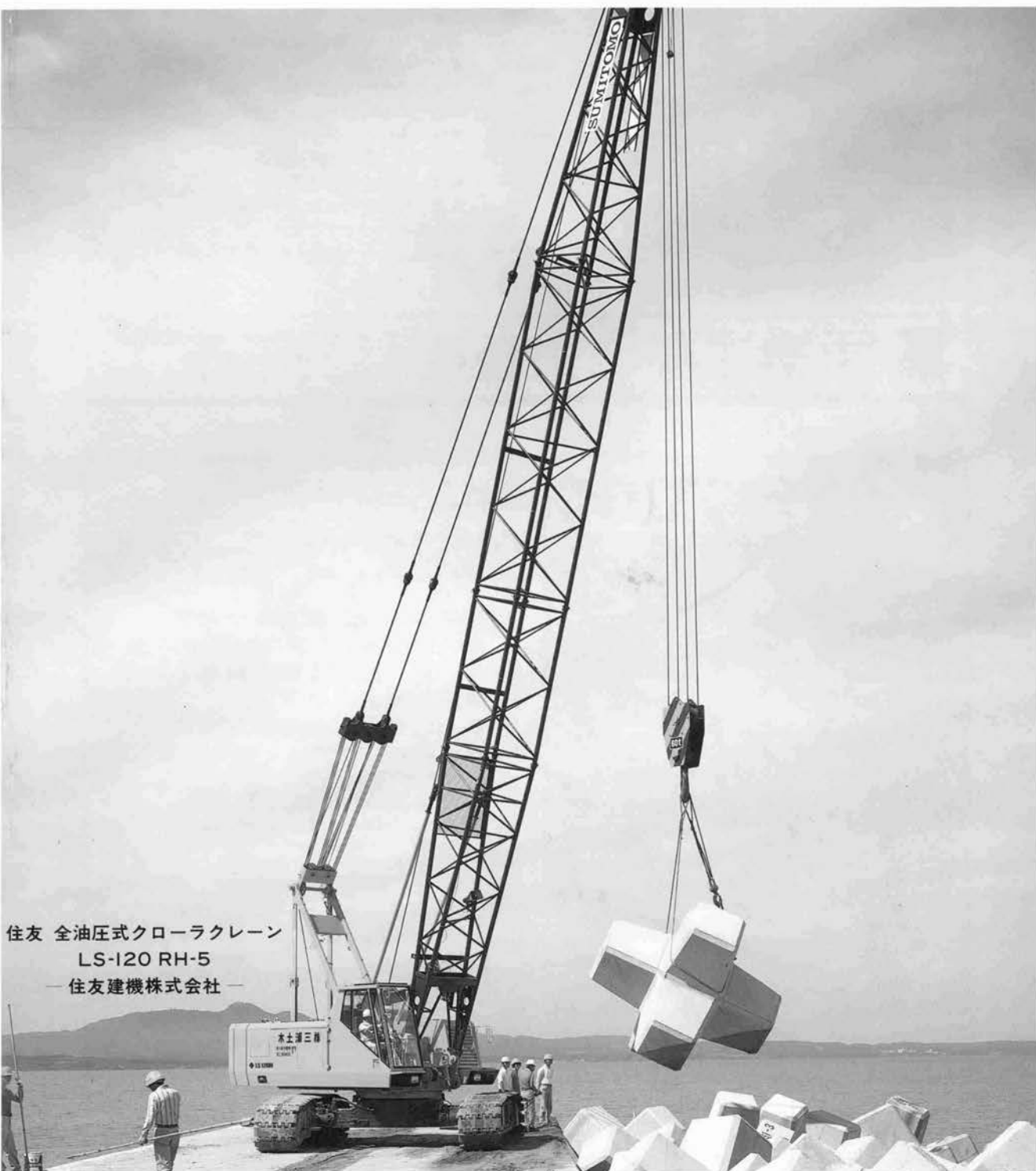


建設の機械化

1988 **3**
日本建設機械化協会

瀬戸大橋完成特集



住友 全油圧式クローラクレーン
LS-120 RH-5
—住友建機株式会社—

土の穴掘りなら全ておまかせ下さい!!

(特許申請中)

マルゼン・ハイネス・アースドリル



- マルゼンハイネスアースドリルは、米国ハイネス社との提携により発売された画期的な製品です。
- 小型・軽量・操作が簡単、しかも従来のポータブルアースドリルでは考えられない驚異的な性能を有します。
- 操作は一人で楽に扱えます。
- 性能 深さ：縦穴7mまで、横穴：14mまで
穴径：38φ～400φまで
- 用途 建柱、支柱の穴掘りに
フェンス、棚の穴掘りに
植樹、造園土木の穴掘りに
水道、ガス管の埋設工事の横穴あけに
道路横断のパイプ埋設に
その他土への穴掘りなら全て御利用出来ます。



丸善工業株式会社

本社 静岡県三島市長伏155-8番地
TEL0559-77-2140
営業所 札幌・仙台・三島・大阪・福岡



CDH700C

最新鋭 全油圧式クローラードリル

- 国産初のコンプレッサ内蔵型
- 4.5m³/minコンプレッサ内蔵
- 小廻りの効く強力な足まわり
- 高性能ドリフタ
- 1/3の燃費 ●完璧な集塵
- 自動ロッドチェンジャ装備可能 (オプション)

重量	7,600kg	ドリフタ型式	YH-45
全長	7,000mm	エンジン型式	F6L912
全幅	2,300mm	エンジン馬力	102HP
全高	2,420mm	集じん機型式	HT700
履帯幅	300mm		(バックフィルタイプ)

東京流機製造株式会社

営業部 〒106 東京都港区西麻布1-2-7 第17興和ビル7F
IR建設鉱山課 ☎(03)403-8181代
東京営業所
本社・工場 〒226 横浜市緑区川和町50-1 ☎(045)933-6311代
仙台営業所 ☎(0222)91-1653代 広島営業所 ☎(082)228-6366代
大阪営業所 ☎(06)323-0007代 福岡営業所 ☎(092)721-1651代

昭和63年度

1級・2級 建設機械施工技術者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)

従来建設省が実施してきた建設機械施工技術検定試験に代えて、昭和61年度から当協会が行っているもので、この試験の合格者は、所定の手続きにより技術検定の学科試験及び実地試験が免除のうえ、建設大臣から合格証明書が交付され、建設機械施工技士になれます。
社団法人 日本建設機械化協会

- 学科試験 昭和63年 6月26日(日)
- 実地試験 昭和63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が受験できます。)
- 申込受付期間 昭和63年 4月11日(月)～4月25日(月)
- 申込用紙及び受験の手引の請求先 1組500円

郵便で請求の場合は、送料共670円(切手不可)。1級又は2級建設機械施工技術者試験申込用紙請求と明記して請求してください。

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。

目次

◆巻頭言 瀬戸大橋の開通を迎えて	布施 洋一 / 1
◆瀬戸大橋完成特集	
児島・坂出ルート計画から完成まで	藤井 秀夫 / 3
児島・坂出ルート海峡部下部工工事の特徴	山本 紀夫 / 11
児島・坂出ルート海峡部上部工工事の特徴	金沢 克義 / 18

グラビヤ—21世紀に架ける瀬戸大橋

児島・坂出ルート海峡部工事に使用された 主な施工機械	久保田 良司 / 25
本四連絡橋で開発された各種の技術	神 弘夫 / 38
◆随想 本四橋の完成に思う	松崎 彬 麿 / 46
自律走行式床作業ロボットの開発	汐川 孝 / 48
エレクトロニクス利用による 海洋情報処理システム	神崎 正三 / 53 古川 圭史
昭和62年度建設機械施工技術者試験 合格者の発表について	関本 博 / 58

◆'87建設機械の現状

12. 原動機など	
12.1 ディーゼル機関	和田 克己 / 63
12.2 小型内燃機関	山田 恒義 / 68 寺井 優弘
12.3 油圧駆動装置	伊藤 容之 / 70

◆新工法紹介

タイル外壁剝離検知システム／壁面診断ロボット	調査部会 / 73
------------------------	-----------

◆新機種ニュース

◆文献調査	
メンテナンス管理システムによる費用の節約／ヘリコ プターによる調査	文献調査委員会 / 79

◆ISO規格紹介

土工機械に関するISO規格(29)	ISO部会 / 81
-------------------	------------

◆整備技術

新しい診断・再生技術(第14回) 足回り再生	整備部会 / 84
---------------------------	-----------

◆統計

建設工事受注額・建設機械受注額の推移	調査部会 / 89
行事一覧	/ 90
編集後記	(後藤・加藤・福来) / 92

◀表紙写真説明▶

住友 全油圧式クローラクレーン

LS-120 RH-5

住友建機株式会社

本機は、高所作業、重量物荷役作業などの迅速化、省力化を推し進めるため開発された、60 tクレーンであり、次のような特長を有する。

- ① ツインDMシステムにより、主巻・補巻は独立操作で複合動作も容易にできる。
- ② 高低2速の切換えをはじめ、微速操作作用のポンプコントロールスイッチにより主・補巻の4速切換えが1本のレバーで容易にできる。さらに省エネ回路を加えたEFCシステムがすぐれたインテグレーション性能と幅広い作業スピードを可能。
- ③ 斬新なデザインのボディ設計と快適な運転操作ができる作業空間を確保したニューキャブ。
- ④ 入念な騒音対策によるクラスきっての低騒音。

◀主な仕様▶

※ リングシュウの場合

最大つり上荷重	60 t × 4.0 m
基本ブーム長さ	12.19 m
最長ブーム長さ	54.86 m
ジブ長さ	9.10 ~ 18.30 m
ブーム+ジブ	42.67 + 18.30 m
エクステンションブーム	3.05 m 6.10 m 9.14 m
ショートジブ(オプション)	48.77 m まで装着可(最大荷重 6.5 t)
旋回速度	2.8 rpm
走行速度	※ 1.7/1.0 km/hr
エンジン型式	日野 HO6CT ディーゼルエンジン
定格出力	150 PS/2,100 rpm
登坂能力	30% (約17°)
全装備重量(標準ブーム付)	58.5 t
接地圧(760 mm シュー付)	0.67 kg/cm ²

第 37 回 海外建設機械化視察団員募集について

第 37 回海外建設機械化視察団員募集について

——欧州最大の建機展 “インターマット 88”——

本協会は年度事業計画の一つとして毎年海外視察団を派遣し、海外の建設機械およ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まいりました。昭和 63 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、フランス・パリで開催される“インターマット 88”およびスイス・チューリッヒで行なわれている地下鉄工事現場の視察です。“インターマット”は、欧州三大建機展の一つであった“エキスポマット”が組織の一新と規模の拡大を図って名称変更を行なったもので、226,000 m² の展示会場で世界各国より 1,500 社にのぼる企業が出展を希望しており、欧州最大規模の建機展となるものと思われまます。

関係各位におかれましては、本視察団に参加されることにより今後の企業活動に大いに役立つものと考えられますので、ご検討の上、是非多数の方々のご参加を期待し、ご案内申し上げる次第です。なお、参加ご希望の各位には、下記迄お問合せ下さいませようお願い申し上げます。

▶問合せ先 社団法人日本建設機械化協会
(〒105) 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館内)
電話 東京 (03) 433-1501

旅 程

日数	月日(曜)	発着地	備 考
1	5月11日(水)	東京(成田)発	日本航空北回り便にてロンドンへ
2	12日(木)	ロンドン	市内視察
3	13日(金)	ロンドン	高速道路視察(MOTOR WAY)
4	14日(土)	インターラーケン	
5	15日(日)	インターラーケン	ユングフラウ周遊
6	16日(月)	チューリッヒ	地下鉄(S-BAHN)工事現場視察
7	17日(火)	パ リ	インターマット 88 視察
8	18日(水)	パ リ	インターマット 88 視察
9	19日(木)	パ リ	インターマット 88 視察
10	20日(金)	パ リ	インターマット 88 視察
11	21日(土)	パ リ 発	日本航空北回り便にて帰国の途へ
12	22日(日)	東京(成田)着	到着後解散

昭和 63 年度 建設機械整備技能検定のお知らせ

昭和 62 年度技能検定実施計画（案）によると、建設機械整備は昨年度と同様、前期において実施される予定です。実施計画内容は下記のとおりですので、受検される方はご準備下さい。

1. 等級および試験の方法

1 級および 2 級，実技試験および学科試験

2. 日 程

実施公示……3月1日（火）

受検申請書の受付……4月4日（月）～4月15日（金）

実技試験 { 問題の公表……6月10日（金）

{ 実 施……6月17日（金）より9月12日（月）まで

学科試験……8月28日（日），9月4日（日），9月11日（日）

合格発表……10月7日（金）

3. 特 典

建設機械整備に係る 1 級または 2 級の技能検定に合格した者は車両系建設機械の定期自主検査者の資格が与えられる。

実施は各都道府県で行われますので、実施の有無（都道府県によっては実施しないところもある）、受検の手続、受検資格、受検の手数料など、詳細については受検希望地の都道府県職業能力開発協会（別表参照）にお尋ね下さい。なお東京都で受検を希望される方の申請書受付（4月14日まで）、実技試験の実施などを例年通り本協会本部で東京都職業能力開発協会に協力して行います。

社団法人日本建設機械化協会整備部会

（〒105）東京都港区芝公園 3—5—8 機械振興会館内

電話 東京（03）433—1501

〔別表〕職業能力開発協会都道府県別電話番号一覧

（昭和 62 年 3 月現在）

北海道	011 (631) 2385	石 川	0762 (62) 9026	岡 山	0862 (25) 1546
青 森	0177 (38) 5561	福 井	0776 (27) 6360	広 島	0822 (22) 4038
岩 手	0196 (54) 5427	山 梨	0552 (53) 9529	山 口	0839 (22) 8646
宮 城	022 (271) 9260	長 野	0262 (28) 5101	徳 島	0886 (63) 2316
秋 田	0188 (62) 3510	岐 阜	0582 (33) 4777	香 川	0878 (82) 2854
山 形	0236 (44) 8562	静 岡	0543 (45) 9377	愛 媛	0899 (41) 5885
茨 城	0245 (21) 1357	愛 知	052 (524) 2031	高 知	0888 (84) 0165
福 岡	0292 (21) 8647	三 重	0592 (28) 2732	福 岡	092 (671) 1238
栃 木	0286 (62) 7177	滋 賀	0775 (33) 0850	佐 賀	0952 (24) 6408
群 馬	0270 (23) 7761	京 都	075 (432) 4758	長 崎	0958 (82) 1616
埼 玉	0488 (29) 2801	大 阪	06 (772) 7781	熊 本	0963 (84) 1711
千 葉	0472 (24) 1610	兵 庫	078 (232) 9681	大 分	0975 (42) 3651
東 京	03 (268) 6151	奈 良	0742 (24) 4127	宮 崎	0985 (24) 7401
神 奈 川	045 (312) 2731	和 歌 山	0734 (25) 4555	鹿 児 島	0992 (26) 3240
新 潟	0252 (83) 2155	鳥 取	0857 (22) 3494	沖 縄	0988 (62) 4278
富 山	0764 (32) 9883	島 根	0852 (23) 1755		

機 関 誌 編 集 委 員 会

編 集 顧 問

加藤三重次	本協会会長	渡辺 和夫	日立建機(株)生産本部企画部部長
長尾 満	新構造技術(株)取締役会長	寺島 旭	八千代エンジニアリング(株)顧問
坪 質	本協会専務理事	石川 正夫	前佐藤工業(株)
浅井新一郎	首都高速道路公団理事長	神部 節男	(株)間組顧問
上東 広民	本協会建設機械化研究所長	伊丹 康夫	(株)トデック相談役
中野 俊次	酒井重工業(株)取締役	斎藤 二郎	前(株)大林組
新開 節治	(株)西島製作所技術部担当部長	大蝶 堅	東亜建設工業(株)顧問
桑垣 悦夫	久保田鉄工(株)理事機械事業本部	両角 常美	(株)港湾機材研究所顧問
田中 康之	北越工業(株)東京本社 総合企画室商品企画担当部長	塚原 重美	前鹿島建設(株)技術研究所

編集委員長 本 田 宜 史 本協会広報部会長

編 集 委 員

岸本 良孝	本協会広報部会委員	尾崎 猛	三菱重工業(株)建機事業部
酒井 永	本協会広報部会委員	高木 隆夫	新キャタピラー三菱(株) 販売企画部
入佐 伸夫	本協会広報部会委員	内山 脩	(株)神戸製鋼所建設機械事業部 営業促進部
藤本 健幸	本協会広報部会委員	平田 昌孝	(株)間組機電部
藤崎 正	日本鉄道建設公団設備部機械課	加藤 実	(株)大林組機械部
川村 祐三	日本道路公団東京第一建設局 建設第二部構造技術課	杉本 邦昭	東亜建設工業(株)船舶機械部
天野 節夫	首都高速道路公団 第一建設部工務課	端 正記	鹿島建設(株)機械部
後藤 勇	本州四国連絡橋公団 工務第二部設備課	下田 哲也	日本舗道(株)技術開発部
黒田 満徳	水資源開発公団第一工務部機械課	福来 治	大成建設(株)技術管理部情報室
畑野 仁	日本下水道事業団工務部機械課	森谷 正三	(株)熊谷組営業本部総括部
皆川 勲	電源開発(株)建設部	久保 裕之	清水建設(株)機材技術開発部
牧 宏	日立建機(株)クレーン技術部	鈴木 昭夫	(株)竹中工務店技術研究所
本倉三千雄	(株)小松製作所 技術本部技術管理部	佐藤 輝永	日本国土開発(株) エンジニアリング事業部機電部

巻頭言

瀬戸大橋の開通を迎えて

布施 洋一



昨年の暮れにたまたま乗り合わせた東京～福岡便の機上から、真白な細い帯のように輝く瀬戸大橋を見た。それは陸上や海上から見るのとはまったく別の趣きで、本州・四国間の連絡をまさしく地球的な視野で感じさせるものであった。

その瀬戸大橋がきたる4月10日、いよいよ開通する。しかも海上延長約10kmを含め、道路約38km、鉄道約32kmが同時に供用されるという、まさに世紀のイベントが行われるわけである。本州四国連絡橋の事業としては、これまでに大三島橋、因島大橋、大鳴門橋、伯方・大島大橋とそれぞれ立派な長大橋が逐次供用されてきているが、所期の目的である本州と四国との連絡が初めてはたされるという点で、瀬戸大橋の開通はいやがうえにも絶大な意義をもつといえよう。

思えば瀬戸大橋の建設の推移は決してスムーズなものではなかった。とくに昭和48年秋のオイルショックに起因した着工延期から昭和53年秋の着工にいたるまでの展開は相当にドラマチックであったが、それだけに関係者にとっての感慨はひとしお深いものがある。瀬戸大橋の開通によって四国の離島性が解消され、市場圏や供給圏の拡大、地域産業の振興、生活圏の広域化などを通じて西日本地域の発展がはかられるなど、経済的側面からの大きな効果が期待されることは論をまたないところであるが、ここではそのことはさておき、技術的側面について若干述べてみたい。

瀬戸大橋は児島・坂出ルートと呼ばれ、別名ではDルートとも呼ばれるが、これは初期の調査ルートがA～Eの5ルートであった際の名残りである。昭和30年代の初めから調査が開始され、昭和37年からは土木学会の技術調査委員会で検討が重ねられたが、その段階からこのルートは技術的な問題は比較的少いとされていた。しかし世界的にも未経験なきびしい自然条件における長大橋であるので、土木学会の報告書でも、耐震設計法、耐風安定性の確保、基礎工法、ケーブル・補剛桁の架設工法、海上作業など広範な事項が、留意して十分な調査と準備をすべき事項としてあげられているが、このような指摘は、若戸橋をようやく完成させた段階の当時のわが国の技術水準からすると、至極当然なものであった。

一方外国では、当時建設中のペラザノ・ナロズ橋やセバン橋などと比べてみるまでもなく、わが国よりは数等高い水準にあった。このため外国技術を導入して建設を促進すべきであると

いった意見もかなり強いものがあつたが、その際断じて国産の技術で建設するという方針を貫かれた当時の責任ある方々の英断は、ここで改めて思いおこされるべきであると思う。今日のが国の長大橋技術の隆盛は、この英断をきっかけとして、各界の総力を結集した形でいろいろな努力が積み重ねられたことに負うところ大であつて、このような中からわが国独自の技術が開発され、見事に実を結んだものといえよう。

瀬戸大橋は下津井・北備讃・南備讃の3吊橋、櫃石島・岩黒島の2斜張橋、与島の1トラス橋の計6橋を主橋梁として構成されており、最大支間長は南備讃瀬戸大橋の1,100mである。これらについて特筆すべきことは多々あると思うが、やはりその代表は11基の下部工に適用された設置ケーソン工法であろう。この工法は基礎水深が50m、潮流が毎秒3mといったところでは在来のケーソン工法では困難であるということから開発されたもので、水中発破、グラブ掘削、底面仕上げ、ケーソン設置、プレパックドコンクリート打設など、工程のそれぞれの段階において国産技術を目指す意気込みと血のにじむような努力のあとを見出すことができる。また大型クレーン船による大ブロック架設、PS工法によるケーブルの架設などにも目をみはるものがあり、さらには補剛桁の角折れに対処するための鉄道緩衝桁や、陸上部における双設2段の鷺羽山トンネルの掘削なども特記に値するものであろう。このほか瀬戸内海の景観との調和、船舶航行の安全確保などにも多くの努力がなされているが、これらの施工全般を通じて設備や機械のはたした役割は計り知れないほど大きく、海上作業足場、各種掘削機械、モルタルブランチ船など枚挙にいとまがないほどである。調査の初期の段階から今日にいたるまで貴協会には直接あるいは間接に関係された方々が多数おられることと思うが、ここにこれらの方々に深く敬意を表すると同時に、瀬戸大橋の完成供用をともに祝い慶びたいと思う。

さて瀬戸大橋が完成すると次は明石海峡大橋ということになる。明石海峡大橋はかねてより長大橋技術者のターゲットであつたが、中央支間長1,990mという世界最長の吊橋の主塔基礎がいよいよ着工の運びとなるという。また来島海峡大橋も新たに建設に着手することになっている。今や世界に冠たる長大橋王国・日本にとって輝かしい時期を迎えているわけであるが、ここで改めて先人の努力のあとを見つめながら、長大橋技術のさらなる発展を期すこととしたい。

瀬戸大橋完成特集

児島・坂出ルートからの計画から完成まで

藤井秀夫*

1. はじめに

本州四国連絡橋の調査が開始されたのは日本国有鉄道が本四淡路線（神戸、鳴門ルート）の調査に着手した昭和30年である。31年から建設省が道路橋として神戸・鳴門ルート（Aルート）、宇野・高松ルート（Bルート）、日比・高松ルート（Cルート）、児島・坂出ルート（Dルート）および尾道・今治ルート（Eルート）について（図-1参照）調査を開始し、この調査は44年に日本道路公団に引継がれた。また日本国有鉄道は35年の鉄道建設審議会に基づき、道路、鉄道併用橋としての計画、調査を進めることとなり、本四備讃線（CおよびDルート）の計画、調査が追加され39年にこの調査は日本鉄道建設公団に引継がれた。この間建設省と日本国有鉄道は、これらの技術的検討を土木学会に委託し42年同学会本州四国連絡橋技術調査委員会から「本州四国連絡橋技術調査報告書」の答申を受けた。この答申に基づいて建設省と運輸省は道路橋および道路、鉄道併用橋の工期工費をとりまとめ43年2月に公表した。なおB、Cルートについては調査途中の段階でDルートよりも明らかに工事が困難で工事費も高くなると判断され、調査対象ルートから除外された。45年7月本州四国連絡橋公団

が設立され、公団は日本道路公団および日本鉄道建設公団から調査を引継ぎ、さらに各種の調査を実施し、その結果を47年11月「本州四国連絡橋調査報告書」にまとめ、建設大臣および運輸大臣に提出した。これを受けて両大臣は48年9月公団に対して本州四国連絡橋の工事に関する基本計画を指示（工事実施計画の認可48年10月）し、児島・坂出ルート（Dルート）は道路・鉄道併用橋として建設することとなった。その後各種の施工実験、調査、研究、機械設備の開発を行い、昭和53年10月10日に起工式を行い工事に着手した。

2. 児島・坂出ルートの概要

本州四国連絡橋児島・坂出ルートは本州と四国を道路（一般国道30号）と鉄道（本四備讃線）で結ぶものである（図-2参照）。道路（全長37.3km）は岡山県南西部の早島町で山陽自動車道と接続し、かつ一般国道2号線と連絡する早島インターチェンジを起点として南下し、鷲羽山付近から海峡部に入り、香川県側の坂出インターチェンジで一般国道11号線に連絡し四国横断自動車道と接続する。鉄道（全長32.4km）は、倉敷市茶屋町で宇野線より分岐して南下し、鷲羽山付近より道路・鉄道の併用区間として香川県坂出市に渡り、宇多津町で

予讃本線と接続する。特に海峡部13.1kmは上段が道路、下段が鉄道の併用橋であり、海峡を渡るため、巨大な海中基礎をもつ世界有数の長大橋梁群である（図-3参照）。

3. 計画および調査

(1) 海峡部路線計画

(a) 平面線形、縦断線形

平面線形は地形条件、社会条件の他、将来通し得る新幹線の最小曲線半径およ



図-1 調査5ルート

* FUJII Hideo

本州四国連絡橋公団工務第三課課長代理



図-2 児島・坂出ルート

びつり橋等長大橋の構造特性からその区間はできるだけ直線にするという条件で決っている。すなわち本州と四国が最も接近した位置を通り、その間に位置する塩飽諸島を利用する。つり橋である下津井瀬戸大橋区間、南北備讃瀬戸大橋区間を直線とし、かつ島しょ以外に櫃石島南端の浅瀬と羽佐島北面の浅瀬を利用して、櫃石島橋、岩黒島橋区間を直線とし、その間を曲線で結ぶルートとした。

縦断線形は南北備讃瀬戸大橋および下津井瀬戸大橋の桁下高と鉄道（在来線）の縦断こう配で決っている。南北備讃瀬戸大橋の桁下高は過去における最大通過船のマスト高および将来性を考え、ほぼ最高高潮面（NHHWL）上 65 m 以上とした。下津井瀬戸大橋の桁下高は過去の実績等から 31 m 以上とした。両端のつり橋部で最高点が規制され、その間および両側は鉄道在来線のこう配でできるだけ低くしている。

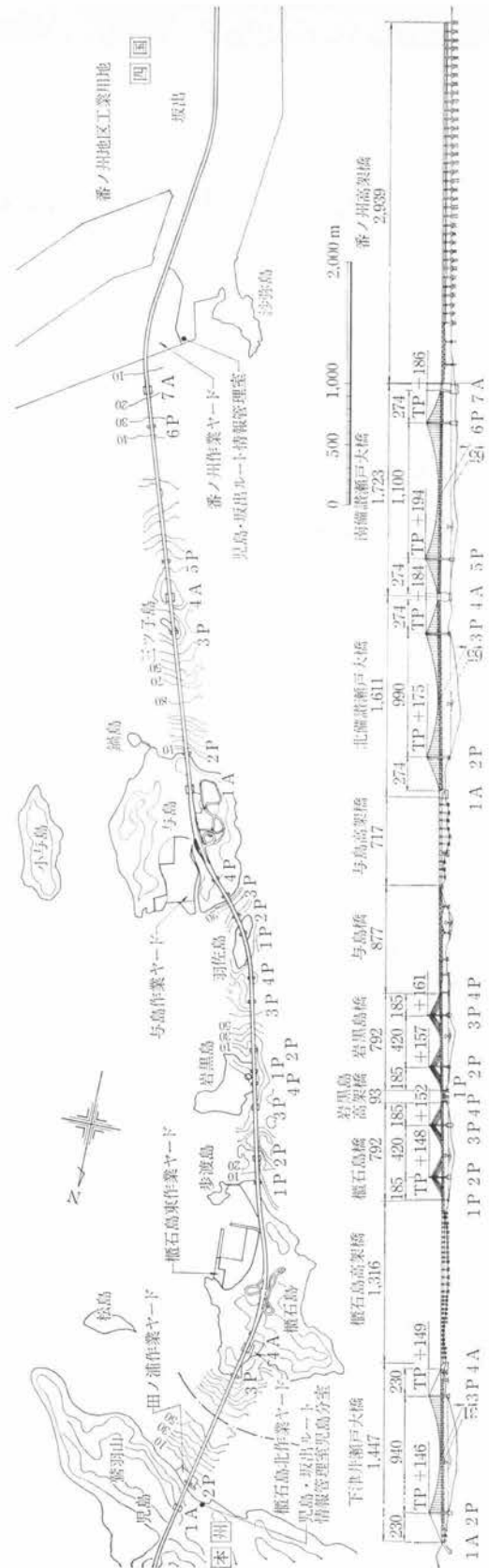


図-3 海峡部橋梁一般図

(b) 海峡部橋梁計画

① 下津井地区～櫃石島

当地区の路線は鷲羽山の西端付近を経て、櫃石島へ渡る最短距離のルートを選定した。下津井瀬戸は汀線間距離約 1 km であり、海峡部における最大水深約 75 m の V 字形地形となっていること、海上交通量が多いことを考慮して橋梁形式はつり橋とした。

② 櫃石島～与島

櫃石島から与島へ至る島しょ部の路線は、島の東側山腹を通り島の南端にでる。櫃石島南端の浅瀬と羽佐島の北西に位置する浅瀬とを直線で結び、途中岩黒島西端山地帯をかすめるようにして路線は南下する。さらに羽佐島のほぼ中央を横切り、羽佐島～与島間の海峡を渡り、与島北部の西側山頂付近に至る。与島内の路線は西側山地の東山麓をとおりと与島の西南端に至る。

櫃石島橋（櫃石島～岩黒橋）および岩黒島橋（岩黒島～羽佐島）は、櫃石島南端の浅瀬および羽佐島北西の浅瀬をそれぞれ利用し、また美観等を考慮し、中央支間長 420 m の斜長橋とした。

③ 与島～番ノ州

番ノ州埋立地との間の海上距離は約 3.2 km で、与島から南へ約 1.0 km の所に三ツ子島がある。与島～三ツ子島間は最大水深約 85 m の V 字形地形であり、三ツ子島～番ノ州間は最大水深約 60 m で、海底こう配は北側はきつく、南側は緩やかな海底地形となっている。また、この海域は海上交通安全法に指定された航路である南北備讃瀬戸航路、水島航路が交錯した海上交通の要衝となっている。

このような地形、地質あるいは航路等の諸条件から備讃瀬戸における路線選定に当っては次の点に留意して決定した。

(i) 航路の交差部を避け、かつ南北備讃瀬戸航路をできるだけ短距離で横断すること。

(ii) 航路の幅から考えてつり橋以外の橋梁形式は考えられないことから路線の平面線形は直線とすること。

(iii) 橋梁規模が大きいことから橋脚位置はできるだけ地質条件および施工条件のよい位置を選ぶこと。

以上の諸条件を考慮した結果、路線は与島西南端から備讃瀬戸北航路を横断して三ツ子島を通り、さらに備讃瀬戸南航路を横断して番ノ州へ至る直線の路線を選定した。

つり橋上部工形式は列車走行性を考えて、主塔部で桁を連続する 3 径間連続つり橋とした。主塔形式については斜材形式とした。

(2) 海峡部下部工の施工法調査

海峡部の下部工施工法の調査は 43 年 6 月より日本鉄道建設公団より始められ、45 年 7 月本四公団に引継が

れた。主要調査項目は、次のとおりである。

① 海底岩盤の平面掘削方法

② 海中コンクリートの施工方法

海底岩盤の掘削実験は機械として衝撃式、ロータリ式を対象とし、マキナンテリー (10-B-3)、ビルト (L-4 S)、ヒューズ (LDM 505) を使用し陸上実験および児島鷲羽山沖の海中に据付けられた海中鉄構を使用して行われた。

マキナンテリーによる砕岩掘削は本工事において、発破による砕岩と大型グラブ船を使用した掘削に応用されている。海中鉄構を使用したロータリ掘削機による掘削システムは、その後 SEP「盤石」に搭載され、仕上げ掘削に使用された。これら調査は児島・坂出ルート海中基礎の施工法として採用された「設置ケーソン工法」の骨格をなすものである。

海中コンクリートは昭和 40 年以来調査が行われ、コンクリートの品質の改良、施工の能率化、省力化を目的とした工法と施工機器の開発、海中型枠構造の検討、大量施工法における施工管理方法の検討および材料供給システムに関する検討等を行い、最終的には 2,000 l/min × 3 系列のモルタル製造能力を有するモルタルプラント船「世紀」にその技術の総てが結集された。児島・坂出ルート海中基礎全体約 60 万 m³ の海中コンクリートは、モルタルプラント船「世紀」により打設された。

(3) 上部工の調査

本四連絡橋の設計に関する基礎的調査は公団発足前より行われ土木学会本州四国連絡橋技術委員会の審議を経て、42 年には現行の上部工設計基準の基礎ともいべき設計指針および架橋計画の技術的検討を中心とした報告書が答申された。

45 年に発足した本四公団では、より具体的な細部事

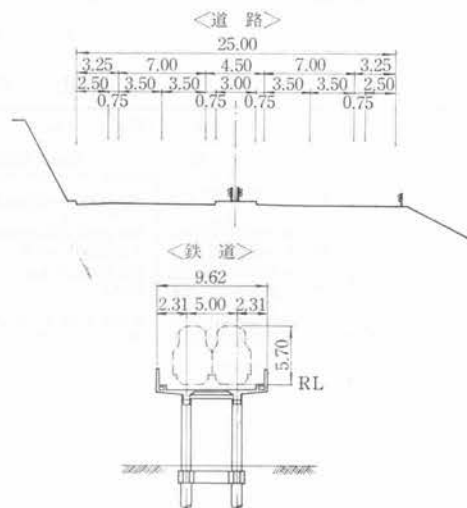


図-4 標準横断面図

項の検討を行うため、46年から土木学会・日本鉄道施設協会、建設省土木研究所および国鉄鉄道技術研究所に連絡橋の設計・施工に関する調査研究をそれぞれ委託した。また大学や協会などの研究機関にも専門分野に応じた調査研究を委託した。一方公団では現場実験によるデータの収集と解析や、具体的な設計、施工に関する検討を推進した。

現行の設計基準類は、これら長年の調査、研究の蓄積を踏えて確立されたものであるが、本四連絡橋に対する

調査、研究は信頼性と合理性を追求するため現在も継続されている。

4. 道路・鉄道単独区間

道路単独区間は、早島、水島、児島、坂出北、坂出にインターチェンジが配置され、関連道路と接続している。鉄道単独区間は在来線複線として建設され、駅は茶屋町駅、植松駅、木見駅、上の町駅、児島駅、宇多津駅

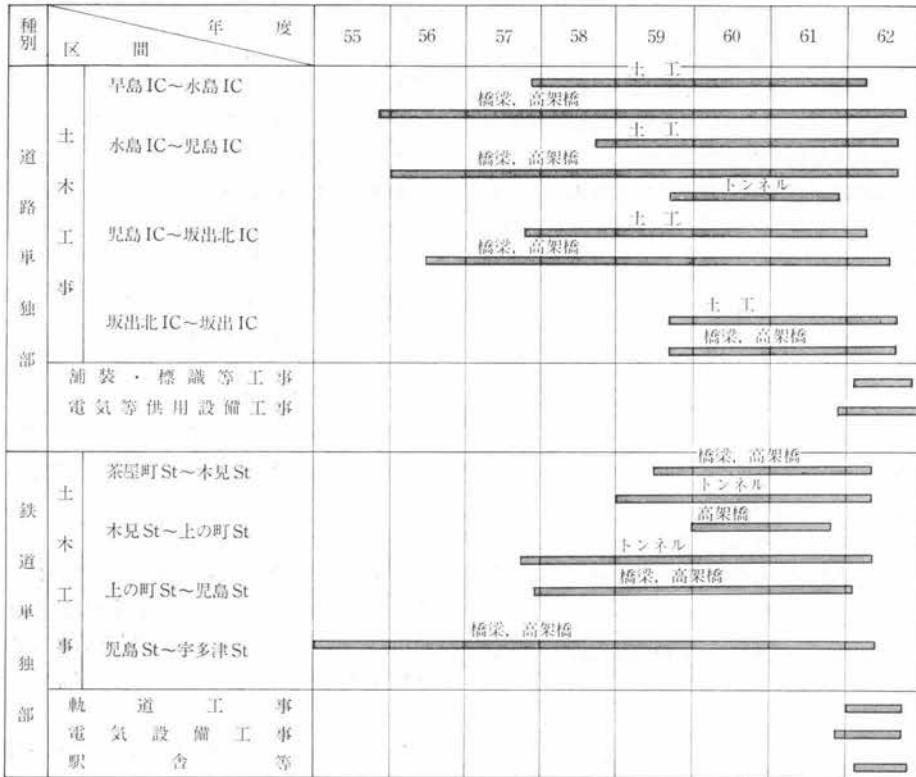


図-5 道路・鉄道単独部工事工程

表-1 陸上部主要構造物一覧表

種別	主 な 橋、 高 架 橋				ト ン ネ ル		
	橋 梁 名	橋 種 類	橋長(支間割)(m)	桁架設工法	名 称	延長(m)	掘削工法
道路単独部	御前道高架橋	PC 4径間連続ラーメン箱桁	283.0(68.0+2@73.5+68.0)	ディビダーク工法	正面山トンネル	上り 538.0 下り 537.5	NATM工法
	岸ノ上高架橋	PC 5径間連続桁+PC 4径間連続桁	351.0(38.25+3@39.0+38.4+38.4+2@39.0+38.4)	大型移動支保工による施工			
	塩生橋	鋼4径間連続、鋼床版箱桁+鋼単純合成版桁	319.0(33.3+65.0+94.0+66.0+59.0)	桁送り出し工法	柳田トンネル	上り 387.0 下り 331.0	同 上
	番の州南高架橋	鋼3径間連続箱桁×5連+鋼4径間連続箱桁	1,093.9(75.1+75.0+60.5+3×3@59.5+59.5+70.0+59.5+4@39.7)	トラッククレーンによるステージング工法			
八幡高架橋	PC 4径間連続ラーメン箱桁	280.0(49.4+75.0+85.0+69.4)	ディビダーク工法	塩生トンネル	上り 407.6 下り 400.6	同 上	
鉄道単独部	第一視~第五視高架橋	RC 連続版桁, RC 単純版桁	総延長 532.5	—	蟻峰山トンネル	2,151	NATM工法
	第一阿津~第三阿津高架橋	RC 連続ラーメン, RC 単純版桁	総延長 517.3	—	福南山トンネル	3,654	同 上
	北浦高架橋	PC 5径間連続箱桁	450.0(84.2+2@120.0+85.0+39.2)	ディビダーク工法	下村トンネル	1,605	同 上
	大東川橋梁	PC 4径間連続箱桁	256.2(49.3+2@80.0+49.3)	ディビダーク工法			

が配置されている。

単独区間における標準横断面図を図-4、工事工程を図-5、主要構造物を表-1に示す。

5. 道路・鉄道共用区間（海峽部）

（1）鷲羽山トンネル

鷲羽山トンネルは土被りが比較的薄く、地質構造も複雑で亀裂が発達した地山となっている。また上・下段トンネルの相互間隔は2.2~6.1mと非常に狭い。このような特殊性から施工にあたってはトンネル相互間の安定、施工の安全性に係わるトンネル周辺地山の挙動解析および変位計測値から得られる、情報に基づく地山応力分布の予測、特に変位計測値を迅速に施工にフィードバックできるシステムを確立し施工を行った。掘削はNATM工法を採用し、下段鉄道トンネルを先行し、完了後上段道路トンネルの施工を行った（図-6参照）。

（2）下津井瀬戸大橋

下津井瀬戸大橋のアンカレイジの型式は地形、地質および上部工の条件から櫃石島側は一般的な重力式アンカレイジとしたが、鷲羽山側については地形変化が少ないトンネル式アンカレイジとした。トンネル式アンカレイジは、前述の鷲羽山トンネルとあわせ、瀬戸内海国立公園の景観保全を配慮したものである。

上部工は張出し径間付単径間補剛トラスつり橋である。

主塔は眺望で名高い鷲羽山地区に位置するので、景観を重視して3層ラーメン形式を採用した。またケーブル架設工法は鷲羽山のトンネル式アンカレイジの掘削断面積に制限があること等から、エアスピニング工法（ケー

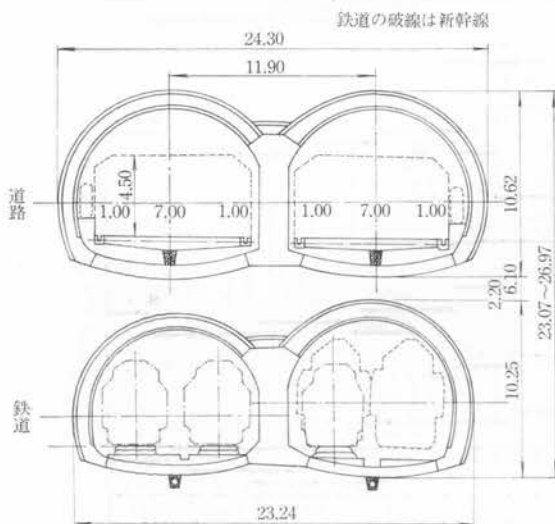


図-6 鷲羽山トンネルの断面



写真-1 下津井瀬戸大橋（鷲羽山から四国側を望む）

ブル素線を1本1本架設する工法）とした（写真-1参照）。

（3）櫃石島橋・岩黒島橋

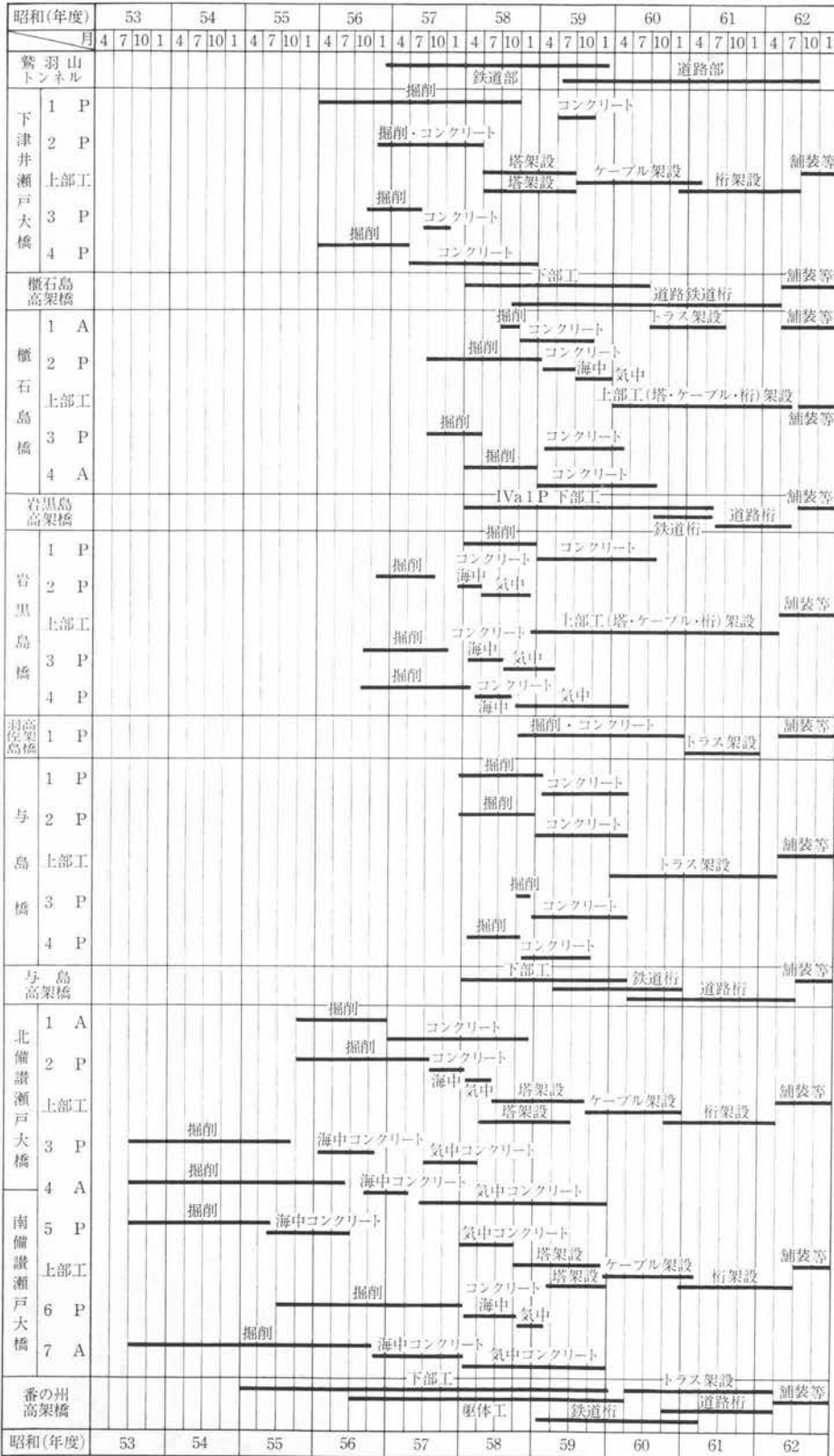
櫃石島橋と岩黒島橋は、櫃石島・岩黒島・羽佐島を結び橋梁で、上路部が道路、下路部が鉄道のダブルデッキマルチケーブル形式の3径間連続トラス斜張橋で、支間割はともに185+420+185mである。上弦材と鋼床版が合成されており、塔は基部で絞ったラーメン構造である。下部工は直接基礎または設置ケーソン基礎である。両橋の海中橋脚のうち、櫃石島橋の2P、岩黒島橋の2P、3P、4Pは設置ケーソン基礎を、櫃石島橋の3P地点は堆積層に深く覆われた急傾斜地で、岩層変化が激しく、また基礎水深が深く海底掘削量も多くなるため、脚付き設置ケーソン基礎を採用した（写真-2参照）。

（4）与島橋

与島橋は羽佐島上および羽佐島、与島間の幅約200mの海峡に架かる2径間連続および3径間連続のトラス橋である。与島橋は曲線橋であり、またトラス橋としては世界に例を見ない大規模橋梁（支間割175+245+165m）である（写真-3参照）。



写真-2 櫃石島橋・岩黒島橋（手前岩黒島橋）



図一7 海峡部橋梁全体工事工程

表-2 児島～坂出ルート主要橋梁一覽表

区 分	つ		橋		斜 張		橋		トラス橋	
	下津井瀬戸大橋	北備讃瀬戸大橋	南備讃瀬戸大橋	瀬石島橋	岩黒島橋	与島橋	橋名	長さ (m)	間 隔 (m)	支 間
橋 構	1,400	1,538	1,648	790	790	850				
支 間	230+940+230	274+990+274	274+1,100+274	185+420+185	185+420+185	125+137 175+245+165				
線 数	3.50 m×4 車線 (総幅員 22.50 m)									
道 鉄	在来線複線 (将来新幹線複線敷設可能)									
桁 下 高 (ほぼ最高潮面より)	31	65	65	32	41	45				
道	TL 20 および TT 43		TL 20 および TT 43		TL 20 および TT 43					
設 計	床組等 在来線 KS-16	新幹線 N 18 および P 19	床組等 在来線 KS-16	新幹線 N 18 または P 19	新幹線 N 18 または P 19	新幹線 N 18 または P 19				
荷 重	主構等 在来線 3.8 t/m×370 m	新幹線 3.8 t/m×320 m 複線敷設	主構等 在来線 3.8 t/m×320 m 複線敷設	または 2.7 t/m×400 m	新幹線 N 18×260 m または P 19×320 m	新幹線 N 18×260 m または P 19×320 m				
風 荷 重 (設計風速・m/sec)	つり構造 60.7 塔 71.0	つり構造 66.2 塔 72.6	つり構造 66.2 塔 73.1	つり構造 62.9 塔 70.6	つり構造 64.4 塔 70.5	つり構造 64.4 塔 70.5				
型 式	張出し径間付き単径間補剛トラス	3径間連続補剛トラス	3径間連続補剛トラス	3径間連続補剛トラス	3径間連続補剛トラス	3径間連続補剛トラス (一部 K) トラス				
最大鉛直たおみ量 (m)	4.18	4.78	5.11	1.06	0.97	0.27				
ケ ー ブ ル 高 (TP±0 より m)	149	184	194	152	161	—				
主 ケーブル構成 (主ケーブル1本当り)	φ5.37 mm×552本×88 ストランド	φ5.18 mm×127本×668 ストランド	φ5.12 mm×127本×542 ストランド	φ7 mm×139~277本	φ7 mm×139~277本	—				
主 ケーブル径×本数 (本)	φ956×2	φ1,006×2	φ1,070×2	φ147~φ187×176	φ147~φ187×176	—				
ケーブル素線総延長 (km)	71,000 (地球 1.8 周)	99,000 (地球 2.5 周)	122,000 (地球 3.1 周)	4,700	4,700	—				
主塔基礎型式・基数	ニューマチック アンカー 直接基礎 1基	設置ケーソン 直接基礎 1基	設置ケーソン 直接基礎 1基	設置ケーソン 直接基礎 2基	設置ケーソン 直接基礎 2基	設置ケーソン 直接基礎 2基				
アンカレッジまたは橋脚基礎型式・基数	アンカレッジまたは橋脚基礎型式・基数	アンカレッジまたは橋脚基礎型式・基数	アンカレッジまたは橋脚基礎型式・基数	アンカレッジまたは橋脚基礎型式・基数	アンカレッジまたは橋脚基礎型式・基数	アンカレッジまたは橋脚基礎型式・基数				
主要資材数量	約 75,000 約 150,000	約 94,000 約 333,000	約 132,000 約 761,000	約 46,000 約 115,000	約 46,000 約 85,000	約 40,000 約 65,000				
事業費 (億円)	1,000	1,360	2,190	690	620	440				

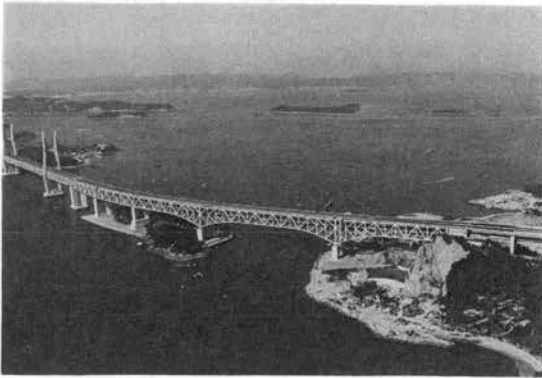


写真-3 与島橋（遠方に本州側を望む）

（5）北備讃瀬戸大橋・南備讃瀬戸大橋

北備讃瀬戸大橋、南備讃瀬戸大橋は児島・坂出ルート最大の橋梁であり、中央支間長（それぞれ 990 m, 1,100 m）が長いだけでなく、自然条件の厳しい備讃瀬戸の海中に基礎を置く、世界で初めての本格的な道路・鉄道併用つり橋である。下部工は陸上部にある 1A についてはオープン掘削による直接基礎、海中部にある他の基礎は設置ケーソン工法による直接基礎とした。また主塔は力学的機能はもちろん美観も考慮して構造形式を検討し、機能美にすぐれている斜材形式とした。ケーブルの架設工法については工期の早さと現場作業の少なさを重視してプレファブストランド工法を採用した。でき上がったケーブルの直径は南・北備讃瀬戸大橋でそれぞれ 107



写真-4 南・北備讃瀬戸大橋（南より北を望む）

cm, 100 cm となる。前者は世界一太いつり橋のケーブルとなる。補剛桁については鉄道併用橋として角折れと桁伸縮による列車走行性の点から連続補剛桁形式を採用した。補剛桁の架設工法については、両橋とも面材架設工法により施工した（写真-4 参照）。

（6）工事工程等

児島・坂出ルートの全体工程は海峡部南備讃瀬戸大橋に要する期間で決められ、昭和 53 年 10 月 10 日の起工式以来、最初に南北備讃瀬戸大橋の下部工に着手し、全体工程に基づき順次 63 年 3 月に完成すべく各橋梁に着手していった。海峡部橋梁の全体工程を 図-7、主要橋梁一覧表を 表-2 に示す。

6. あとがき

本州四国連絡橋児島・坂出ルートは公団設立（昭和 45 年）以前の技術的可能性を確認するための各種の調査、公団設立後の施工法および施工設備の開発ならびに設計法について、より信頼性の高い手法の研究等がなされた。施工の過程においては、我が国で最初の大規模海洋構造物であり、特に下部工については、実験または試験工事である程度の確証は得ているものの、正に試行錯誤の連続であった。

全体工事工程についても陸上部の道路、鉄道および海峡部の各橋梁について予定どおりの工期に収めるべく最善の努力が各担当区分においてなされた。各工種においては種々困難な問題が発生したが、しかしながら各分野における専門家および学術経験者の応援を得、また大型施工機械設備の開発がなされたことによって大型、大量、一括施工が可能となり、当初予定どおりの工期内に収める確証が得られたものである。

児島・坂出ルートを予定工期内で完成し得るのは、我が国全体の経済力、技術力、国力であることはいうまでもないが、組織、人の力、各分野の協力をなくしては成り立ち得るものではない。本文を終えるにあたり、児島・坂出ルートに情熱をもって尽された多くの方々ならびに関係機関に敬意を表するとともに、今後の御支援をお願いする次第である。

瀬戸大橋完成特集

児島・坂出ルート海峡部下部工工事の特徴

山本紀夫*

1. はじめに

児島・坂出ルートは南備讃瀬戸大橋のアンカレッジ7Aをはじめ全体で11基の設置ケーソン工法による海中基礎を有している。これらの海中基礎は、その設置底面の最大深度がTP -50m、潮流の速い海域、1日当り1,000隻以上の船舶が航行する航路への近接、周辺環境への十分な配慮等従来にならぬ施工規模、条件を伴った。したがって海中基礎に要する工期は海峡部橋梁の全体工程においてクリティカルな存在となった。海中基礎の施工法は安全・迅速・確実性より設置ケーソン工法を採用した。

本稿では設置ケーソン工法による大深度海中基礎の施工について述べ、併せて当工法に関連して開発した技術について紹介する。

2. 設置ケーソン工法による基礎の施工

(1) 概説

児島・坂出ルート海峡部橋梁の設置ケーソン工法による海中基礎の諸元は、表-1に示すとおりであり、位置は、図-1の一般図に示す。

設置ケーソン工法による基礎の施工手順は次に示すとおりである。

- ① 海底岩盤の水中発破
- ② 大型グラブ船による破碎岩の掘削
- ③ ケーソン設置底面岩盤の仕上げ掘削
- ④ 鋼製ケーソンの沈設
- ⑤ プレパックド工法による水中コンクリートの打設
すなわち鋼製ケーソンは基礎コンクリートの海中型枠であり、本工法の手順は単純明快である。しかし大深度下の水中発破、大型ケーソンの沈設、水中コンクリート

* YAMAMOTO Norio

本州四国連絡橋公団工務第四課長

表-1 設置ケーソン工法による海中基礎を有する下部工諸元

橋梁および 下部工別	下部工寸法 (m) (長)×(幅)×(高)			基礎 深度 TP (m)	コンクリート量 (m ³)	
	気中部	海中部			気中部	海中部
櫃島 石橋	HB 2P	25×46×36.4	同 左	-28	9,500	32,200
	HB 3P	29×46×33.4	同 左	-25	10,600	27,500
岩 黒 島 橋	IB 2P	18×46×33.4	同 左	-15	6,800	12,700
	IB 3P	22×46×32.5	同 左	-24	8,400	25,000
	IB 4P	36×32×19	同 左	-14	18,400	14,100
南 北 備 讃 瀬 戸 大 橋	BB 2P	23×57×20	同 左	-10	12,800	13,600
	BB 3P	23×57×20	同 左	-10	12,800	12,500
	BB 4A	79×58×81	57×62×15	-10	253,000	35,400
	BB 5P	27×59×42	同 左	-32	15,500	48,100
	BB 6P	27×59×55	同 左	-50	16,900	11,700
	BB 7A	76×55×70	75×59×55	-50	186,000	228,000

の打設等については過去の技術、経験を適用できない問題を含み、新たに技術の開発を要した。以下、南北備讃瀬戸大橋海中基礎の施工法について述べる。図-2に設置ケーソン工法の施工フローを示す。

(2) 水中発破

海底岩盤を能率よく経済的に破碎するには水中発破が最も効果的である。しかし大水深、潮流等の施工条件あるいは水中圧力波の魚介類に対する影響、地盤振動の周辺影響に対する問題を全て解決する必要があった。とくに7Aには石油精製プラントが近接(430m)している。我が国においては過去このような条件下における大規模水中発破の実施例は皆無であった。公団では昭和46年以来、学界、民間への委託研究および試験工事を通して必要な技術開発に取り組んだ。表-2に南北備讃瀬戸大橋海中基礎の諸元¹⁾を示す。

(a) せん孔水中発破の基本方針

水中発破は装薬方法により、

- ① 水中つるし発破
- ② 水中はりつけ発破
- ③ 水中せん孔発破(水中内部装薬発破)

に分類できる。発破による岩盤の破壊は爆発により生ず

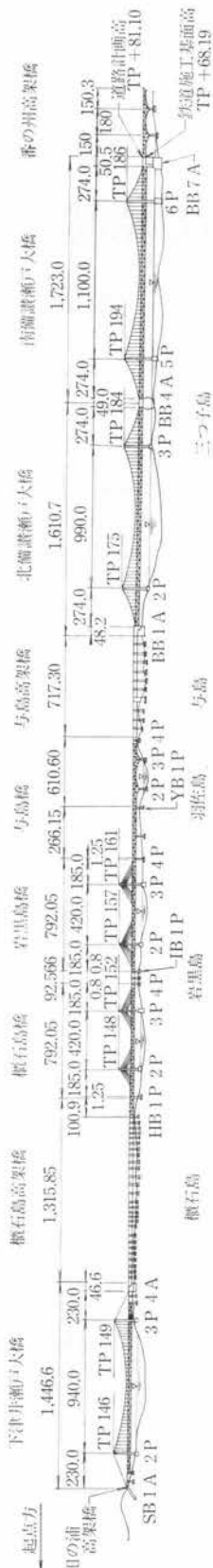


図-1 海峡橋梁部構造概図

る衝撃波による動的破壊作用と爆発生成ガスの圧力による準静的な破壊作用とが重疊して達成される²⁾。このような破壊機構から考えると、上記③は水中の破碎対象物にせん孔し、その中に装薬して発破する方法である故、爆発によって生じたエネルギーを最大限利用でき岩盤の破碎効果を高める点で有利である。また水中圧力波の魚介類への影響を軽減し得る点でもすぐれている。しかし、せん孔・装薬方法、起爆方法等について施工条件によりそれぞれに適した技術を要する。

児島・坂出ルートにおける海中基礎工事に使用した水中発破は、全てせん孔発破である。7A、6P、5P地点(図-1参照)では岩盤上に堆積層が存在し、他は堆積層がない。さらに各基礎位置では岩盤(花崗岩)の風化層の厚さも異なる。このように各位置で条件の差はあるが、水中発破は無自由面発破を実施した。この発破はあらかじめ堆積層や風化岩層を除去することなく、基礎底面全域をせん孔発破するものである。発破の工程が終了後、グラブ船により、破碎岩を堆積層とともに掘削する。これは海底掘削の工程において、前段の発破と後段のグラブ掘削の工程を分離することにより、工程計画を明確にでき、大型の施工機械



図-2 設置ケーソン工法の施工フロー

(SEP, グラブ船等)の運用を効率化するためである。

せん孔は SEP (Self Elevating Platform) 上にせん孔機を搭載して行った。SEP は、せん孔位置の原海底水深、1 発破の発破パターンによって、表-2²⁾に示すものを使用した。使用せん孔機は OD せん孔機およびウェルマンせん孔機である。前者はスウェーデンで開発された機種であり、エアモーターで駆動する 2 重管型のせん孔機である。ドリルチューブである外管とクロスビットと称する内管より構成されており、それぞれに回転と打撃が与えられ、せん孔が行われる。岩盤にドリルチューブが到達するとドリルチューブ(先端にリングビットが付いている)を固定し、クロスビットによるせん孔を行う。後者は日本で開発されたもので、ドリルパイプと称する外管とその先端に装着するインナーチューブ、ドリルパイプの駆動装置とから構成されている。インナーチューブは、その先端部にトップビットとリーミングビットを有し、せん孔時はドリルパイプの先端に固定してドリルパイプを回転することによりせん孔が行われる。インナーチューブはドリルパイプの中をワイヤロープにより上下でき、これにより脱着を行う。電動機により油圧ユニットを作動させ、油モーターにより回転力を得る。

両せん孔機は水中発破の試験工事(50年)により適用性を確認した。ウェルマンせん孔機は堆積層を伴う長尺せん孔にすぐれている。

(b) 無自由面発破の破碎効果

水中無自由面発破は岩盤面に加わる水圧および堆積層が荷重となって破碎効果を減少させる。48年に実施した大型グラブ船による岩盤の掘削試験(2P地点)により、岩盤にグラブバケットの爪が掛かる亀裂さえ存在していれば、かなりの硬岩まで掘削が可能なが判明した³⁾。したがって発破により岩盤にグラブバケットの爪が掛かる亀裂が入ればよく、細かく破碎する必要はない。公団では上記に必要な 1 孔当りの装薬量、装薬間隔をコンピュータによりシミュレーションを行った。これは全く新しい試みである。その結果⁴⁾は次のようである。爆薬位置(爆薬は円筒状)を中心に 3 方向(装薬筒を中心にした放射状とこれに直交方向および装薬筒軸に直交する水平方向)に亀裂の生じる範囲は、

- ① 破碎岩の厚さが 5 m の場合、20 kg/孔で、周囲 1.5~2.0 m、装薬の下端より下方に 0.5 m
- ② 破碎岩の厚さが 8 m の場合は、30 kg/孔で上記①と同範囲である

表—2¹⁾ 南北備讃瀬戸大橋海中基礎の諸元

海中基礎名称		北備讃瀬戸大橋 (中央スパン 990 m)			南備讃瀬戸大橋 (中央スパン 1,100 m)		
		2 P (主塔)	3 P (主塔)	4 A (アンカレイジ)	5 P (主塔)	6 P (主塔)	7 A (アンカレイジ)
平面寸法 (m)		23×57	23×57	57×62	27×59	38×59	75×59
平面深度 (TP m)		-10	-10	-10	-32	-50	-50
原海底水深 (m)		0~8	0~5	0~5	22~25	33~35	14~22
潮流速 (kt)		3	5	5	5	3	2
海底掘削	掘削数量 (1,000 m ³)	—	—	—	—	78	519
	堆積層岩盤	16	37	54	32	44	79
	水中発破薬量 (t)	—	23.5	41.5	12.1	16.3	36.0
	装薬孔数 (本)	—	663	1,189	504	768	1,632
掘削	発破回数	—	15	19	8	21	32
	1発破の量 (kg)	—	2,240	3,000	2,016	1,080	1,440
	最大最小	—	672	720	480	360	960
	せん孔機	—	OD 3台	OD 3台	OD 4台	ウエルマン6台	ウエルマン6台
掘削	せん孔作業台	—	ミニセップ「たいせい」躍進2号	ミニセップ「たいせい」躍進2号	SEP「盤石」	SEP「たまの」	SEP「たまの」
	ロックブレイカ	NM-BSP 1100	—	—	—	—	—
	クラブ船	第10西部号	第八関門号	第八関門号	第八関門号	三友1号 第十関門号	三友1号 第八関門号 第十関門号
底面仕上	施工数量 (m ²)	1,827	1,885	4,284	2,366	2,752	5,120
	施工方法	潜水作業によるエアリフト			回転式掘削機 MD 250 による切削		
潜水支援船	作業台	寄神 SEP-1号	ミニセップ「たいせい」	ミニセップ「たいせい」	SEP「盤石」	SEP「盤石」	SEP「盤石」
	作業台	—	—	—	シートピア	シートピア	シートピア 深竜
鋼ケーソン	寸法 (m)	23×57×13	23×57×13	57×62×13	27×59×37	38×59×55	75×59×55
	鋼重 (t)	739	739	1,625	4,125	8,732	17,798
	構造	一重壁			二重壁 (フローティングケーソン)		
クレーン船	沈設方法	クレーン船によるつり降し			注水沈降・クレーン船による着底		
	クレーン船	日神号 (1,300 t ぶり)	日神号 (1,300 t ぶり)	武蔵 (3,000 t ぶり)	武蔵 (3,000 t ぶり)	武蔵 (3,000 t ぶり)	武蔵 (3,000 t ぶり)
グレパコンクドリート	粗骨材数量 (m ³)	13,430	13,101	37,156	48,881	115,188	230,349
	投入期間 (日)	57	41	57	62	83	114
	モルタル注入量 (m ³)	6,296	5,955	17,326	23,886	55,947	109,148
	注入区画数	1	1	3	2	3	7
	総注入時間 (hr)	29	38	89	154	241	494
	平均注入速度 (m ³ /hr)	217	157	195	148	232	221

したがって、実際の発破においては複数孔の斉発による相乗効果を考慮して、装薬間隔は2mを基本とし、孔孔は基礎底面岩盤の損傷を避けるため底面より0.5m上りとした。破砕効果は試験工事(昭和50年)において、7A地点で発破前後にボーリングを行い採取した試料を比較することにより検証を行った。図—3¹⁾に破砕効果のシミュレーション結果の一例を示す(r:爆源よりの半径方向, θ:rに直角方向, z:爆薬の軸方向)。図—3, a, bの各曲線全てに囲まれた部分が3方向に亀裂の入る範囲である。

(c) 発破による周辺への影響

水中せん孔発破による周辺への影響は水中圧力波による周辺魚介類、近接した水中施設および地盤振動による周辺施設や人家におよぶ。水中せん孔発破の場合、生じる水中圧力波の最高値は、次に示すごとく、水中つるし発破や水中はりつけ発破に比べ著しく小さくなる。薬量960kgによる水中発破を行った場合、爆源より160m離れた位置での水中圧力波の最高値 P_{max} は、

つるし発破、はりつけ発破:

$$P_{max} = 21.5 \text{ kgf/cm}^2 \text{ (2.11 MPa)}$$

$$[P_{max} = 500(L^{1/3}/R)^{1.13 \sim 2}]$$

$$L = \text{薬量 (kg)}$$

$$R = \text{爆源からの距離 (m)}$$

水中せん孔発破: $P_{max} = 1.5 \text{ kgf/cm}^2 \text{ (0.147 MPa)}$,

$$[4A \text{ 発破での実測値}^1]$$

公団では4Aおよび7A地点で実施した水中発破の試験工事(昭和50年)の際、魚介類に対する水中圧力波の影響を調査した。爆源から種々の距離(20~1,000m)に供試魚を網生簀に入れ、水中圧力計とともに海中に設置した。魚種は10種余、供試魚の総数は、1,000尾余であった。発破後、供試魚を回収し、専門家により生物学的調査(外観、解剖、X線検査)を実施した。一方、実験室では水中圧力波の密度(J/m³)と魚の損傷程度との関係が研究された。これらの成果とシミュレーションによる水中圧力波の予測結果等により、実工事による最大薬量(4Aで3t斉発)に対して、影響範囲は

