

# 建設の機械化

1970 11  
日本建設機械化協会

軟弱地盤特集



小松ハフ・JH90E ペイローダ  
株式会社 小松製作所  
小松インターナショナル製造株式会社

# OX JACKS リース



500ton

500ton～20ton  
電動式、手動式 在庫多数  
御引合下さい。



20ton

架設工事、嵩上工事、支持力試験、構造物実験、荷重試験に

オックス ジャッキ コンサルタント株式会社

〒104 東京都中央区新富町1～2 電話 東京/(553) 3501 代

## CL-7

国産最大

0.6 M<sup>3</sup> バケット使用

# クローラードンプ



総重量……………8,300kg  
最大けん引力……………7,000kg  
使用空気圧……………5～7kg/cm<sup>2</sup>  
空気消費量……………20m<sup>3</sup>/min

— 発売中 —

## SD-9

### サイドダンプ

— 0.9M<sup>3</sup>バケット使用 —



東京流機製造株式会社

本社 東京都大田区南六郷1-10-14  
TEL (03)738-5195(代)  
営業所 大阪・福岡・仙台・広島

目次

□巻頭言

進歩と調和……………長尾 満 / 1

□軟弱地盤の施工対策

調査と施工の要点……………稲 葉 誠 一 / 2  
 東名高速道路愛甲工事における施工例……………浜 田 定 男 / 7  
 港湾工事における施工対策……………小 田 蔵 一 郎 / 19  
 京葉線におけるトンネル工事の施工例……………遠 藤 健 二 / 28  
 シールド工法によるトンネル工事の施工例……………武 智 保 夫 / 31  
 江東地区における橋りょう工事の施工例……………大 野 晃 / 35  
 橋りょう工事における基礎工法……………吉 田 巖 / 46  
 建築工事における基礎工事の施工例……………幸 村 憲 衛 / 50  
 帝国ホテル本館地下工事の施工例……………足 立 康 三 / 61  
 土地改良工事における施工例……………大 月 洋 三 郎 / 74

グラビヤ—夢を実現する技術の足跡

□随 想

怪物建設機械とシビルエンジニア……………南 部 三 郎 / 83

□建設機械化講座 第90回 現場フォアマンのための土木と施工法

XVI. 機械化施工の安全指針  
 7. 重機械およびその他作業……………山 崎 迪 明 / 85

□建設機械化研究所抄報

試験研究報告 (No. 69)……………建設機械化研究所 / 90

□文献調査

新しい非破壊試験機……………調 査 部 会 / 97  
 文 献 調 査 委 員 会  
 ニ ュ ー ズ……………(編 集 部) / 98  
 行 事 一 覧…………… / 99  
 編 集 後 記……………(長 瀬 ・ 小 峰) / 100

◀ 表紙写真説明 ▶

JH 90 E ベイローダ

販売：株式会社 小松製作所

製造：小松インターナショナル製造株式会社

作業の大形化、スピードアップ、人手不足に伴い建設機械も大形化してきた。本機 JH 90 E ベイローダは従来の JH 30 B, JH 60, JH 65 C ベイローダに新たに加わったアーティキレートタイプの大型新鋭機種で、去る7月より販売開始している。

JH 90 E ベイローダはバケット容量 3.1 m<sup>3</sup>、定格出力 235 PS、重量 17.5 t の大型機で、最新の技術を結集し、過酷なテストを経て完成されたもので次のような特長を有し、その他数々の新機構を備えている。

- ① アーティキレートタイプなので回転半径は 6.06 m と小さい。
- ② トルクプロポーションングデフにより軟弱地でも強いけんり力を発揮する。
- ③ 運転席はフロントフレームにあるのでオペレータは常にバケットと同一方向を向いている。

# 機 関 誌 編 集 委 員 会

(順 序 不 同)

編集顧問	加藤三重次	本協会専務理事	編集委員	柴田 研治	日立建機(株) サービス部
・	坪 質	建設省大臣官房建設機械課・広報部会長	・	神津 勝時	(株)小松製作所 技術本部製品管理部
・	寺島 旭	水資源開発公団 第一工務部機械課	・	小竹 秀雄	三菱重工業(株) 建設機械部
・	石川 正夫	日本鉄道建設公団青函 トンネル調査事務所	・	島村進之助	キャタピラー三菱(株) 西関東支社東京東支店
・	神部 節男	(株)間 組 機械部	・	両角 常美	(株)神戸製鋼所 建設機械本部設計部
編集委員長	上東 広民	建設省関東地方建設局 大宮国道工事事務所	・	戸田 良一	(株)間 組 機械部機械課
編集委員 幹 事	中野 俊次	建設省 大臣官房建設機械課	・	斎藤 二郎	(株)大林組 技術研究所
編集委員	長瀬 顕	農林省 農地局建設部設計課	・	伊丹 康夫	日本国土開発(株) 研究部
・	柴田 吉蔵	運輸省港湾局機材課	・	大蝶 堅	東亜港湾工業(株) 船舶機械部
・	山田 俊英	通商産業省 公益事業局水力課	・	渡辺 正敏	鹿島建設(株) 土木工務部
・	桜沢 昇	日本鉄道建設公団 海 峡線調査部青函調査課	・	鈴木 康一	日本鋪道(株) 技術部技術第一課
・	峯本 守	日本国有鉄道 建設局線増課	・	小峰和二郎	大成建設(株) 機械部調達課
・	杉田 美昭	日本道路公団 企画部企画課	・	水野 一明	(株)熊谷組 土木部土木課
・	鈴木貫太郎	首都高速道路公団 工務部第二工務課	・	高木 三郎	清水建設(株) 機械部
・	塚原 重美	電源開発(株) 水力建設部	・	三浦 満雄	(株)竹中工務店 技術研究所
・	高橋 彰	水資源開発公団 第一工務部機械課			

## □ 巻頭言

## 進 歩 と 調 和

長 尾 満

アジアで初めて開かれた日本万国博覧会は、183日間に6,400万人もの客を集めて大成功裡に終幕した。恐らく当初はこれほどのものになるとは誰しも想像しなかったことであろう。しかし地元大阪府、大阪市をはじめとして関係者の努力により史上初めてといわれる博覧会とすることに成功したのである。国においてもこの博覧会のために関連公共事業として6,000億円余にのぼる投資を行ない、大阪府下を中心として近畿一円の道路その他の公共諸施設の整備を行なったのである。特に道路投資がその大きな部分を占めた関係もあって、大阪市をはじめ周辺の道路は見違えるほど立派なものとなり、万博成功に大きな貢献をした。そして同時にこれだけの大きな投資がわずか3カ年の間に消化され、立派な資産を作りあげたという点でこの事業がわが国の優れた建設力を世に示す機会ともなったのである。万博は終わった。そしてわれわれはこの万博が掲げた「人類の進歩と調和」がいつまでも保たれる世の中であってほしいと思うのである。



わが国の経済はめざましい発展をとげた。そして G. N. P. では自由世界第2位にまでなったが、反面、経済発展に追いつけない社会資本の不足が各所に様々な問題をひき起こしている。最近では新聞を開けばすぐ目に飛び込んでくるのが「公害」という文字である。「水に流す」という言葉がある。これは本来水の性質について古くから伝えられている水五則の中に「自ら潔くして他の汚れを洗い、清濁併せ入れるの量あるは水なり」といわれていることから出ているもので、水は自らはもちろんであるが、他の汚れをも浄化する力をもっていることから水に流せばすべてきれいになるとしてこの言葉が生まれたものであろう。ところが今日ではとても「水に流す」といえる状態ではなくなった。汚水、工場排水等が多量に河に流され、自然の力をもってしてはとても浄化しきれなくなって水質汚濁現象を起こしているのである。また都市への人口の集中、自動車保有台数と道路面積との関係等から道路における自動車の排気ガスの問題、騒音の問題等が起こっているが、いずれも全体としての調和の欠除がこのような諸問題に発展しているのである。せっきわ万博が取りあげた「人類の進歩と調和」をその時だけに終わらせてはならない。

われわれの関係する建設現場をみると、機械化が普及し、省力化の傾向と相まってますます機械への依存度を高めている。また昨今は機械の性能も向上し、大形化、無人化の傾向も進んでいる。しかしながら機械化の目的の一つである「質——よいものを」ということになると、全部がバランスのとれた機械の使われ方によって仕事がなされているとは限らない。もちろん、その工事に向く機械がない場合もあるであろうが、まだいろいろと研究する余地が残されていると思うのである。われわれの作る構造物はすべて一体となってその力を発揮するものである。ある部分は完璧だが、他の部分がまあまあというのでは構造物としての本来の姿ではない。今後はさらに機械の性能向上をはかるとともに、新しい機械の開発を行ない、同時に工法の研究を進め、機械と工法との調和をはかって工事を行なっていくように心掛けることが大切と考えるのである。

(建設省近畿地方建設局長・本協会顧問)

## 調査と施工の要点

稲葉 誠 一\*

### 1. まえがき

昔から軟弱地盤における土木工事は技術者の頭を悩ませてきた問題であるが、種々の地盤改良工法や施工機械の発達した今日といえども、問題の重要性は増しこそすれ、減ることはないようである。国道のバイパス工事、中小河川の改修、国土縦貫高速道、新幹線、鉄道新線等で、用地を従来市街地化されていない低湿地や、水田地帯のいわゆる軟弱地盤に求めるほかはない場合も最近増加する一方であるといえる。

ここでは建設省で関係した道路や河川堤防の盛土の調査データをもとに、軟弱地盤の調査から施工までの要点を述べる。

### 2. 軟弱地盤

ひとくちに軟弱地盤といっても明快な定義はできないが、一般的には沖積地で地層が新しく、泥炭、有機質土や高含水粘性土などで構成され、ゆるい砂層や薄い砂層を含む場合もある。水田として利用されている平坦な沖積平野、台地間にはさまれるおぼれ谷の跡、河川や海岸の後背地の氾濫原、潟や湖、沼などの跡などが湿原化したり、水田として開墾されている場合などは軟弱地盤と考えてよい。

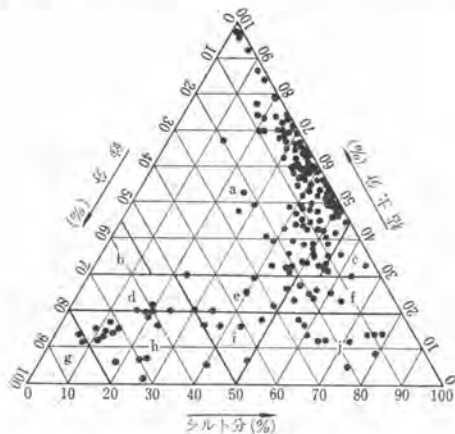


図-1 軟弱土の粒度特性

地形的、地理的な判断のほか、直接現地を踏査して、古い木造の家屋や納屋が不等沈下を生じていたり、道路に沿う電柱が傾き、並びが悪かったり、路面に波打ちが生じたり、舗装の痛みが激しく、カルパートや橋りょうの取付で段差の発生が著しい堤防、道路、水路等が竣工時から沈下や変形を生じたことが認められるなど、種々の軟弱地盤地帯の特質が見られる。土質力学的な性質で軟弱地盤の性質を示すと、大体標準貫入試験の  $N$  値で 4 以下、一軸圧縮強さの  $q_u$  で  $0.5 \text{ kg/cm}^2$  以下、静的コーン貫入試験のコーン指数  $q_c$  で  $2 \text{ kg/cm}^2$  以下のものと理解してよい。

軟弱地盤を構成する軟弱土の性質をもう少し詳しく見るために、手元にある軟弱地盤の土質調査結果のいくつかをまとめてみた。図-1 は三角座標上で表わした軟弱土の粒度特性で、粘土分 45~75%、シルト分 30~55%、砂分 0~20% のものに集中している。分類名で粘土、粘土質ローム、シルト質粘土ロームなどといわれるものが多い。しかし沖積土であるから砂もゆるい砂層や薄い砂層としてあるものが見られ、砂質ロームなどのものも含まれる。

図-2 は軟弱土の液性限界と塑性指数の関係で、いわゆる塑性図であるが、A線の近くかそれ以下に集中し、液性限界 50% 以上のものも多く、統一分類法で圧縮性の高い CH, MH, OH, あるいは Pt に分類されるものが多い。

自然含水比と液性限界の関係を示したのが図-3で、自然含水比が液性限界より大きいものが見られ、そうでないものも液性限界に近い値を示すものも多く、現在の地盤の状態が乱されると塑性変形を生じやすい状態にあることが明らかである。このような軟弱地盤では多くの場合地下水位が地表面からすぐ下にあり、軟弱土は水で飽和されていて、含水比は 60% 以上から 160% のもの、間げき比で 1 から 4 程度のものが多い。泥炭や有機質土では含水比が 200% 以上、間げき比で 6 以上のものがあり、圧縮性に富み、沈下や塑性変形を生じ、また盛土の安定などに問題のあることがわかる。

図-4 に自然含水比と一軸圧縮強さの関係を示し、図-5 に自然間げき比と一軸圧縮強さの関係を示した。一

\* 建設省土木研究所千葉支所

軸圧縮強さ  $q_u$  が  $0.5 \text{ kg/cm}^2$  以下の軟弱土がある場合、軟弱地盤として慎重に設計と施工計画を考えねばならない。

### 3. 土質調査

軟弱地盤において、主として道路盛土や河川堤防を対象とした土質調査の方法と手順は次のようなものを標準に考えてよい。

#### (1) 予備調査

実際のボーリングなどの土質調査の前に既存資料を航空写真、地盤図、土地条件図、周辺の既設工事における土質調査結果などに求めて、軟弱地盤の概要を知っておくこと、さらに現地踏査やポータブルコーンペネトrometerによる土質調査などを行なっておくことは重要で、これらは概略調査の前の予備調査として行なう。

これにより軟弱層の深さ、範囲、軟弱層のコーン支持力、標準貫入  $N$  値、地層の構成などがある程度把握される。近年、東京、大阪をはじめ、各地で既往のボーリング資料を集大成して、地盤図として公刊されるものも多く、国土地理院で発行した東京都区内の土地条件図のようなものもあり、一般的に利用できる資料が多くなってきている。このような既往資料による予備調査はさらに次の概略調査や詳細調査の計画をたてるうえにも重要であり、努力を払うべきである。

#### (2) 概略調査

軟弱地盤の構成、軟弱層の深さ、概略の力学的性質、さらに盛土や構造物の概略設計を行ない、詳細調査の計画をたてるための調査として概略調査を行なう。その内容は次の①または②あるいはその両方を実施する。

① 地区ごと、または  $200 \text{ m}$  おきにボーリングを実施し、乱さない試料採取と標準貫入試験を行なう。標準貫入試験は主として軟弱層の深さの確認、砂層やれき層の支持層を知り、構造物基礎工の設計に用いる目的で行なわれる。土質試験は粒度、含水比、比重、コンシステンシー、単位体積重量の各試験を行なう。軟弱土の乱さない試料について、一軸圧縮試験および圧密試験を行なう。

②  $50 \text{ m}$  から  $100 \text{ m}$  ごとに2重管コーン貫入試験またはスウェーデン式サウンディングを行ない、オーガボーリングも併用して乱した試料の採取を行なう。得られた試料について粒度試験、含水量、比重、コンシステンシー試験、単位体積重量試験を実施する。これは①のような調査がすでに行なわれている場合、あるいは①のようなボーリングと試料採取を次の詳細調査でまとめて行なう場合に、サウンディングを主としたこの調査を実施する。

#### (3) 詳細調査

概略調査で、軟弱層の性質について大体の設計は可能

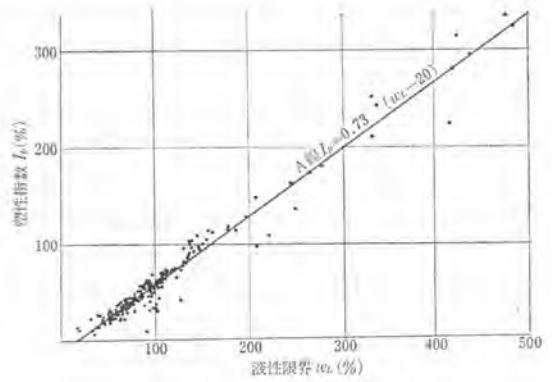


図-2 液性限界と塑性指数の関係

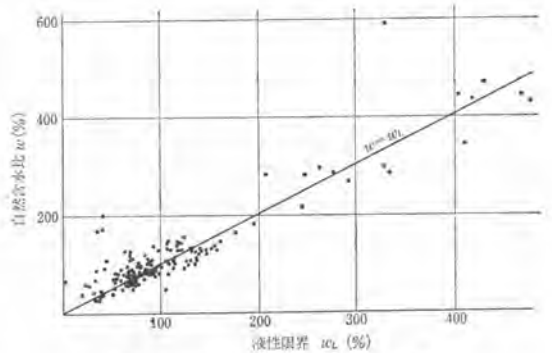


図-3 液性限界と自然含水比の関係

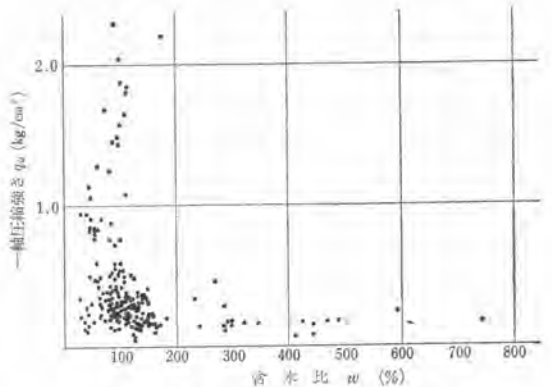


図-4 自然含水比と一軸圧縮強さの関係

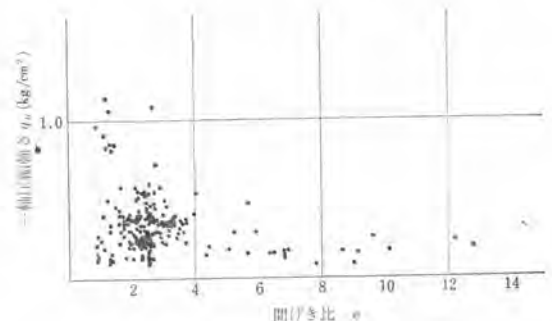


図-5 自然間げき比と一軸圧縮強さの関係

であるが、軟弱地盤について処理工法の採用と選択を含めた詳細設計を行なうには次のような詳細調査が必要である。

① 50~100 m ごとにボーリングを実施し、固定ピストン式シンウォールサンブラによる乱さない試料採取、またはフェイルサンブラによる乱さない連続試料の採取を行なう。乱さない試料について粒度試験、含水比重、コンシステンシー、単位体積重量試験と力学試験として一軸圧縮試験、圧密試験、三軸圧縮試験（圧密非排水）を行なう。

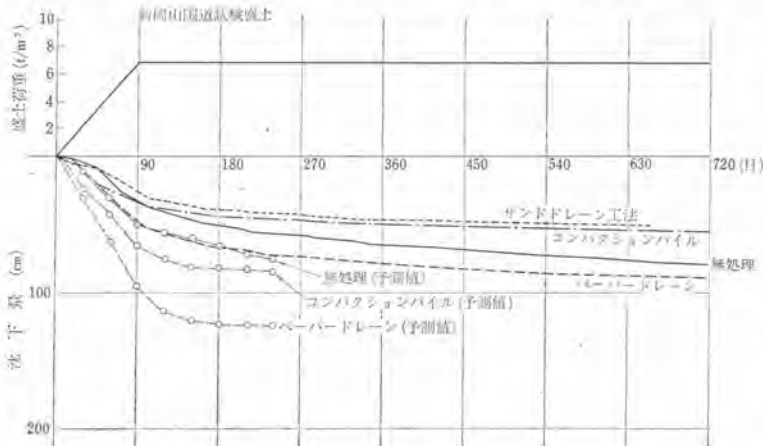
② 概略調査での②を実施していない場合、あるいは詳細調査の①で、軟弱層の構成が複雑で、特に深さの変化が激しい場合、50 m ごとのサウンディングを2重管コーン貫入試験によって実施する。

#### 4. 盛土の設計と地盤処理工法

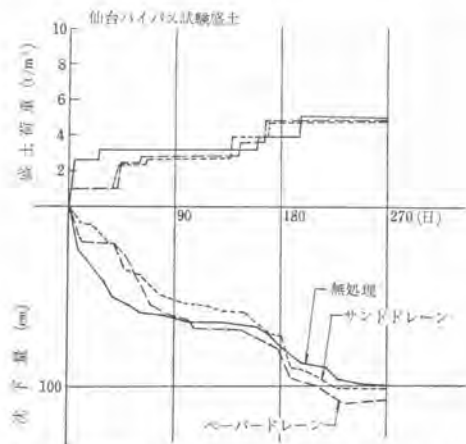
軟弱地盤上の盛土の設計の主要な問題は、地盤の条件に対し限界盛土高を定める安定計算と沈下量の推定計算である。その結果さらに地盤処理工法の選定と設計処理工法の効果を考慮した安定計算と沈下量計算の問題にしばられる。

安定計算はいわゆる円弧すべり計算法によって行なわれるが、最近では電算機の利用により軟弱層が傾斜していたり、多数の層にわかれてその各層で異なるせん断強さの分布を持つ場合、盛土の施工工程に応じて地盤の圧密による強度増加を考慮したり、地盤の中で圧密度や増加応力の分布を考慮したり、サンドコンパクションパイルのような締固めた砂柱のせん断強さやサンドドレーンの施工部分に特に圧密による強度増加を考慮したり、詳細な計算条件を与えて、誤りの少ない結果を短時間で得られるようになっている。

沈下量の計算についても同様で、盛土を何段階かに放置期間において施工する場合の経過日数と沈下量の関係



図一七 沈下量・盛土荷重・経過日数(新潟山バイパス)



図一六 沈下量・盛土荷重・経過日数(仙台バイパス)

log  $k$ ,  $m_p$ ,  $C_v$ ) を応力に対する値として考えたり、サンドドレーンなどによる水平方向の圧密、砂柱の施工による乱れの影響を考慮したり、あるいは3次元解析のようなものも不可能ではなくなりつつある。

このように現場の施工法に応じた安定計算や沈下計算を電算機で簡単にしかも迅速に行なえるようになると、実際の軟弱地盤の挙動のシミュレーションが電算機を通じて可能になってきたわけで、計画や設計のみならず、施工管理にも施工中の沈下量や間引き水圧の測定結果を反映させて利用できることにもなる。

しかし、安定計算にしても、沈下計算にしても、土質調査や土質試験の結果で軟弱層のせん断強さや沈下特性を定めるもので、計算を行なうのにどの数値を使うべきか判断を要するし、また、現在のところ円弧すべり計算法や1次元の圧密理論という実際現象を簡単にモデル化する理論によるほかはなく、当初の推定計算と現場の実測値とかなり差がでてくるのはやむを得ない。特に地盤処理工法を施工した場合の沈下量の計算が沖積地の軟弱地盤で、あまりよい精度を持たない例は少なくない。あるいは逆に無処理地盤における沈下過程が通常の計算値より早く進行していると考えられる例が多いようである。

図一六に建設省の仙台バイパス試験盛土、図一七に新潟山バイパス試験盛土の沈下量と経過日数の関係を示した。仙台バイパスでは盛土の施工工程が異なるが、盛土終了時での沈下量に大きな差はないこと、無処理の初期の沈下量が大きいことから、サンドドレーンやベーパードレーンの有効性が疑われる。上層部に4 mの厚さの有機質土があり、その圧縮性に支配されているようである。図一七



には試験盛土計画時に想定された推定沈下量曲線が示してある。

このように圧密沈下の促進についてペーパードレーンやサンドドレーンの効果が無処理の場合より著しく認められるとはいえないようである。しかし詳細に見ると、図-6や図-7で長期間の沈下量の経過時間に対するこの配を比較すれば無処理の場合が最も大きいようにも考えられ、長期の2次圧密のようなものに対し、ドレーン工法の効果をまったく否定するわけにもいかない。

さらにサンドドレーンやペーパードレーンの施工により地盤の性質が均質化され、たとえば圧密の進行が軟弱層内で均一化され、深さ方向に同じ強度増加を考慮することができ、軟弱地盤上の盛土の安定性を高めるうえで有効であるということもいえる。

サンドコンパクションパイルは締固めた砂柱を軟弱地盤内に作るものであるから、砂柱の荷重分担とせん断抵抗を期待することができる。図-7に見られるようなコンパクションパイルによる沈下量の減少は無処理の場合の60%程度の沈下量になる例が多いようである。しかしこの沈下阻止の効果も北海道の泥炭や20m以上の軟弱層の深い場合には効果はないようである。荷重の分担比については、土圧計の測定結果を見てみると、砂柱に軟弱土の3~5倍程度の応力が生じている例が多い。したがって、各種地盤改良工法の効果についてはまだ不明の点もあり、明快な工法選定の基準のようなものもたてられない。河川堤防や道路盛土において、大規模な地盤改良が必要な場合、無処理を含めた試験盛土によって効果を確認したうえで施工にかかる必要がある。

橋りょう取付の高盛土区間等の短い区間で急速に施工することが要求される場合、サンドコンパクションパイルの採用が考えられるが、同じような地盤条件における施工実績をよく調査したうえで計画をたてることが望ましく、また施工中の沈下等の調査観測を行なうことが必要である。

地盤処理工法のうちサンドドレーン、ペーパードレーン、コンパクションパイル工法の施工されたものの盛土高と軟弱層の粘着力の範囲を 図-8、図-9、図-10 に示した。国内で施工されたものの大体の傾向を示して、6m以上の高盛土でコンパクションパイルの例が多く、サンドドレーンは特殊な場合を除いて高さ10m以下、主として6m以下の場合に用いられるようである。

### 5. 施工機械と施工法

軟弱地盤における盛土と地盤処理に用いられる主要な機械を 表-1 に自重および接地圧とともに示した。くい打ち機のようなものを除いて接地圧はいずれも0.8 kg/cm<sup>2</sup>以下である。くい打ち機などは木製マットをサンドマット上に敷いて走行することが必要である。しかし、一般に軟弱地盤の施工機械の乗入れには地盤上に全面的にサンドマットを敷いてトラフィカビリティを確保したうえで大形ブルドーザをはじめ、サンドドレーンやペーパードレーンの打設機械もある程度自由に乗入れし、走行できるような施工法がとられる。

サンドマットは本来軟弱地盤上部の排水層としての目的で行なわれるので、その目的からいえば厚さ50cmもあれば十分である。施工機械の乗入れの目的から実際には厚さ最大1.50mまでのものがあり、またコンパクションパイル工法を行なう場合には70cmから1.00mぐらまで厚くしているものが多い。通常厚さ50cmのものが標準で、薄い場合30cmのものも行なわれる。

このようにサンドマットの厚さは施工上の目的から定

表-1 軟弱地盤における施工機械の例

機 械	自重 (t)	接地圧 (kg/cm <sup>2</sup> )
ペーパードレーン打設機	30~33	0.62~0.69
コンポーザ打設機	32~35	0.46~0.79
ブルドーザ	17	0.80
パワーショベル	20	0.50
ディーゼルクレーン	20	0.70
くい打ち機	24	1.20



図-8 サンドドレーンの施工例

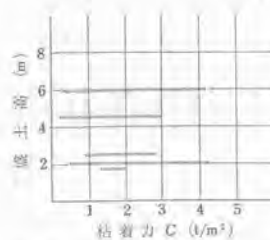


図-9 ペーパードレーンの施工例

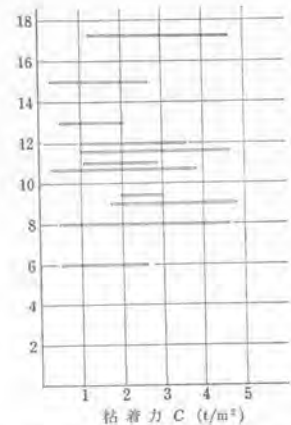


図-10 コンパクションパイルの施工例



# 東名高速道路愛甲工事における施工例

浜 田 定 男\*

## 1. 総 論

昭和44年4月全線開通した名神、東名両高速道路(東京～西宮間)の総延長536kmのうち約40kmは軟弱な地盤であった。これらの軟弱地盤上に幾多の技術的問題を解決しつつ道路盛土を施工したが、これらの盛土工事は一般に盛土高が高かったこと、工期が限られていたことなどのためかなりの難工事であった。

これらの道路盛土を行なうにあたっては、設計時には過去の土質工学の実績を整理するとともに、試験盛土等を行なって軟弱地盤上に盛土を施工するための対策を決定し、かつ設計および施工を進めるための指針を得ることができた。また、施工にあたっては、動態観測等によって施工を管理し、一層ごと慎重にまき出して工事を成し遂げたのである。

本文では、まず軟弱地盤の定義や軟弱地盤に盛土を施工する場合に生ずる問題点について述べることにし、次に東名高速道路の中から数例を選び、設計、施工について述べることにする。

### (1) 軟弱地盤とは……

普通、軟弱地盤と呼ばれているものは、有機物を多量に含み、含水量の多い泥炭層をはじめ、含水量の多い粘土やシルト分を多量に含み、地下水位が高く、地盤強度の小さい地盤をいう。しかし、ゆるい砂質土層より成る地盤も最近軟弱地盤と考えるようになってきた。たとえば、新潟地震の際に、ゆるい砂質土層が流動化現象を起こし、大きな被害を与えたことは記憶されていることと思う。

しかし、軟弱地盤を定量的に一律に規定するのは困難であり、地盤の広がりや、施工される盛土等の規模、重要度、あるいは構造物の種類等によって考え方に相異が出てくると思う。しかし一般には表-1に示す場合を軟

表-1 軟弱地盤を判定する概略基準

土質別	層厚(m)	$q_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	N 値
泥炭層		0.5以下	4以下
粘土または粘性土	10m未満	0.6以下	4以下
	10m以上	1.0以下	6以下
砂または砂質土		$\neq 0$	10以下

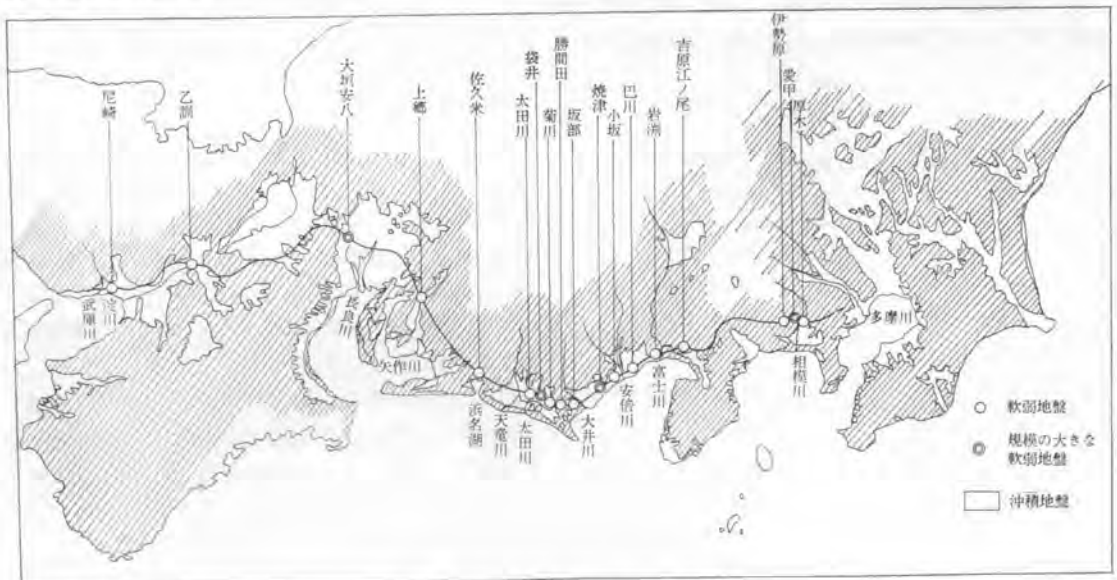


図-1 名神・東名高速道路沿線の軟弱地盤

\* 日本道路公団試験所第二土質試験室

弱地盤として取扱い、検討の対象としている。

## (2) 軟弱地盤上に道路盛土を施工する場合に生ずる問題点

高速道路では縦断線形、平面線形が平地部 120 km/hr、丘陵部 100 km/hr、山地部 80 km/hr の設計速度で設計され、在来の道路、鉄道、水路等とすべて立体交差するため盛土高が高くなる。名神、東名高速道路では一般に盛土高は 5~8 m の場合が多い。また橋りょう取付部では堤防の高さの関係から、山すそ部では切盛りの関係から、盛土高も 10 m 以上になることもまれではない。また、高速道路では基礎地盤のいかにかわらず、軟弱地盤においても土工終了後短い期間で舗装を施工し、道路を供用しなければならない工期制約が多い。

このように、軟弱地盤上に高い盛土を早期に施工しなければならないことから、盛土施工中、舗装終了後にいろいろの問題が生じてくることになるが、それは大きく分けて次のことに要約されるといえる。

- ① 基礎地盤のすべりに対する安定の問題
- ② 基礎地盤の沈下の問題(特に道路供用開始後の長期にわたる残留沈下の問題)

①の安定の問題についていえば、短い工期内に盛土を施工しなければならない場合、あるいは工期は比較的余裕はあるが、無謀な急速盛土施工の場合に多く見られる。一般に盛土荷重により基礎地盤には圧密現象が起り、それに伴って地盤の強度は増加するが、地盤の強度増加の進行が盛土荷重の増加に伴わない場合に基礎地盤の支持力の不足から図-2に示すような破壊の原因になる。したがって、東名高速道路における軟弱地盤地区では 3~10 cm/日の盛土速度で施工した例が多い。

②の基礎地盤の沈下については、一般に軟弱地盤上に盛土をすると沈下量は大きく、盛土高の 1/3 程度沈下

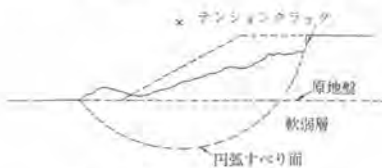


図-2 基礎地盤のすべり破壊

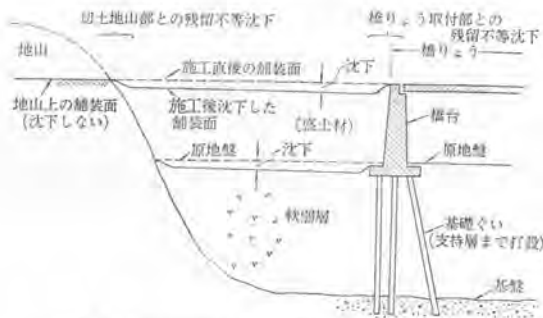


図-3 橋台および地山取付部の残留不等沈下説明図

する場合もまれでなく、したがって設計時に計画土量を知る上からも全沈下量を知っておく必要がある。また沈下については、全沈下量のほかにも舗装終了後長期にわたる残留沈下の問題がある。盛土終了後短い時期に舗装を行なった場合には、基礎地盤の圧密の進行がはかどらず、道路供用開始後も長期間沈下が継続することになり、図-3に示すように、特に支持層まで基礎ぐいを打設した橋台取付部や切土地山との境では残留不等沈下が生じることになり、高速道路の生命である路面の平坦性をそこない、円滑な走行ができなくなる。この点、特に一般道路に比べ、舗装終了後の残留沈下を阻止しなければならぬ。一般に基礎地盤では路面の平坦性を保つため橋りょう取付部等で不等沈下が 2 cm 程度になった時点で補修することとしている。

以上述べたように、安定と沈下についての障害は工期を十分にとって施工すれば大部分除かれるが、短い工期内で高い盛土を施工する場合には、基礎地盤に処理工を行わなければ障害を少なくすることはむずかしい。

## (3) 軟弱地盤対策工法

対策工として現在いろいろの考え方があり、個人的差異も出てくるが、これから述べる対策工は高速道路の場合に限るものとする。

### (a) 基礎地盤のすべりに対する対策工

安定に関する対策工を決定するには、土質試験の結果を使用して、まず安定計算を行ない、対策工決定の際のよりどころとしている。安定計算はまず無処理からはじめ、計算結果、安全率  $F_s < 1.25$  の場合には対策工として、サンドドレーン(S.D)、サンドコンパクションパイル(S.C.P)を打設したり、押え盛土を行ったりする。これらの対策工では、それぞれ特色があるので、現地条件や、過去の実績、経済性をも考慮して決定すべきであろう。

### (i) 敷砂工

盛土基礎の軟弱地盤上に施工機械を進入させるためとサンドドレーン、サンドコンパクションパイル等よりの排水効果をあげ、基礎地盤以下の地下水を盛土部としゃ断する目的で普通厚さ 0.5~1 m の砂層を設ける。なお砂の材質はサンドドレーン等の打込みの障害となるような粗粒材料や排水効果を悪くするようなシルトや粘土混じり砂は使用しない方がよい。

### (ii) サンドドレーン工法(ペーパードレーン工法)

図-4に示すように、基礎地盤内に 1~2 m 間隔の砂柱を作り(ペーパードレーンの場合、同一の効果をあげるには約 2 倍の打設本数を必要とする)、圧密層の排水距離を人工的に短くすることにより、圧密による基礎地盤の強度増加をまって盛土を施工しようとするものである。

### (iii) サンドコンパクションパイル工法(図-4 参照)

軟弱地盤内に衝撃あるいは振動荷重により砂を強制的に圧入し、締め固めた砂柱を作る工法である。この工法は基礎地盤に砂を圧入することにより、軟弱地層の置換えをはかる効果があり、圧密促進の効果はサンドドレーンの場合と同じとされている。また圧入した砂柱には荷重分担作用が 1:3 の割合で行なわれるとされ、軟弱層にかかる荷重が少なくなるとともに、砂柱自体のせん断抵抗力も發揮され、安定に有効に働くこととされている。

(iv) 押え盛土工法

図-4 に示すように、盛土荷重により生ずる滑動力に対抗するため押え盛土を行ない、抵抗力を増すことにより合計の滑動力を小さくして安定を確保しようとするものである。この工法は過去の実績から非常に有効な工法であるが、用地事情などのためあまり採用されておらず、盛土高が特に高い場合か、また施工中すべりかけた場合の対策工として用いられている。

(b) 基礎地盤の沈下に対する対策工

盛土荷重による基礎地盤の安定が確保されても、舗装終了後の沈下は阻止することはできない。盛土による総沈下量を知ることは設計時における土量配分の面からも必要であり、また舗装終了後長期にわたる残留沈下をできるだけ少なくすることは自動車の円滑な走行上からも大切であり、これを少なくすることは軟弱地盤の対策工にとって最も大切なことである。

沈下と時間の関係を求めるには圧密試験等を行なって土質常数を求め、計算をする。その結果、工期中に残留沈下が許容値 (10 cm) 以下にならないと判断された場合は対策工を行なうことになる。この沈下対策として、東名高速道路の場合サーチャージ工法が全面的に採用された。

(i) サーチャージ工法

舗装後の残留沈下を少なくするために、図-5 に示すように計画高の上にさらに余盛りを行ない、ある期間放置し、計画高荷重による沈下を早期に、しかも強制的に生じさせ、余盛り取除き後の残留沈下を少なくしようとする工法である。

このサーチャージ工法は、一般盛土部、カルバートボックス等横断構造物施工箇所、橋りょう取付部等において一般に採用されているが、日本道路公団ではカルバートボックス部および橋台取付部における場合をプレローディング工法と呼んでいる。しかし本質的には同じ原理によるものであり、舗装終了後の残留沈下を少なくしよ

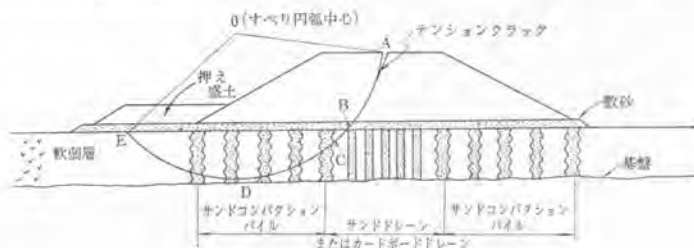


図-4 処理工説明図

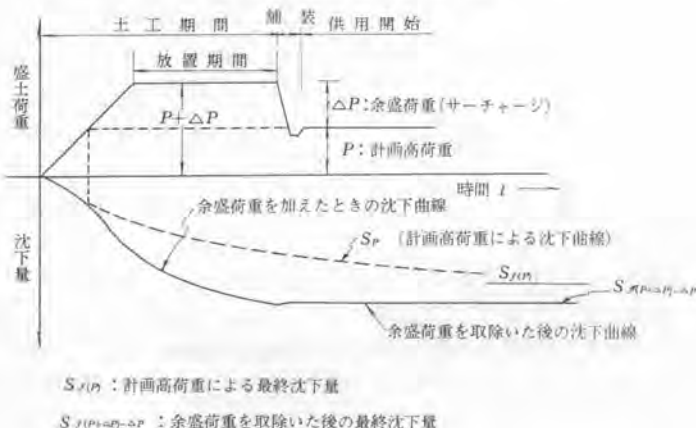


図-5 サーチャージ工法説明図

うとする工法である。

2. 軟弱地盤における道路工事の施工例

道路工事の施工例として、昭和 44 年 4 月全線開通した東名高速道路の中から規模の大きい軟弱地盤を持つ厚木市西方の愛甲工事を選び述べることにする。

(1) 土質概要

図-6 に示すように、東名高速道路愛甲工事は神奈川県中央部を北から南に向かって流れる相模川の西側に位置し、また厚木市の西方にもあたる。

東名高速道路は相模川を通過し、西方にある高森丘陵に向かって路線が走っている。そしてこの区間は相模川流域に発達した沖積地盤より成る船子地区と、高森丘陵を刻んでできた谷に堆積した泥炭 (ピート) 地盤より成る歌川地区とに代表される。

これらの軟弱地盤における施工体験は、以後の高速道路建設に対して一つの指針を与えることになる。

(a) 歌川地区 (愛甲試験盛土区間を含む)

(図-7 参照)

高森丘陵を刻んでできた谷に堆積した沖積地盤であり、標高は 17~21 m の間にある。地表より 10 m の深さにある関東ロームより成る基盤上に沖積層は堆積し、層厚は大体 8~10 m である。深さ 7~8 m までには有機物を多量に混入した泥炭層であり、この中にスコリヤ層が帯状およびポケット状にはさまれている。地表近くの層には未分解の草、くき等が堆積しており、含水比  $w_n$  は

800% に達し、一軸圧縮強さ  $q_u = 0.2 \text{ kg/cm}^2$  と小さい。この泥炭層の下には 2~5m 厚さのシルト質粘土層があり、れきを混入している。図-7 に示すように、歌川地区の東の部分に愛甲試験盛土区間があり、軟弱層厚はいくらか薄くなるが、土質、層序ともこの区間はほとんど変わらない。

(b) 船子地区 (図-8 参照)

この地区は相模川の右岸に位置し、深さ約 20m の位置にある潜丘になったローム台地上に堆積した沖積粘土地盤であり、標高は 17~23m の間にある。地表より 2~3m 付近はスコリヤ層を所々はさんだ有機質粘土が堆積し、含水比  $w_n$  も 200% に達し、一軸圧縮強さ  $q_u$  は  $0.3 \text{ kg/cm}^2$  と小さい値を示し、軟弱である。その下部には深さ約 10m まで暗緑灰の有機物を混入した粘性土が堆積しており、含水比  $w_n$  は 100%、一軸圧縮強さ  $q_u$  は  $0.8 \text{ kg/cm}^2$  である。この層の下に数 m の砂層が存在し、それ以下深さ 20m まで暗緑灰色の下部粘土層があり、砂層とれき層をひんばんにはさんでいる。

(2) 工事概要



図-6 東名高速道路愛甲工事平面図 (STA 185+80~STA 0+3.6)

図-6 に示すように、東名高速道路愛甲工事は神奈川県伊勢原町大字東富岡 STA 185+80 から神奈川県厚木市大字岡田 STA 0+3.6 までの総延長約 4.8 km の区間である。このうち土工延長 3.7 km (盛土区間 2.3 km, 切土区間 1.4 km), 橋りょう延長 1.1 km である。

この中で、愛甲地区 2.3 km の盛土区間はすべて泥炭地盤および沖積粘土地盤より成り、これらの軟弱地盤上にローム材で盛土を施工するために、特別の配慮が払われた。また、泥炭層を主体とする歌川地区では本工事の設計、施工の指針を得るため、本工事に先がけて試験盛土を施工し、無処理区間、処理区間 (S.D) について調

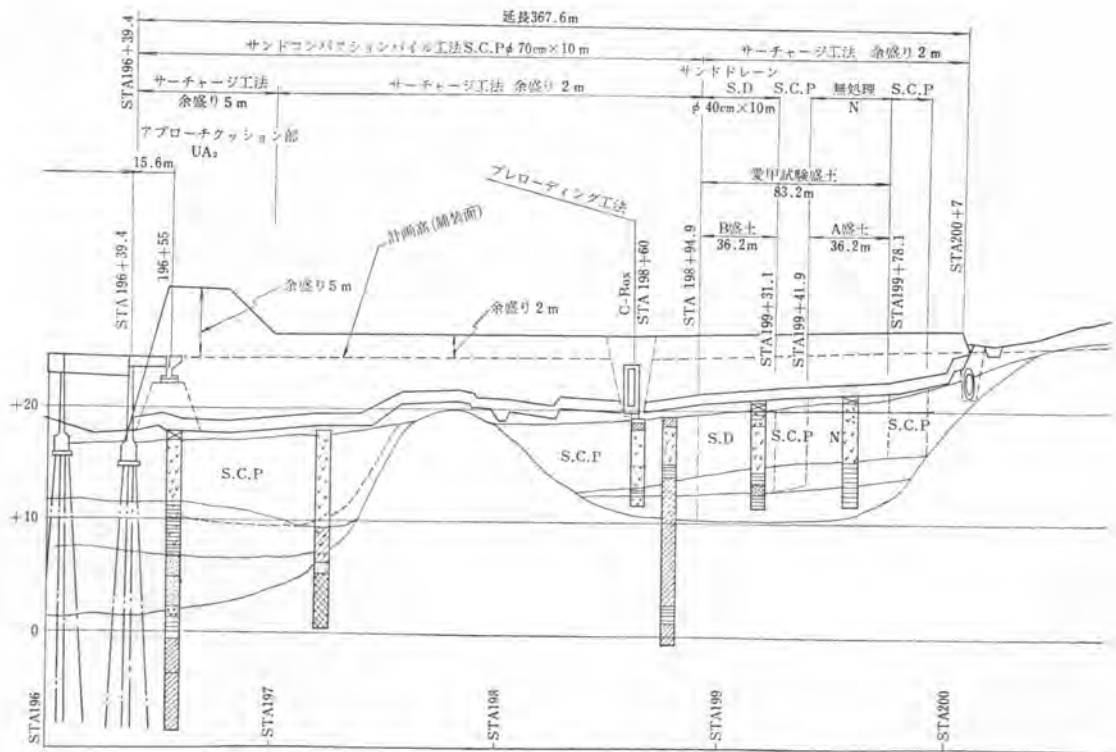


図-7 歌川地区施工概要図

査した。

次に、愛甲工事で施工された対策工の基本的な考え方を述べる(図-7, 図-8 参照)。

(a) 一般盛土部

一般盛土部では沈下対策としてすべてサーチャージ工法を施工した。なおサーチャージ施工の考え方は次のとおりである。

- ① 余盛り高は一般盛土部およびカルバートボックス部で2m、橋りょう取付部で3~5mとした。
- ② 盛土放置期間は3カ月以上とした。
- ③ サーチャージ取除き時の推定残留沈下量は原則として10cm以内とする。

安定対策として歌川地区等泥炭地盤は全面にサンドコンパクションパイルを打設し、その他は無処理とした。

(b) カルバートボックス

カルバートボックス(C-Box)施工はプレローディング工法で行なった。

(c) 橋りょう取付部

橋りょう取付部はアプローチクッション工法を採用し

た。また、基礎地盤処理としてサンドコンパクションパイルを打設し、プレローディング工法を行ない、取付部の基礎地盤を改良した。

(d) 盛土施工

盛土施工には各種計器を設置し、盛土速度を管理し、緩速施工(5~10cm/日の盛土速度)を原則とした。

(3) 愛甲試験盛土

厚木地区や船子地区など相模川周辺の沖積粘土層を主体とする軟弱地盤に対する設計、施工の指針は、沖積粘土地盤上に施工された厚木試験盛土の結果により求められたが、愛甲試験盛土が施工されるまで、泥炭地盤上の道路盛土についての設計、施工上の指針となる資料が少なかったため、これを求めるため本線工事に先行して愛甲試験盛土を施工した。

その愛甲試験盛土の調査目的を述べてみると、軟弱地盤対策工法として、無処理区間およびサンドドレーン区間の沈下量の経時変化の比較、無処理とサンドドレーン区間の安定性(基礎地盤の強度増加)の比較、サンドドレーン工法の施工管理および作業能率、関東ローム材を

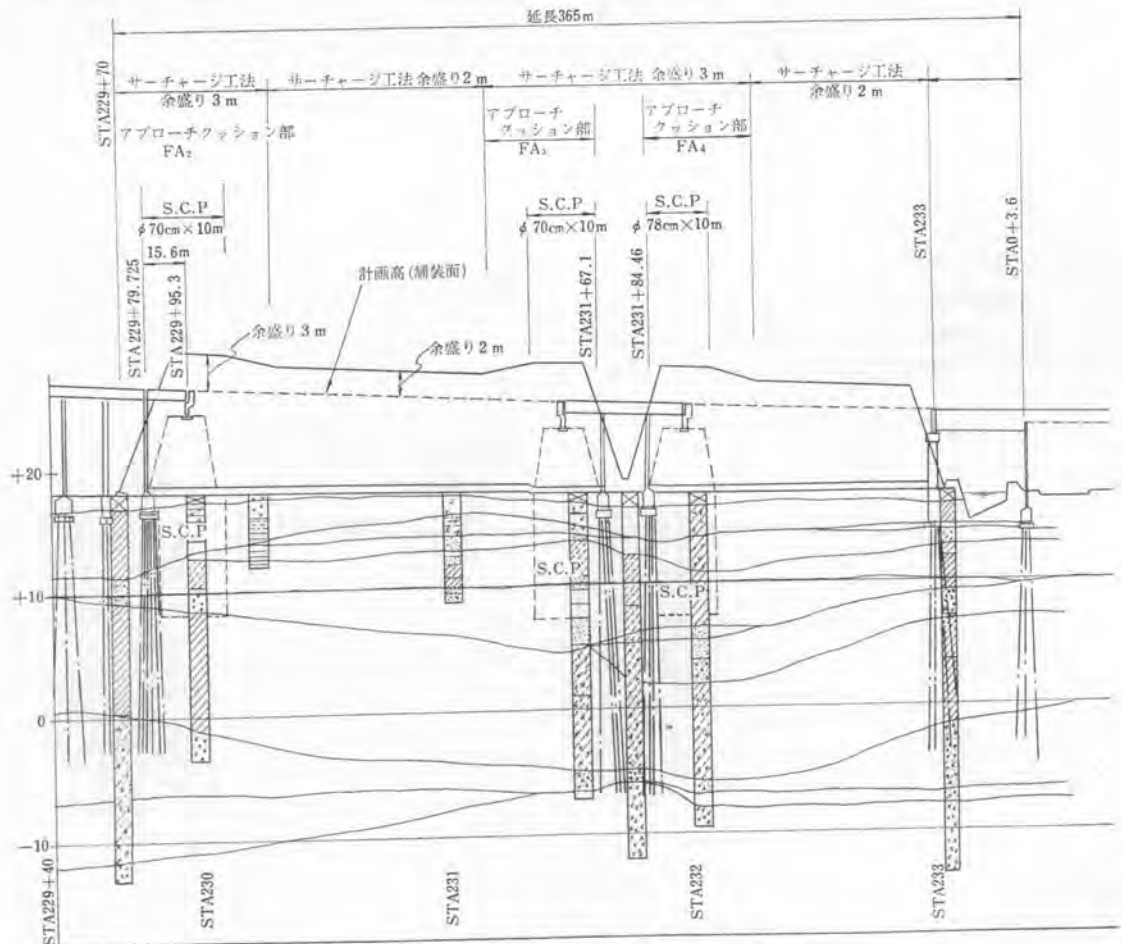


図-8 船子地区施工概要図

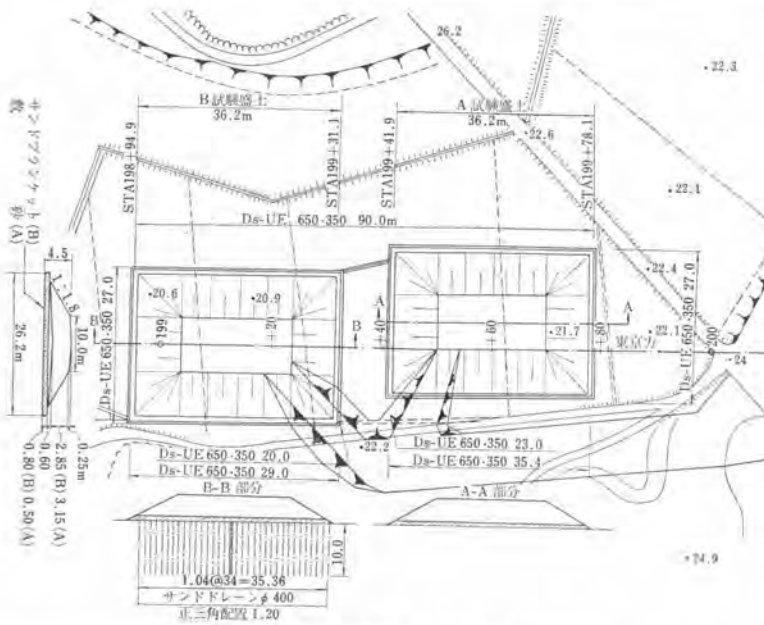


図-9 愛甲試験盛土施工概要図

用いた盛土施工について敷きならし、転圧機械の選定、施工法の検討がおもな目的である。

(a) 工事概要 (図-7, 図-9 参照)

盛土の形状はA盛土(無処理)およびB盛土(サンドドレーン)とも盛土高 4.5m, 天端 10m×20m, 底面 26.2m×36.2m である。

敷砂はA盛土 50cm, B盛土 80cm である。

処理工はB盛土区間, サンドドレーンφ40cm×10m, 1.2m 正三角形配置である。

(b) 基礎地盤の土性

図-10の土性図に示すように, 表土 1~2m を除き深さ 6~7m まで自然含水比  $w_n=200\sim700\%$  の範囲に

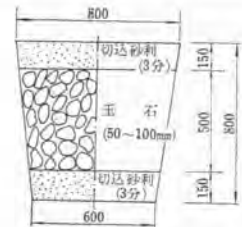


図-11 盲暗きょ断面図

あり, 一軸圧縮強さ  $q_u$  は  $0.2\sim0.3 \text{ kg/cm}^2$  と極めて小さく, 泥炭地盤特有の値を示す。この層の下には厚さ 1~2m の砂れき混じり粘性土があり, 自然含水比  $w_n$  は 150% を示す。

(c) 基礎地盤処理工および施工

(i) 敷砂工

神奈川県大磯町寺坂に産する山砂をダンプトラックで搬入し, 湿

地ブルドーザ(三菱 BD-11-S, 重量 13t, 走行形式クローラ式, 公称接地圧  $0.28 \text{ kg/cm}^2$ ) によって設計厚さになるように一様に敷きならした。なお, サンドドレーン区間の敷砂は, 当初設計では厚さ 50cm であったが, サンドドレーン打設中, 基礎地盤より水が敷砂中にあふれ, サンドドレーン打設に支障を生じたため, 敷砂厚を 80cm に変更するとともに, 図-11 に示すような盲暗きょを盛土横断方向に約 5m 間隔に設置し, 敷砂中に滞水した水の排水をよくしてサンドドレーン打設作業を容易にしようとした。この結果, サンドドレーン施工機械は安定し, 施工は比較的容易になった。

(ii) サンドドレーン工

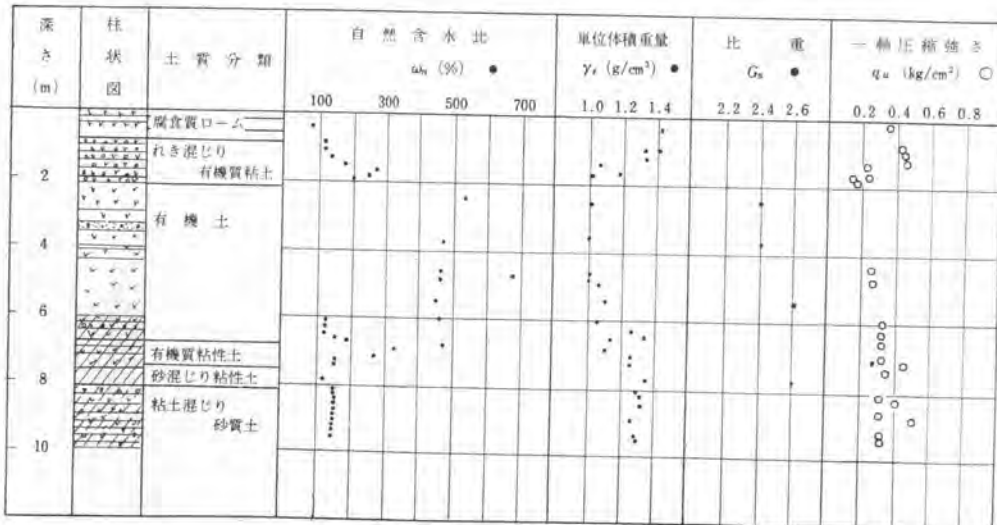


図-10 愛甲試験盛土土性図



図-9 に示すように、B盛土の基礎地盤処理として、 $\phi 40$  cm、長さ約 10 m のサンドドレーンを総計 753 本打設した。サンドドレーン打設方法はほかにもあるが、ここではパイプロサンドドレーン工法（不動建設）を採用した。

① 施工

図-13 に示すように、鉄製のケーシングパイプを振動力によって地盤に貫入し、パイプ引抜時に圧搾空気により砂をケーシングパイプより地盤中に押し出すことにより砂柱を形成する。

② 施工上の注意

敷砂厚については、高含水比の泥炭地盤上のサンドドレーン打設作業には厚さ 1 m は必要である。また盲暗きょも排水に有効である。また、パイルの打設位置については打設予定位置を明確にするため木くい等をあらかじめ

表-2 パイプロサンドドレーン打設のための使用機械の主要設備諸元

機械名	形式	仕様	数量	備 考
ディーゼルクレーン	P & H 255 ALC	18 t, 定格 100 HP	1 台	
振 動 機	D-50	振動数 700 rpm, 起振力 20 t, 50 HP	1 台	ホッパ付
ケーシングパイプ		内径 40 cm, 長さ 12 m, 鋼製	1 本	特殊刃先付
コンプレッサ	RA-60	7 kg/cm <sup>2</sup> , 7 m <sup>3</sup> /min, 76 HP	1 台	
レシーバタンク		容量 1.3 m <sup>3</sup> , 許容 14 kg/cm <sup>2</sup>	1 台	
砂投入用バケツ		容量 0.6 m <sup>3</sup>	1 台	
施工管理用オシロ		差動オシロ, 砂面計, バケツマーク計	1 式	特殊製品
ショベルローダ	D-40S	サイドダンプ, 定格 60 HP	1 台	砂 運 搬 用
発 電 機	NDG100	出力 100 kVA	1 台	

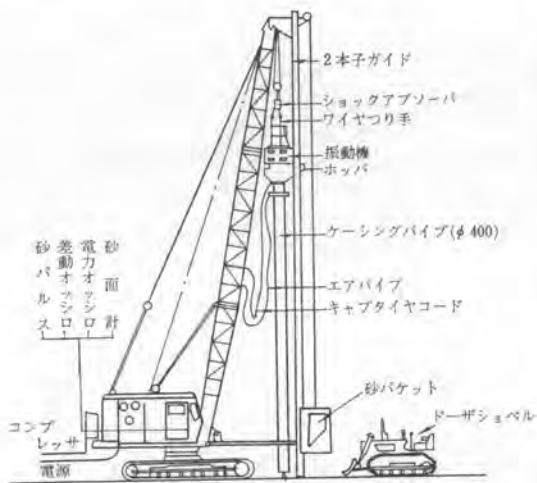


図-12 サンドパイル施工機械装置

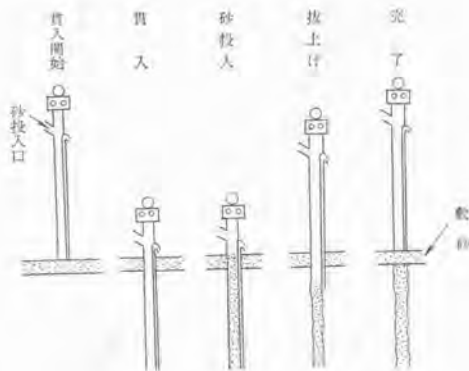


図-13 サンドドレーン工法施工順序

め打込み、整然と打設する。なお、パイプ引抜速度を早くするとパイルに切れ目ができるので注意する。また、ケーシングパイプを垂直に保

表-3 愛甲試験盛土におけるサンドドレーン工の施工実績

工 種 (打設深さ m)	サンドドレーン (長さ 10 m)
打 設 本 数	753 本
打 設 延 長	7,530 m
1 時間 当 り 打 設 本 数	5 本
1 本 当 り 打 設 時 間	12 min
1 打 本 時 間 当 時 打 設 時 間	1~2 min
機 械 移 動 お よ び 設 置	3 min
ケーシング打込み	3 min
砂 投 入	3 min
ケーシング引抜き	4 min

て打設しないと、打設パイルの変形の原因になる。

③ 施工実績

表-3 に施工実績を示す。

(d) 盛土の施工

(i) 盛土材の土性

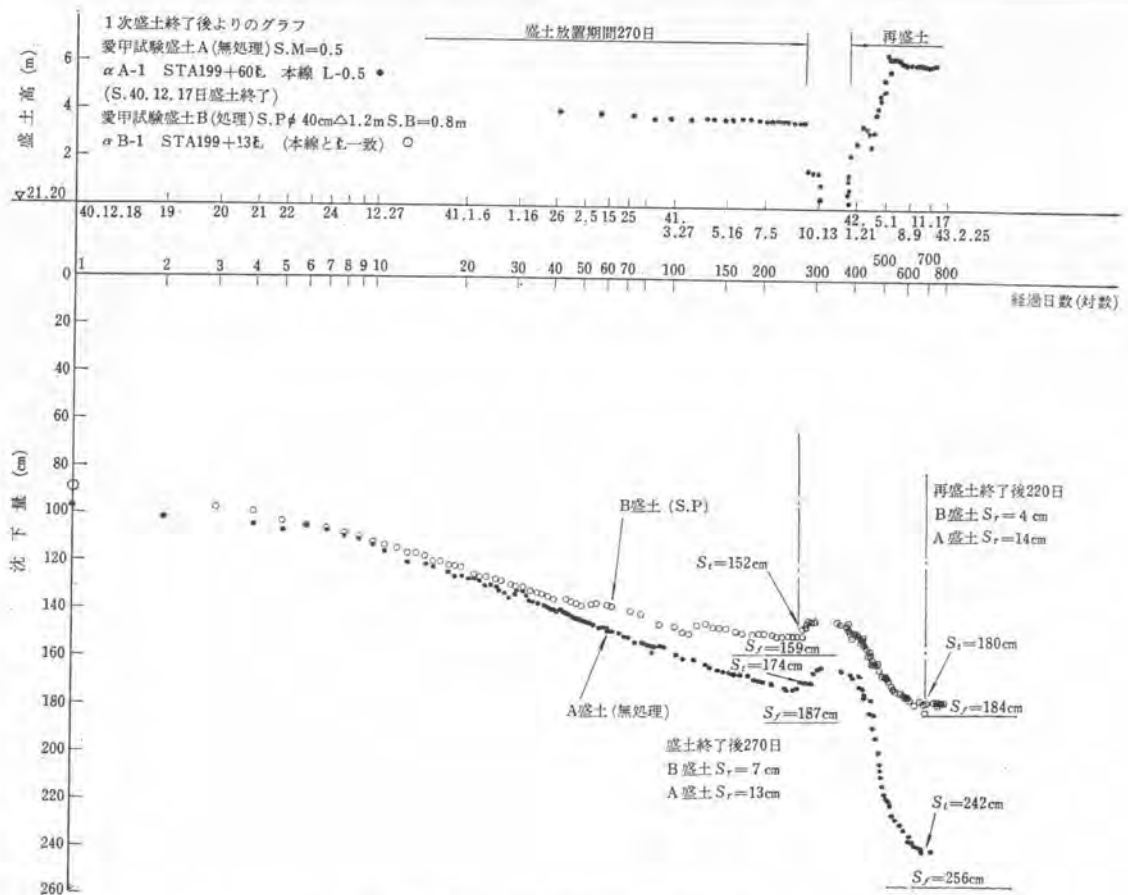
関東ロームの一般的特性として、自然含水比が高く、乱すと強度が極端に低下するなど、軟弱地盤上の盛土に限らず、普通地盤上の盛土でも施工する場合、かなり注意を要する土である。表-4 にローム材の試験結果を示す。

(ii) 土取り方法

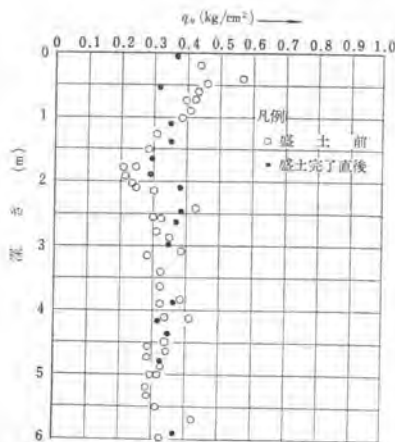
土取り場の切羽高さは 4~12 m の範囲にあった。このためパワーショベル（日立 U106, 0.6 m<sup>3</sup>）の稼働範囲（約 6 m）よりも高い部分の土取り方法としては、ブルドーザ（小松 BB IV）によるブル押し工法を採用し、ダンプトラック積込みはパワーショベルで行なった。なお、ブル押し工法による掘削はロームの強度低下が大きく、このため掘削はできるだけパワーショベルで行なった。

表-4 盛土材の判別分類試験結果

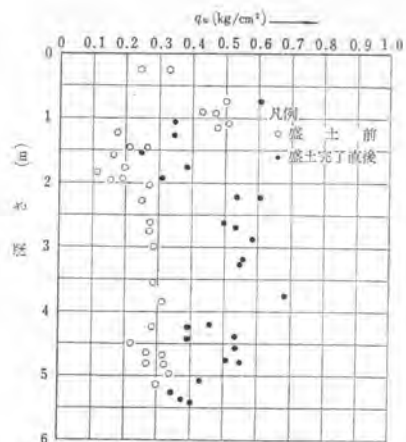
項目	自然含水比 w <sub>n</sub> (%)	比 重 G <sub>s</sub>	液性限界 LL (%)	塑性限界 PL (%)	塑性指数 PI	粒 度 分 析 結 果 (%)			
						れ き	砂	シルト	粘 土
ローム						0	30	50	20
茶褐色土	81.4	2.72	85.5	58.0	27.5				



図一14 愛甲試験盛土地表面形沈下計測定結果



図一15 愛甲試験盛土一軸圧縮強さと深さの関係 (A盛土: 無処理)



図一16 愛甲試験盛土一軸圧縮強さと深さの関係 (B盛土: サンドドレーン処理)

表一5 愛甲試験盛土 (A 盛土および B 盛土) 沈下比較

処理別	盛土終了直後 (cm)	盛土終了後 270 日			再盛土 3.6 m の 時 点	再盛土終了後 220 日		
		沈下量 (cm)	推定最終沈下量 (cm)	推定残留沈下量 (cm)		沈下量 (cm)	推定最終沈下量 (cm)	推定残留沈下量 (cm)
無処理(A盛土)	97	174	187	13	175	242	256	14
S.D 処理(B盛土)	90	152	159	7	153	180	184	4

(iii) 転圧方法

自然含水比付近で湿地ブルドーザ(三菱 BD-11-S)でまき出し、4回程度の転圧をした。

(e) 無処理区間と処理区間の比較

観測計器としては、沈下計、変位計、地すべり計、土圧計、間げき水圧計等を設置して基礎地盤の挙動の観測を行ない、また、チェックボーリングを行なって基礎地盤の土性の変化を調査した。

ここではこれらの測定結果の中から、沈下と基礎地盤の強度増加について処理、無処理区間の比較をしてみよう。

(i) 沈下の比較

図-14 は盛土・時間(対数)・沈下量の関係を盛土終了時より表わしたものである。両盛土とも盛土高 4.5m を施工終了後 270 日目に盛土を完全に除去し、80 日後再盛土を開始し、6.5m の盛土を終了した。

表-5 に盛土終了後各時点の沈下量双曲線法による推定最終沈下量、推定残留沈下量を示す。図-14 および表-5 によれば、盛土終了直後の沈下量は両盛土とも差はないが、盛土終了後 270 日の時点では沈下量、推定最終沈下量、推定残留沈下量ともに処理地盤(B盛土)の方が小さい。盛土終了後 270 日の時点で試験盛土を完全に除去した後再盛土を施工したが、盛土除去直前の盛土高 3.6m の時点では両盛土とも沈下量はほとんど同じであり、サーチャージの効果を示している。また、再盛土開始より、盛土高 6.5m 終了までは沈下傾向に処理、無

処理の差を示し、B盛土(サンドドレーン)の方が明らかに沈下収れんの傾向が大であり、沈下量も約 60cm 小さく、推定残留沈下量も小さい。

これらの結果を見れば、軟弱層厚が 10m 程度で基盤までサンドドレーンを打設した場合には、圧密促進と沈下阻止効果が認められるようである。しかし、厚木試験盛土など、軟弱層厚が 20m 程度と深い地盤に長さ 10m 程度のサンドドレーンを打設しても、深さ 10~20m 部分の未改良層の沈下傾向に影響される結果となり、沈下に対しては処理工の効果があまり認められないようである。

(ii) 基礎地盤の強度増加の比較

ここでは盛土の安定にもっとも関係が深いと思われる盛土終了直後の強度増加について比較してみる。

図-15、図-16 とも施工前と 4.5m の盛土終了直後との比較図である。この図を一見してわかるように、無処理区間では強度の増加がほとんど認められないが、処理区間では明らかに強度増加が示され、処理の効果が認められる。このように、強度増加に対しては明らかに効果が認められることから、歌川地区など泥炭地盤における本工事では安定対策としてサンドコンパクションパイル工を施工することになる。

(4) 歌川地区の本工事

(a) 基礎地盤の土性

図-17 に歌川地区の代表的な土性図としてアプローチクッション部のものを示す。

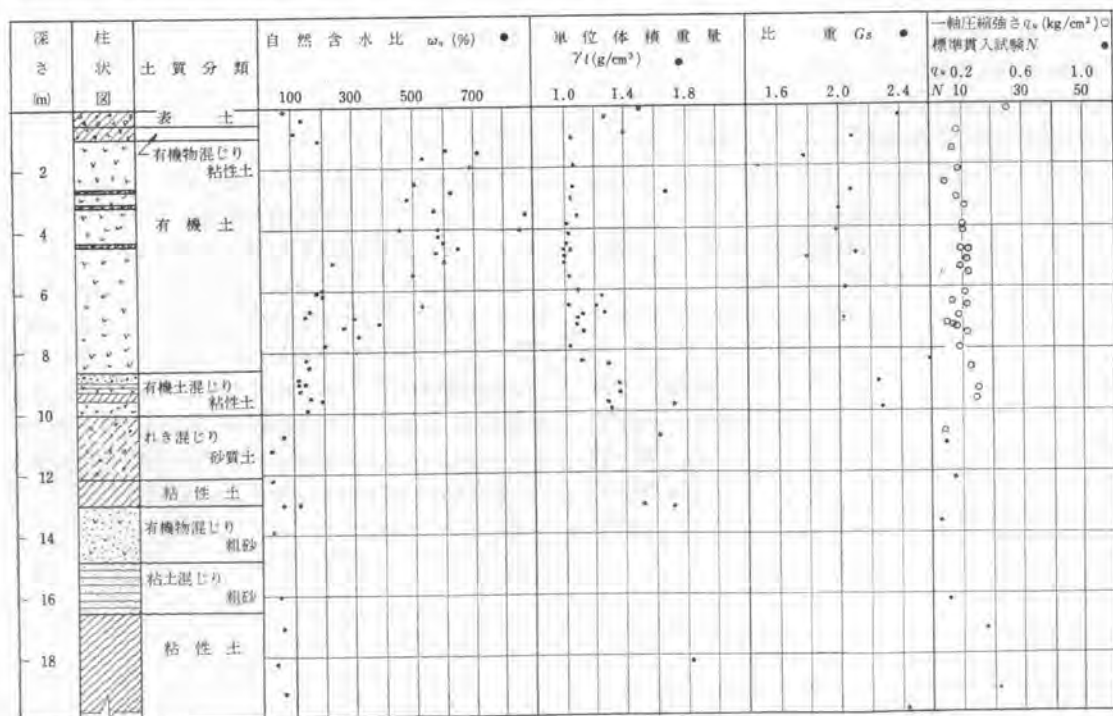


図-17 歌川地区 STA 196+55 (アプローチクッション部) 土性図

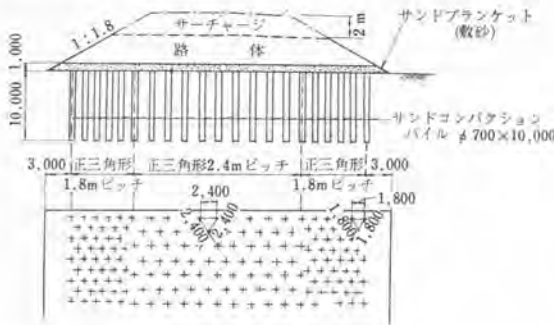


図-18 歌川地区横断面

(b) 軟弱地盤対策工および施工

歌川地区の泥炭地盤上に盛土高約7~12mの道路盛土を施工することは危険視されていたが、愛甲試験盛土の結果、処理工が基礎地盤の強度増加に有効であることから、図-7の歌川地区の施工概要図に示すように、全区間(愛甲試験盛土区間を除く)安定対策として図-18に示すように、盛土下全面にサンドドレーンよりさらに安定に対し有効と思われるサンドコンパクションパイルを打設した。

そして沈下対策としては、全面的にサーチャージ工法を採用し、一般盛土部2m、橋りょう取付部5mの余盛りを施工した。カルバートボックスの基礎地盤処理としてサンドコンパクションパイル打設後、プレローディング工法を採用した。また、橋りょう取付部は基礎地盤処理をサンドコンパクションパイルで行ない、アプローチクッション工法を採用した。

(i) 敷砂工

普通の粘性土地盤では敷砂を50cmぐらい敷きならせば作業可能であるが、歌川地区では愛甲試験盛土での施工状態を考慮して敷砂厚を1mとし、湿地ブルドーザ(小松D-50P、重量10.6t、86HP)で敷きならしを行なった。敷砂厚1mを敷きならしても、なおサンドコンパクションパイル打設中、基礎地盤よりの排水のため敷砂層が軟弱になり、作業が困難になる個所では盲暗きょ(図-19参照)を盛土横断方向に5m間隔に入れて施工した。

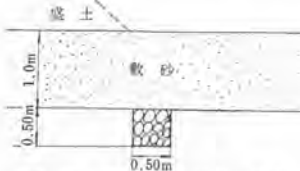


図-19 盛土基礎の暗きょ排水

また、歌川地区では基礎地盤よりの湧水を処理するため図-19に示すように、盛土のり尻下に暗きょを施工した。

表-6 パイプロコンポーザパイル打設機械仕様表

機 種	仕 様
P & H 225 ALC クローラクレーン	作重量 31t, 100HP
パイロコンパイロドライバ VPO-50 A	200V 132A
コンプレッサ RA 60	76HP 7kg/cm <sup>2</sup>

