

建設の施工企画 9

2007 SEPTEMBER No.691 JCMMA

海の中道奈多海水淡水化センター
(愛称：まみずピア)

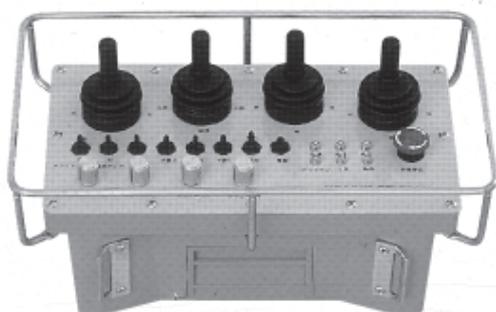


河川・港湾・湖沼・海洋工事 特集

建設機械用
無線操作装置

ダイワテレコン

あらゆる仕様に対応
指令機操作面はレイアウトフリー



ダイワテレコン 572 ※製作例 比例制御4本レバー仕様



受令機



ダイワテレコン 522

《新電波法技術基準適合品》

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

DAIWA TELECON

大和機工株式会社

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

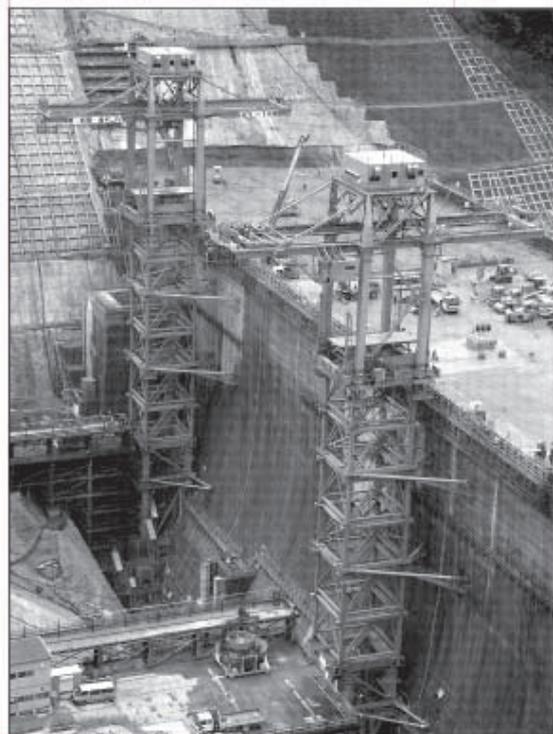
ダム工事用コンクリート運搬テルハ(クライミング機能付)

重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

特長

- コストパフォーマンスに優れる。
機械重量が比較的軽量で、構造がシンプルな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。



永 吉永機械株式会社

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

平成 19 年度 建設施工と建設機械シンポジウム 参加のご案内

会 期：平成19年10月18日(木)～19日(金) (2日間)

会 場：機械振興会館 地下3階研修－1、2号室、会議室B3－6号室及び地下2階ホール
(東京都港区芝公園3－5－8)

特別講演：「超速ハイパーヒューマン技術が開く新しい世界を覗いてみよう！」 (仮題)

講師 大阪大学大学院工学研究科 機械工学専攻 工学博士 金子 真 教授

発 表：論文5分野52編、ポスターセッション4分野14編

施工技術総合研究所研究発表4編、機械部会活動報告2編

レセプション：懇親会(1000円/人) 10月18日(木) 17:00～

於：機械振興会館地下3階 レストラン・ニュートーキョー

主 催：社団法人 日本建設機械化協会

後 援：国土交通省、経済産業省、独立行政法人土木研究所、社団法人日本機械土工協会
社団法人土木学会、社団法人日本機械学会、社団法人地盤工学会 (順不同、予定)

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

本年度は、10月19日に大阪大学大学院の金子 真教授に、「超速ハイパーヒューマン技術が開く新しい世界を覗いてみよう！」(仮題)と題した特別講演を予定しております。

また、産学官の交流を深めるため、各界から52編の論文と、新しい試みとしてポスターセッション14編の発表が予定されており、さらに昨年同様、本協会の施工技術総合研究所の研究発表及び機械部会の活動報告も予定しております。

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

内 容：「プログラム」は当協会ホームページをご参照下さい。

参 加 費：会員…4,000円 非会員…5,000円 (資料含む・税込)

申込方法：裏面「参加申込書」にご記入の上、FAXにてお申込み下さい。

* 当協会ホームページ(<http://www.jcmanet.or.jp/>)からもお申込みできます。

申込期限：平成19年10月5日(金)

※本シンポジウムは「土木学会継続教育(GDP)プログラム」認定に申請しています。

問合せ先：(社)日本建設機械化協会 シンポジウム実行委員会事務局(阿部)

〒105-0011 東京都港区芝公園3－5－8 機械振興会館

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

E-mail t-abe@jcmanet.or.jp

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

平成 19 年度 建設施工と建設機械シンポジウム 「参加申込書」

下記のとおり「平成 19 年度 建設施工と建設機械シンポジウム」への参加を申し込みます。

【注意事項】

- この申込書にて複数の参加者をお申込み頂けますので、社内・部署内等で取りまとめのうえお申込み下さい。
- 参加費の「請求書」及び「聴講券」等はお申込者様宛に一括送付致しますので、「聴講券」はそれぞれ参加者にお渡し下さい。
「聴講券」は参加者各自、当日受付にご提出下さい。
- 参加費は「請求書」に記載の銀行口座へ10月18日迄にお振込下さい(お支払いが会期終了後となる場合は下記の連絡事項欄に予めご記入下さい)。また、当日現金でのお支払いはご遠慮下さい。
- ご記入頂きました個人情報、当協会のプライバシーポリシー(個人情報保護方針)に基づき適正に管理いたします。当協会のプライバシーポリシーは http://www.jcmanet.or.jp/privacy_policy.htm をご覧下さい。

◆シンポジウム参加費

区 分	参加費(1人)	参加人数	参加費合計	※懇親会参加者
会 員	4,000円	人	円	人
非会員	5,000円	人		人

◆お申込者

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

◆シンポジウム参加者

No.	参加者氏名	所属部課名
1		
2		
3		
4		
5		
6		

第 1 回 日本建設機械化協会 研究開発助成について

趣 旨： 当協会は、建設の機械化に関する我が国唯一の学術団体として、建設機械や建設の機械化及びそれらを活用した施工法などについて、シンポジウムの開催、会長賞の授与、機関誌による論文発表、各種講演会や、常設技術委員会の開催などを通じて学術調査・研究、技術開発、標準化事業等の活動を実施してまいりました。このたび、これらの活動に加えて、優れた研究開発・調査研究に対して助成を行う「日本建設機械化協会研究開発助成制度」を新たに創設いたしました。

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

公募期間： 平成19年9月5日（水）～11月5日（月）

助成期間： 助成決定通知の翌日～平成21年3月31日（火）

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

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

助成対象者： 助成対象とする研究者は下記の通りです。

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

助成内容： 助成の額及び助成の方法は下記の通りです。

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

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

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

問合せ先： (社) 日本建設機械化協会 研究開発助成事務局（阿部・吉田）

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館2F

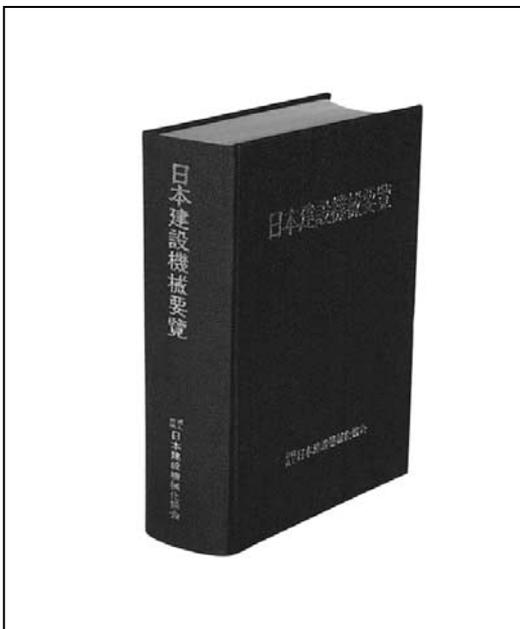
T E L : 03-3433-1501 F A X : 03-3432-0289

2007年版 日本建設機械要覧

発行ご案内

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

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



体 裁

B5版、約1200頁／写真、図面多数／表紙特製

価 格

(消費税5%含む)

会 員 43,050円 (本体41,000円)

非会員 51,450円 (本体49,000円)

平成19年3月30日発行

(注) 送料は1冊1,050円となります。

「会 員」・・・本協会の本・支部会員または、官公庁、学校等公的機関

「非会員」・・・上記以外

特 典

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

2007年版 内容目次

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

◆ 購入申込書 ◆

(社)日本建設機械化協会 行

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

上記図書を申込み致します。平成19年 月 日

官公庁名 会社名			
所 属			
担当者氏名	①	TEL	
		FAX	
住 所	〒		
送金方法	銀行振込み ・ 現金書留 ・ その他 ()		
必要事項	見積書 () 通 ・ 請求書 () 通 ・ 納品書 () 通 () 単価に送料を含む、() 単価と送料を2段書きにする 【指定用紙がある場合は、申込書と共にご送付下さい】		

◆ 申込方法 ◆

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

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

[お問合せ及びお申込先]

本 部	〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館	TEL 03 (3433) 1501 FAX 03 (3432) 0289
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8 さっけんビル	TEL 011 (231) 4428 FAX 011 (231) 6630
東北支部	〒980-0802 仙台市青葉区二日町16-1 二日町東急ビル	TEL 022 (222) 3915 FAX 022 (222) 3583
北陸支部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 興和ビル	TEL 025 (280) 0128 FAX 025 (280) 0134
中部支部	〒460-0008 名古屋市中区栄4-3-26 昭和ビル	TEL 052 (241) 2394 FAX 052 (241) 2478
関西支部	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4 谷町リ-リ-ズビル	TEL 06 (6941) 8845 FAX 06 (6941) 1378
中国支部	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22 築地ビル	TEL 082 (221) 6841 FAX 082 (221) 6831
四国支部	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22 建設クイイトビル	TEL 087 (821) 8074 FAX 087 (822) 3798
九州支部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-8-26 第3白水駅東ビル6F	TEL 092 (436) 3322 FAX 092 (436) 3323

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

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

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

当協会からの新刊図書案内や事業活動案内のダイレクトメール（DM）は不要

機械経費積算に必携

平成19年度版 建設機械等損料表

〈発行〉社団法人 日本建設機械化協会

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



19年4月19日発行

B5版 約600ページ

- 一般価格 7,700円(本体7,334円)
- 会員価格(官公庁・学校関係含) 6,600円(本体6,286円)
- 送料 沖縄県以外 600円
沖縄県 450円(但し県内に限る)
(複数お申込みの場合の送料は別途考慮)

現場で役立つ建設機械一覧を掲載

平成18年度版 建設機械損料の解説と機械一覧

〈発行〉社団法人 日本建設機械化協会

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



18年4月既刊

B5版 約300ページ

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

◆ 購 入 申 込 書 ◆

社団法人 日本建設機械化協会 行

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

上記図書を申し込みます

平成 年 月 日

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

■お申込方法■

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

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

本部	〒105-0011	東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館	TEL(03)3433-1501 FAX(03)3432-0289
北海道支部	〒060-0003	札幌市中央区北3条2-8 さつげんビル	TEL(011)231-4428 FAX(011)231-6630
東北支部	〒980-0802	仙台市青葉区二日町16-1 二日町東急ビル	TEL(022)222-3915 FAX(022)222-3583
北陸支部	〒950-0965	新潟市中央区新光町6-1 興和ビル	TEL(025)280-0128 FAX(025)280-0134
中部支部	〒460-0008	名古屋市中区栄4-3-26 昭和ビル	TEL(052)241-2394 FAX(052)241-2478
関西支部	〒540-0012	大阪府中央区谷町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2-8-26 第3白水駅東ビル 6F	TEL(092)436-3322 FAX(092)436-3323

沖縄の方は

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

橋梁架設工事及び設計積算業務の必携書

橋梁架設工事の積算

平成19年度版

∞∞∞橋梁架設工事の積算〈平成19年度版〉 発刊のご案内∞∞∞

平成19年5月 社団法人 日本建設機械化協会

謹啓、時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。

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

さて、このたび国土交通省の土木工事積算基準、建設機械等損料算定表等に準拠し、また近年の橋梁架設工事の状況、実績等を勘案し、当協会では「橋梁架設工事の積算 平成19年度版」を発刊致しました。

なお今回、橋梁の補修・補強工事の積算に際し、その適用範囲や積算手順をわかりやすく解説した「橋梁補修補強工事積算の手引き 平成19年度版」を別冊(セット)で新刊致しました。

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

敬 具

◆改訂内容

主な項目は以下のとおりです。

1) 鋼橋編

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

2) PC橋編

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

3) 橋梁補修補強工事積算の手引き (別冊新刊)



● B5版/本編約1,100頁(カラー写真入り)
別冊約110頁 セット

● 定価

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

- ※ 別冊のみの販売はありません。
- ※ 学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。
- ※ 送料は会員・非会員とも
沖縄県以外 600円
沖縄県 450円(但し県内に限る)

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

● 発刊予定 平成19年5月24日

◆ 購入申込書 ◆

社団法人 日本建設機械化協会 発行

橋梁架設工事の積算 平成19年度版	部
--------------------------	----------

上記図書を申込みます。平成 年 月 日

官公庁名 会社名			
所 属			
担当者氏名	④	TEL	
		FAX	
住 所	〒		
送金方法	銀行振込・現金書留・その他()		
必要書類	見積書()通・請求書()通・納品書()通		
送料の取扱	()単価に送料を含む、()単価と送料を2段書きにする 【指定用紙がある場合は、申込書と共にご送付下さい】		

■ お 申 込 方 法 ■

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

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

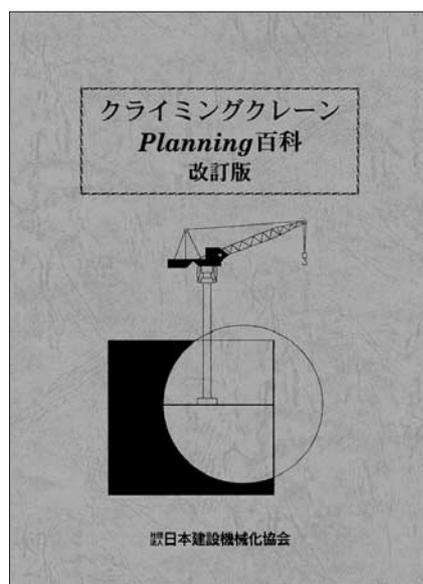
〔お問合せ及びお申込先〕

本 部	〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館	TEL (03)3433-1501 FAX (03)3432-0289
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北3条西2-8 さつげんビル	TEL (011)231-4428 FAX (011)231-6630
東北支部	〒980-0802 仙台市青葉区二日町16-1 二日町東急ビル	TEL (022)222-3915 FAX (022)222-3583
北陸支部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 興和ビル	TEL (025)280-0128 FAX (025)280-0134
中部支部	〒460-0008 名古屋市中区栄4-3-26 昭和ビル	TEL (052)241-2394 FAX (052)241-2478
関西支部	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4 谷町スリースリーズビル	TEL (06)6941-8845 FAX (06)6941-1378
中国支部	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22 築地ビル	TEL (082)221-6841 FAX (082)221-6831
四国支部	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22 建設クリエイティブビル	TEL (087)821-8074 FAX (087)822-3798
九州支部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-8-26 第3白水駅東ビル 6F	TEL (092)436-3322 FAX (092)436-3323

沖縄の方は

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

クライミングクレーン Planning 百科 —改訂版—



機械部会建築生産機械技術委員会定置式クレーン分科会（三浦 拓分科会長）では、このたび5年6ヶ月間の編集作業を終え「クライミングクレーン Planning 百科改訂版」を刊行しました。

平成7年に初版本の刊行以来、この間におけるビル建築の高層大型化、新工法・新技術の開発および関連規格の改正等に併せて内容の改訂・補充を行いました。

建築・土木工事計画担当者、工事担当者および作業実施担当者にとって、短期間にクライミングクレーンの要点を習得するのに最適な書物であります。

■内容

- (1) クレーンの基礎知識，機種選定，設置計画から実施工までの流れに沿った構成に改訂
- (2) 対象とした中心機械を200tm級から現在の主力機である400tm級の内容に改訂
- (3) 平成8年から適用の新しいクレーン構造規格の内容に併せた関連規格の改訂および最近の航空法の内容に併せた改訂
- (4) 特殊条件下での使用を追加掲載
 - ・電波伝搬障害への対応
 - ・鉄道周辺地域
 - ・空港周辺地域
- (5) 各機種の仕様一覧は最近の新しい機種を追加掲載およびクライミングクレーン図面集に新機種を掲載
 - ・クライミングクレーン仕様一覧表
 - ・ジブクレーン仕様一覧表
 - ・ワイヤロープ種類および基本長一覧表

■ A4判，本編130頁，参考資料59頁

■平成18年12月発刊

■定 価

会 員：2,300円（本体2,191円）送料400円

非会員：2,600円（本体2,477円）送料400円

※官公庁（学校関係を含む）は会員価格です。

■本図書は協会本部のみで販売しております。

◆ 日本建設機械化協会『個人会員』のご案内 ◆

会費：年間 9,000円

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

★個人会員の特典

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

今後、続々と個人会員の特典を準備中です。この機会に是非ご入会下さい!!

◆ 社団法人 日本建設機械化協会について ◆

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

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

社団法人 日本建設機械化協会とは…

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

■会員構成

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

■主な事業活動

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

■主な出版図書

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

その他、日本建設機械化協会の活動内容はホームページでもご覧いただけます！

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

※お申し込みには次頁の申込用紙をお使いください。

【お問い合わせ・申込書の送付先】

社団法人 日本建設機械化協会 個人会員係

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館

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

社団法人 日本建設機械化協会会長 殿

下記のとおり、日本建設機械化協会個人会員に入会します。

平成 年 月 日

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

【会費について】 年間 9,000円

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

【その他ご入会に際しての留意事項】

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

【個人情報の取扱について】

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

目次

河川・港湾・湖沼・海洋工事 特集

3	巻頭言 将来の資源開発と必要機材像	益山 忠
4	スーパー中樞港湾「阪神港」の整備について	酒井 敦史
9	上下流一貫した緊急治水対策の推進 —信濃川下流河川災害復旧等関連緊急事業（復緊急事業）—	鈴木 忠彦
14	東京国際空港の再拡張事業について ……………国土交通省航空局飛行場部計画課 大都市圏空港計画室	
19	霞ヶ浦流域における下水高度処理について	柏 純一
24	END 工法 ～新しい環境浚渫（Environmental Dredging）技術～	八島 慎治
29	水底汚染土対策のための原位置固化処理工法「CDM-SSC 工法」	原 俊郎
35	ダイオキシン類汚染底質の汚濁抑制浚渫と脱水中間処理	吉田 将
41	人工海底山脈の築造と施工管理について	今村 一紀・田中 孝行
46	サンゴ群体の船舶による長距離運搬技術の開発	安藤 亘・山本 秀一
51	水中バックホウの遠隔施工技術	熊 天幸
56	みえ尾鷲海洋深層水取水・送水施設の整備	奥村 英仁・堀 哲郎・藤原 龍雄
61	海水淡水化施設の計画と施工とその後の運用 —福岡における日最大量 5 万 m ³ の飲料水生産設備—	林 秀郎
66	「作業船」総論	要覧編集委員会 第 15 章編集委員会
76	杭径比の大きな新しい「多段拡径場所打ちコンクリート杭工法」の開発と 一般工法評定の取得	平井 芳雄・若井 修一・中島 正人・青木 雅路
81	交流の広場 建設機械と私の人生	小川 清
85	ずいそう 生死の分かれ目	嶋津日出光
86	ずいそう 25 年前のタイ、バンコクの思い出	村杉 滋
87	JCMA 報告 ISO/TC 127/SC 2/WG 11 - ISO 2867 「土工機械—アクセスシステム（運転員・整備員の乗降、移動用設備）」 追補マンチェスター国際会議出席報告	標準部会
90	JCMA 報告 高速川崎縦貫線マルチマイクロシールドトンネル（MMST） 工事見学会	椎橋孝一郎
93	CMI 報告 河川に架かる水管橋の倒壊事例と今後の維持管理	竹之内博行・小野 秀一
96	新工法紹介	機関誌編集委員会
100	新機種紹介	機関誌編集委員会
107	統計 平成 19 年度主要建設資材需要見通しの概 要	機関誌編集委員会
109	統計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移	機関誌編集委員会
110	行事一覧（2007 年 7 月）	
112	編集後記	（泉，嶋津）

◇表紙写真説明◇

海の中道奈多海水淡水化センター（愛称：まみずピア）

写真提供：㈱大林組

福岡都市圏に水道用水を供給する福岡地区水道企業団が、新たな水資源として、気象に左右されず、消費地に近く、安定的に水道用

水を供給できる施設として建設した逆浸透方式の海水淡水化施設「海の中道奈多海水淡水化センター」（愛称：まみずピア）。

玄界灘から 103,000 m³/日の海水を、海底の砂層の中に埋設した有孔管により浸透取水し、陸上に導かれた清浄な海水はさらに UF 膜によってろ過された後、高圧 RO 膜に送られ、脱塩処理される。脱塩された淡水の一部はさらに低圧 RO 膜を通して水質調整され、蒸発残留物 200 mg/l 以下のおいしい水となる。

平成 19 年度秋期理事会の開催

下記の通り平成 19 年度秋期理事会を開催致します。

日時：平成 19 年 10 月 26 日（金）
10：45～12：00（予定）
場所：「虎ノ門パストラル」
新館 6 階 ロゼ

議題：平成 19 年度上期事業報告・
経理概況報告 その他未定
その他：理事会終了後、「虎ノ門パストラル」新館 6 階 アジュールにおいて懇親会を開催致します。

詳細問い合わせ先：
（社）日本建設機械化協会 総務部
TEL：03-3433-1501
FAX：03-3432-0289
e-mail：info@jcmanet.or.jp
http://www.jcmanet.or.jp

第 1 回 日本建設機械化協会 研究開発助成制度

下記の通り、建設機械及び建設施工技术に係る研究開発・調査研究を募集します。

公募期間：平成 19 年 9 月 5 日（水）
から 11 月 5 日（月）

助成期間：助成決定通知の翌日から
平成 21 年 3 月 31 日（火）

助成対象：

建設事業の機械化を推進し、もって国土開発と経済発展に寄与すると考えられる建設機械及び建設施工技术に係る研究開発・調査研究であって、以下の要件のいずれかに該当する新規性、必要性又は発展性の高い

ものを助成の対象とします。

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

助成対象者：

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

助成内容：助成の額は 1 件につき 200 万円以内とし、研究着手時に全額を交付します。

応募方法：当協会ホームページから実施要綱等をダウンロードし、所定の申請書に必要事項を記入、書類とその電子データを当協会に郵送により提出するものとします。

詳細問い合わせ先：
（社）日本建設機械化協会
研究開発助成事務局
TEL：03-3433-1501
FAX：03-3432-0289
http://www.jcmanet.or.jp

平成 19 年度版 建設機械等損料表 購入のおすすめ — 機械経費積算に必携 —

- 国土交通省制定「建設機械等損料算定表」に準拠
- わかりやすい損料積算例と損料表の構成を解説
- 機械経費・機械損料に関する通達類を掲載
- 各機種の燃料消費量を掲載

■各種建設機械の構造・特徴を図・写真で掲載
発刊：平成 19 年 4 月 19 日
体裁：B5 判 約 600 頁
価格：（送料別途）
一般 7,700 円（本体 7,334 円）
会員 6,600 円（本体 6,286 円）

詳細問い合わせ先：
（社）日本建設機械化協会 業務部
TEL：03-3433-1501
FAX：03-3432-0289
e-mail：info@jcmanet.or.jp
http://www.jcmanet.or.jp

橋梁架設工事の積算 平成 19 年度版 購入のおすすめ — 橋梁架設工事及び設計積算業務の必携書 —

■主な改訂内容

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

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

発刊：平成 19 年 5 月 24 日

体裁：B5 判 本編約 1,100 頁
別冊約 110 頁 セット
価格：（送料別途）
一般 8,400 円（本体 8,000 円）
会員 7,140 円（本体 6,800 円）

詳細問い合わせ先：
（社）日本建設機械化協会 業務部
TEL：03-3433-1501
FAX：03-3432-0289
e-mail：info@jcmanet.or.jp
http://www.jcmanet.or.jp

巻頭言

将来の資源開発と必要機材像

益山 忠



我国は、経済発展に伴い、鉄、非鉄金属及びレアメタル等の金属鉱物資源から石炭、石油及び天然ガス等のエネルギー資源に至るまで多くの資源を輸入に頼っており、石灰石及び砕石のみが国内生産にて賄われているのが現状である。一方、国内鉱山にて培われた資源の開発・利用技術は、発展途上国への技術援助及び海外自主鉱山開発並びに資源リサイクル及び水処理等の環境保全に活用されている。

さて、1973年の石油危機は、世界の資源問題を我々に突き付けたと言える。また、主要先進国の多くは産業活動に必要な特定金属をほぼ100%輸入に頼る状態にあり、資源安全保障の観点からも資源問題について議論がなされた。更に、資源開発の多様化として海洋資源の開発に目が向けられた。

水深約5000mの海底に賦存するマンガン団塊、水深800～2500mの海山の山麓から山頂にかけて賦存するコバルト・リッチ・クラスト及び水深1200～3500mの海底熱水鉱床が着目され、とりわけ、我々が必要とする金属の多くを含み、かつ鉱量が多いマンガン団塊の開発が研究対象として取り上げられた。

海洋底鉱物資源開発システムは、①海洋底資源掘削装置、②採掘鉱石の収集と一次破碎・選別が可能な集鉱装置、③海底から洋上まで鉱石を搬送する揚鉱装置、④作業場を兼ねる採鉱船、⑤陸上まで鉱石を運ぶ運搬船等から構成される。海洋底におけるこれらの装置の展開を考えれば自律型が望ましく、また、大水深極限環境下における動力源の確保、装置相互の認識及び通信並びに反力の取り方が問題となる。これらの解決無くして海洋底資源の開発はありえない。また、海洋開発には海洋環境の保全とこれらの装置の効率的な運用が肝要である。なお、曳航式装置の開発研究は、1982年から1997年に至る国家プロジェクト「マンガン団塊採鉱システム」より行われ、ハワイ東南沖の鉱区申請に寄与した。

一方、水とメタンとの氷状物質であるメタンハイド

レート（以下MHと記す）は、非在来型エネルギー資源として注目されており、我国では商業生産技術開発に向けて中長期的研究計画「我国におけるメタンハイドレート開発計画」が2001年に策定された。この計画は、2006年度までのフェイズ1（最終評価は2008年度まで延期）では探査技術・基礎物性・分解生成等の基礎研究、賦存状況の把握並びに連続的な生産技術の検証を、2011年度までのフェイズ2では生産技術・環境評価等の基礎研究並びに日本近海での洋上産出試験の実施を、2016年度までのフェイズ3では商業的産出技術の整備並びに経済性・環境影響等の検証を、それぞれ目標に実施されてきている。

MHの開発・回収には、資源量の特定、生成分解に関わるMHの基礎物性の解明とともにMHの吸熱分解制御用熱移動解析シミュレーターの開発が待たれる。開発生産技術については、運用コストの面からもMH開発専用洋上掘削リグの開発が待たれており、具備すべき条件の一つとして水深約2000mにある未固結・軟弱地盤における水平多分岐掘削があげられる。掘削方法についても混気ジェット噴流の一種である水蒸気-水ジェット噴流掘削等と従来のドリル掘削とは異なる掘削システムの考案も必要と考える。回収法としては回収速度の観点から熱注入法が、また、炭酸ガスハイドレート（以下CO₂-Hと記す）とMHの生成条件の違いを活用し、CO₂-Hを人工天盤並びに融解空間の充填材とする方法が提言されている。一方、融解回収に伴い発生が懸念される海底地滑りの防止策として、MH回収により沈下する上盤をCO₂-Hにより下盤に固定する方法がありえる。また、上記の方法を具現する機器類の開発が待たれる。

以上海洋資源開発について思い付くままに述べたが、今世紀半には一部の鉱物資源及び石油の涸渇が予測されているので、海洋環境を保全しつつ海洋資源開発への段取り・着手をこの四半世紀の出来るだけ早い時期に行うべきであると考えます。

スーパー中枢港湾「阪神港」の整備について

酒井 敦史

我々の生活において、非常に重要な役割を担っている港湾であるが、世界における日本の港湾の相対的地位は年々低下している。関西においても、阪神・淡路大震災を契機に落ち込んだ神戸港をはじめとして、相対的地位は低下してきた。そのような阪神港の現状と、目覚ましい成長を遂げている東アジアの諸外国の港の現状を紹介するとともに、国際競争力強化に向け、スーパー中枢港湾に認定された「阪神港」としての取り組みと今後の阪神港の目指すべき役割について述べることとする。

キーワード：スーパー中枢港湾、国際競争力、阪神港、一開港化

1. 港に支えられている私たちの暮らし

海に囲まれた島国・日本にとって、昔から船は重要な交通手段であり、太古の時代から物流や文化交流の主役を担い、海運の発展は人々の生活と文化に豊かな恵みをもたらしてきた。鉄道や自動車などの陸上交通が発達し、飛行機による移動がポピュラーになった現在でも、なお、海上輸送は日本の生命線で、港は世界に開かれた「玄関口」であることに変わりはない。しかし、日々の暮らしの中で身近に利用することのない港の重要性を、私たちは忘れがちである。

資源の少ない日本にとって、海外からの物資を迎え入れ、国内の生産品を海外に送り出す港がなければ、私たちの暮らしはすぐに立ち往生してしまうだろう。そのような意味でも、私たちの生活において、港湾の存在は重要であるといえる。

2. 成長する東アジアの港湾

港の活気を示す指標の一つに「コンテナ取扱量」がある。現在の海上輸送の主流はコンテナ輸送であり、各港におけるコンテナ貨物の輸出入量を見れば、その港の物流における地位を図ることができる。ちなみに近畿の代表的港湾の一つである神戸港を見ると、表—1のように、今から25年ほど前の昭和55（1980）年には、世界第4位のコンテナ取扱量を誇っていたが、平成17（2005）年には30位以下に後退している。近年、世界の港湾のコンテナ取扱量ランキングで目立つのは、東アジアの港の飛躍的發展であり、シンガポール、香港、上海、深圳、釜山、高雄と、アジアの港が

上位を独占している。

表—1 世界の港湾別コンテナ取り扱い個数ランキング

（単位：千 TEU^注）

1980年			2005年		
順位	港名	取扱量	順位	港名	取扱量
1	ニューヨーク/ ニュージャージー	1,947	1	シンガポール	23,192
2	ロッテルダム	1,901	2	香港	22,427
3	香港	1,465	3	上海	18,084
4	神戸	1,456	4	深圳	16,197
5	高雄	979	5	釜山	11,843
6	シンガポール	917	6	高雄	9,471
7	サンファン	852	7	ロッテルダム	9,300
8	ロングビーチ	825	8	ハンブルク	8,087
9	ハンブルク	783	9	ドバイ	7,619
10	オークランド	782	10	ロサンゼルス	7,485
12	横浜	722	22	東京	3,593
16	釜山	634	27	横浜	2,873
18	東京	632	34	名古屋	2,491
			39	神戸	2,262
			51	大阪	1,802

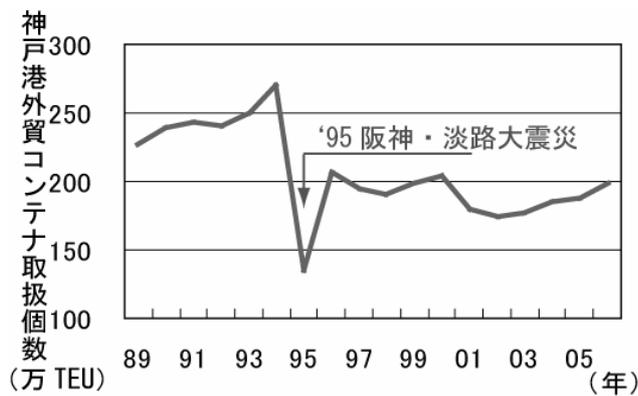
資料：CONTAINERISATION INTERNATIONAL YEAR BOOK

注）“Twenty-feet Equivalent Unit”の略で、20フィート（長さ約6m）コンテナに換算したコンテナ個数の単位。

3. 震災で落ち込んだ神戸港

神戸港のコンテナ取扱量の推移は、図—1に示すようになっており、取扱量減少のきっかけは、平成7（1995）年の阪神・淡路大震災である。港が壊れ、船が入港できなくなり、コンテナ取扱量は一気に落ち込んだ。これは近畿経済にとって死活問題であり、「一

日も早い港の復興を」という関係者の思いは切実であった。震災前までの神戸港においては、「トランシップ・サービス」と呼ばれる、アジアの貨物が主に神戸港に集められ、そこからヨーロッパや北アメリカとつながる「基幹航路」に積み替えられるという形が主流であった。しかし、震災で神戸港の働きが落ち込んでいる間に、欧米行きの貨物は、釜山や高雄へシフトし、神戸港へのトランシップ輸送は激減し、神戸港が復旧したあとも、トランシップ輸送はなかなか回復しなかった。そこには、日本の港そのものが抱える課題があった。



資料：神戸港大観

図一 神戸港の外貿コンテナ取扱個数の推移

4. コンテナ船の大型化への対応の遅れ

震災からの復旧を果たした神戸港にトランシップ輸送が戻ってこなかった背景の一つに、大型化が進むコンテナ船が着岸できる岸壁の整備がアジア諸港より遅



図二 アジアの主要港

表一 2 アジア主要港のバース (15m 以深) 整備状況

		(バース)					
	現状	計画	計	⑧寧波港	4	18	22
①大連港	0	6	6	⑨厦門港	0	3	3
②天津新港	3	6	9	⑩基隆港	0	7	7
③青島港	7	8	15	⑪高雄港	5	5	10
④光陽港	10	21	31	⑫深圳港	5	6	11
⑤釜山新港	6	23	29	⑬香港港	13	0	13
⑥釜山港	13	1	14	⑭塩田港	9	16	25
⑦上海洋山港	9	43	52	シンガポール	23	17	40

資料：CONTAINERISATION INTERNATIONAL YEAR BOOK, 各港 HP, OCIDI 調査 (国土交通省港湾局作成)

れたことが挙げられる。「基幹航路」には、現在では 8000 TEU 以上の大型コンテナ船が航行しており、東アジアで発展を遂げている港は、大水深の岸壁を整備し、基幹航路の一角に食い込んでコンテナ貨物を呼び入れ、国際物流の拠点として成長していったのである (図一 2, 表一 2)。こうしてアジア域内で港湾間競争が激しさを増す中、岸壁整備の遅れた日本の港湾は、相対的にその地位を低下させる結果となった。また、1980 年代後半から、日本各地の港湾の整備が進み、コンテナ貨物の荷役ができる港が増えたが、その一方で、国際物流の舞台で太刀打ちできる港湾を育てるのが遅れ、アジアの主要港に大きく差をつけられていたことが、震災を契機にして浮き彫りとなったわけである。

5. サービス・コストに問題を抱えた日本の港

港の設備というハード面においてだけでなく、サービス、コストといったソフト面においても、日本の港にはいろいろな課題がある。海外から船で運ばれて来たものは、港で陸揚げされてから検疫所や税関の手続きを経て市中に運び込まれる。輸入貨物の入港から引き取りまでの時間を「リードタイム」と呼ぶが、図一 3 のように、日本の港は少し前まではリードタイムが 5 日程度であった。現在では、リードタイムは 3 日程度に短縮されたが、表一 3 のように、諸外国の状況と比較すると、それでもまだまだ多くの時間を要している。

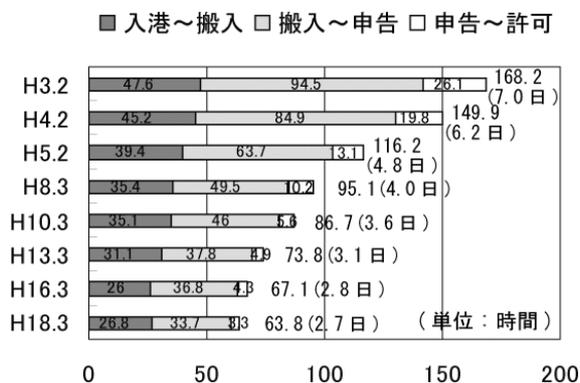
また、日本の港の利用料金がアジアの主要港に比べ高いのも、船会社が離れていく一因となった。例えば、平成 17 年に日本でコンテナ取扱量が最も多かった東京港の港湾諸料金は、コンテナ 1 個あたりで比較すると同年世界 5 位であった釜山港の約 1.6 倍 (国土交通省港湾局 スーパー中枢港湾選定委員会資料より) となっている。港の利用料金としては、船が日本の港に入る際の入港料や外国の船が入港する毎に支払わな

ればならないトン税などが挙げられる。大阪湾には、神戸港、尼崎西宮芦屋港、大阪港（堺泉北港を含む）等の港があり、例えば海外から来た船が、神戸港で荷物を降ろして、大阪港で荷物を載せて帰る場合、入港料とトン税を、両方の港に対して払わなければならない。つまり、わずか20 kmしか離れていない2つの港を行き来するために2回のコストが発生するわけである。諸外国の港に対抗して発展していくためには、これらの課題を一つ一つ解決していかなければならない。

表一3 輸入手続きの所要時間（諸外国の状況）

米国	1～2日程度
英国・オランダ	2～3日
ドイツ	2日
シンガポール	24時間以内
韓国	2日以内

資料：(社)日本物流団体連合会調査、ITと国際物流に関する懇談会資料



資料：輸入手続きの所要時間調査（財務省関税局）

図一3 輸入手続きの所要時間（日本の状況）

6. 国際物流の拠点づくり

～三大港湾の「スーパー中枢港湾」指定～

コストが高く時間がかかるなど、根本的な課題を抱えた日本の港湾を変革し、国際物流の拠点とすべく打ち出されたのが「スーパー中枢港湾」のプロジェクトである。以前の港づくりでは設備の充実に重点が置かれ、それをいかに効率的に安く運営するかということには、あまり工夫がなされていなかった。それらを改善し、港を利用する船会社や企業が求めるスピーディーで低コストのサービスを実現しようとするのが、スーパー中枢港湾の基本的な考え方である。具体的には、大水深の岸壁を有した高規格コンテナターミナルを一体的に管理、運営し、効率的な物流システムを構築す

ることを目指している。このような取り組みは、国際物流の「拠点づくり」とも言えるであろう。スーパー中枢港湾の候補として名乗りを上げた全国の港湾のうち、平成17年7月に、阪神港（神戸港・大阪港）、京浜港（東京港・横浜港）、伊勢湾（名古屋港・四日市港）の、三大港湾が指定を受けた。近畿地方でスーパー中枢港湾に選ばれた「阪神港」は、神戸港と大阪港を一体と考えた新しい呼び名であり、神戸港と大阪港が阪神港として広域的に連携し取り組みを進めることにより、国際競争力のさらなる強化を図り、関西経済の活性化に貢献することを目指している。指定にあたっては、「3バースを一体運用して効率を上げる」「それを運営するメガターミナルオペレーターを設立する」等の基準を満足することが条件とされており、まさに日本の港の未来を決めるプロジェクトと言っても過言ではない。

図一4に示すように、阪神港でも、高規格コンテナターミナルの整備が進められている。まず、大阪港では、夢洲地区コンテナターミナル（水深16m）が、平成21年度の供用を目指して平成17年度より整備中で、24時間フルオープン支援施設も平成19年4月から供用を開始している。また、神戸港は、ポートアイランドⅡ期地区コンテナターミナル（水深16m）が、平成21年度の供用を目指して平成18年度より整備中で、平成18年5月の供用に引き続き2箇所目の共同デポも平成19年4月より供用を開始している。

7. 国際物流戦略チーム

こうした中で、関西の低迷に危機感を持った関西経済連合会による「関西の総合的な物流機能強化に関する提言」（平成17年3月）や、国土交通省に設置された国際物流施策推進本部による「国際物流施策の課題」（平成17年4月）を踏まえて、平成17年6月に全国に先駆け、関西において国際物流戦略チームが設置された。このチームは、産学官が一体となり、スーパー中枢港湾「阪神港」や関西国際空港等の活用を図りながら、国際物流を効率化し、ひいては関西経済を活性化することを目的としている。平成18年4月には「広域連携を通じた国際競争力強化に向けた提言」を取りまとめ、スーパー中枢港湾「阪神港」の整備をはじめ、大阪湾諸港の連携による一開港化・入港料低減、スーパー中枢港湾に関わる道路のボトルネックの解消、荷主ニーズに柔軟に対応するSea&Air輸送の推進や関西国際空港の活用などを目指した施策に取り組むことの重要性を提言した。

スーパー中枢港湾「阪神港」における高規格コンテナターミナルの整備

【取り組み状況】 スーパー中枢港湾「阪神港」としての機能充実のため、以下を実施

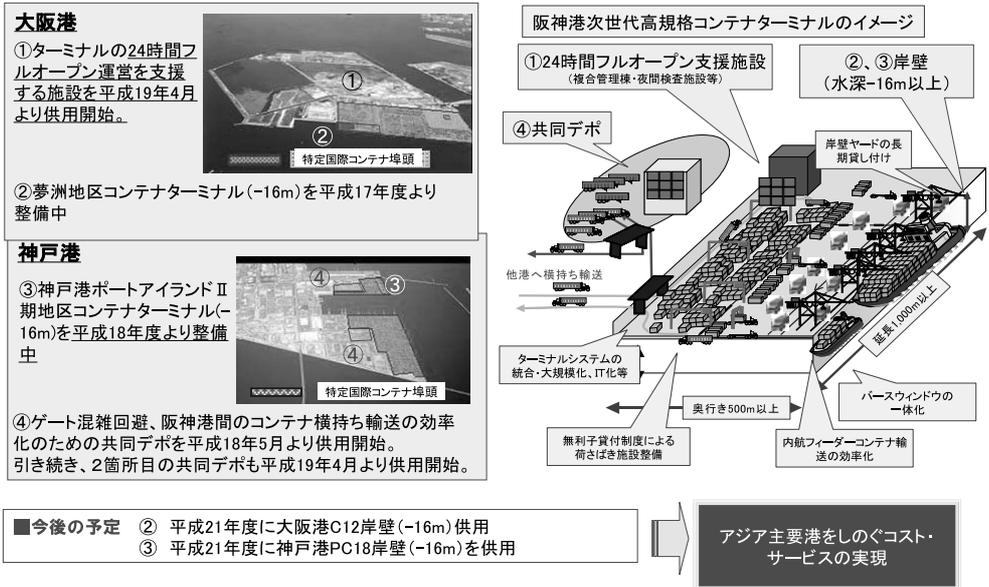


図-4 「阪神港」における高規格コンテナターミナルの整備

8. 提言 2007 ～関西一丸！アジアとともに更なる飛躍を～

平成 18 年度には国際物流戦略チームでの取り組みに加え、国際物流の効率化を更に進め、大阪湾を世界一便利な国際物流拠点とする上での様々な課題を関西地区全体にわたり再抽出・整理を行った。海外での先進事例も参考にして、その解決に向けた施策・方向性を提案することを目的として、「国際物流戦略チーム課題検討ワーキンググループ」を設置した。

平成 18 年 2 月には海外の港湾調査、同 3 月にはフォーラムを開催するとともに、取り組むべき課題を取りまとめ、提言に盛り込んだ。

平成 19 年 3 月末に国際物流戦略チームとして今後取り組むべき課題を取りまとめた提言「国際物流戦略チーム提言 2007 ～関西一丸！アジアとともに更なる飛躍を～」では、広域的な連携を目指し、「港と港」、「港と道路」、「海港と空港」の 3 つの視点から、今後取り組むべき連携施策が整理されている。主な内容は以下のとおりである。

- ① スーパー中枢港湾「阪神港」の重点整備
- ② 国内初となる 24 時間運用可能な空港の「関西国際空港」の利用促進
- ③ それらと地域を結ぶ国際物流ネットワークを構築するための高規格道路の整備
- ④ 将来的なポートオーソリティを目指した手続一元化、IT 化の取り組み

- ⑤ 大阪湾諸港・空港の世界への PR と関西と海外との交易・交流の拡大のための“ミッション”実施
- ⑥ 瀬戸内海、日本海の港との連携促進と適切な機能分担を目指した取り組み
- ⑦ 関西の国際経済産業競争力強化を目的とした国際物流のゾーニングとして「産業競争力強化ゾーン」の形成を目指した取り組み
- ⑧ 災害時にも港湾機能を確保し、経済への影響を最小限にとどめるための BCP（事業継続計画）策定等の取り組み

更には今後の関西の国際物流を専門的に検討し、「シンク&ドゥータンク」の創設を目指すなど、様々な提案を行い、今後それらに取り組んでいくことを関係者において合意した。

9. 阪神港の一開港化に向けた取り組み

国際物流戦略チームの提言の中で、「港と港の連携」施策の一つとして、各港連携による入港料低減を含む大阪湾諸港の一開港化の実現及び港湾コストの低減による国際競争力強化が挙げられている。これについては同チームが主催の「国際物流シンポジウム」（平成 18 年 8 月 5 日）において、経済界からの要望を受けて北側前国土交通大臣から積極的に取り組んでいくとの発言があり、平成 18 年 9 月に「大阪湾諸港の包括連携施策推進会議」を立ち上げた。本推進会議では、大阪湾諸港の一開港化等、港湾コストの低減の検討の

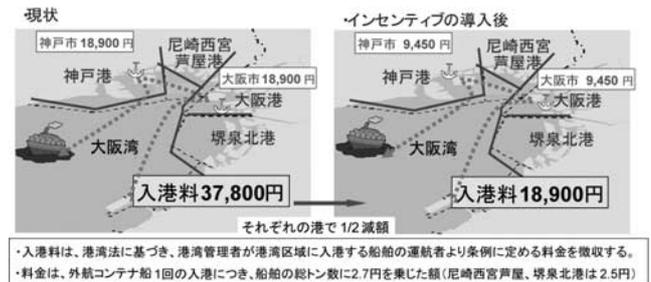
他、港湾手続の一元化など港に関する連携施策の検討も進めている。

大阪湾諸港の一開港化の「開港」とは、関税法で定められた貨物の輸出及び輸入並びに外国貿易船の入港及び出港その他の事情を勘案して政令で定められた港を指し、大阪湾諸港においては、関税法上、大阪港(含む堺泉北港)・尼崎西宮芦屋港・神戸港は別開港と規定されている。そのため現在は各港に入港する毎、船舶の税金(トン税, 特別トン税)が必要であり、先に述べたようにこれが国際競争力低下の一因となっているという意見もある。

そのため、大阪湾諸港を関税法上、一つの開港とすることにより、船舶の税金を低減し、国際競争力の強化を目指している。具体的にはまず、国際物流戦略チーム 第3回本部会合(平成19年3月24日)において、冬柴国土交通大臣から、「航行安全対策の6月での結論を踏まえて、国として既存の業務形態への影響を配慮しつつ、地道に努力して年内には所要の手続きを終えて一開港化を実現して参りたい」との発言があった。それを受けて、大阪湾諸港の包括連携が進んだ後の航行安全の検討を海上交通流シミュレーション等により実施し、「航行安全上の支障は直ちには特段生じない。ただし、今後の安全を確保していくための方策及び体制を確保する必要がある」との結論を得た。現在、年内の一開港化に向け、関係政令の改正手続きが関係省庁により進められているところである。

また、大阪湾諸港の連携による入港料低減については、一開港化への取り組みと合わせて、4港湾管理者(大阪府、兵庫県、大阪市、神戸市)が連携して、平成19年4月1日より、大阪湾に複数寄港する外航定期のコンテナを取り扱う船舶に対し、入港料を1/2に低減するインセンティブ制度を導入した(図—5)。

これらの取り組みによる効果を、一般的な中国航路の船型で近畿地方整備局が試算したところ、約15%の船舶コストの低減という結果も得られている。



図一5 大阪湾諸港の入港料インセンティブ制度

10. おわりに

近年のアジア諸国の発展には目を見張るものがあり、この発展のエネルギーを取り込み、アジアと共に発展していくことが、関西の目指すべき道であると考えられる。そうした中で、今後も競争激化が予想される国際物流の世界において、神戸港、大阪港という枠組みを越え、他の大阪湾諸港との連携による競争力強化が重要になるだろう。そのためにも、阪神港が一丸となり、コストやサービスといった日本の港の抱える課題解決に向けた施策へ協力して取り組むことが不可欠である。 JICMA

【筆者紹介】

酒井 敦史(さかい あつし)
 近畿地方整備局
 港湾空港部
 港湾計画課
 課長



上下流一貫した緊急治水対策の推進

—信濃川下流河川災害復旧等関連緊急事業（復緊事業）—

鈴木 忠彦

平成16年7月13日、梅雨前線の停滞に伴う「新潟・福島豪雨」により、信濃川右支川の五十嵐川及び刈谷田川の堤防が決壊し、三条市及び長岡市（当時：中之島町）において12名の人命が失われる大水害が発生した。

堤防が決壊した五十嵐川及び刈谷田川については、新潟県により「災害復旧助成事業」等として対策が行われているが、両河川の対策に伴い信濃川本川への流入量が増大することから、本川の安全性が懸念される場所である。以上を踏まえ、その受け皿対策として「信濃川下流河川災害復旧等関連緊急事業（以下、「復緊事業」という）」について、平成20年度の完了を目標に386億円の事業費をもって実施し、支川の対策と整合のとれた上下流一貫した緊急治水対策を行っているところであるが、本稿では事業実施にあたっての課題及びそれらに対する各種取り組み等を紹介する。

キーワード：水害、復緊、築堤、土砂、ダンプ、CM

1. 水害の概要

日本海から北陸地方（新潟県）にかけて停滞した梅雨前線に、西日本から東日本を覆った太平洋高気圧の縁を回り込むように暖かく湿った空気が流れ込み、前線が活発化して新潟県中越地方を中心とした地域に大雨を降らせた。

新潟県の長岡地域と三条地域では7月12日の夜から13日夕方にかけて激しい雨が降り、13日の日雨量は栃尾市で421mmを観測するなど、記録的な大雨となった（図—1）。栃尾観測所（气象台）における7月の平均月降水量は243mmのため、1日で2ヶ月分の降水量に近い雨が降ったこととなる。



図—1 累加レーダ雨量（H16.7.13, 0時～24時）

信濃川右支川の五十嵐川及び刈谷田川の流域に、河川の能力を大幅に超える豪雨が降ったことから、両河川の堤防が決壊し、12名の方の人命が失われるという大水害となった（写真—1, 2）。

また、信濃川本川においては堤防の決壊には至らなかったものの、ほとんどの水位観測所で閘屋分水路通水後の最高水位を超過する大きな出水となった。



写真—1 三条市内の浸水状況



写真—2 刈谷田川の破堤状況

2. 対策事業の実施

堤防が決壊した五十嵐川及び刈谷田川については、新潟県により「災害復旧助成事業」等として対策が行われることとなった。一方、信濃川本川については、従前から洪水を安全に流下させる能力が不足していることに加え、両支川の対策に伴ってさらに流量が増大することから、本川の安全性が懸念される場所である。

以上を踏まえ、支川からの流量増の受け皿対策について、復緊事業として堤防の嵩上げ等を実施し、支川の対策と整合のとれた上下流一貫した緊急治水対策を行うこととした（図—2, 3）。

3. 復緊事業の概要

河川名：信濃川水系信濃川下流，刈谷田川（下流部）

事業主体：国土交通省北陸地方整備局

事業位置：新潟市（旧：新津市，白根市，小須戸町），田上町，加茂市，三条市（旧：栄町含む），燕市（旧：分水町），長岡市（旧：中之島町）

延長：L = 34.2 km
 （信濃川下流 32.4 km，刈谷田川 1.8 km）

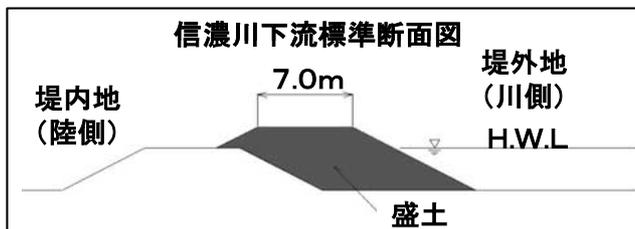
主要内容：築堤，護岸，樋門，道路付替

事業費：386 億円

工期：平成 16 年度～ 20 年度



図一 2 復緊事業計画図



図一 3 堤防標準断面図

4. 事業実施にあたっての課題

(1) 5 年間で 60 km の堤防建設（短期間・膨大な事業量）

平成 16 年度から 20 年度までの 5 年間に，約 60 km（河川延長約 30 km の左右岸）の堤防建設という膨大な事業量を実施しなければならない。

(2) 協議完了箇所から順次施工（細切れの施工）

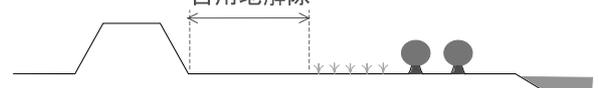
堤防建設のための土地の確保について，用地買収又は占用地解除が必要となる。約 60 km の堤防建設にあたっては多数の関係者との協議が必要であるが，協議が完了した箇所から順次工事に着手しなければ，限られた期間内に整備を完了させることができない。よって，細切れの堤防施工にならざるを得ず，事業の一層の効率化が求められる（図一 4）。

また，基礎地盤が軟弱のため，完成断面の途中まで施工して一旦沈下させ，その後に完成堤防とする 2 段階施工が必要であり，この点も時間がかかる要因となっている。

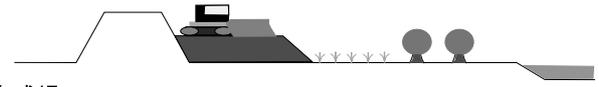
①着手前（設計・地元説明中）



②占用地解除後



③築堤実施



④完成堤



図一 4 堤防完成までの実施手順

(3) 築堤用土砂の配分調整（複雑・多岐にわたる調整）

堤防整備には膨大な土砂が必要となる。他事業からの発生土を調達するための各種調整や購入土及び河道掘削土を含めた配分とともに，同時並行で施工される多数の工事間の配分など，複雑・多岐にわたる調整が必要である。

(4) 大量の土砂運搬車両（交通集中・地元対応）

膨大な土砂の運搬にあたり，多数のダンプトラックが走行することとなるが，走行可能な道路が限定され

る中で、なるべく同一箇所に集中させないように調整するとともに、交通法規やマナーの遵守等の安全対策を徹底させる必要がある。

(5) 業務量増大に伴う体制強化（人員不足）

短期間に集中して膨大な事業量を実施するにあたり、復緊事業に専ら従事できる職員数が不足しているため、体制を確保する必要がある。

5. 各種の取り組み

前項に記したとおり、事業実施にあたり多くの課題がある中で、各種の取り組みを行っている。主な事項について述べる。

(1) CM方式の導入

(a) 導入の背景

多くの課題を克服して各種調整を一元的かつ円滑に行い、コスト縮減を図るため「CM（コンストラクション・マネジメント）方式」を導入することとした。CM方式とは、発注者側の立場で、設計・発注・施工の各段階において、設計の検討や工事発注方式の検討、工程管理、品質管理、コスト管理などの各種マネジメント業務を実施するものである。CM方式の導入は、

ダムや道路事業では事例があるものの、河川改修事業では全国初である。

(b) 施工管理システム

従来のシステムは発注者が一括管理するものであるが、CM方式による新しいシステムは発注者が全体管理を行いつつ、CMR（コンストラクションマネージャー）と施工管理業務を分担し、円滑な施工に資するものである（図—5）。

(c) CMRの業務内容

復緊事業では、CMRにおいて次の業務を実施している。

- ・施工者の視点からの技術提供支援
- ・土砂の搬出側・受入側機関の相互調整
- ・監督業務の補助
- ・土砂運搬車両の調整
- ・土砂運搬車両への意見・要望等の窓口

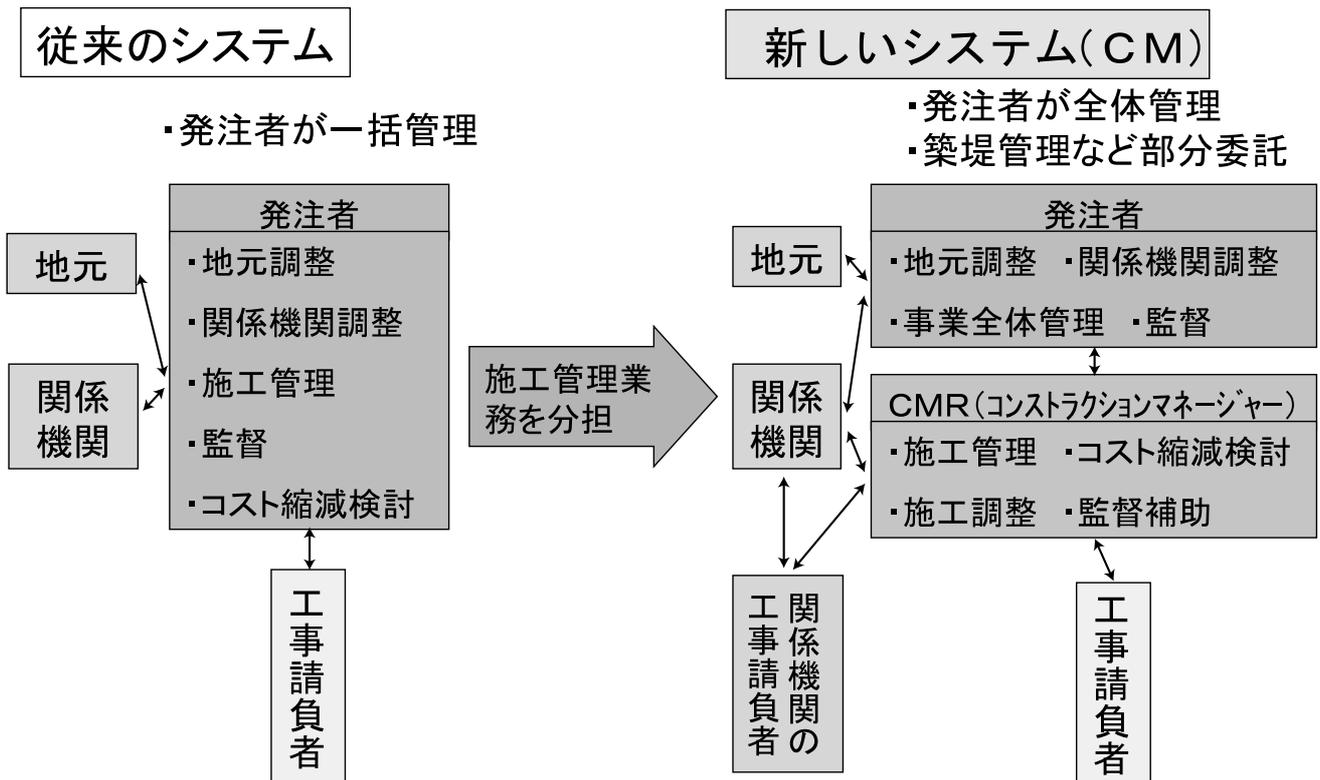
(d) CM方式のメリット

①発注者

- ・施工管理に関する豊富な経験を活用できる
- ・設計段階で施工を踏まえた助言が得られる
- ・復緊事業全体で土砂配分・運搬計画を立案し、総合的に管理できる

②関係機関（新潟県）

- ・CMRが全体を把握することにより、個別調整が不



図—5 施工管理システム（従来システムとCM方式の比較）

要となる

③ CMR

- ・発注者・施工業者間の中立の立場で調整が可能

④ 施工業者

- ・施工業者に近い立場で助言が得られる
- ・関係機関の窓口や必要書類の紹介等の支援が得られる

(e) CM方式の課題

- ・本来発注者が行う業務を CMR に依存するケースが発生
- ・協議等の案件処理に時間を要する場合がある
- ・コスト削減提案に対する報酬の在り方について、検討が必要

(2) 土砂運搬における対応

復緊事業においては、堤防整備に大量の土砂が必要とされ、それに伴って多くのダンプトラックが通行することとなる。使用する道路の周辺住民の方々の迷惑とならないよう施工業者と一体となって取り組んでおり、交通法規・マナー遵守徹底に関する次の対策を行っている。

- ・法定速度以下の走行
- ・危険走行（あおり・追い越し等）の禁止
- ・歩行者の保護
- ・隊列厳禁、車間距離保持



L 3

背景色：黄色。信濃川下流築堤工事の色
 (信濃川下流河川事務所発注)
 アルファベット：工事別の記号
 数字：ダンプトラックの管理番号

写真-3 ダンプトラック識別番号



写真-4 工事看板



写真-5 速度規制看板



写真-6 監視カメラ

- ・道路付属物などの破損につながる走行の禁止
- ・渋滞区間では通勤時間帯の土砂運搬自粛
- ・車両整備の徹底（騒音・不完全燃焼排煙の防止）

また、これら対策の確実な実行に資するため、ダンプトラックの識別番号、看板、監視カメラの設置などの措置をとっている（写真-3～6）。

(3) 発生土砂等の有効活用

前述のとおり、復緊事業には大量の土砂が必要であるが、コストの削減を図るとともに環境負荷を低減させるため、大河津可動堰改築事業などの他事業から発生する土砂や信濃川河道内の掘削土砂等を築堤材として有効に活用している（図-6）。

