）において、そのルジオン値が改良目標値に達しない場合、上記①～④に準拠して追加孔（5次孔）を実施する。

【凡例】

○ : P・1次孔 △ : 2次孔 ● : 3次孔 □ : 追加孔

NG : 5 < Lu ≤ 10 G : Lu ≤ 5



図—3 コンソリデーショングラウチング遞減図

床部、右岸部に区分して改良傾向と効果判定を行った。

ルジオン値及び単位セメント量は、全域にわたって次数の進行に伴う遞減が明瞭であり、改良目標値 5 Lu を満足していた (図—3)。

5. カーテングラウチング概要

(1) カーテングラウチング基本計画

カーテングラウチングは、貯留水が基礎岩盤または地山を通じ漏水することを抑制するとともに、ダム底面に作用する揚圧力の低減を図り、浸透流による基礎岩盤のパイピングを防止すること等を目的として施工した。

(2) 施工範囲の考え方

カーテングラウチングの施工範囲は、貯水位、地形、地質、岩盤性状、ダム基礎の透水性及び地下水位等を考慮して決定する。

通常、カーテングラウチングの範囲は、改良目標値に達する範囲及び地下水位とサーチャージ水位が交わる範囲を目安としている。

大松川ダムのカーテングラウチング計画の最大の特

徴は、通常の岩盤の透水性状の他、基礎岩盤の地質構造や地下水位構造の情報から、改良深度を決定したことである。

(3) 施工範囲・深度

河床部のグラウチング深度は、難透水層である挟み層は大きく分類して m - 5 層から m - a 層までの上位と m - b から s - c 層までの下位の二つの層群に分類できることから、一般孔は下位の層群中の m - d 層の下 3 m まで (深度約 55 m) 行うものとした。なお、当初はブロック孔間隔 12m とした。

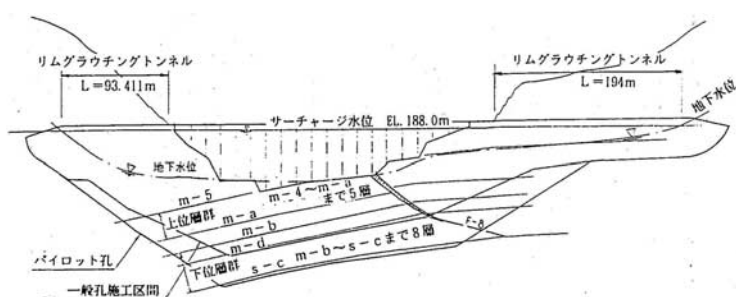
また、パイロット孔と 1 次孔は下位の最下層 s - c 層の下 3 m (深度約 80 m) まで行う計画とした。その後、平成 6 年度に行った実施工兼用のグラウチング試験の結果から、一般孔より 2 ステージ深い施工に変更し、また深部の透水性の把握及び挟み層の層順の確認のためであることから、改良目標値は特に定めないものとした。なお、ブロック孔間隔も 8 m へと変更した。

左右岸リムグラウチングの範囲は、地山地下水位がサーチャージ水位 EL.188.0 m 以上の標高となる所までとし、リムグラウチングトンネルを設けた。右岸リムグラウチングの深さは、宙水構造をなし、地下水の不連続面となっている m - 3 層の下 3 m までとし、左岸側についても宙水構造をなす不連続面を抱絡するようにした。

河床部から左右岸リム部への接続は、ダム高程度のグラウト長を保ちながら、挟み層の密集ゾーンや、比較的透水性の低いゾーンを抱絡するように計画した (図—4)。

(4) 施工位置

カーテングラウチングの施工は、通常上流フーチング又は、監査廊から行い、ダム形式、規模、岩盤性状、施工性等を考慮して決定する。大松川ダムの場合は、施工速度等は劣るものの、湛水後の再グラウチングが容易なように監査廊から行うものとした。

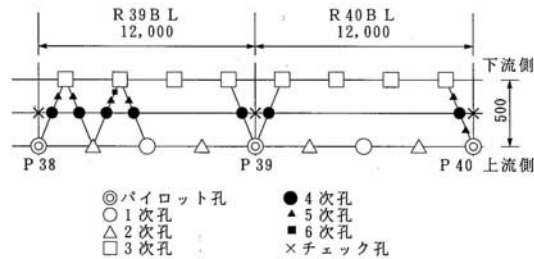


図—4 カーテングラウチング施工範囲

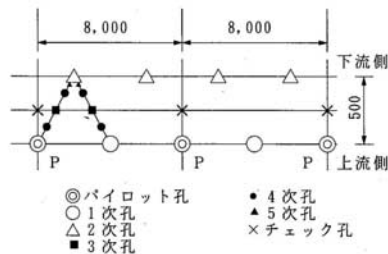
(5) 孔配置・孔間隔

孔配置は、列間隔 0.5 m、孔間隔 1.5 m の千鳥配置とした。千鳥配置にしたのは、大松川ダムの基礎岩盤が高透水性を示すため、追加孔が多くなると予想されたからである（図—5）。

(a) 平成4年度（初年度）



(b) 平成5年度以降



図—5 カーテングラウチング孔配置図

(6) 改良目標値

2 Lu 以下、非超過確率 85 % 以上

(7) 施工時期

堤体コンクリート 15 m 以上を打設後、堤高が 15 以下の範囲ではダム天端打設後とした。

(8) グラウト配合及び配合切り替え基準

概ねコンソリデーショングラウチングと同様であるが、注入前ルジオン値が 5 Lu 未満の基準を追加している。

(9) 注入圧力

注入圧力は、堤体及び基礎岩盤に有害な変位や破壊を生じない範囲でグラウチング効果が最大となるよう、基礎岩盤の特性を考慮して決定した（表—5）。

表—5 グラウト注入圧力

ステージ	1	2	3～5	6～
最高圧力 (MPa)	0.3	0.4	0.5	0.6

なお、限界圧力が認められた場合、限界圧力 + 0.1MPa とした。

(10) 注入速度

注入速度はコンソリデーショングラウチングと同様である。

6. カーテングラウチング施工仕様

(1) 削孔機械

(2) ルジオン算出

(3) 施工方法

等についてはコンソリデーショングラウチングと同様である。

表—6 カーテングラウチング追加基準

① 最終次数孔（2次孔）のうち 4 Lu を超えるステージがある場合、隣接するグラウチング孔のルジオン値が高い側に追加孔を施工する。この追加孔のルジオン値が改良目標値に達していない場合反対側にも追加孔を施工する。		④ 最終次数孔（2次孔）において、上下・左右の斜方向に 2 Lu を超える孔が 3 ステージ以上連続している場合、または 2 ステージ以上 3 Lu を超える孔が連続している場合、ルジオン値の高い側に追加孔を施工する。追加孔のルジオン値が改良目標値に達しない場合右図に示す順に追加孔を施工する。	
② 最終次数孔（2次孔）において、上下方向に 2 Lu を超える孔が 3 ステージ以上連続している場合、または 2 ステージ以上 3 Lu を超える孔が連続している場合、隣接するグラウチング孔のルジオン値が高い側に追加孔を施工する。この追加孔のルジオン値が改良目標値に達していない場合反対側にも追加孔を施工する。		⑤ 各ブロック（隣接する2つのパイロット孔の間の区間）の最終次数孔において改良目標値に対する非超過確率が 85% 以上に達していない場合追加孔を施工する。	
③ 最終次数孔（2次孔）において、左右岸方向に 2 Lu を超える孔が 3 ステージ以上連続している場合、または 2 ステージ以上 3 Lu を超える孔が連続している場合、ルジオン値が高い側に追加孔を施工する。追加孔のルジオン値が改良目標値に達していない場合、反対側にも順に追加孔を施工する。			【凡例】 ○内 : ルジオン値 □内 : 施工順序

(4) 追加基準 (表—6)

7. カーテングラウチング施工実績

(1) 施工実績

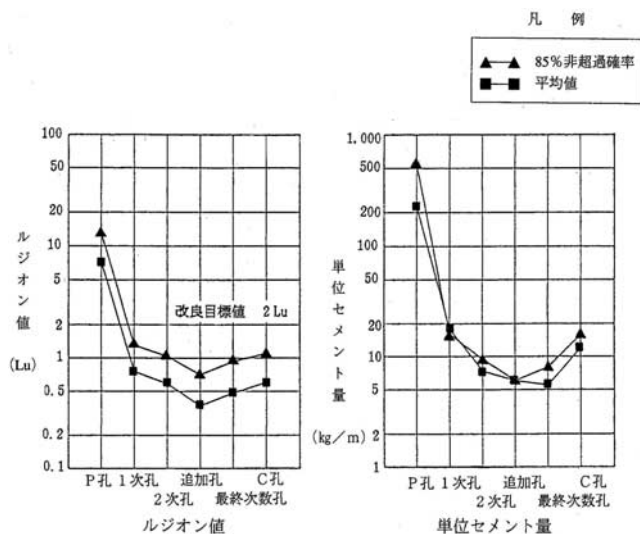
カーテングラウチングの施工実績は、表—7 に示すとおりである。

表—7 カーテングラウチング施工実績

孔区分	パイロット孔	1次孔	2次孔	追加孔	追加パイロット孔	追加追加孔	合計
堤体部	617	527	1,060	410	664	120	3,398
リム部	500	675	1,106	531	429	15	3,256
全 体	1,117	1,202	2,166	941	1,093	135	6,654

(2) 改良傾向と効果判定

カーテングラウチングについては、コンソリデーショングラウチングと同様に、次数が進むのに従ってル



図—6 カーテングラウチング通減図 (河床部)

ジオン値及び単位セメント量が明瞭に通減した。河床部のカーテングラウチング通減状況を図—6 に示す。

8. 終わりに

大松川ダムは平成2年に本体着工し、平成10年10月に試験湛水開始、平成11年3月に竣工した、秋田県営ダムとして初のRCD工法を採用したダムである。

同ダムは上流水没区域の住民移転及び生活再建対策などの行政課題、ダムサイト周辺地質状況の課題、コンクリート用骨材の粘土鉱物対策など数々の技術的課題を乗り越え、現在、下流地域の治水はもちろん、水道用水及び農業用水等の利水供給の目的を担っている。

今回紹介したグラウト工事は、当時のグラウト技術指針に基づくものであり、特にコンソリデーショングラウトの施工範囲や、カーテングラウチングの改良目標値の設定については、現指針下のそれと大きく異なっており、現在の目からみれば過大施工に見える点もある。

しかし、カーテングラウチングについて、単純にルジオン値のみにとらわれずに、地下水構造に着目して経済的な止水設計を行った点が現指針に通ずるのではないかと思う。

J C M A

[筆者紹介]

田口 郁夫 (たぐち いくお)
秋田県砂子沢ダム建設事務所工事班
副主幹 (兼) 班長



既設ダムを有効利用した新丸山ダム嵩上げ計画 —既設ダムの機能を維持した施工計画—

平 光 文 男

既設丸山ダムは、地形や地質が優れ、またダムの効用を得るのに適した地点に建設されているため、新規にダムを建設するより既設ダムを嵩上げた方が、経済的で、かつ社会的影響を小さくとどめ、目的を達成できる。

しかしながら、流域規模が大きく、その河川で重要な役割を担っている既設丸山ダムでは、嵩上げ工事中もその機能を維持しなくてはならないという命題が発生する。

本報文は、既設ダムの現機能を維持したまま、ダムの嵩上げを行う事例として、新丸山ダムの嵩上げ工事計画について紹介する。

キーワード：嵩上げ、有効利用、機能維持、施工計画（段階施工）

1. はじめに

木曽川は、長野県木曽郡木祖村の鉢盛山を源とし、木曽谷を南へ下り、岐阜県東濃地方を流下、途中飛騨川と合流した後、濃尾平野へ入り、愛知県、三重県を経て伊勢湾に注ぐ、流路延長 229 km、流域面積 5,275 km² の我が国有数の大河である。

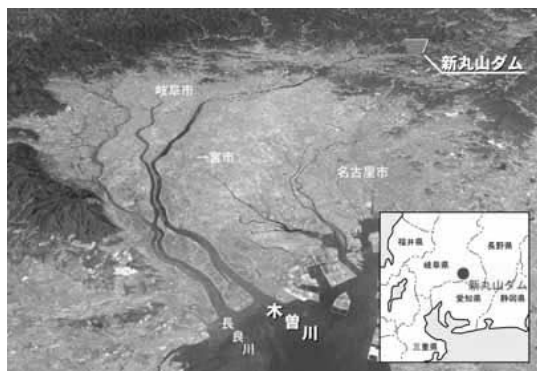
既設丸山ダムは、木曽川本川の河口から 90 km 上流に位置し、名古屋を中心とする人口と資産の集中する濃尾平野の要の位置にあたり、洪水調節を行う上で、効率の良い場所に位置している（写真—1）。

しかし、昭和 58 年 9 月に発生した洪水は、既設丸山ダムの洪水調節能力をはるかに上回るものであったため、下流の美濃加茂市や坂祝町に甚大な被害をもたらした（写真—2）、さらなる治水能力の増大が望まれている。

一方、近年では少雨化傾向により（図—1）、毎年のように渇水が頻発し、給水制限（写真—3）や河川環境等の悪化を引き起こしており、流量の確保が急務となっている。

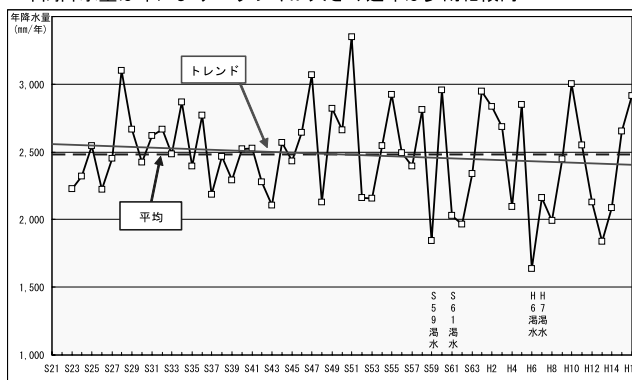


写真—2 昭和 58 年 9 月台風 10 号による洪水被害（美濃加茂市内）



写真—1 新丸山ダム位置

年間降水量は年によりバラツキが大きく近年は少雨化傾向

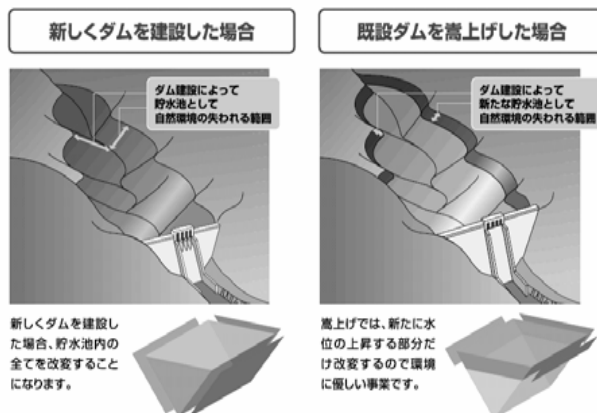


図—1 木曽川水系年間降水量の経年変化
(木曽川上流河川事務所提供)



写真—3 木曽川水系治水状況（平成6年9月）

新丸山ダムは、既設の丸山ダムを約25m嵩上げすることによって、少ない改変面積で大きな貯水容量を得ることのできる環境に非常に優しいダムといえます。



図—3 嵩上げのイメージ図

そこで、新丸山ダムは、

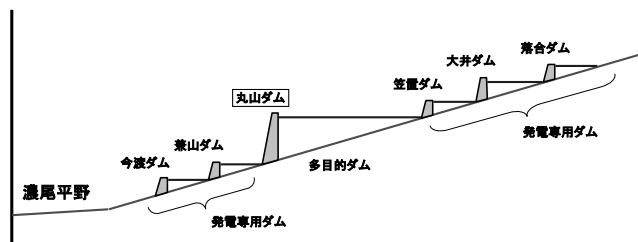
- ①洪水調節機能の増加
- ②流水の正常な機能の維持を新設
- ③発電機能の増加

の3つを目的に、より安全で安心な暮らしを支える木曽川の新たな要としての重要な使命をもって、建設される。

2. 新丸山ダム計画の概要

(1) 事業計画

木曽川本川では、図—2に示すように多くのダムが建設されているが、洪水調節を行うダムは既設丸山ダムのみである。また、この木曽川本川において、洪水調節を目的としたダムを新規に建設することは、上流まで発電専用ダムが連続して建設されていることや、下流においては土地が開け、平野部となっていることから、不可能な状況である。



図—2 木曽川におけるダムの配置状況

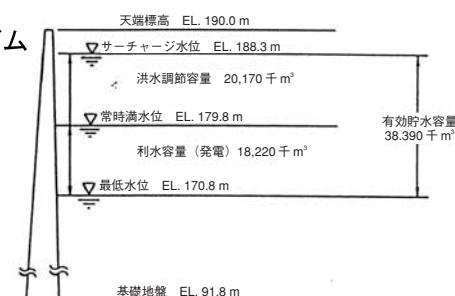
そこで、既設丸山ダムを水没地及び環境等への影響が少ない範囲で、最大限となる24.3mの嵩上げを行い、機能の増強を図ることが計画された（図—3）。

既設丸山ダムと新丸山ダムの諸元、貯水池容量配分図、洪水調節計画図をそれぞれ表—1、図—4、図—5に示す。

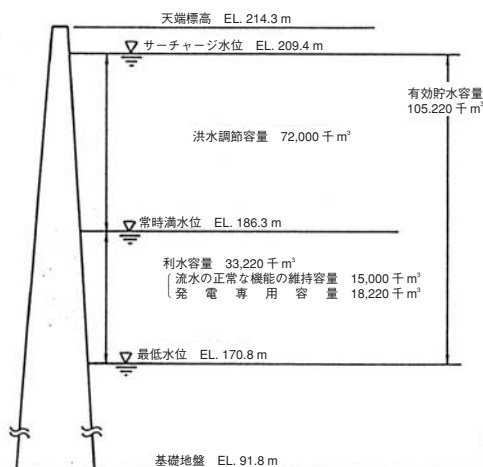
表—1 既設丸山ダムと新丸山ダムの諸元

	既設丸山ダム	新丸山ダム	差
位 置	右岸 岐阜県加茂郡八百津町八百津 左岸 岐阜県可児郡御嵩町小和沢		
型 式	重力式コンクリート		
堤 高	98.2 m	122.5 m	24.3 m
堤 頂 長	260.0 m	382.0 m	122.0 m
堤 体 積	497,000 m ³	1,220,000 m ³	723,000 m ³
非越流部標高	EL.190.0 m	EL.214.3 m	EL.24.3 m
流 域 面 積	2,409 km ²	2,409 km ²	—
湛 水 面 積	2.63 km ²	3.87 km ²	1.24 km ²
総 貯 水 容 量	79,520,000 m ³	146,350,000 m ³	66,830,000 m ³
合 計	38,390,000 m ³	105,220,000 m ³	66,830,000 m ³
有効貯水容量	20,170,000 m ³	72,000,000 m ³	51,830,000 m ³
既得取水の安全化及び河川環境の保全等のための流水の確保	0 m ³	15,000,000 m ³	15,000,000 m ³
発電専用容量	18,220,000 m ³	18,220,000 m ³	—
常 時 満 水 位	EL.179.8 m	EL.186.3 m	EL.6.5 m
サーチャージ水位	EL.188.3 m	EL.209.4 m	EL.21.1 m

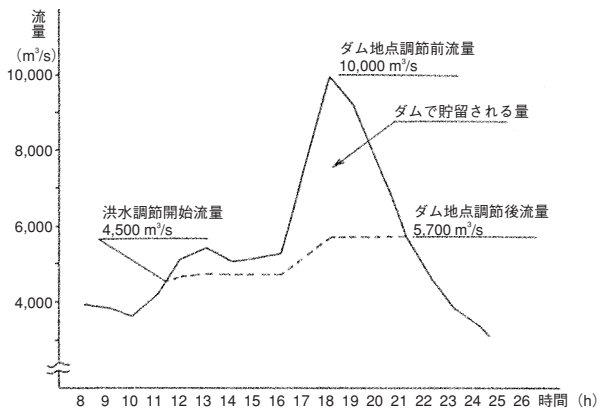
■既設ダム



■新ダム



図—4 貯水池容量配分図



図—5 新丸山ダム洪水調節計画図

(2) 嵩上げ計画

これまでの日本におけるコンクリートダムの嵩上げ工事は、バイパスで流水を転流し、ダムの機能を中断して行ってきた。

しかし、既設丸山ダムは、流域面積が2,409 km²と非常に大きく、洪水調節効果や発電上の効率が高い地点に建設されているため、工事期間中にダムの機能を放棄することは社会への影響も大きく、経済的にも得策ではない。また、現計画最大放流量である4,800 m³/sもの流量を嵩上げ工事に影響しないところにバイパスさせるのは、地形的にも困難である。

既設丸山ダムの嵩上げ工事は、以上の点を踏まえ、また以下の条件を満たすものとして検討を行ってきた。

- ①既設ダムの洪水調節機能が確実に維持できること
- ②発電の停止につながるような貯水位の大幅な低下を避けること
- ③工事期間中の既設丸山ダムの安全性が確保されること
- ④新丸山ダムの工事の安全性が確保されること
- ⑤工期が短縮でき、経済性に優れること

以上、基本は必要な貯留や放流を行いながらの工事となるため、本来ならダムの構造が課題となるところであるが、設計上の工夫及び工事の手順が優先的な課題となった。

(a) 新丸山ダムの設計

新ダム軸の位置を以下の条件より検討した結果、旧ダム軸から47.5 m下流へ移動させた位置を新ダム軸とした(図—6)。

- ①新ダムの基礎掘削時の既設丸山ダムの安定性を確保すること
- ②既設発電所に影響を及ぼさない範囲内とすること
- ③既設ダム洪水吐きからの放流水のスムーズな流れを確保すること

新丸山ダム計画図(平面図, 下流面図, 越流部断面図)をそれぞれ図—7, 図—8, 図—9に示す。

(b) 既設ダムの機能を維持した施工計画

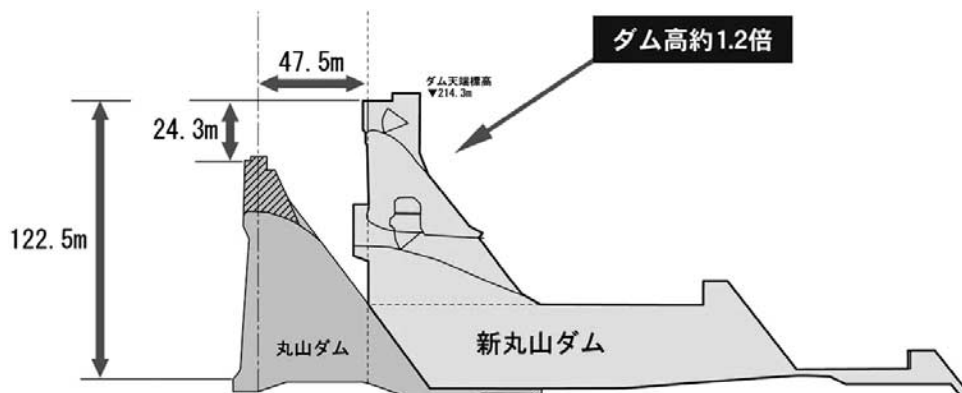
①河川処理計画

工事中の河川処理は、既設丸山ダムの操作ルールを踏襲することを前提として、以下のように計画している。

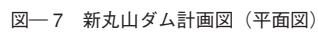
- ・既設丸山ダムを上流仮締切として利用する。
- ・発生頻度の多い小さな洪水は、発電及び仮排水路トンネルで流下させる。
- ・大きな洪水については、発電、仮排水路トンネル、既設丸山ダムの洪水吐き及び建設中の新ダム堤内仮排水路、さらには洪水処理ブロックを流下させる。
- ・新丸山ダムが立上がった段階では、新ダムの常用洪水吐きも流下させる。

②施工計画

工事は、仮排水路トンネルを設置した後、前述①の河川処理計画を踏まえた上で、基礎掘削、既設丸山ダムの減勢工部の埋戻し、堤体コンクリート打設(附帯設備工事含む)、旧堤取り壊し、仮排水路トン