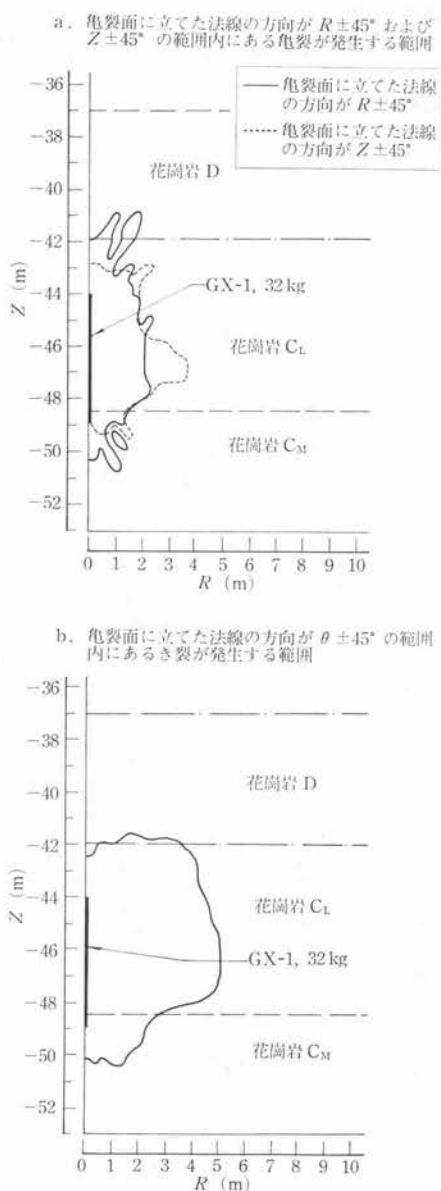


図-3³⁾ 破砕効果のシミュレーション予測結果の一例

500 m 以内とした。水中圧力波の魚介類への影響は魚種によって異なる。うき袋の発達したタイ、カサゴ等は弱く、タコ、アナゴ等の魚種は水中圧力波に強い。

水中発破による地盤振動の周辺への影響は、7A での発破において最も懸念された。7A より 430 m の地点には石油精製プラントがあり、プラント各部へ及ぼす地盤振動の影響が見極められなければ発破は実施できない。プラントは埋立地に建設されており、爆源から伝播する地盤振動が堆積層や埋土層で増幅される

ことが考えられた。プラントに伝わる地盤振動が比較的小さくてもプラントの制御装置が反応し誤動作、異常を生じさせる。試験工事 (50 年) における 7A での薬量 180 kg の斉発の際、プラントの制御装置に誤信号を発生させたことがあった。この時プラントでの地盤振動の値は、約 3 Kine である。1 発破での薬量が 180 kg にも満たないことでは到底、所定工程を維持できない。計測データ等の検討結果、1 段当りの薬量を 80~120 kg の斉発とし、1 秒間隔で 12 段の秒差段発を行うことに決定した。この発破方法であると前段の発破による地盤振動は 1 秒間でほぼ減衰 (図-4³⁾ 参照) 1 発破での薬量 960~1,440 kg にかかわらず、生じる地盤振動の最大値は 80~120 kg の薬量に対するものとなる。したがってプラントへの影響、工程への影響は回避できる。

(d) 水中発破の火薬類

火薬類とは各種爆薬、火薬とそれらを目的に応じて加工した火工品 (雷管、導爆線等) を含めた総称である。水中発破に用いる火薬類には耐水圧性、耐衝撃圧性が特に要求される。従来より水中用として使用されて来た松、桜、特桐等は、水に難溶ではあるが、大深度水圧下に暴露されると起爆性、殉爆、伝爆性が低下し、すなわち耐水圧性が小さく、使用深度が大きく制約される。

工事に使用したダイナマイト GX-1 号は、日本産業火薬会において、50 m 水深での水中発破用として研究され種々の実験、公団での試験工事を経て実用化された。このダイナマイトは 50 m の水深で 30 間の耐水圧性が保証されている。水中発破において爆薬の起爆性は、不爆防止より、殉爆性は段発の際、前段発破による衝撃圧により他の装薬が同時に爆発しないために、伝爆性はせん孔内の長い装薬全体に爆ごうが伝播し爆ごう中断を防止するため、それぞれ必要な性能である。GX-1 号ダイナマイトは、50 m 水深で 30 日を過ぎると感度が低下し、60 日では爆発しなくなる。このことは万一、装薬の一部に不発残留が生じたとしても、後におけるグラブ掘削作業に対して安全であり、いわば二面性の性能を兼ね備えているといえる。

電気雷管は耐水圧性、耐衝撃圧性が高く、起爆力の強力な EDX 系が開発された。工事に使用した EDX-2 号電気雷管は水深 200 m の耐水圧性、800 kgf/cm² (78.4 MPa) の耐衝撃性を有し、起爆力は 8 号雷管相当であ

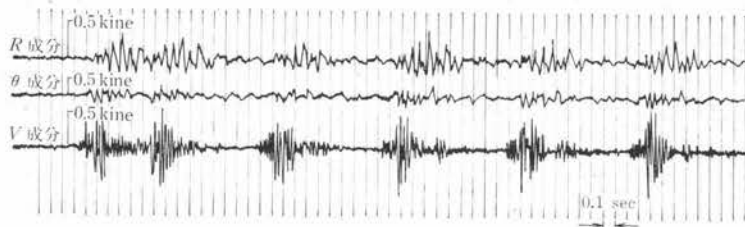


図-4³⁾ 秒差段発による地盤振動波形 (薬量 1 段当り 80 kg, 爆源より 400 m の地点)

る。

(e) 起爆方法

起爆方法は発破個所の条件により、

- ① 有線電気雷管起爆方式
- ② 無線起爆方式
- ③ 導爆線起爆方式

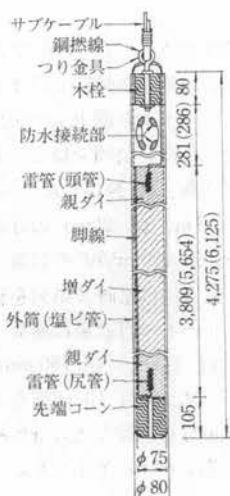
を使い分けた。

7A 地点では潮流が小さく、(c) で述べた秒差段発を行うので上記の①方式を採用した。各せん孔内に装填された装薬筒からのサブケーブルは、近くの台船上に上げられ、コネクタを経て発破母線に結線される。発破母線は陸上の大容量発破器に接続されている。この発破器はタイマにより1秒間隔で起爆用電流を供給もできるものである。海中の発破用ケーブルの耐衝撃性、発破器の性能も試験工事(50年)で確認を行った。

無線起爆方式には超音波方式および電磁誘導方式がある。潮流が大きい場合、有線起爆方式では潮流によりサブケーブルの処理が困難のうえ、断線等の恐れがある。5P, 6P 地点ではそれぞれ超音波式および電磁誘導式を用いた。前者は昭和47年大三島の水中発破実験以来、50年の試験工事を含めた試験により性能が確められた。海底の装薬筒には起爆素子と受波器があり、受波器は海底上に出ている。数百m離れた発破指令船より超音波信号を送り起爆する。起爆素子にはA, Bの2種類がある。超音波信号は2種類に分けて送る。第1の信号により、A, B素子内のコンデンサが充電される。第2信号によりA素子のコンデンサは雷管に電流を供給して起爆させる。B素子はA素子の装薬筒の爆発による衝撃波によりコンデンサから雷管へ通電し起爆するものである。

電磁誘導式は電磁誘導による起電力を利用する方式である。受信コイルを持った装薬筒を囲んで設置した海底

のループアンテナに高周波電流(550Hz)を通電すると受信コイルは誘起される。誘起された起電力は整流され点火用コンデンサを充電する。ループアンテナへの通電を絶つと電子スイッチが働き、雷管に通電され起爆する。この方式は公団による陸上での確定試験を通じ実用化され、実工事には来島海峡航路の岩礁除去(53年、運輸省)に適用された。6Pでの適用は、54年に番ノ州において同条件のもとで試験が行われ起爆性能を確認のうえ決定



(注) ()内は、薬量30kgの場合

図-5 装薬筒断面図

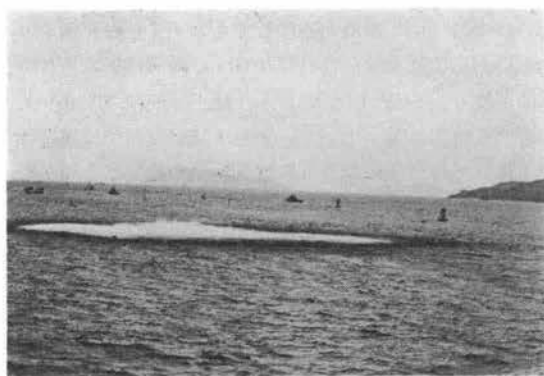


写真-1 7Aでの発破状況

された²⁾。本方式は受信部を海底から出す必要はなく、堆積層の厚い場合、長尺の装薬筒が不必要となり有利である。図-5に7Aで使用した装薬筒断面図、写真-1に7Aでの発破を示す。

(3) 底面岩盤の仕上げ掘削および底面確認

グラブ掘削が終了した後の底面岩盤には50cm程度の不陸と岩ざりがあり、ケーソンの設置およびプレパックドコンクリート用モルタル注入に支障する。ケーソンの設置深度の大きい、5P, 6P, 7AではSEPに大口径(2.5m)のロータリ式掘削機を塔載し、不陸の整正とざり処理を行った。仕上げ掘削後の超音波測深機による検測結果は所定の高さに対して±10cmの精度であった。ケーソンの刃口部はシールゴムが取付けてあり、モルタルの漏洩を防止する。2P, 3P, 4Aでは浅深度のためダイバーによりエアリフトを使用して岩ざりを除去した。凹凸部は除去せず、ケーソン設置用の台座を設け刃口部と岩盤との間は、刃口部に取付けた袋にモルタルを注入することにより密閉して、プレパックドコンクリート施工時のモルタル漏洩を防止する。写真-2に仕上げ掘削後の6P底面の岩盤を示す。

底面仕上げ後の海底岩盤は、潜水により岩質の確認および断層や亀裂の状況を観察する。岩質は事前のボーリングデータや仕上げ掘削中のざり観察、掘削速度等のデータより把握はできる。しかし断層や亀裂の面的な連続した状況はつかめない。備讃瀬戸では透明度が悪く、水深50mの海底は昼間でも照明なしには眼前の物が見え

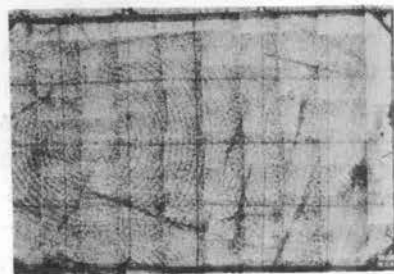


写真-2 6P底面岩盤の状況

ない。水中 TV を用いるにしてもカメラを海底面より 1 m 以内に接近させなければならず、画面に捉えられる範囲は狭く、SEP 1 シフト分の仕上げ面積 230 m² の撮影に 6 時間も要している。またテレビ画面では浮遊物が沈澱して薄雪状になると岩盤と粘土の見分けもつかなくなる¹⁾。このように水中テレビには限界があるため潜水により直接、目と手で確かめることが決定された。50 m 下の潜水は、通常の空気では窒素酔と酸素中毒の危険が伴うためヘリウム・酸素の混合ガスと安全・快適に減圧が行える減圧装置が必要となる。公団では海洋科学技術センターの協力を得て、シートピア潜水システムを採用する計画を立て、同センターのシミュレータによる公団職員の潜水研修を行い潜水作業方法を確立した。ダイバーは潜水支援母船「シートピア」から水中エレベータにより海底に降下する。このエレベータは海底での基地となり、潜水作業が終了するとダイバーを水中エレベータのチャンバに収容し、船上の減圧室に結合して減圧を行う。

1 回の潜水によって確認する岩盤仕上げ面は 230 m² (SEP の 1 シフトでの仕上げ可能面積) である。この確認に要する潜水時間は平均して約 2 時間であり、必要な減圧時間は約 3 時間であった¹⁾。透明度の悪い海中の水深 50 m 下では 230 m² の海底照明用に SEP から降した 6 基の水中ライト (合計 30 kW) を使用した。しかし視界は条件の良い場合で 3 m、悪い時は 1 m である。このためダイバーは携行するランプにより明るさを補い、顔面を海底に近づけて観察しなければならなかった¹⁾。

(4) 鋼製ケーソンの沈設

鋼製ケーソンは設置ケーソン工法による基礎における水中コンクリート施工時の型枠となる。5 P、6 P および 7 A の大型ケーソンは曳航運搬に必要な浮力を持たせるため 2 重壁を有している。沈設は 2 重壁内に注水し、浮力を減じることにより行う。したがってケーソンは水中コンクリート施工時の型枠としての強度と曳航運搬時の波力、潮流力、風荷重、つり荷重、着底時の衝撃荷重、船舶の接舷荷重を考慮して設計されている。また浮体時の遊動水に対する安定性と水中コンクリートの施工区画として必要なバルクヘッドが設けてある。

ケーソン沈設時の位置制御はシンカーで固定された 8 本 (各面 2 本) の係留ワイヤをケーソン上のウインチで操作して行う。ケーソン上の制御室には陸上あるいは海上の固定測量台からの測長、測角データが伝送され、ケーソンの現平面位置と所定位置とのズレに変換され、CRT に表示される。平行移動、回転によるケーソン位置修正のウインチ操作はこの情報によりの確に行える。ケーソンの着底 1 m 上方になると沈降を一旦停止し、

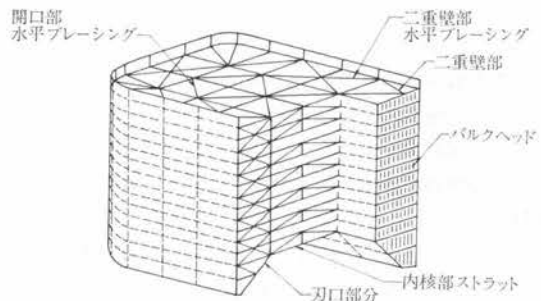


図-6 2重壁ケーソン概念図

大型クレーン船 (3,000 t ぶり) につり替え、クレーン船のつり能力一杯の負荷のもとで着底させる。これは最終段階での傾斜、着底速度の調整、クレーン船によるオシミをとることにより着底のやり直しが容易なこと、ならびに着底後クレーン船の負荷を直ちに解放することにより鉛直荷重をケーソンに与えて安定性を増すためである。このような位置検出システムと位置制御方法によりセンチメートル単位の設置精度が得られた。2 P、3 P および 4 A のケーソンは設置深度が浅く、海底にあらかじめガイドを設置し、クレーン船によって据付けた。図-6 に 2 重壁ケーソンの概念図を示す。

(5) 水中コンクリート

水中コンクリートはプレパックドコンクリート工法によって施工された。プレパックドコンクリートの大量施工に関する検討は、昭和 40 年から開始され一連の施工実験を重ねて施工法が確立された。実験による注入モルタルの挙動調査の結果、モルタルの分離現象は、注入モルタルの流動こう配が支配的要因であることが分かった。流動こう配は粗骨材の粒径、モルタルのコンシステンシー等に支配される。

ケーソンの一区画では打ち継目を造らない方針である。このためモルタルの注入は大容量を短時間で終える必要がある。過去の気象・海象データより海上での連続作業可能日数は 3~4 日と判断された。公団ではこの目的に適うモルタルプラント船「世紀」を製作した。「世紀」は排水量 11,500 t (長さ 90 m、幅 32 m) の非航船で、1 系列のモルタル製造能力が 1.2 m³/hr の設備を 3 系列備えている。モルタルの注入には常時 2 系列を稼働させた。したがって、コンクリートの打設量に換算すると約 480 m³/hr である [粗骨材 (最大寸法 150 mm) の空げき率は約 50%]。7 A ケーソンでは 15 区画を 7 回に分けて注入を実施した。1 回当たりの最大注入量は約 18,000 m³ で、これに要した時間は 84 hr であった。

3. おわりに

本州・四国間を最初に連絡する児島・坂出ルートは、9年5ヵ月の歳月は費やしこの3月完成する。建設に必要な調査、技術の検討は、公団設立前より精力的に進められその開発に成功した。下部工についての公団独自の技術開発はプレキャストコンクリートの大量施工法ならびに水中発破工法等についてであり、学界、民間の協力体制のもとに進められた研究成果であって、それらの分野で最高水準にある。施工機器、設備等については他分野における研究成果にも与っており、今日、完成をみた

のはこれら総合力の結集によるものである。

供用後における構造物の寿命は、100年以上が考えられている。海峡部においての代替ルートはなく、構造物の重要度は極めて高い。今後、我々は数世代にわたって活躍する世紀の構造物のメンテナンスに最善を尽したいと考える。

<参考文献>

- 1) 杉田秀夫：「橋梁基礎の海中工事（南北備讃瀬戸大橋の海中基礎）」「土木学会論文集第361号/VI-3」1985年9月
- 2) 総合安全工学研究所編：「水中発破」59年11月
- 3) 本四公団：「水中発破の安全性の検討（その3）」報告書51年3月
- 4) 本四公団：「水中発破の安全性の検討（その9）」報告書57年3月

社団法人 日本建設機械化協会発行図書

(105) 東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館内 電話 東京 (03) 433-1501

日本建設機械要覧 (1986年版) B5判 1,470頁 *定価50,000円 円1,000円

建設機械整備ハンドブック (管理編) B5判 326頁 *定価4,000円 円400円

建設機械整備ハンドブック (基礎技術編) B5判 474頁 *定価8,000円 円500円

建設機械整備ハンドブック (油圧機器整理編) B5判 230頁 *定価6,000円 円400円

建設機械整備ハンドブック (エンジン整備編) B5判 180頁 *定価6,200円 円400円

(注) * 印は会員割引あり

瀬戸大橋完成特集

児島・坂出ルート海峡部上部工工事の特徴

金沢克義*

1. はじめに

児島・坂出ルート海峡部上部工工事の特徴としては、

- ① 連続した鋼およびコンクリート長大橋による渡海工事
- ② 道路・鉄道併用橋
- ③ 大型クレーン船による大ブロック架設
- ④ 大規模振動実験による実橋の動的特性照査

など数多くあるが、本橋では大型クレーン船（以下「FC」という）による大ブロック架設について以下述べることにする。

FCによる大ブロック架設は従来工法であるが、児島・坂出ルートでは独自の技術開発を行い、以下の目的で本工法を多用した。

- ① 急速施工法であるため大幅な工期短縮が可能となる。
- ② 製作・架設を含めたトータルコストが安くなり経済的である。
- ③ 危険作業の期間が短いため工事安全の確保が容易となる。

表-1 に本ルートにおける大ブロック架設の一覧表を示し、これらのうちの代表的なものについて次章以下に述べる。

2. ケーブルアンカーフレーム

ケーブルアンカーフレーム（以下「CAF」という）はつり橋においてケーブル張力を基礎にスムーズに伝達させるため、躯体コンクリート中に埋設される立体鉄骨組構造物であり、具体的には空中に露出した引張材先端部にケーブルソケットを定着する構造となっている。従来は現場で鉄骨を1本づつ組立ててCAFを架設してきた

が、南北備讃瀬戸大橋の4A、7Aの各4基、および2基のCAFでは架設位置が海上であるため、世界で初めてFCによる大ブロック架設を行った。

大ブロック架設の利点としてはつぎの諸点がある。

- ① 大幅な工期短縮がはかれる。
- ② 組立精度が工場での立体組立で決定されるため高い精度が保証される。
- ③ CAF設置面のコンクリート打設休止期間が短くなり、マスコンクリートの品質管理上望ましい。

以下には4AのCAF架設を例にとり、その概要を述べる。

① 立体組立はFCによるつり取りおよびピアサイトまでのつり運搬が可能な三井造船玉野工場の岸壁とドックで各々2基づつ行った。

② 輸送は3,000tづりFC「武蔵」により海上22哩をつり運搬し、そのまま架設した（写真-1参照）およびその位置決めはFCのアンカーワイヤのウインチ操作で、微調整は10tヒッパラーおよび100tセンターホールジャッキで行った。

③ 4A西側海上には障害物があるため、東側からのみ架設する必要があった。このためFCのアウトリーチが不足する西側CAFは東側に仮置後、図-1に示す

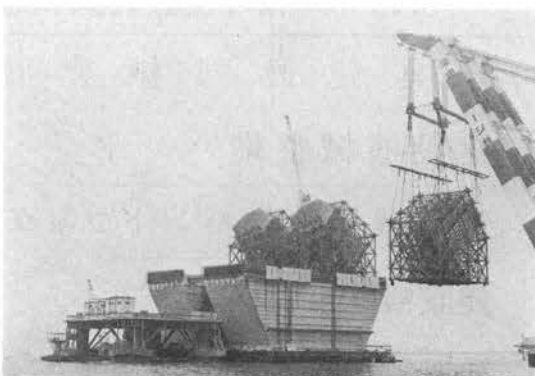


写真-1 南北備讃瀬戸大橋4Aケーブルアンカーフレームの架設

* KANAZAWA Katsuyoshi

本州四国連絡橋公団設計部設計第三課長代理

表-1 大プロック架設一覽表

橋名	大プロック	重 (t)	寸法 × 高さ × 長 × 幅 × 高 × 長 (m)	設置高 (TP)	架設FC (t-つり)	部材	支持	運搬	架設	備考	
下津井瀬戸大橋	桁 2 パネル	830	30.0×13.0×34.8	35.5	1,600	2P 塔 + 斜ベント	1,600t づり	FC	61.4.29	つり添接 つり添接	
	桁 2 パネル	830	30.0×13.0×34.8	38.3	1,600	3P 塔 + 斜ベント	1,600t づり	FC	61.5.2		
	桁 2 パネル	509	30.0×13.0×25.0	35.8	1,300	2 パネル+ハンガーロープ	1,300t づり	FC	61.5.13		
	桁 2 パネル	509	30.0×13.0×25.0	38.4	1,300	2 パネル+ハンガーロープ	1,300t づり	FC	61.5.17		
瀬石島高架橋トラス	桁 8 パネル	2,398	27.5×13.0×100.9	32.4	3,000	瀬石高架 30P+瀬石 1P	12,000t 積台船		60.8.11		
	2P 塔下部	930	38.0×4.0×22.5	11.9	3,500	第 1 段 ブロック	16,000t 積台船		60.6.10	つり添接 つり添接	
3P 塔下部	1,070	38.0×4.0×26.5	12.0	3,500	第 1 段 ブロック	12,000t 積台船		60.6.14			
瀬石島橋	桁 15 パネル	5,590	27.5×15.0×185.0	33.6	3,500+3,000	1P + 2P 塔	16,000t 積台船		60.7.10	つり添接 つり添接	
	桁 7 パネル	3,120	32.6×15.0×91.5	39.0	3,500	3P 塔 + 斜ベント	16,000t 積台船		60.8.13		
	桁 11 パネル	4,720	32.6×15.0×133.2	40.1	3,500+3,000	7 パネル+直ベント	16,000t 積台船		60.9.20		
	桁 4 パネル	1,300	27.5×15.0×49.3	34.8	3,000	15 パネル+斜ベント	16,000t 積台船		60.12.21		
	2P 塔下部	1,150	38.0×4.0×31.6	11.8	3,500	第 1 段 ブロック	3,500t づり	FC	59.5.21		
岩屋島橋	3P 塔下部	1,250	38.0×4.0×35.6	11.9	3,000	第 1 段 ブロック	16,000t 積台船		59.11.15	つり添接 つり添接	
	桁 10 パネル	3,890	32.6×15.0×128.7	44.1	3,500+3,000	2P 塔 + 直ベント	12,000t 積台船		59.6.21		
	桁 6 パネル	2,510	27.5×15.0×79.5	48.3	3,000	3P 塔 + 斜ベント	16,000t 積台船		59.12.15		
	桁 12 パネル	4,820	27.5×15.0×145.3	51.5	3,500+3,000	6 パネル+斜ベント	16,000t 積台船		60.7.23		
羽佐島高架橋	桁 12 パネル	5,261	28.0×20.0×167.2	43.4	3,500+3,000	羽佐 1P + 与島 1P	16,000t 積台船		61.6.9	つり添接	
	桁 8 パネル	2,540	28.0×18.2×97.2	46.0	3,500	岩屋 4P + 12 パネル	16,000t 積台船		61.6.16		
与島橋	桁 2 パネル	2,046	32.1×35.0×29.2	31.4	3,500	2P + 斜ベント	3,500t づり	FC	60.11.5	つり添接	
	桁 2 パネル	1,955	32.0×37.0×29.4	31.5	3,500	3P + 斜ベント	12,000t 積台船		60.11.9		
南北備讃瀬戸大橋	4A ケーブルアンカープレーム	1,750 ~1,850	18.8×32.2×32.7	34.1	3,000	受	台	3,000t づり	FC	58.6.29 ~7.9	4 基
	7A ケーブルアンカープレーム	1,950	16.2×36.9×35.2	22.7	3,000	受	台	3,000t づり	FC	58.10.21 ~10.25	2 基
	桁 4 パネル	1,500	35.0×13.0×59.6	78.0	3,500	5P 塔 + ハンガーロープ	3,500t づり	FC	61.8.12	つり添接	
	桁 4 パネル	1,500	35.0×13.0×59.6	78.0	3,500	4 パネル+ハンガーロープ	12,000t 積台船		61.8.31		
	桁 4 パネル	1,500	35.0×13.0×59.6	69.0	3,000	6P 塔 + ハンガーロープ	3,000t づり	FC	61.8.13	つり添接	
	桁 4 パネル	1,500	35.0×13.0×59.6	69.0	3,000	4 パネル+ハンガーロープ	3,000t づり	FC	61.9.1		
番の州高架橋トラス	桁 7 パネル	2,658	27.5×28.5×105.0	53.4	3,500	1P + 先行	桁	3,500t づり	FC	61.5.2	つり添接
	桁 8 パネル	2,646	27.5×28.5×114.5	57.9	3,500	7A + 7 パネル	桁	3,500t づり	FC	61.7.4	

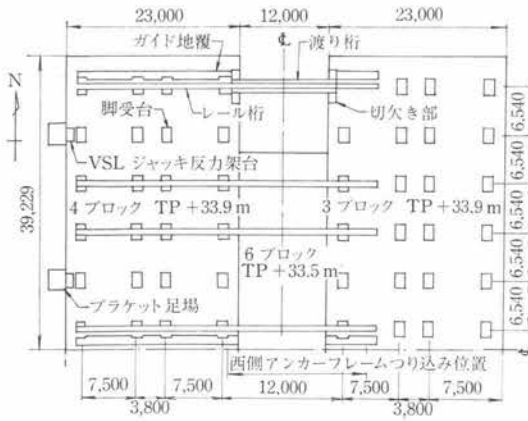


図-1 横引工仮設備

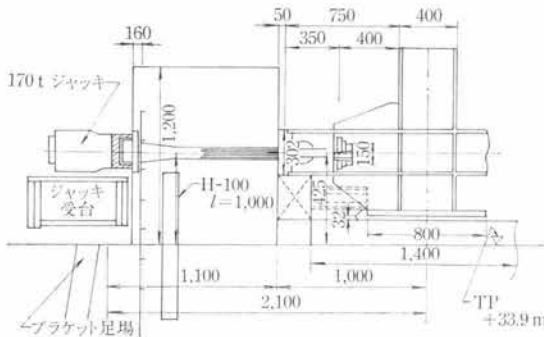


図-2 ジャッキ反力架台

横引き仮設備で約 20m 横引きした。

レール桁上面は CAF のセット面高と一致させてあり、この上に CAF を仮置きする。滑りやすくするために CAF の脚下には滑り板を、レール桁上にはステンレス板を敷き、石けん溶液を塗付した。また横引き中のズレを防ぐため、CAF にはガイドプレートを取付けガイド地覆に沿わせた。

横引きには 170t ジャッキと VSL ケーブル ($\phi 12.4 \times 12$) を使用した (図-2 参照)。

④ CAF の最終位置にはあらかじめ H 鋼製の受台を埋込んでおき、鋼板を介して脚柱を溶接固定した。

3. 塔下部大ブロック

塔の大ブロック架設は名港西大橋で採用された実績がある。本四連絡橋でも斜張橋の櫃石島橋・岩黒島橋は斜塔を有するため、その塔下部は大ブロック架設を行った。これにより従来工法で必要としたクレーンやタワークレーン本体および関連機械類の現場組立期間を一挙に省略でき、架設精度の向上と工費節減がはかれた。

ここでは岩黒島橋 3P の例を述べる。

架設重量は本体 1,203t, 付属物 47t, 仮設物 18t,

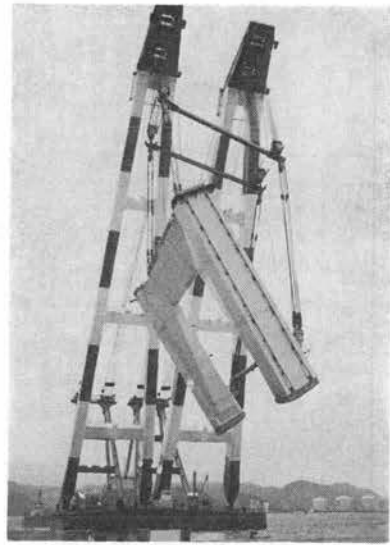


写真-2 岩黒島橋 3P 塔下部の立起し

つり具 241t の計 1,509t であり、この重量物の立起し作業が必要となるため 3,000t ぶり FC「武蔵」で架設した。

① 塔の運搬は呉から坂出基地まで台船で行い、基地において FC で立起しを行ったのち現場までつり運搬、架設を一挙に行った (写真-2 参照)。

② 立起し作業では FC のワイヤの許容振れ角が $\pm 4^\circ$ 以内であるため、ディスタンスビームを使ってこの条件をクリアしている (図-3 参照)。

③ つり状態では自重で塔柱が鉛直になるのが理想であるが、つり具重量のため約 1° 傾斜したまま塔柱第 1 段上に設置する必要があった。そのためガイド治具を双

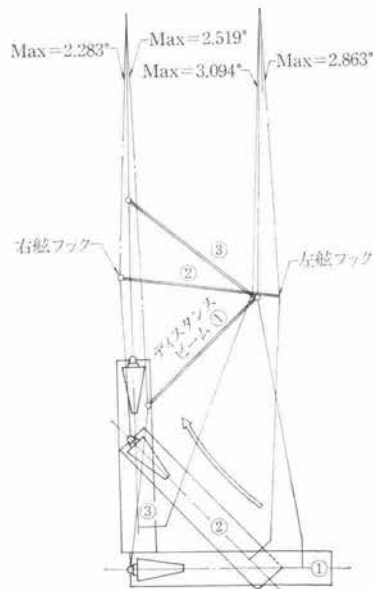


図-3 岩黒島橋 3P 塔下部の立起し軌跡

方の添接部に仮設し、仕口合せの誘導を円滑に行った。

④ 時間を要するつり天秤のビン抜き作業ではFCの補巻クレーンで天秤を塔側へ寄せてビンを抜いた。

4. 桁大ブロック

大ブロック架設が最も威力を発揮したのは桁工事である。従来は海中ベントや単材または面材架設に要した仮設備の殆んどを省略することができ、当然ながら品質と架設精度の向上にも大きく貢献した。桁の大ブロック架設にはさまざまなタイプがあり、代表的なものについて以下に述べる。

(1) 南北備讃瀬戸大橋塔付4パネル

(a) 採用理由

南北備讃瀬戸大橋では塔付近の桁を側径間、中央径間側を4パネルずつ計4回の大ブロック架設を行った。その理由は下記のとおりである。

① 本橋の桁は列車が走るため連続トラス形式としてある。従って中間支点となる塔付近では部材断面が大きく、部材重量も重くなっている。このため一般部の面材架設用重機を使用すると単材架設しかできず工程が遅延する。

② トラベラクレーン等の面材架設機材設置のための橋上スペースが一気に確保できる。

(b) 架設準備

FCの進入時に支障となるハンガーロープはキャットウォークより引上げてのれん分けしておき、FCの移動に合わせてハンガーロープも移動した。中央径間側のブロックの塔水平材側には桁荷重の仮受けおよびタワーリング連結作業時の位置の微調整を行うための仮受架台を設けた。

側径間ブロックをハンガーロープに仮定着の後、先行架設した中央径間ブロックとの添接作業の位置決めを行うために前者下弦材先端に仮受けピンを、後者にはピン受けを設けた。

(c) 架設要領

架設高さが中間支点上弦材上で5PはTP 91m、6PはTP 83mと高く、しかも主構間隔が30mあるため5P側は3,500tづりFC、6P側は3,000tづりFCを使用し、しかも前方の2フックのみを使用して架設した。中央径間ブロックは水平状態で所定位置までつり上げ後、FCのフック操作で桁こう配を約3.5%のハンガーこう配に合せたまま約1m過巻上げし、ハンガーに仮定着して

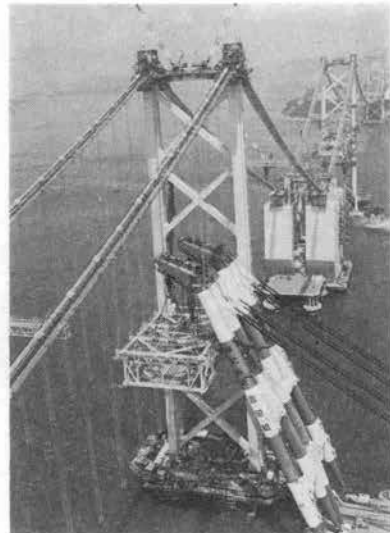


写真-3 南北備讃瀬戸大橋 5P 中央径間側塔付4パネルの架設

荷重を移した。

塔水平材側は仮受架台で荷重をとったのち、ジャッキで桁を縦引きし、タワーリング位置と桁位置を微調整しながらビンを挿入した(写真-3参照)。

側径間ブロックも同様の架設を行ってハンガーに仮定着したのち、先行架設した中央径間ブロック下弦材先端の仮ピン受部に先端をあずけ、FC操作で各部材の仕口を合せて高力ボルトによる添接作業を行った。

表-2 榎石島橋 11パネルの架設要領

つり重量 (t)	本体 4,720+ 670 = 5,390 その他
FC (t・づり)	第50吉田 武蔵 3,500 + 3,000 = 6,500
輸送台船 (t・積)	豊洋 16,000
架設支点	3P 側先行7パネル(空中ジョイント) 4P 側中間ベント(仮設)



写真-4 下津井瀬戸大橋 2P 塔付2パネルの架設

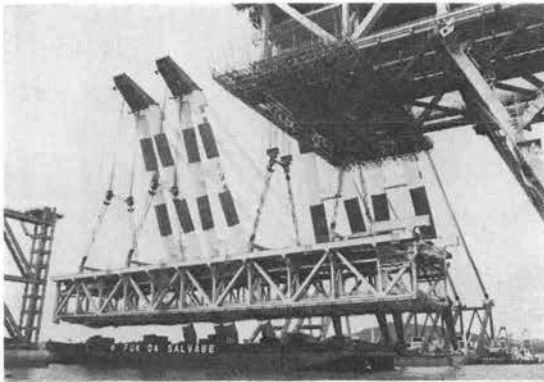


写真-5 櫃石島橋 11 パネルの相づり架設

こうした一連の作業は約2週間ごとに連続3~4日しかかない潮流 2kt 以下の小潮期を選んで行った。なお下津井瀬戸大橋では中央径間側の塔付4パネルを2パネルづつ計4回の大ブロック架設を行っており、FCの進入方向は橋軸方向としている(写真-4参照)。

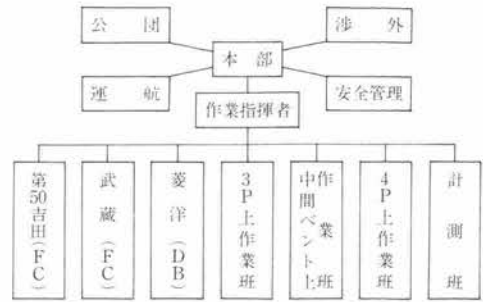


図-4 11 パネル架設作業組織

(2) 櫃石島橋 11 パネル

(a) 概要

櫃石島橋の11パネル桁は3P斜ベント上に先行架設された7パネル桁と空中ジョイントを行い、4P側の中間ベント上に設置した(写真-5参照)。相づり作業ではFC定格つり荷重に対する負荷率を95%以下としたが、この桁では83%となっている。架設概要を表-2に示す。

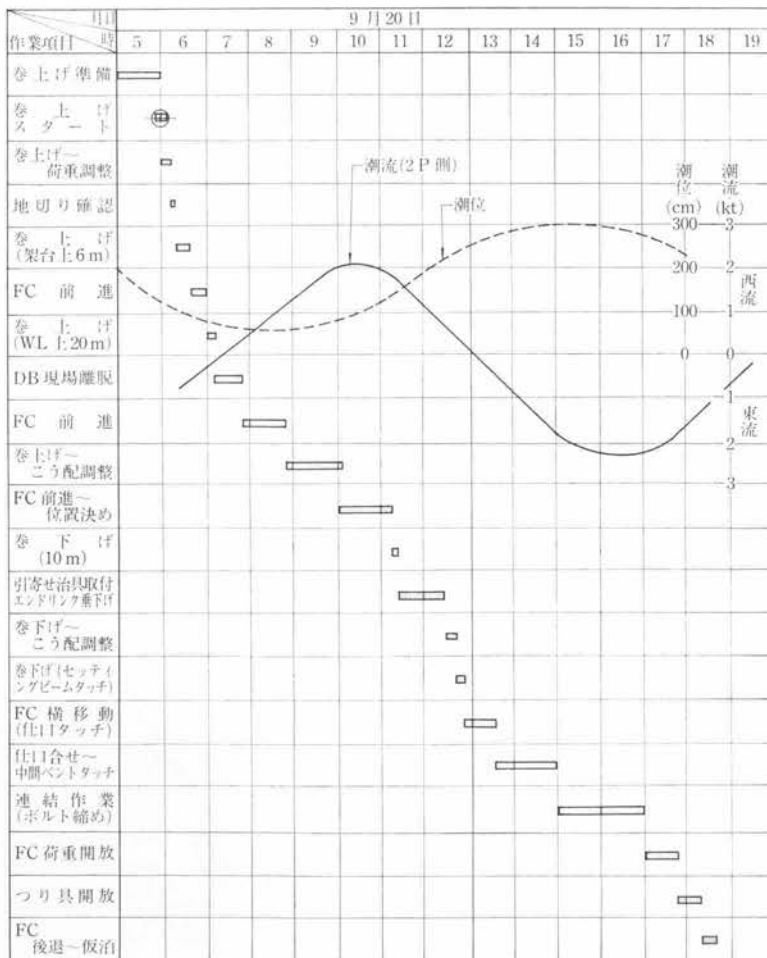


図-5 11 パネル架設タイムスケジュール (実績)

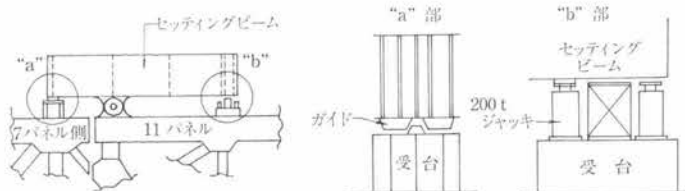


図-6 セッティングビーム調整要領

表-3 作業中止条件

項目	浜出し・架設	輸送
風速	12 m/sec 以上	12 m/sec 以上
波高	0.5 m 以上	0.75 m 以上
視程	1 マイル 以下	1 マイル 以下

(b) 架設準備

11 パネル桁架設の準備としてつぎの項目を実施した。

① 立体組は多度津の岸壁で行われたが、岸壁前面の水深が浅いため、浜出し時における第 50 吉田の船首きっ水 5.8 m に対して 1 m の余裕がとれる深さまで事前浚渫を行った。

② 作業船の係留・引寄せ作業のために鋼製およびコンクリート製のシンカーを海底に設置し、併せて 3 P、4 P 上に各々 5 個、4 個の係船柱を埋設した。

③ 占用作業海域外へ出る係留索は危険なため、シンカー位置に灯浮標をつけて所在を明らかにした。

④ 空中ジョイントの現場添接部では両ブロックの単管つり足場が接触して支障となることが多いため、十分に引込めておき、仕口合せが終わった時点で繋げるようにした。

⑤ 全部材の仕口合せを円滑に行うため、ガイドとしてセッティングビームを用いた。

⑥ 添接板の取付けは、ローラを使った引出し方法、ピンボルトを使った回転方法を採用した。

⑦ つり天秤のピンを円滑に抜くため、チェンブロックによりピンボルトプレート位置を微調整できるように工夫した。

⑧ 作業限界気象を表-3のように定め、作業当日には商業情報「オーシャンルーツ」の詳細なデータも入手して当日の作業可否を判断した。

⑨ 作業組織を図-4に示す。

大ブロック架設ではわずかの手違いが致命的な事故を招く恐れがあるため、指揮者のもとに一条乱れぬ統率が必要である。このためにつぎの諸点に留意した。

- (i) 指揮命令系統の確立と全員への周知徹底
- (ii) 事前打合せによる全員への作業内容の周知徹底
- (iii) 指揮者への各部署の情報の迅速な伝達
- (iv) 各部署での勝手な判断と行動の禁止
- (v) トランシーバおよびマイクの機能維持
- (vi) 詳細確実な情報交換のための伝令の配備

(c) 架設領要

架設のタイムスケジュール実績を図-5に、作業内容を以下に示す。

① 架設は全フック荷重を管理値と照査しながら行い、つり上げ前進後、仕口間隔約 50 cm の位置で桁のこう配調整を行ってから巻下げた。

② 上弦材上のセッティングビームをガイドに沿わせて横シフトし、下弦材の連結ガイドのピンを挿入して桁の移動を抑えた。

③ 中間ベントにタッチ後、セッティングビームにより図-6に示す要領でジャッキを使って上弦材の仕口合せを行った。

④ 全部材の仕口合せ完了後、一斉に仮ボルトによる添接作業を行った。ボルト本数は総本数の約 30%、1,280 本であった。

⑤ 桁架設後、3 P 塔の倒れと桁端の遊間を計測して設計値と大差ないことを確認した。

(3) その他

斜ベントは基礎のフーチング上に設置できるので工費が高く海水汚濁を引き起こす海中ベントを用いること

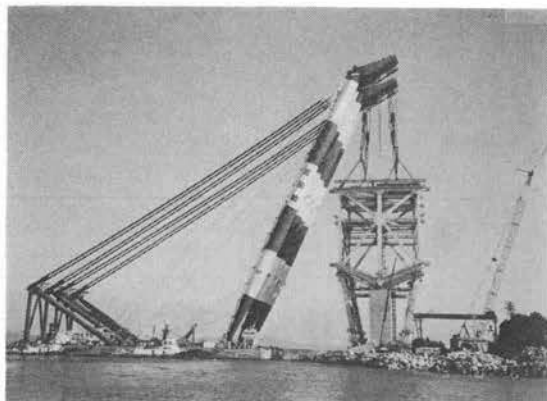


写真-6 与島橋 3P 側斜ベント上の 2 パネル架設

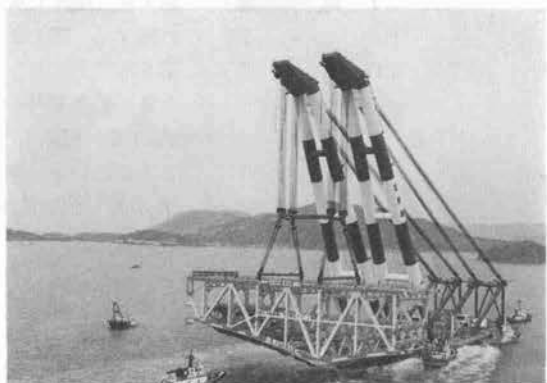


写真-7 番の州高架橋 1 パネルのつり運搬

なく FC 大ブロック 架設ができる。この結果、桁上作業の基地となるスペースが一举に得られ、架設機材も FC での一括積載が可能となり、工事の合理化が図れる。この方法は下津井瀬戸大橋以外にも櫃石島橋、岩黒島橋、与島橋で採用されている（写真-6 参照）。

また、FC によるつり運搬は渡海電線ケーブル等の障害物がなければ、そのまま架設ができるため、通常部材での積み込みと水切り作業が省略できる大きなメリットがある（写真-7 参照）。

5. あとがき

橋梁では桁閉合までの架設時構造系は不安定な状態であり、しかも閉合に近づくにつれて不安定度が増すのが一般的である。

台風や季節風の襲来および中小規模の地震が頻発する我が国では架設期間を極力短縮し、桁の閉合を早めることが結局、経済性および安全性にすぐれた結果をもたら

すことになる。この点において FC による大ブロック架設は有効な工法であり、架設精度もミリ単位が確保できる。また大部分の組立てが工場で行われるため精度が高く、経済性、作業安全性にもすぐれている。

しかし一方工場からの浜出し、海上運搬、現場架設のどの作業も海象・気象条件に大きく左右されており、本四連絡橋においても再三工事の中断・変更を余儀なくされている。大ブロック架設は船団および作業員編成の規模が大きいため、遅延による経済的損失が大きく、その架設時期の選定と作業の可否決定は慎重に行わなければならない。

最後に本文の作成にあたり御協力下さった方々にお礼を申し上げます。

<参考文献>

- 1) 金沢・佐藤：「櫃石島橋大ブロック架設」“本四技報” Vol. 11 No. 45 '88.1
- 2) 栗原・吉川：「南北備讃瀬戸大橋 4A・7A ケーブルアンカーフレームの一括架設」“本四技報” Vol. 8 No. 31 '84.10

◆ 図書紹介

建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック 【改訂版】

A 5 版 約 380 頁 定価 5,500 円（会員 5,000 円）送料 500 円

- | | | | | | | | |
|---------|------|---------|------|-------|------|----------|--|
| 〔I 総論〕 | 第1章 | 建設工事と公害 | 第2章 | 現行法令 | 第3章 | 対策の基本 | |
| | 第4章 | 現地調査 | | | | | |
| 〔II 各論〕 | 第5章 | 土工 | 第6章 | 運搬工 | 第7章 | 岩石掘削工 | |
| | 第8章 | 基礎工 | 第9章 | 土留工 | 第10章 | コンクリート工 | |
| | 第11章 | 舗装工 | 第12章 | 鋼構造物工 | 第13章 | 構造物とりこわし | |
| | 第14章 | トンネル工 | 第15章 | シールド工 | | | |
| | 第16章 | 軟弱地盤処理工 | 第17章 | 仮設工 | 第18章 | 定置機械 | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

〔申込先〕 社団法人 日本建設機械化協会

（〒105）東京都港区芝公園 3-3-8 機械振興会館内

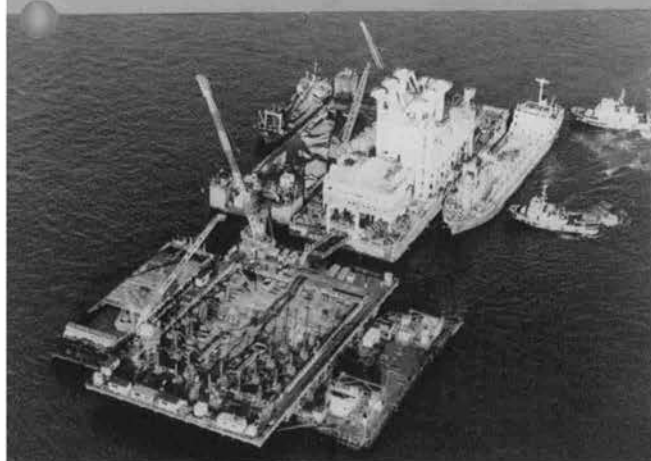
電話 東京 (03) 433-1501

21世紀に架ける瀬戸大橋



⇨ルート全体（岡山側上空から香川側を望む）

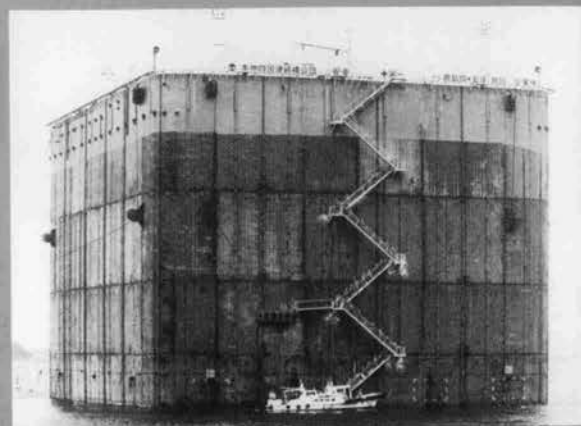
底面仕上げ用大口径掘削機の
ローラカッタ部⇨

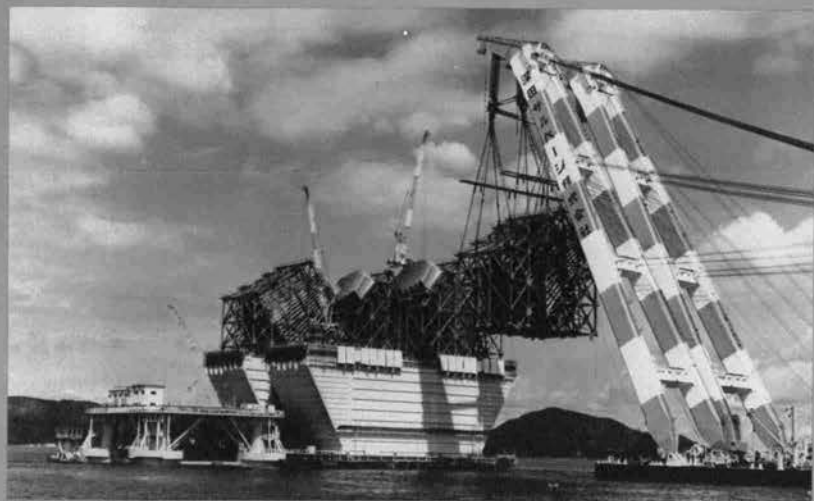


⇨注入作業中のモルタルプラント船の船団

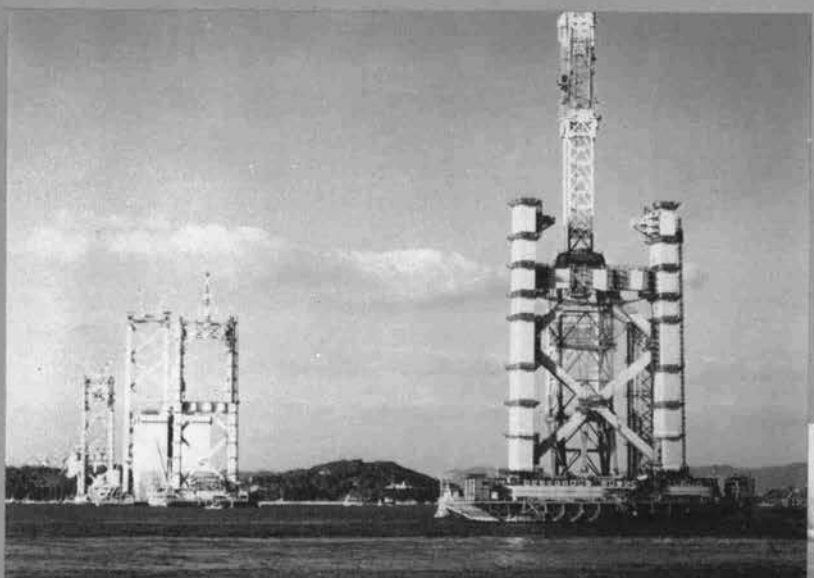


⇨沈設位置に保留した鋼製ケーソン⇨





⇨南・北備讃瀬戸大橋共用アンカーレイジのケーブルアンカーフレームの据付



⇨林立する主塔群



⇨キャットウォーク上でのケーブルストランドの架設作業



⇨補剛桁の架設作業⇨



◆クレーン船相づりによる桁の大ブロック架設



◆櫃石島橋（斜張橋）



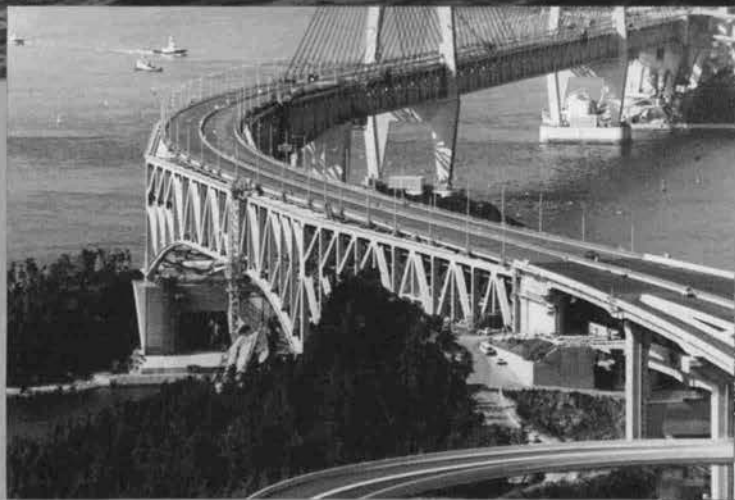
◆鉄道階



◆維持管理用照明を点灯した下津瀬戸大橋（つり橋）



⇨ 岩黒島橋（斜張橋）



⇨ 与島橋（曲弦トラス橋）



⇨ 北備讃瀬戸大橋（左方）と南備讃瀬戸大橋

番の州高架橋方面を観る ⇨

瀬戸大橋完成特集

児島・坂出ルート海峡部工事に使用された 主な施工機械

久保田 良 司*

1. まえがき

本四連絡橋児島・坂出ルートの海峡部約 10 km は、つり橋、斜張橋、トラス橋および島内高架橋により全区間が道路・鉄道併用の橋梁群で結ばれている。これらの橋梁の建設工事にあつては、国際航路である備讃瀬戸における急潮流下の海中基礎工事から開始され、順次海峡部での大規模な橋梁建設工事へと展開されていった。工事は特に大きなコンクリート構造物の構築、架設部材の大型化、航路海面上での高所作業などが厳しい作業環境下で行われ、それに対応して架設機械の大型化が急速に進んだ。ここではこれまでに海峡部工事に使用されてきた主な施工機械とその施工法について報告するものである。

2. 工事の概要

海峡部は図-1に示すようにルートに浮ぶ4つの島々（櫃石島、岩黒島、羽佐島、与島）をつり橋3橋（下津井瀬戸大橋および南・北備讃瀬戸大橋）、斜張橋2橋（櫃石島橋、岩黒島橋）、トラス橋1橋（与島橋）および島内的高架橋2橋（櫃石島、与島高架橋）による連続長大橋梁群で倉敷市児島から坂出市番の州を結んでいる。下津井瀬戸大橋は中央支間長 940 m、橋長 1,400 m の張出径間付単径間トラス補剛つり橋で、下津井側がトンネルアルンカー、櫃石島側が直接基礎の重力式アンカレイジとなっている。主ケーブルは素線径 $\phi 5.37$ mm 総素線数 24,288 本、ケーブル直径 940 mm でエアスピニング工法により架設した。櫃石島橋、岩黒島橋は岩黒島をはさんで全く同じ支間割を有する双子の斜張橋で中央支間長 420 m、橋長 790 m である。橋脚基礎は海中基礎

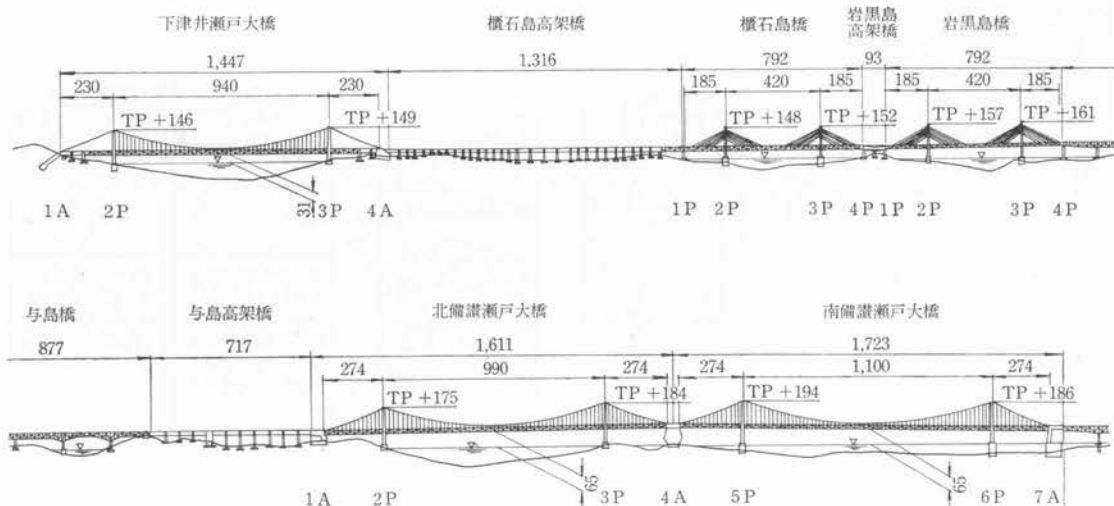


図-1 海峡部橋梁一般図

* KUBOTA Ryoji

本州四国連絡橋公団第二建設局機械課長代理

5基と直接基礎3基で、海中基礎には設置ケーソン工法が採用された。ケーブルは素線径 $\phi 7.0$ mm \times 127本 \times 2の平行線ケーブルとなっている。与島橋は中央支間長 245m、橋長 585mの3径間連続トラス橋で橋脚基礎4基は全て直接基礎となっている。南・北備讃瀬戸大橋はこのルート最大の橋梁であり中央支間長それぞれ 990m、1,100mのつり橋で7基の基礎のうち6基が設置ケーソン工法による海中基礎で、特に7Aは基礎底面が TP-50m になっている。主ケーブルは127素線よりなるストランドが南・北備讃それぞれ 271・234ストランドからなっており、そのケーブル径はそれぞれ $\phi 1,062$ mm、 $\phi 998$ mmでPWS工法により架設された。

表-1 主な橋梁の基礎型式

橋名	基礎番号	下部構造寸法 長 \times 幅 \times 高 (m)	支持 岩盤高 (m)	基礎種別	下部工主要数量		
					掘削 (m ³)	コンクリート (m ³)	
						プレバ ックド	普通
下津井瀬戸橋	1A	74 \times 190 m ² \times 75	—	トンネルアンカー	15,900	—	2,000
	2P	19 \times 56 \times 22	TP-17	圧気ケーソン	20,300	—	18,500
	3P	19 \times 56 \times 14	TP-2	直接基礎	22,300	—	14,900
	4A	68 \times 54 \times 49.2	TP+5	直接基礎	98,000	—	114,650
礪石島橋	1P	27 \times 28 \times 8.04	TP \pm 0	直接基礎	4,200	—	17,700
	2P	25 \times 46 \times 36.4	TP-28	設置ケーソン	24,200	32,200	9,500
	3P	29 \times 46 \times 33.4	TP-25	設置ケーソン	32,300	10,800	27,300
	4P	28 \times 28 \times 10	TP+5	直接基礎	32,400	—	17,200
岩黒島橋	1P	28 \times 28 \times 10	TP+5	直接基礎	32,400	—	16,300
	2P	18 \times 46 \times 23.5	TP-15	設置ケーソン	9,620	12,700	6,800
	3P	22 \times 46 \times 32.5	TP-24	設置ケーソン	37,200	25,000	8,400
	4P	36 \times 32 \times 19	TP-14	設置ケーソン	26,700	14,100	18,400
与島橋	1P	12 \times 34 \times 7	TP-2	直接基礎	4,800	—	13,300
	2P	30 \times 40 \times 10	TP-2	直接基礎	4,200	—	17,700
	3P	25 \times 40 \times 14.5	—	直接基礎	9,390	—	14,650
	4P	33 \times 30 \times 29	—	直接基礎	68,700	—	10,400
南北備讃瀬戸大橋	1A	71 \times 54 \times 56	TP+20	直接基礎	9,500	—	137,000
	2P	23 \times 57 \times 20	TP-10	設置ケーソン	21,000	13,600	12,800
	3P	23 \times 57 \times 20	TP-10	設置ケーソン	41,700	12,500	12,800
	4A	79 \times 62 \times 97	TP-10	設置ケーソン	54,000	35,400	253,500
	5P	27 \times 59 \times 42	TP-32	設置ケーソン	32,000	48,100	15,500
	6P	38 \times 59 \times 60	TP-50	設置ケーソン	121,700	117,000	16,900
	7A	82.5 \times 59 \times 125	TP-50	設置ケーソン	594,000	233,000	186,000

3. 下部工工事の施工機械

(1) 概要

海峡部の主要6橋の基礎工事は大きく分けて海中基礎工事に陸上基礎工事に分けられ、それらは設置ケーソン、締切工法、ニューマチックケーソン、オープン掘削による直接基礎工法などの施工工法が採用された。また下津井瀬戸大橋には我が国で初めてのトンネルアンカーが採用され鷲羽山の中腹に

2本の斜坑が掘削された。海中および陸上部の基礎はそ

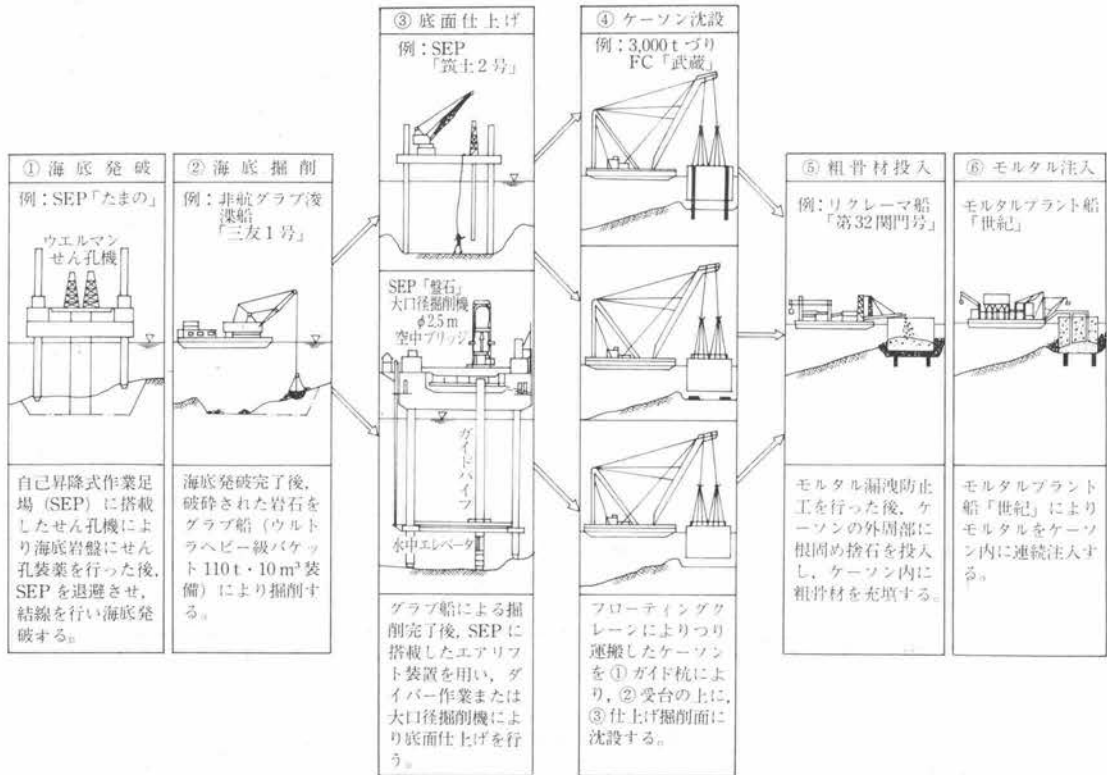


図-2 海中基礎の施工概要

の躯体寸法、重量とも既往のものに比べ圧倒的に大規模なものとなっている。それらの工事を短期間に完成させるために大型の施工機械が使用され、海中基礎工事では大規模なプレパックドコンクリートの施工のためにモルタル打設用の特殊大型機械が開発された。

(2) 海中基礎工事と施工機械

海中基礎工事に採用された設置ケーソン工法は、基礎全体をつみ込む全形型枠(鋼製ケーソン)をドライドックで建造し、これを掘削仕上げされた堅固な海底岩盤上に設置し、型枠内にプレパックドコンクリートを打設する工法である。この工法の施工要領は図-2に示すように海底発破→海底掘削→底面仕上げ→鋼製ケーソン沈設→粗骨材投入→モルタル注入という手順で施工されるもので、最大規模の南備讃 7A ケーソンは長さ 75m×幅 59m×高さ 55m、基礎底面水深 50m で約 23万 m³ のプレパックドコンクリートが打設された。それらの施工に使用された主な機械は自己昇降式作業足場(SEP)、非航グラブ浚渫船、大口径掘削機、リクレマ船、大型のフローティングクレーン船(FC)、それとモルタルプラント船等のモルタル打設機械、粗・細骨材の供給設備等の大規模なものとなっている。

(a) 海上作業足場

海峡部の海中基礎工事の現場は、水深が -4~-35

m、基礎底面は -10~-50m、潮流が 2~5kt、また備讃航路と水島分岐航路に囲まれた形で船舶の往来が激しくその動きは複雑である。このような条件のもとに天候の影響を受け稼働率の低い海上において能率良く安全に作業するために海上作業足場を使用した。海上足場は固定式と移動式足場に分類されるが、工事への適用に際しては水深、潮流、海底地質等により最も適切な足場を選択する必要がある。このうち当ルートの海中基礎工事で使用された海上足場は大型の自己昇降式作業足場(SEP)で、浅水から水深の深い海域でスピーディーに海上作業足場を移動、設置することができるものである。用途としてはせん孔機械やクレーン、エアリフト等を装備して、海底ボーリング作業、海底面せん孔作業、グラブ掘削後の海底面仕上げ掘削および海底の測深等の作業に使用された。

(b) 掘削機械

海中コンクリートを堅固な岩盤と密着させるためにグラブ掘削後に掘削ずりを除去する底面清掃を行い、ケーソンと岩盤とのすきまからのモルタル漏洩防止のためにケーソン設置底面を平滑に仕上げる仕上掘削を行う必要がある。仕上掘削および底面清掃は SEP 上に 2.5mφ のロータリ式掘削機(三菱ヒューズ社 MD-250S)を搭載して平面ビットにより掘削、ずりはエアリフトにより土運船に積込んで除去した。本機は掘削機本体(ドリル

表-2 主な移動式の海上作業足場

名 称	主 要 目				稼 働 条 件			主な施工実績等
	甲板の大きさ (m)	総重量 (t)	昇降能力 (t)	搭載作業機械	水 深 (m)	潮 流 (kt)	曳 航 (PS)×(隻)	
ミニ SEP 大成 (大成建設)	24.4×18.3	230	532	OD せん孔機 3台 ジブクレーン 1基 (0.5t×3.5m)	25	3	2,300×1	備讃瀬戸大橋 4A 岩黒島橋 2P
筑土 2号 (熊谷組)	61×31	1,134	2,160	—	25	1.5	3,000~ 5,000×1	岩黒島橋 3P, 4P
盤 石 (石川島播磨重工)	47×35	4,620	5,000	タワークレーン 180t・m 2台 せん孔機 4台	50	3	3,000×2	檜石島橋 2P, 3P 備讃瀬戸大橋 3P, 4A 5P, 6P, 7A
MSEP-2 たまの (三井造船)	70×38	3,500	4,800	せん孔機 6台 クローラクレーン 2台 (50t×28m)	50	5	3,000×1 3,600×1	檜石島橋 2P, 3P 備讃瀬戸大橋 6P, 7A

