

建設の機械化

2000 MARCH No.601 JICMA

3

●海洋土木技術特集●



新型油圧ショベル「PAX Neo-Power」住友建機株式会社

南星のウインチ

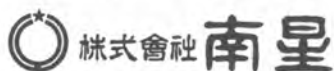


営業品目

- ★ケーブルクレーン
- ★林業、送電線索道
- ★インクライン
- ★ゴルフアーカー
- ★ランニングウエイ
- ★ゴンドラ
- ★天井クレーン
- ★門型クレーン
- ★トラッククレーン
- ★スクラップローダー
- ★立体駐車装置
- ★自動倉庫用
スタッカークレーン
- ★その他特殊装置

遠隔操作で誰でも運転出来る油圧ウインチ

設計、製作、取付工事まで行います。全国26ヶ所の各支店、営業所で完璧なアフターサービスを行います。



本社工場 熊本市十禅寺町2-8-6 ☎096(352)8191
 東京支店 東京都港区西新橋1-18-14 小里会館 ☎03(3504)0831
 支店・営業所・出張所、全国各地26ヶ所

大容量

土砂搬出装置 ジオマック

大深度

- 特長**
- ◆土質を選びません
 - ◆クレーンとしても使用できます
 - ◆高速運転で能率アップ
 - ◆強力バケットで確実・安全
 - ◆大深度に対応（標準GL-80M）

- ・地下タンク掘削工事に
- ・長大橋アンカレッジ掘削に
- ・その他たて抗掘削工事に

レンタル
販売



1時間当たり300㎡
YGM-10H-400、GL-30M

永吉永機械株式会社

本社 東京都墨田区緑4-4-3 〒130-0021
 TEL 03-3634-5651(代)

平成12年度

1級・2級 建設機械施工技術検定試験の実施について

(建設業法に基づく建設機械施工技士になるための試験)

建設業法第27条の2に基づく建設大臣の指定試験機関として、平成12年度の標記技術検定の学科試験及び実地試験を行います。合格者には、建設大臣から合格証明書が交付され、1級又は2級建設機械施工技士になることができます。

建設業法に基づく経営事項審査(技術力)に際しては、1級は5点、2級は2点として評価されます。

社団法人 日本建設機械化協会 試験部
〒105-0001 港区虎ノ門3-20-4 虎ノ門鈴木ビル
TEL03(3433)6141 FAX03(3433)0401

- 学科試験 平成12年6月18日(日)
- 実地試験 平成12年8月下旬～9月下旬(学科試験合格者及び学科試験免除者・2級建設機械施工技術研修修了者が受験できます。)
- 申込受付期間 平成12年3月24日(金)～4月17日(月)
- 申込用紙及び受検の手引の請求先 1級630円、2級530円
郵便で請求の場合は、送料共1級830円、2級730円(切手不可)郵便為替同封。1級又は2級建設機械施工技術検定試験申込用紙請求と明記してください。
当協会本部及び各支部並びに(社)沖縄建設弘済会等で取扱います。
- 関係の皆様へご周知方お願いいたします。

第52回 海外建設機械化視察団員募集

“INTERMAT 2000” ほかの視察

本協会は毎年海外視察団を派遣し、海外の建設機械及び施工技術を見聞し、我が国の建設機械化の発展に寄与して参りました。本年度も関係各位のご要望にお応えして、下記要領により海外視察団員を募集し派遣することになりました。

今回の視察の主目的は、3年振りにフランス・パリで開催される国際土木建設機械見本市“INTERMAT 2000”の視察です。そのほか、ベルリンの首都移転に伴う大規模再開発プロジェクト、及びシュツットガルトの駅改築に伴う広範な都市再開発プロジェクトの視察、そして、コンクリートポンプ車やコンクリート吹付機のメーカーであるプツマイスター社、クレーンメーカーのLBS社の工場等の視察を予定しております。

記

1. 期 日 5月15日(月)～26日(金)
2. 旅 程 裏面の「旅程表」参照
3. 訪 問 国 フランス、ドイツ、イタリア
4. 視 察 目 的 *INTERMAT 2000 (パリ)
*大規模都市再開発工事 (ベルリン、シュツットガルト)
*建機メーカー工場 (プツマイスター社、LBS社)
5. 定 員 20名
6. 参 加 費 1名 485,000円
7. 締 切 日 3月31日(金)
8. 申 込 先 社団法人日本建設機械化協会海外視察団係
(105-0011) 東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館内
TEL 03-3433-1501 FAX 03-3432-0289

旅 程 表

	期 日	発着地／滞在地	現地時間	交通機関	摘 要
1	5月15日(月)	東京（成田）発 パ リ 着	11：20 16：35	JAL 405 専用バス	空路、パリへ 到着後、ホテルへ (パリ泊)
2	5月16日(火)	パ リ	終 日	専用バス	INTERMAT 視察 (パリ泊)
3	5月17日(水)	パ リ	終 日	専用バス	INTERMAT 視察 (パリ泊)
4	5月18日(木)	パ リ パ リ発 シュツットガルト着	終 日 18：40 19：55	専用バス 航 空 機	市内視察 到着後、ホテルへ (シュツットガルト泊)
5	5月19日(金)	シュツットガルト	午 前 午 後	専用バス 専用バス	プツマイスター社訪問 ベンツ博物館等市内視察 (シュツットガルト泊)
6	5月20日(土)	シュツットガルト シュツットガルト発 ベ ル リ ン 着	終 日 18：15 19：25	専用バス 航 空 機	シュツットガルト再開発地区視察 到着後、ホテルへ (ベルリン泊)
7	5月21日(日)	ベ ル リ ン	終 日	専用バス	市内視察 (ベルリン泊)
8	5月22日(月)	ベ ル リ ン ベ ル リ ン 発 ミ ラ ノ 着	終 日 17：10 19：00	専用バス 航 空 機	ベルリン再開発地区視察 到着後、ホテルへ (ミラノ泊)
9	5月23日(火)	ミ ラ ノ	午 前 午 後	専用バス 専用バス	LBS社訪問 工事現場視察 (ミラノ泊)
10	5月24日(水)	ミ ラ ノ	終 日	専用バス	市内視察 (ミラノ泊)
11	5月25日(木)	ミ ラ ノ ミ ラ ノ 発	終 日 21：20	JAL 418	資料整理 帰国の途へ (機中泊)
12	5月26日(金)	東京（成田）着	16：05		到着後、解散

(注) 本旅程は航空会社の予約及び運航状況等の事情により変更される場合がありますことをご了承下さい。

建設機械の設計

3.000

No.01



建設の機械化

2000年3月号

81 新製品紹介 大塚製作所 新開発の大型掘削機

74 特集 建設現場の安全対策

68 新製品紹介 新開発の小型掘削機

88 特集 建設現場の安全対策

74 特集 建設現場の安全対策

68 新製品紹介 新開発の小型掘削機



編集長 佐藤 隆夫 (株) 建設機械工業会

建設の機械化

2000.3

No. 601



特集 海洋土木技術

- ◆巻頭言 港湾建設における機械化技術……………坂 田 和 俊 1
我が国における海洋土木技術の変遷と展望……………寺 内 潔 3
来島大橋の海中基礎(3P・4A)の施工……………西 田 勝 彦・山 口 高 弘 10

グラビア 来島大橋の海中基礎の施工
新大型自航式浚渫船によるシンガポール埋立て事業

- 新大型自航式浚渫船によるシンガポール埋立て事業……………山 内 定 義 18
石炭灰硬化体によるブロックの製造と沈設
—人工海底山脈工事の例—……………鈴 木 達 雄・斉 藤 栄 一 24
海洋深層水の取水施設……………津 波 古 善 正・藤 井 真・堀 哲 郎 32

グラビア 海洋深層水の取水施設

バージコンソリダーシステムの開発

- 浚渫土リサイクルのための新固化システム—
……………大 塚 誠・松 沢 諭・深 田 久・渡 辺 英 次 38
上川口港防波堤工事での
「水中バックホウビッグクラブ」による施工例……………金 山 裕 幸 44
油圧ハンマ方式によるサンドコンパクション船
—YS-HHM工法—……………木 下 博 雄・西 原 直 50
◆ずいそう 家族旅行の成果……………青 柳 一 博 60
◆ずいそう ミュージカルが感性発揚を誘う
—熟年が観たライオンキング—……………水 沼 善 裕 62
◆わが工場 株式会社小松製作所真岡工場……………高 橋 徹 64
◆建設機械化技術・技術審査証明
地層判別システム「エンパソル」(ライト工業株式会社)…………… 67



◆新工法	03-139 バランスミキシング工法（大本組）/04-197 TBM 自動吹付けロボット（佐藤工業）/04-198 削孔探査システム（佐藤工業）/10-36 現場自動透水試験管理システム（大林組）/11-63 赤外線式所在管理システム（鹿島建設）	調査部会	70
◆新機種紹介	調査部会	75
◆文献調査	鉱山職員の安全訓練におけるバーチャルリアリティの役割/橋架の改修/GPSを用いた出来形管理が建設現場で行われる.....	文献調査委員会	80
◆統計	地域別に見た建設活動/建設工事受注額の推移.....	調査部会	85
行事一覧		89
◆お知らせ	統計に御協力下さい.....		91
編集後記（菅沼・高場・金津）		92

◇表紙写真説明◇

新型油圧ショベル
「PAX Neo-Power」
住友建機株式会社

1. 概要

住友建機が開発した新コントロールシステム「NEOシステム（New Style Ecology Operating System）」搭載により、作業のスピードアップと抜群の操作性と低燃費・低騒音を実現した機械になっています。

2. 特徴

(1) 新コントロールシステム「NEOシステム」搭載

「NEOシステム」を搭載することによりスピーディでスムーズな作業を可能にしました。また、燃費を一段と向上させ、騒音と排ガスの大幅な低減を実現しました。「NEOシステム」は、エンジンを電子制御する機構と油圧ポンプを含む周辺機器およびそれらをコントロールするコンピュータによって構成されています。「NEOシステム」の採用により、油圧ショベルの運転状況を常時監視して、各制御部を最適なポジションに自動で設定することができ、「自動モード（特許申請中）」「自動掘削力アップ（特許申請中）」「オートアイドル」が可能となりスピーディでスムーズな作業が行えます。

さらにエンジンを電子制御する機構により

- ・サイクルタイム 5～10%アップ（従来比）
- ・燃費 10～20%改善（従来比）
- ・騒音 周囲騒音 1～6 dB改善（従来比）
- ・NOx排出量 30～40%（従来比）

を達成し、スピードと低燃費、低騒音を実現しました。

(2) 新型キャブの搭載による優れた居住性

広く大きくなった新型キャブ、日本語表示の大型フルドット液晶モニタ、さらにオートエアコンを標準装備。より一層快適な居住空間が実現しました。また、キャブ内騒音とキャブ振動を低減しオペレータの疲労の軽減にも効果を発揮します。

(3) 環境への配慮

排ガス2次規制値をクリアしたエンジンに加え、作動油交換時間を10,000時間にしたクリーンネフロン（特許取得済み）と新作動油の採用、さらに1,000時間無給油脂のフロントアタッチメントEMS（Easy Maintenance System）の搭載など環境に優しい機械です。

3. 主要仕様および価格

機 種	SH 120	SH 200	SH 220
標準バケット容量 m ³	0.5	0.8	1.0
運 転 質 量 kg	12,000	19,100	22,700
エンジン定格出力 kW/min ⁻¹	66.2/2,100	103/1,950	121/2,150
標準シュー幅 mm	500	600	600

機関誌編集委員会

編 集 顧 問

浅井 新一郎	後 藤 勇	中 岡 智 信
石川 正 夫	新 開 節 治	中 島 英 輔
今 岡 亮 司	高 田 邦 彦	中 野 俊 次
上 東 公 民	田 中 康 之	本 田 宜 史
岡 崎 治 義	塚 原 重 美	両 角 常 美
桑 垣 悦 夫	寺 島 旭	渡 辺 和 夫

編集委員長 田 中 康 順

編 集 委 員

喜安 和秀	建設省建設経済局建設機械課	高橋 清	三菱重工業(株)建機部
木暮 深	建設省道路局有料道路課	山口喜久一郎	新キャタピラー三菱(株)市場開発部 土木マーケットグループ
島田 敏夫	農林水産省構造改善局 建設部設計課	和田 焔	コベルコ建機(株)企画管理部 プロジェクトグループ
熊谷 直樹	通商産業省資源エネルギー庁 公益事業部電力技術課	矢嶋 茂	ハザマ機電部
菅沼 史典	運輸省港湾局技術課	佐治賢一郎	(株)大林組機械部
原川 実	日本鉄道建設公団関東支社設備部	加藤 謙	東亜建設工業(株)土木本部機電部
畠中 耕三	日本道路公団施設部施設企画課	大津賀 進	鹿島機械部
門田 誠治	首都高速道路公団東京建設局 建設第一部工事第一課	田中 智彦	日本鋪道(株)技術部機械課
坂本 光重	本州四国連絡橋公団保全部	鈴木 庫雄	大成建設(株)安全・機材本部 機械部
山本 晃生	水資源開発公団第一工務部機械課	高場 常喜	(株)熊谷組土木本部施工設備部
吉沢 宣夫	日本下水道事業団工務部機械課	梶岡 保夫	清水建設(株)建築本部機械部 機械システムグループ
吉村 豊	電源開発(株)建設部 土木機械グループ	星野 春夫	(株)竹中工務店技術研究所
緒方浩二郎	日立建機(株)商品企画部	境 寿彦	日本国土開発(株) 土木技術本部情報センター
金津 守	コマツ開発本部商品企画室		

巻頭言

港湾建設における機械化技術

坂田和俊



我が国は四面を海に囲まれ、海に守られてきた歴史が長い。明治政府の開国政策以来、海外の優れた技術を吸収し、自らの技術と融合を図りながら発展してきた。港湾の建設機械も多分に漏れず外国からの技術導入から始まっている。当初は港湾も船舶も現在ほど大規模なものではなく、大きな機械を必要としなかった。昭和20年代に入って、戦後の経済復興に向けて港湾整備要請の高まりから国が中心となって直轄作業船などの港湾建設機械の整備が進められた。

その後の、昭和30年代半ばから始まった高度経済成長に伴う活発な港湾整備の要請から、浚渫船、起重機船、杭打ち船などを中心に大型化・機械化が進んだ。我が国で最初のドラグサクション浚渫船が建造されたのもこの時である。この時代は、日本の経済発展を支えた臨海工業地帯の整備が盛んに行われた時代である。中でも工業港開発として本格的な掘込み港湾である鹿島港の建設当時（昭和30年代後半）はさながらポンプ浚渫船などの作業船の展示会のような様相であった。

昭和40年前後から、港湾の整備は軟弱地盤の多く存在する沖積平野での要請が高いことから、陸域で行われていた地盤改良技術を港湾に適用する研究が進められ、現在、盛んに利用されている地盤改良船が開発された。これは、港湾工事技術における技術革新とも言える。関西国際空港の建設はこの技術がなかったら出来なかっただろう。現在では、各地の港湾整備において軟弱地盤の改良技術として活用されている。さらに、液状化対策の有効な手段としても利用されている。

また、昭和35年に三陸沿岸地域がチリ地震津波を受けて多大な被害を受けたことが契機となって、釜石湾口に津波防波堤の建設が要請された。この工事は水深60メートルの海底に石で台形状のマウンドを造成し、その上に大型ケーソンを据え付ける工事である。水深が深いため潜水士は30分程度しか潜ることができず、これを打開するため機械化施工、即ち、機械式捨石ならし機や海底着座式ボーリング装置の開発が要請され、国自らがその開発に取り組み実現させてきた。潜水士にかわって機械がマウンドをならす機械式捨石ならし機は昭和58年に製作され、改造を重ねながら、湾

口防波堤のマウンド造成工事の概成まで活用された。これが先導的役割を果たし、今では、民間でさまざまな機械式捨石ならし機が開発され、利用されている。

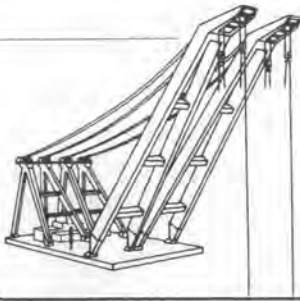
常陸那珂港のケーソン製作・進水システムにも新しい技術が導入されている。常陸那珂港とは東京一極集中問題の解決策の一環として、東京湾外に新たに港を作り北関東地域の物流を分担させようというプロジェクトである。太平洋に面し、砂浜の海岸線を有する現場では、従来の斜路方式のケーソンヤードでは直ぐに砂で埋まってしまう。ここではケーソンの最大重量が8,000トンに達するのに対し、従来の進水台車では3,000~4,000トンのケーソンまでしか運搬できなかった。そこで登場したのが、急速に沈降してケーソンを進水させるDCLというケーソン進水台船とケーソンを空気膜で浮かせながら、陸上からDCLまで運ぶフルーズという機械を組み合わせた方式である。急速施工が実現され、この60年間で約4キロの防波堤が完成している。

以上は工事を可能にした機械化技術であるが、工事の省力化等を目指した技術もいくつか開発されている。例えば、伏木富山港の浚渫工事において管中混合固化処理方式を採用することにより、工事費の削減を実現している。また、常陸那珂港や小名浜港においてユニット鉄筋を導入したシステムの構築によりケーソン製作の省力化を実現している。さらに、新潟港沈埋トンネル工事における沈埋函の沈設作業では多くの人手と熟練を要する水中位置の操函、バラスタタンクへの注水等についての自動化の導入により省力化と作業時間の短縮化を実現している。

以上港湾整備において機械化技術が重要な役割を果たしてきた事例を紹介したが、今後の機械化技術はどういう方向に変わっていくのだろうか。

海上で作業船の工事地点を求める今までの電波測距や光波測距は、今やGPS（グローバル・ポジショニング・システム）に置き換わり、コンピューターの小型化、高性能化や低廉化は機械化施工や制御の高性能化をもたらしている。特に、最近の情報関連技術の発達が目覚ましい。コンピューターの小型化、高性能化とGPSやセンサー技術、通信技術の向上により、各種情報を一体的に把握、分析したり、短時間に高度処理することが容易にできるようになる。すると、いよいよエキスパート・システムやAI技術などの統合技術の実現が可能になってくる。今まで導入するのが難しかった各種技術が手の届く距離にまで成熟してきた。今後は技術開発の分野ではインテグレーションとインテリジェントがキーワードの時代になるのではないだろうか。

今までできなかったことができる、新しい着眼で組み上げることにより新しい技術が生まれることになる。今までは国がリードしてきたが、これからは民が技術の力でさらに伸びる時代になる。明るい未来に向けて更なる技術の発展を期待したい。



我が国における海洋土木 技術の変遷と展望

■特集 海洋土木技術

寺内 潔

日本の海岸線延長は3.45万kmもあり、国土面積1km²当たりの海岸線延長は世界主要国の中でナンバー・ワンである。この長大な海岸線を含む沿岸域は、貴重な空間資源として活発に利用がなされ、そこで発揮された幾多の土木技術は社会の要請の変化とともに分化し、発展してきた。

海洋開発を支えるそれらの技術も又多くの技術的課題を有していたが、様々な努力の結果克服され、世界に誇れる技術として確立されてきた。

ここでは、それらの海洋土木技術の移り変わりについて、施工形態、構造様式などの視点で紹介し、さらに21世紀に向け、これからの海洋開発技術に求められる新しい方向性は如何なるものかについて紹介する。

キーワード：埋立、浚渫、大水深、急速大量施工、軟弱地盤、施工機械、環境

1. はじめに

日本は37.8万km²と小さな島国であるが、海岸線延長は34,480kmもあり、国土面積1km²当たりの海岸線延長は91.1mで世界主要国の中ではナンバー・ワンである。ちなみにイギリスは36.3m、アメリカは6.0mである¹⁾。

この長大で変化に富む海岸線と沿岸域は、狭隘な我が国における貴重な空間資源であり、従来から各種利用、開発が行われてきている。現に人口100万人以上の都市の8割以上が沿岸域に存在し、大きな港を有していることから明らかである。すなわち、海洋に密接な関わりを持つ海洋への玄関口でもある港は何らかの形で、それらの都市の発展に大きく貢献してきたと言えるわけである。したがって、これから述べる海洋土木技術についても、港のように人間の常時的な生活活動空間域を対象に論じた方が、より我々市民に密接な係りを持った技術として理解され得るであろうし、その汎用性、規模、実績等から我が国の経済

社会を支えていると言っても過言でない港湾での土木技術を、海洋土木技術と置き換えても広い意味で問題ないと考え、これから以下については港湾での技術を基本に据えながら述べることにする。

2. 沿岸域の利用の変化

沿岸域の利用においては、古くから国土の狭隘さから、静穏な海域での埋立て造成が随所でなされてきた。その埋立てと密接な関係にあるのが浚渫であるが、日本における浚渫船の歴史は、明治初期のバケット式浚渫船の輸入に始まる。その後まもなくして、ドラッグサクシオン船(546t)の建造が行われ、1880年後半にはバケット式浚渫船(307t)の建造が開始されている。それに対応して北九州での埋立てが開始され、1900年には名古屋港4号埋立て地が竣工している。埋立て工事に大きな影響を与えたポンプ浚渫船は1910年代に輸入あるいは建造されだし、東京湾の京浜地区の臨海工業地帯の造成に弾みがつくこととなった。

1960年代になると7,000馬力のポンプ船が建造されるなど各種作業船の大型化が進み、埋立て地の造成規模も次第に増大していくこととなった。この頃の10年間に全国で約7,000haの埋立て地が工業用地として産声を上げた。さらに、1980年代頃になると神戸ポートアイランド(436ha)や六甲アイランド(583ha)等の大規模人工島が相次いで竣工し、沿岸域の利用形態も従来のもとは大分様相を異にしていくようになってきた。すなわち土木技術力、建設機械技術力、環境対策技術力等に支えられ、浅海域から自然環境の厳しい大水深域へと活動の場を展開させていくこととなった。

当然そのような地域は軟弱地盤であったり、大波浪来襲地帯であったりするケースが多いわけで、そのためには、大規模な地盤改良技術や安全で確実な護岸建設技術と経済的かつ合理的設計法の確立等が不可欠であったわけである。軟弱地盤上に建設された関西国際空港や東京国際空港、水深30m地点に建設された横浜港南本牧埠頭などは正に、結集された技術力の成果であったと言える。また、それらの技術とは別個な範疇にある橋梁の建設技術も飛躍的に向上し、容易に沖合いの地に渡ることが可能になり、沖合い人工島の建設を加速させることにもなった。本州四国連絡橋には支間長1,991mの吊り橋も出現している状況である。

また、橋梁とは反対の水底でのトンネル技術も発達し、各所でその工法の一つである沈埋トンネルが建設され、その特徴を随所で発揮することとなった。ちなみに我が国では1944年に完成した大阪安治川河底トンネルが最初の沈埋トンネルである。そして近年完成した東京湾横断道路は、世界最大径の長距離海底シールドトンネルと橋梁を「海ほたる」と呼ばれる人工島で連結させた構造となっている。

最近の新しいトピックスとしては、大型浮体構造の施設も建設されるようになり、鋼製のメガフロート(超大型浮体式海洋構造物)と呼ばれる長さ1,000mの大型浮体が東京湾で試験的に建設され、海上空港としての利用性について検証されている状況である。また、規模は小さいが港湾においても三大湾で浮体式洋上防災基地が建設さ

れ、今後の人口島構想に新たな視点が加えられることとなった。このように沿岸域での空間利用が技術の進歩とともに多様化し、都市廃棄物の処分、海洋エネルギー生産、原油等エネルギー備蓄、海洋性レクリエーション等のようなさらなる多様な利用が、今後益々増えてくることが想定されるようになってきている。

3. 施工形態にみる技術の変遷

施工エリアの拡大や施工を取巻く環境の変化に伴い、施工装置や施工計画に大きな影響を与えることとなる。海洋においては、以下に示す条件で施工形態のおおよそその変遷は網羅されると考えられる。

(1) 大水深

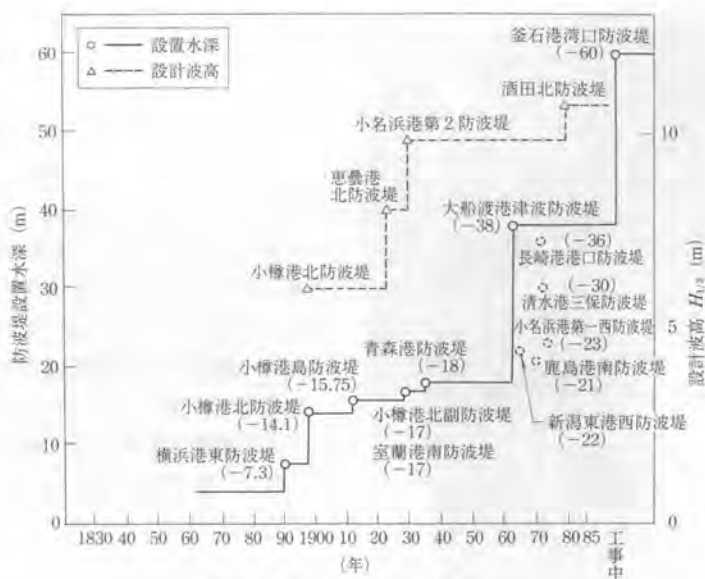
日本で最初の近代的築港事業は明治前半に宮城県鳴海川河口の野蒜港で行われたが、その工事は陸上から、捨石をまき出していく工法で、大変な苦勞を伴うものであった。1890年には横浜港の水深7.3mの地点で防波堤が建設され、その後時代の経過とともに建設地点の水深が増大し、1940年頃には水深18m地点、1960年代には水深38m地点、1980年代には水深60mにまでなった。これらは、いずれも防波堤の水深である(図-1参照)。

防波堤の建設で最も基本となる捨石マウンドの工事は水深の増大につれ使用船舶機器類は、

陸上まき出し→ガット船投入→底開式バージ船投入→機械均し機

のように変化してきた。捨石均し機はその装置により、均す方法が異なるがいずれにしろ、水中部では無人で均す方式で、大水深のように作業条件が過酷な現場では非常に有効な工法で、作業の効率化、潜水士の不足などにより近年は大分使用されるようになってきた。

運輸省では釜石湾防波堤の捨石均しにシュート方式の均し機を自ら開発採用し、実績を積んできた。同海域ではその後民間で開発された遠隔操作方式の水中均し機が投入され優れた成果を出している。水中部のマウンド築造では、大水深になればなるほど石の散乱範囲が拡大し、石材の投入



図一 防波堤の設置水深の変化

方式も工夫が求められる。底開式バージの場合、開閉速度、投入量、石材寸法の組合せに影響されることが、釜石港の経験で判明している。関連して測定技術も平行的に技術開発されていくことが必須で、音響測深も測定精度の優れたクロスファンビーム方式が開発された経緯がある。

(2) 大量急速施工

空港建設などは特に大量急速施工を求められる工事であるが、海洋工事でも大水深化してくると波浪の影響を大きく受けることから、工事ユニットも大量かつ急速となってくる。それは当然陸上で製作するケーソン等の工事の仕方にも影響してくるわけで、洋上、陸上それぞれで創意工夫が求められる。

例えば、ケーソン製作においては、大量急速施工の背景だけではなく労働者の不足や高齢化の進展も背景にあるが、プレハブ化、プレキャスト化の開発が行われてきている。横須賀港で採用されたものは、合成構造によるケーソン製作でのユニット化・プレハブ化工法（パネルシステムケーソン工法）であった。ケーソンはプレハブ化するため、合理的な部材として外壁パネル、底板、内部骨格（隔壁相当部材）に分割されており、部材の最大重量は現場の汎用的クレーンの能力から、ここにおいては30tとされている。

また、配筋の効率化を目的に、結束筋に代わる溶接鉄筋ユニットの導入も試行的に行われている。

コンクリートに着目してみても、同様に省力化や合理化等を目的に高流動コンクリートが開発され、採用が増加してきている。これは、高い流動性と材料分離抵抗性によって自己充填性を発揮し、締固めを必要としないコンクリートで、海洋関係ではフルサンドイッチ構造沈埋函に使用された実績がある。

大量急速施工で大きな役割を果たしてきた各種作業船の中で、地盤改良船の大型化の効果は大変高いと言える。サンドドレーン船では櫓の高さも最大70mあり、サンドパイルパイプも12~14連装が大半となっているように大型化している（写真一参照）。サンドコンパクション船も、櫓の高さは最大90mとなっており、傾向的に高くなってきているが、連装数は2~3で従来とあまり変化はない。石灰やセメントスラリーを用いる深層混合処理船も改良深度がマイナス70mまでのものが出現してきている。

また、ケーソンを製作するフローティングドックも時代の要請に応じ、次第に大型化し、揚荷能力6,000t以上のものも現在では20隻近く存在し、14,500tの能力のものも建造されている。これらの大型ドックになると、ケーソンサイズが50



写真-1 12連装のサンドドレーン船

m~60 m のものも製作可能である²⁾。

(3) 軟弱地盤

軟弱地盤対応技術は臨海部でのものも含めると、大変多くの種類の工法が開発され、利用されてきている。砂質地盤でも液状化する地盤を軟弱地盤に含めると、さらに対策工法が多くなる。

締固め工法や置換え工法、化学処理工法、脱水工法、過剰間隙水圧消散工法等、多くの新しい工法が普及している。

施工機械が十分でなかった時代には、載荷盛土工法により軟弱地盤の圧密促進を行うことで対応したり、比較的大型重機を使用しなくとも軟弱地盤に地耐力を与える粗朶沈床工法の採用などが行われ、ブルドーザや小型のクレーン船などが使用されていた。床掘り置換え工法などでも、グラブ

船やバケット浚渫船そしてガット船、底開式バージなどが用いられるなどの比較的単純な施工形態を取っていた。

技術の進歩とともに、強制的に地盤改良を行う工法が開発され、地中に鋼製のケーシングパイプを挿入し、柱状の砂地盤を造成したり、透水性の部材を鉛直に挿入して短時間に粘性地盤の水を排水して地盤沈下の促進を行うなどの処理が可能になってきた。これらはいずれも軟弱地盤のメカニズムの解明や大型起振機の開発および施工管理の確立などに支えられてきたものである。近年は施工中の過剰間隙水圧の上昇を抑えるため、吸水をしながら振動締固めを行う工法が開発され実施されている。

4. 構造様式からみた技術開発

構造物の技術開発は、施工速度、経済性、景観性、耐久性、メンテナンス性等の要素からいくつかの組み合わせを行つたため、様々な形態で行われる。ここでは、整理の都合上利用目的別に整理することとし、防波堤、係船岸・護岸、橋梁・トンネル、海岸施設、その他、に分けて比較的ユニークな構造について述べてみたい。

(1) 防波堤構造

防波堤は古くから建設され、多くの実績があるが、海象という不確実性の高い外力を相手にするため、シンプルな重力式構造が多かった。しかし、近年波浪等の解析能力が進歩し、種々の構造が開発されてきた。

運輸省で新技術実証試験制度がスタートした昭和59年からは、新しいタイプの防波堤が積極的に開発されてきており、名称を挙げれば、マルチセルラーケーソン式防波堤、軟弱地盤着底式防波堤、砂マウンド式混成堤、波エネルギー吸収型防波堤、二重円筒ケーソン式防波堤、長大型波浪制御構造物、半円形ケーソン式防波堤、航路埋没防止型潜堤、サクシオン基礎構造、などが検討されてきた。

これらの中でも、波力の位相差を利用した構造物や、波力を鉛直成分に変換する上部斜面堤、波力低減と反射波低減を期待した二重円筒ケーソン

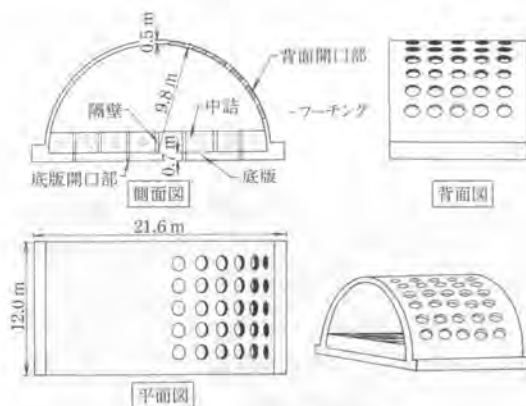


図-2 半円形防波堤の概念図

堤、サクシジョン効果で根入れしたマウンドレスのサクシジョン基礎構造物等が現地に導入されつつある。図-2には半円形防波堤の概念図を示す。

防波堤部材の材質は構造の性格上、コンクリートがほとんどであるが、最近では鋼材とコンクリートの長を合わせたハイブリッドケーソン構造が採用されるケースも増加してきており、さらに、防食技術の進歩により比較的静穏な海域では、鋼管防波堤も一般的に建設されている。

環境に対する配慮をした防波堤も多く建設されるようになってきたのも最近の傾向であり、生物共生型、親水型、透過型、海水循環型等様々なタイプの地球環境の保全に配慮した防波堤がお目見えしている。

(2) 係船岸・護岸構造

これらの施設は土圧を受ける構造のため、背後地盤を如何に安定的に保持し、地震時にも安全性を経済的に確保するかが主な目的になっている。また、船舶が利用しながらのメンテナンスが極力可能となるよう構造を考慮しておくことも重要である。このようなことを踏まえ、近年は滑動抵抗力を飛躍的に増大させる斜底面ケーソン構造、現場での工期短縮を考慮したジャケット構造、バクテリアを利用した海水浄化構造（礫間接触酸化法）等が採用されたり、現地試験されたりしている。

構造の遷り変りでは、従前は、石積み式やコンクリートブロック式の構造が一般的であったが、その後ケーソン式構造や直立消波式ブロック構造

などが多く採用されるようになり、さらに鋼矢板セル式構造や鋼板セル式構造が利用されるようになってきたが、これなどは連装式起振方式や大型クレーン船の出現により可能になった構造である。また、棧橋構造でも斜杭構造があるが、傾動式杭打ち船の建造がさらにそれらの建設を容易にさせることとなった。

(3) 橋梁・トンネル

橋梁の構造は木製、石積み構造から始まり、コンクリート構造が使われ出した後、技術の進歩に応じて鋼橋そしてPC橋が出現してきた。現時点ではPC橋のシェアが最も大きい状況にある。

橋梁については、安全性確保は当然であるが、近年は美観性を重視した傾向が増加しており、各地で斬新な形をした橋が建設されているが、海洋での橋梁は、その置かれている環境が苛酷なため海塩粒子が滞留し難い構造であるとか、腐食抵抗が強い塗装を意識した構造となってくる。近年は沿岸部でも耐候性鋼材を用いた無塗装橋梁が大々的に採択されるようになってきた。

海上の橋梁は航路幅員の確保等の制約から、支間長の長くとれる吊橋や斜張橋を採用しているケースが多いようである。吊橋の支間長は若戸大橋の建設以来、技術の進歩により40年でさらに1,600mも増大することとなった。

ボックス桁橋や板桁橋のように、長大スパンでない構造の橋梁は、大型クレーン船の誕生により100~200mもの連続スパンの桁を一括架設できるようになり、施工の短縮化が大分進められた。

六甲アイランド大橋は質量が7,000tもあるため、クレーン船3隻による相吊り架設が行われた。

橋梁の架設工法は、安全性、経済性、工期等を現場ごとに総合的に判断し、決定されるが、工法の種類としては一般的に、ベント工法、送出し工法、回転工法、片持ち工法、横取り工法、ケーブル工法、架設桁工法、一括架設工法がある。

また、大阪港では、長さ410mの浮体式旋回可動橋の建設が進められている。この橋は、トンネルや通常の桁下高の大きい橋梁と比較して、工期短縮、経済性、土地利用の点から有利と判断されている。浮体式橋梁は以前からノルウェーで事業

化されており、そこでも大水深部対応や軟弱地盤対応あるいは環境保全対応等に効果的と判断され、採用されてきている。

トンネルでは、水底トンネルとなることから沈埋トンネル構造が一般的だが、近年は技術の進歩で東京湾横断道路のように大規模水底シールドトンネルも採用されている。

沈埋函の構造は、RCタイプ、オープンサンドイッチタイプ、フルサンドイッチタイプがあり、条件によって使い分けがなされる。函の最終継手構造として、最近ターミナルブロック方式、Vブロック方式が採用されることが多くなっている。

(4) 海岸構造物

海岸構造物は、陸域に建設されるものと海域に建設されるものがあるが、ここでは主に陸域構造について述べる。

構造に要求される機能は、国土の保全と住民の生命の安全の確保がメインになっているケースが多く、防潮堤としての構造のためシンプルな重力式構造が比較的多い。越波防止機能のある護岸的なものが多く、吸出しを確実に防止できる構造が要求されるため様々な工夫がなされてきている。従来は線的に国土を保全することが主であったが、昨今は、面的防御方式といって離岸、砂浜、緩傾斜の護岸などを組み合わせ、背の低い堤防でも景観性を確保しつつ、波の力を順次低減させて海岸の決壊を防ぐ工法が採択されている。

また、最近海浜にドレーン層（透水層）を設けて、遡上した波による海水を強制的に下方に排水し、砂浜の安定化を図る試みなどが行われている。

海洋に構造物を構築することに伴う環境の変化を事前に予測することは重要な事柄である。構築による海浜変形の問題はすべて波、流れによる砂移動、すなわち、漂砂に起因するもので、砕波帯内ではその移動現象は顕著である。それらのメカニズムは非常に複雑なため、技術が進歩した今日でもわずかなことしか解析されていない。そのため、砕波帯の海象の総合観測を目的に運輸省では、茨城県波崎に我が国最大の427mの観測棧橋を設置し、15年以上各種観測を継続し、研究して

いる。そこで得られた成果は海洋構造物の建設に貴重な示唆を与えてきており、港湾の技術基準や海岸の築造基準にも反映されている。

(5) その他

大規模浮体構造の実証実験施設として製作されたメガフロートは、鋼材を用いているため防食工法には特に配慮したものとなっており、また、ブロックを洋上で溶接接合するためドライ作業の可能なワークベッセル方式を採用したり、浮体同士の間接合方式にPC鋼線を導入したりしている。

メガフロートと似たケースとして、外力条件は全然異なるが、洋上石油備蓄基地の建設では、既に大型浮体構造の実績は存在している。

また、我が国での採用事例は無いが、海外の北海で大規模な石油採掘用プラットフォームが建設され、大水深の海洋に設置されている。これらの構造はPC構造のコンクリート製で、最大で水深216mの場所に設置されている。基礎サイズも100m程度あり、想定する設計波高も30mを超える施設も存在する。今後これらの実績は大水深海域での構造物建設に貴重なデータを残すことになると考えられる。

5. 期待されるこれからの海洋土木技術

冒頭に紹介したように、我が国の海岸線延長は世界に誇れる長さを有し、また、200カイリ時代の排他的経済水域は、国土面積の約12倍に相当する450万平方キロメートルもあり、正に海洋国日本である。経済活動においても、輸入貨物の99.8%は港湾を経由しており、このようなことから、海洋の開発や海の玄関口である港湾の整備は、これからも益々重要になってくるものと考えられる。

技術の進歩は、人類に様々な新しい局面を与えてくれるが、国土面積の狭隘な我が国では、これからの新たな活動の場を、益々国土周辺すなわちウォーターフロントや海洋に求められることになってこよう。その際、海洋土木技術は、如何に社会の多様な諸要請に^{かま}応えていくことが出来るかが重要な鍵^{かぎ}となつてこよう。

技術というものは単純なくくり方は出来ない

が、これからの社会動向を想定すれば、良質な社会資本を従来にも増して効率的にストックしていくため、構造物の建設費の縮減を一層推進していかなければならない。そのためには、省力化、少資材化、信頼性設計法の導入、出来形管理基準の緩和等様々な工夫が求められる。

また、我が国の経済社会の成熟化に伴い、廃棄物の増大が予想され、その処分も益々困難になることが想定される。大量の天然資材を使用する海洋土木工事においても、工事から発生する副産物の有効活用や、天然資材の使用量の抑制はサステナブル・ディベロップメントに向けた大切な課題である。そのため、海洋工事におけるリサイクルシステムの確立が不可欠となってくる。例えば、浚渫土利用技術の拡大、再生資源利用技術の確立・基準化等を積極的に推進する必要があるだろう。

さらに、地震国日本においては、阪神淡路大震災のような悲劇を、再発させない対応が是非とも求められ、耐震設計の充実強化、耐震施設の整備、防災拠点の整備等が重要課題となってくると考えられる。例えば液化化予測シミュレーション手法の精緻化、被災レベル予測シミュレーションの確立、海洋構造物の免振技術、大型浮体構造物の建設技術、経済的液化化防止技術等が考えられる。

環境対策に関連しては、海洋における多様な生態系、良質な水底質の保全という社会の要請に応え、自然と融合した海洋環境を創出し、次世代に継承していくことが必要で、このための技術開発が強力に進められることが不可欠である。特に生態系との共生に関わる技術は今後早急に確立していくことが求められよう。例えば、水底質浄化技術、海洋環境創造技術、環境調査・予測技術、低環境影響施工技術、海洋汚染防止技術、海洋エネルギー利用技術等が考えられる。

このように、国土が狭隘で地震の多い海洋国日本においては、低廉化技術、リサイクル技術、耐震技術、環境保全・対策技術等が、これからの21世紀の時代に強く求められる技術と考えられ、社会のその要請に応じていける技術に育てていくことが、海洋土木分野に期待されていると言えよう。

6. おわりに

海洋土木技術という非常に範囲の広い分野について、整理の悪いまま限られた紙面で技術の進歩なり変化を紹介してきたため、詳しい紹介が出来なかったが、海洋土木においては、直接的建設技術以外に調査なり探査技術というものも、大水深および軟弱地盤においては、ご承知のとおり建設の成否を左右するほどの重要な役割を持っている。これからの土木技術においては、高精度な調査技術を駆使して広範囲に面的な状況把握をしながら、環境面でも効率面でも問題を生じさせないような総合的管理体制がとれる建設形態の構築が益々求められてくることから、重視していかなければならないものである。

さらに21世紀には維持管理の増大する施設が増えることが必須であり、それらに対応すべく延命化技術やメンテナンス・フリー化の技術開発が急務であり、ライフサイクル・コストを考慮した技術の確立が重要になってくるし、これからの社会は従来以上に大きな視点で対応していくことが求められ、各関係機関の連携した協力が不可欠となってこよう。

省庁再編がまもなく実施されるが、国土の開発、国土の保全という観点から海洋開発が国の確たる開発・利用方針のもと、健全に確実に実施されていくことを期待したい。

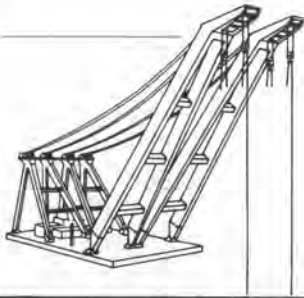
【参考文献】

- 1) 数字でみる港湾'99, (社)日本港湾協会, p.175, 1999.
- 2) 現有作業船一覧, (社)日本作業船協会, pp.712-786, 1999.
- 3) 人と地球にやさしい港湾の技術をめざして, 運輸省港湾局, p.79, 1992.