図—6 ダム概略断面図



ネル閉塞へと順次施工していく計画である。

以下に、各施工段階における河流処理及び施工内

準備段階：仮排水路トンネル設置



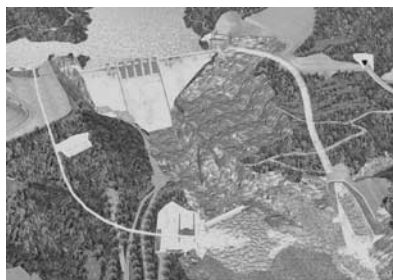
①着工前



②仮排水路トンネル

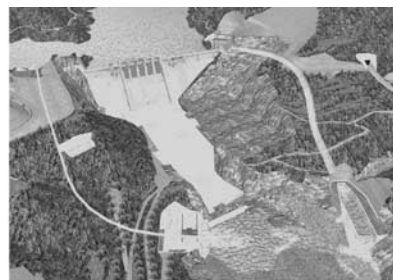
左岸に仮排水路トンネル（ $Q=900\text{m}^3/\text{s}$ ）を設置。

施工段階1：基礎掘削～既設丸山ダム減勢工部埋戻し～堤内仮排水路施工前



③基礎掘削完了

下流に仮締切を設置し、基礎掘削を行う。
洪水処理は、仮排水路トンネルと発電施設にて行う。



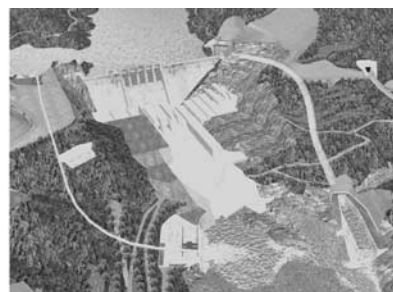
④既設丸山ダム減勢工部埋戻し

既設丸山ダム減勢工の埋戻し（CSG及びRCD）を施工。
洪水処理は、常時は、仮排水路トンネルと発電施設で行う。洪水時は、既設洪水吐きより放流し、施工面を流下させることとなる。



⑤本体工事1年目（洪水期）

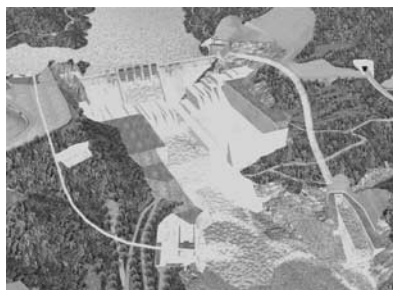
左右岸アバット部のコンクリートを打設。
洪水処理は、仮排水路トンネル、発電施設および既設洪水吐きにより行う。



⑥本体工事1年目（非洪水期）

堤内仮排水路の設置。減勢工の施工。
洪水処理は、仮排水路トンネルと発電施設で行う。

施工段階2：堤内仮排水路施工後～新設放流管据付前



⑦本体工事2年目（洪水期）

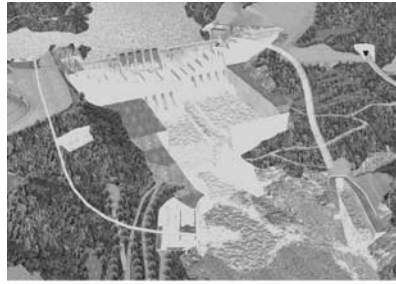
左右岸アバット部および上段減勢工のコンクリートを打設。
洪水処理は、仮排水路トンネル、発電施設、堤内仮排水路および洪水処理ブロックで行う。



⑧本体工事2年目（非洪水期）

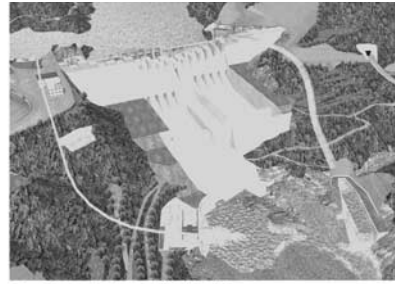
常用洪水吐きとして新設放流管（9門）の設置を行う。
洪水処理は、⑥と同様となる。

施工段階 3：新設放流管据付後～堤内仮排水路閉塞



⑨ 本体工事3年目（洪水期）

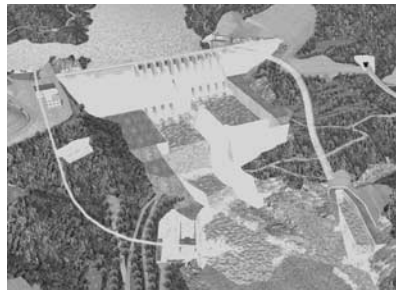
本体コンクリートの打設を行う。
洪水処理は、仮排水路トンネル、発電施設、
堤内仮排水路及び新設放流管（9門）で行う。



⑩ 本体工事3年目（非洪水期）

本体および減勢工のコンクリート打設を行
う。また、堤内仮排水路の閉塞を行う。
洪水処理は、⑨と同様となる。

施工段階 4：堤内仮排水路閉塞後



⑪ 本体工事4年目（洪水期）

非常用洪水吐きの設置を行う。
洪水処理は、仮排水路トンネル、発電施設及
び新設放流管（9門）で行う。



⑫ 本体工事4年目（非洪水期）

常用洪水吐きの流下能力を確実にするため、
既設丸山ダムの堤体の一部の取り壊しを行
う。
洪水処理は、⑥と同様となる。



⑬ 本体工事5年目（洪水期）

非常用ゲートの整備を行う。
洪水処理は、⑪と同様となる。



⑭ 本体工事5年目（非洪水期）

仮排水路トンネルの閉塞を行う。
試験湛水を行う。

3. おわりに

以上、既設ダムの機能を維持したままのダムの嵩上げ方法について、計画事例を紹介した。

実際の施工に至るまでには、既設ダムの取り壊し方法や新旧堤体の接合部の処理方法等、さらに検討を必要とするものもあり、今後はこれらの課題を踏まえた、より詳細な施工計画の立案を行っていく予定である。

最後に、本事例が、将来同種の既設ダム改良工事等の参考になることを期待する。

J C M A

【筆者紹介】

平光 文男（ひらみつ ふみお）
国土交通省中部地方整備局
前新丸山ダム工事事務所長



大保ダムにおける環境保全対策

杉 田 泰 俊

沖縄本島では地形的な要因から北部地域（やんばる）にダム建設が集中するが、やんばるは貴重な動植物の宝庫であるため、環境に十分に配慮したダム建設が必要となる。現在建設中の大保ダムではロードキル対策、緑化対策、貴重鳥類対策等様々な環境保全対策を行っているが、今後ダム建設に要求される環境への配慮は更に多岐に渡ることが考えられ、個々に対応していく必要がある。

キーワード：ダム建設、環境保全

1. はじめに

内閣府沖縄総合事務局北部ダム事務所では、昭和47年の開設以来8つの多目的ダムを完成してきたが、近年の人口及び観光客の増加や生活水準の向上等に伴い水需要量も増加しており、需要に見合った十分な安定供給量を確保するには至っていない。

沖縄本島北部の大宜味村に位置する大保ダム（図—1）は、こうした状況を踏まえ、沿川の洪水調節、下流河川の適正な流量の確保及び水道用水の供給を目的に計画された多目的ダムであり、平成18年度現在、脇ダムが完成し本ダムを建設中で平成21年度には試験湛水を開始する予定である。

現在、大保ダム建設中の大保川流域は、沖縄本島でも山地形であり、常緑広葉樹林の発達した「やんばる（山原）」と呼ばれる地域の南端にあたる。隔絶された島嶼地域のため固有種の多いとされる沖縄の中でも「やんばる」には固有種の割合が特に多いという特徴を持っており、更にレッドデータブック記載種が多い

という脆弱な生態系となっている。

沖縄本島では地形的な要因から「やんばる」地域にダム建設が集中するため、ダムによる生息・生育域の分断や縮小化等が錯綜し「やんばる」生態系全体に与える影響が大きくなる。

2. 環境保全対策の基本方針

北部ダム事務所では、ダムは必然的に豊かな生態系を持つ“エコダム”でなければならないと考え、平成9年に「エコダム宣言—生態系保全新時代—」を著した。宣言では「“エコダム” 森と湖が織りなす生き物のワンダーランド」をダム建設の基本理念とし、「ダム全域のビオトープ化」「観て・聴いて・学べるエコスクール化」の2つの基本戦略を掲げている。環境保全対策に関わる前者の基本戦略を実際のダム建設事業で考えると次のフロー図（図—2）となる。

ダム事業による影響には、ダム関連施設や貯水池による生息場の消失といった直接的な改変と洪水減少による下流河川の環境変化といった間接的な改変があ



図—1 大保ダム位置図及びやんばるの風景



図—2 環境保全措置フロー図

り、これらの影響が周辺の生態系に与える影響が大きな場合に何らかの保全対策が必要となる。

最初に考えるのは、ダム施設の位置や工事用道路の線形を変更して影響を与えないように出来ないのかを検討する（回避措置）。水を貯める効率や経済的要因で回避できない場合は、施設自体を縮小したり工法を変更することによって与える影響を最小限に出来ないのかを検討する（低減措置）。改変する期間が一時的な場合に出来る限り早期に環境を復元させる行為も時間的な低減措置にあたる。様々な要因で低減が不可

能な場合、又は低減自体は可能であっても生態系に与える影響が未だ大きい場合には、失われた同様の環境を他の場所に創造し、出来る限り埋め合わせとなるようにする（代償措置）。

3. 大保ダムにおける環境保全対策（事例）

大保ダム建設事業でこれまでにやってきた環境保全対策一覧を表―1 及び図―3 に示す。実際にどのように環境保全措置を行ったかの詳細について、「ロー

表―1 大保ダム保全対策一覧

分 類	No	対策名	目 的
回 避 低 減	1	二号橋下部池	橋梁化によるマルミスブタ等が生育する湿地の保全。
	2	ロードキル防止柵及び看板	ロードキル多発地帯でのネット設置によるロードキルの防止（対象は主にシリケンイモリ）。注意看板を各所に設置。
	3	エコロード設置	工事用道路（材料置き場ヤード進入路）及び、ロードキル防止柵の下に小動物の移動トンネルを設置。
	4	小動物保護型側溝	各種改良型側溝の設置による側溝転落死亡の防止。
	5	保護ネット設置	リュウキュウミヤマトベラ、ムカゴサイシン、ムカゴサイシン sp.の自生地に防風・遮光ネットの設置。道路建設にともなう微気象変化の低減。
	6	土砂流出防止対策（フトン籠設置、種子吹付け）	ヤブミョウガラン群生地、ムカゴサイシン sp.自生地での、工事により裸地化した場所からの赤土流入防止対策。
	7	福地大保連絡水路	福地ダムからの導水により短期で試験湛水を終えることにより、常時満水位からサーチャージ水位の区間の樹木の枯死を低減。
	8	魚道	海から遡上する主に回遊性甲殻類及びハゼ類の移動経路を確保するために魚道を設置。
代 償	9	湿地性貴重植物仮移植地（No.1-1, 1-2：ビオトープ、No.2：旧大國林道）	湿地性貴重植物（アオゴウソ、ミクリガヤ等）の仮移植。
	10	大保出張所ハウス等での貴重植物一時保管	工事の事前調査で見つかった貴重種を北部ダム事務所及びエコルーム、大保出張所のハウスに移動。
	11	有用樹木移植	工事の事前調査で見つかった有用樹木（貴重種の食草等）の仮移植。
	12	脇ダム湿地表土の保管	脇ダム建設に伴い埋め立てられた湿地の表土を移し、移植まで保管。
	13	移植地（アカハダコバンノキ）	工事により改変される場所に生育していたアカハダコバンノキの移植。
	14	移植実験地（溪流植物）	溪流性植物の移植実験。
	15	植栽ボランティア	ボランティアによる在来植物の密植植栽。
	16	CO ₂ 固定化対策（塩屋湾マングローブ植栽地等）	大保ダム建設工事に伴う二酸化炭素固定化対策として植栽を実施。
	17	ノグチゲラ人工営巣木	ノグチゲラが営巣利用可能な自然度の高い森林が形成されるまでの緊急避難策として利用するため、データを収集する目的で実施。平成14年度からはダム事業により失われた森林を利用するノグチゲラに対する、一時的な代償措置（緊急避難策）として実施。
	18	周辺環境整備	下流河川、半島部、脇ダムにおいて、自然環境の保護・保全を基本とした整備を行う。
	19	森林環境の復元	付替えによって必要がなくなる旧道を撤去し、撤去後の裸地は地形を戻したうえで周辺の植生に合せた苗木の植栽を実施。早期の森林復元を目指す。
	20	ハニカム板	橋脚に蜂の巣状の格子の設置による生物の営巣地及び休息地の創出。
	21	動物シェルター	伐採した木材を積み上げることによる、小動物の避難場所の創出。
その他	22	マングース北上防止柵	マングースの分布拡大防止対策。
	23	タイワンカブトムシ対策（チップ材集積所）	再利用目的のため保管している伐採木のチップ材集積所における、タイワンカブトムシの繁殖抑制のためのネット設置。



図—3 保全対策実施位置図

「ロードキル保存対策」「法面緑化」「ノグチゲラ人工営巣木」「森林環境復元」という項目で説明を行う。

(1) ロードキル防止対策 (No.2, 3, 4)

工事用道路敷設や工事現場の伐採、資材搬入等の工事用車両の増加に伴い、小動物等の生息域が分断・縮小され、側溝での餓死や車両による轢死の発生及び増加が考えられた。大保川流域にはリュウキュウヤマガメやイボイモリという貴重な小動物が生息するため、小動物保護型側溝の設置 (写真—1, 図—4), ドライバーへの注意喚起のための看板設置, 道路への侵入防止柵を行っている。

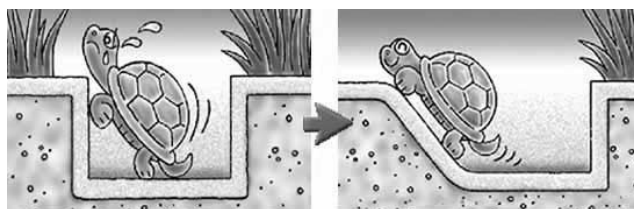
侵入防止柵等の設置に伴い轢死個体数の減少が認められたが、イモリの繁殖池近傍では侵入防止柵をよじ登って道路を横断するイモリも多かったため追加してエコロード (アンダーパス) を設置し、個体の移動経路を確保している (写真—2)。

(2) 法面緑化 (No.6,18)

大保ダム建設事業の実施に伴い、道路法面・工事プラント等の仮設跡地等裸地が大量に発生する。裸地を早期に緑化することは生態系の保全・回復のみなら



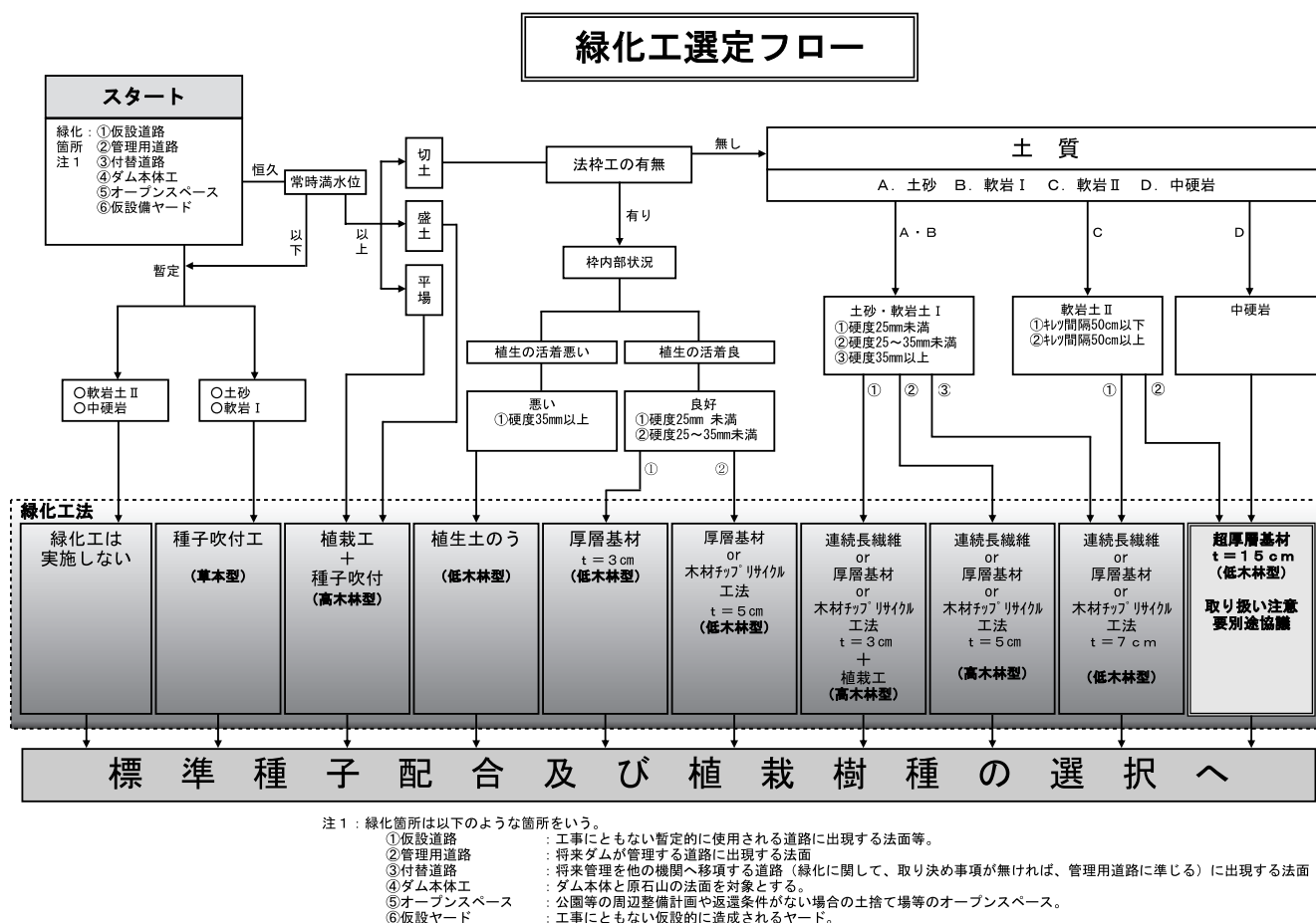
写真—1 小動物保護型側溝



図—4 小動物脱出イメージ図



写真—2 エコロード設置状況



図一五 法面緑化フロー図

ず、赤土砂流出防止、景観の質的向上を図ることが可能となる。また、先駆植物を利用して植生遷移を円滑に進めたり、周辺の在来種を使用することによって周辺環境との調和を図ることも可能となる。伐採木をチップ化し積極的に種子吹付に使用することでリサイクルも促進される。

このような考え方から北部ダム事務所では、基本的に森林の改変を最小限に抑えるような計画、設計、施工方法を採用するとともに、工事により裸地部が発生した場合には、元の生態系への早期回復を図るべく「北部ダム緑化マニュアル」に即して法面緑化対策を実施している。

「北部ダム緑化マニュアル」は当事務所の担当者で構成されるワーキンググループにより内容を討議し作成したものである。しかし、緑化工法については年々新工法が開発される等工法の進歩が著しいこと、当事務所で行っている試験施工の結果、標準施工のモニタリング結果を踏まえ年々改訂を重ねている。

緑化予定箇所は、マニュアルに従い法面勾配、土質、植生の活着状況、恒久施設であるか否か等によって草本型・低木林型・高木林型に分類され、適した緑化工



写真一三 植栽苗木+厚層基材（大保ダム林道）

法を決定する（図一五）。緑化工法は基本的に種子吹付工法や苗木植栽等を組み合わせることによって、早期樹林化を目指す。植栽に木本類を採用することで更に早期樹林化が可能となる。その後、種子配合、植栽樹種を決定して緑化工を実施する。

(3) ノグチゲラ保全対策 (No.17)

大保川流域には、沖縄本島北部の森林のみに生息す

るキツツキ科の一属一種の貴重な鳥であるノグチゲラが生息している。ノグチゲラは、国内希少野生動植物種、国指定特別天然記念物、沖縄県の県鳥等に指定されている。

大保ダム建設事業の実施に伴い、ノグチゲラの生息地の減少（餌場や営巣地としての生息地の消失）や生息地の悪化と汚染（工事に伴う機械・車・人の影響）という影響が考えられたため、保全対策の基本方針と保全目標を定め、ノグチゲラの保全に取り組むこととした。

保全対策の基本方針については、大保ダム流域内の生息数を維持する観点から、生息環境の整備を行う等により極力保全することとした。

また、保全目標については、基本方針に基づき、流域内の生息数を維持させることとした。ただし、流域内の生息数は個体識別ができないことや非繁殖期における個体確認例が少ないこと等により、分散、移動、若鳥が繁殖に参加する時期、寿命等生態的不明点が多いため、生息数を正確に把握できなかったため「流域内の営巣数」を指標とし、それを維持することを保全目標とした。

ノグチゲラの保全対策については、保全対策の基本方針や保全目標を踏まえ、「森林の保全」を基本とし、事業によりやむを得ず改変する場合は「森林の復元・創出」に努めるとともに、健全な森林になるまでは「緊急避難策」も行うこととした。また、工事中の騒音・振動等による影響についてもできるだけ小さくするように配慮した。写真—4に営巣木付近で重機の安全確認クラクションが聞こえたため、営巣・育雛期に限り合図をライトに変更した状況を示す。

「緊急避難策」の一つとして実施された人工営巣木

設置の取り組みについては、ダム工事の実施や貯水池の出現に伴う営巣環境の減少という影響に対して、ダム予定地周辺に生育するイタジイの中小径木がノグチゲラの営巣に適した大きさに生育するまでの間の営巣環境を確保するために実施されたものである。

ノグチゲラの人工営巣木については、既往の知見がないことから、学識経験者の指導を得つつ、平成元年から実験を開始した。ノグチゲラは、主にイタジイの大径木等直径が平均25cm程度で幹内部が腐朽した大木に営巣する習性があることから、人工営巣木はイタジイの丸太を縦に二つ割りにして内部をくり抜き、腐朽材の代替物を詰めした後貼り合わせたものである。実験の結果、中詰め材は内部をくり抜いた削り屑を詰めたもの、バルサ材を詰めたもの、チップを詰めたものの3種で、長さについては100cmのものと150cmのものの人工営巣木を製作、設置を行っている。なお、人工営巣木については平成18年3月にその製造方法と共に特許を取得している。大保ダム流域内では、「緊急避難策」としての人工営巣木の設置が平成10年から行われ、モニタリングによれば、平成12年に3本、平成14年に1本、平成15年に1本、平成16年に1本、平成17年に1本ノグチゲラの営巣が確認されている。

人工営巣木制作・設置状況と人工営巣木を利用しているノグチゲラをそれぞれ写真—5、写真—6に示す。



写真—5 人工営巣木制作・設置状況



写真—4 重機安全ライト設置状況



写真—6 人工営巣木利用状況

(4) 森林環境復元 (No.19)

裸地の緑化については(2)で述べたが、地形の修復を同時に行った事例を紹介する。

写真—7は平成9年度に行った付替え林道工事の着手前状況である。

早期の森林復元を目指し、付替え林道によって必要がなくなる旧道を撤去すると同時に撤去後の裸地の地形を林道設置前の状況に戻したうえで周辺の植生に合せた苗木の植栽を実施した。

現在、施工後9年が経過しているが周辺樹林にとけ込んだ状況となっている(写真—8)。

4. おわりに

本稿では現在建設中の大保ダム環境保全対策としてロードキル対策、緑化対策、貴重鳥類対策等を紹介した。

沖縄本島北部地域は生物地理学的にも貴重な生物が生育・生息し、多種多様な生物相を作っており、島嶼



写真—7 着手前状況



写真—8 現状 (植栽後9年経過)

という閉鎖的で面積の限られた場所でのダム開発は、大きな面積をもつ他府県に比べて、個々の生物や生態系へのインパクトの程度は大きいことから、今後も北部ダム事務所においてはダム事業の推進にあたって生態系の保全、動植物の保護に配慮した環境にやさしいダム作りを行っていく所存である。

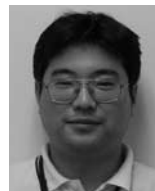
J C M A

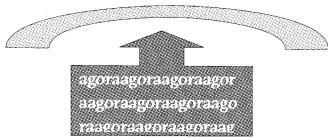
《参考文献》

- 1) エコダム宣言—生態系保全新時代— (編集: 北部ダム事務所 発行: (社) 沖縄建設弘済会)