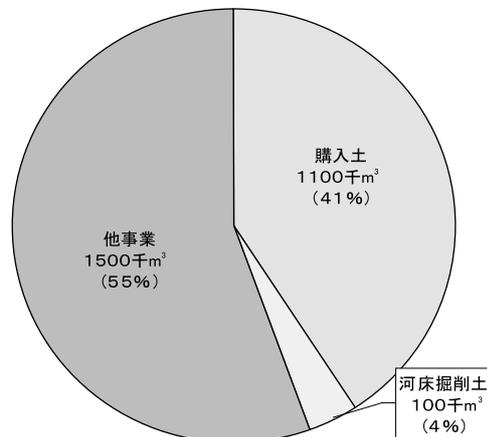


図-6 築堤土砂の配分計画（当初）

(4) 復緊事業のPR

広く一般の方々から復緊事業の理解を得るため、「ふっきんだより」(写真一七)を定期的に発行するとともに、市区町村広報紙に掲載していただいている。さらに、事務所ホームページの充実などに取り組んでいる(<http://www.hrr.mlit.go.jp/shinage/hukin/hukkin/index1.html>)。



写真一七 ふっきんだより (第5号)

また、平成18年10月には、地元選出の国会議員、関係市長の皆様に現地を視察していただき、事業の状況等に関する説明を実施している。

(5) ソフト施策の充実

復緊事業による堤防嵩上げなどのハード整備は、洪水を安全に流すために計画的に実施していく必要があることは言うまでもない。しかし、未だ整備途中であるとともに、たとえ整備が完了した段階でも想定以上の豪雨等の発生は否定できない。よって、迅速かつ適確な情報提供及び避難に資するソフト施策は極めて重



写真一八 まるごとまちごとハザードマップ (例)



写真一九 CCTVカメラ画像の提供画面 (例)

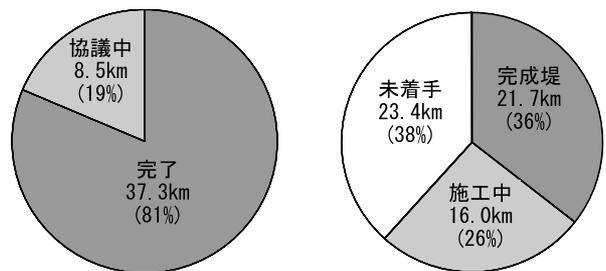
要であり、ハード整備と併せた車の両輪として取り組みを進めている。

- ①洪水ハザードマップへの支援
- ②まるごとまちごとハザードマップへの支援(写真一八)
- ③自治体への光ファイバー接続による情報提供(写真一九)
- ④事務所ホームページの防災情報の充実(ポータルサイト化)

6. おわりに

平成19年6月末現在、用地買収等は全体の約8割で完了し、完成した堤防は全体の約4割となっている(図一七)。

占用地解除・用地買収状況 (区間総延長約46km) 築堤工事施工状況 (施工延長約61km)



図一七 復緊事業進捗状況 (H19.6)

復緊事業の実施にあたっては、関係機関及び地元関係者の合意と協力が不可欠であり、今後とも、関係各位の理解を得ながら、安全かつ安心できる地域基盤の形成に向け、事業を推進していきたい。 JICMA

【筆者紹介】
鈴木 忠彦 (すずき ただひこ)
国土交通省北陸地方整備局
信濃川下流河川事務所
調査設計課長

東京国際空港の再拡張事業について

国土交通省航空局飛行場部計画課 大都市圏空港計画室

東京国際空港（羽田空港）に4本目の滑走路を新設し、空港能力を拡張するとともに、国際定期便の就航を図るための再拡張事業は、現在、平成22年10月末の供用開始に向け、鋭意現地での海上工事等を進めているところである。構想段階から常に世間の注目を集めてきた事業であり、着工までに解決すべき検討課題が多々存在したが、事業の成就に何より必要となるのは、安全・確実な現地での施工である。

キーワード：空港、海上工事、工法選定、埋立、栈橋、制限表面

1. はじめに

年間の利用者数が6,000万人を超え、日本の国内航空旅客の約60%が利用する羽田空港は、まさに国内航空ネットワークの一大拠点である。しかし、離着陸回数という空港能力の観点では、既に限界に達しており、増便需要に応えられない状況となっている。

このような状況となることが予想されたことから、国土交通省は、平成13年12月に、羽田空港に4本目の滑走路を建設する方策、いわゆる羽田の再拡張を決定した。また、4本目の滑走路の建設により、予想される国内線の発着需要を超える発着能力の増強が見込まれたことから、余裕枠を活用することで、国際定期便の就航も再拡張と併せて実現することとなった。それらの決定に基づき、現在、2010年10月末の供用開始に向け、鋭意現地での建設工事等を進めているところである。

2. 再拡張事業の必要性

(1) 再拡張事業の概要

再拡張事業の概略図を図-1に示す。実施箇所では事業を区分すると、新しい滑走路を建設する滑走路整備事業と、国際定期便の就航に必要な施設の整備を行う国際線地区整備事業の大きく二つに分かれる。

新設滑走路は、羽田空港の南方海上に、2,500mの滑走路延長で、既設のB滑走路にほぼ並行する形で建設する。これにより、発着能力は現在の30.3万回/年（31便/時間）から、40.7万回/年（40便/時間）に発着能力が向上する。

また、再拡張事業検討時の需要予測によると、2012年時点の羽田空港の国内線発着需要は33～37万回/年と予測されたことから、新設滑走路整備による発着容量40.7万回/年のうちの余裕容量となる3万回/年程度は、国際定期便のための発着枠として活用することとした。

国際定期便3万回/年、旅客数では約700万人/年、貨物量では約50万トン/年の利用需要に応えるために必要となる施設を整備する事業が国際線地区整備事業である。必要となる施設は、国際線旅客ターミナル、貨物ターミナル及びエプロンが代表的なものであるが、整備にあたっては、PFI手法を適用することにより、民間活力を導入して整備を進めることとしている。



図-1 再拡張事業の概略図

(2) 事業効果

再拡張事業を実施しないとしたり、どのような状況になるだろうか。

平成19年5月の交通政策審議会航空分科会で報告された最新の航空需要予測では、国内航空旅客数について、国際旅客数よりは伸び率で劣るものの、今後も年率1.0～1.3%程度の旅客数の増加が見込まれている(表一1)。国内航空ネットワークの一大拠点である羽田空港の利用客も相応分増加する見込みである。一方で、羽田空港の発着能力は限界に達していることから、さらなる需要ニーズがあっても、羽田空港発着便を増加させることは困難である。再拡張事業により発着能力を増強しなければ……、飛行機での移動を希望しても、鉄道や自動車による移動手段を強いられる方々が多数発生してしまうこととなる。

表一1 航空旅客輸送の実績及び予測

単位：万人

	2005年度 (実績値)	2012年度	2017年度	年平均伸び率(%)		(参考値)	
				05～12	12～17	2022年度	2027年度
国内	18,900	20,630	21,710	1.3	1.0	22,390	23,230
国際	5,650	7,180	8,070	3.5	2.4	8,960	10,160

※空港利用者数を示していることから、国内については、輸送量の2倍の数値(発着合計値)。

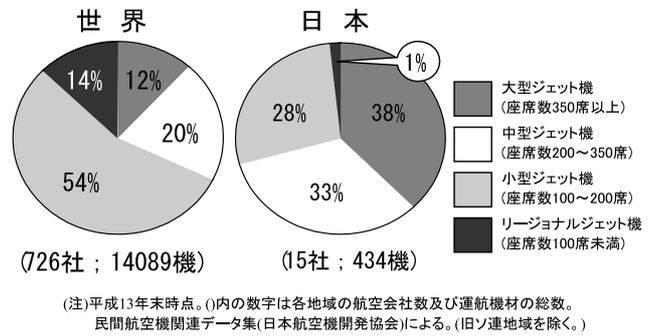
※国内実績値については、航空輸送統計年報より航空局作成。

※国際実績値については、空港管理状況調書より航空局作成。

※国際航空旅客については、チャーター便を含む。

また、最近の航空会社の戦略の傾向のひとつとして、航空機材を小型化し、1便あたりの輸送費用の低減を図るとともに、路線毎のニーズに応じて、便数の増減を弾力的に行うことで、多様なニーズへの対応と運営の効率化を実現していこうというものがある。世界と日本の航空会社ジェット機保有状況比較を図一2に示す。諸外国の航空会社ではその戦略が既に実践され、日本の航空会社に比べて、特に小型機以下の保有比率が高い。EU域内では、既に、小型機による国際航空ネットワークへ転換しているとも言われている。原因として、羽田空港(及び成田空港)の発着能力の限界があげられる。限られた貴重な発着枠を活用して、旺盛な利用ニーズに応えるためには、1度で多くの利用客の輸送が可能な大型機の運航を増やすしかないためである。利用側としては、自分が希望する時間帯により近いダイヤがあることも、空路での移動を選択する大きな要因となるのだが……、発着能力の拡大がなければ、弾力的なダイヤ設定に対応不可能という状態を存置させてしまう。

以上のことから、再拡張事業をもし実施しなければ、



図一2 航空会社ジェット機保有状況比較

行政としては、社会資本の不足により、ニーズに沿わない移動手段を強いるというような事態を発生させてしまうと、航空会社の国際競争力向上の障害となるような制約を継続させてしまうこととなる。

再拡張事業の実施に必要な費用と、事業を実施しなかった場合との比較による羽田空港利用者の移動時間短縮効果や、羽田空港を運営する国への利用者収入の増加等を効果として計上したものとによる、50年間の費用対効果分析では、効果/費用=6.5、効果-費用=約4兆円と算出されている。投資効果は極めて高い事業であるといえる。

(3) 経済波及効果

費用対効果分析では、指針に則った計上可能な効果を対象としている。その他に、再拡張事業による羽田空港の発着能力の増加により発生する経済波及効果を試算している。結果を表一2に示す。

表一2 再拡張事業による経済波及効果(試算値)

	生産額増加(億円)		税収増加(億円)		雇用増加(人)	
	直接効果	波及効果	計	国税		地方税
全国	9,395	9,125	18,520	1,113	1,102	176,890
首都圏 (東京, 神奈川, 千葉, 埼玉)	5,979	5,936	11,915	652	647	112,372
首都圏シェア	64%	65%	64%	59%	59%	64%

計上した効果は、生産額増加効果、税収増加効果、雇用増加効果の3つである。年間で1兆8,000億円以上の生産額の増加をもたらす、それにより税収が年間2,000億円以上増加し、17万人以上の雇用を創出するという試算値が得られた。

羽田空港の背後地である首都圏のみならず、全国各地域に経済効果が大きく波及する、国全体の活力向上に資する事業であるといえる。

3. 着工までの経緯

(1) 新設滑走路の工法選定

新設滑走路の工法の決定までには、慎重な検討が重ねられた。まず、平成13年12月に、首都圏空港容量の拡大策として羽田空港の再拡張の方針、具体的には、羽田空港の南側海上に、2,500mの滑走路延長で、既設のB滑走路にほぼ並行する形で建設することが決定した。しかし、当該海域は、多摩川の流れに対する影響を考慮する必要があることや、東側近傍に、東京港の主要航路である東京港第一航路が存在するとともに、できる限り工費を抑制し、早期供用が可能で、周辺環境への影響を最小限に止める等、様々な技術的・経済的・社会的要請に応えることのできる安全確実な建設工法が必須であった。

このため、『羽田空港再拡張事業工法評価選定会議』を設置し、客観的、中立的、かつ透明性をもって、最適工法の評価選定作業を行うこととした。建設工法の選定にあたって、当会議が示した主な前提条件を以下に記す。

- ・現地は A.P. - 18m ~ - 20m の大水深
- ・層厚 20m 以上の軟弱な沖積粘性土層が存在
- ・多摩川の河岸延長線の内側部における通水性の確保
- ・東京港第一航路の航行船舶へのクリアランス確保
- ・運用中の滑走路の制限表面下での施工（作業船に対する高さの制限）

これらの条件を踏まえ、関係事業者団体から提案された工法が、栈橋工法、埋立・栈橋組合せ工法、浮体工法の3工法であった。

平成14年3月～10月にかけて計6回の会議で議論した結果、いずれの工法にも致命的な問題点はなく、大きな差が認められないことから、今後の契約発注手続の中で競争させることで工法選定を解決すること、及び維持管理を含む工費と工期の確実性を担保するため、設計・施工一括発注方式を採用することを提案して当会議における検討を終了した。

これを受け、平成16年7月に入札公告を行い、種々の検討及び審査を経て、平成17年3月に埋立・栈橋組合せ工法を提案した15社JVと契約（＝工法の決定）するに至った。

構想段階から平成16年度の予算化まで、さらに契約に至るまでのあらゆる段階でコストの縮減に向けた検討を行うことで、約1,200億円を縮減することができた。一方で、工法の決定が平成17年3月になったことは、次の工程となる着工までの調整をより困難なものとした。

(2) 事業契約から着工まで

実際に、新設滑走路の施工を開始するにあたって必要となる手続には、環境アセスメントの実施の他に、埋立行為にともなう、公有水面埋立承認の取得、及び水産業への影響にともなう漁業補償が必要である。新設滑走路として、海上部に約97haの埋立、約66haの栈橋及び現空港と連結する連絡誘導路の整備を行い、国際線地区として現空港内に約94haを整備する一大事業であることから、いずれの手続も数多くの詳細な検討作業を積み上げて進める必要がある。中でも困難を極めたのが漁業補償である。

一般的な手法による公共事業であれば、行政側で概略設計を終えた後、環境アセス等と並行的に漁業補償交渉を進め、全ての調整が終了した後に工事公告、契約、施工という運びとなる。しかし、新設滑走路の整備においては、3工法の競争による設計・施工一括発注方式を適用したことから、契約が確定するまで工法が決定しないこととなった。漁業補償交渉にあたっては、そもそも反対意見の強い状況であることに加え、工法が決定していない時点では、説明のテーブルに付くことさえ許されない状況にあった。さらに、工法の決定と工事請負契約が同時になったことから、漁業関係者からの視点では、“工事契約を済ませてから、工事前提で交渉する”という事実が強調されることとなり、工事に対する反発がより大きくなったことは否めない。

これを吸収するには、誠心誠意、最大限の努力をもって関係者と話をするしかない。全体として延べ3,000回以上の補償交渉を粘り強く積み重ねることで、東京都及び神奈川県漁業関係者に関しては平成18年12月に、千葉県関係者に関しては、平成19年3月に交渉が妥結し、同月30日から本格着工を開始す

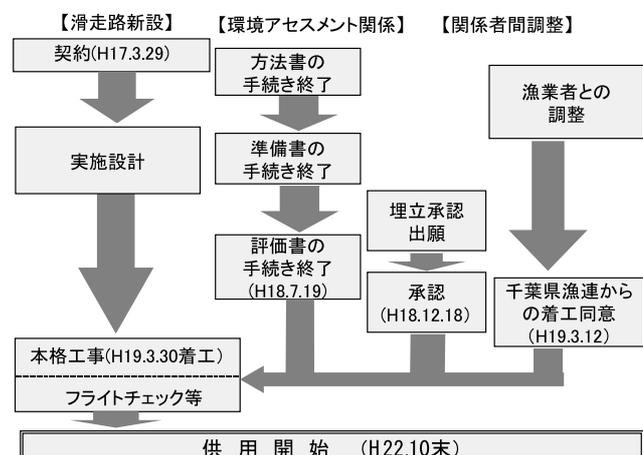


図-3 新設滑走路の着工経緯

ることができた。結果として、当初の予定より約1年遅れての本格着工となった。補償交渉への影響懸念から、予定していた工事準備を十分に行うことができなかったことを考慮すると、当初予定より15ヶ月の遅れというのが実態である。

新設滑走路の着工経緯を図-3に示す。予定より着工が遅れたことは、単なる発注方式の違いということに限らず、これまで営々と行われてきた東京湾の開発行為に対する反発もあったのかもしれない。

(3) PFI手法の適用（国際線地区）

国際線地区の整備にあたっては、民間活力を導入する観点から、PFIによる整備手法を適用しており、以下の3つのPFI事業に区分している。

- ①旅客ターミナルビル等整備・運営事業
 - ②貨物ターミナル整備・運営事業
 - ③エプロン等整備等事業
- ①及び②については、独立採算型のPFI事業であ

り、事業者であるSPC（特別目的会社）が旅客取扱施設使用料やテナント料等の収入により施設整備費等を回収する。国から事業費を投入することがない方式である。③はサービス購入型のPFI事業であり、施設整備費等の対価について、エプロン等の供用開始に先立ち、SPCから国が整備施設の引き渡しを受けた後に、国が分割して支払う方式である。

いずれの事業も、約30年の事業期間にて平成18年に事業契約しており、現在は、①及び②については詳細設計作業を、③については本年3月から現地工事を進めているところである。

4. 羽田沖での滑走路建設

(1) 新設滑走路の施工手順

現在は、羽田空港南側海上において、鋭意新設滑走路の建設工事を進めているところである。埋立部については、SCP及びSDによる地盤改良を基礎として、

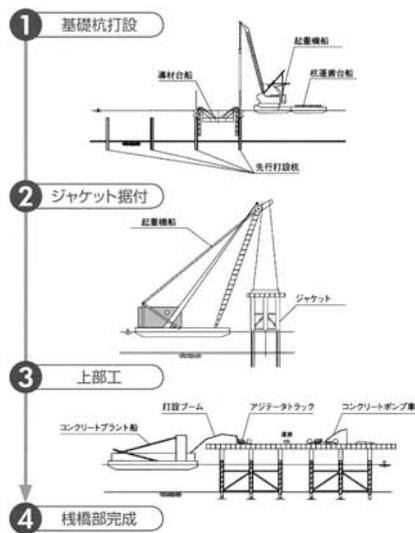


図-4 栈橋部の施工手順

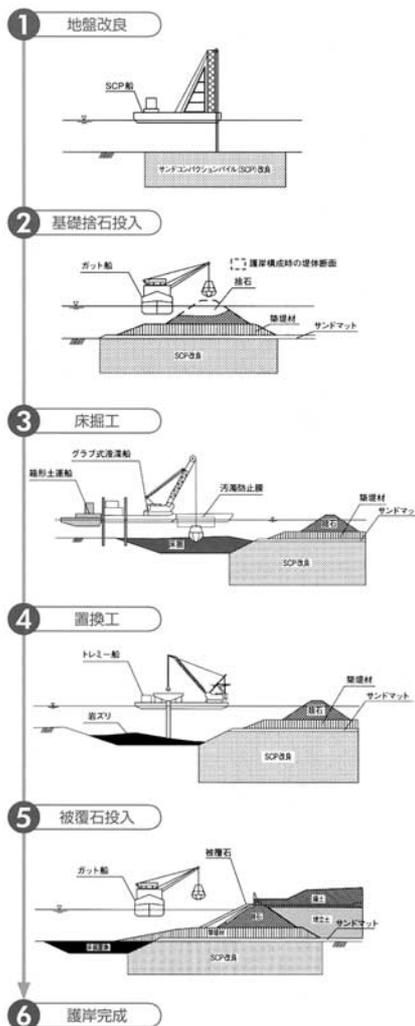


図-5 埋立部護岸の施工手順

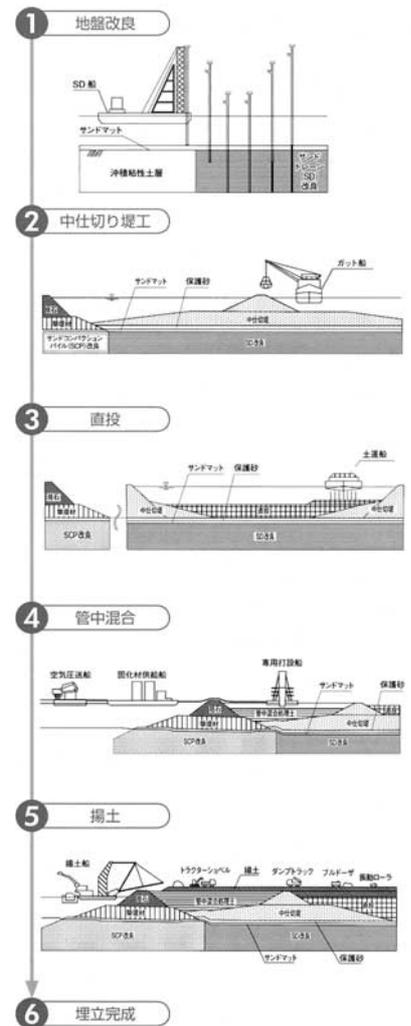


図-6 埋立の施工手順

埋立材の一部として管中混合処理土を使用する等して施工性と経済性に優れた構造としている。栈橋部についても、同様の観点から、ジャケット方式を採用している。施工手順図を図—4～6に示す。

施工にあたっては、SCP船を最大14隻、杭打船を8隻、起重機船を3隻投入する等して、24時間365日体制で工事を進めることとしている。

(2) 滑走路制限表面下での建設工事

本工事の大きな施工上の制約として、供用中の滑走路（A滑走路及びC滑走路）の制限表面下での施工となるため、作業機械の高さ制限を受けることがあげられる。

具体的には、新設滑走路の施工範囲におけるA及びC滑走路制限表面の高度が22～55mである一方、SCP船の高さは海面上約80mまで達し、起重機船に至っては海面上約130mまで達する。羽田空港の運用は原則24時間であるが、それでは制限表面下の工事を行うことができない。そのため、新設滑走路の工事期間中においては、例えばC滑走路について20：45～翌7：45は北向き（新設滑走路と反対方向）の離陸のみ可能とする運用を行う等して、制限表面に抵触する高さには達する作業船を使用した施工を実施している。

(3) 船舶の輻輳

日本最大のコンテナ取扱量を誇る東京港の主要航路（第一航路）が工事区域の東側にある等、周辺海域は、常時船舶が輻輳している。加えて、新設滑走路へ出入りする工事用船舶、特にガット船や土運船による土砂等の運搬が工事にともない発生することから、さらなる輻輳が懸念される。また、新設滑走路の設置にともない、航行船舶の高さのクリアランスを確保するため、第一航路の移設も必要となる。航路移設のためには、既存航路に隣接しての航路浚渫や既設防波堤の撤去といった工事が必要となり、航路を移設した後でなければ、新設滑走路の工事区域全域を確保することができない。

以上のように、工事にともない、周辺海域を航行する船舶へ負荷をかけることから、海事関係者の参画した航行安全検討会を設置する等して、海事関係者への

説明とともに工事への理解と航行安全の確保に努めている。さらに、航行安全情報センターを設置し、工事用船舶及び一般船舶の航行を24時間モニタリングし、状況に応じて速やかに情報提供し、危険回避措置を行うなど、船舶航行の安全に対して最大限の対応を行っている。

(4) 必要資材の調達

埋立部の造成には、多くの土砂材が必要となる。主に千葉県木更津・君津地区からの山砂供給となっているが、山砂採取地からは一日あたり最大で6,000台程度のダンプトラックによる陸上運搬が必要であり、当該地区における大型車の増加による渋滞の発生や沿道環境の悪化等により、地域の平穏な生活に悪影響を与えることを極力回避する必要がある。そのため、供給地の関係自治体や地元警察も参画した山砂安全連絡会を設置し、輸送ルート、輸送方法について、日々調整を行い、それらの最適化に努めている。

このように、関係者と密接に連携していくことは、今後の工事を安全かつ円滑に進めるために、何より重要である。

5. おわりに

近年の公共事業において、羽田空港の再拡張事業ほど規模が大きく、かつその重要性が広く認識され、早期の完成が望まれている事業は少ない。特に注目度の高い国際定期便の就航について、就航路線は、需要や路線の重要性も判断し、羽田にふさわしい路線を近いところから検討し、今後の航空交渉で確定することとしており、平成22年10月末が近づくとつれて、より一層の注目を浴びるようになることも間違いない。しかし、その礎となるのは、現地における安全・確実な工事の進捗にある。そのことを深く認識し、多数の関係者と日々調整・検討を進めている。 JICMA

[筆者紹介]

工藤 健一（くどう けんいち）
国土交通省
航空局飛行場部計画課
大都市圏空港計画室
課長補佐

霞ヶ浦流域における下水高度処理について

柏 純 一

霞ヶ浦湖北流域下水道及び霞ヶ浦水郷流域下水道の終末処理場は、いずれも放流先が霞ヶ浦であるため、COD、窒素、りん等の除去を目的とした高度処理を行っている。このことにより、霞ヶ浦に流入する生活排水の汚濁負荷量は削減され、霞ヶ浦の水質保全の一助となっている。

キーワード：下水道、霞ヶ浦、水質保全、高度処理、担体投入型修正 Bardenpho 法

1. はじめに

霞ヶ浦流域にある霞ヶ浦湖北流域下水道および霞ヶ浦水郷流域下水道の2流域下水道は、霞ヶ浦の水質保全と地域住民の生活環境の向上をはかる目的で、流域から流入する生活系排水を主とする下水の処理を実施しており、霞ヶ浦湖北流域下水道が昭和54年、霞ヶ浦水郷流域下水道が昭和61年から供用を開始しているところである。

霞ヶ浦湖北流域下水道及び霞ヶ浦水郷流域下水道における処理場は、それぞれ霞ヶ浦浄化センター及び潮来浄化センターである。いずれの処理場も処理水を霞ヶ浦に放流しており、水質汚濁防止法に基づき排水基準を定める条例や霞ヶ浦水質保全条例などによる厳しい排水基準が適用されているため、高度処理を行っている。本稿では、これらの2流域下水道における高度処理の実態とその成果について述べる。

2. 霞ヶ浦の水質保全に係る取り組み

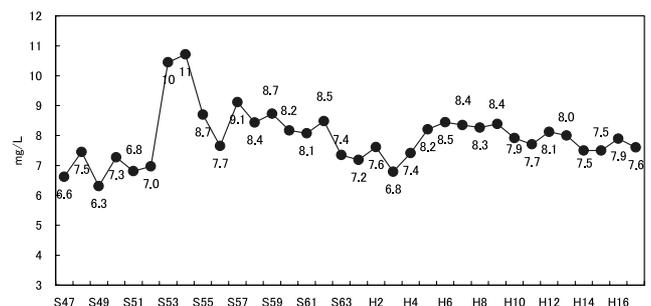
(1) 霞ヶ浦の緒言

茨城県の南部に位置する霞ヶ浦は、湖面積220km²と、琵琶湖について全国で第2位の面積を持つ湖である。各種の豊富な資源を埋蔵しており、歴史的・学術的な価値と自然環境に恵まれている。とりわけ水資源については、霞ヶ浦の周辺はもとより、都心から60km程度の至近距離に位置する優位性もあり、拡大発展する首都圏内の各地域開発にとっても極めて重要な役割を果たしている。

もともと海の一部であった霞ヶ浦は、水深が平均で4m、最大水深が7mと非常に浅く、また河川の最下

流に位置しているため、富栄養化しやすい状況にある湖である。

霞ヶ浦の水質の経年変化を図—1に示した。霞ヶ浦の水質は昭和40年代後半から富栄養化現象により水質の汚濁が進んだ。本県では、昭和60年度に湖沼水質保全特別措置法に基づく指定湖沼に指定されて以来、4期20年にわたる霞ヶ浦に係る水質保全計画を通して、下水道の整備や高度処理の推進等を含めた様々な施策を講じ、霞ヶ浦の水質保全につとめてきたが、現在まであてはめられた湖沼A類型の環境基準(COD 3mg/L)を達成できないなど、その水質については大幅な改善には至っていないのが現状である。



図—1 霞ヶ浦湖内のCODの推移

(2) 第5期霞ヶ浦水質保全計画の概要と下水道事業の位置づけ

本県では、これらの状況を鑑み、平成18年度に第5期の霞ヶ浦に係る水質保全計画を策定した。その主要内容を図—2に示した。

計画では、流域住民をはじめとした関係者の長期にわたる持続的な取り組みを必要とし、流域の生活排水対策や事業場排水対策、家畜対策、さらに農地・市街

長期ビジョン

「泳げる霞ヶ浦」「遊べる河川」

流域に住む方々が霞ヶ浦に親しみをもち、一人ひとりが身近な河川に目を向け、水質浄化を自らの役割と認識してもらうために「泳げる霞ヶ浦」「遊べる河川」としました。

長期ビジョンを実現するための施策の方針

例外なき汚濁負荷削減対策の実施

全ての住民、事業者、農業者が例外なく負荷量の削減に取り組むことを基本的な考えとし、次に掲げる施策の方針に沿って水質の改善を図ります。

- ①生活排水の未処理放流の解消 “垂れ流し0”
- ②工場・事業場排水の未処理放流の解消 “垂れ流し0”
- ③家畜排せつ物の全量の適切な処理・利用
- ④農地・市街地対策の重点的な実施(流出水対策地区の指定)
- ⑤～⑨ 省略

取り組む主な対策

- ①生活排水対策
 - ・下水道の整備 普及率 53.5%(H17)→58.5%(H22)
接続率 85.7%(H17)→86.9%(H22)
 - ・農業集落排水施設の整備
 - ・高度処理型浄化槽の整備
 - ・浄化槽の法定検査率の向上
- ②工場事業場対策
 - ・排水基準が適用される排水量の引き下げ
 - ・小規模事業場(排水量 10m³/日未満)に対する排水規制の強化
- ③畜産対策(家畜排泄物堆肥化施設の整備)
- ④農地・市街地対策
- ⑤～⑨ 省略

図-2 霞ヶ浦に係る水質保全計画(第5期)の概要(抜粋)

地等からの流出水対策等を進める等、全ての汚濁負荷源で例外なく汚濁負荷削減対策が実施されることを基本として、諸対策を講じることとしている。

生活排水対策としては、下水道普及率の向上などの施策を中心として一般家庭からの排水について「垂れ流しゼロ」を目指すことがうたわれている。また、工場・事業場対策としては、日平均排水量が10m³未満の場合においても排水基準を適用することや、今まで施設規模が小さいため未規制となっていた工場・事業場についても排水基準を適用するなど、規制の強化を図るとしている。そのため、下水道事業に係る対応として、茨城県流域下水道管理要綱を一部改訂し、流域下水道に接続する工場・事業場に対しても排水基準を強化したところである。

3. 霞ヶ浦浄化対策における下水道事業の取り組み

(1) 霞ヶ浦流域における下水道整備状況

霞ヶ浦への汚濁負荷量は、生活排水が大きな割合を占めているため、霞ヶ浦流域の下水道の整備には大きな重点が置かれている。霞ヶ浦流域における下水道の整備状況を表-1に示した。これら4つの処理場の

うち、霞ヶ浦常南流域下水道は利根川へ、小貝川東部流域下水道は小貝川へ系外放流し、霞ヶ浦湖北流域下水道及び霞ヶ浦水郷流域下水道の2流域下水道は、処理水を霞ヶ浦へ放流している状況である。

表-1 霞ヶ浦流域における下水道整備状況

	霞ヶ浦湖北流域下水道	霞ヶ浦水郷流域下水道	霞ヶ浦常南流域下水道	小貝川東部流域下水道
行政人口(人)	343,481	71,793	383,090	92,771
処理人口(人)	222,151	28,242	287,916	5,087
普及率(%)	64.7	39.3	75.2	5.5
関係市町村数	4市1町	2市	4市2町	4市
現有処理能力(m ³ /日)	89,000	11,230	175,000	3,600
処理水量(m ³ /日)	82,752	6,538	112,284	788
放流先	霞ヶ浦	霞ヶ浦	利根川	小貝川

霞ヶ浦へ放流している2流域下水道では、高度処理を実施している。一般的に普及している下水処理方法は標準活性汚泥処理法であるが、BOD、SSなどの処理水質のさらなる向上や窒素、りん除去などを目的に標準活性汚泥法に加えて特別に処理方式を設けたものを高度処理といい、水環境の改善に大きく寄与するものである。

以下にそれぞれの流域下水道の概要とそこで実施されている高度処理について述べる。

(2) 霞ヶ浦湖北流域下水道の概要と高度処理法

(a) 概要

霞ヶ浦湖北流域下水道は、昭和49年に事業計画が立てられ、昭和54年から供用開始されている。計画処理水量は250,000m³/日である。霞ヶ浦湖北流域下水道における終末処理場である霞ヶ浦浄化センターでは、平成4年度に89,000m³/日の処理能力を有するようになり、現在に至っている。平成17年度の実績としては、土浦市、石岡市、かすみがうら市、小美玉市、阿見町の5市町から平均82,752m³/日の下水を受け入れており、下水道普及率は64.7%となっている。

(b) 高度処理施設の概要

霞ヶ浦浄化センターでは、表-2のとおり4処理法12池により高度処理を行っている。またこれらの処理を行った後、さらに急速ろ過を実施することにより、処理水質の向上に努めている。

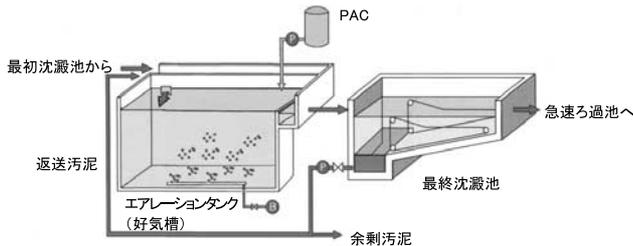
以下にそれぞれの施設の概要を示す。

①凝集剤添加活性汚泥法

本法の模式図を図-3に示す。ここでは、凝集剤を用いたりんの化学的除去を行っている。

表一 霞ヶ浦浄化センターにおける各水処理系の処理能力と運転方法

水処理系列	処理能力(m ³ /日)	生物反応槽運転方式
No.1 池	14,000	凝集剤添加活性汚泥法
No.2 ~ 3 池	各 7,000	嫌気—無酸素—好気法(A ₂ O 法)
No.4 池	9,000	担体投入型修正 Bardenpho 法
No.5 ~ 12 池	各 6,500	凝集剤併用型循環式硝化脱窒法
計	89,000	

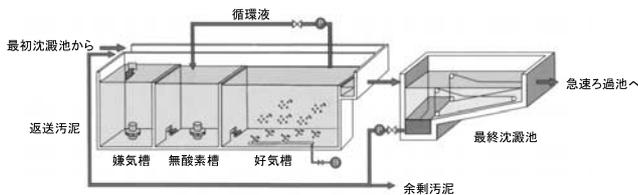


図一 凝集剤添加活性汚泥法の処理設備

この処理法における生物反応槽は1つである。下水中のりんは、活性汚泥と混合・曝気され、りん酸イオンに変化する。これに凝集剤としてポリ塩化アルミニウム(PAC)を添加し、りん酸アルミニウムとして沈降させることにより処理水中のりん濃度を低減させることができる。また、この沈殿物は余剰汚泥とともに引き抜かれ、汚泥処理施設において処理されている。

②嫌気—無酸素—好気法(A₂O 法)

本法の模式図を図一4に示す。ここでは、生物学的な窒素及びりんの除去を行っている。



図一 嫌気—無酸素—好気法の処理設備

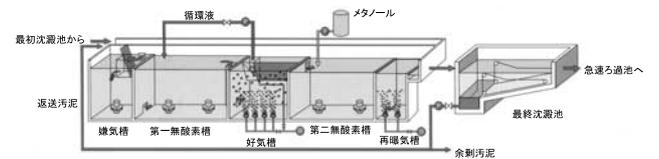
この処理法における生物反応槽は、嫌気槽、無酸素槽及び好気槽に分かれている。嫌気槽及び無酸素槽は水中攪拌機により攪拌され、好気槽は曝気されている。また、好気槽から無酸素槽に活性汚泥混合液を循環させている。

下水中の有機態窒素やアンモニウムイオンは、好気槽において活性汚泥と混合・曝気されると、硝化菌による硝化が起こり、硝酸イオンに変換される。その後、この硝酸イオンを含んだ活性汚泥混合液を無酸素槽に循環させると、脱窒作用により硝酸イオンは窒素ガスに変換され空气中に拡散し、その結果処理水中の窒素濃度を低減させることができる。

また、りんについては、ポリりん酸蓄積菌を利用した除去を行っている。このポリりん酸蓄積菌は、嫌気状態では体内のポリりん酸をりん酸として排出するが、酸素が利用できる状態に戻されると、排出した量以上のりん酸を再び取り込める性質を持つ菌である。この処理法における嫌気—無酸素—好気のステップにおいてポリりん酸蓄積菌は下水中のりんを蓄積し、汚泥として引き抜かれることにより処理水中のりん濃度を低減させている。

③担体投入型修正 Bardenpho 法

本法の模式図を図一5に示す。ここでは窒素及びりんの生物学的除去を実施している。

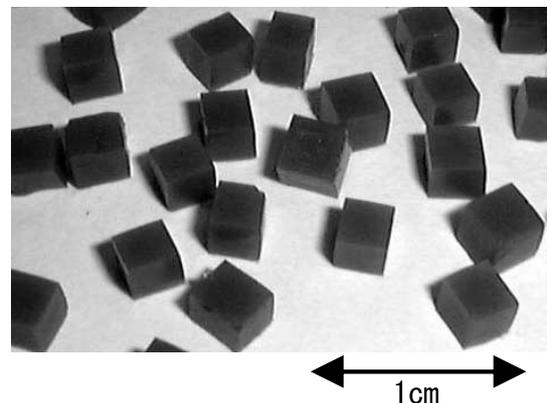


図一 担体投入型修正 Bardenpho 法の処理設備

この処理法は前述のA₂O法の後段に、第二無酸素槽及び再曝気槽を設け、更に好気槽に担体を投入したものである。

生物学的処理法を用いて下水処理時間の短縮や処理水質向上を目指すためには、生物反応槽内の微生物濃度を高めるとともに滞留時間を増加させ、有用微生物を反応槽に保持することが必要であるが、従来の活性汚泥法では汚泥高濃度化には限界がある。そこで本県では、平成7年から(財)下水道新技術推進機構と共同研究を実施し、平成9年度から11年度にかけて、担体投入型修正 Bardenpho 法についてパイロットプラントにより処理能力の検討を行った。平成14年度には実処理施設を改造し、同法を用いた高効率窒素・りん除去施設として稼働させているところである。

なお、使用している担体は図一6に示すような



図一 包括固定担体

3 mm 角の包括固定担体である。この担体はポリエチレングリコール製であり、硝化菌を高濃度に含んでいる。

流入下水中の窒素は、活性汚泥及び担体中の硝化菌が曝気した空気中の酸素を用いて硝化を行い、硝酸態窒素に変換する。この硝酸態窒素は、循環液として送られる第一無酸素槽や、好気槽からの流出先である第二無酸素槽において脱窒され、処理水中の窒素濃度の低減に寄与している。

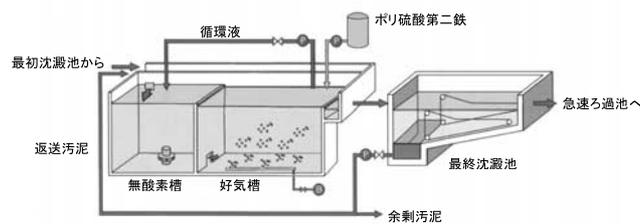
なお、水温が低くなる冬季や脱窒活性が低い場合は第二無酸素槽にメタノールを添加し、脱窒速度を高める措置が必要となる。第二無酸素槽で残存したメタノールについては、再曝気槽において酸化し、除去するしくみをとっている。

また、りんについては、A₂O 法と同様ポリりん酸蓄積菌のりん蓄積作用により除去を行っている。

④凝集剤併用型循環式硝化脱窒法

本法の模式図を図一七に示す。ここでは窒素については生物学的除去、りんについては化学的除去を行っている。

生物反応槽は、無酸素槽と好気槽に分かれている。無酸素槽は水中攪拌機で攪拌され、好気槽は曝気されている。好気槽から無酸素槽に活性汚泥を含む混合液



図一七 凝集剤併用型循環式硝化脱窒法の処理設備

を循環しており、流入下水中の窒素を硝化脱窒作用により除去している。また、好気槽の末端部にポリ硫酸第二鉄を凝集剤として添加し、化学的にりんを除去を行っている。

(c) 水質 (BOD, COD, SS, T-N, T-P) について

平成 17 年度における各高度処理方式における最終沈殿池出口水の水質を、流入水及び放流水の水質と合わせて表一三に示した。

放流水では、BOD が 0.5 mg/L、COD が 5.7 mg/L、SS が 1 mg/L 未満、T-N が 6.18 mg/L、T-P が 0.21 mg/L であり、全て水質基準を大きく下回る良好な処理水質を示していた。

また、放流水における各水質項目の除去率について比較すると、T-N については 80.4% の除去率であったが、それ以外の水質項目における除去率は 90% 以上であった。

各処理系列における各水質項目の除去率について比較した。BOD、COD 及び SS については、各処理法での除去率に大きな違いは見られず、BOD は 99.1 ~ 99.6%、COD は 92.4 ~ 93.7%、SS は 99.4 ~ 97.9% であった。窒素については、担体投入型修正 Bardenpho 法が除去率 89.2% と最も高く、T-N についての除去処理がなされていない凝集剤添加活性汚泥法における除去率は 67.8% であった。また T-P については凝集剤を添加しない A₂O 法が 90.7% と他の処理法 (95.0 ~ 95.4%) よりも若干除去率が低かった。

(3) 霞ヶ浦水郷流域下水道の概要とその高度処理法

(a) 概要

霞ヶ浦水郷流域下水道は、昭和 57 年度に事業が計

表一三 霞ヶ浦浄化センターにおける処理法別水質概要 (平成 17 年度)

分析項目	流入水	最初沈殿池入口	最初沈殿池出口	最終沈殿池出口				ろ過水	放流水	基準値 (日最大)
				凝集剤添加活性汚泥法 (1 池)	嫌気—無酸素—好気法 (2, 3 池)	担体投入型修正 Bardenpho 法 (4 池)	凝集剤併用型循環式硝化脱窒法 (5 ~ 12 池)			
BOD (mg/L)	163	157	82.2	1.4	1.5	1.1	0.6	< 0.5	0.5	—
(%)				99.2	99.1	99.3	99.6	99.7	99.7	
COD (mg/L)	92.8	82.9	45.1	6.2	7.1	6.5	5.9	5.4	5.7	20
(%)				93.3	92.4	93.0	93.7	94.1	93.9	
SS (mg/L)	169	173	43.1	3.5	2.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	20
(%)				97.9	98.8	99.4	99.4	99.4	99.4	
T - N (mg/L)	31.5	22.4	19.8	10.1	5.85	3.21	5.64	6.27	6.18	20
(%)				67.8	81.4	89.8	82.1	80.1	80.4	
T - P (mg/L)	3.38	2.85	2.17	0.17	0.31	0.16	0.16	0.22	0.21	1
(%)				95.0	90.7	95.4	95.3	93.4	93.9	

* 上段は分析値、下段は流入水に対する除去率

画され、昭和61年度から供用開始されている。水郷流域下水道の計画処理水量は16,600 m³/日である。水郷流域下水道の終末処理場である潮来浄化センターでの現在の処理能力は11,230 m³/日である。平成17年度の実績としては、潮来市、行方市の2市から6,538 m³/日の下水を受け入れており、下水道普及率は39.3%となっている。

(b) 高度処理施設の概要

潮来浄化センターは、3系列8池の施設を持っているが、全系列についてA₂O法に凝集剤を添加する運転を行うとともに、急速ろ過処理を行い窒素・りん等を除去する高度処理を実施している。

(c) 水質 (BOD, COD, SS, T-N, T-P) について

平成17年度における流入水及び放流水の水質概要を表一4に示した。

表一4 潮来浄化センターにおける水質概要 (平成17年度)

分析項目	流入水	放流水	基準値(日最大)
BOD (mg/L)	159	< 0.5	—
(%)		99.8	
COD (mg/L)	91.3	4.7	20
(%)		94.8	
SS (mg/L)	125	< 1.0	20
(%)		99.6	
T-N (mg/L)	40.0	7.31	20
(%)		81.6	
T-P (mg/L)	4.13	0.07	1
(%)		98.2	

*上段は分析値、下段は流入水に対する除去率

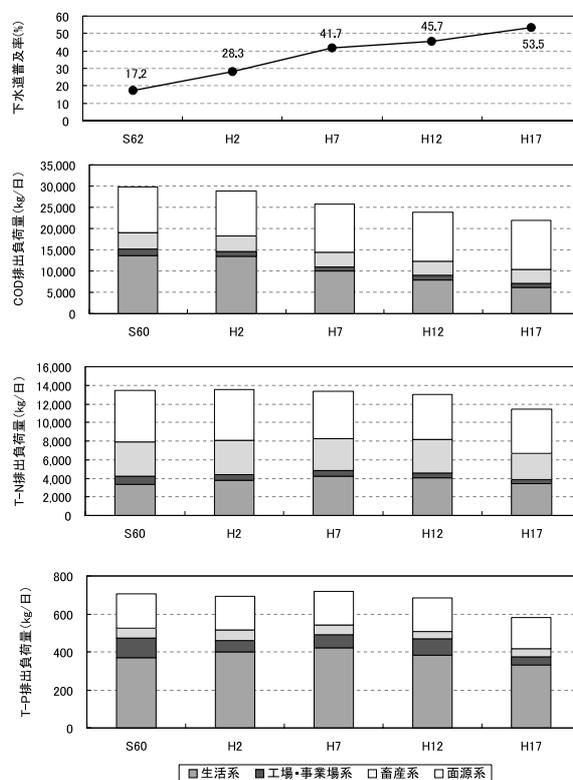
放流水の水質は、BODが0.5 mg/L未満、CODが4.7 mg/L、SSが1 mg/L未満、T-Nが7.31 mg/L、T-Pが0.07 mg/Lであり、全て水質基準を大きく下回る良好な処理水質を示していた。

また、放流水における各水質項目の除去率について比較すると、T-Nについては81.6%の除去率であったが、それ以外の水質項目における除去率はそれぞれBODが99.8%、CODが94.8%、SSが99.6%、T-Pが98.2%と90%以上の除去率を示していた。

(4) 流域下水道による霞ヶ浦の水質浄化への成果

図一8に霞ヶ浦流域からの排出負荷量の経年変化を流域の下水道普及率と併せて示した。

霞ヶ浦流域における下水道普及率は昭和62年度には17.2%であったものが平成17年度には53.5%と大幅に増加した。これら下水道整備等を中心とした対策の結果、昭和60年度には13,630 t/日あったCOD排出



図一8 霞ヶ浦流域における排出負荷量と下水道普及率の推移

負荷量は平成17年には6,225 t/日に削減された。また、T-N及びT-P排出負荷量は、平成7年度にT-N排出負荷量が4,221 t/日、T-P排出負荷量が421 t/日であったものが、平成17年度にはそれぞれ3,465 t/日及び332 t/日と削減されている。このことから、霞ヶ浦への流入負荷量は確実に減少していることが分かる。

4. おわりに

霞ヶ浦の美しい景観や自然は、筑波山とともに水郷筑波国定公園として多くの人々に親しまれている。この豊かな水や美しい自然を県民の財産とし、子孫へ引き継いでいくことは茨城県としての大きな使命であり、下水道事業は、それに対して大きな役割を担っている。今後もより良い高度処理や運転手法の開発に力を入れ、霞ヶ浦流域の自然の輝きを取り戻す一助になりたいと考えている。

JCMA

[筆者紹介]

柏 純一 (かしわ じゅんいち)
茨城県
霞ヶ浦流域下水道事務所
所長



END 工法

～新しい環境浚渫（Environmental Dredging）技術～

八 島 慎 治

END 工法＝環境浚渫（Environmental Dredging）工法」は、従来の浚渫工法が持っていた課題を一気に解決する、新しい grabs 浚渫工法である。本工法は、END grabs および浚渫・操船管理システムの 2 つの技術から構成されている。主な特長として、必要な堆積土砂だけを薄く水平に掴み取ることができる、余分な水分を水面上に吸い上げずに高濃度で浚渫することができる、浚渫時の濁り発生量を少なくすることができる、が挙げられる。主に、水底の表層に堆積する底質の除去、ダイオキシン類に汚染された底質の除去に有効である。

キーワード：薄層浚渫、水平掘削、高濃度浚渫、環境保全、汚染土壌

1. はじめに

浚渫工事において、重金属やダイオキシン類で汚染された水底土砂の浚渫時の水質汚濁防止、浚渫土砂の処分地不足問題の解決など、21 世紀の浚渫工法は環境保全型であることが重要な要素になってきた。

これらのニーズに対応する工法として、濁りの発生が少ない密閉式 grabs 浚渫工法がある。

従来の grabs では、grabs の構造上、必要以上の厚

さで浚渫するので、浚渫・運搬・処理のコストアップの問題以外に、慢性的な処分場不足の問題にさらに負担をかけることになりうる。

また、高濃度底泥浚渫船による高濃度浚渫工法は、高度な浚渫技術により、水質汚濁の低減と薄層浚渫を可能としているが、精密な浚渫機器を使用しているため、作業条件を限定するという弱点がある。

こうした課題を一気に解決するため、新しい grabs 浚渫工法「END 工法＝環境浚渫（Environmental Dredging）工法」を 2002 年に開発した。

現在までに、7 件の工事を行った。

施工土量約 69,000 m³、施工面積約 157,000 m²、平均層厚約 44 cm を施工し、各種調査を実施し、有効性を検証した。

END 工法の開発の背景を図-1 に示す。

2. END 工法の技術

END 工法は、END grabs と浚渫・操船管理システムの二つの技術から構成される。

END grabs および管理システムは、陸上運搬可能であり、専用船を必要としないため、全国各地に在港しているあらゆる grabs 浚渫船またはクレーン付台船に設置して施工することができる。

(1) END grabs

米国やカナダでは、港湾や河川において、堆積する重金属等を含んだ汚染底質の浚渫が、1990 年初頭か

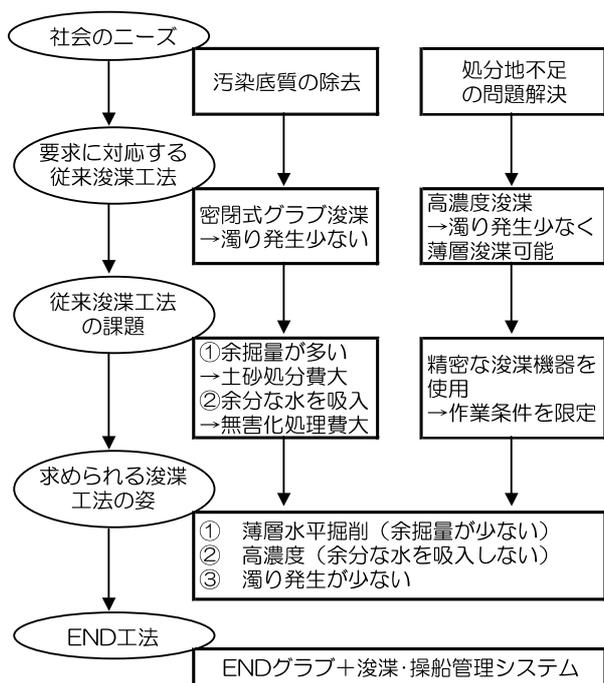


図-1 END 工法の開発の背景

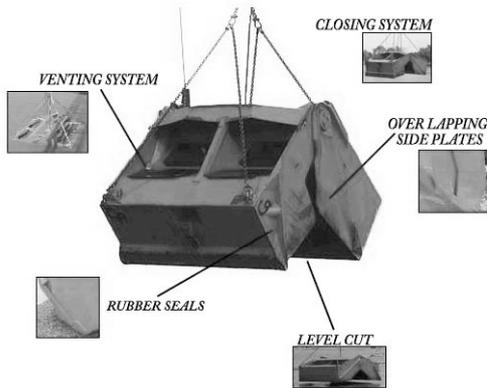
ら行われている。

これらの施工では、水平掘削での余掘の低減による浚渫土量の減容化、および水質汚濁の低減のため、米国で開発されたEND グラブが数多く使用されている。

日本においても、そのような浚渫の需要は確実に多くなってきており、END グラブはまさにその需要に合ったグラブであると言える。

END グラブを写真—1 に示す。

現在当社では、米国から技術導入した7 m³ 級（浚渫面積 23 m²）および4 m³ 級（浚渫面積 13 m²）の2つのEND グラブを保有している。

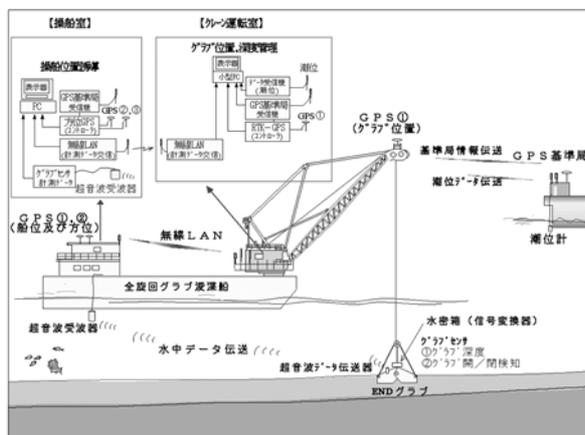


写真—1 END グラブ

(2) 浚渫・操船管理システム

END グラブは、全旋回式起重機船に取り付けて浚渫する際に、浚渫毎にグラブの位置および深度を管理することで、工事区域全体の仕上がりの向上につなげることができる。

そこで、目標浚渫位置および深度へグラブを誘導することにより、浚渫精度の向上および時間短縮を図ることを目的として、浚渫・操船管理システムを開発した。浚渫・操船管理システムの概要を図—2 に示す。



図—2 浚渫・操船管理システムの概要

浚渫・操船管理システムでは、事前に入力しておいた浚渫目標位置および目標深度がモニタ画面上に表示される。

また、END グラブの現在位置および深度はリアルタイムにモニタに表示される。

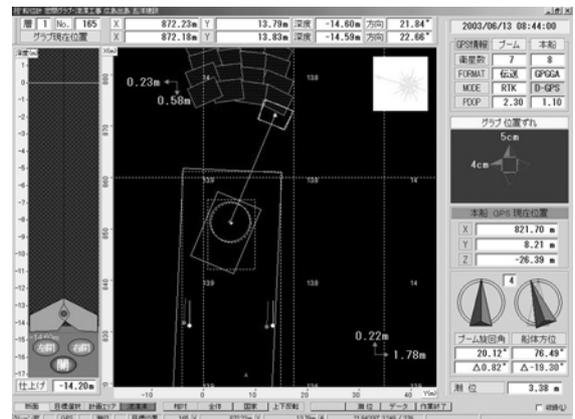
現在位置は、クレーンのブーム先端に取り付けたRTK-GPSによりEND グラブの平面位置をそれぞれ1 cm 単位の精度で計測することにより表示される。

現在深度は、END グラブに取り付けた水圧式水深計および陸上に設置した潮位計との組み合わせにより刃先の深度を測定することにより表示される。

オペレータは、モニタ画面の表示に従い、目標位置にグラブを誘導し、目標深度まで下げて閉じるだけで、浚渫作業を進めることができる。

グラブを掴み終わると、自動的に浚渫目標位置が次の位置に変わるため、オペレータは、キーボード入力等を行う必要はない。

写真—2 にモニタ画面の例を示す。



写真—2 モニタ画面

3. END 工法の特長

END 工法の技術的な特長は、大きく分けて3点ある。

- 1つ目は、必要な堆積土砂だけを薄く平らに掴み取ることである。
- 2つ目は、余分な海水を水面上に吸い上げずに高濃度で浚渫できることである。
- 3つ目は、浚渫時の濁り発生量が少ないことである。

(1) 薄層水平掘削

従来型グラブを使用した浚渫では、グラブ先端の深度が下がりながら閉じることにより、土砂を掴んでいた。

図-3 に従来グラブの浚渫機構を示す。従って、掘り跡が円弧状になり、余分に土砂を掴み、掘り跡も凹凸になっていた。

それに対し END グラブは、その特許であるユニークな機構により、吊り上げに伴う単純なグラブ閉じ操作だけで、海底土砂を薄く水平に掴み取ることができる。

図-4 に END グラブの浚渫機構を示す。

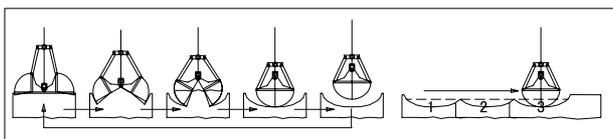


図-3 従来型グラブの浚渫機構

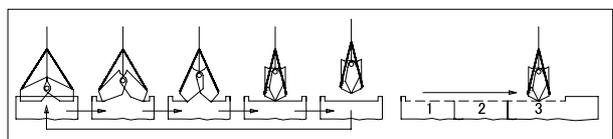


図-4 END グラブの浚渫機構

また、工事区域全体を薄く水平に仕上げるためには、1 掘削毎のグラブの深度を同じ高さとし、平面的に掘り残しがないように重ね合わせて掘っていく必要がある。

オペレータは、それを確認しながら END グラブを操作することにより、工事区域全体を薄層で水平に浚渫することができる。

写真-3 にオペレータによる操作状況を示す。



写真-3 オペレータによる操作状況

2003 年夏に、広島において面積約 75,000 m² の航路を浚渫した。

深浅測量から得られた測点の水深から、出来形を調査した。

広島港での浚渫状況を写真-4 に示す。



写真-4 広島港での浚渫状況

目標水深 -14.5 m に対して、出来形の約 85% が ±10 cm に収まり、精度の高い浚渫ができることを確認した。

出来形管理図を図-5 に示す。

不陸（掘り跡の凹凸）を 20 cm 以内に抑え、水平に仕上がることも確認した。

また、従来のグラブ浚渫工法では浚渫土量が約 50,000 m³ になることが想定されたが、END 工法により浚渫土量が約 30,000 m³ に、約 40% 低減できることも確認することができた。

図-6 に不陸管理図を示す。

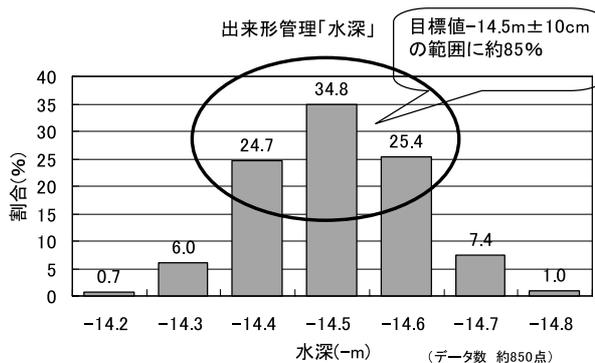


図-5 出来形管理図

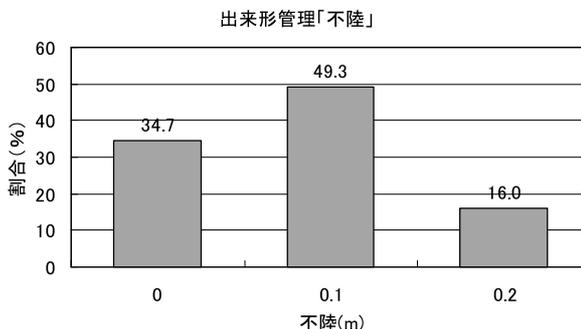


図-6 不陸管理図

(2) 高濃度浚渫

浚渫・操船管理システムでは、1掘削あたりの浚渫土量に対するグラブ容量を一致させて、海底の土砂を掴み取る。

さらに、グラブ内に溜まった余分な水を、ENDグラブの通水口から海面へ排出することにより、高濃度で土砂を浚渫することを可能としている。

ベンチングシステムを写真—5に示す。



写真—5 ベンチングシステム

2004年春、境港において見かけ容積含泥率を調査した。

含泥率は72.1～93.0%、平均84%であり、高濃度で浚渫できることを確認した。

計測状況を写真—6に示す。



写真—6 含泥率計測状況

(3) 水質汚濁の低減

END工法によって濁りの発生が少なくなる理由は以下の4点である。

①土砂を掴み取る際、図—3に示したようにENDグラブの刃先のみが海底面に接する。

従って、接触面積が広い従来型グラブのように、グラブ吊り上げ時の吸い上げや付着した泥による濁りの発生が起こらない。

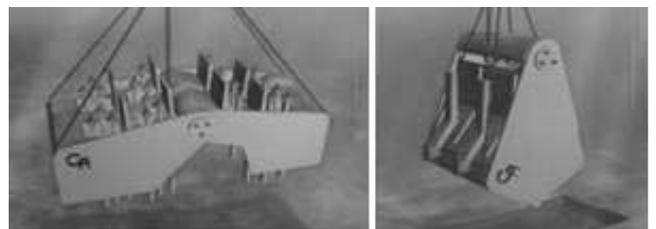
②ENDグラブの左右は、オーバーラップして閉じる構造であり、かつゴムシールを装備しているため、土砂を掴んだ時、密閉状態となる。