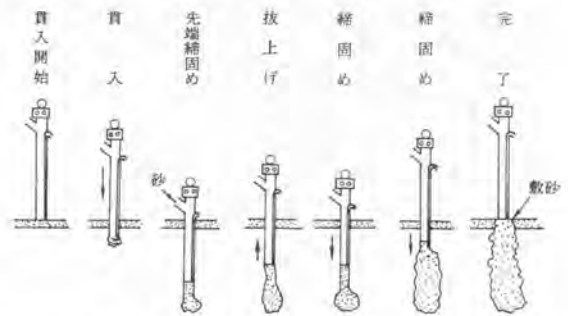


図-20 パイプロ方式によるサンドコンパクションパイル工法施工順序

(ii) サンドコンパクションパイル工

施工機械はパイロコンポーザ施工機械(不動建設)を使用し、φ70cm、長さ約10mを図-18に示すような配列に約2,200本打設した。なお施工機械装置は図-12と外観は同じものであり、機種、仕様は表-6に示す。

① 施 工

図-20に示すように、鉄製のケーシングパイプ(φ40cm)を振動力によって地盤に貫入し、また振動荷重により上下動しながら砂を強制的に圧入し、締固めた砂柱を作る。

② 施工上の注意

施工機械を進入させるための敷砂厚、パイルの打設位置、ケーシングパイプの正常な保持等は愛甲試験盛土のサンドドレーンの場合と同じであるので省略する。

もっとも注意すべきことは、直径70cmの締固めた砂柱を作るのにバケットに何杯の砂を必要とするのか知っておくため、試験打ち等をあらかじめ行なうとよい。また、基礎地盤の深さ方向の強度の変化によっても打設方法を考慮し、直径の一樣な締固めた砂柱を作るようにしなければならない。打設順序としては一般に盛土周囲より中心に向かって打設の方がよいと思う。

③ 施工実績

表-7に施工実績を示す。

(iii) アプローチクッション工法

愛甲工事ではすべて一般盛土部と橋りょうとの取付部はアプローチクッション工法を採用した。この工法は橋りょうと盛土との取付部に生ずる不陸を少なくするものである。

表-7 愛甲歌川地区におけるサンドコンパクションパイル工(コンポーザ)の施工実績

工 種 (打設深さ m)	S.C.P. (長さ 10 m)
打 設 本 数	22,000 本
打 設 延 長	2,200 m
1時間当り打設本数	2 本
1本当り打設時間	30 min
1打本設当時間	機械移動および設置 2 min ケーシング打込み 3 min 砂 投 入 3 min ケーシング引抜き 22 min

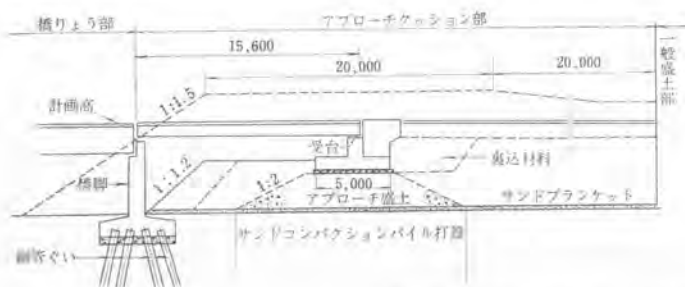


図-21 アプローチクション工法説明図

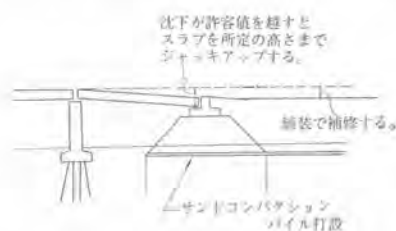


図-22 工所用側道横断面

図-21 に示すように、サンドコンパクションパイル工法とプレローディング工法で基礎地盤を処理した後に構築した橋脚と、盛土上に構築した直接基礎式橋台の間にスラブを設置する構造のものであり、基礎地盤の残留沈下により橋台が沈下して、スラブのこう配が自動車走行上許される値を越したとき、橋台上のスラブをジャッキアップした後、橋りょう取付部の舗装を補修し、路面の平坦性を確保するという方式のものである。

基礎地盤処理工としては、サーチャージ工法(余盛り5m)とサンドコンパクションパイル工を行ない、残留沈下量が13cmとなった時点(盛土終了後170日)で、パワーショベルで盛土を掘削し、橋台の施工を行ない、ついでアプローチスラブを施工した。

(iv) カルバートボックスの施工

図-7 に示す STA 198+60 の地点で、基礎地盤処理工としてサンドコンパクションパイルを打設した後、プレロード(計画盛土高4.2m、余盛高2m)を施工し、残留沈下量が12cmとなった時点(盛土終了後150日)で盛土をパワーショベルで掘削し、カルバートの底板を盛土中央部で10cm、のり尻部で5cm上げ越してカルバートを施工した。

(v) 盛土速度制御工法

基礎地盤の処理を行なって安定に対する一応のめどはついても、盛土の施工にあたっては常に変位ぐい、地すべり計、沈下計等の観測結果を考慮しながら盛土速度の管理を行ない、安定を確保した。

(c) 盛土の施工

ダンプで搬入したローム材を盛土中の仮設運搬路を通ってまき出し、平均1~2日放置した後、湿地ブルドーザ(小松D-50P)で仕上がりに厚30cmになるように平均4回転圧を行なった。盛土サイクルは緩速施工の上からも平均3~5日サイクルとした。

また軟弱地盤上の盛土は特に安定上からも、盛土を薄層で一様に締固めることが大切であるので、この点注意して施工を行なった。

(d) 工所用側道

側道施工前には水田、湿地等に仮排水溝を掘り、地盤を乾燥させた後、図-22 に示す構造の側道を施工した。また、下層路盤工(山砂)の敷きならしに先行して板柵を組み、砂の流出を防いだ。工事中、基礎地盤が軟弱のため路面に不陸ができたが、ときどき山砕を敷きならしで補修を行なった。

(e) 基礎地盤の管理

(i) 沈下

図-23 は歌川地区 STA 196+62 の地点の沈下グラフであり、アプローチクション施工に使用した。この図に示す沈下傾向は、泥炭地盤における代表的なものである。図に示すように、盛土初期より急激な沈下を示し、盛土速度が一定であれば沈下も直線状を呈している。盛土終了時には盛土高11.5mで沈下量315cm、すなわち、推定最終沈下量357cmの約88%を示し、沈下速度の早いことを示している。

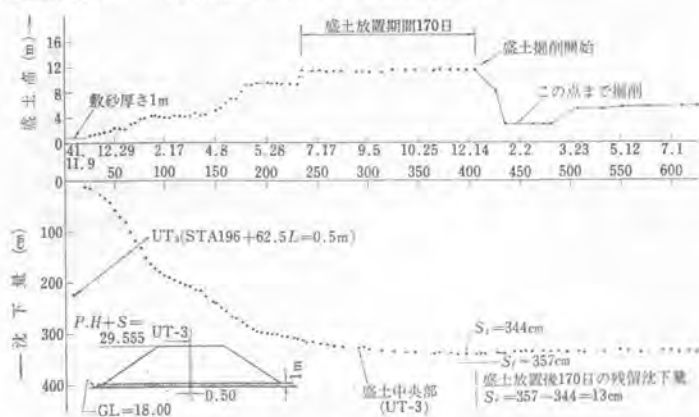


図-23 歌川地区(アプローチクション部) 地表面形(T形)沈下計測定結果

盛土終了後170日の時点で推定残留沈下量が13cmとなったためアプローチクッションの施工を決定し、盛土を8.5m取除き、以後橋台を施工した。盛土取除き約2カ月後、橋りょう取付部の再盛土を開始し、盛土高6.5mまで施工したが、以後ほとんど沈下を示さず、サーチャージの効果を示している。

### (ii) 変位ぐいによる安定管理

変位ぐいは盛土荷重による盛土周辺地盤の挙動(垂直, 水平変位)を測定するものであり, 主として盛土の安定管理に使用される。歌川地区では当初盛土高11.5mの施工が危ぶまれていたが, 変位ぐい等の観測により基礎地盤の挙動を知り, 盛土速度をコントロールすることにより盛土を完成した。

この工法は盛土速度制御工法と呼ばれ, 軟弱地盤上の盛土の安定管理には非常に有効な工法である。この工法の実例を歌川地区 STA 196+60 の地点で説明してみる。

#### ① 盛土初期～盛土高4.2mまで

図-24に示すように, 盛土初期より盛土高4.2mまでは盛土高が高くなるに従って水平, 垂直変位ともに直線的に増加の傾向を示している。そして盛土高4.2mの時点で No. 1ぐいの水平変位量は27cmを示し, その他のぐいは盛土より遠ざかるにつれて変位量は小さくなる。また垂直変位も盛土が高くなるに従ってほぼ直線的に増加し, No. 3ぐいの垂直変位は浮き上がり10cmを示す。

#### ② 盛土高4.2m～盛土放置40日間の挙動

盛土高3～4.2mを施工中, 周辺地盤の変位が直線的に増大し, 肉眼で見ても田面がふくれ上がり, すべり破壊の危険を感じたので, 盛土施工を中止することにより塑性流動を中止させるとともに, 基礎地盤の強度増加をはかろうとした。このことは結果的にみても安定管理上非常に大きな効果を発揮した。

盛土放置期間に入ると水平変位は静止の状態を示し, 垂直変位は2～3cm減少した。この現象は盛土中止により側方への流動を中止し, 圧密現象により地盤が沈下したものと見よう。

#### ③ 盛土高4.2～9.2m間の挙動

40日間の盛土放置後, 盛土を再開すると, 盛土荷重が増加するに従って水平, 垂直変位とも増加するが, その変位量は激減した。すなわち盛土初期より盛土高4.2mまでは盛土速度5cm/日であるに反し, 盛土高4.2m以後の盛土速度は9cm/日であるが, 水平, 垂直変位量とも1/6に減少した。

以上述べた変位ぐいによる盛土速度の管理は, 盛土速度制御工法の一例であり, 盛土の安定管理にとって有効

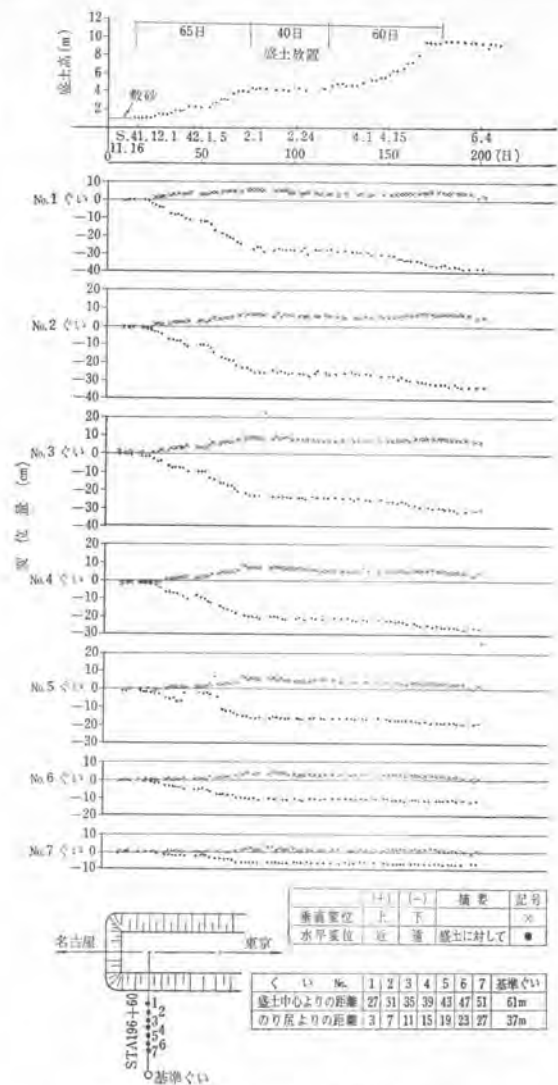


図-24 歌川地区 UM 変位ぐい観測結果

な工法である。

### 3. あとがき

現在施工のスピードアップが叫ばれている。しかし, 軟弱地盤における盛土の基礎処理に関しては, 施工機械の能力の向上や施工法の改善によって工期を短縮できるが, 盛土の施工に関しては盛土の安定と舗装終了後の残留沈下のため, どうしても一定の工期は必要になり, 急速施工はできないのが実情である。このため盛土施工にあたっては, 計画段階に適切な施工計画を立て, 施工機械をむだなく使用することが望ましい。

## □ 軟弱地盤の施工対策

## 港湾工事における施工対策

小蔵 紘一郎\* 田中 伸昌\*\*

## 1. まえがき

最近の港湾は地形的にみて設計条件の悪い所に立地されるようになってきており、特に土質工学的にみて軟弱な沖積地帯にも大がかりな港湾建設がなされるようになってきている。また船舶の大形化と港湾の大規模化に伴って港湾技術的にみてもいままでは不可能に近いと考えられたり、とても土質的に困難であろうという地点にもどしどし建設を要請され、実施をみるようになってきている。これはわが国の経済力が高まり、港湾に対する要請がますます高まってきたことと、この建設を可能ならしめる港湾技術の進歩によるものと考えられる。

軟弱な粘土層が海底面下 20~30 m 存在する地点で大形港湾構造物を建設することは容易ならぬことであり、まして陸岸から相当離れたきびしい海象条件のもとの工事は非常に困難をきわめる。一般的にいて、港湾施設の建設において、地盤処理ないしならぬかの形で手を加えずに在来地盤をそのまま構造物の重要な基礎とすることはまれである。

第2次大戦後、外国の進んでいる土質工学の積極的導入以来、種々の施工実績および研究を通じて軟弱地盤処理技術は相当に進歩してきた。そこで本文では港湾の場合に実際に軟弱地盤にどのように対処しているかを紹介してみたいと思う。

## 2. 軟弱地盤の土質調査

港湾における岸壁、防波堤等の構造物の基礎地盤は十分な支持力と受働土圧が期待され、沈下もある限度内に納まるよう期待できるものでなければならない。したがって軟弱地盤の調査は構造物のすべり破壊あるいは沈下に対しどのような処理が必要か、すなわち、処理工法の設計や施工を進めるために必要な資料を得ることを主眼とする。このような観点から次の2項を調査する必要がある。

- ① 軟弱地盤の構成と深度および範囲
- ② 軟弱地盤を構成している各土層の工学的性質

①を調べるためには通常ボーリングやサウンディングを行なっている。ボーリングやサウンディングなどの配置は構造物の重要性、工事の規模、種類等によって決められるが、工期や工費などについても考慮せねばならない。配置間隔は概略調査結果を参考にして決めるが、ほぼ 10~50 m 間隔で、範囲は構造物の安定性が検討できる範囲とし、深度は構造物の規模および目的により異なるが、一般には十分な支持力が期待できる層が確認できるまでとしている。

②を知るためには乱さない試料の採取が必要であり、サンブラを用いて試料を採取している。サンプリングは 1.5~2.0 m ごとに 1 個所宛で、各採取試料につき深度方向に 3 個所以上で一軸圧縮試験を行なう。圧縮試験は 3~5 m に 1 個所、もしくは代表的な層ごとに少なくとも 2 個所宛の試料について試験を行ない、含水比、単位体積重量試験等の物理試験は各試料について行なう。

最近の港湾工事で軟弱地盤を調査したもので名古屋港高潮防波堤の結果を一部例としてあげる。図-1 は在来地盤の一軸圧縮強さと深さとの関係を示すもので、これよりせん断強さの設計値を定め、円形すべり、支持力等を検討する。図-2、図-3 は軟弱地盤層の圧密沈下量と圧密時間を知るために必要な体積圧縮係数および圧密係数を求めたもので、これより設計値を定める。

## 3. 地盤処理工法の選定

地盤処理工法には次のようなものがある。

- (1) 砂地盤の改良工法
  - ① 水締め
  - ② 水位低下法（ウェルポイント工法）
  - ③ 爆破締固め
  - ④ 振動締固め
    - パイプロフローテーション工法
    - 締めぐい工法
    - サンドコンパクションパイル工法
- (2) 粘土地盤の改良工法
  - ① 置換工法
    - 押出し工法
    - 掘削置換工法

\* 運輸省第四港湾建設局小倉調査設計事務所建設専門官  
\*\* 工事専門官

## ② ドレーン工法

サンドドレーン(ペーパードレーン)工法  
 サンドドレーン・バキューム工法

## ③ 自然圧密工法

## ④ 電気化学的改良法

電気浸透法  
 電気化学的固結法

## (3) 地盤固結法

## ① 注入工法

## ② 熱的処理工法

## ③ 凍結工法

港湾工事では海底面下の工事がおもであり、使用できる手段にも制限があり、主として自然圧密工法、サンドドレーン工法、置換工法、振動締め工法が採用されている。

軟弱地盤の性状を土質調査により把握し、処理工法としていかなる工法を選定するかは、改良の対象となる地盤の種類、土質、工費、工期、利用し得る手段、構造物の重要性等によって決まる。

軟弱地盤の性状が土質調査によって明らかになると、基本設計を行なうことによって何が当面の構造物に対し障害となっているかを明らかにする。たとえば全体の円形すべりであるか、受働土圧不足であるか、あるいは支持力の不足であるか等の問題を明確にする。

次にこれらに対応して、その地点で採用しうる工法について工費、工期の比較を行ない、最終的にはその工事の重要度を考慮して最適の工法を決定することになる。

地盤全体の安定と支持力の不足に対しては、地盤の軟弱な粘土の場合は通常サンドドレーンまたは置換工法が採用され、ルーズな砂地盤の場合は締め固め工法が採用されている。

サンドドレーンは次のような場合に適する。

- ① 地盤が比較的均一な粘土である。
- ② 必要な圧密期間を取ることができる。
- ③ 載荷土砂が波などによって流出する危険が少ない。
- ④ 載荷土砂が埋立などに利用できて工費が節約できる。
- ⑤ 十分な施工管理が行なえる。

置換工法は次のような場合に適する。

- ① 地盤は不均一なものでも施工できる。
- ② 急速施工を行なうことができる。
- ③ 床掘土砂の土捨場が近くに求められる。
- ④ 良質土砂が近くに求められ、かつ安価である。
- ⑤ 支持層が浅い場合に一層有利となる。

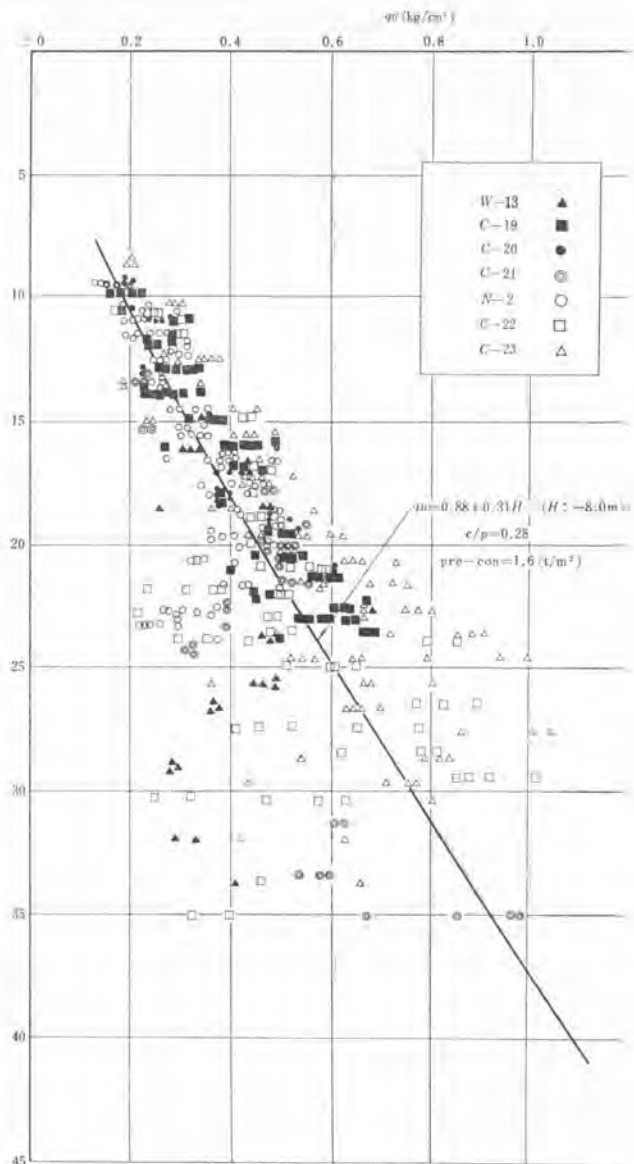


図-1 一軸圧縮強さ( $\sigma_v$ )と深さの関係(名古屋港高潮防波堤)

## 4. サンドドレーン工法

通常、軟弱地盤といわれている多量の水分を含んだ軟かい粘性土に荷重を加えて水分を取り去って固めるとせん断強度は増加する。水分を短時間に抜くため地盤に砂ぐいを打込み、この砂ぐいを通して水分を急速に抜き、地盤を固める工法がサンドドレーン工法である。

## (1) サンドドレーンの設計

サンドドレーンの設計は構造物の築造予定地域の土質調査、試験結果から在来地盤の粘着力、粘着力増加係数( $C/P$ )、および圧密特性値( $m_v$ ,  $C_v$ )等を決定し、圧密荷重、沈下量および圧密日数等を計算することである。強度増加の計算は



$$\Delta C = C/P \cdot \Delta P \cdot U$$

$\Delta C$  : 増加粘着力

$C/P$  : 粘着力増加係数

$\Delta P$  : 圧密荷重 (増加応力)

$U$  : 圧密度

で計算され、 $\Delta C = 5 \text{ t/m}^2$ ,  $C/P = 1/4$ ,  $U = 80\%$  とすれば、 $\Delta P = 5 \times 4 \times 1.25 = 25$  となり、圧密荷重は  $25 \text{ t/m}^2$  必要となる。

次に、載荷する場合に在来地盤のせん断強度不足によるすべり破壊を検討しなければならない。一般に荷重の載荷は砂ぐい施工後第1次荷重で在来地盤を圧密し、地盤強度を増大してその強度で安全な第2次荷重を載荷し、順次載荷を増加していかなければならない。

圧密沈下量は圧密荷重に比例して大きくなり、

$$S = m_v \cdot \Delta P \cdot H \cdot U$$

$S$  : 沈下量

$m_v$  : 体積圧縮係数

$H$  : 粘性土層厚

により計算され、 $m_v = 0.0055 \text{ t/m}^2$ ,  $\Delta P = 25 \text{ t/m}^2$ ,  $H = 14 \text{ m}$ ,  $U = 80\%$  の場合、 $S = 0.0055 \times 25 \times 14 \times 0.8 = 1.55$  で  $80\%$  圧密を終了する時点では  $1.55 \text{ m}$  沈下することになる。

圧密に必要な時間は圧密度によって異なり、

$$t = \frac{D_e^2 T_h}{C_v}$$

$t$  : 圧密に必要な時間

$D_e$  : 有効径

$T_h$  : 水平圧密の時間係数 (図表より求める)

$C_v$  : 圧密係数

で計算され、 $U = 80\%$ ,  $D_w = 50 \text{ cm}$ ,  $D = 2.5 \text{ m}$  の三角形配置、 $C_v = 0.044 \text{ m}^2/\text{day}$  とすれば、 $D_e = 2.62 \text{ m}$ ,  $T_h = 0.2$  となり、 $t = 2.62^2 \times 0.2 \div 0.044 = 31$  となり、 $80\%$  圧密を完了する必要日数は  $31$  日となる。

砂ぐいの径 ( $D_w$ ) は施工機械の関係から  $40 \sim 60 \text{ cm}$  に限定されている。砂ぐい間隔 ( $D$ ) はぐい径の  $5$  倍程度が多く見られ、三角形および正方形の配置で施工されている。砂ぐいの打込深度および施工範囲は構造物の安定に必要な範囲とするが、港湾構造物の場合、円形すべりや受働土圧の計算から決まる。

### (2) サンドドレーンの施工

サンドドレーン工法の一般的な施工順序を図-4に示す。最初に在来地盤上に敷砂を  $1.0 \sim 1.5 \text{ m}$  厚さに敷き

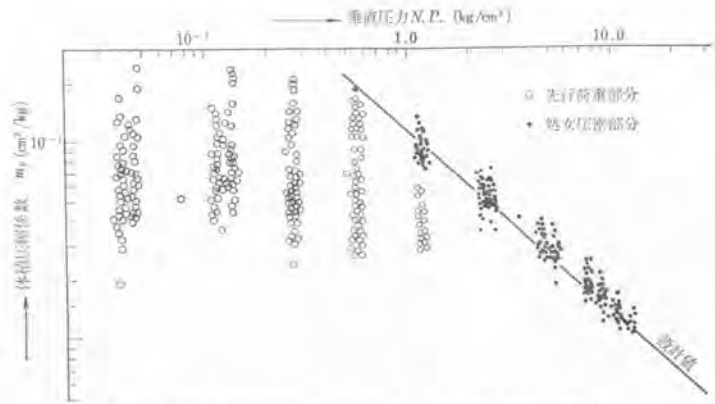


図-2 荷重と体積圧縮係数との関係 (名古屋港高潮防波堤)

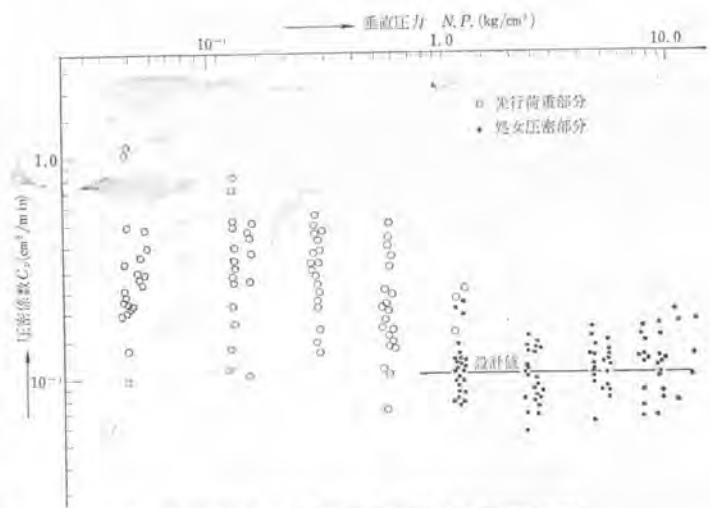


図-3 荷重と圧密係数の関係 (名古屋港高潮防波堤)

ならしめる。敷砂は砂ぐいより上昇してくる間げき水を側方へ発散させる役目を持ち、透水層として砂ぐいと連絡していなくてはならない。

敷砂の施工にあたっては、まず軟弱な地盤上に砂を投下するので、海底面の軟弱な地盤を乱したり、すべりを起こさせて粘土と混合させないように注意する必要がある。そこで敷砂の投入施工法がむずかしく、施工機械も選定を要するところである。最近の港湾工事で行なわれた敷砂の施工法を表-1に示す。ガット船 (グラブ付機帆船) による方法が、一般に作業が容易であるためよく行なわれているが、施工時は投入位置を指示して調整しないと1個所に集中して投入されることがあり、これを敷きならしめる手間が多くなる。

また軟弱地盤を乱しやすく、軟弱地盤と混合するので敷砂を厚くする必要がある。パーミアンローダ形砂まき船 (写真-1 参照) はサンドポンプ船の吐出口にちらし管を装備したもので、砂運搬船から砂を吸い、ちらし管より砂を散布する作業船である。大規模な工事では、敷砂幅が広いときや、工期が短期間で多量に連続して施工す

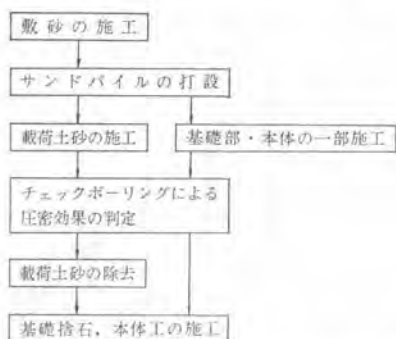


図-4 サンドドレーン工法施工のフローチャート

る場合に、ポンプ式浚渫船と連結させて使用される形式の砂まき船もある。これらの砂まき船を使用すれば、グラブで投入するより均一に砂がまかれる。砂まき船を施工区域の一端より順次移動させながら施工するので能率的である。また、砂まき船を使用して敷砂を施工した場合は、軟弱地盤との混じりは少なく、名古屋港金城ふ頭工事で施工された敷砂の調査によると、軟弱地盤上の5 cm 厚さはシルト分が多いが、それ以上は砂分90%となっており、砂と軟弱地盤の混合は認められない。ちなみに当工事では敷砂の最小厚さは1.2 m 程度に薄くして施工されている。敷砂の仕上がり面の不陸(凸凹)は「港湾工事共通仕様書」にも規定されているが、これは敷砂の目的である透水層の最小必要厚さと敷砂の上にくる構造物の基礎等からの制限および砂ぐい打込みの障害にならないことと作業船のきつ水を確保する意味から規定する必要がある。敷砂の施工方法はこのほかにもベルトコンベヤによる法があるが、作業能率が悪いので大量施工には適さない。砂まき船を使用すれば作業能率および軟弱地盤との混合が生じない等のよいことがわかっても実際の工事実施にあたってはドレーン船同様に使用しがいことが多く、施工条件、経済性から個々の工事現場で検討して最良の施工法を選定しなくてはならない。

海上におけるサンドドレーン工事の砂ぐい施工にはドレーン船と称する砂ぐい打込船が必要である。ドレーン船はケーシングパイプの打込み、引抜き機構、砂の貯留ビン、砂の投入装置を有する作業船である。ドレーン船の形式としては、普通のくい打ち船を改造した一つの船体に1本の打込装置を有する1本打ちの小規模なものから、一つの打込動力で2本を同時に打込む形式、船体中央部に4本のやぐらを有し、船体の移動なしに30本近い砂ぐいを打てる大規模なドレーン専用船まである。サンドドレーン専用船として建造されたものに第5港湾建設局所有の“蒼竜”がある(写真-2 参照)。

“蒼竜”は長さ54 mの溝があり、溝に沿って移動することができるくい打ちやぐら4基があって、V-3形のパイプロハンマで一度に4本のパイプを打つことができる。それぞれの特長をみると、施工能率からは多数打ちがよいことはいうまでもない。また船体の傾斜が小さく、ケーシングパイプの打込み引抜き時の傾きが少ない

表-1 港湾工事の敷砂施工例

港名	工事箇所	敷砂の施工方法	敷砂の施工箇所水深	敷砂さ
函館港	北浜ふ頭	艀船よりベルトコンベヤを使用投入	-4.0 m	1.0 m
横須賀港	新港-5.5 m岸壁	ガット船より投入	-10.0 m	1.0 m
衣浦港	西防波堤	ちらし管付ポンプ砂まき船(バージアンローダ形)で施工	-10.0 m	1.5 m
名古屋港	金城ふ頭	ちらし管付ポンプ砂まき船(バージアンローダ形およびポンプ船連結形)で施工	-4.5 m	1.2 m
四日市港	第二ふ頭北側岸壁	ガット船により投入	-9.0 m	1.0 m
舞鶴港	下福井-3.5 m物揚場	運搬船よりベルトコンベヤを用いて投入	-5.0 m	1.0 m
和歌山港	外防波堤	バージ船で運搬投入	-10.6 m	1.5 m
広島港	広島空港	ガット船により投入	-5.0~ -7.0 m	1.5 m
八代港	-10 m岸壁	台船にポンプ船からの排出口を取付け、ポンプ船から輸送してきた砂を台船を移動しながら3層に分け施工する。	標準 -3.0 m	1.4 m

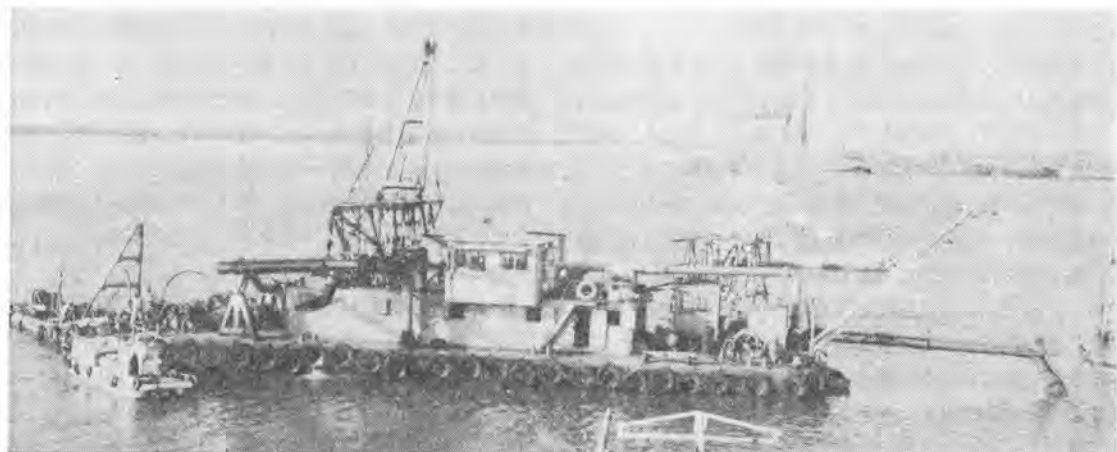


写真-1 砂まき船(バージアンローダ)“天津 220 PS”



写真-2 サンドドレーン船「蒼竜」



写真-3 サンドドレーン船による八代港の砂ぐい施工

点では船体中央部にやぐらを有する形式のものがすぐれている。

ドレーン専用船は、一般の浚渫船やくい打ち船と異なり、工事需要が比較的少なく限られているので就航数が少なく、実際の工事施工にあたってはなかなか使用が困難である。

そこで、比較的小規模な工事の実施例である八代港の場合は、砂ぐい打込みには起重機船（能力40tづり、および50tづり）を改造したドレーン船（写真-3参照）を2隻使用して砂ぐいを施工した。図-5のように①ケーシングパイプを海底におろし垂直に建込み、②砂の投入口が所定の高さに来るまで第1回の打込みを行なう。③投入口を開き、砂運搬船よりベルトコンベヤでケーシングパイプに砂を填充する。④再び投入口を閉じ、ケーシングパイプにヤットコぐいを継ぎたして規定の深度まで第2回の打込みを行なう。⑤圧搾空気をケーシングパイプの中に送り、砂を押えて静かにケーシングパイプを引抜いて行き、填充砂を土中に残し、砂ぐいを形成させるのである。

るのである。

以上の工程を繰り返し、砂ぐい工事を施工する。このような1本打ちの場合は能率的な施工はできなく、1日当りの施工量は8本程度にとどまった。

ケーシングパイプの打込方法には圧入方式とハンマ方式とがある。圧入方式はパイプを静的に押込むものであるから周辺の粘土を乱す心配は少ないが、船体およびやぐらを非常に頑丈にしなければならないのと、押込力にも限界があるので、軟弱地盤の深い場合およびシルト分や砂分の混じった地盤の場合等は押込みが困難である。また、押込時と引抜時とは船体の傾斜が反対になるので、砂ぐいの上端と下端がふくらんだ形にでき上がる危険性がある。

ハンマ方式は通常のくい打ちと同様であるので打込力に不足はないが、無理な打撃力がかかるとケーシングパイプを損傷するので注意を要する。この点パイロハンマを使用すると周辺の粘土を多少は乱すことになるが、引抜きの際にもハンマを利用できるのでウィンチの負担

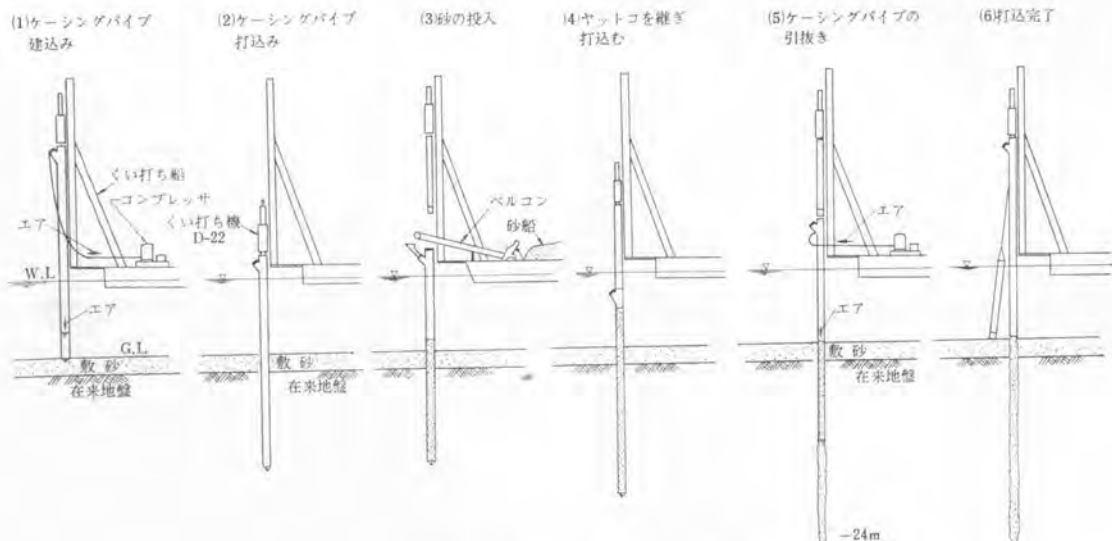


図-5 八代港砂ぐい施工手順

が軽減され、能率よく施工を行なうことができる。

最近の港湾工事で使用された打込方式をまとめると表-2 のようである。これを見ると砂ぐいの根入り長さが20 m 以上のところはほとんどパイプロハンマによる打込方式を採用している。サイクルタイムをみてもパイプロ形は打込み引抜きともに良好な結果を示しているの、今後の傾向として砂ぐいが長くなればパイプロ形が多く採用されることが予想される。

砂ぐい工での最大の問題は、いかに砂ぐいを切れ目なく作るかということであり、砂ぐいが1個所でも切れては透水性がしゃ断され、その砂ぐいは効果がなくなる。この砂切れの発生する原因はいろいろと考えられるが、①ケーシングに砂を詰めるとき、アーチ作用により途中に空気洞ができたままの状態となって起こる場合と、②ケーシング引抜き時に中詰された砂がケーシングとともに引上げられて切れる場合とが考えられる。アーチ

作用による空洞の発生を防ぐためには一度に多量の砂を投入しないように注意して砂の投入時に注水を行なう等の考慮を払い、最後に砂の投入量をチェックすることにより防止する。一方、砂がケーシングとともに引上げられないようにするためにはケーシング内に適当な強さの圧搾空気をかけ、引抜き速度を調節しながらケーシングを引抜いていく。

八代港では砂ぐいの出来形が各手順の施工粗漏に直接影響するので、これを防ぐために各施工のチェックポイントを項目別に整理(図-6 参照)し、施工関係者にその内容を徹底させた。

サンドドレーンに用いる圧密荷重は、

- ① 構造物本体の載荷
- ② 盛土載荷
- ③ 地盤の浮力低減による載荷
- ④ 真空載荷法

表-2 港湾工車のケーシングパイプ打込施工例

港名	工事箇所	砂ぐい		打込方式	平均サイクルタイム (min)
		径 (mm)	長 (m)		
函館港	北浜ふ頭	400	21	パイプロハンマ NVP 75 kW	43
横須賀港	新港岸壁			パイプロハンマ (インパクト TM 40)	
次浦港	西防波堤	492	13	パイプロハンマ 三菱 V3 (蓄電)	10
名古屋港	高潮防波堤	468	14	パイプロハンマ 三菱 V3 (蓄電)	10
*	金城ふ頭	464	22	パイプロハンマ 三菱 V3 (蓄電)	13
四日市港	第二ふ頭 北側岸壁	468	9	圧入式2連装	26
舞鶴港	下溜井-3.5m物揚場	400	10.5	ディーゼルハンマ 神鋼 12形	18
和歌山港	外防波堤	450	10	圧入式パイプロ三菱 V3 形併用2連装またはディーゼルハンマ三菱M22	14
広島港	広島空港	510	19~24	パイプロハンマ 日平 30 HP×4 4連装 パイプロハンマと圧入併用 (ハンマ日平 74 HP 2本に1台) パイプロハンマ汽車製造 100 HP×2 2連装 パイプロハンマ伊丹製 50 HP	27 18 32
八代港	-10m 岸壁	500	19~21	ディーゼルハンマ D 22	10 50

(1)くい打ち船の固定

(2)ケーシングの建込み

(3)ケーシングの打込み

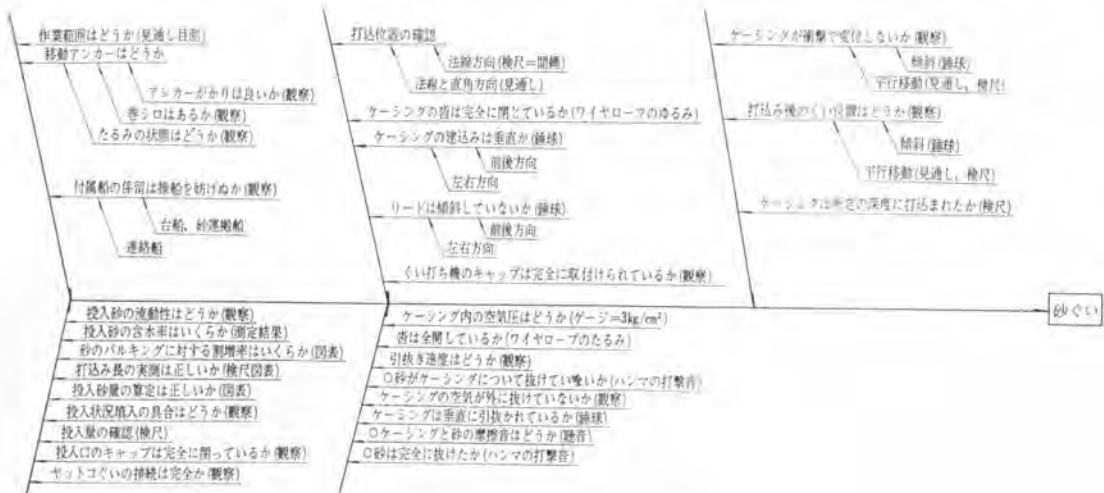


図-6 八代港における砂ぐいの施工要點

等があるが、港湾工事では①、②の場合が多く実施されている。

①の載荷法は防波堤工事に多く見られ、名古屋港高潮防波堤における施工例では載荷を4段階に分けて施工された。

- 第1段階 基礎捨石部
- 第2段階 ケーソン沈設、中詰雑石 50%
- 第3段階 中詰雑石完了、ふたコンクリート
- 第4段階 上部コンクリート、パラペット

の載荷順序で圧密を促進させながら順次構造物を築造する工法である。

②の載荷法は岸壁工事に多く採用されている。実施例として八代港 -10 m 岸壁工事がある。当港では載荷重として岸壁前面泊地区域の土砂をポンプ船により浚渫排送されたものを使用した。盛土方法はポンプ船の排送管を台船に連結設置して、台船をウィンチで移動させながら水中部の載荷盛土および押え盛土を施工した。陸上部の盛土載荷は土留用木柵(写真-4 参照)内側面はビニール張りを設置し、柵内周囲にポンプ船の排送管を布設して配管ルートよりガット吹きしながら盛土が施工された。なお本港での載荷盛土は全施工延長を約 100 m 区間の4工区に区分して施工され、前年度の圧密が終了した時点で盛土の天端部を陸上作業機械で切土しながら次の載荷区間へ順次盛土する施工法を採用して施工の能率化と限られた良質な載荷土砂の有効利用を行なった。

### (3) 施工管理

サンドドレーン工法の場合は、特に軟弱地盤に形成さ



写真-4 盛土載荷の状況

れる砂ぐいについては肉眼で見ることができないため、施工管理もやや経験的なものになりがちである。この点砂ぐいの材料である砂の選定、品質管理はもちろんのこと、施工で述べたような細心の注意をもって施工にあたらなければならない。

次に載荷による圧密の進捗状況を把握することであるが、コンクリート構造物等のように確然とその成果が現われてこない。それは地盤層の不均質や土質の不確定要素がまだまだ多いからである。このため載荷期間中は常に圧密層の粘着力の増加、間げき水圧の上昇、沈下量等を調査測定して、その結果に基づいて工事を逐次進めて行かなくてはならない。

施工管理の方法は、

- ① 各荷重段階での粘性土の粘着力増加を確認するためチェックボーリングを実施する。
- ② 数箇所沈下盤を設置して圧密沈下状況を観測する。
- ③ 軟弱地盤層に間げき水圧計を設置して、間げき水圧の変化を測定する。

これらの調査測定から得られるデータを検討して圧密状態を確認しながら次の施工段階へ進んでいくことが重要である。調査、測定から得られるデータの例として名古屋港高潮防波堤工事のものを図-7に示す。

ここでもう一つ注意しなくてはならないものは、載荷重の盛土の破壊であろう。これには前述のような観測により異常の予知をはかり、調査結果に従い、設計または施工方法を修正し、安全に施工を進めて行かなくてはならない。

## 5. 置換工法

### (1) 概要

置換工法とは軟弱層を良質な材料で置換えることによって地盤を改良する工法である。置換工法は古くから施工されており、その特徴は、

- ① 改良工法が他の工法と比較して確実であること
- ② 施工が簡単であること

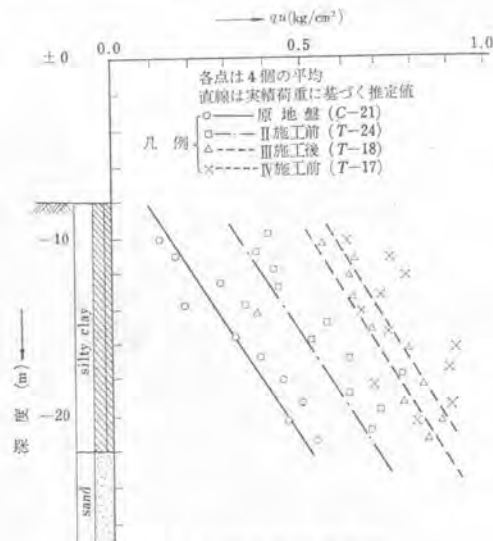


図-7 地盤強度の増加例

- ③ 施工が短期間であること
  - ④ 施工中の手戻りが少ないこと
- が上げられる。しかしその反面、
- ① 軟弱地盤の層が厚い場合には床掘り置換量が多くなること
  - ② 施工箇所隣接して構造物が存在する場合、床掘りが実施できない場合があること
- など、工費、施工の面で不利な場合がある。

また、置換えられた砂の性状は投入の方法、投入の量などにより異なり、必ずしも設計条件を満足するものばかりとは限らず、種々の問題点が潜在している。設計施工上の問題点として考えられるものを列挙すれば次のとおりである。

- ① 掘削断面が設計条件を満たしているか。
- ② 底部に軟泥が混入していないか。
- ③ 置換砂の粒度組成はいかなるものがよいか。
- ④ 置換砂等の投入方法はいずれがよいか。
- ⑤ 置換砂(石)のφ, τの仮定をいかにとるか。
- ⑥ 置換砂(石)の締まり具合は設計条件を満たしているか。
- ⑦ 置換砂(石)の沈下量について明確なものがない。
- ⑧ 締め固め工法はいずれがよいか。

(2) 置換工法の設計

置換工法の地盤改良効果は、図-8に示すように、安

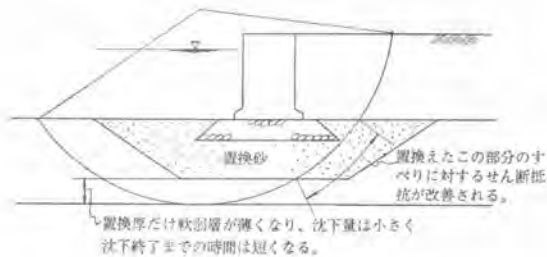


図-8 置換工法の改良効果

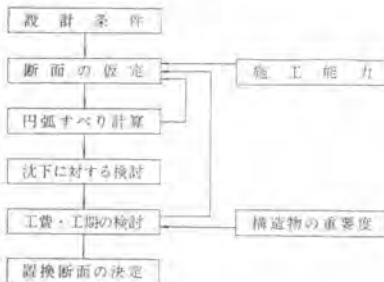


図-9 置換工法設計フローチャート

定性の増加は置換えた部分のすべりに対するせん断抵抗が改善されることによる。また沈下は置換えによって軟弱層が薄くなった部分だけとなり、沈下終了までの時間も短くなる。

置換工法の設計は一般に図-9に示す順序で行なわれる。置換断面の諸元は置換深さ、置換幅、掘削こう配であり、これらを決定する際の検討事項は円弧すべり計算、沈下量、施工上の問題、経済性等である。

(a) 置換深さ

軟弱層が比較的薄い場合はこれを全部置換える。軟弱層が厚い場合は載荷重による地中鉛直応力が地盤の支持力よりも小さくなるまで置換える。この場合、施工能力や沈下量を考慮する。

(b) 置換幅

これまでの実施例によれば図-10のように $(B-B_0)/H \approx 1.0 \sim 1.4$ である。比較的軟弱層の薄い場合は上式が成立するが、尼崎港南防波堤のように支持層の深い場合はかなり小さくなっている(図-11参照)。

(c) 掘削こう配

掘削こう配は厚地盤の強度から決まる。通常掘削こう配は1:2とすることが多い。

(d) 円弧すべり計算

円弧すべり計算により所定の安全率を確保する。置換砂は、施工例によれば、非常にゆるい状態以外はその内部摩擦角は一般に $30^\circ$ 前後とされている。

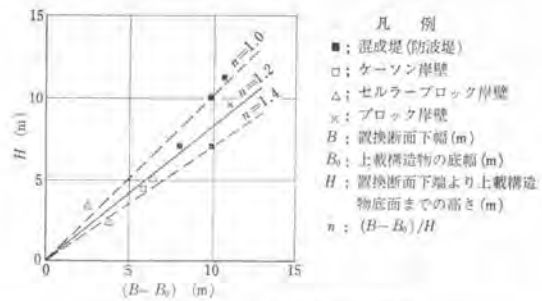


図-10 置換幅と置換深さの関係

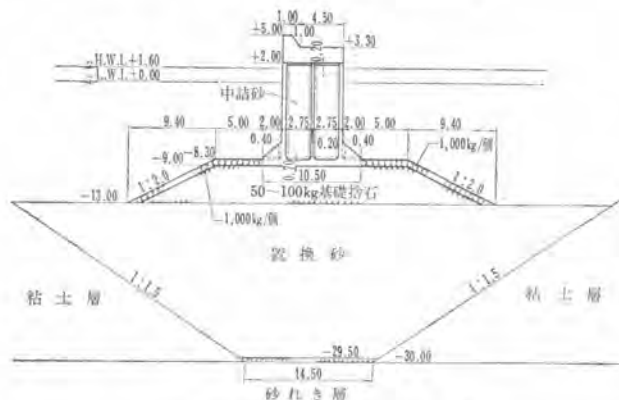


図-11 尼崎港南防波堤標準断面図

(3) 置換工法の施工設計によって置換断面の決定がなされた後、図-12の順序で施工がなされる。

(a) 床掘り

床掘りの施工精度は置換工法の設計、隣接構造物への影響などに問題となることがある。

(b) 置換砂

投入後の置換砂のN値に影響を与える要素としては、地山の粒度、投入方法、投入場所の水深等が考えられる。床掘り工事完了後、置換砂の投入方法には、

① バージによる投入

- 大容量のバージの場合
- 小容量のバージの場合

② ガット船による場合

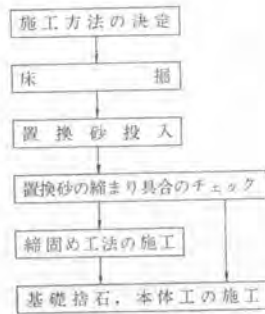


図-12 置換工法施工のフローチャート

③ ポンプ船による場合

の4種がおもなものである。実施例によると<sup>(1)</sup>、大容量(1,000 m<sup>3</sup>) バージの場合、一部に表層部 2m 程度は N=5 以下のゆるい部分があるが、他は N=10~20 の範囲に入っている。ガット船による場合、最も良好な所で N=5~10 を示しているが、他については全般的に N=5 程度またはそれ以下である。

ポンプ船の場合N値はもっと小さいものとなる。これより大容量バージによる投入が望ましく、この場合、投入後の砂は十分縮まっており、設計上の仮定を満たしている。これ以外の場合は施工に十分注意を払うと同時に施工後N値の調査等を行なう必要があり、置換砂の性状がルーズな場合は締固めを行なわねばならない。

参考文献

- (1) 藤森謙一、内田義編：“新しい軟弱地盤処理工法”
- (2) 運輸省第五港湾建設局：“サンドドレーン工法の設計と施工について”（第19回直技研資料）
- (3) 運輸省第三港湾建設局：“置換砂工法における設計、施工の問題点”（第19回直技研資料）
- (4) 運輸省港湾局編集：“港湾構造物設計基準”

新刊図書案内

オペレータハンドブックシリーズ4

# モータグレーダと締固め機械

B5判・9ポイント 1段組 426頁  
 頒価会員 1,800円 非会員 2,200円 送料 200円

本書は、オペレータおよび現場技術者を対象として、モータグレーダおよび締固め機械の構造、整備、運転取扱い、施工等についてそれぞれ専門家によって多年の経験を生かし、利用しやすいように具体的に執筆されたもので、運転施工法の詳細をマスターするためには欠くことのできない参考書である。

申込先

## 社団法人 日本建設機械化協会

東京都港区芝公園 21 号地 1-5 機械振興会館内  
 電話 東京 (433) 1501 振替口座 東京 71122番

# 京葉線におけるトンネル工事の施工例

遠 藤 健 二\*

## 1. はじめに

近年、大都市周辺における交通難解消のため、すでに路面上の容量が飽和状態のため、トンネル工事の需要は急増しており、その線路選定においては部分的に、沖積層または埋立層等の軟弱地盤中を通過することを余儀なくされている。以下に軟弱地盤中におけるトンネル工事の施工例を日本鉄道建設公団の京葉線について述べる。

京葉線は川崎市塩浜から湾岸を船橋市、千葉市等を経て木更津に至る鉄道路線である。このうち塩浜～品川ふ頭間は工事を実施中であり、起点側の塩浜駅より多摩川の水底下、羽田空港地下、森ヶ崎運河の水底下、京浜3区埋立地下、京浜運河の水底下、大井ふ頭埋立地下と軟弱地盤を通過する延長5.7kmに及ぶ羽田トンネルがある。ここでは多摩川河底下沈埋トンネル工事、森ヶ崎運河泥水シールド工事、大井ふ頭開さく工事の3件の施工例について述べる。

## 2. 多摩川河底下沈埋トンネル工事

### (1) 地盤の性格

線路通過部分の地盤は右岸では洪積粘性土 ( $N \geq 10$ )

が存在し、左岸では沖積粘性土が存在する。この沖積粘性土は  $N \leq 5$ 、最大深度は -35m、一軸圧縮の結果では正規圧密よりはむしろ過圧密の状態にある。

### (2) 施工法

多摩川の状況より、沈埋函製作用のドライドックを沈設位置付近に構築することが困難であること、地震時においても防水性が確保できること等の理由より、9mm厚の鋼板により外殻を製作し(80m長)、内部で鉄筋、型わくのぎ装を行ない、浮遊した状態でコンクリート打設を行なう。

一方、沈設する個所の掘削はポンプ浚渫船で行なう。掘削底面にスクリッド機により碎石のマットを敷きならす。次に、ぎ装の完了した函を作業船(プレッシングバージ)で沈設地点までえい航し、沈設する。函相互の1次接合はゴムガasketを利用した水圧圧接工法で行なう。沈設後、函の安定性を増すため土砂で埋戻しを行ない、函の端部の仮壁を除去し、継手部の鉄筋コンクリートを施工し、完成する。

### (3) 機械の選択、施工状況、成果

沈埋工事において使用する機械はいわゆる汎用性がなく、工事のつど特別に製作される場合が多い。

多摩川で使用した碎石敷きならし(スクリッド)機械、作業船(プレッシングバージ)について以下に述べるが、沈設場所の気象、海象条件、作業環境、沈設の方法、規模等により選定する機械の性能、構造が異なることは当然である。

スクリッド機械のおもな仕様は、長さ4.6m×幅19.4m×高さ2.75m、速度約3~60cm/min、最大けん引力10t、重量約29tである。

走行方式はスクリッド本体に取付けてある油圧モータによりスプロケットを回転し、浚渫底面に敷設した走行レール(400



図-1 京葉線塩浜～品川ふ頭間略図

\* 日本鉄道建設公団東京支社環境線第六課補佐



H) 上のチェーンをたぐっていくやり方である。スクリード機械の構造、けん引力、速度、ブレード形状、その他骨材の粒径など不明な点は1/4のスケールで実験を行なって明らかにした。多摩川でこのスクリード機械を採用したことにより、水中暗所(-15~-17m)での正確かつ迅速なる施工が可能であった。

作業船(プレーシングバージ)は2隻の台船と前後2本のクレーンガーダで構成されている。ガーダは前部100t×2点、後部150t×1点の3点づりである。函の沈設時には水中重量が300t以下になるように荷重を付加する。台船とガーダの結合点、すなわち支承は球面、すべり支承となっている。バージの係留および移動は、あらかじめφ500の鋼管を打設しておき、バージ上の4台の油圧モータ駆動複胴式ウィンチよりワイヤを引出し、鋼管にかけて巻き取る。前述の荷重はロードセルでピックアップしたものをデジタルな方式で遠隔表示できる。また係船設備、つり下げウィンチ等はバージ上の指令室から遠隔操作できる。このバージにより、沈設作業はかなり省力化できたといえる。

なおこの沈埋工事は昭和42年12月に着手し、45年9月無事竣工した。

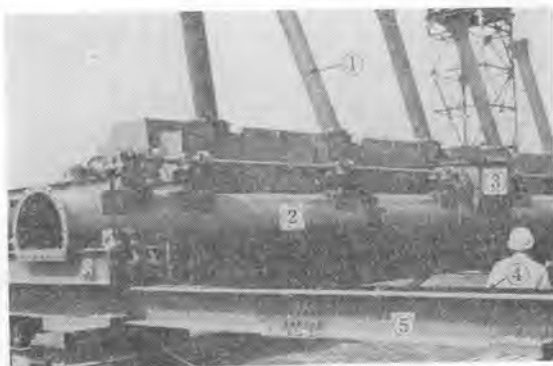
### 3. 森ヶ崎運河泥水シールド工事

#### (1) 地盤の性格

この工区は上部が運河で舟航の便がある。工区延長850mのうち700mは洪積層( $N \geq 40$ )を通過しているが、150m区間は最大深度-35mの沖積粘性土の谷がある(施工基面高-22~-23m)。軟弱地盤中を通過するトンネルでは不等沈下の問題がある。沈下の原因としては、①荷重の増加によるもの、②圧密沈下、③工場揚水による強制沈下、等があるが、それぞれ設計上の検討を行なった。

#### (2) 施工法

この区間は単線並列式の泥水シールド工法を採用した。この工法はシールド切端部分に隔壁を設けて、この前面に切削機構、すなわちカッタ部を有し、土砂はカッタのすき間(スリット)よりこの間に入る。またこの部



① トレミー管 ② けたおよびフローク ③ 油圧モータ ④ チェーン  
⑤ 走行レール

写真-1 スタリード機械

分に圧力水を送り、土砂は下部にあるアジテータで攪拌してスラリー状態で坑外にポンプで送り、分離する。分離した水は再度切端の加圧水として循環する。

#### (3) 機械の選択、施工状況、成果、および所感

泥水式シールドは切端部においてカッタ部で山留を行っているため、軟弱地盤においても切端の崩壊がないこと、無圧気での施工であること(もちろんブローの心配もない)、掘削、ずり搬出に人力を要しない等の利点がある。反面、機械の保守、管理が大変であること、土質の変化への適応がむずかしいこと等が欠点といえよう。

泥水シールド機械のおもな仕様は次のとおりである。

##### (a) シールド関係

シールド本体：外径 7,290 mm, 全長 6,450 mm  
シールドジャッキ：160 t 推力×1,050 s ストローク×370 kg/cm<sup>2</sup>×27 本

油圧ポンプ：26 l/min×370 kg/cm<sup>2</sup>×3 台

##### (b) エレクタ関係

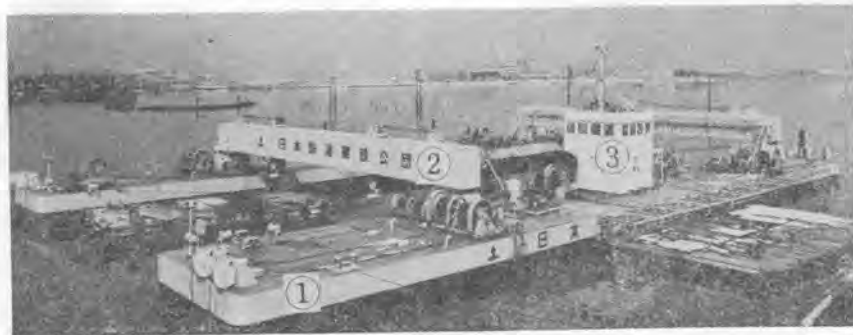
パワーユニット：油圧ポンプ 25 l/min×140 kg/cm<sup>2</sup>×2 台

##### (c) カッタ関係

回転数：0.86 rpm (140 kg/cm<sup>2</sup>), 0.52 rpm (210 kg/cm<sup>2</sup>)

トルク：177 t-m (140 kg/cm<sup>2</sup>), 262 t-m (210 kg/cm<sup>2</sup>)

ジャッキ：カッタスライドジャッキ  
130 t×550 s×350 kg/cm<sup>2</sup>×4 本



① 台船  
② クレーンガーダ  
③ 指令室

写真-2 プレーシングバージ

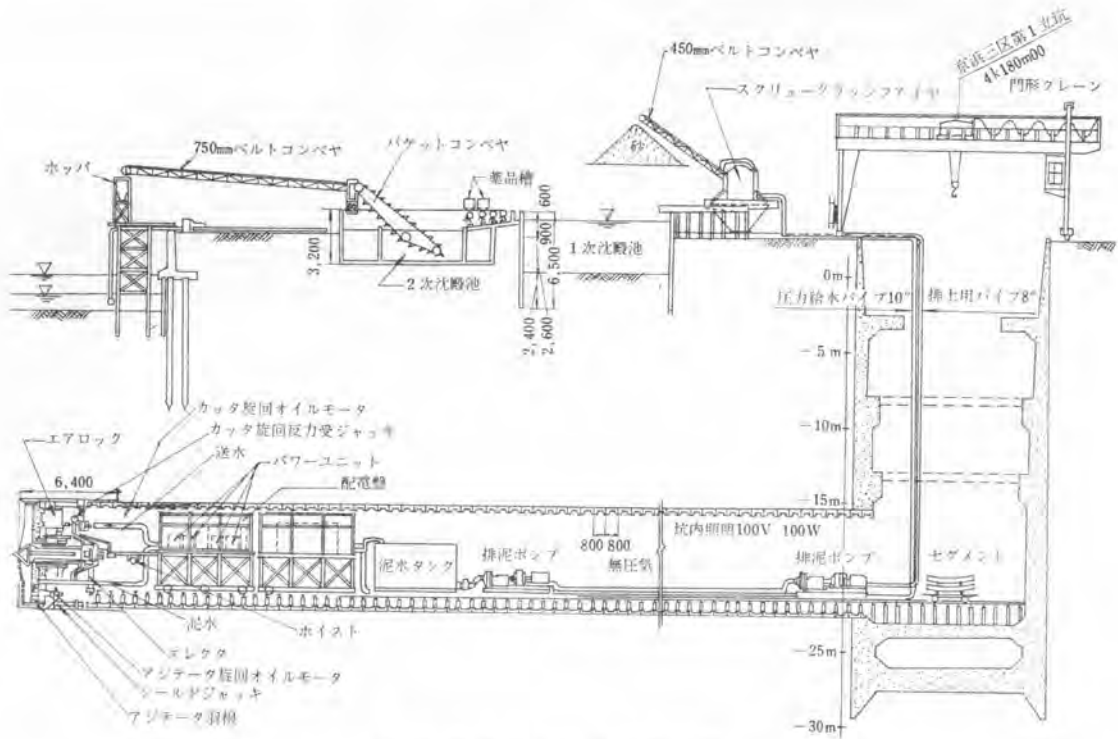


図-2 泥水式シールド設備図

反力受けジャッキ  
 $80\text{ t} \times 550\text{ s} \times 350\text{ kg/cm}^2 \times 2\text{ 本}$   
 コピーカッタジャッキ  
 $7\text{ t} \times 280\text{ s} \times 220\text{ kg/cm}^2 \times 4\text{ 本}$

## (d) アジテータ関係

外径 1,200 mm, 回転数 54 rpm (140 kg/cm<sup>2</sup>)

この工事は昭和 44 年 3 月に着工し、46 年 8 月に竣工の予定であり、45 年 9 月初めで上下線計 150 リングと順調に進行中である。

## 4. 大井ふ頭開さく工事

## (1) 地盤の性格

大井ふ頭は埋立地であり、現在も沈下が進行中である。室内試験で  $C_u$  を求め、時間係数を計算し、表より現在の圧密度  $U$  を調べると、沖積粘性土では  $U=$  約 70% である。工事開始時の施工基面 F.L. での残留沈下量は約 30~40 cm ある。軟弱地盤 ( $N=1, 2$ , 一軸圧縮強度  $3\text{ t/m}^2$  程度) 区間と残留沈下量よりトンネルのたわみを 2 次曲線と仮定し、 $M/EI=1/R$  より長手方向のモーメントを計算し、この結果、抵抗モーメント  $\geq$  曲げモーメントとなるよう鉄筋の補強をする。この場合、残留沈下

量は将来とも構造に支障のないよう計画すべきであり、10 cm 以下と規定した。このためには地盤の改良を行わなければならない。

地盤の改良はサンドドレーン ( $\phi 600$ , ピッチ四角形配置 4,000) をブレロードとサンドマットをあわせて行なう。サンドドレーンの最大深度は -33 m に及ぶ。

このように深いサンドドレーンはあまり例を見ないが、アースドリル機でさく孔し、砂柱を形成する。この場合、ベントナイトは使用せず、オールケーシングで行なう。掘削、土留は種々検討の結果、切ばり式の開さく工法を採用した。サンドドレーンを施工することにより設計上の問題は解決できるが、施工性向上のためウェルポイント工を行なう。

この工事は昭和 45 年 3 月に着手し、47 年 3 月に竣工する予定であり、まだ本格的な施工段階ではないが、サンドパイル施工時にはアースドリル機、土工機械と大形の編成となり、今後の施工管理の問題もあるので、ここに紹介したものである。今後、施工の進行にともない機会があれば報告をしたい。

## シールド工法によるトンネル工事の施工例

武 智 保 夫\*

### 1. はじめに

最近都市における地下坑道建設にシールド工法をもつてするトンネル工事が急速に増えてきたが、これは従来地上からいわゆりにオープンカット方式で建造していたものが、

- ① 路面交通がますます輻輳してきたので工事によって交通を妨げることのないようにするため
- ② 沿道住民に対して騒音、振動などの公害を与えないため
- ③ 道路の下を通る地下構造物が多くなり、地下での立体交差の関係から坑道が深くなったためオープンカットでは工事費が高つくようになった

などの理由からトンネル方式に代わってきたため、この傾向は今後ますます拡大するものと思われる。

かくて都市の下水、上水道、地下鉄、あるいは電力ケーブル、通信線の洞道にトンネル方式が用いられているが、わが国の都市はほとんどが海岸近くで沖積世、洪積世等の堆積層上に発達しており、この土砂中にトンネルを掘る場合、いまではほとんどシールド工法が用いられている。

軟弱地盤中のトンネルにシールド工法が使われるのは次の理由によるものである。

- ① シールドという鋼製のわくの中で安全に掘削できる。
- ② 掘削と同時に、あるいはその直後シールドの中で安全に支保工を組んで行くことができる。
- ③ 前面の土の崩壊に対しては後方の支保工を支えとしてシールドより各種の土留工法を用いることができる。
- ④ かくして軟かい土の中に安全に切羽を安定に保ちながら付近の構造物、埋設物、路面などに損傷を与えずにトンネルを作ることができる。

### 2. 軟弱地盤の種類とシールド工法

トンネル工法では堅い岩石層に対して粘土、シルト、砂、れき層等のいわゆる土砂層を一括して軟弱地盤と称

するが、その中でも特に沖積層の水を含んだ軟かい粘土またはシルト質土は極軟地盤とでもいうべきであろう。一方、水を含んだ砂質層ではかなり締まった層（N値30～60）でも横から掘って行くと容易に崩れてきてクイックサンド現象を起こすものである。これらの層に対するシールド機械は次のようなものが用いられる。

(1) 軟かい粘土やシルトのような自立性のない土に対しては手掘り機械としてはフードの長いもの（たとえばスローピングフード）やブラインド形シールドが用いられる。ブラインド形シールドでは前面をバルクヘッドで密閉するか、断面積の1/30～1/60の開口部を設けて切羽の土が推進に伴って自動的にシールド内に入ってくるようにする。この場合の切羽の土の取出しは断面積の90～95%程度がよい。これは残りの5～10%の土がテールボイド部に押されて充填されるからである。機械掘削式シールドではフードが長くカット開度の小さいもの、また調節できるものが用いられ、施工にあたってはカットの回転を遅く、推進ジャッキを早く働かせてカットの開口部から土をしぼり出す要領で掘削する。

(2) 比較的硬質な洪積粘性土や一部の関東ローム層（洪積世の風化火山灰土層）のような自立性のある土に対しては普通のオープン形シールドが用いられる。適当に土留ジャッキを使用しながら安全な掘削ができる。大断面の場合にはシールドの中でバックホウやショベルを使用して掘削の能率を上げることができる。機械掘削式シールドも十分大きな開口カットを持ったフードの短いシールドとなり、最も掘削スピードを上げることができるものである。

(3) 水を含まない砂質土は割合自立性があるが、手掘りシールドでは土留ジャッキの先端に適当な大きさの土留板を取付けたものを利用して切羽を部分的に土留しながら容易に掘削することができる。また柵式シールドを用いることもよい。機械シールドの場合、カット面に対してフードはあまり出さないようにする。これはフードが出ているとシールドが貫入し難いからで、コピーカットなどを用意してフードの先端一杯まで削れるようにしておく必要がある。

(4) 地下水位下の砂質層およびシルト層では砂やシ

\* 大成建設（株）土木本部技師

ルトは水とともにシールド前面の土留板あるいはカット開口部の小さなすき間からでも流れ出してシールドフード前面上部の土砂の崩壊を起こし、ついには地表面の変形を生ずるに至る。このクイックサンド現象を防いで土を掘るために、

- ① 水中の砂層を押えながら掘る
- ② 地下水位を下げた掘る
- ③ 砂の間げき水を追出して掘る

方法が行なわれている。

①の工法として、1961年に着工されたパリー地下鉄のデファヌヌイ間のセーヌ川横断において、土被りが少なく、透水性の大きな流砂層を突破するためシールド前面に圧力水を送る試みがなされたが、うまく行かず、前面圧気式に切替えられた。わが国でも河底などの水で飽和された土中のシールドでバルクヘッドで前面を密閉し、その中に圧力泥水を送り、砂を押えつつカットを回して土を削り、これを水とともにポンプで後方へ送り出す方式のものがいくつか試みられた。泥水加圧式機械シールドとしてその最大のもが現在京葉線羽田トンネル森ヶ崎運河横断の水底部分において実施されているが、水中の土掘削の方法としては最も理にかなったものとい得よう。

泥水圧が高い場合には完全なテールシールが必要であり、また泥水と残土との完全な分離、排水管を通じてのスムーズな残土搬出により一層の研究が望まれる。

②の方法はディープウェル、ウェルポイント、ディープウェルポイント等の補助工法を用いて地下水位を前もって下げ、シールドを推進するものである。

計画されたトンネルの両側または片側に15~50m間隔にディープウェルまたは真空ディープウェルを設置する。真空ディープウェルは通常のディープウェルに真空ポンプを掛けて地下水の集まりをよりよくしたものである。

また、透水係数が小さく、水量豊富な地層ではウェルポイント揚水による地下水位低下が効果的である。計画路線の両側に地上より1~2m間隔でウェルポイントを

設置するが、真空を利用しての吸引であるため揚水高さは実際には6.5~7.5mぐらいである。したがってそれ以上深い所ではシールド坑内から切羽またはインバートにウェルポイントを打つ方法もある。最近地下鉄9号線外神田川シールド工事において計画路線とは別に水抜用パイロット坑を設け、これよりウェルポイントを打って水位低下に成功した例がある。

上述のウェルポイントでは吸水深さが比較的浅いため深いシールドでは水ジェットを利用して深い地中より水を揚水できるエゼクタ式ディープウェルポイントが利用される。

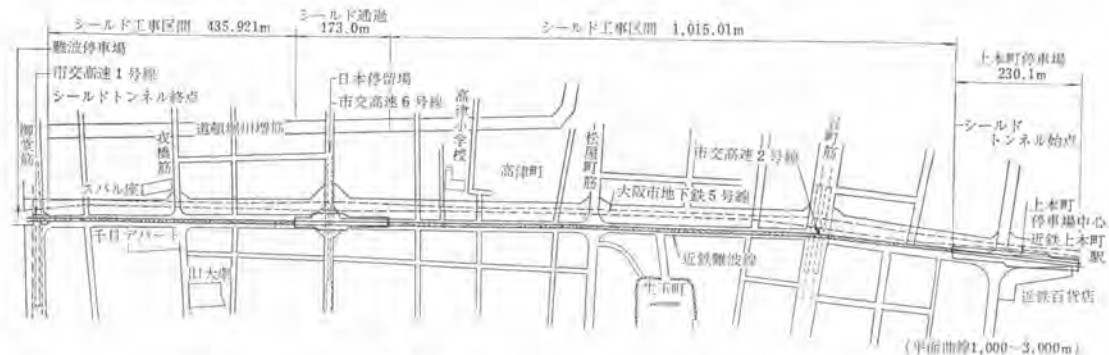
地下水位下のシールド掘削において最も多く、ほとんど常識的に用いられてきたのが③の方法の土中の間げき水を圧縮空気によって追出す圧気工法である。理論的には地下水面下10mで1kg/cm<sup>2</sup>の水圧がかかることになるが、通常空気圧は地下水高さの8割ぐらいを計画圧とする。

圧気を使用する場合考慮せねばならないのは、そのブローによる被害である。砂層で土被りの浅い場所では棄注やアスファルトコーティングによるブロー止めが必要となる。またそれが川底の場合は多量の粘土を川底に沈めて粘土の層を作る工法が取られる。路線付近に井戸がある場合は圧気がブローして井戸水を止めたり濁したりするので、その対策を立てておく必要がある。

### 3. 大形機械掘削シールドの施工例

近鉄難波線工事はその奈良大阪両線を大阪市上本町六丁目から地下乗入れして難波に至るもので、沿道住民の通勤時間の短縮と利便化をはかる目的で計画実施されたものである。

本工事は路面の交通沿道事情からシールド工法によるのが最適とされた。またトンネルの深さ、道路および沿道への影響から断面は複線形とし、地質、地下高水位の悪条件があるので前面をカットで閉鎖し、常に切羽を押さえながら掘削するメムコ社製傾斜カットヘッド形機械シールドが採用された。機械掘削のスピードに追従し、