【筆者紹介】

寺内 潔 (てらうち きよし)
社団法人日本埋立浚渫協会
調査役





来島大橋の海中基礎(3P・4A)の施工

■特集 海洋土木技術

西田 勝彦・山口 高弘

来島大橋3P, 4Aは、それぞれ来島第一大橋の主塔基礎と来島第一大橋・来島第二大橋共用アンカレイジの海中基礎である。工事海域周辺は急潮流で航行船舶の輻輳する来島海峡航路に近接し、また、自然公園法に基づく国立公園第二種特別地域に指定されており、一般船舶の航行および施工の安全を図り、自然環境保全に十分配慮した施工を行うという高い技術力が要求された。本報文は、これらの海中基礎の施工について、概要および代表的な施工船舶・機械を報告する。

キーワード：海中基礎、海底掘削、水中コンクリート、気中コンクリート、底面清掃

1. はじめに

1999年5月に開通した来島大橋は、本州四国連絡橋尾道・今治ルート（瀬戸内しまなみ海道）の中で、最も四国側の越智郡大島と今治市の間約4kmの来島海峡を跨いで建設された同ルート最大規模の橋梁である（図-1参照）。

来島海峡は瀬戸内海特有の多島海景観を呈する国立公園第二種特別地域にあり、国際航路を含む三つの水道（東・中・西）に分けられている。また、潮流が速いうえに屈曲していることから海の難所として知られている。橋梁計画は、これらの周辺条件を考慮に入れ、10基の基礎（内5基が海中基礎）で三つの水道を世界初の3連続吊橋で結ぶものとなっている（図-2参照）。

熊谷組は1987年11月の調査工事着手から当工事に参画し、その後、4Aアンカレイジ設置位置での海底掘削工事である来島大橋下部工東工区（その1）工事を担当し、1992年3月から、来島大橋下部工東工事として、4Aアンカレイジの鋼ケーソン設置以後工事と、3P主塔基礎工事の鋼ケーソン設置を除いた海底掘削工事から主塔基礎



図-1 位置図

コンクリート工事までの施工を行い、1996年1月末で下部工の工事を完了した。

本報文においては、来島大橋下部工東工区の工事概要について報告するとともに、海洋工事として特色ある大型施工船舶ならび新たに開発した施工機械について報告する。

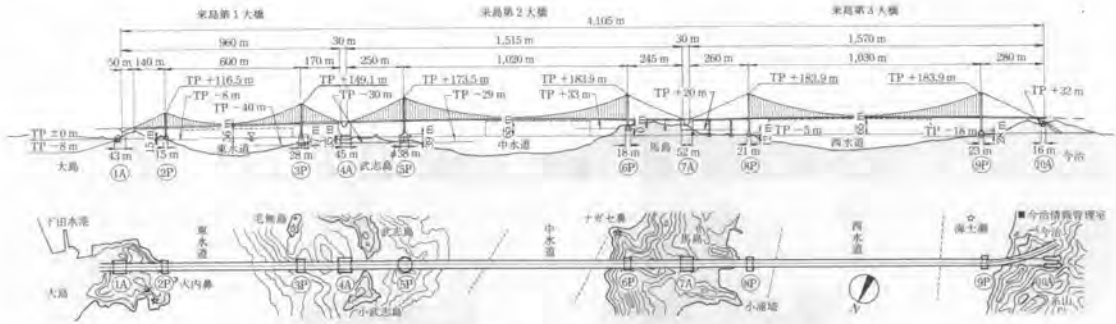


図-2 来島大橋計画図

2. 概 要

(1) 工事概要

- ① 工事名：来島大橋下部工東工事
- ② 発注者：本州四国連絡橋公団第三建設局
- ③ 施工者：熊谷・大林・飛島・戸田・五洋
来島大橋下部工東工事特定建設
工事共同企業体
- ④ 工事場所：愛媛県越智郡吉海町字椋名地先
- ⑤ 工期：1992年3月5日～1996年1月31日
- ⑥ 主要工事数量：表-1 参照

表-1 主要工事数量

項 目	数 量
鋼 ケーソン 根固め工 (m ³)	約 1,600
外周作業足場工 (t)	約 730
水中コンクリート工 (m ³)	約 50,300
気中コンクリート工 (m ³)	約 101,600
薄肉 P C パネル工 (m ²)	約 9,000
グラウト工 (式)	1
水平管受梁工 (式)	1
コンクリート計測工 (式)	1
海底掘削工 (m ³)	約 67,900
鋼 ケーソン 根固め工 (m ³)	約 6,200
外周作業足場工 (t)	約 730
底面清掃工 (m ²)	約 1,100
水中コンクリート工 (m ³)	約 38,000
気中コンクリート工 (m ³)	約 6,000
薄肉 P C パネル工 (m ²)	約 200
主塔アンカーフレーム設置工 (基)	2
コンクリート計測工 (式)	1
受配電設備工 (式)	1
海上警戒 (月)	約 41
工事記録映画 (式)	1
水質調査 (式)	1
海底ケーブル敷設工 (式)	1
シンカー工 (式)	1

(2) 施工概要

(a) 3P主塔基礎施工概要

図-3に構造概要図を示した来島第一大橋の今治側主塔基礎3Pは、来島海峡東水道の海中部に構築された。支持地盤は水深40mと来島大橋の中では最も深く、わい潮の発生する複雑な流れの

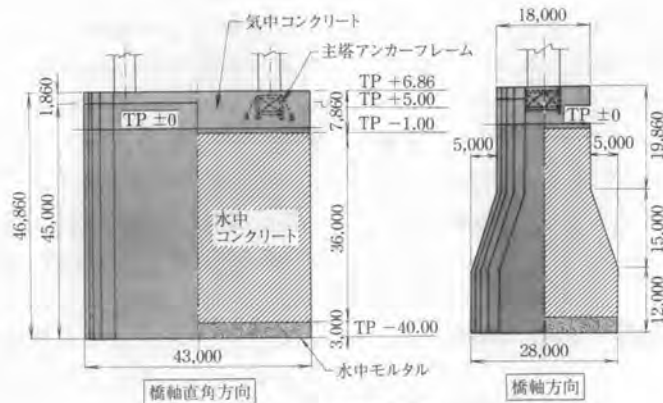


図-3 3P構造概要図

(急潮流化安定、施工数量削減の目的でロケット型形状)

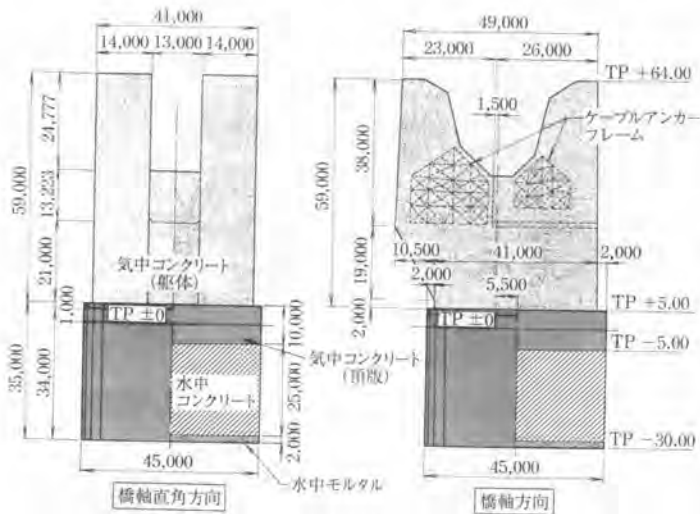


図-4 4A 構造概要図
(第一大橋と第二大橋の支間長が異なるための非対称形状)

中での施工となった。

施工内容は、海底掘削、鋼ケーソン根固め、外周足場工、底面清掃工、水中・気中コンクリート工および主塔アンカーフレーム設置工であり、全体の施工フローは、図-5に示すとおりである。

海底掘削の施工は、大型グラブ浚渫船により層厚1.5mで水平掘削し、支持地盤を±0.5mに仕上げた。

(b) 4A アンカレイジ施工概要

図-4に構造概要図を示した来島第一大橋と第二大橋の共用アンカレイジである4Aは、三方を島に囲まれた水深30mの海中部に構築した。

施工内容は、先に施工された鋼ケーソン設置に引続いて、鋼ケーソン根固め、外周足場工、水中・気中コンクリート工である。

水中コンクリートの施工は、コンクリートプラント台船（以下CP台船と称す）により6回に分けて、3昼夜連続打設を行った。また、気中コンクリートの施工は、現有コンクリートプラント船（以下CP船と称す）により、約2年半にわたり、194回の打設を行い、コンクリート打設高は最高T.P.+64mとなった。

3. 東工事における施工船舶・機械

来島大橋下部工東工事においては、種々の施工船舶・機械を用いて施工を行ったが、その中でも

特色がある以下の工種について、その概要および代表的な施工船舶・機械を報告する。

- ① 3P 海底掘削工/グラブ浚渫船
- ② 4A 水中コンクリート工/CP台船
- ③ 4A 気中コンクリート工/CP船
- ④ 3P 底面清掃工/施工ユニット

(1) 3P 海底掘削工

3P 海底掘削工は、3P 主塔基礎位置およびシンカー設置位置およびシンカー設置位置において、グラブ浚渫船（2,200 PS級および5,000 PS級）を使用して、1992年4月～1993年9月にかけて、鋼ケーソン設置面であるT.P.-40mまで、海底掘削A、海底掘削B、海底掘削Cの3段階に分けて、昼夜作業で施工した。

海底掘削Aの掘削数量は約17,000 m³で、2,200 PS級グラブ浚渫船「三友2号」のヘビーバケットを使用して直接掘削を行った。また、一部の硬岩部分においては、50t砕岩棒を使用した砕岩、砕岩掘削も行った。

海底掘削Bの掘削数量は約50,000 m³で、まず5,000 PS級グラブ浚渫船「関門」のウルトラヘビーバケット（容量17.5 m³；重量200 t）を使用してT.P.-35mまで直接掘削を行った後、「三友2号」により砕岩、砕岩掘削を4リフトに分けて行った。

海底掘削Cの掘削数量は約1,800 m³で、鋼

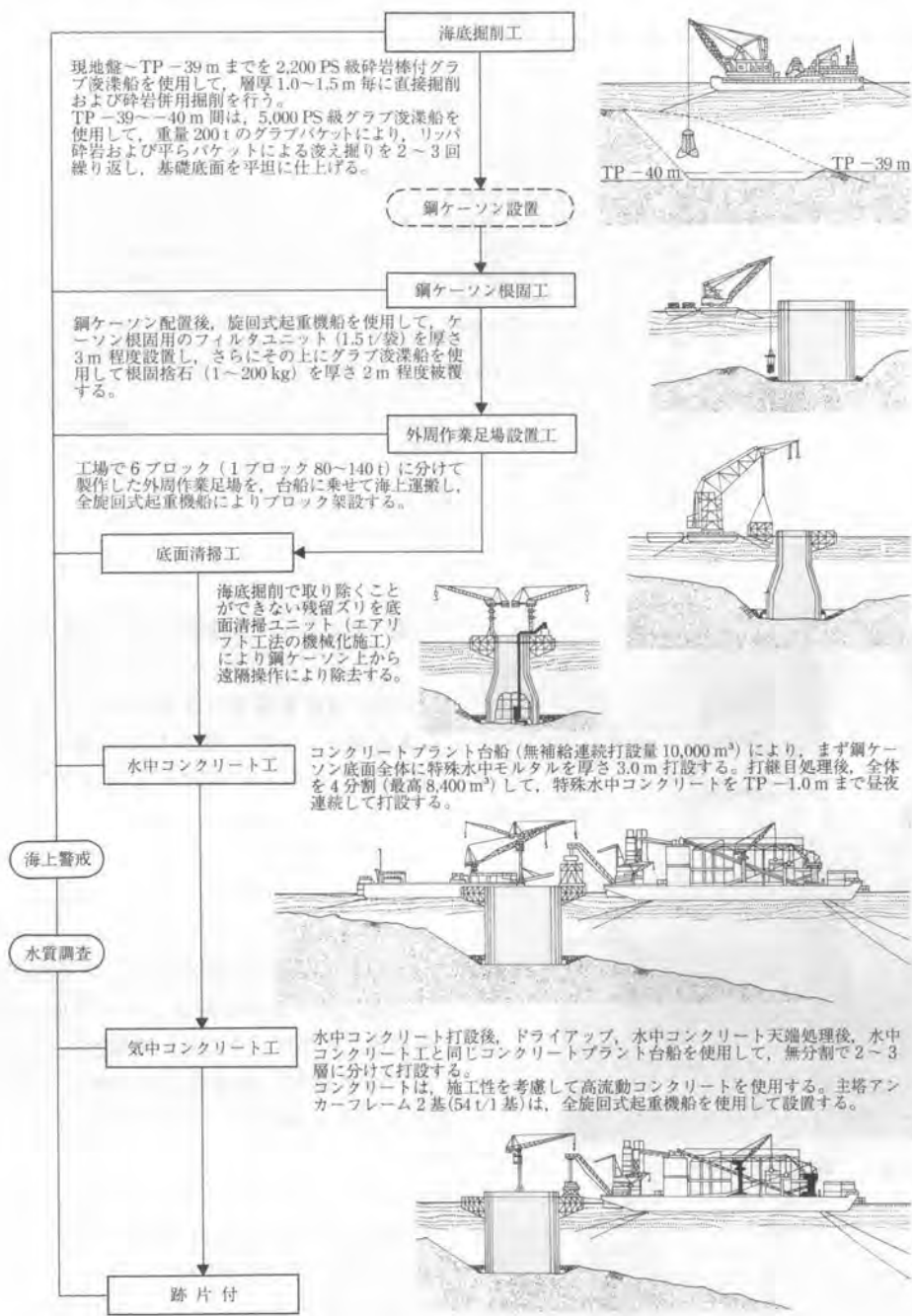


図-5 3P主塔基礎施工フロー

ケーソンを直接設置するため十分平坦で強固な岩盤を得るため、T.P.-40m(施工精度±0.5m)を目標に「関門」のウルトラヘビーバケットでのリッピングおよび平バケットでのずりの浚え掘削を繰り返して行った。特に、鋼ケーソン設置時の刃口にあたる部分については、鋼ケーソンが十分に安

定するように、ケーソン設置シミュレーションを実施して、入念に施工した。

土運搬は、昼夜作業のみとし、船底開閉式土運船に積込まれた掘削土を、捨土場所である今治港富田地区まで押船にて海上運搬し、捨土を行った。

表一2 関門・三友2号設備仕様

項目		関門		三友2号	
船体		L 68 m × B 28 m × H 5.0 m (吃水 2.6 m)		L 50 m × B 22 m × H 3.5 m (吃水 2.0 m)	
係留設備	ウインドラス	50/25 t × 8/16 m/min × 2 台		15/7.5 t × 9/18 m/min × 2 台	
	シンカーウインチ	60/30 × 8/16 m/min × 2 台		—	
	操船ウインチ	10/5/1 × 10/20/40 m/min × 4 台		5 t × 10 m/min × 2 台	
発電機	主発電機	AC 450 V × 3,500 kVA × 1 基		AC 445 V × 250 kVA × 1 基	
	補助発電機	AC 440 V × 200 kVA × 1 基		AC 440 V × 50 kVA × 1 基	
浚渫機械	巻上荷重	250 t		100 t [砕岩重錘重量 50 t]	
	作業半径	23.5 m (20~25 m)		21.0 m [22.5 m]	
	浚渫深度	水面下 100 m		水面下 70 m [水面下 70 m]	
	巻上速度	0~45 m/min		0~45 m/min [0~70 m/min]	
	巻下速度	0~45 m/min		[0~70 m/min および自由落下]	
	旋回速度	0~0.8 rpm		0~0.8 rpm	
グラブ要目	種類	ウルトラヘビー	メディアム	ヘビー	ライト
	容量	17.5 m ³	32.5 m ³	8.5 m ³	20 m ³
	高さ	11.10 m	11.80 m	7.95 m	8.35 m
	シエル幅	3.96 m	3.90 m	2.92 m	3.30 m
	開口部	9.05 m	10.70 m	6.70 m	8.45 m
	重量	200 t	150 t	80 t	60 t

※三友2号の浚渫機械の仕様のうち、[] 内の数値は砕岩能力を示す。



写真一 関門/ウルトラヘビーバケット



写真二 三友2号/砕岩棒装備時

表一2 にグラブ浚渫船の設備仕様を示す。

(2) 4 A 水中コンクリート

4 A ケーソンは、長さ 45 m × 幅 45 m × 高さ 34 m の鋼ケーソンで、隔壁により平面的に 6 ブロック (内核 2 ブロック + 外郭 4 ブロック) に分割されており、中詰めコンクリートとして約 53,000 m³ の水中不分離性コンクリートを打設した。

水中コンクリートの施工順序は、まず、ケーソン刃口および隔壁下端をシールする目的から水中不分離性モルタルを高さ 2 m で全面一括打設し、その後、6 ブロックについて順次、モルタル天端の打継ぎ処理と鉛直鉄筋^{*)}の建込みを行いながら、水中不分離性コンクリートを約 24 m 打上げた。

コンクリートの製造は、2 系列の製造設備を有し無補給で約 10,000 m³ 製造可能な CP 台船「海神」で行った。製造されたコンクリートは、ケーソン上のポンプステーションまで圧送し、そこから 6 台のコンクリートポンプにより 12 本 (モルタル打設時) あるいは 6 本 (コンクリート打設時) の打設管に中継圧送した。混練や洗浄等に必要の水の製造と発生濁水の処理は、海水淡水化装置および濁水処理設備を搭載した資材台船にて行っ

^{*)} 4 A 基礎は完成後地震時において水中コンクリート内に引張り力が発生するため、これに抵抗させるために鉛直鉄筋 (D 51 × 313 本) を配置した。

た。廃棄物および資機材は、500 t積み台船により4 A～今治間を輸送した。

1992年9月14日に最初のモルタル打設を開始し、1993年1月30日に6ブロック目のコンクリート打設を完了した。前後の準備および片付けを含めて約6カ月の工程であった。打設は約20日間隔で行い、毎回2昼夜半の連続作業となった。打設施工数量はモルタル約5,000 m³、コンクリート約480,000 m³であった。打設作業は全般に順調であり、平均打設速度はおおよそモルタルで120 m³/hr、内核コンクリートで140 m³/hr、外郭コンクリートで175 m³/hrであった。

CP台船「海神」は、明石海峡大橋の施工に際し建造され、その特徴は以下の点であった。

- ① 無補給で約10,000 m³打設可能な材料貯蔵設備・製造設備を搭載。
- ② 冷砂設備（サンドスタビライザ）と冷骨設備（冷水散水）を搭載。
- ③ 急潮流でも作業可能な係留設備の搭載
- ④ トリプルミキシング方式による高性能コンクリート製造

特に、サンドスタビライザは、砂のクーリングおよび表面水率安定を目的としたもので、ドラム内に砂を投入した後、冷水を散水して、回転・脱水処理をする装置であり、コンクリートの品質管理のうえで効果があった。

なお、CP台船「海神」は3P気中コンクリート打設後、その建造目的を完了し、解体され、現存しない。写真—3にCP台船（係留時）を、表—3にその設備仕様を示す。

(3) 4 A 気中コンクリート

4 A 上部躯体は、T.P. -4 m～T.P. +64 mの間を頂版部と躯体部に分けて、合計194回、総打設量約99,300 m³の打設を行い、築造した。

躯体の平面的なブロック割りは、4分割とし、頂版部と躯体部は同じ鉛直上にブロック継手を設けた。また、水平打継ぎに関しては、一リフト当たりの標準リフト高さを1.5 mとし、水中コンクリートとの打継ぎ部分およびケーブルアンカーフレーム据付け後等の長期間放置（約1カ月）された部分については、連続2回のハーフリフトを設けた。

コンクリートの打設は、CP船「第五奥栄号」で製造したコンクリートを、CP船のコンクリートポンプでいったん外周作業足場上に設置したポンプステーションまで圧送した後、ポンプステーション2階に設置された3台のコンクリートポンプ（IPF-110 S）の内2台により、6インチの打設



写真—3 CP台船「海神」

表—3 CP台船海神設備仕様

項 目		仕 様
船 体	台 寸 船 法	25,000 t積み級 L 150 m×B 40 m×H 8.5 m (満載時吃水6.5 m)
係 留 設 備	ウ イ ン ド ラ ス	100 t巻×8基 (ブレーキ力150 t、ラチェット力350 t)
発 電 機		AC 440 V×800 kVA×8基
バッチャープラント設備	プ ラ ン ト 能 力 ミ キ サ ア ジ テ ー タ コンクリートポンプ	200 m ³ /hr (計量器動揺補正装置付き) 先練り：強制2軸1.0 m ³ ×2基、後練り：強制2軸2.5 m ³ ×2基 パン型7.0 m ³ ×2基 PP 110 S-7 E×6基
ブレッカーリシグ設備	冷 水 設 備 冷 砂 設 備 冷 骨 設 備	チラー750,000 kcal/hr×1基、300,000 kcal/hr×2基 サンドスタビライザ50 m ³ /hr×2基、チラー255,000 kcal/hr×4基 チラー340,000 kcal/hr×4基 (冷砂設備兼用) 300,000 kcal/hr×2基 (冷水設備兼用)
材 料 貯 蔵 設 備	セ メ ン ト 粗 骨 材 細 骨 材	1,600 t×2槽 1,085 m ³ ×2槽、1,189 m ³ ×4槽 1,316 m ³ ×4槽

配管を經由し、一般部はディストリビュータを使用して打設した。また、ケーブルアンカーフレーム内は、長さ1.5mで重量の軽い巻き鋼管を使用して配管切継ぎ方式で打設した。

躯体に使用した鉄筋は、今治の作業基地（鳥生または富田基地）で加工切断し、500t積み台船で海上運搬した後に、4A東面に係留した80tクローラクレーン搭載の3,000t積み資材台船上に仮置きし、順次使用した。また、鉄筋の継手方式には、重ね継手、圧着継手、トルク式継手等があり、ブロック間継目貫通鉄筋としては、アンボンド鉄筋、アフターボンド鉄筋を使用し、継目グラウト時の鉄筋の過応力発生等の防止を図った。

T.P.+5m以上の躯体外周面については、薄肉PCパネルを埋設型枠として使用した。このPCパネルの取付け架台組立てや大枠パネル組立ては、今治の作業基地で行い、鉄筋と同様に500t積み台船で海上運搬し、150t吊りクローラクレーンを搭載した6,000t積み台船にいったん仮置した後に順次使用した。また、埋設PCパネル間の目地工については、パネル設置後内面よりシーリングを行った。

マスコンクリートによる温度ひび割れ対策については、年間を通じてのアイスフレックによるブレイキングでの最高温度の低減、さらにパイプクーリングによる内部温度上昇量のカット、湛水養生やシート養生（外気温度による躯体表面の日温度変化への対応）等による緩衝効果により、温度応力等によるひび割れの発生の防止を図るとともに、温度解析や計測データ等の予測解析によりあらかじめひび割れ発生危険箇所等を特定予測すること等により、追加対策等を可能とする情報化施工管理システムを採用した。

ブロック継目部の処理については、継手部が発生する高さまでの躯体コンクリートが完了した時点で、冬季海水による二次クーリングを実施し、年平均気温以下に躯体温度を下げて、継手部を最大に広げた状態で、なおかつオーバーハング等による自重の影響が継目にできる限り現れなくなった状態で、超微粒子セメントによる継目グラウトを行い、躯体全体の一体化を図った。

CP船「第五興栄号」は、フレックアイスによるブレイキング能力が高く、製造能力および無補

給打設能力等の条件で満足することを考慮して現有CP船の中から選定した。ブレイキングに関しては、フレックアイス水置換率が平均で32.6%となり、この結果コンクリートの練上り温度は平均11.1°Cで製造した。また、実施工において、最大無補給打設量は1,000m³、最大時間当たり打設量は160m³/hrであった。なお、CP船は4A北面に係留し、週3回程度のサイクルで骨材やセメント等の材料をガット船やセメントタンカーでCP船に補給を行った。

写真-4に東工事全域の航空写真を、表-4にCP船の設備仕様を示す。



写真-4 来島大橋東工事全域航空写真

奥側：4A、CP船（右）、3,000t積み資材台船（中）、6,000t積み資材台船（左）
手前：3P、CP船（右手前）、資材台船（左奥）

表-4 CP船第五興栄号設備仕様

項目	仕様	
船体	寸法	L 55 m × B 25 m × H 6.0 m
	吃水	5.1 m / 2.0 m (空船時)
	排水量	6,800 t / 2,912 t (法定総トン数)
係留設備	係船ウインチ	20 t × 15 m / min (ブレーキ力 75 t)
発電機	主発電機	100 kVA × 445 V × 2 基
	補助発電機	125 kVA × 445 V × 1 基
バッチャープラント設備	プラント能力	270 m ³ /hr
	ミキサ	強制2軸 4.5 m ³ × 1 基
	アジテータ	パン型 13 m ³ × 1 基
ブレイキング設備	コンクリートポンプ	IPF 150 × 2 基
	冷水設備	チラー 180,000 kcal/hr × 2 基
	製氷機	35 t / 日 × 3 基
材料貯蔵	水貯蔵	75 t × 1 室
	セメント	800 t × 4 槽
	粗骨材	1,000 m ³ × 6 槽
	細骨材	750 m ³ × 6 槽
泥水処理装置	水	900 t × 1 槽
		完全脱水無公害設備 20 m ³ /hr

来島大橋の海中基礎(3P・4A) の施工について



↑来島大橋
(大島側から今治側を望む)



↑施工状況
(手前：3P水中コンクリート 右上：4A気中コンクリート)



↑架橋中の4A



↑底面清掃ユニット

新大型自航式浚渫船による シンガポール埋立事業



↑自航式浚渫船・シートレーラー “Queen of Penta-Ocean”



↑レインボーによる埋立



↑ドラグヘッド

表-5 底面清掃ユニット設備仕様

項目	仕様
底面清掃ユニット本体	5.0m L×1.5m W×4.5m H/重量6.5t 作業半径：最大11.83m/最小5.53m 機装品 ・各種駆動シリンダ ・旋回用油圧モータ ・水中ライト500W×6燈 ・パンチルト式水中TVカメラ×3台 ・制御監視用センサ群
コントロールコンテナ	リモートコントロールユニット ・シングルジョイスティックコントロール ・オペレータ用TV×2台 ・ナビゲータ用TV×3台 ・パーソナルコンピュータ×1台 ・リモートセンシングユニット×1式
アンビカルケーブル	電源信号同軸(71本)複合一体化ケーブル
エアリフトホース	φ300
エアコンプレッサ	PDSF 530 S×2台/190 PS/2,500 rpm

(4) 底面清掃工

3P底面清掃工は、グラブ浚渫により取残した基礎岩盤上のずりをエアリフト工法により除去し、水中モルタルと支持地盤との付着を保ち、ケーソン基礎の安定を確保するために、実施した。

施工方法は、水深40mと深く、ダイバーの労務管理上の危険度が高いこと、また、潮流の影響を受けることから、根固め完了後に、鋼ケーソン横梁に固定する底面清掃ユニットを開発し、採用することとした。

底面清掃ユニットは、先端ブームが±180°回転し、ブーム長さも作業半径5.53～11.83mまで伸縮可能な構造であり、3Pにおいては、8箇所を設置することで全エリアが清掃可能であった。表-5に設備仕様を、グラビアにユニット本体を示す。

底面清掃範囲は、ケーソン刃口幅(0.45m)を除いた面積が約1,150m²で、回収ずり量は、約70m³(平均ずり厚6.4cm)であった。施工能力としては、施工エリアにより異なるが、平均して1箇所あたり清掃3日、確認1日の計4日で、運搬・組立て・開始から完了・解体・搬出まで約1カ月であった。

また、今回は報告を省略したが、水中コンクリート打継ぎ目処理で用いた施工ユニット(先端部にブラシかけと泥水ポンプを装備)も新たに開発した施工機械である。

4. おわりに

来島大橋下部工東工事の概要および代表的な工種と施工船舶・機械について報告した。大規模かつ長期間におよぶ海中基礎の施工も、入念な検討、教育・訓練、最新鋭施工船舶・機械の導入および十分な整備等により、品質、安全、環境、工程の全てにおいて満足できる結果となった。

なお、東京湾口道路、紀淡海峡道路等の将来の海峡横断道路プロジェクトの場合、自然環境条件、事業の大型化、社会環境の変化(公共投資削減)等の問題から、長大橋下部工等の施工技術の向上が必須条件であり、施工船舶・機械においても、コスト削減効果のある高稼働船舶・機械の開発、建造が必要となると考えられる。

最後に、来島下部工東工事の施工に当たり、本州四国連絡橋公団ならびにJV構成会社・協力会社の関連部署の関係者に多大なるご指導とご支援をいただいたことを記して、謝意を表します。

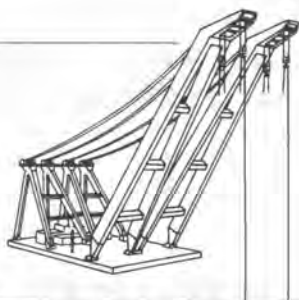
【筆者紹介】

西田 勝彦(にしだ かつひこ)
株式会社熊谷組
広島支店土木部広島工事事務部部長
(元、熊谷・大林・飛島・戸田・五洋来島大橋下部工東工事特定建設工事共同企業体所長)



山口 高弘(やまぐち たかひろ)
株式会社熊谷組
技術本部技術研究所海洋・河川G課長





新大型自航式浚渫船による シンガポール埋立て事業

■特集 海洋土木技術

山内 定義

シンガポールにおける埋立て工事は、従来ポンプ式浚渫船と土運船などの組み合わせにより対応してきた。近年は、採砂場所を近隣諸国の海域に求めるなど遠隔地化の状況にあり、自ら航行しながら採砂し海砂をそのまま運搬、埋立て場所に投入できる自航式浚渫船への要望が高まっている。

五洋建設はこの浚渫船の建造を、世界最大手の浚渫船メーカー IHC Holland NV 社に発注した。約2年の歳月を掛けて建造、1999年5月オランダ沖での海上試運転終了後に引渡された。積載容量 20,000 m³ と世界最大級の自航式浚渫船である。

キーワード：埋立て造成、海砂採取、ドラッグサクシオン浚渫船、ホッパー容積 20,000 m³

1. はじめに

シンガポールは古くから東南アジアにおける自由貿易基地として発展してきた。さらに、国内では精力的に外国の製造部門の企業を誘致することにより、飛躍的な経済成長を続けている。この中には、従来の製油、造船、電気等の重工業部門から電気、電子機器、製薬等、より高度な技術部門への進展が見られる。

シンガポール政府は、居住用地、施設の確保あるいは産業、工業の近代化と積極的な導入に加えて、東南アジアにおけるビジネスセンタ機能の拡大等の施策を展開するため、国の重点課題として国土開発、特に埋立てによる土地造成事業を展開している。

本報文では、シンガポールの埋立て工事の概要を紹介するとともに、五洋建設が新たに建造、当工事に投入している世界最大級の自航式浚渫船「Queen of Penta-Ocean」の特徴および主要機器等について述べる。

2. シンガポール埋立て事業

シンガポールは、1965年の独立以来埋立て造成事業によって国土の拡張と経済の発展を進めてきた。国土面積は、独立時点では日本の淡路島程度の面積（約580 km²、ちなみに淡路島は約593 km²）しか持たず、国の発展の基盤整備を行っていくには国土の拡張を第一義の政策として捉え、現在までに約14%の埋立て事業を行ってきた。東南アジアのハブ空港ともいえるチャンギー国際空港もすべて埋立て地に設けられている。また、21世紀の同国発展のためにインフラストラクチャ整備プロジェクトの最上位に位置付けられている事業も埋立て造成であり、公共、住宅、工業等の用地が目的に応じ国内各地で計画、実施されている。

3. 埋立て事業の課題と海砂採取海域

シンガポールの埋立て事業における大きな課題としては、限られた国土内陸部および周辺海域を対象とした事業の埋立て資材（山砂、海砂）の確

保である。シンガポールは従来からほとんどの場合、国内の丘陵地を掘削して埋立て資材を得ている。例えば、イーストコースト、バシルリス、ウエストコーストおよびジュロンなどの埋立てがこれに該当する。土砂掘削後の丘陵跡地は住宅地、工業用地として利用されている。この例としてはタンパニーズ、ベドックニュータウンおよび貯水池、あるいはチュアス工業団地の一部がこれに類する。

しかしながら、丘陵掘削による埋立てが進行し、この方法での埋立て資材の調達が困難となれば、その資材を海浜に求めることもまた必然といえる。シンガポールもその例外ではなく、海岸域は近海海底から海砂を採取して埋立てを行う方向に移行している。チャンギーあるいは本島周辺の島々での埋立て、ポンゴール地区埋立てがこれに属する。

現在シンガポールでは、ほとんどの丘陵地が掘削され尽くしており、緑地、環境保全上からもこれ以上陸地からの埋立て資材の調達は、非常に難しい状況にある。さらに、埋立て事業の大型化に伴い周辺海域の海砂資源もそのほとんどを使用したと考えられている。したがって、近年の同国における埋立て工事はその資材、特に海砂の調達を近隣諸国の海域に求める形態が多くなっている。

海砂採取海域は、シンガポールの埋立て造成地に近接することが望ましいが、国際航路（マラッカ海峡）横断を含む近隣諸国（インドネシア、マレーシア）周辺海域に大別される。

採砂にあたっては海砂資源調査（文献、航空、深浅測量、ボーリング等）を実施し、海域を所轄するインドネシア、マレーシア両国への採砂許認可取得、輸出入許可取得が必要となる。また採砂海域における砂の堆積状況の把握（土厚、サンドウェーブ、粒径等）が非常に重要となっている。

4. 最近の埋立て事業

ジュロン島埋立てプロジェクトは1995年に始まったシンガポール最大の埋立てプロジェクトで、ジュロン地区の南に浮かぶ7つの離島の間を埋立て3,000 ha（うち7島の面積合計は約1,000



図一 埋立てプロジェクト各期工事

ha) のジュロン島が作られる。60億S\$（邦貨換算約4,800億円）にもものぼる設備投資が見込まれており、これにより多国籍の石油化学・石油精製分野の巨大企業を擁した一大コンビナートが誕生する。

当社は、ジュロン島における埋立てプロジェクトの各工事を発注しており、このうち1998年末に受注した第3期埋立て工事は、20世紀最後にして最大級の規模と言われている。新規建造した自航式浚渫船「Queen of Penta-Ocean」は、1999年7月より当工事に投入しており、海砂の採取および埋立て作業に従事している。

なお、各期の工事を図一に示す。

5. Queen of Penta-Oceanの概要と特徴

本船「Queen of Penta-Ocean」は、推進装置により1~4ノットの低速で航行しながら、海底に接地させたドラッグヘッドを通じて、浚渫ポンプにより海底の土砂を海水とともに吸込み、船内の泥倉（ホッパー）に土砂を積載して運搬する「Trailing Suction Hopper Dredger」（ドラッグサクショ



写真一1 Queen of Penta-Ocean

2の一般配置に示すとおり、船首楼および船尾楼を有する二層甲板船で、船首部にバラストタンク、甲板倉庫、甲板工作室、電動機室、浚渫ポンプ室、中央部にホッパ、船尾部に機関室、機関工作室、機関倉庫、舵取り機室および船尾ドライブタンク等を配置している。

ホッパ舷側は下部を燃料タンクとし上部には諸配管と電線を通し、また左舷側は機関室と浚渫ポンプ室との連絡通路として利用している。

本船の船体形状の決定に際しては、オランダのMaritime Research Instituteにて約6mの模型を製作し、最適な船体性能が発揮できるように各種の水槽実験を実施し、その実験結果を考慮して船体形状を最終的に決定した。

本船の主な特徴は次のとおりである。

- ① ホッパ容積が20,000 m³ (載貨重量30,000 t)で世界最大級の自航式浚渫船である。
- ② 吸入負圧を軽減する水中浚渫ポンプの搭載により、最大深度60mまで浚渫できる。
- ③ ホッパ内の土砂排出方法としてはつぎの3通りがあり、埋立て施工方法により選択できる。
 - ・船底直投：船底弁の開閉によりホッパ内の土砂を海底に排出する。
 - ・レインボー：船内浚渫ポンプの運転により、

土砂をSelf-emptying system (ホッパ内土砂排出装置)より吸込み、船首の吐出ノズルから“虹”のように排出する。

- ・陸上送泥：船内浚渫ポンプ運転により、バウカップリングと海上排砂管を介して土砂を陸上へ送泥することができる。
- ④ 操船性能向上のために、コルトノズル付き可変ピッチプロペラとバウスラスタを装備している。
 - ⑤ 推進装置および各浚渫機器は操舵室から遠隔制御ができるとともに、コンピュータ制御による大幅な自動化と省力化を図っている。

6. 本船の主要諸元

(1) 主要目

(a) 船級

- ・B.V:13/3E* Hopper Dredger (Deep Sea) AUT-MS
- ・NK: NS* (Drag Suction Hopper Dredger), MNS*

(b) 主要寸法

全 長：166.70 m

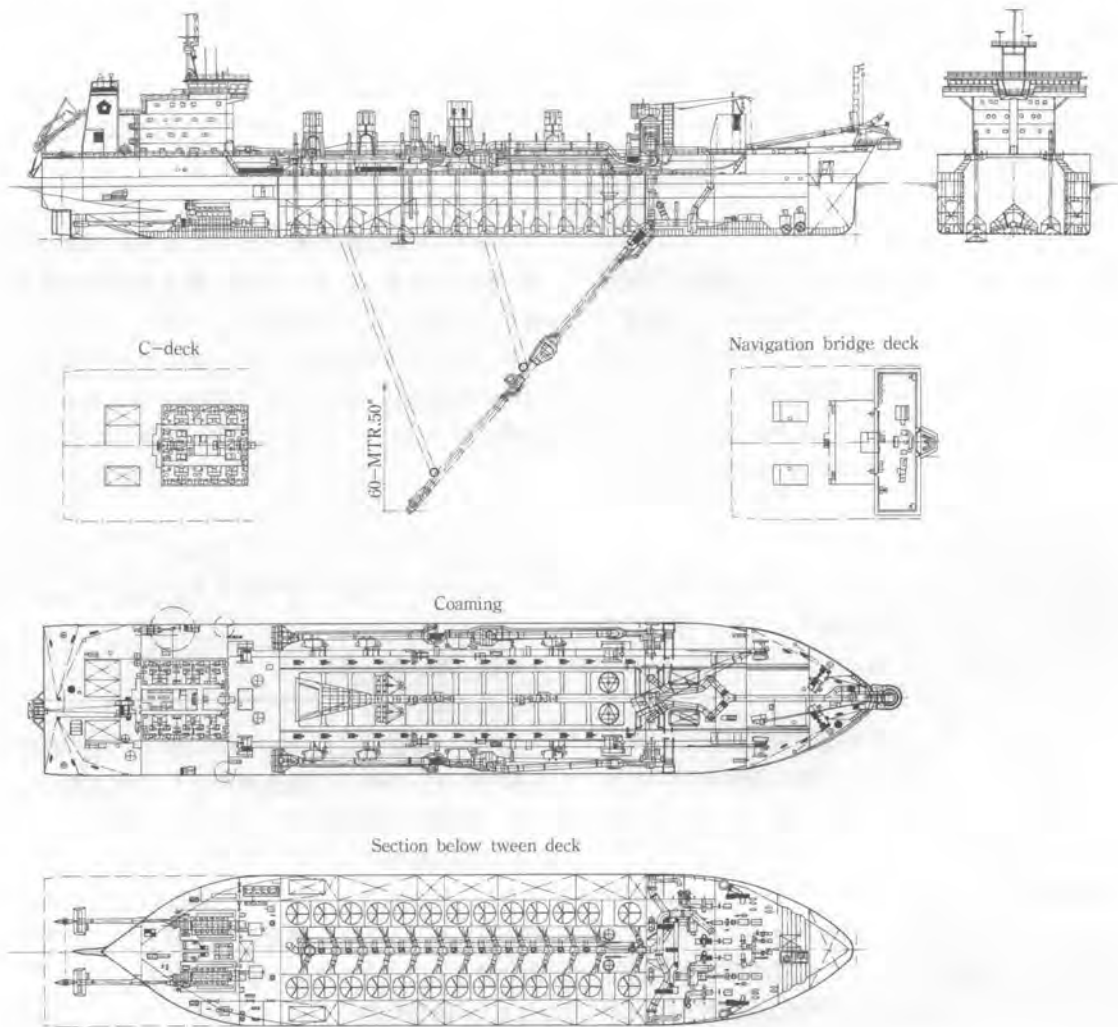


図-2 一般配置図

垂線間長：160.00 m

幅 (型)：31.00 m

深さ (型)：12.50 m

国際夏期満載喫水：9.05 m

浚渫時喫水：10.50 m

総トン数：22,049 GT

(c) 載貨重量およびタンク容積

載貨重量 (喫水 10.5 m にて)：30,000 t

ホッパ容積：20,000 m³

(d) 速力および航続距離

試運転最大速力 (満載にて)：16.1 kt

航続距離：約 12,000 M

(2) 浚渫装置

(a) ドラグヘッドとサクシヨンパイプ

本船の対象とする土質は主としてシルト、粘土および砂質土であるが、比較的締まった土砂でも浚渫できるようにドラグヘッドにジェット水ノズルと掘削チップを装備している。

ドラグヘッドには油圧シリンダ駆動によるパイザ装置を装備し、ドラグヘッド先端の海底接地角度を浚渫操作盤上で調節することができる。浚渫深度は軽荷喫水時にて最大 60 m であるが、浚渫施工条件に合わせてドラグヘッドガントリの取付け位置の変更とサクシヨンパイプの長さを短縮することにより、浚渫深度を変更することができる。

サクションパイプはドラグヘッド、中間およびトランシオンの各ガントリで吊下げ、サクションパイプの船外振出しあるいは船内格納は、各ガントリに装備した油圧シリンダにより一斉振り出しと格納ができる。

写真-2はサクションパイプを示す。

(b) スエルコンベンセータ

船の動揺がある時、あるいは海底地盤に不陸がある時にドラグヘッドをほぼ一定の吊り荷重に保った状態で、浚渫することができるスエルコンベンセータを装備している。

油圧シリンダストロークは3.0 mで、最大ストロークにてドラグヘッドが6.0 m昇降するように設計されている。

(c) 浚渫ポンプ

本船にはサクションパイプの中間部に取付けた水中浚渫ポンプと、船内浚渫ポンプの2種類の浚渫ポンプを装備している。

① 水中浚渫ポンプ

水中浚渫ポンプには水中電動機を採用し、ポンプと電動機は一体構造とし重量の低減を計っている。

② 船内浚渫ポンプ

船内浚渫ポンプはギヤカップリング、減速装置およびクラッチを介して各々2台の3,000 kW電動機によって駆動される。船内浚渫ポンプの構造はダブルケーシング方式で土砂の通過するポンプ



写真-2 サクションパイプ

部品に対しては、各種の特殊鋳鉄材を採用し、耐摩耗性に十分な配慮がなされている。

電動機の回転数制御方法はコンバータを採用し、浚渫・施工条件に合わせて広範囲な回転数制御が可能である。

(d) ホッパ

ホッパ容量は最大オーバーフローレベルにて20,000 m³を有し、ホッパ内土砂水の平均比重量は1.5 tf/m³として計画されている。

ホッパ内には船底弁、オーバーフロー装置、self-emptying system およびジェット水装置を装備している。ホッパ内は共通の一区画になっており、下部には24個の仕切を設け26区画に分割している。各区画には直径4.5 mのコニカルバルブを設けており、操舵室から遠隔操作により4グループに分けて船底弁を開放することができる。

(3) 機 関 部

(a) 概 要

本船の主機関は、12,600 kWのディーゼル機関2基でクラッチおよび減速機を介して推進機を駆動し、他端では増速装置を介して10,500 kWの主発電機を駆動する方式を採用している。

本方式は航海時と浚渫ポンプ運転時に大きな出力が得られることと、機関台数を減らして保守点検の省力化に役立つという利点がある。

(b) 推進装置

本船は、低速力の浚渫航行時に大きな推力を必要とするために、コルトノズル付き可変ピッチプロペラを採用している。また浚渫作業時に旋回性能を増すために船首部に電動4翼可変ピッチ式バウスラスタを2基装備している。

(4) 電 気 部

(a) 概 要

本船の主な電気設備は主発電機、補助発電機、非常用発電機および浚渫ポンプ、バウスラスタ、サクションパイプウインチ等の電動機である。13,125 kVAの主発電機を2台設置しており、電圧はAC 6,000 Vで各種のトランスにより変圧し、配電盤を介して各機器へ電力を供給している。

(b) 浚渫機器遠隔操作, 自動化制御装置

本船は最新のエレクトロニクスを駆使した遠隔操作, 自動化計装および制御機能を有している。写真-3 と写真-4 は操舵室と浚渫操作盤を示す。

① サクションパイプ位置計測システム(STPM)



写真-3 操 舵 室



写真-4 浚渫操作盤

サクションパイプの位置状態をCRT上に表示する。

② 喫水および土砂積載量計測システム(DLM)
喫水計, ホッパおよび各タンクのレベル計により, 喫水と積載量を計算しCRT上に表示する。

③ 船位および航跡システム(DP/DT)
GPS, ジャイロコンパス, 風向・風速およびサクションパイプの位置等の信号を利用して, 事前に設定した状況に, 船位および航跡を維持するためのシステムである。

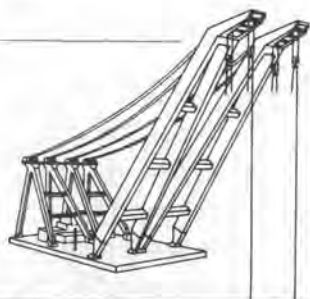
7. おわりに

自航式浚渫船「Queen of Penta-Ocean」は1999年12月末現在, 順調に稼働しており月間の採砂土量は200万 m^3 以上を記録するなど, その真価を十分に発揮している。ただ, 今後益々採砂場所の遠隔地化も予想され, また周辺各国の昨今の経済的, 政治的な変動は埋立て砂の調達にも少なからぬ影響を与えており, 採砂可能な地域および採砂量の調査が最重要課題となっている。

[筆者紹介]

山内 定義 (やまうち さだよし)
五洋建設株式会社
土木部門土木本部機械部機械課長





石炭灰硬化体によるブロックの製造と沈設

—人工海底山脈工事の例—

■特集 海洋土木技術

鈴木 達雄・斉藤 栄一

産業副産物を大量に利用し、海洋で食糧を生産しようというプロジェクトが水産庁の補助金で進められている。プロジェクトでは、人工海底山脈による大規模な湧昇流漁場を造成するために、安価かつ安全な硬化体ブロックを製造する技術と、そのブロックを用い、海底に所定の形状のマウンドを構築する技術を確認する必要があった。著者らは、これまで捨てられていた石炭灰原料粉を大量に利用し、従来技術比で2/3のセメント量(200 kg/m³)で20 N/mm²程度の強度を出せる超流体工法とよばれるブロック製造技術と、GPS 測量システムおよび底開バージを用いて、大水深海域に所要形状のマウンドを精度良く造成できる技術を開発し、人工海底山脈実証実験工事に適用した。

本報文では、これらの新しい技術について紹介するとともに、プロジェクトの現状および期待される効果について述べる。

キーワード：人工海底山脈、産業副産物、石炭灰硬化体、超流体工法、GPS

1. はじめに

産業副産物を大量に利用し、自然の力を巧みに利用することにより、海の生産力を引出し、食糧を増産する試みが行われている。これは、大量生産された石炭灰原料粉を主原料とする大型硬化体ブロックを、海底に積上げ、天然礁のような山脈を構築し、生産性の高い漁場を創造することを目的としている。

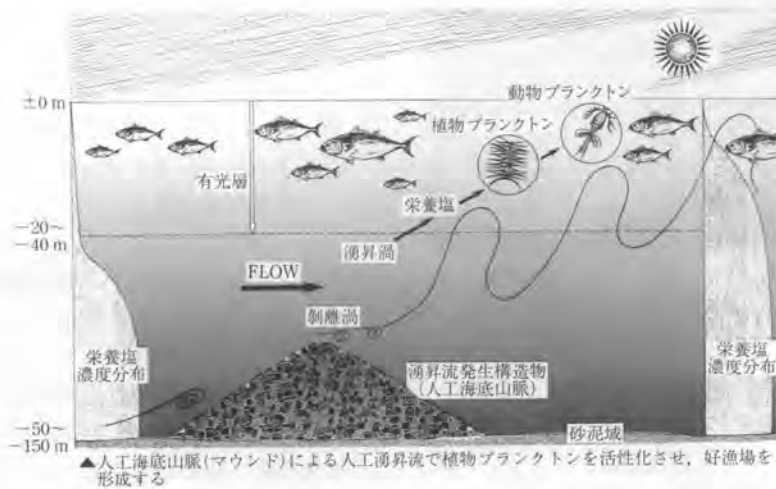
海底域の流れが山脈に作用すると、湧昇流(底層や深層の栄養塩濃度の高い水塊が表層近くまで湧き上がる流れをいう)が発生し、栄養塩が有光層(植物プランクトンの光合成による酸素の生産量と呼吸による酸素の消費量が等しくなる水深を補償深度といい、これより浅い層をいう)まで持ち上げられる。有光層に達した窒素、リンなどの肥料は、植物プランクトンを増殖させる。そして、植物プランクトンが海食物連鎖の源になり、自然の力で動物プランクトン、魚介類へと転換が進