表-3 大型グラブ船の概要

名 称	船 体	バ ケ ッ ト	エ ン ジ ン	曳 航	実 績
三 友 1 号 (関門港湾建設)	非航 3,174 t (排水量)	普通土 25 m ³ , 85 t 硬 土 13 m ³ , 125 t	3,200 PS×1 台 145 PS×2 台	2,000 PS×1 隻	備讃瀬戸大橋 6P, 7A 檜石島橋 1P, 2P, 3P
第 八 関 門 号 (関門港湾建設)	非航 1,824 t (排水量)	硬 土 20 m ³ , 60 t 超硬土 9.5 m ³ , 90 t	2,300 PS×1 台 120 PS×1 台	1,000 PS×1 隻	備讃瀬戸大橋 3P, 4A, 5P, 7A
第 十 関 門 号 (関門港湾建設)	非航 1,976 t (排水量)	普通土 25 m ³ , 45 t 硬 土 20 m ³ , 60 t 超硬土 9.5 m ³ , 90 t	2,300 PS×1 台 160 PS×1 台	1,000 PS×1 隻	備讃瀬戸大橋 6P, 7A
第 20 芳 祥 号 (吉 田 組)	非航 2,856 t (排水量)	普通土 25 m ³ , 70 t 硬 土 20 m ³ , 60 t 超硬土 10 m ³ , 110 t	1,300 PS×2 台 225 PS } 125 PS } 各 1 台 44 PS }	1,800 PS×1 隻	岩黒島橋 3P, 4P

ユニット、ベースユニット、パワーユニット、コントロールユニット)およびドリルストリングス、排土装置、ビット等から構成されているパワースイベル駆動方式のロータリ掘削機である。

(c) 大型グラブ船

グラブ船は他の浚渫工法に比べて波浪と掘削深度に対して対応できることで港湾工事等で活躍している。海中基礎工事では潮流、水深、施工精度、工期、海底の状況等で施工条件が厳しくなっているため設置ケーソン基礎の無発破掘削および破碎岩の掘削に用いられた。表-3 に大型グラブ船の概要を示す。

(d) モルタルプラント船「世紀」

モルタルプラント船「世紀」は海中に設置したケーソン内へ海中プレバッドコンクリートを打設するために新たに開発し昭和 53 年に建造された機械である。

モルタルの注入は途中打継目のできないように、また一定のモルタル上昇速度を保ちつつ注入する連続作業が絶対条件になっている。「世紀」は 240 m³/hr のモルタル製造・注入能力を有し、連続 3~4 日間の打設を可能とするように種々の配慮がなされている。プラントについては 120 m³/hr 3 系列を設備して、2 系列で運転し 1 系列を予備としている。注入ポンプは 24 台装備しそのうち 4 台を予備としている。このほかに配慮されている点としては、電子計算により一括集中制御管理していることや、フロー値を自動測定できること、およびモルタルの温度上昇を抑えて分離を防ぐために冷凍水設備を搭載していることなどである。「世紀」によるプレバッドコンクリートの打設は昭和 56 年に北備讃 5P より開始して順次昭和 59 年 10 月の櫃石島 2P で完了する

表-4 モルタルプラント船「世紀」の主要仕様

項	目	設計条件 および性能	備 考	
船体主要目	全 長 (m)	90		
	全 幅 (m)	32		
	深 さ (m)	7.5		
	き っ 水 (m)	4		
発 電 機	主 発 電 機	1,350 kVA/450 V	3 台	
	補 助 発 電 機	150 kVA/450 V	2 台	
ブ ラ ン ク	プラント出力 (l/min)	6,000	2,000×3 系列	
	操 作 方 式	全自動/手動		
	材 料 1 次 貯 蔵 量 (t)	セメント	600	200×3
		砂	600	200×3
水		900		
	混 和 剤	200		
ト 部	ミキサ容量 (l)	3,300	6 台	
	アジテータ容量 (m ³)	30	2 台	
注 入 ポ ン プ	吐出量 (l/min)	30~300	24 台	
	吐出圧 (kg/cm ²)	0~21		

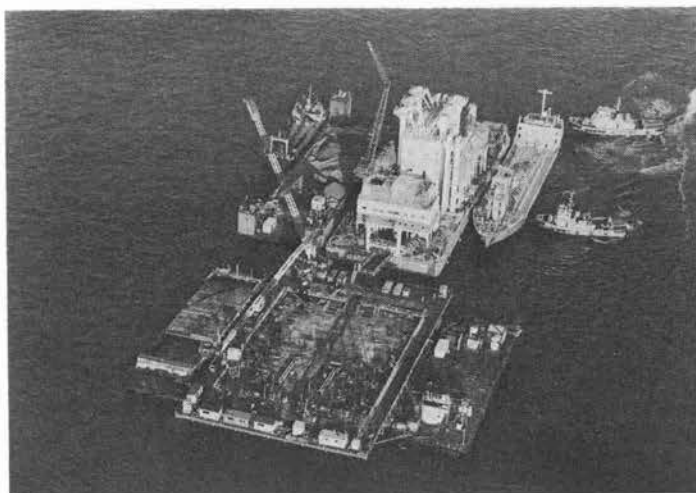


写真-1 モルタルプラント船「世紀」によるモルタル注入工事

まで 44 ヶ月に 26 万 m³ のコンクリート打設を行った。写真-1、表-4 に「世紀」の概観および仕様を示す。

(c) 粗・細骨材供給設備

プレバッドコンクリートに使用する 80~150 mm の大径粗骨材と海砂を FM 1.4~1.8 に粒度調整した細骨材を大量に安定供給するために、倉敷市水島(水島基地)と坂出市瀬居(瀬居基地)に供給設備を設けた。水島基地は近辺の碎石場よりダンプトラックの運搬で粗骨材を搬入し、貯蔵、洗浄、ふるい分け、積出しを行う機能がある。これはベルトコンベヤラインと鋼製ホップ、洗浄用のドラムスクラバ、振動スクリーン、クラッシュファイヤ、積出し用のシップローダ等で構成され、海中基礎コンクリート用として約 100 万 t が製造・供給された。瀬居基地は海砂をガット船で搬入し、貯蔵、粒度調整、洗浄、分級、2次貯蔵、積出しを行う機能がある。これはベルトコンベヤラインと鋼製ホップ、ロッドミル、クラッシュファイヤ、濁水処理装置等で構成され約 33 万 t が製造・供給された。

(3) 陸上部基礎工事と施工機械

(a) トンネルアンカー

下津井瀬戸大橋 1A のトンネルアンカーは地表から坑底に向かって傾斜 38° の斜坑として掘削した。掘削工には次の機械設備等を使用した。

削 孔：2 ブーム油圧式クローラジヤンボ (1 トンネル当り 1 台)

ざり積込み：パワーショベル (標準部 0.4 m³ バケツ、坑奥部付近 0.7 m³ バケツ)

ざり出し：スキップ (5 m³ 積み、速度 30 m/min) 重機の搬入出：台車 (速度 4 m/min)

荷揚げ設備：スキップ、台車等の昇降

掘削については最初に坑口部の掘削、そして覆工コンクリート施工、次に上半部と下半部に分けて発破工を行

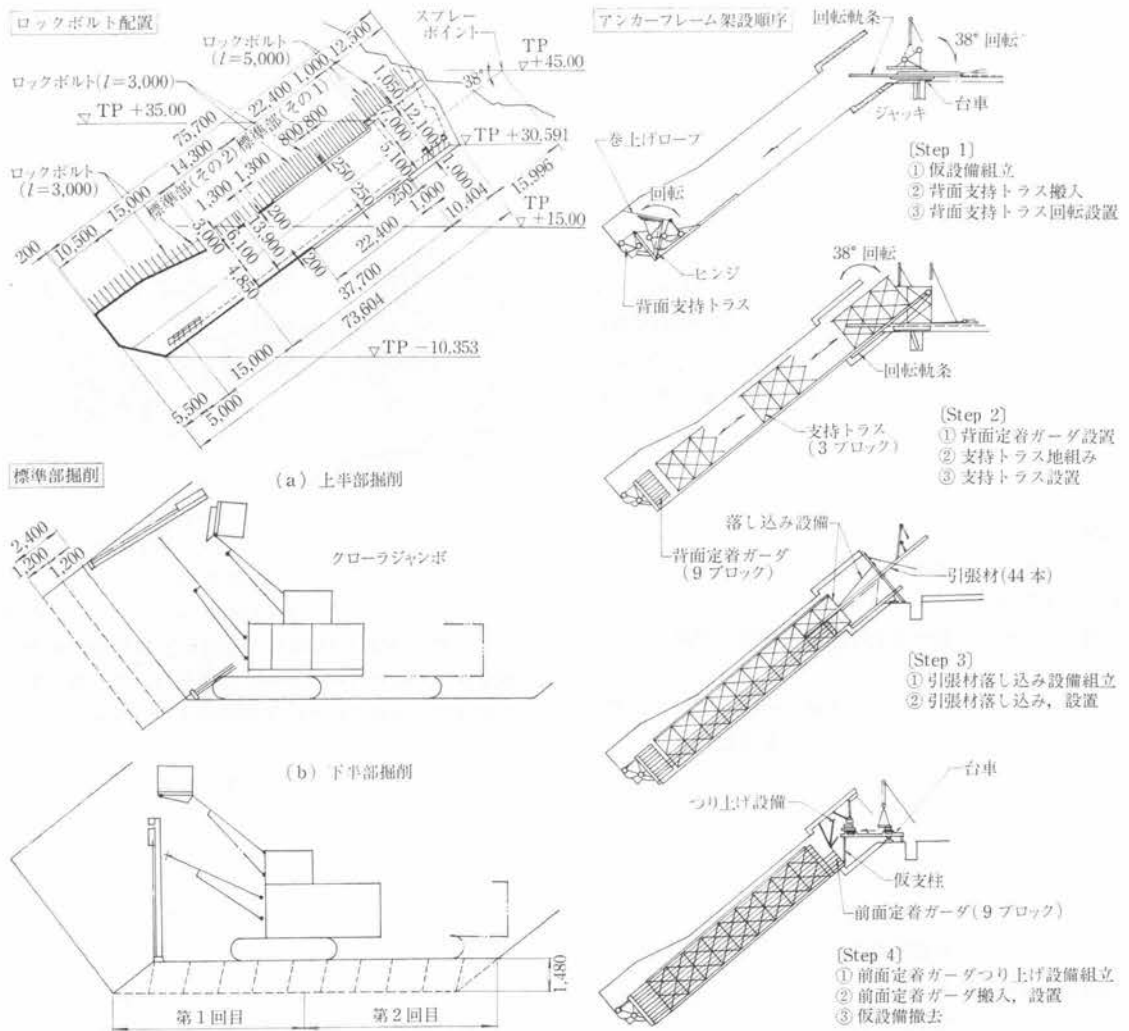


図-3 トンネルアンカーの施工状況

い、掘削後には吹付コンクリートとロックボルトを施工した。アンカートンネル掘削後にアンカーフレームを架設するために次の設備を設けた。

回転軌条：坑口において部材を載せた後、38°回転させて部材を降すための設備で、回転は油圧ジャッキ(120t×1,050mm ストローク)で行った。

運搬台車：部材を坑口から坑奥へ運搬するための台車で坑外ウインチ設備により昇降する。

ターンテーブル：台車の上に載せ坑奥で部材を水平回転させる。

巻き上げ設備：坑口および坑奥部で部材をつり上げ、移動させるために用いた小型ウインチと滑車類。壁面にボルトで固定した。

(b) 重力アンカレイジ

下津井 4A および北備讃 1A のアンカレイジは島の中に直接基礎として施工され、コンクリート量がそれぞれ 11万 m³、14万 m³ の巨大なマスコンクリート構造物

である。北備讃 1A の掘削箇所は花崗岩質の土砂、軟岩、硬岩よりなり硬岩掘削にはロックブレイカ (BSP 1100) による砕岩と、44tブルドーザによるリッピング作業で振動の軽減をはかった(無発破工法)。設備としては膨大な量のコンクリートを打設するために同島内にコンクリートプラントを設置した。このプラントの能力は 2m³ 二軸強制練型ミキサを備え公称能力 120m³/hr で計画日最大打設量 770m³ を 1日 (8hr) で製造できるものとした。打設設備としては 90m³/hr 級の定置式コンクリートポンプ 2台、また揚重設備としてコンクリート打設、アンカーフレーム架設用に、200t・m と 180t・m のタワークレーン 2台を設置した。

4. 上部工工事の施工機械

(1) 概要

一般に橋梁の上部構造の架設とは工場で作成された部

材を安全に、定められた工期内に、許される精度内で現地の下部構造の上に組立てることである。特に当ルートでは冒頭にも述べたように道路・鉄道併用橋としてのつり橋、斜張橋、トラス橋そしてPC高架橋と種々の型式の橋梁の連続が大きな海峡（航路）をまたいで、あるいは島の中に建設されるという大規模架設工事に特長がある。これらの上部工の架設工法は基本的には、それぞれの橋の型式により、また規模によって異なるとともにおのずとその施工機械も異なる。またほとんどすべての上部工工事が同時期に行われたため大型の機械が海峡部全域で一斉に使用されたことはかつてないことである。当ルートで使用された上部工の架設工法は基本的には次のような内容となっている。

<つり橋>

塔 : クリーパクレーン架設, タワークレーン架設

ケーブル : エアスピニング工法, プレハブワイヤストランド工法

補剛桁 : 一括つり上げ架設, 張出し架設

<斜張橋>

塔 : 一括つり上げ架設, タワークレーン架設

桁 : 一括つり上げ架設, 張出し架設

ケーブル : 張出し架設

トラス橋桁 : 一括つり上げ架設, 張出し架設

PC高架橋桁 : 支保工施工, 移動式作業車による張出し工法, 大型移動支保工

当ルートの海峡部工事は現場条件がすべて海上と離島での工事になるため部材の海上運搬～水切～架設が工事の基本になっている。

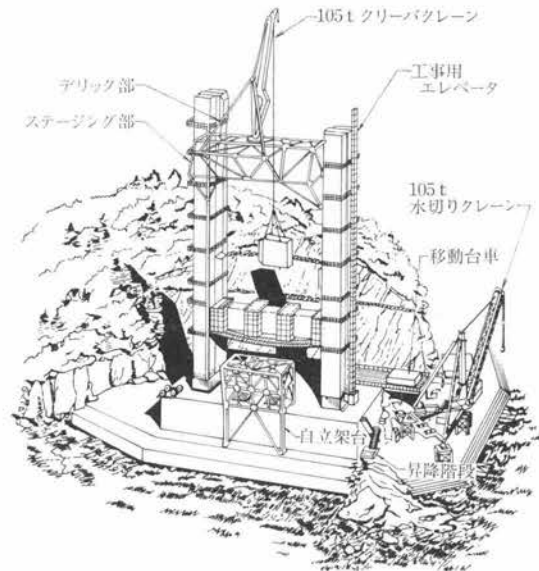
(2) つり橋の架設と施工機械

(a) 水切クレーン

海上輸送されてきた部材の水切り、仮置き、横持ち作業および架設機械類の搬入搬出用に使用するために岸壁あるいは海上作業足場上に設置する定置式クレーンである。つり橋では塔の架設の他、ケーブル架設、補剛桁架設工事の全搬に使用された。水切クレーンの型式は三脚デリック式が一般的であるが下津井の2P側では全旋回式のものを使用した。この型式のクレーンはせまい作

表—5 つり橋塔架設用クレーン

機架名	種別	定格荷重 (t)	作業半径 (m)	揚程 (m)
下津井	水切クレーン	105	22	40.5
	クリーパクレーン	105	25	155
北備讃	水切クレーン	120	24	43.6
	クリーパクレーン	114	28	198
南備讃	5P 水切クレーン	136	24	35
	5P クリーパクレーン	130	28	204
6P	大型タワークレーン	135	60	182.5



図—4 塔架設状況

業ヤードを有効に利用できる利点をもっている。また南備讃の6P塔架設では部材の水切りと塔架設の両方の役割を担う大型タワークレーンが使用された。表—5につり橋3橋で使用された塔架設用のクレーンを示す。

(b) クリーパクレーン

クリーパクレーンはつり橋塔架設に使用する最重要クレーンであり、塔本体の架設に合せてクレーン自体が塔柱側面に取付られたガイドレールに沿ってせり上り、順次塔部材やその他の機械をつり上げて塔を架設していくためのクレーンである。クリーパクレーンはクレーン本体となるデリック部、デリックを固定しかつ塔本体を固定するステーキング部、および塔基部に設置しステーキングの据付架台としての機能とクレーン作業時の反力を

表—6 クリーパクレーン諸元表 (2P)

項目	能力・仕様	
デリック部	定格荷重	(主巻) 105 t (補巻) 3 t
	旋回半径	Max 25 m ~ Min 8 m
	旋回角度	105 t ± 85°, 40 t ± 100°
	巻上揚程	155 m
	巻上速度	(主巻) 105 t 4 m/min (補巻) 19 m/min 20 t 12 m/min
	旋回速度	0.2 rpm
	起伏速度	R 8 m ~ R 25 m abt 5 min
	電動機	
	主巻上用	(主巻) 110 kW 40% ED (補巻) 15 kW 40% ED
	起伏用	75 kW 40% ED
ワイヤロープ	旋回用	2 × 17 kW 25% ED
	主巻上用	(主巻) φ28 × 12 本掛 (補巻) φ20 × 1 本掛
起伏用	φ31.5 × 18 本掛	
せり上げ機構	型式	ワイヤロープ方式
	せり上げ速度	0.57 m/min
	せり上げ揚程	10 m
	駆動装置	電動機 2 × 45 kW 40% ED
		ワイヤロープ φ40 × 18 × 2 本掛

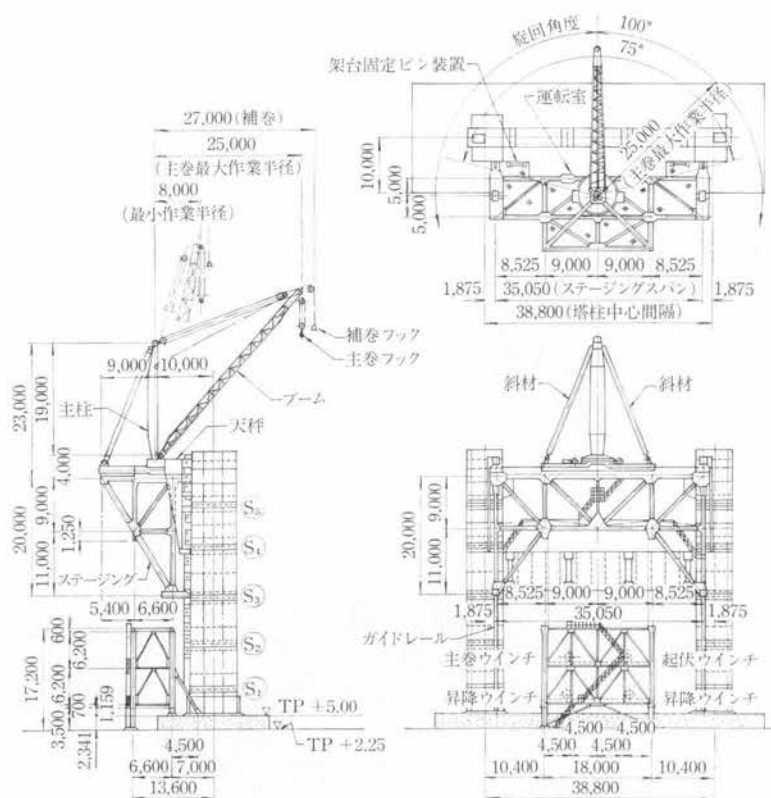


図-5 下津井クリーパクレーン

受ける機能をもたせた自立架台から構成されている。クレーンの組立および解体の際にはこの3ブロックを単位としてFCによる一括作業あるいは大型クローラクレーンによる作業で施工した。クリーパクレーンによって塔柱、塔頂サドル、塔頂クレーンの架設が完了するとデリック部は塔頂クレーンで解体し、ステーキング部は降下させ、自立架台とともに据付時と同様な方法で解体された。図-5、表-6に下津井塔架設で使用されたクリーパクレーンを示す。

(c) 大型タワークレーン

南備讃瀬戸大橋 6P の塔架設には自立型の大型タワークレーンが使用された。この方法は関門橋の門司側塔架設にも使用されており水切クレーンとクリーパクレーンの両方の役割を担うもので、クリーパクレーンのようなせり上りがなく大型クレーン1台で塔架設ができることからシンプルな施工形態となっている。タワークレーンの構造を図-6に示す。クレーンはクレーン架台、旋回部、昇降マスト、ジブの4部分に大別できる。クレーン架台は輸送・架設上からさらに3ブロックに分割されて、クレーン自体の架設はFCとクローラクレーン作業で施工された。

(d) ケーブル架設用機械

つり橋のケーブルを架設する工法は、素線を1本ず

つ張渡すエアスピニング工法(AS工法)と、あらかじめ工場で素線を正六角形に束ねてソケットを付け製作したストランドを張渡すプレハブワイヤストランド工法(PWS工法)がある。我が国のつり橋では圧倒的にPWS工法が多いが、下津井瀬戸大橋では本州側のせまいトンネルアンカーの中で定着スペースに制限を受けるためAS工法が採用された。ケーブル架設工程は、

- ① 第1にパイロットロープを張渡し
- ② これを利用してホーリングロープを架設し
- ③ ホーリングロープによりキャットウォークを架け渡し
- ④ この上をホーリングロープを用いてPWS工法ではケーブルストランド、AS工法では素線を架設し
- ⑤ ケーブルバンドを架設して
- ⑥ これに桁をつるハンガーロープを架設し

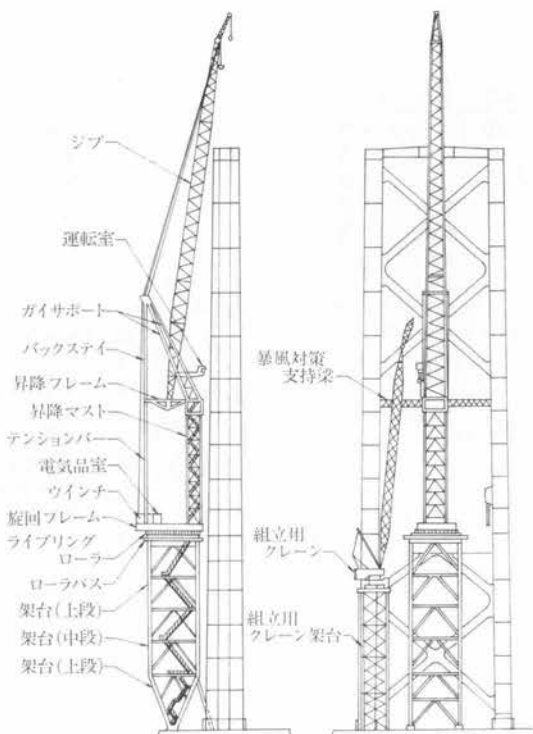


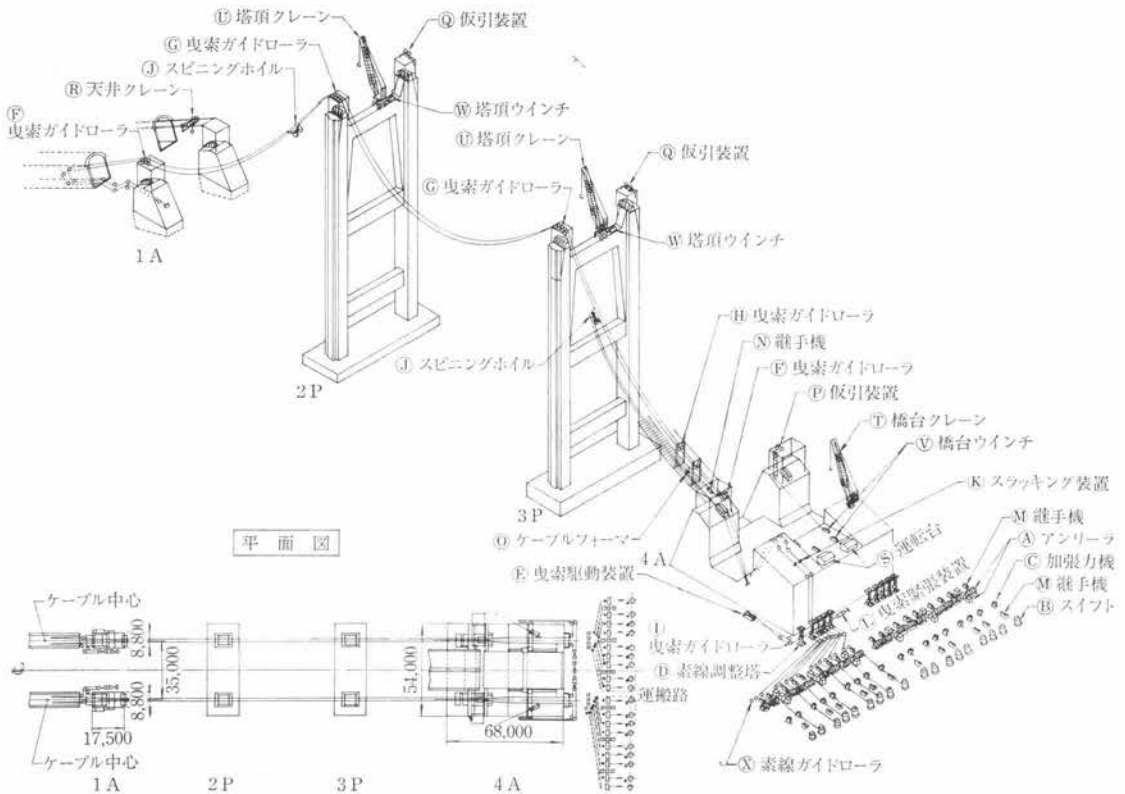
図-6 大型タワークレーン

⑦ 桁架設も終了した時点でワイヤラッピングおよび塗装を行う。

ここでは下津井瀬戸大橋の AS 工法におけるケーブル架設用機械について述べる (図-7 参照)。

(i) ホーリングシステム

ホーリングロープを利用してキャットウォークロープの架設、および素線を引出し架設して束ねてストランドを形成していく設備であり、曳索の正転・逆転運転を繰



記号	名 称	台数	据付場所	用 途	備 考
①	アンリーラ	18	4 A 後面	素線の巻取り送り出し	コイル間継手
②	ス イ フ ト	18	4 A 後面	素線送り出し	
③	加 張 力 機	18	4 A 後面	素線張力導入 (100 kg)	
④	素 線 調 整 塔	10	4 A 後面	素線張力導入 (50 kg 一定)	
⑤	曳索駆動装置	2	4 A 後面	ループ式ホーリングロープ駆動用	
⑥	曳索ガイドローラ(スプレーサドル部)	8	スプレーサドル	ループ式ホーリングロープ系ガイドローラ	
⑦	曳索ガイドローラ(塔 頂 部)	8	塔頂	ループ式ホーリングロープ系ガイドローラ	
⑧	曳索ガイドローラ(ギャローズフレーム部)	140	キャットウォーク上	ループ式ホーリングロープ系ガイドローラ	
⑨	曳索ガイドローラ(ア ン カ ー 部)	52	1 A, 4 A	ループ式ホーリングロープ系ガイドローラ	
⑩	スピニングホイール	4		素線引き出し	
⑪	スラッキング装置	32	1 A, 4 A	素線張力開放用	
⑫	曳索緊張装置	4	1 A, 4 A	ループ式ホーリングロープ緊張用	
⑬	継 手 機 (1)	30	4 A 後面	素線継手	
⑭	継 手 機 (2)	20	キャットウォーク上	素線継手	
⑮	ケーブルフォーマ		キャットウォーク上	素線配列	
⑯	仮 引 装 置 (機械式)	4	1 A, 4 A	ストランド引込用	
⑰	仮 引 装 置 (油圧式)	4	塔頂	ストランド引込用	
⑱	天井クレーン	2	1 A		
⑲	運 転 台	2	4 A	曳索駆動装置, アンリーラ運転	
⑳	橋台クレーン	2	4 A		
㉑	塔頂クレーン	4	塔頂	荷役作業, 介しゃく用	
㉒	橋台ウインチ	4	4 A		
㉓	塔頂ウインチ	4	塔頂		
㉔	素線ガイドローラ		1 A, 4 A, 4 A 後面	素線誘導	

図-7 ケーブル架設状況 (AS)

表-7 ケーブル架設主要機械設備

名称	用途	数量	能力・仕様
曳索駆動装置	ホーリングロープ駆動	2	電動油圧式, 250 kW, ロープ速度 0~6 m/sec 最大けん引力 3 t
アンリーラ	ケーブル用ワイヤのリーリングおよびアンリーリング	18	電動油圧式 15 kW/90 kW リーリング速度 6 m/sec アンリーリング速度 12 m/sec
スイフト	ケーブル用ワイヤコイルのリーリング時塔載回転台	18	リーリング時押上げ圧 φ1,200~600 kg φ1,500~300 kg ブレーキ力 0~110 kg/m ²
加張力機	ケーブル用ワイヤのリーリング時張力を制御する	18	ワイヤ巻付 4 回 ワイヤ張力差約 80 kg/本 リール側張力約 100 kg/本
素線張力調整塔	ケーブル用ワイヤのアンリーリング時張力を一定に保つ	10	ストローク 3 m 素線 4 本掛 素線張力 50~200 kg カウンタウェイト式
ワイヤ継手機 (現場継手用)	スピニング終了時ワイヤの始端と終端を継ぐ	20	ローラ圧延方式, 加圧能力 5.5 t 圧延速度 0.2 m/min, 0.1 kW

返しロープを駆動してスピニングホイールを移動させる曳索駆動装置、素線の引出しから一時リールに巻取り繰り出すためのスイフトとアンリーラ、また素線に適切な張力を与えるための素線調整塔などで構成される。

(ii) スクイズングおよびラッピングマシン

スクイズングマシンはケーブルストランドの架設を終了してからケーブルバンドを架設する前にストランドをひとまとめにして正しい円形に整形する機械である。ラッピングマシンはケーブルを保護するため直径約 4 mm の亜鉛めっきを施した鋼線で密に巻き込む機械である。

(iii) 塔頂クレーン

ケーブル架設作業に用いるため、クリークレーンによって塔頂に設置されたクレーンであり、下津井、南・北備讃のつり橋の主塔にそれぞれ 2 台ずつ 3 t×25 m 級

のものが設置された。

(e) 塔付ジブクレーン

塔基部へ水切りされた架設部材を橋上へ荷揚げして、既設補剛桁上に用意された運搬台車に積込むためのクレーンで、塔柱に直接据付けるクレーンである。下津井では 115 t×29 m、南・北備讃では 120 t×27 m 級のものが使用された。

(f) トラベラクレーン

既設の補剛桁上の先端にあって補剛桁の架設を主に行うクレーンで、移動防護工の仮りづりおよびハンガー引込み装置の取付等にも使用される。下津井では 115 t×29 m (中央径間)、90 t×31.5 m (張出径間)、南・北備讃では 120 t×29 m 級のものが使用された。図-9 にトラベラクレーンを示す。

表-8 トラベラクレーン仕様 (下津井中央径間)

主巻定格荷重 110 t
補巻定格荷重 15 t
旋回半径

項目	主巻定格時	補巻定格時
最大半径	29 m	41 m
最小半径	10 m	10.6 m

旋回角度 360°
揚程 主巻 88 m 補巻 88 m

項目	速度 (m/min)	電動機 (kW)	ブレーキ
主巻	定格荷重 3 物負荷 12	75	AC 電磁ブレーキ 油圧押し機ブレーキ
補巻	10	45	AC 電磁ブレーキ 油圧押し機ブレーキ
起伏	平均 2	85	AC 電磁ブレーキ 油圧押し機ブレーキ
旋回	0.2 rpm	2台×17	足踏ブレーキ AC 電磁ブレーキ

ワイヤロープ

主巻	非自転性ワイヤロープ 4×F(40) φ34.0~800 m
補巻	非自転性ワイヤロープ 4×F(40) φ25.0~260 m
起伏	JIS 18 号 6×F(29)IWRC φ38~650 m

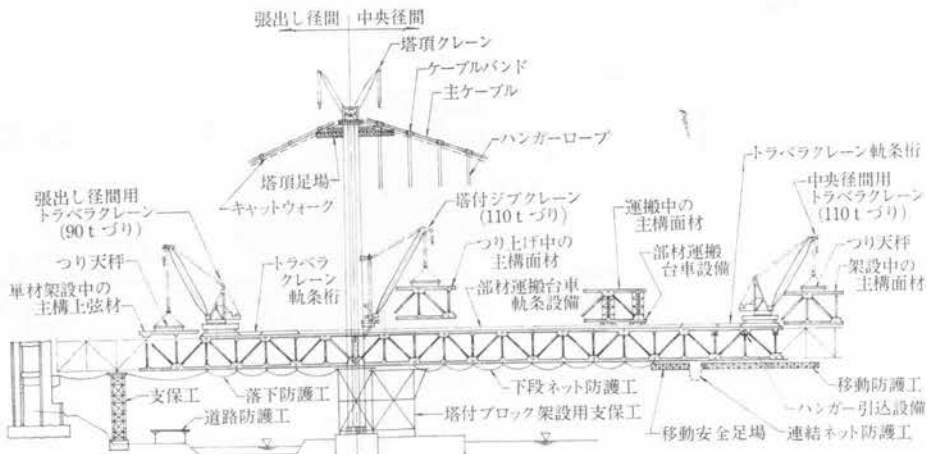


図-8 つり橋架設状況 (下津井)

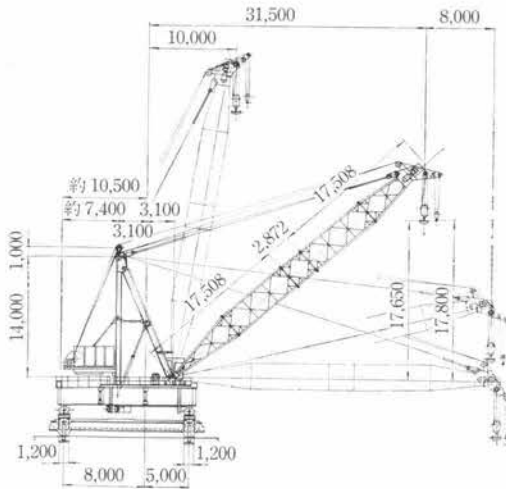


図-9 トラベラクレーン (下津井)

(g) 橋上運搬台車ほか

橋上運搬台車は既設の橋上に仮設レールを敷設し、その上を電動モータで自走する台車設備で架設部材を運搬する。他に桁架設工事では下面移動防護工，移動安全足場等の主要機械が使用された。

(3) 斜張橋の架設と施工機械

礪石島橋，岩黒島橋はそれぞれ中央径間 420 m の道

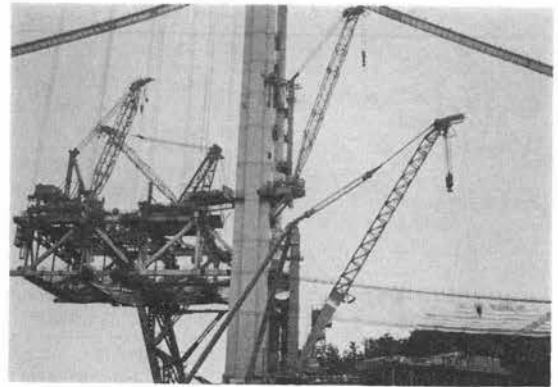


写真-2 下津井トラベラクレーン

路，鉄道併用の大規模な斜張橋であり，その架設工法もつり橋に比べかなり違った工法となっている。斜張橋の架設工程は 図-10 に示すように第1段階として塔下部を FC により一括架設，次に塔部分の桁ないし側径間の桁を FC により大ブロック架設，そのあとトラベラクレーンにより塔上部の架設を行い中央径間の張出し架設とケーブル架設を並行して行う。このうち特に重要な機械であるトラベラクレーンは，塔および桁部材の最大重量がそれぞれ 100 t，60 t となるため汎用のクレーンのうち最大級のものが使用された。塔架設時には架設高が上るにつれて，ロングブームおよびジブを使用し，桁架設時には短ブームに組替えるという方法がとられた。

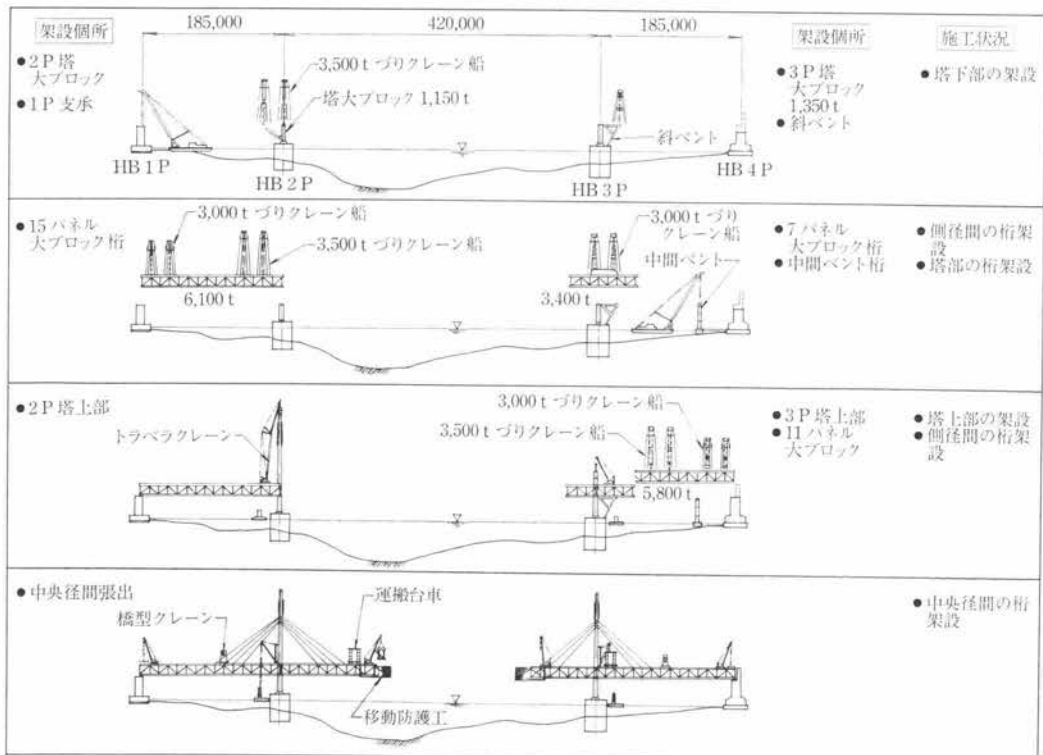


図-10 斜張橋 (礪石島橋) の架設状況

表-9 斜張橋架設トラベラクレーン

橋梁名	製作会社	型式	最大つり能力 (t)	種別
檜石島	2P 神戸製鋼	PH 7450	450	クローラクレーン
	3P 日立建機	F 2500	205	ホイールクレーン
岩黒島橋	2P 住友重機械	LS 1018	450	クローラクレーン
	北川鉄工	—	80	トラベラクレーン
3P 石川島播磨重工	—	110	クライミングクレーン	

表-10 岩黒島橋架設主要機械

名称	能力・仕様	数量	用途
塔付ジブクレーン	75 t ぶり×27 m 揚程 90 m	2	部材・機材の水切～橋上荷揚
門形クレーン	25 t ぶり 30 t ぶり、高さ 10 m	2	部材機材の運搬 (作業ヤード)
塔頂クレーン	180 t・m (2P) 25 t ぶり (550P) (3P)	2	塔上部、機材の荷揚
橋上運搬台車	積載荷重 85 t	2	部材の運搬
移動防護工 (走行式)	40 m (L)×33 m (W)	2	架設先端の落下防護
アンリール	最大リール 4.2 m (φ)×3.0 m (W) 油圧足踏ブレーキ	8	ケーブル架設用
ウィンチ	単胴式、複胴式 直引力 7.5~10 t	6	ケーブル架設用
センターホール ジャッキ	500 t×300 mm (St) 600 t×300 mm (St)	6	ケーブル架設用

表-8 に使用されたトラベラクレーンの諸元を示す。部材の水切には 75 t 級の塔付ジブクレーンが使用され台船から直接橋上へ荷揚げし橋上を作業ヤードとして利用するために門形クレーンが使用された。表-9 に岩黒島橋で使用された主要機械を示す。

(4) トラス橋の架設と施工機械

与島橋は海峡部のほぼ中央に位置する羽佐島と与島の狭い水道を結ぶトラス橋で、その上部工の架設は中央支点部にあたる 2P, 3P 橋脚部の桁ブロックを FC で一

表-11 与島橋架設主要機械設備

名称	能力・仕様	使用台数		使用目的	設置場所
		2P	3P		
水切クレーン	60 t×25 m	1	1	部材および架設機材の水切用	岸壁・仮置ヤード
塔形クレーン	75 t×25 m (2P) 75 t×23 m (3P)	1	1	部材および架設機材の橋上荷揚げ用	橋脚
トラベラクレーン	75 t×25 m (2P) 85 t×28 m (3P)	2	2	部材の架設用	橋上の架設先端
橋上運搬台車	積載荷重 160 t	2	2	部材の橋上運搬用	橋上
門形クレーン	75 t ぶり高さ 15 m 60 t ぶり高さ 15 m	2	2	部材の運搬	仮置ヤード

括架設し、その後バランシングキャンチレバー工法でトラベラクレーンにより中央と側径間の張出し架設、最後に側径間に中間ペントを設け端部と中央閉合まで張出し架設を行った。架設基本工は海上輸送された部材を岸壁に据付けた水切クレーンで水切し、橋脚部の塔形クレーンで橋上に荷揚げを行う。その後橋上運搬台車で架設先端まで部材を供給しトラベラクレーンで架設した。

(5) PC 高架橋の架設と施工機械

海峡部を横断するためにつり橋・斜張橋の長大橋梁の間に檜石島と与島の島内には高橋脚を有する PC 高架橋が架設された。この高架橋の特徴としては、高橋脚 (50~80 m) であること、道路、鉄道の二層併用橋であること、中規模径間橋梁が長い区間連続していることなどがあげられる。PC 高架橋の上部工の施工法としては支保工施工、移動式作業車による張出施工、大型移動支保工による施工などがあるがここでは檜石島高架橋で採用された大型移動支保工の概要について述べる。

大型移動支保工は当ルートの檜石橋 PC 高架橋の新しい架設工法として開発されたもので 9P~16P の道路、鉄道橋 7 径間全長 245 m に使用された。この移

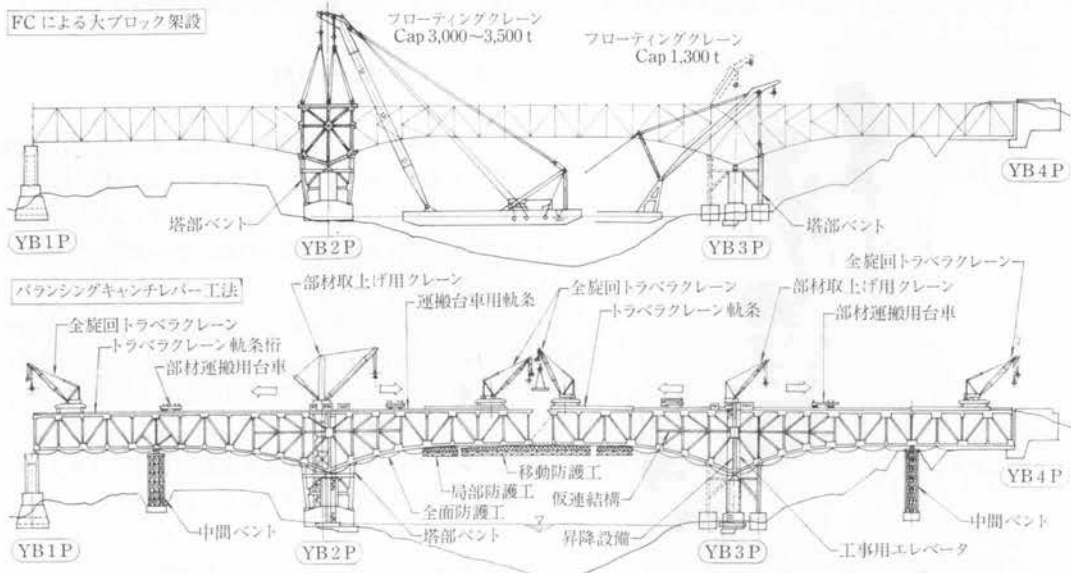


図-11 トラス橋 (与島橋) の架設状況

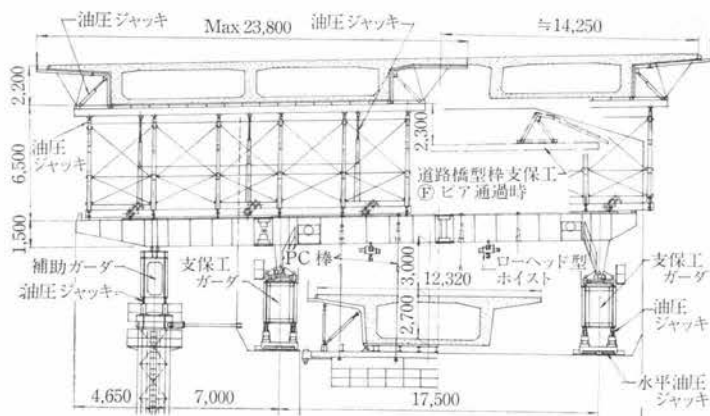


図-12(a) 大型移動支保工

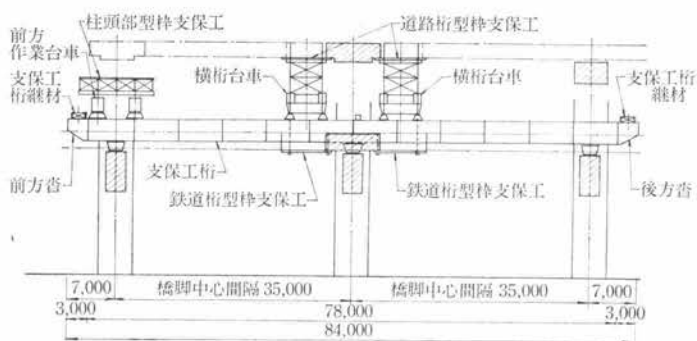


図-12(b) 大型移動支保工

動支保工は従来のサポートタイプとハンガータイプをミックスしたもので、上段の道路橋の上下線および下段の鉄道橋を1台の移動支保工を用いて、柱頭部から同時に張出し架設を行うものであり次のような機能を有している。

- ① 1台の移動支保工で道路橋、鉄道橋の施工ができ

る

- ② 道路桁の大きな幅員変化に対応できる
③ 側径間、中央閉合部の施工にも他の支保工を必要としない

この大型移動支保工は総重量 1,224 t にもおよぶ大規模なもので、その構造を 図-12 に示す。

5. 大型クレーン船

海峡部橋梁工事では海上であることを最大限に利用して、大型のフローティングクレーン船 (FC) によるブロッカー一括架設工法が下部工から上部工工事全般にわたって海峡部の全域で採用された。この工法は工期、経済性、品質管理、安全性などで非常に有利であり、特に上部工工事では橋桁大ブロック重量も特大級となり超大型の FC が使用された。当ルートで FC による作業としては鋼製ケーソンの沈設、大型シンカーの沈設、塔下部ブロックの架設、ケーブルアンカーフレームの架設、クレーン類の架設、支承架設と上記の橋桁大ブロッカー一括架設などが代表的なものである。特殊な使い方としてはケーブル工事のパイロットロープ渡海作業で FC のブーム先端でロープをつり、航路高を確保する施工法がとられた。表-12 に FC による橋桁大ブロック架設を示

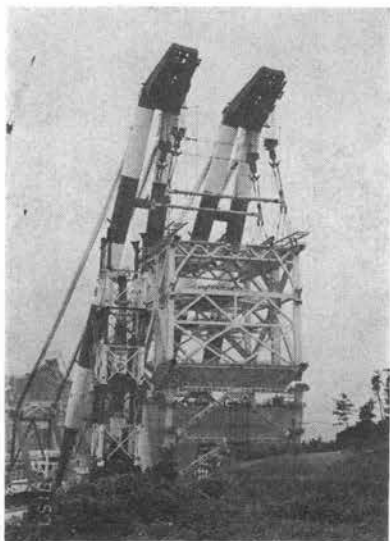


写真-3 大ブロック架設

表—12 大型移動支保工重量表

名 称	数 量	重量 (t)
支保工 中間支柱	4	91
補 助 桁 支 柱	3	35
支 保 工 桁	2	339
補 助 桁	1	57
横 桁	2	186
鉄道橋型 枠支保工	2	103
道路橋型 枠支保工	2	167
前方作業台車	4	136
支保工 移設架台	8	60
機 器 類	1	50
計		1,224

表—13 FC による橋桁大ブロック架設

橋 名	桁ブロック長 (m)	ブロック重 (t)	使用 FC (t-ぶり)
榎石島高架橋トラス	101	2,650	3,000
榎石島橋	185 (15パネル)	5,590	3,500+3,000
	49 (4パネル)	1,300	3,000
	92 (7パネル)	3,120	3,500
岩黒島橋	133 (11パネル)	4,720	3,500+3,000
	129 (10パネル)	3,890	3,500+3,000
	80 (6パネル)	2,510	3,000
羽佐島高架橋	145 (12パネル)	4,820	3,500+3,000
	97 (北ブロック)	3,000	3,500
与島橋	167 (南ブロック)	5,900	3,500+3,000
	32 (2P)	2,400	3,500
	32 (3P)	2,300	3,500

表—14 大型フローティングクレーン船

所有会社	船 名	所在地	船体主要寸法 (m)			能 力			起重機の型式	製 造 年
			長 さ	幅	深 さ	つり能力 (t)	アウトリーチ (m)	揚 程 (m)		
深田サルベージ	武蔵 蔵門	大 阪 呉	107.0	49.0	8.0	3,000	30.8	100.0	固定俯仰 固定俯仰	昭和 49 年
			80.0	36.0	6.0	1,300	28.8	76.8		昭和 47 年
寄 神 建 設	寄 神 建 設	神 戸	95.0	45.0	6.7	3,000	31.0	75.0	俯 仰	昭和 44 年
		神 戸	95.4	41.0	7.5	3,000	34.1	88.0	俯 仰	昭和 55 年
		神 戸	80.0	30.0	5.5	1,300	26.5	60.0	俯 仰	昭和 48 年
吉 田 組	第 50 吉田号	大 阪	110.0	50.0	8.5	3,500	42.5	108.5	俯 仰	昭和 58 年
	第 28 吉田号	大 阪	94.0	40.0	7.8	3,000	30.0	57.0	俯 仰	昭和 53 年
	第 25 吉田号	大 阪	94.0	40.0	7.8	3,000	28.0	49.0	固 定	昭和 47 年
	第 23 吉田号	大 阪	74.0	31.0	6.0	1,300	21.0	49.0	固 定	昭和 52 年

す。

6. あとがき

本報告は児島・坂出ルートの海峡部工事が下部工から上部工へと進捗するなかで工事に使用された主要機械の概要を紹介した。各種の橋梁に対応して各種の工事があり施工法と使用された機械も多種・多量であった。その中で厳しい現場条件のもとで大規模工事に対応した大型機械が開発され高性能化、安全化、架設精度の向上が図

られまた貴重なデータが得られたことと思われる。昭和 53 年に着工し備讃瀬戸に海上作業足場を設置、海底掘削を開始して 9 年余が経過、現在南備讃瀬戸大橋 6P 塔頂にルート最後の 1 台として残された塔頂クレーンの撤去作業中で、あと 2 カ月余で開業を向えようとしている。海峡部工事で多くの新しい施工法と機械の実績が生まれたものと実感される。最後に本文をまとめるに際しご協力をいただいた方々に誌面を借りて感謝の意を表する次第である。

瀬戸大橋完成特集

本四連絡橋で開発された各種の技術

神 弘 夫*

1. はじめに

1889年(明治22年)、丸亀、多度津、琴平間に鉄道が開通した。その祝賀式において県議大久保謙之丞により初めて瀬戸内海の塩飽諸島への架橋構想が世に出された。当時の我が国の橋梁技術の水準といえ、支間20m以下の木橋および石造りのアーチ橋などが殆どであり、世界の水準、とりわけ現在もなお供用されているブルックリン橋を当時既に完成させていたアメリカ、イギリスの技術水準とは残念ながら大きな隔たりがあった。

このような橋梁技術の未発達な時代に潮流、風などを克服し、長支間の橋を架けるという大胆な構想とその先見性には驚嘆せざるを得ない。奇しくも、それから100年後の1988年4月にはこの構想が実現し、岡山県倉敷市と香川県坂出市間の海峡を越えて自動車と列車(在来線)が通行する本四連絡橋児島・坂出ルートが完成し、3月に完成する青函鉄道トンネルとともに本州・北海道・4国・九州の四島が幹線交通路で結ばれることになる。

本四連絡橋児島・坂出ルートには中央支間1,100m(世界第4位)のつり橋である南備讃瀬戸大橋、中央支間420mの斜張橋である櫃石島橋、岩黒島橋および中央支間245mのトラス橋である与島橋など、各橋梁形式における世界有数の長大橋が含まれている。しかもこれらの橋梁が現存の世界の他の橋梁と著しく異なっているのは、道路と鉄道の併用橋という点である。このため鉄道のつり橋上の走行性を確保するという設計技術上の問題点、さらには台風、地震などにも耐え得る構造、水深50mにも及ぶ海中構造物の施工など多くの解決すべき問題点があった。

ここでは長年の調査研究の成果および近年の技術の進

歩をもとに、これらの問題点を逐次解決し、架橋に用いられ架橋技術として確立されたものについて紹介したい。

2. 設 計

道路橋および鉄道橋の設計は通常支間200m以下の場合には道路橋示方書あるいは建造物設計標準に準拠し行われるが、本四連絡橋の場合はこの適用を著しく超えた

表-1 本四連絡橋の設計基準類

区分	名 称	制定
基 準	上部構造設計基準・同解説	55. 6
	下部構造設計基準・同解説	52. 3
	耐震設計基準・同解説	52. 3
	耐風設計基準(1976)・同解説	51. 3
	鋼橋等製作基準・同解説	52. 3
	鋳鋼鋼品製作基準・同解説	55. 3
	鋼橋等塗装基準・同解説	55. 3
	橋面舗装基準(案)	58. 4
	橋梁用マスコンクリート施工基準・同解説(案)	50. 3
指 針	仮設物設計指針	52. 3
	吊橋リンク・支承構造設計指針	51. 3
	トラス格点構造設計指針(案)	51. 3
	鉄骨鉄筋コンクリート構造設計指針・同解説	52. 8
要 領	耐震設計要領	52. 3
	吊橋主塔設計要領(案)	55. 3
	吊橋主塔の塔頂補強構造解析要領(案)	52. 3
	ケーブルバンド設計要領	53. 3
	ハンガー設計要領	53. 3
	鋼床版設計要領(案)	53. 3
	鋼床版現場溶接施工要領(案)	54. 3
	風洞試験要領(1980)・同解説	55. 6
	鋼上部構造用鋼材選定要領(案)	48. 9
	鋼橋直結軌道および緩衝桁軌道伸縮装置設計要領・同解説	59. 3
	重力式直接基礎アンカレイジ設計要領(案)・同解説	55. 3
	鋼設置ケーソン設計要領(案)	54. 2
	多室型緩衝工の設計要領(案)	55. 3
複合材型緩衝工の設計要領(案)	56. 3	
大型鉄骨鉄筋コンクリート橋脚設計要領・同解説(案)	54.11	
風化花崗岩の支持特性判定要領(案)	55. 3	
マニ ュ アル	ケーブルアンカーの設計マニュアル	49. 2
	下路管理路設計マニュアル	53. 9

* JIN Hiroo

本州四国連絡橋公団企画開発部調査課課長

長大橋であることから、上記の示方書等により設計することが不合理であったり、または著しく経済性に欠けることがあるため、本四連絡橋独自の設計基準等を確立しなければならなかった。表-1 に長年の土木学会等への委託研究、実験等の成果をもとにまとめた設計基準類を示すとともに、とくに特色のある設計の基本思想について述べる。

(1) 活荷重

活荷重に関する基本的思想は自動車荷重については道路橋示方書に、また鉄道荷重のうち在来線については旧国鉄の建設規程に定めるKS荷重、新幹線については新幹線鉄道構造規程に定めるN標準活荷重およびP標準活荷重にそれぞれ準拠するものであるが、とくに長大支間上の交通実態を考慮し、種々の補正を行っている。

(a) 自動車荷重

主構、主桁、つり橋の補剛桁、塔、ケーブル、ハンガーロープを設計する場合の自動車荷重はL-20とTT-43を組合せた荷重であるが、L-20について表-2に示すように、支間500mを越えるものについては支間の増大とともに等分布荷重の低減を図っている。この式は東京都内の4車線道路の各車線上に分布している車種別自動車数の実測結果に基づき作成されたものである。

(b) 鉄道荷重

① つり橋の補剛桁、塔、ケーブルおよびハンガーロープの設計の基準とする列車荷重は、その影響の基線長が長いことと計算の簡略化を考慮し等価換算等分布荷重とし、列車の運行および車両の実状を考慮し、1軌道当り3.8t/m(最大載荷長:在来線370m,新幹線320m)としている。これは支間長が増大すれば先頭にある機関車重量の曲げモーメントに対する影響が少なくなり、けん引される連行列車荷重のみを考慮すればよいものであることによっている。

② また、つり橋の補剛桁の疲労の影響を検算する場合の列車荷重およびつり橋の補剛桁、塔、ケーブル、ハンガーロープの地震の影響を検算する場合は、①と同様の理由から特殊荷重とし、①よりさらに余裕分を除いた1軌道当り2.7t/m(最大載荷長400m)としている。

表-2 道路活荷重

基本標準におけるL-20	線荷重, P	P=5t/m (支間にかかわらず)	道路橋示方書のL-20
	等分布荷重, P	$L \leq 80$ m 350 kg/m ² $80 < L \leq 130$ $(430 - L) \text{ kg/m}^2$ $130 < L \leq 200$ 300 kg/m ² $200 < L \leq 500$ 300 kg/m ² $500 < L$ $300 \left(0.57 + \frac{300}{200 + L} \right) \text{ kg/m}^2$	

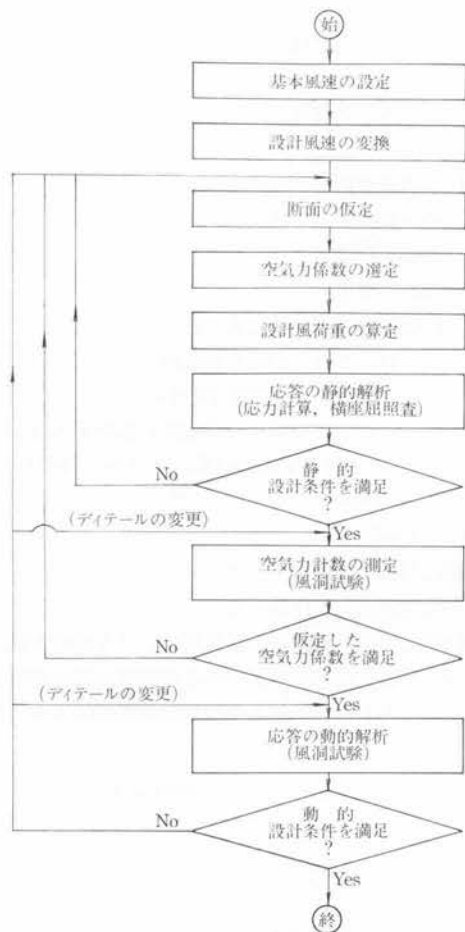


図-1 耐風設計の流れ

(2) 耐風設計

つり橋の設計に当っては、耐風安定性が最も重要である。これは1940年のタコマナローズ橋の季節風による落橋事故等の例からも明らかである。本四連絡橋の耐風設計の流れを図-1に示すが、道路橋示方書による耐風設計と比較した場合、その特徴は次の4点である。

① 設計に用いる基本風速(海面上10mにおける10分間の平均風速)は架橋地域の風速記録を統計処理し、構造物の寿命、風速の再現期間等を考慮し定めている。したがって最大は大鳴門橋の50m/sec,最小は因島大橋の37m/sec,児島・坂出ルートは43m/secである。

② 設計風速は構造物の高さ、規模に応じて求めることとしている。

③ 設計風荷重の算定にあたっては、風速の空間的な変動と構造物の振動特性でできるガスト応答の影響を考慮し定めている。

④ 静的および動的な不安定現象に対し、それらが生じない限界風速の基

準を定めている。

⑤ つり橋、斜張橋に対しては耐風設計基準を補足する形で制定された風洞試験要領にもとづいた風洞試験による動的照査を義務づけている。

(3) 列車走行性

つり橋の特性としては、

- ① 振動しやすい
- ② たわみやすい
- ③ 桁端の伸縮量が特に大きい

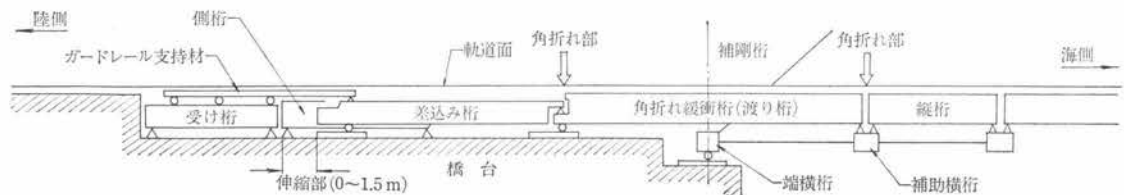
など挙げられ、これらが列車の走行にどのように影響するかについて多くの調査研究が行われた。

①に関しては上下振動は列車速度の影響が大きいが、理論解析および模型実験の結果、新幹線で160 km/hr、在来線で120 km/hrまではつり橋に有害な振動を与えないことが判明した。水平振動のうち、車両の蛇行動がつり橋に与える影響は、車両重量がつり橋に比べ著しく小さいことが明らかになった。

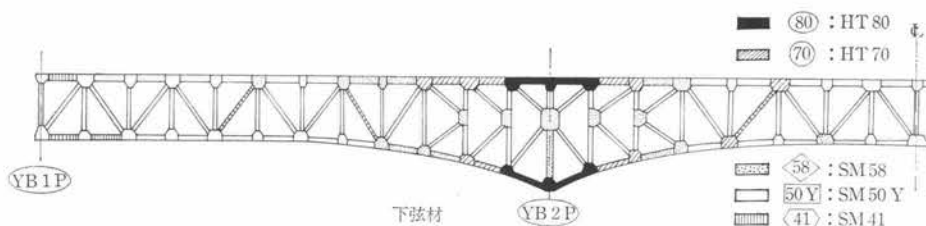
②に関しては、鉄道技術研究所における模型実験、それに続く狩勝実験線での水平および鉛直角折れの複合状態における実車走行試験と理論解析の実施により、これらの角折れ限界を明らかにした。

表—3 つり橋の型式別変形量

項目	橋名 型式	北備讃瀬戸大橋		下津井瀬戸大橋	
		3径間 2ヒンジ つり橋	3径間 連続 つり橋	3径間 2ヒンジ つり橋	張出し径間 付単径間 つり橋
鉛直方向	最大たわみ (m)	5.0	4.9	3.6	3.0
	折れ角 (%)	+ 28.5 - 16.4	10.5 —	26.1 20.9	2.6 3.8
水方向	最大たわみ (m)	8.1	4.3	—	—
	たわみ角 (%)	28.6	3.7	19.8	1.0
	伸縮量 (cm)	154	108	137	—



図—2 つり橋端部での緩衝桁の配置 (伸びた状態)



図—3 与島橋の鋼種

この結果、鉛直角折れの許容限度は新幹線で1,000分の9.5、在来線貨物で1,000分の10.8となり、表—3の解析結果から連続補剛桁つり橋を採用し、さらに連続つり橋においても角折れ対策を実施することにした。さらに、③に関しても桁端の伸縮量は、1.5 mと格段に大きいと、軌道の伸縮構造についても特殊な構造を考える必要があった。この角折れと伸縮に対処するために開発されたのが角折れを渡り桁で分散する緩衝桁軌道伸縮装置である。

つり橋の緩衝桁軌道伸縮装置（伸縮量 ±750 mm）は差し込み桁方式と呼ばれるもので、昭和49年に山陽新幹線の未開業区間で、180 km/hrまでの実車走行試験を実施し、実用化したものである。

3. 材料および製作

(1) 鋼材規格

長大でしかも道路、鉄道併用橋である本四連絡橋に用いる鋼材には溶接施工、荷重条件、環境条件などの所要性能を加味して考えた場合、

- ① JIS どおりでは不十分な場合
- ② JIS の適用範囲（板厚）をこえる鋼種
- ③ JIS にない鋼種

などがある。このため、これらの鋼種を安定した品質で、かつ過剰な要求とならないような合理的な規格が必要であり、種々の研究成果や製造実績等を考慮に入れ、本州四国連絡橋公団規格（HBSと略す）を定めている。表—4に本四鋼材規格を、与島橋の使用鋼種を図—3に示す。

(2) 高張力鋼の溶接

調質高張力鋼（SM 58, HT 70, HT 80）を大量に使

表-4 本四鋼材規格

番号	鋼種	適用板厚 t (mm)	適用 JIS	本 四 規 格	
				規 格 名	概 要
①	SS 41	$6 \leq t \leq 100$	JIS G 3101-2 種	—	JIS のとおり
②	SM 41 A	$6 \leq t \leq 100$	JIS G 3106-1 種	—	—
	SM 41 B				
	SM 41 C	$6 \leq t \leq 50$			
③	SM 50 A	$6 \leq t \leq 50$	JIS G 3106-2 種	HBS G 3104	JIS に炭素当量の規定を追加
	SM 50 B				
	SM 50 C				
④	SM 50 Y A	$6 \leq t \leq 50$	JIS G 3106-3 種	HBS G 3104	JIS に炭素当量の規定を追加
	SM 50 Y B				
	SM 50 Y C	—	HBS G 3101	C種は4種の σ_B を3kg/mm ² 緩和したものととして新しく規格化	
⑤	SM 58	$6 \leq t \leq 50$	JIS G 3106-5 種	HBS G 3104	JIS の炭素当量計算式にCu項を追加した。
		$50 < t \leq 75$	—	HBS G 3106	極厚 SM 58 として新しく規格化
⑥	HT 70	$8 \leq t \leq 75$	—	HBS G 3102	70 キロ鋼として新しく規格化
⑦	HT 80	$8 \leq t \leq 75$	—	HBS G 3102	80 キロ鋼として新しく規格化
⑧	SMA 41 A	$6 \leq t \leq 50$	JIS G 3114-1 種	—	JIS のとおり
	SMA 41 B				
	SMA 41 C				
⑨	SMA 50 A	$6 \leq t \leq 50$	JIS G 3114-2 種	HBS G 3105	JIS に炭素当量の規定を追加
	SMA 50 B				
	SMA 50 C				
⑩	SMA 58	$6 \leq t \leq 50$	JIS G 3114-3 種	HBS G 3105	JIS に炭素当量の規定を追加
⑪	① ~ ⑩ 全鋼種	—	JIS G 3193	HBS G 3103	JIS の規定のうち厚さの(-)側の許容差を平たん度*の制限を強化

(注) * 平たん度の規定は SM 58 (t>50), HT 70 および HT 80 (t \geq 32) に対して適用する。

用する併用橋では溶接部の疲労強度の確保が大きな問題となるため、多くの実験を行い、それらの成果をもとに溶接要領、非破壊検査方法等を規定した製作基準を昭和52年に定めた。