③ENDグラブのベンチングシステムにより、グラブ下降時には、図—7(左)のように通水口が開き、水圧による海底地盤の土砂の舞い上がりを防止することができる。

グラブ上昇時には、図—7(右)のように通水口が閉じ、掴んだ土砂がグラブの外に逃げないため、濁りは発生しない。

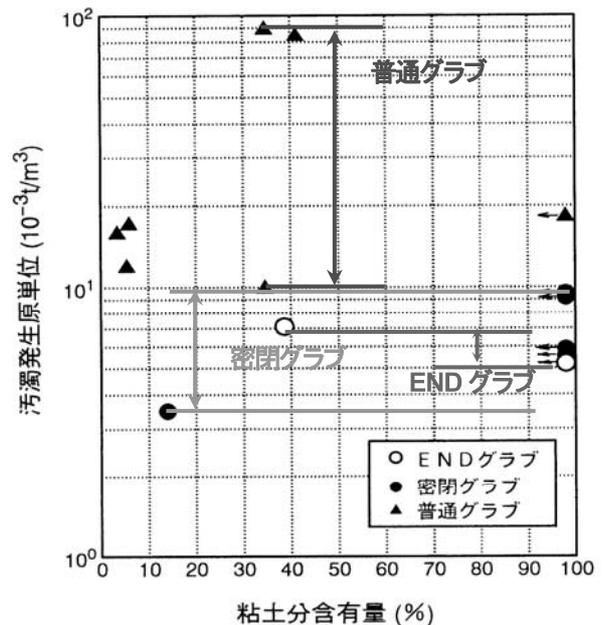
④ENDグラブにセンサを取り付け、モニタでグラブの刃先が完全に閉じたことをオペレータが確認することができる。

また、異物を噛み込んで、グラブが中途半端に閉じて浚渫土砂が漏れるのを未然に防ぐことができる。



図—7 ENDグラブ下降時と上昇時の様子

広島と境港での調査で得られたEND工法による汚濁発生原単位を、既往の普通グラブおよび密閉グラブの調査結果と併せて図—8に示す。



図—8 汚濁発生原単位

広島での調査結果、ENDグラブ7m³級の汚濁発生原単位は7.13 × 10⁻³ t/m³となった。

境港での調査結果、ENDグラブ4m³級の汚濁発生原単位は5.20 × 10⁻³ t/m³となった。

既往の文献によると、密閉グラブは $3.50 \sim 9.54 \times 10^{-3} \text{ t/m}^3$ 、普通グラブは $10 \times 10^{-3} \text{ t/m}^3$ 以上である。END 工法は、密閉グラブと同様に、汚濁発生量を低減できることを確認した。

4. 最後に

今後、以下に示すフィールドで、END 工法を積極的に活用していきたいと考えている。

(1) 水底の表層に堆積する土砂の除去

水質浄化を目的とした表層に堆積する軟弱底泥の除去、航路や泊地の水深を維持するために周辺から流れ込んだ土砂の浚渫のニーズが、近年増加している。

表層に堆積する軟弱底泥の除去については、傾斜や凸凹の大きい地盤、岸壁や栈橋などの構造物前面において、高濃度底泥浚渫船で浚渫することが困難であった。

高濃度底泥浚渫船と併用して、そのような場所で END 工法を活用していく。

航路や泊地の水深を維持するための浚渫について、除去が必要な土砂の厚みが約 50 cm 以下の場合、END 工法は、従来のグラブ浚渫工法よりも浚渫コストを最大 20% 低減できる。

また、除去が必要な土砂の厚みが数 m と厚い場合でも、従来のグラブ浚渫工法で上層を掘った後に、END グラブと管理システムを取り付けて、END 工法で余堀を抑え、表面を平坦に仕上げるといった使い方もできる。

土砂の運搬費や処分費の削減、また処分場の延命化という観点からも、END 工法が活用できる。

(2) 汚染された水底土砂の除去

環境省や地方自治体独自で行った調査結果などから、水底土砂の環境基準値を超えるダイオキシン類汚染が全国 5 つの港で確認されている。

2003 年度から国土交通省港湾局を中心として、環境基準値を超えるダイオキシン類に汚染された水底土砂の除去対策についての取り組みが進められている。

前述の通り米国で既に 10 年以上、END グラブを使用した環境浚渫の実績がある。

対象物質は、ダイオキシン、重金属、PCB、クレオソートなどである。

水底の汚染土砂の分級無害化処理は非常にコストがかかる。

従って、薄層浚渫、高濃度浚渫、少ない汚濁拡散という特長を持つ END 工法は、このニーズにまさに適合する工法である。

施工現場において、ダイオキシン類による汚染防止を想定して、浚渫中のリアルタイムモニタリング手法も同時に確立した。

その他にも原位置固化処理工法や無害化処理技術なども開発しており、底質調査・計画から最終処分までを行う一連の「底質ダイオキシン類対策システム」の技術を確立している。

JICMA

【筆者紹介】

八島 慎治 (やしま しんじ)
五洋建設株式会社
土木本部機械部



水底汚染土対策のための原位置固化処理工法 「CDM-SSC 工法」

原 俊 郎

CDM-SSC 工法は、従来の浚渫工法での浮泥拡散、汚濁拡散による二次汚染や直接固化処理による底泥巻き揚げなどを防止するために、事前に覆砂工をした後に原位置固化をするために浮泥拡散や水質汚濁がなく、安心して安全な固化処理工法である。

キーワード：土壌汚染、地盤改良、深層混合処理、土質安定処理、不溶化処理 機械攪拌

1. はじめに

港湾・河川においてダイオキシン類濃度が環境基準を超過した底質は、底質調査で数多く判明しているが、安全で耐久性のある対策技術の適用事例は極めて少ない。ここでは、大径で攪拌効率の良い3軸式でのCDM深層混合処理工法を使用して覆砂と固化処理を組み合わせた原位置固化処理工・水底汚染土対策事例として水質モニタリングによる監視で水底での汚濁・拡散を防止し、環境基準以下でダイオキシン類の溶出を押さえた不溶化処理方法（CDM-SSC工法）の概要と1年後の長期耐久性結果について報告する。

2. 工事の概要

東京湾中部・防潮堤護岸建設工事は、軟弱な地盤を床掘・浚渫し、捨石に置き換えて防潮堤ケーソンを据え付ける工事であるが、床掘着手前の底質調査におい

て1ヶ所が環境基準を上回るダイオキシン類（170 pg-TEQ/g）が検出された。更に工事区域の2ヶ所を底質調査した結果、溶出基準を超えた底泥があり、調査結果を表-1、調査位置を図-1に示す。

表-1 溶出調査結果

場所	深度	溶出試験値 pg-TEQ/L	含有量試験 pg-TEQ/g
当初	表層	23	25
	GL-1.0 m	* 15	** 170
追加1	表層	0.7	20
	GL-0.5 m	* 15	81
	GL-1.0 m	3.5	63
	GL-2.0 m	6.9	120
	GL-3.0 m	4.4	73
追加2	表層	1.3	25
	GL-0.5 m	* 12	62
	GL-1.0 m	* 12	110
	GL-2.0 m	* 10	92

*溶出基準 10 pg-TEQ/L **含有基準 150 pg-TEQ/g

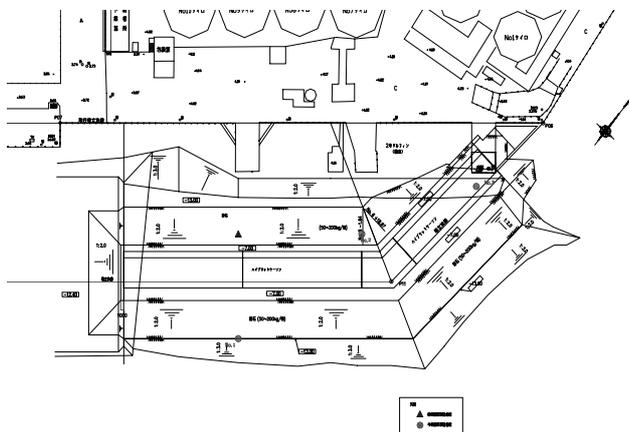


図-1 底質ダイオキシン類調査位置図

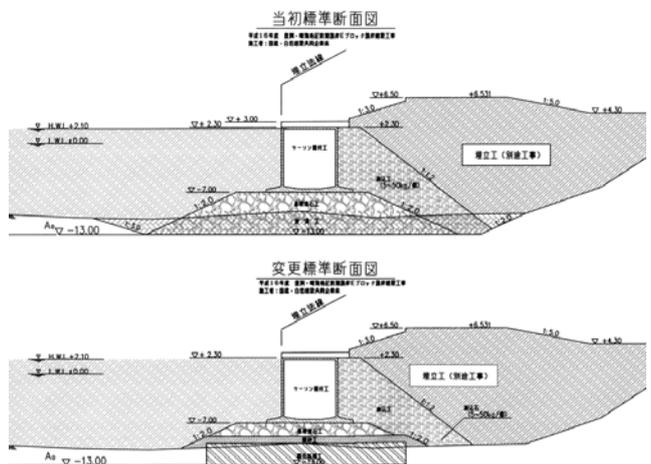


図-2 当初・変更断面図

追加調査の結果、含有は基準値以下であるが溶出で基準値を上回るため底質土を工区外に出さない工法として深層混合処理工法による原位置固化で不溶化対策を実施することに決定した。当初設計断面と変更断面を図-2に示す。

3. 地盤改良工の設計

(1) 設計強度

不溶化に対する目標強度としては、対象地盤をケーソンの基礎地盤とする必要があり、地盤改良設計強度はケーソンの安定計算上、900 kN/m²以上とした。そのため現地から採取した底質土を試料として室内配合試験を行った。

(2) 室内配合試験

表層部の底質は密度 $\rho = 2.66$ 自然含水比 $w = 148 \sim 198\%$ 液性限界 $99 \sim 114$ 砂礫 $13 \sim 17\%$ シルト $40 \sim 52\%$ 粘土 $35 \sim 43\%$ PH = 7.6 ~ 8.3 である。固化材の種類は高炉B種、普通セメント、一般軟弱土用、高有機質土用、六価クロム対応の5種類を用意して室内/現場の強度比は3倍を取って強度確認を行い高炉セメントB種を一次選定した。配合試験での各セメント別 σ_{28} 強度結果を図-3に示す。

(3) 溶出試験

ダイオキシン類溶出試験と六価クロム溶出試験を振とう試験によって行った。セメント添加量の決定は設計強度の3倍、2,700 kN/m²を満足する添加量 350 kg/m³で決定したがダイオキシン類の溶出は、実施の 350 kg/m³よりも低い添加量で不検出になるようにまた、六価クロムは実施の 350 kg/m³よりも高

い添加量でも基準値以下になる高炉B種を二次選定した。このようにダイオキシン類不溶化処理における室内配合試験での留意点としては、ダイオキシン類の溶出が決定添加量よりも小さい値でも不検出であり、六価クロムの溶出は、決定添加量よりも大きい値でも不検出であることが必要である。溶出試験を行った結果を表-2に示す

表-2 溶出試験結果表

溶出試験項目 (高炉セメントB種)	固化材添加量 (kg/m ³)			
	240	300	320	400
DXN 1.0 pg-TEQ/L	—	0.029		
六価クロム 0.05 pg-TEQ/L				0.02

(4) 改良体形状と施工数量

施工改良体の形状仕様は、改良面積が最大となる $\phi 1300 \times 3$ 軸を使用し、施工数量は以下のとおりである。

- ・ $\phi 1,300 \text{ mm} \times 3$ 軸 (A = 3.79 m²)
- ・ 打設長：13.0 m, 改良長：3.0 m

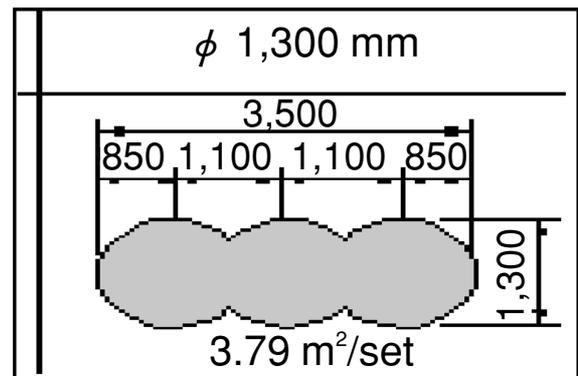


図-4 改良体形状

固化材添加量と σ_{28} 強度について

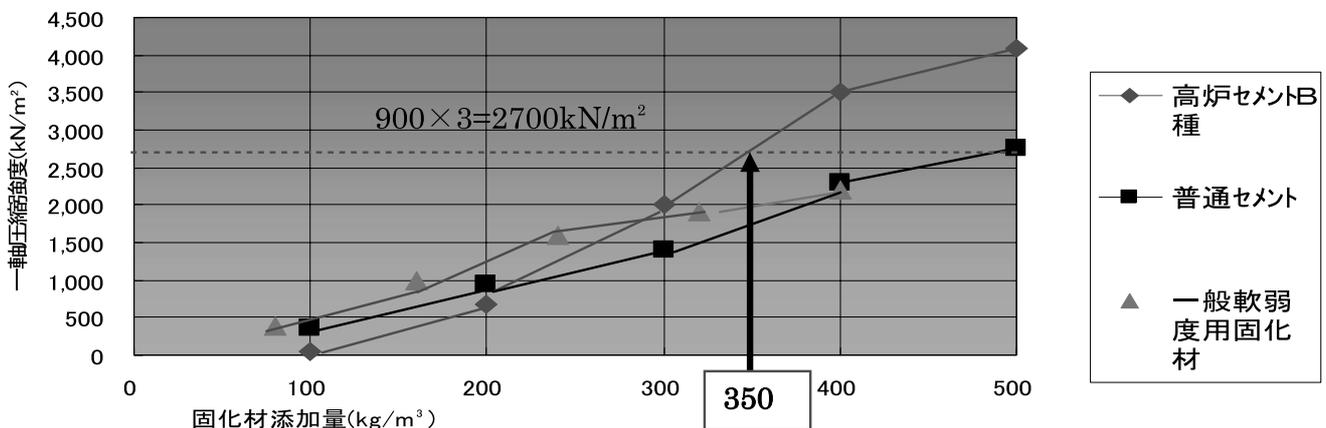
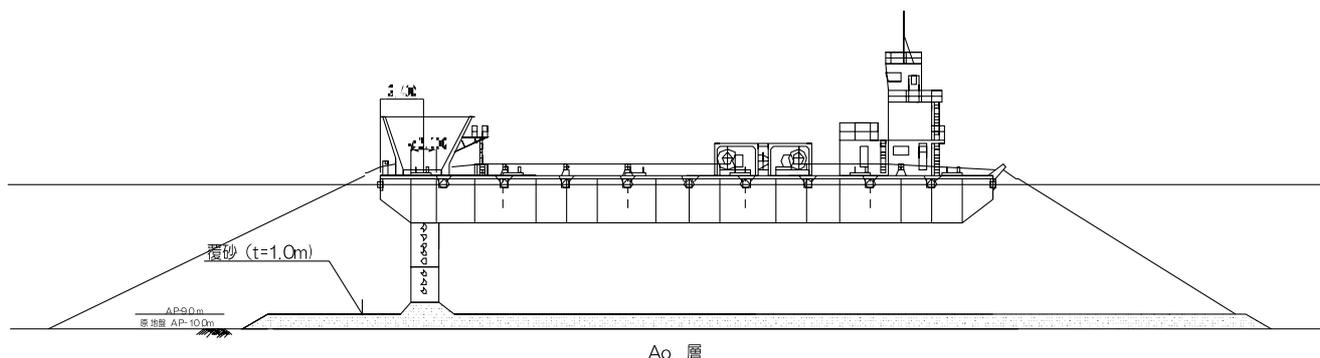


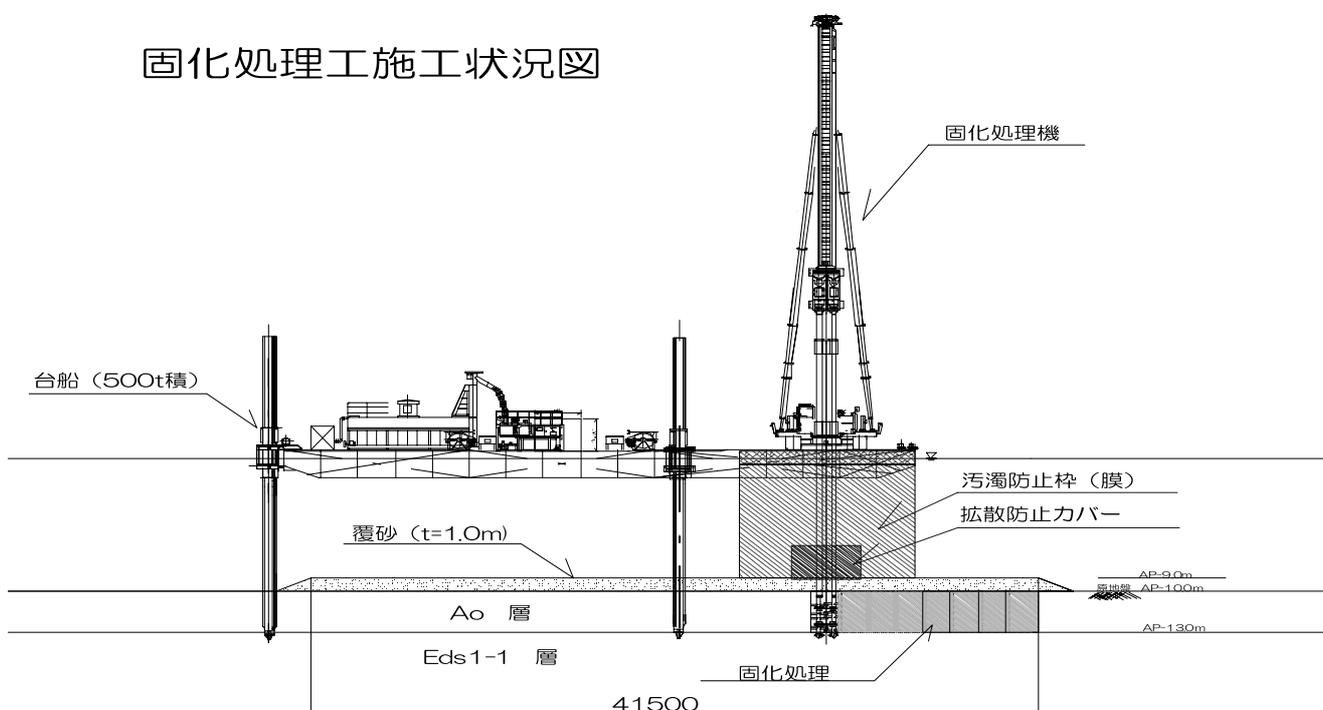
図-3 固化材と σ_{28} 強度一覧

覆砂工施工状況図



図一五 トレミー台船による覆砂工

固化処理工施工状況図



図一六 固化処理状況図

- ・ 固化材：高炉 B 種
 - ・ 添加量：350 kg/m³ ・ 改良土量：10,144 m³
- 改良体形状を図一四に示す。

4. 地盤改良工の施工

(1) 覆砂工

原位置固化処理工の施工時における底泥巻き揚げ、拡散を防止するために厚さ 1.0 m の覆砂工をトレミー台船により投入・敷き均しを行った。

図一五に覆砂の投入状況を示す。

(2) 固化処理工

覆砂工で底質土を被覆した後、3軸タイプ陸上深層混合処理機を搭載した地盤改良台船により固化処理を行った。改良対象地盤は表層がヘドロでその下層は砂質粘性土である。施工管理は CDM 工法に準じて羽根切り回数 450 回/m で管理しながら施工した。

固化処理施工状況を図一六、写真一に示す。

(3) 汚濁防止工

攪拌混合時の汚染拡散による二次汚染を防止するために汚濁防止枠を設置した。改良機械の攪拌翼によって防止幕を巻き込まないようにワイヤーで補強し、最下端部には鋼製金具を取り付けている。

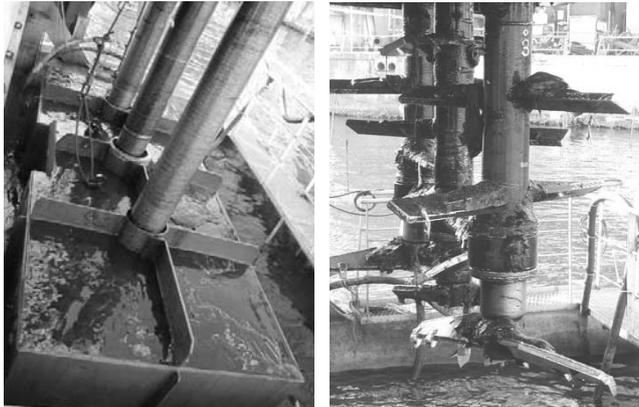


写真-1 固化処理船と攪拌翼

更に攪拌軸に取り付けた密閉式の鋼製汚濁防止カバーにより2重の拡散防止対策を行った。

図-7, 図-8, 写真-2, 写真-3 参照

汚濁防止枠(膜)構造図

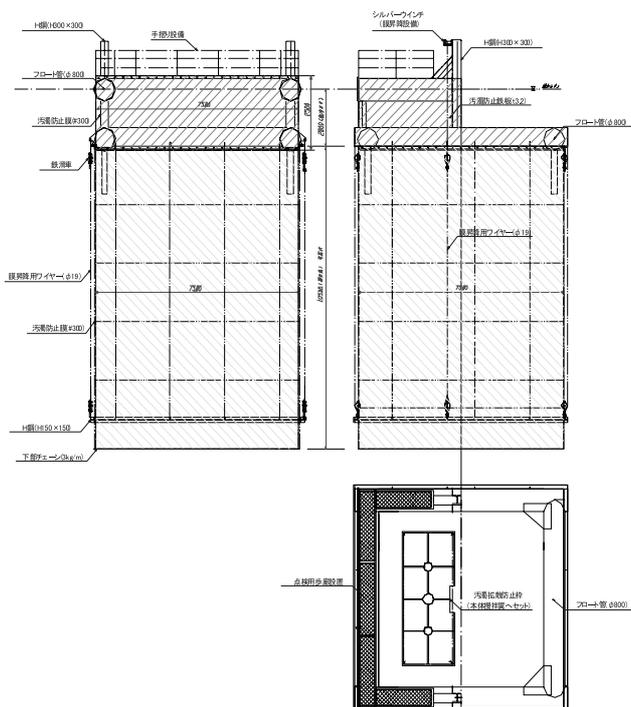


図-7 水底汚染土対策用汚濁防止膜

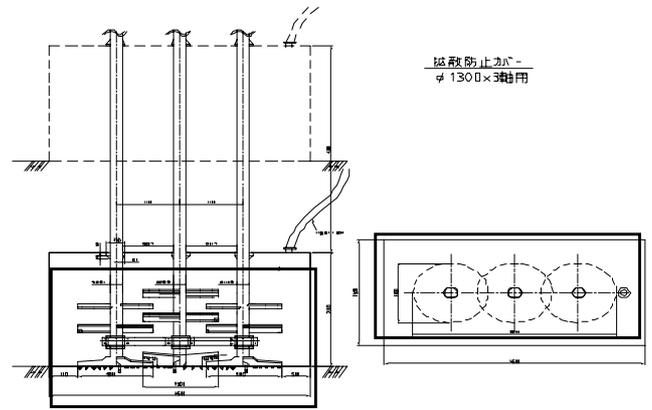


図-8 鋼製攪拌翼カバー



写真-2 鋼製攪拌翼カバー

(4) 水質監視 (モニタリング)

施工中、一般水域に基準値以上の汚濁拡散を防止するために国交省「港湾における底質ダイオキシン類対策技術指針(改訂版)H15.12」に準拠してバックグラウンド、基本、補助の監視点の設置を行い水質監視(モニタリング)の位置は、海面下0.5m、2.0m及び海面下10.0mの3層にて監視した。モニタリング項目を表-3に示す。

(5) 濁度, SSとダイオキシン類濃度の関係

公定法による水中のダイオキシン類濃度の判定は、測定結果が出るまでに時間を要し、モニタリング結果からのリアルタイムな判断が困難である。

そのため、ダイオキシン類が水に溶けにくく土粒子に付着して移動することを利用して、濁度(濁り)を測定することによって水質のダイオキシン濃度を監視



写真-3 汚濁防止膜の組立状況

表-3 モニタリング項目

監視区分	調査項目		調査回数
基本監視点	対象	ダイオキシン	工事中1回
	生活環境	PH, COD, DO	1回/月
	濁り	濁度	1回/日
補助監視点	濁り	濁度	4回/日
バックグラウンド	濁り	濁度	1回/日
工事区域	異常な濁り, 油膜等の有無		常時

する方法を採用した。

従って事前に施工区域の底質と海水を採取し、室内試験よりダイオキシンと水質濁度、SSの関係グラフを作成して現場での管理基準を「濁度53」「SS50」と決定した

(6) モニタリング結果

施工中の水質モニタリングの結果、覆砂工投入時の

濁度が監視基準値53に対して最大25、固化処理工では最大15程度であった。また、SS管理基準値50に対しては最大10程度となり、基準値以下で施工することができた。施工中のモニタリング結果を図-9、10に示す。

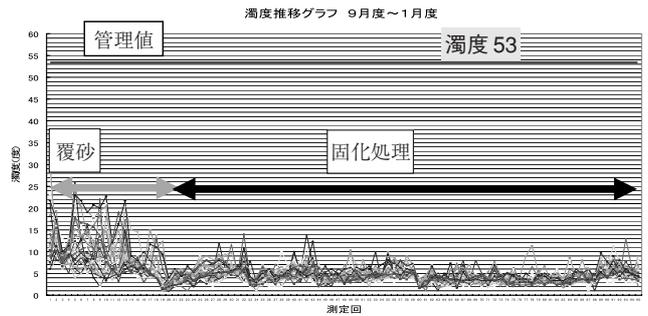


図-9 濁度実施グラフ

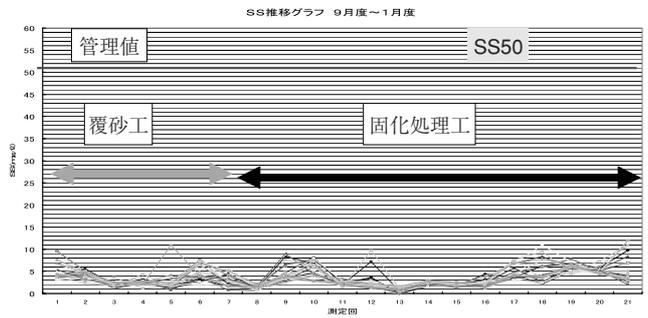


図-10 SS実施グラフ

5. 地盤改良工の結果

原位置固化処理工は、H17.11より開始してH18.1に944セットの打設を完了した。

(1) 改良体の強度

チェックボーリングは2ヶ所を行い、改良体の一軸圧縮強度(σ28)は、すべて設計強度の900 kN/m²以上であり、室内/現場強度比は平均2.8であった。当初計画は3倍であるので品質の良い原位置固化が施工出来たと思われる。結果を表-4に示す。

表-4 σ28一軸圧縮強度一覧

採取位置	A地点 (kN/m ²)	B地点 (kN/m ²)	平均強度 (kN/m ²)	強度比 (設計/現場)
上層	1,454	2,027	1,740	1.93
下層	3,026	3,589	3,308	3.68
平均	2,240	2,808	2,524	2.80

6. 改良体の耐久性について

原位置固化処理工の効果の持続性や耐久性を確認するためにチェックボーリング時に別途C地点の試料を採取し、材令3ヶ月、6ヶ月、12ヶ月後の長期強度と12ヶ月後の改良体溶出試験を行った。結果を表—5に示す。

表—5 長期一軸圧縮強度一覧

採取位置	C地点 (kN/m ²)			12ヶ月後強度比 (設計/現場)
	3ヶ月後	6ヶ月後	12ヶ月後	
上層-下層	6,223	6,301	6,613	7.35

(1) 改良体強度と溶出試験

一軸圧縮強度は、3ヶ月後からより強度発現しており、当初設計強度の6.9倍、6ヶ月で7.0倍となり、1年後の強度は6,613 kN/m²で現場/設計の強度比は7.3倍の伸びを示した。溶出試験による溶出判定は、タンクリーチング試験を行い0.71 pg-TEQ/Lで基準値以下を確認した。

1年後の溶出試験結果を示すが溶出は基準値以下である。結果を表—6に示す。

表—6 溶出試験結果表

1ヶ月後	タンクリーチング試験	0.071 pg-TEQ/L
12ヶ月後	タンクリーチング試験	0.100 pg-TEQ/L
	振とう試験	0.073 pg-TEQ/L

7. まとめ

ダイオキシン類汚染土対策技術としての原位置固化処理工法は、覆砂+固化処理の複合組み合わせによって、より確実な水底汚染土対策を行うことが出来、対策1年後の長期強度にも問題ないことが確認できた。

JICMA

《参考文献》

- 1) 原 他：3軸式深層混合処理工法の水底汚染土対策 土木学会，平成19年度全国大会発表会（2007.9）

【筆者紹介】

原 俊郎（はら としろう）
国土総合建設㈱ 地盤改良事業部
営業部（新工法・新技術担当）
営業部長



大口徑岩盤削孔工法の積算

——平成18年度版——

■内 容

平成18年度版の構成項目は以下のとおりです。

- (1) 適用範囲
- (2) 工法の概要
- (3) 岩盤用アースオーガ掘削工法の標準積算
- (4) ロータリー掘削工法の標準積算
- (5) パーカッション掘削工法の標準積算
- (6) ケーシング回転掘削工法の標準積算
- (7) 建設機械等損料表

- A4版/約250頁（カラー写真入り）

●定 価

- 非会員：5,880円（本体5,600円）
- 会 員：5,000円（本体4,762円）

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも

- 沖縄県以外 450円
- 沖縄県 340円（但し県内に限る）

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館）

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

ダイオキシン類汚染底質の汚濁抑制浚渫と 脱水中間処理

吉田 将

ダイオキシン類による底質の汚染に係わる環境基準が平成14年9月に施行され、基準を超えるダイオキシン類汚染の底質が確認されるとその対策を行うことが必要となった。しかし、汚染底質を基準通りに扱うことは難しく、対策の実施例はほとんどない。本稿では、狭隘な運河におけるダイオキシン類汚染底質の汚濁抑制浚渫と水質監視、水質計測結果、浚渫泥土の中間処理における圧搾式高压フィルタープレスでの減容化を紹介する。

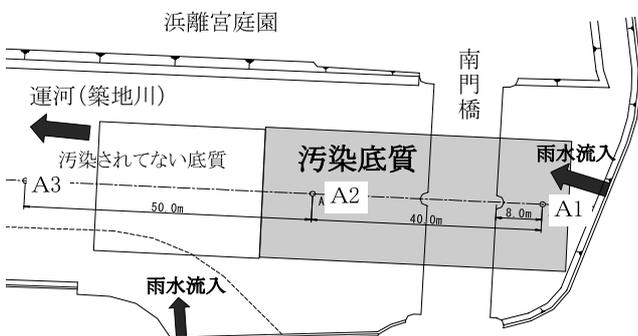
キーワード：ダイオキシン類、汚染底質、汚濁抑制、水質監視、リスク低減、中間処理、減容化

1. はじめに

東京都の浜離宮周辺の運河では、水底土砂の環境基準を上回るダイオキシン類を含む底質が確認され、また、近隣からの臭気に対する苦情が多く対策の実施が急務であった。浚渫や仮締切り掘削除去・覆砂・原位置固化処理などの対策について、リスク低減効果や環境に与える影響、施工性及び経済性等の項目を評価検討し、浚渫する対策を採用した。除去された底質は脱水プラントへ舟運し、減容化の中間処理を行った。この全体対策のうち、浚渫工法の選定から施工、汚濁抑制対策、水質監視計画と計測値、浚渫泥水の脱水処理について述べる。

2. 汚染範囲特定

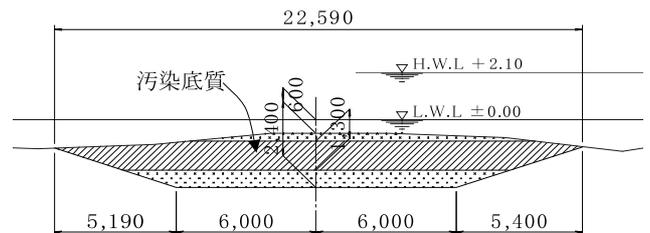
平成17年度に「港湾における底質ダイオキシン類対策技術指針改訂版」平成15年11月 国土交通省港



図一 底質のダイオキシン類汚染平面

湾局に基づいた調査により汚染範囲を特定し、図一に示す底質を浚渫除去する。浚渫全体土量は約2,800 m³であり、そのうち980 m³が汚染底質である。

一般的に、汚染範囲特定の手順は中間処理や最終処分費用が大きいことから、概況調査から精密調査を行いきり除く土量を少なくする。範囲特定は、汚染土量と濃度、中間処理、最終処分方法、地域特性



図二 浚渫断面図

表一 底質のダイオキシン類分析結果

測点	深さ	地盤高 (AP)	含有濃度		溶出濃度	
			測定値	基準	測定値	基準
A1	表層	- 0.25 m	57	150	0.17	10.00
	0.5 m	- 0.75 m	110		1.30	
	1.0 m	- 1.25 m	140		※ 10.00	
	2.0 m	- 2.25 m	※ 200		2.60	
A2	表層	- 0.49 m	36	8.50		
	0.5 m	- 0.99 m	35	4.10		
	1.0 m	- 1.49 m	88	※ 25.00		
A3	2.0 m	- 2.49 m	21	2.60		
	表層	- 1.50 m	49	0.17		
	0.5 m	- 2.00 m	48	1.70		
	1.0 m	- 2.50 m	96	0.25		

※印が基準値を超過している

などを総合的に把握し適正な調査方法とすることが肝要である。深度方向の汚染分布とその濃度を図—2、表—1に示す。

3. 近隣環境と施工条件

現地の水理条件や浚渫底質の土質性状、近隣環境などの条件を以下に列記する。

- ・水理条件 流速なし 雨水放流渠からの流入あり
波浪なし 水深 0.5 ~ 2.5 m 干満の影響あり
- ・底質の土質性状 含水比 $\omega = 340\%$ 土粒子比重 2.55
有機分を多く含むシルトが主体
- ・分布深度と堆積厚さ AP - 0.6 ~ - 2.5 m 厚さ 0 ~ 2.4 m
- ・ヘドロ特有の悪臭があり浚渫方法が限定される
- ・運河幅約 50 m 運河延長 700 m 下流は隅田川
- ・後背地 浜離宮庭園、その他 2 方向は一般道路
- ・既設構造物 南門橋 (浜離宮庭園入口)
周囲 3 方向は江戸時代の石垣 (重要文化財)
- ・近隣環境 道路を隔てオフィスビルや築地市場があり浜離宮庭園への入場者が多い
- ・浚渫における問題点 係留船 ゴミなどの異物 枯葉や小枝の沈殿物、人頭握り拳大の石や瓦礫

4. 浚渫方法の選定

浚渫工法の選定工事区域には写真—1のようなア

ーチ橋があり、干潮時でも水面から 5.0 m の離隔しかない。浚渫はこの橋の下を施工できる方法に限定される。負圧吸泥式や高濃度薄層浚渫、泥上車、密閉クラブ浚渫船は汚濁を抑制できるが、吸泥装置や支柱船体が大きく不向きである。作業できるのは小型のマイクロポンプ浚渫船とサンドポンプバックホウ台船であり、この 2 つに絞り、浚渫時の汚濁抑制、障害物の対応、施工性について比較検討した。その結果を表—2に示す。

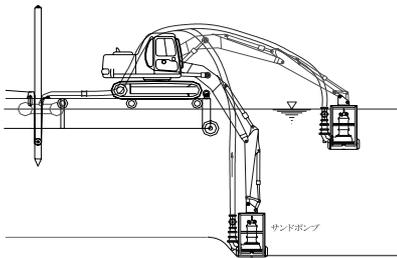
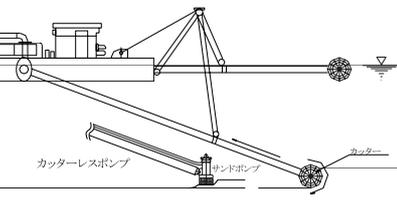
5. 汚濁抑制吸引口の特徴

汚濁抑制吸引口の特徴は、土砂取込み羽根 (シェーバ) の開閉により効率良く土砂を包囲し、閉鎖された囲いの中で吸泥するので汚濁を抑制すること、転船や清掃、作業中断のポンプ停止逆流による泥水の拡散を防止するために、逆流防止弁を備えることである。浚渫の障害物は、底質中に含まれる異物 (枯葉や枝、瓦礫、ゴミ) であるが、ブレードレスサンドポンプの採

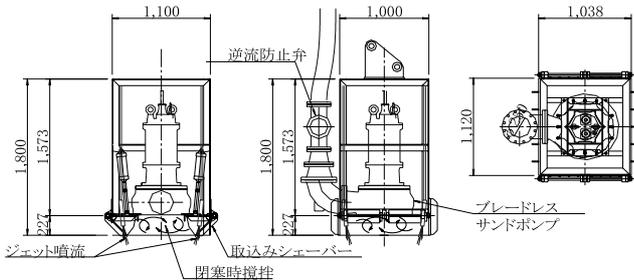


写真—1 浚渫範囲全景

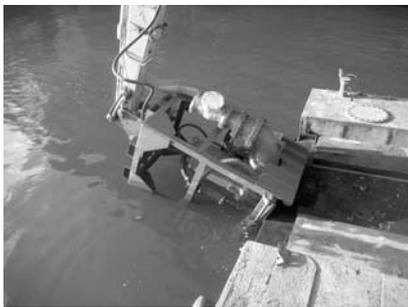
表—2 浚渫工法の比較検討

<p>サンドポンプバックホウ台船</p> 		<table border="1"> <tr><td>含泥率</td><td>△</td></tr> <tr><td>サンドポンプ吸泥</td><td>5~10%</td></tr> <tr><td>汚濁抑制</td><td>○</td></tr> <tr><td>障害物対応</td><td>○</td></tr> </table> <p>・囲いの中のサンドポンプで吸引するので、汚濁が少ない ・吸引口を底質に押しつけ吸泥するので濁りが拡散しない ・上水道の取水口浚渫で汚濁抑制の実績がある</p>	含泥率	△	サンドポンプ吸泥	5~10%	汚濁抑制	○	障害物対応	○		
含泥率	△											
サンドポンプ吸泥	5~10%											
汚濁抑制	○											
障害物対応	○											
<p>マイクロポンプ浚渫船</p> 		<table border="1"> <tr><td>含泥率</td><td>○</td></tr> <tr><td>カッター攪拌吸引</td><td>10~20%</td></tr> <tr><td>カッターレスポンプ</td><td>5~10%</td></tr> <tr><td>汚濁抑制</td><td>△</td></tr> <tr><td>障害物対応</td><td>△</td></tr> </table> <p>・カッターで攪拌して吸引するので、汚濁が拡散する ・カッターレスには囲いが無いので濁りが発生する</p> <p>・カッターで攪拌吸引するので小さなゴミは障害とならないが、礫やガラは吸引できない ・カッターレスポンプ吸引では、小さなゴミでも目詰まりする ・ポンプ停止時には、吸引した泥水が逆流し汚濁が拡散する</p>	含泥率	○	カッター攪拌吸引	10~20%	カッターレスポンプ	5~10%	汚濁抑制	△	障害物対応	△
含泥率	○											
カッター攪拌吸引	10~20%											
カッターレスポンプ	5~10%											
汚濁抑制	△											
障害物対応	△											
<p>サンドポンプバックホウ台船が、汚濁抑制と障害物対応で優れている。また、浄水場取水路浚渫で汚濁抑制の実績もあり、それを踏まえて吸引口に改良を加えることとした。</p>												

用により、障害物の詰まりを軽減でき、200 mm の口径とすることで、空き缶程度の異物ならば簡単に吸引できる。さらに、障害物による囲い内部の閉塞防止や硬い底質にも対応できるよう、内部にジェットを噴射させ攪拌する機能も付加した（図—3、写真—2）。



図—3 汚濁抑制吸引口

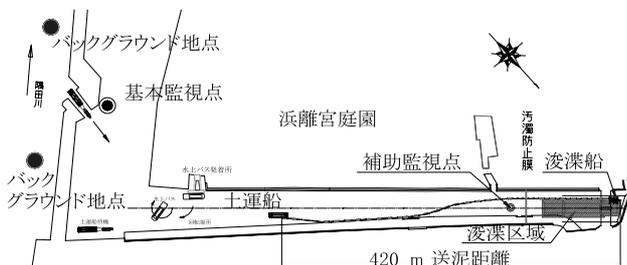


写真—2 汚濁抑制吸引口

【吸引口の改良点】 ◆取込み羽根の開閉 ◆ブレードレスポンプ（φ 200 mm） ◆逆流防止弁の設置 ◆ジェット噴流装置

6. 水質監視の計画

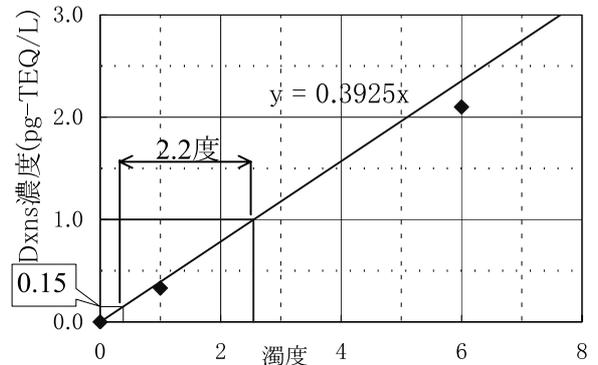
潮流や雨水の流入、水域の利用状況、浚渫工法の特徴から工事水域を運河水門までと設定し、図—4 に示す基本監視点、補助監視点、バックグラウンド地点で工事中のモニタリングを行った。また、汚濁抑制吸泥の効果を確認するため、浚渫船周辺で濁りや油膜の監視、臭気の測定も追加した。各観測地点における計測項目、頻度を以下に示す。



図—4 工事区域と水質監視点

- ◆基本監視点:ダイオキシン類水質⇒工事中1回 生活環境項目 (pH COD DO) ⇒週1回, 濁度⇒日1回
- ◆補助監視点:濁度⇒日4回
- ◆バックグラウンド地点:濁度⇒日1回
- ◆浚渫位置周辺:濁度⇒随時 臭気⇒工事中1回

浚渫における監視基準値は、基本監視点におけるダイオキシン類濃度の 1 pg-TEQ/L が適用される。日々の監視は即断できる濁度測定によるため、事前に現地の底質を分析しダイオキシン類濃度と濁度の相関関係を求めた（図—5）。この関係に、バックグラウンド地点のダイオキシン類濃度 0.15 pg-TEQ/L を当てはめ、工事により許容できる汚濁の増分、すなわち、付加許容濁度を 2.2 度と設定した。水域の濁度は雨や潮流の影響により日々変化するが、バックグラウンドの濁度計測値に付加許容濁度を加えた監視基準値までは、浚渫の汚濁を許容できる。なお、バックグラウンド濃度は、隅田川（東京湾奥）の統一指標がないので、現地運河の 0.063 pg-TEQ/L と近接する古川金杉橋 0.20、船の科学館前 0.17 の平均値から 0.15 pg-TEQ/L とした。

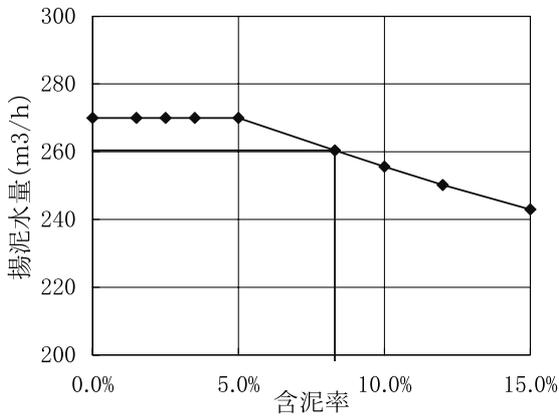


図—5 ダイオキシン類濃度と濁度 相関図

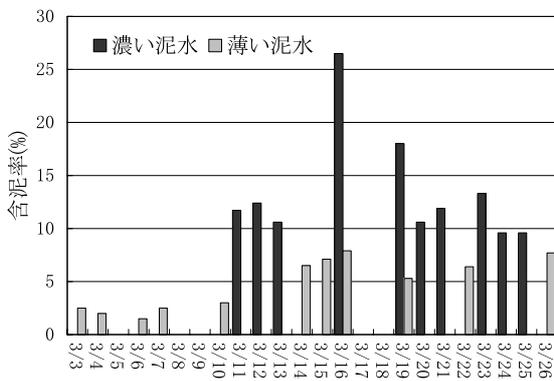
7. 実施工

21 日間をかけて、980 m³ の汚染底質を浚渫した（浚渫能力≒ 50m³/日）。吸引した泥水量は 11,750 m³ にも及び、泥水の含泥率（体積比）は 1.5～26.5 %、平均で 8.3 %であった（図—7）。吸泥水は土運船に排出し中間処理プラントへ運搬したので、浚渫できる土量は船の運航に制限される。よって、この実績は、純粹の浚渫能力ではないが考察する。

吸泥設備として、バックホウ先端のサンドポンプφ 200 mm の 22 kw、台船上に送泥用のブースターポンプφ 200 mm 22 kw を設けた。ポンプ能力や浚渫諸元から求めた時間当りの揚泥水量を図—6 に示す。平均含泥率 8.3 %に相当する揚泥水量は 260 m³/h とな



図一六 時間当たり揚泥水量



図一七 含泥率の変化



写真一三 サンドポンプバックホウ台船



写真一四 吸泥状況

る。揚泥水総量からのポンプ運転時間は2.15時間/日しかなく、作業効率が良くない。

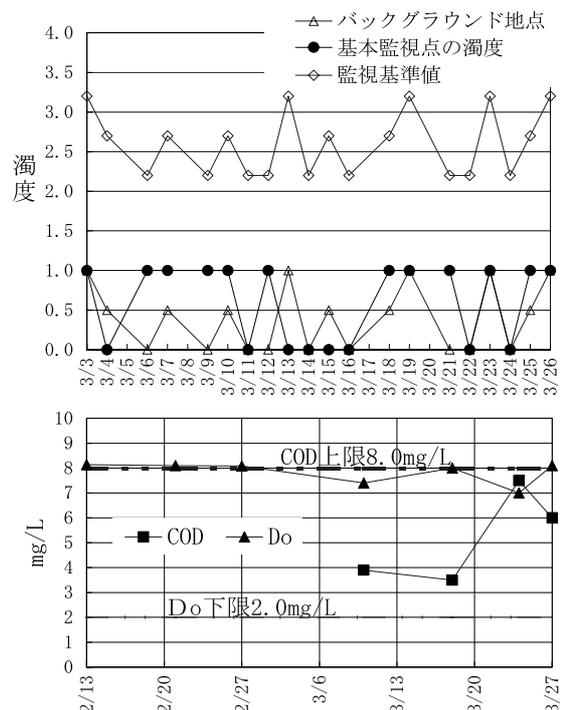
通常のポンプ浚渫船は、水平方向にスウィングしながらカッターを移動させ一定の厚さを吸泥するので連

続して運転できる。しかし、汚濁抑制吸引口の浚渫では、サンドポンプの吸泥に伴いバックホウ先端を押下げ、所定の深度まで一度に吸泥する。汚濁を抑えるには効果的であるが、定位置でポンプを上下動させる断続運転となるので作業能率は低下する。ポンプを移動させる時は吸水しない操作となるが、底質の厚さが薄いと吸水量が多くなり、含泥率と作業効率の低下につながる。図一七の含泥率の急激な変動は、主に底質の堆積厚さに起因している。また、ポンプで吸引できないビニールやワイヤー、大きな瓦礫などの障害物も含泥率低下の要因となる。写真一三と四に、サンドポンプバックホウ浚渫の作業状況を示す。

8. 水質監視の計測値

図一八はバックグラウンド地点と基本監視点の濁度、生活環境項目の測定結果である。基本監視点の濁度は、バックグラウンド地点より0.5～1.0度大きくなる程度の付加濁りであった。また、生活環境項目のpH(測定値7.2～8.0、基準5.8～8.6)、COD: 8.0 mg/L以下、DO: 2.0 mg/L以上の水質基準を満足できている。

ただし、図一九の補助監視点の濁度は1.0～2.0度を記録、基本監視点より濁度が大きい。浚渫区域は雨水の流入があること、閉鎖水域であることから基本監視点より従来の濁度が高い傾向にあると推察される。



図一八 基本監視点濁度と生活環境項目

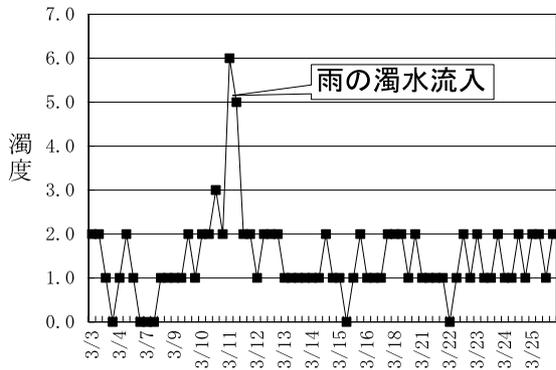


図-9 補助監視地点の濁度

3/10 から 3/11 にかけて濁度が急激に上昇しているのは、雨による濁水が流入したためであり、この傾向が顕著に出ている。長期的な工事区域の水質監視情報がないため、運河そのものの水質や浚渫の付加濁りを正確に評価できないが、汚濁防止膜内の浚渫近傍で測定した濁度も補助監視点と同程度であったことから、工事による濁りの拡散がほとんど発生していないと評価できる。また、浜離宮庭園への観光客が多いことから、臭気の測定も行った。臭気判定士による計測結果は、臭気強度は 0、臭質は無臭、臭気指数は 10 未満であり、大気への拡散についても影響がないと考えられる。

工事中に基本監視点で採水した環境水のダイオキシン類濃度は 0.17 pg-TEQ/L であり、完了後の浚渫区域の河川水濃度は 0.38 pg-TEQ/L であった。さらに、図-1 の A1 地点における完了後底質のダイオキシン類含有量も 62 pg-TEQ/g と環境基準以下を示した。前例の少ない汚染底質の対策であったが、最適な浚渫工法の選定、汚濁抑制吸引口により、環境に影響を与えることなく安全確実に汚染底質を除去できた。

9. 汚濁抑制浚渫まとめ

汚濁抑制吸引口は、狭隘な場所で汚濁を抑制し、空き缶程度の大きさの障害物に対応できる。しかし、独特の吸泥方式なので含泥率が低く、中間処理では大量の濁水を処理しなければならない。また、古タイヤやビニール、ワイヤーなど大きな障害物は吸引できない。事前に大きなゴミを除去しなければならない。今後、高濃度の浚渫方法や大きな障害物への対応など、さらに、吸泥装置に改良を加え安全性と施工性を高めなければならない。

10. 中間処理

中間処理は汚染底質の最終処分を効率的かつ経済的

に行うことを目的とし、それを細分化すると、①処分土量の減容化（分級・脱水処理）②溶出・巻き上げ抑制と安定化、③周辺環境、作業環境のリスク低減化（固化安定処理）となる。

(1) 分級・洗浄

分級・洗浄は、ダイオキシン類が底質中において間隙水中よりも土粒子表面積の大きな細粒分、すなわち、粘土・シルトに多く付着しているため、浚渫汚泥を細粒分と粗粒分に分別し、細粒分を抽出スラリー化するために行う。図-10 に中間処理フローを、写真-5 に採取した地山底質、写真-6 にサイクロン分級設備、写真-7 にそれぞれに分級後のゴミ（落ち葉等）と粗粒分（砂）を示す。なお、中間処理により分級した砂のダイオキシン類含有量は、21 pg-TEQ/g であったので、一般の土質材料として利用できる。

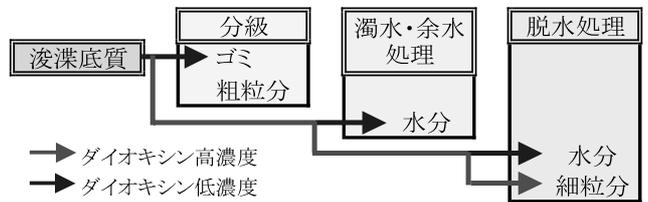


図-10 中間処理の流れ



写真-5 地山底質



写真-6 サイクロン設備

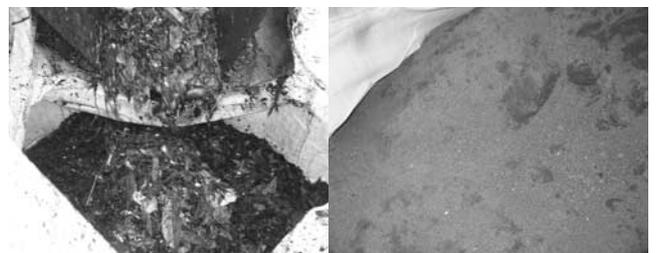


写真-7 分級後のゴミ（落ち葉）と粗粒分（砂）

(2) 濁水処理

中間処理施設からの排水水質が関係法令における排水基準を満足させる必要がある。本工事では「ダイオキシン類対策特別措置法」による排水基準 10 pg-TEQ/L 以下を満足させるものとした。また、余水処理方式は、事前にジャーテストを行い凝集沈殿方式と

した。この方法は、分級・洗浄後の泥水に無機凝集剤を添加し、濁水処理装置により細粒分を含むスラリーと上澄み水に分離、上澄み水を余水処理する。写真—8に処理状況を示す。放流水は事前に濁度とダイオキシン濃度との関係を把握し、濁度 25 度を管理基準と定め 4 回/日濁度を測定した。処理水の分析結果は表—3に示すように、排水基準を満足できている。



写真—8 余水処理状況

表—3 処理水の測定分析結果

試験項目	単位	基準値	測定値	判定
ダイオキシン類	pg-TEQ/L	10 以下	0.37	OK
濁度	度	25 以下	9 ~ 20	OK
SS	mg/L	120 以下	22	OK
pH		5.6 ~ 8.3	6.6 ~ 7.2	OK

(3) 脱水処理

スラリーを脱水した処理土を第3種建設発生土相当 ($q_c \geq 400 \text{ kN/m}^2$) とする必要があったので、圧搾式高圧フィルタープレスを採用した。特徴は、従来型に圧搾機構を付加することにより、脱水直後に強度増進が望めること、短い時間で脱水できることである。その工程は、調整泥水をポンプ圧力によりフィルターに打込む一次打込み、所定量打込み後の加圧圧搾の二次脱水である。

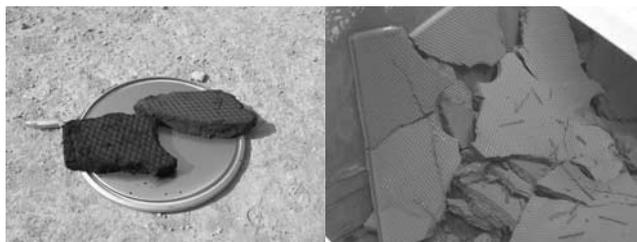
写真—9に中間処理施設全景を写真—10に圧搾中のしぼり水、写真—11に脱水ケーキの外観を示す。実施工では脱水処理を 23 バッチ実施し、打込みから圧搾、開枠までの 1 サイクルの所要時間は、スラリー濃度による変動を受け、最長 2 時間 20 分、最短 1 時



写真—9 中間処理施設全景



写真—10 ろ水排水



写真—11 脱水ケーキ

間 30 分、平均 1 時間 50 分であった。脱水ケーキのダイオキシン類含有量は基準値（土壌） 1000 pg-TEQ/g や監視基準値 250 pg-TEQ/g に対し、 $130 \sim 110 \text{ pg-TEQ/g}$ と小さく、かつ、脱水ケーキの溶出量は判断基準 10 pg-TEQ/L （港湾局）、あるいは、 1 pg-TEQ/L （河川局）に対して 0.044 pg-TEQ/L と小さく分析計量された。また、脱水ケーキの強度特性の指標であるコーン指数は最大 681 kN/m^2 、最小値 526 kN/m^2 、平均 624 kN/m^2 と全て第3種建設発生土の指標値 $q_c=400 \text{ kN/m}^2$ 以上であった。

11. おわりに

圧搾式高圧フィルタープレスによる中間処理で、分級した砂および濁水処理した放流水は、ダイオキシン類含有量、溶出量に関する基準値を満足することが出来た。さらに、脱水ケーキも同様の基準値や判断指標を下回り、目標のコーン指数が得られたので、そのまま土質材料として再利用することができる。今後、様々な汚染濃度や土質の浚渫土に関して実績を積み、底質の有効利用や対策のコスト縮減に寄与したいと考えている。

JICMA

【筆者紹介】
吉田 将（よしだ まさし）
東洋建設株式会社
関東支店 土木技術部長



人工海底山脈の築造と施工管理について

今村一紀・田中孝行

人工湧昇流を発生させ広域的な漁場整備を行うために実施する人工海底山脈の築造工事は、沖合・大水深の厳しい施工条件の中、作業船等の位置誘導や投入後の石材（ブロック）が潮流による影響を受けて着底位置が予測しづらい等の問題がある。本稿では、長崎西部地区広域漁場整備工事において開発・導入した統合システムについて紹介する。

キーワード：湧昇流、海底山脈、大水深、統合システム

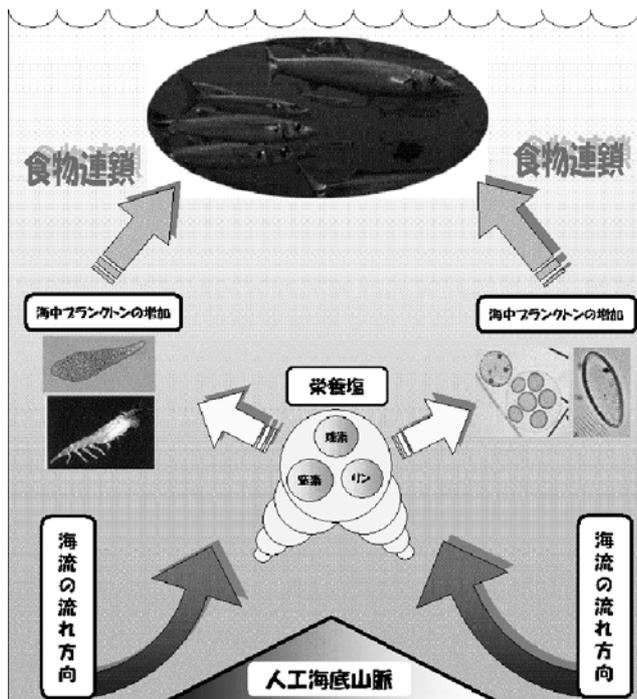
1. はじめに

近年、我が国の漁獲高の減少傾向が心配されており「獲る漁場」から「つくり、育てる漁場」への転換を図ろうという「人工湧昇流漁場」の試みが進められている。人工海底山脈の築造工事とは、石材やブロックを海底に投入して大規模な人工海底山脈を築造し、その山脈の効果により海底から表層に向かって上昇する流れ（湧昇流）を発生させ、海底の栄養塩（珪素・窒素・リン等）を太陽光の届く表層近くまで運び、植物プランクトンを増殖させ、食物連鎖による新しい漁場

を形成しようとするものである。

図—1にイメージ図を示す。

人工海底山脈の築造工事は、沖合・大水深の厳しい施工条件の中、作業船等の位置誘導・管理が困難なこと、投入後の石材（ブロック）が潮流による影響を受けて着底位置が予測しづらいこと等の問題がある。当社では、それらの問題を解決するために「堆積形状予測技術」「流向流速計測技術」「船位置誘導技術」「堆積形状計測技術」を組み合わせた統合システムを導入して、長崎県西部地区広域漁場整備工事（五島西部工区）において施工を行った。



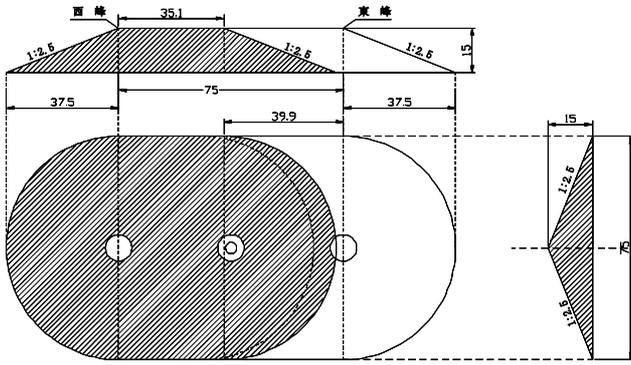
図—1 人工海底山脈イメージ図

2. 工事概要

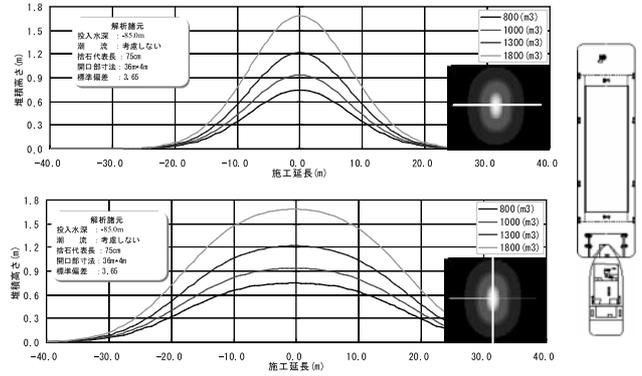
本工事は、長崎県五島列島（福江島）西沖合に石材



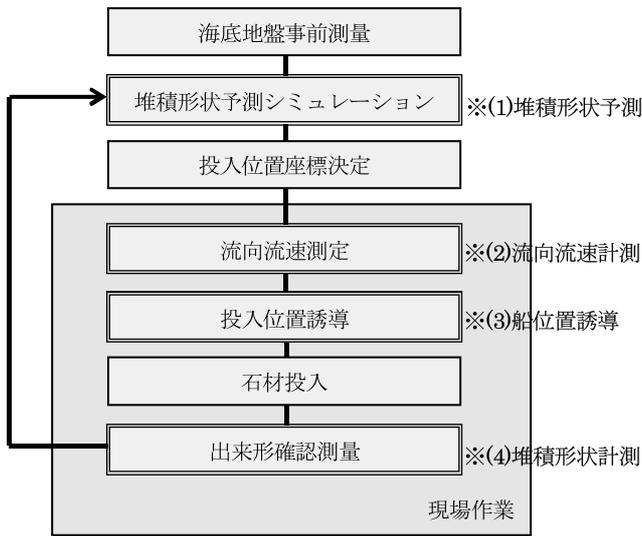
図—2 石材運搬経路図



図一三 海底山脈形状



図一五 堆積形状モデル (上…左右方向 下…前後方向)