み食糧が増産されることになる。同時に、この山脈は天然礁のような岩礁性生態系を形成し、さらに生産性の高い漁場を創造することとなる。高橋¹⁾によれば、現在世界の魚類生産は2~3億t程度だが、海に眠る栄養塩には70兆tの有機物を生産する潜在能力がある。

本構想の原理を図-1に示す。構想の実現可能性と効果を確認するため、社団法人マリノフォーラム21(以下、MF21という)が事業主体となり、水産庁の補助金を得て実海域で実証実験を行っている。本報では、この実証実験の内容を中心に述べる。

2. 食糧問題と海洋での食糧生産

60億人に激増した後もさらに毎年1億人の勢いで増え続ける人口増加が、21世紀には食糧供給を圧迫すると懸念されている。このような状況で我が国の食糧自給率は先進国中最悪の状態である。世界人口の2%でしかない日本が、食糧生産



図一 構想の概要

に背を向け、世界一の食糧輸入国で有り続けることは、国際的に許されない。そこで、世界第6位の面積を誇る200海里水域を保有する我が国としては、海洋における食糧増産に着目するべきである。

海洋での食糧増産には、植物プランクトンを増殖させる必要がある。一般に外洋の有効層では、栄養塩の濃度が低いために植物プランクトンの増殖が抑制されている。しかし、アメリカのライザー博士は1969年のサイエンス誌において、全海洋面積の0.1%でしかない湧昇流海域で、全漁獲量の50%が生産されていると報告している。これは、前述のメカニズムにより、湧昇流により植物プランクトンが増殖することによる効果であり、海域の食糧増産には湧昇流が効果的である裏付けでもある。

3. 本プロジェクトにおける技術的課題

この構想の実現には、

- ① 天然礁規模の大型人工構造物に使用する大量のブロックをどのように調達するか、
- ② 対象とする大水深海域に所定の形状のマウンド構造物(海底山脈)を精度良く経済的に構築することができるか、

といった2つの大きな問題があった。

①に対する方策として、著者らは、安定大量供給、水産業と電力産業の共存、海域までの運搬費

等の観点から、産業副産物である石炭灰を使用することに着目し、石炭灰硬化体に関する研究開発を進めてきた^{2),3)}。その後、強度特性、耐久性、安全性等をクリアし、1992年度には水産庁監修の「沿岸漁場整備開発事業施設設計指針」において使用が認められるに至った。本石炭灰硬化体の製造技術の内容は次章で述べる。

②に対する方策としては、GPS位置決めシステムを用いたブロックの高精度沈設技術を開発し、プロジェクトに適用した。その内容は第5章で述べる。

4. 石炭灰硬化体製造技術の開発

(1) 振動による流体化現象

セメントと石炭灰に必要最小限の水を加え、練り混ぜると、写真一(a)のような湿気のある粉体となる。この時点では、ばさばさの固練りの状態で、流動性は全くなく、状態的には固体と考えられる。ここで必要最小限の水とは、突固めによる土の締固め試験(JIS A1201-1979)により求まる最適含水比に相当する水量である。このばさばさの状態の混合粉体を、2次製品工場で使用するような振動台に固定した型枠内に投入し、振動数66.7 Hz (4,000 rpm)程度、両振幅1.0 mm程度の振動を加えると、数分後には、写真一(b)のように性状が流体に変化し、材料が締固められる。このような現象はこれまで知られておらず、



(a) 練混ぜ後 (b) 締固め後
写真—1 超流体工法のプロセス

この方法でブロックを製造すると水量が少ないことにより、多くのメリットをもたらすので、著者らは超流体工法^{4)~6)}と名付けた。

(2) 超流体工法の概要

表—1に超流体工法による製造を前提とした石炭灰硬化体（以降、アッシュクリートと称する）の配合条件と製造方法を、表—2には、アッシュクリートの配合例を示す。ここでは、石炭灰の硬化を促進することを目的に、NaClを主成分とする無機塩系の硬化促進剤を使用している。このようなタイプの促進剤は、普通コンクリートではその使用が制限されているものであるが、アッシュクリートでは石炭灰コンクリートの設計・製作指針でその使用が認められている。

超流体工法がアッシュクリートの物性に及ぼす効果としては、以下のものがある。

- ① 従来工法の約2/3のセメント量で同等の強度が得られるため、経済的であると同時に、

硬化時の発熱を抑えることができる。

- ② 余剰水が少ないため、ヘアクラックの発生を低減できる。
- ③ プリーディングの発生が大幅に低減され、上下方向の品質のばらつきが小さくなり、均一性が向上する。

(3) アッシュクリート配合選定手法の概要

石炭灰の品質は、火力発電所のボイラの形式、燃焼させる石炭の種類により大きく異なる。品質変動の激しい石炭灰原粉を主材料として、硬化体を大量に生産するには、所定品質を確保できる配合を短時間で決定する必要がある。そこで、石炭灰の性質、配合による硬化体強度の変化について調べた結果、硬化体の強度は、水粉体比 $(W/(C+F))$ 、表—2参照)に大きく影響を受け、最適な水粉体比（以下、最適水粉体比と呼ぶ）で石炭灰、セメント、水を混合・流体化させ硬化させると、最大の強度を発現することが分かった。

そこで、簡易的に最適水粉体比を予測する手法が必要となるが、フロー試験（JIS R5201-1992）から求まるフロー値140となる水粉体比と最適水粉体比の間に高い正相関があることが分かり、その相関から最適水粉体比を予測することとした。さらに、セメント添加率 $(C/(C+F))$ 、表—2参照)と圧縮強度の間にも、正相関があることが分かった。これらの性質を利用して、配合を選定するシステムを開発した。図—2に配合選定のフローを示す。

表—1 配合条件および製造方法

配合条件			製造条件	
水粉体比 $W/(C+F)$ (%)	セメント 添加率 $C/(C+F)$ (%)	硬化促進剤 添加率 ad./W (%)	振動条件 (標準)	振動時間 (標準)
フライアッシュ 最適含水比 + 0~5%	10~20	3.3% 程度を標準とする	・振動数： 60~70 Hz ・振幅：1.0 mm程度	5~10分

表—2 超流体工法における配合例

フライアッシュ の最適 含水比 (%)	水粉体比 $W/(C+F)$ (%)	セメント 添加率 $C/(C+F)$ (%)	単 位 量 (kg/m ³)			
			水 W	セメント C	フライ アッシュ F	硬化 促進剤 ad.
27.8	30.8	15.0	416	203	1149	13.7

(配合強度：20 N/mm²)



図—2 配合選定フロー

(4) アッシュクリートブロックの概要

前述の超流体工法および配合選定手法を用いて、アッシュクリートブロックを製造した。ブ

ロックの形状および寸法は以下に示す項目を考慮して決定した。

- ① 製造プラント内の運搬、運搬船（底開バージ船）への積込みに適した質量、体積であること。
- ② スtockヤードの制限より、2段もしくは3段で積上げストック可能な形状であること。
- ③ 吊り筋や金具を用いることなしに、フォークリフト、クレーンで運搬、積込みができること。
- ④ 水和熱による温度上昇対策、かさ容積の確保から中空構造とする。
- ⑤ 沈設時（水中自由落下時）に、落下中の水平移動量が極力少なくできる形状とする（水理模型実験により確認）。
- ⑥ 海底に積上げられた際のマウンド形状を安定にするため、ブロック相互がある程度吻合するように、側面に切欠き部を有すること。
- ⑦ 型枠の組立・解体が省スペースで容易に行えるよう、少数の型枠で構成できるようなブロック形状とすること。

写真-2にはアッシュクリートブロックの概要を、図-3にはその形状寸法を示す。



写真-2 アッシュクリートブロックの概要 (1.6×1.6×1.6m)
-フォークリフトによる横持ち状況-

(5) ブロックの製造

アッシュクリートブロックの製造フローを図-4に示す。また、表-3にはブロックの各製造設備の概要を示す。製造に要する時間は、ブロック1個 (3.3 m³) あたり 25分程度であった。

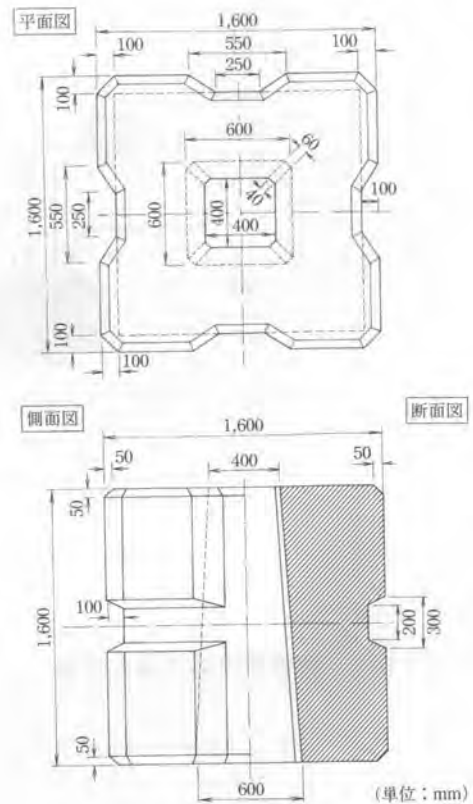


図-3 アッシュクリートブロック寸法図

表-3 製造設備の概要

設 備	仕 様	
貯蔵設備	フライアッシュ	80 tサイロ：2基
	セメント	30 tサイロ：1基
	練混ぜ水 (海水)	17 m ³
計量器	ミキサー	容量 1.5 m ³ の 2 軸強制練りミキサー
	フライアッシュ	2,000 kg
	セメント	500 kg
	水	650 kg
計量方法	ロードセル方式	
振動テーブル	形 式	油圧クランプ 2 トレーム電動 テーブルバイブレータ
	出力	12 kW (3 kW × 4 台)
	振動数	0~4,000 rpm (66.7 Hz)
	振幅	0.20~0.34 mm (片振幅)
	最大積載量	10 t

ブロックの強度は、型枠脱型強度の確保、沈設時の破損に対する抵抗性の確保の観点から、設計材齢を 28 日とし、設計基準強度を 15 N/mm²、配合強度を 20 N/mm²とした

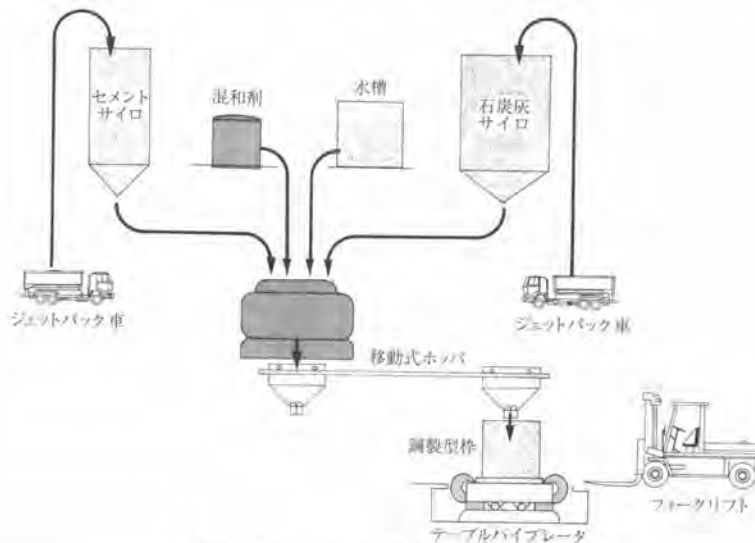


図-4 アッシュクリートブロックの製造フロー

5. ブロック高精度沈設技術の開発

本プロジェクトでは、大量のブロックを大水深海域（水深約 80 m）に高精度かつ経済的に沈設する必要がある。沈設に時間のかかる方法では、経済性に加え、施工中に潮流等の海象条件が変化するため沈設精度が悪くなる。そこで有望な施工方法として、底開バージ船からブロックを一気に自由落下させる方法を考案した。

しかし、船上からの自由落下では、潮流、波浪の影響により、海底でブロックが散乱し、所定形状のマウンドが築造できないことが懸念された。そこで、大水深海域を想定したブロック沈設に関する水理模型実験を行った。その結果、ブロックの落下時間と潮流速からブロックの水平移動距離を予測し、移動ベクトル分だけ逆方向にずらした位置に船位を保持し、沈設することで、所定形状の山脈が構築できることを確認した。

図-5 にブロック沈設の施工手順を示し、各施工ステージにおける施工方法について以下に詳述する。

(1) ブロックの積み込み・運搬

底開バージにブロックを搭載する場合には、ブロックが傾斜した船底に集まりアーチアクションで落下しなくなる状況が考えられるため、積み込み



図-5 ブロック沈設の施工手順

方法についてもあらかじめ検討しておく必要がある。そこで、1/20 のバージ模型を用いた落下実験を行い、確実に落下させられる積付け方法を決定し、本プロジェクトに採用した。ブロックの積付け状況および落下装置を図-6 に示す。本手法によれば、1 隻あたりのブロックの積み込み数は 90 基が限界であり、バージ船能力（本プロジェクトで

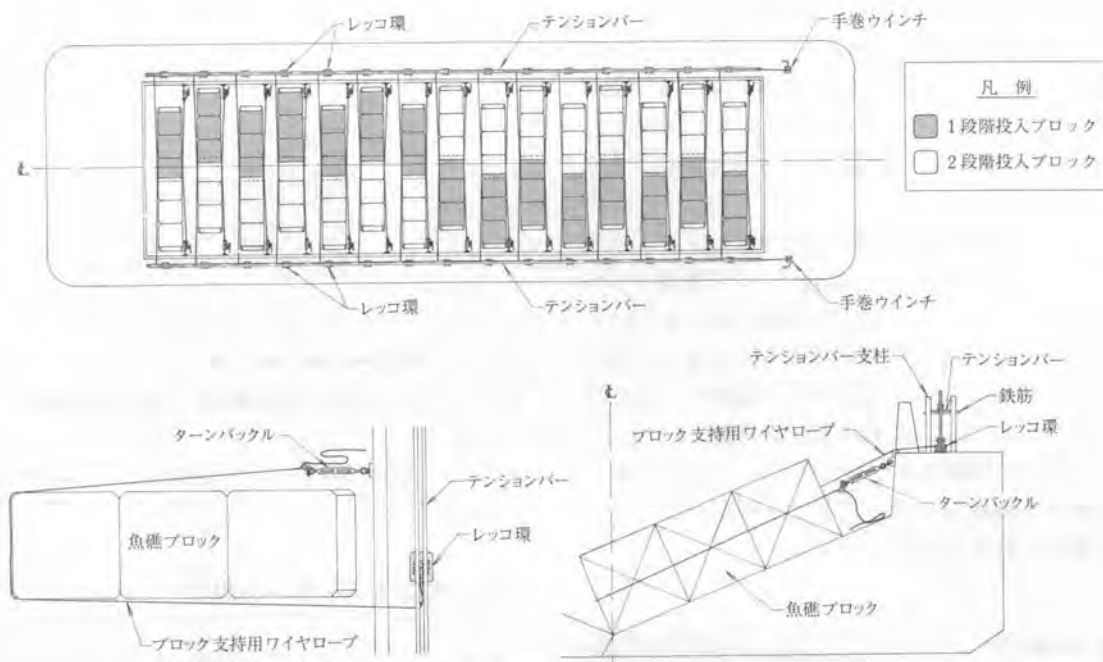


図-6 バージ船へのブロック積付け状況および落下装置

使用したバージ船能力は $1,300\text{ m}^3$ の $1/3$ 以下の積載状況になり、効率は悪くなる。しかし、既存の底開バージ船を用いることを条件とすれば、本手法が全体的には最も確実に経済的な方法であると判断した。

積込みは、岸壁にストックされたブロックをクローラークレーンにより1基ずつ船底に据付けるように行った。1船分(90基)積込む場合に要した時間は、おおよそ6時間であり、サイクルタイムに換算すると1個あたり4分程度であった。

(2) ブロック投入・沈設

沖合で流れのある水深80mの海底に、ブロックを自由落下により正確に沈設するためには、

- ① 気象・海象条件から投下位置を予測すること、
- ② バージ船を予測投下位置に正確に誘導し迅速にブロックを投下すること、

が要求される。そこで、気象・海象の測定、バージ船の位置決めにはGPS(Global Positioning System)⁷⁾を用いた施工支援システムを利用した。GPSを用いた施工支援システムの概要を図-7に示す。

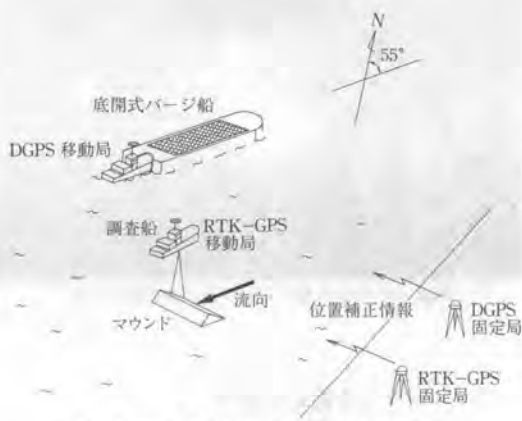


図-7 GPSを用いた施工支援システム概要

海面でのブロック投下位置は、先着した調査船が沈設位置で測定した流向・流速データから、ブロックの流下方向と距離を予測することで決定した。ここで、測定中の調査船の移動量は、RTK-GPS (Real Time Kinematic GPS)⁷⁾で測定した船位座標から求め、流向・流速データの補正に反映させた。さらに同じ調査船で得られた風向・風速データより、バージ船の投下位置への接近方法を決定した(風下から投下位置へ近づけるようにした)。バージ船の位置は、DGPS (Differential

GPS)⁷⁾ で求め、投下位置の座標と一致するように、押船で風下から制御した。水深 80 m と大水深なため、アンカ等でバージ船を固定する方法が採れなかったが、バージ船は、ほとんどの事例で、目標位置の半径 5 m 内の範囲に、数分間定位することができた。

ブロックの投下は、図-6 に示すレッコ、手巻きウインチを使用した。底開バージの船側からすべてのブロックをワイヤで支持し（図-6（下））、底部が全開した状態で船位を決定した後、手巻きウインチを緩めることにより、2段階で一気に沈設を行うようにした。投下状況を写真-3 に示す。

ブロック沈設のサイクルタイムは、バージ船の出航から帰航まで含めて海上運搬距離が 70 km の場合、約 5~6 時間であった。



写真-3 バージ船からのブロックの投下状況

(3) ブロック出来形管理

海底山脈（マウンド構造物）形状は、先に実施した数値シミュレーション、水理実験の結果から、最も湧昇効果の高くなる、両端に高さ 14 m の円錐状の山を持ち、その間を峰で結ぶ形状とした。出来形管理では、1 回（90 基）のブロック投入ごとに、RTK-GPS+測深器を利用した深浅測量を実施し、平面コンター図を作成した。作成されたコンター図から、マウンドの積上がり状況を把握し、次のブロック投入位置を決定した。ブロックマウンドの深浅測量結果例を図-8 に示す。図は平成 10 年度の最終地形である。図より、築造途中のマウンドの山頂位置は、当初計画した

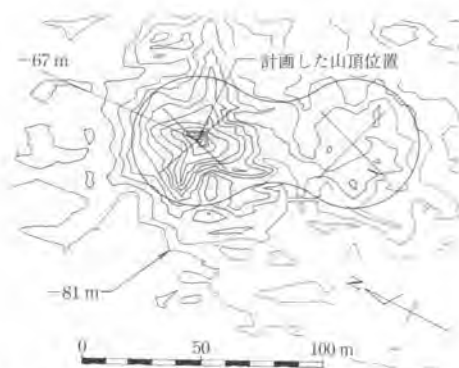


図-8 ブロックマウンド深浅測量結果（平成 10 年度末現在）

マウンド（図中実線で示した輪郭線）の山頂位置に精度良く一致していることが分かる。

6. 本プロジェクトの現状

本プロジェクトでは、1 辺 1.6 m の立方体ブロックを平成 8 年度からの 5 年間で、約 5,000 個製造・沈設するが、平成 10 年度末までの 3 年間で約 3,000 個のブロックを安定して大量生産することができた。さらに製造したブロックのうち、約 2,000 個のブロックを投入・沈設した。沈設後のマウンド形状は前に示したとおり（図-8 参照）で、

- ① ブロックは拡散せず集中して沈設されていること、
- ② 山頂予定位置に対し数 m の誤差で高さ 14 m の山が構築されたこと、

が確認された。

別途行った ROV による目視調査によれば、ブロックは水深 80 m と光の届かない大水深に設置されたにもかかわらず、その表面はフジツボ類やゴカイ類で覆われ、岩礁性生態系が形成されていることが確認された。また、ベラ類、イシダイ、ネンブツダイ等、当初は存在しなかった新しい魚類が蛸集されたことも確認された。

標本船による漁獲調査では、マウンド位置の周辺海域広範囲で出漁頻度・漁獲高の増加が確認され、前述の事実とも併せて考えれば、生産性の高い漁場に変化していくことが期待されている。

7. おわりに

本プロジェクトが事業化された場合に、考えられる効果としては、以下のものがある。

- ① 湧昇流による植物プランクトン増殖効果、岩礁性生態系の形成により、生産性の高い漁場が造成され、自然の持つエネルギーで蛋白質食糧が増産される。
- ② 石炭灰をリサイクルすることにより、灰捨て場面積を最小化でき、海域の環境を保全できる。
- ③ 植物プランクトンの増殖により、二酸化炭素が生物生産のために消費され、地球温暖化の抑制効果が期待できる。
- ④ 産業副産物のリサイクルによる食糧生産基盤整備は、建設業の新たな市場となる。

以上の効果にもあるように、本構想は食糧生産と産業副産物リサイクルによる環境創造を同時に実現できるものであるが、その事業化には、それだけ多くの関係省庁の協力、法律や予算の枠を越えた取組みが必要になる。

リサイクル、食糧生産、環境創造が、現在、全世界の共通課題であるので、今後、本プロジェクトを事業化し、全世界に対しこの知恵を発信できることを期待する。

【参考文献】

- 1) 高橋正征：これまでの水産業とこれからの水産業，第4回瀬戸内海資源海洋研究会報告別刷，1998.
- 2) 鈴木達雄，門馬尚義，谷口公一：石炭灰混合体の人工魚礁としての適用性，間組研究年報，pp.333-344，1987.
- 3) 長瀧重義，大賀宏行，谷口公一，染谷健司：フライアッシュを用いた新硬化体の海洋構造物への適用性，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.9，No.1，pp.211-216，1987.
- 4) 福留和人，坂本守，鈴木達雄，長瀧重義：石炭灰を多量に用いた新しい硬化体製造方法，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.19，No.1，pp.223-228，1997. 6.
- 5) 福留和人，坂本守，鈴木達雄，喜多達夫，長瀧重義：フライアッシュを多量に用いた硬化体の配合設計手法の検討，土木学会フライアッシュコンクリートシンポジウム論文報告集，pp.37-44，1997. 12.
- 6) 福留和人，坂本守，鈴木達雄，長瀧重義：フライアッシュを多量に用いた硬化体の基本特性，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.20，No.2，pp.91-96，1998. 7.
- 7) 日本測地学会：新訂版 GPS，日本測量協会，272 p.，1989.

【筆者紹介】

鈴木 達雄（すずき たつお）
株式会社間組
土木本部港湾・海洋統括部部长



斉藤 栄一（さいとう えいいち）
株式会社間組
土木本部港湾・海洋統括部主任





海洋深層水の取水施設

■特集 海洋土木技術

津波古善正・藤井 真・堀 哲郎

新たな海洋資源として注目されている「海洋深層水」は、低温で豊富な養分を含みかつ清浄性に優れていることから、魚介類の養殖、種苗・餌料生産に多く活用されているほか、農作物生産をはじめ、ミネラルウォーターや日本酒、塩、豆腐などの食品生産、そして化粧品、アトピー性炎症治療薬等の医薬品や海洋療法などの分野で幅広い利用方法が注目を集め「魔法の水」、「夢の水」と言われている。そのため、自治体では、新たな産業の創出、地場産業の振興策の一つとして、海洋深層水取水利用施設の計画・建設が進められている。

本報文では、沖縄県久米島に建設中である海洋深層水取水施設の施工事例を基に水深600mからの海洋深層水取水方法、管構造形式および管敷設方法について紹介する。

キーワード：海洋深層水、リールバージ工法、管敷設、鉄線鎧装硬質ポリエチレン管

1. はじめに

海洋深層水とは、太陽光線が届かず植物プランクトンの光合成が不可能な概ね深度200m以深にある海水を意味している。

この海洋深層水は、「低温安定性（水温が低く周年安定）」、「富栄養性（植物の生長に必要な無機栄養塩類を豊富に含む）」、「清浄性（人工汚染物や病原菌が少ない）」のほか、最近では、「熟成性（水圧20気圧以上の高圧下で長い年月をかけて地球を循環）」、「ミネラル特性（カルシウム、鉄、亜鉛、ナトリウムなど生物が生きていくうえで必要な必須微量元素やミネラルがバランスよく含まれる）」等の特性を有しており、再生循環型の資源として期待されている。

2. 施工事例（久米島海洋深層水研究施設）

（1）事業概要

現在、沖縄県久米島で建設中である海洋深層水

研究施設は、深層水の取水深度が水深600m、最大取水量は深層水6,500t/日×2系統=13,000t/日、表層水13,000t/日で計画しており、完成時には国内最大規模の研究施設となる予定である。完成時のイメージパースを図-1に示す。また、久米島は、平均気温が25°Cを超える亜熱帯地域に属し、深層水の4大特性の一つである低温性を最大限に活用することを特色とする施設であり、水産増養殖をはじめ、野菜栽培、健康食品、冷房、リゾート等深層水の事業化に向けて多目的・多段式利用の研究を行うには、最適な施設である。ここでは、深層水取水施設を中心に構造型式およびその敷設工法について以下に説明する。

（2）水質特性

図-2に久米島周辺海域の表層水（水深5m）と深層水（600m）との水質特性を示す。今回取水予定位置での深層水は表層水に比べて、低温、富栄養かつ清浄で有ることが分かる。

海洋深層水の取水施設



↑完成イメージ



↑海底掘削用クラブ船及びスパット台船



↑深層水取管ファブリコンクリート打設
(海の濁りは始どなし)



↑ トレンチ内の管敷設状況



↑ 掘削したトレンチ



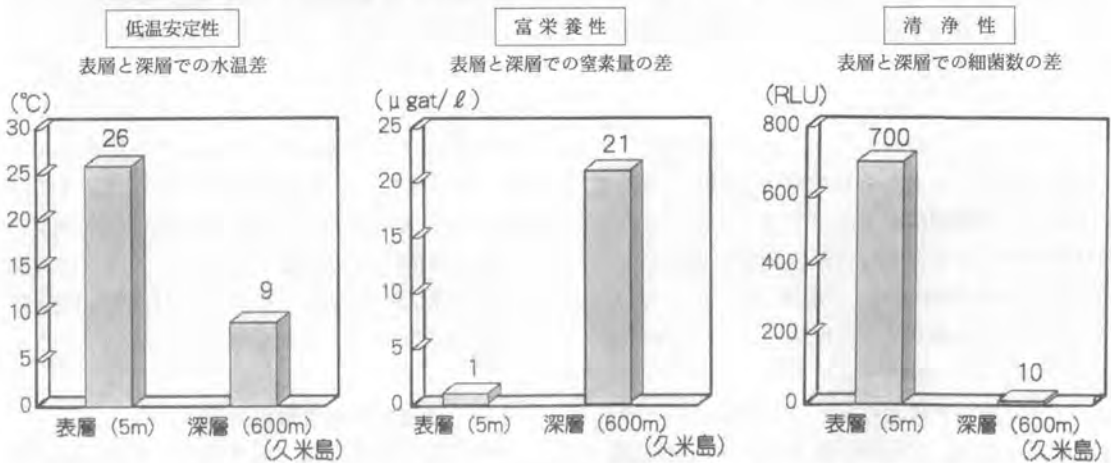
↑ ファブリコンクリートの設置状況
(10m×5m×60cm)



↑ バルブ開口



図-1 久米島海洋深層水取水施設イメージベース



出典：沖縄県「海洋深層水総合利用」

図-2 水質特性

(3) 取・放水施設構造諸元

(a) 管材料の選定

取・放水管の管路仕様は、表-1に示すとおりである。深層水取水管路は、海象条件、海底地形および施工時の荷重条件等の影響を考慮し、図-3に示す3形式を選定した。取水ピットから護岸部を貫通する水平ボーリング部管材料は、本管とサヤ管の間にモルタル注入を行うことで完成後も

外傷のおそれがないため鍍装のない硬質ポリエチレン管を採用した。

次に、リーフ部管材料は管敷設後、管防護のために埋戻し土を投入したり、コンクリートを打設するためポリエチレン本管に損傷を与えるおそれが生じた。そのため、リーフ部管材料は管外周に鋼帯を鍍装した鋼帯鍍装硬質ポリエチレン管を選定した。また、海中中部管材料では、起伏の多い海

表-1 取・放水管の管路仕様

	最大取放水量 (t/日)	取放水深度 (m)	取放水温度 (°C)	管路延長 (m)		管外径(管内径) (mm)	管材料
深層水取水	13,000	600	9	2,527	55	450(380.2)	硬質ポリエチレン管(水平ボーリング部) 鋼帯鍍装硬質ポリエチレン管(リーフ部) 鉄線鍍装硬質ポリエチレン管(海中部)
					550	450(380.2)	
					1,920	350(280)	
表層水取水	13,000	15	28	643		(504)	硬質ポリエチレン管
放水	26,000	25	—	642		800(720)	硬質ポリエチレン管

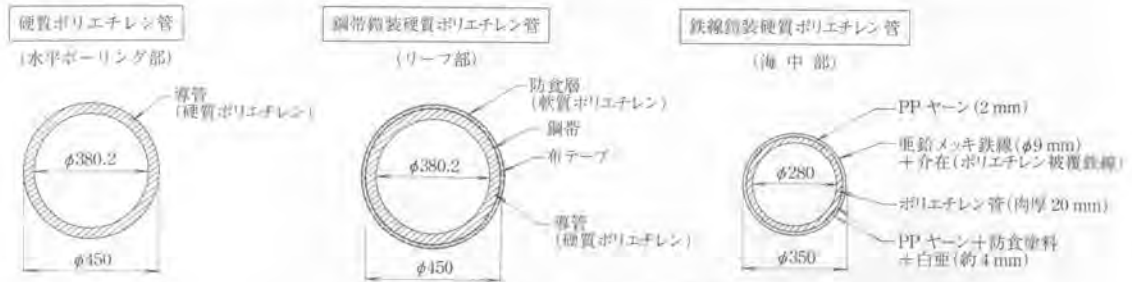


図-3 深層水取水管の管断面仕様

底地形に可能な限り追従できる可撓性を有し、かつ所定の通水性能を確保できる管断面形状を保持し、さらに、施工時および完成後に生じる軸方向力(波力、潮流力、海底地形から生じる自重等)に十分耐える強度が要求された。そのため、ポリエチレン本管外周を鉄線で覆った鉄線鍍装硬質ポリエチレン管を用いた。

(b) 掘削および管防護工

取水ピットから護岸前面に設けた到達立坑までは、高精度で一般土から岩地盤まで掘削できる泥土圧式オーガ掘削推進工法(アイアンモール)により水平ボーリングを行った。到達立坑から、レジャーサ(沖合約500 m、水深±0 m)までは、バックホウによるトレンチ掘削、それより沖合水深50 mまでは、水中バックホウ、バックホウ台船、グラブ浚渫船によりトレンチ掘削を行った。地盤は非常に硬質な琉球石灰岩(一軸圧縮強度:60 MPa以上)であったため作業は困難を極め、ジャイアントブレイカおよび砕岩棒等で砕きながらトレンチ掘削を行った。

台風等の波力および潮流等の影響を考慮して水深50 mまでは管防護を行い、それ以深については、影響が少ないため、管を自然着底とした。まず、洗掘防止工(沖合200 m付近)までの防護は、現地発生土によるトレンチ内埋戻し、表面を被覆石または間詰めコンクリートでカバーする方式で行い、また、それ以深50 mまでは水中コンク

リートおよびファブリコンクリートを用い管防護を行った。図-4 および図-5 に取・放水管施設全体平面図および設置断面図を示す。

(c) 取水方法

深層水の取水方式として、陸上部にある取水ピット内ポンプ取水位置を海面から約3 m程度下げ、この高低差によりサイホンの原理を利用し所定の水量をポンプ揚水することとした。また、取水管路はエア溜まりができないよう取水ピット(DL-3.2 m)から取水口先端(-600 m)まで、沖合に向けて水平および負の片勾配になるようにトレンチ掘削および管敷設を行った。さらに、深層水取水管路は管路のどの位置においても限界吸込み水頭以下であることを確認した。

(4) 深層水取水管敷設方法

深層水取水管敷設は、海象条件および工程を考慮してリーフ部と海中部とで異なる2種類の敷設方法で実施した。

リーフ部は工場では10 m単管に製作した鋼帯鍍装管を貨物船で搬入した。次に、現地の岸壁ヤードでバット融着機を用いて単管5本と両端につけ付き短管(フランジ)2本を融着し50 m長管とした。この50 m長管を岸壁ヤードから吊り降ろし、管の浮力を利用し浮かしながら作業船で現地に曳航し、管内の空気と海水を置換しながら管沈設を行った。最後にダイバ作業で50 m長管ごとにフ

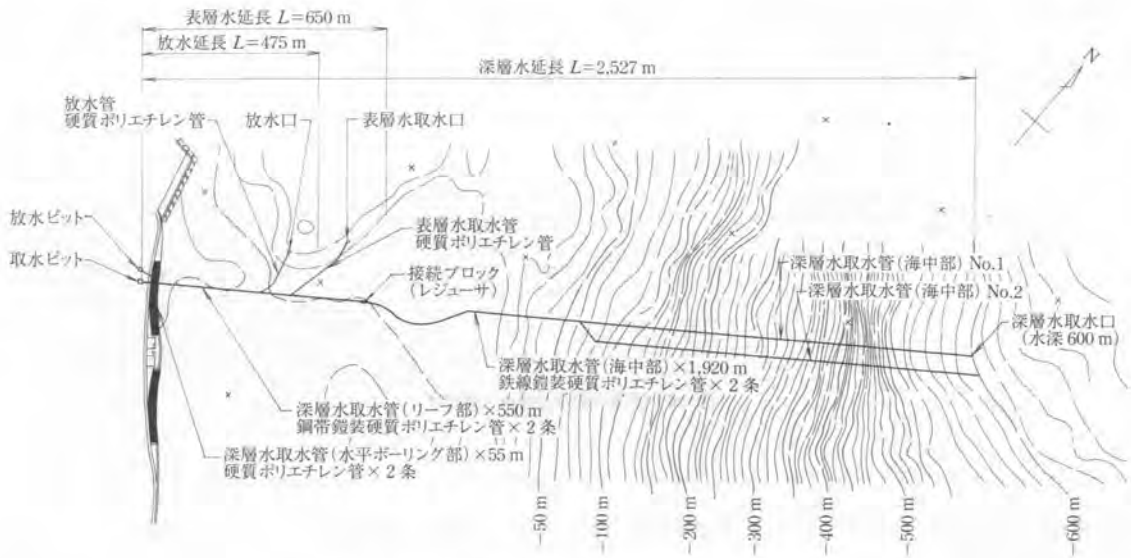


図-4 深層水・表層水取水および放水管施設全体平面図

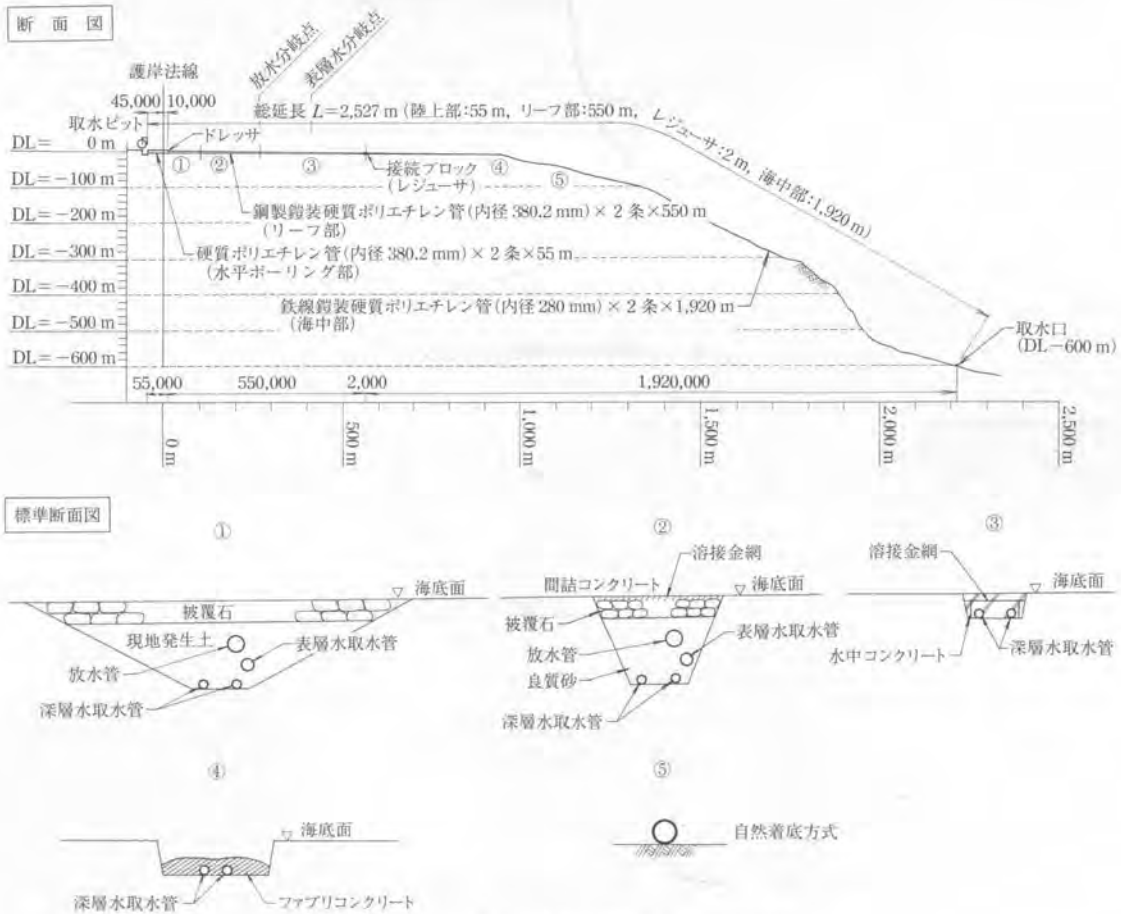


図-5 深層水・表層水取水および放水管施設設置断面図

- ① 敷設台船を沿岸部に仮係留し、敷設台船と接続ブロック間に管引込みワイヤを配置する。
- ② 管にチューブパイを取付け、浮遊した状態で管を海面上に引出し、管末端が接続ブロック位置まで来るよう管の送り出しを行い、管末端フランジとレジューサとをボルト接合する。
- ③ ダイバ誘導で、管敷設位置を調整しつつ、チューブパイを取りはずし、管を掘削トレンチ内に沈設させる。

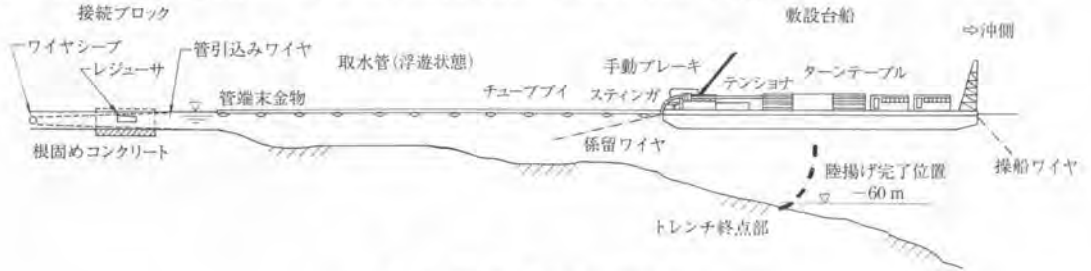


図-6 深層水取水管敷設（陸揚げ）

- ④ 敷設方法はアンカー法によるリールバージ工法で行うもので、事前に所定敷設ライン上に配置された操船ワイヤを船尾側ウインチで巻取りながら、テンシヨナを用いて順次管を送出して行く。
- ⑤ 計画水深-400m地点以降の敷設に対しては、管の制動性能を向上させるため、添えワイヤを取付け30tウインチで制御する。

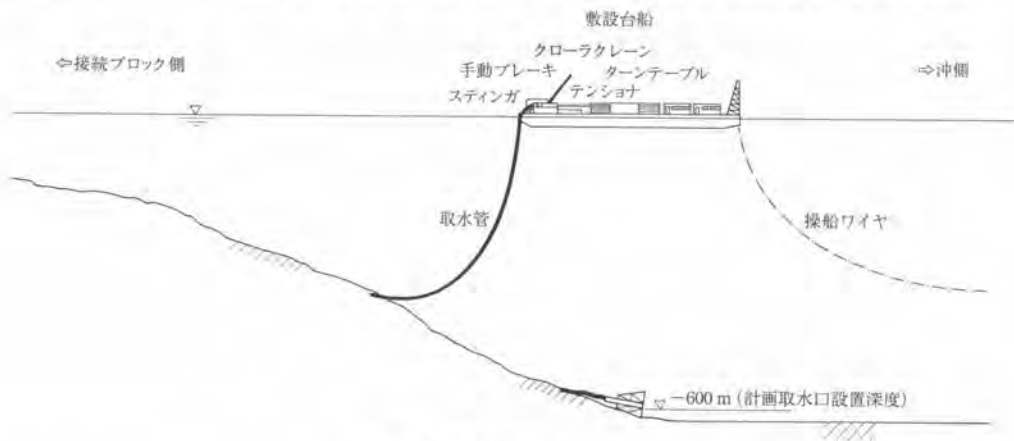


図-7 深層水取水管敷設（本敷設）

- ⑥ 取水管の所定長の送出し完了に伴い取水口の沈設作業に移る。
- ⑦ 取水管管端に取水口を取付け、クローラークレーンを用いて海面上まで徐々に吊り降して行く。
- ⑧ 取水口荷重を取水口吊り降しワイヤ(150tウインチ)に盛替え、敷設台船の海側シフトに合わせ、順次巻出し、取水口を沈設させて行く。
- ⑨ トランスポンダで予定水深にあることを確認し、自動切離し装置を作動させ、敷設作業が完了となる。

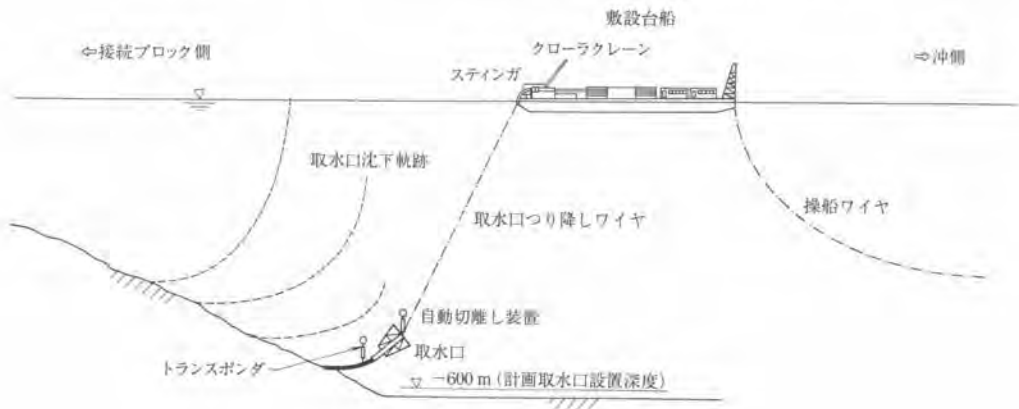


図-8 深層水取水管敷設（取水口沈設）

ランジ接合を行い管を一体化した。フランジ部は十分な気密性を持たせるためさらに、コンクリートブロックで防護を行った。

海中部は極力短工期で仕上げるために、鉄線鍍装管硬質ポリエチレン管1,920 mを工場1本ものに仕上げターンテーブルに巻きこんだ。この管を10,000 tリールバージ船で現地に曳航し、アンカー法によるリールバジ工法を採用し、1998年6月13日より2日/条×2条+2(段取替え)=6日の短工期で敷設を完了した。

図-6、図-7 および図-8 に敷設手順を示すが、第1日目は、台船を沖合1,000 m付近に係留し、管にチューブブイを取付け管陸揚げを行い管先端をレジャーサに取付け・接続作業を行った。第2日目は、台船の操船ワイヤを船尾ウインチで巻取りながら、テンションを用いて順次管の送り出しを行った。

次に、取水口先端が所定位置および計画水深600 mまで到達したことをトランスポンダおよび水深計で確認し、最後に自動切離し装置を動作させ作業を終了させた。敷設当日は、風速15 m/s、波高2 m程度のうねりがある悪天候にもかかわらず、2本とも所定位置に問題なく敷設できたことを、作業終了後ROV(Remote Operated Vehicle)により確認した。