しかしながら、その後格点部の大型疲労試験で当初予期しなかった格点部の部分溶込みかど溶接部、ダイヤフラムのコーナ部等から疲労亀裂が発生するという問題が生じた。これらはブローホールまたは溶接金属の垂込み等がその起点となっていた。そこで溶接部の疲労亀裂の防止を目的とした調査研究を実施し、疲労亀裂の防止として次のようなことが有効であることが分かった。

① ルート部のブローホールの防止には切断面の酸化皮膜およびプライマーの完全除去が非常に効果がある。

② 溶着金属の垂込みを防止するには、ルートギャップを0.5mm以下に抑えなければならない。

③ ダイヤフラムの溶接部で滑らかな止端形状を得るためには、改良型溶接棒の使用が適しており、またダイヤフラムのコーナ部の溶込み不足を防止するためには、CO₂溶接等で前もって溶込みを確保する必要がある。

これらの内容は製作基準の補足特記事項として、補剛トラス製作等で実施された。

補剛トラスの主構弦材の応力範囲および許容応力範囲による部材分類、それらの検査基準等を表-5に示す。ルート部の微小欠陥および溶込み線の検出には、従来の超音波探傷装置を改良し、高い検出能力を有し、探傷能率が高く、かつ検査データの記録が可能な自動超音波探傷装置が開発され、それにより精度の高い検査と、極めて多数の部材の非破壊検査を効率よく実施できた。

表-5 主構弦材の溶接部検査基準

部材分類	応力範囲 許容応力範囲	製 作 基 準				保 守	
		製作基準	検 査		検査記録	検査	
			立会いの有無	欠陥の許容寸法			超音波探傷
特 A	$0.7 \leq \sigma_r / \sigma_f^B$ あるいは $0.85 \leq \sigma_r / \sigma_f^A$	「鋼橋等製作基準」および「調質高張力鋼を用いた部材の角溶接に対する追加事項」	原則として 全数立会い	$W \leq 1.5$ mm $H \leq 4$ mm $\theta \geq 120^\circ$	角溶接全数 リブ十字溶接全数	永 久 保 存	定 期
A	$0.5 \leq \sigma_r / \sigma_f^A < 0.7$ あるいは $0.6 \leq \sigma_r / \sigma_f^A < 0.85$			必要により			
B	$\sigma_r / \sigma_f^A < 0.5$ あるいは $\sigma_r / \sigma_f^A < 0.6$		—	—	全数の約 20%	必要により	

ここで、 σ_r : 応力範囲、 σ_f^B 、 σ_f^A : それぞれ角溶接部、リブ十字溶接部の許容応力範囲

4. 施工技術

瀬戸内海周辺地域は古来から商工業が発達し、それらの活動を支える海上交通および漁業の盛んな地域である。この瀬戸内海に架橋するにあたっては、この船舶の航行および漁業活動への影響を最小限にすることが下部工、上部工のすべての工法選定上の必須の条件であった。

とくに水深 35 m にも及ぶ海底を掘り、20 階建のビルに相当する規模の基礎をいかにして、経済的に、短期間に、そして安全確実に築くかについては諸外国および国内の長大橋の施工例を十分研究するとともに、現地の海象、気象、地盤などの自然条件および船舶の航行状況等の社会的な条件の長年の調査研究の成果をもとに、十分な議論を重ねたうえで、設置ケーソン工法を選定した。さらに現地での試験工事を通じて、この工法で安全確実に施工しうることを確認し、施工技術として確立した。

また、つり橋のケーブル架設工法については、下津井

瀬戸大橋では AS 工法、南北備讃瀬戸大橋では PS 工法を採用した。ここでは、設置ケーソン工法およびケーブル架設工法のうち PS 工法について紹介したい。

(1) 設置ケーソン工法

この工法の施工手順を図-4に示す。設置ケーソン工法の最大の利点は、ケーソンの製作と海底掘削を併行作業で進められるため、大幅な工期短縮が可能であることである。

(2) 水中発破

橋脚の基礎工事に水中発破を使用した実績は、我が国においては天草架橋の約 2,600 m³ の岩盤掘削のみであり、児島・坂出ルート of 水深 50 m までのせん孔発破により 90 万 m³ の掘削を行うには、次のような技術開発が必要であった。

(a) 火薬類の開発

爆薬としては 50 m 水深下で 30 日間の耐水圧性を保証した GX-1 号ダイナマイト、CX-1 号、SX-1 号爆薬を、さらに 100 m 水深下で 30 日以上耐水圧性を有

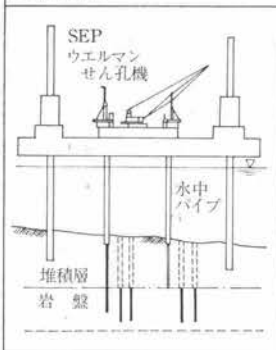
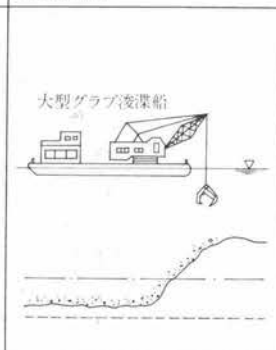
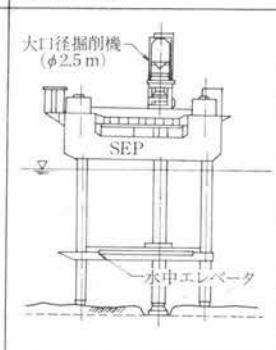
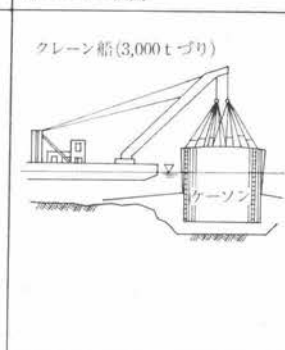
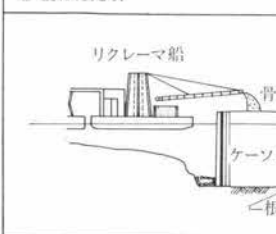
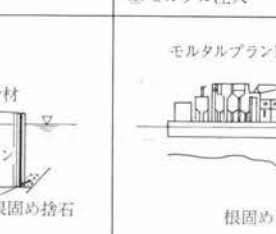
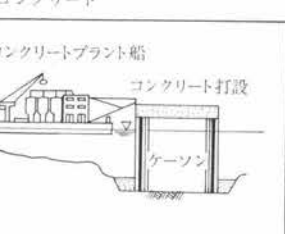
① 海底発破	② 海底掘削	③ 底面仕上げ	④ ケーソン沈設
			
<p>自己昇降式海上作業足場 (SEP) に搭載したせん孔機により堆積層を通してせん孔、装薬し、堆積層を残したまま発破(電磁誘導起爆)するオーバーバーデン工法を行う。</p>	<p>海底発破完了後、堆積層および破砕された岩石を大型グラブ船で、TP-49.5 m まで掘削する。</p>	<p>グラブ船による掘削完了後、SEP に搭載した大口徑掘削機により、TP-50.0 m まで仕上げ掘削を行う。掘削ずりはエアリフトで土運船に排出する。</p>	<p>別途工場製作した鋼製ケーソンを曳航し、ケーソン上に構築した沈設設備を使用し、二重壁内にポンプ注水して着底 1 m 付近まで沈下させた後、大型クレーン船により沈設する。</p>
⑤ 粗骨材充填	⑥ モルタル注入	⑦ 気中コンクリート	
			
<p>沈設後、ケーソンの外周部に根固め捨石を投入し、粗骨材 (φ80~150 mm) を充填する。</p>	<p>モルタルプラント船「世紀」により根固めモルタル注入を行った後、ケーソン内にモルタルを連続注入する。</p>	<p>注入後、プレバックドコンクリートの表面部をはつり (0.5 m)、コンクリートプラント船により気中コンクリートを打設する。</p>	

図-4 設置ケーソン工法の手順 (南備讃 6 P : 水深 50 m)

表-6 起爆方式

起爆方式	内 容	使用実績
有線秒差段発起爆	石油精製プラント近傍の発破として、地盤振動を軽減してできるだけ1回の総薬量を多くするため振動が相乗しない1秒間隔の段発で起爆する。	BB7A
超音波無線起爆	100mの水深下で30日間の耐水圧性を有し、水中で超音波信号を受けると、起爆素子が作動し起爆する。	BB5P
電磁誘導無線起爆	海底面に設置したループアンテナに、交流電流を流すと磁界が発生し、この磁界内の受信コイルを内蔵したブラスターは磁界により誘導電流を充電し、磁界の中断に伴い放電し起爆する。	BB6P HB2P

表-7 水中発破施工実績

橋架名	南北備讃瀬戸大橋				
基礎名	3P	4A	5P	6P	7A
基礎底面深度 (TPm)	-10	-10	-32	-50	-50
基礎平面寸法 (m)	23×57	57×62	27×59	38×59	75×59
水深 (m)	0~5	0~5	22~25	33~35	14~22
潮流速 (kt)	5	5	5	3	2
せん孔深度 (TPm)	-10	-10	-31.5	-49.5	-49.5
せん孔数 (本)	663	1,189	504	768	1,532
せん孔長 (m)	5~12	5~12	7~10	15~17	28~36
せん孔間隔 (m)	2×2	2×2	2×2.2	2×2.25	1.8×2.25
せん孔径 (mm)	102・153	102・153	153	146	146
装薬径 (mm)	70・80	70・80	80	72	69
せん孔機	OD 3台	OD 3台	OD 4台	ウェルマン6台	ウェルマン6台
せん孔作業足	ミニセップ・躍進2号	ミニセップ・躍進2号	SEP「盤石」	SEP「たまの」	SEP「たまの」
せん孔作業帯時間	昼間のみ	昼間のみ	昼夜連続	昼夜連続	昼夜連続
起爆方法	導線起爆	導線起爆	超音波式無線起爆	電磁誘導式無線起爆	有線電気点火起爆
発破方法	斉発	斉発	斉発	斉発	1秒差発 12段差
1発破の装薬孔数 (本)	最大 76 最小 25	最大 83 最小 36	最大 72 最小 24	最大 54 最小 12	最大 54 最小 48
1発破の装薬量 (kg)	最大 2,240 最小 672	最大 3,000 最小 720	最大 2,016 最小 480	最大 1,080 最小 360	最大 1,440 最小 960
総装薬量 (t)	23.5	41.5	12.1	16.3	36.0
発破回数 (回)	15	19	8	21	32
発破工期	54.2~55.5	54.1~55.9	54.1~54.6	55.11~56.5	54.1~54.11

する電気雷管などを開発した。

(b) 起爆方法

水深、潮流その他の施工条件の違いにより、各基礎で異なる起爆方式を用いた。表-6 に起爆方式を示す。また、表-7 に水中発破の施工実績をまとめて示す。

(3) PS (プレファブワイヤストランド) 工法

つり橋支間の長大化は J.A. Roebling による平行線ケーブルの発明により、大幅な前進をみたが、その架設は AS (エアスピニング) 工法という $\phi 5\text{mm}$ 程の鋼線を数本ずつ両橋台間に張渡していく工法であり、鋼線を平行に「つむいでいく」工法である。この AS 工法は、Brooklyn 橋に使われ、それ以降の欧米の長大つり橋のケーブルは殆んどこの工法で架設されている。これに対し、現場作業の省力化、工期の短縮等を目的とし、工場で百本程度の鋼線を平行に、かつ断面が六角形状を成すよう束ね両端に鋼製のソケットをつけたプレファブワイヤストランドを工場で作製し、これをリールに巻いて架設現場に輸送し、キャットウォーク上に展開し架設する工法が本四連絡橋では使用された。この PS 工法は、やはりアメリカのニューポート橋で最初に開発されたものであるが、日本ではこの工法を素線を2倍以上にするなどの改良を加え、その長所を最大限に利用している。

ストランドの製作においては、

① 集束技術

② 所定の設計長を求め、確実にその長さを測定、切断する技術




③ ストランドに曲りぐせがないように、また架設現場で引出し中に断面形状が崩れないようにリールに巻取る技術

などが重要である。

とくにストランド長については、南備讃瀬戸大橋クラスをつり橋になると、1,800m 程度になるため展開することがスペース、労力などの点で極めて困難であるので、素線の集束、リールへの巻取り、切断の一連の工程の中で一度も全長を展開することなく測定し、切断する必要があった。このため、着磁式測長器と称する1本の素線を1つのリールからもう1つのリールに巻取る過程で、素線に5m ごとのマーキングとその回数を検知するシステムを組込んだ機器を開発した。

表-8 により、ニューポート橋から因島大橋をへて大鳴門橋、南北備讃瀬戸大橋と続くなかで、中央支間

表-8 PWS の諸元 (素線径 5mm)

種類	ワイヤ本数	形状および寸法	断面積 (cm ²)	保証切断荷重 (t)	重量 (kg/m)	使用例
PWS-61	61		11.98	188	9.38	New Port 橋
PWS-91	91		17.87	280	14.0	関門橋
PWS-127	127		24.94	391	19.5	本四のつり橋

1,000 m 級までのつり橋の標準的ケーブル架設工法として、127 PLY の PS 工法が確立されたことがわかる。なお下津井瀬戸大橋では、1 A 側のトンネルアンカレイジ幅に建築限界の制約があり、極力小さくする必要があったので、架設中の耐風性にすぐれた改良型の AS 工法を採用した。

5. 維持管理

瀬戸内海を横断する併用橋梁群を良好な状態に維持管理し、代替性のない交通機関を確保するために使われた技術の代表的なものを述べることにしたい。第1は鋼材にとって最も厳しい腐食環境の1つである海上における鋼橋の塗装仕様である。児島・坂出ルート海峡部橋梁の塗装面積は 280 万 m² もあり、その塗替え周期の大小が維持管理のコストに大きく影響する。そのため長期防錆型塗装を開発しなければならなかった。

また航行安全対策として、航行船舶のレーダに橋体からの反射電波による偽像が発生するのを防止するための電波吸収材を開発し橋体の一部に貼付している。さらに南備瀬戸大橋の 5, 6 P には、万一、船舶が橋脚に衝突しても、船舶が重大な損傷を受けないよう、クッション材ともいべき緩衝工を取付けている。

(1) 長期防錆型塗装

原則として海峡部橋梁においては長期防錆塗装の良好な品質を確保するため、品質管理がゆきとどく製作工場内で上塗りまで塗装することとしている。塗装仕様として補剛桁部材外面、塔外面など腐食環境の厳しい条件下にあるものについては、基準で定める塗装系 No. 5 を採用している。塗装系 No. 5 は最も耐久性のある塗装系であり、下地として厚膜型無機ジンクリッチペイントを、下塗りとして厚膜型エポキシ樹脂を塗り、さらに中塗り、上塗りとして耐候性が特にすぐれたポリウレタン樹脂塗料を採用しており、合計塗膜厚は 255 μ である。また塗装の検査としては乾燥塗膜厚が耐候性に大きく影響するという調査結果をもとに、塗料使用量ではなく塗膜厚管理を厳重に行うこととしている。

乾燥後の塗膜厚の測定は 2 点調整式電磁膜厚計によるものとし、乾燥塗膜厚の判定基準は次のとおりである。

- ① 塗膜厚測定の平均値は設計塗膜厚の 90% 以上とする
- ② 塗膜厚測定の最小値は設計塗膜厚の 70% 以上とする
- ③ 塗膜厚測定値の標準偏差は、塗膜厚測定平均値の 20% を超えてはならないなどである。



図-5 ゴムフェライト系電波吸収材

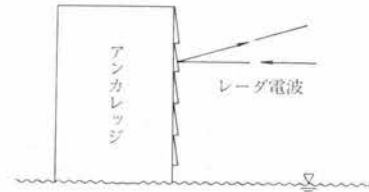


図-6 アンカレイジレーダ偽像対策

(2) 電波吸収材

架橋が船用レーダに及ぼす影響については、

- ① レーダ偽像の出現予測
 - ② 航法上の障害の程度の研究
 - ③ レーダ偽像発生原因となる橋梁主要部分の推定
- などに着手した。その後、昭和 53 年度からそれまでの成果をふまえ、橋梁の構造的、強度的諸要件を損わないレーダ電波障害の軽減を目的とした、

- ① 電波吸収材の研究開発
 - ② 橋梁構造面からの調査研究
- を行った。

これらの調査研究の結果、電波吸収材については、理論上ほぼ 20 dB (入射された電波エネルギーの 99% が吸収されたことを意味する) の電波エネルギーの吸収が可能なゴムフェライト系吸収材を開発し、橋体の一部に取付けている。一方、橋梁構造面からの研究については、橋脚やアンカレイジの側壁に垂直面に対し鎧張式に 5 度ずつ上向き角をつけた多段斜面構造を考案し、下部構造に応用されている。図-5、図-6 にゴムフェライト系吸収材および基礎の多段斜面構造を示す。

(3) 船舶緩衝工

海峡部橋梁は、その基礎位置の選定、航路上の桁下高決定など、設計時点で航行船舶が橋梁本体に衝突、損傷を及ぼすことがないような配慮がなされている。また、橋梁本体にも航行安全のための航行援助施設(レーダービーコン、霧警報装置等)が設けられることから、船舶が橋脚に衝突することは、通常の操船状態にある船舶には殆んど考えられない。しかしながら万一船舶が橋脚に衝突した場合の衝突力を緩和し、船体および橋脚の損傷を軽減する目的で船舶緩衝工の研究、開発を行った。

多室型緩衝工は、その成果として得られたもので、リップ、対傾構、横梁、鋼板等で多くの室に区画割された構造物であり、船舶衝突時には緩衝工の板の座屈による圧壊と船首部分が圧壊することにより、緩衝工側と船舶側

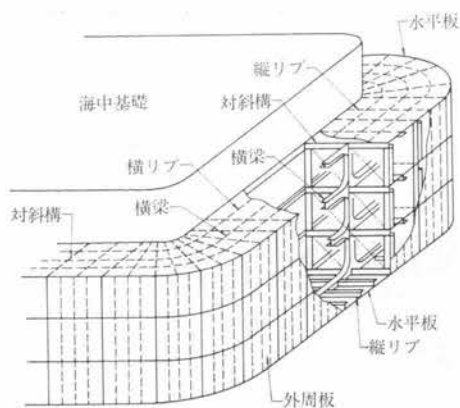


図-7 多室型緩衝工

が互いに衝突エネルギーを分担し吸収する仕組みとなっている。これによって船舶の損傷を最小限にするとともに、橋脚への衝突力を一定限度に押え、橋脚の安定性を保つという目的を達成することができる。

構造物が座屈、圧壊することによりその存在目的を達成するという考え方は、これまでの鋼構造物の設計には殆んどなかったものである。

6. あとがき

ここで紹介したものの他にも開発し、使用した技術は数多くあるが、紙面の都合で割愛せざるを得なかった。

本四連絡橋も今年で供用路線延長が100 kmを超えるという大きな節目を迎えることになる。また、新たな気持で、ここに紹介した技術を改良し、世界一のつり橋である明石海峡大橋、またそれに劣らぬ難工事が予想される来島大橋に挑戦し、より安全で、より経済的な架橋の技術開発をめざし、完成させることを念願としている。

<参考文献>

「本州四国連絡橋の技術開発とその波及効果」本州四国連絡橋公団

◆ 図書紹介

日本建設機械要覧

B5版 約1,500頁

定価 50,000円(会員 40,000円) 送料 1,000円

* 目 次 *

1. ブルドーザおよびスクレーパ
2. 掘削機械
3. 積込機械
4. 運搬機械
5. クレーンその他
6. 基礎工事用機械
7. せん孔機械, プレーカ, コンクリート破壊機およびトンネル掘進機
8. 骨材生産機械
9. 濁水・泥水処理機械
10. コンクリート機械
11. モーターグレーダ, 路盤用機械および締固め機械
12. 舗装機械
13. 維持修繕機械および除雪機械
14. 作業船
15. 空気圧縮機, 送風機およびポンプ
16. 原動機, トルクコンバータ, 油圧機器および発電設備
17. 完成部品, 燃料・油脂, 特殊機械器具および工事用機材

[申 込 先] 社団法人 日本建設機械化協会

(〒105) 東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館内

電話 東京 (03) 433-1501

随想

本四橋の完成に思う

松 崎 彬 磨

4月10日、本州と四国がはじめて道路と鉄道で結ばれることになった。調査をはじめから30余年、本四公団が設立されてから18年、長い道程であったとも思えるし、その間の色々の出来事は昨日の事だったような気がする。公団発足以来59年の秋まで、一年余の空白はあったが、約13年間事業にたずさわってきた者として、或る日の出来事など思いだすままに書いてみる気になった。思い違いもあるかも知れないが、折々の雰囲気だけでも分っていただけたらと思う。

公団設立時に企画開発部長を拝命した。部は企画課と開発課の2課と経済調査、陸上部の道路・鉄道計画を担当するスタッフと数名の職員で構成されていた。当初、記者や部外の方からの質問で一番困ったのは、“何を開発するのですか”であった。色々と迷った末私の返事は“事業を完成させることそのものが開発です”に基調をおくことにした。皆さん分った様な分からない様な顔をしておられたが、それ程見当違いの答でもなかったと思っている。現に、今だに企画開発部の名称は残されている



し、公団多しといえども他には例のない名称である。

発足して1年余で第17森ビルから神谷町の第22森ビルに引越した。その際、さる部下の意見に技術部次長を一室に集めてはどうですかとの提案があった。仕事を円滑に進めるには少くとも技術分野での横断的連繋が欠かせない性格の事業だと感じていたので、実行することにした。机は窓側に向け、中央空間には2組の応接セットを配置した。おかげで各部のかかえている問題や突発した事件など居ながらにして耳にすることが出来たし、皆さんおそろいの時は、何時でも技術部長会を開くことが出来た。今でもこのスタイルは残っている。特に終業

後一杯やりながらの雑談には課長さん達も加わり、時には議論が白熱した。技術者としての夫々の本音をしばしば聞けた事は望外の結果であった。

工事に着手するためには実施計画の認可が必要であった。その為に約3年の歳月を要した。設計・施工法の決定、それに伴う工費・工期・事業の採算性等の算定は当然必要な作

業であるが、苦心したのは道路・鉄道の費用負担比率の決定であった。多目的ダムをはじめ各種のアロケーションの事例を調べたが、例えば、夫々が単独で建設する費用の比率をとるにしても、これだけの事業で架空の設計をするだけでも大変な労力を必要とする。また、荷重比率を用いるにしても、支間長が長いだけに、単位橋長当りの荷重は大きいと載荷長に制限がある鉄道と、荷重は小さいと載荷長に制限のない道路とでは比較のしようがない。そこで思いついたのは、設計では両荷重を同時載荷しているのだから、夫々が橋に与える影響度を橋種・支間長別に分析して、その比を用いる方法であった。公団内部・建設省・運輸省・大蔵省と説明してまわり、案外素直に受け入れていただけた。組織内の横の連絡、特に設計部の協力のおかげだと感謝している。

工事実施計画も承認され、起工日も内定した48年秋、オイルショックの為に工事中止命令が出された。大三島橋（完成第一号橋）の下部工の施工業者も既に決定していた段階である。あわただしい数日間に大臣・総裁それぞれの記者会見が行われたが、両者の内容にニュアンスの違いがあり、記者クラブの要望で合同の記者会見が再度行われた。すべて大臣が発言され、終って総裁の御感想はとなった時、一言、“起工式御案内の御断わりは10円で済みますから”と言われた。お側にいた我々にも無念さが一直線に伝わって来た思いは今だに忘れられない。

事業再開後苦勞させられたのは、旅客船業界の労資関係者との対応と環境問題であった。特に児島・坂出ルートは周辺が歴史的にみても瀬戸内海国立公園の目玉とも言える地域であるだけに、環境庁ならびに自然環境保

全審議会から注目される存在であった。環境アセスメントの内容は事業の性格上陸海空に及び、評価書作成とその取扱いについて厳しい注文がつけられた。要した費用は間接的なものを含めると20億円以上、費やした労力は計りしれない。当時問題にされたアセスメント法案が成立しなかった遠因の一つにもなったと思える。審議のさなか、環境庁の担当局長をおしのびで現地に御案内した。ルート全体が見渡せる王子ヶ岳の山頂で、“松崎さん、仕方がないよね”と海を眺めながらつぶやかれた言葉は忘れられない。何か通う気持ちを感じたのは私の独断だったのかも知れないが。

事業再開の為、大変苦勞された建設大臣は、今はなき高知出身の方であった。児島・坂出ルート開通のテープに鉄を入れられるのも四国出身の建設大臣である。四国を本州に引きよせた原動力は四国の人々の思いであったのであろう。一方、この事業を具体的な形で発想されたのは本土側の土木技術者出身の市長である。

この様な大きな事業を具体化するエネルギーの源は勿論国力と世論であろうが、もっと外に何かがあるような気がしてならない。今は静かに“何なのか”に思いをはせている。

MATSUZAKI Yoshimaro

トビー工業株式会社 副社長

自律走行式床作業ロボットの開発

汐川 孝*

1. はじめに

建築現場における床面の仕上げ作業には、コンクリート打設後凝結状態に応じて表面を仕上げる直仕上げ作業、床表面の硬度を増すため金属粉を散布しゴテ仕上げする作業、床のケレンや研磨そして清掃など、実に多くの作業がある。これらの作業は比較的単純ではあるが、人手中心に行われており、長時間にわたって中腰姿勢を続けるためかなり重労働である。このため早くから機械化や自動化が叫ばれてきた。特にコンクリート床の直仕上げ作業は、作業時間が深夜にまで至るなど労働条件が厳しく、熟練工も不足がちであることや品質が安定しないなどから、社内の自動化ニーズ調査でも高いランクを示した。

こうした背景から、床面の仕上げ作業の一連の自動化を目標に「床作業ロボット」の開発に取り組み、その第一段として直仕上げ作業のロボット化を進めてきた。

本報では、その開発の経緯、開発ロボットの概要および適用結果について述べる。

2. 開発の経緯

(1) 床直仕上げ作業の現状

開発機の目標仕様を設定するため、床直仕上げ作業の現状について情報収集を行った。直仕上げ作業については、土間屋と称される専門の作業グループがあり、図-1に示す作業を主に分担している。その作業手順や方法については、明瞭な作業標準はなく、各グループごとに異なっているのが現状である。このため品質面における格差も大きい。床直仕上げ工事における概要を表-1に示す。

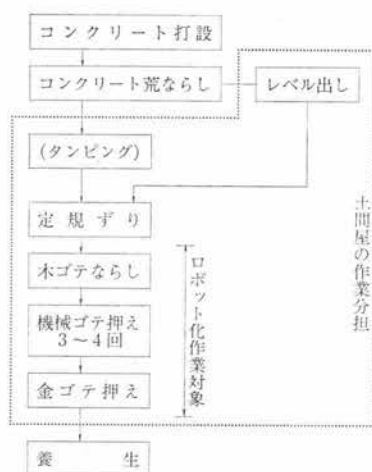


図-1 床直仕上げ作業の手順

表-1 床直仕上げ工事の概要

項目	内容
工事規模	平均 500~600 m ² /1 件あたり 250~300 m ² /ポンプ車・1日
作業グループ	約 5~8 人/ポンプ車1台・1日あたり
月間稼働日数	平均 20 日/月
作業歩掛り	床直仕上げ(全体) 60~120 m ² /1 人・1日 トロウエルがけ 約 300 m ² /時間

この作業ではコンクリートの凝結状態に応じて作業を行うため、以下のような問題がある。

- ① 冬期では、作業時間帯が深夜・翌朝になることがあり、また夏期では、短時間に集中するなど労働条件が厳しい。
- ② 長時間にわたって、腰を屈めて作業を行うため、作業者に腰痛を訴えるものが多い。
- ③ 新規の参入者が少なく、また熟練工も不足している。
- ④ 品質のバラツキが大きい。

* SHIOKAWA Takeshi

(株)大林組技術研究所建築第一研究室副主任研究員

表-2 予備調査・実験項目

対象	項目	パラメータ
作業時期	(従来工法)	コンクリート初期強度
機械ゴテ	回転トルク 引摺摩擦係数 操舵力	コンクリート初期強度 ブレード回転数 ブレード角度
走行タイヤ	最大静摩擦係数 動摩擦係数 コンクリート表面の荒れ スリップトルク	コンクリート初期強度 タイヤ荷重 タイヤ表面材質
コンクリート	初期強度 ブロッカー貫入抵抗値 スランブ空気量	経過時間 調合

(2) 開発の基本方針と進め方

床直仕上げ作業についての現状および問題点の把握からロボット開発の目標設定および制約条件の整理を行った。開発と設計上において、主に留意した点は以下のとおりである。

- ① 各種の床面仕上げ作業に適用できること。
- ② 現場における準備作業を極力少なくすること。
- ③ 作業強度の低下および省力化を図ること。
- ④ 仕上げレベルなど品質の安定化を図ること。
- ⑤ 操作が容易で、誰にでも使えること。

なお、床直仕上げ作業のロボット化を進めるには、作業条件や技能についての定量的把握が不可欠であるが、これまでほとんど調査研究が行われてこなかった。このためロボットの開発を次の3フェーズに分けて、その可能性を確認しながら進めた。

(a) 予備調査

直仕上げ作業条件等を把握するため、コンクリート凝結状態(初期強度で代用)と作業時期、機械ゴテや走行車輪の物理特性の変化などとの関係について基礎的研究を行った。調査・実験項目の一部を表-2に示す。

(b) 第1ステップ

直仕上げ作業の基本であるゴテ仕上げ装置と移動装置を開発し、仕上り精度や施工能率などについての性能確認を行った。なお運転方式には、ラジコンによるマニュアル方式を採用し、次の自動走行の基礎データの収集を行った。

(c) 第2ステップ

レーザナビゲータを用いた新しい自律走行機能を追加し、運転の自動化を図り、その性能および全体の性能の確認を行った。

3. ロボットの概要

(1) 基本構成と主な仕様

本ロボットは多くのコンクリート床の仕上げ作業に適用することを目標としていることから、ロボットを自律

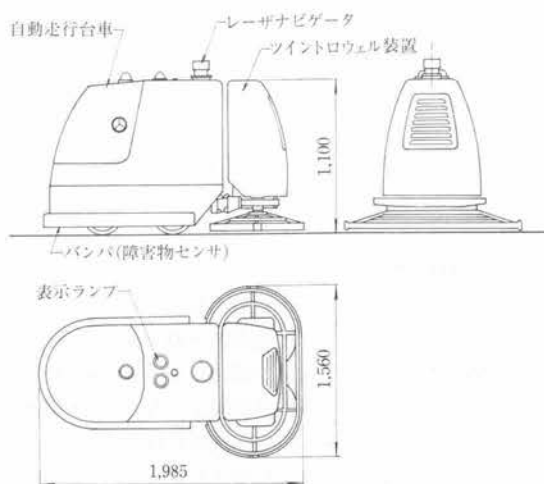


図-2 床作業ロボットの外観図

表-3 主な仕様

構成	ツイントロウエル・台車けん引式
性能	仕上げ能力: 平均約 500 m ² /hr 走行速度: 0~10 m/min 連続作業時間: 4時間以上
制御 センサ 動力源 外径寸法	無線式マニュアルコントロール, 全自動 開口部・障害物センサ エンジン発電機搭載 (幅) 1,560×(長さ) 1,985×(高さ) 1,100(mm)

走行機能を備えた走行台車部と作業機能を備えた作業装置部の2つに分けた分割型とした。走行台車部は各作業に共通に使用し、作業装置は作業ごとに取替える方式である。また現場における準備作業を軽減することから、小型・軽量化を図るとともに動力源や制御装置を搭載した自立性の高いものとした。電線による電力供給方法に比較して、走行範囲の制約がないことおよび自律走行機能を備えていることが大きな特徴である。

開発したロボットの外観図および主な仕様を図-2、表-3に示す。

(a) 走行台車部

走行台車部は走行部、制御部、動力部(エンジン発電機)、位置計測装置、フレームおよびカバー(防音用)から構成されている。制御部には無線受信装置、サーボモータ制御装置および16ビットマイクロコンピュータが搭載され、位置計測装置とのデータ通信、走行台車の誘導および作業装置の制御を合せて行っている。また走行経路を発生する教示用コンピュータとのデータ転送も行う。走行台車はラジコンによるマニュアル運転および自動運転の両方が可能であり、また作業装置をはずして単独で動かすこともできる。

走行台車は4輪方式であるが、旋回半径を小さくすることおよび車輪の据え切りを少なくするため、前後の車輪を同時にステアリングする方式を採用している。

(b) 作業装置

作業装置としては、現在4枚のブレードを持った回転ゴテ2組をそれぞれ反対方向に回転させて床面を仕上げるとツイントロウェル装置を開発している。この装置は走行台車部とは別に動力用エンジンを搭載しているが、その回転数やエンジン停止、センサ類の制御は、走行台車側で行う。

(2) 自律走行方式

本ロボットでは、レーザ位置検出装置(レーザナビゲータ)を搭載し、ロボットの絶対的位置を検出しながら走行制御を行う自律誘導方式を採用した。レーザナビゲータは、レーザ光を水平方向に発信させながら一定速度で回転(垂直軸回り)させ、作業区域の外側に設けたコーナキューブ(基準点)から反射された自分のレーザ光を読み取る。そして図-3に示すように3点以上のコーナキューブまでの角度を知ることで、ロボット本

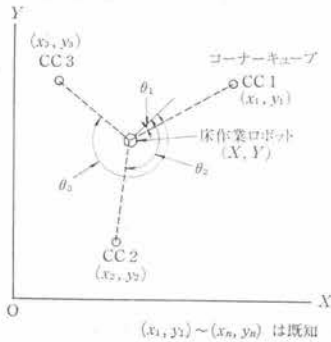


図-3 レーザナビゲータの原理

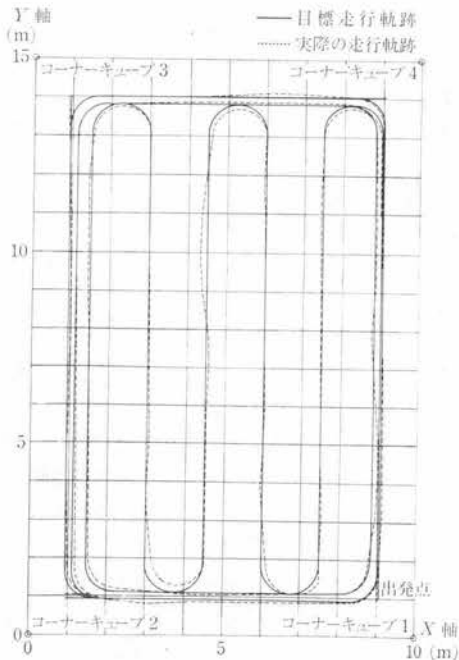


図-4 予定軌跡と実際の走行経路

体の X, Y 座標と向きをリアルタイムで得ることができる。建設現場では鉄骨柱などのレーザ光の障害物が多数想定されるが、3点の基準点が得られない場合には、ロボットの内界センサ(車輪回転量)により走行を続け、レーザナビゲータによる検出ができる場所で再び本装置による走行誘導を行う。レーザ出力は、安全のため人間に危害を及ぼさないレベルに押えているが、現状で約 50m の検出能力がある。一度の基準点設定で広範囲の作業が可能である。

図-4 は 15×10 m における予定軌道と実際の走行経路を示したものである。1m 間隔での誤差計測結果を図-5 に示す。予定軌道からのズレが平均で 3.4 cm と相当高い精度による走行制御を行っていることが分かる。

(3) 走行経路の教示

本ロボットの自動運転時の走行経路は、ロボットと別のコンピュータにより、作業区域の大きさ、コーナキューブの位置、ロボットの出発位置や障害物の位置を入力すると自動的に作成される。これを CRT 上のグラフィックで確認し、ロボット本体にデータ転送する。なお、この走行経路データの保存や一部の修正も簡単に行える。

(4) 安全対策

本ロボットには、① 障害物検知センサ、② 段差部検出センサの他、ツイントロウェルのコテ回転状態や燃料残量などの異常検出センサも装備されている。これらの状態を表示するランプやブザー、そして LED によるエラーコードでの表示盤なども装備されている。

4. 現場適用

本ロボットをこれまで複数の建築現場に適用し、その

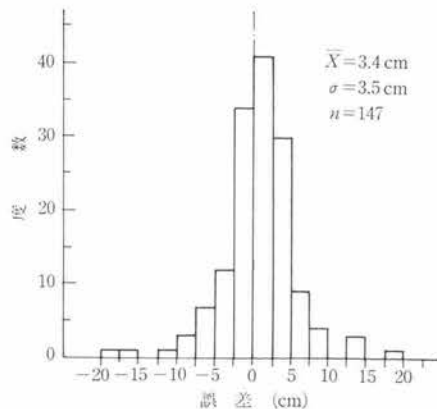
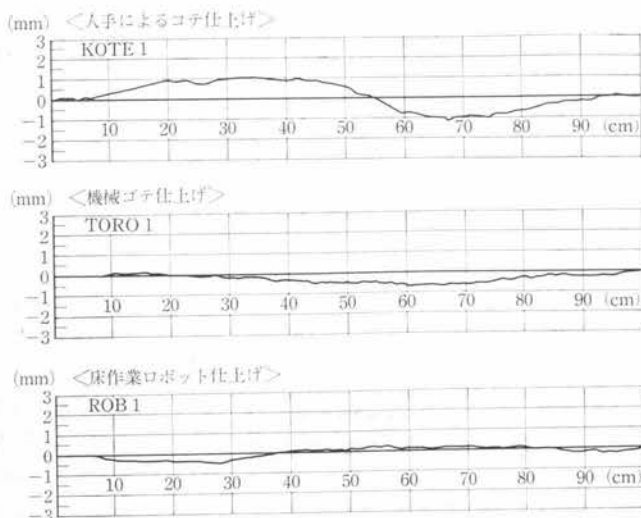


図-5 走行誤差

性能の確認を行ってきた（写真—1、写真—2参照）。

（a）仕上り精度

床直仕上げ作業では、仕上り精度が最も重要な要求項目であるが、これについては日本建築学会標準仕様書「鉄筋コンクリート工事」において、平坦さを「3mにつき7mm以下」の標準値が示されているだけである。このため、表面の段差や細かなうねりについて、従来の方法と定量的に比較するために、写真—3に示すレーザ変位計を応用したレベル測定器を開発した。この装置は、1m間におけるコンクリートレベルを0.05mmの測定精度で自動記録するものであり、測定データはパソコンに収録される。この装置は非接触タイプであるので、コン



図—6 仕上げレベル測定結果

クリートの柔い状態から硬化した最終仕上げ状態までの各段階におけるレベルを測定することができる。

これにより本ロボットによる仕上げ精度は、従来の人手によるコテ押えおよび機械ゴテ押えに比較して、バラツキが小さく良好な結果が得られることを確認した。その結果の一部を図—6に示す。

（b）施工能率

本ロボットによる施工能率について、いくつかのケースのタイムスタディを行い、平均で約500m²/hrの施工能率を持つことを確認した。前述のようにロボットの走行動作はいくつかの決まった動作パターンで構成されており、これらの動作パターン（要素動作）の所要時間は設定した走行速度で決まる。これらの要素動作ごとの時間データを収集して、事前に仕上げ作業時間を計算するソフトウェアの開発も行っており、作業計画に役立てている。

（c）作業開始時期の判定

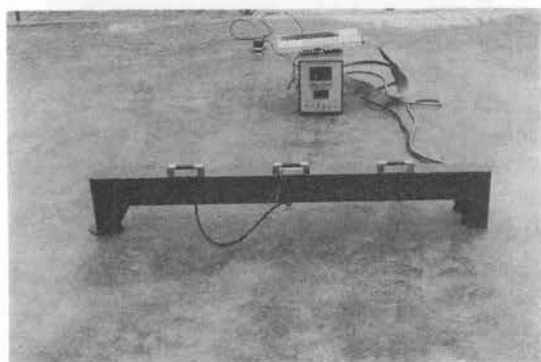
床直仕上げ作業は作業時期の判定が重要な問題であり、これまではコンクリートの硬化状態や表面水分量などに応じて判定する熟練工の経験や勘に頼ってきた。予



写真—1 建築現場への適用 1



写真—2 建築現場への適用 2



写真—3 レベル測定器



写真—4 簡易貫入抵抗試験器

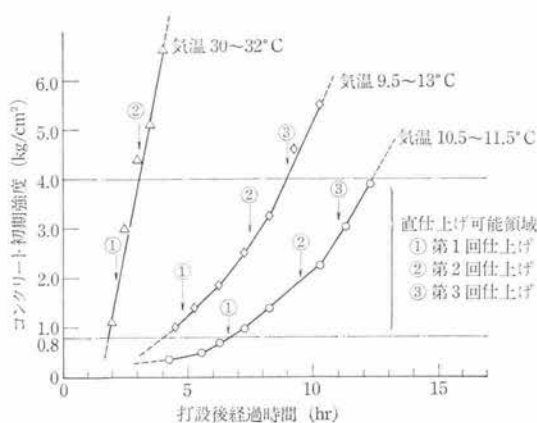


図-7 初期強度と作業時期の関係

備調査において、作業時期とコンクリート初期強度と

は、図-7 に示す関係が見られたことより、写真-4 に示す簡易貫入抵抗試験器を作成し、作業時期を定量的に把握する方法を試みている。

5. おわりに

コンクリート床仕上げ作業のロボット化の一環として、まず直仕上げロボットへの適用を図ってきた。建築現場での試験施工を通じ、品質面や施工率面で十分当初の目標を達成していることを確認した。特にレーザーナビゲータによる自律走行機能は、建築現場での床面の仕上げ作業にとって有効な方法であることを確認した。この床作業ロボットは、多機能化を目指しており、今後、床の研磨、ケレン清掃などの仕上げ機能を追加して行く予定である。

◆ 図書紹介

河川用ゲート設計指針(案)鋼製ゲート編準拠

河川用ゲート設計計算例

(樋門ゲート, 水門ゲート編)

A 5 版 313 頁 定価 3,000 円 送料 400 円

- | | |
|-------|------------------|
| 第 1 章 | 一般事項 |
| 第 2 章 | 樋門ゲート編 |
| 第 3 章 | 水門ゲート編 |
| 第 4 章 | スピンドル式及びラック式開閉装置 |

〔申 込 先〕 社団法人 日本建設機械化協会
 (〒105) 東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館内
 電話 東京 (03) 433-1501

エレクトロニクス利用による 海洋情報処理システム

—海流・海底地形等—

神崎 正* 古川 圭三**
酒井 雅史***

1. はじめに

近年の海洋開発は、東京湾横断道路、関西新空港に代表される国家的海洋プロジェクトを中心に本格的に進められ、また「マリン・マルチ・ゾーン構想」や「マリノベーション構想」をはじめとした各省庁の沿岸開発構想も具体的な展開へと進められている。さらには電源立地や東京湾岸再開発など実現性の高い大型プロジェクトの計画も次々に具体化している。

こうした中で各種海洋プロジェクトを進めていくためには、環境調査・影響評価が重要な課題と考えられており、環境アセスメントのための事前調査や設計・施工計画の策定、さらには高度な施工管理が強く望まれている。このようなニーズを実現するためには膨大な海洋情報の高精度でかつ簡単な入手手段が必要であり、同時に高度な施工管理のために入手データをいかに迅速に処理し、リアルタイム情報として利用するかが重要なポイントとなる。

ここで紹介する「海洋調査高度化システム」はこうしたさまざまな要請に対応するものとして開発され、基本となる各種海洋情報の入手・解析・評価といった一連の情報の総合的処理をめざしたシステムとなっている。

2. 海洋調査技術の現状

海洋調査における現在の技術レベルを見ると測定機器そのものはかなり高度になってはいるものの、測定方法

や情報処理面で制約を受け、必ずしも十分な精度が得られておらず、総合的にはまだ測定機器の性能を十分に生かしきっていない。たとえば流速を測定する場合、プロペラ型の流速計を海中にセットし、測定後回収し、机上にて解析を行うのが従来の方法であった。しかし、この方法を用いると、流速計のセットに多大の労力と費用を必要とし、大水深や潮流が速い場合にはセットが困難となる。また1つの流速計からは一点の情報しか得られず、海域全体の流況を把握するためには膨大な数の流速計が必要となる。さらには海中に流速計を設置するには特別な許可が必要であり、漁業関係者との利害調整や補償問題などで調査が困難となる例があるなど多くの問題点が挙げられる。深淺測量においても従来の音響測深機による方法では、図-1に示すように指向角が $3^{\circ}\sim 8^{\circ}$ と広いためにその大きなスポットの中での変化は認識できず、かつ海底面を点としてしか把握できない。

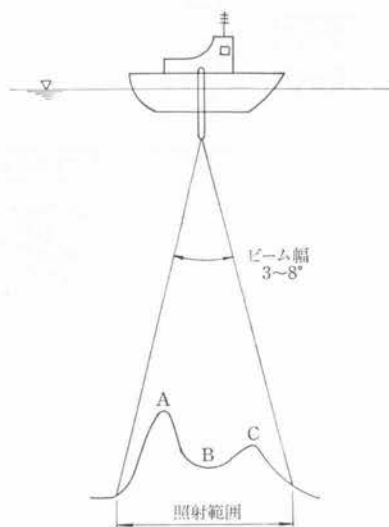


図-1 従来型音響測深機

* KANZAKI Tadashi

大成建設(株)技術開発部海洋開発室技師工博

** FURUKAWA Keizo

大成建設(株)技術開発部海洋開発室主任

*** SAKAI Masafumi

大成建設(株)技術開発部海洋開発室

一方、これまで別々に測定されてきた各種の海洋データは、各々相互に密接な関連性を持っている。これらを同位置・同時刻のデータとして入手しなくては、広域な海洋を正確に評価することは難しい。しかしながら現在の技術レベルにおいては、「同位置」、「同時刻」というきわめて基本となる要素が、センサ、測定機器あるいは情報処理面などのさまざまな制約から、行われていなかったというのが現状といえよう。

3. システム構成および特徴

本システムは、図-2 に示すように、「流況」「水温」「地形」「水質」などの各種データを船の航走によって測定し、同時に得られた「位置」「時刻」の基本データとともに一元化を行い、大型電算機により総合的に解析・処理する一連のシステムである。

従来単独に測定されてきた各種データを一元化することによって、例えば流れと地形および構造物、あるいは流れと温度との関連性をより明確に把握することができる。このことで、海底地形・地質の変化を把握した漂砂・洗掘調査や温排水調査・漁礁調査などに対して、より正確な影響評価を行うことが可能となる。

このように一元化された情報は、「同位置」「同時刻」の情報として磁気テープに記録され、現地でパソコンにより迅速に処理されさまざまな形でアウトプットされる。また大型電算機によるオフライン処理でも、より高度な解析処理が可能だけでなく、得られたデータに基づいた各種シミュレーションを実施し、さまざまな予測・影響評価を行うことができる。

こうした調査から解析、評価に至る一連の情報処理が本システムのねらいであり、その特徴を下記に示す。

- ① 必要なデータはすべて航走する船上で測定するため、広域の海洋情報を短時間で入手できる。
- ② 各種海洋情報は必要に応じて組合わせられ、「同位置」「同時刻」の情報として扱われる。
- ③ 一元化された各種海洋情報は、現地でパソコンにより迅速な処理が施され、また大型電算機によっても、より高度な解析処理の実行が可能である。
- ④ 測定機器の高度化開発により、従来にない高精度で能率的な調査が可能となった。
- ⑤ 各種の海洋工事において、計画から施工に至るまでのさまざまな管理に利用できる。

4. 調査技術について

(1) 超音波による流況測定技術と情報処理

超音波を用いた流況測定はドップラー効果を利用して行われている。すなわち船の舷側部に装備された送受波器より超音波パルスが水中に発射されると、このパルスは水中を伝播しながら一部は水中の散乱物体により反射し送受波器へ戻ってくる。このとき散乱物体からの反射信号の周波数は、送信信号の周波数と比較し、その移動速度に比例したずれを生じている。この周波数のずれを流速ベクトルに変換して、流況の算定を行っている。本装置では図-3 のように、角度 60 度で互いに直交する 4 方向に超音波パルスを発射し、この 4 方向からの反射信号を流速に変換する際にローリング・ピッチングなどの動揺の影響を取り除き、XYZ 方向の流速を三次元ベ

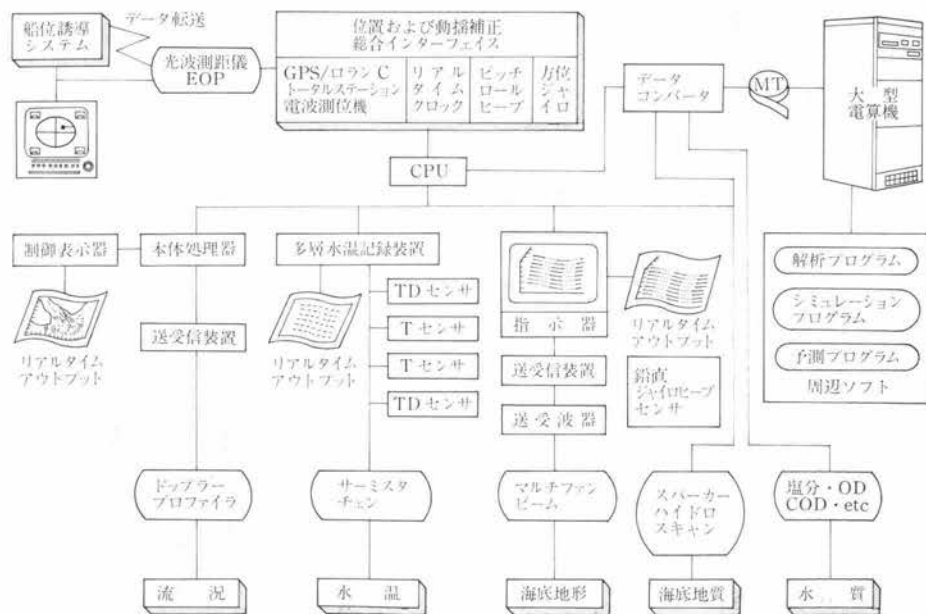


図-2 海洋調査高度化システム

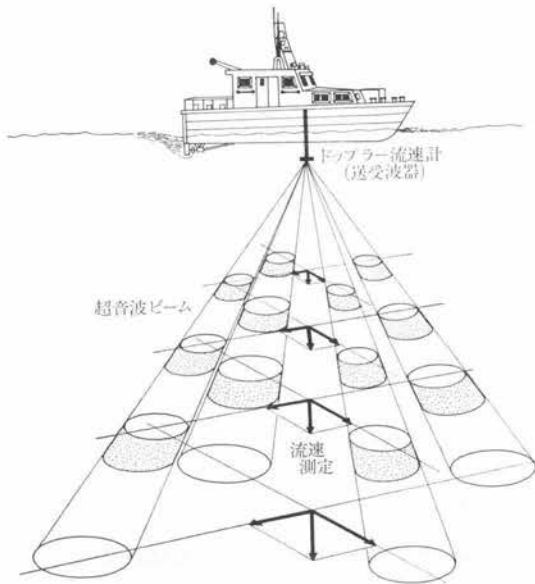


図-3 ドップラープロファイラ

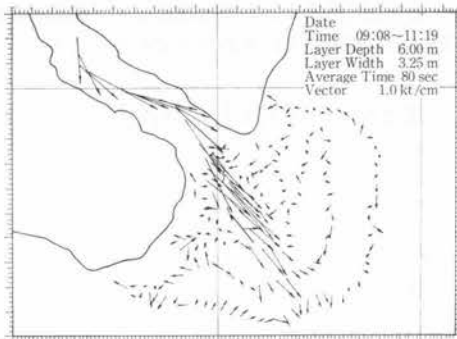


図-4 リアルタイムアウトプット例

クトル量として求めるものである。

この方法により、船が航行しながら流速ベクトルを30秒間に1回、水深方向に最大16層について同時に測定することができる。計測値は図-4に示すように速やかにアウトプットされるため、船上において直ちに流況を把握し、検討を行うことが可能である。これらの機器は写真-1に示すように、きわめてコンパクトになっている。これらと精密な位置測定あるいは船位誘導システムとを組合せることで、所定海域の流況全体を正確に、きわめて短時間(1~2時間)に測定することができる。

これらのデータはすべて同一磁気テープに記録され、大型電算機により連続的に平面図、横断面図、縦断面図をはじめとし、任意の点の流向・流速鉛直分布や時系列変化などのデータ処理を

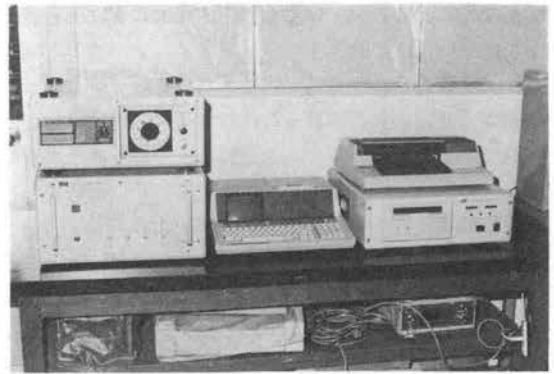


写真-1 ドップラープロファイラ船上機器

行うことが可能である。

(2) 水中の温度分布測定技術

水中における温度分布は、温排水拡散状況や水産関連等の調査において重要な情報となっている。特に温排水については流れと温度の関係が重要な調査項目である。本システムでは、前述のドップラープロファイラと多層水温同時測定装置および電波測位機等を用いた船位誘導装置をリンクし、これらの測定値(時刻、位置、流向、流速、水温)を同一の磁気テープに収録することにより温排水分布域の連続測定を可能とした。

(3) 海底地形精査技術

音響測深機を用いた海底地形調査においては、機器の指向角による誤差や船体の動揺による誤差などによって海底地形を精度良く把握することは困難である。同時に、高度な掘削管理や施工管理への適用を図ることや漂砂・洗掘などのような海底面の微小な変動を調べることもきわめて難しい。

マルチファンビームによる海底地形精査は、従来の音

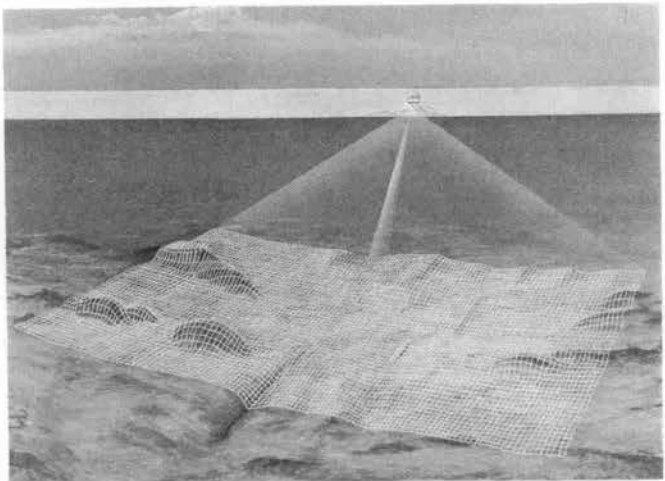


写真-2 マルチファンビームによる海底地形精査

響測深機による測深とは異なり、広範囲の海底面を連続して測定し、その結果をディスプレイに表示すると同時にデータ収録を行うシステムである。その原理はクロスファン方式といい、写真-2 に示すように進行方向と直角にファン（扇状）ビームを送波し、それと直交する受波ビームによって電子スキャニングを行い、海底地形を測定記録するものである。ファンビームは指向角 1° で最大 120° の角度をもち、受波ビームも同様に指向角 1° で 20° の幅をもっている。1回のスキャニングにより 1° 幅で最大 120 ポイントの水深データを測定することが可能である。またマルチファンビームは 500 kHz とこれまでの機器より周波数を上げることにより、水深分解能を高めかつ送受波器の小型・軽量化を図っている。船舶の動揺に対しては鉛直ジャイロにより補正を行っている。ピッチングに対しては、送波ビームを常に真下に送波させ、ローリングに対しても常に鉛直下のデータを取込むシステムとなっている。海底地形データは1秒に1回、等深線、三次元、横断面、縦断面としてグラフィック表示され、また、これらすべてを同時に表示することも可能である。さらにこれらを X-Y プロットで出力することもできる。このようにマルチファンビームは精密な海底地形調査のための装置として十分な機能を備えている。

(4) 海上における船位測量および誘導技術

海上の船の位置を正確に測定することは、すべての海洋情報の基本となる。船位は常に変化するため、そのときの時刻と対応させたりえて他の情報と関連づけることが必要となる。本システムには海上での船位測量を行うための種々の測定技術とそれらを用いて船を所定の海域あるいは測線上への誘導技術が備えられている。現在は電波測位機（EOP やトリスポンダー等）、ロランCや光波測距儀などと連結されており、実際の調査工事も利用されている。これらの位置情報は船上に集められ、国家座標値あるいは緯度・経度に換算して、X-Y プロットやディスプレイによってリアルタイムに表示される。操船の際には、船長がディスプレイの表示に従って測線と船の位置を確認しながら船を誘導することが可能である。容易にかつ精度良く行えるため、特に潮流の速い海域において有効である。また海底地形精査のように厳密な位置精度が要求される場合には、光波測距儀を用いたトータルステーションシステムが非常に有効である。このシステムは、図-5 に示すように陸上から光波測距儀により、船上のターゲットの平面位置 X, Y と高さ Z を測定し、そのデータを時刻データとともにテレメータで船上に送り、位置データの記録と船の誘導を行う一連のシステムである。光波測距儀は 1 km の距離で測定精度が cm 単位というきわめて高精度な機器であり、船

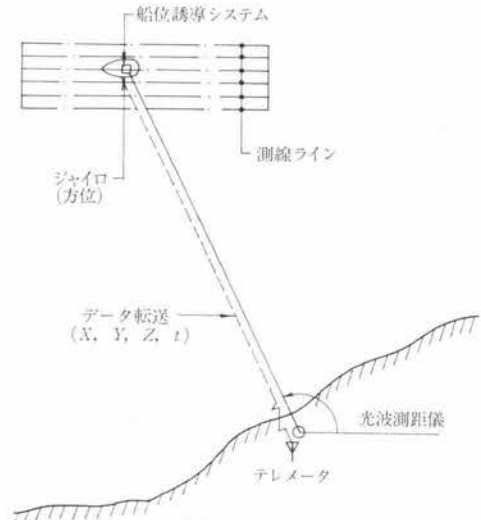


図-5 トータルステーションによる船位誘導

のレベルを直接読み取れるため海底地形精査においては従来のような潮位補正が不要となる。この方式によれば従来の電波測位機によるものと比較して、機器の測定精度・操作性・多機能という点ですぐれているといえる。

5. 高度化システムとしての用途

本システムは、海洋情報の一元化と迅速な情報処理、そして各種シミュレーション解析技術と組合せ、海洋工事の事前調査や工事管理など、表-1 に示すさまざまな用途に利用することができる。

(1) 環境影響評価および施工管理のための情報処理

各種の海洋立地計画を推進するうえでは、海洋環境への影響を十分に調査検討し、評価を行わなければならない。このような事前調査において、流況・水温・地形・水質などの基本情報を入手するとともに、構造物や人工島建設などによるさまざまな環境変化予測と評価を行うことができる。

(2) 温排水拡散に関する情報処理と評価

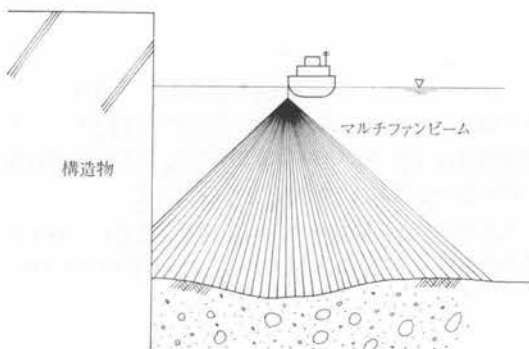
流況・水温分布・位置情報を同時に収録することで、短時間のうちに温排水拡散の海域特性および分布特性を把握することが可能となった。これらの調査結果と温排水拡散シミュレーションによる解析とを組合せることによって、拡散範囲の把握や管理を行うためのモニタリングポイントを選定し、最適な監視体制と迅速な対応に備えることができる。

(3) 漂砂・洗掘に関する情報処理および評価技術

「マルチファンビーム」によってはじめて船上で高精

表—1 海洋調査高度化システムの用途

用 途	内 容	備 考
流 況 調 査	広域にわたる三次元流況の連続測定。 リアルタイムアウトプットによる観測。	水深方向最大 16 層の流速測定が可能。 流速分解能 1~3 cm/sec
環境アセスメント調査	流況、水質、海底地質などの環境アセスメントに必要な情報の入手および予測評価	複合データの連続測定とシミュレーション解析。
立地計画プランニング	電源立地や橋ルートの選定に関する測定データに基づく構造物の建設計画。	測定データの利用と潮流予報、予測などのシミュレーション結果の利用。
高精度出来形管理	マウンドや海底掘削の出来形を高精度に三次元的に連続測定し、リアルタイムで管理することができる。	位置測定精度 ±1~2 cm 高精度 マッピングシステム
温排水拡散調査	多層水温と多層流況を同時観測、測定。 シミュレーションによるソフト解析。	温排水拡散シミュレーションプログラム
汚濁拡散調査	土砂投入や浚渫による汚濁の拡散範囲や分布状況を測定。 シミュレーションによるソフト補完。	超音波の反射強度を利用。-30~-80 dB
魚 礁 調 査	漁場の流況、地形、温度躍層などの調査とソフト解析。	魚群調査も可能
漂 砂 洗 掘 調 査	微少な海底地形の変動を定期的に測定。	位置測定精度 ±1~2 cm 高精度 マッピングシステム



図—6 構造物近傍の洗掘状況調査

度に海底面を三次元的に測定することが可能となった。このことによってマウンドや掘削面の微少な変化が連続的かつ立体的に認識できるようになった。特にビーム角度が 120° の場合、水深の約 3 倍以上の幅の地形データが 120 ポイント連続的に得られるため、広域にわたって正確で迅速な海底面の調査を行うことができる。

図—6 に示したような構造物近傍の洗掘状況の調査は従来困難であったが、この技術によってはじめて定量的に微少な地形の変化について測定し、評価することが可能となった。

6. おわりに

海洋調査高度化システムは調査から施工管理に至る海

洋情報の総合処理システムである。そのリアルタイム情報は、さまざまな管理における基本情報として有効であり、これらをうまく結びつけ利用することで、従来にない高度な施工管理が可能となった。このようなシステム開発を進め、実用化を行うために数多くの機器特性試験や実海域総合実験が実施された。ドップラープロファイラについては、超音波パルス幅や発射回数などを測定水深・層厚・精度との関連性を踏まえて検討し、仕様を決定し、また定置式流速計との比較によって精度の確認を行った。システム化に際しては、一元化を図るための各種インターフェイスの作成や電算による解析ソフト、シミュレーションプログラム等の開発を行ってきた。

こうしたシステム化により、海洋情報の関連性を把握し、一元化することが可能となった。すなわち温排水調査や魚礁をはじめとした構造物調査、漂砂・洗掘調査などを実施する際に、さまざまな関連性を十分に把握することでより高度に調査結果を検討することが可能となった。さらに汚濁拡散管理やマウンド・掘削面の出来形管理など従来にない高精度な施工管理が可能となった。

本システムは大成建設と海洋科学技術センターとの共同研究によるものであり、その成果に対し昭和 61 年度土木学会賞（技術開発賞）を授与された。関係各位に対し厚く御礼申し上げる次第です。

昭和 62 年度建設機械施工技術者試験 合格者の発表について

関 本 博*

昭和 62 年度 1 級・2 級建設機械施工技術者試験の合格者が決定された。上記技術者試験は、学科試験と実地試験から構成され、今回の合格者は実地試験の合格者であり、別途、建設大臣に対して技術検定の申請手続を経て「建設機械施工士」となる。

本試験の合格者に対しては、昭和 63 年 1 月 18 日付けですでに通知されているはずであるが、今後の受験希望者のために技術者試験の実施状況を紹介するとともに、合格者の全氏名をお知らせする。

1. 昭和 62 年度建設機械施工技術者試験の実施状況

昭和 62 年度技術者試験の学科試験と実地試験の実施

状況は表—1 のとおりである。

実地試験は、62 年 10 月 12 日から 11 月 5 日まで約 1 カ月間にわたり全国 17 カ所の試験場で実施された。1 級合格者は 200 名で合格率は 95.7%，2 級合格者は延 1,619 名で合格率は 90.5% となっている。

これを学科試験受験者（学科免除者を含む）に対する最終合格率でみると、1 級では 54.3%，2 級では 65.7% となっている。

2. 昭和 62 年度建設機械施工技術者試験の合格者

昭和 62 年度技術者試験の級別、種別および試験地区別の合格者氏名は以下のとおりである。

表—1 昭和 62 年度建設機械施工技術者試験の実施状況

試験区分	級 別	2 級							種別計	備 考
		1 級	第 1 種	第 2 種	第 3 種	第 4 種	第 5 種	第 6 種		
学 科 試 験	1. 受験申請者数	422	948	1,152	155	276	87	30	2,646	2 級実人員 1,669 人 1,507 162 118 1,389 1,081
	(1) 受験申込者数	405	878	1,067	144	267	84	27	2,467	
	(3) 学科試験免除者数	17	70	85	11	9	3	3	181	
	2. 欠 席 者 数	54	65	84	5	22	7	0	183	
	3. 受験者数 (1)-2)	351	813	983	139	245	77	27	2,284	
4. 合 格 者 数	198	577	730	105	162	64	23	1,661	1,081	
5. 合 格 率 (4/3) (%)	56.4	71.0	74.0	75.5	66.1	83.1	85.2	72.7		
実 地 試 験	6. 受験申請者数	215	647	815	116	171	67	26	1,842	2 級実人員 1,243 人 1,081 162 32 1,211 1,124
	(1) 学科試験合格者数	198	577	730	105	162	64	23	1,661	
	(2) 学科試験免除者数	17	70	85	11	9	3	3	181	
	7. 欠 席 者 数	6	21	23	2	2	3	1	52	
	8. 受験者数 (6-7)	209	626	791	114	169	64	25	1,789	
	9. 合 格 者 数	200	538	746	102	152	56	25	1,619	
10. 合 格 率 (9/8) (%)	95.7	85.9	94.3	89.5	89.9	87.5	100	90.5		
受験者に対する合格率 (%) 9/1-2		54.3	60.9	69.9	68.0	59.8	70.0	83.3	65.7	

* SEKIMOTO Hiroshi

本協会試験部会総務委員会委員長
建設省建設経済局建設機械課長補佐

昭和 62 年度 1 級建設機械施工技術者試験合格者氏名

(五十音順)

1 級 (試験地: 札幌)

秋山 修	磯野 巧	岩田 幸博	岩本十三男
木柳 幸春	熊倉 幸雄	越田 義雄	齊藤 龍彬
鈴木 豊一	高木 誠	丸山 欣一	宮原 文憲
宮本 博功	渡辺 久士	綿引 陽造	

1 級 (試験地: 仙台)

青山 誠	石川 一美	石元 貫之	伊藤 重信
伊藤 長市	加藤 因	金城 武正	日下 文夫
園分 利夫	坂本 心平	佐藤 安隆	千葉 順
千葉 均	手塚孝太郎	野村 正博	藤島 英一
細谷 忠治	山内 篤	山内 泰	吉田 政廣

1 級 (試験地: 東京)

天沼 泰紀	一戸 力	伊東 一夫	稲葉 孝司
岡本 澄雄	川中 政美	城戸口岩男	君嶋 弘喜
楠 清勝	小島 通泰	後藤 親志	柴 勝美
真宅 康博	菅谷 昌文	杉本 健男	成幸
高橋 洋司	竹下 尚志	山尻 清昭	鈴木 治
高橋 鶴巻	戸松 幹晴	中田 巧	中林 宗一
平崎 毅	古谷 博	真鍋 正明	水上 文男
宗形 信一	安川 良博	山本 忠	吉沼 誠