図一四 施工フロー

を投入して、最大水深約 85 m の海底地盤に人工海底山脈を築造し、湧昇流を発生させて広域的な漁場整備を行うことを目的としている。投入する石材は、五島市柗島において全開式バージ (1300 m³ 積) に積み込んだ後、柗島～田ノ浦瀬戸～岐宿町黒崎鼻北沖合までの運搬距離約 30 km を曳航して投入を行う。図一2 に運搬経路、図一三に海底山脈の形状、図一四にこの工事における施工フローを示す。

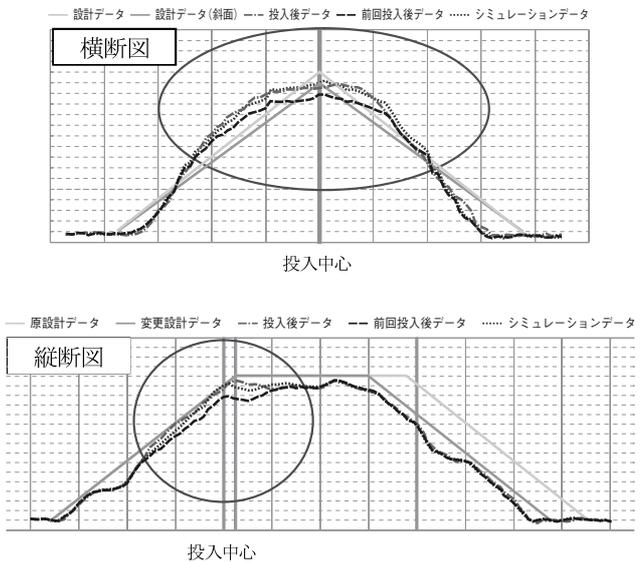
3. 統合システム

(1) 堆積形状予測システム

「堆積形状予測システム」は、1 投毎に諸条件 (石材重量・水深・海水密度・バージ形状等) をもとに算出した石材堆積形状予測モデルにより、その投入結果を予め予測し、得られた事前測量結果と重ね合わせて投入シミュレーションを行うシステムである。その結果をもとに次回の投入位置を決定した。

図一五に堆積形状モデルの断面図を示す。

事前測量成果 (前回測量成果) に堆積形状予測モデ



図一六 シミュレーション比較断面図

ルを重ね合わせた断面図を図一六に示す。

シミュレーション結果と投入後の測量成果は、ほぼ一致していることがわかる。

(2) 流向流速計測システム

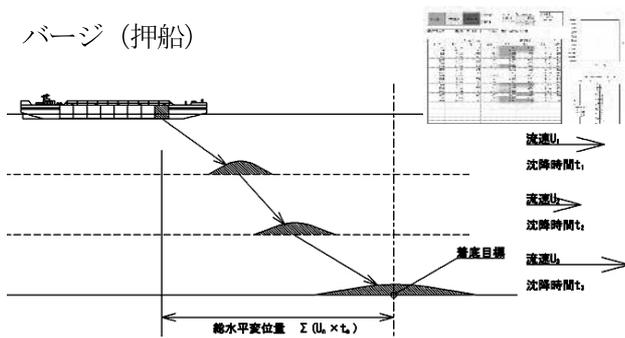
「流向流速計測システム」は、石材を投入し、着底するまでには現場海域の潮流の影響を受けるため、超音波式流向流速計 (ADCP) を用いて投入時の流向流速を測定し、その測定結果より投入から着底までの石材の挙動をシミュレーションする落下挙動シミュレーションから水平移動量を算出するものである。

落下挙動シミュレーションは、水深を等間隔に区切った上で、各層の平均流速と沈降時間のかけ合わせを行い、各層における水平移動量を算出し、その移動量を足し合わせた変位量を投入位置の補正值として採用した。

写真一1に流向流速計測状況と図一七に落下挙動シミュレーションイメージを示す。



写真一 流向流速計測状況



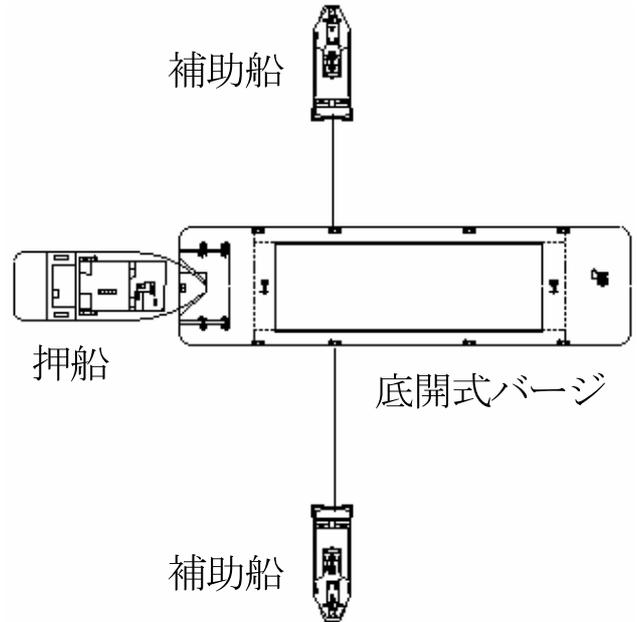
図一七 落下挙動シミュレーション

(3) 船位置誘導システム

「船位置誘導システム」は、流向流速計測システムにより算出された投入目標位置へバージを誘導するため、目標までの移動量や船位をリアルタイムにモニタリングし、誘導を行うものである。この工事では、底開式バージによる直投方式を採用しており、投入にはバージが開き始めて投入完了するまでに約 20～40 秒の時間を要する。そのため投入目標位置にバージを静止させる必要があることから、図一八に示すように補助船を使用してバージの位置誘導・定点保持を行った。

以下に投入時のイメージ図と船団の写真(写真一2, 3, 4)を示す。

位置誘導システムには、当社が開発したシーハンターシステムを採用した。このシステムは、ネットワーク型高精度 DGPS 測位システム「StarFire」を採用することで「いつでも、どこでも」高精度に位置誘導・管理を行うことが可能である。「StarFire」は、全世界をカバーする広域高精度な DGPS であり、静止衛星からの補正情報を受信して測位可能なため、従来型の DGPS と同様、基準局を新たに設置する必要がなく水平精度 15 cm 以内を実現する。このシステムは、



図一八 投入方式



写真一2 底開式バージ・押船



写真一3 補助船1



写真一4 補助船2

「StarFire」からの位置情報、GPS 方位計からの船体方位情報また風向風速計等の気象情報をデータ処理パソコンにて収集し、バージの船体寸法情報をもとに投入目標位置へのピンポイント誘導を行うものである。

図一九にシステムイメージ図と、図一十に系統図を示す。

また、このシステムは、投入位置へのコントロールを行う押船側での確な指示が行えるよう押船側システ

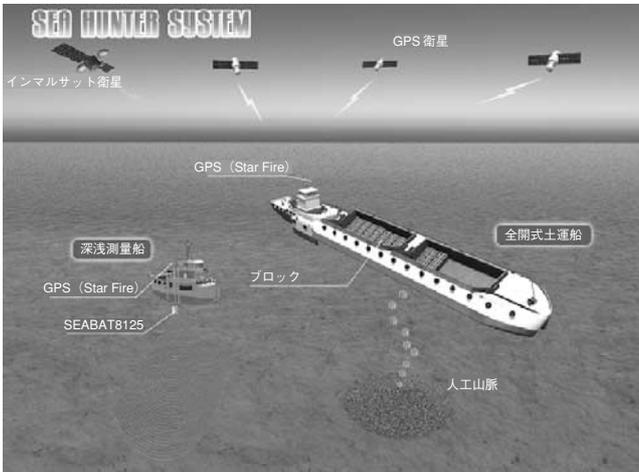


図-9 シーハンターシステム

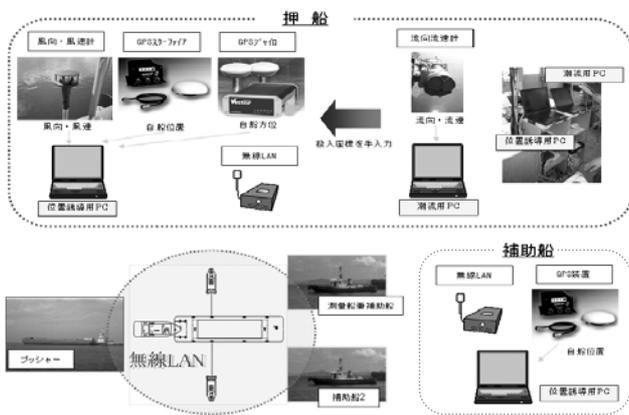


図-10 システム系統図

ムと補助船側システムを無線LANでつなぎ、各船において共通の画面を表示させ、各船の情報を共有することにより投入位置精度の向上を図った。

図-11 に位置誘導システム画面を示す。バージ(押船)と補助船および投入目標位置を表示させることにより、投入位置までの誘導を効率よくアシストする機能を有している(写真-5)。

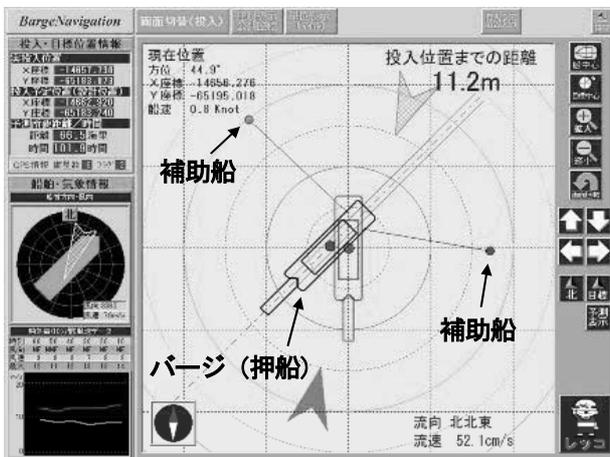


図-11 位置誘導システム画面

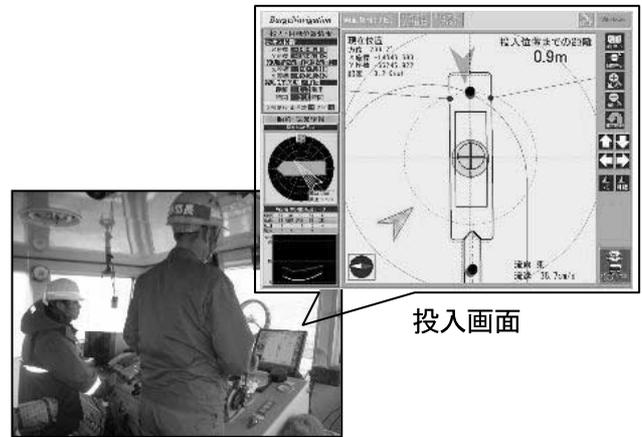


写真-5 投入状況

(4) 堆積形状計測システム(ペルーガシステム)

堆積形状計測システムは、石材投入後の堆積形状を詳細に把握するために実施する深淺測量であり、ペルーガシステムにより実施した。

ペルーガシステムは、船体位置を計測するGPS「StarFire」、船体方位を検出するGPS方位計、船体の動揺を補正する動揺補正装置、水深の計測を行うナローマルチビーム測深ソナー、各々の機器からのデータ収集・記録を行うパソコンで構成されている。

図-12 にペルーガシステムの構成および、写真-6 に測量状況を示す。

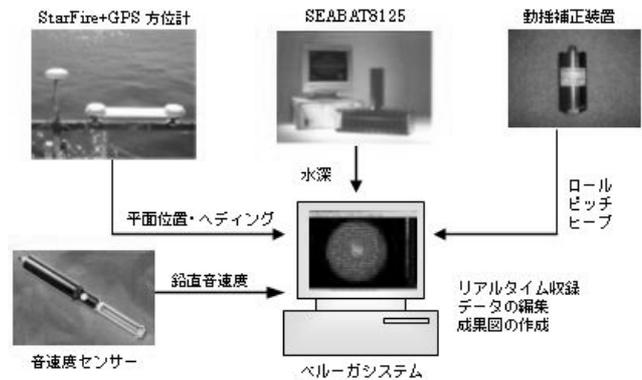


図-12 ペルーガシステム構成

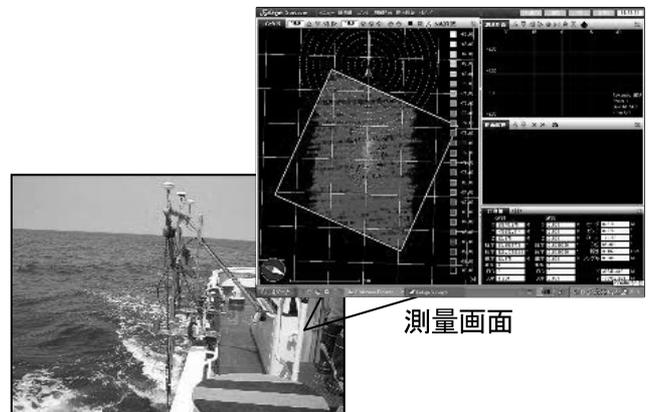
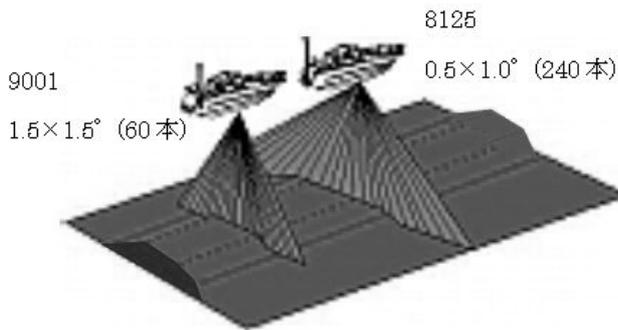


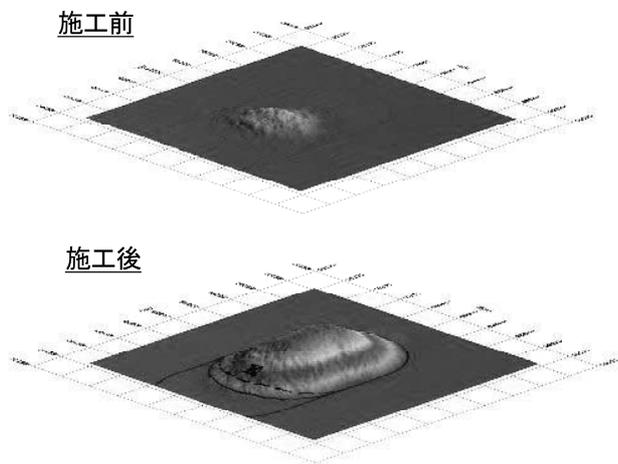
写真-6 測量状況

ナローマルチビーム測深ソナーは、高精度かつ広範囲に計測が可能な Seabat8125 を採用した。

Seabat8125 は、従来の Seabat9001s や 8101 と比較して、音波のビーム幅が 0.5×1.0 度と狭く、また扇状に 240 ビーム同時に計測可能である。そのため人工海底山脈の詳細な形状データを取得することが可能となった。



図—13 ナローマルチビーム測深イメージ



図—14 測量成果（鳥瞰図）

図—13 に測深状況のイメージ図、また図—14 に海底山脈の測量成果（鳥瞰図）を示す。

4. おわりに

本施工は、9月から12月にかけて3ヶ月間に渡り実施された。冬場を迎えるにあたって気象・海象条件がより厳しくなる条件のもと、各施工技術の統合システムを採用することで、非常に精度良く、また効率よく投入を行うことができ、システムの有効性が十分実証される結果を得ることができた。

今後は、多様化する現場のニーズに応え、施工の高精度化や効率化については、コストダウンに結びつけるために、今まで蓄積されたノウハウや過去の実績をもとに、更なる厳しい施工条件下での工事にも取り組んでいきたいと考えている。

最後に本工事施工にあたり、事業主体の長崎県（水産部）、施工管理の水産土木建設技術センター、元請の田浦・三浦JVにご協力を頂き、ここに感謝の意を表します。

J|C|MA

[筆者紹介]

今村 一紀（いまむら かずき）
東亜建設工業㈱
土木事業本部 機電部 電気グループ



田中 孝行（たなか たかゆき）
東亜建設工業㈱
土木事業本部 機電部 電気グループ



サンゴ群体の船舶による長距離運搬技術の開発

安藤 亘・山本 秀一

日本最南端に位置する沖ノ鳥島はサンゴ礁で形成される島であるが、サンゴの種類数は少なく、群体も小さいことが確認されている。水産庁は、水産資源の利活用面から沖ノ鳥島のサンゴの維持・拡大を目的としてサンゴ群集の種苗生産技術と増殖技術開発を行うこととした。技術開発の一環として、有性生殖を利用した種苗生産技術の開発を計画し、沖ノ鳥島産のサンゴ群体をもとに沖縄で種苗生産するため、親となるサンゴ群体を長距離運搬することとした。

本報では、サンゴ群体を沖ノ鳥島で採取し、船上で飼育しながら慶良間諸島の阿嘉島まで約 1,100 km を船舶によって長距離運搬した技術について紹介する。

キーワード：サンゴ礁の修復と再生、沖ノ鳥島、サンゴ群体、長距離運搬、種苗生産

1. はじめに



写真—1 沖ノ鳥島

沖ノ鳥島は東京より南南西に 1,740 km 離れる日本最南端の島で、南北約 1.7 km、東西約 4.5 km、周囲約 11 km ほどのコメ粒形をした北小島と東小島の 2 つの島からなる環礁である（写真—1）。我が国はこの島を基点として 40 万 km² の排他的経済水域（EEZ）を設定し、この島を国土として保全して資源を確保しているところである。

この島は気候が熱帯でサンゴ礁を基盤とする生態系が形成されている。しかし周辺の生態系から隔絶された孤島であるために、多様性が低く生物相は単調でサンゴ群集もそれほど多くない。また、水深 3,000 m 以上の海底から一気に立ち上がるため、台風や季節風に伴う波浪の影響を強く受ける厳しい環境条件にある。

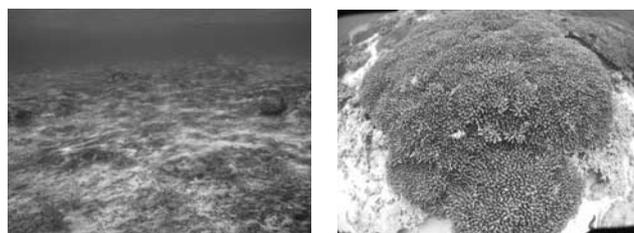
このような厳しい条件下におけるサンゴ増殖技術開発の一環として、沖ノ鳥島でサンゴ群体を採取し、船上で飼育しながら慶良間諸島の阿嘉島まで運搬し、阿嘉島のサンゴ種苗生産センターで種苗生産を行い、今度はその稚サンゴを沖ノ鳥島に移植する技術の開発を進めている。本報では、沖ノ鳥島で採取したサンゴ群体の船舶による長距離運搬技術について紹介する。

2. 沖ノ鳥島の特徴

本調査は 2006 年 4 月から 3 ヶ年の計画で、これまでに 4 回の現地調査を実施してきた。以下に沖ノ鳥島の特徴を示す。

(1) サンゴ礁

沖ノ鳥島のサンゴ礁について本格的に調査が始まったのは、ここ数年のことである。これまでの調査結果を整理して以下に示す（写真—2）。



左：礁嶺付近

右：礁内中央部

写真—2 沖ノ鳥島の海中景観

- ①造礁サンゴのミドリイシ属は、全体的に被度、出現頻度が低く、大型の群体が少ない。
- ②中央部、西・南部には限られた種からなる被度の高い区域がある。
- ③南・北部の水深の浅い礁嶺付近の平滑面にはほとんどサンゴが分布していない。
- ④礁外の水深 10～15 m 付近でサンゴの被度が高く、水深 80 m 程度まで分布するが、浅い水深帯には分布していない。

(2) 波浪・流況

5～8月までのサンゴの産卵時期における波浪流況を観測するために、2006年に礁内5地点に波高・流速計(WH-301, WH-302)を設置し観測した。また、5月と8月の現地調査中にはGPS付の漂流桿を放流し、礁内の面的な流れを把握した。この結果を以下に示す。

- ①西向きの流れが卓越している。
- ②潮位によって礁内の流況は異なる。
- ③満潮時は礁外からの波浪の影響を受けやすい。
- ④海表面と海底面上の流況は異なっている。

この他、既往の文献等によれば、冬場は北東からの風が卓越して西向きの流れとなり、台風の来襲する時期には進行方向に応じて異なった流れが卓越することがわかっている。

(3) 魚類・底生生物

魚類は礁内中央部のサンゴ群集の被度が高い区域で種類数、個体数ともに多く、ベラ科やニザダイ科、チョウチョウオ科、スズメダイ科が目立って多い(写真—3)。礁外には、カッポレやキンメダイ、アオノメハタなど肉食性魚類もみられた。



写真—3 礁内を遊泳する魚類の群れ

底生生物は薄い砂礫の上にクロナマコが、岩盤が露出する場所にシカクナマコが優占した。また、貝類は、シラナミ(シャコガイ科)、ギンタカハマ、チョウセンサザエ、ラクダガイ、ホラガイが確認され、特にシラナミが多かった。

3. サンゴ増養殖技術の概要

我々の考えるサンゴ増養殖技術は次のとおりである。サンゴは産卵後に受精して「プラヌラ幼生」となって海底の基盤に着生するまで数日間海中を漂っている。しかし沖ノ鳥島は海象条件が厳しいためほとんどが外洋へ流出してしまうと考えられる。また、周辺からの幼生の加入も期待できないばかりか、人為的な管理も困難な場所である。

そこで、我々は「沖ノ鳥島のサンゴをもとに沖縄で種苗生産し沖ノ鳥島に移植する技術」や「現地対策技術」を実験するとともに、これらを有効に実施するために必要となる「適地を選定する技術」を確立することを目指している。

4. サンゴ群体の長距離運搬技術

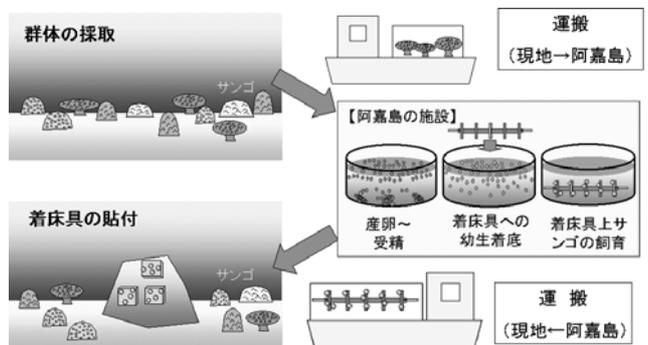
本報で紹介するサンゴの長距離運搬技術は、前述する「沖ノ鳥島のサンゴをもとに沖縄で種苗生産し沖ノ鳥島に移植する技術」に含まれる技術である(図—1)。図—2にサンゴ群体の長距離運搬フローを示す。

各項目の概要と留意点を以下に示す。

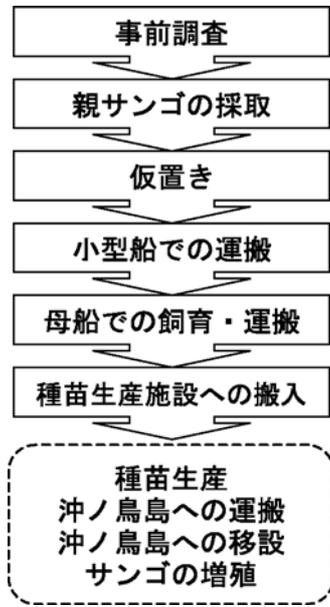
(1) 事前調査

対象種は造礁サンゴのミドリイシ属の中で、沖ノ鳥島で優占し成長の速い *Acropora tenuis*, *A. sp. 4*, *A. globiceps*? の3種とした(写真—4)。

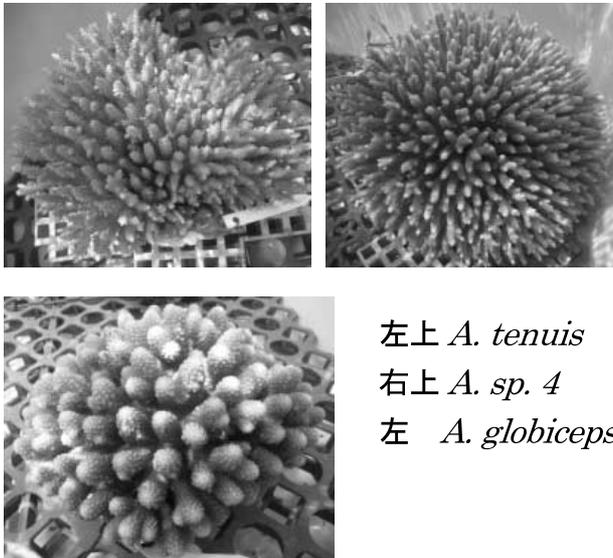
これら3種類のミドリイシ属は放卵放精型のため、基本的に他家受精させる必要がある。このため少なく



図—1 サンゴの種苗を生産し種苗を移設する技術



図ー2 サンゴの長距離運搬技術フロー



左上 *A. tenuis*
 右上 *A. sp. 4*
 左 *A. globiceps?*

写真ー4 対象としたサンゴ群体

とも同種3群体以上を探索し採取するサンゴを選定する必要があった。また、産卵可能サイズの長径を20 cm以上と設定し、食害等の損傷がないことにも留意する必要がある。特に親サンゴが沖縄へ搬入後に産卵するかどうかが重要であるため、サンゴの成熟度を下記の点に留意しながら目視により判定した。

- ①群体中央の枝の根元を折りその表面の卵の有無を確認する
- ②卵の大きさと赤みの帯び具合を確認する
- ③ポリプ表面での卵の見え具合を確認する

群体中央の枝の根元を選ぶ理由は古いポリプの方が産卵する可能性が高いためである。

(2) 親サンゴ群体の採取

採取に際して、選定した親サンゴの成育水深、採取時の水温、採取群体の外観や触手の伸長状況、群体サイズ、抱卵状況、周辺における同種の存在の有無、海底地形の状況に関する記録表（サンゴ採取カルテ）を作成した。このカルテは、その後の親サンゴの飼育条件となるもので、親サンゴにはカルテ番号付きのタグを取り付けている。

採取時には親サンゴに直接触れることを極力避けるようにした。これは表面を損傷させたり、体温を伝導させたりしないため、市販のゴム製手袋を用いた。また親サンゴをハンマーとタガネを用いて採取する時は、根元の岩盤周辺にタガネを差込み親サンゴへ振動が伝わらないように注意するとともに、採取後も基盤部分を持って運搬した。採取した親サンゴは緩衝材で包み蓋付きバケツに入れ、水中で蓋をして空気が混入しないようにした（写真ー5）。



写真ー5 親サンゴ群体の採取

(3) 仮置き

親サンゴはすぐに母船に搬入せず、採取時の衝撃や運搬によるストレスの緩和と、切断面の治癒を目的として、一定期間、波浪の影響の少ないノルの窪みに仮置きした。我々は6日間の仮置き後、母船に搬入した。なお、搬入時には白化や粘液の放出状況などを観察し

てストレス度をチェックしている。

(4) 小型船での運搬

蓋付きバケツは、小型船上で転倒しないように底の薄い舟形のコンテナに並べ、遮光ネットで覆って太陽光を遮光し、小型のバケツを用いて海水を散水しながら母船まで運搬した（写真—6）。



写真—6 小型船での運搬

(5) 母船での飼育・運搬

船上飼育用として容量2トンのFRP製水槽を母船（第七開洋丸：499t）のデッキに4個用意し、船の動揺で滑動、転倒しないように水槽を囲むように単管パイプを組み、水槽の四隅には木片を打ち込んで固定した。また時化や波浪による船の動揺で海水がこぼれ出さないよう上面をアクリル製の蓋で密閉した。この他、遮光ネット、水温上昇防止の霧状散水装置、水槽内の流れをつくる小型水中ポンプを装備した（写真—7）。



写真—7 母船に設置した水槽

母船での飼育は、母船に装備されているポンプから汲み上げた海水に塩素が含まれていることから、別途用意した揚水ポンプを船舷から垂らし直接海水を汲み上げ水槽に注水した。

搬入した親サンゴは、蓋付きバケツに入れたまま水槽に浮かべ、しばらくして蓋を少し開けつつバケツ内の海水が徐々に入れ替わるようにゆっくり水温と水質の馴致を行った。その後、水槽内で空気に触れないように取り出し、親サンゴ同士が接触しない配置をして基盤部分に小型ブロック等を添えて安定させた（写真—8）。母船での飼育条件は表—1に示すとおりである。

表—1 母船での飼育条件

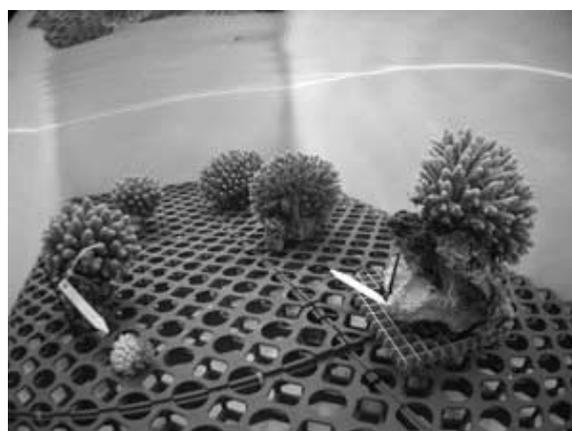
項目	数量等	内容
海水交換	2回/日または4回/日	水槽の1/3程度換水
光量	遮光率約65%	水槽上面に設置
水温	海水温よりもやや低い水温保持	日中の水温上昇を霧状散水装置で抑制
成育状況	目視観察	<ul style="list-style-type: none"> ・換水中に粘液の放出が見られた場合には即時注水を停止 ・常に白化状況、触手の動き、共生ガニの行動を指標に水質状況を確認



揚水ポンプ



霧状散水ホース



写真—8 母船でのサンゴ飼育

(6) 種苗生産施設への搬入

我々は沖ノ鳥島からサンゴ種苗生産センターのある

慶良間諸島の阿嘉島まで2日間かけて輸送した。搬入は早朝に実施した。母船の水槽から再び親サンゴを緩衝材に包んで蓋付きバケツに詰め込み小型船で岸壁まで運搬した（母船の吃水が深く阿嘉島の岸壁に接岸できないため）。岸壁で待つスタッフが施設まで運び込み母船の水槽へ搬入したのと同じように水温・水質の馴致を行なった後、阿嘉島種苗生産センターの水槽に親サンゴを固定した（写真—9）。



写真—9 親サンゴの陸上への搬入状況

(7) まとめ

一連のサンゴ長距離運搬から、サンゴは急激な水温変化や水質の変化、衝撃などのストレスに弱いことがよくわかった。特に水質については微量な塩素や有機物に反応して粘液を放出する行動がみられたので水質には十分注意する必要がある。また、沖ノ鳥島は通年28℃以上の水温が保たれているが、沖縄の場合には季節変化があるため、例えばサンゴの産卵期となる5月頃は沖縄ではまだ水温が低く沖ノ鳥島から運搬する際には水温馴致の徹底が必要である。サンゴの長距離運搬で留意する主な点は次のとおりである。

- ①できるだけストレスをあたえない状態で採取する。
ストレスをあたえてしまった場合は、無理に搬入すると他のサンゴにまで影響を及ぼすため、できるだけサンゴが健全な状態に戻るまで仮置きして様子を見る、あるいは別のサンゴを搬入することが望ましい。
- ②日中の水槽は水温が上昇しやすいので、30℃を目安に30℃以上が長時間続かないよう常に散水して水温の上昇を抑える。
- ③微量な塩素や有機物に反応するので、これらの混入をできるだけ避けるようにする。

5. 今後の展開

今回の技術開発調査により、船舶によるサンゴ群体の長距離運搬技術は概ね確立したものと考えられる。今後は、持ち込んだ親サンゴが産卵・受精して種苗を生産し、稚サンゴを沖ノ鳥島へ持ち帰るまで調査を続

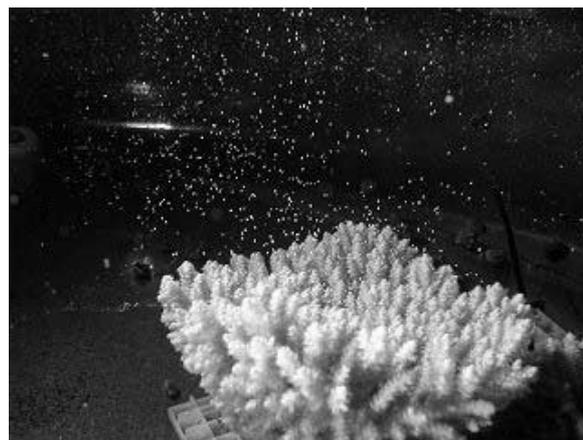
ける予定である。

長距離運搬技術は、沖ノ鳥島だけに適用できる技術ではない。技術開発の過程で得られた知見や技術は、これまでのサンゴ修復・再生技術のフォローアップにつながるものばかりである。また、我が国の土木技術者がこれらの技術開発に取り組み始めてまだ緒についたばかりであるが、技術のブラッシュアップや先駆的な取り組みをさらに進めれば、国際的に求められているサンゴ礁の修復・再生において我が国が先端をリードすることも期待できる。

6. おわりに

この沖ノ鳥島の調査に関しては、マスコミ等で取り上げられ国民、世界から注目を集めている。幸いにも運搬・搬入した親サンゴが6月と7月に産卵し、現在数十万の幼体を大切に飼育しているところである（写真—10）。今後も気を引き締めて技術開発に取り組む所存である。

最後に、本報は第4次沖ノ鳥島調査（平成19年6月25日～7月11日）中に執筆したもので、文中に至らぬところがあれば船酔いのせいとお許し願いたい。



写真—10 種苗生産センターでの親サンゴの産卵（平成19年6月産卵）

JCMA

【筆者紹介】

安藤 亘（あんど うわたる）
（社）水産土木建設技術センター
水産土木マネージメント研究所 調査研究部
主任研究員



山本秀一（やまもと ひでかず）
（株）エコー
沿岸デザイン本部 沿岸環境部 部長



水中バックホウの遠隔施工技術

熊 天 幸

昨今、機械化施工の各分野において、施工技術の安全性向上や効率化を目指した技術開発が活発に行われている。佐伯建設工業(株)は水中バックホウの開発を通じ、捨石均しなどの港湾工事における水中作業の機械化に取り組んできたが、更なる安全性向上や省力化には潜水作業に頼らない水面上からの遠隔施工が不可欠なものと考え、水中バックホウ遠隔施工技術の開発を行っている。これまでに各要素技術の検証や陸上実験を経て、実海域での機能確認を行っている。本技術は水中視界のない難視界域での遠隔施工を想定しており、視認不可能な水域で機械の触覚を利用した触像技術による状況認識を特徴とする。これにより陸上の遠隔操作技術のように目視やカメラ映像などの視覚情報に頼らずに施工することを可能としている。

キーワード：油圧ショベル、水中作業、遠隔操作、安全性向上、大水深

1. はじめに

水中バックホウは、水中作業における安全性向上や省力化施工を目指し開発されたもので、その活躍の場は年々広がっている。しかしながら、水中の濁りにより対象物の視認が困難な場合や、作業水深により潜水士の潜水時間が制限される作業では、作業効率や安全性の面で課題があった。

水中バックホウの遠隔施工技術は(独)港湾空港技術研究所、筑波大学岩田・矢野研究室と共同で開発を進めてきたものである。本技術ではオペレーターは陸上あるいは支援台船上で作業を行うため、潜水時間の制限もなくなる。また、これまで潜水士では施工が困難であった難視界水域での施工も可能となっている。本稿では遠隔操作技術の概要と実証実験の結果について述べる。

2. 研究開発の経緯

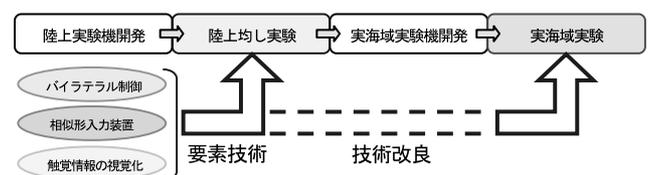
港湾工事における水中作業は、従来から潜水士による手作業に依存してきた。しかし水中での作業環境は陸上に比べると劣悪であり、このような水中作業を、より安全で効率的に行うことができる技術の確立が急がれていた。このような中、当社では水中バックホウについて、平成6年の実証実験を端緒とし、捨石マウンドの均し作業をはじめとする港湾域での水中作業に活用してきた。水中作業のうちで捨石均し作業に限定

すると、潜水士と比較して作業能力が6～8倍であり、安全性向上・省力化を実現している(写真—1)。しかし透明度の低い海域では著しく作業能力が低下するという問題点があり、濁りや浮遊物質により対象物の視認が困難な海域では、視界を補うための技術が必要であった。そこで、視覚情報が得られない状況でも機体の触覚情報を感知してバイラテラル制御によりフィードバックする遠隔操作システムを開発した。

共同開発(平成13～16年度)ではこれらの技術を用いて室内模型実験、小型バックホウによる陸上実験を行った。その後、長崎港において実海域実験を行い、その性能を確認した(図—1)。



写真—1 捨石均し (左：潜水士 右：水中バックホウ)



図—1 技術開発実験フロー

3. 陸上実験機の製作

水中での操作を前提に、遠隔操作に用いる要素技術や操作効率を確認するため、陸上実験機を製作した(写真—2)。実験機への改造に伴う搭載機器を表—1に示す。この実験機は、遠隔操作の他に通常の搭乗操作が可能で、遠隔操作と搭乗操作における作業効率や入力装置の比較を行った。

表—1 陸上実験機搭載機器

主要機器	パソコン	比例電磁弁	比例電磁弁制御モード	リモコン用ドライバ
計測機器	ポテンシオメータ	姿勢計測装置	ロードセル	磁気方位計
	関節角度計測用	本体傾斜角計測用	地面接触負荷計測用	方位角計測用



写真—2 陸上実験機 (0.09 m³ 級バックホウ)

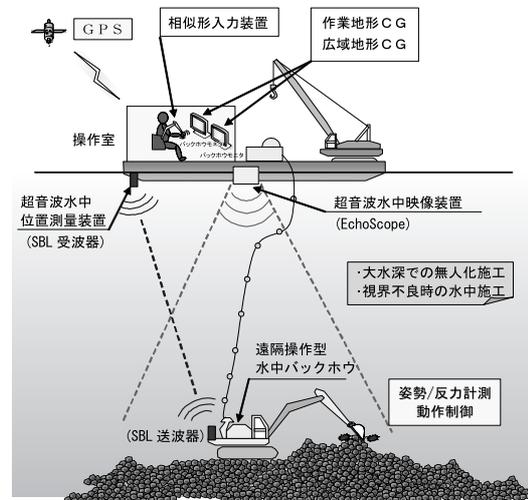
4. 遠隔施工技術の概要

透視度の悪い海域での作業や、作業中に濁りが発生する場合は、視界が遮られる問題が生じる。このような視覚情報の得難い水中環境においては、視覚に頼らずに周辺の地形状況や作業状況を確認し、機体の位置や姿勢を把握・認識できる技術が必要と考えた。

今回開発した遠隔施工技術は、以下に紹介するバイラテラル(双方向)制御技術、触像技術などと機体の姿勢や状態を計測する各種センサ及びGPSや水中超音波機器などの測量機器を組み合わせたシステムである(図—2)。

(1) バイラテラル制御

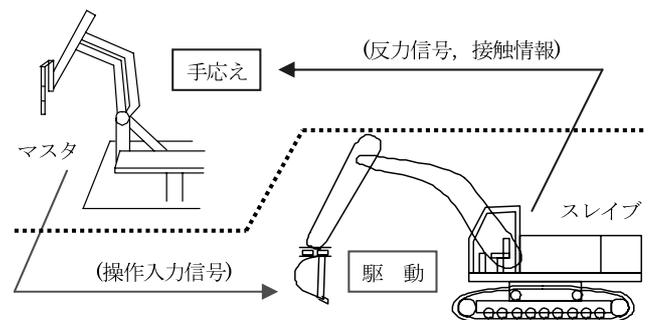
バイラテラル制御とは双方向で制御を行うことを意味しており、操作を指示するマスタ装置(入力装置)と、実機として作業を行うスレイブ装置(水中バックホウ)から構成され、マスタからの入力情報を伝達する制御系と、これとは逆向きに機体の動作に伴う反力などをスレイブからマスタへ伝達する制御系を同時並



図—2 水中バックホウ遠隔施工概念図

行に使用する制御方式をいう。

具体的には、マスタから位置制御の情報を操作入力信号としてスレイブへ与え、この信号により水中バックホウは駆動する。一方で作業中にバケットが地面へ接触した場合、アームとバケットの間に取り付けられた反力センサ(ロードセル)により接触を感知する。そして、この力の信号は操作入力装置に取り付けられたアクチュエータを介して操作員へ手応えとして伝達される。これにより操作員は離れた操作室に居ても現場の臨場感を体感でき、より現実的な操作が可能となる(図—3)。



図—3 バイラテラル制御概念図

(2) 相似形入力装置

写真—3に示す相似形入力装置は、バックホウのブーム・アーム・バケットといったフロント部を相似的に小さくした形状となっている。また、ブーム・アーム・バケットに対応した3つの関節を有し、オペレーターは先端のバケットに対応したペン状の把持部を持って操作する。各関節にはロータリーエンコーダが取り付けられており、入力装置(マスタ)の関節角度を計測している。マスタとスレイブに搭載しているパソコンでは、この関節角度を実機(スレイブ)のストロ

ークセンサから取得した角度と比較し、その差分に対応した制御電圧により比例電磁弁に指令を与えスレイブを駆動させている。

通常のバックホウのような2本のジョイスティックによるレバー方式の操作では、ブームやアームを視認し状態を把握していなければ自由に操作することは困難である。これに対し、相似形入力装置はブーム・アーム・バケットと相似形であるため、視覚情報の得られない環境下で作業するバックホウの姿勢を、直感的に把握できる利点がある。さらに各関節には反力を伝えるためのアクチュエータが取り付けられており、バックホウからフィードバックされた力覚を手応えとしてオペレーターに伝達する。



写真一 3 相似形入力装置

(3) 各種センサ

濁り等により視覚情報の得られない環境で、水中バックホウの状況を把握するためには、センサが重要な役割を担っている。遠隔操作に必要な情報には、主に水中バックホウの位置情報と姿勢情報、そして反力信号を受け取るための接触情報がある。これらをセンサにより計測することによって、演算で求めた施工位置や高さをリアルタイムで船上のモニターへ表示する。

(a) 位置情報

水中バックホウの位置情報は、GPS等によりその位置座標が明らかになっている台船上の超音波位置測量装置（SBL受波器）と、水中バックホウに取り付けた超音波水中位置測量装置（SBL送波器）との関係で機体の位置座標を決定する。この位置座標は潮位データおよび台船動揺データにより補正している。

(b) 姿勢情報

姿勢情報は、以下のセンサを用いて得られる。

①水中バックホウの関節角度

シリンダストロークセンサによる計測

②上部旋回体方向

磁気方位計による計測

③下部走行体方向

近接センサによる計測（上部旋回体との差）

④水中バックホウの傾斜

姿勢計測装置による計測（制御機器密閉ボックスに搭載）

(c) 接触情報

接触情報は、バケットとアームの間に取付けたロードセルによって地面と接触した場合の荷重を検知することで得られる。この情報は相似形入力装置へ反力としてフィードバックされ、相似形入力装置を操作するオペレーターは手応えとして認識することができる。

(4) 触像技術

触像技術とは前述の接触情報を姿勢情報、位置情報とあわせて船上のモニターにCGで表示（図化）する技術である。

(a) 触覚情報の視覚化

水中作業において周辺状況や作業機械の状態などの確認は、潜水士による目視または水中テレビカメラ等の光学機器による映像を使用するのが一般的である。しかし本技術では、「見えない状況」を前提とし、光学機器には頼らず機械の触覚を用いて周辺状況を視覚化する技術を考案した。

これは Augmented Reality 技術（以下 AR）を用いたもので Virtual Reality（以下 VR）の一種である。ARとは強調現実感と訳され、VRが現実感を高めるのに対してARは必要な情報のみ抽出し、人間に理解しやすい形状で提示するという意味である。

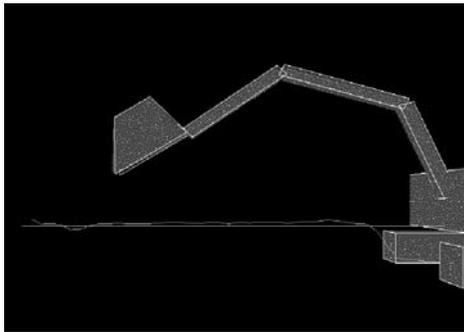
つまり、暗闇で人が手探りで周囲の物や状況を把握するように、バケットが接触した情報（触覚）の積み重ねをCGとして図化し、人が視覚で理解できる形に変換して作業状況等を認識しやすいようにした。

(b) 技術概要

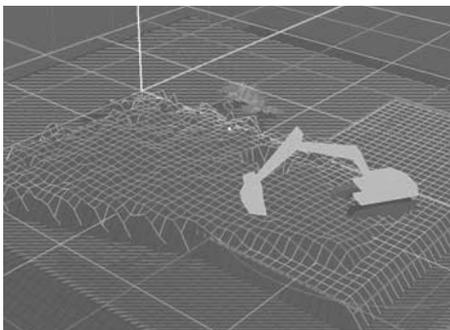
GPSやSBLなどの測量機器から得た水中バックホウの位置情報と、方位計、姿勢計測装置及びシリンダストロークセンサからバックホウの状態をCGで船上のモニターに表示し、同時にバケット先端の3次元座標を演算する。そして、バケットとアームの間に取付けたロードセルにより、バケット先端が地盤や作業対象物に接触したことを感知し、このときのバケット先端座標をCGとして表示する。この繰り返しと蓄積により、船上のモニターで触覚によって得た地形が確認できるようになる。これにより、オペレーターは船上のモニター画面をみながら地盤状況をリアルタイムで確認することができ、映像で視認不可能な環境下でも施工断面や周囲の状況を確認しながら遠隔施工ができ

る。

また、更新されたデータは作業終了時には出来形データとなるため、従来の捨石均し前に行う丁張り作業や、均し作業終了後に行う出来形測量も不要となる。図一4に機体前方の施工断面CG画像を、図一5にバックホウ周辺地形CG画像を示す。オペレーターはこの2つのCG画像を見ながら操作を行う。



図一4 モニター画面1 (施工断面)



図一5 モニター画面2 (3次元鳥瞰図)

5. 陸上実験

(1) 実験条件

陸上実験機と前述した各要素技術を組み合わせて遠隔操作における石均し作業実験を陸上で行った。実験はバックホウのバケットが十分に届く2.3 mから3.5 mの範囲内で行い、旋回範囲左右30°内で均し作業を行った。オペレーターは作業場所を直接目視不可能な制御室から操作を行い、CGによる施工断面が設計断面とほぼ一致したと判断できた時点まで均し作業を行った。

実験では相似形入力装置を使用し触像によるCG画面を視覚情報とした遠隔施工システムを用いた石均し結果と、オペレーターが搭乗して操作する通常の施工結果を比較した。実験では任意の形状に盛った碎石の山を、目標高さを設定して均し、施工精度・施工に要した時間を計測した。

表一2 陸上実験結果

単位：mm

		平均高	標準偏差	最大	最小
搭乗操作	施工前	+ 272	± 106	+ 508	- 12
	施工後	+ 6	± 19	+ 91	- 57
遠隔操作	施工前	+ 259	± 98	+ 539	- 54
	施工後	- 20	± 23	+ 84	- 106



写真一4 遠隔均し実験 (左：施工前 右：施工後)

(2) 実験結果

均し作業は各5回ずつ行い、 $13 \times 13 = 169$ 点について平均高さと標準偏差および最大値、最小値により評価した。表一2に目標高さを±0とした結果を示す。

触像を用いた遠隔操作において凹凸の最大差は106 mmとなり、実海域における捨石荒均しの許容誤差±300 mmの基準内での施工ができた。また、標準偏差は搭乗操作と比較して4 mmの差であり、本システムは搭乗操作と同等の施工精度を有していることが確認できた。

また施工に要した時間から施工能力を算出したところ、遠隔操作では平均約4.0 m²/hとなり、搭乗操作の約60%の能力となった。この理由として均し作業完了後に均し面全面においてバケットの接触情報から3次元座標を取得し、出来形の確認を行った施工手順が影響しているものと考えられる。遠隔操作ではこの接触情報により測量作業が完了しており、搭乗操作のように事前の丁張り作業や作業終了後の出来形測量が必要なくなることから、遠隔操作による施工能力においても、搭乗操作とほぼ同等の能力を有していることが確認できた (写真一4)。

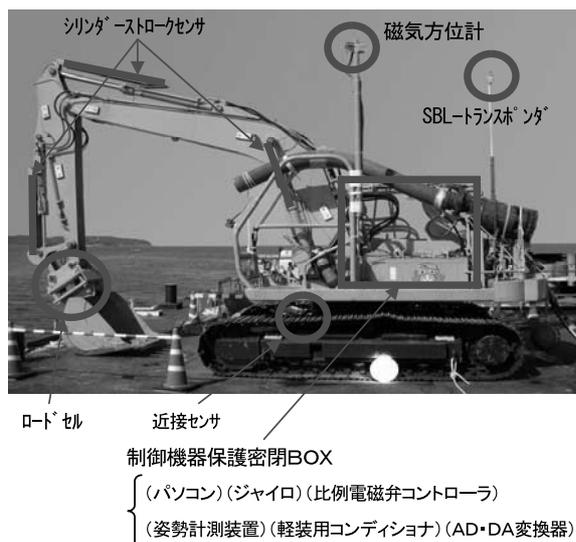
6. 実海域実験

(1) 水中実験機

陸上実験の結果から遠隔施工システムの有効性を確認することができ、触像による地形認識の有効性が確認された。しかし実施工での捨石均し作業とスケールが異なるため、実海域における均し実験によりその効果を確認する必要がある。そのため実海域における

有効性の確認を目的として、水中実験機を製作した。実験機は当社の所有する水中バックホウ「ビッグクラブ3号」(0.5 m³ 級) を遠隔操作型に改造することで対応した。

主な搭載機器を写真—5に示す。



写真—5 実海域実験機「ビッグクラブ3号」

(2) 実験条件

実験は長崎県長崎市神ノ島沖防波堤の-16.5 mの捨石マウンド上で行った。透視度5 m、潮流0~0.3ノットの非常に穏やかな海域で行った。捨石の大きさは5~100 kg/個である。実験範囲は10 m × 10 mの100 m²を施工目標とし、バイラテラル制御による遠隔操作と潜水士搭乗操作を比較した。

(3) 実験結果

均し作業は搭乗操作において25 m²、遠隔操作においては32 m²の施工を行った。遠隔操作では平均基準高+17 cm、標準偏差は±8.1 cmとなった。出来型ではほとんどが+10 cm~+20 cmの間に入っており、さらに基準高±0 cmを下回った点は1箇所だけだった。このように平坦に均すという作業に関しては標準偏差からも分かるように十分な能力を有していると言える。また搭乗操作と比較しても同等の能力となった。

表—3 実海域実験結果

	平均値	標準偏差	施工能力
遠隔操作	+17 cm	±8.1 cm	25.6 m ² /h

時間当たりの施工能力は遠隔操作で25.6 m²/hであり、本実験海域における潜水士搭乗型水中バックホウの積算基準から算出した施工能力27.6 m²/hと比較し

ても見劣りのない数値となった(表—3)。

このように本実験により、テレビカメラ等による視覚情報が得られない透視度の低い海域や、大水深の施工条件において、この遠隔操作システムが有効であるということが実証された(写真—6)。



写真—6 実海域実験(左:作業状況 右:出来形)

7. おわりに

水中バックホウの遠隔施工技術は、現場周辺の海底地形情報などを作業中に機体を通じてリアルタイムに把握することで、視覚情報の得られない水域でも的確な遠隔操作、水中作業の省力化、安全性の向上が図れる。また、これまで潜水士では施工が困難であった大水深作業においても、遠隔操作により施工可能となる。当社では今回開発した要素技術を応用して、災害時における危険地帯での遠隔施工や、大水深での潜水時間に制限されない長時間施工など個別のニーズに対応しながら実用化に向けた技術改良を進めたいと考えている。

本技術の開発にあたって共同研究を実施した(独)港湾空港技術研究所並びに筑波大学岩田・矢野研究室には多大なご指導をいただき、また実海域実験においては、国土交通省九州地方整備局 長崎港湾・空港整備事務所にご協力をいただいた。文末ながらこれら関係各位の方々に感謝申し上げる次第である。

《参考文献》

- 1) 平林文嗣, 山本 恭, 酒井 浩, 秋園純一, 内海 真: 相似形入力装置を用いた遠隔操作型バックホウの操作効率, 港湾空港技術研究所資料, No.1065 2003年12月
- 2) 平林文嗣, 山本 恭, 酒井 浩, 加藤英夫, 横井 博: バイラテラル操作系を用いた次世代水中作業機械システムの構築に関する研究, 港湾空港技術研究所報告, Vol.44 No.4 2005年12月



【筆者紹介】

熊 天幸(くま たかゆき)
佐伯建設工業(株)
建設本部
土木部
課長代理



みえ尾鷲海洋深層水取水・送水施設の整備

奥村英仁・堀哲郎・藤原龍雄

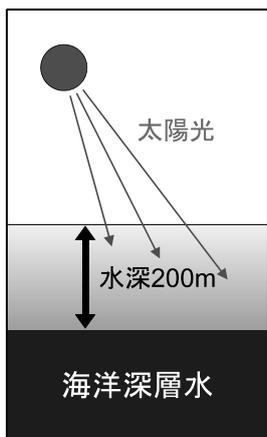
昨今、大手メーカーでも有用な素材として商品への活用が進められるなど、海洋深層水は新しい産業資源として注目され、定着化してきている。そのような中、海洋深層水を取水／分水する施設の整備が全国各地で進められている。三重県尾鷲市でも基幹産業である水産業への利用のほか、様々な分野での産業利用による地域振興を図るべく、みえ尾鷲海洋深層水取水・送水施設が整備され、2006年4月より供用が開始された。取水管路延長は12.5kmと海洋深層水取水施設としては世界最長であったにも係わらず、その敷設には最先端技術を導入し、超短工期での施工を実現した。

キーワード：尾鷲市、海洋深層水、取水管、DPS

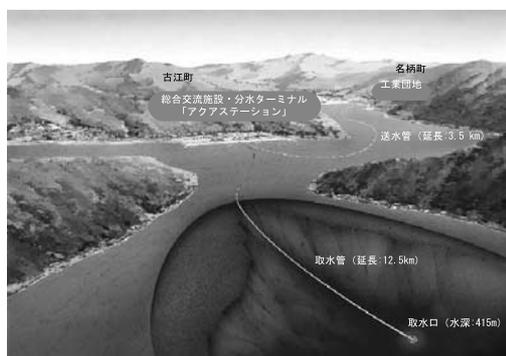
1. 海洋深層水とは

太陽光の届かない概ね200m以深の海水を「海洋深層水」として取り扱うのが一般的となっている。海洋深層水の特徴は、「表層海水」との比較によりこれまで

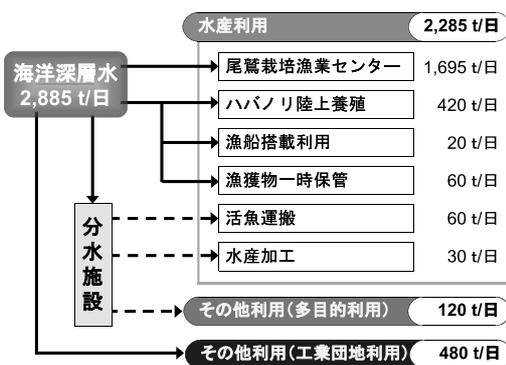
に明らかになっているものとして、「低温安定性」、「清浄性」、「富栄養性」の3つが挙げられる。最近ではこの3大特性に加え、これだけでは説明できない様々な効果が見られ始めたこともあり、科学的知見は得られていないものの、「熟成性」、「ミネラル特性」といった特性も提唱されるようになってきている。



図一1 海洋深層水とは



図一2 みえ尾鷲海洋深層水鳥瞰イメージパース



図一3 海洋深層水利用計画フロー

2. みえ尾鷲海洋深層水の事業概要

尾鷲市では、豊かな自然、歴史文化を資源としてまちづくりを推進する中で、「みえ尾鷲海洋深層水」は、世界遺産に指定された「熊野古道」とともに、その中核となる資源と位置づけている。本事業は、水産庁の補助事業を導入して施設整備し、市南部の賀田湾にある古江漁港から三木崎沖尾鷲海底谷水深415mの地点まで12.5kmの取水管を敷設し、日量2,885m³を取水するとともに、三重県尾鷲栽培漁業センター、ハバ

ノリ陸上養殖施設、漁業組合魚市場、脱塩・分水施設、工業団地及び製塩工場(旧古江小学校)への送水を行うものである。既にこの海洋深層水を利用して多くの製品が商品化され、工業団地にも飲料水メーカーが製造工場を立地している。

3. みえ尾鷲海洋深層水の施設概要

(1) アクアステーション

海洋深層水分水，利活用の拠点となる施設で，取水・分水を集中管理する管理施設，脱塩施設，分水施設，展示室や体験学習兼セミナー室等の交流施設から構成される。

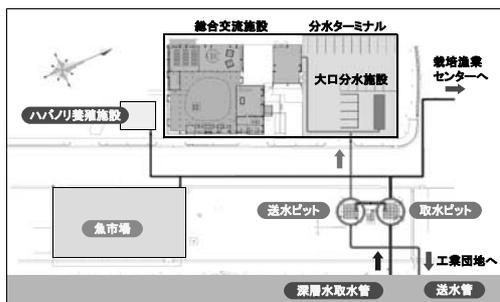


図-4 アクアステーション平面図



写真-1 アクアステーション外観

(2) 脱塩施設

2種類の脱塩方式（RO：逆浸透膜方式，ED：電気透析方式）を採用することにより原水から4種類の水を製造する施設を設けている。RO方式により淡水（塩分等の含有物を殆ど含まない脱塩水）と濃縮水（塩分等の含有物を濃縮した水），ED方式によりカルマグ水（ミネラル分は残し，主にNaClのみを軽減した脱塩水）と高ナトリウム水（主にNaClのみの濃縮した水）が製造される。



写真-2 脱塩施設内設備

(3) 分水施設

海洋深層水原水の他に脱塩施設で製造された4種類の水を供給する施設。利用者の要求に応じて活魚運搬など大容量の供給が可能な大口分水施設（原水供給能力：40 m³/時間）と，少量利用のための小口分水施設を設けている。



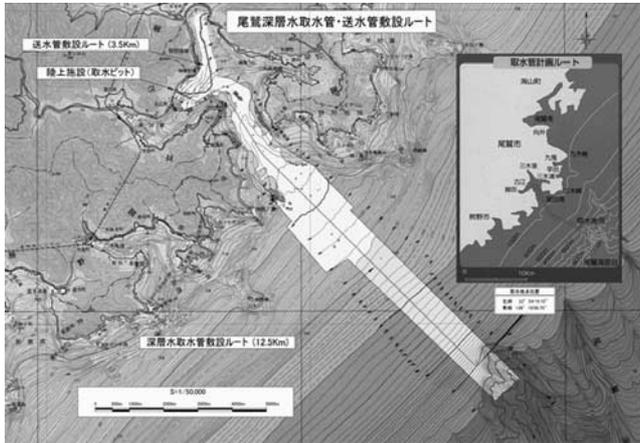
写真-3 大口分水施設及び給水状況



写真-4 工業団地に整備された飲料水製造工場

4. 海洋深層水取水管敷設工事

本工事の最大の課題は，前例のない世界最長の取水管の敷設を，底引き漁業が休業中である8月中に完了しなければならないことであった。8月は台風シーズンであり，特に中旬以降はうねりが発生しやすいため，8月上旬に敷設を完了できる工程で計画を進める必要があった。



