

一般社団法人
日本建設機械施工協会誌（Journal of JCMA）

2018

建設機械施工

5

Vol.70 No.5 May 2018(通巻819号)



特集

河川・ダム の 維持管理 点検補修

鬼怒川堤防緊急復旧工事

巻頭言 3次元データに基づく河川管理への転換

行政情報 平成29年7月九州北部豪雨により被災した河川の早期復旧及び九州北部豪雨等の教訓を踏まえた対策の全国展開

交流の広場 ナパ川の治水と環境のコラボレーション

統計 平成30年度公共事業関係予算

技術報文

- 鹿野川ダムリニューアル 水中作業での機械化
- 東京の東部低地帯の河川堤防整備
- 深層学習方式を活用した河川のコンクリート護岸の劣化領域抽出
- 水中3Dスキャナーを活用した水中可視化技術によるインフラの維持管理・点検技術
- 画像鮮明化技術を用いたダム維持管理ロボットシステム 他

一般社団法人 日本建設機械施工協会

ダム工事用コンクリート運搬テルハ(クライミング機能付)

重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

特長

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



吉永機械株式会社

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



振動ローラーコンパクター

省人化

経済性

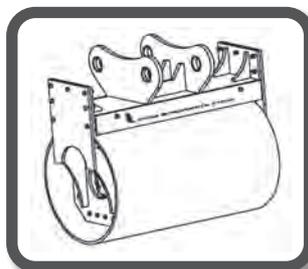
作業環境改善

▶▶▶ 新しいアタッチメントが日本上陸!!

- ▶ 振動ローラーによる締固め
スピーディかつ締固め度 95%を両立!
- ▶ 圧倒的なコスト削減を実現!
- ▶ 従来アタッチメント同様の簡単な脱着!

NETIS登録済み
NO.KT-170071-A

日本での特許済み
特許第6208387号



振動ローラーコンパクター本体図面



お気軽にお問合せください

▶▶▶ デモ可能



SARAN株式会社

〒136-0072 東京都江東区大島3-32-12 東栄ビル202
Tel : 03-5875-2548 Fax : 03-5875-2549
E-mail : info@sarancorporation.co.jp



振動ローラーコンパクターによる締固め

<http://www.sarancorporation.co.jp>

<図書紹介>

平成30年度版 建設機械等損料表

■発売日(予定) : 平成30年5月8日

■体裁 : A4判 モノクロ 約475ページ

■本体価格(税別・送料別)

一般価格 8,000円 会員価格 6,800円

■内容

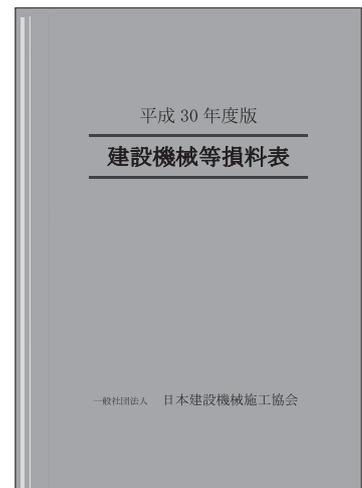
- ・国土交通省制定「建設機械等損料算定表」に準拠
- ・機械経費・損料等に関する通達・告示類を掲載
- ・損料算定表の構成・用語を解説
- ・機械別燃料・電力消費率表を掲載
- ・損料の算出例を掲載

■参考

近日発売予定の「よくわかる建設機械と損料2018」も併せてご活用ください。

(特長)

- ・損料用語・損料補正方法を平易な表現で解説
- ・関連通達・告示の位置付けと要旨を解説
- ・建設機械の概要・特徴を写真・図入りで紹介
- ・主要建設機械のメーカー・型式名を表にして紹介
- ・機械の俗称・旧称から掲載ページ検索が可能



一般社団法人 日本建設機械施工協会

よくわかる建設機械と損料 2018

(平成30年度版 建設機械等損料表の解説書)

■ 発刊日:平成 30 年 5 月 17 日

■ 体裁:A4 判、一部カラー、約 320 ページ

■ 本体価格(税別・送料別)

一般:6,000 円 会員:5,100 円

■ 特長

★ 損料用語を平易な表現でわかりやすく解説

★ 換算値損料や損料補正值の計算例を紹介

★ 損料算定表の主な改正点を表にして紹介

★ 17 件の関連通達類の位置付けと要旨を解説

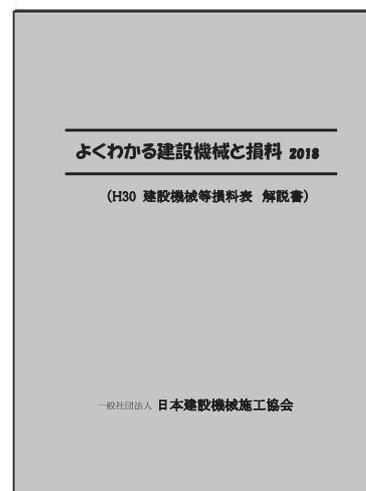
★ 建設機械器具のコード体系を大分類(下記 01~50)別に図示

- | | |
|---------------------|--------------------|
| 01 ブルドーザ及びスクレーパ | 12 空気圧縮機及び送風機 |
| 02 掘削及び積込機 | 13 建設用ポンプ |
| 03 運搬機械 | 15 電気機器 |
| 04 クレーンその他の荷役機械 | 16 ウインチ類 |
| 05 基礎工事用機械 | 17 試験測定機器 |
| 06 せん孔機械及びトンネル工事用機械 | 18 鋼橋・PC橋架設用仮設備機器 |
| 07 モータグレーダ及び路盤用機械 | 20 その他の機器 |
| 08 締固め機械 | 30- 船舶及び機械器具等(作業船) |
| 09 コンクリート機械 | 40- ダム施工機械等 |
| 10 舗装機械 | 50 除雪用建設機械 |
| 11 道路維持用機械 | |

★ 大半の建設機械器具について概要・特徴を写真・図入りで紹介

★ 主要な建設機械についてはメーカー・型式名を表にして紹介

★ 索引でヒットしない機械について、その要因・対処方法を表にして紹介



一般社団法人 日本建設機械施工協会

関係部署にも回覧をお願いします

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30年度版

∞∞∞ 改定・発刊のご案内 ∞∞∞

一般社団法人 日本建設機械施工協会

謹啓、時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。

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

さて、このたび国土交通省の土木工事積算基準が改正され、平成30年4月以降の工事費の積算に適用されることに伴い、また近年の橋梁架設工事の状況、実績等を勘案し、当協会では「橋梁架設工事の積算 平成30年度版」を発刊することと致しました。

なお前年度版同様、橋梁の補修・補強工事の積算に際し、その適用範囲や積算手順をわかりやすく解説した「橋梁補修補強工事積算の手引き 平成30年度版」を別冊（セット）で発刊致します。

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

敬具

◆内容

平成30年度版の構成項目は以下のとおりです。

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

◆改訂内容

平成29年度版からの主な改訂事項は以下のとおりです。

1. 鋼橋編

- ・架設機材複合損料の改訂
- ・送出し、降下作業ステップ図の追加
- ・架設用製作部材単価の改訂
- ・国交省基準の改定に伴う歩掛等の改訂

2. PC橋編

- ・架設機械の複合損料改定
- ・床版水抜きパイプ設置工の歩掛を追加
- ・架設桁架設工法の既設構造物アンカー工歩掛を追加
- ・国交省基準の改定に伴う歩掛等の改訂

3. 橋梁補修編

- ・各足場タイプ別の作業日当り標準作業量の掲載
- ・チッピング工（ブラケット背面部）労務編成の改定
- ・検査路撤去・再設置歩掛の掲載
- ・外ケーブル補強工（鋼橋）の掲載
- ・国交省基準の改定に伴う歩掛等の改訂

別冊「橋梁補修補強工事 積算の手引き」

- ・施工パッケージを考慮した積算要領への改訂



● A4判／本編約 1,050 頁（カラー写真入り）
別冊約 200 頁 セット

●定価

一般価格：10,800 円（本体 10,000 円）
会員価格：9,180 円（本体 8,500 円）

※ 別冊のみの販売はいたしません。

※ 送料は一般・会員とも
沖縄県以外 900 円
沖縄県 710 円（但し県内に限る）

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

●発刊予定 平成30年5月20日

関係部署にも御回覧をお願いします。

大口径・大深度の削孔工法の設計積算に欠かせない必携書

大口径岩盤削孔工法の積算

平成30年度版

∞∞∞ 改訂・発刊のご案内 ∞∞∞

平成30年5月 一般社団法人 日本建設機械施工協会

謹啓、時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。

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

本協会では、平成28年5月に「大口径岩盤削孔工法の積算 平成28年度版」を発刊し、関係する技術者の方々に広くご利用いただいております。

さて、このたび国土交通省の土木工事積算基準及び建設機械等損料算定表等が改正され、平成30年4月1日以降の工事費の積算に適用されること等に伴い、当協会では、内容をより充実し、また解りやすく説明した「大口径岩盤削孔工法の積算 平成30年度版」を発刊することと致しました。

つきましては、大口径岩盤削孔工事の設計積算業務に携わる関係各位の皆様には是非ご利用いただきたくご案内申し上げます。 敬具

◆ 内容

平成30年度版の構成項目は以下のとおりです。

第1編 適用範囲	第2編 工法の概要
第3編 アースオーガ掘削工法の標準積算	第4編 パーカッション掘削工法の標準積算
第5編 ケーシング回転掘削工法の標準積算	第6編 建設機械等損料表

◆ 改訂内容

平成28年度版からの主な改訂事項は以下のとおりです。

- ・国土交通省の歩掛・損料改正に伴う関連箇所の全面改訂
- ・オーガ、パーカッション、ケーシング回転掘削工法のイラストの刷新、施工機械諸元を最新情報に改訂
- ・工法概要、標準積算例により解りやすく解説
- ・施工条件に対応した新たな岩盤削孔技術事例の紹介
- ・施工実績の改定に伴う掘削工法の種類と選定資料の部分改訂

● A4判／約230頁（カラー写真入り）

● 価格

一般価格：6,480円（本体6,000円）

会員価格：5,508円（本体5,100円）

※ 送料は一般・会員とも

沖縄県以外 700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30年5月22日

（本の発送は、5月31日頃からになります。）



ICTを活用した建設技術 (情報化施工)

2017.3
発行!

国土交通省では、平成28年度より建設現場における生産性を向上させ、魅力ある建設現場を目指す新しい取り組みとして、i-Construction(アイ・コンストラクション)を進めています。

具体的な取り組みとして、ICT(情報化施工)を建設現場に積極的に取り入れようとする「i-Construction」対応工事(ICT土工)では、①3次元起工測量、②3次元設計データの作成、③ICT建設機械による施工、④3次元出来形管理等の施工管理、⑤3次元データの電子納品の5項目について実施することになっています。

既に建設現場では、ICTを活用した建設技術(情報化施工)として工事が実施されています。

本書は、これから建設分野を目指す学生や初めてICTを活用した建設工事に携わる方々を対象に作成いたしました。

既刊の「情報化施工デジタルガイドブック」と併せてお読み頂ければ、より詳しくICTを活用した建設技術(情報化施工)がご理解頂けるものと思います。

主な内容

- 1 情報化施工のあらし
- 2 従来の設計・施工
- 3 情報化施工の測位
- 4 情報化施工技術
- 5 3次元設計データ
- 6 i-Construction
- 7 情報化施工の効果的活用
- 8 ICTを活用した建設技術の一般的な用語の解説



定 価

※送料別途

一般価格

1,296円(本体1,200円)

会員価格

1,080円(本体1,000円)

学生価格

(学校からの申込みに限る)

648円(本体600円)

実務者向け!!
情報化施工デジタルガイドブック

デジタルブックDVD版
(デジタル画像・動画等)

プレビューA4版冊子付

好評刊行中!



一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館

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

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

JCMA 図書

検索

ICTを活用した建設技術(情報化施工)



購入申込書

一般社団法人 日本建設機械施工協会 行

ICTを活用した建設技術 (情報化施工)	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	(印)	TEL	
		FAX	
住 所	〒		
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 (該当に○) 【指定用紙がある場合は、申込書とともにご送付下さい】		

●お申込方法

FAXにて、当協会本部または最寄りの各支部あてにお申込み下さい。
(注)沖縄地区は、本部へお申込みください。

●お問合せ及びお申込先

支部名	住 所	TEL	FAX
本 部	〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館	(03)3433-1501	(03)3432-0289
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北3条西2-8 さっけんビル	(011)231-4428	(011)231-6630
東北支部	〒980-0014 仙台市青葉区本町3-4-18 太陽生命仙台北町ビル	(022)222-3915	(022)222-3583
北陸支部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 興和ビル	(025)280-0128	(025)280-0134
中部支部	〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-17-10 三愛ビル5F	(052)962-2394	(052)962-2478
関西支部	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4 谷町スリースリースビル	(06)6941-8845	(06)6941-1378
中国支部	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22 築地ビル	(082)221-6841	(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	(087)821-8074	(087)822-3798
九州支部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-4-30 いわきビル	(092)436-3322	(092)436-3323

2016年版 日本建設機械要覧

発刊ご案内

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

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



発刊日

平成28年3月末

体裁

B5判、約1,340頁／写真、図面多数／表紙特製

価格

一般価格 52,920円（本体49,000円）

会員価格 44,280円（本体41,000円）

（注）送料は1冊900円（税込）となります。

（複数冊の場合別途）

特典

2016年版日本建設機械要覧購入の方への特典として、当協会が運営するWebサイト（要覧クラブ）上において2001年版、2004年版、2007年版、2010年版及び2013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2016年版を含めると1998年から2015年までの建設機械データが活用いただけます。

2016年版 内容目次

- ・ブルドーザおよびスクレーパー
- ・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イカ
- ・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
- ・WJ工法、CSG工法、タイヤ、ワイヤロープ、燃料油、潤滑剤および作動油、検査機器等

今後の予定

「日本建設機械要覧」の電子版も作成し、より利便性の高い資料とするべく準備しております。御期待下さい。

◆ 購入申込書 ◆

一般社団法人 日本建設機械施工協会 行

日本建設機械要覧 2016年版	冊
-----------------	---

上記図書を申込み致します。

平成 年 月 日

官公庁名 会社名			
所 属			
担当者氏名	印	TEL	
		FAX	
住 所	〒		
送金方法	銀行振込 ・ 現金書留 ・ その他 ()		
必要事項	見積書 () 通 ・ 請求書 () 通 ・ 納品書 () 通 () 単価に送料を含む、() 単価と送料を2段書きにする(該当に○) お願い：指定用紙がある場合は、申込書と共に送付下さい		

◆ 申込方法 ◆

- ①官公庁：FAX（本部、支部共）
 - ②民間：（本部へ申込）FAX
（支部へ申込）現金書留のみ（但し会員はFAX申込可）
- ※北海道支部はFAXのみ

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

[お問合せ及びお申込先]

本 部	〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館	TEL 03 (3433) 1501 FAX 03 (3432) 0289
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8 さつけんビル	TEL 011 (231) 4428 FAX 011 (231) 6630
東北支部	〒980-0014 仙台市青葉区本町3-4-18 太陽生命仙台本町ビル5F	TEL 022 (222) 3915 FAX 022 (222) 3583
北陸支部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 興和ビル	TEL 025 (280) 0128 FAX 025 (280) 0134
中部支部	〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-17-10 三愛ビル	TEL 052 (962) 2394 FAX 052 (962) 2478
関西支部	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4 谷町スリースリースビル	TEL 06 (6941) 8845 FAX 06 (6941) 1378
中国支部	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22 築地ビル	TEL 082 (221) 6841 FAX 082 (221) 6831
四国支部	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22 建設クリエイトビル	TEL 087 (821) 8074 FAX 087 (822) 3798
九州支部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-4-30 いわきビル	TEL 092 (436) 3322 FAX 092 (436) 3323

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

（これらの目的以外での利用はいたしません）当協会のプライバシーポリシー（個人情報保護法方針）は、ホームページ（http://www.jcmanet.or.jp/?page_id=422）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

2016年版 日本建設機械要覧 電子書籍(PDF)版 発売通知

当協会では、国内における建設機械を網羅した『日本建設機械要覧』を2016年3月に刊行し、現場技術者の工事計画の立案、積算、機械技術者の建設機械のデータ収集等に活用頂き、好評を頂いております。

このたびこの建設機械要覧に関して更に便利に活用いただくよう新たに次の2種類の電子書籍（PDF）版を発売いたしますので、ここにご案内申し上げます。

是非とも活用いただきたく、お願い申し上げます。

1	商品名	日本建設機械要覧2016 電子書籍（PDF）版	建設機械スペック一覧表、 電子書籍（PDF）版	
2	形態	電子書籍（PDF）	電子書籍（PDF）	
3	閲覧	Web上で閲覧 パソコン、タブレット、 スマートフォンからアクセス	Web上で閲覧 パソコン、タブレット、 スマートフォンからアクセス	
4	内容	要覧全頁	spec一覧表	
5	改訂	3年毎	3年毎	
6	新機種情報	要覧クラブで対応	要覧クラブで対応	
7	検索機能	1.単語検索	1.単語検索	
8	附属機能 注) タブレット・スマートフォンは、一部機能が使えません。	・しおり ・拡大・縮小 ・付箋機能 ・ペン機能 ・目次からのリンク ・各章ごと目次からのリンク ・索引からのリンク ・メーカーHPへのリンク	・しおり ・拡大・縮小 ・付箋機能 ・ペン機能 ・メーカーHPへのリンク	
9	予定販売価格 (円・税込)	会員	54,000（3年間）	48,600（3年間）
		非会員	64,800（3年間）	59,400（3年間）
10	利用期間	3年間	3年間	
11	同時ログイン	3台	3台	
12	認証方法	ID+パスワード	ID+パスワード	
13	購入方法	WEB上にて申込み（HP参照下さい）	WEB上にて申込み（HP参照下さい）	

発売時期

平成28年5月末 HP : <http://www.jcmanet.or.jp/>

Webサイト 要覧クラブ

2016年版日本建設機械要覧およびスペック一覧表電子書籍（PDF）版購入の方への特典として、当協会が運営するWebサイト（要覧クラブ）上において2001年版、2004年版、2007年版、2010年版及び2013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2016年版を含めると1998年から2015年までの建設機械データが活用いただけます。

また、同じ要覧クラブ上で新機種情報も閲覧およびダウンロードできます。

様々な環境で閲覧できます。
タブレット、スマートフォンで外出先でもデータにアクセス



今後の予定

更に高機能の「日本建設機械要覧」の検索システム版も作成し、より利便性の高い資料とするべく準備しております。御期待下さい。

お問合せ先：業務部 鈴木英隆 TEL：03-3433-1501 E-mail：suzuki@jcmanet.or.jp

論文投稿のご案内

日本建設機械施工協会では、学術論文の投稿を歓迎します。論文投稿の概要は、以下のとおりです。なお、詳しいことは、当協会ホームページ、論文投稿のご案内をご覧ください。

当協会ホームページ <http://www.jcmanet.or.jp>

★投稿対象

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

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

★部門

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

★投稿資格

原稿の投稿者は個人とし、会員資格の有無は問いません。

★原稿の受付

随時受け付けます。

★公表の方法

当協会機関誌へ掲載します。

★機関誌への掲載は有料です。

★その他：優秀な論文の表彰を予定しています。

★連絡先

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 (機械振興会館)

日本建設機械施工協会 研究調査部 論文担当

E-mail : ronbun@jcmanet.or.jp

TEL : 03 - 3433 - 1501

FAX : 03 - 3432 - 0289

◆ 日本建設機械施工協会『個人会員』のご案内 ◆

会費：年間 9,000円

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

★個人会員の特典

- 「建設機械施工」を機関誌として毎月お届け致します。(一般購入価格 1冊864円/送料別途)。
「建設機械施工」では、建設施工や建設機械に関わる最新の技術情報や研究論文、本協会の行事案内・実施報告などのほか、新工法・新機種の紹介や統計情報等の豊富な情報を掲載しています。
- 協会発行の出版図書を会員価格(割引価格)で購入できます。
- シンポジウム、講習会、講演会、見学会等、最新の建設機械・建設機械施工の動向にふれることができる協会行事をご案内するとともに、会員価格(割引価格)で参加できます。

今後、続々と個人会員の特典を準備中です。この機会に是非入会下さい!!

◆ 一般社団法人 日本建設機械施工協会について ◆

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

一般社団法人 日本建設機械施工協会とは…

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

■会員構成

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

■主な事業活動

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

■主な出版図書

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

その他、日本建設機械施工協会の活動内容はホームページでもご覧いただけます！

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

※お申し込みには次頁の申込用紙を使用してください。

【お問い合わせ・申込書の送付先】

一般社団法人 日本建設機械施工協会 個人会員係

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館

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

一般社団法人 日本建設機械施工協会 会長 殿

下記のとおり、日本建設機械施工協会 個人会員に入会します。

平成 年 月 日

個人会員入会申込書	
ふりがな	生年月日
氏名 (自署)	昭和 平成 年 月 日
勤務先名	
所属部課名	
勤務先住所	〒 TEL _____ E-mail _____
自宅住所	〒 TEL _____ E-mail _____
機関誌の送付先	勤務先 自宅 (ご希望の送付先を○印で囲んで下さい。)
その他 連絡事項	平成 年 月より入会

【会費について】年間 9,000円

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

【その他ご入会に際しての留意事項】

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

【個人情報の取扱について】

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

No.	発行年月	図 書 名	一般価格 (税込)	会員価格 (税込)	送料
1	H30年 5月	よくわかる建設機械と損料 2018	6,480	5,508	700
2	H30年 5月	大口径岩盤削孔工法の積算 平成 30 年度版	6,480	5,508	700
3	H30年 5月	橋梁架設工事の積算 平成 30 年度版	10,800	9,180	900
4	H30年 5月	平成 30 年度版 建設機械等損料表	8,640	7,344	700
5	H29年 5月	橋梁架設工事の積算 平成 29 年度版	10,800	9,180	900
6	H29年 4月	平成 29 年度版 建設機械等損料表	8,640	7,344	700
7	H29年 4月	ICT を活用した建設技術 (情報化施工)	1,296	1,080	700
8	H28年 9月	道路除雪オペレータの手引	3,240	2,160	700
9	H28年 5月	よくわかる建設機械と損料 2016	6,480	5,508	700
10	H28年 5月	大口径岩盤削孔工法の積算 平成 28 年度版	6,480	5,508	700
11	H28年 5月	橋梁架設工事の積算 平成 28 年度版	10,800	9,180	900
12	H28年 5月	平成 28 年度版 建設機械等損料表*	8,640	7,344	900
13	H28年 3月	日本建設機械要覧 2016 年版	52,920	44,280	700
14	H26年 3月	情報化施工デジタルガイドブック 【DVD 版】	2,160	1,944	250
15	H25年 6月	機械除草安全作業の手引き	972	864	700
16	H23年 4月	建設機械施工ハンドブック (改訂 4 版)	6,480	5,502	700
17	H22年 9月	アスファルトフィニッシャの変遷	3,240		250
18	H22年 9月	アスファルトフィニッシャの変遷 【CD】	3,240		700
19	H22年 7月	情報化施工の実務	2,160	1,851	700
20	H21年 11月	情報化施工ガイドブック 2009	2,376	2,160	700
21	H20年 6月	写真でたどる建設機械 200 年	3,024	2,560	700
22	H19年 12月	除雪機械技術ハンドブック	3,086		700
23	H18年 2月	建設機械施工安全技術指針・指針本文とその解説	3,456	2,880	250
24	H17年 9月	建設機械ポケットブック (除雪機械編)*	1,029		250
25	H16年 12月	2005「除雪・防雪ハンドブック」(除雪編)*	5,142		250
26	H15年 7月	建設施工における地球温暖化対策の手引き	1,620	1,512	700
27	H15年 6月	道路機械設備 遠隔操作監視技術マニュアル (案)	1,944		700
28	H15年 6月	機械設備点検整備共通仕様書(案)・機械設備点検整備特記仕様書作成要領(案)	1,944		700
29	H15年 6月	地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル	540		250
30	H13年 2月	建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック (第 3 版)	6,480	6,048	700
31	H12年 3月	移動式クレーン、杭打機等の支持地盤養生マニュアル (第 2 版)	2,675	2,366	700
32	H11年 10月	機械工事施工ハンドブック 平成 11 年度版	8,208		700
33	H11年 5月	建設機械化の 50 年	4,320		700
34	H11年 4月	建設機械図鑑	2,700		700
35	H10年 3月	大型建設機械の分解輸送マニュアル*	3,888	3,456	250
36	H9年 5月	建設機械用語集	2,160	1,944	700
37	H6年 8月	ジオスペースの開発と建設機械	8,229	7,714	700
38	H6年 4月	建設作業振動対策マニュアル	6,172	5,554	700
39	H3年 4月	最近の軟弱地盤工法と施工例	10,079	9,565	700
40	S 63年 3月	新編 防雪工学ハンドブック 【POD 版】	10,800	9,720	700
41	S 60年 1月	建設工事に伴う濁水対策ハンドブック*	6,480		250
42		建設機械履歴簿	411		250
43	毎月 25日	建設機械施工 【H25.6 月号より図書名変更】	864	777	700
			定期購読料 年 12 冊 9,252 円(税・送料込)		

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

*については当協会 HP <http://www.jcmanet.or.jp> の出版図書欄を参照下さい。

河川・ダム の 維持管理, 点検補修

特 集

巻頭言

4 3次元データに基づく河川管理への転換

池内 幸司 東京大学大学院工学系研究科 教授

行政情報

5 平成 29 年 7 月九州北部豪雨により被災した河川の早期復旧 及び九州北部豪雨等の教訓を踏まえた対策の全国展開

小澤 盛生 国土交通省 水管理・国土保全局 河川計画課 河川計画調整室 企画専門官

特集・
技術報文

11 鬼怒川堤防緊急復旧工事

応急復旧・本復旧工事の施工実績と現場運営

金井 孝之 鹿島建設(株) 関東支店 土木部営業グループ 次長

上田 哲也 鹿島建設(株) 関東支店 原子力東海村排気筒基礎補強工事事務所 所長

阿部 勇児 鹿島建設(株) 関東支店 原子力東海村工事事務所 工事課長

17 鹿野川ダムリニューアル 水中作業での機械化

鹿野川ダム選択取水設備施設外新設工事の例 水中ハツリ機『あざらし』の開発

副島 幸也 ㈱安藤・間 土木事業本部機電部 担当課長

23 河川内の RC 橋脚における曲げ補強工法の開発

松本 恵美 ㈱奥村組 東日本支社 リニューアル技術部技術課

山口 治 ㈱奥村組 東日本支社 リニューアル技術部工事所支援グループ グループ長

三澤 孝史 ㈱奥村組 技術研究所 土木研究グループ グループ長

29 会津若松市の水環境保全の取り組み

山内 良隆 会津若松市環境生活課 主幹

32 日光川放水路及び青木川放水路の稼働実績

五味千絵子 愛知県建設部河川課 技師 (～ H30.3 月末) 愛知県知多建設事務所 維持管理課 主任 (H30.4 月～)

36 防災性を高めるスーパー堤防

ゼロメートル地帯で進むスーパー堤防と一体となったまちづくり

山口 正幸 江戸川区 危機管理室 室長

41 東京の東部低地帯の河川堤防整備

300 万人の命と暮らしを守る耐震・耐水対策事業

久保 嘉章 東京都江東治水事務所 内部河川工事課 耐震設計担当 課長代理

46 深層学習方式を活用した河川のコンクリート護岸の劣化領域 抽出

天方 匡純 八千代エンジニアリング(株) 技術推進本部 技術開発部 AI 開発ユニット 専門部長

51 自律航行型 (ASV) 地形計測システムによる河川点検・維持・ 管理

大竹 剛 ㈱アーク・ジオ・サポート (AGS) 営業部 担当課長

56 河川維持管理に資する水中点検ロボットの開発事例紹介

清成 研二 朝日航洋(株) 空間情報事業本部 商品企画部 上級主任技師

63 水中 3D スキャナーを活用した水中可視化技術によるインフ ラの維持管理・点検技術

古殿 太郎 いであ(株) 国土環境研究所環境調査部 グループ長 技術開発室 室長

西林健一郎 いであ(株) 大阪支社環境調査部 主査研究員

大野 敦生 いであ(株) 国土環境研究所環境調査部 主査研究員

	68	ダム点検用水中調査ロボット「Cetus-V・Mark II」の開発 本山 昇 五洋建設㈱ 船舶機械部開発グループ
	73	画像鮮明化技術を用いたダム維持管理ロボットシステム 中西 清史 パナソニック㈱ コネクティッドソリューションズ社 イノベーションセンター 技術総括 メカトロソリューション開発部 要素技術担当総括 九郎丸俊一 パナソニック㈱ コネクティッドソリューションズ社 イノベーションセンター 技術総括 メカトロソリューション開発部 部長
	78	河川改修小史 機械化施工による近代改修工事 岡本 直樹 建設機械史研究者
交流の広場	85	ナパ川の治水と環境のコラボレーション 松久 喜樹 ランドスケープアーキテクト、大阪芸術大学 建築学科 教授
ずいそう	90	河川・河川維持における随想 山根 和信 前 日本国土開発㈱、現 ㈱ニュー技術
	91	ダム・土木構造物の主張 宮島 咲 ダムマニア&ダムライター
部会報告	93	2017年度 ISO/TC 127 土工機械委員会 活動状況報告 標準部会
	94	新工法紹介 機関誌編集委員会
	95	新機種紹介 機関誌編集委員会
統計	97	平成30年度 公共事業関係予算 機関誌編集委員会
	102	建設工事受注額・建設機械受注額の推移 機関誌編集委員会
	103	行事一覧 (2018年3月)
	112	編集後記 (鈴木・飯田)

◇表紙写真説明◇

鬼怒川堤防緊急復旧工事

写真提供：鹿島建設㈱

平成27年9月の関東・東北豪雨により決壊した鬼怒川堤防（左岸21k付近）では、氾濫流による基礎地盤の洗掘により生じた落堀など、凹凸の多い不均一な基面に新たな堤防を構築すると不等沈下などが発生する恐れがあった。そこで、本復旧工事では堤防基面の整形を行い、地盤が均一となるよう良質な盛土材に置き換えることで不等沈下などの発生を抑制した。

2018年(平成30年)5月号PR目次
【ア】
㈱アイテック……………後付3
朝日音響㈱……………表紙3

【カ】
コベルコ建機㈱……………後付1
コマツ……………表紙4
【サ】
SARAN ㈱……………表紙2

【タ】
大和機工㈱……………後付3
㈱鶴見製作所……………後付5
【マ】
マルマテクニカ㈱……………後付4

三笠産業㈱……………後付6
【ヤ】
吉永機械㈱……………表紙2

巻頭言

3次元データに基づく 河川管理への転換

池内 幸司



河川管理業務においては、洪水の流下能力の確保、河川構造物の機能の維持、河川環境の保全、流水の正常な機能の維持、河川空間の適正利用など、数多くのミッションがあり、多様な業務が並行して行われている。これらの業務を円滑に実施していくためには、河川や河川構造物の状態を適切に把握し、それらのデータを蓄積し、分かりやすく整理する必要がある。

このため、現場では地上における河川巡視や施設の定期点検、定期測量などが行われている。様々なニーズに対応して現場の業務は多様化・複雑化するとともに、老朽化した構造物の点検や維持補修などの業務が増える一方なのに対して、担当職員の数も年々減少しており、将来を見据えて、できるだけ早期に、現場業務のやり方を抜本的に改善していくことが求められている。

河川管理業務を行う上でのベースとなる地形データは、定期的に地上で測量された成果に基づく縦断面、横断面、平面図などの2次元データが中心になっている。

近年、レーザ測量の技術が急速に発展するとともに、ドローンの性能も大幅に向上している。また、ドローン搭載型のレーザスキャナーも、オープンイノベーション方式の技術開発により、安価になるとともに性能も大幅に向上している。水中の地形も把握できるグリーンレーザも実用化の段階である。これらの技術を活用することにより、水中部も含めて、比較的容易に3次元地形データを取得活用できる環境が整ってきている。

例えば、流下能力の検証を行う際には、これまでは、地上で多くの労力をかけて横断測量を行うとともに、樹木の繁茂状況を把握し、その結果を用いて河道の水理解析を行っていたが、航空機やドローンによるレーザ測量を活用すれば、3次元の地形状況を容易に計測できるとともに、地表まで達して戻ってきたレーザと樹木に当たって戻ってきたレーザの情報により、樹高や繁茂状況を把握し、これらを用いて容易に流下能力の評価を行うことができる。

堤防についても、定期的にレーザ測量を行っておけば、3次元データの比較により、沈下やはらみ出しなどの立体的な形状変化も一目で把握することができるので、堤防の状態監視や維持補修に大いに役立つ。洪水時においても、堤防のみならず背後の自然堤防などの地形の状況も含めて、氾濫のリスクが実質的に高まっている箇所を容易に抽出することができる。

グリーンレーザを用いることにより、水中の瀬や淵の状況もリアルな3次元画像として分かりやすく表現することができるので、河川環境の把握を効率的に行うことができる。

施工段階においては、i-Constructionが急ピッチで進められ、3次元データの蓄積が進められているところであるが、施工段階で得られた3次元データを管理の段階へつなぐ、あるいは、管理の段階で得られた3次元データを用いて施設の更新を行うなど、調査、設計、施工、維持管理、更新の各段階を3次元データでつなぐことにより、現場業務の生産性の大幅な改善と品質の向上が期待できる。

以上述べた取組を進めていく上で欠かせないのが基準類の改定である。河川管理関係の基準類を3次元データに対応したものにしていくことや、新技術の活用と真に必要な品質の確保が両立できるような測量精度の見直しなどを行うことが重要である。

その第一弾として、レーザプロファイラデータを河川の定期縦横断測量へ適用するための基準類の見直しが行われている。次の段階として、河川管理業務における様々な基準類や仕様書類を3次元データがそのまま利用できるような見直しを行っていく必要がある。

河川管理の現場業務が2次元データから3次元データに基づくものになり、業務の生産性の抜本的な改善と品質のより一層の向上が図られることを期待している。

行政情報 平成 29 年 7 月九州北部豪雨により被災した河川の早期復旧及び九州北部豪雨等の教訓を踏まえた対策の全国展開

小澤 盛生

平成 29 年 7 月九州北部豪雨では、河川の氾濫に加え、土砂や流木の流出によって甚大な被害が発生した。このため、国土交通省は、発災直後より、TEC-FORCE（緊急災害対策派遣隊）やリエゾン（情報連絡員）を派遣するなど総力を挙げて被災地の早期復旧のための支援に取り組んできた。

本稿においては、平成 29 年 7 月九州北部豪雨等で甚大な被害を受けた河川の本格的な復旧を緊急的に進めることを目的にとりまとめた「九州北部緊急治水対策プロジェクト」、九州北部豪雨等の教訓を踏まえ、全国の中小河川の対策を緊急的に進めることを目的にとりまとめた「中小河川緊急治水対策プロジェクト」の 2 つのプロジェクトについて紹介する。

キーワード：九州北部豪雨，中小河川，災害復旧，再度災害防止

1. 背景

平成 29 年 7 月九州北部豪雨では、集中的な降雨に伴う同時多発的な斜面崩壊（写真—1）により洪水が大量の土砂や流木とともに流下したことで、土砂による河道の埋塞や橋梁への流木の集積による河道の閉塞が発生した。また、河道の流下能力を超過した洪水が土砂や流木とともに河川の周辺に氾濫したことにより、家屋の倒壊や人的被害が発生した（表—1）。

このため、国土交通省では、発災当日の 7 月 5 日に福岡県及び大分県の被災自治体へリエゾン（情報連絡員）を派遣し、被害情報の収集等にあたるとともに、7 月 6 日以降、九州地方整備局に加え、全国の地方整備局からも TEC-FORCE（緊急災害対策派遣隊）を派遣し、被災自治体の支援にあたった。

具体的には、自治体に代わり、河川、道路等の自治体が所管する施設の被害状況を調査（約 1,800 箇所）し、政府の行う激甚災害指定の見込み公表の迅速化に貢献した。また、通行不能となった国道 211 号、県道 52 号について、福岡県知事の要請を受けて、道路啓開を実施し、緊急車両の通行を確保するとともに、二次災害を防止するため、土砂災害危険箇所の緊急点検の支援を実施した。更に、通信が途絶した朝倉市や東峰村で通信を確保するため、衛星通信車等を派遣した他、砂塵飛散対策のために散水車等を派遣した。

また、特に被害が大きかった赤谷川においては、二次災害が発生するおそれが高いため高い状況であった



写真—1 同時多発的な斜面崩壊（北川）

表—1 筑後川右岸流域の被害等

被害等	被害等の規模	備考
12 時間雨量	511.5 mm (朝倉雨量観測所)	観測史上 1 位 1/500 規模以上
発生土砂量	約 1,065 万 m ³ H29.9.7 時点	
発生流木量	約 21 万 m ³ H29.7.28 時点	
死者 行方不明者	41 名 H29.9.8 時点	山地地形に挟まれた河川の谷幅が狭い谷底平野で
家屋被害	全壊家屋 197 戸 半壊家屋 102 戸 H29.8.21 時点	人的被害、家屋被害（全壊、半壊）の多くが発生

出典：筑後川右岸流域 河川・砂防復旧技術検討委員会 報告書

ことから、国が砂防堰堤等の緊急的な工事を実施するとともに、平成 29 年 6 月の河川法改正により新たに規定された権限代行制度を活用し、応急的な河道確保のため、国が県に代わって緊急的な土砂・流木の除去

を進めた。

8月24日には、「国土交通省 水災害に関する防災・減災対策本部(本部長:石井国土交通大臣)」において、石井国土交通大臣より、「平成29年7月九州北部豪雨で甚大な被害を受けた地域について、災害の原因の調査等を進めた上で、再度災害防止・軽減の観点から、ハード・ソフト一体となった防災・減災対策プロジェクトを地域と連携しながら推進するとともに、そこで得られた知見を全国展開すること」の指示があり(写真-2)、学識者、福岡県、九州地方整備局等で構成される「筑後川右岸流域 河川・砂防復旧技術検討委員会」(以下、「技術検討委員会」という。)を9月7日に設置し、河川事業、砂防事業の効果的な連携方策等について技術的な検討を行うこととした(図-1)。

技術検討委員会においては、赤谷川流域をモデルとして、河川事業、砂防事業、地域の対策の効果的な連携方策等について技術的な検討が進められた他、九州北部豪雨等における課題について検討が進められた。検討された課題については、九州北部豪雨等により被



写真-2 国土交通省 水災害に関する防災・減災対策本部において指示する石井大臣

【学識者】	秋山 壽一郎	九州工業大学教授	
	小松 利光	九州大学名誉教授	
	地頭 蘭 隆	鹿児島大学教授	
	橋本 晴行	元九州大学教授	
	水野 秀明	九州大学大学院准教授	
	安福 規之	九州大学大学院教授	
	矢野 真一郎	九州大学大学院教授	
	諏訪 義雄	国総研河川研究室長	
	板垣 修	国総研水害研究室長	
	萱場 祐一	土研上席研究員	
	桜井 亘	土研砂防研究室長	
	澤野 久弥	ICHARM グループ長	
	【行政委員】	竹島 睦	九州地整河川部長
		山本 巧	福岡県 県土整備部長
【オブザーバー】	船橋 昇治	筑後川河川事務所長	
	鬼塚 明文	朝倉県土整備事務所長	
	後藤 利彦	大分県河川課長	
	中野 信哉	福岡県朝倉市 副市長	
	岩橋 忠助	福岡県東峰村 副村長	
	大塚 勇二	大分県日田市 副市長	

図-1 筑後川右岸流域 河川・砂防復旧技術検討委員会の構成員

害が生じた河川と同様の特徴を有する他の地域の河川においても共通の課題であると考えられたことから、国土交通省では、9月末より、全国の中小河川の緊急点検を実施した。

また、河川など公共土木施設の災害復旧については、被災自治体が早期に災害復旧事業に着手できるよう、前述の TEC-FORCE (緊急災害対策派遣隊) に加え、本省災害査定官等を派遣し、復旧工法の指導、助言を行うなどにより、従来と比べて約1ヶ月早い8月8日より災害査定を開始し、集中的に災害査定を実施した。

このような中、12月1日には、改良復旧事業の採択や第3回災害対策等緊急事業推進費の配分のタイミングに合わせて、平成29年7月九州北部豪雨等で被災した河川の本格的な復旧を緊急的に進める「九州北部緊急治水対策プロジェクト」を公表するとともに、平成29年7月九州北部豪雨等の教訓を踏まえて実施した全国の中小河川の緊急点検の結果を踏まえ、中小河川における対策を緊急的に進める「中小河川緊急治水対策プロジェクト」を公表した。

2. 九州北部緊急治水対策プロジェクト

「九州北部緊急治水対策プロジェクト」(図-2)は、平成29年7月九州北部豪雨により甚大な被害を受けた筑後川水系、遠賀川水系、山国川水系の約200河川において、全体事業費約1,700億円により、再度災害の防止・軽減を目的に、ソフト対策と併せて概ね5年間(本年度~平成34年度)で緊急的・集中的に治水機能を強化する改良復旧工事(堤防の整備、河道の掘削、護岸の整備、砂防堰堤の整備)等を実施するものである。

「九州北部緊急治水対策プロジェクト」の主なポイ

<九州北部緊急治水対策プロジェクト>

- (1) 期間：本年度~平成34年度目途
- (2) 全体事業費：約1,700億円
- (3) 事業内容：河道掘削、堤防や砂防堰堤の整備等
- (4) 主なポイント：
 - ①河川・砂防・地域が連携した復旧
 - ②様々な事業・制度を活用した迅速な復旧
 - ・国が権限代行により県に代わって赤谷川流域の河川の本格復旧を実施
 - ・国の直轄事業として赤谷川流域の砂防堰堤等の整備を新規事業化
 - ・埋没した施設を全て壊れているものとして扱うことで、災害査定を大幅に迅速化
 - ③洪水に特化した低コストの水位計の設置、浸水実績や地形情報を活用したまちづくりの検討支援

図-2 「九州北部緊急治水対策プロジェクト」の概要

ントは、「河川・砂防・地域が連携した復旧」、「様々な事業・制度を活用した迅速な復旧」、「危機管理型水位計の設置とリスク情報の活用」の3つである。

1つ目のポイントは河川・砂防・地域が連携した復旧である。技術検討委員会の報告書を踏まえ、①一定程度の降雨に対し、山地部では土砂・流木の流出を防止する砂防堰堤等を整備し、河川上流では、土砂・流木を捕捉する貯留施設を整備し、河川中下流では、洪水・土砂を下流まで円滑に流す河道の改修・河道形状の工夫を行い、土砂・流木を伴う洪水氾濫を防止するとともに、②地域と一体となって、今回の災害と同程度の降雨に対してもさらに安全性を高めるための検討を支援するという考え方により、復旧を進めることとしている（図-3）。

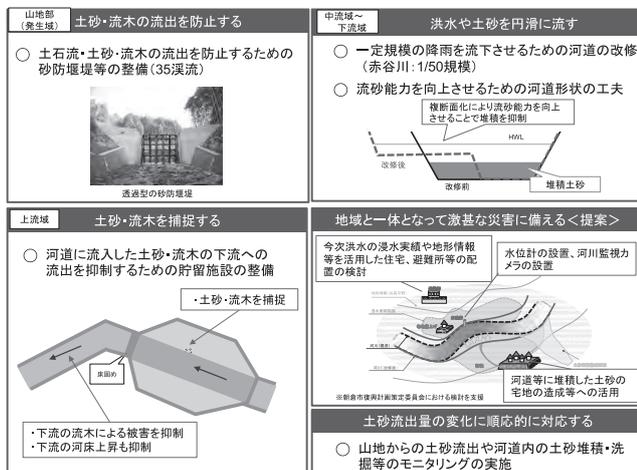


図-3 河川事業・砂防事業・地域が連携した復旧の考え方

2つ目のポイントは、様々な事業・制度を活用した迅速な復旧である。①大量の土砂・流木により埋まった筑後川水系赤谷川流域、白木谷川流域及び北川流域の災害査定において、公共土木施設を掘り起こすことなく全て壊れているものとして扱うことで、災害査定を大幅に迅速化する。②一般的な改良復旧事業の国庫負担率が1/2であるのに対し、これら埋塞した河川で一定の計画に基づいて行う改良的な復旧事業を国庫負担率が2/3以上である災害復旧事業（一定災）として事業採択し、地方負担を軽減するとともに事務手続きを効率化する。③赤谷川流域において、暫定的な対策に加えて本格的な改良復旧工事についても、権限代行により県に代わって国が実施するなど、様々な事業・制度を活用し、被災地の復旧を迅速化することとしている。

3つ目のポイントは危機管理型水位計の設置とリスク情報の活用である。九州北部豪雨では、洪水時に河川の状態をリアルタイムに把握できなかったことか

ら、洪水に特化した低コストの水位計（危機管理型水位計）の設置を推進するとともに、土砂災害警戒区域や浸水想定区域の指定の際の想定とは異なる現象によって被害が生じた地域もあったことから、浸水実績や地形情報等を活用したまちづくりの検討を支援することとしている。

3. 中小河川緊急治水対策プロジェクト

「中小河川緊急治水対策プロジェクト」（図-4）は、平成29年7月九州北部豪雨等の教訓を踏まえて実施した全国の中小河川の緊急点検の結果を踏まえ、全体事業費約3,700億円により、今後概ね3年間（本年度～平成32年度）で全国の中小河川において実施すべき対策（土砂・流木捕捉効果の高い透過型の砂防堰堤等の整備、多数の家屋や重要な施設の浸水被害を解消するための河道の掘削・堤防の整備等、洪水に特化した低コストの水位計の設置）をとりまとめたものである。

＜中小河川緊急治水対策プロジェクト＞

(1) 期 間：本年度～平成32年度目途

(2) 全体事業費：約3,700億円

(3) 対策箇所：

- ①土砂・流木対策：約700溪流
- ②再度の氾濫防止対策：約300km
- ③洪水時の水位監視：約5,800箇所

(4) 対策内容

- ①土砂・流木対策：透過型砂防堰堤等の整備
- ②再度の氾濫防止対策：河道掘削・堤防整備等
- ③洪水時の水位監視：洪水に特化した低コストの水位計の設置

図-4 「中小河川緊急治水対策プロジェクト」の概要

技術検討委員会において、①山地部の河川で土砂や流木を伴う洪水が発生したこと、②中小河川で度重なる浸水被害が発生していること、③洪水時に河川の状態をリアルタイムに把握できなかったことが、九州北部豪雨等における課題として明らかになり（写真-3, 4）、このような課題は、九州北部豪雨等により被害が生じた河川と同様の特徴を有する他の地域の河川においても共通していると考えられた。このため、全国の中小河川の緊急点検を実施し、①過去に土砂・流木を伴う洪水により被害があった谷底平野を流れる河川及びその上流にある溪流で、流木を捕捉する機能を有する砂防施設が十分でなく、下流の氾濫域の多数の家屋や重要な施設（要配慮者利用施設・市役所・役場等）に浸水被害が想定される溪流が約700溪流、②重要水防区間のうち、近年、洪水により被災した履歴があり、再度の氾濫により多数の家屋や重要な施設（要



写真一三 土砂・流木を伴う洪水による被害事例 (赤谷川)
あかたにがわ



写真一四 中小河川の氾濫事例 (桂川)
かつらがわ



写真一六 堤防の整備事例 (雨煙別川)
うえんべつがわ



写真一七 洪水に特化した低コストの水位計の事例

配慮者利用施設・市役所・役場等)の浸水被害が想定される区間が約 300 km, ③人家や重要な施設(要配慮者利用施設・市役所・役場等)の浸水の危険性が高く, 的確な避難判断のための水位観測が必要な箇所が約 5,800 箇所, 確認された。

このため, これらの箇所について, 今後概ね 3 年間(本年度～平成 32 年度)で土砂・流木捕捉効果の高い透過型の砂防堰堤等の整備, 多数の家屋や重要な施設の浸水被害を解消するための河道の掘削・堤防の整備等, 洪水に特化した低コストの水位計の設置が行われるよう, 「中小河川緊急治水対策プロジェクト」として, 国として必要な事業を実施するとともに都道府県等が行う事業の一部について防災・安全交付金等により支援することとしている(写真一五～七)。以下に, 対策の目的毎(土砂・流木対策, 再度の氾濫防止対策, 洪水時の水位監視)に, 具体の対策箇所の事例を紹介する。



写真一五 透過型の砂防堰堤の整備事例 (鏡子沢)
かがりざわ

(1) 土砂・流木対策 (小本川水系松橋川) おもとがわ まつはしがわ

①対策箇所の特徴

岩手県下閉伊郡岩泉町は, 平成 28 年 8 月 30 日の台風第 10 号により集中豪雨で山腹崩壊に伴う土石流が発生し, 松橋川では, 流出した土砂・流木により家屋 17 戸に被害が発生した地域である(写真一八)。



写真一八 平成 28 年台風第 10 号における土砂・流木に伴う被害
(岩手県下閉伊郡岩泉町)

また, 流域内に砂防堰堤が整備されていないため, 今後の出水でさらに土砂・流木が流出し, 松橋川流域上流や下流の谷底平野を流れる小本川において, 多数の家屋など重要な施設に被害が発生する恐れがある地域である。

②対策の内容

今後概ね 3 年間で, 小本川水系松橋川上流に流木捕捉効果の高い透過型砂防堰堤を整備することで, 土砂・流木の流出防止を図り, 100 年超過確率規模の降雨に



写真—9 透過型砂防堰堤の設置箇所

より発生すると想定される土石流や土砂・流木から、多数の家屋など重要な施設を保全する（写真—9）。

(2) 再度の氾濫防止対策（斐伊川水系新内藤川）

①対策箇所の特徴

島根県出雲市街地を流れる新内藤川流域（支川赤川、塩冶赤川、午頭川を含む）は、平成9年7月の出水により広域にわたって氾濫し、211戸の家屋が浸水した。さらに平成10年、平成13年近年及び平成21年も家屋が浸水する被害が度々発生している地域である（写真—10、表—2）。



写真—10 平成9年7月出水状況（県合同庁舎付近）

表—2 新内藤川流域の近年の浸水被害状況

	浸水家屋（戸）
H9.7 出水	211
H10.8 出水	174
H13.6 出水	75
H21.7 出水	1

また、流下能力が不足しているため、平成9年7月と同規模の出水により、多数の家屋や県合同庁舎など重要な施設の浸水被害が想定される地域である。

②対策の内容

今後概ね3年間で、新内藤川（出雲市荒茅町地先付近等）の河道の掘削などを実施し、流下断面を拡大することで、再度の氾濫防止を図り、平成9年7月と同規模の出水により発生すると想定される多数の家屋や



写真—11 新内藤川の河道掘削工事の状況

県合同庁舎など重要な施設の浸水被害を解消する（写真—11）。

(3) 洪水時の水位監視（岐阜県）

①水位監視の現状

岐阜県が管理する河川においては、ハード整備を着実に進めているところであるが、施設能力を上回る洪水により、水害が頻発している（写真—12）。



写真—12 平成16年台風23号における被害状況（岐阜県高山市）

このため、洪水時に河川の状況を把握し、関係者と共有できるように、水位計やCCTVカメラの設置を推進するとともに、氾濫ブロック毎に危険水位を設定し、きめ細かな水位情報を市町村等にホットライン等で伝達している。

しかし、予算に限りがあることや水位計のコストが高かったことなどから、局地化・激甚化する近年の水害リスクに対応した十分な危機管理体制を取るために必要な水位計が必ずしも設置できていない。例えば、明智川では、沿川に旧市町村役場や要配慮者利用施設が立地しているが、水位計が設置されていない。

②対策の内容

今後、水害が発生しても住民が避難して命を守れるよう、明智川等の県管理河川で洪水に特化した低コストの水位計の設置を順次進め、関係機関で連携して危機管理体制を強化する。このため、水防法に基づく大規模氾濫減災協議会において、具体的設置箇所や避難

判断の基準等について関係市町村と調整を進める。

4. おわりに

平成 29 年 7 月九州北部豪雨では、大量の土砂や流木を伴う洪水により甚大な被害が発生し、国土交通省は、発災直後より、インフラの復旧や被災した地方公共団体の支援を行ってきたが、今後は、被災者の皆様が一日も早く日常の生活が取り戻せるよう、国・県・市が連携して本格的な復旧工事に取り組んでいく。

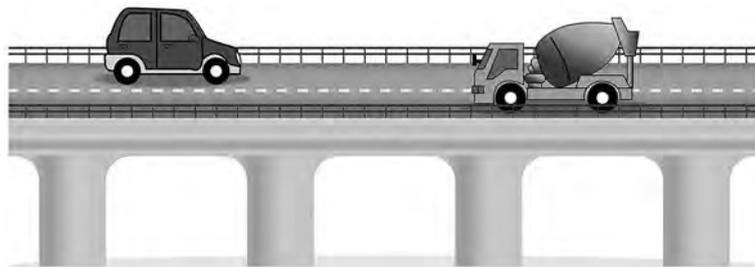
また、国土交通省では、平成 27 年 9 月に発生した関東・東北豪雨を踏まえ、施設では防ぎ切れない大洪水は必ず発生するとの考えに立ち、社会全体で洪水に

備えるため、「水防災意識社会」を再構築する取組を全国の河川で進めていく。これまでも、その後に発生した平成 28 年 8 月の北海道・東北の水害等の特徴を踏まえて、この取組を加速してきたが、今後は、中小河川も含めた全国の河川でこの取組を更に加速させていく。

JICMA

【筆者紹介】

小澤 盛生 (おざわ もりお)
国土交通省 水管理・国土保全局
河川計画課 河川計画調整室
企画専門官



鬼怒川堤防緊急復旧工事

応急復旧・本復旧工事の施工実績と現場運営

金井孝之・上田哲也・阿部勇児

平成27年9月の関東・東北豪雨では、茨城県常総市三坂町の鬼怒川堤防（左岸21k付近）が約200mにわたり決壊し、常総市域の1/3に相当する約40km²が浸水する甚大な被害が発生した。この事態を受け、国土交通省関東地方整備局（以下 関東地整）から（一社）日本建設業連合会関東支部（以下 日建連関東支部）を通じて緊急支援要請があり、上流工区（L=101m）の復旧を担当した。本報文では、非常に厳しい工期の中、官民が一体となり対応した応急復旧・本復旧工事について、上流工区の施工実績と現場運営を紹介する。

キーワード：河川，土工，護岸工，災害復旧，情報公開

1. はじめに

平成27年関東・東北豪雨は、鬼怒川流域の多くの地点で24時間雨量が観測史上最大となる記録的な大雨をもたらした。鬼怒川では計画高水位を超える出水となった。9月10日12時50分頃、茨城県常総市三坂町の鬼怒川左岸21k付近において堤防が約200mにわたり決壊した（写真-1）。この事態を受け、関東地整では日建連関東支部との「災害応急対策に関する協定」に基づき緊急支援要請を行い、決壊から6時間後には日建連会員企業2社への出動要請を決定した。また、その当夜のうちに決定した施工者に対して翌11日から2週間で実施する応急復旧工事の計画が示された。なお、日建連関東支部は、緊急支援要請の1時間後には関東地整にリエゾンを派遣し、情報収集と復旧に必要な資機材等の調達調査に協力するなど、迅速な初動対応に貢献した。応急復旧工事の後の本復旧

工事は、ハードとソフトが一体となった緊急的な治水対策を目的とした「鬼怒川緊急対策プロジェクト」の初弾工事として、平成28年1月から非出水期（平成28年5月末）に本復旧堤防を完成させるべく着手した。

2. 応急復旧工事

(1) 応急復旧工事の概要

9月11日午前9時、関東地整の現地対策本部に合流して、関東地整と施工者2社で被災状況や復旧工事の規模、資機材調達状況などの情報交換を行った。それを基に工区割を行い、上流工区（L=101m）の復旧を担当することが決定し、下流工区（L=100m）は他社が担当することとなった。与えられた工期は2週間であり、緊急災害復旧の特殊性から明確な設計図書はなく、提供された手書きの平面図と応急復旧断面図（図-1）、緊急用備蓄資材リスト、復旧スケジュールのみでの工事着手となった（図-2）。