3. おわりに

沖縄海洋深層水総合利用施設は、平成9年度から科学技術庁の先導型基盤整備事業として実施さ

れている。

海洋深層水の研究は、1976年より海洋科学技術センターの水質特性の研究から始まり、産官学の研究体制のもと、実証研究等の成果を踏まえて、高知県、富山県さらに沖縄県へと深層水の技術が移転されてきた。今後も、産官学協力のもとに基盤的研究を進めながら、各々の自治体の地域特性を活かした深層水施設の整備および深層水ビジネスの展開が期待される。

【参考文献】

- 1) 「科学技術庁における海洋深層水利用の経緯と今後の展開」, 海洋開発ニュース, Vol.27, No.6, 1999年11月号

【筆者紹介】

津波古善正(つわこ よしまさ)
沖縄県庁
企画開発部企画調整室主幹



藤井 真(ふじい まこと)
清水建設株式会社
九州支店土木部統括工事長



堀 哲郎(ほり てつろう)
清水建設株式会社
エンジニアリング事業本部環境エンジニア
リング部海洋環境グループ主査





バージコンソリダー システムの開発

—浚渫土リサイクルのための新固化システム—

■特集 海洋土木技術

大塚 誠・松沢 諭・深田 久・渡辺 英次

バージコンソリダーシステム (Barge Consolidator System) は、浚渫土を埋立て材として利用する際に、浚渫土を運ぶ土運船 (バージ) 内で事前に固化材と攪拌混合し、大量の埋立て施工を可能にした新固化システムとして開発したものである。

本システムは、バージコンソリダー船、搬送船、撒布船等により構成され、処理土の攪拌混合性能を上げ、あらかじめ要求される地盤材料に改良することや、大量施工を可能とするため、バージコンソリダー船に垂直式攪拌装置を装備しているのが大きな特徴となっている。

平成 11 年 8 月に名古屋港で実海域実証実験を行い、攪拌混合性能、搬送と打設能力および環境影響等について、本システムの有効性を確認した。

キーワード：浚渫土、リサイクル、土運船、垂直式攪拌装置、大量施工

1. はじめに

港湾内の航路維持や河口部の流下断面を確保するために海底土砂を浚渫し、埋立て処分を行う際、この埋立て地を早期に有効な施設用地として活用できない問題がある。

近年では、この埋立て材をあらかじめ施設用地として要求される地盤材料に改善したうえで、埋立てを行う方法が開発されている。

そこで浚渫土を埋立て材として利用する際に、

あらかじめ土運船 (バージ) 内で浚渫土と固化材を攪拌混合し、大量の埋立て施工を可能にしたバージコンソリダーシステムを開発し、名古屋港内で実海域実証実験を行った。

本報文では、開発したシステムの概要と実証実験結果について報告するものである。

2. バージコンソリダーシステムの概要

図-1 にバージコンソリダーシステムの概念図を示す。

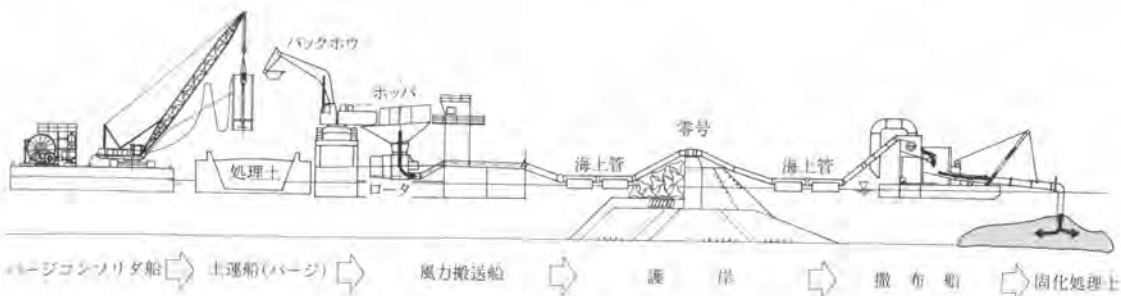


図-1 バージコンソリダーシステム



写真-1 バージコンソリダー船の全景

バージコンソリダーシステムは、バージコンソリダー船、土運船、搬送船（この事例では、風力搬送船）および撒布船等により構成される。

(1) バージコンソリダー船の概要

バージコンソリダー船は、本システムで最も重要な部分で、セメントスラリーの製造プラントと垂直式攪拌装置および付属機器から構成されており、土運船内の浚渫土を均一に攪拌混合するものである。写真-1 にバージコンソリダー船の全景を、表-1 に主要仕様を、図-2 に平面配置図を示す。

(2) 本システムの特徴

本システムは、以下に示すような特徴を有している。

① 大量施工が可能

バージコンソリダー船の垂直式攪拌装置を多連

化する等の対応により、大量施工が可能である。

② 攪拌混合性に優れている

攪拌混合方法は、地盤改良工法で多数の実績を有する攪拌翼による混合方式を採用しているため、品質に対する信頼性が高い。

③ 攪拌混合の品質管理が容易

搬送前に攪拌混合状態を確認できるため、品質管理が容易である。また、土運船内での攪拌混合は、垂直式攪拌装置の貫入速度を一定とし、これに合わせた一定量のセメントスラリーが供給できるので、管理方法も容易である。

④ 固化材の低減が図れる

攪拌翼による攪拌混合方式は、ばらつきのない混合ができるため、固化材の低減が図れる可能性がある。

⑤ 適用範囲が広い

浚渫土の含水比が低くても、攪拌混合が可能であるため、護岸法面への腹付け等もでき、適用範囲が広い。

⑥ 搬送方法の選択が可能

処理土の搬送方法は、風力搬送だけではなく、コンクリートポンプやベルトコンベヤおよび底開式の土運船による直接投入等の方法も可能である。

(3) 施工方法

本システムの施工は、図-3 に示すように3段階で行われる。

各段階における施工方法を以下に示す。

(a) 攪拌混合

図-4 に攪拌混合サイクルを示す。土運船内の

表-1 主要仕様表

名 称	仕 様
台 船	50 m×18 m×3 m
操船ウインチ	15 t
クローラクレーン	65 t
垂直式攪拌装置	37 kW
スラリープラント	24 m ³ /h
セメントサイロ	30 t
アジテータ	3 m ³
流量計	4 B
グラウトポンプ	400 l/min
発 電 機	300 kVA
燃料タンク	10 kℓ
タービンポンプ	37kW
垂直式攪拌装置受台	4.7 m×2.9 m
計測ハウス	2.7 m×4.5 m
オイルフェンス巻取器	ドラム幅2.2 m

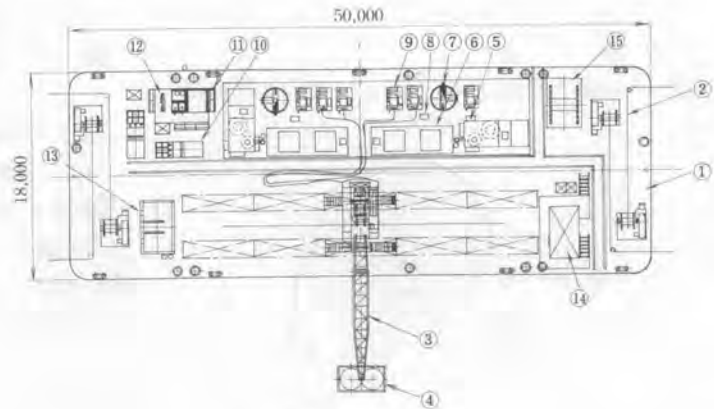


図-2 平面配置

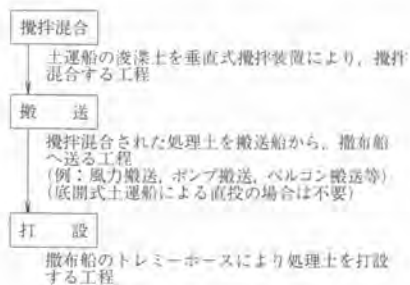


図-3 システムの施工フロー

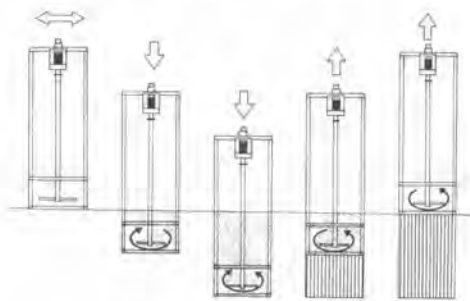


図-4 攪拌混合サイクル

浚渫土は、バージコンソリダー船の垂直式攪拌装置により以下のサイクルで攪拌混合される。

- ① 垂直式攪拌装置を土運船内の所定位置にセットする。
- ② 下部攪拌翼からセメントスラリーを吐出しながら貫入する。
- ③ 攪拌翼を土運船の底面まで貫入する。
- ④ 攪拌翼を逆回転させながら、所定の攪拌度を確保できる速度で引抜く。
- ⑤ 浚渫土の上面まで引抜き、攪拌を終了する。

以下①から④を繰返し、土運船内すべての浚渫土を攪拌混合する。

(b) 搬送

図-5に搬送方法の一例として、風力搬送船に

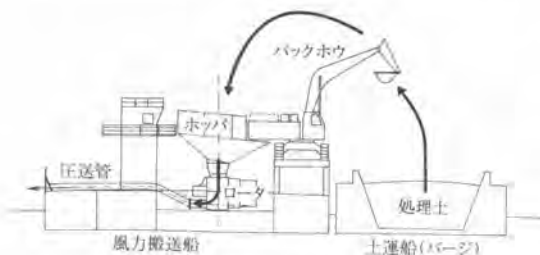


図-5 風力搬送船による搬送の概要

よる搬送の概要を示す。

バージコンソリダー船で攪拌混合された処理土は、風力搬送船に搭載された2台のバックホウでホッパへ投入する。そこから、ロータを介して海上フロータ管へ送り、風力エネルギーによって撒布船(サイクロン船)まで搬送する。

(c) 打設

図-6に撒布船による打設の概要を示す。風力搬送船から搬送された処理土とエアは、撒布船のサイクロンにより分離される。

分離された処理土は、ラダー管を介してトレーミーホースで、水中分離を防ぎながら、水底面で自然落下で打設される。

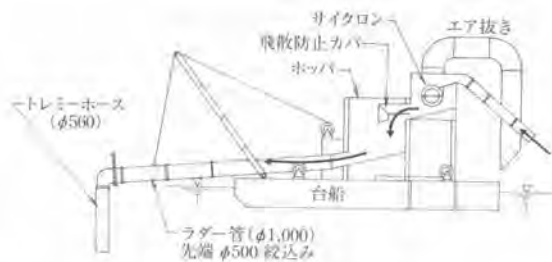


図-6 撒布船による打設の概要

3. 実海域実証実験

本システムの有効性を確認するため、運輸省第五港湾建設局の許可を頂き、名古屋港において実海域実証実験を行った。以下にその概要を述べる。

(1) 実験場所

図-7に実験場所の位置図を示す。

(2) 実験方法

(a) 実験フロー

図-8に実験フローを示す。今回の実験では既往の実験データを参考に固化材は高炉セメントB種を使用し、2種類(50 kg/m³, 80 kg/m³)の配合で攪拌混合し、風力搬送して撒布船で打設した。

攪拌混合土量は1回当たり約500 m³であり、1配合ずつ3回、計6回の攪拌混合を実施した。



図-7 実験位置

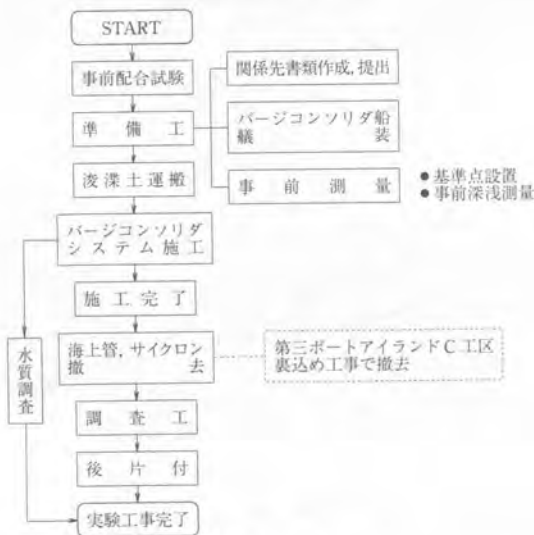


図-8 実験フロー

表-2 機械仕様一覧表

名称	仕様
バージコンソリダ船	50 m×18 m×3.5 m (L×B×H)
撒布船	主機: 6,600 PS, 空気量 45,000 m ³ /h
撒布船	18 m×15 m×2 m, サイクロン装備
土運船	51 m×12 m×4.5 m, 容積 1,100 m ³
セメント専用船	積載量 300 t
揚錨船	11.95 m×5 m×1.6 m
曳船	29.57 m×9.5 m×4.32 m
押船	21.79 m×6.4 m×3.5 m
交通船	11.98 m×3.97 m×1.86 m

(b) 使用機械

図-9 に使用した機械の配置を, 写真-2 に風力搬送船, 写真-3 に撒布船を, また表-2 に機械仕様一覧表を示す。



写真-2 風力搬送船



写真-3 撒布船

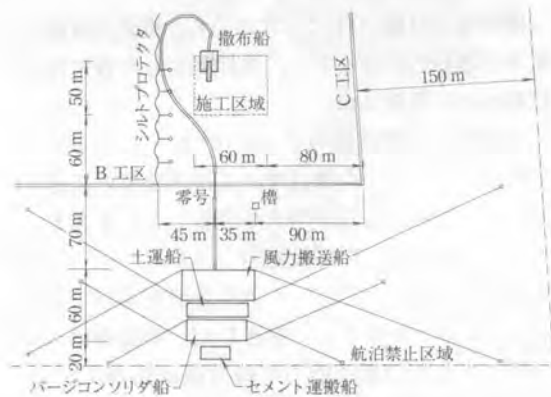


図-9 機械配置

(3) 実験結果

(a) 浚渫土の特性

本実験に用いられた浚渫土の特性を表-3 に示

表-3 浚渫土の特性一覧表

添加量		含水比 (%)	湿潤密度 (tf/m ³) [×9.81 kN/m ³]	ベーンτ _v (tf/m ²) [×9.81 kN/m ²]
50 kg/m ³	1層	92	1.50	0.060
	2層	79	1.55	0.046
	3層	87	1.51	0.023
80 kg/m ³	1層	88	1.50	0.050
	2層	65	1.61	0.072
	3層	101	1.46	0.011

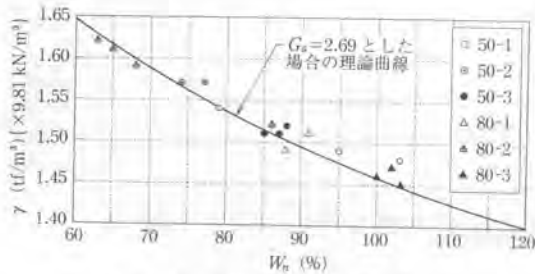


図-10 湿潤密度と含水比の関係



図-11 位置決めおよび攪拌混合順序

す。含水比は65～100%であり、湿潤密度は1.46～1.6 tf/m³ (×9.8 kN/m³)であった。湿潤密度と含水比の関係を図-10に示す。

(b) 攪拌混合性能

攪拌混合は図-11に示すように、垂直式攪拌装置を土運船内にセットし、攪拌混合した後に順次移動させて実施した。

本実験では攪拌能力を300 m³/hと設定して、実験を行ったが、今後は垂直式攪拌装置の多連化等によりさらに能力の増大を図ることができる。

(c) 搬送および打設能力

風力搬送船では、バックホウ2台を用いて土運船内の処理土を揚土し、搬送した。単位時間(10分間)当たりの搬送能力の最大値は約800 m³/hであり、平均的な搬送量は320～480 m³/h程度であった。単位時間当たりの搬送量の一例を図-12に示す。

処理土は搬送された後、撒布船(サイクロン船)で減圧され、トレミーホースで水中に打設される。今回は各添加量ごとに打設位置を分け、同一

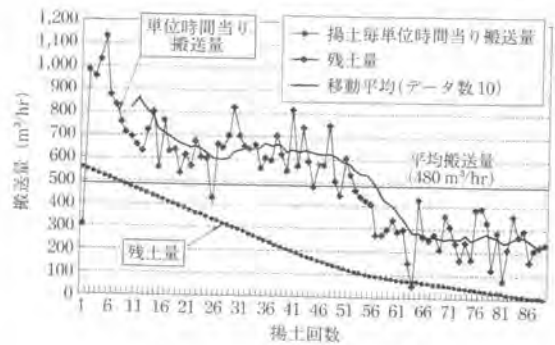


図-12 単位時間当たり搬送量

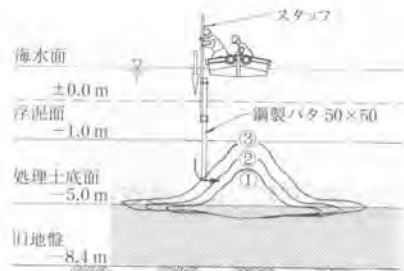


図-13 出来形測定要領

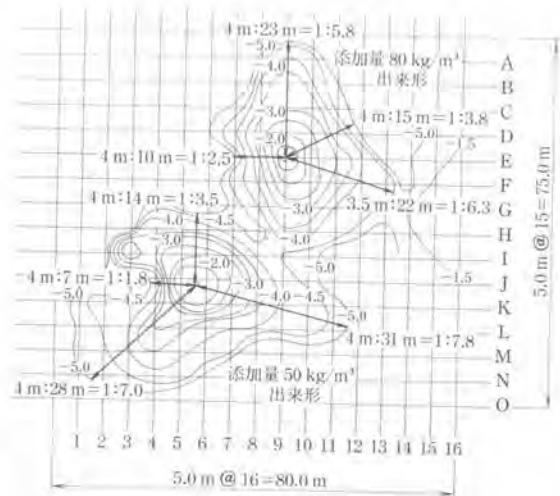


図-14 最終勾配測定結果

添加量で3層に分けて打設し、出来形を測定した。出来形の測定方法を図-13に、最終勾配を図-14に示す。勾配は最小で1:8程度、最大で1:2程度となった。

(d) 環境影響

本実験では、環境への影響を把握するために、水質調査を実施した。調査は、護岸外の作業区域と処理土の打設区域を対象とした。調査内容を

表—4 水質調査内容

調査内容	調査地点	観測層	調査頻度
濁度	護岸外および打設区域	2層	1回/日
pH	護岸外および打設区域	2層	1回/日
SS	護岸外および打設区域	2層	施工中2回

表—4に示す。

海水の汚濁度を示す濁度、SSについては、打設地点での数値は高いが、護岸外の観測地点ではBG（バックグラウンド）点と同等の水質であった。pHに関しては、打設地点の上層水がpH9.0前後とセメントの影響を受けているものの、護岸外の水質はpH7.5前後と周辺区域とほぼ同じであった。

(e) 処理土の特性

土運船をバージコンソリダー船に接触した後に攪拌混合、搬送、打設の施工を行うが、各施工過程においてサンプリングを実施し、含水比、湿潤密度、ベーンせん断強度、一軸圧縮強度等を調査した。表—5に各施工過程における一軸圧縮強度（28日強度）の推移を示す。

一軸圧縮強度は土運船での攪拌混合から風力搬送の過程で約90%、水中打設の過程で約60%に低下した。水中打設時の強度低下は、打設時の汚泥の巻込みとサンプリング時の攪乱の影響（サン

表—5 一軸圧縮強度の推移

添加量	50 kg/m ³			80 kg/m ³		
	土運船 採取土	サイクロン 船採取土	水中 打設後	土運船 採取土	サイクロン 船採取土	水中 打設後
平均値 (kgf/cm ²) 〔×98.1 kN/m ² 〕	6.78	6.11	3.46	13.96	12.57	8.13
標準偏差 (kgf/cm ²) 〔×98.1 kN/m ² 〕	1.73	1.63	1.20	2.74	2.55	2.37
変動係数 (%)	26	27	35	20	20	29

表—6 室内強度と現場強度の比較

添加量	50 kg/m ³		80 kg/m ³	
	液深土含水比	q ₃₀₀ (kgf/cm ²) 〔×98.1 kN/m ² 〕	液深土含水比	q ₃₀₀ (kgf/cm ²) 〔×98.1 kN/m ² 〕
室内配合試験	95%	3.66	95%	12.14
水中打設後	79~92% 平均86%	3.46	65~101% 平均85%	8.13

プリングはコアボーリングではなく、潜水土により処理土に塩ビ管を挿入する方法で実施した）と考えられる。

強度のばらつきについては、変動係数がほとんど20%台であり、均一に攪拌されていることがわかった。

次に室内強度と水中打設後の現場強度との比較を表—6に示す。

添加量50 kg/m³の場合は、液深土の含水比が小さいことの影響もあり、室内強度と現場強度の比は約90%となった。また、添加量80 kg/m³では約70%となった。

4. おわりに

液深土のリサイクル技術は、今後ますます多様化する傾向にあり、時代の要請に対応した新しい技術が求められている。

本システムは、環境問題への対応技術としても市場のニーズに答えることができ、今後は空港などの人工島や護岸部の法面腹付け、河川、湖沼等の改修事業への展開が考えられる。

今回実施した実海域における実証実験により、本システムの基本的な性能、機能が確認された。引続き、大量施工の課題について、取組む予定である。

【筆者紹介】

大塚 誠（おおつか まこと）

不動建設株式会社

ジオ・エンジニアリング事業本部技術開発部長

松沢 諭（まつざわ さとし）

不動建設株式会社

ジオ・エンジニアリング事業本部技術開発部長

深田 久（ふかだ ひさし）

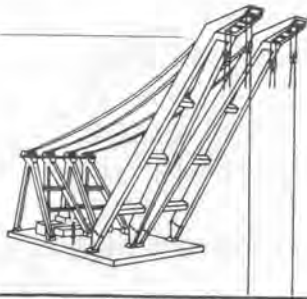
不動建設株式会社

ジオ・エンジニアリング事業本指名古屋事業所研究室室長

渡辺 英次（わたなべ えいじ）

不動建設株式会社

ジオ・エンジニアリング事業本部技術開発部



上川口港防波堤工事での 「水中バックホウ・ビッグ クラブ」による施工例

■特集 海洋土木技術

金山 裕幸

建設現場での施工状況は、近年の機械化によって施工能力の向上、コスト縮減および作業環境の改善等急速な進展を遂げている。従来は機械化が困難とされていた港湾および海上工事における水中均し作業に「水中バックホウ」を採用することによって、施工能力の向上による工期短縮や作業環境の改善による安全性の向上等大幅な改善が実現した。

高知県上川口港防波堤工事では、水中バックホウでの施工における標準的な使用機械の一部を省略した特殊な形態で被覆石均し作業を実施し、施工コストの削減の可能性を追求している。

上川口港防波堤工事での実施例と機械化施工における今後の方向について述べる。

キーワード：水中バックホウ、水中均し作業、機械化施工、能力向上、急速施工、工期短縮、コスト縮減、安全性向上

1. はじめに

防波堤や護岸などの基礎マウンド築造に伴う捨石均し作業は、海上工事の沖合展開に伴う大水深化や気象・海象の厳しい条件下での施工の要望が高まっている。これらの捨石均し作業では、いまだに潜水士による人力施工に頼っているのが現実であり、水中（海中）という厳しい環境下による作業の危険性や潜水士の高齢化による作業人員の減少など多くの問題を抱えている。

しかし、近年基礎マウンド築造に伴う捨石均し作業は機械化の傾向が著しく、省力化、急速施工、コスト縮減および労働環境の改善など急速な進展を遂げている。このように各種の水中作業機械が開発されている中において、小型、軽量、安価な水中作業機械として陸上で最も汎用性のある油圧ショベル（バックホウ）を水中仕様に改良した「水中バックホウ」が注目を浴びている。佐伯建設工業では、従来は機械化が困難とされていた基礎マウンド築造に伴う捨石均し（本均し、荒均し、

被覆石均し）作業に「水中バックホウ」を採用し、施工能力の向上による工期短縮や作業環境の改善による安全性の向上等大幅な改善を実現している。

本報文では、水中バックホウ・ビッグクラブを使用して省力化、工期短縮、施工コストの削減および労働環境の改善等の努力を行った高知県幡多郡上川口港防波堤工事における特殊な条件下での施工例と機械化施工における今後の方向、課題について述べる。

2. 水中バックホウの開発

これまで、基礎マウンド築造における均し機として各種の水中作業機械が開発されてきたが、これらの機械はブレード方式や重錘方式によってマウンドの水平面の均しを行う比較的大型のもので、大規模、大水深の工事を対象とした高価なものであった。

これに対し水中バックホウは、小型、軽量、安価な水中作業機械で、基礎マウンドの平面均しだ

けでなく、^{0.5}法面均しやその他の水中作業も可能な機械として開発されたものである。佐伯建設工業が開発した水中バックホウ・ビッグクラブは、陸上で最も汎用性のある0.5 m³級油圧ショベル(バックホウ)を水中仕様に改良したもので、以下のような特徴を持っている。

- ① 作業機本体と動力部を分離し、作業機本体への動力伝達は支援台船上の動力ユニットから油圧ホースで行われている。
- ② 作業機の主要部分の水密機構は、圧縮空気を利用した内外圧平衡システムが採用され、強固な耐圧殻を必要とせず、軽量化と低価格化が図られている。
- ③ 水中作業機の操作は、直接潜水士によって行われ、出来形を目視しながら操作することにより、小回りが利いたきめ細かな施工が可能である。
- ④ バケットに代えて各種アタッチメントを装着することで、捨石均しだけでなく広範囲な水中作業に対応することが可能である。

図-1に全体システムを示す。

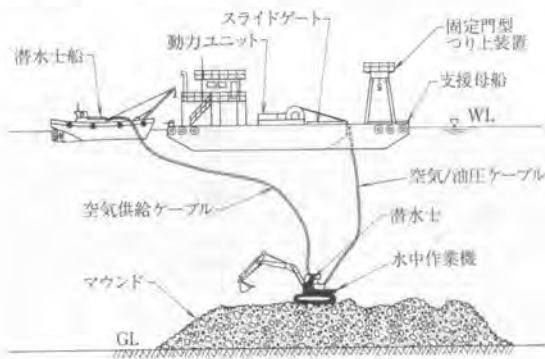


図-1 水中バックホウのシステム

3. 施工実績

(1) 工事概要

従来の水中バックホウによる施工方法では、図-1に示すような船団構成になるが、今回の上川口港での防波堤築造工事の場合は特殊な施工条件であったため岸壁に動力ユニットを設置し、支援台船(クレーン付き台船)を使用しないで被覆石均し作業を行うことができた。

・工事名：上川口港上川口地区防波堤(Ⅱ)築造工事

・発注者：運輸省第三港湾建設局

・工事場所：高知県幡多郡大方町上川口地先

・工期：平成10年9月30日～平成11年3月25日

・工事内容：

- | | |
|-----------------------|----------------------|
| ① ケーソン据付 | 1 函 |
| ② 消波ブロック据付 | 123 個 |
| ③ 上部工 | 16.6 m |
| ④ 被覆石均し(1,000 kg/個以上) | 1,365 m ² |

・施工条件：

- | | |
|-----------|-------------|
| ① 現地盤水深 | -12 m |
| ② 被覆石均し水深 | -10 m |
| ③ 水中視認距離 | 1~10 m |
| ④ 潮流 | 0.3~2.2 ノット |

図-2～図-3に施工位置図、防波堤標準断面図を、写真-1に施工概況を示す。

上川口港での特殊な施工条件と従来の施工手順を以下に示す。

(a) 上川口港での特殊な施工条件

- ① 施工区域は港内であり、平穏な水域である。
- ② 施工区域が、港の入り口付近である。
- ③ 施工区域が、狭い範囲に限定されている。

(b) 従来の施工手順

- ① 係船場所(基地港)から施工場所へ支援台船を曳航、係留する。
- ② 水中作業機を均し場所へ吊り下ろす。



図-2 施工位置

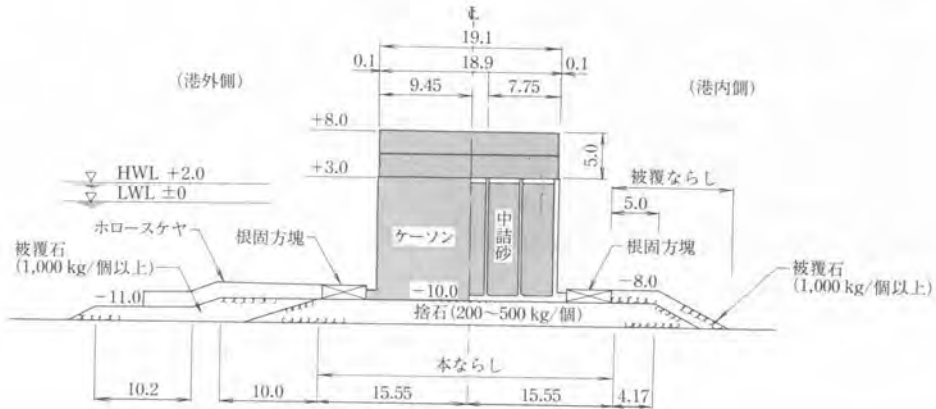


図-3 防波堤標準断面図



写真-1 施工概況（動力ユニット設置状況）

- ③ 均し作業を行う。
- ④ 水中作業機を支援台船上に吊り上げる。
- ⑤ 施工場所から係船場所（基地港）へ支援台船を曳航、係留する。

従来の施工では①～⑤を毎日繰返しているが、上川口港での場合は毎日の①、②、④、⑤の作業を省略し、施工の簡略化を図った。

施工開始時に水中作業機および動力ユニットを台船に積込んで施工区域まで移動し、岸壁上に動力ユニットを均し場所（水中）へ水中作業機を起重機船で吊り下ろした。施工期間中は、③の均し作業のみ繰返し、被覆石均し作業を完了した。

したがって、前述の支援台船（クレーン付き台船等）を常時拘束しておく必要が無くなり、起重機船も施工開始時と施工完了時の2回の配置で済んだ。ただし、故障時や緊急非難の必要な場合には起重機船が必要である。

(2) 使用機械

上川口港における被覆石均し作業には、「ビッグクラブ6号（BC6号）」を使用した。当該機械の主要目と装置の概観を表-1 および写真-2 に示す。

表-1 水中バックホウの主要目

概 要		BC 6号
		内外圧平衡システムを採用した油圧ケーブル伝達方式による駆動部セパレート型
本 体	長 さ	7.8 m
	幅	2.49 m
	高 さ	2.88 m
ユ ニ ッ ト	重 量	14.2 t
	バケツ	0.5 m ³
ト	長 さ	5.38 m
	幅	2.39 m
	高 さ	2.16 m
	重 量	7.6 t
エ ン ジ ン		85 PS/2,100 rpm
油 圧		350 kg/cm ²



写真-2 ビッグクラブ6号

(3) 施工結果

(a) 被覆石均し

前述の上川口港での特殊な施工条件(②項)より、港へ出入りする船舶の航行の障害となるため施工区域付近に大型の支援台船(クレーン付き)を係留することができなかった。

被覆石均し用専用バケットによる作業状況と施工区域付近の各装置の配置状況を写真—3および図—4～図—5に示す。

「ビッグクラブ6号」による被覆石均し能力の実績を表—2に示す。

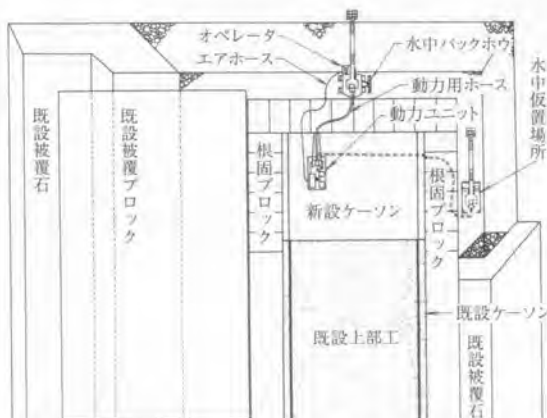
したがって、単位時間当たりの施工能力は、 $1,365 \text{ m}^2/108 \text{ h} = 12.6 \text{ m}^2/\text{h}$ となる。

この値は、潜水士による施工能力*1)の約4倍の施工能力を示している。

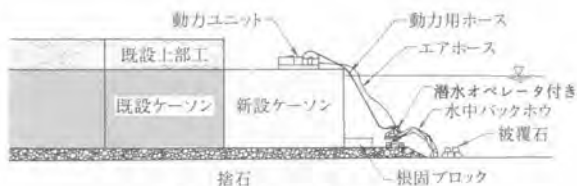
今回の施工では、約1カ月間揚収作業を行わないで水中作業機を海中に設置したままで均し作業を行い、支障なく終了することができた。



写真—3 被覆石均し状況



図—4 施工概要(平面図)



図—5 施工概要(断面図)

表—2 被覆石均し能力実績

月/日	作業内容	稼働時間	出来高
1/6(水)	水中作業機設置		
7(木)	丁張り(3日)		
11(月)	被覆石投入		
12(火)	被覆石均し開始		
↓	被覆石均し		
↓	被覆石均し		
↓	被覆石均し		
2/5(金)	被覆石均し完了		
8(月)	水中作業機引上げ		
合計			

(b) 施工精度(管理基準 ±30 cm)

当該工事での被覆石均しの出来形測定結果は「-20 cm~+26 cm」であり、管理基準を十分に満足していた。

出来形の測定結果を図—6および図—7に示す。

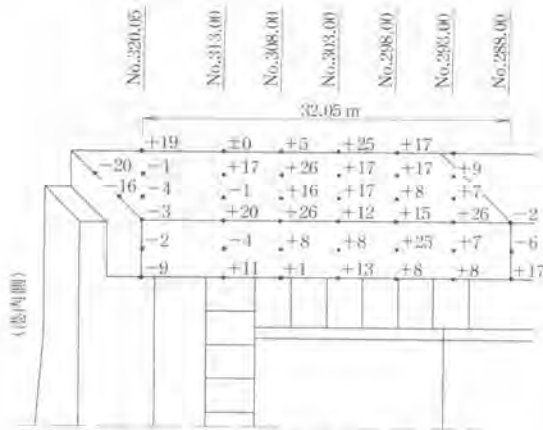
(c) 安全性の向上

従来の被覆石均し作業では、被覆石(1,000 kg/個以上)を潜水士船のウインチによって吊り上げて移動、均しを行う方法をとっており、吊り上げワイヤの緩みによる石材の脱落や船舶の航走波による潜水士船の大きな揺れによって潜水士が石材の間に挟まれる危険性が高かった。当該工事では、写真—3に示す「被覆石均し専用バケット」の採用によって、石材に直接手を触れる必要がなくなるため潜水士が石材の間に挟まれる危険性は大幅に減少し、被覆石均し作業における大幅な安全性の向上を図れた。

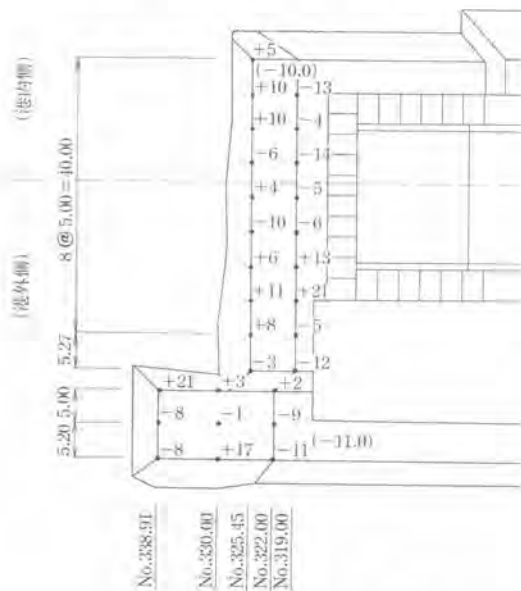
(d) 施工性の向上

施工場所が防波堤や護岸のすぐ前面であって、ケーソン上部や護岸上部に動力ユニットを設置できる場合には、水中作業機を海中に設置したまま1日の作業を終了することが可能となる場合がある。前述の特殊な施工条件によって、当該工事

*1) 潜水士船の均し能力は、「運輸省港湾土木請負工事積算基準」の管理基準±30 cmでの標準施工能力を示す。



図—6 被覆石均し出来形計測平面図 (側面)



図—7 被覆石均し出来形計測平面図 (前面)

は護岸上に動力ユニットを設置して被覆石均し作業を行えた。

また、捨石均し作業の前に計画高さの基準を示す水中測量(遣り方等)を潜水士によって実施しているが、この水中測量に「水中水準測量装置」を採用した。

以上のことより、以下の結果が得られた。

① 使用船舶機械の削減

護岸上に動力ユニットを設置することによって、故障等の緊急時や工事開始時、完了時を除いて支援台船(クレーン付き台船)を使用する頻度が減少し、常時施工現場に支援台船を配備してお

く必要がなくなった。

このことによって、使用船舶機械の大幅な削減を実現でき、今後は施工コストを削減できる可能性が拡大したと考える。

② 作業時間の拡大

従来の1日の作業時間の中で大きな比重を占めている「支援台船の移動時間」と日常的な水中作業機の「吊り下ろし・吊り上げ時間」を省略でき、1日当たりの作業時間を7h/日(標準作業時間6h/日)と拡大できた。これによって、1日当たりの施工能力を増加することができた。

また、水中に移設された基準点の高さ情報を水中の他所へ精度良く移設できる「水中水準測量装置」を採用し、測量時間の短縮を図ることができた。

以上の事項よって、4~5日の工期を短縮できた。

4. 今後の課題

(1) 問題点

今回の施工において、以下のような問題点があった。

(a) 施工条件の限定

今回の施工性の向上(支援船舶機械の削減、作業時間の拡大)は、特殊な施工条件(①~③)の場合に限って可能である。

(b) 腐食・摩耗の進行

水中作業機を長期間海中に設置したままにしておいたので機体やシリンダ部分に海藻、貝類が著しく付着し、電防陽極の消耗も激しかった。また、回転部分への潤滑油(グリス)の定期的な補給に手間がかかった。そのため、工事完了後の補修整備に通常以上の期間と費用を要した。

(c) 緊急時対応の不安

水中作業機の障害や波浪により緊急避難しなければならない場合、近くに起重機船が常駐しておらず対応に不安があった。

(2) 対応策

上記の問題点に対する対応策を以下に示す。

(a) 施工条件の拡大

水中バックホウによる施工範囲を拡大するた

め、動力ユニットを設置する範囲を拡大する必要がある。今回使用した「ビッグクラブ6号」の動力伝達ケーブルの長さは最大80mであり、動力伝達ケーブルの長さを長くすれば動力ユニットを設置する範囲も広がる。現在、動力伝達ケーブルを延長する方法を検討している。

(b) 中間整備の実施

今回は、約1カ月間水中作業機を海中に設置したままにしておいたが、今後は7～10日の間隔で水中作業機を吊り上げて潤滑油（グリス）の補給および機体の清掃を行う必要がある。

(c) 動力伝達ケーブルの水中切断

通常緊急避難する場合は、支援台船（クレーン付き台船）の起重機設備で水中作業機を吊り上げて、支援台船ごと避難する。しかし、今回のように起重機設備がない場合には、水中作業機部分で動力伝達ケーブルを切断して動力ユニット部分のみを避難させる方法も検討している。

現在、試作装置による実験を実施して着脱機構の機能を確認できている。

5. おわりに

当該工事は、特殊な施工条件（平穏ではあるが船舶交通量が多く施工区域が集中している）において、水中バックホウを長期間海中に設置したままで被覆石均し作業を行った高知県上川口港での

施工事例である。今回の事例によって、機械化施工の効果（施工精度と安全性の確保、急速施工等）を確認でき、施工コストの削減や工期短縮の可能性を確認できたと考える。

今後は、以下に示すように施工能力の拡大を図って行きたいと考えている。

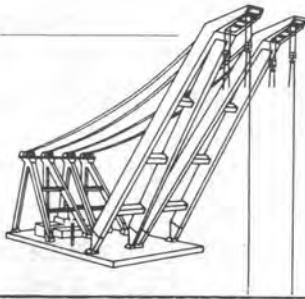
- ① 動力伝達ケーブルの延長によって施工範囲を拡大し、水中バックホウを適用できる施工条件の拡大を図る。
- ② 動力伝達ケーブルの水中切断機能の確立によって緊急時の不安を解消する。
- ③ 各種アタッチメントによる作業機能の多様化によって水中バックホウの作業適用範囲を拡大し、種々の工事への普及を図る。
- ③ 遠隔操作方式の採用によって、作業機能の高度化を図る。

最後に、本工事の施工に当たりご指導頂いた運輸省第三港湾建設局高知港湾空港工事事務所関係者各位に感謝の意を表します。

【筆者紹介】

金山 裕幸（かなやま ひろゆき）
佐伯建設工業株式会社
機材部





油圧ハンマ方式による サンドコンパクション船

—YS-HHM工法—

■特集 海洋土木技術

木下 博雄・西原 直

限られた国土の我が国では、工業地帯や各種交通機関から住宅地、レジャー施設にいたるまで、ウォーターフロントの整備、開発が国土の開発の基盤を担っている。特に、埋立て、護岸工事などによる人工島づくりでは、さまざまな技術が要求されるが、特に軟弱地盤に対する十分な配慮が必要不可欠なものとなっている。

軟弱地盤改良工法として、従来より数多くのサンドコンパクション工法が開発され、また多くの実績を残している。このたび、油圧ハンマによる造杭方式「YS-HHM工法」を装備したサンドコンパクション船を開発したので、ここに紹介する。

キーワード：自動化造杭システム、自動砂供給システム、施工データ自動処理システム、自動船体位置決めシステム、確認試験

1. はじめに

軟弱粘性土地盤における地盤改良工法として、サンドコンパクションパイル（Sand Compaction Pile, 以下、SCP と略）工法を用いて施工さ

れることが多い。この砂杭の品質管理は一般的には地盤改良後のチェックボーリングの N 値により判断される。しかしながら、その N 値を SCP 造杭中にリアルタイムに計測する事は非常に困難である。

SCP においては、所定量の砂を圧密しながら投

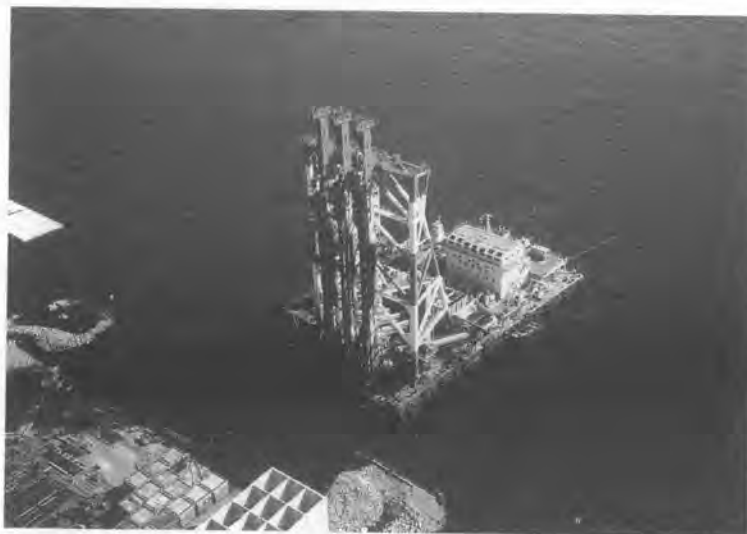


写真-1 サンドコンパクション船

入する造成サイクル中に、 N 値に替わる何らかの値をリアルタイムにサンプリングでき、これを品質管理および施工管理に生かせる事が重要であろうと考え、これらのことを考慮のうえ、ケーシング先端に油圧ハンマを装備した「YS-HHM 工法」(Y=寄神建設株式会社, S=サルベージ業, H=油圧 (hydraulic), H=ハンマ (hammer) の頭文字)を開発した。

2. 工法概要

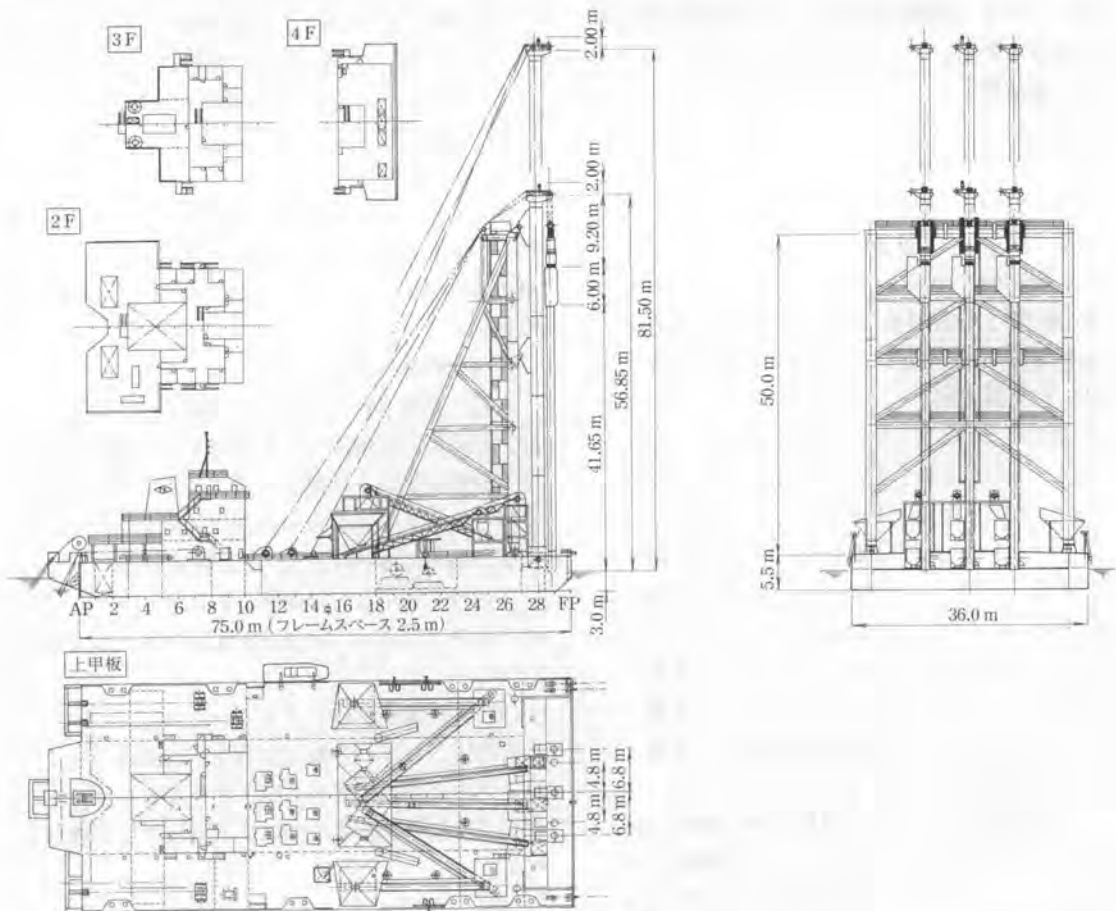
YS-HHM 工法は、ケーシング内にハンマ装置(油圧ハンマ)を装備し、ケーシング内から排出された砂に、ケーシング先端の“先端ポイント”を通じてハンマの打撃力を与えることで強制的に突き固める方式である。