1 級 (試験地: 新潟)

安達 恵夫	市川 昭義	大井 圭	大室 三
落合 幸三	黒島 昭三	斎藤 康之	佐藤 成一
関根 滋美	高橋 幸治	寺林 英昭	永井 隆一
西川 一正	深川 静雄	福田 俊哉	山岸 謙

1 級 (試験地: 名古屋)

石竹 美彦	大崎 正憲	大塩 義正	加藤 卓
川口 太	黒柳 全弘	竹腰清一郎	西川 三郎
西村 昌浩	野村 和正	萩原 正良	林 一郎
坂 進	星野 博正	溝渕 有一	宮本 浩和

1 級 (試験地: 大阪)

浅井 康明	生熊 孝治	石丸 裕二	伊東 藤博
稲田 耕	上岡 正浩	梅井 章次	高橋 昭治
中庭 和秀	永田 均	西田 徳積	花半礼洋一
早藤 進	木田 隆一	松浦 武久	松澤 正信
三好 静雄	山本 剛久	湯浅 究	吉川 芳久
渡邊 満	和田 日秀		

1 級 (試験地: 広島)

有田 貫	井上 均	潮 眞	岡下 勉
小川 浩三	奥田 正志	河崎智夫	木村 博
栗栖 安則	桑原 誠	近藤 隆昌	坂根 勝志
佐藤 和広	佐藤 泰啓	品川 裕二	末岡 時雄
末藤誠司朗	鈴木 輝夫	高木 常樹	田川 徳夫
田中 浩	角田 有	寺本 弘明	友国 良次
中村 一三	中村 斥重	長崎三千人	橋本 欣也
橋本 知也	長谷井正治	原 照夫	久藤 英夫
平田 幸男	平野 房夫	福田 敬	道越 康史
村田 敏彦	山下 岡信	山根 豊	山本 克彦
米山 康二			

1 級 (試験地: 高松)

安藤 恵介	尾花 秋夫	加地 教男	川本 義夫
菅 義明	高石 善彦	宮松 勝利	福井 秀治
福井 利和	福本 敬三	栗崎 憲二	森脇 昇一
山岡 宏三	横山 勝	脇 隆司	

1 級 (試験地: 福岡)

浅野 嘉平	有水 優	岩永 敬	川崎 高城
菊池 武	菊池 守	坂本 成一	佐藤 久光
佐藤 寿	椎葉 保孝	高濱 祐志	寺澤 悟
出口 元	平井 皓一	養毛 賢一	宮永 三夫

向井 敦明 村上 義樹 森 房明 山本喜久男

1 級 (試験地: 那覇)

新垣 盛生 川浪 正

昭和 62 年度 2 級建設機械施工技術者試験合格者氏名

(五十音順)

2 級 (試験地: 札幌)

[第 1 種]

荒木 高二	赤坂 満	阿部 健一	雨池 直方
岡本 孝幸	石田 幸宏	井芹 憲一	梅津 裕
木戸 裕幸	笠原 慶司	金平 博	菊地 昌之
齊藤 法明	栗谷 正	黒澤 敏勝	斉藤 潔
柴田 宗男	佐藤 貞	幸英 幸賀	志賀 郁宏
鈴木 一由	柴山 研司	狸々 保人	杉村 勝美
名取 和律	須藤 貞真	高橋 英也	滝川 亮一
樋口 繁	長谷川 正明	林 直樹	林 政夫
八重樫健一	溝端 敦憲	森 良三	森田 和夫
山本寿美雄	山田 隆	山田 義和	山野 一夫
	渡邊 輝明		

[第 2 種]

荒木 高二	赤坂 満	秋村 靖行	雨池 直方
井芹 憲一	井澤 輝行	石川 浩	石田 盛男
岡本 孝幸	井田 孝義	及川 英男	岡嶋 常義
川口 純治	金子 正至	木戸 裕幸	鎌田 健治
黒澤 敏勝	菊地 昌之	斉藤 法明	栗谷 正
佐藤 義久	斉藤 潔	柴山 研司	庄司 潤一
鈴木 一由	柴田 宗男	龍宏 龍宏	須藤 眞
外崎 勉	鈴木 誠一	高橋 新一	滝川 亮一
田辺 助蔵	高橋 章	遠島 剛	戸澤 浩美
中島 秀明	古川 利之	中村 英司	名取 和律
野口 廣	中西志津男	長谷川正明	華山 浩吉
林 直樹	橋本 一美	神田 智	樋口 繁
久田 利宏	林 政夫	松尾 孝次	溝端 敦憲
村元 武	前崎 俊昭	森 良三	森田 和夫
安士 孝二	森 茂貫万貴男	山田 義和	山野 一夫
山本 勝利	山田 隆	高澤 裕次	渡辺 章一
渡邊 輝明	山本寿美雄		

[第 3 種]

伊藤 雄一	大籠 辰雄	菊地 常雄
齊藤 千春	坂田 敏雄	清藤 勇三
高橋 章	坂本 政行	洞ノ上隆幸
堀籠 秀雄	藤村 政夫	山口 清隆
渡部 正之	村元 武	

[第 4 種]

相沢 幸一	石川 輝義	伊藤 雄一
京谷日出男	斉藤 千春	杉村 勝美
藤村 政夫	松藤 繁男	山口 清隆

[第 5 種]

井澤 輝行	松藤 繁男	
-------	-------	--

[第 6 種]

小坂 武彦		
-------	--	--

2 級 (試験地: 仙台)

[第 1 種]

青山 尚広	浅田 正一	阿部 勇雄
安藤 守	五十嵐君和	石垣 忠一
伊藤 孝志	岩淵 信一	榎本 策一
大澤 広樹	大坪 格	岡山 重信
小島 正人	小田 昭治	小野寺 毅
菊地 健	菊池 忠雄	木立 二夫
木村 日出男	久保 征三	小嶋 寛美
小西 亨	後藤 清治	斎藤 健一
齊藤 茂	齊藤 昇	齊藤 幸男
佐々木次郎	佐藤 孝男	佐藤 丈夫
佐藤 貞治	佐藤 正博	佐藤 恵也
佐藤 龍守	椎根 和芳	滝田 慎也
渋谷善重郎	渋谷 一康	東海林 敦
菅原 唯夫	鈴木 一明	東海林 鈴雄
相馬 清	相馬弥志男	須田 正明
高柳 伸一	滝口 則昭	高橋 樹一
田沢 昭二	只木 典昭	武井 久治
對馬 純悦	比谷 政男	千葉徳之助
長谷地義明	成田 達也	富樫 訓
沼山 広美	野宮 誠	難波 仁
長谷川 徹	長谷川 満	芳賀 昭男
藤原 勝	逸見 光男	長谷部長松
		堀 武

三上 一彦 山本 安宏 類 力 渡辺 政弘 〔第 2 種〕 阿部 清昭 石垣 忠一 伊藤 一男 卯道 昌彦 蛭子 勉 大澤 広樹 長田 秋雄 小野寺 毅 加藤 雅彦 木村 一友 久保 征三 小松 弘 郷野 文明 斎藤 範 坂野 房芳 佐藤 佐一 佐藤 正博 澤口 則夫 渋谷善重郎 東海林鈴雄 菅原 正之 鈴木 力 高橋 権一 高山 敷剛 田沢 昭二 対馬 竹明 乗田 昇 長谷川 満 日向 伸一 藤田 正彦 堀 澄男 道又 伸一 山崎 利晴 横尾 武夫 〔第 3 種〕 大高 銀市 木村 巧 河野 晴夫 佐藤 良秋 高階 稔 藤根 好治 〔第 4 種〕 大館 広一 金田 毅 小嶋 覚夫 佐藤 龍康 滝口 昭男 芳賀 昭男 本間 久雄 〔第 5 種〕 佐藤 文男 原子 英樹 本木 幸弘 〔第 6 種〕	宗形 文雄 横尾 武夫 渡辺 和雄 青山 尚広 嵐田 新一 伊勢 享弘 伊藤 孝志 越後屋和男 遠藤 強 小島 正人 小原 武 川名 英 工藤 一博 黒瀬 知彦 昆 守 後藤 政広 斎藤 昇 桜井 敬樹 佐藤 純一 佐藤 松男 沢里 敏正 渋谷 康 東海林 一 鈴木 一明 須田 正明 高橋 幸規 田口 政明 只木 典昭 辻谷 政男 長谷部 一明 深沢 明仁 藤根 好治 藤 武 宮守 修治 山田 等 吉田 良也 伊辺 昭洋 大場 孝 木村 林七 小関 伸幸 柴田 義秋 高橋 清 木間 隆喜 五十嵐君和 大槻 総 木村日出男 小関 伸幸 柴田 義秋 竹中 靖 如中 正策 宮下 昭久 浅野目国男 鈴木 甚一 堀内 豊 安田 英一 熊田 敏夫 〔第 2 級 (試験地: 東京) 第 1 種〕 青木 隆 伊藤 春男 萩 忠男 櫻野 修 小池 義彦 斎藤 哲 篠崎 清孝 鈴木十三男 瀧澤 佳和 野澤 泉	梁川 芳昭 吉沢 秀美 渡辺 清 浅川 初彦 生田 稔 板垣 博志 伊辺 昭洋 江渡 浩行 遠藤 善弘 大坪 格 小田原常夫 加々美長悦 川村 勉 工藤 高志 高坂 正次 紺野 久 斎藤 健一 佐々木次郎 佐藤 實 佐藤 憲也 椎根 和芳 渋谷 清一 菅原 唯夫 鈴木 進 相馬 清一 高橋 美智男 久治 久治 千葉 雄治 長谷地義明 孝 早川 信男 深野 昇 藤原 界 松野 長生 宗形 文雄 山本 安宏 渡辺 栄 大石 源治 大宮 秀春 工藤 隆 小松 武夫 東海林 司 竹中 靖 南 元舟 大石 善作 大場 孝 藤 雅夫 斎藤 正利 鈴木 甚一 中鉢 忠雄 福士 浩紀 類家 力 大槻 総 高橋 誠 堀内 久雄 渡辺 秀夫 佐藤 貞治	山崎 利晴 吉田 良也 渡部 栄 阿部 勇雄 池田 仁 一郷 定勝 岩洲 信一 榎本 策一 及川 節夫 小野 幸男 加藤 一 菊地 健 工藤 浩 小西 亨 郷家 孝 斎藤 幸男 佐藤 秋人 佐藤 丈夫 佐藤 龍守 穴戸 登 東海林 敦 菅原登志男 鈴木 大蔵 高橋 清 高橋 美智男 竹屋 正志 野馬 純悦 根本 完悦 長谷川 敬 原 英樹 藤井 憲悦 三浦 稔 梁川 芳昭 遊佐 太郎 豆 建夫 大久保 満 北目 高 工藤 浩 斎藤 正利 相馬 正樹 野上 昇一 國男 秀春 大川喜美夫 大宮 秀春 河野 晴夫 佐藤 誠 高橋 秀昭 堀内 豊 渡辺 清 熊田 敏夫 高橋 正信 元柏 義男 関 茂	原 勲 三谷 利勝 渡辺 光清 〔第 2 種〕 新井 洋 伊藤 俊行 宇都木 保 岡田 正之 亀井 信男 木村 信行 坂井 勇 貴家 哲 澁谷 宣市 立石十三夫 鄭 長豪 西元憲二郎 早川 信幸 平野 正 松野 泰治 森尻 龍一 山崎 芳雄 渡辺 光清 金崎 森広 中崎 克彦 〔第 4 種〕 大塚 皇 小野 浩樹 久保 卷夫 多賀 英章 浜 寿美登 米田 登 〔第 5 種〕 多賀 英章 古屋 雅儀 〔第 6 種〕	原 和久 宮下 光男 浅沼 良樹 飯塚 敏典 伊藤 春男 江森 修 奥山 弘昌 川端 行男 国井 功 小林 信之 坂西 誠一 佐藤 東吾 鈴木 伸一 関根 光男 田中 伸幸 中村 明浩 野澤 泉 原 勲 藤井 方刚 三好賢次郎 諸田 徳一 山野井 久 渡辺 博美 浅田 秀行 木村 久雄 森 明彦 荒川 俊秀 大山 昌男 金崎 森広 久保田三郎 久保田 正 角田 幸二 浜野 賢司 宮下 光男 川野 裕治 千葉 浩 山本 幸春 塩田 勉	原田 功 森尻 一夫 浅野 勝男 池田 国男 稲葉 村夫 大竹 光夫 掛川 剛 神辺 好一 計良 隆司 齋藤 昌幸 坂西 孝二 篠崎 清孝 田部 智保 中村 行雄 如中 誠 原田 功 舟橋 和久 村上仁太郎 八木澤貴仁 吉澤 和夫 大類栄四郎 桜庭 正 池谷 隆夫 大類栄四郎 木村 久雄 黒岩 勇司 佐藤 良清 中崎 克彦 林 武 森 明彦 岸 法明 西館 利栄 渡辺 晃助 志田幸以知	米田 登 山野井 久 新井 哲男 市塚 賢治 内田 美好 大輪 善之 片山 伸雄 北沢 信明 小林 昭 斎藤 正昭 佐々木尚志 篠原 啓一 須田友三郎 佳和 千葉 得夫 西潟 安久 浜田 悟郎 日暮 徹 牧島 勇 盛 哲也 柳澤 可久 米沢 拓男 奥本 善一 助川 光男 稲見 久 奥山與志雄 久我 照幸 小山 一幸 進藤 光雄 長谷川卷夫 古屋 雅儀 渡辺 実 昆 覚二 舟橋 和久 渡辺 実	味上 時男 飯浜 幸也 井ノ川政一郎 大塚 文男 勝又 正昭 川上 治明 桑原 正 小林 栄一 和久 和久 寺一 裕正 関口 秀樹 曾根 利定 田中 伝二 土田 四郎 肥田野範雄 藤塚 正 松村 利実 横山 毅 渡辺 正孝 味上 時男 五十嵐 伸 和泉 修 岩田 栄一 大谷 市郎 道廣 栄 河野 道廣 小林 栄一 坂井 岩男 和久 和久 佐藤 眞治
--	--	--	---	--	---	---	---	--

2級(試験地:新 潟)

〔第 1 種〕 阿部 一男 五十嵐 修 猪又 義男 大森 篤文 加藤 忠 清河 秀雄 小倉 清和 桜井 栄一 利明 富治 佐藤 富治 白岩 鼎 関矢 完一 曾根 雅彦 田中 昇 中村 直治 日野 文雄 逸見 晴吉 水木 喜一 若島 健一 〔第 2 種〕 阿部 一男 池田 眞一 猪又 義男 白井 省一 小野塚社一 川上 治明 小倉 清和 小林 栄一 酒井 美浩 桜井 善一	赤川慎一郎 阿部 秀好 五十嵐 伸 今田 寛 大谷 市郎 金谷 道廣 桐生 昭二 小杉 昇 酒井 美浩 左近 歳和 佐野 末松 鈴木 進 関矢 完一 高木 祐一 田中 正則 野沢 文夫 平野 悦郎 前田 十方 南 祐三 若林 仁 赤川慎一郎 阿部 秀好 池野 茂晴 今井 淳 大久保 孝 勝又 正昭 清河 秀晴 小杉 昇 小林 和人 坂坂 政美 利明	浅井 久光 安沢 修 池田 隆 白井 省一 小野塚社一 釜口 信六 九里 保二 粉川 政二 佐久間久明 佐藤 眞治 塩尻 信幸 関 春雄 高橋 定夫 塚野 利春 東出 有司 福崎 光一 松田 長男 山本 勉 渡辺 文一 浅井 久光 五十嵐 修 石山 俊夫 今田 寛 大森 篤文 加藤 忠 桑原 正 粉川 政二 齋藤 重善 飯坂 久明 左近 歳和	味上 時男 井ノ川政一郎 大塚 文男 勝又 正昭 川上 治明 桑原 正 小林 栄一 和久 和久 寺一 裕正 関口 秀樹 曾根 利定 田中 伝二 土田 四郎 肥田野範雄 藤塚 正 松村 利実 横山 毅 渡辺 正孝 味上 時男 五十嵐 伸 和泉 修 岩田 栄一 大谷 市郎 道廣 栄 河野 道廣 小林 栄一 坂井 岩男 和久 和久 佐藤 眞治
--	---	---	---

佐藤 寿一 佐藤 富治 佐渡 清広 佐野 末松 杉浦 弘 中村 公男
 塩尻 信幸 渡谷 秋男 白岩 鼎雄 関矢 一夫 杉浦 弘 中村 公男
 鈴木 進 関 春雄 関矢 完一 関矢 完一 安田 政光 安田 泰也
 関矢 守 曾根 秀樹 高木 祐一 高橋 敷 秋田 真一 新 和樹
 高橋 取 高橋 定夫 田中 昇 田中 正則 和泉 幸之 井上 直之
 土田 四郎 中村 直治 肥田 秀次郎 和泉 重信 伊藤 博史 大内 直弘
 長谷川仁平 東出 有司 二瓶 秀次郎 上見 重信 大内 博史 伊藤 正弘
 平野 悦郎 広田 秀太郎 福崎 光一 尾崎 政幸 金田 文太郎 金田 米倫
 藤塚 正 藤塚 欣一 逸見 晴吉 川原 利和 久保 隆一 岸部 修治
 前田 充幸 松田 長男 村山 一也 神山 重朗 幸務 隆一 久保 好三
 水本 喜一 村井 功 村山 明 佐藤 明宏 相津 幸男 田村 徹夫
 山崎 信昌 山崎 恒 渡部 文一 菅居 育生 相津 幸男 田村 徹夫
 若島 健一 若林 仁 池田 良男 谷口 元三郎 中島 高輝 中島 隆三
 高橋 正治 滝沢 宏 土谷 祥生 西本 友和 野田 義三郎 野村 六合司
 林 忠男 大窪 一徳 小野塚 進 鈴木 敏彦 原口 文志 堀 紀博
 関口 利定 高橋 正治 滝沢 宏 土谷 祥生 古谷 公作 堀 紀博
 中村 信孝 中山 幸次 林 忠男 堀 久俊 宮城 俊彦 村上 正
 堀田 勉 横木 博文 渡辺 隆 柳本 正明 山口 洋夫
 堀 久俊 横谷 洪夫 渡辺 隆 山根 一良 山本 茂治
 堀 久俊 横木 博文 増野 勝 吉田 裕彦 吉田 憲治
 阿部 哲也
 井上 直之
 大山 誠
 尾崎 政幸
 川島 均
 北村 博
 久保田 幸司
 幸務 調治
 佐々木 康成
 菅居 育生
 高橋 勝
 田中 勝英
 田村 徹夫
 寺沢 隆三
 生川 隆三
 野村 六合司
 比村住 / 江
 清 誠
 安井 和彦
 山下 健一
 富男 進
 秋田 真一
 伊藤 博史
 大関 貴幸
 小川 泰夫
 川上 憲志
 北岡 清
 久保 隆一
 小松 孝志
 坂田 公彦
 清水 照幸
 副島 俊弘
 田口 新次
 田瀬 勝實
 手塚 修
 長尾 忠夫
 西野 義三郎
 菱田 悟司
 廣沢 晋博
 藤原 芳博
 前園 隆
 松本 勝志
 村上 正
 山本 富男
 吉村 憲治
 吉田 克
 石存 博之
 宇崎 敏明
 柴山 政司
 前田 義広
 大無 寿年
 大崎 功
 田中 秀次
 宮根 正一
 田副 陽幸
 佐藤 純明

2級 (試験地: 名古屋)
 青山 善一 青山 年男 新井 秀徳 稲岡 利男 稲岡 國宏 上野 年久 大富 宝昌 加藤 賢治 久世 孝義 小林 茂男 嶋崎 敏彰 嶋崎 敏彰 田口 直幸 田中 三智也 早川 久義 早川 康孝 二村 保男 八木 寿計 山下 和志 井口 健次 伊藤 勝彦 岩田 勝彦 嶋崎 敏彦 大羽 正男 金田 吉弘 熊谷 安成 小林 茂男 下出 博 鈴木 康夫 竹下 和弘 千村 益 永田 益 西村 峰一 林 一郎 西村 康孝 八木 保男 吉田 武
 第1種 井口 和志 大塚 泰蔵 岩田 秀彦 臼井 英夫 扇浦 博 神谷 幸男 熊谷 安成 酒井 義実 島田 正文 杉本 圭史 竹下 和弘 鶴藤 忠雄 蜂須賀 正夫 林 一郎 舟場 茂之 安田 政光 山本 敏康
 第2種 井口 研 稲岡 利男 岩出 昇 梅原 義隆 大島 宝昌 神谷 幸男 小泉 基明 酒井 義実 杉浦 弘 祖父江 武志 武部 清信 塚田 和男 西尾 孝司 新田 久義 原 俊一 舟場 茂之 安江 利治 吉田 等
 第3種 花野 良明 渡辺 純也
 第4種 小倉 浩之 久世 孝義 鶴藤 忠雄 早川 常夫 村瀬 論
 第5種 鶴崎 敏彦 齊田 幸彦

2級 (試験地: 大阪)
 秋田 真一 新 和樹 井上 直之 小川 直之 伊藤 博史 大内 直弘 金田 文太郎 金田 米倫 久保 隆一 岸部 修治 幸務 隆一 久保 好三 幸務 弘 佐藤 明宏 相津 幸男 田村 徹夫 中島 高輝 中島 隆三 野田 義三郎 野村 六合司 堀 紀博 堀 紀博 村上 正 山口 洋夫 山本 茂治 吉田 憲治 赤酒 賢治 秋田 真一 伊藤 博史 大内 紀文 岡本 啓二 岡本 啓二 川井 政龍 岸部 修治 木下 淳司 小谷 四郎 酒井 隆二 嶋本 昭治 相津 幸男 田垣 隆幸 谷 恒二 田瀬 勝實 筒井 勇次 中島 高輝 西野 信夫 東野 高彦 平井 満義 藤井 清 堀 紀博 松崎 守 宮城 俊彦 安田 和彦 山村 益市 吉岡 長美
 第1種 和泉 幸之 上見 重信 尾崎 政幸 川原 利和 北村 博 神山 重朗 佐藤 明宏 菅居 育生 谷口 元三郎 土井 和広 西本 友和 原口 文志 古谷 公作 宮城 俊彦 柳本 正明 山根 一良 吉田 裕彦
 第2種 岡田 俊也 金田 米倫 川畑 繁 木下 静生 桑垣 稔 幸務 弘 柴木 好人 瀬戸浦 栄 高瀬 直樹 田中 成昭 辻 哲也 土井 和広 西本 友和 孕石 博之 平 喜好 福森 和彦 堀 紀博 松崎 守 宮城 俊彦 安田 和彦 山村 益市 吉岡 長美
 第3種 石川 忠 入澤 良徳 梅谷 尚也 加島 伸夫 木原 博之 坂田 耕造 白鹿 直哉 袖本 眞直 建井 雅美 西原 正文 深田 一馬 藤井 賢一
 荒瀬 浩 石橋 和典 上岡 憲治 梅谷 哲也 金谷 博美 木本 武志 佐々木 良幸 敷面 泰雄 谷口 祥司 西村 文孝 深水 博 前田 泰司
 池上 庸詞 石橋 晴男 上岡 誠三 置名 宏之 金森 福美 甲山 義徳 下岡 健 杉川 恒年 高石 幸二 田原 守 福富 洋一 増田 洋三
 石井 良昭 今井 建彦 上野 忠義 小野 益男 上代 賢人 佐伯 伸二 正田 善英 杉山 金行 瀧根 良和 中本 博美 久田 英次郎 福寄 光男 菅田 文寛

2級 (試験地: 広島)
 荒瀬 浩 池上 庸詞 石橋 和典 石橋 晴男 上岡 誠三 置名 宏之 金森 福美 甲山 義徳 下岡 健 杉川 恒年 高石 幸二 田原 守 福富 洋一 増田 洋三
 石川 忠 入澤 良徳 梅谷 尚也 加島 伸夫 木原 博之 坂田 耕造 白鹿 直哉 袖本 眞直 建井 雅美 西原 正文 深田 一馬 藤井 賢一
 荒瀬 浩 石橋 和典 上岡 憲治 梅谷 哲也 金谷 博美 木本 武志 佐々木 良幸 敷面 泰雄 谷口 祥司 西村 文孝 深水 博 前田 泰司
 池上 庸詞 石橋 晴男 上岡 誠三 置名 宏之 金森 福美 甲山 義徳 下岡 健 杉川 恒年 高石 幸二 田原 守 福富 洋一 増田 洋三
 石井 良昭 今井 建彦 上野 忠義 小野 益男 上代 賢人 佐伯 伸二 正田 善英 杉山 金行 瀧根 良和 中本 博美 久田 英次郎 福寄 光男 菅田 文寛

第1種 石川 忠 入澤 良徳 梅谷 尚也 加島 伸夫 木原 博之 坂田 耕造 白鹿 直哉 袖本 眞直 建井 雅美 西原 正文 深田 一馬 藤井 賢一
 荒瀬 浩 石橋 和典 上岡 憲治 梅谷 哲也 金谷 博美 木本 武志 佐々木 良幸 敷面 泰雄 谷口 祥司 西村 文孝 深水 博 前田 泰司
 池上 庸詞 石橋 晴男 上岡 誠三 置名 宏之 金森 福美 甲山 義徳 下岡 健 杉川 恒年 高石 幸二 田原 守 福富 洋一 増田 洋三
 石井 良昭 今井 建彦 上野 忠義 小野 益男 上代 賢人 佐伯 伸二 正田 善英 杉山 金行 瀧根 良和 中本 博美 久田 英次郎 福寄 光男 菅田 文寛

三嶺 山田 渡辺 〔第2種〕	義彦 定男 政人	望月 山本	至信 哲生	矢頭 吉田	直行 公司	山崎富士男 若槻 繁雄	徳本 守綱 〔第4種〕 田中 二申 〔第5種〕 関谷 成樹 〔第6種〕	西田 爽 上浦 勝好 堀上 敏幸 河原田忠雄	河原田忠雄 佐藤 仁	関谷 成樹 数羽 安則						
池上 石橋 岩崎 梅谷 奥田 金森 川村 小松原 下岡 敷面 埜 谷口 花谷 福富 増田 矢頭 山田 若槻 〔第3種〕 兼島 新谷 花房 〔第4種〕 大谷 亀田 清水 塚本 藤村 〔第5種〕 城市 〔第6種〕	庸同 晴男 元一 尚也 徳弘 福美 松司 原正志 健 泰雄 司 祥待 信行 洋一 洋三 直行 喜葉 昭雄	赤迫 石井 石村 上岡 江種 小野 上代 木原 佐伯 正田 杉川 高石 高原 春田 福寄 三代 山崎 山根 渡辺 岡田 河野 近重 藤村 井手 岡本 河重 新谷 花房 松田 井手 福永 原田	至信 哲生 利美 良昭 康久 憲治 勝治 益男 賢人 博之 善英 恒年 幸二 守 勝將 光男 啓二 勝美 美雄 謙 一生 義明 偉作 和幸 定男 次男 清 豊正 唯史	足原 石川 今井 上岡 大林 加島 河崎 木許 坂田 白鹿 陶山 瀧根 深木 藤井 皆田 山下 吉武 加藤 達也 佐々木 塚本 山内 伊藤 視 木元 城市 平谷 伊藤 宏文 藤田 三代	美行 忠 建彦 誠三 俊介 仲夫 甲子男 康範 耕造 直哉 正昭 良和 行雄 博 賢一 文寛 正美 英樹 達也 和美 智 宏文 悦爾 亨 洋 靖 宏文 正行 修治	安藤 英章 石橋 和典 入澤 良徳 上田 忠義 置名 宏之 金谷 博美 川西 啓一 山崎 義視 佐々木 良幸 城市 幸男 袖本 眞直 西原 正文 福田 正信 藤原 行夫 三嶺 義彦 山田 定男 若槻 繁雄 金子 誠 清水 康史 西 哲巳 岩見 和美 加藤 達也 河野 謙 多賀谷 俊秋 藤田 正行 上峠 峰雄 吉武 英樹	〔第1種〕 昌彦 靖彦 好男 慎一 義則 昭三 英二 芳郎 和人 弘二 均 義美 利英 清治 修平 一雄 幸展 晃一 正彦 勝幸 利夫 健一 弘道 重利 芳郎 俊介 光吉 正秋 隆義 久彰 邦浩 輝文 宏 長実	安在 均 岩崎 利美 緒嶋 清隆 坂本 勇 高瀬 和久 左座 正千代 中本 勝幸 野口 精二 藤井 勉 松川 詞郎 矢取 秀盛 李 文成 朝比奈 興之 飯干 君千代 猪野 静夫 大童 宏治 大石 幸平 大山 五美 川江 一雄 酒井 好男 佐藤 照三 高瀬 栄八 手島 善人 永田 信治 野口 精二 林田 英二 日高 正人 舟戸 正和 松川 詞郎 村山 和 山川 一成 山田 睦 吉山 米満 江口 典之 榎本 照義 西谷 茂二 牛塚 忠利 石田 和夫 後藤 征樹	飯干 君千代 大童 宏治 木密 勇 佐藤 和久 高瀬 栄八 西 孝弘 畑 耕次 堀 敬次 丸尾 英二 山田 正秋 安達 強 池 博道 井上 徳次 植山 泰一 大岩 靖彦 岡 潤 木密 勇 坂本 猛 里村 浩 高橋 義信 政人 西原 和宏 橋本 光弘 馬場 義輔 平田 和浩 堀川 泰注 丸尾 英二 山下 一男 横山 李 李 文夫 一幸 清隆 久彰 榎本 照義 入木 福盛 坂根 成宜	猪野 静夫 植山 泰一 佐伯 幸彦 里村 浩 中島 光夫 西谷 茂二 林 嘉久 堀川 泰注 村山 良一 山田 睦 荒木 晴信 稻田 兼久 今任 昌彦 白竹 哲比古 大瀬 知之 加藤 修一 合志 峰治 佐藤 和久 白灰 慎一 高瀬 善人 中島 光夫 西村 昭三 畑 耕次 東 連次 藤井 勉 前田 秀敏 宮崎 雅夫 矢取 秀盛 山下 繁則 吉國 弘二 鳥井 明人 川波 千敏 吉永 輝文 後藤 安男 折小野 博 高津 伸二						
〔第1種〕	阿武 清	今井 慶一	内田 充孝	〔第2種〕	大久保 清和	大野 辰昭	岡村 幸男	拱水 修二	〔第3種〕	肥後 久彰	〔第4種〕	榎本 照義	緒嶋 清隆	川波 千敏		
〔第2種〕	加藤 善紀	鎌倉 忠男	後藤 康司	田中 一行	田村 修	三田 武士	三宅 博寿	大石 不二夫	〔第3種〕	大森 孝宗	鎌倉 忠男	笹岡 俊二	立髪 壮	西山 征洋	藤原 芳樹	三宅 博寿
〔第3種〕	大野 貢	大林 秀雄	大野 貢	大野 貢	大野 貢	大野 貢	大野 貢	大野 貢	〔第2種〕	柴引 秀光	〔第3種〕	新垣 盛真	又吉 盛秀			

'87 建設機械の現状

12. 原動機など

12.1 ディーゼル機関……………和田克己*

1. 全般的傾向

1.1 建設機械の動向

最近の3年間を見ると非常に変化の激しい時期であった。すなわち国内市場の低迷状態が続き市場を海外に求める努力がなされ、昭和60年には図-1¹⁾に示すごとく輸出が過去最高額となったが、昭和61年には米国の貿易赤字に起因する大幅な円高となり国際競争力が低下し輸出は急激に減少した。この結果国内外より内需拡大要請が強くなり昭和62年度は積極的な内需拡大策により将来に不透明な面があるものの建設機械業界（特に油圧ショベル系）は現在活況を呈している。

この間の建設機械の特長的な事項としては次のことがいえる。

- ① 円高に耐え抜くため、かつてない厳しいコストダウン努力が行われた。
- ② 機械の効率向上、操作性向上などのため電子制御が積極的に採り入れられた。
- ③ 住宅、上下水道、道路などの生活関連工事が近年増加し市街地での稼働が多くなり建設省の低騒音機械指定制度（昭和58年10月1日発足）もあって低騒音機械

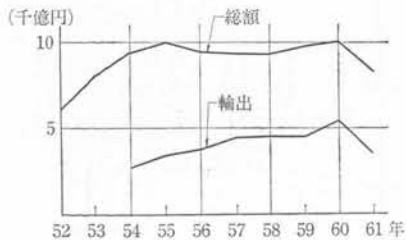


図-1 建設機械の受注額の推移

* WADA Katsumi

本協会機械部会ディーゼル機関技術委員会委員
三菱自動車工業(株)トラックバス技術センターエンジン技術部産業エンジン設計課長

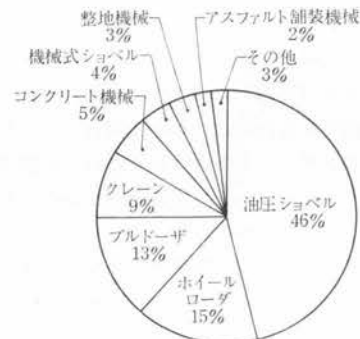


図-2 建設機械の機種別生産額 (62年8月)

が普及してきた。

④ 建設機械の機種と生産高は油圧ショベルがブルドーザを抜きトップになって久しいが、最近ではさらに図-2²⁾のごとく油圧ショベルが46%と大幅に伸びている。これは油圧ショベルの操作が容易なことで各種アタッチメントが開発されショベル以外の用途にも広く使用されるようになったためと考えられる。

1.2 ディーゼル機関の動向

ディーゼル機関を取りまく環境の変化、市場ニーズとその対応の主なもの挙げると次のことがいえる。

(1) JIS D 1005「建設機械用ディーゼル機関の性能試験方法」の改正³⁾

昭和61年(1986年)2月1日に本規格が改正された。その狙いは全面的な改正を行った昭和44年から10数年を経過し技術の進展、環境の変化に対応するため内容を見直すと同時に国際規格(ISO規格)およびこれを導入して制定されたJIS B 8002(往復動内燃機関の性能試験方法通則)、JIS D 1001(自動車用エンジン出力試験方法)との整合性を持たせるよう見直し改正されたものである。

改正の主要点は表-1に示すごとく標準大気状態、出力修正式、付属装置の変更であり、出力は従来の規格に

表-1 主な改正内容の対比表

改正項目	昭和44年(1969年)	今回・昭和61年(1986年)
出力修正(式)および標準大気状態	(1) $k = \frac{749}{P_a - P_w} \sqrt{\frac{273 + \theta}{293}}$ (2) 大気圧 760 mmHg 大気温度 20°C 湿度 65% いずれも参考として記述	(1) $k = \left\{ \left(\frac{P_a}{P} \right) \cdot \left(\frac{\theta}{\theta_0} \right)^{0.7} \right\} f_m$ (無過給) $k = \left\{ \left(\frac{P_a}{P} \right) \cdot \left(\frac{\theta}{\theta_0} \right)^{1.5} \right\} f_{m'}$ (ターボ過給) $f_m, f_{m'}$: 空燃費係数 (2) 大気圧 750 mmHg 大気温度 25°C 湿度 31%
付属装置(全装備)	(ファン, エアクリーナ, ダイナモ)	・冷却装置追加 ・排気消音器追加 ・搭載時と同一状態
燃料 燃料消費量 排気濃度	(使用した燃料を明記) — 定格負荷試験時	JIS K 2204 による軽油と明示 燃料温度による補正を追加 作業時負荷試験時の定格出力および最大トルクの点

対し 0.6~3.8% (エンジンの出力設定基準により異なる) 程度の呼称値低下となり条件が厳しくなっている。

(2) アスベスト規制

アスベスト(石綿)は耐熱性, 耐酸性, 耐アルカリ性に富み安価であるため古くから使用されてきた。エンジンではシリンダヘッドガスケットをはじめ排気, 油, 水系統のガスケットに, また排気系のインシュレータなど多くの用途に使用されている。

最近アスベストは微細粉塵となって吸入すると肺の末端まで到達し, 体内で溶解することなく堆積し肺の障害を起す危険があるとして北欧をはじめ各国で規制の動きがあり, アスベストの代替材料の開発が進められている⁴⁾。

(3) アミン規制

従来不凍液の添加剤として使用されてきたトリエタノールアミンが亜硝酸塩などと化合するとニトロソアミンを生成し, これが発ガン性のあることを指摘されている。ノルウェーでは1987年10月1日より不凍液にアミンの使用を禁止しており, 欧米をはじめ各国に規制が広まろうとしている。このためノンアミン不凍液の開発が進められている⁵⁾。



図-3 自動車用ディーゼルエンジン
排出ガス規制の経過

表-2 排出基準値

区分	排出基準値 ($O_2=13\%$)	
	一般排出基準	特別排出基準
規制物質	現在定められている基準	
SO _x	950 ppm	
NO _x	0.10 g/Nm ³	0.08 g/Nm ³
ばいじん		

(4) 排気ガス規制

自動車用は日本, 米国で年々厳しい規制がなされている。産業用は昭和62年10月に「大気汚染防止法」が改正され定置式ディーゼルエンジンとガスタービンが昭和63年2月1日(新設施設)より規制を受けることとなった。ただし燃料の燃焼能力がA重油換算1時間当たり50 l以上でかつ常用されるものに適用される。その基準値を表-2⁶⁾に示す。

一方建設機械はトンネルなど閉所で使用される場合, 作業者の労働衛生面より, その作業環境における有害ガス濃度規制が行われているが, その他の一般用は現在規制されていない。しかし建設機械が市街地で稼働する機会が多くなった今日, 排気ガス問題の検討が行われることが予想される。

(5) 騒音規制

自動車は図-4のごとく年々規制強化がなされてい

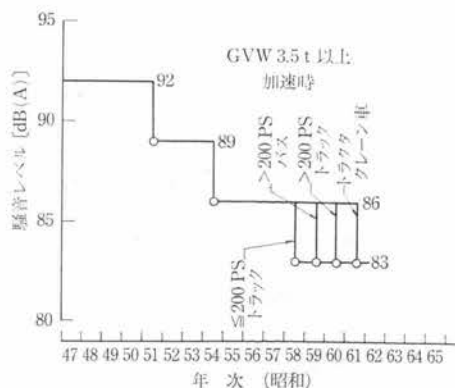


図-4 自動車の騒音規制の経過

る。一方建設機械は「低騒音機械指定制度」の普及により、エンジン本体の低騒音化研究開発と補機の騒音低減、マフラの性能向上、エンジンルームの適切なエンクロージャなどにより対応し、実績もあげている。

(6) 市場ニーズと対応

建設機械用ディーゼル機関に対する市場ニーズは低騒音、省燃費、高出力化、用途の多様化対応などであるが、これ等は建設機械用エンジンに限ったことではなく、エンジン技術者はこの対応に日夜研究開発を行い多くの成果を上げている。

ターボ過給、アフタークーラの装着はこの目的達成の大きな手段であり建設機械用エンジンも近年この傾向が強く現われている。ただし過給、アフタークーラだけでは広い範囲の運転条件（建設機械では特に低速トルクが大きなことも重要）に対しては不十分であり、この改良が近年、エレクトロニクスおよびセンサ、アクチュエータ技術の発達との組合せにより、多くの性能改善が図られ、特に自動車用で実用化されてきている。それ等をあげると次のものがある。

① ウェストゲートバルブ

エンジンとターボ過給機のマッチングは過給機の容量が大きいとエンジンの低回転域でトルクが低下し、容量が小さいと高回転域でタービンがチョーク状態となる。

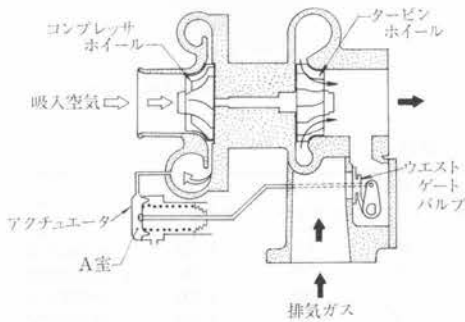


図-5 ウェストゲートバルブ

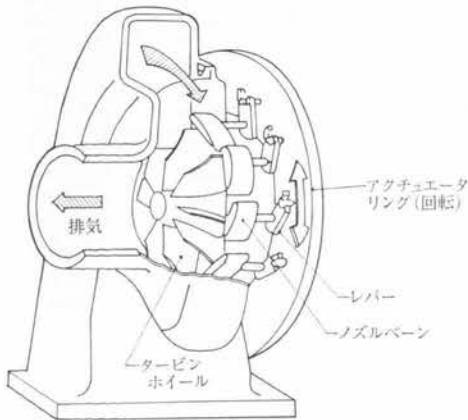


図-6 可変容量(VG)ターボ過給機

この対策として低速側にマッチングする比較的小容量のターボを選定し、高速ではウェストゲートバルブにより排気を逃しオーバーストを防止する。従来この制御は一般に機械式が使用されてきたが最近では電子制御方式を採用したものも出現している⁷⁾。

② 可変容量ターボ過給機

エンジンの回転数と負荷に応じてタービンノズル面積を可変し、エンジンの全域で常に高い過給効率を得るようにしている。その一例を図-6⁸⁾に示す。

③ 可変スワール

直接噴射式ディーゼルエンジンでは燃焼を大きく左右するものに、吸気スワール(渦流)がある。これを低回転～高速回転まで最適化するため可変スワール機構を備えたエンジンが出現してきた。その一例を図-7⁹⁾に示す。

④ 慣性過給

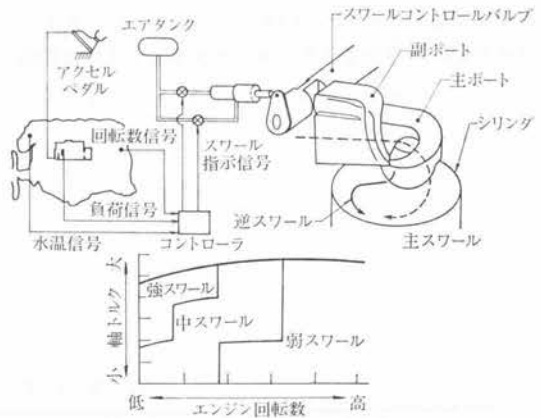


図-7 可変スワール機構

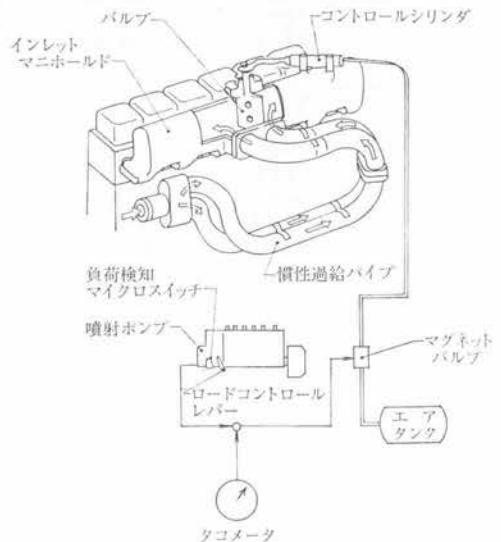


図-8 慣性過給システム

吸気管長の選択により特定の回転数で吸入空気量を増加し、エンジンのトルクアップを図ってきたが、最近ではパイプに切換バルブを設け回転数、負荷に応じて吸気管長、径を可変にすることによりエンジンの広範囲にわたり性能向上を図っている例もある⁹⁾。

⑤ その他

エンジンの燃焼室の改良、燃料噴射系の高噴射率化、摩擦損失の低減、冷却損失の低減、新素材の利用研究などが行われている。

(7) 過給ディーゼルエンジン用高性能エンジンオイル

ディーゼルエンジンに対する高出力化のニーズは強くターボ過給、アフタークーラ化による過給率は一段と上昇し、ピストン回りの熱負荷はさらに厳しくなっている。従来過給ディーゼルエンジンには高温清浄性を重視した CD 級のエンジンオイルが使用されてきたが、さらに過酷な条件下で使用されるディーゼルエンジン用のオイルとして 87 年に米国では API に CE 級が制定されたが、国内でも本クラスのエンジンオイルの開発が進められている¹⁰⁾。

2. 国内の動向

昭和 60 年～62 年の 3 年間に発表された建設機械用ディーゼルエンジンの一部を表-3 に示す。

これ等は新規設計開発されたもの、従来に対しボアまたはストロークをアップしたもの、シリーズ化を図った

もの、ターボ過給およびアフタークーラを装着したものに類別されるが、これ等の共通点は高出力化、低燃費、低騒音などを狙っていることである。

いすゞ自動車は 6 BF 1 に対しストロークを 7 mm アップした 6 BG 1 を開発、またロングストローク、4 バルブを特徴とした 6 RB 1¹¹⁾ を開発し無過給、過給を発表した。

日産ディーゼルは FD 33 のボアを 2.5 mm アップした FD 35, FD 35 T を開発、また FD 6 をベースにボア、ストロークをアップし高出力化を図った FE 6, FE 6 T を開発、さらに ND 6 のストロークを 10 mm アップした NE 6, NE 6 T と RD 10 TA に対しストロークを 7 mm アップした RE 10 TA を開発した。

日野自動車は W 06 D をベースとし 4 シリンダ、過給により高出力化を図った W 04 C-T を開発、また W 06 D のストロークを 5 mm アップした W 06 E と新

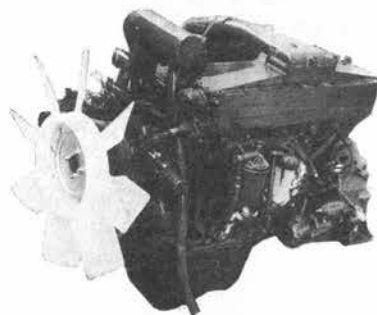


写真-1 日野自動車 H 06 C-TI

表-3 国内新エンジン一覧表

メーカー	型式	シリンダ数 ボア×ストローク (mm)	排気量 (l)	燃焼室 型式	NA, T, TA	定格出力		送用
						出力 (PS)	回転速度 (rpm)	
いすゞ自動車	6 BG 1	6-φ 105×125	6.494	DI	NA	140 /	2,600	建設機械用
	6 BG 1 T	6-φ 105×125	6.494	DI	T	165 /	2,500	建設機械用
	6 RB 1	6-φ 135×160	13.741	DI	NA	230 /	2,000	建設機械用
	6 RB 1 T	6-φ 135×160	13.741	DI	T	295 /	2,000	建設機械用
日産ディーゼル	FD 35	4-φ 102.5×105	3.465	DI	NA	85 /	3,200	建設機械用
	FD 35 T	4-φ 102.5×105	3.465	DI	T	105 /	3,200	建設機械用
	FE 6	6-φ 108×126	6.925	DI	NA	140 /	2,500	建設機械用
	FE 6 T	6-φ 108×126	6.925	DI	T	170 /	2,500	建設機械用
	NE 6	6-φ 110×130	7.413	DI	NA	140 /	2,400	建設機械用
	NE 6 T	6-φ 110×130	7.413	DI	T	170 /	2,400	建設機械用
	RE 10 TA	V 10-φ 135×132	18.894	DI	TA	415 /	2,000	建設機械用
日野自動車	W 04 C-T	6-φ 104×113	3.839	DI	T	120 /	3,000	建設機械用
	W 06 E	6-φ 104×118	6.014	DI	NA	132 /	2,800	建設機械用
	H 06 C-TI	6-φ 108×118	6.485	DI	TA	205 /	2,700	建設機械用
	EK 130-T	6-φ 137×150	13.267	DI	T	263 /	1,800	建設機械用
三菱重工	S 4 K	4-φ 102×130	4.249	DI	NA	70 /	2,500	建設機械用
	S 4 KT	4-φ 102×130	4.249	DI	T	82 /	2,500	建設機械用
	S 6 K	6-φ 102×130	6.373	DI	NA	100 /	2,500	建設機械用
	S 6 KT	6-φ 102×130	6.373	DI	T	121 /	2,500	建設機械用
三菱自動車	4 D 32	4-104×105	3.567	DI	NA	87 /	3,000	建設機械用
	4 D 33	4-108×115	4.214	DI	NA	97 /	2,800	建設機械用
	6 D 31	6-100×105	4.948	DI	NA	118 /	3,000	建設機械用
	6 D 31 T	6-100×105	4.948	DI	T	115 /	3,000	建設機械用

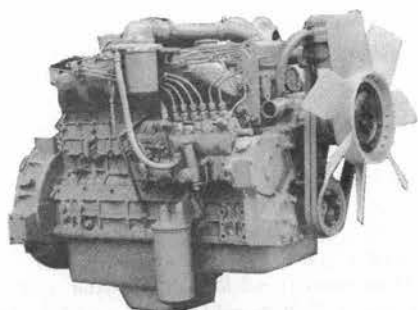


写真-2 三菱重工 S6KT

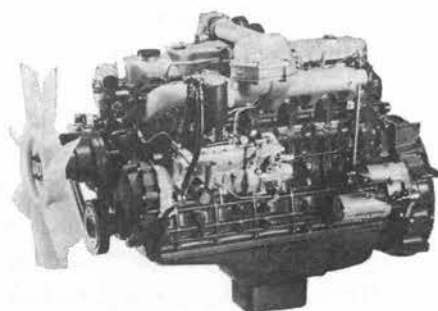


写真-3 三菱自動車 6D31-T

たに水冷式アフタークーラを装着し高出力化を図ったH06C-TIを開発、さらにEK100をベースに過給化したEK130-Tを発表した。

三菱重工は新規開発の4,6シリンダのシリーズ化を図り、この両者に無過給、過給を準備し4機種を同時に発表した。本エンジンはこのクラス最大のロングストロークである。

三菱自動車は4D31をベースにボアを4mmアップした4D32と新規設計し高出力化を図った4D33を開発した。また4D31の6シリンダ化を図った6D31とこれの過給である6D31-Tの4機種を発表した。

3. 海外の動向

最近発表されたディーゼルエンジンの一部を表-4⁽¹²⁾に示す。

高出力化、低燃費化傾向は続いており特長なことをあげると次のことがいえる。

① 高噴射率化が進み列型噴射ポンプ方式ではBenz OM442が $1,000 \text{ kg/cm}^2$ ⁽¹³⁾、ユニットインジェクタを採用しているDDA60シリーズが $1,400 \text{ kg/cm}^2$ ⁽¹⁴⁾を達成している。

表-4 海外新エンジン一覧表

メーカー	型式	シリンダ数 ボア×ストローク(mm)	排気量 (L)	燃焼室 型式	NA, T, TA	定格出力 出力(PS)/回転速度(rpm)	適用
CATERPILLAR	3114 T	4-φ105×127	4.4	DI	T	126 / 2,600	自動車用 自動車用
	3114 TA	4-φ105×127	4.4	DI	TA 水冷	141 / 2,600	
	3116 T	6-φ105×127	6.6	DI	T	193 / 2,600	
	3116 TA	6-φ105×127	6.6	DI	TA 水冷	213 / 2,600	
	3306 B	6-φ120.6×152.4	10.5	DI	TA 空冷	304 / 2,100	
	3406 B	6-φ137.1×165.1	14.6	DI	TA 空冷	430 / 2,100	
PERKINS	504-2	4-φ84.4×88.9	2.0	DI	NA	50 / 3,000	自動車用 自動車用
	1004-4 T	4-φ100×127	4.0	DI	T	114 / 2,600	
	1004-4 TW	4-φ100×127	4.0	DI	TA 水冷	122 / 2,600	
	1006-6 T	6-φ100×127	6.0	DI	T	167 / 2,600	
	1006-6 TW	6-φ100×127	6.0	DI	TA 水冷	178 / 2,600	
	2006-12 T	6-φ130.2×152.4	12.2	DI	T	325 / 2,100	
	2006-12 TW	6-φ130.2×152.4	12.2	DI	TA 水冷	359 / 2,100	
	2006-12 TA	6-φ130.2×152.4	12.2	DI	TA 空冷	405 / 2,100	
CUMMINS	NTC-444	6-φ140×152	14.0	DI	TA 水冷	450 / 2,100	自動車用
NAVISTER	DT 360	6-φ102×121	5.9	DI	T	167 / 2,700	自動車用
	DTA 360	6-φ102×121	5.9	DI	TA 空冷	182 / 2,700	自動車用
	DT 466	6-φ109.2×135.9	7.6	DI	T	213 / 2,600	自動車用
	DTA 466	6-φ109.2×135.9	7.6	DI	TA 空冷	243 / 2,400	自動車用
BENZ	OM 442 A	V 8-φ128×142	14.6	DI	T	354 / 2,100	自動車用
	OM 442 LA	V 8-φ128×142	14.6	DI	TA 空冷	435 / 2,100	自動車用
VOLVO	TD 61 A	6-φ98.4×120	5.5	DI	T	189 / 2,800	自動車用 自動車用
	TD 71 A	6-φ104.8×130	6.7	DI	T	227 / 2,400	
	TID 71 A	6-φ104.8×130	6.7	DI	TA 水冷	258 / 2,400	
MAN	D 2865 LF	5-φ128×155	10.0	DI	TA 空冷	260 / 2,200	自動車用
	D 2840 LF	V 10-φ128×142	18.3	DI	TA 空冷	460 / 2,200	自動車用
SCANIA	DSC 1405	V-φ127×140	14.2	DI	TA 空冷	420 / 1,900	自動車用
DDA	Series 60	6-φ130×139	11.1	DI	TA 空冷	325 / 2,100	自動車用
	Series 60	6-φ130×160	12.7	DI	TA 空冷	405 / 2,100	自動車用

② ユニットインジェクタの採用が増加傾向にあり、小、中型エンジンである Caterpillar 311¹⁵⁾ シリーズにも採用されている。

③ 低燃費化研究が進み DDA 60 シリーズは 139 g/PS-h を達成している。

④ Cummins が B シリーズエンジン (1 l/cyl) を 1983 年に発表し、その後 Caterpillar が 311 シリーズエンジン (1.1 l/cyl) の 4, 6 シリンダでターボ過給、アフタークーラ付の 4 機種を発表、続いて Perkins¹⁶⁾ が同様に 1 l/cyl の 4, 6 シリンダの過給、アフタークーラ付エンジンを発表した。これにより三大エンジンメーカが中型エンジン市場へ参入することとなった。

＜参考文献＞

1) “建設の機械化” '85.3, '87.8 統計

- 2) 通産省統計月報 62 年 10 月
- 3) 中戸：“建設の機械化” '86.11
- 4) 田嶋他：“自動車技術” Vol. 41, No. 11, 1987
- 5) 八谷他：“自動車技術” Vol. 41, No. 8, 1987
- 6) 公害研究対策センター：“ガスタービン、ディーゼル機関大気汚染防止対策ガイドライン”
- 7) A. Sato 他：“SAE Paper” 870298
- 8) 関野他：“自動車技術” Vol. 37, No. 9, 1983
- 9) 嶋田他：“内燃機関” Vol. 24, No. 310
- 10) 渡辺他：“自動車技術” Vol. 41, No. 10, 1987
- 11) 角田他：“自動車技術” Vol. 41, No. 8, 1987
- 12) “High Speed Diesel Report” Jul.-Aug. 1987
- 13) J. Moon：“High Speed Diesel Report” Nov.-Dec. 1985
- 14) R. Wilson：“Diesel Progress North American” April 1987
- 15) B. Wadman：“Diesel Progress North American” July 1986
- 16) M. Osenga：“Diesel Progress North American” October 1987

12.2 小型内燃機関

山田恒義*
寺井優弘**

1. 全般的傾向

陸用内燃機関協力の統計によると、汎用ガソリンエンジンおよびディーゼルエンジンのここ数年間の生産台数は、図-1、図-2 のようであった。ガソリンエンジンは 1985 年まで順調に伸びてきたが、1986 年には円高の影響と考えられる生産減少が見られるが、おおむね堅実に推移している。ディーゼルエンジンは 1984 年より減少傾向にあり、特に輸出の落ち込みが大きい。これは円高による輸出競争力の低下と、横形水冷ディーゼルの主は向先である東南アジア諸国において、現地国産化が進

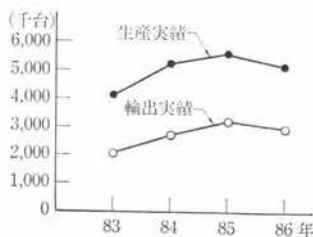


図-1 ガソリンエンジンの国内生産実績および輸出実績 (陸内協)

* YAMADA Tsuneyoshi

富士重工業 (株) 大宮製作所技術第一部長

** TERAI Masahiro

富士重工業 (株) 大宮製作所技術第一主査

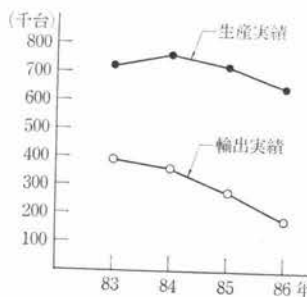


図-2 水冷ディーゼルエンジンの国内生産実績および輸出実績 (陸内協)

んでいるためであると考えられる。

空冷ディーゼルエンジンは 22,000 台/1984 年から 47,500 台/1986 年と倍増しており、ガソリンエンジンに近い軽量コンパクトさと搭載性の良さが、受け入れられていると考えられる。

2. 建設機械用小型内燃機関の動向

2.1 ガソリンエンジン

構造が簡単で取扱い性が良く、多種用途に多数使用されているサイドバルブエンジンは、軽量、コンパクト、低コスト化に加えて、さらに使いやすいエンジンを目指した改良が進められている。リコイル引き力はデコンプの改良により婦女子、老人にも容易に始動できるように

表-1 各社 OHV エンジン主要諸元

メーカ	富士重工			ホンダ				三菱
	EH 11 D	EH 15 D	EH 21 D	GX 110	GX 140	GX 240	GX 340	G 910 P
機関名称								
内径×行程 (mm)	58×43	64×46	72×52	57×42	64×45	73×58	82×64	76×59
総排気量 (cc)	113	147	211	107	144	242	337	267
連続定格出力 (PS/rpm)	2.7/3,600	3.5/3,600	5.5/3,600					
最大出力 (PS/rpm)	3.5/4,000	5.0/4,000	7.5/4,000	3.5/4,000	5.0/4,000	8.0/3,600	11.0/3,600	9.0/4,000
乾燥重量 (kg)	12.2	14.3	21.0	12.0	14.0	23.0	31.0	27.0

低減され、またバラサの2軸化と、250 cc クラスの小排気量エンジンにもバラサが装着されるものが出てきている。電気系は無接点方式が多数派となり、騒音についても音圧レベルの低減とともに、音質についての改良が進められている。

一方新しい動きとして、OHV エンジンの進出がある。OHV エンジンはサイドバルブ方式に比べて高い圧縮比と、より効率的な燃焼室によって排気量当たりの出力が、サイドバルブエンジンの22~28 PS/l から、30~35 PS/l の高出力が得られ、燃料消費率も約30% 向上する。また、シリンダの熱変形もサイドバルブエンジンに比べて少ないことから、オイル消費量も少ないなどの特長がある。しかしヘッドまわりの構造が複雑となり、コスト的には不利である。まだガソリンエンジン全体に占める割合は少ないが、今後の展開が多いに注目される。

表-1 に最近の OHV エンジンの一部を示す。

2.2 ディーゼルエンジン

横形水冷ディーゼルエンジンは、農業機械を中心に日本独特の発達をしてきたが、最近の新しい動きとしては直噴化が進んだことである。排気量が小さい程、青煙、白煙、騒音など直噴の難しさがあるが、200 cc クラスまで直噴化されている。始動方式については伝統的なクランクハンドル方式からリコイル化が一部小排気量クラスで進められ、またセルモータの装着が一般的となった。

小型立形水冷ディーゼルエンジンは数年前より多気筒化が進み、シリンダ当たり200 cc クラスまで多気筒化され、久保田のスーパーミニシリーズ、ヤンマーのTNシリーズ、三菱のLシリーズなどがラインナップされた。燃焼方式は副室式と直噴式の両方式が使用されているが、直噴式はシリンダ当たり300 cc クラスまでで、それ以下は副室式が主流となっている。

空冷ディーゼルエンジンは富士重工が1982年にDYシリーズ3機種を発売し、その後ヤンマーがLシリーズ6機種を発売した。また1987年には富士重工からDY 23, 27の新型2機種が発売された。空冷ディーゼルエン



写真-1

表-2 富士重工、新型空冷ディーゼル主要諸元

機関名称	DY 23 D	DY 27 D
内径×行程 (mm)	70×60	75×60
総排気量 (cc)	230	265
連続定格出力 (PS/rpm)	4.2/3,600	5.0/3,600
最大出力 (PS/rpm)	5.0/3,600	6.0/3,600
乾燥重量 (kg)	26	27

表-3 EEC 発電機騒音規制値

発電機出力 P (kVA)	騒音規制値 dB(A)/1 pW	
	現規制値	2次規制値
$P \leq 2$	104	102
$2 < P \leq 8$	104	100

ジンは横形水冷ディーゼルエンジンとガソリンエンジンとの競合の中で、多種用途に使用され今後の動向が注目される。表-2、写真-1 に DY 23, 27 の諸元と外観写真を示す。

2.3 海外の動向

フランスにおける EEC 騒音規制（表-3 参照）は、2年後に2次規制値が適用される。またノンアスベスト化の動きもあり、市場要求が益々厳しくなる。

エンジン動向として特記すべきは、LOMBARDINI 社の水冷ディーゼルエンジン2機種 LDW 502 (12.1 PS, 505 cc)、LDW 602 (14.7 PS, 611 cc) の発表である。空冷ディーゼルエンジンが発達してきたヨーロッパにおける新たな水冷ディーゼルエンジンの挑戦として注目される。

12.3 油圧駆動装置……………伊藤 容之*

1. 全般的傾向

油圧装置は建設機械の作業機の操作・走行駆動の制御、車両の運転等において、動力変換機構として依然、重要な役割を果たしている。

近来、建機以外の他の分野では、電気駆動または空気圧利用の優位性がいわれている。しかし建設機械においては、その特異性である、過酷な使用環境下においての高信頼性・耐久性の実績、さらに操作性の簡便さ、直線運動出力の容易化、すぐれた力・慣性比等の面からも、油圧装置の優位性は当分崩れそうにはない。

建設機械一般の技術動向として、従来からの省エネ化努力に加え、操作性の向上、操作力の低減、さらに自動化（ロボット化）への指向が挙げられ、いずれも油圧装置に密接に関連するものである。また産業機械の共通の課題としての信頼度の向上および製造原価の低減への対応がある。

市場の省エネ化要求は依然として根強いものがある。その代表例として油圧ショベルにおける可変容量ポンプの普及と電子制御があげられる。可変容量ポンプの採用の傾向は、一部の中型ブルドーザ、クローラドリル等にも見られる。油圧回路の省エネの効果的手法として提唱された圧力補償型バルブは、ホイールローダ、ブルドーザ等において製品化された。動力伝達系におけるトルクコンバータの直結機構は、ラフテレーンクレーンにおいては常識的となり一部のブルドーザにも採用された。

操作性・作業性能の改善の面では、以前は大型機械のみで使用された作業装置用油圧弁のパイロット操作が、油圧ショベル、ホイールローダなどを中心に中型機まで普及した。また、中型以上のホイールローダではパワーシフト変速機の電気パイロット方式も一般化した。3~4 m³ 級では自動変速機の導入も見られた。従来小型機のみに限られていたトラクタおよびホイールローダの静油圧駆動は、海外においては中型機まで搭載された。

この3年間における建設機械各装置の操作の自動化あ

るいは機械自体の運転の自動化（ロボット）の試み、または製品化が活発であった。その多くのものがメカトロ化を呼称した。メカトロを称した建設関連製品の発表は昭和60年の60(20)件から61年の144(32)件と急増している。()内はロボット。文献¹⁾特に使用者側による、各種の建設ロボットシステムの開発が注目された。これらは従来のメーカー主導の新製品開発から現場のニーズに直結した独自の技術開発への指向を示すものであろう。

油圧回路高圧化の目的は、部品の小型化による重量低減にある。高圧化はまた、作動の高速化にも有効である。中・大型油圧ショベルは、280~350 kgf/cm²、ブルドーザおよびホイールローダでは、210 kgf/cm²、またはそれ以下の水準にある。油圧ショベルの最近の高圧化の傾向は、他の機種と比較し顕著である。最近の油空圧工業会の調査によると5年以内の予想として420 kgf/cm²、を計画中の企業もあるとされている。また高圧化、システムの複雑化にとまない新形式の配管継手、油圧弁の高集積化が実用化された。

メカトロ技術は、また、油圧ショベルの可変容量ポンプ、エンジン回転数の制御の省エネルギー化、ダンブトラックの自動変速機制御、トラクタショベルの静油圧駆動装置の制御における装置の原価低減と信頼度の向上等の各分野で重要な役目を果たしている。建機におけるメカトロ化はさらに加速されるものと期待されている。各建機とも将来の目標としてメカトロ化による全機械システムの統括的制御の実現を表明している。しかし油圧技術が建設機械の操縦（走行、操向および変速）または作業機の操作の基幹を構成するものである限り、建機におけるメカトロ化とは油圧装置の電子制御であるといっても過言ではないであろう。

これら新技術の採用は建設機械にシステムの複雑化・ブラックボックス化をもたらしている。これらは従来の伝統的な機械整備技術者を中心とした建機の整備・保守作業体制に変革を与えつつある。最近発表される機械では保全・整備の容易化のため、従来からのモニタ装置に加え、自己診断装置を内蔵または外部の点検装置への接続端子を装着した製品が増加している。これはシステムの複雑化への当然の対応であるが、メカトロ（油圧・電

* ITO Yoshiyuki

本協会機械部会油圧技術委員会委員
新キャタピラー三菱(株)技術部

表一 油圧機器出荷額 (単位:百万円)

	昭和 59 年	60 年	61 年
総 額 (A)	243,500	250,000	225,000
土木・建設・トラクタ (B)	77,190	77,600	70,430
比 率 (B/A)	32%	31%	31%

子) システムの信頼度・耐久性の一層の向上が望まれる。

2. 生産動向

油空圧工業会による昭和 59 年～61 年の油圧機器の出荷額の推移を表一に示す。油圧機器の出荷額は昭和 58 年の 2,040 億円に対し、20% 増の 59 年さらに 60 年の 2,500 億円と順調に成長してきたが、61 年は約 10% 減の 2,250 億円となった。それに引続き、船舶、1 次、2 次金属加工機等の需要の低迷に加え、61 年以來の円高不況の影響もあり 62 年は、前年実績を若干下回ることが予想されている。

総出荷額に占める建設機械向けの出荷は、昭和 54 年の 36.8% をピークに暫減傾向にあり、最近の 3 年間は 31% 台で推移している。しかしながら、この比率は依然として需要部門別のトップであり、62 年度の公共投資の急増による内需の活発化により油圧ショベルを中心とした油圧機器需要の増加が期待されている。建機以外の部門では 61 年の場合、工作機械、金属 1 次、2 次加工機械、船舶がそれぞれ、12.4、10.0、7.0% の比率を占めている。

以上の公表金額以外に、建設機械メーカーの内製額が約 450 億円程度であると推定され、建機における油圧機器は計 1,100 億円台にあるといえる。

3. 性能・機構面から見た最近の動向

3.1 油圧ショベル

石炭露天掘機械技術研究組合で開発された大型ローディングショベル SMEC 4500 は、建機では革新的な電算機制御による作業機の油圧操作を実現した。各社の大型機においても油圧・電子制御技術の粋を結集し作業機姿勢・位置の自動制御等多くの新機軸が展開され、さらに中型機にも普及する兆しが見られる。小松製作所の PF5 コーナパワーショベルは、アームとブームの結合部に油圧モータを装着し各旋回部の回転エンコーダからの信号をマイコンで処理することによりバケットの操作の多機能自動システムを実用化した。