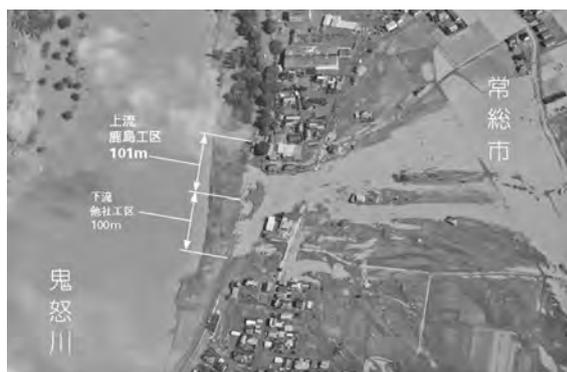


写真-1 決壊状況（提供：関東地方整備局）

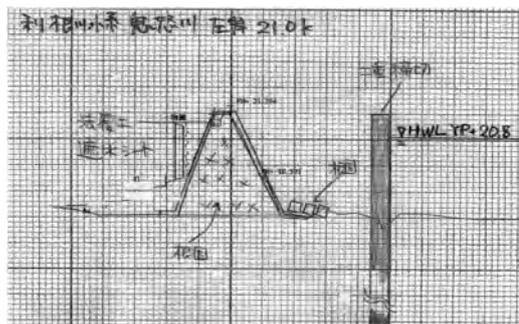
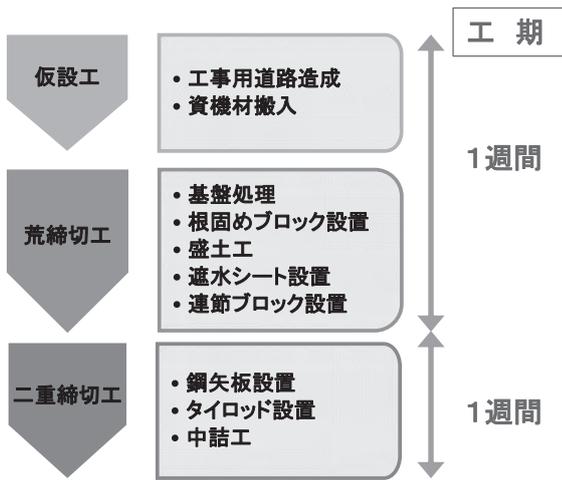


図-1 手書きの応急復旧断面図（提供：関東地方整備局）



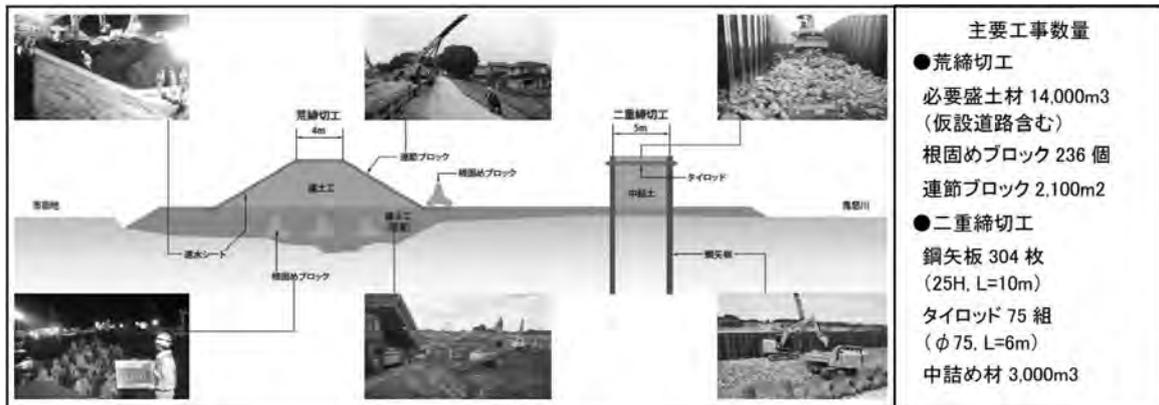
図一 2 施工フロー (応急復旧)

(2) 応急復旧工事の施工実績

災害復旧において優先すべきは工程であり、最初の1週間で荒締切工(仮堤防)、次の1週間で本復旧時に必要な二重締切工の完成を目標とし、24時間体制で施工を行った(図一3、表一1)。測量、設計、計画、資機材調達、運搬、施工、出来形確認の各作業は官民

が一体となり、同時に進捗させた。また、施工条件は厳しく、特に上流工区は幅員3m、延長600mのアプローチ道路が1本しかない条件の下、膨大かつ散在する資機材(盛土材・中詰材約26,600m³、根固めブロック427個、連節ブロック約4,400m²、鋼矢板594枚)の運搬と施工を突貫で行わなければならなかった。そのため、数々の創意工夫を行った。まず、現場への資機材運搬を円滑に行うため、アプローチ道路の6か所に退避・展開スペースを設け、12人の車両誘導員を配置することで3,000m³/日以上以上の築堤材運搬を可能にした。また、各作業の時間軸を考慮して最後に使う二重締切工の中詰材を初めに搬入し、その上に連節ブロックや鋼矢板を置くなど、資材を立体的に仮置く工夫(写真一2)により狭隘な作業ヤードを有効利用したことと、それにより後工程の作業を並行して実施できたことは工程確保に大きく寄与した。その結果、作業開始から6日後の16日には荒締切工の盛土、2週間後の24日には二重締切工が完成し、一連の応急復旧工事が完了した。

関東地整の監督職員延べ145名、施工従事者延べ約



図一 3 緊急復旧工事の詳細断面図と主要工事数量

表一 1 応急復旧工事の実施工程表

内容(工程)	日 数													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	9月11日	9月12日	9月13日	9月14日	9月15日	9月16日	9月17日	9月18日	9月19日	9月20日	9月21日	9月22日	9月23日	9月24日
退避場・作業ヤード														
退避場・作業ヤード造成	■	■												
荒締切							↓							
深層部埋戻し	■	■	■	■	■	■								
中詰め工	■	■	■	■	■	■								
遮水シート				■	■	■								
連節ブロック				■	■	■								
二重締切														
鋼矢板								■	■	■	■	■	■	■
タイロッド									■	■	■	■	■	■
中詰め工												■	■	■

完成工期 ↓



写真一2 資材の仮置き状況 (連節ブロック)



写真一3 応急復旧完了 (提供：関東地方整備局)

3,600名、土砂運搬台数延べ約2,200台を動員し、「怒涛の約300時間」での工事完遂となった(写真一3)。短期間で応急復旧工事を完遂できた要因は、官民一体となった対応の連携はもとより、関東地整が保有する緊急用備蓄資材(鋼矢板、タイロッド、根固めブロックなど)の活用、過去の災害対応経験と日々の業務で培った機動力、組織力、技術力、調整力が最大限に発揮された成果と考える。

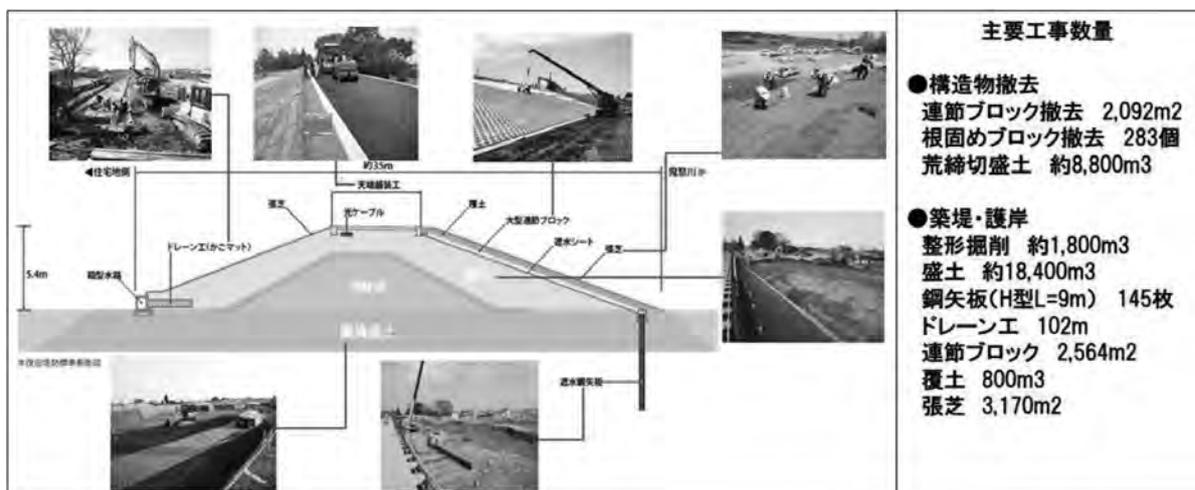
(3) 応急復旧工事における現場運営

堤防決壊により約40km²が浸水した常総市域の甚大な被害は日々報道され、応急復旧工事は被災地のみならず、マスコミの報道により「あらゆる目」から注目された。災害復旧工事では、迅速かつ確実な工事推進はもとより、「一目でわかる工事進捗を示す」ことで被災地の皆様に一刻も早く安心・安全を提供することも復旧に従事する施工者の責務と考えた。本工事では、「一目でわかる工事進捗とタイムリーな情報公開」を意識した計画と施工を実施したことで、被災地での信頼を得られたものとする。

3. 本復旧工事

(1) 本復旧工事の概要

平成28年1月11日、ハードとソフトが一体となった緊急的な治水対策を目的とした「鬼怒川緊急対策プロジェクトの着手式」が行われ、翌12日から本復旧工事に着手した。本復旧工事は、応急復旧工事で設けた荒締切工を撤去し、一回り大きな本復旧堤防を構築するものである。堤体高さは既設堤防に比べて約1.9m高く、川表側法面には法覆護岸工として遮水シートと大型連節ブロックを設置し、その上に覆土・張芝を行った。さらに、法尻には遮水壁として鋼矢板(H型10H、L=9.0m)を不透水層まで打設した。また、川裏側法面は張芝とし、法尻にドレーン工(かごマット)と箱型水路を設けて、堤体内の浸透水位を低下させるとともに、浸透水を排水する構造となっている。図一4に本復旧堤防の断面図、図一5に平面図、図一6に施工フローを示す。



主要工事数量

- 構造物撤去
 - 連節ブロック撤去 2,092m²
 - 根固めブロック撤去 283個
 - 荒締切盛土 約8,800m³
- 築堤・護岸
 - 整形掘削 約1,800m³
 - 盛土 約18,400m³
 - 鋼矢板(H型L=9m) 145枚
 - ドレーン工 102m
 - 連節ブロック 2,564m²
 - 覆土 800m³
 - 張芝 3,170m²

図一4 本復旧工事の標準断面図と主要工事数量

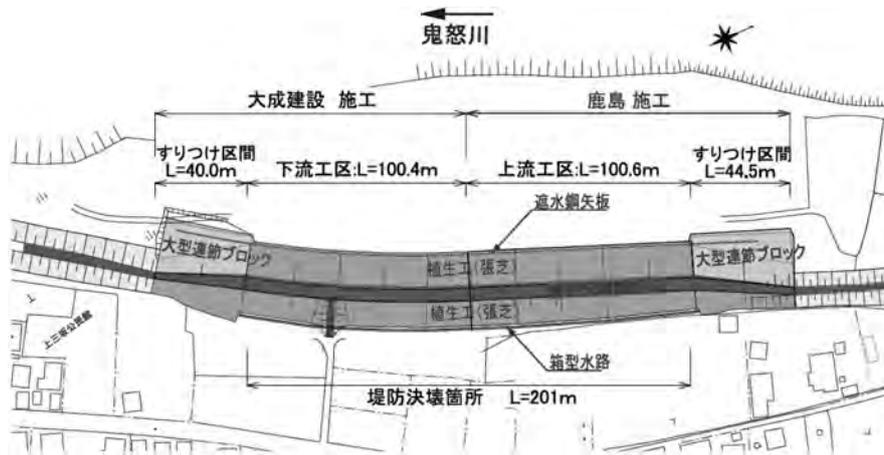


図-5 本復旧工事の平面図

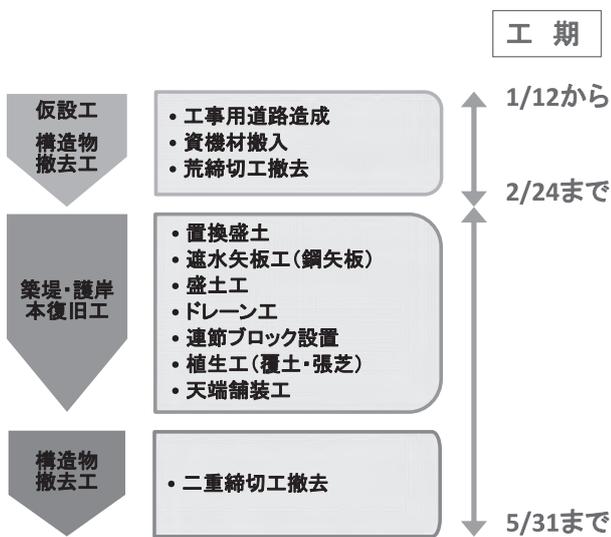


図-6 施工フロー (本復旧) 上流工区



写真-4 堤防基面の整形形状

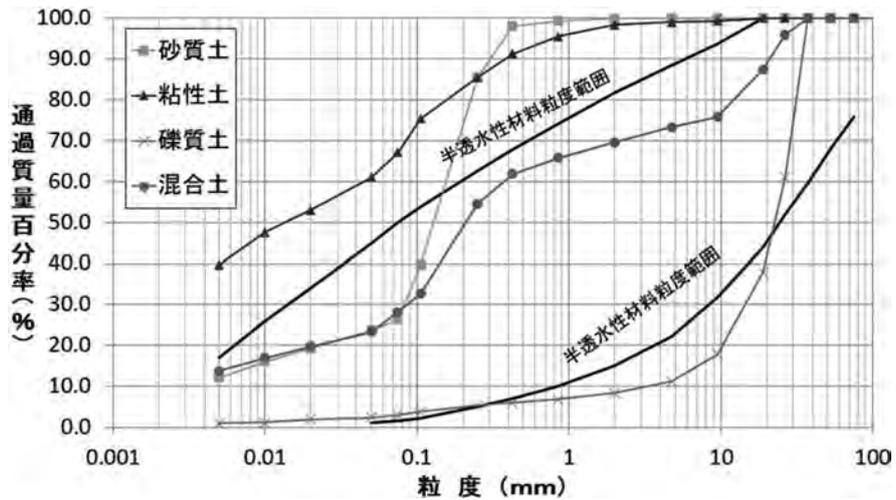
(2) 本復旧工事の施工実績

本復旧工事の実施工程と主要工事数量を表-2に示す。本復旧工事は、堤防決壊部の基礎地盤の確認を目的とした鬼怒川堤防調査委員会による現地調査が実施される2月24日までに荒締切工の撤去を完了し、現地調査後の2月29日より堤防の基面整形(写真-4)に着手した。その後、現場試験盛土で施工仕様(21t

級ブルドーザ：敷均し厚31cm・仕上がり厚30cm、10t級タイヤローラ：転圧回数4回)を決定し、盛土工に着手した。落掘部の置換え盛土と堤体盛土の材料には、砂質土(高水敷の堆積砂)と粘性土(近傍造成工事の発生土)と礫質土(購入碎石)の3種類を、砂質土：粘性土：礫質土=4:3:3(容積比)で混合し、河川土工マニュアルに規定されている「半透水性部材料」の粒度範囲に収めた3種混合土を使用した(図-7)。混合処理には、万能土質改良機による建設発生土再利用システム(NETIS 番号:KK-980012VE)を使用した(写真-5)。3種混合土の品質は、難透水

表-2 本復旧工事の実施工程表

工種	平成28年				
	1月	2月	3月	4月	5月
準備工・片付け	1/12着工				片付け
工事用道路造成					
荒締切撤去			▽2/24~28 調査,視察期間		
整形掘削					
盛土工		試験施工			
矢板護岸工					
法覆護岸工					
二重締切撤去				撤去	
付帯道路工事					堤防天端道路



図一七 3種混合土の粒度試験結果



写真一五 万能土質改良機



写真一六 本復旧完了

性を確保するために、細粒分含有率（15～50%）、コーン指数（400 kN/m²以上）に加えて、含水比を湿潤側の状態（最適含水比 wopt ～+4%の範囲）に管理した（電子レンジ法と炉乾燥法を併用）。その結果、材料試験及び現場密度試験ともに所定の品質を十分に満足する結果を得た（表一三）。さらに、盛立面で実施した現場透水試験により、難透水性（1 × 10⁻⁶ cm/sオーダー）の品質を確認した。また、遮水鋼矢板のコー

ピングとなる笠コンクリートにハーフプレキャストコンクリート二次製品を採用するなど、工期短縮に努めた結果、工事は工期よりも1週間早い5月24日に完了した（写真一六）。

(3) 本復旧工事における現場運営

応急復旧工事に続き実施した本復旧工事においても、被災地の皆様が安心できるよう、工事現況などの情報を積極的に発信することに努めた。具体的には、工事の進捗状況や作業内容を記載した「工事新聞」を

表一三 盛土工の品質管理試験結果

	細粒分含有率試験	コーン指数試験		締固め試験				現場密度測定結果	
	細粒分含有率 Fc (%)	含水比 (%)	コーン指数 (kN/m ²)	土粒子密度 (g/cm ³)	自然含水比 (%)	最大乾燥密度 (g/cm ³)	最適含水比 (%)	締固め度	空気間隙率 Va (%)
規定値	15～50	-	400以上	-	-	-	-	-	2～10
試験数	46	46	46	9	9	9	9	-	-
最大値	32.4	23.5	1,444	2,694	23.3	1,703	20.6	95.3	9
最小値	24.9	17.7	800	2,656	18.9	1,655	19.1	91.3	3.1
平均値	27.4	20.9	1,160.0	2,666	20.8	1,677	19.9	93.8	6.6



写真一7 工事見学会の様子

表一4 工事見学会の実施内容

工事見学会実施内容	
第1回 3/25	置換盛土・遮水鋼矢板圧入の施工状況確認
	混合処理土の製造プラント確認
	盛土材料の品質を確認する土質実験体験
第2回 4/10	堤防盛土・ドレーン工の施工状況確認
	RI計器による盛土品質管理実演
	堤防完成模型・護岸材料実物の展示
第3回 5/8	法覆護岸工の施工状況確認
	レベルによる測量体験と出来形管理実演
	連節ブロックの屈撓性能確認実験
	護岸ブロックへのメッセージサイン体験
第4回 5/29	本復旧堤防の完成状況確認
	集合写真撮影

2回／月に発行し、周辺6地区への配布と現場の掲示板や発注者管理の「川辺情報板」、市役所への掲示を行ったほか、現場ホームページを開設して、わかりやすくタイムリーな情報発信に努めた。また、新たな堤防の品質などの理解を深め、安心感を持ってもらえるよう、各工事段階で計4回の工事見学会を開催し、施工状況の確認や品質管理方法の実演、堤防に適した盛土材料を確認する土質実験体験などを実施した(表一4、写真一7)。

4. おわりに

本工事では、関東地整ならびに下流工区を担当した大成建設の関係者と一丸となり、被災地・マスコミに対して分かり易く、タイムリーな情報公開を意識した

現場運営に努めた。非常に厳しい施工条件、工期の中、無事故・無災害で施工し、工事の見える化を実践した当工事の実績・経験が近年多発する災害復旧工事の参考になれば幸いである。

JICMA

《参考文献》

- 1) 上田哲也：鬼怒川堤防緊急復旧工事一本復旧工事の施工実績と現場運営一、土木施工、2016.9
- 2) 阿部勇児、道脇誠、半澤光洋、上田哲也、堤盛良、横坂利雄：鬼怒川堤防破堤における超高速緊急復旧工事実績、土木学会第71回年次学術講演会、2016
- 3) 下沖優介、上田哲也、藤崎勝利、金井孝之、阿部勇児、横坂利雄：鬼怒川堤防本復旧工事の施工実績と現場運営、土木学会第72回年次学術講演会、2017

【筆者紹介】



金井 孝之 (かない たかゆき)
鹿島建設㈱
関東支店 土木部営業グループ
次長



上田 哲也 (うえだ てつや)
鹿島建設㈱
関東支店 原子力東海村排気筒基礎補強工事事務所
所長



阿部 勇児 (あべ ゆうじ)
鹿島建設㈱
関東支店 原子力東海村工事事務所
工事課長

鹿野川ダムリニューアル 水中作業での機械化

鹿野川ダム選択取水設備施設外新設工事の例 水中ハツリ機『あざらし』の開発

副島 幸也

鹿野川ダムでは、河川環境の改善等を目的とした改造事業の一環として、取水設備の改造を行った。既設ダムを運用しながらの工事であり、作業は水深 30 m を超える湖内における潜水作業が主である。潜水作業は減圧症などのリスクを持つ危険作業であり、ダム湖の放流など外部環境による作業時間の制約を受ける。そのため作業リスクの軽減化と、工事の効率化を目的として様々な水中作業の機械化を行った。本報では深水部におけるコンクリートチップングを行うために新たに開発した水中ハツリ機『あざらし』（以下「本開発機」という）を中心に、工事に導入した機械化施工について報告する。

キーワード：ダムリニューアル、取水設備、潜水作業、水中ハツリ、チップング、あざらし

1. はじめに

愛媛県西南部を流れる一級河川・肱川の中流に位置する鹿野川ダムは、昭和 35 年に肱川総合開発の一環として、肱川水系の洪水調節及び水力発電を目的に建設された重力式コンクリートダムである。鹿野川ダムの概要を表 1 に示す。

肱川水系は平成 16 年度に策定された肱川水系河川整備計画に基づき「安全安心の確保」「清流の復活」が図られており、鹿野川ダムにおいては治水機能の増強及び河川環境の改善等を目的とした改造事業（貯水池容量再編）が進められている。鹿野川ダム改造事業における事業内容を以下に示す。

- 1) トンネル洪水吐きの新設
- 2) クレストゲートの改造
- 3) 選択取水設備の新設（取水設備の改造）
- 4) 水質改善対策（曝気装置の設置）

本工事は、3) の選択取水設備の新設に該当する。冷水放流の解消や濁水放流の長期化を防止すると共に貯水池の富栄養化を抑制する目的で、発電取水用の既設取水塔を撤去し、選択取水機能を有する取水設備を新設する工事である。ダム湖内の既設取水塔を撤去して同位置に新設するため、最大水深 40 m での潜水作業を必要とする。

潜水作業は減圧症などのリスクを持つ危険作業であり、潜水深度に応じて潜水土の日あたり作業時間が制限される。作業を継続的に行うためには多くの潜水土が必要となるが、施工ヤードが狭小であり、地上設備

表 1 鹿野川ダム概要

ダム	
河川名	一級河川肱川水系肱川
位置	大洲市肱川町山鳥坂
地質	砂岩・頁岩・輝緑凝灰岩
型式	重力式コンクリートダム
堤高	61.0 m（基礎岩盤より堤頂まで）
堤頂長	167.9 m
堤体積	161,000 m ³
放流設備	
計画洪水量	2,750 m ³ /s（40 年確率）
計画調節量	1,250 m ³ /s
計画放流量	1,500 m ³ /s
放流設備	クレストゲート 4 門（巾 12.0 m × 高 10.3 m） 放水管 1 門（直径 90 cm）
貯水池	
集水面積	513.0 km ² （直接 455.6 km ² 間接 57.4 km ² ）
湛水長	11.0 km
湛水面積	常時 2.09 km ² 洪水時 2.32 km ²
満水位	常時 EL86.0 m（EL84.0 m） 洪水時 EL89.0 m
貯水容量	総量 48,200,000 m ³ 有効 29,800,000 m ³
有効水深	常時満水 14.0 m 洪水時満水 17.0 m
予備放流水位	EL81.0 m
最低水位	EL72.0 m

の配置などの問題から制限があった。またダム湖は降雨などにより頻繁に濁り、水深の深い位置では清浄化に日数を要する。そのため、工程を遵守するために視界不良下で作業を行う必要が日常的に生じていた。またダム湖の放流中は、安全を確保するために作業を中断するなど、外部環境による作業時間の制約もあった。

そのため作業リスクの軽減化と、工事の効率化を目的として様々な水中作業の機械化を行った。

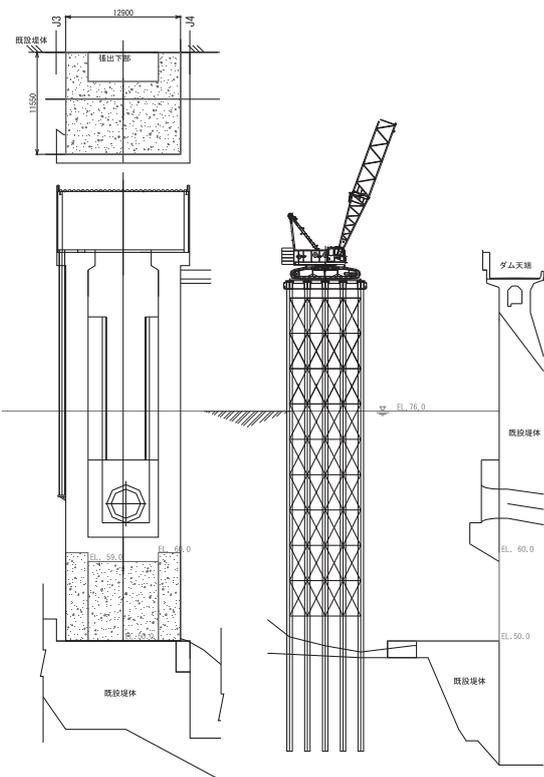
2. 水中ハツリ機

(1) 開発の背景

コンクリートはつり工は、選択取水設備構築の際に既設堤体コンクリートとの接合面の付着を良好にするため行う、側壁部・底盤部における $t=3\text{ cm}$ 程度のチップング作業である。施工範囲を図一に示す。

設計では、貯水池を運用しながら潜水士によるはつり作業を予定していた。深水部でのコンクリートはつり工は、作業中の視界が悪いことが想定され、施工性や安全面において相当に困難であることが予想されていた。そこで、チップング作業の機械化に取り組む事となり、本開発機を開発した。

工事が始まってからの機械化着手となったため、短期間で要求性能を確保することに主眼を置き、できるだけ汎用品を改造することとした。



図一 施工範囲図

(2) 本開発機的设计

(a) チッピング方法

チップングを行う方法について、打撃・切削の2案で検討を行った(表一2)。打撃式ではその破砕力により既設コンクリートを余剰に痛めてしまう可能性があるが、反力を考えた場合には機構が容易と考えられた。一方で切削機は回転方向への反力を考える必要があり、形状が複雑となることが危惧された。短期間で開発する必要があり、対応の容易さを考慮して打撃式を選択した。

(b) 主動力の選定

動力源について、空圧・油圧・電動の3案で検討を行った(表一3)。

表一2 チッピング方式比較

	工法・機種例	施工リスク	設計リスク
打撃方式	ダウンザホールハンマ ブレーカ スパイクハンマー	・ハツリ過ぎ (コンクリ面を痛める)	・構造が単純
切削方式	ツインヘッダ シャフトヘッダ ウォータージェット	・切削に時間を要す ・位置固定治具検討	・反力方向への工夫

表一3 動力方式比較

	空圧	油圧	電動
地上設備	コンプレッサー	油圧ポンプ	発電機
圧力損失	大	小	無
配線配管	太	細	中
環境リスク	排気による濁水攪拌	漏油	無
コスト	安	高	高
その他			頑強な防水対策要

電動式は水中で使用するため、漏電などを防ぐためには完全な防水対策が必要となり、製作負担が大きい。また、深水部までの延長を考慮すると電圧降下を抑制するため電線は太くなり、発電機も大型となることから設備コストが高価になると考えた。

油圧式ではトラブルが発生した場合にダム湖に漏油する恐れがあり、環境保全に対するリスクが大きいと考えた。

空圧式は圧力損失が大きいですが、一般的な給気設備で十分に対応できる範囲だと判断した。また使用時の環境影響はほとんど無く、打撃式では一般的に用いる動力源であることから給気設備を整えやすいと考えた。

以上の比較検討から、打撃機構には空圧式を使用することとした。

(c) 打撃機構

様々な空圧式の打撃機械がある中で、コンクリートを余剰に痛めないよう、小さな衝撃を繰り返し与えるような機械を検討した。スパイクハンマー(写真-1)はダム工事での実績が多くあり、反力の計算などが既知であること、当初から複数ビットが一体化され、かつ必要なエア量・エア圧が他と比較して小さかったこと、排気が集約されているために対策が行い易いことから、これをベースに改造を行うこととした。



写真-1 スパイクハンマー

(d) 水中仕様検討

スパイクハンマーを打撃機構として製作した本開発機は、深水部で使用するための給排気対策とハツリ面で安定して作業を行うための反力対策を行った。

給気は地上から高圧コンプレッサーによる供給を行った。無駄な排気で水中を乱さないよう、レギュレーターにより適当な圧力調整を行った。排気はスパイクハンマーの外殻から地上まで水圧を考慮した専用のホースを用いて排出した。

本開発機がハツリ箇所をスムーズに移動できるように、堤体に固定せず吊り降ろした状態で施工することとした。そのため、チップングの際に発生する反力を抑えて本開発機をチップング面に押し付ける推進力が必要となった。反力対策として水中ポンプやウォータージェットなどを推進力に利用することを検討した。その中で、プロペラを回転させて水を後方に加速する水中攪拌機は、インバータによる出力調整が簡易であることから、これを本開発機の後方に複数台配置することで推進力と姿勢制御を確保した(写真-2, 表-4)。

(e) 底盤チップング検討

底盤方向はクレーンにて着床させ、はつりながら移動させる計画とした。しかしスパイクハンマーはビットの動作圧力が小さく、本体がそのまま着床する

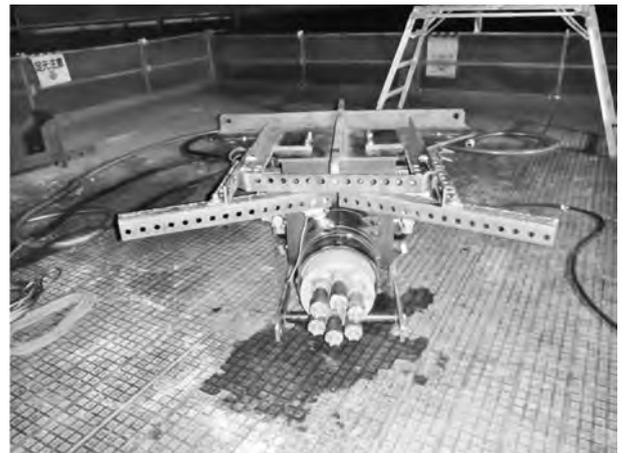


写真-2 本開発機側壁チップング仕様

表-4 本開発機諸元

		スパイクハンマー KA-200	
ハツリ機構	ビット径	70 φ × 6 本	
	打撃数	1,600 blow/min	
	ハツリ面	φ 234	
	定格	3.7 kW × 2 台	
	推力	1.64 kN	
推進部 (水中攪拌機)	定格	3.7 kW × 2 台	
	推力	1.64 kN	
使用空気圧力	0.5 MPa		
給気口	φ 50		
排気口	φ 50		
重量	側壁仕様 (攪拌機 × 2 型)	1,106 kg	
	底盤仕様	998 kg	
側壁仕様時装備	接触面調整ブラケット		
底盤仕様時装備	打撃深さ調整治具		

と、ビットは自重が負担となり上下動できなかった。そこで、ビットの上下動する隙間を確保し、かつ移動時の抵抗を減らし安定性を保つための治具を製作した(写真-3)。

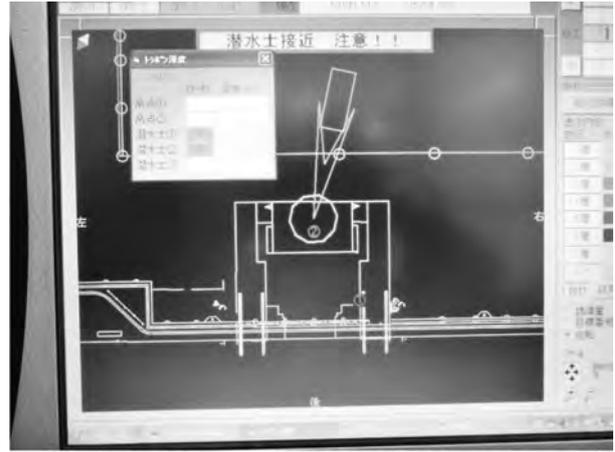
(3) 本開発機による施工

施工箇所はオーバーハングした壁の下部となっていたため、単純な吊り下げは困難であった。そこで天秤状の治具を製作した。またワイヤーの代わりに山止め材を使用して本開発機を吊り下げた。これにより地上からの本開発機の姿勢把握が容易となった(図-2, 写真-4)。

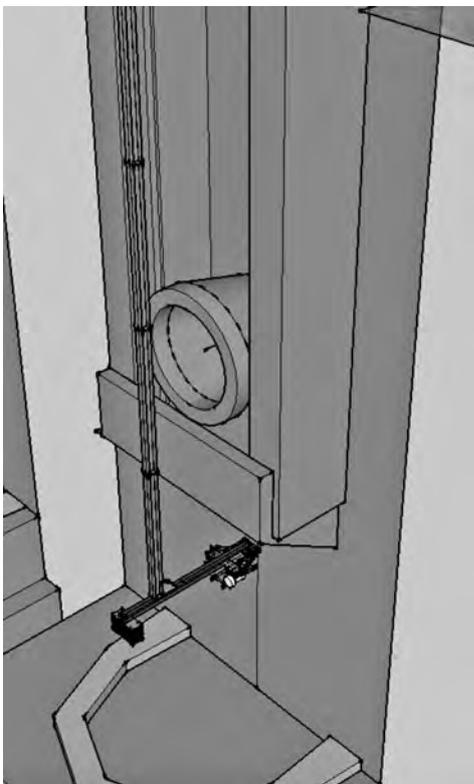
吊下ろした位置を地上から把握するため、潜水位置監視システム(写真-5)により、モニター上での座標と高さの監視を行った。また、ハツリ面は表面の藻類が除去されるため、目視でその作業状況が把握でき



写真一三 本開発機底盤仕用



写真一五 潜水位置監視システム



図一2 山留め材と天秤を装着した本開発機



写真一六 水中カメラ映像



写真一四 天秤を装着した本開発機



写真一七 作業監視状況

る。水中カメラの装着により、施工状況が潜水士の負担無く常時監視できるようになった（写真一六、七）。

本開発機によるハツリ作業は約1ヶ月の作業であったが、人力による作業の2～3倍の施工速度で作業を終えることができた（表一五）。

表一五 本開発機施工実績

		チッピング機械 (水中)			人力 (水中)
		側壁部	底盤部	合計	—
対象面積	m ²	111	123	234	26
稼動日数	日	14	6	20	6
施工能力	m ² /日	8	21	12	4.0-4.5
	m ² /h	1.6	4.1	2.3	0.8-1.1

3. 様々な機械化

(1) 自走式ユニットによるはつり工

既設取水塔の撤去はワイヤーソーによる切断により行った。新設する取水塔との接合面を1cm程度に目荒しをするため、ウォータージェット工法を採用したが、水中での潜水士の安全や視界の確保、および作業時間の確保を目的として機械化に取組み、自走式のユニット型ウォータージェットを用いた(写真一8)。



写真一八 自走式ユニット型ウォータージェット

湖面の高さにより高所作業の状況が変わる中、ユニット設置のみを人力作業としたことで施工性・安全性が向上した。また、機械化により施工のムラが無くなり、品質的にも向上した。

(2) 水中バックホウ・水中ブレーカ

50年以上前に建設された鹿野川ダムは、様々な残置物が水中にあり、取水塔新設の障害となるそれらの撤去のため、水中バックホウや水中ブレーカを導入した(写真一9, 10)。

湖内では水の動きがほとんどないため、水中作業で発生する濁りを水流で押し流す効果が期待できない。また地表からの明かりも届かないため、オペレータは作業箇所を視認することができない。そのため、オペ



写真一九 水中バックホウ



写真一10 水中ブレーカ

レータとは別途に作業箇所の確認を行う潜水士の配置が必要となった。

人と機械の混在作業を防止するため、潜水士が水中を動く際は重機の動作を停止させることを徹底した。また、オペレータが目視確認できないことから、感覚に頼った操作をできるだけ排除するため、水中ブレーカは潜水士が誘導する位置の破碎のみ行い、水中バックホウは潜水士がバケットに積み込んだ破碎材を揚重用のスキップに投入するだけの固定作業とした。

4. おわりに

ダムは洪水対策や発電、農業用水の確保など、日本の経済成長に伴い大きな役割を果たしてきた。現在、建設から50年以上を経過したダムが増えており、これらを今後も活用していくため、多くのダムにおいてリニューアル工事が計画、実施されている。

既設ダムのリニューアルは、ほとんどの場合において供用しながらの施工となるため、湖内の施工時には大水深での潜水作業が必要になることが想定される。

安全の確保やより効率的な作業方法の開発が急がれるところである。

鹿野川ダム選択取水設備施設外新設工事では、様々な機械の開発・導入を行うことで、無事に工事を完了することができた。また本報は取り上げていないが、ユニット鉄筋やプレキャスト型枠など、機械化以外の効率化にも積極的に取組んだ。本工事での取り組みが今後のダムリニューアル工事の参考となれば幸いである。

謝 辞

最後になりますが本開発機水中ハツリ機「あざらし」は、栗田鑿岩機(株)殿と共同で開発したものです。また、開発に当たり様々なご指導いただいた関係各位には誌面を借りて厚く御礼を申し上げます。

J|C|M|A



【筆者紹介】

副島 幸也 (そえじま こうや)
株安藤・間
土木事業本部機電部 担当課長



河川内の RC 橋脚における曲げ補強工法の開発

松本 恵美・山口 治・三澤 孝史

河積阻害率の制約を受ける河川内橋脚の既設 RC 柱に対して耐震補強が可能な薄層の曲げ補強工法を開発した。柱の軸方向および周方向の補強鋼材に高強度鉄筋を使用して、吹付けモルタルで既設柱と一体化することで薄層化を実現した。軸方向鉄筋先端を突起加工することで、定着性能向上と既設鉄筋の損傷リスク低減を可能にした。また、プレミックスの吹付けモルタルの使用で型枠作業が不要となり、施工の効率化と品質の安定を実現した。これにより RC 巻き立て工法に比べ補強厚さを 1/3 程度に低減でき、揚重設備を必要としない RC 柱の曲げ補強が可能となった。

キーワード：耐震補強, 曲げ補強, 高強度鉄筋, 吹付けモルタル, プレミックス

1. はじめに

近年、大量輸送や車両高速化に伴う荷重の増加、設計地震動の変更による要求耐力の上昇等の建設当時の使用環境の変化によって、既存 RC 柱の曲げ耐力が不足し、補強が必要な事例が生じている。

現行の既設 RC 柱の曲げ補強では、RC 巻き立て工法や鋼板巻き立て工法を適用することが標準となっている。しかし、RC 巻き立て工法では、巻き立て厚さが厚く、断面寸法が大きくなるため、河積阻害率の制約を受ける河川内橋脚や建築限界の制約を受ける箇所では適用できない場合がある。比較的薄層で補強できる鋼板巻き立て工法においても、施工時に揚重設備を要する点から、橋梁の桁下など狭隘な場所では施工性の低下や施工費増が課題である。このことから、仕上がり厚さが薄く、施工性・経済性に優れた補強工法が求められている。

そこで、補強鋼材を普通鉄筋から高強度鉄筋に変更して小径化を図り、高耐久性の吹付けモルタルで既設柱と一体化することで、補強の厚さが薄く軽量化が可能となった。型枠省略による工程短縮および施工性の向上とコスト削減を実現する RC 柱の曲げ補強工法（以下、本工法）を開発した。

本工法の耐震性能は、補強軸方向鉄筋の定着性能試験および実大橋脚を参考とした壁式橋脚の 1/4 縮小モデルによる静的正負交番載荷実験（以下、正負交番載荷実験）により確認した¹⁾。また、施工の効率化と品質の安定を目的に、吹付けモルタルのプレミックス化

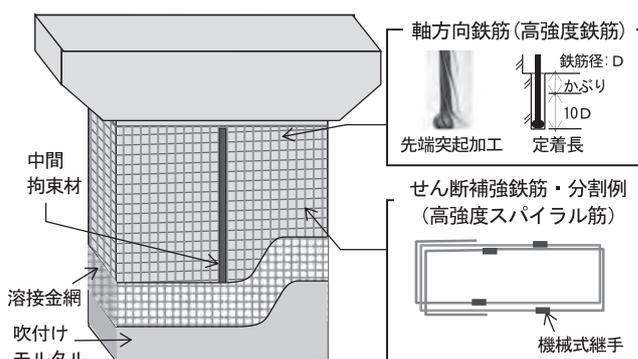
に向けた配合検討と吹付け実験を実施した。

本稿では、本工法の曲げ補強効果の確認のために実施した正負交番載荷実験結果および施工の効率化に向けた吹付けモルタルのプレミックス化の検討結果を報告する。

2. 工法概要

図—1 に、本工法の補強構造の概要図、図—2 に補強部断面詳細図を示す。既設 RC 柱の外側に配置する軸方向鉄筋およびせん断補強鉄筋には高強度鉄筋を用い、吹付けモルタルで既設柱と一体化させる。軸方向鉄筋には、降伏強度 $1,275 \text{ N/mm}^2$ の高張力鋼（以降、ウルボン）または降伏強度 685 N/mm^2 の高強度鉄筋（以降、USD685）を使用する。せん断補強鉄筋は、スパイラル状に加工したウルボンを使用する。

高強度鉄筋を使用することで、普通鉄筋に比べて鉄



図—1 高強度鉄筋を用いた曲げ補強工法の概要

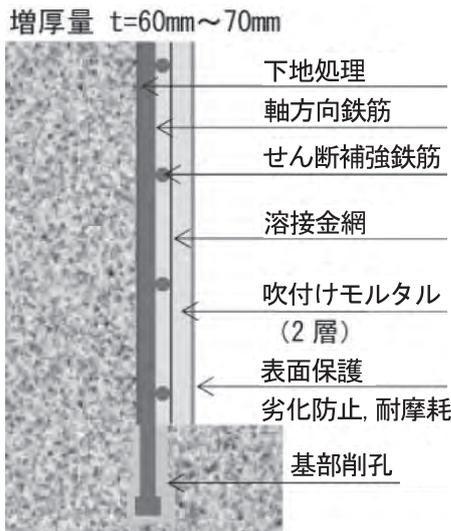


図-2 補強部断面詳細図

筋径を小さくでき、補強厚さが標準で60mm～70mmと薄くできる。補強軸方向鉄筋は、短い定着長で所定の定着力を確保するため、鉄筋の先端を突起状に加工し、専用の定着材でフーチングに定着する。補強軸方向鉄筋の定着長は、かぶりを除き鉄筋径の10倍の長さを確保することで十分な定着力を発揮することを試験により確認した。また、高強度鉄筋は、普通鉄筋に比べ削孔径を10%程度低減でき、削孔による既設鉄筋の損傷リスクを抑えられる。せん断補強鉄筋は、実績のある既設RC柱のせん断補強工法「スパイラル筋巻立工法」²⁾と同様、工場加工したウルボンの分割ピースを現場でスパイラル状に組み立てる。接合部分は機械式継手とすることで施工性が向上する。

本工法では、断面寸法が大きい橋脚においても、中間拘束材を用いることによって長辺の中間部でのせん断補強鉄筋のはらみ出しを抑制し、所定の耐震性能を発揮することを実験により確認した。

吹付けモルタルには、特殊混和剤などの収縮低減剤や合成短繊維を使用して、ひび割れ抵抗性と耐久性の向上を図った。現地で練り混ぜて吹付けることで補強部が薄くでき、型枠組立・解体の省略による施工の効率化が可能となる。

さらに、全ての工程において人力施工を標準としており、狭隘箇所や揚重困難な橋桁下部での施工を可能にした。RC巻き立て工法に比べて、補強厚さが1/3程度に低減されるほか、鋼板巻き立て工法で必要な揚重機械が不要となり、狭隘箇所でも適用できるため、施工性の向上および適用場面の拡大が可能となる。

3. 力学性能確認実験

(1) 定着性能試験

補強軸方向鉄筋の定着性能確認のため、補強鉄筋の種類（ウルボン、USD685）、先端形状（球形突起あり、突起なし）、定着長（10D, 20D D:鉄筋径）をパラメータとした引抜き試験を実施した（写真-1）。試験は、コンクリートブロックを削孔した孔に、補強鉄筋を所定の定着長で、専用の定着材により定着させ、油圧ジャッキで引張力を作用させた。試験は、鉄筋の変位と荷重を計測し、鉄筋の規格降伏強度相当以上の引張荷重を確認して終了とした。



写真-1 引き抜き試験状況

試験結果を表-1に示す。先端の突起がない場合は、規格降伏強度に達する前に鉄筋が抜け出したのに対して、突起がある場合は、定着長10D, 20Dともに、規格降伏強度以上の引張荷重においても荷重の低下はなく、抜け出しは見られなかった。これより、補強軸方向鉄筋の先端に突起を設けて、10Dにかぶりを加えた長さを定着長として確保する仕様とした。

表-1 定着性能試験結果

試験ケース	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
鉄筋種類	ウルボン (φ12.6 mm)		USD685 (D10)		
規格降伏強度	1,275 N/mm ²		685 N/mm ²		
先端形状	突起なし		球形突起		
定着長	20D		10D	20D	10D
最大引張応力 (N/mm ²)	920 (鉄筋抜け出し)	1,344	1,358	860	861

(2) 正負交番載荷実験

(a) 試験体

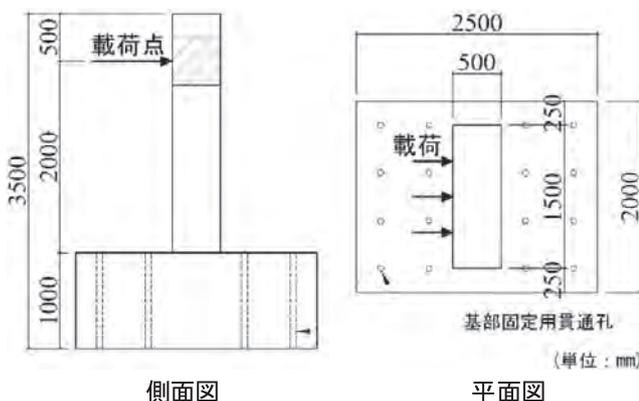
正負交番載荷実験の試験体は、実大の鉄道橋脚を参考に、1/4 縮小試験体（断面寸法 1.5 m×0.5 m）を用いた。実験ケースを表一 2 に示す。

表一 2 正負交番載荷実験ケース

ケース	引張鉄筋	せん断補強鉄筋
N	D13 (SD345), 25 本 引張鉄筋比 0.45%	D6 (SD295A), 6 本 200 mm ピッチ, 千鳥配置 せん断補強鉄筋比 0.06%
曲げ補強部		
ケース	引張鉄筋	せん断補強鉄筋
B1	ウルボン U7.1 13 本 (SBPDL 1275/1420) 補強筋比 0.07%	ウルボン U7.1 (SBPDL 1275/1420) 2 本 75 mm ピッチ 継手なし 補強筋比 0.07%
B2	D10 (USD685) 13 本 補強筋比 0.13%	補強筋比 0.07%
B3	ウルボン U7.1 13 本 (SBPDL 1275/1420) 補強筋比 0.07%	ウルボン U7.1 (SBPDL 1275/1420) 2 本 75 mm ピッチ 機械式継手 補強筋比 0.07%

補強なしの試験体（ケース N）と、これに曲げ補強した試験体 3 体（ケース B1~B3）の計 4 体について正負交番載荷実験を行った。補強軸方向鉄筋は、ケース B1, B3 でウルボンを、ケース B2 で USD685 を使用し、フーチングへの埋め込み側のすべての鉄筋先端に突起を設けて定着させた。せん断補強鉄筋は、全補強ケースでウルボンのスパイラル筋を用いた。実大橋脚での補強工事では継手が必要になることを考慮し、ケース B1, B2 はネジ式の機械式継手、ケース B3 は継手なしとすることで、継手が耐震性能に与える影響を確認した。

ケース N の構造図を図一 3 に示す。ケース N は、曲げ破壊先行であるが現行の耐震基準で曲げ耐力が不足する柱となるよう配筋を決定した。



図一 3 試験体構造図 (ケース N)

補強配筋断面図を図一 4 に示す。補強軸方向鉄筋量は、「鉄道構造物等設計標準・同解説（コンクリート構造物）」³⁾（以下、RC 標準）により、ケース B1~B3 において、曲げ耐力がケース N の 1.5 倍程度を目標に計画した。また、曲げせん断耐力比は、ケース N と同程度になるように、せん断補強筋（スパイラル筋）を配筋した。



図一 4 補強配筋断面図 (ケース B1)

コンクリートの配合は、実大橋脚を想定して試験柱部で 27 N/mm² 相当とした。吹付けモルタルは、「スパイラル筋巻立工法」²⁾ と同様に、圧縮強度 50 N/mm² とした。

断面寸法の大きい柱に対して、せん断補強筋（スパイラル筋）による軸方向鉄筋の座屈抑制効果を向上させるため、中間拘束材（PL75 mm×28 mm, SS400）を両側に配置し、柱の長辺中央部に設けた貫通孔に φ13 mm の PC 鋼棒を通して両面からナットで拘束した。

写真一 2 に試験体製作状況を示す。フーチングに削孔した孔に補強軸方向鉄筋を建て込み、定着材により



(a) 軸方向鉄筋の設置

(b) せん断補強鉄筋の組立



(c) モルタル吹付け

(d) 補強完了

写真一 2 試験体製作状況

定着した（写真—2 (a)）。続いて，中間PC鋼棒の挿入・定着，せん断補強筋の設置，中間拘束材の取り付けの順に施工した（写真—2 (b)）。その後，吹付け定規を設置し，吹付けモルタルを2層に分けて施工し（写真—2 (c)），試験体を完成させた（写真—2 (d)）。

(b) 実験方法

試験体フーチング部をPC鋼棒（φ32mm）により反力床に固定し，柱上部に鉛直载荷用油圧ジャッキにより上部工相当の一定軸力1.0N/mm²を载荷した状態で，水平载荷用油圧ジャッキにより交番载荷した。鉛直载荷用油圧ジャッキは，スライダ支承を介して载荷フレームに設置し，試験体の水平変位を妨げない構造とした。

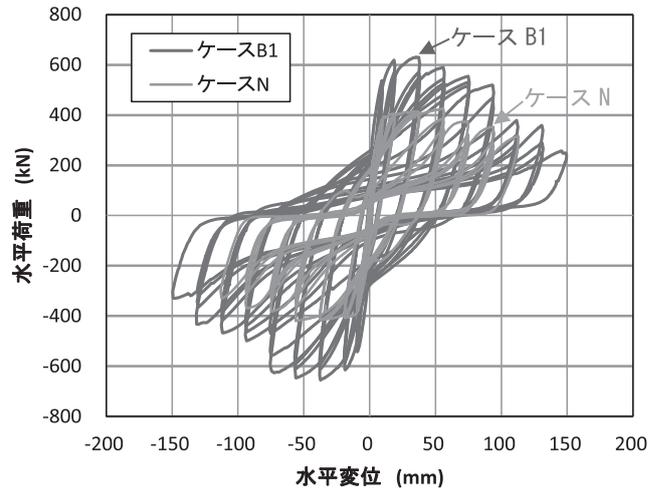
载荷は，ケースNについて所定の軸力導入後，軸方向鉄筋が降伏するまで荷重制御で水平载荷し，正負载荷時における降伏変位の平均値を1δ_yとした。軸方向鉄筋の降伏後は変位制御により，1δ_y，2δ_y，4δ_y…と偶数倍に変位レベルを増加させて载荷した。なお，各変位レベルにおける繰り返し回数は3回とした。ケースB1~B3については，ケースNの1δ_yを用いて変位制御で载荷した。载荷は，荷重が最大荷重の1/2程度を下回った時点で終了した。

(c) 実験結果

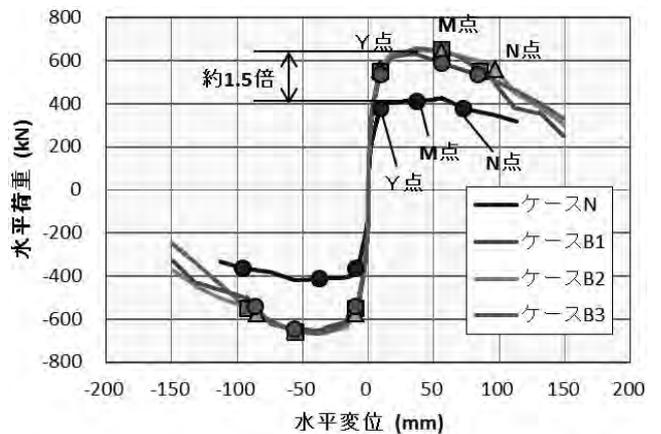
正負交番载荷実験の結果，補強した試験体の破壊過程は，曲げひび割れの発生，既設および補強の軸方向鉄筋の降伏，柱基部コンクリートおよび補強部の吹付モルタルの圧壊，吹付モルタルの剥落，軸方向鉄筋の座屈，破断が生じ，全ての試験ケースにおいて曲げ破壊した。補強ケースでは，既設柱と補強部分の剥離がなく，破壊の過程やひび割れの性状から既設柱と補強部分が一体化していることが確認できた。なお，せん断補強筋（スパイラル筋）は補強ケース全てにおいて破断や継手の損傷は見られなかった。

载荷点における水平荷重と水平変位の関係の一例を図—5に，各ケースの包絡線を図—6に示す。図中には，Y点（損傷レベル1限界点），M点（損傷レベル2限界点），N点（損傷レベル3限界点）³⁾を併記する。曲げ補強したケースB1~B3は，耐力，変形性能に大きな差は無く，M点の荷重（耐力）がケースNに比べ1.5倍程度増加し，N点変位（変形性能）は約1.1~1.2倍に増加した。

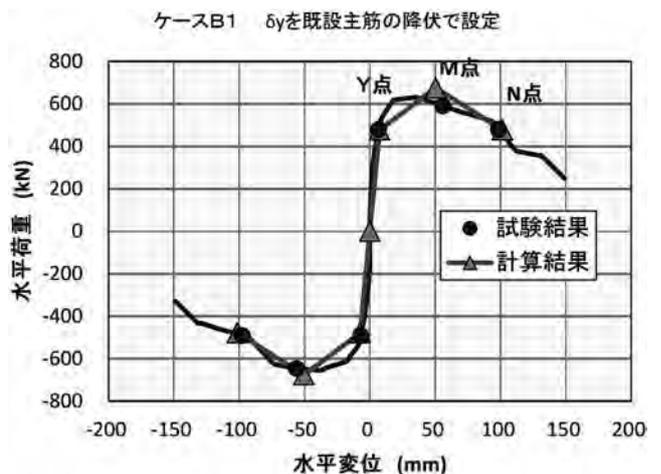
図—7に，ケースB1について既設部分と補強部分が一体と仮定して，RC標準に準拠して算出した計算結果と実験結果の比較を示す。RC標準に準拠して算出した計算値は，試験結果と概ね良い整合を示しており，既存の設計式を用いて評価できることを確認し



図—5 水平荷重—水平変位関係（ケースB1）



図—6 各ケースの包絡線の比較



図—7 実験結果と計算結果の比較（ケースB1）

た。ケースB2，B3についても同様であった。

補強軸方向鉄筋の定着性状を確認するため，交番载荷実験後にフーチングに定着された補強軸方向鉄筋近傍をコア削孔し取り出した。補強軸方向鉄筋，定着材，コンクリートが強固に付着し隙間や浮きなどは見られず，定着が切れたことによる抜け出しの痕跡は見られ

なかった。また、補強軸方向鉄筋周辺の吹付けモルタル片を観察した結果、吹付けモルタル片の内側に鉄筋のふしの跡が明瞭に残っており、抜け出しの痕跡は見られなかった。

上述のとおり、交番載荷実験により、高強度鉄筋を使用する本工法による曲げ補強効果を確認することができた。

4. 省力化施工の検討

(1) 吹付けモルタル工の現状と改善点

本工法では、RC柱のせん断補強工法として実用化されている「スパイラル筋巻立工法」²⁾の吹付けモルタル材料と施工技術を適用した。この現場配合吹付けモルタル材（以下、現場配合材料）は、ひび割れ抵抗性と耐久性を有し、材料費用を抑えられる利点がある反面、所定の品質を確保するために細骨材の含水率によって現場で配合を替える必要があるなど施工性に課題があった。そこで、ひび割れ抵抗性と耐久性を確保し、施工時の品質安定および施工の効率化を目的に、吹付けモルタルのプレミックス化を検討した。

(2) プレミックスモルタルの検討

プレミックス化に当たり、現場配合材料の品質を確保し、施工の効率化に寄与するよう、粉体と水を現場で練り混ぜて施工できる材料を目標とした。

現場配合材料では、粉体・乾燥剤の5種（セメント、細骨材、膨張材、シリカヒューム、合成短繊維）と液体混和剤2種（収縮低減剤、高性能AE減水剤）、水を使用している。液体材料を同等性能の粉体に置き換えた配合で2ケース（配合1, 2）、品質の確保に重点を置き、現場配合材料の粉体部分のみをプレミックスとした配合で2ケース（配合3, 4）の計4ケースを製作した。また、材料調達の容易さを考慮し、細骨材を2種類とした。配合1と配合3は天然川砂の乾燥材、配合2と配合4は人工珪砂をブレンドして現場配合相当の粒度とした材料を使用した。

(3) 吹付け実験

各配合の材料を練り混ぜた後、L型擁壁（高さ1,800 mm、幅2,000 mm）に、本工法を模擬して補強軸方向鉄筋およびせん断補強鉄筋を配置した模擬壁面に吹付けた。補強軸方向鉄筋およびせん断補強鉄筋にはウルボン（φ12.6 mm）を使用した。実験状況を写真—3に示す。吹付け実験では、モルタルの物性（練り混ぜ性能、圧縮強度、テーブルフロー値、既設壁面



写真—3 吹付け実験状況

への付着性能、ひび割れ抵抗性)、および施工性（圧送性、吹付けの可否、コテ均し性状の評価)を確認した。

(4) 吹付け実験結果

吹付け実験結果を表—3に示す。収縮低減剤と減水剤を粉体で添加した配合1と配合2は、練り混ぜ後の圧送中に配管内で閉塞したため、現場適用が困難と判断し、吹付け実験および物性値の試験を省略した。

表—3 吹付け実験結果

試験項目/配合		配合1	配合2	配合3	配合4
モルタル物性試験	練り混ぜ性能	○良好	○良好	○良好	○良好
	圧縮強度 (N/mm ²)	-	-	65.0	69.8
	テーブルフロー (mm)	-	-	146×145	142×138
	付着性能 (N/mm ²) ばらつき【標準偏差】	-	-	2.34 【0.21】	2.20 【0.55】
	ひび割れ抵抗性	-	-	○初期ひび割れなし	○初期ひび割れなし
施工試験	圧送性	×閉塞 圧送不可	×閉塞 圧送不可	○良好	○良好
	吹付けの可否	-	-	○良好	○良好
	コテ均し性状	-	-	○良好	△可能
材料価格比 (現場配合材料を1.0)		1.81	1.65	1.70	1.54

収縮低減剤と減水剤を液体で添加した配合3と配合4は施工可能であったが、骨材に人工珪砂を使った配合4は、圧送圧力が高くコテ均しの抵抗が大きい結果であった。モルタル物性値は、どちらも規格値を満足する結果であったが、付着試験（試験数n=4）を実施した結果では、配合3に比べて配合4では付着性能にばらつきが見られた。

材料価格は天然川砂を使った配合3が配合4に比べて1割程度、現場配合材料に比べて7割程度増加する



写真一4 プレミックス型モルタルの屋外暴露状況

結果となった。これらのことから、適用する現場の状況に応じて、施工性の良い配合3と経済性に優位な配合4を選択できる。

また、モルタルを吹付けたL型擁壁を2017年3月より、写真一4に示すように、屋外（茨城県つくば市の奥村組 技術研究所敷地内）に暴露しており、約1年経過した時点で乾燥収縮などによるひび割れは発生していない。

5. おわりに

正負交番載荷実験の結果から、本工法 RC 柱の曲げ補強工法により曲げ耐力が約 1.5 倍向上し、変形性能が 1.1~1.2 倍に増加するとともに、曲げ補強効果を既存の設計式により評価できることが確認できた。また、吹付けモルタルはプレミックス化により、現場での配合や計量作業が軽減されて施工の効率化が可能となった。

今後は、鉄道橋、道路橋をはじめとした曲げ補強を

必要とする RC 柱に対して、施工性が良く、耐久性が高い薄層の耐震補強技術として、本工法を提案していきたいと考える。

謝 辞

なお、本開発において、公益財団法人鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部コンクリート構造研究室に試験計画および結果の評価について技術指導をいただいた。ここに深謝する。

J C M A

《参考文献》

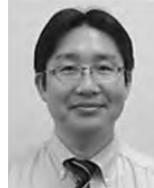
- 1) 山口治, 松本恵美, 三澤孝史, 廣中哲也: 高強度鉄筋を用いた既設 RC 柱の曲げ補強工法の開発, 土木学会第 72 回年次学術講演会概要集, V -174, pp.347-348, 2017.9.
- 2) 財団法人鉄道総合技術研究所, 「既存鉄道コンクリート高架橋柱等の耐震補強設計・施工指針-スパイラル筋巻立工法編-」, 1996.12.
- 3) 公益財団法人鉄道総合技術研究所, 「鉄道構造物等設計標準・同解説(コンクリート構造物)」, 丸善, 2004.4.