図一 近鉄難波線シールド工事区間平面図

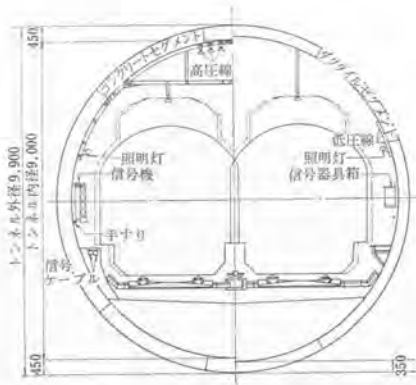


図-2 難波線円形トンネル標準断面図

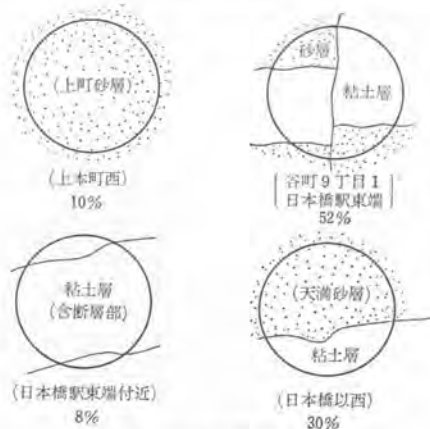


図-3 シールド断面内土質図

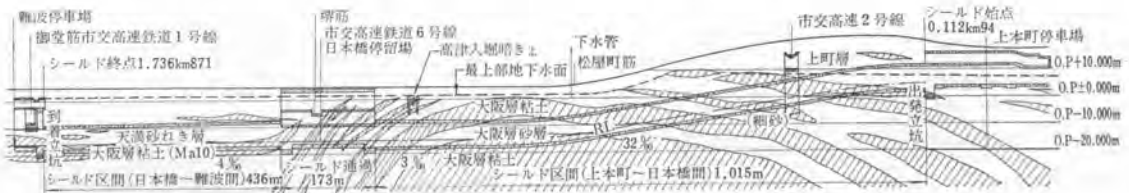


図-4 地層図

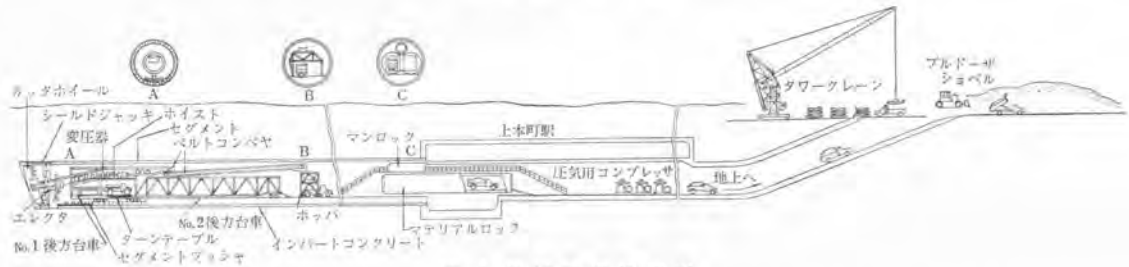


図-5 機械設備概要図

漏水止めのより容易なメムコ式ブロックセグメントが従来のボルト式セグメントに代わって採用された。ずり出しには初めて圧気内でディーゼルトラックを使用した。またシールド機械の走行をすみやかに測定し、それを修正するためレーザートランシットを使用し、日本橋以西の透水係数の小さい天満層ではエゼクタ式ディープウェルポイント工法によって水位を下げ、砂層中の無圧気掘進を行なった。以下その概要を述べる。

(1) 土質

シールド断面内にあらわれた土質は図-3、図-4のように洪積世堆積の砂質土粘土およびこれらの互層よりなるもので、一部には断層およびそれに付随する構造線があり、地下水位は高く、相当の湧水量があった。砂質土は上本町駅寄り上町層段丘堆積物で、すなわち浸食を受け、シルト、粘土が局部的に存在する。日本橋以西は天満層、すなわち浸食が比較的少なく、沖積層の基盤で自立性が劣り、地下水位が高く、水量が豊富であった。粘土は大阪層群の上部に属する硬粘土である。

(2) 傾斜カッタヘッド形機械シールド

この機械は洪積、沖積世の砂、れき、粘性土層、およびそれらの互層を安全に能率的に掘削するために設計されたもので、次のような特長を有する。

- ① 切羽の互層をスムーズカッティングできるよう傾斜式カッタを有している。
- ② カッタ駆動装置は大容量の油圧ポンプと比率の大きい減速機を備えて回転速度と切削トルクの馬力を大きくしている。
- ③ カッタは各土質に最適の開口度をもって掘削できるよう開閉するカッティングドアを持っている。
- ④ 大径のベアリングを使用して拡幅ベルトコンベヤを中央に配置し、特に粘性土の能率的排土を可能とした。また切羽土質の切削状況が随時確認できる。
- ⑤ ブロックセグメント使用のため頂部に長ストローク推進ジャッキと移動するエレクトラを備えた。
- ⑥ 油圧機器は高圧の油圧を使用して小形化し、シールド後方の作業スペースを十分に残した。1リング

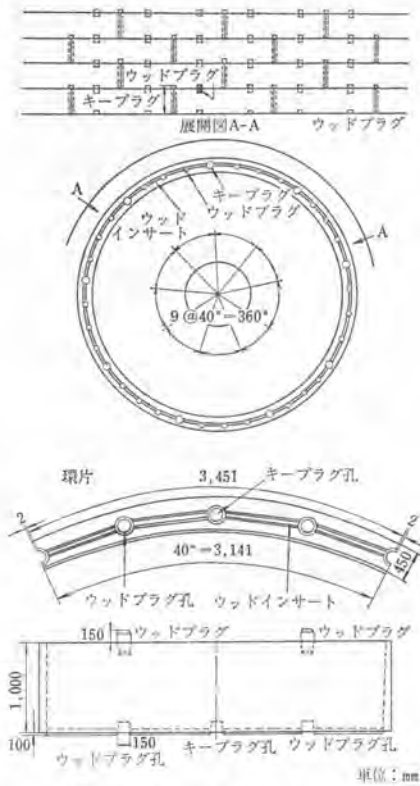


図-6 ブロックセグメント構造図

(80 m<sup>2</sup>) 掘削に要した時間は 25~40 分であった。

(3) ブロックセグメント

シールド機械の掘進速度は速いが、これに対応するセグメントの組立速度が遅くは機械掘削の効果をフルに発揮できない。そこでボルトの代わりに米国産ホワイトオークを加工したウッドプラグ、キープラグを用いて組立てるMEMCO式ブロックセグメントを使用した。組立時間は 25~50 min/リング であり、今後の大口径機械化シールド用セグメントとして広く利用されるであろう。

(4) 圧気内のトラック工法

コンプレッサによる強制換気を行ない、フィルタスクリーンと電気集塵機によって坑内空気を清浄にし、またトラックは白金触媒と蒸気マフラによる排気ガス処理装置を装備したものを使用した。車両の運行性、トンネルこう配 32% に対する安全性の点でトラック工法はすぐれており、排気ガス処理の管理が十分であれば今後も圧気内のトラック工法は推奨されるだろう。

(5) ディープウェルポイント揚水

日本橋以西の透水係数の小さい天満砂れき層は多量の地下水を含む滞水層でありながら、その揚水は極めて困難であった。真空式ウェルポイントではその揚程が限ら

表-1 傾斜カッタヘッド形機械化シールド性能一覧表

名	称	仕	様
本 体	全 外 径	8,205~4,950 mm	
	全 重 量	φ10,014 mm 650 t コンベヤ共	
カッタヘッド	外 回 転 数	9,599 mm	
	主ベアリング外径	0~1.5 rpm	} 70 t
	内 径	6,000 mm	
	重 量	4,000 mm	120 t
シールド シャッキ	容 量	300 t	
	数	36 本	
	シリンダ内径	φ228.6 mm	
	ストローク	2,438 mm (8本) 1,420 mm (28本)	
セグメント エレクタ	駆 動 方 式	油圧式	
	回 速 度	0~2 rpm	
	昇 降 速 度	0~3 m/min	
	押 上 げ 力	250 t × 2本	
	旋 回 角 度	360°	
	摺 動 長 さ	2,591 mm	
ドアシャッキ カッタヘッド	容 量	150 t    150 t	
	数	6 本    9 本	
	ストローク	300 mm    250 mm	
油 圧	シャッキ用 油所	形 式	MEMCO-RODGER PF-500
		要 馬 力	最大 700 kg/cm <sup>2</sup> 常用 350 kg/cm <sup>2</sup>
		量	26.5 l/min
		数	25 IP
仕 工	カッタヘッド用 油所	形 式	DENISON-SANDSTRANT
		要 馬 力	210 kg/cm <sup>2</sup>
		量	2.0 l/min
		数	連続 125~225 IP (10分間定格) 18 台
ブ ー ス	ポイントスタブ 油所	形 式	WORTHINGTON
		要 馬 力	10.5 kg/cm <sup>2</sup>
		量	2.0 m <sup>3</sup> /min
		数	50 IP 2 台
油 圧	モータカッタヘッド用 油所	形 式	MEMCO-STAFFA
		要 馬 力	最大 225 kg/cm <sup>2</sup> 常用 175 kg/cm <sup>2</sup>
		量	0~300 rpm
		数	1.35 l/rev 24~36 台
ベ ル ト	コンベヤ 油所	形 式	MEMCO 1,500 mm l=26.32 m
		要 馬 力	150 m/min
		量	1,200 t/hr
		数	75 HP 1 台 2 基
設 備	馬 力	2,500 kW	

れているため、エゼクタ式ディープウェルポイント揚水で地下水を低下させた。またそのポイントさく孔の際、ベントナイト泥水を使用すると、孔壁に粘着したベントナイトを除去するのが容易でなく、集水効果を低下させる。そこでベントナイトの代わりに「リバート」を使用して効果をあげた。

## 江東地区における橋りょう工事の施工例

大 野 晃\*

### 1. まえがき

首都高速6号線は、江戸橋インターチェンジから日本橋川を下り、埋立てられた箱崎川で9号線と分かれるインターチェンジを形成し、路下に東京シティーエアターミナルのバスターミナルの施設を包含し、隅田川右岸に出る。さらに隅田川右岸を北上し、東両国インターチェンジを形成し、隅田川を横断して7号線と分かれ、隅田川左岸を両国橋、蔵前橋、厩橋、駒形橋、吾妻橋を次々とまたいで白鬚橋に至る7.4kmの路線である。

また首都高速7号線は6号線東両国インターチェンジから堅川水門上を通り、墨田区千歳町を起点として堅川上空を通過し、旧中川逆井橋上を渡り、江戸川区小松川地内に出て旧都電西荒川停留所付近より荒川を横断して西小松川より春江町に向かって国道14号線と平行し、谷河内町地内で成田空港に通じる日本道路公団京葉道路に高架で接続する10.4kmの路線であり、高速6号線とともに昭和45年度末に完成されるものである。したがって高速6号および7号線は中央区をはじめとして

墨田区、江東区、江戸川区とゼロ米地帯を通る路線であり、概して軟弱地盤に打ち建てられる高架式高速道路と考えられる。

その地層は図-1に見られるとおり30~50mの深い基礎を必要とする軟弱地盤である。構造形式は立地条件にしたがった経済比較、工期に適応した施工性、美観、民地や近接構造物に対する騒音と振動の影響、地盤沈下の影響等検討のうえ決定された。軟弱地盤であることは基礎工事に要す工費が増大するわけで、経済比較によって下部工の負担を軽減するため上部構造は鋼構造を主体としている。床版においても死荷重を軽くするため軽量コンクリートがかなり使用されている。径間長も上下部を含めて経済的と思われる40mを標準としている。鉄道や道路を横断する個所は長大スパンで、けた高制限もあり、鋼床版がかなり使用されている。橋脚は鋼橋脚とRC橋脚とあるが、そのフーチングを基礎への負担を少なくするため軽量コンクリートを採用しているものもある。基礎工は一部地盤がよい所にPCぐい、ベントぐいが使用されているほかは、軟弱地盤に対してリバースサ

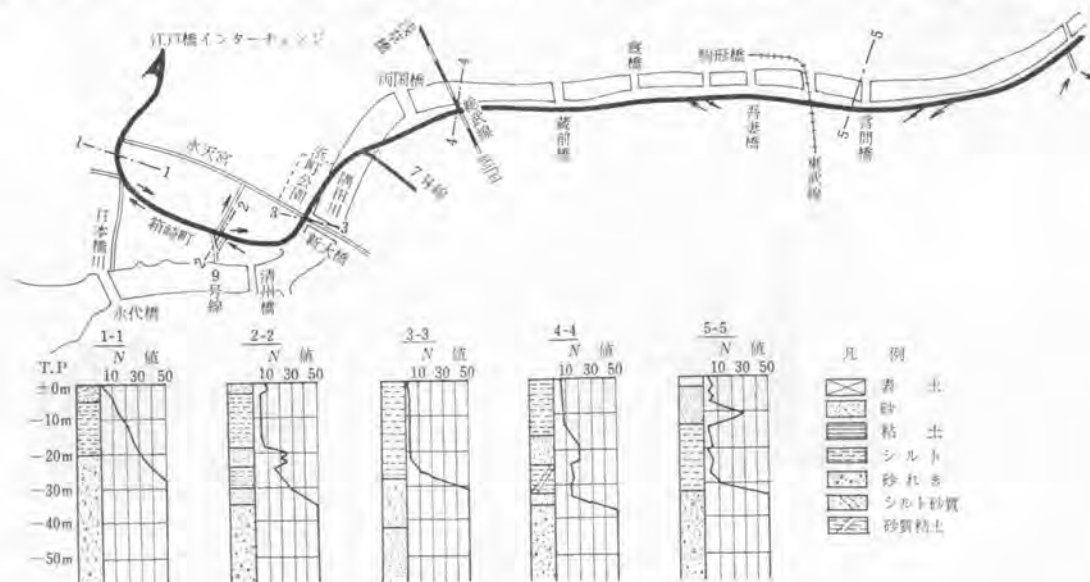


図-1 (A) 首都高速6号線平面地層図

\* 首都高速道路公団第三建設部設計調査課長





図-2に見られる上部構荷重の数値を表-1に示す。

### (c) 基礎ぐいの設計

支持層への根入長は1.3mとし、くい鉄筋のうち、少なくとも12本は下端まで伸ばしている。地震時においてフーチング上の土は無視し、くい自重の震度は考えない。フーチングに水平振動を与えるときは浮力は考慮しないで、同じく支持力計算にもフーチングの浮力は考慮しない。くいの引抜力はくい自重までとし、くいの許容水平力は40t/本(横地盤係数 $k=0.5\text{kg/cm}^2$ 、水平許容変位量 $\delta=1.0\text{cm}$ )、許容引抜力88.1t/本、許容支持力314.5tで設計されている。

### (d) 仮設構造物の設計

軟弱地盤であるので締切工の鋼矢板も栈橋用のHぐいもいずれも支持層に達しないため、通常の土質試験にベンテストを併用し、粘着力 $C=2.0\text{t/m}^2$ 、 $\phi=5^\circ$ 、 $\gamma=1.66\text{t/m}^3$ 、 $\gamma'=0.66\text{t/m}^3$ で各種の数式によりヒーピングの計算を行ない、鋼矢板の根入長を決定した。

## (2) 施 工

### (a) 在来護岸の保全対策

堅川の護岸は沈下に対して相次ぐかさ上げをした危険性のある脆弱なものであり、工事中にもし決壊を惹起したならばゼロメートル地帯である江東区、墨田区の地元を与える被害ははかり知れないものが予想された。したがって施工にあたっては、着手前に状況写真を撮ることより始め、護岸天端に水準点および法線の基準線を設け、必要に応じて測量し、護岸の変状を終始監視し、変状を発見した場合は工事を中止して応急処置を行なった。方法としてはセメントミルクまたは葉液注入(エリートン)、張防護岸等、必要の度合に応じて実施した。

一方、台風時、出水時、異常高潮等に対して水防体制を固め、万一の緊急事態に対する処置、連絡網、警報発信、警備人員と資材の常備等日頃より準備した。幸い不慮の緊急事態が発生しなかったのは慎重かつ注意深く行なわれ、大事に至らぬ前に未前に適切な処理が行なわれたためと考える。一般的な安全対策についても、安全委員会を結成して職員、作業員、第三者の安全に全力が注がれた。

### (b) 仮栈橋の施工

川幅約35mの両岸は民家が密集していて工事用入路の確保が困難なため、わずかの橋台敷等の空地を出入路として仮栈橋による工事用通路を川中に全工区設け、その幅は標準を4mとし、待避所部は6mとした。地盤が悪く、30mまでN値10以下のシルト質であるため、Hぐい(300×300×10×15)は摩擦ぐいで計算されているが、クローラクレーン(P&H 255 A-LC、自重は衝撃を含めて26.7t)および生コン車(衝撃を含めて21.9t)に十分耐え得るか事前に確かめるため載荷試験を行なった。Hぐいは打設後一昼夜をおいて行ない、設計荷重9.1tに対して13mのぐいで30tまでは安全であることが確認された。くい打ちはクローラクレーンにパイプロハンマ(日立30)で手前から4m間隔に3~4本打込み、けた受けを取付け、筋違い、撃材を取付けた後、けた(300×300×10×15)を設置し、メトロデッキ標準I形で覆工した。順次同じ作業を繰返し前進した(写真-1参照)。

### (c) 仮締切りの施工

栈橋上からまず中間ぐい(300×300×10×15)をクローラクレーンを使用してパイプロハンマで打込み、第1段の切ばり(300×300×10×15)を取付けた。これを定規にして長さ20mの鋼矢板Ⅲ形を同じくパイプロハンマで打込み、腹起こし(H-400×400×13×21)を取付け、切ばり(H-300×300×10×15、350×350×12×19、400×400×13×21)を順次取付け、完了した。軟弱地盤での施工であるため、特に施工にあたってはヒーピングに対して再度検討を加え、

Terzaghi & Peck の式

$$H_1(\text{根入長}) = \frac{B}{\sqrt{2}} \quad \text{または} \quad H_1 = \frac{\sqrt{2}}{3} B$$

Tshebotarioff の式

$$H_1 = \frac{F_s [H \{ \gamma - 2C(1/2 B + 2B - 1/B_1) \} + P]}{2C(1/2 B + 2B - L/BL) F_s + 1.95} \\ \times \frac{-5.14 C - 22.6 \times 2 B - L/L}{\times C/B - (F_s - 1) \gamma}$$

で根入長を出し、過去の実績をも配慮して20~25mの



写真-1 工事用仮栈橋

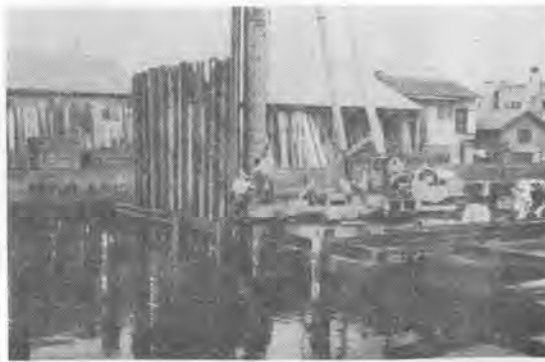


写真-2 仮締切りの鋼矢板打ち

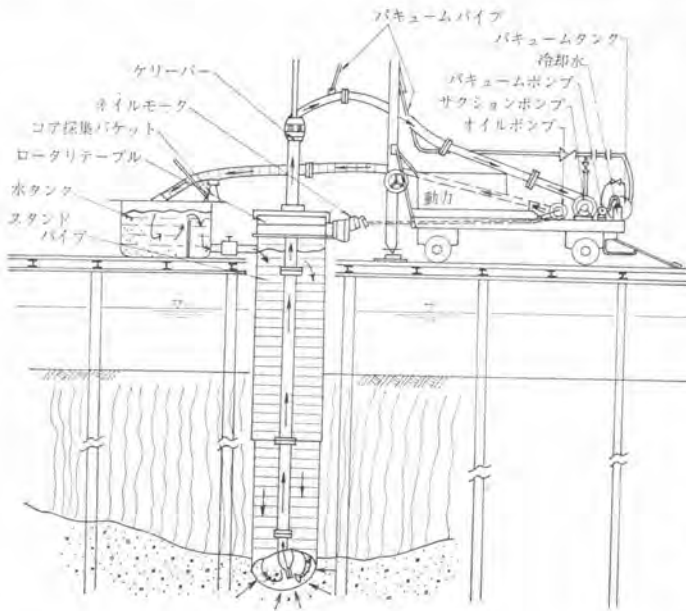


図-3 リバース施工説明図

Ⅲ形鋼矢板を使用した。

なお護岸に近接し、かつ平行に打込まれた鋼矢板は引抜くことにより護岸が引かれる可能性が大であったため埋殺しに変更した。計画河床以上の鋼矢板は水中切断で取除いた。

#### (d) リバースぐいの施工

ビット径 1,270 mm、掘削長 29 m の施工順序は、まず  $\phi 1,450 \times 12$  m のスタンドパイプをクローラークレーンによりパイプロハンマもしくは 1.5~2.0 t のモンケンで打込み、図-3 に見られるようにエアリフト方式を主体にポンプサクショ方式を併用して掘削した。ロータリテーブル設置はスタンドパイプ頭部より切離して装備し、孔内の水位を河川水位以上に保ちながらビットで崩壊した土砂を水とともに排出し、沈殿槽で沈殿させ、クラムシェル掘削機でダンプトラックに積込んで運搬捨土した。掘削用循環水の濃度、ビット回転数、掘進速度は表-2 のように管理された。

鉄筋かごはフープ筋と縦筋とがつり上げの際変形しないように電気溶接し、トラッククレーンで孔内につり降ろされた。この際、壁面にあたりぬよう間げきを保ち、また鉄筋が座屈しないよう十分注意して施工した。トレミー管は1ロット 3.0 m の径 250 mm を全長曲がりのないようつり下げ、最上端にはコンクリートホップを取

表-2 掘進速度

地質	掘進速度 (cm/min)	ロータリ回転数 (rpm)	泥水比重
砂質	6~12	7~13	1.05~1.10
締まった砂	2~4	10~13	1.05~1.10
ゆるい粘土	20~25	10~18	1.05 以下
硬い粘土	20~25	15~23	1.05 以下

付けた。トレミー管取付完了後孔長を再測定し、スライムのある場合にはトレミー管とクレーンバーを異形エルボジョイントで連結し、ポンプを作動して処理した。

コンクリート打設はトレミー管にブランチをそう入してアジテータから直接コンクリートを流込み、トレミー管は常にコンクリート中に 3.0 m 以上あるようにしながらトレミー管を抜いて行き、コンクリート天端を正確にチェックして約 60 cm 余盛りを行った。

コンクリートの計画配合は最大骨材寸法 25 mm、スランプ 16~18 cm、空気量 2~4 %、単位水量 189 kg、単位セメント量 357 kg、水セメント比  $W/C=53\%$ 、絶対細骨材率 50%、単位細骨材量 721 kg、単位粗骨材量 1,079 kg、フライアッシュ 63 kg である。

かくしてリバースサーキュレーションぐいが施工されたが、施工の確実さを見るため抜取りでコアボーリングを行ない、8 cm $\times$ 16 cm のテストピースを採取し、コンクリートの強度を測定したが、平均  $\sigma_{28}=380 \text{ kg/cm}^2 > 300 \text{ kg/cm}^2$  で十分信用できることが確認された。掘削機としてはザルツギッターリバースサーキュレーション、日立リバースサーキュレーションドリル S200、同 PS150、日立エアリフト式リバースサーキュレーションドリル、KATO エアリフト式リバースサーキュレーション RAE-150 形、同 RAC-150 形、KATO サクショ式リバースサーキュレーション RSC-150 形、KATO リバースサーキュレーション RSAC-150 形等が使用された。

### 3. 鋼管ぐい基礎

7号線の荒川橋りょうに採用された本工法は鋼製であることの利点が多く、材料の鋼管は入手容易であり、施工機械の大形化に伴い大孔径長尺物の施工が可能で、そ

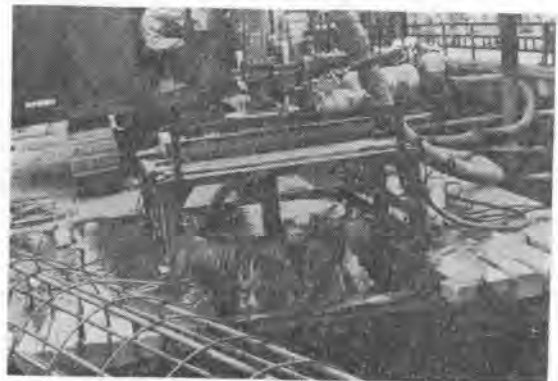


写真-3 リバースぐいの掘削

の長さの変更調節も容易である。また支持力が大きく、強い打込みにも十分耐えうるし、運搬取扱いが簡単で、確実な継手が得られる。さらに、その排土量が少なく、施工速度も早いうえに斜ぐいの打込みも可能である。腐食に対しても余裕代を取るとか電気防食によって耐久性も十分である。以下、具体的に例示し、説明する。

〔施工例 2〕 荒川大橋

(1) 概要

(a) 基礎工

鋼管ぐい  $\phi 711.2 \text{ mm}$ ,  $t=16 \text{ mm}$ , 12.7 mm, 9.5 mm (上中下ぐい), 649 本  
 重量 5,900 t (S.T.K. 41)  
 許容水平変位 10 mm  
 許容水平荷重 20 t/本  
 許容鉛直荷重 150 t/本

(地震時 225 t/本)

D 40 ディーゼルハンマ使用

(b) 橋脚工

片持ちばり式鉄筋コンクリート橋脚 11 基  
 コンクリート量 11,700 m<sup>3</sup> 鉄筋量 750 t

(c) 上部工

単純活荷重合成鋼 I げた  
 スパン 45.6~56 m × 7 連  
 3 径間連続鋼床版斜張橋

60.55 m + 160.00 m + 60.55 m  
 (パラレルワイヤストランド 127 本撚り 7 本,  
 91 本撚り 6 本の組合わせ, 保証破断力合計  
 4,417 t, 安全率 3.02~3.08)

(2) 下部工 (基礎工, 橋脚工)

(a) 設 計

本橋りょうの架橋河川の荒川は洪水河川の指定があるためすべて濁水期 (11月~6月) に施工しなければならない (P<sub>1</sub>~P<sub>6</sub> 間)。そして橋脚も入れて許される工期は濁水期である。そこで基礎工法の選定にあたっては工期が早いということが最優先された。ニューマチックケーソン, リバースサーキュレーションドリルぐい ( $\phi 1.4 \text{ m}$ ), 鋼管ぐいの 3 種の概略比較設計の結果, 工期, 工費, 施工の信頼度の点においてすぐれている鋼管ぐい工法が採用された。なお, 当工区は河中の施工であり, 騒音に対して問題がなく, 固い中間層を打抜くにも鋼管ぐいがすぐれている。

ぐいの設計にあたって地盤の特性を考えなければならない。架橋地点は地盤沈下の激しい所で, 大正 7 年から最近まで実に 2,200 mm もの沈下があり, 年間平均 10 cm である。このうち沖積層の圧密沈下が 60%, 洪積層の沈下が 40% である。したがって, ぐいの鉛直支持力は構造物の荷重だけでなく, ネガティブフリクションも考慮に入れなければならない。また洪積層の沈下もあるの

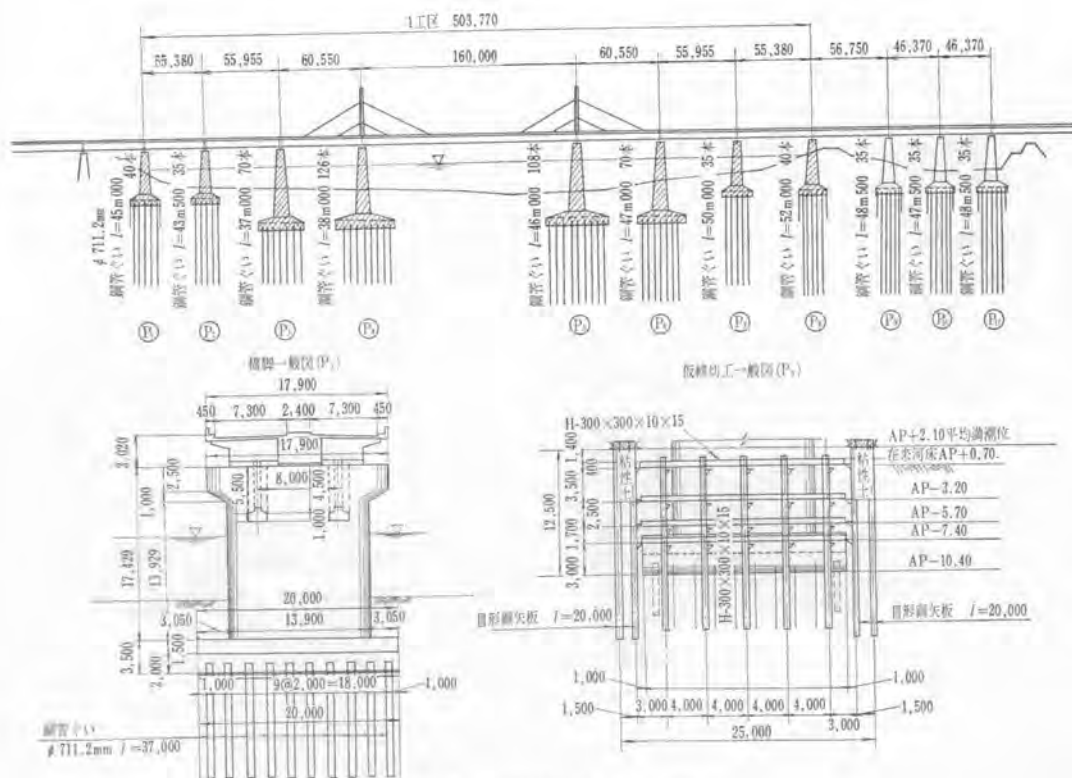


図-4 荒川放水路橋りょう一般図

表-3 第7231区(その1)高架橋下部構造新設工事工程表

	42年												43年												44年					
	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6					
仮設備工	右岸												左岸																	
爆発物調査	P <sub>3</sub> ~P <sub>5</sub>												P <sub>1</sub> P <sub>4</sub> 抽出												P <sub>1</sub>					
護岸取りこわし・復旧													P <sub>1</sub>												P <sub>1</sub>					
仮架橋工	P <sub>1</sub> ~P <sub>4</sub>												P <sub>3</sub> ~P <sub>4</sub>												P <sub>1</sub>					
仮締切工	P <sub>1</sub> ~P <sub>3</sub>												P <sub>1</sub>												P <sub>1</sub> ~P <sub>2</sub>					
くい打ち足場工	P <sub>1</sub> ~P <sub>1</sub>												P <sub>1</sub> ~P <sub>1</sub>												P <sub>1</sub> ~P <sub>1</sub>					
鋼管くい打ち工	P <sub>1</sub> ~P <sub>1</sub>												P <sub>1</sub> ~P <sub>1</sub>												P <sub>1</sub> ~P <sub>1</sub>					
土工	P <sub>1</sub> ~P <sub>1</sub>												P <sub>1</sub> ~P <sub>1</sub>												P <sub>1</sub> ~P <sub>1</sub>					
橋脚工													P <sub>1</sub> ~P <sub>1</sub>												P <sub>1</sub> ~P <sub>1</sub>					
復旧													右岸												左岸					
片付													右岸												左岸					

表-4 使用機械一覧表

機械器具名	台数	用途	機械器具名	台数	用途
ロータリコンプレッサ 7.5 HP	2	くい抜き、コンクリート解体用	パイロハンマ 30 k, 50 k	2	くい打ちくい抜き用
ベビーコンプレッサ 5 HP	2	パイロハンマ用	キュービクル 300 kVA	1	受電用
タービンポンプ 5段 15 HP	2	爆発物調査用	半自動溶接機 15 HP	6	鋼管くい打ち用
水中ポンプ 2in 2 HP	2	タービンポンプ用	溶接機	4	仮設溶接
＊ 3in 7.5 HP	4	水替用	モータポート	1	測量および見まわり用
＊ 4in 10 HP	6	＊	伝馬船	3	測量、爆発物調査
＊ 6in 25 HP	4	＊	台船	4	鋼材運搬ほか
ポータブルウィンチ 7.5 HP	2	爆発物調査用	浚漕船	2	浚漕用
くい打ちやぐら フレーム式	1	P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub> 鋼管くい打ち用	トランシット	2	測量用
＊ レール移動	2	P <sub>3</sub> , P <sub>4</sub> 鋼管くい打ち用	レベ	2	＊
＊ クローラ形	2	鋼管くい打ち用	乗用車	1	＊
ディーゼルハンマ D-40	3	H鋼シートパイル打ち用	小形車	1	材料運搬
＊ D-22	2	H鋼シートパイル打ち用	大形車	1	＊
くい打ち船	2	爆発物調査架け用	門形クレーン	1	資材置場用
クレーン船	1	P <sub>2</sub> , P <sub>3</sub> , P <sub>4</sub> , P <sub>7</sub> 荷役用	磁気探査機	1組	爆発物調査用
三脚デリック	2	荷役用	ガス切断機	4	切断用
P & H クレーン 25 t	2	荷役用	チェンブロッグ	4	切り取り込み用
クラムシエル掘削機	3	基礎掘削用			
レッカ車 8 t	2	荷役用			

で、支持層に対するくいの根入長は各橋脚とも同じようにする必要がある。また支持層として  $N$  値 30 以上の砂層、15 以上の硬質粘土層が考えられるが、この場合、 $N$  値 50 以上の砂層が支持層に選ばれた。施工機械として計画時点の最大能力のくい打ち機 D-40 を選び、これからくい径が 711.2 mm とされた。

$K$  値の測定は土研式、プレシオメータ、LLT、KKT の 4 種類全部の方法で測定比較した。その結果、 $K$  値  $K=0.2\sim 0.5$  kg/cm<sup>2</sup> を得たが、実物載荷試験結果のデータを参考にして設計  $K$  値  $K=0.7$  kg/cm<sup>2</sup> と定められた。なお、実物載荷試験結果は  $K=1.7\sim 2.2$  kg/cm<sup>2</sup> であった。

鋼ぐいの腐食の調査は上流の小松川橋の腐食調査結果があったのでされなかった。その結果報告によると、土壌の比抵抗  $\rho$  は最も悪い所で 900  $\Omega\cdot$ cm で一般の土壌より悪いので、道路橋下部構造設計指針で腐食環境があまり問題にならず、腐食調査を行わない場合の腐食代

の標準値 2 mm より多い 3 mm の腐食代がとられた。なお橋脚の設計は一般の RC 構造物であり、省略する。また本下土工にあたり、次の測定実験が計画された。

- ① 各種判定方法による地盤弾性係数 ( $K$  値) の測定およびくい打込後の再測定による比較検討 (荒川橋りょうにおける各種測定器による  $K$  値の測定および常時微動の測定 (1) — 第 2 回土質工学研究発表会参照)
- ② 架橋地点の常時微動の測定
- ③ くい打込時の応力測定
- ④ 単ぐい鉛直載荷試験 (2 回)
- ⑤ 単ぐい水平載荷試験
- ⑥ 組ぐい水平載荷試験
- ⑦ 単ぐい振動試験
- ⑧ 組ぐい振動試験
- ⑨ 橋脚振動試験
- ⑩ 上部架設後の橋脚振動試験

⑩ 架設地点および構造物の長期地震観測

③～⑩については後日他の機会に報告されることになっている。

(b) 下部工の施工

(i) 工 程

この工事の工程は表-3のとおりである。

(ii) 電力設備および使用機械

右岸(P<sub>1</sub>～P<sub>4</sub>)工事において電力設備は水中ポンプ 10 台、溶接機 4 台、三脚デリック用モーター 2 台、動力合計 300 kW、電灯 20 kW であった。

使用機械の計画を表-4に示す。

(iii) 仮橋橋工事およびくい打ち足場

施工例 1 と同じく、仮設物のくいはすべて摩擦ぐいである。橋橋の載荷能力を確認するために H ぐいの打込試験を行ない、次の結果を得た。当初からの連続打設では粘着力が小さく、2 t 落錘自重だけでくいは沈下し、支持力はゼロに近いので 24 時間放置した後再び打込試験によって支持力を求めた。

$$R_a = \frac{WH}{8S}$$

$$W = 2t \quad H = 100 \text{ cm} \quad S = 1.4 \text{ cm}$$

$$R_a = \frac{2.0 \times 100}{8 \times 1.4} = 17.8 t$$

計画最大載荷荷重はくい打ち機であり、くい 1 本当り 50 t/4 = 12.5 t で十分であった。しかし連続的な振動を与えると粘着力が低下するので、橋橋上での作業は十分注意したが、工期半ばでこれらの原因により約 30 cm 沈下し、けた打しをしなければならなかった。くい打ち足場のくいはすべて締切内に打ち、鋼管ぐいと締切矢板を同時に打って工期の短縮をはかった。

(iv) 爆発物調査工事

太平洋戦争当時、現小松川橋りょう周辺に米軍機により投下された不発爆弾が河底に埋没しているとの情報に基づいて橋橋用 H ぐい、仮締切用シートパイル、本体基

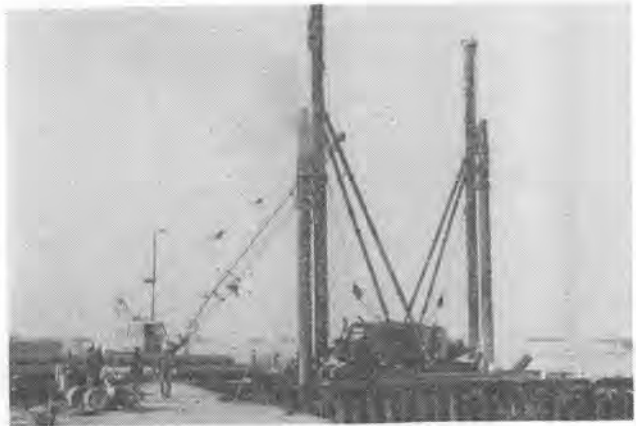


写真-4 鋼管ぐいの打込み

礎鋼管ぐい、仮設三脚支持ぐい等の施工位置における不発爆弾の存在の有無を確認し、工事の安全を確保するため計画された。調査は磁気探査方式の有効調査可能範囲から 2 m 間隔の基板目とし、823 個所で調査された。類似形の物が出て一時緊張したが、不発弾は出なかった。なお P<sub>2</sub>～P<sub>7</sub> は船上調査としたが、P<sub>2</sub>～P<sub>4</sub> 間は水深が浅く、船舶が入れないので浅瀬を行なった。

(v) 仮締切工

P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>7</sub>, P<sub>8</sub> は鋼矢板 III 形シングル, l=12 m とした。また水深の深い P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>, P<sub>5</sub>, P<sub>6</sub> は鋼矢板 III 形 (P<sub>5</sub> のみ IV 形) ダブル, l=20～22 m とした。ダブルの場合の鋼矢板間隔は 1.5 m で、その間に粘性土を入れて漏水を防いだ。支保工は水圧、土圧計算に基づいて正しく施工したが、河床以下 4～5 m は抵抗土圧がゼロに近く、各段ごとの切ばり設置時の余掘りによる土圧増加も手伝って、床付時では 45 cm のたわみを出してしまった。

(vi) 鋼管打込み

試験ぐいを打込む時間的余裕がなかったので鋼管ぐいは上ぐい(板厚 16 mm, l=12 m)、中ぐい(板厚 12.7 mm, l=12 m)と下ぐい(板厚 9.5 mm, l=7.5～12 m)は 3 m の単管まで順次製作しておき、一番早くくい打ちをし、工程にも余裕のある P<sub>2</sub> の打込みの状況を見ることにした。このようにすれば貫入不可能になっても試験ぐいを打込むより経済的である。

表-5 にくい長一覧表を示す。また写真-4 にくい打ちの様態を示す。P<sub>2</sub> において設計どおり打込んだくいは 1 本であった。くい頭切断長は最小 0.4 m, 最大 5.9 m, 平均 2.23 m であった。打止めは 1 回当りの貫入量が 1.0 mm となったときから 150 回の打撃とした。設計くい長はやや長めであったが、河心部に行くにつれ支持層がいくぶん深くなっていることもあり、当初計画どおりとされた。

図-5 にリバウンド量の測定記録の一例を、表-6 には P<sub>1</sub>～P<sub>8</sub> のくい打ち実績を示す。P<sub>5</sub>～P<sub>8</sub> のくい長につ

くい番号	P <sub>2</sub> -24	ハンマ落下高さ	H 250cm
打込み年月日	43年2月4日	貫入量	S 0.23cm
貫入深度	GL=59.8m	リバウンド量	K 2.5cm
ハンマ重量	W 4t	長期許容支持力	Ra 225t

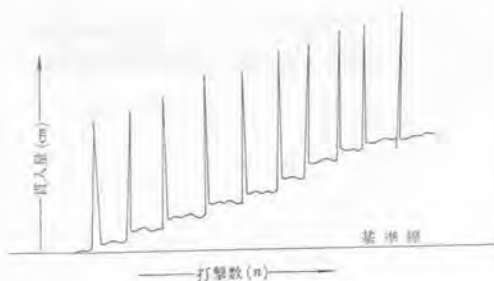


図-5 くい貫入量測定記録

表-5 く い 長 一 覧 表

橋脚番号	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>	P <sub>7</sub>	P <sub>8</sub>	P <sub>9</sub>	P <sub>10</sub>	P <sub>11</sub>
く い 長											
① 肉厚 $t=16.0$ mm	12 m	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
② $t=12.7$	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
③ $I_1$ $t=9.5$	10	7.5	13	14	16	7	12	12	12	12	12
④ $I_2$ *	11	12				12	13	14	12	12	12.5
⑤ $I_3$ *											
計	45	43.5	37	38	40	43	49	50	48	48	48.5
く い 本 数	40	35	70	126	108	70	35	40	40	40	45

表-6 く い 打 ち 記 録 一 覧 表

橋脚	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>10</sub>	P <sub>11</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>	
く い 本 数 (本)	40	35	70	126	40	40	45	108	70	
く い 長 (m)	45	43.5	37	38	47.9	47.9	46.2	43	30.7	
打 込 長 (m)	50.1	50.3	49.3	50.3	59.8	59.8	52.5	52	43.7	
設計どおり打込めた本数 (本)	17	1	25	114	38	22	23	89	65	
く い 頭 切 断 長 (m)	最小 最大	0.4 2.6	0.4 5.9	0.1 5.1	0.5 3.6	0.6 13.1	0.8 13.3	0.2 7.6	0.2 9.0	0.2 1.9
く い 長 切 断 長 総 計 (m)		32.3	78.1	71.8	19.6	13.7	79.5	61.3	44.3	6.7
平均切断長(くい全数当り) (m)		0.08	2.23	1.03	0.15	0.34	1.98	1.36	0.4	0.1
累 計 打 撃 回 数 (回)	最小 最大	1,670 2,289	1,625 2,726	1,031 2,384	824 2,603	1,480 2,906	2,072 5,709	1,928 3,221		
打 止 の 貫 入 量 (mm)	最小 最大	0.3 6.7	0.1 0.9	0.1 7.3	0.1 7.8	0.3 6.4	0.1 3.9	0.1 3.5	0.1 5.3	0.1 2.4
リ バ ウ ン ド 量 (mm)	最小 最大	18 24	21 25	16 33	18 27	21 28	21 29	18 28	16 28	11 27
打 止 め 時 ハ ン マ 落 下 高 (cm)	最小 最大	250 250	200 220	200 M 40 K 42	250 270	250 250	230 250	240 250	190 200	190 190
使 用 ハ ン マ		M 40	K 42	M 40 K 42	M 40	M 40	M 40	M 40	M 40	M 40

いては施工直前に行なった地質調査に基づいて変更された。1日当りの平均打込実績は2.5本であった。

(c) く い 打 ち 公 式 による 検 討

ヒレーの式が比較的よく合うということで最近多く使用されている。以下にヒレーの式を示す。

$$R_u = e_f \cdot W_H \cdot H [1 - W_P / (W_H + W_P)] \times (1 - e^{\beta}) / (S + 1/2 C)$$

$e_f$ : ハンマ効率(ディーゼルハンマ 0.7, ドロップハンマ 0.5 とする)

$W_H, W_P$ : ハンマ, くいの重量 (t)

$H$ : ハンマの落下高 (cm)

ただしディーゼルハンマは  $2H$  をとる。

$S$ : くい貫入量

$C$ : リバウンド量 (cm)

$R_u$ : 打込公式の極限支持力 (t)

$e$ : 反発係数(鋼くい 0.8, コンクリートくい 0.25, ヤットコを使用する場合はこの値の80%とし, くいと同材質, 同断面のものを使用するときは低減なし)

$$R_a (\text{常時許容支持力}) = R_u / 3$$

くい打ち記録から  $R_a$  の範囲を調べると 200~320 t であり, 平均 240 t であった。また鉛直載荷試験結果では 450 t かけて降伏がまったく起こっていないので極限支持力で 675 以上は確実であると思われる。一方, 設計上のくい反力は常時最大 110 t, 地震時 190 t であり, 安全すぎるきらいはあるが, 先に述べた沈下に対する配慮からこの場合これくらいの結果が望ましい。

(d) 鋼管くい継手

鋼管くいの継手は半自動溶接によって行なった。P<sub>1</sub>~P<sub>4</sub>間は八幡式セミオートジョイントを, また P<sub>5</sub>~P<sub>8</sub>においては川鉄のリバージョイントを使用した。なおこれらの方式についてはそれぞれのカタログ, 報文を参照していただきたい。

溶接工に対する技能テストは, くい打ち前に短管で開先のごれも考慮して油, 泥, 水等の条件の異なった場合も含めて行なった。

(e) くい頭処理

設計どおり打込めなかったくいはガス切断して所定のフーチングへの根入れを取った。その後, 写真-5 のようにふたをした。この鋼管くいのフーチングへの根入れに対する支圧応力および押し抜きせん断に対して検討するとともに, くい断面の 1/3 程度のひげ鉄筋でアンカー



写真-5 鋼管くい頭の施工

とした。

(f) 橋脚工事

特に変わった構造ではないが、フーチングはコンクリート量  $1,187 \text{ m}^3 (P_4)$  もあり、最大厚さも  $3.5 \text{ m}$  なので、コンクリート硬化熱による収縮クラックの発生が心配であった。そこで5個所に電気指示温度計を埋込み、温度観測を行なったが、締切内に注水し、湿潤養生ただけでコンクリート打設後 68 時間で最高  $56^\circ\text{C}$  でクーリングの必要はなかった。脚柱部は脚高  $18 \text{ m}$  あまりあり、3~4 ロットに分けて施工した。

(3) 上部工

上部工の構造は写真-6に見られるとおりである。対風覆板は風洞実験の結果、最も空気力学的に安定な 1 Box 形にするための処置である。また高欄も風を受ける面積が少なくなるよう鋼管を用いてすき間の多い構造になっている。

ケーブルはわが国で初めてのプレハブパラレルワイヤストランド工法が使用された。架設はあらかじめ所定の長さにセットされた 91 本と 127 本撚り 7 本と 6 本の鋼線束を 1 本 1 本ワイヤのたわみを所定のたわみになるよう測りながら取付けていく。これは  $5 \text{ t}$  程度の張力で調整する。このときけたは外側のワイヤ取付部より  $5 \text{ m}$  程度までタワーのある橋脚より張出されていて、端部にフロートで  $1.5 \text{ m}$  の逆キャンパが与えられている。ケーブルのセットが終わるとフロートを取り、中央部のけたをつなぎ、連続けたとする。そしてタワーのケーブル接点に設けているオイルジャッキで所定の張力になるよう調整する。このようにして架設完了した。鋼床版部はすべて溶接によって接合された。

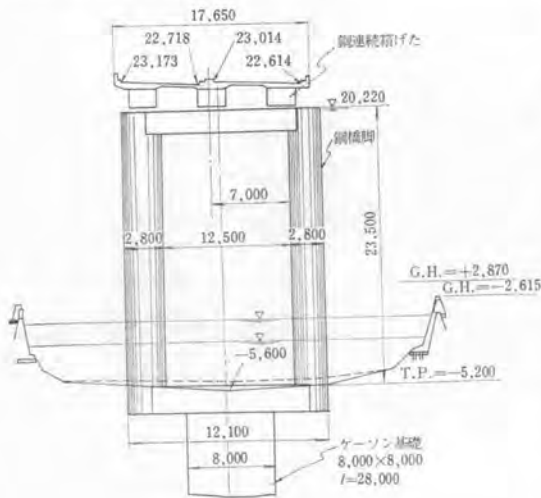


図-6 豎川水門付近 P<sub>1</sub> 橋脚



写真-6 完成した荒川橋りょう

前述のように架橋地点は地盤沈下の激しい所であるので、上部工においても橋脚間に  $15 \text{ cm}$  の不等沈下が生じても安全ように主構造の断面が定められている。

4. ケーソン基礎

6号および7号線において、ケーソン基礎は日本橋川、隅田川左岸、豎川水門付近に使用されている。

本工法は一般的に地下水の状態を変えないで掘削でき、余掘りも少ないため地盤を乱すことがない。施工速度も早く、ケーソンの移動や傾斜を修正しながら施工可能で、地中の転石等の障害物も容易に取除ける。また人間が入って掘削を行なうので、掘付地盤を確認し、支持力試験も行ない得る。

一方、圧縮空気内での作業であるため、 $3.5 \sim 4$  気圧(深さ  $35 \sim 40 \text{ m}$ )までしか耐え得ないし、昼夜連続作業に対する交替要員が多く必要であり、その健康管理には最大の注意を払う必要がある。設備も大がかりとなり、さらに停電等の不慮の事故に対して他の予備施設等を準

表-7 上部荷重

橋軸方向	常時	鉛直力(N)		橋軸直角方向	常時	鉛直力(N)	
		鉛直力(N)	モーメント(M)			鉛直力(N)	モーメント(M)
橋軸方向	常時	1,919 t	85 t	橋軸直角方向	常時	1,919 t	429 t
	地震時	1,461 t	472 t		地震時	1,773 t	429 t
		9,650 t-m				9,087 t-m	

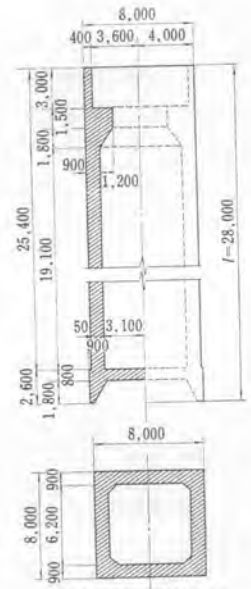


図-7 ケーソン寸法図

備するため工費は大となる等の短所もある。

### 〔施工例3〕 堅川水門付近 P<sub>2</sub> 橋脚

#### (1) 設計

##### (a) 設計条件

ケーソン頂版天端に働く橋脚躯体よりの荷重は表-7のとおりである。

許容応力度はコンクリート  $\sigma_{cs}=220 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\sigma_{ca}=70 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\tau_a=8 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\tau_{oa}$  (付着応力度)  $=14 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\sigma_a$  (支圧応力度)  $=66 \text{ kg/cm}^2$ , 鉄筋は  $\sigma_{sa}=1,800 \text{ kg/cm}^2$  であり, 許容応力度の割増しは地震時 50% とし, 施工時の一時荷重に対しては 30% 増しとなっている。応力計算に使用した材料の単位重量は鉄筋コンクリート  $2.5 \text{ t/m}^3$ , コンクリート  $2.3 \text{ t/m}^3$ , 土(陸上)  $1.8 \text{ t/m}^3$ , 水中の土  $0.65 \text{ t/m}^3$  となっている。震度は水平震度  $k_h=0.2$ , 鉛直震度  $k_v=0.1$ , 土圧の計算の息角  $\phi=17^\circ 00'$  となっている。

#### (2) ケーソン支持地盤の許容支持力

ケーソン底面地盤の鉛直許容支持力の計算は Terzaghi の公式から砂地盤の極限支持力 ( $q_d$ ) を求めた。

$$q_d = \beta \cdot \tau \cdot BN_r + \tau_2 D_f \cdot N_g$$

$\beta$ : ケーソン底面の形状係数 0.4

$\tau$ : ケーソン底面下の地盤単位体積重量  $1.1 \text{ t/m}^3$

$B$ : ケーソン底面の短辺長  $8.00 \text{ m}$

$\tau_2$ : ケーソン底面上の側面地盤単位重量  $0.8 \text{ t/m}^3$

$N_r$ : ケーソン底面下の  $N$  値に関する支持力係数

$N=34$  に対し  $N_r=24$ ,  $N_g=30$

$D_f$ : ケーソンの有効根入長  $28.00 \text{ m}$

計算の結果  $q_d=0.4 \times 1.1 \times 8.0 \times 24 + 0.80 \times 28.0 \times 30=756.5 \text{ t/m}^2$  となり, 安全率  $f=3$  として

$$\text{許容支持力}(q_a) = \frac{q_d}{f} = 252.2 \text{ t/m}^2$$

である。

#### (3) ケーソンの安定計算

##### (a) 鉛直荷重のみを受ける場合

$$Q = A_d \cdot q_a + c \cdot u \cdot l$$

$Q$ : ケーソンの鉛直許容支持力

$A_d$ : ケーソンの底面積  $64 \text{ m}^2$

$q_a$ :  $252.2 \text{ t/m}^2$

$c$ : ケーソン側面の粘着力  $1.2 \text{ t/m}^2$

$u$ : ケーソン周長  $32 \text{ m}$

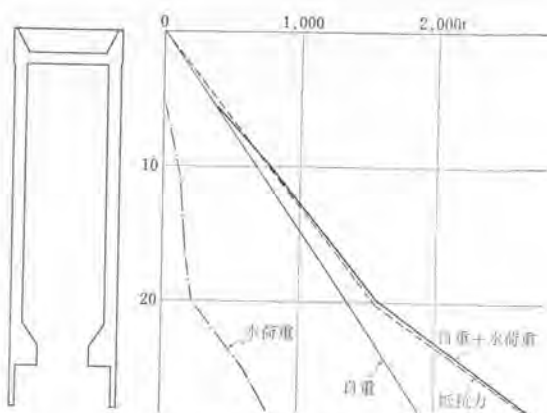


図-8 荷重沈下図

$l$ : 根入長  $26 \text{ m}$

$$Q = 64.0 \times 252.2 + 1.2 \times 32.0 \times 28.0 = 17,216.0 \text{ t}$$

常時ケーソン底面に作用する反力は上部下部工反力  $1,919.0 \text{ t}$  と湛水およびケーソン自重  $3,076.5 \text{ t}$  を加えた  $4,995.5 \text{ t}$  であるので安全率 ( $f$ )  $= \frac{17,216}{4,995.5} = 3.4$  となる。

##### (b) 鉛直荷重と曲げモーメントを受ける場合

水平荷重を側面の受働土圧と底面支持力で抵抗すると考えた池原, 横山氏の公式によった。

$l$ : 根入長  $28.0 \text{ m}$

$2b_0$ : ケーソンの最大幅  $8.0 \text{ m}$

$2a_a$ : ケーソン奥行  $8.0 \text{ m}$

$p_0$ : 設計地盤より上の水平力  $472 \text{ t}$

$M_0$ : 設計地盤より上のモーメント  $9,650 \text{ t-m}$

$N_0$ : 垂直力  $1,461 \text{ t}$

$k_h$ : 水平震度  $0.2$

$W_1$ : ケーソン単位長さ当たりの重量  $109.9 \text{ t/m}$

$\alpha$ : ケーソン底面の形状係数  $1.0$

$K_1$ : ケーソン側面水平地盤反力係数  $0.5 \text{ kg/cm}^2$

$K_2$ : ケーソン底面鉛直地盤反力係数  $10.0 \text{ kg/cm}^2$

$K$ :  $K_2/K_1=20$

$p_1$ : ケーソン側面に作用する最大水平反力

$q_1$ : ケーソン底面に作用する最大地盤反力

$A_b$ : ケーソン底面積  $64 \text{ m}^2$

$$\frac{3(kW_1l^2 + 4p_0l + 6M_0)Kd^2}{l^2 + 6(3a-d)d^2K} = N_0 + W_1l$$

表-8 荷重表

	躯体自重	ケーブル	気筒監督	自重合計	水荷重	土砂荷重	荷重合計	自重+荷重	表層面力	土気圧力	抵抗力計
第1ロッド	0~5	336.1	2.5	4.5	343.1			343.1	160.0	225.0	385.0
2	5~10	672.2	2.5	6.0	680.7	113.2		793.9	320.0	450.0	770.0
3	10~15	1,008.3	2.5	7.5	1,018.3	150.9		1,169.2	480.0	675.0	1,155.0
4	15~20	1,344.4	2.5	9.0	1,355.9	226.3		1,582.2	640.0	900.0	1,540.0
5	20~25	1,680.5	2.5	10.5	1,693.5	603.5		2,297.0	1,120.0	1,125.0	2,245.0
6	25~28	1,882.2	2.5	11.4	1,896.1	792.1		2,688.2	1,408.0	1,260.0	2,668.0

2は3m 湛水する。3は4m 湛水する。4は6m 湛水する。5は16m 湛水する。6は21m 湛水する。



より  $d=3.52\text{ m}$  となり,  $\frac{d}{a}=\frac{3.52}{4.0}=0.88$  から図

表より  $f(d)=1.642$  を求め,

$$z=\frac{3(kW_3l^2+4p_0l+6M_0)}{bl\{l^2+6a^2\cdot f(d)\cdot K\}}=0.098$$

を計算すると不動点までの深さ  $h$  は

$$h=\frac{kW_3l+p}{bzl^2}+\frac{2}{3}l=22.2\text{ m}$$

となる。

$$p_1=z\cdot\frac{h^2}{4}=12.07\text{ t/m}^2 < p_r=r\left(\frac{h}{2}+h'\right)$$

$$+2c=13.43\text{ t/m}^2$$

$$q_1=d\cdot k\cdot z\cdot l=193.2\text{ t/m}^2 < 252.2\text{ t/m}^2$$

となり, 安定している。

(c) ケーソン理論沈下図

① 理論気圧:  $p=r\cdot H$

$H$ : 水深 (m)

② 上昇気圧力:  $u_p=p'A$

$P'$ : 作業空気圧力  $0.8\text{ p}$

$A$ : 作業室総面積  $56.25\text{ m}^2$

③ 表面摩擦力:  $f=\mu\cdot L\cdot h$

$\mu$ : 表面摩擦強度

$\mu_{0-20}=1.0\text{ t/m}^2, \mu_{20-}=3.0\text{ t/m}^2$

$L$ : ケーソン周長  $32.0\text{ m}$

$h$ : ケーソン深さ

④ ケーソン重量: 鉄筋コンクリート  $2.5\text{ t/m}^3$ , 気閉  $3.0\text{ t}$ , 立管  $0.3\text{ t/m}$ , カーブシュー  $2.5\text{ t}$ , 水荷重  $1.0\text{ t/m}^3$ , 土砂重量 (水中)  $1.0\text{ t/m}^3$  であり, 表にまとめると表-8 のとおりである。

荷重沈下図は 図-8 のとおりである。

(4) 施 工

施工は大豊式ケーソンを採用し, 構造物を利用して作業室, 気閉室を作り, 空気ケーソンの機能を与えて施工した。

まず仮締切工として薄形鋼および山形鋼で作ったガイドリングを足場上に固定したのち三脚デリックを使用してパイプロハンマで打込み, 第1段のリングビームを組立て, ジャッキ4台を相対位置に使用してリングビームに応力を導入する (P・R・B 工法)。さらに2段目リング組立応力導入と水替掘削を行ないながら4段まで取付ける。刃口金物据付面は第1ロッドの重量  $220\text{ t}$  に耐える

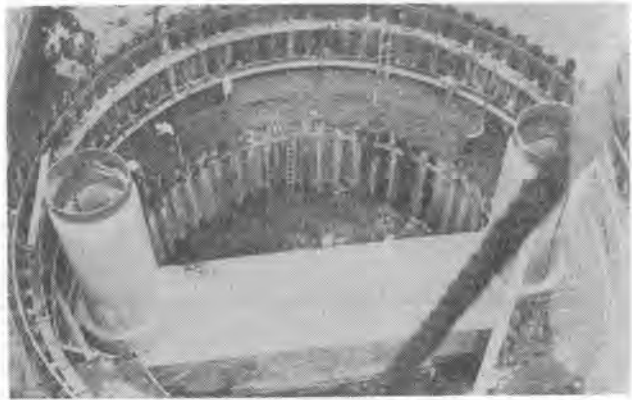


写真-7 橋脚地中はり架設完了

ように改良し,  $30\text{ m}$  の躯体を8ロッドに分けて施工した (表-9 参照)。

最後に地耐力試験を行なった。容量  $50\text{ t}$  のオイルジャッキを用い, 辺  $30\text{ cm}$  の正方形鋼製板を載荷板としてストローク  $20\text{ mm}$ , 感度  $1/100\text{ mm}$  のダイヤルゲージ2個を用いて行なった結果, 十分その安全性が確認された。

## 5. あとがき

以上, 実施例についてある程度数値を示して説明したが, 軟弱地盤における高架式高速道路の概要がご理解されれば幸甚である。

なお, 今後も軟弱地盤に高架式高速道路が建設されるが, 上部構造の死荷重軽減と基礎工法の改善開発が望まれる。死荷重については軽量コンクリートの普及一般化と高張力鋼を十分活用し, さらに進んだ構造形式を選択することにより目的を達成できると考える。また運搬架設の機械化によりプレハブ床版の実用性も多くなってきたように思われる。

一方, 基礎についても大口径のPCパイルの利用や大口径のリバースぐいが有利な場合も起こってくると考えられるので, これらの施工機械が十分信頼できるよう研究開発される必要があり, 特に長いくいにおいて, 応力に応じ変断面のくい径を確実に連続施工できる機械の開発により経済的なくい設計が可能となると考えられる。まだまだ土木技術の改良進歩の余地が多く残されているので, 施工機械の開発を期待して結語とする。

表-9 ロッド内訳表

ロッド No.	1 R <sub>(1)</sub>	1 R <sub>(2)</sub>	2 R	3 R	4 R	5 R	6 R	7 R	合計
長さ (m)	2.6	2.7	4.7	5.0	5.0	3.7	3.3	3.0	30 m
コンクリート体積 (m <sup>3</sup> )	91.7	96.1	123.6	131.4	131.4	97.3	144.6	36.5	852.6 m <sup>3</sup>
鉄筋 (t)	30,202		11,784	11,784	11,784	7,179	10,805	2,812	86,350 t
型枠面積 (m <sup>2</sup> )	149.5	151.1	260.3	277.0	277.0	205.0	171.2	178.2	1,669.3 m <sup>2</sup>
作業日数 (日)	15	17	16	16	16	14	14	14	124 日

# 橋りょう工事における基礎工法

吉 田 巖\*

## 1. まえがき

筆者は昭和44年3月、土木研究所から出している「土木技術資料」の11巻3号に基礎を設計するにあたっての軟弱地盤の概念という小文を発表した。その中で軟弱地盤の概念はここ10年ほどに広まった概念であり、しかも道路盛土、堤防のような土工事を対象に展開されたものであることを指摘した。すなわち、基礎工を対象と考えるときには軟弱地盤の内容が異なるのである。軟弱地盤という地盤に対する包括的な表現よりも、ある厚さをもった軟弱層として分類し、対策をたてる必要があるといった趣旨であった。

ここでも基礎工を取りあげたときの軟弱地盤の具体的な内容について最初に解説し、ついで一般に軟弱地盤と呼んでいる地盤で採用されている基礎工法について説明し、二、三の施工例を紹介することとする。

## 2. 基礎工での軟弱地盤

一般に軟弱地盤といわれている地盤の構成状況を説明してみよう。

軟弱地盤には大きく分けて2種類あり、この種類によって採用される工法が異なるので、これをA、Bと表現することとする。

A：橋りょう基礎を支持する地盤が地表面から20mないし25mの深さに存在するが、支持層までの表層ないし中間層が軟弱であり、基礎としての横抵抗を期待するに十分な層がほとんどないか、その抵抗が弱い場合

B：橋りょう基礎を支持する地盤が深く、地表面から25m以上の深さの場合

Aの場合において問題になる表層ないし中間層はどのような性質のものであろうか。

① 基礎としての水平抵抗を分担する表層ないし中間層が粘性土ないしシートなどの腐食土層から成り、標準貫入試験値で1以下に軟質である場合

ここでN値で1という表現を用いたが、きわめて粗い表現である。少なくともN値で2という値は、くい

を設計する場合においても十分な水平抵抗が期待できるというのである。粘性土の強さをN値で表現するのは正確さに欠けるが、一軸圧縮強さなり、コーン指数で表現するには現在のところ基礎地盤調査の世界では資料不足である。代表的な事例を図-1に示す。

② 表層ないし中間層がゆるい砂層からなり、しかもその層が地下水位以下にある場合

このような場合、この砂層は一般に地震時に流動化する危険をもっており、基礎を設計する場合、地震時の検討にこの層を無視しなければならない。砂が流動化する条件についてはいくつかの研究があるが、判然とした結論はない。ここでは道路協会の耐震設計指針案に採用されている案によった。図-2に代表的な事例を示す。

ここに示した以外の表層ないし中間層をもつ場合にも、くい、ケーソンなどの深い基礎を設計、施工しなければならないことになるが、ここで説明する軟弱地盤から除外することとした。このような場合は通常の深い基礎の設計になるからである。表-1においてCと分類した。

Bの場合は支持層が深いということで特色をもつ。この場合を軟弱地盤と呼ぶかどうか議論を呼ぶところであろうか。一般にはケーソン基礎の適用範囲外になるので特に取りあげることにした。

## 3. 軟弱地盤での基礎工法

支持地盤が深く浅い基礎、すなわち直接基礎で設計できない場合のうち、A、Bに該当するものを軟弱地盤に

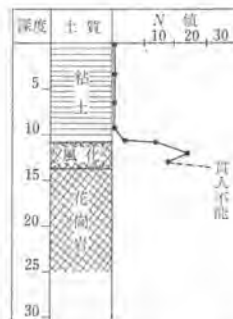


図-1 軟弱な粘性土を表層にもつ場合

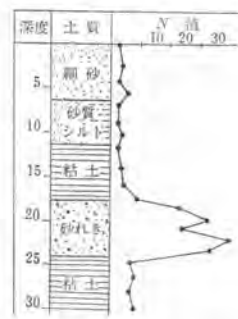


図-2 ゆるい砂層を表層にもつ場合

\* 本州四国連絡橋公団設計第二部設計第三課長

施工する基礎とした。すなわち、深い基礎のうちで、表層、中間層の抵抗を十分期待できる場合は通常の深い基礎の設計になる。したがって、軟弱地盤対策をはっきりさせるためにも深い基礎の施工法という形で説明してみよう。

以下、この表-1に出た基礎工法を簡単に説明する。

#### (a) プレキャストRCぐい基礎

わが国では遠心力利用の工場製品としてくい材は製造される。施工には打込みぐい工法が採用されるが、くい径としては通常 50 cm までである。過去における施工例からみても 2本継ぎぐいまでであり、根入れ深さは特別な場合を除いて 25 m までとみてよい。

以上のような特性からみて、分類Aにおいて、構造物規模が小さい場合は直ぐい形式、規模が大きくなると斜ぐい基礎形式として用いられる。

また分類Cにおいては直ぐいとして用いられる。

#### (b) プレキャストPCぐい基礎

PCぐいにおいても遠心力利用のコンクリートぐいがほとんどであり、プレテンション方式が一般に採用されている。

PCぐいでは中空ぐいの製造が進んでおり、径 70 cm 以上のもは大径ぐいと称され、中掘り方式による押込工法が開発されて、無騒音工法として、PR されている。この工法はごく新しい工法であるが、大径のもの(径 120 cm 程度)の施工が可能になったために地盤分類Bにおける有力な工法になりつつある。RCぐいより大断面のもの製造が可能であり、また、くいの耐力に対する継手の費用の占める割合がRCぐいより小さいので、継ぐいとしてはRCぐいより有利である。

施工実績調査の結果によれば、3本継ぎぐいの例も多く、くいの施工長さとして 30 m を越すものもでた。このことから地盤分類Bに対する基礎として使用できるほか、地盤分類Aにおいて大径ぐい基礎、斜ぐい基礎として用いられる。

#### (c) RC場所打ちぐい

ベント、カルウェルド、リバースで代表されている現場打ちぐいで、径 100 cm 以上の大径のぐいとして施工される。また、その施工長さはベントぐいで 25 m、カルウェルドぐいで 30 m、リバースぐいで 70 m をもっており、A、B、C 分類を通じて使用されているが、既製ぐいに比べて一般に割高になるため、大径ぐい基礎工法として用いられるほかは建設公害を避けるための無騒音工法として使用されるのがほとんどである。

#### (d) 鋼ぐい

わが国の橋りょう基礎にはもっぱら鋼管ぐいが用いられており、H鋼ぐいの実績は少ない。鋼管ぐいでは径で 50 cm ないし 60 cm のものが多用されているが、大径ぐい基礎工法としては径 100 cm から 150 cm に至るまで

表-1 地盤条件による基礎工法適用

表層条件 支持層	表層ないし中間層が軟弱で抵抗層として期待できない	表層ないし中間層を抵抗層として期待できる
25 m より浅い	[地盤分類A] 大径ぐい基礎、斜ぐい基礎、ケーソン基礎、時によって表層の地盤改良が行なわれる。	[地盤分類C] 基礎を設計するうえで、工法の制限を受けない。
25 m より深い	[地盤分類B] 大径ぐい基礎、斜ぐい基礎、時によって表層の地盤改良が行なわれる。	[地盤分類B] ケーソン基礎の施工が困難になる。したがって工費も増加するので、一般にはくい基礎を設計・施工する。木ぐい、プレキャストRCぐいは不適。

のものも使用されている。この鋼管ぐいはディーゼルハンマによる打込工法で施工されている。施工実績調査によっても継ぎぐいの使用が容易であるために、くいの根入れ長さは比較的短いものから 50 m を越すものまで広範囲に用いられ、B分類に対応する工法として有効である。

またA分類に対しても、大径ぐい基礎工法、斜ぐい基礎工法として使用されている。

#### (e) オープンケーソン基礎

一般に現場打ちの鉄筋コンクリート構造としてケーソンが構築され、バケットなどを用いて内部を機械掘削し、自重ないし載荷重の助けをかりて沈下させる。ケーソンの根入れ長さが大きくなると周辺摩擦による沈下抵抗が大きくなり、沈下が困難になる。したがって、エアまたは水を周壁から噴射させるジェット工法が採用されるが、必ずしも確実な工法ではないので、一般にその根入れ深さは 20 m にとどまることが多い。したがって、地盤分類で表現するとき、AおよびCに対して用いられ、Bに施工されることは少ない。

ケーソンはくいにくらべて大きな基礎底面を確保できるので、地盤分類Aに対しては次に説明するニューマチックケーソンとともに極めて有力な工法であったが、大径ぐい基礎工法、斜ぐい基礎工法が普及してきて、工費、工期を考慮しての工法比較として取扱われるようになり、その優位性は薄れた。

#### (f) ニューマチックケーソン基礎

ニューマチックケーソン基礎がわが国に工法導入されたのは大正末期であるが、作業員が直接地底で掘削作業に従事するために支持地盤の確認が容易である。したがって、根入層の抵抗が小さい地盤分類Aのような個所に用いる工法として数多く用いられてきた。しかし作業上、すなわち作業員の健康管理の面から、その根入れ長さが 25 m を越すと著しく作業能率が低下し、不経済になるため、B地盤に用いられることはまれである。さらにまた表層地盤が著しく軟弱であり、ケーソンの初期構築時の重量に地盤が耐えられない場合が出てくる。

このような場合には表層を良質な土砂で置換えるような地盤改良を必要とすることになり、沈下作業中の姿勢保持の問題とともにケーソン工法の採用を困難にしていた。このことから、鋼管くい工法が出現する以前においては基礎の施工を著しく困難にするような地盤条件が存在していたことになる。

以上、一般に採用されている基礎形式と表-1の地盤分類の関係について説明したが、くい基礎の中で特に軟弱地盤工法として有力なものを追加説明しよう。

(1) 大径くい基礎工法

くい基礎工法の発展は、基礎の施工範囲を著しく広げた。深い基礎としてその根入れ長さは70mを越えている。橋りょうの基礎としてくい基礎を設計するには一般にその作用水平力をくいの水平抵抗で分担させる。わが国においては、地震という大きな水平力に耐える基礎構造物を設計する必要がある、くいがどれほどの大きさの水平力に耐えるかは設計への重要な目安になる。

くいの水平抵抗はくい頭自由の条件で次の式で現わせる。

$$H = \frac{K \cdot B \cdot \delta}{2\beta} \dots\dots\dots(1)$$

ただし、地盤は  $K(\text{kg/cm}^3)$  という一様な横方向地盤反力係数を持ち、地盤、くい材ともに線形の弾性的挙動を示すものとする。

$B$ : くいの径 (cm)

$\delta$ : 地表面におけるくい頭変位量 (cm)

$H$ : くいが  $\delta$  だけの変位を生ずるに必要な水平力、すなわち水平抵抗ともいえる (kg)

$\beta$ :  $(KB/4EI)^{1/4}$  であらわされる ( $\text{cm}^{-1}$ )

$EI$ : くいの曲げ剛性、すなわち、くい材の弾性係数と断面2次モーメントとの積 ( $\text{kg}\cdot\text{cm}^2$ )

いま  $E_S$  という同じ変形係数を持つ地盤に  $B_S, B_L$  の大小2本のくいを施工し、その水平抵抗を求めてみる。抵抗の基準となる変位  $\delta$  は同じとする。  $S$  は小さいくい、  $L$  は大きいくいを示すサフィックスとする。

ここで取扱う Chang の式の領域において、逆算  $K$  値は次式で表現できる。

$$K = \alpha \cdot E_S \cdot B^{-3/4} \dots\dots\dots(2)$$

これから

$$K_S = \alpha \cdot E_S \cdot B_S^{-3/4} \quad K_L = \alpha \cdot E_S \cdot B_L^{-3/4}$$

この関係を(1)式に代入すると、

$$H_S = \frac{\alpha \cdot E_S \cdot B_S^{-3/4} \cdot B_S \cdot \delta}{2 \left( \frac{\alpha \cdot E_S \cdot B_S^{-3/4} \cdot B_S}{4 \cdot E \cdot r \cdot B_S^4} \right)^{1/4}}$$

$$= A \frac{B_S^{1/4}}{\left( \frac{B_S^{1/4}}{B_S^4} \right)^{1/4}} \cdot \delta = A \cdot B_S^{1.3}$$

\*  $K = \frac{1}{1.3} B^{-3/4} \cdot E_p$  で現わせる実験公式が土木研究所において吉中氏の手で求められた<sup>1)</sup>。  $E_p$  はボーリング孔内載荷試験から求めた変形係数。

したがって、

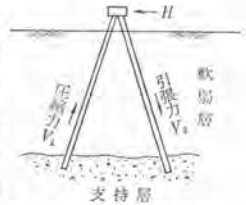
$$\frac{H_L}{H_S} = \left( \frac{B_L}{B_S} \right)^{1.3}$$

となり、くい径の比よりやや水平抵抗力の増加の方が大きくなり、同じ許容水平変位のもとではくい径を大きくした方がくい径の比より大きな水平抵抗の増加を期待できることになる。この性質を利用し、表層が軟弱で、小さな水平抵抗しか期待できないときに大きな径を施工するのが大径くい基礎工法である。

大径くいと一般に称されるのはくい径で70cm以上であり、PCくい、鋼管くい、場所打ちくいで施工される。

(2) 斜くい工法

地中に図-3に見るようなくいからなるトラスを組んで水平力に抵抗させようとするものである。図に示すように、水平力  $H$  は圧縮力  $V_1$  と引張力  $V_2$  によって分担される。くいの先端



が図のように支持層に根入れさ 図-3 斜くい基礎模式図 れて、圧縮力、引張力に耐え、しかもくい先において十分水平方向に固定されて、このトラスの形を保つことができれば、くいと地盤とによる水平抵抗に頼ることなく水平力を分担することが可能になる。すなわち、軟弱層の抵抗がまったく期待できない場合でもこの基礎は成立する。