【筆者紹介】

杉田 泰俊 (すぎた やすとし)
沖縄総合事務局
北部ダム事務所環境課長





水理構造物の振動事例

巻 幡 敏 秋

水理構造物の振動は、基本的には水理現象に起因するものが支配的であり、その事例としては(1)扉間、空気弁フロート弁座および微小開度などの小間隙流れ、(2)主・副ゲート操作に伴う干渉流れ、(3)流れの剥離に伴う渦流出などが考えられる。また構造系に対する振動現象としては(A)1自由度系の強制振動に属するもの、(B)2自由度系の連成フラッター振動、(C)管路系に発生する気柱振動(水撃作用)などがある。

ここで取り上げた振動事例は、過去に経験した多くの事象を可能な限り詳細に紹介し、今後の設計や運用面に対する留意すべき点について記述する。

キーワード：ダム、水理構造物、放水路、ゲート、減勢槽、水理現象、振動

1. はじめに

過去に経験した水理構造物の振動事象で流れ、即ち、水理現象に起因する事例として、(1)扉間、空気弁フロート弁座および微小開度などの小間隙流れ、(2)主・副ゲート操作に伴う干渉流れ、(3)流れの剥離に伴う渦流出などが考えられる。これらの水理現象は、基礎方程式であるナビエ・ストークスの式から誘導される相似則のストローハル数 St 、フルード数 Fr 、レイノルズ数 Re 等に規制される。

次に振動現象は、通常、水理現象から誘発される1自由度系の強制力に対する応答現象として捉えられるが、ゲート形式によっては2自由度系の連成フラッター振動も起こり得る。応答現象を考える場合に特に留意する点は、(i)付加水の質量効果(一般的に固有振動数が低下する傾向にある)、(ii)付加水の減衰効果(流体からの負減衰による発振あるいは発散振動への移行)である。

まず、水理現象の(1)に属する事例は、AおよびC河口堰調節ゲート、Sダム排砂ゲート、Y堰洪水吐ゲート、(2)に属する事例は、Tダム主・副ゲート、Jダム(外国)余水吐ゲート、O発電所取水口ゲート¹⁾、(3)に属する事例は、Nダム充水管弁、Hダム副ゲート空気弁である。これらの事例から生じる振動には、(A)に属するような構造物に対する強制振動として現れるが、中には(B)および(C)に属する事例には、管路系のサージング現象や気柱振動(水撃作用)であって、管路系の長さや水の音速に関連する現象と

して現れる。特に、(C)に属するもので管路系に発生する水撃圧は極めて厳しいものとなり、管路系およびそれに設置されるゲート・弁体などに及ぼす影響については十分な注意が必要である²⁾。

次に、ゲートおよび弁体などの振動現象は、水中にあるため(i)質量および(ii)減衰の効果を考慮しなければならない。両者ともゲートの振動モードおよび接水状態に影響される事象である。(i)の質量と(ii)の減衰効果で自由表面に接する面およびシェル構造内に囲まれた水域については自由表面波の形成による影響も加味する必要がある。特に、シェル構造内に囲まれた水域での自由表面波の挙動は自励振動系へ移行する可能性も考えられる。また、一般ゲートにおける上下・前後水平振動あるいはテンターゲートにおける前後水平・回転振動については、前後水平の水中振動数および空中の上下と回転振動数との比がある値(1付近)になると2自由度系のフラッター振動を誘発する可能性がある。特に、注意する必要がある。(ii)の減衰効果は、振動の持続あるいは発散振動への移行をもたらす危険な要素であり、扉間漏水などの小間隙流れで、特に顕著となる。

以下に、水理構造物の振動に関する過去の事例を可能な限り紹介しながら、今後の設計や運用面に対する注意点などについて記述する。

2. 振動事例

(1) 1 自由度系の振動

(a) 扉間および微小開度などの小間隙流れ^{3), 4)}

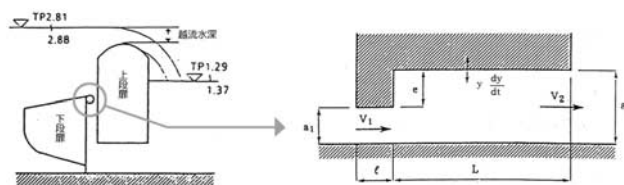
扉間および微小開度などの小間隙流れは、「Short-tube effect」と呼ばれ、水理的に不安定な現象を伴いゲート振動の原因の1つとされている。その1つに扉間での流れがあり、通常、調節ゲートの上段扉と下段扉間の漏水と言われるもので、漏水に伴う振動現象は、上段扉の下端が背水位によって没水する場合に発生する。調節ゲートについては、下段扉の頂部に水密構造が設置される関係から扉間漏水の上流側に流れを規制する領域が存在し、上段扉あるいは下段扉が振動すると扉間漏水域の流れが変動し、図—1に示すように振動速度 dy/dt 、振動変位 y に依存する流体力が求められる³⁾。

扉間漏水によって振動した事例は、A および C 河口堰の調節ゲートである。C 河口堰の調節ゲートは、ローラ間約 45m の長径間の上・下段扉から構成される形式のものである。調節ゲートによる水位管理は越流操作によってなされており、越流水深が小さい領域で水脈による振動事例が過去にも多く報告されている。しかし、ここで取り上げた事例は、運用後数年ほど経過し扉間漏水が確認され、特に上段扉の下端が水没する下流水位条件で、ゲート操作と共に非越流時から振動が発生し、越流時でも越流水深に無関係で非越流時と同質の振動（1.5～1.7Hz）が発生する振動であった。

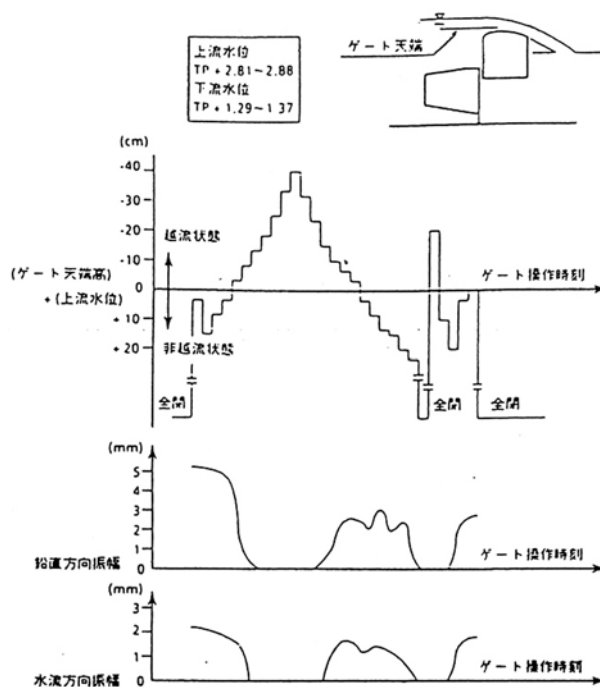
図—2に示すように非越流時からわずかの越流水深時に至る状況での振動が極めて大きく、越流水深が大きくなるにつれて振動がなくなる傾向にある。

次に、止水部が小間隙の上流側にあつて、充滿しながらの間隙流れは、扉間漏水以外でも副ゲートのボンネット内部での流れ、ゲート戸溝部での流れなどがあり、扉間漏水の場合と同様な振動現象の発生の原因になることもあるので、留意する必要がある。

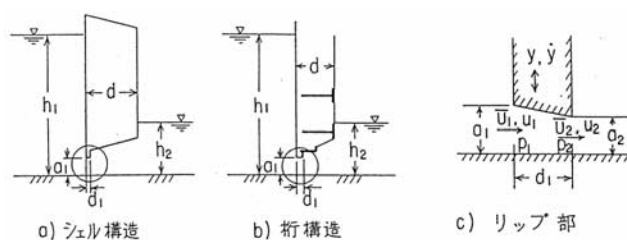
更に微小開度での小間隙流れがあり、すべてのゲートの操作中あるいは微小放流時に通過する領域である。微小開度の流れ場を図—3に示しているが、ゲートが振動変位 y 、振動速度 dy/dt で振動した場合の



図—1 扉間漏水流れ、 $\ell/L \ll 1$, $\left[\frac{a_2}{a_1}\right] > 1$



図—2 調節ゲートの振動



図—3 微小開度の流れ

非定常な流体力が誘導される⁴⁾。

この種の振動事例は、ほぼリップ底面のフラット部の厚さに相当する微小開度で発生し、ここで論じている現象に対応していた。微小開度に対する振動防止のための限界開度 a_c の試案として、以下のように設定してみる。

シェル構造型式の限界開度	上流側スキムプレート	上下方向振動: $a_c \simeq 1.0d_1$ 前後水平方向振動: $a_c \simeq 1.5d_1$
	下流側スキムプレート	上下方向振動: $a_c \simeq$ 限界値なし 前後水平方向振動: $a_c \simeq 1.5d_1$
桁構造型式の限界開度	上流側スキムプレート	上下方向振動: $a_c \simeq 1.0d_1$ 前後水平方向振動: $a_c \simeq 1.5d_1$

ゲートの振動防止あるいは回避という観点から詳細な検討がなされる必要があるが、とりあえず、上記の危険開度（限界値）以下は、できるだけ避けた操作・運用法を採用されることが賢明であろう。上記の限界開度に対する検証データとして、Y 堰の洪水吐ゲートでの実機（潜り流出条件）で計測された結果によれば、 $a/d_1 < 0.8$ （前後水平方向の振動あり）、 $a/d_1 > 1.0$ （振動なし）であり、上記で提示した限界開度 $a_c \approx 1.5d_1$ は妥当のように考えられる。

(b) 主・副ゲート操作に伴う干渉流れ^{1,5-8)}

主・副ゲート操作に伴う干渉流れの振動事例は、T ダムの副（予備）ゲートの流水遮断試験時（1965.8 実施）に発生した事象で、わが国では初めてで最後の振動事例である。この試験は、ダム湛水後に、通常実施されるゲートの性能・安全性確認のためのものであったが、副（予備）ゲートの流水遮断試験が特別に追加されたものである。T ダムの副（予備）ゲートは、ダム堤体上にあるガントリークレーンで吊上げ、吊下しされる形式のものである。流水遮断試験は、ガントリークレーンで放流予定の主ゲート位置に副（予備）ゲートを運び、セットして閉操作によって実施された。流水遮断試験は、主ゲート開度 2/5（一定）、副（予備）ゲート開度を全開から全閉にする試験であり、副（予備）ゲート開度が主ゲート開度の約 75 % 程度（副：30 %，主：40 %）に達したときに①主ゲート下流側の水脈が乱れ飛沫の発生・飛散化が著しく太陽光線が遮断され下流側放水路が暗くなる、②給気量の増大と気圧低下が生じ、③機側操作室の出入口鋼製扉（内開き）ヒンジ部の損傷、④副（予備）ゲートのダウン・プル力の増大とガントリークレーンの揺れ、⑤主ゲート振動とダム堤体の振動など、今までに経験したことない振動現象が発生した。副（予備）ゲートの流水遮断試験は、急遽主ゲートの閉操作によって中止したが、この種の試験がダムや水理構造物に対していかに危険な試験であったかが検証された。

T ダムと同様な振動事例が J ダム（外国）の余水吐ゲートでも発生した。両ダムともほぼ同質の水理現象が発生したことになり、主・副ゲート操作に伴う干渉流れが振動事象を引き起こしていることを示唆している。主・副ゲート操作に伴う干渉流れは、フルード数 $Fr = V/\sqrt{gL}$ 、 V ：流速、 L ：代表長さ、 g ：重力加速度に規制される流れの跳水現象の解析から評価できることも明らかにされた⁷⁾。

(2) 2 自由度系の連成フラッター振動⁹⁾

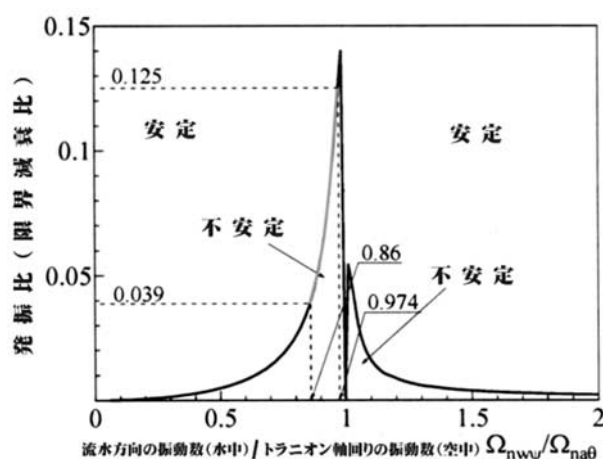
W ダムテンターゲート（約 37 トン）の崩壊事故は、

連成フラッターの発散振動であることが FEM 振動解析から明らかにされた。この事例は、今から約 40 年前に発生した竣工直前の事故（1967.7）であり、当時の事故原因調査報告書によれば、構造的な強度不足により静的に脚柱が座屈崩壊したものと結論づけられている。しかし、事故ゲート（第 3 号）以外の他の 3 門は、静水圧下では崩壊していないし、事故後第 1 号ゲートを閉じた水圧・放流試験でも何らの事故は発生していない。

事故ゲート（第 3 号）の操作記録によれば、事故当日開度 30cm から全閉操作時に一瞬のうちに破壊事故が発生したことが記載されている。

これに類似した事例として外国の例では、W ダム事故の約 28 年後（1995.7）に米国カリフォルニア州フォルソンダムにおいて約 87 トンのテンターゲートの事故がある。W ダムテンターゲートについての解析結果を図—4 に示すが、扉体（スキンプレート・脚柱含む全体系）の流水方向の水中振動数 $\Omega_{nw\psi}$ 、トラニオン軸回り空中固有振動数 $\Omega_{na\theta}$ との比 $\Omega_{nw\psi}/\Omega_{na\theta}$ は 0.86 ~ 0.97 になり、比 $\Omega_{nw\psi}/\Omega_{na\theta} < 1$ は強い動的不安定範囲にあり、流水方向の発散振動が発現する可能性のあることを示唆している。

なお、比 $\Omega_{nw\psi}/\Omega_{na\theta} > 1$ の範囲はトラニオン軸回り振動が主体となる発散振動域である。この解析結果から、事故に至った原因は 2 自由度系の連成フラッター振動であると結論される。



図—4 テンターゲートの動的安定判定図

3. おわりに

水理構造物の振動として、幾つかの事例を紹介したが、ゲート振動は主として水理現象に起因する事象であって、1 自由度系の振動に属するものである。しか

し、テンターゲートにおける振動は、ゲート振動としては特異な2自由度系の連成フラッター振動が発生する可能性があることが示された。この種の振動は発散振動であるためゲートに対しては極めて危険な現象であることに留意されたい。

最後に、過去に経験した事例について多くを紹介したが、なお十分でないところもあったものと思われる。読者諸賢の寛大なる叱正を伏してお願いする次第である。

JCM A

《参考文献》

- 1) 巻幡：「取水口ゲートの遮断に伴う放流水の水理特性」，水門鉄管〔140〕（1984.9）
- 2) 巻幡・改田・伊埴・田窪・神藤：「充水管および空気の吐口の流力不安定現象」，第34回ダム技術講演討論会テキスト（2002.2）
- 3) 巻幡・大倉：「ゲート小間隙部の流れと振動現象」，ダム工学〔22〕（1996.7）

- 4) 巻幡：「水門扉の振動に及ぼす微小開度の影響について」，水門鉄管〔137〕（1983.12）
- 5) 巻幡：「ダム放水路流れの不安定現象について」，土木学会第25回年次学術講演全国大会（1970.10）
- 6) 巻幡・有馬・柏原：「主・副ゲートを有する放水路の水理特性」，水門鉄管〔102〕（1977.1）
- 7) 巻幡：「主・副ゲートを有する放水路流れの不安定現象について」，水門鉄管〔150〕（1987.3）
- 8) 出口・重永：「ナイジェリア国電力局（NEPA）ジェバダム余水吐ゲート」，水門鉄管〔151〕（1987.7）
- 9) 石井・阿南・巻幡・奥・大原：「我国におけるテンターゲートの崩壊事故」，土木学会構造工学論文集 **53A**（2007.3）

【筆者紹介】

巻幡 敏秋（まきはた としあき）
工学博士
元 Hitz 日立造船株式会社構事業本部 理事
株式会社エスメル テクノ



建設機械施工安全技術指針 指針本文とその解説(改訂版)

◆「指針本文とその解説」目次

第I編 総論

- 第1章：目的
- 第2章：適用範囲
- 第3章：安全対策の基本事項
- 第4章：安全関係法令

第II編 共通事項

- 第5章：現地調査
- 第6章：施工計画
- 第7章：現場管理
- 第8章：建設機械の一般管理
- 第9章：建設機械の搬送
- 第10章：賃貸機械等の使用

第III編 各種作業

- 第11章：掘削工，積込工
- 第12章：運搬工
- 第13章：締固工
- 第14章：仮締切工，土留・支保工
- 第15章：基礎工，地盤改良工
- 第16章：クレーン工，リフト工等

第17章：コンクリート工

第18章：構造物取壊し工

第19章：舗装工

第20章：トンネル工

第21章：シールド掘進工，推進工

第22章：道路維持修繕工

第23章：橋梁工

● A5版／330頁

● 定 価

非会員：3,360円（本体3,200円）

会 員：2,800円（本体2,667円）

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも

沖縄県以外 450円

沖縄県 1,050円

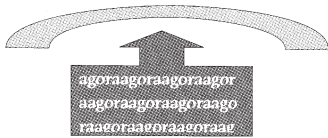
※なお送料について、複数又は他の発刊本と同時申込みの場合は別途とさせていただきます。

● 発刊 平成18年2月

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館）

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



はるかな尾瀬（その2） —尾瀬の自然と環境保全—

鈴木 實

尾瀬は、日本列島のほぼ中央、群馬、福島、新潟3県にまたがり、日光国立公園の一部にもなっている地域である。

尾瀬は、明治時代の中頃から著名な登山家、植物学者などから注目され、多くの論文・紀行文などが世に出たことで社会に広く知られるようになった。

尾瀬の魅力は大きく2つある。1つは秀麗な燧ヶ岳の麓の尾瀬沼と雄大な至仏山の山裾に広がる広大な尾瀬ヶ原湿原、これらの到る所に点在する池塘や水の流れなど、幻想的な美しい自然が霧の中に見え隠れする秘境ともいえる風景である。もう1つはこの秘境に、高山植物、水生沼沢植物など貴重な稀少種植物や動物が数多く生育、生存する動植物の宝庫である、ということである。

尾瀬という地名の由来についても、様々な説があるが、早い水の流れを意味する“瀬”に因んだ、水が流れ植物が茂るところから生じた“生う瀬”や“瀬”の流れ行く先“瀬の尾”が転じたという説があり、この表現こそ、尾瀬の自然の姿、特徴をよく表している、といえる。

前回の前編（その1）では尾瀬の昔から今へと続く歴史と自然の姿についてその一端を紹介したが、今回は後編（その2）として尾瀬の自然環境を守る様々な取り組みについて紹介することとする。

キーワード：尾瀬、アヤマ平、至仏山、木道、ゴミ持帰り運動、尾瀬サミット、ラムサール条約、水源涵養林、自然保護、人と自然の共生

3. 尾瀬の環境保全活動

ここからは、これまで紹介してきた尾瀬の貴重な自然をいかにして守ってきたか、尾瀬の自然を守る取り組みについて東京電力グループの活動を中心に年代を追って紹介する。

（1）木道の整備、管理

尾瀬の風景に欠かせない「木道」の始まりは昭和26（1951）年頃と言われている。当時の木道は人が湿原を歩き易いように倒れた木を並べたものであったが、昭和35（1960）年頃からは、湿原の荒廃を防ぐ目的で木道が設置されるようになった。現在尾瀬にある木道の総延長は約60kmで、そのうち東京電力（株）が1/3にあたる約20kmを敷設し、グループ企業である尾瀬林業（株）がその工事と整備・管理を実施している。**写真—6**に至仏山を背景にした木道と木道敷設作業の様子（「かけや」という大きい木槌で杭を打っているところ）を示す。



写真—6 至仏山を背景にした木道と
木道敷設作業

（2）アヤマ平の植生復元

アヤマ平は標高1969mの高地に広がる湿原で、湿原のかなたが直接空に接する眺めは「天上の楽園」と呼ばれるほど美しい湿原であった。昭和30年代後半（1960年代）からのいわゆる「尾瀬ブーム」の当時は、木道の整備はまだ十分ではなかったうえに、入山者の自然保護に対するマナーが確立されていなかったこ



昔のアヤメ平



現在のアヤメ平

写真—7 荒廃した湿原の回復



写真—8 現在のアヤメ平と至仏山

と、さらには楽園での気持ち良さも手伝ってか多くのハイカー達が湿原の中を自由に歩きまわったり、ビニールシートを敷いて弁当を広げたり、中には池塘で泳ぐ、浮島に乗るなどマナーの悪い人もいた。

この結果、湿原植物が踏み荒らされ、約1haの湿原が踏み固められたグラウンドのような姿になってしまった。このため、長い年月をかけて堆積し、植物の生育地となっている泥炭層がむき出しとなり、このまま放置すれば泥地化することも予測された。

そこで、東京電力(株)及び尾瀬林業(株)は、昭和39(1964)年から、歩くルートを設定するために木道を整備すると同時に昭和41(1966)年にまず群馬県が植生復元を試みたのに続いて、昭和44(1969)年以降、専門家の意見を参考に湿原の植生復元作業に取り組んだ。

湿原の植生復元作業は、試行錯誤の繰り返しであったが、その代表的な工法としては①健全な湿地から自然への影響を最小限に留めながら植物群落をブロック

状に切り取り荒廃地に移植する、②切り取った跡地には尾瀬に多く植生し乾燥に強い「ミタケスゲ」の種子を播く、③泥炭層の流失防止のため木道廃材を利用して土留めをする、④「ミタケスゲ」の種子が雨水で流されないよう播種地全面を「わらごも」(わらでできたカーペット)で覆うなどである。

永年にわたる継続的な努力の結果、アヤメ平の植生は徐々に回復し、現在はようやくかつての姿を取り戻しつつある。今後ともまだ回復の不十分なところについて引き続き植生復元作業を続けていくこととしている。写真—7は修復前後のアヤメ平の様子、また写真—8は現在のアヤメ平から至仏山を望むところを示す。

(3) 自然環境保護に対する社会意識の高まり

昭和40年代後半(1970年代)に入ると、自然環境保護に対する社会の関心が一段と高まり、その先駆的役割を果たしたのが尾瀬であった。

昭和46(1971)年、環境庁長官による尾瀬現地調査の結果、当時進められていた三平峠を通る県道沼田～田島線車道計画の中止が決定された。昭和47(1972)年には、群馬県が「尾瀬の自然の美しさを愛し、その尊さを一層深く認識し、厳正な保護と秩序ある利用のもとに、国民の願いをこめて尾瀬の自然を守ることを誓う」を趣旨とする「群馬県尾瀬憲章」を制定したほか、国による「自然環境保全法」も公布された。

(4) ゴミ持ち帰り運動

“自分のゴミは自分で持ち帰る。”今では当たり前になった「ゴミ持ち帰り」、これも実は尾瀬が発祥の地である。大勢のハイカーが尾瀬を訪れ始めた昭和

30（1955）年代、40（1965）年代には“ゴミは近くのゴミ箱へ”というのが普通の考え方であった。年々増えるゴミの量に対応してゴミ箱を増設するものの（尾瀬には数百個のゴミ箱があった）、清掃、焼却処理が追いつかず、一晩放置すれば動物に食い散らかされるなど、悩みの種であった。そこで、昭和 46（1971）年に当時の職員が“発想を転換”させて思いついたのが「ゴミ箱の撤去」であった。

当時の国立公園を管理していた厚生省に提案したところ驚かれたが、認められ昭和 48（1973）年以降、尾瀬内のゴミ箱は逐次撤去し、全面的な「ゴミ持ち帰り運動」に発展した。

その後も、ゴミの持ち帰り運動を息長く続けた結果、今日では尾瀬にゴミは殆ど見あたらないようになった。それでも、うっかり落としてしまったような小さなゴミ（アメの包み紙など）は時には見受けられるため、最近は“みんなの尾瀬はみんなで守ろう”ということで、尾瀬を歩く方々に「ゴミ拾いボランティア（クリーンボランティア）」をお願いしている。

（5）公衆トイレなどへの自然に優しい設備の設置

昭和 39（1964）年頃から水洗式公衆トイレを設置してきたが、その後昭和 50（1975）年代から山小屋や公衆トイレからの雑排水やし尿が湿原に影響を与えることが指摘されるようになり、平成 6（1994）年までには特別保護地区内の山小屋全てに合併処理浄化槽が設置された。また、平成 4（1992）年及び 10（1998）年には東電小屋及び富士見峠公衆トイレに、太陽光発電設備が設置され自然エネルギーの有効活用がなされている。