【筆者紹介】

松本 恵美 (まつもと えみ)
 (株)奥村組
 東日本支社 リニューアル技術部技術課



山口 治 (やまぐち おさむ)
 (株)奥村組
 東日本支社 リニューアル技術部工事所支援グループ
 グループ長



三澤 孝史 (みさわ たかし)
 (株)奥村組
 技術研究所 土木研究グループ
 グループ長



会津若松市の水環境保全の取り組み

山内良隆

昭和の終わり頃、会津若松市の市街地では、生活排水により河川の水質がかなり悪化していた。下水道等による生活排水処理が始まって水質は徐々に改善し、今では街なかの一部の水路で小魚などが見られるまでに回復した。猪苗代湖は平成の初め頃から、弱酸性の水質が中性化し、また自然の浄化作用が低下して水質の悪化が懸念されたため、県や流域自治体と協力して、猪苗代湖の水環境をきれいなまま次代に引き継ぐことを目的に様々な取り組みを行っている。

キーワード：生活排水、下水道、啓発、小魚、水生生物、猪苗代湖、中性化、自然の浄化作用、水草回収

1. 地勢

会津若松市は、東北地方の一番南、福島県の内陸部会津盆地にある人口約12万人の地方都市である。周りを山々に囲まれ、東は背あぶり山を挟んで日本第4位の面積の猪苗代湖に面し、市の西部には日本有数の大河である阿賀野川の支流・阿賀川が南北に流れる、水と緑の豊かな土地である。古くは古事記にも記述があり、江戸時代には会津藩23万石の城下町として栄えた。武士の世から明治への転換点となった戊辰戦争では、会津藩は旧幕府側に付いて新政府軍と激しく戦い、白虎隊など多くの悲劇を生んだ。今年が戊辰戦争終結から150年目に当たり、それを記念して本市をはじめ全国で様々な催しが予定されている。

会津の気候は日本海側の気候と内陸の盆地の気候を併せ持ち、夏は暑く、冬は雪が多く寒いといった、四季がはっきりした土地でもある。本市は山紫水明の地と言われるが、市街地は河川の上流部に位置し、東にある低山帯からの小さな流れが多いのが現状で、主要河川である湯川なども含め水量が多いとは言えない。そのため江戸時代には猪苗代湖を水源とする戸ノ口堰が作られ、その水が市街地を経由して郊外の水田に送られており、また、南部では水田で利用された水が住宅地の環境維持用水として使われている。

2. 生活排水と河川の水質

本市では昭和57年(1982年)に下水処理場が稼働し、生活排水の処理が本格的に始まった。当時は、多

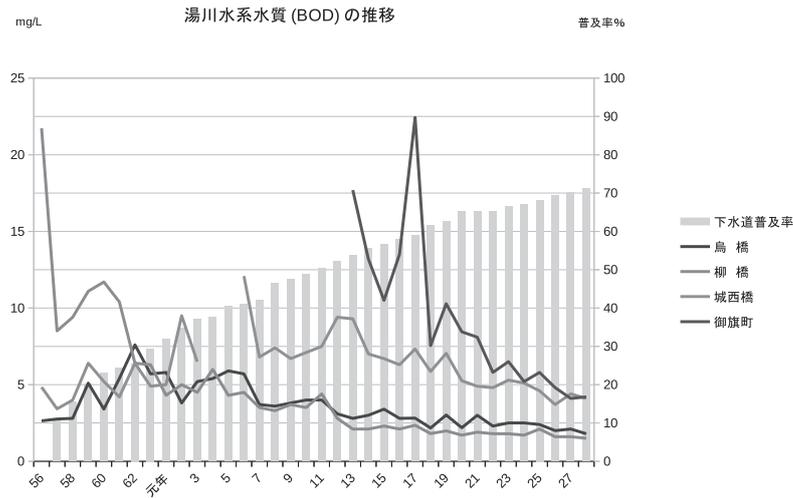


写真-1 鶴ヶ城とお濠

くの家庭で生活排水を側溝や小川に排水していたために川が汚れ、全国の市街地で魚などとても棲めない状況になっていた。私は昭和61年に下水道課に配属され、河川の水質調査を行っていたが、当時はほとんどの河川で水が濁って所々にヘドロが溜まり、生き物といえばイトミミズやボウフラを見かけるぐらいであった。また、冬になると川底は一面ミズワタだらけになり、水を採取するとミズワタも入ってしまい苦労したものである。

その後、下水道等が徐々に普及し、少しずつ市街地の河川の水質は改善してきている。

平成12年に10年ぶりに下水道課に戻り、河川の水質調査に行くと、河川の水は透明度を取り戻し、以前のような汚さはなくなっていた。そして平成15年頃には護岸された小さな水路でアメリカザリガニを発見し、その後もあちこちの水路で小魚を見ることが多くなった。化学的な水質調査だけでなく、水生生物でも河川の水質が改善していることを確認でき、大変感慨深かった。



図一 湯川水系水質 (BOD) の推移



写真一 街なかの水路の小魚



写真二 水生生物の観察

3. 水環境保全の啓発

生活排水処理を進めるには、市民に対して水環境の保全を啓発することも重要である。

一時は水質が悪化し、ごみも多く、見向きもされなかった河川であるが、徐々に水質が改善し、ボランティア団体等と河川管理者が協力して河川のごみ拾い等を実施し、市民にも関心を持ってもらえるようになってきている。

また、毎月実施している主要河川の水質調査結果を、環境調査や環境施策の進捗状況等をまとめた「会津若松市の環境」やホームページに掲載するほか、多くの市民が目を通す市政だよりでも、グラフ等を使い河川の水質が改善していることを解りやすくお知らせしている。

最近はもっと関心を持ってもらえるよう、ザリガニや小魚が市街地の水路でも見られるようになっていたことを紹介したり、小学生等を対象に湯川や阿賀川等で水生生物の観察による水質調査が行われるようになり、川に親しむことから河川の環境保全意識の啓発につながるような取り組みが行われている。

4. 猪苗代湖の水環境保全

本市の水環境保全の取り組みで特徴的なものとして猪苗代湖の水環境保全の取り組みがある。

これは、平成の初め頃まで弱酸性で非常に清澄であった猪苗代湖の水が徐々に変化してきたことから、猪苗代湖のきれいな水環境をきれいなまま次代に引き継いでいくことを目的として、福島県が猪苗代湖及び裏磐梯湖沼群の水環境の保全に関する条例を制定し、関係機関・団体等と協力して対策の強化に乗り出したことに始まる。

猪苗代湖は、安達太良山の硫黄鉱山や温泉の強酸性の源泉が長瀬川を通して流れ込むため、平成の初めまでは水質は弱酸性であった。酸性の源泉には鉄やアルミニウムのイオンが高濃度で含まれており、他の河川と合流して中和され猪苗代湖に流れ込むと、これらの金属イオンが形を変えて汚れやリンと結合して湖底に沈むという、自然の浄化作用が働いている。平成14年、15年には水質の指標であるCODの平均値が全国1位になったこともある。今は湖水が中性化してしまい、夏場の一時期、大腸菌群数が環境基準を超えるた

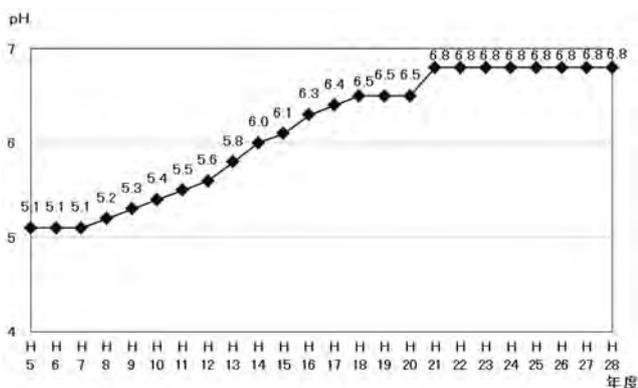


図-2 猪苗代湖（湖心）のpHの推移（福島県猪苗代湖の水質測定結果等より出典）

※ pHは7が中性、7より小さいほど酸性が強くなることを示す。

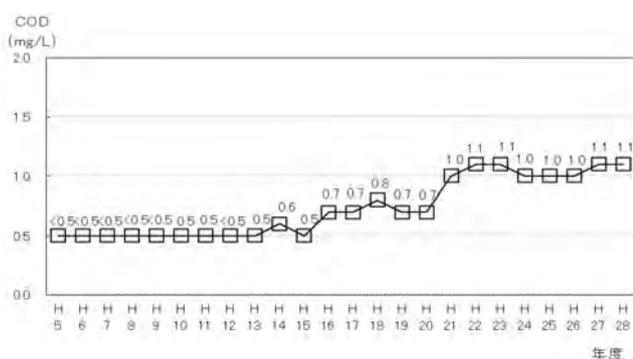


図-3 猪苗代湖（湖心）のCODの推移（福島県猪苗代湖の水質測定結果等より出典）

※ CODの定量下限値は0.5mg/L、環境基準は3mg/Lである。

め、ランキング外が続いているが、それでもきれいな水質を保っている。

猪苗代湖の水環境保全の取り組みとしては、浄化作用が低下していることから、猪苗代湖に流入する汚濁負荷を削減することに尽きる。県や流域自治体、関係団体では下水道や高度処理合併浄化槽の普及をはじめ、環境にやさしい農業の推進、ビーチクリーナーによる湖岸清掃を進めているほか、多くの県民が参加してのボランティア清掃も盛んに行われている。最近では猪苗代湖北岸の浅瀬に繁茂し、枯れると水質を悪化させるヒシの刈り取りや湖岸に打ち上げられた水草の回収に力を入れており、夏から秋にかけて200トン近いヒシや水草が猪苗代湖から引き上げられ、畑の肥料として活用されている。

今後も本市の特徴である自然豊かな水環境の保全に取り組み、しっかりと次代に引き継いでいきたいと思う。



写真-4 猪苗代湖岸のボランティア清掃



写真-5 猪苗代湖とビーチクリーナー



写真-6 福島県による猪苗代湖のヒシ刈り取り作業

JCMA

[筆者紹介]

山内 良隆（やまうち よしたか）
会津若松市環境生活課
主幹



日光川放水路及び青木川放水路の稼働実績

五味 千絵子

愛知県には現在2つの放水路が整備されており、平成29年度から愛知県独自の取り組みとして、放水路の洪水調節効果と題して稼働実績の公表を始めた。本稿では、公表資料では省略されている放水路の概要や雨量や河川水位との関係について報告する。

キーワード：放水路、洪水調節

1. はじめに

愛知県の西部は主に一級河川木曾川によって運搬された土砂による沖積低地であり、昭和34年の伊勢湾台風、昭和49年豪雨、昭和51年豪雨、平成12年の東海豪雨を始めとする洪水により浸水被害を受けてきた。この地域は全体として緩勾配であり、洪水を速やかに流下させることが困難であることに加え、有堤部が多く、河道拡幅や改修等に多大な費用と時間を必要とすることから、流域の人命や資産等を早期に守るために木曾川へ洪水を放流するとして、2つの放水路が整備されている。

放水路の稼働実績の公表については、愛知県独自の取り組みである。ダムについては、平成10年度からその稼働実績を公表することとなっているが、放水路については規定がなかった。そのため、今年度から放水路の洪水調節の効果として愛知県ホームページに掲載するとともに、マスメディアに情報提供を開始した。平成29年度は10月に発生した台風21号、22号に伴う洪水について情報提供を行った。

本稿では、公表資料では省略されている放水路の概要や雨量や河川水位との関係について報告する。

2. 放水路の概要

(1) 日光川放水路

日光川は愛知県西部を北から南に流れており、河川延長約41km、流域面積約300km²の二級河川である(図-1)。中下流域一帯は海拔ゼロメートルより低い地域となっており、流域面積の2/3にあたる約200km²において自然排水が困難であるため、強制排水に



図-1 日光川放水路位置図

より流域の排水をまかなっている。加えて、この中下流部は昭和30年代からの地下水の過剰な揚水により、最大で約1.5mの地盤沈下が生じる等の深刻な状況になっている。河口には日光川排水機場及び日光川河口排水機場(昭和34年伊勢湾台風時の潮位における総吐出量200m³/s)及び日光川水閘門が整備されており、流域を洪水から守っている。

日光川放水路は、日光川の中流部(河口から24km付近)に位置しており、日光川と日光川の支川である領内川の広口池を結ぶ日光川玉野放水路と領内川の広口池と木曾川を結ぶ日光川祖父江放水路からなる地下放水路である。日光川玉野放水路にて日光川から30m³/s、日光川祖父江放水路にて日光川玉野放水路の30m³/sと領内川から25m³/sの合わせて55m³/s、かんがい排水事業にて35m³/sの計90m³/sの洪水を



図一2 日光川放水路の概要図



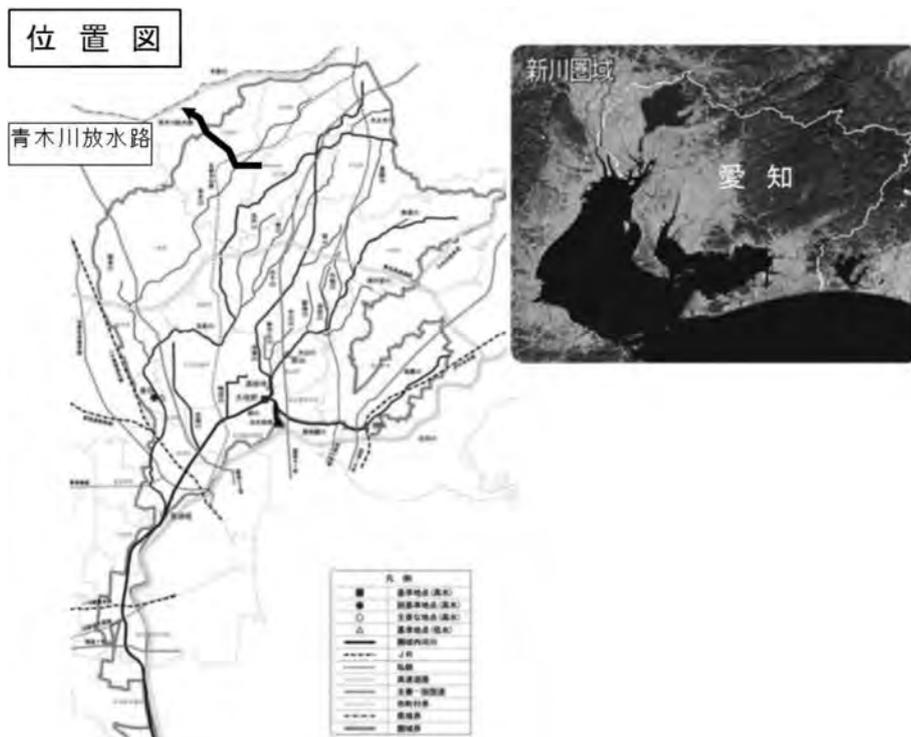
図一3 日光川放水路の流量配分図 (単位は m³/s)

放水路の下流端にある西中野樋管から放流することにより、日光川中下流部では概ね5年に1回程度起こりうる洪水(1時間に50mm程度の降雨)を流下できる計画となっており、日光川祖父江放水路により領内川の水位を低下させることで、内水排除が促進され、床下浸水等の軽減に寄与している(図一2, 3)。

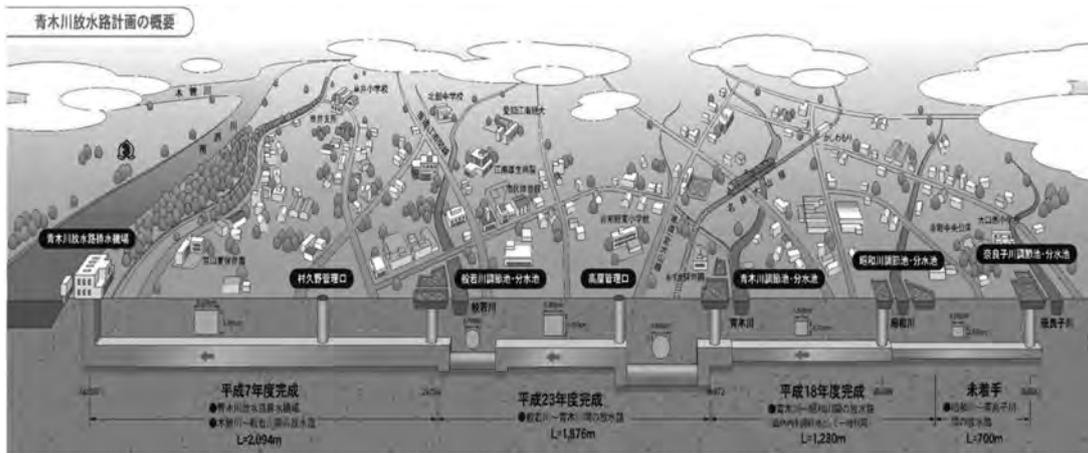
この計画に基づき、日光川玉野放水路は平成22年度、日光川祖父江放水路は平成20年度から供用しており、平成22年度以降の平均放流頻度は1.5回/年、約70万m³/回の洪水を木曾川に放流している。

(2) 青木川放水路

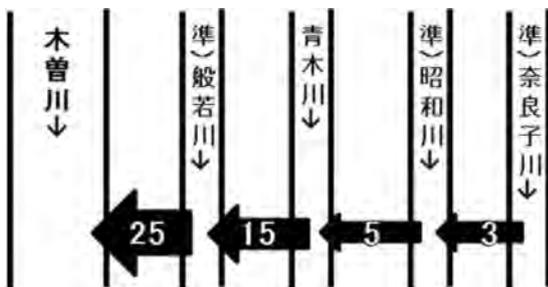
青木川は一級河川庄内川水系新川の支川であり、日光川流域の東側を隣接して流れる、河川延長約18kmの一級河川である(図一4)。青木川は新川流域の上流部に位置し、昭和40年代から流域の開発が進んだことを受け、昭和56年度から「青木川放水路事業」として地下放水路の整備を行っており、新川流域の河川である青木川、準用河川般若川、準用河川昭和川、準用河川奈良子川から合わせて25m³/sの水を放水路により木曾川に放流することにより、青木川の中下流部



図一4 青木川放水路位置図



図一5 青木川放水路の概要図



図一6 青木川放水路の流量配分図 (単位は m³/s)

表一1 平成29年度の放水路稼働状況

ポンプ稼働日	日光川放水路	青木川放水路
7月4日	19万 m ³	-
7月14日	-	13万 m ³
8月19日	-	14万 m ³
10月22～23日	224万 m ³	24万 m ³
10月29日	24万 m ³	-

では概ね5年に1回起こりうる洪水(1時間に50mm程度の降雨)を流下できる計画となっている。放水路の整備は段階的に進めており、現在は準用河川昭和川から木曾川までの5.0kmが供用されている(図一5,6)。

青木川放水路は地下放水路となっており、県道江南岩倉線の地下約10mに整備されている。また、青木川放水路の上流域は整備当時に下水道が整備されなかったため、水質が改善されるまでの暫定措置として、洪水初期の水質の悪い水は調節池で受け、洪水中期以降の比較的水質の良い水は分水池を経由して放水路に流すよう設計されている。そのため、調節池、分水池の越流堤高さが異なっており、まず調節池に洪水が流入し、次に分水池に洪水が流入するよう設計されている。また、分水池には放水路への流入ゲートがあり、必要に応じて放水路に洪水を流入させ、函体貯留を行っている。

平成24年度以降の平均放流頻度は2.2回/年、約9万m³/回の洪水を木曾川に放流している。また、これに加えて函体貯留を行っており、平成24年度以降の平均頻度は19回/年、約1万m³/回の洪水を函体貯留している。

3. 平成29年度の主な稼働実績

平成29年度は両放水路ともに3回稼働した(表一

1)。本稿では、特徴的な2つの稼働実績について報告する。

(1) 7月14日(集中豪雨)

県内では太平洋高気圧の縁を回った南から暖かく湿った空気が流れ込み、大気状態が非常に不安定となり、14日未明から夕方にかけて県内各地で雨となった。特に、新川流域の上流域にあたる犬山市、小牧市付近では10時40分までの1時間に約120ミリを超える大雨となり、犬山市、小牧市、岩倉市、扶桑町で災害予防措置中の負傷1名、床上浸水17棟、床下浸水169棟の災害が発生した(写真一1)。



写真一1 7月14日の集中豪雨による湛水の様子(中部地方整備局提供)(江南市天王町地内始め)

当時は青木川放水路排水機場の位置する江南市で10時頃から11時頃まで降雨があり、9時から青木川放水路にて函体貯留が始まった。その後、12時から18時までの7時間で約13万 m^3 の洪水を木曽川に放流した。なお、このときの函体貯留量は約4万 m^3 であった(図-7)。

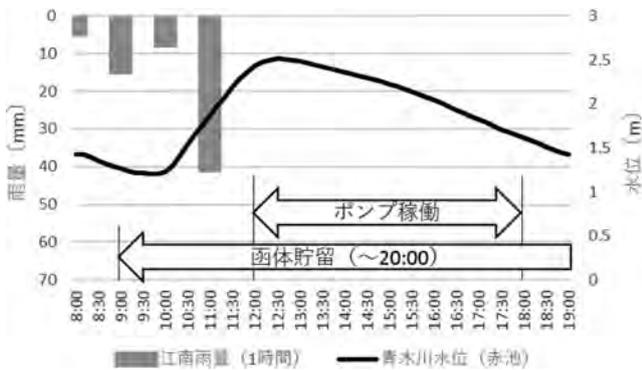


図-7 7月14日の青木川放水路の稼働と水位・雨量の変動

(2) 10月22日～23日(台風21号)

愛知県では、21日から23日未明にかけて、台風第21号や前線の影響で西部を中心に大雨となった。

日光川放水路が位置する一宮市では21日11時頃から23日3時頃まで降雨があり、22日19時頃から23日13時頃までの18時間で約224万 m^3 の洪水を木曽川に放流した(図-8)。この放流量はこれまでの最大放流量104万 m^3 (平成28年9月20日、台風16号及び前線による洪水)を著しく上回った。

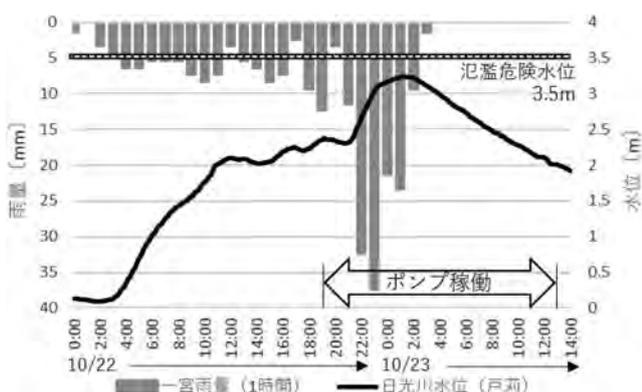


図-8 10月22日～23日の日光川放水路の稼働と水位・雨量の変動

同様に、青木川放水路が位置する江南市では21日11時頃から23日3時頃まで降雨があり、22日19時頃から函体貯留を開始し、22日23時頃から23日16時頃までの17時間で約24万 m^3 の洪水を木曽川に放流した(図-9)。この放流量はこれまでの最大放流量約28万 m^3 (平成12年9月11日、東海豪雨)に次

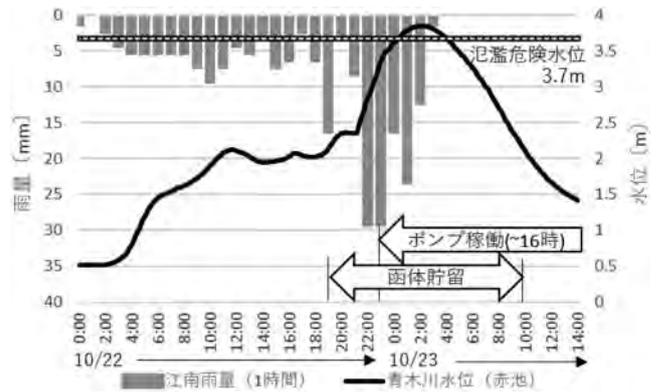


図-9 10月22日～23日の青木川放水路の稼働と水位・雨量の変動

ぐ放流量であった。なお、このときの函体貯留量は約1万 m^3 であった。

4. 今後の取り組み

日光川においては、日光川玉野放水路及び日光川祖父江放水路に加えて、2つの放水路整備が河川整備計画に位置付けられており、この内の1つの放水路について、整備検討をしているところである。青木川放水路についても、残区間の整備に向けて検討を進めているところである。

また、前述のとおり、愛知県独自の取り組みとして平成29年度は10月に発生した台風21号、22号に伴う洪水における放水路の稼働状況について公表したが、放水路の稼働から公表までに5日程度の日数を要しており、速報性に欠いている。そのため、稼働日翌日の公表に向けて、職員同士の認識の統一等を図っていく。

5. おわりに

放水路の洪水調節効果と題して、今年度2回の情報提供をしたところ、マスメディアのみならず、各所から注目をいただいた。このような機会をいただいた皆様に感謝するとともに、今後とも速やかな情報提供に尽力していく所存である。

J[C]M[A]

【筆者紹介】

五味 千絵子(ごみ ちえこ)
愛知県建設部河川課 技師(～H30.3月末)
愛知県知多建設事務所 維持管理課 主任(H30.4月～)



防災性を高めるスーパー堤防

ゼロメートル地帯で進むスーパー堤防と一体となったまちづくり

山口 正 幸

大河川に囲まれ、ゼロメートル地帯に暮らす住民にとって、強固な堤防は生活の生命線であり、超過洪水対策として、強固な堤防の整備は重要な対策の一つである。

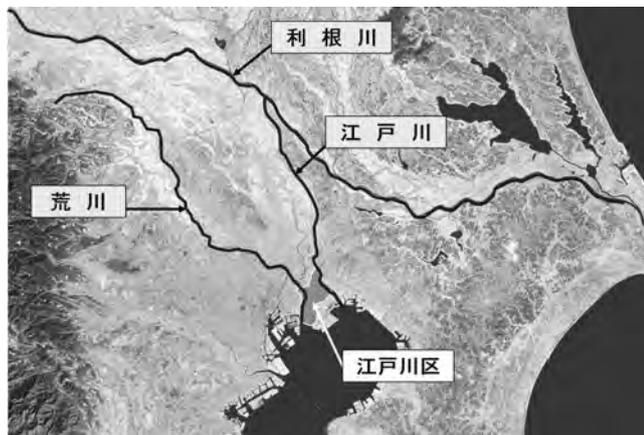
江戸川区では、「まちづくり」としてスーパー堤防事業・土地区画整理事業等を一体的に行い、各地域が抱える課題を解決することで、より住み良い生活環境の創造を図っている。

また、高台が少ないゼロメートル地帯におけるスーパー堤防は単に壊れない堤防というだけでなく、防災拠点としても有用であり、地形的リスクを負う地域で特に期待が寄せられる。

キーワード：地盤沈下、ゼロメートル地帯、まちづくり、土地区画整理事業

1. はじめに

江戸川区は東京都の東端に位置し、西を荒川、東を江戸川の大河川が流れ、その河口部に人口約69万人の都市を形成している（図—1）。もともと地盤は低く、明治43年（1910）の東京大水害など多くの水害に遭ってきた。地盤は周辺よりも低く河口部なので水災を受けるのは自明の理であるが、その地盤が特に戦後の高度経済成長とともに大きな地盤沈下を起こしてしまった。この要因は工業用水や水溶性天然ガスの採取などであり、江東区南砂では約4.5m、江戸川区中葛西では約2.4mを最大に江東一帯が地盤沈下に見舞われた。昭和40年代後半に東京都による規制等により、その後地盤沈下は収まったが、大規模なゼロメートル地帯が形成されてしまった（写真—1）。



図—1 江戸川区の地勢

2. 気候変動による脅威にどう備えるか

このようにゼロメートル地帯という地形的リスクを負いながら一方で気候が大きく変動している。地球温暖化である。このことが進行すると気温の上昇とともに大気中に含まれる水蒸気が増大し、高温や豪雨、極端に強い台風などの頻度も強度も増大することが予想されている。最近30年の雨の降り方も時間50ミリ（都内で下水処理が可能な量）を超える強度の雨が30年前に比して1.3倍程度になっている。

このような気候変動も進んでおり、本区の地形を考えれば大河川の堤防は住民生活のまさに生命線である。この堤防を壊れないものにしたという事は悲願であり、将来への希望でもある。



写真—1 江戸川区役所でも1m以上の地盤沈下

国土交通省が進めている高規格堤防(以下:スーパー堤防という。)は、洪水による越水や浸透水からも壊れない堤防である。スーパー堤防であれば洪水が堤防を越えても、都市内に入るのは上澄みの氾濫水だけで壊滅的な被害は避けられる。気候変動により豪雨の頻度が増し、想定外の洪水が起こっても破堤をさせない、これが超過洪水対策である。

3. ゼロメートル地帯で進むスーパー堤防

(1) 北小岩一丁目東部地区—江戸川右岸—

延長: 120 m

面積: 1.8 ha (区画整理 1.4 ha 緑地 0.4 ha)

江戸川沿川のスーパー堤防については、未整備の都市計画道路、土地区画整理事業計画区域や木造住宅の密集する箇所などを選定し、まちの課題解決と堤防強化を目標に、まちづくりを進めるため沿川の地元調整に入っていった。地元説明の中では「こんな立派な堤防が壊れるわけがない」などスーパー堤防の必要性について様々な意見をいただいた。その中でも北小岩一丁目東部地区(以下:北小岩地区という。)では、地元の方から地区内の道路は狭く老朽化木造住宅が密集しているなど地域課題をいただき具体的な事業化の検討に着手した。

北小岩地区の課題は以下のとおりである(図-2, 写真-2)。

- ①地区内の道路の90%以上が4m未満
- ②市川橋坂路への取付が階段道路である
- ③東京側から地区内に車で進入するには市川橋(400m)を千葉側に行き、橋をUターンしなければ入れない
- ④地区内の住宅の約70%が昭和56年以前(旧耐震基準)の建物で地震時に倒壊の恐れがある



図-2 北小岩地区の課題



写真-2 地区内の地形や道路状況

これらの課題を解決するために土地区画整理事業によるまちづくりを進めることにしたが、地区内からは生活に関わる重要な意見が出された。

- ①事業は進めてほしいが土地区画整理事業による減歩で土地が減ることが心配
- ②商売等の事情により、まちづくりでの二度移転や、盛土による長期(2~3年)の仮移転は生活上とても厳しい

これらの意見を踏まえ生活再建を第一に考えて、仮移転回避、減歩緩和を目的に、事業に先立ち土地を買収させていただき先行買収を実施することとしたのであった。買収に当たっては更地が望ましいが、密集地で唯一の駐車場は買収し、更には仮移転困難な方への生活再建策として建物補償をした上で買収をさせていただいた。当初、地区内1.4haに88権利者の方がいらしたが19件、約3,900m²の買収協力をいただき、結果として減歩ゼロを実現でき、権利者の方の負担軽減が可能となった。

主な経緯は以下のとおりである(写真-3, 4)。

平成21年(2009)11月

都市計画決定(土地区画整理事業)

平成23年(2011)5月

事業計画決定(土地区画整理事業)

平成25年(2013)5月

スーパー堤防整備(国)と土地区画整理事業(区)との共同事業としての基本協定締結

平成27年(2015)1月

全件移転完了

スーパー堤防整備工事着手

平成29年(2017)9月

スーパー堤防整備工事完了

権利者への土地引き渡し

再建工事開始



写真一3 平成20年8月【施工前】



写真一4 平成29年8月【施工後】

この事業により、すべての宅地は幅員5m以上の道路に接道し建築することが可能となった。また、堤防天端付近には約0.4haの緑地広場も整備し、住環境は飛躍的に向上したと考えている。さらにはスーパー堤防の必要断面が完全に完成しており、防災上も安全性が大きく向上した。

この事業を進めるに当たっては多くの困難な事情や課題があったが、完成まで漕ぎつけられたのは、まちの将来を真剣に考え事業に協力してくれた地元住民のおかげである。再建工事が早期に完了し、安全性が向上したまちに新たな活気が生まれることを祈るばかりである。

(2) 篠崎公園地区－江戸川右岸－

延長：420m 面積：9.3ha

篠崎公園は計画対象面積86.8haのうち30.2haが開園し、今年で40回を数える区民まつりの会場ともなっている。また、震災時の防災拠点としても位置づけられており、本区にとって重要な広域公園である。この

篠崎公園は江戸川沿川に位置し、公園外周部に都市計画道路補助第288号線の街路や公園の隣接に都市計画緑地も計画されている。これらの都市施設の整備と土地区画整理事業、開園している篠崎公園再整備とスーパー堤防を一体に整備することにより、この地区全体が本区における震災時や、水害時にも対応できる防災拠点として機能するのである(図一3)。また、篠崎公園は全体を高台化する計画があり、洪水時にほとんどが浸水し水が引くまで2週間近く要する本区にとって、洪水時の避難導線として大きな期待が寄せられている。

主な経緯は以下のとおりである。

平成20年(2008)8月

緑地事業 事業認可

平成26年(2014)7月

街路事業 事業認可

平成28年(2016)3月

土地区画整理事業 事業計画決定

平成28年(2016)4月

国土交通省、東京都と3者による基本協定締結



図一3 篠崎公園地区完成予想図

(3) 大島小松川地区－荒川右岸－

延長：2,380m 面積：15.6ha

かつて江戸川区の小松川地区はゼロメートル地帯で軟弱な地盤であり、住宅や商業、工業が混在密集した防災上とても危険な地区であった(写真一5)。このため東京都は、昭和44年(1969)に江東再開発基本構想で防災6拠点の一つに位置づけし、これらの課題解消を目的とした「亀戸・大島・小松川地区市街地再開発事業」(以下：小松川再開発事業という)が昭和55年(1980)にスタートした。その後、昭和62年(1987)にスーパー堤防整備事業が創設され、国と東京都の共同事業により一体開発が進んでいった。長い年月を要したが平成28年(2016)にはスーパー堤防が完成を



写真一五 【施工前】大島小松川地区



写真一六 【施工後】共同事業により完成した街並み

し、防災拠点化が実現した（写真一六）。

小松川再開発事業により創出された大島小松川公園は、全体で25haを擁する防災公園として活用されている。特にスーパー堤防と一体で整備された広大な芝生広場は、毎年、地元区民による地域防災訓練の会場となり、地域防災の拠り所として機能している（写真一七）。地震時はもとより水害時も水没しないゼロメートル地帯の高台として住民の命を守る場所である。

一方、本区ではスーパー堤防により生み出されたオープンスペースを活用し、千本の桜が咲き誇る名所として「小松川千本桜」を整備した。平成15年（2003）に完成したこの「小松川千本桜」は延長2kmの広範囲に約30種、1,100本の桜が咲き誇る都内有数の桜の名所となっている（写真一八）。

余談であるが、平成22年（2010）にオランダ政府の視察団がこの大島小松川公園を視察し、「非常に正しい取り組み」、「学びたい」、「安全への投資も大事。事業仕分けで見直しを求められたが、必要性が再認識され、取り組みが強化される可能性もあるのでは」な



写真一七 広大な広場で行われる地域防災訓練



写真一八 小松川千本桜

ど、スーパー堤防と一体となった公園でこの共同事業を絶賛していただいた。

4. おわりに

本区は平成18年（2006）に江戸川区としての「スーパー堤防整備方針」を区の都市計画審議会に諮り決定した。まったく独自の取り組みである。この方針は区内沿川でのまちづくりのタイミングで国や東京都のスーパー堤防整備事業と一体に行っていくと公式に表明したものである。

- このように本区がスーパー堤防整備を望むのは、
- ①大きな地盤沈下で本区の7割がゼロメートル地帯であること
 - ②大河川（荒川、江戸川）の河口部に位置していること

このような地形的リスクゆえ対策が必要と考えているからである（図一四）。現在は現地盤より7～8m高い堤防で守られているが、もし大きな洪水や高潮がくれば、この高さゆえ破堤した時の破壊力は凄まじいも

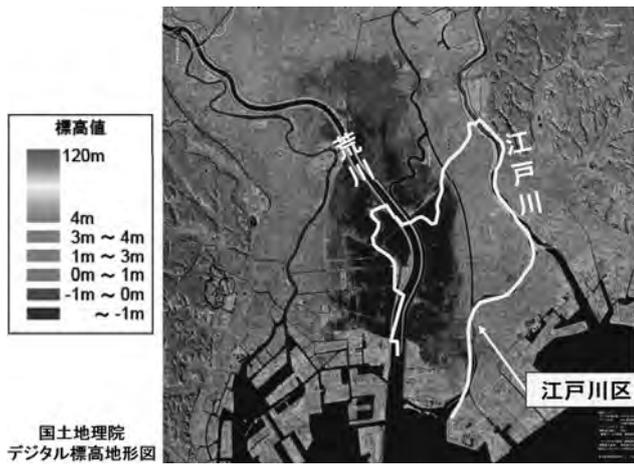


図-4 東京東部低地帯の地形

のとなる。沿川の住宅は常総市での鬼怒川水害のように大きな被害となってしまふ。また、上流部が破堤しても氾濫水は河口部の本区まで到達し、大きな浸水被害をもたらす。そして、その浸水は2週間程度継続してしまうのである。

以上のような事象に対してスーパー堤防を整備すれば

- ①現在の堤防を壊れないものにする
- ②ゼロメートル地帯における避難場所となる

周辺が浸水する中、高台に逃げられて水位が引けば堤防沿いに再避難が可能となるのである。

現在でもスーパー堤防には様々な意見があることは承知している。しかし、本区のようなゼロメートル地帯においては堤防をなくす掘込河道のようにすることこそ、まちの将来に欠かせないことだと考えている。

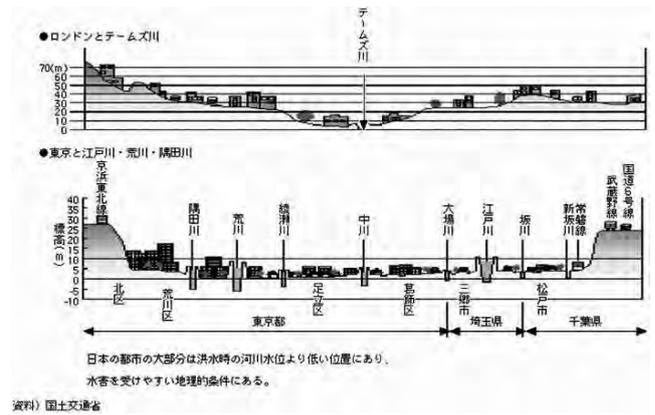


図-5 ロンドンと東京の地形比較

ロンドンの地形のように本区全体が盛土によりゼロメートル地帯でなく現状の堤防高さくらいになれば、洪水でも壊滅的被害は免れるが、それはできそうもない(図-5)。そうであるならば、壊れない堤防、いや堤防をなくすようにスーパー堤防を整備すべきである。

自然災害への防備は一朝一夕にできるものではない。できる限りの減災を考え、今できることを地道に取り組んでいくことが、我々の責務と考えている。

JICMA



[筆者紹介]
 山口 正幸 (やまぐち まさゆき)
 江戸川区
 危機管理室
 室長

東京の東部低地帯の河川堤防整備

300万人の命と暮らしを守る耐震・耐水対策事業

久保嘉章

東京都は、都民の命や暮らしを守るため、東部低地帯の治水安全度を高める様々な施策を行ってきている。また、安全性の向上だけでなく、都民により親しまれる川づくりも併せて進めている。本稿では、東部低地帯を流れる隅田川と江東内部河川の「耐震・耐水対策」と隅田川の「水辺のにぎわい創出」について、災害に備える観点から紹介する。

キーワード：堤防、耐震・耐水対策、にぎわい整備、地盤改良

1. はじめに

東京都は、都民の命や暮らしを守るため、東部低地帯の河川において、堤防の耐震・耐水対策を進めている。

東京の東部地域は、約6,000～10,000年前に縄文海進と呼ばれる海面上昇の際に堆積した厚い軟弱地盤で構成されている。また、明治以降の産業の発展に伴い、地下水の汲み上げや水溶性天然ガスの採取が盛んに行われ、その結果生じた地盤沈下により地盤高が海水面以下となっている。ここには、隅田川、荒川、中川などの大河川や多くの支川や派川が流下しており、東部低地帯と称されている。この地域は、計画高潮位よりも地盤高が低い土地が約250km²に及んでおり、およそ300万人の人々が生活している¹⁾(図-1)。

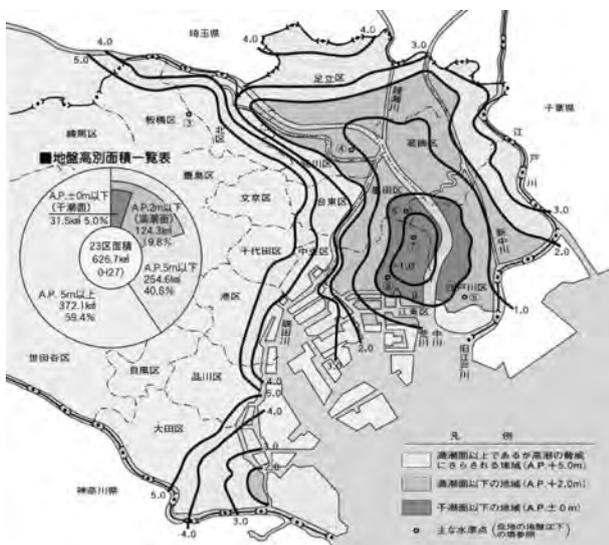


図-1 東京の低地帯

2. 東部低地帯の河川堤防整備

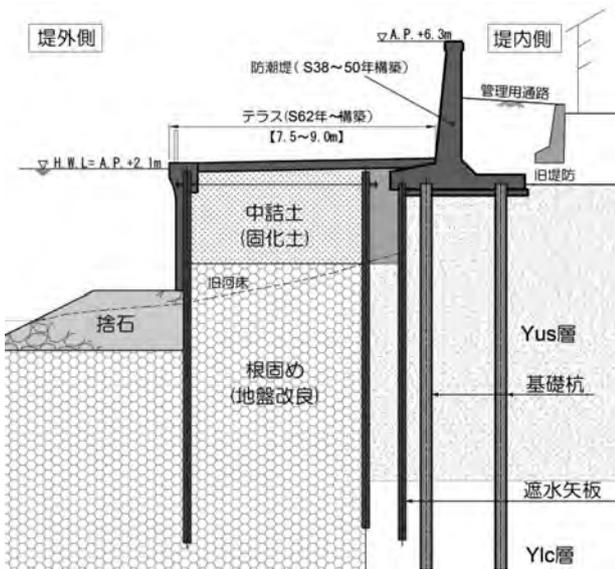
(1) これまでの隅田川、江東内部河川の整備

隅田川では、東部低地帯を高潮から防御するため、昭和38年度より伊勢湾台風級の高潮対策を目的とした防潮堤46.9kmの整備を開始し、昭和50年度には10数年という短期間で概成している。昭和62年度からはスーパー堤防の一部であり、防潮堤の耐震性の向上、水辺利用の促進を目的としたテラス整備事業に着手し、平成28年度末時点で概成するなど、河川整備を着実に進めてきた。また、平成7年兵庫県南部地震を契機に、施設の供用期間中に一度は発生するとされる地震(レベル1地震動)を想定した耐震対策事業を実施してきている。

隅田川と荒川にはさまれ、大半が満潮面以下の地盤高である、いわゆる江東三角地帯には、小名木川や仙台堀川等の河川が縦横に流下している。これらの河川では、地盤沈下の進行に伴い護岸の嵩上げを繰り返して来たため、大地震に対して脆弱な構造となっている。そこで、都では昭和46年度から江東内部河川整備事業を進めてきた。この事業では、東部低地帯を地盤高や河川利用の観点から東西に二分し、それぞれに適した方式を採用している。地盤が特に低い東側地域の河川については「水位低下方式」を採用している。この方式は水門等で周囲を締切り、人工的に平常水位を地盤高程度まで低下させた上で護岸等を整備するものである。また、相対的に地盤が高い西側地域の河川は、護岸の耐震性を向上させる「耐震護岸方式」で整備を行っている。



図一三 東部低地帯の河川施設対策箇所



図一四 RC 特殊堤の構造 (隅田川の例)

殊堤) と土堤の 2 つに大きく区分される。隅田川と江東内部河川では、スーパー堤防区間や旧中川を除くほとんどの区間において RC 特殊堤である (図一四)。

RC 特殊堤の構造を図一四に示した。隅田川防潮堤の本体は、伊勢湾台風級の台風の襲来を想定した高潮を防御するために昭和 38 年～50 年に旧堤防の前面に構築された。旧堤防との間は河川管理用通路を整備し

ている。昭和 62 年からは、レベル 1 地震時のすべり破壊対策として、遮水矢板前面に根固めを追加で行い、その上面はテラスとして整備し、都民の憩いの場として利用されている。

江東内部河川の耐震護岸も隅田川と同様に、昭和 46 年から既設護岸の前面に構築されている。

隅田川及び江東内部河川の地盤状況は概ね、地表付近に緩い砂質土層で構成される有楽町層上部砂質土層 (Yus 層)、その下位には軟弱粘性土層で構成される有楽町層下部粘性土層 (Ylc 層) が厚く分布している。

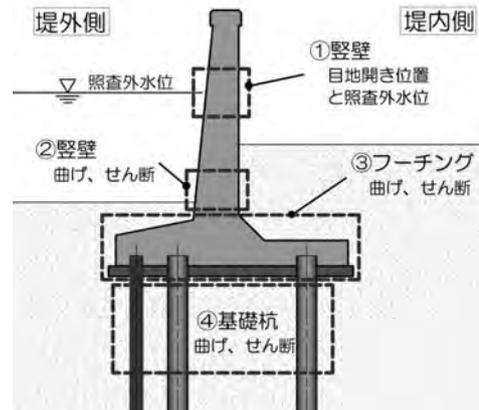
(2) 耐震性能照査項目

耐震性能照査は、防潮堤と護岸の各構造部材について曲げ、せん断応力度、変形量の許容値を設定し、地震時に発生する値がそれ以下であることを確認する。

防潮堤、護岸の躯体や基礎杭の曲げについては弾性域を超えない範囲まで許容し、せん断については破壊が生じないものとした。変形量は、躯体の変形で生じる目地開き部の高さが照査外水位 (耐震性能照査で考慮する外水位) を下回らないこととした。隅田川の照査外水位は、朔望平均満潮位 A.P.+2.1 m に対して、整備計画で設定した地震動 (元禄型関東地震 L2-1, Mw=8.2 と東京湾北部地震 L2-2, Mw=7.3) による津波を考慮した水位をそれぞれ A.P.+3.34 m, A.P.+2.52 m と想定し、合わせて地震による広域地盤沈降量 (それぞれ 0.40 m, 0.20 m) を考慮した。

江東内部河川の照査外水位は、水門閉鎖が津波到達前に可能な L2-1 地震では朔望平均満潮位 A.P.+2.1 m、震源が近く水門閉鎖が完了する前に津波が到着すると想定される L2-2 地震では津波を考慮した水位とした (図一五)。

レベル 2 地震動に対する構造部材の照査は、地震時保有水平耐力法により基礎杭や躯体 (フーチング、縦壁) の耐力照査を行った。また、地盤が液状化した際



図一五 RC 特殊堤の耐震照査項目

に、堤外側へ堤防が変形することが想定されることから、液状化による自重変形解析による照査も行った。

(3) 耐震性能照査結果

基礎杭は曲げ耐力が不足する結果が多くみられた。特に、構築時期が古い防潮堤では木杭が用いられているため、せん断耐力も不足する場合があった。これは、堤防直下の Y_{us} 層が地震により液状化し、杭の変形量が大きくなるためである。

躯体については、フーチングのせん断耐力が不足する傾向にあり、特に堤外側のせん断耐力不足が顕著であった。堤防のフーチング厚は橋脚や橋台等と比較して薄いため、こうした傾向が生じる。堅壁は、付根部の曲げ耐力が不足する場合がある。江東内部河川のように護岸背面の盛土高が高い場合、この傾向が顕著であるため、背面土塊にかかる慣性力の影響が大きいと判断される。

自重変形解析の結果、堤防に生じる水平、鉛直変位は共に概ね数センチから数十センチ程度であったが、目地開きが照査外水位以下となる区間はこれまでに確認されていない。

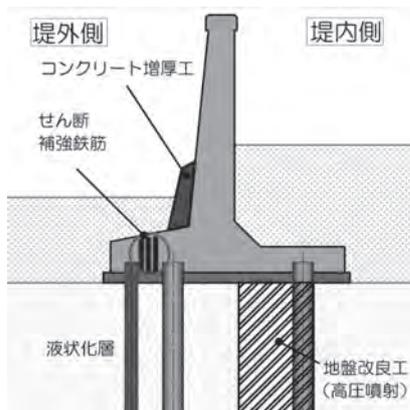
防潮堤では、前面に整備されたテラス（根固め）が、液状化による流動化をある程度は抑止しているためと判断される。

(4) 耐震対策補強工事の実施

耐震性能照査の結果を受けて、施工を進めている工事事例を以下に紹介する（図—6）。

(a) 地盤改良による耐震対策

基礎杭の耐震対策は、土質条件や、施工箇所が狭隘であること等を考慮し、高圧噴射攪拌工法による堤防直下の地盤改良を多く採用している。施工箇所が狭隘であることや、遮水鋼矢板等が支障となり改良範囲も限られることから、大口径の地盤改良が可能な小型・



図—6 耐震対策補強工（隅田川の例）

軽量の施工機械を用いる必要があった。

改良深度は、杭の降伏範囲と液状化発生範囲を比較して深い範囲を設定し、改良径は基礎杭を改良体で覆うように設定した。また、平面配置は噴射方向や基礎杭等の影となる部分を考慮し、補強すべき基礎杭のまわりが確実に改良されるよう留意した（写真—2）。

地盤改良工では、固化材を生成する改良プラントを設置する用地が 150～200 m² 程度必要となる。しかし、前述したように、施工用地が限られているため、台船プラントを使用する機会が多い（写真—3）。

(b) 追加鉄筋による耐震補強

地盤改良による基礎杭対策を行っても、躯体の耐力不足が改善されない場合や、液状化層が堤防直下に存在しないが躯体の耐力が不足する場合には、鉄筋の増設による対策を行った。

