

建設の機械化

1981 **2**
日本建設機械化協会



THCD-500
全油圧式クローラードリル
東洋工業株式会社

今日から山岳地の送電線鉄塔基礎工事が変わる

いくなれば、 豎坑掘削の産業革命。

驚異的な掘削能力を備えた我国初の豎坑掘削機

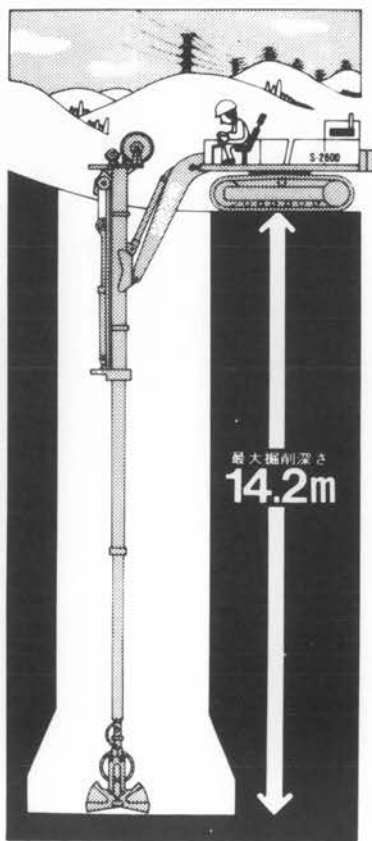
〈分割型S-260Dパイプクラム〉

新登場!

一段と大型化する山岳地などの送電線鉄塔基礎工事。手掘りに頼りがちな豎坑掘削作業に革命をもたらす画期的な新機種が誕生しました。新登場の分割型S-260Dパイプクラムは、最大掘削深さ14.2m。豎坑掘削作業を能率的に進める、驚異の掘削能力です。しかも、堅固な岩盤、土質には、ワンタッチ装着のブレイカーで難なく対処。工期短縮、安全性向上、省力化など、工事の能率アップに大きく貢献します。そのうえ、輸送の悩みも合理的な分割システムの採用で一挙に解決。まさに、山岳地の送電線鉄塔基礎工事を変える住友独自の技術がここに結集しました。

〈諸元〉

- 最大掘削深さ …………… 14.2m
- 最大掘削半径 …………… 7.13m
- 最大ダンプ高さ …………… 4.26m
- バケット容量 …………… 0.18^m
- 登坂能力 …………… 20° (36%)
- 全装備重量 …………… 13,900kg
(ブレイカーを含む)
- 接地圧 (500mmシュー) …… 0.50kg/cm²



**住友FMC・Link-Belt油圧式ショベル
 分割型S-260Dパイプクラム**

住友重機械建機販売(株) 大阪市東区北浜5丁目22(新住友ビル2号館) ☎541 ☎大阪(06)220-9015

目次

□巻頭言 中国の水力開発プロジェクト……………飯島 滋/1

新エネルギー財団の活動方針……………原田 信昭/3

御坊火力発電所人工島造成工事……………錦織 達郎/6

玄海原子力発電所基礎掘削における
既設1号機に対する振動対策……………青木 謙三/14

川内原子力発電所取水口仮締切工事……………永島 英起/21

女川原子力発電所建設工事……………鳥居 良明/27
千田 壽一

奥矢作第二発電所放水口沈設工事……………戸田 五郎/33

大鳴門橋多柱式基礎工事の実績……………赤間 信/41

グラビヤ—大鳴門橋多柱式基礎工事

一庫ダム仮設備機械の公害対策……………服部 政二/47

□随想 北京あれこれ……………西村 健三/54

地熱井掘削機器の現状と動向……………高岡 三郎/56

低騒音型ブルドーザの開発に関する研究……………本郷 慎一/63
沢田 茂良
境 友昭

建設機械の運転席における振動評価方法……………藤本 義二/70

□新機種ニュース……………調査部会/76

□文献調査

明日の建設機械の展望/コンクリートの練り混ぜの

良否に及ぼす練り混ぜ時間の影響……………文献調査委員会/79

□整備技術

固体潤滑剤の知識……………整備技術部会/82

□統計

建設工事受注額・建設機械受注額・建設機械卸売価格の推移

……………調査部会/86

行事一覧……………/87

編集後記……………(立花・新堀)/90

◀表紙写真説明▶

THCD-500

全油圧式クローラドリル

東洋工業株式会社

本機は油圧さく岩機のさく孔性能に重機の機動性をプラスした省エネルギー、高能率、低公害の全油圧式クローラドリルである。定位置で360°旋回が可能な機構を有しているため、特に狭い場所での作業時の位置決めなどにむだな時間を費やすことなく、スムーズかつ迅速に作業が行える。

◀主な仕様▶

全長……………	6,088 mm
全高……………	2,450 mm
全幅……………	2,360 mm
重量……………	8,000 kg (ダストコレクタ付)
さく岩機……………	TH-500 (東洋工業製)

機 関 誌 編 集 委 員 会

編 集 顧 問

加藤三重次	本協会会長	寺島 旭	八千代エンジニアリング(株) 取締役
長尾 満	新構造技術(株)取締役会長	石川 正夫	佐藤工業(株)土木営業部専門部長
坪 質	本協会専務理事	神部 節男	(株)間組常務取締役
浅井新一郎	新日本製鉄(株)参与	伊丹 康夫	日本国土開発(株)専務取締役
上東 広民	本協会建設機械化研究所副所長	斎藤 二郎	(株)大林組技術研究所次長
中野 俊次	元機関誌編集委員長	大蝶 堅	東亜建設工業(株)顧問
新開 節治	本協会建設機械化研究所 試験部次長	両角 常美	(株)神戸製鋼所 建設機械事業部事業部長付
桑垣 悦夫	久保田鉄工(株)環境技術研究所長	塚原 重美	鹿島建設(株)技術研究所専門部長

編集委員長 田 中 康 之 本協会運営幹事長

編集幹事 本 田 宜 史 本協会広報部会委員

編 集 委 員

森 寛昭	本協会広報部会委員	新堀 義門	三菱重工業(株)建設機械事業部
西出 定雄	本協会広報部会委員	高木 隆夫	キャタピラー三菱(株) 販売開発部商品開発課
立花 勲	本協会広報部会委員	岡崎 壮志	(株)神戸製鋼所建設機械事業部 サービス部東京サービス課
吉田 由治	本協会広報部会委員	松島 顕	(株)間組機材部
古橋 正雄	日本国有鉄道建設局線増課	兼子 功	(株)大林組東京本社機械部
松尾 嘉春	日本鉄道建設公団設備部機械課	梅津 敏雄	東亜建設工業(株)船舶機械部
下村 真弘	日本道路公団東京第一建設局 建設第二部構造技術課	佐藤 寿	鹿島建設(株)機械部
天野 節夫	首都高速道路公団神奈川建設局	鈴木 康一	日本舗道(株)海外事業部
長田 忠良	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
津田 弘徳	本州四国連絡橋公団 工務第二部設備課	森谷 正三	(株)熊谷組営業本部総括部
高橋 大	電源開発(株)土木部	今城 康雄	清水建設(株)機材部
牧 宏	日立建機(株)クレーン技術部	三浦 満雄	(株)竹中工務店技術研究所
田辺 法夫	(株)小松製作所 技術本部技術管理部	和田 航一	日本国土開発(株)土木本部

巻頭言

中国の水力開発プロジェクト

飯 島 滋



一昨年秋から昨年の正月にかけて、2回に亘って中国を訪れる機会を得ることができた。目的は日中国交回復後初の対中円借款プロジェクトの調査交渉のためのものであった。結果としては、鉄道、港湾の5プロジェクトに加えて、五強溪水力発電所（175万kW）が円借款の対象として決定されたが、この間に中国の数箇所の水力発電プロジェクトを視察することができた。

北京から東北100kmの位置に密雲ダムがある。このダムは治水、かんがい、発電、上水道、魚養殖を目的とする多目的ダムとして建設されたもので、1958年に着工し、1960年に竣工したという。この時期は中国が新しい国家として発足後約10年目に当り、中国の独自の技術でつくられたものという。

貯水池は高さ66m、堤頂長960mの主ダムの他、六つの補助ダムからなっており、総貯水容量は43.7億 m^3 で、人造湖としてはわが国に見られない大規模なものである。流域面積は188 km^2 、年間流入量が10~15億 m^3 と少ないため、北京等の上水道用水需要の増加もあって、未だ満水したことがないという。

これらの七つのダムは、すべて表面粘土遮水型ロックフィルダムであるが、当時はこれを建設するのに建設機械らしきものもなく、ほとんどが人力で施工されたという。中国は今では人口が10億人をこえており、いかに国土が広いとはいえ、どこの町に行っても多くの人を見かけるが、このようなマンパワーを活用し、人力と畜力（主としてロバ）のみで、いわゆる人海戦術でこれだけのダムを築造したわけである。

ダム建設のための労務者数は約2年半の工期を通じ平均10万人、工事の最盛期には20万人に達したという。これらの労務者のほとんどは、人民公社の農民の勤労奉仕により支えられたようである。それでも総工事費は約3億元（約400億円）かかっている。1958年というわが国では最初の大規模なロックフィルダムとして御母衣ダムが建設中の時期であり、大型の最新鋭建設機械を投入しての工事と比較すると対照的な感がする。

ところで、今回の円借款の対象となった五強溪水力発電プロジェクトは、高さ104m、堤頂長785mのコンクリート重力式ダムを建設し、ダム直下に発電所を設けて最大出力175万kWを発電しようとする計画である。総工事費は約2,200億円、このうちの外貨分約60%を円

巻頭言

借款で調達しようとするものである。この計画では海外から新鋭の建設機械を大量に輸入し、中国としては初の本格的な建設機械の導入によるダム建設を行うこととしている。導入しようとする建設機械は総額で約 250 億円に達するものであり、中国側の機械化施工に対する熱意がうかがわれる。

中国も開放後 30 年を経、その間、独力でいくつかの大ダムを建設してきたわけであるが、密雲ダムを建設した当時とはダム建設に対する考え方がかなり変わってきているように見える。技術的に優れたダムを短期間で建設するためには、いかに労働力が豊富とはいえ、やはり近代的な建設機械導入による施工方法をとった方が、結果的には経済性の面でも有利であるという認識をもつようになったようである。

中国のダム建設の機械化に至る過程を見るにつけても、日常それほど意識しないわが国における建設現場を見ている私にとって、この二十数年の間に、わが国の建設工事が如何に機械化されるようになったか、驚くばかりである。常日頃のたゆまぬ研究開発によって、色々の新しい建設機械が実用化されているのみならず、同じ機種でも、過去のものにくらべて比較にならないほど性能が向上している。これも建設機械関係者の努力のたまものといえよう。

昨今のエネルギー情勢にてらし、わが国としても、今後中小水力の開発が大きな政策課題となっているが、このための障害として、比較的経済性の悪い中小水力地点のコストダウンを如何に低減しようかという問題がある。今年度からその一環として全地質型隧道掘削機の研究開発を補助金により促進することとしたが、この他にも中小水力施工に当ってコストダウンにつながる要素は色々あると思われる。このような面でも関係者の御協力が頂けると幸せである。

—Shigeru Iijima 通商産業省資源エネルギー庁公益事業部水力課長—

新エネルギー財団の活動方針

原田 信昭*

1. 新エネルギー財団の概要

我が国をとりまくエネルギー情勢は今次のイラン革命や石油価格の上昇等一層厳しさを増しており、エネルギー供給の安定確保が今後の我が国経済の維持、向上を図っていくうえで最大の課題となっている。この課題に適切に対処していくためには、石油の安定確保、省エネルギーの推進に努めるとともに、さらには石油代替エネルギーの開発、利用の促進に積極的に取り組んでいかなければならない。

このためには原子力開発の利用の推進、石炭、LNG等の利用の拡大に加えて、水力、地熱等の未利用の国産

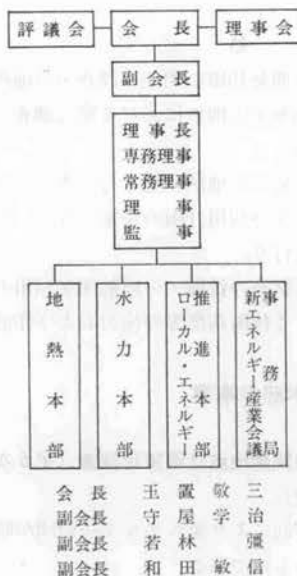
エネルギーの開発、利用、地域社会におけるエネルギーの開発、有効利用、いわゆるローカルエネルギーの開発利用を促進し、さらに新エネルギー技術の開発へ積極的に取り組んでいかなければならない。また、エネルギー問題の解決のために広く国民一般の理解と協力を得るよう積極的に普及啓蒙を展開していく必要が叫ばれている。

この石油代替エネルギー開発利用の国家的重要性、緊急性にかんがみ、国を挙げてその活力、技術開発力、事業化能力をこれら代替エネルギーの開発利用に向けて結集していくことが必要であり、政府の石油代替エネルギー施策に対する協力、支援体制を確立し、また、その施策に産業界はじめ各界の総意を反映させる場を構築するとともに、これらの石油代替エネルギーに関する啓蒙普及、調査、研究等の諸活動を展開していくため、昭和55年9月27日財団法人新エネルギー財団が設立された。この新エネルギー財団は電力、石油等のエネルギー供給企業、新エネルギー技術に関連を有する企業、建設業その他のエネルギー関連企業等の民間業界が構成メンバーとなり、石油代替エネルギーの開発、利用の促進に関心を有するジャーナリズム、学界等の幅広い協賛を得て発足したものである。

なお、新エネルギー財団の組織は図-1に示すとおりである。

2. 新エネルギー財団の事業活動

財団は新エネルギー技術の開発および実用化の促進のための調査研究ならびに水力、地熱その他のローカルエネルギーの開発、利用に関する調査研究および技術普及向上のための業務を行い、あわせて石油代替エネルギーの普及啓蒙を図ることにより我が国のエネルギー自給の向上および石油代替エネルギーに関する国民意識の高揚を図るとともに、新エネルギー産業および地域経済の発展に資し、もって国民生活の向上に寄与することを基本



〒105 東京都港区虎ノ門1丁目18番1号
第10森ビル内

図-1 新エネルギー財団組織図

* Nobuaki Harada (財)新エネルギー財団水力本部長理事

方針として次の事業を行うこととしている。

(1) 普及啓蒙

石油代替エネルギーに関する普及啓蒙として

- ① 全国各地の学校、各種施設等を巡回し、石油代替エネルギーに関する知識を広める活動を行う。
- ② 石油代替エネルギーに関する児童作品募集をするとともに、ポスター等の製作、配布を行う。
- ③ 石油代替エネルギー開発導入の具体的事例の調査、分析を行うとともに、開発、導入の事例集の作成、石油代替エネルギー開発、導入の具体的事例を紹介するための展示室の設置等を行う。

そのほか、石油代替エネルギーに関するデータベース構築に関する基礎調査を実施するほか、石油代替エネルギーの開発、利用に関する国際シンポジウムを開催することとしている。

(2) 新エネルギー技術

新エネルギー技術の開発および実用化に関する調査研究の推進、新エネルギー技術に関する文献、資料等の収集、新エネルギー技術の開発および実用化の促進に関する啓蒙および新エネルギー技術に関する国際交流を行うため、財団に新エネルギー産業会議を設け、次の八つの委員会を編成し、主要な事業を円滑に進めることとしている。

企画委員会

企業化対策委員会

国際交流委員会

広報委員会

技術開発委員会

太陽エネルギー委員会

地熱エネルギー委員会

石炭エネルギー委員会

これらの各委員会では次のような研究を行うこととしている。

- ① 新エネルギー導入時の産業構造の将来ビジョンの検討および石油エネルギー主体の構造から新エネルギー産業構造への転換計画と基盤整備の検討（企画委員会、企業化対策委員会）
- ② 新エネルギーの種類ごとにその経済性、技術的問題点、実用化の時期、エネルギーとしての魅力度などの検討、また新エネルギーの普及、市場開拓に必要な法規制上の問題点、国際間の連携などの検討（技術開発、太陽、地熱、石炭エネルギー企業化対策各委員会）
- ③ 海外企業グループとの連携を密にし、情報交流、意見交換など民間ベースの提携交流の検討（国際交流委員会）
- ④ 新エネルギー普及に関する啓蒙、広報活動の手法

検討（広報委員会）

(3) ローカルエネルギー

ローカルエネルギーの調査研究としては次の項目が予定されている。

- ① ローカルエネルギーの賦存量等に関する調査および事業化フィージビリティ調査、その他ローカルエネルギーの普及促進に関する各種調査
- ② ローカルエネルギーの利用を促進するための新技術の調査研究
- ③ ローカルエネルギー普及促進のためのモデル事業に関する実証的調査

技術指導、情報提供としては、ローカルエネルギーの開発、利用に関し、自治体等に対して技術指導、情報提供を行うほか、ローカルエネルギーの開発、利用に関する研修、講習会の開催が計画されている。

(4) 水 力

水力の開発、利用については、次の項目について調査研究することとしている。

- ① 水力の開発利用に関する調査……水力資源の賦存量を全国的に調査し、今後の水力開発促進に資する（第5次包蔵水力調査）。
- ② 水力開発に関する技術の開発、実用化のための調査研究を行う。
- ③ 水力開発を行う者からの依頼により具体的な開発計画の策定、設計、施工等に関して技術指導を行う。

(5) 地 熱

- ① 地熱の開発利用に関する調査……地熱の開発利用に関し地熱開発予定地点における環境調査、その他の調査研究を行う。
- ② 技術指導……地熱開発を行う者からの依頼に応じ、具体的な開発利用計画の策定、設計、施工等に関する技術指導を行う。
- ③ 技術基準等の整備……地熱開発利用のための機械装置等に関する技術基準等の検討および作成を行う。

3. 水力本部の事業

(1) 水力開発地点計画策定調査（第5次発電水力開発調査）

国からの委託により新エネルギー財団が昭和55年度より実施するものである。

水力資源の合理的な開発を行うには、まず第1にその基礎資料として全国の包蔵水力の的確な把握が必要なことはいままでもない。このため明治43年～大正2年に実施された第1次調査以来4回にわたり大規模な発電水

力調査が全国的な規模で実施されており、水力開発に多大の貢献をしてきている。

発電水力資源の開発可能量は経済社会情勢および技術の進歩などにより当然変化するものである。最も新しく実施された第4次包蔵水力は昭和31年～34年に実施されたものであり、すでに20年余の年月が経過している。この間、電力需要の急速な増加、供給力にしめる水力、火力、原子力等の発電設備の構成の変化、技術の目覚ましい進歩があり、第4次水力調査の結果を基として今後の水力資源の開発の方針を検討するには現状に適合しなくなってきた。

将来の水力資源開発の基本方針をたてるには、新しい情勢に即応した考え方により全面的に包蔵水力を再検討し、残された水力資源の全容を明らかにしなければならない。このため昭和55年度より4カ年にわたり第5次包蔵水力調査を実施することとなったものである。

今回の調査においては、石油代替エネルギーとしての水力開発を念頭に置いて再開発、中小水力、総合開発、低落差地点等極力広範に調査することとし、地点の経済性の評価にあたっては、今後の経済、社会情勢および自然環境を十分に勘案した基準により評価することとされている。

調査の基本的な方針は以下のとおりである。

- ① 計画の策定にあたっては、エネルギー（発生電力量）の開発に重点を置く。
- ② 水系一貫開発を基本原則として計画を策定することとし、既設の発電所についても改良、再開発等の見直しを行う。また、河川総合開発等多目的ダムへの参加、既設のダム、水路等を利用した発電所の設置についても積極的に検討する。
- ③ 自然および社会環境と調和した開発を図ることとし、すぐれた自然環境の保全等に配慮する。

今回の第5次包蔵水力調査の対象地点の概要は、昭和61年以降の未開発包蔵水力として表-1のような地点数が予想されている。

表-1 第5次包蔵水力対象地点

区分	対象地点	地点数	出力 (万kW)	電力量 (億kWh)
新規	再開発	320	400	58
	中小水力	1,250	110	58
	総合開発	85	40	19
	低落差	145	120	55
	小計	1,800	670	190
既調査	4調査直し	700	900	300
合計		2,500	1,570	490

(2) 技術開発の推進

(a) 中小水力動力エネルギー回収システム技術に関する実用化開発

中小水力は規模の経済性に欠けるため一般に割高な地点が多い。この割高な中小水力の開発を促進するためには関連機器のコストダウンが不可欠であり、このため新エネルギー財団と重電機メーカー、建設業界等と協力して石油代替エネルギー関係技術実用化開発費補助金をうけて水車、土木施工機械等の技術開発、標準化に関する研究を実施するものである。

主な研究内容は次のとおりである。

① 新型水車の研究開発

- ・中高落差 (50～300 m) 用水車の研究開発
- ・中 落差 (20～100 m) 用水車の研究開発

② 水車および関連設備の標準化、簡素化の研究開発

③ 施工技術、施工機械の研究開発 (全地質型全断面トンネル掘削機の研究開発、内径 2.5～2.6 m)

④ 土木構造物の標準化、簡素化の研究開発 (低ダムのプレハブ化、簡易化、標準化、水圧鉄管代替製品、開水路のり面簡易保護方法等の研究開発)

上述のうち、③の全地質型全断面トンネル掘削機の研究開発について概要を述べると、中小水力の開発を推進するためには建設費のコストダウンを計って経済性を高めることが必要であり、中でも建設費のウェイトの高い水路トンネルをトンネル掘削機によって経済的かつ短期間に掘削することが経済性の向上に有効である。一方、我が国の地質条件は複雑であり、硬岩から断層を含む軟岩まで、広範囲の地質を掘削できる全地質型のトンネル掘削機が望まれている。

本機の主な仕様は次のとおりである。

対象岩石圧縮強度：軟岩～硬岩 (100～3,000 kg/cm²)

掘削径：2,500～2,600 mm

掘進速度：約 3 cm/min (岩石圧縮強度 1,000 kg/cm²)

電動機：カッターヘッド駆動用ポンプ 110 kW×2 台

(b) 中小水力システム技術信頼性実証試験

中小水力の開発を促進するために関連機器の技術開発、標準化を行うこととしているが、研究の成果を実際の開発地点に導入し、普及をはかるには新たに開発された機器の信頼性に関する実証試験を行う必要がある。このため開発された機器、または施工技術を実証試験するため適した水力計画地点を選定、調査し、実証プラントの設計を行うとともに実証プラントを建設し、実証試験を実施することとしている。

御坊火力発電所人工島造成工事

錦 織 達 郎*

1. ま え が き

当社では昭和 59 年度中の運転開始を目標にして和歌山県御坊市塩屋町の沖合に総出力 180 万 kW の火力発電所を建設中である(図-1 参照)。当発電所の建設は、太平洋に直面した外海における人工島の築造という画期的な工事でスタートを切った。昭和 55 年 3 月 6 日に公有水面埋立免許が交付され、さらに通産省関係ほか関係各所の許認可を得て、昭和 55 年 3 月 21 日に工事に着手した。敷地造成工事の工期は約 3 年であり、着工以来 8 カ月経過した現在において工事報告を行うのは時期尚早の感がなくもないが、しかし、当護岸工事の最大の難関である“第 1 年目の台風期”をなんとか切抜けて敷造



図-1 御坊火力発電所計画位置図

* Tatsuo Nishigori

関西電力(株)御坊火力建設所所長・工博

工事完成の目途がついたので、護岸工事を主体とした工事概要を報告するものである。

2. 計 画 概 要

御坊火力発電所は、御坊市塩屋町の沖合 200 m から 1,000 m の海面を埋立て、35 万 m² の人工島を築造し、単機出力 60 万 kW の重・原油専焼火力 3 基からなる発電所を昭和 59 年度中に運転開始する計画であり、主要機器の諸元は表-1 のとおりである。

表-1 主要機器

名 称	項 目	仕 様
蒸気タービン(3台)	形 式 出 力	くし型衝動反動4分流排気式再熱再生復水型 600,000 kW
ボイラー(3台)	形 式 蒸 発 量	放射再熱変圧貫流型(屋外式) 1,950 t/hr
発 電 機 (3台)	形 式 容 量	横置回転界磁三相同期タービン発電機 670,000 kVA
主要変圧機(3台)	形 式 容 量	屋外式(負荷時タップ切替器付) 660,000 kVA
燃 料 タ ン ク	容 量	60,000 kL (4基), 3,000 kL (2基)

埋立地は東西 870 m、南北 400 m のほぼ長方形で、西護岸の南寄りに取水口、北寄りに放水口を設け、復水器冷却用水(80 m³/sec)が周辺の海域に影響を及ぼさないよう配慮している(図-2 参照)。

護岸はケーソン式護岸(西護岸、揚油岸壁、物揚岸壁、北護岸の一部)と捨石式護岸(東護岸、南護岸、北護岸の一部)からなり、埋立土量は約 320 万 m³ である。また、揚油岸壁は 5,000 t 級タンカー 2 隻を同時に接岸可能な構造とし、揚油作業の所要稼働率を確保するために 200 m の防波堤を設置する(表-2 および図-3~図-7 参照)。

人工島への連絡路としては、総延長 513 m の連絡橋を架設するが、この連絡橋は埋立工事に必要な陸送土砂



写真-1 御坊火力発電所完成予想

を搬入するためのベルトコンベヤを添架するとともに、工事機材の搬入路として重要な役割を持っている。

3. 立地条件

地点周辺の地質は砂岩および頁岩からなっている。尾の崎から鰐島を結ぶ線を境にして北側は砂または砂泥質、南側は岩礁地帯で海岸線から徐々に深くなり、1.5 km ほど沖で 15~20 m の水深となる。海底は主に砂れき層で、一部にシルト層がみられるが、岩盤が露出している個所が多い。

気候は温暖であり、年平均気温は 16 度である。夏は南寄りの風が多く、秋から冬にかけては北寄りの風が卓越している。年間の平均風速は 6 m であるが、本地点は大型台風の上陸回数が多いところで、室戸台風、ジェーン台風、伊勢湾台風等が襲来している。

波浪については、波高 2 m 以上の出現頻度は年間 1 % 程度で、3 月、9 月、10 月に出現している。観測開始後の最大波高は昭和 54 年 10 月 19 日の 20 号台風による 11.8 m (周期 15.6 sec) である。波向は 1 m 未

表-2 主な土木設備

工事名	仕様
護岸	ケーソン式護岸 延長約 586 m 捨石式護岸 延長約 1,388 m
防波堤	ケーソン式混成堤、延長 200 m
揚油岸壁	ケーソン式係船岸、延長 361 m、5,000 t 級 2 バース
物揚岸壁	ケーソン式係船岸、延長 90 m、1,000 t 級 1 バース
埋立	地盤高さ DL+4.4 m、埋立土量 320 万 m ³
取水口	有孔ケーソン式、幅約 110 m、水深 DL-5.40 m
取水路	延長約 175 m、幅 19.1 m、箱型暗渠 (3 連)
放水路	延長約 865 m、幅 18 m、有孔ケーソン式一部箱型暗渠
放水口	有孔ケーソン式、幅 3 m×高さ 3 m×3 孔 水深 DL-10.80 m
進入道路	延長約 742 m (一般部 229 m、橋梁部 513 m) 幅員 8 m

満の波については年間を通じて北西の波が卓越しており (55%)、1 m 以上でも同様の傾向を示している。季節的には波高 1 m 未満ではいずれの季節とも北西の波が卓越しているが、波高 1 m 以上では夏から秋にかけて南の波、冬期には北西の波、春期には北西および南西の波が卓越している。

4. 工程

敷地造成工事は着工後 35 カ月で竣工の予定であるが、発電所建設工事のうち、クリティカル工程になる発電所本館工事を早期に着工するため埋立地を 1 工区と 2 工区に分け、1 工区は着工後 25 カ月で竣工させる計画である (表-3 参照)。

護岸工事は 3 工区に分け一斉に着工したが、埋立土砂投入用の開口部約 110 m を除いて着工後 18.5 カ月でパラペット部を除く護岸本体部の施工を完了させ、埋立土の投入を開始する。埋立土砂

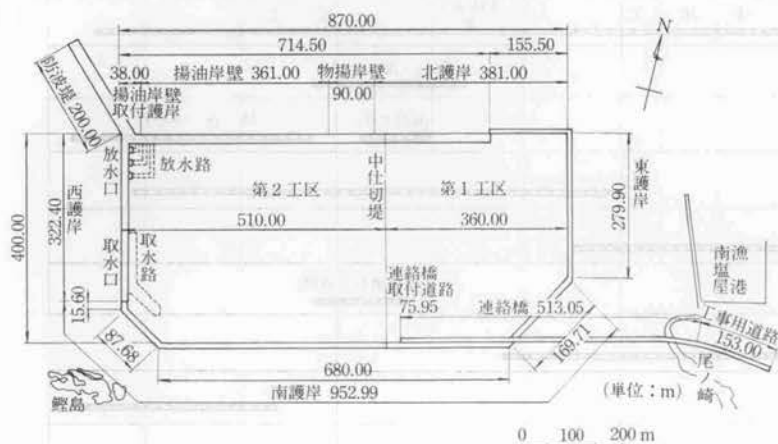


図-2 埋立地平面図

300万³mのうち、80万³mは淡路島より底開バージで海送り、直投するが、残りの220万³mについては、埋立地東側の御坊市都市計画事業により出土する山土を長距離ベルトコンベヤ（延長1.6km、幅員1.2m、運搬能力10,000³m³/日）で運搬し、地盤高さDL4.4mまで

仕上げる。

5. 護岸工事

当地点はすでに述べたように外海に直面し、しかも大

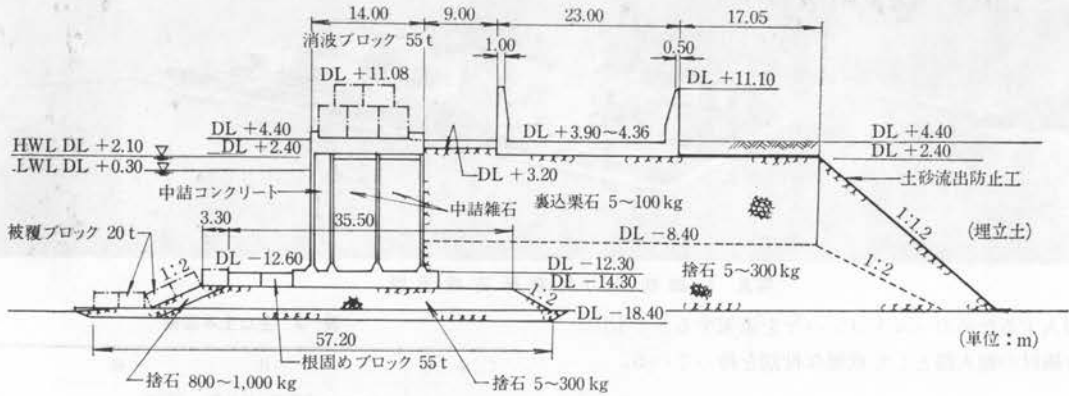


図-3 西護岸断面図

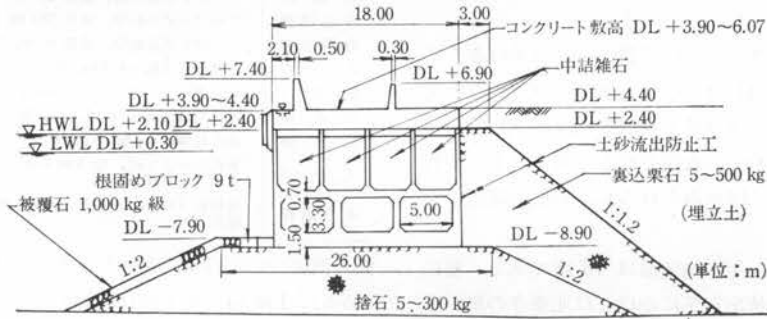


図-4 揚油岸壁断面図

表-3 埋立工事工程表

項目	経過年 経過月	1											2										3																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36					
区分	総合工程	着手																				第1工区竣工																第2工区竣工				
埋立に 関する 工事	護岸等外周施設	本体工												本体完了								上部工																				
	埋立 第1工区																					陸送・海送土砂																				
	埋立 第2工区																					海送土砂										陸送土砂										
	防波堤	-----																																								
	連絡橋	-----																																								
	道路																					連絡橋取付道路																				
	発電所本館 基礎地業	-----																																								
煙突基礎																					-----																					
取・放水路	-----																																									

型台風のコース近傍に位置しているため海象条件が非常に厳しく、そのうえ、このような外海における大規模な護岸工事は未経験の分野であると同時に工程がきびしいため、着工前の計画段階において施工計画検討チームを作り、種々検討を行った。

(1) 稼働日数

過去の波高観測資料(昭和51年12月~昭和54年11月)から工程別の月別稼働可能日数を算出した。また限界波高は過去の実績を調査して決定した。稼働日数は各護岸によって条件が異なるため同一ではないが、表-4に西護岸のそれを示す。表中、ケーソンの据付については据付回数で表示してあるが、これは後に述べるケーソンの据付サイクル時間を考慮して詳細に波高データを検討して決定した。ケーソンの据付は、由良港から

の輸送および現地の据付作業の関係から有義波高0.5m以下が条件であり、ケーソン据付作業時間の長い西護岸ケーソンは月平均4回、北護岸ケーソンで月平均9回の据付が可能である。

(2) 船舶待避所

作業船舶については、3,000tづり起重機船2隻をはじめコンクリートプラント船、各種起重機船、石材運搬船、潜水船、通船等最盛期には80~100隻の船舶が稼働している。当現場付近には作業船の適当な待避場所がなく、3,000tづり起重機船をはじめコンクリートプラント船等の大型作業船は30km北の由良港に常駐しており、作業日には現地まで回航している。また比較的小型の起重機船等は由良港および17km南にある印南漁港に避難している。ただし、大型台風襲来時には3,000t

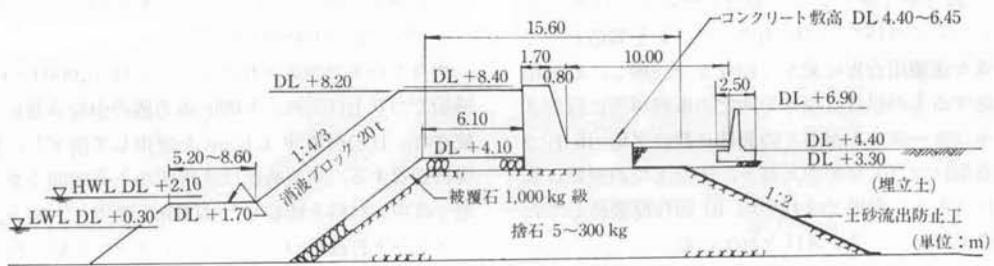


図-5 南護岸断面図

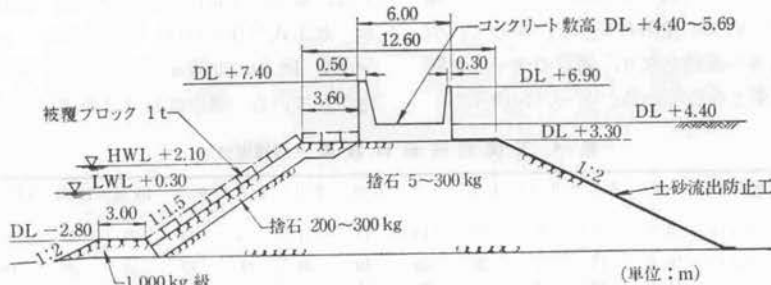


図-6 東護岸断面図

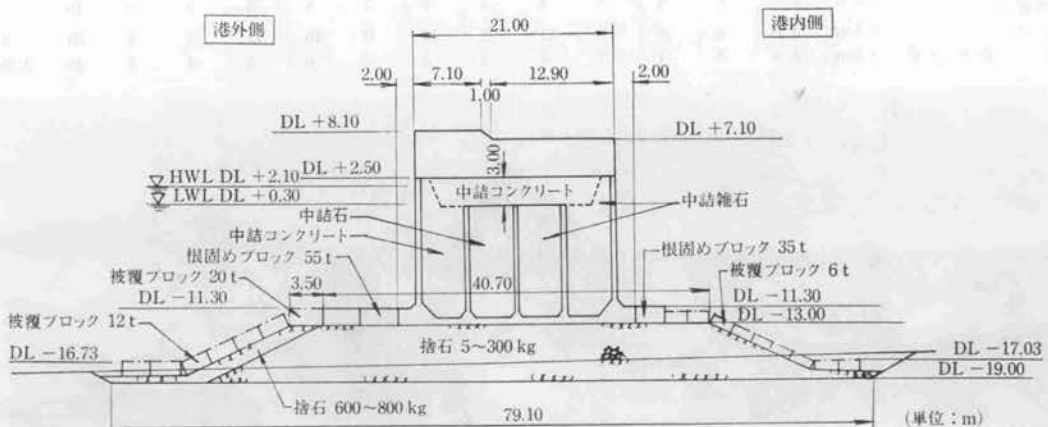


図-7 防波堤断面図

起重機船とコンクリートプラント船は神戸港外および泉北港等へ避難する。

(3) ケーソンおよびブロック製造ヤード

護岸および防波堤の築造に必要なケーソン 133 函およびコンクリートブロック約 2 万個の製造ヤードについては、サイト周辺に適地がないため約 30 km 離れた由良港にある三井造船由良工場の敷地 28,000 m² をケーソンヤードとして借用し、その周辺にさらに 31,000 m² のブロックヤードと 7,000 m² の鉄筋加工ヤードを確保した。なお、工事着手後直ちに必要とした南護岸用の先行消波ブロック (20 t テトラポッド) については大阪方面で製造し、現地へ輸送した。

工事工程に直接影響するケーソン製造工事についてはケーソンヤードの形が岸壁沿いの長さが 80 m、奥行きが 250 m の長方形であるため、製造レーンを 2 レーン設け、1 レーンについて約 10 函のケーソンを製造し、これを特殊な運搬用台車に乗せて岸壁まで運搬し、直接現地へ輸送するもの以外は海中の所定の仮置場所に仮置している。ケーソン 1 函当りの製造日数は平均 45 日であり、養生日数 10 日を加えると、出荷までの所要日数は 55 日である。現地では月平均 10 函程度製造しており、据付工程とのバランスはとれている。

当護岸工事に使用するケーソンは取水口、取水路、放水口、放水路等の構造物を内蔵するものが多いので、種々の形のものがあり、約 50 種類ある。したがって、型枠の組立および配筋等が複雑となり、通常のケーソン製造より能率の悪い作業となっている。ケーソンのうち、

最大のものは、西護岸ケーソンで重量が 2,600 t あり、寸法は幅 18 m、長さ 12.3 m、高さ 16.3 m である。

(4) ケーソン護岸

ケーソンの据付方法については、当初曳航方式とクレーン船方式について検討したが、海象条件が厳しいため、短時間で精度のよい据付を行い、中詰を早く完了させる必要があること、構造的に曳航に適したケーソンが少ないこと、3,000 t クレーン船 2 隻の現場常駐が可能であったこと等から、クレーン船方式を採用した。ケーソン据付時には据付後の波浪に対する安定性の見地から、詳細な現地の気象予測を行い、ケーソン曳航から、据付、中詰、蓋コンクリート打設までの一連の連続作業が可能であるような日を作業可能日として据付作業を行っている。この連続作業に要する時間は表-5 に示すとおり西護岸ケーソンについては 18 時間である。北護岸ケーソンでは 14 時間程度である。

由良ヤードで製造されたケーソンは 3,000 t ぶり起重機船でつり上げられ、3,000 馬力級の引船 3 隻により曳航され、日の御崎沖 1.5 km を経由して南下し、据付現場に到着する。所要時間は 4 時間から 5 時間である。現地では中詰材料を積載した 500 m³ 積ガット船と、蓋コンクリート打設用のコンクリートプラント船 (打設能力 90 m³/hr) が待機しており、ケーソン据付作業が完了すれば、直ちに中詰作業を開始する。昭和 55 年 11 月 12 日 (起工式当日) 現在、防波堤ケーソン 1 函、西護岸ケーソン 18 函、北護岸ケーソン 21 函の計 40 函を据付完了している。護岸延長では西護岸 322 m のうち 186

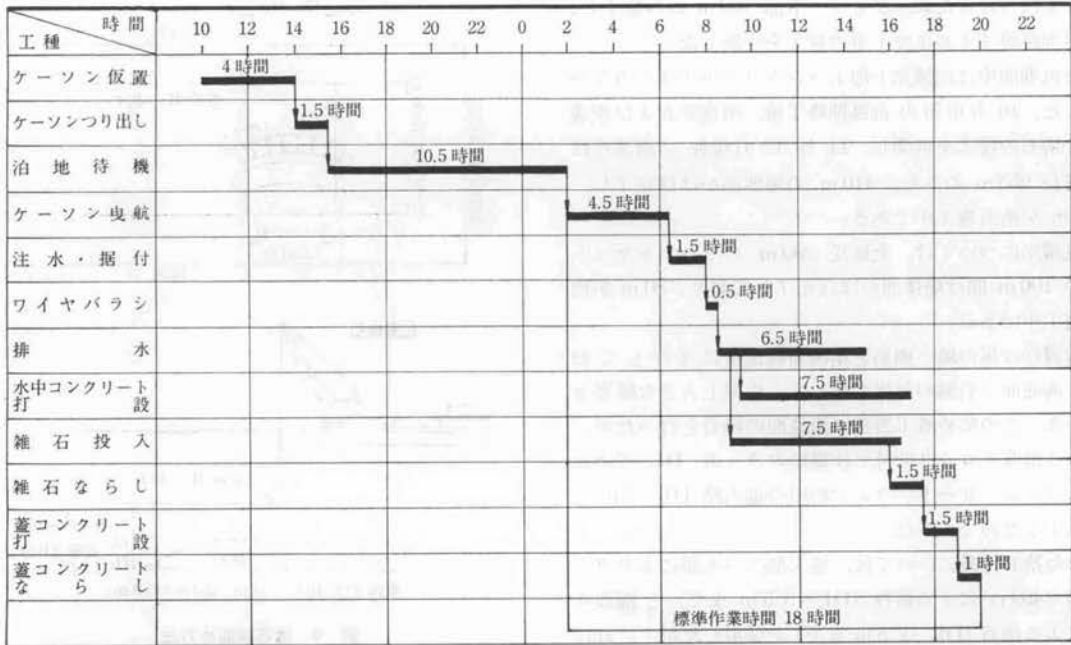
表-4 工種別稼働日数表 (西護岸分)

工種	限界水深	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計	平均
グラブ浚渫、砕岩、海上運搬 (非航船)	0.6 m	8 日	9	11	13	14	11	17	6	14	21	13	14	151	13 日
海上運搬 (ガット船)	1.0 m	16 日	17	17	20	25	19	24	18	21	27	22	18	244	20 日
捨石投入	0.75 m	11 日	12	12	13	20	11	20	11	15	24	17	15	181	15 日
潜水作業	0.5 m	4 日	6	7	10	13	6	14	4	12	18	7	9	110	9 日
コンクリートミキサ船 (中詰蓋コンクリート)	0.5 m	3 回	3	4	3	4	2	5	2	6	5	3	5	45	3.75 回
上部コンクリート	0.5 m	3 日	4	6	8	11	3	13	3	10	13	6	9	89	8 日
ケーソン据付函数	0.5 m	3 函	3	4	3	4	2	5	2	6	5	3	5	45	3.75 函



写真-2 海上工事 (3,000 t クレーン船によるケーソン据付)

表-5 西護岸ケーソン据付標準サイクル



m (約 60%), 北護岸ケーソン 701 m のうち 280 m (約 40%) が終了している。着工以来約 8 カ月間の護岸ケーソン据付延長は 508 m となり、月間平均 64 m の進捗となる。

ケーソンの据付精度については表-6 に示すとおりである。水路内蔵の北護岸ケーソンについては温排水の漏水対策として後に述べる特殊な目地処理を施工する必要から最小目地間隔 10 cm を規定している。

ケーソン据付後の沈下については予想される場所であるが、当工事では水路内蔵ケーソンの関係もあり、後に述べるように捨石の締固め工法を採用することにより極力沈下を抑制した。

昭和 55 年 9 月 10 日に襲来した台風 13 号ではサイト沖合の波高計位置で最大波高 11.8 m、有義波高 7.2 m を記録したが、幸い護岸用ケーソンには被害はなかったが、捨石が一部流失した。

この台風通過後に測定した結果によると、西護岸ケーソン $W_1 \sim W_6$ (マウンド厚さ 5 m) の最大沈下量は 20 cm、平均 17 cm であった。北護岸ケーソンでは $N_{35} \sim N_{41}$ (マウンド厚さ 1.5 m) の最大沈下量は 7 cm、平均 5 cm であった。西護岸ケーソンの沈下量が大きいのは台風時の波浪に対する条件が厳しいこと、およびマウンド厚さが厚いことに起因すると思われる。

(5) 捨石護岸

南護岸、東護岸、および北護岸の一部が捨石護岸であるが、工事着手と同時に南護岸の先行消波ブロック (20

表-6 護岸ケーソンの据付精度

精度	法線方向の出入り		隣接ケーソンとの間隔	
	規定値	実績	規定値	実績
ケーソン				
北護岸ケーソン (水路内蔵部)	± 10 cm	最大 +2 cm -2 cm	10~15 cm	最大 15 cm 平均 13 cm
その他ケーソン	± 10 cm	最大 +5 cm -6 cm	10 cm 以下	最大 10 cm 平均 9 cm

t テトラポッド) の施工を開始した。これは南~南西方向の波に対し、作業区域の静穏度をあげて水路内蔵の北護岸ケーソンの据付精度を高めるとともに、南護岸捨石の流出防止を目的として、捨石前面に DL+1.7 m まで、のり先部の根固め消波ブロックを本体に先行し、南西隅角部を除く全延長にわたって投入した。上述目的に対し、この先行ブロックの投入が非常に効果的であったことは、北護岸ケーソンの据付精度に反映されている。

ケーソン護岸と異なり、捨石護岸はいわば手作りの要素が多いこと、稼働率をあげるため捨石の陸上まき出し工法も併用したいことから、南護岸と東護岸に各 1 箇所の海上基地を設置した。基地は 40 m x 100 m で、ジャケットタイプを採用した。

南護岸はこの基地から東へ向って工事をすすめ、昭和 55 年 8 月中旬ではジャケット部で 250 m、橋脚部で 160 m、合計 410 m の堤体部を施工したが、8 月 15 日からの台風期 (8 月 15 日から 10 月 15 日まで) には捨石投入は中断して施工端を 20 t 消波ブロックおよび捨石保護ネット等で防護するとともに、堤体背面を被覆石 (1,000 kg 級) で防護して台風に備えた。

東護岸については、台風時、西～南西の波を背面からまともにうけるため、ジャケット部 100m のみ施工し、台風期が終了するまで工事の施工を中断した。

台風期間中は南護岸上部工コンクリート工事のみを施工した。10月中旬の台風期終了後、南護岸および東護岸で捨石の投入を再開し、11月12日現在で南護岸は全延長 953m のうち、410m の堤体部がほぼ完了し、120m が捨石施工中である。

東護岸については、全延長 280m のうちジャケット部の 100m 間は堤体部がほぼ完了しており、80m が捨石施工中である。

南護岸は尾の崎と鰐島を結ぶ岩礁地帯に平行しており、海底面の岩盤の起伏が激しく、作業上大きな障害となった。このため着工当初に海底面の砕岩を行ったが、これは消波ブロック据付用作業船のきつ水 DL-2.5m およびコンクリートブランチ船用の進入路 DL-3m を確保するためであった。

また捨石作業については、施工個所の水深によりガット船 (499t) による直投 (DL-3.5m まで) と瀬取り船による捨石 (DL-2.5m まで) を採用したが、これに陸上まき出し工法を加えて稼働率の向上をはかった。南護岸および東護岸の施工は順調に推移しているが、やはり南および東の海上基地の存在が大きく寄与しており、海象条件が厳しいうえ、陸上との間に何の連絡路もない施工現場においてこれらの基地が果たしている役割は非常に大きいものがある。

(6) 捨石マウンドの締固め

当護岸の施工がかなりの急速施工であるうえ、水路内蔵ケーソンを採用したことにより据付後の沈下を極力抑制するため、捨石マウンドの締固め工法を採用した。工法については種々検討したが、メカニズムが単純で、しかも施工実績のある「重錘による突固め工法」に決め、現地において試験を実施した。

締固めは層厚 3m ごとに行うこととし、捨石の不陸修正を行ったのち、図-8 に示すような重錘落下による動的締固めを行った。現地試験の結果、落下高さについては、水中のため落下高さを大きくしても締固め効果はそれほど向上せず、 $h=2m$ の落下高さで十分と判断された。また打撃回数については、3回の打撃で約 10% の沈下が生じ、それ以上はあまり効果がないことがわかった。したがって、締固め効果を捨石層厚の 10% と想定し、打撃回数を 3回として施工することにした。

締固めの効果については、特に沈下が懸念された北護岸ケーソンにおいて、台風による波浪を経験した後におけるケーソンの沈下量の最大値が 7cm、平均値が 5cm であることから有効であったと思われる。

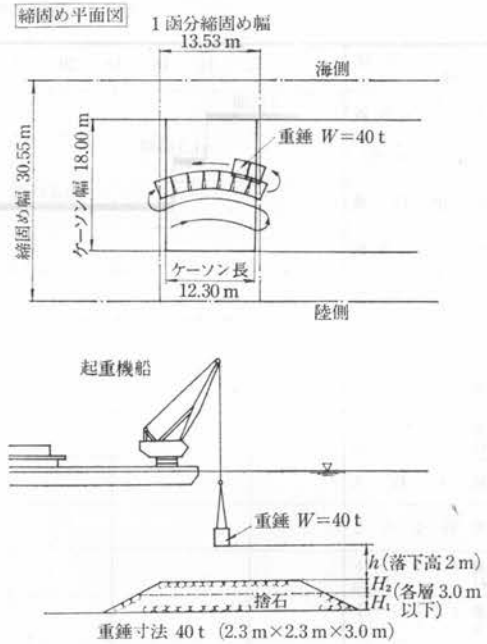


図-8 捨石締固め方法

(7) ケーソン目地の止水工法

北護岸ケーソンは放水路を内蔵しているので、ケーソンの目地から復水器の冷却用水が流出しないように対策を講ずる必要があった。目地の止水工法の要件としてケーソンの沈下がほぼ終了してから施工するのが望ましいので、ケーソン据付後に施工できること、将来何かの原因でケーソンに変位が生じた場合に備えある程度の追従性があること、将来補修が可能であること等であった。

実験により検討した結果、図-9 に示すような止水工法を採用した。すなわち、ケーソンの水路部分の周辺をサンドマスチックおよびアスファルトコンパウンドで填充するが、そのために特殊なシールを使用している。施工の順序は、①目地防護板 (SS41) の取付、②A型シールの取付、③A型シール内にアスファルトコンパウンドを填充、④水路底部にサンドマスチックを填充 (潜水夫作業)、⑤目地防護板とA型シールの間にサンドマスチックを填充、⑥B型シールの取付、⑦B型シール上部にサンドマスチックを填充する。

前述の止水工法の要件のうち、追従性については、特殊なシールであるA型シールおよびB型シールがその機能を有しており、またアスファルト材料についても追従性があることを確認している。補修については、将来アスファルト材の再填充が必要になった場合、側部と上部についてはボーリング孔をさく孔し、これから再填充ができるが、底部については問題があるので、あらかじめケーソン内部に鋼管 (内径 100mm) を埋設してこれに備えることにした。現在目地を施工中であるが、作業は

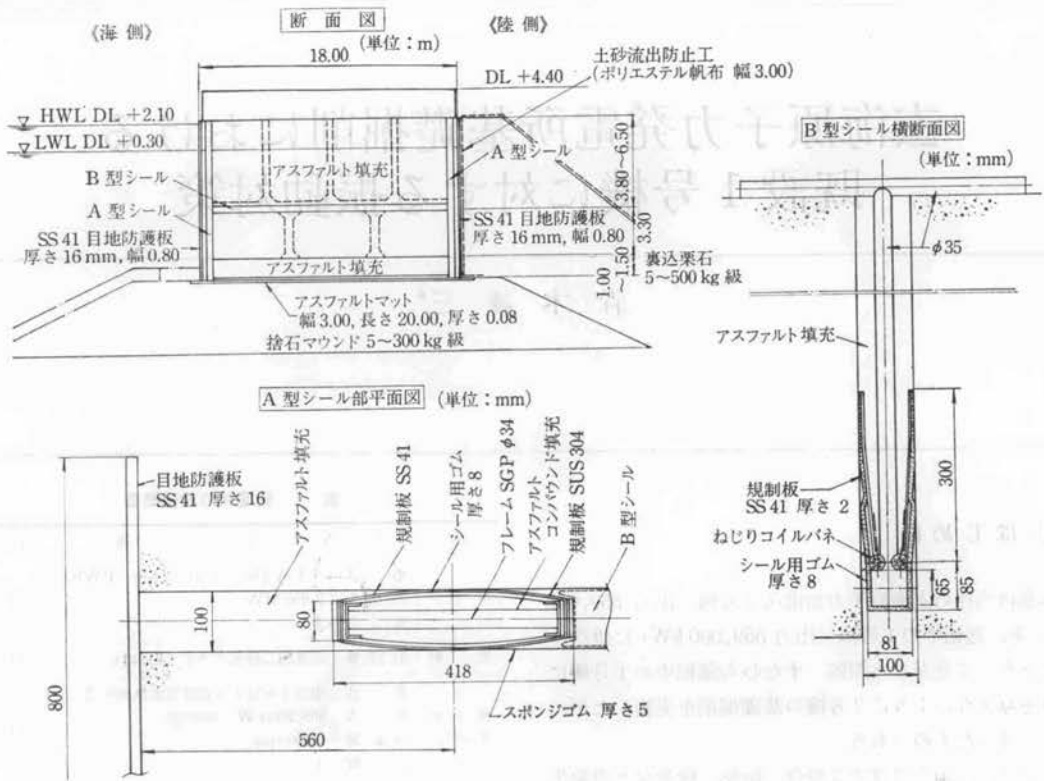


図-9 目地止水工

順調にすすんでいる。

6. 気象予測

外海での工事であり、特にケーソンの据付については密度の高い気象情報の入手が不可欠であるため日本気象協会と気象、海象予報業務契約を結び、現地に解説者を派遣させてテレファックスにより随時気象情報を入力し、毎日10時、17時の定時に請負業者も含めた工事関係者に対し天気予報の解説を行っている。ケーソンの据付予定日は、24時に予報を行い、最終的に据付の可否を判断している。

7. 台風13号の襲来

昭和55年9月10日に襲来した台風13号による波は11日に最大に達し、西護岸前面では $H_{max}=10\text{m}$, $H_{1/3}=6\text{m}$ 程度と推定された。西護岸ケーソンの滑動に対する限界波高は蓋コンクリート打設完了時まで $H_{max}=10$

m(裏込なし), $H_{max}=13\text{m}$ (裏込高さ3.9m)程度であり、波高がほぼ限界波高に達していたものと推定されるが、幸い中詰を施工したケーソンの移動や大きな沈下はなかった。

被災としては、ケーソン護岸についてはマウンドの先行捨石が一部流失し、捨石護岸についても背面からの回折波により捨石が一部流失したが、施工数量の10%程度であり、工程上問題はなかった。

8. あとがき

御坊火力発電所の人工島建設について、護岸工事を主体としてその概要を述べた。工事は約30%の進捗であるが、最大の難関であった台風期をなんとか無事に乗り切り、9月からの埋立土投入時期に間に合わせる目途がついた。これはひとえに関係各位のご指導ならびに会社と請負業者が一体となってこの難工事に取組んだ成果によるものである。今後機会をみて施工実績等についても報告したい。

玄海原子力発電所基礎掘削における 既設1号機に対する振動対策

青木 謙三*

1. はじめに

本稿は当社の玄海原子力発電所2号機（出力 559,000 kW）を、運転中の1号機（出力 559,000 kW）に併設するにあたって直面した問題、すなわち運転中の1号機に影響を与えないように2号機の基礎掘削を実施した例について述べたものである。

段階的に設備を増設する場合、振動、騒音などの発生する掘削については、それが既設のものにどれだけ影響を及ぼすかといったことで、特に原子力については問題が大きくなり上げられる。こういった場合、施工量、施工速度、および岩盤の等級などによっては掘削工法の選定に困難な問題を伴うのが通例である。ここでは火薬を使う発破工法によるもの影響を、特に基礎掘削について十分研究、検討のうえ、これよりさらに影響度を小さくする効果的な無発破工法に踏切った経緯を述べ、ついで実際の施工内容についてその概要を紹介する。

なお、図-1に発電所の一般平面図を、表-1に発電所の設備概要を示す。

2. 工事概要

本工事は発電所の主要建屋である原子炉格納施設、原子炉補助建屋、タービン建屋等の基礎掘削を行うものである。基礎掘削工事は建物基礎のもつ複雑性のため、図-2に示す掘削図のように平面的には円形および多面形状を、立体的には数段のベンチ状を呈する複雑な多面形を地下に形成するものである。

表-2に主要建屋基礎掘削工事の掘削数量を示す。このうち爆破を要するのは硬岩の 57,800 m³ であり、残りの中硬岩および硬岩の 140,200 m³ はリッピングによる施工が可能である。

* Kenzo Aoki 九州電力(株)土木部長

表-1 発電所の設備概要

項目	1号機	2号機
原子炉	形式 軽水減速軽水冷却加圧水型 (PWR) 熱出力 1,650 MW 基数 1基	同左
燃料	装荷量 低濃縮二酸化ウラン 約 48 t	同左
蒸気タービン	形式 串型3車室4分排気再蒸再生式 出力 559,260 kW (発電端) 回転数 1,800 rpm 台数 1台	同左
発電機	種類 横置円筒回転界磁型3相同期タービン 定格容量 625,000 kVA 電圧 19,000 V 3相 数量 1基	同左

表-2 掘削数量内訳

岩種	掘削量 (m ³)	標高 (m)
軟岩	59,400	EL +11.0 ~ +5.8
中硬岩	80,800	EL +5.8 ~ -1.8
硬岩	57,800	EL -1.8 ~ -17.9
計	198,000	

3. 原子炉格納施設基礎の地質

原子炉はその基礎を新鮮な第三紀堆積岩上に設けている。この基礎岩盤の岩質は粗粒砂岩、細粒砂岩、頁岩および砂質頁岩の互層からなる堅硬かつ緻密なものであり、原子炉基礎底面付近に掘削した試験掘坑内における弾性波伝播速度測定結果によると縦波は約 3.0 km/sec、横波は約 1.5 km/sec の値を示している。また、岩石の圧縮強度は粗粒砂岩約 350 kg/cm²、細粒砂岩約 620 kg/cm²、頁岩約 420 kg/cm² である。

4. 掘削工法採用の経緯

(1) 検討の基本方針

2号機基礎掘削工事にに対して要求された最も特徴的な

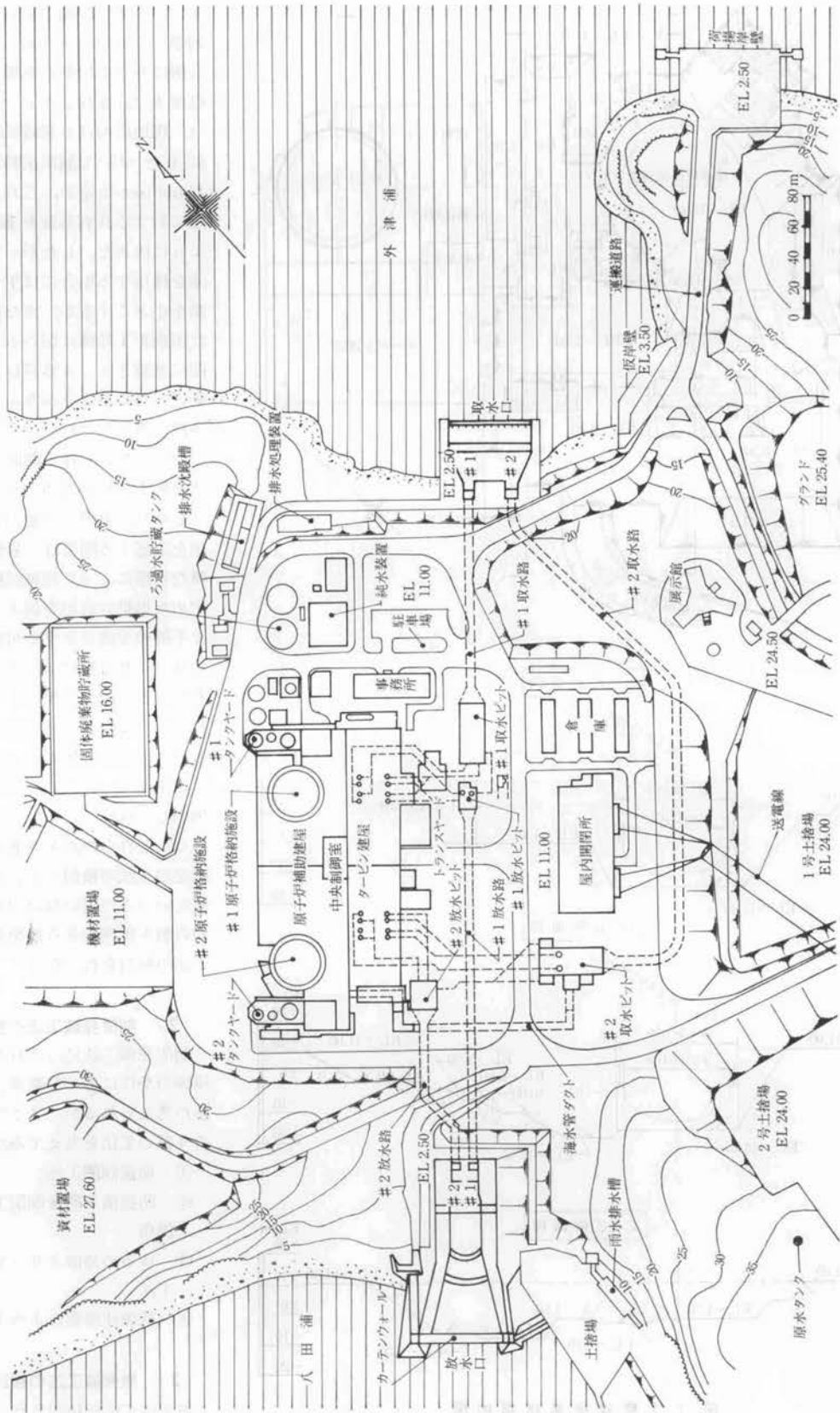


図-1 玄海原子力発電所一般平面図

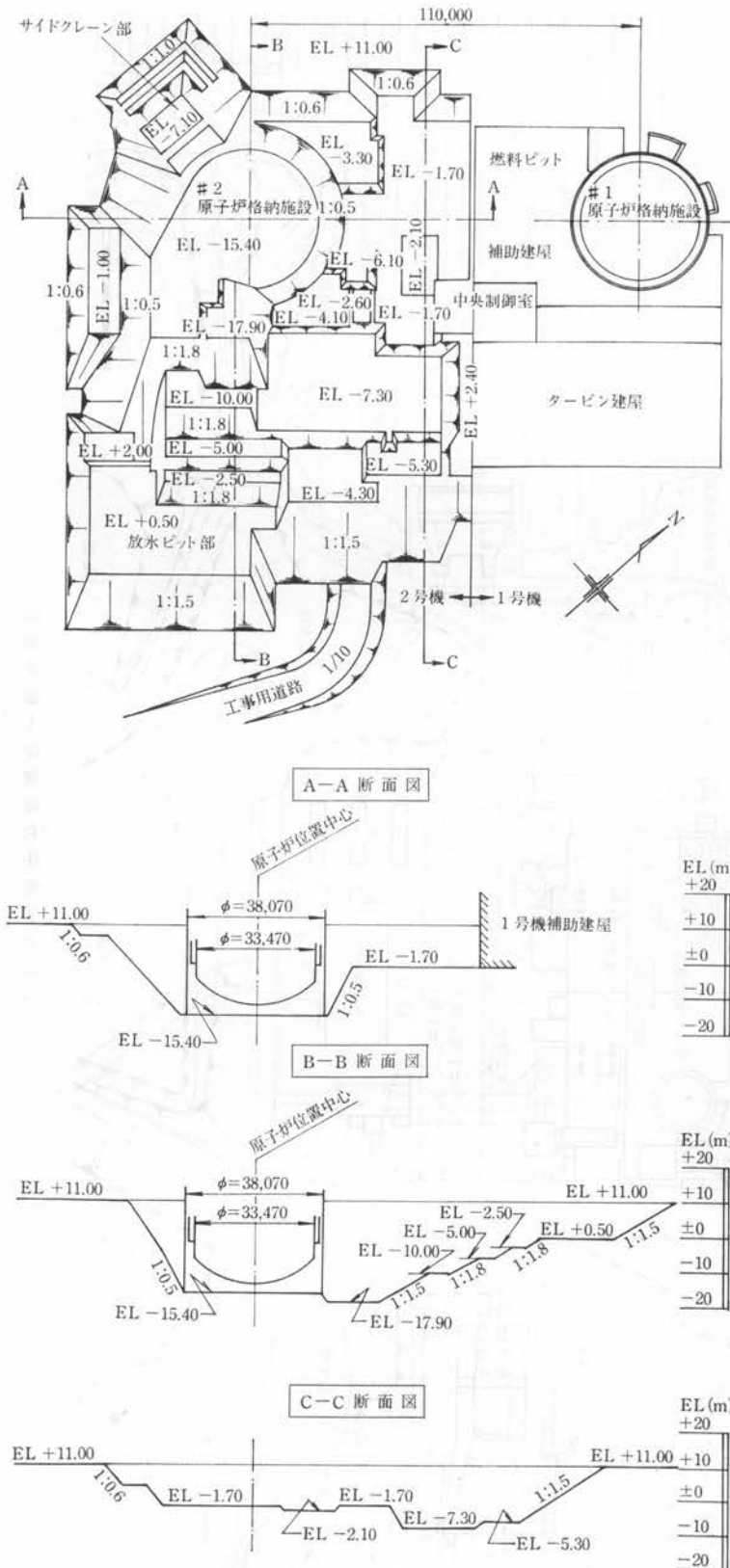


図-2 主要建屋基礎掘削図

条件は、発破振動の影響を極力制限するという点であった。1号機に与える振動の影響がどの程度まで許されるかについては、現地における発破試験結果にもとづいて制限振動速度を14 mm/sec と定め、これより距離に対する許容薬量を表-3 のように決めた。したがって、爆薬を使用する場合には生ずる振動を小さくするか、または生じた振動を1号機に伝わるまでの間に減衰させ、許容値以下の振動にとどめるようななんらかの手段を講じなければならない。このようないわゆる制限発破工法を第1の検討課題とした。