しかし、地下水の低下、地表面載荷重の増加などの条件が加わると、この軟弱層に圧密が起こる。このような圧密は斜めに施工されたくいに対して曲げを生ぜしめる。くい周辺の地盤が下方に変位するために、くいに曲げが出るのである。このときに生ずる曲げの大きさについて適確な推定方法はないが、二、三の研究がある。桑原氏の<sup>2)</sup>実験によれば、鋼管くいではくいと地盤との間の付着力は実験の範囲でほぼ地盤の粘着力に等しく、くいに導入される地盤の変位による垂直方向の荷重は次の値とみなすことができる。なお、 $\theta$  は斜くいの鉛直に対する角度である。

$$V = C \cdot \sin \theta$$

(3) 地盤改良工法

土工事において用いられている各種の圧密促進工法が地盤改良工法として利用され、表層に近い軟弱層の強度増加が行なわれた例は比較的少ない。この数少ない施工例の中ではかえってこの地盤改良工法の採用による強度増加に期待しすぎて、橋りょうの橋台に変状を生じた例が目立つ。また、圧密促進工法以外としては砂質土による置換工法も用いられるが、この置換えられたゆるい砂の流動化の問題があるために、あまりすすめられる工法になり得ないというのが実情である。

地盤改良工法の活用は大径くい、斜くいを使用する工

法を助けて有効とみられるが、具体的な成功例に乏しく、今後の研究工法といえる。

#### 4. 具体的な施工例

##### (1) 大径ぐい工法

多くの施工実績があるが、ここではやや旧聞に属する琵琶湖大橋の例を説明する。

径 1.5 m の鋼管ぐいを初めて施工した例であり、大径ぐい工法が全国で採用されるようになった端緒になった。この地点の地盤の代表的なものを図-4 に示す。湖底から約 8 m の区間は非常に軟かいシルト質粘土であり、支持層は湖底から 32 m 付近のシルト質砂層になった。この付近の水深は約 8 m である。

施工に先立って、径 1.5 m と 1.2 m の 2 種類の鋼管ぐいの打込試験、水平載荷試験、鉛直載荷試験を行ない、設計に必要なデータを収集し、中央径間 140 m の主橋りょうの基礎を径 1.5 m のぐい 16 本からなる橋脚として計画、施工した。水平載荷試験のデータを図-5 に示す。

##### (2) 斜ぐい工法

斜ぐい工法の例も多い。ここでは読者の耳にもまだ新しい荒川に建設中の新四ツ木橋の例を述べる。

この現場は昭和 44 年 4 月基礎施工中、仮締切りが崩壊する事故を起こし、世の注目を集めたが、橋脚の基礎は径 70 cm の鋼管ぐいをを用いた斜ぐい基礎であり、橋脚当り 64 本の多数のぐいを使用している。

この地点の地盤は -30 m 地点まで  $N$  値で 0~1 の層が続く、きわめて軟弱であり、支持層までの深さは 35 m 以上あり、先の分類の B 地盤になる。この地点では当然地下水のくみ上げによる地盤沈下が予想され、ぐい断面の決定にはこの地盤の圧

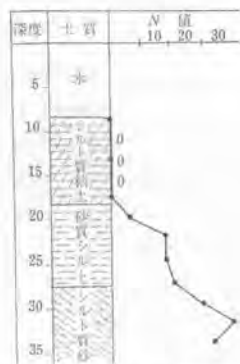


図-4 琵琶湖大橋土質柱状図

密沈下による曲げの導入が考慮された。

なお、斜ぐいの角度は  $10^\circ$  である。一般に斜ぐいにおいては斜角の大きいほど大きな水平抵抗を取らせることができ有効であるが、この曲げが導入されるときにはその影響を小さくするために効率を低下させても斜角を小さく取ることになる。一般の斜ぐいは  $12^\circ$  前後で施工され、 $15^\circ$  までは打込みやぐらの入手が容易であるが、それ以上になると特別のやぐらが必要になる。

#### 5. あとがき

軟弱地盤に基礎ぐいを設計する場合、当然問題になるネガティブフリクションの問題について説明する紙数がなかった。またこの問題についてはまだ明白な結論が出ていないために、ぐい基礎の設計篇(道路協会)に述べている趣旨と現在のところほとんど変化してないので省略した。

また軟弱地盤に建設された橋台の基礎に働く粘土層の側方流動の問題も、基礎の計画、設計に欠かせない問題であるが、まったく解決されておらず、注意喚起にとどまるので、この点についても省略した。

##### 参考文献

- 1) 吉中竜之進：“地盤反力係数とその載荷幅による補正”土木研究所資料 第299号
- 2) 桑原啓三ほか：“圧密沈下によって斜ぐいに働く曲げモーメントの推定に関する一実験”昭和44年建設省技術研究発表会

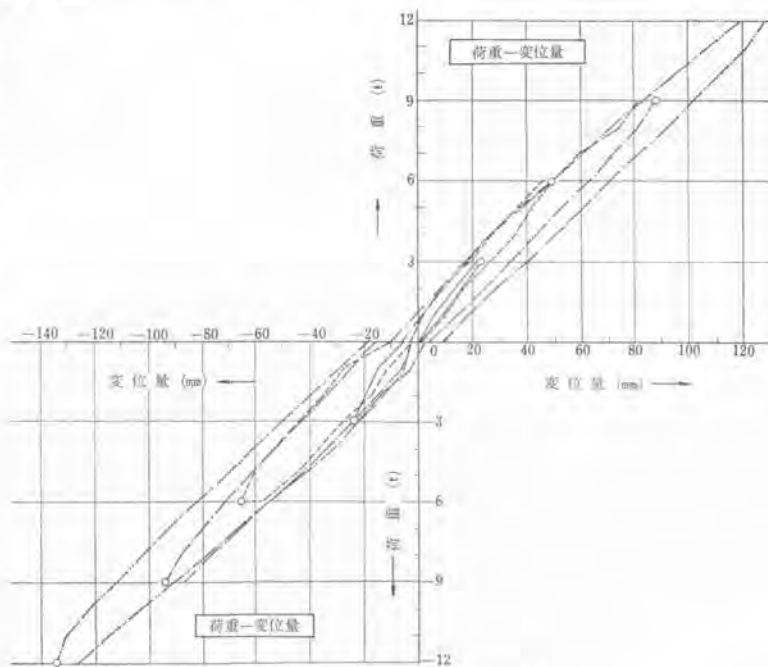


図-5 琵琶湖大橋水平載荷試験結果

## 建築工事における基礎工事の施工例

幸 村 憲 衛\*

### 1. まえがき

地下工事における掘削工事費は構造物を造るための手段で、一時的、仮設的なものである。それには無制限に工事費を投入することはばからしいことであり、避けなければならない。

そこで、工事計画を立てるにあたり、建物の基礎、地業方式、敷地の周辺状況および地盤構成、根切りに伴う地盤の変化、地下水の有無など、事前調査を綿密に行ない、安全で、迅速かつ経済性のあるものが要求される。

ここに述べる東急チリー工法 (Tokyu, Rivers, Icos and Island Method) とは、渋谷駅西口ビル新築工事およびその付近で行なわれたこれまでの工法を参考にして何かユニークなものを打ち出そうという意図から生み出されたものである。

最近市街の根切工事においては騒音、振動、および地盤沈下などの公害防止が強く叫ばれている関係上、まずこの対策が重要となってくる。そこで敷地外周を無騒音、無振動工法の連続止水壁で取り囲み、逆打工法で根切りをしていく例が非常に多くなってきた。当社は逆打工法の長所とオープンカットの長所をうまくミックスできないものかという考えから試みたものが東急チリー工法である。

なお、本工法の実施にあたり早稲田大学古藤田喜久雄教授、当社技術顧問石川明美、渡辺義郎の各氏から適切なご指導があったことを紙上を借りて厚くお礼申し上げます。

### 2. 軟弱地盤の根切工事

山留壁の構築方法として一般的には次の工法が考えられ、施工されてきた。

- ① シートパイル打込工法
- ② 連続柱列工法 (PIP, MIP, ベノトおよび鋼管など)
- ③ 連続止水壁工法 (イコス, OWS, アースウォール等, エルゼ, KCC および TAW 等)

根切山留計画を立てる場合、最も注意しなければなら

ない点は、掘削につきものの周辺地盤の変形をいかに少なく抑えるかにある。そこで地盤の移動および変形を起こすおもな原因を列記してみた。

#### (1) 山留材自体の変形および施工上の不手ぎわ

特に鋼製切ばりなどにこの欠陥は多くみられるが、仕口部のボルトを締め忘れしたり、温度応力により部材に大きな伸縮が生じるため、ゆがんだり、曲がったりする。

また、あらかじめ計画していたよりも根切面を深く掘削してしまうような施工上の不手ぎわから山留材に予想以上の応力がかかり、地盤を移動させてしまう例もある。軟弱地盤に対しては特にこの点を検討し、細心の注意が必要である。

#### (2) 斜面の崩壊およびヒービングによる地盤沈下

根切床付下部に軟弱地層がある場所では、特にヒービングに対して十分な注意をしないと、思わぬ事故を誘発する。すなわち、山留壁が側圧に耐えているからといって安心していても、床切底面にすべり面が発生して安全かのように思っていた山留壁が大きく変形し、全体が崩壊してしまう。この対策としては、剛性の高い山留壁を選び、かつ必要な深さまで根入れさせればよい。しかし、すべり面の位置が深い場所では、シートパイル等をその面よりさらに深く根入れすることは不経済となるので、ぎりぎりの安全率をもつよう根入れ深さを検討して施工しなければならない。

#### (3) 地下排水による圧密沈下およびボイリング、パイピングによる地盤沈下

ゆるい砂地盤を掘削するようなとき、下部に被圧水層があるとボイリング、パイピングの現象が起こりやすく、周辺の土が現場内へ流れ込んだりして危険である。また粘性土における排水作業は、地盤の圧密、収縮を起こす原因となり、周辺の地盤を沈下させたり、あるいはその結果建物を傾かしてしまう例が多い。

#### (4) 山留壁施工時の地盤沈下

軟弱地盤に対しては山留壁にシートパイルを打込む例が多い。この場合、シートパイルを打込むと壁面摩擦の影響で周辺地盤を引きずり込んでしまうことがある。また、最近とみに利用されている連続止水壁による場合は非粘着性地盤に対して、地下水が流れ込んだりすると土

\* 東急建設 (株) 技術開発室技術員

砂崩壊を起こすことが多い。これには泥水比重を上げるなり、添加剤を加える。

以上の問題点を考慮し、これまで行われてきた施工法を分析してみると、依然として問題もあり、注意しなければならない部分は同じであるが、その中でも最も安定度の高いものといえば、建物本体を支保工に利用して下部掘削をしていく逆打工法といえるであろう。

逆打工法を使用すれば周辺地盤の変形は少なくなり、さらに作業スペースを確保することができるため市街地での工事には最も適している。ただし掘削等の作業面からみると、オープンカット方式に比べ、工期あるいは経済的の面でやや見劣りがあり、さらに床下工事になるため仕事がやりにくいという欠点もある。チリー工法はこれらの点を改善したものである。そこで逆打工法を応用した東急チリー工法について次に説明する。

### 3. 東急チリー工法の進め方

東急チリー工法は連続止水壁をもって敷地外周を取り囲み、かつ逆打工法を採用して下部掘削する。この場合ある深さまでオープンカットして掘削の能率を上げる。ある深さとは第1段までの根切深さをいい、連続止水壁の剛性、周辺地盤の土質性状、隣接物の載荷状態を調査して決定するが、根切りがある程度進んだ時点で連続止水壁頂部の位置に切ばりをかけてしまう。なお連続止水壁はエレメント別に分かれているため頂部をコンクリート打設して頭を連続させる。この頭継ぎは切ばりを受ける腹起こしの役目をさせるためそれに準じた鉄筋を入れる。切ばりは栈橋の根太、大引きの受けとしても利用される。

このようにして周辺地盤に対して沈下対策を行なった上で、第1段階として一気に6.0~7.0mまで掘下げる作業を行なう。この鋼製切ばり1段は解体しやすいように止水壁の頭継ぎ上にのせるだけで、長さ1.0mの補助切ばりを介して応力を伝達させる(図-1、写真-1参照)。なお、補助切ばりとイコス壁のすき間にはライナをはさむようにする。

一般の建物においては地下1階の階高は3.0~4.0m



写真-1 第1段第1次根切り

前後である。したがって、6.0~7.0mの深さまで掘削してやると地下1階のスラブ、柱の型わく工事が楽にでき、さらにこれを支保工として下部の根切工事がスムーズに進む。逆打部のスラブおよびはりの支持方法については、建物の構造形式によって異なってくる。すなわち鉄骨鉄筋コンクリート造りの場合には深礎により大孔径の穴を柱の建て位置に掘削し、その孔の中部に躯体となる鉄骨柱を建込み、柱およびこれに接続した鉄骨ばりを支持させる。鉄筋コンクリート造りについては、柱心位置に仮受鋼ぐいを打って支持させる方法と、柱周囲に躯体受けのぐいを打込んで支持させて下部掘削する2案がある。前者はその鋼ぐいを柱心に残して埋込んでしまう。これらの工法の選択については、作業能率、地下構造方式によって決定しなければならない。

以下、実際の実施例について比較検討してみたい。

### 4. 渋谷駅西口ビル新築工事例

工事名 渋谷駅西口ビル新築工事  
建築場所 東京都渋谷区大和田町  
企業者 東京急行電鉄(株)  
設計監理 日本国有鉄道

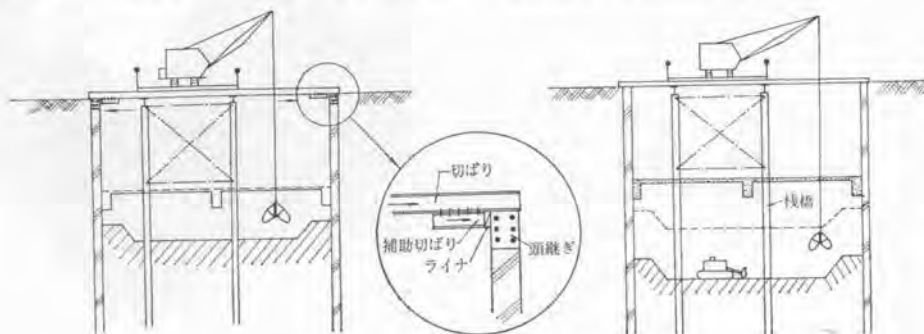


図-1

東京急行電鉄(株)  
 坂倉準三建築研究所  
 構造設計 東京建築研究所  
 建築規模 地下2階,地上8階,塔屋  
 3階建,地下2階:鉄筋コン  
 クリート構造,地下1階  
 ~地上8階:鉄骨鉄筋コン  
 クリート構造  
 敷地面積 1,074 m<sup>2</sup>  
 建築面積 1,044 m<sup>2</sup>  
 延床面積 10,831 m<sup>2</sup>  
 軒 高 34.25 m  
 根切深さ GL-12.33 m  
 イコス  $t=450$  2,030 m<sup>2</sup>  
 根 切 量 13,500 m<sup>3</sup>

工 期 昭和44年2月~昭和45年9月

渋谷の谷は山手台地間にできた典型的な沖積谷といわ  
 れている。地下水は周囲の高台から流れ込む水が被圧状  
 態になっており、湧水量が多い。

谷の形成としては図-2にみるように周辺の淀橋台の  
 関東ローム層,渋谷粘土層,それに上部東京層を開折した  
 谷が刻んでおり,その上に沖積層が厚く分布している。

渋谷駅西口ビルはちょうど谷底へ位置し,ボーリング  
 柱状図からみるとGL-1.5mまで表土,GL-1.5~6.0  
 mは沖積層といわれるシルト混じり細砂層,この土はN  
 値が10以下であるため,根切時によく注意しないと移  
 動する恐れがある。その下は暗灰色のシルト質細砂,東  
 京れき層という層順になっている(図-3参照)。

前述の地下水については,東京れき層が滞水層となっ  
 ている。渋谷駅周辺の建物における施工例を調査してみ  
 ると,いずれもこの被圧状態の地下水の処理に頭を悩ま

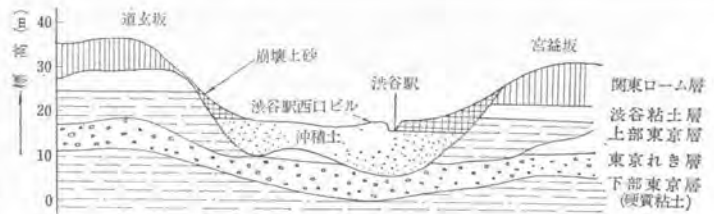


図-2 渋谷東西断面図(東京地盤より)

している。

これまで行われてきた実施例を以下に上げてみる。

(1) ニューマチックケーソン工法

建物外周にケーソンをセットして掘削する。

(2) シートパイル打設

東京れき層にあたりねじれたりまぐれたりして成功し  
 ているとはいえない。

(3) H鋼,横矢板工法(排水はディープウェル,ジ  
 ーメンスウェルを併用)

工事費は最も安い,が,雨期,台風シーズン等は特にさ  
 けた方がよい。くみ上げる水より流れ込む水量の方が多  
 い場合がある。

(4) 凍結工法

工事の段取りが大変で,かつ工費も高いため局部的な  
 場所に適している。

(5) イコス連続止水壁

砂れき層での土砂崩壊を注意すれば最もよい工法とい  
 える。

次に本工事の施工計画について説明する(図-4参照)。

本建物の構造は,工事概要を見てわかるように地下2  
 階が鉄筋コンクリート造り,地下1階から地上8階まで  
 鉄骨鉄筋コンクリート構造になっている。そこで逆打部  
 の施工法は柱位置に仮受ぐい(H300×300×10×15)を

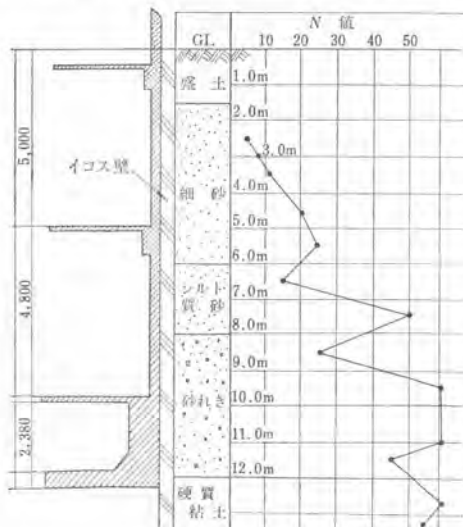


図-3 ボーリング柱状図



写真-2 山留全景



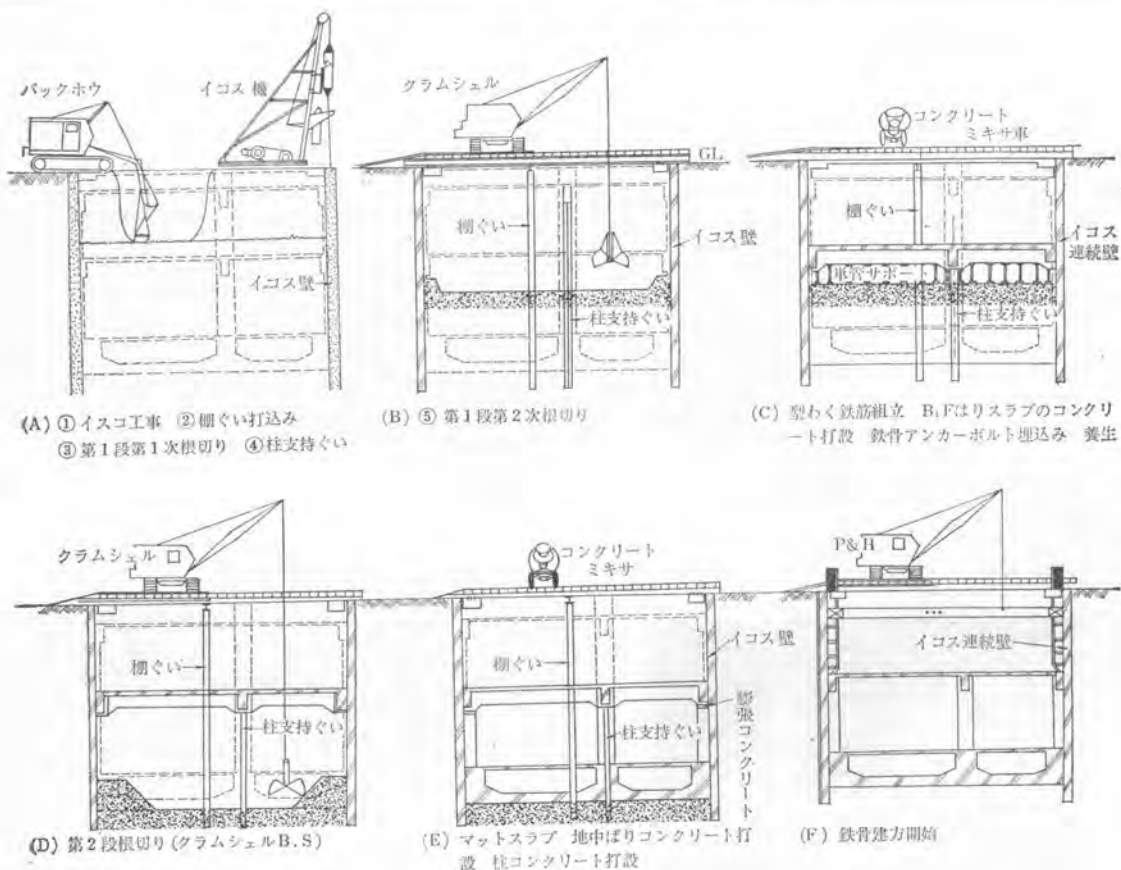


図-4 東急チリー工法の施工順序

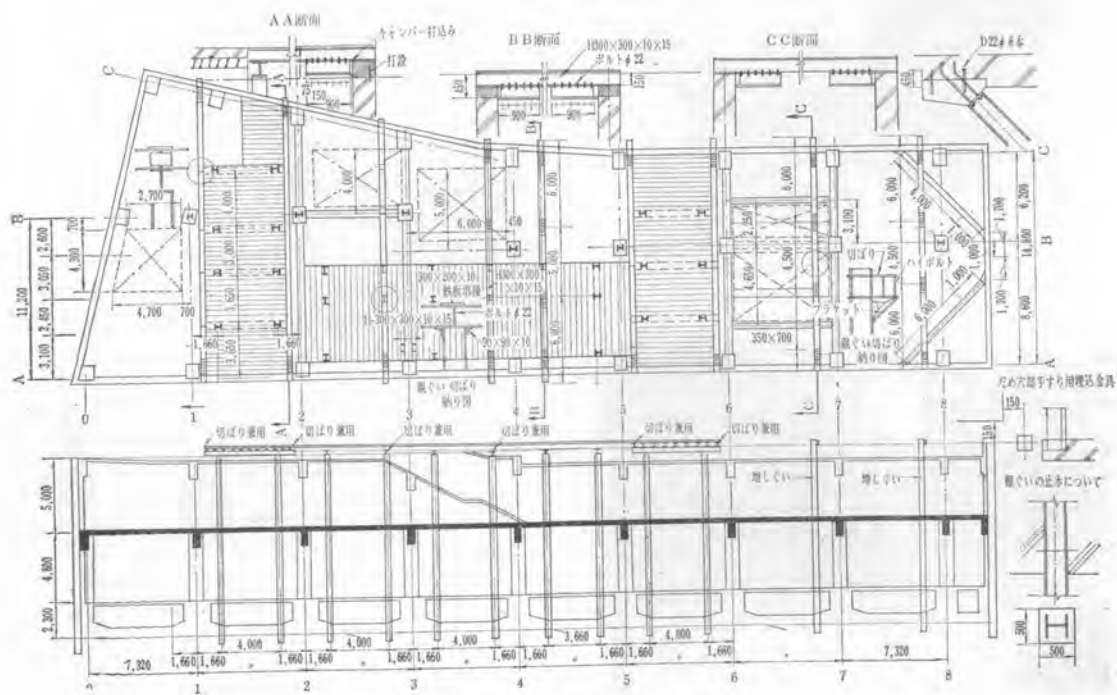


図-5 山留施工計画図

打込む方式を採用した。なお、外周には壁厚  $t=450$  のイコス壁(土圧、水圧のみ負担させ、耐震壁は別に内壁  $t=250$  を設ける)をつくり、地下水を建物内外で完全に分離させた。外周柱については支持ぐいの代わりにイコス壁を用いてこれに荷重を伝達させた(写真-4参照)。ただし、問題点としてイコス壁下部のスライム除去を完全にしないとイコス壁が沈下する心配がある。

第1段根切深さは地下1階の階高が5.0mと高かったため7.0mと決定した。東急チリー工法により栈橋の根太、大引きでイコス壁頭継ぎを押え、隅部については火打切ばりによりイコス壁がたおまないように支持して周辺地盤の沈下を防止した(図-5参照)。

本工事の場合、敷地の制約条件としてバスターミナルに面していることを頭に入れておかねばならない。1日中バス、電車、そしてデパートの買物客がごったがえしている。したがって資材の搬出入を行なうには作業スペースを絶えず確保しておかねばならない。そのため敷地

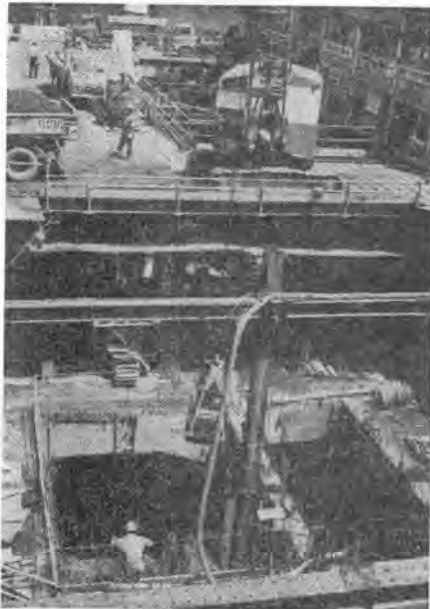


写真-3 第2段掘削状況



写真-4 外周柱とイコス壁の接続状況

をA, Bブロックの二つに分け、そのスペースを確保しながら順ぐりに工事を進めていく方針をとった。逆打部の根切方法についてはBSであらかじめ計画しておいた開口部に集土させ、栈橋上よりクラムシェルでダンプに積込むようにした。

## 5. 藤沢ショッピングセンター新築工事例

工事名	藤沢ショッピングセンター新築工事
建築場所	神奈川県藤沢市藤沢
施主	オーケー(株)
設計監理	岡田設計事務所, 東急建設建築部設計課
構造設計	武藤剛構造事務所
敷地面積	2,898 m <sup>2</sup>
建築面積	2,332.86 m <sup>2</sup>
延面積	22,029.339 m <sup>2</sup>
工期	昭和44年6月15日~昭和45年5月31日
構造	基礎 ベタ基礎 地下2階 RC造り, 地下1階 SRC造り, 地上5階 SRC造り, 地上7階 PH3階 RC造り一部 SRC造り
根切深さ	GL-10.78 m
山留壁	国鉄側 イコス壁 $t=450$ 856 m <sup>2</sup> 他3面 H鋼, 横矢板 1,300 m <sup>2</sup>
根切量	28,500 m <sup>3</sup>

本工事の施工計画は、地層的な問題点よりも周囲の制約条件から計画が決定された。すなわち、敷地の北側に国鉄東海道線が70m接して5mと近接していること、西側の県道(幅員9m)は国鉄と立体交差している関係で現地盤より間知石積擁壁で5.0mほど下がっており、根切時に左右の土圧がアンバランスとなり、その処理方法をどうするか、以上の2点が重要なポイントである(図-6, 図-7参照)。

地質状況については、ボーリング柱状図から説明すると、層順を上から見て、褐色を帯びた細砂、れき混じり砂、および砂れきと砂が互層状に堆積している。これらの大部分は河川に堆積したと思われる。しかしGL-4.5m以深の均一な細砂層がN値3~10の極めてゆるいことを考えると、茅ヶ崎付近と同じような風堆積した



図-6 藤沢ショッピングセンター位置図

砂丘層ともとれる。地下水については、GL-7.0m あたりから出てくるため、適当な排水をしないと土砂を流入してパイピング、ボイリングの心配が起きる。幸い地下水は被圧状態にはなっていない。

建物の構造は、前述の渋谷駅西口ビルと同じように地下2階が鉄筋コンクリート造り、地下1階は鉄骨鉄筋コンクリート造りと地下1階で構造が変化している。

以上の問題点を考慮して施工計画を立てた。

まず最初に、国鉄東海道線の路床地盤沈下防止対策として、山留壁に剛性のあるものを使用する方針をとり、工法としてシートパイル工法、PIP工法、イコス工法についてそれぞれ検討した。

シートパイル工法を採用するには根切終了後埋込まねばならない欠点がある。またボイリング、パイピングの恐れから GL-4.5m 下の砂れき層を打抜き、根入れを十分にとらなければならない。

PIP工法は剛性も高く、工事費も安い利点はある。しかし水密性の上でいま一つ安心感がたりない。イコス工法については、工事費は高くなるが、ただしイコス壁を地下壁の一部として土圧、水圧を負担させれば採算にあう。国鉄当局の意見もあり、線路側はイコス壁を採用す

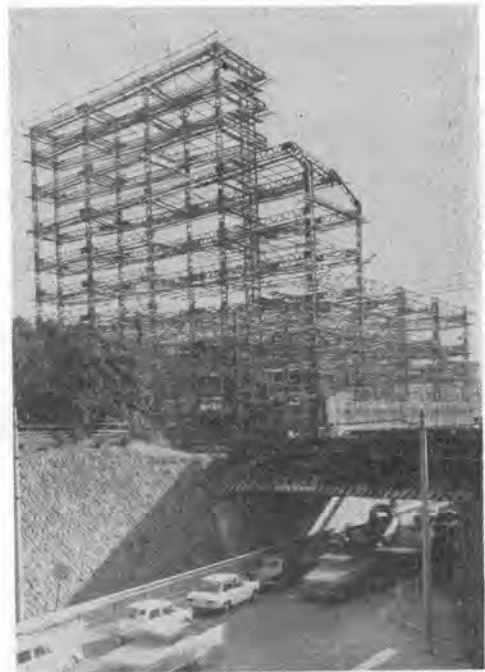


写真-5 東海道線および渠道状況

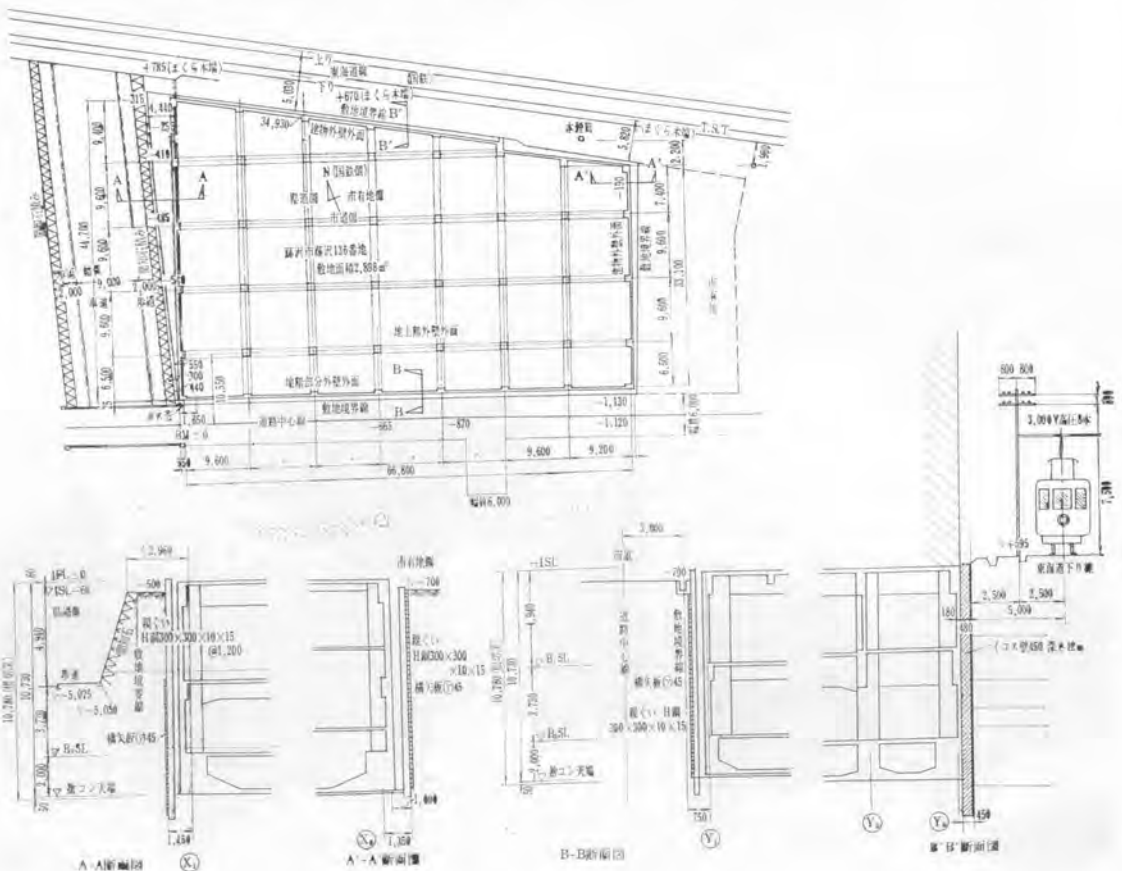


図-7

ることに決定した(図-8参照)。他3面についてはウェルポイントにより揚水してH鋼と横矢板工法を採用した。

県道側との土圧のアンバランスについては、敷地が70m×40mとわりあい広いのでアイランド工法を使用すれば処理できる。すなわち、敷地の四隅に対しては火打切ばりで固めてしまい、中央部についてはアイランド工法により土砂を残して自立させる。アイランド部の掘削方法としては、周辺の制約条件および地盤状況に合わ

せてそれぞれ施工する。

特に国鉄側は前述の施工例と同様に栈橋根太でイコス壁の頭継ぎを押え、地下1階スラブ、柱荷重はイコス壁に負担させる部分的な逆打工法を採用した。これは線路下の地盤を沈下させる心配をなくし、安心して掘削するためである。また先行したアイランド部分の鉄骨建方工事に合わせてのり面部の鉄骨も同時に施工したいという考えから国鉄側を逆打工事にしたため違ったメリットが出てきた(図-9参照)。

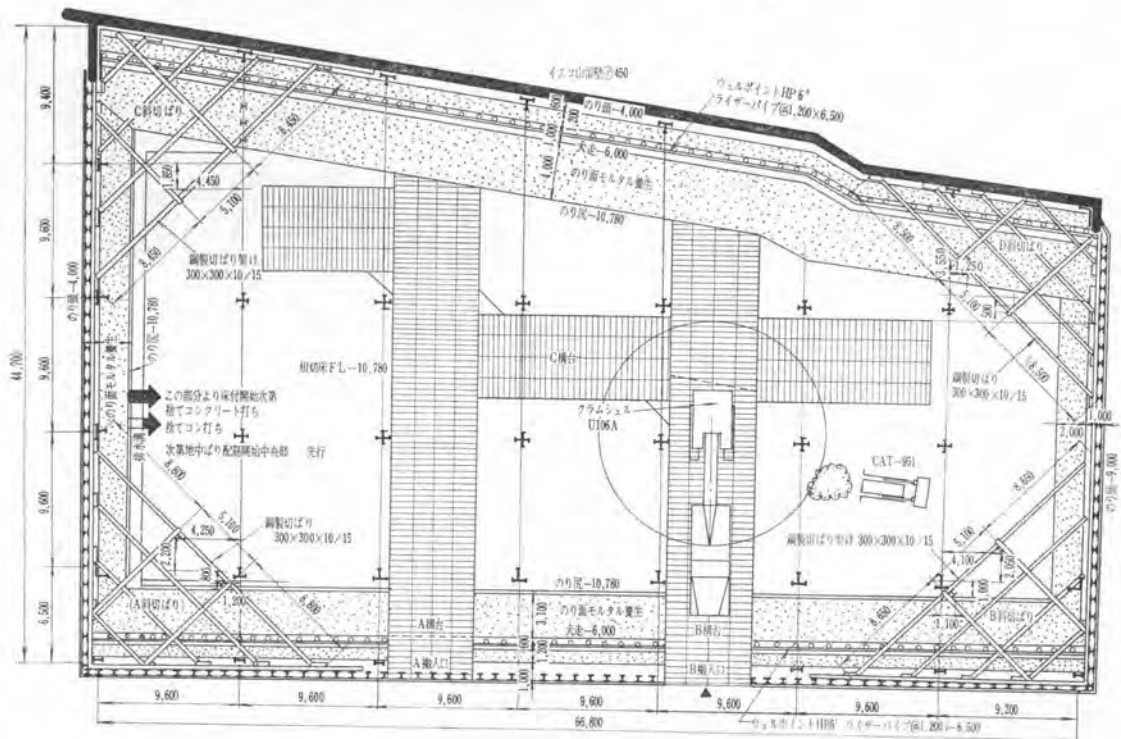


図-8

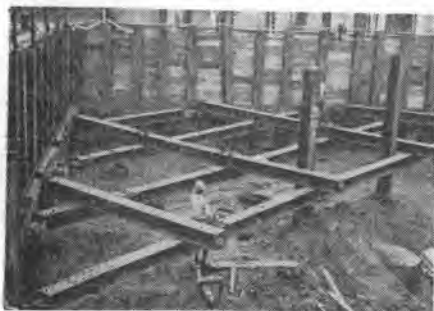


写真-5 山留工事隅部切ばり架け

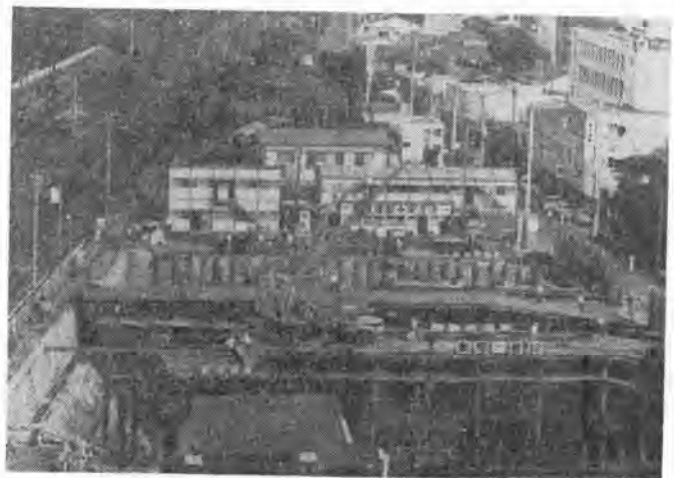


写真-7 根切工事完了(A橋台延長部架け)

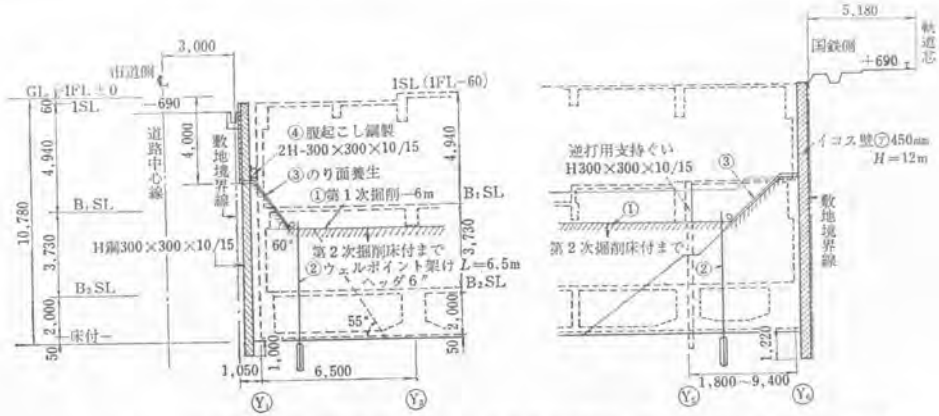


図-9 (A) ①第1次掘削 GL-6.0 m ②ウェルポイント架け ③のり面モルタル養生 (第1回) ④腹起こし架け

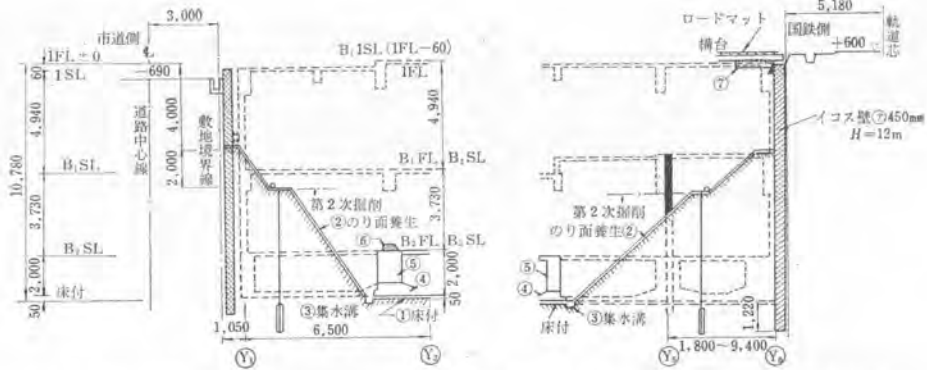


図-9 (B) ①第2次掘削床付まで完了、-10.78 m 捨てコンクリート打ち、ア50 ②のり面モルタル養生 (第2回) ③集水溝 ④耐圧盤コンクリート打ち ⑤地中はり立上がり B<sub>2</sub> スラブコンクリート打ち ⑥切ばり受けコンクリート打ち ⑦構台兼用頭継ぎ切ばり架け

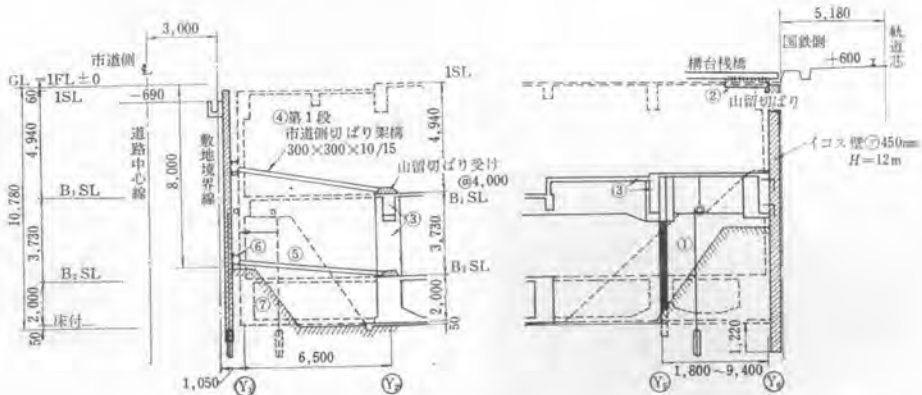


図-9 (C) ① B<sub>1</sub> はり下側 (B<sub>1</sub> スラブ F) 第2次根切り ② 棧橋兼山留切ばりを①と同時に施工 ③ B<sub>2</sub> F 立上がり配筋, 型わく, コンクリート打設 ④ 市道側切ばり架橋 ⑤ 市道側外まわり第2次掘削 ⑥ 外周腹起こし切ばり架け ⑦ 第3次根切り, 床付 ⑧ ウェルポイント←盛替え

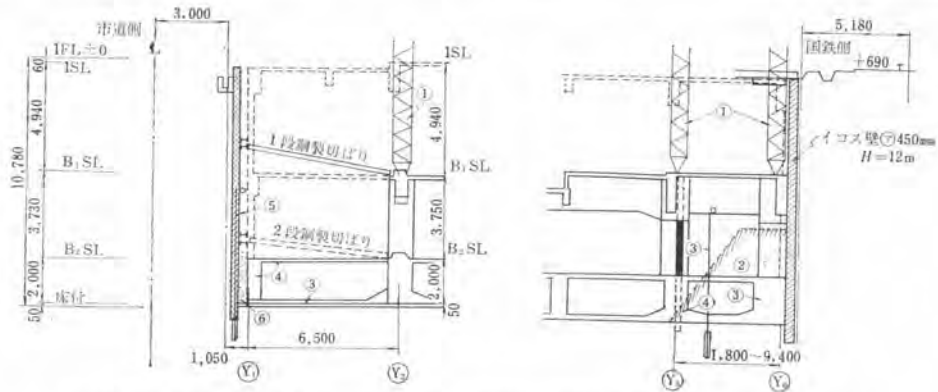


図-9(D) ① B<sub>1</sub> スラブより鉄骨建方(1柱~5柱) ②第3次掘削 ③耐圧盤コンクリート打設 ④地中はりおよび B<sub>2</sub>F スラブコンクリート打ち ⑤ウエルポイント撤去 ⑥地中はり部分埋戻し ⑦2段切ばり腹起こし解体

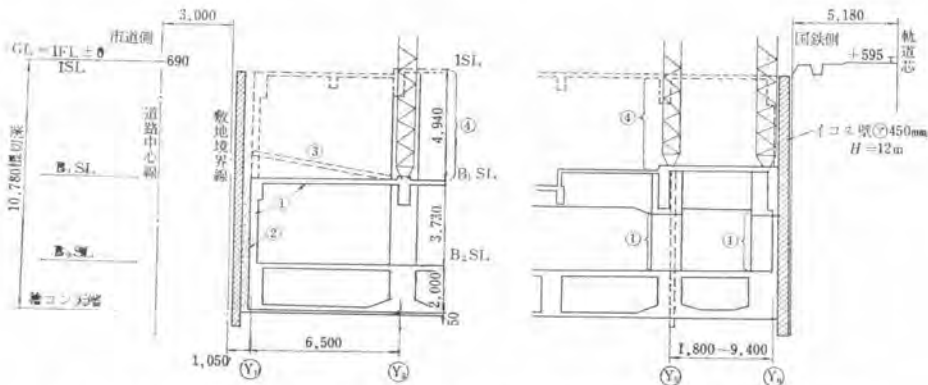


図-9(E) ① B<sub>2</sub>F コンクリート打設 ②埋戻し ③第1段切ばり解体, 腹起こし解体 ④B<sub>1</sub>F 立上がり全区間同時進行

## 6. 東電北渋谷変電所工事例

工事名 東京電力(株)北渋谷変電所新設に伴う建物工事

工事目的 変電所

工事場所 東京都渋谷区神南町

敷地面積 3,433.932 m<sup>2</sup>

延面積 4,359.58 m<sup>2</sup>

構造 鉄骨鉄筋コンクリート造り

基礎 ベタ基礎 GL-19.7 m

イコス壁 (t=700 2,750 m<sup>2</sup> t=800 850 m<sup>2</sup>)

根切量 26,000 m<sup>3</sup>

本建物は渋谷駅西口ビルと同じ渋谷に位置している。地盤構成は地表面からシルト層, 細砂層, 東京れき層, 硬質シルト層(土丹層)の層順になっている。地下水については東京れき層が滞水層で水量も多い。周囲の高台から流れ込んでくる水はヘッドがかかっており, 湧水個所が一度できると土砂を伴って吹き出してくる。

工事の基本方針としては, 根切深さが 20 m と深いことから, 建物本体の鉄骨を利用する深礎逆打工法を採用した。また湧水対策としては, 敷地の外周に連続止水壁(イコス工法 t=700~800)を設けた。このイコス壁は剛性があり, 地盤沈下防止上, 最も適している工法である。

なお, 工事の細部について次に説明する。

施工計画を立てる場合, 周辺地盤の高低差によって工



写真-8 イコスコンクリート打設状況

事の進め方も段取りも大幅に異なってくるものである。本工事についても、敷地の高低差をうまく生かして工事計画を立ててみた。周囲の状況および工事上の問題点を各面についてそれぞれあげてみる。

(1) 南 側

東電渋谷支店（鉄骨コンクリート造り、地下1階、地上4階建）が近接している。本建物の地業方式はGL-3.3mの位置でベタ基礎で支持されており、根切工事に伴う建物の沈下防止対策を考慮しなければならない（図-10参照）。

(2) 西 側

鉄筋コンクリート造りの擁壁が接近しており、その上に民家が建っている。この擁壁は不明な点が多かったためボーリングで調査してみた。その結果、壁高9m、底盤幅4.0m、底盤深さGL-2.7m、裏込土は腐食土と判明した。

本工事においては、この擁壁のすべり、移動をいかに小さくするかが大きな問題点となる。その対策には、傾斜計により初期微動をキャッチすること、また工事の進め方も十分検討し、最も安全な方法を採用しなければならない。

(3) 北 側

前二者については基礎地盤がGL-2.0m前後と低くなっているのに対し、北側については反対に1.0m高くなっている。この地盤の高低差をうまく処理しないと逆打工事がやりにくく、手間ばかりくってしまう。

(4) 東 側

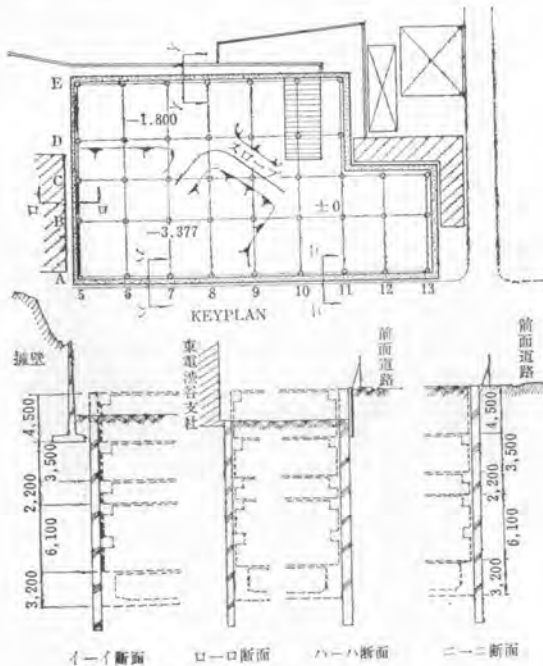


図-10 周囲地盤との取り合い

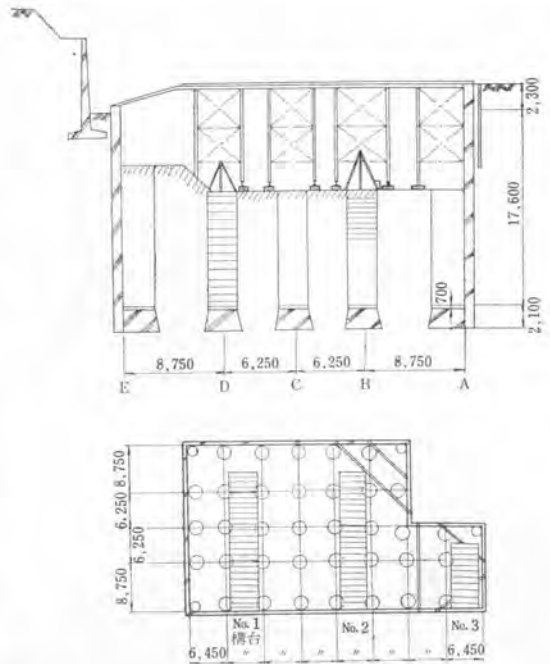


図-11 (A) 深礎工事施工図 (第1次根切り状態)

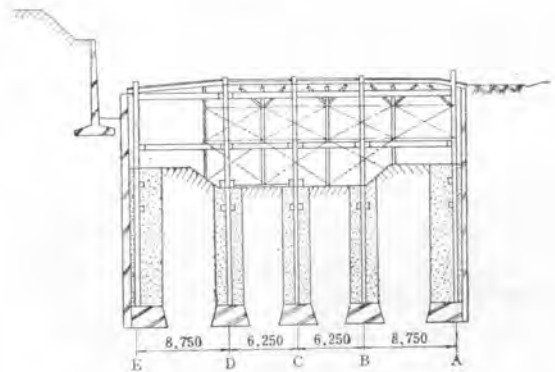


図-11 (B) 鉄骨建方開始 (棧橋組立、山砂埋戻し)



写真-9 現場状況

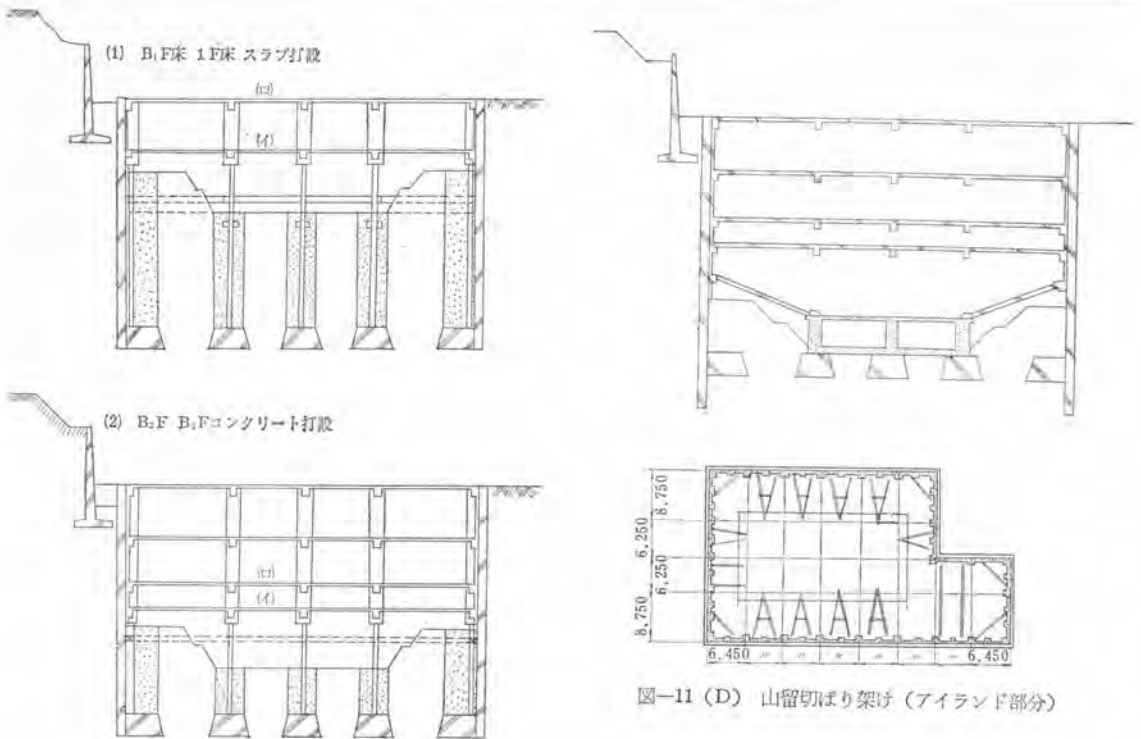


図-11 (C) 躯体施工計画要領図

図-11 (D) 山留切ばり架け (アイランド部分)

前面に 13 m 道路が走っている。この道路はなだらかな傾斜がついており、代々木方面にかけて 1.0 m ほど高くなっている。資材の搬出入はここより行なう。

以上、周辺地盤の制約条件を頭に入れて深礎逆打工法を検討してみた。

逆打工事の場合、その欠点は地下の掘削が床下工事になることにある。そこで本工事ではイコス壁の剛性と周辺地盤の自立性を検討し、安全性の十分確保できる深さまでオープンカット(第1段根切り)でいく方針をとった。北側の地盤が高くなっている所はイコス壁の頭部へ鋼製切ばり1段を架ける東急チリー工法を採用して、第1次根切り終了後、場内を平坦にした。このため作業はやりやすくなり、オープンカットで GL-6.5 m まで掘削するため深礎工事もやりやすく、安全対策の上で有効であった(図-11 参照)。

一般に逆打工法では、1階床スラブのコンクリートを打設してから下へ向かっていくのが通例である。本工事

では地下1階スラブのコンクリートを打設してから1階に取りかかるという進め方をした。地下1階下部の工事については、一般の逆打工事に準じて行なっていった。ただし、この辺りでは地層が土丹層で硬いことと、地下3階の階高が 2.2 m と低く、かつイコス壁の構造計算を検討した結果、第2次根切段階で地下2階、3階の2フロアをコンクリート打設できた。

## 7. む す び

三つの施工例をあげて説明したとおり、逆打工法を使用する場合、あくまでも周辺の状況を綿密に調査し、それに合わせた上で経済的なメリットのあるオープンカット工法を第1段階の根切部分に採用する併用工法がよいケースがある。

以上、東急チリー工法について説明したが、何かの参考になれば幸いである。なお、今後とも問題点を改善し、経済性のある施工法を追求していくつもりである。



## 帝国ホテル本館地下工事の施工例

足立 康\* 栗原修三\*\*

### 1. はじめに

東京でも有名な軟弱地盤において、掘削面積 10,300 m<sup>2</sup> (逆打部分のみ)、深さ 22 m に及ぶ大形地下工事を周辺に対する騒音、振動、地盤沈下ならびに安全性の面から各種場所打ちコンクリート山留壁工法を採用し、躯体を逆打ちしながら全平面の中央部 2 個所に大開口部および他に小形開口部を随所に設け、これを利用して約 20 万 m<sup>3</sup> に及ぶ軟弱土をすべて機械力によって能率的に掘削した。ここに地下工事の成果を報告する。

### 2. 工事概要

建物の概要は、図-2 の断面図および図-3 の平面図に見られるとおり、敷地中央に十字形をなす地下 3 階、地上 17 階、塔屋 3 階の高層部とその周辺の地下 2 階、地上 4 階の低層部の二つに分けられる。ここに紹介する地下工事の対象となるのは、全工区のうち長辺方向 (16 スパン) 134.7 m、短辺方向 (10 スパン) の 78.7 m、約 10,300 m<sup>2</sup> である。

工事名：帝国ホテル本館新築工事

所在地：東京都千代田区内幸町 1 の 1



図-1 敷地周辺図

\* 鹿島建設(株) 建築工務部

\*\*

企業者：(株) 帝国ホテル

設計：高橋建築事務所・構造担当武藤研究室

監理：同上

施工：帝国ホテル本館新築工事共同企業体  
構成 鹿島建設(株)、清水建設(株)、(株)大林組

工期：昭和 43 年 3 月 1 日～昭和 45 年 2 月 28 日  
工事規模：

敷地面積 24,356 m<sup>2</sup>

建築面積 10,475.7 m<sup>2</sup>

延床面積 121,833.4 m<sup>2</sup>

高層部基準階床面積 4,011.1 m<sup>2</sup>

容積率 650% (第 9 種容積地区)

階数 高層部地下 3 階、地上 17 階、塔屋 3 階  
低層部地下 2 階、地上 4 階 (一部 5 階)

高さ 高層部地上高 GL+61.000 m

塔屋高 GL+72.700 m

基礎版下端 GL-22.000 m

低層部地上高 GL+17.800 m

基礎版下端 GL-11.150 m

構造 高層部地下 3 階 RC 造り  
地下 2 階～地上 4 階 SRC 造り  
地上 4 階往以上 S 造り

基礎 東京れき層に布基礎

低層部地下 RC 造り

地上 SRC 造り

基礎 アースドリルピア基礎

### 3. 地下工事施工計画

#### (1) 特殊条件

地下工事施工にあたって次のような特殊条件があった。

- ① 延床面積 12 万 m<sup>2</sup> に及ぶ大形工事であるが、工期が正味 22 カ月と非常に短い。
- ② 交通頻繁な市街地の中心における工事である (図-1 参照)。
- ③ わが国でも有数な軟弱地盤における地下 22 m に及ぶ掘削工事である。

- ④ 敷地に隣接して地下 11.0 m のところに走っている地下鉄に対する処置
- ⑤ 近隣のホテル、劇場、オフィスに対する工事中の騒音、振動に関する対策

さらに建物がホテルであるため仕上げに多くの工期を必要とするので、全体の工期に対して躯体工事特に地下工事は周囲に影響の少ない、安全でかつ工期の短縮ができる工法を採用する必要があった。

## (2) 地 質

当敷地は標高が山の手台地に比較して約 10.0 m 低く、AP+2.5~3.5 m となっており、地表より約 14.0 m まではきわめて軟弱なシルト層で含水比も大きく、また鋭敏比も非常に高い(含水比 125%, 鋭敏比再整形不能)。

このシルト層を含め沖積層が AP-16.0 m ないし-18.5 m まであり、この下に層厚 1.0 m 前後でよく締まった東京れき層が存在し、さらに下の下部東京砂層へと続いている。したがって、建物の基礎に関しては高層部は GL-22.0 m まで掘削し、布基礎で東京れき層に支

持させ、低層部は建物基礎版下端 GL-11.5 m から東京れき層までをアースドリルピア基礎でつなぎ、高層部と同一地盤に支持させている。地質柱状図と地下掘削の関係は図-2、図-13 に示すとおりである。

## (3) 山 留 壁

地下工法の計画にあたって本敷地の地盤構成が前述のとおり GL-14.0 m まで特に軟弱なシルト層であることから、土圧が大きくなると、またヒービング防止、山留壁自身の土圧による変形と矢板回収時のゆるみによる建物周辺地盤の陥没の防止等を考慮し、ならびに周囲の環境や安全性の面から山留壁は無騒音無振動工法で、かつ剛性の高い場所打ちコンクリート山留壁を採用することにした。

土圧の詳細については後に述べるが、隣接建物施工時の測定結果からも GL-15.0 m 近辺までは学会規準の「軟らかい粘土地盤」に適用する  $0.5\tau H$  の土圧をかなり超過しており、これ以下の比較的圧密された粘土地盤では土圧は減少する傾向を示している。地下工事の問題点となった隣接道路下の地下鉄に関しては自記装置およ

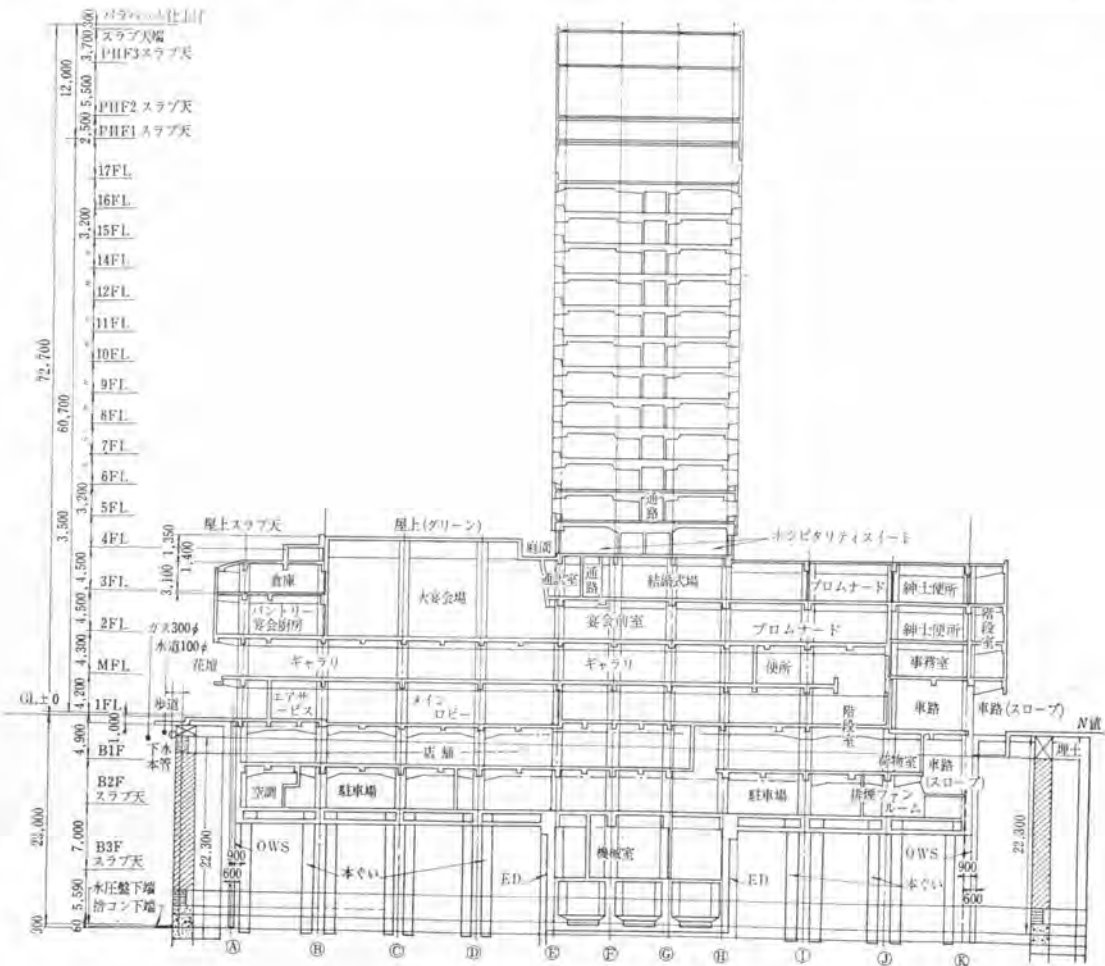


図-2 断 面 図

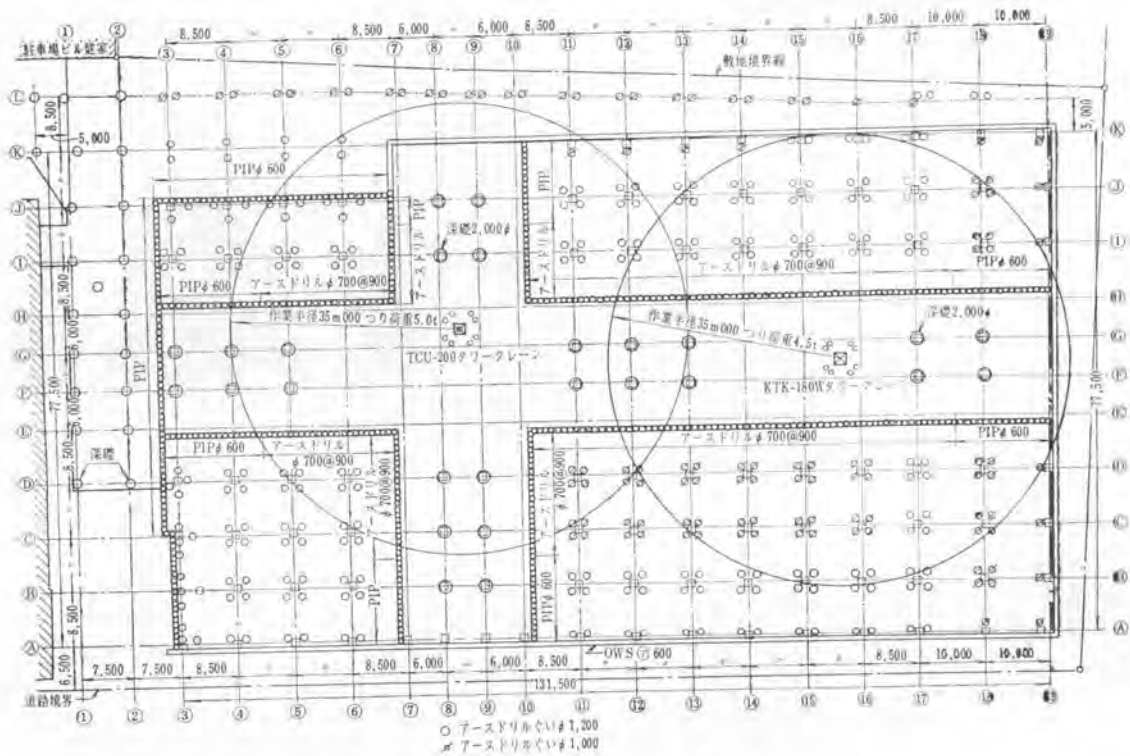


図-3 平面図

び警報装置付の沈下計と傾斜計を地下鉄軌道内に設置したが、工事期間中なんらの影響も見られなかった。

場所打ちコンクリート山留壁工法種別の採用にあたっては、使用場所ごとにその適応性を考えて区分し、OWS工法、PIP工法、アースドリル柱列工法の3種類を選んだ。すなわち低層部周辺は前述のとおり特に軟弱なシルト層で液化現象やヒービング現象を起こしやすい土であることから、硬質層に達する連続した壁が必要なためOWS工法を採用した。このOWS壁は山留壁として使用するだけでなく、本体の支持ぐいとして利用する(外周柱に接するOWS壁を柱と地中はりの位置で連結し、OWS壁をくいの一部として利用する。図-9、図-10参照)ほか、水平力の一部を負担させて躯体の軽減をはかっている。外周でも東面と南面の一部は引続いて外側にさらに建物を建設するため、一度築造した山留壁を取りこわす必要から、こわしやすさを考慮してPIP柱列壁とした。

高層部回りはGL-11.0mの位置からGL-24.0mまでの深さの山留壁で、上部の軟弱シルト層に比較してGL-13.0~14.0m以下の粘土層は圧密の進んだ土質と考えられたので、直径700mmのアースドリルぐいを200mmのクリアランスをおいて900mmピッチで施工した。このアースドリルぐいは地表面よりさく孔し、下部13.0mのみ所定のぐいを築造、上部は空掘りとした。ただし高層部も外周より約15.0m入った範囲内は

過大な土圧による柱列の面内移動を避ける理由で密着して施工できるPIP柱列壁を採用した(図-3参照)。

#### (4) 山留支保工

山留支保工としては、鉄筋コンクリートまたは鋼製の切ばり腹起こしを使用し、オープンカット掘削を行なうことは、当現場のような軟弱地盤では大きな土圧が予想され、134.1m×78.7mの広い根切面では切ばり全体の変形量が大きくなり、かつ座屈が生じやすく、安全性の面で不利である。また短期間に大量の土を掘削搬出するための掘削機械、ダンプトラックなどの運行や各種作業の動線確保のために大規模な仮設構台を設置することは工程および経済的にも不利であった。

そこで躯体自身を山留支保工として使う逆打工法を採用し、まず1階床版を必要な開口部を残して構築し、第1段支保工と作業地盤とをかねさせた(写真-1参照)。以後掘削に並行して地下1階床、地下2階床と順次構築し、建物躯体で支持させた(図-7参照)。

高層部の掘削は周辺低層部の根切底GL-11.15mからさらに10.85m深く掘り下げる。幸いなことにGL-13.0~14.0m以下では上部に比べていくぶん地盤がよくなり、土圧が小さく、かつ山留壁(アースドリル柱列壁とPIP壁)の頭部が周辺低層部のマットスラブで固定される形となるため、鋼製山留2段によってオープンカットした(図-4、図-5参照)。

ただし、外周に面する高層部妻側は地下2階スラブ位

置で腹起こし荷重が計算上 64 t/m にもなるため火打ちばり等でこの土圧を処理すると、火打ちばりを受ける側面の受働土圧が少ないので柱列が外へ開く恐れがあり、これに対処するため引張材が必要となる。この点を考慮して、高層部の妻側 2 スパンについては地下 2 階スラブを逆打ちとし、引張力を躯体鉄骨に負担させて軸力のみ腹起こしに伝える方法をとった。第 2 段では受働土圧も十分なので図-5 に示すような火打ちばりを使用した。高層部のオープンカット部分の山留切ばりも存置期間も短いので解体の容易な鋼製とし、腹起こしは妻側の土圧を受ける切ばりの役目も兼ね、非常に大きな断面を必要とする理由から鉄筋コンクリートで実施した。高層部妻側は GL より直接掘削のため土圧が大きくなり、補助切ばりを図-5 に示すように躯体から斜めに 2 段余分に架設して山留壁を支持した。

#### (5) 逆打工法

逆打工法の主眼点は前項にあげたとおり地下掘削工事の安全性、作業構台確保および経済性にあった。地下の構造は高層部の地下 1 階および地下 2 階が SRC 造りである以外はすべて RC 造りであり、高層部逆打部分のみはコンクリート打設前に鉄骨を組立てる必要があり、直径 2.0 m の深礎をれき層まで掘削し、この中に建込んだ。この場合、本体の鉄骨は地下 2 階のはりまでしかないので、それ以深の不足部分は施工時の応力を考慮した仮設鉄骨柱をつけたした(写真-4 参照)。高層部で土留壁に接する鉄骨柱は深礎掘削が不可能なため高層部周辺の山留壁を利用して、これに H 形鋼を埋込み、これに仮支持させた。一方、低層部の逆打ちは H 形鋼仮設柱脚部を本体のアースドリルピアに埋設して支持したが、当

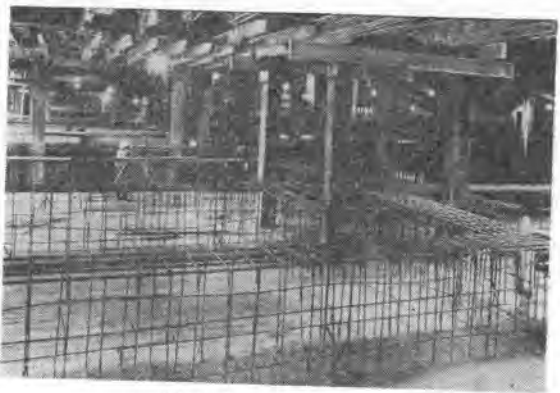


写真-2 ステージ

初の設計では各柱 4 本のピアが柱四周の地中はり真上に配置されていたので、仮設柱が各階のはりにあたることになるため、設計変更により 4 本のピアの配置を柱を中心に 45° 回転移動してこの問題を解決した。

この仮支柱間に横架材を架け渡し、これにセンタリングガードを敷き並べ、型わく受けステージとした(写真-2 参照)。高層部の型わく支保工は本体鉄骨はりよりのつり型わくとしている。したがって、コンクリート打設後、型わく解体を待たずに掘削にかかることが可能となり、工期短縮につながった。

また 1 階床は掘削機械、ダンプトラック、生コン車等の通路となるため、これらに対する補強を設計段階で考慮した。なお、逆打ちに伴う下階への資材の供給にはタワークレーン 2 基と三脚デリック 2 基を使用した。

## 4. 掘削工法

### (1) 概要

掘削土量約 20 万 m<sup>3</sup>、これだけの土量をできるだけ短い工期で掘削するためには、掘削機械および土砂搬出用トラックの作業動線を確保するとともに軟弱シルトに対しても手掘りをなくし、全面的に機械掘削を使う必要があった。動線の確保については 1 階床版を逆打ちすることにより解決したが、機械力をフルに活用して掘削の能率を上げるためには、逆打工法でもできるだけ開口部を多く設け、オープンカット掘削に近い形をとることが望ましい。そこで逆打部分を動線ならびに山留支保工として必要最小限にとどめ、中央部に東西 2 箇所の大開口部を設け、他の開口部と合わせて 1 階床面積 1 万 m<sup>2</sup> に対して約 35% の開口部を保持して掘削能率の増大をはかった(写真-1、図-6 参照)。しかし 1 階床からクラムシェルが直接とどく範囲は逆打部分 1 階面積の 10% あまりにし過ぎず、問題はこの軟弱地盤で直接掘削できない部分の土をいかにして開口部まで移動させるかであった。特に当現場のような軟弱地盤では掘削面へ普通の掘削機を直接投入することはほとんど不可能で、三角履板をつけた超湿地用ブルドーザ(接地圧 0.17 kg/cm<sup>2</sup>)