橋梁等における補強工法の適用事例を参考にし、せん断補強鉄筋挿入によるせん断耐力向上工法や、コンクリート部材増厚による曲げ耐力向上工法等を採用した。

(c) 前出し新規護岸（鋼管矢板、河床地盤改良）

江東内部河川では、護岸背面側が天端まで盛土されていることや、サクラ等の植栽があることを考慮し、既設護岸の前面に新規護岸を構築して対策工法とする区間もある。ただし、川幅が狭まることから、水門閉



写真—2 地盤改良施工状況



写真—3 台船プラント

鎖時における湛水位への影響や船舶の航行への影響が少ないことを事前に確認する必要がある。この工法では、既設護岸の前面に鋼管矢板による護岸を新設するとともに、河床を地盤改良することにより鋼管矢板の変位を抑止する。資機材の搬入は水上を基本としているが、航路にかかる橋の桁高が低いことから、低空頭のクレーン台船等を用いることにより対応している。

4. 水辺のにぎわい整備（災害に備える観点から）

ここでは、都で進めている隅田川の新たな水辺整備（水辺のにぎわい創出）について、災害に備える観点から紹介する。

（1）防災船着場の整備と一般開放

平成7年兵庫県南部地震では、寸断された陸上交通網を補完するものとして舟運の有効性が注目された。東京都防災計画では、震災時の緊急輸送を円滑に行うため、輸送路の多ルート化を図ることとしている。防災船着場整備による防災上のネットワーク形成にあたっては以下の3つの機能を提供できるようにしている。

- ①緊急経路としての機能（被災直後に必要）
- ②物資輸送経路としての機能（応急復旧期に必要）
- ③移動経路としての機能（復興期に必要）

都では東日本大震災を受け、平成28年1月に防災船着場整備計画を改定し、既設と合わせて94箇所の防災船着場を配置する予定である。平成28年度末までに71箇所が整備済みであり、この中でも利便性の高い箇所では平常時の利用を推進している。隅田川では、発災時利用の習熟訓練を兼ねて、5か所の船着場で平常時の一般開放を行っており、屋形船や小型観光船の発着に利用され、舟運の活性化に寄与している（写真—4）。



写真—4 防災船着場の平常時利用

（2）隅田川テラスの夜間照明

近年、隅田川テラスで散歩やジョギングを楽しむ人が増加している。しかし、テラスには一部区間を除いて照明が無いため、夜間は水辺に近づきにくい状況であった。このことから、隅田川の河口から白鬚橋付近の区間において照明設備の整備を順次進めている。テラス照明は、防災船着場への経路確保といった防災面への整備効果も期待できる。この照明には、災害時の停電に備えて非常電源設備を併設しており、最低限の明るさが二夜間は保たれる仕様としている（写真—5）。



写真—5 隅田川テラスの照明

5. おわりに

河川施設の耐震・耐水対策事業の目的は、想定される最大級の地震による地震、津波被害から都民の生命・財産を守ることと、首都東京の中核機能を保全することである。堤防や水門、排水機場に、大地震に耐える強さを持たせ、安全・安心な高度防災都市東京を目指していく。今後も災害対策を万全なものにしつつ、水辺の利活用を促進させるための総合的な戦略を立案し、水辺空間の魅力も更に高めるように様々な施策を進めていく。

JICMA

《参考文献》

- 1) 東京都建設局河川部：東京の低地河川事業，平成29年2月
- 2) 東京都建設局：東部低地帯の河川施設整備計画～地震・津波に伴う水害から300万人の命と暮らしを守るために～，平成24年12月
- 3) 東京都：防災船着場整備計画〈改訂版〉，平成28年1月

【筆者紹介】

久保 嘉章（くぼ よしあき）
東京都江東治水事務所
内部河川工事課 耐震設計担当
課長代理



深層学習方式を活用した河川のコンクリート護岸の劣化領域抽出

天 方 匡 純

都市部を流れる掘り込み河道と呼ばれる河川形態の河道法面には、一般的にコンクリート護岸が張り巡らされている。これらのコンクリート護岸は概ね河川延長全体にわたって整備され、老朽過程に応じた適切な管理が必要である。しかし、現時点では、技術者の目視情報を中心とする極度に人的資源に依存した定性的管理が主体となっており、定量的データに基づいた合理的で生産性の高い管理を実現するため、ICT等を活用した新たな管理技術の適用が望まれる。上記を踏まえ、本稿では、コンクリート護岸前面の劣化情報の一つであるヒビを対象を絞り、カメラ等で捉えたデジタル画像からAIにより自動でヒビの位置・形状を抽出する技術を紹介する。

キーワード：人工知能，深層学習，維持管理，都市河川，コンクリート護岸

1. はじめに

我が国の社会資本は戦後の経済社会の発展に対応して整備され、投資額もGDPの成長と共に伸びてきた。近年、それらの施設が老朽化の兆しを見せ始めたことで、社会資本施設の適切で計画的なメンテナンスの実現が大きな課題となっている。河川行政に目を向けると、国管理区間では河川毎に河川維持管理計画が策定され、巡視点検等も頻度よく実施され、維持管理のPDCAサイクルを回す動きが見られる。一方、国以外の地方自治体等が管理する区間では管理河川が多く、財政制約も大きいため、国管理区間のような手厚い河川管理が難しい状況にある。しかし、平成29年7月九州北部豪雨でも確認されたように、局所的な集中豪雨の規模・頻度が大きくなるに従い、流域面積の小さい地方自治体等の管理区間での水害リスクが高まっており、当該区間においてもより適切な河川管理・

維持管理が求められるようになってくると考えられる。

一方、Web環境の普及に伴うデジタルデータの増加、計算機能やデータ保存機能の向上・安価化、そして、計算モデルの工夫等を背景として、人間が教えずとも機械が自ら画像の特徴を掴み画像に写る物体・シーンの認識ができる技術が汎用化されてきている。そこで、土木や農業といった人間の目による確認行為が重要な作業プロセスとなっている産業への上記技術の適用が期待されているところである。

2. 河川のコンクリート護岸のヒビの把握

現在、維持管理を目的とした河川のコンクリート護岸の状況確認は、図-1の上段のフローに従い実施されている。このように、①全体（あるいは部分）区間のコンクリート護岸のヒビの状況・位置の概要確認、②主なヒビの箇所（あるいは区間）の選定、③選

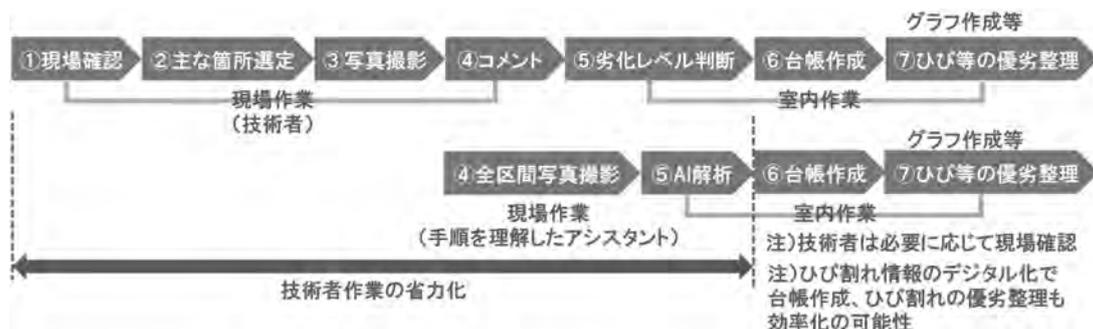


図-1 AI導入前後の維持管理行為の差異

定箇所・区間のヒビの写真撮影，④ヒビの状況のコメント（文字記録），⑤ヒビの劣化レベル判断，⑥台帳作成，⑦ヒビの状況の優劣整理，等に細分化される。このうち，図-1の下段のフローのように，画像データとAIを活用してヒビの自動抽出が可能になると，技術者による①⇒②⇒③⇒④⇒⑤の工程が，アシスタントによる全体区間の写真撮影，そして，AI解析といったフローに代替される。この結果，河川の維持管理に携わることができる人々の裾野が広がり，技術者不足の解消や生産性向上に繋がる。また，AIの解析結果はデジタル情報として生成され，その生成データを活用する様式とすれば台帳作成労力が軽減でき，経年的なヒビの変化追跡も定量的に可能となる。本稿では，このフロー変換の根幹となる，デジタルカメラ画像を通してヒビの抽出が可能となる技術を紹介する。

今後，ドローン等を利用して写真撮影を自動化することで，河川の維持管理の効率化は飛躍的に進むと考えられる。更に，画像を介したコメント作成も自動で可能になると考えられ，台帳作成工程全体の自動化が視野における時代となっている。

3. 深層学習方式の概要

本稿にてデジタルカメラ画像を通してヒビを抽出し

た技術は，深層学習方式と呼ばれるものである。深層学習方式は，人工知能技術の一部であり，2012年のILSVRC（ImageNet Large-Scale Visual Recognition Challenge）（大規模画像データベースを活用した画像認識技術コンテスト）において，カナダのトロント大学が当該方式を採用して従来手法の画像認識精度を約10%も向上させ，一挙に注目を集めた。その後，世界中の企業や大学で深層学習方式の研究が積極的に行われることとなり，現在でもその勢いは継続している。

深層学習方式は，図-2（左）の単純パーセプトロンを基に入力層，隠れ層，出力層からなるネットワークを形成し，図-2（右）のように隠れ層の数を膨大に複層化することで，自らがデータの特徴量を認識できるようになっている。層を深くすることで，何故，自らデータの特徴量を認識できるようになるかは明らかになっていないが，この技術をベースに新たな応用技術も次々と報告されている。

「自らデータの特徴量を認識する」とは，図-3に比較する通りである。これまで，あるデータの特徴量は，人間の手で機械に教えられてきた。例えば，数字の3という画像を機械に識別させる過程は，人間が数字の3の特徴と考える形状的特徴データを抽出して機械に学習させ，他の数字の特徴データとの違いを統計的に区別させるというものであった。この特徴量を機

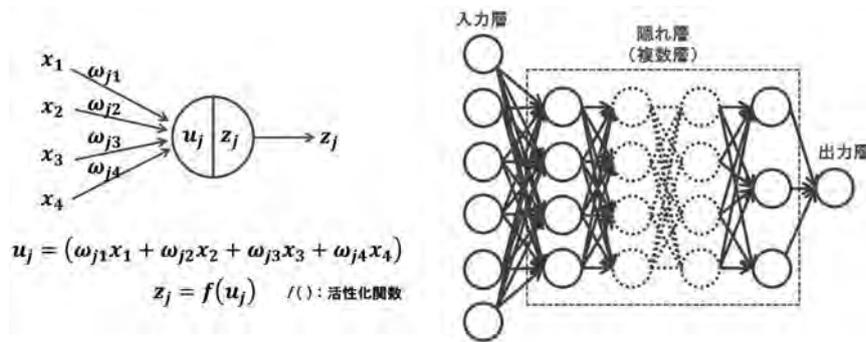


図-2 単純パーセプトロンとディープラーニングの構造

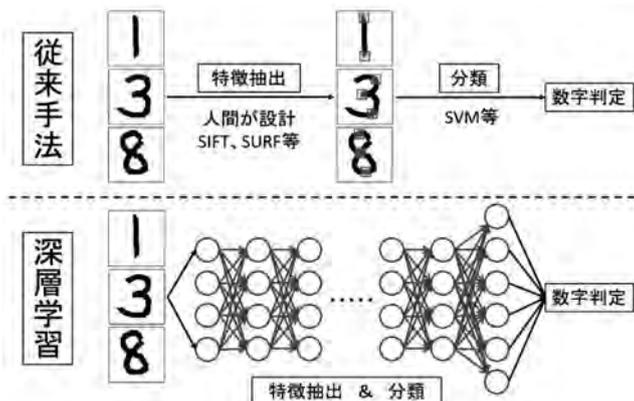


図-3 自ら特徴量を抽出すること

械に学習させるプロセスは多くの作業量を伴い、あらゆる物体・事象等の特徴量を学習させようとするとう人間の作業量は際限が無くなる。また、物体・事象によっては何を特徴量として抽出するかの判断も難しい。この結果、これまで自ずとその開発スピードは限定的とならざるを得なかった。しかし、深層学習方式の登場により大きな制約となっていた物体の特徴量の抽出を機械自らが行えるようになった。未だ利用用途は限られるが、特に画像認識分野では技術進歩が驚異的であり、自動運転を始めとした産業への応用も積極的に試みられている。

画像認識分野における深層学習方式の適用は、図4の3つの手法が主となる。このうち、本稿においてヒビの検出に用いた手法はSemantic Segmentationと呼ばれる手法であり、図4の3つの画像認識手法の中で最も複雑な命題となる。この手法は、ピクセル単位で一画像内の複数物体分類を実現し、物体の形状・位置・ラベルを検出する。ただし、この命題を機械が解決するためには、「学習」と呼ばれる行為が必要である。「学習」は、何も描画されていない画像にヒビを描画した画像を生成する画像変換関数のパラメータを最適化する行為であり、学習データと計算データの比較によりその誤差を最小化する繰り返し計算が進められる。ヒビの特徴量を適切に抽出するため、様々なヒビの画像を学習してヒビというものの特徴量・概念を機械に理解させる必要があるが、今回は河川のコンクリート護岸のヒビの画像のみを学習対象とした。

4. 学習データの作成

機械がヒビの特徴量を掴むための学習データは、デジタルカメラで撮影した河川のコンクリート護岸の画

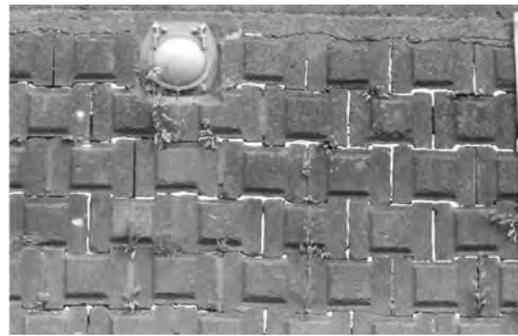


図-5 学習データの作成イメージ

像に土木技術者がヒビと判断した箇所を図5のようにマーキング（白塗りの箇所）して作成した。このような画像を100～200枚用意し、機械にヒビの特徴量を覚えこませた（開発過程でもっと少ない枚数でヒビを十分に再現できることを確認した）。また、土木技術者のみで学習データを作成すると時間や費用等の制約が大きくなるため、ヒビと判定する判断感覚を共有した上で複数人の素人の方にヒビを描画して頂き、その複数データを統計処理することで土木技術者と同等の学習データを作成できることも確認した。

5. モデルの作成

モデル作成に当たっては、上記の学習データを教師として、深層学習モデルのパラメータを微妙に変化させる行為を繰り返し、学習データと計算データの誤差精度を所定のレベルまで低減する。この際、特定の学習データだけでなく、同じくマーキングした雑音的な役割を果たすデータを与え、その（汎化）誤差精度も低減することを確認しながらモデルの汎化性を確保している。雑音的に与えたデータを含むデータ群に対して汎化誤差が悪化する現象を過学習と呼ぶが、そのような現象は発生せず計算を終了している。



図-4 ディープラーニングによる主な画像認識手法

当初、河川のコンクリート護岸といったパターン性の強い表面模様を有する画像を何枚も与えることで過学習が進む可能性も想定していたが、ミニバッチと確率的勾配降下法を組み合わせた統計的収束計算が過学習を抑える結果となり、実務上問題のないヒビ検出精度を有する機械・モデルが誕生した。

6. テスト結果

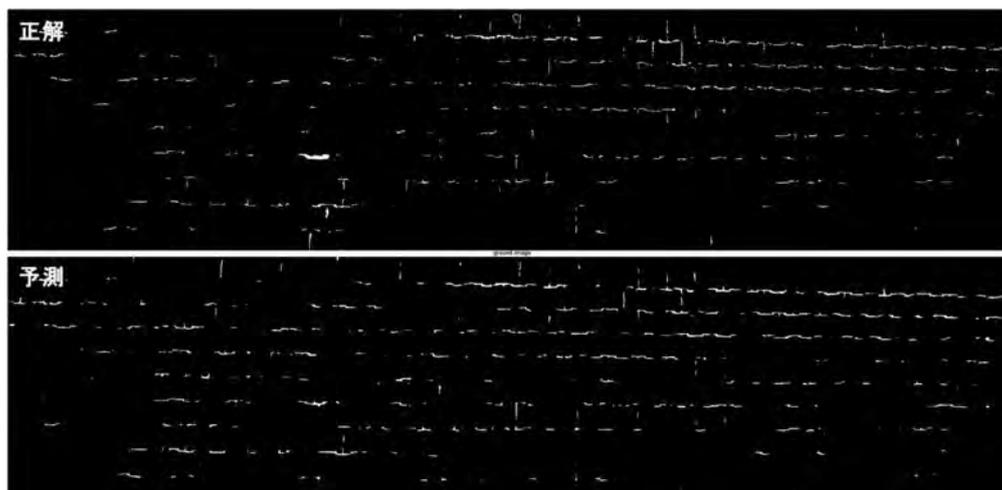
モデル作成後に、教師として活用していない画像データのテスト結果を図一6と図一7に示す。上段の正解画像は土木技術者がヒビを描画した画像であり、下段の予測画像はAIがヒビを生成した画像である。図一6の画像はヒビの多い区間、図一7の画像はヒビの少ない区間であるが、両区間のAI生成画像とも土木技術者の描画を良く再現しており、河川のコンクリート護岸のヒビ記録にあたっては、問題のない精度を確保していると判断している。

7. 今後の課題

河川には図一8のように様々な表面模様のコンクリート護岸が整備されており、一つの河川においても数種類の表面模様が確認される。しかし、一つのコンクリート護岸の表面模様を学習しただけでは、その他の模様のヒビ検出精度を十分に確保できない。そこで、同一河川内の数種類の表面模様のヒビを改めて学習したところ、適切なヒビ検出精度を確保できることを確認した。同じように、今後は、河川のコンクリート護岸の様々な表面模様のヒビを学習し、汎化性の高いモデルを構築していく予定である。

更に、ヒビは河川のコンクリート護岸だけでなく、様々なコンクリート構造物に発生するものである。これらの他コンクリート構造物のヒビについても学習を進め、より「ヒビ」という特徴量を適切に抽出できるモデルを構築することが重要である。

一方、人間が目についた物体の尺度を定量的に判定



図一6 ヒビが多い区間の計算結果の再現精度（上段：土木技術者描画ヒビ，下段：AI生成ヒビ）



図一7 ヒビが少ない区間の計算結果の再現精度（上段：土木技術者描画ヒビ，下段：AI生成ヒビ）



図-8 様々なコンクリート護岸模様のヒビ生成結果

できないのと同様に、カメラ画像を処理した今回のヒビの判定成果は尺度を持たない。つまり、本稿の技術ではヒビの幅や長さの判定は困難であり、ヒビの位置と形状を生成できるのみである。理想的には幅・長さの数値属性を含めたヒビの判定が可能となることが好ましく、カメラ画像を通して抽出したヒビ情報に尺度を持たせる技術開発は今後の大きな課題である。

8. おわりに

建設業界の生産性向上を目指したAIの技術開発の出口は、POC (Proof of Concept) ではなく、実業務の作業フローへの具体的な介在である。このため、AIをエンジンとしたアプリ開発までの視点が必要不可欠であり、現実世界とデジタル世界を繋ぐインター



図-10 解析結果表示イメージ図

フェース（接点）を意識した総合的なプロデュースが必要となる。ただし、その接点は人間でもロボットでもドローンでも構わない。本稿で紹介した深層学習方式の解析ツールも現実世界における具体的な作業フローへの介在を目指し、図-9、図-10のようなシステムを鋭意開発中である。

J C M A



図-9 システムイメージ図

【筆者紹介】

天方 匡純 (あまかた まさずみ)
 八千代エンジニアリング株式会社
 技術推進本部 技術開発部 AI開発ユニット
 専門部長



自律航行型 (ASV) 地形計測システムによる 河川点検・維持・管理

大 竹 剛

社会インフラを巡っては施設の老朽化が進む一方、点検作業に従事する労働人口の減少により、適正な維持管理を行う上で深刻な事態をきたしている。

そこで国の施策である社会インフラ用ロボットの開発・導入に係わる試行的導入支援業務に参画、河床地形（洗掘、堆砂等）と護岸（水面上部、水中部）の劣化損耗等を点検、把握するためラジコン操作や自律航行が可能なロボット船をプラットフォームに、スワス音響測深機、水中音響カメラ、写真測量機器を搭載し、探査を行うロボットを開発した。

キーワード：河川点検, 維持・管理, 極浅水域, 小型・軽量, 社会インフラ用ロボット

1. はじめに

わが国の社会インフラの現状は、多くの施設の老朽化が進む一方、社会情勢として人口減少や少子高齢化が進み、建設業における労働者の高齢化、離職等により労働人口が大幅に減少し、施設の維持・管理に深刻な状況をもたらしている。このような重要な課題に対し、効率的かつ効果的な対応を行う技術を開発することが求められている。

一方、国土交通省及び経済産業省は共同で平成25年度に「次世代社会インフラ用ロボット開発・導入検討会」を設置し、現場の実情と技術の現状を摺り合わせて検討を行い、開発・導入に向けた重点分野を策定した。

そこで、その一環である「水中」分野での施設（水底部、護岸部等）の適正な維持・管理を行うためのロボットを開発した。

また、ロボットの開発、導入に力を入れている茨城県で、ロボットの改良、実証試験の実施にあたり支援を行う「いばらきロボット実証試験・実用化支援事業」で採択を受け、ロボットの改良や実証試験を行った。

2. 開発の背景

従来、河床の状況を把握するには河川の横断方向に測量船を航行させ、シングルビーム音響測深機による測線直下の水深を計測する手法が一般的である。しかしその手法では面的な河床情報を取得できないことか

ら、河床の正確な地形状況を把握するには支障をきたしている。

そこで河床状況を面的に探査するため、スワス音響測深機の導入を検討する事とした。スワス音響測深機は音波を水底に向けて120°～160°の角度で扇状に発射することから広範囲の地形状況を把握することができる（図-1）。ただし、一般的に使用されているスワス音響測深機（マルチビーム）はある程度の水深が必要であり、河川上流域や浅瀬での計測には不向きである。その課題を解決するため、浅水域向けの測深に適した音響測深機（C3D）を採用する事とした。

また、計測に要する時間短縮（高速化）、測量船が進入不可能な狭隘水域での計測やロボット本体の運搬、河川への投入・回収が容易に行えるよう小型で軽量の船をプラットフォームとした。

試作した河床点検ロボットを国土交通省及び経済産

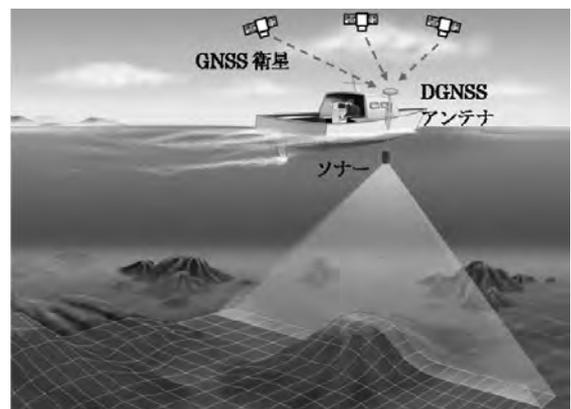


図-1 スワス音響測深機計測イメージ

業省の「次世代社会インフラ用ロボット開発・導入に係る試行的導入事業」に応募した結果、「試行的導入を推薦する」との評価を受け、併せて茨城県がロボットの開発、導入に向けて支援を行う「いばらきロボット実証試験・実用化支援事業」で本ロボットが採択され、それぞれに実証試験を行った。

3. ロボットの概要

(1) ロボットの特徴

本ロボットの寸法、重量及び推進能力を表一に示す。

表一 1 ロボット寸法・推進能力

寸法・推進能力
全長:約3m
全幅:約0.8m
重量:約60kg
最高速度:約3ノット

次にロボットに搭載する測量機器であるが、まず河川の点検は以下の項目とした。

- ①河床の洗掘・深掘れ・堆砂堆積の状況を把握する「河床の点検」。
- ②水中部における護岸の破損状況や消波ブロック等の設置状況確認する「施設（水中部）の点検」。
- ③水上部における護岸や諸施設の状況確認する「施設（水上部）の点検」。

そこで、船底中央部にスワス音響測深機、船底後尾に水中音響カメラ、プラットフォーム上部に写真測量用カメラを装備した。

その他、関連する搭載機器を図一2、表一2に示す。

ロボット本体の運搬・移動についてはロングバン型の車両に積載し、急傾斜地等の地形を除いて、台車に乗せたまま河川へ投入・回収する事ができる。



図一2 ロボット全容

表一 2 その他搭載機器等

機器名
動揺センサー
GNSS測位機・受信機
方位センサー
データ収録用PC
遠隔操作用Wi-Fi送受信機
リチウムイオンバッテリー

(2) 河床の点検

河床の点検としては、定期的に行われている横断測量の成果により近年の河道変化の状況を踏まえ、定点観測や平水位における固定点からの河床状況写真撮影が行われている。しかし、点あるいは線の情報だけでは適正な管理計画立案や危険箇所を把握するのに膨大な時間と経費が掛かり、支障をきたしている。

そこで、短時間で面的に広範囲の河床地形を計測できるスワス音響測深機を用いる事とした。本ロボットに搭載するスワス音響測深機は、従来のものよりも観測幅が広いこと測線間隔を広く設定することができ、効率良く、かつ効果的に計測が可能であることから現場作業の負担が軽減される。

計測可能な水深は、測深機の性能自体は50cmくらいまでの浅瀬から水深200mまで可能であるが、実際はロボットが進入できる70cmくらいまでが限界である。

計測の幅はセンサーから扇状に音波を発射するため、水深に左右される。水深が深くなるほど計測幅が広がり、水深の5～8倍の幅で計測が可能である(図一3、表一3)。



図一3 C3D 音響測深機

表一 3 C3D 音響測深機仕様

規格・形式	性能
C3D-LPM	周波数: 200kHz
	レンジ: 25~300m (片側)
	測深分解能: 5.0cm
	測深点数: 最大2000点
	測深ビーム幅: 1° (前後方向)
	パルス長: 25usec~1msec

(3) 施設（水中部）の点検

護岸や堤防の水中部の点検，あるいは水中の消波ブロック等施設の設置状況を把握するには，潜水士による触手，目視により変状箇所を探索，必要に応じて写真や動画撮影を実施するのが一般的である。しかしながら，潜水士の護岸点検における熟練度や主観等の個人差，水中の透明度の度合いといった環境面等により正確な現状を把握するには限界があるとともに，河床点検と同様に膨大な時間と経費が掛かるといえる。

そこでロボットに，濁水中でも明瞭な画像を得られる水中音響カメラを搭載する事とした。この音響カメラは，MHz 領域の 2 種類の超音波を使用し，前方の水中状況を高分解能で映像化できる水中可視化装置である。

音響カメラは，物体からの反射音波を映像化するため，従来の光学式カメラでは明瞭な画像を撮影できない濁水中や暗闇の映像も実時間の能動表示映像として取得することができる。よって，立ち入りできない水域の探索，目標物の定点監視，視界の悪い都市港湾域や岸壁周辺等で，潜水作業に代わる最終確認手段として有用である。

撮影している対象物の状況は，ケーブルにより PC に接続してリアルタイムに状況を確認することができる（図-4，表-4）。



図-4 水中音響カメラ

表-4 水中音響カメラ仕様

規格・形式	性能
ARIS	最大有効レンジ：35m（探知モード） 15m（識別モード）
	最小レンジ：0.7m
	レンジ分解能：3mm
	周波数：1.1MHz（探知モード） 1.8MHz（識別モード）
	ビーム幅：水平0.5°（探知モード） 0.3°（識別モード） 垂直14°

(4) 施設（水上部）の点検

護岸や堤防の水上部の点検については，従来は徒歩あるいは自転車等を利用して目視で実施することを基本としており，必要に応じて変状の規模（長さ，幅，深さ）をスケール等による計測を行っている。この点検も人力で行うため，点検者に負担が掛かってしまう。

そこでデジタルカメラにより写真測量の原理を応用して，ロボットを航行させながら対象物の連続した写真を撮影する事とした。ロボットにより，人が立ち入りできない場所や危険な箇所も水上からの視点で点検を行う事ができる（図-5，表-5）。



図-5 写真測量用カメラ

表-5 写真測量用カメラ仕様

規格・形式	性能
Nikon1 V3	画素数：1839万
	焦点距離：10mm
	撮像素子：13.2×8.8mm
	インターバル撮影：1s間隔

(5) ロボットの操縦（船体のコントロール，データの収録・送信）

ロボット本体の推進，旋回等の操作は，デジタル・プロポによるマニュアル方式と，最大 100 点を順番に通過させる自律航行方式とした。二つの操作方式の切替えは，手元のコントローラーで容易に行う事ができる。

取得したデータは，ロボットに搭載しているデータ保存用 PC に格納する。また，地上基地局の PC では音響測深機による河床の計測範囲と音響カメラの映像がモニタ上にリアルタイムに表示され，計測漏れ等を防ぐことができる。

ロボットの計測イメージを図-6 に，成果イメージを図-7 に示す。

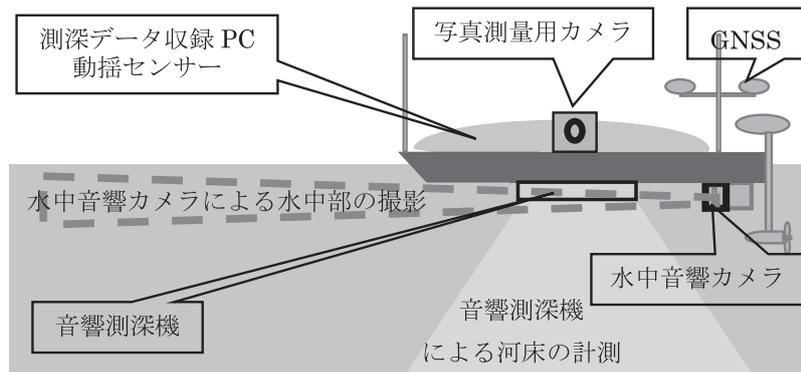


図-6 計測イメージ

◆得られる成果イメージ

◆ステレオ写真測量

- ・護岸点検図(水上部)
- 水上護岸の点検
- ・護岸点群データ
- クラック等の大きさ(約10cm以内)がわかる

ステレオカメラによる画像イメージ

◆水中音響画像 (ARIS画像)

- ・護岸点検図(水中部)
- 濁水中でも鉄筋の露出を確認することができる
- コンクリートの剥離を確認することができる
- 10cm程度の鉄筋や剥離の大きさを測ることができる(1cmオーダー)

ARISによる画像

◆スワス測深

- ・河川地形図(深掘・洗掘・河床地形形状・深淺等の鳥瞰図・等深線図)
- ・河床の標高を把握(1cmオーダー)
- ・底質区分(河床材料)

鳥瞰図

図-7 成果イメージ

4. 試行的導入・実証試験

(1) 試行的導入 (国土交通省, 経済産業省)

国土交通省と経済産業省は平成 25 年度に共同で「次世代社会インフラ用ロボット開発・導入検討会」を設置し、社会インフラの老朽化の実情、点検手法の実現場での状況、新技術の開発・導入の現状等を考慮して、五つの重点分野で社会インフラの点検を支援するロボットの開発・導入を策定した。その中で、河川の維持管理を適正に行うための「水中(ダム・河川)」分野で「近接目視の代替」、「堆積物の状況把握」に対応できるロボットを民間企業や大学等から募集した。直轄の実現場で検証・評価を行って開発・導入を促進する事業であり、当時開発中であった本ロボットを応募し実現場で検証した結果、「試行的導入を推薦する」と評価された。その後、ロボットの導入に向けての各種マニュアル作りのための基礎資料となる実証試験を行った。

探査の成果図(一例)を図-8に示す。

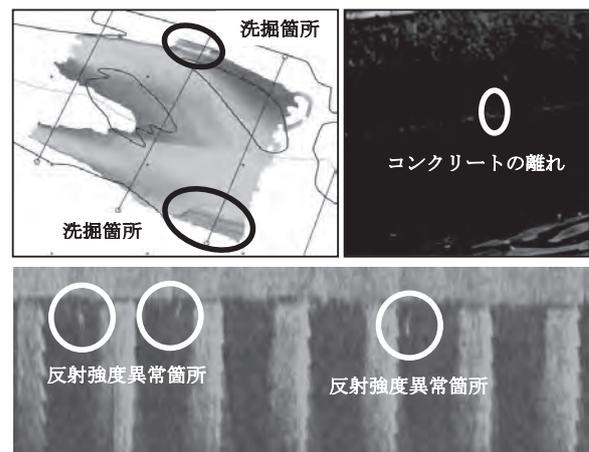


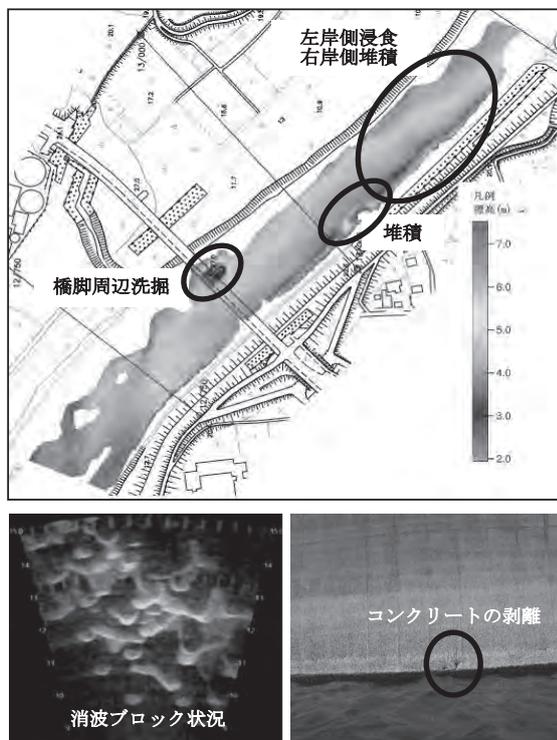
図-8 試行的導入成果図(一例)

(2) 実証試験 (茨城県)

茨城県では平成 27 年度より県の補助事業で、研究・開発中あるいは機能拡充中のロボットに対し、改良・実証試験に係る経費の補助(上限あり)、改良・実証試験の助言、報道機関への情報提供(PR活動)といった実用化に向けての支援を行う「いばらきロボット実

証試験・実用化支援事業」が導入されている。本事業には平成 28 年度から参加（採択され）しており、茨城県内の直轄河川と県営漁港で実証試験を行った。

探査の成果図（一例）を図一 9 に示す。



図一 9 実証試験成果図（一例）

5. おわりに

本ロボットは、すでに直轄の事務所で実績を作りつつあり、河川事業に限らず、港湾、海岸、ダム事業への導入に向けて技術紹介を実施している。搭載するセンサー類も今回紹介した機器以外に、あらゆる場面で必要な機器を選択できるロボットである。

また、近年は水中を透過するレーザー機器を航空機に搭載（ALB）し、空から広範囲に水中浅部の河床地形を計測する技術が導入されている。この技術との連携により、航空機で広範囲を概査的に探査し、その結果により変状箇所やデータの欠測箇所を本ロボットで局部的に探査することでより効率の良い河川点検が実施できる。

今後はこのような新技術を付加・連携させることにより常にユーザーニーズに貢献できるよう会社を挙げて取り組んでいく所存である。

JCMIA

【筆者紹介】

大竹 剛（おおたけ つよし）
 (株)アーク・ジオ・サポート（AGS）
 営業部
 担当課長



河川維持管理に資する水中点検ロボットの開発事例紹介

清 成 研 二

平成 28 年度、国土交通省により「次世代社会インフラ用ロボット」の試行的導入が実施された。本報では、ロボット開発・導入が必要な5つの重点分野のうち、水中維持管理技術（河川）に資する水中点検ロボットの開発事例を取り上げ、試行的導入とその後の実用化に向けた取り組みを中心に紹介する。
 キーワード：河川維持管理、河道、護岸、点検、次世代社会インフラ用ロボット

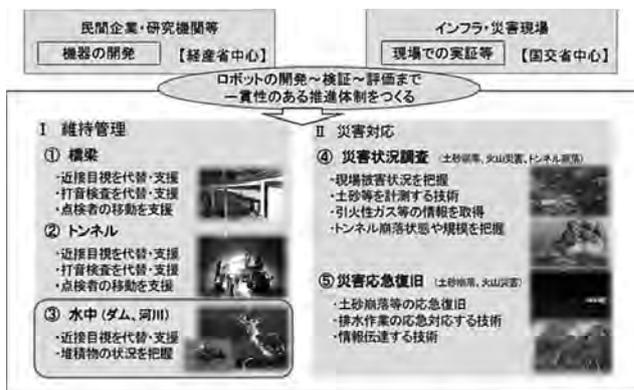
1. はじめに

平成 25 年 6 月に閣議決定した「日本再興戦略」に基づき、同年 11 月、インフラ老朽化対策の推進に関する関係省庁連絡会議において、「インフラ長寿命化基本計画」が取りまとめられた。この計画では、点検・診断の結果に基づき必要な対策を適切な時期に、着実・効率的・効果的に実施し、取り組みを通じて得られた施設の状態や対策履歴を記録して次の点検・診断に活用する、「メンテナンスサイクル」の構築と発展が重要とされている。一連のメンテナンスサイクルを継続し発展させていくには、インフラの安全性・信頼性の向上、維持管理・更新業務の効率化、に係る新技術の開発・導入が重要で、産学官が連携して研究開発を促進し、生み出された新技術を積極的に活用することで、メンテナンス産業にかかわる市場の創出と拡大を図っている（表一）。

同年 12 月、国土交通省と経済産業省が「次世代社会インフラ用ロボット開発・導入」の取り組みを開始

表一 「インフラ長寿命化基本計画」における必要施策の方向性

点検・診断	定期的な点検による劣化・損傷の程度や原因の把握 等
修繕・更新	優先順位に基づく効率的かつ効果的な修繕・更新の実施 等
基準類の整備	施設の特性を踏まえたマニュアル等の整備新たな知見の反映 等
情報基盤の整備と活用	電子化された維持管理情報の収集・蓄積、予防的な対策等への利活用 等
新技術の開発・導入	ICT、センサー、ロボット、非破壊検査、補修・補強、新材料等に関する技術等の開発・積極的な活用 等
予算管理	新技術の活用やインフラ機能の適正化による維持管理・更新コストの削減平準化 等
体制の構築	[国]技術等の支援体制の構築、資格・研修制度の充実 [地方公共団体等]維持管理・更新部門への人員の適正配置、国の支援制度等の積極的な活用 [民間企業]入札契約制度の改善 等
法令等の整備	基準類の体系的な整備 等



図一 「次世代社会インフラ用ロボット開発・導入」における5つの重点分野



写真一 水中点検ロボット

した。この施策は、社会インフラ老朽化、少子高齢化に伴う建設産業の担い手不足、大規模災害、への対応を課題に据え、両省が特定した「5つの重点分野」で活躍するロボットを民間企業や大学等から募り、開発を支援し直轄現場で検証・評価を行うことで、ロボット開発・導入を促進する内容となっている（図一）。本報では、5つの重点分野のうち「維持管理—水中（河川）」に資する水中点検ロボット（写真一）の開発事例を紹介する。

2. 河川点検の現状

我が国のインフラは、多くが高度経済成長期に建設されたものであり、老朽化への対策が急務になっている。一方で人口減少・少子高齢化が進行し、働き手の減少が課題となっており、より効果的・効率的な対応が可能な技術開発が求められている。特に長大な河川の維持点検においては、ダイバーによる構造物点検、有人船による深淺測量等が行われているが、点検頻度、点検精度、コスト面等で課題が多い。水上・水中の作業を人に代わりロボットが実施するようになれば、働き手不足や点検頻度の課題は解消され、繰り返し動作が多い様な特定の作業では、点検精度やコスト面で大幅な改善が期待される。

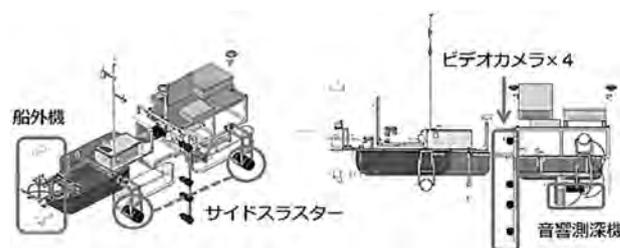
河川管理で用いられる「堤防等河川管理施設及び河道の点検要領」には、治水上の2項目、「河道が所要の流下能力を確保していること」、「堤防等の河川管理施設が所要の機能を確保していること」、を目的とした自然および人口構造物に対する点検事項が広く規定されている(表一2)。平成26年度から2カ年にわたり、国土交通省が実施した「次世代社会インフラ用ロボット現場検証」では、これら河川の点検事項のうち、「河道」および「護岸・護岸基礎部」の水中部の点検に着目し、ロボットの能力や耐久性の確認が実施された。本報のロボットは、平成27年度の「次世代社会インフラ用ロボット現場検証」水中維持管理技術一河川で「試行的導入」の推薦を受け、平成28年度から約2カ年に渡り実用化に向けた改良を施したものである。

表一2 「堤防等河川管理施設及び河道の点検要領」における点検事項抜粋

対象	点検事項(抜粋)	
河道(低水路)	土砂堆積、樹木の繁茂、流木、構造物の沈下、等	
河川管理施設	堤防	土堤 護岸、鋼矢板護岸、根固工、水制工 高潮堤防、特殊堤、聴聞
	河川構造物(周辺の堤防含む)	橋門等構造物周辺の堤防
		構造物本体
		劣化、腐食、沈下、傾き、洗掘、根出し、土砂堆積

3. 水上を移動して河川点検を実施するロボットの開発

平成27年度に、小型無人動力船に計測用台船(河床・護岸の3次元形状を取得する音響測深機と護岸を撮影するビデオカメラを搭載)を連結した試作機を製作し(図一2)、「次世代社会インフラ用ロボット現場検証」



図一2 「次世代社会インフラ用ロボット現場検証」試作機

に臨んだ。河床の洗掘把握と河川護岸の概査を効率的に行う技術として、位置精度、変状把握性能、費用対効果、等の基本要件をクリアし、翌平成28年度に実施される「試行的導入」への推薦を受けた。しかし、点検エリアに向かう移動速度が遅い、0.5 m/s以上の流速環境で思うように制御できない、等、運動性能に課題があり、また、準備・進水・陸揚げ・撤収にも時間を要し、適用現場の拡大や作業全体を通した効率化を実現する改良が望まれた。

試行的導入およびその先の実用化に向け、機体構造を抜本的に見直し、新たな形の機体を設計して改良開発を実施した。主たる改良は、(1)多様な現場条件に則する運動性能の向上、(2)進水・陸揚げ含めた現地工程の効率化、(3)自律航行に向けた操縦システムの高度化、で、以下にその内容を述べる。

(1) 多様な現場条件に則する運動性能の向上

本報のロボットは水上を移動するタイプで、機体側方に取り付けたビデオカメラを護岸に正対させ、横方向にスキャンする形で機体を平行に移動し護岸を撮影する。河川は濁りがあり、その中で変状が把握できる画像を撮影するには、カメラを護岸から0.5 m以内に近づけ、離隔を保ったまま移動する必要がある。この動作の実現にあたり、試作機は、機体下部に取り付けたサイドスラスタを使って正対姿勢を制御した。しかしこのスラスタは、河床計測時や移動時に水中抵抗を生み、推進の妨げとなった。また、動力船と台船の連結構成は、異なるセンサーを使う業務に台船変更のみで対応できる応用性を備えていたが、スラスタ同様に水中抵抗が大きく、河川での点検ロボットとして十分な運動性能が得られなかった。そこで、動力船と台船の連結構成を取り止め一体型の機体とし、推進力向上とスラスタ相当の動作実現を狙って、電動式船外機を機体の前後に2基取り付ける設計とした(図一3)。計測用途であることから、単胴船より安定性の高い双胴船とし、計測に適した速度で河川を自在に動く実績があるレジャーボートのフロートを採用した。フロートおよび船外機前後2基掛けがどこまで機

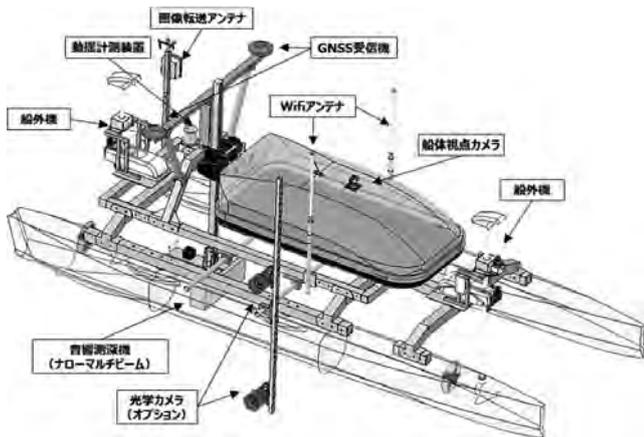


図-3 試行的導入および実用化に向けた改良機



写真-2 仮組による動作確認の様子

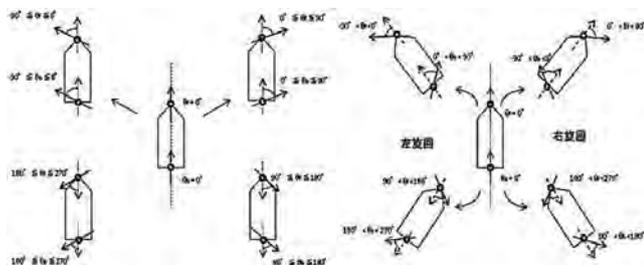


図-4 スライド (左) と旋回 (右) パターン

能するか仮組で検証し(写真-2)、完成時の予定積載重量と音響測深機のモックアップによる水中抵抗を科した状態で、静止水域での航行速度や、前後船外機を同一方向に向けたスライド走行および逆方向に向けた旋回運動(図-4)、等を確認した。

(2) 進水・陸揚げを含めた現地工程の効率化

試作機は動力船と台船の連結構成であったため、現地での艀装に時間を要し、進水時にクレーンで吊り上げる際もバランスや荷重分散に十分な配慮が必要であった。(1)で一体型設計としたことで、艀装時間の短縮につながり、吊り上げ・吊り降しの作業負荷も軽減した。しかし、水上に吊り降した際スリングを外す、

逆に水上から吊り上げる際スリングを取り付ける、等、水上作業は変わらず発生し、進水・陸揚げにおける安全面や効率面の課題は残っていた。そこで、ロボットの発着台となる器具を製造し、発着台ごと吊り降して台上から発進/台上に停止させることで、人が水上作業を介さずとも進水・陸揚げができるようにした。さらに発着台を陸上やユニックの荷台上で安定するようにし、車輪の脱着が可能となるよう加工することで、保管・整備時や運搬時の架台となり、保管・整備 → ユニック運搬 → 現地準備(艀装等) → 進水 → 陸揚げ → 撤収(艀装解除等)、までの一連の作業が滞りなくスムーズに流れるようになった(写真-3)。



写真-3 発着台を使った進水(左)と現地準備(右)の様子

(3) 自律航行に向けた操縦システムの高度化

ロボットによる点検で実現されるべき事項として、現場作業の省力化と安全性の向上があげられる。ロボットが自律航行で水域を点検可能な場合、目視外や通信外の領域までロボットの行動範囲は広がり、現場作業は大幅に省力化され費用対効果が高まる。しかし、環境の予期せぬ変化や外乱により不測の事態が発生する可能性があり、座礁や転覆、流失、衝突による器物損壊、等が起こりうる。あらゆる事態への自律対応は困難であり、ロボットの状態や周囲状況の遠隔監視、マニュアル航行への切り替え、緊急措置、等、人による安全面での監視・対応は残ることになる。このように河川における自律航行での無人点検には課題が多く、まずは支援機能による有人作業の省力化と安全性向上を確実に実現し、その作業データの実績を無人点検の実現に向けて活用する方向性とした。

平成28年度の試行的導入現場では、実質3名でロボットによる河床計測を実施し、うち操縦者と計測オペレーターの2名(残り1名は安全監視)がロボットの操作に関与した(写真-4)。操縦者はプロボを使って目視でロボットを操縦する。計測オペレーターは基地局PCの電子図面上で、ロボットの位置、付近の水深、計測済みの領域、等、刻々と変化する情報をリアルタイムに監視し、計測済みの領域と計画測線を照ら



写真-4 計測オペレーター（左）と操縦者（右）の様子

し合わせながらロボットの方向や速度を操縦者に指示する。計画時には詳細が不明であった河床状況が明らかになるに連れ、座礁等危険回避や測線間隔調整のため、適時に計画を修正する。試行現場で分かったことは、操縦・計測両者の連携が計測作業の効率や精度に大きく影響を及ぼす点であり、相応な成果を得るには十分な作業経験が必要であった。この連携作業や計画変更作業を、ツールやセンサー、プログラムによってオートメーション化・省力化していくことで、属人性を脱却し、短期間の技術習得で誰もが一定品質の成果を得られる構造に変え、ゆくゆくは安全監視とロボット操作の2名による運用に発展させる。この方針のもと、次に、省力化・安全性向上を目指した改良点を述べる。

- ・操縦者がプロポのスティック操作をしなくても、そのまま直進方向にロボットが進むようオートメーション化プログラムを組み込むことで、計画測線のない比較的長い直進航行の操縦負荷を軽減する。
- ・操縦者にプロポとセットでタブレット画面を携行させ、ロボットに取り付けた専用カメラから周囲画像をリアルタイムにタブレットへ送信する。これにより、目視困難な遠方作業で操縦者が周囲状況を確認できるようにする。
- ・ロボットに衝突・座礁回避用のセンサー（水上前方に測距センサー、水中前方に測深センサー）を取り付け、操縦者のタブレットに逐次送信し、数値情報として操縦者が危険察知可能とする。
- ・計測オペレーターが監視している電子図面同様に、測線とロボットの位置・航跡をタブレットの電子図面でリアルタイムに表示し、計測オペレーターの指示を視覚的に確認できるようにする。

4. 計測後のデータ解析処理

本報のロボットは音響測深機とビデオカメラ（HDTV

カメラ）を搭載している。水平方向から傾けて音響測深機を取り付け計測することにより、河床と護岸の両方の三次元点群データが取得可能となる。搭載する音響測深機はR2Sonic社製のSonic2024で、周波数400 kHzの超音波がスワ幅160°で照射され、高密度な三次元点群データが取得される。Sonic2024の測位システムは慣性GPSジャイロを用いて位置と姿勢を取得し、水平精度は0.5～1.0 m、更新レートは最大10 Hzである。またビデオカメラは、水上と水中の画像情報が同時に取得できるように、水上に1台および水中に3台を鉛直方向に並べてロボット側面に配置し、護岸に正対しながら動画像を撮影する。ロボットによる計測データを解析して作成される成果品およびその用途は表-3に示すとおりである。成果品作成処理フローを図-5に、成果品のイメージを図-6に示す。

表-3 成果品一覧

Products	Generation	Use
3D Terrain Model	3D point data, generate from echo sounder and GPS Data.	Grasp the distribution of the abnormality of the River Facility.
Mosaic Ortho Image	Ortho-rectify and mosaic the still images extracted from movie files, aquatic and under-water.	Grasp the situation and measure the scale of the abnormality.
3D Extension Chart	Generate mesh from 3D Terrain Model and paste Mosaic Ortho images.	Grasp the distribution of the abnormality of the River Facility and measure the scale of the abnormality three-dimensionally.