しかし、実際に大量の岩盤掘削を実施する間には、岩盤の複雑な状態によって発破試験から定めた振動許容値を越えるような不測の事態が生ずる可能性もあり、これを避けようとするれば非常に不経済な結果にもなりかねない。また制限発破工法をとるにしても1号機のごく近くには薬量ゼロ、すなわち無発破で掘削しなければならない区域がある。これらの点を考慮して制限発破工法の検討と平行して爆薬をいっさい用いないですべての岩盤を掘削できる無発破掘削工法の検討を行った。

(2) 制限発破工法の検討

制限発破工法にはそれぞれの現場の条件に応じて数多くの工法が考えられるが、ここでは次の4種の工法を考えてみた。

- ① 薬量制限工法
- ② 防振溝と薬量制限工法の併用
- ③ ゆるめ発破とリッピング工法
- ④ 低爆速爆薬による工法

(3) 無発破工法の検討

無発破工法の検討を行う第1

表-3 許容薬量と掘削量

距離 (m)	0~30	30~40	40~50	50 以上
薬量 (kg)	0	2.25	4.5	6.7
掘削量 (m ³)	12,000	9,000	11,000	25,800

(注) 1. 距離は発破点と1号機建屋端との水平距離
2. 薬量は初段の量を示す

段階としては、岩石の小割り、市街地におけるコンクリートの破碎、石材の切出し、および軟岩または中硬岩掘削の分野も含めて無発破工法に少しでも関連のあると思われる工法を調査し、その中から検討の対象となりうる多くの工法を模索したが、最終的には次の4種の工法について検討することとした。

- ① トンネル掘進機工法
- ② 油圧式ロックスプリッタによるくさび工法、略して油圧くさび工法
- ③ 大型ロックブレイカ工法
- ④ 普通ロックブレイカ工法

(4) 工法の決定

検討対象にとり上げた8種類の工法について、振動減少の効果ならびに工法としての信頼性の面から考察を加え、さらに経済性をも考慮したうえで比較検討したものが表-4である。この比較検討結果によると、有効な工

法は制限発破工法では薬量制限工法であり、無発破工法では大型ロックブレイカ工法と考えられる。

薬量制限工法は薬量を制限すること以外は通常の発破工法と変わるところがなく、従来の経験をそのまま生かすことができる。したがって他の工法に比べて信頼性、経済性の面で最もすぐれているが、振動の許容限界を明確に定めることはむずかしく、岩盤の状態によって規定以上の振動が起るのではないかという不安がある。

一方、大型ロックブレイカ工法は経済性からは薬量制限工法に劣るが、①振動、騒音が小さい、②破壊原理が単純である、③大型ブルドーザとの併用であるため施工性がよい、④掘削に伴う岩石の飛散がない、⑤他地点における施工実績もある等から採用できる工法との確信を得た。

5. ロックブレイカの概要

本機は、日綿実業が英国 BSP International Foundation Limited 社製ダブルアクティングエアハンマ水底用岩盤破碎機を輸入し、ロックブレイカ機構を装着し、さらに外周に防音ケースを装着して低騒音の大型ロックブレイカとして開発したものである。機構は大径軸のモ

表-4 掘削工法の比較

工 法	概 要	評 価				総 合 評 価	
		経済性	施工性	振動効果	工期の安定性		
制限 発 破 工 法	薬量制限工法 (通常爆薬)	発破試験の結果により算定した薬量の通常爆薬を使用し、DS雷管による段発爆破を行う。	◎	◎	×	◎	工法的に最も安定した確実なものであり、経済性、施工性など総合して最もすぐれているが、振動の影響に不安が残る。
	防振溝併用工法	薬量制限工法に加え1号機、2号機の境界付近に防振溝を掘削し、振動の低減を計る。	×	○	△	○	防振溝の効果は定量的に把握できない。また防振溝掘削の工事費が高い。
	ゆるめ発破と リップング工法	少量の薬量によるゆるめ発破により岩盤にクラックを入れ、大型ブルドーザによりリップング掘削する。	○	○	△	○	ゆるめ発破に必要な薬量の算定、さらにそれと振動との関係に未解決点が多い。
	低爆速爆薬	低爆速の特殊火薬を使用し、振動低減を計る。薬量は爆破実験の結果得られた制限振動値の下限値をもとに使用量をきめる。	×	△	△	△	振動低減の面からみると有効であるが、経済性に劣り、施工性に問題があるので主工法とはなり難く、補助工法的な使い方を考えるべきである。
無 発 破 工 法	トンネル 掘削機工法	自由断面掘削方式のトンネル掘進機により切削する。	△	×	◎	×	トンネル用に開発されたもので、明り掘削の実績に乏しい。切削できる岩質に限度があり、硬岩には適さない。経済性に劣り、工期の面からも不安がある。
	油圧くさび工法	せん孔した孔に油圧式のロックスプリッタを挿入、拡孔し、亀裂を発生させ、ブルドーザによりリップングまたはブレイカにより小割りをを行う。	△	△	◎	△	コンクリートの破碎実績からの応用であり、作業能力に不安はあるが、ベンチ形状岩盤の目の利用などにより解決の道はある。
	大型ロック ブレイカ工法	大型エアハンマを用いて砕岩ノミを打込み、岩盤に網目状の亀裂を生じさせ、岩盤を破碎し、大型ブルドーザによりリップング掘削する。	△	○	◎	○	実績に乏しいが破壊原理が単純であり、リップング工法との併用であるので有効である。機械の故障、経済性に問題があるが、振動の面からは最も有効な工法である。
	普通ロック ブレイカ工法	クローラドリルにより先行ボーリングを行い、バックホウに装備したブレイカのノミ先の衝撃力によって破碎する。	△	△	◎	×	岩の強度的には十分可能であるが、舗装、岩石の小割り用として開発されたものであり、作業能力に劣る。他の工法との併用であれば検討の余地がある。

(注) ◎: 最良, ○: 良, △: 悪, ×: 最悪 *印は採用工法

表-5 ロックブレーカ主要諸元

区 分	項 目	内 容
砕岩ノミ	材 質	特殊合金鋼製
	軸 径	240 mm
	先端円錐部長ノミ全長	600 mm
	重 量	2,500 kg
ハンマ	材 質	鍛造特殊合金鋼製
	ラム重量	2,300 kg
	打撃エネルギー	750~2,650 kg-m
	打撃数	95 回/min
防カバ	長さ	5,850 mm
	幅	1,500×1,700 mm
	重 量	4,000 kg
全 装 備 重 量		14,000 kg

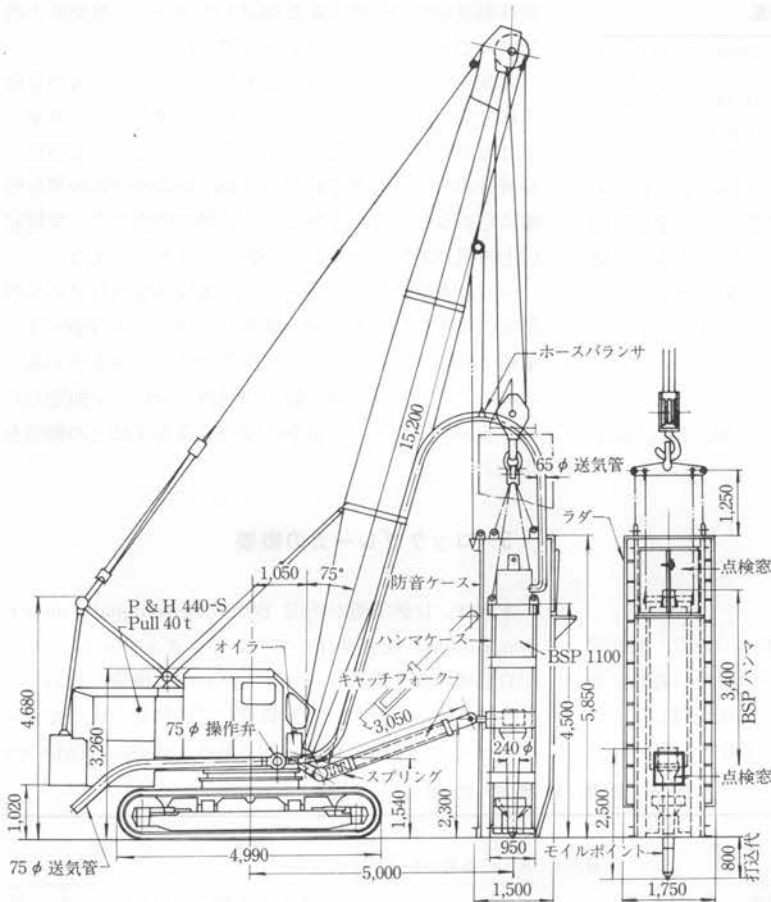


図-3 ロックブレーカ概略図

イルポイント（円形断面砕岩ノミ）を岩盤にあてて可変式の衝撃力を加え、岩盤の剛性値に打ち勝った打撃力により砕岩ノミを岩盤内に打込んでノミ先端部に塑性すべり破壊を起こさせるとともに、せん断破壊による亀裂をノミ軸を中心とした周囲に放射線状に発生させて岩盤を破碎する機構である。図-3 にロックブレーカの概略図を、表-5 にロックブレーカの主要諸元を示す（写真-1 参照）。

6. 掘削工事

(1) 掘削計画

掘削施工計画は地質、施工性を考慮して表-6 に示すように五つのステージに区分したうえで策定した。掘削方式はのり切オープンカット工法とし、ステージ I (EL +11.0m)~IV (EL -1.8m) まではブルドーザによるリッピング掘削とし、それ以降の硬岩部はロックブレーカによる掘削とした。

(2) 施工順序

ロックブレーカによる施工順序は次のとおりである。

- ① ロックブレーカによる砕岩
- ② 大型ブルドーザによるリッピング
- ③ ブルドーザによる集積
- ④ トラクタショベルによる積込み
- ⑤ ダンプトラックによる運搬

(3) 仮設備

(a) エア設備

エア設備は、定置式横型エアコンプレッサ (38.2 m³/min) 3台を設置し、各々にエアレシーバ (4.0 m³) を取付けた。送気管は主配管として鋼管 (φ200 mm) を150 m 敷設し、末端にサブレシーバ (1.2 m³) を取付け

表-6 ステージ別施工方式

区 分	標 高 (m)	掘削高 (m)	掘削量 (m ³)	施工方式
I	軟 岩	EL +11.0~+5.8	5.2	リッピング (140,200 m ³)
II	中硬岩	EL +5.8~+0.4	5.4	
III	硬 岩	EL +0.4~-1.8	2.2	
IV	硬 岩	EL -1.8~-9.0	7.2	ロックブレーカ 工法 (57,800 m ³)
V	硬 岩	EL -9.0~-17.9	3.9	
計			23.9	198,000



写真-1 ロックブレーカ 1100 型

た。サブレスーバより先は鋼管(φ150mm)を30m敷設し、リクレス(空気中のゴミ等を自動的に除去する)を取付け、それ以降はラバホース(φ75mm)を使用し、ロックブレイカ本体に接続させた。

(b) 整備工場

ロックブレイカの整備、修理、および部品倉庫として130m²のプレハブ1棟を仮設した。内部には電動ホイスト(2tづり)を設置し、部品のつり上げ等に使用した。

(c) 高圧受電設備

6,600Vの開閉器より受電用キュービクルで受電し、変圧器100kVA3台で3,300Vに降圧し、コンプレッサ室の開閉器までは高圧ケーブル(3kV38口×3c)を配線した。

(4) 振動および騒音

低振動掘削機ということでロックブレイカを採用したが、本機による振動が1号機に影響を与えるほど大きなものでないことを確認するために施工初期に振動測定を行った。測定配置図を図-4に、測定結果を表-7に示す。現地における発破試験により振動の限界値は14mm/secと定めており、測定結果から判断するとこの程度の振動値では問題はない。同時に実施した騒音測定の結果を表-8に示すが、騒音についても問題はない。

(5) 掘削実績

掘削は施工計画にもとづきステージⅢ(EL-1.8m)までの軟岩、中硬岩および硬岩の約14万m³はブルドーザ(D9リッパ付)でリッピング集積し、2m³級ショ



写真-2 ロックブレイカによる掘削状況

表-7 振動測定値

測点	①	②	③	④	⑤
振源からの距離(m)	10	15	25	40	建屋内
速度(cm/sec)	0.28	0.13	0.04	0.03	0.03
振動数(Hz)	80	70	70	70	50

表-8 騒音測定値

測点	A	B	C	D	E
音源からの距離(m)	10	20	30	40	50
測定値(ホン)(A特性)	78	74	68	68	64



図-4 振動・騒音測定配置図

ベルで積込み、11tダンプにより構内捨場に捨土した。掘削ずりの運搬はEL-8.5mまではこう配1/10で取付けた工事用道路により行い、それ以降の搬出はブルドーザによりEL-8.5m盤まで押上げた後、ショベルで積込み、運搬し、さらに押上げが不能な部分はブルドーザにより集積した後、クラムシェルにより積込み、運搬した。

EL-1.8m以下の硬岩約6万m³はロックブレイカ工法で掘削した。ロックブレイカによる施工は、①砕岩(ロックブレイカのノミ間隔0.8~1.0m、深さ1.0m)、②リッピング、③集積、④積込み・運搬の順序で行った。なお、ロックブレイカでは施工性の悪いのり面付近および原子炉基礎底面上約0.3m厚は岩盤をいためないようにバックホウにブレイカを取付けて掘削した(写真-2参照)。

表-9に基礎掘削の使用機械を、図-5にロックブレイカの掘削実績を示す。これらの結果からロックブレイカ1台当りの作業能力を算定すると次のようになる。

- ① 時間当たり打込本数

……………20 本/hr

- ② 1 m³ 当りの打込本数……0.63 本/m³
- ③ 1 本当りの掘削数量………1.6 m³/本
- ④ 1 本当りの打込時間………2.9 min/本
- ⑤ 時間当りの掘削数量………32 m³/hr

機械の稼働率は 図-5 に示したように運転が 67%、
休止が 33% という比率になっている。この休止の内訳
は次のとおりである。

- ① ロックブレーカ本体の故障によるもの……11%
- ② 待機時間(他作業による待ち時間など)…… 9%
- ③ 整備時間…………… 8%
- ④ その他(クローラークレーンの故障によるもの)
…………… 5%

なお、工事中は本体の故障による修理が長期にわたる
のを懸念してロックブレーカの予備機を 1 台準備してい
たが、使用機械の点検整備に万全を期したのでこれを使
用することはなかった。

7. あとがき

ロックブレーカ工法の適否の第 1 要因は岩質であると
思われる。当地点の岩質については本工法の採用が適切
であった。本機の採用にあたっては一抹の不安はあった
が、振動、騒音も少なく、他になんらのトラブルも発生
することなく安全に工程どおり工事を完了できた。

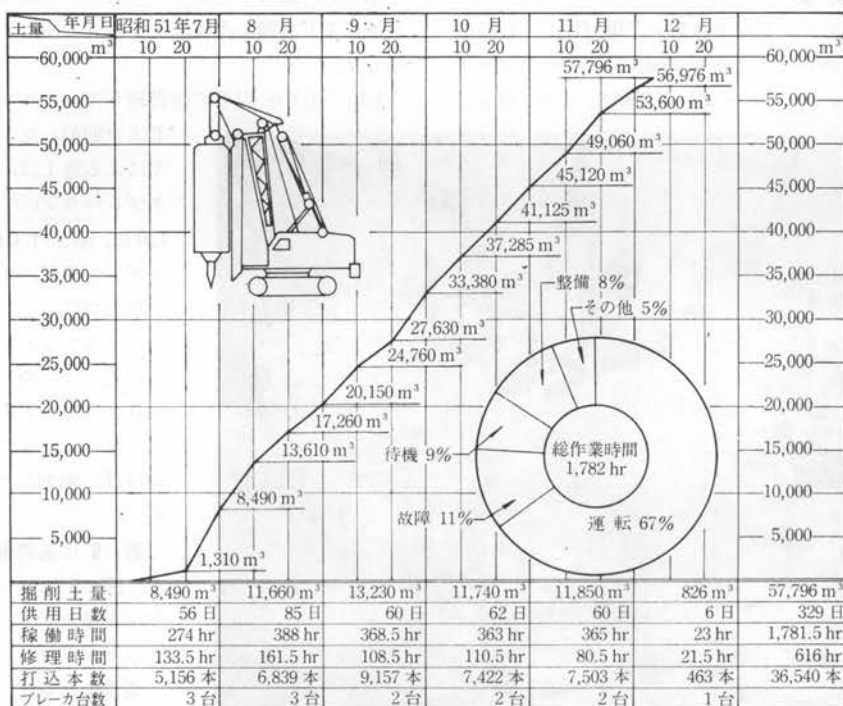
表-9 基礎掘削使用機械一覧表

機 械 名	仕 様	台数	備 考
ロックブレーカ	BSP 1100	3	砕岩用
クローラークレーン	40 t-ブリ	3	ロックブレーカ支持用
ブルドーザ	D 9 G	2	リッピングおよび集積用
"	D 50 P	2	土捨場用
ドーザショベル	977 L	2	積込用
"	955 L	1	"
"	BS 3	1	"
バックホウ	MD 1100	1	積込みおよび砕岩
"	HD 550	1	"
ダンプトラック	11 t	13	運 搬
コンプレッサ	175 kW, 38.2 m ³ /min	3	ロックブレーカ用
タイヤローラ	15 t	1	土捨場転圧用

当地点においてはこのほかにも振動対策として 2 号機
の復水器冷却用の取水ピット、放水ピット等の約 2 万
m³ の岩盤掘削にもロックブレーカを使用した。また、
2 号機取水トンネル(内径 5 m, 延長約 370 m, 前田建
設工業施工)の掘削には振動対策と地上構造物に対する
沈下防止のためにトンネル掘削機(英国アンダーソン・
メーバー社製のブームヘッダ RH-3 J)を使用して所期
の目的を達成することができた。

この種の工法は最近大きな社会問題となっている建設
工事に伴う環境問題の解決策としても今後ますます利用
されることと思う。本工事例が今後の工事の参考になれば
幸甚である。

最後に、ロックブレーカを開発した日綿実業および工
事を施工した大林組に深く感謝の意を表します。



(注) 修理時間は、ロックブレーカ本体およびクローラークレーンの修理、整備時間を示す。

図-5 ロックブレーカ掘削実績

川内原子力発電所取水口仮締切工事

永島英起*

1. はじめに

川内原子力発電所（PWR 2基、出力各 890 MW）は増大する電力需要の中で、安定した電力を供給するために当社としては佐賀県の玄海原子力発電所に次いで1号機：昭和 59 年 7 月、2号機：昭和 61 年 3 月の運転開始を旨とし、鹿児島県の川内市に建設計画中である（図-1 参照）。

復水器冷却用海水（1号機、2号機各 66.5 m³/sec）の取水口は種々検討の結果、工事の確実さを期し、仮締切を築造してドライワークで施工する工法とした。この種の締切としては延長 620 m に及ぶ比較的大規模な二重鋼矢板構造を昭和 53 年 7 月から 12 月にかけて台風期の外洋に成功裡に完成した。以下、この仮締切工事の概要について述べる。

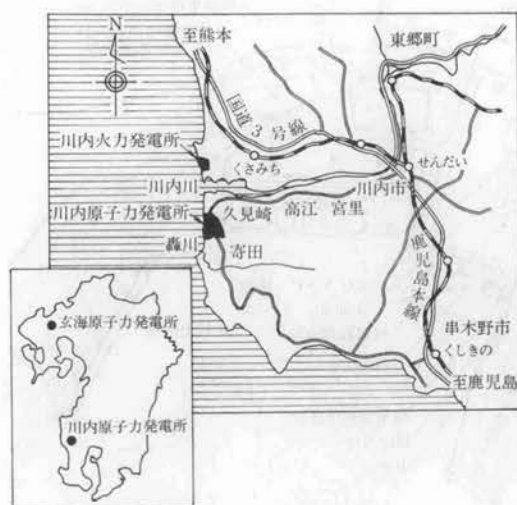


図-1 川内原子力発電所位置図

* Hideki Nagashima

九州電力(株)川内原子力発電所建設所次長

2. 調査

当初、取水口を含む港湾構造物の計画、設計のために年2回の深淺測量と 100 m グリッドでのテストボーリングを実施した。その結果、取水口前面海域は全般的にゆるやかな海底こう配（1/70～1/80）の遠浅砂質海岸であり、地質は古生代～中生代の堆積岩（れき岩、砂岩、粘板岩）を基盤岩とし、その上を中新世～更新世の火成岩（安山岩、凝灰岩）が不整合に覆い、さらに最上部に層厚 5 m 以内の未固結の砂が分布していることが明らかになった。

この調査結果に基づき取水方式として

- ① 取水管方式：海底埋設管による導水
- ② カーテンウォール方式：プレキャスト部材の水中組立
- ③ カーテンウォール方式：ドライワークで現場施工の3案について比較検討し、当地点が直接外洋に面しており、しかも漂砂海岸であることを考慮し、施工を安全かつ確実に実施し、しかも将来の保守に不安を残さない第③案を採用することにした（図-2～図-4 参照）。

仮締切形式としては、最も一般的な二重鋼矢板構造としたが、仮締切計画地点に一部岩礁が水面上に突起していた個所もあり、海底岩盤面の変化が複雑で鋼矢板の根入れに不安がもたれたので、仮締切計画線上に表-1に示す諸調査を実施した。調査位置を図-5に、調査項目を表-1に示す。

3. 設計

締切の設計はセル式護岸設計法とタイロッド式矢板護岸設計法の併用とした。セル式護岸の設計法には護岸の変形を許す場合と許さない場合の2方法があるが、仮設構造物であるところから変形を許容する設計とした。し

かし、荷重が波力であり、繰返し作用する動的外力のため、中詰砂の非線形特性による変形の累積という不安が残った。

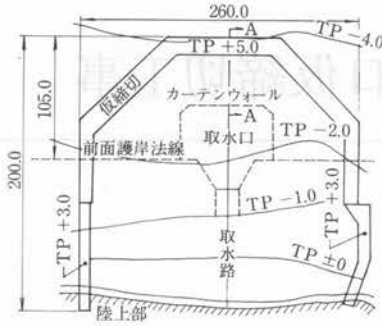


図-2 仮締切平面図

今回用いた設計定数は表-2に示すとおりである。

4. 施 工

仮締切工事は全体工事の工程上、南北防波堤工事と同時着工となり、直接外洋に面して施工せざるを得なかった。

当初の施工計画では南北陸上部より1ブロック10mとして順次陸から海へ進み、沖合の中央部で結合する予定であった(1ブロック10mとしたのはクレーンのリーチ、台風および時化に対する対策上である)。しかし計画どおりの矢板根入れが得られなかったり、台風や時化による被害を受けたりして冬季季節風襲来の時期(12月)までの完成に疑念が生じたので、SEP(組立式自己

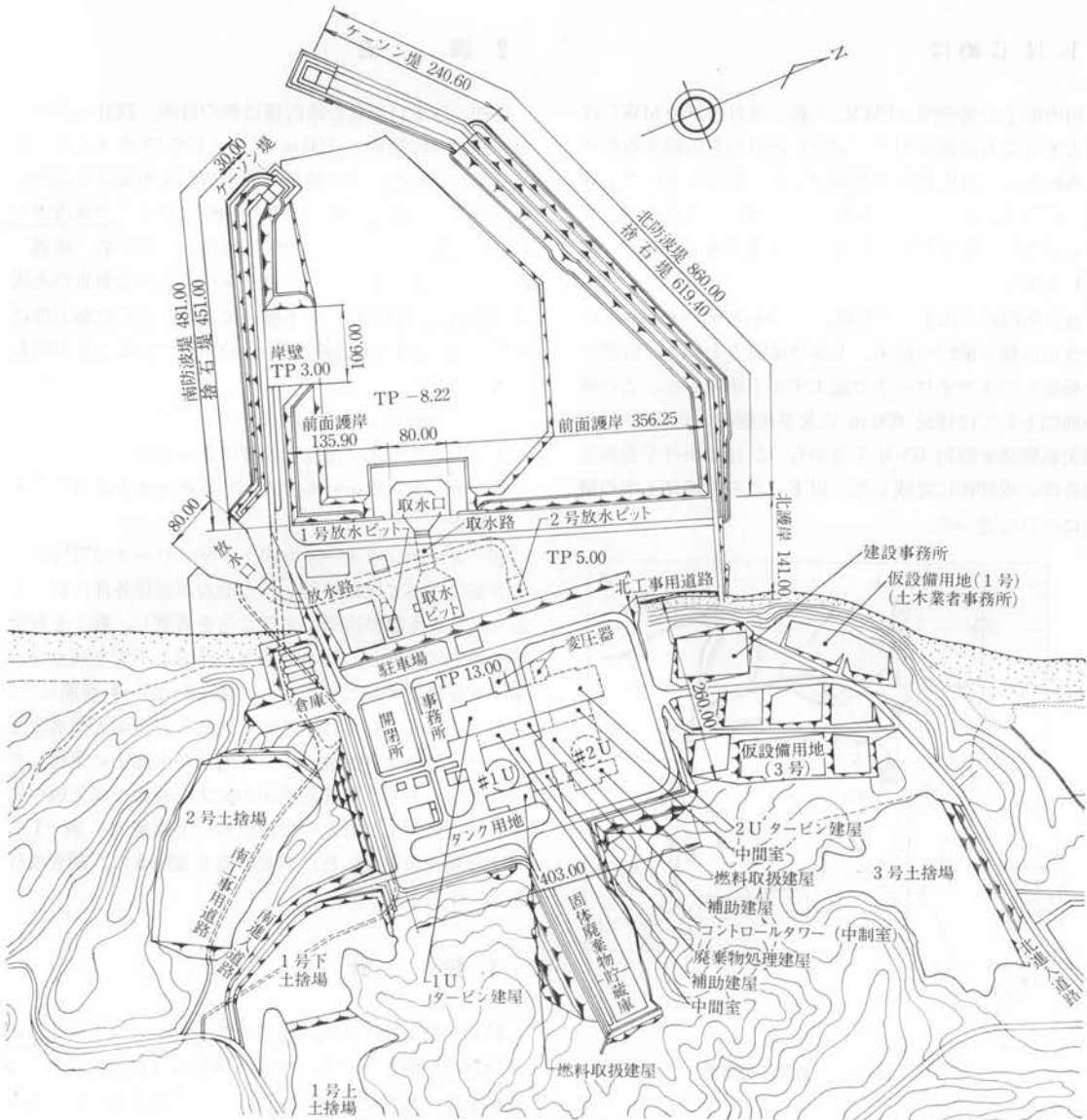


図-3 川内原子力発電所全体配置図

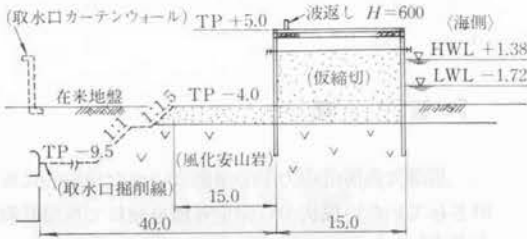


図-4 A-A 断面図

昇降作業台船, 写真-1 参照) による海上からの施工を併用した。

仮締切幅 15m に対し, SEP 幅 12m であったため矢板の間に SEP を設置して矢板打ちを施工できたので, 効率よく作業が進んだ。また 図-6 に示すように沖合中央部の南側に約 60m の岩礁部があり, 矢板の根入れが困難なため 図-7 に示す工法を採用した (砕岩グラブ船で砕岩し, 浚渫後プレバクト用砕石および砂で埋戻し, 矢板打込みを行った。その後, 矢板先端部に止水工, 在米地盤面上にブロックを仮置きして万全を期した)。

使用した主要機械および船舶は 表-3, 表-4 および表-5 に示すとおりである。また矢板打込みの実績を 図-8 に, 実績工程を表-6 に示す。

工事中, 表-6 に示すように 4 回の台風と 1 回の季節風に見舞われ, 矢板が倒壊するという被害を受けたが, 主な原因は中間仕切りからの中詰砂の流出であった。完成後はタイブル取付穴からの中詰砂の流出, 越波による天端崩壊等の被害を受けた。タイブル取付穴にはパッキンを付けていたが有効でなく, 最終的には前面矢板背後にグラウトを施工した。また越波に対してはコンクリー

表-1 調査工事一覧表

項目	数	量	備考
オールコアボーリング	3 孔	延長 26.40 m	孔径 130 mm
原位置試験ボーリング	3 孔	延長 40.00 m	孔径 66 mm
動的貫入試験	56 箇所	延長 348.00 m	
土の標準貫入試験	3 孔	延べ 40 回	
機方向載荷試験	延べ 8 回		プレシオメータ
現場透水試験	注入法 8 回, 回復法 5 回		
湧水圧試験	7 回		
室内土質試験	物理試験	18 個	
	一軸圧縮試験	5 個	
	一面せん断試験	8 個	
	岩石試験	1 個	

表-2 設計定数

	設計定数	備考
中詰砂	ϕ 30°	中詰砂の実測 N 値は 3~5 であった。
海底砂	γ_t, γ_{sat} $\gamma_t = 1.8 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{sat} = 1.0 \text{ t/m}^3$	
安山岩 (風化)	γ_{sat} 0.8 t/m ³ C 3.0 t/m ² ϕ 25°	室内力学試験の平均値で C は実際より小さいと思われる。
設計波高	4.4 m	矢板前面での進行波の最大



写真-1 組立式自己昇降作業台船 SEP

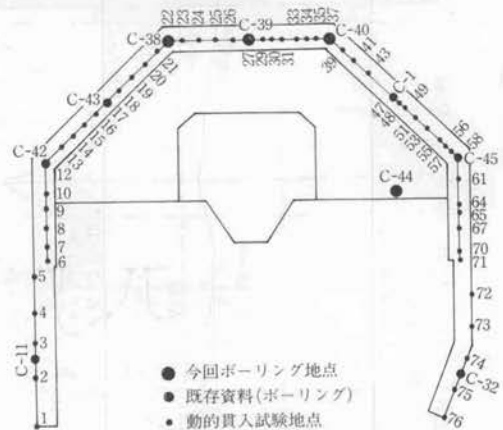


図-5 調査位置図

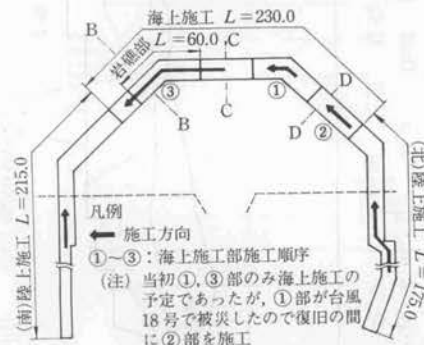


図-6 施工概要図

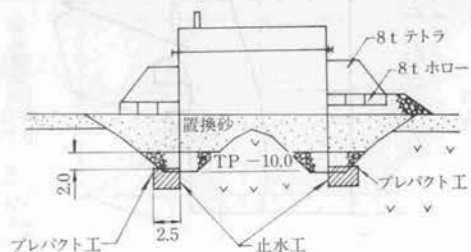


図-7 岩礁部施工図 (B-B 断面)

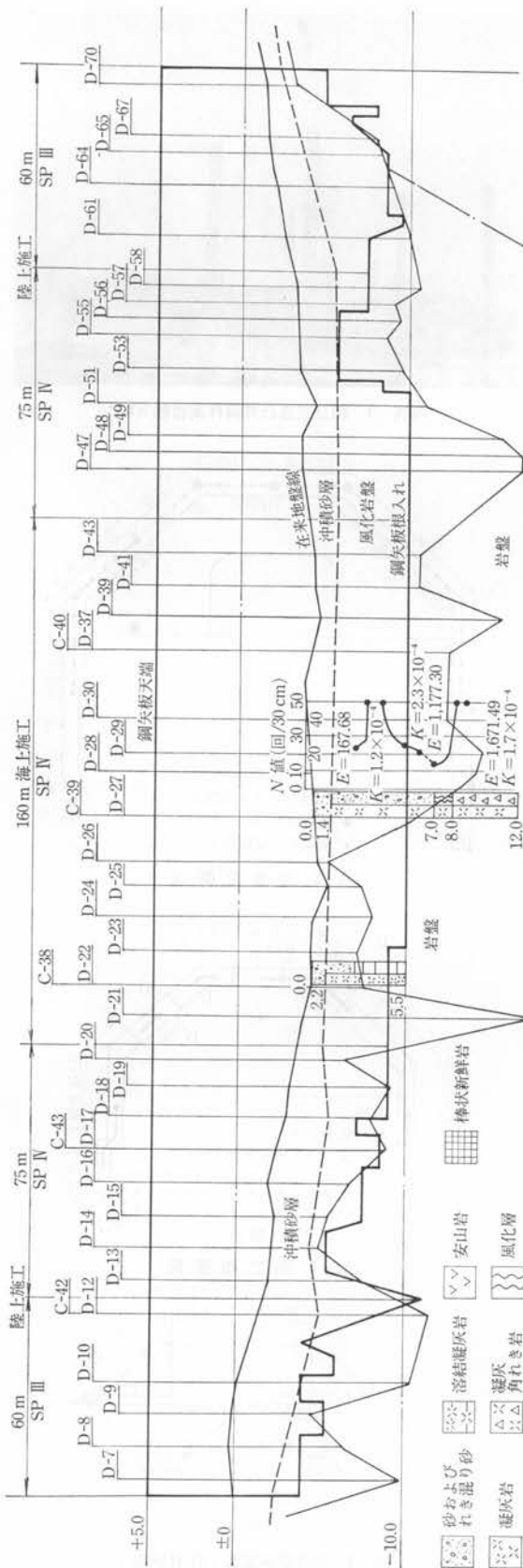


図 8 海上陸上打込矢板断面

ト舗装 (30 cm 厚) を施工するとともに波返し (60 cm 高) を設けた。

5. 管 理

二重鋼矢板構造の力学的挙動はいまだ理論的に解明されていない現状から安全管理を兼ねて現場計測を実施した。

すなわち、図-6 に示す C-C および D-D 断面を選び、図-9 に示す位置に波圧計、ひずみゲージおよび間げき水圧計を設置した。ひずみゲージは鋼矢板の応力およびタイブルの張力を、間げき水圧計は仮締切下部からの浸透の程度をキャッチすることを目的にした。

測定の結果、矢板応力は C-C および D-D 断面とも陸側の TP -2.00 m の位置で最大値 1,000 kg/cm² (許容値 1,400 kg/cm²) を記録し、応力分布の傾向は計算値とほぼ一致した。また、タイブル張力の最大値は 25 t (許容値 33.3 t) を実測した。間げき水圧計については特に顕著な動きはなかった。なお、波圧計は波浪によって破損し、その目的を達し得なかった。また、当初懸念した変形の累積は認められていない。

表-3 陸上施工主要機械

機 械 名	仕 様	台 数
クローラクレーン	35 t	2 台
パイプロハンマ	3000 D	2 台
発 電 機	200 kVA	2 台
ト ラ ッ ク	11 t	2 台
トラッククレーン	15 t	2 台

表-4 海上施工主要機械

船舶および機械名	仕 様	台数
S E P	(組立式自己昇降作業台船) 鋼昇降能力 350 t L24.4×W12.2×H2.13	1 隻
引 船	鋼 D-320 PS L22×W4.2×H2.5	1 隻
合 船	鋼 300 t 積 L25×W10×H2	1 隻
通 船	鋼 200 t 積 L20×W8×H1.5	1 隻
ガ ッ ト 船	鋼 D-90 PS L11.6×W4.3×H2.0	1 隻
	鋼 D-180 PS (250 m ³ 積) L35×W10×H2.7	1 隻
クローラクレーン	35 t	1 台
パイプロハンマ	4000 D	1 台
発 電 機	200 kVA	1 台

表-5 岩礁部施工主要機械

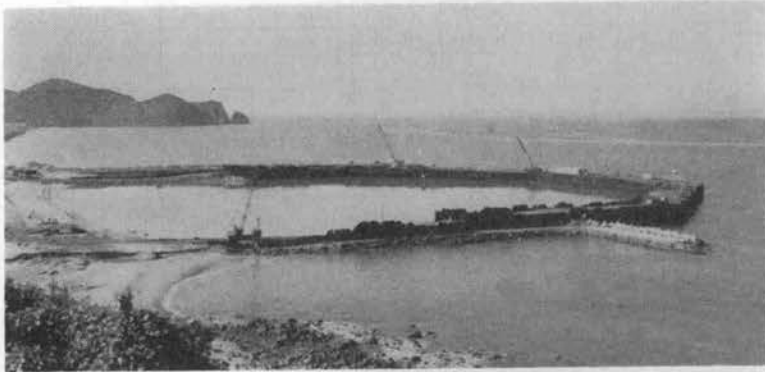
船舶および機械名	仕 様	台数
砕岩 グラブ式 液 漂 船	鋼 D-720 PS, 砕岩機 30 t, グラブ 8 m ³ , L33.3×W15×H3	1 隻
土 運 船	鋼 400 m ³ L40.4×W9×H3	1 隻
引 船	鋼 D-650 PS L23.5×W5.4×H2.35	1 隻
転 船	鋼 D-35 PS L8×W3×H1	1 隻
通 船	モーターボート L5.19×W2.3×H1.19	1 隻



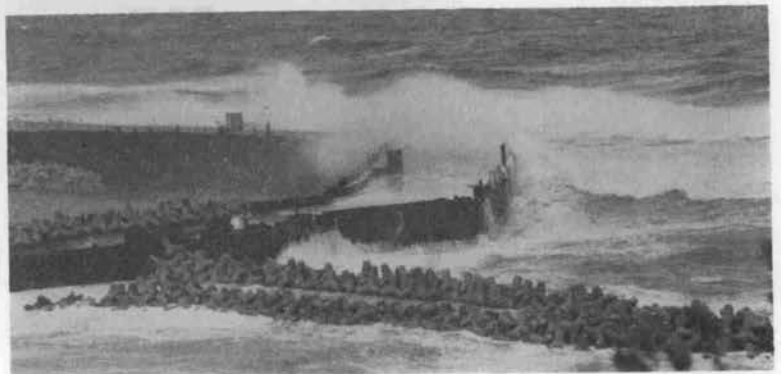
↑ 写真-2 工事状況遠景



→ 写真-3 工事中の仮締切



← 写真-4 完成した仮締切



→ 写真-5 仮締切越波状況



写真-6 撤去中の仮締切

6. おわりに

川内原子力発電所は現在1号機の建設が急ピッチで進み、昭和55年11月20日現在、その進捗率は土木工事75%、総合42%に達している。また2号機は安全審査の最終段階にあり、設置許可の日も近い。

外洋に直面し、しかも海象条件のきびしい困難な条件下に、全長620mの仮締切を施工し得たことは事後の工程確保に大きく寄与した。現在、仮締切は所期の役割を終え、撤去工事に入っている。ここにご指導、ご支援を賜った関係各位に深甚なる謝意を表するとともに、

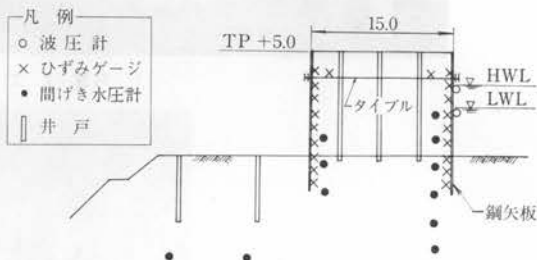


図-9 埋設計器取付位置図

無事故、無災害で工事を完遂された熊谷・西松共同企業体の方々に厚くお礼申し上げます。

表-6 仮締切工実績工程

工種	53年						55年		
	7月	8月	9月	10月	11月	12月	10月	11月	12月
	10 20	10 20	10 20	10 20	10 20	10 20	10 20	10 20	10 20
準備工	■								
陸上工事	北側捨石工	■	■	■					
	北側矢板工	■	■	■	■				
	南側捨石工	■	■	■					
	南側矢板工	■	■	■	■				
海上工事	準備工		■						
	測量板工		■	■	■	■			
	中詰工		■	■	■	■			
	砕岩投し工		■	■	■	■			
	砂利戻し工		■	■	■	■			
その他工事	8tブロック工				■	■			
	プレバクト工				■	■			
	薬注工				■	■			
撤去工	準備工						■	■	■
	8tブロック撤去						■	■	■
矢板撤去工							■	■	■

台風8号11号 18号 24号季節風

女川原子力発電所建設工事

鳥居良明* 千田壽一**

1. まえがき

原子力エネルギーの利用は国家的政策としてのエネルギー多様化の中心として位置付けられている。

当社は第1号の原子力発電所の建設をこの女川に定めてその立地を進めてきた。当女川地点は大需要地の仙台圏に近いこと、堅硬な地質であること、良質大量の冷却水が得られること等の理由で選定した。当地点に原子力発電所を建設することは昭和45年5月第52回電源開発調整審議会に付議され、電源開発基本計画に組み入れられた。昭和45年12月に原子炉設置許可、電気工作物変更許可が得られ、爾来前面海域の漁業権消滅のために立地活動が展開された。立地対策には約10年の歳月を

費やしたが、昭和53年8月から昭和54年3月にかけて女川町漁業協同組合をはじめ関係する4漁業協同組合との間でそれぞれ円満に解決がなされた。その後、着工直前に米国スリーマイルアイランド原子力発電所の事故により着工が一時凍結するなど幾多の困難を乗り越えて昭和54年12月25日正式着工に至った。

当建設所は「連帯と協調と主体性」を合言葉に全所員一丸となって建設工事に邁進し、昭和59年6月の運転開始を目標に現在牡鹿半島の浜に高らかな槌音を響かせている。

2. 地域の概況

女川原子力発電所は牡鹿半島のほぼ中央部東側に位置し、仙台市の東北東約57kmの地点にあり、宮城県牡鹿郡女川町および牡鹿町にまたがっている。周辺の主な町は、西方約18kmに石巻市、北西約7kmに女川町、南方約10kmに鮎川がある。また、敷地周辺の集落としては、半径3km以内に女川町小屋取、塚浜など七つの部落が海岸線に沿って点在している。発電所の敷地（敷地総面積約161万 m^2 ）付近はリアス式海岸特有の入り組んだ地形をなしており、敷地は三方を100~200mの山に囲まれ、北東側は浅い湾入部になって女川湾に面している。中央部には牡鹿半島の背梁山地より連なる短い小尾根が張出し、この小尾根をはさむように二つの谷状平坦地があり、ゆるい傾斜をもって海岸に連なっている（図-1参照）。

発電所基盤の地質構造は2本の谷状平坦地には厚さ4~13mの第四紀沖積層があるが、その下には牡鹿層群の浜層に属する中世代ジュラ紀の砂岩と頁岩の互層から成っており、この堅硬緻密な基岩上に原子炉建家、タービン建家、廃棄物処理建家および制御建家の主要4建家を構築する。建設に先立っ

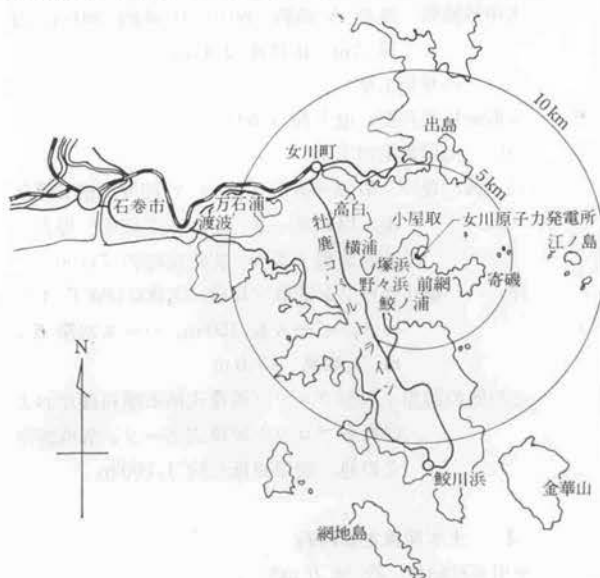


図-1 女川原子力発電所位置図

* Yoshiaki Torii 東北電力(株)女川原子力発電所建設所長

** Juichi Chida 東北電力(株)女川原子力発電所建設所土木課長

て実施した岩盤調査の結果、建物基盤として十分な支持力が得られることが確認されている。弾性波速度試験の結果は P 波速度で約 3.8 km/sec, S 波速度で約 1.6 km/sec が得られた。

3. 計画の概要

当発電所は低濃縮ウランを燃料とした軽水減速沸騰水型原子力発電所であり、出力は 524,000 kW である。発電所の敷地は原子炉建家を中心として約 600 m の離隔をとって敷地境界線を設定しており、敷地の総面積は埋立地を含めて約 161 万 m^2 である。敷地前面には北から小屋取、鳴浜、藤丸浜と三つの砂浜が連なっているが、中央にある鳴浜の背後に原子炉建家を含む主要建家を配置している。

敷地前面海域には東防波堤と北防波堤を造り、この内側に 3,000 DWT 1 バースの岸壁を構築する。また防波堤に囲まれた静穏な海域に取水口を設置し、復水器冷却用水として 39 m^3 /sec の海水を取水する。復水器冷却用水は取水口から連絡水路を通りポンプ室に導水され、2 台の循環水ポンプで揚水されて復水器に入る。復水器で熱交換された温排水は $\Delta T=7^\circ C$ であるが、周辺海域に与える影響を軽減するために水中放流方式を採用している。藤丸浜前面海域約 260 m 沖合で水深約 10 m の所から排出された温排水の浮上点における最高温度差は $2^\circ C$ 以下に設計されている。この温排水が浮上後表面拡



図-2 発電所一般平面図

散し、 $\Delta T=1^\circ C$ になる位置は汀線沖合約 950 m である (図-2 参照)。

土木設備の主要諸元は以下のとおりである。

(1) 計画諸元

発電所位置：宮城県牡鹿郡女川町および牡鹿町
出力：524,000 kW
形式：軽水炉（沸騰水型）
燃料種類：低濃縮ウラン

(2) 土木主要工事諸元

(a) 敷地造成・発電所本館基礎工事
発電所本館周辺敷地高：OP +14.8 m
海面埋立地敷地高：OP +3.5 m
掘削土量：敷地造成約 104 万 m^3 ，発電所本館基礎約 22 万 m^3

盛土量：約 48 万 m^3

人工岩盤コンクリート量：約 46,000 m^3

(b) 復水器冷却水路工事

取水路開渠：延長 27 m，幅 19 m，高さ 6.5 m
取水口：延長 9 m，幅 19 m，高さ 6.5 m
連絡水路：延長 A 系 293.1 m，B 系 271.9 m
ポンプ室：延長 82.1 m，幅 23.8 m，高さ 24.0 m
取水管路：延長 A 系 124.5 m，B 系 143.6 m，内径 3.2 m

逆洗弁室：延長 10.5 m，幅 50.75 m，高さ 14.6 m

排水路蓋渠：延長 A 系 30.5 m，B 系 55.5 m

排水路トンネル：延長約 400 m (円形断面)

水中放流管：延長 A 系約 266 m，B 系約 250 m，内径 3 m (出口径 2.4 m)

(c) 排気筒工事

鋼製鉄塔支持型，地上高 125 m

(d) 海岸構築物工事

防波堤：一般部＝異形ブロック被覆式捨石傾斜堤，堤頭部＝ケーソン式混成堤，堤長＝東防波堤 240 m，北防波堤約 217 m

岸壁：ケーソン式直立岸壁，3,000 DWT 1 バース，バース長 150 m，バース水深 6.5 m，天端高 +3.5 m

その他の護岸：異形ブロック被覆式捨石傾斜護岸および異形ブロック被覆式ケーソン混成護岸
その他，護岸総延長約 1,100 m

(3) 土木関係主要材料

使用石材総量：約 85 万 m^3

コンクリート総量：約 34 万 m^3 (建物のコンクリートを含む)

消波ブロック数：約 18,000 個 (4 t, 12 t)

ケーソン:

- 7m×11m×4.5m, 7 函
- 7m×11m×9.3m, 4 函
- 10m×15m×9.3m, 9 函
- 10m×15m×9.5m, 4 函
- ……計 24 函

4. 工事概要

昭和 54 年 10 月 1 日敷地造成工事に着手, 同年 12 月 25 日発電所本館基礎掘削を開始(着工)し, 昭和 55 年 5 月 13 日には原子炉建家の基盤検査を終了, 現在は原子炉建家を含む主要 4 建家の建築工事が急ピッチで進められており, その後の主要工程は次のとおりである。すなわち, 昭和 55 年 11 月末原子炉格納

容器搬入, 昭和 56 年 1 月原子炉格納容器の現地据付開始, 同年 6 月原子炉格納容器の漏洩試験完了, 昭和 57 年 6 月原子炉圧力容器据付開始, 昭和 58 年 3 月原子炉圧力容器水圧試験完了, 昭和 58 年 2 月復水器冷却水取水開始, 昭和 58 年 10 月燃料装荷, 同出力上昇試験開始, 昭和 59 年 6 月運転開始の予定である。

なお, 昭和 55 年 11 月現在の工事進捗率は総合 17.5%, 土木工事 40.0%, 建築工事 19.6%, 電気機械工事 11.7% である。

(1) 敷地造成および発電所本館基礎工事

敷地造成工事は昭和 54 年 10 月 1 日に着手し, 最初に立木伐採を実施し, 掘削を開始したのは昭和 54 年 11 月初旬である。発電所本館基礎の掘削は昭和 54 年 12 月 25 日に開始され, 掘削作業中は好天に恵まれたこともあって, 当初予定工期内に全掘削量約 130 万 m³ の土岩掘削を完了した。

掘削工事の進捗は図-3 に示すとおりである。全工期の日平均掘削量は約 3,600 m³ であったが, 1 日最大 12,000 m³ の岩石掘削を実施した。

全掘削量の約 70% は砂岩, 頁岩の互層からなっている。岩の掘削はベンチカット方式による発破掘削を行った。さく孔にはクローラドリル CD-6×2 台, CD-8 DH×1 台, PC-55 A×1 台, カーテンジャンボ 1 台の計 5 台を使用した。火薬は 3 号桐ダイナマイトのほか補助的に AN-FO を使用したが, 装薬量は約 0.25 kg/m³ であった。

掘削土岩は敷地内の土捨場にすべて収容したが, 掘削積込運搬に使用した重機械のピーク時台数は, 掘削リッピング機械としてブルドーザ類 D155A×6 台, D9H×1 台, D80A×2 台など計 14 台を使用した。積込機

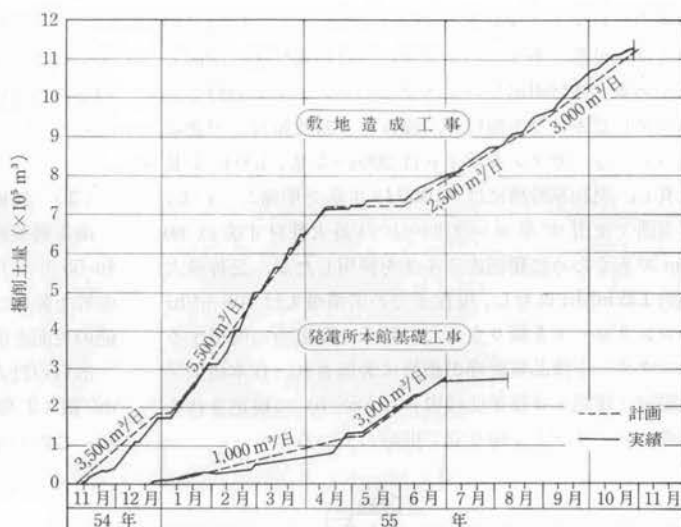


図-3 敷地造成, 発電所本館基礎掘削予実績

械はドーザショベル 2 台, タイヤショベル 275 B など 3 台, バックホウ類 6 台を使用した。運搬機械にはダンプトラック 32t 積 3 台, 18t 積 4 台, 11t 積 25 台を使用して掘削工事を実施し, 1 日最大掘削量 12,000 m³, 月最大掘削量約 20 万 m³ の土量を動かすことができた。

掘削土岩は発電所敷地内の 1 号土捨場と 2 号土捨場に収容し, 昭和 55 年 10 月末には敷地造成, 発電所本館基礎の掘削は完了している。現在は約 22 万 m³ の人工岩盤コンクリートの打設を完了し, 原子炉建家, タービン建家等, 建築工事が鋭意進められている。

(2) 骨材製造, コンクリートおよびブロック製造工事

発電所構内で使用するコンクリートおよびコンクリート用骨材はすべて構内に設置した骨材プラント, パッチャプラントで製造する。同プラントは図-4 に示すとおりである。

骨材プラントは公称最大 320 t/hr の 1 次ジョークラッシャ, 2 次破碎と 3 次破碎にそれぞれハイドロコンクラッシャ, 粒形調整のためにインパクトクラッシャ, 製砂設備として製造能力 72 t/hr のロッドミルを設備している。

骨材製造の際に使用する洗浄水は, 前面海域に放流することをさけて完全再循環使用している。すなわち, 最大処理能力 200 t/hr のシクナおよびフィルタプレスを設置して前面海域のホヤ, ワカメ等の養殖漁業に影響を与えないような配慮を施している。骨材製造予実績については図-5 に示すとおりであるが, 製造予定量約 40 万 m³ に対し現在は初期段階でもあり, 約 76,000 m³ の製造を完了しているのみである。

パッチャプラントは公称最大 135 m³/hr (56 切×3 型)

の能力を有するプラントである。プラントは9素子 10種計量が可能であり、パンチカード自動操作1人制御方式である。骨材引出しコンベヤとプラント上部骨材ピンにはテレビカメラを据付け、操作室で常時監視が可能になっている。セメントサイロは200t×2基、100t×1基を有し、混和剤貯槽には6,000l×3基を準備している。

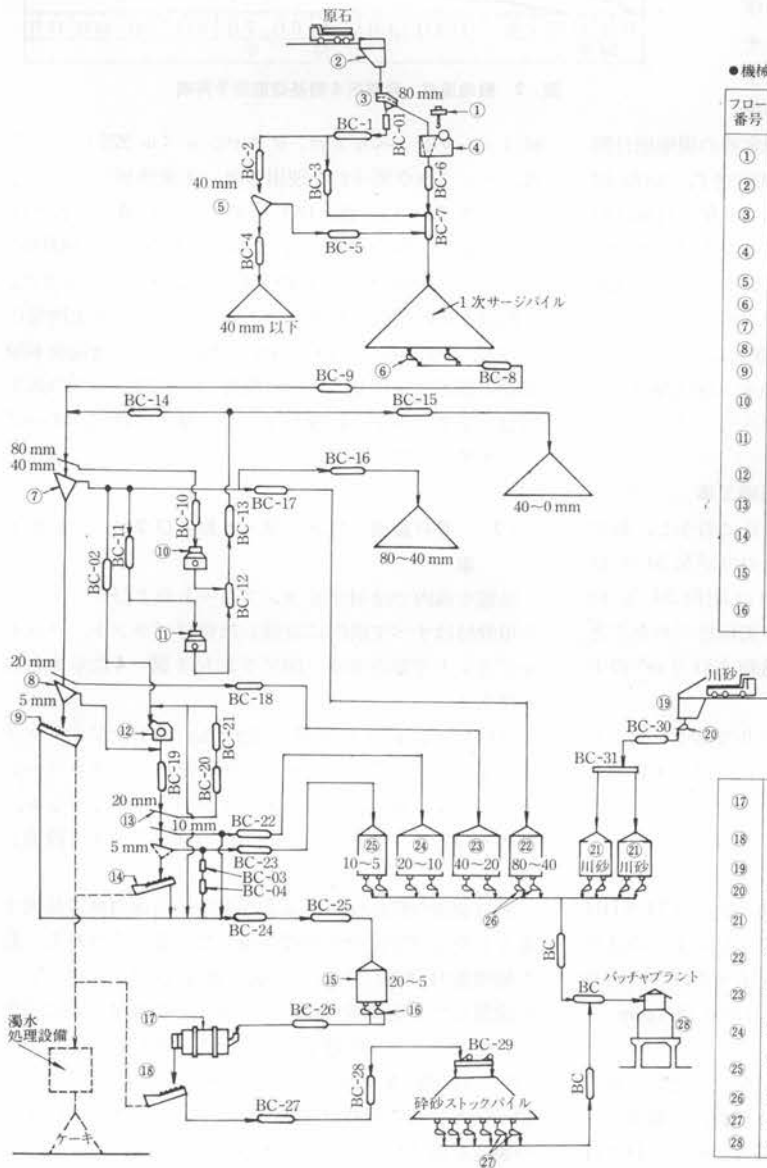
当所で使用するコンクリートの最大骨材寸法は80mmであるために傾胴式ミキサを採用したが、公称最大能力135m³/hrに対し、現在までの実績最大は106m³/hrのコンクリートを練り立てた。原子力発電所に使用するコンクリートは品質管理が厳格に実施され、日本建築学会制定「建築工事標準仕様書」(JASS-5)に規定される高級コンクリートを練り立て供給している。

海工事に使用する方塊ブロック、消波ブロックは構内ですべて製造しているが、総数約18,500個のブロックのうち、昭和55年11月現在約25%の製造を完了している。

(3) 海岸構築物工事

海岸構築物工事は公有水面埋立申請の審査を待つて昭和55年2月1日着手した。当発電所の海岸構築物は岸壁等を除けば図-6に示すとおり捨石を主体とし、捨石堤の表面を消波ブロックで被覆した構造となっている。

捨石の投入は水深2.5m以上の部分をガット船(350m³積×3隻、650m³積×3隻)を使って海上から投入し、この上部はダンプトラックによって投入現場に運搬



●機械一覧表

フロー番号	名称	仕様・能力	電動機 (kW)
①	ホイストクレーン	2.8t	巻上3.8 走行0.62
②	固定グリズリホッパー		
③	特重型振動フィーダ	TFGH 5-14	19.0
④	ジョークラッシャ	Fs 48-40 275 t/hr	150.0
⑤	1 碎スクリーン	RF 5-10	3.7
⑥	振動フィーダ	可変ユーラス	1.5
⑦	1 次スクリーン	DDSHRF 5-14	11.0
⑧	2 次スクリーン	DD "S" RF 6-14	11.0
⑨	スパイラル分級機	60 t/hr	5.5
⑩	1 次コンクラッシャ	油圧 5410 型 162 t/hr	95.0
⑪	2 次コンクラッシャ	ハイドロコーン 645 型 80 t/hr	95.0
⑫	インパクトクラッシャ	SAP 4/100 W 80 t/hr	75.0
⑬	3 次スクリーン	TD "S" RF 5-12	7.5
⑭	スパイラル分級機	φ760×15,000 44 t/hr	3.7
⑮	原料砂 コルゲートピン	φ900×H 8.50	
⑯	振動フィーダ	F-338 DT	0.6×2台 =1.2

⑰	ロッドミル	RE 2436 72 t/hr	260.0
⑱	スパイラル分級機	φ1,220×l 8,600 106 t/hr	5.5
⑲	川砂ホッパー		
⑳	振動フィーダ		0.75
㉑	川砂 コルゲートピン	φ800×10.90 H	
㉒	80~40 mm コルゲートピン	φ10.00×12.10 H	
㉓	40~20 mm コルゲートピン	φ12.00×12.10 H	
㉔	20~10 mm コルゲートピン	φ13.00×12.10 H	
㉕	10~5 mm コルゲートピン	φ10.00×12.10 H	
㉖	振動フィーダ		
㉗	振動フィーダ		
㉘	バッチャプラント	135 m ³ /hr	

図-4 骨材およびバッチャプラントフロー図

した石材をワイヤモッコに受け、これをクローラクレーン（125t ぶり×1 台、50t ぶり×2 台、35t ぶり×1 台）でもって投入する方法を採っている。護岸、防波堤は陸側から逐次進行していくために、所定の高さに盛立てた捨石堤の上部に早強コンクリートを使用して1袋0.5m³程度の袋詰コンクリートおよび補強コンクリートを打設し、打設2日後にはこの上にクローラクレーンが乗って作業をする等、工事の進捗を早める配慮をしている。

海上工事に使用する石材は前面海域を泥水で汚濁することのないよう投入前にダンプトラック上で丁寧に洗浄し、石材に付着した土砂を洗い流してから海中に投入している。岸壁、仮岸壁、防波堤堤頭はケーソン式混成堤であり、ケーソンは石巻市にあるケーソンヤードにおいて製作し、牡鹿半島先端にある金華山の外洋を迂回して約60kmを2,000PS級の引船によって曳航し、現場に搬入している。仮岸壁用ケーソン7函はすでに据付を完了し、この上に三脚デリック（最大つり上げ能力105t）の据付も終り、昭和55年11月末には原子炉格納容器を積んだ第1船が入港した。