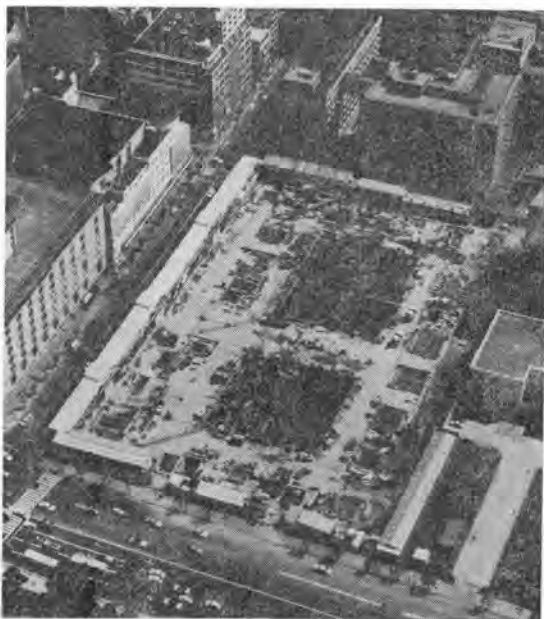


写真-1 掘削工事現場全景

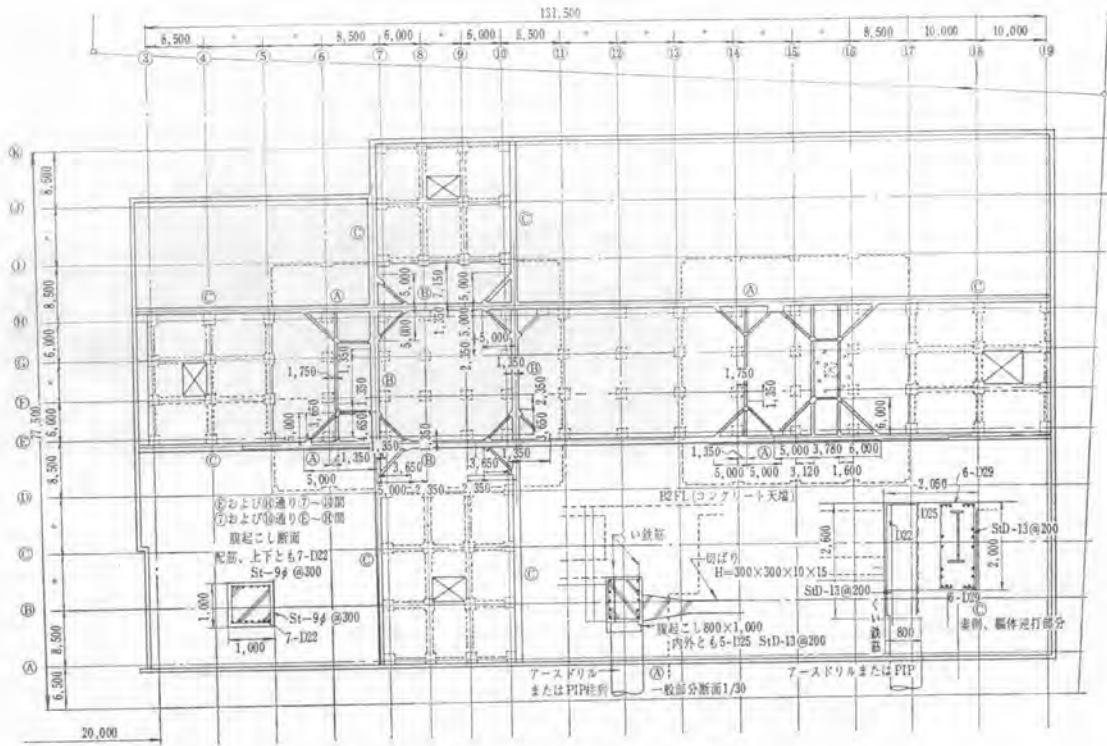


図-4 高層部第1段山留図

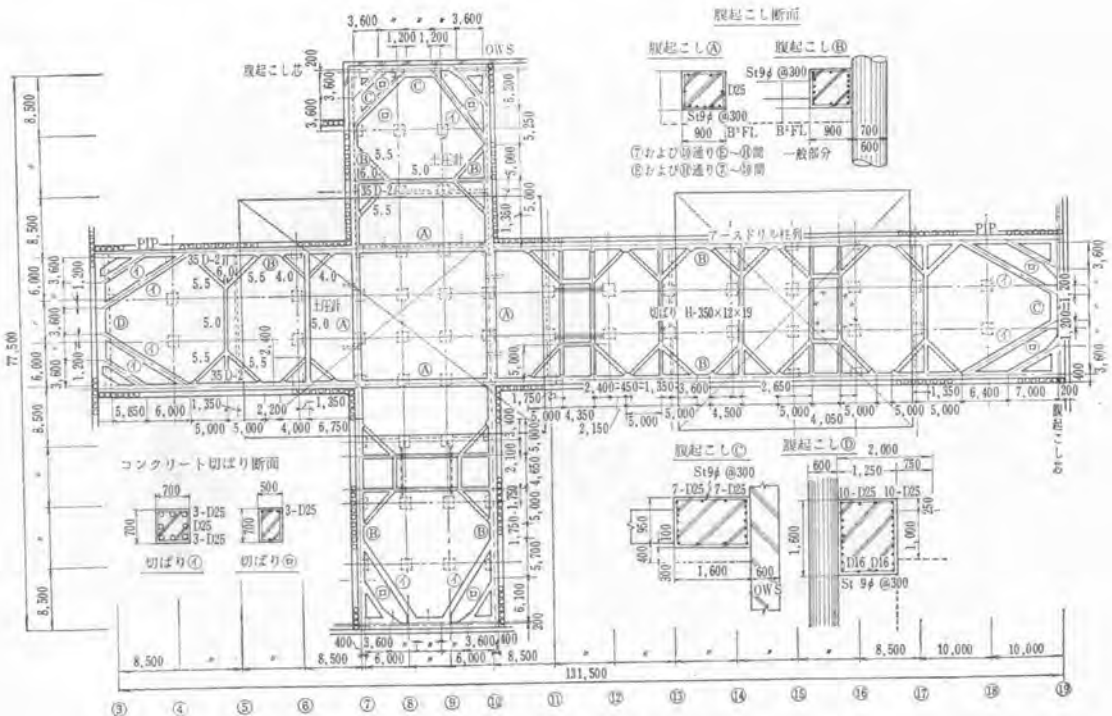


図-5 高層部第2段山留図

および同様な履板をつけた小形油圧ショベル (接地圧  $0.23 \text{ kg/cm}^2$ ) ではじめて駆動可能な状態にあった。したがって他の油圧ショベル、ケース等の小形掘削機は掘削面に道板を敷き、これを移動しながらこの上で掘削および開口部への土の移動集積を行ない、集積された掘削土をクラムシェルによってトラックに積込み、能率よく掘削を行なった。

## (2) 掘削順序

掘削順序にしたがって各々の工法を以下に述べる (図-7 参照)。

### (a) すき取りおよび作業地盤造成

第1段階では敷地内に旧建家の基礎がほぼ  $GL-1.0 \text{ m}$  近辺に存在し、さらに多数の松くい (直径  $200 \text{ mm}$ , 長さ  $4.0 \sim 5.0 \text{ m}$ ) および場所打ちコンクリートぐい (直径  $150 \text{ mm}$ , 長さ  $2.0 \sim 3.0 \text{ m}$  無筋) があったため、まず、すき取りにより基礎を除き、さらに山留壁施工に支障をきたす箇所のみくいも撤去した。すき取り面には鈎さいを敷いて作業地盤 ( $GL-1.0 \text{ m}$ ) を構成し、OWS 壁, PIP 柱列, アースドリル柱列, アースドリルピアおよび深礎等の工事を施工した。これらの工事は、一つの工事が完了してから次の工事に着手したのでは長い工期が必要となるので、全体を三つの工区に分け、各工区別に一つの作業が完了すれば次の作業を始めるように計画し、動線を確保しながら工期の短縮をはかった。

### (b) 第1次掘削



写真-3 山留壁施工状況

土圧による山留壁の倒れ込み変形を最小限に押えるため、山留壁の自立高さとして1階床の逆打ちに必要な深さから周辺部分の第1次掘削深さを  $GL-3.6 \text{ m}$  としたが、機械力を最大限に活用できるこの段階で、できるだけ多くの土量を掘削する理由から、自立山留壁の受働土圧に影響のない中央部は  $GL-7.2 \text{ m}$  まで掘り下げた。

### (c) 第2次掘削

1階床逆打ち終了後、周辺部は  $GL-7.2 \text{ m}$ , 中央部は  $GL-8.0 \text{ m}$  まで掘り下げた。第2次掘削以降は機械が下の掘削面と1階作業床に区分されるので、上下の機械配分を検討しながらクラムシェル4台に対して超湿地用ブルドーザ1台、小形油圧ショベル (エンボ) 5台およびケース小形掘削機1台を投入した。この結果1次掘

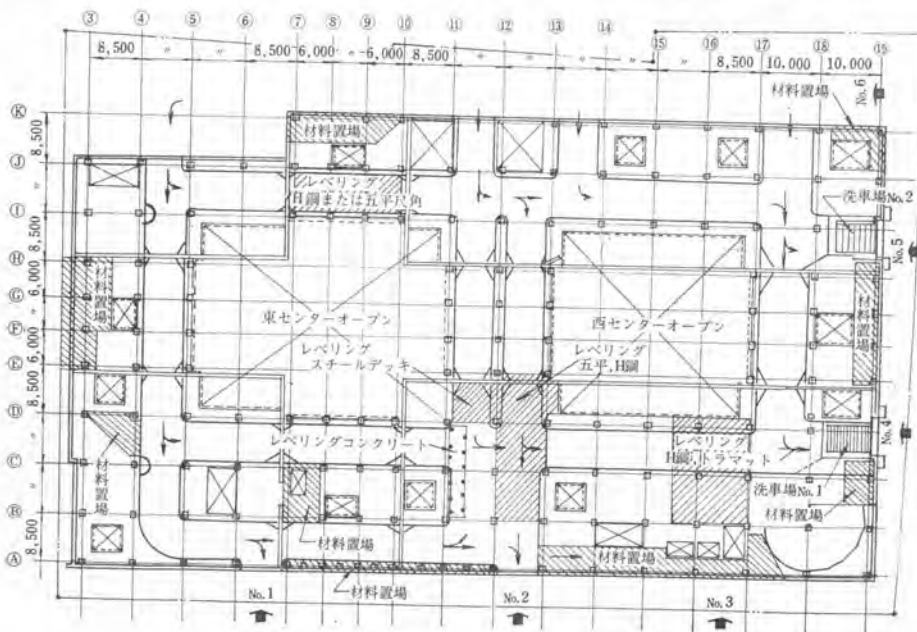


図-6 開口部と作業動線

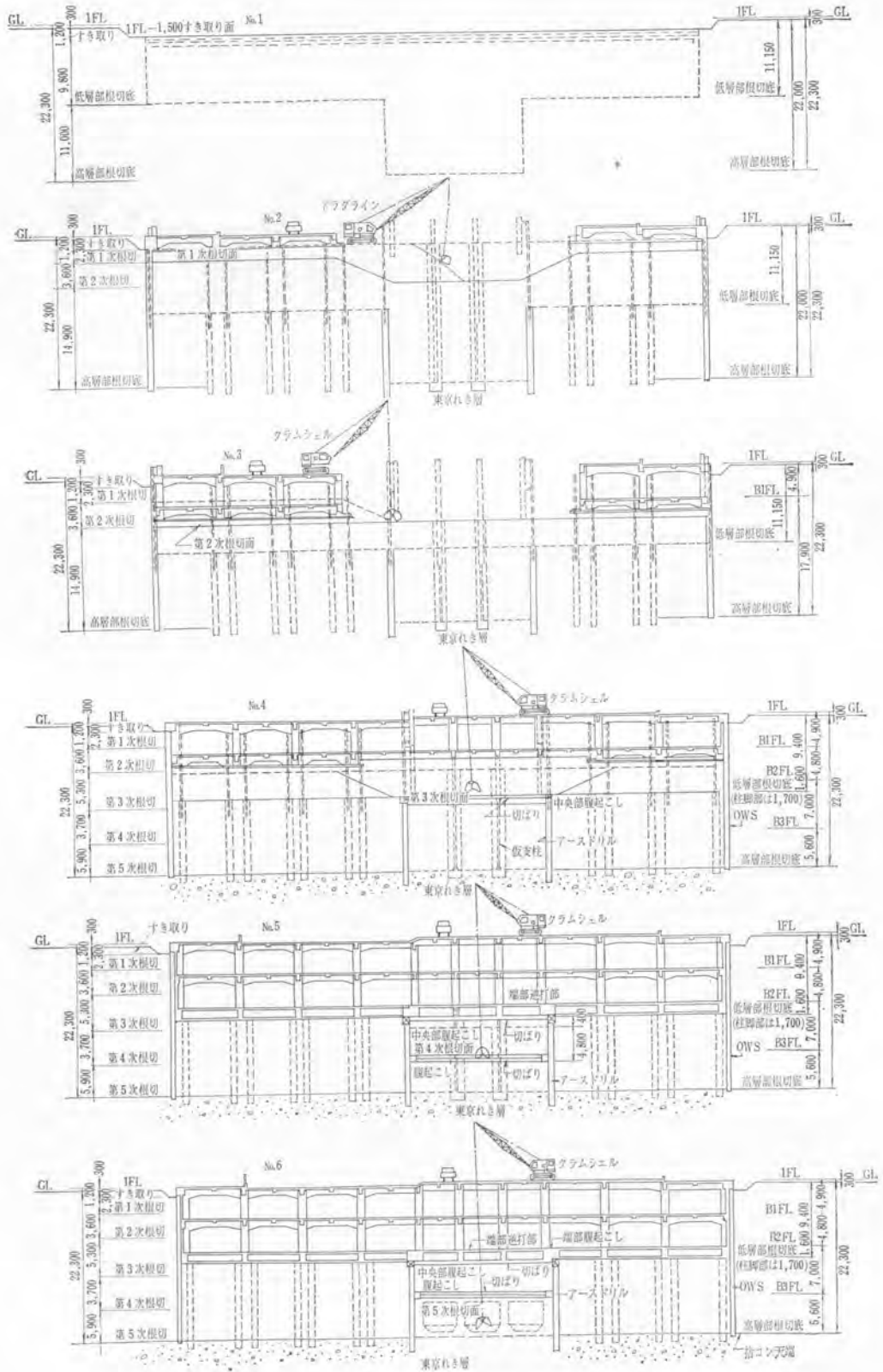


図-7 掘削段階図





切深さの相違により大きく分類されるが、単位となるパネルの種類は図-8のとおりである。

掘削は6基の溝形ラムシェルポケット式掘削やぐらを使用し、掘削面積約7,000m<sup>2</sup>に延べ37日を要した。掘削に使用するベントナイト泥水は濃度8~10%のものを、この泥水を貯める槽はコルゲートパイプを組立てたタンク8基を設け、ここから供給した。このほかに泥水の沈殿槽として敷地内に幅5.0m、長さ10.0m、深さ2.0mのピットを3箇所設けて使用した。廃液の処理は5.5~6.0m<sup>3</sup>の泥水処理コンテナをトラックに搭載して行なった。

鉄筋かごはアングルで作った4台の鉄筋組立台を使って地上で一度に組んだためその長さが約23.0mにもなり、つり込み時のたわみに対処するために13φ鉄筋を長辺方向に3~4列ラチスに組み、補強した。その結果鉄筋かごはクローラクレーン2基(P & H 320クラス)で合づりして建込んだが、つり上げによる鉄筋かごのゆがみはみられなかった。

鉄筋量は、後に述べる設計土圧により電子計算機を使用して、各施工段階ごとの変位を考慮に入れた応力計算を行ない、その結果に基づいて決定された(図-9参照)。さらに本ぐいとして利用することから低層部の躯体の柱および地下2階の地中はり位置につなぎ用差筋をスチロフォームの間にはさみ配筋した(図-10参照)。これは躯体コンクリート打設時にはつり出し、躯体と結合することによって支持ぐいとして完全に作用させるもので、スチロフォームはそのつり出しを容易にするためのものである。

掘削終了後、パネルの境目に施工性としゃ水性を考慮した鼓形のPCジョイント(図-11参照)を3本継ぎで建込んだ。



写真-5 OWS掘削機

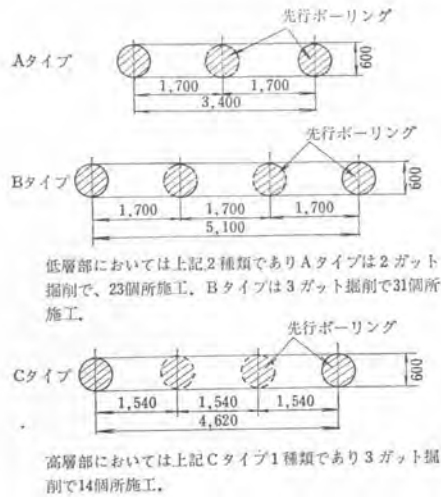


図-8 OWS壁単位パネル分類

掘削土搬出方法は溝形ラムシェル掘削機よりすべり台式に掘削土が落ちるようになっているので、鉄製排土用コンテナ(容量3.0m<sup>3</sup>/台、1基当り3台設置)に落とし込み、これをクローラクレーンでつり上げてダンプトラックに積み込み、場外に搬出した。コンクリートは鉄筋かご建込後、トレミー管により打設した。コンクリートの調合は表-3のとおりである。

上部のコンクリートはベントナイト泥水や下部にたまっている土砂などが混入した不良コンクリートであるため、1階床版コンクリート打設時に上部約50cmをはつりとった。掘削は大半が軟弱なシルト層であるためバケット方式を採用し、順調に施工することができた。施工実績は表-5のとおりである。

## (2) PIP工法

本工事で使用したPIPぐいは内外周とも径600mm、すき間なしの施工間隔600mmとした。掘削深さは、低層部では建物支持層(東京れき層)に0.3m、高層部では床付面より2.4mそれぞれ根入れを取って、各々GL-22.3m、GL-24.4mとした。躯体とのクリアランスはOWS壁と同様の理由から100mmとした。



写真-6 OWS壁

表-3 OWS およびアースドリルコンクリート調査表

所要圧縮強度	スランブ	粗骨材最大径	セメント	細骨材	粗骨材	水	W/C	S/A
180 kg/cm <sup>2</sup>	19 mm	25 mm	320 kg/m <sup>3</sup>	833 kg/m <sup>3</sup>	1,040 kg/m <sup>3</sup>	188 l/m <sup>3</sup>	59.0%	44.8%

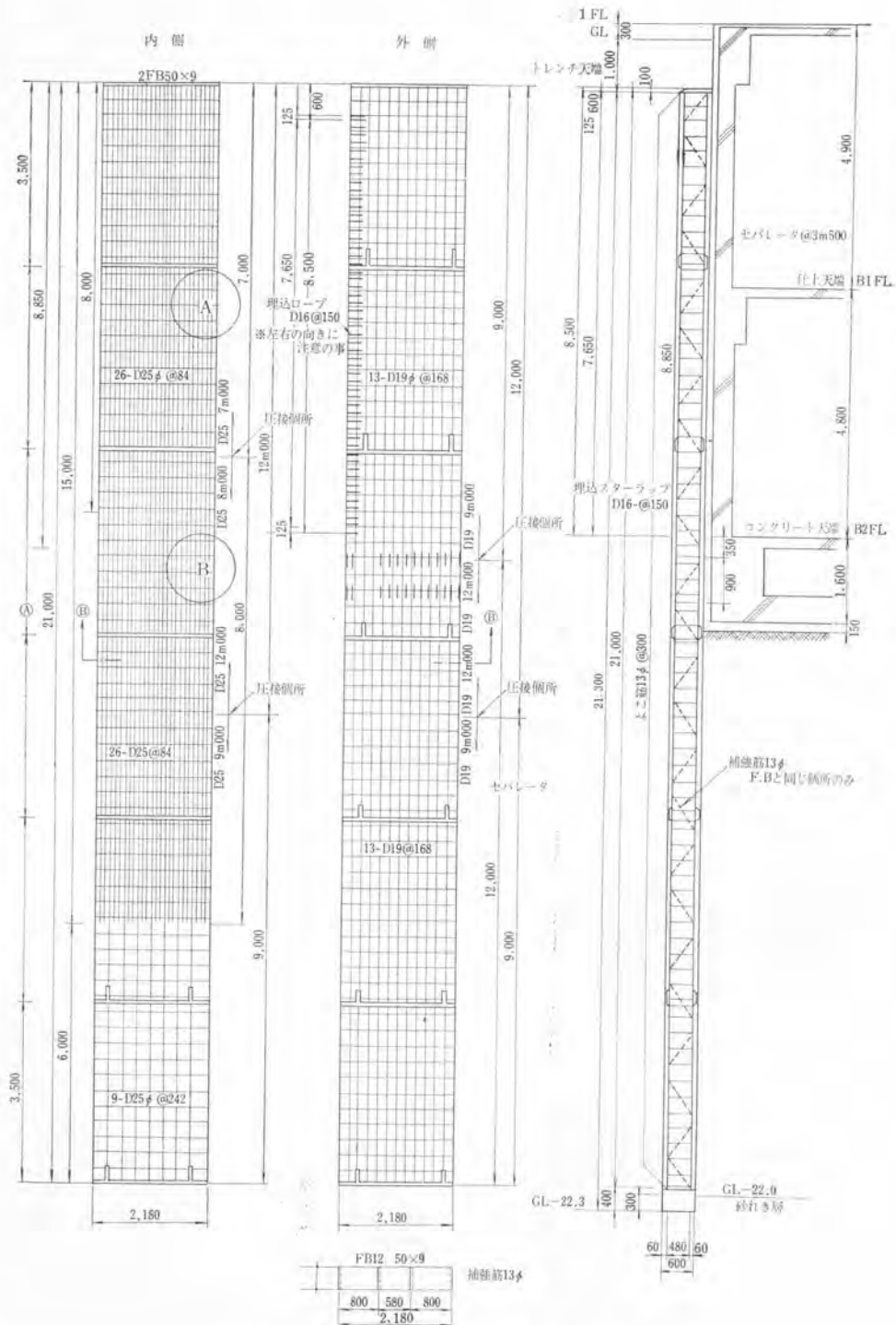


図-9 OWS 壁配筋図

掘削は軟弱地盤と柱列である点を考慮して、軌条走行式 PIP 機を 3 台用いて総本数 338 本に対し延べ 43 日を要した。

くい築造用注入モルタルには、強度  $230 \text{ kg/cm}^2$ 、現場練りとし、3 基のモルタルプラントを設置した。内周部分の掘削長は  $\text{GL}-24.4 \text{ m}$  であるが、下部実長は  $13.4 \text{ m}$  で  $\text{GL}-11 \text{ m}$  より上部の空掘り部分は土の変形を防止するために完全に埋戻す必要があり、表-4 に示す貧調合モルタルを使用した。配筋は 図-12 に示すとおりである。

(3) アースドリル柱列工法

アースドリル柱列壁は、これを使用する地盤が  $\text{GL}-11.0 \text{ m}$  以下で、上部の軟弱シルト層に比べて比較的よ

く圧密されていると予想されたため、直径  $700 \text{ mm}$  のくいをピッチ  $900 \text{ mm}$  とし、 $200 \text{ mm}$  間隔で施工した。

支持層への根入長

は  $2.0 \text{ m}$  とし、 $\text{GL}-24.0 \text{ m}$  まで掘削した。鉄筋およびコンクリート打設は  $\text{GL}-11.0 \text{ m}$  とし、上部の空掘り部分の埋戻しはベントナイト泥水に  $130 \text{ kg/m}^3$  のセメントを投入してエアリフタによって混合し、一様にゲル化させて地盤と同程度の状態にまで凝固させた。

掘削後のアースドリルぐい間の土の処理は、掘削と並

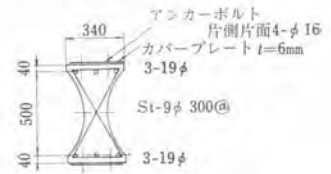


図-11 ジョイント PC コンクリート断面

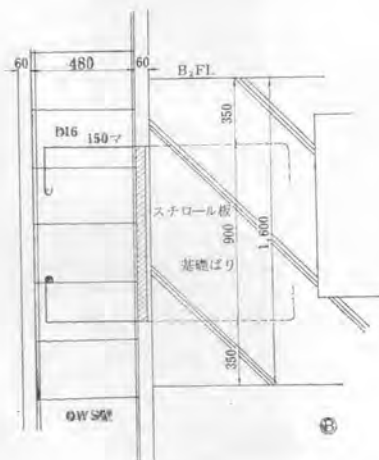
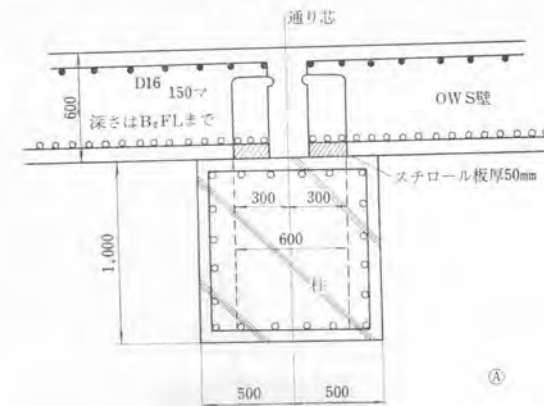
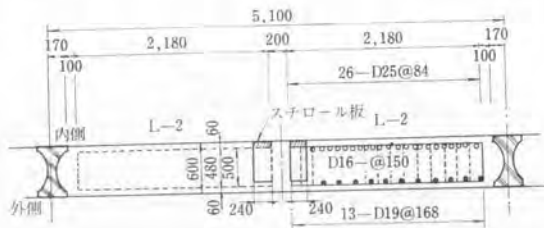


図-10 躯体との取合部詳細図

表-4 PIP モルタル調合表

	所要圧縮強度 ( $\text{kg/cm}^2$ )	セメント ( $\text{kg}$ )	フライアッシュ ( $\text{kg}$ )	砂 ( $\text{kg}$ )	エイド ( $\text{kg}$ )	水 ( $\text{l}$ )
実調合	230	100	40	140	1.2	64.4
貧調合		12.5	60	217	0.15	63.8



写真-7 PIP 機

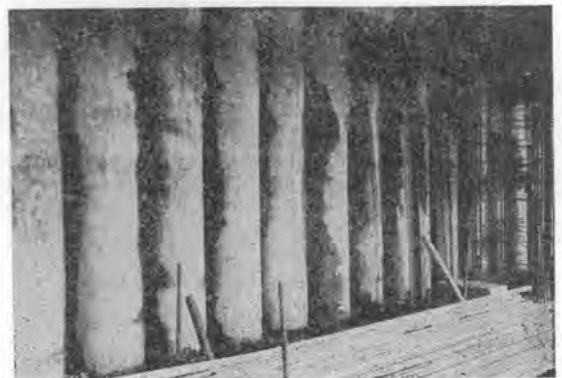
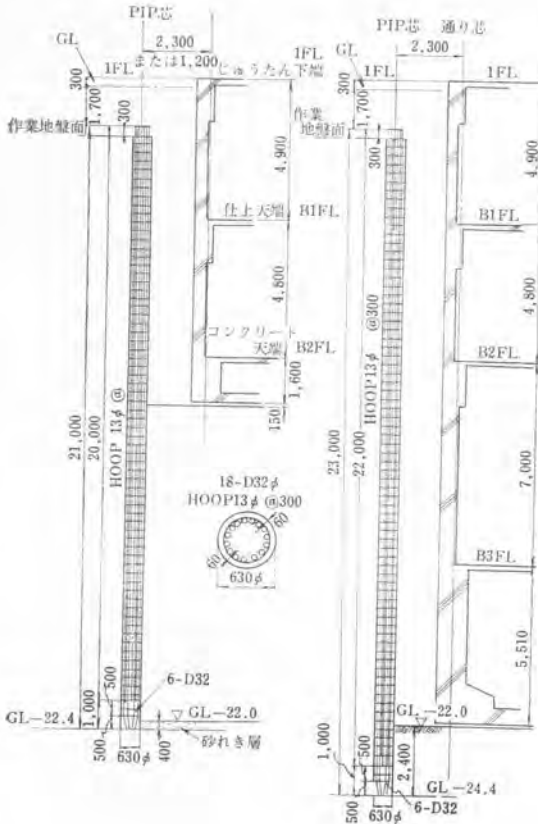


写真-8 PIP 柱列壁

表-5 山留壁施工実績

	O W S	PIP 柱列	アースドリル柱列
工期	昭和43年4月8日 ～5月14日	昭和43年4月3日 ～5月15日	昭和43年4月8日 ～5月18日
数量	実働日数 33日 7,002 m <sup>2</sup>	実働日数 41日 338 本	実働日数 37日 264 本
形状	壁厚 600 mm 掘削長 21.30~23 m 実長 21.30~23 m	径 600 mm 掘削長 21.30~23 m 実長 21.30~23 m	径 700 mm 掘削長 23 m 実長 13 m
使用機械	OWS 掘削やぐら (バケット式) 6台 ボーリングマシン 4台	PIP 掘削やぐら (軌条走行式) 3台 3.6 本/日・台	日立 U-106 A 3台
鉄筋	50.0 m <sup>2</sup> /日・台 内側 D25 @ 100 外側 D19 @ 200 横筋 13 φ @ 300	外周 18-D 32 内周 12-D 25 HOOP 13 φ @ 300	2.6 本/日・台 14-D 22 HOOP 9 φ @ 300



行してショットクリートを吹付し、土の乾燥による表面の剝落を防止した。

掘削に使用した機械は日立 U-106A 3台で、総数 264 本を延べ 45 日で施工した。

6. 土 圧

すでに述べたように、掘削地盤はきわめて軟弱なシルト層で、当敷地に隣接する建物の地下掘削工事において、OWS 壁に加わる全土圧を測定した結果によると GL-15.0~16.0 m までは学会規程の「軟らかい粘土地盤」に適用する 0.5 $rH$  の土圧を大幅に超過し、0.7 $rH$  程度の値を示し、それ以深の比較的圧密された粘土地盤では土圧は減少する傾向を示している。したがって当現場における山留壁算定用土圧もこの測定結果と土質調査資料に基づいたランキン主動土圧を考慮して 図-13 のように決定した。

また OWS 壁に土圧計、水圧計を埋設し、掘削に伴う土圧の変化を観察した。土圧測定には坂田電機(株)の摺動抵抗形土圧計および間けき水圧計を使用した。

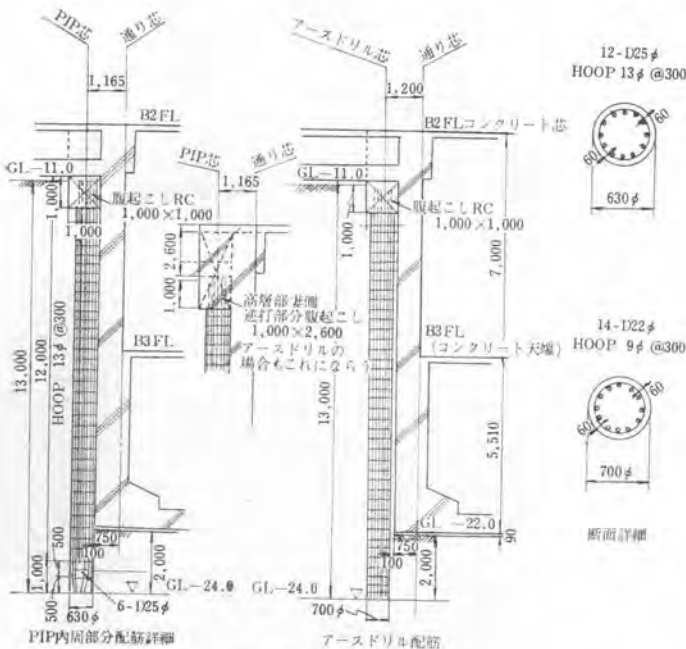


図-12 PIP 外周部分配筋図

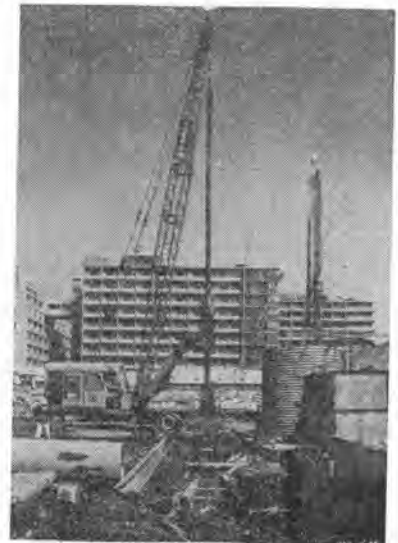


写真-9 アースドリル機(日立)

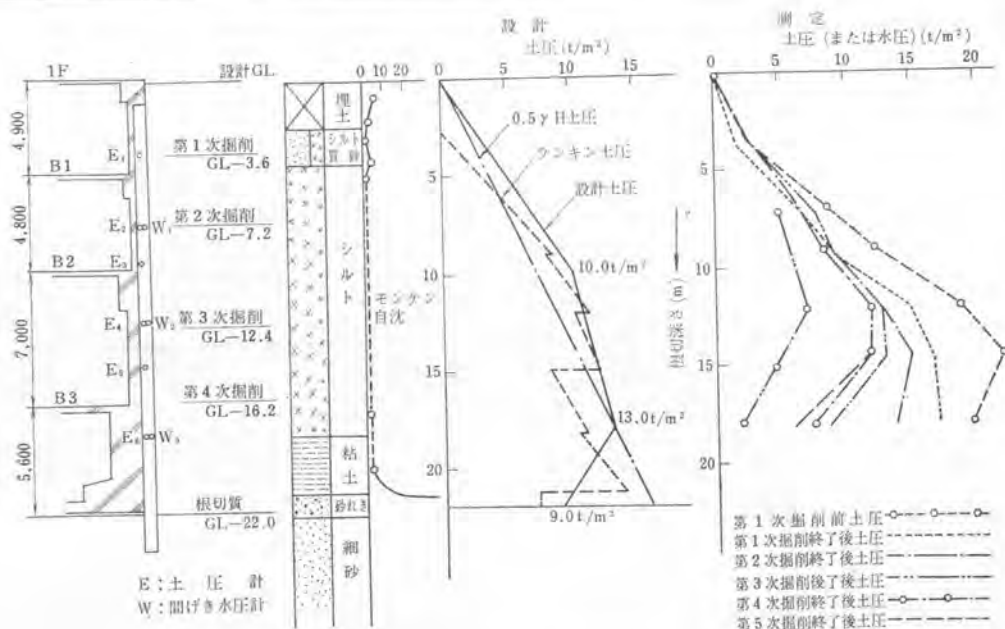


図-13 設計土圧と測定土圧

計器の取付は 図-14 に示すような方法で鉄筋かごに取付け、コンクリート打設前に油圧ジャッキで計器の受圧面を完全に土に密着させた。

測定結果からわかるように、掘削に伴って静止土圧から主動土圧に移行しているのがうかがわれる。最終的な土圧を当初の設計土圧と比較してみると、GL-13.0mにおいては、ほぼ設計土圧に等しい実測結果が得られている。したがって当敷地のような軟弱地盤において剛性の高い山留壁を採用した場合、山留壁に作用する土圧は  $0.7\gamma H$  程度の値となっていることがわかる。

また、内周山留壁に関しても、切ばりに土圧計を4箇所取付けて切ばり反力を測定した。内周山留壁の設計土圧は学会規準の「硬い粘土地盤」の土圧分布を採用したが、切ばり反力の計算値第1段 50 T、第2段 155 T に対し、実測値は第1段 30 T、第2段 90 T であり、下部シルト層の圧密がかなり進行していることがわかる。

## 7. むすび

この軟弱地盤における大形土工事にあって、われわれは常に安全性、工期、経済性、ならびに騒音、振動等の諸問題について検討しながら計画をたてた。

当初、本工事をオープンカット工法で検討を重ねた結果、3段の山留架構と膨大な面積を有するトラック構台を必要とし、また安全性の面からも躯体逆打工法の方が有利であると判断した。

綿密な検討の結果、中央に大開口部を有する躯体逆打工法の採用に踏み切ったわけである。山留壁は剛性の高い列柱および連続壁を採用し、その計画、実施、そして

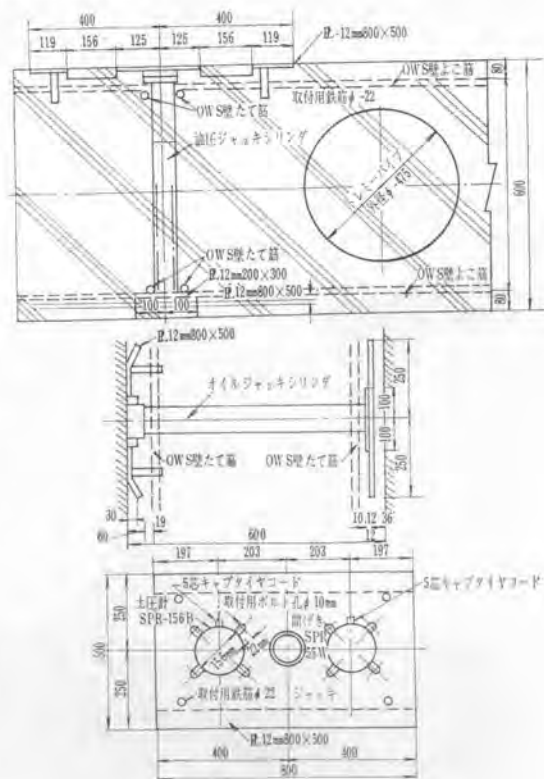


図-14 計器取付要領図

多くの新しい試みを行なうとともに、地下工事の夢である軟弱地盤における完全なる機械化掘削を遂行し、本工事を安全で経済的に、しかも工期を短縮できる方向へ一歩近づけたものと考え、この記録を発表する。

## 土地改良工事における施工例

大月 洋三郎\*

### 1. まえがき

一般に土地改良工事といわれているものはその範囲が非常に広い。すなわち、新しく農地を造成する開墾工事あるいは干拓工事、生産性の高い高能率なほ場を造成するほ場整備工事、および農地の利用価値を高める道路等の交通施設、ダム、頭首工、用排水路、ポンプ場等のかんがい排水施設の建設等である。

また土地改良工事は、一般の土木、建築と非常に異なった面をもっている。すなわち、建築の場合は建物とその基礎だけを対象とする、いわば局部的な点の工事であり、土木の場合は道路、河川いずれも線の工事といえるものに対して、土地改良工事は広汎な農用地全体を対象とした面の工事であって、受益面積がときには数万ヘクタールに及ぶことすらある。

さらに、もう一つの特徴は、広い事業対象地区に、ほ場整備はもちろんのこと、道路、用水路、排水路、橋り

よう、排水機場、堤防等非常に多くの工種がいりまじっており、それらを的確に配置して総合性を持たせねば高い効果を期待できない点に非常にむずかしい面がある。

土地改良工事が軟弱地盤に施工されている場合をあげると、沖積平野水田地帯におけるほ場整備事業、北海道泥炭地帯の開発事業、そして海面および湖面干拓事業等がある。その中でも、干拓事業は多くの工種にわたる総合事業で、またその規模のうえからも軟弱さの程度からいっても軟弱地盤における土地改良工事の代表的なものといえる。

干拓に適する土地は遠浅な海岸あるいは水深の浅い湖面で、その地盤の多くは粘土およびシルトの厚い堆積により形成されており、軟弱地盤が非常に多い。この報文では、軟弱地盤で行なわれている土地改良事業としてはわが国で最も規模が大きく、最も軟らかく、また新しい機械施工法をいろいろ開発してきた八郎潟干拓事業についてその概要を述べることにする。



写真-1 最近の八郎潟全景

\* 八郎潟新農村建設事業団工務部長



写真-2 総合中心地に並ぶ農家住宅

八郎潟干拓事業は 22,000 ha の八郎潟のうち約 17,000 ha を干拓して農用地とし、残余の水面を淡水化して用水を貯留し、干拓地や周辺既耕地の用水源としようとするもので、昭和 32 年に着工、昭和 38 年には全長約 100 km の堤防を完成し、以後内水を排除し、地区内の道路、用排水路工事やほ場造成工事、さらには新農村建設工事を進めてきている。昭和 43 年には第 1 次入植者によって 600 ha の収穫を行ない、東北地方米作単作地帯の大規模機械化協業経営のパイロットとしてスタートを切り、昭和 46 年には農業戸数 462 戸、ほ場造成面積約 4,600 ha に達する。

以下、八郎潟干拓事業で行なった堤防工事、排水路工事、ほ場造成工事の順に述べることにする。

## 2. 堤防工事

### (1) 八郎潟の土質

八郎潟の大部分はヘドロといわれるごく軟弱な粘土層でおおわれ、図-1 のようにその深さは中央で最大 50 m 以上にも達している。このヘドロは粘土の含有量が 50~70% の値を示し、その残りはシルトであり、砂はほとんど含まれない。また、間げき比および含水比も非常に大きく、一軸圧縮強さは表層近くで 0.08 kg/cm<sup>2</sup> 程度であり、深度が増すにつれて増大するが、地表下 10 m 付近でも 0.25 kg/cm<sup>2</sup> 前後であり、いかに軟弱であるかがわかる。

八郎潟干拓の堤防線は周辺干拓を含め約 100 km に及ぶが、このうち 40 km の区間が 5 m 以上の厚さのヘドロ、すなわち軟弱層上に位置する。特に正面堤防から東部承水路右岸堤防にかけての 7 km の区間は軟弱地盤の層厚がおおよそ 20 m 以上となっている。なお、正面堤防における土質柱状図は図-2 のとおりである。また間げき比、一軸圧縮強さはそれぞれ図-3、図-4 のとおりである。

### (2) 堤防断面の決定

このように極端に軟弱な地盤のためその断面は堤防基礎敷幅を十分広くとり、砂盛土による緩傾斜形堤防を採用することとし、表層 2 m の砂置換を行なった。

堤防の断面は  $\phi=0$  法による円形すべり面法によって安定計算を行ない、安全率 1.3 を目途として決定した。この結果、正面堤防の最も広い敷幅は 200 m 以上に達している。正面堤防の最も標準的な FD 7+426 の地点の断面を示すと図-5 のとおりである。

なお堤防の施工は一度に完成断面とするのではなく、数年にわたり 4~5 回に分けて徐々に盛土して行き、昭和 38 年 8 月に図-5 のような完成断面に仕上げた。

### (3) 堤防の施工法

築堤用土は残存する湖底と承水路内にある砂を使用した。潟内の土質は大部分が軟弱な粘土層なので、堤防の材料となる砂の採取箇所は限定される。したがって経済的にも工程上も有利な運搬方式を採用することがこの干拓事業の成否を決定する重要な課題であった。

一般に水上において掘削、盛土、運土作業を行なう場合には浚渫船を用いるのが普通である。浚渫船には電動

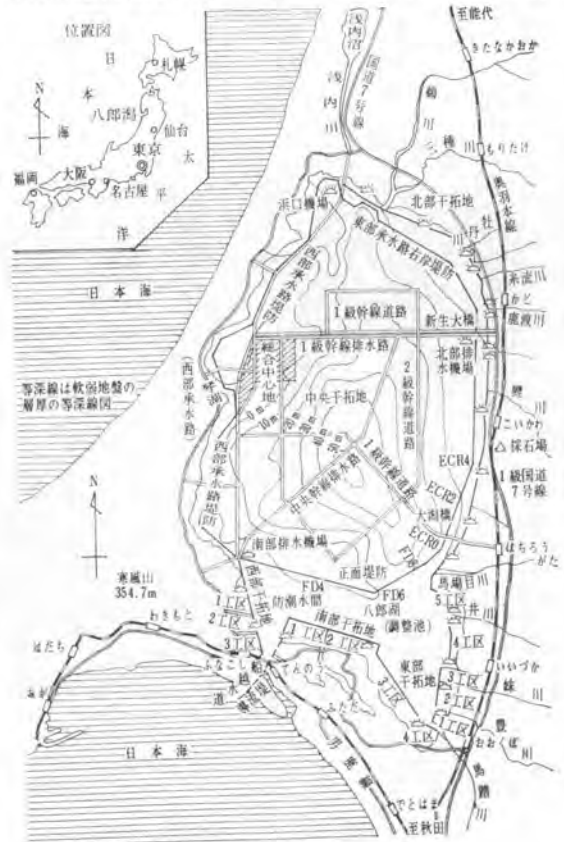


図-1 八郎潟干拓事業計画概要図

式とディーゼル式とがあり、一般には電動式浚渫船が使用される。しかし、大規模な干拓事業を実施する場合は配電など仮設関係が困難となる場合が多く、ディーゼル式浚渫船を使用することが多い。また、採土地と盛土地の間が遠距離になるとブースタポンプによる継送方式を必要とするが、この方式は施設費がかかるだけでなく、パイプ内損失による能率の低下、実送泥時間の減少等のへい害を伴う。

こうした場合は土運船と浚渫船との組み合わせが有効である。サンドローディングに用いる浚渫船はその扱い土砂が良質の砂であり、また掘削形状が任意であるため構造が簡単で、きつ水も浅く、能率のよいカッタレス浚渫船を用いるのが経済的である。

土運船運搬を行なう場合は、盛土地点の水深が土運船の航行しうる限度以上であれば直接投下によって盛土を行ない、水深がそれ以下に浅くなると、土運船から直接

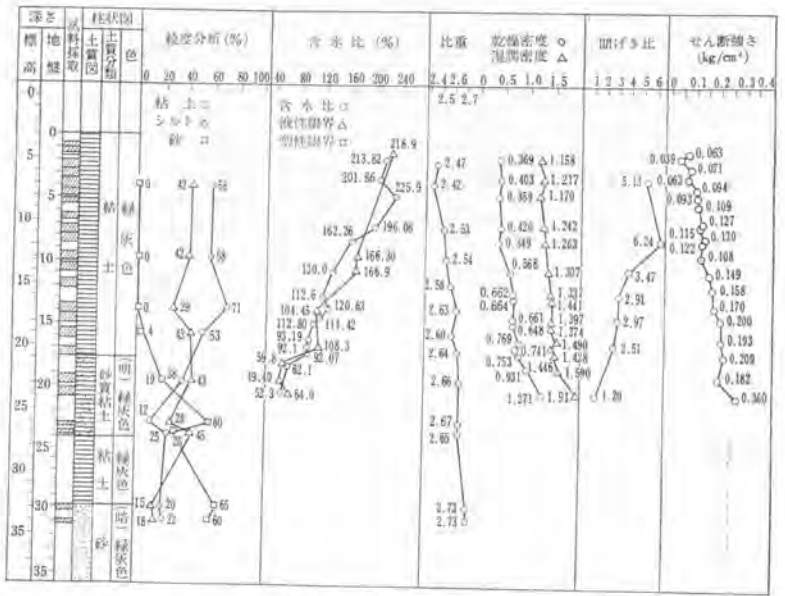


図-2 正面堤防地点の土質性状図

砂をアンローディング船で吸上げ、排送管で送砂するバージアンローディング方式か、土運船によって一度ポケットに置砂をし、これを再び浚渫船で送砂する2段吹き盛土方式を行なう。また水深が浅く、そのままでは土運船が航行できない場合でも、航路掘削を行なっての土運船運搬(2段吹き盛土をたいていは伴う)による方法が経済的に有利な場合が多い。さらに浚渫船が2隻以上導入される場合は、遊休期間を最小限にするよう、施工個所の選定、引船、土運船の数と組み合わせについても慎重に考慮し、配船計画を綿密にたてねばならない。

八郎潟で採用された軟弱地盤での浚渫船、土運船の組み合わせによる堤防盛土施工模式図は図-6のとおりである。

(4) 施工機械

干拓事業における堤防工は、干拓地の生命線であると同時に全工程をも左右するものであり、その工事費も一般に全事業費の1/2~2/3を占めていて、非常に重要である。八郎潟の堤防工事の実質的な着手は昭和33年で、昭和38年10月に中央干拓の干陸を目標として、その約5.5年間に周辺干拓を含めて約100km、扱い土量約2,600万m³(地区内土を含む浚渫船の総扱い土量は約4,300万m³)を施工

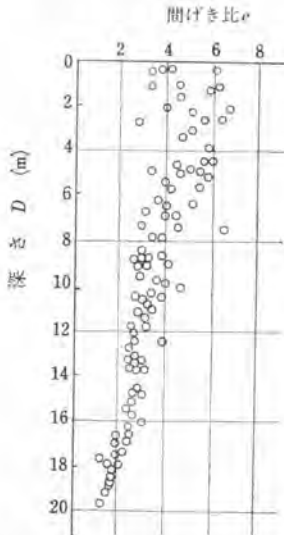


図-3 正面堤防地点の間げき比の分布

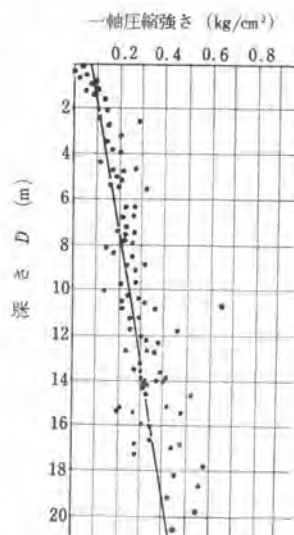


図-4 正面堤防地点の一軸圧縮強さの分布

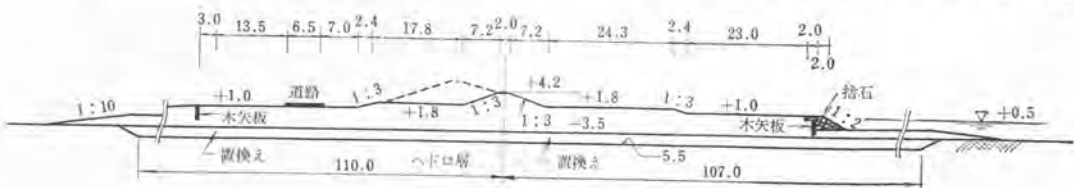


図-5 FD 7+426 地点堤防標準断面



する計画である。

したがって、この計画によると年間約 600 万 m<sup>3</sup> から 1,000 万 m<sup>3</sup> 程度の掘削および盛土作業となる。また冬期は 30~40 cm の結氷があるので、作業期間は 4 月から 12 月までとし、施工機械の配置計画をしなければならない。

一般的に業界の保有する浚渫船はバケット式浚渫船、ポンプ式浚渫船、グラブ式浚渫船、ディップ式浚渫船である。

八郎潟においては現地の施工条件および作業地域の水深 (0.50~2.00 m 程度で、最深度で 4 m 程度) と計画掘削深度 (水面下、堤防は約 7 m, 地区内幹線排水路荒掘りで約 6 m でそれ以上の深掘りはない) 等を考慮するとカッタ付ポンプ式浚渫船できつ水 1.5m,



写真-3 正面堤防

船体幅 10 m 程度のものが最適であり、電動 500 PS 級 (ディーゼル 600 PS 級) 以内の浚渫船と決定した。南北排水機場から電力線を堤防線まで架線できる所、主として砂質地盤上の堤防には 200 PS 級および 500 PS 級の電動ポンプ浚渫船を配置した。また、軟弱地盤上の堤防では電力線の引込みが極めて困難と判断し、カッタ付ディーゼル 600 PS 級浚渫船を建造することにした。

次に長距離輸送用浚渫船 (軟弱地盤上の堤防用土は平均約 5 km, 最大 10 km の運搬を必要とするので、浚渫船と土運船との組み合わせによる経済的な運搬方式を採用した) として、採砂のみに限るものであるが、カッタレス浚渫船を 3 隻 (600 PS 級, 400 PS 級, 350 PS 級各 1 隻) を導入した。特に昭和 33 年農林省で製作した 600 PS 級のカッタレス浚渫船はわが国最初のものである。

### 3. 排水路工事

#### (1) 排水路網の基本配置

干拓事業は一般の埋立工事と異なり、浅い海岸、湖に堤防をめぐらして、その中の水を排除し、海底または湖底を露出させて農地を造成しようとするものである。したがって、干陸地内の標高は外水面より低いことになり、適切な排水路網の配置によってすみやかに余剰水を排除することが非常に重要である。

八郎潟干拓地での排水路網の基本的な配置は図-7 のとおりである。末端の単位は場区画 300 m×1,000 m の長辺

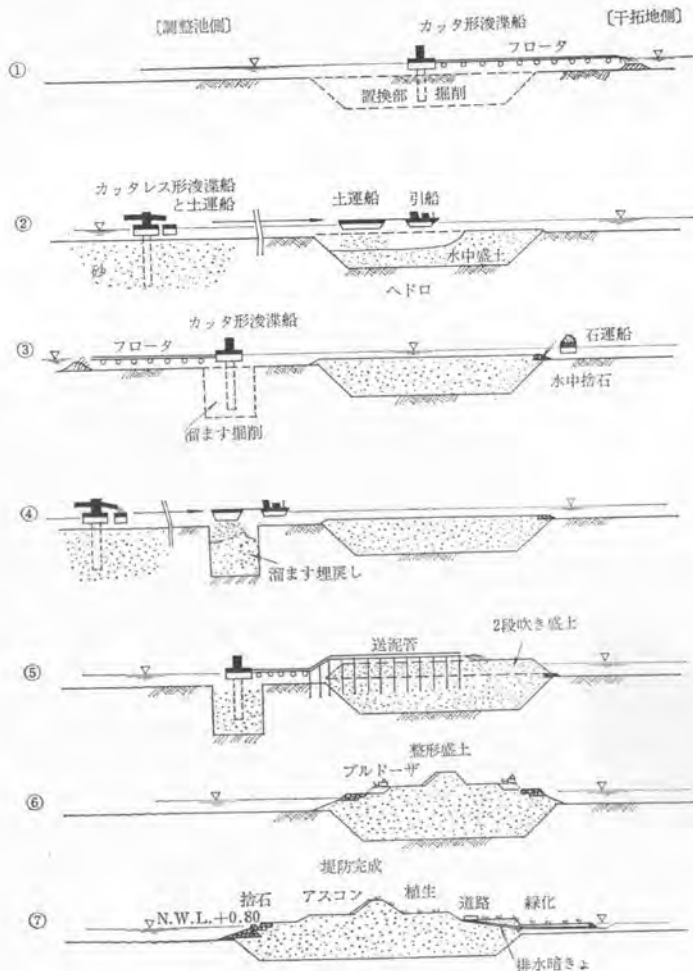


図-6 堤防盛土施工模式図

1,000 m に小排水路を設置し、短辺方向に支線排水路を沿わせて中央幹線排水路に導入し、南北両排水機場から地区外に余剰水を排除する。また地区内の水位はポンプの運転時間の操作により一定に保つようにする。南北排水機場の排水能力はそれぞれ最大  $40 \text{ m}^3/\text{sec}$  である。

## (2) 排水路施工機械

干拓事業の場合、土工量がある程度大きければ干陸を待ってから掘削を行なうよりも、浚渫船を駆使して干陸前に掘削を行なった方がはるかに経済的で有利である。また、八郎潟のように極端に軟弱なヘドロ地盤の場合、干陸直後の陸上機械の搬入はまったく不可能に近いので特にそうである。このような意味から、排水路の掘削は可能な限り浚渫船を使用することとした。幹線排水路は底幅が  $70 \text{ m}$  の大排水路で、掘削量も約  $500 \text{ 万 m}^3$  に達する。したがって最も経済的な施工法となるように地区外との出入りが自由にできる堤防締切(昭和 38 年 8 月)前に荒掘りを行なうこととし、ディーゼル式  $600 \text{ PS}$  級浚渫船を主力に掘削を行なった。

支線排水路および小排水路については、中央干拓地の干陸排水(年間  $50 \text{ cm}$  ずつ徐々に低下させて行った)に並行してすみやかに荒掘削を完了させ、ヘドロ地盤の乾燥促進をはかることにした。このために地区内工事として新たに特殊機械を開発、導入することになった。この特殊機械には浚渫船系統と泥上作業機械系統がある。

### (a) 特殊小形浚渫船

在来のポンプ船は船体をスイングしながら掘進する構造であるため、掘削幅はかなり大きくなり、 $50 \text{ PS}$  程度の小形浚渫船で  $10 \text{ m}$  程度である。そこで支線排水路および小排水路を能率的でしかも経済的に掘削するための浚渫船を開発することとなり、種々検討を重ねた結果、特殊小形浚渫船を4隻(第8, 第9, 第10, 第11公団丸)建造した。特殊小形浚渫船は船体を固定し、ラダーを旋回して掘削する構造であるから、船体幅員と同程度の狭い断面の掘削も可能となった。しかし、掘削に際して船体を固定するため掘進できなくなったので、その解決策として前方にアンカーを取り、ウィンチで巻取って



写真1-4 小形特殊ポンプ浚渫船

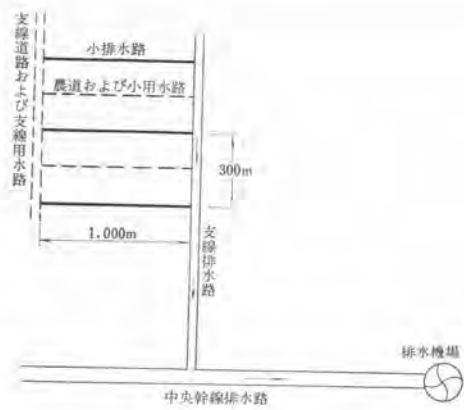


図-7 排水路の基本配置図

前進させることとした。送泥方法はヘドロ上の配管がきわめて困難であることに加えて、小断面の掘削で移動が激しく、機動性が要求されるため、船体両舷に放出管を設け、ノズルにより泥水を散布する方式とした。

特殊小形浚渫船のおもな仕様は次のとおりである。

① 掘削送泥能力： $70 \text{ m}^3/\text{hr}$  ( $70 \text{ m}^3/\text{hr} \times 12 \text{ hr}/\text{日} \times 240 \text{ 日}/\text{年} \times 4 \text{ 隻} = 800,000 \text{ m}^3/\text{年}$ )

② 掘削土質：主としてヘドロ

③ 掘削方法：船体を固定し、ラダースイングにより掘削する。この場合、水面は現地盤より下の場合もある。また、大きい水路の掘削の場合は、ラダーを固定して船体スイングによることも可能な構造とする。

④ 送泥方法：船体両側のノズルにより吹飛ばす。吹飛ばし距離は  $30 \text{ m}$  以上とする。また、大きい水路の掘削時を考慮して送泥管による送泥も可能なものとする。

⑤ 船体：幅員  $5.0 \text{ m}$  以内、きつ水  $1.0 \text{ m}$  以内、長さ  $20 \text{ m}$ 、本船は極力小形軽量とし、小は船体の通過し得る狭小な水路より、大は  $20 \text{ m}$  幅の水路に至る浚渫作業を容易に行ない得るものとして分解組立ならびに輸送に便利な構造とする。

⑥ 主ポンプ駆動用原動機： $140 \text{ PS}$  ディーゼルエンジン

⑦ 発電機駆動用原動機： $85 \text{ PS}$  ディーゼルエンジン

⑧ 浚渫ポンプ：片側吸込み1段渦巻ポンプ口径  $200 \text{ mm}$

### (b) 泥上掘削機(マーシクラムシエル)

平らなヘドロ地盤は浚渫船によって掘削し、砂地盤はドラグライン、バックホウなどの普通の陸上機械で掘削できるが、砂とヘドロの移行部は軟弱で、しかも傾斜、標高の関係から浚渫船の稼働に必要な一定の水深が得られず、どちらの掘削機によっても掘削が困難であった。したがって、新たに対策を立てる必要に迫られ、調査の結果、当時外国技術を導入し、国産化しつつあった泥上掘削機が泥上での土工作业が可能な唯一の機種であったので、これについて試験掘削を実施した。泥上掘削機

はその構造から沈車することがあっても人命の危険がまったくなく、ヘドロ地盤から水上までかなりの範囲の行動が可能であること、また干陸につく農地整備工事および排水路の補修掘削を考慮すれば、八郎潟単独で十分消却が可能であることなどにより、40年度から導入し、多方面に活躍することとなった。

(c) 泥上車

中央干拓地を干陸するにつれて測量調査および資材運搬用泥上車の開発が急務であった。39年度に泥上車の試作および国産メーカーが開発中であった機種ならびに米国で開発された機種など数機種について試験を行なった結果、クローラ形泥上車を採用した。

クローラ形泥上車は部分的には走行できない場所もあり、ヘドロ中での速度(3~4 km/hr)が遅く、現地との往復に時間がかかったこと、また構造上足まわりの故障が多発したことなどの問題はあったが、ヘドロ中を走行できる唯一の車両であり、干陸初期における活躍はめざましいものがあつた。

このほか、重量わずかに4tの超小形浚渫船、また前進方法を改良して、小さな断面を能率よく掘削しながら同時に前進できる浚渫船(溝切船と称した)等も開発した。

4. ヘドロ地盤の乾燥促進工法

(1) 乾燥促進工の必要性

農地造成工事は面的な広がりをもつ土地そのものの建設であり、それが作物の生育の場として利用されるところにその特徴がある。近年の農地造成は農業が他の産業と均衡のとれた高い生産性を得るための経営基盤の造成を第一の目的として進められてきている。このためには農地が大形営農機械の自由な走行を許す広さと支持力を

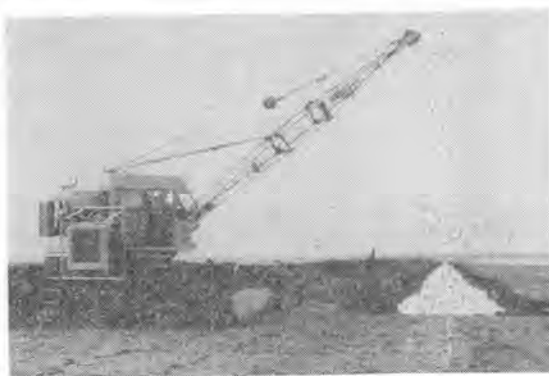


写真-5 泥上掘削機 (マーシクラムシール)



写真-6 泥上車

有していなければならない。さらに農地として土地を利用するためには作物栽培に必要な平坦さ(水田の場合の均平問題、牧草地の場合の機械走行に可能な傾斜)と土壌条件が必要である。

軟弱地盤の農地造成はこれら大形営農機械に必要な支持力の確保と土壌改良が重要な課題であり、また地盤面の支持力は整地等の大規模な土工作業のためにもぜひ必要である。

農地としての軟弱地盤の改良は、これが点や線の工事であれば、完全な基礎処理工事も可能であるが、広がりをもつ面に対してはこれは不可能である。また農業が本質的に生産性の低い産業である以上、その費用にはきびしい制約があり、このため地盤の支持力の増加はもっぱらその脱水乾燥に期待しなければならない。

八郎潟中央干拓地では干陸後限られた期間に大面積の農地を造成しなければならなかった一方、干陸直後のヘドロ地盤は人間の歩行すらも不可能なほど軟弱であり、そのおもな粘土鉱物が界面化学現象の著しいモンモリロナイトであることもあって、その脱水乾燥はきわめて遅かった。干陸後の地盤支持力の経年変化は図-9のとおりである。

八郎潟干拓事業は日本農業のモデルとするべく、大形トラクタ、大形コンバインによる機械化営農を目標とし

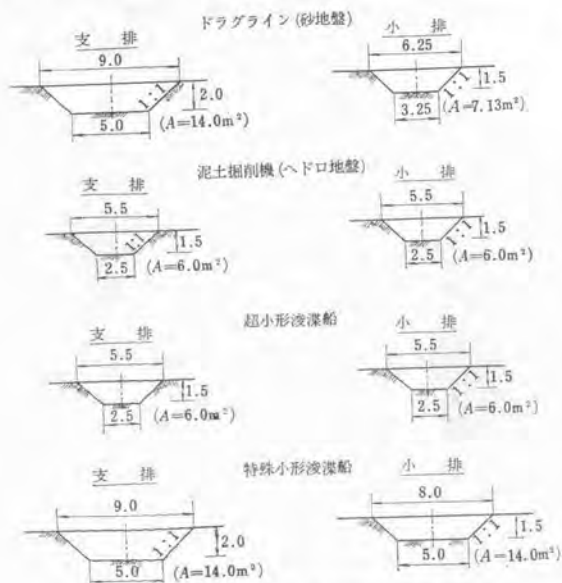


図-8 支線および小排水路荒掘削断面

て昭和43年度から実際の入植営農を開始したわけであるが、干陸直後の乾燥進行状態(図-9の39年と41年の強度変化を参照)からみて当時は実際にコンバインが稼働できるまでに改良されうるものかどうか、非常に心配された。

しかし干陸後3年目から4年目にかけて想像以上に脱水乾燥が進み、昭和43年にはどうにかコンバインによる収穫作業を行なうことができた。しかし、ここまで乾燥を進めてきた過程では種々の乾燥促進工を必要とし、またそのための特殊機械を開発してきたことはいまでもない。

## (2) 大形機械化営農を実施するためのほ場支持力

大形営農機械が実働し得るために必要なほ場の強度は導入機械そのものの機能、すなわち総重量、接地圧、荷重配分などにより異なることは当然である。中央干拓地で実施した営農機械の適応性試験(41年、42年八郎潟新農村建設事業団)によれば、営農用トラクタおよびコンバインの実働性の概略は表-1のとおりである。

大形営農機械が安全に稼働するため必要なほ場支持力はセミクローラ形のもの考えた場合、 $\bar{q}_c$ (深さ10~30cmの平均)で1.8~2.0 kg/cm<sup>2</sup>が必要であるといわれている。またヘドロが改良されて透気透水性が与えられたのは表層20cm程度であり、それ以下の土壌は還元状態のまま硫化物の溶脱ができず、作物の栽培に適していない。このため八郎潟中央干拓地ではほ場造成に先立って乾燥促進工を実施し、地表下40cmまでのヘドロに通气透水性を与えるとともに $\bar{q}_c=2.0$  kg/cm<sup>2</sup>の地耐力を得ることを目標に改良をはかることにした。

## (3) 種々の乾燥促進工法

### (a) ほ場面排水溝の掘削

中央干拓地内の末端排水路(小排水路間隔300m)に囲まれたほ場面は、湖底面こう配、すなわち周辺部から中央に向かって若干のこう配があるとはいえ、局部的な不陸や排水路の掘削残土のため凹凸が多い。このため降水などの流下が阻害されてほ場面にたん水する。これによる脱水乾燥の遅れをなくすため、ほ場面に数多い小排

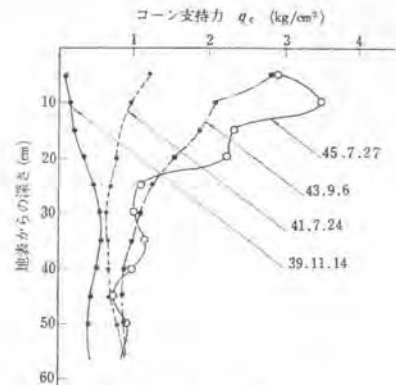


図-9 地盤支持力  $q_c$  の経年変化(A<sub>0</sub>ほ場)

表-1 営農用機械の実働性とほ場支持力との関係

ほ場支持力 (kg/cm <sup>2</sup> )	トラクタ		コンバイン	
	クローラ	セミクローラ	クローラ	セミクローラ
0.8	難	難		
1.0	易~やや難	やや難	やや難~難	難
1.2	易	易	易~やや難	難
1.4	易	易~やや難	易	やや難~難
1.6			易	やや難

- (注) 1. コーン支持力は、地表下10~30cmの平均値 $\bar{q}_c$   
 2. トラクタは3~4t級(35~50PS)で、ある程度湿潤地に改良したものである。  
 3. コンバインのクローラ形は沼地に改良されたもので、刈幅2~3m級(30~40PS)、セミクローラ形は刈幅4m(90PS)の普通形のものである。

水溝を掘削し、地表水を集水して排水路に導くための工事である。

ほ場面排水溝の施工は40年度から開始し、43年度にはおおむね全ヘドロ地域の施工を終了した。その類別、断面、施工機械などは表-2、表-3、図-10のとおりである。

仮排水溝は当初ほ場のたん水が多く、乾燥不十分のためロータリトレンチャの進入ができなかった時期に実施した第1次のほ場面排水溝である。

仮排水溝Ⅱ形は当初に接地圧の小さい泥上掘削機(マーシラムシエル)を使用して施工したものであるが、工費が割高であるばかりでなく、その深さが大であったため小排水路からの逆流もあり、底部の乾燥がはかられなく、また掘削断面が大きいため後日これを埋戻して整地するのが困難であった。

仮排水溝Ⅰ形は、上記にかわり泥上車(NQ100)をけん引動力として小形リダー(小形ロータリディッチャ)により施工したものであるが、掘削深さが0.35mと浅く、排水路掘削残土(ポンプ船による排泥土の堆積)による不陸のため排水溝の深さの不足がみられた。しかし掘削能率もよく、工費も廉価であり、第1次



写真-7 コンバインによる収穫作業

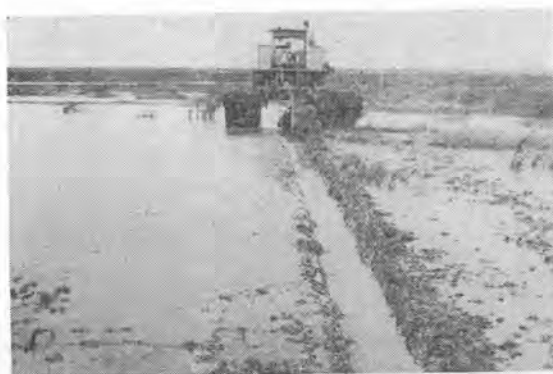


写真-8 小形リダー



写真-10 大形リダー



写真-9 ロータリトレンチャ

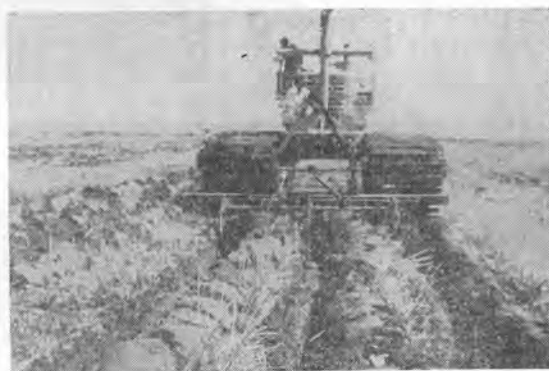


写真-11 乾燥耕起施工中

のは場面排水溝としては十分効果を発揮した。

ほ場排水溝は、ロータリトレンチャまたは泥上掘削機（マーシクラムシェル）を改造して動力とした大形リダー（大形ロータリディッチャ）による本格的なほ場面排水溝である。両者はいずれも高速で回転する（180回/min）カッタにより掘削土を飛散させるものである。

排水溝の間隔は、その集水能力を高めるためなるべく

狭いことが望まれるが、カッタによる残土の飛散距離に支配されて最終的には10mとした。

(b) 乾燥耕起

蒸発散の面積を増加させ、かつ反転によって上層部の乾燥した土を下層に入れることによりヘドロの連続性を断ち、乾燥を促進させるため反転耕起を実施するものである。

表-2 ほ場面排水溝の種類と施工機械等

種類	使用機械	施工間隔 (m)	排水溝の施工時の深さ (m)	施工年度 (年)	施工面積 (ha)
仮排水溝 I	マーシクラムシェル	90~180	0.90~1.10	40	約 460
	小形リダー	10~20	0.35	41~42	≈ 3,650
ほ場排水溝 I	ロータリトレンチャ	10~30	0.70	40以降	≈ 8,000
	大形リダー	10	0.70	42以降	≈ 3,100

(注) 小形リダーおよび大形リダーのけん引機械は泥上車 (NQ 100) およびマーシ (NQ 500) の改造形である。

表-3 ほ場面排水溝の施工機械諸元

排水などの種類	使用(けん引)機械	全重量 (t)	接地圧 (kg/cm <sup>2</sup> )	馬力数 (HP)	能力 (m/hr)	施工費 (円/m)	保有台数(台)
仮排 I	マーシ (NQ 500)	18.0	0.105	60			1
	泥上車 (NQ 100)	7.0	0.089	60	約 550	21	2
ほ排 I	ロータリトレンチャ	14.5	0.085	60	約 270	48	5
ほ排 II	マーシ (NQ 500)	12.5	0.073	60	約 250	59	5

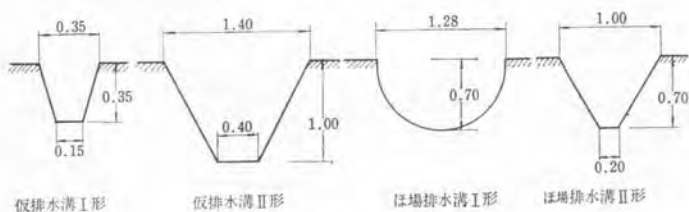


図-10 ほ場排水溝施工断面

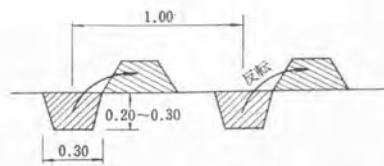


図-11 乾燥耕起の方法

耕起はできるだけ多くの凹凸を作る意味からは全面耕起が望ましいが、一方、耕起した土層中の空洞には雨水が滞水しやすい。したがって、降雨等による地表水を円滑に排除し、かつ蒸発散面積を拡大させる目的で図-11に示すような1/2耕起を実施した。

乾燥耕起の施工は、泥上車(NQ 100)けん引の3連ディッチプラウを使用し、ほ場排水溝に平行に施工する。なお耕起による溝の排水を良好にするため連絡排水溝を耕起と直角の方向に人力により施工し、ほ場排水溝に連絡している。施工時期はほ場造成の前年とし、施工後1カ年を経過した後整地作業に入ることを標準とした。

#### (4) ほ場造成

乾燥促進工を実施した地区ではその後に続く整地作業も超湿地および超々湿地ブルドーザ(接地圧 $0.187 \text{ kg/cm}^2$ ,  $0.125 \text{ kg/cm}^2$ )の開発と相まって順調に工事を進めることができた。またヘドロの乾燥による土壌構造の変化は不可逆性であるが、水田化によるたん水は今後の



写真-12 乾燥促進工を実施したほ場

乾燥の進行をはばみ、地下水位の高いことは作物生理の上からも好ましくない。このため八郎潟中央干拓地では整地後のほ場に暗きょ排水機構を設け、水管理の合理化とともに営農開始後の乾燥促進をはかっている。

#### 参 考 文 献

- (1) 「八郎潟干拓事業誌」農業土木学会
- (2) 「建設工事における土質工学の実用例」土質基礎工学ライブラリー5・土質学会
- (3) 「農業土木ハンドブック」農業土木学会



写真-13 超々湿地ブルドーザ(接地圧  $0.125 \text{ kg/cm}^2$ )



写真-14 暗きょ排水施工機械(ドレーンマスタ)

お知らせ

## 1971年版 日本建設機械要覧

予約募集に関する詳細は本誌次号参照

# 夢を実現する技術の足跡

記録は破られるためにあるといわれる。機械化施工の記録においても機械の進歩発達と施工技術の進歩により次々とその記録は破られている。各分野における現在完成間近のものを含めて日本一をグラビヤで特集してみた。この記録もいつまた破られるであろうか。

## 京王プラザホテル

位 置 東京都新宿区西新宿  
敷地面積 14,500m<sup>2</sup>  
建築面積 8,486m<sup>2</sup>  
延床面積 116,237m<sup>2</sup>  
高 さ GL+170m  
階 数 地上47階・地下3階  
客 室 数 1,057室  
工 期 昭和43年11月～  
昭和46年3月  
— 鹿島建設提供 —



□ 建 □  
□ 築 □



天門橋  
—日本道路公団提供—

若戸大橋  
—日本道路公団提供—



西海橋  
—日本道路公団提供—



世界道路橋種別の最大スパン調べ

(1968年11月現在)

橋種	世界				日本			
	橋名	国名	スパン(m)	完工	橋名	県名	スパン(m)	完工
つり橋	Verrazano Narrows	アメリカ	1,298.5	1964年	関門橋	山口・福岡	712.0	1973年
ゲルバートラス	New Mississippi River	#	480.0	1958年	大師橋	神奈川県	367.0	1962年
連続トラス	天門橋	日本	300.0	1966年	天門橋	熊本	300.0	1966年
単純トラス	Metropolis	アメリカ	219.5	1916年	日連橋	神奈川県	110.0	1956年
鋼アーチ	Kill Van Kull	#	503.1	1931年	西海橋	長崎	216.0	1955年
プレートガーダ	Save	ユーゴスラビア	261.0	1956年	浜名湖橋	静岡県	140.0	1969年
ランガー	Rhein	西ドイツ	255.0		大矢野橋	熊本	156.0	1966年
ローゼ					旭	広島	102.0	1959年
コンクリートアーチ	Glades Ville	オーストラリア	305.0	1963年	万年橋	東京都	79.0	1943年
コンクリートゲルバー					十勝大橋	北海道	41.0	1941年
P C 橋	Marakaibo	ベネズエラ	235.0	1962年	浦戸大橋	高知県	210.0	1971年
可動橋	Marine Parkway	アメリカ	165.0	1937年	勝岡橋	東京都	44.0	1939年
斜張橋					尾道大橋	広島	215.0	1968年