（6）尾瀬サミットの開催と尾瀬保護財団の設立

これまで紹介してきたように、尾瀬の美しく貴重な自然を守るために、国や自治体、自然保護団体、山小屋組合、東京電力㈱及び尾瀬林業㈱などがそれぞれの立場でさまざまな保護活動を行ってきた。しかし平成 2（1990）年以降尾瀬を訪れる人々が年間 50 万人を超えるまでになり、しかも特定の時期に利用が集中するため、過剰利用による登山道や湿原の荒廃、水質の悪化が一段と進む状況となった。

こうした背景のもとで、平成 4（1992）年に当時の群馬県知事の提唱により、尾瀬を所有する群馬、福島、新潟の 3 県知事による尾瀬をテーマとしたトップ会談、いわゆる「尾瀬サミット」が尾瀬沼山荘（尾瀬林業）で開催された。この会談を通じて

①尾瀬保護財団の設立

②総合学術調査の必要性とその推進

③3 県の交流イベント、諸外国の自然公園管理機関との人材交流

④3 県の連携による環境管理計画の実施と景観形成施策の推進

などで合意した。平成 7（1995）年には、上記 3 県知事、片品、檜枝岐、湯之谷（現魚沼市）3 村長、東京電力㈱社長らが発起人となって「尾瀬保護財団」（学識者、各界の有識者、地元関係者なども参加）が正式に発足し、以降尾瀬サミットも毎年開催され活発な自然保護活動を展開している。

（7）ブナ植林への取り組み

昭和 60（1985）年代に入ると、地球温暖化問題を背景に、森林の持つ環境保全、CO₂ 吸収や緑のダムとしての機能への社会的期待が高まってきた。東京電力㈱は、戸倉山林を「水源涵養林（水源の森）」として理想的な森林にしていく観点から、生育の悪いカラマツ林を保水能力に優れたブナなどの落葉広葉樹林に整備することとし、平成 9（1997）年以降、毎年ボランティアの協力を得て、植林及び下草狩りを行っている。平成 18（2006）年までにボランティア参加延人数約 4100 人が北海道、九州からも参加していただき、植林面積 5 ha、植林本数 25000 本を達成することができた。

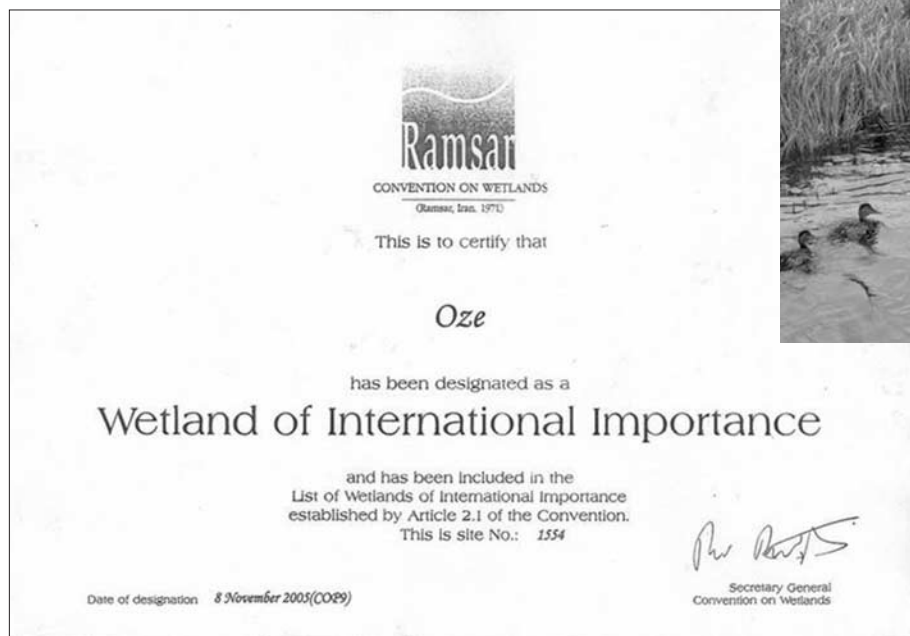
また、尾瀬地域の貴重な生態系を保全するため、鳩待峠、一ノ瀬、富士見峠の各入山口に、尾瀬に元々自生していない植物の種子が進入しないよう、靴についた種子を落とすための「種子落としマット」を合計 7 か所設置している。

（8）尾瀬の自然解説・ガイド活動

尾瀬を訪れる利用者の方に自然を楽しむだけでなく、尾瀬の自然の大切さや環境保全の取り組みへの理解を深めていただくため、尾瀬林業㈱職員による自然解説・ガイドを行っている。林間学校の団体に同行し、フィールドで解説を行うほか、山小屋では宿泊者を対象に映像などによる自然解説も行っている。

平成 13（2001）年には、これらの永年にわたる尾瀬の自然の保全と適正な利用の推進に積極的に取り組んだことに対して、尾瀬林業㈱は環境大臣表彰をいただく栄誉に浴することとなった。

また、平成 15（2003）年には、環境管理の国際規格「ISO 14001」の認証を山小屋としては、日本で初めて取得した。



写真—9 ラムサール条約湿地登録認定証（写）と水鳥

（9）尾瀬のラムサール条約湿地への登録

平成 17（2005）年 11 月の第 9 回ラムサール締約国会議で尾瀬がラムサール条約湿地に登録され、その湿地としての価値が世界に認められた。

ラムサール条約というのは、昭和 46（1971）年にイランのラムサールで開催された「湿地及び水鳥の保全のための国際会議」で採択された「特に水鳥の生息地として国際的に重要な湿地に関する条約」であり、平成 18（2006）年 3 月時点での世界の登録湿地数は 1591、日本の登録湿地数は尾瀬を含めて 33 となっている（写真—9 にラムサール条約湿地登録認定証（写）を示す）。

ラムサール条約では、

- ①重要な生態系として湿地の保全・再生
- ②産業や地域の人々の生活とバランスの取れた湿地の賢明な利用—湿地の生態系を維持しつつそこから得られる恵みを持続的に活用すること
- ③保全や賢明な利用のために人々の交流、情報交換、教育、普及啓発活動を進めること

を呼びかけており、この考え方は尾瀬の自然を守る取り組みの姿そのものであると言える。

（10）21 世紀における尾瀬の環境保全活動

以上、尾瀬の自然を守る取り組みについて紹介してきたが、何ととっても 20 世紀の尾瀬の自然環境保全の代表事例が、アヤマ平の植生復元だとすれば、21 世紀の大きな課題は、至仏山の登山道周辺を中心とす



写真—10 至仏山（日本百名山の一つ）と水芭蕉の群落

る荒廃防止と植生復元・保全であろう。

尾瀬ヶ原の西端に位置する至仏山は、燧ヶ岳と並ぶ尾瀬の主峰で、日本百名山の一つにもなっており、多くの登山者に親しまれているだけに登山道周辺での植生の荒廃が深刻となっている。平成元（1989）年から同 8（1996）年まで東面登山道（山ノ鼻～至仏山頂）が閉鎖され群馬県と東京電力㈱により再整備が行われた。しかしながら、今後とも本格的な保全対策が必要とされ、引き続き植生復元・保全計画が検討されているところである。写真—10 に残雪の至仏山とミズバショウの群落を示す。

また、尾瀬に関するもう一つの新しい動きは、福島、栃木、群馬、新潟の 4 県にまたがる日光国立公園から、

尾瀬地域を独立させ、単独の「尾瀬国立公園」（仮称）を誕生させようという動きである。文化財の比重が高く、観光地でもある日光地域と貴重な自然が中心である尾瀬地域を区分し、尾瀬を自然の保護と利用の均衡のとれた「21世紀の新しい国立公園のモデル」にしようという考えである。

21世紀においても、尾瀬の環境保全活動が益々充実していくことを願うものである。特に、尾瀬の貴重な自然・生態系についての学術的価値の再評価とその教育・啓発活動にも力を入れることが保全や賢明な利用というラムサール条約精神の一層の実現につながる事となる。

4. あとがき

今回、この記事を書きながら、尾瀬は私自身にとってもまさに“はるかな尾瀬”であることを改めて思い起こしていた。私事になって恐縮であるが、昭和35（1960）年夏、私が高校時代に親友と初めて尾瀬を訪れ、天上の楽園といわれた当時のアヤマ平に立った時、こんな山中にこれ程美しく、幻想的な理想郷が現実にあるのだろうか、と我が目を疑う程に深い感銘を受けたのである。そして教科書でしか知らなかったモウセンゴケの実物が池塘に群生している姿に直接触れることができた感激、山ノ鼻から至仏山に苦勞して登り、山頂から雲と霧の中の尾瀬ヶ原をかいま見ることができたこと、下山では午後の激しい雨に降られ激流の小川ようになった山道を必死で下ったこと、早朝の霧が晴れていく尾瀬沼が清々しかったこと、などを今で

も鮮明に思い出すことができる。一緒に登山した親友は、翌年の春、不幸にも突然のくも膜下出血により帰らぬ人となってしまった。至仏の山頂で2人で分かち合って、喉の渇きを共に癒した葡萄ジュースの味を忘れることができない。

尾瀬は、人里離れた原生自然であり、都会で生活する人々の日常生活からは距離的にも、心理的にも遠い存在に感じる“はるかな尾瀬”である。また、一方では多くの伝説が生まれる程地域の人々の暮らしの中にとけ込んだ自然であり、言い換えれば、はるか昔の古代から中世、近・現代まで様々な人々と共生してきた自然といえる。まさに時代を越えた“はるかな尾瀬”であると同時に“身近な尾瀬”でもある。

今後とも、尾瀬が人と自然の共生の「お手本」として生き続けていって欲しいと心から願うところである。

JCMA

《参考文献》

白簾史朗：尾瀬＝その美しき自然 大和書房 1984年8月
（財）尾瀬保護財団 設立10周年のあゆみ 2006年（平成18年）3月
尾瀬林業（株） 創立五十年史 2001年（平成13年）2月
尾瀬林業（株） CSRレポート2006 2006年6月（ホームページ
<http://www.tgn.or.jp/oze/info/index.html> 参照）

〔筆者紹介〕

鈴木 實（すずき みのる）
尾瀬林業株式会社
常任監査役



ずいそう

インドの国民車「アンバサダー」

近 藤 滋



私が初めてインドのカルカッタに足を踏み入れたのは1987年の4月、空港のシャトルバスで市内中心部に予約したホテルへ向かった。冷房はなく、エンジン音が開けっ放しの窓と薄っぺらなボディーから容赦なく私の耳を劈く。窓の外を流れる景色は今までに訪れたアジアの国々と明らかに違う強烈な異次元を感じさせた。

しばらく外の景色を見るうちに目も少し慣れたのか、何から異次元を最も感じるのか気になってきた。まず感じたのは、道路を走っている車が他のアジア諸国とはまったく違うことだ。多くのアジア諸国の町を走る車はそのほとんどが日本製である。従って、町並みや、道を歩く人々の顔つきが多少違っていても、日本と大きく違った違和感がないのではないかと。しかし、インドの道路を走る車は、どれも旧式のデザインでいかにも年数がたった車である。世界のどこにもないような光景である。

その旧式な車の代表がヒンドゥスタンモーターズ社製のアンバサダーである。当時聞いた話では、30年間一度もモデルチェンジしたことが無いと言う。製造元であるインド最大財閥の一つビルラグループ、ヒンドゥスタンモーターズ社のホームページによれば、元々はイギリスのモーリス・オックスフォードⅢを元に1957年から製造が開始されたと言う。

その後何度かアンバサダーに乗る機会があった。まず驚いたのは、ハンドルが斜めに付いている事であっ

た。従って運転手はやや斜に構えてハンドルを握り運転することになる。これはステアリングシャフトにユニバーサルジョイントが付いていない為、前輪タイヤが邪魔をして、進行方向に平行にシャフトをエンジンルームに差し込めないのが理由であった。最近のモデルはさすがに、ユニバーサルジョイントがシャフトに付きハンドルがまっすぐに付くようになった。

現在のモデルではエンジンは1.8リッターいすゞ製ガソリンエンジン、1.5、2.0リッターディーゼルエンジンが選べる。その他タクシー用に圧縮天然ガス、LPG燃料仕様車もラインアップされている。車体重量は1.2トンと重い。

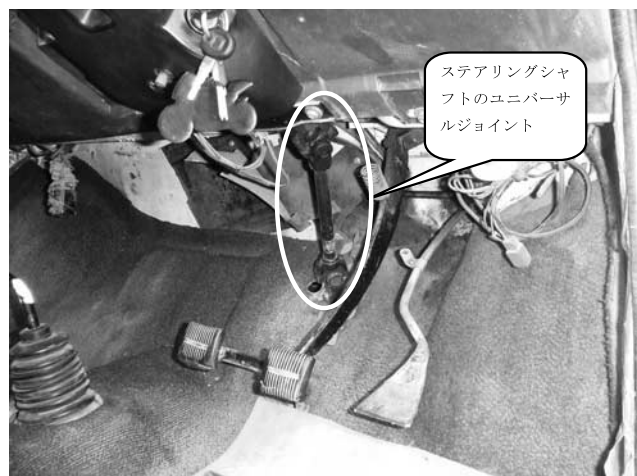
何故このような製造開始からほとんどモデルチェンジもされずに半世紀の間作り続けられているのであろ



国会議事堂前



コルカタ市内を走る「アンバサダー」



ステアリングシャフトのユニバーサルジョイント



1.5リッターディーゼルエンジンルーム

うか？ そこにインドの縮図，文化，国民性を垣間見
るような気がする。

インドは1947年の独立以来社会主義経済路線を歩
んできた。自動車産業も国の産業政策に則って生産が
なされ，乗用車はアンバサダーと他に1車種のみ製造
が許されていた。また，販売目的での乗用車の輸入も
禁止されていた。従って，インドの乗用車市場では競
争はまったくと言っていいほどなく，メーカーもコス
トのかかる新車開発を行う必要もなかった。

また，インドでは人件費は非常に安く，自動車の修
理費はモデルチェンジも行われないことから，部品の
製造価格も非常に安く抑えることが出来たため，多く
のユーザーは買い替えるより，同じ車でオーバーホー
ルを繰り返しながら長く使った方が経済的であった。

また，中古市場も魅力があった。何しろ，新車だと
初期のトラブルを直すのに時間と費用がかかるが，中
古であれば走行の実績がある車が購入できることにな
る。

後述するが，日本のスズキが進出し，工場からロー
ルアウトした瞬間にエンジンがかかり動き出し皆びっ
くりしたとの逸話もあるくらいである。

さすがのインドも中国をはじめとしたアジア諸国の
経済発展から大きく遅れをとったことから，1991年

開放経済政策に転換，自動車産業にも外資導入を認め
た。現在日本からは1980年代初めに国策の一環とし
て招かれ，大成功を取めたスズキをはじめ，トヨタ，
ホンダ，三菱がこの最後に残された巨大市場に参入し
ており，日産も進出を決めている。その他欧米，韓国
の自動車メーカーも大挙して進出を図っており，世界
で最も自動車メーカー数の多い国となっている。

その中で半世紀の間モデルチェンジをしなかったア
ンバサダーは厳しい競争にさらされされている。しか
し，インドの地方では今だ悪路にあった車はやはりア
ンバサダーであり，故障してもどこの町でも修理可能
で，自分の好みに合わせて，シートや内装の変更も可
能な車はアンバサダーしかない。インドの景色に溶け
込み，大統領，首相を含めた政府要人，国会議員，タ
クシーとVIP車から国民の下駄履きとしてインドで
は広く使われ，インドのDNAの一部をなしているよ
うにも思える。アンバサダーの生産中止はおそらく未
来永劫訪れることは無いようにさえ思える。

以前自宅近くの輸入レジャーヴィークルを扱ってい
るディーラーに一台の白いアンバサダーが停まってい
た。気になったので，ディーラーの店主に聞いたとこ
ろ，高額納税者としても有名なフォークシンガーが個
人輸入し，車検を通せるように改造して欲しいと，そ
のディーラーに持ち込まれた車だった。その店主曰く，
ボンネットを開いて，エンジン以外何もないのでびっ
くりしたこと，ヒーターとエアコンを取り付け，排ガ
ス規制をクリアさせる改造をしたらインドでの販売
価格の2倍を要したこと。また，事故を起こしたらボ
ディーの鉄板が厚いので，おそらく今の日本で板金修
理ができる場所はないのではないかともしも言ってい
た。

いずれにしろ，日本にもインド製アンバサダー愛好
ドライバーはいるようである。

——こんどう しげる 電源開発(株) プルリア揚水監理事務所長——

ずいそう

冬に想う

堅 田 豊



今年の冬は、雪かきに明け暮れた“平成 18 年豪雪”と打って変り、全国的な暖冬少雪で、私が居を構えている札幌は、降り積った雪が暖気と季節外れの雨でタイミング良く解け、積雪量が控えめの楽な冬となりました。そのため、今年は春の訪れがいつになく早い予感と、少しでも長く春の気配にひたれる嬉しさを感じている毎日です。

我が家における除雪の移り変わり

今を遡る 30 年程前の結婚間もない頃（当然、現在よりも多雪であった）、時ならぬ豪雪で、出勤時、玄関ドアを開けるのが困難で、まさしく戸惑う状況になったのを覚えています。当時は民家もさほど密集しておらず、雪捨て場も各所にあり、除雪の苦勞をしたという実感がありません。

その後に住んだ集合住宅では、住宅内の決まりごとで、1 週間交替で、2 軒 1 パーティの除雪当番（雪見当番とも言う）を仰せつかりましたが、何せ気まぐれな雪のこと、1 週間全く降らなかったり、1 週間毎日降ったりと、自然相手のことながら、その運、不運を天に呪いながら、大変な思いをして、出勤前の除雪をしたものです。

さらに、小宅を構えた 10 年程前は、近くの空き地に玄関前の除雪後の重たい雪をママさんダンプ（女性も手軽に除雪できるよう、プラスチックで軽量、小型化した排雪用具）で集積、堆雪しますが、この共同空き地への除雪は、冬の運動不足を解消し、健康な発汗と、ご近所との「よく降りますね」という言葉の交わり合いにより、町内コミュニケーション活性化の場となり、冬のささやかな楽しみの一つでもありました。

また、北海道では、道の両側に最も雪が堆積し道幅が狭隘になる 2 月初旬頃、年に 1 回の運搬排雪（パートナシップという制度があり、町内会費と市が経費の半分を補助し、ロータリ除雪車とダンプトラックの組合わせにより実施される）が行われ、夏同様の雪がない住民道路が確保されます。

しかし、近年では住宅が密集し、近くの空き地（雪捨て場）がなくなり、ロードヒーティング、融雪槽等の近代兵器のお世話になろうかと頭を悩ましていた 4 年程前に、民間業者が、運搬排雪を個人から請け負う

「排雪サービス業（12 月下旬から 3 月上旬まで定期的に週 1 回の排雪を行う）」なるものが起業し、過酷な雪捨て作業からは、かなり解放された冬の生活を過ごしていますが、今では、多数ある請負業者の受け持ち場所を示す旗（錦の御旗）が、各戸の玄関前にはためいており、冬の風物詩ともなっています。

楽しもう、冬のスポーツ

昨年 10 月札幌ドームでは、北海道日本ハムファイターズが、ご当地札幌で、“シンジラレナ〜イ”プロ野球のリーグ優勝、日本シリーズ優勝決定の胴上げが行われ、大地の響きのような感動を味わいました。

その同じ場所で、今年 2 月 22 日に 49 カ国のトップアスリートたちが集まったノルディックスキー世界選手権札幌大会の開会式と世界初のドーム内での、クロスカントリー女子・男子スプリント決勝を、直接観客席で、私は見てきました。コースは、ドーム内をスタート地点とし、外野席側の開いたスタンドから屋外に出てから U ターンしドームに戻りゴールするもので、モニターによる外の走りの中継と、選手がドームに再入場するときは声援で、ものすごく盛り上がりました。

世界のアスリートの強靱な体力と、スキーをはいているとは思えない、とんでもない速さにビックリしました。そのなかでも、日本選手の女子スプリントで入賞（5 位）した道産子の夏見 円選手の、目の前のゴール入りには、鳥肌が立つほどの感動を覚えました。

冬に旅したい都道府県の 1 位は北海道

フォートラベルが提供する「冬の旅ランキング 2006」によると、冬に旅したい都道府県の 1 位はダントツの北海道です。流氷観光、雪祭り、そして知床オーロラファンタジーなどで北国の冬を満喫し、北海道ならではの郷土料理も味わえ、新たな人気スポット、旭山動物園も後押ししているからとのことです。

雪国北海道は、一方では豪雪、地吹雪、つるつる路面での運転や歩行、家の前の除雪など、やっかいなことも多いですが、今年は、ノルディックスキー世界選手権の観戦などに触発され、来年こそは体力づくりの歩くスキーに挑み、雪に積極的に親しもうと思っております。

——かただ ゆたか 川崎重工業(株)北海道支社 上級専門職——

連載 土木技術者評伝

嘉南大圳設計者 八田與一技師（7）

—台湾で愛され日本人に知られていない偉大な土木技術者—

川 本 正 之

- | | |
|---|-----------------------------------|
| (1) 姿を現した銅像 | (10) 陽光浴びる銅像—大変な恩恵をもたらした技術に国境はない— |
| (2) この人の事を知ってほしい | (11) 追悼式典（墓前祭）に参加して |
| (3) 胸に抱く大計画 | (12) 民族を超えた土木技師 |
| (4) 家族とともに | (13) 農民たちの歓喜の声 |
| (5) 前例なき工法 | (14) 命日には墓前祭が |
| (6) 二つの試練 | (15) 水を引いた神の話 |
| (7) 不毛から肥沃へ—10年の月日を費やして嘉南大圳が完成— | (16) フォルモサ（美麗）の島、台湾 |
| (8) 李登輝氏は語る—米とサトウキビの増産で稼いだ外貨「八田さんの本当に大きな貢献は3年輪作だと思う」— | (17) 台湾万葉集より |
| (9) 撃沈—いつ死んでもお国のためなら本望じゃないか— | (18) 台湾の礎を築いた日本人たち |
| | (19) おわりに |

(本文中敬称略)

(18) 台湾の礎を築いた日本人たち

日本が台湾を統治していた時代、台湾の水利事業に尽くした八田與一の系譜は、明治31年（1898）から8年間、台湾総督府民政長官であった後藤新平の近代化政策にまで遡る。すなわち、おしなべて台湾インフラの礎は、後藤新平の敷いたレールの上を堅実に走ったとも言えるだろう。

科学者・後藤新平が行った台湾の近代化政策は「生物学の原則に従う」というものだった。「新領土」を一つの生命体とみなし、まず習慣、風土など徹底的に調査した上で施策を実行した。大風呂敷で調査魔と言われ、しかしそれを実現していったところなど、後に現れる八田與一を髣髴とさせる。

具体的な政策として後藤は、台湾の人々の暮らしを豊かにする産業を興すと同時に、インフラ整備に総力を結集した。産業発展のための輸送整備として築港、鉄道、道路づくり、さらに下水道整備は基本的な礎づくりである。そのために内地から選りすぐりの人材が呼ばれた。彼らこそ命を賭けて後藤プロジェクトに参加した土木の仕事人たちである。

基隆港を国際的な貿易港に変貌させた川上浩二郎、台湾縦貫鉄道405kmをつくった長谷川謹介などに代表される土木技術者たちの活動は瞠目ものだ。衛生土木では、お雇い外国人・パルトンが請われたが、マラリアで急死、その後を弟子の浜野弥四郎が受け継いで上下水道を整備した（東京より早く完備）。

実は、その後藤が赴任する前から地方役人として住民の生活習慣を調査し、住民の生活安定のためのインフラ整備に腐心していた人物がいた。西郷隆盛の子・菊次郎である。その菊次郎が宜蘭庁長になった翌年、後藤が赴任した。

つまり菊次郎の進めてきた政策は後藤のラインと重なった。そして明治33年（1900）菊次郎は宜蘭河の治水工事に着手した。毎年氾濫する災害から民衆を救いたと思った。堤防の長さ1700mの難工事に、延べ8万人の民衆が従事した。二期工事を合わせると74万人という人海戦術だった。

明治39年（1906）、菊次郎の治政を讃える「西郷庁憲徳政碑」が、宜蘭民衆によって建立された。八田與一が烏山頭で事業に着工する14年前のことだった。石碑は今も宜蘭河の畔にある。

(19) おわりに

今年（2006年）の2月頃から、「千日道路」（名阪国道）を調べて書きたいと思い、関係者を紹介してもらってお目に掛かった時、昨春（2005年）に書いた「八田與一技師」を持参した。その時に2月21日、名古屋大学で“八