(4) 復水器冷却水路工事

復水器冷却水路は当港湾内から39m³/secの海水を取水し、タービン建家内の復水器に導水し、熱交換した後、港湾の外洋側に温排水を放水させる設備である。土木工作物としては、上流側から取水路開渠、取水口、連絡水路、ポンプ室、取水管路、逆洗弁室、排水管路、排水路蓋渠、排水路立坑、排水路トンネル、排水路連絡水槽、水中放流管までの総延長約1,300mの水路工作物である。

この工事は敷地造成ならびに発電所本館基礎工事などの錯綜をさせて発電所から離れた排水路トンネル、排水

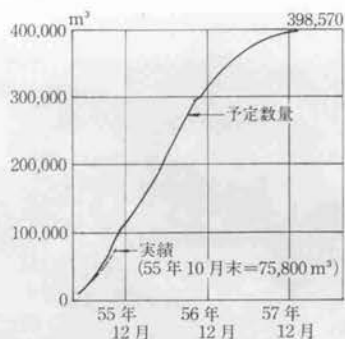


図-5 骨材製造予実績

路連絡水槽から工事を始めた。排水路トンネルは掘削断面φ5.6~5.2m、仕上り断面φ4.6mの円形トンネルとし、掘削は3台のさく孔機を取付けた簡易ジャンボを使用して全断面掘削工法で施工している。ずりの運搬はバッテリーロコでトンネル最下端にある立坑から最大つり上げ能力8.5tのテルファークレーンで坑外に搬出している。トンネルは一部を除いて支保工を用いずNATM工法により掘削直後にモルタルを吹付け、開放地山の風化を防止している。コンクリートの巻立はニードルビームを使用して実施する予定になっている。排水路トンネルと水中放流管を連結するための排水路連絡水槽の工事はほぼ完成した。

循環水ポンプおよび原子補器冷却水等を揚水するためのポンプ室は延長約82m、幅約27m、高さ約25mの大きな構造物であり、全体がGL+14.8m以下に造られ、現在掘削作業が進められている。連絡水路工事の準備工事もようやく着手された段階であるが、これら工作物にはきびしい耐震設計が要求されている。

(5) 周辺道路整備工事

発電所構内に通ずる県道は女川町側と牡鹿町側の2本

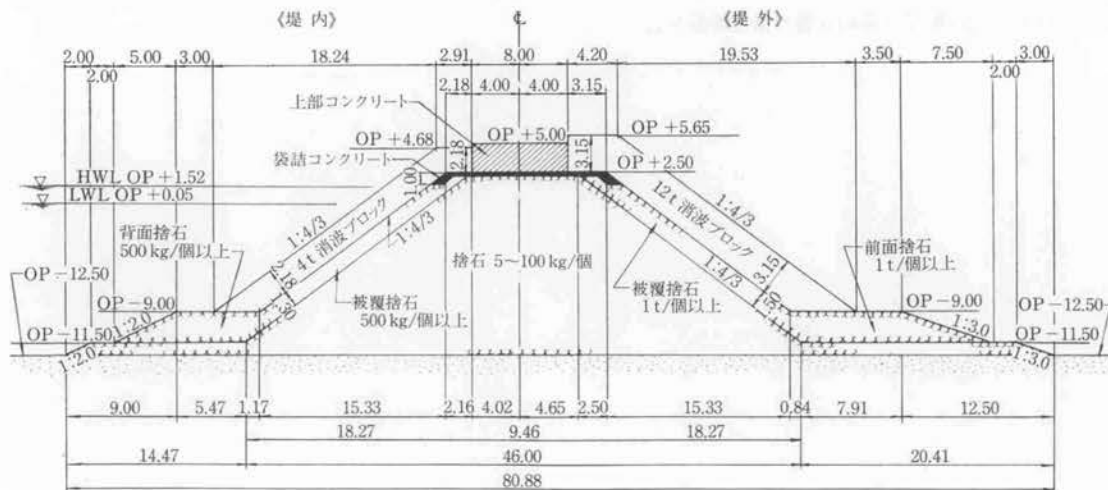


図-6 東防波堤標準断面図



写真-1 工 事 状 況

があるが、いずれも幅員が狭く、曲線が多いためこれの改良もしくは新設が必要であり、付替県道の新設約3.8km、県道の改良約11kmの工事を実施してほぼ完了した。さらに女川町を起点として牡鹿半島を縦断する有料道路コバルトラインに工事中のみ使用する仮設インターチェンジを造り、また女川町道の改良等工事に資材運搬のための道路整備はほぼ完了した。

(6) その他工事

土木工事のその他の工事としては諸タンク類の基礎、変圧器基礎、開閉所基礎、諸電線管路、パイプダクト、排気筒排気ダクト等数多いが未着手であり、現在は耐震設計等綿密な検討を進めている。

建築工事は原子炉建家の基礎底盤コンクリートの打設を完了し、原子炉建家の地階壁、タービン建家の基礎底盤、制御建家の基礎底盤等の工事が鋭意進められている。発電所構外には単身寮が完成し、社宅等の工事も進められている。

機械関係はタービン建家下部に埋設する循環水管の据付が完了し、現在原子炉格納容器の据付準備を急いでい

る。さらに諸機器類の工場製作も鋭意進められている。

5. あとがき

立地対策に10余年を費やしたとはいえ、地域協調の精神が根を張り、工事は順調である。130万 m^3 の岩石の切取りが1年以内に完了するなど、近年の重機土工の変遷には目を見張るものがある。

景勝の地松島に近く、紺碧の空、コバルトの海、美しい島々の点在する養殖漁場の町女川に原子の灯がともる日も近い。着工前に起ったスリーマイルアイランド原子力発電所事故のかげりも今はない。

今後とも地域協調を十分配慮し、共存共栄、地域に愛される発電所造りに努力している。工事においては安全第一、発電所は稼働率の高い絶対に事故を起さない安全な原子力発電所とするために発注者と受注者が一体となって、ここに働く者の一人一人がこの地で働いて良かったと思える楽しく働きがいのある現場とするために皆が努力している。

奥矢作第二発電所放水口沈設工事

戸田五郎*

1. はじめに

奥矢作揚水発電所は、矢作川水系黒田川の最上流部に位置する当社既設の黒田調整池（昭和9年完成）を上池とし、矢作川本流の建設省矢作貯水池（特定多目的ダム法により昭和46年完成）を下池とした標高差約600mの間に中間調整池を新設し、その両側に二つの発電所を設けた我が国初の2段式純揚水発電所である。その出力は第一発電所31.5万kW、第二発電所78万kW、合計109.5万kWである。

両発電所の最大使用水量は、ともに234m³/secであることから、構造物は巨大化し、設計、施工上、各所に記録的で、高度の技術がとり入れられている。それらのうち、特徴のある構造物と施工法として、ダムのかさ上げ工法、PCサージタンク、トンネル工法、立坑式水圧鉄管路とその高圧分岐管、および放水口沈設工法等をあ

げることができる。ここでは放水口沈設工法とその施工実績について述べる（図-1参照）。

2. 放水口の概要

第二発電所放水口は既設矢作貯水池内に開口する側方流出型鉄骨鉄筋コンクリート構造物である。この放水口の水利設計上の留意点として、現矢作貯水池内に形成されている水温成層を乱すことなく、放取水が可能な設計としなければならないことである。この問題を解決するために現状貯水池の水質調査と水利実験を行い、その結果にもとづいて流速が均等になるように漸拡し、格子板を設けることにより、その出口流速を1.0m以下の整流にして貯水池中央に向けて放流するような形状に設計した。

また施工面からは、矢作貯水池は多目的ダムとして現在その効用を発揮しているため、施工にともなう矢作ダ

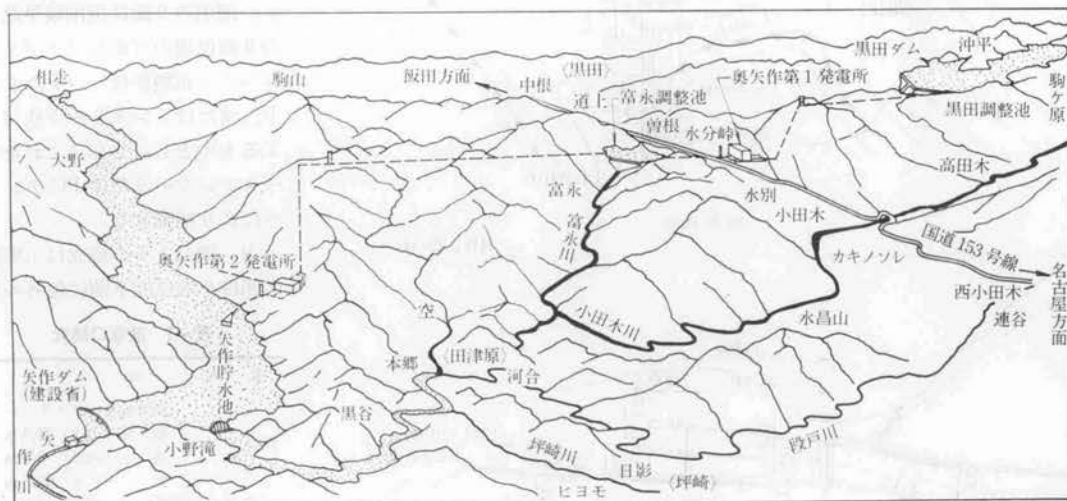


図-1 奥矢作揚水発電計画図

* Goro Toda 中部電力(株)奥矢作水力建設所所長・工博

ムの水位低下は1回とし、さらに施工期間は冬期5カ月と制限されることを考えると、この限られた期間に放水口漸拡部の約14万m³に及ぶ掘削と、前述の漸拡する放水口を築造しなければならない。そのために貯水池の水位を低下して土木工事をを行い、一方、別の場所で漸拡する放水口を鋼製で作り、曳航して放水口トンネル出口部に接続させて水路を完成させることが考えられた。したがって、低水位沈設工法を採用することにより所定期間内に完工を計り、その形状は施工性を考慮してできるだけコンパクトな単一体のブロックとする構造とした。放水口の諸元は表-1に示すとおりであり、その工法については以下に述べる(図-2参照)。

3. 低水位沈設工法

この工法は矢作貯水池の利用水深37m以下に水位を低下させ、ダム放流管で自流放流が可能まで下げる。

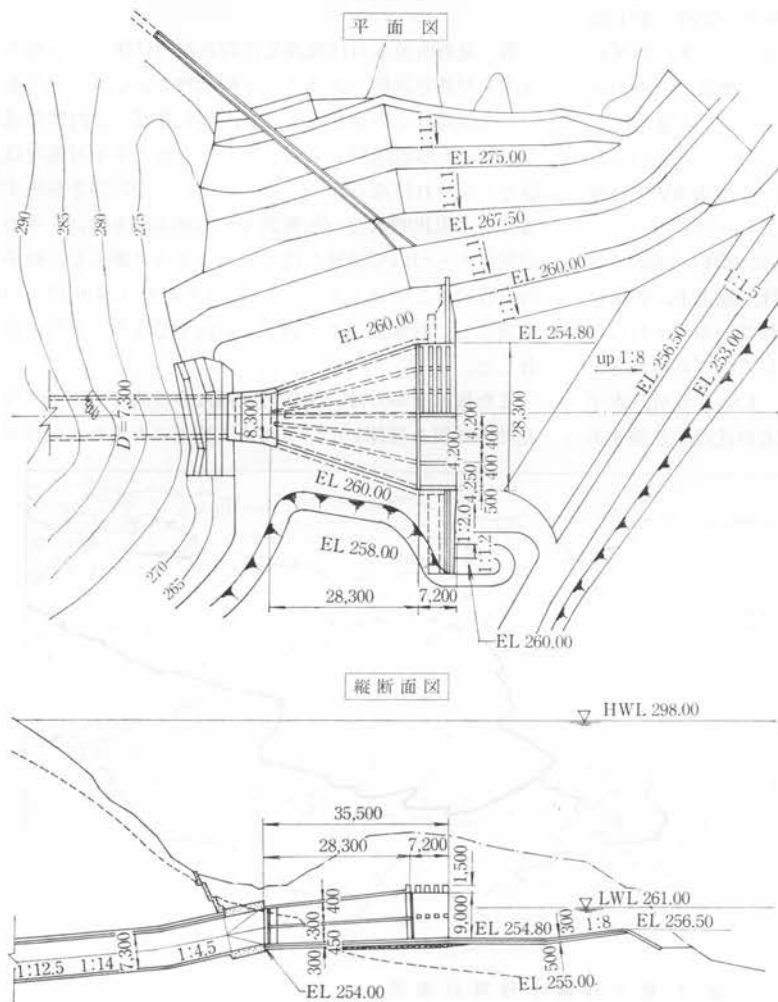


図-2 放水口設計図

その低下時に放水口トンネルの長さ40m分を施工し、函体設置個所の13.6万m³の掘削ならびに放水口周辺のり面保護工を施工するもので、特に湛水後の貯水池の安定に留意した処理を行った。

これらの工事を完了するまでに同池内のなるべく至近な場所で函体の外内殻を鋼材で製作した鋼シェルを水密浮上形式に組立てる。掘削と据付個所敷の工事が終了後、鋼シェルを浮上させ、据付位置まで曳航して沈設する。その後、据付個所締切内の排水を行い、コンクリート打設と締切の撤去、および函体前面の流路の施工、ならびに側部の埋戻し等を行って工事を完了させるものである。鋼シェルの沈設工の概要は図-3に示すとおりである。

沈設工の実施にあたり、主な留意点として次の内容を上げることができる。

① 11月～2月の期間における矢作貯水池水位275mまでの水位低下は、過去の実績から貯水池の水質および

下流利水の水取水補給に支障を与えないものと判断できる。函体設置個所の掘削および放水口トンネルの施工部分については、昭和53年度に標高275mまでの部分の工事用進入道路、中切沢付替水路と函体部掘削の一部を行い、放水口トンネルを水面下で掘進するために陸上および水上から止水のボーリンググラウトを実施する必要がある。

② 函体設置個所の長大のり面掘削は濁水対策、環境対策、のり面安定対策を総合的に判断し、掘削のり面は掘削後早急にのり面保護の可能なファブリフォーム(布製型枠)コンクリート、またはコンクリート吹付によるものとし、さらにこれをアースアンカーまたはPCアンカーにより補強する。

③ 鋼シェルの組立は工場製作部材を水位低下前に池外の現

表-1 放水口諸元

項目	諸元
函体	鉄骨鉄筋コンクリート 前面幅(内法) 27.8m 高さ(内法) 9.0m 長さ 35.5m
スクリーン	鋼製 高さ 9.0m 幅 25.3m

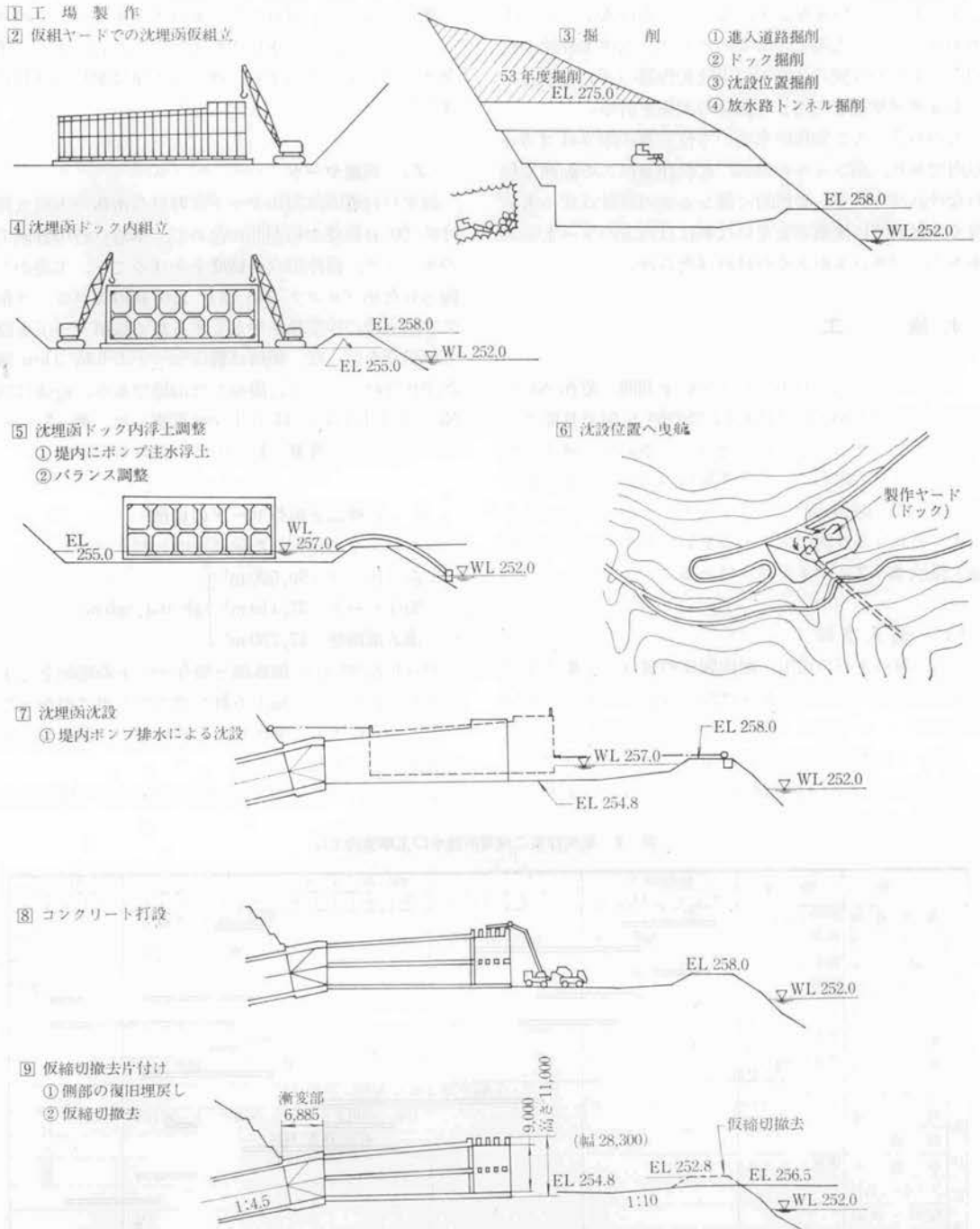


図-3 低水位沈設施工法概要図

地で仮組立を行う。これは工場仮組後に長路の輸送中に部材が変形して本組立に支障があるかを予測する。ここではできるだけ大ブロック化を行って本組立の工程と問題点を消却する。

④ 鋼シェル設計荷重の最も大きな要素は、きつ水が浅く高さが高いことから風荷重であると考えられたので、慣例による基準値にたよらない方針とした。現地観

測所を設け、風力、風向、1日の変化、頻度について事前調査による予測を行う。

⑤ 鋼シェルの設計は過去に事例がなくとも電算機による解析により相当な信頼度が得られるはずであり、水密性、安全性については曳航前に浮上繫留試験による実物確認が必要である。なお、外板は厚さ4.5mmの型枠鉄板とし、水密部は6mmとした。

⑥ 工程に支障を与えず、しかも矢作貯水池および下流河川の管理に支障を与えないために、水位上昇時の貯留と低下時の放流には直下の当社矢作第二ダムを中心とする既設調整池を利用して流量の調整を計る。

この方法による矢作貯水池の水位調整の限界は2.5m以内であり、鋼シェルの曳航、沈設作業はこの範囲で行わなければならない、必然的に鋼シェルの設計はきつ水が浅く、曳航時に座礁させないためには四方のきつ水差が小さく、バランスがよくなければならない。

4. 施 工

工期は当初昭和54年度の水位低下期間、昭和54年10月より昭和55年3月中旬までの約5.5カ月間で全工事を終了させる予定であったが、工事完成の確実を期するため前年の昭和53年度冬期の渇水による貯水池の低水位期間、昭和53年9月中旬より昭和54年3月下旬までの6.5カ月間に次の工事を実施した。これらの実施工程は表-2に示すとおりである。

(1) 進入道路

放水口掘削土石の搬出、函体製作の資材等を搬入するために県道から進入道路を設けた。放水口工事施工時は冬期の短期間工事であったため掘削時は11tダンプトラックが十分安全にすれ違いができ、函体ブロック搬入時には20tトレーラが円滑に運行できるよう進入道路

の線形、こう配、幅員、安全施設等余裕を持った設計とし、工事は矢作ダム水位の低下にともない、上述工事は全体の約35%を完了し、残りの工事は翌年の冬期に実施した。

(2) 仮組ヤード

放水口付近函体製作ヤードにおける函体の本組立期間は約50日程度と短期間のために、本組立時の計画工程のチェック、函体組立の精度をあげることに、工場から運搬された小ブロック240個を190個の大ブロック化して本組立時の作業量を少なくするため仮組ヤードを設けて仮組立を行った。場所は製作ヤードより約3km離れた前林骨材プラントに隣接した山地である。造成は昭和53年9月中旬より11月中旬に実施した。表-3に仮組ヤード諸元を、写真-1に函体仮組立状況を示す。

(3) 函体部と製作ヤードの掘削

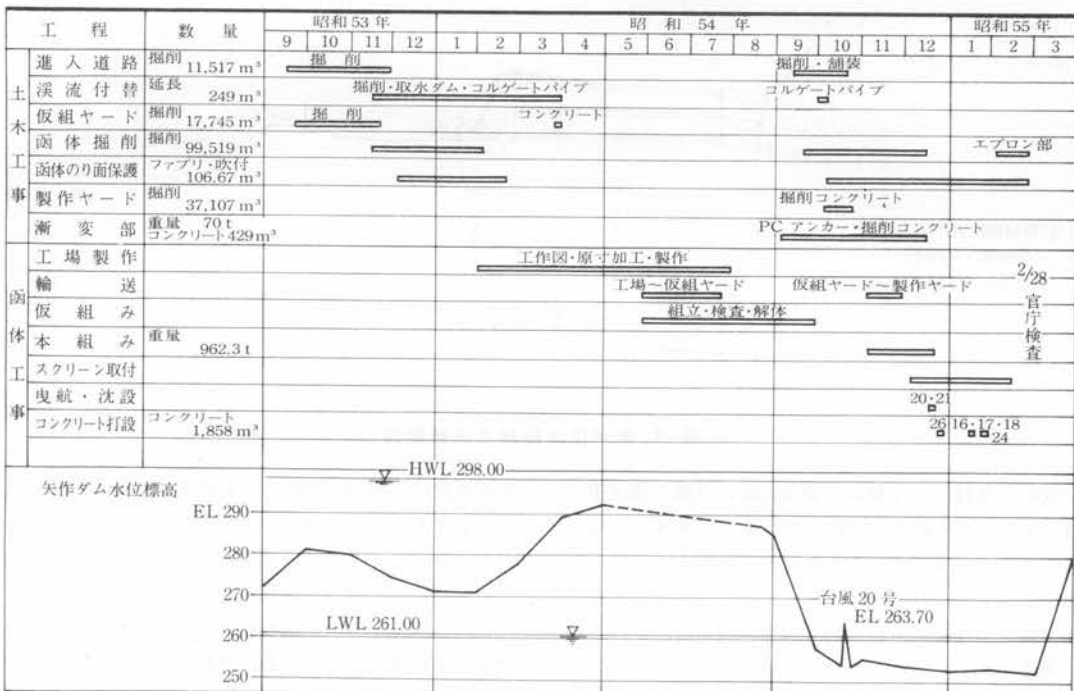
放水口工事で掘削した量は次のとおりである。

函体部：99,520 m³
製作ヤード：37,110 m³
進入道路他：17,750 m³ } 計 154,380 m³

限られた期間中に函体部と製作ヤードの掘削を完了させるため次のような施工方針を立てて工事にかかった。

- ① 施工機械を大型化して土質の変化、転石等に対応できるようにする。
- ② 放水口の上流側と下流側に掘削土砂の仮置場所を

表-2 奥矢作第二発電所放水口工事実施工程



設け、深夜の安全作業の確保および降雨、降雪、凍結による作業停止を少なくして掘削の進行を計るために仮置を行う。

③ 工事用道路の保守管理を入念に行い、常に良好な路面状態を確保する。

昭和 54 年度の工程に余裕を持たせるため昭和 53 年度湯水期の貯水池水位の低い期間に進入道路が函体部 EL 280 m 付近に取付き次第掘削を開始した。この期間約 3 カ月間に掘削した数量は約 24,600 m³ で、EL 275 m まで下がって中断した。

昭和 54 年度は貯水池水位の低下にともない 9 月下旬より掘削を再開し、11 月中旬にほぼ完了した。処理量は日最大約 4,000 m³、日平均約 1,800 m³ 程度であった。掘削、積込み、運搬は 2 m³、3.2 m³ クラスの積込機を中心に 2~3 セットを組んだ。使用重機の月最大配置は表-4 に示すとおりである。写真-2 に函体部の掘削状況を示す。

(4) 函体工事

① 函体を構成するパネルは下床、中床、上床のほかはすべて鉄筋まで工場に組立製作し、現地組立の急速化を計った。

本組立にあたり仮置期間約 1 カ月半の間に函体ブロックの鋼材、鉄筋のミルスケールがかなりの量で錆化し、浮き上がりが全ブロックに発生したので、これを仮置場所で木槌、ワイヤブラシ、エアジェットで除去してから製作ヤードへ運んだ。

表-3 仮組ヤード諸元

項目	諸元	備考
ヤード面積	3,200 m ²	コンクリート t=20 cm
組立盤面積	860 m ²	
組立盤高	EL 393.00	
切取	11,500 m ³	
盛土	9,800 m ³	

表-4 使用重機月最大配置表 (昭和 54 年 10 月)

機械	仕様	重量 (t)	台数	備考
ブルドーザ	D-9K	48.80	1	
	D-8K	37.00	2	
	D-85A	26.45	1	
湿地ブルドーザ	D-6D	16.20	1	
	D-60P	17.14	1	
トラクタショベル	D-75S	20.7	1	バケット容量 2.2 m ³
	D-95S	29.8	1	3.2 m ³
ホイールローダ	JH-80C	16.1	1	3.1 m ³
	UH-20	51.0	1	1.8 m ³
バックホウ	UH-14	38.5	1	1.4 m ³
	UH-1	25.5	1	1.2 m ³
ダンプトラック		20	3	ロックベッセル、池内専用
		11	24	

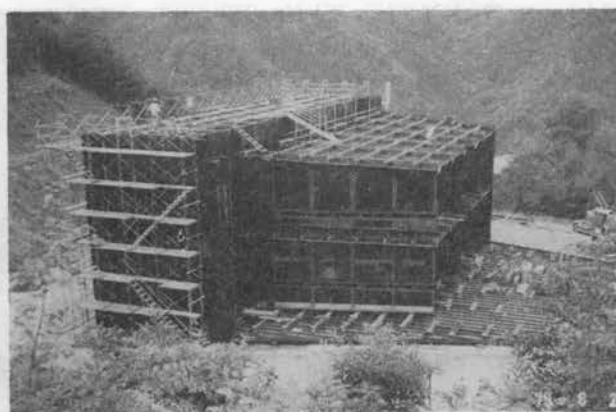


写真-1 函体の仮組立

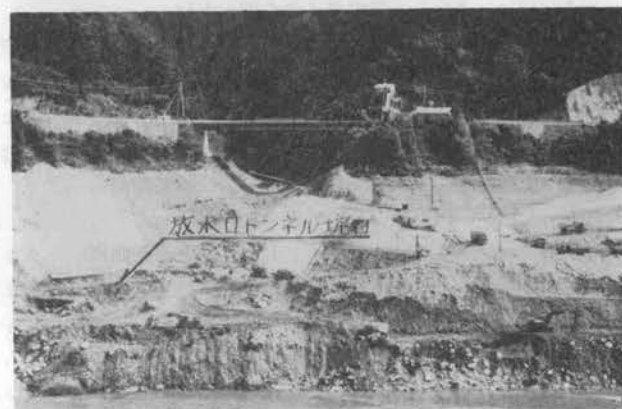


写真-2 函体部の掘削

組立は、組立架台を仮組時の盤木から H 型钢 (H 200 × 200) に変更したほかは当初計画どおり仮組立時と同一方法で行った。表-5 に本組使用主要機器の一覧を、写真-3 に函体本組立状況を示す。

② 繫留工は繫留時設計風速 30 m/sec に十分耐えるようにあらかじめ陸上に施工したアンカーブロックおよび漸変部コンクリート上部に埋込んだアンカーの 4 点を使用し、ワイヤロープにより行った。

繫留方法は陸上ダブルウインチ (37 kW) 4 台より φ 22.4 mm のワイヤを出し、陸上アンカーにセットした滑車を介して函上ポラードに緊結する系統と固定ワイヤ (φ 30 mm, ダブル) で直接函上ポラードと陸上アンカーを繫留する 2 系統とした。繫留ワイヤの張込みが完了し、ドック内の障害物の撤去を確認した後、製作ヤード内に注水を開始した。

注水は河床に造ったポンプピットに 12 in ポンプ 4 台を設置し、フロータを使用しつり下げ、ドック内に鋼管およびゴムスリーブを使用して配管し、注水した。

昭和 54 年 12 月 20 日午前 10 時に注水を開始し、14 時 (WL 256.25) に函体は浮上状態となった。その後もドック内水位 EL 257 m まで約 12,000 m³ の水を

注水し、16時に終了した。浮上後、函体のねじれ、変形、溶接等の点検を行ったが、一部バルクヘッド締付ボルト部より漏水を見たものの、施工上問題となる量ではなかった。表-6に繋留に使用した機械の一覧を示す。

③ 曳航、沈設工は、曳航に先だち図-4に示すように曳航作業中、ワイヤしっ手の盛替えは行わず、滑車はずすのみで曳航できるようなワイヤ仕込みを陸上ウインチおよび10個のアンカーを使用して行った。

曳航時の人員配置および指揮系統を図-5に示す。

曳航当日、午前7時より施工手順確認のミーティングを行い、8時より繋留ワイヤの撤去を行った。人員配置状況およびウインチ、ワイヤ、アンカー等の点検確認を行い、午前10時より曳航を開始し、ウインチの操作により接合箇所3mの位置までゆっくり曳航した。3mの位置に来たら、函体の移動は5tチルホールで漸変部天端に埋込んだアンカーおよび側面側のアンカーを結び、微調整の段階に入った。

微調整は漸変部に取付けたガイド上下2段と下流側擁壁に付けたストップ式ガイドで制御しながらチルホールを巻込む方法で行った。函体が接合位置より30cmの

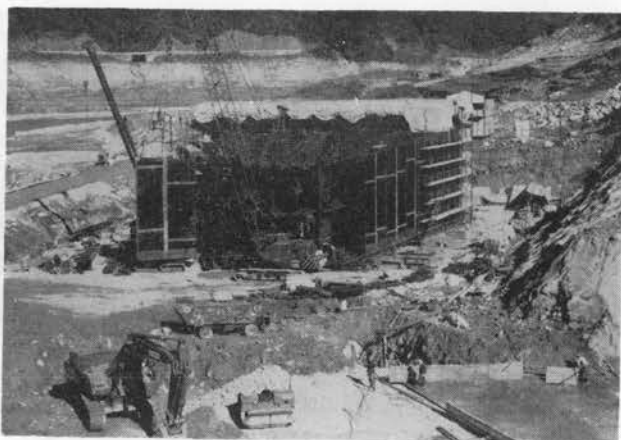


写真-3 函体の本組立

位置にきた時点で水バラストタンクに注水を開始した。

曳航時に水平だった函体をこう配のある着床基礎に平行にするため函体両端部で1.0mのきつ水差をつける必要があるが、これには約115tの水荷重が必要であった。あらかじめ積装した水バラストタンク4基に各々4inポンプで給水を行った。給水時間2時間で坑口側とスクリーン側のきつ水差が1.0m±5mmの状態まで調整することができた。ついで、きつ水差の調整と平行してドック内排水を行い、沈設作業を開始したが、これはあらかじめセットしておいた12in水中ポンプ4台、および給水用ポンプ配管を利用した逆サイホンで行った。13時48分に排水を開始して着床10cm前で一時排水を中止して測量チェックを行い、精度確認後、5tチルホールおよびガイドで制御しながら着床に必要な約7,000m³の水を排水し、16時5分に静かに着床させた。

表-7に曳航、沈設に使用した機械の一覧を示す。また写真-4、写真-5に函体の曳航状況を示す。

函体は沈設後、函体のコンクリートの打設に入ったわけであるが、その時期は厳冬期であるため外周に防寒工を施し、打設中および打設後72時間は防寒工内部のコンクリート温度8°C以上に保温し、昼夜にわたり33,500kcal/hrのジェットヒータを10~25台稼働させ、寒中養生を行った。写真-6に函体の防寒工を示す。

温度管理は自記温度計とアルコール式棒状温度計で行ったが、養生中の最低温度は函外で4°C、函内で4°C以上であったので保温の目的は達せられた。

函体コンクリート打設終了後、着床部コンクリートと函体底板との間げきを填充し、密着を目的としたセメントミルクによるグラウトを実施した。写真-7に放水口の完成後の全景を示す。

5. あとがき

奥矢作第二発電所放水口沈設工事のうち、施工面を主

表-5 本組使用主要機器一覧表

名 称	仕 様	数 量
クローラクレーン	37t	1台
トラッククレーン	35t	2台
交流アーク溶接機	300A	40台
空気圧縮機	37kW	3台
トラクタ	20t	2台
トラック	11t	2台
	4t	2台
連絡用車両	乗用車	4台
労働者輸送車	マイクロバス	3台
タンパックス	耐力5t	30個
油圧ジャッキ	20t	10台
	5t	10台
レバプロック	10t	10台
	5t	10台
インバクトレンチ	エア式 22φ	5台
トルクコントロールレンチ	電動式	5台
トルクレンチ	6,000kW	2台
電気グライダ	750W	5台
電気ドリル	200V, 4.5A	5個
ガス切断機		8台
足場パイプ	40φ	8,800m
足場板		3,000枚

表-6 繋留に使用した機械一覧表

名 称	仕 様	数 量
ダブルウインチ	37kW	4台
レバプロック	5t	8台
滑車	φ300	8個
繋留ワイヤ	φ30	480m
ウインチワイヤ	φ22.4	800m
ジャックルほか		1式



写真-4 函体の曳航(その1)

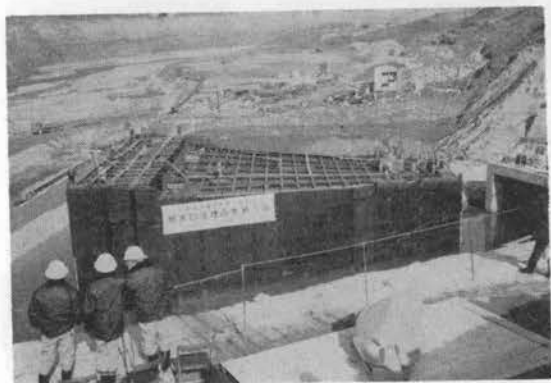


写真-5 函体の曳航(その2)



写真-6 函体の防寒工

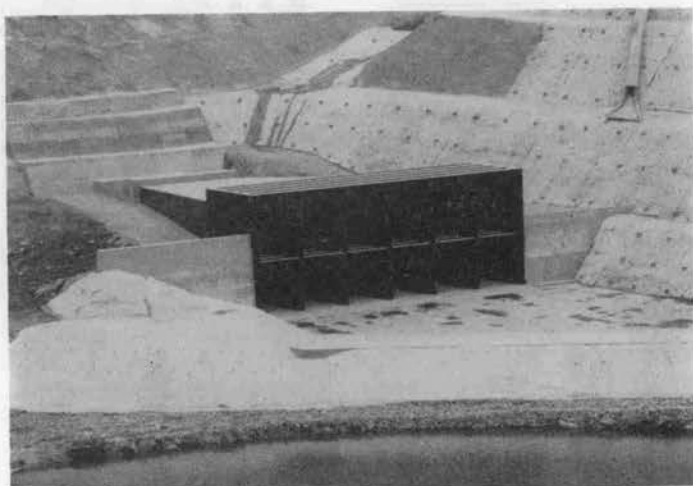


写真-7 完成した放水口

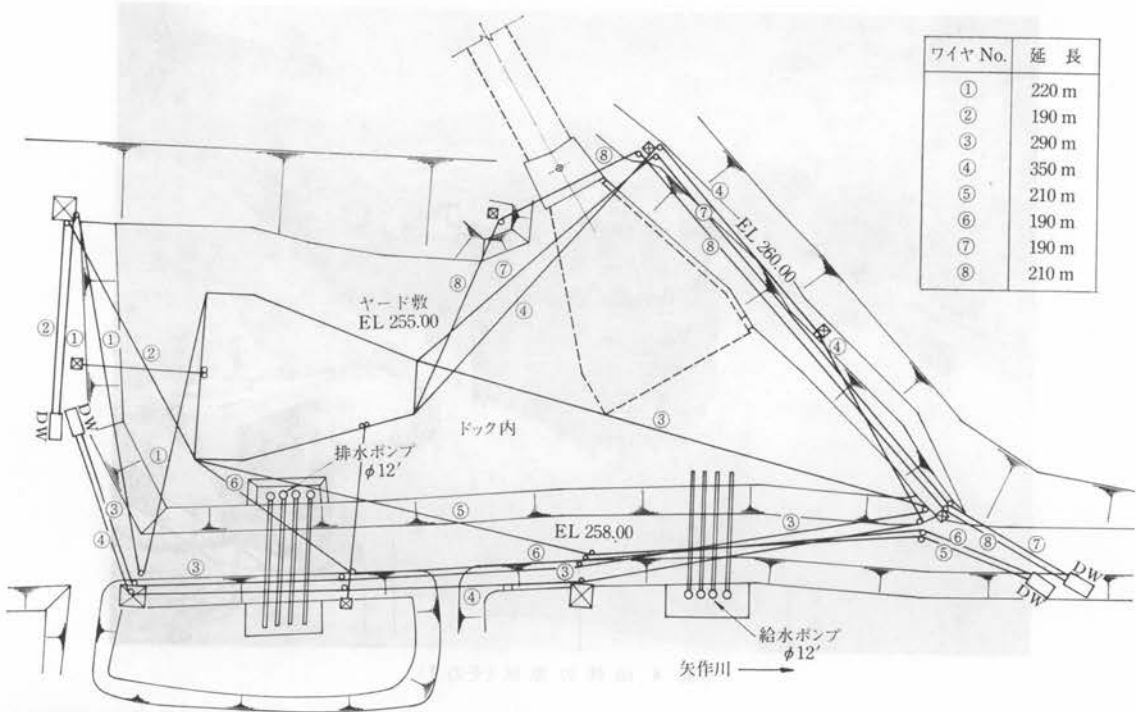


図-4 曳航時ワイヤリング図



図-5 曳航・沈設指揮系統図

体に述べたが、詳細な検討の結果が満たされ、所定の工期に極めて安全に沈設することに成功し、しかもこれは奥矢作全体工程を5カ月早く完工に導く大きな要因となった。このほか、工事着手に至るまでの対外的諸問題、および設計面について詳しくはふれることができなかったが、将来発表の機会を得たい。

表-7 曳航・沈設使用機材一覧表

名称	仕様	数量	備考
ダブルウインチ	37 kW, ロープ 張力 4 t	4 台	曳航用
通 船	50 HP	1 隻	
潜水 船	50 HP	1 隻	
ゼネレータ	100 kVA	1 台	内部電源
水中ポンプ	12 in, 15 kW	8 台	ドック注排水用 2台予備
"	4 in, 11 kW	5 台	非常用ポンプ 1台 バラスタタンク注水 4台
"	2 in, 2.2 kW	4 台	バラスタタンク排水用
ウエルダ	DC アーク 230~300 A	2 台	
測量機材		1 式	
滑 車	φ 200	20 個	
"	φ 250	5 個	
チルホール	5 t	5 台	
レバブロック	3 t	10 台	
ワイヤ	φ 22.4 mm	2,400 m	ウインチ用
"	φ 22.4 mm	600 m	おしみ用
台付ワイヤ	φ 22, φ 18	1 式	
通信設備		1 台	トランシーバ、マイク

おわりに、この工事の請負者大成建設ほか関係各位に深甚なる謝意を表する次第である。

大鳴門橋多柱式基礎工事の実績

赤間 信*

1. ま え が き

本報告は、昭和 51 年 7 月に着工された大鳴門橋下部工工事において最大の特徴となった多柱式基礎工事の大口径杭機械掘削に関する施工実績について述べる。なお多柱基礎の設計、掘削工法と掘削機械の開発経過および本工事の詳細な施工方法については、「本四技報」その他の文献等に発表されているので本報告では省略する。

2. 工事概要

大鳴門橋は本州側淡路島門崎と四国側大毛島との間の鳴門海峡に架けられる橋長 1,725 m の道路・鉄道併用 3 径間 2 ヒンジ補剛トラスつり橋である。

大鳴門橋の多柱基礎工事は、足がかりのない海上での施工のため鳴門海峡特有の気象海象条件、社会条件等の厳しい制約がある。そのため作業スペースの確保、施工中の本体構造物の安定確保のため図-1 に示すような位置に全面積 17,000 m²、全鋼重 10,500 t の鋼製の海上作業足場が築造された。この作業足場の固定は φ1.0 m 級の掘削機で海底岩盤をさく孔して内鋼管を建込み、内部を水浮モルタル等で根固め固定した。根固め掘削に用いた作業日数を表-1 に、そのときの純掘進速度を表-2 に示す。

3. 多柱基礎の施工

大鳴門橋における多柱基礎の施工数量は図-2 に示すとおりで、φ3.6 m×12 本、φ4.4 m×32 本、φ7.0 m×

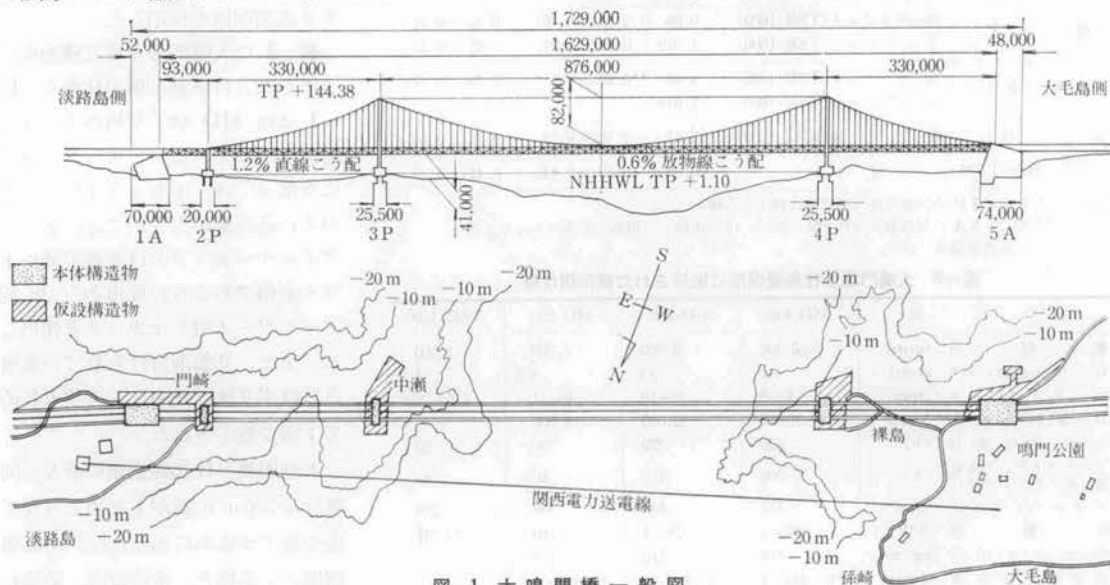


図-1 大鳴門橋一般図

* Makoto Akama 本州四国連絡橋公団第一建設局
鳴門工事事務所第二工事長付

表-1 根固め掘削の作業日数率

項目	橋名	大 鳴 門 橋					門 崎 高 架 橋		
		1 A	2 P	3 P	4 P	5 A	B 1	B2~B5 T4P~T7P	
掘削機 施工本数 掘削長(m)	機 径(m) 堆積層 岩盤 計	重 錘	重 錘	ロータリ	ロータリ	ロータリ	ロータリ	重 錘	重 錘
		0.65	0.90	0.95	0.95	0.95	0.95	0.90	0.65
		23	6	40	98	85	18	9	37
		89.34	4.90	31.24	102.39	171.00	152.25	53.84	190.25
		104.39	33.12	221.02	545.66	471.11	54.70	37.94	
		193.73	38.02	252.26	646.05	642.11	206.95	91.78	332.54
工事期間 総日数(a)		51.11.27 ~52.8.3	52.3.26 ~52.6.4	52.6.9 ~53.5.9	51.10.27 ~53.4.14	51.10.1 ~53.2.10	52.12.25 ~53.5.9	54.1.17 ~54.5.1	53.12.19 ~54.7.10
		198	71	277	431	479	43	91	394
内訳	作業日(b) 休日・祭日 休天 休止日 その他	163	56.5	221.5	322.5	403.5	31	77	304
		30	9	44	78.5	63.5	16.5	9	51
		4	5.5	10	36.5	8.5	0	3.5	33
		1	0	1.5	2.5	3.5	0	1.5	6
作業日数率(b/a)		0.82	0.80	0.80	0.76	0.84	0.84	0.85	0.77
1日当り平均作業時間(hr/日)		7.7	9.0	8.6	7.1	9.0	9.3	8.4	8.4

(注) 1. その他休止には停電、祈願祭などが含まれている。

2. 1日当り平均作業時間は、作業日報に基づき1日の作業時間がはっきりしている日だけの作業時間を調査集計して求めたものである。

4本で、φ7.0m杭の施工ではφ4.4mの芯抜き掘削と、その周囲にはリング掘削としてφ1.5mのフルフェイス掘削32本とオーバラップ掘削32本が施工された。

φ4.4mの施工は、日本道路公団大島大橋で採用されたφ3.6m級掘削機を新作し、能力をアップしたφ4.4m全断面掘削機、φ7.0mの施工はφ4.4m級とφ1.5m

級の掘削機の併用であった。

φ4m級掘削機種を選定にあたっては、掘削精度、掘進作業能率、狭い足場上での頻繁な移動、掘削開始面が浅いため口付け掘削時から十分な推力が得られる、機械的トラブルが少なく、振動騒音が小さいこと等を考慮して三菱ヒューズ・シャフトボーリングマシン MD-440型ロータリ式掘削機を採用した。

表-3に大鳴門橋多柱基礎掘削に使用した大口径掘削機の仕様を、図-3にはMD-440型機のカッタの配列を示しているが、カッタの選定にあたっては、①カッタ1回転当りのくい込み量が大いこと、②チップインサートカッタは掘削実績が少なく高価である等の理由から28個すべてツース型ギャカッタを使用した。また、2個取付けられている吸込口は必ず揚げ効率をよくする目的で1個で施工された。

大鳴門橋多柱基礎掘削の最大の問題はφ7.0mの掘削をどのような工法で施工するかであったが、①火薬使用による場合、水産資源、隣接孔および周辺岩盤への悪影響、②φ7m級全断面掘削機の場合、作業足場上

表-2 堆積層および岩盤掘削の純掘進速度

橋名	足場	掘削機	掘削径(m)	純掘進速度(m/hr)	
				堆積層	岩盤
大鳴門橋	1 A	重 錘(KPC-1200)	0.65	0.53(±0.26)	0.56(±0.27)
	2 P	ロータリビット(TSR-1600)	0.95	0.41(±0.23)	*0.32(±0.13)
		リングビット(TSR-1600) ハンマクラブ	1.019	0.55(±0.30)	0.41(±0.23)
	3 P	ロータリビット(TSR-1600)	0.95	0.67(±0.30)	0.65(±0.26)
		リングビット(TSR-1600) ハンマクラブ	1.019	0.65(±0.33)	
4 P	ロータリビット(TSR-1600)	0.95	0.31(±0.10)	0.42(±0.15)	
	リングビット(TSR-1600)	1.019	0.33(±0.24)	0.63(±0.42)	
5 A	ロータリビット(TSR-1600)	0.95	**0.89(±0.36)	0.45(±0.17)	
	リングビット(TSR-1600)	1.019			
門崎高架橋	B 1	重 錘(KPC-1200)	0.65	0.48(±0.23)	0.42(±0.16)
	B2~T7P	同 上	0.90	0.69(±0.42)	0.41(±0.30)

(注) *印は、2Pの岩盤は他の岩盤と比較すると硬かった。

**印は、5Aの堆積層は砂れき分が多く、他に比較して掘削が容易であった。

(±)は標準偏差を示す。

表-3 大鳴門橋多柱基礎掘削に使用された掘削機仕様

名 称	MD-440	MD-360	MD-150	TSR-1600
掘削径(mm)	4,400	3,600	1,500	1,500
ロータリ出力トルク(t-m)	40	35	5.5	4.7
ロータリスピード(rpm)	0~9	0~10	0~21	7.6~28.6
ロータリストローク(mm)	5,000	5,000	3,500	—
つり上げ能力(t)	350	270	90	50
ドリルストリングス重量(除ドリルパイプ)(t)	200	150	60	40
ドリルパイプ外径(mm)	457	406	200	216
原 動 機(kW)	90×4	75×4	110	37
主ポンプ圧力(kg/cm ²)	210	210	210	—
主ポンプ吐出量(l/min)	0~400×4	0~400×4	0~400×4	—
掘削機本体重量(t)	155	130	14.2	16.5
カッタ個数(n)	28	23	FF-10 OL-22	FF-10 OL-22

載荷重の増大と未知の孔径であり、その掘削ずりのクリーニング方法、③小口径掘削機のみによる場合、工期の増大等の問題があったため、最終的には図-4に示すように大口径掘削機の芯抜き掘削、小口径掘削機のリング掘削、パーカッション式掘削機の残壁掘削の三つを組合

せた工法に決定し、施工された。

また大口径杭の掘削においても一つの問題点は、掘削されたずりをどのような方法で排出するかであった。掘削ずりは破砕したカッタが1公転する間に排出されないと同じカッタによりリカッティングされ、カッタ目詰りの原因となり、ひいては掘進速度の低下にもなる。本工事では初期掘削においてはサクシオンポンプ方式を用い、浸水比が確保できる段階ではエアリフト方式に切替える予定であったが、多柱掘削のほとんどをサクシオンポンプ方式による泥水循環方式で施工された。孔底より排出されたずりと泥水は作業足場上で連続的にずりと泥水に分離され、泥水は再度掘削孔へ循環し、ずりは泥水タンク内で回収され、基地等へ搬出された。図-5に泥水処理フローシート(4P側)を示す。

掘削が完了した杭は孔底のスライム処理を行い、内鋼管を建込み、孔壁と内鋼管の間に間詰め用の水淬モルタルを打設し、孔内をドライアップし、孔底岩盤での平板載荷試験あるいは目視による確認をした後、鉄筋を建込み、コンクリートを打設し、1本の多柱杭を完成した。

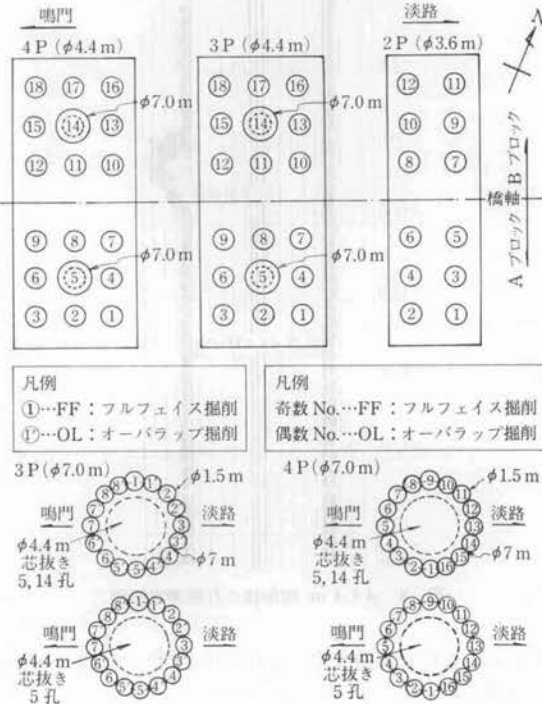


図-2 多柱杭配置図

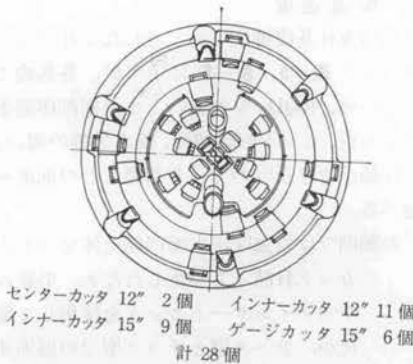


図-3 MD-440型カッタ配置図

4. 施工実績

(1) 工期

昭和52年11月に多柱基礎掘削のため最初の大口径掘削機が搬入されてから、表-4の作業日数表に示すとおり約15カ月、延べ日数にして1,669日の長期に及ぶ掘削作業が行われ、延べ人員にして約23,000名の掘削

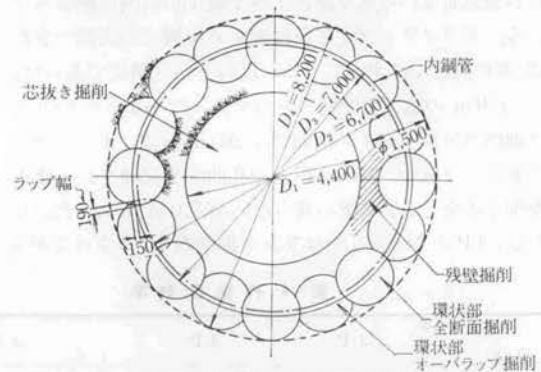


図-4 最終決定掘削定規

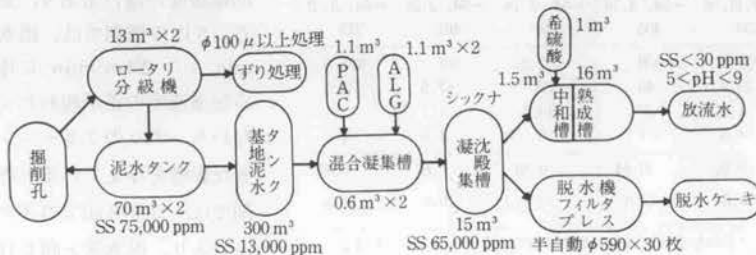


図-5 泥水処理フローシート(4P)

作業員が投入された。掘削期間中1日当りの平均作業時間も11時間以内となり、作業員の事故も心配されたが、万全の安全対策、安全管理で臨んだため掘削期間中の事故は皆無であり、掘削機本体の機械構造的なトラブルの発生もなく掘削を完了することができた。

また、多柱基礎の掘削掘止め位置は全数ともTP-20mで計画されたが、杭中心位置での先行ボーリングによる地質調査の結果、2Pで4本12m、3Pで9本26.5m、4Pで1本2m延長された。

大口径掘削機の施工期間中の移動回数および移動距離は搬入搬出のための移動を除き2Pは11回で114m、3Pは17回で312m、4Pは再掘削も含め18回で401mとなり、1回当りの移動に要した日数も2Pで2日以上、3Pおよび4Pは3日以上であり、さく孔順の決定も工程上に大きな影響を与える原因となった。

(2) 掘削精度 (孔曲り)

多柱基礎 $\phi 3.6\text{m}$ 、 $\phi 4.4\text{m}$ の掘削孔の精度は垂直度、余掘量を確認するために、掘削が完了し、スライム処理され、ビットが引上げられた直後の孔壁を測定精度 $\pm 0.5\%$ の超音波孔壁測定器を用いて全掘削孔について測定した。孔壁測定結果の一例を図-6に示す。測定結果は $\phi 3.6\text{m}$ 、 $\phi 4.4\text{m}$ ともに設計段階では1%までの孔曲りを予想したが、最大7.9cm (0.55%)、その他は数cm以内に納まっており、内鋼管の建込みもスムーズに完了した。また、孔壁と内鋼の間に打設した間詰めモルタル量から求めた掘削径は2P、3Pの一部孔壁の肌落ちが発生している杭を除きすべて数cm以内に納まっている。ドライアップ完了後に掘止め位置での実測できた12本の測定ではすべて1cm以内という精度であった。

$\phi 7.0\text{m}$ の施工で問題の一つであった $\phi 1.5\text{m}$ のリング掘削のフルフェイス掘削では20cm程度、オーバラップ掘削では最大40cm以上の孔曲りも記録され、修正掘削を必要とし、残壁が残らない $\phi 7.0\text{m}$ もあった。しかし、4PのNo.5孔ではリング掘削の16本すべてが3

表-4 作業日数率

項目	足場		2P		3P		4P	
	MD-360A	MD-440	TSR-1600	MD-440	MD-150			
掘削機	MD-360A	MD-440	TSR-1600	MD-440	MD-150			
工事期間	53.2.24 ~53.11.6	53.2.5 ~54.3.16	53.6.14 ~54.3.14	52.12.21 ~54.3.26	53.6.10 ~54.3.9			
総日数 (a)	256	405	274	461	273			
内訳	作業日 (b)	220.5	339	227.5	401	238.5		
	休日	29.5	45	32	57.5	33.5		
	荒天休止	1.5	20	14.5	1	1		
	その他	4.5	1	0	1.5	0		
作業日数率 (b/a)	0.86	0.84	0.83	0.87	0.87			
1日当り平均作業時間 (hr/日)	10.6	11.1	12.3	10.6	11.3			

(注) 1. その他休止には新顔察や孔底岩盤の載荷試験待ちなどが含まれている。
2. 1日当り平均作業時間は作業日報に基づき1日の作業時間がはっきりしている日だけの作業時間を調査集計して求めたものである。

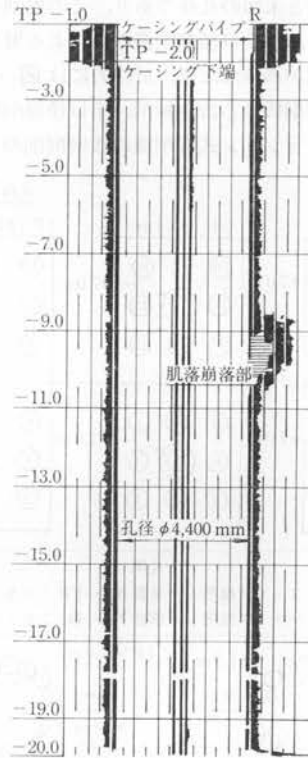


図-6 $\phi 4.4\text{m}$ 掘削後の孔壁測定記録

~13cm程度の孔曲りで、計画定規どりの精度で掘削できた。

(3) 掘進速度

大鳴門橋多柱基礎掘削で施工された全孔の孔ごとの平均掘進速度を表-5、表-6に示すが、各基礎ごとの岩強度、岩区分、RQD等の違い、また掘削作業条件としてビット荷重、ビット回転速度、揚水量等の違いがあり、単純な比較ができないので、各基礎ごとの掘進速度について述べる。

2Pの掘削では岩強度が大鳴門橋全体が一番大きく、カット目詰りも発生したため、半数の掘削にチップインサートカッタを使用して施工されたが、ツース型とチップ型での掘進速度の差は平均で0.11m/hrと開いているが、ビット回転速度の違いもあり、差は少ないと思われる。3Pの掘削では、揚水量が当初の10m³/minから13m³/minに増量されたことによる掘進速度の差が現われており、揚水量、すなわち、ずりのクリーニングが掘進速度に大きな影響を与えていると思われる。4Pの掘削では、カット面でのスクレーパの有無の違いであり、揚水量と同じ目的でスクレーパによる孔底流速の増しはずりのクリーニング効

果をあげ、掘進速度が大きくなったと思われる。
 φ1.5mの掘削では、フルフェイス掘削よりオーバ
 ラップ掘削の方が一様に掘進速度が遅いのは、ビット荷重
 の差と自由面を有した掘削による孔曲りとその修正掘削
 が影響していると思われる。また4PのNo.5孔の純掘
 進速度が他の孔より遅いが、これは岩強度が影響してい
 る。しかし、掘削長1m当りの作業時間は一番少なか
 った。また、φ4.4m掘削における岩区分ごとの掘進速

度を求める解析を行ったが、現地の地層が一様に45°に
 傾斜しており、そのうえ層理が非常によく発達し、同一
 岩盤を掘削するには4.4m以上の層厚が必要であるが、
 今回の施工ではこのような層はほとんどなく、純粋な岩
 区分ごとの掘進速度の解析はできなかった。

(4) 孔壁崩壊

大鳴門橋多柱基礎掘削の中で、地質的な面から一番懸

表-5 多柱掘削(φ3.6m, φ4.4m)の孔ごとの平均掘進速度

2P(φ3.6m)					3P(φ4.4m)					4P(φ4.4m)				
掘削工法	掘削孔 No.	掘削長 (m)	掘削時間 (hr-min)	純掘進速度 (m/hr)	掘削工法	掘削孔 No.	掘削長 (m)	掘削時間 (hr-min)	純掘進速度 (m/hr)	掘削工法	掘削孔 No.	掘削長 (m)	掘削時間 (hr-min)	純掘進速度 (m/hr)
[イ] (Q=10 m ³ /min ツースカ ッタ・ス クレーパ なし)	1	20.98	195-00	0.11	[イ] (Q=10 m ³ /min ツースカ ッタ・ス クレーパ なし)	3	16.52	109-00	0.15	[イ] (Q=10 m ³ /min ツースカ ッタ・ス クレーパ なし)	2	15.53	154-25	0.10
	2	17.98	149-25	0.12		1	16.20	90-45	0.18		6	17.54	168-30	0.10
	3	16.51	161-45	0.10		5	17.61	73-25	0.24		8	17.52	108-55	0.16
	4	17.48	105-50	0.17		12	20.03	111-35	0.18		4	18.42	145-00	0.13
	5	17.96	98-20	0.18		10	22.53	138-15	0.16		14	16.42	90-20	0.18
	6	17.49	93-10	0.19		18	18.01	121-00	0.15		3	17.02	190-15	0.09
	7	23.36	113-30	0.21		14	16.03	73-00	0.22		1	13.71	149-50	0.09
[ロ] (Q=10 m ³ /min チップカ ッタ・ス クレーパ なし)	8	17.97	81-40	0.22	16	15.01	70-50	0.21	7	18.03	120-30	0.15		
	10	20.65	73-10	0.28	17	17.50	67-40	0.26	11	18.54	90-00	0.21		
	12	17.45	73-15	0.24	15	19.00	87-20	0.22	13	17.83	89-20	0.20		
[イ]の平均	18.82	130-40	0.14	[ハ] (Q=13 m ³ /min ツースカ ッタ・ス クレーパ なし)	11	16.00	67-55	0.24	[ニ] (Q=10 m ³ /min ツースカ ッタ・ス クレーパ あり)	17	14.03	66-10	0.21	
	[ロ]の平均	18.51	74-15		0.25	13	18.51	87-25		0.21	15	17.03	91-10	0.19
					4	17.52	67-55	0.26		12	18.54	86-45	0.21	
					7	21.00	91-45	0.23		9	18.53	105-20	0.18	
					8	18.00	68-30	0.26		5	17.13	110-10	0.16	
					9	19.03	71-30	0.27		10	17.83	73-50	0.24	
					6	19.51	79-40	0.25		16	15.05	68-10	0.22	
					2	19.44	126-05	0.16		18	15.04	94-10	0.16	
					[イ]の平均	17.84	94-17	0.19		[イ]の平均	16.94	119-20	0.14	
					[ハ]の平均	18.62	83-05	0.22		[ニ]の平均	16.72	89-18	0.19	
					再掘削	3	4.10	23-00	0.18	再掘削	10	17.85	76-40	0.23

[備考] φ3.6m……ビット荷重は主に90t、ビット回転速度は平均で4rpm程度
 φ4.4m……ビット荷重は主に120t、ビット回転速度は平均で3.5~4rpm程度