(注) 1. 日本道路公団構造設計課調べによる。  
2. 関門橋および浦戸大橋は日本道路公団が建設中である。



□ 橋 □  
□ 梁 □



浜名湖橋  
—日本道路公団提供—



尾道大橋  
—日本道路公団提供—

富士川橋梁

位置 右岸：静岡県富士市富士川町中の郷地先 左岸：静岡県富士市宮下地先  
延長 約 1,375m  
支間 <東京方>(箱げた17.5m×7連)+(構げた60.0m)+(構げた60.0m×3  
径間連続×6連)+(構げた60.0m)+(箱げた17.5m×2連) <大阪方>  
工期 昭和36年3月～昭和38年8月

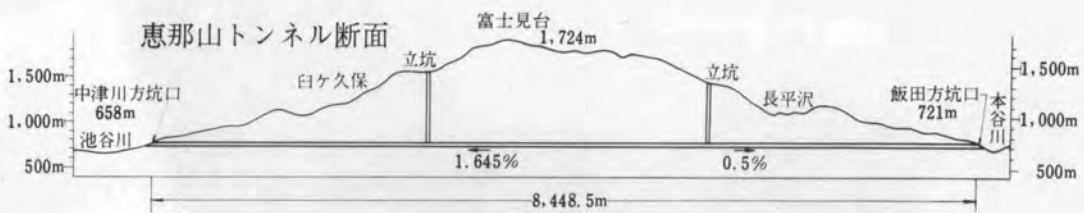
— 日本国有鉄道提供 —



# トンネル

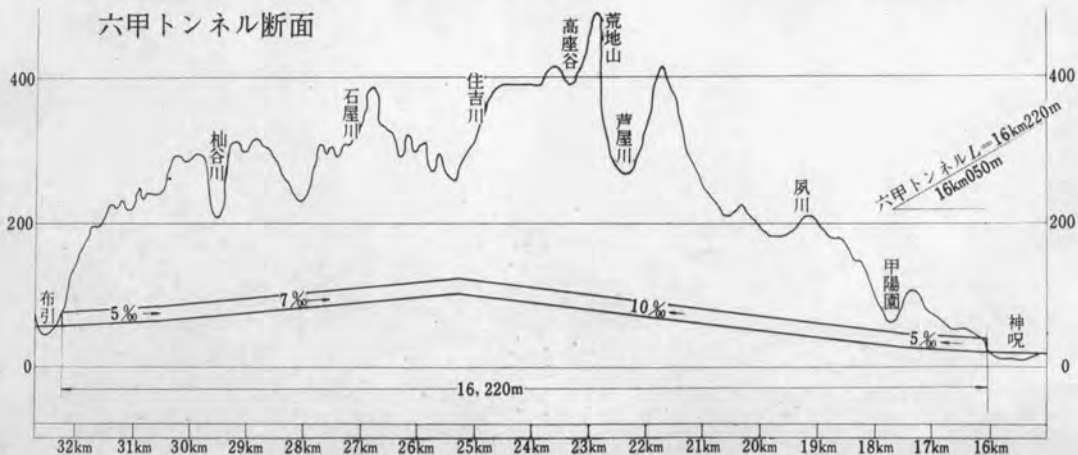
## 恵那山トンネル

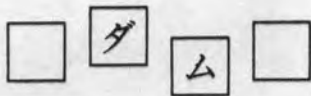
位置 長野県下伊那郡阿智村  
岐阜県中津川市神坂  
延長 約 8,500 m  
車道幅員 3.5 m × 2  
設計速度 80 km/hr  
工期 昭和44年10月～  
昭和49年3月  
使用目的 道路トンネル  
— 日本道路公団提供 —



## 六甲トンネル

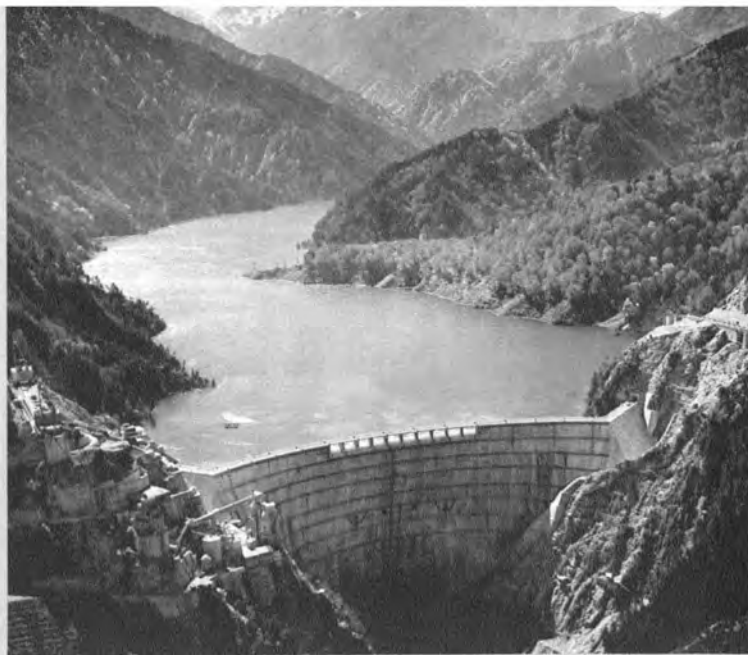
位置 兵庫県西宮市神呪町～  
兵庫県神戸市葺合區布引近付  
延長 16,220 m  
断面 複線断面 (新幹線)  
工期 昭和42年3月～昭和46年6月  
使用目的 鉄道トンネル  
— 日本国有鉄道提供 —





### 黒部第四ダム

水 系 黒部川水系黒部川  
 位 置 富山県中新川郡立山町  
 形 式 ドーム越流形アーチ式  
 堤 高 186 m  
 堤 長 480.62 m  
 堤 体 積 1,590,000 m<sup>3</sup>  
 有効貯水量 148,800,000 m<sup>3</sup>  
 工 期 昭和31年8月～昭和37年8月  
 一 間 組 提 供 一



### 田子倉ダム

水 系 阿賀野川水系只見川  
 位 置 福島県南会津郡只見町  
 形 式 直線重力式越流形  
 堤 高 145 m  
 堤 長 466 m  
 堤 体 積 1,965,000 m<sup>3</sup>  
 有効貯水量 370,000,000 m<sup>3</sup>  
 工 期 昭和28年10月～  
 昭和34年5月  
 一 電 源 開 発 提 供 一



### 御母衣ダム

水 系 庄川水系庄川  
 位 置 岐阜県大野郡白川村  
 形 式 傾斜土質しゃ水形  
 ロックフィルダム  
 堤 高 131 m  
 堤 長 402 m  
 堤 体 積 8,095,000 m<sup>3</sup>  
 有効貯水量 330,000,000 m<sup>3</sup>  
 工 期 昭和32年6月～  
 昭和35年10月  
 一 電 源 開 発 提 供 一

□ 人 □ 工 □ 港



鹿 島 港

形 式 掘込港湾  
 位 置 茨城県鹿島郡鹿島町、神栖村、波崎町  
 バ ー ス 専用バース99バース、約14km  
           公共バース10バース、約1km  
 工場用地 約1,000万坪(3,200ha)  
 工 期 昭和38年～昭和50年  
 工 費 約770億円  
 使用目的 開発港湾の整備  
           — 運輸省港湾局提供 —



## 随 想

# 怪物建設機械とシビルエンジニア

南 部 三 郎\*

今年の1月、建設省九州地方建設局管内の菊地川工事事務所庁舎落成祝賀式が行なわれ、先輩歴代事務所長が幾人か出席されたが、その折、初代事務所長の阿部一郎さんが挨拶された中に、当時（昭和15年）内務省の直轄現場の機械台帳に馬が記載されていたという話をされた。もちろん当時河川堤防等の大規模土工にはすでに機関車等も使用されていたはずだが、馬もかなりの役割を果たしていたことと思われる。当時、内務省の建設現場は、日本国における土木工事と建設機械という関係では先端を行っていたはずだから、当時の建設機械の実情が偲ばれる挿話といえよう。

戦中、私は昭和18年に大学を出て、施設関係の海軍の技術将校となったが、その頃、南方に出かけて行く設営隊の装備には貨物自動車やけん引車のほか、ろくな建設機械装備はなかったと記憶しているし、伝え聞くアメリカ設営部隊のブルドーザ等大規模土工機械の活躍に刮目したり、切歯扼腕したのを思い出すが、これらはいまを去るわずか30年ぐらい前のことで、そう遠い昔語りではない。

ところが今日のわが国の建設機械発展の実情はどうであろうか。昭和43年に私は機会を得て、当時インドネシア国が日本の対イ国賠償で実施中の三つのフィルタイプダム建設が、その途中で賠償年次が終了とするため、これを引続いて対イ国借款でどう取扱うかを調査するため、これらのダム建設現場を訪れたことがある。もちろん日本の賠償によるものであるから日本の機械が使われることは当然のこととはいえ、そこに活躍する各種日本製機械の群や、それらを駆使してダムを建設するに必要な一切の建設現場における指導のために派遣されて活躍している日本人の群をはるかな熱帯の外地で見たとき、今日のわが国建設機械の発展と技術力の充実を感銘深く胸に焼きつけられて帰国したことを覚えている。

この国のみならず、今日日本の建設機械の海外への輸

\* 本協会九州支部長・建設省九州地方建設局長

出は相当な量に達していることは周知のことであり、日本の建設機械の水準がいまや諸外国に肩を並べるに至っていることを物語っているといえよう。

一方、国内においては、各所に見受けられる大小建設現場で見られる多種多様多量の建設機械のそのほとんどが国産のものであり、これらを駆使する技術者、技能者が全部日本人であるのを見るとき、誠に今昔の感が深い。今日、GNP世界第2位に躍進した日本経済力の基盤整備に重大な役割を果たす建設機械の威力を痛切に感じないではいられない。

このわずか30年ぐらいの間に、かくも今日の隆盛を見るに至った建設機械の改良、新機種の開発、性能の向上、量産等、ならびにこれらを駆使した多彩な施工技術の発展に取り組んできた機械技術者、土木技術者、あるいはそれらの属する組織が経験してきた内容は、思うに並大抵のものではなかったはずである。外国技術の導入による機械の開発、自らの技術の進展による機械の開発、これら機械の開発過程における施工現場と製作側の協力協調、新機種の現場への導入、新施工法の開発と現場への導

入、建設現場での機械力駆使能力向上のための現場技術者の教育養成、各種の施工管理技術の向上等、数えあげると相当広範な内容のものであり、その一つ一つについても、こうして項目を並べて書けば簡単に見えて、実はそれぞれの内容における困難さ、ならびにそれぞれの相互間における困難さと複雑さは書き出せば限りがないことはわれわれのよく知るところである。

こうして到達した今日の建設機械と建設工事の現状においても、なおわれわれはさらに労務者の数と技能の不足に対処するための省力化、あるいはわが国経済発展の要請に答えるための工事の大形化と工期の短縮等のために食欲に機械の改良、新機種の開発、新工法の開発に取り組んでいるのが実情である。

こうしてわれわれが苦心を重ねてはぐくみ育ててきた建設機械は、今日われわれ自身が時にその威力の大きさ



に驚くような役割を果たすに至っているのである。私どもの住む九州においても、関門架橋、国鉄新幹線の建設、九州縦貫高速道路の建設、大規模国道バイパス、ダム建設、有明沿岸等の大規模干拓、響灘、大分新産都市等における臨海工業地帯の整備、さらには、未だ調査に手をつけ始めたばかりとはいえ、周防灘志布志湾の大工業地帯造成計画等、あげれば枚挙に暇がない。これらの大事業は偉大なわが国経済成長の一翼を担うものであるが、これらは思うに、われわれがはぐくみ育ててきた建設機械の発展と各種土木技術の発展の総合成果によるところが誠に大であり、建設機械の発展はわが国の経済成長にさらに限りない発展の可能性を感じさせるものである。

いまや建設機械はかつて馬と並んで堤防を作った時代から、わずかの間に誠に怪物ともいふべき大物に育ってきたことを痛感する次第である。そしてその怪物たるゆえんは、われわれにとってネガティブな面でもいまや相当な威力を示し始めたところにもうかがわれる。

今日建設能力の向上を背景に短期間に目をみはる経済成長を遂げてきたわが国の各種工場、施設等が、今日あちこちで多様な公害問題を惹起し、いまや市民生活の一大脅威となりつつあって、重大な世論の指弾を受けるに至ったのみならず、さらに1970年代は公害対処の時代とさえいわれるに至っているのであるが、このことについて、これまでの過程で果たしてきた建設機械の役割がはなはだ大きかったことは事実であり、かつ今日以後においてもますますその役割が大きくなる可能性が強いことは、その怪物たるゆえんの一つであろう。

怪物たるゆえんの第2は、建設工事に伴う大形の第三者事故の発生が増加してきたことである。昨今の事故ですぐ思い出すものに、大阪、東京のガス爆発事件、大阪梅田駅のプラットフォーム事件等がある。

怪物たるゆえんの第3は多発大形化してきた工事現場における労働者災害である。昨今の例では荒川のリングビーム事件、大阪の潜函事故、八木沢ダムスピールウェイのコンクリート支保工事故等が思い出される。

しかし、これら建設機械の魔性は考えてみれば機械そのものの魔性によるところ皆無としないが、その魔性の魔性たるゆえんの大部分は、それらの建設機械を駆使している人間、特に最も多く関与しているシビルエンジニアにあるというべきであろう。

いまやわれわれシビルエンジニアは大いにこの建設機械の魔性が実はわれわれ自身の問題であるとの強い認識を再確認して、建設機械をして魔性ある怪物たらしめないような方策を十分検討推進すべき時だと思ふ。1970年代のシビルエンジニアの命題の重要な一つであると認識すべきであろう。

工事現場における労働者災害は、工事現場の安全管理

問題としてシビルエンジニアが認識し取り組むことにはそう困難があるはずはないと思われる。また工事による第三者災害は、これまた工事計画、あるいは工事施工にあたるシビルエンジニアが施工計画、施工管理の問題として認識し取り組むことにそう困難があるとは思えない。これらは建設工事の施工と直接的関係にあり、したがって建設工事に関係するシビルエンジニアが直接肌で感ずる類の問題であるからである。問題は、建設工事とは間接的な関係にある各種公害問題に関するシビルエンジニアの姿勢をどうするかであろう。

私は職務柄、九州南部の宮崎、鹿児島県下を旅行する機会が多い。そしてその都度九州南部、特に宮崎県下における道路沿線の風景の美しさをひしひしと感ずる。次第に失われつつある自然美がここでは豊富な姿態でわれわれを楽しませる。緑濃き樹々の埃りに汚れない艶やかなたたずまい、四季それぞれに咲き競う花々の可憐さ、これらは訪れるたびに私の心を慰め、私の新たな心の糧となって明日の活動を助けてくれる。日本全土が次々と開発される機運の中で、しかも今日の威力ある建設機械と建設技術の水準をもってすれば、遠隔の地宮崎県といえども、やりようによってはそう困難ではないように思われる。しかしなおかつ今日宮崎県はその美しい自然美を確保しつつも、年間に憩を求めて訪れる数百万の人々に供する各種の施設の建設を自然との調和の中に着々と進めているように見える。これは「修景条令」というのを県条令で設けてまで、自然の保護、自然との調和ある開発に多大の意欲を傾注している県行政の姿勢とこれを支持する県民の姿勢があるからにはほかならないと思う。

われわれシビルエンジニアはこうしたことによく学ばなければならないと思う。しかしわれわれシビルエンジニアが皆直接行政に参与するわけではない。私のいわんとするところは、今日シビルエンジニアは狭い建設工事の計画と施工という領域にあって日夜忙殺されることなく、もっと広い視野から地方計画、圏域計画、さらに国土計画という面からわれわれの有する大きな建設能力を円満に駆使する計画に取り組み、その中において、国民生活と国力発展の調和に積極的に参加することによって前述した1970年代の命題の一つである公害問題に対処すべきであるということである。この点が労務災害や第三者災害に比較して、シビルエンジニアに問題意識を確立させ、それに取り組ませる最も困難な点であろうと思う。思うにシビルエンジニアなる語の由来も本来ここにあると思うが、どうであろうか。

非常に発達した今日の建設機械、いまや怪物とまで成長させた今日の建設機械を、偉大な時代の進展に寄与する怪物たらしめるか、魔性ある怪物たらしめるか、それは一にかかってわれわれシビルエンジニアの責任である。

## 現場フォアマンのための土木と施工法

## XVI. 機械化施工の安全指針

## 7. 重機械およびその他作業

山崎 迪 明\*

## 1. 基礎掘削と土留工

建設工事全般の施工計画の中で最も重要なものとして地下工事の計画があり、その施工にあたっては複雑な土質条件、構造周辺の条件等と高度な技術、豊富な経験から綿密な計画がなされる。この施工計画を忠実に、経済的に、かつ安全に実施するために、施工に先だって設計図、仕様書、工期、その他付帯条件等を十分理解しておく必要がある。また調査の段階では施工地盤の構成や立地条件を十分把握し、過去、現在において付近の工事がどのような規模でどのような施工を行なったかを調査することも必要であろう。

市街地における掘削工事はなんらかの形で隣接構造物に影響を及ぼすことは避けたいが、人身事故は絶無を期さなければならないとともに、近隣に及ぼす障害を可及的最小限に留めるように努めなければならない。

ここで基礎掘削ならびに土留工の施工に伴い、障害を原因別に分類してみる。

- ① 作業場周辺の通行に対する支障
- ② 土留工の崩壊に伴う事故
- ③ 排水処理に伴う障害
- ④ 近接構造物の補強不備に起因する事故
- ⑤ 埋設物に対する保安上の問題
- ⑥ 掘削機械使用による安全上の問題

以下その対策をショベル系掘削機を中心に考えてみる。

## 1.1 交通対策

施工者は工事による交通の危険、渋滞等を防止し、特に歩行者が安全に通行しうるように必ず措置をしておかなければならない。また、公衆が誤って作業場に立ち入ることのないように仮囲いを設け、夜間は適切な照明を施し、必要な個所に保安灯を設置する。作業場への車両の出入には誘導員を配置して一般の通行に支障をきたさないようにしなければならない。等々細かく市街地土木工事公衆災害防止対策要綱に規制されているので、十分熟

\* 大成建設(株)機械部計画室主任

知して実施すべきである。

## 1.2 土留工

土留工法には、素立ち土留、のり土留、自立式土留、アンカー式土留、アイランド式土留、切ばり式土留等があるが、いずれも土圧に対し安全であること、ヒービング、ボーリングに対し安全であること、付近の構造物に障害を与えないこと、構造物の施工がしやすいこと等が満たされなければならない。

事故原因として、切ばりの挫屈や腹起こしの折損、矢板の転倒、のり面の崩壊、ヒービング等が考えられ、土留工の変形量は土の種類によって変わるが、背面土圧を決めることは非常に困難である。したがって掘削機による振動、切ばりへの衝撃などは特に注意しなければならない。山留を使用する場合は深い掘削が多い関係でバックホウ、ドラグラインなど土留工の天端付近での作業は補強して土留工を保護しなければならない。

土留工の解体時によく矢板の変形増量による地盤沈下などあり、注意を要する。この矢板引抜きに際し、矢板とともに付着土を抜き取って空洞が生じ、流動圧となって背圧を大きくすることがあるので、空洞に荒砂を充填しながら抜き取るか、一度打込んで土との肌分かれをさせた後、引抜くか、またはウォータージェットにより付着力を絶ってから引抜くかして土の引抜きを最小限度に留める必要がある。

また側圧に耐えても、底面地盤がすべり面を形成して崩壊する例も多い。同様に仮締切りなどで、締切りが十分であっても底面からの湧水が激しい場合、矢板周辺の底面土は下方から上方に流れる水流的作用によってせん断強度を減じ、パイピング現象を起こして崩壊する。このような場合には釜場を底面より深く下げて湧水を処理するか、矢板の根入長を長くして非透水地盤まで打設しておけば安全である。

地盤の沈下については、「建築基礎構造設計基準」にのっとってその安全性を確かめることはいうまでもないが断面剛性の大きい矢板を使用して沈下を防止し、切ばり

の全長が過大の場合には圧縮変形、特に継手のゆるみ等は架設時にジャッキによってあらかじめ荷重を加えてゆるみを最小限に留める必要がある。

### 1.3 排水

わが国においては、機械土工は土質と天候に左右されやすく、排水の問題は工期の短縮、品質の向上に極めて密接な関係がある。特に地下水の処理については、周辺地盤が非常に体積変化を起こしやすい場合、ウェルポイントなどによる強制排水で圧密沈下を起こし、被害が近隣に及ぶことがある。

排水処理は施工法、工程の進捗や天候に応じた臨機な処置が必要とされ、湧水、流水は溝、管などで施工に支障のない所へ誘導し、作業地盤での湧水は自然排水か、ポンプによる強制排水を行なうようにし、のり肩、のり尻にも集水溝を設けて施工中ののり面の崩壊を防ぐことなどもその一例であろう。施工機械で雨水の被害をできるだけ少なくするように適当なこう配を保ちながら施工する間接排水も常々心掛けなければならない。

### 1.4 近接構造物の保護

構造物に近接して掘削工事を行なう場合、当該構造物の基礎または地盤を補強し、構造耐力の低下を防止しなければならないことは「建築基準法」に示されているところだが、基礎の浅い鉄筋コンクリート造りの構造物でも補強は必要である。近接構造物の被害は物心ともに甚大で十分な安全の確認を証明しなければならない。

### 1.5 埋設物の保安

地下埋設物は事前に十分調査し、埋設物の位置をあらかじめ確認しなければならないし、埋設物の所有者と保安上の必要な措置を講ずるために協議決定しなければならない。

最近ガス管についての建設工事に起因する事故が多くなっているが、防護方法として施工がガス管に悪影響を及ぼす恐れのある場合は移設することが多く行なわれており、また、やむをえず作業場内に露出する場合はつり防護、継手防護を行なっており、埋戻し後、地盤の不等沈下による異常荷重が加わるおそれのある場合には受防護を施工してガス管を支持している。ガス導管が鋳鉄管である場合、延性の大きい鋼管に変更することもあり、いずれもガス事業者と協議し、協定事項および工事仕様書にしたがって施工を行ない、ガス導管の確保について万全の措置をとるべき責任がある。

### 1.6 掘削機械

掘削機械による不安全な状態としては、

- ① 施工方式の誤り
- ② 作業環境の物理的不安全状態
- ③ 整備点検の不良

などが考えられる。

#### 1.6.1 施工方式の誤り

軟弱地盤上での作業とか、掘削機械が掘削箇所をまたいで設置されるような作業の場合、施工計画に誤りがあったと考えられるが、やむをえない場合には前者にはマットあるいは覆工板を使用し、後者には崩壊を防止するために土留支保工を設けなければならない。またショベル、ブルドーザ、ダンプトラックなどの走行路は過酷な使用状態におかれる関係上、常時点検補修が必要となり、運搬に耐えられるよう堅固なものにし、車両が転倒しないように事前に検討して工事工程の中に補修工程も含めるように心掛けなければならない。

#### 1.6.2 作業環境の物理的不安全状態

作業環境の物理的不安全状態には技術的未熟、不注意に起因することが多く、事故の件数も多い。機械の旋回範囲に作業員が出入することは最も危険で、かつ一般的に最も多い事故である。

給油は機械の休止時に行ない、整備時の工具類は機械の上に置き去りにしないように心掛け、休止時間中はバケット類はかならず地上に置くようにすべきである。

旋回半径の中に動かすことのできない障害物、たとえば建物、電柱、電線などがある場合、障害物に接触しないように十分注意が必要である。

#### 1.6.3 整備点検の不良

整備点検については定期的にワイヤロープ、ドラムシャック等チェックし、不慮の事故を防止すべきで、回転部分で保護装置を取付けられない部分には、エンジンを掛けたままではふれないように注意しなければならない。

## 2. 重機械

重機械とは、わが国では一般に土工機械を指しているが、土工作业は土木工事の大半を占め、建設の機械化の最先端を行くものであった。そして重機械が工事の大形化、工期の短縮、工事単価の節減、品質の必要最大限の保証を可能にした。したがって重機械の運営管理、すなわち工事計画、設計の段階での機械の選定、施工計画、機械の維持管理などが工事全般の計画の中に折込まれる必要がある。安全対策も施工計画を分離してはならない。

わが国の重機施工は欧米の技術水準にさほど劣らないとしても、重機械の性能を完全に発揮し、かつ経済的で重機械の稼働条件に適合するような運営母体を見るに至っていない。たとえば運営が下請けまかせで内容のない施工計画であったり、工事に精通したフォアマンが質的に確保されていないことなどであって、作業形態は下請けで行なうとしても、計画管理はフォアマンに課せられた重大任務である。

### 2.1 保守とオペレータ

オペレータは常に安全第一を心掛け、機械の動き、周



用の作業員に注意し、機械の異常を感覚的に知るようにつとめ、機械の点検整備を怠ることのないようにしなければならない。

点検整備は機械の機能をできるかぎり完全に維持するために行なうものである。機械は自己発生的動力による衝撃、摩耗、腐食、熱による部材の劣化などが進行し、構成各部の耐用時間の相違があらわれる。耐用時間の短い消耗部分、非常に長い耐久部分とその中間のものがあり、その整備には故障を未然に回避するための整備と各部の機能を維持するための整備とがある。前者を定期整備といい、後者を日常整備というが、故障は現場での日常整備、清掃、点検などで進行を防ぐことができる場合が多い。

日常整備はさらに毎日整備、毎週整備、毎月整備とに分けられ、毎日整備では清掃、点検を行なって損傷の有無をチェックし、ボルト類のゆるみは常に増締めし、給油を行なって潤滑をよくしておかなければならない。

毎週整備ではクラッチ、ブレーキの調整、油の交換、消耗部分の調整しらのチェックを行なわなければならない。

毎月整備では、オイルフィルタ、フューエルフィルタの交換、冷却システムの内部洗浄、油圧機器の油もれ、摩耗部品の交換等を主体に行なう。

これらの整備計画は施工計画に折込んで規則正しいスケジュールで実施しなければならない。天候に左右されやすい土工事であるから、整備計画が乱れがちなのは否めないが、それだけに十分計画の時点で検討する必要がある。

オペレータは運転中に各計器の作動に注意し、エンジンの排気色、音などからエンジンの異常を知るように心掛け、油もれ、回転部の異音、摺動部、電気系統のにおい、熱などから良否の判断ができるように心掛けなければならない。

## 2.2 一般的な作業上の注意

### 2.2.1 作業前の注意

エンジンの始動にあたってすべての操作レバーが中立になっているか、機械の振動で操作なしに動きだす危険はないか、ステップ、ペダル等に油やグリースが付着していないかなどをチェックするようにオペレータを習慣づけさせなければならない。発進に際しては、周囲に人がいないことを確認することはいうまでもないが、整備士が機械の下にいるかもしれないので、安全の確認は常に怠ってはならない。また発進したらまずブレーキの効きを点検することも大切な注意事項である。

### 2.2.2 作業時の注意

施工中いかなる動作においても機械の進行方向の安全は常に注視していなくてはならない。また飛来崩壊のおそれのあるものは前もって取り除き、捨土の上に乗るこ

とはできるだけ避けることが賢明である。動いている機械への飛乗り、飛降りは厳禁すべきである。

### (1) ブルドーザとトラクタ

重機械に同乗者を乗せてはならない。また下り坂を走行する場合、レバーの働きが反対になるので注意しなければならない。

ブルドーザとスクレーパのように連結作業を行なうとき、ドローバまたはけん引ワイヤなどをまたいで作業をさせてはならない。下り坂の押土作業中負荷が少なくなっても急にブレードを下げたり、傾斜面で走行中大きな操向を切るとは転倒の危険が生じる。

### (2) スクレーパ

発進時にブレーキの効きをチェックしてから作業を開始することはもちろんであるが、下り坂でのギヤチェンジは行なってはならない。制動はボールを下げて行なうと安全である。

### (3) グレーダ

作業以外の走行時にはブレードは車輪の外に出してはいけない。操向を切るときは十分速度を落としてから行ない、駐車の場合はブレーキ以外にスカリファイヤを降ろすと安全である。

### (4) 掘削機

走行時にフロントを振り回すことのないようにブレーキロックを掛け、旋回防止のスイングロックを確認しておかなければならない。

下り坂の長い場合、急な場合は走行に非常な危険がともなうので、トレーラ輸送か、どうしても走行の必要があるときはトラクタをブレーキ代わりにけん引することが安全である。

ダンプ積込みの場合、運転席の上を旋回させてはならない。駐車時にはバケットを地面に降ろし、ブレーキロック、スイングロック、ディギングロックを確認し、ハウスにキイをかけておくように心掛けたい。

### 2.2.3 誘導員を必要とする作業

障害物の近くを通るとき、視界不良な道路、不安定な姿勢でのバックのときなどは誘導員をおき、オペレータは誘導員のみの場合に従うものとするのが重要である。

### 2.2.4 夜間作業

作業場全体をできるだけ照明し、危険な場所での作業には必ず誘導員をつけ、合図用の懐中電灯を常備しなければならない。

### 2.2.5 整備時の注意

整備員は保安帽、安全靴の着用はもちろんであるが、整備の場合、手袋の使用は避け、ワイヤを取扱うときのみ皮手袋を使用するように心掛けるとよい。また回転部分の調整を行なうときはエンジンを停めてから行なわなければならない。

### 3. 機械の維持管理

現在大多数の建設業では土木、機械技術者の業務分野があまりにも明確に分離されていて、工事全体の計画に円滑さを欠くくらいがある。機械に最大限の能力を発揮させ、目的に即した最も経済的な施工を行なうために作業実績を正確に把握し、施工計画の中で整備、オペレータ管理、施工管理、経費管理を検討しなければならない。

施工にあたっては組織化された予防整備体系を築き、運転日報、整備報告書などの基礎的記録統計の科学的活用をはかる必要がある。

#### 3.1 整備

① 整備は整備工に行なわせ、整備の記録をつける必要がある。

② 整備スケジュールを守る。

③ 燃料、潤滑油の保管、給油の適正化をはかる。

④ 潤滑油、冷却水等には交換時期を知らせるプレートを取付けるとよい。

#### 3.2 記録

① 現場単位の記録でなく、当該機の履歴として記録を保存すべきである。

② オペレータは毎日運転日報を記録し、口上ではなく、記録をもって報告するように習慣づける。

③ 履歴簿は機械の移動とともに移し、記録様式を統一しておくことが必要である。

### 4. ट्रラック

自動車による運搬の利点は、運搬路を作る準備工が不要であり、運搬上の制約が少なく、経路など比較的自由に、かつ変更も容易であるが、反面、道路事情による制約を受け、第三者傷害の確率も高い。

建設工事に最も多く利用されるのは土砂、骨材輸送に供されるダンプトラックで、ダンプトラックのみに規制された法律があるので熟知しておく必要がある。

#### 4.1 オペレータ

オペレータは車種に応じた運転免許を有する者とし、道路交通法ならびにダンプ規制法に精通するように督促すべきである。

#### 4.2 自動車に取付を必要とする装置

自動車に取付を必要とする装置は、道路交通法ならびにダンプ規制法に明記されており、すべてを満足する自動車を使用するべきで、その他のライトおよび反射鏡等は予備を常備しておきたい。

#### 4.3 積荷

車種ごとに定められた最大積載量以下であることが必要で、積載の制限を守るべきである。

#### 4.4 道路条件

公道を利用する場合、あらかじめ幅員、路面の状態、

カーブ、こう配、橋、トンネル、交差点、踏切、交通量等を調査し、危険な場所には誘導員を立たせることも必要であろう。できれば急なカーブ、こう配、幅換する交差点などは避けるように心掛けるべきである。

幅員は1車線 3.5m以上、2車線 6.5~7m以上必要である。こう配は6°以下にすることが望ましい。

### 5. ベルトコンベヤと架空索道

#### 5.1 ベルトコンベヤ

ベルトコンベヤは運搬設備の中でも構造が簡単で、運転整備が容易であり、故障が少なく、安定して運搬ができ、能力も長さもかなり自由に選べる反面、地形に対する適応性が少ない欠点がある。

##### 5.1.1 歩道

点検用歩道がベルトコンベヤと並行に取付けられるが、高さ1m以上のものには必ず手すりを取付けなければならない。

##### 5.1.2 給油

給油は運転前に行ない、過給油にならないようにしなければならない。

##### 5.1.3 緊張装置

緊張装置は常に点検し、張り過ぎによる紐手の損傷を防ぎ、ゆるみ過ぎによるスリップを防止しなければならない。スリップは火災の原因ともなるので十分注意が必要である。

##### 5.1.4 道路との交差

道路に限らず、運搬物の落下によって事故が発生すると考えられる場所には防護を設けなければならない。

##### 5.1.5 気象条件

ベルトコンベヤは気象の影響を受け、水でぬれるとベルト車とベルト間の摩擦力が減少し、凍結すると起動不能となることもある。したがって、降雨、降雪等はあらかじめ考慮する必要がある。

#### 5.2 架空索道

架空索道は地形の制約を受けることが少なく、用地が少なくすむし、準備工が少ないが、輸送力に弾力性が乏しく、また地上の建物、道路、鉄道のある場合、保安設備が必要である。運転員の資格、整備、点検等は運輸省令「索道規則」に示されている。

##### 5.2.1 積込時の注意

① キャリヤ、搬器をよく点検しておく。

② 積荷の制限を越えてはならない。

③ 積荷が片荷にならないように積む。

④ 積込みが完了したら、いま一度安全を確認し、連絡をする。

##### 5.2.2 運転時の注意

① 発送準備完了の合図を待って運転する。

② 急ブレーキ、速度のムラ等に注意する。

③ 荷降ろしの誘導員の合図にしたがって徐々にブレーキをかける。

④ 風の強いときは作業を中止する。

## 6. 作業船

最近作業船が港湾工事にとどまらず、海岸工事、海洋工事にまで広く活動するようになった。作業船は大形化し、種類もその数を増して、浚渫船、クレーン船、くい打ち船、さく岩船、土運船、動力船、ボーリング船、コンクリートミキサ船、材料運搬船、台船、引船、監督船等が建造されている。

### 6.1 安全機構

海上作業に従事する作業船のどの船が事故を起こしても作業は中止せざるを得ないし、代替船の補充も迅速には行なえない。また作業は一作業船のみで行なえる工事はまれで、多くは一連の作業船集団を形成する関係から、作業責任者は各作業船の船長を召集して安全委員会を組織し、常に連絡会をもって、ときに非常の場合の待避訓練を行なうことも必要である。

### 6.2 乗組員

乗組員にはすべてその船の操船、非常の場合の待避場所、待避要領を周知しておく必要がある。

### 6.3 救命設備

大形作業船の場合は救命艇、救命袋を用意しなければならない。どの船でも救命ブイは備えておくべきで、救

命胴衣は最大搭載人員と同数の用意が必要である。また暗いときでも着用できるように手近に置き、着用法を習熟しておかなければならない。

また、警戒アンカー、チェーン、ワイヤ、非常用標識用品、信号器具を整備しておく。

### 6.4 防 災

作業船は作業の目的から動力がディーゼル電動リック方式のものが多く、燃料も多量に搭載して、そのうえ火を扱う作業も多いので常に火災の危険性を伴っている。消火器類の位置 および取扱法をよく知っておき、日ごろ防火組織を編成して受持部署を決定しておく必要がある。

### 6.5 応急処置

溺者を発見した場合、大声で付近の人に知らせ、ライフブイを投入し、迅速に救助する。救助したら本人を安心させぬようにし、衣服を脱がせ、水をはかせて毛布で暖めるなどの処置をとる。

### 6.6 作 業

機械装置は毎日点検しなくてはならない。補修部品、消耗部品等は早目に準備しておかなければならない。通路は 50 cm を確保し、甲板上の積荷は整理して、綱またはチェーンで固定しておくことが大切である。

甲板上で荷役作業に従事する者は救命胴衣を着用せねばならない。積荷が引火性の材料の場合、禁煙しなければならない。

## 図 書 案 内

# 建設機械整備標準工数<sup>および</sup>標準料金

B5判 8ポイント2段組 20頁 頒価 150円 (非会員 200円) 送料 50円

本書は、本協会整備技術部会において関係官公庁、建設機械メーカ、整備業および建設業等の代表者からなる委員により、整備工数および整備料金について全国的な規模で調査し、その集計、解析の結果を基礎として最終的に決定したものである。

□ 申 込 先 □ 社 団 法 人 日 本 建 設 機 械 化 協 会

東京都港区芝公園 21 号地 1—5 機械振興会館  
電話東京 (433) 1501 振替口座 東京 71122 番

試験研究報告 (No. 69)

建設機械化研究所

建設機械化研究所において昭和 45 年 6 月までにキャタピラー三菱 920 形車輪式トラクタショベル, 日特 N5 S-3 形トラクタショベル, 神鋼アリスチャーマーズ 745 形車輪式トラクタショベルの性能試験を行なったのでその概要を報告する。

212. キャタピラー三菱 920 形車輪式トラクタショベル性能試験

- (1) 試験期日 昭和 45 年 4 月 10 日～5 月 19 日
- (2) 機械主要諸元
  - 全装備重量: 8,450 kg
  - バケット容量: 1.34 m<sup>3</sup>
  - バケットヒンジピン高さ: 3,570 mm
  - ダンピングクリアランス: 2,580 mm (45° 前傾)
  - ダンピングリーチ: 870 mm (45° 前傾)

掘削深さ: 255 mm (10° 前傾)  
 全長×全幅×全高: 6,095 mm×2,340 mm  
 ×3,240 mm (バケット地上排  
 気管まで)

機 関: キャタピラー-D 330 C 形ディーゼル機関  
 トルコン付 4 サイクル水冷直列予燃焼室  
 式  
 定格出力: 82 PS/2,200 rpm  
 走行速度:

表-212.1 走行抵抗試験成績表  
 試験車両形式名称: キャタピラー 920 ホイールローダ  
 試験車両番号: 75 J 242  
 試験車両総重量: W 8,380 kg (乗員 1 名含む)  
 風 向・風 速: S・2.5 m/sec  
 試 験 期 日: 昭和 45 年 4 月 21 日  
 試 験 場 所: 建設機械化研究所  
 試 験 路 面: コンクリート舗装

	1 速	2 速	3 速	4 速
前進 (km/hr)	0~6.4	0~11.7	0~19.2	0~40.2
後進 (km/hr)	0~7.7	0~14.3	0~22.9	

走行方向	測定距離 (m)	所要時間 (sec)	けん引速度		走行抵抗 R (kg)	R/W (%)
			m/sec	km/hr		
東→西	20	13.65	1.47	5.3	210	2.5
西→東	20	13.16	1.52	5.5	210	2.5
東→西	30	9.79	3.06	11.0	230	2.7
西→東	30	8.41	3.57	12.8	240	2.9
東→西	50	10.54	4.74	17.1	260	3.1
西→東	50	10.34	4.84	17.4	260	3.1

表-212.2 最大けん引力試験成績表

試験車両形式名称: キャタピラー 920 ホイールローダ  
 試験車両番号: 75 J 242  
 試験車両総重量: 8,370 kg  
 大気圧・気温: 752 mmHg・16°C  
 風 向・風 速: SSE・4.0 m/sec  
 タイヤ空気圧: 前輪(左) 4.2 kg/cm<sup>2</sup> 前輪(右) 4.2 kg/cm<sup>2</sup>  
 後輪(左) 4.2 kg/cm<sup>2</sup> 後輪(右) 4.2 kg/cm<sup>2</sup>  
 試 験 期 日: 昭和 45 年 4 月 22 日  
 試 験 場 所: 建設機械化研究所  
 試 験 路 面: コンクリート舗装

試験番号	変速段	試験時 車両総重量 (kg)	最大けん引力 (t)		機関回転 速度 (rpm)	摘 要
			仕様値	測定値		
1	F-1	8,380	8.90	8.20	2,227	ストール
2	F-2	8,380		4.43	2,228	ストール
3	F-3	8,380		2.76	2,228	ストール

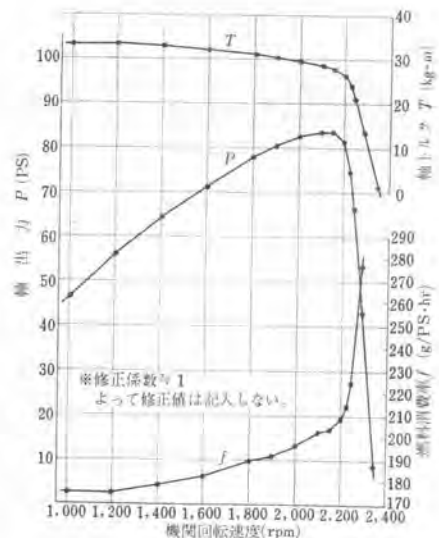


図-212.1 機関性能曲線図

登坂能力: 25°

最小旋回半径: 5,000 mm (最外輪中心)

(3) 試験結果

試験は機関、定置、作業装置、走行、最大けん引、作業の各項目について行なった。その結果を図-212.1 および表-212.1~表-212.6 に示す。

表-212.3 積込作業試験成績表

試験車両形式名称: キャタピラー 920 ホイールローダ, 試験車両番号: 75 J 242, 試験期日: 昭和 45 年 4 月 24 日, 試験場所: 建設機械化研究所  
 作業対象物: 名称 砂質ローム, みかけの比重 1.458 t/m<sup>3</sup>, 含水比 19.47%

作業方式	試験番号	変速段		平均移動距離 (m)		測定値				平均サイクルタイム (sec)						算定値						
		前	後	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	総時間 (sec)	軽油 (l)	サルイク数 (回)	作業量		前	掘	後	前	排	後	合	燃消費料量 (l/hr)	l 当り作業量 (m <sup>3</sup> /l)	サイクル当り作業量 (m <sup>3</sup> /回)	時間当り作業量	
									t	m <sup>3</sup>											t/hr	m <sup>3</sup> /hr
V	1	1	1	3.4	4.5	66.1	0.23	3	7.97	5.47	3.4	4.2	3.8	5.8	2.3	2.5	22.0	12.5	23.8	1.82	434	298
	2	1	1	3.4	4.5	69.2	0.25	3	8.10	5.56	3.4	4.2	4.7	5.3	2.6	2.8	23.1	13.0	22.2	1.85	421	289
	3	1	1	3.4	4.5	66.1	0.25	3	8.05	5.52	3.2	5.1	4.5	4.4	2.2	2.7	22.0	13.6	22.1	1.84	438	301
	平均										3.3	4.5	4.3	5.2	2.4	2.7	22.4	13.0	22.7	1.84	431	296
I	1	1	1	5.2		60.8	0.21	3	8.52	5.84	3.2	5.3	3.8	3.8	2.1	1.9	20.3	12.4	27.8	1.95	504	346
	2	1	1	5.2		60.4	0.23	3	7.98	5.47	3.6	5.0	3.4	4.0	2.5	1.6	20.1	13.7	23.8	1.82	476	326
	3	1	1	5.2		59.1	0.23	3	8.04	5.51	3.1	4.9	3.9	3.7	1.6	2.5	19.7	14.0	24.0	1.84	490	336
	平均										3.3	5.1	3.7	3.8	2.1	2.0	20.0	13.4	25.2	1.87	490	336

表-212.4 積込作業試験成績表

試験車両形式名称: キャタピラー 920 ホイールローダ, 試験車両番号: 75 J 242, 試験期日: 昭和 45 年 4 月 24 日, 試験場所: 建設機械化研究所  
 作業対象物: 名称 砂質ローム, みかけの比重 1.458 t/m<sup>3</sup>, 含水比 19.47%

作業方式	試験番号	変速段		平均移動距離 (m)		測定値				平均サイクルタイム (sec)						算定値						
		前	後	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	総時間 (sec)	軽油 (l)	サルイク数 (回)	作業量		前	掘	後	前	排	後	合	燃消費料量 (l/hr)	l 当り作業量 (m <sup>3</sup> /l)	サイクル当り作業量 (m <sup>3</sup> /回)	時間当り作業量	
									t	m <sup>3</sup>											t/hr	m <sup>3</sup> /hr
L	1	1	1	4.0	4.6	65.4	0.24	3	7.62	5.23	2.9	4.3	4.0	4.8	2.7	3.1	21.8	13.2	21.8	1.74	419	288
	2	1	1	4.0	4.6	69.2	0.25	3	8.22	5.64	2.9	5.3	3.8	5.6	2.6	2.8	23.1	13.0	22.6	1.88	428	293
	3	1	1	4.0	4.6	67.7	0.24	3	7.90	5.42	3.1	5.7	4.4	4.5	2.1	2.8	22.6	12.8	22.6	1.81	420	288
	平均										3.0	5.1	4.1	4.9	2.5	2.9	22.5	13.0	22.3	1.81	422	290
T	1	1	1	9.0	8.0	77.6	0.29	3	7.47	5.12	4.0	5.1	5.0	6.3	2.2	3.2	25.9	13.5	17.7	1.71	347	238
	2	1	1	9.0	8.0	80.0	0.32	3	7.99	5.48	3.9	5.1	5.0	6.7	2.3	3.5	26.7	14.4	17.1	1.83	360	247
	3	1	1	9.0	8.0	76.0	0.30	3	7.44	5.10	3.7	5.1	5.1	6.3	2.1	3.3	25.3	14.2	17.0	1.70	352	242
	平均										3.9	5.1	5.0	6.4	2.2	3.4	26.0	14.0	17.3	1.75	353	242

表-212.5 積込作業試験成績表

試験車両形式名称: キャタピラー 920 ホイールローダ, 試験車両番号: 75 J 242, 試験期日: 昭和 45 年 4 月 27 日, 試験場所: 建設機械化研究所  
 作業対象物: 名称 4号碎石, みかけの比重 1.728 t/m<sup>3</sup>

作業方式	試験番号	変速段		平均移動距離 (m)		測定値				平均サイクルタイム (sec)						算定値						
		前	後	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	総時間 (sec)	軽油 (l)	サルイク数 (回)	作業量		前	掘	後	前	排	後	合	燃消費料量 (l/hr)	l 当り作業量 (m <sup>3</sup> /l)	サイクル当り作業量 (m <sup>3</sup> /回)	時間当り作業量	
									t	m <sup>3</sup>											t/hr	m <sup>3</sup> /hr
V	1	1	1	5.0	5.0	60.7	0.23	3	8.13	4.70	2.9	4.2	3.9	3.7	2.9	2.6	20.2	13.6	20.5	1.57	482	279
	2	1	1	5.0	5.0	58.4	0.24	3	7.99	4.62	2.5	4.4	4.4	3.7	1.9	2.6	19.5	14.8	19.3	1.54	493	285
	3	1	1	5.0	5.0	58.4	0.24	3	7.945	4.60	2.4	4.8	4.0	3.5	2.1	2.5	19.5	14.8	19.2	1.53	490	283
	平均										2.6	4.5	4.1	3.6	2.3	2.6	19.7	14.4	19.7	1.55	488	282
I	1	1	1	5.6		54.2	0.20	3	8.02	4.64	3.0	4.9	3.8	3.1	1.8	1.5	18.1	13.3	23.2	1.55	533	308
	2	1	1	5.6		53.1	0.21	3	8.27	4.79	3.0	4.4	4.0	2.9	1.9	1.4	17.7	14.2	22.8	1.60	561	324
	3	1	1	5.6		54.9	0.20	3	8.36	4.84	3.1	4.7	3.6	3.3	2.3	1.3	18.3	13.1	24.2	1.61	548	317
	平均										3.0	4.7	3.8	3.1	2.0	1.4	18.0	13.5	23.4	1.59	547	316

表-212.6 積込作業試験成績表

試験車両形式名称: キャタピラー 920 ホイールローダ, 試験車両番号: 75J242, 試験期日: 昭和45年4月27日, 試験場所: 建設機械化研究所  
 作業対象物: 名称 原石, みかけの比重量 1.715 t/m<sup>3</sup>

作業方式	試験番号	変速段		平均移動距離(m)		測定値				平均サイクルタイム(sec)						算定値						
		前	後	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	総時間(sec)	軽油(L)	サルイク数(回)	作業量		前	掘	後	前	排	後	合	燃消費量(L/hr)	1当り作業量(m <sup>2</sup> /L)	サイクル当り作業量(m <sup>2</sup> /回)	時間当り作業量	
									t	m <sup>2</sup>											t/hr	m <sup>2</sup> /hr
V	1	1	1	4.0	4.6	56.7	0.22	3	6.415	3.74	2.3	5.0	3.8	3.1	2.4	2.2	18.9	14.0	17.0	1.25	407	237
	2	1	1	4.0	4.6	55.4	0.21	3	6.90	4.02	2.6	4.3	3.6	4.0	2.2	1.8	18.5	13.6	19.2	1.34	448	261
	3	1	1	4.0	4.6	56.1	0.22	3	6.67	3.89	2.5	4.4	2.8	3.8	2.7	2.4	18.7	14.1	17.7	1.30	428	250
	平均										2.5	4.6	3.4	3.6	2.4	2.2	18.7	13.9	18.0	1.30	428	249
I	1	1	1	5.4		57.8	0.23	3	7.02	4.09	3.7	5.0	3.7	3.3	2.1	1.4	19.3	14.3	17.8	1.36	437	255
	2	1	1	5.4		53.3	0.23	3	6.86	4.00	3.4	4.8	3.1	3.5	1.6	1.4	17.8	15.5	17.4	1.33	463	270
	3	1	1	5.4		53.1	0.23	3	6.82	3.98	3.6	4.7	3.3	2.9	1.9	1.3	17.7	15.6	17.3	1.33	462	270
	平均										3.6	4.8	3.4	3.2	1.9	1.4	18.3	15.1	17.5	1.34	454	265

### 213. 日特 N5S-3 形トラクタショベル性能試験

- (1) 試験期日 昭和44年10月23日~11月20日  
昭和45年5月11日~5月15日

- (2) 機械主要諸元  
全装備重量: 10,800 kg

表-213.1 走行抵抗試験成績表

試験車両形式名称: 日特 N5S-3 トラクタショベル  
 試験車両番号: 53679  
 試験車両総重量: W 10,740 kg (乗員2名含む)  
 風向・風速: S-2.5m/sec  
 試験期日: 昭和44年11月6日  
 試験場所: 建設機械化研究所  
 試験路面: 土道

走行方向	測定距離(m)	所要時間(sec)	けん引速度		走行抵抗 R(kg)	R/W (%)
			m/sec	km/hr		
東→西	20	26.61	0.75	2.71	490	4.6
西→東	20	21.48	0.93	3.35	440	4.1
東→西	20	13.59	1.47	5.10	510	4.7
西→東	20	14.22	1.41	5.06	490	4.6
東→西	20	10.14	1.97	7.10	590	5.5
西→東	20	9.81	2.04	7.34	510	4.7

表-213.2 最大けん引力試験成績表

試験車両形式名称: 日特 N5S-3 トラクタショベル  
 試験車両番号: 53679  
 試験車両総重量: 10,630 kg  
 大気圧・気温: 750 mmHg・18.2°C  
 風向・風速: NNE・0.2 m/sec  
 試験期日: 昭和44年10月30日, 31日  
 試験場所: 建設機械化研究所  
 試験路面: 土道

試験番号	変速段	試験時車両総重量(kg)	最大けん引力(t)		機関回転速度(rpm)	備要
			仕様値	測定値		
1	F-1	10,685	7.94	8.47	1,176	履帯スリップ
2	F-2	10,685		6.50		エンジンストップ
3	F-3	10,685		3.53		エンジンストップ
4	F-1	12,685		8.45		2,000 kg 積載 エンジンストップ

バケット容量: 1.2 m<sup>3</sup>  
 バケットヒンジピン高さ: 3,300 mm  
 ダンピングクリアランス: 2,410 mm (45° 前傾)  
 ダンピングリーチ: 1,170 mm (45° 前傾)  
 掘削深さ: 360 mm (10° 前傾)  
 全長×全幅×全高: 5,050 mm×2,010 mm  
 ×2,360 mm (バケット地上排  
 気管上端まで)  
 機関: いすゞ DA 640 形ディーゼル機関  
 4 サイクル水冷直列予燃室式  
 定格出力: 76 PS/1,600 rpm

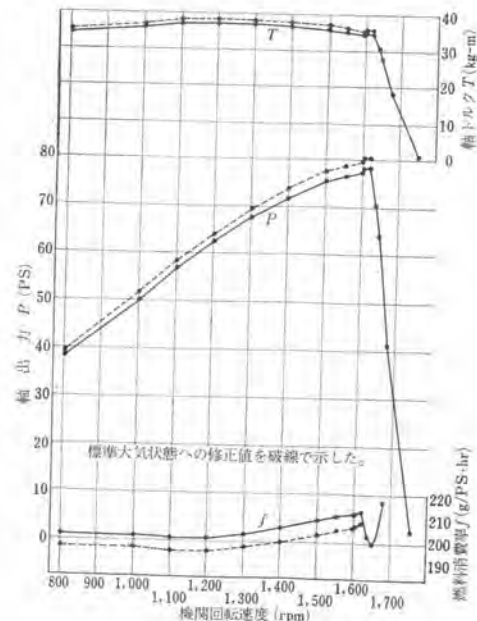


図-213.1 機関性能曲線図

走行速度:

	1 速	2 速	3 速	4 速
前進 (km/hr)	2.4	3.3	5.1	7.4
後進 (km/hr)	2.7	5.5		

登坂能力: 30°

最小旋回半径: 3.5 m (車体最外側部)

(3) 試験結果

試験は機関、定置、作業装置、走行、最大けん引、作業の各項目について行なった。その結果を図-213.1 および表-213.1~表-213.6 に示す。

表-213.3 積込作業試験成績表

試験車両形式名称: 日特 N5S-3 トラクタショベル, 試験車両番号: 53679, 試験期日: 昭和 45 年 5 月 14 日, 試験場所: 建設機械化研究所  
 作業対象物: 名称 砂質ローム, みかけの比重量 1.46 t/m<sup>3</sup>, 含水比 18.1%

作業方式	試験番号	変速段		平均移動距離 (m)		測定値					平均サイクルタイム (sec)						算定値					
		前	後	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	総時間 (sec)	軽油 (L)	サルイク数 (回)	作業量		前	掘削	後	前	排土	後	合	燃消費料量 (L/hr)	I 当り作業量 (m <sup>3</sup> /I)	サイクル当り作業量 (m <sup>3</sup> /回)	時間当り作業量	
									t	m <sup>3</sup>											t/hr	m <sup>3</sup> /hr
V	1	2	2	2.2	3.3	68.8	0.23	3	7.28	4.99	3.6	5.0	3.5	3.5	3.8	3.6	22.9	12.0	21.7	1.66	381	261
	2	2	2	2.2	3.3	68.8	0.24	3	6.59	4.51	4.0	4.5	3.5	4.0	3.5	3.4	22.9	12.6	18.8	1.50	345	236
	3	2	2	2.2	3.3	70.5	0.23	3	7.35	5.03	4.6	5.3	3.3	3.8	3.0	3.5	23.5	11.7	21.9	1.68	375	257
	平均										4.1	4.9	3.4	3.8	3.4	3.5	23.1	12.1	20.8	1.61	367	251
L	1	2	2	2.2	3.7	72.7	0.24	3	6.97	4.77	4.4	5.5	3.2	4.2	3.1	3.9	24.3	11.9	19.9	1.59	345	236
	2	2	2	2.2	3.7	70.7	0.24	3	7.44	5.10	4.4	5.6	3.1	4.0	3.1	3.4	23.6	12.2	21.3	1.70	379	259
	3	2	2	2.2	3.7	68.6	0.23	3	7.27	4.98	4.3	5.6	3.4	3.9	2.6	3.1	22.9	12.1	21.7	1.66	382	261
	平均										4.4	5.6	3.2	4.0	2.9	3.5	23.6	12.1	21.0	1.65	369	252

表-213.4 積込作業試験成績表

試験車両形式名称: 日特 N5S-3 トラクタショベル, 試験車両番号: 53679, 試験期日: 昭和 45 年 5 月 14 日, 試験場所: 建設機械化研究所  
 作業対象物: 名称 砂質ローム, みかけの比重量 1.43 t/m<sup>3</sup>, 含水比 18.1%

作業方式	試験番号	変速段		平均移動距離 (m)		測定値					平均サイクルタイム (sec)						算定値					
		前	後	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	総時間 (sec)	軽油 (L)	サルイク数 (回)	作業量		前	掘削	後	前	排土	後	合	燃消費料量 (L/hr)	I 当り作業量 (m <sup>3</sup> /I)	サイクル当り作業量 (m <sup>3</sup> /回)	時間当り作業量	
									t	m <sup>3</sup>											t/hr	m <sup>3</sup> /hr
T	1	2	2	7.0	4.0	78.6	0.28	3	6.42	4.49	3.7	5.2	3.9	5.5	3.1	4.8	26.2	12.8	16.0	1.50	294	206
	2	2	2	7.0	4.0	81.4	0.28	3	6.63	4.64	4.0	6.0	4.0	5.8	3.2	4.1	27.1	12.4	16.6	1.55	293	205
	3	2	2	7.0	4.0	78.0	0.27	3	6.67	4.66	4.0	5.4	4.1	5.8	2.6	4.1	26.0	12.5	17.3	1.55	308	215
	平均										3.9	5.5	4.0	5.7	3.0	4.3	26.4	12.6	16.6	1.53	298	209
I	1	2	2	3.2		64.3	0.19	3	6.55	4.58	5.5	4.6	4.0	2.7	2.4	2.2	21.4	10.6	24.1	1.53	367	256
	2	2	2	3.2		61.9	0.19	3	6.99	4.89	5.2	4.8	4.2	2.2	2.4	1.8	20.6	11.1	25.7	1.63	407	284
	3	2	2	3.2		62.3	0.19	3	6.82	4.77	4.8	5.4	3.9	2.3	2.7	1.7	20.8	11.0	25.1	1.59	394	276
	平均										5.2	4.9	4.0	2.4	2.5	1.9	20.9	10.9	25.0	1.58	389	272

表-213.5 積込作業試験成績表

試験車両形式名称: 日特 N5S-3 トラクタショベル, 試験車両番号: 53679, 試験期日: 昭和 45 年 5 月 15 日, 試験場所: 建設機械化研究所  
 作業対象物: 名称 4号碎石, みかけの比重量 1.50 t/m<sup>3</sup>

作業方式	試験番号	変速段		平均移動距離 (m)		測定値					平均サイクルタイム (sec)						算定値					
		前	後	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	総時間 (sec)	軽油 (L)	サルイク数 (回)	作業量		前	掘削	後	前	排土	後	合	燃消費料量 (L/hr)	I 当り作業量 (m <sup>3</sup> /I)	サイクル当り作業量 (m <sup>3</sup> /回)	時間当り作業量	
									t	m <sup>3</sup>											t/hr	m <sup>3</sup> /hr
V	1	2	2	2.6	2.6	66.4	0.21	3	5.17	3.45	4.4	5.0	3.6	3.3	2.8	3.0	22.1	11.4	16.4	1.15	280	187
	2	2	2	2.6	2.6	69.2	0.22	3	5.23	3.49	4.8	5.6	3.7	3.1	2.7	3.2	23.1	11.5	15.9	1.16	272	181
	3	2	2	2.6	2.6	67.4	0.22	3	4.97	3.31	4.8	4.5	3.9	3.5	2.8	3.0	22.5	11.8	15.0	1.10	265	177
	平均										4.7	5.0	3.7	3.3	2.8	3.1	22.6	11.6	15.8	1.14	272	182
I	1	2	2	4.0		62.0	0.19	3	5.17	3.45	4.8	4.3	3.6	3.0	3.1	1.9	20.7	11.0	18.2	1.15	300	200
	2	2	2	4.0		63.4	0.19	3	5.10	3.40	5.4	4.5	4.2	2.4	3.0	1.6	21.1	10.8	17.9	1.13	290	193
	3	2	2	4.0		63.4	0.18	3	5.30	3.53	4.8	4.6	3.9	2.7	3.0	2.1	21.1	10.2	19.6	1.18	301	201
	平均										5.0	4.5	3.9	2.7	3.0	1.9	21.0	10.7	18.6	1.15	297	198

表-213.6 積込作業試験成績表

試験車両形式名称:日特 N5S-3 トラクタシヨベル, 試験車両番号:53679, 試験期日:昭和45年5月15日, 試験場所:建設機械化研究所  
作業対象物:名称風石, みかけの比重量 1.49 t/m<sup>3</sup>

作業方式	試験番号	変速段		平均移動距離(m)		測定値					平均サイクルタイム(sec)						算定値						
		前	後	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	総時間(sec)	軽油(L)	サルイク数(回)	作業量		前	掘	後	前	排	後	合	燃消費料量(L/hr)	I当り作業量(m <sup>3</sup> /I)	サイクル当り作業量(m <sup>3</sup> /回)	時間当り作業量		
		進	進						t	m <sup>3</sup>											進	削	進
V	1	2	2	3.3	2.8	71.5	0.24	3	4.37	2.93	4.5	6.5	3.7	3.6	2.7	2.8	23.8	12.1	12.2	0.98	220	148	
	2	2	2	3.3	2.8	70.3	0.23	3	4.40	2.95	4.7	5.2	3.9	3.6	2.6	3.4	23.4	11.8	12.8	0.98	225	151	
	3	2	2	3.3	2.8	70.0	0.24	3	4.57	3.07	5.0	4.5	4.1	3.6	3.0	3.1	23.3	12.3	12.8	1.02	235	158	
	平均											4.7	5.4	3.9	3.6	2.8	3.1	23.5	12.1	12.6	0.99	227	152
	I	1	2	2	3.5		65.9	0.20	3	4.60	3.09	4.8	5.8	4.2	2.4	2.7	2.1	22.0	10.9	15.5	1.03	251	169
	2	2	2	3.5		61.3	0.19	3	4.41	2.96	4.7	5.2	4.0	2.1	2.6	1.8	20.4	11.2	15.6	0.99	259	174	
	3	2	2	3.5		60.0	0.18	3	4.67	3.13	5.1	4.3	4.2	1.9	2.7	1.8	20.0	10.8	17.4	1.04	280	188	
平均											4.9	5.1	4.1	2.1	2.7	1.9	20.8	11.0	16.2	1.02	263	177	

## 214. 神鋼アリスチャーマーズ745形車輪式トラクタシヨベル性能試験

(1) 試験期日 昭和45年5月6日~6月10日

表-214.1 走行抵抗試験成績表

試験車両形式名称:神鋼アリスチャーマーズ745形ホイールロード  
試験車両番号:JC-1003  
試験車両総重量:W 17,910 kg (乗員1名含む)  
風向・風速:SSE・2.0 m/sec  
試験期日:昭和45年5月22日  
試験場所:建設機械化研究所  
試験路面:セメントコンクリート舗装路

走行方向	測定距離(m)	所要時間(sec)	けん引速度		走行抵抗R(kg)	R/W(%)
			m/sec	km/hr		
東→西	20	13.3	1.50	5.4	530	3.0
西→東	20	14.6	1.37	4.9	540	3.0
東→西	30	20.1	1.49	5.4	530	3.0
西→東	20	14.2	1.41	5.1	520	2.9
東→西	30	9.3	3.23	11.6	590	3.3
西→東	30	9.5	3.16	11.4	590	3.3
東→西	40	8.5	4.71	16.9	610	3.4
西→東	40	9.8	4.08	14.7	610	3.4
西→東	50	10.8	4.63	16.7	610	3.4
西→東	50	10.6	4.72	17.0	630	3.5

表-214.2 最大けん引力試験成績表

試験車両形式名称:神鋼アリスチャーマーズ745形ホイールロード  
試験車両番号:JC-1003  
試験車両総重量:18,250 kg (乗員1名, けん引具を含む)  
大気圧・気温:738.1 mmHg・22.0°C  
風向・風速:SSE・5.0 m/sec  
タイヤ空気圧:前輪(左) 3.2 kg/cm<sup>2</sup> 前輪(右) 3.2 kg/cm<sup>2</sup>  
後輪(左) 2.8 kg/cm<sup>2</sup> 後輪(右) 2.8 kg/cm<sup>2</sup>  
試験期日:昭和45年5月27日  
試験場所:建設機械化研究所  
試験路面:セメントコンクリート舗装路

試験番号	変速段	試験時車両総重量(kg)	最大けん引力(t)		機関回転速度(rpm)	摘要
			仕様値	測定値		
1	F1	18,250	18.70	17.30	2,268	ストール
2	F2	18,250		5.31	2,290	ストール

(2) 機械主要諸元

- 全装備重量: 18,200 kg
- バケット容量: 3.1 m<sup>3</sup>
- バケットヒンジピン高さ: 4,130 mm
- ダンピングクリアランス: 3,080 mm (45° 前傾)
- ダンピングリーチ: 1,140 mm (45° 前傾)
- 掘削深さ: 290 mm (10° 前傾)
- 全長×全幅×全高: 7,710 mm×3,000mm×3,300 mm (バケット地上キヤノピ上面)

機 関: アリスチャーマーズ11000形ディーゼルエンジン4サイクル水冷直列直接噴射式排気タービン過給機付

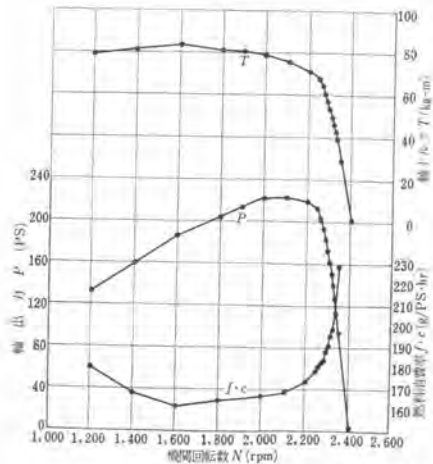


図-214.1 機関性能曲線図



定格出力: 220 PS/2,200 rpm

走行速度:

	1 速	2 速	3 速	4 速
前進 (km/hr)	3.9	8.5	14.8	32.2
後進 (km/hr)	5.4	11.7		

1速から2速および3速から4速は自動変速

登坂能力: 30°

最小旋回半径: 5,160 mm (最外輪中心)

(3) 試験結果

試験は機関、定置、走行、けん引、作業装置、作業の各項目について行なった。その結果を 図-214.1~図-214.2 および 表-214.1~表-214.6 に示す。

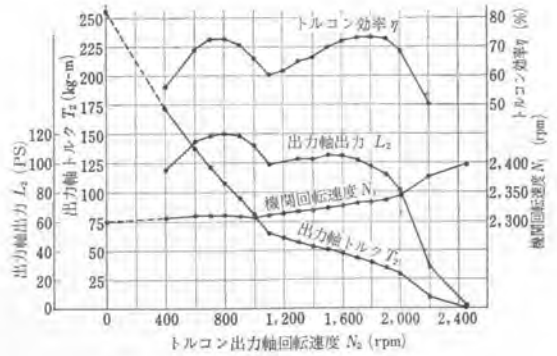


図-214.2 トルクコンバータ性能曲線

表-214.3 積込作業試験成績表

試験車両形式名称: 神鋼アリスチャーマーズ 745 形ホイールローダ, 試験車両番号: JC-1003, 試験期日: 昭和 45 年 5 月 28 日  
 試験場所: 建設機械化研究所, 作業対象物: 名称砂質ローム土, すかかけの比重量 1.44 t/m<sup>3</sup>, 含水比 16.4%

作業方式	試験番号	変速段		平均移動距離 (m)		測定値					平均サイクルタイム (sec)						算定値					
		前	後	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	総時間 (sec)	軽油 (L)	サルイク数 (回)	作業量		前	掘	後	前	排	後	合	燃消費料量 (L/hr)	I 当り作業量 (m <sup>3</sup> /I)	サイクル当り作業量 (m <sup>3</sup> /回)	時間当り作業量	
		進	進						t	m <sup>3</sup>											進	削
V	1	F1	R1	2.3	3.3	34.8	0.305	2	13.17	9.15	2.2	3.3	4.3	2.5	1.8	3.3	17.4	31.7	30.0	4.58	1,362	946
	2					33.5	0.325	2	12.93	8.98	2.2	3.2	4.1	2.1	2.3	2.8	16.7	34.9	27.6	4.49	1,390	965
	3					33.9	0.325	2	13.66	9.49	1.6	3.4	4.4	2.0	2.5	3.0	16.9	34.6	29.2	4.75	1,450	1,008
	平均											2.0	3.3	4.3	2.2	2.2	3.0	17.0	33.7	28.9	4.61	1,401
I	1	F1	R1	2.1		34.0	0.290	2	13.39	9.30	2.2	3.7	4.5	1.8	1.6	3.2	17.0	30.6	32.1	4.65	1,418	985
	2					34.3		2	13.69	9.51	1.9	4.1	4.5	1.7	2.1	2.8	17.1			4.76	1,437	998
	3					35.5	0.310	2	13.39	9.30	2.1	4.3	4.8	1.4	2.2	2.9	17.7	31.3	30.0	4.65	1,358	943
	平均										2.1	4.0	4.6	1.6	2.0	3.0	17.3	31.0	31.1	4.69	1,404	975

表-214.4 積込作業試験成績表

試験車両形式名称: 神鋼アリスチャーマーズ 745 形ホイールローダ, 試験車両番号: JC-1003, 試験期日: 昭和 45 年 5 月 28 日  
 試験場所: 建設機械化研究所, 作業対象物: 名称 砂質ローム土, すかかけの比重量 1.44 t/m<sup>3</sup>, 含水比 16.4%

作業方式	試験番号	変速段		平均移動距離 (m)		測定値					平均サイクルタイム (sec)						算定値					
		前	後	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	総時間 (sec)	軽油 (L)	サルイク数 (回)	作業量		前	掘	後	前	排	後	合	燃消費料量 (L/hr)	I 当り作業量 (m <sup>3</sup> /I)	サイクル当り作業量 (m <sup>3</sup> /回)	時間当り作業量	
		進	進						t	m <sup>3</sup>											進	削
L	1	F1	R1	2.2	3.7	33.7	0.315	2	12.84	8.92	1.8	3.4	3.9	2.8	1.8	3.1	16.8	33.5	28.3	4.46	1,372	953
	2					33.7	0.300	2	12.76	8.86	1.7	3.2	3.9	2.9	2.3	2.9	16.9	32.0	29.5	4.43	1,363	946
	3					34.1	0.315	2	13.57	9.42	1.9	3.5	4.3	2.3	2.2	2.8	17.0	31.1	29.9	4.71	1,432	994
	平均										1.7	3.4	4.0	2.7	2.1	2.9	16.9	32.7	29.2	4.53	1,389	964
T	1	F1	R1	7.0	4.0	38.7	0.335	2	12.80	8.89	2.2	4.1	4.3	3.4	2.2	3.1	19.3	31.3	25.5	4.45	1,191	827
	2					40.0	0.360	2	12.34	8.57	2.4	4.1	4.2	3.7	2.3	3.3	20.0	32.4	23.8	4.29	1,111	771
	3					39.2	0.370	2	12.90	8.96	2.2	4.5	3.9	3.7	2.4	2.9	19.6	33.8	24.2	4.48	1,185	823
	平均										2.3	4.2	4.1	3.6	2.3	3.1	19.6	32.5	24.8	4.41	1,162	807

表-214.5 積込作業試験成績表

試験車両形式名称: 神鋼アリスチャーマーズ 745 形ホイールローダ, 試験車両番号: JC-1003, 試験期日: 昭和 45 年 5 月 27 日  
 試験場所: 建設機械化研究所, 作業対象物: 名称 4号砕石, スカへの比重量 1.50 t/m<sup>3</sup>

作業方式	試験番号	変速段		平均移動距離(m)		測定値					平均サイクルタイム(sec)						算定値					
		前	後	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	総時間(sec)	軽油(L)	サルイク数(回)	作業量		前	掘	後	前	排	後	合	燃消費料量(L/hr)	I当り作業量(m <sup>3</sup> /I)	サイクル当り作業量(m <sup>3</sup> /回)	時間当り作業量	
									t	m <sup>3</sup>											t/hr	m <sup>3</sup> /hr
V	1	F1	R1	2.6	3.6	31.9	0.27	2	9.87	6.58	1.8	3.4	3.4	2.7	1.8	2.9	16.0	30.6	24.4	3.29	1,114	743
	2	〃	〃			31.9	0.28	2	9.88	6.59	2.1	3.2	4.0	2.4	1.3	2.9	15.9	31.7	23.5	3.30	1,115	744
	3	〃	〃			32.5	0.29	2	9.81	6.54	1.7	2.8	3.8	2.2	2.0	3.7	16.2	32.0	22.6	3.27	1,086	724
	平均										1.9	3.1	3.7	2.4	1.7	3.2	16.0	31.4	23.5	3.29	1,105	737
I	1	F1	R1	2.6		32.1	0.30	2	9.97	6.65	1.8	3.3	4.0	2.4	1.6	2.9	16.0	33.5	22.2	3.33	1,118	746
	2					33.0	0.30	2	10.04	6.69	1.9	3.4	4.2	2.0	2.0	3.0	16.5	32.8	22.3	3.35	1,095	730
	3					32.5	0.29	2	10.27	6.85	2.1	3.3	4.5	1.8	1.7	2.8	16.2	32.0	23.6	3.43	1,138	759
	平均										1.9	3.3	4.2	2.1	1.8	2.9	16.2	32.8	22.7	3.37	1,117	745

表-214.6 積込作業試験成績表

試験車両形式名称: 神鋼アリスチャーマーズ 745 形ホイールローダ, 試験車両番号: JC-1003, 試験期日: 昭和 45 年 5 月 27 日  
 試験場所: 建設機械化研究所, 作業対象物: 名称 原石, スカへの比重量 1.49 t/m<sup>3</sup>

作業方式	試験番号	変速段		平均移動距離(m)		測定値					平均サイクルタイム(sec)						算定値					
		前	後	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	総時間(sec)	軽油(L)	サルイク数(回)	作業量		前	掘	後	前	排	後	合	燃消費料量(L/hr)	I当り作業量(m <sup>3</sup> /I)	サイクル当り作業量(m <sup>3</sup> /回)	時間当り作業量	
									t	m <sup>3</sup>											t/hr	m <sup>3</sup> /hr
V	1	F1	R1	2.6	3.6	31.9	0.30	2	11.04	7.41	1.8	3.4	3.8	2.6	1.6	2.8	16.0	33.9	24.7	3.71	1,246	836
	2					33.4	0.31	2	11.03	7.40	2.2	3.5	4.0	2.5	1.5	3.0	16.7	33.5	23.9	3.70	1,189	798
	3					32.9	0.31	2	10.89	7.31	2.0	3.8	3.9	2.3	1.6	2.8	16.4	33.8	23.6	3.66	1,192	800
	平均										2.0	3.6	3.9	2.4	1.6	2.9	16.4	33.7	24.1	3.69	1,209	811
I	1	F1	R1	2.9		33.2	0.30	2	10.49	7.04	2.4	3.7	3.8	2.1	1.4	3.2	16.6	32.4	23.5	3.52	1,138	763
	2					32.0	0.29	2	10.23	6.87	1.8	3.7	4.1	1.6	1.9	2.9	16.0	32.8	23.7	3.44	1,151	773
	3					32.1	0.29	2	11.14	7.48	2.0	3.6	4.4	1.7	1.9	2.4	16.0	32.4	25.8	3.74	1,249	839
	平均										2.1	3.7	4.1	1.8	1.7	2.8	16.2	32.5	24.3	3.57	1,179	792

お知らせ

建設機械化研究所試験研究報告書(正本)  
 の頒布について

本誌に掲載の試験研究報告(抄報)に関する詳細なデータを必要とされる場合は、試験研究報告書(正本)を年間9,000円(郵送料を含む)にて頒布しておりますのでご利用下さい。

■申込先■ 建設機械化研究所

静岡県富士市大淵3154(吉原郵便局区内)  
 電話 吉原(0545)35-0212(代) 振替口座横浜 5907 番

## 新しい非破壊試験機

調査部会 文献調査委員会

トラックまたはライトバンの前面に取付けられることができ、舗装盤と路盤の強度を測定する新形非破壊試験機がロードレータという商品名でカリフォルニア州の Foundation Mechanics 社によって製作されている。それは舗装盤に静的・動的荷重をかけ、そのたわみ量を測定し、記録する装置で、示方書にそって道路や飛行場の舗装屈曲性を検査するのに利用され、路盤や下層の締固めデータにも適用できる。