ケーシングを引抜きながら、連続的かつ確実に

打撃することにより、強固で均質な砂杭の造成を行う。その時の打撃回数、各打撃ごとの打撃エネルギー、各打撃ごとの先端ポイント貫入量の各データを表示、記録でき、これを解析することで、砂杭強度との関連付けが可能で、品質管理、施工管理の向上に貢献することが期待できる。

さらに、打撃エネルギーを制御することにより、目的に応じた強度地盤の造成を可能とする。特徴としては、

- ① 先端ポイントを砂杭を貫入させることで、ハンマの打撃力を砂に直接伝えて造杭するため、効率的かつ迅速に、強固で均質な砂杭が造成できる。
- ② 砂杭の各深度ごとの与打撃力等が明確であるため、各杭の強度との関連の把握が可能で、施工管理、品質管理が確実に信頼できるものとなる。



図一 一般配置図

- ③ 施工実績を集積することで、打撃力と造杭強度との関係が確立でき、打撃力を制御することにより、強度地盤の造杭が可能となる。
- ④ ケーシング内にハンマ装置を内蔵し、その水密性、閉塞性を確保し、先端ポイントの取替えが容易な構造になっており、機械損傷、砂杭造成の困難さ、衝撃騒音等の諸問題を解決している。
- ⑤ 自動造杭システム、自動砂供給システム、施工データの自動処理システムにより、砂杭の均一な品質が確保できると共に、施工管理能力を向上できる。
- ⑥ 材料の粗骨材等に変更することにより、砂質地盤等の液化化防止対策のグラベルドレン工法にも対応が可能である。

3. 全体システム

本システム（地盤改良船）の主な機械設備は次のとおりである。

① 船体部

長さ：O.A. 80.0 m

幅：P.P. 75.5 m

深さ：MLD 5.5 m

吃水：MLD 3.0 m

② 機関部

主 機 関：3,000 PS, 2 基

主発電機：2,500 kVA, 2 基

③ 打設装置部

主 巻 ウ イ ン チ：22 t×35 m/min, 3 基

バケツウインチ：15 t×75 m/min, 3 基

No.1, 2 コンベヤ：1,200 t/h, 各 2 基

No.3 コ ン ベ ヤ：450 t/h, 3 基

1 次 サ ン ド ビ ン：150 m³, 2 台

2 次 サ ン ド ビ ン：450 m³, 1 台

グランドホッパ：6 m³, 3 基

砂 バ ケ ツ ト：6 m³, 3 基

パイロハンマ：50,000 kg-cm, 3 基

④ 造杭油圧ハンマ装置

ハンマ装置はケーシング外筒（φ1,200 mm）、内筒部（φ670 mm）の2重ケーシング構造になっている。この内筒部に、密閉構造された油圧ハンマ装置を装備する。

内筒部上部には、油圧シリンダ、シリンダ用ストロークセンサ、電磁弁、油圧蓄圧槽、シリンダに接続されるラム（2 t）を装備する。下部には、チゼル、チゼル先端部に固定されるポイントおよびポイント用のセンサを装備する。

(i) 先端ポイント部仕様

チゼル頭部に刻まれたスリットを、ある一定距離を保たれて設置されている2個の近接スイッチにて検出する事で、先端ポイントの移動量及び速度を算出する。

・ポイント外径：φ670 mm

・ポイント断面積：0.352 m²

・先端断面積：0.778 m²

・ポイント貫入量：0~150 mm

(i) 油圧装置仕様（杭打ち仕様）

・ハンマ（ラム重量）：2.0 t

・最大ストローク：1.0 m

・打撃エネルギー：3.2 t-m

・打撃サイクル：0~100 cpm

・油 圧 源：210 kgf/cm²

310~400 ℓ/min

図-2 に造杭油圧ハンマを示す。

⑤ 自動化施工

砂杭の均一な品質確保、操作性の向上、施工の効率、安全化および技能熟練者不足、施工ミス減少等に対応するため、自動化機能として下記を設備する。

(i) 船体位置決めシステム

本船に整備された自動視準光波距離計により、陸上既知点の反射鏡を自動視準し、距離および角度の測定結果より操船室のディスプレイ上に現在位置を表示する。これを目視にて確認しながら操作者が移動操船を行う。また施工状況によっては、衛星を利用したの測量に対応すべく、リアルタイムキネマティック GPS 測量システムを装置している。

(ii) 自動砂供給システム

自動化として、本船上に砂を貯蔵する No.1 ブロックおよび本船上の No.2 サンドビンよりケーシングに砂を供給する No.2 ブロックにて構成される。

(イ) No.1 ブロック

No.2 サンドビン取付けのレベルスイッチ（満、

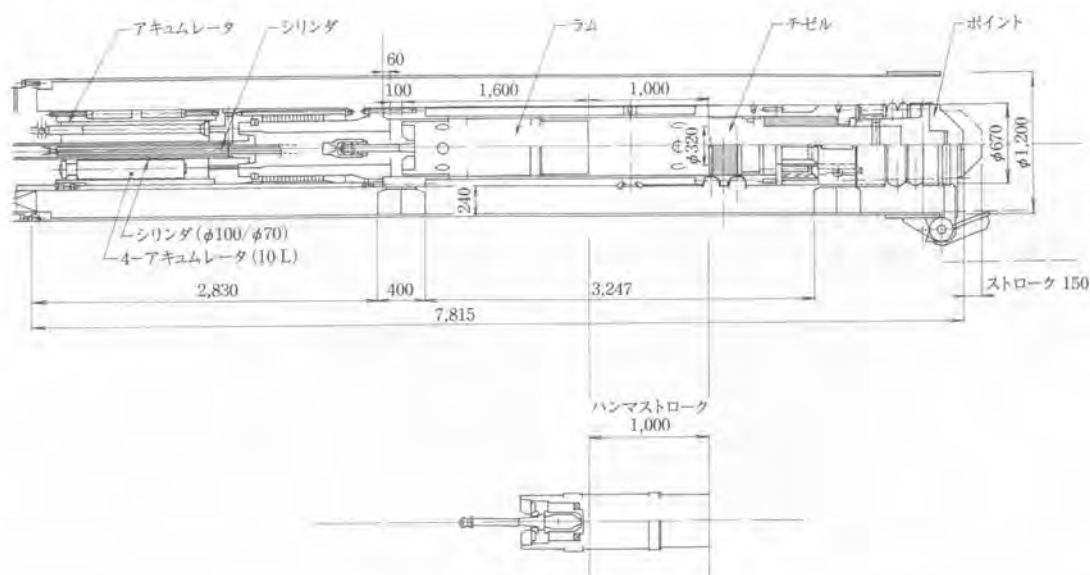


図-2 造杭油圧ハンマ

空)にて供給ベルトコンベヤの起動、発停を行う。

(ロ) No.2 ブロック

自動造杭システムよりの砂供給信号にて移動バケットに供給を行い、造杭中ケーシング内に砂供給を行えるようにバケット追従運転を行う。

(iii) 自動造杭システム

本システムは、No.1～No.3 ケーシング関連の造杭作業すべての自動化を集中管理にて管理監視させるものである。

機器構成は、コンピュータールーム内の集中用コンピュータ、集中管理盤（LAN用サーバ機および潮位受信用コンピュータを組込み）、および操作室内の各打設コンソールに組込まれた打設コンピュータ、シーケンサ、ペンレコーダおよび各種計測機器により構成されている。

(イ) 集中管理用コンピュータ

本コンピュータは、コンピュータールームに整備されており、以下のサンドコンパクション打設作業に必要な情報の入力、画面表示およびプリントを行う。

- ・ 転船時データ入力
- ・ 作業内容指示
- ・ 作業進捗状況
- ・ 基本データ
- ・ 作業モデルの指示
- ・ 砂量計画

- ・ 集中管理指示
- ・ 打設記録の表示
- ・ 日報の印刷
- ・ SCP データの表示
- ・ メンテナンス情報
- ・ ファイルの管理

(ロ) 集中管理盤

本管理盤は、コンピュータールームに設備されており、LAN用サーバ機、潮位受信用コンピュータを組込んでいる。

・ LAN用サーバ機

ピア・トゥー・ピアのLANシステムを構築し、集中管理用コンピュータ、各打設コンピュータ、および潮位受信用、コンピュータ間のデータ通信を行う。

・ 潮位受信用コンピュータ

潮位受信機を用いて潮位データを自動受信する場合に、本コンピュータを介して、集中管理コンピュータ、打設コンピュータに潮位データを転送する。

(ハ) 打設コンソール

No.1～No.3 ケーシングに対応して操作室内に3台設備されている。それぞれ以下の機器を組込んでおり、本コンソールより打設設備関連機器の遠隔手動制御（手動モード）および遠隔自動制御（自動モード）が可能である。

- ・打設コンピュータ
- ・ケーシングシーケンサ
- ・バケツシーケンサ
- ・SL, GL 演算器および表示器, キーボード
- ・ペンレコーダ
- ・先端造杭ハンマ操作表示盤
- ・各種ウインチ遠隔制御レバーおよび表示灯, スイッチ
- ・荷重計, 圧力計, 回転計, 電流計等の表示器
- ・各種スイッチおよび表示灯, 警報灯

(二) 打設コンピュータ

本コンピュータは打設設備関連機器を遠隔自動制御するものであり、各種電動機、弁およびケーシングウインチの制御を行う。又ケーシングケンサ、バケツシーケンサ、No.3 ベルトコンベヤ用シーケンサと通信を行い、自動運転に必要な各打設設備関連機器全体の制御を行う。

(ホ) ハンマ装置自動運転システム

ハンマ装置は、砂の打撃を行う先端ポイント、ポイントを押撃するラム装置、ラムの上昇下降を行う油圧シリンダ、および油圧切換え機構、各種検出部等を密閉構造された鋼管に納め、ハンマ装置本体をケーシング外筒φ1,200 mm 以内に格納されている。

ハンマ装置の自動運転は、先端ポイントの貫入

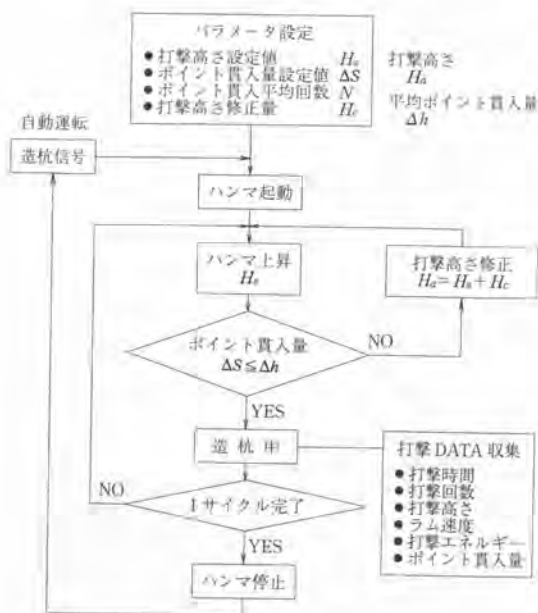


図-3 油圧ハンマ自動運転フロー

量 ΔS が $\Delta S \leq \Delta h$ を満足するようにハンマの打撃高さの修正を行い打撃エネルギーを変更する。ここで Δh は平均ポイント貫入量である。

造杭時、ハンマ装置検出のデータ（打撃時間、打撃回数、打撃高さ、ラム速度、打撃エネルギー、ポイント貫入量）を集中管理盤にて計測、解析し、貫入抵抗をリアルタイムに表示する。

4. 改良原理

砂杭造成のメカニズムは、二重ケーシング内に装備される油圧シリンダによってラムを所定打撃高さまで上昇させると加速させながら降下させ、チゼルを打撃する事で先端ポイントが地盤に貫入され、地盤の拡幅、締固めが先端部で生じる。

1打撃ごとに、先端ポイントはばねにより復帰される事によって出来た空隙と外管と内管との間を通過した砂が補充される。この補充砂を連続的に打撃する事により、締固った砂杭が造成される。

ハンマ装置による砂杭打撃は、ケーシング先端部の先端ポイントにて行う。

そのポイントによる打撃エネルギー (E) と地盤に与えたエネルギー (E_1) との関係は、鋼管杭等の支持力算出の力学的構成によるエネルギー保存の法則に準じる。

$$\begin{aligned} \text{打撃エネルギー} &= \text{地盤に与えたエネルギー} \\ &+ \text{ハンマ内部損失エネルギー} \\ \text{上記関係より } E &= E_1 + E_2 \\ &= SR + 1/2 \{ (F_2 + F_1) \times S \} \end{aligned}$$

ここで

E : ハンマ打撃エネルギー

S : ポイント貫入量

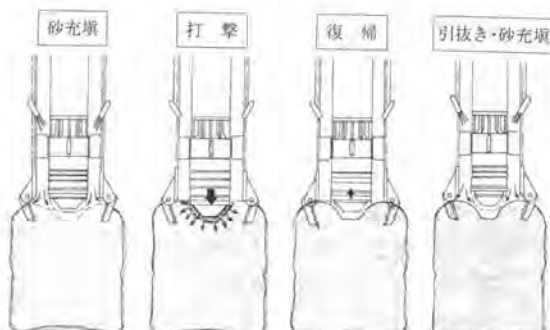
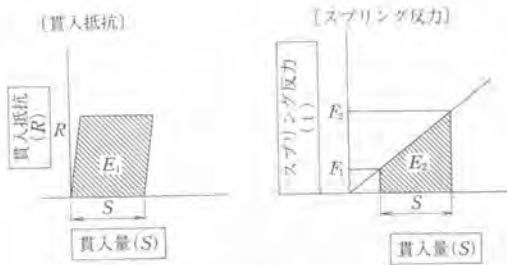


図-4 造杭要領



図一5 打撃エネルギー

R : ポイント貫入抵抗

F_1 : スプリング初期反力

F_2 : スプリング打撃時反力

ハンマ装置運転時のリアルタイムモニタにより、ハンマ打撃エネルギーおよびポイント貫入量は確認できる。したがって、砂杭施工後に行うチェックボーリングの N 値とポイント貫入抵抗 R 値（ハンマ打撃エネルギー E ）とのデータ（相関関係）を蓄積する事により、砂杭打設時における改良地盤強度（ N 値）をリアルタイムに管理する事が可能となる。

5. 施工例

(1) 概要

施工場所は、兵庫県南部地震で災害を受けた、兵庫突堤の先端部である。本工事は災害前、法線より 25 m 沖に復旧法線を設け、ケーソン式混成堤の耐震強化岸壁（震度 $kh=0.25$ を採用）として設計され、基礎地盤の改良工事として、SCP 工法が採用された。

(2) SCP の設計

ケーソン本体の安定計算および円形すべり計算より地盤改良後の、砂杭の内部摩擦角 $\phi=30$ 度以上を必要とする。使用する広島産の海砂の粒土分布は、粒度試験結果より

均等係数 (UC) = 3.31 < 10

地盤工学会の分類では、一様な砂とみなされ（港湾の施設の技術上の基準、同解説（運輸省港湾局）砂の粒子形状別の N 値と ϕ の関係式（ダムによる）を使うと

$$\phi = \sqrt{12N} + 20$$

これより $\phi=30$ に相当する N 値は 9 以上となる。

る。

(3) 施工および施工結果

施工は、軟弱な沖積粘土層が -16.5 m 付近まで分布している事から改良率 78.5% の着定杭として行った。

(a) SCP 工事設計仕様

- 砂杭計： $\phi 2,000$ mm, 4,190 本
- ピッチ：2,000 mm
- 砂杭天端：KP-9.5 m
- 先端深度：KP-16.0 m
- 平均杭長：6.5 m
- 改良率：78.5%

(b) 施工実績

兵庫突堤 -9 m 災害復旧工事、全施工本数 4,190 本のうち、2,611 本を YS-HHM 装置を装備する「東神-3号」にて施工する。

下記の施工実績は「東神-3号」施工分を示す。

- 施工数量：2,611 本
- 施工杭長：17,948.7 m
- 供用日数：

運転日	78 日
休日	15 日
荒天	2 日
廻航	4 日
待機	2 日
合計	125 日



図一6(1) 作業位置図



図-6(2) 位置図, 標準断面

(4) 使用材料

SCPに使用した、材料(海砂)の材料試験の結果と、通常SCPに使用する砂の粒径加積曲線を図-7に示す。

(5) 砂杭チェックボーリング

砂杭の連続性、品質確認としてチェックボーリングを3箇所、砂杭の地盤確認調査として杭外周部と杭間をボーリング施工した。

チェックボーリングにおいて、砂杭強度は N 値 ≥ 9 を満足するものであった。また砂杭間については、砂層と粘土層が互層にあり N 値 $\geq 3\sim 6$ 程度である(図-8参照)。

(6) 盛上がり

盛上がりの全体形状は、改良工区を中心とするかまぼこ形状である。平均盛上がり高さ、実測値

2.85 m < 3.1 m となり、予想盛上りを下回る結果であった。

予想盛上がり高さ H_0 は

盛上がり率

$$\mu = 2.803 \times 1/L + 0.356 \times A_s + 0.112 \\ = 0.822$$

ここに

平均杭長 L : 6.5 m

置換率 A_s : 78.5%

予想盛上がり高さ H_0 は

$$= (B \times L \times A_s \times \mu) / (B + L \times \tan \theta) \\ = 3.1 \text{ m}$$

ここに

改良工区幅 B : 32 m

杭長 L : 6.5 m

置換率 A_s : 78.5%

$\tan \theta$: 60°

試験の成績

物理試験	比重		吸水率 %	単位積量 kg/ℓ	有機 不純物	洗 い 試 験 %	塩化物 試験 %	安定性 試験 %	粘土塊 試験 %	比重1.95 の液体に 浮く粒子 %	粗粒率	
	表乾	絶対										
												3.22

ふるい分け	ふるい目 mm	20.0*	15.0	10.0*	5.0*	2.5*	1.20*	0.60*	0.30*	0.15*	0.075	受皿
	残留量 %			0.0	1.9	13.3	39.2	72.7	96.2	98.7	99.3	100
	通過量 %			100	98.1	86.7	60.8	27.3	3.8	1.3	0.7	0.0

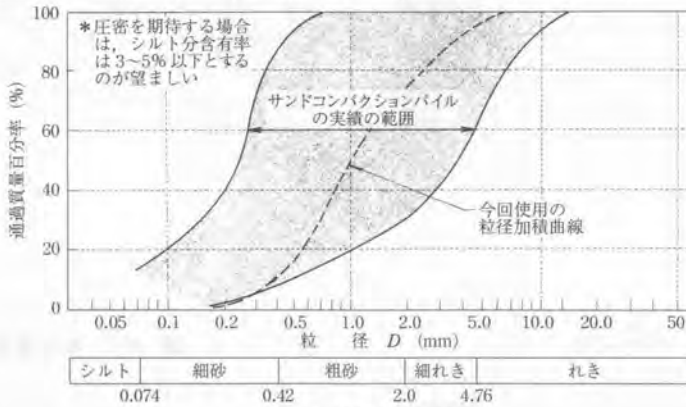


図-7 砂の粒径加積曲線

盛上がり部の土量は、施工杭長の設計砂量に対して

盛上がり土量：設計砂量
= 36,912 : 66,552 m³

盛上がり率 $\mu = 55.5\%$ であった。

YS-HHM 工法の施工における盛上がりは、従来の盛上がり計算方法と同等な結果であり、従来

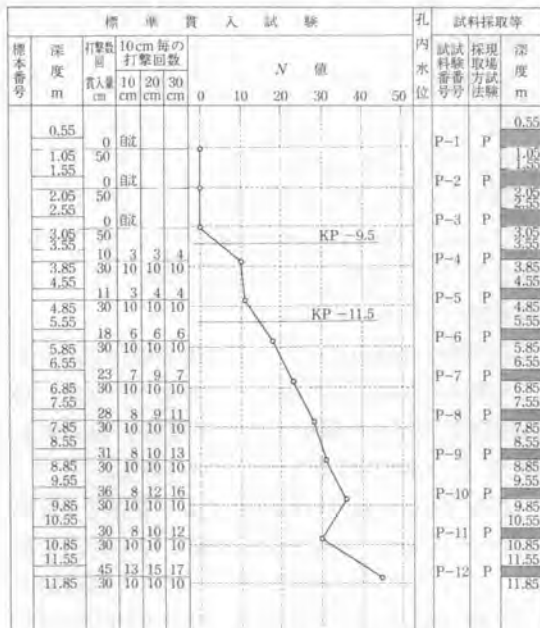


図-8(1) 杭中心部

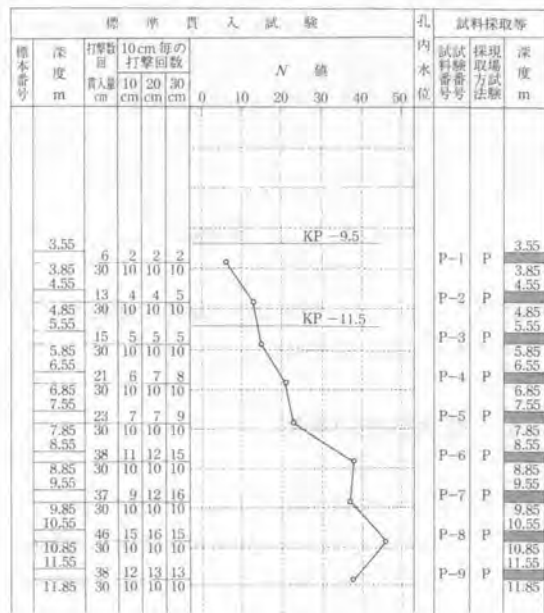


図-8(2) 杭中心部

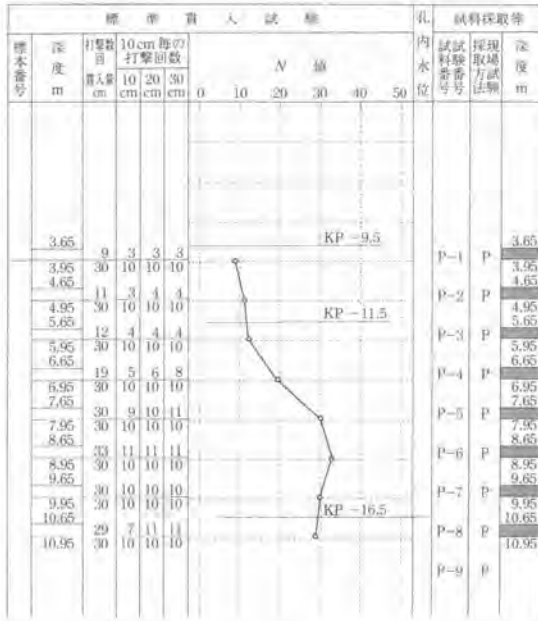


図-8(3) 杭中心部

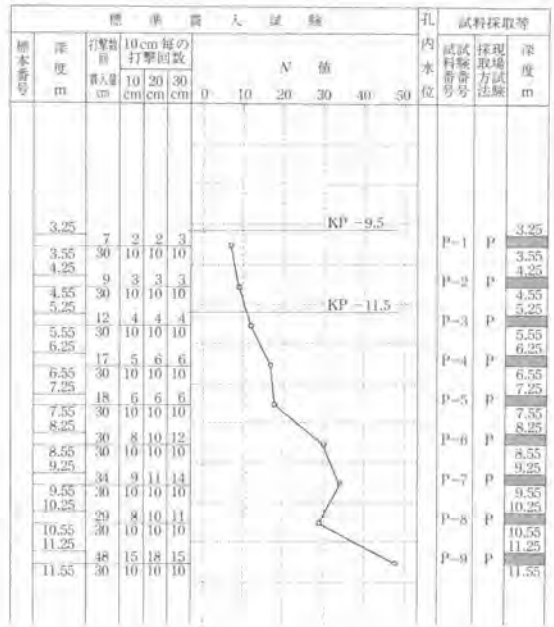


図-8(4) 杭外周部

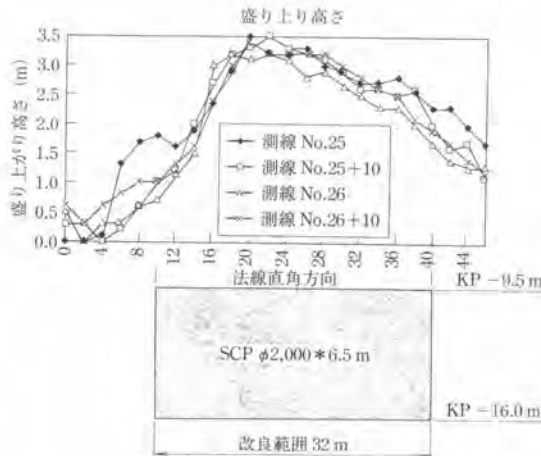


図-9 盛り上がり標準断面

の計算方法によっても盛り上がり量の予測はできるものである(図-9参照)。

6. 改良効果の考察

本工法は、新たに開発した SCP 工法であるが、在来工法と同程度の締固め効果があるものと判断される。本章は実験結果の妥当性を評価、検討するとともに今後の進め方について考察したものである。

施工は、合計 2,611 本(総延長 17,948.7 m)を約 80 日かけて行った。効果確認調査としては、標準貫入試験を伴う φ66 mm のボーリングを 3 箇所で行った。

次に SCP 上端からの N 値の深度別分布を図示したものが図-10 である。3 本のボーリング結果はよく一致しており、信頼のできる結果であると判断される。

この図を見ると、N 値は深度が増えるに従って大きくなっており、一見下の方がよく締まっているように見える。しかし、深度すなわち土被り圧が増加すれば、同じ相対密度でも N 値も増加していくことが知られており、de Melle は世界中の報文と自分の収集データを使って図-11 のように整理している(1971 年)。

この図に今回のボーリング結果を併記してみると、図中の 3 本の折れ線グラフのようになる。今回現地で得られた砂杭の内部摩擦角 φ' はおおむね 38° から 40° 程度であることが分かる。

上述の関係は砂の材料特性によって異なる。そこで、Schmertmann が示した図-12 によって検証してみる。内部摩擦角 38°~40° で、相対密度 45~55% あるいは、60~70% の時に今回のようなボーリング結果(N 値)となるのは、「粒径のそ

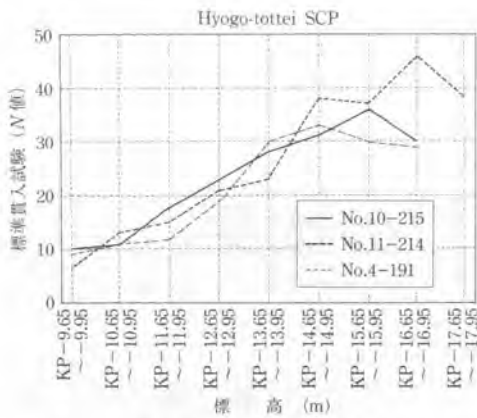


図-10 N値の深度別分布

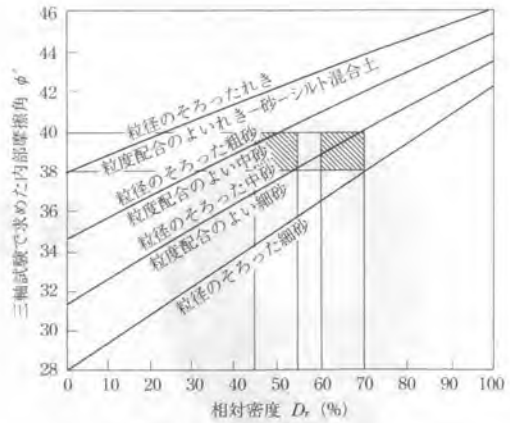


図-12 内部摩擦角とN値

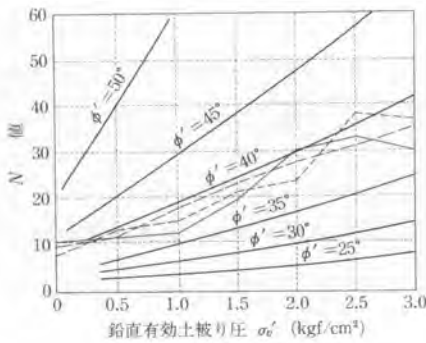


図-11 N値と内部摩擦角

以上を総合すると、今回の施工には、「粒径のそろった中砂」が使われ、相対密度 60～70%に締固められたと判断される。その結果、砂杭の砂は内部摩擦角 38°～40°を示したものと推定される。

今後にも継続してデータの収集に努力し、次回にはチェックボーリング実施時に深度別の砂層の密度測定も行いたい、と考えている。

【筆者紹介】

木下 博雄 (きのした ひろお)
寄神建設株式会社
海洋部



西原 直 (にしはら ただす)
寄神建設株式会社
技術研究所



ろった粗砂（粒度配合のよい中砂）」あるいは、「粒径のそろった中砂（粒度配合のよい細砂）」である。今回の施工に使われた砂は、厳密な試験は行われていないが、ボーリング柱状図中の記事によれば比較的粒径の細かいものであったと記述されているので、どちらかというとな後者の「粒径のそろった中砂」と判断するのが適当であると考えられる。

ずいそう



家族旅行の成果

青柳 一博

欧州に駐在中家族との絆を深める為、よく小旅行へ行っただ。旅行中は24時間家族と一緒に居られる。処が事前に計画を立てても土壇場で変更、キャンセルが多い為、いつしか家族旅行は行き当たりばったり、時間が出来るとホテルさえ予約せず、出掛けることが当たり前となってしまった。

25年前スペインは北東部ログローニョ市中心に広がる広大なリオハのぶどう畑を初めて見たその光景は後にボルドー、アルザス、ブルゴーニュ、ラインガウ、トスカーナ等を訪れた時の感動とは比較にならぬものだった。

よし、ワインを極めよう。かくして私の家族旅行は“行き当たりばったりのワイナリー巡り”となって25年が経過した。

行き当たりばったり故、ハブニングは数知れない。幸い欧州の宿泊施設は田舎でも清潔で廉価、スペインでは全国至る所に修道院や古城を改装したパラドールがあるし、ドイツ、オーストリーのZimmer Frei(民宿)は快適でオーナーの人情に触れられる。フランスの田舎のプチホテルも趣があってよい。従ってハブニングは大抵食事で起きる。

そのハブニング一つ。

アルジェ駐在の同僚がマドリッドに家族旅行でやって来た。彼らの楽しみはウナギの稚魚(Angulas:西語)。レストランで早速オーダー、ボーイと暫く押し問答した結果出て来たのはアイスクリーム(Une Glace:仏語)。一寸した発音の違いで前菜がアイスクリームとなり、奥さんの信用をすっかり無くした話に抱腹絶倒して数日後、私はボルドーへの家族旅行に出た。マドリッドから途中一泊でボルドー周辺に辿り着いたのは夜更けの遅い時間、お腹を空かした子供達の要求はビーフステーキ。メニューさえ無い小さなレストランの女主人に特大ステーキ

を注文した処、女主人は“ステーキよりずっと美味しい牛料理があるヨ。子供達も喜ぶヨ”と聞こえたので任せてしまった。出てきたのは各人に大皿一杯の脳味噌料理。原形を留める白いフワフワにワイフと子供達はフォークを握ろうともしない。(多分女主人は“ステーキ用の肉は終わったヨ。子牛の脳味噌なら沢山あるし、とても美味しいヨ”。と言ったのかな)この日以来、アテネフランセ仕込みの私のフランス語は家族の誰からも信用されなくなった。

さて話をワインに戻す。

最初のころは自称ワイン通が陥るブランドあさり。ある日、某大使の次の一言で方向転換。“高級グレードのワインは間違いなく美味しいさ。しかし中級以下でも高級グレード並みの美味しいワインは結構あるよ。”一介のサラリーマンがロマネコンティやベトリュスを追ってどうなる。この時から、私の関心は Primer Cru か Cru ブルジョワに限定された。(ボルドーの場合)

楽しみは自分の見つけた無名のワインがその等級や評判を上げて行くこと。1997 年後半帰国の話が出た頃はストックも常に 100 本前後となっていた。購入価格は安くてもそれぞれワイナリーで試飲しながら入手したボトルだ。全てに愛着がある。日本に持ち帰りたい。日本に戻ったらボトルを前にそれぞれの小旅行を思い出しワイフと語り合うのも楽しいことだ。

よし、ワインカーブを買おう。手違いで 200 本入りが来た。100 本余計に入る。帰国前数ヶ月は追加購入のラッシュ。日本での狭い居間に 200 本入りワインカーブは絶大なる存在感を示している。

そして帰国以来 2 年、出張に追われワイフとの語り合いはなかなか実現しない。なのにどう云うことだ。ワインは半分近く無くなっている。昔おとなしく家族旅行に付いて来た 3 人の子供達はとっくに成人し、私の DNA を受け継いでいることを忘れていた。息子達と語り合い、気前よくボトルを空けているワイフを責めることは出来ない。

ずいそう



ミュージカルが感性発揚を誘う — 熟年が観たライオンキング —

水 沼 善 裕

「ライオンキング」は、ニューヨーク、東京、大阪、ロンドンの4都市で長期公演中である。東京、大阪は劇団「四季」が、ジュリー・ティモア（1998年、トミー賞のミュージカル部門で女性初受賞）の演出により、実に独創的、視覚的で高度で華麗な舞台を繰り広げている。

山川静男氏（元NHKアナウンサー）の評を借りれば、「人智果てなく、よくも、こんな、とんでもないことを考えつくものだ」ということになり、すべての観客を興奮の坩堝に誘引する2時間50分となっている。

昨年7月、還暦を越えた私は妻と息子夫婦とともに、大阪はMBS劇場の柿落し公演の「ライオンキング」を観ることができた。

ライオンキングといえば、さかのぼれば手塚治虫氏の壮大な長編アニメ「ジャングル大帝」の焼直し版と誤解されそうなディズニープロのアニメ映画を、そのまま舞台化した程度の視覚的表現だけに捉われたアニメミュージカルとして考えていた向きも多かったのではないだろうか。実は私も観るまではそのうちの一人であった。

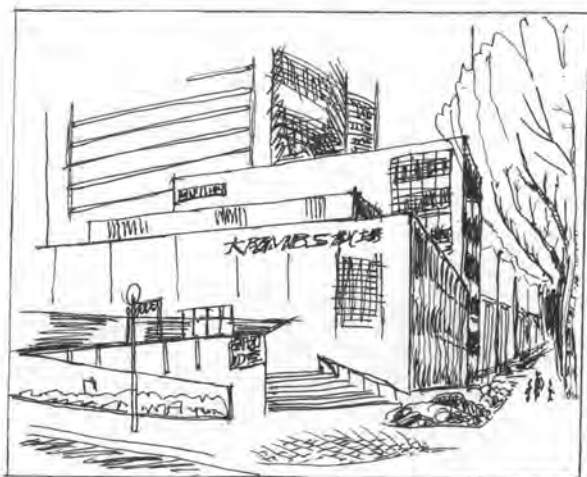
しかし、このライオンキングはストーリーの重複を除けば、アニメ版とは全く異なり、演出家

のジュリー・ティモアによる多彩な数々の演出と、スタッフ、キャストの情熱的で丁寧な、そしてセンス溢れるポジティブな物凄いミュージカルとして舞台化されていたのである。

若干の感想を述べて、ライオンキングへの誘いにしたい。

まずはプロローグだけで、全幕を凝縮したような圧倒的な迫力が襲いかかるのである。

ライオンや巨大な象、細長いキリン、チータ、ヒヒなどの動物群が、ま



さに文楽人形を進化させたような人形遣いと操作方法によって、縦横に駆使され、アフリカやサバンナの讃歌がエルトン・ジョン作曲による「サークル・オブ・ライフ」のアカペラを序曲として「これがアフリカだ」を力強く謳いあげている。

そして広大なアフリカの夜明けの大地が燃えたぎる大輪の旭日に燦々と輝きだす。

もうこれはアフリカそのものであり、照明、装置、衣裳などのスタッフも、プロの頂点ともいうべき高水準の舞台をつくりあげているのである。

私は以前から、こうした点に強い関心と興味を持ちつづけていたので、いつものように観客の立場にありながら、自らがスタッフになりきろうとして、この舞台でも没入を図ったのである。

しかしながら、素人のすべての想像領域を越えたシーンが連続し、まさに「諸君脱帽だ。天才が現れた」の心境を呈し続けたのである。

例えば、ヌーの大群が地平線に忽然と出現し、殺到するさまを上空から撮影したかのように、立面でフラッシュさせ、続いて実物大に近い怒涛の群れが押し寄せる連続シーンは、遠近法を巧みに用いた演出が、観るものをヌーの群れの中に引込み、これだけでももう一度観る価値が十分あると感心した。

そして衣裳デザインにしても、エスニックな色彩、色調がカオスの中にも統一性が図られており、いままさに新しいアフリカを創造しようという息吹きさえも感じられる。とにかく、目を凝らして見れば色調、配色、文様デザインともに、どれも同じものはないものの規則性、統一性が明確であり、このコンセプトを考えてみるだけでもハッピーなのであった。

ところで私のささやかなミュージカルの歴史は、1950年代の映画から始まったが、地方生活が長いために、舞台で観たものは、ロンドンのシアター・ロイヤル・デュルリー・レーンで観た「ミスサイゴン」を加えても10指を越える程度にしかない。

しかし、映画や音楽を加えて、これらに関心と興味を持ちつづけてこられたのは、私が技術者だからなのかよくわからないが、いつも時流に敏感に反応し、感性を磨くことにより、建設事業に対して合理的に広く国民的合意を、求めてゆくという仕事に携わったことがその遠因があるように考えられる。

ミュージカルによって感性を磨き、多数の自然発生的な合意による感動現象が体験できることは、今も携わる建設分野の仕事に、十分に生かされる筈である。まことに勝手な解釈と理解なのであるが、これを続けるためにもこれからは劇団四季のミュージカルを観てゆきたいと考えているのである。

財界人にもミュージカルファンは多いと聞く。いずれも仕事に惚れきっており、この人達は、実年齢もより年は若く、非常にユニークな発想を自らの言葉で喋り、考えることが好きで好奇心の固まりみたくない人達のようなのである。いくつになっても見習いたいものである。

株式会社小松製作所 真岡工場

高橋 徹*



写真-1 真岡工場全景

1. 真岡工場の概要

- ・所在地：栃木県真岡市松山町26
- ・敷地面積：301,997 m²
- ・建物面積：64,434 m²

真岡工場は1971年(株)小松製作所と米国インターナショナル・ハーベスタ社との合併会社である小松インターナショナル製造(株)として栃木県真岡市に産声をあげました。

* たかはし とおる

株式会社小松製作所真岡工場管理部長

1982年に合併事業契約を解消し、小松メック(株)(小松製作所100%資本)となった後、ラフテレンクレーン、ダンプトラックを生産しておりましたが、昨年コマツグループの生産体制の再編に伴い(株)小松製作所と合併しさらに大型ホイールローダおよびモータグレーダ等の道路機械の移管を受けて1999年10月より(株)小松製作所真岡工場として新たなスタートを切りました。

2. 多彩な製品群

新生真岡工場はコマツグループの中でタイヤ式の建設機械および道路機械の専門工場として、併せてタイヤ式

機械のアクスルコンポーネント工場として位置付けられ、緑豊かな恵まれた自然環境の中で現在約700名の従業員が実に100機種以上の製品を生産しています（写真-2参照）。

アクスルコンポーネント工場では、最新鋭の約200台の工作機械と徹底した品質管理システム（真岡工場は1998年にISO 9001の認証を受けています）、それを支える高いクラフトマンシップにより定評のあるコマツの



ダンプトラック
HD 255～HD 985



ホイールローダ
WA 500～WA 1200



ホイールローダからダンプトラックへ積替え



ラフテレンクレーン
LW 100～LW 500



モータグレーダ
GD 305～GD 825

写真-2 タイヤ式建設機械および道路機械

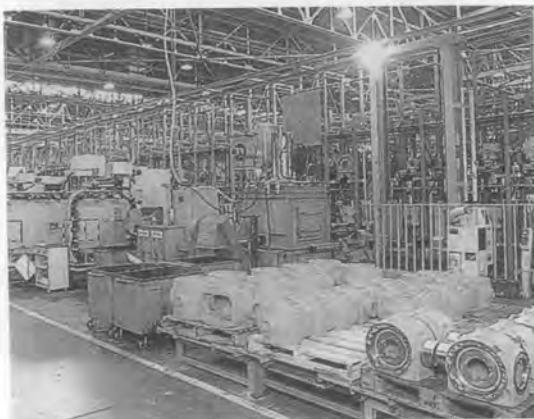


写真-3 アクスルハウジングFMS
6台のマシニングセンタにインライン検査機能までついた自動化システムです。



写真-4 アクスル組立てライン
徹底した品質管理の中で機械を支える車軸（アクスル）を組立てています。

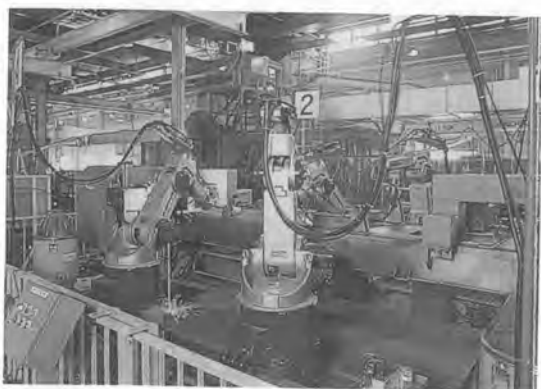


写真-5 シャーシ溶接ロボット
高性能溶接ロボットを導入し80%以上の自動化を実現しました。



写真-6 車両組立てライン
小ロット混合生産方式により90機種以上の機械を同一ラインで生産しています。

タイヤ式機械のアクスルを作り出しています。本工場では、90機種以上の機械を同一ラインで生産するために1台流し生産の考え方を取入れた小ロット混合生産方式を導入することにより品質と生産効率を高いレベルで両立させ、中大型機械の生産工場としてはもちろん日本一、世界でも有数な規模を誇る工場となっています。

3. 人と技術の未来を温める

ここでは全従業員が「お客様が満足する商品を経済的に開発生産する」を基本方針として品質と信頼性を最優先に世界中のお客様のニーズに合った製品をより効率的に生産するため世界トップレベルの技術力にさらに磨きをかけるべく日々努力を重ねています。最近の例としては機械駆動式ホイールローダで世界最大のWA 1200の開発がその証明でありお客様に高い評価を頂いています。

さらに切削剤を使わないドライ切削の採用、低ヒューム溶接工法の採用、溶剤含有量の少ない塗料の採用等環境に優しい技術の開発にも積極的に取組んでおり、ISO 14001を今年の3月に受審することが決まっています。

建設機械化技術・技術審査証明報告

審査証明依頼者：ライト工業株式会社

技術の名称：地層判別システム「エンパノル」

上記の技術について、(社)日本建設機械化協会建設機械化技術・技術審査証明要領に基づき審査を行い、技術審査証明書を発行した。以下は同証明書に附属する技術審査証明報告書の概要である。

1. 審査証明対象技術

(1) 技術の概要

本システムはロータリー式サウンディングの一種で、ボーリング時の削孔抵抗などの変化を連続的に調査することによって、周辺の調査ボーリング結果と併用し、相対的に地層状況を評価・把握する地盤調査方法である。

(a) 測定原理

削孔時の条件（推進力、ビット回転数）を一定にした場合、削孔時に生じる削孔抵抗（削孔速度、削孔トルク）などの削孔データは、地層ごとに変化しており、地盤の土質力学的な変化を相対的に捕らえることになる。この削孔データと近接した位置の土質柱状図とを比較し、地層判別のための削孔パラメータを選択し、地層の判定基準を作成して、この削孔パラメータの変化から地層を判別するシステムである。

削孔パラメータと地層別分布（粘性土、砂質土、砂礫）の例を図-1に示す。図-1(a)の削孔トルクの変化からは粘性土と砂質土は同じ範囲に分布しているが、砂礫は粘性土と砂質土に比べて大きな値を示し区分でき、図-1(b)の削孔速度の変化からは、砂礫、砂質土および粘性土に区分することができる。このように本システムでは、削孔パラメータの変化から粘性土、砂質土および砂礫等の地層が判別できることになる。