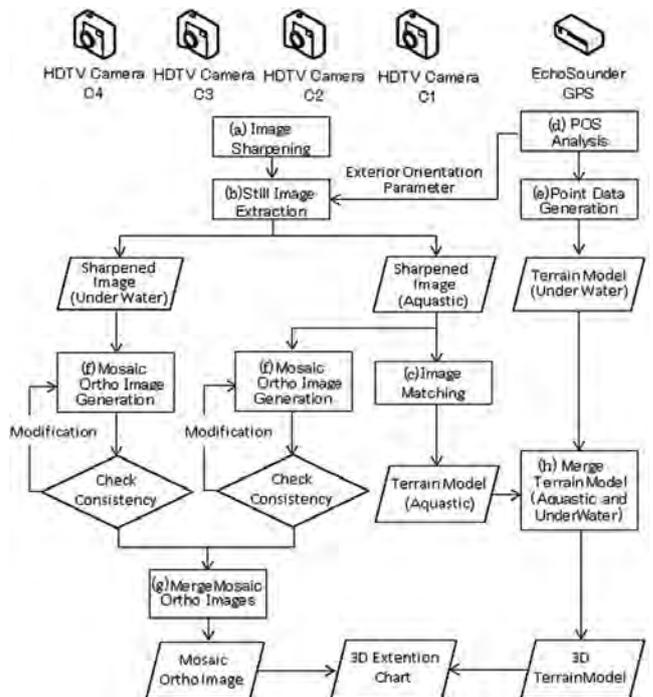
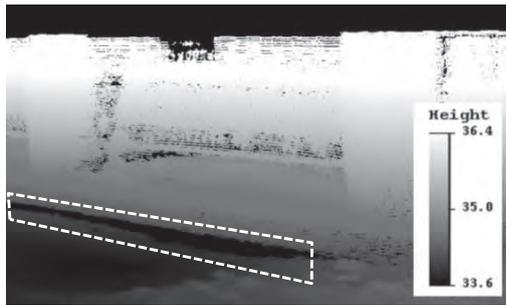
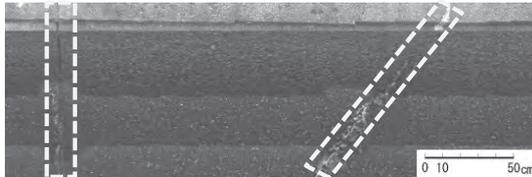


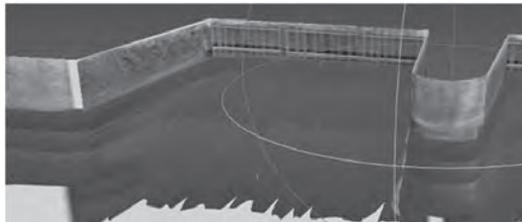
図-5 成果品処理フロー



3D Terrain Model



Mosaic Ortho Image



3D Extension Chart

図一6 成果品イメージ

成果品作成の処理フロー詳細は以下の (a)～(h) に示すとおりである。

(a) 画像鮮明化処理

濁度のある水中でビデオカメラにより撮影された動画は視認性に課題があるため、画像鮮明化処理を施して視認性を向上させる。

(b) 静止画抽出

鮮明化した動画から 15 fps にて静止画を抽出する。

(c) 画像マッチング

静止画間でマッチング処理により対応点を取得して各静止画の位置と姿勢を算出するとともに、三次元点群データを生成する。この処理は水上カメラで撮影した画像についてのみ行う。

(d) POS 解析

国土地理院が 1 秒間隔で観測している電子基準点データを使用して RTK 測位を行い、GPS センサーによって取得されたデータを補正して、精度数 cm 精度の位置情報データを得る。

(e) 点群データ生成

音響測深機によって取得された斜距離データと POS 解析によって得られた位置情報データを用いて、三次元点群データを生成する。

(f) モザイクオルソ作成

静止画とその撮影時の位置情報および、三次元点群データを用いて正射変換し、モザイク処理を行う。

(g) モザイクオルソ統合

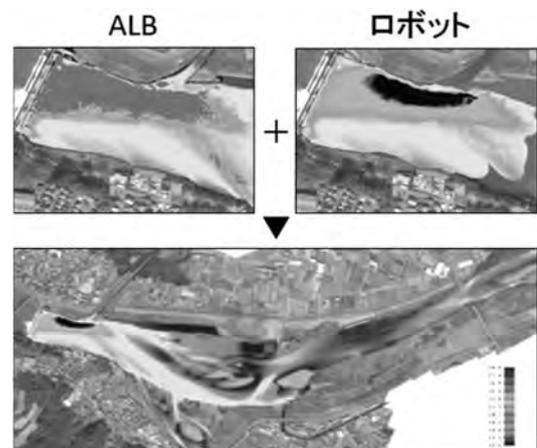
水上カメラおよび水中カメラを用いて作成したモザイクオルソを統合する。

(h) モデル統合

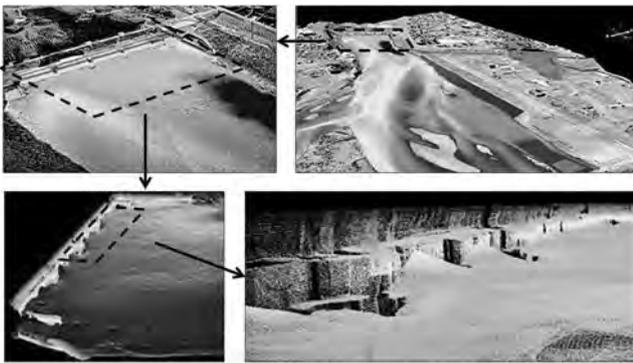
モザイクオルソと音響測深機の三次元点群データを統合し、VRML 形式のデータを生成する。

5. 現場実証結果に関して

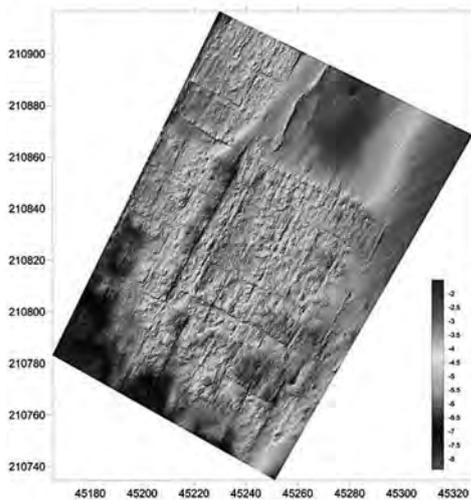
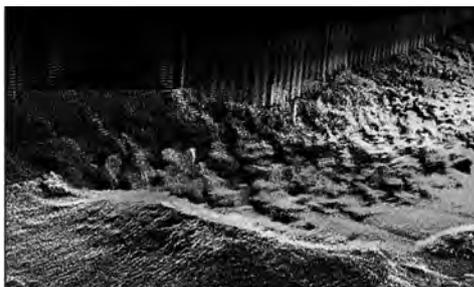
長大な河川の形状を効率的に把握する手段として現在は航空測深システム (ALB) が存在する。水中を透過するグリーンレーザーと近赤外レーザー測距機を航空機に搭載し、高度 400 m の高さから陸上及び水中の地形を面的に測量し、水陸シームレスな三次元点群データを取得するシステムであり、理論上、透明度の 1.5 倍まで測深が可能である。平成 28 年度～平成 29 年度に実施した試行的導入含む現場実証では、現場での実用性検証が目的であり、ALB を使って河川全体を把握し、ALB で捉えられなかった箇所 (水深が深い、橋梁の下、など、濁度や遮蔽物の影響でレーザーが届かなかった箇所) をロボットで水上から補完するシナリオで、水陸シームレスかつ広域・網羅的な河川点群データを効率的に取得することを確認した (図一7)。結果、俯瞰的視点から詳細確認まで、一連の情報を一度に扱うことが可能な成果を得た (図一8)。また、矢板護岸や根固工、護床工、等、水中にある河川管理施設の形状も把握でき (図一9)、沈下や崩れ、陥没、洗堀、等の形状認識による点検への適用可能性を確認した。なお、現場実証で記録した、作業に係る人員・時間等を以下に述べる。



図一7 ALB 欠測箇所をロボットで補完



図一八 俯瞰的視点から詳細確認まで



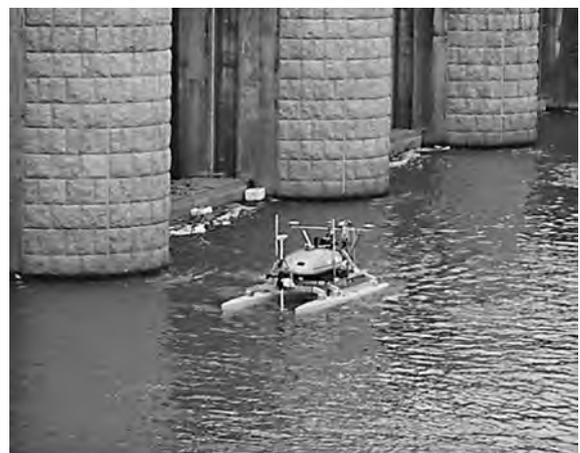
図一九 矢板護岸と根固工(上), 護床工(中), 護床工段彩図

人員：操船者 (1), 計測オペレーター (1), 安全管理者 (1), ユニックオペレーター (1), 警戒船操船者 (1), 計 5 名 (うち 3 名で計測作業)
 時間：艀装・準備時間 (1.5 h), 陸揚げ・撤収 (1.0 h)
 機材：ロボット一式 (本体, プロポ, 基地局, 音響測深機, 慣性 GPS ジャイロ, ビデオカメラ), ユニック, 警戒船

時間当たりの計測量は環境条件 (深さ等) により異なるが, 今回の現場実証では水深 4 ~ 5 m の河川で約 30,000 m²/h を記録している。

6. 今後の展開に関して

開発したロボットが広く活用されるには, 主たるシナリオ「河床・護岸点検」以外にも用途を見出し, 適用可能性を検証する事が重要だと考える。平成 29 年度には, 河床・護岸点検以外の 2 つの業務で試行利用を行った。1 つはダムの地形測量で, ロボットによる計測で得られた横断方向の三次元点群データを使い, シングルビームソナーによる横断測量の精度確認を実施した。ロボットが搭載する Sonic2024 (もしくは相応の音響測深機) は水深 ~ 400 m 程の測深が可能で, ダムの堆砂測量等に利用可能である。ダムは流速がなく往来する船舶も少ないことから, 河川よりロボットの作業条件がよく, 追加開発なしで活用が見込める。また, バッテリー駆動のため, 水域作業の許可が通りやすい利点もある。しかし, 現状は連続稼働が 2 ~ 3 時間であり, 一日作業ではバッテリー交換が必須となることから, 点検エリアが進水ポイントから離れている場合は, 安全監視用ゴムボートにバッテリーを積み水上で交換する等, 作業上の工夫が必要となっている。もう 1 つは, 堰ゲート交換工事に伴い予備ゲートを閉じる際, 直下に異物や堆砂がどれだけあるか確認を実施した (写真一五)。費用面の課題はあるが, 10 cm 前後の分解能から流木等が判別可能で, 施工前に水中の状況を確認し計画に反映する, 施工中・施工後に出来形を確認する, といった応用を見込む。なお, ロボットには, 既存の有人作業を省力化し働き手不足の課題を解決するツールとしての観点もあるが, 人間が作業できない箇所で, 今まで実施困難であった点検



写真一五 堰予備ゲート下の状況確認の様子

を実現するツールとしての使い道もあり、港湾等における危険水域（例えば棧橋下）での適用可能性を検討することも、今後の発展につながるものと判断する。

7. おわりに

現時点ではまだ、操縦者や計測オペレーターの作業負荷が高いが、今後の技術発展、バッテリー容量の向上や充電時間の短縮、危険回避等の安全対策を備えた自律航行プログラムの発達、通信容量の拡大、準天頂衛星による GPS 精度の向上と受信域の拡大、等に伴い、現場作業の省力化・安全性向上が実現していくことになる。本報のロボットは、その第一歩となるプラットフォームで、今後は業務で活用しながら、技術動向を踏まえて部分的な改良やソフト面での充実を図っていく予定にある。2～3年後の近い将来、本報のロボットや類似製品が、河道や護岸点検、浚渫工における出来形測量、ダムの堆砂測量、等で数多く利用されていることを願って本報の結びとする。

なお、今回紹介した水中心点検ロボットは、平成 28 年度から約 2 ヶ年に渡り、「国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）」による助成を受けて開発したものである。

J C M A

《参考文献》

- 1) 「インフラ長寿命化に向けた取り組みと精密計測技術への期待」精密工学会誌 No.80, 2014 年 11 月
- 2) 「河川点検を効率化・高度化するフロートロボットの開発」日本ロボット学会誌 Vol.36, 2018 年 3 月
- 3) 「次世代ロボット」ACTEC ウェブページ (<http://actec.or.jp/robot/>)
- 4) 「Topographic & Bathymetric LiDAR System」Leica Geosystems ウェブページ (<https://leica-geosystems.com/products/airborne-systems/lidar-sensors/leica-chiroptera-ii>)

【筆者紹介】

清成 研二（きよなり けんじ）
朝日航洋㈱
空間情報事業本部 商品企画部
上級主任技師



水中 3D スキャナーを活用した水中可視化技術による インフラの維持管理・点検技術

古殿 太郎・西林 健一郎・大野 敦生

河川・港湾でのインフラ維持管理は、護岸・栈橋の変状や水底の洗掘・土砂堆積、さらには大規模出水や災害時の破損等が対象となるが、構造物の変状や地形変化は、流速の速い水衝部や災害後の濁水中で発生することが多い。従来の潜水士による目視点検では対応できない高流速水域や大水深、濁水中でも水中 3D スキャナーにより効率よく破損・変状の位置・形状・サイズを概査できる技術を開発した。

キーワード：水中 3D スキャナー、クローラー型運搬機、モーションスキャン、ROV

1. はじめに

河川護岸や港湾施設などの水中インフラは、その多くが 1960 年代以降の高度経済成長期に建設されたため老朽化が進み、速やかな点検・維持管理が必要とされる施設は膨大な数になっている。さらに地球温暖化に伴う大規模災害により水中インフラが破損するケースも増加しており、過酷な状況下での点検・復旧が求められている。その一方で水中インフラの点検は、主に潜水士による目視観察を代表測線で実施して全体の状況を推定しており、濁水中や高流速、大水深では調査できないなど課題も多い。

このような課題に対しては、適切な機器の組み合わせと改良、効率的な現地計測方法の検討により、水底やインフラの水中形状を簡易的に“可視化”する技術が有効である。本稿では主に水中 3D スキャナーによる水中可視化技術をご紹介します。

2. 水中 3D スキャナーの概要

効率的な水中インフラの維持管理・点検には、構造物や水底の形状を 3D モデル (XYZ 座標を持つ点群) として可視化することが重要である。そこでマルチビームソナーに比べて周波数が高く、小型・軽量である水中 3D スキャナー (図-1) を導入した。

通常、水中 3D スキャナーは三脚に据え付けて垂下し、着底状態で計測する。当社は水中 3D スキャナーを各種プラットフォームに搭載し、様々なフィールドで効率よく計測するシステムを開発した。機材は、重機が不要で普通車サイズのバン 1 台に積載可能であるた



センサー部	
周波数	1.35MHz
ビーム幅	1° × 1°
ビーム数	256
測定範囲	30m
パン・チルト機能	
水平方向 (パン機能)	360°
垂直方向 (チルト機能)	45° (15° × 3回)

図-1 水中 3D スキャナー

め汎用性が高い。

3. 水中 3D スキャナー計測事例のご紹介

(1) 水中 3D スキャナーの単独計測

(a) 計測方法

2016 年 10 月に、神奈川県横浜市京浜港ドックで国土交通省と海洋調査協会の共同研究実証試験が実施された。実証試験ではドック内に様々な構造物を設置したのち海水を満たし、水中 3D スキャナーを三脚に据え付けて船上から水底に垂下して計測した。湛水前の京浜港ドックの状況と計測状況を図-2 に示す。



図-2 京浜港ドック (湛水前) と計測状況

(b) 計測結果

実証試験は、調査員3名で搬入・組立・計測・撤収を1日で実施した。実証試験では対象区域全体(約50m×25m)の3Dモデルを取得し、各構造物の立体形状を計測した(図-3)。コンクリートブロックの計測結果を実際のサイズ・配置と比較したところ、ブロック形状・配置とも誤差は2cm以下であった。水中3Dスキャナーを水底や水面に固定して計測する事により、高密度・高精度の3Dモデルを取得することができた。

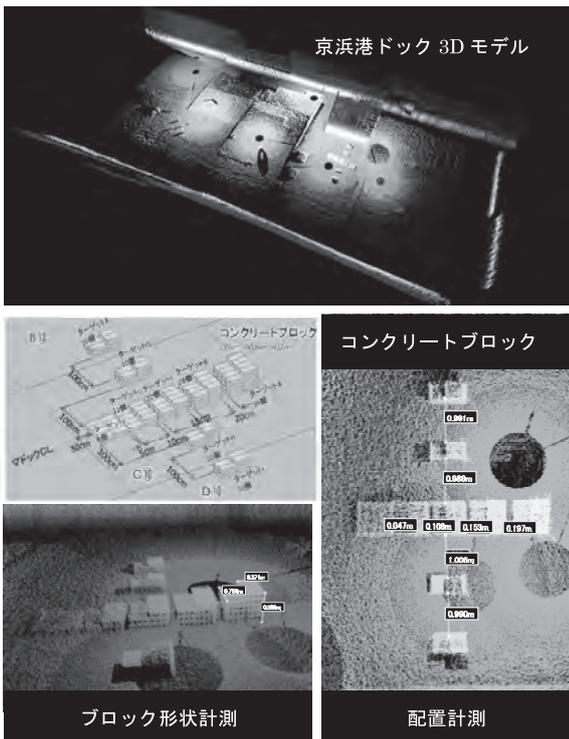


図-3 京浜港ドックとブロックの3Dモデル

(2) クローラー型運搬機 + 水中3Dスキャナー

(a) 計測方法

2015年10月に国土交通省次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の推進 水中維持管理技術の河川現場検証が実施され、水中3Dスキャナーをクローラー型運搬機に搭載して陸上から護岸等を計測した。使用した機材と計測状況を図-4に示す。構造物の変状や地形変化は、流速の速い水衝部や災害後の濁水中で発生することが多いが、クローラー型運搬機に搭載して陸上から計測することにより、流速の早い濁水中でも効率よく破損・変状の位置・形状・サイズを計測することが可能となった。

(b) 計測結果

実証試験は、調査員3名で搬入・組立・計測・撤収を1日で実施した。水中3Dスキャナーによる計測結

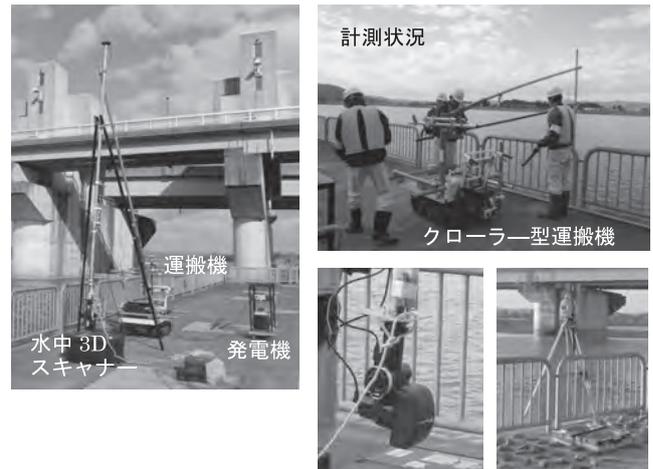


図-4 開発したロボット(左)と水中3Dスキャナー(中), 3Dレーザースキャナー(右)

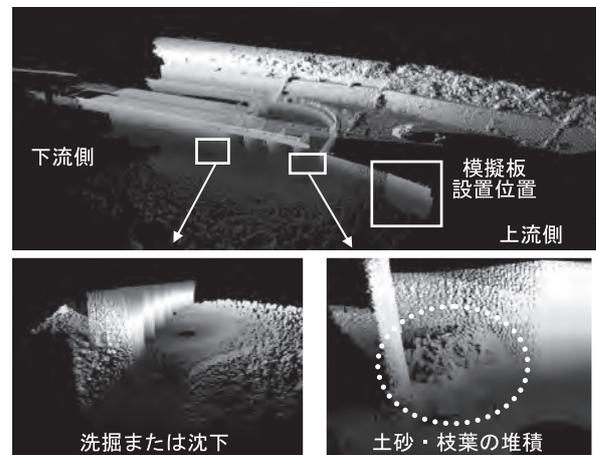


図-5 右岸魚道呑口周辺の3Dモデル

果は、速やかにPC画面上に図示される。魚道呑口前面では上流側で土砂・枝葉の堆積、下流側では洗掘または沈下と思われる窪みを確認した。また作業船の進入が困難な魚道内の形状も計測した(図-5)。

複数回の計測結果をデータ処理ソフトで統合し、さらに3Dレーザースキャナーによる陸上部の計測結果も統合して、シームレスな3Dモデルを作成した。水中インフラを定期的に計測する事により、経時変化を把握することが可能となる。

実証試験では、変状箇所の探索と計測精度確認のために変状に見立てた模擬板が設置された。

水中3Dスキャナーの計測により、魚道呑口の約12m上流で模擬板を発見した。形状の異なる2個の模擬板が河床から1m上方に設置され、模擬板間の距離は約2mであった。複数の模擬板(長さ36~45cm, 幅10~15cm)を計測した際の最大誤差は4cmとなり、概査に要求される誤差10cm未満を下回った(図-6)。

クローラー型運搬機に搭載した水中3Dスキャナー

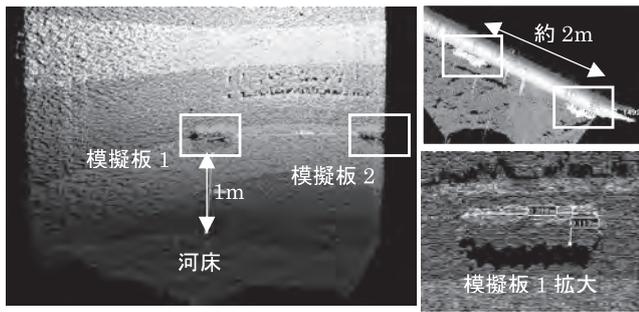


図-6 模擬板の計測状況

による計測は、

- ・濁水中でも面的に形状を把握できる
- ・潜水土点検に比べて費用対効果の面で優位
- ・位置特定精度が高い
- ・現場への搬入・設置・撤去が容易

であることから、次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会 水中維持管理部会で最高評価を獲得し、2016年に試行的に導入された。

(3) モーションセンサー + 水中 3D スキャナー (モーションスキャン)

(a) 計測方法

水中 3D スキャナーと動揺を補正するモーションセンサー、GNSS を調査船に搭載し、船速約 4 ノットで港内の岸壁・栈橋を計測 (以下、モーションスキャン) した。モーションスキャンによる計測状況と使用機器を図-7 に示す。

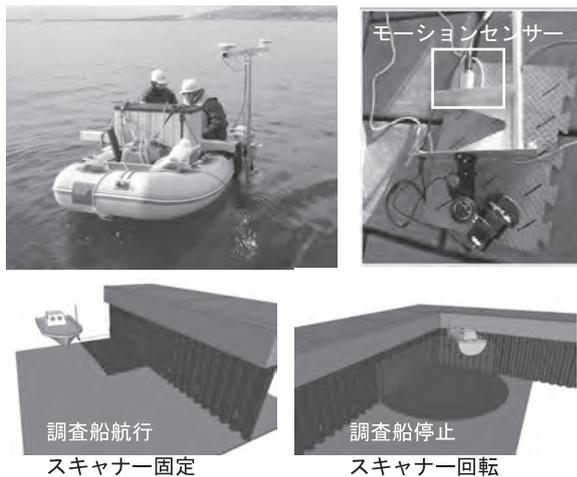


図-7 モーションスキャンによる計測状況

同様の方法で海底地形を計測する音響機器としてナローマルチビームソナーがあるが、ビームが下向きのため水底付近の構造物しか計測することができず、隅角部や複雑な形状は計測できないという課題があった。

水中 3D スキャナーは、ソナーヘッドのパン (左右)・チルト (上下) 回転が可能であるため、上下左右の広い方向に向けて音波を発信することができる。さらに周波数がナローマルチビームソナーに比べて高いため、隅角部や消波ブロック、栈橋など複雑で立体的な構造物の形状を計測することが可能となった。船を静止し、水中 3D スキャナーを 360° 回転させての計測も可能である。一方で、水中 3D スキャナーは距離が 15 m を超えると誤差が大きく解像度も低下するため、水深の深い水域では使用することができない。

(b) 計測結果

モーションスキャンによる矢板護岸隅角部と杭式栈橋の計測結果を図-8 に示す。計測距離は約 1 km、計測時間は約 1 時間であった。矢板護岸や栈橋杭に大きな変状はみられなかったが、護岸隅角部に土砂が堆積していた。

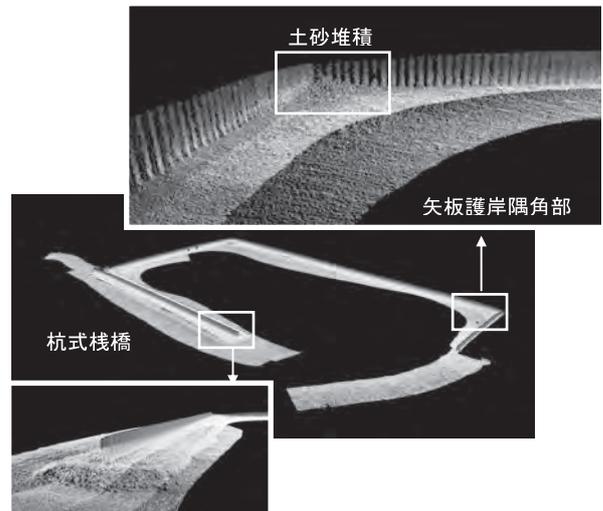


図-8 モーションスキャンによる計測結果

モーションスキャンは、水中 3D スキャナーを水底や水面に固定する計測方法に比べて点群密度は低いが、短時間で最も広範囲を計測できる。モーションスキャンは、2016 年度 国土交通省次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の推進 水中維持管理技術で試行的に導入された。

(4) ROV+ 水中 3D スキャナー

(a) 計測方法

2015 年 11 月に国土交通省次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の推進 水中維持管理技術のダム現場検証が実施され、水中 3D スキャナーを遠隔無人探査機 (Remotely Operated Vehicle: 以下 ROV) に搭載して水中から取水口を計測した。使用した ROV と計測状況を図-9 に示す。

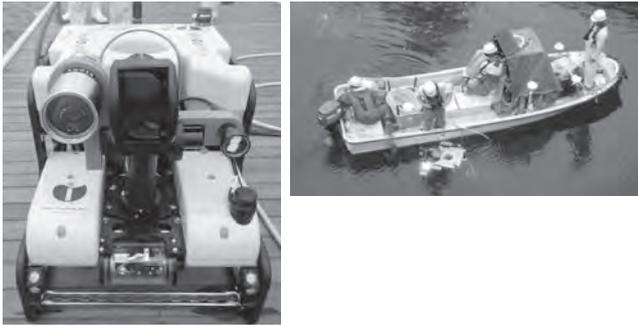


図-9 使用したROVと計測状況

水中3Dスキャナーは最大計測範囲が30mであるが、ROVに搭載することにより水深300mでの使用が可能となった。先述のクローラー型運搬機やモーションスキャンも含めて、調査の目的やフィールドに合わせて適切な計測方法を選択することが重要となる。

モーションスキャンと同様に、ROVにもモーションセンサーが搭載されており、浮遊状態での3D計測が可能である。インフラロボ実証試験や別途実施した海域での魚礁調査では、ROV浮遊・着底状態で計測した。

(b) 計測結果

実証試験は、調査員3名で搬入・組立・計測・撤収を1日で実施し、船からのROV着水・揚収も人力で実施した。ダム取水口前面での計測結果を図-10に示す。堆積物がゲートの上端で確認されたが大きな変状はみられず、取水口の下約5.7mのところに底面を確認した。

水中3Dスキャナーはクラックや5cm以下の小さな



図-10 ROVによるダム取水口計測結果

な変状は計測できないため、目地の状況などはカメラ撮影による画像で確認する必要がある。

魚礁計測結果を図-11に示す。従来の魚探による計測はノイズが多く、魚群形状も平面となるため生物量を正確に推定することが困難であった。水中3Dスキャナーは魚群を個体の集まりとして立体的に計測するため、魚群の体積、密度、構成個体数を計測・推定することができる。さらにROVのカメラにより魚種をイサキと特定した。

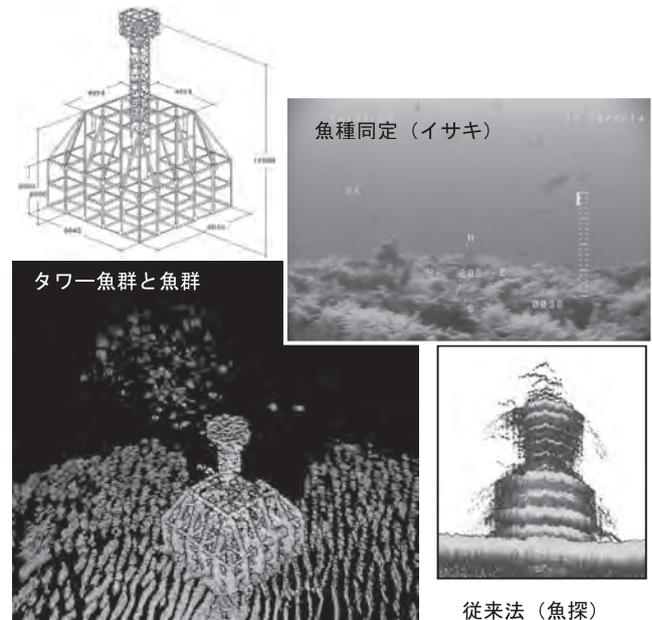


図-11 ROVによる魚礁・魚群計測結果

(5) 3Dモデルの統合

水中3Dスキャナーやマルチビームソナー、陸上の3Dレーザーで取得される3Dモデルは、XYZ座標を持つ点群で構成されるため、統合してシームレスな3Dモデルを作成することができる。

水中3Dスキャナーを三脚や自走式クローラー、ROVに搭載して計測する場合、得られた3Dモデルの位置情報はソナーヘッドを原点とする極座標となる。このような極座標を持つ3Dモデルは、陸上3Dレーザーやマルチビームで得られた公共座標系の位置情報を持つ3Dモデルと統合することにより、位置情報を公共座標系に変換することができる。水中と陸上の3Dモデルを正確に統合するためには、陸上部を干潮時、水中部を満潮時に計測して潮間帯のデータを重ね合せたり、あらかじめ構造物を水中に設置して直接測量で位置情報を取得し基準点とするなど、現地計測時の工夫が重要となる。

マルチビームソナーやモーションスキャン、陸上3Dレーザーのように、計測時にGNSSによる位置情

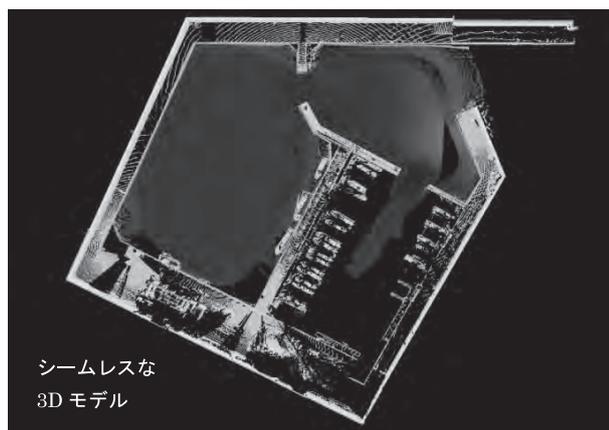
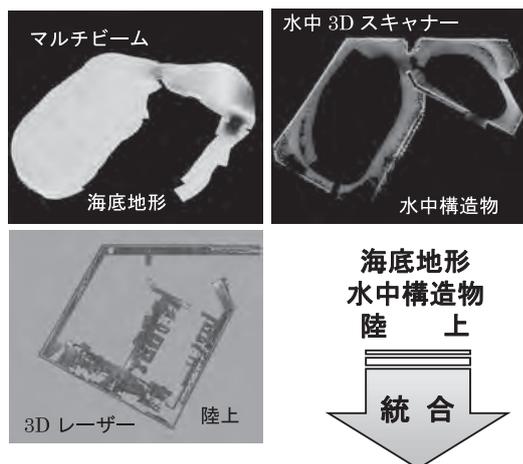


図-12 3Dモデルの統合

報を取得できる場合は、得られる 3D モデルは公共座標系の位置情報を持つ。そのため、これら機器の 3D モデルはデータ処理ソフトでレイヤー表示することにより、容易に統合することが可能である (図-12)。

4. おわりに

水中 3D スキャナーをはじめとする音響機器で取得した 3D モデルは、GIS を活用して水中の流向流速や

海底地質構造など、あらゆる環境情報と統合することが可能である。今後は水中可視化技の更なる高精度化・効率化を進めるとともに、その場所の“空間情報”を可視化する技術の開発を進め、水中インフラの維持管理を含む様々な分野で貢献したい。

謝 辞

水中ロボ現場検証や共同研究の機会を御提供下さった国土交通省と当社技術を御審議・評価いただいた次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会の皆様に、この場をお借りして感謝の意を表す。

J C M A

《参考文献》

- 1) 日本ロボット学会誌 Vol.34 No.8, pp.509 ~ 510, 2016
- 2) 海洋調査協会報 /No.131 平成 30 年 1 月, pp.29 ~ 32

【筆者紹介】



古殿 太郎 (ふるとの たろう)
 いであ株
 国土環境研究所環境調査部
 グループ長
 技術開発室 室長



西林 健一郎 (にしばやし けんいちろう)
 いであ株
 大阪支社環境調査部 主査研究員



大野 敦生 (おおの あつお)
 いであ株
 国土環境研究所環境調査部
 主査研究員

ダム点検用水中調査ロボット 「Cetus-V・Mark II」の開発

本 山 昇

近年、老朽化が進む社会インフラの効率的・効果的な維持管理が求められている。水深 40 m 以深の大水深となるダム堤体の点検・調査においては、安全面と効率面から潜水士による調査が困難であるといった課題を抱えている。そのような背景から、著者らは 2014 年度より水中調査ロボットの開発に取り組んでおり、2016 年度には初号機の課題を踏まえて新たな水中調査ロボットを新造した。新造した水中調査ロボットはこれまで、室内実験による運動性能および検査機能の検証や、2016 年度に国土交通省が実施した「試行的導入」によって、実環境における調査効率などの検証を行ってきた。

本報は、新造した水中調査ロボットの特徴について、これまでの室内実験や実環境での調査結果を踏まえて紹介するものである。

キーワード：維持管理、大水深、ダム、堤体、水中調査ロボット

1. はじめに

高度経済成長期を中心に整備された我が国の社会インフラは、長きにわたり国民の生活基盤として機能してきた一方で、老朽化が進行しており、効率的・効果的な維持管理が求められている。維持管理を行っていく上で、構造物の点検・調査が基本となるが、水深 40 m 以深の大水深となるダム堤体の点検・調査は、安全面と効率面から潜水士による作業が困難である。

このため、著者らは 2014 年度より、遠隔操作無人探査機 (Remotely operated vehicle : ROV) を利用した、大水深域に適用できる水中調査ロボットの開発に取り組んでいる。

2014 年度に開発した水中調査ロボット初号機「Cetus-V (シータスファイブ)」(以下、「初号機」と記す。)では、2014 年度の宮ヶ瀬ダム、2015 年度の天ヶ瀬ダムにて実施された、国土交通省の公募である「次世代社会インフラ用ロボット現場検証」に参加し、水中調査ロボットを用いたダム構造物の点検・調査のノウハウ蓄積や、課題抽出を行った。その結果、初号機では、潜水作業が困難な水深 40m 以深において、潜水士が行う目視点検や形状把握と同等の作業を行えることを確認でき、国土交通省より『「試行的導入」を推薦する』と評価された。

それを受け、2016 年度には、「次世代社会インフラ用ロボット現場検証」によって抽出された課題を踏ま

え、初号機より調査能力を向上させた水中調査ロボット 2 号機「Cetus-V・Mark II (シータスファイブ・マークツー)」(以下、「本ロボット」と記す。)を開発し、室内実験での運動性能および検査機能の検証や、同年度に実施された「試行的導入」に参加し、実際のダムでの調査効率などの検証を行ってきた。

本報は、新造した本ロボットの特徴について、初号機の特徴との比較や、これまでの室内実験や実環境での調査結果を踏まえて紹介するものである。

2. 改良機能および新機能

初号機では、2014 年度および 2015 年度に実施された、国土交通省の公募「次世代社会インフラ用ロボット現場検証」に参加し、水中調査ロボットを用いたダム構造物の点検・調査のノウハウ蓄積と共に、より点検・調査能力・効率を向上させるための課題抽出を行ってきた。これまでの現場検証によって抽出された主な課題は、ロボットの航行速度向上や、ダム堤体壁面の変状(クラックなど)の有無をロボットのカメラによって調査する概略調査(以下、「概査」と記す。)効率の向上であった。これらの課題を改善するため、新造した本ロボットには、スラストのモータ出力向上による航行速度の向上を行った。また、新たな検査機能として、ダム壁面に正対して離隔距離を一定に保ちながら撮影できるタイヤ付ロッドの装備や、ダムの継目やク

表一 1 初号機との主な機能の比較表

	項目	初号機	本ロボット
改良機能	航行速度	25 cm/s	50 cm/s
	計測用カメラ解像度	120 万画素	500 万画素
新機能	タイヤ付ロッド	-	壁面走行が可能
	漏水検知装置	-	漏水量を計測可能

ラックから漏水が発見された場合に、その場で漏水量を計測できる漏水検知装置を搭載した。表一 1 に初号機と、本ロボットとの機能の比較表を示す。各改良機能や新機能の詳細については、次章の「3. 本ロボットのシステム概要」に示す。

3. 本ロボットのシステム概要

図一 1 に本ロボットのシステム概要図を、写真一 1 に操作室を示す。本ロボットは、陸上に設置した操作室より、本体に搭載した操作用カメラの映像を見ながら遠隔操作することが可能である。また、本ロボットは、操作室内に設置した本ロボットの制御装置とテザーケーブルで接続されており、ケーブルを介して制御信号の通信や、陸上に設置した発電機から動力を得ている。

本ロボットの位置は、GNSS と水中音響測位装置を組み合わせたポジショニングシステムによって、測位することが可能である。また、取得した測位データより、本ロボットと構造物をパソコンにグラフィック表示することで、操作者は本ロボットと構造物の位置関係を視覚的に把握することが可能である。

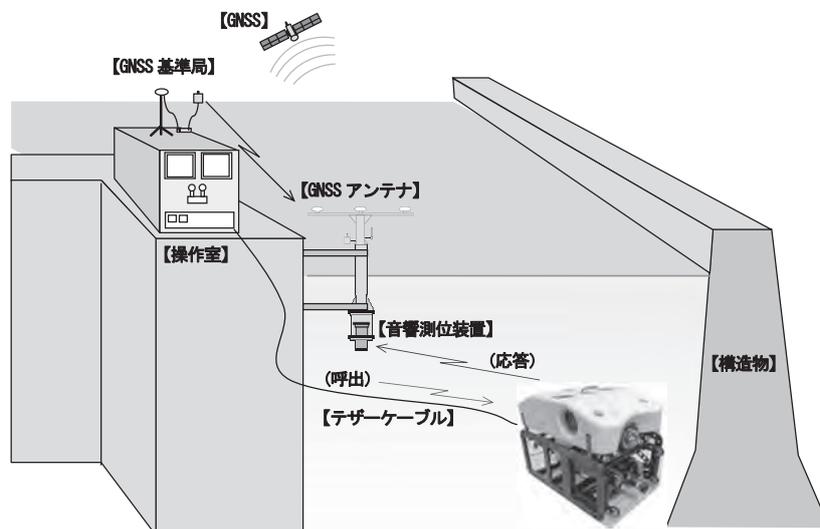
本ロボットの投入および回収には、吊りケージを使用する。写真一 2 に吊りケージを示す。吊りケージ



写真一 1 操作室



写真一 2 吊りケージ



図一 1 システム概要図



写真-3 吊りケージによる本ロボット投入状況

に本ロボットを載せ、積載型トラッククレーンなどを使用して陸上より吊り下げ、本ロボットを水面に浮かべる。その後、本ロボットを遠隔操作してケージ内から離脱させ水中へ投入する。また、回収時は、投入時と逆の手順によって行う。これによって、水面上での玉掛け・玉外し作業が不要となり、そのための船舶および人員の配備が不要である。写真-3に吊りケージを使用した本ロボットの投入状況を示す。

(1) 本ロボット

写真-4に本ロボットを示す。本ロボットは、長さ100 cm、幅70 cm、高さ77 cmであり、質量は約100 kg、適用水深は150 m以浅である。水中では中性浮力を保持し、機体の各方向に配備した計6基のスラストによって、前後、上下、左右方向へ航行することが可能であり、スラストの自動制御機能によって、任意に設定した深度や方位の保持が可能である。また、航行速度は、スラストのモータ出力の向上や、スラストを管内に設置し、スラストの流水路を確保したことによって、初号機に比べ大きく改善されている。室内実験にて航行速度を計測した結果、初号機での前進の



写真-4 本ロボット

最高航行速度は約25 cm/sであったのに対し、本ロボットでの前進の最高航行速度は約50 cm/sであり、速度は2倍に向上している。

(2) 主要検査装置

写真-5に主要検査装置を示す。機体前面には、主要検査装置を搭載しており、構造物の高精細な画像を取得する計測用カメラ、構造物壁面をケレンする清掃用ブラシ、壁面からの漏水量を計測する漏水検知装置などの機能を有する。検査装置は下方方向に30°まで傾げることができるため、壁面の傾斜に合わせて検査装置を正対させることが可能である。また、検査装置は、左右方向に移動させることが可能であるため、壁面に対して正対する際の左右方向への微調整が可能である。

図-2にタイヤ付ロッドの使用イメージを示す。主要検査装置を使用する際は、装置の四隅に配置したタイヤ付ロッドを使用する。タイヤ付ロッドは、新造したロボットに新たに装備した機能であり、ロッドを張り出した本ロボットを壁面に向かって前進させて、ロボットを壁面に押し付ける。その状態で、壁面と平

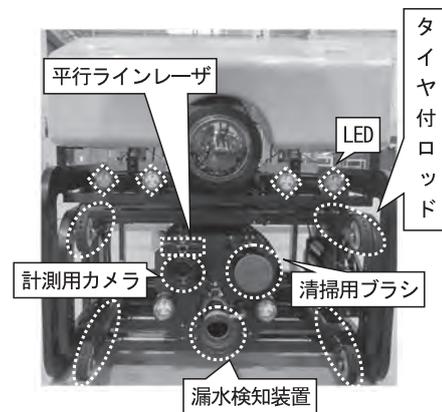


写真-5 主要検査装置

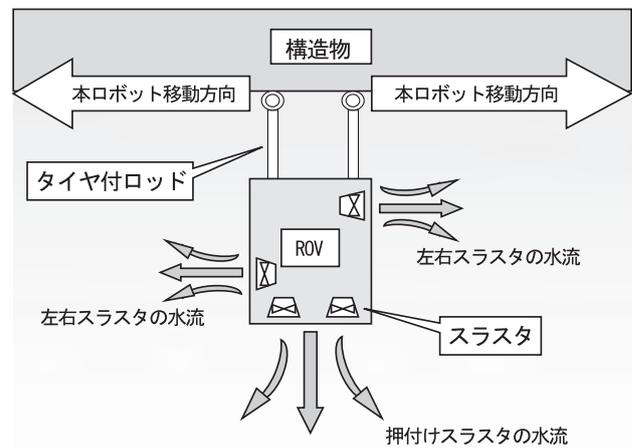


図-2 タイヤ付ロッド使用イメージ図

行方向のスラストを動作させることで、本ロボットを壁面に沿って走行させることが可能である。

また、押し付け状態から、さらにスラストの推進力を上げ、より強く壁面に押し付けることで、ロッド内部に仕込んだピンが突出し、タイヤ表面に開けた穴にピンが入ることでタイヤをロックできる機構とした。これによって、堤体壁面において本ロボットの位置を保持することが可能であり、合わせて清掃用ブラシや漏水検知装置を使用する際の反力を得ている。

(a) 計測用カメラ

計測用カメラは、約500万画素の光学カメラを搭載しており、初号機の120万画素から大幅に解像度を改善した。これによって、構造物の高精細な画像を取得することが可能である。カメラは、1秒間に約15枚の画像を連続的に取得できるため、タイヤ付ロッドを使用して、壁面と本ロボットの離隔距離を一定間隔に保ち、壁面を走行しながら撮影することによって、効率的に壁面の概査を行うことが可能である。また、機体前面にはLEDライトを搭載しており、水深の深い暗い調査箇所においても必要となる光量を確保し、調査することが可能である。写真-6にタイヤ付ロッドを使用した壁面走行状況を示す。タイヤ付ロッドを使用した概査は、「試行的導入」の際に実際のダム堤体を対象に実施しており、その際のカメラと堤体の離隔距離は55cm、走行速度は15cm/sである。概査の結果、4時間30分で約500m²の調査が可能であり、調査効率は約110m²/hであった。これは、初号機の調査効率の約90m²/hに比べて、20%の向上である。

(b) 清掃用ブラシ

清掃用ブラシは、調査対象の壁面に藻などが付着している場合に、先端のブラシを回転させることで壁面をケレンし、付着物を取り除くことが可能である。ブラシは、簡易に取り外して交換することができるため、付着物に応じて適したブラシを使用することが可



写真-7 壁面清掃状況

能である。写真-7に壁面の清掃状況を示す。清掃用ブラシによる壁面の清掃は、「試行的導入」の際に実際のダム堤体を対象に実施しており、ダム堤体に付着した藻などの付着物を取り除き、清浄な検査面にすることが可能であった。

(c) ラインレーザ

壁面のクラック幅などを計測する場合は、平行ラインレーザを使用する。レーザを壁面に照射し、レーザを計測用カメラの画角内に写り込ませて計測対象を撮影する。レーザは5cmの間隔を有しており、取得した画像上から、レーザの間隔の画素数を長さの基準とし、計測対象の画素数からクラック幅や剥落面積などを計測することが可能である。また、計測精度については、室内実験にて検証を行った。水槽にコンクリートブロックを15mmの隙間を開けて設置し、その隙間の幅を対象に計測を行った結果、約15.3mmであり、高い精度で計測可能であることを確認した。写真-8にラインレーザを写り込ませてブロックの幅を撮影した計測用カメラの写真を示す。

(d) 漏水検知装置

漏水検知装置は、新造した本ロボットの新機能であり、構造物壁面のコンクリート継目やクラックに漏水がある場合、漏水量を計測することが可能である。装置は、内径4cmの管内に電磁流速計を設置しており、管軸方向の流速を計測することが可能である。先端部

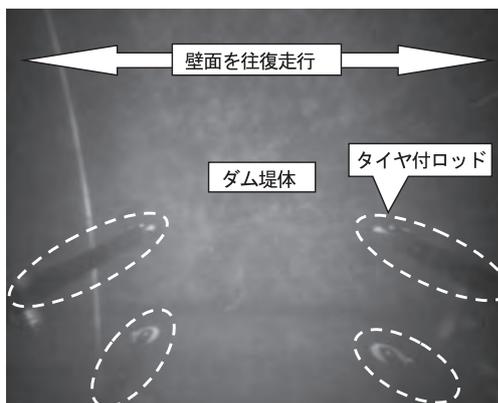


写真-6 タイヤ付ロッドによる壁面走行状況

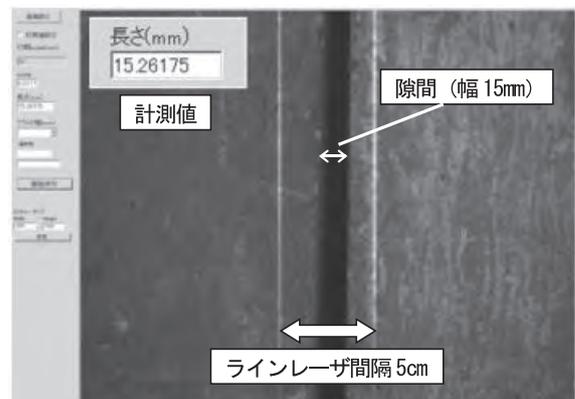
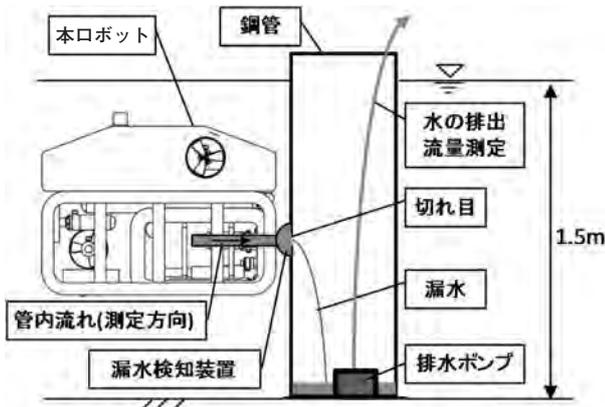


写真-8 ラインレーザを写り込ませた隙間

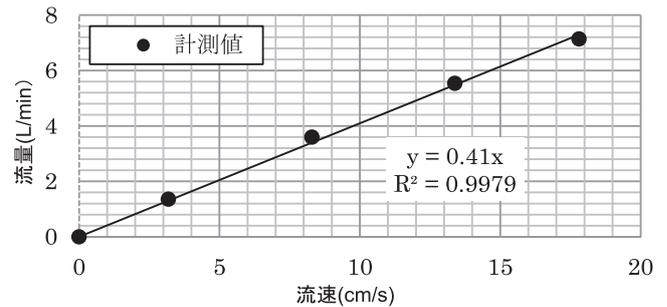
分は直径 15 cm のドーム形状であり、壁面の調査箇所をドームで覆うように押し付ける。この時、管軸方向に流速が検出された場合は、壁面に漏水が発生していると判断し、得られた流速から漏水量を算出することが可能である。得られた流速と漏水量の関係を算出するため、室内実験を行った。鋼管に切れ目を入れて漏水を模擬し、そこへ本ロボットに搭載した漏水検知装置を押し付け、流速と鋼管内に流入する流量の計測を行った。図一三に実験イメージを、写真一九に実験状況を示す。実験の結果、流速 x (cm/s) と漏水量 y (L/min.) との関係は、 $y = 0.41x$ であった。この時の流速は 30 秒間の平均値を使用した。図一四に測定された流速と流量の関係を示す。この関係式を用いて、計測した流速から流量（漏水量）を算出することが可能である。



図一三 実験イメージ



写真一九 実験状況



図一四 流速と流量の関係グラフ

4. おわりに

新造した本ロボット Cetus-V・Mark II では、これまでの室内実験や「試行的導入」によって、初号機に比べてダム堤体の調査能力および効率が大幅に改善されたことが確認された。今後は、更なる機能の拡張などに取り組むことで、本技術の適用範囲を広げ、より効果的・効率的な維持管理に貢献していく所存である。

謝辞

「試行的導入」において、格別のご配慮をいただいた国土交通省、(一財)先端建設技術センター、試行現場をご提供いただいたダム管理所ほか、多大なご協力をいただいた関係各位に誌面を借りて謝意を表す。

J C M A

【参考文献】

- 1) 水野剣一, 杉本英樹, 武井俊哉, 森屋陽一, 小笠原哲也: ダム上流面の水中部における水中調査ロボットの点検・調査, 土木学会第72回年次学術講演会, VI-957, pp.1913-1914, 公益社団法人土木学会, 2017.8
- 2) 水野剣一, 杉本英樹, 森屋陽一, 小笠原哲也, 武井俊哉: 水中調査ロボットによる水中部のダム上流面の点検・調査の現場実証, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, 第17巻, pp539-544, 公益社団法人日本材料学会, 2017.10

【筆者紹介】

本山 昇 (もとやま しょう)
五洋建設(株)
船舶機械部開発グループ



画像鮮明化技術を用いた ダム維持管理ロボットシステム

中西清史・丸俊一

従来のダム点検においては、大深度潜水など高度な潜水技術が必要なうえ、潜水士による目視確認のため損傷の程度と位置を定量的に評価できないことが課題である。そこで自律制御型的水中ロボットを用いて壁面を高精細に撮影し、画像から損傷を自動抽出する点検システムを開発した。このシステムでは、点検業務を省力化し、人手による点検よりも精度よく、定量的な情報をベースに診断することを実現した。
キーワード：ロボット、ダム、ダム点検ロボットシステム、自律姿勢制御

1. はじめに

高度成長期に集中整備された社会インフラの老朽のリスクに加え、少子高齢化による労働人口の減少が社会課題となっており、今後、増大するインフラ点検需要に対して、省人化、自動化取り組みが急務と言われている。この状況を鑑みて、社会インフラ維持管理ロボット開発を国が促進し始めている¹⁾。

本稿では、社会インフラ維持管理の省人化に向けた取り組みとして、自律制御による姿勢安定航行型ダム点検ロボットと損傷解析システムにより、従来のダム点検の課題解決事例を紹介する。

2. ダム点検ロボットシステムへの要件

建設後50年以上経過する国内ダムの割合が、半数以上と増加する中、点検結果に基づき、予防保全を反映した長寿命化計画の策定が求められている。このような状況の中、2014年に公募された国交省の国家プロジェクト「次世代社会インフラ用ロボット技術・ロボットシステム」¹⁾に応募、採択され、水中ロボットの開発をスタートさせた。現場検証への取り組みや識者へのヒアリングを通して、現行のダム点検の問題点を、以下の通り具体化させた。

- ① 人手による潜水作業：ダイバーによる水深40mを超える点検は、危険作業であり、作業効率低下が発生する。
- ② 視界が悪い：ダムの水は、濁りがあり不透明で視認性が低い。また、水中では照明が必要となるが、現行の照明は、中心は明るい、周辺は暗いというス

ポット照射で映像品質が低い。

- ③ 映像が不安定：ダイバーによる水中での点検映像の撮影では、映像のフラツキは不可避で、長時間の映像確認をすると、画像酔いが発生するというケースがある。
- ④ 位置の推定精度が悪い：前回点検した場所と同じ場所に戻れないケースがある
- ⑤ 定量性に乏しい劣化管理：現行点検データは定量性に乏しく、健全性の判断が、評価者の主観に依存する。
- ⑥ ピンポイント点検：現行のダイバーによるピンポイント点検では、俯瞰解析や経年変化管理など、インフラの健全性評価において、重要な位置付けの解析・評価ができていない。

これらダム点検の問題点を解消するために、ロボットに要求される要件、それを実現するためのシステム課題を表-1に示す。本稿では、3章で従来点検におけるダイバーの代わりに、水深200mクラス級の大規模ダムでも作業可能なダム点検ロボットのシステム

表-1 システム要件

ダム点検の問題点	ロボット要件	システム課題
①	水中での作業実施	水深200mでの防水/耐水圧 遠隔操作のための通信品質
②, ③	視認性の高い均質かつ安定映像取得	点検映像の視認向上のための鮮明化 輝度ムラ無し撮影のための均一照明 対象に正対した安定撮影のためのロボット姿勢制御
④~⑥	定量的な損傷解析	損傷抽出と損傷サイズ測定 自己位置推定による損傷位置の特定

概要を説明し、4章で従来のダイバー点検に比べて、点検品質を向上させるための自律姿勢制御技術と、5章で劣化状態を定量的に解析するための損傷解析システムについて述べる。

3. ダム点検ロボットシステム概要

本章では、前述の要件を実現するために開発したダム点検ロボットシステムの概要について述べる。

(1) ダム点検ロボット

図-1にダム点検ロボットの本体構成とシステム系統図を示す。各ユニットは水深200m耐圧の防水ケースで格納されている。照明ユニットと検査カメラユニットは、撮影画角に合わせて本体に設置されている。姿勢制御はセンサと前面の超音波を使ったソナーの情報に基づき、スラスト（推進器）とチルトユニットで行う。12基のスラストは垂直・前後・左右の3軸方向の推進用にそれぞれ4基ずつ搭載する。ロボットの操縦は、HD-PLC (High Definition Power Line Communication)²⁾で接続された制御PCを使って、操縦用カメラのモニタ映像を確認しながら行う。検査用カメラには4Kカメラ並びに測距用レファレンスレーザーを搭載し、操縦用カメラには広角ネットワークカメラを搭載した。

(2) 防水工法

水深200m (2MPa)耐圧の防水工法を開発した。その中の1つのメインユニットのハーネス取り付け部におけるバルクキャップ (図-2) について述べる。



図-2 バルクキャップとモールド剤充填工法

この取り付け部には各ユニット、センサ、スラストとバッテリーから合計16本のワイヤーハーネスが集結する。本開発では汎用の深海用防水コネクタは使用せず、直接まとめて取り付けるバルクキャップ工法を選択し、モールド剤の注入工程には高価な真空注入装置を使用せず、ディスペンサで直接塗布した後、真空グローブボックスで脱泡する方式を採用した。さらに細部まで充填するため、粘度・流れ込み性・吸水性・硬化時間に関して最適なモールド剤として、エポキシ接着剤を選定することで水深500m相当の5MPa耐圧を確保し、水深200mに対して十分なマージンを取ることが出来た。

(3) 照明機構

画像中の検査可能領域の最大化および誤検出のない損傷抽出のために均一の照度を持つ照明を開発した。ターゲットの撮影範囲は1mの距離で1.6m×1.1m、一番遠い端との距離は1.4m、角度は45度となる。照度と画像品質（解像度とコントラスト）から最小照度を200lx、中心照度を300lxとした。均斉度は60%とした (図-3)。

照明は外側から水深200m耐圧のためのカバー、レンズアレイ、光を分配する導光板、反射板、LED (Light Emitting Diode) が環状に配置されたLED基板、電源基板の順でアルミ製の筐体に配置される。LEDの光は導光板内を全反射しながら進み、レンズに対応する導光板上のドットにあたり表面の臨界角を超えると外側に放射され、レンズでターゲットに集光される。

4. 自律姿勢制御技術

本章では、カメラを搭載しているロボットが点検対象に正対して、安定した映像を撮影するための自律姿勢制御技術について述べる。

(1) 傾斜 (チルト) 機構

ダム壁面の最大傾斜 (アースロックダム等) は、約60°である。水中ロボットは、歪みのない高精細な画

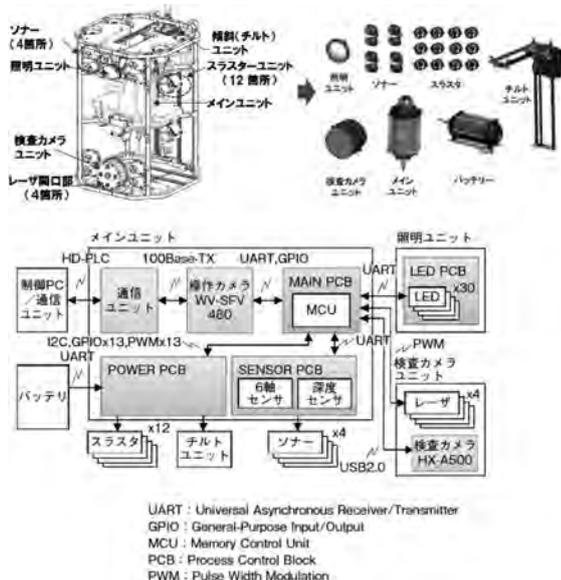


図-1 ダム点検ロボットの本体構成とシステム系統図

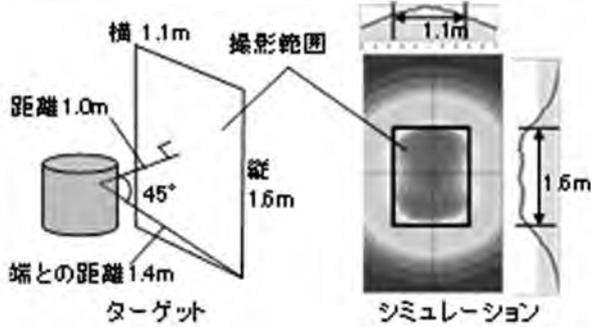


図-3 照明機構

像撮影のため、ダム壁面に正対させる必要がある。そのため錘と浮力材を用いた傾斜機構を開発した。

本傾斜機構では、傾斜動作のためにスラストの推力を用いることなく、また極力省スペースで構成することを目標とした。これにより、消費電力の増大、本体サイズの拡大を抑制できる。これを実現させる構成として、重力・浮力バランスを変化させ効率的に本体を傾斜させるべく、重力と浮力が両極端である錘と浮力材を用いた。さらに両者の距離差を極力拡大させることを可能とするために本体上面部における錘の前後移動、および背面部における浮力材を上下移動させる構成とした。