表-6 φ1.5mリング掘削の掘削長、純掘削時間および掘進速度

孔番	3			P			孔番	4			P			
	No. 5			No. 14				No. 5			No. 14			
	掘削長 (m)	純掘削時間 (hr-min)	掘進速度 (m/hr)	掘削長 (m)	純掘削時間 (hr-min)	掘進速度 (m/hr)		掘削長 (m)	純掘削時間 (hr-min)	掘進速度 (m/hr)	掘削長 (m)	純掘削時間 (hr-min)	掘進速度 (m/hr)	
フルフェイス掘削	1	17.70	63-30	0.279	16.19	98-55	0.164	1	17.16	88-10	0.195	16.55	44-45	0.370
	2	17.80	87-30	0.203	16.25	72-35	0.224	3	17.16	91-40	0.187	16.59	54-40	0.303
	3	17.80	65-45	0.271	16.20	100-10	0.162	5	17.14	106-50	0.160	16.55	47-20	0.350
	4	17.70	131-15	0.135	15.98	94-55	0.168	7	17.13	72-20	0.237	16.57	75-40	0.219
	5	17.70	105-50	0.167	16.19	79-30	0.204	9	17.13	84-00	0.204	16.55	50-45	0.326
	6	17.70	80-30	0.220	16.17	103-20	0.156	11	17.14	85-10	0.201	16.56	55-00	0.301
	7	17.80	86-20	0.206	16.15	82-25	0.196	13	17.15	100-25	0.171	16.55	47-10	0.351
	8	17.70	87-55	0.201	16.25	106-05	0.153	15	17.16	72-55	0.235	16.56	79-25	0.208
計	141.90	708-35	0.200	129.38	737-55	0.175	計	137.17	701-30	0.196	132.47	454-45	0.291	
オーバラップ掘削	1'	17.70	93-45	0.189	16.19	141-55	0.114	2	17.15	98-30	0.174	16.80	49-20	0.341
	2'	17.70	111-30	0.159	16.19	134-55	0.120	4	17.16	120-30	0.142	16.55	89-10	0.186
	3'	17.70	81-45	0.217	16.18	146-50	0.110	6	17.13	141-20	0.121	16.55	95-00	0.174
	4'	17.70	172-55	0.102	15.48	98-00	0.158	8	17.14	101-40	0.169	16.56	109-25	0.151
	5'	17.75	54-35	0.325	16.19	90-50	0.178	10	17.15	104-30	0.164	16.80	46-50	0.359
	6'	17.75	110-40	0.160	16.23	100-20	0.162	12	17.15	123-10	0.139	16.55	54-30	0.304
	7'	17.71	131-15	0.135	16.21	89-55	0.180	14	17.15	138-00	0.124	16.55	78-25	0.211
	8'	17.70	100-40	0.176	16.19	117-30	0.138	16	17.15	98-40	0.174	16.56	93-35	0.177
計	141.71	858-05	0.165	128.86	921-15	0.146	計	137.18	925-20	0.148	132.92	616-15	0.216	

(注) 修正掘削の数値は含まない。

表-7 カッタ寿命一覧表

足場	掘削径 (m)	カッタ種類	① カッタ取付数 (個)	② 掘削時間 (hr)	③ 掘削長 (m)	④ 掘削土量 (m ³)	⑤ カッタ交換数 (個)	⑥ 使用セット数 (⑤/① セット)	⑦ カッタ寿命 (②/⑥ hr/セット)	⑧ 標準カッタ 寿命 (hr/セット)
3P	4.4	ツース	28	1,631	331.5	5,038	239 (85)	8.5 (3.04)	192 (537)	346
4P	4.4	ツース	28	2,074	321.6	4,888	407 (159)	14.5 (5.68)	143 (365)	275
3P	(全断面掘削) 1.5 (オーバーラップ掘削) 1.5	チップインサート	10	1,453	269.6	476	新品 32	3.20	454	—
		チップインサート	22	1,787	270.1	425	新品 64	2.91	614	—

(注) 1. () 内の数値は新品カッタの場合を示す。

2. カッタ交換はベアリング寿命か、摩耗度 T_2 程度で行っている (T_1 で交換し、肉盛再生して再使用する)。

念されていた孔壁崩壊は 3P および 4P の $\phi 4.4$ m 掘削で 1 孔ずつ発生した。

3P の No. 5 孔では TP-9 m の位置で奥行 1.75 m、口径 1.3 m、土量 3 m³ 程度のタコ穴的な崩落が発生した。この位置の地質は岩区分が D、地質は破砕帯、RQD は 0% と悪い条件の場所をビット荷重 120 t、回転数 4 rpm と MD-440 型機として最高に近い能力で掘削していたことも崩落の原因の一つと考えられる。

4P の No. 10 では TP-13 m から上部、円周の 1/3、奥行 2.6 m、崩落土量約 60 m³ で、作業足場の根固め杭まで達するものであった。この場所も岩区分が D、地質は頁岩、RQD は 0% であったが、3P の場合と異なるのは、掘削が TP-20 m まで完了し、ビットを海面上まで引揚げてビットの上部に 1 m³ 級の岩がのっているのがわかり、初めて気付いた崩落である。

二つの崩落の処理は、3P では水淬モルタル、4P では貧配合コンクリートを打設し、硬化後、同じ掘削機により回転数、スラスト荷重、トルク等を調整し、ビットが揺動しないように注意して再掘削を行った。

(5) カッタ寿命

3P および 4P の $\phi 4.4$ m 掘削で使用されたカッタ

の寿命を表-7 に示す。カッタは全数が新品ではなく、肉盛再生を行い、再使用しているが、新品の標準時間の 1/2 の寿命となっている。また、カッタ交換理由は歯先の摩耗が 72%、ベアリング寿命が 17%、その他 4%、当初取付分が 7% となっている。

5. あとがき

大鳴門橋多柱基礎の掘削は、多年にわたる多くの先輩による掘削工法の検討と施工実験、およびその施工機械の開発により実用化され、完成されたものである。特に $\phi 7.0$ m の掘削では種々の掘削機を組合せた工法で施工されたが、今後は大口径杭掘削のためのより効率的な掘削パターンが開発され、一つの工法が確立されることが期待される。

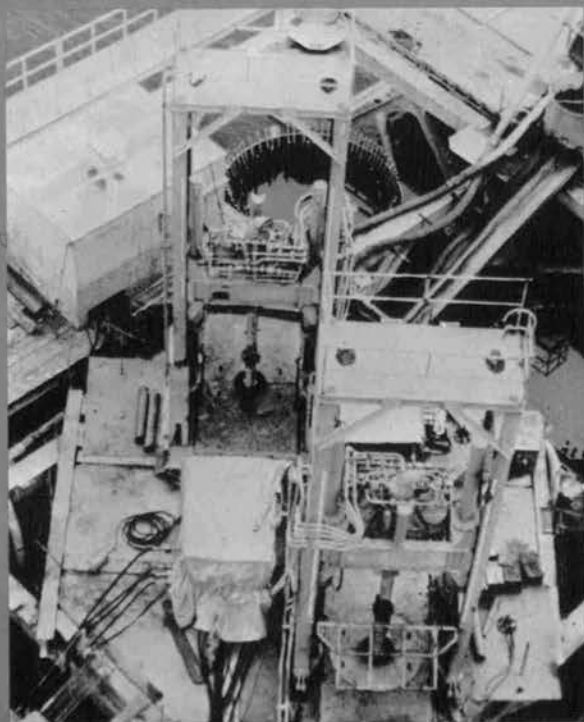
参考文献

- 1) 遠藤武夫・赤間信：「大鳴門橋多柱式基礎の施工報告」本四技報 (1979-No. 10)
- 2) 本州四国連絡橋公団：「大鳴門橋大口径杭掘削の解析報告書」(昭和 55 年 1 月)

大鳴門橋多柱式基礎工事



◆多柱基礎が完了し、その上に継ぎ頂版が
施工され、完成した橋台（4P側）



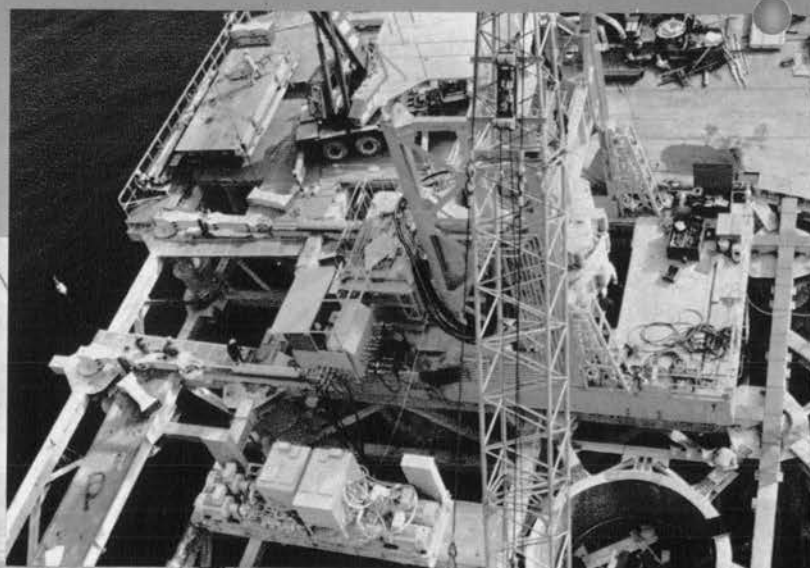
◆大鳴門橋下部工の $\phi 4.4$ m 多柱掘削
に使用された三菱ヒューズ・シャフ
トボーリングマシン MD-440

◆ $\phi 1.5$ m 掘削機によるリング掘削作業

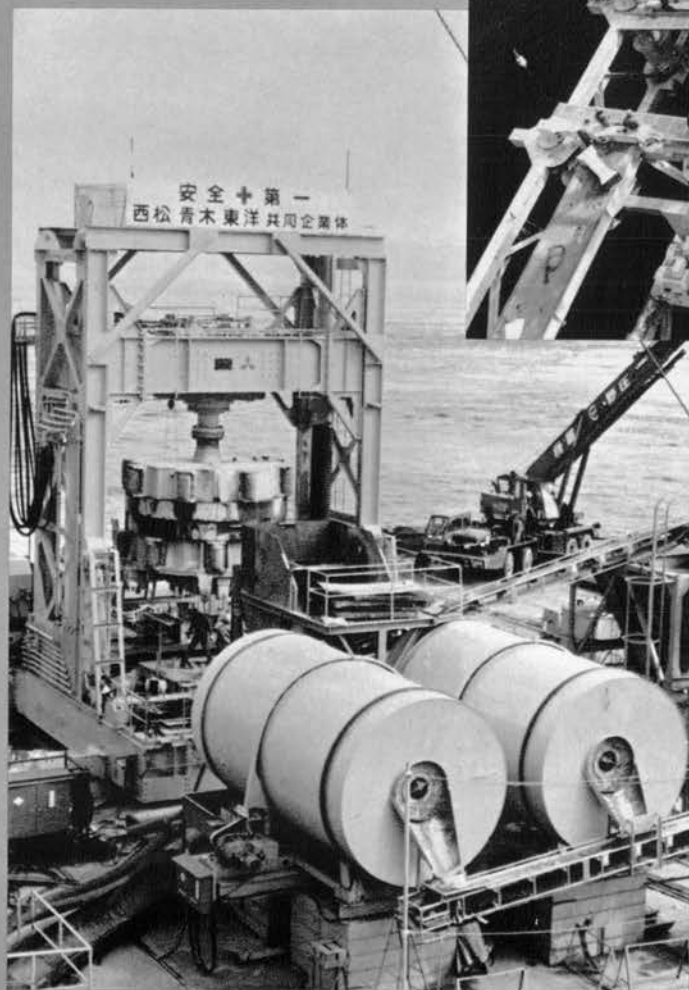
マキナテリーによる事前掘削（クラブバケットによる掘削の後の凹凸部を掘削し、掘削機のカッタの線圧を均一にしてカッタのトラブルを少なくする）



◆クラブバケットによる事前掘削
（ケーシングパイプをセットする前に海底の転石層の除去を行い、パイプのセットが水平になるようにしている）



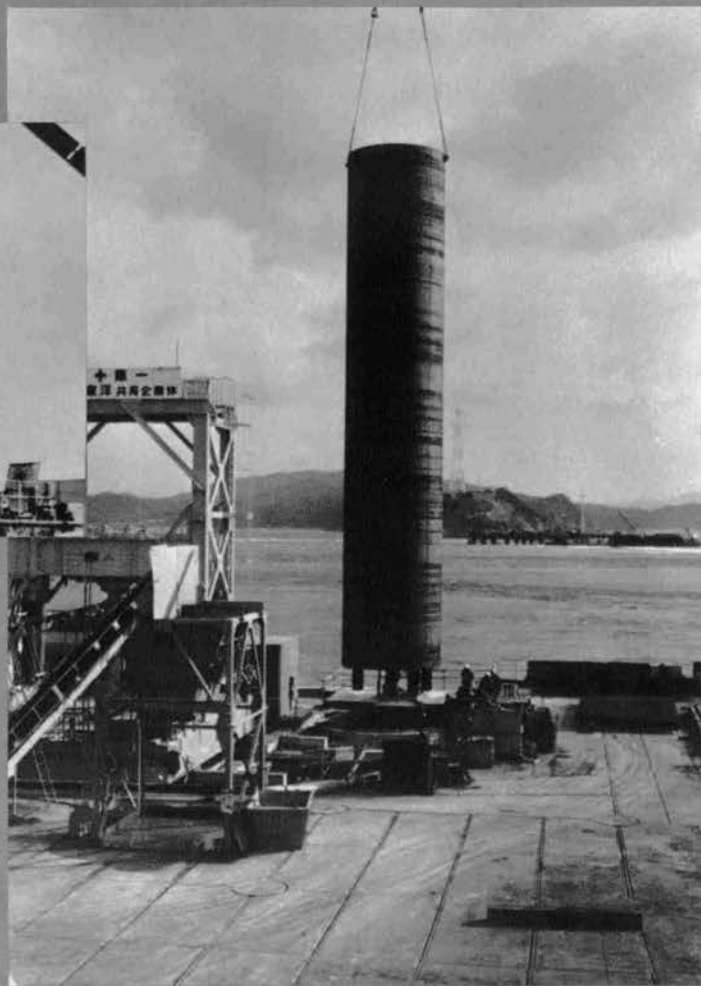
◆移動中の掘削機（移動架台の上を油圧ジャッキにより尺取方式で移動する）



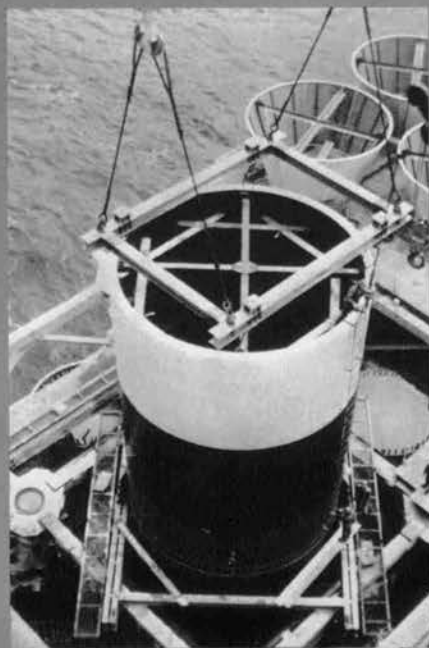
◆4P側足場上で掘削開始前のMD-440型掘削機と掘削に伴う泥水よりずりを分離するロータリ分級機



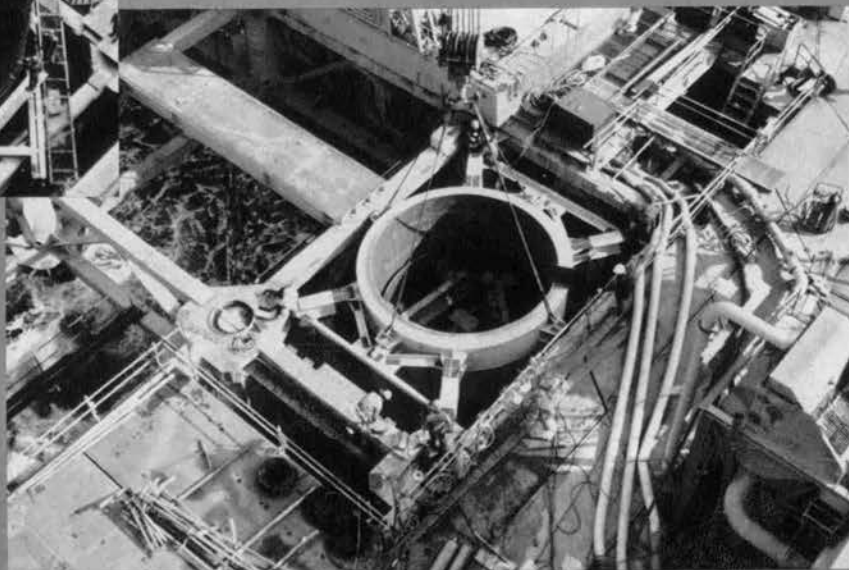
④ 3 m のドリルパイプの継ぎ足し



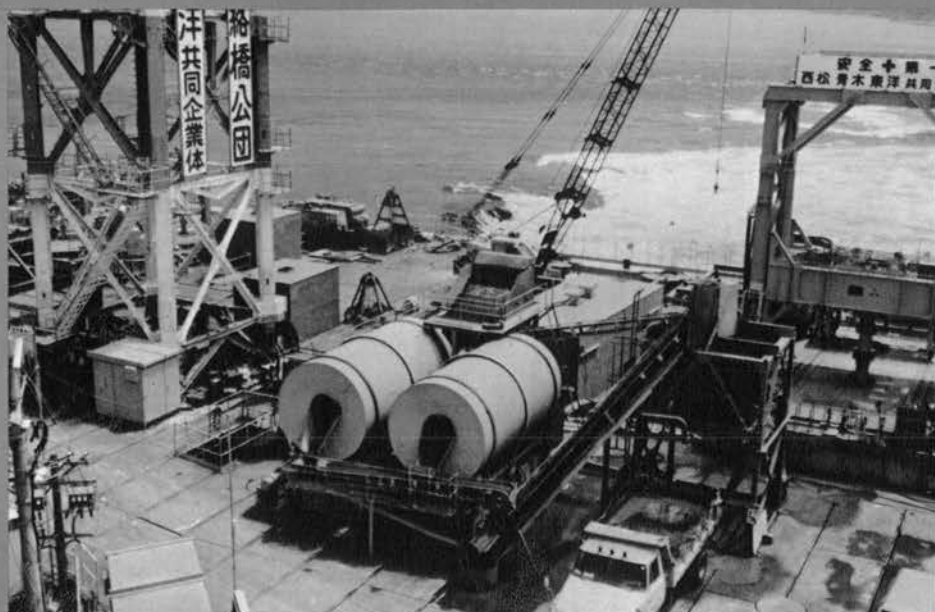
④ ϕ 4.4 m 杭の内鋼管建込作業 (1,500 t-m
ジブクレーンでセットされた)



④ ϕ 7.0 m 杭の内鋼管建込作業 (ジブクレーンと 150 t づりトラック
クレーンの相づりで架設された。上部の白い部分はケーシングの
部分で、アルミ溶射されている。上方のラップ管は ϕ 4.4 m のケ
ーシングの上部にセットされる)



ケーシング保持装置のセ
ット (ケーシングを波 (潮流
圧) から保持する目的でケ
ーシングの外周に保持棒を
取付け、作業足場に固定さ
れている。これは掘削完了
後に撤去された) ④



⇨掘削作業中の作業足場（右方は掘削中のMD-440、中央の丸いものはずり分級機、その右はずりホッパ、ダンプカーはホッパ内のずり搬出用）

掘削完了後、カッタの目詰り、
摩耗が多く、交換されたカッタ⇨

⇨掘進速度を良くするためにビット
ボディに取付けられたスクレーパ



⇨ ϕ 7.0m掘削が完了した孔壁面と
リング掘削のラップ部分詳細



⇨ ϕ 7.0m掘削完了（ ϕ 4.4m芯抜部、残壁部、16本のリング掘削部の跡が残っている）

一庫ダム仮設備機械の公害対策

服 部 政 二*

1. ま え が き

一庫ダムは兵庫県川西市一庫、猪名川支川一庫川に設けられる多目的ダムで、昭和53年3月打設開始、昭和56年末竣工を目指し日夜工事が進められている。その諸元は次のとおりである（「仮設備計画」については本誌1978年6月号を参照されたい）。

形 式：重力式コンクリートダム

堤 高：75 m

堤頂標高：EL 154.0 m

堤頂長：約 300 m

堤体積：450,000 m³

集水面積：約 115 km²

総貯水量：3,330 万 m³

有効貯水量：3,080 万 m³

最高水位標高：EL 152.0 m

このダム工事により発生する公害は公害対策基本法第

2条に規定される七つの態様、①大気汚染、②水質汚濁、③土壌汚染、④騒音、⑤振動、⑥地盤沈下、⑦悪臭の7項のうち、①、②、④、⑤の項目が考えられ、これらの発生防止あるいは発生後の拡散防止に腐心したが、その概要について章を追って述べる。

2. 関係諸法規

ダム工事において発生する公害規制の諸法規は、一般産業等に関するものと同様、その根幹は公害対策基本法で、これにもとづき大気汚染、水質汚濁、騒音等の防止法が、またそれらの上乘せ規制として各都道府県の公害防止条令がある。これらをまとめると表-1のとおりとなる。また、これらの適用項目と設備については表-2のとおりとなる。

3. 環 境

ダムサイトは川西市内にあり、市街地からは離れているものの、ダムサイト周辺は兵庫県の公害防止条令で住宅2種区域の指定をうけている。また住宅は下流側には約400mから約50戸の集落があり、上流側は約350m地点に1軒の旅館があり、それ以外は湛水池上流端付近まで住宅らしきものはない。道路はダムサイト右岸川沿いに従来国道173号線および兵庫県道野間出野・一庫線が走っていたが、現在県道のみがダムサイト右岸上部に移設されており、国道は昭和56年10月まで迂回路の供用により原道は閉鎖されている。河川は猪名川支川一庫川で、鮎の放流が行われるほどの清流であり、環境基準の水質類型はBに指定されており、ダムサイトが河口より50km以内に位置するため河川への

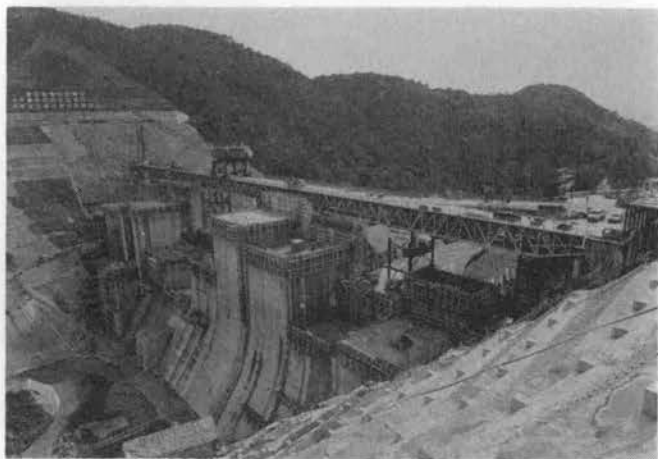


写真-1 一庫ダムサイト全景（上流部より）

* Masaji Hattori 水資源開発公団一庫ダム建設所所長

放流は瀬戸内海環境保全臨時措置法（通称「瀬戸内法」）により厳しい規制をうけている。

工事着工前の交通量調査および騒音測定の結果はダムサイト近辺で交通量は日量約 5,000 台、またその際の騒音は 60~70 dB に及んでいる。ダムサイト下流の国道沿いの民家周辺における夜間の暗騒音は一庫川のせせらぎにより平常 55 dB 程度となっている。

4. 公害予想と対策の概要

ダム工事における機械設備の発生公害については先に述べた①大気汚染、②水質汚濁、③騒音、④振動が考えられるが、有害物質の発生はない。これらの発生は設備機器により上述 4 種のうち、単独の発生を見るもの

表-1 公害関係法令一覧表

区分	基本法 (I)	基本法 (II)	区分	防止法	基準等	条令 (兵庫県)
法令	●公害対策基本法 (S42 法 132) ●同上施行令 ●同上施行規則	●特定工場における公害防止組織の整備に関する法律 (S46 法107) ●同上施行令 ●同上施行規則 ●公害紛争処理法 (S45 法10)	大気	●大気汚染防止法 (S43 法97) ●同上施行令 ●同上施行規則	●大気汚染環境基準 { S48 告示 25 S48 告示143	●公害防止条令 (S44 条53) ●同上施行規則
			水質	●水質汚濁防止法 (S45 法138) ●同上施行令 ●同上施行規則 ●瀬戸内海環境保全臨時措置法 (S48 法110)	●水質汚濁環境基準 S46 告示59 { S49 環水規14 S49 環水規76 ●排水規準を定める総理府令 (S46 府令35)	
			騒音振動	●騒音規制法 ●同上施行令 ●同上施行規則	●騒音環境基準 (S46.5.25 閣議決定)	

[備考] 1. 公害関係法規は公害対策基本法が根幹となり、これにもとづき各種法規が、また、各都道府県では条令が作られている。
 2. 一庫ダムでは兵庫県公害防止条令および同施行規則によりすべて規制されている。

表-2 公害関係法令適用項目と設備

区分	規制条令適用項目		該当施設	予想発生公害
	規制値 (環境基準)	適用施設		
大気 (粉塵)	浮遊粒子状物質が 1 時間値の 1 日平均値が 0.1 mg/m ³ 以下であり、かつ 1 時間値が 0.2 mg/m ³ 以下であること	①生コンクリート製造の用に供するすべての施設 ②運搬の用に供する施設であって、幅 50 cm 以上のベルトコンベヤ ③粉砕、摩砕の用に供する施設で、原動機出力 7.5 kW 以上の粉砕機、ただし湿式または密閉式のものを除く。	①バッチプラント ②ベルトコンベヤ (骨材製造設備のうち) ③ジョークラッシャ (骨材製造設備のうち)	①セメント粉塵の多量発生 ②骨材プラントの 1 次プラントより 2 次プラントに至るコンベヤの石粉粉塵の飛散 ③原石破砕時の石粉の飛散
水質 (汚濁水)	河川 B 型 (利用目的の適応性) 水道 3 級 水産 2 級 および C 以下の欄に掲げるもの pH 6.5~8.5 BOD 3 ppm 以下 SS 25 ppm 以下 DO 5 ppm 以下 大腸菌群数 5,000 MPN/100 ml 以下	①生コンクリート製造業の用に供するバッチプラント ②砕石業の用に供する水洗式破砕施設および水洗式分別施設	①バッチプラント ②骨材製造設備	①機器の洗浄廃水の pH が 9~10 と高くなる。 ②骨材プラントの骨材洗浄水で SS 値は最高 80,000 ppm が予想される。
騒音	昼 8~18 時 60 ホン 6~8 時 50 ホン 18~22 時 50 ホン 夜 22~6 時 45 ホン 第 2 種区域	①圧縮機：動力が 7.5 kW 以上のもの ②破砕機：すべてのもの ③ふるい機または分級機：動力が 7.5 kW 以上のもの ④コンクリートプラント：すべてのもの	①圧縮機 ②骨材製造設備 ③ ④バッチプラント	①運転音≧90 dB 以上となる。 ②および③骨材の破砕時あるいはシュート類を滑落するとき≧100~110 dB 発生する。 ④骨材がシュート等を滑落するときあるいは混練時≧100 dB 発生する。
振動	昼 8~18 時 0.5 mm/sec 6~8 時 0.3 mm/sec 18~22 時 夜 22~6 時 0 第 2 種区域	①圧縮機：出力が 7.5 kW 以上のもの ②破砕機：すべてのもの	①圧縮機 ②骨材製造設備	①および②いずれも運転時の偏心運動によるものであるが、民家までの距離も遠く、距離減衰により影響は考えられない。

[備考] 1. 浮遊粒子状物質とは大気中に浮遊する粒子状物質であって、その粒径が 10 μm 以下のものをいう。
 2. pH: 溶液中の水素イオン濃度 [H⁺] を示す尺度。酸性の溶液は pH が 7 より小さく、アルカリ性の溶液は 7~14、中性の水は 7 となる。
 3. BOD: Biochemical Oxygen Demand (生物化学酸素要求量)、試水中の溶存酸素が細菌等により消費される具合を汚染の指標としたもの。
 4. SS: Suspended Solids (浮遊物質) の略。粒径 2 mm 以下の水に溶けない懸濁性の物質をいう。
 5. DO: Dissolved Oxygen (溶存酸素) の略。溶存酸素の有無により水の汚染の度合を示す指標としたもの。
 6. ppm: parts per million, 百万分の幾らかの意。例えば水質汚濁で 1 m³ 中に 1 g の汚濁物質があるとき、1 ppm の汚濁物質があるという。

あるいは複合して発生するものがあり、計画時点で次のとおり対処することとした。

(1) 骨材プラントによる粉塵、騒音、振動、汚濁水の複合公害対策

① 骨材プラント設置場所をダムサイト上流部約 500 m の凹地に設け、粉塵、騒音、振動について民家からの離隔による距離減衰を見込んだ。

② 濁水プラント設置のスペースを見込むとともに、その負荷を極力下げるため骨材プラント内のスパイラルクラッシュファイヤの容量を標準よりも 2 ランク大きいものを計画し、濁水中の 200 メッシュ以上の砂質分を完全捕捉し、濁水処理プラントへの不要な負荷を抑制した。

③ 骨材のふるい目は 150 mm, 70 mm, 30 mm, 5 mm である。ふるい網は従来鋼板製または鋼線製が使用されているが、これを低騒音型のゴム製ふるいとした。

④ 骨材プラント機械室からの発生騒音の距離減衰効果がなかった場合を考慮して機械室建家を防音パネル取付可能な形状にした。しかし実際は期待どおりの距離減衰効果が得られたので防音パネル取付は行っていない。

⑤ ジョークラッシュ破砕室およびストックヤードからの粉塵に対し、シャワーによる散水を計画し、実施している。

(2) トレSSLガダ上を走る運搬車による騒音

① コンクリート運搬用ディーゼル機関車のボンネット内面に石綿布を貼り、マフラー容量を大きくした。



図-1

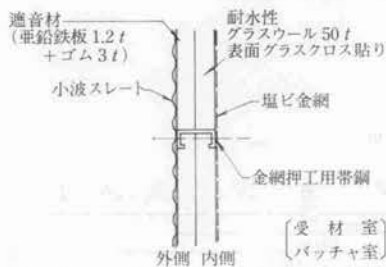


図-2

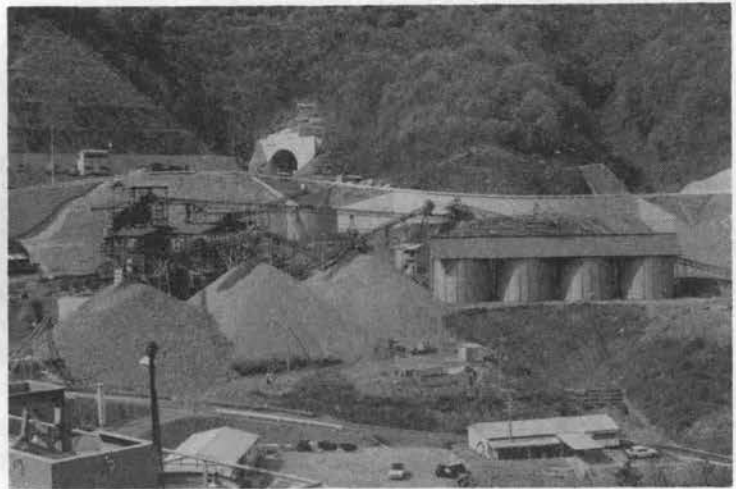


写真-2 骨材プラント全景

② コンクリート運搬用車両の車輪に防振ゴムをコーティングし、軌条曲線部での軋み音の発生を抑制した。

③ トレSSLガダの当初計画はプレートガダ形式であったが、共鳴音の発生が考えられたので、それを回避すべくトラス形式にした。

(3) バッチャプラントおよび鋼板製ホッパ類の騒音対策

① シュートホッパ類にはデッドストックを作って骨材の鋼板への直撃をさけた。

② ①の構造採用不能の箇所、例えばバッチャプラントのウェットパッチホッパ等は制振材としてラバー材を貼付けた (図-1 参照)。

③ 上述の構造採用不能あるいは不適當の箇所、例えばミキサのような回転体あるいは計量槽や貯蔵槽底部等のように防音材の重量により偏心荷重が発生して困る箇所、あるいは貯槽内部でのブリッジング防止のため外板に振動衝撃等を与えるような箇所については、建家外壁に遮音材としてスレートを、さらに内部にグラスウールを貼付け、建家ごと遮音した (図-2 参照)。

(4) コンプレッサ等の騒音対策

① 可搬式のものには極力低騒音型のものを用いた。

② 定置式の大型のものはコンクリートブロック建家内に収めた。

(5) 骨材輸送用コンベヤ類の騒音・粉塵対策

骨材輸送用コンベヤは骨材製造方式が湿式であり、粉塵による大気汚染の心配は考えられないが、法規上の規制もあり、また雨天時の細骨材の水分管理および夏期晴天時の昇温防止および騒音防止も兼ね、全長 1 km 区間のうち、約 400 m をトンネル内に収め、残り 600 m 区

間にトタンカバーを取付けるとともに、交点の骨材乗継ぎ箇所はグラスウールとスレートを使用した建家で囲った。

(6) 工事施工時の発生汚濁水対策

工事中に発生する汚濁水は「瀬戸内法」の規制により1事業所において河川への放流は処理後といえども日量 50 m^3 以上は許されない。そのため全量還元再使用することにした。

(a) ダムサイトにおける発生汚濁水対策

発生源としては、工事初期の転流工（仮排水路工事）、堤体基礎掘削工（岩盤掘削洗浄）から最盛期の打設機械類の洗浄水、コンクリート打設後の養生水および表面処理水（グリーンカット）、ボーリンググラウト用廃水、その他の雑用水が対象となるので、全期間を通じ最大 $300\text{ m}^3/\text{hr}$ を処理する径 12 m の円形シクナタイプの設備を設けた。処理後の汚泥の捨場がダムサイト上流約 2 km 地点に計画されていたので、ろ過面積 150 m^2 のフィルタプレス2台を設け、脱水した汚泥はダンプトラックにより汚泥捨場まで輸送している。なお、還元水は還元によりアルカリ分が濃縮され、機器類、特に冷凍機のチューブに悪影響が出ないように 65% 稀硫酸により中和するようにした。

(b) 骨材プラントにおける発生汚濁水対策

先に記したとおり骨材製造で発生する汚濁水は洗浄および湿式分級によるもので、最盛期時間当り 600 m^3 を見込んだ。従来濁水処理プラントの前に沈殿池を置くのが常であるが、当ダムではスクリーン下およびロッドミル下に設けるスパイラルクラッシュファイヤをそれぞれ2ランク大きいものを用い、泥水中の 200 メッシュ以上の砂質分を完全捕捉するようにしてプラントの負荷を少なくするように前沈殿池は設けなかった。プラントは直径 24 m の円形シクナを用い、汚泥はスラリーポンプにより約 300 m 離れた約 12 万 m^3 の貯泥池に輸送し、



写真-3 ダムサイト用濁水処理設備 ($300\text{ m}^3/\text{hr}$)

その分離水は再処理後使用している。また、シクナからの上澄水は再循環使用しているが、PACの残留効果によりpHが下がり、骨材および機器類に悪影響が出ないように 25% 苛性ソーダにより中和させるようにした。なお、貯泥池は工事完了後湛水池内に水没することになるが、なんらかの方法で密封すべく検討中である。

5. 成 果

前述した対策を施した結果について以下に述べる。現地では先に述べた大気汚染、振動については問題はなく、騒音と水質問題のみ考慮し、測定を行った。

(1) 騒音対策結果

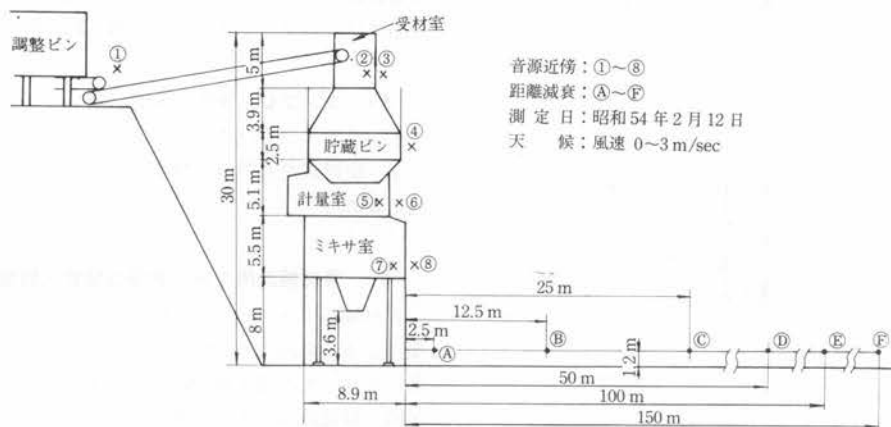
(a) バッチャプラント騒音結果（試運転時の測定）

（図-3 および表-3 参照）

① 受材室における防音工事の効果は $28\sim 30\text{ dB}$ 程度軽減されることが認められた。

② 計量器への投入時の騒音は大砂利の場合が一番大きく、計量室内で 112 dB もあり、これが室外では 81 dB となり、建家の効果として 31 dB 軽減された。

③ 計量器からミキサへの放出時の防音は $27\sim 29\text{ dB}$



音源近傍：①～⑧

距離減衰：A～F

測定日：昭和54年2月12日

天候：風速 $0\sim 3\text{ m/sec}$

図-3 バッチャプラント騒音測定点

の効果が認められた。

④ ミキサからウェットパッチホッパへの放出時の騒音はミキサ室内で 100 dB 程度であり、これが外側では 82 dB 程度で、18 dB 程度の効果が認められた。

⑤ 敷地境界線におけるパッチャプラント稼働時の騒音は、暗騒音が 50~55 dB と大きかったため、耳で聞いても稼働しているかどうか分からない状態であった。

(b) 夜間コンクリート打設における騒音測定

夜間コンクリート打設時に騒音発生源の主な機械はパッチャプラント、ディーゼル機関車、コンクリート運搬台車、ジブクレーン、コンプレッサであり、その騒音は 100 dB 前後である。これらの機械が稼働しているときの工事境界線および近隣の民家地点での騒音を 図-4 および 表-4 に示す。

(2) 工事中の濁水処理

(a) ダムサイト用濁水処理設備

ダムサイト用濁水処理設備は昭和 52 年 7 月 9 日から稼働開始し、仮排水トンネル工事濁水、本体掘削時の濁水、本体打設時の濁水処理を行ってきた。

(i) 各工程における濁水の性状 (表-5 参照)

表-5 各工程における濁水の性状

項目	仮排水トンネル工事	本体掘削	本体打設
工事期間	51. 3. 19 ~ 52. 11. 20	52. 4. 11 ~ 53. 1. 31	54. 3. 2 ~ 55. 8. 31
濁水量	5,132 m³	188,618 m³	1,978,749 m³
原水投入時間	106 hr	2,698.5 hr	11,882.5 hr
時間当り濁水量	48.4 m³/hr	69.9 m³/hr	166.5 m³/hr
SS 濃度 (実績)	平均値	733.4 ppm	1,605 ppm
	最大値	6,607 ppm	23,186 ppm
pH (実績)	平均値	9.7	7.7
	最大値	12.8	10.9
SS 濃度 (計画)	平均値	—	8,300 ppm
	最大値	—	20,000 ppm
pH (計画)	—	—	8.0~12.0

表-6 薬品使用実績

項目	仮排水トンネル時	本体掘削時	本体打設時	備考
薬品使用量	高分子凝集剤 PAC	22 kg	435 kg	1,102 kg
	硫酸	670.5 kg	34,969.18 kg	152,980 kg
薬注量	高分子凝集剤 PAC	4 ppm	2.3 ppm	0.6 ppm
	硫酸	131 ppm	185 ppm	77.3 ppm
		1.2 ppm	0.8 ppm	80.3 ppm
				計画値 1.5 ppm 150 ppm 15 ppm

表-3 パッチャプラント騒音測定結果 (単位: dB)

測定点	条件	大砂利時 大移送時	貯蔵ビン 計器 計放	計量器 ミキサ 計出	ミキサ ウッチホッパ 計出	ウッチホッパ ミキサ 計出	ウッチホッパ ミキサ 計出	ウッチホッパ ミキサ 計出	ウッチホッパ ミキサ 計出	モルタル 混練時
①	コンベヤ落下点	97~102								
②	受材室内側	105~109								
③	受材室外側	77~81								
④	ピン外側	98~104								
⑤	計量室内		112	107	87					72~73
⑥	計量室外		81	80	73		70			65~66
⑦	ミキサ室内		94	107	100					95~97
⑧	ミキサ室外		75	78	82					69~70
⑨	2.5 m	72~78	59~62	81	88					85
⑩	12.5 m	78~82	63~65	78	84					79
⑪	25 m	78~82	62~65	72	78					74

表-4 一庫ダム夜間打設における騒音測定結果 (補正前)

測定日時: 昭和 54 年 7 月 5 日 21: 58~23: 57 天候: 晴 風速: 微風
コンクリート打設量: 620 m³ C 配合主体 コンクリート打設場所: BL9C

(単位: dB)

番号	測定点	暗騒音	機関車空荷	ウッチホッパ	ミキサ	計出	計出	計出	計出	測定時間	備考
①	工事用道路 1 号線登り口(1)	50	56	58	51	—	52	21: 58~22: 03		パッチャプラントより約 360 m	
②	アパート入口 (道路より 15 m)	49	52	52	56*	—	—	22: 25~22: 30		*エア音	
③	一庫站事務所駐車場	48	—	50	—	—	—	22: 38~22: 44			
④	前川橋久保食堂前	52	—	—	—	—	—	22: 54~22: 58			
⑤	水本宅前道路上	39	45	43	—	—	—	23: 14~23: 22			
⑥	出合茶屋駐車場	39	50	49	—	53	54	23: 35~23: 42			
⑦	工事用道路 1 号線登り口(2)	49	56	—	—	—	—	23: 53~23: 57			

(ii) 処理水の性状

処理水はシクナ上澄水を中和処理しており、その pH, SS とも pH 6.5~8.5, SS 25 ppm 以下の許容範囲を満足している。

表-7 原水の性状

原水性状	実績値	摘要	
総合運転	SS 濃度 (平均)	46,175 ppm	
	〃 (最高)	99,566 ppm	
分単独	pH 値 (平均)	7.45	
	SS 濃度 (平均)	21,178 ppm	
製単砂独	pH 値 (平均)	7.27	
	SS 濃度 (平均)	48,042 ppm	
原水量	pH 値	7.75	
	時間当り濁水投入量	311.5 m³/hr	原水投入量/原水投入時間 原水投入量/製品骨材量 原水投入量/コンクリート打設量
	骨材 1 t 当り濁水量	2.0 m³/t	
コンクリート当り濁水量	4.4 m³/m³		

表-8 薬品使用実績

項目	実績	備考	
薬品使用量	高分子凝集剤 PAC	2,417 kg	
	水酸化ナトリウム	206,898 kg	
		0	
薬注量	高分子凝集剤 PAC	2.1 ppm	計画値 3 ppm 〃 150 ppm
	水酸化ナトリウム	183 ppm	
		0	

(iii) 稼働実績

① 仮排水トンネル工事

1日当たり濁水量は平均 45m³ であり、設備能力からすれば余裕があった。濁水の特長としてはコンクリート

巻立およびモルタル注入時に SS 値がやや高く、pH 値はアルカリ性である。

② 本体掘削時の濁水処理

濁水の特長としては SS 値が低く、pH 値も許容範囲

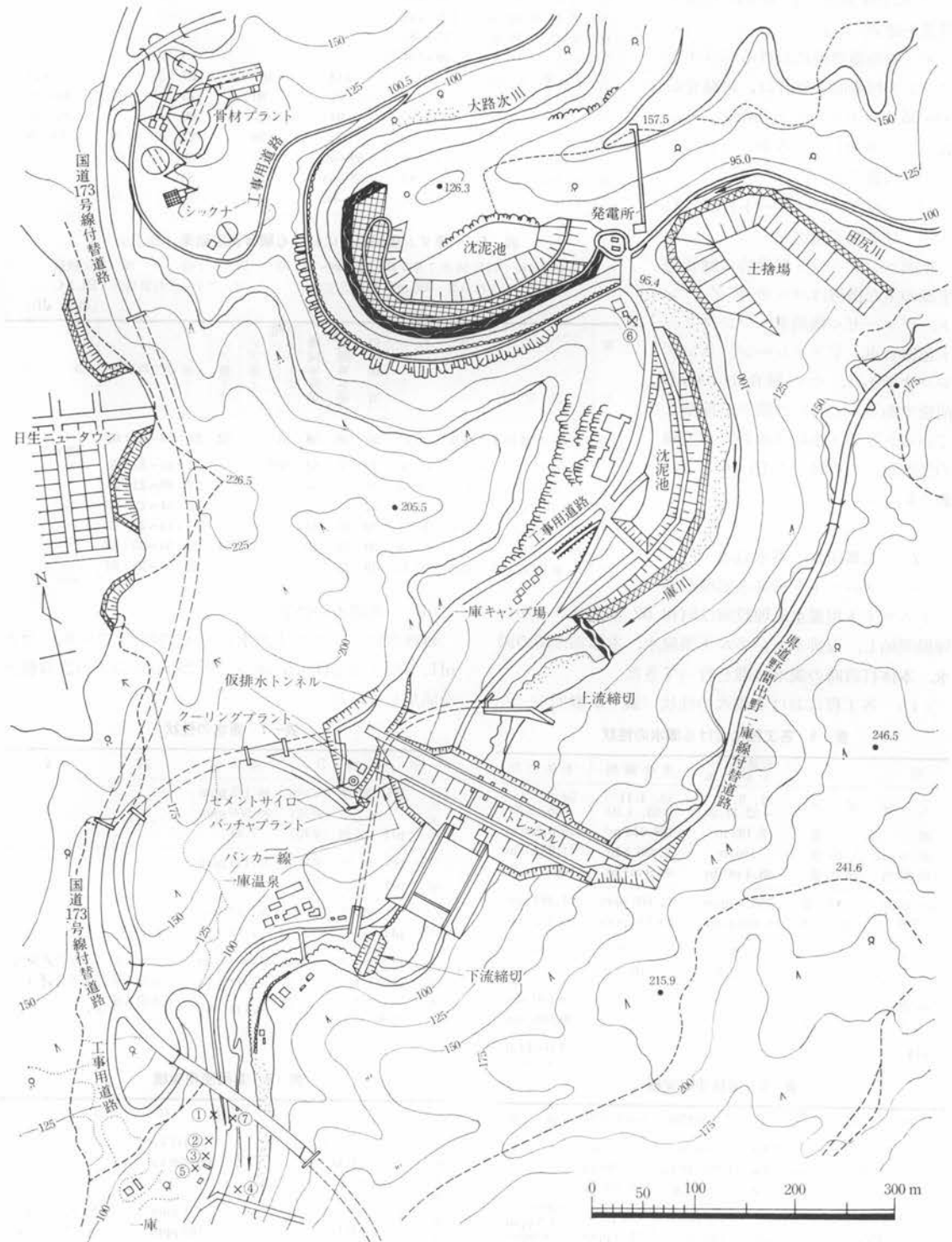


図-4 施工設備配置図

がほとんどである。

③ 本体打設時の濁水処理

濁水量はコンクリート打設が進むにつれて増加し、現在は昼夜処理しており、SS 値、pH 値とも安定している。原水の SS 値は 1,000~20,000 ppm の範囲で pH 値も常に許容値上限の 8.5 より上回っており、中和処理も連続して行っている。

④ 薬品使用実績 (表-6 参照)

(b) 骨材用濁水処理設備

① 原水の性状 (表-7 参照)

② 薬品使用実績 (表-8 参照)

③ 骨材用濁水処理における処理水の循環について

本設備の処理水は循環使用であり、その水質の変化を事前に把握するため原石山から採取した表土および骨材を粉砕のうえ河川水と混合し、ジャーテストを行い、その処理水でさらに濁水をつくり、沈降処理した。その工程を繰返し行い、処理水の各種組織の濃縮度合の測定と凝集沈降試験を行った。その結果、処理水を繰返すと pH は低下するのみであり、PAC 300 ppm 添加の 2 回処理でも pH 6.1 となった。これにより処理水は NaOH (苛性ソーダ) で調整する必要が生じた。しかしプラントの実動では pH の低下は見られず、中和剤を使用しなくても処理水は循環可能となった。その原因として次の要因が考えられる。

●河川水からの補給水が骨材洗浄水のうち占める割合が多い (実測値 40 m³/hr)。

●PAC 使用量が予備調査より少ない (実測値 190 ppm)。

④ 排泥スラッジについて

シクナ中央部ピットにかき寄せられた汚泥を排出するためのポンプはスラリーポンプを使用し、能力は含泥率 40% 程度が限界である。スラリーポンプは超音波式濃度計と連動しており、一定の SS 濃度以上になったときに対岸の沈殿池に圧送している。



写真-4 骨材プラント用濁水処理設備 (600 m³/hr)

排泥スラッジの送泥量……104 m³/hr (実測値)

排泥スラッジの含水量……39.2% (実測値)

排泥時間……15~20 min/回

排泥回数……1 回/hr

⑤ 沈殿池における分離水について

沈殿池に投入される含泥率 30~40% のスラッジは池において泥と水に分離する。分離した水は公共用水域に放流しないで再度濁水処理設備に還元している。

分離水の水量……約 100 m³/日

分離水の pH……7.4 (実測値)

分離水の SS ……38 ppm (実測値)

6. あとがき

ダム工事で発生する公害のうち、①水質汚濁、②粉塵、③振動は技術的に、あるいは距離減衰により克服、回避できるが、④騒音の防止は苦心するところである。

ダム工事における工事用仮設備機械の公害対策は今後ますますその厳しさを増して行くことと考えられるが、計画時点で機械単体についてのみの対策でなく、総合的な対策を十分考慮する必要性を痛感している。

随想

北京あれこれ

西村 健三

「北京に行く時は、眼薬とリップクリームを持って行く方が良いですよ。空気が乾燥していますから」。

1年前に行った人が親切に教えてくれた。仕事の関係上、他の国に行く機会が多かったが、中国訪問は私にとってはこれが始めてであった。晩秋の頃である。蒙古おろしの空っ風が吹く北京空港に降りた時、思わずリップクリームを付けて身体を順応させる。

建設機械を輸出する時、最も大切なことはその国の風土に合った機械はどんなものかを見極め、それを標準品にすることは論を待たない。どうも年のせいか私の体は今や風土への対応が遅く、いつも何かが必要となって気を使わねばならなくなった。

空港よりホテルまでのきれいなアカシヤ並木の道路の舗装は、穴一つなく快適なドライブである。

時々行きかう小馬の荷馬車はとりたての白菜を積んでおり、多分街へ売りに行くのであろう。自動車優先で、自転車、行きかう人を散らして突き進むという表現があてはまる風景である。

早速その夜、関係の中国側の人達と宴席を持った。6時の約束であったので5分前に会場で待っていた所、寸分違わず現れ、時間厳守にビックリ。「ロビーに早めに着いて時間通りに部屋に入る慣習です」と駐在員にいわれて、新生中国の片りんにふれた思いであった。

さて、一応挨拶が終って型通り中国茶が出る。蓋を取ると茶柱どころか上に一杯葉が浮いている。しばらくするとだんだん沈み、頃合いをみて息を軽く口を左右にふって吹きかけ、葉を散らして飲むのである。同じ茶でも色々の飲み方があるものと、これも長い歴史の上の生活の知恵であろう。

北京料理は日本の中国料理に比べ油っこさはなく、自然の味で、特に本物の北京ダックを賞味し得たのは今も舌に残り、印象深い味わいである。宴たけなわで盛んに乾杯と相成るが、こちらで聞いていたより本当に杯を干す人は少なく、どうも日本人の方が酒飲は多いような気がした。

8時頃にはお開きとなり、それから銀座のバーがあるでなく、誠に健康そのものである。市民唯一の娯楽である映画館も9時



までに終り、街中が早寝早起で、さすがにいい。

翌日は市内にある工場を訪問することとなり、朝もや立込める 100m の道幅を持つ天安門前の大道路を通り、イスラム教会を中心に家のたて方も丁度アルジェリア風な家並の街を通り過ぎ、川のそばにある工場へ到着した。中国の紙幣には中国語の外、アラビア語、蒙古語、チベット語と四つの字が書いてあり、北京でもいろんな種族の人が街を作って住んでいるようで、長い歴史の中でいろいろの由来があるらしい。

工場ではまず電休のあること、全て3交代で操業していることの外、工場で産制の教育をしていることなど数々の話を聞いたが、何とか学んで一日も早く日本に追付く工場にしたいという意欲を膚でひしひし感じた。これは私がこれまで日本を訪問した中国人と接した時も同様であったが、それ以上に強烈に心に残ることである。日本が戦後苦闘した時の状況と全く同じ過程にあり、自力更生という言葉は私は眼で確かめた。

中国は日本と同じ漢字を国語に使う世界唯一の国であり、又漢字の源の国である。中国語に「名実一致」の論理があると聞いていたが、滞在中いくつかの言葉を街でみかけ、成る程と思った。「横断歩道」は「人行横断」とまことに一致しており、「安全地帯」は「安全島」とその表現は実にうまい。「一漫二看三進」と踏み切りに表示されているが、中国人の数字好きと組み合わせると日本人によく分る。「冷房」は「冷氣」と、よく考えてみれば空気を冷やし、その結果部屋が冷えるのでより現実的である。

こういう話を大先輩に話したところ、ゴルフの「ホールインワン」を「一棹進洞というんだよ」といわれ、ますます中国語を研究したくなったのが、私にとって趣味？をふやすこととなった次第である。

Kenzo Nishimura

三菱重工業株式会社
機械第二事業本部建設機械事業部長

地熱井掘削機器の現状と動向

高岡 三郎*

1. まえがき

最近における国際石油情勢からみて、国内における石油消費の削減と代替エネルギーの開発は急務とされており、特に火山地域に恵まれた我が国においては、豊富な地熱資源の賦存がみられることから、地熱エネルギーは太陽エネルギーとともに直ちに利用できる代替エネルギーとして注目され、早急な開発が期待されている。これに即応して、我が国経済の石油に対する依存度の軽減を計ることを目的として、昨年10月1日に発足した新エネルギー総合機構およびこれに対応する新エネルギー財団に対しては大きな期待がよせられており、これによって我が国の新エネルギー開発の態勢が整ったものと考えられる。

地熱資源の開発は、地熱エネルギーを利用して発電はもとより、これの周辺地域に対する熱水の供給により地元の福祉と産業の発展等多目的利用を計るためにも現在活発に行われている。特に長期エネルギー需給暫定見通しとしての地熱発電の開発予想としては、昭和60年には100万kW、昭和65年には350万kW、さらに昭和70年には700万kWとされているが、現状からみて、これを達成するためには地熱開発計画の加速的推進を計ることが極めて重要である。このため工業技術院サンシャイン計画推進本部では、在来の5万kW程度の開発規模に対して、1箇所でも25万kWを発電できる深部地熱開発を実施するための大規模深部地熱発電所環境保全実証調査を昭和53年度より発足させている。

現在国内における地熱井の掘削深度は大岳地区の約600mから濁川地区の約2,200mの範囲であり、国外でもガイザー、ワイラカイの2,100~2,300m程度であって、蒸気採取層の温度も200~250°Cまでと推定されるが、今後の深部地熱開発および乾燥高温岩体の人工貯留

層の開発を予想した場合、掘削深度の増大と坑井内温度の上昇により地熱井の掘削条件はさらに過酷なものとなるであろう。したがって、現在一般に使用されている石油井、天然ガス井掘削機器については、地熱井の立地条件、坑内条件からみても地熱井掘削専用機器の開発が急がれており、今後の地熱資源の加速的開発を促進するための、掘削経費の引下げと期間の短縮を計るための重要な課題と考えられるので、ここで地熱井掘削機器の現状と今後の動向について述べてみたい。なお、スピンドル型および傾斜掘り用機器については紙面の都合により割愛する。

2. 掘削装置

現在、地熱井の掘削にはオイルフィード方式によるスピンドル型とターンテーブル型のロータリ式が使用されており、それぞれ動力の伝達機構が異なるが、これらの機器は従来から鉱山の地質調査、石油および天然ガスの開発に使用されてきたので、地熱井の掘削にも当面これらの機器が転用されている現状である。そこで地熱井を概略大別すると、構造試錐井、調査井、生産井および還元井に分類され、一般に前者はスピンドル型、後者はロータリ式が使用されているが、ここではロータリ式掘削装置について概説する。この掘削装置の能力は主にドローワークスの巻上能力と泥水循環能力とによってきめられる。

国内の地熱井掘削に使用された主なロータリ掘削装置と掘削深度は表-1に示すとおりで、最近開発された八丁原、葛根田、濁川地区の掘削にはN2000、N3000、T32、T70等十分な巻上能力のあるロータリ式掘削機が使用されている。ところで、地熱井は石油井に比較して地層が複雑堅硬であること、坑井内温度が高いこと、および逸水の可能性が多いことなどから掘削に関する問題点が多く、掘削装置として次のような性能が要求され

* Saburo Takaoka 石油鑿井機製作(株)顧問・工博

表-1 地熱開発用使用掘削装置

	濁川	松川	大沼	葛根田	鬼首	大岳	八丁原
掘削深度 (m)	1,770~2,200	1,170~1,280	850~1,770	900~1,600	1,300~1,350	350~600	900~1,200
掘削やぐら (m)	43~JK	29~38	29~38	38~JK	34~38	27~	34~43
フローワークス型	T-70 S-32	4 ⁷ / ₈ in UT	5 ⁷ / ₈ in UT	T 32 N 2000	5 ⁷ / ₈ in UT	OH-1500 5 ⁷ / ₈ in UT	N 2000~N 3000
最終孔径 (mm)	219	194~219	194~219	219	219	194	194

ている。

① 地熱地域は山間僻地に多いため運搬組立が簡単にできること。

② 地層の変化等地熱井の過酷な掘削条件に対応できる十分な能力をもっていること。

③ 高温地層掘削のため大口径掘削が可能で、十分な泥水循環能力があること。

④ 破砕帯等による逸水対策に即応できる能力をもっていること。

現在使われているロータリ式掘削装置はほとんどが石油井用掘削装置を転用しているため必要以上の能力をもった掘削機を使用している場合もあり、これは地熱資源開発に大きな要素とみなされる掘削経費に影響を及ぼすことになる。そこで地熱井用掘削装置の開発が強く要望されていたが、財団法人機械振興協会が昭和 49 年度の新機械普及促進事業として掘削深度 1,500 m 級の「地熱資源開発用中深度掘削装置」をとり上げ、設計および製作を当社が担当し、日本重化学工業がこれを北海道濁川地区において深度 1,500 m の掘削に試用し、所期の成果を収めたことは、機械振興協会新機械普及促進事業 49-4 として詳しく報告されている。

この装置は S-32 と呼ばれるが、上述試用地区と同じ場所で石油井用掘削機 T-32 型が使われたので、両者を比較評価した結果は概略表-2 のとおりであるが、S-32 は最大分解重量を 4 t 以下としていることが特徴である。なお、東京大学名誉教授藤井清光氏の試算によれば S-32 型は坑井敷地の縮小、組立解体日数の短縮等によって必要経費は T-32 型に比べて 17% 減少している。また、掘削日数は T-32 型の方が掘削馬力が大きいので少なくなっているが、これに対応してその後 S-32 改造型は巻上用動力を 270 PS、ポンプ用動力も 420 PS に増大している。

日本産業機械工業会では工業技術院サンシャイン計画推進本部の委託を受けて昭和 49 年度より高温地層掘削技術に関する研究のフィージビリティスタディを実施してきたが、地熱井掘削装置については、掘削能率の向上、省力化、安全化を計る目的をもって次の項目が検討されてきた。

- ① 掘削装置の組立、解体、輸送の能率化
- ② 揚降管時のパイプハンドリング装置
- ③ ドリルパイプのねじ締め・戻し遠隔操作
- ④ 自動掘進装置

表-2 機械的性能, 作業日数, 経費比較

	S-32 型	T-32 型
やぐら高さ (m)	30	38
掘削能力 (m)	1,500 (3 ¹ / ₂ in DP)	2,000 (4 ¹ / ₂ in DP)
巻上動力 (PS)	160	375
ポンプ動力 (PS)	160×2	700, 170
組立 (日)	12	20
掘削 (日)	70	56
解体 (日)	10	15
総経費 (万円)	19,090	22,980

⑤ 揚降管を必要としない新掘削装置

⑥ 新しい掘削機器の検討

(1) マスト, サブストラクチャ

マストには、地表より順次組立てるスタンダードマスト、地上で組立ててドローワークスで引き起すジャックナイフあるいはカンチレバーマストがあるが、後者は敷地の制約がなければ組立解体時間の短縮と作業の安全性が確保できるので有利である。また敷地が狭少の場合は四つやぐらテレスコープ方式があるが、これにはクレーンを使用すれば安全であり、ヘリコプターによる場合もある。

サブストラクチャは運搬、組立、解体を容易にするためコンパクトにし、各ブロックはワイヤおよびシープ、油圧装置を利用した組立構造とするためハイフロア方式となっている。

(2) パイプハンドリング装置

地熱井掘削の場合、ドリルパイプの揚降管は現在石油井と同様に人力によって行っているが、地熱井深度の増大と坑井内温度の上昇に対して揚降管時間の短縮と過酷な作業を機械化して省力化と作業能率の向上を計る必要がある。このため新潟鉄工所では工業技術院の委託によりパイプハンドリング装置の研究開発を行い、試験装置を設計製作して基本性能を確認するための各種試験を実施した結果、指定ラック位置よりパイプを井戸芯まで搬送する場合の位置決め精度については実用化の見通しを得ているが、マストの強度、上下キャリッジの形状、寸法については検討の余地が残されているようである。

(3) 自動掘進装置

地熱井の掘削対象地質がかなりの深度にわたって変化が少ないと推定されるときに、従来の掘削記録からピツ

ト荷重と回転数をきめて荷重が一定になるようにドローワークスのウォークラインを自動的に繰出す装置で、前に述べた地熱資源開発用中深度掘削装置には自動掘進装置を取付け、濁川地熱井の掘削に試用して成果を収めている。

この機構図は 図-1 に示すようにブレーキ方式を採用している。このほかに電磁ブレーキ方式もあるが、地質の変化に対応してビット荷重と回転数を自動的に調整できる自動掘進装置の開発は今後の課題とされており、このような場合には自動から手動に切替えている。なお揚降管を必要としない連続掘削装置としてフランスではフレクソドリルが開発されているが、地熱井用としては今後の検討課題である。また、ヘリコプターリグについても同様と考えられる。

3. ビットおよび掘管

地熱井用ビットは構造試錐井、調査井、生産井、還元井に対して地質条件、孔径、深度等から各種適正ビットが選択されているが、現状では主にダイヤモンドビットとローラカッタビットが使用されている。地熱井は石油井と異なり、一般に地質が堅硬で、坑井内温度も高いので、これに使用するビットは耐熱性の長寿命ビットが要