その基本的構造は鋼製本体、油圧式振動機、たわみ検出機とそれらの付属装置から成り立っている。走行する場合は油圧で装置を舗装面から持ち上げる。たわみ量を

測定する場合は車を止め、鋼製本体と検出機を路面に降ろし、振動機を可動させ、舗装盤に透発された挙動は検出機によって検出され、トラックの側面に取付けられた測定器に結果が表示される。この間の操作時間はわずか1分間程度であり、装置の取付、取りはずしも自由に簡単にできる。

特別の検出機と検出ブームを取付けることにより静的と動的たわみくぼみ面の両者を測定でき、あらゆる検出機位置でのたわみと同時にくぼみの大きさ、形状、こう配も一度に小形記録計に自動または手動で記録できる。

## ＜アスファルト舗装の評価＞

ロードレータはその測定値と標準静的たわみ試験装置（たとえばベンケルマンビーム試験機、CBR 試験機）によるデータ間の相関関係が直線的関係であると立証されたので、現場のデータ収集にベンケルマン試験機やCBR試験機と同様に使用されている。アスファルトコンクリートの破壊はおもに層組織の急激なたわみのくり返しによるアスファルト部分の疲労に起因する。それによつてたわみデータから舗装を評価するのが一般的に使用されている。それらの方法に加えて、たわみくぼみ面のこう配率という考え方が導入された。それは1次検出機の読みから2次検出機の読みを差引き、整数に直した無次元数であり、この数値が大きければ大きいほど、くぼみこう配が大きくなる。

図-1 は同一最大たわみ量を持ち、こう配率が異なっている二つのたわみくぼみ面を図示したものである。Aの場合はBよりは大きなこう配率をもつ小さなくぼみ面である。これらはAのアスファルト下の路盤支持力が小さく、Bの方は支持力が大きく、広い面に荷重が分布しているのがわかる。そのことによりAの屈曲疲労は大きく、たぶんBより早く破壊するであろう。

この装置はアスファルト舗装の評価に使用されるばかりではなく、コンクリート舗装の評価、路盤のき裂、巣の調査、基礎、路盤の締固めの管理に使用されている。

(杉山 篤)

"New device rates pavement strength"

Roads &amp; Streets, June 1970

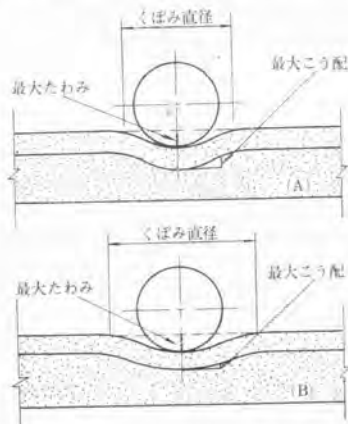


図-1 同一最大たわみを持ち、異なったこう配率のたわみくぼみ面



写真-1 トラックの前面に簡単に取付けられるたわみ測定装置

## ニ ューズ

### 1. 中形ブルドーザ“D 65 A”

(株)小松製作所では 15 t 中形ブルドーザを 10 月より発売した。

本機は従来の D60A にトルクフローミッションを採用したもので、次のような特徴がある。

① 定格出力 140 PS の機関を搭載し、トルクライズはこのクラス最大である。

② 足回り、終減速等を大形機種並みにしたので耐久性が増し、トルクフローミッションの採用により、運転性、操縦性がよくなった。

③ ステアリングクラッチ、ブレーキに湿式を使用したので耐久性が増大した。

④ ブレード容量が 4.5 m<sup>3</sup> と大きく、ブレードの上昇下降量が大きいため作業性に富んでいる。

なお、本機のおもな仕様を表-1 に示す。

表-1 D65A 主要仕様

全整備重量	15,450 kg	履帯幅×接地長	510×2,430 mm
機関出力	140 PS	履帯中心距離	1,880 mm
最大けん引力	12,500 kg	走行速度 (前進(3段))	3.6~10.3 km/hr
		走行速度 (後進(3段))	4.7~13.2 km/hr
登坂能力	30度	全長×全幅×全高	5,305×3,970 ×3,015 mm

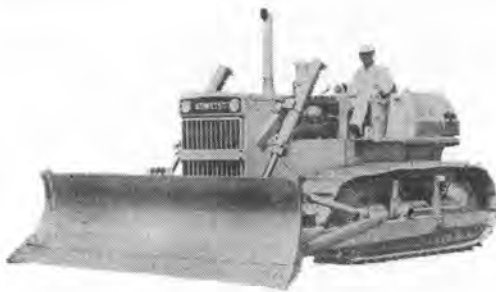


写真-1 中形ブルドーザ“D 65 A”

### 2. 連続地下壁構築掘削機

(株)竹中工務店では、竹中式連続地下壁構築工法に使用される最大掘削深さ 30 m の T.B.W 掘削機を開発し、8 月に公開実験を行ない、すでに実稼働に入った。

本機は、超高層建築物にも適用できる土留用の仮設壁体の構築と建物本体の構造壁体との一本化をはかる T.B.W 工法に使用されるもので、油圧駆動のロータリカッタ 2 組の組合わせて掘削する無騒音、無振動の連続地下壁構築掘削機である。

本機のおもな特徴は次のとおりである。

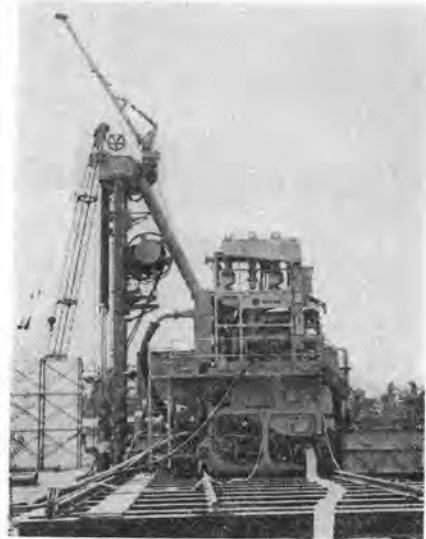


写真-2 T.B.W 掘削機

① 油圧駆動のロータリカッタ 2 組を対向に組合わせ、互いに正逆回転させて切削するのでスムーズな掘削ができ、カッタは土質に対応した回転数を選定できる。

② 掘削時、溝壁安定用の泥水に水流作用を起こさせずにポンプ吸引排土ができる強制循環方式を採用しているので、溝壁面の安定が確保でき、カッタで切削した土砂を地上へ吸引できる噴流装置を装着している。

③ 掘削機外周に装備された油圧ジャッキで上下動するスライドカッタにより掘削壁面の平面精度が保たれ、掘削時の貫入力が軽減できる。

④ 掘削機は支持管を通してやぐら取付の貫入油圧シリンダにより圧入および引抜きされるので、建入れの垂直度が保持され、土質に対応して貫入速度を制御できる。

⑤ 地上へ吸引された土砂泥水は、強制的に振動ふるい、サイクロン装置により土砂と泥水に連続的に分離される。またサイクロン下部の排出口より落下した濃縮土砂はセメント等固化剤を添加され、ミキサで混合されて排出される。

なお本機のおもな仕様を表-2 に示す。

表-2 T.B.W 掘削機主要仕様

(1) 掘削機		木体重量	約 40 t
外形寸法	1,510×600mm	(3) ポンプ	
最大掘削深さ	30 m	社出・吸入ポンプ口径	150 mm φ
掘削断面	0.6×1.5m	社出ポンプ電動機出力	55 kW
カッタ径	705 mm φ	吸入ポンプ	37 kW
カッタ軸間距離	805 mm	(4) 泥水処理装置	
スライドプレート貫入力	22 t	外形寸法	3.5×2.6×5.3m
(2) やぐら		振動ふるい寸法	900×1,800mm
全長×全幅×全高	7.0×3.5 ×10.0 m	サイクロン	230 φ×3 台
油圧クレーンつり上げ能力	1.2 t×5.7 m		

(編集部)

# 行事一覽

## 運営幹事会

日 時：昭和45年9月25日15時～  
出席者：桑垣悦夫幹事長ほか31名  
議 題：①各部会（建設機械化研究所を含む）の事業報告の件 ②定款一部改正（案）の件 ③建設機械化研究所規定一部改正（案）の件 ④支部規程基準（案）の件 ⑤団体会員会費その他改正（案）の件（昭和46年度より） ⑥今後の主要行事の件

## 広報部会

### ■出版委員会要覧編集委員会（第4章運搬機械）

日 時：昭和45年9月5日14時～  
出席者：梅田亮栄委員長ほか4名  
議 題：概説の原稿打合わせ

### ■出版委員会要覧編集委員会（第11章コンクリート機械）

日 時：昭和45年9月9日14時～  
出席者：三浦満雄分科会長ほか12名  
議 題：概説、一覧表、本文頁数割当

### ■出版委員会要覧編集委員会（第7章せん孔機械およびトンネル掘進機）

日 時：昭和45年9月11日10時～  
出席者：高橋勝重主査ほか17名  
議 題：一覧表、頁割当等打合わせ

### ■機関誌編集委員会

日 時：昭和45年9月11日12時～  
出席者：上東広民委員長ほか14名  
議 題：①機関誌昭和45年11月号(249号)原稿内容の検討、割付 ②機関誌昭和46年1月号(251号)の計画 ③投稿原稿の検討 ④資料交換希望の件 ⑤表紙写真掲載希望の件

### ■出版委員会要覧編集委員会（第14章作業船）

日 時：昭和45年9月17日14時～  
出席者：柴田吉蔵幹事ほか4名  
議 題：編集打合わせ

### ■機関誌編集委員会座談会

日 時：昭和45年9月21日15時～  
出席者：黒田 晃ほか14名  
議 題：ダム工事の現況と将来

### ■出版委員会要覧編集委員会（第15章ポンプ）

日 時：昭和45年9月28日13時～  
出席者：大城忠士委員長ほか7名  
議 題：提出原稿の検討

## 機械技術部会

### ■ショベル系掘削機技術委員会 JIS 改正原案作成小委員会

日 時：昭和45年9月4日13時～  
出席者：富岡 直主査ほか7名  
議 題：JIS A 8401 の見直しと油圧式性能構造基準（案）の同一規格化

### ■潤滑油研究委員会

日 時：昭和45年9月8日14時～  
出席者：松下 弘委員長ほか15名  
議 題：市販添加剤の調査

### ■グレーダ技術委員会

日 時：昭和45年9月10日13時～  
出席者：川端徹哉幹事ほか5名  
議 題：JIS D 6502 モーターグレーダ性能試験方法改訂案の審議

### ■建設機械用電装品計器研究委員会計器分科会小委員会

日 時：昭和45年9月11日13時～  
出席者：岩崎 賢委員長ほか10名  
議 題：①小松製作所実車経過報告 ②キャタピラー三菱実車経過報告 ③ユーザテスト向けサンプルの検討

### ■岩石トンネル掘進機委員会岩石調査小委員会

日 時：昭和45年9月16日14時～  
出席者：川崎迪一幹事ほか4名  
議 題：トンネルの岩石強度調査のまとめ

### ■舗装機械技術委員会

日 時：昭和45年9月22日13時～  
出席者：今田元氏委員長ほか14名  
議 題：アスファルトプラントの公害防止対策（騒音防止対策の実施例、公害防止についてのアンケート）

### ■ショベル系掘削機技術委員会用語作成小委員会

日 時：昭和45年9月24日13時～  
出席者：高井照治委員ほか8名  
議 題：JIS 用語、建設機械用語集、ISO 関係用語の件

### ■コンクリート機械技術委員会

日 時：昭和45年9月28日14時～  
出席者：三浦満雄幹事ほか14名  
議 題：①コンクリート機械能力表示（案）の件 ②コンクリート機械用語表示（案）の件

### ■ブルドーザ技術委員会

日 時：昭和45年9月28日13時～  
出席者：本多忠彦委員長ほか17名  
議 題：ISO規格案（クローラトラクタ性能試験方法）の件

### ■ショベル系掘削機技術委員会 JIS 改正原案作成小委員会

日 時：昭和45年9月30日13時～  
出席者：高井照治幹事ほか6名  
議 題：JIS A 8401 の見直しと油圧式性能構造基準（案）の同一規格化

## 施工技術部会

### ■空港建設委員会海上委員会沈埋トンネル分科会

日 時：昭和45年9月4日14時～  
出席者：村上良丸委員ほか12名  
議 題：沈埋トンネルの打合わせ

### ■空港建設委員会陸上委員会

日 時：昭和45年9月7日12時～  
出席者：三谷 健分科会長ほか15名  
議 題：研究方針の打合わせ

### ■骨材生産委員会小委員会

日 時：昭和45年9月8日13時～  
出席者：塚原重美幹事ほか2名  
議 題：“骨材生産”編集打合わせ

### ■道路維持委員会

日 時：昭和45年9月10日13時～  
出席者：渡辺和夫幹事ほか21名  
議 題：“道路清掃ハンドブック”原稿の審議

### ■空港建設委員会海上委員会

日 時：昭和45年9月11日12時～  
出席者：大谷博包幹事ほか17名  
議 題：土工事の検討結果の報告および調整

### ■場所打杭委員会鋼矢板工法分科会運営連絡会

日 時：昭和45年9月16日11時～  
出席者：田中康之分科会長ほか10名  
議 題：鋼矢板工法施工指導書（打込工法編、振動引抜工法編、静的・衝撃式特殊引抜工法編）の各分科会原稿完成にあたって

### ■空港建設委員会海上委員会

日 時：昭和45年9月17日12時～  
出席者：村上良丸委員ほか12名  
議 題：研究方針打合わせ

### ■機械施工積算方式研究委員会

日 時：昭和45年9月21日14時～  
出席者：宮内 章委員長ほか15名  
議 題：①日本道路公団における高速道路積算方式 ②積算上の問題点

### ■空港建設委員会海上委員会

日 時：昭和45年9月24日15時～  
出席者：大谷博包幹事ほか12名  
議 題：工事費等の検討

### ■空港建設委員会陸上委員会

日 時：昭和45年9月24日13時～  
出席者：三谷 健分科会長ほか17名  
議 題：中間報告書の件

### ■空港建設委員会海上委員会

日 時：昭和45年9月30日15時～  
出席者：大野正夫分科会長ほか20名  
議 題：最終報告書のとりまとめ方針

## 調査部会

### ■建設機械損料調査委員会橋梁架設用機

## 械分科会

日時:昭和45年9月1日14時～  
出席者:川崎通一分科会長ほか14名  
議題:①委員会の事業計画の件 ②  
損料の算定方式の件

## ■建設機械損料調査委員会ダム工用機械分科会

日時:昭和45年9月22日14時～  
出席者:伊藤高雄副分科会長ほか7名  
議題:購入価格の調査等の件

## ■文献調査委員会

日時:昭和45年9月25日15時～  
出席者:田中康之委員長ほか4名  
議題:機関誌12月号の原稿の検討

## 整備技術部会

## ■料金調査委員会

日時:昭和45年9月22日13時～  
出席者:青沼英明委員長ほか33名  
議題:建設機械標準整備工数および

## 料金の改訂の件

## ■運営連絡会

日時:昭和45年9月24日14時～  
出席者:梅田亮栄幹事ほか12名  
議題:今後の事業活動の件

## ■シールド委員会

日時:昭和45年9月28日14時～  
出席者:斉藤二郎幹事ほか20名  
議題:シールド工法調査アンケート  
の集計の中間報告

## ■土の情報処理機器研究委員会

日時:昭和45年9月28日14時～  
出席者:三本五三郎委員長ほか16名  
議題:今後の研究方法の検討

## I S O 部 会

## ■第3委員会第2小委員会

日時:昭和45年9月2日14時～  
出席者:佐伯賢治委員長ほか8名  
議題:①ISO/TC 127/SC 3 準備会

## 報告 ②今後の運営方針

## ■第3委員会第3小委員会

日時:昭和45年9月11日10時～  
出席者:藤井 整主査ほか3名  
議題:建設機械用計器について

## ■ISO部会第1委員会・機械技術部会ブルドーザ・ディーゼル機関・ダンプトラック技術委員会合同委員会

日時:昭和45年9月11日13時～  
出席者:大橋秀夫委員長ほか23名  
議題:クローラトラクタのISO規格(案)の件

## ■第3委員会第3小委員会

日時:昭和45年9月16日14時～  
出席者:北島喜久良委員長ほか12名  
議題:ISO規格原案の検討

## ■第3委員会第2小委員会

日時:昭和45年9月30日14時～  
出席者:佐伯賢治委員長ほか9名  
議題:ISO規格原案の検討



## 編 集 後 記

最近の建設業界は、めざましい社会資本投資はもちろんのこと、一般民需の設備投資の増強で、その関連業界とともに量的

にも質的にも怒涛のように押し寄せる工事のため、時と所を選ばず、大きなテンポに押しまわられている観さえあります。

全国至るところで建設工事が進められておりますが、わが国特有な複雑な地質に悩まされる噂をしばしば耳にします。去る10月初め、山陽新幹線の最大難関といわれていた六甲トンネルも無事貫通し、【全長16.22km, 世界第3の長大トンネルを克服したのは耳新しいところ

ですが、予想どおりの、いわゆる大阪層群の軟弱地盤と湧水、土砂吹出し等の悪条件のもとにもかかわらず、見事この大事業を克服されましたことに対して、絶大な拍手を送らずにはおられません。

そこで、本号ではこれら軟弱地盤における諸工事の実施例を集めて有識者の指針を仰ぐとともに、幾多の貴重な経験を披露した次第です。

幸いにも、ご執筆をお願い申し上げた諸兄から興味ある充実した内容の原稿を数多くいただき、編集担当者として誠にありがたく、これらご執筆下されました諸兄に紙上を借りて厚くお礼申し上げます。

どうか、これら諸先輩の貴重かつ稀有の体験は読者の皆様方にも有形無形の教訓を垂れているものと確信します。熟読既味下されば幸甚の至りと存じます。

(長瀬・小峰)

No. 249

「建設の機械化」

1970年11月号

〔定価〕1部200円

年間1,800円(前金)

昭和45年11月20日印刷 昭和45年11月25日発行 (毎月1回25日発行)

編集兼発行人 最上武雄

印刷人 大沼正吉

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21号地1-5 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 札幌市北3条西2-6 富山会館内

東北支部 〒980 仙台市国分丁3-10-21 徳和ビル内

北陸支部 〒951 新潟市東通前通6番丁1061 中央ビル内

中部支部 〒460 名古屋市中区栄4-3-25 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

中国四国支部 〒730 広島市八丁堀12-22 築地ビル内

九州支部 〒810 福岡市舞鶴1-1-5 舞鶴ビル内

振替口座 東京71122 番

取引銀行 三菱銀行銀座支店

電話 (0545) 35-0212

電話 (011) 231-4428

電話 (0222) 22-3915

電話 (0252) 23-1161

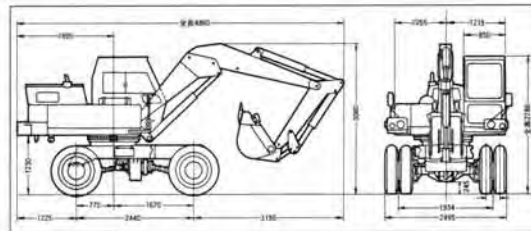
電話 (052) 241-2394

電話 (06) 941-8845

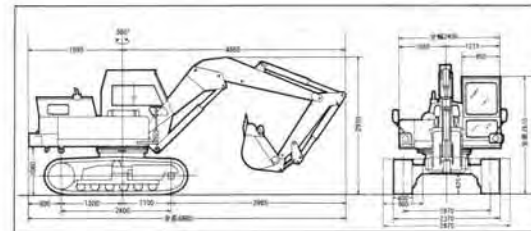
電話 (0822) 21-6841

電話 (092) 74-9380

印刷所 株式会社技報堂 東京都港区赤坂1-3-6



《KB-30F》  
走行姿勢寸法図



《KB-30R》  
走行姿勢寸法図

■主な仕様〈標準形〉

	KB-30F	KB-30R
標準バックホウ	0.3m <sup>3</sup>	0.3m <sup>3</sup>
全装備重量	8,595kg	9,255kg (400mm幅シュー付)
旋回速度	8.0 & 16rpm	8.0 & 16rpm
走行速度	2.0~20.0km/h	1.0~2.0km/h
最小回転半径	7.7m	—
接地圧	—	0.44kg/cm <sup>2</sup> (400mm幅)
登坂能力	42% (23°)	42% (23°)
エンジン	空冷3気筒44.5馬力	空冷3気筒44.5馬力
油圧ポンプ形式	ギヤ式	ギヤ式
油圧ポンプ吐出圧力	150kg/cm <sup>2</sup>	150kg/cm <sup>2</sup>
走行油圧モータ	アクシャルプランジャ式	アクシャルプランジャ式
旋回油圧モータ	アクシャルプランジャ式	アクシャルプランジャ式

●KB-30F / KB-30Rの他に

このクラス最長のリーチを持った《AB1700》  
があります。

バケット容量…0.5~0.75m<sup>3</sup> / 出力…80PS  
作業半径…9.1m (8段階に変えることができます) / 接地圧…0.27kg/cm<sup>2</sup>  
シュー幅…960, 800, 600mm

豊富なアタッチメント

作業内容に合わせてご利用ください

- クラムシェルバケット ●新形側溝掘りブーム
- 新形排土装置付きバケット ●形昇板
- 石材つかみ ●鋼塊つかみ (360°回転) ●リッパ
- 万能バケット (角掘り、フェース作業が可能)

※この他にも数多くあります。ご相談ください。

使いやすさと強じんな足まわりに定評ある!

〈全油圧式〉

クボタ アトラス ショベル



カタログのご請求・お問い合わせは

久保田鉄工本社 建設機械営業部まで

大阪市浪速区船出町2丁目

TEL.06(631)1121 556

# KB-30シリーズが話題のモデルチェンジ! 機動・運転性能をいちだんとアップして 新登場

クボタアトラスショベルKB-30シリーズが、スタイルを一新。建設機械にふさわしいダイナミックなニュー・スタイルで登場しました。キャブを低くしたため、後部の視界は広く、十分見通せますから、作業はいちだんとスムーズで、スピーディにはかどります。またホイール式のKB-30Fは、乗用車タイプの丸ハンドルに。このため走行の安全性は抜群。交通ラッシュの市街地走行も自在のハンドル操作によって、ラクで、安全です。



**KB-30F**



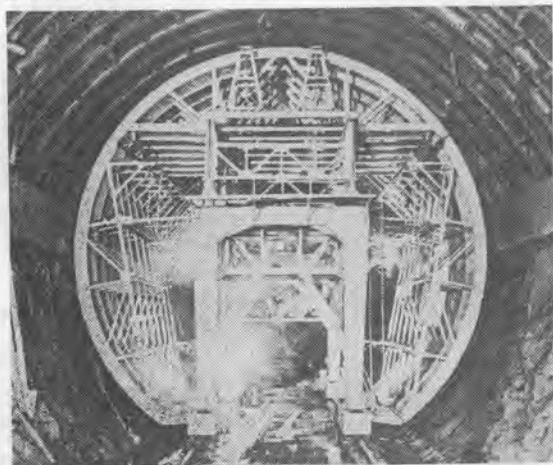
**KB-30R**



# 国外でも大活躍 サガのトンネル工所用機械

PAT 313458 478374  
539684 579207  
795496 804217  
804236 810864

全自動式 スチールフォーム D=12,030mm L=7,200mm



台湾曾文溪ダム工事納入(2基)

## 営業品目

スチールフォーム、スライディングセントルフォーム、セントル、鋼製支保工、クレーン、パネル護岸及ダム用フォーム、各種コンベヤー、落雪(落石)防護柵、すりびん、プレートフィーダー、シールド工所用機器、各種ジャンボ、各種プラント、鋼製プール、橋梁、その他鉄骨製圧工事設計製作

クレーン製造認可工場  
富第73号  
富第80号



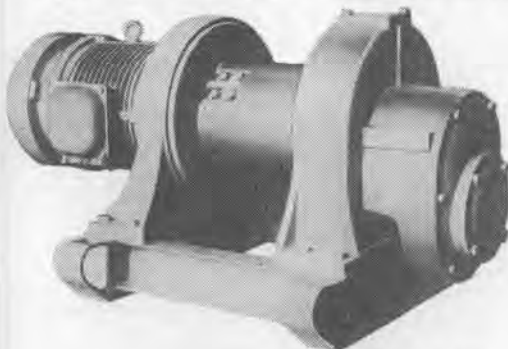
建設大臣登録  
(ワ)8511号

## 佐賀工業株式会社

本社・工場 富山県高岡市荻布209 TEL高岡0766-23-1500  
事務所 東京(鴻巣)0485-41-3366 大阪(大阪)06-362-8995  
仙台(岩沼)022312-2301 高岡(高岡)0766-23-1500  
工場 東京(鴻巣)0485-41-3366 大阪(大阪)06-362-8495  
仙台(岩沼)022312-2301 高岡(高岡)0766-23-1500

# Seibu ゲーンとスピードアップされた ポータブル電動ウインチ

誰でも手軽に、しかも安全に使える！ PWD形



形式	電動機出力 kW	ローププル kg	ロープ速度 m/min	使用ロープ径 mm	重量 kg
PWD-2.5	2.5	250	42/50	6.3(8)	180
PWD-5	5	500	42/50	8(10)	250
PWD-7.5	7.5	750	42/50	10(11.2)	430
PWD-10	10	1000	42/50	11.2(14)	550
PWD-15	15	1500	42/50	16(18)	850

注、( )内数値は使用最大ロープ径

## 西部電機工業株式会社

本社・工場 福岡県古賀町 TEL 古賀(092942)2661(代)  
営業所 TEL 東京(03)271-3321(代) 名古屋(052)241-9126(代) 大阪(06)541-1481(代)  
広島(0822)42-0696 札幌(0122)22-0521

⑭



4つの作業を  
一度にできる！

営業品目

CH	503	4.8t吊り
CH	105	10t吊り
CT	130	13t吊り
CT	150	15t吊り
CT	200	20t吊り

# CH105

東急トラッククレーン



製造元

東急車輛製造株式会社

代理店

新東亜交易株式会社

建設機械部第二課

本店 東京都千代田区丸の内3-3-1(新東京ビル5階) TEL 東京 (212) 8411 大代  
 大阪支店 大阪市西区靉1-102(辰巳ビル6~7階) TEL 大阪 (444) 1431 大代  
 名古屋支店 名古屋市中村区広井町3-88(大名古屋ビル7階) TEL 名古屋 (561) 3511 大代  
 宇都宮支店 宇都宮市小幡2-2-12 TEL 宇都宮 (2) 2765・2656  
 支店所在地 仙台・静岡・岡山・広島・福岡・北九州・鹿児島・長崎



●取扱建設機械=3軸ローラー、タンピングローラー、ユンボパワーショベル、アスファルトフィニッシャー、ロードローラー、アスファルトプラント、ヂーゼルバイルハンマー、スタビライザー、パッチャープラント、碎石プラント、コンプレッサー、他

# Yutani-Poclair

ユタニ・ポクレンの定評ある耐久性、経済性、作業性の特長を結集して完成した最新大形クローラ式全油圧掘削機

## ■ 特長

- 1/丈夫で強力な足廻り
- 2/給油のいらぬ足廻り
- 3/油圧は超高压(世界最大)
- 4/抜群の作業能率
- 5/快適な運転
- 6/苛酷な作業に耐える
- 7/低廉な維持費
- 8/安全な作業
- 9/アタッチメントの交換は容易

バケット容量：0.7m<sup>3</sup>～1.5m<sup>3</sup>  
全重量：21 ton



ポクレンシリーズ ■ Fシリーズ ■ Tシリーズ ■ Lシリーズ ■ Gシリーズ

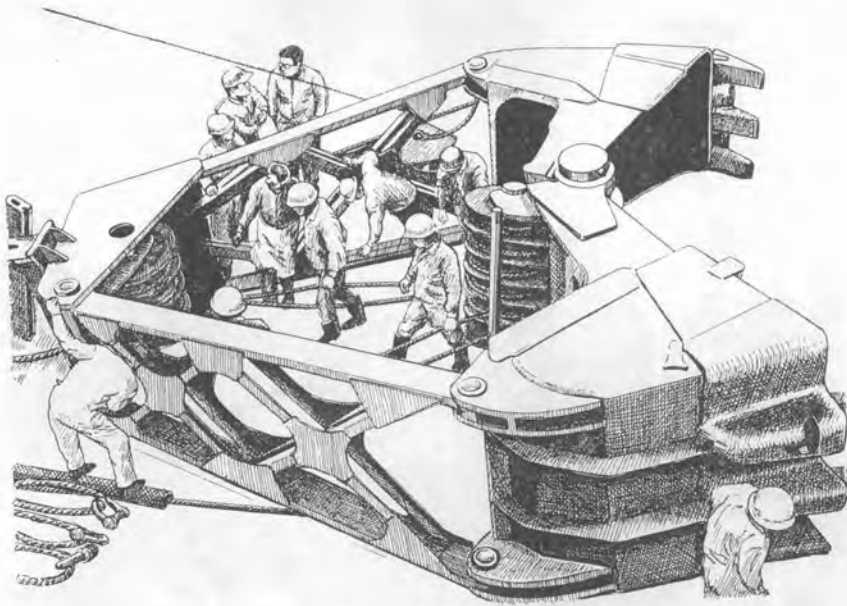
# G.C.120

## 油谷重工株式会社

本社 東京都港区新橋2丁目1番3号 電話 (502) 代 2351  
工場 広島県安佐郡祇園町南下安550 電話 祇園4局 代 1111  
営業所 札幌・仙台・北陸・東京・厚木・名古屋・大阪・広島・高松・福岡

総代理店 丸紅飯田株式会社

# アサゴ



## 真砂工業株式会社



本社 東京都足立区花畑町4074  
TEL (884) 1636(代)-9  
大阪営業所 大阪市北区牛丸町52(日生ビル)  
TEL (372) 3751

# バケット

# ダイナミック輸送



どんな苛酷な条件にもビクともせず、巨大な岩石も大量の砂利も一挙に運べる超大形ダンプトラック。輸送効率を大幅にアップします。性能・強度・安定性とも申し分なく、特に建設・セメント・採石などの大量輸送に大きな威力を発揮します。まさに時代が求める大形大量輸送を担う、実力派のダンプトラックです。

- パワーシフトトランスミッションで操作は容易、スムーズな運転ができます。
- 降坂運転が簡単なハイドロリックリターダ。
- 大容量ブレーキを採用。安心して運転できます。
- 高抗張力鋼の採用により車体は軽量・強固。
- 最小回転半径7.2mとさわめて小さく、機動性は抜群。

## 日立32t積ダンプトラック



### 日立製作所

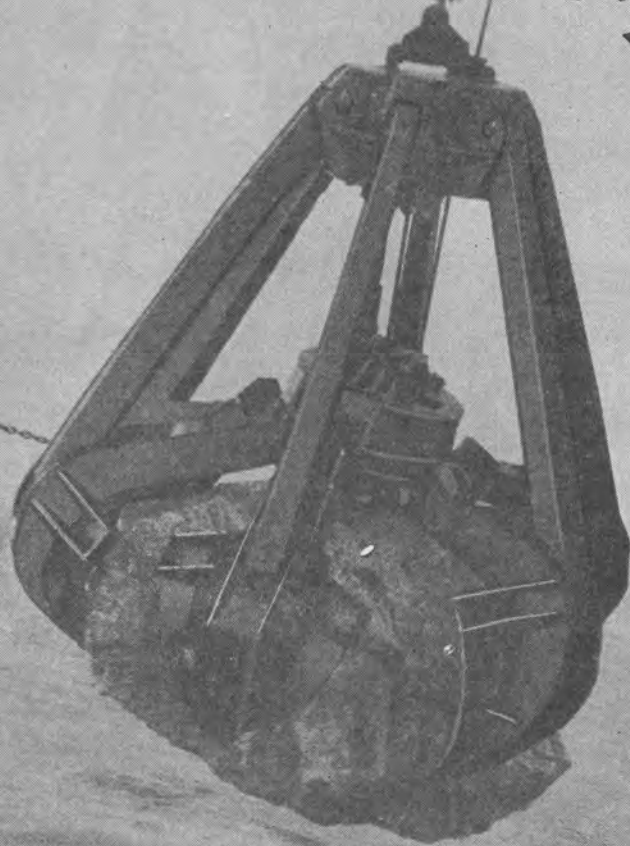
お問い合わせは、もよりの営業所、または事業部へ

営業所 / 東京(270)2111・大阪(203)5781・名古屋(251)3111・福岡(74)5831・札幌(261)3131

仙台(23)0121・富山(25)1211・広島(21)6191・高松(31)2111

交通事業部 / 東京都千代田区大手町2-6-2(日本ビル) 千100 電話・東京(270)2111(大代)

# 千葉工業のバケツ



岩石掘り用ポリツブ形バケツ

## 営業品目

1. 各種専用のグラブバケツ
2. 掘削・浚渫用クラムシェルバケツ
3. 単索バケツ
4. 土木・建設工事専用機械設備
5. 各種起重機



建設現場にて活躍するクラムシェルバケツ

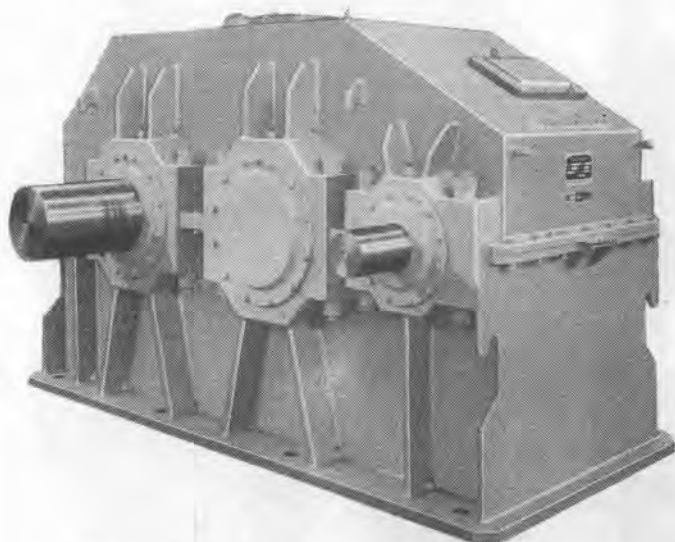
**Chiba**

**千葉工業株式会社**

千葉県松戸市串崎新田189番地  
電話 松戸0473 (87) 4082・4083・4528

# マスタギヤ級の精密研削歯車

# 島津歯車機器



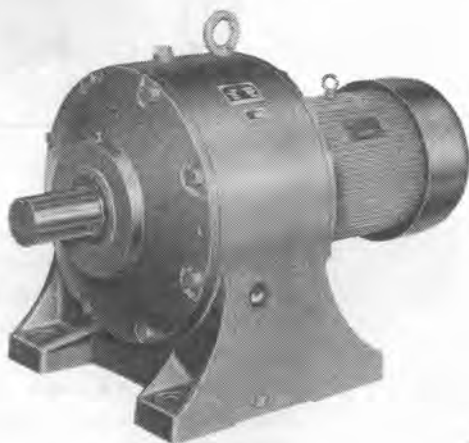
大形歯車増減速機

## 歯車増減速機

- 合理化された斬新な設計
- シェーピング加工、研削加工の精密歯車使用
- 最新の機械設備による高精度の機械加工
- 2000kWの大容量まで製作

## タフトライド処理による画期的耐摩耗歯車使用 ギヤードモータ EF形

- I.E.C. フランジのE種モータ使用
- クラウニング シェーピング加工による高い効率と静かな運転
- ギヤークケースは小形堅ろうで取り扱いが容易
- お求めやすい価格



EF形ギヤードモータ

主要  
製品

ギヤードモータ ● ハイドロフレックスギヤードモータ  
パウダーフレックスギヤードモータ ● 歯車減速機  
歯車増速機 ● エアモータ



# 島津製作所

カタログご請求・お問合せはもよりの営業所へ  
東京292-5511 大阪541-9501 福岡27-0331 名古屋563-8111 広島43-4311  
京都211-6161 札幌231-8811 神戸33-9661  
または 機械事業部 604 京都市中京区西ノ京桑原町1 TEL(075)811-1111

# 稼ぐレバーつき

トルクフロー®



コマツのブルドーザD55Sにはすばらしくよく稼いでくれるレバーがついています。コマツ独自のトルクフロードライブの変速レバーです。クラッチの操作は不要。変速・前後進がこの1本のレバーでよどみなく流れるようにすすめられます。複雑な動きとくり返しの多い積みこみ作業ではこの1本レバーの威力は抜群です。作業量は目に見えて増え、オペレーターの疲れは目に見えて減ります。そしてこの差は働けば働くほど大きくなるのです。スピードと経済性を要求されるこれからの工法にコマツトルクフロー車をお役立てください。稼ぐレバーが目じるしです。



**D55S** ドーザショベル トルクフロータイプ  
出力 125ps 重量 13300kg バケット容量 1.4m<sup>3</sup>  
**D75S** ドーザショベル トルクフロータイプ  
重量 19250kg バケット容量 2.0m<sup>3</sup> 出力 175hp  
**D85A** アングルドーザ トルクフロータイプ  
重量 21300kg 掘土板 4260×1060mm 出力 180ps  
**D125A** アングルドーザ トルクフロータイプ  
重量 27820kg 掘土板 4640×1135mm 出力 250ps

日本のトップ——世界のコマツ

**小松製作所**

本社/〒107 東京都港区赤坂2丁目3番6号 03(584)7111  
北海道支店 011(661)8111 東北支店 0222(56)7111 北陸支店 0252(66)9511  
東京支店 03(584)7111 東海支店 045(311)1531 中部支店 0586(77)1131  
大阪支店 068(64)2121 中国支店 0829(22)3111 中国支店 0878(47)1181  
九州支店 092(64)3111



特許

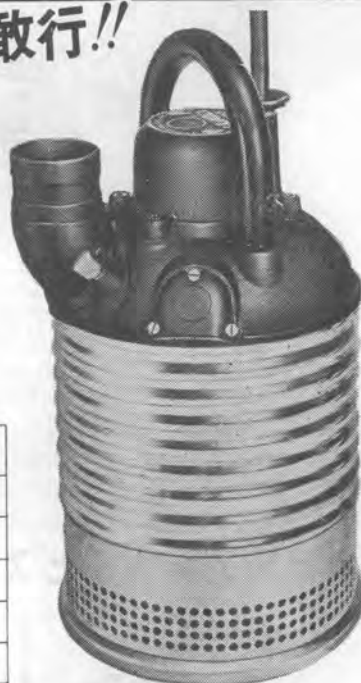
# アソシエーツ 水中ポンプ



## 1,000 時間昼夜連続運転敢行!!

(重量濃度25%の  
サンド・ベントナイト混合液中)

建設機械化研究所に於て  
業界初の本格試験実施。



- 重量・他社のポンプの1/3  
移設費・仮設費ゼロ!!
- 連続ドライ運転OK!!  
(特許空冷バルブ装備)

〈御一報次第資料送呈〉

型式	口径 in	重量 kg
19H型	6, 4	140
19型	8, 6	140
5H型	4, 3	48
5型	6, 4	40
3型	4, 3	35
2型	3, 2½	23
1型	2½, 2	17



総発売元

## ラサ商事株式会社

本社 ☎104 東京都中央区日本橋茅場町1の12(郵船茅場町ビル) 電話(03)668-8231  
 大阪支店 ☎530 大阪市北区宗是町1(大ビル) 電話(06)443-5351  
 北海道営業所 ☎065 北海道札幌市麻生町3丁目801 電話(011)711-8564  
 仙台営業所 ☎983 仙台市小田原山本丁1番地(金剛ビル) 電話(022)57-4251  
 名古屋営業所 ☎460 名古屋市中区錦1丁目18-16(グリーンビル) 電話(052)211-3300-1  
 福岡営業所 ☎812 福岡市東浜町1の1(ターミナルビル) 電話(092)64-4431-4  
 東京機械工場 ☎136 東京都江東区東砂1丁目3の41 電話(03)646-3881-2

米国L & B 自動溶接機：ロチャースハイドロリックトラックプレス：スナップオン工具 日本総代理店



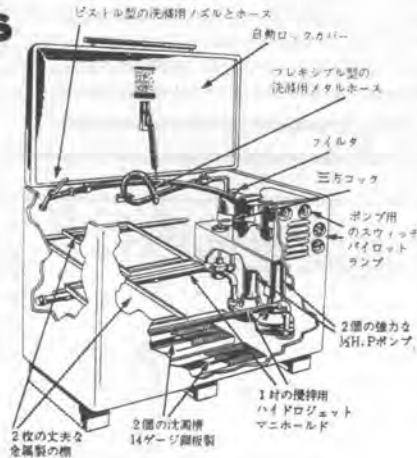
# 内外車輻部品株式会社

本社 東京都目黒区柿の木坂1丁目19番8号 電話 03-718-8291~5 加入電信 246 6228 千152  
 名古屋出張所 名古屋市中区千早町5丁目9番5号 電話 052-261-7361~3 加入電信 442-2478 千460

## 各種建設機械・部品及整備用機械工具

### ジェット噴流攪拌式自動洗滌器

**Graymills**



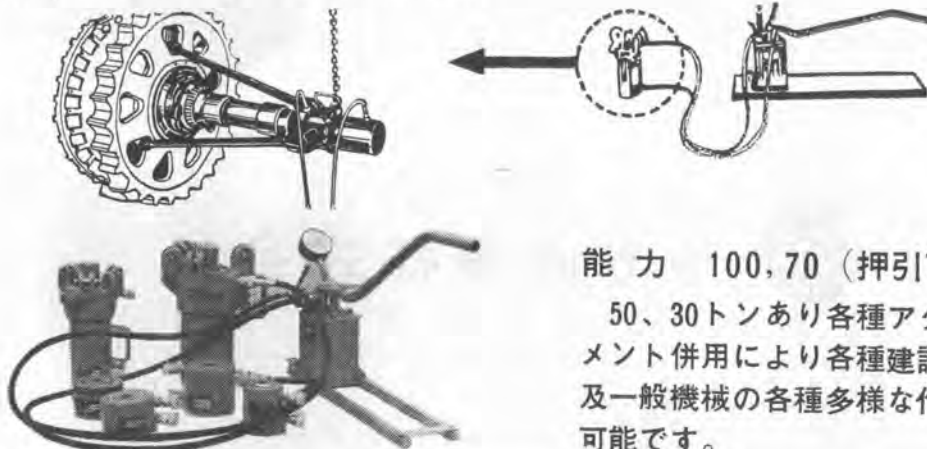
本機は、米国グレイミルコーポレーションで製造されたもので、米本土はもちろん広く欧米全域において製造工場および修理工場の組立部品、分解整備部品の洗滌用に偉力を発揮して多大の好評をばくしております。

強力なポンプによるジェット噴流攪拌式とターボジェット噴流攪拌式とがあり、どんな複雑な形状の部品および組立品に附着した塵埃、カーボン、油汚れ、切屑でも強力な洗剤との併用により、自動的に非常に短時間で除去し、洗滌液はフィルタにより自動的に濾過され、長期間連続使用ができる省力化時代に欠くべからざる新型洗滌器です。

### 取扱品目

- ★●酒井重工業(株)製部品
- ★●D250~D20 ●BD23~BD2
- D9~D4用ブルドーザ部品●
- ★ミシガン ●ルターナ ●バーバ
- グリーン ●G.M ●アィム
- コ等各種建設機械部品及特殊工具●
- ★米国 Snap-on Tool Co. 製工具
- O.T.C. Tool Co. 製工具●ロ
- チャースハイドリック社製油圧機器
- ★米国L & B 自動溶接機 ●ホー
- バート半自動及手動溶接機 ●
- 神鋼溶接棒●
- ★整備用薬材(米国製)
- ネバーシーズ(焼付防止防錆剤)
- ロックタイト(特殊接着剤)
- ルーズン・オール(特殊弛緩剤)
- リキモリ
- (摩耗防止、焼付防止剤)
- タイトシール(パッキングニス)

### ポータブル サービス プレス



能力 100,70 (押引可能)

50、30トンあり各種アタッチメント併用により各種建設機械及一般機械の各種多様な作業が可能です。

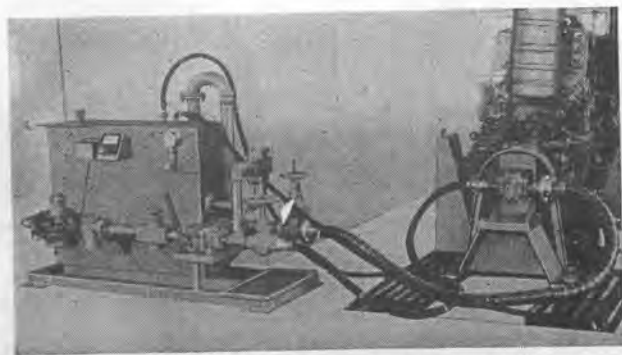
建設機械の修理は安心して委せられる

# マルマ重車輜へ

- ◎修理業は部品交換業ではありません。弊社は足まわりの自動溶接、メタリコン、ボーリング等優れた再生技術により修理費の軽減に努力しています。
- ◎徹底した作業の合理化をはかり、工期短縮による機械の稼働率の向上に寄与しております。
- ◎責任を持って保証しアフターサービスの万全を期しております。
- ◎設計スタッフ、製作部門を充実し修理用設備工具、特殊アタッチメントの開発を行なっています。特にアタッチメントは新工法による利益の発掘に大いに役立っています。
- ◎油圧機器の普及に伴ない、耐圧 150kg/cm<sup>2</sup>のハイドロリックテスターを設備しました。ポンプ、シリンダー、コントロールバルブのテストに御利用下さい。



サイドダンプ(特殊アタッチメント)



ハイドロリックテスター(修理用設備)

大倉 倉 商 事 株 式 会 社  
 東 貨 貿 小 松 製 作 所  
 株 式 会 社 小 松 製 作 所  
 三 松 カ ミ ズ 販 売 株 式 会 社  
 小 変 重 ン 工 業 株 式 会 社  
 東 京 三 菱 ぶ そ う 自 動 車 販 売 株 式 会 社  
 住 機 建 設 機 械 販 売 株 式 会 社  
 伊 藤 商 事 株 式 会 社  
 富 承 物 産 株 式 会 社  
 中 道 重 工 株 式 会 社

石川 島 コ ー リ ン グ 株 式 会 社  
 三 井 精 機 工 業 株 式 会 社  
 三 井 造 船 株 式 会 社 日 開 工 場  
 日 本 開 発 機 株 式 会 社  
 三 井 ド イ ツ デ ィ ー セ ー ル エ ン ジ ン 株 式 会 社  
 日 本 車 輜 製 造 株 式 会 社  
 日 熊 工 機 株 式 会 社  
 日 本 イ ン ガ ー ソ ン ラ ン ド 株 式 会 社  
 株 式 会 社 新 潟 鉄 工 所

各社指定整備工場

## マルマ重車輜株式会社



本社・東京工場 東京都世田谷区桜丘1丁目2番19号 電話(03)429-2131(大代)加入電信242-2367 〒156  
 名古屋工場 愛知県小牧市小針町中市場2番地 電話(0568)77-3311(代)加入電信4485-020 〒485  
 相模原工場 神奈川県相模原市大沼字相模原2209番地 電話(0427)52-9211(代) 〒229  
 水島出張所 岡山県倉敷市水島福田町中政6番2番地 電話(0864)55-7559 〒712

# RAMEY®

# CASCADE-RAMEY

## HU-122型 油圧式ローダー

### カスケード・レーミー 建材用ローダー

カスケード・レーミー建材用ローダーは建設工事向けに設計された省力化機械です。この新しいローダーは 1,800kgを地上揚程10mまで、伸縮自在ジブ・ブームと独特なC型フォークが荷役を簡単にし、正確な荷役をする特徴を持っています。

#### 特長

省人化・能率化・安全性全油圧式で、つかみ装置の特殊フォークを有しておりますので、玉掛け及び玉はずし作業員が不要であり、玉掛け作業時間短縮により、荷役量の増大となります。



日本輸入総代理店

## 兼松江商株式会社

東京支店 東京都中央区宝町2-5(兼松江商ビル) 機械第1部・建機自動車課 電話 (562)7132  
大阪支店 大阪市東区淡路町5-33 機械第1部・建機船舶課 電話 (228)3782  
名古屋支店 名古屋市中区錦町1-20-19(名神ビル) 機械第1部 電話 (211)1311  
福岡支店 福岡市天神2-14-2(福岡証券ビル) 機械部 電話 (76)2931  
札幌支店 電話 札幌 (6) 7 3 8 6

# 高層建築工事の能率と安全を守るエレベーター

## 高層建築用仮設エレベーター

国内で初めての高層建築用仮設エレベーターが、現在完成された三井不動産ケアン工事で使用され、本エレベーターは建物が高くなるにつれて順次クライミングができ、しかも出入口扉枠を任意の箇所に自由に取付けられます。従って工事を「より速く」「より安全」に能率よく施工できるので、生産管理はもとより「労務管理」をも解決するエレベーターとして気軽に御使用いただけます。(概略仕様、エレベーター高さ150m)エレベーター

■特徴  
ター能力2000kg

1. 電覧等電気器具及トラップ等は全てポスト内に収められる。
2. マシン及配電盤等は全て下部に設置してあるから構造が簡単で且つ日常点検が極めて容易である。
3. ポストが単体で構成されているので丈夫であり且つ組立に便利である。
4. エレベーターレールはあらかじめポストに固定されているので現場でレール芯出しの不便がない。したがって従来のものに比べて極めて短時間で組立ができる。

総発  
売元 **兼松江商株式会社**

東京 都中央区宝町2-1-5 5627132 機械第一部 建設機械課  
大阪市東区淡路町5-33-2 (228) 1112 (大代)  
名古屋市中区錦1丁目20番19号(名神ビル) (211) 1311  
製造元 株式会社 **小川製作所**

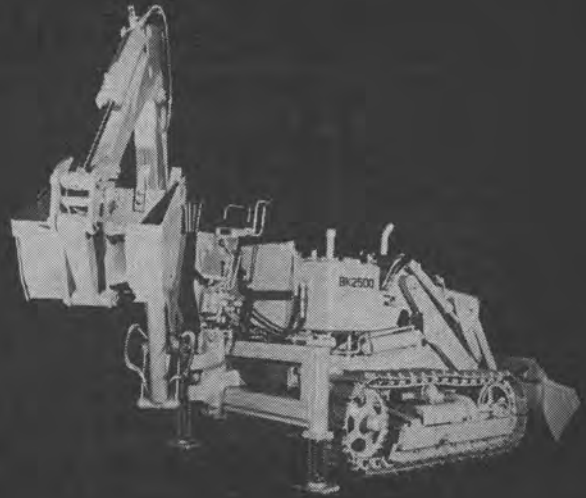
本社 千葉県松戸市



BULLDOZER KABUTOMUSHI



# 他をリードする新鋭機 BK2500SD

あらゆることにスピードアップ  
が要求される時代——。  
このクラスでは断然強い《カブ  
トムシ》にスライド式バックホ  
ーを装着しました。  
バックホーは勿論、脱着式。  
アウトリガも左右独立方式を採  
用し、傾斜地や凸凹地の不安定  
な作業を解消させました。  
路肩工事や幅広い掘削もチョッ  
ト、スライドさせるだけ。  
操作はオール油圧です。  
これからは使う楽しさが味わえ  
ます。



スライド式バックホー



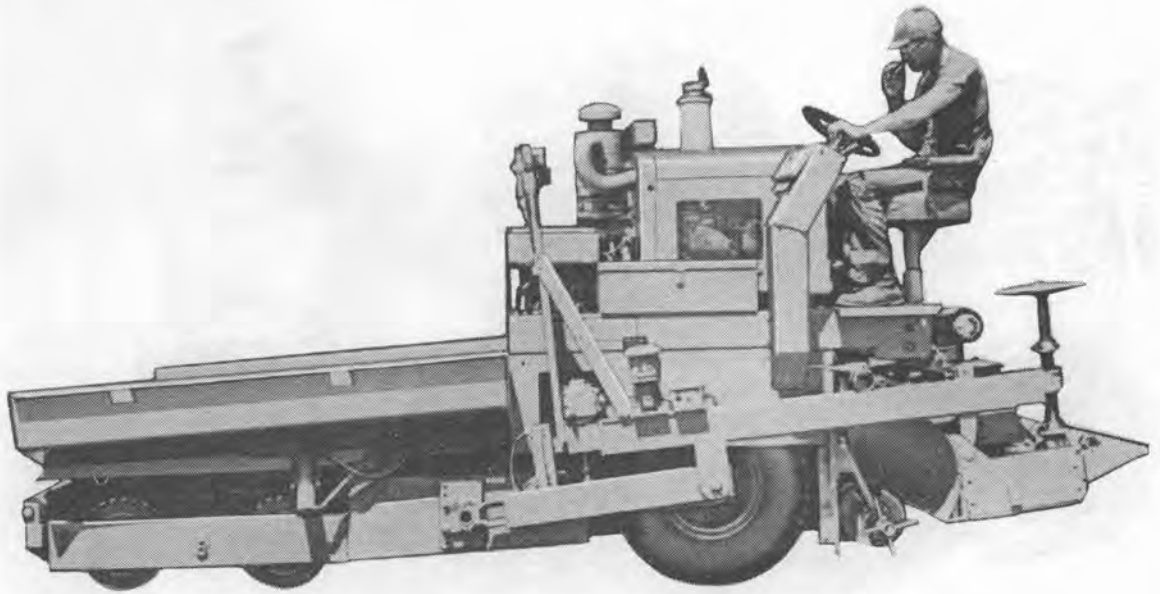
製造元  株式会社早崎鐵工所  
総販売元  早崎産業機械株式会社

本社	沼津市上香貫西島町1150番地	TEL 沼津(31) 0463大代表
東京営業所	東京都中央区宝町2の4(第二ぬ利産ビル)	TEL 東京(567)4355(代表)
名古屋営業所	名古屋市中区大須3の8の20(高栄ビル)	TEL 名古屋(261)4649(代表)
大阪営業所	大阪市西区靱本町2丁目107番地	TEL 大阪(531)2632(代表)
岡山営業所	岡山市番町2丁目13番31号	TEL 岡山(22) 9 3 7 2
仙台営業所	仙台市東4番丁45番地(角川ビル)	TEL 仙台(23) 1 5 9 2

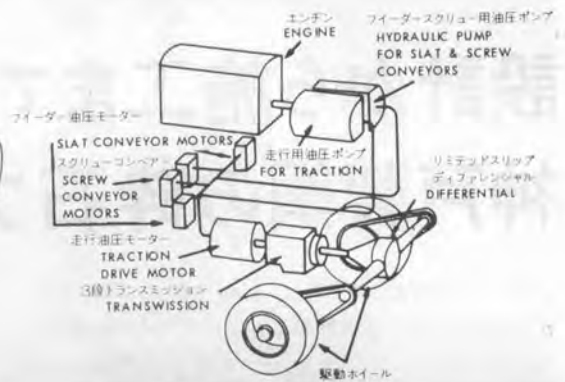
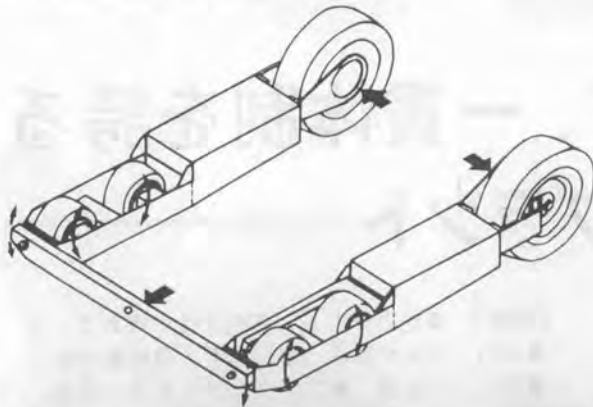
# Cedarapids

Built by  
IOWA

## 最新装置を備えたセダラピッドタイヤー式 BSF-3R ファイニッシャー



1. 電磁バイブレーター式スクリードにより最高の仕上げマット
2. ハイドロスタティック駆動による走行速度・パーフィーダーの単独無段変速
3. 三点支持フレームにより装軌式ファイニッシャーと全然変り無い強力な駆動力
4. 運転操作極めて簡易
5. 高評のDUO-MATIC電気式自動スクリードコントロール
6. 移行速度 20km / 時
7. 舗設巾 最高 5.4m
8. 舗設 最高速度 150呎(45m) / 分



IOWA MANUFACTURING COMPANY

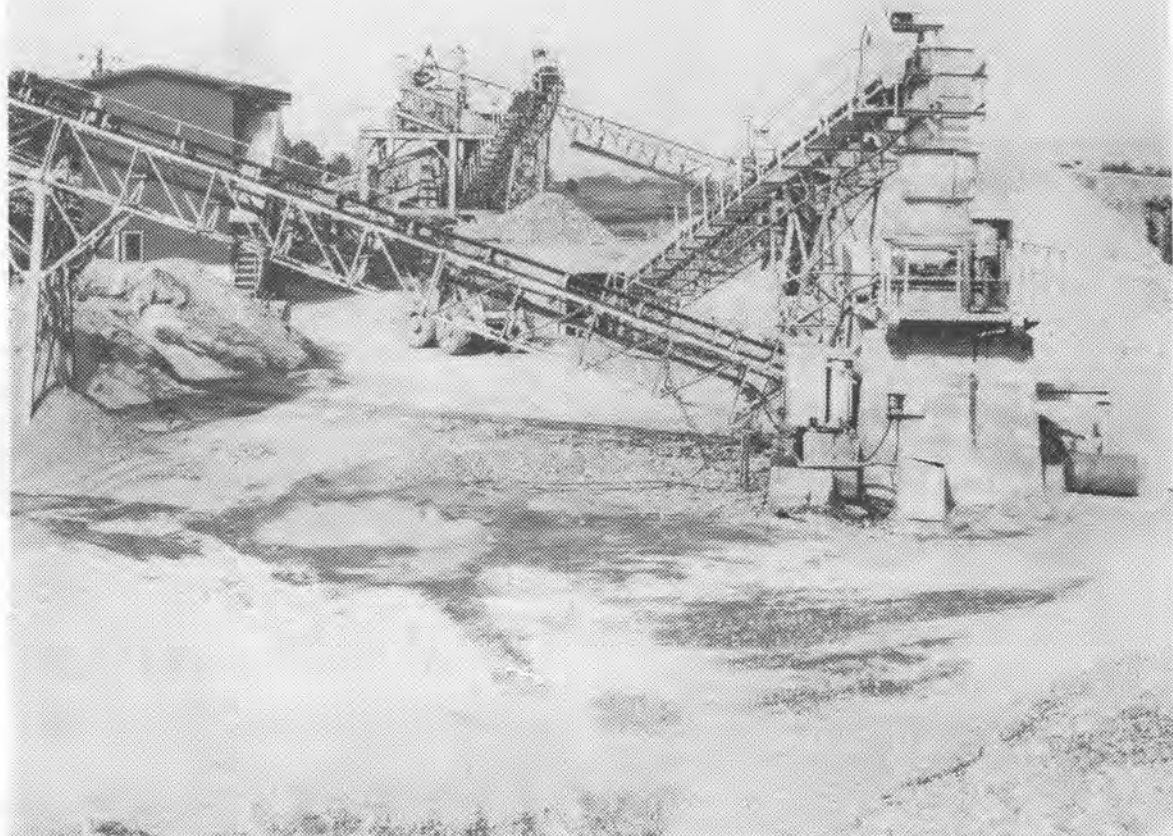
CEDAR RAPIDS

日本販売総代理店

サービス代行社

GENERAL ROAD EQUIPMENT SALES CO., LTD. エム アンド エム サービス株式会社

東京都千代田区内神田二丁目13番地中村ビル 256-7737-8



## 設計から施工まで、一貫体制を誇る 神戸製鋼の砕石プラント

プラント設計に当っては、試験工場から得たデータをもとに、構成機器の能力バランスを検討して行ないます。クラッシャーをはじめ機器も、プラントの規模・能力に応じて、あらゆる大きさ、タイプのもを自社で製作しています。施工についても同じこと。数多くの経験を持つ技術者が参加しています。この神戸製鋼ならではの「一貫体制」が、もっとも合理的で故障の少ない砕石プラントを生み出しているのです。

【特長】 ●能力が大きい ●耐久性に優れている  
●運転・保守が容易 ●工事費・運転費が安価  
●据付けが簡便 ●アフターサービスが万全

# ◆ 神戸製鋼

本社 神戸市灘合区臨浜町1丁目3番6  
電話 (大代表) 神戸 (25) 1 5 5 1  
支社/営業所 東京・大阪/札幌・仙台・新潟・富山・名古屋・広島・北九州

●この製品についてのお問い合わせは、(株)神戸製鋼所産業機械本部にお申し出下さい。



# PROFITABLE!



プロフィット  
ダブル(利益性)追求

ますます増える工事の高層化、大型化、そしてますます厳しさを要求される作業の能率化、省力化...そこでこの要求にみごとにこたえるのがP&H油圧式トラッククレーンです。すぐれた性能・高度なメカニズムに加えて、油圧式の利点を一歩進めた使いやすさ、経済性など、いずれも作業の能率アップ、工事の採算性アップに直接つながります。あなたのお仕事の利益向上にぜひお役立てください。

## P&H 油圧式 T130・T150・T200・T270・T350・T600 トラッククレーン

	T130	T150	T200	T270	T350	T600
つり上能力(t)	13.0	15.0	20.0	27.0	35.0	60.0
ブーム長さ(m)	9.5~21.0	9.6~22.5	10.0~24.0	9.5~27.5	10.0~31.9	10.9~32.0
ジブ長さ(m)	7.5	7.5	14	8	8.2~13.7	8.2~13.7

### ◆ 神戸製鋼

建設機械本部  
 本社 神戸市灘区船浜町1丁目36 ☎078(25)1551  
 東京支社 東京都千代田区丸の内1-8-2 ☎03(218)7704  
 大阪支社 大阪市東区北浜2丁目2-2 ☎06(203)5031

### ◆ 神鋼商事

建設機械本部  
 本社 大阪市東区北浜3丁目5 ☎06(202)2231  
 東京支社 東京都中央区八重洲4丁目3 ☎03(272)6451

●カタログの用紙がごさいます。ご購入ください。

# DYNAMIC!



**ダイナミックな機動力!**

ロータリキュレート式  
4輪駆動、国産唯一の全  
90°屈折を実現、ミニカー  
なみの最小回転半径が、小回

りのきく機動力を発揮、日本の  
工事事情にピッタリです。その他、  
ぐんを抜く突込力、シフトレバー1本  
の運転操作、経済性など、総合力が優  
れており、碎石・土砂の積込み・運搬に、  
砂利採取に…幅広い用途にお使いいただけます。

645  
ホイールローダ

**545H/645/745**  
ALLIS-CHALMERS  
**ホイールローダ**

	545H	645	745
バケット容量	1.6~2.3m <sup>3</sup>	2.1~2.7m <sup>3</sup>	2.7~3.4m <sup>3</sup>
常用荷重	3.6t	4.1t	5.5t
最少回転半径	4.3m	4.55m	5.16m
総重量	約10.3t	約12.2t	約18.2t

**◆ 神戸製鋼**

建設機械本部

本社 神戸市東灘区駒形町1丁目36 ☎078(25)1551  
東京支社 東京都千代田区丸の内1-8-2 ☎03(218)7704  
大阪支社 大阪市東区北浜2丁目2-2 ☎06(203)5031

**◆ 神鋼商事**

建設機械本部

本社 大阪市東区北浜3丁目5 ☎06(202)2231  
東京支社 東京都中央区八重洲4丁目3 ☎03(272)6451

※カタログの用紙がございませす。ご購入ください。

# 国土事情を考え 研究された全油圧式ショベル

“故障でもないのに、現場の条件に合わないため機械を遊ばせてしまった！”という経験をお持ちではありませんか？

自然の生んだ地形は、ヘンテツもないように見えていて軟弱地盤や岩盤などそうとうに変化の激しいものです。KATOのHD型全油圧式ショベルは、このような厳しい地盤条件を考え合せ設計されておりますから、悪条件下でも強力でスピーディーな掘削作業を持続させることができます。

機械の総合価値は、性能、機能ロス、経済性、作業量の大小によって判断されるものです。ぜひご研究、ご検討下さい。



HD-750 (0.75m<sup>3</sup>)  
純国産最大油圧ショベル

今日の対話を明日の技術へ

# KATO

## 株式会社 加藤製作所

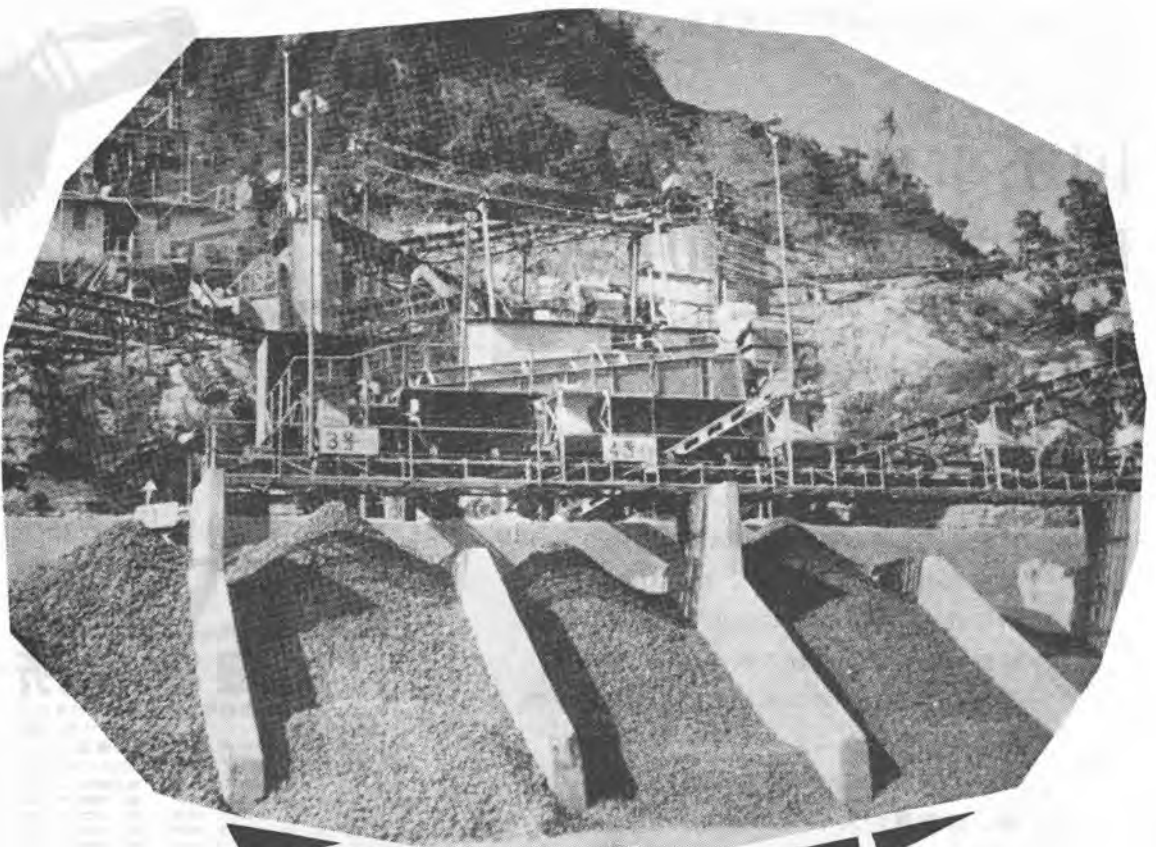
本社 社/東京都品川区東大井1の9の37  
 (☎140) ☎(471)8111(大代表)

東京事務所/東京都港区芝西久保桜川町2  
 (☎105) (第17森ビル)☎(591)5111(大代表)

支店/大阪	☎(303)1131	名古屋	☎(582)5601
支店/広島	☎(48)0461	福岡	☎(78)5571
支店/仙台	☎(22)4896	岡山	☎(31)1291
営業所/小浜	☎(55)5088	大分	☎(8)16011
支店/札幌	☎(24)2888	静岡	☎(26)3141
支店/富山	☎(32)8168	松山	☎(43)5097
出張所/横浜	☎(311)7992	高崎	☎(25)1311



HD-350 (0.35m<sup>3</sup>)  
全油圧式ショベル



# 大塚の

## 砕石プラント

設計／製作／据付施工

### 大塚鉄工株式会社



〒一〇八 東京都港区三田五丁目七番一―一〇四号 電話(四五三)一四八一(代)

# REX

このマークの製品は  
「神鋼」の技術で造られます・・・

## バッチングプラント トラックミキサー



### 〈レックス製品

- ・ バッチングプラント
- ・ トラックミキサー
- ・ スリップフォームペーパー
- ・ ベルトブレーサー
- ・ その他道路舗装機械
  
- ・ 各種運搬車
  - エプロントレーン
  - バンカートレーン
  - ブラッシュャートレーン
  - その他
- ・ 鉱山用および土木建設用機械器具
- ・ 各種コンベヤー
- ・ セメントプラント・シュガープラント用輸送供給機器
- ・ 各種高圧ガス容器
- ・ 各種精密プレス加工品
- ・ その他高級製かん品



## 神鋼機器工業株式會社

本社・工場 鳥取県倉吉市海田112 TEL 08582-2-2091  
 明石工場 明石市魚住町金ヶ崎白割 TEL 078-936-1405  
 神戸事務所 神戸市葺合区脇浜町神鋼本社内 TEL 078-88-2131  
 東京事務所 中央区日本橋通1-11 多古家ビル TEL 03-271-3501  
 八重洲事務所 中央区八重洲4-5 藤和ビル TEL 03-273-1501  
(レックス営業部)  
 大阪営業所 大阪市北区梅田町27 サンケイ会館 TEL 06-341-9341  
 札幌営業所 札幌市大通西5-8 昭和ビル TEL 0122-26-8677  
 九州営業所 北九州市小倉区京町10丁目 五十鈴ビル TEL 093-55-2078  
 仙台営業所 仙台市東2番町68 仙台富士ビル TEL 0222-23-4494

特許

# 明和の締固め機械

## バイブロ ランマ



道路・水道・ガス管  
電設・盛土・埋戻  
路盤砕石固め

VRA 120 (kg)  
# 80 (＃)  
# 60 (＃)

■通産大臣賞

## バイブロ プレート

アスファルト舗装  
表面整形

VP-110(kg)  
# - 70(＃)  
# - 60(＃)



## ジャンプ ランマ



建築基礎  
栗石搗き固め

A型100(kg)  
B型 85(＃)  
C型 60(＃)

■発明協会長賞

## テニコン《新製品》

のり面  
転圧

TN-40(kg)  
# -50(＃)

共同出願中  
国鉄と特許



## 日本最初の両輪駆動振動ローラ



アスファルト舗装最適  
転圧力強大・サイド転圧  
スリップ少ない・登坂25°  
ステアリング簡単

MVR 8型 0.8t  
# 27型 2.7t



■カタログ進呈 全国各地に販売店有

株式会社 明和製作所

本社工場  
大阪営業所  
福岡営業所  
名古屋出張所

川口市青木町1の448  
大阪市城東区諏訪西3-25  
福岡市上牟田町21  
名古屋市中川区八家町3-42

電話(0482)(51)4525-9  
電話(961)0747-8  
電話(092)(41)4991-0878  
電話(052)(361)1646



# CT10H

## ミニ・バックホー

あなたの仕事にピッタリ!



### 手軽で誰でも操作できるミニ・バックホー

- 走行もバックホー操作も全油圧式 クラッチ操作もギヤの切りかえもありません
- 重量1t余 車体巾1m 1.5tトラックで楽に運搬
- 履帯は左右単独に正逆転自在 狭い場所でも自由に使えます
- 巾30cm 深さ1.5mまでの溝掘りに最適 配管 排水路 住宅根切り その他

総重量	約1150kg	バケット容量	0.03 m <sup>3</sup>
機関出力	16 PS	バケット巾	350 mm
走行速度	0.4~1.6 km/h	掘削深さ	1500 mm
旋回半径	700 mm		(選定用: 1250, 1000 mm)
接地圧	0.4 kg/cm <sup>2</sup>	排土板(巾×高)	1000×250 mm



## 岩手富士産業株式会社

本社 東京都新宿区西新宿1-7-2 (スバルビル)  
TEL 東京 (03) 342-2281 大代表

### 営業所・工場

札幌 (011) 811-6178 代表  
 岩手 (01972) 3-3111 代表  
 東京 (03) 342-2281 代表  
 群馬 (02765) 2-1311 代表  
 大阪 (06) 443-2981-2  
 熊本 (0963) 54-1101 代表



# 亦木の バケツ



超大塊には3枚刃  
オレンヂピール型  
バケツを!!

好評絶賛をうけている  
石掴みバケツ  
(6枚刃クラッチバケツ)

## 営業 品目

各種クレン  
クラッチバケツ  
クラムシェル型バケツ  
各種専用バケツ

株式会社  
亦木荷役機械工務所

本社工場

千葉県松戸市上本郷536  
TEL 0473 (62)9131(代)





皆んな知ってる三笠のマーク

**三笠コンクリートバイブレーター**

**三笠タンピンクラマー**



建設機械メーカー

**三笠産業**

東京都千代田区猿樂町1-4-3  
電話 東京03(292)1411 大代表 テレックス東京(222)4607

出張所・札幌市大通西8-2(ヒキタビル) 電・札幌011(251)2890  
技術研究所・埼玉県春日部市粕壁1210 電・春日部0487(35)0069  
工場・群馬県館林市/埼玉県春日部市

西部地区発売元  
**三笠建設機械株式会社**  
大阪市西区立売堀北通り4-70 電・大阪06(541)9631-4

脚光あびる造成工事に!!

# ニイガタ モーターグレーダー

高速道路の建設、土地造成に、  
空港建設にニイガタ・モーターグレーダーは  
その性能をいかに発揮します。



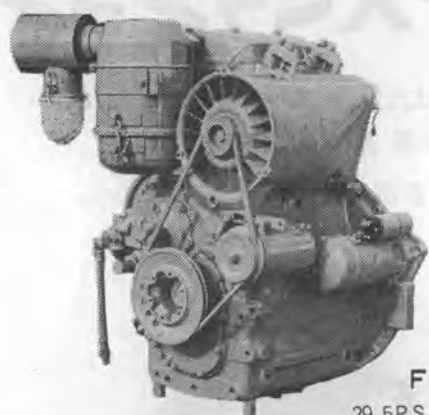
株式会社 新潟鐵工所  株式会社トイメン

本社 東京都台東区台東2-27-7 03(833) 3211(大代)  
大山工場 新潟市秋葉 1-2-1 0252(47) 5131(代)

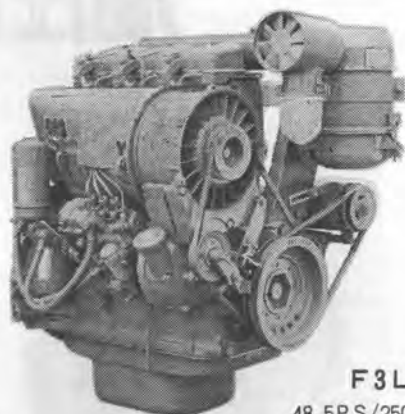
東京本社 東京都千代田区内幸町2-1-1 (建設機械部)  
TEL03 (501) 8211  
大阪本社 大阪市東区瓦町2-64 ( )  
TEL06 (203) 1351

# MITSUBI-DEUTZ

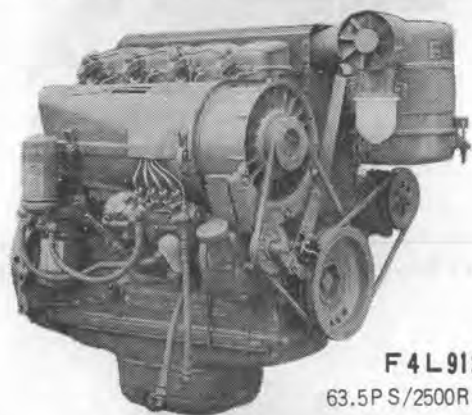
## F/L912シリーズ 空冷・ディーゼル・エンジン



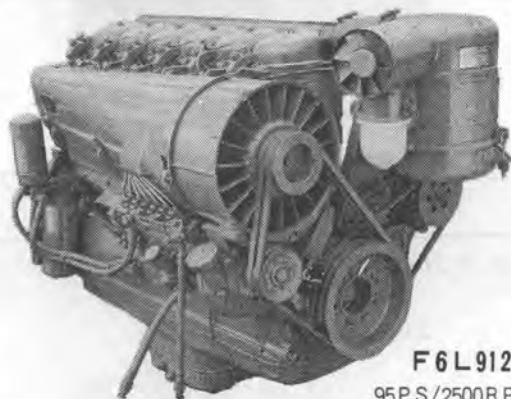
F2L912型  
29.5PS/2300RPM



F3L912型  
48.5PS/2500RPM



F4L912型  
63.5PS/2500RPM



F6L912型  
95PS/2500RPM

空冷ディーゼルの**MITSUBI-DEUTZ**が  
自信をもってお薦めする**最新型 - F/L912シリーズ**  
これぞ、空冷・ディーゼル・エンジンの決定版!!