《参考文献》

(下記の一部、写真および文章を引用・転載しました)

- 産経新聞「凜として」取材班：「凜として 日本人の生き方」、産経新聞（2005）
- 古川勝三：台湾を愛した日本人
- 司馬遼太郎：街道をゆく 台湾紀行
- 緒方英樹：「フォルモサの大地に残したものは」、日刊建設工業新聞
- 「新しい歴史教科書」、扶桑社
- 李登輝：「日本人の精神」、大学祭「三田祭」での講演予定原稿

田與一らについて”の講演会と映画会があると、教えられ大変ラッキーだった。

早速N君にも連絡して二人で出かけた。「民衆のために生きた土木技術者たち」という演題で、東京大学名誉教授の高橋 裕氏（今年の墓前祭にも出席されていた）から講演を聴いた。一人はパナマ運河に貢献した青山^{あきら}士であり、そしてこの八田與一、さらには信濃川大河津分水路を設計施工した宮本武之輔であった。いずれも橋梁^{いさみ}工学の大家で、帝国大学工科大学土木工学科主任教授広井 勇の高弟であったと聴かされ、そのスケールの大きさに圧倒された。そこで、ますます八田與一に引かれて、資料

集めに没頭しての、今回の台湾行きとなったのである。

しかし帰国10日目、前述した長男晃夫氏が逝去された旨の訃報が入った。にわかには信じられぬ気持ちで、5月23日の告別式に参列してご冥福をお祈りした。1920年生まれの86歳であった。

2006年5月27日 記

JICMA

[筆者紹介]

川本 正之（かわもと まさゆき）
社団法人日本機械土工協会
技術委員長

平成14年（2002）11月24日、慶応義塾大学の大学祭「三田祭」で予定され、幻となった李 登輝前総統の講演予定原稿を以下に添付する。八田與一技師が示した日本精神をもう一度思い出してほしい、日本が危機の時代を乗り切る指針にしてほしいという李氏の切なるメッセージが込められている。

「日本人の精神」

李 登輝

経済新人会の森本代表、三田祭幹事会の皆様、ご来賓の皆様、こんにちは！ ただ今ご紹介を受けました李 登輝です。

この度、三田祭開催を前にして、金 美齡女史と経済新人会の森本代表、河野先生が10月15日にわざわざ台湾にいらっしゃいました。そして私に三田祭、経済新人会主催の講演で「日本精神」について話してもらえないかと招聘状をいただきました。私はこれは難しい題目だなあと知りながら、しかし、即座によいでしょうと返答しました。これにはいろんな理由があります。

一つは三田祭幹事会の皆さんが若き学生であり、そして日本精神について知りたいということは、日本の現状と将来について、考えに考えたあげく、この問題を私に求めたものと思います。こんな立派な若者が日本にたくさんいることを知り、すっかり私の心を打つものがありました。

第二に私は、かつて日本の植民地・台湾で生まれ、かなり日本および日本についての教育を受け、最近はまだ、新渡戸稲造氏の武士道、すなわち日本人の精神について、その解題（分析）を書き、日本精神についてかなり考える機会を与えられました。

いま、私たちの住む人類社会は未曾有の危機に直面しています。地球規模の大戦や骨肉相食^{くわうさうじく}む血みどろの内戦や紛争の二十世紀が終わり、平和や繁栄の時代が到来したと安堵したのも束の間、世界ではますます不穏が続く、2001年9月11日にニューヨークやワシントンを多発的に襲った未曾有のテロ事件が発生しました。

まさに、人類社会自体が危機^{きんき}竿頭の大状況に直面しているときだけに、世界有数の経済大国であり、平和主義である「日本および日本人」に対する国際社会の期待と希望は、ますます大きくなると断言せざるを得ません。数千年にわたり積み重ねてきた「日本文化」の輝かしい歴史と伝統が、60億人の人類全体に対する強力な指導国家としての資質と実力を明確に示しており、世界の人々から篤い尊敬と信頼を集めているからです。

この指導国家の資質と実力とは何でしょう。

これこそは日本人が最も誇りと思うべき古今東西を通じて誤らぬ普遍的価値である日本精神でしょう。人類社会がいま直面している恐るべき危機状態を乗り切っていくために、絶対必要不可欠な精神的指針なのではないでしょうか。

しかるに、まことに残念なことに1945年以後の日本において、このような代え難い日本精神の特有な指導理念や道徳規範が全否定されました。日本の過去はすべて間違っていたという「自己否定」な行為へと暴走して行ったのです。

日本の過去には政治、教育や文化の面で誤った指導があったかもしれませんが、また、素晴らしい面もたくさんあったと私はいまだに信じて疑わないだけに、こんな完全な「自己否定」傾向がいまだに日本社会の根底部分に渦巻いており、事あるごとに、日本および日本人としての誇りを奪い自信を喪失させずにおかないことに心を痛めるものの一人であります。これらが、私をして三田祭講演の招聘状を即座に承諾させた理由でもあります。

皆様に日本精神は何ぞやと、抽象論を掲げて説明するだけの実力を私は持っていません。（司馬遼太郎の著書「台湾紀行」に“老台北”として登場する実業家の）蔡 焜燦さんの書かれました「台湾人と日本精神」みたいな立派な本をもって説明することもできません。私としては日本の若い皆さんに、私が知っている具体的な人物や、その人の業績を説明し、これが日本精神の表れです、普遍的価値ですと説明した方が、皆さんにもわかりやすく、また、日本人としての誇りと偉大さを皆で習っていけると考えるものであります。

台湾で最も愛される日本人の一人、八田與一について説明しましょう。

八田與一といっても、日本では誰もピンとこないでしょうが、台湾では嘉義・台南平野15万町歩（一町歩はおおよそ1ヘクタール）の農地と60万人の農民から神のごとく祭られ、銅像が立てられ、ご夫妻の墓が造られ、毎年^{うげんとう}の命日は農民によりお祭りが行われています。彼が作った烏山頭ダムとともに永遠に台湾の人民から慕われ、その功績が称えられるでしょう。

八田與一氏は1886年に石川県金沢市生まれ、第四高等学校を経て1910年に東大の土木工学科を卒業しました。卒業後まもなく台湾総督府土木局に勤め始めてから、56歳で亡くなるまで、ほぼ全生涯を台湾で過ごし、台湾のために尽くしました。

1895年に日本の領土になったころ、台湾は人口約3百万人、社会の治安が乱れ、アヘンの風習、マラリアやコレラなどの伝染病などの原因で、きわめて近代化の遅れた土地であり、歴代三代の台湾総督は抗日ゲリラ討伐に明け暮れた時代でありました。第四代の児玉源太郎総督が民政長官の後藤新平氏を伴って赴任した1898年ごろに、台湾の日本による開発が初めて大いに発展しました。

八田與一氏が台湾に赴任するのは、後藤新平時代が終了した1906年以降のことです。後藤新平時代に台湾の近代化が大いに進んだとはいえ、以前があまりに遅れていたこともあり、八田氏が精力を傾けることになる河川水利事業や土地改革はまだまだ極めて遅れていました。

台湾に赴任してもなく、台北の南方、桃園台地を灌漑する農業水路の桃園大圳の調査設計を行い1916年に着工、1921年に完成しましたが、灌漑面積は3万5千町歩でありました。これが今日の石門ダムの前身であります。

この工事の途中から旧台南州嘉南大圳水利組合が設立され、八田氏は総統府を退職して組合に入り、十年間をその水源である烏山頭貯水池事務所長として、工事実施に携わりました。嘉南平野15万町歩を灌漑するために、北に濁水溪幹線、南に烏山頭ダム幹線の二大幹線を構築し、曾文溪から取水隧道によってダムに1億6千万トンの貯水を行ったものであり、土堰堤築造工法としてセミハイドロリックフィル（反射水式）工法が採用されました。

この工事の完成によってほとんど不毛のこの地域15万町歩に毎年8万3千トンの米と甘蔗＝サトウキビ＝その他の雑作が収穫されるようになりました。

その時分では東洋一の灌漑土木工事として、十年の歳月と（当時のお金で）五千四百万円の予算で1930年この事業を完成したときの八田氏はなんと、44歳の若さでありました。嘉南大圳の完成は世界の土木界に驚嘆と称賛の声を上げさせ、「嘉南大圳の父」として60万の農民から畏敬の念に満ちた言葉で称えられました。

八田與一氏への恩を忘れないようにしたのは何でしょうか？ 古川勝三氏の著作からの引用ですが、八田與一があの若さでこの偉大な仕事を通じて台湾に残したものが三つあると思います。

ひとつは嘉南大圳。不毛の大地といわれた嘉南平野を台湾最大の穀倉地帯に変えた嘉南大圳を抜きにして八田氏は語れません。二つ目は八田氏の独創的な物事に対する考え方です。今日の日本人が持ち得なかった実行力と独創性には目を見張るものがあります。三つ目は八田氏の生き方や思想は、我らに日本的なものを教えてくれます。

これら諸点について具体的な諸事実を並べて話しましょう。

まず嘉南大圳の特徴についてみましょう。(1) 灌漑面積は15万町歩、水源は濁水溪系統5万2千町歩、烏山頭系9万8千町歩。灌漑方式は三年輪作給水法、(2) 烏山頭ダムの規模、堰堤長1273メートル、高さ56メートル、給水量1億5千万トン、土堰堤はセミハイドロリックフィル工法採用、(3) 水路の規模、給水路1万キロ、排水路6千キロ、防水護岸

堤防228キロ。

このような巨大な土木工事をわずか32歳で設計に取りかかり、34歳で現場監督として指揮をした八田氏の才能には頭が下がります。戦後の日本における近代農業用水事業の象徴である愛知用水の10倍を超える事業なんだと考えれば、うなずけるものと思います。そして烏山頭は東洋唯一の湿地式堰堤であり、アメリカ土木学会は特に「八田ダム」と命名し、学会誌上で世界に紹介したものです。

しかし、嘉南大圳が完成しても、それですべてが終わったというわけにはいきません。ハードウェアは完成しましたが、それを維持管理し有機的に活用するためのソフトウェアが大切です。農民はその大地を使って農作物を作り、生産力を上げなければ嘉南大圳は生きたものにはなりません。農民への技術指導が連日、組合の手によって繰り返されました。その甲斐あって3年目には成果が顕著になってきました。かくして不毛の地、嘉南平野は台湾の穀倉地帯に変貌を遂げたのです。

その成果には(1) 農民が被る洪水、干ばつ、塩害の三重苦が解消したこと(2) 三年輪作給水法によって全農民の稲作技術が向上したこと(3) 買い手のない不毛の大地が給水によって地価が二倍、三倍の上昇を招き、全体では9540万円もの価値を生んだ。この金額は当時の全工事費を上回る金額であった。(4) 農民の生活はこれによって一変し、新しい家の増築や子供の教育費に回す余裕ができたことがあげられます。

次は八田氏の独創的なものの考え方を述べなければなりません。以上述べた嘉南大圳の巨大な工事に対して、当時として常識はずれの独創的方法が採用されました。

その一つはセミハイドロリックフィル工法の採用です。この方法は東洋では誰もてがけたことがなく、アメリカでさえもこのような大きな規模の工事では採用されていなかった。この工法を採用したのは、それなりの理由がありました。

まず地震です。この地帯は断層があちこちに発生しており、地震強度は6度以上もあります。この工法は粘土による中心羽金層を堰堤中心に造り、浸透水を遮断して堰堤に決壊を防ぐアースダム方式です。この工法を遂行するには、三百トンの大量の土砂と中心羽金層を造る微細な粘土を必要としますが、この地域ではこれを供給する場所がありました。

この未経験の工法を採用するに当たり、徹底的な机上の研究とアメリカ視察を行いました。そして、この工法の採用と設計が間違いでない確信を持って工事にとりかかったのです。またコンクリートコアの高さと余水吐をめぐって、セミハイドロリックフィルダムの権威者ジャスチンと大論争をしますが、自説を譲らず、設計どおりに構築しました。70年経過した今日でも、堰堤は1億トン以上の水を堰きとめて、八田ダムの正確性を証明しています。

二つ目は大型土木機械の使用です。労働力のあまっている時代としては常識はずれでした。大型機械の使用については組合や当時の請負業者が反対していました。購入予算は400万円に達し、堰堤工事と烏山頭隧道工事費の25%にあたります。

八田氏の意見は、これだけの堰堤を人力で造っているのは10年どころか20年かかってでもできない。工期の遅れは15万町歩の土地が不毛のまま眠ることになる。高い機械で工期が短縮できれば、それだけ早く金を生む。結果的に安い買い物になるというものでした。この考え方は当時としては偉大

な見識と英断と見なければいけないでしょう。これら大型土木機械はその後の基隆港の建設と台湾開発に非常な威力を発揮しました。

三つ目は烏山頭職員宿舍の建設です。「よい仕事は安心して働ける環境から生まれる」という信念のもとに、職員用宿舍 200 戸の住宅をはじめ、病院、学校、大浴場を造るとともに、娯楽の設備、弓道場、テニスコートといった設備まで建設しました。

それ以外にまたソフトウェアにも気を配り、芝居一座を呼び寄せたり、映画の上映、お祭りなど、従業員だけでなく家族のことも頭に入れて町づくりをしています。工事は人間が行うのであり、その人間を大切にすることが工事も成功させるという思想が、八田氏の考えでした。

四つ目は三年輪作給水法の導入です。15 万町歩のすべての土地に、同時に給水することは、1 億 5 千万トンの貯水量を誇るとはいえ、烏山頭ダムと濁水溪からの取水量だけでは、物理的に不可能でした。ならば当然その給水面積を縮小せざるを得ないと考えるのが普通ですが、八田氏の考えは違っていました。土木工事の技術者はダムや水路を造りさえすれば、それで終わりであると八田氏は考えなかったのです。

ダムや水路は農民のために造るのであれば、15 万町歩を耕す農民にあまねく水の恩恵を与え、生産が共に増え、生活の向上ができて初めて工事の成功であると考えていました。

そのためには、15 万町歩の土地に住むすべての農民が、水の恩恵を受ける必要がある。そしてそのためには、すべての土地を 50 町歩ずつ区画し、150 町歩にまとめて一区域にして、水稻、甘蔗、雑穀と三年輪作栽培で、水稻は給水、甘蔗は種植期だけ給水、雑穀は給水なしという形で、一年毎に順次栽培する方法を取りました。給水路には水門がつけられ 50 町歩単位として灌漑してきたのです。

最後に、雄大にして独創的工事を完成させた八田與一とはどんな人だったのか、そこに焦点を当てて考えてみましょう。

八田與一氏は技術者として抜群に優れていたばかりでなく、人間としても優れていました。肩書きや人種、民族の違いによって差別しなかったのです。天性ともいえるかもしれませんが、これを育んだ金沢という土地、いや日本という国でなければかかる精神がなかったと思います。

嘉南大圳の工事では 10 年間に 134 人もの人が犠牲になりました。嘉南大圳完成後に殉工碑が建てられ、134 人の名前が台湾人、日本人の区別なく刻まれていました。

関東大震災の影響で予算が大幅に削られ、従業員を退職させる必要にせまられたことがありました。その時、八田氏は幹部のいう「優秀な者を退職させると工事に支障があるので退職させないでほしい」という言葉に対し、「大きな工事では優秀な少数の者より、平凡の多数の者が仕事をなす。優秀なものは再就職がすぐできるが、そうでない者は失業してしまい、生活できなくなるではないか」といって優秀なものから解雇しています。

八田氏の人間性をあらわす言葉でしょう。八田氏の部下思いや、先輩や上司を大事にすることでは、数え切れないほどエピソードがあります。

八田氏は 1942 年 3 月、陸軍からの南方開発派遣要求とし

て招聘されます。その年の 5 月 8 日、14,000 トンの大型客船「大洋丸」に乗ってフィリピンへ向う途中、アメリカ潜水艦の魚雷攻撃に遭い大洋丸が沈没。八田氏もこのため遭難しました。享年 56 歳でした。妻の八田外代樹さんは三年後、戦争に敗れた日本人が一人残らず（台湾から）去らねばならなくなつたときに、烏山頭ダムの放水口に身を投じて八田氏の後を追いました。御年 45 歳でした。

私の畏友、司馬遼太郎氏は「台湾紀行」で、八田氏について、スケールの大きさをつぶさに語りつくしています。

私は八田與一によって表現される日本精神を述べなければなりません。何が日本精神であるか。八田氏の持つ多面的な一生の実績を要約することによって明瞭になります。

第一のものは、日本を数千年の長きにわたって根幹からしっかりと支えてきたのは、そのような気高い形而上の価値観や道徳観だったのではないのでしょうか。国家百年の大計に基づいて清貧に甘んじながら未来を背負って立つべき世代に対して、「人間いかに生きるべきか」という哲学や理念を八田氏は教えてくれたと思います。「公に奉ずる」精神こそが日本および日本人本来の精神的価値観である、といわなければなりません。

第二は伝統と進歩という一見相反するかのように見える二つの概念を如何にアウフエーベン（止揚）すべきかを考えてみます。現在の若者はあまりにも物質的な面に傾いているために皮相的進歩にばかり目を奪われてしまい、その大前提となる精神的な伝統や文化の重みが見えなくなってしまうのです。

前述した八田氏の嘉南大圳工事の進展過程では、絶えず伝統的なものと進歩を適当に調整しつつ工事を進めています。三年輪作灌漑を施工した例でも述べたように、新しい方法が取られても、農民を思いやる心の中に伝統的な価値観、「公議」すなわち「ソーシャル・ジャスティス」には些かも変わるところがありません。まさに永遠の真理であり、絶対的に消え去るようなことはないものです。日本精神という本質に、この公議があればこそ国民的支柱になれるのです。

第三は、八田氏夫妻が今でも台湾の人々によって尊敬され、大事にされる理由に、義を重んじ、まことを持って率先垂範、実践躬行する日本の精神が脈々と存在しているからです。日本精神の良さは口先だけじゃなくて実際に行う、真心をもって行うということにこそあるのだ、ということを忘れてはなりません。

いまや、人類社会は好むと好まざるとにかかわらず、「グローバルイゼーション」の時代に突入しており、こんな大状況のなかで、ますます「私はなにものであるか？」というアイデンティティーが重要なファクターになってきます。この意味において日本精神という道徳体系はますます絶対不可欠な土台になってくると思うのです。

そしてこのように歩いてきた皆さんの偉大な先輩、八田與一氏のような方々をもう一度思い出し、勉強し、学び、われわれの生活の中に取り入れましょう。

これをもって今日の講演を終わらせてもらいます。ありがとうございました。

CMI 報告

ミニショベルの転倒事故防止

西ヶ谷 忠明

1. はじめに

ミニショベル、ミニホイールローダ等の小型建設機械は、運転資格も比較的緩やかで便利に使えることから、人力作業に替えて多方面で活用されている。今後、労働人口の高齢化に伴い、この傾向は一層加速されてゆくものと考えられる。また、ミニショベル（機械質量 6,000 kg 未満、かつ標準バケット山積み容量 0.25 m³ 未満の油圧ショベル）については、小型・軽量の特徴を生かし、狭い場所や通常の重機が進入できないような場所に投入して使用されているケースが多くある。このため、作業環境が十分でない状況もあり、転落・転倒事故の危険性を有している。

この報告は、国土交通省関東技術事務所からの受託に基づき実施したミニショベルの転倒事故防止に関する検討業務のうち、事故原因の調査結果を紹介し、事故防止にお役立ていただきたいと願うものである。

2. ミニショベルの作業現場の状況

ミニショベルがどのような現場条件で使用されているかを把握し、事故防止対策検討の資料とするため、道路建設業 9 社を対象にヒヤリング調査を実施した。現場の状況に詳しく、施工計画にも関与している立場にある技術者 15 人（うち、6 人は同一社）にヒヤリングの結果、ミニショベルの使用状況について表—1 のような特徴が明らかとなった。

表—1 ミニショベルの作業実態

■ミニショベルが投入される現場の特徴

- ・ 施工場所が狭く、通常の重機が入るスペースがない場所。
- ・ 小断面の掘削（情報 BOX、電線共同溝）。
- ・ 人力作業の代替。

■吊り作業について

- ・ 安全衛生規則に則った判断はされているが、一部に誤った解釈がある（誤解：バケットに吊りフックが付いていれば吊ってもよい）。
- ・ ミニショベルの作業半径でカバーできればクレーンは使わないとする意見もあった。
- ・ 吊り荷重の判断は、「見れば分かる」、「材料表でチェック」が多い。
- ・ 標準荷重について、「軽すぎる」とする意見が 2 件あった。
- ・ クレーン仕様機の導入について、「ミニで吊る荷重は軽いからクレーン仕様機は必要ない」とするものと「計画的に導入する」に分かれる。
- ・ 計画的な導入は、リースの際に仕様選定している。

■使用状況について

- ・ 法肩、堤防天端での作業はあまりない。
- ・ 法肩等での作業は、クローラの向きを法肩と平行にする。直角では作業効率が悪い。
- ・ 斜面の登坂、降坂時の姿勢はまちまち。
- ・ 急勾配の乗り越えが短距離なら、ブーム、アームを使うことがある。

■超小旋回型、後方小旋回型について

- ・ 安定性が悪いとする回答は 1 件だけ。
- ・ 旋回時の接触事故防止の効果に期待している。

■オペレータ教育について

- ・ 教材はまちまちである。
- ・ 教育の回数は、月 1 回程度。
- ・ 教育時に接触事故の防止を強調する。

■その他

- ・ ミニショベルは小さく威圧感がないため、つい近づきすぎる。
- ・ バケット、ブレードを使って同じ場所で多彩な作業をこなしている（掘削、押し土、均し）ため、作業の種類が突然変わることがあり、周辺作業員にとってみれば予想外の動きをするため接触してしまう。

3. 転倒事故発生時の状況

国土交通省に蓄積されている公共建設工事に伴い発生した事故のデータベース（以下、事故データベース）をもとに平成 6 年～平成 11 年のデータを精査し、ミニショベルの転倒事故 30 件を抜粋し分析を行った。

事故機械の形式、大きさ、事故直前の機械の姿勢や

動作方向等については、事故データベースに添付の写真、スケッチ等から読み取った。転倒事故例にみる転倒時の状況は以下のように推察される。

(1) 転倒事故時の作業の種類

ミニショベルが転倒事故を起こしたときの作業の種類は、図—1に示すように、①掘削・埋め戻し作業、②荷吊り作業、③自走移動中の3種類で全体の91%を占めている。

ミニバックホウによる荷吊り作業は、車両系建設機械の主たる用途以外の使用を禁止する労働安全衛生規則の第164条違反となるが、転倒事故の中では全体の37%と高い割合を占めている。

(2) 転倒事故時の機械の状態

事例の多い転倒事故時の作業について、作業場所と機械の状態を推定すると次のとおりである。

①掘削小移動時に踏み外して転倒（12件）

80%以上の事例は、法面天端あるいは法面の小段で足場自体は平らなところで発生している。また、75%の事例は掘削・埋め戻し等に伴い、後進で少し移動するときにバランスを崩すあるいは後方不注意により法肩等を踏み外して転落・転倒している。

②荷吊り作業中に転倒（11件）

吊り作業については、労働安全衛生規則第164条の第2項において、一定の条件を満たす場合には吊り作業もやむをえないとして、フックの強度、吊り荷重の制限（標準荷重未満）などの条件を詳細に規定しているが、一般には短絡的に、バケットにフックが付いてさえいれば吊り作業を行ってもよいものと誤解されていることが転倒事故の一因と考えられる。標準荷重は、標準バケットの平積み容量（ m^3 ）に、土砂の密度として1.8（ t/m^3 ）を乗じた値に相当する荷重と定められている。事故状況記録から吊り荷重が推定でき

た7件については、全て標準荷重を超えた過大荷重であった。甚だしい場合は標準荷重の5倍に達する荷重を吊り上げて転倒した例もある。

③自走移動中に転倒（4件）

自走移動中の転倒事故4件のうち2件は急勾配の斜面を移動中に発生している。個々の状況は次のとおりであった。

- ・約34度の斜面の盛土を越えて工事用道路に移動しようとして斜面で後転（再現実験写真—1）。
- ・段差50cmの小山に片側のクローラを乗り上げたためにバランスを崩して転倒。
- ・狭く、急勾配（角度不明）の斜面で転倒。
- ・路肩洗堀した工事用道路通過中にバランスを崩して転倒。