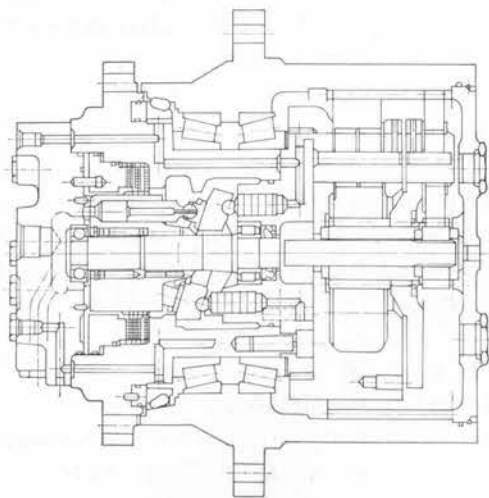
エンジン・ポンプ制御のメカトロ化は、小松製作所の電子 OLSS、日立建機の E-P 制御に引続き昭和 62 年には神戸製鋼所の ITCS、住友建機の CAPS、加藤製作所の APC、新キャタピラー三菱の EPUC と各社のシ

ステムが相次いで発表された。これらの電子制御はセンサの出力信号をマイコンで演算し、電油変換装置（インターフェイス）の比例電磁弁等を介して可変容量ポンプのコントロール部等を操作するものである。

ポンプの可変容量化はさらに進み、ミニバックホウの上位機種にも及んだ。ポンプの流量・馬力制御の方式は、独立全馬力、クロス全馬力（2 連ポンプ）、定馬力、ネガティブコントロール、リリース時のカットオフ等が一般化した。

回路構成では、パラレル回路による複数操作部の高度の複合操作、走行 2 速切替モータの採用（図一参照）、2 ポンプ合流による増速、ワンタッチ昇昇等、変化に富む方式が導入された。

油圧部品の小型化、作動の高速化を狙いとした高圧化は、従来の 250～320 kgf/cm² から 280～350 kgf/cm² の水準へと上昇した。高圧化と相まってバルブのモノブロック化も進んだ。独立 2 ポンプ回路ではそれぞれのバルブブロックを背面または側面でボルト締結し一体化が図られ、1 つのブロックにはリリース、チェック等の補助バルブ類を内蔵された高集積化構造が普及した（写真一参照）。



図一 走行 2 速切替モータ



写真一 高集積油圧バルブ

3.2 ホイールローダ

ホイールローダでは国産初のフルレンジの電子制御方式自動変速機搭載の東洋運搬機 890 (6.0 m³) が昭和 62 年初頭に発売された。同年、他に川崎重工 95 ZII (4.5 m³)、古河鉱業 FL460 (300 PS) にも自動変速機が採用された。作業機の操作では、昭和 59 年から 60 年に発表された新キャタピラー三菱の 916~936 に、ホイールローダとしては最初の圧力補償型の油圧バルブが導入された。昭和 62 年には、川崎 95 ZII に油圧バルブの操作に油圧サーボ機構が採用された。また乗り心地性改善の面では、昭和 62 年発売の神戸製鋼所の LK 300-II (1.2 m³) が注目された。同機にはオプションとしてリフトシリンダ回路にガス・オイル式アキュムレータの装着が可能である。

3.3 トラクタ

中型以上のトラクタにおける静油圧駆動方式の採用が海外で進んでいる。LIEBHERR 社は 1986 年の時点で、330 馬力級の PR 751 に至るまでの 5 種類のトラクタの HST 化を行った。他に油圧駆動の応用では、キャタピラー社の、D 8 N, D 7 H のディファレンシャルステアリングがある (図-2 参照)。これは油圧モータと遊星式差動歯車機構により履帯式車両の操向を行うものである。動力伝達系の省エネ設計の例では、小松製作所の D 375 におけるトルコン・ロックアップ装置がある。

作業機操作の面での新技術としては、昭和 60, 61 年に発売された新キャタピラー三菱の D 4 H, D 5 H の可変容量ポンプとクローズドセンタ型油圧バルブの採用が挙げられる。

3.4 その他

他の分野での油圧関連技術では、神戸製鋼所のクローラクレーン PH 7150 (150 t) のつり荷自動水平移動装置における、制御システム、住友建機の HCP 20 コー

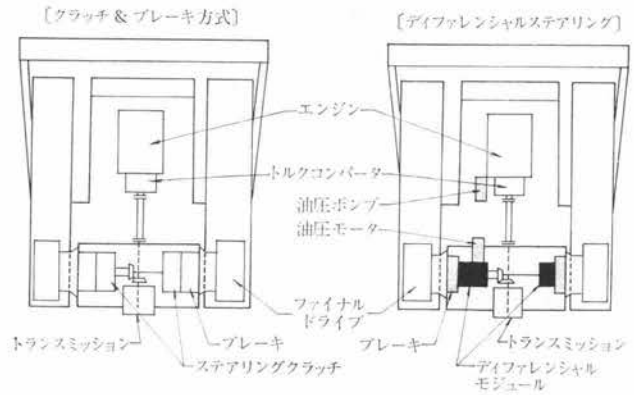


図-2 ステアリング構造比較

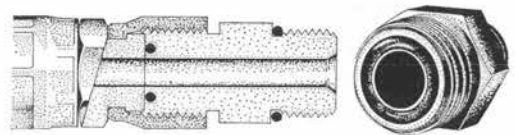


図-3 Oリングシール継手

ルドプレーナにおける四輪独立静油圧駆動・操向の油圧・電子制御、三菱重工のモータグレーダ MG 330 のロードセンシングバルブ回路等が注目される。

他の先端技術の採用では、高所作業車ではゴンドラの位置制御用油圧バルブへの信号伝達に光ファイバを用いて、システムの高信頼度化を図った例が報告されている。

部品の面では、数年前から、国内の数社の新機種に採用され始めた ORS/ORFS (Oリングシール/Oリングフェイスシール) 配管継手を挙げる (図-3 参照)。本継手は米国において開発され、ISO, SAE 等にも規格化されつつあり、すぐれた耐圧性能、整備性などから急速に普及するものと思われる。

＜参考文献＞

- 1) 杉山：“建設の機械化” 87.7, 86.7

新工法紹介 調査部会

11-4	タイル外壁剥離 検知システム	鹿島建設
------	-------------------	------

▶ 概 要

近年、建築物の外壁仕上げ材であるタイルの剥離、剥落による事故が社会問題となっている。このような事故を未然に防止するためには、外壁タイルの剥離状態を測定し、危険がある場合には、その個所に適切な補修工事を施す必要がある。

外壁タイルの剥離には大きく分けて深さ方向に2カ所（タイル裏面の剥離、躯体と下地モルタル間の剥離）あり、それらの剥離に対する補修方法が異なる。そのため本システムでは剥離個所とその剥離深さ両方の検知が可能なシステムとした。図-1 にシステム構成図を示す。

▶ 特 長

① 従来では不可能であった剥離深さの判定（タイル裏の剥離、下地モルタルと躯体と下地モルタル間の剥離）が行える。

② 剥離判定結果をカラー CRT 上の建物図面上に表示され、任意の部分拡大、剥離深さ別の表示など誰にも分りやすい表示が行える。

③ 上記の表示をハードコピー（プリンタ出力）が行える。図-2 に剥離判定結果のハードコピーを示す。

④ 本システムは昭和 59 年度に建設省技術評価の認定書を取得している。

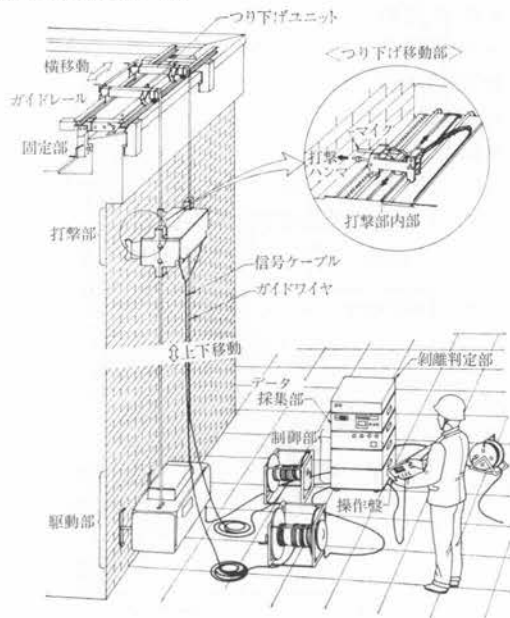


図-1 システム構成図

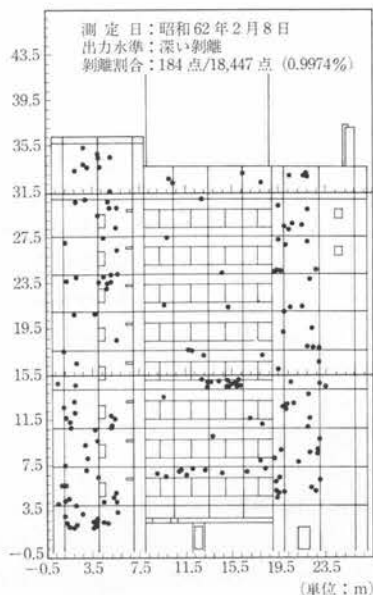


図-2 剥離判定状況図

▶ 用 途

タイル外壁建物の剥離判定測定

▶ 実 績

- N社事務所ビル (SRC 造 地下1階地上9階) 施工
壁面積: 2,700 m²

▶ 参考資料

- 山田 文三: 「タイル仕上げ等のはく離検知器の開発と実用化」 “防水ジャーナル” 1984.9
- 奥田 修一: 「タイル仕上げ等のはく離検知器の開発」 “建築技術” 1984.9
- 山田 文三: 「インパルスレスポンス方式によるタイル仕上げ等のはく離検知システムの概要と外壁改修への応用について」 “リフォーム” 1984.10
- 相場新之輔: 「タイル剥離検知ロボット」 “施工” 1987.1
- 山田 文三: 「インパルスレスポンス方式によるタイル剥離検知システム」 “施工” 1987.3
- 菊池 茂: 「タイル剥離検知システム」 “産業機械” 1986.11

▶ 工業所有権

特許 13 件, 実用新案 5 件, 特許出願中 3 件

▶ 問合せ先

鹿島建設 (株) 機械部技術開発課

〒107 東京都港区元赤坂 1-6-6 第2安全ビル

電話 東京 (03) 475-9308

新工法紹介 調査部会

11-5	壁面診断ロボット	大林組
------	----------	-----

概要

従来、コンクリート構造物の耐久性については半永久的なものと考えられてきたが、最近、鉄筋コンクリート構造物の経年劣化事例が数多く報告され社会的問題にまで発展している。さらに今日の低経済成長時代、地下高騰などの情勢を背景に建築物のリフォーム工事（改修・補修工事）に関する需要が急速に増加している。当社では昭和56年頃から「営繕」という言葉でこの種の工事の概念を定義付けるとともに、営繕工事に関する数々の新しい技術の開発に努めてきた。中でも後工程に最も重要で、かつ不可欠なものとして調査・診断があり、構造物の経年劣化の種類やその程度を適確に評価する必要がある。本稿は当社独自の「構造物耐久性診断システム」の一環として開発した「壁面を自力で自由に移動しつつ、コンクリート構造物の劣化の程度を診断する装置」“カベドード”について記述したものである。

特長

本ロボットの基本構成は図-1に示すとおり建物や構造物の壁面を自力で自由に移動するためのアクセス装置と、コンクリート構造物の劣化の程度を判定するための診断装置とに大別することができる。検査機器には現在TVカメラと超音波非破壊検査器を採用している。

以下、その主な特長をあげると次のようになる。

① 建物や構造物の壁面・天井面に真空吸着して移動しながら、構造体等の剝離の有無やひび割れ等を検出することができる。

② 多数の独立した吸盤を持ったクローラ型の吸着移動方式のため、旋回や方向変換を容易に行うことができる。

③ ロボット本体の位置検出方法に三角測量方式を採用し、高精度な位置計測が可能（図-2参照）。

④ 検出結果、計測位置等のデータ収録・処理を自動的に行うことができる。

⑤ 各種検出器（センサ）をアタッチメント型式で代えることにより、各種の計測が可能である。ロボットの主な仕様を表-1に



写真-1 壁面診断ロボット“カベドード”

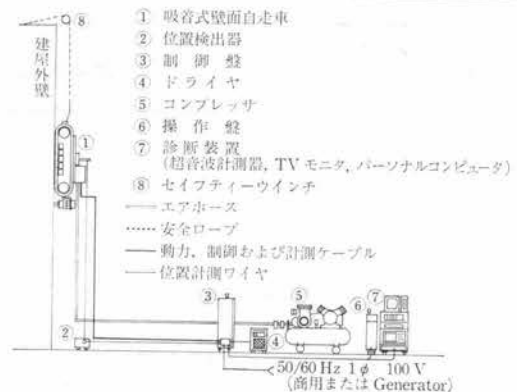


図-1 壁面診断ロボットの基本構成

表-1 カベドードの主要仕様

構成性能	壁面自走車+計測器 走行速度：上昇 Max 5 m/min, 下降 Max 7 m/min 動作：上・下、S字走行、回転（±90°）、横行 積載荷重：1.0 kg 以内
制御	マニュアル運転、自動運転
センサ	傾斜センサ、開口部・障害物センサ、圧力センサ
計測器	超音波計測器、TVカメラ
外径寸法	（長さ）1,060×（幅）830×（高さ）330 mm

示す。

用途

コンクリート構造物の壁面劣化診断の他、コンクリート構造物の塔状構造物（例えば、石炭サイロ、穀物サイロ等の比較的形の大きなもの）の壁面劣化診断等。

参考資料

・大林組の建設用ロボット“Robot” No. 58号

工業所有権

特許申請中 2件

問合せ先

（株）大林組技術研究所

〒204 東京都清瀬市下清戸 4-640

電話 清瀬 (0424) 91-1111

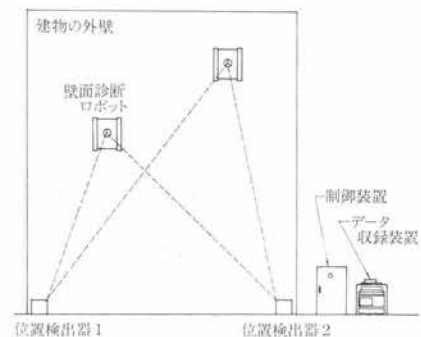


図-2 壁面診断ロボットの位置検出方法

新機種ニュース

調査部会

▶ブルドーザおよびスクレーパ

88-01-01	新キャタピラー三菱 (米国キャタピラー社製) ブルドーザ D10N	'88.1 新機種
----------	---	--------------

新大型ブルの第4弾で、これにより D11N から D8N まで N シリーズに統一された。高位置スプロケットによるバランスの良い長い接地長とボギーシステムにより、乗心地よく大きなけん引力を発揮し、足回り長寿命化も図れる。またタグリング機構によりブレードが車体に近づき掘削力を増し、モジュラー構造の伝動機構のほか、エンジン停止時自動ブレーキ、3段階警報モニター、エアコン付密閉加圧 ROPS キャブ、右 15° シフト運転席などの採用により、安全で作業性の良い機械としている。

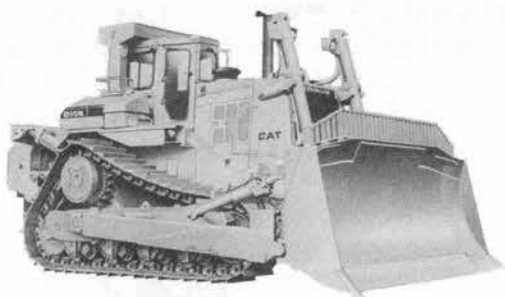


写真-1 CAT D10N ブルドーザ

表-1 D10N の主な仕様

総重量	62.8 t	接地長	3,875 mm
定格出力	527 PS/1,900 rpm	履帯中心距離	2,550 mm
全長	9,480 mm	シ ュ ー 幅	610 mm
全幅	4,865 mm	接 地 圧	1.33 kg/cm ²
走行速度	12.5 km/hr (前後進各3段)	ブレード寸法	4,865×2,055 mm

(注) セミユニバーサルドーザ、マルチジャンクリップ付の仕様を示す。

▶掘削機械

88-02-01	久保田鉄工 小型油圧ショベル KH-007	'88.1 新機種
----------	--------------------------	--------------

作業員の減少、高齢化などから、各種小規模作業の省力化ニーズが増し、超小型ショベルの要望が高まっているのに応えた新製品で、掘削積込みのほか、ハンドブレイカ、オーガ、杭打ち機、水中ポンプ、ハンドカッターな

ど多様な用途にも使われる。狭い全幅や旋回半径に加え、足回りはゴムクローラ、低騒音型など、都市土木、住宅関連等のきめ細かい作業への適性のほか、安全性、操作性、整備性、寒冷地始動性の良さなども備えている。



写真-2 クボタ KH-007 ミニバックホウ

表-2 KH-007 の主な仕様

標準バケット容量	0.02 m ³	輸送時全長 ×全幅	2,800×820 mm
機械重量	700 kg	走行速度	1.9 km/hr
定格出力	8 PS/2,500 rpm	接地圧	0.21 kg/cm ²
最大掘削深さ ×同半径	1,500×2,705 mm	最大掘削力	800 kg
最小旋回半径 (フロント+ 後端)	825+865 mm	騒音レベル	耳元 75.5 dB, 7 m 68 dB

(注) フロント最小旋回半径は左 80° スイング時の値で、非スイング時は 1,060 mm である。クローラ全幅 820 mm は、アダプタにより狭幅 700 mm、広幅 900 mm の両タイプに変更できる。

88-02-02	小松製作所 油圧ショベル PC75 UU-1	'88.1 新機種
----------	---------------------------	--------------

管理設工事など狭い現場の多い都市土木工事に最適な小旋回機で、0.25 m³ 級初の履帯幅内で全旋回できる新製品である。2.32 m の道幅さえあれば 180° 旋回積込みができ、また平行リンク式オフセット機構を使って正面を向いたままで側溝掘りができる。低速吸込式ファンに完全密閉ゴムマウント式の機械まわりで 58 dB/30 m、

表-3 PC75 UU の主な仕様

バケット容量	0.25 m ³	輸送時全長 ×全幅	6,175×2,320 mm
全装備重量	7.76 t	オフセット量	左 960 mm 右 810 mm
定格出力	55 PS/1,900 rpm	走行速度	3.1 km/hr
最大掘削深さ ×同半径	4.2×6.36 m	登坂能力	35°
最小旋回半径 (フロント+ 後端)	1.15+1.15 m	最大掘削力	4.5 t

新機種ニュース



写真-3 小松 PC75UU 超小旋回パワーショベル

79 dB/耳元と低騒音化を図っており、燃料エア抜き自動化、フロントピンダストシール装着のほか、ブレード標準装備、ゴムシューのオプション採用もされている。

▶積込機械

87-03-06	古河鋳業 車輪式トラクタショベル FL 35-I, FL 50-I	'87.10 '88. 1 新機種
----------	---	-------------------------

先進の HST を搭載した小型ホイールローダである。



写真-4 古河 FL 35-I ホイールローダ

表-4 FL 35-I ほかの主な仕様

	FL 35-I	FL 50-I
バケツ容量	0.35 m ³	0.5 m ³
常用荷重	550 kg	850 kg
運転整備重量	2.38 t	3.3 t
定格出力	28 PS/2,600 rpm	38 PS/2,800 rpm
ダンピングクリアランス	2,050 mm	2,465 mm
ダンピングリーチ	695 mm	780 mm
全長×全幅	3,530×1,550 mm	4,510×1,690 mm
最大掘起力	2.5 t	3.3 t
走行速度	15 km/hr	15 km/hr
タイヤサイズ	12.5/70-16-6 PR	15.5/70-18-8 PR

従来このタイプで欠点とされていた前後進の切替時や停止時のショックを減少させ、また走行系統の切替（前後進、ハイロー）は全て電気スイッチとし、操作がらくで、どんな作業でもエンストがなく運転性の向上が図られている。走行時の安定性を得るためにカウンタウエイトを標準装備し、運転席にはモニターランプ、エンジンのキーストップも設けられている。いずれも小型特殊自動車仕様で、普通免許で運転ができる。

87-03-07	新キャタピラー三菱 車輪式トラクタショベル 926E ほか	'87.12 モデルチェンジ
----------	-------------------------------------	-------------------

エンジン出力とけん引力アップにより掘削積込性能を向上させた中型機シリーズである。低燃費の直噴ターボディーゼルは大きなトルクライズと粘り強い作業力を生み出し、Zバーリンケージと強力な油圧力でバケット引き力も大きい。弾性懸架式のプラットフォームに装着された低騒音型加圧キャブはエアコンを標準装備し、上部の新型ライト、塗色などで外観イメージも一新している。エンジンキーストップ装置を 926、936 にも装備したほか、集中給脂、異常 3 段階警告モニタ採用などで取扱保守性も良い。



写真-5 CAT 950 E ホイールローダ

表-5 926E ほかの主な仕様

	926E	936E	950E	966E
バケツ容量 (m ³)	1.8	2.2	2.7	3.5
運転整備重量 (t)	9.55	11.85	15.2	20.0
定格出力 (PS/rpm)	112/2,400	137/2,200	162/2,200	219/2,200
ダンピングクリアランス (mm)	2,585	2,690	2,725	2,790
ダンピングリーチ (mm)	1,035	1,020	1,160	1,285
全長 (mm)	6,835	7,215	7,785	8,395
全幅 (mm)	2,440	2,710	2,795	2,825
走行速度 (km/hr)	32.5	34.3	33.0	34.5
最小回転半径 (最外輪中心) (m)	5.1	5.3	6.3	6.7
タイヤサイズ	17.5-25 -12 PR	20.5-25 -12 PR	23.5-25 -16 PR	26.5-25 -16 PR

新機種ニュース

▶クレーンほか

87-05-13	日立建機 クローラクレーン KH 230-3	'87.11 新機種
----------	------------------------------	---------------

日立 KH シリーズ (30~200 t ぶり) に新たに加わった全油圧式 60 t ぶり機で、主補巻独立ウインチ (2×2 システム) 採用によるすぐれた複合操作性をはじめ、新機構を折込み、操作性、安全性、点検整備性の向上を図ったものである。全馬力制御方式で大作業量化、省エネルギーを図り、超微速制御装置により巻上、走行などの作業性も良い。選択式巻上ブレーキ、低騒音設計、デジタル表示モーメントリミッタ、始業安全点検モニタ、無給脂ローラ、集中給脂 A フレーム等の採用で使いやすい機械としている。



写真-6 日立 KH 230-3 全油圧式クローラクレーン

表-6 KH 230-3 の主な仕様

つり上げ能力	60 t × 3.7 m	巻上ロープ速度	35/70 m/min
クラムシェル能力	グロス 5.5 t (0.8~1.2 m ³)	走行速度	1.5 km/hr
全装備重量	59.3 t (基本ブーム)	登坂能力	30%
定格出力	150 PS/2,000 rpm	接地圧	0.75 kg/cm ²
ブーム長さ	13~52 m	クローラ全長	5.72 m
ブーム+ジブ最長	46+18 m	クローラ全幅	4.5 m (縮小時 3.49 m)

(注) バケツはほかに、グラブ (砂利 1.6 m³, 石炭 3 m³, ポリッパ 1 m³), リフマグ (1.3~1.8 m³) などがある。

87-05-14	清水建設 (鈴康産業製) クレーンブーム高さ制限 警報装置 CHAS-21	'87.12 新製品
----------	---	---------------

油圧トラッククレーン、クローラクレーンなどに簡単に装着できるブーム接触事故防止用の警報装置である。

角度計、測長器からのデータと各設定スイッチにより地面からブーム先端までの距離を算出し、高圧線の下や、高架下など作業時の高さ制限のあるところで、ブームの先端があらかじめ設定した高さ以上に達するとブザーによる警報を発生し、オペレータに注意を促し、安全を確保する。制御部は手下げ式、センサ部はマグネット取付型であり、脱着は容易で、他のクレーンへの付け替えも簡単に行える。

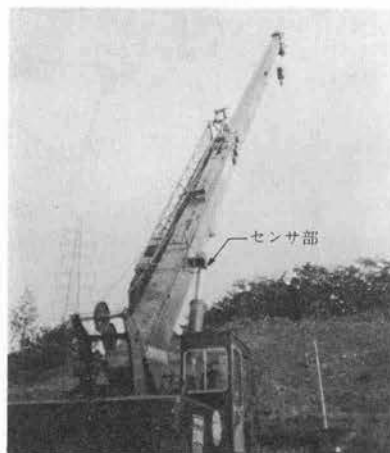


写真-7 清水 (鈴康) CHAS-21 クレーンブーム高さ制限警報装置

表-7 CHAS-21 の主な仕様

制限高さ限度	伸縮ブーム ブーム長 50 m 分まで 固定ブーム ブーム長 90 m 分まで
高さ検出精度	-0~+10 cm
寸法・重量	センサ部 260×290×370 mm 16 kg 距離センサ, 傾斜センサ, マグネットベース付 制御部 350×160×260 mm 6 kg 電源 DC 24 V 1.3 A (クレーンバッテリー電源使用)

▶基礎工事用機械

87-06-05	日平技術サービス 油圧バイプロハンマ NVZ-40, NVZ-60	'87.10.12 新機種
----------	---	------------------

シートパイル、H形鋼、鋼管杭、コンクリート杭などの打込み、引抜き用に開発された全油圧式機である。油圧駆動式のため、作業条件に合わせて振動数を任意に選定でき、クレーンの油圧を動力源とするため、発電機が不要でオペレータ 1 人でリモコン運転が可能である。緩衝装置装備で騒音も小さく、また薄型構造のため屏風打ち

新機種ニユース

ができ、壁際作業も容易で、止水構造のため水中作業もできる。



写真-8 日平技術 NVZ-40 油圧パイプロ

表-8 NVZ-40 ほかの主な仕様

	NVZ-40	NVZ-60
重量	2.35 t	3.15 t
起振力	2.4~21.8 t	4~28.6 t
振動数	600~1,800 rpm	600~1,600 rpm
偏心モーメント	600 kg·cm	1,000 kg·cm
チャック力	63 t	63 t
外形寸法	2,915×1,490×430 mm	3,350×1,600×470 mm
ベースマシン油圧源	280 kg/cm ² ×110 l/min 40 PS 以上	280 kg/cm ² ×145 l/min 55 PS 以上

▶せん孔機械、ブレイカ、トンネル掘進機など

87-07-07	日立造船 泥水式シールド掘進機 “マルチフェイスシールド”	'87.9 新機種
----------	-------------------------------------	--------------

環境面などで制約の多い大断面都市トンネルを経済施工するため従来型のシールド機2台を並列に連結させ特殊形状断面を掘進できるようにした新構想の製品である。カット機構は前後に位相差をもたせた独立切羽型の2連カットとし、カット面板で山留め効果もち、各カットの回転方向は自由に選べるものとしている。さらにシールド姿勢制御のための推力調整システム、切羽崩壊検知装置、セグメント組立機構、テールシール等にも工夫をこらしている (MF シールド工法は松本嘉司東大教

授, JR 東日本, 熊谷組との共同研究による)。

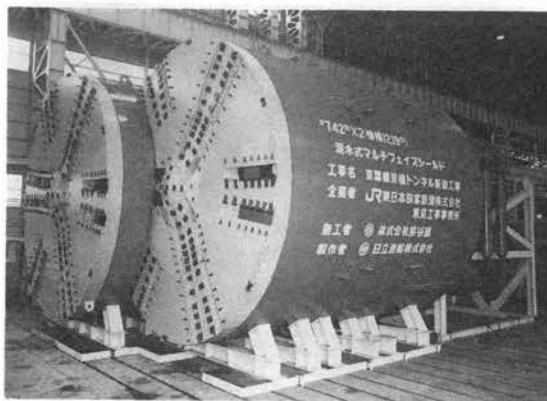


写真-9 日立造船 7.42m×2 泥水式マルチフェイスシールド機

表-9 マルチフェイスシールドの主な仕様

主寸法	7.42 m高×12.19 m幅 ×9 m長	カットトルク (1面あたり)	常用 467 t·m 最大 700 t·m
総推力	10,100 t	カット速度	0.43/0.86 rpm
掘進速度	4 cm/min	全重量	930 t

87-07-08	三菱商事 (甲南電機製) 油圧ブレイカ MKB 1400	'87.10 モデルチェンジ
----------	---------------------------------	-------------------

西独クルップ社との技術提携をもとに造られた MKB 1300 を改良し、パワーアップにより作業能力を 20% 向上させたものである。ガスエネルギー併用と油圧回路の工夫により、小油量で大きい破碎力もち、ノンアキュムレータ機構採用などでメンテナンス性を向上させてい



写真-10 三菱クルップ MKB 1400 油圧ブレイカ

る。また2段変速機構で作業内容に応じた破碎力の選択がレバー1本ででき、能率の良い作業ができる。

表-10 MKB 1400 の主な仕様

総重量	1.39~1.48 t (含ブラケット、 チゼル)	油圧	150~180 kg/cm ²
打撃回数	410~540/760 ~1,000回/min	打撃エネルギー	360/180 kg·m
必要油量	110~160 l/min	チゼル寸法	1,150 mm
		適用油圧シヨベル	0.7~1.2 m ³ 級

文献調査

文献調査委員会

メンテナンス管理システム による費用の節約

Too Much Maintenance Can Waste Money

Highway & Heavy Construction
May 1987

L.H. Lacy 社では従来の保守的なエンジンアワーに基づくメンテナンスシステムを改善し、機械の実稼働状態を把握するため、レコーダとコンピュータを結合したシステムを開発した。なお、このシステム（予防保全）は特に路面掘削、コンクリート舗装、土質安定処理、宅地造成に伴う道路整備等に専用化されている。

従来のエンジンアワメータに基づくメンテナンス間隔を管理する方法では、エンジンの稼働時間を知りえても、ユニット本体の実稼働時間は把握できない。油圧システム、トランスミッション、シリンダ、トルクコンバータ、ローラ、クローラドライブチェーンなど、どれも使用することにより劣化、摩耗するのであるが、エンジンが回転しただけでは劣化および摩耗は起こらないはずである。これらの構成装置の作動油交換、すき間点検および調整等は必要以上に行われることがしばしばあり、結果的には数千ドルもの損失となっている。

そこで 1926 年以來、レコーダとパーソナルコンピュータを組合せたシステムの開発が行われた。このシステムは即座にさまざまな利点を生み出した。たとえばレコーダにより記録されたチャートは事故調査に用いられ、機械の無許可使用、無謀運転の痕跡等を発見し、事故調査やクレーム処理に役立っている。

TFW 機械式実働レコーダの概要を次に述べる。

- ・対象物に振り子を装着することにより実働を記録（機械の振動を拾う）
- ・先端にサファイアがチップされているレコード針が

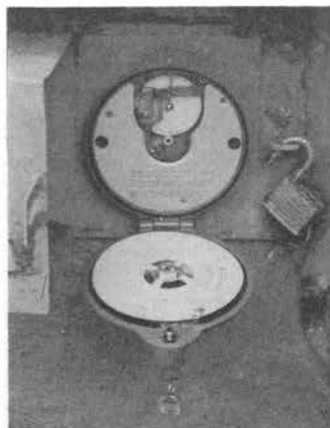


写真-1



写真-2

Excavation No.	Equip.	Crew	Last Wk.		Last 4 Wks.		Last 12 Wks.		Last 18 Wks.	
			Hrs.	%	Hrs.	%	Hrs.	%	Hrs.	%
10-020	Martin		35	63	93	53	321	59	445	52
12-003	Martin		1	2	1	0				
27-026	Martin		48	86	113	63	394	67	624	67
27-041	Martin		50	89	118	64	390	65	652	69
38-040	Martin		48	86	102	58	293	48	372	39
43-014	Martin		49	88	121	67	375	63	753	73
43-016	Martin		53	95	77	41	422	51	1035	63
43-017	Martin		52	93	87	49	255	51	529	57
43-018	Martin		51	91	124	69	398	67	693	67
43-019	Martin		52	93	134	74	460	79	909	77
50-063	Martin		33	59	61	32	256	44	411	45
Average				77%		52%		59%		61%

図-1 使用状況のレポート例

円周上のチャート紙上に記録

- ・連続 24 時間使用して 8 日間の記録が可能（電気を using していないので電氣的トラブルがない）

予防保全の操作および記録のコンピュータ化には 1 週間につき、1 人で 2 日間を必要とする。また不正書き換え対策として鍵付の堅牢な箱も必要でそれも備えている

文献調査

(写真—1 参照)。

次に、システム機器について述べる。

Argo IP-15 システムはセミオートマチックチャートリーダー、マイクロコンピュータ、プリンタなどからなり、オペレーティングデータをすばやく解析する能力を備えている。解析者はターンテーブル、センサ、拡大鏡、キーボードをチャートの解析に用いる。すなわち、

- ・チャートをターンテーブルにセットし、拡大鏡の焦点を合わせる
- ・手でターンテーブルを回し、チャートレコーディングを始める
- ・キーボード上のボタンにより情報をコンピュータにインプットする

以上の操作を全情報の入力完了するまで繰り返す(写真—2 参照)。

専用化されたニーズに応じてソフトウェアは作られた結果、チャートは1分以内に解析され、情報処理のために要する管理時間は問題とならない。またスリップフォームコンクリートペーパーのような機械に対しては、Argo タコグラフの装着が計画されている。これによりエンジン温度、クランクケース油温、作動油レベル等がモニタの対象となるであろう。

以上の予防保全、点検等はすべて出張サービスにより行われる。そのため数台のサービストラックがそれ専用の装置を備え、準備されている。その他、エンジン、ドライブトレイン、作動油装置等に関するオイル分析プログラムをも備えており、劣化状態、オイルおよびフィルタ交換時期を示すシステムも準備しているとのことである。

(委員：塩釜 清貴)

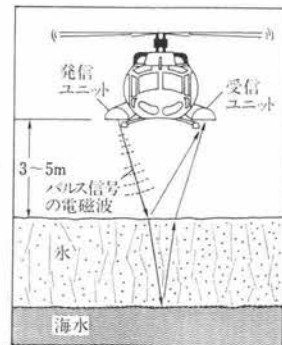
ヘリコプターによる調査

Surveying by helicopter

International Construction

May 1987

極地において操業する企業、特に油田の開発において氷雪の厚さは開発に必要な機材等の設計に対して大きな要素となる。現在まで、この数値を得るための一般的な方法はオーガや高温ドリルの使用によるものであった。しかし Exxon 社は Cambridge コンサルタントと共同で、ヘリコプターに搭載したインパルス信号のレーダユニットを使って氷の厚さを計測するという画期的な方法を開発した。Exstar (Exxon subsurface target airborne radar) と呼ばれるこのシステムは氷上 3~5m 上空のヘリコプターに装着した2つのユニットのうち一方から発信させる非常に短いパルス信号の電磁波を使用するものである。パルス信号のうちあるものは氷の表面で反射し、他のものは氷の中を通過し、氷と水の境界面で反射して受信ユニットにもどる。そして2つのパルス信号の時間的遅れをもとに氷の厚さを求めることができる。装置は現在のところ10m以下の精度しかないが、さらに改良が進んでいる。この方法はまた乾燥地帯における地下水資源の探査に対し、人工衛星を利用したものと地上での測量との中間的な方法として応用が期待されている。



図—2 Exstar システムの概要

(委員：樋口 明)

ISO規格紹介

ISO 部会

土工機械に関する ISO 規格 (29)

ISO 6015/1 油圧ショベルの作業力計測法
Earth-moving machinery—Hydraulic excavators—
Part 1: Methods of measuring tool forces

この ISO 規格は ISO/TC 127/SC 1 (性能試験方法) で審議され、1986 年に制定されたもので、油圧ショベルのホウ又はショベルバケットの刃先にかかる力及びグラブ及びクラムシエルの閉じ込み力の測定方法とその限界条件について規定したものである。

1. 序 文

本規格は、限界条件を加味して油圧ショベルの作業力を定める方法を規定する。

2. 適用範囲

本規格は、ISO 6165 に定義されたクローラ又はホイールマウント式及びアウトリガ付又は不付の油圧ショベルに適用する。

3. 参 照

ISO 6016	質量測定法
ISO 6165	基本用語
ISO 6746/1	寸法記号定義
ISO 7451	バケット容量 (油圧ショベル, ホウタイプ)
ISO 7546	バケット容量 (油圧ショベル, フロントローディングタイプ)

4. 定 義

下記定義を本規格のため採用する。

4.1 作業力

作業力は、バケット又はアームシリンダを単独に作動させた時、バケット刃先に生ずる実力とする。

円弧刃又は剣先刃バケットでは、バケット幅の中央点

で計測する。作業力は、バケット刃先の円弧運動の接線方向で計測する。

4.2 グラブ及びクラムシエルの閉じ込み力

閉じ込み時の刃先又は爪先間での最大力とする。

4.3 質 量

ISO 6016 で定義された運転時質量とする。

4.4 油 圧 力

4.4.1 システム油圧力：ポンプ吐出口近傍で計測される公称圧力 (システムリリーフ弁圧力)

4.4.2 回路リリーフ圧力：回路リリーフ弁で得られる各回路 (例、リフト又はバケットシリンダ) での最大圧力

4.5 限界条件 (8.1 参照)

4.5.1 油圧限界条件：リリーフ弁作動時に作業力又は持上げ力は制限される。

4.5.2 エンジン出力限界：エンジンストール時に作業力は制限される。

4.5.3 転倒限界：本体転倒時に作業力は制限される。

4.5.4 スリップ限界：試験場面での本体スリップ時に作業力は制限される。

5. 器 具

計測器具は、下記のものを用意する。

5.1 計測する作業力に見合った容量の荷重計、読み取り装置込みの精度 $\pm 2\%$

5.2 油圧計、精度 $\pm 2\%$

5.3 ワイヤロープ、シャックル、プーリー、安全チェーン、調整可能な支持フレーム。

5.4 直線寸法計測器、精度 $\pm 2\%$

6. 試 験 場

試験場は、アンカを有し、荷重計を使用出来るスペー

ISO規格紹介

スを有する水平堅固な平面で、コンクリート面が望ましい。地表面下で計測する場合は、治具を設置するに十分な深さと、荷重計、アンカ補器類を使用するに十分なスペースを有するビットが必要となる。

注) 荷重計を直引しての計測が望ましいが、プーリーを介しての計測の場合、全体精度 $\pm 2\%$ を維持すべくその摩擦力を配慮のこと。ロープ質量も測定値に影響するので極力短かくすること。

7. 試験準備

機械を清掃し、ISO 6016 の規定通りに整備する。

専用バケット又は作業機、及び専用カウンターウェイトを取付け、メーカ指定のタイヤ圧、タイヤバラスト及びトラックテンションとする。

各試験での作業装置は、バケットピン、リンクピン、アームピン位置を種々変えてメーカ指定通りとする(図-1 参照)。

試験前に、エンジン、油圧システムを正常温度にし、油圧システム圧力をメーカ指定値に合わせる。

機械を試験場に置き、専用バケット、又は作業機を図-1~図-5 に示した様にロードセルに直結する。

リンク姿勢は、計測する作業力によって決めること。

8. 試験方法

8.1 一般

試験は、メーカの運転指導書及び全ての安全規則を参照して実施すること。安全チェーンを取付け、転倒防止をはかること。エンジンをメーカ推奨最高回転にし、所要シリンダを各々単独に作動させ、バケット刃先又は作業機の作動力を記録する。シリンダストロークを変化させて、ブーム、アーム、バケットの相対角度を種々変えた一連の動作をし、最大作業力を得る姿勢を見つけること。

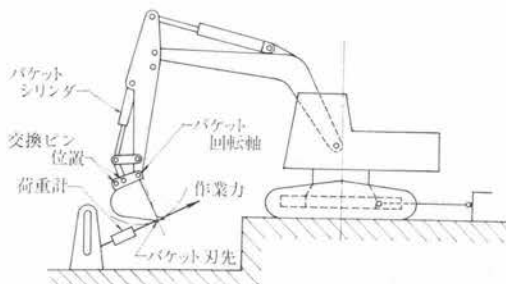


図-1 ホウ装着の油圧掘削機バケットシリンダ作動時の最大作業力計測模式図

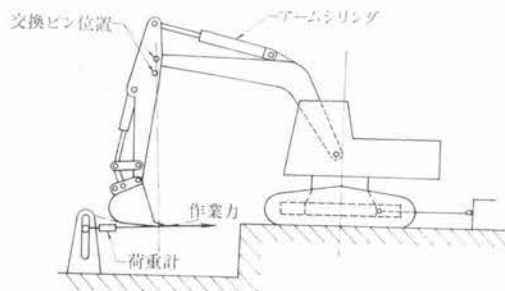


図-2 ホウ装着の油圧掘削機アームシリンダ作動時の最大作業力計測模式図

と。

4.5 で定義した限界条件を各試験毎に明記すること(9.2 参照)。油圧限界の時は、リリーフ圧を越えたシステム、又は回路を明記すること。転倒限界の時は、転倒開始時の作業力を明記すること。安全チェーンは、転倒限界が判定出来、かつ転倒防止出来る様ゆるく機械に装着しておくこと。スリップが発生した時は、機械を固定して計測し、結果に機械固定による最大力であることを明記すること。ブーム、アーム、作業機、シリンダ、及びテレスコプブームについて、各々回転ピン位置を変えた場合、各々の相対ピン位置を明記すること。アウトリガー付機械については、メーカ仕様通り、アウトリガー上げ、又は下げで試験を実施すること。各試験は3回実施し、最大値及び平均値を明記すること。

作業力は、前記一般条件と次記 8.2, 8.3, 8.4 及び図示した条件によって計測すること。

8.2 ホウ装着のショベル(図-1, 図-2 参照)

8.2.1 バケットシリンダ作動時の最大作業力: バック回転軸に対し、バケットに最大巻込みモーメントを与えるべく位置したバケットシリンダによってバケット刃先に生ずる最大力。バケット刃先は、機械本体に向けて動かし、力はバケット刃先が描く円弧の接線方向で計測すること(図-1 参照)。

8.2.2 アームシリンダ作動時の最大作業力: アーム回転軸に対し、アームに最大回転モーメントを与えるべく位置したアームシリンダによってバケット刃先に生ずる最大力。バケットは、8.2.1 で定義した姿勢とするが、この時アーム回転軸を中心にしてバケット刃先が描く円弧が最外側縁となること。力はこの円弧の接線方向で計測すること(図-2 参照)。

8.3 フェイスバケット装着のショベル(図-3, 図-4 参照)。

8.3.1 バケットシリンダ作動時の最大作業力: バケッ

ISO規格紹介

ト回転軸に対し、バケットに最大巻込みモーメントを与えるべく位置したバケットシリンダによってバケット刃先に生ずる最大力。バケット刃先は機械本体により遠くの側に動かし、力はバケット刃先が描く円弧の接線方向で計測すること（図-3 参照）。

8.3.2 アームシリンダ作動時の最大作業力：アーム回転軸に対し、アームに最大回転モーメントを与えるべく位置したアームシリンダによってバケット刃先に生ずる最大力。バケットは、8.3.1 で定義した姿勢とするが、この時、アーム回転軸を中心にしてバケット刃先が描く円弧が最外側線となること。力はこの円弧の接線方向で計測すること（図-4 参照）。

8.4 グラブ又はクラムシェル装置のショベル

8.4.1 最大グラブ又は最大クラムシェル閉じ力：油圧シリンダ等で最大閉じ力が生ずる位置にして荷重計をクラムシェルの切刃間に装着し計測すること。その時の切刃間寸法を明記すること（図-5 参照）。

9. 試験結果

9.1 機械の一般仕様

次記項目を明記すること。

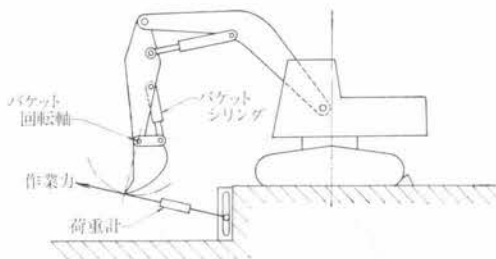


図-3 フェイスバケット装着の油圧掘削機バケットシリンダ作動時の最大作業力計測模式図

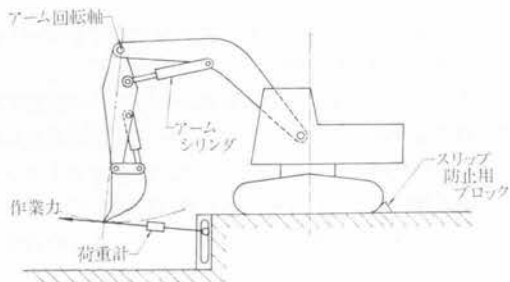


図-4 フェイスバケット装着の油圧掘削機アームシリンダ作動時の最大作業力計測模式図

9.1.1 a) 型式 b) 機種名
c) メーカー名 d) 機械質量(kg)
ISO 6016 参照 e) システム油圧力 (MPa)

9.1.2 下部機構の型式（クローラ又はホイールマウント）

a) クローラ式 (ISO 6746/1 参照)

- 1) トラックシュー型式
- 2) 最大幅（トラック外幅）W1 (m)
- 3) トラックゲージ W2(m)
- 4) トラックシュー幅 W4 (m)
- 5) トラックベース（アイドラ及びスプロケット間距離）L2 (m)

b) ホイール式 (ISO 6746/1 参照)

- 1) トレッド（輪距）W3 (m)（前後軸が異なる時は、両軸を記す）

2) ホイールベース（軸距）L3 (m)

- 3) タイヤサイズ
- 4) タイヤ空気圧 (kPa)
- 5) タイヤパラスト (kg)

9.1.3 作業機仕様

- a) ブーム長さ（適用ピン間距離）
- b) アーム長さ（ " ）
- c) バケット容量 (ISO 7546, ISO 7451 参照), 質量 (kg)
- d) アタッチメント名及びその質量 (kg)
- e) カウンターウエイト (kg)
- f) アウトリガー（作動時のバケット間距離）W6 (m)

9.2 結果の記載

計測した作業力を下表に記載する。

（堅川 登）

表-1 試験結果表

装着作業機	ピン位置とアーム長さ	作業力 (N)	限界条件
最大作業力(ホウ装着)			
バケットシリンダ作動時			
アームシリンダ作動時			
最大作業力(フェイスバケット装着)			
バケットシリンダ作動時			
アームシリンダ作動時			
グラブ又はクラムシェル閉じ力	爪又は切刃間距離		

(注) 作業力は3回計測の平均値, 最大値を記す。

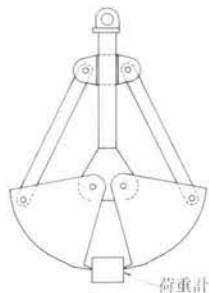


図-5 グラブ又はクラムシェル最大閉じ力計測模式図

整備技術

整備部会

新しい診断・再生技術

(第14回)

足回り再生

整備部会技術委員会

1. まえがき

建設機械のうち、特にブルドーザの足回り再生は昔から多くの人工を必要としてきた。最近是人件費も漸時、高騰の傾向にあり、人工節減のため省力化再生機器の開発が要望されている。また一方ではブルドーザの大型化に伴い、再生機械の能力向上も要望されており、これらの要望に応えるためどのような開発、改良が為されているかを、ローラ関係の再生機器とトラックリンク関係の再生機器に分けて最新の状況を紹介する。

2. ローラ関係再生機器

ローラの再生は路面やフランジを肉盛溶接することにより行われる。

最近、マルマ重車輻で開発した MRW-F 型ローラ自動溶接機(写真-1 参照)は、潜弧溶接法を採用し、次の特長を有している。

① ローラを分解しないで溶接再生ができる内部水冷装置(特許 No. 906684)を有している。

ローラは従来、分解してシェルだけを溶接再生し、再び組立てていた。理由は組立てたまま溶接作業を行うとローラ内部のゴム製シールが熱により焼損するからである。マルマの開発した内部水冷装置を使用すれば、ゴム製シールの熱による焼損を防止できるので、ローラの分解組立に要する人工が不要になり、従って修理費の低減

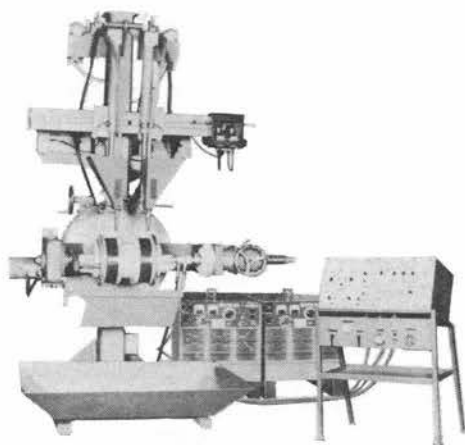


写真-1 ローラ自動溶接機 (MRW-F)

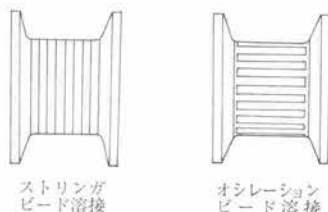


図-1 ストリングビード溶接とオシレーションビード溶接

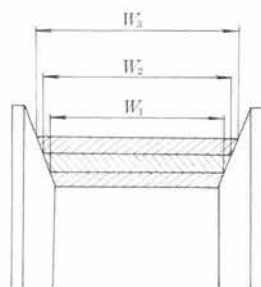


図-2 オシレーション幅の増加

が図れる。勿論、分解したシェルだけを溶接再生する能力も有している。

② ストリングビード溶接とオシレーションビード溶接ができる(図-1 参照)。

ストリングビード溶接は、従来からローラの溶接に使用されてきたが、オシレーションビード溶接は最近になって盛んに使用されるようになった。理由はストリングビード溶接に比べ、溶接中に人が常に監視してフラックススラグを取除く必要が無く、熱によるローラの収縮も少ないうえ、溶接肌がきれい等の利点がある。ただしオシレーションの幅は、図-2 に示すように一層ごとに W_1 , W_2 , W_3 と順次増加してやらねばならない。今ま

整備技術



写真-2 スラグ自動除去装置

で、この幅の変更は一層ごとに作業員が手で行っていたが、MRW-F型ではこれを完全自動化したうえ一層ごとの溶接ノズルの上昇や所要の厚さに肉盛りした後の溶接停止も全部自動化されたので、始動スイッチを入れた後は溶接完了まで時々点検するだけで良く1人の作業員が2~3台の溶接機を同時に使用し、ローラを溶接しながら別の作業もできるので人件費の節約に大いに役立つようになった。

③ 水温調節装置を有している

良好な溶接結果を得ながらシールを過熱から守るためには、ローラ内部を流す水の温度を所望の通り調節する必要がある。この装置はローラ入口水温を任意の温度(種々の条件による)に保つようになっている。

④ スラグ自動除去装置を有している

ローラ溶接面に溶着したフラックス(スラグ)は従来、作業員がつき切りでチップングハンマを使い叩き落していた。この作業を自動化することにより省力化を図ったのがスラグ自動除去装置(写真-2参照)である。

⑤ 真空フラックス回収装置(オプション)

潜弧溶接では、常にフラックスを溶接個所に供給してやらねばならない。ローラ溶接機では回転しているローラの溶接面に上部からフラックスを落してやる。この作業を自動化し、さらに地面に落下したスラグと未使用フラックスを振り分け、フラックスだけを回収して真空ポンプでローラ溶接機上部のホップに戻し、自動的に再使用するようにしたものである。

3. トラックリンク関係再生機器

(1) 油圧シューボルトレンチ

トラックシューをリンクに結合しているシューボルトは、平均して1台に約300本もあり、しかも強く締めるので大変骨の折れる仕事である。この仕事を1人で、

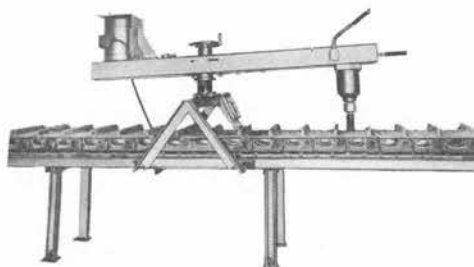


写真-3 電動シューボルトレンチ(MSW 6-S)

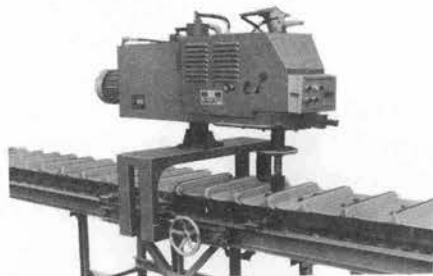


写真-4 油圧シューボルトレンチ(MTC-2)

しかも短時間に行うためにシューボルトレンチが使用されている。

強力な大型空気式インパクトレンチをつり下げて使用する方法は取扱いが不便だったので現在はハイトルクモータ(3馬力で普通モータの5馬力に相当)と強力インパクト機構を組合せた電動シューボルトレンチ(MSW 6-S)(写真-3参照)が小型高能率(608 kg-m)のため、広く使われている。しかし最近ではインパクト機構が発する騒音公害が問題になってきたことと、ブルドーザの大型化に伴い高トルクのレンチの要求が生じてきた。

写真-4は最近開発された油圧シューボルトレンチ(MTC-2)で前記の要求を満たしたもので次の特長を有している。

① 低騒音

本機から1m離れた地点での騒音は、75 dB(A)以下(MSW 6-Sは最大時120 dB(A)以上)

② トルク設定の正確化・容易化

規定のシューボルト締付けトルク $\pm 5\%$ 以下の誤差で均一に締付けることができるうえに、規定トルク締付け後任意角度の増締めが自動的にできる機構を有しており、この増締め自動機構が大きな特長である。

③ 操作簡易化

前記①、②の特長を出すために油圧化されたが、油圧化により従来の機器に比べてシューボルトに無理がかからず(締め始めや締め終りは低速高トルク、途中は高速低トルク)ボタン操作で取扱いが簡単なうえ特別な熱

整備技術

練を要しなくなった。

(2) トラックプレス

最近の超大型ブルドーザ (CAT D 11 等) のリンク分解には、300 t の力が要求されている。さらにオイル封入式リンクの組込シーリングを損傷させないため、組立寸法の正確さが要求されている。

以上の要求を満たすため、開発したのがトラックプレス MTP-310 (写真-5 参照) である。

MTP-310 型は、フレームを一体鋳鋼にしたのと同時に、写真-5 に示すようにフレーム上部にタイロッドを採用してフレームのたわみの減少を図った。さらに操作レバーの数を減じ、作業員保護用プロテクタを取付ける等の改良を行って組立精度、省力化、安全性の向上を図っている。マルマではトラックプレスの自動化を図り、その最初の試みとして写真-6 に示す MTP-280 A を完成した。

自動化の要求は将来、各種のトラックプレスに及ぶと予想される。このプレスはトラックリンクの分解組立用油圧シリンダのストロークと圧入力の両方をあらかじめ正しくセットすれば、ラムは1回の押ボタン操作で正確に前進-プッシング-後退を行う。また組立後トラック

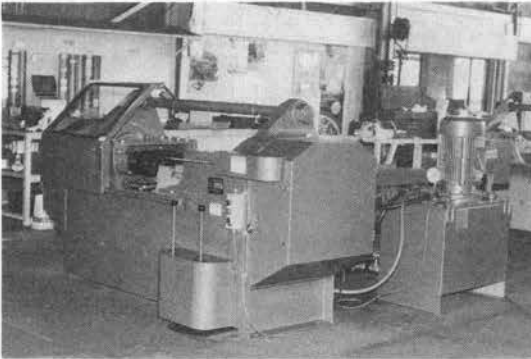


写真-5 310 t トラックプレス (MTP-310)

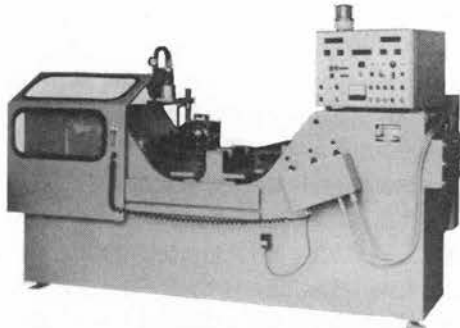


写真-6 280 t 自動トラックプレス (MTP-280 A)

リンクの1ピッチ送り出し、あるいは分解時の1ピッチ引込み作業も1回の押ボタン操作で自動的に行う。従って従来人間の勘に頼っていた組立作業に比べ、ラムの押し過ぎや押し不足による再作業が減少し未熟練者でも簡単に完全な作業が行える利点がある。

(3) オイル封入式履帯用テスト兼給油機

オイル封入履帯はトラックプレスで組立てた後、シーリングの機能を調べ給油しなければならない。

写真-7 はMLT-2 型テスト兼給油機を示す。

写真-8 は給油ノズルをピンに挿入している状態を示し、手元にある2つのボタンの1つを押すとピンの油孔の中の空気を抜き取り真空状態にする。ゲージが一定時



写真-7 オイル封入式履帯用テスト兼給油機 (MLT-2)

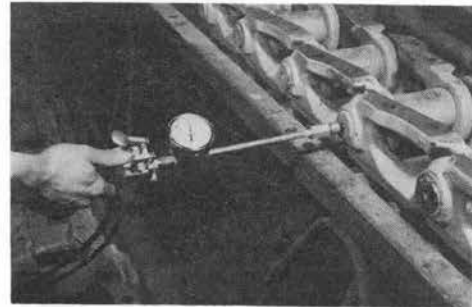


写真-8 給油ノズルをピンに挿入

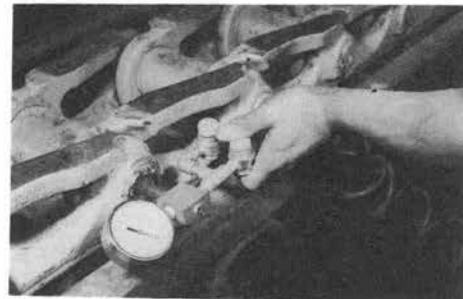


写真-9 ピンの真空度テスト

整備技術

間、規定の真空状態を維持すればシールが完全であることを確認できる。ゲージが規定の真空度を所定時間維持しない時は、シール不良なので履帯を分解、シール交換のうえ組直しをする。シール機能が完全な場合は、写真—8 に示す他方のボタンを押すとテスト時の真空を利用して油は自動的にピンの油孔に充填される。

写真—9 はテスト専用のノズルを示す。(2) 項で述べた MTP-280 A 型の自動プレスには、これと同じ機能のテスト装置が組込まれていて、1 リンク組立て完了ごとに自動的にテスト装置が働いてシール機能を調べるようになっている。

4. 足回り再生ライン

今まで紹介したのは足回り再生に使用する機器のうち最近省力化のために改良されたり開発されたもののうち目立ったものである。足回り再生の全工程を分析し、トラックローラおよびトラックリンクの2つに分けて分解、検査、洗浄、組立、検査、塗装の全工程を時間的に、

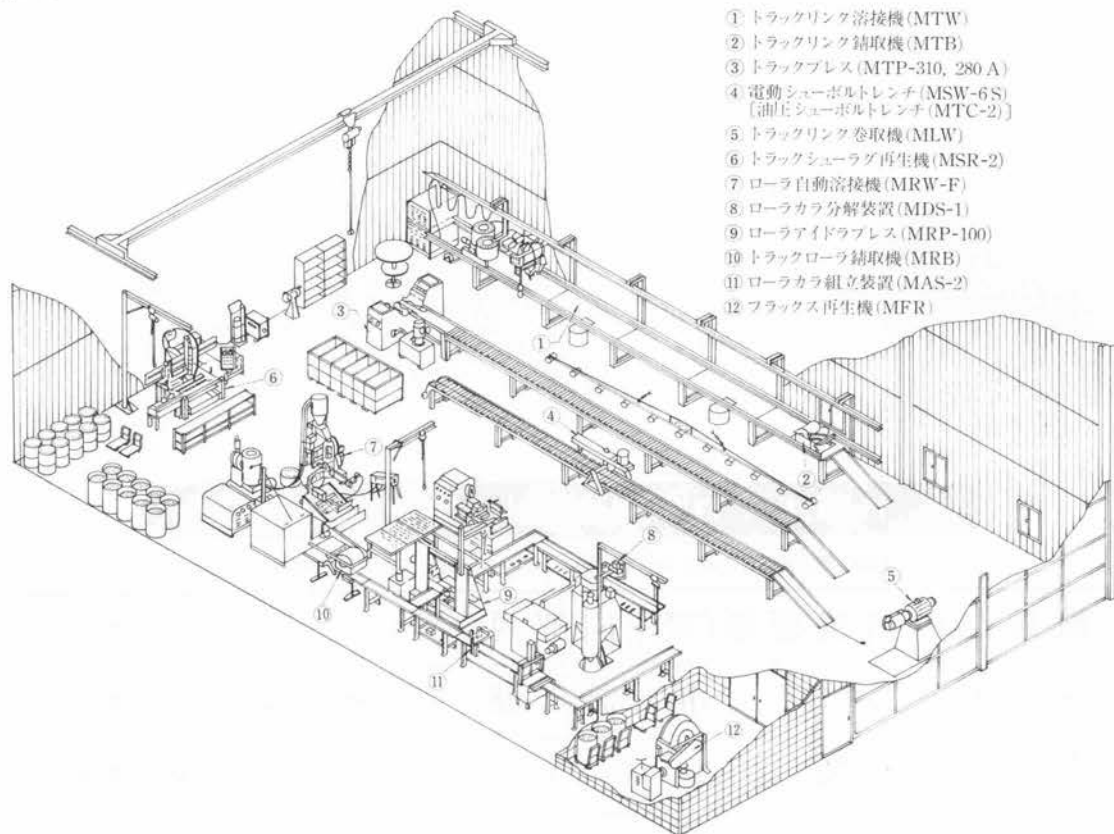
労力的に無理、無駄、むらの無いようライン化したものが図—3 である。このライン化により従来は3人配置していたローラ整備がマテリアルハンドリング改良により1人でできるようになり作業の疲労度も以前よりはるかに少なくなっている。

5. 新しい溶接材料

足回り再生をもっと短時間に行うために、再生機器の改良の他に溶接ワイヤ等の改良も行われている。

現在足回り再生に使われているワイヤは、 $\phi 3.2\text{ mm}$ および $\phi 4\text{ mm}$ で、溶接電流 300 A~375 A、ワイヤ供給速度 100~130 cm/min のものが多い。最近、溶接ワイヤに特殊な合金を加え、450~500 A、250 cm/min という大電流、高速度で従来より溶着金属層を厚くして短時間に再生を完了しようとする傾向がある。特に米国で熱心に研究と実験が重ねられている。

また別にパウダ溶接も研究されている。これは、図—4 に示すように溶接ワイヤと溶接パウダを同時に使用する



- ① トラックリンク溶接機(MTW)
- ② トラックリンク鋳取機(MTB)
- ③ トラックプレス(MTP-310, 280 A)
- ④ 電動シューボルトレンチ(MSW-6S)
[油圧シューボルトレンチ(MTC-2)]
- ⑤ トラックリンク巻取機(MLW)
- ⑥ トラックシューラグ再生機(MSR-2)
- ⑦ ローラ自動溶接機(MRW-F)
- ⑧ ローラカラ分解装置(MDS-1)
- ⑨ ローラアイドラプレス(MRP-100)
- ⑩ トラックローラ鋳取機(MRB)
- ⑪ ローラカラ組立装置(MAS-2)
- ⑫ フラックス再生機(MFR)

図—3 足回り再生ライン

整備技術

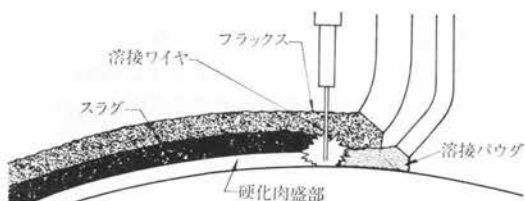


図-4 パウダ溶接の原理

るものである。溶接ワイヤのみの場合は、熱がアークの発生している所だけしか有効に働かず、残りは母材を溶かすのに無駄に使われている。パウダ溶接では、この母

材を溶かす熱をパウダを溶かすために有効に使うのでワイヤのみの溶接に比べ、同じ電流で同じ時間に約2倍の肉盛ができ、総合的に再生コストの低減につながる。

6. あとがき

本稿では最近の足回り再生機器について紹介した。建設機械の大型化と構造の進歩に伴って、再生機器もどんどん進歩している。これらの機器を十分に使いこなしてコスト低減に役立てて頂ければ幸いである。

(倉田 恒三)

社団法人 日本建設機械化協会発行図書

(105) 東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館内 電話 東京 (03) 433-1501

機械工事塗装要領(案)・同解説	A 5判	80頁	定価 900円	〒300円
ダムの工事設備	B 5判	690頁	*定価 5,000円	〒500円
建設機械と施工法 シンポジウム 論文集 (昭和62年度版)	B 5判	170頁	定価 35000円	〒400円
会員名簿 (昭和62年度版)	A 5判	199頁	定価 1,000円	〒300円

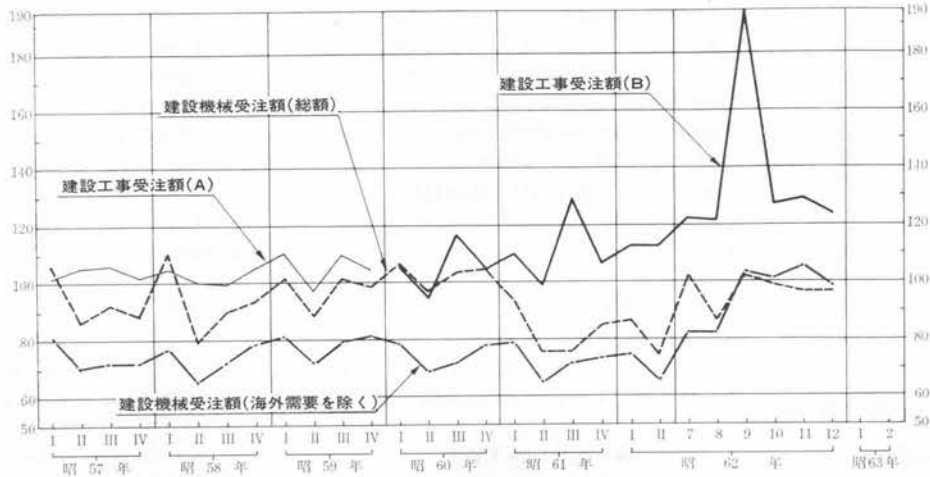
(注) * 印は会員割引あり

統計

調査部会

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額：A、昭和57年～59年 建設工事受注調査(A調査第1次43社)季節調整済(指数基準昭和55年平均=100)
 B、昭和60年～ 「A調査50社」 (* 昭和59年度平均=100)
 建設機械受注額：機械受注実績調査(建設機械企業数23前後) (* 昭和55年平均=100)



建設工事受注 (第1次 43 社分)

(単位：億円)

昭和年月	総計	受注者別						工事種別		未消化工事高	施工高
		民間			官公庁	その他	海外	建築	土木		
		計	製造業	非製造業							
57年	94,098	52,808	10,955	41,853	33,030	1,164	7,095	55,931	38,167	85,996	94,868
58年	94,720	53,419	10,045	43,374	32,690	926	7,686	56,723	37,997	92,450	95,011
59年	96,162	55,451	13,242	42,209	32,436	928	7,347	58,492	37,671	97,991	98,641

建設工事受注 A 調査 (50 社分)

(単位：億円)