図一5 海洋深層水取水・送水管敷設ルート

従来の取水パイプ敷設工法は、取水パイプを搭載した敷設台船を係留ワイヤーを巻き取るにより移動させ、同時に取水パイプを海中に送り出すアンカー式リールバージ工法が主流であり、これまで継ぎ目なしの取水パイプ敷設実績としてはこの工法による駿河湾深層水取水パイプ（管長7.3 km）が最長であった。しかし、この海域では事前のアンカー設置に2ヶ月、敷設時においても係留ワイヤーの段取り換えを含め最低1週間の工程を要し、台風や黒潮の影響を受けるこの熊野灘海域でこのような工程での敷設作業は不可能であるという結論に達した。また、アンカーを設置することにより広い海域を占有するため、航行の船舶（特に、賀田湾では石積み船が頻りに航行し、荒天時にはさまざまな船舶が避難する）、漁業の操業（外洋では底引き漁業、賀田湾では定置網や生簀による養殖漁業等）に影響を与えることも懸念された。

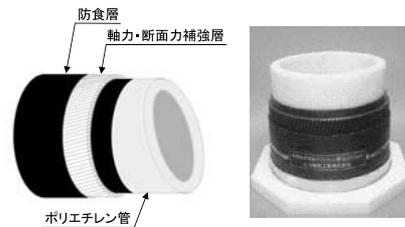
さらに、賀田湾から水深100 mまでの港口にかけて、最大高さ7 mの魚礁も含めさまざまな魚礁が設置してあり、魚礁をかわしながら平坦な海底を探して取水パイプを敷設する必要があった。

このような課題を解決するために、以下の5点を重要課題として施工を行うこととした。

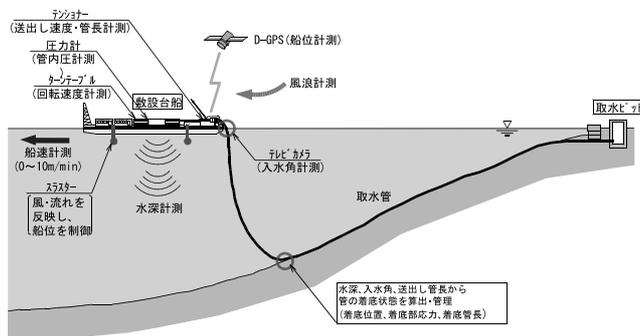
- ①12.5 kmの継ぎ目のない取水パイプの一連続製作及び敷設を行う。
- ②12.5 kmの超長パイプを、天候が確実に予測できる一昼夜という短工期で敷設する。
- ③アンカーを使わず、海域を占有せず敷設する。
- ④取水口や取水パイプの構造、取水パイプの海底への設置形式については、底引き漁業に極力影響の少ないものとする。
- ⑤取水パイプ製作+取水ピット構築+小口径推進工を7月末までに完成させる。

以上を踏まえ、DPS（自動船位保持システム）を用いたリールバージ工法を採用した。DPSはGPSで敷設台船の位置を確認しながら、波・潮流・風等の外力をリアルタイムで計測し、敷設台船に搭載された4基のスラスター（計2,000馬力）により敷設台船の位置を保持するシステムであり、取水パイプに働く応力状態を管理しながら所定の位置に取水パイプを設置することができる。

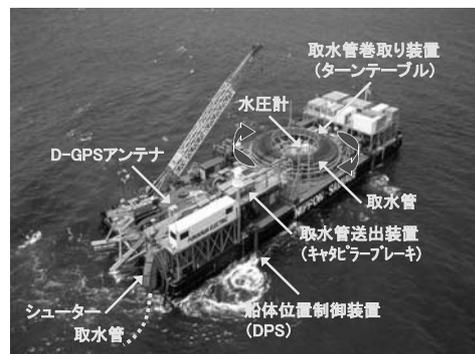
まず、門司にある日本サルベージ株式会社の岸壁で敷設台船「開洋（長さ88 m × 幅28 m）」を艀装した。敷設延長が長く、埋設時にもDPSを利用するため、洋上でDPSのキャリブレーションを繰り返し行った後、敷設台船を古河電工株式会社の千葉工場へ回航した。次に、工場にて各種の材料性能試験により品質を確認した取水パイプ（鉄線鍍装硬質ポリエチレン管、長さ12.5 km一連続製作）を敷設台船上のターンテーブルに巻き込み、一路尾鷲に回航した。



図一7 鉄線鍍装硬質ポリエチレン管構造図



図一6 DPSを用いたリールバージ工法概念図



写真一5 DPSを搭載した敷設台船「開洋」（総トン数：5,600トン、長さ：88 m、幅：28 m）

一方、現地では取水ピット構築を進めた。掘削時に濁水が発生しないようにニューマチックケーソン工法を採用し、昼間は構築作業、夜間は掘削作業という24時間体制で7月中旬までに構築を完了させた。

7月中旬からは取水ピットから小口径推進工を開始し、8月1日に陸上部取水管と海中取水管の接続部を設けることができた。



写真一六 取水ピット・機械棟・受水槽外観

同時に、海上では事前作業として取水管埋設部の掃海作業を行うとともに、湾内及び沖合の取水管・取水口敷設位置のROV（有索無人海中探査機）調査及び三次元精密海底地形調査により障害物位置を確認し、最適な敷設ラインを再設定した。

敷設当日8月3日は、すでに台風9号が発生しており、沖でのうねりが懸念された。事前に繰り返し波浪予測を行った結果、うねりは次第に大きくなるが、4日の昼までであれば取水口の沈設を実施できる確信が得られたため、敷設開始に踏み切った。

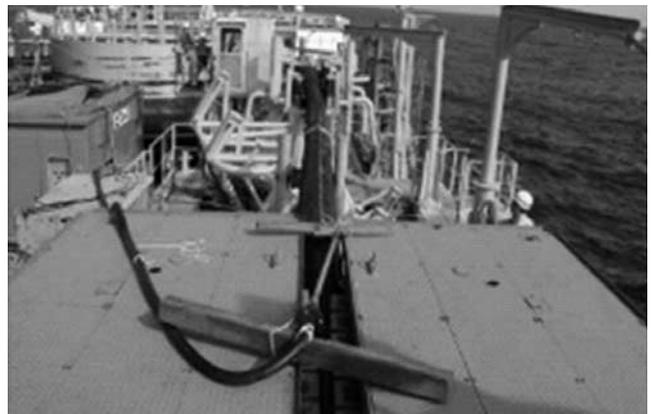
早朝4時に敷設を開始し、翌日4日の早朝6時半に取水口沈設位置に到達、朝8時半に所定の位置（沖合12.5km、水深415m）に取水口を設置することができた。また、敷設中は敷設台船の後方にROV船を配置し、底引き漁業等を考慮して取水管が確実に海底に着底するよう、ROVによりリアルタイムで取水管の着底状況を確認した。その結果、漁礁等障害物を避けることはもちろん、ブルッジが1箇所もない状態で敷設を完了することができた。

5. おわりに

海洋深層水の取水管敷設技術は、1987年の海洋科学技術センターによる国内初の取水管敷設以来、高知



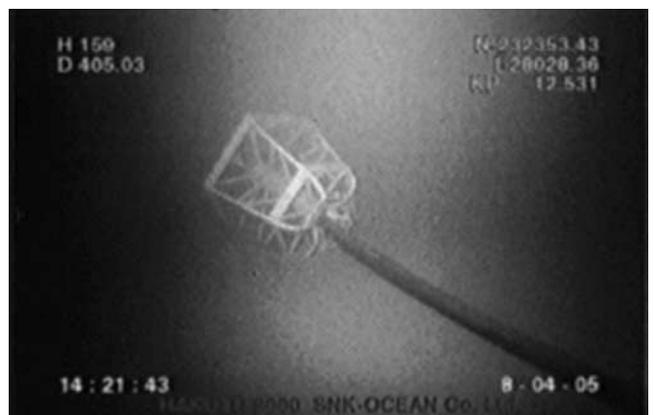
写真一七 ターンテーブルからの取水管送り出し



写真一八 取水管送出装置（キャタピラブレーキ）



写真一九 取水管設置状況



写真一〇 取水口設置状況

県、富山県、沖縄県、静岡県、北海道さらに尾鷲市へと、着実にステップアップしてきた。今回の敷設実績により、長さ10kmを越える超長管の実現性を確認でき、しかも夏場の太平洋側という厳しい海象条件下においても一昼夜という短期間で作業が可能であることが実証された。技術の進歩とともに、海洋深層水取水可能領域が広まり、今後も更に多くの地域で利活用が促進されるものと思われる。

みえ尾鷲海洋深層水事業においては、中京・関西地区への市場展開を視野に入れた、本海洋深層水のブランド化が促進されており、需要の拡大、そしてそれらがもたらす地場産業の活性化を期待したい。 JCMA



写真—14 風光明媚な尾鷲湾



写真—11 みえ尾鷲海洋深層水を利用して開発された商品



写真—15 世界遺産に登録された「熊野古道」



写真—12 海洋深層水の水産利用（ハバノリ養殖）



写真—13 海洋深層水の水産利用（クエ養殖）

【筆者紹介】

奥村 英仁（おくむら ひでひと）
尾鷲市
新産業創造課
深層水推進室
室長



堀 哲郎（ほり てつろう）
清水建設株
エンジニアリング事業本部
深層水事業部
部長



藤原 龍雄（ふじわら たつお）
清水建設株
土木事業本部
機械技術部
メカトロニクスグループ
主査



海水淡水化施設の計画と施工とその後の運用

—福岡における日最大量 5 万 m³ の飲料水生産設備—

林 秀 郎

福岡都市圏は水需要の増加や不安定な気象状況から、過去に幾度かの渇水に見舞われてきた。この渇水対策の一つの打開策となる国内最大（海水取水量 103,000m³/日、飲料水生産量 50,000m³/日）の海水淡水化施設が 2005 年 3 月に完成し、「海の中道奈多海水淡水化センター」（愛称：まみずピア）として稼働を開始した。本文では数々の新技術を導入した海水淡水化施設の紹介と、福岡県西方沖地震や幾度も来襲した台風を乗り越え、現在に至るまでの運転状況等について紹介する。

キーワード：海水淡水化、浸透取水、UF 膜、逆浸透膜、RO 膜、ろ過海水、水質、地震、台風

1. はじめに

福岡都市圏は九州最大の都市であるにも関わらず、大きな水源に恵まれないため、カラ梅雨や小雨といった天候不順に脆弱である。水道関係者による水資源の開発や地域住民による節水等、福岡都市圏では水の安定供給に積極的に取り組んできたが、増大する水需要に対応することが難しく、過去に幾度となく大規模な渇水が発生した。福岡都市圏に水道用水を供給する福岡地区水道企業団は、このような状況を打開するために、新たな水資源として、気象に左右されず、消費地に近く、工期が短く、安定的に水道用水を供給できる逆浸透方式の海水淡水化施設を「海の中道」として知られる福岡市東区奈多に建設することを決定し、2005 年に「海の中道奈多海水淡水化センター」（愛称：ま

みずピア）がオープンした（図—1）。

2. 「まみずピア」の概要

「まみずピア」は海の中道に位置し、玄界灘から 103,000 m³/日の海水を取水し、逆浸透方式によって 50,000 m³/日の飲料水を生産できる国内最大の施設である。海水取水方法は海底の砂層の中に埋設した有孔管による浸透取水方式を採用することで、非常に清浄な海水が陸上へ供給される。陸上に導かれた清浄な海水はさらに UF 膜によってろ過された後、高圧 RO 膜に送られ、海水からの淡水回収率 60 % で脱塩処理される。脱塩された淡水の一部はさらに低圧 RO 膜を通して水質調整され、蒸発残留物 200 mg/l 以下のおいしい水となる。生産水は「まみずピア」から多々良浄水場および下原配水池の近傍に建設された混合施設によって、通常の水道水と混合された後、各家庭へ配水される（図—2）。

一方、「まみずピア」からは RO 膜によって海水か



図—1 まみずピアの全景¹⁾



図—2 まみずピアの位置および送水経路¹⁾

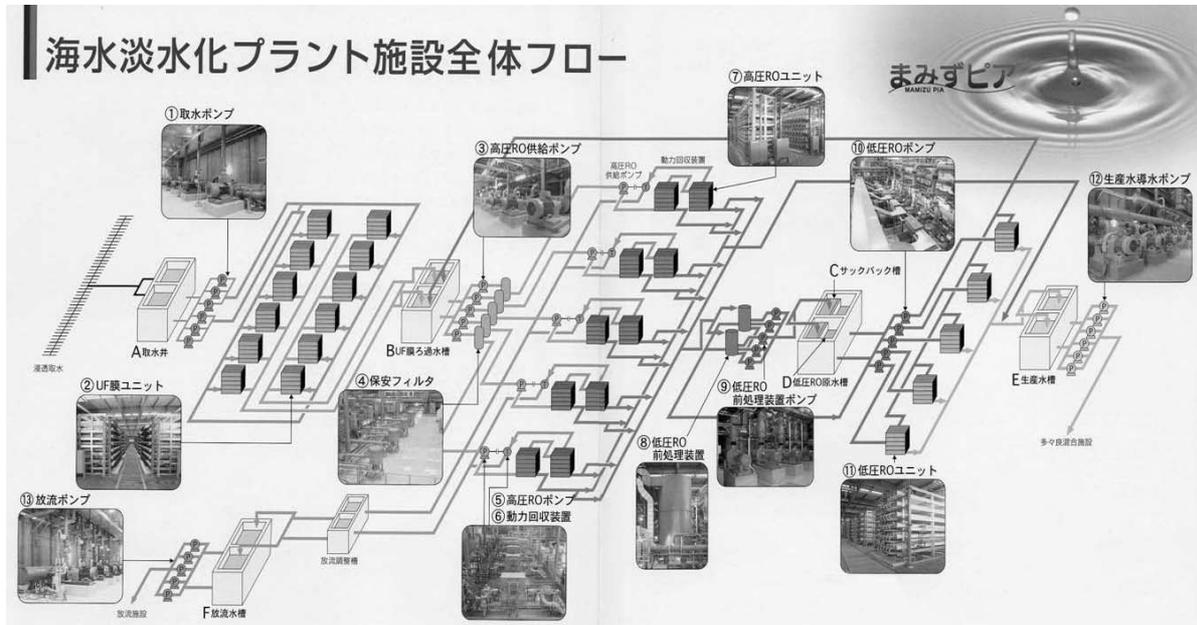


図-3 海水淡水化の全体フロー



図-4 UF膜のユニット(奥)と高圧RO膜用ポンプ(手前)



図-5 高圧RO膜のユニット

ら淡水を分離した結果、塩分濃度が通常の海水の約2倍(約7%~8%)になった濃縮海水が発生する。この濃縮海水は和自の水処理センターからの処理水と混

表-1 施設の諸元

●建設場所	福岡県福岡市東区大字奈多
●敷地面積	約 46,000 m ²
●構造・階数	鉄骨造 地上 2 階建て
●施設規模	50,000 m ³ / 日
●取水設備	浸透取水方式
取水量	103,000 m ³ / 日
集水面積	約 20,000m ²
集水枝管	ポリエチレン製 φ 600 mm × 3,600 m
集水親管	ポリエチレン製 φ 1,800 mm × 340 m
導水管	レジンコンクリート製 φ 1,580 mm × 1,180 m
●プラント設備	逆浸透方式
UF 膜ろ過装置	型式：スパイラル型限外ろ過膜 (UF 膜)
	材質：ポリフッ化ビニリデン膜 (PVDF)
	本数：255 本 × 12 ユニット 運転圧力：0.2 MPa
高圧逆浸透装置	型式：中空糸型逆浸透膜 (高圧 RO 膜)
	材質：三酢酸セルロース膜
	本数：400 本 × 5 ユニット 運転圧力：8.2 MPa
低圧逆浸透装置	型式：スパイラル型逆浸透膜 (低圧 RO 膜)
	材質：ポリアミド膜
	本数：200 本 × 5 ユニット 運転圧力：1.5 MPa
高圧 RO ポンプ	上下分割型渦巻ポンプ：8.2 MPa × 2.450 kw ベルトン水車 (動力回収装置)
低圧 RO ポンプ	多段輪切型タービンポンプ：1.5 MPa × 240 kw
ポンプ類	取水ポンプ、導水ポンプ、放流ポンプ等
水槽類	膜ろ過水槽、生産水槽等
薬注設備	次亜塩素酸ナトリウム・硫酸・苛性ソーダ、消石灰・重硫酸ソーダ等

合することで塩分濃度を低下させ博多湾内へ放流される。しかし、この濃縮海水は浸透取水、UF膜によってろ過された後に分離されたものであり、きれいな濃縮海水であるため、製塩・にがり・タラソ・鮮魚の洗浄等にも有効利用出来る可能性があるため、最近、「まみずピア」において販売を開始し（少量の試験的な配布は無料）現在は主に製塩業の原水として利用されている²⁾。

「まみずピア」は、浸透取水、UF膜、60%回収のRO膜、さらに2段（高压、低压）のRO膜の導入等、最先端の技術を組み合わせた世界に類をみない施設である。図-3に施設全体のフロー、図-4にRO膜の位置から見たUF膜ユニットとRO膜用の高压ポンプの設置状況、図-5に高压RO膜ユニットの設置状況、および表-1に施設の諸元を示す。

3. 浸透取水施設の特長

海水の取水方法としては図-6に示すように大きく4種類に分けられるが、現在、国内外で稼働している海水淡水化施設や、その他の海水取水施設のほとんどは、構造がシンプルな直接取水方式が採用されている。しかし、直接取水方式の場合は、海水中のゴミ、懸濁物、生物等々を全て取水してしまうため、クラゲや赤潮の異常発生、油の流出事故、高波浪による濁度の増大等で取水停止を起こす可能性がある。また、フジツボやイガイ等の生物付着が激しいので定期的な清掃、付着防止の薬品添加、全管路における付着しるを

考慮した管径の増大等が必要である。さらに、直接取水方式で取水した海水をRO膜に供給するためには、通常、凝集剤を添加した海水を砂ろ過タンクに通してろ過する砂ろ過施設が必要であり、発生した汚泥を処理する処理施設や処理費用が必要となる。

今回、「まみずピア」に採用した浸透取水システムは、海底に砂や礫から構成された層を構築し、砂層に染み込んできた海水を集める方式であり、ろ過機能を持った取水施設である。このシステムは「海域の状況によらず常に清澄な海水が安定的に得られる」「魚卵、稚魚等を吸い込まないので周辺生物環境への影響が小さい」「付着生物もろ過されるため、管路清掃、薬品添加、付着しるの考慮等が不要となる」等の特長を有する。「まみずピア」では浸透取水の採用により清浄度の高い海水が得られるため、RO膜の前処理としてスパイラル型UF膜が使用可能となり、さらに高清浄度の海水をRO膜へ供給できるようになった。また、従来必要であった汚泥処理施設や汚泥処理費用も不要となり、施設全体の管理が簡素化できた。

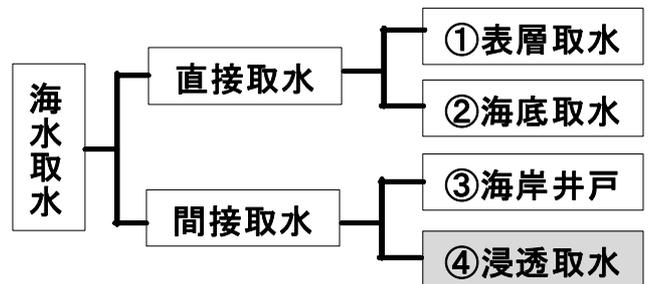


図-6 海水取水方法の種類

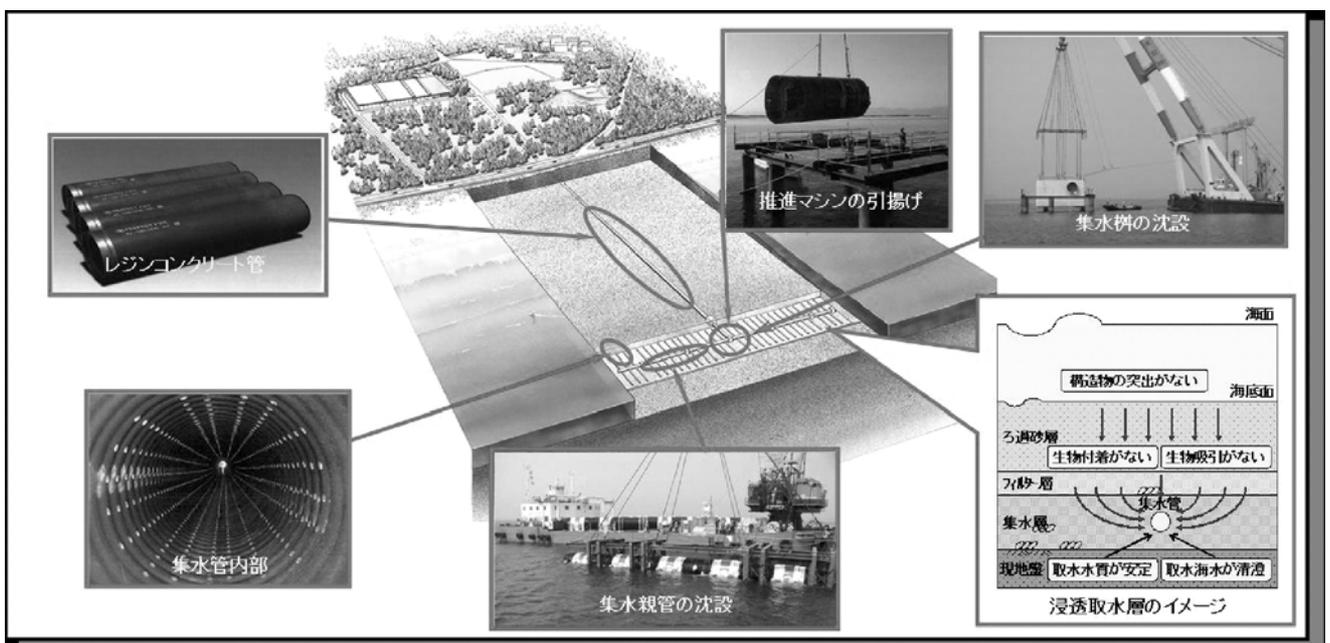


図-7 浸透取水施設工事概要

4. 浸透取水施設の施工

「まみずピア」の施工は取水部、プラント部に分けて平行に進められたが、ここでは特徴のある取水部の施工について紹介する。

「まみずピア」の浸透取水施設の建設は海岸線から約 640 m 沖合の水深約 12 m の玄界灘に、以下の手順で実施された (図-7)。

- ①取水部中央の集水柵の設置
- ②「まみずピア」敷地内から集水柵までの推進工法による約 800 m の導水管の建設
- ③集水柵へ到達した推進マシンの回収 (陸上の取水井が未完成のため、導水管内は水密状態を保つ)
- ④取水部の海底掘削、基礎構築
- ⑤取水部基礎上に集水親管を据付
- ⑥取水部への集水管設置&集水親管との接続
- ⑦取水管の埋戻しと導水管への注水および水密装置撤去
- ⑧ろ過層の構築、取水管内の清掃

取水部の施工は外洋に面した玄界灘で行われるので、施工期間が波の穏やかな春～台風シーズンまでの数ヶ月に限定される。そこで、施工部材は可能な限り陸上でユニット化することで工期の短縮を図り約 2 年で全ての施工を完了した。また、取水部の機能上、導水管、管の据付、ろ過層の構築には非常に高い精度が要求された。

5. 福岡県西方沖地震の影響

2005 年 3 月 20 日 (日) 10 時 53 分、「まみずピア」は最後の調整運転中であり、約 4 万 m^3 /日の海水を取水し、2 万 m^3 /日の淡水を生産していた。この時、「まみずピア」から約 20 km 離れた玄界島沖を震源とする M7、最大震度 6 弱の福岡県西方沖地震が発生した。震源付近では長さ約 30 km、幅約 20 km の断層が平均で約 60 cm 横ずれし、福岡市東区は南西へ約 17 cm 移動した³⁾。記録された加速度としては、博多市内の天神で 276 gal、大濠で 189 gal であり、最大値は大名の 489 gal であった^{4) 5)}。図-8 に福岡県西方沖地震の本震、余震の震源地と「まみずピア」の位置関係を示す。また、図-9 に「まみずピア」から約 1.5 km 離れた海の中道海浜公園 (光と風の広場) における被災状況写真を示す。

地震発生後、直ちに施設の目視による点検作業を行った結果、海水淡水化に係わる中核施設には大きな被害を受けていないことがわかった。その後、取水部の

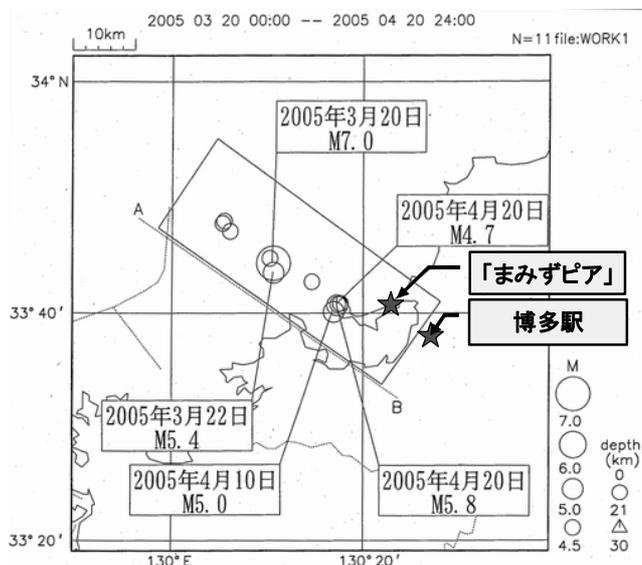


図-8 震源分布と「まみずピア」の位置関係 (気象庁報道発表資料⁶⁾ に加筆)



図-9 「まみずピア」から約 1.5 km 地点の状況 (九州大学下山正一氏 HP⁷⁾ より引用)

健全性確認試験を開始した。海水淡水化施設や浸透取水施設がこのような地震に遭遇したのはおそらく初めてのことと思われるので、非常に慎重に一步一步状況を確認しながら取水を開始した。試験は海水取水量を最小量から最大量約 10 万 m^3 /日まで徐々に変化させ、逐次、取水水質、水位、電気伝導度等をチェックした。

水質は当初、濁りが発生したが、徐々に取水量を増大させるに従って濁りはなくなった。当初の濁りは地震によって揺さぶられた砂層からの濁質と考えられ、取水施設内の海水が全て新しい海水と入れ替わった時点で濁質がなくなったものと思われる。その後、順次取水量を増やし、地震発生以前の水質水準に戻っていることを確認すると共に、最大取水量である約 10 万 m^3 /日の取水量を確認した段階で取水試験を終了し、

プラント部の試験運転に移行した。

約1ヶ月後には、施設から約10kmの志賀島近海を震源とするM5.8、最大震度5強の余震が発生したが、この時は取水海水の濁りもほとんどなく、地震発生の翌日には一連の試験を終了しプラントの運転を再開した。今回、取水施設が被災しなかった理由として幾つか要因が考えられるが、設置水深が12mあったことおよび海底から露出する構造物がなかったことが大きな要因の一つと考えられる。

6. 施設運転状況

2005年6月から「まみずピア」は本格的に稼働を開始し、必要に応じて生産水量を変化させながら3年目に入った現在も順調に稼働している。その間、取水部は何回かの台風の直撃、赤潮の発生等に遭遇しているが、取水水質は非常に清浄な状態を保ち、SDI値として2.0前後、濁度0.01(mg/L)前後の値を維持している。図-10は2006年度の毎日の午前10時、午後10時における浸透海水のSDI値、濁度をまとめたグラフである(SDI値:Silt Density Indexの略。一般に、RO膜への供給海水はSDI=4以下にする必要があるとされている)。この年は9月18日早朝に約960hPaの台風13号(SHANSHAN)がほぼ真上を通過したが浸透海水の水質にはほとんど影響がなかった。また、浸透海水の受水槽は現在に至るまで、付着生物もなく、非常に透明度の高い海水で満たされている。

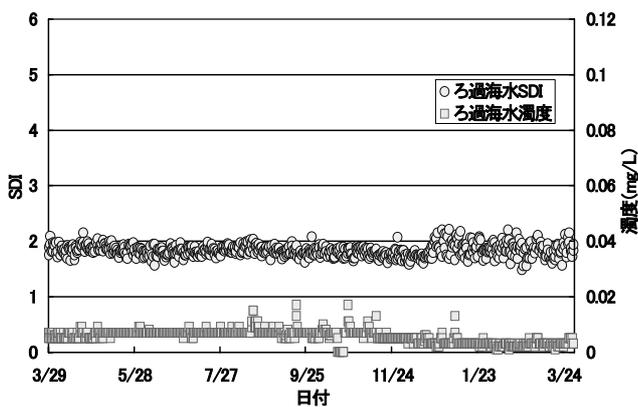


図-10 2006年度浸透海水水質 (SDI, 濁度)

本取水施設が台風による影響が小さい理由は、設置水深が12mあり海底から露出する構造物がないため被災しにくいこと、およびろ過砂層の厚さを十分に確保しているためと考えられる。

7. おわりに

2007年も西日本は小雨による渇水になったが、2005年に「まみずピア」が稼働した直後、西日本は記録的な小雨で、早明浦ダムの貯水率が0%になり、テレビ、新聞等でダムの状況や給水制限、断水に関する報道が繰り返された。この時、福岡でも福岡管区気象台の観測史上3番目に少ない雨量であったそうだが、ついに給水制限に至ることはなかった⁸⁾(表-2)。もちろん、福岡市民の日頃からの節水、水道関係者の弛まざる水資源開発の成果であることは疑う余地がないが、この時、フル生産を開始した「まみずピア」の水も給水制限回避に貢献したと信ずるところである。

表-2 「水の安定供給」への取り組みの成果 (福岡市政要覧⁸⁾から引用)

渇水年	昭和53年	平成6年	平成17年
年降水量	1,138 mm	891 mm	1,020 mm
給水人口	1,028 千人	1,248 千人	1,402 千人
下水道普及率	37.3 %	96.3 %	99.4 %
最大給水能力	478,000 m ³ /日	704,000 m ³ /日	764,500 m ³ /日
給水制限延べ時間	4,054 時間	2,452 時間	0 時間
1日平均給水制限時間	14 時間	8 時間	0 時間
給水車出動台数	13,433 台	0 台	0 台

J|C|MA

【参考資料】

- 1) 福岡地区水道企業団パンフレット:「海の中道奈多海水淡水化センター」(2005)
- 2) 福岡地区水道企業団HP:「濃縮海水の有効利用について」(<http://www.f-suiki.or.jp/index.htm>)
- 3) 国土地理院:「福岡県西方沖を震源とする地震に伴う地殻変動(第1報)」(2005) (<http://www.gsi.go.jp/WNEW/PRESS-RELEASE/2005/0320.htm>)
- 4) 気象庁報道発表資料:「2005年3月20日10時53分頃の福岡県西方沖の地震について(第4報)」(2005) (<http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/gaikyo/kaisetsu200503241430.pdf>)
- 5) 土木学会「福岡県西方沖地震・土木学会被害調査団速報第2報(市街地における被害集中地域調査)」(2005) (<http://www.jsce.or.jp/report/34/body.html> <http://www.jsce.or.jp/report/34/sokuhou2/11.pdf>)
- 6) 気象庁報道発表資料:「2005年4月20日06時11分頃の福岡県西方沖の地震について」(2005) (<http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/gaikyo/kaisetsu200504200745.pdf>)
- 7) 九州大学大学院理学府古環境学研究室下山正一氏HP:「福岡県西方沖地震被害状況」(<http://paleobio.geo.kyushu-u.ac.jp/shimoyama/eq/fukuoka.pdf>)
- 8) 福岡市政要覧:「水道局:安全で良質な水の安定供給をめざして」(2007) (<http://www.city.fukuoka.jp/sisei/soshiki/suidou/index.html>)

【筆者紹介】

林 秀郎 (はやし ひでろう)

㈱大林組
土木技術本部
原子力環境技術部
専任役



「作業船」総論

要覧編集委員会 第15章編集委員会

本報文は「日本建設機械要覧 2007 15.作業船」の総説を基にまとめたものであり、2006年度時点での我が国の作業船の概要について報告している。本文では、この中で、作業船の種類、隻数、代表的な船種の概要、作業船の今後の傾向などについて紹介しており、最後に海上工事における作業船の選定及び浚渫船を選定する際の能力の算定法についても触れている。

キーワード：作業船、浚渫船、起重機船、杭打船、地盤改良船、押船、引船、土運船、測量船、軟泥浚渫船、油回収船、清掃船、浚渫船の能力

1. はじめに

我が国の作業船の総隻数は、約 9,700 である。

港湾における工事は、海上あるいは海中等の海気象条件の影響を受けやすく、きわめて厳しい条件下において行われるため、従来から作業船等を用いた機械化施工が進んでいる。

近年、港湾工事に対する社会の要請は多様化している。岸壁や防波堤等の構造物の大型化への対応、大水深で波浪条件の厳しい海域での工事、あるいは軟弱地盤への対応など過酷な条件下での工事への対応が要請されている。また一方では、施工の省力化、建設コストの縮減、安全性の向上等が求められている。

このような工事要請の多様化は、作業船の種類、能力あるいは機能に大きな影響を与えている。すなわち、大水深、海気象条件等の厳しい工事現場に対応できる作業船、防波堤や橋梁等大型海洋構造物の運搬・据付に対応できる作業船、また、軟泥浚渫、油回収等の海洋環境の改善と保全を図る環境整備用作業船などが建造されている。これらの作業船は最近の技術開発により、情報化・自動化技術を導入し、作業の安全性の向上、高能率化、施工の高精度化あるいは多目的化が図られている。

2. 作業船の種類

作業船とは海上または海中作業を行うための建設機械を搭載した船の総称で、これらの分類を図-1に示す。なお、主要作業船に関する用語は、JISF-0041

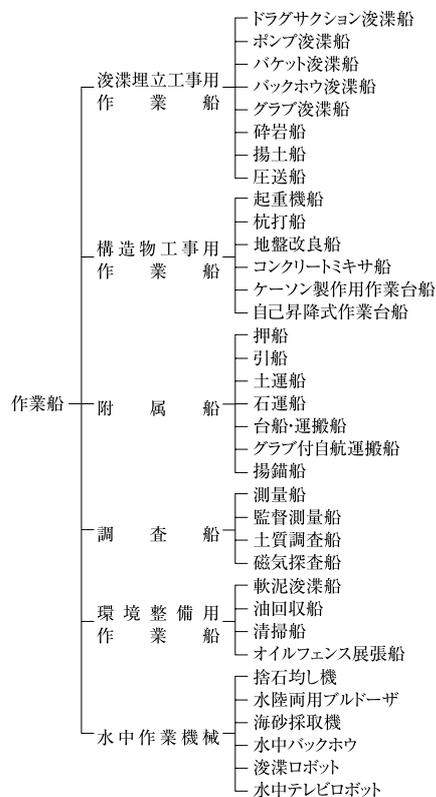
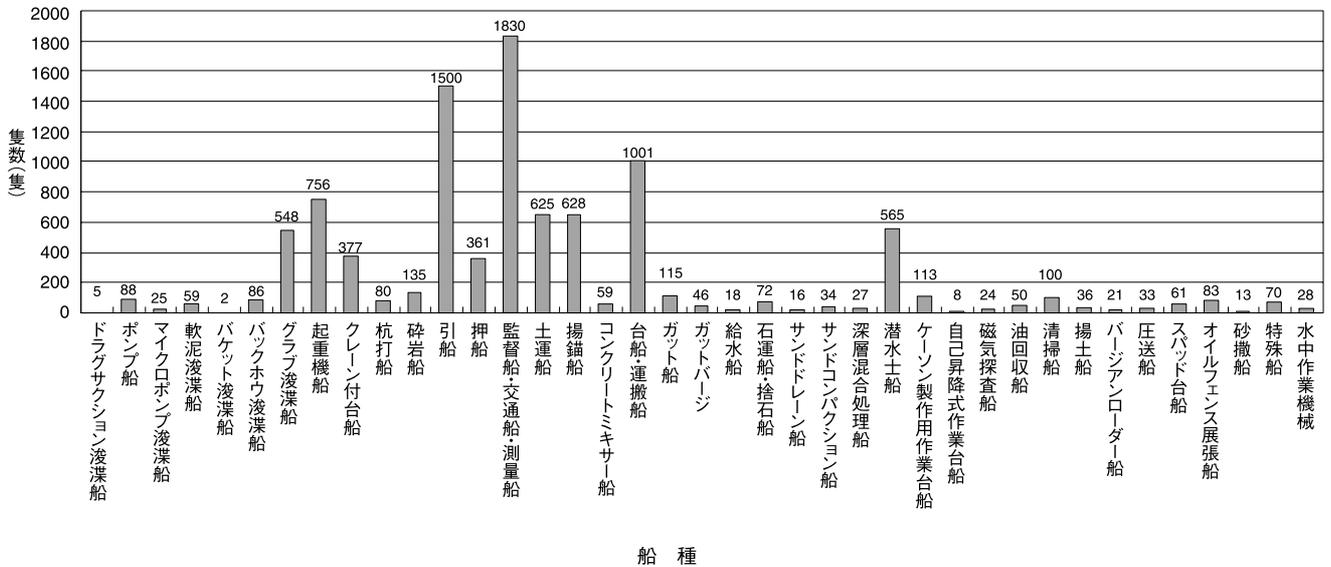


図-1 作業船の種類

造船用語（特殊船編一種類）で定めている。

作業船には自航船と非自航船があり、自航船（推進器を有する）は法律によって船籍港を有するため総隻数の把握は可能であるが、非自航船（推進器を有しない）は法律上船舶と見なされないため総隻数を把握することは難しい。(社)日本作業船協会では、2年毎に作業船の全国実態調査を行っている。分類は異なるが参考までに図-2に調査結果を示す。



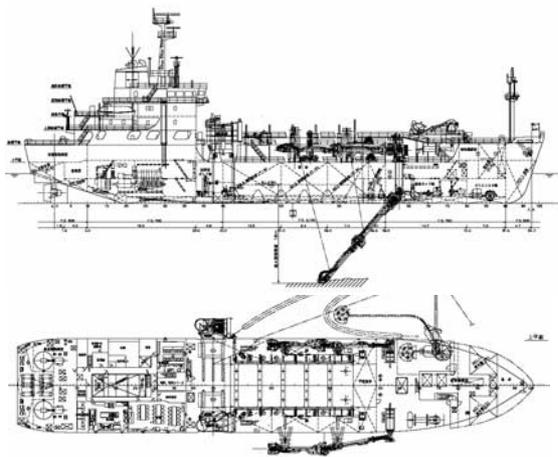
図一 2 船種別現有作業船一覧 (2005 年)

(1) 浚渫埋立工事用作業船

(a) ドラグサクシヨン浚渫船

ドラグサクシヨン浚渫船は、航走しながら海底土砂をポンプで吸い上げ、泥艙に積み込み、土捨場まで運搬土捨し、再び浚渫に戻り浚渫作業を繰り返すため航路閉塞等の問題が少なく大規模な航路浚渫に使用される (図一 3)。

最近建造されたドラグサクシヨン浚渫船は油回収機能を備えたものが多い。



図一 3 ドラグサクシヨン浚渫船

(b) ポンプ浚渫船

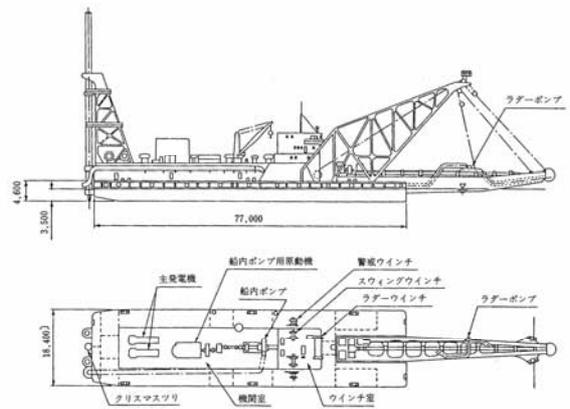
ポンプ浚渫船は、海底土砂をカッターで切崩し、水を媒体としてこれをポンプで吸上げ、パイプラインにより長距離排送するものである (図一 4)。最近は大規模化が進み、これによって適用土質範囲が広がり、硬い土質まで対応可能となっている。

現在使用されているポンプ浚渫船を分類すると、非

航ポンプ浚渫船、非航舷側積込ポンプ浚渫船、非航カッターレスポンプ浚渫船、エゼクタ浚渫船およびマイクロポンプ浚渫船である。

①非航ポンプ浚渫船

非航ポンプ浚渫船は、カッターで掘削した海底等の土砂をポンプによって吸い上げ、排砂管により排送する浚渫船であり、一般的なタイプである。



図一 4 ポンプ浚渫船

②非航舷側積込ポンプ浚渫船

非航舷側積込ポンプ浚渫船は、カッターで掘削した海底等の土砂をポンプによって吸い上げ、舷側積込装置から土運船に直接積み込む浚渫船で、バージ積込式ポンプ浚渫船ともいわれる。

③非航カッターレスポンプ浚渫船

非航カッターレスポンプ浚渫船は、ジェット水で切り崩した海底等の土砂をポンプによって吸い上げ、舷側積込装置から土運船に直接積み込むか、または、排砂管により排送する浚渫船である。

④エゼクタ浚渫船

ウォータエゼクタによって海底等の土砂を吸い上げ、舷側積込装置から土運船に直接積み込む浚渫船であり、大水深浚渫に適しているが、連続的な浚渫が困難である。

⑤マイクロポンプ浚渫船

マイクロポンプ浚渫船は、組み立て式の小型ポンプ浚渫船で、別名、可搬式浚渫船ともいわれる。

最近のポンプ浚渫船は、過酷な海象条件、浚渫深度および排送距離の増大により大型化が進み、これによってポンプ浚渫船の対象土質は、軟泥から軟岩までと広範囲になり、原動機の種類も、電動機→ディーゼル→タービンと移行してきている。なお、排砂管による方式は、浚渫と埋立が行えるという利点もあって、我が国の全浚渫船に占める割合が多いものとなっている。

(c) バケット浚渫船

バケット浚渫船は、多数のバケットを連結したバケットラインを回転することによって連続的に水底土砂を掘削・揚土するもので、広範囲な土質に対応でき、掘り跡が比較的平坦になるため、航路や泊地の浚渫に適している。

(d) バックホウ浚渫船

バックホウ浚渫船は、かき込み型の油圧ショベル掘削機を搭載したもので、硬土盤までの広範囲な土質に対応でき、水平仕上げ精度が高く、浚渫余掘り量が減少できる(図-5)。

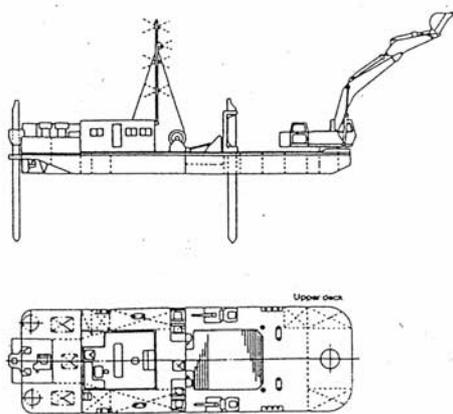


図-5 バックホウ浚渫船

(e) グラブ浚渫船

グラブ浚渫船は、従来は比較的小規模な航路や泊地の浚渫、あるいは防波堤や岸壁の基礎の床掘りなどに用いられてきたが、最近では大型化が進み、浚渫船の

主流になりつつある(図-6)。最近の大型化に伴い、上記の用途以外に硬土盤浚渫や大量土砂浚渫にも広く用いられるようになった。機構上、深さに変化の多い場所の浚渫も可能であり、他の浚渫船に比べて、深度の制約が少ない。

一般的に自航式のものには泥艙を有し、機動性、耐液性に優れている。非自航式のものには箱型をしており、引船又は押船と土運船と共に船団を構成して稼働する。動力方式にはディーゼル電気式、ディーゼル直結式、陸電式があるが、最近では、大型船はディーゼル電気式、小型船はディーゼル直結式となっているものが多い。グラブバケットには一般的なクラムシェル型の他、転石等の浚渫に能力を発揮するポリップ(オレンジピール)形などの特殊形式のものがある。また、ヘドロ等の汚染土の浚渫にあたっては、海水を汚濁しないことを目的とした密閉式グラブが開発され使用されるようになってきている。クラムシェル形グラブは対象土に応じて、プレートグラブ、ハーフタイングラブおよびホールタイングラブに分類され、軟質土には、プレートグラブが、硬土盤や岩石にはホールタイングラブが使用される。

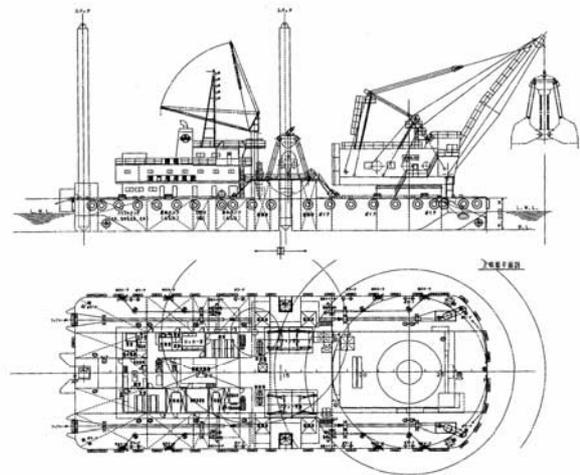


図-6 グラブ浚渫船

(f) 砕岩船

浚渫を補助する船として砕岩船がある。砕岩船は、海底の岩盤を破碎する目的のもので、重錘式と打撃式のものがあり、我が国では重錘式のものが多い。重錘式の砕岩船は、先端部がとがっている鋼製の砕岩棒をウインチで吊り上げ、落下させて海底岩盤を破碎するものである。最近建造された砕岩船はグラブ浚渫船と兼用になっているものが大半である。

(g) 揚土船

揚土船は、土運船に積み込まれた土砂を揚土機によ

って陸揚げする船で、ベルトコンベヤ式、グラブ式、ホイールバケット式、チェーンバケット式およびバックホウ式がある。

(h) 圧送船

浚渫土砂を高濃度で輸送する技術であり、処分地での余水処理を極端に少なくできる、埋立地の早期供用を可能にする、等の特徴を持っている。

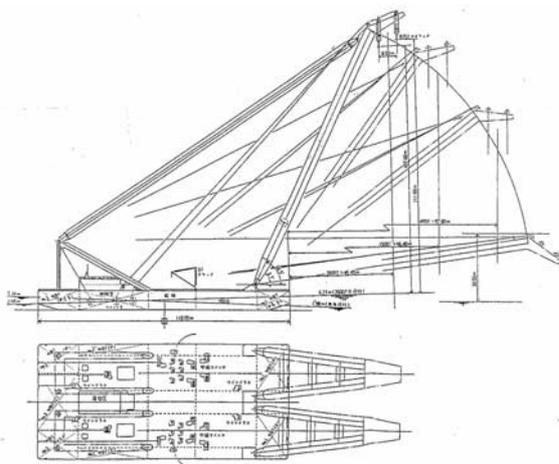
圧送方式としてはピストンポンプ方式と空気式に大別される。ピストンポンプ方式は主にコンクリートポンプ等に使われている油圧ピストンポンプと同様の方式である。空気圧送方式は大きく圧送タンク方式と混気圧送方式に分けられる。混気圧送方式は輸送管内に送り込まれた土砂に圧縮空気を注入することにより、管内に波のような形状の土砂の塊（プラグ）を形成させ、これを圧縮空気の膨張力によって押し動かすものである。

(2) 構造物工事用作業船

近年の港湾工事や橋梁工事などにおける構造物の大型化に伴い、構造物工事用作業船の大型化が進んでいる。

(a) 起重機船

起重機船は、海上での種々の重量物の運搬や据付を行うもので、一般的には、防波堤築造のための大型ケーソンの製作やヤードからの荷下ろし、あるいは、消波堤の異形ブロックの積み込み、計画地への運搬、設置などを行う（図—7）。その他に、大型橋梁を工場より一括運搬し現地で据付したり、一般工事用の重量物機材の運搬に使用したりする。重量物の運搬、据付に使用される起重機船は、吊り上げ荷重4,100 t、吊り上げ高さ120 mの超大型のものも出現している。さらに、大型起重機船は沈没、座礁などの海難船の救助や、海洋開発の発展と共に大陸棚におけるパイプ



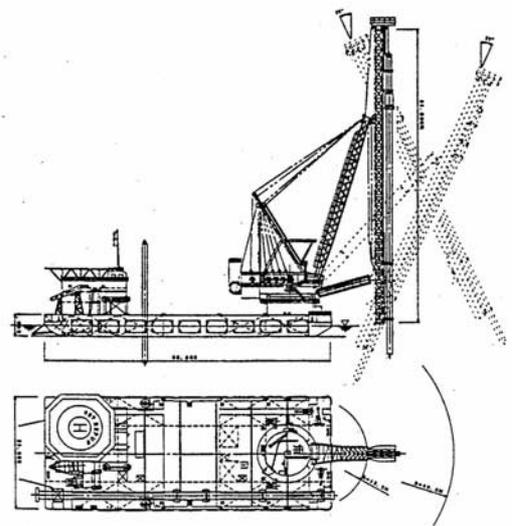
図—7 起重機船

インの敷設や修理に使用されることが多くなっている。起重機船に搭載されるクレーンは主として、ジブクレーンや水平引込クレーンで、その形式については、A フレームを設けただけの簡単なものから、全旋回ジブ俯仰式や全旋回水平引込式のものがある。

(b) 杭打船

杭打船は、海上において杭打ち作業を行う作業船で、港湾の矢板式岸壁の鋼管の打ち込みや、控え杭の打ち込み、あるいは、栈橋式の基礎杭打ち込みや、河川の橋脚の基礎工等に使用される（図—8）。杭打船は、通常高い櫓を備え、これに杭打機とそれを上下するリーダを取り付けたものであるが、水面で杭打ち作業を行うため、船の固定方法には特別な考慮がなされている。

初期の杭打船は直杭の打設等が主な用途であったため、櫓の型式は固定式のものが多かった。その後、杭の構造が、直杭と斜杭とを混合した複雑な型式のものも多くなり、斜杭を打てるように櫓が前後方向に傾斜できる傾動式のものも現れた。さらに、最近では、全旋回式の起重機船に杭打用のリーダを取り付け、杭打作業の他に、起重機作業、グラブ浚渫作業等も行える多目的の船が多く建造され主流になりつつある。

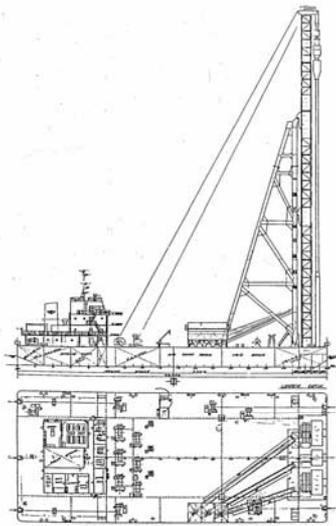


図—8 杭打船

(c) 地盤改良船

地盤改良船は、一般にヘドロ層と総称される海底の軟弱地盤中に鉄パイプのケーシングを打設し、その中に砂を詰めケーシングを引き抜いて砂杭を形成し、軟弱地盤の間隙水を砂柱のドレーン効果と載荷重によって侵出させ、地盤を圧密する作業船である（図—9）。砂杭の形式方法によって、サンドドレーン船とサンドコンパクション船がある。また、セメント系硬化剤スラリーを軟弱地盤中に吐出し、処理機によって攪拌混

合することにより、地盤を改良する深層混合処理船がある。



図一9 地盤改良船

(d) コンクリートミキサ船

コンクリートミキサ船は、生コンクリートを製造するもので骨材やセメント等は、船上のグラブ付クレーン等の材料補給装置で、運搬船から船上の材料置場やホッパータンクに補給を行う。材料はそれぞれ計量機で計量され、コンクリートミキサに送られて練られ、コンクリートポンプやベルトコンベヤ等の搬送装置を経て連続的に打設場所に送られる。動力はディーゼルエレクトリック方式が主である。

(e) ケーソン製作用作業台船

ケーソン製作用作業台船は、ケーソンを安全、確実に製作・進水・曳航させるために考案されたものであり、台船上でケーソンを製作し、それを進水させるという2つの機能を持っている。

船体はケーソンを製作する作業甲板を有する台船と、その両側に壁状に直立する側部構造（ウイング）とからなる。

船体の浮上沈降は、船体内部の十数区画に分割されたバラストタンク内のバラスト水の出し入れによって行い、水平度、安定度が保たれる。また、ケーソンの製作時に、船体が浮いた状態でケーソンを製作する方式のものをフローティング式ドックといい、海底に着底してケーソンを製作する方式のものをドルフィン式ドックという。大型化するケーソンに対応するために、載荷重量 20,000 t 級のものも出現している。

(f) 自己昇降式作業台船

自己昇降式作業台船は、通常 SEP と呼ばれ、海洋工事に用いられる作業台船のことで、沈埋トンネルの

建設、海上長大橋工事、シーバース構築工事の際に使用したり、外洋での大口径長尺杭作業や石油掘削、ボーリング工事など様々な作業に使用されている。一般的に、広い甲板面積、十分な大きさの居室および作業室等の施設を有するポンツーンと本体を支える長いスパッドから構成されている。これら SEP による作業は、ポンツーンが海面より上に上昇することにより波の影響を受けないためほとんど動揺せず、大重量の作業機械を支えることができると共に、各種、精度の高い作業を行うことができる。

(3) 付 属 船

付属船には、浚渫埋立工事用作業船や構造物工事用作業船等の海上移動、回航およびえい航に用いられる押船および引船がある。また、その他工事用資材、機材等を運搬する台船・運搬船や係留アンカーを設置、移設、揚収する船として揚錨船がある。浚渫された土砂や地盤改良に用いられる砂を運搬する土運船、あるいは、防波堤等の基礎に用いられる石材を運搬する石運船がある。

(a) 押船

押船は、主として土運船に多く使用されるが、この他にケーソンの押航や据付作業にも使用される。押航方式は引船方式に比べて操船性が良く、航路障害を惹起することが少ないので、近年埋立工事用などに使用されている。

(b) 引船

引船は、非自航式の作業船やケーソンなどのえい航に使用され、港湾工事において最も多目的に利用される作業船である。

(c) 土運船

土運船は、浚渫船で掘った土砂あるいは、陸上で掘削した土砂を受け入れる土捨用の運搬船の一種で、埋立地や土捨場まで航行し捨土するものである。一般的には、浚渫船と船団を組んで作業をする。船体中央部に泥艙を有し、自航式のものとは非自航式のものがある。

(d) 石運船

石運船は、石積み護岸・防波堤やケーソン据付マウンドに使用する石材の運搬・投入を行う船であり、自航船と非自航船があり、積載方式としては、船倉積みと甲板積みに分類される。投入方式としては、底開式、スプリット式の直投方式と船上に捨石の設備機器を有する方式がある。

(e) 台船・運搬船

台船・運搬船は、工事用資材および機材等の運搬に

使用される船を総称しているもので、積荷方式により、船倉積みあるいは甲板積みに分類される。また、運搬船は、自航船と非自航船とに分類されるが、一般的には非自航船が多い。

(f) グラブ付自航運搬船

ガット船とも呼ばれ、砂、砂利、石材等の工所用資材を運搬する船舶で、グラブ付旋回起重機および水中ポンプを装備し海底砂を採取し、自船の船倉に積み、運搬、陸揚げを行う採砂運搬用と、グラブ付旋回起重機を装備して、石材を自船の船倉に積み運搬、陸揚げ、現場での据付を行う石材運搬用の2種類に大別される。

(g) 揚錨船

揚錨船は、作業船の錨の投入、転錨、揚錨等の補助作業を行う自航船で、船首にジブおよびシャーを備え、前部は広くアンカーチェン収容場所となり、中央部には揚錨ウインチを装備する。

(4) 調査船

海洋の調査や観測は年々重要性を増し、高能率、高精度なデータの取得が要求されるようになってきている。これに対応するため、海域の深浅測量、位置決めには測量船が使用され、海底に埋没している機雷などの危険物の探査には磁気探査船などが使用される。これらの作業船は、船位測定装置をはじめ、調査などに必要な各種計測機器を備え収録したデータの処理および図化作業は自動化されており、能率と精度の向上を図るようにシステム化されている。

(a) 測量船

測量船は、港湾工用としては、主として深浅測量に使用され、最近では、電波機器、電子機器の急速な進歩によって、船位、深度、潮位等とデータをすべて船上において収録し、陸上のデータ処理室で処理して図化するまでの一連作業を自動的に行うシステムもある。深浅測量は通常、測量海域に幾何学的な図形を想定して、その軌跡に沿って船を走らせながら行う。船の誘導には、光波式、電波式、GPS等があるが、近年は、GPSにより高精度な船位測定が行われている。

(b) 監督測量船

監督測量船は、港湾工事の工事監督としての機能と測量としての機能をあわせ持つ船である。

(c) 土質調査船

土質調査船は、港湾工事における海底地質調査、石油や天然ガス、石炭など海底地下資源の開発のために海底をボーリングする機械を装備した作業船である。

(d) 磁気探査船

磁気探査船は、残存する機雷および砲弾等の爆発物

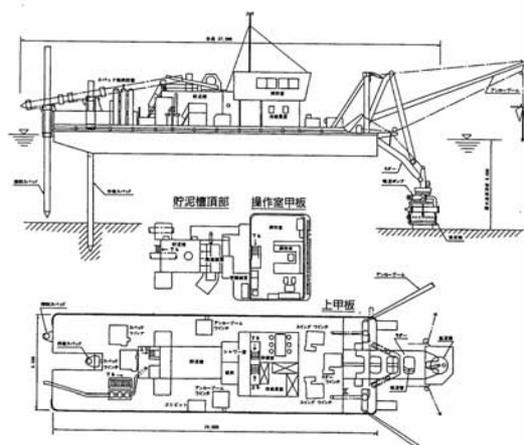
を安全かつ能率的に探査する作業船である。その形式は、磁性物体を直接感知する磁気センサーを海底から一定の高さで、ロッドまたはワイヤーロープで吊りながら航走し、海底下にある磁性体を検知記録するものである。

(5) 環境整備用作業船

環境整備用作業船には、海底に堆積している軟泥の浚渫を行う軟泥浚渫船、海面上に浮遊している油を回収する油回収船、あるいは、海面上に浮遊しているゴミを回収する清掃船等がある。

(a) 軟泥浚渫船

軟泥浚渫船は、海底に堆積し悪臭の原因になったり、水質の悪化の原因となっているヘドロ等の汚泥・軟泥を拡散させることなく除去するために使用される作業船である (図—10)。



図—10 軟泥浚渫船

(b) 油回収船

油回収船は、海面上に浮遊している油や事故などにより海上に流出した油を能率よく回収する作業船で、広範囲で、かつ、薄い油を効率的に回収し、回収した油の濃度を高める機器を装備している。

(c) 清掃船

清掃船は、海面に浮かぶゴミを捕集し、コンテナ等に回収する作業船である。

(d) オイルフェンス展張船

オイルフェンス展張船は、事故発生直後、現場に急行し、流出油の拡散を防止し被害を最小限に抑えるため、オイルフェンスを安全確実に展張する船である。

(6) 水中作業機械

水中での各種作業を自動化し、作業の高能率化、高精度化および安全性を高めるため、近年のエレクトロ

ニクス、メカトロニクスなどの先端技術の開発成果を活用した水中作業機械である。主な機種としては、捨石均し機、水陸両用ブルドーザ、海砂採取機、水中バックホウ、水中浚渫ロボット等がある。特に捨石均し機は、ケーソン等の基礎捨石の均しを行うもので、近年機械化が進み、一部に均し専用船が出現している。

3. 今後の傾向

近年、海上空港、橋梁、トンネル等海上工事の多様化と大規模化等に伴う作業船の大型化、特殊化などが図られてきた。一方では、作業船の活用範囲を拡大し経済性を向上させるため、複合的な機能を併せ持つ作業船も現れている。アタッチメントを替えるだけで、グラブ浚渫や杭打ちを行える起重機船などが建造されており、今後もこの種の兼用船は増えていく傾向にあると考えられる。

また、閉鎖性水域における水底質浄化・改善及び航行船舶の障害となる浮遊ゴミ等への迅速な対応への要請が高い。さらに、施工の省力化、建設コストの縮減、安全性の向上等も求められており、今後はこれらの要請に対応できる作業船の技術開発・建造が増えてくるものと考えられる。

4. 作業船の選定

作業船の選定は、対象工事の施工条件、工期、作業船の能力、作業船確保の難易などの諸条件によって決まる。以下、浚渫船と起重機船について述べる。

(1) 浚渫船の選定

浚渫工事の規模、土砂の処理方法から浚渫船および付属船の種類を想定し、土質条件から表—1の適用船種を選定する。

(2) 起重機船の選定

吊り上げ物の重量、大きさ、工事内容、作業量などにより一般的に次の事項を検討して選定する。

- ① 巻上荷重、巻上速度
- ② アウトリーチ、揚程、ふところの大きさ
- ③ 自航、非自航、固定、旋回、俯仰の別

5. 浚渫船の能力

(1) ポンプ浚渫船

ポンプ浚渫船の浚渫能力は、次式により求められる。

$$Q=q \cdot E_1 \cdot E_2 \cdot E_3 \cdot E_4 \cdot E_5 \cdot E_6 \cdot T$$

Q：ポンプ浚渫船の1日当り浚渫量 (m³/日)

q：ポンプ浚渫船の1時間当り浚渫能力 (m³/h)
(土質条件から表—2より選定)