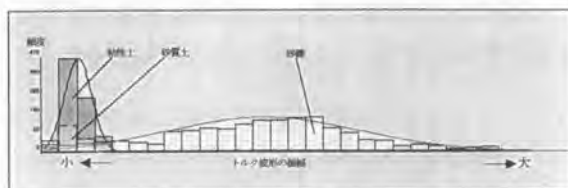
(b) システムの構成および機能

本システムは、図-2のシステム構成に示すようにデータ収集システムとデータ解析システムから構成される。

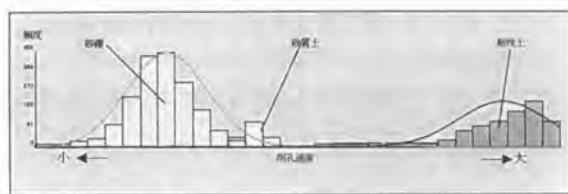
① データ収集システム

(i) 削孔機

ロングフィードタイプ（ストローク長1,500 mm以上）の油圧式ドリリングマシンで、ビット推進機構に油圧シリンダを用いたものである。推進機構の油圧回路



(a) 削孔トルクの変化と地層別分布の例



(b) 削孔速度の変化と地層別分布の例

図-1 削孔パラメータと地層別分布の例

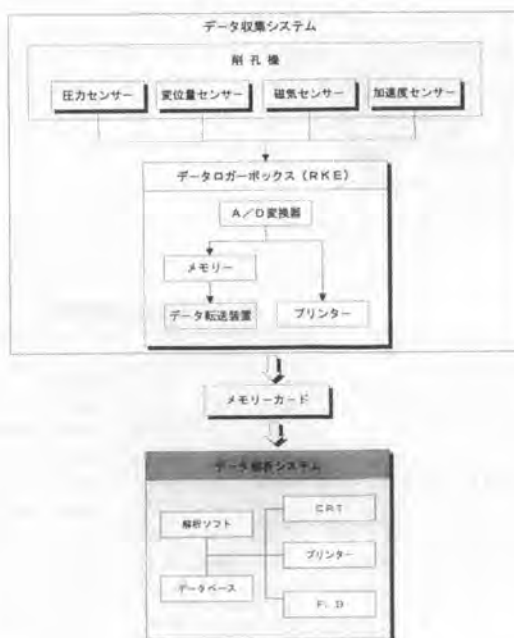


図-2 全体システムの構成

は、オープンサーキットのものを使用する。主な削孔機の諸元を表-1に示す。

(ii) 送水ポンプ

削孔時に発生したスライムを地上に排出するために、清水を送水ポンプでロッド内部を通じて、ビット菌先まで送水する。本システムでは80ℓ/minの吐出能力、最大吐出圧力2MPa以上のものを使用する。

(iii) ビット

トリコンビットを基本ツールとしている。また、ビットはオフセット角度の無い、中硬岩用を使用する。

(iv) センサ

本システムで使用するセンサの種類、機能、取付け位置を図-3に示す。

(v) データロガーボックス

ビットが5mm進むごとに信号を受け、削孔機に取付けた各種センサの出力をデジタル変換して記録・収録する。

② データ解析システム

データ解析システムは、データベースマネージメントソフトウェアと地層判別基準にしたがって削孔データから土質柱状図に変換する機能(エキスパートシステム)を有するデータ解析ソフトウェアにより構成される(図-4参照)。

(2) 従来の技術

サウンディングやボーリングで簡単に土層構成を調べする方法としては、以下のような方法がある。

① 標準貫入試験

現在最も普及しているサウンディング方法で、原位置試験の実施に伴って、先端のサンブラに回収される土質試料により、土層構成を調べることができる。短所としては、その方法から深さ方向に連続的に調査することができない点と、砂礫などでは調査に時間がかかる。

② コアボーリング

現地の土質試料をサンブラなどを使って採取する方法



図-3 データ収集システム

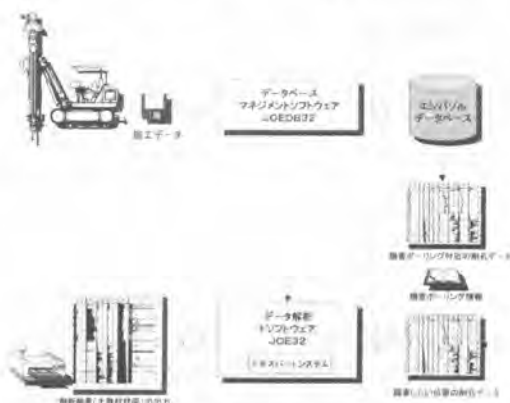


図-4 データ解析システム

で、連続的な土層構成を調べることができる。短所としては、時間がかかり費用が高い。

③ 電気式静的コーン貫入試験

他のサウンディング方法と比べて、深さ方向に対して連続した測定値が得られる方法で、コーン貫入時の間隙水圧と先端抵抗の関係や周面摩擦力和先端抵抗の関係から土層判別することができる。短所としては、砂礫や、高い粘着力を持つ粘性土などではコーンを貫入できない。

2. 開発の趣旨

建設工事において、事前の地盤調査や地盤改良後の効果確認は重要であり、土質対

表-1 主な削孔機の諸元

型式	適用ロッドサイズ	削孔深度	寸法	総重量	原動機
RKE 30 M	φ40.5~φ60.0 mm	30 m	全長3,400 mm 全幅1,900 mm 全高2,400 mm (走行時)	2,600 kg	19 PS (13.98 kW)
RKE 50 M	φ73.0~φ95.0 mm	50 m	全長5,590 mm 全幅1,960 mm 全高2,460 mm (走行時)	5,000 kg	37 PS (27.23 kW)
RKE 50 MSP	φ73.0 mm	50 m	全長6,550 mm 全幅2,250 mm 全高2,355 mm (走行時)	10,300 kg	88 PS (64.76 kW)
RKE 100 M	φ73.0~φ95.0 mm	100 m	全長6,600 mm 全幅2,400 mm 全高2,510 mm (走行時)	9,630 kg	70 PS (51.52 kW)

する適用範囲が広く土質の判別ができる地盤調査方法は、確実な施工を行うために必要である。

従来は、これらをコアボーリングや標準貫入試験などで行ってきたが、費用や期間の問題で数多くの調査を実施できないのが現状である。

そこであらゆる地盤に適用可能であり、ボーリング時の削孔抵抗などの変化を連続的に測定・記録し、近辺の土質柱状図と比較・解析することで地層を判別する簡便な調査方法を提供することが、本システムの開発の趣旨である。

本システムは、従来の調査方法では難しい砂礫や岩などの硬い地盤でも連続的にデータ収集ができ、地層判別することができる。また、地層判別のほかにも地盤強度の推定や地盤改良効果の確認などでも使用できる可能性を持っている。

3. 開発目標

開発目標は次のとおりである。

- ① ボーリング時の削孔抵抗などの変化を連続的に測定・記録できること。
- ② 削孔位置のデータを比較・解析し、地層を判別できること。
- ③ 砂礫や岩などの硬い地盤でもデータ収集ができ、地層を判別できること。
- ④ 調査速度が従来法と同等以上であること。

4. 審査証明の方法

各々の開発目標に対し、表一2に設定した現場適用結果および現地立会確認結果をまとめることにより、本技術の効果を確認することとした。

5. 審査証明の前提

- ① 本システムに使用する削孔機、送水ポンプ、ビットなどの機械設備が調査対象地盤に対し、適正なものであること。
- ② 初期設定条件が調査対象地盤に対し、適正なものであること。

6. 審査証明の範囲

審査証明は、依頼者より提出された開発趣旨・開発目標に対して、設定した現場適用結果および現地立会確認結果をまとめて確認した範囲とする。

7. 審査証明結果

開発趣旨・開発目標に照らして審査した結果は、以下

表一2 開発目標と確認方法

開発目標	確認方法
① ボーリング時の削孔抵抗などの変化を連続的に測定・記録できること。	① 既存の調査ボーリングデータと実績データの比較結果から、削孔データが測定・記録されていることを確認する。 また、現地に実際に削孔を行い、削孔データが連続的に測定・記録できていることを立会確認する。
② 削孔位置のデータを比較・解析し、地層を判別できること。	② 適用工事で取得したデータの比較・解析結果から、地層の判別が可能であることを確認する。
③ 砂礫や岩などの硬い地盤でもデータ収集ができ、地層を判別できること。	③ 現地に砂礫を有する地盤を削孔し、データ収集ができ、地層を判別できることを立会確認する。
④ 調査速度が従来法と同等以上であること。	④ 既存のデータから種々の地層に対する平均調査速度を求め、調査速度が従来法と同等以上であることを確認する。 また、現地に実際に削孔を行い、調査速度が従来法と同等以上であることを立会確認する。

のとおりであった。

- ① ボーリング時の削孔抵抗などの変化を連続的に測定・記録できると認められる。
- ② 削孔位置のデータを比較・解析し、地層を判別できると認められる。
- ③ 砂礫や岩などの硬い地盤でもデータ収集ができ、地層を判別できると認められる。
- ④ 調査速度が従来法と同等以上であると認められる。

8. 留意事項および付言

- ① 本システムは、現地の土質柱状図との比較・解析によって判断するシステムで、砂礫や岩などの硬い地盤でも連続的に地盤調査ができる。
- ② 地層判別は、細粒土、砂および砂質土、礫および礫質土、岩盤、空洞の5区分とする。
- ③ 比較する削孔データは、土質柱状図の位置から5m以内のできるだけ近い距離で、収集すること。また、現地の地形状況や既存調査との関連などの要因を考慮して、比較する削孔データの位置、数量を検討すること。
- ④ 調査深度が30m以上ある場合や孔壁崩壊が著しい場合には、泥水を使用する。また、50m以上の長尺削孔を行う場合は、孔曲り測定機を用いて削孔孔の孔曲り測定を行うこと。
- ⑤ 地盤の削孔抵抗などの変化を利用することで、地盤強度の推定や地盤改良効果の確認にも使用できる可能性がある。

新工法紹介 調査部会

03-139	バランスミキシング工法	大本組
--------	-------------	-----

概要

本工法は、「管中混合固化処理工法」のひとつであり、軟弱な浚渫土砂を埋立用材としてリサイクル活用し、自然環境にやさしい港湾・空港整備を行うための新しい埋立工法である。「管中混合固化処理工法」は、軟泥土を空気圧送船にて埋立地等へ配管輸送する過程で、固化材を添加し混合することにより、必要な強度を持つ固化処理土として様々な場所に利用可能である。

バランスミキシング工法は、「圧送機添加方式」に分類され、浚渫土の圧送量と圧送時間に合わせた適切な量の固化材（スラリー状）を注入添加することにより、固化材の定量添加の確実性をより高めた工法である。また、タンク吐出处注入時の1次攪拌と管中のプラグ流による2次攪拌で、ばらつきの少ない均質な混合処理を可能にした。

特長

「管中混合固化処理工法」の一般的な特徴としては、以下に示すとおりである。

- ① 浚渫土のリサイクルが可能である。
- ② 固化材を添加するので、任意の強度の材料を短期間で供給することができる。
- ③ 既存の大型空気圧送船が使用できるので、大量急速施工が可能である。
- ④ 大量施工、工期短縮等のため、トータルのコスト縮減が可能である。

これに加えてバランスミキシング工法には以下のような特徴がある。

- ⑤ 1次攪拌（タンク吐出处での噴射注入攪拌）と2次攪拌（プラグ流）の併用により、混練の信頼性が高い。
- ⑥ タンクバッチごとに一定量の土砂に所定量の固化材を添加するため、定量添加が確実である。
- ⑦ タンクバッチごとに土砂量と固化材量を制御するため、土砂性状の変化に対して対応が容易である。
- ⑧ タンク吐出处に固化材添加装置を付加するだけで、通常空気圧送船の使用が可能である。
- ⑨ 管中混合固化処理による特別な工種が増えないため、空気圧送船の圧送能力を十分に発揮でき、能力低下が少ない。

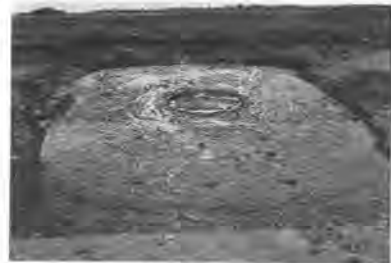


写真1 処理土の固化状況

用途

- ・「管中混合固化処理工法」の主な利用用途は埋立と裏埋等であり、その他としては固化処理土の特性を生かし、土圧の低減、耐震補強、表層処理、水中埋戻し等が考えられる。

実績

- ・実証試験工事—玉島人工島2工区内（平成11年7月）

工業所有権

- ・軟泥搬送における固化材の管中混合方法およびその装置（特願平11-210483）
- ・軟泥搬送における固化材の混合方法（特願平11-211979）

問合せ先

（株）大本組技術本部技術管理課

〒100-0014 東京都千代田区永田町

2-17-3

電話 03 (3593) 1542

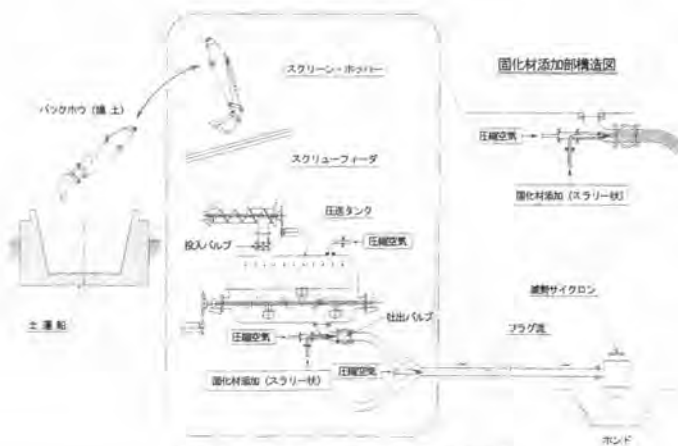


図1 バランスミキシング工法概念図

04-197	TBM 自動吹付けロボット	佐藤工業
--------	---------------	------

▶概要

本システムは、自動断面測定、自動吹付け、自動吹付け厚測定、自動測量の各システムから構成され、TBM（トンネルボーリングマシン）工法における掘削坑壁面の水洗い、掘削面の断面計測、掘削坑壁面の吹付け、吹付け面断面計測、吹付け厚算出作業を自動化したものである。

吹付けロボットはTBMの後方に架設し、掘削・覆工一体型TBM工法に採用した。

TBMの覆工一体型工法は、TBMの掘削作業と併行して、TBMテール直後で吹付けを行い、早期に覆工を完成させることができる工法で通商産業省がエネルギー財団に委託して研究開発され、当社が実用化したものである。

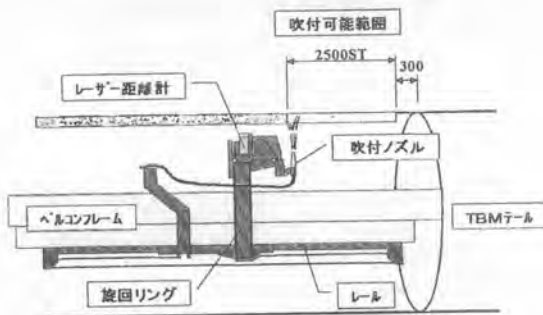


図-1 吹付けロボット概要図

▶特長

- ① 吹付けロボットは、TBMのずり搬出用ベルトコンベヤのフレームに取付けられたレールに設置され、TBMの掘進速度にあわせて自動で吹付け作業をする。したがって作業員は粉じん・苦渋作業から解放され作業環境や安全性が向上する。
- ② 吹付け仕上がり面の出来栄を良好にする制御システムで円滑な吹付け面仕上げを行うので高精度の吹付け厚さが確保され品質が向上する。又、早期覆

工により掘削地山の早期安定が図れ、トンネル全体の安定につながる。

- ③ 掘削と覆工を同時に行うことにより急速施工が可能となり、全体工期が短縮される。
- ④ 自動吹付けシステムによる作業の省力化や全体工期の短縮の効果により、工事費のコスト低減が期待される。
- ⑤ 吹付け自動化技術と長距離トンネル自動搬送システムなどを統合化することによりTBM工法の自動化、無人化施工を推進できる。



写真-1 施工

▶用途

- ・トンネル用吹付け

▶実績

- ・発注者：富山県企業局
- ・工事名称：新大長谷第一発電所建設第1工区（導水路トンネル）工事（平成10年4月14日～）

▶工業所有権

- ・「トンネル用吹付け装置」特許出願中、特願平10-297414号（1998年10月19日出願）

▶問合せ先

佐藤工業（株）土木本部機電部門機電技術グループ
電話 03 (3661) 3004

土木本部技術部門トンネルグループ
電話 03 (3661) 4794

〒103-8639 東京都中央区日本橋本町 4-12-20

新工法紹介

04-198	削孔探査システム	佐藤工業
--------	----------	------

概要

削孔探査システムは、トンネル現場で従来から用いられてきた“探りのみ”をシステム化したもので、油圧ドリルによる削孔の際に記録された削孔速度、フィード圧、回転圧、打撃圧といった削孔データから掘削エネルギーを計算により求め、切羽前方の地山性状を予測するものである。

削孔探査システムで用いられる油圧ドリルには、削孔データを採取するための打撃圧センサ、回転圧センサ、フィード圧センサ、フィード位置検出センサ（油量センサ）およびコントロールボックスが取付けてある。これらのセンサからのデータはコントロールボックスを介して、記録装置であるノートパソコンの中のPCカードにテキストデータとして保存される。

こうして記録した削孔データを、市販の表計算ソフトを用いて解析し、削孔のために要した掘削エネルギーの大きさを求める。掘削エネルギーは、油圧ドリルが地山の岩盤を破壊するのに必要としたエネルギーであり、岩盤の硬さ、亀裂の密度、亀裂の性質などによって左右される。したがって掘削エネルギーを求めることで、地山の状態を判断することができ、この結果をトンネルの支保選定等に反映することによって、より安全かつ経済的なトンネルの施工が可能となる。

特長

- ① 測定時間は削孔時間に等しく、1～2時間程度と短いので、施工サイクルへの影響が小さい。
- ② 使用するドリルは特別なものではなく、ジャンボに搭載した通常の施工で使用する油圧ドリルである。
- ③ 油圧ドリルの油圧システムのなかに測定に必要なセン

サ類を取付けておけば、測定時にはノートパソコンを接続するだけで測定が出来る。

- ④ 解析は、測定で使用したノートパソコンで行うため、任意の場所で解析することが出来て、1時間以内で予測結果が判明する。
- ⑤ 測定に特別な知識・技術を必要としない。
- ⑥ 測定距離は、油圧ドリルの削孔可能深度に等しく、通常30～50m程度である。

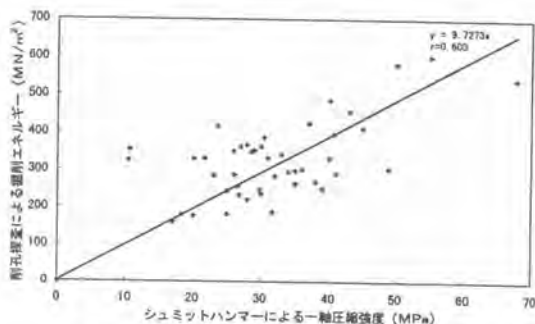


図-2 掘削エネルギーと一軸圧縮強度

用途

- ・山岳トンネル工事における切羽前方の地山状況調査

実績

- ・滋賀県/国道303号道路改築(改良)工事(平成9年12月)
- ・日本鉄道建設公団/九州鹿、長野T他1工事(平成10年1月)
- ・京都府/一般国道312号道路新設改良(比治山トンネル)工事(平成10年5月)

問合せ先

佐藤工業(株)土木本部技術部門地下空間グループ
〒103-8639 東京都中央区日本橋本町4-12-20
電話 03(3661)4794

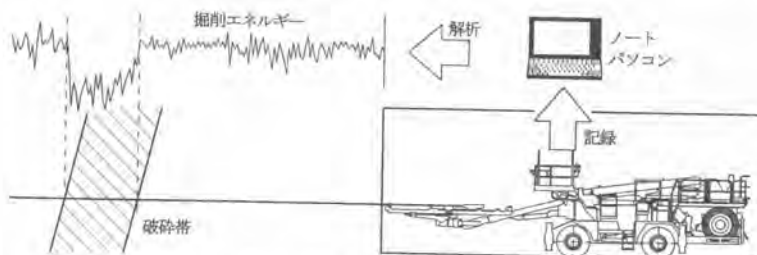


図-1 削孔探査システムの概要

10-36	現場自動透水試験管理システム	大林組
-------	----------------	-----

概要

フィルムダムのコアの品質は、強度と遮水性が求められる。コアを施工する際、材料の締固め密度、粒度分布、現位置での透水試験などが日常の管理項目とされ、所定の頻度で現場における試験あるいはサンプリングの実施が定められている。特に遮水材料の現場透水試験は、広大な盛立て面上の複数箇所において、掘った穴に水を溜め、時間の経過に伴って低下する水面をメジャーを用いて測定する試験である。現場での僅かな水位の変化を長時間にわたり計測しなければならず、徹夜作業となることもしばしばで、品質管理担当者にとって負担が大きくなり、業務の省力化となる試験管理システムの開発が求められていた。

今般開発した「現場自動透水試験管理システム」は、所定の場所に設けた穴に水を溜め、その上に設置した水位センサにより経時変化する水位を自動計測し、同時に、事務所内に設置した管理用コンピュータに計測したデータを無線で送り、透水係数として表示するよう処理・記録するシステムである。

「現場自動透水試験管理システム」は

- ① 機器の構成は、管理パソコン、水位計測装置（水位センサ、コントロールボックス）と管理パソコンおよび水位計測装置のそれぞれに取付ける無線ボックスから成る。
- ② 管理パソコンに (i) 使用する計測装置を登録（複数可）、(ii) 測定開始終了時間、(iii) 通信間隔、(iv) センサ読取り回数を入力する。
- ③ 計測したデータは自動的に保存され、水位と透水係数の計時変化はパソコンで編集され、表示・印刷ができる。

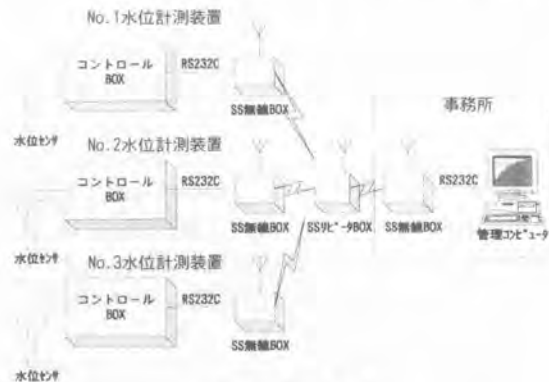
特長

- ① 現場透水試験作業の自動化により大幅な省力化が可能

任意の測定地点に設置した水位計測装置を無線により遠隔操作をし、事務所内のパソコンでデータを処理することで、現場透水試験作業を自動化し大幅な省力化が可能となった。

- ② 水位センサおよび自動計測の採用により測定精度が向上

従来の目視による計測は1mm単位で行われており、



図一 機器構成図



写真一 水位計測装置の設置状況

水位センサを採用することにより0.05mm単位の計測が可能となり、計測精度の向上とともに、計測ミスや記入ミスなどのヒューマンエラーが防止できる。

- ③ データの保存管理まで体系的な管理が可能

現場透水試験は、堤体施工中何度も繰返し行い、データを整理する必要がある。本システムは計測データを体系的に管理することが容易にできる。

用途

- ・フィルムダム遮水材料の現場透水試験

実績

- ・中国四国農政局発注大江山麓開拓事業下蚊屋ダム建設工事

工業所有権

- ・透水試験管理システム（特許公開 平成11-125587）

問合せ先

（株）大林組東京本社土木技術本部技術第三部

〒108-8502 東京都港区港南2-15-2

電話 03 (5769) 1321

新工法紹介

11-63	赤外線式所在管理システム	鹿島建設
-------	--------------	------

▶概 要

シールドトンネル、山岳トンネルあるいは地下発電所の工事現場では、作業員の入退坑の情報や現在位置の把握等が安全管理上、非常に重要であり、従来よりマイクロ波・電磁誘導などによる作業員管理システムが開発され、様々な現場で導入されてきた。しかしながら、リーダの検知距離が数十 cm 以内と短く、ゲート設備の設置など運用面で大きな制約となっていた。

また、現場ではインパータなどを利用した機械が多く導入されているため、これらの機械から発生するノイズが影響し、捕足率の低下、システムエラーなどが発生し、信頼性に欠ける面も見られた。

これらの問題を解決し、作業員の所在管理及び安全管理を目的として、シールド・山岳トンネルなどの現場に使用可能な「赤外線式所在管理システム」を開発し、実用化した。

▶特 徴

- ① リーダ、タグを取付けることでさまざまな管理が可能である（写真-1、写真-2 参照）。
- ② 従来の電磁誘導、マイクロ波方式（検知距離：数 m）と比較して、検知領域が最大で半径 25 m（屋外 5~10 m）の半球状という広範囲の検知領域を有している。
- ③ 電磁波方式に不可欠なゲートなどの設備が不要である。
- ④ シールドマシン内の機械可動部周辺など危険箇所にリーダを設置することで、危険箇所周辺の作業員の所在が確実に把握可能である。



写真-1 リーダ設置例



写真-2 タグ設置例

⑤ 赤外線を利用しているため、インパータ装置などの高周波ノイズの影響を受けない。また、電磁波などに特有の人体への影響もない。

⑥ 信号伝送には赤外線拡散方式を採用しているため、リーダでの確実なデータの読取りが可能である。

⑦ LAN を構築することで、サーバ、クライアントでのオンライン管理（図-1 参照）が可能である。

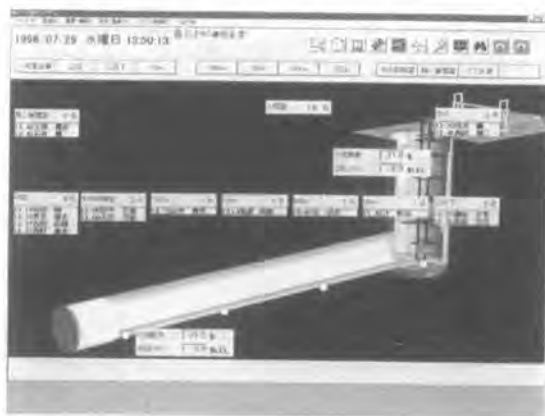


図-1 管理画面例

▶用 途

- ・入退坑管理、作業員所在管理、個人情報管理、回転機械周辺の作業安全管理、建設機械の位置管理

▶実 績

- ・建設省関東地方建設局外郭放水路第3工区トンネル新設工事（平成10年5月～）

▶工業所有権

- ・トンネル掘削時の所在管理システム（申請中）

▶問 合 せ 先

鹿島建設（株）機械部電気グループ
〒107-8388 東京都港区元赤坂 1-2-7
電話 03 (5474) 3786

新機種紹介 調査部会

▶ (01) ブルドーザおよびスクレーバ

99-(01)-02	コマツ (リッパ付き) ブルドーザ D155 A-2 A	'99.12 発売 モデルチェンジ
------------	---------------------------------	----------------------

大規模土工、碎石・鉱山などで使用される大形ブルドーザについて、建設省排出ガス規制に適合する高出力エンジンや大容量トルクコンバータなどの採用により作業能力の向上を図ったものである。無駄のないトルクの伝達で低速回転時や重負荷時でも粘り強さを発揮し、スムーズなドーピング作業やスクレーバ牽引作業を可能にした。また、燃費改善により、ドーピング作業時、リッピング作業時の低燃費化も実現した。大容量ブレードは速いチルト応答で作業効率がよく、チルト配管はバルブからシリンダまで完全内蔵として損傷の心配をなくした。シュースリップの少ないロー・ドライブ方式の硬式足回りにより、確実なけん引力発揮が可能で、標準装備の可変式マルチリッパによる強力なリッピング作業が出来る。リッパレバー操作パターンは、ノブスイッチによるリフト/チルト切換方式を標準とし、オプションで十字パターン方式も用意されている。運転席は、正面向きと右斜め15度向きの2ポジションに変更が可能で、作業内容に応じた運転姿勢がとれる。加圧密閉式キャブとフロアフレームのゴムマウント化で居住性も向上している。

表-1 D155 A-2 A の主な仕様

機械質量 (リッパ、ROPS、キャブを含む)	41.95 t
定格出力	235(320)/2,000 kW(PS)/rpm
ブレード幅×同高さ	4.13×1.59 m
最高速度 F3/R3	11.8/13.7 kW/h
最小回転半径	3.8 m
登板能力	30度
接地圧	117 kPa
接地長×シュー幅	3.15×0.56 m
リッパ最大掘削深さ/同最大上昇量	0.835/0.89 m
全長×全幅 (ブレード)×全高 (ROPS上端)	8.56×4.13×3.75 m
価格	50.4 百万円



写真-1 コマツ D155 A-2 A ブルドーザ

▶ (02) 掘削機械

99-(02)-35	コベルコ建機 小型油圧ショベル (後方小旋回型) SK 09 SR	'99.11 発売 新機種
------------	---	------------------

住宅建築関連の管工事など、狭所作業性を必要とされる現場での使用を目的に開発されたものである。レバー操作でゴムクローラ全幅を伸縮変更することが可能で、幅1.2 m程度の直角通路を通り抜けることができる。ブレード幅はピン式脱着で簡単に変更できる。掘削旋回作業においては、ブームスイング状態で幅1.5 m程度の狭い所で180度の旋回が可能である。作業機の操作レバーは油圧パイロットリモコン式で、運転席のサイドに配置して足元スペースを広くとっている。アーム油圧再生回路、クッション付きシリンダなどを採用して操作性を向上した。機体には、トラックへの1本吊りワイヤによる積み降し用としてのフックが標準装備されており、運搬移動性が考慮されている。コントロールボックスのはね上げ連動式のレバーロック、座ったままで挿入できる旋

表-2 SK 09 SR の主な仕様

標準バケット容量	(m ³)	0.022
機械質量	(t)	0.94
定格出力	(kW (PS) /min ⁻¹)	5.7(7.8)/2,000
最大掘削深さ×同半径	(m)	1.575
最大掘削力 (バケット)	(kN)	10.8
最大掘削高さ	(m)	3.025
バケットオフセット量 左/右	(m)	0.475/0.525
作業機最小旋回半径/後端旋回半径 (m)		0.97/0.49
走行速度 高速/低速	(km/h)	4.0/2.0
登板能力	(度)	30
接地圧	(kPa)	25
全長×全幅 (最小~最大)×全高	(m)	2.78×(0.75~0.98)×1.44
価格	(百万円)	2.7



写真-2 コベルコ建機「ボーダレス09SR」SK09SR 小型油圧ショベル

新機種紹介

回ロックピンなど安全性にも配慮されており、さらに建設省の超低騒音型機械に指定されて環境対応が図られている。

▶ (04) 運搬機械

99-(04)-09	新キヤタピラー三菱 (米キヤタピラー社製) 重ダンプトラック (アーティキュレート式) CAT D350 E SERIES II / D400 E SERIES II	'99.11 発売 モデルチェンジ
------------	--	----------------------

採石・鉱山、土木工事などで使用される3軸6輪駆動式重ダンプトラックのモデルチェンジである。スイッチ一つで前・中・後の3軸を直結するインタックスルディファレンシャルと各軸の左右輪を直結するクロスアクスルディファレンシャルの組み合わせを採用して、不整地や軟弱地における悪路走破性を向上した。フロントにニューマチックオイルサスペンションを、リヤに機械式バランスビームサスペンションを採用して、乗り心地とけん引性能や安定性を実現した。エンジン出力を効率よ

表—3 CAT D350 E SERIES II / D400 E SERIES II の主な仕様

	D350 E SERIES II	D400 E SERIES II
最大積載質量(t)/山積容量(m ³)	32/18.8	36.3/21.9
運転質量 (t)	30.35	32.05
定格出力 (kW (PS) /min ⁻¹)	265(360)/2,000	302(410)/2,000
荷台上縁高さ (m)	2.925	3.105
輪距(前後共) × 軸距 (m)	2.68 × 5.155	2.68 × 5.155
最低地上高 (m)	0.59	0.655
最高速度 (km/h)	(F4) 50.7	(F7) 58.6
最小回転半径(最外側) (m)	8.5	8.5
タイヤサイズ (-)	26.5-R25 ラジアル	29.5-R25 ラジアル
全長 × 全幅 × 全高 (m)	10.655 × 3.43 × 3.5	10.655 × 3.43 × 3.565
価 格 (百万円)	68.5	75.5



写真—3 CAT D400 E SERIES II 重ダンプトラック
(アーティキュレート式)

く使用するロードセンシングステアリングシステム、自動ロックアップ機構付き電子式トランスミッションコントロールシステム (ETC)、フィンガタッチの電子式ホイストレバーなどの採用と密閉湿式多板ディスクブレーキ、部品点数の削減を可能にしたスルドライブセンタアクスル、車体各部の状況をモニタするエレクトロニックモニタリングシステム (EMS II) などの搭載によって操作性、メンテナンス性の向上を図った。

99-(04)-10	日野自動車 小型ダンプトラック KK-XZU312 T-TWMMs/ KK-XZU321 T-TMMMS	'99.05 発売 新機種
------------	---	------------------

2t積みダンプトラックについて、平成10年排出ガス規制への適合、耐久性の向上、安全性の確保を図ったものである。このダンプトラック系においては、エンジン種類、ボディー床面高さ、ボディー形状などで区分した仕様を揃えている。エンジンは燃料噴射ポンプの電子制御化や排気ガス再循環装置 (EGR システム) を採用して、低燃費と排出ガス規制の適合を実現した。フレームはボックス構造でねじり剛性と曲げ剛性を確保し、ダンプベッセルはフロア板厚を上げて耐衝撃強度を十分ににした。坂道発進補助装置 (ES スタート) は、ブレーキペダルから足を離してもコンピュータ制御により制動力をそのまま保持する装置で、坂道発進、信号待ちなどでその機能を発揮する。運転席から助手席への移動を容易にする可倒式のシフトレバーやパーキングブレーキレバーを採用しているほか、アンチブレーキシステム (ABS)、デュアル SRS エアバッグ、衝撃吸収機能付きステアリング、可倒式ステアリングコラム、ドアインパクトビー

表—4 KK-XZU312 T-TWMMs / XZU321 T-TMMMS の主な仕様

	XZU312 T -TWMMs	XZU321 T -TMMMS
最大積載量 (t)	2.0	2.0
車両総質量 (定員3人) (t)	4.925	5.115
最高出力 (kW(PS)/min ⁻¹)	96(130)/3,000	103(140)/3,000
荷台寸法(長×幅×高) (m)	3.05 × 1.6 × 0.32	3.05 × 1.6 × 0.32
床面地上高 (m)	0.855	0.975
輪距(前/後) × 軸距 (m)	1.405/1.245 × 2.525	1.4/1.245 × 2.525
最低地上高 (m)	0.145	0.17
最小回転半径 (m)	4.8	5.2
走行駆動形式 (-)	2WD	2WD
タイヤサイズ(前後共・後輪ダブル)(-)	195/75R15	185/85R16
全長 × 全幅 × 全高 (m)	4.69 × 1.695 × 1.955	4.685 × 1.695 × 1.98
価 格 (百万円)	3.19	3.29

(注) 質量、寸法は、ボディー形状、架装メーカーにより異なる。

新機種紹介

ムなどの安全装備を充実している。



写真-4 日野 KK-XZU 321 T-TMMMS 「デュトロ」小型ダンプトラック

▶ (05) クレーン、エレベータ、高所作業車およびウインチ

99-(05)-11	コベルコ建機 ホイールクレーン (ラフテレーンクレーン) RK 120/RK 120 M	'99.11 発売 新機種
------------	---	------------------

建築工事、設備工事などでの作業を想定して開発されたホイールクレーンである。配管内蔵の7段伸縮ブームには、油圧式で自動伸縮・起伏を調整できる2段伸縮ジブが装備されている。ジブは負荷時の伸縮が可能で、狭い場所でもセミオート式で張出し・格納ができる。1ウインチシステムで操作が容易である。ランプ点滅と警報音で危険を知らせる旋回領域制限装置、接触防止の自動停止機能付き作業領域制限装置、オーバロード防止のモーメントリミッタ、入力ミスをなくしたアウトリガ張出し幅自動検出装置、乗降遮断式レバーロック、ジブ角度上限ボイスアラームなど各種安全装備がなされている。ハイドロニューマチックサスペンションの採用によりコーナリング時のローリングを吸収し、広いホイール

表-5 RK 120/RK 120 M の主な仕様

最大吊り上げ能力 (5.2m ブーム時)	12t×2.0m(4.9t×3.8m)
運転質量	15.405t
定格出力	118(160)/3,000kW(PS)/min ⁻¹
最大地上揚程 ブーム/ジブ	24.7/31.1m
最大作業半径 ブーム/ジブ	19/22m
ブーム長さ/ジブ長さ	5.2~23.6/3.5~5.8m
アウトリガ張出幅 (H型)	5.1/4.5/3.5/2.5/1.77m
最高速度	49km/h
登板能力	30度
最小回転半径 4輪/2輪操向	3.8/6.7m
輪距×軸距	1.71×2.98m
タイヤサイズ	295/80R22.5 152/149J
全長×全幅×全高	7.43×2.09×2.995m
価 格	24.6百万円

(注) [] 書きは RK 120 M 仕様値を示す。

ベースとともに走行安定性を確保した。ロックアップ機構付き電子制御フルオートマチックトランスミッション、2WD/4WD 切換え、4モードステアリングなどの採用で、路面状況、現場広さに応じて走行を容易にしている。建設省の排出ガス対策基準値、騒音対策基準値をクリアして環境にも配慮している。



写真-5 コベルコ建機「モバイルタワー 300 TT」RK 120 ホイールクレーン

▶ (10) 泥土・排水ほか建設廃棄物処理機械、環境保全装置など

99-(10)-11	マルマテクニカ 木材破砕機 BC 1800 A	'99.04 発売 輸入新機種
------------	-------------------------------	--------------------

街路樹の剪定枝葉、間伐材、伐開材などの廃木材を粉砕処理する (米) Vermeer 社製のホイール式被牽引機械である。安全を考慮した長いテーブルからの投入木材は、負荷センサによって速度制御された油圧駆動の送りローラによって噛み込まれ、大径のカッタディスクで小さく切断される。送りローラの回転速度を調節することによってチップ粒度を調整することが可能であり、必要

表-6 BC 1800 A の主な仕様

処理可能径	0.46m
機械質量	3.193t
定格出力	78(106)/2,400kW(PS)/rpm
排出シュート出口高さ/同旋回角度	2.67m/270度
投入テーブル幅×同長さ	1.68×1.65m
ローラ送り速度	0~45m/min
カッタディスク回転速度	945rpm
全長×全幅×全高	4.97×1.88×2.67m
価 格	12.4百万円

新機種紹介

に応じて逆進させることもできる。排出シミュレートの向きは、木材投入側を除く270度の範囲で調節できる。



写真-6 マルマテクニカ「ブラッシュチップ」BC1800 A 木材破砕機

ヤ散水には走行中のみ散水する自動散水機能を備えている。後方視認カメラ・テレビ、キャノピ仕様などがオプションで用意されている。建設省の排出ガス対策、騒音規制の基準値をクリアして環境対応を図っている。



写真-7 川崎重工「AUTHENT」K20 WHA タイヤローラ

▶ (12) モータグレーダ、路盤機械および締固め機械

99-(12)-09	川崎重工業 タイヤローラ	K20 WHA	'99.10 発売 モデルチェンジ
------------	-----------------	---------	----------------------

道路舗装工事の締固め作業に使用されるタイヤローラについて、操作性、メンテナンス性の向上などを図ったものである。発達、停止がスムーズな油圧駆動方式を採用し、エアコン装備のキャブ付き車を標準仕様としている。前後の視界を考慮したスタイルの低車高・低重心設計で、低床トラックによる輸送も可能である。前後進レバー方式に加えてアクセルペダル方式も装備されており、作業、回走など目的に応じて選択できる。また、高低速切換え、水ポンプ駆動、被けん引時の油圧回路パイパス切換えなどの操作は電気制御方式としている。エンジンフードはFRP製のフルオープン式とし、タイヤ散水ポンプを外置きにしてメンテナンス性を向上している。タイヤ散水は連続散水とタイマ散水が可能で、タイ

▶ (13) 舗装機械

99-(13)-02	新キャタピラー三菱 アスファルトフィニッシュ (ホイール式) MF61 WD-V/MF61 WD-TV	'99.10 発売 モデルチェンジ
------------	--	----------------------

舗装工事における作業性、高精度化、メンテナンス性、安全性の向上を図ったホイールタイプのモデルチェンジ機である。装備している締固め機構により、パイププレート式MF61 WD-Vとタンバ・パイププレート併用式MF61 WD-TVがある。無段油圧伸縮式スクリードの剛性アップと均一加熱が可能なヒートチャンバの採用で舗装仕上げ精度を向上した。また、パーフィードコンベヤとスクリーコンベヤを単独調整可能として、舗装幅員、厚さに合った合材供給コントロールを実現した。フィードバック機能付きマイコン制御方式のシンクロナイズ4輪駆動システム・走行コントローラの採用、2連副変速

表-7 K20 WHA の主な仕様

総質量(水・鉄バラスト付き)	15.055(15.205) t
総質量(水バラスト付き)	13.055(13.205) t
自質量	9.35(9.15) t
締固め幅×軸距	2.245×3.7 m
前後輪オーバーラップ	55 mm
定格出力	71(96)/2,000 kW(PS)/rpm
走行速度 低速/高速	0~11/0~18 km/h
登坂能力	16度
最小回転半径	6.1 m
水タンク容量	3.650(4.000) ℓ
タイヤサイズ	14/70-20-12 PR (OR)
全長×全幅×全高(輸送時)	4.945×2.245×2.78(2.445) m
価格	14.8百万円

(注) [] 書きは、キャノピ車仕様値を示す。

表-8 MF61 WD-V/MF61 WD-TV の主な仕様

	MF61 WD-V	MF61 WD-TV
舗装幅員 (m)	2.5~6.0	2.5~6.0
舗装厚 4.5m幅時/6.0m幅時 (m)	0.3/0.22	0.3/0.22
機械質量 (t)	12.3	12.86
定格出力 (kW(PS)/min ⁻¹)	70(95)/1,950	70(95)/1,950
ホッパ容量 (t)	11	11
パイププレート振動数 (Hz)	35~50	35~50
タンバ振動数 (Hz)	—	0~25
作業速度 低速/高速 (m/min)	1.0~11.0/1.7~19.0	1.0~11.0/1.7~19.0
移動速度 (km/h)	0~15	0~15
登坂能力 作業時/移動時 (度)	8.5/16.5	8.5/16.5
最小回転半径(最外輪中心) (m)	7.5	7.5
全長×全幅(輸送時)×全高 (m)	6.18×2.49×2.555	6.18×2.49×2.555
価格 (百万円)	43	47

機+2速油圧モータの採用、後輪にラジアルタイヤの標準装備などで安定した走行性能を確保した。自己診断モニタリングシステムの採用、非常停止スイッチの設置、後輪タイヤ交換の容易化、左右スライド式コントロールパネルなどメンテナンス性、安全性に配慮している。オートマチックエンジンコントロールシステムはエネ革税制に適合しており、建設省の排出ガス対策や低騒音基準値もクリアして環境対応を図っている。

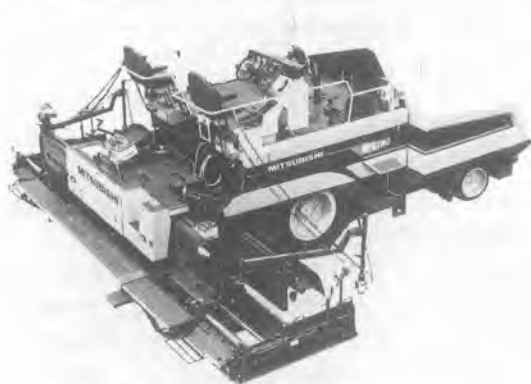


写真-8 三菱 MF 61 WD アスファルトフィニッシャー

▶ 〈16〉 空気圧縮機、送風機およびポンプ

99-(16)-01	デンヨー エアコンプレッサ DIS-1070 XS	'99.10 発売 新機種
------------	------------------------------	------------------

建設工事に簡便に使用されるエンジン付きエアコンプレッサについて、高圧化、大容量化を図ったものである。

用途に応じて吐出圧力の切換えが可能であり、複数台の機械へ同時に供給できる容量を備えている。吐出空気量に応じたエンジン回転制御による高効率での使用を図り、低燃費を実現している。作業中に吐出空気温度やエンジン水温が上昇すると予告警報灯の点灯があり、非常時にはエンジンを停止する機構が装備されている。ラジエータ、オイルクーラは並列に配置されており、点検、洗浄が容易である。全高は低く抑えており、10tトラックによる運搬が可能である。建設省の低騒音規制基準値をクリアして環境対応を図っている。

表-9 DIS-1070 XS の主な仕様

吐出空気量	30.3 m ³ /min
吐出圧力 高/低	2.40/1.27 MPa
空気槽容量	0.33 m ³
機械質量	7.5 t
定格出力	342(465)/1,800 kW(PS)/min ⁻¹
タイヤサイズ(4輪)	7.05-16-12 PR
全長×全幅×全高	5.16×2.215×2.37 m
価 格	35 百万円



写真-9 デンヨー DIS-1070 XS エアコンプレッサ

文献調査 文献調査委員会

鉱山職員の安全訓練における バーチャルリアリティの役割

Role of virtual reality in safety training of
mine personnel

Mining Engineering

October 1999

鉱山では、周囲を取巻く自然環境の危険さから、安全の訓練に際しても、実際の作業環境から程遠い状況での訓練しか実施できず、得られる知識と経験はあるレベルまでに限られていた。

そのため、今まで何人もの研究者によって、鉱山における安全に対する考え方に注目が集まっていたが、これらはみな、実際の状況に近い高度な訓練の必要性が共通テーマであった。

しかし、近年のバーチャルリアリティ（VR）技術の大幅な進歩により、実際の状況に近い鉱山職員の安全訓練が可能となった。安全かつ高度に視覚的、インタラクティブな方法で、危機的状況を作り出すことが可能となっている。

各鉱山レイアウトにカスタマイズされた状況で、動的な作業内容と環境が作り出され、被験者は仮想鉱山の中を動き回ることができ、キーポイントでの決断を下すことができる。そして、その結果はすぐに被験者にフィードバックされる。