4. 転倒事故防止対策

転倒しにくいミニショベルは、ブーム・アーム等の上部構造を徹底的に軽量化し、履帯等の下部構造を重くして重心高さを下げる、あるいは、履帯間隔を広げて安定傾斜角度を大きくする等が考えられる。しかし、これらの対策は非常に高価なものになったり、ミニとしての特性を棄却することになり、実現は困難である。したがって、機械を使用する側において、ミニショベルは転倒に対するリスクがあることを十分認識して作業に当たる必要がある。事故防止対策を次のように確認する。

(1) 掘削小移動時の踏み外し

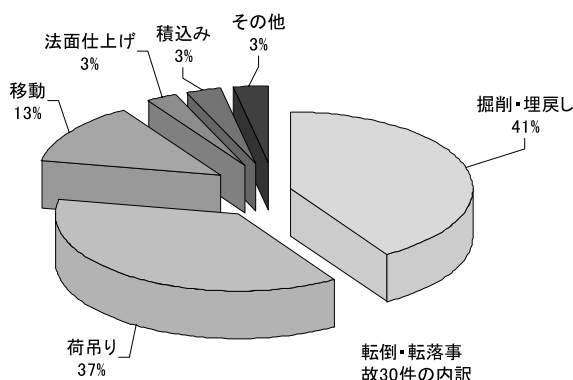
走行距離がわずかであっても、運転手は後方を目視確認しなければならず、緊張感を持続させた作業が望まれる。

(2) 吊り作業

ミニショベルでの吊り作業がやむを得ないと解釈される場合であっても、吊り上げる最大荷重については、標準荷重未満の条件を遵守する必要がある。クレーン仕様のバックホウは、労働安全衛生法施行令第1条第8号の「移動式クレーン」に該当するとされているから、バックホウで吊り作業が必要となる場合はクレーン仕様機の使用を原則とすべきである。

(3) 自走移動時の対策

急斜面を斜め走行するような移動は行わない。また、距離の短い斜面であっても、自力走行できない状況でブーム、アームを使っでの無理なよじ登りは絶対に行



図—1 転倒・転落事故時の作業内容



写真—1 事故再現実験（斜面よじ登り後転）

わない（写真—1）。

（4）安全装備

万が一、転倒した場合でも運転者に重大なダメージを与えないために TOPS（JIS A8921）の装備が重要となる。TOPS を装備しても、シートベルトを装着しなければ効果は期待できないので、この点についても

十分認識する必要がある。

5. おわりに

ミニショベルは、工事現場には必ずといってよいほど普及しており、大変便利に使われているが、作業環境は狭く、凹凸のある不安定な地盤に置かれる場合が少なくない。中型、大型のショベルにとってはなんでもない凸部でも、ミニショベルにとっては乗り上げると転倒する場合がある。ミニショベルの使用に関係する全ての方々が、転倒の危険を回避するよう、常に現場条件、機械の姿勢に注意して工事されるよう切望する。

JCMA

〔筆者紹介〕

西ヶ谷 忠明（にしがや ただあき）
 社団法人日本建設機械化協会
 施工技術総合研究所 研究第四部長

建設機械ポケットブック

＜除雪機械編＞

本書では、除雪機械について事故や故障を未然に防止するための主要な点検項目や点検時の留意点などを整理しました。日常点検や定期点検・整備における基礎資料として活用され、点検、整備および修理を的確かつ効率的に実施し、道路の維持除雪工事を安全で適正に施工するための一助となれば幸いです。

監修／国土交通省北海道開発局事業振興部機械課

発行／社団法人 日本建設機械化協会

目次

1. 整備点検のあらまし
2. 除雪トラック

3. 除雪グレーダ
4. 除雪ドーザ
5. ロータリ除雪車
6. 小形除雪車
7. 凍結防止剤散布車
8. 資料編

●パスポートサイズ／87 ページ

●平成 17 年 9 月発刊

●定 価

1,000 円（本体 953 円）送料 250 円

※送料は複数冊申込みの場合、又は他の図書と同時申込みの場合、割引となる場合があります。

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

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

新工法紹介 広報部会

03-157	ソード工法	東日本旅客鉄道，鉄建建設， 巴コーポレーション
--------	-------	----------------------------

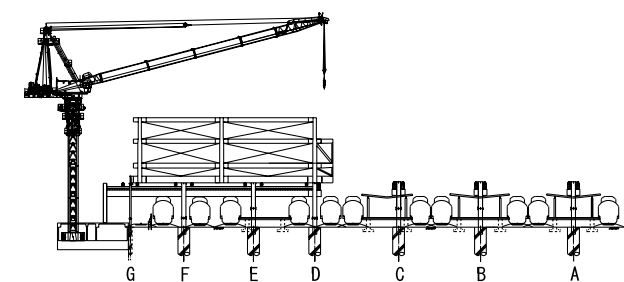
▶ 概要

線路上空建物の構築は，電車の運行に支障なく，安全に施工しなければならない。そのため鉄骨建方は，電車の運行されない夜間に短時間で行う必要があり，施工能率が悪く，工期の長期化・コスト高の原因になっていた。

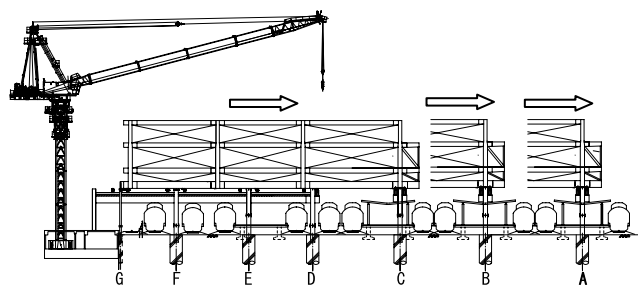
3社で共同開発した工期短縮施工法「ソード工法」により，今まで夜間作業で行ってきた鉄骨建方工事が，昼間作業可能になった。立川駅改良工事では，在来工法による工期27ヶ月と比べ6ヶ月短縮し，全体工期21ヶ月となった。工事はすべて予定時間内に列車運行に支障することなく完了し，施工精度も管理値以内であることを確認した。

「ソード（SWORD）工法」は「Slide-Work Over a Railway and Down」の略である。構台上で組み立てた鉄骨躯体を線路上空へスライドさせ，フロアーダウンを完了させる。
〈工法の概要〉

タワークレーンの旋回範囲に，本設の鉄骨を利用した発進構台を設け，発進構台上でAC間の鉄骨建方を昼間作業で行い，夜間作業でC通りまでスライドさせる。次に，発進構台上で後続部分CD間の鉄骨建方を昼間作業で行い，夜間作業でA通りまでスライドさせ，スライド工事を完了させる（図－1，2，



図－1 発進構台設置（DG間）AC間鉄骨建方



図－2 CD間建込～A通りまでスライド

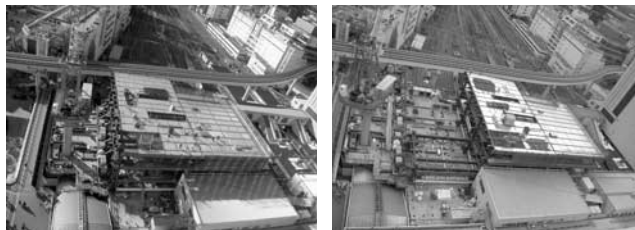
写真－1)。

スライドが完了したら，ホーム上屋を撤去し，A～D間の線路階床を正規の高さまでセンターホールジャッキでダウンさせる。

〈スライドシステム〉

スライド装置は，スライドジャッキ，ステップバー，制御盤で構成され，荷重・スライド量・速度・スライドの状況等は，集中制御管理を行う。万一，スライド量の差がジャッキ間で5mmを超えると，他のジャッキと同調しスライドを再開する。
〈フロアーダウンシステム〉

フロアーダウンシステムは，センターホールジャッキ，チャックケース，爪開放ジャッキ，PC鋼より線，クレビス金物，クレビスピンで構成される。これらを集中操作盤に繋ぎ，フロアーダウン中の降下量と荷重について集中制御管理を行う。同調の機構はスライドシステムと同じである。



写真－1 スライド実施状況

▶ 特徴

- 1 鉄骨建方工事を昼間作業可能にしたことにより，施工能率が飛躍的に向上し，大幅な工期短縮，コストダウンが可能
- 2 ホーム屋根上をスライドさせることにより，電気関係支承移転工事および仮ホーム屋根の施工範囲を縮小
- 3 スライド桁，手延べ機を用いることなく上部構造体を線路上空にスライド可能
- 4 新たに開発したスライドジャッキは，20mのスライドに所要する時間が60分程度と，ロングスパンにも対応可能
- 5 施工中の地震や強風に対するリスク管理
- 6 スライドは線路平行，線路直交方向とも施工可能

▶ 用途

・線路上空建物の構築

▶ 実績

・立川駅改良工事（スライド工事：4.25m，8.65m，15.8m，17.65m，15.8mの計5回。フロアーダウン工事：約1500m²・約330t，2.3m降下）

▶ 問合せ先

鉄建建設(株) エンジニアリング本部 建築技術部

〒101-8366 千代田区三崎町2-5-3

Tel：03(3221)2170

新工法紹介

11-82	無人・情報化施工システム	熊谷組
-------	--------------	-----

▶ 概 要

本システムは、無人化施工技術と3次元CADを利用した情報化施工技術を高度に組み合わせたもので、以下にあげるシステムからなる。

・無人測量システム

無人化施工用のバックホウのアーム先端に取付けした測量装置にGPSを装備し、その装置全体を水平同調機構によって水平に保ちながらスプレーによるマーキングおよび測量ポイントのチェックをすることができるシステムで、すべての操作を遠隔操作で行う(図-1)。

・ブルドーザ排土板制御システム

排土板の両端にGPSを取付け排土板の位置、高さを直接計測し、予め3次元CADで設計した地盤データに基づいて排土板の高さを自動制御するシステムで、設計高さとの差異は、モニタ画面に表示するとともにPHSで伝送し遠隔操作室でもリアルタイムに表示する(図-2)。

・3次元バックホウ誘導システム(丁張りなし作業)

バックホウのカウンタウェイトに設置した2つのGPSと車体の傾きを測るピッチセンサ、そしてブーム・アーム・バケットの傾斜を測る3つの角度センサの情報から車載コンピュータによってバケットの位置・姿勢を算出して、運転席のディスプレイおよび遠隔操作室に表示する。事前に入力した3次元CADの設計データとの相対位置を表示するので画面を見ながら掘削、法面施工を丁張りなしで作業することができる。

・転圧機械管理システム

振動ローラに搭載したGPSにより車両の位置・高さの情報で転圧状況を遠隔操作室にリアルタイムに表示し、記録に残す。

・敷均し管理システム

ブルドーザの運転席上に搭載したGPSにより、車両の位置、高さの情報から敷均し作業の状況を遠隔操作室にリアルタイムに表示し、記録に残す。

▶ システムの特徴

- ①工事全体を情報化施工で行うことができ施工の合理化を進めることができる。
- ②3次元データ化したシステムが、主な工種の現況測量、施工指示、施工、そして確認と検査までの一連の流れに機能したことで施工精度と施工効率の向上に寄与した。
- ③無人測量機や重機のGPSデータによる日々の施工出来型を

データベースに保存していくことで、施工データをCADにフィードバックし、現況形状の確認や出来型管理、土工量算出などの管理業務を3次元CADの上で容易に行うことができる。

無人測量システムの概要

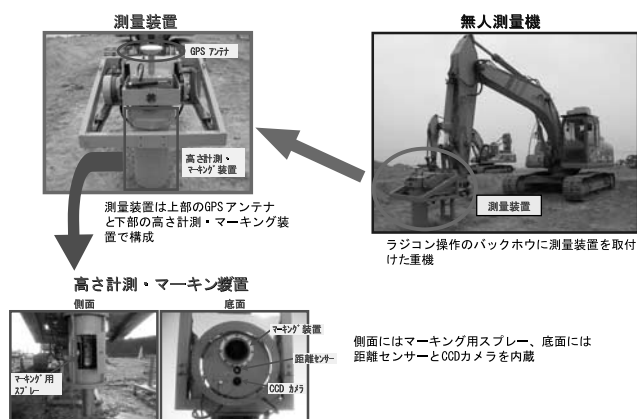


図-1 無人測量システム

排土板制御システム装置構成

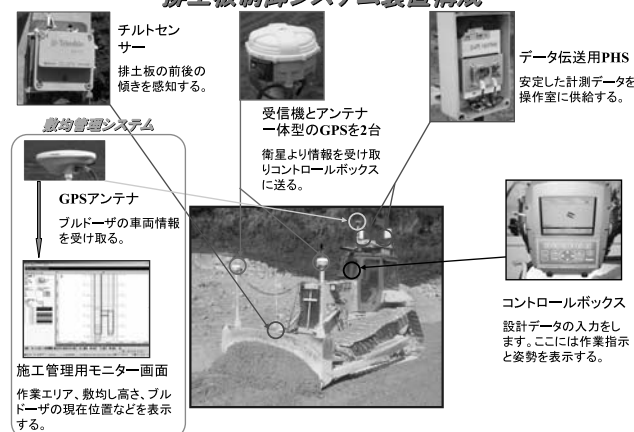


図-2 ブルドーザ排土板制御システム

▶ 用 途

- ・情報化施工
- ・無人化施工

▶ 実 績

- ・九州地方整備局 赤松谷川1号床固工工事

▶ 問い合わせ先

(株)熊谷組 土木事業本部 機材部

〒162-8557 東京都新宿区津久戸町2-1

Tel : 03 (3235) 8627 Fax : 03 (5261) 5576

新工法紹介

09-22	音源探査装置を活用した 防音対策評価システム	熊谷組
-------	---------------------------	-----

▶ 概 要

本システムは、音源探査装置『音カメラ』を活用して騒音調査や防音対策の検討を行い評価するもので、『音カメラ』の画面上に仮想の防音壁を設定することで、即座に実際の防音壁の防音効果を予測できるシステムである。

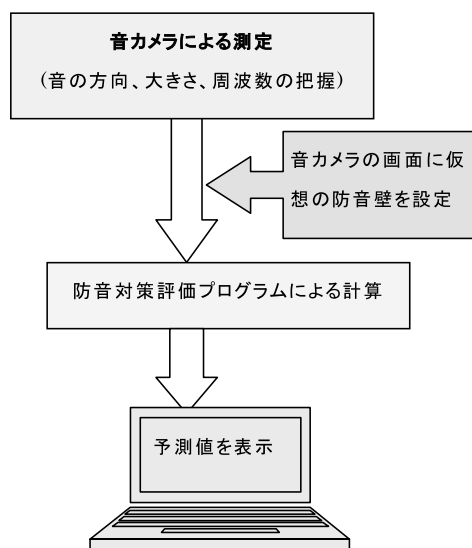
従来の防音対策評価は、現地で騒音調査を行い、騒音源の位置や音の大きさなどの多くの調査結果を騒音計算プログラムに入力し、防音効果を予測するという手順であり、手間と時間を必要とした。その場で情報が確認できないため音源の調査漏れにより、予想結果が必ずしも正確でないことがあった。

※『音カメラ』：(株)熊谷組、中部電力(株)、信州大学と共同で開発し、音の発生方向を特定して視覚的に表示する装置で、モニタに映し出された物体が発する音（低周波音も含む）を映像化し、発生方向・音の大きさ・周波数といった情報をデジタルカメラから取り込んだ画像上に重ねて表示するもの。

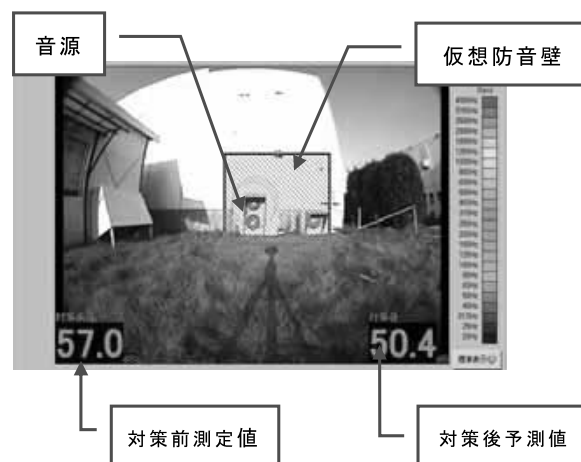
▶ システムの特徴

- ① 仮想の防音壁を『音カメラ』の画面上に設定するだけで、即座に防音効果を予測することが可能である。
- ② 防音壁の大きさと位置の設定が簡単に変更できるため、異なる防音壁の設置ケースの検討が容易である。
- ③ 従来の防音対策評価に比べ、音の情報をもれなく把握できるため、正確な予測が可能である。
- ④ 現地における騒音調査と防音対策の検討を、一貫した流れのなかで行うことができコストの縮減に貢献する。

▶ システムフロー



図一 1 システムフロー図



図一 2 防音効果の予測画面表示

▶ 用 途

- ・ 防音対策の検討

▶ 実 績

- ・ 工場・空調屋外機・発電機などの騒音対策多数

▶ 問い合わせ先

(株)熊谷組 技術研究所 音環境研究グループ

〒162-8557 東京都新宿区津久戸町 2-1

Tel : 03(3235)8724 Fax : 03(3235)9215

新機種紹介 広報部会

▶ <02> 掘削機械

07-<02>-03	コベルコ建機 油圧ショベル SK850LC	'07.02 発売 新機種
------------	---------------------------------	------------------

ビル解体専用機として実績のある 100 t クラスの SK950DLC をベースマシンとして採用し、作業性、安全性、耐久性、環境適合性などの向上を図って大規模工事、高負荷作業対応の大形油圧ショベルとして完成させたものである。エンジンは、日米欧の排出ガス対策（3 次規制）基準値をクリアするものを搭載しており、アクティブクーリングシステム（エンジン水温、油温に応じて冷却能力を変える油圧駆動冷却ファンによる冷却システム）を採用して低騒音化を実現し、欧州 2 次騒音規制値のクリアや運転室内の騒音低減による快適性を達成している。クローラ幅伸縮機構（通常 4.3 m → 縮小時 3.5 m）を採用して作業時の横方向安定性を確保するとともに、現場移動時における分解/組立/輸送性に配慮している。上部旋回体のエンジン前方には、ウォークスルー式のデッキを設けてメンテナンス作業性を良くしている。

基本アーム仕様（アーム長さ 3.6 m、バケット容量 3.5 m³）のほかにショートアーム仕様（アーム長さ 2.9 m、バケット容量 4.6 m³）、

表一 SK850LC の主な仕様

標準バケット容量	(m ³)	3.5
運転質量	(t)	78.8
定格出力	(kW (ps)/min ⁻¹)	370 (503)/1,800
最大掘削深さ×同半径	(m)	8.90 × 13.83
最大掘削高さ	(m)	12.11
最大掘削力 (バケット)	(kN)	401
作業機最小旋回半径/後端旋回半径	(m)	6.34/4.60
走行速度 高速/低速	(km/h)	4.2/2.7
登坂能力	(度)	35
接地圧	(kPa)	107
最低地上高	(m)	0.85
全長×全幅(輸送時)×全高	(m)	14.53 × 4.44 (3.50) × 4.76
価格	(百万円)	66.5



写真一 コベルコ建機「ACERA GEOSPEC」SK850LC 油圧ショベル

ロングアーム仕様（アーム長さ 4.4 m、バケット容量 2.8 m³）、ショートブーム+ショートアーム仕様（バケット容量 5.4 m³）が用意されており、各種作業条件に対応している。

▶ <05> クレーン、エレベータ、高所作業車およびウインチ

06-<05>-10	アイチコーポレーション 高所作業車 SE08C	'06.09 発売 モデルチェンジ
------------	-----------------------------------	----------------------

情報通信工事向けに使用されているコンパクトで、普通免許（総重量 5t 未満、新免許制度）運転が可能な高所作業車について、作業性、安全性、操作性などの向上を図ってモデルチェンジしたものである。

直進 2 段のアルミブーム先端には先端屈折アームを装備し、樹木やケーブルなどの障害物を回避して安全に作業ができるようにして

表一 SE08C の主な仕様

最大積載荷重 (搭乗人員)	(kg)	120 (1 名)
最大地上高	(m)	8
最大作業半径	(m)	5.7
バケット内側寸法 幅×奥行×高	(m)	0.75 × 0.61 × 0.9
バケット首振り角度 左～右	(度)	90.5 ～ 113.5
バケット耐電圧 (5 分間)	(kV)	20
ブーム長さ/アーム長さ	(m)	2.56 ～ 4.14/1.02
ブーム伸縮ストローク/起伏角度	(m)/(度)	1.58/- 13 ～ 85
旋回角度	(度)	360
アーム起伏角度	(度)	- 90 ～ 0
アウトリガ張出幅 (4 本 H 型)	(m)	1.495
架装シャシー/積載量	(—)	2.0 t 車クラス/500 kg
全長×全幅×全高	(m)	4.695 × 1.695 × 2.500
価格 (シャシー含む)	(百万円)	9.372

(注) 架装シャシー/積載量, 全長×全幅×全高, 価格は, 仕様により異なる。



写真二 アイチコーポレーション「スカイマスター」SE08C 高所作業車

新機種紹介

いる。ブーム・バケット格納操作においては、ブーム旋回自動停止機能を採用して、安全でスピーディな動作を可能にしている。また、バケットはFRP製とし、上部の操作レバーには誤操作防止スイッチを設けて安全性を向上している。油圧系安全装置としての油圧安全弁、ジャッキ伸縮安全装置、ブーム起伏安全装置、ブーム伸縮安全装置、バケット平衡安全装置のほか、作動停止スイッチ、下部操作優先スイッチ、ジャッキ・ブームインタロック装置、キャブ干渉防止装置、ジャッキ接地表示ランプ、非常用ポンプ、ニュートラル検知インタロック装置、車体傾斜表示灯などの安全装置を備えている。その他装置として、省エネ対応のエンジン始動・停止装置、オートアクセル、前後順次作動機能付きジャッキ自動張出装置などがある。

オプション設定では、2人作業に対応する200kgバケット、扉付きバケット、地上からバケット部へ直接乗降できる車両姿勢にする制御スイッチ（扉付きバケットの装着では地上乗込み高さ500mm）、ブームの伸縮・起伏・旋回操作で格納姿勢とする制御スイッチ、ジャッキ張出・自動水平機能により道路横断勾配に対応して自動水平設置する機能（車両前下がり7度、道路横断勾配左右5度まで自動セットが可能）、傾斜地における逸走の防止手順組みの自動化、収納箱に収納している機材等の盗難防止のために車両のドアロックと連動して左右収納扉をロックする機能（キーレスエントリースイッチ連動、作業時は下部操作パネルでもロック開閉ができる、収納扉が開いている場合は警報ブザーで警告）、1.5tシャシーへの架装などの多くの便利な機能や装置が用意されている。

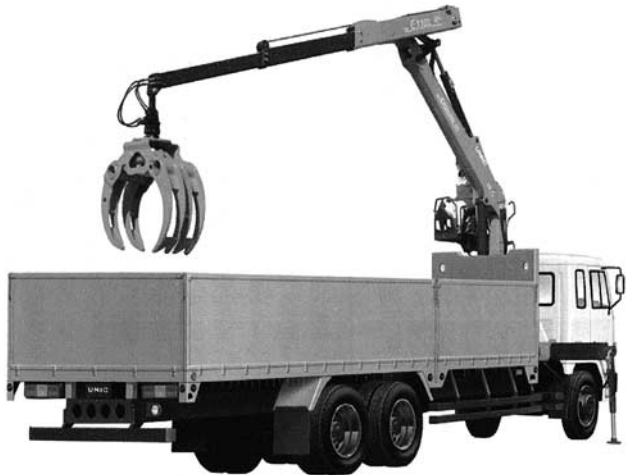
06<05>-11	古河機械金属（古河ユニック） トラック搭載型クレーン E110L80V ほか	'06.12 発売 輸入新機種
-----------	--	--------------------

建設廃棄物処理業、林業などで使用されるトラック架装用のクレーンとして、オーストリア・EPSILON社から導入したOEM製品2機種である。クレーンはブーム・アーム（3段同時伸縮）折り曲げ式で、オペレーティングシートは視界を考慮してコラムポストの高い位置に設けている。

コラムポストに高強度鋳造品を、旋回ベアリングに自動調芯式を、旋回ギヤ潤滑にオイルバス式を採用して、スムーズな動きと耐久性を実現している。各種アタッチメントに対応して油圧4回路を標準装備し、アタッチメント用油圧ホースおよびアーム伸縮用シリンダはアーム内蔵型として接触などによる損傷を防止している。また、アーム起伏用シリンダはブーム上面配置としてブーム・アーム下面の突起物をなくして懐の広い作業性を可能にしている。操作方式は2レバー・2ペダル方式で、E95L76Vは6本レバー方式の選択も可能にしている。さらにE95L76Vについては、6本レバー方式選択時のオプションとして、地上操作もできるようコントロール装置を設けることができる。