昭和年月	総計	民間	官公庁	その他	海外	建築	土木	未消化工事高	施工高		
60年	120,483	72,628	16,445	56,182	3,562	3,740	10,554	75,931	44,552	121,504	125,133
61年	126,587	78,242	13,066	65,175	3,179	4,353	6,814	78,356	48,232	122,631	124,257
61年12月	11,140	7,042	1,063	5,979	3,522	293	283	6,865	4,275	122,631	10,831
62年1月	8,272	5,981	1,542	4,439	1,607	248	436	6,064	2,209	125,568	9,380
2月	8,496	6,142	926	4,217	1,823	330	201	5,913	2,583	123,417	10,799
3月	15,365	10,170	1,380	8,790	3,906	444	845	10,014	5,351	125,146	14,070
4月	9,328	7,316	959	6,356	1,562	341	109	6,346	2,982	125,205	10,205
5月	10,764	7,497	1,201	6,296	2,609	334	325	7,255	3,509	125,952	10,595
6月	12,148	7,436	1,056	6,379	3,915	367	426	7,764	4,384	127,705	11,039
7月	11,695	7,644	1,195	6,448	3,292	365	394	7,428	4,267	130,010	11,052
8月	11,565	7,044	1,313	5,731	3,847	351	323	7,145	4,420	129,789	11,218
9月	18,670	10,856	1,664	9,192	5,776	528	1,510	11,252	7,418	135,718	13,131
10月	12,208	7,911	1,382	6,528	3,085	459	754	7,745	4,463	136,235	11,349
11月	12,407	8,282	1,191	7,092	3,433	519	172	7,962	4,445	136,296	12,199
12月	11,913	8,013	1,292	6,721	3,248	410	242	7,977	3,937	—	—

12月は速報値

建設機械受注実績

(単位：億円)

昭和年月	57年	58年	59年	60年	61年	61年12月	62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	9,340	9,394	9,752	10,277	8,229	660	612	705	849	583	598	681	857	721	851	825	806	804
海外需要	4,466	4,550	4,569	4,413	3,508	275	244	321	376	236	246	300	407	271	283	268	226	258
海外需要を除く	4,874	4,844	5,183	4,864	4,721	385	368	384	473	347	352	381	450	450	568	557	580	546

(注) 1. 昭和57年～62年6月は四半期ごとの平均値で図示した。

2. 「建設工事受注額」の50社のシェアは建設投資推計額に対し、約23%程度である。

出典：建設省建設工事受注調査

経済企画庁機械受注実績調査

行 事 一 覧

(昭和 63 年 1 月 1 日～31 日)

運 営 幹 事 会

期 日：1 月 12 日 (火)
出席者：川端徹哉幹事長ほか 46 名
議 題：①昭和 62 年度における各部会、専門部会および建設機械化研究所運営上の問題点について ②民間開発建設技術の技術審査・証明事業の実施について ③前記に伴い専門部会に「技術審査証明受付審査会」を新設することについて ④専門部会に「創立 40 周年記念事業実行委員会」を新設することについて ⑤昭和 63 年 1 月～12 月の主要行事予定について

広 報 部 会

■機関誌編集委員会

期 日：1 月 13 日 (水)
出席者：本田宜史委員長ほか 24 名
議 題：①昭和 63 年 3 月号 (第 457 号) 原稿内容の検討、割付 ②同 5 月号 (第 459 号) の計画

■除雪機械展示・実演

期 日：1 月 27 日 (水)～28 日 (木)
出品社：28 社
入場者：約 3,500 名

■文献調査委員会

期 日：1 月 29 日 (金)
出席者：長 健次委員長ほか 4 名
議 題：機関誌掲載原稿について

技 術 部 会

■機械施工法令研究委員会

期 日：1 月 8 日 (金)
出席者：藤本義二委員長ほか 9 名
議 題：労働安全衛生法の改正の方向について

機 械 部 会

■機械部会

期 日：1 月 11 日 (月)
出席者：杉山庸夫副会長ほか 37 名
議 題：①建設機械の構造物要件について ②騒音レベルのカタログ等表示基準について ③低騒音型建設機械の騒音判定基準について

■締固め機械技術委員会

期 日：1 月 18 日 (月)
出席者：小尾善昭委員長ほか 7 名
議 題：低騒音型建機設の騒音判定

基準について

■基礎工事用機械技術委員会

期 日：1 月 19 日 (火)
出席者：長 健次委員長ほか 5 名
議 題：低騒音型建設機械の騒音判定基準について

■コンクリート機械技術委員会

期 日：1 月 19 日 (火)
出席者：今井一夫委員長ほか 3 名
議 題：①低騒音型建設機械の騒音判定基準について ②建設機械の構造要件について

■グレーダ技術委員会

期 日：1 月 21 日 (木)
出席者：村松貞夫委員長ほか 4 名
議 題：①建設機械の構造要件について ②昭和 63 年度事業計画について

■部品標準化委員会

期 日：1 月 21 日 (木)
出席者：石原晴美委員長ほか 3 名
議 題：建設機械用油圧過器規格(案)の見直しについて

■トラクタ技術委員会

期 日：1 月 22 日 (金)
出席者：鈴木 隆委員長ほか 13 名
議 題：低騒音型建設機械の騒音判定基準について

■建設機械用電装品・計器研究委員会

期 日：1 月 22 日 (金)
出席者：阿部 勉委員長ほか 5 名
議 題：建設機械用フェューエルゲージ(案)について

■機械部会

期 日：1 月 25 日 (月)
出席者：杉山庸夫副会長ほか 27 名
議 題：低騒音型建設機械の騒音判定基準について

■油圧機器技術委員会

期 日：1 月 29 日 (金)
出席者：伊藤容之委員長ほか 4 名
議 題：①昭和 63 年事業計画について ②新技術紹介について

整 備 部 会

■技術委員会第 1 分科会

期 日：1 月 20 日 (水)
出席者：小布施哲男委員長ほか 8 名
議 題：昭和 63 年度事業計画について

機 械 損 料 部 会

■シールド工事用機械委員会

期 日：1 月 28 日 (月)
出席者：藤田修照委員長ほか 18 名
議 題：①シールド掘進機の見積様式の検討 ②昭和 63 年度「シールド

委員会」について

I S O 部 会

■第 2 委員会

期 日：1 月 12 日 (火)
出席者：長谷川保裕委員長ほか 10 名
議 題：①TC 127/SC 2 N 299 Operator's restraint system ②TC 127/SC 2 N 300 Investigation of the load factor ③TC 127/SC 2 N 301 Lift capacity of pipe layers ④TC 127/SC 2 N 302 H/E lift capacity ⑤TC 127/SC 2 N 304 H/E tool factors 測定法 ⑥TC 127/SC 2 N 305 Loader-tool forces and tipping load

■第 1 委員会

期 日：1 月 20 日 (木)
出席者：佐藤瑞徳委員長ほか 8 名
議 題：①TC 127/SC 2 N 301 Lift capacity of pipe layers ②TC 127/SC 2 N 302 H/E lift capacity ③TC 127/SC 1 N 292, N 293 Dumper 等の retarder performance

■第 3 委員会

期 日：1 月 22 日 (金)
出席者：滝沢幸利委員長ほか 8 名
議 題：New work item について

■第 4 委員会

期 日：1 月 29 日 (金)
出席者：渡辺 正委員長ほか 6 名
議 題：①昭和 63 年度 JIS 原案作成の準備について ②ISO 6165 Basic types-Vocabulary

標 準 化 会 議 お よ び 規 格 部 会

■運営連絡会

期 日：1 月 7 日 (木)
出席者：岩永明男部会長ほか 11 名
議 題：昭和 63 年度建設機械関連 JIS 希望課題について

■JIS 体系調査分科会

期 日：1 月 21 日 (木)
出席者：藤本義二分科会長ほか 11 名
議 題：“建設機械に関する JIS 規格体系調査”報告書(案)について

業 種 別 部 会

■建設業部会、リース・レンタル業部会 合同研究会

期 日：1 月 19 日 (火)
出席者：宮原 堅委員長ほか 21 名
議 題：レンタル標準契約書の研究について

橋梁補修塗装 自動化研究委員会

■ワーキンググループ会議

期 日：1月14日(木)
出席者：長 健次委員長ほか9名
議 題：案の評価方法について

■委員会

期 日：1月27日(水)
出席者：長 健次委員長ほか16名
議 題：改訂案補正事項および評価表の審議

河川管理施設管理マニュアル検討委員会・排水機場設計合理化委員会合同委員会

■合同委員会

期 日：1月14日(木)
出席者：村松敏光委員長ほか17名
議 題：昭和62年度検討業務のとりまとめについて

建設機械構造要件調査委員会

■委員会

期 日：1月26日(火)
出席者：藤本義二委員長ほか9名
議 題：中間報告

支部行事一覧

北海道支部

■除雪機械展示・実演会見学会

期 日：1月26日(火)～29日(金)
場 所：富山県富山市
参加者：93名

東北支部

■建設業分科会

期 日：1月21日(木)
出席者：小坂金雄分科会長ほか10名
議 題：「機械部門アンケート調査」の集計・解析について

■支部三役会議

期 日：1月25日(月)
出席者：川島俊夫支部長ほか4名
議 題：昭和63年度支部役員改選について

北陸支部

■部会長会議

期 日：1月5日(火)
出席者：土屋雷蔵支部長ほか9名
議 題：部会事業について

■「除雪機械展示・実演会」実行委員会

期 日：1月8日(金)
出席者：土屋雷蔵委員長ほか8名

議 題：展示実演会の実施について

■西部地区地方連絡会

期 日：1月8日(金)
出席者：土屋雷蔵支部長ほか58名
議 題：①上期の事業および経理概況報告ならびに下期事業について ②除雪展の開催について ③西部地区事業の実施について

■施工部会「北陸の舗装30年のあゆみ」編集委員会

期 日：1月28日(木)
出席者：松橋 省委員長ほか22名
議 題：編集作業の分担についてほか

中部支部

■技術部会委員会

期 日：1月11日(月)
出席者：岩崎博臣部会長ほか3名
議 題：建設機械用潤滑油に関する講習会実施内容について

■調査部会委員会

期 日：1月25日(月)
出席者：大林正治委員ほか5名
議 題：30周年記念誌資料について

関西支部

■技術部会第47回海洋開発委員会

期 日：1月18日(月)
出席者：室 達朗委員長ほか10名
議 題：①本四連絡橋児島・坂出ルート与島橋の設計 ②海洋開発に関する文献調査

■技術部会第130回摩耗対策委員会

期 日：1月19日(火)
出席者：室 達朗委員長ほか8名
議 題：①スラリーの摩耗について ②ホイールロード用タイヤのスリップ率について ③摩耗に関する文献調査

■建設業部会小委員会(第8回Bグループ)

期 日：1月20日(水)
出席者：純原基次リーダほか3名
議 題：担当研究テーマのとりまとめ

■昭和62年度施工技術報告会(土木学会関西支部、土質工学会関西支部との3団体共催)

期 日：1月21日(木)
会 場：建設交流館グリーンホール
聴講者：300名
内 容：「建設工事の特殊事例と新技術」について8件の報告発表

■技術部会第52回トンネル施工機材委員会

期 日：1月22日(金)
出席者：谷本親伯委員長ほか15名
議 題：①レーザと光ファイバを利用

した光雷管の開発 ②スムーズブラスティングによるトンネル施工の合理化

■リース・レンタル業部会

期 日：1月22日(金)
出席者：西尾晃部会長ほか17名
議 題：①レンタル情報の交換 ②レンタル業界におけるネットワーク化について

■建設業部会小委員会(第9回Bグループ)

期 日：1月28日(木)
出席者：蛭原基次リーダほか3名
議 題：担当研究テーマのとりまとめ

中国支部

■普及部会打合せ

期 日：1月22日(金)
出席者：沖田正臣部会幹事長ほか10名
議 題：土木学会全国大会の関連事業の一環として新機種の展示について

■建設機械施工技術研究会

期 日：1月25日(月)
出席者：木下信彦事務局長ほか4名
議 題：63年度施工技術者試験の準備講習会の実施要領について

■普及部会打合せ

期 日：1月29日(金)
出席者：青木実晴部会長ほか3名
議 題：第13回映画会「最近の機械施工」上映内容について

四国支部

■土木施工管理講習会

期 日：1月28日(木)～29日(金)
場 所：香川県土木建設会館
参加者：39名

九州支部

■記念誌編集委員会

期 日：1月18日(月)
出席者：村上 晃委員ほか9名
議 題：①目次の決定 ②送付先および作製部数について ③九州地区の工事報告について内容のチェック

編集後記



この冬は近年まれな異常な暖さで特に山間部での降雪量が少なく夏期での水不足が心配されるこの頃です。一方海外に目を転ずればカルガリーでの冬期オリンピック競技で、黒岩彰選手がスピードスケート 500 m で銅メダル、女子では橋本聖子選手が5位と日本人選手の活躍が伝えられています。

本誌がお手元にとどく頃は瀬戸大橋の開通でさぞ賑わっていることと思います。

そこで今月号は「瀬戸大橋完成特集」といたしました。

巻頭言には昭和40年以来永らく本四連絡道路に御尽力された近畿地建局長の布施洋一さんにご執筆いただきました。また随想は「本四橋の完成に思う」と題してトピー工業副社長の松崎彬磨さんを書いていただきました。

特集としての報文には、「児島・坂出ルート」の計画から完成まで「海峡部下部工工事の特徴」「海峡部上部工工事の特徴」「児島・坂出ルート海峡部工事に使用された主な施工機械」「本四連絡橋で開発された各種の技術」と5題目をいただき

ました。

その他の報文としては、「自律走行式床作業ロボットの開発」と題して、大林組から、また海峡部等の潮の速さや方向、地形等を測定処理できるシステムについて大成建設からいただきました。

執筆者各位には年度末の多忙などき有益な報文をいただき厚くお礼申し上げます。会員読者皆様のご発展とご健闘をお祈りいたします。

(後藤・加藤・福来)

No. 457

「建設の機械化」 1988年3月号

(定価) 1部 650円
年間 7,200円 (前金)

昭和63年3月20日印刷 昭和63年3月25日発行 (毎月1回25日発行)

編集兼発行人 加藤三重次

印刷人 山下忠治

発行所

社団法人 日本建設機械化協会

〒105

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) 433-1501
FAX (03) 432-0289

取引銀行三愛銀行銀座支店
振替口座東京 7-71122 番

建設機械化研究所 〒417 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 札幌市中央区北三条西 2-6 富山会館内

電話 (011) 231-4428

東北支部 〒980 仙台市国分町 3-10-21 徳和ビル内

電話 (022) 222-3915

北陸支部 〒951 新潟市学校町通二番町 5295 興和ビル内

電話 (025) 224-0896

中部支部 〒460 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 大阪市東区谷町 1-50 大手前建設会館内

電話 (06) 941-8845

中国支部 〒730 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 高松市福岡町 4-28-30 小竹ビル内

電話 (0878) 21-8074

九州支部 〒810 福岡市中央区大名 1-15-38 福岡パレスビル内

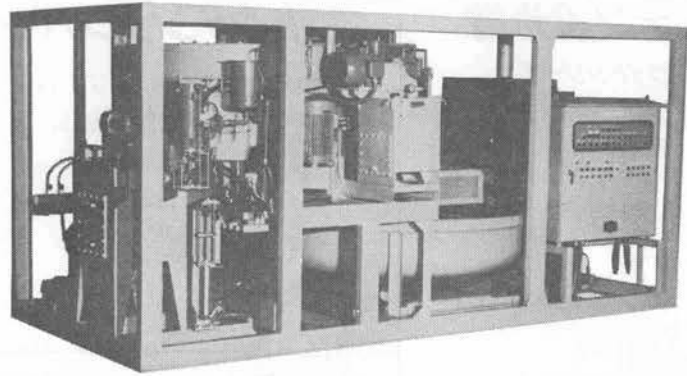
電話 (092) 741-9380

印刷所 株式会社 技報堂 東京都港区赤坂 1-3-6


丸友の技術が創り出したハイスピード混合型

丸友の 移動式 モルタルペーストプラント

都市土木に偉力を
発揮する1ユニット型
(防音型も製作します)



普通モルタル。裏込。作泥用

 丸友機械株式会社

本社 名古屋市東区泉一丁目19番12号
電話 <052> (951) 5 3 8 1代
東京営業所 東京都千代田区神田和泉町1の5
〒101 ミツバビル 電話<03>(861)9461代
大阪営業所 大阪市浪速区塩草3-3-26池永ビル
〒556 電話<06>(562)2961代
恵那工場 岐阜県恵那市武並町藤字相戸2284番地
〒509-71 電話<05732>(8)2080代

豊かな実績 ずり出し機械 新しいアイデア

- 自動土砂排出装置
(特許)
- テルハ式排土装置
- スキップ式排土装置
(実案)
- ダンプ用カーリフター
- 土砂ホッパー


※その他現場状況に合わせ
設計、製作いたします。

※機種によりレンタルも
可能です。



●安全 ●高効率 ●低騒音

YBM-110型 バケツ8M³ 能力 150 M³/H (地下25Mより)

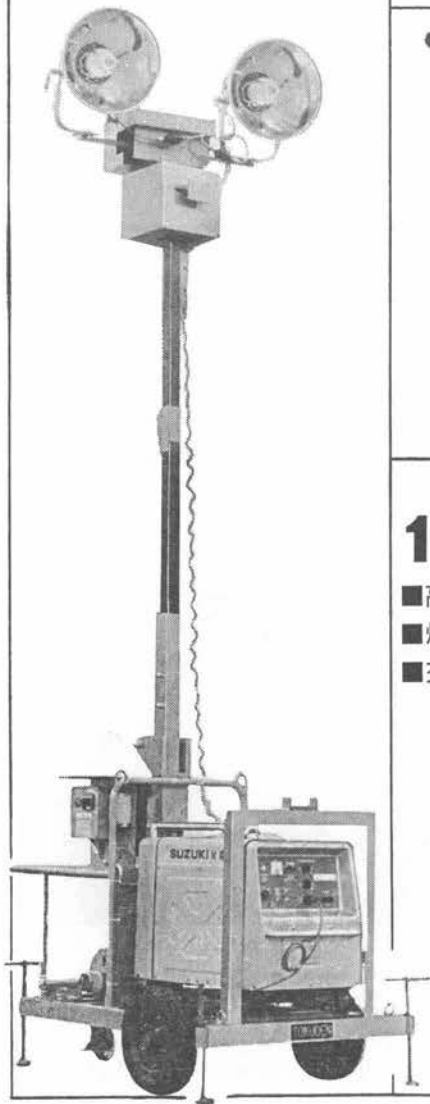
 吉永機械株式会社
東京都墨田区緑4-4-3 TEL(03)634-5651代

トクデン

トクデン投光機

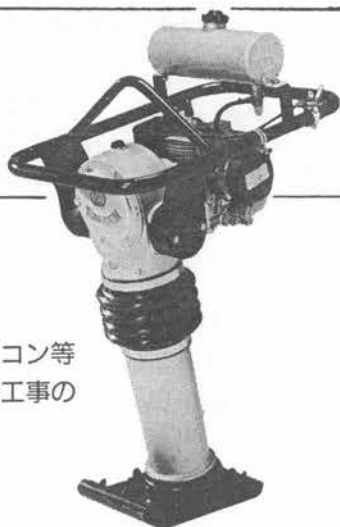
●トップライトシリーズ

- 灯器の旋回・迎角は全自動フックタッチシステム(REタイプ)。
- 長寿命メタルハライドランプ使用。
- 高圧ナトリウム・水銀ランプも使用可能、操作が簡単。
- 軽トラックに搭載できるコンパクト設計。



トクデントアンパー

- 安定性と使いやすさ抜群！
道路、滑走路、堤防、アスコン等の路床、路盤の転圧、建築工事の盛土、栗石の突き固め等。



プレートコンパクター

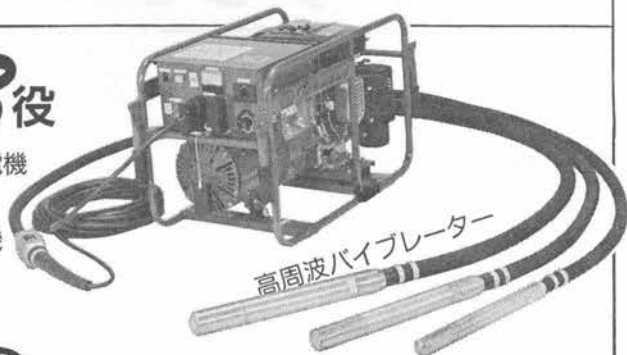
- 前後進自在!!



TPC-90型

1台3役

- 高周波発電機
- 溶接機
- 交流発電機



高周波バイブレーター



特殊電機工業株式会社

本社	東京都新宿区中落合3丁目6番9号	東京	03 (951) 0161-5	〒161
		TELEX	No.2723075 TOKDEN J	
浦和工場	浦和市田島10丁目5番10号	浦和	0488(62)5321-3	〒336
大阪営業所	大阪市西区九条南3丁目25番地15号	大阪	06 (581) 2576	〒550
九州営業所	福岡市博多区諸岡4丁目2-27	福岡	092 (572) 0400	〒816
北海道営業所	札幌市白石区平和通10丁目北6-1	札幌	011 (864) 1411	〒003
名古屋営業所	名古屋市港区南11番町4-11-21	名古屋	052 (651) 8301-2	〒455
仙台出張所	仙台市小田原大行院丁1番地	仙台	0222 (93) 0563	〒983
新潟出張所	新潟市上木戸5448番1号	新潟	0252 (75) 3543	〒950
広島出張所	広島市安佐南区沼田町伴4217-3	広島	082 (848) 4603	〒731-31
山梨出張所	山梨県東山梨郡勝沼町下岩崎1837	勝沼	05534 (4) 2555	〒409-13
松山事務所	松山市竹原町2丁目15番38号	松山	0899 (32) 4097	〒790

従来の常識を破る

騒音 $\frac{1}{20}$

従来のさく岩機との騒音比較

鉄筋も同時切断!

高性能・低公害さく岩機
サイレント・ドリル
SD40

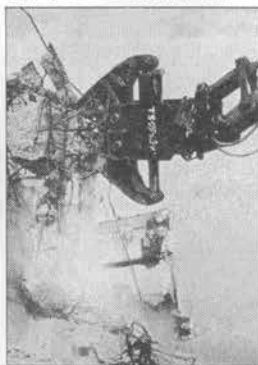
- 騒音、振動公害解消
- 鉄筋とコンクリートを同時穿孔
- 粉塵公害解消
- 各社の0.4㎡クラスの油圧シヨベルに装置可能
- 小型軽量、すぐれた操作性



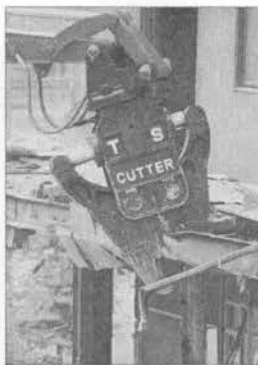
強烈破碎ノ
UB 油圧ブレイカー



静かに解体をノ
TS サイレントクラッシャー



驚異の切断力ノ
サイレントカッター



ガラ処理決定版ノ
PCP コンクリートクラッシャー



オカダ アイヨン 株式会社

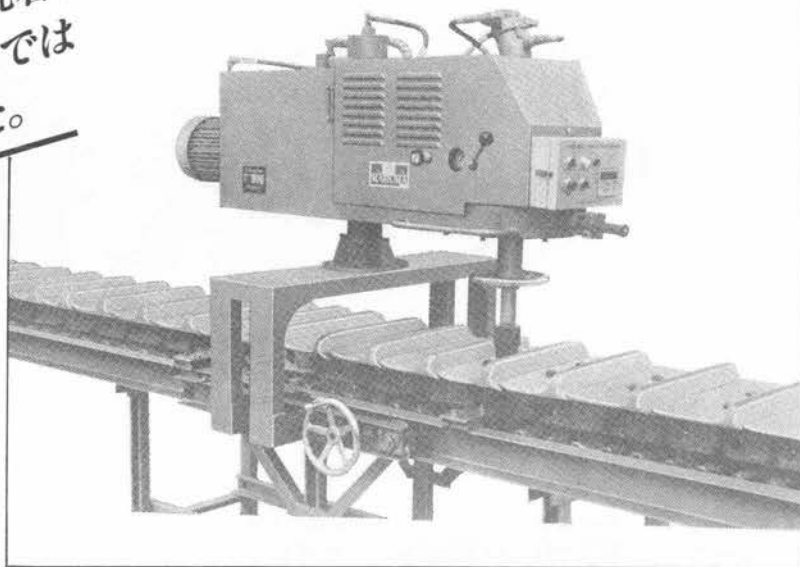
大阪本店	☎552 大阪市港区海岸通4-1-18	☎06-576-1261 [FAX.06-576-1260]
東京本店	☎175 東京都板橋区新河岸2-8-25	☎03-975-2011 [FAX.03-979-3477]
仙台営業所	☎983 仙台市卸町東5-2-33	☎022-288-8657 [FAX.022-288-8689]
盛岡営業所	☎020 岩手県紫波郡南村東見前4-54	☎0196-38-2791 [FAX.0196-38-2755]
中部営業所	☎503 大垣市浅中3-131-1	☎0584-89-7650 [FAX.0584-89-7665]
金沢営業所	☎920-01 金沢市柳橋町は18-5	☎0762-58-1402 [FAX.0762-57-3660]
九州営業所	☎816 福岡市博多区金隅158-1	☎092-503-3343 [FAX.092-504-0092]

新発売

油圧シューボルトレンチ

正確なトルク設定と低騒音

シューボルト脱着は
もはや重労働では
なくなりました。



本機は、ブルドーザ等装軌車両のシューボルト脱着に使用するもので、従来のインパクト式を油圧式に変え、下記の改良を図りました。

特長

1. トルク設定の正確化・容易化

±5%以下の誤差で均一に締る。

2. 油圧化

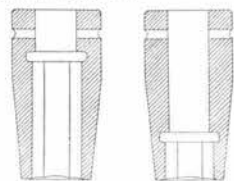
作動の確実化と低整備化のための油圧化。

3. 低騒音化

本機より1m地点での騒音を75dB(A)以下
(従来のインパクト式では最大時120dB(A)以上)

シューボルト専用ソケット

(特許申請中)



(マルマソケット断面図)

(市販のテーパソケットの断面図)

マルマソケットは六角部分が非常に深いので、先端が摩耗したときは研磨して何度でも使用でき、市販のテーパソケットの10倍以上も長持ちします。



マルマ重車輛株式会社
MARUMA TECHNICA CO., LTD.

本社東京工場 東京都世田谷区桜丘1丁目2番19号 〒156 ☎(03)429-2131(国内)2134(海外)
TELEX.242-2367 FAX.03-420-3336

名古屋工場 愛知県小牧市小針町中市場25番地 〒485 ☎(0568)77-3311(代表)
FAX.0568-72-5209

相模原工場 神奈川県相模原市大野台6丁目2番1号 〒229 ☎(0427)52-9211(代表)
TELEX.2872-356 FAX.0427-56-4389

水島出張所 ☎(0864)55-7559 鹿島出張所 ☎(02999)6-0566

Snap-on®

スナップ・オン・ツール

フランクドライブレンチ (特許製品)

★工具の寿命は10%以上延び……………

★相手のボルト、ナットも工具も損傷することなく…
従来より20%以上トルクをかけられる。

従来の型は

……コーナー部分の摩耗が早く亀裂が入り易い

……ボルト、ナットを傷める

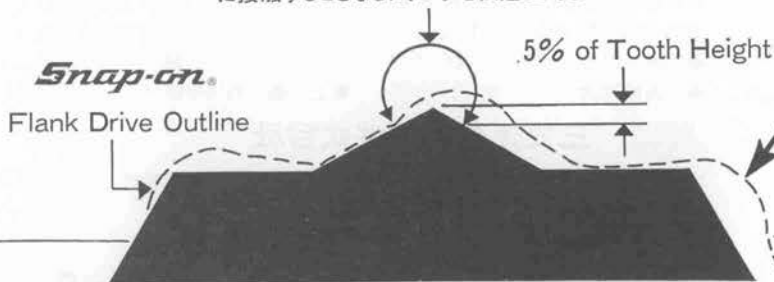


!! 米国航空宇宙局基準 AS-954Cに適合!!

米国航空宇宙局基準AS-954ではレンチはボルト・ナットのコーナー部先端5%部分には接触してはいけないと記されています。Snap-onレンチやソケットは完全にこの基準に合致しています。

内面縮付部の設計——Snap-onメガネレンチやソケットの内面縮付部は非常によい形状に設計されているため同局基準AS-870に適合する12角のボルト・ナットと噛合う場合その縮付部の先端5%部分に接触することなしにトルクを伝達します。

レンチの丸い逃げ部によりボルト・ナットのこの部分に接触することなしにトルクを伝達します。



世界最高の品質を誇り

永久保証の…… 手工具と整備用診断機器



日本総代理店

内外機器株式会社

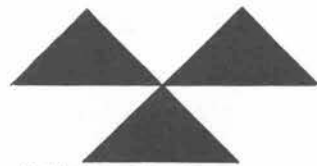
本社 東京都世田谷区桜3丁目11番12号
TEL 03-425-4331(代表) FAX 03-439-5720 〒156
名古屋営業所 名古屋市中区千代田5丁目10番18号
TEL 052-261-7361(代表) FAX 052-261-2234 〒460

● 21世紀への前進



創立50周年

三笠は半世紀の歴史を重ねました



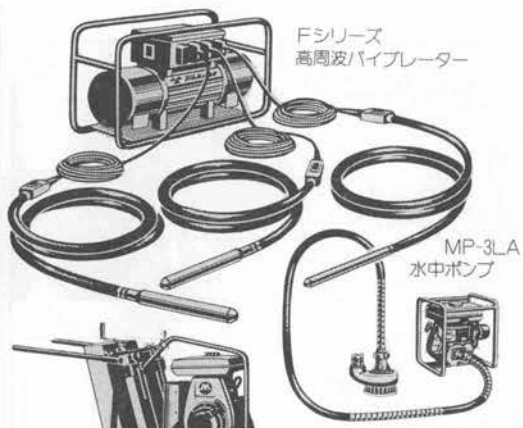
特殊建設機械メーカー

三笠産業

- 本社 東京都千代田区猿楽町1丁目4番3号 電話 03(292)1411大代表
- 札幌営業所 札幌市白石区厚別町旭町432-264 電話 011(892)6920代
- 仙台営業所 仙台市卸町5-1-16 電話 022(238)1521代
- 新潟出張所 新潟市堀之内324(コタカビル) 電話 025(284)6565代
- 技術研究所 埼玉県白岡町 ●工場 群馬県館林市/埼玉県春日部市

西部地区 総発売元 三笠建設機械株式会社

大阪市西区立売堀3-3-10 電話 06(541)9631代表 ●営業所 名古屋市/福岡市



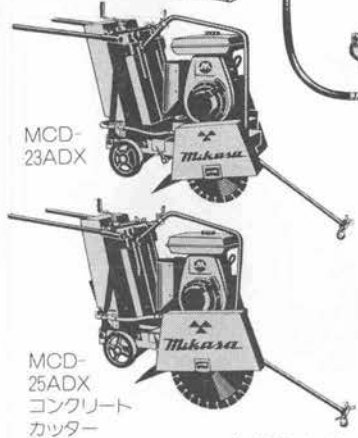
Fシリーズ
高周波パイプレーター

MP-3LA
水中ポンプ



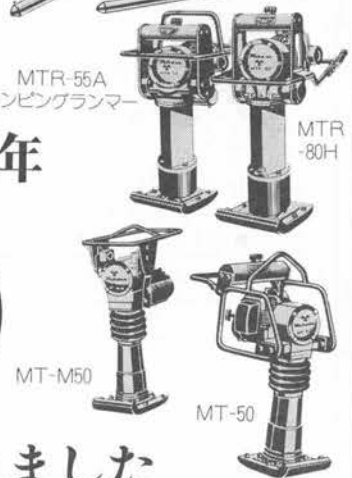
FG2000
高周波エンジン
ゼネレーター

MTR-55A
タンピングランマー



MCD-23ADX

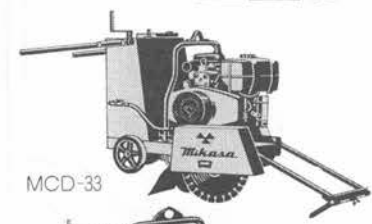
MCD-25ADX
コンクリート
カッター



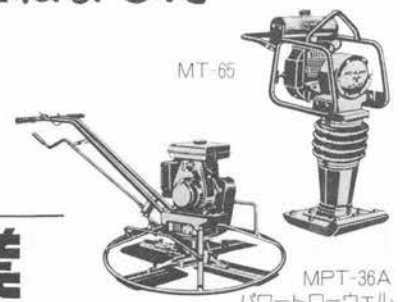
MTR-80H

MT-M50

MT-50

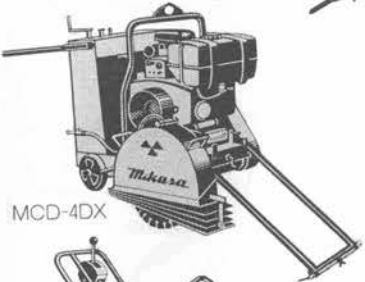


MCD-33



MT-65

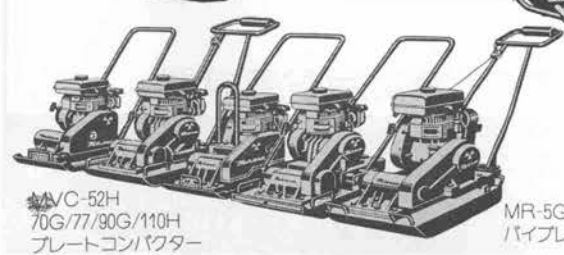
MPT-36A
パワートルーウェル



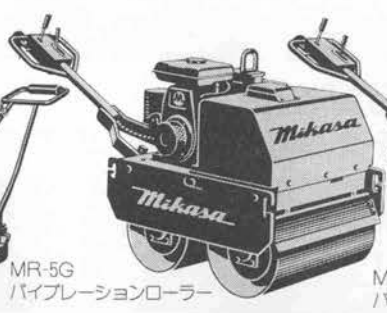
MCD-4DX



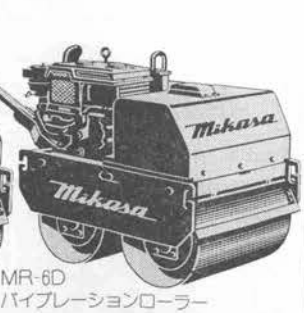
R85
パイプロコンパクター



VC-52H
70G/77/90G/110H
プレートコンパクター

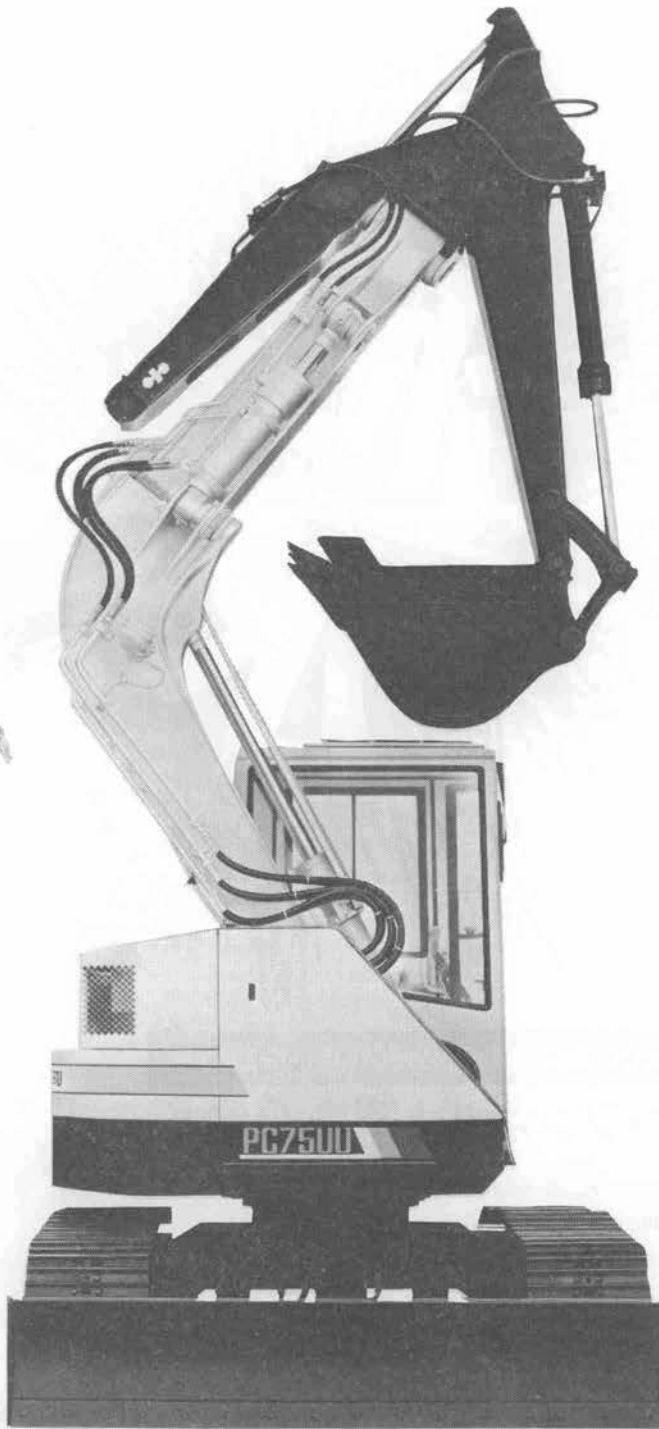
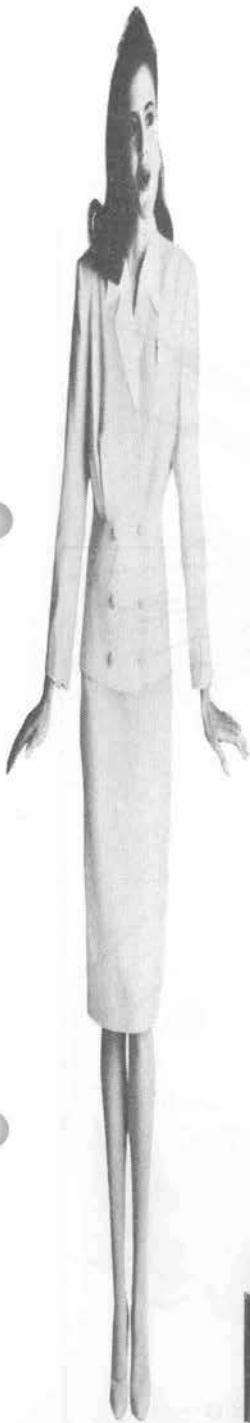


MR-5G
パイレーションローラー



MR-6D
パイレーションローラー

狭さに、デビューだ。



夢、極めて、新建機類

新建機類、現わる。きわだつ履帯幅内全旋回。

初めて履帯幅内360°全旋回と履帯外側溝掘りを実現しました。今まで狭くてパワーショベルの入り込めなかったところで大きな活躍をお約束できる驚異のマシンです。もちろん建設省認定の低騒音設計で住宅地や病院、学校付近での作業、夜間作業などもおまかせ、オペレータの疲労もグーンと軽減します。これはまさに人にやさしい都市型設計シリーズ。これが未来の新建機類。



PC12UU
バケット容量 0.03m³
近日発売予定
最小旋回 1.33m
全旋回径

泥水処理(脱水・比重調整)に
 長寿命・高性能
 スクリューデカンター登場!



【特長】

- 優れた耐摩耗性
 中低速回転、低差速
 長寿命セラミックタイル使用
 (10,000~12,000時間)
- 容易なメンテナンス
- 小さなスペースで大容量処理
 2~200m³/時
- 移設が容易なコンパクト設計

乱れのない沈降域・長い沈降時間・高い分離効率

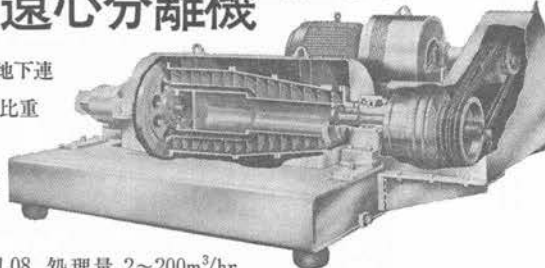
コブキ・フンボルト遠心分離機 コンカレント方式(System Hiller)

〈適用例〉 ●泥水シールド工法の泥水処理 ●地下連続壁法の泥水処理 ●地下連続壁法の掘削水比重調整 ●トンネル建設工事の濁水処理 ●ダム建設工事濁水処理 ●浚せつ工事の泥水処理

●泥水循環使用一例

供給液比重 1.10~1.20 調整後比重 1.03~1.08 処理量 2~200m³/hr

販売・レンタルのお問合せは……



総代理店

三井物産株式会社

開発機械部資源開発機械営業室第一グループ

〒100 東京都千代田区大手町1丁目2番1号 ☎(03)285-4284



コブキ技研工業株式会社

本社 〒100 東京都千代田区大手町2-6-2 日本ビル ☎03(242)3366#社
 広島事業所 〒737-01 広島県呉市広町大新開10878-1 ☎0823(73)1131#地
 営業所 札幌011-251-0268 仙台0222-27-1744 名古屋052-563-3366
 大阪06-231-3366 広島0823-73-1133 松山0899-32-3060
 福岡092-471-8817

新登場

移動式骨材選別機

SBN3900形

シンバグリッド



本機は従来の固定式骨材選別機の諸問題を大幅に解決する為に開発した画期的な骨材選別機です。

- 本機の特徴
- 移動が可能である
 - 目詰りがない
 - パーの間隙を自由に調整出来る
 - 積込みの省力化が計れる
 - 動力は一切不用

製造元



株式会社

中山鉄工所

《本社・工場》 佐賀県武雄市朝日町大字廿久2246-1
〒843 TEL:(0954) 22-4171(代表)



三井物産機械販売株式会社

本社 〒105 東京都港区西新橋2丁目23番1号 第3東洋海事ビル TEL 03(436)2851 大代表

札幌営業所	011-271-3651	大阪営業所	06-352-2221	那覇出張所	0988-63-0781
仙台営業所	0222-91-6280	広島出張所	082-227-1801	プラント営業室	03-436-2861
新潟営業所	025-247-8381	福岡営業所	092-431-6761	省システム室	03-436-2861
長野営業所	0262-26-2391	関東営業所	0472-27-7361	パイプライニング事業室	03-436-2865
名古屋営業所	052-961-3751	東京営業所	03-436-2871	MKシステム事業室	03-436-2851

型枠内のコンクリート充填を、
ピカッと知らせる。



型枠内のコンクリートの充填位置、
天端位置を自動的に確認。

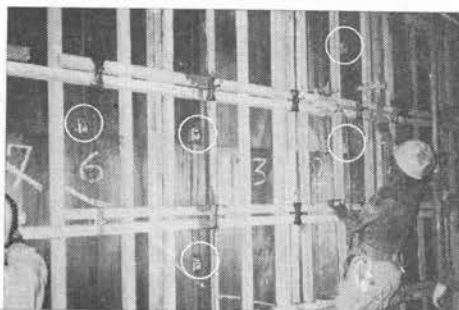
〈実用新案・商標登録出願中〉

省力化と品質向上に役立ちます。



特長

1. 品質向上
充填確認により、充填不良による欠陥を解消
2. 省力化
天端位置確認のための叩き作業が不要
3. 簡単操作
コンパクトで取り扱いが容易

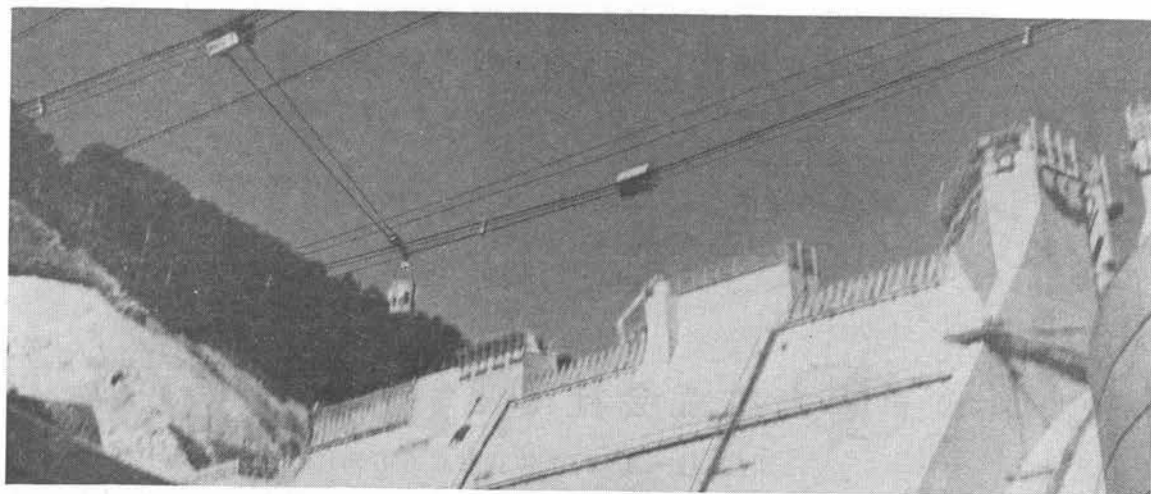


林バイブレーター株式会社

本社・東京支店 〒105 東京都港区浜松町1-17-13 ☎03(434)8451代
大阪支店 〒565 大阪府豊中市上新田4-6-8 ☎06(831)3008代
工場 〒340 埼玉県草加市稲荷5-26-1 ☎0489(31)1111代

確かな未来、確かな技術。

札幌営業所	☎011(704)0851	広島営業所	☎082(278)6868
仙台営業所	☎022(259)0531	高松営業所	☎0878(82)7117
関越営業所	☎0273(23)0771	九州営業所	☎092(451)5616
名古屋営業所	☎052(703)9977	鹿児島営業所	☎0992(67)6611



特許 **南星の複線式
H型ケーブルクレーン**

- ★主索2本の間何処からでも積卸しが可能で広範囲に打設が出来る。
- ★主索2本は長さが相違しても、高さの差があっても可能で、地形に制約されずに設計が容易である。又地盤の切削が必要でない。
- ★遠隔コントロール装置により操作が容易で、サイリスタ、渦流ブレーキ制御方式で速度制御が円滑である。

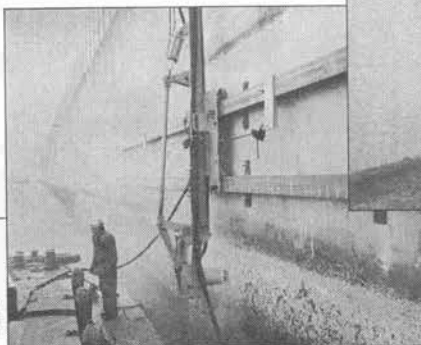
株式会社南星

本社工場 熊本市十禅寺町4の4 TEL 096(352)8191(代)
支店 東京03(504)0831(代)/大阪06(372)7371(代)/長野0262(85)2315(代)
営業所 名古屋0568(72)4011(代)/札幌011(781)1611(代)/盛岡0196(84)2525(代)/仙台0222(42)2736(代)/広島082(278)5377(代)
福岡092(574)1571(代)/熊本096(352)8191(代)/宮崎0985(24)6441(代)/大分0975(58)2765(代)
出張所 北関東0286(73)5501(代)/静岡0542(58)4587(代)/新潟0252(74)6515(代)/富山0764(29)7383(代)/松山0764(29)7383(代)/松本0263(25)8101(代)
甲府0552(32)0117(代)
駐在所 姫路0792(93)0183(代)/八戸0178(28)7654(代)/秋田0188(63)5746(代)/福島0245(59)1824(代)/山口0839(24)9191(代)
松江0852(66)3509(代)/鹿児島0992(20)3688(代)

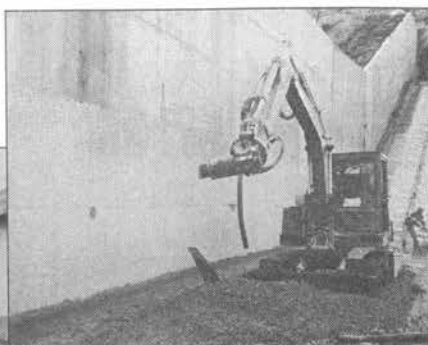
コンクリート ハツリ 機

(スパイク ハンマー)

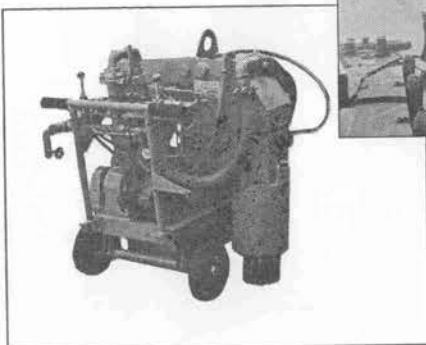
トンネル 補修
コンクリート床削り
コンクリート打継目
の目荒し作業



岸壁ハツリ作業



コンクリート壁削り



自走式床削り機

空気消費量 10.5m³/min
削り能力 40m³/時
(自走式の場合)
取付重機 0.3以上

栗田サク岩機株式会社

東京都墨田区錦糸4の16の17
TEL 03-625-3331

新刊案内

土木学会誌・論文(報告)集総索引—1976—1985—

B5判 547ページ/上製

定価 15 000 円 会員特価 13 000 円 (送料 400 円)

本書は、1976年から1985年までの10年間に土木学会誌・論文(報告)集に登載された7 689件の文献を26項目に分類し集録した。著者名索引付。

復刻版

土木学会誌・論文報告集総索引—1915—1975—

B5判 491ページ/上製

定価 10 000 円、会員特価 9 000 円 (送料 400 円)

本書は、1915年から1975年までの60年間に土木学会誌・論文報告集に登載された7 500件の文献を集録したものの復刻版である。

同上総索引 1915—1975, 1976—1985 2冊合本ケース入りセット

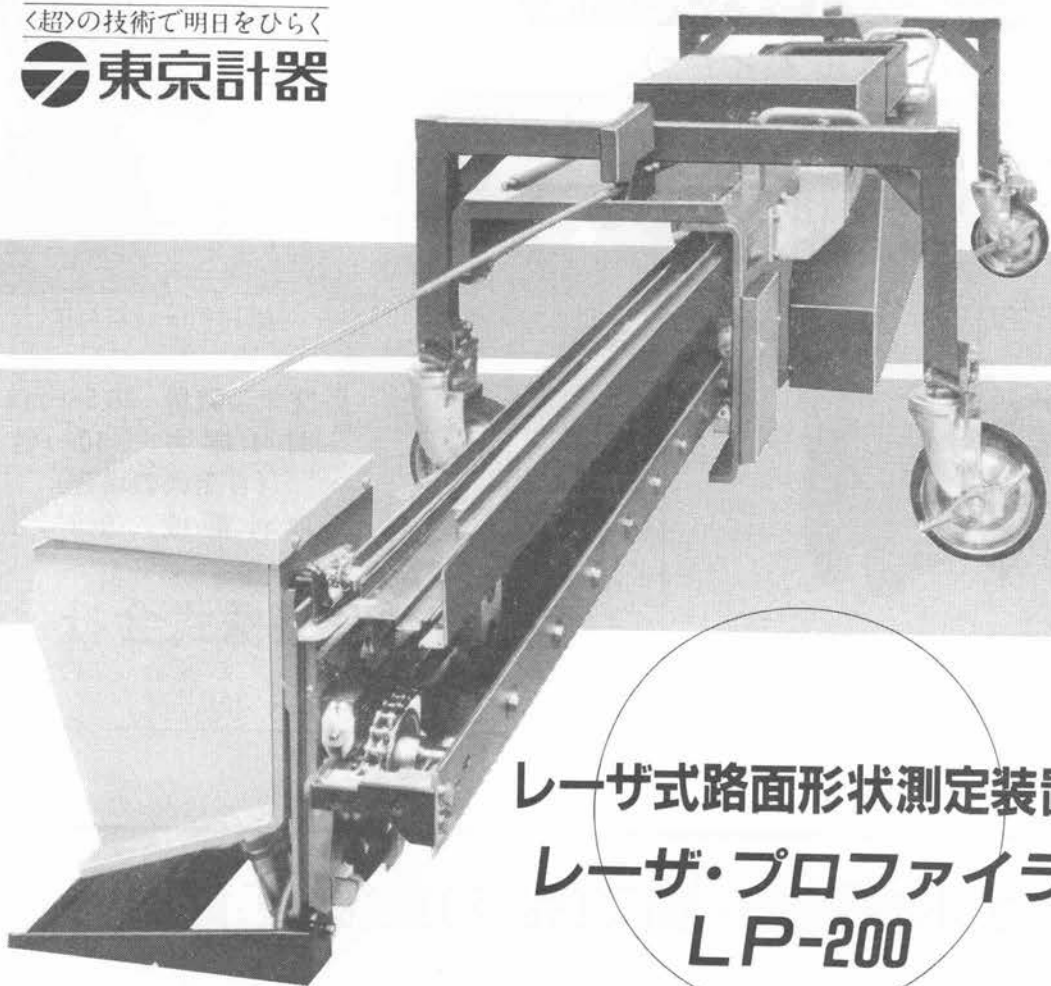
セット 特別価格 23 000 円 (千共) 会員価格 20 000 円 (千共)

●お申込みは土木学会または全国主要書店へ●

〒160 東京都新宿区四谷1丁目無番地 土木学会 電話03-355-3441・振替東京6-16828

〈超〉の技術で明日をひらく

東京計器



レーザ式路面形状測定装置 レーザ・プロファイラ LP-200

特長

- どのような路面形状でも、レーザ・イメージセンサによって非接触で正確に計測します。
- 路面の横断傾斜も、独自の慣性センサで瞬時に計測します。
- 計測部は、小型ライトバンにて容易に移動できます。
- 測定幅員は最大3.9mです。
- 測定単位は1mm横断方向測定ピッチは1cmです。(データ記録ピッチは10cm)
- 1測定当りの実測時間は約10秒です。(位置合わせを含めても90秒以内)
- 計測データはICカードに収録され、パソコン処理により横断路面形状、計画オーバーレイ体積、計画切削体積、計画切削オーバーレイ体積などが簡単に試算できます。(1枚のICカードで500~1500測点収録)
- 豊富なソフトウェアを標準装備しています。(詳細についてはお気軽にお問い合わせください)

先端技術が捉える路面形状

レーザ・プロファイラLP-200は、最新のレーザ測定技術、慣性センサ技術、コンピュータ・ソフトウェア技術を融合して開発された路面形状測定装置です。

高度な先端技術によって完成したこのLP-200は、スピーディで高精度な測定はもちろんのこと、システムの小形・軽量化を実現。さらに測定結果の作表、作図など豊富なデータ処理機能を持っており、ハイテク時代にマッチした最新の路面形状測定装置です。

★姉妹機LP-300新発売！

3Mプロファイルメータ用平坦性計測装置

ダイニチ フロアーエース DN-230

コンクリート床面切削が
誰でも簡単に、気軽に出れます。

新設のコンクリート床面には……

不陸調整、レベルの調整、レイタンスの除去

既設のコンクリート床面には……

接着剤の除去、塗料等の除去、下地処理、切削修整

工場などには……

堆積した脂泥、油泥の切削除去、区画線除去
粉塵は、吸収することができます。

型 式

動 力	単相直巻整流子モーター	切 削 能 力 コンクリート床面 (強度 約200kg)
電 流	15A	
電 圧	単相100V、50/60Hz	深 さ……………2mm~3mm 幅……………220mm 1時間の切削……………20㎡~30㎡ カッター1組の切削……………350㎡~550㎡ ※尚、コンクリート強度、現場状況により、切削能力は変わります。
消費電力	1430W	
回 転 数	3500RPM	
切 削 巾	220mm	
コ ー ド	10m	
重 量	38.5kg ウェイト5kg(1コ)	
外 形 寸 法	240(高さ)×500(巾)×450(長さ)mm	
ハンドルの高さ	1000mm	

新 型
吸塵タイプ
新発売



MODEL DN-230

コンクリートはつり機・スキャブラー

床仕上げ、橋梁、トンネル、ダム、道路、滑走路の
補修等、コンクリート床面の全てに使用可能です。

フロアスキャブラー

作業能力

(1時間当り)

機種	深さ	3%	5%	10%	30%
L7型		25㎡	10㎡	—	—
U7型		30㎡	12㎡	6㎡	3㎡

要 目	機 種	U7	U5	U3	UF	L7	HU	3WD	HS	HG
折り巾	cm	39.4	28.1	14.1	5.6	24.5	5.6	17.5	3.5	3.5
空気消費量	m ³ /m	6	4.6	3.1	0.7	3.5	0.7	1.3	0.4	0.4
馬 力 H.P.		75	50	30	10	30	10	15	5	5
ホース口径	mm	19	19	19	15	19	15	19	15	15
重 量	kg	119.7	96.3	56.3	15.5	59.9	9.0	14.0	3.5	5.4



施工も行います。又特殊仕様もうけたまわります。

土木建設機械
製作・販売・リース

株式会社 **ダイニチ興業**

〒105 東京都港区新橋3-1-10 丸藤ビル6F 電話(03)591-6575(代)

多芸多才の マルチタレント

TAIYU **DISTRIC**

ワイヤーロープ式多目的コンクリート打設装置

ディストリビューター
TAIYU-DISTRIC は従来のディストリビューターのイメージを一新。
構造をより単純化、シンプルにし、かつ機能は飛躍的にアップ。コンクリート
打設を主目的にオプションとしてクレーン機能も兼ねそなえました。

★本四架橋でも偉力を発揮

本機はワイヤーロープ式で
ありますので……

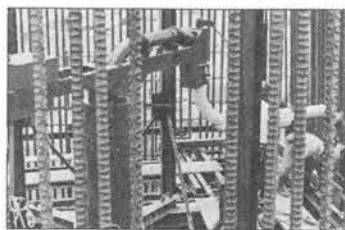
- 各部材が小さく軽量
- ブーム先端部の移動が自在
- ブーム屈曲によるワイドな作業空間
- 合理設計による大幅なコストダウン
- 各機構をシンプル設計しているため、メンテナンスは非常に楽々



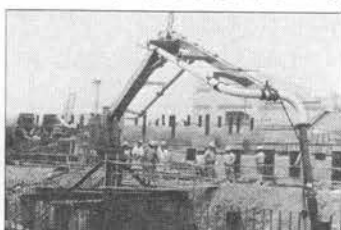
(本四架橋現場設置例)

TAIYUのコンクリート打設関連機器

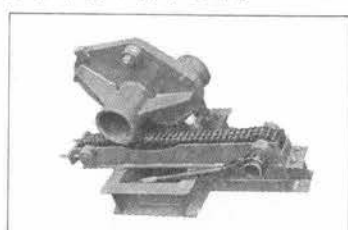
※オプション、特殊仕様等なんなりとお申しつけ下さい。



●手動式ディストリビューター



●油圧式ディストリビューター



●コンクリート分岐バルブ

Creative technology TAIYU



大裕鉄工株式会社

本社工場 〒572 大阪府寝屋川市点野4丁目11-7
TEL(0720)29-8101(代) FAX(0720)29-8121

確かな技術と信頼の… **クボタエンジン**

いま、

クボタエンジンに

熱い視線

クボタは、農機をはじめ産業機械、建設機械の開発を通じ、1世紀近い歴史をバックボーンに、望まれるエンジンを追求してきました。

そのひとつの例が、世界最小・直接噴射方式のディーゼルエンジンの開発で、省エネルギーの時代をリードし、業界に大きな話題を投げかけました。また、製品化が困難とされていた

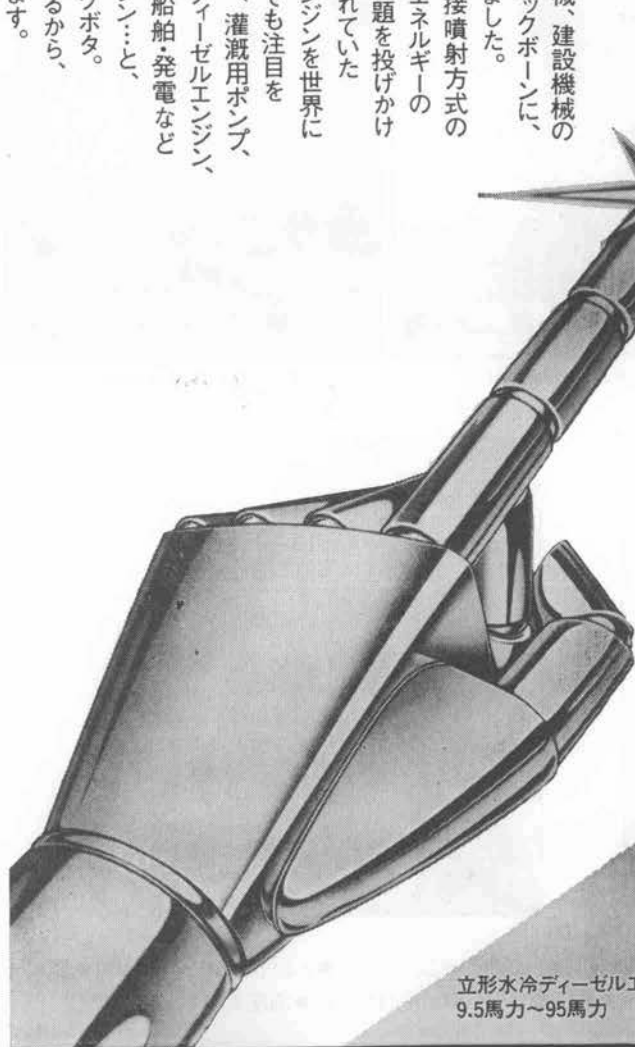
超小型多気筒水冷ディーゼルエンジンを世界に先がけて実現するなど、技術力でも注目を

集めています。建設機械、発電機、灌漑用ポンプ、農業機械などで活躍する小型ディーゼルエンジン、ガソリンエンジン、ガスエンジン、船舶・発電など

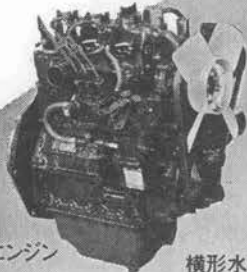
一般動力用大型ディーゼルエンジン…と、

多種多様なエンジンを開発するクボタ。

使う人の立場を知り尽くしているから、ユーザーの声に的確にお応えします。



空冷ガソリンエンジン
2.2馬力～12.5馬力



立形水冷ディーゼルエンジン
9.5馬力～95馬力



横形水冷ディーゼルエンジン
4馬力～18馬力

クボタエンジン

技術で応えるたしかな未来

久保田鉄工株式会社 エンジン事業部

本社：大阪市浪速区東津丸1丁目2番47号 エンジン営業部 ☎06(648)2086 東京本社エンジン営業部 ☎03(245)3608 北海道支店 ☎011(214)3062 名古屋支店 ☎052(564)5074 広島支店 ☎082(221)0901
九州支店 ☎092(473)2561 堺製造所 ☎0722(41)1121 筑波工場 ☎029752-5111 名取SS ☎02238(4)5151 秋田SS ☎0188(45)1601 新潟SS ☎0252(85)1261 東京SS ☎0438(62)1121 名古屋SS ☎0586(24)5111
金沢SS ☎0762(75)1121 岡山SS ☎0882(79)4511 米子SS ☎0859(33)5011 高松SS ☎0878(31)8171 福岡SS ☎092(606)3161 熊本SS ☎0963(57)6181

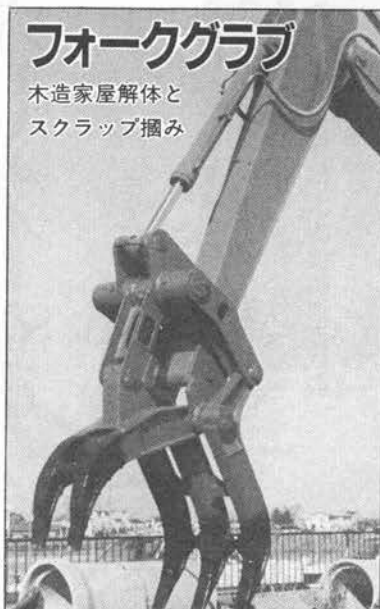
千葉工業が実績を誇る実力機



サイカットエース

コシクリート塊小割
軽量鋼・鉄筋カッタ

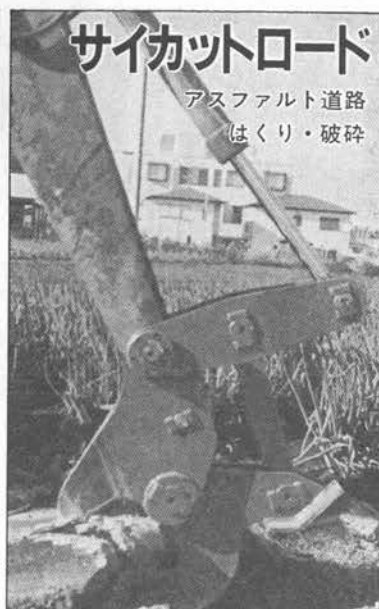
(実用新案・意匠登録済)



フォークグラブ

木造家屋解体と
スクラップ掴み

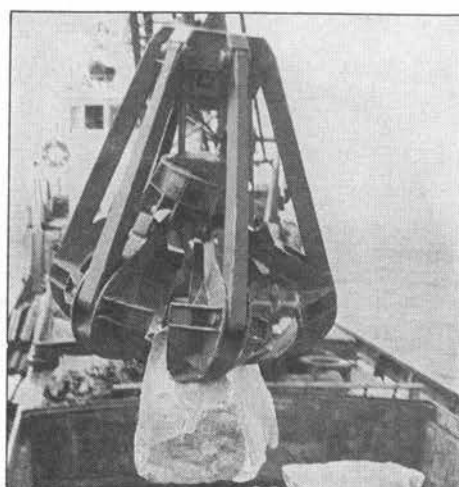
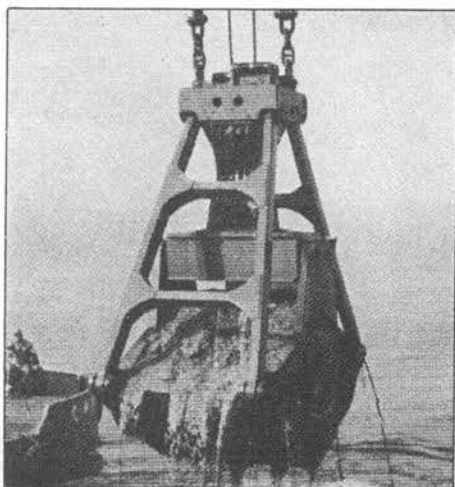
(実用新案・意匠登録済)



サイカットロード

アスファルト道路
はくり・破碎

(実用新案・意匠登録申請中)



●クラムシェルバケット ●ポリリップバケット(オレンジピール) ●ドラグラインバケット ●ドレヅジャーバケット ●グラブバケット ●シングルバケット ●フォークバケット ●油圧式クラムシェルバケット ●油圧式フォークグラブ

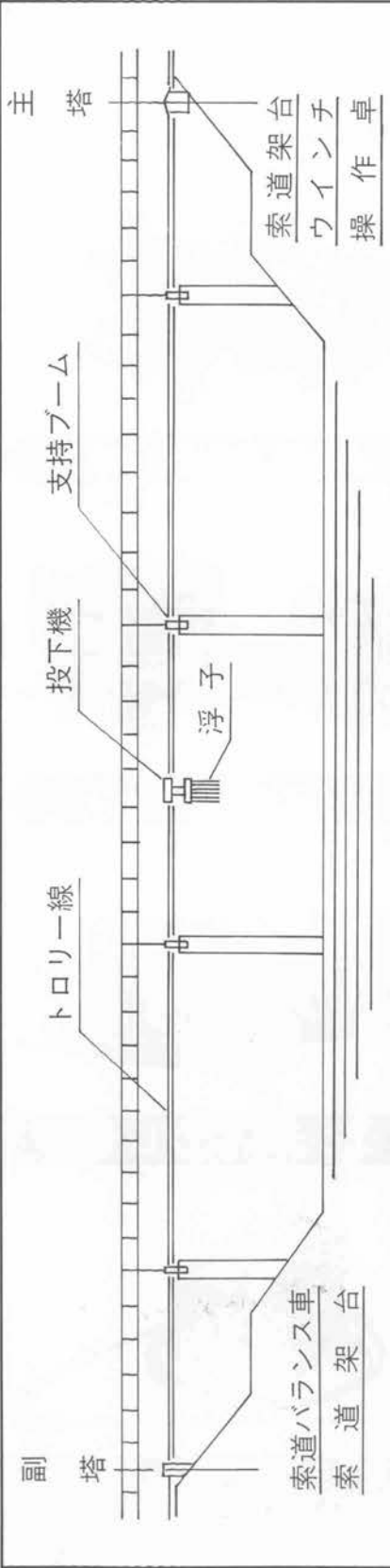
アタッチメント・各種バケットの専門メーカー

Chiba

千葉工業株式会社

千葉商事株式会社

〒270 千葉県松戸市串崎新田189 ☎0473-86-3121(代) ☎0473-87-4082(代) FAX. 0473-88-3861



河川流速測定浮子投下装置

ダブルトロリー走行方式 (特許出願中)

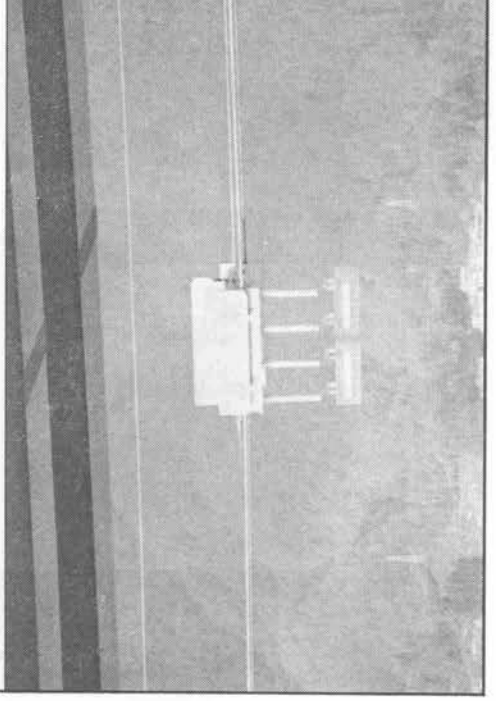
宇部工業株式会社

鉄建部

山口県宇部市厚南区西割

TEL(0836)41-8448

浮子投下機 (無線機搭載) 走行トロリー車

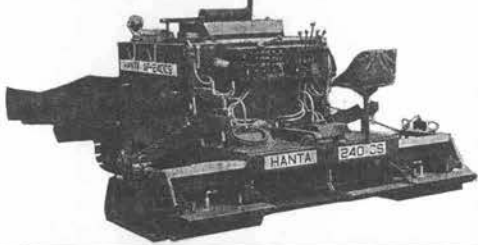


- 長大河川断面に於ける流速測定に適します。
- 既設橋梁橋脚にトロリー線を支持する事に依りトロリー線の撓みを少なくします。
- 1 スパンは75m以内が経済的です。
- トロリー線はダブルの為トロリー車の走行が安定します。
- トロリー車の走行はエンドレスワインチにて行います。
- 浮子投下の位置は距離設定に依り自動停止します。
- 浮子投下は運転室より無線にて投下します。
- オバーラン及オーバーロードの際は自動的に停止します。
- トロリーワイヤー及走行ワイヤーは全てステンレス製品です。
- 停電の際は自動発電装置を設置する事に依り解決します。
- 走行速度は30m/分(常用)が最適です。

道路機械の未来をめざす

小形フィニッシャ

クローラ及タイヤ式 / 1.3~2.4及1.6~3.0m



路上再生機

リミキサ及リペーバ / 2.3~4.0m



プロパンヒータ

加熱巾 / 30、45、60、90、150、200cm



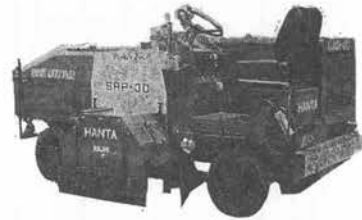
自動カーバ

油圧レシプロ及オーガス



小形路面切削機

切削巾 / 30、60、100、130cm



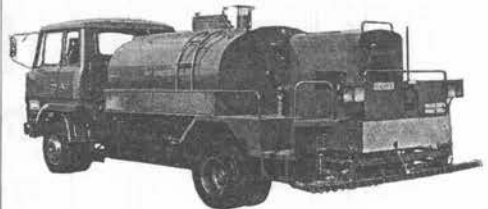
凍結防止剤散布機

ホッパ容量 / 1.0~10.0m³ / 自走及車載式



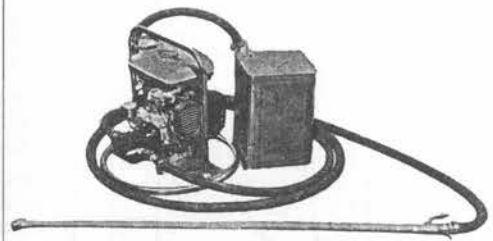
ディストリビュータ

タンク容量 / 200~10,000ℓ / 自走及車載式



エンジンプレヤ

散布能力 / 15及30ℓ / 台車付及車載式



ハニタの道路機械

範多機械株式会社

東京都板橋区三園1丁目50-15 TEL (03) 979-4311代
 大阪市西淀川区竹島5丁目6-34 TEL (06) 473-1741代
 福岡市博多区博多駅南3丁目5-30 TEL (092) 472-0127代

遠隔操作
ロボット

削岩、解体作業に威力!