E₁：工事区分能力係数

E₂：土厚区分能力係数

E₃：平面形状区分能力係数

E₄：断面形状区分能力係数

E₅：海象条件区分能力係数

E₆：その他の条件区分能力係数

T：ポンプ浚渫船の1日当り運転時間
(h/日、標準は16 h/日)

現場条件に応じて1日当り運転時間を補正する。

(2) グラブ浚渫船

グラブ浚渫船の浚渫能力は、普通地盤用と硬土盤用と岩盤用があり、次式により求められる。

① グラブ浚渫船 (普通地盤用)

$$Q=q \cdot E_1 \cdot E_2 \cdot E_3 \cdot T$$

Q：グラブ浚渫船の1日当り浚渫量 (m³/日)

q：グラブ浚渫船の1時間当り浚渫能力 (m³/h)
(土質条件から表—3より選定)

E₁：土厚区分能力係数

E₂：海象条件区分能力係数

E₃：水深区分能力係数

T：グラブ浚渫船の1日当り運転時間
(h/日、標準は8 h/日)

現場条件に応じて1日当り運転時間を補正する。

② グラブ浚渫船 (硬土盤用)

$$Q=q \cdot E_1 \cdot E_2 \cdot E_3 \cdot T$$

Q：グラブ浚渫船の1日当り浚渫量 (m³/日)

q：グラブ浚渫船の1時間当り浚渫能力 (m³/h)
(土質条件から表—3より選定)

E₁：施工区域区分能力係数

E₂：海象条件区分能力係数

E₃：水深区分能力係数

T：グラブ浚渫船の1日当り運転時間
(h/日、標準は8 h/日)

現場条件に応じて1日当り運転時間を補正する。

③ グラブ浚渫船 (岩盤用) 砕岩

$$Q=q \cdot E_1 \cdot E_2 \cdot T$$

Q：グラブ浚渫船の1日当り砕岩量 (m³/日)

q：グラブ浚渫船の1時間当り砕岩能力 (m³/h)
(土質条件から表—3より選定)

E₁：砕岩層数区分能力係数

E₂：海象条件区分能力係数

表一 土質、N 値別の標準適用船種

土 質		N 値, 状態	標 準 適 用 船 種				適 要
			ポンプ 浚渫船	グ ラ ブ 浚 渫 船			
		普通地盤用		硬土盤用	岩盤用		
普通土砂	粘土質系	30 未満	○	○		○	粘性土, または 粘土質土砂
	土 砂	30 ~ 50 ヶ	○	-	○	○	
	砂 質 系	30 ヶ	○	○		○	砂質土, または 砂質土砂
	土 砂	30 ~ 50 ヶ	○	-	○	○	
	レキ混り	30 ヶ		○		○	
土 砂	30 ~ 50 ヶ		-	○	○		
岩 盤	軟 質		-	○			
	中 質		-	○			
	硬 質		-	-	○		

- 注) 1. 表中の○印が標準適用船である (-は適用不能の船種)。
 2. 普通土砂の土質分類はポンプ浚渫船とグラブ浚渫船で異なる。
 (普通土砂の説明は、次に示す)
 3. 上記の土質が複数含まれている工事においては、原則として最も硬い土質に適用される船種を選定する。
 4. レキ混り土砂または岩盤については、過去の施工実績あるいは試験工事の結果を勘案してポンプ浚渫船を適用することができる。

普通土砂

- ・岩盤を除く普通土砂の土質分類は、原則として日本統一分類法による工学的土質分類に基づくものとする。
- ・土粒子の区分と粒径は、次の表による。

	区 分	粒 径
細粒分	コロイド, 粘土, シルト	74 μm 以下
粗粒分	砂	74 μm ~ 2 mm
	レキ	2 mm ~ 75 mm

- ・浚渫工における土質分類と土粒子の構成は、ポンプ浚渫とグラブ浚渫で異なる。

(1) ポンプ浚渫

ポンプ浚渫 の土質分類	簡易分類名	土粒子の構成
粘性土	シルト, 粘性土, 有機質土, 火山灰質粘性土	細粒分が50%を超え, レキ分が5%未満の土砂
砂質土	砂, 砂質土	細粒分が50%以下で, レキ分が5%未満の土砂

注) 簡易分類名は、日本統一分類法による工学的土質分類に基づく。

(2) グラブ浚渫

グラブ浚渫の土質分類	土 粒 子 の 構 成
粘土質土砂	粗粒分が70%未満で, レキ分が50%未満の土砂
砂 質 土 砂	粗粒分が70%以上で, レキ分が50%未満の土砂
レキ混り土砂	レキ分が50%以上の土砂

注) バックホウ浚渫の場合も同様とする。

T : グラブ浚渫船の1日当り運転時間
 (h/日, 標準は8 h/日)

現場条件に応じて1日当り運転時間を補正する。

④ グラブ浚渫船 (岩盤用) 砕岩後浚渫

$$Q = q \cdot E_1 \cdot E_2 \cdot E_3 \cdot T$$

Q : グラブ浚渫船の1日当り砕岩後浚渫量 (m³/日)

q : グラブ浚渫船の1時間当り砕岩後浚渫能力(m³/h)
 (土質条件から表一3より選定)

E₁ : 施工区域区分能力係数

E₂ : 海象条件区分能力係数

E₃ : 水深区分能力係数

T : グラブ浚渫船の1日当り運転時間
 (h/日, 標準は8 h/日)

現場条件に応じて1日当り運転時間を補正する。

(3) バックホウ浚渫船

バックホウ浚渫船の浚渫能力は、次式により求められる。

$$Q = q \cdot E_1 \cdot E_2 \cdot T$$

Q : バックホウ浚渫船の1日当り浚渫量 (m³/日)

表一 2 ポンプ浚渫船 1時間当り浚渫能力 (q) (m³/h)

土質	N値	規格	排送距離 (km)																													
			0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	5.4	5.6	5.8	6.0	
土質	0	①	381	381	381	381	381	381	377	370																						
		②						621	617	612	606	594																				
		③							861	853	846	837	829	811																		
		④									1036	1025	1015	1004	995	976	953	934														
		⑤												1446	1432	1417	1400	1386	1372	1338	1309	1276	1247	1218								
		⑥															1724	1704	1682	1663	1640	1621	1602	1580	1541	1503	1458	1420	1375	1337		
土質	2	①	337	337	337	337	337	337	330	324																						
		②						545	540	534	529	518																				
		③							752	745	737	729	721	706																		
		④								912	902	892	883	873	864	844	822	803														
		⑤												1249	1235	1221	1204	1189	1175	1146	1118	1089	1060	1031								
		⑥															1471	1452	1433	1413	1394	1375	1356	1337	1298	1260	1222	1183	1145	1106		
土質	5	①	293	293	293	293	293	290	284																							
		②					476	473	468	462	453																					
		③						659	651	643	637	629	614																			
		④							795	785	777	768	758	748	732	713	694															
		⑤										1098	1084	1070	1058	1043	1029	1017	988	959	930	906	878									
		⑥													1298	1279	1260	1244	1225	1206	1186	1170	1151	1132	1094	1062	1023	985	947	915		
土質	10	①	263	263	263	263	263	258																								
		②					429	425	419	410	399																					
		③					588	582	574	568	560	553	540																			
		④						710	700	692	683	673	665	656	640	620																
		⑤									986	971	959	945	933	918	906	878	844	825	801	772										
		⑥														1151	1135	1116	1100	1081	1058	1046	1030	1010	991	959	921	889	851	819	780	
土質	15	①	231	231	231	231	228																									
		②					377	374	369	360																						
		③						519	512	505	499	484	471																			
		④						622	612	604	596	587	579	569	553																	
		⑤								883	871	856	844	830	818	806	777	753	729	700	676											
		⑥									1036	1020	1001	985	969	950	934	918	899	883	863	831	799	761	729	691						
土質	20	①	199	199	199	199																										
		②					327	322	313																							
		③					452	445	439	432	417																					
		④						539	531	523	513	505	489	473																		
		⑤								746	731	719	707	695	681	657	633	609	580													
		⑥									892	876	860	844	825	809	793	777	758	742	710	678	640	608	576	544						
土質	30	①	148	148	148																											
		②				244	241	232																								
		③					330	324	317	304																						
		④						397	389	381	373	365	349																			
		⑤							559	547	535	523	511	499	475	451	427															
		⑥									649	633	617	601	585	569	553	537	505	473	441	409										
土質	40	③	217	217	217	205	194	182																								
		④				243	235	229	221	214	198																					
		⑤					329	319	307	294	285	273	254	230																		
		⑥						384	368	355	339	323	310	294	281	249	217	192														
		①	239	239	239	239	234	229	222																							
		②					380	376	371	366	362	353																				
砂	20	③					522	516	508	501	495	489	476																			
		④						628	619	611	603	595	587	579	560	544	528															
		⑤										842	830	818	803	791	779	767	743	719	691	667	643									
		⑥														956	940	924	908	892	873	857	841	825	793	761	723	691	659	627		
		①	202	202	202	200	194																									
		②				327	325	320	317	308																						
土質	30	③				449	443	437	431	425	412	402																				
		④					531	525	517	509	501	494	486	470	457																	
		⑤								729	717	707	695	683	674	662	638	614	595	571												
		⑥												851	835	822	806	790	774	761	745	729	697	672	640	608	582					
		①	179	179	179																											
		②				294	290	282																								
土質	40	③				407	400	395	389	379	366																					
		④					480	473	465	459	451	445	429	416																		
		⑤						664	655	643	633	621	612	600	580	556	537															
		⑥								799	787	771	758	742	729	713	700	684	659	627	601	569										
		③	358	358	358	348	335	325	315																							
		④				413	406	398	392	385	377	365	352																			
土質	50	⑤					566	556	547	535	525	516	504	484	460	441																
		⑥						688	675	659	646	633	617	604	588	576	563	531	505	480												
		③	297	297	297	287	274	264																								
		④				344	337	329	323	317	301	288																				
		⑤					475	463	453	444	432																					

表一3 グラブ浚渫船1時間当り浚渫能力 (q) (m³/h)

(1) 普通地盤用

土質		標準変化率 f	グラブ浚渫船 (普通地盤用) 規格				
分類	N値, 状態		鋼D2.5 m³	鋼D5 m³	鋼D9 m³	鋼D15 m³	鋼D23 m³
粘土質土砂	10 未満	0.95	119.7	235.1	393.3	559.6	726.1
	10~30 ヶ	0.90	75.6	151.9	291.6	441.8	573.2
砂質土砂	10 ヶ	0.90	97.2	192.4	340.2	486.0	630.6
	10~30 ヶ	0.85	66.3	133.9	229.5	354.7	487.2
レキ混り土砂	30 ヶ	0.85	35.7	86.1	168.3	250.4	351.9

(2) 硬土盤用

土質		標準変化率 f	グラブ浚渫船 (硬土盤用) 規格			
分類	N値, 状態		フライ級 鋼D3.5 m³	ライト級 鋼D5.5 m³	ヘビー級 鋼D7.5 m³	スーパーヘビー級 鋼D11.5 m³
粘土質土砂	30~50 未満	0.85	53.6	87.5	114.8	144.9
砂質土砂	30~50 ヶ	0.80	50.4	82.4	108.0	136.4
レキ混り土砂	30~50 ヶ	0.75	47.3	77.2	101.3	127.9
岩盤	軟質	0.75	34.4	59.4	86.8	118.7
	中質	0.65	22.3	36.0	56.4	79.1

(3) 岩盤用 (砕岩)

土質		1層当り 砕岩厚さ	グラブ浚渫船 (岩盤用) 規格			摘要
分類	状態		フライ級 鋼D3.5 m³	ライト級 鋼D5.5 m³	ヘビー級 鋼D7.5 m³	
岩盤	硬質	1.0 m	11.7	18.0	27.5	

(4) 岩盤用 (砕岩後浚渫)

土質		標準変化率 f	グラブ浚渫船 (岩盤用) 規格		
分類	状態		フライ級 鋼D3.5 m³	ライト級 鋼D5.5 m³	ヘビー級 鋼D7.5 m³
岩盤	硬質	0.60	34.4	61.8	81.0

表一4 バックホウ浚渫船1時間当り浚渫能力 (q) (m³/h)

土質 分類	N値, 状態	標準変化率 f	バックホウ浚渫船		備考
			鋼1 m³	鋼2 m³	
粘土質土砂	10 未満	0.95	65.3	119.7	
	10~30 ヶ	0.90	44.2	81.0	
砂質土砂	10 ヶ	0.90	56.0	102.6	
	10~30 ヶ	0.85	38.9	71.4	
レキ混り土砂	30 ヶ	0.85	38.9	71.4	
粘土質土砂	30~50 ヶ	0.85	36.2	66.3	
砂質土砂	30~50 ヶ	0.80	34.0	62.4	
レキ混り土砂	30~50 ヶ	0.75	31.9	58.5	
岩盤	軟質	(0.60)	(11.8)	(21.6)	
	中質				
	硬質				

注) () 書きは岩盤を水中ブレーカー等による砕岩後の浚渫に適用する。

q : バックホウ浚渫船の1時間当り浚渫能力 (m³/h)
(土質条件から表一4より選定)

E₁ : 施工区域区分能力係数

E₂ : 海象条件区分能力係数

T : バックホウ浚渫船の1日当り運転時間

(h/日, 標準は8h/日)

現場条件に応じて1日当り運転時間を補正する。

JCMA

杭径比の大きな新しい「多段拡径場所打ちコンクリート杭工法」の開発と一般工法評定の取得

平井 芳雄・若井 修一・中島 正人・青木 雅路

常時及び地震時に基礎に大きな荷重が作用する場合、連続地下壁杭に代わる高支持力場所打ち杭として、多段拡径場所打ちコンクリート杭工法を開発した。本杭工法は、軸部に高拡底率（拡径部と軸部の面積比で最大5.2、杭径比では最大2.3）の節部を設けた多段拡径形状とすることで鉛直支持力と引抜き抵抗力を向上させ、杭体に高強度コンクリートを用いることにより杭の高耐力化を図った。また、新たに開発した掘削バケットを含めた施工方法に関して、(財)日本建築センターの工法評定を取得するにあたり、原位置での実大施工試験を実施した。実際に地中に構築した杭を掘出し、杭形状や杭体コンクリートの施工品質を確認し、施工方法の妥当性を検証した。

キーワード：場所打ち杭，施工，掘削機械，コンクリート，掘削試験，掘出し調査

1. はじめに

近年の超高層オフィスや集合住宅のように建物の高層化・重量化に伴い、常時及び地震時に基礎に大きな荷重が作用する建物が増加している。このような建物の基礎に、連続地下壁杭に代わる円形断面の高支持力場所打ち杭として、**図-1**に示すような軸部に節部を設けた多段拡径場所打ちコンクリート杭（以下、多段拡径杭）工法を開発した。本報告では、開発工法の概要の紹介とともに、本工法の施工方法及び施工管理法について、(財)日本建築センターの工法評定の取得にあたり実施した実大施工試験結果について紹介する。

2. 工法概要

多段拡径杭工法は、杭先端部と軸部に高拡底率（節部と軸部の面積比で最大5.2、杭径比では最大2.3）の節部（拡底部及び中間拡径部）を設けた多段拡径形状の場所打ちコンクリート杭工法である（**図-1**）。多段拡径形状とすることにより杭の鉛直支持力と引抜き抵抗力を向上させ、杭体に高強度コンクリート（設計基準強度の上限が60 N/mm²）を用いることにより杭の高耐力化を図っている。

従来のアースドリル工法にはない高拡底率の場所打ち杭を構築するために新たに開発した掘削バケットを**図-2**に示す。**図-2 (a)**は中間拡径部掘削時、**図-2 (b)**は拡底部掘削時の掘削バケットを示している。

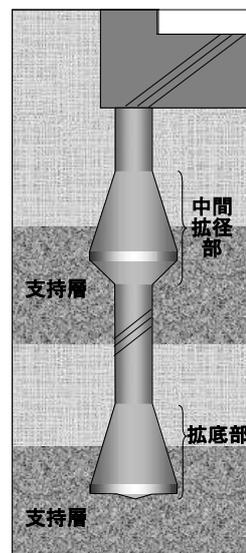


図-1 多段拡径杭



(a) 中間拡径部掘削時



(b) 拡底部掘削時

図-2 掘削バケット

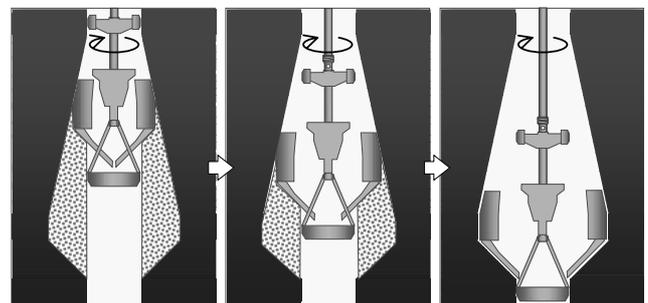


図-3 中間拡径部の掘削方法

る。

本工法の施工手順を**図-4**に示す。中間拡径部掘

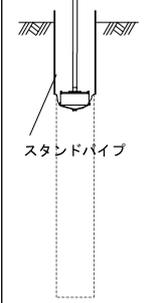
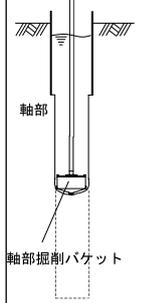
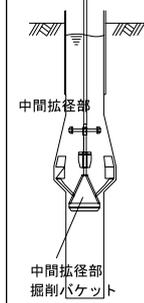
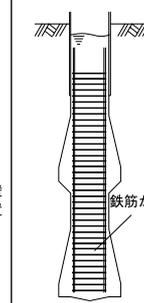
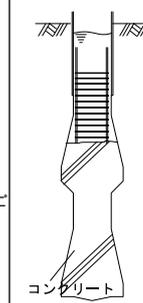
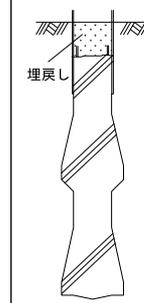
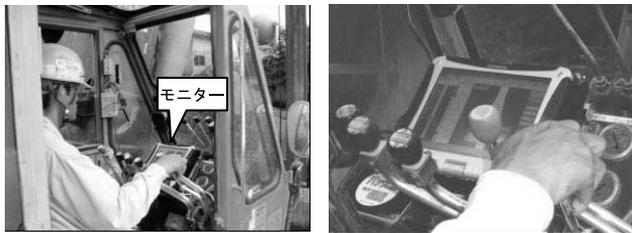
施工概要								
施工手順	①杭心出し ②スタンドパイプ ③アースドリル掘削機の据付	④軸部掘削	⑤中間拡径部掘削	⑥拡底部掘削 ⑦1次スライム処理	⑧中間拡径部のスライム処理 ⑨中間拡径部のスライム測定 ⑩孔壁測定	⑪鉄筋かご建込み ⑫トレミー管建込み ⑬2次スライム処理	⑭コンクリート打設	⑮埋戻し ⑯スタンドパイプ

図-4 施工手順



(a) 掘削機操縦室内 (b) モニター設置状況

写真-1 掘削管理装置 (モニター)

削, 中間拡径部のスライム処理及びスライム測定が通常の場所打ち杭の施工にはない特徴的な工程である。中間拡径部の掘削方法を図-3に示す。中間拡径部を鉛直方向に数回に分けて掘削するため、掘削バケットの深度と深度に対応する拡翼量の管理が重要となる。そのため、掘削バケットの深度と拡翼量の検出装置及び掘削機操縦室内のモニター (パソコン内蔵、写真-1) から構成される専用の施工管理装置を掘削機に搭載している (図-5)。オペレーターはモニター画面 (図-6) で計画掘削形状と掘削状況をリアルタイムに確認しながら作業を行うことができる。

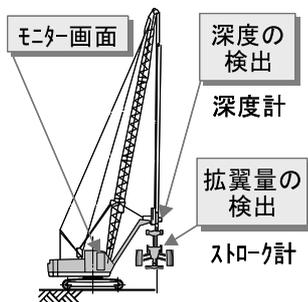


図-5 深度と拡翼量の検出装置

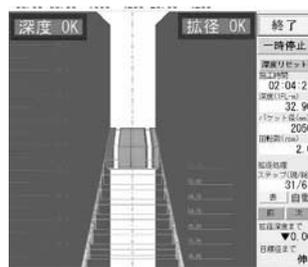


図-6 モニター画面表示例

3. 各種性能確認試験

多段拡径杭工法の工法評定時に実施した各種性能確認試験における主な試験項目及び試験方法を表-1に示す。ここでは、杭体の掘出し調査を実施した試験杭の実大施工試験及び掘出した杭体に関する調査結果について示す。

(1) 実大施工試験

施工試験を実施した地盤を図-7(a)に示す。地盤構成はGL-6mまで埋土層, ローム層, 粘性土層であり, それ以深はGL-15m付近で貝殻を含む細砂層である。地下水位はGL-5mである。試験杭は軸部径1,200mm, 中間拡径部径・拡底部径2,700mm (拡底率5.1), 掘削長15mの多段拡径杭である (図-7(b))。掘削は, 軸部の掘削においては既往のドリリングバケットを用い, 中間拡径部及び拡底部の掘削においては, 新たに開発した専用の掘削バケットを用いた。掘削は軸部, 中間拡径部, 拡底部の順に行った。

掘削完了時の超音波孔壁測定結果を図-7(c)に示す。測定結果より, 軸部径, 中間拡径部径及び拡底部径とも計画寸法 (中間拡径部・拡底部においては設計径+100mm) を満足していることを確認した。

拡底部のスライム処理は掘削バケットによる底ざらい及び水中ポンプを用いた吸引により行い, 中間拡径部のスライム処理は水中ポンプを用いた吸引により行った。スライム処理後のスライム堆積量の確認は, 拡底部においては重錘付き検尺テープを用いて行い, 中間拡径部においては電気比抵抗センサー¹⁾を用いて行った。掘削完了後, 鉄筋かごを建込み, コンクリートを打設した。コンクリートは設計基準強度60N/mm²

表一 主な試験項目 (一:本報では結果を省略)

確認項目	試験項目	試験方法	(1)節	(2)節
掘削施工性	掘削速度	施工時間・土量の記録	—	—
	土砂取込み量	目視による土砂取込み調査	—	—
軸部の形状・寸法	鉛直精度	超音波孔壁測定装置	○	—
	軸部径	掘出し調査	○	—
	掘削深度	検尺	○	—
中間拡径部・拡底部の形状・寸法	中間拡径部径・拡底部径	超音波孔壁測定装置, 掘出し調査	○	○
	上部・下部傾斜角		○	○
	立上り部高さ		○	○
	立上り部下端深度		○	○
安定液性状	比重	マッドバランス	—	—
	粘性	ファンネル粘度計	—	—
	pH	pH 測定器	—	—
	砂分率	砂分率測定器	—	—
スライム処理	中間拡径部スライム堆積量	電気比抵抗スライム測定器, 掘出し調査	—	—
	拡底部スライム堆積量	検尺, 掘出し調査	—	—
コンクリート打設施工性	打設速度	施工時間・打設量の記録	○	—
	鉄筋かぶり厚	掘出し調査	—	—
	スランプフロー	スランプコーン	○	—
コンクリート品質	空気量	空気量測定器	○	—
	コンクリート温度	温度計	○	—
	塩化物量	塩化物量測定器	○	—
	圧縮強度, 静弾性係数	標準養生・コア抜き供試体の圧縮試験	—	○

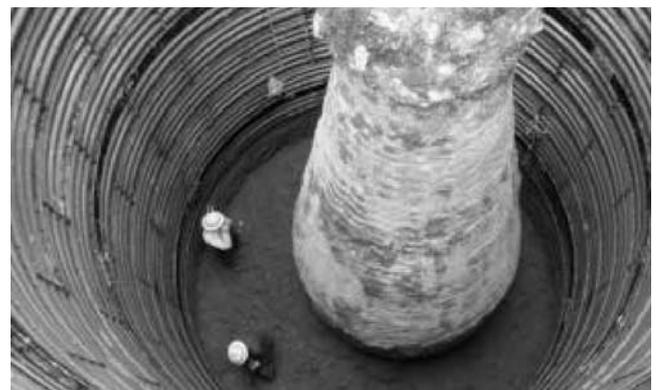
考えられる流動性を確保するため、試し練り時に実施したL型フロー試験²⁾結果を参考に調合条件を設定した。受入れ時の試験結果(打設中に3回実施)を表一2に示す。コンクリートの打設は一般の場所打ち杭と同様にトレミー管を用いて行った。単位時間あたりの打設量は23.2 m³/hであり、一般の場所打ち杭のコンクリート打設と比べ施工性に著しい違いは見られない。高強度コンクリートであっても、通常の施工法及び施工効率でコンクリートの打設が可能であることを確認した。

表二 コンクリートの受入れ時の試験結果

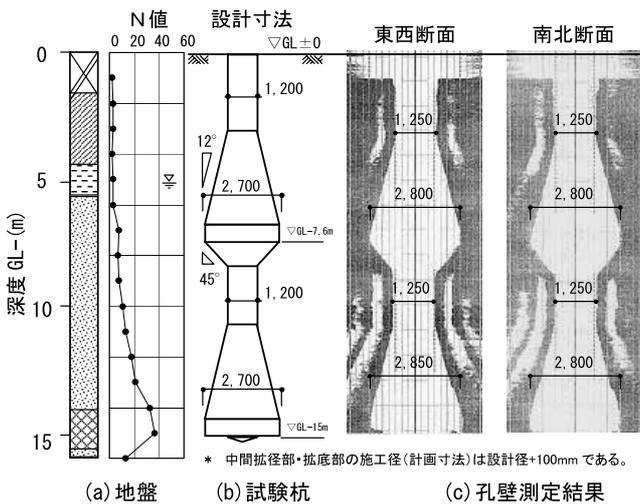
試験項目	設計値	管理値	試験結果		
			No.1	No.2	No.3
スランプフロー(cm)	60	60 ± 10	63.0 × 62.0	64.0 × 63.0	59.0 × 57.0
空気量(%)	2.0	2.0 ± 1.5	1.6	1.7	2.7
コンクリート温度(℃)	—	35 以下	21.0	21.0	21.0
塩化物含有量(kg/m ³)	—	0.2 以下	0.032	0.032	0.032

(2) 掘出し調査

コンクリート打設後、約50日の養生期間を置いて、試験杭を掘出した。杭の掘出し状況を写真一2に示す。杭はライナープレート(φ5,000mm)を用いた深礎工法により掘出した。揚重機の揚重能力から、試験杭は掘削孔内で5分割して地表に揚重した。掘出した杭体について、杭径、中間拡径部・拡底部の形状・寸

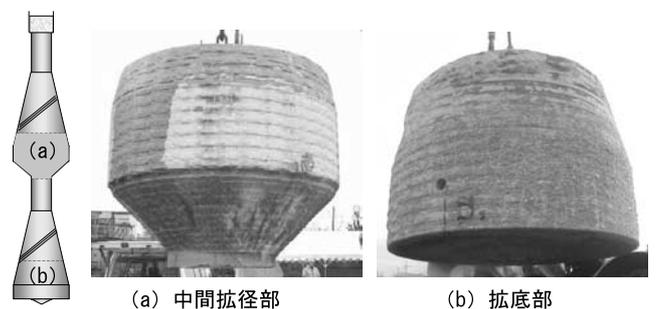


写真一2 杭体の掘出し状況(深礎工法)



図一7 地盤・試験杭及び超音波孔壁測定結果

(呼び強度68 N/mm²)、水セメント比28.8%、普通ポルトランドセメントを用いた高強度コンクリートである。混和剤として高性能AE減水剤を用いた。高強度コンクリートを場所打ち杭に適用するにあたり重要と

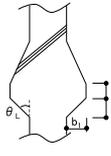


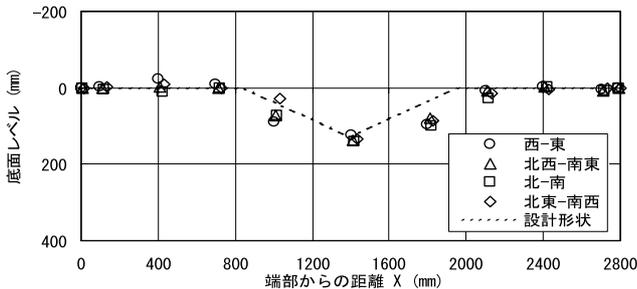
写真一3 掘出した杭体

法等の調査を実施した。

中間拡径部及び拡底部の形状・寸法の調査結果を表一3及び図一8にそれぞれ示す。表一3, 図一8より, 中間拡径部及び拡底部の底面の寸法は設計寸法にほぼ等しいことがわかる。杭体の掘出し状況を写真一3に示す。写真一3より, 中間拡径部及び拡底部の外周端部においても, スライムや掘削土の巻き込み等による断面の欠損等は見られず, コンクリートが密実に充填されていることがわかる。以上より, 本工法の施工法及び施工管理法により, 所定の形状・寸法の中間拡径部及び拡底部を構築できると考えられる。

表一3 形状調査結果 (中間拡径部)

	中間拡径部下部傾斜部			中間拡径部立上り高さ h ₁ (mm)	備考
	高さ h (mm)	幅 b ₁ (mm)	下部傾斜角 θ ₁ (°)		
設計値	750	750	45	950	
計測結果	東面	760	750	44.6	
	西面	860	820	43.6	
	南面	860	790	42.6	
	北面	830	805	44.1	

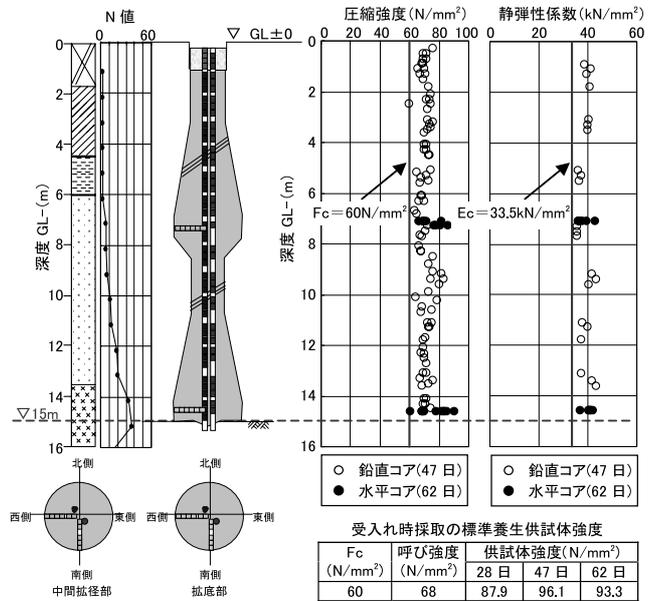


図一8 形状調査結果 (拡底部)

試験杭からのコア抜き供試体について圧縮強度試験を実施した。コア抜き位置及び圧縮強度の試験結果を図一9に示す。鉛直方向のコア抜きは杭のほぼ中心位置で2ヶ所実施した。水平方向のコア抜きは中間拡径部及び拡底部について, それぞれ東西・南北方向の2方向, 計4ヶ所実施した。圧縮試験数は鉛直方向81個, 水平方向22個の計103個である。そのうちの33個について静弾性係数を測定した。図には, 設計基準強度 Fc 及び, Fc を 60 N/mm², 単位体積重量 γ を 24 kN/m³ と仮定して, 式 (1)³⁾ より算出した静弾性係数 Ec (= 33.5 kN/mm²) も示している。

$$E_c = 33.5 \times (\gamma / 24)^2 \times (F_c / 60)^{1/3} \quad (1)$$

図一9より, 試験杭の圧縮強度はいずれも設計基準強度 (60 N/mm²) を上回ることで, 静弾性係数は式 (1) より算出した値と比べてやや大きい値であること



図一9 鉛直・水平コア供試体の圧縮強度試験結果

を確認できた。以上より, 本工法の施工法及び施工管理法により, 所定のコンクリート品質を確保した場所打ちコンクリート杭を構築できるものと考えられる。

4. まとめ

多段拡径場所打ちコンクリート杭工法の概要と評定取得にあたり実施した原位置における実大試験杭の施工試験及び掘出し調査の結果を示した。

なお, 実大施工試験結果は, 現在投稿中の論文⁴⁾の一部をまとめたものである。

【謝辞】

最後になりましたが, 評定にあたりご指導を賜りました(財)日本建築センター基礎評定委員会の皆様に深く感謝の意を表します。

J|C|M|A

《参考文献》

- 小豆畑, 田村, 井上, 藤井, 杉村他: 電気比抵抗法を用いた原位置造成杭の品質評価に関する研究 (その1~7), 地盤工学研究発表会講演集, Vol.2, pp.1665-1678, 1997.
- 米澤他: 高強度コンクリートのワーカビリティに関するL型フロー試験法に関する基礎的研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.11, No.1, pp.171-176, 1989.
- 日本建築学会編: 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説, p.38, 1999.
- 平井・若井・中島・青木: 多段拡径場所打ちコンクリート杭工法の研究 (その1~3), 日本建築学会大会学術講演梗概集 B-1, pp.575-580, 2007.

[筆者紹介]



平井 芳雄 (ひらい よしお)
 株竹中工務店 技術研究所
 建設技術研究部 地盤基礎部門
 主任研究員



若井 修一 (わかい しゅういち)
 株竹中工務店 技術研究所
 建設技術研究部 地盤基礎部門
 研究員



中島 正人 (なかしま まさと)
 株竹中工務店 大阪本店
 建築技術部
 技術担当



青木 雅路 (あおき まさみち)
 株竹中工務店 エンジニアリング本部
 土壌環境部門
 マネージャー

建設の機械化／建設の施工企画 2004年バックナンバー

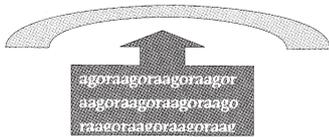
平成 16 年 1 月号 (第 647 号) ～平成 16 年 12 月号 (第 658 号)

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

社団法人 日本建設機械化協会

〒 105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館)

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



建設機械と私の人生

小川 清

建設機械との永年の関わりの中で、人間の持っている無限の知恵が建設機械をまるで生き物かのように進化させ続けているように思う昨今です。建設機械と歩んできた自分の人生を今振り返ってみますと、建設機械によって私は多くの人達と出会い、そして私の賜物が活かされてきたのだと思っています。これからも建設機械が新しい世代のエンジニア達の知恵によって益々進化を続けながら、地球環境に優しく、新しい工法ができるように開発されて、誰からも愛される機械になって欲しいと願っています。

キーワード：機械設計者、機械式クローラクレーン、出向、夢工房

1. はじめに

私は昭和 38 年 3 月に社会人として第一歩を踏み出して、今年の 9 月で 44 年半の歳月を迎えることになります。「光陰矢のごとし」本当に月日の経つのは早いと実感しています。今も建設機械に関わる仕事を現役で続けられていることに感謝しています。

これまでの歩みを振り返ってみる中で、日本の建設機械は今、世界中で建設の施工においても注目されています。又建設機械業界は今までにない好況下で、この状況が当分続くといわれています。今こそ量だけでなく、より質の充実が図られて、それに関わっている人達の人生もより豊かになりたいものです。

2. 機械設計者を夢見て

小学校高学年の時に良き教師と出会い、勉強することにやりがいの楽しみを知って、予習復習をよくやっていました。家庭はあまり裕福ではなかったのですが、長屋の縁先に林檎箱を置いて夜遅くまで勉強をしていましたが、そんな私に父が裏庭に手作りの勉強部屋を作ってくれました。その時の感動は今も忘れることができません。自分で設計して仕事を続けながら日曜大工で作り上げてくれた父には感服するとともに、ものづくりの素晴らしさをその時に教えてもらったように思います。これからの時代は機械化、電氣化が進むのでその道を目指すようにと父はよく言っていました。それに応えようとの思いをもち、大企業の機械設計者になることを目標にして、工業高校の機械科に進学し勉

学に励んだことを懐かしく思います。

機会に恵まれて大企業に入社することができ、そして第一希望だった機械設計のできる建設機械設計課へ配属されました。これが建設機械との最初の出会いになります。

3. 機械式クローラクレーンの開発

当時の職制は重みのある資格制度で、私は下っ端の製図工でその上に技術員、技手、技師があって、その上が管理職の課長になっていました。技手、技師に与えられていました机は立派な大机でした。そのような机で仕事ができるように早くなりたいと思ったものです。

設計者として最初の業務は技術提携先のアメリカの建設機械メーカーの機械式クローラクレーンを日本の市場にマッチしたバージョンに設計することで、英語版のインチポンドの図面を JIS 規格で製図することもありました。5/8 インチは 15.875 mm, 5 フィートは 1524 mm, 1 ポンドは 0.4536 kg 等今でも覚えています。当時製図板はドラフター、脇机の上には回転式の機械計算機と烏口等の製図道具一式を置いていました。今思うと懐かしい物ばかりです。その機械式クローラクレーンの特徴はパワートレインはエンジン出力がギヤケースの各ドラム軸へチェンで伝動されていて、ウォームギヤやベベルギヤがギヤケースに効率よく配置されていました。油圧ユニットが当時なかったので部品点数も確かに多かったと思います。専任設計者は私を入れて 3 名でしたので、製図はトレ

スを含めて殆ど外注設計に出して、その検図にも追われる日々が続きました。遠距離通勤から寮生活へ替えたのもこの時でした。この時に作成した図面は多分記録的な枚数になっていると思っています。

4. 英語夜間学校との出会い

提携先から送られてくる図面と技術情報を理解するには英語の読解力が求められます。仕事にも少し余裕が出てきた2年後から4年制の英語夜間学校に通いました。月曜から金曜日で夜2教科2時間の授業で期末試験は各教科とも70点以上取れないと進級できないという厳しい学校でした。安サラリーの身でしたので留年をしないために試験週間の時は大変でした。英語は中学生から好きでしたので試験勉強することは苦にならなかったのですが、時間が足りなくて週後半は休暇をとったこともありました。この学校で出会った先輩の妹が今の妻になっているのですが、これも不思議な縁だと思っています。入学時にいた100名近くの生徒は卒業式では25名程度になっていました。卒業式は尊厳な雰囲気にも包まれた教会で行われましたので今も思い出深く残っています。このお陰で英語については余り苦労することもなく仕事ができたように思っています。今は英語とは疎遠になってしまいましたが、縁あって娘家族がニューヨークに住んでいて、孫3人と毎年会える楽しみが与えられていることも不思議だと思っています。

5. 湿地型油圧ショベルの開発

クレーン設計者として早や5年が経とうとしていた昭和40年代は油圧ショベルの開発、生産を建機メーカー約10社で活発に進めていた時代でした。土木建設工事等は人手作業だったのを油圧ショベルが代わって施工してくれるので、万能機械として重宝がられました。

このような時に湿地型油圧ショベルの開発設計を担当する機会が与えられました。このことが建設機械に関わり続ける大きな礎になったのだと思っています。

当時の油圧ショベルは走行モータに低速大トルクモータが使われて、それがクローラ中央部に配置され、そこから走行チェーンによって動輪に走行駆動力が伝動されていました。これだと泥濘地で走行チェーンが脱輪や破損すると走行不能になって不評でした。湿地型油圧ショベルはこれを解消するために、走行モータを動輪に直結するもので、この設計を担当することになり

ました。この機械は北陸地区をターゲットにした開発で他社に負けない走行性能を発揮することがコンセプトになっていました。油圧機器メーカーから斜軸式ピストンモータを購入して、自社設計した減速機に直結したものでした。現在のビルトインモータの奔りだと思っています。

当時、走行性能の評価テスト方案が不十分でしたので、会社の近傍にあった溜池の泥濘地を借りて、そこへ試作機を放り込んでの評価もしました。全身が泥だらけになったことも懐かしい思い出です。この機械がデモ機として客先へ納入できた時には、設計者としての達成感を味わうことができました。

当時の油圧ショベルは発展途上の機械でしたので、油圧系統には十分な実績がなく、油漏れ等のトラブルがあってその対策に設計者自らも客先へ出向いては技術説明や対策工事も行っていました。

デモ機を納入した数日後に機械が暴走するとのクレームが入り、夜行列車に乗って北陸まで出張をしました。圃場整備作業の坂路で降坂時に走行モータが空転するという現象でした。走行力の評価に注力して、坂路でエンジン回転を絞って走行レバーをフル操作するような評価をしていなかった結果でした。油圧機器メーカーに準備していただいた走行ブレーキ弁の対策スプリングで直して、客先が喜んでくださった時は心から安堵したものでした。今ならこんな機械なら返品すると一蹴されることでしょう。当時は客先に、機械の使い方も教えてもらえた良き時代でした。当時から油圧ショベルは万能と言われていましたが、その使われ方は客先が一番知っておられるので、それを知って設計することの大切さを教えられました。また自分が設計した部品についても自らメーカーへ行って、図面の評価やアドバイスをもらうようにしました。このことが今も身上にしている3現（現場、現物、現実）主義に繋がっているのだと感謝しています。

6. 新天地での新しい歩み

人生の一大転機にもなったのが昭和61年7月でした。それは事業再建のためにと油圧ショベル専門メーカーへの出向でした。そこへホイールローダの移管もあってその設計者10数名の一員としての新しい歩みです。ホイールローダは油圧ショベルと同じように土砂を扱う機械と言えども道路走行をするタイヤ式の機械でそれが油圧ショベルと混流ラインで組立てられたので、人の知恵は素晴らしい能力を発揮するのだと実感しました。ライン対応の設計者として責任を与えられ

て、企業文化の違った新しい環境で多忙な設計業務に追われました。一緒に来てくれた家族との交わりも普段は殆どすることができませんでした。ホイールローダの生産管理業務のために半年後には職場を変わっていく中で、ホイールローダの専用組立ラインも完成し増産が続いていきました。このような中で自分の賜物が活かされるようにと、原価企画、OEM、生産設計、開発購買等トータル9回配転の辞令をもらったことになりました。このようにして多くの業務を経験して、多くの人達と出会うことができたことに感謝をしています。

その中でも開発購買という新しい分野の業務を担わせていただいて、油圧ショベルのQCD（品質、コスト、納期）の改善を図るために、新工法の構成部品を実用化することができました。外板パネルの樹脂ガード化、機械加工部品のロストワックス化、溶接部品の一体プレス化、油圧配管のアルミダイキャスト化、ダクトイル鋳鉄の溶接部品化等があります。これらの新しいものづくりに対しては技術情報を前向きに収集し、それを豊かな感性をもって分析し、3現主義による取組みを執念でやり遂げるのだと思っています。何よりも共にそれに取り組んでくださる人達とをひとつにし、力を合わせて、新しいことをやり遂げた時の達成感を共に味わえたのが良かったと思っています。

これらの経験が大きな財産になって今も活かされていることに感謝しています。

7. クリスマンホームへの歩み

結婚20周年を迎えようとしていました47歳の夏に思わぬことが起こりました。妻から20周年の記念として教会のキャンプへ是非来て欲しいとの申し入れでした。忙しくて記念旅行のプランを具体化出来ずに困惑していましたので、内心ほっとして快諾することにしました。

妻と二人の娘達は洗礼を受けてクリスマンとして教会生活の歩みを続けていました。仕事中心の私に対していつも心身のことを気遣って祈ってくれていたようです。

大学の寮生活をしていた長女からもらった誕生祝いの手紙には次のような聖書の言葉を書いてくれました。

「すべて、疲れた人、重荷を負っている人は、わたしのところに来なさい。わたしがあなたがたを休ませあげます。」この言葉が不思議と私の心のどこかに

留まっていました。

キャンプの夜、森林の中でのキャンプサイトで星空の下、焚き火を囲んで交わりをしていると、今までに味わえなかった安らぎを覚え、自然の神秘さの素晴らしさを感じ、自分のこれまでの生き方に対して、何か違和感を抱くようになりました。これをきっかけにして教会へ通うようになり、翌春5月に洗礼へと導かれました。毎日曜日に教会へ礼拝に行くようになってからは、心身ともにリフレッシュができて、何事にも前向きに歩めることができるようになったと思っています。翌春には国立大に推薦入学できた長男も洗礼へと導かれて、我が家族はクリスマンファミリーになることができました。毎週家族が揃って教会へ行くことができますことは幸いなことだと心から感謝しています。

8. 板金部品の夢工房へのチャレンジ

建設機械業界が不況下に陥った8年前に55歳の役職定年を迎えました。次の新しい歩みをどの世界に求めるかを問われましたが、祈りの中で建設機械と関わりがあります今の板金会社に身を任せることになりました。この会社の経営理念に『信頼され、愛され、希望をもって未来へ発展する会社になります』があります。そのために社員一人一人の個性を尊重しながら板金部品の夢工房をつくって、未来へ発展していく企業になるのだということに共鳴を受けました。この理念に応えられるように、今まで自分が経験したことを活かしながら、また新しいチャレンジもできるとの思いで現在に至りました。

入社当時は不況下でしたので板金部品のセールスエンジニアリング活動をして、新規の取引先を求め歩いたのも良い経験になりました。営業は初めての経験でしたが客先の立場になることの大切さを今一度思い知らされました。

今は油圧ショベルの外板を主にした板金部品のテアワンベンダーとして開発設計からのものづくりに協働して取り組んでいます。このために立ち上げた開発設計チームもようやく2年半になります。私自身が20年前に出向で来ましたフロアーで又油圧ショベルに関わっていることは、本当に不思議だと思っています。このような機会が与えられていますことに心から感謝をしています。

今のものづくりは昔と違って設計、生産データをパソコンでもって、如何に精度良く、早くひとつの機械として纏め上げるかがひとつのキーポイントになって

いるのではないかと思います。その中で板金部品もモジュール板金、多機能化による低騒音、低振動板金等についての新たな課題も与えられています。しかしものづくりの永遠のテーマは、求められる品質のものをより安く、より早く作ることに尽きると考えています。このことが夢工房の中で実現していけるようになりたいと願っています。それによって地球に優しく、人に愛される建設機械に少しでも繋がるのではないかと思います。

JICMA



[筆者紹介]

小川 清 (おがわ きよし)
神戸釜金工業㈱
常務取締役 技術開発センター長

建設の施工企画 2005年バックナンバー

平成17年1月号(第659号)～平成17年12月号(第670号)

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

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 (機械振興会館)

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

ずいそう

生死の分かれ目

嶋津 日出光



寒いとある日の夕暮れ時、帰宅の途中一人で干物を肴に熱燗を一杯。(あれっ、干物が冷たい、でもまあいいか、うっ、喉に骨があがうっ 取れない!) 家に帰っておにぎりを頬張りやっとな骨が取れた感じ。

翌日会社に出勤したが何か熱っぽい感じ。

喫煙ルームでタバコを吸ってもあまり美味しくないし昼だというのに食欲もない。風邪を引いたかな? 今日は早く帰って寝ようと夕方帰宅し、早々床についたが熱のためか妻の歩く音がやけに高い。これはやばいかな? と思ったが時間も遅くなったので就寝。

翌日起きると熱も高く喉が痛く頬から耳にかけても大きく膨らんでいました。

これはまずいと思い早速近くの耳鼻咽喉科にでかけ、診てもらいましたが「喉の奥が腫れて化膿しているようだが、このクリニックでは手の施しようがないので近くの大きな病院を紹介するから直ぐに行きなさい」、でタクシーで直行。

KR 病院で初診の受付を済ませ該当科でしばらく待つと、担当医から呼ばれ治療室で診察と喉の奥の膿を抜き取り少し楽になったところで即入院。妻に携帯電話で入院が決まったので準備をしてもらう連絡を取り、ひとり立ちしている二人の子供たちにも連絡を取り人生の垢を取ることを告げました。

その日は病院の晩飯を食べて個室のベッドで就寝。翌日、朝7時から回診があり部長医に診てもらおうと「これは手術ですね、早く切除しなければ大変なことになる、昼から緊急手術をしますので準備してください」

担当医から手術の難易度や感染症、それと神経回復おくれによる手とか肩のリハビリなどの説明と手術の同意書への捺印。(同意書がやけに多いな、手術は2時間くらい、まあ大丈夫かな?) 実は手術は延々8時間近く続く!!!

1次麻酔をして手術室へ移動、手術台へ移されると吸気麻酔でそのまま睡眠状態へ————。

気がつくと(まだ手術中のはず)小さな部屋のベッドの上、耳を澄ますと上の息子が私の居場所を尋ねているが看護婦は此処には居ないの一点張り。声を出そうにも声が出ないので、近くにあったティッシュの箱を壁に投げつけるとぶつかる音はしたが話し声は途切

れる————。

次に気がつくとそこには妻が私の顔を覗きながら私の手をさすり何かを言っている。遠くには2番目の息子の顔も見える————。

次に目が覚めると天井には監視カメラが設置され私をじっと見ている。少し前方には大きな時計があり、12時のところには緑色の小人が、3時のところにはオレンジ色の小人が、9時のところには青色の小人がおり、それぞれの時間になると何人かの小人がそこに集まり遊んでいた。小人が呼んでいるような気がしてその都度そこへ行こうとするが、いつも決まって12時のグリーンの小人の時にしか連れていってもらえず、行くところはいつも決まって教会の様な所で、そこまで行くともいつも決まって小人達はどこかに消えていなくなりまたベッドに戻っている。

「お父さん、お父さん」妻が呼んでいる声でやっとな本当に目が覚め、あたりを見回すとICUのベッドの中で大きな点滴の袋が上から吊るされ、横には変なフィルタがありそこから透明なチューブが胸につながり、何がどうなっているのか妻に聞こうとすると声が出ない。妻はしきりに「今日は何日か知っている? 1週間も寝ていたのよ!」隣から看護婦さんが来て「よかったー、おめでとう、いまマジックと紙を持ってきましたから」聞くと酸素マスクが再三外れ、胸の肉と皮の間に空気がたまり、それを抜く手術と呼吸をするために喉に穴を開ける手術を寝ている間にやったとのことで、それで声が出ないことがやっとな理解できた。

その後は看護婦さんの適切なアドバイスなどもあり順調に回復しその1週間後には普通病棟に移り、また1週間後には最後の縫合手術を終えて更に1週間後には抜糸を終えて無事退院となりました。

後に確認したところオレンジ・グリーン・ブルーはそれぞれの看護病棟の色でオレンジ色の病棟は後遺症がひどくリハビリをするところで、ブルーは再手術が必要なところ(通称重症病棟)、グリーンは順調回復病棟であることが分かりました。

皆さん! 魚の骨といえども侮るなかれ!

御安全に!!

ずいそう

25年前のタイ、バンコクの思い出

村 杉 滋



バンコクは当時アジア市場が拡大するであろうとの予測から、それまであったシンガポール事務所のサテライトとして、事務所設立のために駐在しました。弁護士と事務所設立の準備に一年かかりましたが、その間、家族で90日のVISAしか取れず、3ヶ月ごとに、タイ国外にVISAの書き換えに出国しなければならない状況でした。3ヶ月ごとに隣国のマレーシア、シンガポール等への家族での出張、振り返ってみれば、のんびりとした期間でした(当時はそんな余裕もなく、事務所登録と労働VISAの取得に必死でしたが)。

3年間の短い駐在時代でしたが、無事1年後に事務所登録も取得でき、3年間バンコク滞在致しました。多少記憶が薄れてきていますが、思い出しながら記憶に残っていることを書いてみました。

それは、駐在2年目も経過した頃、ある土曜日にタイ人の友人とGOLFに行き、帰りに、食事をしようということになり、街中のレストランに行き、車は近くの路上に駐車。

通常の平日は、当時のバンコクの道路事情(大変な渋滞と、最悪な事故時の対応)から運転手がついていましたが、その日に限り、急なGOLFのお誘いだったし、郊外でしたので、自分で運転しました。友人との食事も終わり、自宅へ帰ろうと思って車に戻ってみると、なんとGOLF道具一式が盗まれており、隣に駐車していた友人と相談し警察を呼んでもらいました。そこで驚いたことに、簡単な事情聴取でしたが、警察官の一言目の質問が、「誰が盗んだと思いますか?」でした。盗難にあった本人にしてみれば、気が動転しているし、何がなんだか分からないので警察を呼んだ訳で、奇異に感じましたが、後でタイ人の友人から聞くと、タイでの一般的な盗難事件では、捜査能力からして捜査対象を絞らないと捜査できないので、タイ警察当局としては絞込みの手段としてよく聞かれ

るとのことでした。

休日が終わり平日事務所に出勤し、秘書の女性(国立大学卒業の優秀な女性でしたが)に休日の事件を話すと、試しに「泥棒市場」に行けば盗難品が売っているかもしれないとのこと、また、近くにある祠にお参りをすると無くなったものが見つかるかもしれないと言われ、タイという国は、敬虔な仏教徒であり、かつ不可思議な国だと実感しました。

タイ国の名誉の為に言っておくと、多分現在はかなり近代化され、上記のような状況ではないかもしれません。

話題を変えて、タイといえば、タイ料理ですが、私が好きなタイのスープは、トムヤムプラコブと言って、すぐ想像つく方はかなりのタイ料理通とお見受けいたします。世界の3大スープと言われるらしいトムヤムタンは、御存知の方も多いと思います。

トムヤムプラコブは、同じトムヤムスープにクン(エビ)ではなくプラコブ(燻製の魚)をいれたスープです。辛さは同じですが、若干香りが異なります。日本に戻ってから家内が同じ様な香りを探したところ、結果的には、八丈島名産の「くさや」を入れると同じ香りであることを発見しました(単に家内と二人で納得しているだけで、専門家に言わせると異なるかも知れませんが)。

今でも度々トムヤムプラコブ相当のスープを家で楽しんでいます。

もう10年以上タイを訪問しておらず、いつか時間に余裕ができたなら、家内と一緒に、当時を思い出しながらタイを訪問したいと思っています。

JCMA 報告

ISO/TC 127/SC 2/WG 11 - ISO 2867 「土工機械—アクセスシステム(運転員・整備員の乗降, 移動用設備)」追補 マンチェスター国際会議出席報告

標準部会

1. 概要

2007年6月27日から29日までの3日間、英国のマンチェスター及びその近郊で開催されたISO/TC 127/SC 2/WG 11 国際ワーキンググループ会議に日本の専門家(Expert)として参加したので、概要を下記報告する。

建設機械の運転員・整備員などが機械に乗降、移動用に使用する手すり、ステップ、階段、通路などに関する国際規格ISO 2867 (JIS A 8302としてJIS化されている)は、2006年に改正版が出版されたばかりであるが、アトランティックアライアンスという欧米の採石業者およびその協会、政府の関連安全衛生当局から成る採石業界グループから、現在の機械のアクセスシステムではオペレータには乗りにくいケースがあるので改善してほしい旨発案があった。英国のHSE(安全衛生庁)なども関与して、ISO 2867に追補を加えるべきとの新業務項目提案があり、TC 127参加各国の投票により承認され、作業開始となり、既に2回の会合が行われている。この問題に関しては、国内でもダム建設業などから機械改善の要望がなされており、また、現場労働者の高齢化も考慮し、製造業部会のWGで検討中なので、その意見もふまえて、今回の第3回会合に臨んだ。

2月に英国で開催の前回議事を受けて、WGコンベナー(主査)のDan Roley博士がWGの各専門家向けに草案を作成、これに対し、各専門家が意見を出し、それら意見調整のため、今回の会議が開催された。また開催中のHill Head Showに行き、現状の設備を確認し、理想との妥協点を探った。

・日時・場所

6月27日：マンチェスター近郊 Buxton の HSE Laboratory (英国安全衛生庁研究所) 会議室

6月28日：Buxton の Hill Head Show (採石業向け機械展示会) で現状設備の評価

6月29日：マンチェスター空港 Crowne Plaza Hotel の会議室

・出席者

米国：Dan Roley (キャタピラー, WG 主査), Chuck Crowley (キャタピラー), Steve Neva (ポブキャット), Alex Vidakovic (米国コマツ)

英国：John Moutrie (HSE), Mark Ireland (JCB)

ドイツ：Werner Ruf (Liebherr), Rene Kampmeir (VDMA ドイツ機械工業連盟), Peter Winkley (BG-BAU：土木建設労災保険組合)

スウェーデン：Hakan Wetstrom (VOLVO)

日本：砂村(日立建機), 田中(コマツ)

2. 検討内容

(1) 機械に乗降する際に用いるステップの第1段の地上からの高さ

- ・400 mm を基本とする(前回会合の結論通り)。
- ・スキッドステアローダの場合には、バケットをまたいでキャブに乗り込む関係上、700mm に緩和も致し方なし。
- ・その他の機械については、最高600 mm とする(現状規定は700 mm)。Hill Head Show で各社の機械を確認したところ、550～700 mm となっていて、600 mm の規定は可能な範囲であると判断した(会議メンバー間で合意)。

(2) 機械への乗降用のはしごの角度

推奨は、75～80°。定義を明確にし、特に60°～75°の範囲は、階段を後ろにして、降りる人が出てくるため、推奨しない。

(3) 機械への乗降用の階段の使用の推奨について

できるだけ階段にすること、と書くにとどめ、垂直および傾斜はしご、階段の長さ規定は削除する。

(4) 可撓性のステップ

- ・機械によっては、走行時など地上の障害物による破

損を防止するため、最下段の方のステップで可撓性のものがある。草案ではステップ横方向にも 250 N 加えて 80 mm 以下の変形、となっているが、現行規格にこの規定はないため、各社機械では、半数程度が縦方向のみ適合していた。一部アーティキュレートダンプでは依然としてワイヤを使用して、縦方向にも 80 mm 以上変形するものもあった。

- ・コマツのホイールローダ (WA 800) は、現行規格に忠実に適合し、横方向の動きを意識してフリーにしている。他のものにぶつけて破損する懸念に対しては横方向フリーとするのが理想的で、今回の草案で横方向のかんりの剛性を要求するのは非現実的と考える。
- ・方向としては、縦方向は現行通り、250 N で 80 mm 以下、横方向は荷重を下げてても特に問題はないと考えられ、50 ~ 100 N 程度で 80 mm でよいかという意見あり。

(5) (連続した) 手すり (handrail)

連続した手すり間のすきまは 200 mm までとしたが、今回これを推奨値とし、最大 400 mm を許容する。

(6) 保護柵 (guardrail)

- ・地上から 2 m 以上の足場 (platform) とすると、20 t クラスの油圧ショベルに保護柵をつけることになり、ユーザーが頻繁に輸送するとき、いちいち外すか、折りたたむかしなければならず実用的ではないので、メーカー側としてはせめて 2.2 m の高さからにしたいところであったが、2 m で落ち着いた (国内法令である安衛則との関係からも 2 m は妥当なところ)。HSE が主張していた 1 m というのも話題にならなかった。
- ・保護柵を取り付ける要件は、そこで日常点検整備が行われることとした。この場合油圧ショベルの点検項目は限られ、保護柵が必要な場所も限られることになる。
- ・保護柵が必要なのは、点検整備場所が 2 m の高さ以上で端から 1 m 未満としていたが、今回 0.75 m まで緩和した (本件はまだ議論が続くそう)。
- ・つま先板踏み外し防止装置は、足場から工具が下の人に向かって落ちる危険がある場合や、足場で滑る危険がある場合に推奨される。
- ・保護柵同士の間の開口は 120 mm 未満であるべき。大きな開口がある場合は、自動的に閉まるゲートが装備されるべき。

(7) 足場 (platform) / 通路 (walkway) の寸法
上さんのみの手すり (handrail) (=つま先板、中さんがないもの) は通路や階段には充分である。

(8) ドアの開閉

- ・ドアが開いた状態でロックできるか、手すりにかかる力がドアを動かすことがなければ、手すりは、開いたドアの内側にあってもよい。
- ・アクセス手段 (はしご等) からドアハンドルまでの距離の規定を追加する。

(9) 履带式機械のアクセス

- ・理想的には履帯をアクセス手段には使わないが、ステップとして使うのは許容する。
(履帯上を歩くのは、土砂が溜まっている表面が危険なため、許容できない (HSE) という意見が強い。)
- ・各社の機械を確認したが総じて昇降時のにぎり (又は手すり) が遠い。最大距離を 750 mm に規定する。

(10) 滑り止め

特に新しい議論はなかった。引続き、滑り止めについての基準に関する情報を集める。

(11) アクセス経路の照明

特に新しい議論はなかった。

(12) 非常用アクセスシステム

セカンダリ (現在は非常と記しているが)、緊急の定義の使い分けを明確にする。セカンダリは特に、動力アクセスシステム (パワーラダー等) が作動しなくなった時に使うとか。

(13) 動力アクセスシステムの安全要件

干渉し破損させるか、動力システム自体が破損するような障害物を検知する自動システムを備えるべき。

(14) 個別機械の問題点

- ・スキッドステアローダ：第 1 段ステップの高さはバケットの大きさで決まり、700 mm もやむを得ない。胸前面から握りまでの距離は 750 mm に仮決め (評価要)。
- ・グレーダ：エンジン点検整備のためのアクセス経路については、通路幅は困難 (200 ~ 230 mm の幅しかとれない)。これについては Chuck Crowell が調査する。