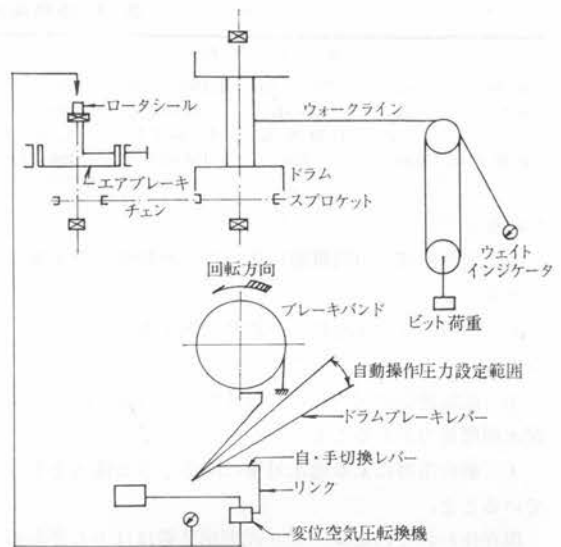


図-1 自動掘進装置機構図

求されている。すなわち、使用ビットの性能は掘削深度が増大するほどビット交換回数、揚降管時間に大きな影響を及ぼし、掘削経費の引下げと期間の短縮に大きく関連するので、国内はもちろん、米国においても活発な研究開発が行われている。

最近の国内での地熱井掘削におけるローラカッタビットの使用実績例を示すと表-3 のとおりである。地熱井については地質その他の掘削条件によって掘削長にバラツキのあることはもちろんであるが、坑井内条件が掘削深度の増大、温度上昇等さらにきびしくなることに対処して、我が国では高温地層掘削機器について種々の研究開発が行われているので、その概要について述べてみたい。

(1) ローラカッタビット

一般にローラカッタビットの性能評価はベアリングと刃先寿命によって定められる。写真-1 にローラカッタビットの構造例を示す。地熱井用掘削ビットは温度 350°C、圧力 400 kg/cm²、深度 3,000 ~ 5,000 m の地熱地帯の火山性岩盤を対象として開発が進められている。したがって、高温条件下において刃先の超硬合金チップを機械的に十分保持するとともに、保持部カッタが温度上昇によって硬さの低下がなく、ベアリング部材としての十分な性能を持つことが必要である。掘削性の向上のための適正刃型等の構造

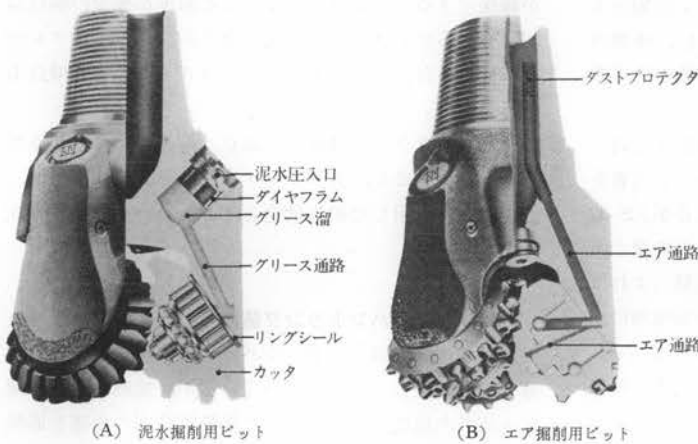


写真-1 ローラカッタビットの構造

表-3 ローラカッタビットの使用実績例

使用場所	ビット名称	掘削深度 (m)	掘削長 (m)	掘進率 (m/hr)	荷重 (t)	地質
濁川	8 ³ / ₈ J 33	1,509~1,559	50	1.67	8~9	チャート
〃	8 ⁵ / ₈ J 44	1,886~1,953	67	1.81	9~12	〃
〃	7 ¹ / ₂ 3 WHK	1,276~1,336	59	1.65	10	粘板岩
〃	8 ⁵ / ₈ VH 3	1,049~1,077	28	2.71	10	チャート
葛根田	8 ³ / ₈ 3 WSK	1,020~1,050	30	3.90	6	凝灰岩
〃	10 ³ / ₈ 3 WSK	376~450	74	2.50	8	〃
大沼	8 ³ / ₈ 3 WSK	1,365~1,451	86	1.29	6~8	〃
松川	8 ³ / ₈ 3 WSK	1,232~1,313	81	6.17	6	〃
〃	8 ³ / ₈ 3 WSK	957~1,013	56	8.90	3~5	〃
八丁原	10 ³ / ₈ H	66~181	114	2.51	7~8	安山岩
〃	10 ³ / ₈ VH 3	500~650	150	1.74	〃	〃

上の問題、カッタおよび本体材料、ベアリング保護のためのビットシール、潤滑剤その他に関して研究が行われている。すなわち、高温下におけるチップの脱落防止、カッタの材質熱処理、ベアリングの耐摩耗性等の研究によって耐熱用ビットの開発についての見通しが得られた段階にある。なお、高温時のチップ保持力は図-2に示す試験装置による試験結果例として、常温保持力平均4.6tに対して350°Cで平均3.3tの保持力を示し、チップの脱落防止に成果を上げることができた。

次に地熱井の坑内条件によっては泥水掘りに比較してエア掘りが2~3倍の掘進率を示す場合があり、エア掘り用のビットとして潤滑剤に代って空気の潤滑効果を利用したエアフリクションビットの開発が進められている。軸受はローラ式に代って面接触で、超硬合金同士の組合せによるジャーナル式を採用して耐摩耗性で良好な成果をあげている。ビットの内部構造を図-3に示す。

なお、地熱井用ビット軸受の寿命を左右するものとしてビット用シールの研究も進められている。現用のエラストマ製のシールでは耐熱性に限界があるので、シールの高温試験装置によって各種材料を組合せたメカニカルシールのエレメントについて、高温時の密封性、耐摩耗性、耐熱性、耐スラリー性、および耐蝕性試験を行っている。

(2) ソリッドビット

地熱井のロータリ式掘削ビットとしては、主に掘削効率のよいローラカッタビットが使用されているが、坑内温度の上昇等の掘削条件がさらに過酷となった場合、高温対策としても構造上軸受を必要としないソリッドビットの適用が考えられるので、現在2層超硬刃体によるソリッドビットの開発が進められている。その寸法形状例を図-4に示す。これについては刃先摩耗面の増大に

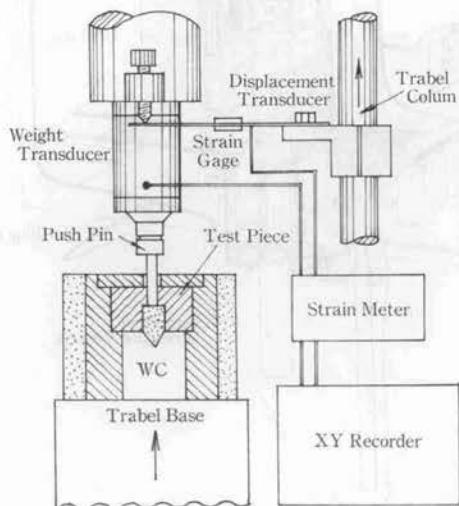


図-2 チップ保持力試験装置

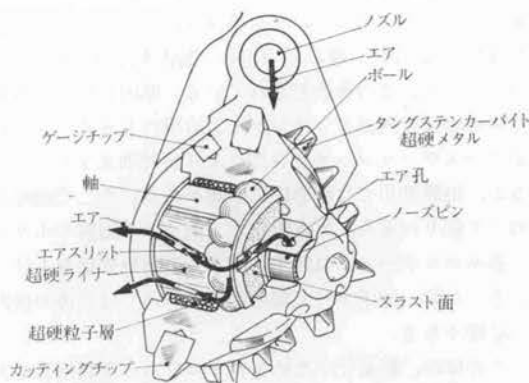


図-3 エアフリクションビットの内部構造例

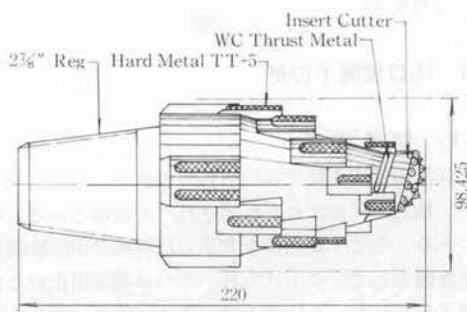


図-4 ソリッドビットの形状・寸法例

よる掘削性の低下がビット寿命を短縮させることになるので耐摩耗性のすぐれた刃先材料の開発が必要である。

米国のサンディア研究所ではGEで製造された粉末ダイヤモンドの焼結チップをWC合金の台金にロー付またはディフィージョンボンド法により接合したストラタバックビットを開発し、地熱井での現場試験で成果をあげている。なお、このビットは日本にも導入され、現場試験を実施中である。このほか、弾頭型の台金にWCチップをスパイラル状に装着したトリマックスビットも九州の豊肥地区で現場試験が行われた。これらのソリッドビットはトルクが大きいので掘管等は十分な強度が必要である。

(3) 掘管

地熱高温地層は一般に堅硬で、掘管に対する研削性が高いうえ、腐蝕問題等もあるので、掘管は引張り、繰返しねじれに対して十分な機械的強度と耐蝕性が要求される。そこで最近大深度石油井ではAPI規格S-135級も使われているが、地熱井ではJIS G 3439(油井用縦目無鋼管)STO-D, Eのほか、強度の高いAPI 105級も使われているが、強度が高くなると靱性が低下するので問題がある。

掘管の事故は、ねじれ衝撃のほか、曲げ、振動、引張り圧縮による繰返し疲れによるが、掘管の内面より発生する腐蝕または表面傷による破断が多い。国連の地熱開

発シンポジウム¹⁾においても検討された当時は損傷個所が雄ねじ 45.5%, 雌ねじ 9.0%, 掘管本体 45.5% となっているが, その後改善されている。原因として, 石油井用の場合は内面ピッチングによる場合が多く, このためプラスチックコーティングにより防蝕効果をあげているが, 地熱井用では耐熱性に問題がある。そこで地熱井のエア掘りの場合, 日本重化学工業では米国製のポリマー系ユニスチームを気流中に滴下して防蝕効果をあげている。なお, 継手テーパ部の摩耗については今後の検討が必要である。

このほか, 軽量化のためアルミニウム合金製掘管が実用化されているが, 地熱井用としては検討の余地があるものとする。

4. 坑口装置その他

(1) 防噴装置

石油鉱山保安規則では防噴装置の設備が規定されているが, 地熱井にはこれが転用され, そのほとんどが輸入品である。そこで耐熱性を考慮した地熱井用防噴装置が開発課題としてとり上げられ, その早期実用化のための検討が行われている。その設定条件は温度 200°C, 圧力 100 kg/cm² であり, この条件下でのパッキングエレメントの収容本体, 制御装置, 冷却装置について検討し, 20 in ケーシングパイプ用防噴装置の試作が進められている。なお, 裸孔用についてはさらに今後の検討が必要である。

(2) ホールパッカ

地熱生産井の蒸気または熱水の生産能力の向上, 還元井の還元能力の増大または人工的熱水貯留層作製のための岩石破碎を目的として, 坑井内温度と圧力に耐えられるホールパッカの開発は重要な課題である。現在米国のロスアラモス研究所ではシーリングエレメントとしてアスベストを使用したパッカも開発されているが, 完成されていない。我が国では温度 200°C, 圧力 500 kg/cm² を目標として 9³/₈ in ケーシング内セット用パッカの試作が行われているが, 問題はパッキンエレメントとして的高温エラストマーの開発にかかっている。このほか, エア掘りの場合のローテーティングのエアカーテン方式による保護対策の研究開発も行われており, ストリップラバーの材質等も検討されている。

5. 掘削性能試験方法

地熱井掘削機器の性能向上, 特にビットの品質の向上を計るためには地熱井の坑内条件を設定した高温高压模擬試験装置による各種試験条件下での性能試験が重要な課題となる。これと併行して各種岩石の掘削試験もビット開発の支援条件として大きな役割を果たすものである。このため米国の Terra Tek 社では図-5に示す掘削技術研究所の地熱井模擬試験装置²⁾により各社試作ビットの性能試験を実施して地熱井用ビットの開発に成果を上げている。すなわち耐熱耐摩耗ビット材料の開発, 軸受摩耗, チップ保持方法, エラストマーシール材料そ

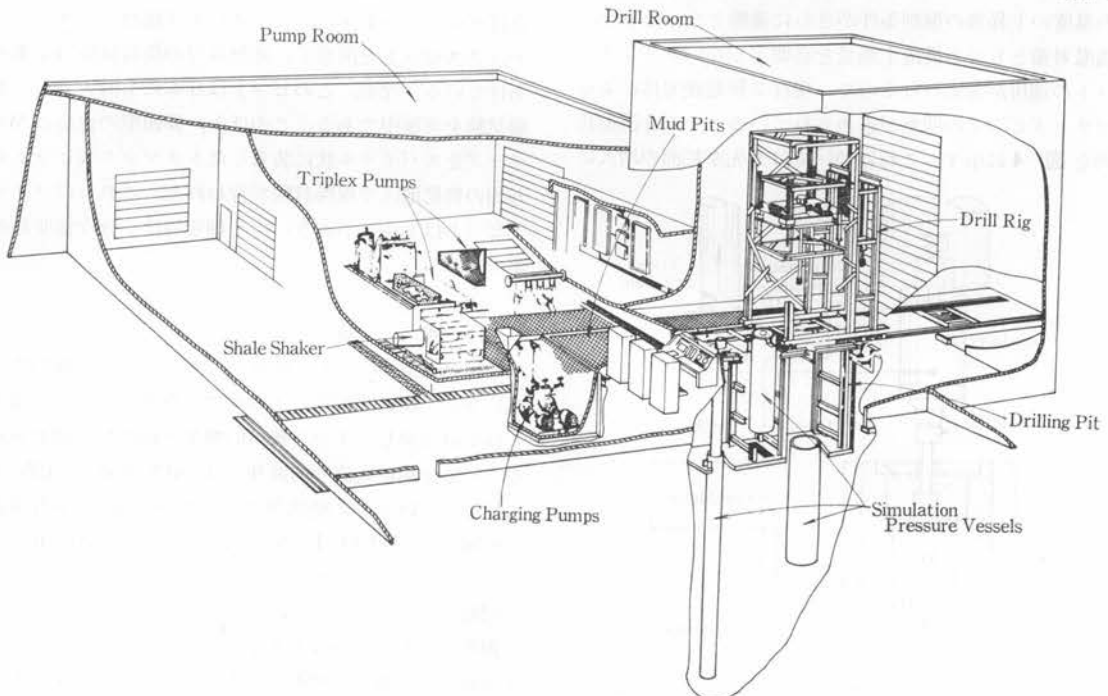


図-5 米国 Terra Tek 社掘削技術研究所

の他にに関する試験を行い、その成果を確認した後、現場試験に持込んでいる。その試験結果例は表-4に示すとおりで、図-6に示す高温高圧試験容器によって試験温度 427°C、試験圧力 350 kg/cm²、ビット径 171~222 mm、回転数 200 rpm、試験荷重 11,250 kg、被削体、軟銅ブロックの条件で試験を行ったものである。

なお、国内でもサンシャイン計画による委託研究として写真-2、写真-3、写真-4に示すビット試験機により 400°C までの加熱条件下で試作ビットの性能試験を行っており、耐熱ビットの開発に成果を上げている。

上述試験機の仕様は次のとおりである。

- 最大荷重：50 t
- 最大荷重時圧力：59 kg/cm²
- 最大ストローク長さ：1,000 mm
- 最大掘進速度：25 m/hr
- 主軸昇降速度：上昇 1.2 m/min，下降 1.46 m/min
- 主軸回転数：0~1,000 rpm 無段変速

表-4 (A) ローラカッタビット摩耗試験結果例

	Conventional Bit	Research Bit
Ball Bearings	47 HR _C 0.0094 in	59 HR _C 0.0010 in
Roller Bearings	47 HR _C 0.0032 in	59 HR _C 0.0002 in
Cutter Roller Race	42 HR _C 0.0186 in	56 HR _C 0.0024 in
Cutter Bushing	0.0032 in	56 HR _C 0 in
Lug Roller Race	47 HR _C 0.0429 in	50 HR _C 0.0086 in
Friction Pin	57 HR _C	57 HR _C 0.0042 in

At 316°C

表-4 (B) エラストマー材料試験結果

Product Name	Producer	Material Class	Probable Temp Limit
Buna N (Nitrile)	At least 6 Co.'s	Butadiene & acrylonitrile	150°C
Ethylene-propylene	At least 5 Co.'s	Ethylene-propylene	180°C
Viton	Du Pont	Fluorocarbon	260°C
Fluorosilicone	Dow Corning	Fluorosilicone	260°C

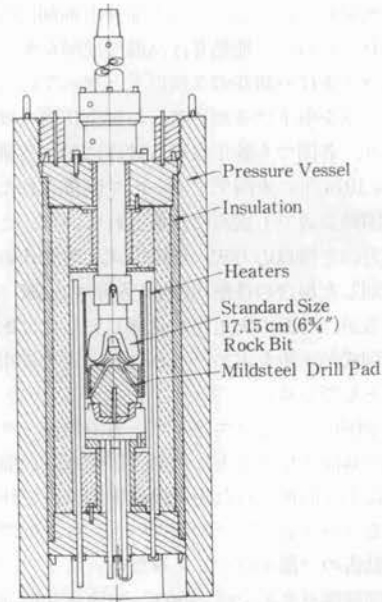


図-6 高温高圧模擬試験容器³⁾ (全高約 2 m)

動力：東芝 SA-1117-KCKM 直流モータ，90 kW，200 V，400~1,600 rpm

加圧方式：油圧 (最大) 70 kg/cm²

循環水ポンプ：所要馬力 3.7 kW，水量 0.4~0.8 m³/min，揚程 22~16 m

エアコンプレッサ：吐出圧力 7 kg/cm²，吐出容量 5 m³/min

試験温度：常温~400°C

6. 新しい掘削機器と今後の動向

現状の地熱資源開発のための地熱井の掘削は孔径およ



写真-2 ビット性能試験装置 (当社古河工場)

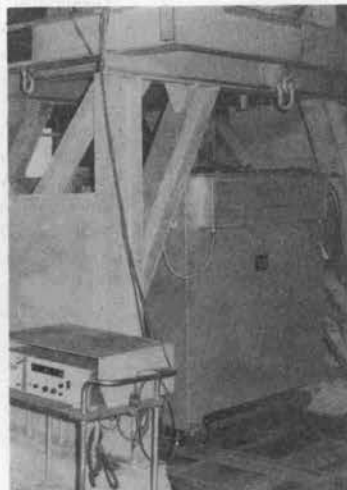


写真-3 ビット性能試験装置 (加熱炉付加)



写真-4 ビット性能試験装置 (炉内状況)

び深度が類似していることから石油用掘削技術と機器が転用されているが、地熱井は高温で地層が堅硬であるため掘削コストは石油井の2倍以上となっている。そこで掘削コストを引下げるため新しい掘削技術の開発が急がれており、各国でも数年来岩石破碎に関する研究開発が行われ、1974年に米国デンバー市で開催された第3回岩石の力学国際会議でも盛んに討議されている。ここで岩石の破碎方法を機械応力式、熱応力式、溶融式および化学式に大別した場合の性能比較表³⁾を示すと表-5のとおりであるが、当面の実用化の見通しとしては依然として機械掘削式が主流を占め、これに新方式を併用したものととなつてきている。

そこで米国においてはエネルギー省地熱部とサンディア研究所の共同主催のもとに大学、研究所、民間会社等の専門家により開催された先進地熱掘削および仕上げ技術に関するワークショップの報告⁴⁾のうち、掘削技術についての勧告の一部を紹介してみたい。

岩石掘削技術パネルでは250°Cの地熱井掘削コストを50%切下げること目標に検討を進めた結果は次のとおりである。すなわち、25%の引下げ目標に対しては従来からのロータリ掘削技術の改善によって達成可能であるが、これ以上についてはさらに進歩した技術の開発が必要である。新しい岩石破碎技術としては表-5に示すような種々の方法が研究開発されており、そのうち早期に実用化の可能性があるものは少ないが、次の三つの掘削システムは高い可能性があることを勧告している。

- ① 機械的な岩石破碎システムに併用される高压水ジェット
- ② 高速ダウンホールモータおよびビット
- ③ 空気または水駆動パーカッションドリルおよびビット

なお、上述の開発を促進するためには岩石破碎機構の支援研究が必要であるとしている。

7. あとがき

以上、地熱井掘削機器の現状と今後の開発の動向について述べたが、地熱開発用掘削装置は石油井用と異なり、運搬、組立等立地条件の制約をうけるので、必要以上に

表-5 孔径20 cmとした場合の各種掘削方式の性能比較表

掘削方式	名 称	比エネルギー (J/cm ³)	最大掘削率 (cm/min)	伝達動力 (HP)
機械 応力 式	ベレットドリル	200~400	4~14	10~20
	インプローションドリル	—	—	—
	スパークドリル	200~400	35~140	100~200
	爆発ドリル	200~400	26~70	75~100
	侵蝕ドリル	2,000~4,000	35~140	1,000~2,000
	超音波ドリル	20,000	0.04~0.07	5~10
熱 応 力 式	ジェットチドリル	1,500	9~18	100~200
	電気粉碎ドリル	1,500	9~14	100~150
	セラジェットドリル	—	—	—
	高周波ドリル	1,500	3~6	30~60
	マイクロウェーブドリル	1,500	1~2	10~20
	インダクションドリル	1,500	0.5~1	5~10
溶 融 式	電気ヒータドリル	5,000	1~3	50~100
	原子ドリル	5,000	1~3 (孔径100cm)	1,250~2,500
	電気アークドリル	5,000	1~3	45~90
	プラズマドリル	5,000	2~3	80~120
融	電子ビームドリル	5,000	0.3~0.6	10~20
	レーザードリル	5,000	0.3~0.6	10~20

掘削能力のある装置は経済的にも不利となる。また地熱開発は200°C以上の高温地層が対象となるほか、破碎帯等逸水事故に対処できる十分な能力が要求されるので、地熱井専用機器の開発が必要であると同時に、掘削技術の向上も計らなければならない。

なお、掘削装置の適用基準の設定、大幅に掘進率を上げるための新掘削機器の研究開発を急ぐとともに、これと併行して鑿井技術者の養成も急務である。地熱開発においては、技術面、法規制面など問題は多いが、これらの困難を克服して代替エネルギーとしての地熱資源の開発を強力に促進しなければならないと考える。

参 考 文 献

- 1) V. Bruneti, E. Mezzetti: On Some Troubles Most Frequently Occuring in Geothermal Drilling, U.N. Symposium on the Development and Utilization of Geothermal Resources, Pisa 1970. Vol. 2, Part I
- 2) Barker, L.M., Green S.J.: Semi-Annual Report on the Project to Design Experimentally Test an Improved Geothermal Drill Bit, ERDA Contract No. E 1546, Terra Tek, 1976
- 3) Maurer, W.C.: Novel Drilling Techniques, International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences
- 4) Samuel G. Varnado, Editor: Report of Workshop on Advanced Geothermal Drilling and Completion Systems, SAND 79-1195. Sandia Laboratories, 1974, 地熱 Vol. 17, No. 1, 1980 (荒井忠次訳)

低騒音型ブルドーザの開発に関する研究

本郷 慎一* 沢田 茂良**
境 友昭***

1. まえがき

近年、環境保全に対する社会的要請が年々高まり、建設工事においても、特に最近では下水道、地下鉄、道路、ビル建築など都市内での機械化施工が盛んになるにつれて建設機械から発生する騒音、振動は工事実施上の大きな問題の一つとなっている。これに対処して、建設機械の低騒音化に関する研究が各方面において実施されており、機種によってはエンクロージャ方式を主とした低騒音車が生産され、次第に成果をあげつつある。

しかしながら、諸外国における騒音規制の動向よりみて、我が国においても将来建設工事に関する法規制が強化されることが予想される。本協会では、昭和 53 年度より昭和 56 年度までの計画で低騒音型ブルドーザの開発について建設省から委託され、調査、研究を行っている。以下、昭和 54 年度までに実施したエンジン本体、足回り装置についての研究成果について紹介する。

2. 開発目標

開発目標は、種々の条件を考慮してトルクコンパータ駆動の 10t 級ブルドーザを対象に定置ハイアイドル 60 dB(A)/30m、走行時 63 dB(A)/30m と設定した。

3. 研究項目

前述のとおり騒音低減技術であるエンクロージャによる方法は有効な対策として数多く採用されているが、ヒートバランス、サービス性の面で問題が残されており、低騒音化の基本は騒音源自体を減少させることである

う。また、ブルドーザの騒音源はディーゼルエンジン以外にも数多くあり、有効な低減効果を得るためには総合的な騒音低減対策を実施する必要がある。

図-1 は低騒音型ブルドーザの開発を進めるにあたり考えられる研究項目を整理したものである。表中の記号(A) は研究開発の必要性が特に高いと考えられる項目、(B) は研究開発の必要性のある項目、(C) はすでに技術が開発されている項目を示す。

4. エンジン本体の低騒音化

(1) 供試エンジンの騒音現状

騒音対策を行う場合、まず対象機種を決め騒音測定、周波数分析、騒音寄与率または寄与量の測定などの現状分析を行うことにより対策方針がたてられる。

供試エンジンの主要諸元などは次のとおりである。

名 称：6 DS 7

形 式：4 サイクル水冷直列 6 気筒ディーゼルエンジン

燃焼室形式：予燃焼室式

内径×行程：98×120 mm

総行程容積：5.43 l

最大出力：105 PS/2,500 rpm (建設機械用出力)

最大トルク：35 kg·m/2,000 rpm

試験はすべての対策を組込んだ状態(全対策型と呼ぶ)、単独の対策を組込んだ状態(対策型と呼ぶ)、騒音対策を施さない標準状態(原型と呼ぶ)の低減効果を算出するためグレコラテン方格または直行配列の実験計画を作成して行った。

測定は図-2 に示す壁で構成された簡易無響室内(平均吸音率 0.7 以上、内部暗騒音 20 dB(A) 以下)で、供試エンジンの外面から前後左右 1m、地上高 0.7m および上方 0.7m の 5 点について行った。また、エンジンの運転条件は無負荷運転とし、回転速度は 2,000

* Shing-ichi Hongo 建設機械化研究所試験第二部長

** Shigeyoshi Sawada 建設省土木研究所機械研究室長

*** Tomoaki Sakai 建設省土木研究所機械研究室

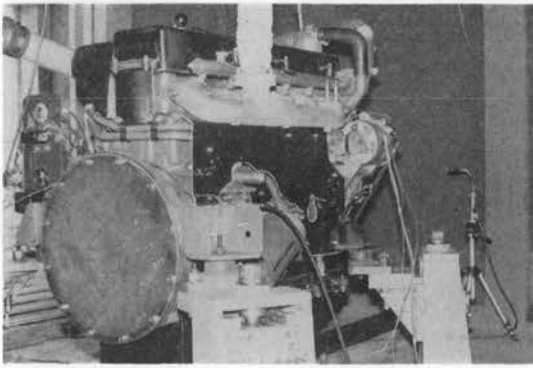


写真-1 エンジン騒音測定状況

rpm, 1,500 rpm, 630 rpm とした。写真-1 にエンジン騒音の測定状況を示す。

エンジン各部から発生する騒音の全体騒音に対する寄与量を測定するポピュラーな方法として、①レッドカバー法 (Lead Covered Method), ②アコスティックダクト法 (Acoustic Duct) があるが、これらの方法は直感的でわかりやすい反面、時間が長がかかり、費用がかかる欠点がある。

図-3 に振動応答法 (Vibration Method) により測定した供試エンジンの騒音寄与量の一例を示す。騒音寄与量は測定方向により異なり、低速回転速度ではオイルパン、シリンダブロックが、高速回転速度ではロッカー

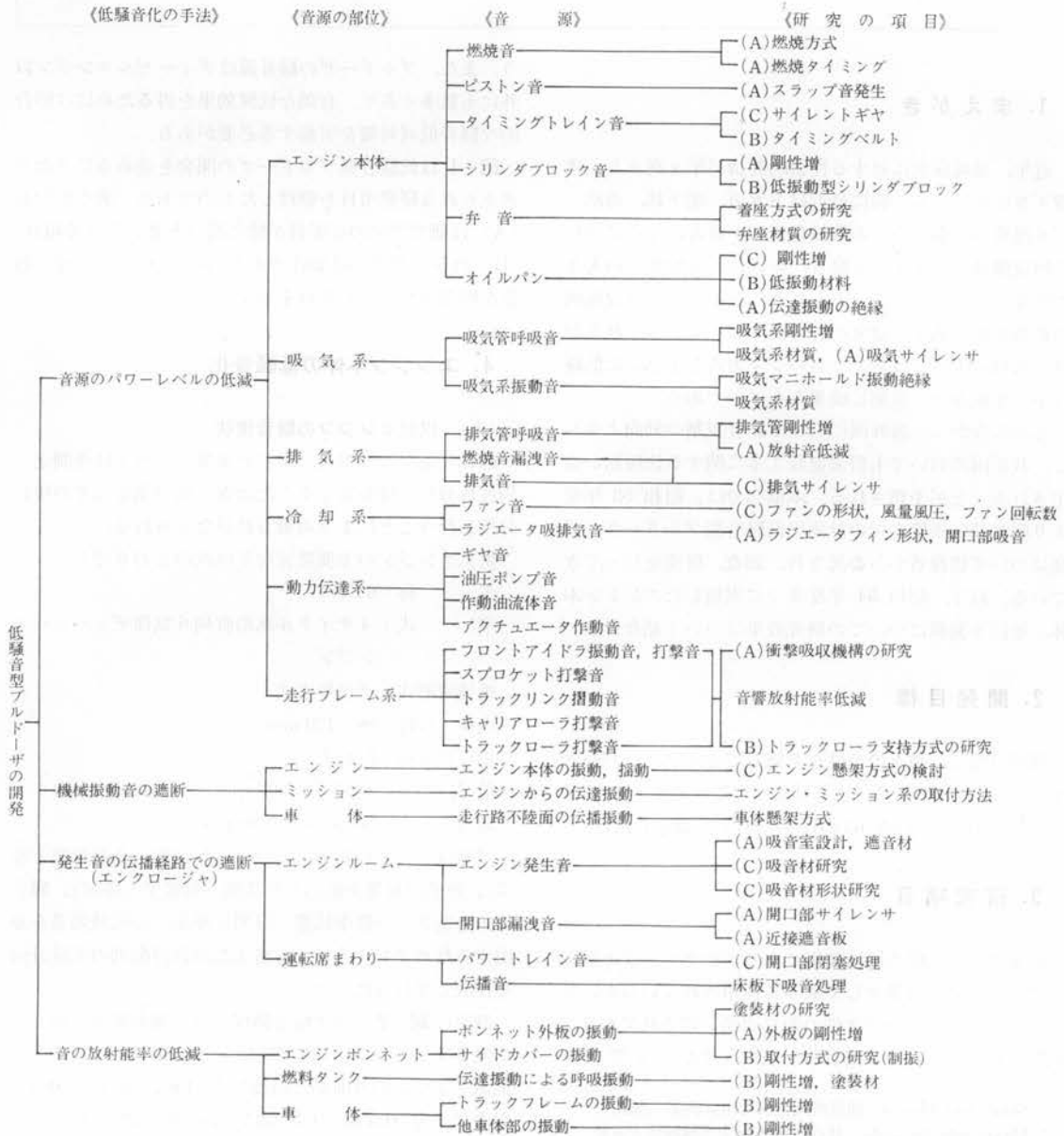


図-1 低騒音型ブルドーザの研究ツリー

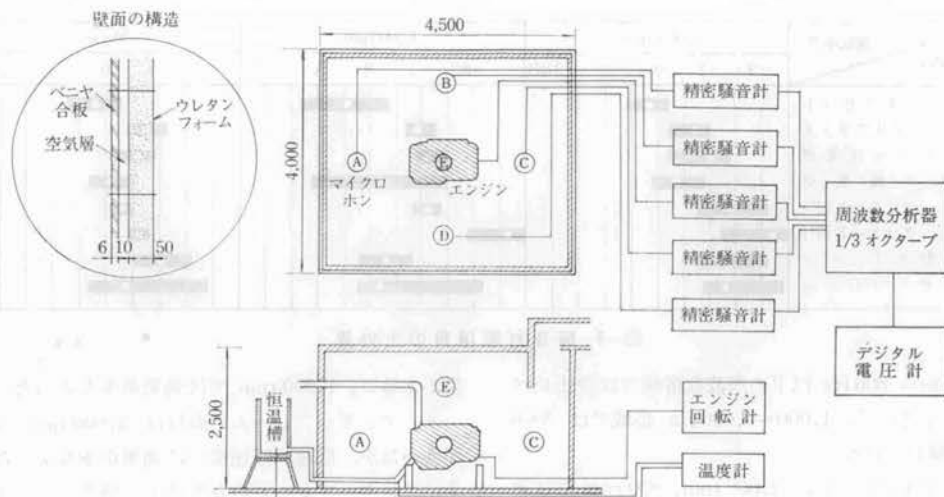


図-2 エンジン騒音実験室と壁面の構造

カバー、オイルパン、エキゾーストマニホールド、ギヤケースカバーが大きい。

(2) 対策内容と低減効果

供試エンジンには図-1について音源寄与率，期待できる低減効果，費用などの面から検討を行い，実現の可能性の強い項目を総合的に組込むこととし，表-1に示す内容の対策を実施した。

図-5は各対策内容のうち主効果を分析したもので，図より次のことが判明した。

① 文献ではピストンオフセットによる騒音低減効果が報告されている例もあるが，今回の試験では低減効果は認められなかった。

② ピストンクリアランスを狭くする対策は効果がある。

③ 燃焼音対策のうち，プランジャ径を小さくした対策は有効であったが，ノズル噴口径の変更は効果が少なかった。

④ 燃料噴射時期の遅延（タイミングリタード）は最も低減効果が大きかった。図-6に示す対策効果の周波

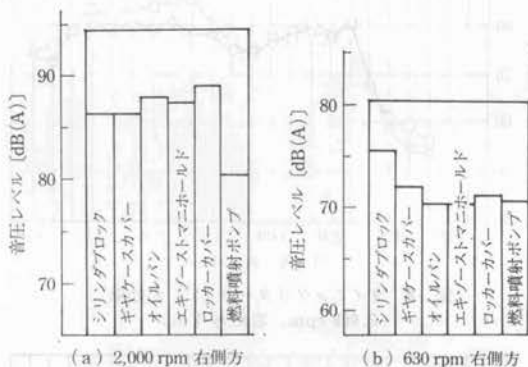


図-3 騒音寄与量

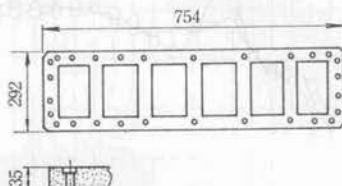


図-4 アンダープレート

表-1 騒音低減対策内容

対策項目	対策内容
シリンダブロック	剛性増のため図-4に示すアンダーフレームの取付
放射音	アルミメッキ鋼板にパワーベストをはり合せた遮音板でパーシャルエンクロージャ
オイルパン	ブロックへの防振取付および写真-2に示すエンクロージャ
ピストンスラップ	ピストンクリアランスの減少およびピストンピンオフセット
クランクシャフト	スポーク型プーリーの採用
燃焼音	燃料噴射時期の遅延，噴射ポンププランジャ径およびノズル噴口径の変更
吸気音	エアクリーナの容量増と吸気サイレンサ
エキゾーストマニホールド	エンクロージャの取付
ギヤケースカバー	Al材からFc材に変更

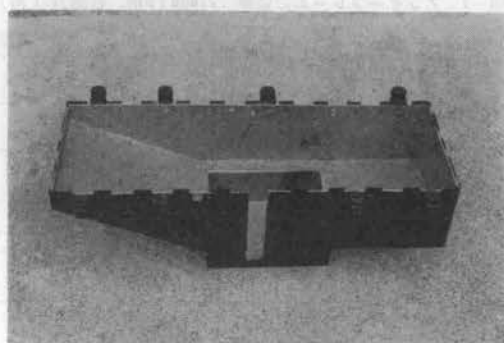


写真-2 オイルパンエンクロージャ

対策内容	2,000 rpm					1,500 rpm					630 rpm				
	-2	-1	0	1	2dB	-2	-1	0	1	2dB	-2	-1	0	1	2dB
ピストンオフセット															
ピストンクリアランス															
プランジャ径変更															
ノズル径変更															
タイミングリタード(2°)															
タイミングリタード(5°)															
防振型オイルパン															
アンダーフレーム															

図-5 騒音対策項目の主効果

数分析結果から 800 Hz 以下の周波数帯域では音圧レベルの違いは小さいが、1,000~4,000 Hz 帯域では 3~6 dB(A) 低減している。

⑥ 防振型オイルパンは 2,000 rpm, 630 rpm では効

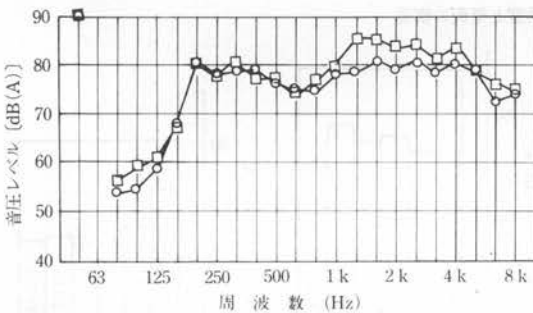
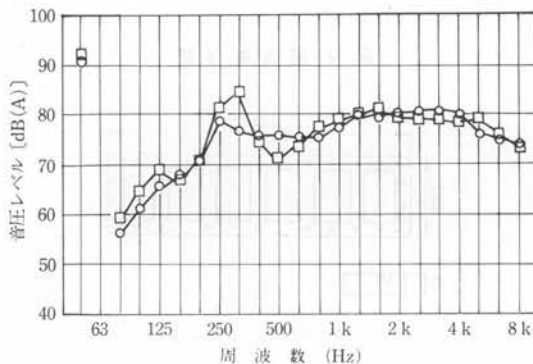
図-6 タイミングリタード(5°)の効果
(2,000 rpm, 右側方 1 m)

図-7 アンダーフレームの効果(2,000 rpm, 右側方 1 m)

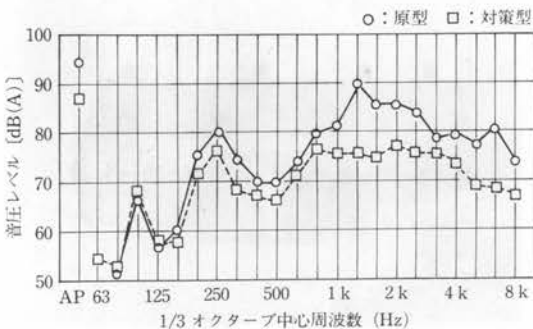


図-8 騒音低減対策効果(2,000 rpm, 右側 1 m)

果があるが、1,500 rpm では効果が少なかった。

⑥ アンダーフレームの取付は 2,000 rpm では効果があったが、低速回転速度では効果が少なかった。図-7 にアンダーフレームの有無による騒音スペクトルの違いを示す。630 Hz 帯域以上ではほぼ同じスペクトルを示す。

⑦ 吸気サイレンサ付エアクリーナ(容量も増)は 0.34 dB(A) の低減効果があった。

⑧ そのほか、パーシャルエンクロージャ、エキゾーストマニホールド対策、ギヤケースカバー対策などについては騒音低減効果は認められなかった。

図-8、図-9 に右側 1 m 点における原型状態と全対策状態について比較したものを示す。騒音低減効果は方向(測定点)によって異なるが、その効果は 3.6~6.3 dB(A) で、主に 1,000~3,000 Hz の周波数帯域に低減効果が認められた。

5. 足回り装置の低騒音化

(1) 供試ブルドーザ足回り装置の現状

供試ブルドーザは建設省関東地方建設局の協力を得て利根川工事事務所が所管する小松製作所製の D 60 P 騒音対策型ブルドーザ(本誌 1978 年 1 月号参照)を用いた。

このブルドーザは起動輪および遊動輪に緩衝ゴムを取付けた騒音防止対策が施されており、主な諸元は次のと

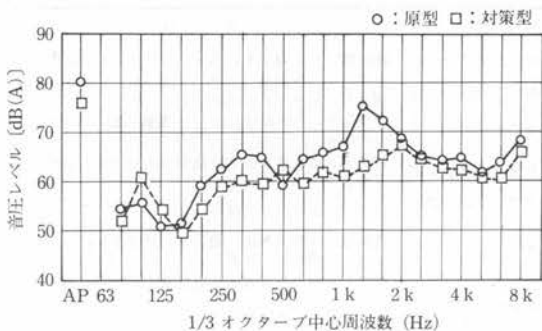


図-9 騒音低減対策効果(630 rpm, 右側 1 m)

おりである。

形 式：D 60 P-6 型

運転整備重量：17,500 kg

最大けん引力：15,620 kg

機 関：NH 220 CI 型, 140 PS/1,600 rpm

接 地 圧：0.29 kg/cm²

(2) 試験方法

ブルドーザ足回り装置の騒音対策効果を調査する場合、被けん引方式による方法が一般的であるが、本供試ブルドーザは足回り装置以外にエンジン騒音の低騒音対策が施されているため、足回り騒音の方がエンジン騒音を上回っている。したがって、自走方式でも比較的精度のよい調査が可能であり、今回は自走方式により調査を行った。

試験は対策内容、走行速度を変えて騒音測定を行い、各部の騒音寄与量、低減効果などを算出した。

走行騒音は長さ 30 m の走行区間を設定し、中間の 10 m, 20 m 地点において進行方向と直角に 7 m, 15 m, 30 m の 6 点（マイクロホン地上高 1.5 m）において測定した。このほか、各足回り音源の近接点騒音（一例を写真-3 に示す）も測定した。

運転条件はエンジンフルスロットルで前進 1 速、前進 2 速、後進 2 速、後進 4 速とした。

表-2 に 30 m 地点の騒音レベル（平均値）を示す。騒音レベルは速度が速くなるに従い大きくなる。

図-10 は走行速度と騒音寄与量の関係を示したものである。足回り騒音の寄与量は走行速度と指数関数にあり、走行騒音レベルは走行速度と線形な関係にあるものと思われる。エンジン騒音は走行速度と無関係にほぼ一定値を示しているが、各足回りの騒音寄与量は走行速度が速くなるに従い大きくなる。また、下転輪の音は前後進にかかわらず走行速度に比例して発生量が増加するが、上転輪は前進時より後進時の方が音の発生量が大きい。

図-11 は前進 1 速、後進 2 速の場合の騒音寄与量を



写真-3 近接点騒音測定

表-2 30 m 地点の騒音レベル [単位: dB(A)]

対策状態	前 進		後 進	
	1 速	2 速	1 速	2 速
標準車 (原型)	65.2	67.3	69.0	73.5
一部対策車	60.8	62.0	66.0	70.2

(注) 一部対策車には起動輪と遊動輪に対策が施されている。

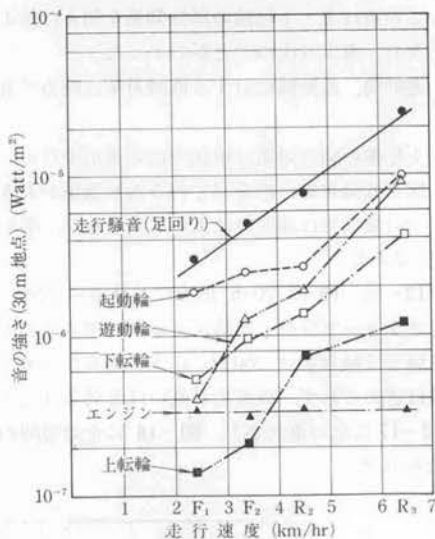


図-10 走行速度による騒音寄与量

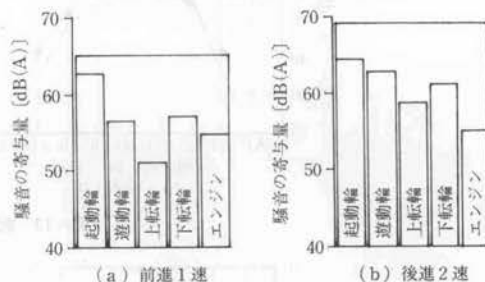


図-11 原型状態の騒音寄与量 (30 m 地点)

dB(A) に換算した値をグラフに示したものである。

(3) 対策内容と対策効果

足回り装置の対策は、エンジン本体同様まず騒音源別に各種対策技術を整理し、これら対策について総合的に検討し、次の低減対策を行うこととした。

① 起動輪は側面にゴムを取付け、リンクピンと起動輪の打撃速度を緩衝させる。

② 遊動輪頂部にゴムを取付け、リンクと遊動輪の衝撃を緩衝させる。

③ 下転輪の内ローラと外ローラ間に緩衝ゴムを挿入し、衝撃力を吸収する。

④ 上転輪の外ローラ外にウレタンゴムを焼付ける。

①と②の対策はすでに供試ブルドーザに騒音対策用として採用されているので、今回は③と④の対策を新規に追加した。図-12 にそれらの概要を示す。なお、①と

②については本誌 1978 年 1 月号を参照されたい。

表-3 に騒音低減効果を示すが、単独に騒音対策を実施するよりも総合的な対策を実施した方が有効であることがわかる。表中の参考欄は建設省に納車された起動輪と遊動輪に対策を実施した場合の低減効果を示す。全対策の場合 1.9 dB(A) (後進 2 速で) さらに低減されており、この値は上・下転輪の単独効果を加えた値より大きい。なお、表より次のことがわかった。

① 遊動輪、起動輪に対する低減対策は極めて有効である。

② 上転輪の騒音対策は単独では効果が少ない。

③ 騒音低減対策は組合せて行う方が効果が大きい。

④ 全対策効果は速度段によって異なるが、平均 5.0 dB(A) である。

図-13~図-16 に 30m 地点における各音源の対策効果をオクターブ分析した結果を示す。図より緩衝ゴムによる騒音低減対策は 250 Hz 以下の周波数帯域での低減効果は認められず、周波数が高いほど効果は大きい。また図-17 に全対策効果を、図-18 に全対策時の騒音寄与量を示す。

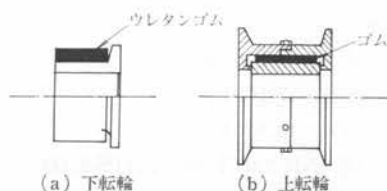


図-12 上・下転輪防音対策

表-3 騒音対策の効果 (30m 地点)

(単位: dB(A))

対策内容	走行速度			
	前進 1 速	前進 2 速	後進 2 速	後進 3 速
足回り全対策	4.6	6.2	4.9	4.1
起動輪	2.7	2.1	1.5	1.5
遊動輪	0.4	1.0	1.1	1.4
上転輪	—	—	0.2	—
下転輪	0.4	0.5	0.4	0.3
(参考)	4.4	5.3	3.0	3.3

6. あとがき

ブルドーザの主な騒音源であるエンジン本体および足回り装置の騒音対策とその効果について述べてきたが、

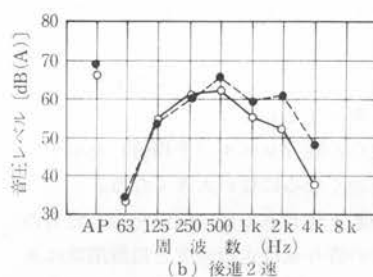
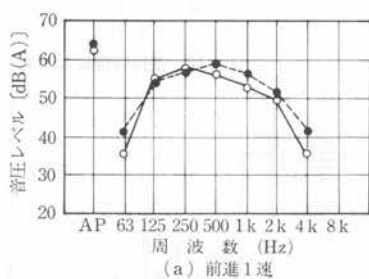


図-13 起動対策の効果

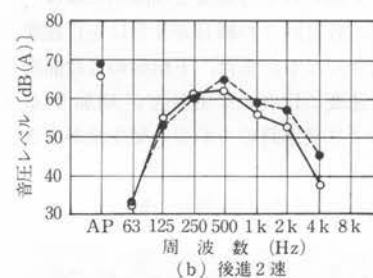
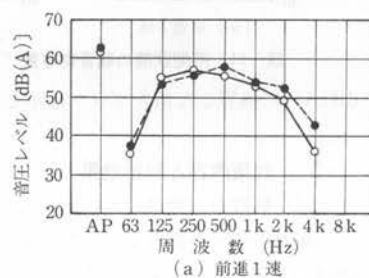


図-14 遊動輪対策の効果

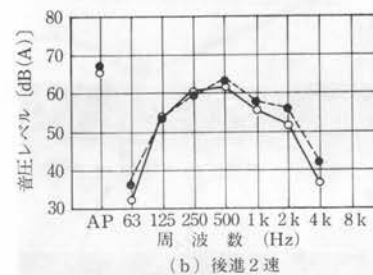
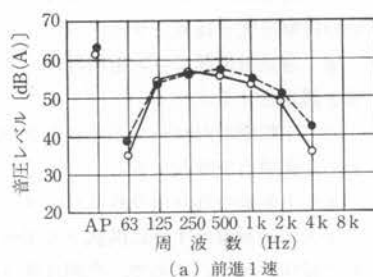


図-15 上転輪対策の効果

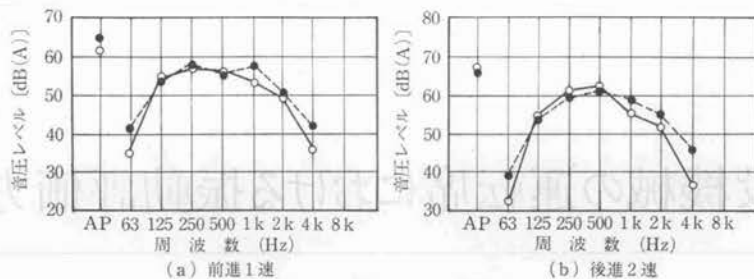


図-16 下転輪対策の効果

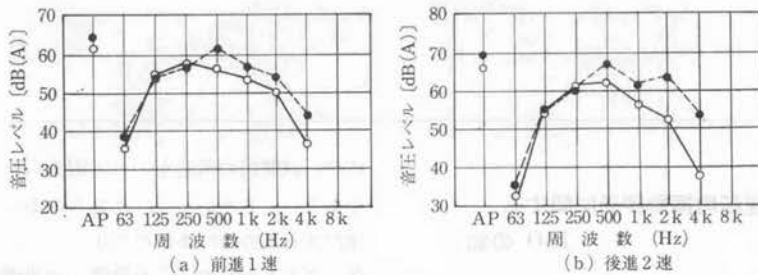


図-17 全騒音対策の効果

エンジン本体を 3.6~6.3 dB(A)、足回り装置では 4.1~6.2 dB(A) 低減させることができた。内容的には期待どおりの低減効果が得られなかった対策もあったが、全体として目標とする低騒音型ブルドーザの開発について見通しを得た。しかし、エンクロージャ技術の改善、補機類関係、油圧ポンプを含む動力伝達系統などまだ検討すべき項目が残されている。今後はいままでの成果にこれらの検討結果を上積みして所期の目的を達成したい。

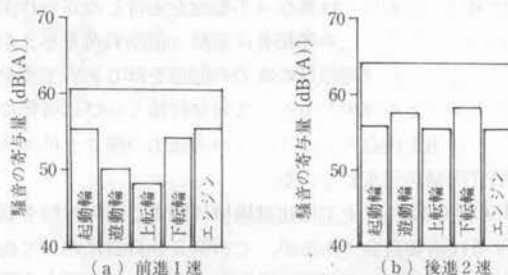


図-18 騒音低減対策後の寄与量

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 電話 東京 (03) 433-1501

日本建設機械要覧 (1980年版) B5判 1,294頁 *頒価 36,000円 円 1,300円

現場技術者のための「建設機械と施工法」 B5判 346頁 *定価 3,000円 円 400円

建設機械化の30年 A4判 170頁 頒価 2,000円 円 400円

Japan's Construction Equipment B5判 112頁 頒価 2,000円 円 350円

骨材の採取と生産 B5判 700頁 *定価 15,000円 円 500円

(注) * 印は会員割引があります。また、送料が一部改定になっております。

建設機械の運転席における振動評価方法

藤 本 義 二*

1. 建設機械の運転席振動評価に関する

ISO の動き

ブルドーザ、ローダ、スクレーパ等のいわゆる重建設機械類は、自動車とは異なり不整地を走行しながら作業を行うことが多いため運転者に過酷な振動負荷を与えがちである。これは運転員の疲労の促進をはじめ胃下垂や脊柱異常などの原因ともなって安全対策ならびに労働衛生上の問題を提起しており、その評価法の確立と低減策の研究開発が望まれている。

ISO/TC 127 は土工用建設機械に関する国際規格を審議する技術委員会であるが、その第2分科会において建設機械の運転員に伝達される振動の評価方法に関する問題がとり上げられたのは1977年のことである。これに先立って、農業機械に関する技術委員会 TC 23 では農業用トラクタの振動を評価するための国際規格案を審議して、この時点ではすでに DIS (Draft International Standard) の形にまとめられていた。この案では農業用トラクタの運転席上の振動を評価する方法として標準の凹凸路面を規定し、試験すべきトラクタがその上を一定速度で走行したときの運転席上の振動加速度を測定するのを原則としている。

TC 127 においても、はじめは農業用トラクタにならぬ機種別の標準路を定めてその上を実際に機械を走行させる方法が検討されたが、次に述べる理由によりこの案は不採用になった。

それは、建設機械は土工用に限っても種類が多く、その大きさも極めて広範囲にわたっているため非常に多種類の標準試験路を用意しなければならないこと。モータスクレーパなどは 50~60 km/hr という比較的高速で走行するのが普通であるため、極めて長い試験路が必要になること。さらに、大型機になると機械重量も重くなる

ので、試験路の構造もこれに耐えられるものでなければならない。したがって、これらの条件を満たす試験路を建設するためには多額の費用がかかる結果になる。また、ブルドーザのような履带式建設機械の凹凸試験路をコンクリートのような固い材料で造った場合、機械に与える衝撃は実際の作業時のそれとはかなり異なったものになるであろうし、反対に土のようなやわらかい材料で造る場合はその再現性が期待できない。

おおむね以上のような理由で建設機械の場合には標準凹凸路を走行させるという方法は見送られ、代案として間接的ではあるが、振動台による運転席の加振試験が検討されることとなった。

この方法は、電気的に制御される油圧式の加振装置を用い、その台上に試験すべき建設機械の運転席を固定し、加振入力として各機種ごとに定められた標準振動を負荷したときのシート上の鉛直方向の振動加速度の測定値を基準値と比較することにより評価を行うものである。したがって、この考え方の背後には、振動伝達経路からいってシートサスペンション以前の車体の振動伝達特性は、機種が決まれば決定されるという思想が前提となっている。この点にまったく問題がないわけではないが、機械全体を加振する装置の設備費を考慮すると、改善の策として止むを得ないものではないかと考えられる。

このような試験法を採用するとき、最大の問題はいかなる振動負荷を与えるかということであって、それはそれぞれの機械を実際に現場で使用した際の運転席を取付けている車体部分の振動を代表するものでなければならない。

運転席取付部に加えるべき振動負荷の案としては現在米国からの提案があるのみであるが、これを図-1~図-4に示す。図-1は通常のモータスクレーパ、図-2はサスペンションや振動吸収ヒッチ付のモータスクレーパ、図-3はホイールローダおよびホイールトラク

* Yoshiji Fujimoto 建設機械化研究所技師長

タ、図-4 は履帯式車両およびモータグレーダに対するもので、振動加速度のパワースペクトル密度関数(PSD)の形で与えられている。

振動の基準入力をこのように PSD で規定する理由として同案の解説では次のように述べている。すなわち、試験用の振動入力を規格化するには PSD の形で表示するのが最も簡単であり、かつ正確でもある。例えば、異なった試験場での試験結果を比較して、両者の試験振動の PSD が規格に合致するものであれば、振動台への入力信号の合成方法や装置の特性がいかに異なっても、両者はまったく同一の条件下におけるテストであるということができる。もしも、試験入力として振動加速度の値そのものを時間の関数として規定しようとするならば、我々は試験用の加振装置に対する厳密な仕様を詳細に規格化しなければならないであろうし、また、このような高級な試験設備を必要とする試験方法は国際規格としての ISO の性格上望ましいものではない。

2. 我が国における振動測定結果

上述の米国案には、これに示されている基準入力振動の PSD は米国において各機種による試験施工を実施した際の運転席取付部の鉛直方向の振動加速度の測定結果から統計処理により求められたものであるとの説明が付されている。これに対して、我が国においても実際の工事現場における建設機械の振動の実測調査を行い、その結果に基づいて米国案の妥当性の検討を行う必要があると考えられたが、幸い通産当局の賛同を得て、昭和 53 年度、54 年度の 2 カ年にわたり、日本機械工業連合会の「機械安全化に関する調査研究」事業の一環として、土工用建設機械 7 機種、延べ 52 台に対する振動実測調査を実施することができたので、その結果の概要を以下に紹介する。

(1) 調査対象機種

表-1 に調査の対象とした機種、規格および調査現場名を示す。なお、この表に示したクラス番号は ISO の原案による機種の分類番号である。

(2) 測定項目および測定装置

運転席取付位置付近の車体フレームの振動加速度と運転席シート上のそれとを同時に測定した。それぞれのセンサー取付状況を写真-1、写真-2 に示す。後者は上下方向の圧電型加速度センサーを直径 250 mm の円板上にセットし、その上をスポンジゴムでカバーしたもので、ISO 案に準拠している。

測定された振動加速度はデータレコーダに収録された後、高速フーリエ変換の手法を利用したデジタルシグナ

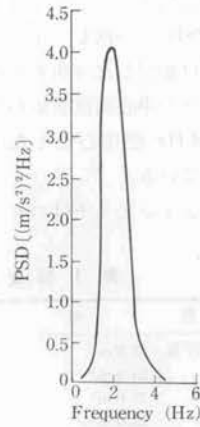


図-1 懸架装置や振動吸収用ヒッチを持たないモータスクレーバに対する振動入力の PSD

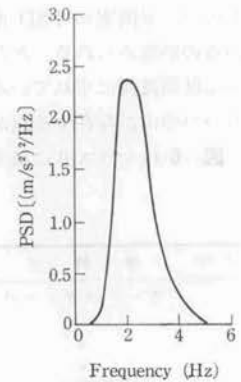


図-2 懸架装置あるいは振動吸収用ヒッチ付モータスクレーバに対する振動入力の PSD

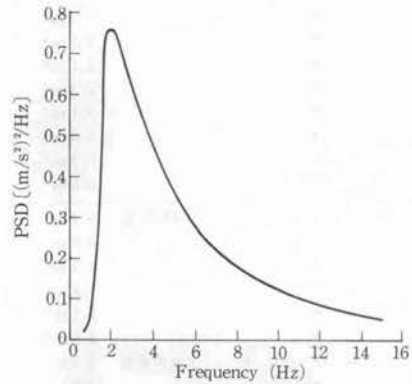


図-3 ホイールローダ、ホイールトラクタに対する振動入力の PSD

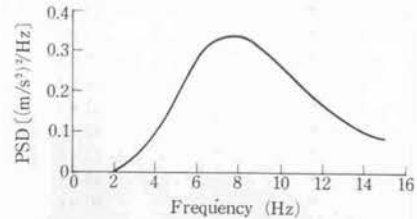


図-4 モータグレーダ、クローラトラクタ、クローラローダに対する振動入力の PSD

ルアナライザによりパワースペクトル密度関数の形に解析が行われた。

(3) 調査結果とその検討

(a) 運転席取付部の振動加速度

以上のようにして得られた運転席取付部の上下方向振動加速度の PSD の分布状況を機種別に示したのが図-5～図-13 である。なお、これらの図で破線で示したのは前述の米国提案の PSD カーブである。

図-5 は ISO 分類のクラス I に属するリジッドヒッチタイプのモータスクレーパの PSD を一括して示したもので、米国案の PSD 曲線にほぼ類似した分布をしているのが認められる。ただ、ピークの中心周波数がわずかに低周波側にずれているのと、4 Hz を中心としたもう一つの山が存在する点が異なっている。

図-6 はクラス II に属するクッションヒッチ付のモー

タスクレーパの PSD である。調査台数が少ないため確定的なことはいえないが、米国案の PSD とはかなり様相の異なった分布をするようである。したがって、この場合は単一ピークの曲線よりも 1.5 Hz と 4 Hz 前後にほぼ等しい 2 個のピークをもつ曲線で近似する方がより実態に即するものと思われる。

図-7 はクラス III に分類されるホイールローダの PSD

表-1 調査対象機械一覧表

クラス	機 械 名	規 格	調 査 場 所	備 考	
I	モータスクレーパ	山積容量 23.0 m ³	厚木ニュータウン造成工事現場	ツインエンジン	
	＊	23.0 m ³	＊	＊	
	＊	23.0 m ³	＊	＊	
	＊	23.0 m ³	緑ヶ丘団地造成工事現場	ツインエンジン	
	＊	33.6 m ³	浅間山土取り工事現場	＊	
II	モータスクレーパ	山積容量 23.0 m ³	厚木ニュータウン造成工事現場	クッションヒッチ付	
	＊	33.6 m ³	浅間山土取り工事現場	クッションヒッチ付ツインエンジン	
III	ホイールローダ	山積容量 0.6 m ³	建設機械化研究所作業試験場	ビードレスタイヤ	
	＊	1.0 m ³	キャタピラー三菱秩父センター内		
	＊	1.4 m ³	＊		
	＊	1.7 m ³	＊		
	＊	2.1 m ³	＊		
	＊	2.3 m ³	建設機械化研究所作業試験場		
	＊	3.1 m ³	キャタピラー三菱秩父センター内		
	＊	4.0 m ³	＊		
	＊	5.4 m ³	＊		
	＊	9.6 m ³	＊		
IV	クローラローダ	山積容量 0.4 m ³	キャタピラー三菱秩父センター内	湿地タイプ	
	＊	0.8 m ³	＊		
	＊	1.3 m ³	＊		
	＊	1.8 m ³	＊		
	＊	2.1 m ³	＊		
	＊	3.9 m ³	＊		
	ブルドーザ	全装備重量 3.5 t	＊		＊
		＊	7.2 t		＊
		＊	10.1 t		＊
		＊	13.8 t		＊
		＊	16.0 t		＊
		＊	17.1 t		＊
		＊	21.0 t		厚木ニュータウン造成工事現場
		＊	22.6 t		キャタピラー三菱秩父センター内
		＊	31.6 t		＊
		＊	31.6 t		＊
	クローラトラクタと 被けん引式スクレーパ	トラクタ単体全装備重量 17.6 t	厚木ニュータウン造成工事現場		山積容量12.5 m ³ 、適合トラクタ重量15 t
		＊	18.6 t		＊
		＊	29.3 t		＊
		＊	25.5 t		＊
＊		25.5 t	＊		
モータグレーダ		車両重量 11.8 t	緑ヶ丘団地造成工事現場	山積容量21.4 m ³ 、適合トラクタ重量22 t	
		＊	13.5 t		建設機械化研究所構内
		＊	15.1 t		＊
		＊	21.3 t		江田島土砂採取工事現場
		＊	27.4 t		浅間山土取り工事現場
	＊	27.4 t	キャタピラー三菱秩父センター内		
重ダンプトラック	最大積載量 45.4 t	江田島土砂採取工事現場	＊		
	＊	45.4 t		＊	
	＊	46.0 t		＊	
	＊	46.0 t		＊	

をまとめたものであるが、一、二の小型機の場合を除けば全体としてほぼ ISO 案のカーブの中に納まっているように見える。しかし、これをバケット容量 4m^3 以上の大型機のグループとそれ以下のグループに分けてみると、その間に著しい差があることが認められ、ISO 案の標準入力を一律に適用した場合、大型のホイールローダについては過酷に過ぎる嫌いが出てくるものと考えられる。

次に図-8～図-11にクラスIVに属する履带式建設機械、すなわちクローラローダ、スクレーパをけん引するクローラトラクタおよびブルドーザの PSD を示す。ただし、ブルドーザについては 20t クラスを境にして大型機のグループと小型機のグループに分けている。これらを ISO の標準入力曲線と比較すると、スクレーパをけん引するトラクタについてはほぼこれに近い分布を示すが、ローダや大型ブルドーザにおいては $1/2$ 以下のレベルに納まっている。これに反し小型ブルドーザの場合には逆に ISO 案よりもかなり高いレベルを示しており、またピークの中心周波数もわずかに低周波側にずれている。