カホリモコン ブレーカー

特長

- リモコン操作で安全確保
- 不良な作業環境から解放
- 油圧式で機動性抜群
- 軽量・小型で全旋回、走行自在

用途

- 解体作業
コンクリート、煉瓦、炉材、
コーティング材等
- 削岩作業
すい道、
坑道、
ピット等



仕様

型 式	KCH-0R	KCH-1R	KCH-2R	KCH-3R	
電 動 機	kW	2.2	2.2	3.7	5.5
電 源	V.H8	200/220		50/60	
油圧モーター	旋回	360°			
	走行	登坂15°	20°	25°	25°
全 長(最短)	mm	1,350	1,800	2,800	3,400
全 高(最低)	mm	1,000	1,500	1,700	1,800
全 幅	mm	650	1,000	1,200	1,200
自 重	kg	750	900	1,250	2,300

製造元



株式会社 嘉穂製作所

本 社 / 福岡県嘉穂郡筑穂町大字大分567

☎筑穂(0948)72-0390(代表)

営業所 / 東京(03)295-1631 / 大阪(06)241-1671

仙台(0222)62-1595 / 札幌(011)561-5371

発売元



日鉄鉱業株式会社

総代理店

日鉄鉱機械販売株式会社

東京都千代田区神田駿河台2-8(瀬川ビル) ☎03(295)2501(代)

北海道支店 / (011)561-5371

東北支店 / (0222)65-2411

大阪支店 / (06)252-7281

九州支店 / (092)711-1022

8.5kg

※標準タイプ乾燥重量

“超”がつくポータブル誕生。



PHOTO: 標準タイプ

EX300 (標準タイプ) (交流両用) ●交流 100V-300VA/150VA ●直流 12V-6A ●全長365×全幅195×全高305 (mm) ●乾燥重量 8.5kg ●騒音レベルdB(A)/7m: 50<150VA時>・58<300VA時> ※発電機は排気ガスに注意し換気の良いところでご使用ください。■ホンダ発電機には、300ワットクラスから6キロワットクラスまで豊富にバリエーションがそろっています。

HONDA®
300ワットの行動電源
EX300

(全国標準) 標準タイプ……………¥49,500
現金価格/外部タンク付タイプ…¥55,000

●長時間作業をされる方のために約8・6時間(VI50)連続運転が可能です。外部タンク付タイプもありません。

圧倒的に軽くて、静かな最先進ポータブル発電機いま、お使いになっている発電機は何kgですか。このホンダEX300は、8・5kg(乾燥重量)。ポータブルというよりはハンディ発電機、と呼びたいぐらいの軽さ。片手でもらくに運べますから、移動が多い作業には最適な電源です。また、ボディ全体を従来タイプの約50% (当社EM550) にまでコンパクト化を達成しました。持ち歩きやすさだけでなく、格納の場所も少なくすむ設計なのです。そのうえ静かさは、普通の会話以下の50デシベル(VI50)。ですから夜間でも音を気にせず、作業できます。

カタログ請求券
裏面に貼付
EX-300

カタログご希望の方は、ハガキにカタログ請求券を貼り、住所・氏名・年齢・職業・発電機の用途を明記のうえ、〒107東京都港区南青山2-1-1 本田技研工業(株)販売促進部「建設の機械化」EX300係まで。

アスファルト
プラント

L・Cアスファルトタンク

オンリー
タンク

ユーザーの熱い要望に応え、アスファルトタンク(低周波誘導加熱)のパイオニア・ニチユウが新たに開発したL・C(Low Cost)アスファルトタンクは、イニシャル及びランニングコスト両面よりさらに追求し、安全性・信頼性等、優れた性能が集約された、超省エネタンクの決定版です。

省力エネルギー (キロワット表)

タンク機種		熱交換器容量(KW)	建値価格(円)
10 トン	1基	7	1,750,000
20 トン	1基	12	2,660,000
30 トン	1基	20	3,450,000
50 トン	1基	32	

ランニングコスト年費比較表 (例算=20トンタンク2基)

項目	加熱方法	H・Oヒーター方式	L・Cアスファルトタンク
重油量		15,000,000	0
電気料金		100,000	2,200,000
媒体油		350,000	0
計		15,450,000	2,200,000

年間差額は、15,450,000-2,200,000=13,250,000円/利益
●インターロック、タイマー、SCバック方式を加えると、さらに年利益は増加します。

L・Cアスファルトタンクの4大特徴

1 電気熱交換器

熱工学に基いた超熱交換器は、熱工学産業の技術を結集し、従来のヒータータンクに比べ20%アップ(他社比)した超高効率熱交換器がタンク内部加熱における省エネのすべてをものがたることが出来ます。

2 フロート式吸入口

タンク内部アスファルト量により自動的に上下に動作し、常に適温のアスファルトを保ち、供給します。又、タンク温度センサーは吸入口よりアスファルト温度をキャッチし、ロスのない加熱方式を採用しているのが特徴です。

3 ノーマンコントロール盤 (自動温度制御盤)

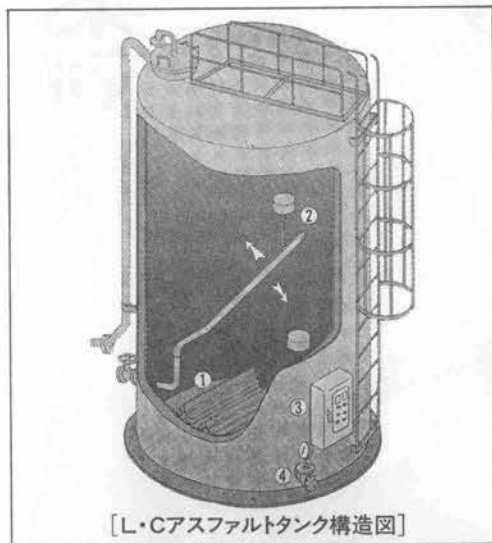
一目でタンク温度状態を把握し、まったく無駄のない温度制御を致します。又、24H-168Hのタイムセット、インターロックにより省エネ方式を最大に取り入れたノーマンコントロール制御盤です。

4 レベル計 (アスファルト残量指示計)

従来のフロート式レベル計に比べ、まったく故障及び動作不良がない圧力変換式連続アナログレベル計で目盛による広角型計測器です。

● 当社独自のシステム開発により専門家が省エネをTRモニターによりテープ記録をとり、その記録にしたがって電気の使用方法を総合的に診断し、適切なアドバイスを致します。

●●●●ぜひ御一報、御利用下さい。●●●●
〔前田グループ省エネ推奨受領〕



〔L・Cアスファルトタンク構造図〕

割賦販売も御利用下さい。

設備後、メリットの算出したお支払い方法をご利用下さい。

〔省エネ診断〕

■高効率電気使用方法
を見い出すモニター
テープ記録

動力 3φ 500KVA

電灯 1φ 20KVA

合計 520KVA

02ニチ	データ		KVA
シカン	フカリツ (%)		24
24:30	8		24
12:00	8		24
12:30	39		117
13:00	28		84
13:30	50		150
14:00	53		159
14:30	50		150
15:00	62		186
15:30	57		171
16:00	53		159
23:30	40		120
24:00	8		24
02ニチ	データ		
フカリツ	ヘイケン = 30%		
フカリツ	サイドイ = 52%		
シカン	24:00 = 15:00		

株式会社 **ニチユウ**

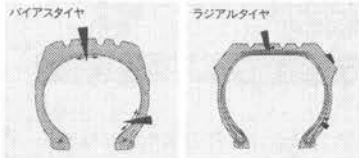
〒141 東京都品川区西五反田2丁目12番15号 ☎(03)492-0051



MICHELIN

燃費、耐久性、作業効率、 すべてに卓越。 建設機械用も ラジアルの時代です。

大きな性能差を生む、基本構造の違い。直径数ミリもあるスチールコードを用いた、一プライ構造のラジアルケーシングを採用。サイドウォールはあくまで柔軟に、またトレッド部は五層のスチールベルトと相まって極めて高い剛性を獲得。荷重時・非荷重時ともに接地面、接地圧を均一に保つため、●長寿命●グリップ力の向上●燃費の節約●快適な乗り心地●車両疲労の低減など、従来のバイアスタイヤと比べ数々の優れた性能を発揮。高い経済性を約束します。



保守・点検の省力化、作業効率も向上。接地性、フロテーション(浮力)に優れたラジアルは、軟弱路面や急坂にも強く、作業領域も広がり、効率もアップ。パンクにも五層のスチールベルトががっちりガード。従来の建設機械用ラジアルが弱点としていたサイドウォール部は、ラジアルプライをビード部で折り返し(ターンアップ構造)、しかも中間部まで伸ばしてさらに強化しました。卓越したミシュランの技術は、苛酷な条件下でこそ際立ち、優れた特性を発揮します。



XHD

運搬車両/ダンプトラック、ボトムダンプトラック用。



XGL

削土・整地作業車両/グレーダ用、積込車両/ローダー用。



砕石、金属片からタイヤを守るスチールベルト。
トレッド全体の剛性を高めるスチールベルト。

ショルダー部の変形を防ぐスチールベルト。
直径数ミリのスチールコードを用いたラジアルプライ。

補強用プライ。

サイドウォール部にターンアップ構造を採用。ラジアルプライをビード部で折り返し、強固な二重構造。

資料請求券
'88 OR-K3

詳しい資料をご希望の方は、請求券をハガキに貼り、日本ミシュランタイヤ/OR係まで、どうぞ。

パワー充実

世界の信頼を集める性能に、充実のパワーを加えて、Eシリーズ登場。豪快なけん引力が、俊足をさらに生かして、中形機から、ひと回り大きな生産性を引き出します。ブラックキャブが、充実の目印。



新発売 CATホイールローダEシリーズ
 926E / 936E / 950E / 966E
 1.8m/112ps/9,550kg 2.2m/137ps/11,850kg 2.7m/162ps/15,200kg 3.5m/219ps/20,000kg

新キャタピラー三菱株式会社

本社・租機工場 神奈川県相模原市田名3700 〒229 ☎(0427)62-1121 秩父センター 埼玉県秩父市大字山田字芳の沢2848 〒368 ☎(0494)24-7311
 遠征ショールーム設計センター 兵庫県明石市魚住町清水1106-4 〒674 ☎(078)943-2111 東京事務所 特販部 東京都港区北青山一丁目2番3号青山ビル12階 〒107 ☎(03)478-3711

新キャタピラー三菱グループ

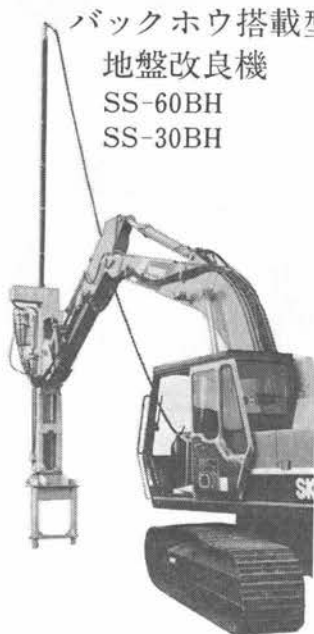
- | | | |
|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 北海道キャタピラー三菱建機販売㈱ ☎(011)881-6612 | 北陸キャタピラー三菱建機販売㈱ ☎(0762)58-2111 | 東中国キャタピラー三菱建機販売㈱ ☎(0862)72-5210 |
| 東北建設機械販売㈱ ☎(0223)22-3111 | 甲信キャタピラー三菱建機販売㈱ ☎(0551)28-4911 | 西中国キャタピラー三菱建機販売㈱ ☎(082)893-1112-4 |
| 北関東キャタピラー三菱建機販売㈱ ☎(0485)73-9441 | 静岡キャタピラー三菱建機販売㈱ ☎(0546)41-6112 | 四国機器㈱ ☎(0878)43-3221 |
| 東関東キャタピラー三菱建機販売㈱ ☎(0471)33-2121 | 中部キャタピラー三菱建機販売㈱ ☎(0566)99-1113 | 四国建設機械販売㈱ ☎(0899)72-1481 |
| 西関東キャタピラー三菱建機販売㈱ ☎(0426)42-1115 | 西キャタピラー三菱建機販売㈱ ☎(078)935-2811 | 九州建設機械販売㈱ ☎(092)924-1211 |
| 北越キャタピラー三菱建機販売㈱ ☎(025)266-9181 | 近畿キャタピラー三菱建機販売㈱ ☎(0726)41-1125 | 牧港自動車㈱ ☎(0988)61-1131-5 |

YBMは地盤改良の システムメーカーです

自走式地盤改良機
SS-60/SS-30

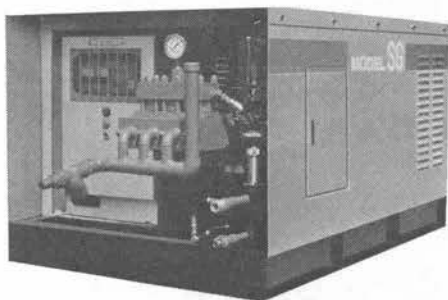


バックホウ搭載型
地盤改良機
SS-60BH
SS-30BH



ジェットグラウト
ポンプ

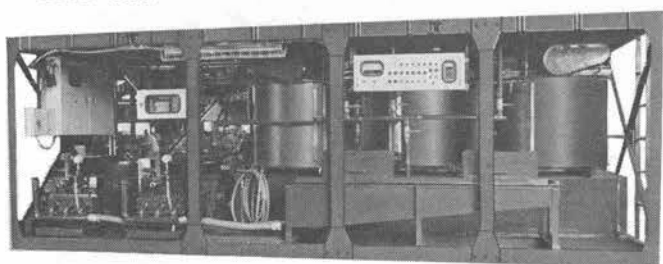
SG-75
SG-100



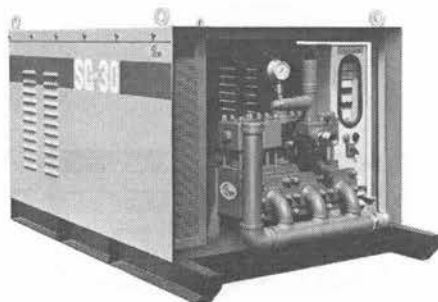
グラウト流量計
YMF-120A



地盤改良プラント
SMP-360



高圧注入ポンプ
SG-30V



YBMの地盤改良システムは、空港・港湾・河川・都市土木等未来を見つめた工事に活躍しています。



製造元 **株式会社 吉田鉄互所**

YOSHIDA BORING MACHINE MANUFACTURING CO.,LTD.

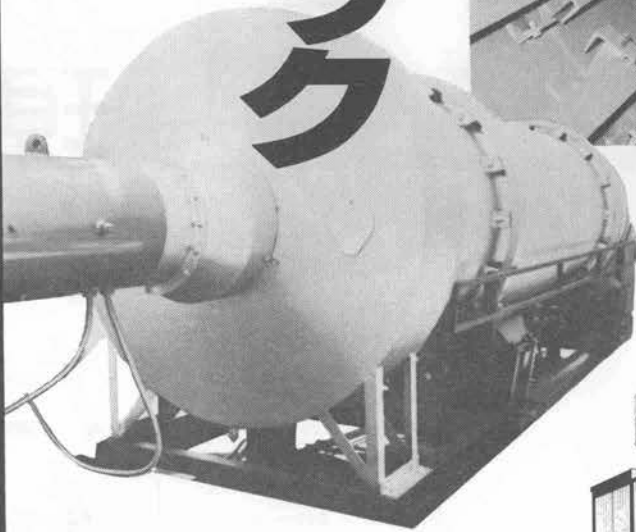
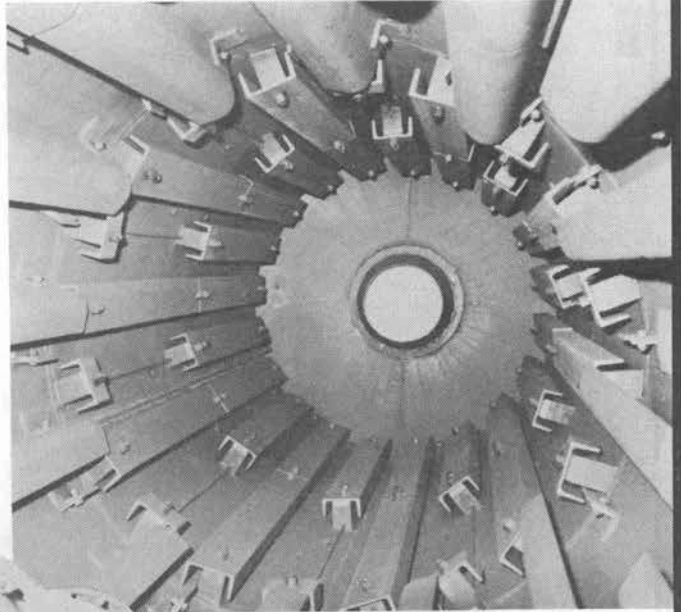
本社・工場 佐賀県唐津市原 1 5 3 4 TEL.(09557)7-1121 〒847

FAX.(09557)7-0535 TELEX.747628 YBM RIJ

東京支社 東京都港区新橋6丁目14番地4号(新橋木嶋ビル6F) TEL.(03)433-0525 〒105

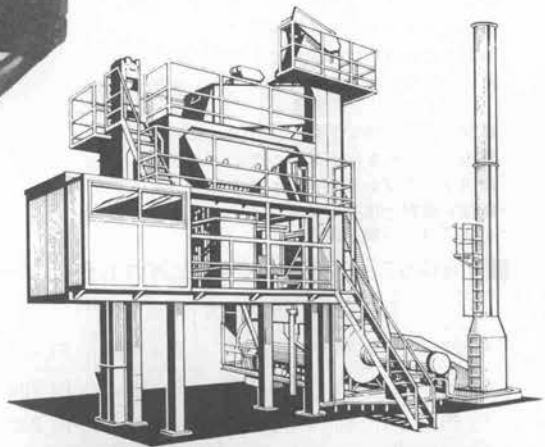
FAX.(03)433-0524 TELEX.02427142 YBM TOK

ダイナミック パワー!



- 熱効率の高さと
瞬発力が良質な合材生産のポイント

良質のアスファルト合材を生産する心臓部＝ドライヤは、そのパワーと熱効率の高さが生命です。BonDシリーズでその熱効率の高さを実証したヒートパックドライヤをA-TOMシリーズにも装備。文字通りヒート(熱)をパック(包む)し、放射熱を逃さない日工だけの省エネ・メカです。たとえ含水比が上ってもドライヤ能力が発揮できる瞬発力をあわせもっています。



(アトム)
A-TOMシリーズ
A-TOM 500(最大能力40T/H) A-TOM 600(最大能力48T/H)

 **日工株式会社**

本社/〒674明石市大久保町江井島1013-1 ☎(078)947-3131(代) FAX:(078)947-3638

●営業所/北海道・東北・東京・東海・北陸・近畿・近畿西・中国・四国・九州 ●出張所/北関東・長野・松山・南九州 ●工場/江井島・明石・東京・京都

高出力・低騒音設計ホイールローダ

FL460

SPEED AND POWER
CONTROL SYSTEM

ニューエイジ
デザイン
シリーズ



- 粘り強いエンジンV8ツインターボ…300PS
- 遊星歯車の自動変速器採用
- 耐久性抜群の密閉式湿式ディスクブレーキ
- シミュレーションシステムによって設計されたFRK、Z形リンク機構
- フィンガーコントロールの強力油圧システム
- モニタ時代をリードする電子パネル
- ストラタプレクリーナを標準装備
- 広い視野と快適な運転席（プレッシャライザ付エアコンの標準装備）

- バケット容量 4.6m³
- 走行速度 33.0km/h
- 全長(ツメ付) 9,150mm
- 全幅(バケット) 3,300mm
- 全高(キャブ上端) 3,800mm
- ホイルベース 3,600mm
- トレッド 2,450mm

■ あらゆるニーズに対応できる古河のホイールローダ

	バケット容量	定格出力	機械重量		バケット容量	定格出力	機械重量
FL30-I	0.34m ³	27PS	2,370kg	FL160A	1.6m ³	105PS	9,175kg
FL60-I	0.55m ³	42PS	3,540kg	FL200-I	2.0m ³	135PS	12,720kg
FL80	0.8m ³	52PS	4,665kg	FL200B	2.3m ³	155PS	13,720kg
FL120A	1.3m ³	85PS	7,190kg	FL330-I	3.3m ³	220PS	19,250kg
FL150	1.5m ³	105PS	9,035kg	FL460	4.6m ³	300PS	28,500kg

凄いヤツが現れたものだ。



古河鉱業

本社 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 ☎100

☎東京 (03)212-6551
 ☎田無 (0424)73-2641
 ☎大阪 (06)344-2531
 ☎岡山 (0862)79-2325
 ☎高松 (0878)51-3264
 ☎岡山 (0862)79-2325
 ☎福岡 (092)741-2261
 ☎二日市 (092)924-3441

☎札幌 (011)261-5686
 ☎名古屋 (052)561-4586
 ☎小牧 (0568)72-1585
 ☎富山 (0764)33-5888
 ☎仙台 (0222)21-3531
 ☎名取 (02238)4-1301
 ☎庄生 (0282)82-3111



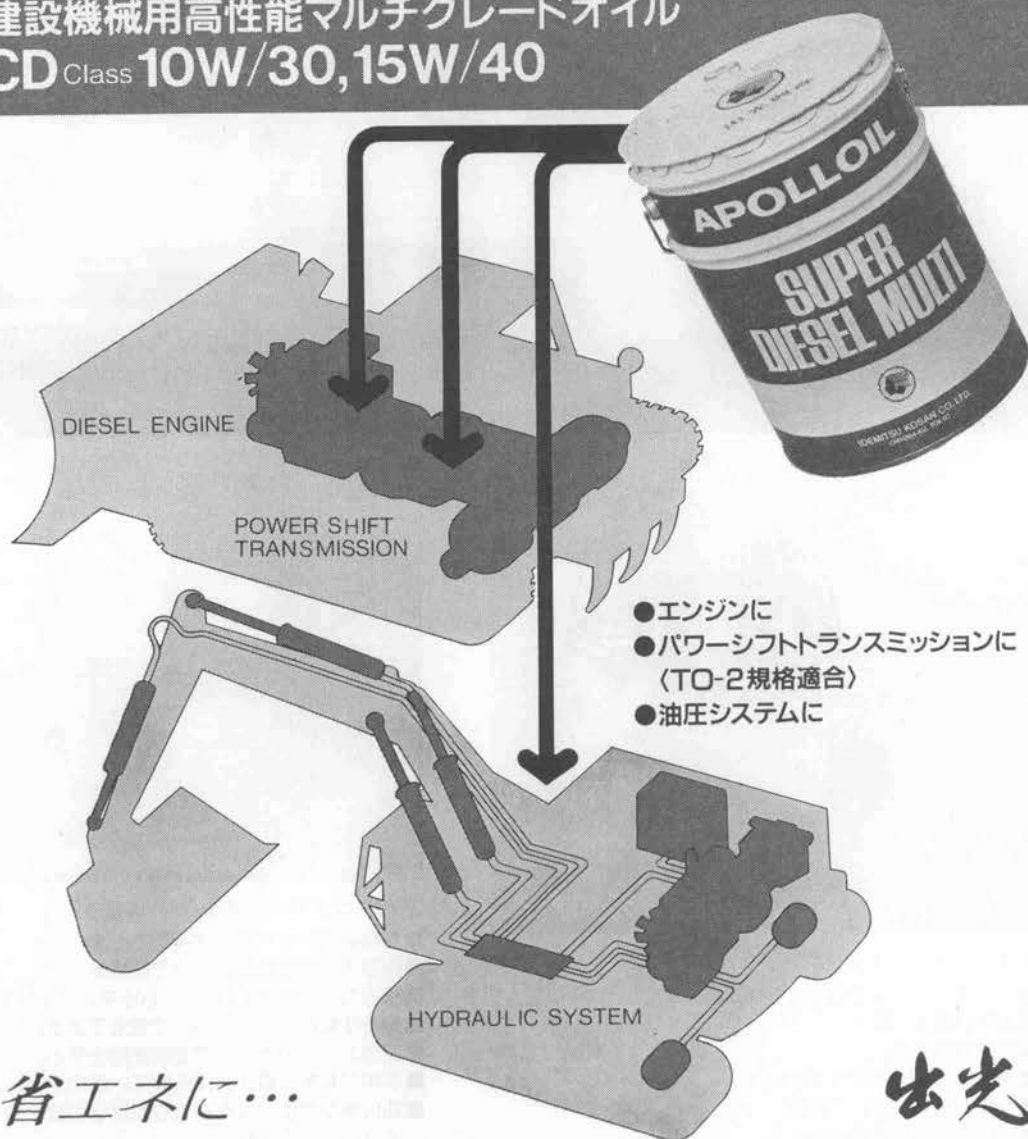
APOLLOIL

FINEST LUBRICATING OILS FOR CONSTRUCTION MACHINERIES

アポロイル スーパーディーゼルマルチ

建設機械用高性能マルチグレードオイル

CD Class 10W/30, 15W/40



- エンジンに
- パワーシフトミッションに
(TO-2規格適合)
- 油圧システムに

省エネに…
油種統一に…

出光

出光興産株式会社

〒100 東京都千代田区丸の内3丁目1番1号

☎(03)213-3111(大代表)

マサゴの電動油圧式バケット

8.0M³鉄鉱石用電動油圧グラブバケット



グラブバケット・ポリリップ型バケットの特長

- どんなクレーンにもつけられる。
- 操作が極めて簡単。
- 掴み力が大きい。
- 機構が簡単で故障が少ない。
- 強度が強く、頑丈である。
- 耐摩耗性が高く長もちする。



電動油圧木材グラブ

木材グラブの特長(特許出願中)

- 電動機が小さいので使用電力が少ない。
- 開閉速度が非常に速いので高効率。
- 掴み力が大きい。(小さくも出来る切換式)
- 保持性能が非常に良いので安全である。
- 油温上昇が小さいので連続使用出来る。
- 本体が非常に頑丈に作られているので安心。
- 油の寿命が長くなるような設計なので、油交換が少なくてすむ。

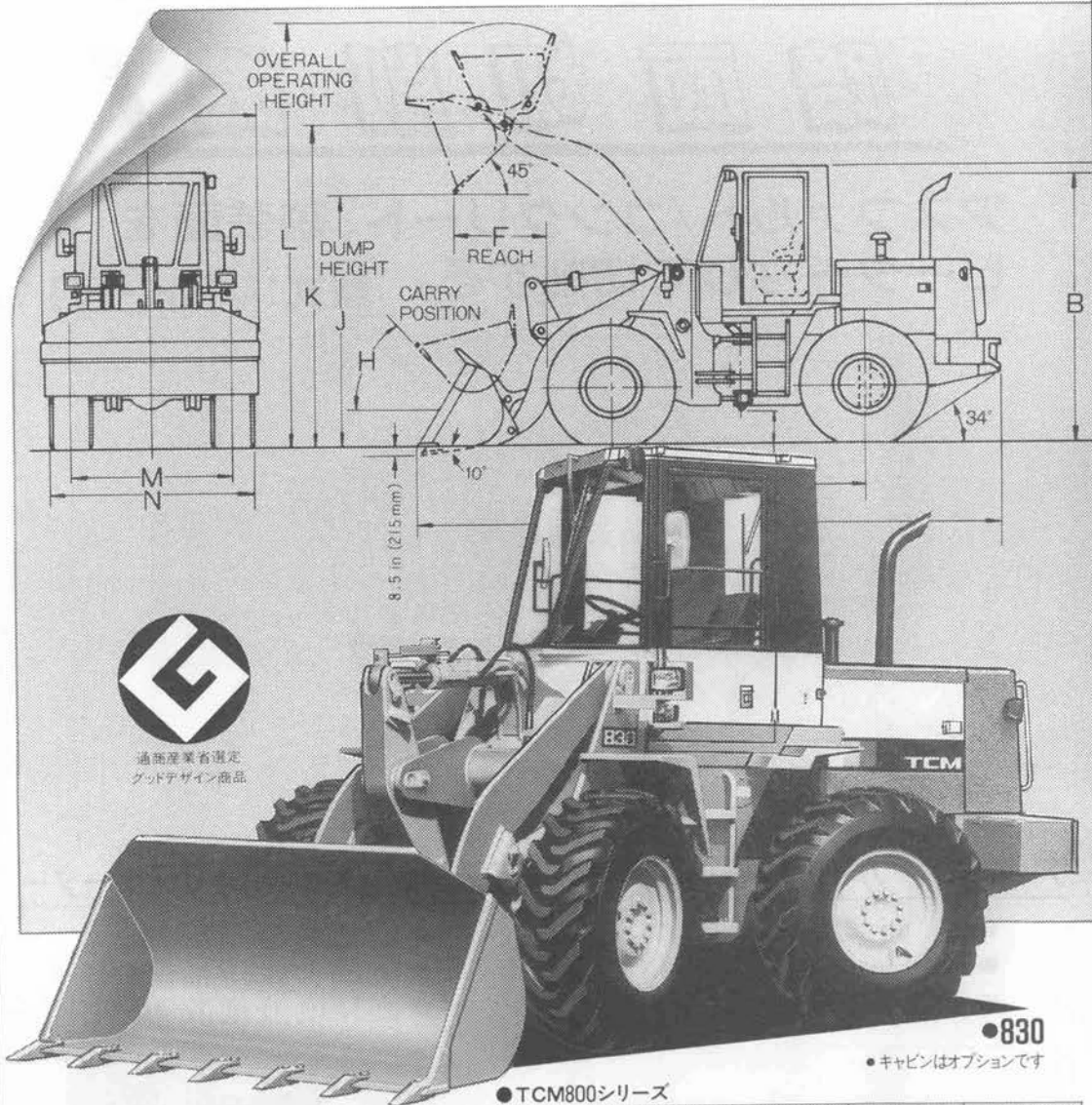
バケットの専門メーカー



眞砂工業株式会社

柏事業所 千葉県葛飾郡沼南町沼南工業団地
電話(沼南)0471-91-4151(代) 千270-14
大阪営業所 大阪市北区芝田2-3-14(日生ビル)
電話(大阪)06-371-4751(代) 千530
本社 東京都足立区南花畑1-1-8
電話(東京)03-884-1636(代) 千121

優れているから、2年連続の支持を受けました。



●830

●キャabinはオプションです

●TCM800シリーズ

機種	項目	バケット容量(m ³)	常用荷重(kg)	定格出力(ps/rpm)	自重(kg)
808A		0.35	560	28/2,400	2,340
810A		0.45	720	36/2,400	2,600
815		0.6	980	52/2,800	3,880
820		0.8	1,300	52/2,800	4,580
830		1.2	1,920	83/2,100	6,400
835		1.5	2,400	110/2,350	8,000
840		1.8	2,880	125/2,200	9,720
850		2.3	3,680	160/2,200	13,100
860		2.7	4,320	180/2,200	15,100
870		3.5	5,600	240/2,200	19,750
890		5.5	9,900	415/2,000	41,800

62年度も通商産業省グッドデザイン商品(産業機械部門)に、TCMの830が選定されました。

870に続いて2年連続の快挙です。

39年間、一貫した設計思想で品質を追求し

続けてきた確かな技術への証しです。

優れた技術と性能を誇るTCMの800シリーズは、

いまホイローダの最高峰へ——

TCM[®]東洋運搬機株式会社

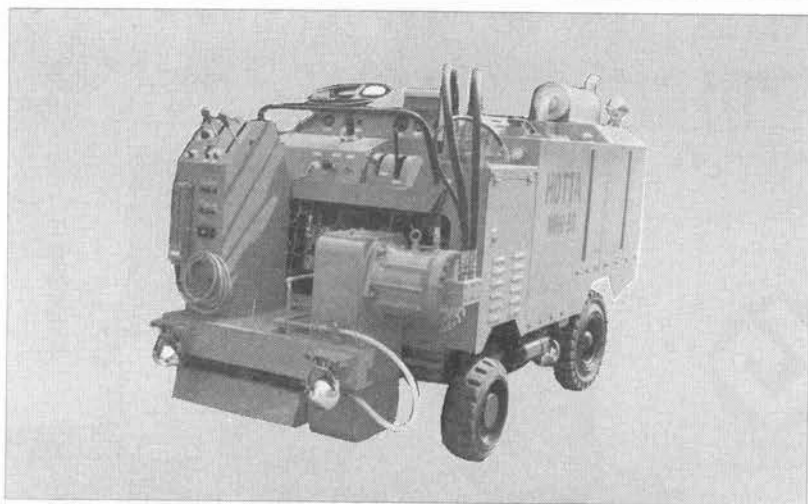
本社 大阪府大阪市京町堀1-15-10 ☎06(441)9141(代) 東京支社 東京都港区西新橋1-15-5 ☎03(591)1456(代)

TCMホイローダ

道路建設・維持補修

路面切削機

アスファルト/コンクリート、舗装面を
ヒーターなしで切削する。 **型式:MRH-50**



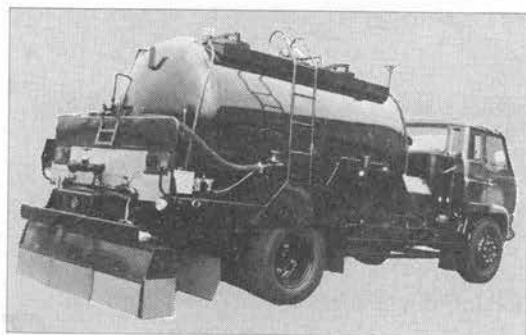
アスファルト路面補修車

- 路面の穴埋に
- 凹凸面の補修転圧に
- 簡易路面舗装に



アスファルトディストリビューター

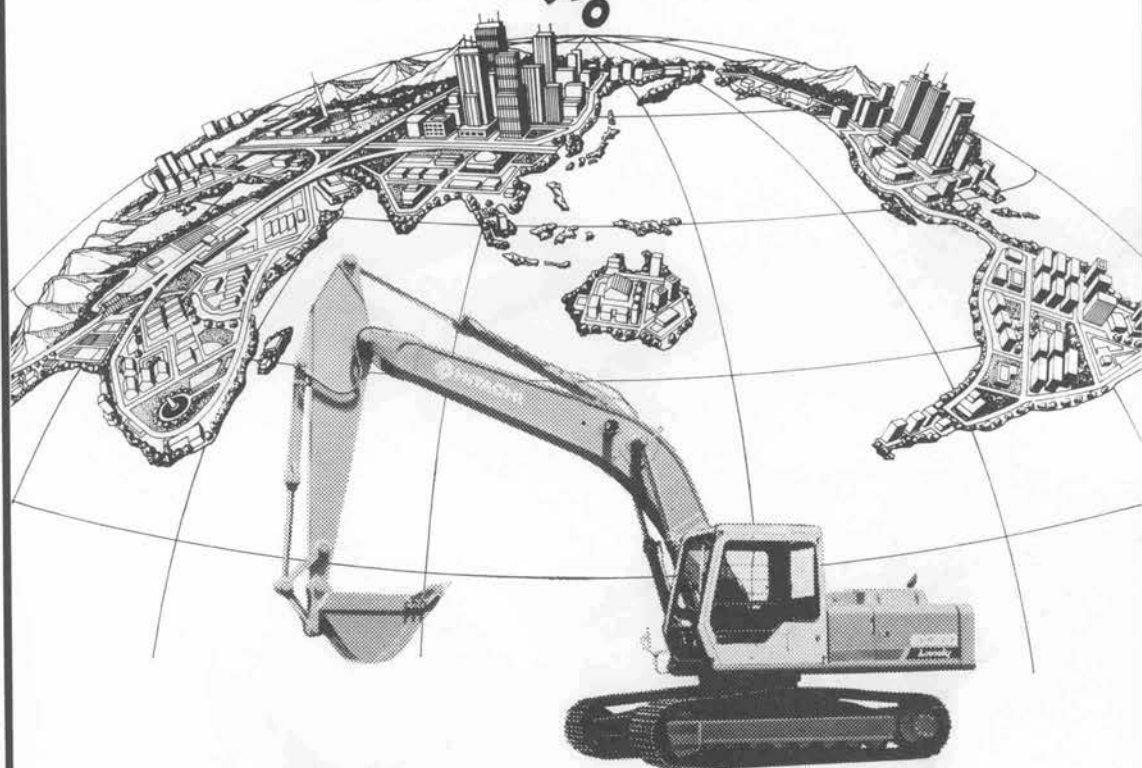
- 道路建設に
- 道路の維持補修に
- 高粘度液剤散布に



株式会社 堀田鉄工所

本社工場 名古屋市中川区十番町6丁目3番地
〒454 電話 (052) 651-3361(代)
FAX (052) 661-2904

世界で、喝采。



独創技術でベストセラー、ランディEXシリーズ

大作業量と低燃費・低騒音を両立させたE-P制御、軽い操作力で快適に操作できるマイハンドコントロールなど、日立建機独自の画期的技術を満載したランディEXシリーズ。おかげさまで、人気ますます上昇中。その卓越した技術に、機能に、世界から喝采の声が上がっています。機動性、汎用性

に富んだ小・中型機から碎石や大土量作業に威力を発揮する大型機まで、ラインアップもいちだんと充実。ユーザーの皆様には、ニーズに合った最適の一台が選ばいただけます。人とマシンとの新しい調和、そしてゆるぎのない信頼を求めて開発されたランディEXシリーズ、世界のあちこちの現場

で逞しく活躍しています。



日立建機株式会社 東京都千代田区大手町2-6-2(日本ビル) 千100 ☎ダイヤルイン(03)245-6361 営業本部

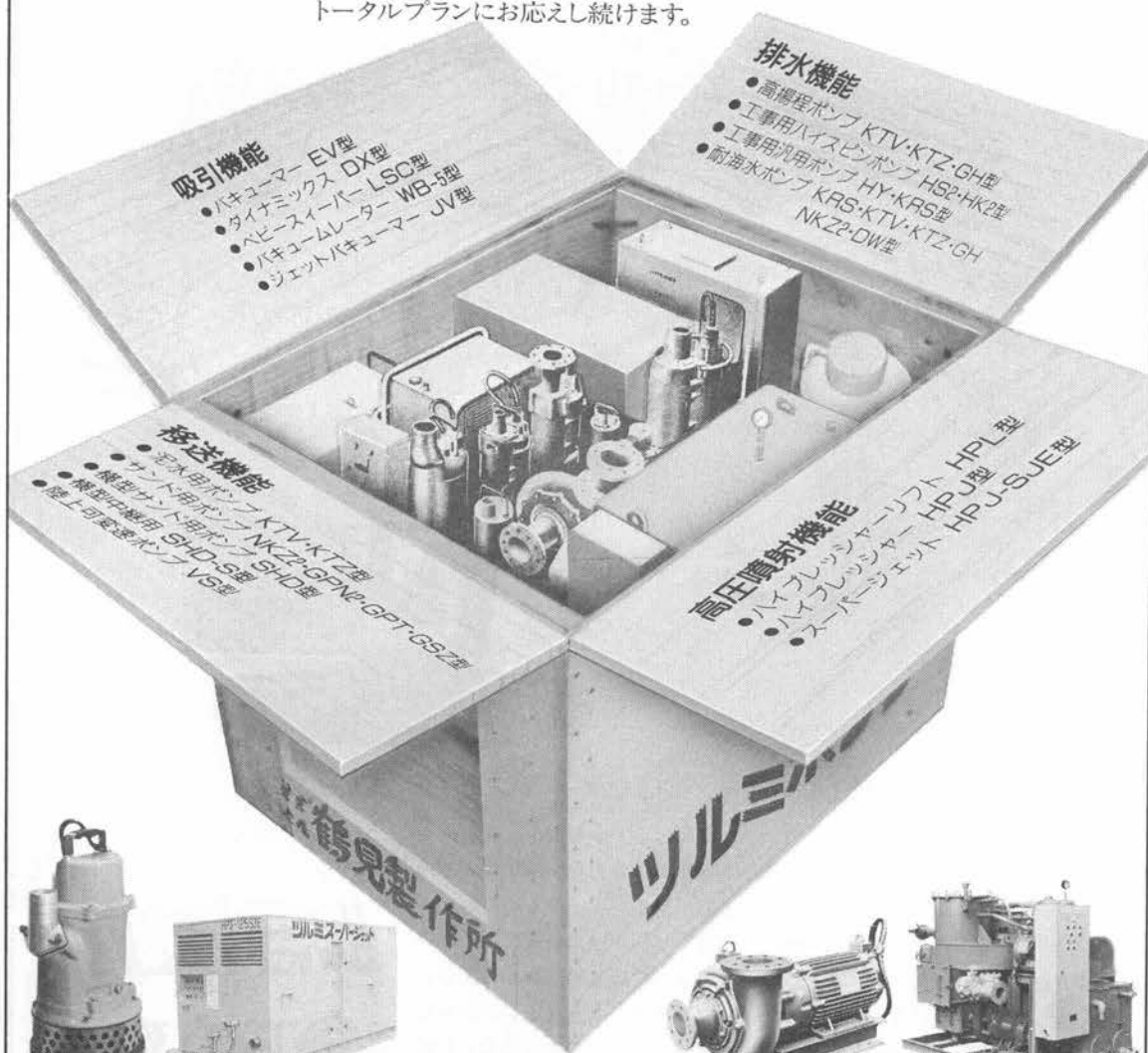
	EX60	EX90	EX100	EX120	EX150	EX200	EX220	EX270	EX300	EX1800	EX3500
バケット容量(m ³)	0.1-0.3	0.14-0.45	0.17-0.5	0.17-0.55	0.4-0.7	0.45-1.0	0.7-1.2	0.9-1.4	1.0-1.6	8.4-9.5	15.0
全装備質量(t)	6.3	9.0	10.7	11.8	14.5	18.5	22.5	26.0	28.5	175	328

水を制する。
水を治める。
水を活かす。



現場に合わせて お届けします

時進日歩……と言えるほど進展する土木・建設技術
60余年の実績を持つツルミは技術開発にサービス体制に
あらゆるニーズに遅れる事なく、システム機器メーカーとして
トータルプランにお応えし続けます。



吸引機能

- バキューマー EV型
- ダイナミックス DX型
- ペーシムレーター WB-5型
- バキュームラー JV型
- ジェットバキューマー

排水機能

- 高揚程ポンプ KTV-KTZ-GH型
- 工業用ハイスピンポンプ HRS2-HK2型
- 工業用汎用ポンプ HY-KRS型
- 耐海水ポンプ KRS-KTV-KTZ-GH NKZ2-DW型

移送機能

- 排水用ポンプ KTV-KTZ型
- サント用ポンプ NKZ2-GFNE-GPT-GS型
- 縦型サント用ポンプ SHD-S型
- 横型サント用ポンプ SHD-S型
- 陸上可搬式ポンプ VS型

高圧噴射機能

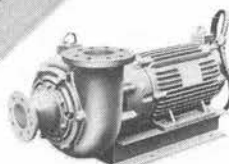
- ハイプレッシャーリフト HPL型
- ハイプレッシャー HP-U型
- ハイプレッシャー HP-J-SJE型
- スーパージェット



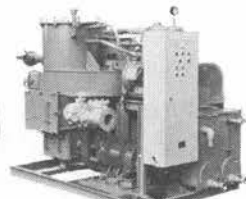
HK2型



HPJ-SJE型



SHD型



EV-15WA型



株式会社 鶴見製作所

大阪本店 千538 大阪市鶴見区鶴見4丁目16番40号 ☎(06)911-2351代
東京本社 千110 東京都台東区台東4-27-4(アィタル第5ビル) ☎(03)833-9765代

北海道(支) ☎(011)731-8385
関東(支) ☎(03)833-0331
北陸(支) ☎(0762)68-2761
近畿(支) ☎(06)541-8336
四国(支) ☎(0878)43-5133

東北(支) ☎(022)284-4107
新潟(支) ☎(0258)46-5050
中部(支) ☎(052)481-8181
中国(支) ☎(0829)23-5171
九州(支) ☎(092)431-0371

旭川・函館・青森・郡山・盛岡・山形・前橋・宇都宮・大宮・
千葉・横浜・松本・長野・水戸・新潟・富山・福井・四日市・
静岡・岐阜・沼津・浜松・京都・神戸・徳島・高松・和歌山・
奈良・阪南・岡山・山口・米子・松山・徳島・北九州・熊本・
鹿児島・沖縄・大分・長崎

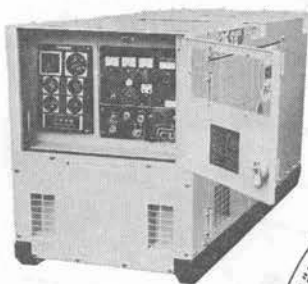
Denyo

先進のテクノロジー

デンヨーのパワーソース

エンジン発電機

0.5~750kVA



DCA-25SPI

DPS-750SS



エンジンコンプレッサー

1.4~21.2m³/min

エンジン溶接機

100~650A



BLW-280SSW

DBJ-I483SS

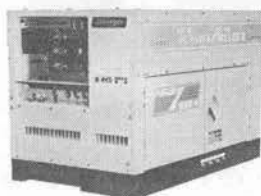


エンジン高圧水ポンプ

50~210kgf/cm²

エンジン・コンプレッサー 切断・手溶接兼用機

切断 12~50A
溶接 50~180A



PCX-50SS

光と熱と力を供給して38年。
豊富な技術と経験で、
「時代のニーズ」に自信をもってお応えします。



●技術で明日を築く

デンヨー株式会社

本社 千164 東京都中野区上高田4-2-2 TEL (228) 1111

— 支店・営業所 —

札幌営業所011(862)1221・仙台営業所0222(86)2511・北関東営業所0272(51)1931・東京支店03(552)1201・横浜営業所045(774)0321
静岡営業所0542(61)3259・名古屋営業所052(935)0621・金沢営業所0762(91)1231・大阪支店06(488)7131・高松営業所08787(4)3301
広島営業所082(255)6601・福岡営業所092(503)3553 出張所/全国主要39都市

RK250-II/RK450 ROUGH TERRAIN CRANE



クラスを越えて、いま、未到の領域へ。

“ザ・クレーン”と呼ぶにふさわしいスーパースペック・マシーン、RK250-II&RK450誕生。

油圧式トラッククレーン同等の作業能力と高度な作業性。

大型トラック並みの卓越した走り。快適な居住性。容易な操作性。

先進テクノロジーが、そのすべてをかなえた。さらにクラス1番の低騒音、周囲安全の配慮を実現。

狭い現場での使いやすさも向上させた。

漸新なフォルムに比類なき価値を秘めて、いま、都市空間の未到のステージへ発進。

RK250-II

- 最大つり上能力=25.0ton×3.5m ●最大ブーム長さ=30.5m+11.5m(2段ジブ)
- 最大地上揚程=31.8m(主ブーム)/43.1m(主ブーム+2段ジブ)

RK450

- 最大つり上能力=45.0ton×3.0m ●最大ブーム長さ=38.9m+9.0m(ジブ)
- 最大地上揚程=39.8m(主ブーム)/48.2m(主ブーム+ジブ)



神鋼コベルコ建機

本社 〒150 東京都渋谷区神宮前6丁目27番8号(京セラ原宿ビル) ☎03-797-7111

高性能集塵機 コンパクトバグ

コンパクト RE-70C

■ 3大特色

- 1 コンパクトで大風量
- 2 設置場所をとらず持ち運びが簡単
- 3 高度な粉じん処理



■ 用途

- ビル内、地下街、商店街でのほつり粉じん。
- ビル解体、改築作業の粉じん。
- 地下鉄、トンネル内の局所発生粉じん。
- シールド、ケイソン工事、鏡切り、解体作業粉じん。
- その他あらゆる粉じん、ヒューム対策に適應。

■ 仕様書

処理風量	70m ³ /min
電動機	3.7kW 3相 200V
ろ過精度	0.5μm×80%
許容圧損	230mmAq
エレメント	大 600φ×1本 小 320φ×1本
総ろ過面積	30m ²
騒音	80dB(A) 1.5m
重量	約100kg
標準付属品	サイレンサー×1ヶ ダクトホース 5m、300φ×1本
オプション	デミスターフード 分岐管(Y型) キャスター ヒューム対策用高性能フィルター

■ オプション

- デミスターフード
吸込カバーの内側に取り付けられており、大・小エレメントに直接粗大な異物などの侵入を防ぎ、エレメントの寿命も長く保ちます。
- 分岐管
標準付属のダクトホースは300φ×5mですが、2ヶ所で使用したい場合には、公岐管を取付けると200φのダクトホース2本取付け可能となります。
- ヒューム対策用高性能フィルター
溶接ヒュームが大量に発生する場所に最適です。
- キャスター
本体の下にフィットして移動に大変便利となります。

 **株式会社 流機** エンジニアリング

本社 〒105 東京都港区芝2-30-8(菊池商事ビル)
☎(03)452-7400代表 FAX (03)452-5370
大阪営業所 〒530 大阪市北区太融寺町2-17(太融寺ビル)
☎(06)315-1831代表 FAX (06)313-0561

陰で支える確かな技②



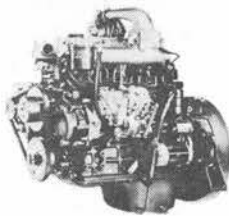
かたちには心がないと
殺陣は生きてきませんね。

●殺陣師
林 邦史朗氏

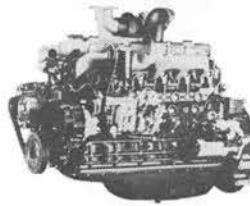
1939年東京生まれ。アクション演劇を志し、1963年日本で初めてのスタントマン集団「若駒冒険グループ」を発足。殺陣師としてNHK大河ドラマをはじめ数々の時代劇、現代劇を指導するほか、武刺ショーを国内及びアメリカ各地で公演し成功をおさめる。殺陣師はあらゆる武道、武器はもとより、時代考証、芝居の狙い、登場人物の心理などに深く精通すべきであるとの信念を持ち、ドラマ全体を光らせる、「生きた殺陣」を提唱。役者の持ち味を見事に引き出している。

頼もしいパワーと耐久性。ここにも確かな技、あり。

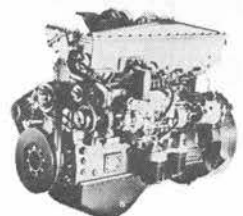
■自動車エンジンの実績を全面的に投入。用途、過酷な条件を問わず、常に低騒音で安定した運転性を実現。三菱ならではの、高性能エンジンです。■25馬力から368馬力までのワイドなラインアップ。最適な機種をお選びいただけます。■指定サービス工場220社をはじめ全国くまなくカバーする万全のアフターサービス体制です。■オプションパーツも豊富に用意。お客様のニーズにきめ細かく応えます。



4D31-T型
ターボ付直噴エンジン



6D31-T型
ターボ付直噴エンジン



6D22-TC型
給気冷却器・ターボ付直噴エンジン

*：給気冷却器付												
*：ターボ付												
▲：直噴式												
25PS	4D31	4D31-T(M)	4D31-T(H)	4D31-T(M)	4D31-T(H)	4D31-T(M)	4D31-T(H)	4D31-T(M)	4D31-T(H)	4D31-T(M)	4D31-T(H)	4D31-T(M)

M：中速用
H：高速用
すべてディーゼル
エンジンです

見えないところで、先進技術。
三菱産業用エンジン
産業エンジン部 ● 東京都港区芝5-33-8 〒108 ☎ 東京03(456)1111

どこでも信頼をうける!!

振動ローラー

両輪／駆動 ステアリング軽快
サイド転圧可能

- MV-30型 3.0t
- MV-26型 2.6t
- MUS-12型 1.2t



明和 製品

ハンドローラー

- MRA-65型 650kg
- MRA-85型 850kg
- MG-7型 700kg
- MG-6型 600kg



自走式高所作業車

明和ハイリフト

バイブロプレート

アスファルト舗装・
表面整形・補修

- P-12型 120kg
- P-9型 90kg
- P-8型 80kg
- VP-8型 80kg
- VP-7型 70kg
- KP-8型 80kg
- KP-6型 60kg
- KP-5型 45kg



タンパランマー

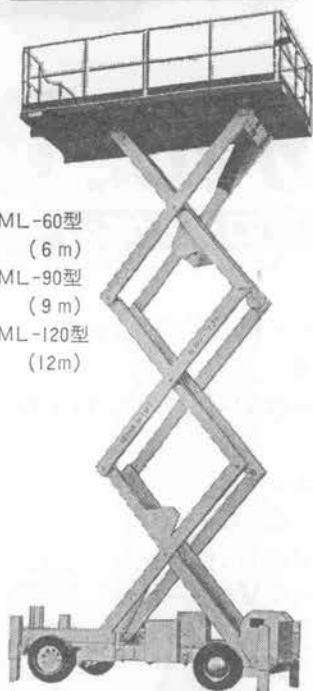
エンジン直結式
オイル自動循環式

- RT_A-75型 75kg
- RT_B-55型 55kg
- RT_C-65型 65kg
- RT_D-45型 45kg



新製品

- ML-60型 (6m)
- ML-90型 (9m)
- ML-120型 (12m)



コンクリート カッター

- MK-10型
- MK-12型
- MK-14型
- MC-10型
- MC-12型
- MC-22型
- MC-30型



コンパイン 振動ローラー

センターピン方式
アスファルト舗装最適

- MUC-40型4t (前鉄輪・後タイヤ)
- MUC-40W型4t (前後輪共・鉄輪)



(S) 株式会社 明和製作所

川口市青木1丁目18-2 〒332

本社・工場 Tel. (0482) 代表(51)4525-9 FAX. (0482)56-0409
 大阪 Tel. (06) 961-0747-8 FAX. (06) 961-9303
 名古屋 Tel. (052) 361-5285-6 FAX. (052)361-5257
 福岡 Tel. (092) 411-0878・4991 FAX. (092)471-6098
 仙台 Tel. (022) 236-0235-7 FAX. (022)236-0237
 台北 Tel. (082) 293-3977・3758 FAX. (082)295-2022
 広島 Tel. (011) 822-0064 FAX. (011)831-5160
 札幌



より磨かれた **V** series

卓越した先進テクノロジーがショベルの概念を変えた。

さらに進化を遂げた **V** シリーズ

斬新なデザインに、大作業量と低燃費・低騒音を両立させた

最先端のマイコン制御システム APC

軽い操作力で軽快な運転ができるサーボコントロールシステムなど
先進機能を満載。

また、経済性、居住性を飛躍的に向上させ

オペレータの心を熱くし、快適さへの配慮も十分。

マイクロコンピュータを中枢にした画期的な技術を一
つ一つ複合し、より高次元のショベル **V** シリーズが
今、脚光を浴びて鮮やかに発進。

型 式 名	バケット容量	全装置重量
HD-140SE V	0.14m ³	4,500kg
HD-250SE	0.25m ³	6,500kg
HD-400SE V	0.40m ³	10,500kg
HD-450SE V	0.45m ³	11,600kg
HD-550SE-II	0.55m ³	14,800kg
HD-700SE V	0.70m ³	18,500kg
HD-800SE V	0.80m ³	19,800kg
HD-900SE V	0.90m ³	22,500kg
HD-1250SE V	1.20m ³	28,500kg
HD-1880SE-III	1.80m ³	41,000kg
HD-2500SE	2.50m ³	65,000kg



HD-450SE V

今日の対話を明日の技術へ

KATO

株式会社 加藤製作所

本社 東京都品川区東大井1-9-37
(☎140) ☎03(458)1111(大代表)

昭和63年3月号PR目次

—C—

千葉工業(株)……………後付 16

—D—

(株)ダイニチ興業……………後付 13

デンヨー(株)……………# 33

(社)土木学会……………# 11

—F—

古河鋳業(株)……………後付 26

—H—

林バイブレーター(株)……………後付 10

範多機械(株)……………# 18

日立建機(株)……………# 31

(株)堀田鉄工所……………# 30

本田技研工業(株)……………# 20

—I—

出光興産(株)……………後付 27

—K—

(株)加藤製作所……………後付 38

久保田鉄工(株)……………# 15

栗田サク岩機(株)……………# 11

コトブキ技研工業(株)……………# 8

(株)小松製作所……………# 7

—M—

眞砂工業(株)……………後付 28

マルマ重車両(株)……………# 4

丸友機械(株)……………# 1

丸善工業(株)……………表紙 2

三笠産業(株)……………後付 6

三井物産機械販売 (株).....	後付	9
三菱自動車工業 (株).....	"	36
(株) 明和製作所.....	"	37

—N—

内外機器 (株).....	後付	5
(株) 南星.....	"	10
(株) ニチユウ.....	"	21
日工 (株).....	"	25
日鉄鋸機械販売 (株).....	表紙 3・後付	19
日本ミシュランタイヤ (株).....	後付	22

—O—

オカダ・アイオン (株).....	後付	3
-------------------	----	---

—R—

(株) 流機エンジニアリング.....	後付	35
---------------------	----	----

—S—

神鋼コベルコ建機 (株).....	後付	34
新キャタピラー三菱 (株).....	"	23
新電気 (株).....	表紙	4

—T—

大裕鉄工 (株).....	後付	14
(株) 鶴見製作所.....	"	32
(株) 東京計器.....	"	12
東京流機製造 (株).....	表紙	2
東洋運搬機 (株).....	後付	29
特殊電機工業 (株).....	"	2

—U—

宇部工業 (株).....	後付	17
---------------	----	----

—Y—

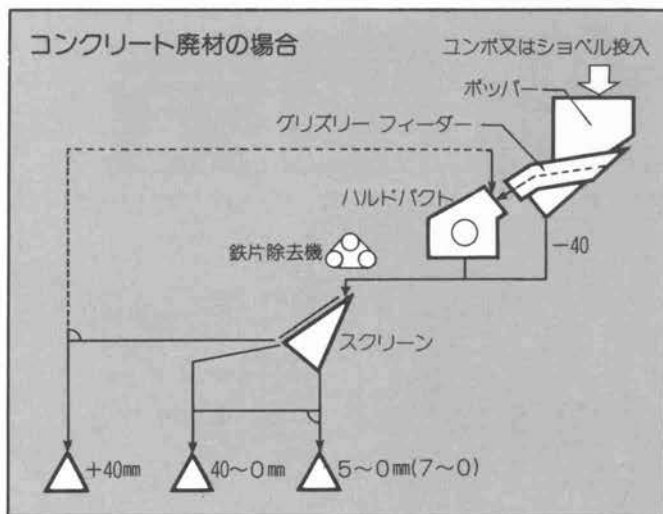
(株) 吉田鉄工所.....	後付	24
吉永機械 (株).....	"	1



廃材を100%再生する
 抜群の処理能力

廃材再生処理プラント

コンクリートやアスファルトの廃材を破碎し鉄片などと選別、
 処理、経済的な骨材として再生させる画期的プラント。



■ハルトバクト一台で一挙に目的の産物が得られます。

- 500mmの大塊から一挙に、40mm以下の粒形のよい目的の産物ができます。
- 設備面積が小さくてすみます。
- 設備費が安く仕上がります。
- 運転管理が容易です。

■鉄筋が着いたコンクリート廃材をそのまま処理できます。

■夏季でもアスファルトが居付きません。

発売元

日鉄鉱業株式会社

総代理店

日鉄鉱業機械販売株式会社

東京都千代田区神田駿河台2-8(瀬川ビル) ☎03(295)2501(代)
 北海道支店 ☎(011)561-5371(代) 東北支店 ☎(0222)65-2411(代)
 大阪支店 ☎(06) 252-7281 名古屋営業所 ☎(052)962-7701(代)
 九州支店 ☎(092)711-1022(代) 広島営業所 ☎(0822)43-1924(代)



貸します



建機レンタル

CNE RENTAL 新電気

- ◆泥水加圧式シールド工法用機器
- ◆泥水加圧推進工法用機器
- ◆各種検出器
- ◆泥水輸送・環流ポンプ
- ◆推進用可変元押油圧ジャッキ
- ◆泥水シールド用泥水処理装置
- ◆NATM(ナトム)工法関連機器
- ◆QA機器・パーソナルコンピュータ
・ワードプロセッサ
- ◆JV工法機械(VX・LSV・パイプロ)
- ◆ニューマチックケーソン及び
圧気シールド工法用機械

エンジニアリング事業部	☎ 03 (864)7611
情報システム事業部	☎ 03 (862)1411
東京支店	☎ 03 (687)1411
北関東支店	☎ 0486(23)2748
千葉支店	☎ 0436(43)3511
水戸支店	☎ 0292(95)0261
横浜支店	☎ 045(335)5030
大阪支店	☎ 06 (554)0212
南東北支店	☎ 022(285)3111
北東北支店	☎ 0196(41)2813
北陸支店	☎ 025(362)5121
新電気工業株	☎ 03 (688)8721
長野新電気株	☎ 0262(73)1411
九州建機レンタル株	☎ 092(572)8111

- ◆レンタカー
- ◆車両牽引機
- ◆水中ポンプ
- ◆発電機・溶接機
- ◆コンプレッサー・空気工具
- ◆パイプレータ
- ◆搬任機械
- ◆小型機械・電動工具
- ◆送風機
- ◆洗浄機・掃除機
- ◆中和・散水装置
- ◆ベルトコンベア
- ◆ハウス関連・シーズン品

確かな実績で信頼の輪をあげ続ける

CNE 新電気株式会社®

本社 〒101 東京都千代田区岩本町1-5-13 秀和第2岩本町ビル
電話 03-862-1411(代表) FAX03-861-7544 営業本部

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 東京都中央区銀座8の2の1(新田ビル) TEL 東京(03)572-3381(代)
大阪支社 〒530 大阪府北区西天満3-6-8 菅屋ビル3階 TEL 大阪(06)362-6515(代)

雑誌03435-3

「建設の機械化」

定価 一部

六五〇円