(15) 転倒の危険

一般的であるが 4.1.3 項の表現でよい。

(16) 修理（日常維持点検，決まりきった保守ではない）の要求事項

安全帯とその強度，および装着部についての規定を追加する。

(17) バンダリズム予防のガードの取付け（Fitting vandal guards）

機械上のすべてのもの（GPS，回転ビーコン等）をカバーするよう必要条件を決める。

(18) 運転員への情報と教育（Operator information and training）

定期点検整備について取説にて安全帯取り付け位置または他のアクセス補助手段についてのガイダンスが必要か。

(19) 奥に引っ込んだステップ（Recessed step）

現行の図—1 のステップの傾斜は，トラックフレームのステップにのみ適用する，としたが，他の箇所でも最大 30 mm の引っ込みを許容する。

(20) 表—2 の G 寸法（はしご昇降時の両側手すりのオフセット間隔を再度検討する）

幅方向 460 mm（本文 Fig 2 のはしごとてすりの図

において G 寸法—はしご外幅），前後方向 300 mm（同図において F 寸法）程度だが，ISO 3411 を根拠に数字を確定すべき（スキッドステアローダの乗り降りのように，ステップと手すりがずれざるをえない機械があるので数字を見直しする）。

3. 今後の予定

- (1) WG コンベナー（ローリー博士）は WG 各専門家に会議報告を送付（～7/1）。
- (2) WG 専門家は他に意見あれば，コンベナーに送付（～7/15）。
- (3) コンベナーは修正した案文を WG 専門家に送付（～8/15）。
- (4) WG 専門家は編集上の改善点をコンベナーに提案する（～9/15）。
- (5) コンベナーは委員会原案（CD）案文を 10/15 までに完成させ，WG の親委員会である ISO/TC 127 の国際分科委員会 SC 2 の幹事に送付，SC 2 にて各国の投票に付し，同時に意見を求める。
- (6) CD 投票の際のコメントへの対応及び次の段階である国際規格案（DIS）準備のため 2008 年 2 月の終わりか 3 月初に WG 会議を開く（仮の日程は 3 月 4，5 日にサンフランシスコにて）。

JCMA

文責：田中 健三（コマツ）
砂村 和弘（日立建機）

JCMA 報告

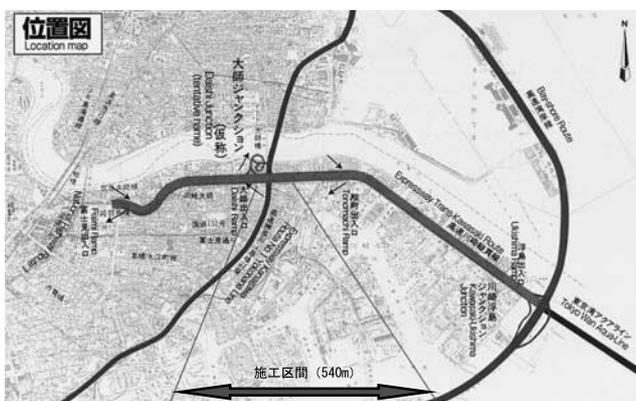
**高速川崎縦貫線
マルチマイクロシールドトンネル
(MMST) 工事見学会**

椎橋 孝一郎

1. はじめに

建設業部会では、平成 19 年 7 月 20 日（金）に、神奈川県川崎市にて現在施工中の仕上がり内径幅 22.8 m × 高さ 18.1 m の大断面トンネルとなる首都高速川崎縦貫トンネル工事の現場見学会を開催した。

この工事の特徴は、国道 15 号（富士見出入口）より国道 409 号に沿って浮島ジャンクションを経て高速湾岸線、東京湾アクアラインとを結ぶ高速川崎縦貫線（延長 7.9 km）の内、大師立坑及び殿町立坑区間（延長 540 m）を MMST（マルチマイクロシールドトンネル）工法にて施工するものである（図—1）。



図—1 施工位置図（出典：首都高速道路(株)高速川崎縦貫線パンフレット）

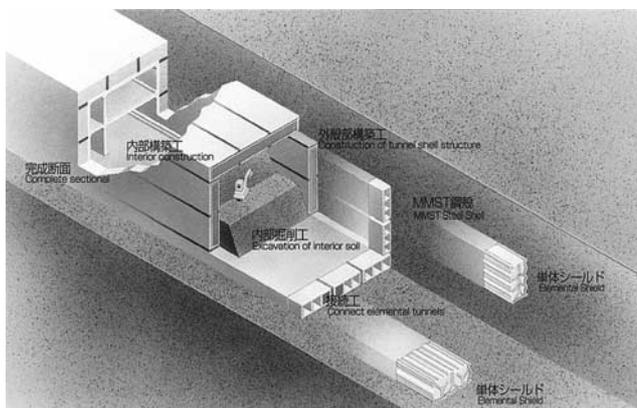
また、施工条件は土被りが 4.8 m ～ 12.6 m と浅く、官民境界との最小離隔が 330 mm と近接しており、慎重な施工を要する工事である。

本工事は、単体シールドマシンによる掘削及び外殻躯体の築造は既に完成しており、現在内部土砂の掘削

を行っている。

2. 工法概要

首都高速道路公団に（現 首都高速道路(株)）て開発されたこの工法は、最外周の外殻躯体を構築するために、縦型・横型の複数の小型矩形シールドマシンにて掘削した後、単体トンネル間を接続する工法である。こうしてできた MMST 鋼殻内にコンクリートを充填することにより、堅固な外殻躯体を土中に構築することができる。その後、内部の土砂を掘削し構造物を築造する（図—2）。



図—2 MMST 工法概要図（出典：首都高速道路(株)高速川崎縦貫線パンフレット）

3. 施工状況

(1) 内部掘削

外殻躯体内部を油圧ショベルにて掘削し、残土をダンプトラックにて立坑部まで運搬する。当工事の地質は砂質土混じりの粘性土質であり、残土運搬に際し路



写真—1 内部掘削状況



写真-2 残土運搬状況

盤が緩み易いことに配慮し、ゴムクローラ式ダンプトラックを採用している（写真-1, 2）。

(2) 残土の坑外搬出

立坑底部まで運搬された掘削残土は、油圧ショベルにより転倒式ベッセルに積み込まれ地上仮置き場へ搬出される（写真-3）。



写真-3 転倒式ベッセルによる掘削残土搬出状況

地上に仮置きされた残土は、ダンプトラックにより搬出する。

(3) 内部掘削完了

上記を上下半に分けて掘削することにより、予めMMST工法により構築された外殻躯体の内側壁が現れる（写真-4）。

4. 現場見学会状況

今回の見学会では、大成・鹿島・戸田共同企業体の



写真-4 内部掘削完了

工事事務所にて、水野所長による工事の概要説明を受け、その後大師立坑並びに殿町立坑より順次坑内の施工状況を視察した（写真-5, 6）。



写真-5 現場概要説明状況



写真-6 現場視察状況

5. 見学を終えて

低土被りである上、国道直下並びに住宅密集地であるという条件の中、このような大断面のトンネルを構築するというスケールの大きさに驚かされたと同時に、現場で働いておられる方々のご尽力に頭の下がる思いでした。

また、今回の見学会では残念ながら MMST 工法における単体シールドの掘削状況を見ることはできませんでしたが、単体シールドの施工に当たり掘進線形の管理に苦勞されたこと等を聞くことができ、良い勉強になりました。

現場の方も整理整頓をはじめとし、安全通路の確保及び換気設備の設置に至るまで細かいところにまで配

慮された緊張感のある管理をされていました。

最後に大変お忙しい中、懇切丁寧な工事説明や現場案内をして下さいました企業体所長の水野様並びに見学会にご協力下さいました工事関係者各位に深く感謝すると共に、工事の無事な完成をお祈り申し上げます。

JICMA

《参考文献》

高速川崎縦貫線 マルチマイクロシールドトンネル工事 パンフレット、首都高速道路株式会社神奈川建設局、3p、8p (2004.8)

【筆者紹介】

椎橋 孝一郎 (しいばし こういちろう)
前田建設工業(株)
本店 土木部
機械グループ

建設の施工企画 2006年バックナンバー

平成18年1月号(第671号)～平成18年12月号(第682号)

1月号(第671号)
夢特集

5月号(第675号)
施工現場の安全特集

10月号(第680号)
情報化施工とIT特集

2月号(第672号)
環境特集 温暖化防止に向けて(大気汚染防止・軽減)特集

6月号(第676号)
リサイクル特集

11月号(第681号)
ロボット・無人化施工特集

3月号(第673号)
環境特集 環境改善(水質浄化・土壌浄化)

7月号(第677号)
防災特集

12月号(第682号)
基礎工事特集

4月号(第674号)
特集 品確法 公共工事の品質確保

8月号(第678号)
標準化特集

■体裁 A4判
■定価 各1部840円
(本体800円)

9月号(第679号)
維持管理・延命化・長寿命化特集

■送料 100円

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 (機械振興会館)

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

CMI 報告

河川に架かる水管橋の倒壊事例 と今後の維持管理

竹之内 博行, 小野 秀一



写真—1 水管橋の状況 (上段：倒壊前, 下段：倒壊後)

1. はじめに

75年前（昭和6年）に建設された水管橋がある日突然倒壊した。

この水管橋は、都市内を流れる二級河川の河口から約1km上流地点で、潮汐の影響を受ける汽水域に架かる三連の鋼トラス橋である。倒壊時の天候は穏やかであり、地震なども見られなかった。

この報告では、倒壊原因の解明と今後の対策方針を得ることを目的として施工技術総合研究所が実施した各種調査結果の概要を述べるとともに、今後の河川内の古い構造物の維持管理法について考察する。

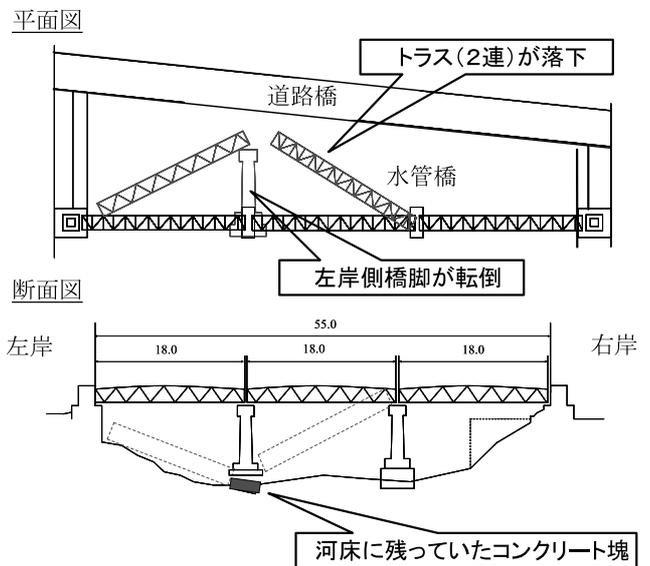
2. 水管橋倒壊時の状況と調査概要

(1) 水管橋の倒壊状況

水管橋の倒壊状況を写真—1, 図—1に示す。図—1に示すように、水管橋は左岸側の橋脚が下流側に転倒し、その上の2径間のトラス部が河川内に落下した。右岸側橋脚および右岸側1径間のトラス部には特に変状は生じなかった。倒壊後の水中調査により、転倒した橋脚位置の川底にはコンクリート塊が残存していることが分かった。

(2) 調査概要

倒壊原因調査を実施するにあたり、橋脚の基礎構造を把握することが重要と考えられるが、図面や施工要領書等の設計図書が無かった。このため、転倒した橋脚、川底に残ったコンクリート塊および右岸側の転倒しなかった橋脚について実測調査を行って構造を復元



図—1 水管橋の倒壊状況

するとともに、河床形状や過去の河川整備記録、土質調査および河川水の流れに関する調査を実施した。以下に調査結果の概要を示す。

(a) 転倒した橋脚 (写真—2)

橋脚フーチング部の側面および底面の一部に貝殻が付着していることが確認され、これらの部分は河床に埋もれることなく直接水に曝されていたと推察される。特にフーチング部は、建設当初、その下のコンクリート塊と重なり一体構造であったが、底面の一部は剥離して露出していたと考えられる。なお、橋脚コンクリートは、ほぼ健全な状態であった。

(b) 川底に残存していたコンクリート塊

写真—3に示すように川底に残存していたコンクリート塊を引上げて調査したところ、底面には折れた木杭が固着しており、貝殻の付着が確認された。



写真一2 転倒した左岸側橋脚



写真一3 引上げたコンクリート塊



写真一4 河床から回収した木材

また、コンクリート塊の引上げ時には複数の角材も回収された（写真一4）ことから、基礎形式は木杭基礎で、当時の施工法としては図一2に示すような木矢板井筒工法であると考えられる。したがって、このコンクリート塊は、木杭の頭部に打設されたコンクリートで、橋脚のフーチングを構築するための止水と基

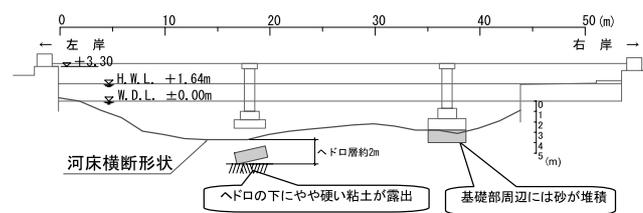
盤の役割を果たした基礎底部コンクリートであると考えられる。この部分には砂利や土砂の混入なども見られ、コンクリートとしては低品質のものであった。また、一部には木杭が抜け出した跡が見られ、そこにも貝殻が付着していた。これらのことから、コンクリート塊の下面は水中に露出し、木杭の一部は早くから欠損していたことが推察される（図一3）。

(c) 河床形状

深淺測量により河床形状を調査した。水管橋直下の横断測量結果を図一4に示す。転倒した橋脚付近では河床高さが急に低下していることと、横断方向の河床高さは転倒橋脚位置が最も低いことが分かった。また、倒壊前の水管橋フーチング下面位置と川底に残存していたコンクリート塊（ヘドロに埋もれていた）の下面位置に約3mの差があることが分かった。すなわち、倒壊前は、水中に露出した木杭のみによって橋脚が支持されていたと考えられる。



図一2 推定した基礎構造

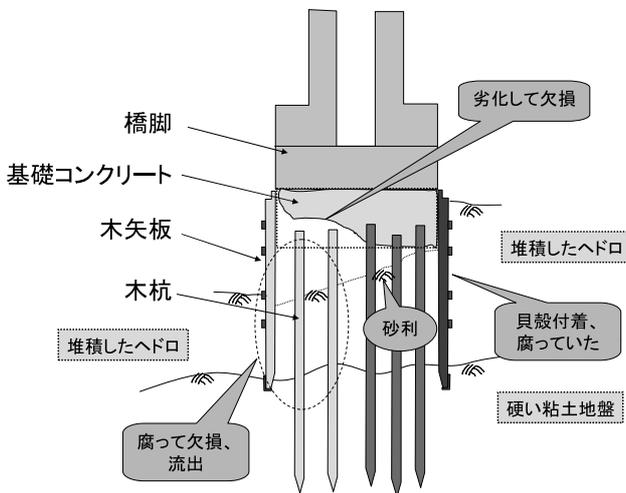


図一4 河床横断形状 (水管橋位置)

(3) 倒壊メカニズムと倒壊原因

図一5に水管橋の倒壊メカニズムを示す。橋脚の転倒は、河床の低下によって基礎底部コンクリートを巻いていた井筒の木矢板や木杭が露出し、基礎底部コンクリートの欠損や木杭の一部の流出等が生じ、最終的には荷重の偏心と水流によって残った木杭が折れたことにより生じた。

以上より、倒壊の原因は、橋脚基礎が河川の流れにより流出しやすい砂質地盤上に設置されており、土砂の流出を予測した十分な根入れを確保していなかったことと言える。



図一3 転倒橋脚と河床形状

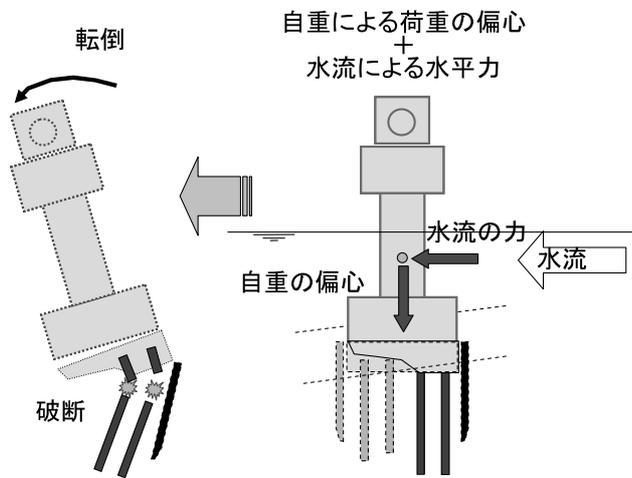


図-5 水管橋倒壊メカニズムの推定

3. 古い河川内構造物の維持管理について

古い構造物は構造や形式が不明であるケースが多い。しかし、適切な維持管理のためには、現地調査や事例・文献等を参考にして構造を把握し、劣化損傷の発生パターンとその影響を予測することが重要であ

る。

また、河川内の構造物については、特に水中部分の点検が困難であることから、損傷や劣化に気が付きにくい。しかし、少なくとも致命的な事故に繋がるような現象については、定期的な点検および診断を行う必要がある。すなわち、河川内構造物の基礎が地盤中に根入されていることを監視することがきわめて重要であると考えられる。

JCMA

[筆者紹介]



竹之内 博行 (たけのうち ひろゆき)
社団法人日本建設機械化協会 施工技術総合研究所 技師長



小野 秀一 (おの しゅういち)
社団法人日本建設機械化協会 施工技術総合研究所 研究第二部 研究課長

「建設機械施工ハンドブック」改訂3版

近年、環境問題や構造物の品質確保をはじめとする様々な社会的問題、並びにIT技術の進展等を受けて、建設機械と施工法も研究開発・改良改善が重ねられています。また、騒音振動・排出ガス規制、地球温暖化対策など、建設機械施工に関連する政策も大きく変化しています。

今回の改訂では、このような最新の技術情報や関連施策情報を加え、建設機械及び施工技術に係わる幅広い内容を取りまとめました。

「基礎知識編」

1. 概要
2. 土木工学一般
3. 建設機械一般
4. 安全対策・環境保全
5. 関係法令

「掘削・運搬・基礎工事機械編」

1. トラクタ系機械
2. ショベル系機械
3. 運搬機械
4. 基礎工事機械

「整地・締固め・舗装機械編」

1. モータグレーダ
 2. 締固め機械
 3. 舗装機械
- A4版/約900ページ
● 定価

非会員：6,300円(本体6,000円)
会員：5,300円(本体5,048円)
特別価格：4,800円(本体4,572円)
【但し特別価格は下記○の場合】
○学校教材販売

〔学校等教育機関で20冊以上を一括購入申込みされる場合〕
※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。
※送料は会員・非会員とも沖縄県以外700円、沖縄県1,050円

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

●発刊 平成18年2月

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 (機械振興会館)

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

新工法紹介 機関誌編集委員会

02-128	奥村・丸五バケット式拡底杭工法 (OMR/B 工法)	・丸五基礎工業 ・奥村組
--------	-------------------------------	-----------------

▶ 概 要

「奥村・丸五バケット式拡底杭工法 (OMR/B 工法)」は、(株)奥村組と丸五基礎工業(株)が昭和 60 年に共同開発し、これまで約 2,000 件、約 70,000 本の実績を持つ、信頼性の高い場所打ちコンクリート拡底杭工法である。

このたび従来の杭形状に加えて、アースドリル工法として初めて拡底部径を軸部径の 2 倍に拡げられる新工法を開発し、平成 18 年 6 月 16 日付けで、(財)日本建築センターの一般評定 (BCJ 評定 - FD0255-01) を取得した (本工法に関する特許を申請中)。

【2 倍拡底杭の仕様】

- (1) 杭径：軸部径 = ϕ 700mm ~ ϕ 1,700 mm,
拡底部径 = 最大 ϕ 3,500mm まで
- (2) 設計基準強度 (Fc) : 18 ~ 42 N/mm²

▶ 特 長

1. 支持力の拡大

新 OMR/B 工法は、拡底部径を軸部径の 2 倍 (従来は 1.55 ~ 1.70 倍) まで拡げることができるようになった。すなわち、軸部の径が同じでも杭底面積が広がった (最大で 1.65 倍) ので、大きな支持力が期待できる。

2. 杭耐力の増加

使用するコンクリートの設計基準強度は、これまでの最大 32 N/mm² から、最大 42 N/mm² まで範囲を拡大した。軸部の径が同じでも杭の耐力が大きくなる (最大 1.31 倍)。

3. 軸部径のスリム化

同じ荷重を支える場合、使用するコンクリートの強度を高くすれば、軸部径を細くできる。それに伴い、掘削土量、打設するコンクリート量、施工時に使用する安定液量などが少なくなり、コスト低減や地球環境配慮に繋がる。例えば、杭長さ 50 m、拡底部径 ϕ 3,500 mm、軸部径 ϕ 2,000 mm の杭を、拡底部径はそのままで軸部径を ϕ 1,700 mm にした場合、杭体積が約 20 % 小さくなる。

4. 杭の合理的な設計を後押し

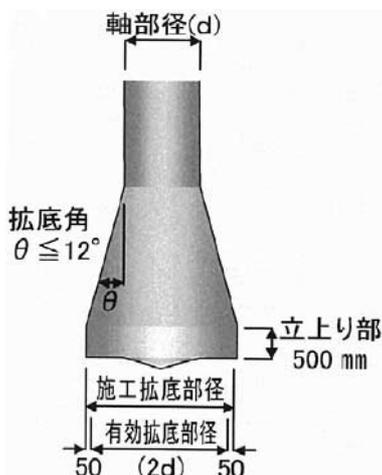
杭頭半固定接合工法の採用などにより軸部径をより細くすることが可能だが、拡底率 (有効底面積 ÷ 軸部面積) との関係からその制限があった。しかし、新 OMR/B 工法は従来工法より拡底率が大きいので、より合理的に杭の設計ができるように後押しする。



写真一 掘削機



写真二 杭の形状



図一 2 倍拡底杭

▶ 用 途

- ・場所打ちコンクリート拡底杭工法

▶ 実 績

- ・事務所ビル、商業施設、学校、共同住宅など多数

▶ 問合せ先

- ・ [施工担当] 丸五基礎工業(株) 技術研究所：井口
〒 530-0044 大阪市北区東天満 2-6-2 (南森町中央ビル 11F)
Tel : 06 (6358) 3601
- ・ (株)奥村組 技術本部建築部：林
〒 108-8381 東京都港区芝 5-6-1
Tel : 03 (5427) 8534

05-62	ウェル・イン・ウォール工法 (壁内井戸工法)	清水建設
-------	---------------------------	------

▶ 概 要

近年、地下構造物の大規模化、大深度化にともない、地下建設工事における地下水対策の重要性が高まっている。工事を安全かつ経済的に進めるとともに、周辺地盤や地下水環境に悪影響を及ぼさないよう配慮した地下水対策を採用することが必須条件となっている。

周辺環境への影響は、施工中のみならず施工後のことも考慮しなければならない。地下高速道路や地下鉄道などの長大地下構造物を建設すると、自然状態の地下水の流れが遮断され、地下水位の変化、これにともなう様々な地下水地盤環境影響を引き起こす可能性があるためである。

このような背景から、施工中から施工後までを考慮した環境配慮型の地下水制御技術としてウェル・イン・ウォール工法を開発した。図-1、写真-1に示すような井戸機能を有する装置（井戸ユニット）をソイルセメント壁などの土留め壁の中に設置し、これを施工中の地下水対策（ディープウェル、リチャージウェル）および施工後の地下水流動保全工法（地下構造物の建設による地下水流動阻害問題への対策）として利用するものである。同じ装置を施工中の地下水対策（図-2）と施工後の地下水流動保全工法（図-3）に用いることができる。

▶ 特 徴

①省スペース型：

井戸装置が土留め壁内に設置されるため、井戸を設置する用地を必要としない。土留め壁が敷地境界ぎりぎりに設置されるような現場でも地下水流動保全工法を適用できる。また、施工の邪魔になるディープウェルを掘削内部に設置する必要がなくなり、作業性が向上する。

②多機能：

同じ装置で、施工中の地下水対策と施工後の地下水流動保全工法として用いることができる。また、メンテナンスも容易に行えるなど様々な使い方ができる。

③高性能：

装置と地盤との接触面を高圧ジェット水で洗浄することにより、確実な通水性を確保できる。

▶ 用 途

- ・地下構造物の建設により発生する地下水流動阻害対策（地下水流動保全工法）
- ・地下構造物建設時の地下水制御工法（ディープウェル代替工法）

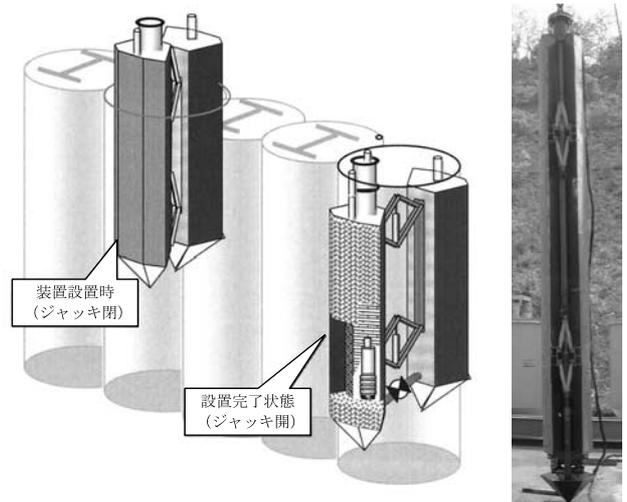


図-1 井戸ユニット設置状況説明図

写真-1 井戸ユニット外観

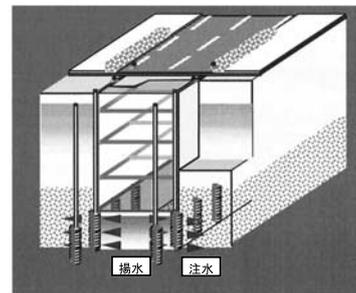


図-2 施工中の地下水対策

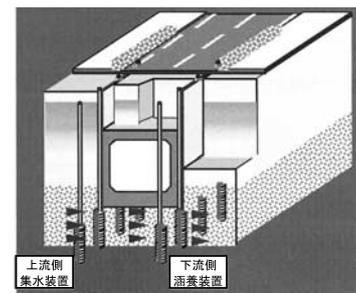


図-3 施工後の地下水流動保全工法

▶ 実 績

- ・首都高速道路株式会社 中央環状新宿線代々木換気所工事（東京都渋谷区）におけるディープウェル代替工法
- ・東京都環状第8号南田中トンネル（東京都練馬区）における地下水流動保全試験工事

▶ 問合せ先

清水建設(株) 広報部
〒105-8007 東京都港区芝浦1-2-3
Tel : 03(5441)1111(大代表)

新工法紹介 機関誌編集委員会

10-40	ダム堆砂処理システム 「砂嵐（すなあらし）」	間組
-------	---------------------------	----

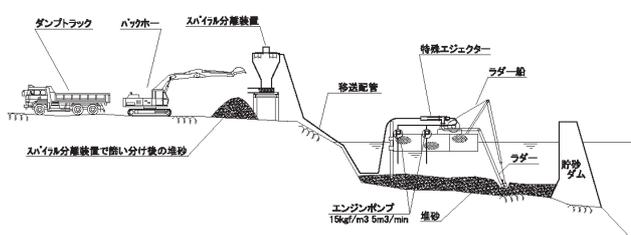
▶ 概要

ダム堆砂の問題は貯水池の機能維持に加え、最近では長期的な水資源確保や河川の総合土砂管理の観点から対応を迫られている。現在行われている種々の対策は個別的・応急的であり、より普遍的・恒久的な解決策が必要である。特に経済面・環境面の制約が大きく、これらを解決する堆砂処理システムの開発が求められている。

「砂嵐（すなあらし）」は、海砂採取等実績のある特殊エジェクターを用いて貯水池や貯砂ダム内に堆積した土砂を吸引し、搬送管により貯水池外もしくは貯水池内の別の場所へ移動させるシステムである。この特殊エジェクターは、高圧水により管内に真空圧を発生させることにより堆砂を高濃度で吸引し圧送することが可能である。また、この能力とダム設置位置（山岳地）に適用可能なコンパクトな設備であるという利点を

有する。特殊エジェクターのこれらの性能については室内試験（写真—1）や現場実証（写真—2）により確認した。

近年、貯水池内から採取した堆砂を下流に供給するという河川還元が多くダムで試行されているが、本システムによりこの河川還元用の土砂を貯水池内の適所から効率的に採取することができる。さらに、条件が整えば、搬送管をダム下流まで延長したり、バイパストンネルに接続したりすることで下流河川へ直接排砂することもできる。本システムを従来の浚渫工法やバイパストンネルによる排砂などと組み合わせることにより、貯水池それぞれの現場条件に合わせた最適なダム堆砂処理システム（図—1）を構築することが可能である。



図—1 ダム堆砂処理システム例（湖面より0～10m）

▶ 特徴

- ①水位を保ったまま浚渫できる。
- ②通常のポンプより効率がよく（計算上では揚砂量 2,000 m³/日まで可能）目詰まりが発生しにくい。
- ③コンパクトな設備で、山岳のダムにも適する。
- ④土砂の湖内移送や、浚渫後の土砂の再移送にも適用可能である。
- ⑤土砂分離装置と組み合わせることで、浚渫・圧送～処理～移送場所への運搬まで一連のシステムとして利用でき、河川還元にも適用できる。

▶ 用途

・ダム堆砂処理

▶ 実績

・室内実験及び海上での現地実証試験

▶ 工業所有権

・特許申請中

▶ 問合せ先

（株）間組 土木事業本部 技術部

〒105-8479 東京都港区虎ノ門2-2-5

Tel : 03(3588)5771 Fax : 03(3588)5755



写真—1 室内実験実施状況



写真—2 海上での現場実証試験

新工法紹介 機関誌編集委員会

09-23	ウォータースクリーン ～火災時の新しい避難補助システム～	鹿島建設
-------	---------------------------------	------

▶ 概 要

ウォータースクリーンとは、特殊なノズルを用いて、非常に細かい径（約 200 μ m）の水滴を放水し、水の幕を形成する技術です。この水の幕により火災が発生したゾーンを区画化し、熱や煙の拡散を抑制、有害浮遊粒子を捕捉・洗浄することによって、被災者の避難経路を確保し、避難安全性を向上させることができます。



ウォータースクリーン

これまでに、防火シャッターなどの代替技術としてその有効性を認められており、建築分野では、大臣認定も取得しています。

▶ 特 徴

①熱や煙の拡散を抑制

発生した火災をウォータースクリーンを使って区画化することにより、熱や煙の拡散を抑制し、延焼防止効果が期待できます。

②有害物質を捕捉・洗浄

ウォータースクリーンを形成する霧状の水粒子が、火災により発生する有害浮遊粒子を捕捉します。

③避難安全性の向上

ウォータースクリーンは通り抜けが自由な水幕であるため、火災区画からの避難をスムーズに行うことができます。

また、通気性があるため、火災区画内の一酸化炭素濃度上昇を抑える効果もあります。

このように、被災者にとってより安全な避難経路を確保することが可能となります。

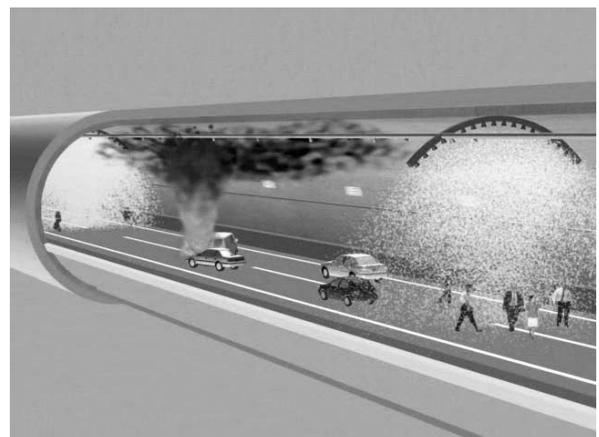
さらに、消火・救援活動の際にも、ウォータースクリーンを通して火災の状況を把握できるため、消火拠点の設置を含めた有効な活動が行えます。



避難安全性の向上

▶ 用 途

- ・建築物、土木構造物における火災空間の区画化



道路トンネルにおいてウォータースクリーンを使用した場合の避難イメージ図

▶ 実 績

- ・建築分野では数件の適用実績あり。
- ・土木分野ではシールドマシン解体作業で発生する煙の拡散防止対策のため仮設備として使用された実績あり。

▶ 問 合 せ 先

鹿島建設㈱ 土木管理本部土木技術部

〒107-8348 東京都港区赤坂 6-5-11

Tel : 03(5544)0499

新機種紹介 機関誌編集委員会

▶ <02> 掘削機械

07-<02>-10	日立建機 油圧ショベル ZX160LC-3	'07.06 発売 モデルチェンジ
------------	---------------------------------	----------------------

建設工事に幅広く使用される油圧ショベルとして、低燃費生産性、操作性、居住性、安全性、耐久性、メンテナンス性、環境適合性などの向上を図ってモデルチェンジしたものである。

搭載エンジンは、完全燃焼や低燃費を実現する OHC4 バルブ方式やコモンレール式燃料噴射システム、さらに、NOx の排出低減を確実にするクールド EGR システムを採用しており、日米欧の排出ガス対策（3次規制）基準値をクリアしている。また、送風音を低減したラジエータファン、低騒音マフラ、低音構造、軽負荷時のエンジンの吹け上りを防止するアイソクロナス制御などの採用により稼働時の騒音を低減して、国土交通省の低騒音型建設機械や欧州騒音規制（EU2000/14/EC, STAGE II）にも適合する。作業機油圧システムにおいては、ブーム戻りの圧油をアーム動作に再利用して掘削時のアーム引き動作のスピードアップを図り、また、ブーム下げ時の作業機の重さを利用して圧油をブーム回路内で循環（再生）させ、ポンプからの圧油を集中的にアームに供給してアーム・ブーム下げ複合操作時のアーム動作のスピードアップを図っている。さらに、旋回力、けん引力などのアップで旋回押付け作業や傾斜地作業の容易化を図り、作業量優先の P モードと燃費優先の E モードを設けて、エンジン回転、エンジントルク、油圧を効率よく制御して低燃費生産性の向上を実現している。本体フレームや作業機など構造物については、下部走行体 X ビーム構造や上部旋回体 D 型閉断面構造の採用、上ローラやトラックリンクなどの強化、バケット連結部にタングステンカーバイド溶射による耐摩耗性の向上、ブーム、アームのジョイント部に固体モリブデン系潤滑剤を追加した HN プッシュを採用して耐久性の向上を図っている。視界が広く、とくに右下面の確認が容易な転倒時運転者保護構造（CRES II）の加圧式キャブには、ヘッドレスト付シート、多機能マルチモニタ、後方監視カメラ、テンキーロックシステム（3～5桁のパスワードを入力）などを備え、モニタでは、掘削、ブレーカ、



写真—1 日立建機 ZX160LC-3 油圧ショベル

小割機、破碎機などアタッチメントの油圧回路や流量の切替えがワンタッチ操作でできる「作業モード選択」画面、作動油や燃料フィルタが交換時期になるとメッセージを表示する「メンテナンスインターバル告知」画面、燃料給油時からの稼働時間、使用量、平均燃費などを表示する「燃料管理」画面などが確認できる。アルミ製のラジエータ、オイルクーラ、インタクーラの並列配置と開閉式エアコンデンサの採用、燃料ダブルフィルタの標準装備、エンジンオイル 500 h 無補給、作動油 5,000 h 交換、汚れの付きにくい親水性塗装の採用などでメンテナンス性の向上を図り、稼働情報管理機能（メンテナンス情報、位置情報、警告情報）を搭載して迅速、確実なサービスを可能にしている。

07-<02>-11	コベルコ建機 油圧ショベル SK460-8 ほか	'07.06 発売 モデルチェンジ
------------	------------------------------------	----------------------

低燃費生産性、耐久性、メンテナンス性、環境適合性などの向上を図ってモデルチェンジした油圧ショベルで、一般土木仕様の SK460-8 と後方超小旋回形で解体、碎石用途仕様の SK235SRD-2 である。

搭載エンジンは、コモンレール式燃料噴射システムを採用しており、NOx の排出低減を確実にするクールド EGR システムを装備して、日米欧の排出ガス対策（3次規制）基準値をクリアしている。また、エンジンの低騒音化のほかに油圧ポンプの改善、SK235SRD-2 における iNDr（Integrated Noise & Dust Reduction Cooling System）フィルタ（ステンレス製、60 メッシュ、波形スクリーン）の設置などの対策によって、国土交通省の低騒音型建設機械（SK460-8）、超低騒音型建設機械（SK235SRD-2）や欧州 2 次騒音規制に適合する。EMC（電磁適合性）でも欧州基準をクリアして、電波障害の原因にならないよう対策を採っている。エンジン

表—1 ZX160LC-3 の主な仕様

標準バケット容量	(m ³)	0.6
運転質量	(t)	16.5
定格出力	(kW (ps)/min ⁻¹)	90.2(123)/2,200
最大掘削深さ×同半径	(m)	5.98 × 8.87
最大掘削高さ	(m)	8.88
最大掘削力 (バケット) 通常/パワー	(kN)	102/108
作業機最小旋回半径/後端旋回半径	(m)	2.91/2.49
走行速度 高速/低速	(km/h)	5.3/3.4
登坂能力	(度)	35
接地圧	(kPa)	48
最低地上高	(m)	0.47
全長×全幅×全高 (輸送時)	(m)	8.55 × 2.50 × 3.01
価格	(百万円)	12.6

(注) 高さ、深さ関係の寸法はシューラゲ高さを含まず。

新機種紹介

や油圧システムは、コンピュータによる総合制御システム ITCS (Intelligent Total Control System) によって制御されており、油圧の急激な負荷変動時に生じるエンジン出力のロスが最小限に抑えられる。ITCS コントローラに不測のトラブルが生じた場合は、非常アクセルまたはバックアップシステムにより自動で非常運転モードに切替えられて継続運転が可能である。待機時などの無駄なアイドルリングをなくすオートアイドルストップ、レバー中立時に自動的にエンジン回転を低減するオートアクセルなど、燃費、排出ガス、騒音の低減機構も採用されている。掘削作業では燃費優先の通常 (S) モードと作業量優先の重掘削 (H) モードを、さらに、ブレーカ用 (B) モード、各種フロントアタッチメント用 (A) モードを設けて効率的な作業を可能にしている。掘削力、ブーム下げ速度、アーム引き速度、旋回力、旋回速度、走行トルクなどの向上とともに、操作力の軽減や、油圧システムの改良によって微操作、同時操作を容易にしてスムーズな作業を実現している。作業機は、各部に鍛造・铸鋼部材を使用した強化ブームや強化アームを装着しており、上部旋回体では、底部構造の見直しとともにアンダカバー面積を最小限に抑えて強度アップを図っている。点検・整備機器類は地上からメンテナンスのできる位置に集中配置、ポンプ室とエンジンを隔離するファイアウォールの設置、ダブルエレメントエアクリー

ナの採用、ラジエータ、オイルクーラ、インタクーラ (SK460-8 は縦列配置) の並列配置、作動油の交換間隔 5,000 h、作動油フィルタの交換間隔 1,000 h、作業機のピン部には自己潤滑ブッシュを採用して給脂間隔 500 h (バケット回り 4ヶ所は 250 h) に延長などでメンテナンス性を向上している。稼働情報管理機能「MERIT」(自己診断情報、位置情報、稼働情報、メンテナンス関連情報) を搭載して迅速、確実なサービスを可能にしている。

07<02>-12	クボタ ミニショベル U-15-3S ほか	'07.04 発売 モデルチェンジ
-----------	-----------------------------	----------------------

都市土木工事などで使用されるゴムクローラ装着のミニショベルについて、環境適合性、安全性、耐久性などの向上を図ってモデルチェンジした、後方超小旋回形 U-15-3S, U-20-3S, U-25-3S と超小旋回形 RX-153S, RX-203S の 5 機種である。

搭載エンジンは、日米欧の排出ガス対策 (3 次規制) 基準値をクリアしており、同時に国土交通省の超低騒音型建設機械にも適合する。狭い作業現場への進入性や、ダンプトラック積載輸送時の荷台

表一 2 SK460-8 ほかの主な仕様

	SK460-8	SK235SRD-2
標準バケット容量 (m³)	1.9	0.8
運転質量 (t)	46.7	24.1
定格出力 (kW(ps)/min ⁻¹)	243(333)/1,850	114(155)/2,000
最大掘削深さ×同半径 (m)	7.81×12.07	6.65×9.85
最大掘削高さ (m)	10.93	11.21
最大掘削力(バケット)通常/パワー (kN)	267/292	143/157
作業機最小旋回半径/後端旋回半径 (m)	5.14/3.67	1.93/1.73
走行速度 高速/低速 (km/h)	5.4/3.4	5.5/3.4
登坂能力 (度)	35	35
接地圧 (kPa)	86	53
最低地上高 (m)	0.51	0.455
全長×全幅×全高(輸送時) (m)	12.03×3.35×3.57	8.79×3.00×3.16
価格 (百万円)	39.46	21.1

(注) 高さ、深さ関係の寸法はシュエラグ高さを含まず。



写真一 2 コベルコ建機「ACERA GEOSPEC」SK460-8 油圧ショベル

表一 3 U-15-3S ほかの主な仕様

	U-15-3S (可変脚型)	U-20-3S (可変脚型)	U-20-3S (固定脚型)
標準バケット容量 (m³)	0.04	0.066	0.066
機械質量 (t)	1.57	2.03 [2.22]	1.98 [2.10]
定格出力 (kW(ps)/min ⁻¹)	9.6(13)/2,300	14(19)/2,200	14(19)/2,200
最大掘削深さ×同半径 (m)	2.31×3.90	2.32×4.14	2.32×4.14
最大掘削高さ (m)	3.54	4.07 [3.655]	4.07 [3.655]
バケットオフセット量左/右 (m)	0.385/0.510	0.620/0.590	0.620/0.590
最大掘削力 (バケット) (kN)	15.2	18.4	18.4
作業機最小旋回半径 /後端旋回半径 (m)	1.425/0.62	1.69[1.935] /0.71[0.76]	1.69[1.935] /0.71[0.76]
走行速度 高速/低速 (km/h)	4.3/2.2	4.2/2.2	4.2/2.2
登坂能力 (度)	30	30	30
最低地上高 (m)	0.145	0.165	0.265
全長×全幅 (縮小~拡張) ×全高 (m)	3.575×(0.99 ~1.24)×2.25	3.845×(1.30 ~1.50)×2.25[2.35]	3.845×1.40 ×2.25[2.35]
価格 (百万円)	2.835	3.465	-

	U-25-3S (固定脚型)	RX-153S (可変脚型)	RX-203S (固定脚型)
標準バケット容量 (m³)	0.08	0.036	0.06
機械質量 (t)	2.43 [2.55]	1.53	1.99
定格出力 (kW(ps)/min ⁻¹)	15.5(21)/2,400	8.8(12)/2,100	14(19)/2,200
最大掘削深さ×同半径 (m)	2.55×4.51	1.935×3.48	2.21×3.86
最大掘削高さ (m)	4.40[4.165]	4.04	4.63
バケットオフセット量左/右 (m)	0.62/0.59	0.56/0.475	0.68/0.47
最大掘削力 (バケット) (kN)	21.6	13	21.2
作業機最小旋回半径 /後端旋回半径 (m)	1.79[1.935] /0.76[0.76]	0.62/0.62	0.70/0.70
走行速度 高速/低速 (km/h)	4.5/2.5	3.6/2.0	4.2/2.2
登坂能力 (度)	30	30	30
最低地上高 (m)	0.3	0.16	0.265
全長×全幅×全高(輸送時) (m)	4.10×1.50 ×2.30[2.40]	3.20×(0.99 ~1.24)×2.215	3.66×1.40 ×2.27
価格 (百万円)	3.8325	3.57	3.885

(注) 2 ポストキャノピ仕様 [キャブ仕様] の書式で示す。

新機種紹介

幅を考慮して、U-15-3S、U-20-3S、RX-153Sはレバー操作でクローラトラック幅の拡張ができる可変脚機構を採用している。U-20-3Sには固定脚型もあり、U-25-3S、RX-203Sは固定脚型である。油圧システムは、ブーム・アーム・旋回のそれぞれに独立使用する3ポンプ（可変容量型2個+固定容量型1個）システムを採用しており、バケット・ブーム・アーム・旋回の同時操作や、安定した直進走行を可能にしている。RX-153S、RX-203Sについては、バケットが運転室に衝突しないよう、干渉領域に入る前にブームが止まることなく運転室を回避する運転席干渉自動回避システムを装備している。ま



写真一三ー一 クボタ「ZEPH」U-15-3S（後方超小旋回形）ミニショベル



写真一三ー二 クボタ「ZEPH」U-153S（超小旋回形）ミニショベル

た、標準バケット・平爪バケット・ブレーカ（ブレーカはRX-203Sのみ）のアタッチメントに応じてモードを切替え、アームのかき込み位置を自動的に制限して、平爪バケット・ブレーカ装着の場合でもブームシリンダとの干渉を避けるようにしている。U-15-3Sについてはブームシリンダをブームの背面配置としており、ダンプトラックへの積み込み時などにおいて、接触によるシリンダの損傷がないように配慮している。整備、交換を考慮した分割式ドーザホース、ゴムクローラの耐久性を向上させる緊張スプリング装置、走行時の振動を低減する上部転輪機構（U-15-3S、RX-153Sはシュー機構）など機種に応じて向上を図っている。U-15-3S、U-20-3S、U-25-3Sには4本柱のROPS/FOPSキャノピが設定されており、U-25-3Sにはフレーム内装型のROPS/FOPSキャブがオプションで用意されている。レバーがロック状態でなければエンジンスタートができないニュートラルスタート機構、エンジン急停止時でも作業機を降ろすことができるアキュムレータの装備（U-15-3Sのみ）、電気系統・油圧系統・燃料系統をロックして盗難防止するICチップ埋込み「SSキー」（U-15-3Sはオプション装備）の採用など安全性に配慮している。自己診断機能付液晶ディスプレイを備えて（U-15-3Sを除く）、稼働情報、SSキー登録、故障履歴などのデータ利用でサービスを確実にしている。

07-02-13	新キャタピラー三菱 ミニショベル（超小旋回形） CAT302C SR	'07.07 発売 新機種
----------	--	------------------

管工事、宅地造成工事など比較的狭隘な現場で使用されるゴムクローラ式のミニショベルについて、環境適合性、居住性、安全性、メンテナンス性などの向上を図ったものである。

搭載エンジンは国土交通省の排出ガス対策（3次規制）基準値をクリアするもので、また、国土交通省の超低騒音型建設機械にも適合する。作業機油圧システムにおいては、可変容量型ポンプ2個と固定容量型ポンプ1個を採用しており、効率的な運転を可能にしている。作業機の油圧配管はブーム幅内に収めており、接触などによる損傷を防いでいる。操作レバーは運転席左右に設置したリストタイプとし、フロアスペースを拡大して居住性を向上している。エン

表一四 CAT302C SRの主な仕様

標準バケット容量	(m ³)	0.066
機械質量	(t)	1.99
定格出力	(kW (ps) / min ⁻¹)	13.5 (18.3) / 2,400
最大掘削深さ×同半径	(m)	2.30 × 4.02
最大掘削高さ	(m)	4.71
最大掘削力（バケット）	(kN)	19
作業機最小旋回半径/後端旋回半径	(m)	0.855/0.725
走行速度 高速/低速	(km/h)	4.6/2.4
登坂能力	(度)	30
接地圧	(kPa)	24.9
最低地上高	(m)	0.315
全長×全幅×全高（輸送時）	(m)	3.68 × 1.45 × 2.36
価格	(百万円)	4.305

新機種紹介

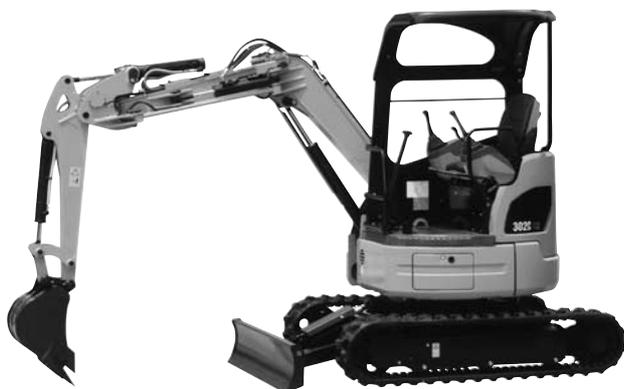


写真4 新キャタピラー三菱「REGA」CAT302C SR ミニショベル (超小旋回形)

ジニュートラルスタート機構、バケットと運転席の干渉防止システム、走行駐車ブレーキ、旋回駐車ブレーキなどを装備して、安全性を高めている。エンジンオイルの交換間隔は500hとしており、開口面積が大きな横開き式カバーを採用して、日常点検や整備作業がしやすいように配慮している。

オプション仕様として、ブレーカ用単動配管、油圧ブレーカ、広い作業範囲がカバーできるロングアーム、増量カウンタウエイトなどが用意されている。

▶ <03> 積込機械

07-03-05	川崎重工業 ホイールローダ 25ZV-2 ほか	'07.05 発売 モデルチェンジ
----------	-------------------------------	----------------------

道路工事、除雪作業などに幅広く使用されるホイールローダで、作業効率アップ、環境適合性、操作性、居住性などの向上を図ってモデルチェンジした25ZV-2、35ZV-2、40ZV-2、43ZV-2の4機種である。

25ZV-2の搭載新エンジンは、国土交通省の排出ガス対策（3次規制）基準値をクリアしており、また、35ZV-2、40ZV-2、43ZV-2は新エンジンの搭載によって、「特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律」に適合している。さらに、国土交通省の低騒音型建設機械にも適合しており、25ZV-2は低騒音型基準値を、35ZV-2、40ZV-2、43ZV-2は超低騒音型基準値をクリアしている。走行はHST駆動方式で、35ZV-2、40ZV-2、43ZV-2は低速ホールド付としており、作業機操作レバー上部のスイッチをONにすると、速度を抑えたい狭い現場や不整地などでは、アクセルを一杯にしても約5km/hに速度制御される。アクセルにはリミテッドスリップデフを装備しており、悪路や雪道などでの駆動力を有効に発揮できるようにしている。走行ブレーキシステムは、泥や水の浸入がない全油圧密閉湿式ディスクブレーキを採用しており、駐車ブレーキは機械式ネガティブブレーキとして信頼性を向上している。前後進レバーがニュートラルの位置でないとエンジンスタートができないニュートラルスタート機構、前後進レバーや作業機レバーの誤操作を防

止するレバーロック機構などで安全を確かなものになっている。

オプションとして、除雪仕様車、畜産仕様車が確立されており、ROPS/FOPSキャブ、天井埋込みタイプのエアコン（35ZV-2、40ZV-2、43ZV-2のキャブ仕様車に装着可）、ラジエータの目詰まりを防止する防塵ネット、ハイリフトアーム（25ZV-2）など多くの装備品が用意されている。

表一5 25ZV-2 ほかの主な仕様

	25ZV-2	35ZV-2
標準バケット容量 (m³)	0.26	0.4
運転質量(運転員75kg含む)(t)	1.725	2.565
定格出力 (kW(PS)/min ⁻¹)	18.5(25.2)/2,600	22.4(30.0)/2,400
ダンピングクリアランス	1.75 × 0.65	2.265 × 0.695
×同リーチ(バケット45度前傾)(m)		
最大掘起力(バケットシリンダ)(kN)	22.4	32.1
最大けん引力(前進時)(kN)	15.7	23.5
最高走行速度(前後進共)低速・高速・固定速(km/h)	6.3・15.0/—	0～15.0/4.9
最小回転半径(最外輪中心)(m)	2.49	3.085
登坂能力 (度)	30	30
軸距×輪距(前後輪共)(kPa)	1.450 × 1.050	1.775 × 1.180
最低地上高 (m)	0.23	0.28
タイヤサイズ (—)	10-16.5-4PR	12.5/70-16-6PR
全長×全幅×全高 (m)	3.320 × 1.345 × 2.465	4.035 × 1.580 × 2.490
価格 (百万円)	3.68	5.15

	40ZV-2	43ZV-2
標準バケット容量 (m³)	0.5	0.6
運転質量(運転員75kg含む)(t)	3.085	3.385
定格出力 (kW(PS)/min ⁻¹)	30.8(41.0)/2,400	30.8(41.0)/2,400
ダンピングクリアランス	2.73 × 0.69	2.68 × 0.74
×同リーチ(バケット45度前傾)(m)		
最大掘起力(バケットシリンダ)(kN)	37.9	33.3
最大けん引力(前進時)(kN)	26.5	26.5
最高走行速度(前後進共)低速・高速・固定速(km/h)	0～15.0/4.9	0～15.0/4.9
最小回転半径(最外輪中心)(m)	3.34	3.34
登坂能力 (度)	30	30
軸距×輪距(前後輪共)(kPa)	1.950 × 1.270	1.950 × 1.270
最低地上高 (m)	0.325	0.325
タイヤサイズ (—)	15.5/60-18-8PR	15.5/60-18-8PR
全長×全幅×全高 (m)	4.480 × 1.690 × 2.550	4.600 × 1.690 × 2.550
価格 (百万円)	6.25	6.51



写真5 川崎重工業「AUTHENT」35ZV-2 ホイールローダ

新機種紹介

▶ <04> 運搬機械

07-<04>-04	クボタ 不整地運搬車 (クローラ式) RG-30C-2 ほか	'07.04 発売 モデルチェンジ
------------	--------------------------------------	----------------------

土地造成など一般土木工事に使用されるゴムクローラ式の不整地運搬車について、環境対応性、安全性、耐久性、メンテナンス性などの向上を図ってモデルチェンジしたもので、一方ダンプ式のRG-30C-2、RG-15Y-3、RG-20Y-3と荷台180度回転ダンプ式のRG-30C-2-D4の4機種である。

日米欧の排出ガス対策（第3次規制）基準値をクリアするエンジンを搭載しており、RG-30C-2、RG-30C-2-D4は「特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律」に適合し、RG-15Y-3、RG-20Y-3は国土交通省の排出ガス対策（3次規制）基準値をクリアしている。2ポンプ2モータ使用のHST駆動方式としており、速度調整および操作を容易にしている。足回りには大径の下転輪を採用し、前後の固定式下転輪にはテーパローラベアリングを用いて耐衝撃性を高めている。パーキングブレーキがONの状態であればエンジン始動ができない機構を採っており、急な飛出しなどによる危険を防止している。RG-30C-2、RG-30C-2-D4については、各種レバーやモニタパネル、スイッチ類を運転席サイドパネルに集中配置しており、

表一六 RG-30C-2 ほかの主な仕様

	RG-30C-2 [RG-30C-2-D4]	RG-15Y-3	RG-20Y-3
最大積載質量/山積容量 (t)/(m ³)	2.5/1.26[2.5/1.25]	0.99/0.52	1.5/0.75
機械質量 (t)	2.10[2.35]	0.8	1.08
定格出力 (kW(PS)/min ⁻¹)	34.1(46.4)/2,800	9.5(12.9)/3,600	13.0(17.6)/3,200
荷台上縁高さ(積込み高さ) (m)	1.14 [1.33]	0.84	0.85
最高走行速度低速	6.0/11.0	2.1/4.2/6.7	2.7/4.5/7.4
/高速(後進) (km/h)	(6.0/11.0)	(1.4/2.8/4.5)	(1.7/2.9/4.6)
最低地上高 (m)	0.295	0.165	0.175
接地長×シュー幅 (m)	1.425 × 0.32	1.180 × 0.23	1.360 × 0.28
燃料タンク容量 (L)	45	12.5	20
全長×全幅×全高 (m)	3.280 × 1.56 × 1.685	2.65 × 0.95	2.97 × 1.16
	[3.365 × 1.55 × 1.685]	× 1.39	× 1.52
価格 (百万円)	4.41 [-]	1.9425	2.52



写真一六 クボタ「ZEPH」RG-30C-2 不整地運搬車

走行レバーとシートは一体型で反転できるので、前後進いずれの場合も進行方向に向いた姿勢で運転することができる。また、パーキングブレーキONの状態では前後進レバーを操作しても走行することがないので、誤操作によるブレーキの焼き付をも防止している。RG-30C-2-D4は荷台を左右180度の範囲で回転できる機構を装備しており、現場条件に合わせてダンプ方向を自由に選択できる。RG-15Y-3はスリムボディで狭所作業に、RG-20Y-3は長い接地長で比較的軟弱地の作業において特長を有しており、いずれも3段変速で安定した走行性を発揮できる。

▶ <05> クレーン、エレベータ、高所作業車およびウインチ

07-<05>-04	加藤製作所 ラフテレーンクレーン(伸縮ブーム形) SR-250R	'07.07 発売 新機種
------------	--	------------------

不整地や比較的軟弱地での走行を可能にした25t吊り能力のラフテレーンクレーンで、環境適応性、居住性、安全性、信頼性などを向上した新機種である。

「特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律」に適合するエンジンを搭載した車両で、国土交通省の低騒音型建設機械にも指定されている。箱形4段油圧伸縮式(3・4段同時)のブームは、R断面形状と格納時フロントオーバーハングの短縮で横剛性、視界性、走行安定性などを向上しており、2段伸縮式(2段目引出し式)の箱形構造ジブとの組合わせで広い作業範囲を実現している。また、ブーム起伏レバーには起伏低速モードスイッチを設けており、作業条件に合わせた操作ができるようにしている。操作レバーは油圧パイロット式で、巻上げ装置のシングルウインチ2基は油圧モータ駆動・遊星歯車減速機付(ネガティブブレーキ内蔵)の高低速切換え式としており、ウインチ巻上げラインスピードは125m/min(4層目)を実現している。旋回装置は油圧モータ駆動・遊星歯車減速機付(ネガティブブレーキ内蔵)で、フリー・ロック切換え式である。運転席にはカラーモニタ(タッチパネル式)を備えており、フック移動距離、作業範囲制限を数値で設定、風速データ(風速計オプション取付け)などの表示が可能で、作業を確実にしている。全油圧式のアウトリガは、H型で5段階、X型で4段階の張出幅を細かく設定して作業安定性に配慮している。作業安全装置として、過負荷防止装置・音声警報装置付、旋回自動停止装置、ブーム起伏緩停止装置、ブーム伸張緩停止装置、作業範囲制限装置、アウトリガ張出幅自動検出装置、ブーム自然降下防止装置、過巻防止装置、ドラムロック装置(補巻)、ドラムホルド安全装置、自動ブレーキ装置、乱巻防止装置、油圧安全弁、アウトリガロック装置、旋回ロック装置、旋回警告灯、作動油オーバーヒート警報装置、作動油フィルタ目詰まり警報装置などを設置して、安全性を高めている。走行は2輪駆動・4輪駆動切換え式で、トルクコンバータ(自動ロックアップクラッチ付)、全自動及び手動変速機、2段減速機付アクスルのパワートレインとし、ステアリング装置は、前2輪、カウンタ、

新機種紹介

クラブ、後2輪、前後輪独立の5モード（リヤステアリング自動ロック機構付）を設けている。ブレーキ装置は、2系統空気油圧複合式4輪ディスクブレーキで、補助に排気ブレーキ（電子制御によるトルコンロックアップ連動）、渦電流式リターダ、作業用補助制動装置を用いている。走行安全装置としては、緊急用かじ取装置、後輪ステアリングロック装置、ミスシフト防止装置、ブレーキ液漏警報装置、サスペンションロック装置、オーバラン警報装置、電動格納サイドミラー、ラジエータ液面警報装置、エアフィルタ目詰まり警報装置、後方確認カメラなどが設置されて、安全を確保している。そのほか、エアコン、集中給脂装置を標準で装備している。

表一七 SR-250R の主な仕様

吊上げ能力	(t) × (m)	25 × 3.5
最大地上揚程	ブーム/ジブ (m)	31.2/44.8
最大作業半径 × 吊り荷重	(m) × (t)	27.9 × 0.95
ブーム長さ(4段伸縮)/ジブ長さ(2段伸縮)	(m)	9.35 ~ 30.5/7.9 ~ 13.0
ブーム起伏角度	(度)	0 ~ 83
旋回角度	(度)	360
車両総質量(乗車定員1名)	(t)	26.495
最大出力	(kW/min ⁻¹)	200/2.600
最高走行速度 F4/R1(Hi/Lo 切換)	(km/h)	49
登坂能力	(度)	31
最小回転半径 2輪操向/4輪操向	(m)	8.2/4.9
後端旋回半径	(m)	3.1
アウトリガ張出幅 最大/中間/中間/最小	(m)	6.60/6.00/5.00/3.80/2.31
軸距 × 輪距(前後輪共)	(m)	3.65 × 2.17
タイヤサイズ	(-)	385/95R25170E ROAD
全長 × 全幅 × 全高(走行姿勢)	(m)	11.290 × 2.620 × 3.475
価格	(百万円)	37

(注) H型アウトリガの仕様を示す。



写真一七 加藤製作所 SR-250R PREMIUM ラフテレーンクレーン

▶ <10> 環境保全装置およびリサイクル機械

07-<10>-03	日立建機 自走式木材破砕機(クローラ式) ZR125HC ほか	'07.06 発売 新機種
------------	---------------------------------------	------------------