表一3 E110L80V ほかの主な仕様

	E110L80V	E95L76V
吊上げ能力 (t) × (m)	2.98 × 3.5	2.94 × 3.0
最大作業半径 (m)	8	7.6
アウトリガ張出幅 (m)	4.41	4
架装シャシー (—)	8t～10t車クラス	5.5t～10t車クラス
価格（クレーン装置のみ） （百万円）	6	5.4



写真一3 古河機械金属 E110L80V トラック搭載型クレーン

07<05>-01	前田製作所 クローラクレーン MC-305C-2	'07.03 発売 モデルチェンジ
-----------	--------------------------------	----------------------

山間部、傾斜地や狭所地の現場でも使用されているクローラクレーンについて、作業性、安全性、操作性、メンテナンス性、環境対応性などの向上を図ってモデルチェンジしたものである。4本の開脚式アウトリガの接地により、地形の悪い現場での安全作業を可能にしている。

クレーンフックは4本掛・2本掛の兼用、5角形断面のブームは全自動5段伸縮、走行は油圧2速モータ駆動（ブレーキ内蔵式）、ゴムクローラ装着、ラジコン（エンジンの始動・停止、クレーンやアウトリガの操作）を標準装備などで作業性と操作性を向上している。エンジンは国土交通省の排出ガス対策（2次規制）基準値をクリアするものを搭載しており、国土交通省の低騒音型建設機械にも適合している。電気ハーネス部の集約や鉄ボディの採用でメンテナンス性やリサイクル性を良くし、作動油タンクや燃料タンクの容量アップで長時間稼動を可能にした。安全装置として、アウトリガを張出さないとクレーン作業ができないクレーンインタロック装置、ロータリポジションピンの挿入やブームの格納が確認されないとアウトリガの作動ができないアウトリガインタロック装置、アウトリガ未設置警告灯、モーメントリミットパネル、過負荷防止自動停止装置、巻過警報・自動停止装置、過巻下防止装置、荷重指示計、油圧安全弁、油圧自動ロック装置、玉掛けワイヤロープ外れ止め、警報ブザー、音声アラーム、水準器、横転警報装置、走行レバーロッ

新機種紹介

表一４ MC-305C-2 の主な仕様

吊上げ能力	(t) × (m)	2.98 × 2.5
最大地上揚程/最大作業半径	(m)	12.52/12.16
ブーム長さ	(m)	3.695 ～ 5.945 ～ 8.145 ～ 10.315 ～ 12.485
ブーム起伏角度	(度)	0 ～ 80
旋回角度	(度)	360
運転質量	(t)	3.9
定格出力	(kW (ps) /min ⁻¹)	15.2 (20.7) /2,500
走行速度	(km/h)	0 ～ 2.8
登坂能力	(度)	23
接地圧	(kPa)	36.3
アウトリガ最大張出幅		
左側・右側/前側/後側	(m)	4.888・4.888/4.504/4.396
全長×全幅×全高	(m)	4.285 × 1.280 × 1.695
価格	(百万円)	10.8



写真一４ 前田製作所「かにクレーン」MC-305C-2 クローラクレーン

ク、走行・アウトリガ・クレーン切換えスイッチ、作業範囲規制設定装置、3色回転灯などの充実を図って安全作業を確実にしている。

オプションとして、送信機で荷重確認ができる双方向通信機能（ラジコン）や、国内向けエンジン・電動（200 V）併用仕様 MC305CW（R）MSE などがあり、海外向け仕様として MC305CRMSE が確立されている。

▶ <10> 環境保全装置およびリサイクル機械

07-<10>-01	コベルコ建機 建築物解体機（クローラ式） SK950DLC-2	'07.02 発売 モデルチェンジ
------------	---------------------------------------	----------------------

都市部における大形ビルや高強度基礎構造物などの解体工事に使用できる専用機として、破碎能力、狭所作業性、安全性、環境適合性、運搬性などに配慮して開発された SK950LCD のモデルチェンジ機である。

作業範囲や破碎対象物種別などの作業条件に応じてセパレートブーム（2 ピースブーム）仕様とインサートブーム仕様からの選択が可能で、今回はさらに、日米欧の排出ガス対策（3 次規制）基準値をクリアする出力アップのエンジン搭載によって環境保全対応を確実にしている。エンジンの冷却システムは、アクティブクーリングシステム（エンジン水温、油温に応じて冷却能力を変える油圧駆動冷却ファンによる冷却システム）を採用しており、重負荷、長時間稼動を可能にするとともに欧州 2 次騒音規制値をクリアする低騒音化を実現している。作業可能半径の大きなセパレートブーム仕様はメインブームとフロントブームから構成されており、作業高さの高い、インサートブーム（5.7 m）挿入のインサートブーム仕様は、7 ～ 9 階建ビルの解体作業に適応する。破碎機作動は油圧式で、破碎機旋回を自動式として位置合わせを容易にしている。本体下部には

表一５ SK950DLC-2 の主な仕様

	セパレートブーム仕様 (破碎機 KR1500PR)	インサートブーム仕様 (破碎機 KR1300PR)
破碎機最大開口幅 /破碎力（中央）(m)/(kN)	1.5/2,220	1.3/2,205
最大作業高さ（刃先）(m)	22.97	28.55
最大作業可能半径 (m)	約 17	約 12
破碎機質量 (t)	6	5.8
運転質量 (破碎機含まず) (t)	101.7	108.5
定格出力 (kW (ps) /min ⁻¹)	370 (503) /1,800	370 (503) /1,800
前方最小旋回半径 (m)	4.25	3.97
走行速度 (km/h)	2.7	2.7
登坂能力 (度)	10	10
接地圧（本体）(kPa)	138	147
最低地上高 (m)	0.85	0.85
燃料タンク容量 (L)	960	960
全長×全幅（輸送時幅） ×全高（本体）(m)	7.66 × 4.44 (3.50) × 3.94	7.66 × 4.44 (3.50) × 3.94
価格 (百万円)	128	—



写真一５ コベルコ建機「DYNASPEC」SK950DLC-2 建築物解体機（インサートブーム仕様）

新機種紹介

強化型アンダカバーを装着して、鉄筋屑やガラなどの突上げによる損傷を防止している。クローラ幅伸縮機構を採用しており、作業時クローラ幅を 4.3 m として横方向安定性を確保するとともに、分解/組立/輸送における縮小時クローラ幅を 3.5 m として、日米欧の各地域での車幅規制をクリアして現場移動を容易にしている。また、ブームの接続部に内蔵油圧式脱着ピンを装備しており、セパレート

ブームとインサートブームの仕様変更などにおける分解/組立作業を容易にしている。カウンタウエイトは、積上げ方式構造なので脱着や搬送が簡単である。

オプション設定として、運転室内から作業状況や安全が確認できる後方確認カメラや、クローラの取外しや機体のトレーラ積込みに便利な脱着式トランスリフタなどがある。

「建設機械施工ハンドブック」改訂 3 版

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

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

「基礎知識編」

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

「掘削・運搬・基礎工事機械編」

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

「整地・締固め・舗装機械編」

1. モータグレーダ
2. 締固め機械
3. 舗装機械

● A4 版／約 900 ページ

● 定 価

非 会 員：6,300 円（本体 6,000 円）

会 員：5,300 円（本体 5,048 円）

特別価格：4,800 円（本体 4,572 円）

【但し特別価格は下記◎の場合】

◎学校教材販売

〔学校等教育機関で 20 冊以上を一括購入申込みされる場合〕

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも沖縄県以外 700 円、沖縄県 1,050 円

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

●発刊 平成 18 年 2 月

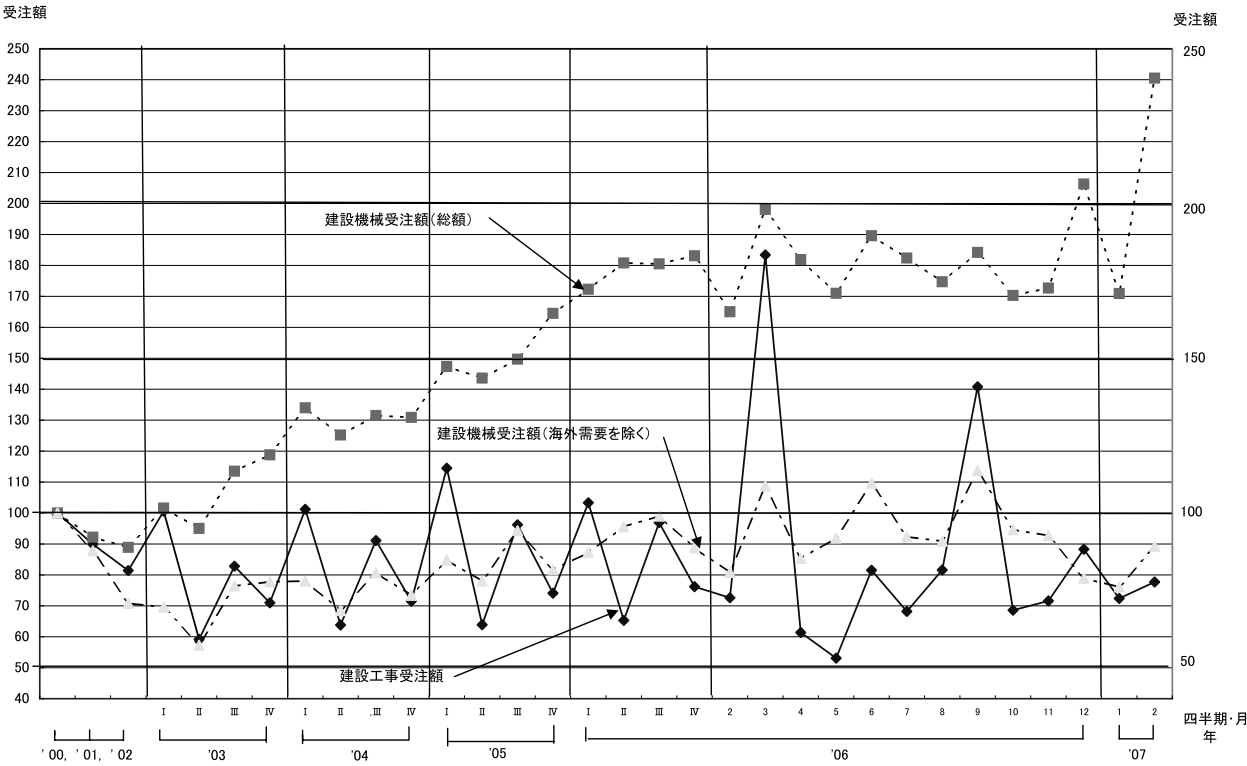
社団法人 日本建設機械化協会

〒 105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

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

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 2000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 2000年平均=100)



建設工事受注動態統計調査 (大手 50 社)

(単位：億円)

年 月	総 計	受 注 者 別						工 事 種 類 別		未消化 工事高	施工高
		民 間			官 公 庁	そ の 他	海 外	建 築	土 木		
		計	製 造 業	非製造業							
2000 年	159,439	101,397	17,588	83,808	45,494	6,188	6,360	104,913	54,526	180,331	160,536
2001 年	143,383	90,656	15,363	75,293	39,133	6,441	7,153	93,605	49,778	162,832	160,904
2002 年	129,862	80,979	11,010	69,970	36,773	5,468	6,641	86,797	43,064	146,863	145,881
2003 年	125,436	83,651	12,212	71,441	30,637	5,123	5,935	86,480	38,865	134,414	133,522
2004 年	130,611	92,008	17,150	74,858	27,469	5,223	5,911	93,306	37,305	133,279	131,313
2005 年	138,966	94,850	19,156	75,694	30,657	5,310	8,149	95,370	43,596	136,152	136,567
2006 年	136,214	98,886	22,041	76,845	20,711	5,852	10,765	98,795	37,419	134,845	142,913
2006 年 2 月	9,641	6,937	1,299	5,638	1,720	453	531	6,809	2,833	130,007	10,959
3 月	24,365	17,172	3,320	13,852	5,064	589	1,539	17,761	6,604	134,733	19,630
4 月	8,153	6,597	1,922	4,675	893	425	237	6,069	2,085	137,143	9,045
5 月	7,056	5,705	1,575	4,130	633	423	294	5,598	1,458	134,880	9,193
6 月	10,826	7,713	1,933	5,780	1,721	553	839	8,375	2,451	134,201	12,015
7 月	9,065	6,547	1,523	5,023	1,089	400	1,029	6,173	2,891	134,361	9,710
8 月	10,839	7,771	2,005	5,766	1,680	487	901	8,215	2,624	134,977	10,074
9 月	18,711	11,813	2,483	9,330	2,431	755	3,713	12,263	6,448	139,816	14,357
10 月	9,118	6,942	1,475	5,467	1,436	415	326	6,619	2,499	139,021	10,083
11 月	9,518	7,023	1,486	5,537	1,426	459	610	6,924	2,595	136,928	11,689
12 月	11,736	9,052	1,751	7,302	1,623	530	531	8,740	2,997	134,845	13,775
2007 年 1 月	9,624	7,694	1,684	6,011	1,240	425	265	7,477	2,148	133,681	10,210
2 月	10,318	7,132	1,372	5,760	2,310	484	391	7,186	3,132	—	—

建 設 機 械 受 注 実 績

(単位：億円)

年 月	00 年	01 年	02 年	03 年	04 年	05 年	06 年	06 年 2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	07 年 1 月	2 月
総 額	9,748	8,983	8,667	10,444	12,712	14,749	17,465	1,340	1,609	1,478	1,389	1,540	1,482	1,419	1,496	1,383	1,403	1,676	1,388	1,954
海 外 需 要	3,586	3,574	4,301	6,071	8,084	9,530	11,756	925	1,051	1,040	917	977	1,008	952	912	897	927	1,271	997	1,496
海外需要を除く	6,162	5,409	4,365	4,373	4,628	5,219	5,709	415	558	438	472	563	474	467	584	486	476	405	391	458

(注) 2000～2002 年は年平均で、2003 年～2006 年は四半期ごとの平均値で図示した。
2006 年 2 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…

(2007年3月1日～31日)

■ 機 械 部 会

■トラクタ技術委員会

月 日：3月1日（木）

出席者：斉藤秀企委員長ほか5名

議題：①低燃費制度の検討状況について ②ホームページ開設について ③平成18年度下期活動結果 ④平成19年度活動計画 ⑤その他

■機械部会・運営連絡会

月 日：3月6日（火）

出席者：山口 武部会長ほか9名

議題：①平成18年度下期委員会活動報告について ②平成19年度委員会活動計画について ③その他機械部会運営連絡会

■機械部会・幹事会

月 日：3月8日（木）

出席者：山口 武委員長ほか20名

議題：①平成18年度下期の活動報告について ②平成19年度の活動計画について ③その他

■建築生産機械技術委員会・移動式クレーン分科会

月 日：3月9日（金）

出席者：石倉武久分科会長ほか3名

議題：①EN474-12のC規格作成検討 ②その他

■基礎工事用機械技術委員会・C規格分科会

月 日：3月14日（水）

出席者：小崎正弘分科会長代理ほか8名

議題：①C規格原案の検討 ②その他の他

■トンネル機械技術委員会・環境保全分科会

月 日：3月15日（木）

出席者：坂下 誠分科会長ほか7名

議題：①報告書まとめの確認 ②第5章作成資料の討議 ③その他

■トンネル機械技術委員会・技術研究分科会

月 日：3月20日（火）

出席者：福田日出男分科会長ほか5名

議題：①活動報告取りまとめ検討 ②その他

■トンネル機械技術委員会・未来技術開発分科会

月 日：3月20日（火）

出席者：森 政嗣分科会長ほか6名

議題：①最終報告書案の検討について ②その他

■路盤・舗装機械技術委員会

月 日：3月20日（火）

出席者：福川光男委員長ほか15名

議題：①国産ブルドーザーの開発変遷について ②その他

■路盤・舗装機械技術委員会・幹事会

月 日：3月20日（火）

出席者：福川光男委員長ほか9名

議題：①平成19年度活動計画について ②その他

■建築生産機械技術委員会・定置式クレーン分科会

月 日：3月22日（木）

出席者：三浦 拓分科会長ほか2名

議題：①新規テーマの検討 ②その他

■ダンプトラック技術委員会

月 日：3月22日（木）

出席者：伊戸川 博委員長ほか3名

議題：①平成18年度活動実績 ②平成19年度活動計画について ③標準化計画の概要 ④その他

■ 建 設 業 部 会

■建設業部会幹事会

月 日：3月15日（木）

出席者：佐治賢一郎部会長ほか32名

議題：①建設業部会部会長挨拶 ②平成18年度事業報告 ③安全提案分科会報告 ④平成19～21年度中期事業計画 ⑤平成19年度事業計画 ⑥平成19年度三役および幹事会メンバーについて ⑦機電技術者意見交換会報告

■建設業部会建設機械の安全提案分科会

月 日：3月22日（木）

出席者：篠原 望分科会長ほか6名

議題：①平成18年度活動報告書まとめ（案）について

■ 商 社 部 会

■平成18年度商社部会講演会

月 日：3月13日（火）

参加者：約70名

演 題：「新年度の内外情勢—その底流と展望—」

講 師：森岡正憲氏（伊藤忠商事株式会社理事，拓殖大学名誉教授）

■ 製 造 業 部 会

■製造業部会・作業燃費検討WG

月 日：3月14日（水）

出席者：田中利昌リーダほか18名

議題：①省エネ機構付き低燃費型建

設機械について ②制度骨子の検討

③燃費データの集積と活用について

④その他

■製造業部会・作業燃費検討WG

月 日：3月26日（月）

出席者：田中利昌リーダほか6名

議題：①省エネ機構付き低燃費型建設機械について ②その他

■製造業部会・排出ガス連絡会

月 日：3月29日（木）

出席者：山田幹事長ほか12名

議題：①次期排出ガス規制について ②その他

■ 各 種 委 員 会 等

■機関誌編集委員会

月 日：3月7日（水）

出席者：村松敏光委員長ほか15名

議題：①平成19年6月号（第688号）の計画 ②平成19年7月号（第689号）の素案 ③平成19年3～5月号（第685～687号）の進捗状況確認

■新機種調査分科会

月 日：3月20日（火）

出席者：渡部 務分科会長ほか4名

議題：①新機種情報の検討・選定 ②技術交流討議

■建設経済調査分科会

月 日：3月14日（水）

出席者：山名至孝分科会長ほか3名

議題：世界と日本の国土環境について

■新工法調査分科会

月 日：3月14日（水）

出席者：安川良博分科会長ほか4名

議題：新工法調査情報持ち寄り検討

…支部行事一覧…

■ 北 海 道 支 部

■広報部会

月 日：3月6日（火）

出席者：杉岡博史部会長ほか10名

内 容：①平成18年度事業報告と平成19年度事業計画の協議 ②支部だより94号の編集 ③平成19年度支部講演会に関する協議

■調査部会

月 日：3月7日（水）

出席者：吉田紘一部会長ほか7名

内 容：平成18年度事業報告と平成19年度事業計画の協議

■第2回調査部調査委員会

月 日：3月15日（木）
出席者：村椿紀幸委員長ほか16名
内 容：平成19年度損料表（北海道補正版）に関する協議

■技術部会

月 日：3月20日（火）
出席者：西島将博副部会長ほか17名
内 容：平成18年度事業報告と平成19年度事業計画の協議

■ 東 北 支 部

■広報部会

月 日：3月1日（木）
場 所：東北支部会議室
参 加 者：山田仁一広報部会長代理ほか2名
議 題：支部日より151号編集について

■ゆきみらい2007in会津 除雪機械展示・実演会報告会

月 日：3月13日（火）
場 所：機械振興会館
出席者：事務局長
議 題：①ゆきみらい開催報告 ②除雪機械展示・実演会開催報告 ③広報準備会の提案と実施結果 ④来場者アンケート結果 ⑤出展各社の所感・意見

■建設部会

月 日：3月19日（月）
場 所：東北支部会議室
参 加 者：歌代 明建設部会長ほか8名
議 題：①平成19年度の活動計画 ②その他

■企画部会

月 日：3月22日（木）
場 所：東北支部会議室
参 加 者：岸野佑次支部長ほか8名
議 題：①支部中期事業計画 ②平成18年度事業報告（案） ③平成19年度事業計画（案）

■ 北 陸 支 部

■広報委員会

月 日：3月6日（火）
場 所：北陸支部事務局
出席者：羽賀清治広報委員長ほか8名
議 題：支部機関誌あかしや通信の発刊について

■企画部会正副委員長会議

月 日：3月28日（水）
場 所：新潟東映ホテル
出席者：中森良治企画部会長ほか7名
議 題：平成18年度事業結果報告および19年度事業計画について

■ 中 部 支 部

■災害対策部会

月 日：3月27日（火）
出席者：對木宏志災害対策部会長ほか11名
議 題：中部地方整備局災害対策支援について

■支部創立50周年記念事業準備・実行委員会（第1回）

月 日：3月28日（水）

出席者：小川敏治実行委員長ほか9名
議 題：支部創立50周年記念事業計画について

■ 四 国 支 部

■部会長等会議

月 日：3月1日（木）
場 所：サン・イレブン高松
出席者：尾崎宏一企画部会長ほか6名
議 題：①平成19年度四国支部事業計画について ②その他

■防災協定調印式

月 日：3月7日（水）
場 所：四国地方整備局災害対策室
出席者：北橋建治局長ほか四国地方整備局10名、望月秋利支部長ほか四国支部1名
内 容：「災害時における四国地方整備局所管施設の災害応急対策業務に関する協定書」について、四国地方整備局長と当支部支部長が調印した。なお、当日は当支部のほかの4団体についても合同で調印式を実施した。

■ 九 州 支 部

■第13回企画委員会

月 日：3月14日（水）
議 題：①2月の事業実施結果について ②春季運営委員会提出について

■「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

今年の桜前線は、非常に早い時期に各地に到達すると予想されていましたが、開花時期に日本列島が冷え込み北上速度が少し遅くなっています。この原稿を記述している時期は3月末で東京の桜が満開になる数日前です。これまでは、入学式と桜、歓迎会と桜が春の風物詩となっていました。昨今の桜は温暖化の影響で開花時期が早く、これまでの行事との関連が少しずつ薄れてきているように感じます。そのことはさておき、この季節満開の桜、特に山桜を眺めると日本に生まれた幸せを感じます。

今月号の特集は、「ダムの施工技術」です。紙面構成は、ダム施工技術に関する全般の技術を網羅することを目標にし、ダム技術全般を俯瞰する「総括的報文」とダム施工の各工種毎の「原石採取・骨材製造」「堤体打設」「堤体盛立」「情報化施工」「海外での施工」「グラウト」「ダム再開発」「環境保全」にテーマ

を絞り込んで記述をお願いしました。年度末の忙しい時期に執筆をお願いしたにも関わらず、執筆者の方々が気持ちよく原稿を引き受けていただき感謝しています。この紙面を借りて改めて厚くお礼申し上げます。日本のダム事業もこれからは、新規開発の時代から既設ダムの有効活用やダム群連携等による既存施設を有効活用する管理の時代を迎えると思います。一方で最近の気象状況は、渇水と集中豪雨が頻発し、ダム等による治水と利水の役割はますます重要になっています。ダムの施工技術は、経験が非常に大切な分野です。これまでに蓄積した高度技術をいかに継承し活用していくかがダム施工技術の大きな課題です。先輩が蓄積した技術を後輩達に確実に伝承し、その時々時代の求めるダム施工技術を駆使したダム管理を行い、国民の生命・財産を守り続けて戴きたいと願っています。

関係する諸兄のますますのご活躍を祈念いたします。

(平子、吉村)

機関誌編集委員会

編集顧問

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

編集委員長

村松 敏光	国土交通省
-------	-------

編集委員

廣松 新	国土交通省
浜口 信彦	国土交通省
米田 隆一	農林水産省
小沼 健一	(独)鉄道・運輸機構
村東 浩隆	中日本高速道路(株)
伊藤 崇法	首都高速道路(株)
高津 知司	本州四国連絡高速道路(株)
平子 啓二	(独)水資源機構
吉村 豊	電源開発(株)
松本 敏雄	鹿島建設(株)
和田 一知	川崎重工業(株)
岩本雄二郎	(株)熊谷組
嶋津日出光	コベルコ建機(株)
金津 守	コマツ
藤永友三郎	清水建設(株)
村上 誠	新キャタピラー三菱(株)
宮崎 貴志	(株)竹中工務店
泉 信也	東亜建設工業(株)
中山 努	西松建設(株)
森本 秀敏	日本国土開発(株)
斉藤 徹	(株)NIPPO コーポレーション
吉越 一郎	(株)問組
三柳 直毅	日立建機(株)
岡本 直樹	山崎建設(株)
庄中 憲	施工技術総合研究所

6月号「建設施工の安全対策特集」予告

- ・発注側からの安全促進施策
- ・建設機械の安全対策に関する研究事例
- ・無線式重機接近警報装置について
- ・油圧ショベルの安全性
- ・コンクリートポンプ車の事故事例と事故防止に向けて
- ・ICタグと環境計測を利用した管理区域の安全管理
- ・ITを利用した工事船舶安全管理システム
- ・鉄道／高压線などへの接近防止最新技術
- ・高温環境での作業環境を改善する熱遮蔽着衣の開発と実用化

No.687「建設の施工企画」 2007年5月号

〔定価〕1部840円(本体800円)

年間購読料9,000円

平成19年5月20日印刷

平成19年5月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 小野 和日児

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
北海道支店	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8	電話 (011) 231-4428
東北支店	〒980-0802 仙台市青葉区二日町 16-1	電話 (022) 222-3915
北陸支店	〒950-0965 新潟市中央区新光町 6-1	電話 (025) 280-0128
中部支店	〒460-0008 名古屋市中区栄 4-3-26	電話 (052) 241-2394
関西支店	〒540-0012 大阪市中央区谷町 2-7-4	電話 (06) 6941-8845
北京市支店	〒730-0013 広島市中区八丁堀 12-22	電話 (082) 221-6841
四国支店	〒760-0066 高松市福岡町 3-11-22	電話 (087) 821-8074
九州支店	〒810-0041 福岡市中央区大名 1-8-20	電話 (092) 741-9380

吸引ダクトシステム

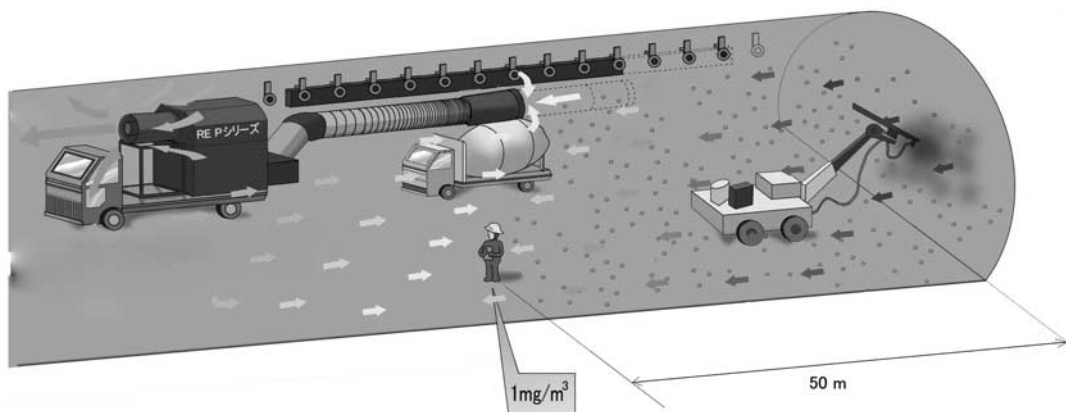
ガイドラインをクリア

0.5mg/m³を達成!!