図-12 にモータグレーダの PSD を示す。ISO 案に

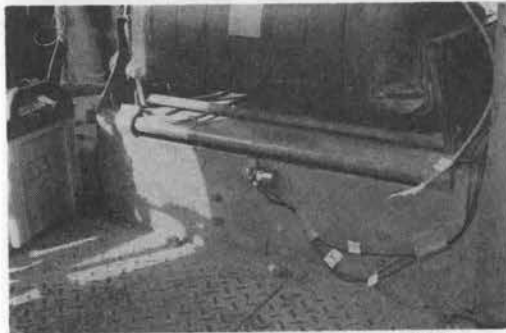


写真-1 運転席取付部の加速度センサー取付状況



写真-2 シート上の加速度測定装置設置状況

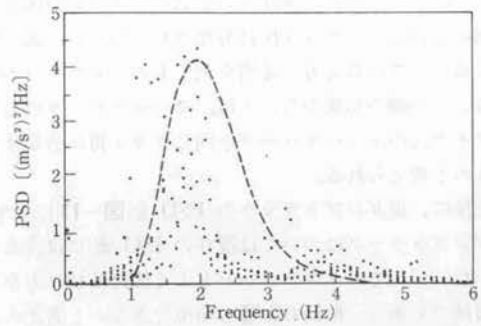


図-5 モータスクレーパ (クラス I) の運転席取付部における上下方向振動加速度の PSD

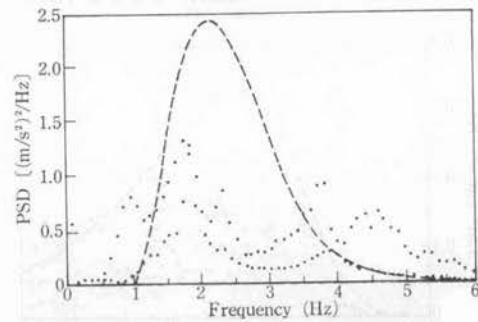


図-6 モータスクレーパ (クラス II) の運転席取付部における上下方向振動加速度の PSD

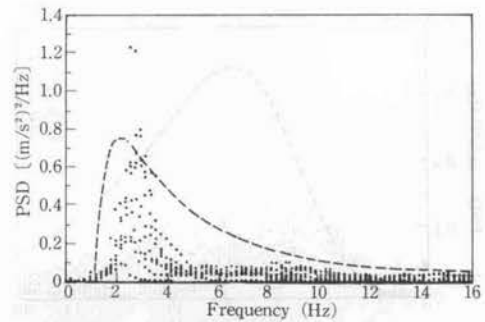


図-7 ホイールローダ (クラス III) の運転席取付部における上下方向振動加速度の PSD

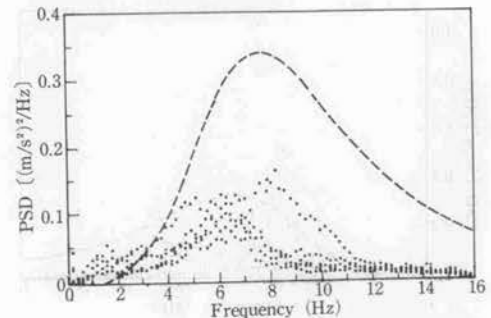


図-8 クローラローダ (クラス IV) の運転席取付部における上下方向振動加速度の PSD

においてはモータグレーダはその振動のパターンが履帯式車両に近いとしてクラスIVに分類されているが、図-12によると、この考え方が妥当を欠くものであることがわかる。この調査結果からいえば、モータグレーダはむしろタイヤ式のホイールローダと同じクラスIIIに分類すべきものと考えられる。

最後に、重ダンプトラックの PSD を図-13 に示す。重ダンプトラックについては現在の ISO 案には含まれていないが、モータスクレーバとよく似た使われ方をする機械でもあり、振動の影響も無視できないと考えられたので本調査の対象に加えた。調査の対象とした機種が限られているため結論を出すのは早計であるが、図-13によるとクラスIIIのカーブで近似することも可能なよう

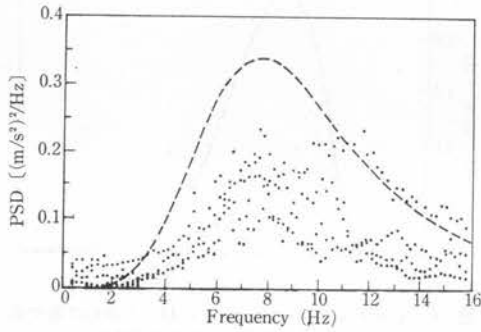


図-9 クローラトラクタ (クラス IV) の運転席取付部における上下方向振動加速度の PSD

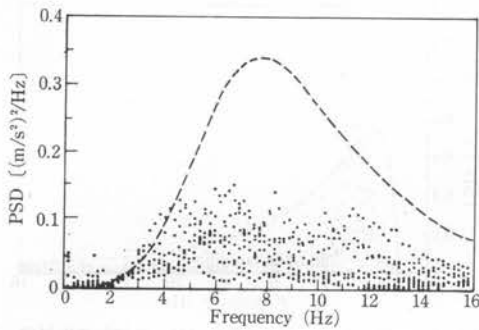


図-10 大型ブルドーザ (21~86 t, クラス IV) の運転席取付部における上下方向振動加速度の PSD

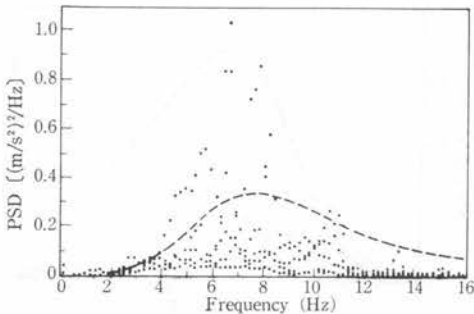


図-11 小型ブルドーザ (7~17 t, クラス IV) の運転席取付部における上下方向振動加速度の PSD

表-2 運転席上の上下方向振動加速度の rms 値

機種	資料台数	1 サイクルの rms 値 (m/s²)		1.25 m/s² を越える台数率 (%)
		範囲	平均	
モータスクレーバ	6	1.26~2.02	1.59	100
ホイールローダ	10	0.71~1.86	1.05	40
クローラローダ	4	0.66~1.21	0.91	0
クローラトラクタ	5	0.69~0.97	0.82	0
ブルドーザ	15	0.46~2.29	1.30	40
モータグレーダ	3	0.54~1.56	1.09	33
重ダンプトラック	3	1.00~1.23	1.13	0

である。

(b) 運転席上の振動加速度

運転席シート上における上下方向の振動加速度の rms 値を表-2 に示す。これらの値は、データレコーダに記録された運転席上の振動加速度の出力を振動レベル計を通すことにより ISO 案に規定されている周波数別の重みづけ (図-14 参照) をしたうえ、1 サイクルについて自乗平均したもので、ISO 案ではこの値が 1.25 m/s² 以下であることを要求している。この結果によると現状の機械ではこの基準値を上回るものもかなり多いことが認められ、特にモータスクレーバでは調査台数の 100% がこれを越えていて、運転員に対する振動負荷の厳しいことを物語っている。その他の機種ではホイールローダ、ブルドーザ、モータグレーダ等で 30~40% のものがこの値を上回っているのに対し、クローラローダ、クロー

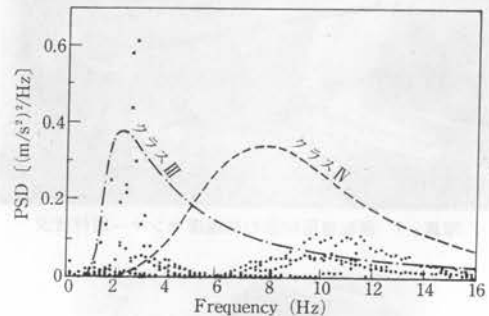


図-12 モータグレーダ (クラス IV) の運転席取付部における上下方向振動加速度の PSD

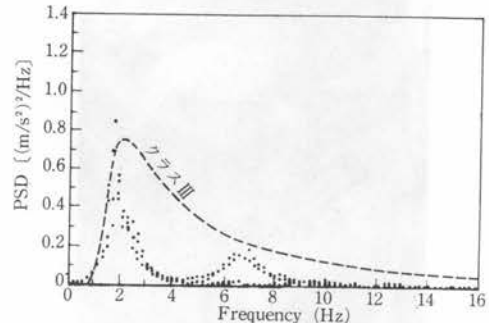


図-13 重ダンプトラックの運転席取付部における上下方向振動加速度の PSD

ラトラクタ、重ダンブトラックでは全台数が基準値を下回っていた。

なお、この 1.25 m/s^2 という許容値は、「ISO 2631 Guide for the evaluation of human exposure to whole-body vibration」に規定されている鉛直振動の暴露限界の8時間値を基にして算定されたものであるが、その妥当性については今後さらに人間工学的な立場から検討する必要があるであろう。

3. ま と め

土工用建設機械の運転席上の鉛直振動評価方法に関する ISO 案を検討するため広範囲な実測調査とそのパワースペクトル解析を行った。その結果を要約すると次のとおりとなる。

① クッションヒッチ等の振動吸収装置を持たないモータスクレーパの運転席取付部の上下方向振動加速度のパワースペクトル密度関数 (PSD) は $1 \sim 2 \text{ Hz}$ に中心を有する高いピークと 4 Hz 前後の比較的低い山で特長づけられるが、全体としては ISO で提案されているクラス I の機種に対する基準入力振動の PSD に類似している。

② クッションヒッチのついたモータスクレーパの場合は ISO 案の PSD とは様相の異なった分布を示し、単一ピークの曲線よりも 1.5 Hz 前後にほぼ等しいレベルの2個の山をもつ曲線により近似する方が望ましい。

③ ホイールローダについては、PSD 曲線の形状は ISO 案のそれに一致しているが、同案のピークのレベルはバケット容量 4 m^3 以上の大型機には過酷にすぎる嫌いがある。

④ クローラローダ、クローラトラクタ、ブルドーザ等の履帯式建設機械のうち、ISO 案に近い分布を示すのはスクレーパをけん引するトラクタの場合のみで、ローダや 20 t 以上の大型ブルドーザでは $1/2$ 以下のレベルに納まっている。これに対し、機械重量 20 t 以下の小型ブルドーザの場合には ISO 案に比べてかなり高いレベルを示し、ピークの中心周波数も若干低周波側にずれている。

⑤ モータグレーダについては、ISO 現案では履帯式車両に近いとしてこれと同じクラスに分類されているが、実際にはホイールローダによく似た形の PSD を示す。

⑥ 重ダンブトラックについても、ホイールローダと同じクラス III の PSD 曲線で近似することができる。

* * *

おおむね以上のような結論を得たが、これらの結果に

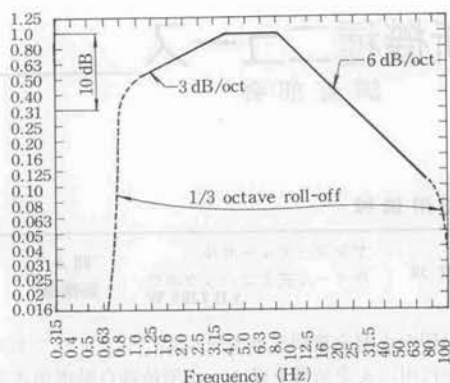


図-14

よると、現在提案されている ISO の機種別 PSD 曲線には再考の余地が多分にあるものと考えられる。したがって、今後の TC 127/SC 2 の審議過程において、日本側の意見あるいは修正案作成のうえで、この実験結果がなんらかの参考になれば誠に幸いである。

訂 正

本誌 1980 年 12 月号 (第 370 号) の執筆者名に誤りがありましたことをお詫びし、下記の通り訂正致します。

記

1980 年 12 月号 (第 370 号) 40 頁

「東北新幹線建設の概況」

(誤)……………西川 由郎

(正)……………西川 由朗

新機種ニュース

調査部会

▶ 掘削機械

80-02-30	ヤンマーディーゼル ホイール式ミニバックホウ YB1200 W	'80.9 新機種
----------	---------------------------------------	--------------

業界初の小型全旋回式ホイール式バックホウである。道路走行用の安全装置を備え、小型特殊自動車型式認定を取得しているため普通免許で一般道路が走行できる。自走で近距離現場間移動ができるので経費節減、作業効率アップに役立つ。また走行、掘削作業などすべての操作が運転席に座ったままでき、前後進操作はペダル式を採用、後輪はダブルタイヤで、作業時は4点支持アウトリガが使える、安定性もよい。

表-1 YB1200 W の主な仕様

バケット容量	標準 0.12 m ³	全長×全幅	4,620×1,615 mm
全装備重量	2,800 kg	駆動方式	4×2
定格出力	24 PS/2,400 rpm	走行速度	14.9 km/hr
最大掘削半径	4,400 mm	登坂能力	25°
最大掘削深さ	2,550 mm	最大掘削力	2,200 kg



写真-1 ヤンマー YB1200 W ホイール式バックホウ

80-02-31	早崎鉄工所 ミニバックホウ DH-05	'80.10 新機種
----------	------------------------	---------------

重量 1,100 kg、機体幅 1,020 mm とコンパクト設計のミニバックホウである。全旋回式であり、ブームも左右に 50° スイングし、いままですら手に頼っていた狭い現場

表-2 DH-05 の主な仕様

バケット容量	標準 0.05 m ³	全長×全幅	3,250×1,020 mm
全装備重量	1,100 kg	走行速度	2.0 km/hr
定格出力	10 PS	登坂能力	30°
最大掘削半径	3,300 mm	接地圧	0.21 kg/cm ²
最大掘削深さ	1,750 mm		



写真-2 早崎 DH-05 ミニバックホウ

場の掘削作業に効率よく稼働できる。さらにブレードを装着しており、掘削土の埋戻し作業も簡単に行える。エンジンは建設機械用に開発された低騒音・低振動タイプを搭載し、足回りはプルタイプで、リンクは土砂排出色としている。

▶ 運搬機械

80-04-07	日産ディーゼル ダンプトラック K-CW 60 HD	'80.10 新機種
----------	----------------------------------	---------------

10 t 車としては最大級の 350 PS の V10 エンジンを搭載した 2 デフのダンプトラックである。山砂利採取現場などの急こう配を大きな駆動力で走破するとともに、公道においても余裕走行を示し、稼働サイクルを短縮、輸送効率の向上を図っている。キャブは、室内幅を拡大し、居住空間を広げ、ヨーロッパ・ボクシータイプとしており、操縦性、室内装備などもよく配慮された準カスタム仕様車である。



写真-3 日産ディーゼル K-CW 60 HD ダンプトラック

表-3 K-CW 60 HD の主な仕様

最大積載量	10,250 kg	全長	7,655 mm
車両重量	9,455 kg	全幅	2,490 mm
最高出力	350 PS/2,500 rpm	全高	2,855 mm
駆動方式	6×4	最小回転半径	7.2 m
荷台寸法	5,100×2,200 mm	登坂能力	tan θ 0.47

新機種ニュース

80-04-08	アジアオーバースイズコーポレーション (DJB 社製) ダンプトラック D 350 B	'80.9 新機種
----------	--	--------------

英国 DJB エンジニアリング社製の 35t 積、アーテイクキュレート式ダンプトラックである。フレームは前後部独立しており、小さい回転半径によりすぐれた機動性を発揮する。トランスミッションは前進 4 段、後進 3 段のフルパワーシフトを採用、また作業条件により 2 輪、4 輪駆動を選択できる。広幅の 26.5×25 のタイヤは悪条件下でも良い浮力と接地圧が得られ、軟弱地、不整地などにおいてもすぐれた性能を発揮できる。

表-4 D 350 B の主な仕様

最大積載量	35.0 t	全長	9,094 mm
車両重量	23.6 t	全幅	3,000 mm
エンジン出力	255 HP/2,200 rpm	全高	3,250 mm
最高速度	50 km/hr	最小回転半径	7.95 m



写真-4 DJB D 350 B ダンプトラック

▶ クレーンほか

80-05-15	住友重機械建機販売 (住友重機械工業製) クローラクレーン LS-538 S	'80.10 新機種
----------	--	---------------

ますます大型化、高層化するプラント建設、橋梁工事や大型テトラポッド設置などに対応して開発された新製品である。大きなつり上げ能力のほか、パワーシフトトランスミッション、独自のスピードマッチング制御と主巻自動ブレーキ等によりすぐれた操作性をもち、主巻ほかの各機能は完全独立駆動で複合動作もやりやすい。またワンタッチ式上下分割装置、ジャッキアップ装置により分解輸送が容易であり、居住性、整備性なども良く配慮されている。



写真-5 住友 LS-538 S クローラクレーン

表-5 LS-538 S の主な仕様

つり上げ能力	180 t×5.0 m	巻上ロープ速度	60/30 m/min (主・補助とも)
全装備重量	160 t	旋回速度	3.8/1.9 rpm
定格出力	255 PS/2,000 rpm	走行速度	1.6/0.8 km/hr
ブーム長さ (基本~最長)	13.7~32 m (18.3~91.4 m)	登坂能力	16.7°
ブーム長さ (ジブ付最長)	76.2+30.5 m	接地圧	0.93 kg/cm ²
クローラ全長 ×全幅	8,380×6,618 mm	シ ュ ー 幅	1,118 mm

(注) 諸数値はハンマヘッドブームの場合、() 内はテーパーブームの場合を示す。

▶ コンクリート機械

80-11-14	石川島播磨重工業 コンクリートポンプ車 IPF-100 B	'80.10 新機種
----------	-------------------------------------	---------------

工事の大型化に応じて開発された 3 段油圧屈折ブーム付の国産最大級の新製品である。吐出圧力大で大口径シリンダを採用しており、低スランプコンクリートの大容量打設も可能で、ナベリ弁の寿命も長い。ホッパ容量が大きく、大型ミキサ車の 2 台づけも容易であり、また直噴エンジンを使用し、レバーによる吐出量調整でエンジン回転数と油圧ポンプを合理的にセットし、経済的な運転ができる。デッキも広く、作業性や安全性も配慮され

表-6 IPF-100 B の主な仕様

最大吐出量	100(67) m ³ /hr	最大輸送距離 (150A 管)	水平 750(1,120) m 垂直 125(200) m
車両総重量	15,460 kg	ス ラ ン プ	5~23 cm
エンジン出力	260 PS/2,600 rpm	輸 送 管 径	100A, 125A, 150A
ブーム 長さ/地上高	17.4/20.7 m	ホ ッ パ 容 量	0.39 m ³

(注) () 内数値は仕様一部変更モデル IPF-100 BH の場合を示す。

新機種ニュース



写真-6 石川島 IPF-100 B コンクリートポンプ車

ている。

舗装機械

80-12-05	東京工機 アスファルトフィニッシャー MT-FC 4 N	'80.6 モデルチェンジ
----------	------------------------------------	------------------

シンプルな設計により操作性、サービス性の向上を図ったモデルチェンジ機である。エンジンマウントを低くして視界を広くし、電磁クラッチを採用した複列フィーダと運転操作系の集約により操作性を改善した。かき出し作業はフィーダ、スクリーンの補助スイッチにより便利となり、またワイドな足回りと3点懸架構造により走行安定性と舗装仕上り精度をアップさせている。

表-7 MT-FC 4 N の主な仕様

舗装幅	2.4~3.6 m (4.2 m)	作業速度	1.7~10.0 m/min
舗装厚	10~150 mm	移動速度	13.0~76.1 m/min
重量	8,000 kg (8,150 kg)	ホッパ容量	7,000 kg
最大出力	35 PS/1,800 rpm	全長×全幅	4,808×3,000 mm

(注) () 内はⅡ型

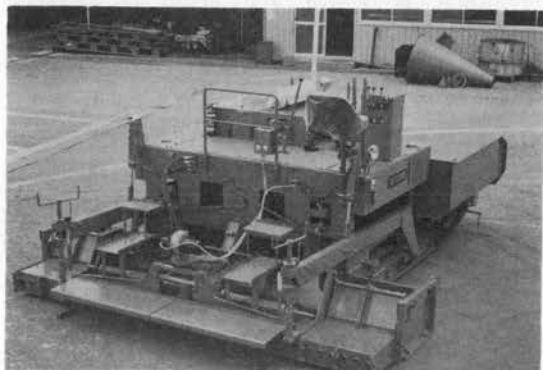


写真-7 東京工機 MT-FC 4 N アスファルト
フィニッシャー

▶原動機ほか

80-16-06	デンヨー エンジン溶接機 DCI-270 SS	'80.10 新機種
----------	----------------------------	---------------

溶接中でも交流電源を使用したいという市場のニーズに応え直流溶接機と交流発電機を一体化し、しかも同時使用できる兼用機である。独自のスローダウン装置により、無負荷運転時にはエンジンが自動的に低速となり、燃料、オイルの消費を節減する省エネタイプであり、また防音型でもあるため、騒音規制の厳しい市街地や夜間の作業など、幅広い作業に溶接や電動機器のパワースーツとして利用できる。



写真-8 デンヨー DCI-270 SS エンジン溶接機

表-8 DCI-270 SS の主な仕様

溶接電流	50~270 A (定格 250 A)	エンジン出力	18 PS/3,000 rpm
適用溶接棒	2~6 mm	寸法	1,385×740 ×920 mm
溶接機出力	8.13 kW	重量	430 kg
発電機出力	6 kVA		

「新機種」の資料提供のお願い

各社で新機種を発表される際、配布される資料を本協会にも1部ご送付下さい。「新機種ニュース」掲載への資料といたします。

—調査部会—

文献調査

文献調査委員会

査読稿文

明日の建設機械の展望

“A look at tomorrow's equipment”

Engineering News-Record
September 11, 1980

1981年1月ヒューストンで開かれる建設機械大展示会 (CONEXPO'81) で、エレクトロニクスを用いた制御系や監視系、高度な油圧系、軽量で耐久性のある材料、今までとは違った形式のエンジンといった将来の建設機械に期待される技術の芽ばえが見られるであろう。

機械のメーカは過去20年の間にあった進歩に匹敵するような将来の発展のための具体的な内容を示し得てはいないけれども、機械はしばしば期待を越えた進歩を示すものである。

製造業者達は新しい分野への努力を行っており、建設機械の技術に他の分野の技術、人間の機能の研究に基づく生物学的化学的技術や電磁流体力学の研究に基づく原子核あるいはプラズマの技術を取り入れることに期待を寄せている。

しかしながら、最も早く現われるのはエレクトロニクスによる制御、監視および自己診断となろう。これらの分野はすでにいくつかの適応例があり、今後も多くの実用化が図られて行くであろう。

近い将来、性能を最適に引き出すためにエンジンのコンピュータによる制御が行われるであろう。またパワーショベル、スクレーパーやフロントエンドローダの作業サイクルをプログラム化しようとする研究も行われているが、簡単な作業内容は容易にできるが、複雑な判断については非常にむずかしく、実現まで10年以上の時間が必要となろう。

まずエンジン、トランスミッションといったサブシステムの最適化制御から始めて、最後にトータルシステムとして完成されるであろう。

油圧系はエレクトロニクスとの組合せによってオートメーションと監視に使われて行くであろう。油圧は現在 $210 \text{ kg} \cdot \text{f}/\text{cm}^2$ のものが $420 \sim 560 \text{ kg} \cdot \text{f}/\text{cm}^2$ に上昇し、

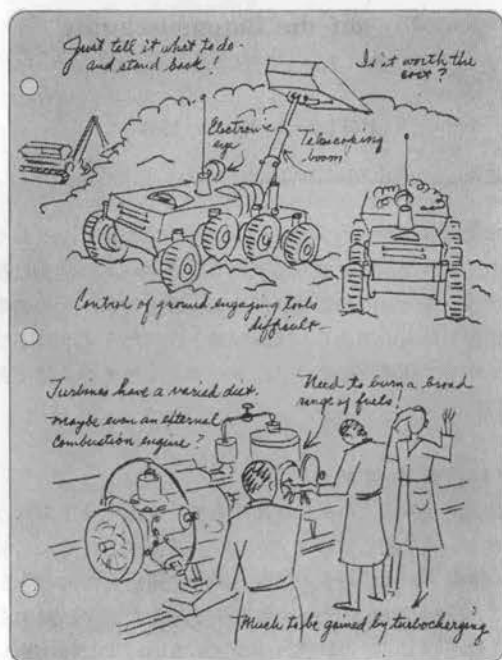
小型化し、高精度化するであろう。そして、油圧式あるいは油圧機械式のトランスミッションの指向が強くなるであろう。

舗装の分野では、アスファルト舗装のトータルなりサイクリングが行われるであろう。それらに適合する機械が研究されており、また現有の機械によるリサイクリングシステムの開発も行われている。5年以内に舗装工事の60~70%は再生材によって行われ、そのときの再生材の価格はトン当たり1ドルであり、新しい材料はトン当たり20ドルとなろう。またアスファルトプラントの熱回収も進むであろう。

トンネルボーリングマシンはコンピュータによる作業制御と工事のトータルシステム化が図られるであろうが、現在日本やドイツにおける泥水シールドのような具体的な考え方があるわけではない。

材料については、高張力鋼の効率的な利用、プラスチック、セラミックおよび複合材料の使用が増加し、また在来の材料の見直しもなされるであろう。しかし、材料は主要な分野ではなく、小さな部品の改良による信頼性の向上を目指す傾向も続くであろう。

エンジンに関しては、ディーゼル機関はここ20年間は主要な座を占めるであろうが、まったく新しいオートサイクルとディーゼルサイクルの混合サイクルで動く機関や、外燃機関、遠い将来はマイクロウェイブで動力



文献調査

が伝達される電気機関が出現するかもしれない。燃料費の上昇によってディーゼル機関の燃料効率の向上のための方策が検討されて行くであろう。これにはまず過給機におけるアフタークーリングが現われるであろう。

燃料の多様化の研究も進む。現在ディーゼルに対するメタノール、エタノール、石炭抽出油、植物油などの使用が試みられている。

ガスタービンの魅力も捨て切れない。ガスタービンの開発に伴って出てくる材料、特にセラミック材料はディーゼルのシリンダヘッド、バルブ、燃焼室の上部への使用が可能であり、燃焼室の圧力と温度を上げ、効率を高めることとなろう。

これら建設機械の進歩はユーザの能力の向上をも必要とし、また十分な信頼性に対する検討も必要とするであろう。(委員：古市利文)

コンクリートの 練り混ぜの良否に及ぼす 練り混ぜ時間の影響

“Einfluß der Mischdauer auf die Betonmischgüte”

Dipl. Ing. Harald Beitzel, Karlsruhe

BMT 2・Februar 1980

本文は3種類のコンクリートミキサについて、それぞれのミキサを用いて練り混ぜたコンクリートの品質に及ぼす練り混ぜ時間の影響に関する実験を行い、その結果を報告したものである。実験対象となったミキサはドラムミキサ、高速反転ミキサ、ロータリミキサの3種である。

(1) 実験目的

コンクリートミキシングに関して、入念な施工を行うために一様で高品質のコンクリートが要求される。しかし、従来コンクリートの品質に関して規定したものとしては、1968年制定のコンクリートミキシングに関する品質基準およびその試験方法規定あるいは DIN 1045 が

あるが、それらはいずれもコンクリート練り混ぜ性、すなわち、一様性に関する明確な定義が欠けている。このような状況から、コンクリートの品質についてコンクリートミキシング効果、すなわちコンクリート成分の一様性を最適に発揮するための練り混ぜ時間について実験的研究を行った。

(2) 実験方法

練り混ぜコンクリートに関する評価基準はコンクリートミキサに関する新品質基準要綱(1976年8月版)に従って採用された。ここでは次の四つの検査目標についてその分布の一様性が調査されている。

- ① 水分含有量
- ② 微粉末粒子含有量
- ③ 2mmふるい残留量
- ④ 16mmふるい残留量

また、これらの定量的評価方法としては標準偏差および変動係数が一様性の指標として用いられている。

$$\text{標準偏差 } S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

$$\text{変動係数 } V = \frac{S}{\bar{X}} \cdot 100 [\%]$$

試験は学会制定の試験条件のもとで行われた。試験用コンクリートの特性を表-1および図-1に示すが、本研究についてはPB-2が用いられた。なお、骨材はDIN 4226の規定に合致しており、またセメントは強度分類PZ 350で粉末度3,200cm²/gのものが用いられている。

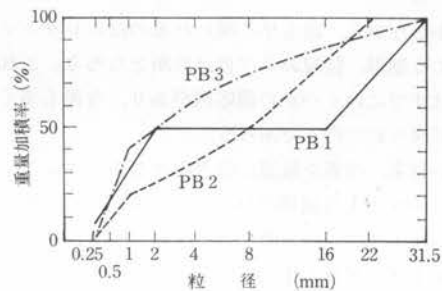


図-1 試験用コンクリートの粒径加積曲線

表-1 試験用コンクリート

コンクリートの種類	PB-1	PB-2	PB-3
セメント量	300 kg/m ³	350 kg/m ³	240 kg/m ³
微粉末粒子量	412 kg/m ³	420 kg/m ³	326 kg/m ³
骨材	砂, 砂利 (1番ふるい通過)	砂, 砂利 (<8mm), 砕石 (8~22mm)	砂, 砂利 (1番ふるい通過)
水セメント比 W/Z	0.6	0.42	0.75
フ ロー	約 45 cm	約 36 cm	約 38 cm
コンシステンシー	軟練り	硬練りと中練りの境界	中練り

文献調査

配合の決定は骨材を7段階にふるい分けしたものをを用いて行われた。また練り混ぜ時間は最後の成分の投入時から練り混ぜたコンクリートの吐出し開始時までで規定された。

次に試験数量および供試体の容量であるが、これらは試験結果に重要な影響を及ぼすものであり、サンプリングの影響を相殺するためにそれぞれ十分な容量をとり、それぞれの試験項目に対して20供試体をとった。また供試体のサンプリングはランダムサンプリングにより行った。

各検査目標は以下のようにして計測された。すなわち水分含有量は炉乾燥により決定された。その他の試験項目については供試体をふるいを通して洗い流す方法により分級して計測された。

(3) 実験結果

コンクリートの練り混ぜ過程は次の二つの相より構成される。つまり一つは混合相であり、これは練り混ぜ開始時からある最小時間まで卓越している。他の一つは分離相であり、上の最小時間以降に卓越してくるものである。これを表わしたものが図-2であり、混合過程には練り混ぜ効果を最適にする、いわゆる最適時間が存在する。このような観点から3種類のコンクリートミキサに対して前記4項目の検査目標に関して得られた試験結果を図-3に示す。なお、測定は練り混ぜ時間30秒、60秒、180秒の供試体について行われた。これらを概括すると、最適時間はすべて180秒以内に現われていることがわかる。

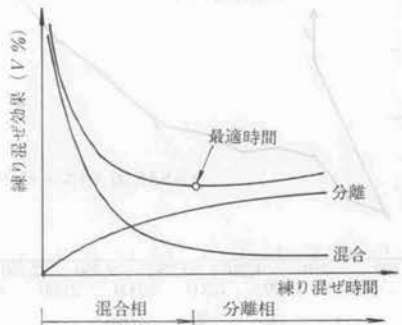


図-2 混合過程の定性表示

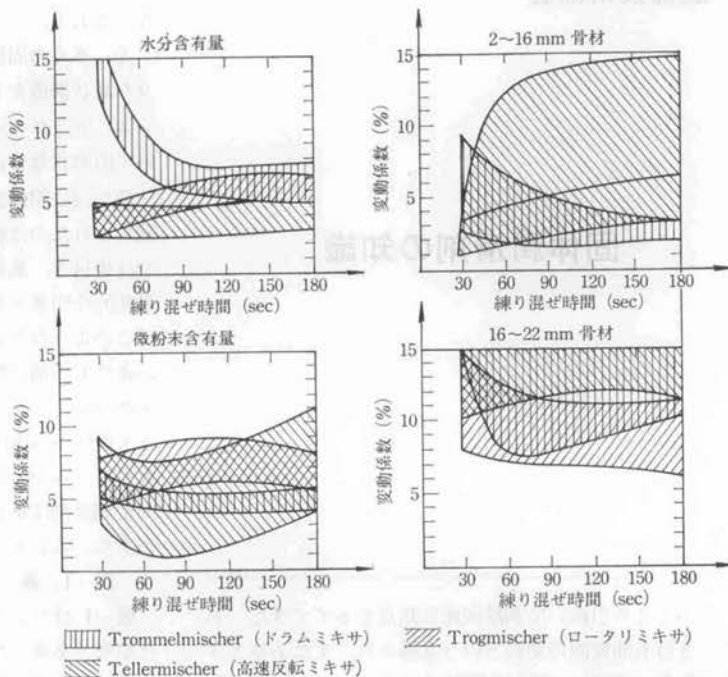


図-3 試験結果

各々のミキサについて試験結果をまとめると、ドラムミキサは180秒の練り混ぜ時間内において質的向上が認められるが、それ以上の練り混ぜについては質的向上がないであろうということがわかる。なお、ドラムミキサは生産コストや耐久性などの他の制約条件を考慮して全体的評価をすると、今回のミキサの中では最も経済的であろう。次に、高速回転ミキサについてみると、特に粗骨材領域においてその変動が大きいことがわかる。これは高速回転による遠心力のために細骨材と粗骨材の分離が生じやすいためだと考えられる。最後にロータリミキサであるが、これは高速回転ミキサと比較してやや回転速度が遅いもので、攪拌軸方向に練り混ぜ時に分布のバラツキが見られたが、吐出し時には比較的低い回転速度のためにやや分布の一樣性が認められた。このミキサについてはおおむね60秒が最適練り混ぜ時間だと考えられる。

以上を総括すると、各々のミキサには上限、下限値を持つ最適練り混ぜ時間が存在し、これを把握することにより経済的なコンクリートの製造を行うことができるであろう。(委員：松尾 修)

整備技術

整備技術部会

固体潤滑剤の知識

このところ引続いて潤滑問題に焦点をあててきた。あるときは石油資源の節約という立場から、またあるときは整備費の節約の立場から情報をひろってきた。整備費の節約、機械の実働率向上という狙いを実現するためには、タイムベースによる整備ではなく、コンディションベースによる整備プログラムが最適であると筆者は信じており、その体験を持っている。

コンディションベースの整備プログラムには予知保全という思想があるように、機械の不具合、故障を予知する技術が必要であり、機械の不具合とか故障に至るまでの稼働時間を延長する研究、努力が伴わなければ実効が上がらない。これまで見てきたように、アメリカでも潤滑油問題と真剣に取り組んでいるのは単に石油資源への対策という意味ではなく、コンディションベースの整備方式を重視しているからであると思う。それは石油ベースの潤滑油から合成潤滑剤 (Synthetic Oil)、固体潤滑剤 (Solid Lubricant) に関心を寄せていることからもうかがえる。

本号では、固体潤滑剤について常識的な知識をひろってみたいと思う。これについては住鋁潤滑剤会社の淵上部長から資料をいただいたり、教えてもらったりした。厚くお礼を申し上げます。

固体潤滑剤とは……

OECD の定義によると、固体潤滑剤とは「相対運動中のダメージから表面を保護し、摩擦や摩耗を減少するために薄膜または粉末として使用するなんらかの固体」と

なっており、さらに次のような注釈がつけられている。

① 多くの固体潤滑剤は黒鉛や二硫化モリブデンのような層状構造をもつ。

② ガラスや氷のようなある種の固体物質は界面において熔融状態で潤滑する。これは固体潤滑剤ではない。

我が国に固体潤滑剤 (たとえば二硫化モリブデン) が輸入されたのは戦後で、この時代にはオイルやグリースでは焼付き、異常摩耗が起きたときに使用するという特効薬的な印象であった。

このようなクレーム処理用潤滑剤といったイメージはいまでも一部に残ってはいるが、自動車メーカーは2年間または2万キロメンテナンスフリーとするため10年以上も以前から固体潤滑剤を使用しており、建設機械メーカーもなんらかの形で (機械組立時) 採用しているなど、固体潤滑剤は正しく認識され、適正使用方法も定着しつつある。エンドユーザももっと認識を改める必要がある (図-1、表-1、表-2 参照)。

図-1 はファレックス試験機で、耐荷重性能を測定した結果である。ストレートオイルは750 lb の荷重で潤滑性能が急激に低下して焼付いてしまうが、モリパワーはその4倍の荷重を受けても潤滑作用を維持している。

また表-1、表-2 は、市販のモータオイルとそれにモリパワーを添加したオイルをファレックス試験機と曾田式四球試験機で摩耗量を比較した結果である。この摩耗の差がエンジンパワー、ガソリン消費、寿命などに影響する。

しかしながら、ピラミッド建設以来使用されてきた潤滑油の5000年の歴史に比べれば、二硫化モリブデンはせいぜい20年の歴史であり、その理解と応用技術が十分でないことはやむをえないといえるであろう。

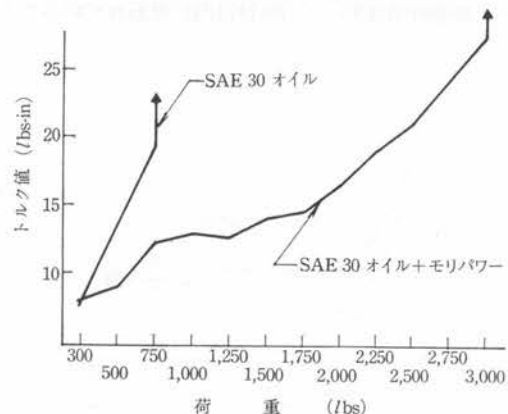


図-1 耐荷重性能グラフ

整備技術

表-1 摩耗テスト I

	市販 10w-40 モータオイル	市販 10w-40 モータオイル+モリブデン
摩耗量	2.6mg	1.6mg
油温	98°C	95°C

試験機：ファレックス試験機

試験方法：定荷重での摩擦トルクと摩耗量測定

荷重：300 lbs で3分間試験後 750 lbs で連続試験

時間：30 分間

表-2 摩耗テスト II

	市販モータオイル	市販モータオイル+モリブデン
摩耗径	2.89 mm	2.46 mm

試験機：曾田式四球試験機

条件：荷重 3kg/cm²、時間 5 分、試験球・相球アラサ 0.5 μm、回転数 770 rpm

固体潤滑剤の種類と応用形態

固体潤滑剤は学問的には数多く知られているが、現在国内で使用されている主なものは、二硫化モリブデン (MoS₂)、二硫化タングステン (WS₂)、窒化ほう素 (BN)、金属酸化物 (PbO, ZnO など)、金属粉末 (Pb, Cu, Ni など)、雲母 (天然、人工)、黒鉛 (天然、人工)、ふっ化黒鉛 (CFn)、合成樹脂 (PTFE, ポリイミド) など、このうち比較的多く実用に供されているのは二硫化モリブデン、黒鉛、PTFE (ポリテトラフロエチレン) などである。

これらがどのような形で実用に供されているかをみると次のように分類できる。

- 粉 末
- オイル、グリース等に混入
- 乾燥被膜
- 複合材料 (コンポジット)
- スパッタリング
- 真空蒸着
- イオン・プレーティング
- その他

建設機械関係ではオイル、グリース、ペーストという形態で使用されている。

二硫化モリブデン

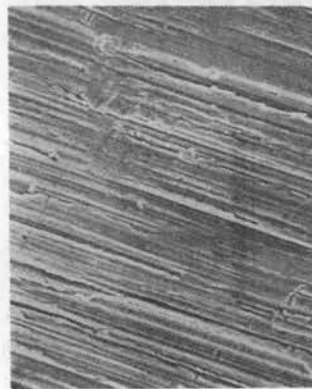
(1) 耐熱性

オイルやグリースの最大の欠点は熱に弱いことである。油が 100°~150°C で転位温度になり、これ以上になると潤滑性が極端に低下するが、二硫化モリブデンは 400°C まで潤

滑性能はほとんど変化しない。低温域でも一般の油は -20°~-30°C で流動性を失い、潤滑性がなくなるが、二硫化モリブデンは -180°C でも良好な潤滑性を保つ。

(2) 耐圧性

二硫化モリブデンの耐圧性は学問的には 28,000 kg/cm² といわれているが、実用上は 8,000 kg/cm² ぐらいと考えるべきであろう。この数値そのものはオイルに比べて特に高い値とはいえないが、重機の特性上瞬間的に高荷重がかかり、摩擦熱のため油圧強度が低下し、ついに油膜が切れて極圧摩擦状態となる。二硫化モリブデンは高温での耐圧性が低下しないだけでなく、写真-1、写真-2 のように受圧面積の増大に寄与する。アタッチメントのヒンジピンのように偏荷重を受ける場合などにはこの耐圧性が有効に働く。オイルだけの潤滑 (写真-1 参照) では、摩擦面の凹凸が大である。これに二硫化モリブデンを含有するオイルを添加することによりなめらかとなる。



(A) 1,000 倍



(B) 3,000 倍

写真-1 オイル潤滑の摩擦面



(A) 1,000 倍



(B) 3,000 倍

写真-2 二硫化モリブデン含有オイル潤滑の摩擦面

整備技術

(3) 耐 摩 性

摩耗という現象も潤滑問題同様にややこしい。摩耗の進行は、まず金属面の突起部同士がぶつかり合って小さな摩耗粉を生じ、これが油中を移動して次の突起部に到達するとさらに大きな摩耗粉となり、場合によってはこれが雪ダルマ式に増えてしまうと考えられる。ここで、こすり合う二つの面の間に二硫化モリブデンが存在すると発生した摩耗粉をくんでしまい、次の突起部で塑性変形を受けて外部に排出される。二硫化モリブデン被膜が形成されていれば二硫化モリブデン同士の接触となり、摩耗は大幅に減少される。一部の人は二硫化モリブデンを減摩剤と呼んだりしているが、この効果を指すのであろう。

(4) 低摩擦係数

油で完全潤滑が得られればその摩擦係数は $0.00n \sim 0.000n$ であるといわれている。これに対して二硫化モリブデンは $0.0n$ である。これによってもわかるように、二硫化モリブデン等の固体潤滑剤よりも油による完全潤滑の方が望ましい。しかし現実には電動機軸受のように同一荷重で回転する場合でも完全潤滑はむずかしく、いわゆる混合潤滑状況となる。混合潤滑になると摩擦係数はたちまち $0.n$ まで上昇する。建設機械では不規則な荷重がかかるだけでなく、回転数も常に変動する宿命をもっている。このような条件下では、固体潤滑剤が摩擦係数を低下させ、ひいては省エネルギーにつながる。

(5) 化学的安定性

建設機械は風雨に曝され、塩風を受け、泥中作業を強行する。いかにすぐれた潤滑性能をもっている、容易に水に溶け、薬品に侵されてしまうようでは致命的欠陥といわなければならない。二硫化モリブデンは水にはもちろん、ほとんどのガス、酸、アルカリ等に侵されることはない。

採用について考えるべきこと

二硫化モリブデンの特性や有効性については上述のとおりであり、積極的に採用することをすすめたいが、採用にあたって考えるべきことを二、三記す。

(1) 過信しないこと

いままで述べた特性は二硫化モリブデンそのものについてのものであった。実際はオイル、グリース、ペーストなどに混合されているので、たとえば耐圧性にしてもその値は変わってくる。また、二硫化モリブデンといえども潤滑のあらゆる問題を解決する万能薬ではない。こ

のことを頭に入れておく必要がある。

(2) 使用目的の確立

先に使用料対維持保全費の比率の割出しが機械マネージャの任務の一つであることを主張したことがあるが、維持保全費の解析、特に故障原因の分析が重要である。ここでいう故障とは突発的なものだけでなく、定期的な交換を要する部品（たとえば転輪のブッシュ）までも含めている。

維持費と潤滑の関係までは従来あまり留意されなかったが、これからはこの点への着目も必要である。たとえば転輪ブッシュについてみても、固体潤滑剤入りのグリース、オイルを採用すれば、ブッシュの寿命を2倍にすることはそれほど困難なことではないことなど銘記すべきことである。固体潤滑剤を採用しようとする場合に限ったことではないが、その目的を確立して進めることが大切である。機種によっては1台の重機について潤滑に起因する保全費の大きいものから低減の可能性を検討していくのがよい。

(3) 自ら効果を確かめる

同一の機種であっても、重機のような使用条件が千差万別の機械では問題の起る部位は同一ではない。ベローズから油が漏れるのでベローズを取替えてみても油漏れが止まらない。そこで二硫化モリブデンのペーストを当り面に塗布してみたが、効果のある場合とない場合とが予想される。効果がないのはベローズ下がすでにスカuffingを起しているからである。新しいものを採用するときは、目的を確立するとともに自らその効果を確かめ、効果のなかった場合の原因、理由まで追求することが肝要である。

(4) 経済評価

新しい材料、新しい手法を採用したときの経済的メリットをみるには、過去の正しい記録が必要であり、年単位での部品交換費まで含めて評価し、採用を継続するかどうかを決定すべきである。

具体的適用について

(1) ペースト

高濃度（通常 50 wt%）に二硫化モリブデンを含有するペースト状製品は経済的な製品といえる。このペーストは組立用潤滑剤とも呼ばれている。その理由は、組立を容易にするだけでなく、馴し運転をスムーズにし、ランニングイン時に起る摩耗や焼付きを防止できるからである。作業性の点からスプレータイプのものが多く採用されている。主な使用場所は次のとおりである。

整備技術

- エンジン関係……シリンダウォール、ピストンリング、カム、カムフォロア、バルブシステム等
- その他……スプライン部、クローラピン等各種ヒンジピン、クローラアジャスティングスクリュー、ブーム摺動部、ボルト・ナット、シール当り面等

(2) グリース

二硫化モリブデンを含有するグリースではその含有量の相違ばかりでなく、ベースグリースの種類によっても用途が異なるから注意すること。

- モリブデンを 3% 前後含有するリチウム系……バケット等の各ヒンジピン、各部ベアリング、ジョイント部、エコライザ等シーブ
- モリブデンを 10% 前後含有する極圧用グリース……上述のうちで特に極圧のかかる部位（たとえばトラッククレーンの支持ピン等）
- 高粘度油を基油とし、高濃度にモリブデンを含有するグリース……開放歯車、旋回用ベベルギヤ等
- 高濃度にモリブデンを含有する特殊耐水グリース……水中ブルドーザ等のベアリング、ピン回り

(3) オイル

エンジンオイル添加剤については省エネの見地から米国での研究が活発であり、API も固体潤滑剤含有オイルの省エネ効果を発表している。

しかし、いきなりエンジンオイルに添加使用するのはなく、前述のベーストやグリースやオイルにしても油圧作動油、転輪等に使用して、固体潤滑剤の効果を確認し、理解してから使用すべきであろう。オイル状の場合は特に分散安定性が重要であるから、この点をよく確認する必要がある。



写真-4 トラッククレーンの油圧シリンダ固定ピンに極圧用グリース塗布

(注) 筆責は筆者にあるが、技術的詳細の事柄については住鋳潤滑剤株式会社（電話東京(03)344-6804）に質問していただきたい。

—二宮 嘉弘—

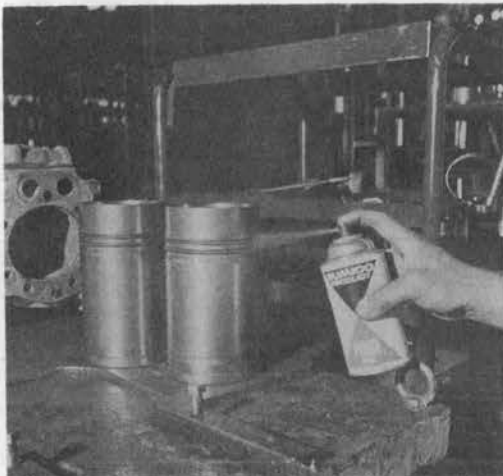


写真-3 ピストンリング溝にペーストスプレー吹付

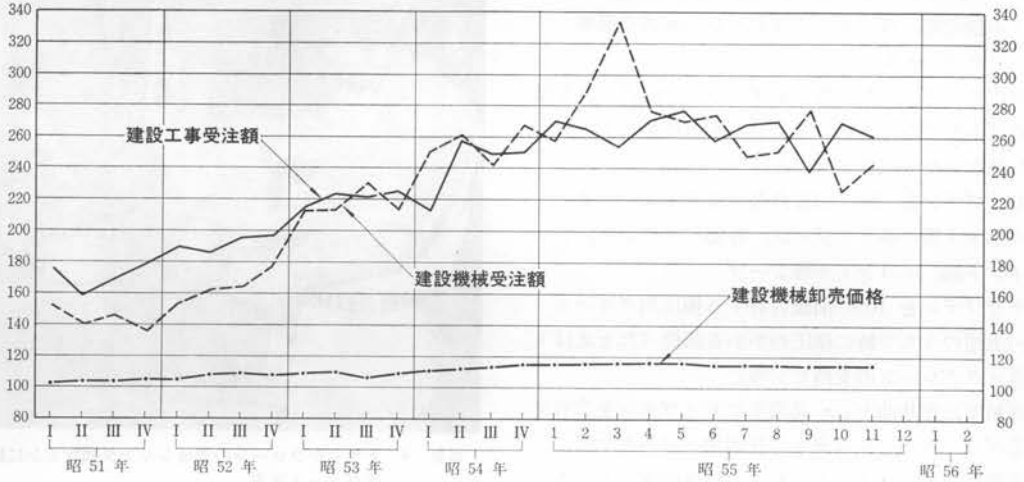
品名	単位	数量	単価	金額	備注
100-110-2	個	100	100	10000	
100-110-3	個	100	100	10000	
100-110-4	個	100	100	10000	
100-110-5	個	100	100	10000	
100-110-6	個	100	100	10000	
100-110-7	個	100	100	10000	
100-110-8	個	100	100	10000	
100-110-9	個	100	100	10000	
100-110-10	個	100	100	10000	
100-110-11	個	100	100	10000	
100-110-12	個	100	100	10000	
100-110-13	個	100	100	10000	
100-110-14	個	100	100	10000	
100-110-15	個	100	100	10000	
100-110-16	個	100	100	10000	
100-110-17	個	100	100	10000	
100-110-18	個	100	100	10000	
100-110-19	個	100	100	10000	
100-110-20	個	100	100	10000	
100-110-21	個	100	100	10000	
100-110-22	個	100	100	10000	
100-110-23	個	100	100	10000	
100-110-24	個	100	100	10000	
100-110-25	個	100	100	10000	
100-110-26	個	100	100	10000	
100-110-27	個	100	100	10000	
100-110-28	個	100	100	10000	
100-110-29	個	100	100	10000	
100-110-30	個	100	100	10000	
100-110-31	個	100	100	10000	
100-110-32	個	100	100	10000	
100-110-33	個	100	100	10000	
100-110-34	個	100	100	10000	
100-110-35	個	100	100	10000	
100-110-36	個	100	100	10000	
100-110-37	個	100	100	10000	
100-110-38	個	100	100	10000	
100-110-39	個	100	100	10000	
100-110-40	個	100	100	10000	
100-110-41	個	100	100	10000	
100-110-42	個	100	100	10000	
100-110-43	個	100	100	10000	
100-110-44	個	100	100	10000	
100-110-45	個	100	100	10000	
100-110-46	個	100	100	10000	
100-110-47	個	100	100	10000	
100-110-48	個	100	100	10000	
100-110-49	個	100	100	10000	
100-110-50	個	100	100	10000	

統計

調査部会

建設工事受注額・建設機械受注額・建設機械卸売価格の推移

指数基準：昭和45年平均=100(建設機械卸売価格→昭和50年平均=100) 建設機械受注額：機械受注統計(機種別)……経済企画庁
 建設工事受注額：大手43社受注額(季節調整済)……建設省 建設機械卸売価格：卸売物価指数……日本銀行



建設工事受注(第1次43社分)(受注高)——季節調整済

(単位：百万円)

昭和年月	総計	発注者別				工事種別		未消化工事高	施工高
		民間			官公庁	建築	土木		
		計	製造業	非製造業					
51年	5,990,913	2,989,525	577,884	2,411,641	2,532,989	3,296,424	2,633,421	5,271,033	5,688,840
52年	6,673,156	3,226,896	608,169	2,618,727	3,002,768	3,513,625	3,159,531	5,981,935	6,177,800
53年	7,693,823	3,517,935	640,681	2,877,254	3,632,679	4,018,501	3,675,322	6,776,064	7,222,393
54年	8,361,891	4,152,535	882,849	3,269,686	3,683,885	4,520,141	3,841,750	7,371,695	8,100,623
54年11月	711,244	343,786	97,175	244,210	295,631	397,983	316,894	7,201,664	696,745
12月	755,196	385,232	83,361	300,826	297,640	413,549	341,197	7,273,232	706,521
55年1月	776,220	448,932	89,147	359,050	257,373	494,308	280,461	7,392,071	762,139
2月	763,231	481,652	92,646	387,097	264,728	477,215	281,782	7,438,156	743,264
3月	731,527	356,919	61,094	295,050	287,727	407,766	321,335	7,412,618	696,999
4月	779,665	446,208	134,742	318,299	246,901	490,860	283,215	7,010,319	773,715
5月	795,923	367,959	86,147	279,816	375,505	385,684	413,342	7,896,478	754,418
6月	742,816	407,227	108,561	297,840	297,634	432,145	328,663	7,728,982	761,241
7月	771,294	415,789	99,121	314,711	340,120	442,057	329,854	7,811,754	777,136
8月	778,019	379,808	101,906	283,788	352,981	415,673	361,691	7,489,515	787,308
9月	685,741	371,628	89,008	286,832	260,212	393,016	282,936	7,458,248	770,428
10月	774,812	399,199	94,743	306,396	348,720	434,365	342,542	7,520,303	802,753
11月	749,803	404,750	—	—	314,263	—	—	—	—

55年11月は速報値

建設機械受注実績

(単位：億円)

昭和年月	51年	52年	53年	54年	54年11月	12月	55年1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
建設機械	5,344	6,112	8,108	9,484	855	844	800	894	1,037	857	837	849	770	781	858	703	753

建設機械卸売価格指数

昭和年月	51年平均	52年平均	53年平均	54年平均	54年11月	12月	55年1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
建設機械(9品目)	103.4	107.2	108.7	113.4	115.8	115.7	115.5	116.2	116.6	116.9	117.0	115.4	116.4	115.8	114.8	115.1	115.8
掘削機(1品目)	102.5	106.8	111.2	113.1	112.0	112.7	112.7	113.4	113.7	113.1	111.2	111.3	111.3	111.5	112.1	114.1	115.5
建設用トラクタ(1品目)	105.5	109.4	117.8	119.0	119.0	119.0	119.0	119.0	119.0	119.0	125.8	125.8	129.0	129.0	129.0	129.0	129.0

(注) 1. 昭和51年～54年は四半期ごとの平均値で図示した。
 2. 「建設工事受注額」の大手43社のシェアは約18%前後である。

行事一覽

(昭和55年12月1日～31日)

月号(第374号)の計画

機械技術部会

■揚排水ポンプ設備技術委員会第4分科会小委員会

日時:12月2日(火)10時～
出席者:長田忠良委員長ほか7名
議題:揚排水ポンプ設備技術基準(案)解説の校正

■コンクリート機械技術委員会コンクリートプラント分科会およびコンクリート振動機分科会

日時:12月5日(金)14時～
出席者:三浦満雄委員長ほか8名
議題:プラント・ミキサ分科会およびコンクリート振動機分科会の検討事項審議

■タイヤ技術委員会

日時:12月10日(水)13時～
出席者:古賀与平委員長ほか13名
議題:建設車両用タイヤの使用基準(案)の審議

■揚排水ポンプ設備技術委員会第4分科会

日時:12月10日(水)13時半～
出席者:長田忠良委員長ほか11名
議題:揚排水ポンプ設備技術基準(案)解説の校正

■潤滑油研究委員会

日時:12月11日(木)14時～
出席者:松下弘委員長ほか10名
議題:①昭和56年度の活動方針について ②建設機械用潤滑油剤の解説 ③建機用エンジンオイルの動向調査(案)について ④技術紹介

■ダンプトラック技術委員会重ダンプトラック分科会

日時:12月12日(金)14時～
出席者:野村昌弘委員長ほか7名
議題:重ダンプトラック性能試験法の審議(落下試験)

■シヨベル技術委員会騒音振動分科会小委員会

日時:12月16日(火)13時～
出席者:渡辺正分科会長ほか3名
議題:データ整理検討

■油圧機器技術委員会小委員会

日時:12月18日(木)14時～
出席者:井上和夫委員長ほか4名
議題:次の委員会活動テーマについ

て

■ディーゼル機関技術委員会小委員会

日時:12月19日(金)13時半～
出席者:中戸恒夫委員長代理ほか3名
議題:「建設機械整備ハンドブック」エンジン編の原稿作成および審議

施工技術部会

■道路除雪委員会ハンドブック改訂委員会

日時:12月3日(水)13時～
出席者:吉越治雄委員長ほか9名
議題:「道路除雪ハンドブック」改訂版作成打合せ(①題名、章構成の審議 ②担当編集委員の決定 ③出版スケジュールについて)

■小規模ダム施工設備研究委員会

日時:12月17日(水)13時～
出席者:佐野拓幹事ほか7名
議題:報告書(案)の検討

整備技術部会

■建設機械整備ハンドブック委員会基礎技術編小委員会

日時:12月5日(金)10時～
出席者:二宮嘉弘幹事長ほか5名
議題:基礎技術編(ホイール式終減速装置, クローラ式ステアリング装置)の原稿審議

■建設機械整備ハンドブック委員会基礎技術編小委員会

日時:12月18日(木)10時～
出席者:二宮嘉弘幹事長ほか7名
議題:基礎技術編(クローラ式トラクタのステアリング装置)の原稿審議

機械損料部会

■トンネル工事用機械委員会

日時:12月1日(月)13時半～
出席者:横山博委員長ほか17名
議題:昭和56年度機械損料の改訂について

■雑機械委員会

日時:12月2日(火)13時～
出席者:土持守委員長ほか15名
議題:昭和56年度機械損料の改訂について

■建築工事用機械委員会

日時:12月8日(月)13時半～

広報部会

■文献調査委員会

日時:12月9日(火)10時半～
出席者:沢田茂良委員長ほか8名
議題:機関誌3月号掲載原稿について

■機関誌編集委員会

日時:12月10日(水)16時～
出席者:田中康之委員長ほか26名
議題:①昭和56年2月号(第372号)原稿内容の検討, 割付 ②同4

出席者：五十嵐隆委員長ほか16名
議 題：昭和56年度機械損料の改訂について

■基礎工用機械委員会

日 時：12月8日(月)14時～
出席者：藤田修照委員長ほか14名
議 題：昭和56年度機械損料の改訂について

■土工機械委員会

日 時：12月9日(火)14時～
出席者：星野日吉委員長ほか16名
議 題：昭和56年度機械損料の改訂について

■舗装機械委員会

日 時：12月11日(木)10時～
出席者：上崎宏一委員長ほか15名
議 題：昭和56年度機械損料の改訂について

■ダム工用仮設機械委員会

日 時：12月11日(木)14時～
出席者：長田忠良委員長ほか15名
議 題：昭和56年度機械損料の改訂について

■橋梁架設用機械委員会

日 時：12月15日(月)10時半～
出席者：米倉俊治委員長ほか14名
議 題：「橋梁架設工事の積算」の編集作業

■橋梁架設用機械委員会

期 日：12月16日(火)～19日(金)
出席者：米倉俊治委員長ほか15名
議 題：「橋梁架設工事の積算」の編集作業

■運営連絡会

日 時：12月17日(水)14時～
出席者：永盛峰雄部会長ほか25名
議 題：昭和56年度建設機械損料の改訂について

ISO 部 会

■第1委員会

日 時：12月12日(金)14時～
出席者：大橋秀夫委員長ほか6名
議 題：①運転視界について ②スロープの表現方法について ③SC1N218 油圧ショベルの刃先力測定法の審議 ④SC1N215 ロードの刃先力および転倒荷重測定法の審議 ⑤SC1N199 の定格転倒荷重の決め方について

■第3委員会

日 時：12月17日(水)14時～
出席者：内田一郎副委員長ほか9名
議 題：①作業計画の確認 ②新作業計画(議題)について ③DIS6749 に対する各国からのコメント検討

■第2委員会

日 時：12月18日(木)14時～
出席者：瀬田幸敏委員長ほか13名
議 題：①SC2N224 油圧ショベル 定格持上げ荷重の審議 ②SC2N223 ISO2860 Minimum Access Dimensions の改正案の審議 ③DIS7096 オペレータシートの振動測定について ④TC127N149 座標のプラス方向の統一について

標準化会議および規格部会

■規格部会第2委員会

日 時：12月19日(金)14時～
出席者：醍醐忠久委員長ほか5名
議 題：騒音測定法JCMAS案の審議

業 種 別 部 会

■製造業部会研究会

日 時：12月8日(月)11時～
出席者：大内田正部会長ほか28名
議 題：①騒音対策型建設機械の認定について ②昭和55年度下期事業計画について ③講演「最近の東南アジア諸国を視察して」(建設省大臣官房建設機械課長中野俊次)、「最近の建設機械業界の景気動向について」(全国建設業協会渡辺 栄)

■サービス業部会

日 時：12月11日(木)15時～
出席者：久保田栄部会長ほか9名
議 題：①情報の連絡交換 ②料金調査委員会の経過について

■建設業部会幹事会

日 時：12月15日(月)12時～
出席者：津雲孝世部会長ほか16名
議 題：昭和55年度下期事業について

安全対策専門部会

■建設機械安全調査委員会幹事会

日 時：12月8日(月)11時～
出席者：長田忠良幹事長ほか8名
議 題：安全性評価要領の策定について

て

■建設機械安全調査委員会

日 時：12月19日(金)13時～
出席者：井口雅一委員長ほか17名
議 題：安全性評価基準(案)について

騒音振動対策専門部会

■技術開発委員会土工機械幹事会

日 時：12月3日(水)13時～
出席者：本郷慎一幹事長ほか14名
議 題：①エンクロージャ実験の見学 ②エンクロージャ実験計画の検討 ③実験結果(一部)の検討

■オペレータ振動対策委員会

日 時：12月12日(金)13時～
出席者：藤本義二委員長ほか14名
議 題：昭和55年度事業計画推進について

■技術開発委員会コンクリート機械幹事会

日 時：12月18日(木)14時～
出席者：青沼英明幹事長ほか7名
議 題：騒音対策実験について

■技術開発委員会基礎工用機械小幹事会

日 時：12月23日(火)10時～
出席者：北川原徹幹事ほか3名
議 題：杭打実験データの解析

舗装材再生装置調査 専門部会

■舗装材再生装置調査委員会幹事会

日 時：12月17日(水)14時～
出席者：津田弘徳幹事長ほか21名
議 題：アンケート調査とりまとめの経過と中間報告について

支部行事一覧

北海道支部

■技術部会技術委員会

日 時：12月11日(木)13時半～
出席者：金沢 勲副委員長ほか9名
議 題：除雪機械の整備歩掛について

■技術部会車検対策委員会

日 時：12月12日(金)13時半～
出席者：谷口敏夫委員長ほか15名
議 題：重ダンプトラックの回送時に
おける臨時運行許可と道路通行許可

について

■技術部会車検対策委員会

日時：12月24日(水)14時～
出席者：谷口敏夫委員長ほか3名
議題：①昭和56年の建設機械出張車検について ②札幌陸運事務所へ昭和56年の出張車検について陳情