今やVRは容易に応用可能な安価な方法であり、多くの職員に対する訓練にも実施できると考えられる。

本論文では、University of Nottinghamで開発されたVRの実例について述べている。

University of Nottinghamで開発されたこのVRは、VR技術の可能性を示しており、低コストPCによって鉱山の安全訓練を支援するシステムが開発可能であることを示している。

今後の段階としては、鉱山業界では、自身の要望にしっかりと合致した訓練ソフトの開発を、真に、潜在的に、必要としていることを認識することである。鉱山業界からのインプットなしでは、このシステムは学術的な実験で終わるであろう。産業界の手助けがあって初めて、VR技術は人命を救うことができるのである。

① 露天掘り鉱山におけるトラックドライバの安全作業訓練

本システムでは、訓練に実際の鉱山レイアウトを使用することができる。

一般的な数多くの変換ソフトによって、鉱山用CADデータの鉱山レイアウトを、VR世界に取組むことができる。そのVR世界には、その鉱山を特徴づける、静的または動的なさまざまな装置を追加配置ができる。また、個々のトラック自体はさまざまな位置に配置でき、任意の場所に配車列を作るようにプログラムすることもできる。

エンジンノイズや警報サイレン音といった付加要素を追加することができ、周囲光量の調節や霧による視界の低下もシミュレートできる。

また、被験者が運転するトラックの牽引力、制動距離や横滑り量を調節したシミュレートも可能である。

これらのパラメータを変更することで、不安全な位置に停車しているトラックや運搬ルート上にある大岩などをシミュレートすることができる。また、速度超過のトラック、ダンプした状態のままのトラック、運搬ルートを外れたトラック、ブレーキの壊れた状態のトラックなど、現実の世界では非常に危険な状態もVR世界で仮想体験することができる。

一度このようなシナリオを作成してしまえば、多くのドライバの訓練に何度も使用することができる。図-1に操作装置を示す。図-2に画像を示す。

② 新人鉱山職員の安全点検訓練と試験

ここでは、二つの例を示す。

一つ目のVRシステムは、作業開始前の作業エリア点検というコンセプトに基づいて製作されている。訓練



写真-1 AIMSトラック操作装置

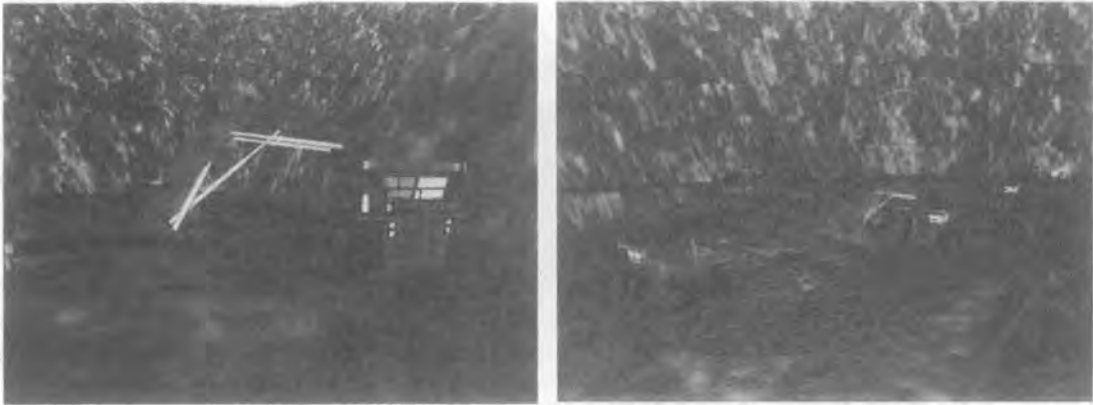


写真-2 トラックシミュレータの危険認知システム

モードでは、作業エリア内の物体と潜んでいる危険を選択すると、コンピュータによって、危険・動作内容がシミュレートされる。試験モードでは、被験者は安全で正しい状況と比較して、要素を選択する。

図-3にVR画像を示す。まだ試作段階であり、トラックシミュレータに比べると画像のリアリティは低くなっている。図-3(左)には、いくつもの潜在的な危険要素が見られる。例えば、作業者が正しい保護具を装着していない、シャベルが非常停止ボタンに立てかけられている、シュート下に落下物が散らかっている、などである。図-3(右)は、同じエリアの別のシナリオを示しており、図-3(左)の危険要素は解決されているが、安全標識が汚れている。

二つ目の例は、さまざまな鉱山機械が動作している状況である。

このシステムでは、運搬ラインの動きがシミュレートされている。被験者はさまざまな動作状態にある機械部

品からの距離と状況をシミュレートできる。これによって、機械が動作している動的な状況では、作業者の位置が適切でないと重大な危険を引起す可能性があることが体験できる。

このシステムでは、より動的に危機状況が体験可能であり、被験者の位置が不適切な場合にのみ危機的な状況となる。比較ファイルが動的に生成され、被験者の動きと潜んでいる危険内容が一致するようになっている。

③ 鉱山レスキューチームの事故対応訓練と試験

このシステムの目的は、採掘鉱山での事故をシミュレートすることである。このシステムでは、リアルタイムに換気システムがシミュレートされ、換気方向や速度がフィードバックされる。

また、同時に火災や爆発状況のシミュレートも行われ、環境要素が変化する。

被験者は、鉱山の作業者又は管理者となり、鉱山から脱出することが目的となる。

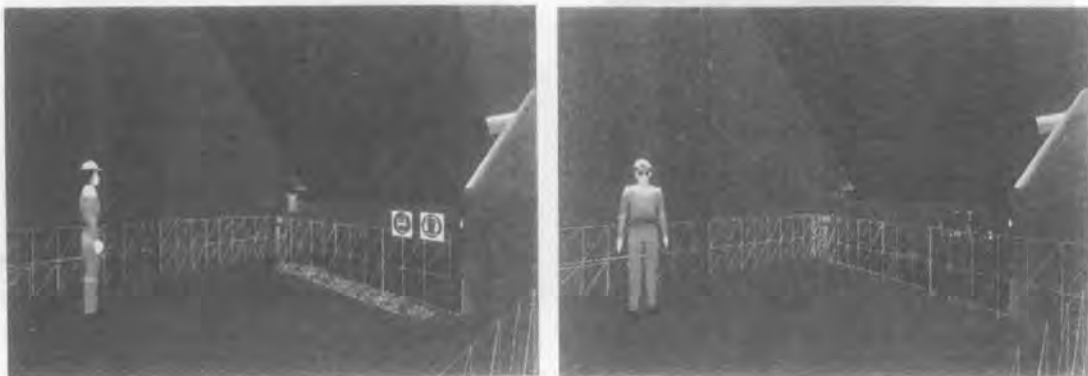


写真-3 製造プラント危険検知システム

文献調査

またはレスキューとなり、作業者を救出するために、安全に鉱山内を移動することが目的となる。

環境が悪化し始めると、さまざまなストレスのレベルをシミュレートするため、VR世界の被験者に生理学的な影響がフィードバックされる。

また、危機状況の変化とその対処内容が、試験終了後の分析のために記録される。

このシステムには、開発しなければならない多くの要素が残されているが、VR世界において、安全に、人を危機的状況に置くことが可能であることを示している。

＜委員：橋本英樹＞

橋架の改修

Rejuvenates Famed Bridge

Public Works
December, 1999

遡ること1950年代、ルイジアナ州のSt. Tammany郡とJefferson郡でPontchartrain湖をまたぐ24マイル2車線の道路橋の建設が議決された。この橋は、



写真-4 ツインブリッジ

ニューオリンズの州都とMandevilleとCovingtonにある郊外をつなぐもので1957年に開通した。11年後の1968年、交通の増加に対応するため、2車線の橋が、すぐ横に平行ツインブリッジとして建設された。

そこらじゅうにある、つぎあて補修の痕が無ければ、Pontchartrain湖に架かる独特のコンクリートデッキは、日3万台に達した交通量を支えまだ使われていたことであろう。建設後30年から40年経過した1998年に、現在の管理者であるニューオリンズ高速道路委員会(GNOEC)は、路面の上塗り(Face lift)を行うべき時期がきたと決定した。「事業に必要な6,000万ドルの資金を調達するため、通行料を1ドルから1ドル50セントに値上げする」「今後9年間をかけて、補強されることによって橋は、おおきく刷新されるであろう。」とGNOECの技術責任者のブライアン・クレメントは発表した。

ここで紹介する作業は、Gulf Industries Inc.の1部門であるPavement Markings Co., Inc.によって340万ドルを投じて橋のデッキ一新の工事として実施された。

このプロジェクトでは、12万の舗装マーカの除去と再設置、緑石の補修、標識設置、南北デッキ境界のはぎ取り、続いて雨天の路面摩擦抵抗の向上とハイドロプレーニング現象防止のための表面処理を含んでいる。工事の仕様書では、このブリッジデッキのコンクリート表面処理を、骨材に高速のインパクトを与えることで、擦りむく方法によりタイヤ接地面に排水溝を形成することを求めている。

このデッキ部(路面部)の表面処理工程(texturing)の責任は、サブコントラクターでSKIDABRADER処理法の開発者であるHumble Equipment社に置かれた。この工法は、NASAのシャトル滑走路や主要空港の滑走路やトンネル、州間高速自動車道など、国中の工事で採用されている。

この工法では、半分の車線を使ってコンクリートやアスファルト表面を処理するために設計された6フィートの幅の機械で、骨材を暴露しそして修復することにより、路面のスリップ抵抗と排水性を改善するための粗面を形成する。

この高速インパクトシステムは、オペレータが表面処理作業中、作業前後の路面状態を、操作室の床面にある窓から確認することができる。さらにクローズドサーキットのテレビモニタが機械周辺の複数の視点を提供している。通路表面の連続的なモニタが車両速度を調整し

むらができないようにすることを可能にしている。

このプロジェクトでは、さらに、782,000平方ヤードの表面処理を150日で終了しなければならなかった。表面処理の機械は、25日稼働し、その前にマーキングの処理等を90日で行った。

この作業現場の清潔・綺麗さは、賞讃に値するものであった。材料はデッキから運び出され、高速インパクトの機械やダンプ運搬路からは隔離されていた。運び出され材料は、リサイクルされ橋の北端にある従業員の駐車場の拡張工事に使用された。

この工事では、デッキ部のコンクリート表面処理の作業工程に対し、溝の最低深さとして0.05インチ、又は、時間当たり1500平方ヤードの作業レートが要求された。

テスト（検査）としては、ASTME-274に従って、40マイル/hの滑りテストが設定された。また、ルイジアナ州のDOTD617に従って、サンドバッチテストや、FHWAタイプのアウトフロー・メータ試験が行われた。滑りテストは、特性のトレーラに規定の重さで搭載されたリブタイヤや平面タイヤにより、規定の速度（通常40マイル/h）により行われることとされた。

路面の粗さを計測するためサンドバッチング試験が実施された。試験は、標準砂を既存の舗装面と表面処理された路面に置くことにより行い、標準砂を円形に拡げ、砂がそれ以上拡がらなくなったときの直径を計測し記録する。砂の円が小さいほど、路面に高い表面容量がある。

路面の排水性能を評価するため、アウトフロー・メータを用いた現場透水試験が実施された。試験は、透明なプラスチックの垂直に立てたチューブに含まれた水の正確な量を使って計測するものである。装置内部にある上下の電極は、タイマに接続されている。プランジャを動かすことにより、装置の底部から舗装面に水を解放する。水面が上側の電極を通過するとタイマがスタートし、下の電極に来たときにストップする。表示された経過時間が、ディスチャージタイムである。これは、早い程良いとされている。

Aims Group, Inc.の現場検査員Riley Boudreauxは、DOTの高速道路の検査官を34年勤めリタイアしている。彼が、100レーン・マイルのほとんどの区間におけるテストの手順を監視した。「サンドバッチングテストや現場透水試験は、スラブ10区間ごとに実施し、橋全体にわたり要求仕様範囲に良く収まっていた。843のサンドバッチングテストは、平均0.054インチであった。また、2,350のアウトフローメータによる現場透水試験は、平均3.92秒であった。



写真—5 6 ft幅のSKIDABRADERはコンクリート橋舗装表面処理を施す

滑りテストは、コンクリート滑り抵抗値の改善を示し、これらの結果にGNOECは満足している。

<委員：新田恭士>

GPSを用いた出来形管理が 建設現場で行われる

GPS Grade Control Comes To Construction Sites

Construction Equipment
November, 1999

Trimble Navigation Ltd.社のGPSを基本とする新しい出来形誘導システム（Grade Control）を使用すれば、丁張りが無くても土工事ができる。

カリフォルニアにあるTrimble Navigation Ltd.社は、建設現場と建設重機について経験があった。

そこでGPSの先駆けのメーカーであった、Trimble Navigation Ltd.社は、1992年にGPSを利用した探査システムのノウハウを建設業に応用した。

まず、Trimble Navigation Ltd.社は、採炭業のための機械制御システムを開発した。そのシステムは、デジタルネットワーク通信と地形のデジタル情報（digital terrain model）をGPS技術で結合するものであった。

さて、新しい出来形を示すGPS出来形誘導システムであるが、これはTrimble Navigation Ltd.社がGPS

文献調査

を基本とした土木計測機器 (civil engineering tool) と機械制御指示システム (machine-guidance system) を建設重機に取付けたものである。

本質的に、この新しい GPS 出来形誘導システム (Site Vision GPS System) は、建設重機の 3 次元的な動きをオペレータに示すものであり、従来出来形を決めるのに必要であった丁張りやセンサーロープの必要性が減少したり、あるいは無くても施工ができるようになる。

このシステムでは、運転席の中のカラーディスプレイにオペレータが必要な計画高さや相対的なカッティングエッジの位置が分かるように必要な情報が映る。

その情報により、丁張りや測定員の援助が無くとも、運転席の中の二つのライトバーと表示機により建設重機とカッティングエッジ (cutting edge) が動く具体的な方向が指示されるので、オペレータは切盛り作業を正確に直線的に行うことができる。

施工に使用される設計情報と地形情報 (terrain models) のデジタルデータは、ディスプレイユニットの前方に差込まれた PC データカードを使用して情報交換される。

オペレータは一つのキーを押すだけで、設計図画面と設計と相対的なカッティングエッジの位置関係を示す画面との変更ができる。

そして本システムは、もっと使い勝手を良くするために、他の市販のアプリケーションソフトを使えるようにも設計されている。

本システムの基本部分は、高精度の二重周波数 (dual-frequency) GPS 受信機と屋外でも画面が見やすいディスプレイを備えた屋外用のコンピュータと二つの丈夫な



写真—6 Trimblies 社の GPS 出来形管理システム

アンテナと三つの表示機と無線機で構成されている。

本システムは、他の機械への移設を容易にできるように設計されている。

本システムの今後の応用として Trimble Navigation Ltd. 社は、土工と道路構築への適用を考えている。土工と道路構築においては、等高線に沿って表土を剥がす、宅地開発、大型土工システムへの適用、基層の切盛り、高架道路の曲線の施工、排水施設の構築、貯水池の構築などの施工に使用できると考えている。

建設重機の市場は、疑うことなく、この完成された GPS システムのためのもっとも期待できる分野であり、また、この GPS システムの正確な機械誘導は、土工現場で働くオペレータにすでに露天掘りで証明されている有効さを改めて感じさせることだろう、と Trimble Navigation Ltd. 社は語っている。

<委員：勝 敏行>

地域別に見た建設活動

地域経済は、公共投資や企業誘致などの施策を推進することにより発展を続けてきた。現在、少子高齢化、国際化・情報化の進展、環境問題への対応の必要性の高まりなど、地域経済に及ぼす影響の変化が起こってきている。さらに、自治体の財政面の悪化などにより、従来の施策のみによる地域経済の発展は困難になってきている。

そこで今回は、地域経済の推進役の一部を果たしてきた建設活動を、建設投資の動向により取りまとめて見ることとした。

1. 地域別建設投資の推移

1980年度から1998年度までの建設投資の全体及び地域別推移を図-1示す。

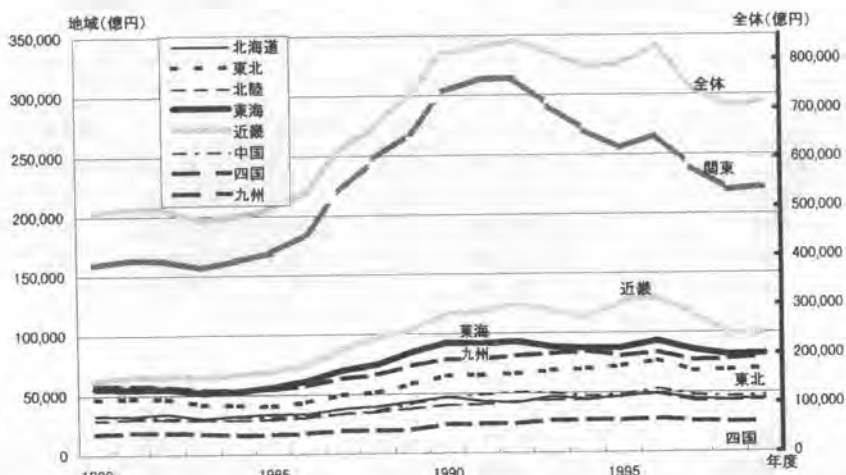


図-1 地域別建設投資（名目値）の推移

1980年度から横ばいであった地域の建設投資も、1985年度に入ると漸次増加に転じ、バブル経済崩壊前の1990年度には増加率（前年度比）も6～21％、平均11％に達した。その後民間投資は漸次減少したが、総合経済対策、緊急経済対策の公共工事に支えられて、建設投資全体で1992年度にはかつてない約84兆円にまで上昇したが、その後は下降に転じた。1995年度の経済対策、消費税率の引上げによる駆け込み需要による民間住宅の伸びなどで、1996年度は各地域とも僅かに上昇した。それ以降、各地域とも下降線をたどっている。

次に、地域別の建設投資全体に占める割合（構成比）を図-2（1）、図-2（2）に示す。1985年度と1995年度を比較して、特殊な条件でない限りあまり変化はない。

2. 1998年度（平成10年度）地域別建設投資の動向（建設総合統計）

厳しい経済状況からの早期脱却と我が国経済を力強い回復軌道に乗せるため、総合経済対策、緊急経済対策が施行され、公共工事の補正予算および公共事業の施行促進の施策が図られた。

平成10年度地域別建設投資（出来高）総額の構成比を図-3に示し、この地域建設投資額の工事種類別内訳を構成比として図-4に示す。図-3、図-4は表-1および関連資料の建設総合統計に基づき作成したグラフである。

地域別建設活動をグラフから分析すると、

- ① 全般的に見て、南関東が全体の22.7％を占め、近畿、東海、九州、東北の順に各おおそ10％台で続いている。これらの5地区が全体10地区の約70％を占めている。

統計



図-2 (1) 1985年(昭和60年度)
地域別建設投資構成比



図-2 (2) 1995年度(平成7年度)
地域別建設投資構成比

表-1 工事種類別建設投資額(出来高)

(単位:百万円)

	平成10年度			平成9年度	
		構成比	前年度比		構成比
総計	67,198,076	100.0	△ 4.6	70,451,920	100.0
民間	35,793,721	53.3	△ 10.5	39,974,234	56.7
建築	30,219,239	45.0	△ 11.9	34,317,434	48.7
居住用	20,613,889	30.7	△ 11.2	23,226,086	33.0
鉱工業用	1,869,116	2.8	△ 26.8	2,552,095	3.6
商業・サービス業用	5,267,778	7.8	△ 9.6	5,827,447	8.3
その他	2,468,456	3.7	△ 9.0	2,711,806	3.8
土木	5,574,482	8.3	△ 1.5	5,656,800	8.0
公共	31,404,355	46.7	3.0	30,477,686	43.3
建築	5,041,643	7.5	△ 6.4	5,385,920	7.6
居住用	1,172,860	1.7	△ 5.4	1,240,056	1.8
その他	3,868,783	5.8	△ 6.7	4,145,686	5.9
土木	26,362,712	39.2	5.1	25,091,766	35.6
一般	20,117,284	29.9	7.9	18,640,828	26.5
企業	6,245,428	9.3	△ 3.2	6,450,938	9.2
(再掲) 建築計	35,260,881	52.5	△ 11.2	39,703,354	56.4
(再掲) 土木計	31,937,195	47.5	3.9	30,748,566	43.6

(注) 用語の説明

民間：民間機関（公共機関以外）発注の建設工事計

建築：民間機関発注の建築工事小計

 居住用：居住専用建築物、居住産業併用建築物

 鉱工業用：鉱工業用建築物

 商業・サービス業用：商業用建築物、サービス業用建築物

 その他：農林水産用建築物、公益事業用建築物、公務・文教用建築物、ほかに分類されない建築物

土木：民間機関発注の土木工事小計

公共：国、公団、事業団、郵政、宮林局、電源開発、都道府県、市区町村、地方公営企業、住宅供給公社、土地改良区等公共機関発注の建設工事計

建築：公共機関発注の建築工事小計

 居住用：住宅・同設備工事

 その他：非住宅・同設備工事

土木：公共機関発注の土木工事小計

 一般：国、都道府県、市区町村、その他（下記を除く）発注の土木工事

 企業：公団、事業団、郵政、宮林局、電源開発、地方公営企業発注の土木工事で、維持補修工事及び機械設置工事を除いたもの

(資料出所：建設省建設総合統計)

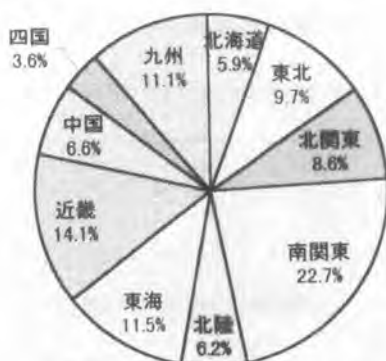


図-3 平成10年度地域別建設投資(出来高)構成比

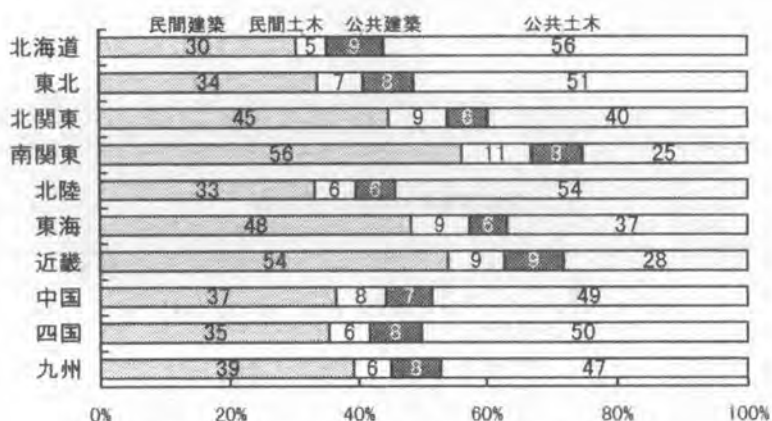


図-4 平成10年度地域別工事種類別(出来高)構成比

(注) 地域区分は次のとおり。

- 北海道：北海道
- 東北：青森、岩手、宮城、秋田、山形、福島
- 北関東：茨城、栃木、群馬、山梨、長野
- 南関東：埼玉、千葉、東京、神奈川
- 北陸：富山、石川、福井、新潟
- 東海：岐阜、静岡、愛知、三重
- 近畿：滋賀、京都、大阪、兵庫、奈良、和歌山
- 中国：鳥取、島根、岡山、広島、山口
- 四国：徳島、香川、愛媛、高知
- 九州：福岡、佐賀、長崎、熊本、大分、宮崎、鹿児島、沖縄

② 公共・民間別に見ると、南関東の民間比67%、近畿(63%)、東海(57%)、北関東(54%)の順に民間比50%を超えている。一方、北海道の公共比65%、北陸(60%)、東北、四国、中国、九州の順に公共工事への依存度50%を超えている。

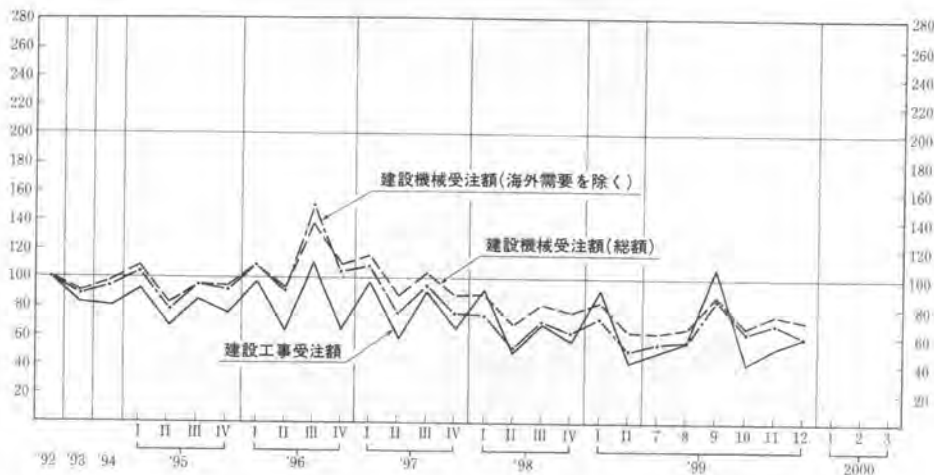
③ 建築・土木別に見ると、南関東の建築比64%、近畿(63%)、東海(54%)、北関東(51%)が建築比50%を超えている。

総じて、半数以上の地域において公共のウエイトが民間を上回っており、地方圏にいくにしたがいが公共への依存度が高まっている。また、南関東(埼玉、千葉、東京、神奈川)、近畿(滋賀、京都、大阪、奈良、和歌山、兵庫)、東海(岐阜、静岡、愛知、三重)の上位3大都市地域の14都府県で全国の約半分の建設投資が行われている。

統計

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A調査(大手50社) (指数基準 1992年平均=100)
 建設機械受注額：機械受注統計調査(建設機械企業数26前後) (指数基準 1992年平均=100)



建設工事受注A調査(大手50社)

(単位：億円)

年 月	総 計	受 注 者 別						工 事 種 類 別		未 消 化 工 事 高	施 工 高
		民 間			官 公 庁	そ の 他	海 外	建 築	土 木		
		計	製 造 業	非 製 造 業							
1994年	191,983	114,195	16,056	98,139	64,134	5,237	8,417	121,748	70,235	228,208	202,584
1995年	194,524	110,954	17,326	93,627	66,793	5,679	11,098	117,867	76,657	219,214	200,862
1996年	203,812	121,077	21,411	99,666	65,304	5,440	11,991	129,686	74,125	216,529	205,590
1997年	188,683	116,190	21,956	94,234	55,485	5,175	11,833	122,737	65,946	204,028	201,180
1998年	167,747	103,361	16,700	86,662	51,132	4,719	8,535	106,206	61,541	193,823	183,759
1998年12月	13,915	7,939	955	6,984	4,216	402	1,357	7,928	5,987	193,823	14,632
1999年1月	9,105	5,611	867	4,744	2,885	304	304	5,511	3,594	189,861	12,890
2月	12,813	7,414	872	6,542	4,885	331	184	7,917	4,897	188,818	13,910
3月	33,381	20,298	2,375	17,923	12,387	718	-22	19,591	13,790	196,629	25,858
4月	7,236	4,341	670	3,671	2,024	321	550	4,296	2,940	189,743	11,033
5月	8,180	4,992	684	4,308	2,350	334	504	5,318	2,861	186,587	10,812
6月	10,314	6,448	802	5,646	3,080	370	416	6,721	3,593	185,137	11,812
7月	10,134	6,533	786	5,747	3,023	369	208	6,709	3,424	183,402	11,949
8月	11,489	6,481	775	5,706	4,345	357	306	7,362	4,127	188,275	11,744
9月	21,520	13,645	1,804	11,840	6,743	504	628	13,265	8,255	194,351	15,709
10月	8,321	5,219	671	4,548	2,502	293	308	5,478	2,843	190,732	11,794
11月	10,655	6,626	1,086	5,540	3,075	351	603	6,540	4,115	187,943	13,456
12月	12,094	8,586	1,244	7,341	2,869	377	262	8,365	3,730	-	-

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	'94年	'95年	'96年	'97年	'98年	'98年 12月	'99年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
総 額	12,577	12,464	13,720	12,862	10,327	865	761	839	1,149	702	673	682	678	714	943	732	811	789
海 外 需 要	3,717	3,602	3,931	4,456	4,171	363	309	371	366	314	277	277	237	259	266	235	266	310
海 外 需 要 を 除 く	8,860	8,862	9,789	8,406	6,156	502	452	468	783	388	396	405	441	455	677	497	545	479

(注1) '92年~'94年は年平均で、'95年~'99年第2四半期は四半期ごとの平均値で図示した。

(注2) 機械受注実績企業数26社前後

出典：建設省建設工事受注調査
 経済企画庁機械受注統計調査

… 行事一覧 …

(平成12年1月1日～31日)

新年賀詞交歓会

月 日:1月6日(木)
場 所:機械振興会館6階
参加者:380名

広報部会

■機関誌編集委員会

月 日:1月11日(火)
出席者:田中康順委員長ほか27名
議 題:①平成12年3月号(第601号)原稿内容の検討・割付 ②平成12年5月号(第603号)の計画

■文献調査委員会

月 日:1月21日(金)
出席者:村松敏光委員長ほか5名
内 容:機関誌掲載原稿の審議

技術部会

■建設工事情報化委員会

月 日:1月11日(火)
出席者:武田準一郎委員長ほか19名
議 題:建設ICカードシステムの現場試験について

■騒音振動対策ハンドブック編集委員会幹事会

月 日:1月11日(火)
出席者:新田恭士幹事ほか3名
議 題:騒音・振動対策ハンドブック原稿審議

■騒音振動対策ハンドブック編集委員会幹事会

月 日:1月12日(水)
出席者:新田恭士幹事ほか3名
議 題:騒音・振動対策ハンドブック原稿審議

■大口径岩盤削孔技術委員会幹事打合せ

月 日:1月28日(金)
出席者:丸山 仁座長ほか7名
議 題:大口径岩盤削孔工法の積算について

機械部会

■トラクタ技術委員会

月 日:1月11日(火)
出席者:松本 毅委員長ほか9名
議 題:①遠隔操作の容易化 ②運転操作の容易化 ③建設省の騒音・振動問題の取組状況 ④建機環境チームの活動状況について ⑤CO₂排出量評価方法について

■路面清掃方法の改善検討委員会

月 日:1月11日(火)
出席者:成田秀志委員長ほか10名
議 題:低騒音舗装に対する清掃方法改善についての検討

■移動式クレーン分科会

月 日:1月12日(水)
出席者:平野武範委員長ほか3名
議 題:「クレーン機種一覧」について各クレーンメーカーへのアンケート調査内容の検討

■原動機技術委員会

月 日:1月12日(水)
出席者:原田常雄委員長ほか11名
議 題:本省要望の報告取りまとめ準備会議:建設機械用エンジンの環境対策に関する現状及び技術開発動向について

■コンクリート機械技術委員会

月 日:1月12日(水)
出席者:大村高慶委員長ほか3名
議 題:コンクリート吹付け機の仕様書様式および解説の検討

■建機環境技術チームワーキング見学会

月 日:1月13日(木)
出席者:松本 毅リーダーほか8名
見学先:和興産業(株)静岡営業所

■除雪機械技術委員会

月 日:1月17日(月)
出席者:斉藤正芳委員長ほか14名
議 題:①除雪機械性能試験方法の見直しについて ②除雪機械部品共通化について

■建築生産機械技術委員会

月 日:1月19日(水)
出席者:宮口正夫委員長ほか20名
議 題:①機械部会幹事会報告 ②各分科会活動報告

■移動式クレーン分科会

月 日:1月19日(水)
出席者:洗 光範委員ほか3名
議 題:「機種選定フロー」の章についての進め方および内容の検討

■トンネル機械技術委員会

月 日:1月20日(木)
出席者:菊池雄一委員長ほか12名
議 題:アンケート調査結果の報告書作成について

■路面清掃方法の改善検討委員会

月 日:1月21日(金)
出席者:成田秀志委員長ほか4名
議 題:低騒音舗装に対する清掃の手順について検討

■建築生産機械技術委員会高所作業車分科会

月 日:1月26日(水)

出席者:角山雅計分科会長ほか9名
議 題:①レバー配置案確認 ②JCMASの検討

■基礎工専用機械 WG 2

月 日:1月26日(水)
出席者:両角和嘉委員長ほか7名
議 題:メーカーに依頼したアンケート内容の調整

■基礎工専用機械 WG 3

月 日:1月26日(水)
出席者:両角和嘉委員長ほか6名
議 題:実績のデータ収集および電動、油圧の比較

■空気機械・ポンプ技術委員会

月 日:1月28日(金)
出席者:結城邦之委員長ほか2名
議 題:①散水融雪設備のアンケート調査について ②建設機械の環境問題について

■ショベル技術委員会

月 日:1月27日(木)
出席者:宮東寿郎委員長ほか5名
議 題:①建設施工の地球温暖化対策検討 ②「建設機械施工技術研修テキスト」見直し ③安全基準1フリーディスカッション

整備部会

月 日:1月11日(火)
出席者:吉田弘喜委員長ほか9名
議 題:①原稿審議:教えます・ネジの締付け管理法(マルマテクニカ) ②新テーマの選定(機関誌の原稿)

ISO部会

■第2委員会

月 日:1月13日(木)
出席者:田中三郎委員長ほか16名
議 題:①ハンドガイド式機械のブレーキシステム(CD 15817)の件 ②静的騒音測定規格(ISO 6393, 6394)修正の件 ③動的騒音測定規格(ISO 6395, 6396)修正の件 ④DLVの件 ⑤リモートコントロール(ISO/WD 15817)修正の件 ⑥シート振動 FDIS 7096 投票の件 ⑦分科会活動報告 ⑧オペレータコントロール(ISO 10968)改正の件 ⑨CEN規格検討の件

標準化会議及び規格部会

■規格部会建設機械 JIS 原案作成委員会(小)委員会

月 日:1月31日(月)
出席者:大橋秀夫委員長ほか9名

議 題：JIS 原案審議 ①JIS A 8910 土工機械—転倒時保護構造—性能および試験方法（追補修正）
②JIS A 8304 建設機械用座席の振動伝達特性の試験方法（改正原案）

調査部会

■新工法調査委員会

月 日：1月12日（水）
出席者：腰越勝輝委員長ほか11名
議 題：新工法調査

■建設経済調査委員会

月 日：1月19日（水）
出席者：高井照治委員長ほか6名
内 容：建設経済関係資料について

■新機種調査委員会

月 日：1月20日（木）
出席者：渡部 務委員長ほか3名
議 題：新機種調査

業種別部会

■建設業部会小幹事会

月 日：1月27日（木）
出席者：橋本雄吉部会長ほか11名
議 題：①若手機械技術者意見交換会のまとめについて ②トピック、ニュースについて ③現場見学会の実施について

専門部会

■建設機械整備（仏語）コース反省会

月 日：1月11日（火）
出席者：後藤 勇部会長ほか11名
議 題：建設機械整備（仏語）コースの反省

■建設機械整備方針検討委員会

月 日：1月14日（金）
出席者：石松 豊幹事ほか9名
議 題：建設機械整備方針の検討

■建設生産システム研究会

月 日：1月18日（火）
出席者：今岡亮司委員長ほか9名
議 題：建設生産システムの検討

… 支部行事一覧 …

東北支部

■建設部会

月 日：1月5日（水）
出席者：三浦吉美部会長ほか11名
議 題：①平成12年度事業計画について ②支部だより「安全コーナ」について ③大型工事の資料収

集について

■平成12年度「ゆきみらい」第2回事務局会議

月 日：1月17日（月）
出席者：斎 恒夫事務局長
議 題：「ゆきみらい青森（仮称）」について

■協賛事業「EE 東北 99」関連作業部会

月 日：1月18日（火）
出席者：染谷恵司機械第1部会長ほか1名
議 題：①平成11年度事業決算（案）について ②平成12年度事業決算（案）について ③委員会組織について ④常設展示について（報告）

■協賛事業「EE 東北 99」関連実行委員会

月 日：1月27日（木）
出席者：岩本忠和広報部会長ほか1名
議 題：①平成11年度事業決算について ②平成12年度実施方針について

北陸支部

■除雪機械展示会作業班会議

月 日：1月13日（木）
出席者：穂苅正昭事務局ほか9名
議 題：搬入搬出実施要領について

■幹事会

月 日：1月19日（水）
出席者：西條 正幹事長ほか19名
議 題：ゆきみらい2000とやま「除雪機械展示会」企画（案）について

■普及部会

月 日：1月21日（金）
出席者：上村 弘委員ほか1名
議 題：現場見学会について

■除雪機械展示会実行委員会

月 日：1月25日（火）
出席者：渡辺和夫専務理事ほか7名
議 題：①「除雪機械展示会」実行委員会規約（案）について ②「ゆきみらい2000とやま」の企画（案）について ③「除雪機械展示会」の企画（案）について

■除雪機械展示会作業班会議

月 日：1月31日（月）
出席者：穂苅正昭事務局ほか12名
議 題：展示会の設営等について

■展示会応募絵画コンテスト審査会

月 日：1月31日（月）
審 査 員：大谷和子（大谷美術学園長）ほか5名
応 募 数：296点

中部支部

■広報部会

月 日：1月24日（月）
出席者：川井眞一部会長ほか7名
議 題：支部ニュース及び支部だよりの編集

関西支部

■新年賀詞交歓会

月 日：1月12日（水）
出席者：高野浩二支部長ほか92名
場 所：大阪キャッスルホテル

■創立50周年記念事業実行委員会

月 日：1月12日（水）
出席者：高野浩二支部長ほか8名
議 題：①記念事業の検討経過について ②記念誌出版の検討経過について

■新機種新工法委員会幹事会

月 日：1月18日（火）
出席者：畑中照一委員長ほか5名
議 題：シールド工法及び周辺技術アンケート印刷校正について

■橋梁技術委員会

月 日：1月19日（水）
出席者：岸川秩世委員長ほか11名
議 題：橋梁施工技術報告会の準備について

■平成11年度施工技術報告会

月 日：1月21日（金）
参加者：188名
演 題：①大規模 RC 浄水処理施設の建設 ②大断面泥土圧シールドの急曲線施工について ③営業線ホーム土盛り0.85mの箱型ルーフ施工 ④万博三国間（11.5km）超長距離シールドの施工について ⑤自動化オープンケーソン工法（分離型）による本山立坑の施工 ⑥縦横連続式シールド工法による下水管渠築造工事 ⑦大型支保工による長大アーチ橋の施工 ⑧角形シールド工法による地下連絡通路の施工

■創立50周年記念事業部会

月 日：1月24日（月）
出席者：小蒲康雄部会長ほか5名
議 題：①イベント内容検討 ②式典内容検討

中国支部

■技術部会

月 日：1月7日（金）
出席者：佐々木輝夫部会長ほか7名
議 題：建設機械整備標準工数表について

■技術部会

月 日：1月13日（木）

出席者：佐々木輝夫部会長ほか31名

議 題：建設機械整備標準作業工数表の見直しについて

■新年打合せ会

月 日：1月17日（月）

出席者：青木實晴副支部長ほか14名

議 題：今年度（2月～3月）行事予定について ①建設機械整備標準作業工数表 ②建設工事施工ハンドブック販売（書式フロッピー付き）③第6回新技術・新工法発表会 ④映画会 ⑤合同部会長・部会幹事長

会議について

四 国 支 部

■「四国新技術官民懇談会」新技術発表会への参加

月 日：1月24日（月）

場 所：高松市・サンメッセ香川

参 加 者：14名（うち発表者1名）

九 州 支 部

■第10回企画委員会

月 日：1月19日（水）

出席者：香西茂良委員長ほか14名

議 題：(1)支部行事の推進について

①第16回施工技術報告会の開催の件 ②平成12年度委員会行事計画打合せについて ③支部長表彰者の推薦依頼について ④平成12年度建設機械施工技術検定の実施要領について ⑤デジタル写真管理情報基準（案）講習会開催について ⑥平成12年度運営委員会・支部総会開催日時について（運営委員会：4月24日（月）、支部総会：6月2日（金））

(2)建設の機械化誌「ずいそう」欄の稿執筆依頼について（嘉穂製作所社長・鈴木氏に承認頂く）

● お知らせ ●

平成12年度通商産業省企業活動基本調査に御協力ください

通商産業省では、等7回目の「通商産業省企業活動基本調査」（指定統計第118号）を平成12年6月1日現在で実施いたします。

この調査は、我が国企業における経済活動の実態を明らかにし、通商産業政策等各種行政施策の基礎資料を得ることを目的としています。

調査の対象は、鉱業、製造業、商業及び飲食店（その他の飲食店を除く）に属する事業所を有する従業者50人以上かつ資本金3,000万円以上の会社（合名会社、合資会社、株式会社及び有限会社）であり、御報告いただく数値としては事業所単位でなく会社全体の数値であります。

調査の結果は、通商政策、産業構造政策、技術開発政策、流通政策、中小企業政策などを策定するための基礎資料として有効に活用されるとともに、業界団体、民間企業におけるビジョン作成、経営戦略の策定等に御利用いただけます。また、速報の公表は平成13年3月末を予定しており、御報告いただいた会社に当方で作成した統計情報を還元いたします。

皆様から提出いただいた調査票については、統計法に基づき調査内容の秘密は厳守され、統計を作成するために使われるものであって、徴税の資料などに用いることはありませんので、調査に対する御協力をお願いいたします。

——通商産業大臣官房調査統計部——

編集後記

今月号は「海洋土木特集」をお届けすることになりました。本特集を編集するに当たっては編集委員の中でも特に海洋分野に詳しい菅沼委員（運輸省港湾局）と加藤委員（東亜建設工業）に助けていただきました。

さて、海洋土木というといつ水の中ブルドーザだとか水中バックホウなどの建設機械のバリエーションというように思いがちでしたが、掲載させていただいた報文を読んでいくと「それらハード・ウェアをいかに活用して、トータル・システムとして完成させてゆくか」ということにご努力されている様子がよく判りました。また、「海洋深層水」のごく身近な一般生活用品（というには多少高価ですが）ともなっている産物に関する報告等もあり大いに興味を惹かれました。

積載容量 20,000 m³ の渡漕船で 2,000 ヘクタールの埋立て地を造成したり、石炭灰の再利用で作ったブロックを使って大水深海域に人口漁場を造成するなどの地球規模での建設例もあり、従来思っていた「海洋土木」という分野で大きな変化が起きていることを痛感しました。

「建設の機械化」はとりもなおさず、多少大きさに表現するならば「文化の変化」といっても良いのではないかとさえ感じた次第です。

日頃、紹介されることのない「機関誌編集委員会」について触れさせていただけます。編集委員会そのものは現在、18人の顧問、編集委員長、27人の編集委員で構成されています。

3月号を例にとれば、1999年11月に原稿計画案が編集委員会で審議

され、2000年1月に原稿内容の検討・割付が行われました。編集委員は9月、10月にかけて計画を作成。11月の審議結果を踏まえて報文執筆者の方々に原稿作成をお願いし、1月の内容検討結果を受けて執筆者の方々と最終調整を行い原稿入稿となりました。

年末・年始を挟んでの編集作業となり、執筆者の方々に『冬休みの宿題』に取組んでいただくことになりましたが、皆様のおかげで本特集号をまとめることが出来ました。

厚くお礼申し上げます。

創刊号（50年前）から数えて601号目に携わった者として、本誌読者の皆様には今後ともご愛読頂くようお願いいたします。

（菅沼・高場・金津）

No.601 「建設の機械化」 2000年3月号 [定価] 1部 840円（本体800円）
年間9,000円（前金）

平成12年3月20日印刷 平成12年3月25日発行（毎月1回25日発行）

編集兼発行人 長尾 満 印刷人 品川 俊彦

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

建設機械化研究所	〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154 (吉原郵便局区内)	電話(0545)35-0212
北海道支	部 〒060-0003 札幌市中央区北三条西 2-8 さつげんビル内	電話(011)231-4428
東北支	部 〒980-0802 仙台市青葉区二日町 16-1 二日町東急ビル	電話(022)222-3915
北陸支	部 〒951-8131 新潟市白山浦 1-614-5 白山ビル内	電話(025)232-0160
中部支	部 〒460-0008 名古屋市中区栄 4-3-26 昭和ビル内	電話(052)241-2394
関西支	部 〒540-0012 大阪市中央区谷町 1-3-27 大手前建設会館内	電話(06)6941-8845
中国支	部 〒730-0013 広島市中区八丁堀 12-22 築地ビル内	電話(082)221-6841
四国支	部 〒760-0066 高松市福岡町 3-11-22 建設クリエイトビル内	電話(087)821-8074
九州支	部 〒810-0041 福岡市中央区大名 1-12-56 八重洲天神ビル内	電話(092)741-9380

印刷所 株式会社 技報堂 東京都港区赤坂 1-3-6

コンパクトで計量精度は抜群…

丸友の 移動式 コンクリートプラント


製造・販売・リース

生産量 10~90m³/H

電子制御自動式
及び簡易自動式



(工事の内容により御選定下さい)

 丸友機械株式会社

本社 名古屋市東区泉一丁目19番12号
〒461-0001 電話 (052)(951)5381(代)
東京営業所 東京都千代田区神田和泉町1の5
〒101-0024 ミツパビル 電話(03)(3861)9461(代)
恵那工場 岐阜県恵那市武並町藤字相戸2284番地
〒509-7121 電話 (0573)(28)2080(代)

建設機械用
無線操作装置

ダイワテレコン

あらゆる仕様に対応
指令機操作面はレイアウトフリー



ダイワテレコン 572 ※製作例 比例制御4本レバー仕様



受令機



ダイワテレコン 522

《新電波法技術基準適合品》

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

/L/ン/タ/ル/の/ア/ク/テ/ィ/オ/



日本で最小のPH処理機

炭酸ガスタイプ

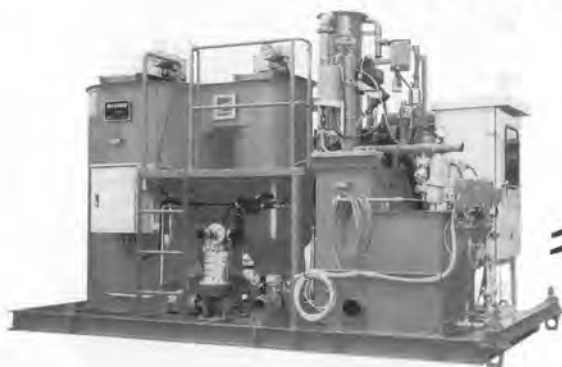
AC-10型

設置スペースは取りません “日本で最小”
寸法は L600 × W550 × H1500
中和処理範囲 PH8~11をPH5.8~8.6
ガス注入は二段階方式 1T/H~10T/H
まで処理できます 記録計付
30kg炭酸ガスボンベ2本ラック式取り付け
機械本体のメンテは 従来の10分の1
重量 約100kg 電源 AC 200v 50/60



ウォータークリーン

パッケージ形濁水処理装置



超高速沈降分離
安定処理性能
コンパクトパッケージ
優れた操作性
高い安全性

◆ 特長

1. 超高速の沈降分離
2. 計装機器を標準装備
3. 安定した処理性能
4. 経済性の向上
5. 高濃度の排泥
6. 炭酸ガス中和の採用

※ 脱水装置も各種あります。

AKT/O

アクティオ

株式会社 アクティオ

本社 / 〒101-0032 東京都千代田区岩本町1-5-13 秀和第2岩本町ビル
Tel : 03-3862-1411 Fax : 03-3861-7544
特需ボンブ事業部 / 〒270-0233 千葉県野田市船形上堤外4716
Tel : 0471-29-1561 Fax : 0471-29-1566
テクニカル事業部 大阪営業部 / 〒664-0015 兵庫県伊丹市昆陽地1-72
Tel : 0727-80-5583 Fax : 0727-80-5586
テクニカル事業部 東北営業部 / 〒984-0823 宮城県仙台市若林区遠見塚3-1420
Tel : 022-294-1288 Fax : 022-294-1276

豊富な実績

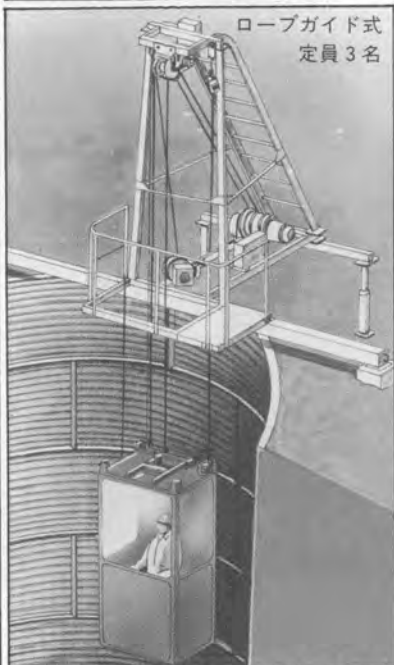
工事用
エレベーター

大幅な

カホ製品

能率up!