まずはお問合せ下さい。実績データと理論を元に
現地条件に合わせコンサル致します。

- ・発生源粉塵対策の決定版。
- ・ダクトはもちろん吊下げレールも無線リモコンで楽々前進。
- ・掘削工法や作業サイクルに適応。**操作のお手間をとらせません。**
- ・**最低限の切羽送気量**と後方の**高い清浄空間**の確保で換気コスト・ランニングコストの大幅なコストダウンに。
- ・ダクト径はφ600～φ1800、負圧-2kpa、収縮率1/5、100m以上もレンタルで対応可。



宇宙・原子力・環境など開発部門の人材を募集しています。

 **株式会社流機** エンジニアリング

URL : <http://www.ryuki.com> E-mail : eigyobu@ryuki.com

本 社 / 〒108-0073 東京都港区三田3-4-2 プロフィットリンク聖坂
TEL : 03 (3452) 7400 (代) FAX : 03 (3452) 5370

つくば / 〒308-0114 茨城県筑西市花田84-6
リースセンター TEL : 0296 (37) 7680 (代) FAX : 0296 (37) 7681

KOBELCO

さすがコベルコ!

選択される「商品」「社員」「会社」へ

掘削新流儀。

性能美しい掘削機、
アセラ・ジオスベック誕生。

作業量を求める声がある。
燃費やコストを優先する仕事がある。
環境優先という流れがある。
さらには妥協を許さない品質、そして安全。
それらすべての方向への価値拡大
といった課題に、性能の見事な
トータルバランスを結実させて
回答とした新型掘削機、
アセラ・ジオスベック。
ムダを抑え余裕を感じさせる
そのスマートな振る舞いが、
いま新たな掘削作業
スタイルを提案する。



業界初! 排ガス新法適合

燃費低減約 **20%** (SK200・SK210LC)
18% (SK330・SK350LC)
当社従来機比



アセラ・ジオスベック開発コンセプト

NEXT-3E

Enhancement【作業量の増大】

- 圧力損失を徹底的に抑えた新油圧回路。
- 高効率コモンレール式電子制御エンジン採用。
- パワフルな走行力とアーム・バケット掘削力。

Economy【経済性の向上】

- 先進パワープラント採用により燃料消費量を低減。
- 優れたメンテナンス性により保守コストを低減。
- 高い構造耐久性、信頼性によりマシン価値向上。

Environment【環境への対応】

- 最新の日・米・欧排出ガス基準値に適合。
- オートアイドルストップ機能を標準装備。
- 音質改善を含めた低騒音化・低振動化を実施。

**ACERA
GEOSPEC**

アセラ・ジオスベック

SK200 ● バケット容量: 0.8m³
● 機械質量: 19,700kg

SK210LC ● バケット容量: 0.8m³
● 機械質量: 20,100kg

SK330 ● バケット容量: 1.4m³
● 機械質量: 33,800kg

SK350LC ● バケット容量: 1.4m³
● 機械質量: 34,600kg

お問い合わせ、カタログのご請求は……

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

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



CAT®

新世代環境対応型エンジン

ACERT® Technology

**CAT最先端
燃焼排出ガス低減技術**

**米国・EU基準をクリアした
世界レベルの環境性能**

**CATエンジン技術を
結集した高信頼性**



CAT® 新キャタピラー三菱



新キャタピラー三菱株式会社

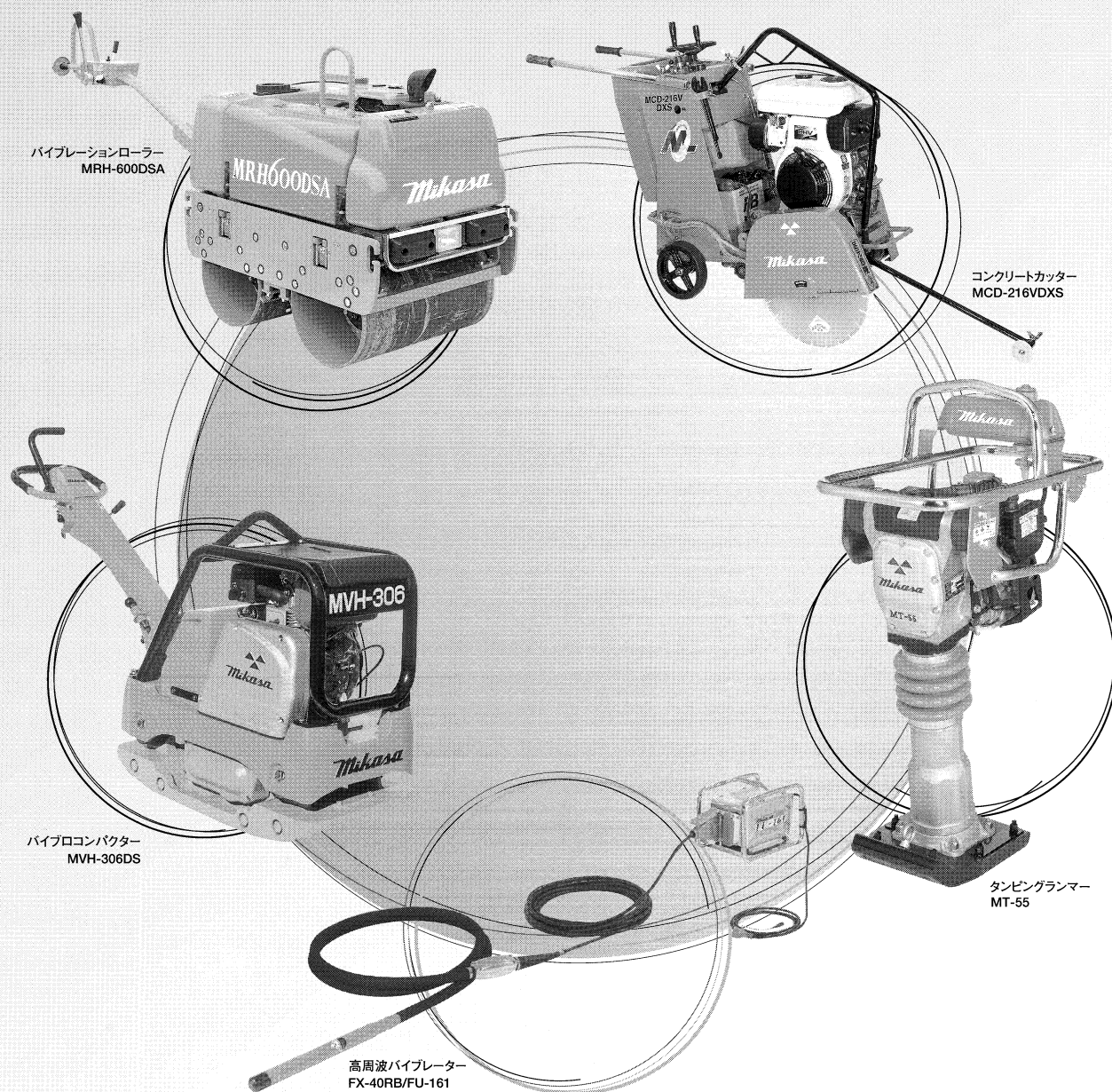
本社(営業部門)/神奈川県相模原市田名3700 〒229-1192 TEL.042-764-8730

カタログのご請求は、最寄りの販売店までお申し付けください。
また、ホームページよりダウンロードも可能です。
<http://www.scm.co.jp>

ACERTの
ケータイサイト



CATERPILLAR(キャタピラー)、CAT及びACERTはCaterpillar Inc.の登録商標です。REGAは新キャタピラー三菱株式会社の登録商標です。



多様な作業環境に、柔軟に対応する品質・技術・パワー。
 「三笠」は現場に支持されています。

三笠産業株式会社

MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

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

●営業所:札幌/仙台/北関東/新潟/長野/静岡 ●出張所:青森/山梨

三笠建設機械株式会社

〒550-0012 大阪府西区立売堀3-3-10 TEL:06-6541-9631 (代)

●営業所:名古屋/福岡/高松 ●駐在所:広島/鹿児島/沖縄

総合物流システム

TCM

<http://www.tcm.co.jp>

作業量増大と燃費低減を両立!

業界初

エンジントルクとポンプトルクを協調制御する
TT (Total Torque-control) システムを採用

ホイールローダ

ZWシリーズ

業界初TT (Total Torque-control) システムの採用

作業内容に応じて選択できる3つの作業モード。各モードはTTシステムにより、あらゆる扱い物に対して、最適な条件で作業ができます。

新開発のオートトランスミッション

作業内容に応じて選択できる3つの走行モード。車速と車両の負荷を検知し、滑らかな変速を実現します。

新油圧回路によるスムーズな複合動作

リフトアームとバケットを同時に動かす複合動作を実現。掘削や積込みといったフロント作業を効率良く、スムーズに行えます。

グッドデザイン賞
受賞商品



GOOD DESIGN
AWARD 2006



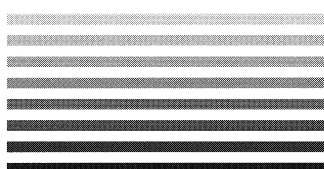
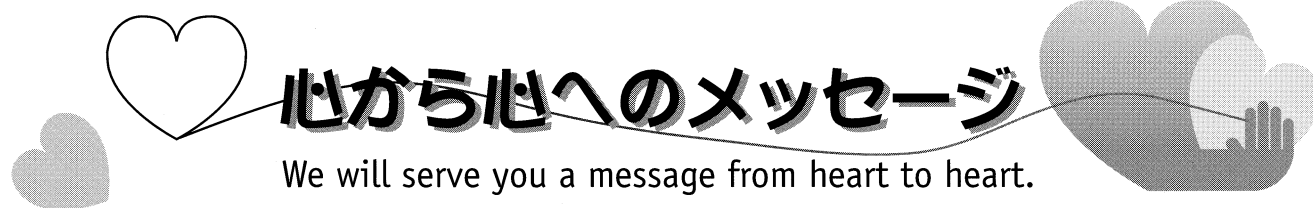
ホイールローダ ZW220
※写真はオプション品を含む

TCM株式会社

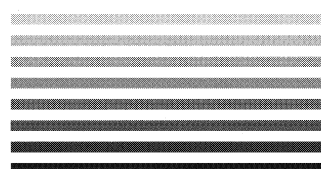
本社／〒550-0003 大阪市西区京町堀 1-15-10
東京本部／〒105-0003 東京都港区西新橋 1-15-5

Tel.06-6441-9151
Tel.03-3591-8171

- (社)日本産業広告協会会員
- 学術誌広告業協会会員



数ある情報誌のうちの確に
ユーザーの脳裏を捕えるものは？
それは学会・協会誌です。



的確な判断、敏速な対応そして広い視野を持った時、初めて時代
の変化をキャッチし広告することの意義を考えさせられます。弊社
は、皆様の心をアピールする手助けをモットーに心がけております。

お問合せ・お申し込みは・・・



学術・技術誌専門広告代理業
株式会社 共栄通信社

本社：〒104-0061 東京都中央区銀座7-3-13 (ニューギンザビル5階)
☎ (03) 3572-3381(代) FAX (03) 3572-3590
E-mail : info@kyoeitushin.co.jp
大阪支社：〒530-0047 大阪市北区西天満3-6-8号 (笹屋ビル2階)
☎ (06) 6362-6515(代) FAX (06) 6365-6052

本誌掲載広告カタログ・資料をご希望の方に…

建設の施工企画 年 月号 広告掲載下記カタログを請求します。

ご 芳 名			
会 社 名(校名)		所属部・課名(学科)	
所 在 地 (または住所)	〒		TEL
			FAX
会 社 名		製 品 名	

上記に所要事項ご記入の上 (株)共栄通信社『建設の施工企画』係宛
(〒104-0061 東京都中央区銀座 7丁目3番13号 電話03-3572-3381/FAX03-3572-3590)にお送り下さい。

木質粉碎の処理機械・廃棄物の高速選別機械は マルマにおまかせください。

粉碎機械

特 長

- ◎抜群の生産量
- ◎均一チップの生産
- ◎独自のドラムカッターによる大幅コスト低減
- ◎自動負荷制御
- ◎ヘビーデューティ
- ◎コンパクト設計
- ◎安定した機動性
- ◎移動しながらの高効率粉碎
- ◎チップ飛散極小

木材・巨根の粉碎

自走式大型木質系粉碎処理機（タブグラインダー）



長材・家屋廃材の粉碎

横投入式木質系粉碎処理機（ホリゾンタルグラインダー）



自走式混合廃棄物高速選別機

特 長

- ◎大量選別
- ◎星型ブレード
- ◎過負荷防止機能
- ◎残土、混廃、チップ等選別可能
- ◎コンパクト設計
- ◎材料を跳ね上げて選別
- ◎優れた輸送性

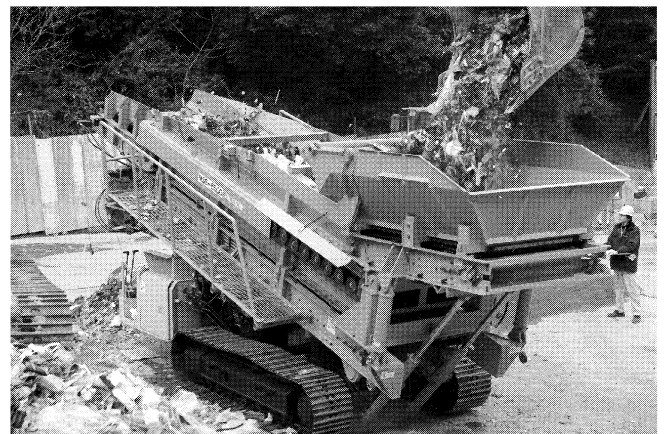
木材チップの選別

モービル・スタースクリーン



混合廃棄物の選別

モービル・スタースクリーン



日本輸入総代理店



マルマテクニカ株式会社

本社・相模原事業所 神奈川県相模原市大野台6丁目2番1号 〒229-0011

営業部 TEL 042 (751) 3091 (代表) FAX 042 (756) 4389

東京事業部 東京都世田谷区桜丘1丁目2番22号 〒156-0054
TEL 03 (3429) 2141 (代) FAX 03 (3420) 3336

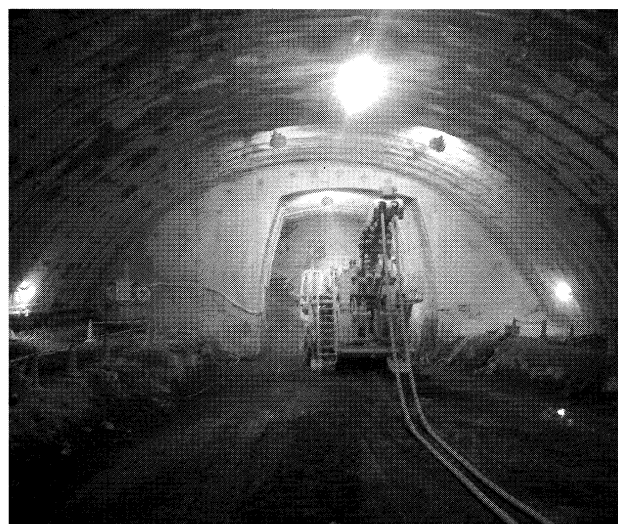
名古屋事業所 愛知県小牧市小針2丁目18番地 〒485-0086
TEL 056 (877) 3311 (代) FAX 056 (872) 5209

ミニベンチ工法 両用型 ショートベンチ工法

RH-10J-SS 強力型ブームヘッダー



カッター出力 330kW
総出量 120ton



主な特長

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

KYB カヤバ システム マシナリー株式会社

KAYABA SYSTEM MACHINERY CO., LTD

<http://www.kyb-ksm.co.jp>

（旧社名：日本鉾機株式会社）

本社・営業/カスタマーサービス	〒105-0012	東京都港区芝大門2丁目5番5号 住友不動産芝大門ビル	TEL. 03-5733-9443
中部支店	〒514-0396	三重県津市雲出鋼管町6番地2	TEL. 059-234-4139
西部支店	〒812-0013	福岡県福岡市博多区博多駅東2丁目6番26号 安川産業ビル	TEL. 092-411-4998
三重工場	〒514-0396	三重県津市雲出鋼管町6番地2	TEL. 059-234-4111

クレーン・搬送台車・建設機械・特殊車輛他
産業機械用無線操縦装置

今や業界唯一。日本国内自社自力生産・直接修理を实践中！

- ◆業界随一のオーダー対応制度…「小ロット」オーダー対応、「安全対策」特注仕様対応、他
- ◆常に！業界一のコストパフォーマンス！
- ◆迅速なメンテナンス体制
- ◆業界随一のフルラインアップ
- ◆25年間代々互換性を継承、補修の永続

防爆形無線機のボーバ(BoBa)

(社)産業安全技術協会検定合格品

新小型防爆

- ▶ 小型・軽量、取り回し良好！
- ▶ 危険場所設置用受信機^(*)の設置が容易！
- ▶ 特定小電力局もラインアップ！ ^{(*)オプション}

少点数の防爆形クレーンに最適！

TX-6B00N/U型
送信機例
(ボーバ6000)

微弱・特小両対応
203×78×42 420g
最大操作点数 24点
本質安全防爆構造
i2G3

★他に、多点数・
レバー対応機、
外部接点入力機を
ラインアップ！



(オプション対応)

危険場所設置用
耐圧防爆箱入り受信機

230×400×180 約18Kg 最大26リレー
耐圧防爆構造 Exd[ia] IIBT4

特小チャンネル不足でお困りのかたへ

一挙解決！1.2GHz帯 特小

Gシリーズ

400MHz帯が混雑していても
新規導入可能！！

マイコンケーブルレス データケーブルレス

6000G

16点

1000G

16点標準型送信機
203×78×42 450g

受信機
240×264×56
2.1Kg

外部接点入力型送信機
170×224×56 1.4Kg



ラインアップを順次拡充予定！

お薦め

既に429MHz特小機をチャンネル数いっぱいの40台近く
導入されている事業所で新規クレーン設備等の無線化を
検討中のお客様、および高層ビル建築現場など多数の
無線化された設備が密集して使われる場所にお薦めです。

無線化実績例

ラジコン車



マイティサテラ Nシリーズ Uシリーズ

RC-7100N/U型

微弱・特小
両モデル対応

レバー・特殊
スイッチ装着可能

全押しボタン例

●最大操作数64
(オープンコレクタ出力時)

●比例制御対応可
(電圧/電流アナログ出力)

3ノッチレバー装着例

モノレバー
2本装着オーダー例



MAXサテラ Uシリーズ

RC-9300U型

無段変速レバー
2本装着例



●多機能多操作
●比例制御対応可
(電圧/電流
アナログ出力)

スリムケーブルレス

Nシリーズ
Uシリーズ

特殊車輛



微弱・特小
両モデル対応

2段階スイッチ
装着可能

RC-5700N/U型

●最大32リレーまで対応

●表示LED取付など、安価で
多様なオーダー対応性

●優れた対策・防雨性能
…IP65相当

●自社開発！新生2段階押し
スイッチで高い耐久性

12点オーダー対応例 (キャリアカー操作) ▶



コンクリートバケット



ケーブルレスミニ

Nシリーズ
Rシリーズ

微弱・ラジコンバンド
両モデル対応

RC-4300N/R型

●3操作3リレー
最大5リレーまで対応可能

標準型

●Nシリーズ
・240MHz化で安定した飛び！
・2段階押し対応可能(オプション)

●微弱・特小ともにフルラインで取り揃えていますので、
お気軽にお問い合わせください。ホームページでもご紹介しています。

押し鉤ハーフピッチ配置例

特殊スイッチ装着例

表面スイッチ装着例

(表面だけでは操作点数が不足する場合)

押し鉤ハーフピッチ配置例

特殊スイッチ装着例

表面スイッチ装着例

トンネル掘削機



ケーブルレス

微弱・特小
両モデル対応

2段階押し・特殊
スイッチ装着可能

Nシリーズ
Uシリーズ

RC-8400N/U型

●16操作16リレー
最大32リレーまで対応可能

●ハンディなロータリースイッチや
トグルスイッチ等の
特殊スイッチ装着可能



常に半歩、先を走る

AO

ベンチャー企業創出支援投資 対象企業

朝日音響株式会社

〒771-1350 徳島県板野郡上板町瀬部

FAX 088-694-5544(代) TEL 088-694-2411(代)

http://www.asahionkyo.co.jp/

東日本地区代理店

FAX 0424-92-0411

東海地区代理店

FAX 0562-46-1908

大阪地区代理店

FAX 06-6393-5632

株式会社 広進

TEL 0424-92-0410

(有)キノシタ・Eシステムズ

TEL 0562-46-1905

中川システム

TEL 06-6393-5635

To The Next Stage
GALEO

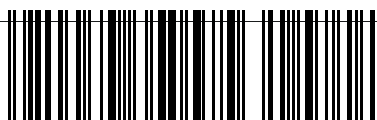


8スタイル。
PC138US-8/PC128US-8
特定特殊自動車排出ガス基準適合車

KOMATSU

コマツ 営業本部 TEL.03-5561-2714
〒107-8414 東京都港区赤坂2-3-6 <http://www.komatsu.co.jp/ce/>

雑誌 03435-5



4910034350575
00800

「建設の施工企画」

定価 一部 八四〇円

本体価格八〇〇円