この動きにより、重心は本体前後方向に、浮力の働く中心である浮心は上下方向に移動する。この機構により、水中ロボットの60°傾斜を実現した。概要を図-4に示す。

(2) 自律姿勢制御

高精細な安定映像を取得するためには、ロボットが

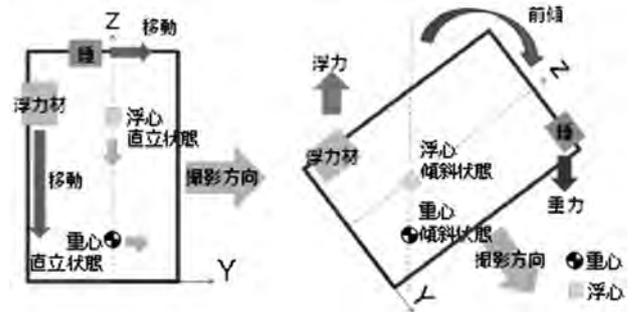


図-4 傾斜機構

深度とダム壁面との距離を一定に保ちながら、ダム壁面の傾斜に正対して一定速度で横方向に移動する必要がある。しかし、操作する者の習熟度が低いと、安定した姿勢の確保が困難になるため、運転操作をアシストする自律制御技術を開発した。以下に、図-5に対応した、各制御項目の内容を示す。

1. 深度制御は、ロボットの深度を一定に維持
2. 壁面相対距離制御は、ダム壁面とロボットとの距離を一定に維持
3. 壁面相対姿勢制御 (Pitch/Yaw) は、傾斜する壁面に対して正対姿勢を維持
4. 絶対姿勢制御 (Roll) は、Roll軸姿勢を0度に維持

自律制御の各機能では、深度センサ、ソナー、6軸センサ等のセンシング情報を基に、傾斜機構により壁面との相対姿勢 (Pitch) を制御し、なお、図-5における左右 (x軸)、前後 (y軸)、上下 (z軸) それぞれの方向毎に各4個ずつ搭載したスラスト駆動により深度や壁面との相対距離及び相対姿勢 (Yaw), 絶対姿勢 (Roll) を制御する。

まず、深度目標値を D_t 、深度センサ値 D_c とする時、深度制御量 ΔD は (1) 式で算出できる。

$$\Delta D = D_t - D_c \quad \dots\dots(1)$$

深度制御は、 ΔD が0になるように上下 (z軸) 方向のスラストを駆動し深度を維持する。次に、相対距離目標値を R 、ソナー1, 2, 3, 4と壁面との距離を r_1, r_2, r_3, r_4 とする時、相対距離制御量 ΔR は (2)

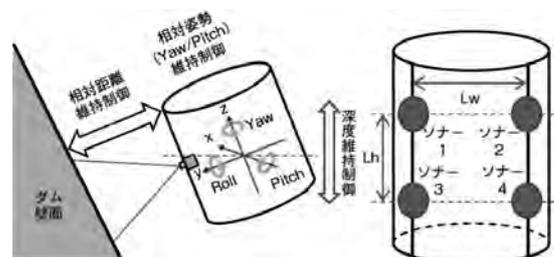


図-5 自律制御概要

式で算出できる。

$$\Delta R = R - \frac{r1 + r2 + r3 + r4}{4} \quad \dots\dots(2)$$

壁面相對距離制御は、 ΔR が 0 になるように前後 (y 軸) 方向のスラストを駆動し相對距離を維持する。

次に、相對姿勢制御量の Yaw 成分 $\Delta\beta$ と Pitch 成分 $\Delta\gamma$ は、図-5 の L_h , L_w を用いて、(3), (4) 式で算出できる。

$$\Delta\beta = \frac{\left(\arctan\left(\frac{r2-r1}{L_w}\right) + \arctan\left(\frac{r4-r3}{L_w}\right) \right)}{2} \quad \dots\dots(3)$$

$$\Delta\gamma = \frac{\left(\arctan\left(\frac{r1-r3}{L_h}\right) + \arctan\left(\frac{r2-r4}{L_h}\right) \right)}{2} \quad \dots\dots(4)$$

壁面相對姿勢制御 (Yaw) は $\Delta\beta = 0$ となるように前後 (y 軸) 方向のスラストを駆動することで Yaw 軸を回転させ、相對姿勢を維持する。また、壁面相對姿勢制御 (Pitch) は $\Delta\gamma = 0$ となるように傾斜機構を駆動し相對姿勢を維持する。

次に、Roll 目標値を 0 度、6 軸センサ Roll 値を a とする時、Roll 制御量 Δa は、次のように算出できる。

$$\Delta a = -a \quad \dots\dots(5)$$

絶対姿勢制御 (Roll) は、 Δa が 0 になるように、上下 (z 軸) 方向のスラストを駆動することで Roll 軸を回転させ、姿勢を維持する。

上記 ΔD , ΔR , Δa , $\Delta\beta$, $\Delta\gamma$ をそれぞれに制御することで、傾斜しているダム壁面に正対した安定姿勢で撮影し、高精細な画像を収集することができる。

5. 損傷解析システム

本システムでは、ダム点検ロボットで撮影された画像に対して、画像鮮明化技術³⁾による視認性の向上、そして、損傷を抽出、損傷状況をマップ化し、損傷の計測及び、経年比較するための処理を行う。

(1) キズ抽出処理

水中は、浮遊物と濁りが有り、損傷の検出が困難なため、水中での撮影映像に対して、画面の各部で輝度分布を解析し、各部で異なる濃度変換 (局所コントラスト補正) を行うことで、画像の鮮明化³⁾を行い、さらに鮮明化を行った画像に対して、2 値化処理を施し、特異点を損傷として抽出している (図-6)。さらに、本損傷解析システムでは、抽出された損傷対象

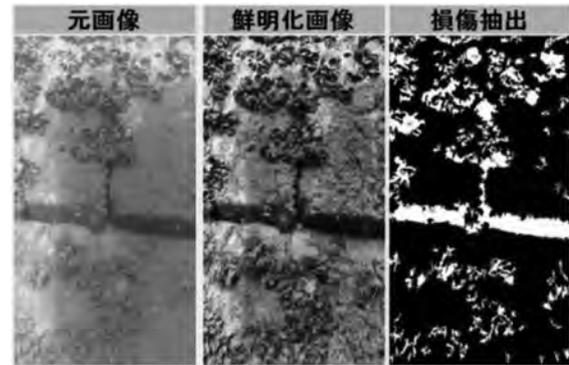


図-6 キズ抽出結果

のサイズを自動測定している。まず、検査用カメラの撮影画角内に、4 本の平行レーザーを照射しており、カメラと撮影面との距離が 1 m の際のレーザー照射点と画角内の撮影面での位置関係、並びに、カメラの画素間距離を基準解像度として規定している。この基準数値からの比例換算により、レーザー照射位置から、ロボット (カメラ) と壁面 (撮影面) との距離を算出し、さらに、撮影画素間の距離を求めることで、損傷対象のサイズ計測を実現している。

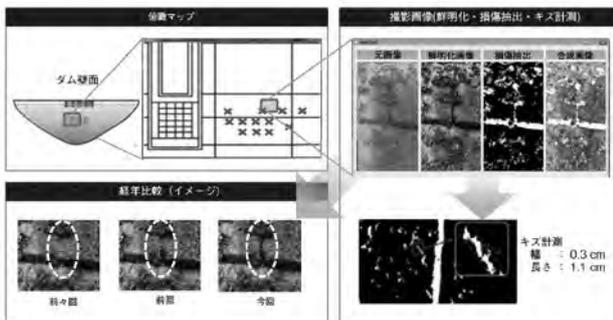
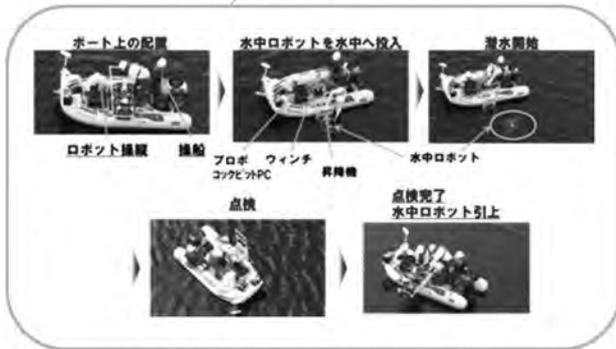
(2) 自己位置推定

損傷箇所の位置把握は、現行ダム点検の課題であり、補修のため、ダイバーが発生場所にたどりつくために、誤差は 2 m 以内が求められている。水中では GPS が使用できず、超音波装置を利用した三角測法を用いる方法はあるが、コストアップにつながるため使用できない。そこで、ロボットに搭載している 6 軸の慣性センサで水平成分、深度センサで垂直線分を算出し、さらに精度を確保するために、自律制御により安定して取得できた検査カメラの連続画像の特徴点の差分情報から移動量を算出する。

本自己位置推定処理により画像の撮影場所を推定し、損傷位置を定量的に把握でき、さらに、マップ化した情報をデータベースに蓄積することで損傷の経年変化を確認できる。

6. 実証実験

国交省の実証実験において、ダム点検ロボットによる点検データの取得、並びに、点検データに対する定量的な解析を実証した。図-7 に、実証実験の様子と解析結果例を示している。解析結果は、元画像、鮮明化画像、損傷抽出画像という一連の画像とキズのサイズの自動計測結果を例示しており、これらの結果を国交省へ提出した結果、水深 80 m 以上での潜行作業



図一七 実証実験結果

性をはじめとして、クラック等の幅、長さの計測、点検対象位置の把握、劣化状況の網羅的な確認、点検データの履歴管理による経年変化比較の可能性、など、総合的な性能が国交省にて評価され、2016年3月に試行導入メーカーに選定⁴⁾、2016年10月に商用化を実現した。

7. おわりに

現行ダム点検の問題点を解消するために、安定した映像を撮影するための自律姿勢制御技術を搭載し、水深 200 m クラス級の大規模ダムの中でも作業可能なダム点検ロボットと劣化状態を定量的に解析するための損傷解析システムを実現し、実際のダムにおける実証実験において、その性能を確認した。

今後、上記技術をダム点検のお客様に提供すると共に、港湾、河川など、ダム点検以外の用途への展開可能性を探っていく。

JCMA

《参考文献》

- 1) Ministry of Land, Infrastructure and Transport, “次世代社会インフラ用ロボット技術・ロボットシステム (公募)”, “https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_fr_000023.html”, Nov.30, 2017
- 2) 井形 祐司, “オートモティブ分野における PLC (Power Line Communication) 技術の応用展開”, パナソニック技報, vol.57, no.3, pp.56-58, Oct. 2011
- 3) 古田 暁広, “画像鮮明化技術と捜査支援ソリューションへの応用”, 画像電子学会誌, Vol.44, No.3, pp.544-550, 2015年7月
- 4) Ministry of Land, Infrastructure and Transport, “次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の推進 水中維持管理技術の現場検証・評価の結果”, “<http://www.mlit.go.jp/common/001125345.pdf>”, pp.29-30, Nov.30, 2017

【筆者紹介】



中西 清史 (なかにし きよし)
 パナソニック(株)
 コネクティッドソリューションズ社
 イノベーションセンター 技術総括
 メカトロソリューション開発部
 要素技術担当総括



九郎丸 俊一 (くろうまる しゅんいち)
 パナソニック(株)
 コネクティッドソリューションズ社
 イノベーションセンター 技術総括
 メカトロソリューション開発部
 部長

河川改修小史

機械化施工による近代改修工事

岡本直樹

日本の河川改修史として、機械化施工による近代改修を取上げる。その前史の古代から近世までは、代表として淀川と利根川の2大水系を取上げ概観する。近代改修は明治維新と共に始まるが、明治29年の河川法の制定を画期として機械化施工が始動する。その流れとトピックを編年で示し、代表的改修工事として新淀川放水路開削・利根川改修・遠賀川改修・大河津分水・石狩川改修・荒川放水路開削・北上川改修の解説を加えて小史としてまとめた。

キーワード：土木史、河川改修、近代改修、機械化施工、淀川、利根川、大河津分水、荒川放水路

1. はじめに

日本の河川工事は、弥生時代の水稲栽培に伴う灌漑から始まり、築堤工事は仁徳天皇の茨田堤迄遡れる。

戦国期には武田信玄・豊臣秀吉・加藤清正等、ときの為政者が利水・治水を進めた。幕藩体制下では角倉了以・伊奈忠次・成富兵庫・野中兼山・河村瑞賢・井沢為永等を輩出する。河川工法としては、信玄堤（霞堤）や牛柵水制工等有名な甲州流、幕府が集成した伊奈忠次の関東流、吉宗の代の紀州流が技術書としてまとめられた。本稿は、明治以降の機械化施工による近代改修を紹介するのが主題であるが、始めに古代から近世迄の改修前史を概観しておく。

2. 改修前史（古代～近世）

初期の灌漑工事は、弥生初期の板付遺跡（福岡県）や弥生後期の登呂遺跡（静岡県）から木組みの井堰や畦畔が発見されていて、導水詰杭工、板棚工、しごら工程のものは施工されていたようだ。

畿内に眼をやると、古代の大阪平野は縄文時代前期に海面上昇（縄文海進）により海となり、半島化した上町台地に回り込んで河内湾となっていた。やがて海面後退と淀川や大和川が運ぶ土砂の堆積により河内潟、河内湖と変遷し、更に陸化が進んで沖積平野が形成された。淀川流域は、琵琶湖からの瀬田川（宇治川）と桂川、木津川が巨椋池（戦前に干拓）付近で三川合流して淀川となって大阪へ流れ、大阪平野は幾つもの川が縦横に流れていた（図一）。



図一 中世の淀川流域

最古の河川工事は、日本書紀によると仁徳紀11年に、上町台地北部の天満砂堆を開削し、難波の堀江（現在の天満川？）を造って南水（淀川の南側分流、若しくは大和川）を直接海に流した放水路工事である。また同年、最古の河川堤防として淀川下流に洪水防御の茨田堤が築堤されている。仁徳紀13年には大和川の長瀬堤も築堤されているが、これは天平宝字6年（762）施工との異説もある。宝亀元年（770）の渋川堤、桓武朝廷暦4年（785）、淀川の洪水排疎を図って、津屋（吹田市）に新川を掘って三国川を分流（現在の神崎川の流頭）した。延暦7年（788）には、和気清麻呂が上町台地を掘割り大和川を直接大阪湾に流す工事を

進めたが頓挫した。

奈良時代までは、このような大規模河川工事が行われていたが、平安朝以降の中世には見るべき工事が無い。中世の桂川沿岸の災害復旧、用水取入口等の小規模工事、淀川下流で盛んだった囲堤、囲縄手、堰（輪中堤）による地先水防程度であった。

中世末から近世初頭にかけては、武田信玄による釜無川の治水、加藤清正の菊池川・緑川下流域治水、紀ノ川右岸の石張護岸と石出し、北上川大改修等の普請があるが、紙幅の関係で淀川と利根川の2大水系で活躍した代表人物の事績のみを紹介する。

(1) 豊臣秀吉

淀川流域の大規模改修は、豊臣秀吉まで待たなくてはならない。大阪築城に伴い淀川の堤を連続堤とした文禄堤を築堤し、堤頂を京街道として京阪を繋いだ。そして、文禄4年（1595）に伏見城を構えて移った秀吉は、伏見周辺の大規模土木工事を起こし、宇治川、桂川を巨椋池から分離し、伏見に河港市を建設して水陸交通の要衝とした。

(2) 角倉了以

京の豪商角倉了以は、民間活力の第1号である。慶長9年（1604）、備前美作の和気川（現在の倉敷川？）の舟運を視察し、河流制御による通船法を学び、慶長11年に大堰川を改修して、亀山盆地と京都盆地の水運を開いた。工事は大石を轆轤索で引き、水中の石はモンケンで、水面上の石は火薬で破碎した。川幅が広くて浅い場所は狭めて水深を深め、瀑は削って緩勾配とし、兩岸には船曳道を設けて半年で完工した。疎通後は、通船料と倉敷料を徴収して工事費を回収した。この成功により幕命を受け富士川も啓いたが、天竜川では水勢が激しく断念した。その後、高瀬川を開削し、京阪を直結する一大通運幹線を完成させ、京洛の物価を大きく下げた。

(3) 河村瑞賢

河村瑞賢は、伊勢から江戸に出て材木業で成功して豪商となり、河川を含めた列島東回りと西回り航路の水運ネットワークを完成させた。その手腕により幕命を受け、延宝2年（1674）に大洪水を起こした淀川の治水を任され、河口に安治川を開削した。この工事では、河道敷両端と中間に排水溝を設け、数百台の水車で排水し、掘り下がると万を超える竹簀付梯子を利用し、軟弱地では数万枚の板を敷き詰めて作業した。土砂運搬ではタライ船も利用している。続いて曾根崎川

開削と堂島川や本流の浚渫を行い、安治川大湊の繁栄の礎を築いた。その後の二期工事では、上流の宇治川・木津川から淀川流域全体に及ぶ水路網を整備した。

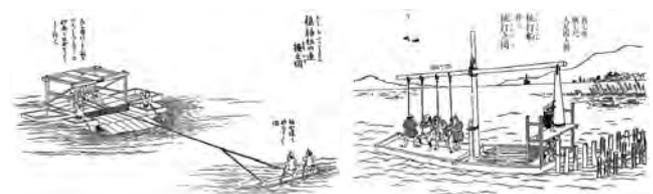
(4) 利根川東遷と伊奈一族

関東に移封された徳川家康は、居城を小田原や鎌倉ではなく、江戸に定めた。荒涼たる関東平野には大小河川が入り乱れていて、未開の平野部は洪水常習地帯と同義である。何故、こんな荒地の江戸を選んだのか？風水の四神相応の地相であることと、舟運路さえ開発整備すれば、大阪のような水都を築け、関八州の中心となる関東経済圏を構築できると見越したからだろう。当時の利根川は埼玉平野を自在に流れ、荒川と合流しながら、現在の江戸川下流を主流路として、中川・隅田川と入り乱れて江戸湾に注がれていた（図—2）。このため江戸への水害も大きく、江戸中心部を守るために、利根川を江戸川水系に流し、更に常陸川を経て銚子に流す策を関東郡代官伊奈備前守忠次が建て、親子数代にわたって順次瀬替を繰返し、60年掛けて利根川東遷を果たした。これにより水害が減り、安定した用水路を得て広大な田地が造成され、水系は水運幹線となって一大経済圏を構成した。しかし、この時に利根川と常陸川を繋いだ赤堀川は、十間と狭く洪水を到底捌けない。真の洪水防御のための東遷は、明治改修まで待つこととなる。

河川工事用の作業船の例として、図—3に江戸時代末期の工楽松右衛門の鋤簾浚渫船と杭打船を示す。



図—2 近世初頭の利根川水系



図—3 工楽松右衛門の浚渫船と杭打船

3. 明治以降の河川改修

明治維新政府の政策は、富国強兵・殖産興業（生糸・石炭・造船）の促進である。運輸インフラは、近世からの伝統的水運（沿岸海運と河川舟運）の延長線上で、まず、港湾・運河・河川を改修整備し、この工事に初めて機械力（浚渫船）を導入した。併行して、新交通体系として鉄道敷設を急ぐが、財政難のため民間投資に大きく頼って、30年程度で列島骨格幹線を完成させた。やがて内陸輸送が舟運から鉄道網に移行すると、河川改修も低水工事から高水工事への転換が要請され、明治29年に河川法が制定され本格的な機械化施工が導入される。一方、近代技術の育成は、お雇い外国人技師による技術導入（計画・実施と教育）を明治20年頃まで続け、留学帰り邦人技術者の活躍が明治10年頃から始まる。以下、機械化施工に関わる河川改修工事のトピックを編年で示し、重要な工事を解説する。

明治元年 治河使を設置して、土佐藩士岡本健三郎を充て淀川水系の維持管理を行う。

明治3年 安治川（淀川河口）浚渫に蘭製100坪鋤簾船（バケットラダー浚渫船）を民部省土木司が英サールトラ商会より2隻輸入、本邦建設機械の嚆矢となる。

明治5年～ 近代土木（河海工学）の師、ファン・ドールンが来日し、リンド、エッセル、チッセン、デ・レーケ等のお雇い外国人技師が続いた。彼らの指導の下、低水工事が始まった。特に近代砂防の祖デ・レーケは明治6年に来日し、手始めに木津川支流に蘭式山腹工事を施工して淀川の水制工による低水工事を実施した。その後も34年迄の永きにわたり、各地の河川低水工事等を指導した。

明治前半 舟運の維持管理を目的として、全国の主要河川、特に東北日本の河川に低水工事を施した。また、利根川や北上川の下流部で運河を開削し、利根運河・北上運河・東名運河・貞山堀等を施工した。しかし、洪水防御対策は、地元の水利士功会に委ねた。

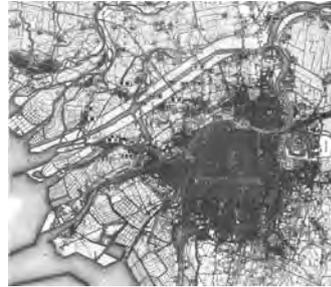
明治24年 直轄河川+9河川選定して実施調査。

明治29年 4月に河川法が制定され、淀川・筑後川等の指定河川の直轄河川改修工事が始まった。この背景には洪水が頻発していて、内陸輸送も鉄道への移行が進み、河川改修の要望は通船維持（低水工事）より洪水防御（高水工事）に移った。また、財政的にも日清戦争の賠償金により社会資本整備の拡大が可能となった。明治32年に手始めの淀川改修工事に本格的な機械化土工を導入する。ラダーエクスカベータと土工機関車による河川土工スタイルの雛形をつくり、以

降の主要河川改修工事の濫觴となる。

明治31年 大井川改修工事において、Decaubille（ドコービル）5t機関車2台の使用を開始。

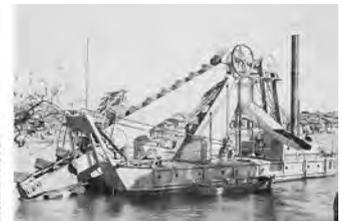
(1) 新淀川放水路の開削 明治32年～



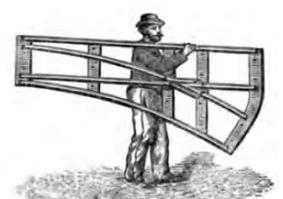
図一4 淀川放水路



写真一1 若き沖野忠雄達



写真一2 エクスカベータとバケット浚渫船



図一5 ドコービルの簡易軌条

明治18年の淀川大洪水をきっかけに、洪水防御を目的とする淀川改修期成運動が高まり、沖野忠雄が邦人初の河川改修計画を明治27年に作成し、明治29年の河川法制定を待って、淀川改修工事に着手した。

明治32年8月に機械化施工を開始、淀川改修工事は3工区に分かれ、下流の佐太～海口16kmが第1工区の「新淀川放水路」の開削区間（図一4）となる。浚渫土量570万 m^3 、堤防築立31km、この大土工を6年で完遂するため本格的な機械化施工を初めて導入し、工区主任三池貞一郎が陸上の機械化土工を指揮した。

投入機械は、大型浚渫船4隻、小型浚渫船2隻、仏アッシプルレ製ラダーエクスカベータ（120 m^3/h ）×3台、英Nasmyth Wilson製20t機関車×6台、30ポンド軌条と半坪（3 m^3 ）木箱トロ660台、仏ドコービルの9ポンド軌条と5勺（0.3 m^3 ）鍋トロ760台等を使用した。

20t 機関車と 30 ポンド軌条は、軽便軌条と呼ばれる軽便性がウリのナローゲージであるが、余りに安易に敷設したためか、機関車の転覆事故が多発した。ドコービルの軌条は、明治 13 年に平野富二が初輸入した図-5 のようなレールと枕木を一体化した簡易軌条で、工事用の仮設軌条として、その後の工事でも人ト口用によく使われた。写真-1 は、明治の機械化施工を牽引することになる若き沖野忠雄（右端）と補助した原田貞介（前列）と三池貞一郎（左端）である。

(2) 利根川改修工事 明治 33 年～



図-6 利根川改修 I・II・III 期区分図

河川法制定後の利根川改修計画では、烏川と利根川の合流地点から河口までを改修し、栗橋地点の計画高水流量を 3,750 m³/s とした。

利根川第 I 期改修の銚子～佐原（42 km）は、明治 33～42 年 12 月に行われ、蘭製 600 坪, 400 坪, 200 坪, 100 坪等のロングシュー式, ラダー式, ポンプ式, 摺上式を輸入, 9 ポンド鉄枕軌条, 木造 7 寸ト口 3,600 台を投入した。第 II 期改修の佐原～取手（52 km）は、明治 40 年に着手され陸上機械化施工も始まり、第 III 期改修の取手～芝根（110 km）も併行して明治 42 年に着工された。しかし、明治 43 年 8 月に中条堤が破堤し利根川は大洪水、23 万 ha が浸水して東京市区は冠水した。このため、明治 44 年に栗橋地点の計画高水流量を 5,600 m³/s に上げた。第 III 期改修時の投入機械は、200 坪ラダーエキスカベータ 16 台、土工用に独 Borsing 製 20 t 蒸気機関車を 17 台使用し、掘削数量 2 億 1,400 万 m³ となり、パナマ運河 1914 年開通時の掘削量 1 億 8,000 万 m³ を上回った。

(3) 遠賀川改修 明治 39 年～

遠賀川改修は明治 39 年に着手された。何故、この小河川が他の大河川より優先されたのか？ 筑豊炭田地帯を貫流する遠賀川では、江戸時代中期以降、舟運（川ひらた）による石炭の積出しを行っていた。主需要は瀬戸内海沿岸の製塩用燃料である。明治中期に鉄道輸送に切替わって行くが、蒸気機関の燃料として需

要が増大し、国内最大の産業エネルギー供給地となっていた。しかし、洪水が頻発し、特に明治 38 年の氾濫による炭坑の浸水被害は甚大で、石炭減産と炭価騰貴を惹起して、国家経済を震撼させる事態となった。このため遠賀川洪水防御が急務として浮上した。

改修主任の南斉孝吉が改修計画から携わり、労働者不足を事前想定して極力、機械化施工を計画し、新淀川開削完了後の施工機械を筑豊の遠賀川に移した。それでも労働者確保に悩み、炭坑のト口牽引に慣れた馬を動員して、空前の馬ト口土運搬を行った。

連続堤防方式を初めて完璧なかたちで実行し、国内初の水系の一環改修を実施して、最新鋭施工機械を投入していた。このため内務技監沖野忠雄は、内務省技師全員に遠賀川改修工事の視察を命じた。

また、新潟鐵工所がこのエキスカ（写真-3）をスケッチし、明治 44 年に国産化して大河津分水に 2 台納車した。その後、東京・仙台土木出張所等に 25 台を納め、小型で平野部の開削に適していたため、内務省の標準モデルとなり、内務省各工場や他のメーカーでも同型機が多数生産された。



写真-3 遠賀川改修のエキスカ

明治 40 年 信濃川 II 期改修着工

高梁川改修着工：20 t 機関車 × 2, 1,200 m³ 浚渫船, 曳船各 1 隻の他は人力, 馬力施工

吉野川改修 1 期着工：22 年に中断されていたものを再開, 改修区間は下流部 40 km, 計画流量 13,900 m³/s, 第十堰以下別宮川 14 km を放水路として拡幅し本川とする。投入機械は、エキスカ 4 台, 機関車 5 台, 浚渫船 4 隻, 工業船 18 隻, 曳船 3 隻, 土運船 45 隻（写真-4）。

利根川 II 期改修着工：佐原～取手 52 km



写真-4 吉野川改修



写真-5 1.5t ダンプ

明治42年 利根川改修Ⅲ期着工：Ⅲ期改修では1.5t ダンプトラックも導入され、渡良瀬川上流からの玉石運搬に使われた。大正10年撮影の写真—5を見ると、ダンプ機構はケーブル式バーチカルホイストで、「内務省 No.1」と掲示しているが投入は1台のみ。

(4) 大河津分水 明治42年～

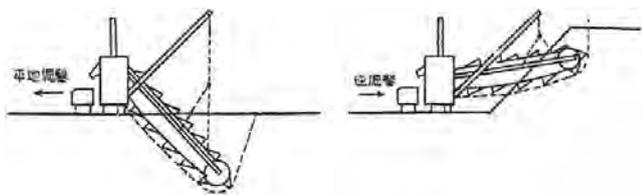
越後平野は、信濃川が幾筋にも分かれて曲がりくねる広大な低湿地帯で、頻発する氾濫をなくすために、人々は信濃川を分水して洪水を日本海に流す大河津分水の開削を幕府や明治政府に訴え続け、明治3年に漸く着工されたが、洪水被害地区と河口港の利害対立や技術的問題を生じ、8年に断念されてしまった。



写真—6 LMG 製エキスカと Navvy



写真—7 新潟鉄工製エキスカと自在堤倒壊



図—7 鋤簾式掘鑿器 (ラダーエキスカベータ)

断念した分水工事が明治42年に機械化施工で再開される。掘削土量2,878万 m^3 、主任技師は新開寿之助が担当。投入機械は、200坪掘(1,200 m^3 /10h)長梯鋤簾式掘鑿機(独LMG製80tラダーエキスカベータ、略してエキスカ)×12台、200坪掘短梯鋤簾式掘鑿機(40tエキスカ)×4台、100坪(600 m^3 /10h)掘 Steam Navvy(英国製46t蒸気シヨベル)×2台を導入して、東洋一の大規模機械化土工となる。80tエキスカは、上向き、下向き掘削(図—7)が可能で、40tエキスカは下向き掘削のみである。土砂部をエキスカで、軟岩部を蒸気シヨベルで掘削した。運搬は20t機関車+3 m^3 積土運車×25両を一列車とし、20t機関車(大

河津工場内製とHawthorn製)20台とKerr Stuart製10t機関車2台、3 m^3 木箱トロ×1,700両、人力ドーベルは、0.3 m^3 鉄製鍋トロ×2,000両を使用。平地部の掘削は、40tエキスカ4台による掻上げ掘り、高地部掘削は、左岸EL.15m以上は人力掘削(人力トロ運搬)、その他は80tエキスカ3台による2・3段掻上げ掘り、山間部掘削は、左岸は急峻で殆ど人力掘削、上流EL.12m以下と下流EL.24m以下は80tエキスカ3台を使用。右岸のEL.66m以上は人力掘削トロ運搬で3m高さ毎の階段状に掘削した。機械掘削はEL.57m～12mに掘削深度12m毎の掘削線を設け、EL.12m以上は掻上げ掘削、EL.12m以下は掻上げ掘削。蒸気シヨベル2台、80tエキスカ11台(3台は高地部より流用)、40tエキスカ1台(平地部より流用)。爆破穿孔は当初は人力による突タガネであったが、大正5年以降は15馬力石油発動機式可搬空気圧搾機と汽力65馬力固定空気圧搾機によりジャックハンマを使用した。13年余りの歳月を掛けて大正11年に通水に漕ぎ着けたが、通水から5年後の昭和2年6月に自在堤が洗掘により陥没倒壊した。修復工事は内務省が威信をかけ青山士と宮本武之輔等が取組み、昭和6年に完了した。近年は、老朽化した洗堰の改築を平成12年に、可動堰改築を23年に竣工させた。

(5) 石狩川改修 明治43年～

石狩川は毎年春の雪解け水を氾濫させていたが、明治31年に未曾有の大洪水を引起こした。連続的な豪雨に続いて大暴風雨が襲い、氾濫は幅40km、延長100kmにわたり、琵琶湖二つ分の巨大な湖が忽然と出現した。

この大洪水の翌月に「北海道治水調査会」が設立され、水位観測を始める一方、中心技師岡崎文吉は欧米の河川管理の実状を視察調査した。そして、明治43年に岡崎が道庁に提出した「石狩川治水計画調査報告」は、内地と違った北海道原野での石狩川改修の方向性を示した。蛇行した流れをそのまま残し、護岸と別の放水路を利用するが、河川の過剰な矯正を避けた「自然主義」と呼ばれたものである。岡崎は石狩川治水事務所長として、明治43年に第1期治水工事を生振～篠路の放水路掘削から開始した。しかし、河川事業のドンとなっていた内務技監沖野忠雄が大正6年来道し、彼の捷水路(シヨートカット)主義と対立し、岡崎は北海道を去ることになった。これにより石狩川改修は、捷水路工法に大きく転換した。大正8年には工事の拠点基地として「江別機械工場」が造られ、機械・器具の製作や修理から資材補給等を行った。竣工は昭和9年。



写真一八 石狩川の浚渫船とエキスカ



写真一十二 北上川改修



写真一十三 雄物川改修

(6) 荒川放水路の開削 明治 44 年～

荒川放水路は、東京の下町を水害から守る抜本対策として明治 44 年に着手し、青山士が従事した。大正 2 年から高水敷に取掛かった。放水路の延長は 22 km, 川幅 455～582 m で開削され、掘削土量は 2,180 万 m³, 築堤土量 1,204 万 m³ となる。掘削は高水敷を人力掘削とし、低水路上部 3.7 m をエキスカ(写真一 9) で掘削し、20 t 機関車牽引の 3 m³ トロッコで運搬して築堤に流用した。機関車は川崎造船と内務省千住工場で 9 台を国産化して投入、後に利根川改修から 4 台を借入れて追加した。低水路底部は浚渫船(写真一 10)により掘削し、浚渫土は旧川の締切や埋立等に利用した。



写真一 九 人力掘削と機械掘削



写真一 十 浚渫船

写真一 一 ディーゼル化

(7) 北上川改修 明治 44 年～

北上川は追波湾に流れていたが、伊達政宗の命を受けた河村孫兵衛が神取山地峡を開削して、北上川を迂回させて北上・迫・江川の三川を合流させ、北上川本川を石巻湾に切替えた。明治になって、13 年～35 年に内務省直轄の河身改修(低水工事)が成されたが、明治 22 年の大出水を契機に 2 期工事を策定することになった。柳津地点から合戦谷に向けて新川を開削し、かつての北上川本川の追波川に結んで、追波湾に本流を戻した。これが新北上川放水路である。

東日本大震災の時、津波が追波湾からこの川を遡上

し、大川小学校の悲劇を生んだ。児童が待避するため目指した新北上川大橋付根の高台は、著者が若い頃に橋への取付道路として片切で造成した箇所だった。この切取った法面稜線を駆け上がって逃れた人が残した映像の荒ましく押し寄せる津波の映像が痛ましい。

大正 7 年 雄物川改修(写真一 13) 着工:投入機械は、エキスカ 4 台, 20 t 機関車 5 台, 5 合積土運車 393 台, 7 勺積トロ 1,000 台。

荒川改修工事に米製クローラ式蒸気ショベルを輸入。写真一 14 はその頃初輸入された軌道式蒸気ドラグライン、利根川と阿武隈川改修に投入された。



写真一 四 初のドラグライン



写真一 五 鬼怒川改修の DL

大正 9 年 内務省利根川 2 期改修に 3/4yd³ ディパのマリオン 21 型とピサイラス 14B を試験輸入、13 年の土木学会誌に使用報告。綾瀬川には 3/4yd³ オスゴットを輸入。

大正 10 年 赤川放水路:開削開始

阿賀野川改修:本格的改修(捷水路開削)に大河津分水の LMG 製大型エキスカを転用する。

大正 15 年 中川運河開削(248 万 m³)に英製浚渫船 2 隻, 米製掘削機 4 台を輸入、掘削残土を利用して都市計画法による最初で戦前唯一の周辺工業団地を造成。

鬼怒川改修:着工

昭和元年 米製 3～4 t ガソリン機関車と 15～18 ポンド軌条を最上川等の河川改修に使用。

昭和 2 年 紀ノ川改修に米製ディーゼルショベルを初輸入。6 月大河津分水の自在堤が倒壊。

昭和 4 年 ディーゼル機関の発達が顕著となり、Deutz 製 7 t ディーゼル機関車 9 台を鬼怒川改修に納入(写真一 15)。

昭和 5 年 多摩川改修で国産 100 坪掘ディーゼルラ

ダーエクスカベータを導入。

昭和6年 荒川上流改修工事をディーゼル化，20t機関車をドイツ発動機社製に置換え，在来の40tエキスカを蒸気からディーゼル機関に換装した(写真—11)。

昭和11年 本邦初の高塔式掘削機（タワーエクスカベータ：写真—16）を内務省が製作し，手取川改修工事に投入した。



写真—18 利根川堤防復旧工事



写真—16 手取川改修



写真—17 常願寺川改修

大正末期には主要河川の改修がほぼ完了し，代わってダムによる洪水調整として，北上川，鬼怒川で調査が始まる。昭和10年頃には河水統制の構想が浮上し，発電に加えて農業・都市・工業用水，洪水調整の多目的ダムとして，全国十数本の河川が河水統制事業調査の対象となり，戦後の多目的ダム建設等の国土総合開発計画の母体となった。一方，大戦前の情勢は，軍需産業用の石炭不足があり，軍部は水力発電を推進するためダム発電方式を打出し，戦後の電源開発促進法（昭和26年）の母体となる。

昭和21年 戦時体制下で荒廃した国内河川を再生させるため北上川・利根川・信濃川上流・木曾川2期の改修工事を再開する。

昭和22年 カスリーン台風で利根川が栗橋で決壊(写真—18)，都内東部低地が水没，改修計画改定（栗橋地点で14,000 m³/s，現在は17,000 m³/s），北上川も大水害。

昭和24年 戦時下で荒廃するに任せた常願寺川再生に，日立製タワーエクスカベータ2台(写真—17)を投入，27年迄に各地の急流河川に15台が投入された。

昭和26年 河川総合開発事業開始

4. おわりに

機械化施工による近代改修工事として，終戦直後迄の歩みを駆足で回想したが省略した部分も多い。その後の建設機械について見ると，明治の頃から河川工事の主力掘削機であったラダーエクスカベータは，昭和30年代半ば頃まで使われたが，ドラグラインやバックホウに入替わった。その頃の請負化に伴って，機関車土運搬もダンプトラックに順次移行した。スクレーパは昭和30年から，スクレーブドーザは35年から使われ始めた。

JICMA

《参考文献》

- 1) 内務省直轄土木工事略史・沖野博士伝，真田秀吉，'59.2
- 2) 利根川と淀川，小出博，'75.1
- 3) 物語日本の土木史，長尾義三，'85.1
- 4) 洪水と治水の河川史，大熊孝，平凡社，'88.5
- 5) 人は何を築いてきたか，土木学会，'95.8
- 6) 国土づくりの礎，松浦茂樹，鹿島出版，'97.6
- 7) 機械化土工のあゆみ，岡本，土木施工'09.8，
- 8) 沖野忠雄と明治改修，土木学会，'10.3
- 9) 工事用の軽便軌条小史，岡本，建設機械施工'14.5
- 10) 河川堤防の技術史，山本晃一，技報堂，'17.10

【筆者紹介】

岡本 直樹（おかもと なおき）
建設機械史研究家
e-mail:gemvnky@gmail.com





ナパ川の治水と環境の コラボレーション

松久喜樹

サンフランシスコベイエリアに注ぐナパ川の河川改修プロジェクトは、注目に値するビッグプロジェクトである。最近のヨーロッパの動きに同調した「生きている河川 (Living River)」のコンセプトに基づく、洪水対策と河川再自然化といったきわめて困難な目標の中で、対立する多くの団体や市民を取り込み協働して成し遂げたことが高く評価された。AIA や ASLA など多くの学会等から高い評価を受け、その功績が受賞につながっている。アメリカにおける最初の大規模河川再自然化のモデル事業であり、先駆的な試みであるがゆえに、幾多の困難な局面を経て事業決定されたが、工事の施工が始まった2000年から、追加予算未決定の部分を除き2018年に一応の完成をみる。2017年には、この地域を襲った豪雨によって洪水が心配されたが、計画通りその役割を果たした。

キーワード：河川計画，洪水防止，自然回復，都市再生，協働

1. ナパ市と洪水の歴史

ナパ川は集水域 1,100 km² あり、北端にナパ最大のセントヘレナ山 1,300 m が位置し、そこを水源とするナパ川が東にヴィカ山脈、西にマヤカマス山脈、標高 600 ~ 800 m の山脈に挟まれた谷あいであるナパバレーを流れ、北サンフランシスコ湾のサンパブロ湾に注ぐ、全長 89 km の河川である。

ナパ市はサンフランシスコから車で北へ約 1 時間、カリフォルニア随一のワイン産地ナパ郡地域の中心であるが、長年洪水の被害に苦しんできた。1862 年から現在までに 22 回の大洪水を経験し、その被害は過去 36 年間に 5 億ドル以上にも達している。原因はカリフォルニアではめずらしく河川が都市中央を貫通して流れている事や都市形成が河川の流域である氾濫原を無視して建設されたことが最大の洪水を引き起こす要因であった。このことが、平均流量秒速約 37 m³/s 程度に対して、100 年に一度、それが 1,200 m³/s ~ 1,300 m³/s に増水するため、大洪水を引き起こしていた。

ナパ市は 1940 年代より長期に渡って洪水対策について模索してきた。ナパ川とその支流のナパクリークは 1965 年に中央政府より洪水防止事業として認可を受け、1970 年には計画が立案され、1972 ~ 73 年にはカリフォルニア州議会によって事業は承認されていた。ナパ市民は政府機関である US 陸軍工兵隊の提案するコンクリートと杭で堤防を築く一般的な洪水防止

計画案に対して、次第に同意できない状態が続いていた。カリフォルニア州内の河川の多くはダムや堤防で締め付けられ、河道は直線化され、送水管によって都市へ送られていたが、多くのナパ市民にとってナパ川は同市を特徴付ける最も重要な環境資源であり、このような手法は川を生かさな人工化と感じていた。1975 年に提案された新規計画案について、地元に対し地元費用負担を求める住民投票が行われたが、計画案は否決され、そのまま棚上げとなっていたのであった。

2. 洪水対策に対する新たな展開

1986 年、50 年ぶりに大洪水に見まわれた。ナパ郡の洪水コントロール委員会は再び陸軍工兵隊に交渉を始めるように要請し、川幅を広げ、堤防を築く従来からの案が再び検討された。この動きに対して、ナパ川の近くに住む作家のジョンストーン・ブロック氏は危機感を持ち、友人達と市民グループである Friends of the Napa River を発足させた。最初は彼の自宅が事務所であり、環境にやさしい洪水コントロールを主張した。彼らの考えに賛同する初期の団体には、サンフランシスコ湾地域水質委員会、US 魚介類及び野生生物局などがある。これらの支援を得て計画案に反対してきた。次第に運動は大きくなり、多くの団体と協力関係を持ち始めた。それらの団体には、ナパバレー経

済開発組合、農協、観光組合、シエラクラブ、商業会議所など立場の違う様々な団体が含まれていた。さらに地元議員の賛同を得て、ナパ郡資源保護管区やナパバレー環境開発会社にナパ川の将来について地域集会を開催させるに至った。

1996年～97年に、延べ24回程度の地域との集会が行われ、集会規模も大ホールで行われるほど注目を浴びようになっていった。この集会でランドスケープアーキテクトであるダニエル・イアコファエノ氏の事務所MIGが集会のファシリテーターとして、またデイブ・ディクソン氏はナパ郡の長官として大きな調整役を果たした。筆者は、この2人に面会し、取材させていただいた。

最初はこのコミュニティの代表達もできるだけ自然的な整備を求める声のみで、具体的な案を示すことができなかったが、次第に河川の洪水域を確保し、洪水のコントロール手法による、自然の生態系にあった河川整備の方向を目指すようになった。「生きている河川」のコンセプトは単に市民達の関心を引く為のキーワードから新しい河川整備の権利運動に発展したのである。生態系を考慮した河川整備は景観的にも美しく、エコツーリズムの可能性があり、不動産価値も高まることが期待できることが認識され始めたことに他ならない。

デザイン委員会は河川の専門家であるUCバークレーのルナ・レオポルド氏や多くの協力者を得て、「生きている河川」の具体的な手法の開発を推し進めたが、結果は今までにない画期的な提案であった。陸軍工兵隊は情報提供の為に集会に参加していたが、次第に彼らの従来の工法を押し付けることが少なくなり、変化が見られた。27のローカルグループ、州政府、中央政府関係者、陸軍工兵隊など約400人の代表が集まり、コミュニティベースの計画を進めて行った。延べ数千時間の技術的委員会や市役所でのワークショップを経て、計画の包括的な概要が発表されたが、内容は環境保護側にも、また従来の工法側にも妥協を求めるものであった。

1998年に住民投票が行われたが、20年間ナパ郡地域の消費税を0.5%このプロジェクトの為に増税する事に対する条例に対して、必要な2/3の賛成票を得て可決された。27,000票以上の投票があり、わずか308票の得票差であった。反対側は組織的なキャンペーンができなかったことや、この計画の将来に対して確信が持てなかったことにあると思われる。計画は今後20年間に投入される2億2,000万ドルの費用の約半分を国からの補助、残り半分を州政府と地元の消費税で

支出することになった。

マスタープランは「生きている河川」というコンセプトを生かす為に戦略が用意された。計画は単一の目的ではなく、複数の目的を有していることが特徴として上げられる。

中央政府の認可を受けた陸軍工兵隊の事業目的は以下のような内容であった。

- ・100年に一度の大洪水からの災害を防止する。
 - ・事業のコストと洪水による損害の費用対効果予測を行う。
 - ・生態系に対するミティゲーション計画（生態系や自然環境に影響を及ぼすと考えられる時、それを軽減する為にとる補償措置）。
 - ・河川におけるレクリエーション地としての利用。
- これに対し、地域代表の委員会はさらに次のような目的の追加措置を提案した。
- ・新しい河川管理の手法による環境の改善と自然回復。サンフランシスコの湿原保護や元氾濫原である南湿地オポチュニティー地区270haの75パーセントを復元し、自然の生態系の安定化を図ること。
 - ・洪水のリスクを減らすことによる保険料の軽減等も含めた地域経済の活性化。ナパ市の市街地再開発と一体化させ、景観に配慮、観光の目的地として役割と位置付けを行う。
 - ・事業の地元負担に対する確認。

3. 河川の氾濫原の回復とドライバイパス計画

昔のナパ川流域は緑に覆われた森であった。サケやマスが多く生息するハビタであったが、ナパ川を管理する為に行われた方法は、氾濫原を改造し同時に土地の有効利用を図る為、農地や牧草地にするものであった。その為河川の堤防を高くし、湿原を埋め立て洪水させないように管理した結果、氾濫域がより上流に移動する結果を引き起こしたと考えられた。

陸軍工兵隊によって採用された計画は、エコロジーとテクノロジーを合体したものと考えられるが、川の下流域のナパ市の南を東西に走るハイウェイ29号線から10km川上のダウンタウンまでの広大な河川流域を含んでいた(図1)。また支流のナパクリーク1.6kmも含まれていた。沿岸管理委員会からの交付金で、市は19世紀後半から堤防を築いて牧場として使われたかつての氾濫原を取得した。この土地は、湿原を回復させることが可能であり、陸軍工兵隊はかつての氾濫原を復元する工法を採用したのである。



写真一 2 オックスボー地区ドライバイパス

この計画を遂行する為に重要な安全対策は、橋を付け替えることによって、より高い水位に対応する事や河川の拡幅に対応することであった。また高水敷となる場所にはモービルホームや44の住宅や倉庫等が点在しており、倒壊あるいは移築をしなければならない問題と、人気のあるワイントレインの軌道を移動しなければならない問題があった。

かつて河川敷に立地し、河川を利用して石油を運搬していた工場の跡地は、土壌が汚染されたまま長く放置されていたが、土壌汚染を引き起こした石油会社に代償させ取り除くことができた。

陸軍工兵隊のダカス氏によれば、ナパ川の計画は陸軍工兵隊にとって河川の洪水対策と環境面の回復といった困難なバランスの中でのモデル事業であり、こういった地元住民の参加型事業を他のいくつかのプロジェクトで取り入れ始めていると述べている。陸軍工兵隊にとって、年間50億ドルに上る全米の洪水の被害を無くすことが責務であるが、市民のこの組織への信頼の無さが、当初最大のフラストレーションであった。こういった協働のプロセスは、信頼関係を回復する事になったに違いない。

4. ナパ川の河川計画のその後

筆者がこの計画を知ってから、すでに10年を超える歳月が流れているが、現在どうなっているのだろうか。まず結果的にその後も度々豪雨があり洪水が懸念されたが、工事前と比べるとすでにナパ市の中心部の洪水による浸水の危険性は少なくなっている。

2005年の豪雨の時に、すでにその効果が見られたが、最大の降雨量があった2017年の危機に対しても計画通り氾濫原やバイパスチャンネルは機能してナパ市は守られたのである（写真一3）。

計画のもう一つの大きな目標は、市街地に隣接しているナパ川の河川整備と一体的に将来の町づくり構想

がある。歴史的な建物であるハットビルや1884年の穀物倉庫は今日では、ナパミルと呼ばれ、民間の事業投資が行われており、ホテルやレストラン、小粋な商業施設が開業している（写真一4、5）。

川岸の護岸に沿って、プロムナードやサイクリングロードが造られ、対岸の湿地の自然が眺められる絶好の場所である。市街地の歴史的な町並みからナパ川の護岸へ、そこから続く散策のプロムナード、広く開放的なナパ川と対岸の湿原の自然が織り成す風景は大変美しい。筆者も何度となく、この場所を訪れたが、水



写真一 3 豪雨時のドライバイパス



写真一 4 ナパミル 2005年



写真一 5 ナパミル 2017年



写真—6 ナパミルからの眺め

辺のデッキからの風景は実に素晴らしいものであった(写真—6)。時に、たまたま河川を走るレクリエーション用のボートに出会す機会があったが、サンフランシスコ湾から航行していた。ナパ川はかつての町の裏から表のイメージへ変化しつつあるのが実感できた。

これらの計画によって現在ではナパ川の氾濫原が回復し、水鳥やアヒルなどの生物が見られるようになったし、また元々いた川魚も戻って来ている。水辺のトレイルには、魚や水鳥などの生物の姿を見つけたり、植物の芽吹きや開花を目の当たりにしたりでき、自然を楽しむ散策コースとなっている。それは、カヤックなど水辺のレクリエーションを楽しむ絶好の場所でもある。

不動産価値を高める事が、マスタープランの重要な目標になっているので、ナパ市全体の町並みと調和を図り、水辺のデザインコントロールがされている。2000年当時の不動産価格と比べると市街地の商業地区は大きく上昇し、洪水保険が下がっていることでも

計画が成功しつつある事をうかがわせる。すでにナパ市への民間事業投資額は10億ドルを超えている。この地域は今や都市の文化センターとして、また観光客の目的地としての劇的な変化を果たしたと言えるだろう。

実は、このプロジェクトに対する総事業費は、当初の2億2,000万ドルの予算から倍増し5億ドルとされている。追加予算の決定に時間を費やしたことから、工事期間も当初の7年から大きく遅れ、ようやく2018年に一応の終了をみるが、まだ計画の全行程が終了したわけではなく、追加予算の決定が待たれる。プロジェクトの費用対効果の予測は、洪水対策をせず都市が被ると推定される莫大な損害と比較した場合、このプロジェクトによって10億ドルの損失の軽減ができると試算されている。

この報告は、論文「生きている河川」コンセプトの研究—ナパ川(サンフランシスコ地域)の場合—を基に、その軌跡を追いながら、その後の経過を書き加えたものである。

JICMA

《参考文献》

- 1) 松久喜樹：「生きている河川」コンセプトの研究—ナパ川(サンフランシスコ地域)の場合— 大阪芸術大学 紀要「藝術29」(2006)
- 2) 松久喜樹：ランドスケープデザインの探究 (2009) 濤標 pp.79-91

[筆者紹介]

松久 喜樹 (まつひさ よしき)
ランドスケープアーキテクト、
大阪芸術大学 建築学科
教授



ずいそう

河川・河川維持における随想



山根和信

古来より水を治めるものは国・天下を治めると言い伝えられてきており、河川の治水と正常な河川維持は国家・社会の基盤といえる。

その河川と私には不思議と縁があったように思える。というのも私は河川維持業務と河川治水ダム関連の仕事に携わることが多かったからである。

発端は、学生時代の卒業研究論文で河川工学、河川維持を専攻したことからはじまったのかも知れない。

建設会社に入社するとその関係で最初に、岡山県の治水用滝山ダム (H=33 m) に配属され、その後広島県御調ダム (H=53 m)、水資源開発公団比奈知ダム (H=70 m)、国土交通省近畿整備局大滝ダム (H=100 m) 等の建設に携わり、大半は河川治水ダム建設であった。

施工中においては、全てのダムで河床掘削中に上流締切堤の越流水没被害を経験し、洪水の怖さをまざまざと見せつけられてのダム建設の連続であった。

特に入社した昭和 47 年に、最初の現場で滝山ダムの河床部が水没した時は、中国地方に梅雨前線が停滞、同日時に、一級河川江の川が氾濫し、上流の広島県三次市をはじめ島根県側の江の川水系下流域が氾濫し各地に甚大な被害を及ぼした。

そのときに河川整備の重要性を改めて認識させられ、その後のダム建設完成後においては、その堅固な治水建造物を見るたびに社会貢献の建設整備工事に携わっていることを自分の誇りと感じ、仕事に邁進し続けて来た。

ところがある時期、某政権時代となった折、河川整

備において時代に合わない大型ダム事業は全面的に凍結見直し、「コンクリートから人へ」と移行し、ダムの必要悪が叫ばれる中、ダムや治水事業の政策が停滞した。

その時は、河川整備とりわけダム建設工事に携わってきた自分にとっては、その政策に疑問を感じ治水事業の必要性について再考させられる時期でもあった。

しかし、昨今の異常気象による集中豪雨や台風に起因して自然災害・洪水が頻発し、毎年各地で甚大な被害・惨事となり続けている。

特に、最近の主な被害を数年であるが列挙してみると、平成 23 年 8 月に紀伊半島大水害、平成 27 年 9 月関東・東北豪雨災害による鬼怒川の堤防決壊による広範囲の水害、平成 29 年 7 月九州北部豪雨災害は、前年の熊本大地震の復興もままならないうちの追い討ちの被災となっている。

このように、毎年発生する甚大な被害を見ていると既存ダム・既存堤防がその機能を発揮しているものの、まだまだ治水対策は脆弱不十分であり、国土と国民生活を守るために、更なる河川整備が重要であることを再認識させられる。

今後とも河川整備による治水事業の優位性を広く国民に支持してもらえよう、コスト面・環境面などの向上を追求し、新規ダムの建設と並行しながら既設ダムのリニューアル、河川堤防の改修維持を更に積極的に推進していくべきであろうと考える。

おわりに

現在のコンサルタント勤務において、一級河川の維持に関わる測量設計業務に携わっているのもまた因縁めいているようである。

河川の治水と正常な河川維持という、社会的貢献度の高い事業の建設と業務に携わってこられたことは、やりがいのある恵まれた仕事であったと随想しながら、今後の残された会社勤めにおいても微力ながら参画貢献していきたいと思っている。



写真—1 治水ダム H=100 m 国土交通省近畿整備局大滝ダム

ずいそう

ダム・土木構造物の主張

宮島 咲



ここ数年前からインフラツーリズムと称し、ダムなどの土木構造物を見学するイベントが多くなった。ダムに関して言えば、10年ほど前は「森と湖に親しむ旬間」という夏に開催されるイベントにて、仕方なくおこなわれていた程度だったが、現在は春夏秋冬問わず、ひっきりなしに見学会がおこなわれるほどになっている。キッチリ数えたわけではないが、その数は10年前の5～10倍の数になるであろう。