東 北 支 部

■除雪機械展示会打合せ

日時：12月3日(水)
出席者：今野 学幹事長ほか6名
議題：①出品社会議について ②業務分担について ③その他

■除雪機械展示会打合せ

期日：12月16日(火)～18日(木)
出席者：今野 学幹事長ほか9名
議題：①工事見積について ②宿泊場所等について ③その他

■幹事会

日時：12月24日(水)15時～
出席者：今野 学幹事長ほか13名
議題：支部運営委員会提出議題について

■運営委員会

日時：12月24日(水)16時～
出席者：諏訪貞雄支部長ほか15名
議題：①昭和55年度上半期事業報告について ②昭和55年度上半期経理概況報告について ③その他

北 陸 支 部

■管内大規模施設見学会

日時：12月1日(月)9時半～
見学先：上越新幹線新潟車両基地および信濃川流域下水道新潟処理場
参加者：小越富夫幹事ほか51名

■地方連絡会

日時：12月10日(水)15時～
場 所：金沢市金沢ニューホテル
出席者：土屋雷蔵支部長ほか33名
議題および行事：①上半期事業報告ほか4件 ②講演会「環境アセスメントについて」(建設省金沢工事事務所長花市彌悟) ③記録映画「秘境に新らしい道を」

■施工部会通年土工分科会

日時：12月10日(水)10時～
出席者：松尾茂生部会長ほか16名
議題：提案項目の検討と調査要項お

よび調査表の検討

■除雪ハンドブック委員会

日時：12月13日(土)10時～
出席者：土屋雷蔵支部長ほか7名
議題：北陸支部担当の章、節等の目次割り執筆者の選定ほか3件

■建設工事省力化委員会準備会

日時：12月17日(水)12時～
出席者：土屋雷蔵支部長ほか14名
議題：①委員会、幹事会の構成と委員等の選任について ②省力化工法対象と目標の検討

中 部 支 部

■広報部会第1分科会

日時：12月22日(月)13時半～
出席者：関 達主査ほか2名
議題：支部ニュース編集について

関 西 支 部

■幹事会

日時：12月3日(水)14時～
出席者：谷口 肇幹事長ほか8名
議題：①昭和55年度上半期事業報告について ②昭和55年度上半期経理概況報告について ③運営委員顧問等の異動報告について ④NATMトンネル工法に関する講習会開催について

■建設業部会建設用電気設備特別委員会第129回専門委員会

日時：12月3日(水)14時～
出席者：工藤智昭主査ほか9名
議題：建設工事用電気設備資料集「その1電圧変動対策」の検討

■建設業部会建設用電気設備特別委員会第112回研究会

日時：12月3日(水)16時～
出席者：三浦士郎主幹代行ほか11名
議題：①蛍光灯ランプの新製品の紹介 ②第49回特別委員会の行事について

■建設機械整備技能検定実技試験に関する協力費の会計監査

日時：12月5日(金)15時～
出席者：川原龍太郎監事ほか4名
議題：実技試験協力費の会計監査

■技術部会第9回トンネル施工機材委員会

日時：12月9日(火)14時～

出席者：荒井克彦委員長代行ほか11名
議題：①[報告]NATMトンネル施工機材について(谷本委員) ②[資料紹介]トンネル工事における機械化施工について(各委員) ③[報告]トンネル施工機材の安全管理について

■技術部会新機種新工法委員会第5回低スランブ生コン輸送分科会

日時：12月10日(水)14時～
出席者：長尾策磨分科会長ほか11名
議題：①流動化剤を使用したコンクリートについて(中島委員) ②SECコンクリートの紹介(中島委員) ③メーカの低スランブコンクリート打設実績について(三機工業) ④コンクリート打設業者の低スランブコンクリートの打設実績について(分科会長)

■技術部会第7回海洋開発委員会

日時：12月12日(金)14時～
出席者：室 達朗委員長ほか14名
議題：①大型設置ケーソンについて(16mm映写、福本委員) ②来島海峡の岩盤掘削について(16mm映写、小蒲委員) ③潜水機RECUSについて(岸谷委員)

■運営委員会

日時：12月18日(木)17時～
出席者：畠昭治部会長ほか47名
議題：①昭和55年度上半期事業報告および経理概況報告について ②運営委員、顧問等の異動報告 ③NATMトンネル工法に関する講習会開催について ④新年懇親会開催日時および場所について

■技術部会第88回摩耗対策委員会

日時：12月19日(金)14時～
出席者：室 達朗委員長ほか10名
議題：①摩耗に関する文献調査について ②シールドのカッターヘッドとビットの摩耗(8mm映写)について(吉川委員) ③リッパチップの現地摩耗試験結果について(委員長)

中 国 支 部

■第44回建設機械オペレータ養成講習会
期日：12月中(毎週5日間)
場 所：油谷特殊車輛技術教習所および広島県自動車試験場

内容：大特免許試験の実技運転実習
参加者：15名(全員特殊免許試験合格)

■技術部会打合せ会

日時：12月12日(金)14時～
出席者：木下信彦事務局長ほか4名
議題：建設機械構造に関する講習会の実施要領について

四 国 支 部

■昭和55年度(第2次)騒音振動計測講習会

日時：12月2日(火)9時半～
場所：高松市民文化センター
聴講者：37名

九 州 支 部

■技術部会委員会

日時：12月1日(月)14時～
出席者：上野金義委員長ほか8名
議題：貸貸機械便覧の作成について

■第6回幹事会

日時：12月3日(水)15時～
出席者：和田一郎幹事長ほか16名
議題：常任運営委員会の運営について

■昭和55年度常任運営委員会

日時：12月3日(水)16時～
出席者：33名のうち出席29名(うち

委任3名)

議題：①昭和55年度上半期事業報告について ②昭和55年度上半期経理概況報告について

■広報部会

日時：12月16日(火)11時～
出席者：吉田 信部会長ほか6名
議題：新機種・新工法説明会の開催について

■第7回幹事会

日時：12月17日(水)16時～
出席者：和田一郎幹事長ほか13名
議題：昭和56年2月までの行事予定および会員の増強について打合せ

編集後記



今年は、本格的冬の到来と、来年度公共事業費のきわめて低率の伸びによる中小建設業の倒産が年末から予想されるなど、文字通り厳しい新年を迎えました。2月号がお手許に届く頃は、もうすっかり屠蘇気分も

抜けて新しい活動に入っておられることと思います。

さて、今月号はエネルギーおよび発電所関係工事を中心にまとめました。巻頭言は中国の水力開発プロジェクトについて資源エネルギー庁の飯島水力課長から解説を、また新エネルギー財団の原田理事から財団の活動方針についての紹介を頂戴いたしました。

次いで御坊火力、玄海原子力、川内原子力、女川原子力、奥矢作第二の各発電所および一庫ダムの建設工事関連のほか、新しいエネルギーである地熱について掘削機器の現状と

動向についての論文を掲載いたしました。また大鳴門橋多柱式基礎工事についてグラビヤと共に実績紹介をお願いし、随想には三菱重工の西村事業部長から北京出張中散見されたことを中国雑感としてまとめていただきました。

さらに機械関連では、低騒音ブローザおよび建設機械運転席における振動評価についての論文を加え、本号を盛り上げていただきました。

ご多忙中、執筆いただいた各位には心からお礼申し上げますと共に、読者の皆様の一層のご活躍をお祈り致します。(立花・新堀)

No. 372 「建設の機械化」 1981年2月号

〔定価〕1部450円
年間4,800円(前金)

昭和56年2月20日印刷 昭和56年2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 千葉登

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

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)

北海道支部 〒060 札幌市中央区北3条西2-6 富山会館内

東北支部 〒980 仙台市国分町3-10-21 徳和ビル内

北陸支部 〒951 新潟市東堀前通六番町1061 中央ビル内

中部支部 〒460 名古屋市中区栄4-3-26 昭和ビル内

関西支部 〒540 大阪市東区谷町1-50 大手前建設会館内

中国支部 〒730 広島市中区八丁堀12-22 築地ビル内

四国支部 〒760 高松市福岡町4-28-30 小竹ビル内

九州支部 〒810 福岡市中央区舞鶴1-1-5 舞鶴ビル内

取引銀行三菱銀行銀座支店

振替口座東京7-71122番

電話(0545)35-0212

電話(011)231-4428

電話(0222)22-3915

電話(0252)24-0896

電話(052)241-2394

電話(06)941-8845

電話(0822)21-6841

電話(0878)21-8074

電話(092)741-9380

印刷所 株式会社技報堂 東京都港区赤坂1-3-6

コンパクトで計量精度は抜群…


丸友の 移動式生コンプレント

製造・販売・リース
生産量 10～50 m³/H(10機種)

電子制御自動式
及び簡易自動式



(工事の内容により御選定下さい)

 丸友機械株式会社

本 社 名古屋市東区泉一丁目19番12号
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 大阪市浪速区芦原2丁目3の8
〒 556 山下ビル 電話 <06> (562) 2961 (代)
春日井工場 愛知県春日井市宮町73番地
〒 486 電話 <0568> (31) 3 8 7 3 (代)

“プロ”への近道・全国随一

- 大型特殊自動車運転免許
毎月5日入学、免許確実
- 移動式クレーン運転士免許
毎月2回入学(9日間)実技試験免除
- けん引自動車運転免許
随時練習、懇切な指導
- 自動車・建設機械整備士免許
高校卒2年課程(専修学校専門課程)
2級自動車整備士養成コース
合格率抜群・求人殺到
- フォークリフト運転技能講習
毎月1回月上旬に実施、修了証交付
- 車輛系建設機械運転技能講習
毎月1回中旬に実施、修了証交付
- ショベルローダ運転技能講習
毎月1回下旬に実施、修了証交付
- 玉掛技能講習
毎月1回(3日間) 修了証交付
- 移動式クレーン(5トン未満)特別教育
毎月1回(3日間) 修了証交付

学 校 法 人 久留米工業大学 久留米建設機械専門学校

〒834-01 福岡県八女郡広川町大字新代1428-21 電話 09433②0281(代)



ベルクバウ81

国際鉱業専門見本市/会議

西ドイツ/デュッセルドルフ

1981年6月11日～17日

ベルクバウは5年に一度デュッセルドルフで開催される世界最大級の鉱業専門見本市で、併行して開かれる各種会議・講義を通じて業界の現状把握、設備投資計画の決定、経営方針の決定、新技術導入等を目標とする業界関係者の皆様に有効なアドバイスを提供します。

■ベルクバウ81は次の専門分野をカバーします。

- ボーリング・掘下げ
- 砕岩
- トンネル建設
- 採炭
- 砕炭
- 露天掘り
- 海洋資源開発
(Ocean Mining/Off Shore Exploration)
- 採油・採ガス

■専門見本市出展品目

- コークスプラント用装備
- 貯蔵システム
- 原石運搬システム(専用車輛を含む)
- モーター・コンプレッサー・ポンプ
- 電気設備・装備・機器
- 送風・空調装備
- チェーン・ロープ・パイプ・ワイヤー・バルブ等
- 管理・修理工用機器
- 建設材
- コンベヤー・ベルト・タイヤ・絶縁材
- 発破・爆破技術
- 労働保全・労働災害防止技術
- 専門文献
- コンサルティング・エンジニアリング

——— 国際会議 (各会議とも見本市会場内コンgresセンターで開催されます。) ———



Bergbau 81
国際鉱業会議
1981年6月11日～17日



Tunnel 81
トンネル建設特別会議
1981年6月11日～13日



Inter Ocean
国際海洋資源開発会議
1981年6月15日

※各国際会議登録申込書・プログラム(1981年3月に発行)・出展予定社リスト・パンフレット等詳細に関しては、下記在日代表部まで御一報下さい。

デュッセルドルフ見本市会社

Düsseldorf-Messegesellschaft mbH

—NOWEA—

在日代表部：在日ドイツ商工会議所

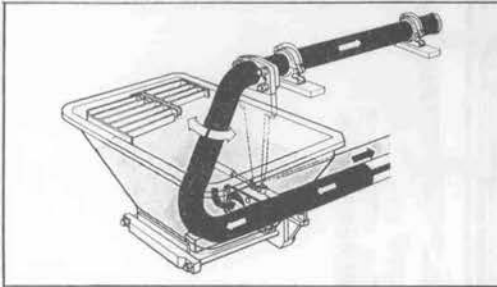
見本市部 (担当：山本/板垣)

〒100 東京都千代田区永田町2-14-3 赤坂東急ビル9F

TEL.03-593-1641

丸矢PM コンクリートポンプ

省資源は時代の要請！ バルブの無いポンプ！



機種：コンクリート前面圧 30kg/cm²から120kg/cm²まで
コンクリート吐出量 20m³/hから140m³/hまで

**縦坑60M+水平80Mの
コンクリート圧送に成功!!**

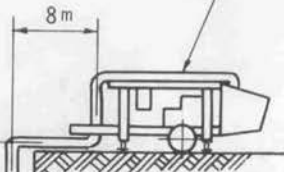
■概要

1. 使用機種：BRA1406 / 55KW電動機
理論最大ピストン前面圧 54kg/cm²
2. 配管径：150A
3. コンクリート：
最大骨材40mm、セメント量300kg、スランプ10~12cm

■当打設箇所は縦坑途中にある水室で、安全上ポンプを縦坑下に持ち込むことが出来ない為、ポンプを地表に据え、下向きに60m、水平に80mの配管に於いてのコンクリート圧送に成功した。



丸矢PM
コンクリートポンプ



現場レポート



- 施主：東京電力、玉原発電所
- 施工：日本国土開発(株)・(株)熊谷組 共同企業体

建設機械営業品目

- ① ブレスクリート
- ② シャトルカー
- ③ トレンローダー
- ④ コンクリート吹付機
- ⑤ モルタルポンプ
- ⑥ コンクリート降下装置



丸矢工業株式会社

本社 〒553 大阪市福島区海老江5丁目5番6号 電話(06)453-0521番(代表)
テレックス524-2191
東京営業所 〒160 東京都新宿区三栄町8番地(第一萬寿ビル内) 電話(03)358-1101番
広島営業所 〒733 広島市中区光南1丁目8番1号 電話(0822)41-9658番
姫路工場 〒671-15 兵庫県姫路市石倉宇西ラ105番地 電話(0792)69-0331番机
東京サービスセンター 〒360-01 埼玉県熊谷市楊井82番地 電話(0485)36-0934番

JOY ROTARY BLAST HOLE DRILL

SURFACE MINES AND QUARRIES

MODEL RR10-HD

70,000lbs. (29,500kg) drilling pressure

定 格 ビット圧力：29,484kg

ホ イ ス ト：12,701kg

掘削孔範囲 171mm-270mm

装備寸法 ドリル高さ：マスト降下時：4.04m

マスト上昇時：11.53m

ドリル巾：3.35m

ドリル長：11.53m

架装車種 CATERPILLAR. D8K. D9G. H

KOMATSU. DI50A. DI55A

いずれも新車及び中古車に塔載可



米国ジョイ社
日本代理店



マルマ重車輛株式会社

本社工場 〒156 東京都世田谷区桜丘1丁目2番19号 ☎ 03-429局2131(大代) TELEX 242-2367 FAX (03)420-3336
名古屋工場 〒485 愛知県小牧市小針町中市場25番地 ☎ 0568-77局3311(代) TELEX 448-5988 FAX (0568)72-5209
相模原工場 〒229 神奈川県相模原市大野台6丁目2番1号 ☎ 0427-52局9211 TELEX 287-2356 FAX (0427)56-4389



JOY MANUFACTURING COMPANY
INTERNATIONAL GROUP
OLIVER BUILDING, PITTSBURG
PA. 15222, U.S.A.

Snap-on[®] スナップ・オン・ツール

整理に便利な……………“ツールオーガナイザ”

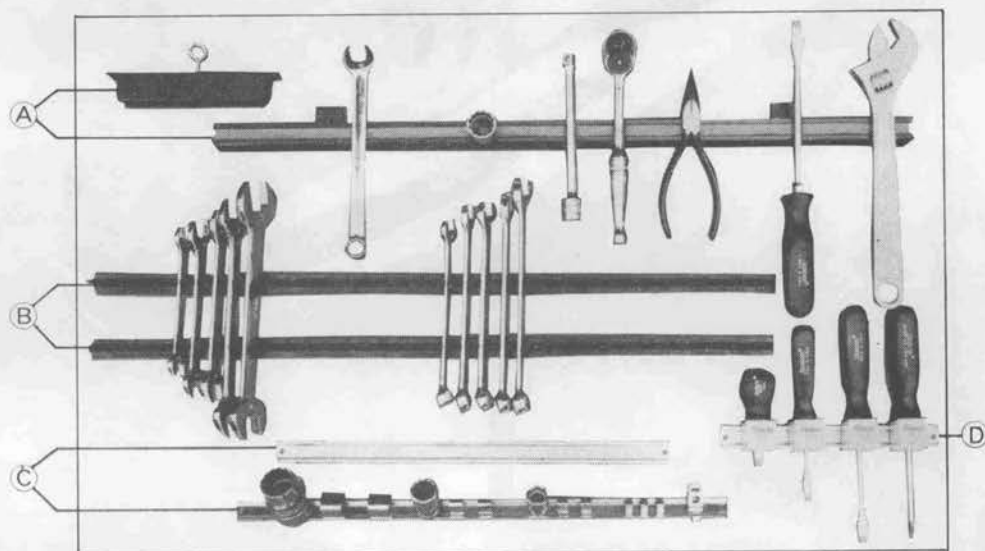
◆ 工具室で ◆ 作業職場で ◆ 作業台で

① 強力マグネットホルダ

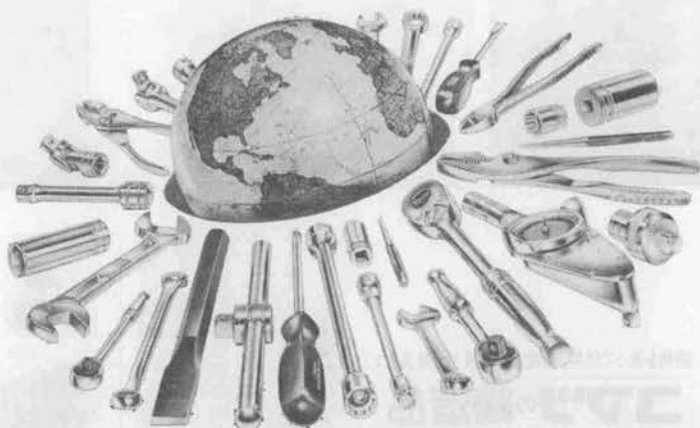
② ソケットレール・クリップ

③ レンチオーガナイザ

④ スクリュードライバホルダ



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
電話 03-425-4331(代表) 加入電信242-3716 千156
名古屋営業所 名古屋市中区千代田5丁目10番18号
電話052-261-7361(代表) 加入電信442-2478 千460

品質を上げると、コストが下がる。



建設機械用ツース

品質の高いコマツの铸造品なら
トータル・コストが下がります。

寸法精度が高く、内部欠陥が極めて少ない。そのため加工時間を短縮し、トータル・コストが下がる。それがコマツ铸造品の最も大きな特徴です。大正8年創業以来、コマツは常に高品質の铸造品をつくり続けてきました。今日、コマツが世界に誇る数多く



铸钢バルブ



铸铁製油圧バルブ



铸钢製ポンプ部品

の建設機械も、この60年間に磨きぬかれた高度な铸造技術に支えられているのです。しかも品質管理の權威デミング賞を受賞。その品質の高さは広く海外でも認められています。一品物から量産物まで、铸物のことなら、経験豊かなコマツにご相談下さい。

铸物造って60年、量産品から原子力製品まで

コマツの铸造品

小松製作所

東京支社：港区赤坂2-3-6 小松ビル
〒107 ☎03(584)7111

大阪支社：豊中市服部寿町5-166 〒561
☎06(864)2121

お問い合わせは各支社铸鋼課へどうぞ。

資料請求券
送・換



世界の現場が すぐれた技術を知っている。

大型プロジェクトが求めるコマツ建設機械・ビッグ3

いま、世界の現場が求めるもの

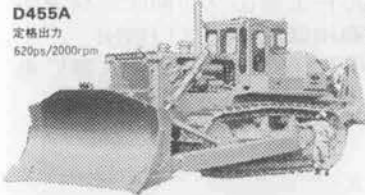
コマツの大形建設機械は、アメリカをはじめ、東南アジア、中近東、さらには共産圏へと、世界100余カ国に輸出されています。大地に立ち向かう人間の大きな力として、いま世界中の現場が求めているもの。それは、信頼性に裏打ちされた、完成度の高い建設機械です。

コマツのビッグパワー

大型プロジェクトの担い手として、コマツがおくる3つのビッグパワー。超大形ブルドーザD455A、国産最大のダンプトラックHD1200、バケット容量8.4m³の大形ペイローダH400C。これらの大形建設機械を通じて、明日の豊かな環境づくりのために、今日もコマツは努力をつづけます。

D455A

定格出力
620ps/2000rpm



HD1200

最大積載量
120000kg



H400C

バケット容量
8.4m³



●ブルドーザ D455A/D355A/D155A/D150A ●ダンプトラック HD1200/HD680/HD460/HD320 ●ペイローダ H400C/560

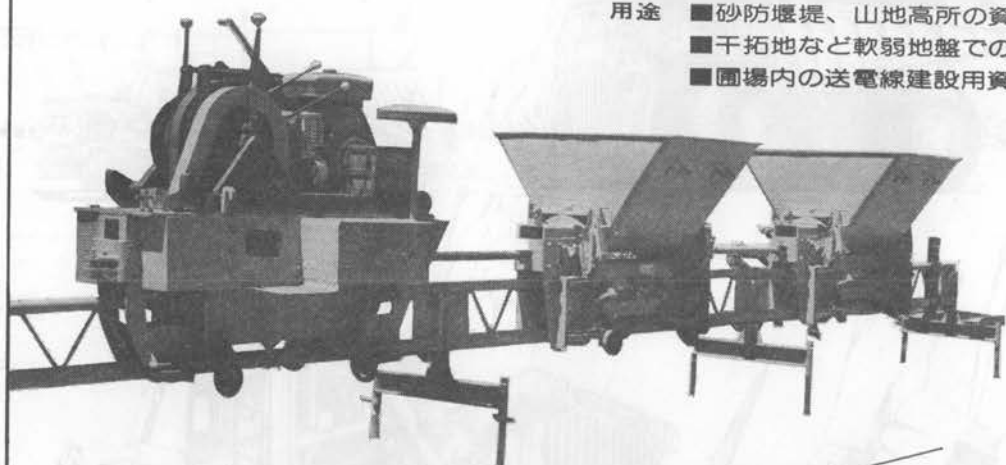
日本のコマツ・世界のコマツ

KOMATSU

■本社〒107 東京都港区赤坂2-3-6小松ビル ☎03(584)7111 ●北海道支社 ☎札幌011(661)8111 ●東北支社 ☎仙台0222(56)7111 ●北陸支社 ☎小杉07665(5)2251 ●関東支社 ☎横浜0485(91)3111 ●東京支社 ☎東京03(584)7111 ●中部支社 ☎一宮0586(77)1131 ●大阪支社 ☎大阪06(864)2121 ●四国支社 ☎高松0878(41)1181 ●中国支社 ☎五日市0829(22)3111 ●九州支社 ☎福岡092(641)3111

土木工専用モノレール

- 用途
- 砂防堰堤、山地高所の資材運搬
 - 干拓地など軟弱地盤での資材運搬
 - 圃場内の送電線建設用資材運搬



KED-1型

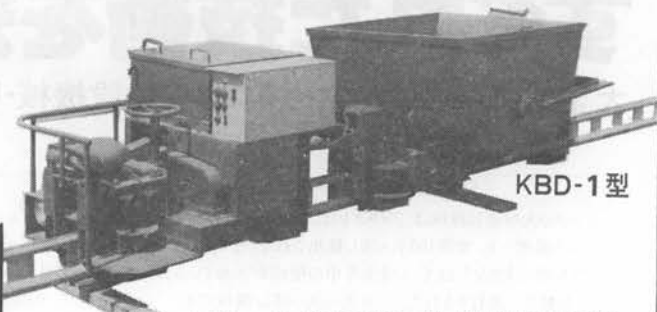
動く仮設道路

土木・トンネル工専用



現場での能率向上は先ず運搬作業の合理化と省力化から

管工専用 モノレール



KBD-1型

- 用途
- シールド工のズリ搬出資材運搬
 - 下水道用管工のズリ搬出
 - 直径0.7m～3.5mの上記工事に適応出来ます。



発売元

日鉄鉱業株式会社

本社機械営業部 東京都中央区日本橋3-3-5(新日東ビル) ☎03(281)3771(代)
 北海道支店 ☎(011)561-5370(代) 名古屋営業所 ☎(052)962-7701(代)
 大阪支店 ☎(06)252-7281 東北支店 ☎(022)65-2411(代)
 九州支店 ☎(092)711-1022(代) 広島営業所 ☎(0822)43-1924(代)



製造元

株式会社 嘉穂製作所

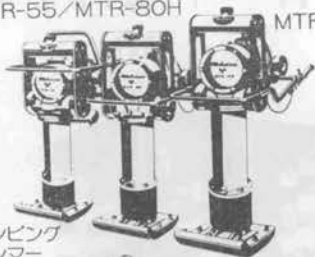
本社工場 福岡県嘉穂郡英穂町大字大分567 ☎(09487)-2-0390

たとえビス1本でも

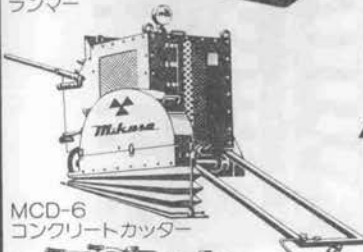
ご不便はかけません

MTR-55/MTR-80H

MTR-120



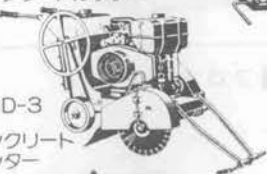
タンピング
ランマー



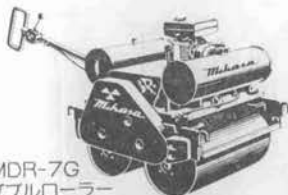
MCD-6
コンクリートカッター

MCD-3

コンクリート
カッター



MCD-2D
コンクリートカッター



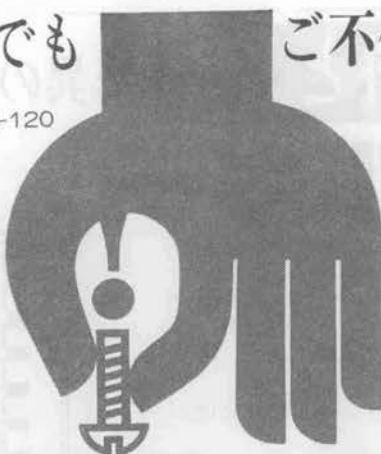
MDR-7G
ダブルローラー



MDR-9D
ダブルローラー



MDR-20 ダブルローラー



Mikasa

CONSTRUCTION EQUIPMENT

過酷な耐久テストと再度の精密検査を重ねて製品化される高度な三笠製品は、つねにその性能をフルに発揮するMikasaとして内外各国のユーザーから絶大な信頼を得、また完璧なアフターサービスは完備された各種部品と共に世界のMikasaの技術と信頼を更に力強く支えています。



特殊建設機械メーカー

三笠産業

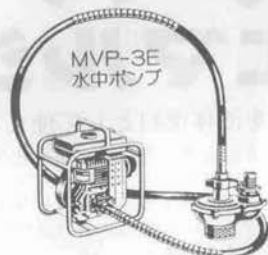
本 社 東京都千代田区猿樂町1-4-3
(〒101) 電 話 03 (292) 1411 大代表
札幌出張所 札幌市中央区大通西8-2 正田ビル
(〒060) 電 話 011 (271) 1931 代表
仙台出張所 仙台市卸町5-1-16
(〒983) 電 話 0222 (98) 1521 代表
新潟出張所 新潟市堀之内324 エタケビル
(〒950) 電 話 0252 (84) 6565 代表
技術研究所 埼玉県白岡町 工場 館林/春日部
西部総発売元 三笠建設機械株式会社
(〒550) 大阪市西区立売堀3-3-10
電 話 06 (541) 9631 代表



MVI-SM
MVI-GM
コンクリート
バイブレーター



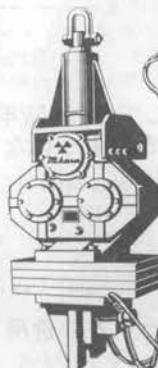
MVI-MD
インヘッダー



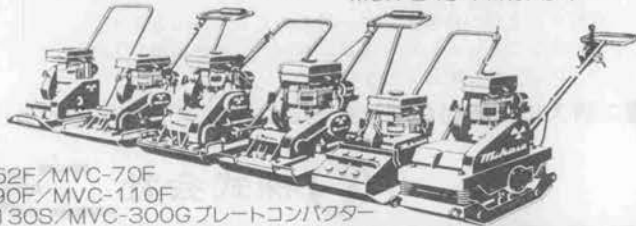
MVP-3E
水中ポンプ



MPT-36
パワートロウエル



MOH-24G バイルハンマー



MVC-52F/MVC-70F
MVC-90F/MVC-110F
MVC-130S/MVC-300G プレートコンパクター

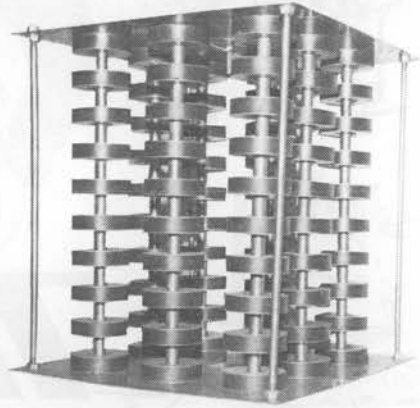
水を液体燃料とした 驚異の省エネ燃料革命

エクセルギー

特許

■エクセルギー効果

- (1)特殊磁気、エクセルギーに依る油中に活発なブラウン運動が生じ油質の安定、スラッジの分散。
- (2)油の粒子の微粒化による、噴霧状態の良好、燃焼効率の増大。
- (3)バーナ先のカーボン附着の解消、着火時の煤煙の解消。
- (4)ストレーナー掃除の長期化。
- (5)過剰空気の減少。
- (6)燃料油の減少10%以上。
- (7)窒素酸化物(NOx)の減少40%



スーパー・エマルジョン

■水を液体燃料として使えないか…?

この驚きの発想を今ここに現実化することができました。幾多の困難を乗り越えて、水をベースにした“80年代の液体エネルギー”スーパーエマルジョン燃焼装置を完成いたしました。数々のテストから重油燃費は確実に20%以上、節約できる画期的装置でございます。

■効果は一目瞭然です。

- | | |
|-----------------------|----------|
| 1. 燃料の節減 | 20%以上 |
| 2. NOx(窒素酸化物)の低減 | 40%以上 |
| 3. CO(一酸化炭素)の低減 | 20%以上 |
| 4. ばいじん(黒煙等)の低減 | 50%以上 |
| 5. B.F.(バックフィルター)の小型化 | 30%以上 |
| 6. 排風機(モニター)小型化・省力化 | 20~30%以上 |

■1ℓ=80円として(昭和55年6月)試算いたしますと、下記の表のようになります。

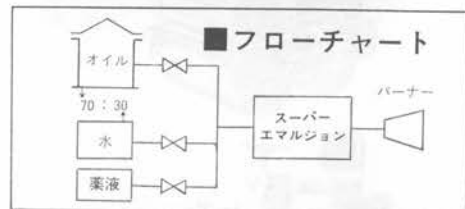
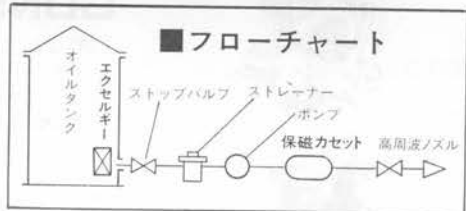
重油消費量	トン数	従来経費総額	スーパーエマルジョン 使用後の経費総額	節約おきる金額
1,000ℓ	1t	80,000円	64,000円	16,000円
10,000ℓ	10t	800,000円	640,000円	160,000円
100,000ℓ	100t	8,000,000円	6,400,000円	1,600,000円
1,000,000ℓ	1,000t	80,000,000円	64,000,000円	16,000,000円

■“エクセルギー”との併用で効果は絶大です。

“スーパー・エマルジョン燃焼装置”の素晴らしさも、おわかりただけたと思いますが、上にご紹介した“エクセルギー”との併用で、上記の効果をより一層高めることができます。ご不明の点がございましたら係員がお伺し、ご説明申し上げますので、ぜひ一度ご検討ください。

■ご購入には便利な割賦販売システムもご利用ください。

※カタログ請求は下記へ……



株式会社 ニチユウ

〒153 東京都目黒区下目黒1-3-27 梅原ビル ☎(03)492-0051

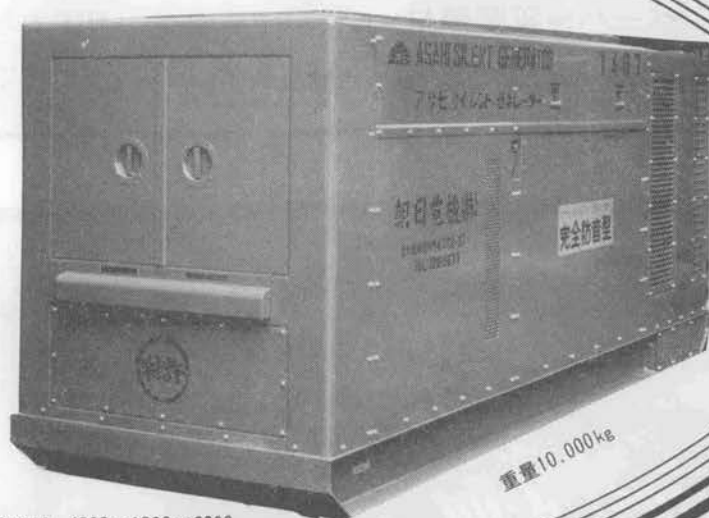
技術歴然

アサヒ発電機

無騒音発電機

〈建設用可搬式〉

- 住宅街・病院・学校でも騒音公害一掃(特許)
- 水空併用で過熱がない
- スイッチオンで自動調整
- 軽量で手軽
- 非常停止の装置(特許)完備で破損の皆無
- ブラシの無い発電機点検不要
- リースで真価を発揮



ASG570KVA 4800×1800×2200

特許

44659

(カタログ贈呈)

リース方式も
御利用下さい

朝日電機株式会社

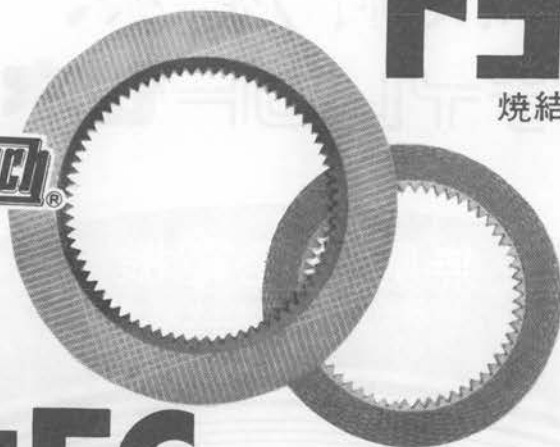
〒577 東大阪市 洪川町 4-4-37
☎ (06)728-6677~9・728-2457・727-6671~2

クラッチフェーシング、ブレーキライニングには……

トヨカロイ

焼結合金摩擦材

Velvetouch®



トヨカFC

ペーパー質摩擦材

Ⓣ 東洋カーボン株式会社

米国 THE S.K. WELLMAN CORP. (商品名 Velvetouch) との技術提携により、世界水準を行く製品(トヨカロイ)としてご好評を得ております。

本社 東京都中央区日本橋2-10-1 TEL(271)7324(代表)
大阪営業所 TEL(203)4612/名古屋営業所 TEL(581)4591
福岡営業所 TEL(281)7187/工場・茅ヶ崎・山梨・滋賀

田原の水門

水資源開発公団殿、寺内ダム、
放流設備 昭和52年竣工

溢流型ローラーゲート(非常用) 7m×10m 2門
ローラーゲート(非常用) 6.3m×6.3m 1門
ラジアルゲート(常用) 4.2m×4.2m 1門

技術と実績が
生む高信頼性!

— 営業品目 —

各種水門 下水処理用機械
水圧鉄管 設計・製作・据付



株式会社 田原製作所

〒136 東京都江東区亀戸9-34-11 ☎東京03(637)2211(大代表)

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て
設計、製作いたします。

- 安全 ● 高能率 ● 低騒音



自動土砂排出装置(走行型・バケット4.8㎡付)

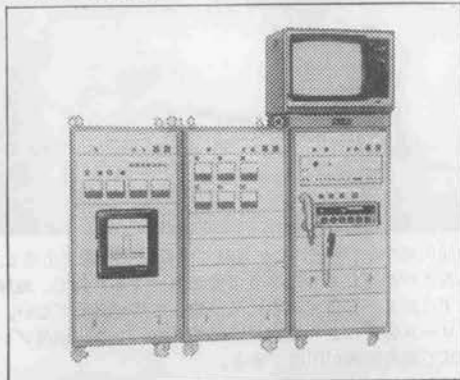


吉永機械株式会社

東京都墨田区緑4-4-3 TEL(03)634-5651(代)

シールド工法 遠隔監視装置

シールド工法遠隔監視装置は、シールド工法によるトンネル工事の施工現場における作業を一個所で集中監視記録することのできる装置で、工事の安全と作業能率の向上を図ることができます。

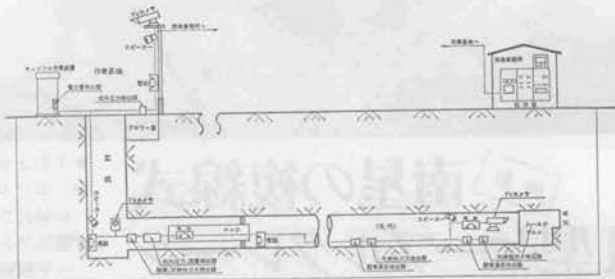


I 坑内の圧気状態がわかります
空気圧力、空気消費量、コンプレッサーの稼働状態の指示記録

III 現場の作業状態が一目瞭然です
テレビカメラを現場の要所に設置し、リモコン操作にて作業状態を把握

II 作業環境の管理が行なえます
"可燃性ガス"の検知 "酸素濃度"の検知

IV 通報連絡ができます
スピーカによる緊急時の一斉指令、および工事用電話による坑内と現場事務所間の緊急連絡、作業打合せ



建設制御の明昭



明昭株式会社

営業部 神奈川県川崎市中原区市ノ坪199
及び工場 電話 (044) 433-7131(代)
本社 東京都目黒区下目黒3-7-22

HANTA 道路機械

プレートコンパクタ VC-80N

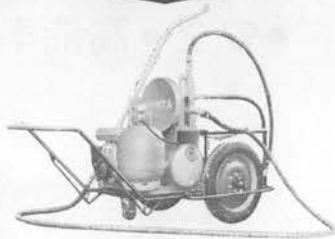


- 舗設巾
1.2~2.5M
- 車体巾
1.3M

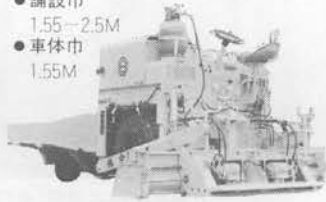


AF-250C
小形フィニッシャ

エンジンプレヤ CS-C35

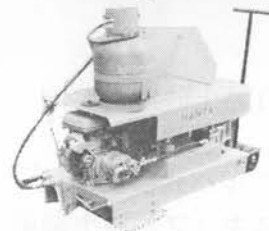


- 舗設巾
1.55~2.5M
- 車体巾
1.55M



AF-250W
小形フィニッシャ

自動カーバ(油圧レシプロ式) AC-R4



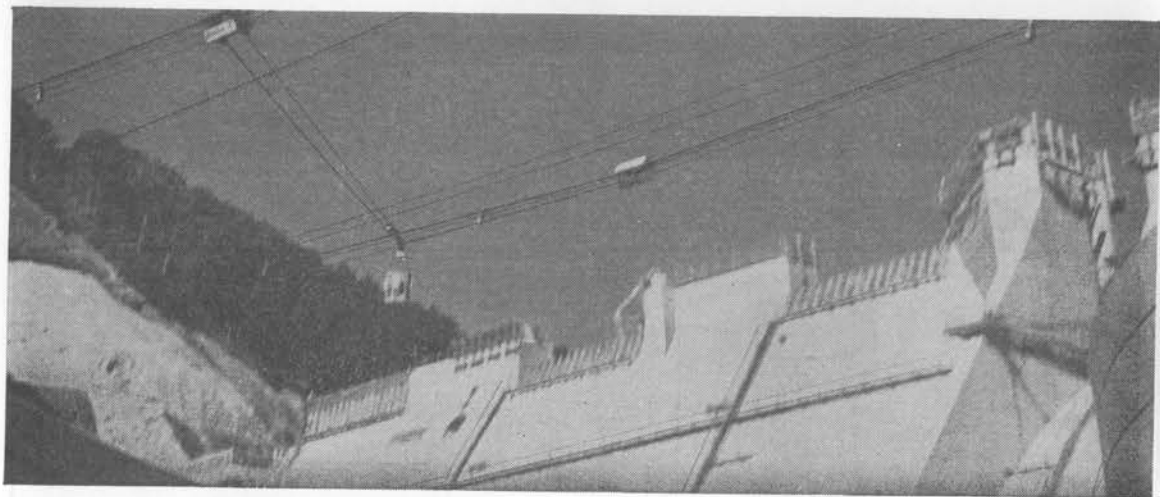
- 切削巾
1M
- 切削最大深度
5cm



HRP-100
小形路面切削機

範多機械株式会社

東京都港区南青山6丁目14-11 TEL(03) 400-1901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



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本は長さや相違しても、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

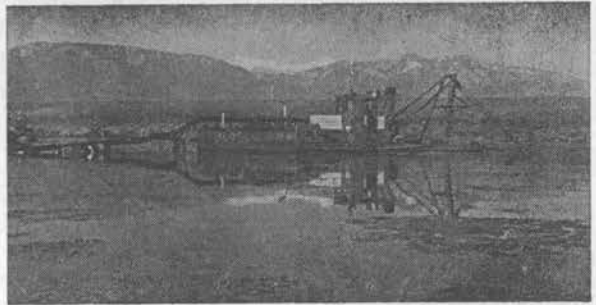
本社工場 熊本市十津寺町4-4 TEL 0963(52)8191(代)
 東京支店 東京都港区西新橋1-18-14(小里会館ビル2F) TEL 03(504)0831(代)
 営業所 札幌011(781)1611/盛岡0196(24)5231/仙台0222(94)2381/長野0262(85)2315/名古屋052(935)5681
 大阪06(372)7371/広島0822(32)1285/福岡092(761)6709/熊本0963(52)8191/宮崎0985(24)6441
 出張所 旭川0166(61)4166/会津若松02422(3)1665/北関東0286(61)8088/前橋0272(51)3729/甲府0552(52)5725
 松本0263(25)8101/新潟0252(74)6515/富山0764(21)7532/大分0975(58)2765
 駐在所 秋田0188(63)5746/鹿児島0992(20)3688

ホイールカッター式

小形浚せつ船

標準吐出径 150, 200, 250, 300, 350mm

- 分解して陸搬できる
- 浚せつ圧送能力は絶大
- 周辺の水を濁さない
- 砂・砂利の採取
- ダムの堆砂さらえ
- 港湾のヘドロ除去
- 河川の水底掘削



株式
会社

ウオタマン

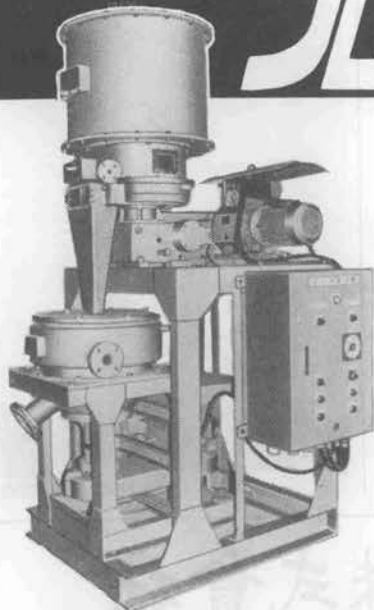
カタログ説明書贈呈最寄現場ご案内

〒542 大阪市南区巽谷東之町32 TEL 06-252-0241

ミキシングの革命!

フロージェットミキサー

システム



ミキシング材料を安定供給し、バラツキがなく、連続流過中の秒速で95%膨潤し、輸送中に完全溶解する。連続無人運転ができ、騒音がない。

- 用途
- 掘削用地盤安定液の連続製造
 - 遮水壁用充填液の連続製造と充填
 - TPCW工法の施行
 - その他各種粉体の連続溶解

取扱材料：ベントナイト、STP、CMC、セメント etc.
能力：1～200t/h

'70、'72、'74CPアイデア賞・'74日刊工業新聞十大新製品賞
50、51年度機械振興協会賞・51年度発明協会全国発明賞・紫綬褒章

粉体定量供給機・粉体流量計重機・連続噴射混合機



株式会社

粉

研

粉研技術シリーズ3-21

本社・営業所 〒141 品川区西五反田7-22-17T O Cビル1021 ☎(03) 494-4511
 ラボウトリ
 大阪営業所 〒553 大阪市福島区福島5-6-33 井上ビル ☎(06) 458-4631
 北九州営業所 〒800 北九州市門司区高田1-4-9 東進ビル2F ☎(093) 371-9031

世界のトップブランド BSP(英)の基礎機械

ロックブレイカー

NM-BSP 1100型/1000型は、低騒音、低振動、無公害岩盤破碎機械です。水/陸両用強力な打撃力により硬岩盤に破岩ノミを打込み、網目状の亀裂を生じさせ、効率よく大量の岩盤を破碎することができます。火力、原子力発電所増設工事、港湾浚渫、宅地造成、コンクリート障害物撤去等々に御活用下さい。



全油圧パイルハンマー

時代の要請に答えてついに開発に成功致しました。すでにハイシंक工法にも採用され下記特長をフルに発揮しております。

●特長

1. 低騒音で打ち込みができます。(30m地点で75dB以下)
2. 油煙飛散がまったくなくクリーンです。
3. くい的支持力は確実で大きい。
4. ラム落下高を任意に選定できます。よってくい径 $\phi 300$ — $\phi 600$ mmに適用します。
5. 打ち込み力の調節によって低振動で施工ができます。
6. 軟弱地盤でも連続打ち込みができます。
7. 防音カバーがコンパクトであるので作業性が良い。
8. 他の公害対策工法より施工が速く経済的です。



トレンチャリグ

英国BSPインターナショナルファウンデーション社により開発されたもので、その特性と経済性により、欧州はじめ世界各国で採用され、多くの実績と、評価を得ました。我国での評価も極めて高く、ユーザーの御要望に応え国産化する事になった次第です。抜群の垂直精度、地層に対する適応性、附帯設備の経済性に御注目下さい。



総代理店

日綿實業株式会社

建設車輛部
土木建設機械課

東京都中央区日本橋3-11-1 TEL(277)5061・5064・5068・5069

新リサイクルシステム



コンクリート・ガラ処理の決定版!!

ポータブル
コンクリートクラッシングプラント

PCP

2大特長

破砕能力360m³/日! 《他社比較1.5~2倍》

ワンタッチでジャッキアップ!

《安全・楽々・スピーディーな作業》
《電動油圧ポンプ装備》



移動時は
ジャッキダウン



プラント稼働
時はジャッキアップ

特長

- ◆コンクリートガラ(800%×300%)を砂利状に破砕します。
- ◆タイヤ式ですから、移動が簡単です。
- ◆小型軽量で、トラック運搬が楽です。
- ◆密閉式のため露出部分がなく安全です。
- ◆密閉式のため低騒音です。(30mで77ホーン)

仕様

型式	SC-6153
全長	4800m/m
重量	10900kg
クラッシャー	36"×15"
電力	200V 55kW
ベルトコンベア	5M×1、7M×1

トータルコスト低減
省資源・公害防止

営業品目

油圧・空圧アイヨン／TSサイレントクラッシャー／
ハンドハンマー／レッグドリル／油圧・空圧クローラ
ードリル／ロッド／ビット／附属品／システム一式

※詳細資料は御請求下さい。

創業以来四十余年鑿岩機専門 **アイヨン** の
オカダ鑿岩機株式會社

本社	〒540 大阪市東区北新町2-2	☎(06) 942-5591(代)
支店	〒175 東京都板橋区新河原2-8-25	☎(03) 975-2011(代)
支店	〒503 大垣市久瀬川町6-29	☎(0584) 78-2313(代)
営業所	〒983 仙台市大和町4-4-23	☎(0222) 95-7585(代)
営業所	〒452 名古屋市西区長先町205	☎(052) 503-1741(代)
営業所	〒020 盛岡市南台北1-22-63	☎(0196) 134-0881(代)
工場	〒577 東大阪市市川俣2-60	☎(06) 787-4606(代)

千葉工業の バケツ

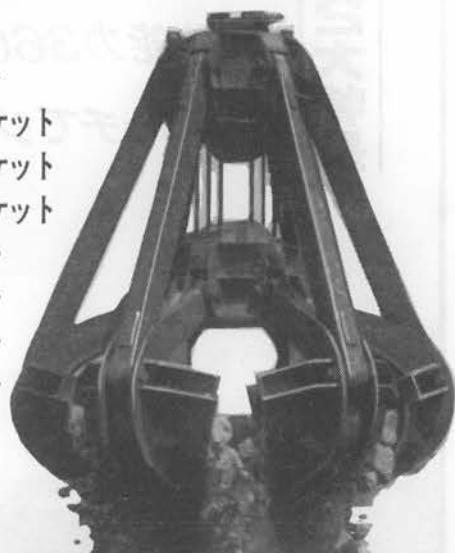


掘削・浚渫用

クラムシェルバケツ

(ドレヅジャー)

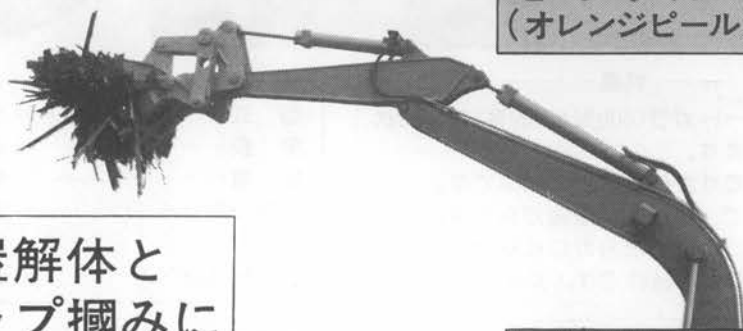
— 営業品目 —
 クラムシェル バケツ
 ドラグライン バケツ
 ドレヅジャー バケツ
 グラブ バケツ
 フォーク バケツ
 ポリップ バケツ
 シングル バケツ



石摺み・スクラップ用

ポリップバケツ

(オレンジピール)



木造家屋解体と
スクラップ摺みに
(実用新案登録済)

フォーククラブ

バケツ・クレーン・各種アタッチメントの専門メーカー



千葉工業株式会社
 千葉商事株式会社

(千葉工業株式会社内)

千葉県松戸市串崎新田189
 〒270 ☎ 0473-64-3121 (代)

営業所 ☎ 0473-87-4082 (代)

©52年7月1日をもってかねてより業務提携をしておりました株式会社亦木荷役機械工務所のバケツ関係の営業権を引継ぎました。

コンクリート打込工事に 抜群の威力を発揮!!



山田の

バイブレーター

営業品目

各種コンクリート振動機
チャックハンマー振動杭打機
コンクリート製品連続製造設備
振動モーター
コールドファイダー
コンクリート製品用各種型枠

製造元
発売

YK 山田機械工業株式会社

本社 〒115 東京都北区赤羽南1-7-2 電話 (03)902-4111(代)
戸田工場 〒335 埼玉県戸田市新曽南1-11-5 電話 (0484)42-5059・5060

《0.1m³～0.18m³ミニバックホー用》

ミニバックに取付けて、ラクに作業ができる

破碎に **バックホーブレイカー** BHB-130



- BHB-130バックホーブレイカーは、ハンドブレイカーの8倍の作業能率があがります。
- 30m離れた地点で69ホンという低音ブレイカーです。
- 必要なエアークOMPレッサーは、3.3m³～5.0m³/毎分吐出で充分です。

本体重量(タガネ付)	115kg
打撃数	850bpm
空気消費量	3.3～4.1m ³ /min

穿孔に **アタッチドリル** AD-90

- AD-90型アタッチドリルは、0.2m³～0.4m³バックホー用で、2.0mの穿孔ができます。
- 0.1m³～0.18m³ミニバック用はMAD-90型で、1.5mの穿孔ができます。
- 上向きから下向きまで広い角度の穿孔ができます。
- 必要なエアークOMPレッサーは、4.5～5.0m³/毎分吐出で充分です。

ドリルシリンダー径	90mm
ピストンストローク	65mm
空気消費量	4.3m ³ /min



テイサキ

株式会社 **帝国鑿岩機製作所**

豊橋工場 豊橋市新栄町37 ☎(0532)31-4136(代)
東京営業所 東京都大田区新蒲田2-4-13 ☎(03)736-5245(代)
福岡営業所 福岡市南区清水1-18-17 ☎(092)511-4891
仙台営業所 仙台市六丁目字鶴代13 ☎(0222)96-3833(代)
名古屋営業所 名古屋市熱田区1番3丁目4-19 ☎(052)682-3456(代)

トクデン は技術派、実力派!

- 営業品目 ●各種コンクリートバイブレーター(エンジン式、電気式、空気式)
 ●水中ポンプ ●タンパー ●バイブレーションプレート
 ●振動モーター ●振動フィダー
 ●コンクリート・ロード・フィニッシャー
 ●メッシュ・インストーラ ●その他振動機械

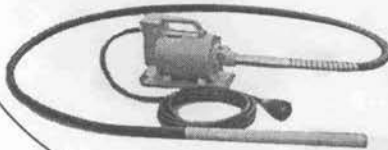


●最高の安定性と高効率 タンパー

- 特殊衝撃方式の採用で耐久力が大。
- 強力な輾圧能力で能率が良い。
- ハイジャンプで前進登坂力が強力。
- 取扱いが簡単で、移動運搬も容易。

用途 ■道路・滑走路・堤防・アスコン等の
 路床、路盤の輾圧、建築工事の盛土
 栗石の突固め、電信電話・ガス管・
 水道管等の埋設後の輾圧

●初めて完成された正転・逆転自在の(周期的)なバイブレーター



バイトツップ

- 鏡面仕上げされた球面によるすばらしいオイル漏れ防止構造
- 特殊加工された強靱なフレキシブルシャフト
- ヒューズフリーの採用によりオーバーロード、単相運転によるコイル焼損をシャットアウト!
- バイブレーター用のエンジンは、そのままポンプの原動機に使用できます。

●騒音公害の解消 に新装置



バイブレーションプレート

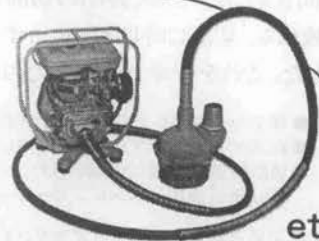
- 自走力(毎分25m) 抜群で作業能率アップ。
- 小型軽便な上に輾圧力が大きい。
- 完全な防振で、快適な作業ができる。
- 表面仕上げがきれい ●ベルト調整が容易。

用途 ●アスファルト舗装の輾圧、表面仕上げ。
 ●路盤、土間の砂利、碎石、砂等の締固め。
 ●ガス管、水道管、ケーブル埋設工事の道路補修。

●一人で持運びも、操作もできる(高性能水中ポンプ)

ポンプ

- エンジンでもモーターでも使用できる。
- 呼び水がいらない。
- 土砂混入のよごれ水でも揚水できる。
- 原動機はバイブレーターと完全兼用できる。
- 故障が少ない。
- エンジンはそのままバイブレーター用に使用できる。



etc.



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
浦和工場	浦和市大字田島字横沼2025番地	浦和	0488(62)5321-3	〒336
大阪営業所	大阪市西区九条南通3丁目29番地	大阪	06(581)2576	〒550
九州営業所	福岡市博多区福岡555-6	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116	札幌	011(871)1411	〒062
名古屋出張所	名古屋市南区汐田町3丁目21番地	名古屋	052(822)4066-7	〒457
仙台出張所	仙台市日の出町1丁目2番10号	仙台	0222(94)2780	〒983
新潟出張所	新潟市上木戸548番1号	新潟	0252(75)3543	〒950
広島出張所	広島市沼田町伴3754	広島	08284(8)0067	〒731
			4603	-31



●西独スチールカットクイック

コンクリート二次製品 切断専用カッター

●乾式ダイヤモンドブレード使用！
防振ハンドル付！ ●従来の常識を

●切れ味抜群！
破った二次製品切断

●小型、軽量、
カッター！



STIHL TS200

ヒューム管やU字溝の手軽な切断機はないか？という声を作業現場でしばしば聞きました。二次製品の切断は色々工夫されてきましたが、重すぎて疲れる、切断に時間がかかりすぎる、装備が大変だ等問題点がありました。これを一挙に解決したのがスチールTS200であります。

- 特長 ●軽量かつ防振ハンドル付の為作業者が疲れない。
 - 乾式ダイヤモンドブレードの使用により水を必要としない。
 - 切断時間が大幅に短縮された。
- (例) 砥石使用のエンジンカッターと比較すると約々)

- 仕様 エンジン様式……2サイクルガソリンエンジン
- 排気量……32cc
- 点火部……トランジスタイグニッションシステム(ノーポイント)
- 混合比……20:1(スチール専用オイルの場合25:1)
- 総重量……7.5kg(9インチブレード付)



STIHL®

●輸入元

スチールジャパン株式会社

〒181 東京都三鷹市中原1丁目8番14号 ☎(307)6161
〒001 札幌市北区北六条西6丁目2番地(第一山崎ビル) ☎(741)0511
〒980 仙台市木町通2丁目3番16号 ☎(72)3521

〒531 大阪市淀川区本庄西2丁目12番23号(新三陽ビル) ☎(371)4363
〒816 福岡市博多区西月隈1丁目60番地 ☎(472)7021
〒862 熊本市田迎町杉橋112番地(高本ビル) ☎(78)7007

トヨタバーバークリーンSB111 全油圧式 アスファルトフィニッシャー



トヨタバーバークリーンSB111型は、米国バーバークリーン社との技術提携によって国産化された全油圧式のホイール式アスファルトフィニッシャーです。●全油圧式のため運転操作が簡単。●2mから5mまでと舗装幅がひろく農道から高速道路まで舗装ができる。●低圧大型タイヤ採用によりクローラー式と同等の平坦性が得られる。●スクリードプレート、スクリュウ、フィーダー等の摩耗部分には、耐摩耗性の高い材料を採用しているため耐摩耗性、防塵性が抜群。●自動スクリードコントロール(オプション)の装着ができる。など多くの特長を持っています。



製造 株式会社 豊田自動織機製作所
販売 極東貿易株式会社(建設機械第1部第2課)

〒100-91 東京都千代田区大手町2-2-1(新大手町ビル7F) TEL(03)244-3809
支店 札幌☎011-221-3628 仙台☎0222-22-8202 沼津☎0559-63-0611
名古屋☎052-571-2571 大阪☎06-344-1121 福岡☎092-751-0303

車幅内で旋回できます。

コーヒーカップ式バックホー

【特許出願済】

掘削機の回転部分に新機構(2軸回転方式)を採用。細い道や狭い場所での掘削作業における安全性と高能率を追求した新鋭機。

貸します

旋回幅 15型 1,500^{mm}
21型 2,100^{mm}



※コーヒーカップ式とは遊園地などにあるコーヒーカップ型の回転する乗物の動きにヒントを得て開発されたものです。

車幅内で旋回が出来るので都市密集地などでの下水道工事に最適。また一般道路工事においても二車線の交通止めの必要がありません。工期と費用の節減と安全でスピーディな掘削作業が出来る、画期的な掘削機の登場です。

□仕様

	全長	全幅	全高	重量	最大掘削深さ	バケット容量
15型	3,000 ^{mm}	1,500 ^{mm}	2,100 ^{mm}	3,000kg	2,200 ^{mm}	0.1 ^{m³}
21型	3,400 ^{mm}	2,100 ^{mm}	2,300 ^{mm}	4,500kg	3,000 ^{mm}	0.25 ^{m³}

建設機械の製造・賃貸・販売

レンタルのニッケン

空中作業車及び建設機械類はすべて下記の営業所で取扱っております

《この商品の使用現場のビデオ(ベータマックス・VHS)、8^{mm}映画、カタログを用意してありますのでご請求下さい》

札幌 011(751)4081	気仙沼 0226(23)8152	今小市 0288(22)9411	小田原 0465(83)1466	大阪東 06(746)1185
札幌南 011(854)3933	古 01936(3)7799	山 0285(25)2080	甲府 0552(41)4331	大 戸 078(929)0388
札幌岩見 01262(3)8978	山 0249(34)0824	利 0284(72)5121	富士吉田 0555(4)2678	山 0862(71)1631
川 0166(54)6826	いわき 0246(21)3187	生 027776-6631	富士 0545(53)1070	島 08287(9)3411
川 0125(22)5338	越 0258(28)0888	橋 0272(43)5304	津 0559(21)5361	福 山 0849(53)5827
青森 0177(41)4545	潟 0252(75)5181	崎 0273(63)1385	岡 0542(81)1515	高 松 0878(66)0862
戸 0178(43)9217	新潟 0252(83)5177	谷 0485(23)3231	藤 枝 0546(43)1711	北 九 州 093(511)2631
戸 0188(63)7442	新潟 0258(27)4031	戸 0292(47)0652	浜 松 0534(21)1750	岡 092(504)2300
山 0196(24)3633	日 崎 02577(6)2052	浦 0298(21)9248	豊 橋 0532(55)3650	福 岡 092(622)1116
山 0236(42)3678	柏崎 02572(3)5742	0471(63)5235	岡 崎 0564(24)6268	分 0975(52)1266
古 川 02292(6)4122	上 越 0255(43)6166	崎 02976(2)7681	名古屋緑 052(624)4508	大 本 0963(80)5576
石 巻 0225(96)6425	長 野 0262(85)3766	京 北 03(859)3031	名 古 屋 0568(72)4191	代 09653(5)5515
仙 台 0222(96)9231	本 0263(36)3177	京 03(593)1551	岐 阜 0582(73)0811	崎 09572(3)3834
白 石 02242(5)8826	富 山 0764(33)6823	宮 0486(52)1051	四 日 市 0593(46)4731	鹿 児 島 0992(56)2261
原 町 02442(4)1664	宇 都 宮 0286(65)2261	栗 0436(43)4711	都 075(622)7723	内 0996(20)1896
福 島 0245(58)0760	宇 都 宮 東 0286(33)4572	木 0462(25)1188	大 阪 06(534)1061	

新発売 DPV-60SS

こまわりのきく行動派として好評の、デンヨー《PCシリーズ》にまたひとつ新機種が加わりました。

小型・軽量のDPV-60SS。本機は、ベーンロータリーのすぐれた特性を十分に生かし、便利なオートスターター付ですから始動方法もいたって簡単、起動も一発で自動運転に入ります。そのほか合理的な一面操作、独自の防音設計など使いやすさの工夫を各所にとり入れた構造で作業もいっそうしやすくなりました。またコンパクトなので運搬も便利、とくに狭い場所で威力を発揮します。

DPV-60SSは、特殊加工の高精度ベーンロータリー型なので吸収馬力にロスがなく維持費が大幅に節約でき、性能のよさ、耐久性ともに抜群の、安心してご使用いただけるコンプレッサーです。



仕様●コンプレッサー ベーンロータリー型 常用圧力：7kg/cm²
吐出空気量1.7m³/min 回転数2700rpm 潤滑方式：強制潤滑
潤滑油量10ℓ ●エンジン ヤンマー3T-75HL 定格出力：22ps
/2700rpm ●燃料タンク25ℓ ●大きさL1665×W788×
H1059mm ●重量540kg

起動一発

〈目録表〉

デンヨー防音型 エンジンコンプレッサー

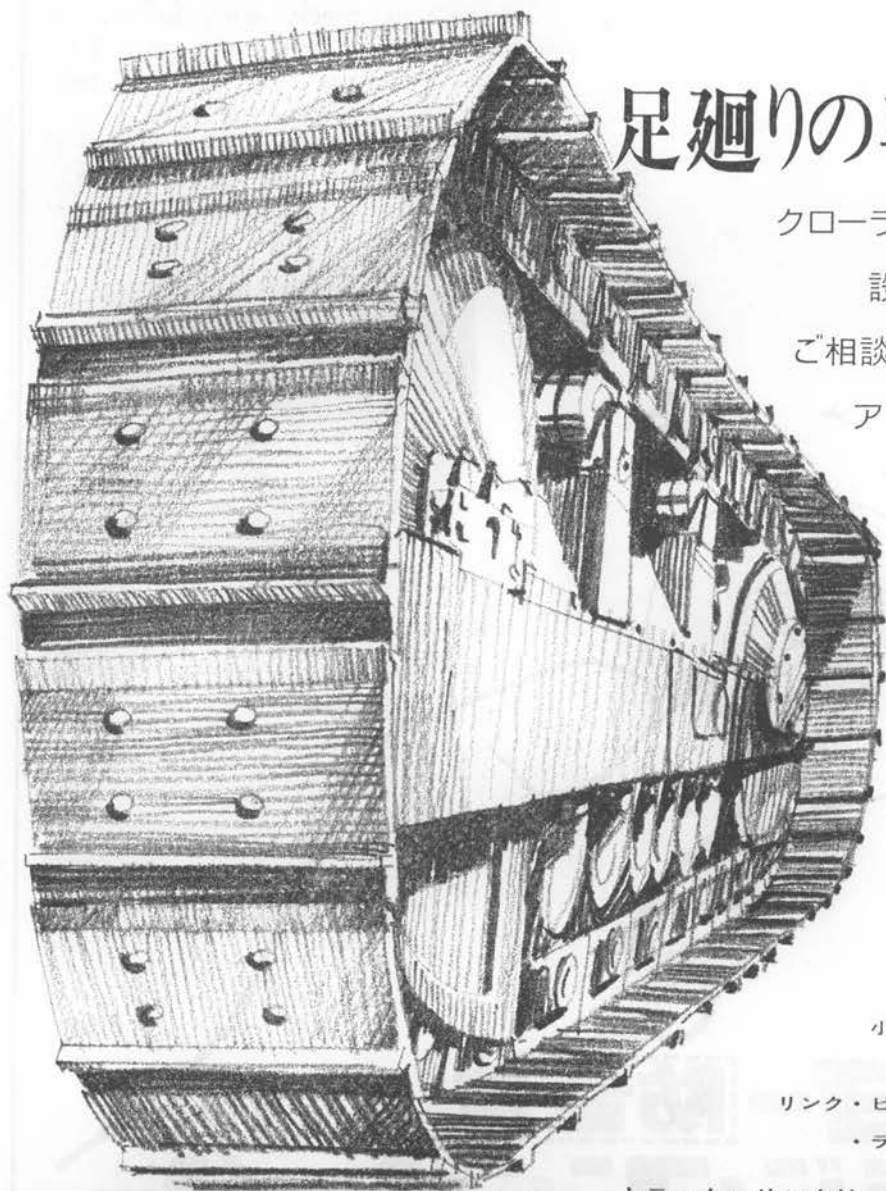
 **デンヨー株式会社**

本社 〒164 東京都中野区上高田4-2-2 TEL (03)389-3111(代表)

支店営業所 札幌・奥羽・仙台・新潟・東京・北関東・横浜・静岡・名古屋・金沢・京都・大阪・広島・高松・福岡・南九州 出張所 全国40都市

TRACK PARTS FOR CRAWLER TRACTOR

 **TOKIRON**



足廻りの専門家!