スロープカー



ロープガイド式
定員3名



やまびこ号

山岳工事
傾斜 45°
人荷兼用
2t積

オートリフト



バケット容量 0.15~2.0m³



斜坑
傾斜 45°
人荷兼用
1t積

日鉄鉱業グループ

製造・販売



株式会社 嘉穂製作所

本社工場 〒820-0700 福岡県嘉穂郡筑穂町大字大分567
 ☎0948-72-0390(代) FAX.0948-72-1335
 東京支店 〒136-0071 東京都江東区亀戸2丁目26番11号(立花亀戸ビル6F)
 ☎03-5627-3531(代) FAX.03-5627-3530
 大阪営業所 〒541-0053 大阪市中央区本町4丁目2-12(東芝大阪ビル7F)
 ☎06-6241-1671(代)
 札幌営業所 ☎011-233-5371 / 仙台営業所 ☎022-265-2411
 ホームページ <http://www.kaho.co.jp/>

大断面用トンネル集塵機Pシリーズ

環境重視／省エネ・コスト削減

納入実績70件以上



- 送風量より大きい集塵風量で100%捕集・リフレッシュするため、モヤモヤが一気に解消
- 外気と同じ $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ 以下に清浄化
- 送風量が少なくすむため大幅な省エネ・コスト低減（電気料金が半分）
- フィルターの自動クリーニングにより24000H（実績）のメンテナンスフリー
- 機側77dB(A)の超低騒音
- 10t車マウントで移動・盛替が簡単

先端集塵換気システム バイバック、レンタルで提供します。

機 種	処 理 風 量 (最大)	適 用 断 面
RE-1000P	1200 m^3/min (1300)	65 m^2
RE-1500P	1800 m^3/min (2000)	100 m^2
RE-2000P	2400 m^3/min (2650)	130 m^2
RE-3000P	3000 m^3/min (3300)	200 m^2

TBM, 小断面用TDシリーズもあります。

 株式会社 流機 エンジニアリング

本 社 〒108-0014 東京都港区芝5-16-7 (芝ビル)
 ☎(03)3452-7400代表 FAX.(03)3452-5370
 つ く ば 〒308-0114 茨城県真壁郡関城町大字花田字西山84-6
 リースセンター ☎(0296)37-7680 FAX(0296)37-7681

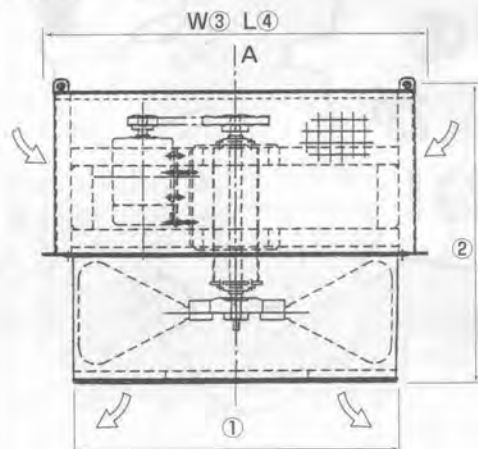
FA-2000-1400-1000

フレッシュエアー

逆打工法用換気ファン

F・Aで新風を吹き込みます

フレッシュ エアー




	FA-2000	FA-1400	FA-1000
①	φ1760	φ1380	φ1280
②	1670	1300	1200
③	2000	1630	1510
④	2000	1630	1510

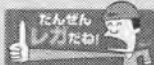
特長

- 1台で最大2100m³/minをカバーしますので、設置台数が少なく、大幅にコストダウンできます。
- 省エネタイプで使用電力料を大幅にコスト低減します。
- 大風量で通風しますので、よどみや“モヤリ”がなく、局所ファンも不用です。
- 超低騒音型で設置場所も選びません。
- ダクトなしで50m送風可能。また大口径のため、対人風速もやわらかく安全です。
- インバータ+スケジュールタイマーで自由に設定可能。管理やメンテナンスが楽です。
- オプションでダストセンサー、温度センサーと連動もできます。
- 横置きセットも可能です。

	FA-2000	FA-1400	FA-1000
最大風量	2100m ³ /min	1400m ³ /min	1100m ³ /min
最大静圧	30mmAq	25mmAq	22mmAq
動力	11kW, 200V	7.5kW, 200V	7.5kW, 200V
口径	φ1760	φ1380	φ1260
騒音	72dB(A) at 3m	70dB(A) at 3m	69dB(A) at 3m
制御盤	インバータ、スケジュールタイマー付	インバータ、スケジュールタイマー付	インバータ、スケジュールタイマー付
重量	730kg	430kg	400kg

 株式会社 **流機** エンジニアリング

本社 〒108-0014 東京都港区芝5-16-7(芝ビル)
 ☎(03)-3452-7400代表 FAX.(03)3452-5370
 つくば 〒308-0114 茨城県真壁郡関城町大字花田字西山84-6
 リーセンター ☎(0296)37-7680 FAX.(0296)37-7681



いろいろな現場で使えるね!

標準機なみたね。

作業範囲も広いね。

レガなら
ピッタリの
小旋回機が
選べるね!

安定性、バランスがいいね。

後ろも気にならず
安心だね。

ほらはい



あらゆる現場にぴったりフィットの
3タイプ・ワイドバリエーション・全8機種

汎用小旋回機



320B U

超小旋回機



308B SR

後方小旋回機



313B CR

小旋回機フルラインナップでますます充実のCATレガBシリーズ!

320B U/320B LU

汎用小旋回機
●バケット容量 0.8m³
●後端旋回半径 2,000mm
●運転質量 21,900kg ※数値は320B U
注:バケット容量は、新JIS表示。

308B SR

超小旋回機
●バケット容量 0.28m³
●後端旋回半径 1,140mm
●運転質量 8,000kg

313B SR

超小旋回機
●バケット容量 0.45m³
●後端旋回半径 1,390mm
●運転質量 13,150kg

308B CR

後方小旋回機
●バケット容量 0.28m³
●後端旋回半径 1,210mm
●運転質量 7,850kg

NEW 313B CR

後方小旋回機
●バケット容量 0.45m³
●後端旋回半径 1,460mm
●運転質量 12,750kg

NEW 321B CR/321B LCR

後方小旋回機
●バケット容量 0.8m³
●後端旋回半径 1,600mm
●運転質量 21,900kg ※数値は321B CR



【新キャタピラー三菱販売会社グループ】

北海道キャタピラー三菱建設販売㈱ TEL(011)881-8612
東北建設機械販売㈱ TEL(0223)22-3111
東関東キャタピラー三菱建設販売㈱ TEL(047)133-2111
西関東キャタピラー三菱建設販売㈱ TEL(0426)42-1115

教育省シンター・神奈川県藤原市田奈3700 〒228-1192 TEL:042-750-7136

北陸キャタピラー三菱建設販売㈱ TEL(025)266-9181
東海キャタピラー三菱建設販売㈱ TEL(0566)98-1113
近畿キャタピラー三菱建設販売㈱ TEL(0726)41-1125
中国キャタピラー三菱建設販売㈱ TEL(082)893-1112

四国建設機械販売㈱ TEL(087)836-0363
九州建設機械販売㈱ TEL(089)972-1481
九州建設機械販売㈱ TEL(082)924-1211
放浪自動車㈱ TEL(098)861-1131

CATERPILLAR(キャタピラー)・REGA(CAT)はCaterpillar Inc.の登録商標です。REGAは、新キャタピラー三菱建設販売株式会社の登録商標です。

VÖGELE

ヴィルトゲン グループの フェーゲル アスファルト フィニッシャ

**S-2500型**

■特 徴

- 最新鋭アスファルト フィニッシャのフルラインアップ
(舗装幅1.1Mから15M幅まで各12機種)
- 技術を結集した環境にやさしいアスファルト フィニッシャの参入
(電気式フィニッシャS-1800DE型、ホイール式1603型及び
最大15M幅S-2500型は水冷エンジン搭載)
- 特殊舗装及び薄層舗装の対応も可能

 **ヴィルトゲン・ジャパン株式会社**

〒101-0051 東京都千代田区神田神保町2-20-6 恒倉ビル3F
TEL. 03-5276-5201 FAX. 03-5276-5202

人に、環境にやさしい
エコ・シリーズ

低騒音 急速削孔機 ECO-13V

うるさい打撃式にかえて、回転+振動の削孔方式を新開発!

ECO-SERIES
騒音
20dB減!

ロータリーパーカッション
ECO-13V

93dB
73dB

※当社製品比

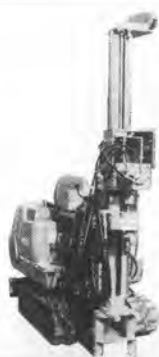
👍 防音カバー不要!



これまでのロータリーパーカッションでは
実現できなかった低騒音削孔を達成しました。



福岡市営地下鉄夜間工事現場で、
静かに活躍するECO-13V



ECO SERIES
低騒音急速

土壤・地下水汚染調査機

ECO-1V

- ボーリング機能+振動機構で低騒音急速削孔を実現
- 標準タイプのミニショベルを採用
- 旋回機能付きで低価格
- コンプリーにより、抜管やサンプリング作業が楽に出来ます。

Service&Technology

YBM

株式会社 ワイビーエム

旧社名:(株)吉田鉄工所

本社 佐賀県唐津市原1534 TEL(0955)77-1121 FAX(0955)60-7010
東京支社 埼玉県吉川市川藤3062 TEL(0489)82-7558 FAX(0489)84-1577

<http://www.ybm-mfg.co.jp/>

ノイズに強いNシリーズ さらに通達距離が伸びるU・R・シリーズ
クレーン、搬送台車、建設機械、特殊車両他 ◆業界随一のオーダー対応制度
産業機械用無線操縦装置 ◆業界随一のフルラインアップ

1981年に世界初のハンディー機として「ケーブルス6」を発売開始以来
常に！業界一のコストパフォーマンス！ 記載の金額はユーザー価格です。
 (工事費用は含まず。)

マイコンケーブルス Nシリーズ Uシリーズ

微弱・特小
両モデル対応
2段押し
スイッチ装着可能

標準型
RC-5608N
●8操作8リレー

セットで
15万円



特小モデル5400U併売中

世紀末設計による
コストダウン！

標準型
RC-5612N
●12操作12リレー

セットで
17万円



特小モデル6000U併売中

標準型
RC-6016N
●16操作16リレー

セットで
20万円



Nシリーズ
ひっか
引っ架

ケーブルス
標準型
RX-3008N
●超小型受信機

ひっか
引っ架 ケーブルスで
取付け
構造の簡略化
接続の

ケーブルスミニ Rシリーズ Lシリーズ

微弱・ラジコンバンド
両モデル対応
標準型
RC-4303R
●3操作3リレー
(最大5操作5リレー)

帰ってきた
通達距離！

セットで
10万円



微弱モデル4300L併売中

テルハ・モノレール専用

標準型
RC-4305R
●5操作5リレー
●安全機能装備

新価格設定

セットで
11万円



高掛操作 Nシリーズ Uシリーズ

微弱・特小
両モデル対応
標準型
RC-2512N
●12操作12リレー
最大32リレーまで対応

- 見易くなった□
電池消耗表示ランプ付
- 送信機防塵
防滴構造強化

セットで
22万円



価格もサイズも
ハンディー並

軽量コンパクト
ショルダータイプ

特小モデル2500U併売中

ハイパーケーブルス Nシリーズ Uシリーズ

微弱・特小
両モデル対応
標準型
RC-8416N
●16操作16リレー
(最大32操作32リレー)

大は仕様
を兼ねる！

ハンディーなのにロータリー・
トグルスイッチ装着可能

セットで
22万円



裏側
スイッチ
装着例

特小モデル8300U併売中

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
標準型
RC-7100N
●最大操作数64(オフ出力時)
●見易くなった□
電池消耗表示ランプ付

全押しボタン装着例
セットで50万円～



モルパ
2本装着例
セットで100万円～
無段変速対応可
特小モデル7100U併売中

MAXサテラU シリーズ

特小
専用モデル
RC-9300U
●多機能多操作
(比例制御対応も可)
全押しボタン装着タイプ
セットで95万円～

阿波藍色の
Uシリーズ



無段変速レバ
ー2本装着例

無線化工事でお悩みの方はフルライン、フルオーダー体制の弊社に今すぐご連絡下さい。

データケーブルス Rシリーズ Nシリーズ Uシリーズ

微弱・特小
ラジコンバンド
全モデル対応
●機器間信号伝送に！
●有線配線の代わりに！
工夫次第で用途は無限！



L型▶最大32リレー
M型▶最大22リレー
S型▶最大11リレー
受信機
送信機
(外部接点入力型)
TC-1100R 20万5千円～
TC-1100N 23万円～
TC-1100U 56万円～

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
FAX088-694-5544(代) TEL088-694-2411(代)
URL=http://www.asahionkyo.co.jp/

トンネル 急速施行の最新鋭機!

KEMCO Schaeff ・ロータ

ドイツの特殊建機専門メーカーKarl Schaeff社とコトブキ技研工業(株)が、締結した技術提携に基づき製作・販売されるもので国内のニーズに応え、開発された新方式のずり積込機です。トンネル工事(断面積 5 ~ 150 m²) 又、碎石現場、道路工事等幅広く活用でき、作業能率の向上に威力を発揮。



(大断面用 KL100B)

型式	KL 7	KL20	KL41	KL51	KL100B
適用ずり取り断面	5 ~ 12 m ²	10 ~ 30 m ²	30 ~ 80 m ²	30 ~ 80 m ²	70 ~ 150 m ²
油圧パワーバック	30KW × 1	45KW × 1	90KW × 1	90KW × 1	132KW × 1
コンベア能力	70 m ³ /h	150 m ³ /h	300 m ³ /h	300 m ³ /h	540 m ³ /h
重量	8.5 TON	13.0 TON	25.0 TON	25.5 TON	49.0 TON

KEMCO TAMROCK 油圧モビル・ジャンボ

フィンランドTAMROCK社の高度な技術と、日本の岩石と戦って半世紀の歴史を持つKEMCOのノウハウが、コンパクトな油圧モビルジャンボを完成。小断面用レールジャンボから、ミニベンチ対応の3ブーム2バスケット油圧モビルジャンボSUPER326GRまで各種販売。



(大断面用 SUPER326GR)

型式	RMH205	MH215TR	MAXIMATIC325TR	SUPER326GR
適用掘削断面	4 ~ 40 m ²	16 ~ 100 m ²	25 ~ 110 m ²	25 ~ 110 m ²
油圧パワーバック	45KW × 2	45KW × 2	45KW × 3	55KW × 3
エンジン出力	—	180PS/2,200rpm	160PS/2,300rpm	160PS/2,300rpm
重量	13.0 TON	31.0 TON	42.0 TON	42.0 TON

コトブキ技研工業株式会社 建機事業部

■本社 〒160-0022 東京都新宿区新宿1-8-1 大橋御苑駅ビル2F ☎03(3226)3366
 ■広島営業所 〒737-0191 広島県呉市広白岳1-2-2 ☎0823(74)5141
 ■盛岡営業所 ☎019(654)2171
 ■福岡営業所 ☎092(471)8819
 ■支店/大阪 ■営業所/札幌・東京・名古屋・松山 ■広事業所 ☎0823(73)1134

Denyo

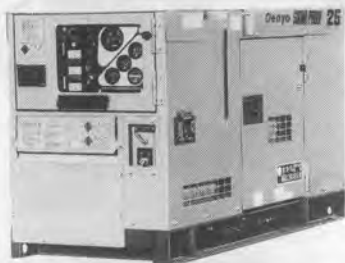
デンヨーのパワーツース

先進のテクノロジーで建設現場のニーズにお応えします。

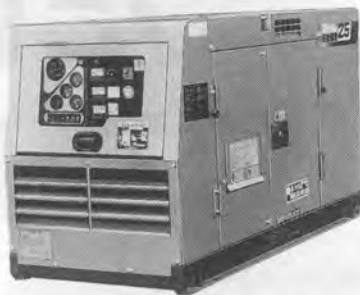
エンジン発電機

0.5~800kVA

新ブラシレス発電機搭載で、電圧変動率は極少



DCA-25SPI-C 50Hz 20kVA・60Hz 25kVA

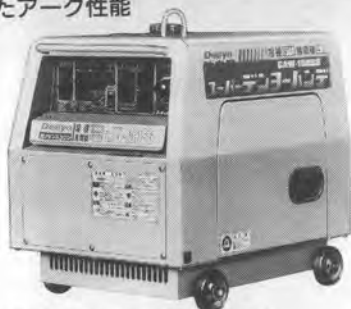


DCA-25SBI 50Hz 20kVA・60Hz 25kVA

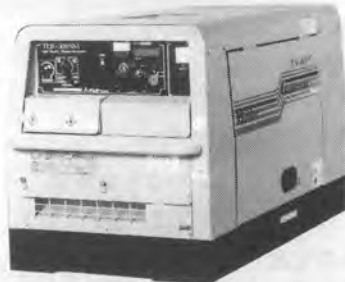
エンジン溶接・発電機

30~450A

卓越したアーク性能



GAW-150SS 30~150A



TLW-300SSY 30~300A

エンジンコンプレッサー

1.4~52.4m³/min

信頼性の高いスクリューコンプレッサー



DIS-90SB 2.0m³/min



DIS-685SS 19.4m³/min



●技術で明日を築く

デンヨー株式会社

本社：〒164-0002 東京都中野区上高田4-2-2 TEL: 03(5380)7171

札幌営業所 ☎011(862)1221
 東北営業所(1) ☎019(647)4611
 東北営業所(2) ☎022(254)7311
 関東営業所(1) ☎025(268)0791
 関東営業所(2) ☎027(251)1931

東京営業所 ☎03(3228)2211
 横浜営業所 ☎045(774)0321
 静岡営業所 ☎054(261)3259
 名古屋営業所 ☎052(935)0621
 金沢営業所 ☎076(269)1231

大阪営業所 ☎06(6488)7131
 広島営業所 ☎082(278)3350
 高松営業所 ☎087(874)3301
 九州営業所 ☎092(938)0700
 出張所 / 全国主要33都市

総合物流システム

TCM

ミニだけど パワフル。

TCM小型ホイールローダは、

- ①建設省の排ガス規制適合の高出力エンジンを搭載。
- ②クラストップの作業性。
- ③建設省指定低騒音車。
- ④新機構のマイルド・パワーモードセレクトシステムの採用。
- ⑤軽いタッチの操作レバー。
- ⑥クラストップのコンパクトな車体。
- ⑦操作の楽な無段階変速HST。

など数々の先進テクノロジーで、環境とマシンの共生を追求した小型ホイールローダの決定版です。



TCM

小型ホイールローダ

L3/L4/L5/L6
(0.3m³) (0.4m³) (0.5m³) (0.6m³)

TCM株式会社

本社 / 〒550-0003 大阪市西区京町堀1-15-10 TEL.06(6441)9151
東京本部 / 〒105-0003 東京都港区西新橋1-15-5 TEL.03(3591)8171
URL <http://www.tcm.co.jp>

あなたの職場の環境美化・安全確保に

Howa

豊和ウエインスーパー



HA75

●四輪エアースキ

3トン級トラックシャシ架装

豊和独自の真空/循環方式と3トンナローキャブシャシの採用により比較的狭い道路の清掃が安全に手軽にできます。4トンスーパークラスの能力を有しています。

HF80H

●四輪ブラシ式

4トン級トラックシャシ架装、左ハンドル

路面清掃車で初めてエアースパクションを採用。ハイリフトダンプ、小さな回転半径、しかも普通免許で運転できます。市街地道路から工場内まで幅広く使用可能です。



HF58E α



HF63 α



HF66A



(製造元) **Howa** 豊和工業株式会社



三井物産マシナリー株式会社

産業・建設機械事業部 〒105-0004 東京都港区新橋6丁目1番11号 秀和御成門ビル TEL03(3436)2851

開発機械部 03-3436-2871
本店営業部 03-3436-2851
新潟営業所 025-247-8381
長野営業所 026-226-2391
宇都宮営業所 028-634-7241

札幌支店 011-271-3651
東北支店 022-265-2990
盛岡営業所 019-625-5250
中部支店 052-702-7732
北陸営業所 0764-32-2601

関西支店 06-6375-7787
西日本支店 092-282-3001
広島営業所 082-296-3217

小型機で中型機並みの能力を発揮する
3段スクリード装着!!

F1740C

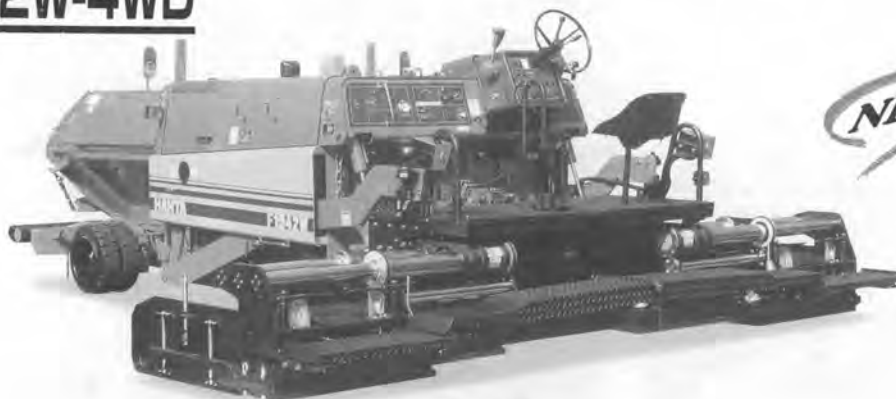


NEW

舗装幅

1.75~4.0m

F1942W-4WD



NEW

舗装幅

1.95~4.2m

F1740C・F1942W-4WD

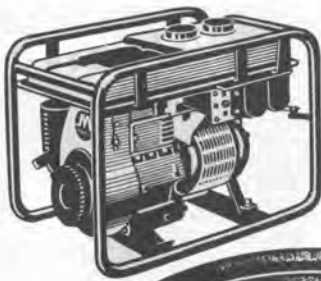
- 舗装厚：10～150 mm
- 全油圧駆動
- 本格的2段伸縮スクリード装備
- ワンマンオペレーション
- 上層路盤材施工可能(ベースペーパ)
- 合材自動供給システム(セミオート方式)
- 排出ガス対策型エンジン搭載
- 周辺環境に配慮した低騒音型機

道路機械の未来をめざす

HANTA

範多機械株式会社 〒555-0012 大阪市西淀川区御幣島2丁目14番21号

大阪営業所 〒555-0012 大阪市西淀川区御幣島2丁目14番21号 ☎(06) 6473-1741(代) FAX.(06) 6472-5414
 東京営業所 〒175-0091 東京都板橋区三園1丁目50番15号 ☎(03) 3979-4311(代) FAX.(03) 3979-4316
 仙台営業所 〒984-0015 仙台市若林区卸町1丁目6番15号・卸町セントラルビル ☎(022) 235-1571(代) FAX.(022) 235-1419
 福岡営業所 〒812-0016 福岡市博多区博多駅南3丁目5番30号 ☎(092) 472-0127(代) FAX.(092) 472-0129



マイコン
エンジン
ゼネレーター
VG-200A

マイコン 電子制御
バイブレーター



VG-1A

コンクリート
カッター
MCD-012

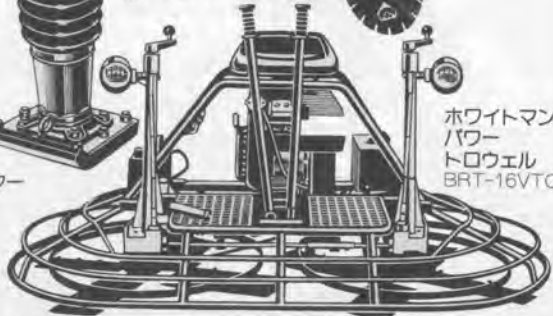


ミニカッター

4サイクル
ガソリン
エンジン
MT-72FWL



ホワイトマン
パワー
トロワベル
BRT-16VTCL



2年間保証
ステーター-8ローラー



新製品

MT-52FW

タンピング
ランマー
4サイクル
ガソリン
エンジン



MVC-60VW

プレート
コンパクター

Mitsubishi

●21世紀を創る三笠パワー!



特殊建設機械メーカー

三笠産業

- 本社 東京都千代田区築港4丁目4番3号 千101-0781 電話 03(3292)1411 1F
- 札幌営業所 札幌市白石区清田センター6丁目1番48号 千011-0150 電話 011(892)6920 1F
- 仙台営業所 仙台市若林区卸町8丁目1番16号 千984-0015 電話 022(238)1521 1F
- 新潟営業所 新潟市鳥屋野4丁目1番15号 千950-0351 電話 025(284)6565 1F
- 北陸東洋・東関東支店 埼玉県春日部市船町3丁目4番39号 千344-0053 電話 048(734)6100 1F
- 横浜営業所 横浜市港北区新羽町994-2 千223-0057 電話 045(581)4800 1F
- 長野営業所 長野市青木原町大塚913番地4 千381-2216 電話 0262(83)2961 1F
- 静岡営業所 静岡市高松2丁目2番18号 千422-8034 電話 054(238)1131 1F
- 工 場 豊田市 春日町

西部地区販売元

三笠建設機械株式会社

バイブレーション
ローラー



MRX-440P

新製品



MRH-600DS



バイブコンパクター

MVH-304DS

大阪市西区立売堀3-3-10 電話06(654)196311F
●営業所 名古屋/福岡/高松

夢への挑戦!
Kobelco 21

KOBELCO

基本力
展開力
力がある、
力がある、
。

コベルコ新世代標準機
ダイナミックアセラ
**Dynamic
Acera**

SK200 [LC]
●0.8m³/19,400 [19,900] kg

SK230 [LC]
●1.0m³/23,600 [24,200] kg

SK320 [LC]
●1.4m³/32,000 [32,500] kg

強靱なるベースマシン、いよいよ誕生。

求めたのは高い構造強度と作業能力、信頼・耐久・整備性、そして快適・安全・環境性。
すなわち基本力を高めることで作業品質の安定を、さらには専用機での能率向上を実現。
コベルコが今そして10年先をも見極めて開発した新世代の標準機です。



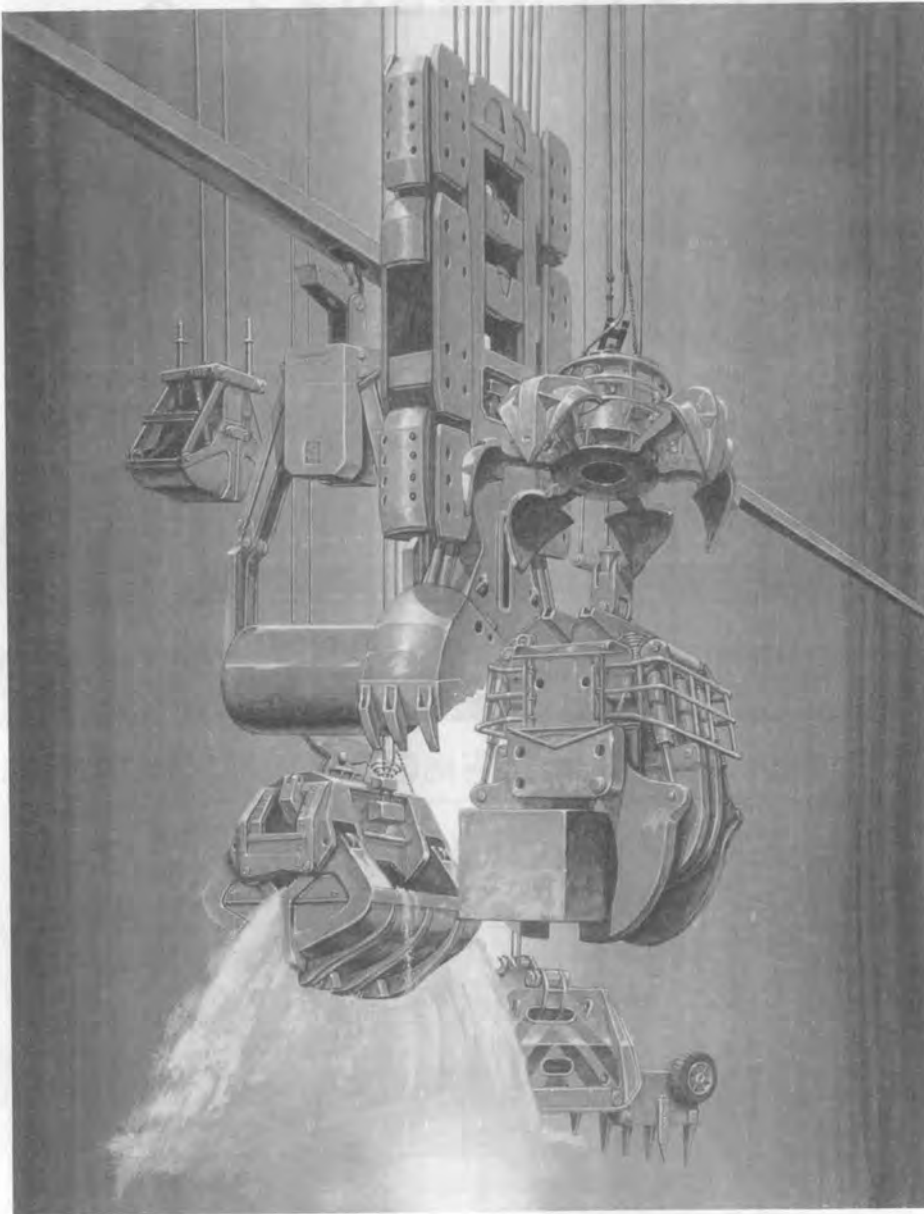
- クラスを超えた高いボディ剛性、優れた動安定性、強いブーム持ち上げ力で、作業の多様化に対応。
- クラス最大のエンジン出力、掘削力。さらに走行牽引力アップで作業能力向上。
- ファジー推論により作業に応じて操作を最適化する業界初のアシストモード。
- 視界の広さや剛性にも優れた、世界基準を超えたクラス最大容量の快適キャブ。
- 排ガス対策機、低騒音機の認定値クリア。電磁エミッションでEU基準をクリア。
- 永く性能を維持できる高い信頼・耐久・メンテナンス性。

お問い合わせ、カタログご請求は下記までご連絡下さい。

コベルコ建機株式会社

〒103-8246 東京都中央区日本橋1丁目3番13号 ☎03-3278-7111

マサゴの電動油圧式バケット



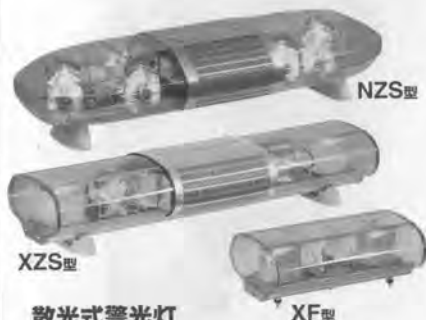
日経産業新聞 受賞企業
「小さな世界トップ企業」

 **眞砂工業株式会社**

拍事業所	〒270-1443	千葉県東葛飾郡沼南町沼南工業団地	TEL.0471-91-4151代	FAX.0471-91-4129
大阪営業所	〒530-0012	大阪市北区芝田2-3-14(日生ビル)	TEL.06-6371-4751代	FAX.06-6371-4753
名古屋出張所	〒450-0002	名古屋市中村区名駅南4-8-12	TEL.052-564-7406	FAX.052-564-7409
本社	〒121-0062	東京都足立区南花畑1-1-8	TEL.03-3884-1636代	FAX.0471-91-4129

PATLITE

雨、雪、霧など気象条件の悪い時も威力を発揮する
パトライト®の警告灯シリーズ



散光式警告灯
様々な配光パターンで
目的に合わせた警告を実現。



キセノン平面灯 XR型
トリプルフラッシュ閃光で
遠距離からも高い視認性。



LED表示ボード VD-06A型
後続車に文字や図で情報を
わかりやすく伝達。

光・音・液晶LED機器で安全と省力を創造する 株式会社 **パトライト**
 〒581-0038 大阪府八尾市若林町2-58
 東京 03(3667)1177 / 仙台 022(256)5656 / 北関東 0285(22)6166 / 埼玉 048(845)0088 / 横浜 045(473)1118
 厚木 0462(95)9111 / 松本 0263(37)5511 / 名古屋 052(934)2211 / 京都 075(325)4555 / 大阪 0729(48)8111
 神戸 078(919)5155 / 広島 082(261)5777 / 福岡 092(474)8111
 ホームページアドレス <http://www.patlite.co.jp> お問い合わせ、資料請求E-Mail: piplan@patlite.co.jp
ISO9001 認証取得
 適用範囲: 本社、三田工場、テクノセンター

本誌掲載広告カタログ・資料をご希望の方に…

建設の機械化 年 月号 広告掲載下記カタログを請求します。

ご 芳 名			
会 社 名(校名)			所属部・課名(学科)
所 在 地 (または住所)	〒		TEL
			FAX
会 社 名		製 品 名	

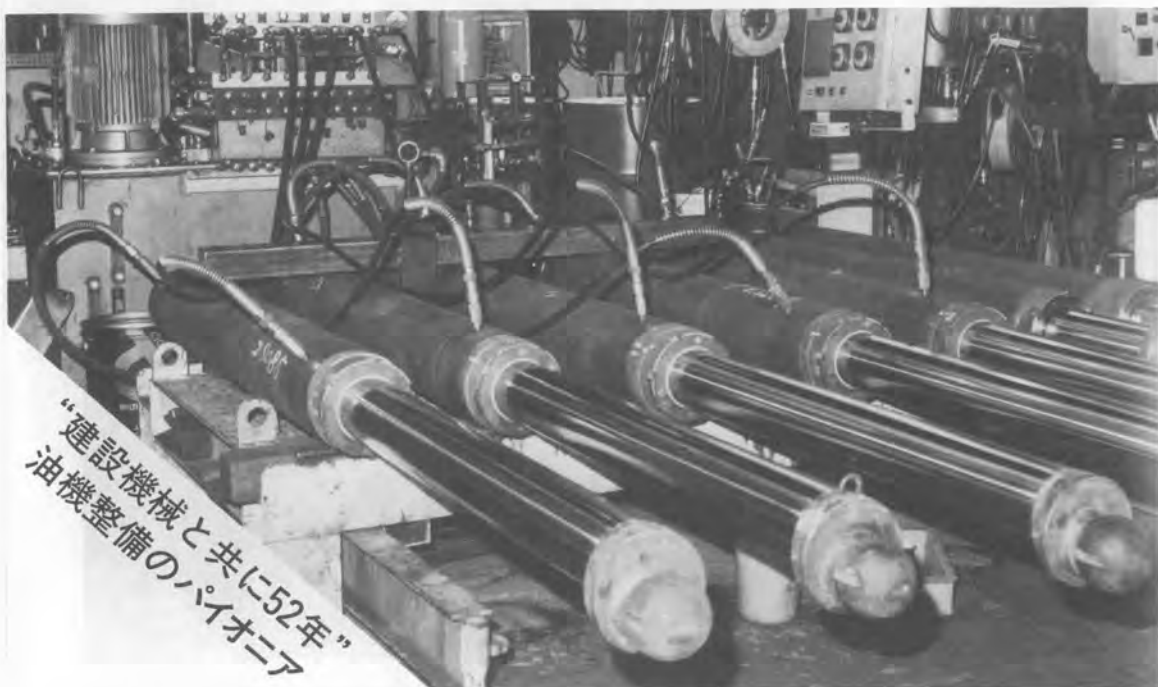
上記に所要事項ご記入の上 株式会社「建設の機械化」係宛
 (〒104-0061 東京都中央区銀座8-2-1 新田ビル 電話03-3572-3381/FAX03-3572-3590)にお送り下さい。

シールドマシン・建設機械

油圧機器の再生・リース

確かな技術で世界を結ぶ

MARUMA



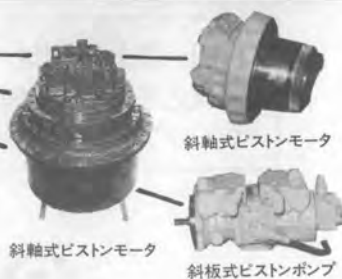
“建設機械と共に52年”
油機整備のパイオニア

◎全て保証付ユニットで応えます

- 建設機械用油圧ユニット
- シールドマシン用油圧ユニット
- シールドジャッキ各種シリンダー
- MH-125D、MH-250試験機で万全テスト



MH-125D
油圧機器万能試験機



斜軸式ピストンモータ

斜軸式ピストンモータ

斜板式ピストンポンプ



マルマテクニカ株式会社

■相模原事業所（油機地下建機部）

神奈川県相模原市大野台6丁目2番1号 〒229-0011
電話 0427(51)3809(ダイヤルイン) FAX.0427(56)9767(直通)

■本社・東京事業部 東京都世田谷区桜丘1丁目2番22号 〒156-0054

電話 03(3429)2141(大代表) FAX.03(3420)3336

■名古屋事業所 愛知県小牧市小針町中市場25番地 〒485-0037

電話 0568(77)3311(代表) FAX.0568(72)5209

■厚木事業所 神奈川県厚木市小野651 〒243-0125

電話 0462(50)2211(代表) FAX.0462(50)5055

RH-10J-S ミニベンチ機械掘削工法 ブームヘッダー



RH-10J-S型は

- ① 積込機、NATM関連機器等、従来機との組合せでミニベンチ工法が出来ます。
- ② トップデッキを外すことにより、ショートベンチ工法の上半にも使えます。

油圧カヤバの建機部門

 **日本鉦機株式会社** 建機部

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

本社 〒105-0012 東京都港区芝大門2丁目11番1号(富士ビル) 電話(03)3431-9331代
福岡支店 〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2丁目6番26号(安川産業ビル9階) 電話(092)411-4998
工場 〒514-0301 三重県津市雲出鋼管町(カヤバ工業株三重工場) 電話(0592)34-4111

2000年(平成12年)3月号PR目次

—ア—

(株) アクティオ	後付	2
朝日音響(株)	"	9
ヴィルトゲン・ジャパン(株)	"	7

—カ—

(株) 嘉穂製作所	後付	3
コトブキ技研工業(株)	"	10
コベルコ建機(株)	"	16
コマツ	表紙	4

—サ—

新キャタピラー三菱(株)	後付	6
--------------	----	---

—タ—

大和機工(株)	後付	1
TCM(株)	"	12
デンヨー(株)	"	11

—ナ—

(株) 南星	表紙	2
日本鋳機(株)	後付	20

—ハ—

(株) バトライト	後付	18
範多機械(株)	"	14

—マ—

眞砂工業(株)	後付	17
丸友機械(株)	"	1
マルマテクニカ(株)	"	19
三笠産業(株)	"	15

三井物産マシナリー (株).....後付 13

(株) 明和製作所.....表紙 3

—ヤ—

吉永機械 (株).....表紙 2

—ラ—

(株) 流機エンジニアリング.....後付4・5

—ワ—

(株) ワイビーエム.....後付 8



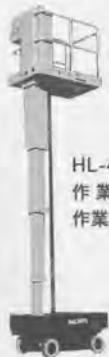
どこでも信頼される!! 明和の建機

豊富な品揃えによりユーザーのニーズに応える品質、性能、信頼性の高い当社製品群。

明和ハイリフト 自走式高所作業車

カニタン(くらぶ走行)

4輪ステアリング(4WS)で前後左右(タテ、ヨコ)自在に動ける。



HL-40
作業高さ：6.00m
作業台高さ：4.00m



CL-610
作業高さ：8.00m
作業台高さ：6.00m

CL-410
作業高さ：6.00m
作業台高さ：4.00m

コンバインド振動ローラ

センターピン方式
アスファルト舗装最適

排ガス規制対応・低騒音モデル

- MUC-401 4t(コンバインド・センターピン)
- MUC-401W 4t(ワイドタイヤ仕様)
- MUC-250 2.5t(コンバインド・センターピン)
- MGC-250 2.5t(コンバインド・ワンフレーム)



低騒音型

バイブロ コンパクタ

前後進自由自在

RP-6
PW-6



ハンドローラ



MS-6 620kg
MS-5 550kg
MG-7 700kg
MG-6 600kg

両サイド転圧可能

タンパランマ

エンジン直結式
オイルバス式



RT-70
RT-50
RT-70R (ロビンOHV 4サイクル)
RT-50R (ロビンOHV 4サイクル)
RT-70D (ダブルクリーナ仕様)
RT-50D (ダブルクリーナ仕様)
RTc-65F (ホンダOHV 4サイクル)
RTd-45F (ホンダOHV 4サイクル)

バイブロランマ

ベルト掛け式



RA-80
RA-60
RA-80R
(4サイクルエンジン搭載)
RA-60R
(4サイクルエンジン搭載)

バイブロ プレート

KP-12
KP- 8
KP- 6
KP- 6T (運搬車付)
KP- 6D (ダブルクリーナ仕様)
KP- 5
KP- 3
VP- 8
VP- 7



コンクリート カッタ



MCP-180
MCP-160
MCP-140
MCP-120

株式会社 明和製作所

本社 〒332-0031 川口市青木1-18-2
TEL.048-251-4525 FAX.048-256-0409
営業部 〒334-0063 川口市東本郷5
TEL.048-284-8883 FAX.048-282-0234
川口工場 〒334-0063 川口市東本郷5
TEL.048-283-1611 FAX.048-282-0234

営業所

大阪 ☎(06) 6961-0747~8 FAX.(06)6961-9303
名古屋 ☎(052) 361-5285~6 FAX.(052)361-5257
福岡 ☎(092) 411-0878-4991 FAX.(092)471-6098
仙台 ☎(022) 236-0235~6 FAX.(022)236-0237
広島 ☎(082) 293-3977-3758 FAX.(082)295-2022
横浜 ☎(045) 301-6636 FAX.(045)301-6442

KOMATSU

この星を創る。



avance
INRO
New Round Operation
ニュー・ロ。21世紀の標準機。

PC138US

**アバンセ・ニューロ
ラインアップ**



USシリーズ

コマツ 営業本部営業企画部 販売推進課 〒107-8414 東京都港区赤坂2-3-6 TEL.03-5561-2714 FAX.03-5561-2902
コマツ部品(株) 〒100-0013 東京都千代田区霞ヶ関3-7-1 TEL.03-3539-7060 FAX.03-3539-7065 コマツ教習所(株) 〒210-0618 神奈川県川崎市川崎区中瀬3-20-1 TEL.044-287-2061 FAX.044-287-2068

本誌への広告は



■一手取扱いの株式会社 共栄通信社
本社 〒104-0061 東京都中央区銀座8の2の1(新田ビル) ☎(03)3572-3381代 Fax.(03)3572-3590
大阪支社 〒530-0047 大阪市北区西天満3-6-8(笹屋ビル) ☎(06)6362-6515代 Fax.(06)6365-6052

雑誌03435-3

「建設の機械化」

定価

一部八四〇円

本体価格八〇〇円