昔のダムは人を寄せ付けなかった。天端立入禁止はまだましな方で、ダムへと続く道の入口から立入禁止にしているダムも少なくなかった。一般人が見学を申し込んでも断られ、管理所にパンフレットをもらいに行っても、職員から早く帰れという眼差しを受けていた。

昔のダムがこの様な状態であったことは、世論から来たものだと推測される。当時、「コンクリートから人へ」だの、「ダムはムダ」等の言葉が流行り、環境破壊の悪しきシンボルになってしまっていたからである。ダム管理者からしてみれば、人々の暮らしを守るために働いているのだが、それが全く理解されず、ただただ罵声を浴びせられる日々が続いたわけである。こうなると、訪問者を拒んでしまうことも頷ける。

11年前の夏、ダムカードというものが登場した。ダムカードとは、ダムに訪問しないと入手できないトレーディングカード形状をしたミニパンフレットだ。このカードが世間に対するダムの立ち位置を劇的に変化させた（写真1）。

ダムに行き、ダムカードを入手した訪問者はダムの役割を知ることになり、ダムは自分の生活と密接にかかわっていることを知った。ダムカードを配布するダム管理者は、数多の訪問者と会話を交わす機会ができ、貝の様に閉ざされた心が少しずつ開かれていった。こうなると、ダムはムダという世論は次第に見直されてゆき、ダムは暮らしにとって必要なものだという風潮に変化していった。

そして、ダムカード配布開始と時を同じくして誕生したのがダムカレーである。ダムカレーとは、カレーで造ったダムのことで、ダムの形をしたカレーとも言われている。ダム近隣にある飲食店で提供されていることが多く、10年ほど前は3ヶ所のダムサイトエリアで販売されていた（写真2）。

一昔前は、ダムは町にとってお荷物の構造物でしかなかったが、それを逆手にとってダムを観光地化し、一儲け（町おこし）しようと考えたのである。これが今流行のインフラツーリズムの原点であると私は考えている。

そもそも、インフラ構造物は自己主張が足りなかった。どんな働きをしているのか、どんな天災から人々を救ったのかなど、自分の働きを世に広める行為はほとんどしてこなかった。ダムが洪水から街を守っても、「当たり前のことをしたただけですから」という具合に、その働きを自慢することはなかった。

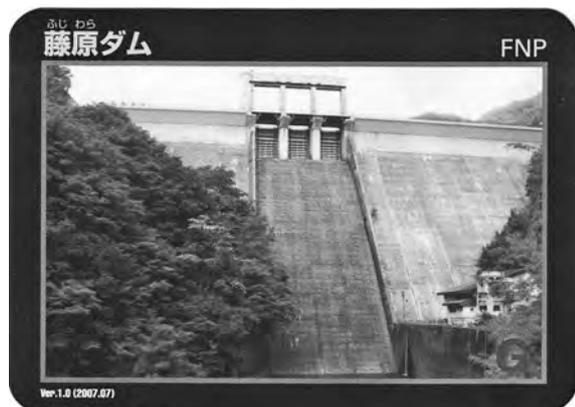


写真1 ダムカード



写真2 ダムカレー

その控え目さが人々の心をつかんだ。もっとインフラ構造物の働きについて理解したいと。もっとインフラ構造物の働きを世間に広めてあげたいと。そして、インフラ構造物の管理者は、もっと自らPRせねばならないと気がついた。

PRをしはじめた管理者と、インフラ構造物で町おこしをしようとする人々。そして、もっと社会インフラについて学ぼうとする人々。これらが融合し、今、インフラブームのブームが巻き起こっているのかもしれない。



写真一3 矢木沢ダム点検放流に訪れる人々

—みやじま さき ダムマニア&ダムライター—



部 会 報 告

2017年度 ISO/TC 127 土工機械委員会 活動状況報告

標準部会

近年における標準部会 ISO/TC 127 Earth Moving Machinery 土工機械専門委員会の活動全般については、本誌2018年2月号でも報告したところである。2017年度（2017年4月～2018年3月）に世界各地で開催された総会・国際作業グループ（WG）会議へは、日本から延べ124名が参加した（下表を参照）。2017年7月号及び11月号で既報告済みのTC 127 総会、

SC 3/WG 12 会議を除く計17回の会議について、来月号より数回に分けて各会議出席者の詳細な報告を紹介する。

特に活発な作業グループが、頻繁にWG会議を開催しているのが近年の特徴であり、2016年度の報告記事と同様、議論の流れを理解し易いようWG毎にまとめて、時系列順で掲載する予定である。

No.	TC/SC/WG	会議名称	開催日時	開催国/都市	日本の出席者
1	ISO/TC 127/ SC 2/WG 24	ISO 19014 機械制御系の機能安全(1)	平成 29 年 5 月 9 日～11 日	スウェーデン国 ストックホルム市	1 名
2	ISO/TC 127/ SC 2/WG 24	ISO 19014 機械制御系の機能安全(2)	平成 29 年 6 月 5 日～9 日	日本国東京都	延べ 12 名
3	ISO/TC 127	広島総会	平成 29 年 6 月 11 日～15 日	日本国広島県	延べ 29 名
4	ISO/TC 127/ SC 3/WG 12	ISO 6405 図記号	平成 29 年 6 月 16 日	日本国広島県	7 名
5	ISO/TC 127/ SC 2/WG 24	ISO 19014 機械制御系の機能安全(3)	平成 29 年 7 月 11 日～13 日	フランス国パリ市	1 名
6	ISO/TC 127/ SC 2/JWG 28	ISO 21815 衝突気付き及び回避 (1)	平成 29 年 7 月 24 日～26 日	オーストラリア連邦 ブリスベン市	7 名
7	ISO/TC 127/ SC 2/WG 22	ISO 17757 自律式及び準自律式機械 システムの安全 (1)	平成 29 年 7 月 27 日～28 日	オーストラリア連邦 ブリスベン市	6 名
8	ISO/TC 127/ SC 2/WG 24	ISO 19014 機械制御系の機能安全(4)	平成 29 年 9 月 4 日～8 日	英国ロンドン市	2 名
9	ISO/TC 127/ SC 2/JWG 28	ISO 21815 衝突気付き及び回避 (2)	平成 29 年 10 月 16 日～18 日	ドイツ国 フランクフルトアムメイン市	5 名
10	ISO/TC 127/ SC 2/WG 22	ISO 17757 自律式及び準自律式機械 システムの安全 (2)	平成 29 年 10 月 19 日～20 日	ドイツ国 フランクフルトアムメイン市	5 名
11	ISO/TC 127/ SC 2/WG 24	ISO 19014 機械制御系の機能安全(5)	平成 29 年 11 月 6 日～9 日	米国マイアミ近郊ドル (米国ディーア社施設)	2 名
12	ISO/TC 127/ SC 2/WG 24	ISO 19014 機械制御系の機能安全(6)	平成 30 年 1 月 15 日～17 日	オーストラリア連邦 メルボルン近郊	4 名
13	ISO/TC 127/ SC 2/JWG 28	ISO 21815 衝突気付き及び回避 (3)	平成 30 年 1 月 22 日～24 日	日本国東京都	延べ 17 名
14	ISO/TC 127/ SC 2/WG 22	ISO 17757 自律式及び準自律式機械 システムの安全 (3)	平成 30 年 1 月 25 日～26 日	日本国東京都	延べ 11 名
15	ISO/TC 127/ SC 3/WG 13	ISO 6750 運転取扱説明書 改正	平成 30 年 1 月 29 日～30 日	英国ロンドン市	2 名
16	ISO/TC 127/ SC 2/WG 21	ISO 5010 かじ取り装置要求事項 改正	平成 30 年 1 月 31 日～2 月 1 日	英国ロンドン市	1 名
17	ISO/TC 127/ SC 2/WG 26	ISO 10968 操縦装置 改正	平成 30 年 2 月 13 日～14 日	英国ロンドン市	1 名
18	ISO/TC 127/ SC 2/WG 24	ISO 19014 機械制御系の機能安全(7)	平成 30 年 2 月 19 日～23 日	英国ロンドン市	1 名
19	ISO/TC 127/ SC 3/WG 5	ISO 15143 施工現場情報交換	平成 30 年 3 月 13 日～15 日	日本国東京都	延べ 18 名

新工法紹介 機関誌編集委員会

03-181	デュアルフィットダンパー	清水建設
--------	--------------	------

概要

南海トラフや相模トラフを震源とする巨大地震や直下型地震の危険性が高まり、免震建築物にはこれまで以上の高い耐震性が求められている。免震建築物に非常に大きな地震動が作用すると積層ゴムに大きな変形が生じ、建物の擁壁への衝突や積層ゴムが限界変形を超える危険性がある。大きな地震動に対して免震層の変位を抑制するにはオイルダンパーなどの減衰材（ダンパー）を増やすことが効果的だが、ダンパーを増して減衰性を高め過ぎると、発生頻度の高い中小地震に対し積層ゴムの変形を抑制しすぎて加速度が増加してしまい免震効果を損なうという問題がある。デュアルフィットダンパーは、免震ビルの揺れ幅に応じて減衰性能が自動的に切り替わる、パッシブ型の可変減衰型オイルダンパーであり、当社がカヤバシステムマシナリーと共同で開発した。

デュアルフィットダンパーの構造図を図-1に示す。これは従来型のオイルダンパーに対し、切替ロッドを内部に追加することで、変位に応じて減衰係数を切替できる特徴を有している。ダンパー圧縮時を例として作動原理を説明する。ピストンロッド及び連結されたピストンが縮む（右に移動する）と縮側圧力室の圧力が上昇する。そして内部の作動油は減衰弁を開き伸側圧力室、またはタンク室へ流出する。この時の油圧抵抗がピストン速度に応じた減衰力（ダンパー反力）として作用する。

本ダンパー内にピストンを貫通して設置されている切替ロッドには、中央部の一定区間にのみ軸方向へ伸びる溝が設けられており、ピストンが取付長近傍からロッドの溝がなくなる変位（以下、切替変位）に至るまでの一定区間内にある場合は、ダンパー伸縮時に油が溝を通ることにより、減衰弁を通過する油を減少させ油圧抵抗を減らし、ピストン速度に応じた減衰力を低下させる（図-2）。ダンパーが伸縮しピストンが切替変位を超えると、切替ロッドの溝は無くなり油が減衰弁のみを通るため、この油圧抵抗がピストン速度に応じた減衰力として作用する（図-3）。

これにより、地震動が小さく積層ゴムの変形が小さい場合にはダンパーの減衰力は小さく免震性能を低下させず、地震動が大きくなり積層ゴムの変形が大きくなると減衰力を大きくして変形を抑制することができ、中小地震時、巨大地震時を問わず最適な免震効果を発揮できる免震ビルとすることができる。

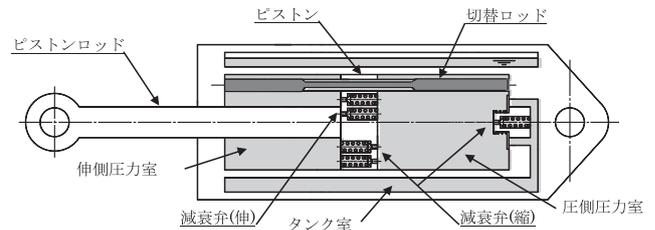


図-1 構造（模式）図

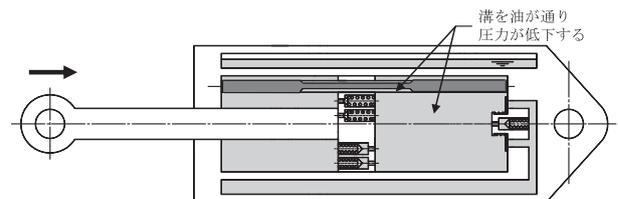


図-2 作動原理（低減衰）

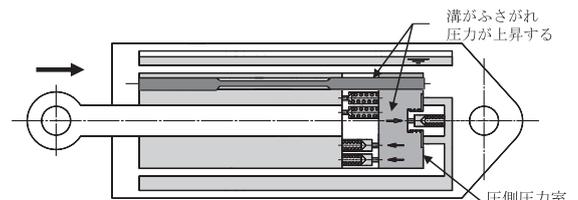


図-3 作動原理（高減衰）

特徴

- ・電気的な制御を必要としないパッシブ型の可変ダンパーなので、電源を必要とせず停電などにより機能が損なわれることがない。
- ・減衰切替えスイッチを必要としないので、地震終了後に特に操作を行う必要がなく、継続使用が可能。
- ・切替え変位は、設計条件に合わせて175mm～500mmの範囲で任意に設定することが可能。

用途

- ・免震建物全般

実績

- ・鉄骨造 地上19階建ての事務所ビル
デュアルフィットダンパーを20基使用

問合せ先

清水建設(株) コーポレート企画室 コーポレート・コミュニケーション部

〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目16-1

TEL：03-3561-1111（代表）

▶ 〈11〉 コンクリート機械

17-〈11〉-01	極東開発工業 コンクリートポンプ車 ピストン式 PY165-39	'17.10 発売 新機種
------------	--	------------------

車両総重量 25 t クラスのトラックシャシに最大地上高さ 39 m の 5 段屈折ブームと、大吐出量のピストン式コンクリートポンプを架装したコンクリートポンプ車である。

ブームおよび架台では高張力鋼板の使用範囲を拡大し、ブーム屈折部の形状を変更することでブーム本体の構造を簡素化しブーム長さや軽量化の両立を図っている。ブームは格納時のコンパクト化により、公道走行時の走行安定性の向上を実現している。

コンクリートポンプの油圧回路に閉回路を採用し、大吐出量時に発生する回路の切り換え衝撃を抑制するとともに最大吐出圧力は 8.5 MPa とし、余裕を持った打設作業が行なえる。

トラックシャシから動力を取出すトランスファ P.T.O. は、シャシ推進軸より上方に油圧ポンプを配する縦型のレイアウトで、大型の油圧ポンプの搭載を可能としている。P.T.O. ギヤの切換えにはエアシリンダを採用して操作性の改善を、また、車両の稼動状況や故障時のエラー表示の確認、各種機能の設定が容易に行なえるモニターディスプレイにより安全性と作業性の向上を図っている。



写真一 極東開発工業 PY165-39 コンクリートポンプ車

問合せ先：極東開発工業㈱ 技術本部 開発部
〒 673-0443 兵庫県三木市別所町巴 2 番地

表一 PY165-39 の主な仕様

最大吐出量	(m ³ /h)	165
最大吐出圧力	(MPa)	8.5
コンクリートシリンダ径	(m)	0.225
シリンダストローク	(m)	2.1
ホップ容積	(m ³)	0.5
ブーム最大水平長さ	(m)	34.8
ブーム最大地上高	(m)	38.5
ブーム旋回角度	(度)	365 (限定旋回)
コンクリート輸送管径	(m)	0.125
アウトリガ最大張出幅		
フロント	(m)	7.850
リヤ	(m)	7.850
洗浄用水タンク容量	(L)	150
全長×全幅×全高 (輸送時)	(m)	11.980 × 2.490 × 3.670
総質量	(t)	24.95
価格 (消費税抜き・シャシ価格込み) (百万円)		95

(注) (1) ブーム装置は全油圧 5 段 RZ 型
(2) アウトリガ最大張出幅はアウトリガ中心間距離
(3) 操作は PLC 方式コントロールパネルによる集中制御

▶ 〈14〉 維持修繕・災害対策用機械および除雪機械

18-〈14〉-01	三笠産業 湿式コンクリートカッター MCD-318HS, MCD-318HS-SGK	'17.01 発売 (MCD-318HS) '18.04 発売 (MCD-318HS-SGK) 新機種
------------	--	---

アスファルトやコンクリートの舗装路、排水用溝入れ作業などに切断機として使用される湿式コンクリートカッターである。

剛性を高めたボックス型の低重心フレームとバランス付ハンドルにより、機体振動と手腕振動を低減し、作業者への負担が軽減された。ベルトテンショナーを採用することで、ベルトの張り調整やメンテナンス性が向上し、高伝導性と耐熱性に優れたリブドベルトにより、カッター特有の高負荷運転時の伝達トルクと耐久性の向上が図られた。

自走切り替え用の走行クラッチは、リターン springs を内蔵することで、スムーズなレバー操作が可能となり操作性が向上した。

ディスプレイに切削深さが表示される「デジタル切削ゲージ」を装備している。ブレードの最大切削深さは 17.0 cm であり、0.5 cm 単位で現状の切削深さを確認できることから、目標の深さまで正確かつ迅速に切削が可能で、作業の向上を図っている。

MCD-318HS を機体ベースとした低騒音型 MCD-318HS-SGK は、国土交通省より「低騒音型建設機械」の認定を受けている (指定番号: 6190)。低騒音型専用ブレードカバーは、ブレード軸を中心に揺動し、路面に対し追従性を高めた構造になっている。

防音性を上げた内部構造によって、高周波領域の風切音や切削音の大幅な低減が図られた。

新機種紹介

表一 2 MCD-318HS/318HS-SGK の主な仕様

	MCD-318HS	MCD-318HS-SGK
機械質量 (t)	0.165	0.170
定格出力 (kW (PS)/min ⁻¹)	8.7 (11.8)/3600	
全長×全幅×全高 (輸送時) (m)	1.163 × 0.542 × 1.065	
ブレード寸法 (in)	10 ~ 18	
ブレード軸径 (m)	0.027	
最大切削深さ (m)	0.170	
水タンク容量 (ℓ)	50	
切削深度調節装備	手動スクリュー式	
走行方式	半自走式	
ブレード回転方向	時計回り (ダウンカット)	
価格 (百万円)	0.63	0.70



写真一 2 三笠産業 MCD-318HS 湿式コンクリートカッター



写真一 3 三笠産業 MCD-318HS-SGK 低騒音型湿式コンクリートカッター

問合せ先：三笠産業(株) 開発部開発三課
〒349-0203 埼玉県白岡市下大崎 15-1

平成 30 年度 公共事業関係予算

1. はじめに

平成 30 年度国土交通省公共事業関係予算については、東日本大震災からの復興の加速、熊本地震や相次ぐ台風による豪雨からの復旧・復興の着実な推進、ハード・ソフトを総動員した防災・減災対策の推進、インフラ老朽化対策、ストック効果を重視した戦略的な社会資本整備、i-Construction の推進、週休 2 日の実現等働き方改革など我が国が直面する喫緊の課題に取り組むため、4 つの分野に重点化して計上している。以下に概要を紹介する。

2. 平成 30 年度予算の基本方針

2.1 基本的な考え方

平成 30 年度予算においては、東日本大震災や熊本地震、九州北部豪雨等による「被災地の復旧・復興」、「国民の安全・安心の確保」、「生産性の向上と新需要の創出による成長力の強化」及び「豊かで活力のある地域づくり」の 4 分野に重点化し、施策効果の早期発現を図る。

特に、気候変動の影響により激甚化・頻発化する災害や切迫する巨大地震等から国民の生命と財産を守ることは最重要の使命である。このため、国土強靱化に向けて、防災意識社会への転換を図りつつ、ハード・ソフトを総動員した防災・減災対策を推進するとともに、戦略的なインフラ老朽化対策に取り組む。また、我が国の領土・領海を守るため、戦略的海上保安体制を構築する。

また、「成長と分配の好循環」の拡大に向けて、生産性革命の推進により、人口減少下でも生産性向上による持続的な経済成長を実現するとともに、アベノミクスの成果を十分に実感できていない地域の隅々までその効果を波及させる必要がある。このため、ストック効果を重視した社会資本整備の推進、コンパクト・プラス・ネットワークの推進、子どもから高齢者まで誰もが豊かに暮らせる住生活環境の整備、空き家や空き地等への対策など魅力・活力のある地域の形成に取り組む。さらに、訪日外国人旅行者数 2020 年 4,000 万人等の目標達成を目指し、観光先進国の実現に取り組む。

2.2 ストック効果を重視した社会資本整備

社会資本整備に当たっては、既存施設の活用を図りつつ、生産性向上をはじめとしたストック効果が最大限発揮されるよう戦略的な取組を進めることにより、我が国の持続的発展を支えていくことが重要である。このため、地域における生産性を向上させる社会資本整備についても、重点的かつ計画的に取り組んでいく必要がある。

このようなストック効果を重視した公共投資により経済成長を図り、経済再生と財政健全化の双方を実現するため、必要な公共事業

予算を安定的・持続的に確保する。

2.3 公共事業の効率的・効果的な実施等

公共事業の効率的・円滑な実施を図るため、改正品確法の趣旨を踏まえ、適正価格での契約、地域企業の活用に配慮しつつ適切な規模での発注等に取り組む。あわせて、中長期的な担い手の確保・育成等に向けて、国庫債務負担行為による施工時期の平準化、新技術導入や ICT 等の活用による i-Construction の推進、適正な工期設定等による週休 2 日の実現等の働き方改革に取り組む。

また、限られた財政資源の中での効率的な事業執行に向け、地域のニーズを踏まえつつ、情報公開を徹底して、投資効果や必要性の高い事業への重点化を進めるとともに、地域活性化にも資する多様な PPP/PFI の推進により民間資金やノウハウを積極的に活用する。

3. 平成 30 年度国土交通省関係予算（国費）

事業毎の予算を表一に示す。

4. 予算の概要

4.1 被災地の復旧・復興

- | |
|--|
| (1) 平成 28 年度から平成 32 年度までの復興・創生期間における
枠組みに基づき、東日本大震災からの復興を着実に推進。 |
| (2) 熊本地震等の大規模自然災害により被災した地域における
基幹インフラの復旧等を着実に推進。 |
-
- | |
|---|
| (1) 東日本大震災からの復興・創生 |
| (注) 復興庁計上 |
| (a) 住宅再建・復興まちづくりの加速…………… 2 億円
被災地における住まいの再建や復興まちづくりの取組を着実に推進する。 |
| (b) インフラの整備 …………… 2,470 億円
被災地の発展の基盤となるインフラの着実な整備を進める。 |
| (c) 被災地の公共交通に対する支援…………… 12 億円
被災者の暮らしを支える被災地のバス交通等について、住まいの再建や復興まちづくりの進捗に応じた柔軟な支援を継続する。 |
| (d) 被災地の観光振興 …………… 46 億円
風評被害払拭のため、地域の発案によるインバウンドの取組を支援し、観光魅力を海外へ発信するとともに、福島県の震災復興に資する国内観光関連事業を支援する。 |

統 計

表一 平成 30 年度国土交通省予算国費総括表

(単位：百万円)

事 項	国 費			備 考
	前年度 (A)	平成 30 年度 (B)	対前年度 倍率 (B/A)	
治 山 治 水	780,642	781,142	1.00	1. 本表は、沖縄振興予算の国土交通省関係分を含む。 2. 推進費等の内訳は、 災害対策等緊急事業推進費 13,438 百万円 官民連携基盤整備推進調査費 325 百万円 北海道特定特別総合開発事業推進費 4,443 百万円 3. 平成 30 年度の行政経費には、一般会計から自動車安全特別会計への繰戻し 2,320 百万円を含む。 4. 本表のほか、委託者の負担に基づいて行う附帯・受託工事費 82,081 百万円がある。 5. 本表のほか、復旧・復興事業(東日本大震災復興特別会計) 456,406 百万円がある。 6. 公共工事の施工時期の平準化等を図るため、2 か年国債(国庫債務負担行為) 174,022 百万円及びゼロ国債 134,505 百万円を設定している。
治 水	756,886	757,386	1.00	
海 岸	23,756	23,756	1.00	
道 路 整 備	1,341,227	1,347,227	1.00	
港 湾 空 港 鉄 道 等	421,097	420,317	1.00	
港 湾	232,057	232,754	1.00	
空 港	80,898	78,498	0.97	
都 市 ・ 幹 線 鉄 道	23,753	24,676	1.04	
新 幹 線	75,450	75,450	1.00	
船 舶 交 通 安 全 基 盤	8,939	8,939	1.00	
住 宅 都 市 環 境 整 備	533,018	527,818	0.99	
住 宅 対 策	151,019	150,529	1.00	
宅 地 対 策	0	0	—	
都 市 環 境 整 備	381,999	377,289	0.99	
市 街 地 整 備	32,316	32,106	0.99	
道 路 環 境 整 備	324,967	320,467	0.99	
都 市 水 環 境 整 備	24,716	24,716	1.00	
公 園 水 道 廃 棄 物 処 理 等	33,406	33,406	1.00	
下 水 道	5,375	5,375	1.00	
国 営 公 園 等	28,031	28,031	1.00	
社 会 資 本 総 合 整 備	1,999,694	2,000,308	1.00	
社 会 資 本 整 備 総 合 交 付 金	893,958	888,572	0.99	
防 災 ・ 安 全 交 付 金	1,105,736	1,111,736	1.01	
小 計	5,109,084	5,110,218	1.00	
推 進 費 等	18,206	18,206	1.00	
一 般 公 共 事 業 計	5,127,290	5,128,424	1.00	
災 害 復 旧 等	53,449	54,359	1.02	
公 共 事 業 関 係 計	5,180,739	5,182,783	1.00	
そ の 他 施 設	61,528	53,121	0.86	
行 政 経 費	552,291	568,841	1.03	
合 計	5,794,558	5,804,745	1.00	

(2) 熊本地震等の相次ぐ大規模自然災害からの復旧・復興

平成 28 年度に発生した熊本地震等により被災した地域の復旧・復興については、平成 28 年度及び平成 29 年度予算を活用して取り組んできたところであるが、引き続き、災害復旧事業や防災・安全交付金等を活用し、道路、港湾等の基幹インフラの整備や被災地の住宅再建・宅地の復旧等に対する支援を着実に推進する。

九州北部豪雨や台風 21 号等で被災した地域の復旧・復興については、再度の災害を防止する観点から、被災箇所の早期復旧に加え、洪水流量の増加への対応等の改良復旧等に取り組む。

4.2 国民の安全・安心の確保

- (1) 気候変動の影響により災害の更なる激甚化・頻発化が懸念される中、「防災意識社会」への転換に向けて、ハード・ソフトを総動員した防災・減災対策を推進。
- (2) 加速するインフラ老朽化に対応する戦略的な維持管理・更新を推進。
- (3) 密集市街地対策、住宅・建築物の耐震化や公共交通における安全対策、無電柱化の推進等により生活の安全・安心を確保。
- (4) 領海警備等に万全を期すための戦略的海上保安体制の構築等を推進。

(1) 「防災意識社会」への転換に向けた防災・減災対策の推進

※計数については、一部重複がある

- (a) 「水^{みず}防災意識社会」の再構築に向けた水害対策の推進
 …………… 3,927 億円 (1.03)

近年の洪水被害を踏まえ、中小河川を含む河川の氾濫等の発生に社会全体で備えるためのハード・ソフト一体となった防災・減災対策を強化する。

- (b) 総合的な土砂・火山災害対策の推進 ……………768 億円 (1.02)

長雨や集中豪雨による斜面崩落や火山の噴火による土砂災害に対して、ハード・ソフト一体となった総合的な対策を推進する。

- (c) 南海トラフ巨大地震・首都直下地震対策等の推進
 …………… 1,621 億円 (1.00)

切迫する南海トラフ巨大地震、首都直下地震等の大規模地震に備え、想定される具体的な被害特性に合わせた実効性のある対策を総合的に推進する。

- (d) 先進技術の活用や情報の高度化等による災害対応の強化
 …………… 55 億円 (1.10)

先進技術の活用や情報基盤の高度化等により、災害の発生や被災状況等を的確に把握し、災害時における住民避難の円滑化や行政の災害対応能力の強化を図る。

- (e) 災害時における人流・物流の確保…………… 4,252 億円 (1.06)

災害発生時に備えて、陸上・海上輸送ルートの整備、耐震対策、啓開体制、情報提供体制の構築等を推進する。

(2) インフラ老朽化対策の推進

- (a) インフラ老朽化に対応する戦略的な維持管理・更新の推進
 …………… 4,472 億円 (1.04)

国民の安全・安心の確保のため、インフラ長寿命化計画（行動計画）に基づき、将来にわたって必要なインフラの機能を発揮し続けるための取組を推進する。

(3) 生活の安全・安心の確保

- (a) 密集市街地対策の推進、住宅・建築物の耐震化の促進
 …………… 160 億円 (1.03)

大規模地震や大規模火災の発生時における人的・経済的被害の軽減を図るため、密集市街地の改善、住宅・建築物の耐震化や防火対策等を積極的に推進する。

- (b) 公共交通における安全・安心の確保 ……………3 億円 (1.20)
- 自動車、航空など公共交通における安全・安心の確保のための取組を推進する。

- (c) 踏切や通学路等における交通安全対策の推進
 …………… 1,337 億円 (1.01)

交通安全確保のため、ビッグデータを活用した生活道路対策や踏切対策、無電柱化等を推進する。

(4) 地域における総合的な防災・減災対策、老朽化対策等に対する集中的支援

- (a) 地域における総合的な防災・減災対策、老朽化対策等に対する集中的支援（防災・安全交付金）………… 11,117 億円 (1.01)
- 頻発する風水害・土砂災害や大規模地震・津波に対する防災・減災対策、インフラ長寿命化計画を踏まえた老朽化対策等、地域における総合的な取組を集中支援する。

(5) 戦略的海上保安体制の構築等の推進

- (a) 戦略的海上保安体制の構築等の推進……………563 億円 (1.00)
- 我が国周辺海域の重大な事案に対応するため、「海上保安体制強化に関する方針」に基づく巡視船等の整備を進めるなど、戦略的海上保安体制の構築等を推進する。

4.3 生産性の向上と新需要の創出による成長力の強化

- (1) 社会資本が機能することによって発現する生産性の向上や民間投資の喚起等のストック効果を重視した社会資本整備を戦略的に推進。
- (2) 訪日外国人旅行者数 2020 年 4,000 万人、2030 年 6,000 万人を目指し、観光先進国の実現に向けた取組を強化。
- (3) PPP/PFI の推進やインフラシステムの海外展開等を通じて新たな有望成長市場の創出を図り、民間投資やビジネス機会を拡大。
- (4) 現場を支える人材の確保・育成等を図るため、賃金等の処遇改善や女性や若者の活躍促進等による働き方改革に取り

統 計

組むとともに、物流の生産性向上や i-Construction（建設現場の生産性向上）を推進。

- (5) オリンピック・パラリンピック東京大会等に向けて適切に対応。

※(1)～(5)に係る一般会計予算のほかに、現下の低金利状況を活かし、財投債を原資とする財政投融资の手法を活用することにより、大都市圏環状道路等の整備加速を図る。(財政融資：1.5兆円)

※国土交通省においては、生産性向上や新たな市場の創出につながる「工夫度の高い」先進的な取組として「生産性革命プロジェクト20」を選定しており、引き続き強力に推進していく。

(1) ストック効果を重視した社会資本整備の戦略的な推進

(a) 効率的な物流ネットワークの強化……………2,283億円(1.05)
大都市圏環状道路等の整備やピンポイント渋滞対策等を併せて推進し、交通渋滞の緩和等による迅速・円滑で競争力の高い物流ネットワークの実現を図る。

(b) 都市の国際競争力の強化……………146億円(1.03)
都市機能の集積や交通利便性等の向上を図り、国際競争力強化のための大規模都市開発プロジェクトや広域連携を推進するとともに、シティセールスを強化する。

(c) 首都圏空港等の機能強化……………155億円(1.01)
首都圏空港等において、国際競争力を強化し、経済成長を促進するため、機能強化に必要な施設整備等を重点的に実施する。

(d) 地方空港・地方航空ネットワークの活性化……………463億円(1.12)
訪日外国人旅行者の受入環境整備を推進するとともに、地方航空ネットワークの安定的な確保に向けて総合的な支援を実施する。

(e) 整備新幹線の着実な整備……………755億円(1.00)
我が国の基幹的な高速輸送体系を形成する整備新幹線について、着実に整備を進める。

(f) 鉄道ネットワークの充実……………156億円(1.02)
移動円滑化による生産性向上等のため都市鉄道ネットワークの充実や技術開発等を推進するとともに、幹線鉄道ネットワーク等のあり方に関する調査を行う。

(g) 国際コンテナ戦略港湾等の機能強化……………855億円(1.02)
我が国の産業競争力の強化に向け、コンテナ船の基幹航路の維持・拡大を図るとともに、資源・エネルギー等の安定的・効率的な海上輸送網の形成等を推進する。

(h) 地域の基幹産業の競争力強化のための港湾整備……………122億円(1.08)
地域の雇用と所得を維持・創出するため、地域の基幹産業を支える産業物流の効率化及び企業活動の活性化に直結する港湾施設の整備を推進する。

(i) 成長の基盤となる社会資本整備の総合的支援(社会資本整備総合交付金)……………8,886億円(0.99)
港湾・空港等の整備と共用時期を連携させて行われるアクセス道

路等の成長基盤の整備や PPP/PFI の活用により民間投資を誘発する取組等を重点的に支援する。

(2) 観光先進国の実現に向けた取組の推進

(a) 訪日プロモーションの抜本改革と観光産業の基幹産業化……………114億円(1.15)

訪日旅行の関心を高めるグローバルキャンペーンや市場別プロモーションの展開等を実施するとともに、地域での雇用創出と生産性の高い観光産業の確立を図る。

(b) 「楽しい国 日本」の実現に向けた観光資源の開拓・魅力向上……………27億円(1.23)

歴史、文化だけにとどまらない潜在的観光資源等の充実を図るとともに、地方への訪日外国人旅行者の周遊促進に資する観光地づくり等を支援する。

(c) 世界最高水準の快適な旅行環境の実現……………243億円(1.09)

すべての旅行者がストレスなく快適に観光を満喫できるよう、訪日外国人旅行者の滞在時の快適性向上、コミュニケーションや移動の円滑化等を推進する。

(d) 社会資本整備と一体となった観光振興

社会資本整備に当たり観光振興に寄与する取組を推進するとともに、観光資源としても社会資本の利活用を推進する。

(3) 民間投資やビジネス機会の拡大

(a) PPP/PFI の推進……………302億円(1.09)

民間の資金やノウハウを活用した多様な PPP/PFI の推進により、民間のビジネス機会の創出を図ることで、経済成長を促進させる。

(b) 不動産市場の活性化に向けた環境整備……………150億円(1.01)

※計数については、一部重複がある
地籍整備や地価公示、不動産の取引価格等の情報整備・提供により、土地や不動産の利活用や流通の活性化に向けた環境を整備する。

(c) インフラシステム輸出の戦略的拡大……………21億円(1.02)

「インフラシステム輸出戦略」や「国土交通省インフラシステム海外展開行動計画」等に基づき、インフラ海外展開を一層強化し、我が国企業の受注増加を目指す。

(d) 海洋開発等の戦略的な推進、造船・海運の技術革新の推進(j-Ocean, i-Shipping)……………154億円(1.07)

海洋資源・エネルギー等の開発・利用のための取組(j-Ocean)、海洋権益の保全・確保に関する取組とともに、造船・海運の技術革新(i-Shipping)等を推進する。

(4) 現場を支える技能人材の確保・育成等に向けた働き方改革等の推進

(a) 建設業、運輸業、造船業における人材確保・育成、物流の生産性向上……………35億円(1.08)

現場を支える技能人材の確保・育成や生産性の向上のため、適切な賃金設定等の処遇改善、教育訓練の充実、外国人の活躍促進等の働き方改革等を官民一体で推進する。

- (b) AIや新技術の導入によるi-Constructionの取組の拡大
 19億円 (2.78)

AI等の新技術の開発・現場導入やICT工種の拡大及び現場施工の効率化に向けた基準類等の整備、施工時期の平準化といったi-Constructionの取組を拡大する。

- (5) オリンピック・パラリンピック東京大会等に向けた対応

4.4 豊かで活力のある地域づくり

- (1) 都市機能の誘導・集約や持続可能な地域公共交通ネットワーク等の実現による「コンパクト・プラス・ネットワーク」の推進。
- (2) 子育てがしやすく、子どもから高齢者まで誰もが豊かに暮らせる住生活環境の整備を促進。
- (3) 空き家や空き地等への対策を進めるとともに、地域の個性や資源を活かした、魅力・活力のある地域を形成。

(1) コンパクト・プラス・ネットワークの推進

- (a) 都市機能の誘導・集約等によるコンパクトシティの推進
245億円 (1.03)

子育て世代や高齢者が安心できる生活環境、持続可能な地域経済圏の実現、まちの賑わいを創出するため、都市機能の誘導・集約等によるコンパクトシティを推進する。

- (b) 道路ネットワークによる地域・拠点の連携【再掲】
 3,765億円 (1.07)

個性ある地域や小さな拠点を道路ネットワークでつなぐことで、広域的な経済・生活圏の形成を促進する。

- (c) 持続可能な地域公共交通ネットワーク等の実現
238億円 (0.97)

持続可能な地域公共交通ネットワークの実現や高齢者の移動手段の確保に向けた取組等に対する各種支援・調査を着実に実施する。

(2) 安心して暮らせる住まいの確保と魅力ある住生活環境の整備
 ※計数については、一部重複がある

- (a) 既存住宅流通・リフォーム市場の活性化..... 53億円 (1.04)

新たな住宅循環システム構築に向けて、既存ストックの質の向上と既存住宅流通・リフォーム市場の環境整備を図る。

- (b) 若年・子育て世帯や高齢者世帯が安心して暮らせる住まいの確保..... 1,110億円 (1.00)

若年・子育て世帯や高齢者世帯が安心して住まうことができる住宅や地域全体で子どもを育てることができる住環境を整備する。

- (c) 省エネ住宅・建築物の普及.....222億円 (1.00)

新築住宅・建築物の2020年度までの省エネルギー基準への段階的な適合や、2030年度の民生部門のCO₂削減目標の達成に向けて、省エネ住宅・建築物の普及を加速する。

(3) 魅力・活力のある地域の形成

※計数については、一部重複がある

- (a) 空き家対策の推進、空き地や所有者不明土地等の有効活用の推進..... 36億円 (1.20)

空き家の利活用や除却、空き地や所有者不明土地等の有効活用の推進により生活環境の維持・向上を図り、魅力・活力のある地域の形成を図る。

- (b) 歴史や景観等を活かしたまちづくりの推進
414億円 (1.01)

歴史・景観等の地域資源、都市の緑地や農地を活かした魅力あるまちづくりを推進する。

- (c) バリアフリー・ユニバーサルデザイン化等の推進
 41億円 (1.52)

子育て世帯や高齢者、障害者等に配慮した環境を整備するため、鉄道駅におけるバリアフリー施設の整備やバリアフリー化対策を講じた道路空間の創出等を推進する。

- (d) 離島、奄美群島、小笠原諸島、半島等の条件不利地域の振興支援..... 52億円 (1.00)

離島、奄美群島、小笠原諸島、半島等の条件不利地域について、地域資源や地域の特性、創意工夫等を活かした取組に対する支援を行う。

- (e) アイヌ文化復興等の促進のための民族共生象徴空間の整備
 20億円 (3.08)

2020年4月までに国立民族共生公園及び慰霊施設を開設するなど、アイヌ文化の復興の促進や国際親善等に寄与するための民族共生象徴空間の整備等を進める。

(4) 地域と豊かな暮らしを支える社会資本整備の総合的支援

- (a) 地域と豊かな暮らしを支える社会資本整備の総合的支援（社会資本整備総合交付金）【再掲】..... 8,886億円 (0.99)

コンパクト・プラス・ネットワークの推進に資する取組や子育て世帯・高齢者に対応した地域と暮らしの魅力の向上に資する取組等を重点的に支援する。

5. おわりに

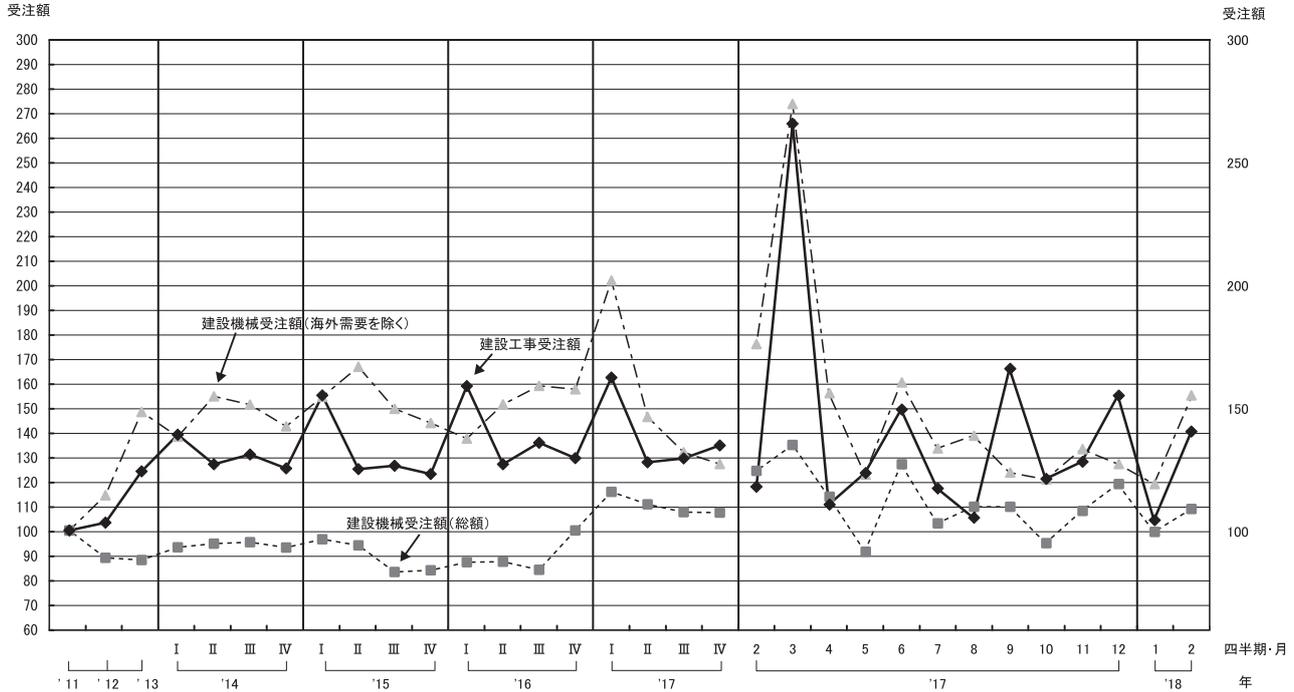
平成30年度予算は、景気を支えるためには公共工事の8割程度を占める国土交通省予算の早期執行が望まれる。また、i-Constructionの更なる推進によって生産性が向上し、週休2日等が広く行われ魅力ある建設現場が実現することが期待される。

本文は、平成30年1月に国土交通省が発表した「平成30年度国土交通省関係予算の概要」によって作成したものです。

【文責：小笠原】

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額・建設機械受注額統計調査(大手50社) (指数基準 2011年平均=100)
建設機械受注額・建設機械受注額統計調査(建設機械企業数24前後) (指数基準 2011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							
2011年	106,577	73,257	15,618	57,640	22,806	4,835	5,680	73,983	32,596	112,078	105,059
2012年	110,000	73,979	14,845	59,133	26,192	4,896	4,933	76,625	33,374	113,146	111,076
2013年	132,378	89,133	14,681	74,453	31,155	4,660	7,127	90,614	41,463	129,076	120,941
2014年	139,286	80,477	16,175	64,302	43,103	4,822	10,887	86,537	52,748	138,286	125,978
2015年	141,240	96,068	19,836	76,235	35,633	4,993	4,546	95,959	45,281	141,461	141,136
2016年	146,991	99,541	17,618	81,923	38,894	5,247	3,309	98,626	48,366	151,269	134,037
2017年	147,828	101,211	20,519	80,690	36,650	5,183	4,787	99,312	48,514	165,446	137,220
2017年 2月	10,468	6,785	1,638	5,147	3,044	396	243	6,717	3,750	152,452	10,560
3月	23,672	15,598	2,562	13,036	6,815	500	759	15,074	8,598	156,805	17,212
4月	9,819	6,468	1,375	5,092	2,442	405	505	6,586	3,233	157,721	8,111
5月	10,970	7,014	1,613	5,401	3,075	364	517	6,896	4,074	158,899	9,766
6月	13,289	8,796	1,424	7,371	3,779	510	205	8,527	4,761	159,386	12,772
7月	10,407	7,374	1,477	5,898	2,471	402	160	7,487	2,920	161,416	9,378
8月	9,339	6,346	1,566	4,780	2,543	341	110	6,715	2,624	161,441	10,088
9月	14,762	10,547	1,941	8,606	2,752	640	823	10,104	4,658	161,902	13,482
10月	10,757	6,941	1,246	5,695	2,719	815	282	6,898	3,859	163,724	9,897
11月	11,379	8,357	1,883	6,474	2,018	423	582	7,580	3,800	163,423	12,380
12月	13,789	10,120	2,613	7,507	3,265	-4	407	10,202	3,586	165,446	14,276
2018年 1月	9,256	6,082	1,439	4,644	2,213	491	469	6,269	2,987	165,251	9,284
2月	12,479	8,030	2,160	5,870	3,428	383	638	7,722	4,757	-	-

建設機械受注実績

(単位: 億円)

年 月	11年	12年	13年	14年	15年	16年	17年	17年 2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	18年 1月	2月
総 額	19,520	17,343	17,152	18,346	17,416	17,478	21,535	2,024	2,196	1,851	1,485	2,067	1,674	1,785	1,785	1,542	1,757	1,936	1,617	1,770
海 外 需 要	15,163	12,357	10,682	11,949	10,712	10,875	14,912	1,384	1,199	1,284	1,039	1,484	1,189	1,281	1,336	1,103	1,273	1,474	1,185	1,206
海外需要を除く	4,357	4,986	6,470	6,397	6,704	6,603	6,623	640	997	567	446	583	485	504	449	439	484	462	432	564

(注) 2011～2013年は年平均で、2014～2017年は四半期ごとの平均値で図示した。
2017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

行事一覽

(2018年3月1日～31日)

機械部会



■機械部会 幹事会

月 日：3月5日(月)

出席者：阿部里視副部長ほか12名

議 題：①新任委員長代理の挨拶 ②日本建設機械要覧の見直し依頼について ③平成30年度の活動計画について各委員長よりの説明 ④その他

■トンネル機械技術委員会 幹事会

月 日：3月12日(月)

出席者：岩野健委員長ほか5名

議 題：①平成30年度の委員会活動について ②4月委員会の内容について ③トンネル技術についてのアンケート内容について ④見学会の希望、候補地について

■基礎工事用機械技術委員会

月 日：3月14日(水)

出席者：関徹也委員長ほか17名

議 題：①日本建設機械要覧の改訂についての分担 ②平成30年度活動計画と日程について ③各社よりのトピックス発表2件 ④その他

■原動機技術委員会

月 日：3月16日(金)

出席者：工藤陸也委員長ほか19名

議 題：①日本建設機械要覧の改訂について見直し依頼 ②前回の議事確認 ③EU規制で定められたPEMSでのノンロード機械の排出ガスモニタリング方法について ④海外排出ガスの動向について情報交換 ⑤その他

■路盤・舗装機械技術委員会 総会

月 日：3月23日(金)

出席者：山口達也委員長ほか47名

議 題：①開会挨拶 ②平成29年度活動経過報告、平成30年度活動計画について ③建設機械施工に係る安全対策について(5社よりのトピックス発表) ④情報化機器保有数調査結果の報告 ⑤i-Construction施工の普及拡大(最新情報化施工機器情報として5社よりトピックス発表) ⑥i-Constructionへの協会の取組状況について ⑦協会からの挨拶

標準部会



■ISO/TC 127 土工機械委員会 SC 3/WG5

施工現場情報交換 特設有志会合

月 日：3月8日(木)

出席者：正田明平委員長(コマツ)ほか22名

場 所：会館内会議室

議 題：①ISO 15143の現況確認 ②ビルディングスマートIFC紹介と標準化に向けた意見交換 ③今後の目指すべき姿と利害関係の認識合せ ④スコープ(適用範囲)の説明図作成 ⑤米国提案の意図及び背景の分析 ⑥対応案及び3/13-15国際WG会議の進め方検討

■ISO/TC 127 土工機械委員会 SC 2/JWG

28 衝突気付き及び回避 特設有志会合

月 日：3月12日(月)

出席者：岡ゆかり主査(コマツ)ほか5名

場 所：会館内会議室

議 題：①ISO 21815-1(土工機械-衝突気付き及び回避-第1部：性能要求事項及び試験)案文見直し ②ISO 21815-1とISO 21815-3(同第3部：露天掘り鉋山で使用される機械の性能要求事項)との整合

■ISO/TC 127 土工機械委員会 SC 3/WG

5 施工現場情報交換 国際WG会議

月 日：3月13日(火)～15日(木)

出席者：山本茂主査(コマツ)ほか27名(うち海外勢10名)

場 所：会館内会議室

議 題：①ISO/AWI TS 15143-4「第4部：施工現場地形データ」の検討 ②ISO/TS 15143-3「第3部：テレマティクスデータ」のメンテナンス ③データ交換・通信システムに関する特設グループ(ISO/TC 127/SC 3 広島総会決議)の検討

製造業部会



■製造業部会 i-Construction システム学

月 日：3月8日(木)

出席者：建機メーカ6社, 13名

議 題：小澤一雅教授(東京大学)より、i-Construction システム学(仮称) 社会連携講座の開設に関する説明

■製造業部会 作業燃費検討WG 国交省との意見交換

月 日：3月22日(木)

出席者：阿部里視WG主査ほか17名

議 題：①次期燃費基準設定の意義とそ

の後の展開について ②燃費基準達成建設機械のユーザへの理解と今後の使用者規制について

建設業部会



■機電交流企画WG

月 日：3月5日(月)

出席者：落合博幸主査長ほか8名

議 題：①2/26開催予定 第2回若手現場見学会『首都高速東品川大規模更新工事(臨海)』について ②H30以降の3ヵ年計画について ③3/13開催予定建設業部会について(JCMA事業計画・事業報告含む) ④その他

■建設業部会

月 日：3月13日(火)

出席者：植木陸央部会長ほか22名

議 題：①平成29年度活動報告…(1)活動体制、(2)年間活動実績、(3)各WG活動(平成30年度計画含)、(4)その他活動 ②平成30年度活動計画(案)について…(1)活動体制、(2)年間活動計画 ③その他(部会員の皆様からのご意見、ご提案)

■機電 i-Con 現場WG

月 日：3月15日(木)

出席者：宮内良和主査ほか7名

議 題：①3/13建設業部会報告 ②i-Construction (ICT 施工) 事例収集アンケートについて・i-Constructionに関するアンケート(副島委員発表)・ICT建機・施工に関するアンケート(本多委員発表) ③その他(WG名称について)

■三役会

月 日：3月26日(月)

出席者：植木陸央部会長ほか3名

議 題：①3/13建設業部会について ②各WG報告・機電交流企画WG・クレーン安全情報WG・新WG(仮)「機電 i-Construction 現場WG」 ③その他

レンタル業部会



■レンタル業部会

月 日：3月8日(木)

出席者：平清二郎幹事長ほか12名

議 題：①平成30年度事業計画(案)審議 ②分科会活動状況報告 ③各社の取組事項、部会員共通の問題、課題について ④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：見波潔委員長ほか18名

議題：①平成30年6月号（第820号）の計画の審議・検討 ②平成30年7月号（第821号）の素案の審議・検討 ③平成30年8月号（第822号）の編集方針の審議・検討 ④平成30年3月号～平成30年5月号（第817～819号）の進捗状況報告・確認

■新工法調査分科会

月日：3月23日（金）

出席者：升形剛分科会長ほか3名

議題：①新工法情報の持ち寄り検討 ②新工法紹介データまとめ ③その他

■新機種調査分科会

月日：3月26日（月）

出席者：江本平分科会長ほか5名

議題：①新機種情報の持ち寄り検討 ②新機種紹介データまとめ ③その他

支部行事一覧

北海道支部



■広報部会

月日：3月6日（火）

場所：北海道支部会議室

出席者：川崎博巳広報部会長ほか11名

内容：①平成29年度の事業報告について ②平成30年度の事業計画について ③その他…支部だより No.115号の発行について、支部講演会について、建設工事等見学会について

■調査部会

月日：3月7日（水）

場所：北海道支部会議室

出席者：渡辺総悦調査部会長ほか9名

内容：①平成29年度の事業報告について ②平成30年度の事業計画について ③その他、土木工事標準歩掛の改訂等について

■技術部会

月日：3月8日（木）

場所：さつげんビル6階会議室

出席者：服部健作技術部会長ほか19名

内容：①平成29年度の事業報告について ②平成30年度の事業計画について ③その他、除雪機械技術講習会の取組について

■北海道開発局との意見交換会

月日：3月15日（木）

場所：さつげんビル6階会議室

出席者：熊谷勝弘支部長ほか39名

内容：①北海道開発局からの情報提供 ②JCMAからの情報提供 ③支部会員からの意見・要望事項について ④意見交換

■平成29年度除雪現場の省力化による生産性・安全性の向上に関する取組プラットフォーム『i-Snow』（第3回）

月日：3月28日（水）

場所：TKP札幌駅カンファレンスセンター

出席者：石塚芳文事務局長ほか

議題：①H29年度の取組 ②H30年度知床峠実証実験（案） ③その他

■平成29年度第2回ICT活用施工連絡会

月日：3月28日（水）

場所：さつげんビル6階会議室

出席者：石塚芳文事務局長ほか39名

議題：①i-Constructionに関する情報連絡 ②平成29年度ICT活用施工連絡会活動報告 ③平成30年度ICT活用施工連絡会活動計画（案） ④建設技術担い手育成プロジェクト〔仮称〕 ⑤事務局体制について

東北支部



■第2回東北土木技術人材育成協議会

月日：3月1日（木）

場所：東北地方整備局 会議室

出席者：東北地方整備局 渡邊泰也企画部長ほか43名

議題：①東北土木技術人材育成協議会について ②覚書（案）について ③今後のスケジュールについて ④記念写真撮影

■第3回支部運営委員会

月日：3月7日（水）

場所：仙台市 パレス宮城野

出席者：高橋弘支部長ほか27名

議題：①平成30年度事業計画（案）について ②平成30年度事業予算（案）について ③その他

■東北土木技術人材育成協議会 第5回幹事会に向けた事前打ち合わせ

月日：3月15日（木）

場所：東北地方整備局 会議室

出席者：東北技術事務所 阿部誠司総括技術情報管理官ほか8名

議題：①平成30年度基礎技術講習会の日程（案）について ②東北6県で開催するICT基礎技術講習会について ③その他

■東北土木技術人材育成協議会 第5回幹事会

月日：3月22日（木）

場所：東北地方整備局 会議室

出席者：東北技術事務所 稲葉護事務所長ほか33名

議題：①平成30年度基礎技術講習会の日程（案）について ②東北6県で開催するICT基礎技術講習会について ③その他

■秋田デジタルイノベーション推進コンソーシアム設立総会

月日：3月22日（木）

場所：秋田県秋田市 ルポールみずほ

出席者：秋田県 中島英史副知事ほか82名

議題：①秋田デジタルイノベーション推進コンソーシアムの設立について ②秋田デジタルイノベーション推進コンソーシアム規約（案）について ③会長の選出について ④専門部会の設置について ⑤平成30年度事業計画（案）について

■山形県立産業技術短期大学のICT実習に関する打合せ

月日：3月26日（月）

場所：東北支部 会議室

出席者：情報化施工技術委員会 鈴木勇治委員長ほか4名

議題：①ICT実習授業計画（案）について ②その他

北陸支部



■第2回企画部会

月日：3月15日（木）

場所：新潟県建設会館

出席者：穂刈正昭企画部会長ほか10名

議題：①平成29年度事業報告（中間）及び決算（見込み）について ②平成30年度事業計画及び予算について ③北陸支部第7回総会計画について

■第2回運営委員会

月日：3月26日（月）

場所：新潟県建設会館

出席者：丸山暉彦支部長ほか16名

議題：①平成29年度事業報告（中間）及び決算（見込み）について ②平成30年度事業計画及び予算について ③北陸支部第7回総会計画について

中部支部



■第2回部会長・副部会長会議

月日：3月8日（木）

出席者：川西光照企画部会長ほか7名

場 所：愛知県名古屋市中区三愛ビル
議 題：①平成 29 年度事業報告（案）
②平成 29 年度決算報告（概算）③平成
30 年度事業計画（案）④平成 30
年度収支予算（案）等