クローラー足廻り関係の
設計製作について
ご相談下さい……………
アフターサービスも
万全です……

〈営業品目〉

小松・キャタピラー三菱
その他各モデル
リンク・ピン・ブッシュ・シュー
・ラグ その他足廻り部品

トラック・リンクは トキロンへ……

株式会社 東京鉄工所

本社 東京都品川区南大井6-17-16(第二藤ビル)
〒140 ☎(03)766-7811 テレックス246-6098
大阪出張所 大阪府東大阪市長田東4-98
〒577 ☎(06)744-2479
土浦工場 茨城県土浦市北神立町1-10
〒300 ☎(0298)31-2211

技術と信頼を大切に

高周波48Vシリーズ(実用新案出願中)

新製品

HMV40C型



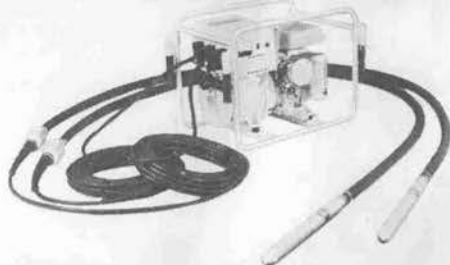
カールコード、新型電気継手採用で性能アップ

HMV50P型



モーター焼損を防止、プロテクタ内蔵
高周波発電機 HAG2.4Y型

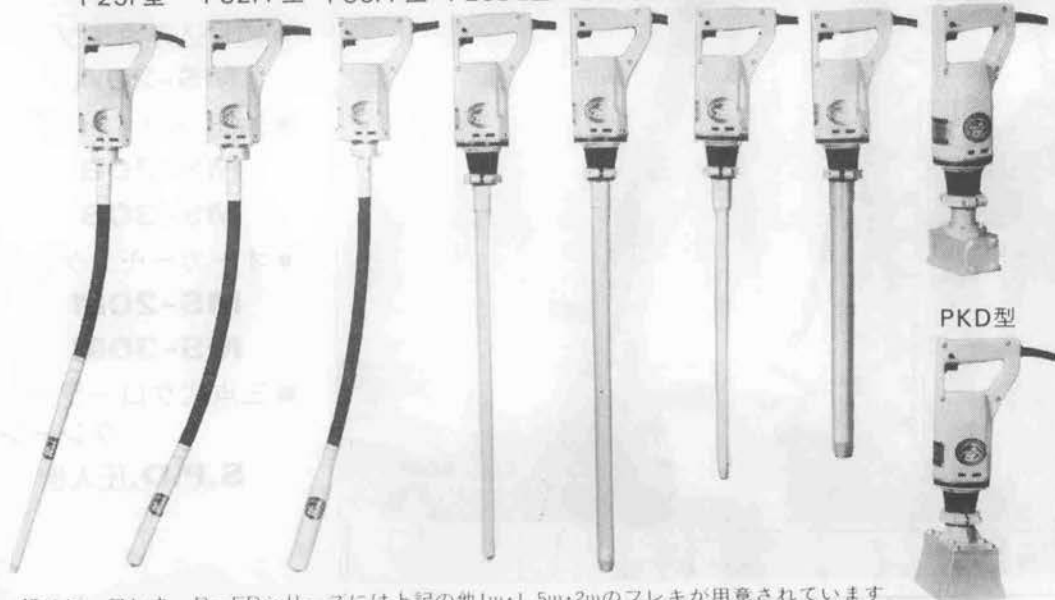
HMV-P型



新発売!!

新軽便パイプレータPモータシリーズ(二重絶縁プラスチックモーター・アース不要)

P23F型 P32FP型 P38FP型 P28DL型 P32DL型 P23D型 P38D型 PKC型



新ベビーフレキ P=FPシリーズには上記の他1m・1.5m・2mのフレキが用意されています

Hayashi

林バイフレーター株式会社

本社及東京支店 千105 東京都港区浜松町1-18-5 電話03(434)8451(代)
 大阪支店 千564 大阪府吹田市江の木町29-8 電話06(385)0151(代)
 工場 千340 埼玉県草加市稲荷町1558 電話0489(31)1111(代)
 営業所 札幌/盛岡/仙台/新潟/名古屋/金沢/広島/高松/九州

強力なパワー すぐれた作業性

ユニコン

無振動無騒音圧入機

地盤にあわせて
ご選定下さい。

- 絞り込みタイプ
MS-20A
- 油圧・圧入タイプ
MS-20B
MS-30B
- オーガーモンケンタイプ
MS-20M
MS-30M
- 三点式クローラー
クレーン用
S.P.D.圧入機



製造元
三和機工株式会社

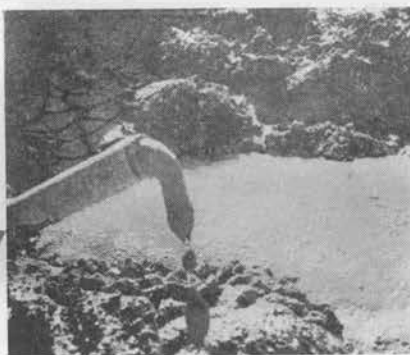
本社・工場 尼崎市東海岸町1の1
〒660 TEL (06) 409-0981
営業所 東京・札幌



発売元
P&Hトップディーラー
マルカキカイ株式会社

本社 〒540 大阪市東区豊後町4-1番地 ☎06 (941) 0271
東京支社 〒103 東京都中央区日本橋3丁目15-5 (第2三木ビル) ☎03 (274) 1561

名古屋支店	☎052 (211) 3681	千葉営業所	☎0472 (27) 8281
岡山支店	☎0862 (31) 0305	金沢営業所	☎0762 (23) 1535
仙台支店	☎0222 (66) 0155	松山営業所	☎0899 (79) 5400
福岡支店	☎092 (281) 4031	高知営業所	☎0888 (31) 0900
高松支店	☎0878 (35) 0222	鹿児島営業所	☎0992 (55) 3281
青森営業所	☎0177 (66) 1206	和歌山事務所	☎0734 (53) 5009
秋田営業所	☎0188 (64) 6528		



《用途》

セメントミルク、エアモルタル
砂入りモルタル、樹脂モルタル
水ガラス、珪酸ソーダ
アスファルト乳剤

泥土、脱水ケーキ

薬液、硫酸バンド
高分子凝集剤、PAC

塗料、吹付材、防錆材

《用途》

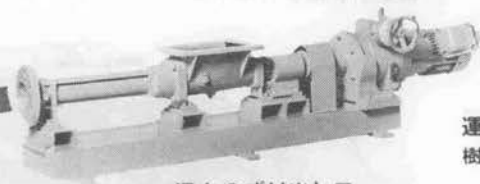
コーキング材圧入
シート裏込用
薬液注入用

排土
骨材洗滌排土
生コン残渣

フィルタープレス
打込用
脱水ケーキ圧送用



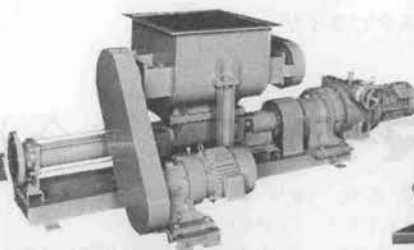
建設工事用 **エイシン** モーノポンプ



泥土のずり出し用
NES型



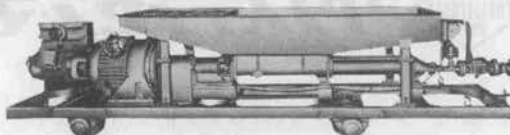
運搬の便利な…
樹脂モルタル注入用
NVL型



含水率60%でも送れる…
脱水ケーキ圧送装置
フィーダー付NES型



洗滌しやすい…モルタル用
NM型



小型で軽便な…
シート工事モルタル裏込用
ナベトロ式NM型

エイシン

兵神装備株式会社

本社 神戸市兵庫区御崎本町1-1-54 ☎078-652-1111(代)
営業所 東京03-562-3995 大阪06-533-3261 福岡092-512-6502

BOMAG

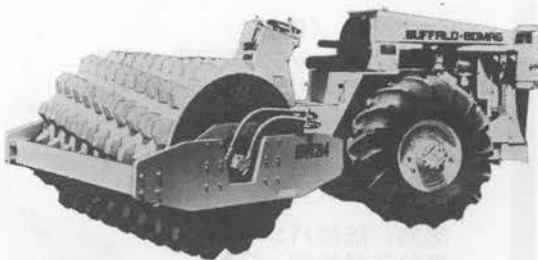
どんな条件にもすぐれた威力を発揮する顔ぶれ

- BW-170型 自重5.3ton
- BW-210型 自重8ton
- BW-210DH型 自重11ton
- BW-215D型 自重18ton



自走式 振動ローラー

- BW-170PD型 自重6.7ton
- BW-210PD型 自重10.5ton



自走式 両輪駆動タンピング 振動ローラー

- BW-10型 自重10ton
- BW-15型 自重15ton



被牽引式振動ローラー

- MPH-100型 自重13.2ton



スタビライザー

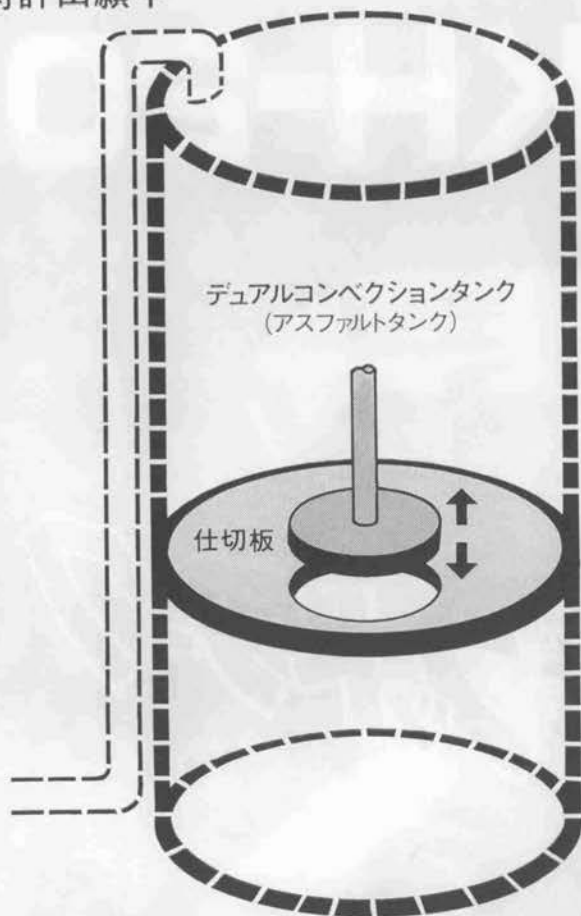
輸入総発売元



クリステンセン・マイカイ 株式会社

- | | | |
|----------|---------------------------|------------------------|
| 本社 | 東京都千代田区麹町3丁目7番地 | 電話 東京 03(263)0281(大代表) |
| | テレックス No. (232) 2787 | CDPMK J (☎102) |
| 福岡支店 | 福岡市博多区博多駅東1-1-33(はかた近代ビル) | 電話 福岡 092(431)6287(代表) |
| 大阪支店 | 大阪府吹田市広芝町13-3 | 電話 大阪 06(385)1141(代表) |
| シンガポール支店 | シンガポール国、オーチャード・ロード、ファースト | ショッピングセンター |
| 北海道出張所 | 札幌市中央区南5条東2丁目 栄ビル | 電話 札幌 011(512)7931(代表) |
| 大館出張所 | 秋田県大館市豊町4-48 | 電話 大館 0186(42)1667 |
| 横浜工場 | 横浜市港北区箕輪町8-16 | 電話 日吉 044(62)1141(代表) |
| 千葉工場 | 千葉県夷隅郡夷隅町須賀谷74 | 電話 夷隅 0470(86)3011(代表) |

特許出願中



デュアルコンベクションタンク
(アスファルトタンク)

仕切板

たった一枚の仕切板が
エネルギーの大巾節約を
実現しました。

- ASシステム'80は、ASタンクから配管・バルブに至るまで、エネルギーを大巾にセーブするアスファルト供給装置。

すべての装置と機能に日工独自の省エネアイデアを加えた、画期的なアスファルト供給装置、《ASシステム'80》、その中心となるのが《デュアルコンベクションタンク》です。

タンクの中央に仕切板を設け、上下を区切った構造にご注目ください。下は必要な量のみ加熱するため昇温スピードが早く、反対に、上は必要以上に温度を上げないで放散熱を少なくしています。これこそ、'80年代にふさわしい省エネ機構といえましょう。

- 1年間で約1,094万円もお得です。

(60t/h 30t×2型タンク配管50mの場合)

このシステムを導入すると、これまでのホットオイル式と

比較して、年間約1,094万円、従来の電熱方式と比べても約200万円お得です。'80年代のプラント工場にとって、これは大きな差です。

	ホットオイル式	日工ASシステム'80
設備容量	90ℓ/H	60.6kw
通電割合	≒25%	≒33%
1日使用量	552ℓ/日	484kwH
月間使用量(30日)	16,600ℓ/月	14,520kwH/月
単価	75円/ℓ	23円/kwH
月間費用	1,245,000円	333,960円/月
年間費用	≒1,494万円	≒400万円

●この表は、寒冷地を除く全国の平均値で比較したものです。

ASシステム'80

●詳しくは最寄りの日工営業所へお問い合わせください。

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)
工場/江井島・明石・東京・京都

東京支店 ☎(03)294-8121(代)
大阪支店 ☎(06)323-0561(代)
北海道営業所 ☎(011)231-0441(代)
東北営業所 ☎(022)66-2601(代)
東海営業所 ☎(052)203-0315(代)
中国営業所 ☎(0822)21-7423(代)

九州営業所 ☎(092)521-1161(代)
信越出張所 ☎(0262)28-8340(代)
北陸出張所 ☎(0762)91-1303(代)
四国出張所 ☎(0878)33-3209(代)
南九州出張所 ☎(0992)26-2156(代)

確かな技術と信頼の… **クボタ建設機械**

新登場KH-20

鮮やかなストワーク

KH-20 6つの特長

1. 強靱な足まわり
2. 低振動・低騒音設計=耳元騒音80dB(A)
3. 保守点検が容易
4. 全旋回・スイング機構採用
5. ワイドな作業範囲
6. 4tクラスのトラックで運搬



粘り強くスピーディな足まわりが、鮮やかな働きぶりをご感ぜさせます。一般土木・都市土木工事の、パワーアップと省力化にお役立てください。

- 標準バケット容量0.2m³ ●機械重量4,200kg ●最大掘削深さ3,500mm
- 最大ダンプ高さ2,930mm ●エンジン出力35PS

※この他KH-20シリーズにはKH-20S(ドーザなし)、KH-20L(広幅シュー・ドーザ付)、KH-20LS(広幅シュー付ドーザなし)があります。

クボタ **クボタ全旋回ミニバックホー**
技術で応えるしかな未来
久保田鉄工株式会社
大阪市浪速区敷津東1丁目2番47号 〒556-91

●カタログのご請求およびお問い合わせは……………本社建設機械事業部 企画課 ☎06(648)2106まで

一兎を追うクレーン、五兎を得る。

神戸製鋼の油圧クレーン・シリーズは、
即、現場タイプ。
採算のいい奴ばかりです。

マルチパーパス
P&H T200M
油圧式トラッククレーン

独立2ウインチ採用の1台5役！
油圧式トラッククレーンの新しい時代が、いま開かれました。
クラス最大のつり上能力と土木工事に手軽に使える融通性を
兼備した、付加価値の高い多目的クレーンの登場です。

■無振動無騒音くい打・くい抜工法
■オーガ・ハンマ工法
■アタッチメント総重量=8.0ton
最大作業半径=6.5m
最大リーダ長さ=14.0m



(機種名)(つり上能力)

T160-II	16.0t
T200M	20.0t
T200	20.0t
T350	35.0t
T450	45.0t



神戸製鋼
建設機械事業部

東京 東京都千代田区丸の内1-8-2 電話03(281)7801
大阪 大阪市東区備後町5-1(御道筋ビル) 電話541(206)6604
その他 札幌・仙台・新潟・富山・名古屋・高松・広島・福岡



神鋼商事
建設機械本部

東京 東京都中央区日本橋1-2-5 電話03(276)2335
大阪 大阪市東区北浜2丁目52-1 電話541(201)4861
その他 札幌・仙台・新潟・富山・名古屋・高松・広島・福岡

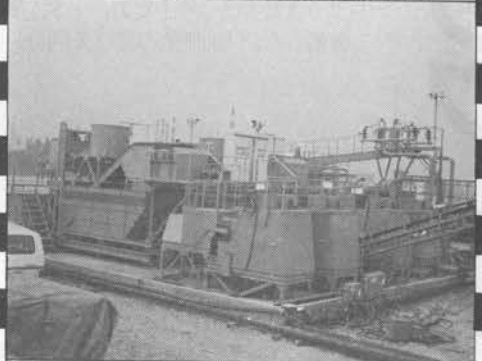
●明日をつくる建設の機械化・合理化・安全につくす…………

営業品目(土木関係)

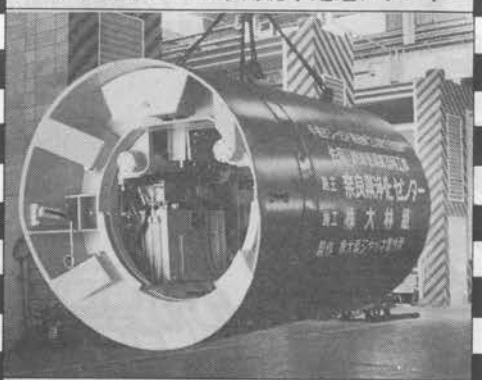
- 各種シールド掘進機
- 推進工用油圧装置
- 推進工用2段伸び推進ジャッキ
- 泥水シールド用泥水処理プラント
- 泥水シールド用流体輸送装置
- ずり搬送装置
- 裏込注入機械装置
- 坑内用・乾式高圧トランス
- ダンスステップ(坑内用・合成樹脂製あゆみ板)
- 隧道用諸機械・機材
- ナトム工法用諸機械
- ダム用バイブドーザー
- 超軟弱地盤改良処理装置



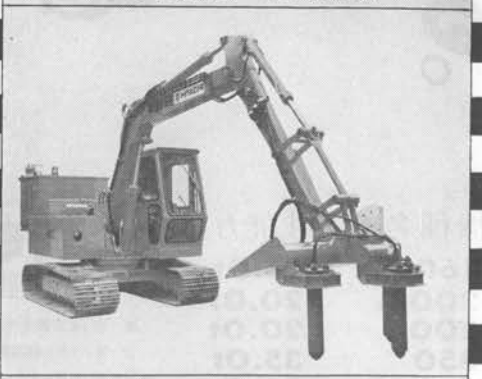
北川・深層超軟弱地盤改良処理装置



三央・泥水シールド用泥水処理プラント



O・J手掘式シールド掘進機



バイブドーザー(ダム用機械打バイブレーター)

レンタル商品・在庫豊富

- シールド用ジャッキ・油圧ユニット
- 2重推進ジャッキ
- 泥水処理プラント
- 乾式高圧トランス(75~300kVA)
- ダンスステップ



創業55年

簡機械工業株式会社

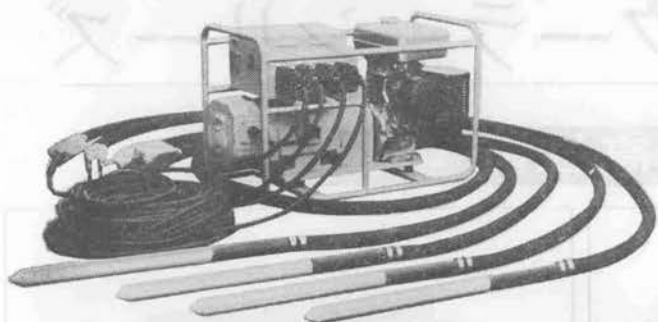
本	社	〒550	大阪市西区南堀江3-9-27	☎	06(541)7931				
東	京	支	店	〒101	東京都千代田区三崎町3-10-5	☎	03(263)1531		
名	古	屋	営	業	所	〒450	名古屋市中村区若狭町1-30	☎	052(581)4316
京	都	営	業	所	〒615	京都市右京区西院平町25(東商ビル)	☎	075(314)4460	
福	岡	営	業	所	〒812	福岡市博多区博多駅東1-9-15	☎	092(431)7181	
ス	ガ	リ	ー	ス(株)	〒572	寝屋川市点野3-22-22	☎	0720(27)0661	

東京フレキ

®

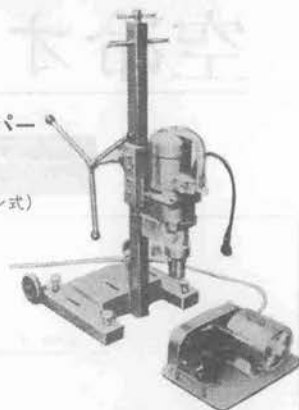
コンクリート バイブレーター カッター

世界に伸びる東京フレキの技術と実績!!

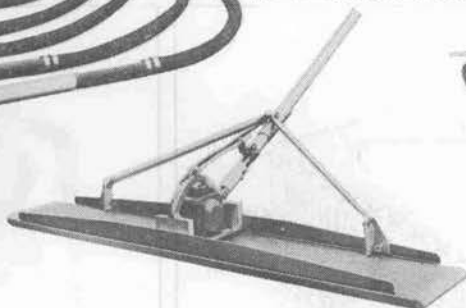


高周波バイブレーター
(エンジンゼネレーター式)

コンクリートタンパー
(土間仕上機)
CT-25M
(モーター式又はエンジン式)



コアボーリングマシン
BM-F型
(水平孔、垂直孔兼用機)



東京フレキのカッターは、新製品シリーズを加えて13機種となりました。業界随一の豊富な機種より御希望によりお選び下さい。



DCC-4RN型
回転ハンドル駆動式
切断深 15cm
重量 115kg



DCC-OR型
転量型4PS
切断深10cm
重量38kg



DCC-8A型
全自走式無段変速
(半自走式切替自在)
19PS
切断深30cm
重量360kg

株式会社 東京フレキシブルシャフト製作所

本社 〒144 東京都大田区羽田5丁目5番3号 電話 03(744) 8711(代表)

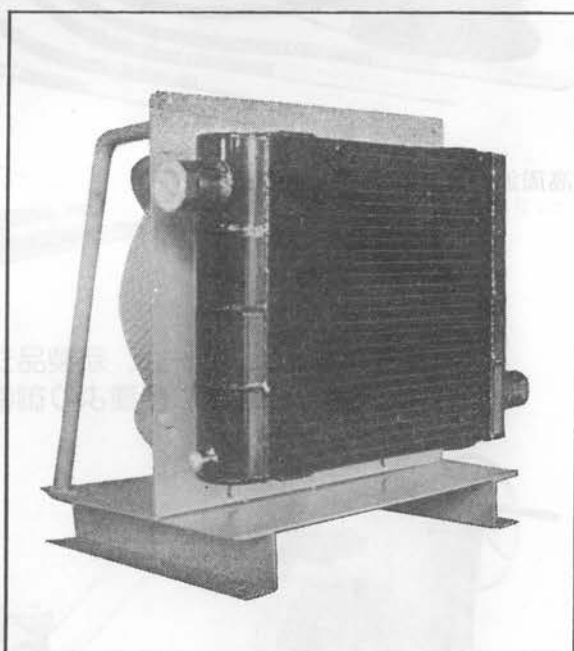
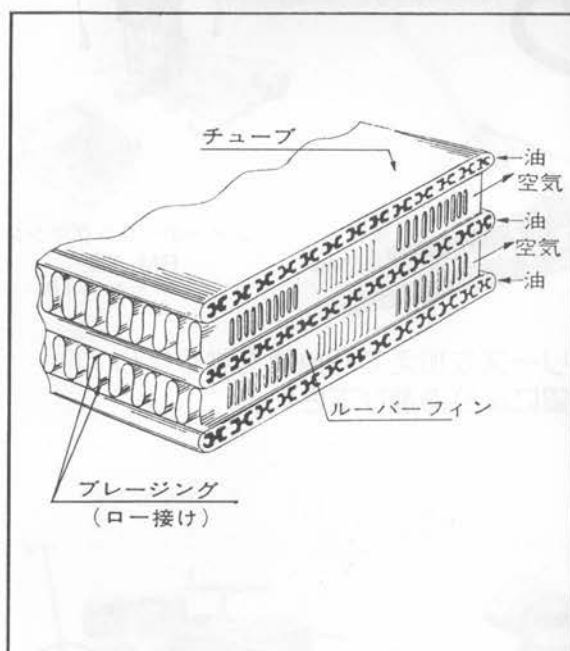
〒144 第1工場 東京都大田区羽田旭町15番地
電話 03(744) 7251(代表)
〒144 第2工場 東京都大田区羽田5丁目6番6号
電話 03(744) 3111(代表)
〒816 福岡営業所 福岡市博多区東那珂1丁目18番28号
電話 092(471) 7051(代表)

〒980 仙台営業所 仙台市柏木1丁目1~11
電話022(75) 1261(代表)
〒300 水戸出張所 茨城県土浦市中村町2区23班
電話0298(42) 2217番
〒634 大阪出張所 奈良県橿原市川西町784-8
電話07442(7) 8246(代表)

TAISEI

大手建設機械メーカーへ 多くの実績を持つ 空冷オイルクーラーシリーズ

— 低価格・高性能・軽量 —



200[□]～900[□]までの多種類・納期迅速材質が総アルミ製なので、軽量で耐圧、耐蝕に優れている。

営業品目 油圧・潤滑用サクション、低、中、高圧、リターン等各種フィルター、水冷、多管式オイルクーラー(自社製ローフィンチューブ組込)強制潤滑装置。



大生工業株式会社

本社工場 東京都板橋区若木2-32-2 ☎174
☎東京(03)(934)3281(代) テレックス272-2880
宇都宮工場 栃木県那須郡南那須町大字南大和久字早坂984-21 ☎321-05
☎南那須(028788)7211 テレックス3546-295

しなやかさは技術です

軽量柔軟さと耐久性は相反するもの、〈OMBシリーズ〉の耐久力としなやかさは横浜エイロクイップの技術そのものです。



配管設計を30%コンパクトにしました。

油温連続120°Cで

100万回の耐衝撃試験にみごと合格

〈オムニバール〉シリーズは、より強くよりしなやかにと、技術のすべてを結集して開発された油圧機器用高圧ホースです。

油温連続120°C、曲げ半径極小でのインパルステスト100万回にも軽く合格、いままでの製品に比べ2.5倍もタフになりました。

これはホースの補強層に特殊構造の高抗張力ワイヤーを、また内面チューブには新開発の耐熱性ゴムを採用したからです。

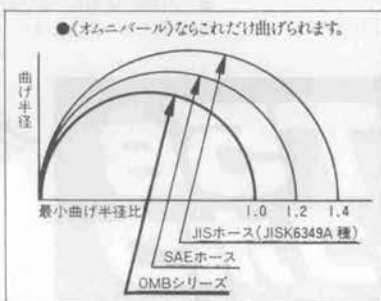
この高度なノウハウが、いま、見事に結実。各種産業分野で幅広く活躍しています。

そのしなやかさは

コンパクトな配管設計を可能にしました

〈オムニバール〉シリーズは、いままでのJIS、SAEホースに比べ、30%も小さな曲げ半径になりました。

このしなやかさは、油圧機器の性能を高め、よりコンパクトな配管を可能にしました。



OMB10

サイズ	実内径 mm	常用圧力 kgf/cm ²	最小曲げ半径 mm
-8	12.7	175	100
-10	15.9	175	130
-12	19.0	175	150
-16	25.4	175	200
-20	31.8	175	250
-24	38.1	175	300

OMB20

-8	12.7	250	130
-10	15.9	250	160
-12	19.0	250	200
-16	25.4	250	250
-20	31.8	250	330
-24	38.1	250	400

●使用温度範囲 -40°C～+120°C(連続)

オムニバール

シリーズ

高圧ホース

●横浜エイロクイップは確かな技術でニーズにこたえます。

YOKOHAMA AEROQUIP 株式会社

本社 千105 東京都港区新橋 5-10-5 (岡和ビル) TEL.03 (437)3511
 東京支店 千105 東京都港区新橋 5-10-5 (岡和ビル) TEL.03 (437)3511
 大阪支店 千530 大阪市北区堂島浜2-1-29(古河大塚ビル) TEL.06 (344)8531
 名古屋支店 千460 名古屋市中区錦1-17-13(名興ビル) TEL.052(221)7041
 広島支店 千730 広島市中区鉄砲町5-16(広島サンケイビル) TEL.0822(27)7521



標準車ショベル

CT5B

バケット容量 0.5 m³

このクラス最高の低燃費・強力エンジン！低騒音快適作業！

古河のCT5Bは、建設機械専用の三菱S4E2強力エンジンを搭載、運転は、軽快かつ容易で、各種の作業条件に応じるため、メイン油圧クラッチ車とダイレクトクラッチ車の2種類を用意。ますます多様化するニーズに対応できる製品として、皆様のお仕事に大きく貢献でき得るこのクラス最高の小形掘削、積込機の決定版です。

※他にCT5QB(湿地車)、CD5B(ブルドーザ)等があります。

〈CT5B——その他の特長〉

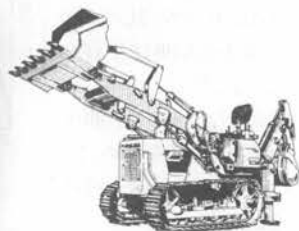
- 不整地や軟弱地でも立往生しないタフな足まわり。
- バケット容量(0.5m³)が大きく作業能率がよい。
- 最大ダンプ高さ(2,040mm)、ダンプイングリーチ(805mm)が大きくトラック積み込みが容易。
- 作動油圧が高いので力強く、耐久性抜群。
- 短いサイクルタイムで作業能率が向上。



古河鋳業
FURUKAWA CO., LTD.

本社 〒100 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 (03)212-6551
 大阪 (06)344-2531 福岡(092)741-2261 仙台(022)21-3531
 高松(0878)51-3264 名古屋(052)561-4586 札幌(011)261-5686
 岡山(0862)79-2325 金沢(0762)61-1591 秋田(0188)46-6004
 建機・販売サービスセンター 田無(0424)73-2641

古河のCT5B ショベルバックホウ



すでに



の時代

省エネルギーと生産性向上…
燃料生産性が鍵を握る。

ただ節約だけが省エネルギーではありません。省エネルギーと小生産性は違うという考えからキャタピラー三菱が提案しているのが、この m^3/ℓ ・燃料生産性。 m^3/hr や ℓ/hr を追求するだけではありません。岩石処理システム全体にわたる燃料消費当りの作業量の増大を基本とする省エネルギー工法です。その実現のためには、システム全体の効率を左右する機械の組合せが重要となります。ここでもやはり、CATの大形機が威力。設計の段階から燃料生産性を追求した一台一台が、総合力となってシステム全体の燃料生産性を高めます。省エネルギーと生産性向上…時代の要請とお客さまの期待にCATの大形機がシステムでお応えします。

一台一台がシステムの省エネルギーに
生産性向上に



Caterpillar, Inc. © 1991. Photo: Caterpillar Tractor Co. ●●●●●

キャタピラー三菱

CATERPILLARの大形マシン

- CATブルドーザ DBK / D9H / D10
- CATホイールローダ 980C / 988B / 992C
- CATダンプトラック 769C / 773B / 777

本社・工場 神奈川県相模原市田名3700 〒229 ☎ 0427162-1121
直轄海外部 東京都港区北青山1-2-3(青山ビル12F) 〒107 ☎ 03478-3711
株式会社センター 埼玉県秩父市大字山田字芳の沢2848 〒368 ☎ 0494214-7311

東関東支社 ☎ 柏 (0471)33-2121	東海支社 ☎ 安城 (0566)98-1111	【特約販売店】	西国建設機械販売㈱ ☎ 山 (0899)72-1481
西関東支社 ☎ 八王子 (0426)42-1111	近畿支社 ☎ 美木 (0726)41-1125	北海道建設機械販売㈱ ☎ 札幌 (011)881-2321	九州建設機械販売㈱ ☎ 二日市 (0929)24-1211
北陸支社 ☎ 新潟 (0252)66-9181	中国支社 ☎ 瀬野川 (08289)3-1111	東北建設機械販売㈱ ☎ 岩沼 (0223)22-3111	牧港自動車㈱ ☎ 那覇 (0988)61-1131

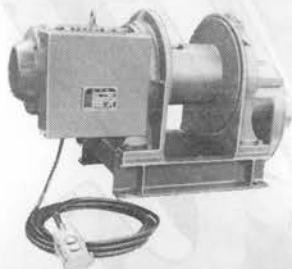
(労働基準局指定教育所) 株式会社 ☎ 0494214-7311 東関東支社 ☎ 047133-2111 近畿支社 ☎ 072641-1125

資料
請求券
建機5-42

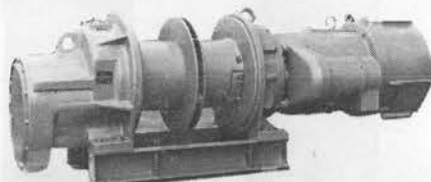
Seibu 電動ウインチ

押釦・遠方操作電動ウインチのパイオニアとして
40年の“技術”と“実績”

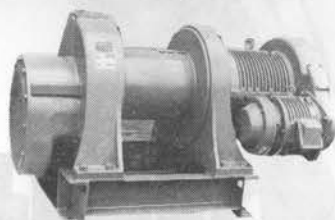
(タイプ)



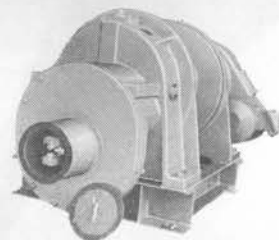
シングルスピード形



ポールチェンジ・2速度形 (低速↔高速)



親子スピード形 (微速↔高速)



リミットスイッチ内蔵形

〔製作範囲〕

- ▲容 量：大型(10Ton) ↔ 小形(250kg)
- ▲スピード：高速(120m/min) ↔ 低速(8m/min)
中速(40m/min) ↔ 微速(5m/min)
- ▲出 力：モータ55Kw ↔ 1.2Kw
- ▲そ の 他：オーガー製作も用途に合わせて。

〔用 途〕

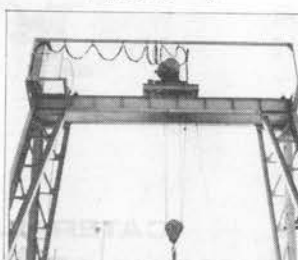
- ▲建築・土木・港湾・水門
- ▲クレーン・リフト・スキップ
クラブバケットの差上、土砂排出
- ▲鉄塔建設、送電線作業、
トランス、その他機械の荷上
- ▲林業・農業
- ▲その他あらゆる荷上、巻上作業

〔使用例〕

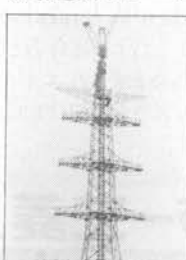
建築現場



門形クレーン



鉄塔建設クレーン



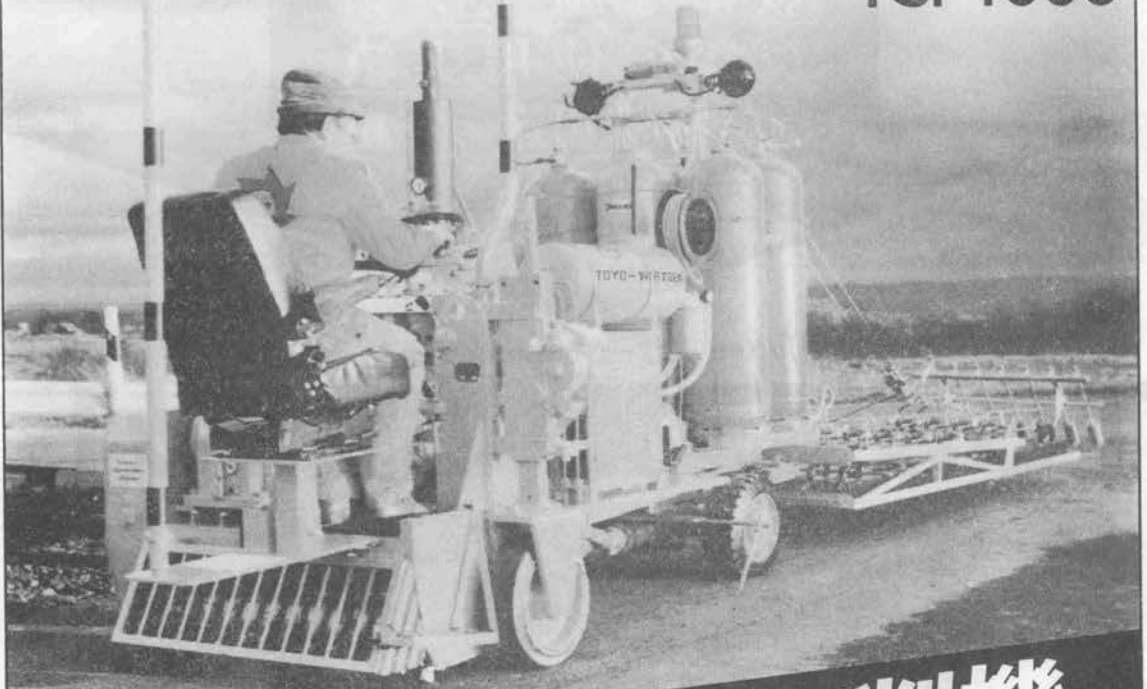
プラント装置(スキップ)



Seibu 西部電機工業株式会社

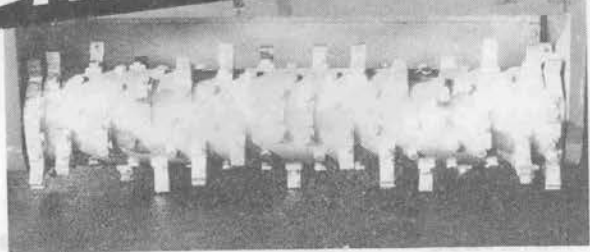
本社 福岡県粕屋郡古賀町 ☎ 09294-3-7071 大代表
営業所 札幌011-221-0521・東京03-271-3321(代)・名古屋052-241-9126
大阪 06-372-8271・広島 0822-48-1754・九州09294-3-7071

TOYO-WIRTGEN TSF1000



小形高速路面切削機

TSF1000路面切削機は、100mmから1,000mmの幅で自由にセットして切削することができます。
アスファルト舗装、コンクリート舗装の路面切削に威力を発揮します。操作は油圧式で非常に簡単。しかもすべて運転席から楽にできます。足廻りはホイールタイプのため、機動力に優れ、小回りも自在です。



- 切削作業は正確で、しかも仕上りは抜群、切削深さは±2mmの精度で調整できます
- フロパンガスによる赤外線加熱装置は強力であり、路面加熱に高い能力を発揮します
- 切削刃は硬質金属で作られ耐久性良く、1個で8面使用可能なため、非常に経済的です
- 加熱装置をアコーディオンのように折りたため、回送は4ton車で十分なため、輸送コストの低減化が計れます
- 前輪はソリッドタイヤを使用、後輪はジャッキの支柱に支えられており、上下左右の切削深さの調整は油圧で自由にできます



株式会社 東洋内燃機工業社

本社 製品部 〒210 川崎市川崎区元木1丁目3番11号
TEL川崎(044)244 5171代 テレックス No3842-205



優れた掘削性・正確な削孔

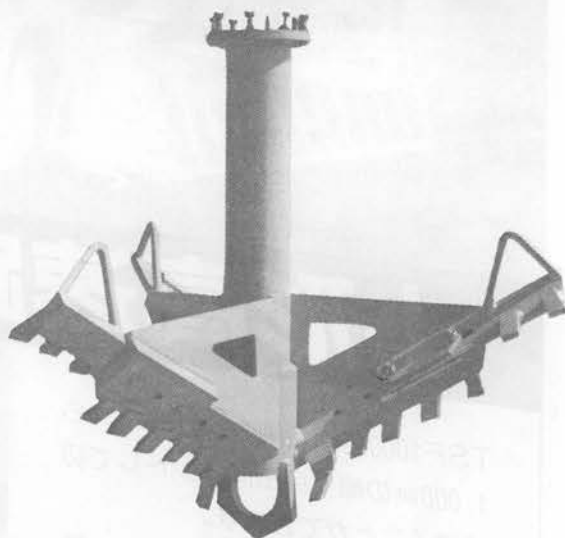
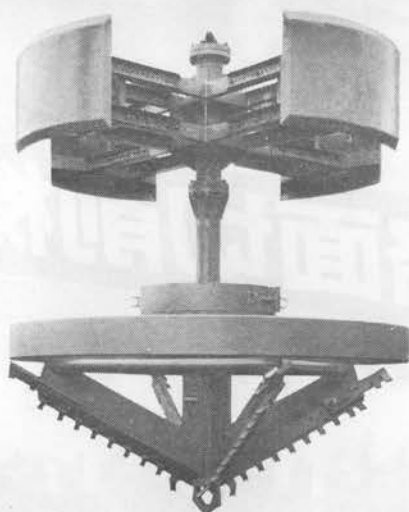
豊富な施工実績
長年の使用実績
広い特殊用途の実績

で
信頼されている

- 実案1192683
- 実案公告53-17601
54-16483

リバースサーキュレーション

TS段掘三翼・四翼ビット



●TS段掘翼ビットは——

ビット掘削の理論を追求して、完成された高性能のビットです。優れた段掘り掘削の形状と、優れたTS超硬刃先を取りつけ、そのためすばらしい掘削性を持っています。又回転はスムーズで、孔壁を良く保護し、正確な孔径に仕上げ、ズリの集中効果も良く、さらに垂直性を自己修正する能力をもっています。

●一般リバース工事は——

勿論、大孔径掘削、鋼管柱列矢板工法等、その他特殊工法にも、スタピライザー、ガイド等と組合わせて使用され、すばらしい掘削性、正確な削孔、垂直精度を示し、ユーザーの各位より絶大な信頼と、感謝を寄せられています。又ウエル、パイル等沈設、打設用拡底ビットも実用ビットとし完成され、数多くの実績をもち、すぐれた性能に絶大な信頼を頂いています。



株式会社 東京製作所

〒272-01 千葉県東葛飾郡浦安町猫実砂田1074番地 TEL 0473 (52) 1161(代)

東京販売株式会社

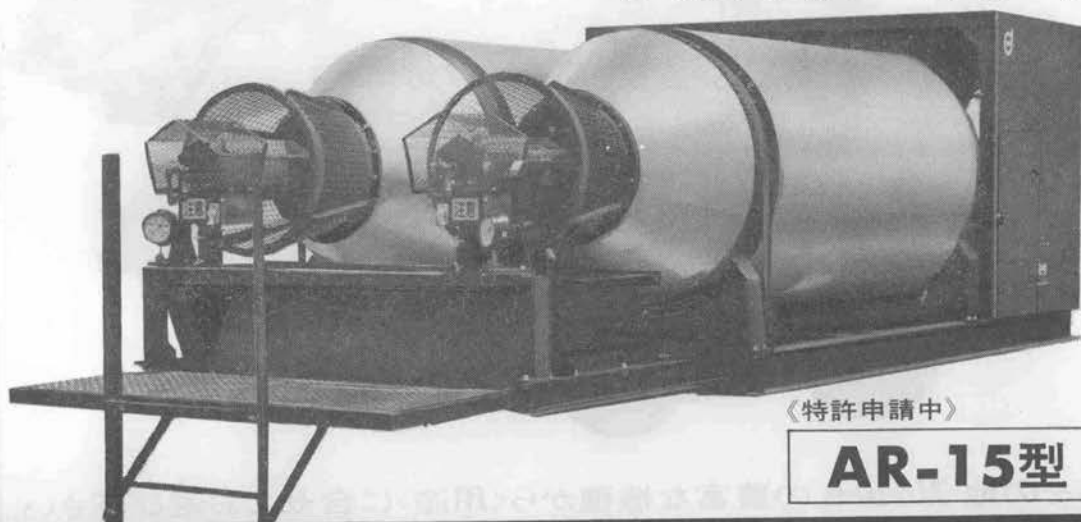
〒130 東京都江東区亀戸9丁目4番地1号109 TEL 03 (638) 0538(代)

省資源時代!!

移動式アスファルト再生プラント

待望の登場

アスファルト廃材は
貴重な資源です
もう捨てないで下さい。



〈特許申請中〉

AR-15型

アスファルトリサイクルプラント

再生機種：1ton/h・5ton/h・
7.5ton/h・15ton/h

- 必要な時、必要な場所で、アスファルト廃棄物を100%再生いたします。
- プロ用の1時間あたり15トン再生。しかも、少再生の場合は単動運転のできる、省エネ2連型。
- 低騒音、無公害。

姉妹機ミニサイクル **AR-5型**



再生能力→1時間あたり5トン



日本道路サービス株式会社

本社 東京都千代田区飯田橋4丁目9番地9号
TEL.(03)234-0466
販売技術 群馬県前橋市大渡町2-1-6 工業団地
サービスセンター TEL.(0272)53-6821(代)

豊和ウエインスーパー

HF95H (四輪ブラシリヤ-リフトダンプ式)

- ◇回収した土砂をダンプトラックへ積替えできます。
- ◇1,900ℓの大型散水タンクを搭載長時間散水が可能です。
- ◇低速から高速まで、条件に適したスピードで清掃できます。
- ◇2個の側ブラシにより強力に掃残しのない清掃ができます。
- ◇キャブ内の居住性抜群で、運転操作も容易です。



●その他 **Howa** の豊富な機種から〈用途〉に合わせてお選び下さい。



(製造元) **Howa** 豊和工業株式会社



三井物産機械販売株式会社

本社 千105 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	関東営業所	03-436-2861	広島営業所	0822-27-1801
仙台営業所	0222-86-0432	産業設備営業所	03-436-2865	福岡営業所	092-431-6761
東北営業所	0188-32-8823	長野営業所	0262-26-2908	南九州営業所	0992-26-3081
新潟営業所	0252-47-8381	名古屋営業所	052-623-5311	那覇出張所	0988-68-3131
東京営業所	03-436-2871	大阪営業所	06-305-2755		

振動 **ローラ**

両輪駆動

ステアリング軽快・サイド転圧可能

明和

新製品

MUS-12型
自重1.2t
(ディーゼル)



MV-30型
自重3.0t

MV-26型
自重2.6t
(ディーゼル)



ハンドローラ

上下回転式ハンドル 全油圧(特許出願中)



MRA-65型
(ガソリン)



MRA-75型
MRA-65型
(ディーゼル)



MRA-85型
(ディーゼル)

タンパランマー

RT-75型

エンジン直結式

オイル自動循環式

- ベルト掛け廃止
- ショックアブソーバ廃止
- グリスアップ全廃
- 内部シリンダー廃止
- コイルばね数減少



バイプロプレート

アスファルト舗装・
表面整形・補修

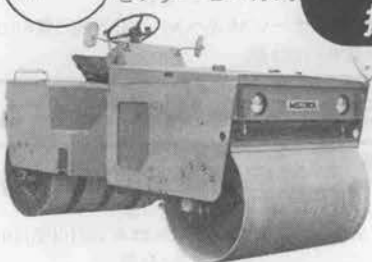
- P-120型-120kg
- P-90型-90kg
- P-85型-85kg
- VP-80型-80kg
- VP-70型-70kg
- KP-60型-60kg



新製品

センターピン方式

ジブタイプ 振動 **ローラ**



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)
(前後共・鉄輪)

株式会社

(カタログ送呈)

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
 大阪営業所 Tel.(06)961-0747-8
 福岡営業所 Tel.(092)411-0878・4991
 広島営業所 Tel.(0822)93-3977(代)・3758
 名古屋営業所 Tel.(052)361-5285-6
 仙台営業所 Tel.(0222)96-0235-7
 札幌営業所 Tel.(011)822-0064

《動物も道具を使っている》

投げナワほどステキな道具はない...
ご用心。私はMissボラスパイダー。



クモといえば、あの芸術品のクモの巣を張って獲物がかかるのを待つというのが、彼らの狩猟法ですが、北米にいるボラスパイダーの雌はもっと積極的な狩りをします。投げナワを使って獲物を捕えるのです。

投げナワの長さは10数センチ。先端には粘っこい玉がついています。獲物が近づくと、彼女はカウボーイ顔負けのテクニックで投げナワを宙に飛ばせます。気の毒なのは気分よく空中散歩を楽しんでいた獲物。あっと言う間もなく、飛んできた粘ついた玉に捕えられ、どんなにしがいてももう逃げだせません。かくて投げナワの不意打ちをくらった獲物は、彼女の食卓をにぎわすことになるのです。

動物たちは生きてゆくために、学ぶことなく本能的に道具を使っています。

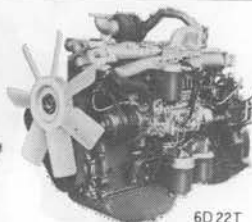
この投げナワもその一つ。素晴らしいじゃありませんか。道具といえば、人間はいろいろな道具を考え、つくり、今日の文明を築き上げてきました。

その中で忘れられないのが三菱産業用エンジンの存在。ビルを建設し、道路をつくる...その現場に働く様々な建設機械、産業機械の中核として活躍しています。

高出力・低燃費・低騒音3拍子そろった、三菱産業用エンジン。



6D14T



6D22T



8DC9

機種	要目	総排気量(l)	重量(kg)	出力(ps)	回転速度(rpm)
4DR5	渦流室式	2,659	255	60	3000
4D3	〃	3,298	360	78	3000
6DR5	〃	3,988	370	90	3000
6DS7	予燃焼室式	5,430	450	105	2500
6D14	直噴噴射式	6,557	515	117	2500
6D14T	〃(ターボ付)	6,557	540	130	2000
6D11	予燃焼室式	6,754	525	115	2200
6D15	直噴噴射式	6,919	520	125	2500
6DB1	予燃焼室式	8,553	750	130	2000
6DB1T	〃(ターボ付)	8,553	790	170	2000
6D22	直噴噴射式	11,149	950	190	2200
6D22T	〃(ターボ付)	11,149	1020	240	2200
8DC6	予燃焼室式	14,886	1050	240	2200
8DC8	直噴噴射式	14,886	1100	240	2200
8DC9	〃	16,031	1170	265	2200
10DC6	予燃焼室式	18,608	1290	310	2200
4G41	くまびね	1,378	128	39	3600

- 大型から小型まで豊富。あらゆる用途にご利用いただけます。
- 抜群の信頼性、耐久性、経済性は、その多年の実績に裏づけられています。
- アフターサービスも完璧。全国各地に豊かに広がるサービス網。

三菱産業用エンジン

三菱自動車工業株式会社
(産業エンジン部)

東京都港区芝5-33-8 千108 ☎東京03(455)1011
工場：東京・京都

注) 1. 4G41はガソリンエンジン、他はディーゼルエンジンです。
2. 出力は建機用定格出力です。

ハイパワー、低燃費形。

新発売

11.8^t・0.45^{m³}——このクラスで初めて可変容量ポンプを採用

ハイパワー、低燃費を誇る0.45m³・12トンクラス—MS120の底流には、使いやすい中形機の徹底追求という設計思想が貫かれています。このクラスで初めての可変容量ポンプの採用もそのひとつ。ゆとりのパワーシステムにノウハウの限りをつくし、低燃費を追求した最高のメカニズムに仕上げました。機械経費の節減、現場での作業能率のアップ、長期間にわたり安心して使える信頼性。MS120は、みなさまのこうした期待にこたえる自信作です。

- 可変容量ポンプ採用、本格派メカニズム
- エンジン直結の直列ポンプ、パワーロス0
- 大きな最大掘削半径、広い作業範囲をカバー
- 高い安定性を誇るこのクラス最長3.37mクローラ
- 独自の4連+4連バルブシステムで抜群の運動性
- ラクラク操作、ニューデザインキャブ
- 日常点検項目を大幅に削減、使いやすさ向上



- 総重量……………11.8t
- バケット容量……………0.45m³
- エンジン出力……………79PS
- 最大掘削深さ……………5,000mm
- 最大掘削半径……………7,970mm
- 最大垂直掘り深さ……………4,240mm
- 最大ダンプ高さ……………5,370mm
- 登坂能力……………70%

三菱パワーショベルMS120

三菱重工業株式会社 本社建設機械事業部パワーショベル課/東京都千代田区丸の内2の5の1 〒100 ☎03(212)3111
 札幌営業所 ☎011(261)1541 / 仙台営業所 ☎0222(64)11811 / 名古屋営業所 ☎052(562)2202 / 大阪営業所 ☎06(373)3221 / 中国営業所 ☎0822(48)5184
 九州営業所 ☎092(441)3860 / 高松出張所 ☎0878(34)5706 明石製作所パワーショベル営業課/明石市魚住町清水1106の4 〒674 ☎07894(3)2111

冴える鉄腕!! 強い味方です。

油圧ショベルを手がけて以来、つねに時代の要求を的確にとらえ、長年にわたる豊富な経験と実績をもとに最新の技術を結集し、より汎用性に優れたハイパワーショベルHD-550GSを開発しました。

さらにねばり強く、低騒音化され、スピーディな働きぶりは、みなさまのご期待にそえる新鋭機と確信しております。

HD-550GS

《全油圧式》ショベル

- エンジン出力……90ps
- 全装備重量……12.5t
- ★カトウのショベルシリーズには0.18m³~1.8m³まで多彩な機種をとりそろえております。



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
(電140) ☎(471)8111(大代表)
営業本部 / 東京都港区虎ノ門1-26-5
(電105) (第17森ビル) ☎(591)5111(大代表)

最大掘削深さ

5.26m

バケット容量

0.55m³

昭和56年2月号PR目次

— A —

朝日電機(株)……………後付 11

— C —

キャタピラー三菱(株)……………後付 39

クリステンセン・マイカイ(株)……………〃 30

千葉工業(株)……………〃 18

— D —

デンヨー(株)……………後付 25

— F —

古河鋳業(株)……………後付 38

(株)粉研……………〃 15

— H —

林パイブレーター(株)……………後付 27

範多機械(株)……………〃 14

日立建機(株)……………表紙 4

兵神装備(株)……………後付 29

— K —

(株)加藤製作所……………後付 48

極東貿易(株)……………〃 23

久保田鉄工(株)……………〃 32

久留米建設機械専門学校……………〃 1

(株)神戸製鋼所……………〃 33

(株)小松製作所……………〃 6,7

— M —

マルカキカイ(株)……………後付 28

マルマ重車輔(株)……………〃 4

丸友機械(株)……………〃 1

丸矢工業(株)……………〃 3

三笠産業(株)……………〃 9

三井造船(株)……………表紙 3

三井造船アイムコ(株)……………〃 3

三井物産機械販売(株)……………後付 44

三菱自動車工業(株)……………〃 46

三菱重工業(株)……………〃 47

明昭(株)……………〃 13

(株)明和製作所……………〃 45

— N —

内外機器 (株).....	後付	5
(株) 南星.....	//	14
(株) ニチユウ.....	//	10
日綿実業 (株).....	//	16
日建産業 (株).....	//	24
日工 (株).....	//	31
日鉄鋳業 (株).....	//	8
日本道路サービス (株).....	//	43

— O —

オカダ鑿岩機 (株).....	後付	17
-----------------	----	----

— S —

スチールジャパン (株).....	後付	22
菅機械工業 (株).....	//	34
住友重機械建機販売 (株).....	表紙	2
西部電機工業 (株).....	後付	40

— T —

大生工業 (株).....	後付	36
(株) 田原製作所.....	//	12
(株) 帝国鑿岩機製作所.....	//	20
(株) 東京フレキシブルシャフト製作所.....	//	35
(株) 東京製作所.....	//	42
(株) 東京鉄工所.....	//	26
東洋カーボン (株).....	//	12
(株) 東洋内燃機工業社.....	//	41
特殊電機工業 (株).....	//	21

— W —

(株) ウオターマン.....	後付	15
-----------------	----	----

— Y —

山田機械工業 (株).....	後付	19
横浜エイロクイップ (株).....	//	37
吉永機械 (株).....	//	13

— Z —

在日ドイツ商工会議所.....	後付	2
-----------------	----	---

三井 ランドメイト HL712



じつに
タフです。
働き手です。

小型ホイールローダーのバイオニア、三井造船が、長年の実績と技術を傾注したHL712。ご信頼にこたえるメカニズムと耐久性で、土木建築をはじめ農林、畜産・水産など幅広い業種に活躍する、1.2m³クラスの働き手ショベルです。

コンパクトで小廻りがきく！

●コンパクトな車体は狭い現場内でも自由自在の機動性で大活躍します。

ビッグな積込性能！

●早いサイクルタイムと大きなバケット容量で積込能力はトップクラスです。

定評ある空冷

ディーゼルエンジンを搭載！

●出力はこのクラス最大の86馬力で、過酷な作業も余裕をもってこなします。

●スライド油圧ロック付のバックホウが取り付けられます。

人間と技術の調和に挑む
M 三井造船

建設機械事業部

〒104 東京都中央区築地5-6-4

電話 03(544)3916

取扱店 三井物産機械販売サービス㈱・中道機械産業㈱・中道機械㈱ 3社の本社・営業所

三井アイムコの
最新鋭機

ロードホウルダンス 900シリーズ

7.7m³ エゼクターバケット
43ton, 400馬力
バケット刃先掘起し力
27ton.

関越トンネル水上側工事共同企業体工事事務所殿

(間組、前田建設工業、飛鳥建設) 納入の

世界最大級

920C型LHD



三井造船アイムコ株式会社

東京都中央区築地5-4-14 電話 03(544)3338





走りが冴える。
駿足シヨベル、シリーズで新登場。

機動力が問われる、この時代。よりパワフルに、よりスピーディに、そしてキャブは快適な空間に…都市土木作業のあるべき姿を追求した、日立WH04ホイール式油圧シヨベル。乗用車感覚で、新登場。日立伝統の優れた掘削性能に加え、最高速度34キロのスピード、軽快な走行操作性があいまって機動力アップ、現場から現場へテキパキと作業をすすめます。タイプも4機種。快走のWH04をはじめ、全輪駆動車のWH04D、低騒音のWH04S・WH04DS、ニーズに合わせて選べ、たいへん経済的です。これからは、足まわりを考えた“足のいいシヨベル”。—WH04シリーズの時代です。

迅速、強力な走行性能：エンジン出力を機械的に駆動輪へ伝達する、ダイレクト方式。

軽快な操作性：4ポジションのチルト式丸ハンドル(実用新案出願中)、全油圧式のパワーステアリング。しかも、前進5段、後進1段のシンクロメッシュミッション。

伝統の掘削性能：最大掘削深さ4.17m、最大掘削半径7.345m、最大掘削力5.7tと、いずれもこのクラス最高。

低燃費の直噴エンジン：83PSの高出力、低燃費の直噴エンジン搭載。省エネルギー時代に対応。

後端旋回半径：2.1mのコンパクト車体。

WH04 シリーズ

日立ホイール式油圧シヨベル

項目	WH04 (後輪駆動)	WH04D (全輪駆動)	WH04S (後輪駆動)	WH04DS (全輪駆動)
バケット容量(m ³)	0.15-0.5	0.15-0.5	0.15-0.5	0.15-0.5
車両重量(t)	10.5	10.7	10.665	10.865
最高走行速度(km/h)	34	34	34	34
騒音レベルdB(A)	—	—	* 65	* 65

*エンジン無負荷最高回転時/車体外側より30m/四方方向の最大値

ニーズを先取りし
確かな技術で応えます



日立建機株式会社 本社：東京都千代田区内神田1-2-10 千101 TEL (03)293-3611(代)

本誌への広告は



■一手取扱いの株式会社共栄通信社

本社 千104 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 千530 大阪市北区西天満3-6-8 笹屋ビル3階 TEL 大阪(06)362-6515(代)

雑誌03435-2

「建設の機械化」
定価 一部 四五〇円