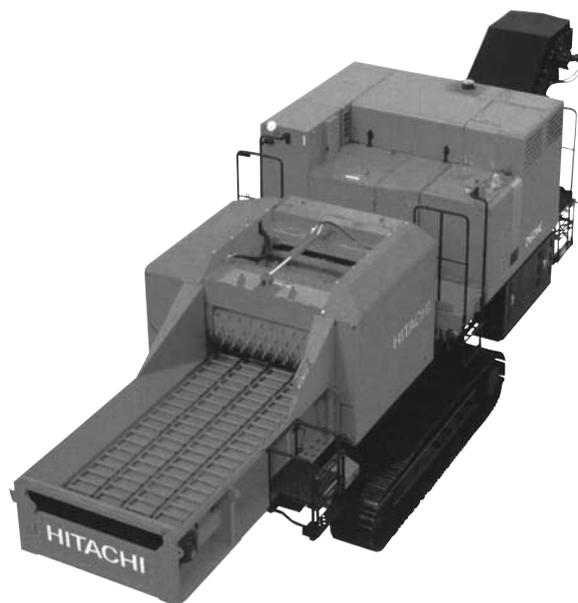
環境適応性、操作性、メンテナンス性を向上した自走式木材破砕機2機種である。コンパクト機体で、13tセルフローダでの輸送が可能なZR125HCと高処理能力をもったZR260HCである。

「特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律」の適合車で、

長尺物の投入が容易な横入れ式ホッパを採用している。ホッパの高さを低く抑えており、投入機からのホッパ内部状況の確認を容易にしている。プレートコンベヤ(ZR125HC)またはドラグチェーン(ZR260HC)+圧縮ローラで構成される自動供給システムは、原料の供給量を破砕機の負荷に応じて自動的に制御して破砕効率を高めている。破砕機はZR125HCがカットビット式(ビット数40)、ZR260HCがハンマビット式(ビット数28)を採用しており、各種スクリーンの選択によって、さまざまなサイズのチップを生産することができる。ZR260HCには油圧開閉式スクリーンガイドが装備されており、工具なしでのスクリーン交換を可能にしている。排出コンベヤの先端にはプーリー内蔵型磁選機を標準装備しており、原料に混入した釘などの金属を効率的に除去する。ZR260HCの排出コンベヤには金属製カバーを装備して排出時のチップの飛散を低減している。操作スイッチ類は地上から操作できる位置の操作盤に集中配置し、また、作業用無線リモコンを標準装備して、供給装置、走

表一八 ZR125HC ほかの主な仕様

	ZR125HC	ZR260HC
フィーダ長さ (m)	2.67	2.95
フィーダ上縁高さ (m)	1.66	1.84
供給口寸法 (m)	0.98 × 0.30	1.34 × 0.40
機械質量 (t)	12.5	24
定格出力 (kW(ps)/min ⁻¹)	122(166)/2,000	260(353)/1,800
排出ベルトコンベヤ幅 (m)	0.85	0.75
排出高さ(ベルト上面) (m)	3.14	3.2
走行速度 (km/h)	1.9	1.6
登坂能力 (度)	23	20
接地圧 (kPa)	63	77
最低地上高 (m)	0.36	0.26
燃料タンク容量 (L)	275	685
全長(輸送時) × 全幅 × 全高(輸送時) (m)	8.10(5.97) × 2.45 × 3.14(2.71)	11.20 × 2.99 × 3.20
価格 (百万円)	31.5	46



写真一八 日立建機「Hi-OSS」ZR260HC 自走式木材破砕機

新機種紹介

行装置の無線操作を可能にしている。メンテナンスについては、各種構造や装備で作業の容易化が図られており、ZR125HCは破碎機回りのカバー類をスイッチ操作で開閉可能な構造として清掃、整備を容易にし、また、スクリーンやフィルタ交換などを地上からできるようにしている。ZR260HCはホップ下部がスイッチ操作で開閉可能なので清掃が容易であり、また、圧縮フィーダを上げると破碎ロータが露出するのでビット交換作業が簡単にできる。

▶ <12> モータグレーダ、路盤機械および締固め機械

07-<12>-01	日立建機 振動ローラ CC135-3A ほか	'07.07 発売 新機種
------------	------------------------------	------------------

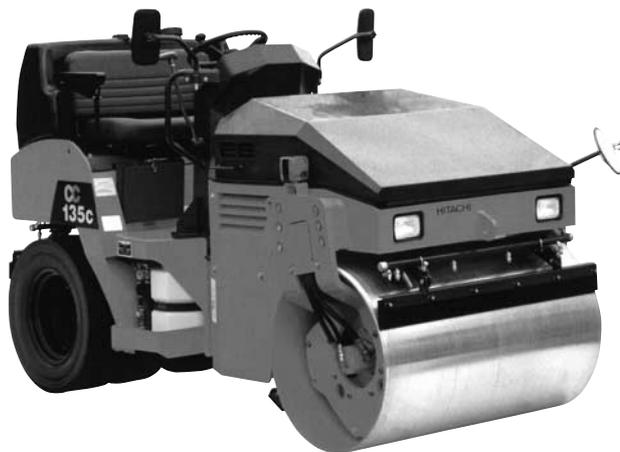
道路工事、ダム工事などで使用される振動ローラについて、環境適合性、作業性、操作性、安全性、メンテナンス性などの向上を図って設計された4機種で、タンデム型のCC135-3A、CC150-3Aとコンバインド型のCC135C-3A、CC150C-3Aである。

「特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律」の適合車としており、さらに、騒音対策により国土交通省の超低騒音型建設機械基準値もクリアしている。傾斜のついたステップとともに乗り降りが楽な低床式とし、適切な輪荷重、ロングホイールベース、低重心構造として、締固め性能、平坦性能、良好な視界性などが得られる振動ローラとしている。走行駆動はHSTを採用して発進・停止をスムーズにし、コンバインド型ではデフロックを標準装備したアックスの採用でスリップを防止して、坂道での転圧仕上げや軟弱地での走行を確実にしている。ブレーキシステムは、前後進レバーに連動した油圧ブレーキ、電気式パーキングブレーキおよびペダル操作式の緊急停止ブレーキを装備して安全を確保している。さらに、電気式パーキングブレーキ「ON」の状態では、前後進レバーが「中立」状態でのみエンジンスターターができるセフティスタート機構を採用している。樹脂製の散水タンクには大形ストレーナと大径の給排水口を装備し、散水装置には着脱ワンタッチ式のノズルを装着して清掃作業を容易にしている。前後輪ドラムには可動式スクレーパを採用し、スクレーパを下げてもドラムからはみ出さない構造として破損を防止している。日常点検、整備を要する機器類や燃料給油口などは地上から作業ができる位置に配置されており、散水ポンプやフィルタ、散水パイプなどからの水抜きコックは、簡単に操作できるよう一箇所にとまとめられている。作動油の交換間隔は2,000hとして延長を図っている。

表一9 CC135-3A ほかの主な仕様

	CC135-3A (タンデム型)	CC135C-3A (コンバインド型)
運転質量 (前輪/後輪) (t)	3.06 (1.49/1.57)	2.78
締固め幅 ドラム/タイヤ (m)	1.2/-	1.2/1.19
静線圧 前輪/後輪 (N/cm)	122/128	122/-
振動数/起振力 (Hz)/(kN)	55/20.6	55/20.6
前輪径/後輪径・軸距 (m)	φ 0.682/φ 0.682・1.95	φ 0.682/-・1.95
定格出力 (kW(PS)/min ⁻¹)	21.1(28.7)/2,400	21.1(28.7)/2,400
走行速度低速/高速 (km/h)	9.0/12.0	9.0/12.0
最小回転半径 (最外側) (m)	3.8	3.8
登坂能力 (度)	26	26
最低地上高 (m)	0.2	0.2
燃料タンク/散水タンク/液剤タンク (L)	50/190/-	50/190/10
全長×全幅×全高 (m)	2.630×1.290×1.570	2.630×1.290×1.570
価格 (百万円)	5.5	5.3

	CC150-3A (タンデム型)	CC150C-3A (コンバインド型)
運転質量 (前輪/後輪) (t)	4.13 (2.03/2.10)	3.6
締固め幅 ドラム/タイヤ (m)	1.3/-	1.3/1.29
静線圧 前輪/後輪 (N/cm)	153/158	153/-
振動数/起振力 (Hz)/(kN)	55/24.5	55/24.5
前輪径/後輪径・軸距 (m)	φ 0.800/φ 0.800・2.30	φ 0.800/-・2.30
定格出力 (kW(PS)/min ⁻¹)	21.1(28.7)/2,400	21.1(28.7)/2,400
走行速度低速/高速 (km/h)	8.0/10.0	9.0/12.0
最小回転半径 (最外側) (m)	4.3	4.3
登坂能力 (度)	23	23
最低地上高 (m)	0.26	0.26
燃料タンク/散水タンク/液剤タンク (L)	50/300/-	50/300/10
全長×全幅×全高 (m)	3.100×1.400×1.580	3.100×1.400×1.580
価格 (百万円)	6.3	6.2



写真一9 日立建機 CC135-3A 振動ローラ

平成 19 年度主要建設資材需要見通しの概要

1. まえがき

建設投資動向と密接な関連のある建設資材の需要動向は、建設投資の厳しいなか全般に漸減傾向である。先に報告した建設投資見通しに引き続き、国土交通省から発表された「平成 19 年度主要建設資材需要見通し」についてその概要を報告する。

2. 主要建設資材需要見通し

表一 1 に主要建設資材の需要実績と見通しを示す。

平成 19 年度の主要建設資材の需要は、建設投資が前年度比 0.7%減（実質値）（平成 12 年度基準値）、うち建築投資では 1.4%増、土木投資では 3.6%減になる見通しから、木材を除いたセメント、生コンクリート、骨材、普通鋼鋼材及びアスファルトは減少する見通しである。

平成 18 年度の主要建設資材の需要量は、建設投資が前年度比 1.7%減（建築投資 1.0%増、土木投資 5.2%減）になったことから、

生コンクリート、骨材及び普通鋼鋼材は増加し、セメント、木材及びアスファルトは減少となった。

3. 主要建設資材需要量の年度推移

図一 1 に主要建設資材需要量の年度別推移を示す。

ほとんどの主要建設資材は、バブル最盛期の平成 2 年度にピークに達し、以降鋼材の急激な落ち込み、品目の差はあるもののすべてが下降に転じた。補正予算による公共工事関連予算が増額された平成 5 年度から徐々に回復して平成 8 年度に安定したかに見えたが、再び下がり平成 12 年度以降はすべてにわたり漸減している。

4. 主要建設資材の価格動向

図一 2 に全国各都市平均の主要建設資材の価格推移を平成 12 年平均を 100 とした物価指数で示す。

建設需要が下降線をたどっている状況下であるが、価格について

表一 1 平成 19 年度主要建設資材需要見通し

名称・単位	需 要 量			伸び率 (%▲マイナス)	
	平成 17 年度 実績値	平成 18 年度 実績値	平成 19 年度 見通し	18 / 17	19 / 18
セメント（内需量） 万 t	5,909	5,899	5,800	▲ 0.2	▲ 1.7
生コンクリート（出荷量） 万 m ³	12,155	12,190	12,000	0.3	▲ 1.6
骨材（供給量） 万 m ³	34,313	34,400 （推計値）	33,500	0.3	▲ 2.6
碎石（出荷量） 万 m ³	16,422	16,400 （推計値）	16,100	▲ 0.1	▲ 1.8
木材（製材品出荷量） 万 m ³	1,316	1,279	1,300	▲ 2.8	1.6
普通鋼鋼材（建設向け受注量） 万 t	2,470	2,578	2,560	4.4	▲ 0.7
形鋼（建設向け受注量） 万 t	566	593	600	4.7	1.2
小型棒鋼（建設向け出荷量） 万 t	1,009	1,099	1,090	8.9	▲ 0.8
アスファルト（建設向け等内需量） 万 t	248	240 （見込み値）	230	▲ 3.1	▲ 4.2

（表の注釈）

需要見通し推計方法

「平成 19 年度建設投資見通し」の建築（住宅、非住宅）、土木（政府、民間）等の項目ごとの平成 19 年度建設投資見通し額に、建設資材ごとの原単位（工事費 100 万円当たりの建設資材需要量）を乗じ、各建設資材の需要実績等を考慮して、平成 19 年度の主要な建設資材の国内需要の推計を行った。

用語の定義

セメント内需量：国内メーカーの国内販売量＋海外メーカーからの輸入量

生コンクリート出荷量：全国生コンクリート工業組合連合会組合員の工場出荷量＋その他工場の推定出荷量

骨材供給量：国内供給量＋輸入量

碎石出荷量：メーカーの国内向け出荷量

木材製材品出荷量：国内メーカーの製材品出荷量

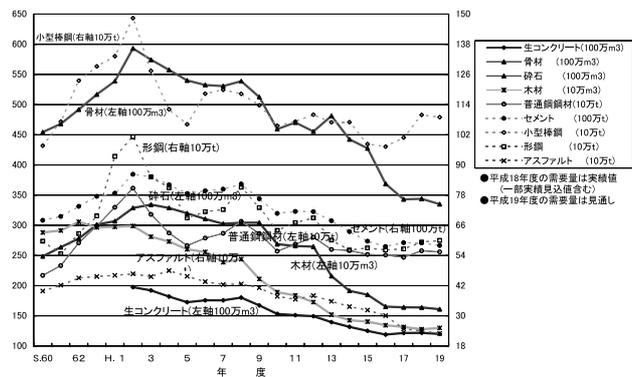
建設向け以外の量、製材用素材として外材を含む。

普通鋼鋼材・形鋼建設向け受注量：国内メーカーの国内建設向け受注量

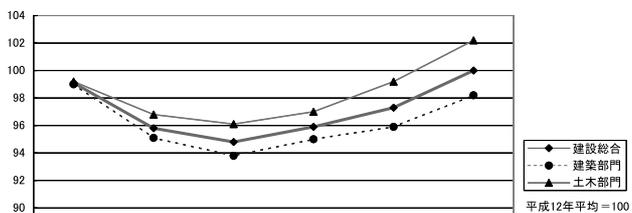
小型棒鋼建設向け出荷量：国内メーカー及び国内販売業者からの国内建設向け出荷量ただし、海外メーカーからの輸入量は含まない。

アスファルト建設向け等内需量：国内メーカーの建設向け内需量（燃焼用及び工業用を除く）＋建設向け輸入量

統計



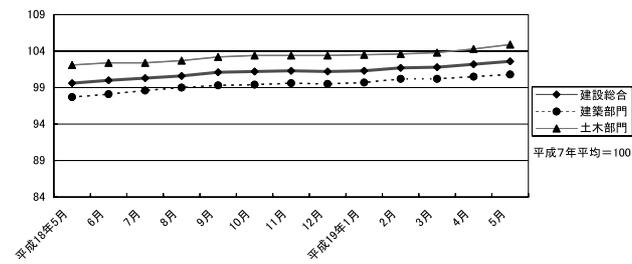
図一 主要建設資材需要量の年度推移（昭和60～平成19年度）



資料出所：(財)建設物価調査会

図二 建設資材物価指数の推移（全国平均）

見ると、平成16年度を境に上昇の兆しが表れている。平成18年度平均では、建設総合で前年比2.7ポイント増の100.0、建築部門前年比2.3ポイント増の98.2、土木部門前年比3.0ポイント増の102.2と増加した。図一3は最近の傾向を示したものであるが、5月の前



資料出所：(財)建設物価調査会

図三 最近の建設資材物価指数の動向（全国平均）

表一 変動が激しい建設資材の物価指数の推移（東京都区部）

平成12年平均=100

	建設総合	鉄鋼	熱間圧延鋼材	鋼管	冷間・メッキ鋼材	鋳造品・他の鉄製品
ウエイト(1万分比)	10,000	600	333	117	74	76
平成13年平均	99.0	99.1	101.4	97.7	94.0	95.8
平成14年平均	95.9	99.7	106.0	95.0	90.6	88.6
平成15年平均	95.0	109.2	122.2	93.6	97.8	87.3
平成16年平均	96.2	140.5	173.7	101.7	106.4	87.7
平成17年平均	97.9	151.2	184.0	113.0	123.8	93.2
平成18年平均	100.5	150.5	182.1	117.4	118.9	93.3
平成19年5月	102.9	165.5	202.8	134.5	121.1	93.3

	非鉄金属	電線・ケーブル	その他の非鉄金属	石油製品・舗装材料	石油製品	舗装材料
ウエイト(1万分比)	249	222	27	378	157	221
平成13年平均	98.9	98.6	102.0	101.5	103.2	100.3
平成14年平均	92.8	92.0	99.4	99.9	100.4	99.5
平成15年平均	89.6	88.5	98.1	101.6	104.7	99.3
平成16年平均	94.8	93.5	106.0	104.6	111.0	100.0
平成17年平均	100.8	99.5	110.9	116.6	128.6	108.1
平成18年平均	128.6	128.5	129.6	132.5	150.9	119.5
平成19年5月	148.4	147.9	152.9	133.9	149.9	122.4

参考 その他

	農産物	鉱産物	繊維製品	紙・木製品	合板	化学製品
ウエイト(1万分比)	94	408	79	1750	244	144
平成18年平均	89.1	90.2	84.8	94.8	130.2	92.6
平成19年5月	88.9	90.8	84.3	98.8	148.6	92.6

	窯業・土石製品	金属製品	一般機械	電気機械	他の製造工業品
ウエイト(1万分比)	2442	2778	193	293	592
平成18年平均	96.3	96.5	92.6	90.1	91.4
平成19年5月	96.6	96.5	96.3	91.7	92.2

資料出所：(財)建設物価調査会

年同月比では建設総合3.0ポイント増、建築部門3.1ポイント増、土木部門2.8ポイント増であり、微増で推移している。

最近、一部の資材価格の高騰が問題になっている。

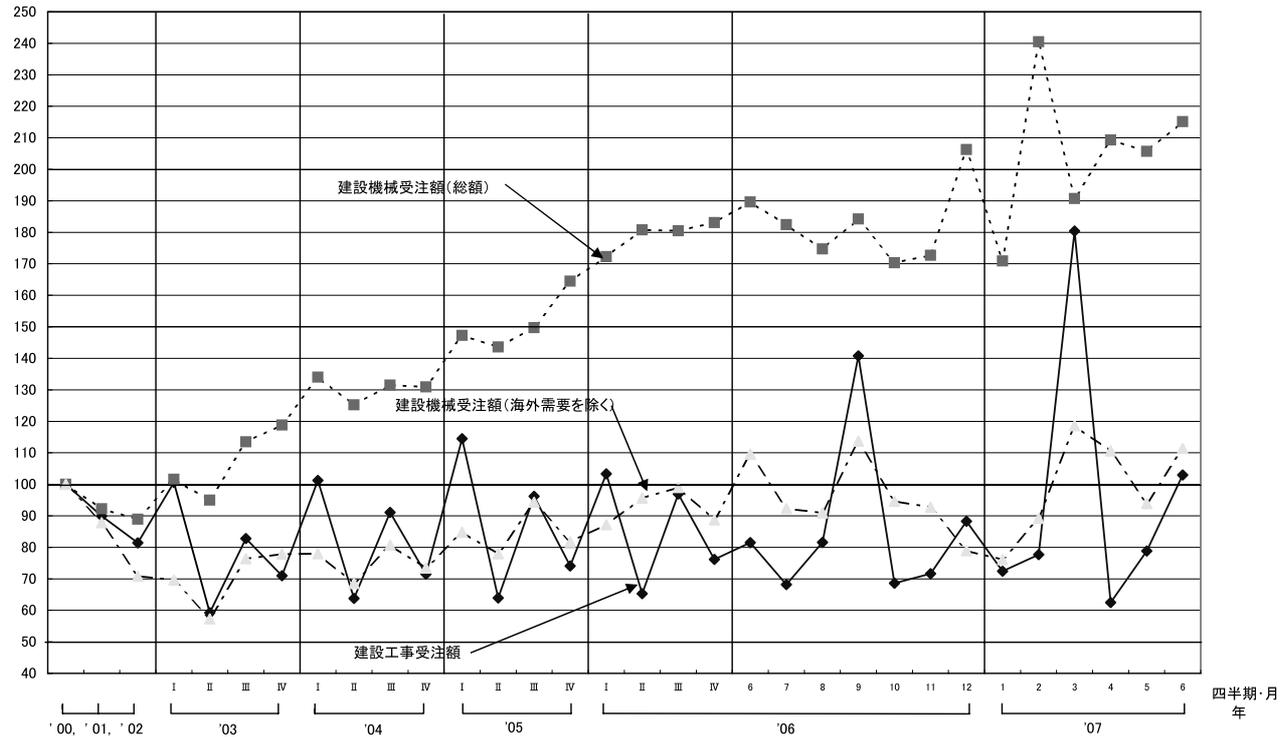
変動の激しい建設資材の価格推移を、東京都区部において平成12年を100とした物価指数として表一2に示す。その他の建設資材は合板を除き変動は少ない。

最近の5月現在では、鉄鋼の165.5（前年平均の15ポイント増）、中でも普通鋼材は202.8（前年平均の20.7ポイント増）と平成15年から上昇を続けている。非鉄金属は148.4（前年平均の19.8ポイント増）と上昇が著しい。

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額 建設工事受注動態統計調査(大手50社) (指数基準 2000年平均=100)
 建設機械受注額 建設機械受注統計調査(建設機械企業数24前後) (指数基準 2000年平均=100)

受注額



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						工事種別		未消化 工事高	施工高
		民間			官公庁	その他	海外	建築	土木		
		計	製造業	非製造業							
2000年	159,439	101,397	17,588	83,808	45,494	6,188	6,360	104,913	54,526	180,331	160,536
2001年	143,383	90,656	15,363	75,293	39,133	6,441	7,153	93,605	49,778	162,832	160,904
2002年	129,862	80,979	11,010	69,970	36,773	5,468	6,641	86,797	43,064	146,863	145,881
2003年	125,436	83,651	12,212	71,441	30,637	5,123	5,935	86,480	38,865	134,414	133,522
2004年	130,611	92,008	17,150	74,858	27,469	5,223	5,911	93,306	37,305	133,279	131,313
2005年	138,966	94,850	19,156	75,694	30,657	5,310	8,149	95,370	43,596	136,152	136,567
2006年	136,214	98,886	22,041	76,845	20,711	5,852	10,765	98,795	37,419	134,845	142,913
2006年6月	10,826	7,713	1,933	5,780	1,721	553	839	8,375	2,451	134,201	12,015
7月	9,065	6,547	1,523	5,023	1,089	400	1,029	6,173	2,891	134,361	9,710
8月	10,839	7,771	2,005	5,766	1,680	487	901	8,215	2,624	134,977	10,074
9月	18,711	11,813	2,483	9,330	2,431	755	3,713	12,263	6,448	139,816	14,357
10月	9,118	6,942	1,475	5,467	1,436	415	326	6,619	2,499	139,021	10,083
11月	9,518	7,023	1,486	5,537	1,426	459	610	6,924	2,595	136,928	11,689
12月	11,736	9,052	1,751	7,302	1,623	530	531	8,740	2,997	134,845	13,775
2007年1月	9,624	7,694	1,684	6,011	1,240	425	265	7,477	2,148	133,681	10,210
2月	10,318	7,132	1,372	5,760	2,310	484	391	7,186	3,132	133,709	11,644
3月	23,973	17,208	3,001	14,206	4,385	708	1,672	16,871	7,102	138,503	19,212
4月	8,298	6,811	1,558	5,253	784	440	263	6,376	1,922	137,090	9,593
5月	10,466	7,894	1,826	6,069	961	429	1,181	7,747	2,718	137,504	10,827
6月	13,680	10,649	2,193	8,457	1,700	520	811	10,667	3,013	—	—

建設機械受注実績

(単位:億円)

年月	00年	01年	02年	03年	04年	05年	06年	06年 6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	07年 1月	2月	3月	4月	5月	6月
総額	9,748	8,983	8,667	10,444	12,712	14,749	17,465	1,540	1,482	1,419	1,496	1,383	1,403	1,676	1,388	1,954	1,549	1,700	1,671	1,747
海外需要	3,586	3,574	4,301	6,071	8,084	9,530	11,756	977	1,008	952	912	897	927	1,271	997	1,496	940	1,132	1,189	1,175
海外需要を除く	6,162	5,409	4,365	4,373	4,628	5,219	5,709	563	474	467	584	486	476	405	391	458	609	568	482	572

(注) 2000～2002年は年平均で、2003年～2006年は四半期ごとの平均値で図示した。
 2006年6月以降は月ごとの値を図示した。

出典: 国土交通省建設工事受注動態統計調査
 内閣府経済社会総合研究所機械受注統計調査

…行事一覧…

(2007年7月1日～31日)

■ 機械部会

■ 油脂技術委員会

月日：7月3日(火)

出席者：杉山玄六委員長ほか12名

議題：①難燃性作動油の検討 ②油脂規格普及分科会報告 ③グリース規格分科会報告 ④燃料分科会報告

■ 路盤・舗装機械技術委員会・安全対策分科会路面清掃車部門

月日：7月5日(木)

出席者：小葉賢一分科会長ほか9名

議題：①路面清掃車のC規格作成の検討 ②その他

■ 路盤・舗装機械技術委員会

月日：7月10日(火)

出席者：福川光男委員長ほか41名

議題：①北米調査結果について(環境配慮混合物の活用, 情報化施工の普及状況) ②BAUMA 見学報告 ③その他

■ 路盤・舗装機械技術委員会・安全対策分科会グレーダー部門

月日：7月10日(火)

出席者：小葉賢一分科会長ほか7名

議題：①グレーダーの安全規格の検討 ②その他

■ 路盤・舗装機械技術委員会・安全対策分科会アスファルトフィニッシャー部門

月日：7月10日(火)

出席者：小葉賢一分科会長ほか4名

議題：①アスファルトフィニッシャーの変遷について ②その他

■ 基礎工事用機械技術委員会・C規格分科会

月日：7月18日(水)

出席者：鎌田裕一分科会長ほか11名

議題：①C規格原案の検討 ②その他

■ 建築生産機械技術委員会定置式クレーン分科会

月日：7月18日(水)

出席者：三浦拓分科会長ほか5名

議題：①新規テーマの検討 ②その他

■ ダンプトラック技術委員会

月日：7月26日(木)

出席者：伊戸川博委員長ほか2名

議題：①各社トピックス紹介 ②ホームページ拡充 ③その他

■ トンネル機械技術委員会

月日：7月27日(金)

出席者：篠原慶二委員長ほか12名

議題：①鉱研工業(株)ミュージアム鉱研見学会 ②ボーリングの施工実績紹介 ③その他

■ 製造業部会

■ 製造業部会・作業燃費WG

月日：7月6日(金)

出席者：田中利昌リーダーほか5名

議題：①省燃費型建機の融資制度について ②低燃費型建機について ③その他

■ 製造業部会・小幹事会

月日：7月11日(水)

出席者：山田透幹事長ほか3名

議題：①機械部会との合同幹事会について ②業種別合同会議について ③その他

■ 製造業部会 ダム・採石用機械のアクセス検討WG

月日：7月17日(火)

出席者：田中健三リーダーほか11名

議題：①ダム・採石用機械のアクセスに関する検討(規格改正, ユーザ要求事項への対応検討) ②その他

■ 各種委員会等

■ 機関誌編集委員会

月日：7月4日(水)

出席者：中野正則委員長ほか22名

議題：①平成19年10月号(第692号)の計画検討 ②平成19年11月号(第693号)の素案検討 ③平成19年7～9月号(第689～691号)の進捗状況確認

■ 新機種調査分科会

月日：7月24日(火)

出席者：渡部務分科会長ほか5名

議題：①新機種情報の検討・選定 ②技術交流討議

■ 建設経済調査分科会

月日：7月18日(水)

出席者：山名至孝分科会長ほか4名

議題：平成19年度建設投資見通しの概要検討

■ 新工法調査分科会

月日：7月25日(水)

出席者：村本利行分科会委員ほか3名

議題：新工法調査情報検討

…支部行事一覧…

■ 北海道支部

■ 建設機械整備技能検定実技講習会

月日：7月1日(日)

場所：石狩市, 日立建機(北海道支店)

受講者：87名

■ 建設機械整備技能検定学科講習会

月日：7月2日(月)～3日(火)

場所：札幌市, 北海道建設会館

受講者：64名

■ 第3回施工技術・整備検定委員会

月日：7月13日(金)

出席者：宮崎敏文委員ほか13名

議題：建設機械整備技能検定実技試験の会場設営

■ 建設機械整備技能検定実技試験協力

月日：7月14日(土)～15日(日)

場所：札幌市, 北海道立札幌高等技術専門学校

受検者：1級47名, 2級119名

■ 東北支部

■ 施工部会

日時：7月4日(水) 13:30～15:30

場所：アセーラ仙台

出席者：山崎晃施工部会長ほか18名

議題：①施工部会事業計画 ②除雪講習会の動向 ③建設部会との合同部会

■ 除雪分科会

日時：7月4日(水)

場所：アセーラ仙台 15:30～17:30

出席者：渡辺二郎分科会長ほか9名

議題：除雪講習会

■ 除雪分科会

日時：7月17日(火)

場所：協会会議室 13:30～15:30

出席者：渡辺二郎分科会長ほか10名

議題：除雪講習会

■ 企画部会

日時：7月20日(金)

場所：協会会議室 13:30～15:00

出席者：山田仁一部会長ほか6名

議題：各部会の活動計画

■ 建設部会

日時：7月23日(月)

場所：協会会議室 16:00～17:00

出席者：箱崎武部会長ほか11名

議題：①「支部だより」安全コーナー ②特殊工事現場研修会 ③新技術情報交換会

■企画部会

日 時：7月26日（木）
場 所：協会会議室 13：30～15：00
出席者：山田仁一部会長ほか6名
議 題：①新・表彰制度 ②新規会員勧誘活動 ③新技術情報交換会 ④現場見学会

■北陸支部

■総合評価方式説明会

月 日：7月18日（水）
場 所：新潟建設会館
上記説明会を予定していたが中越地震の影響のため延期した。

■中部支部

■企画部会

月 日：7月2日（月）
出席者：安江規樹企画部会長ほか5名
議 題：①平成19年度部会活動について ②支部創立50周年記念事業担当作業について ③支部しおりの見直しについて ④「建設技術フェア2007」について

■技術部会

月 日：7月4日（水）
出席者：中西睦技術部会長ほか3名
議 題：①平成19年度部会活動について ②「技術発表会」について

■建設機械整備技能検定実技試験実施

月 日：7月5日（木）～7日（土）
場 所：愛知県高浜高等技術専門校
受検者：1級15名 2級85名

■「建設技術フェア2007 in 中部」事務局会議に出席

月 日：7月19日（木）
出席者：植村靖企画部会委員
議 題：「建設技術フェア2007 in 中

部」の実施について協議

■広報部会

月 日：7月24日（火）
出席者：西脇恒夫広報部会長ほか8名
議 題：「支部ニュース23号」編集会議

■「建設技術フェア2007 in 中部」事務局会議に出席

月 日：7月25日（水）
出席者：植村靖企画部会委員
議 題：「建設技術フェア2007 in 中部」の実施について協議

■調査部会

月 日：7月31日（火）
出席者：山本芳治調査部会長ほか6名
議 題：秋季講演会について検討

■関西支部

■「橋梁架設・大口径岩盤削孔の施工技術と積算、及び建設機械等損料」講習会

開催日：7月11日（水）
会 場：建設交流館
受講者：47名
題 目：①大口径岩盤削孔の施工技術と積算 ②建設機械等損料の積算 ③鋼橋架設の施工技術と積算 ④PC橋架設の施工技術と積算

■広報部会編集委員会

月 日：7月18日（水）
出席者：安田佳央編集委員長ほか6名
議 題：JCMA 関西第91号の編集について

■新機種・新工法委員会

月 日：7月19日（木）
出席者：金田一行委員長ほか6名
議 題：①近畿地方整備局の災害対策車の紹介 ②都市トンネル工法対応型リサイクルマシン活用による施工法について（株奥村組） ③極低騒音マシン・新型20t後方小旋回ショベルの

紹介（コベルコ建機株）

■建設業部会見学会

月 日：7月19日（木）
見学先：川崎重工業(株)神戸工場
参加者：中山隆義部会長ほか15名

■摩耗対策委員会

月 日：7月31日（火）
出席者：深川良一委員長ほか7名
議 題：①玉石混じり礫質地盤におけるシールドピットの摩耗実績について（講師）戸田建設(株)堀昭氏 ②摩耗に関する文献調査

■四国支部

■講習会の開催

月 日：7月26日（木）
場 所：香川県土木建設会館（高松市）
内容及び講師：
①公共工事の執行に係わる最近の動向について 講師 四国地方整備局 企画部 技術管理課 課長補佐 泉川暢宏 ②公共工事等における新技術の活用について 講師 四国地方整備局 企画部 施工企画課 課長補佐 元木真二
受講者：99名

■九州支部

■第4回企画委員会

月 日：7月18日（水）
出席者：相川亮委員長ほか12名
議 題：①支部50周年記念誌編集について ②第1四半期の事業実施結果について ③第2四半期の事業実施結果について ④建設機械施工技術検定実地試験について ⑤事務所移転結果について

編集後記

今年は南太平洋側にラニーニャ現象なるものができて、そこは海水温度が例年より低い状態が続いているそうです。また、インド洋には40年ぶりにダイポールモード現象なるものが出来ていてこれが出来るとアジア全体に大異変をもたらすと言われています。この当たり年はアジアの太平洋側では海水温度が上昇し、大型台風や集中豪雨などが頻発する気象条件になりやすいようです。

7月末までの台風の発生は5号と少ないですが日本直撃率は40%と多く、九州を中心に甚大な被害が出ていますしおとなりの韓国での6月の集中豪雨、また中国では重慶が集中豪雨でひどい被害が出ているようです。

日本は災害復旧から河川管理・海洋工事にいたるまで最新の機械と技術で対応していますが他のアジア地域ではそこまで至っていないのが実情のようです。

さて、今月号では河川・港湾・海洋工事に着目して各方面に無理なお願いをし、何とか発刊にこぎつけることが出来ました。

改めて各方面からの報文を読ませていただきましたがやはり、世界に通用する内容ばかりで改めて技術立国日本万歳と叫びたい気持ちになりました。

最後になりましたが関係する諸兄のますますのご活躍を祈願いたしますとともに、ご多忙中にも拘らず報文を執筆いただきました皆様方に深く感謝申し上げます。

(泉・嶋津)

10月号「維持管理・延命特集」予告

- ・静岡県における土木施設長寿命化の推進の取り組み
- ・コンクリート構造物の維持管理について
- ・マネジメントの基礎理論：インフラ管理会計のすすめ
- ・コンクリート構造物検査用棒形スキャナの開発
- ・構造物の検査・計測する技術 — 検査機器、検査方法、健全度評価法 —
- ・設備の重要度と信頼性解析を判断基準とした機械設備の維持管理
- ・PC鋼材を用いた耐震補強（パラレル）構法
- ・コンクリート高構造物の保全作業における接近装置の開発～真空吸着車輪ゴンドラ～
- ・横浜市地下鉄におけるコンクリート側壁の塩害の調査と耐久性診断システムによる評価
- ・歴史的建造物の保存、果たして我々は文化財破壊者にならなかっただろうか？
- ・損傷した橋梁についての補修事例の報告
- ・高松塚古墳石室解体用吊上げ治具の開発
- ・東京駅丸の内駅舎保存・復原

機関誌編集委員会

編集顧問

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

編集委員長

中野 正則 国土交通省

編集委員

廣松 新	国土交通省
浜口 信彦	国土交通省
米田 隆一	農林水産省
小沼 健一	(独) 鉄道・運輸機構
村東 浩隆	株高速道路総合技術研究所
伊藤 崇法	首都高速道路株
高津 知司	本州四国連絡高速道路株
平子 啓二	(独) 水資源機構
松本 敏雄	鹿島建設株
和田 一知	川崎重工業株
岩本雄二郎	株熊谷組
嶋津日出光	コベルコ建機株
金津 守	コマツ
藤永友三郎	清水建設株
村上 誠	新キャタピラー三菱株
宮崎 貴志	株竹中工務店
泉 信也	東亜建設工業株
中山 努	西松建設株
斉藤 徹	株NIPPO コーポレーション
三柳 直毅	日立建機株
岡本 直樹	山崎建設株
大林 正明	株奥村組
石倉 武久	住友建機製造株
京免 継彦	佐藤工業株
久留島匡繕	五洋建設株
庄中 憲	施工技術総合研究所

No.691「建設の施工企画」 2007年9月号

〔定価〕1部840円（本体800円）
年間購読料9,000円

平成19年9月20日印刷

平成19年9月25日発行（毎月1回25日発行）

編集兼発行人 小野 和日児

印刷所 日本印刷株式会社

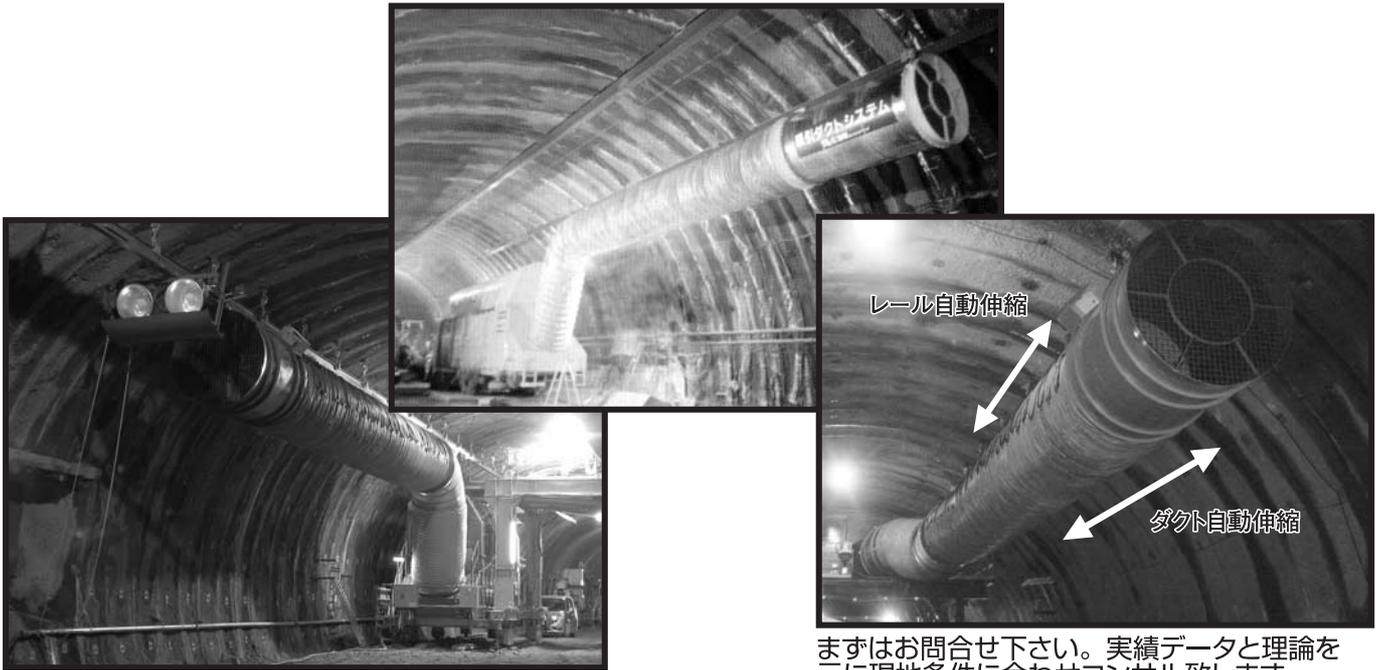
発行所 社団法人日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内
電話 (03) 3433-1501; Fax (03) 3432-0289; <http://www.jcmanet.or.jp/>

施工技術総合研究所	〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154	電話 (0545) 35-0212
北海道支店	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8	電話 (011) 231-4428
東北支店	〒980-0802 仙台市青葉区二日町16-1	電話 (022) 222-3915
北陸支店	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1	電話 (025) 280-0128
中部支店	〒460-0008 名古屋市中区栄4-3-26	電話 (052) 241-2394
関西支店	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4	電話 (06) 6941-8845
中国支店	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22	電話 (082) 221-6841
四国支店	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22	電話 (087) 821-8074
九州支店	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-8-26	電話 (092) 436-3322

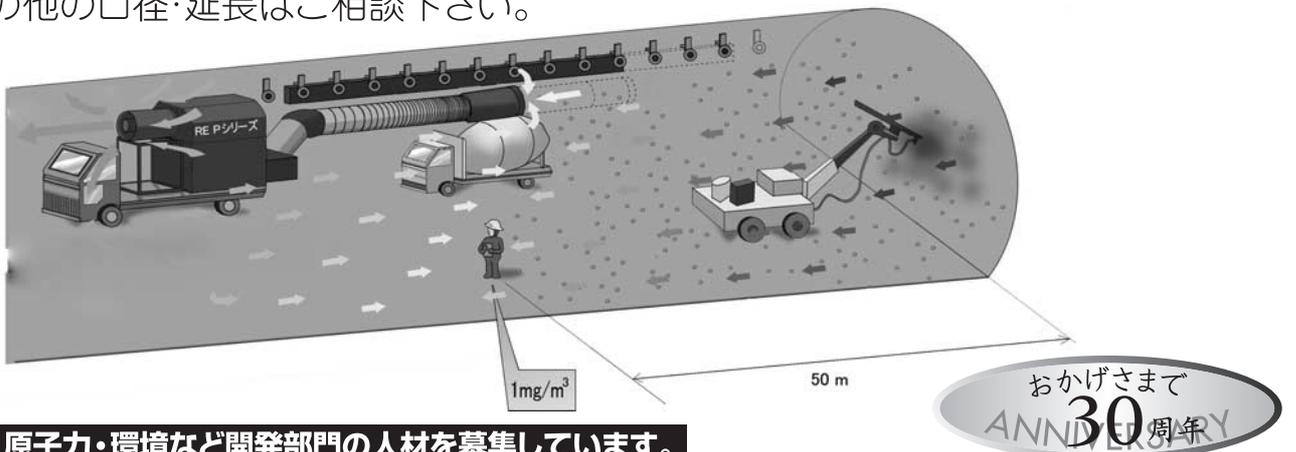
吸引ダクトシステム

吸引ダクトシステム特許取得【第3883483号】 ガイドラインを大幅にクリア 1mg/m³を達成!!



まずはお問合せ下さい。実績データと理論を元に現地条件に合わせコンサル致します。

- 発生源粉塵対策の決定版。
- ダクトはもちろん吊下げレールも無線リモコンで楽々前進。
- 掘削工法や作業サイクルに適応。操作のお手間をとらせません。
- **最低限の切羽送気量**と後方の**高い清浄空間**の確保で換気コスト・ランニングコストの大幅なコストダウンに。
- 適応径はφ600～φ1500、負圧-2kpa、収縮率1/5、100m以上もレンタルで対応可。移動照明を使用することで切羽作業効率、安全性が大幅にアップ。その他の口径・延長はご相談下さい。



宇宙・原子力・環境など開発部門の人材を募集しています。

株式会社 流機 エンジニアリング

URL : <http://www.ryuki.com> E-mail : eigyobu@ryuki.com

本社 / 〒108-0073 東京都港区三田3-4-2 プロフィットリンク聖坂
TEL : 03 (3452) 7400(代) FAX : 03 (3452) 5370
つくば / 〒308-0114 茨城県筑西市花田90-1
テクセンター TEL : 0296 (37) 7680(代) FAX : 0296 (37) 7681

VOLVO CE-ABG社の最新 アスファルト フィニッシャー TITAN をお届けします。



ホイールタイプ
TITAN 6870

クローラタイプ
TITAN 7820



日本総代理店 **荒山重機工業株式会社**

〒361-0056 埼玉県行田市持田1-6-23
TEL:048-555-2881 FAX:048-555-2884
URL: <http://www.arayama.co.jp>

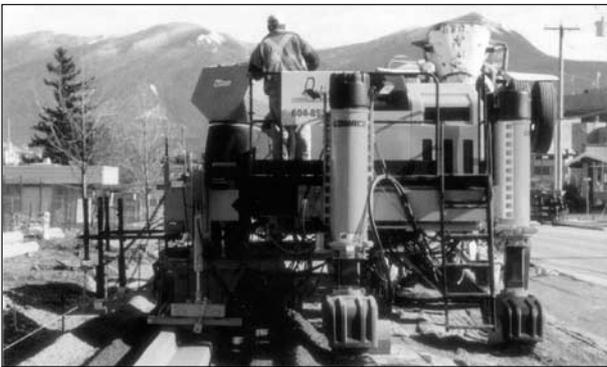
GOMACO

Gomaco社の舗装機器は、どんなスリップフォーム工法にも対応します。



GHP-2800

飛行場、高速道路、トンネル等の大型舗装工事に最適です。
本機は、高規格道路・空港のエプロン造成などで活躍しております。



Commander III

最も汎用性の高い機種です。一般道路舗装のほか、路盤工事、河川工事、分離帯・縁石などの構造物構築に最適です。



C-650

最も歴史のある舗装機械です。一般舗装、橋梁舗装の造成などに適しています。このシリーズは、傾斜地舗装にも対応でき、ダム造成、河川の土手造成でも活躍しています。



RTP-500

長ブームの碎石・コンクリート搬入機です。このほかにも、ロック・ホッパーなどへの舗装支援機器として、どんなスリップフォーム機械にも対応可能です。



日本総代理店

荒山重機工業株式会社

〒361-0056 埼玉県行田市持田1-6-23

TEL:048-555-2881 FAX:048-555-2884

URL: <http://www.arayama.co.jp>

KOBELCO

さすがコベルコ!

選ばれる「商品」「社員」「会社」へ

静と動の極みへ。



95dB (A)

新冷却システムが実現した極低騒音。

※国土交通省の指定制度上はあくまでも超低騒音型(基準値は100dB以下)です。「極低騒音」はコベルコの独自表現です。

燃料消費量21%低減

驚きのコストパフォーマンスを実現。

※数値はSK225SRの場合。当社従来機SK235SRと単位燃料あたりの掘削土量を比較。標準モード時。



掘削新流儀。——アセラ・ジオスペック

ACERA GEOSPEC SR

SK225SR ● バケット容量:0.8m³
● 運転質量:22,300kg



用途別専用機ダイナスペック

DYNASPEC SR

SK235SRD ● バケット容量:0.8m³
● 運転質量:24,300kg

SK235SRD LC ● バケット容量:0.8m³
● 運転質量:24,900kg



オフロード法適合

お問い合わせ、カタログのご請求は……

コベルコ建機株式会社 <http://www.kobelco-kenki.co.jp>

東京本社/〒141-8626 東京都品川区東五反田2-17-1 ☎03-5789-2111

総合物流システム

TCM

http://www.tcm.co.jp

作業量増大と燃費低減を両立!



業界初

エンジントルクとポンプトルクを協調制御する
TT (Total Torque-control) システムを採用

ホイールローダ

ZWシリーズ

業界初TT (Total Torque-control) システムの採用

作業内容に応じて選択できる3つの作業モード。各モードはTTシステムにより、あらゆる扱い物に対して、最適な条件で作業ができます。

新開発のオートランスミッション

作業内容に応じて選択できる3つの走行モード。車速と車両の負荷を検知し、滑らかな変速を実現します。

新油圧回路によるスムーズな複合動作

リフトアームとバケットを同時に動かす複合動作を実現。掘削や積込みといったフロント作業を効率良く、スムーズに行えます。

グッドデザイン賞
受賞商品



ホイールローダ ZW220
※写真はオプション品を含む

TCM株式会社

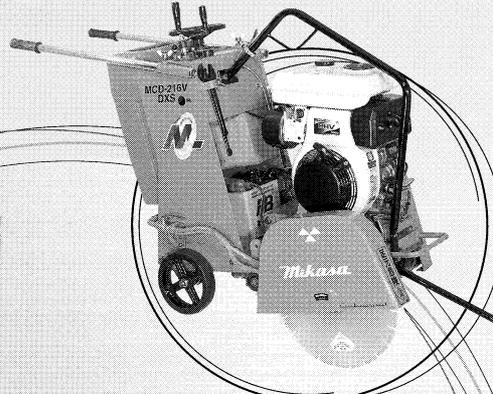
本社 / 〒105-0003 東京都港区西新橋 1-15-5 Tel.03-3591-8171

Mikasa[®]
http://www.mikasas.com

ハイブレーションローラー
MRH-600DSA



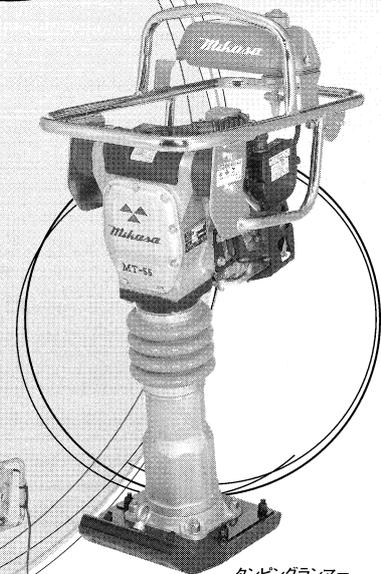
コンクリートカッター
MCD-216VDXS



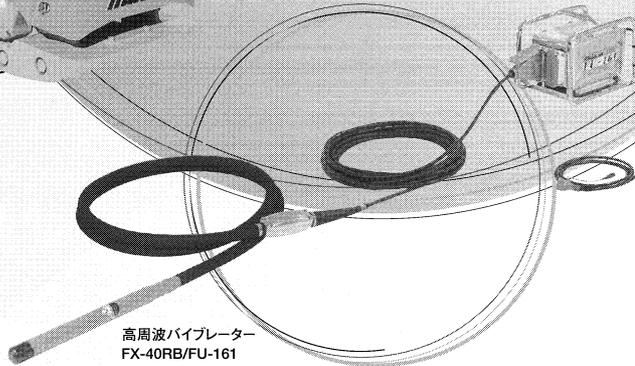
ハイブロコンパクター
MVH-306DS



タンピングランマー
MT-55



高周波バイブレーター
FX-40RB/FU-161



多様な作業環境に、柔軟に対応する品質・技術・パワー。
「三笠」は現場に支持されています。

三笠産業株式会社

MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

本社/〒101-0064 東京都千代田区猿樂町1-4-3 TEL:03-3292-1411 (代)

●営業所:札幌/仙台/北関東/新潟/長野/静岡 ●出張所:青森/山梨

三笠建設機械株式会社

〒550-0012 大阪市西区立売堀3-3-10 TEL:06-6541-9631 (代)

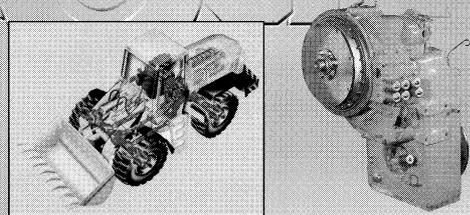
●営業所:名古屋/福岡/高松 ●駐在所:広島/鹿児島/沖縄

MARUMA

あらゆる建設機械／シールドマシン・・・ 油圧機器の整備・再生

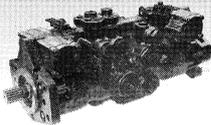
建設機械用ZFトランスミッション

点検・整備は、日本ではマルマのみが対応

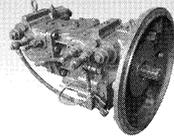


建設機械のあらゆる油圧機器

斜板式ダブルポンプ



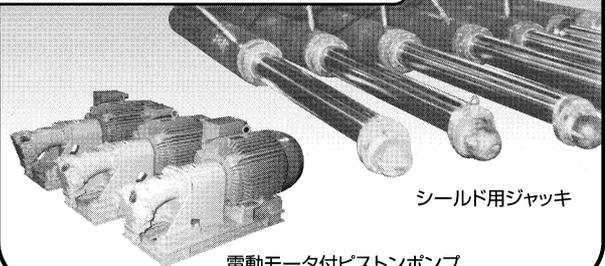
斜板式ピストンポンプ



斜軸式ピストンモータ



シールドマシン用油圧機器

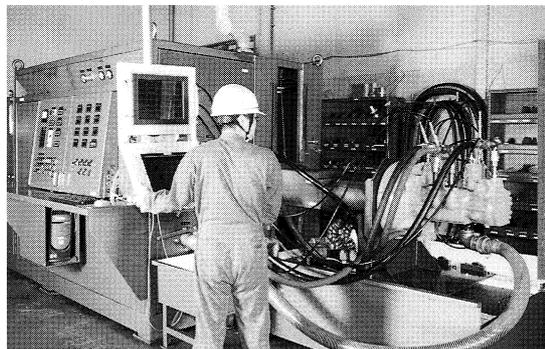


シールド用ジャッキ

電動モータ付ピストンポンプ

建機と共に半世紀以上。確かな「信頼」をお届けします！

整備・再生された各Ass'yは、自社独自開発の多機能油圧機器試験機により性能を確認。各テストのデータはデータベースとして保存され、出荷後、マッチング調整や、搬送されてきた同等品の確認テストに活用します。この万全を期した体制がマルマの高い信頼性のゆえんです。



マルマテクニカ株式会社

本社・相模原事業所 営業部 整備油機課

〒229-0011 神奈川県相模原市大野台6-2-1

TEL042 (751) 3809 FAX042 (756) 4389

E-mail:yuki@maruma.co.jp

東京事業部 〒156-0054

E-mail:tokyo@maruma.co.jp

名古屋事業所 〒485-0037

E-mail:service@maruma.co.jp

東京都世田谷区桜丘1-2-22

TEL03 (3429) 2141 FAX03 (3420) 3336

愛知県小牧市小針2-18

TEL0568 (77) 3311 FAX0568 (72) 5209

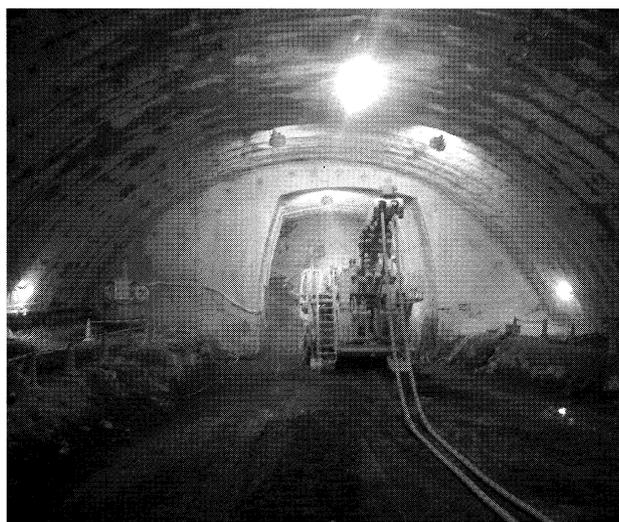
URL <http://www.maruma.co.jp/>

ミニベンチ工法 両用型 ショートベンチ工法

RH-10J-SS 強力型ブームヘッダー



カッター出力 330kW
総出力 120ton



主な特長

- カッター出力は330kWで、強力な切削力を発揮し、軟岩から硬岩まで幅広い地質に対応。
- 機体寸法は、高さ3.9m×幅4.2m×長さ16.5m(ケーブルハンガーを除く)
- 定位置最大切削範囲は、高さ8.75m×幅9.5m
- 高圧水ジェット噴射で粉塵抑制とピック消費量低減。
- 接地圧が低く、軟弱地盤にも対応。

KYB カヤバシステム マシナリー株式会社

KAYABA SYSTEM MACHINERY CO., LTD

<http://www.kyb-ksm.co.jp>

(旧社名:日本鉾機株式会社)

本社・営業/カスタマーサービス	〒105-0012	東京都港区芝大門2丁目5番5号 住友不動産芝大門ビル	TEL. 03-5733-9443
中部支店	〒514-0396	三重県津市雲出鋼管町6番地2	TEL. 059-234-4139
西部支店	〒812-0013	福岡県福岡市博多区博多駅東2丁目6番26号 安川産業ビル	TEL. 092-411-4998
三重工場	〒514-0396	三重県津市雲出鋼管町6番地2	TEL. 059-234-4111

クレーン・搬送台車・建設機械・特殊車輛他
産業機械用無線操縦装置

今や業界唯一。日本国内自社自力生産・直接修理を实践中!

- ◆業界随一のオーダー対応制度…「小ロット」オーダー対応, 「安全対策」特注仕様対応, 他
- ◆常に! 業界一のコストパフォーマンス!
- ◆迅速なメンテナンス体制
- ◆業界随一のフルラインアップ
- ◆25年間代々互換性を継承、補修の永続

防爆形無線機のボーパー(BoBa)

(社)産業安全技術協会検定合格品

新 小型防爆

- ▶ 小型・軽量、取り回し良好!
- ▶ 危険場所設置用受信機(*)の設置が容易!
- ▶ 特定小電力局もラインアップ! (*)オプション

少点数の防爆形クレーンに最適!

TX-6B00N/U型
送信機例
(ボーパー6000)

微弱・特小両対応
203×78×42 420g
最大操作点数 24点
本質安全防爆構造
I2G3



(オプション対応)
危険場所設置用
耐圧防爆箱入り受信機

230×400×180 約18Kg 最大26リレー
耐圧防爆構造 Exd[ia] II B14

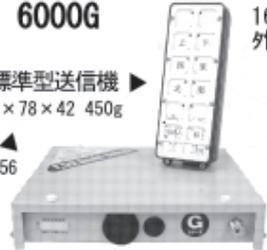
★他に、多点数・
レバー対応機、
外部接点入力機を
ラインアップ!

特小チャンネル不足でお困りのかたへ

一挙解決! **1.2GHz帯 特小**
Gシリーズ 400MHz帯が混雑していても
新規導入可能!!

マイコンケーブルレス データケーブルレス
6000G 1000G

16点標準型送信機
203×78×42 450g
受信機
240×264×56
2.1Kg



16点
外部接点入力型送信機
170×224×56 1.4Kg



ラインアップを順次拡充予定!



既に429MHz特小機をチャンネル数いっぱい40台近く
導入されている事業所で新規クレーン設備等の無線化を
検討中のお客様、および高層ビル建築現場など多数の
無線化された設備が密集して使われる場所にお薦めです。

無線化実績例

ラジコンブル



マイティ **サテラ** Nシリーズ
Uシリーズ

微弱・特小
両モデル対応
RC-7100N/U型

- 最大操作数64
(オープンコレクタ出力時)
- 比例制御対応可
(電圧/電流アナログ出力)



3ノッチレバー装着例
モノレバー
2本装着オーダー例

MAX **サテラ** Uシリーズ

RC-9300U型

無段変速レバー
2本装着例



- 多機能多操作
- 比例制御対応可
(電圧/電流
アナログ出力)

特小
専用モデル
レバー・特殊
スイッチ装着可能

スリムケーブルレス Nシリーズ
Uシリーズ

特殊車輛



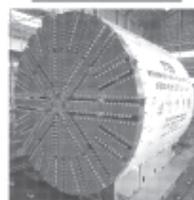
微弱・特小
両モデル対応
2段階押しスイッチ
装着可能
RC-5700N/U型

- 最大32リレーまで対応
- 表示LED取付など、安価で
多様なオーダー対応性
- 優れた対策・防雨性能
…IP65相当
- 自社開発! 新生2段階押し
スイッチで高い耐久性



12点オーダー対応例 (キャリアカー操作) ▶

トンネル掘削機



マイティ **ケーブルレス** Nシリーズ
Uシリーズ

RC-8400N/U型

- 16操作16リレー
最大32リレーまで対応可能
- ハンディなのにロータリースイッチや
トグルスイッチ等の
特殊スイッチ装着可能



特殊スイッチ装着
押し卸しハーフトリッチ配置例

裏面
スイッチ装着例
(表面だけでは操作点数が不足する場合)

コンクリートバケット



ケーブルレスミニ Nシリーズ
Rシリーズ 微弱・ラジコンバンド
両モデル対応

RC-4300N/R型 ●3操作3リレー
最大5リレーまで対応可能



- 標準型
- Nシリーズ
・240MHz化で安定した飛び!
・2段階押し対応可能(オプション)

微弱・特小ともにフルラインで取り揃えていますので、
お気軽にお問い合わせください。ホームページでもご紹介しています。

常に半歩、先を走る



ベンチャー企業創出支援投資 対象企業
朝日音響株式会社
〒771-1350 徳島県板野郡上板町瀬部
FAX 089-694-5544 (代) TEL 088-694-2411 (代)
http://www.asahionkyo.co.jp/

東日本地区代理店
FAX 0424-92-0411
東海地区代理店
FAX 0562-46-1908
大阪地区代理店
FAX 06-6393-5632

株式会社 広進
TEL 0424-92-0410
(有)キノシタ・E・システムズ
TEL 0562-46-1905
中川システム
TEL 06-6393-5635

To The Next Stage

GALEO



8スタイル。
PC138US-8/PC128US-8
 特定特殊自動車排出ガス基準適合車

KOMATSU コマツ 営業本部 TEL.03-5561-2714
 〒107-8414 東京都港区赤坂2-3-6 <http://www.komatsu.co.jp/ce/>

「建設の施工企画」

定価 一部 八四〇円

本体価格八〇〇円

雑誌 03435-9



4910034350971
00800