■南海トラフ地震対策中部圏戦略会議・第 7 回幹事会

月 日：3 月 14 日（水）
場 所：名古屋市熱田区名古屋国際会議
場
支部出席者：原一儀災害対策部会長
議 題：南海トラフ地震対策中部圏戦略
会議活動計画等

■第 3 回運営委員会

月 日：3 月 15 日（木）
場 所：愛知県名古屋市中区桜華会館
参加者：所輝雄支部長ほか 20 名
議 題：①平成 29 年度事業報告（案）
②平成 29 年度決算報告（概算）③平
成 30 年度事業計画（案）④平成 30
年度収支予算（案）等

■企画部会

月 日：3 月 19 日（月）
出席者：川西光照企画部会長ほか 6 名
場 所：愛知県名古屋市中区三愛ビル
議 題：平成 30 年度総会についての打
合せ等

■建設業へ新規入職する人たちへの ICT を活用した建設技術の紹介

月 日：3 月 6 日（火）、13 日（火）、20
日（火）、27 日（火）
場 所：静岡県富士宮市・富士山大沢川
遊砂地
参加者：275 名
内 容：平成 30 年 4 月に東日本（青森
県～岐阜県）で高校等を卒業し、建設
業へ新規入職する人たちに ICT を活
用した建設技術を紹介

関 西 支 部



■企画部会

月 日：3 月 6 日（火）
場 所：関西支部 会議室
出席者：溝田寿企画部会長以下 7 名
議 題：①平成 30 年度事業計画（案）
及び収支予算（案）②支部監査役の
推薦 ③会員入退会 ④優良建設機械
運転員等の推薦 ⑤その他

■運営委員会

月 日：3 月 12 日（月）
場 所：大阪キャッスルホテル 会議室
出席者：深川良一支部長以下 20 名
議 題：①平成 30 年度事業計画（案）
及び収支予算（案）②支部監査役の
推薦 ③会員入退会 ④優良建設機械
運転員等の推薦 ⑤その他

■建設用電気設備特別専門委員会（第 442 回）

月 日：3 月 20 日（火）
場 所：中央電気倶楽部 会議室
議 題：①次期 JEM-TR 改正方針検討
②「JEM-TR104 建設工事用受配電設
備点検保守のチェックリスト」の審議
③「JEM-TR121 建設工事用電機設備
機器点検保守のチェックリスト」の審
議

中 国 支 部



■3 月期運営委員会

月 日：3 月 15 日（木）
場 所：広島 YMCA 会議室
出席者：河原能久支部長ほか 33 名
議 事：①平成 30 年度事業計画（案）
に関する件 ②平成 30 年度収支予算
（案）に関する件 ③その他懸案事項

■第 4 回開発普及部会

月 日：3 月 20 日（火）
場 所：中国支部事務所

出席者：飯國卓夫部会長ほか 5 名
議 題：①平成 30 年度部会事業活動に
ついて ②第 42 回新技術・新工法発
表会について ③その他懸案事項

四 国 支 部



■H29 第 3 回運営委員会

月 日：3 月 19 日（月）
場 所：ホテルマリンパレスさぬき（高
松市）
出席者：長谷川修一支部長ほか 24 名
議 題：①H30 年度事業計画（案）に
ついて ②H30 年度予算書（案）に
ついて ③H30 年度表彰予定者につ
いて ④人事異動等に伴う役員等の変
更について

九 州 支 部



■九州地方整備局との機械設備に関する意 見交換会

月 日：3 月 12 日（月）
場 所：九州地方整備局会議室
出席者：宮崎機械施工管理官ほか 22 名
議 題：①九州地方整備局の取組み状況
②意見・要望等

■企画委員会

月 日：3 月 14 日（水）
場 所：博多グリーンホテル 2 号館
出席者：原尻企画委員長ほか 7 名
議 題：①第 3 回運営委員会について
②第 7 回支部総会について ③その他

■第 3 回運営委員会

月 日：3 月 14 日（水）
場 所：博多グリーンホテル 2 号館
出席者：原尻企画委員長ほか 21 名
議 題：①平成 30 年度事業計画書（案）
に関する件 ②平成 30 年度収支算
書（案）に関する件 ③平成 30・31
年度支部役員候補に関する件

“建設機械施工” バックナンバー紹介（抜粋）

平成 28 年 7 月号（第 797 号）



コンクリート工事、コンクリート構造 特集

- ◆巻頭言 プレキャスト技術による耐久性の向上
- ◆技術報文
 - ・場所打ち UFC による PC 道路橋 デンカ小滝川橋
 - ・外ケーブルを合理化配置した有ヒンジ橋の多径間連続化技術 涼徳橋上部工連続化工事
 - ・プレキャスト工法を活用したサッカー専用スタジアムの設計施工
 - ・火災時におけるコンクリートの爆裂評価方法
 - ・場所打ち函渠における品質確保の取組み 丹波綾部道路瑞穂 IC 函渠他工事における SEC 工法, ND-WALL 工法の事例
 - ・設計基準強度 300 N/mm² の超高強度プレキャスト RC 長柱の開発と適用
 - ・スラグ骨材を用いた舗装用コンクリートの特性
 - ・後施工六角ナット定着型せん断補強鉄筋による耐震補強工法
 - ・電子制御式コンクリートミキサー車の紹介
 - ・中性子遮蔽コンクリートの技術改良 普通コンクリートの 1.7 倍の中性子の遮蔽性能を有するコンクリートの生産性を向上
- ◆投稿論文
 - ・環境に優しく豪雨と地震に強い新しい補強土壁工法の研究開発
- ◆CMI 報告 油圧ショベルの省エネ施工 省エネ効果の検証試験
- ◆部会報告 除雪機の変遷（その 20）小形除雪車（2）
- ◆統計 建設企業の海外展開

平成 28 年 8 月号（第 798 号）



i-Construction 特集

- ◆巻頭言 イノベーションを取り込むための建設生産システム革命
- ◆行政情報
 - ・i-Construction ICT 土工の全面展開に向けた技術基準の紹介
- ◆技術報文
 - ・IoT で建設現場の生産性向上 ソリューションを一元管理するクラウド型プラットフォーム「KomConnect」
 - ・ドローンを用いた空撮測量の実工事への適用
 - ・MMS 点群データを活用したインフラマネジメント InfraDoctor によるスマートインフラマネジメント
 - ・重力式コンクリートダム取水塔施工での 4D モデル・3D 模型の活用

- ・無線発信機を活用した作業所内の高所作業車・作業所員の位置把握システム
- ・掘進中にシールド機外周部の介在砂層をリアルタイム探査 比抵抗センサーを用いた介在砂層探査技術
- ・VR による安全管理 ゴーグル型ディスプレイによる安全の可視化
- ・ブルドーザーマシンコントロールシステムの最新技術の紹介 マストレスタイプ MC システム 3D-MC^{MAX}
- ・複雑な地形形状における覆工設置工事への 3 次元地形データの適用
- ◆投稿論文
 - ・無人化施工による破砕・解体作業時における触知覚情報の必要性和実態 ～媒体を通じた人の触知覚の実態～
- ◆交流の広場
 - ・ICT を活用した精密農業の取り組み 農業における IoT を実現する新たな取り組み
- ◆CMI 報告
 - ・情報化施工研修会の取り組みと i-Construction へ対応した研修会に向けて
- ◆部会報告 除雪機の変遷（その 21）小形除雪車（3）

平成 28 年 9 月号（第 799 号）



道路 特集

- ◆巻頭言 道路事業の今後と課題
- ◆行政情報
 - ・「凸部、狭窄部及び屈曲部の設置に関する技術基準」の制定
 - ・大規模災害時における道路交通情報提供の役割と高度化
- ◆技術報文
 - ・コンクリート床版上面補強工法の確立 PCM 舗装施工機械開発
 - ・供用中の二層式高速道路高架橋における上下層拡幅工事
 - ・路面滞水処理作業における新規機械の開発 自走式路面乾燥機の開発
 - ・舗装工事における CIM の試行 CIM 導入による効果と課題
 - ・道路用ボラードの利用状況とテロ対策用ボラードの性能評価
 - ・日本の高速道路における移動式防護柵の初導入 常盤自動車道における試行導入結果
 - ・センサー技術を活用した道路用機械の安全対策技術の開発
 - ・新たな視線誘導灯の開発 帯状ガイドライト設置事例及びドライバーに与える効果
 - ・グレーダ開発の変遷史
 - ・次世代型路床安定処理機械の開発 ディープスタビライザの品質・安全性向上への取り組み
 - ・除雪作業の安全性向上に関する検討
 - ・ベイロードマネジメントによる過積載の防止と生産性の確保
- ◆交流の広場
 - ・地中レーダの原理・特徴と適切に活用するための留意点
- ◆JCMA 報告
 - ・平成 28 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績（その 2）
- ◆部会報告
 - ・アスファルトプラントの変遷（その 1）黎明期～昭和 12 年
- ◆CMI 報告 吹付けノズルマンの技能評価試験
- ◆統計 平成 28 年度 建設投資見通し

平成 28 年 10 月号 (第 800 号)



800号記念, 維持管理・リニューアル 特集

◆グラビア

- ・「建設機械施工」誌表紙の変遷
- ・「建設機械施工 (旧誌名: 建設の機械化)」誌創刊第2号, 第3号

◆巻頭言

- ・インフラ整備への地域住民の協働参画とICRTの積極的な活用～地方の道をだれがいかにか～

◆記憶に残る工事

1. 黒四の工事と建設機械
2. 名神高速道路 山科工事の土工実績と今後の問題点
3. 東海道新幹線の工事について
4. 青函トンネルの概要について
5. 福島原子力発電所建設の工事概要
6. 新東京国際空港の大土工工事

◆行政情報

- ・「国土交通省インフラ長寿命化計画 (行動計画)」の概要, インフラ老朽化対策の主な取り組み等

◆技術報文

- ・多機能橋梁常設足場の開発 耐用年数100年の長寿命化を目指して
- ・高速道路における大規模更新・大規模修繕工事 高速道路リニューアル事業の本格始動
- ・首都高速道路における更新事業の取り組み
- ・移動式たわみ測定装置の紹介 舗装の構造的な健全度を点検する技術の開発
- ・調整池法面改修工事に係るフェーシング機械 定張力ウインチを搭載した自走式ウインチの開発

◆交流の広場

- ・ドローン等を活用したセキュリティサービスと新たな脅威への対応

◆CMI報告

- ・災害復旧支援に向けた応急橋の開発 (続報)

◆部会報告

- ・アスファルトプラントの変遷 (その2) 昭和13年～31年

平成 28 年 11 月号 (第 801 号)



土工 特集

- ◆巻頭言 ICT導入による建設施工の生産性向上に向けて

◆行政情報

- ・CM方式を活用した震災復興事業の現状報告

◆技術報文

- ・「機械の声を聞く」i-Constructionを含有した総合的建機ソリューションの提供 Cat Connect Solutionの提案

- ・i-Constructionにおける重機ICTコミュニケーションライカアイコンテレマティックス

- ・加速度応答システムの適用性評価

- ・マシンコントロール機能を搭載した油圧ショベルの開発 ICT油圧ショベル「ZX200X-5B」

- ・セミオートマシンコントロールシステムを搭載した油圧ショベルの開発 施工効率向上を実現するCat®グレードアシスト

- ・UAV搭載レーザ計測システムの開発

- ・土工用建設ロボットの開発における新たな挑戦

- ・無人化施工機械から地盤探査ロボット開発の概要紹介

- ・大分川ダム建設工事

- ・大規模土工におけるICT施工とCIM化への対応 陸前高田市震災復興事業での取り組み

- ・シェル型浸透固化処理工法 新しい注入形態

- ・ジオシンセティックス補強土構造物による災害復旧対策

- ・剛壁面補強土工法 (RRR (スリーアール) 工法) による強化復旧対策

- ・近頃の土工技術 デジタルアースムービング

◆交流の広場

- ・海洋探査技術の現状 水中音響計測技術の応用例紹介

◆CMI報告

- ・補強土壁工法の新技術 帯状ジオシンセティックス補強土壁の紹介

◆部会報告

- ・アスファルトプラントの変遷 (その3) 昭和32年～36年

- ◆統計 平成28年度 主要建設資材需要見通し

平成 28 年 12 月号 (第 802 号)



防災, 安全・安心を確保する社会基盤整備 特集

◆行政情報

- ・次世代社会インフラ用ロボットの開発・導入 取り組みの紹介と災害調査・応急復旧ロボット分野の検証概要

◆技術報文

- ・凍土方式による陸側遮水壁の造成 凍結管の削孔・建て込み, 凍結設備の設置工事

- ・工事を支える二つの『見える化』

- 山田宮古道路—山田北道路改良工事

- ・早期復興に因るために取り組んだ現場運営の紹介 国道45号吉浜道路工事の事例

- ・東京モノレールにおける橋脚基礎の耐震補強

- ・締固めによる木曾三川下流域堤防基礎耐震化の事例紹介 砂圧入式静的締固め工法 (SAVE-SP工法)

- ・災害対応ロボット電波を使用した遠隔操縦ロボット用災害対策車両システムの開発 遠隔操縦ロボットシステム ASAM

- ◆投稿論文 振動ローラの機械仕様に関する研究

- ◆交流の広場 防災・災害把握へのドローンの利用

◆JCMA報告

- ・平成28年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績 (その3)

◆部会報告

- ・アスファルトプラントの変遷 (その4) 昭和37年～42年

◆統計

- ・インフラシステムの海外展開の動向

- ・平成28年 建設業の業況

平成 29 年 1 月号 (第 803 号)



建設機械 特集

- ◆巻頭言 変化に対応できる生き物が生き残る
- ◆行政情報
 - ・国土交通省における「建設施工の地球温暖化対策検討分科会」における燃費基準の検討の動向
- ◆技術報文
 - ・新型振動ローラの紹介 SW654 シリーズ
 - ・最新型ホイールローダ 950MZ
 - ・新型 50 t 吊ラフテレーンクレーン Rf シリーズラフター SL-500Rf PREMIUM
 - ・2014 年度排出ガス規制適合エンジン搭載 4.9 t 吊クローラクレーン開発 CC985S-1 の特長
 - ・ガソリン /LPG エンジン式小型フォークリフト FOZE 0.9 ~ 3.5 トン
 - ・リチウムイオンバッテリーを搭載した新型ハイブリッド油圧ショベル SK200H-10
 - ・フォークリフト用燃料電池システムの開発と今後の取り組み
 - ・新型高所作業車の開発 スカイボーイ AT-170TG-2, AT-220TG-2
 - ・全回転チューピング装置 RT シリーズ 大口径低空頭・軽量型 RT-250L の紹介
 - ・新世代 350 t 吊クローラクレーンの開発 SCX3500-3
 - ・搭乗式スクレーパの開発 HBS-2000「RHINOS」(ライノス)
 - ・大型自航式ポンプ浚渫船 CASSIOPEIA V
 - ・鉄道クレーン車 KRC810N
 - ・油圧ショベル PC138US/PC128US-11
 - ・ショベル系の開発と変遷史
- ◆交流の広場
 - ・安全の責任について考える
～技術者の身に着けるべきグローバルな安全感覚～
- ◆部会報告
 - ・アスファルトプラントの変遷 (その 5) 昭和 43 年～50 年
- ◆統計 建設機械産業の現状と今後の予測について

平成 29 年 2 月号 (第 804 号)



大深度地下, 地下構造物 特集

- ◆巻頭言 トンネル工事の効率化のために
- ◆技術報文
 - ・地下鉄建設技術と工事用機械 90 年の歴史を概観する
 - ・倉敷国家石油ガス備蓄基地 LPG 岩盤貯槽建設工事 プロパン 40 万 t を貯蔵する水封式岩盤貯槽
 - ・非開削工法による海底ケーブル陸揚管路敷設 リードドリル工法

- ・地下ダム工事における SMW 工法の精度管理システム!! リアルタイムによる施工管理システム
- ・本体兼用鋼製連壁の地下トンネル築造工事
- ・3 連揺動型掘進機による地下通路の施工実績 日比谷連絡通路工事 R-SWING®工法
- ・国内最大のシールドマシン 東京外環 (関越～東名) 事業に使用
- ・縮径トンネル掘削機の開発
トンネル掘削機外径の縮小・復元が可能な縮径 TBM
- ・海外のケーブル埋設用掘削機械の実態調査と掘削試験
- ・情報化施工を活用した大口径・大深度立坑における効率的な水中掘削技術 自動化オープンケーソン工法による大口径・大深度オープンケーソンの施工
- ・大型埋設物を切り回し地下鉄直上に短期間で通路を築造 東京メトロ東西線・パレスホテル東京 地下通路
- ・大水深構造物の点検用水中調査ロボット
- ・トンネル等屋内工事現場における位置把握システムの開発 屋内空間でのヒト・モノの位置をリアルタイムに把握
- ◆投稿論文
 - ・振動ローラの加速度計測を利用した地盤剛性値の算出について
- ◆部会報告
 - ・アスファルトプラントの変遷 (その 6) 昭和 51 年～58 年
- ◆統計 建設業における労働災害の発生状況

平成 29 年 3 月号 (第 805 号)



地球温暖化対策, 環境対策 特集

- ◆巻頭言 自動車及び建設機械の排ガス浄化・低燃費化施策
- ◆技術報文
 - ・二酸化炭素 (CO₂) 排出量を 6 割削減できる高炉スラグ高含有セメントを用いたコンクリートの実工事への適用 ECM(エネルギー・CO₂ ミニマム)セメント・コンクリートシステム
 - ・CO₂ 排出量削減に向けた IoT 技術の活用事例 IoT 技術で取得した建設機械稼働データの分析 KenkiNavi
 - ・水素社会を実現する具体的提言 産業廃棄物処理の現場から水素社会を実現する技術
 - ・土木機械設備における LCA 適用の考え方に関する一考察
 - ・山岳トンネル工事のエネルギーマネジメントシステム TUNNEL EYE
 - ・自動粉じん低減システム 粉じん見張り番
 - ・帯電ミストによる浮遊粉塵除去システムの開発 マイクロ EC ミスト®
 - ・グラブ浚渫の効率化と精度向上を実現したトータルシステム 浚渫施工管理システムに三次元データを導入したグラブ浚渫トータル施工システム
 - ・凝集効果が長期間持続する凝集剤による濁水処理方法の紹介 徐放性凝集剤「J フロック」
 - ・自然由来ヒ素汚染土壌の分離浄化処理工法の開発
 - ・高性能ボーリングマシンの低騒音化・自動化 再生可能エネルギー熱の普及に向けた取り組み
 - ・トンネル工事の発破に伴う低周波音の低減装置 サイレンスチューブ
 - ・おもりを生かした工事振動低減工法の概要 地盤環境振動低減工法 GMD 工法
- ◆交流の広場
 - ・VR による BIM と建築環境シミュレーションの同時可視化システム

◆部会報告 アスファルトプラントの変遷 (その7)

平成 29 年 4 月号 (第 806 号)



建設業の海外展開, 海外における建設施工 特集

◆巻頭言 建設業のインフラ海外展開

◆行政情報

- ・建設業の海外展開と ODA

◆技術報文

- ・ラックフェン国際港アクセス道路・橋梁工事
ベトナム国内最大の海上橋
- ・既設営業線直下での圧気併用開放型矩形シールド機による施工
シンガポール地下鉄トムソン線マリナーベイ新駅
- ・シンガポール MRT
トムソン-イーストコーストライン T207 工区
- ・台北市における大深度圧入ケーソンの施工実績
台湾・大安電力シールド工事
- ・スマラン総合水資源・洪水管理事業ジャティバラダム建設工事
JICA Loan IP-534
- ・ケニア モンバサ港コンテナターミナル開発工事
JICA Loan Agreement No. KE-P25
- ・シンガポール・チュアスフィンガーワンコンテナターミナル埋立工事
大型自航式ポンプ浚渫船〈CASSIOPEIA V〉による埋立浚渫工事
- ・シンガポール・トゥアス地区でのグラブ浚渫
トゥアスコンテナターミナル建設プロジェクト
- ・ソロモン諸島ホニアラ港施設改善計画工事

◆交流の広場

- ・日本企業による水ビジネスの海外展開

◆部会報告 アスファルトプラントの変遷 (その8)

平成 29 年 5 月号 (第 807 号)



解体とリサイクル, 廃棄物処理 特集

◆巻頭言 建設系廃棄物のリサイクルの今後の展望

◆技術報文

- ・環境負荷を大幅に削減した解体工法を本格適用
シミズ・クールカット工法
- ・最新の超大型建物解体機 SK2200D
- ・各種技術を駆使したダム撤去工事
- ・解体コンクリートの現場内有効利用の多様化
ガラダム工法の適用範囲・施工法の拡充
- ・大規模土工事における岩塊の有効活用と搬送設備のリユース
東松島市野蒜北部丘陵地区震災復興事業における取組み
- ・震災コンクリートがらを利用した海水練りコンクリートの製造・施工

- ・産業用ロボットを応用した建設廃棄物選別システム
 - ・植物廃材を活用した「バイオマスガス発電」
 - ・汚染土壌対策 戦略的な土地活用を支援する「サステナブルレメディエーション」に基づく評価ツールの開発 SGRT-T
 - ・新東名高速道路における建設時の重金属含有土対策
 - ・簡易破碎方式によるベントナイト混合土を用いた遮水層の効率的施工技術
T-Combination クレイライナー工法による現地発生土の有効利用
 - ・港湾内放射性汚染物質の被覆・封じ込め
1F 港湾内海底土被覆工事の概要
 - ・放射能汚染土の分級減容化と再生利用に関する検討
- ◆交流の広場 新幹線地震対策技術の進化を振り返る
- ◆部会報告 アスファルトプラントの変遷 (その9)
- ◆統計 平成 29 年度 公共事業関係予算

平成 29 年 6 月号 (第 808 号)



都市環境, 都市基盤整備, 自然再生等 特集

◆グラビア 時代の建層 (ときのけんそう)

◆巻頭言 育てる

◆技術報文

- ・整備新幹線の軌道・電気工事用機械
- ・地下水流動を妨げずに事業継続できる汚染地下水の拡散防止技術
原位置で多様な複合汚染地下水に対応可能なマルチバリア工法
- ・硬質粘土塊を対象とした自然由来砒素の浄化技術
- ・微生物を利用した水銀汚染土壌の浄化技術
- ・隙間接触酸化槽と植生浮島を適用した小規模閉鎖性湖沼の水質浄化事例
- ・集中豪雨時の道路冠水対策・河川氾濫対策
樹脂製雨水貯留浸透槽の道路下への適用「セキスイ アクアロード」の開発
- ・多発する集中豪雨に対応した高機能雨水貯留施設の開発
ハイブリッド雨水貯留システム
- ・建設工事における生物多様性保全および環境創造技術
- ・敷地の潜在的な力を引き出す自然再生による「六花の森」プロジェクト
- ・「再生の杜」ビオトープ竣工後 10 年目の生物生息状況
都市域における生物多様性向上を目指して
- ・転炉系製鋼スラグ資材を用いた海域環境造成技術の開発
- ・樹木対応型壁面緑化システムの開発
パーティカルフォレスト®
- ・時代の建層 (ときのけんそう)
建設残土を利用した, 時代を積み重ねる都市更新の提案

◆交流の広場

- ・セメント製造工程を活用した車載リチウムイオン電池のリサイクル技術

◆CMI 報告 ブルドーザの燃費評価値から実作業燃費への換算

◆部会報告 アスファルトプラントの変遷 (その10)

◆統計 主要建設資材価格の動向

平成 29 年 7 月号 (第 809 号)



基礎工、地盤改良 特集

- ◆巻頭言 大規模災害で発生する災害廃棄物対策にむけて
- ◆技術報文
 - ・高機能、施工の省力化、省資材化を達成した防潮堤の開発
ハイブリッド防潮堤の開発施工事例
 - ・ニューマチックケーソンによる深さ 70 m 大深度立坑築造工事
 - ・狭隘空間でも施工可能な場所打ち杭工法の概要と施工事例
超低空頭場所打ち杭工法 C-JET18
 - ・地中障害物撤去の新技術・新工法の開発 A-CR 工法
 - ・都市高速道路における ASR 劣化が生じた橋脚梁部の再構築施工
阪神高速道路 西船場ジャンクション改築事業における事例紹介
 - ・空頭制限 2.0 m 以下で施工可能な小口径鋼管杭工法の開発
ST マイクロパイル工法
 - ・地盤改良体方式斜め土留め工法の適用事例
富山新港火力発電所 LNG1 号機新設工事
 - ・廃棄物最終処分場の減容化技術の開発と施工事例
リフューズプレス工法
 - ・大口径相対攪拌工法の概要と施工事例 KS-S・MIX 工法
 - ・地盤改良分野の ICT 活用技術 ジェットグラウト施工管理システム、GNSS ステアリングシステム、3D-ViMa システム
 - ・大口径拡底杭工法対応のアースドリル開発 SDX612
 - ・三点式杭打機フェニックスシリーズ「DH758-160M」の紹介
 - ・低空頭、狭隘地で活躍する軽小型の地中連続壁掘削機の開発
MPD-TMX 工法
 - ・地盤改良工事を全自動で施工管理
ICT を導入した全自動施工管理制御システムの開発 Y-LINK
 - ・木造住宅の耐震性 ビッグフレーム構法とマルチバランス構法
- ◆JCMA 報告 平成 29 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績(その 1)
- ◆部会報告 ISO/TC 127 国際作業グループ会議報告

平成 29 年 8 月号 (第 810 号)



歴史的遺産・建造物の修復 特集

- ◆グラビア
 - ・3D 技術を用いた軍艦島のデジタルアーカイブ
過去、現在そして未来へ
- ◆巻頭言 歴史遺産感動の 3 要素
- ◆技術報文
 - ・魅せる素屋根の技術と見せる保存修理
近代ニッポンを支えた世界遺産 旧富岡製糸場
 - ・伝統建築における設計施工一貫 BIM
薬師寺食堂(じきどう)復興事業
 - ・熊本城の櫓を鉄の腕で支える
飯田丸五階櫓倒壊防止緊急対策工事
 - ・経年が 100 年を超える鉄道土木建造物の維持管理

- ・国重要文化財の永代橋、清洲橋の長寿命化
- ・大規模シェル構造ラジアルゲート建設への取り組み
大河津可動堰改築ゲート設備工事
- ・新橋駅の改良とレンガアーチの補強・保存
- ・狭山池の改修とその技術の変遷
- ・歴史的鋼橋の補修補強工事
土木遺産である晩翠橋の補修補強工事の紹介
- ・3D 技術を用いた軍艦島のデジタルアーカイブ
過去、現在そして未来へ
- ・歴史的建造物の移動(曳家)、免震化(レトロフィット)工事
- ・消えた建設機械遺産群 わが国の建設機械の始祖

- ◆交流の広場 博物館明治村
- ◆JCMA 報告 平成 29 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績(その 2)
- ◆CMI 報告 放置車両等を移動する道路啓開機材の開発検討
- ◆部会報告
 - ・アスファルトプラントの変遷(その 11)
 - ・ISO/TC 127 国際作業グループ会議報告
- ◆統計 建設企業の海外展開

平成 29 年 9 月号 (第 811 号)



維持管理・老朽化対策・リニューアル 特集

- ◆巻頭言 社会インフラの老朽化、これは JAPAN IN RUINS ですか
- ◆行政情報
 - ・ダム再生 既設ダムの有効活用
 - ・道路の老朽化対策の取り組み
- ◆技術報文
 - ・車線供用下での東名高速道路リニューアル事業の施工
用宗高架橋(下り線)の床版取替え工事
 - ・PC ゲルバー橋の連続化 首都高速 1 号羽田線 勝島地区橋梁
 - ・短工期を実現した天井板撤去の取組み
神戸長田トンネル天井板撤去工事
 - ・走行型高速 3D トンネル点検システム MIMM-R(ミーム・アール)
画像・レーザー・レーダー技術による点検・調査・診断支援技術
 - ・武蔵水路「安全・安心な施設へのリニューアル」
水路改築工事におけるプレキャスト工法の施工実績
 - ・福岡空港における高強度 PRC 版による老朽化対策
 - ・港湾構造物の維持管理への ICT の活用
無線操作式ボートを用いた港湾構造物の点検・診断システム
 - ・鉄道構造物の維持管理と検査・診断技術
 - ・鉄道構造物の延命化・リニューアル技術
 - ・高強度かつ高耐久性のセメント系繊維補強材料
タフショットクリート®
 - ・産業遺産である老朽化した水力発電所の改修と立坑掘削時における
地山の変位と対策
 - ・歴史的建造物(レンガ建屋)の曳家工法による保存
蹴上浄水場第 1 高区配水池改良工事
 - ・船場センタービル外壁改修工事
大規模商業施設における外壁改修
- ◆JCMA 報告 平成 29 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績(その 3)
- ◆CMI 報告
 - ・構造物の耐衝撃性評価に関する試験・研究
鋼製台車とレールを用いた衝突試験装置の紹介
- ◆部会報告 アスファルトプラントの変遷(その 12)
- ◆統計 平成 29 年度 建設投資見通し

平成 29 年 10 月号 (第 812 号)



建築 特集

- ◆巻頭言 人工技能研究のすすめ
- ◆行政情報
 - ・「適正な施工確保のための技術者制度検討会」とりまとめ
 - ・建築物省エネ法の概要
- ◆技術報文
 - ・ホール舞台スノコ天井リフトアップ工事
 - ・既存建物の不快な床振動を低減する制振技術 SPADA (スパーダ) - Floor
 - ・VR 技術を活用した教育システムの開発と運用 施工技術者向け VR 教育システム
 - ・地上躯体に適用可能な中品質再生骨材を用いたコンクリートの実用化
 - ・外側耐震補強構法『KG 構法』の新たな展開 完全外部施工方法の開発
 - ・杭頭接合部の耐震性能向上および施工の省力化技術 鋼板補強型杭頭接合工法 TO-SPCap 工法の開発
 - ・スマートデバイスを活用した『杭施工記録システム』の開発 「KOC0 チェックシステム」アプリケーションの紹介
 - ・ロボット溶接による建築現場溶接施工法の開発と適用
 - ・自律型清掃ロボットを開発 T-iROBO® Cleaner
 - ・建物の安全性即時診断システム 1ヶ所の地震計で地震後即時に建物の安全性を自動診断
 - ・ハイブリッド架構による耐火木造建築の技術開発
- ◆交流の広場
 - ・デザイン思考でデジタル活用 労働安全分野への適用
- ◆JCMA 報告
 - ・平成 29 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績 (その 4)
- ◆部会報告 ISO/TC 127 国際作業グループ会議報告

平成 29 年 11 月号 (第 813 号)



防災、安全/安心を確保する社会基盤整備 特集

- ◆巻頭言 社会資本整備を考える
- ◆行政情報
 - ・Lアラート：防災情報共有システムの現状
- ◆技術報文
 - ・平成 28 年熊本地震における阿蘇大橋地区斜面防災対策工事での分解組立型バックホウの活用
 - ・国内初大型ニューマチックケーソン 2 函同時沈設施工
 - ・サイフォンと水中ポンプの機能を併用した排水システムの開発 ハイブリッド・山辰サイフォン排水システム
 - ・熱赤外線サーモグラフィによる斜面調査

- ・地下鉄トンネル覆工のはく離・浮きの可視化による検出システムの検討
- ・無排泥粘土遮水壁工法の開発 エコクレイウォールⅡ工法
- ・老朽化した狭小導水路トンネルリニューアルの機械化施工
- ・超音波振動を併用した薬液注入工法 UVG 工法
- ・石積み擁壁耐震補強工事における鉄道営業線近接施工
- ◆交流の広場
 - ・非常食の循環システム付き宅配ロッカー「イーバルボックス」ソリューションによる、ローリングストック実現にむけて
- ◆JCMA 報告
 - ・平成 29 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績 (その 5)
- ◆部会報告
 - ・ISO/TC 127 土工機械広島総会及び ISO/TC 127/SC 3/WG 12ISO 6405 土工機械—操縦装置などの識別記号 国際 WG 会議報告
- ◆統計 平成 29 年 建設業の業況

平成 29 年 12 月号 (第 814 号)



先進建設技術 特集

- ◆巻頭言
 - ・建設産業がけん引する「第 4 次産業革命」具体化への期待
- ◆行政情報
 - ・i-Construction 推進の取組み状況 普及促進事業の進捗
 - ・国土交通省における CIM の導入・推進
- ◆技術報文
 - ・ImPACT タフ・ロボティクス・チャレンジにおける災害対応建設ロボット
 - ・総合的な i-Construction による緊急災害対応 阿蘇大橋地区斜面防災対策工事における無人化施工
 - ・油圧ショベル用遠隔操縦装置の開発 災害現場への適応性を向上させた新型簡易遠隔操縦装置ロボ QS
 - ・自律移動ロボットによる盛土締め度及び水分量測定の自動化
 - ・次世代建設生産システムの現場適用と生産性向上への展望 ロックフィルダムへの適用紹介とインフラ無線システム
 - ・大水深対応型水中作業ロボットの開発 DEEP CRAWLER
 - ・ドリル NAVI における新機能の開発
 - ・AI を活用したコンクリート表層品質評価システムの開発
 - ・建設機械の改造が不要で着脱可能な装置による無人化施工技術の開発 熊本城崩落石撤去へ汎用遠隔操縦装置「サロゲート」の適用事例
 - ・次世代型ビーコンを利用した屋内作業員の可視化による現場管理システムの開発 EXBeacon プラットフォーム現場管理システム
 - ・IoT を活用した建設機械用アタッチメントの稼働管理システム (TO-MS) の開発 AI で故障予知・稼働監視を実現、未来型アフターサービスの提供によるランニングコストの低減
 - ・移動体多点計測技術 (MMS) を用いた出来形管理に向けた基礎的研究
- ◆交流の広場
 - ・パワーアシストスーツを活用した作業者の負担軽減
- ◆部会報告
 - ・ISO/TC 127/SC 2/JWG 28 国際ジョイント作業グループ会議報告

編集後記

初夏を迎え気温も上昇し、工事現場では熱中症対策も必要になってきたかなと思う今日この頃ですが、最近話題になったニュースと云えば、南北首脳会談、財務省の改ざん、サッカー日本代表監督の解任などがあります。中でも私が最も関心のある話題は、大谷選手のメジャーリーグでの活躍です。大谷選手と云えば二刀流です。野球界の多くの著名人が否定的な見解を示していたプロ野球での二刀流を実践し、素晴らしい成績を残しました。またアメリカに渡ってもオープン戦で二刀流に懐疑的なメディアから同様の批判を浴びながらも、今日までの投打にわたる活躍は皆が知るところとなっています。この大谷選手の二刀流、野球界のイノベーションと言えるのではないのでしょうか。

そして、本誌『建設機械施工』も

建設業界におけるイノベーションを紹介している機関誌とも言えると思います。今の特集『河川・ダム』の維持管理、点検補修』におきましても、東京大学大学院 池内先生にお願い致しました巻頭言『3次元データに基づく河川管理への転換』に始まり、技術報文におきましても河川・ダムの水中という条件における点検補修、そして水害というリスクに対する維持管理と復旧に、従来のものから新しい工法、技術、取組を駆使していることがうかがえると思います。

最後に、編集委員となって日も浅くご迷惑をお掛けすることも多々ありましたが、ご多忙にもかかわらず快く御執筆を受けていただいた皆様と、仲介の労をとってくださった皆様のお陰で無事出版に至ることができました。この場を借りて厚くお礼を申し上げます。ありがとうございました。

(鈴木・飯田)

機関誌編集委員会

編集顧問

今岡 亮司	加納研之助
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
中岡 智信	中島 英輔
本田 宜史	渡邊 和夫

編集委員長

見波 潔 村本建設(株)

編集委員

林 利行	国土交通省
山口 康広	農林水産省
中村 弘	(独)鉄道・運輸機構
岡本 直樹	(一社)日本機械土工協会
加藤 誠	鹿島建設(株)
赤坂 茂	大成建設(株)
宇野 昌利	清水建設(株)
三輪 敏明	(株)大林組
久保 隆道	(株)竹中工務店
宮川 克己	(株)熊谷組
中村 優一	(株)奥村組
京免 継彦	佐藤工業(株)
竹田 茂嗣	鉄建建設(株)
岡田 英明	五洋建設(株)
飯田 宏	東亜建設工業(株)
鈴木 貴博	日本国土開発(株)
斉藤 徹	(株)NIPPO
中川 明	コマツ
山本 茂太	キャタピラー・ジャパン
小倉 弘	日立建機(株)
上田 哲司	コベルコ建機(株)
石倉 武久	住友建機(株)
安藤 正紀	(株)加藤製作所
森田 育男	古河ロックドリル(株)
山下純一郎	(株)前田製作所
太田 正志	施工技術総合研究所

事務局

日本建設機械施工協会

6月号「エネルギー、エネルギー施設」予告

・地熱発電への支援 ・水素基本戦略が決定 ・水上太陽光フロートシステム ・大型風車組立リフトアップ工法「ウインドリフト」の開発 ・6軸減揺橋の開発 ・洋上風力発電施設の基礎およびアンカーに適用する「スカートサクシオン」 ・水中浮遊式海流発電システムの開発と実海域実証試験 ・海水浸透圧を利用した浸透圧発電システム ・中山間地域の農業用水路を活用した小水力発電事業 ・ミニ・マイクロ水力発電による地域活性化 ・バイオマス資源をローテクな平炉で炭化、排熱を熱源に温水供給と発電 ・省CO₂や電力システム改革に対応する新しいエネルギーマネジメントシステム「ISEM[®]」 ・低炭素社会実現に向けたZEBとスマートコミュニティの取り組み

【年間購読ご希望の方】

①お近くの書店でのお申込み・お取り寄せ可能です。 ②協会本部へお申し込みの場合「図書購入申込書」に以下事項をれなく記入のうえFAXにて協会本部へお申込み下さい。
 …官公庁/会社名、所属部課名、担当者氏名、住所、TELおよびFAX
 年間購読料 (12冊) 9,252円 (税・送料込)

建設機械施工

第70巻第5号 (2018年5月号) (通巻819号)

Vol.70 No.5 May 2018

2018 (平成30)年5月20日印刷

2018 (平成30)年5月25日発行 (毎月1回25日発行)

編集兼発行人 田崎 忠行

印刷所 日本印刷株式会社

発行所 本部 一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

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

施工技術総合研究所 〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154	電話 (0545) 35-0212
北海道支 部 〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8	電話 (011) 231-4428
東北支 部 〒980-0014 仙台市青葉区本町 3-4-18	電話 (022) 222-3915
北陸支 部 〒950-0965 新潟市中央区新光町 6-1	電話 (025) 280-0128
中部支 部 〒460-0002 名古屋市中区丸の内 3-17-10	電話 (052) 962-2394
関西支 部 〒540-0012 大阪市中央区谷町 2-7-4	電話 (06) 6941-8845
中国支 部 〒730-0013 広島市中区八丁堀 12-22	電話 (082) 221-6841
四国支 部 〒760-0066 高松市福岡町 3-11-22	電話 (087) 821-8074
九州支 部 〒812-0013 福岡市博多区博多駅東 2-4-30	電話 (092) 436-3322

本誌上への
 広告は



有限会社 サンタナ アートワークスまでお申し込み、お問い合わせ下さい。

〒103-0013 東京都中央区日本橋人形町 2-21-5 井手口ビル 4F TEL: 03-3664-0118 FAX: 03-3664-0138

E-mail: san-mich@zam.att.ne.jp 担当: 田中

KOBELCO

誰でも働ける現場へ
KOBELCO IoT



事故“ゼロ”を目指して。



停止エリア

減速エリア

コベルコ建機は、いま現場が抱える安全対策を解決するため、
建機業界初となる衝突軽減システム「K-EYE PRO」を開発しました。
人や障害物を検知すると、自動で減速、停止。
最先端のテクノロジーで、働く人を選ばない次世代の現場を、ともに作ります。



コベルコ建機株式会社 東京本社 / 〒141-8626 東京都品川区北品川 5-5-15 ☎03-5789-2111

www.kobelco-kenki.co.jp

建設機械施工 広告掲載のご案内

月刊誌 建設機械施工では、建設機械や建設施工に関する論文や最近の技術情報・資料をはじめ、道路、河川、ダム、鉄道、建築等の最新建設報告等を好評掲載しています。

■職業別 購読者

建設機械施工／建設機械メーカー／商社／官公庁・学校／サービス会社／研究機関／電力・機械等

■掲載広告種目

穿孔機械／運搬機械／工事用機械／クレーン／締固機械／舗装機械／切削機／原動機／空気圧縮機／積込機械／骨材機械／計測機／コンクリート機械等

広告掲載・広告原稿デザイン — お問い合わせ・お申し込み

サンタナアートワークス

広告営業部：田中 san-mich@zam.att.ne.jp

TEL:03-3664-0118 FAX:03-3664-0138

〒103-0013 東京都中央区日本橋人形町2-21-5 井手口ビル4F



建設機械施工 カタログ資料請求票

本誌に掲載されている広告のお問い合わせ、資料の請求はこの用紙を利用し、ファクシミリなどでお送りください。

※カタログ／資料はメーカーから直送いたします。 ※カタログ送付は原則的に勤務先にお送りいたします。

お名前： _____ 所属： _____

会社名(校名)： _____

資料送付先： _____

電話： _____ F A X： _____

E-mail: _____

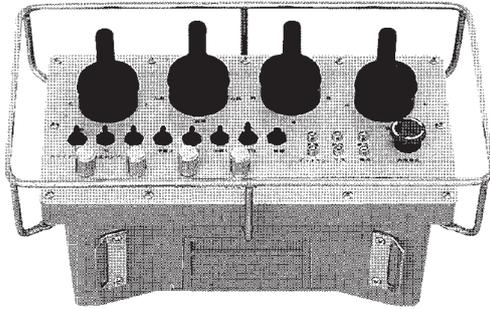
	広告掲載号	メーカー名	製品名
①	月号		
②	月号		
③	月号		
④	月号		
⑤	月号		

FAX 送信先：サンタナアートワークス 建設機械施工係 FAX:03-3664-0138

建設機械用
無線操作装置

ダイワテレコン

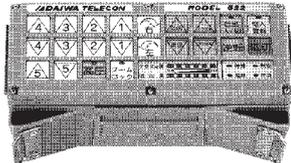
あらゆる仕様に対応
指令機操作面はレイアウトフリー



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

草刈での飛び石を防ぐ！

労災事故 対策ツール

スーパー **カルマー** プロ **PRO**
Rotary Scissors

お手持ちの刈払機に取付け可能！

物損事故

切創事故を
未然に防ぐ



飛び石 こうなる前に



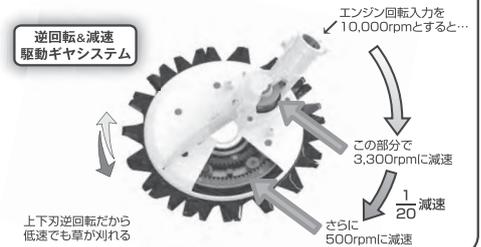
ギヤ減速 & 上下逆回転



- 国土交通省 NETIS 過去登録製品
- 平成 28 年度「日本建設機械施工大賞」受賞製品

刈払機の回転数を **安全領域まで減速!**

安全のメカニズム



- 飛散を抑える
- キックバックを抑える
- 刈刃のブレーキ機能
- 刈刃の研磨・交換が簡単

IDECH 株式会社 **アイデック**
IDECH CORPORATION

〒675-2302 兵庫県加西市北条町栗田 182
TEL.(0790)42-6688 FAX.(0790)42-6633

アイデック公式ホームページ

<http://www.idech.co.jp> 検索



アイデック公式 Facebook



最新情報や動画をご覧くださいませ



確かな技術で世界を結ぶ

Attachment Specialists

任意の高さに停止可能

パラレルリンクキャブ



パラレルリンクキャブ仕様車

車の解体・分別処理を大幅にスピードアップ

自動車解体機



自動車解体機

ワイドな作業範囲で効率の良い荷役作業

スクラップハンドラ



スクラップハンドラ仕様車

スクラップ処理で高い作業効率を発揮

リフティングマグネット



リフティングマグネット仕様車

船舶・プラント・鉄骨物解体に威力を発揮する

サーベルシア



MSD4500R

丸太や抜根を楽々切断する

ウッドシア



MWS700R (油圧全旋回式)



マルマテクニカ株式会社

■ 名古屋事業所

愛知県小牧市小針2-18 〒485-0037
電話 0568(77)3312
FAX 0568(77)3719

■ 本社・相模原事業所

神奈川県相模原市南区大野台6丁目2番1号 〒252-0031
電話 042(751)3800
FAX 042(756)4389

■ 東京工場

東京都世田谷区桜丘1丁目2番22号 〒156-0054
電話 03(3429)2141
FAX 03(3420)3336



ツルミで納得!!

用途に合わせて選べる土木建設工事機器

NETIS 電極式自動運転ポンプはNETIS[®]登録商品です。(NETIS登録番号: No.CG-110036-A)
新技術情報提供システム ※New Technology Information System=公共事業等における新技術活用を促す国土交通省の新技術情報提供システムです。

工事排水用水中ポンプ



水中ハイスピンポンプ
(自動運転形)

LBA型 NETIS登録商品

- 吐出し口径: 40・50mm
- 出力: 0.25・0.48kW
- 全揚程: 6~8m
- 吐出し量: 0.1~0.12m³/min



水中ハイスピンポンプ
(自動運転形)

HSE型 NETIS登録商品

- 吐出し口径: 50mm
- 出力: 0.4kW
- 全揚程: 8m
- 吐出し量: 0.1m³/min



水中ポンプ
KRS型

- 吐出し口径: 80~350mm
- 出力: 2.2~37kW
- 全揚程: 10~30m
- 吐出し量: 0.5~14m³/min

低水位・残水吸排水ポンプ



水中ハイスピンポンプ

LSCE型 NETIS登録商品

- 吐出し口径: 25mm
- 出力: 0.48kW
- 最高排出揚程: 11m (50Hz)
12m (60Hz)
- 最低水位: 1mm



スリーブポンプ

LSPE型 NETIS登録商品

- 口径: 25mm (吸込) × 25mm (吐出し)
- 出力: 0.48kW
- 最大吐出し揚程: 6.9m (50Hz)
7.8m (60Hz)
- 最大吐出し水量: 50ℓ/min (50Hz)
55ℓ/min (60Hz)

高圧洗浄機 (エンジン/モータタイプ)



ジェットポンプ

HPJ型

- 吐出し量: 6.3~62.0ℓ/min
- 圧力: 3.5~20MPa

pH中和装置



pH中和処理装置

TPC型

- 希硫酸仕様: 4~35m³/h
- 炭酸ガス仕様: 1~40m³/h

タイヤ洗浄機



自動タイヤ洗浄機

MTW型

- 洗浄時間: 40秒 (1台)

株式会社 鶴見製作所

大阪本店: 〒538-8585 大阪市鶴見区鶴見4-16-40
東京本社: 〒110-0016 東京都台東区台東1-33-8
近畿支店: 〒538-0054 大阪市鶴見区緑2-1-28

TEL.(06)6911-2351 FAX.(06)6911-1800
TEL.(03)3833-9765 FAX.(03)3835-8429
TEL.(06)6911-2311 FAX.(06)6911-1119

大阪第一営業所: TEL.(06)6911-2311
大阪第二営業所: TEL.(06)6911-6463
京都営業所: TEL.(075)645-2455

滋賀営業所: TEL.(077)583-7812
阪奈営業所: TEL.(072)992-7739
和歌山営業所: TEL.(073)425-3553

神戸営業所: TEL.(078)575-0322
姫路営業所: TEL.(079)284-3091
北近畿営業所: TEL.(0773)27-8581

www.tsurumipump.co.jp



吸塵式乾式カッター
MCD-RY14HS
 NETIS No.TH-150001



Mr.LIGHT 2
 MLP-1212A



高周波バイブレーター
FX-40G/FU-162

未来へ伸びる、三笠の技術。



転圧センサー

バイプロコンパクター
MVH-308DSC-PAS
 NETIS No.TH-120015



防音型

タンピングランマー
MT-55L-SGK
 NETIS No.TH-100005



低騒音型

プレートコンパクター
MVC-F40S
 NETIS No.TH-100006



低騒音型

バイブレーションローラー
MRH-601DS
 低騒音指定番号5097

三笠産業株式会社
 MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

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

大阪支店 TEL:06-6745-9631	北関東営業所 TEL:0276-74-6452	中国営業所 TEL:082-875-8561	沖縄出張所 TEL:080-1013-9328
札幌営業所 TEL:011-892-6920	長野出張所 TEL:080-1013-9542	四国出張所 TEL:087-868-5111	
仙台営業所 TEL:022-238-1521	中部営業所 TEL:052-451-7191	九州営業所 TEL:092-431-5523	
新潟出張所 TEL:090-4066-0661	金沢出張所 TEL:080-1013-9374	南九州出張所 TEL:080-1013-9558	

クレーン、搬送台車、建設機械、特殊車輛他 産業機械用無線操縦装置

今や、業界唯一。
日本国内 自社自力生産・直接修理を實踐中！

ポケットサイズ ハンディ～ショルダー機 フルラインアップ!!

ケーブルレス サテルマ リンナー
離れ操作

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

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

新 スリムケーブルレス より安価なオーダー対応を実現！

マイコンケーブルレス

N/U/Gシリーズ

微弱電波・特定小電力
両モデル対応
2段階押しスイッチ
装着可能

モデルチェンジ！
内部設計を一新

全ての
互換を優先
しました

自由度の高い
多様なオーダー対応
ボタン配置自在/最大32点

優れた
耐塵・防雨性能
送信機はIP65相当

自社開発 高耐久性
2段階押しスイッチを
装着可能

パネルゴム突起で
操作クリック感が
向上

8操作標準型
RC-5808N

- 8操作 8リレー
- 軽量コンパクト受信機

セットで
15万円
(税別価格)

12操作標準型
RC-5812N

- 12操作12リレー
- 照明出力リレーの保持を標準採用

セットで
17万円
(税別価格)

16ボタン
モデル

16操作標準型
RC-5816N

- 16操作16リレー
- 同じ外形で16個のボタンをコンパクトに配置

N/U/Gシリーズ
標準型
RC-6016N

- 16操作16リレー
最大25リレーまで
対応可能

セットで
20万円
(税別価格)

防爆形 対応可能 (N/Uシリーズ)



微弱電波・特定小電力
両モデル対応
2段階押し・特殊
スイッチ装着可能

モデルチェンジ！ 内部設計を一新！
全ての互換を優先しました。

標準型
RC-8616N

- 16操作16リレー
最大32リレーまで
対応可能

セットで
22万円
(税別価格)

堅牢なボディ
耐衝撃性能が向上

優れた
耐塵・防雨性能
送信機はIP65相当

自社開発 高耐久性
2段階押しスイッチを
装着可能

ハンディなのに
特殊スイッチを
装着可能
特殊スイッチ
オーダー対応例

防爆形はTX-8400型送信機で対応 (Nシリーズのみ)

マイティ サテルマ N/U/Gシリーズ (またはプロボ最大6項目と入出力信号20点以下)

微弱電波・特定小電力
両モデル対応
ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能

防爆形 対応可能 (Nシリーズのみ)

全押しボタン
RC-7126N

セットで
45万円～
(税別価格)

3ノッチジョイスティック型
RC-7132N

セットで
90万円～
(税別価格)

ジョイスティック
2本装着オーダー例

旧アンリツ製 デジタルテレコン
入替専用モデル

新型ジョイスティック
3ノッチ
ジョイスティック型
RC-7233UAN

スイッチガード付き押しボタン
全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

チップケーブルレス Nシリーズ

コンパクトという選択肢!!

微弱電波モデル
対応
標準型
RC-3208N

- 8操作
8リレー

セットで
12万円
(税別価格)

片手で握り替えずに
正逆操作が行えます!

チップ部品採用で
ポケットサイズ化

トコトン機能を絞って
コストダウン

アルカリ乾電池なら
連続使用60時間以上

高い防水性能
送信機はIP65

ボタン部の突起
ボタン間の仕切り一体型の
シリコンカバーで
操作性が向上

従来機と
信号互換あり!

受信機は既設のまま送信機のみ取替も可

ケーブルレスミニ

ポケットサイズの本格派!

微弱電波・ラジコンバンド
両モデル対応
N/Rシリーズ

- 3操作 3リレー
最大5リレーまで対応可能

セットで
10万円
(税別価格)

標準型
RC-4303N/R

- 微弱 Nシリーズは240MHz化でより安定した電波の飛び!
- 2段階押しスイッチ追加可能! (オプション)

セットで
10万円
(税別価格)

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



リンナー 離れ操作

N/U/Gシリーズ

価格もサイズも
ハンディー並び!

微弱電波・特定小電力
両モデル対応
標準型
RC-2512N

- 12操作12リレー
最大32リレーまで対応可能
- 見易くなったLED電池残量告知ランプ付

セットで
22万円
(税別価格)

軽量コンパクト
ショルダータイプ

標準型

セットで
22万円
(税別価格)

標準型

データケーブルレス

工夫次第で用途は無限!

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

- 機器間の信号伝送に!
- 多芯の有線電線の代わりに!

標準型 セットで
TC-1305R 20.5万円 (税別価格)
TC-1308N(微弱電波) 22万円 (税別価格)

送信機
(外部接点入力型)

7100型
6300型
5700型
3200型

写真は
Uシリーズ

受信機

写真は
Uシリーズ

MAX サテルマ Uシリーズ Gシリーズ

特定小電力
専用モデル
ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能

RC-9300U

- 多機能多操作
(比例制御対応も可)

金属シャーシの
多操作・特注仕様専用機!!

全押しボタン
装着タイプ

セットで
95万円
(税別価格)

無線変速ジョイスティック
2本装着例

無線変速ジョイスティック
2本装着例

無線式火薬庫警報装置

発破番 ES-2000R

標準付属品付
セットで
40万円
(税別価格)

ER-2000R(受信機) ET-2000R(送信機)

● 長距離伝送
到達距離約 2km～(6km)

● 受信機から
電話回線接続機能

● 高信頼性
異常判定アルゴリズム

● 音声メッセージで
異常箇所を連絡(受信側)
● 大音量警鳴音発生
110dB/m

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

常に半歩、先を走る



朝日音響株式会社

〒771-1311 徳島県板野郡上板町引野東原43-1
FAX: 088-694-5544(代) TEL: 088-694-2411(代)
<http://www.asahionkyo.co.jp/>

本カタログの価格は、全て税抜表示となっています。

労働力不足やオペレータの高齢化、安全やコスト、工期に関わる現場の課題を、お客様とともに解決していきたいと私たちコマツは考えました。現場全体をICTで有機的につなぐことで生産性を大幅に向上。そんな「未来の現場」を創造していくソリューションです。

次代に向けて、 知性をその手に。

～ICT建機、ラインナップ拡充～

ICT油圧ショベル

複雑なレバー操作なしでも
高効率な施工を実現。

GNSS* アンテナと基準局から得た刃先の位置情報、施工設計データをもとに、作業機操作のセミオート化を実現した世界初のマシンコントロール油圧ショベルです。

*GNSS(Global Navigation Satellite System)GPS、GLONASS等の衛星測位システムの総称。

PC200i

PC128USi

ICTブルドーザ

世界で初めて掘削から仕上げの整地までのブレード操作を自動化。また、粗掘削時にブレード負荷が増大すると、シュースリップが起こらないように自動でブレードを上げて負荷をコントロールし、効率良く掘削作業が行えます。さらに、事前に設定した設計面に近づくと自動認識して、粗掘削から整地に自動的に切り換わります。



D37PXi



D61PXi



D65PXi/EXi



D85PXi/EXi



D155AXi

KOMATSU

コマツ 国内販売本部

〒107-8414 東京都港区赤坂2-3-6 <http://www.komatsu.co.jp/>

動画で紹介



雑誌 03435-5



4910034350582
00800