**三井・ドイツ・ディーゼル・エンジン株式会社**

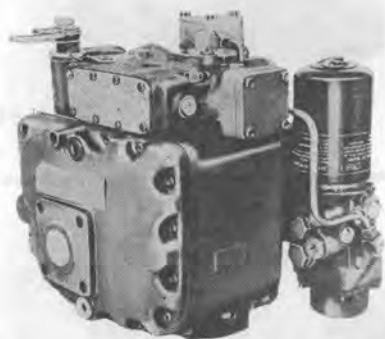
本社 東京都港区新橋4-24-8 (第2東洋海事ビル) 電話 東京(433)1666 (代表)  
大阪営業所 大阪市西区江戸堀北通り1-18 (小谷ビル) 電話 大阪(443)6765 (代表)

# エハラhydro-stabil

## 油圧ポンプ・油圧モータ 油圧トランスミッション

- エハラは高圧油圧ポンプ・油圧モータの製作に最大の実績を有しております。
- エハラは油圧トランスミッション・油圧パワーユニットその他の制御装置の製作にも先鞭をつけ、今日に至っております。

- 理論吐出量(最大) 35~186cm<sup>3</sup>/rev
- 使用最高圧力 320kg/cm<sup>2</sup>
- 使用最高回転数 3200~2200rpm

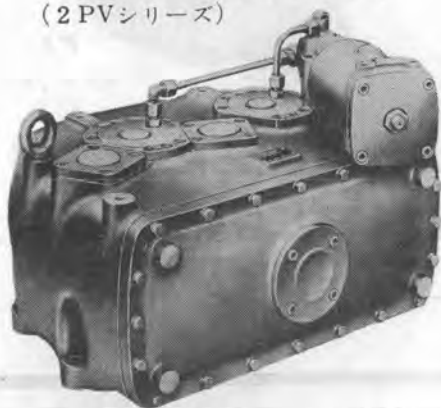


エハラhydro-Stabil可変容量型油圧ポンプ  
(PVシリーズ)

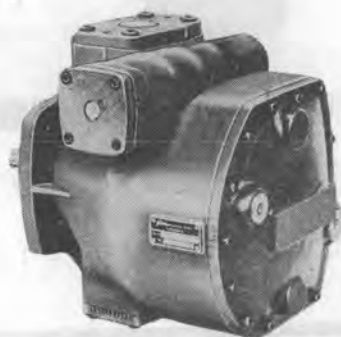


エハラhydro-Stabil  
定容量型油圧ポンプ・油圧モータ  
(PF・MFシリーズ)

エハラhydro-Stabil  
2連式可変容量油圧ポンプ  
(2PVシリーズ)



エハラhydro-Stabil可変容量型油圧モータ  
(MVシリーズ)



これらの油圧機器は工作機械、産業機械、建設機械、船舶甲板機械、港湾機器荷役運搬機械、特装車輛などのあらゆる駆動部・作業部に最適であります。

荏原製作所

川崎工場 精機部

川崎市北加瀬50 Tel(044)41-8111大代

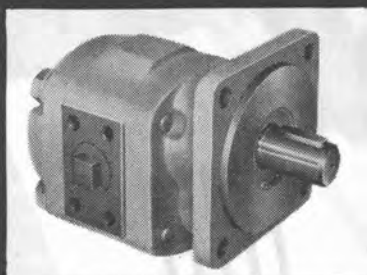
油圧機器の総合メーカー

**ウチダ**

# ズバリ 建設機械が 要求する

高出力が要求され、しかも使用頻度のはげしい建設機械には、使用する油圧機器の耐久性、信頼性が大きなポイントになります。

技術と経験のウチダが、もてるすべての力を傾注し、建機向けに開発した実力ある油圧ポンプ、それがGPPギヤポンプです。



- 重荷圧に最適です  
高压(175kg/cm<sup>2</sup>)高速(2,700r.p.m.)
- 多連に使用できます  
多連に使用でき重量は半減しました。
- 高効率です  
静かな運転、圧力、回転数に左右されない安定した高効率が得られます。
- 許容性に富むフィッティング  
主軸・配管はSEA規格に順応します

## GPP ギヤポンプ



**内田油圧** 株式会社

東京都板橋区大和町18-6(神戸板橋ビル)  
TEL03-(962)8111(代)

営業所 大阪・名古屋・広島・北九州

**YUKEN**  
油圧機器

建設機械にも工場の油圧装置が活躍しています



油圧ポンプ



油圧シリンダ

複合切換弁

苛酷な作業条件に適應  
できるようあらゆる面  
から検討を加え設計製  
作される YUKEN の建  
設車輛用油圧機器は業  
界から高く評価されて  
おります。

●油圧ポンプ●油圧制御弁●油圧シリンダ●揺動モータ●油圧ユニット●油圧付属品●油圧応用製品

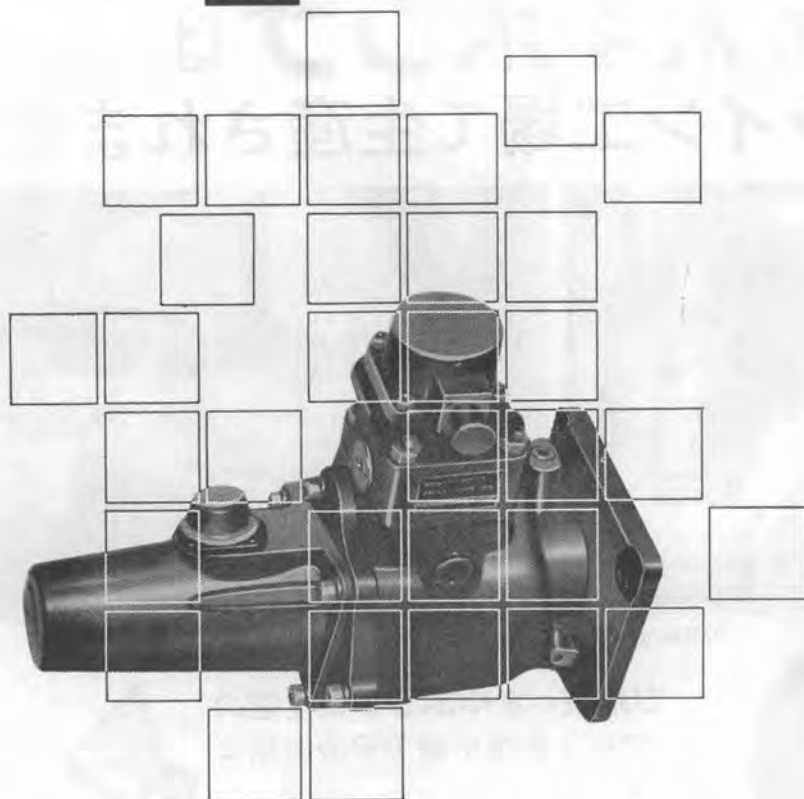


**油研工業株式会社**

本社工場：神奈川県藤沢市宮前1番地  
TEL. 0466-1231-2111

本社分室：東京都港区芝浜松町2-2(第三松島ビル)  
(営業部) TEL. 03-(432) 2111  
名古屋営業所：名古屋市中村区堀内町4-1(毎日ビル)  
TEL. 052-(582) 2201  
工場：藤沢・袋田・茅ヶ崎

# 省力化 = 油圧産業のリーダー **KYB**



## **KYB** 電気油圧サーボパワーパッケージ

高応答性・高信頼性のカヤバ電気油圧サーボ弁とサーボ用として開発されたカムモータ、速度検出器を組合せた回転形のサーボアクチュエータで、サーボ弁に印加する微小電気信号によって油圧モータの回転方向、速度を連続的かつ迅速に制御することができます。またフィードバック用位置検出器をご用意いただくことによって位置制御を行なうことができ、NC工作機械用として最適で、また各種の電気油圧サーボ機構にもご利用いただけます。

## **KYB** の制御システム

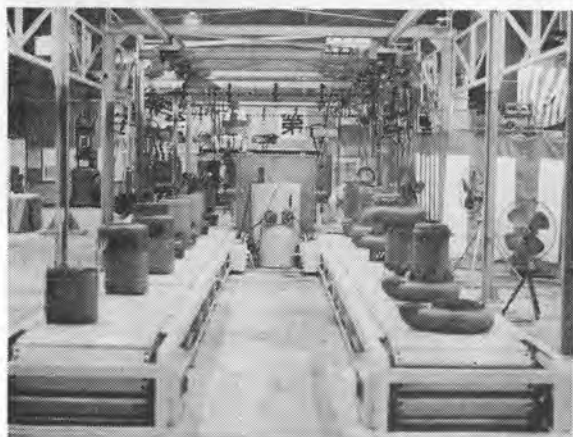
“油圧のカヤバ”として各方面からご愛顧をいただいております **KYB** は、多年の研究と経験を積重ね、さらに新しい電気油圧制御に進出しました。電子回路から油圧まで電気油圧サーボ機構を応用する装置の設計、製作、販売を一貫して行ないます。



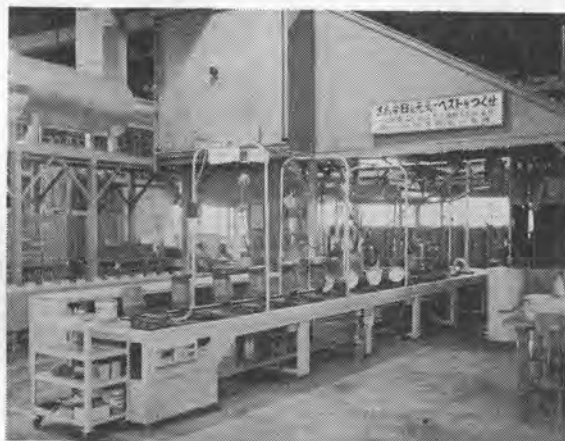
## 萱場工業株式会社

本社・営業本部：東京都港区芝浜松町3-5 世界貿易センタービル  
千105 東京都港区世界貿易センター内 郵便局 私書箱 3号  
テレックス：242-2376 KYBKOGYO TOK  
☎：ダイヤルイン 制御機器課 東京03(435)3573  
仙台支店 ☎(022)27-2676(代) 広島支店 ☎(0822)21-2550(代)  
名古屋支店 ☎(052)961-6251(代) 福岡支店 ☎(092)41-2066(代)  
大阪支店 ☎(06)441-6201(代) 札幌出張所 ☎(0122)28-5701(代)

# ツルミの木中ポンプは 業界初のライン工場で生産されます。



大型組立ライン

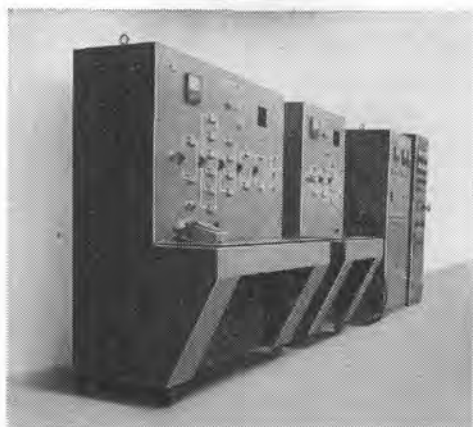


小型組立ライン

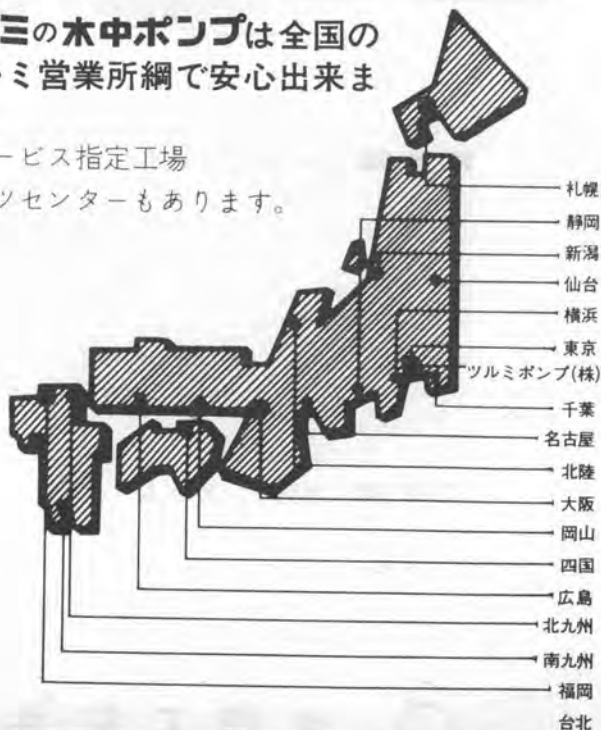
受入れ  
から  
出荷迄

ツルミの木中ポンプは全国の  
ツルミ営業所網で安心出来ま  
す。

又サービス指定工場  
パーツセンターもあります。



試験設備



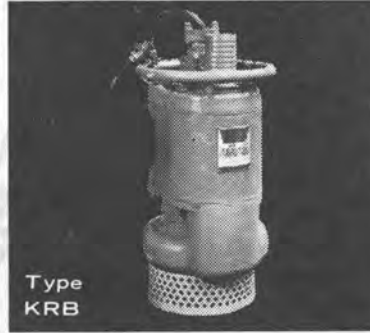


# ツルミの水中ポンプは 用途別に機種がほうふです。



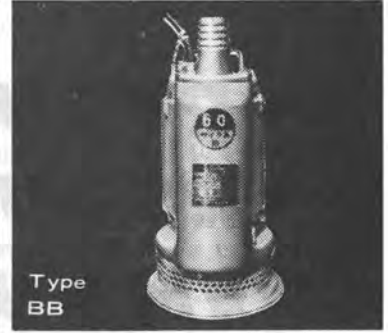
Type  
KT

軽量 1.5KW~11KW  
揚程 15~45米



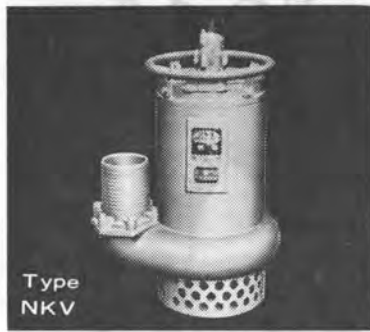
Type  
KRB

1.5KW~11KW  
揚程 10~28米



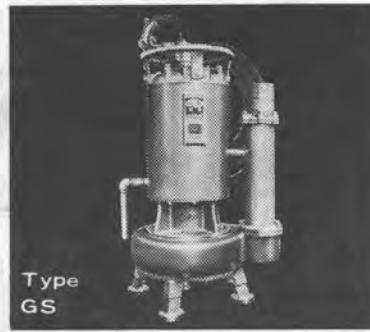
Type  
BB

0.15KW~0.4KW  
(型式承認取得済み)



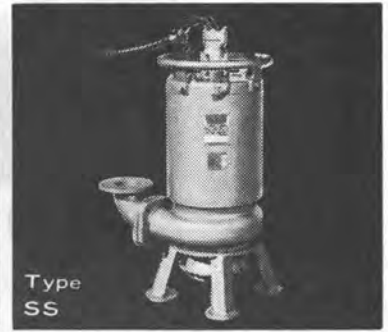
Type  
NKV

2.2KW~22KW  
揚程 13m~20m



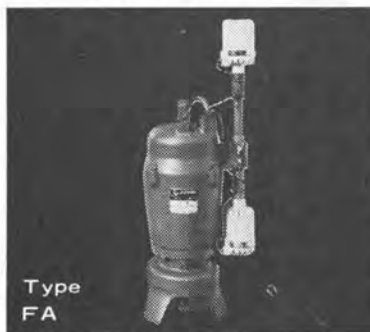
Type  
GS

22KW~37KW  
揚程 21m~25m



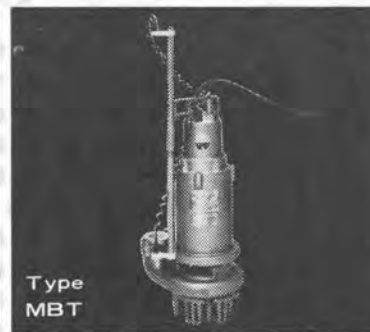
Type  
SS

1.5KW~11KW  
揚程 8m~16m



Type  
FA

自動液面装置内ぞう  
0.15KW~0.4KW



Type  
MBT

自動液面装置内ぞう  
0.75~2.2KW



Type  
KSM

11KW~22KW  
揚程25m~26m

※電気用品取締法により500W以下の水中ポンプは型式承認が必要です(昭和43年11月19日政令第318号)



水に挑み水と斗うツルミポンプ  
株式会社 鶴見製作所

本社  
営業所

大阪市城東区鶴見4丁目7-17  
電話(06)911-2351(大代表)  
札幌・仙台・新潟・千葉・東京  
横浜・静岡・北陸・名古屋・岡山  
広島・四国・北九州・福岡  
南九州・台北

業界トップの実績をほこる

# 三井ポ-タブルコンプレッサ

あすの国土を築く建築現場では、どこでも  
三井コンプレッサが活躍しています……！

## ●RVシリーズ

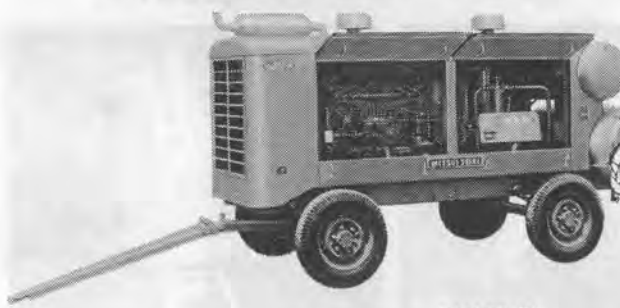
ロータリー 2~17m<sup>3</sup>/min各機種

## ●RSシリーズ

スクリュ- 4.8~17m<sup>3</sup>/min各機種

## ●VMシリーズ

電動式 2~17m<sup>3</sup>/min各機種



RV105型



お問合せは

株式会社 栗林商会	室蘭 (2) 9111
三洋機械株式会社	盛岡 (23) 3401
富士工機株式会社	長野 (6) 1121
綿半鋼機株式会社	塩尻 (2) 1121
丸三開発工機株式会社	富山 (41) 3131
森長機械販売株式会社	金沢 (31) 1207
大倉商事株式会社	東京 (563) 6111
中道機械産業株式会社	東京 (352) 6111
三井物産株式会社	東京 (505) 3350
三井物産機械販売サービス株式会社	東京 (436) 2851
新東亜交易株式会社	東京 (212) 8411
株式会社 松田商会	福井 (24) 3330
株式会社 長東商店	松阪 (2) 6634

不二商事株式会社	大阪 (313) 3161
株式会社 中道機械	大阪 (444) 1531
国際建機株式会社	大阪 (325) 4555
松本鋼機株式会社	神戸 (67) 2424
阿川機工株式会社	広島 (21) 2341
宝物産株式会社	広島 (28) 2211
高橋産業株式会社	宇部 (31) 0188
三和興業株式会社	出雲 (21) 0163
北村商事株式会社	高知 (83) 1121
三新工業株式会社	福岡 (77) 7531
田中商事株式会社	大分 (3) 0830
金剛株式会社	熊本 (55) 1161



## 三井精機工業株式会社

本社・東京都中央区日本橋室町3-3-7 電話 東京 (03) 270-0511

新発売

# 配管無用!!



ブーム車の時代がきました。

“稼ぐポンプ車” ダイヤクリート100に画期的なブームを装着したコンクリートポンプ車の決定版です 配管無用配筋をいためない—これからのコンクリート打設に欠かせない次頁の5つの特長をご検討ください



三菱シュベリングコンクリートポンプ車

## ダイヤクリート100B



# 三菱シュベック・コンクリートポンプ車 ダイヤクリート100B



●最大吐出量 65m<sup>3</sup>/h ●スランブ 5～23cm ●ブーム 最大長さ17.7m / 最大地上高20.5m

●ブームのひろい作業範囲

垂直20.5m 水平17.5m 旋回角度350°——コンクリートポンプ車ブーム最大の作業範囲です

●カンタンなブーム操作

すべてボタン操作 全油圧方式です 先端からのリモートコントロールも可能です

●3段屈伸式のコンパクトなブーム

最長のブームも 移動時には3段に折りたたむため コンパクトになります

●万全の安全装置

必要個所にリミットスイッチ インターロックを装備しています ブームのセッ  
ット・伸縮・旋回など操作ミスがあっても危険はありません

●振動が少なく安定したブーム

ブームは十分な強度計算で設計され シャーシは4つのアウトリガを装備——  
そのためブーム作動は振動が少なく 安定しています



三菱重工業株式会社

建設機械事業部

東京都千代田区丸の内2-5-1 東京(212)3111

下関造船所・大和町工場

下関市東大和町21 下関(66)5421

総販売代理店三菱商事株式会社

本社建機冷機部

東京都千代田区丸の内2-3-1 東京(211)0211

販売店

東京産業(株) 東京(212)7611

新菱重機(株) 東京(582)3231

椿本興業(株) 大阪(313)3231

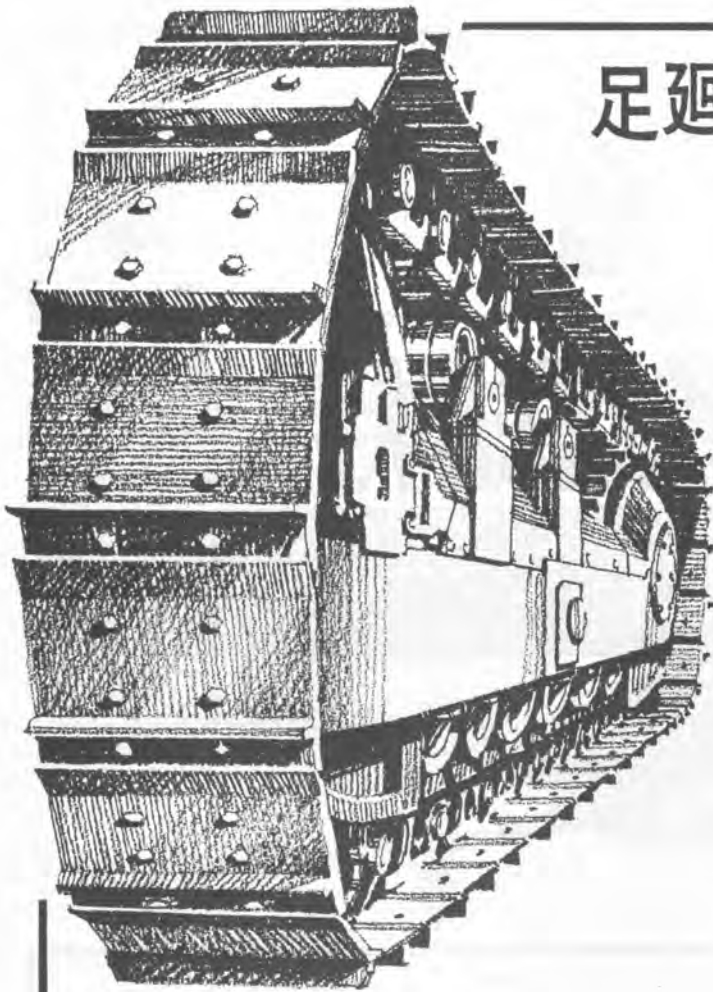
四国機器(株) 高松(61)9111

新東亜交易(株) 東京(212)8411

樽崎産業(株) 札幌(261)3241

(株)米井商店 東京(561)1171

北菱重機(株) 小松(22)3825



# 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
- ・日特・日立
- ・リング・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……



湯浅金物株式会社

札幌市北三条西四丁目(日本生命ビル) 06-6271(代)

中外機工株式会社

仙台市本材本町4-6 (57) 7541(代)

東日興産株式会社

東京都世田谷区野沢3-2-18 (424) 1021(代)

川原産業株式会社

愛知県西春日井郡勝幡町大字稲之庄4709-7 (2)314

国際モータース株式会社

福岡市白鷺町7 (41) 8131(代)

中吉自動車株式会社

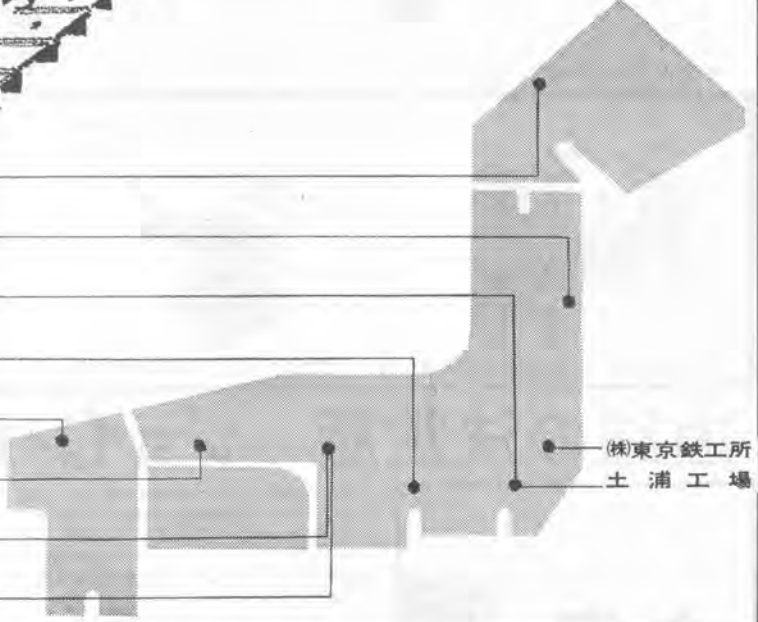
広島市西観音町9-5 (32) 3325(代)

辰己屋興業株式会社

大阪市福島区鷺州上1の92 (458) 5212(代)

川原産業株式会社

大阪市浪速区幸町4-1 (561) 0555(代)



TRACK PARTS FOR CRAWLER TRACTOR

# TOKIRON

株式会社 東京鉄工所

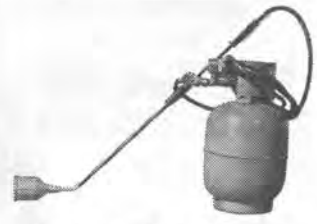
東京都大田区仲池上1-22-9  
(752)3211(大代) テレックス 245-6098  
土浦工場・茨城県土浦市北神立町1番10号



プロパンカンテキKN-4

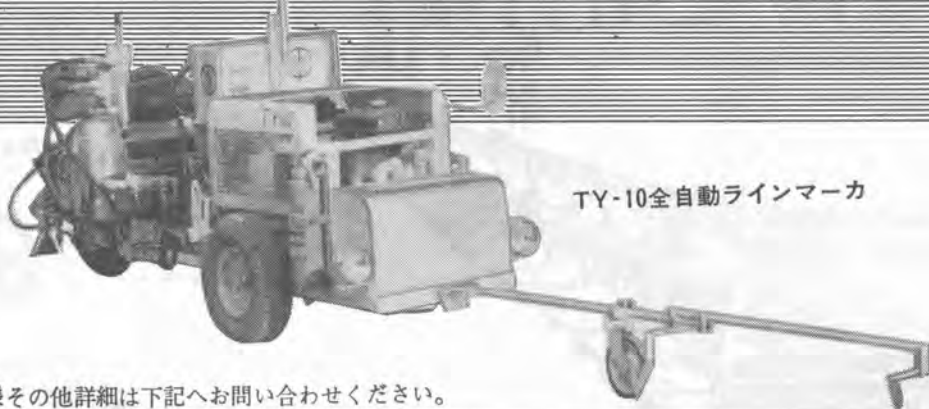


ロードパッチャーRP-S



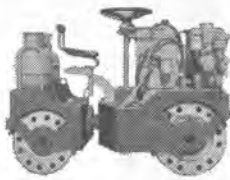
プロパンバーナーPB-2

# 東洋の道路維持機械



TY-10全自動ラインマーカ

●仕様その他詳細は下記へお問い合わせください。



アスファルトホットロードローラHR-E



アスファルトホットローラHR-1



コテロンKT-2

## 道路の決定版 ジョイントヒーター!



ジョイントヒーターJH-3

従来道路舗装に於ける縦継目の施工は一般的に舗設の終了した施行車線の舗設部が冷えてから次の車線を行なういわゆるコールドジョイント施工であります。コールドジョイント施工の場合如何に入念に作業しても密着度、転圧等の点においても不十分です。アスファルトフィニッシャーにとりつけられたジョイントヒーターは、既に舗設した部分の縦および横継目を適当な温度に加熱して、新しく施行する施行車線の舗設混合物と一体化させます。この場合、混合

物の変質を防ぐため間接加熱法(赤外線バーナー)を採用しています。

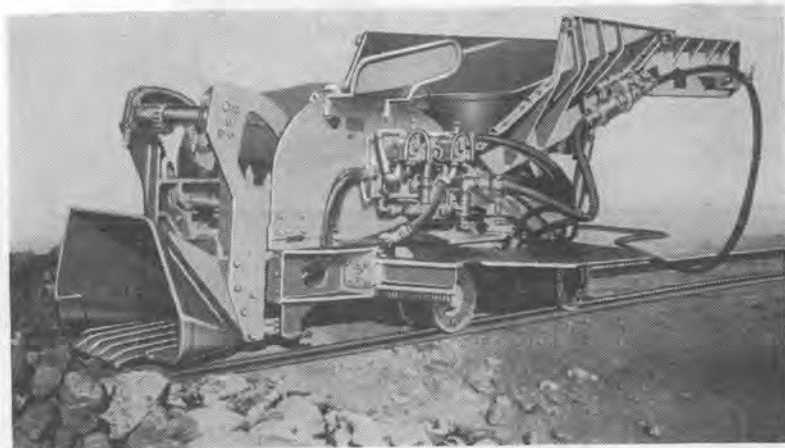
全長	2,375mm
全幅	371mm
全高	200mm
重量	110kg
加熱装置	赤外線バーナー16個
加熱面積	2,320mm×250mm
熱浸透度	20mm
灑青温度	140℃



### 株式会社 東洋内燃機工業社

本社・販売部 川崎市元木町4-0  
電話 川崎 044(24)5171~3

# “太空” 950型 ロータ



- ロータ
- SSコンベヤローダ
- タイヤローダ
- ダンプローダ
- サイドダンプローダ
- エアーホイスト
- エアーモータ



**太空機械株式會社**

営業所 東京都中央区日本橋室町1の16 ☎03 (270) 1001代  
 羽田工場 東京都大田区東糀谷町4-6-20 ☎03 (741) 6455代  
 札幌営業所 北海道札幌市南11条西6-419 ☎011 (511) 6151  
 福岡営業所 福岡市大名2-19-30 ☎092 (74) 2881  
 大館営業所 秋田県大館市御成町1-17-3 ☎01864(2) 3704

## 完全な 防錆… **メタルキーパー** METAL KEEPER

鉄をはじめ金属はもう錆びません

『メタルキーパー』とは動物性脂肪を主原料とし金属に対する親和性、浸透性が抜群で完全に金属の表面をおおい、塩水、水、空気等々錆発生の原因から金属を防護し半永久に持続する新しい防錆剤です。数ある防錆剤の中で最も優れた実績のある『メタルキーパー』を是非とも一度試して見て下さい。

- 塩水に一番強い(完全な防錆)
- 商品の価値を下げる油やけはしません
- 錆の上から、又水のついた上から塗布が出来ます
- 半永久的に防錆効果が持続します
- そのまゝ優れた潤滑剤となります

**種類**

◆ METAL KEEPER 不乾性完全防錆剤

HI-VIS

ハイビズ

エアゾールタイプ

エアスプレータイプ

LOW-VIS

ロービズ

18ℓ缶入 MB230

(刷毛塗可)

●その他防錆に就いて御相談に応じます。

発売元 **株式会社 拓和**

東京都中央区銀座6丁目8番7号 電話 東京 (573) 2551(代)

製造元 **日本アルゴンクイン株式会社**

東京都中央区西八丁堀2丁目4番地 電話 東京 (552) 0431(代)

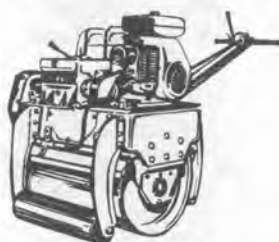


世界の建設現場で活躍する **大旭** の輾圧機

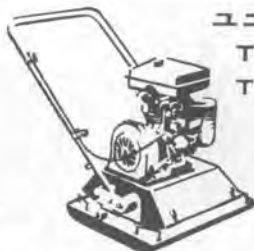
ビブラー  
TV-808  
TV-110



振動ローラ  
TR-55



ユニプレート  
TP-80  
TP-120



コンプレッサー  
TC-8  
TC-10  
TC-15



**大旭建機株式会社**

本社・工場 川口市飯塚町1丁目198番地 電話(0482)521981-4  
海外部 東京都台東区上野5丁目15番14号(高石ビル) 電話(03)(832)6714  
大阪支店 大阪市東区谷町4-2-1(第2谷町ビル) 電話(06)(942)1925  
福岡営業所 福岡市田中町4-4番地 電話(092)(416)612  
仙台営業所 仙台市原町若竹字町70番地の1 電話(0222)5714760

乾燥? 暖房? オリオン (全自動温風乾燥機) ジェットヒーターしか考えられません!!

《新製品》



HP-8型  
ジェットヒーターは純国産を御愛用下さい。

何故………

- (1) 小型、軽量のため移動自由(車輪付)
- (2) 強力な熱風35000cal/uが得られる
- (3) ニオイ、油煙はほとんどない(完全燃焼)
- (4) 13時間連続運転可能(タンク50ℓ)
- (5) 点火はワンタッチ
- (6) 故障皆無
- (7) 完全保証付

………数多くの利点があります。  
北海道から鹿児島までジェットヒーターはいたるところで活躍しています。

《用途》

ビル建築、屋外コンクリート打込、左管業、ダム建設現場、コンクリートブロック製造、防水工事現場、室内装飾仕上、防水工事現場



総発売元 **日本建機工業株式会社**

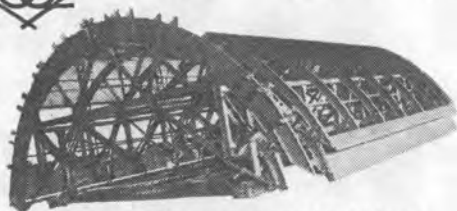
本社 東京都渋谷区渋谷2-9-10(キングビル3F) 電話東京03(407)7311

大阪営業所 大阪市浪速区幸町3-5-5 新幸町ビル 電話大阪06(562)1544番  
広島営業所 広島市千日市町2丁目9の13大井ビル内 電話広島0822(91)5425番

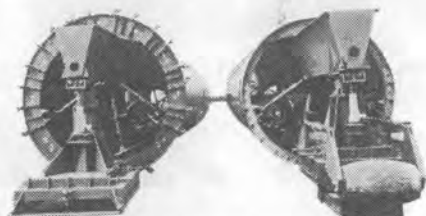




東洋一のトンネル建設機械メーカー



山陽新幹線上半スライドセントル



シールド工事に用円型スチールフォーム

営業品目

- スチールフォーム
- スライドセントル
- トレンローダー
- プレートフィダー
- チップラー
- スロープフォーム
- バラセントル
- スキップカー
- ダム用ライトゲージ
- 支保工
- 橋梁
- その他建設機械一般

PAT  
32529  
32926  
26661  
39445  
13222  
4277  
24893

プレートフィダー

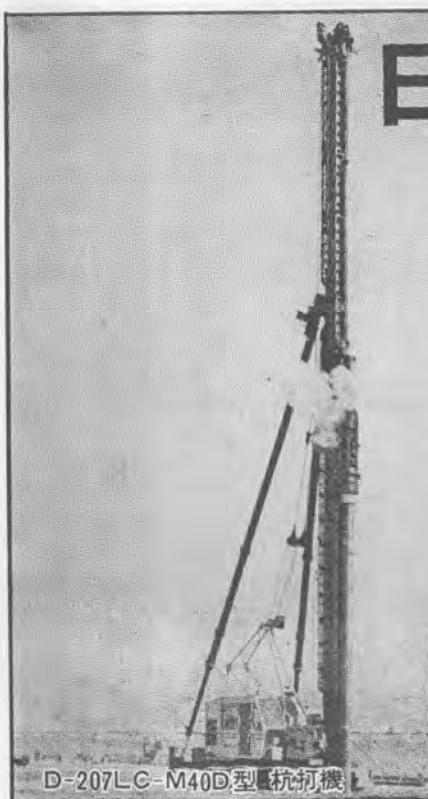


岐阜輸送機株式会社

本社 岐阜市光明町3丁目4番地 電話(0582)51-2541~3  
 那加工場 岐阜県各務原市那加新加納南荒子 電話(0583)82-1251~3

日本車輛の  
建設機械

- 三点支持杭打機
- 万能掘削機
- スクレープドーザー
- トラッククレーン
- トレイラー
- ディーゼル発電機



D-207LC-M40D型杭打機



建設機械代理店 重車輛工業株式会社

本社 東京都中央区銀座1-20-9 電話(535)7301(代)-5  
 仙台営業所 仙台市国分町3丁目10番21(徳和ビル) 電話0222(21)4411  
 東京工場 東京都西多摩郡羽村町神明台4-5-12 電話0425(52)1611(代)

# ORBITROL



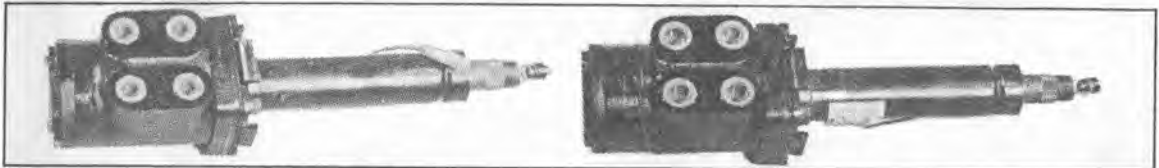
Danfoss

リンク機構を必要としない舵取倍力装置



Char-Lynn

オービットロール®



## POWER STEERING CONTROL

オービットロールは、操舵輪と車軸との間に機械的リンクを必要としない全油圧方式の舵取装置で、モビールクレーン、ロードローラー、フォークリフト、トラクター、農耕機、船舶等に使用することができます。

特徴 運転者の疲労軽減 / 取付容易 / 小型・軽量



総輸入元

自動車機器株式会社

本社 東京都渋谷区代々木2丁目10番地 電話 東京 (379)2211 (大代表)  
工場 埼玉県東松山市神明町2丁目11番6号 電話 東松山 (2) 2650 (代表)

## 帝石式大口徑掘削工法

ビル基礎工事、橋脚基礎工事、地下鉄発進堅坑、帝石式連続壁、帝石式LPガス地下スタンド

弊社は地下数kmの石油、ガスを掘鑿採取する帝国石油(株)の技術を活用し、大口徑掘削に独自の技術を確認しております。また土木工事関係においては弊社独特の特許工法を開発し、あらゆる作業条件に適応した工事を行ない、皆様のご期待に応えております。

帝石式大口徑掘削工法は孔内安定液を用い、ロータリー式リバース掘削法により、口径50cm～500cm、深さ100mまでの孔を極めて垂直に掘削することができます。

尚、御要望があれば坑径は坑底から坑口まで連続自動記録装置で測定致します。

現在特許出願中の工法のうち主なるものは下記のとおりです。

工法名称

(1) OL工法(Over Lap) 〇〇〇〇〇〇〇〇〇 坑井をオーバーラップして掘さくすることにより地下連続壁を構築する工法。

(2) JW工法(Jet Wall) 〇〇〇〇〇〇 地下コンクリート柱間に孔を掘り、この孔を水圧ジェットで横に拡げモルタルを詰めて地下連続遮水壁を作る工法。

(3) BCD工法(Bird Cage Drilling) 一 玉石層および硬盤を掘削する工法。

(4) DRD工法(Dual Rotator Drilling) 一 鋼管を挿入しながら垂直又は斜孔を掘削する工法。

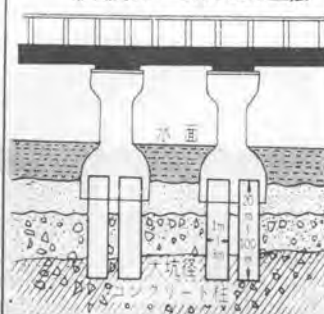
(5) OSDT工法(Off Shore Deep Trench) 一 海底地盤に直径10～15mの基礎孔を掘削する工法。

実際にはこれらの工法を作業条件に応じ組合わせて実施いたします。

### 垂直及方位傾斜掘鑿



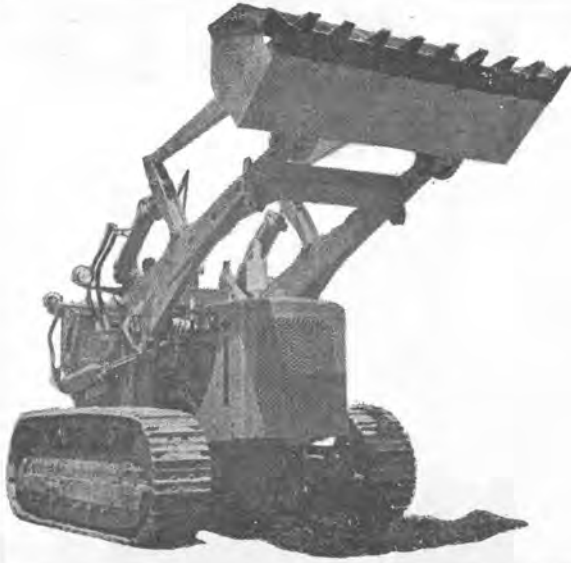
### 橋脚基礎工事 帝石式リバース及BCD工法



### ビル基礎工事



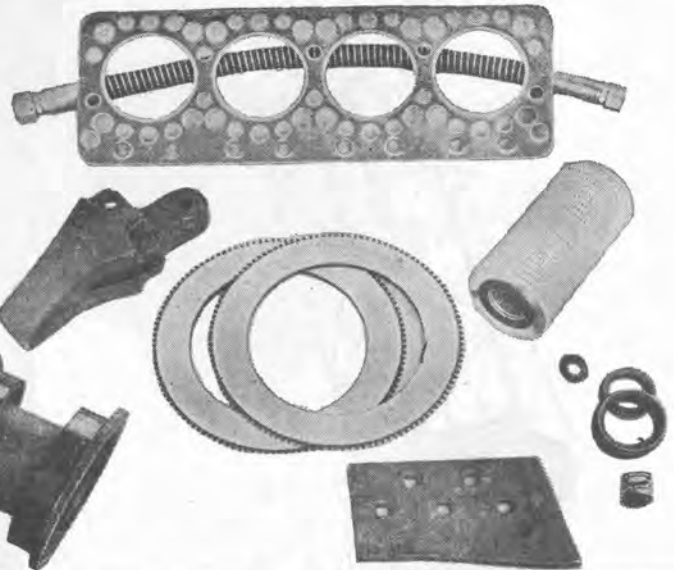
帝石鑿井工業株式会社  
本社 東京都渋谷区幡ヶ谷一丁目三一  
電話 大代表(四六)一三三二 直通(四六)三四一七



中古車なら  
良い機械が  
なんでもそろろ  
フタミ広島屋へ  
どうぞ!



建設機械の  
部品なら  
なんでもそろろ  
フタミ広島屋へ  
どうぞ!



# 中古建設機械並重車輜販売

油谷重工株式会社 | 株式会社小松製作所

パワーショベル ブルドーザ 各種部分品

**株式会社 フタミ広島屋**

本社工場 守口市大日東町181番地  
電話大阪(991)2636-5748-5539(992)4276  
東京支店 東京都文京区湯島2丁目31の21号  
電話東京(813)9041-3

大阪支店 大阪市福島区上福島南3丁目98番地  
電話ベアリング部 大阪(451)1551-4  
部品部 大阪(458)4031-6

# トーマン バイブロ

## 高周波振動杭打機

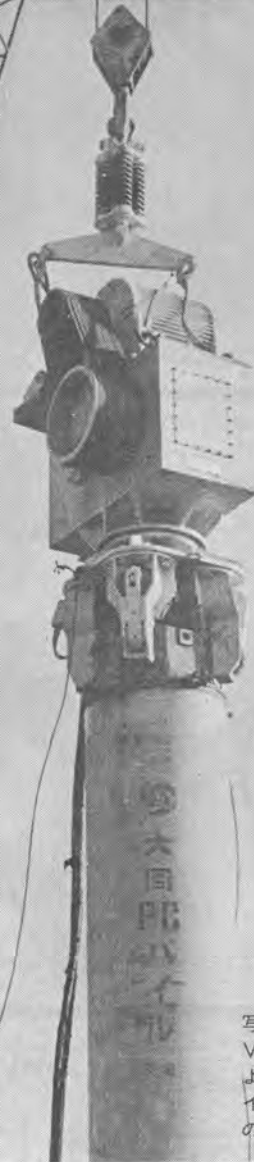
- KM2-700型 (20HP)
- VM2-1200A型 (40HP)
- KM2-2000A型 (55HP)
- VM2-4000A型 (80HP)
- VM2-5000型 (120HP)
- KM2-12000型 (120HP)
- VM4-10000型 (200HP)
- VM2-25000型 (200HP)

### VM型 } の特色 KM型 }

1. 高周波・高加速度  
摩擦力は殆ど激減
2. 特殊耐震型モーター  
少ない起動電流
3. 小型・軽量・堅牢  
取扱に便利
4. 強力な油圧チャック

### 水中振動バケット

	バケット容量
VB-15型	0.4~0.6m <sup>3</sup>
VB-30型	0.6~1.0m <sup>3</sup>



写真説明  
VM2-25000型による大口径PCパイプ1000φ×40mの沈下

総発売元

 株式会社 **トーマン**

建設機械部

設計監理 建設機械調査株式会社

製作工場 伊丹工業株式会社

大阪本社	大阪市東区瓦町2丁目64番地	TEL 06-203-1351
東京本社	東京都千代田区内幸町2丁目1-1(飯野ビル)	TEL 03-506-3573
名古屋支社	名古屋市中区錦町2丁目6番2号	TEL 052-201-8111
広島支店	広島市紙屋町1丁目2番地26号(三井ビル)	TEL 0822-48-1471
大阪本社	大阪市北区梅ヶ枝町157(高橋ビル西館)	TEL 06-362-6801
東京事務所	東京都港区高輪4-23-5(品川ステーションビル)	TEL 03-443-2116
名古屋事務所	名古屋市中区錦2丁目17番30号(河越ビル)	TEL 052-211-6081
大阪事務所	大阪市北区末広町32番地(高橋ビル東3号館)	TEL 06-353-1961
広島事務所	広島市紙屋町1丁目2番地26号(三井ビル)	TEL 0822-48-3761
兵庫県伊丹市	南本町8丁目28番地	TEL 伊丹 (0727) 82-0201

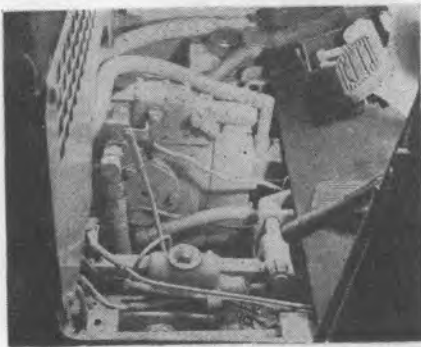


ダイキン油圧機器



# 新しい駆動方式—H.S.T

サンドストランド・ハイドロスタティック トランスミッション



●各種建設機械・荷役運搬機械・小形車輛・農業用車輛などに最適です。

操作はかんたん、ワンペダルクラッチがいりません。もちろんギアチェンジもいりません。変速操作、前後操作、制動はすべて1本のレバなし、ワンペダルの操作でOKです。初めての人にも短時間で、熟練者と同じように操作できます。加えて長寿命と信頼性で、産業車輛において90%のシェア(米国)を占めています。

## ダイキン油圧トランスミッション

〈米国サンドストランド社技術提携品〉

ダイキン工業株式会社 本社/大阪市北区梅田8番地(新阪急ビル)〒530 支店・営業所/東京・名古屋・広島・福岡・札幌・仙台  
大阪(06)312-1201(大代)東京(03)272-3211(大代)名古屋(052)961-6351(大代)広島(0822)47-4471(代)福岡(092)74-8631(代)札幌(0122)26-5556(代)仙台(0222)22-5894(代)

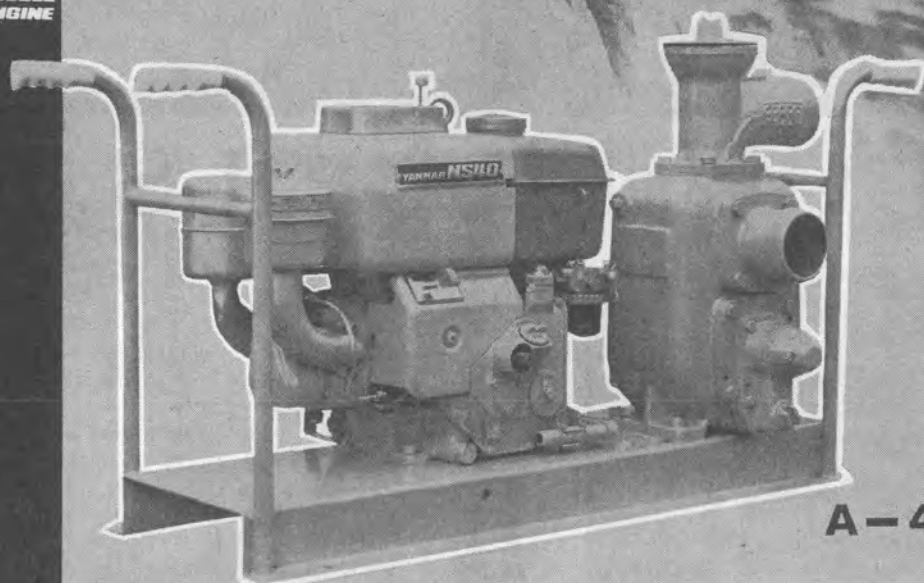
仕事を知ってる

# タフな奴

土木建設工事の省力化に…

## ヤンマー-エ-スポンプ

YANMAR  
DIESEL  
ENGINE



A-450

### ヤンマー ディーゼル

●土木建設機械用・発電用・ポンプ用

2-2000馬力



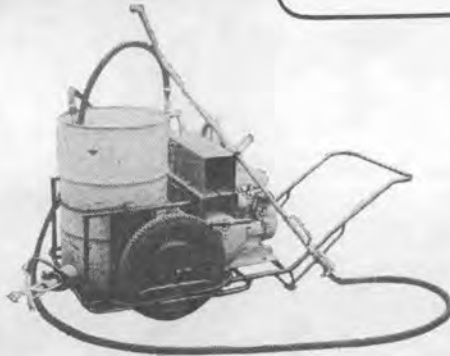
ヤンマー-ディーゼル株式会社

本社 大阪市北区茶屋町六二番地 (郵便番号・530)

# ハンタのスプレヤー

## ハンタ式 フェイスビューター

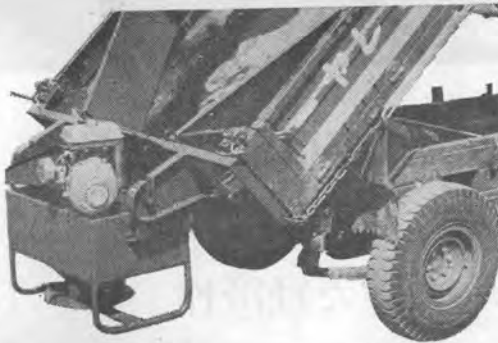
- 撒布能力：毎分約300～600ℓ
- タンク容量：1500.2000.3000ℓ  
4000.5000.6000ℓ
- 機 種：自走式及積載式



便利で能率的な!!

## ユニット型 エンジンスプレヤー

- 撒布能力：毎分30ℓ
- ドラム缶—直接撒布
- ケトル—溶融撒布



骨材自動供給  
骨材撒布作業の省力化に!!

## マテリアル(シュート付) エンジンスプレッター

- 撒布骨材粒度—砂～30<sup>m</sup>/m
- 最大撒布巾—6 m
- 適応トラック(ダンプ)—2t～8t車

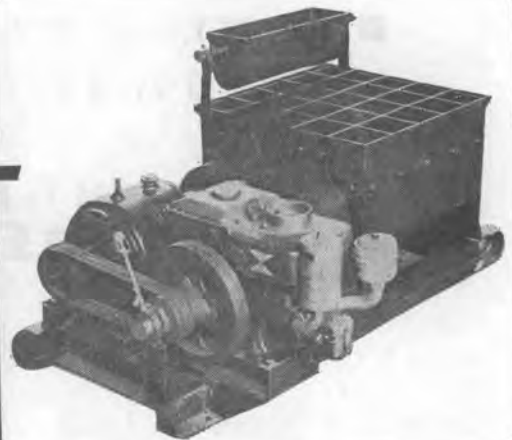
アスファルト乳剤・  
タール等の常温混合に!!

## ハンタ式 パグミル

- 混合能力：100.150.200.300.500kg
- 常温混合プラント各種設計 製作

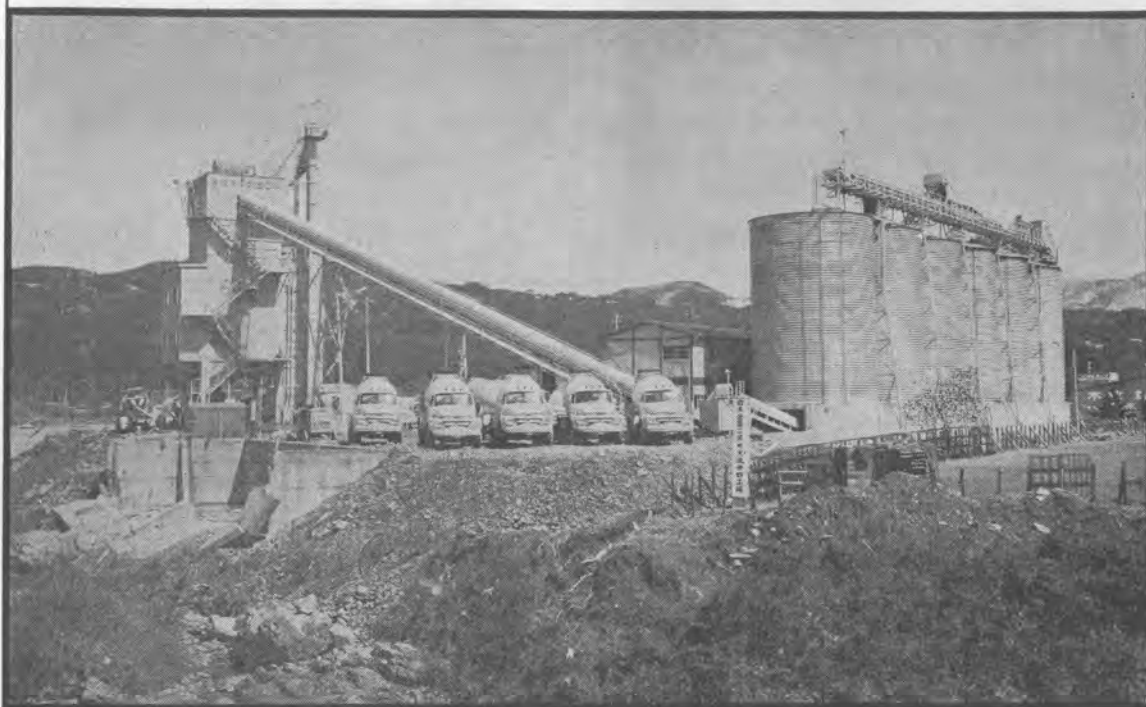
## 範多機械株式會社

本 社 大阪市北区兜我野町8番地(ニューナショナルビル4階)  
電話 大阪(313)代表 2 7 8 1 番  
東京営業所 東京都港区南青山6丁目14番11号  
電話 東京(400)代表 1 9 0 1 番



現想的な生コンを迅速に生産する！

# KYCバッチャー・プラント



- 他社メーカーにはみられない独特の設計
- 優秀な技術から生まれる高度な性能
- 合理的設計から生まれるズバ抜けた経済性

■ 設計・施工から、アフターサービスまで一貫して行ないます。

**KYC** 建設機械の総合メーカー  
**光洋機械工業株式会社**

本社 大阪市北区南同心町1丁目31番地 TEL 大阪(358)3521(大代表)

大阪支店 TEL大阪(358)6531(代表)	東京支店 TEL東京(294)1281(代表)
福岡支店 TEL福岡(43)6461(代表)	仙台支店 TEL仙台(25)4441(代表)
札幌支店 TEL札幌(26)5171(代表)	名古屋営業所 TEL名古屋(262)0251(代表)
広島営業所 TEL広島(43)2261(代表)	鹿児島出張所 TEL鹿児島(26)1650(代表)

## 営業品目

砕石プラント  
バッチャープラント  
アスファルトプラント  
クラッシャー  
バッチャースケール  
コンクリートミキサー  
ベルトコンベヤー  
設備コンベヤー

●カタログは本社  
宣伝課宛御請求  
下さい。





減速機のいろいろな

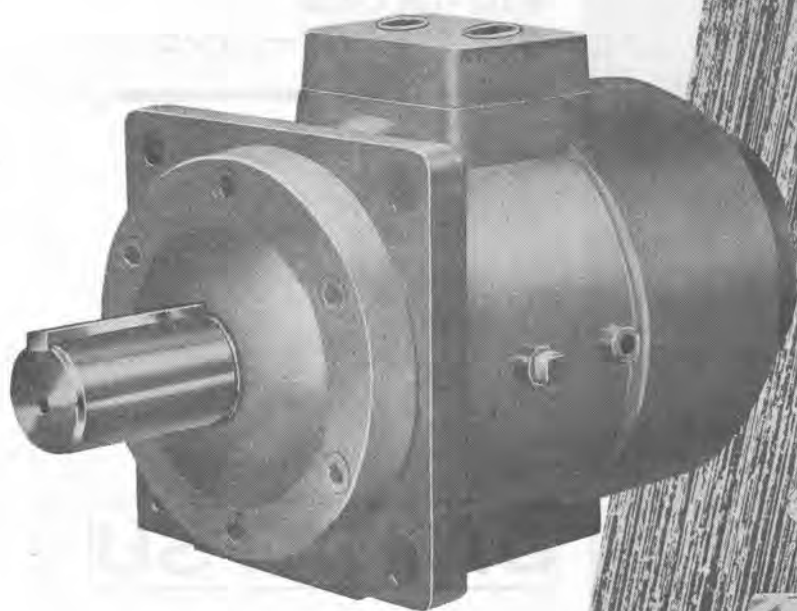
# HIHY-MOTOR®

## 特長

- 全く新しい型式の油圧機器である
- 小型で高トルクである
- 高減速比なので低速である
- 中間減速装置が不要である
- インボリュート歯車なので動力の伝達が円滑である
- 簡単に正逆が得られる

## 仕様

形 式	HMP-2024
最大トルク	80kg-m (140kg/cm <sup>2</sup> )
回 転 数	30~150rpm
理論排出量	500cc / rev
重 量	50kg



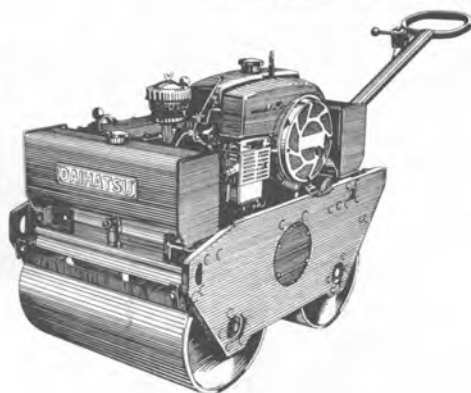
協三工業株式会社  
油圧機器部

東京事務所 東京都新宿区西大久保1-433(西北ビル3階) 電話 (03)202-2111(代)  
本社・工場 福島市三河南町8-36 電話 (0245)34-3191(代)  
伊達工場 福島市外伊達町雪車町28-1 電話 960-04 電話 0245-83-3316

《新発売》  
 小形全輪駆動振動ローラの決定版！

VRD TYPE

(総重量 750kg)



第1位の納入実績を誇る  
 ダイハツバイブレーションローラ

タンデム形	2.5	トン
〃	3.2	
〃 (タイヤ付)	1.9	
トレーラ形	3.9	
法面締固器	2.0	

**DAIHATSU**

ダイハツディーゼル株式会社

大阪市大淀区大淀町中1丁目1

電話 (大代表) 大阪 4 5 1 - 2 5 5 1

東京営業所	電話 (大代表)	東京 (279)	0 8 1 1
名古屋営業所	電話 (代表)	名古屋 (321)	6 4 3 1
福岡営業所	電話 (代表)	福岡 (41)	8 4 3 1
札幌営業所	電話 (代表)	札幌 (23)	7 2 4 6
仙台営業所	電話	仙台 (27)	1 6 7 4
高松営業所	電話	高松 (81)	4 1 2 1



NIPPEI

安全で高能率——  
基礎工事に欠かせぬハイ・パワー

# ニッペイパワー



シートパイル打込中の  
NVA-75S型

## スーパー

好評発売中

- |         |  |                  |
|---------|--|------------------|
| ■ミニ・タイプ | ■スーパータイプ                                 | ■エキストラクタータイプ     |
| NVA-5   | NVA-15S<br>NVA-30S<br>NVA-50S<br>NVA-75S | NVH-30<br>NVK-50 |



## 日平産業株式会社

本社 東京都港区芝浜松町3-5(世界貿易センタービル) 電話03(435)4701(代) 4711(産業機械課直通)

横浜工場 横浜市金沢区堀口1-2-0 電話045(781)2 1 1 1(大代表)

大阪営業所 大阪市東区南本町4-47 イドビル 電話06(252)8 4 8 1(代表)

名古屋営業所 名古屋市中村区広小路西通3-9(信泉ビル) 電話052(581)9 3 2 1-3

出張所 札幌 011(261)0331・仙台 0222(21)5151・小山 02852(2)3742  
 富山 0764(32)7137・広島 0822(28)0558・福岡 092(77)3131

# 人手不足を解消する



## 古河の ショベル バックホー CT3

- ショベル、ドーザ、バックホーなどアタッチメントの装着によって多目的に使用できます
- 足回りはフローティングシールの採用で苛酷な作業でも安心です
- 大形ダンプにも楽に積込めます
- 3.5t積みトラックで簡単に移動できます
- サイクルタイムが短かく作業能率が向上します

### ●仕様

全 装 備 重 量	3,500kg
全 長	3,677mm
全 幅	1,500mm
全 高	2,190mm
作 業 時 最 大 出 力	37P S
シ ョ ベ ル 容 量	0.4m <sup>3</sup>
バ ッ ク ホ ー 容 量	0.14m <sup>3</sup>
排 土 板	2,000mm×630mm

**古河鋳業**  
機械事業部

FURUKAWA MINING CO., LTD. MACHINERY DIVISION

本 社 東京都千代田区丸の内2丁目8番地  
東 京 (03) 212-6551 名古屋 (052) 561-4586  
大 阪 (06) 312-2531 仙 台 (022) 21-3531  
福 岡 (092) 74-2261 札 幌 (0122) 26-5686

# アイオンジャンボ

IPH 1000



オカダ鑿岩機株式会社

O. R. D.

## アイオンジャンボの場合

コンクリート破砕量

1台当り 15m<sup>3</sup>~45m<sup>3</sup>/日

エア消費量

1台当り 13m<sup>3</sup>~17m<sup>3</sup>/分

(注) 標準 13m<sup>3</sup>/min (コンプレッサー  
約100馬力)

最高 17m<sup>3</sup>/min (コンプレッサー  
約150馬力)

## ブレイカーの場合

コンクリート破砕量

1台当り 0.5m<sup>3</sup>~1.5m<sup>3</sup>/日

エア消費量

1台当り 1.4m<sup>3</sup>/分 (コンプレッサー  
約15馬力)



CAT. NO.  
2510

# 無用！小割発破



抜群の破壊力を持つアイオンジャンボの出現は、  
小割発破を無用にしました。  
この安全性と能率向上をぜひ御検討下さい。  
(勿論、人手も大巾に縮小)

**超大型**

## アイオンジャンボ

取付は 油圧ショベル(0.5m<sup>3</sup>以上)

- (例) 日立 UH06
- 日鋼 RH-5S
- 住友 LS-3000J etc.

コンプレッサーは

- (例) エアマン AMR-600, AMS-600
- ミツイ RV-170 etc.



国内1,500台・海外3,000台の実績に輝く

## アイオン シリーズ



アイオン	200	300	400	500	600	1000
本体重量(ゼロ付)kg	200	300	400	500	600	1000
本体全長 mm	1196	1200	1339	1456	1484	1875
四角寸辺 mm	190	196	225	245	285	310
打撃数/min	280~350	280~350	280~350	300~360	280~350	250~290
正味空気圧力kg/cm <sup>2</sup>	5~6	5~6	5~6	5~6	5~6	5~6
空気消費量m <sup>3</sup> /min	2.5~4.5	2.5~4.5	4.5~6.5	5.5~7.5	7.0~9.0	10~13
使用ホース mm	25φ	25φ	25~32φ	38φ	32~38φ	50φ
タガネ長さ mm	80φ	80φ	100φ	110φ	116φ	140φ

日本ニューマチック工業(株)製



**オカダ鑿岩機株式会社**

O.R.D.

本社 ☎540 大阪市東区北新町2-2 ☎(06) 942-5591(代)  
 企画室 ☎540 大阪市東区南新町2-34 ☎(06) 943-1411(代)  
 支店 ☎115 東京都北区浮間3-30 ☎(03) 967-5591(代)

# トロコイドポンプ

2号型  
200000台突破!

焼入研磨ローターセット  
組込みによる高耐久力!  
小型! 高性能! 騒音がない!

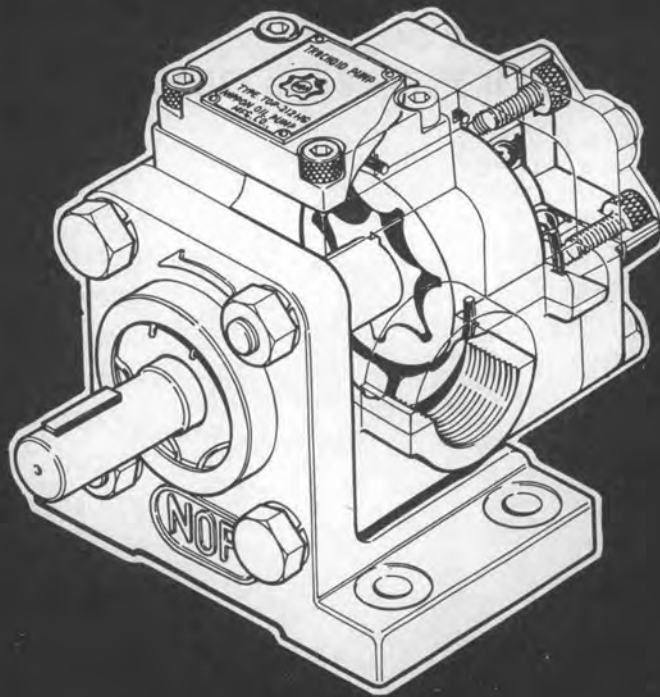
35 kg/cm<sup>2</sup>、70 kg/cm<sup>2</sup>、105 kg/cm<sup>2</sup>  
0.5 l/min ~ 500 l/min



日本オイルポンプ製造株式会社  
日本ジローター株式会社  
(製品総販売元 及び米国  
チャーリン社製品取扱い)

(オービットモーターに使用のジローターセット)

オイルポンプ販売株式会社  
東京都品川区上大崎2丁目15番 目黒東豊ビル5階  
TEL 442-7331-6

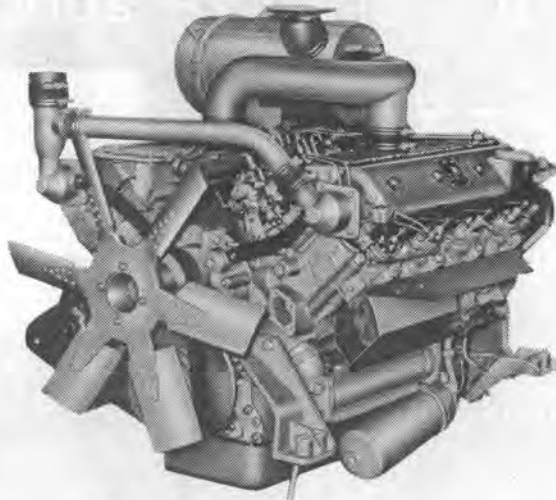


## 営業品目

LUBRICATOR	Vesta Fuel-PUMP	LUBRI-MOTOR	TROCHOID-PUMP	GEROTOR-PUMP	ORBIT-MOTOR
50 kg/cm <sup>2</sup> ・3/2~4 l	7~50 kg/cm <sup>2</sup> ・灯・重油	1~70 l/min	35 kg/cm <sup>2</sup> ・1~500 l/min	70 kg/cm <sup>2</sup> ・1~100 l/min	低速・高トルク・小型 チャーリン社
注 油 器	燃焼用ポンプ	リユースモーター	トロコイドポンプ	ジローターポンプ	オービットモーター



# 三菱産業用エンジン



## 三菱ディーゼルエンジン 8 DC20・V型8気筒188ps/2000rpm

取扱機種 メイキエンジン0.6~11PS  
かつらエンジン4~14PS

KE35	16ps/2400rpm	KE65	64.5ps/2600rpm
KE31	40ps/2400rpm	4 DR50	57 ps/3000rpm
AD100	19ps/3000rpm	6 DR50	83.5ps/2800rpm
SDT100	21ps/2700rpm	6 DS50	86 ps/2500rpm
SDT130	25ps/2600rpm	6 DB10	115ps/1800rpm
4 DQ	43ps/3000rpm	6 DC20	140ps/2000rpm
DH21	200ps/2000rpm	8 DC20	188ps/2000rpm
DH24	300ps/2000rpm	8 DC60	215ps/2000rpm
12DH20	370ps/1800rpm	12DS20	280ps/2000rpm
12DH20TA	660ps/1800rpm	KE44	30ps/4200rpm
6 DE10	230ps/1400rpm	4 G 31-3	37.5ps/3200rpm
6 DE10TA	420ps/1600rpm	JH4	42ps/2400rpm
12DE20	500ps/1600rpm	ME24P	12ps/3600rpm
12DE20TA	840ps/1600rpm		



三菱重工業株式会社  
三菱自動車工業株式会社

特約総販売店

東京爰和自動車株式会社 産業機械部

〒151 東京都渋谷区富ヶ谷2-20-9 電話 03(468)5416 (代)



伝統と技術を誇る!!

# WACKER



BVPN-50型

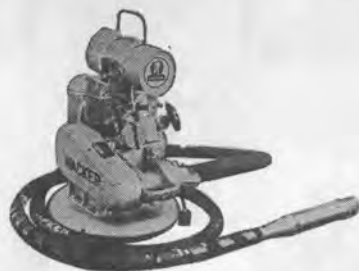
DVPN-75型

BVPN-1000型

## 高振動締め機械



BS-50型



IRB型  
高振動パイプレーター

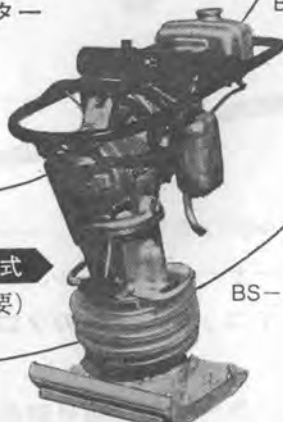


BHF 25KU型



BS-60Y型

完全自動オイル潤滑式  
(グリース注油は不要)



BS-100Y型

◎カタログ・資料・実演等の御申し込みは下記に御連絡下さい。

## 日本ワッカー株式会社

■本社 東京都大田区南蒲田2-18 TEL (732) 4778(代)

■大阪営業所 大阪市阿部野区昭和町3-3-26 TEL (628) 0361(代)  
■仙台出張所 宮城県仙台市大町4の176三洋機械内 TEL 23-8687

**K**  
ローラ印

# トラックローラー

多年の経験 ⇄ 最新の技術  
責任ある材質 ⇄ 最高の品質  
低廉な価格 ⇄ 豊富な在庫



## ■ オリジナル製作機種

各種ブルドーザー、ショベル、アスファルトフィニッシャー等のクローラーローラー、スプロケット、フロントアイドラなど足廻り部品のオリジナル製作については各メーカーより御信頼をいただいております是非台数の多小にかかわらず製作については御相談下さい。

## ■ 一般市販品

トラックローラー、キャリアローラー、フロントアイドラ、スプロケット、及びその関連部品、その他ツース、エンドビット等内外各車種を取りそろえております。

〈ローラ印 下転輪 / 上転輪 / 製造元〉

株式会社 **建設部品**

東京都江東区大島5丁目42番3号 電話 (683)3571(代)~4  
(683)1922

“理由はいくつもあります。  
なかでも私をリッパ工法に  
踏み切らせたのは なによりも  
公害と危険がないということです”



森田建材工業株式会社(東京都八王子市)  
森田正治社長はこう力説されました

「安全に作業をすすめる…。これが私の基本方針です。岩石の採掘に<sup>リッパ</sup>火薬を使えば作業員ばかりでなく現場附近の人々にも多くの危険や迷惑をかけることとなります。このことはいま問題の「公害」にもつながります。それがリッパ工法なら安全で作業コストも安くできます。ハツパの場合は火薬代・ドリル経費・人件費などが結構高つくし段取りにも手間がかかりますからね。もちろん CATERPILLARのD8H・D7Eブルドーザというすぐれた性能の機械 頑丈な

リッパ装置があつてこそです。貫入性・破砕力も申し分ないですよ。今後もこの山から70万m<sup>3</sup>の原石を切り出す計画です。ますますCATのリッパ付大形ブルドーザに活躍してもらうつもりです。」

#### CATリッパ付大形ブルドーザ

機種	フライホイール出力	マルチシャング(3本爪)リッパつき重量
D9e	390ps	46,900kg
D8H	274ps	34,800kg
D7E	182ps	23,400kg

**CATERPILLAR**

Caterpillar, Cat および はいずれもCaterpillar Tractor Co.の商標です

**キャタピラー三菱株式会社**

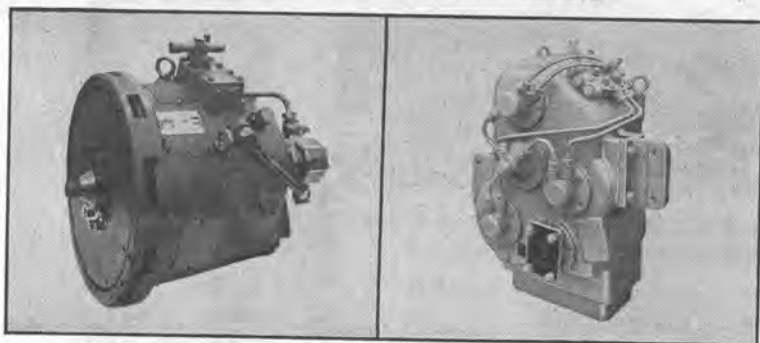
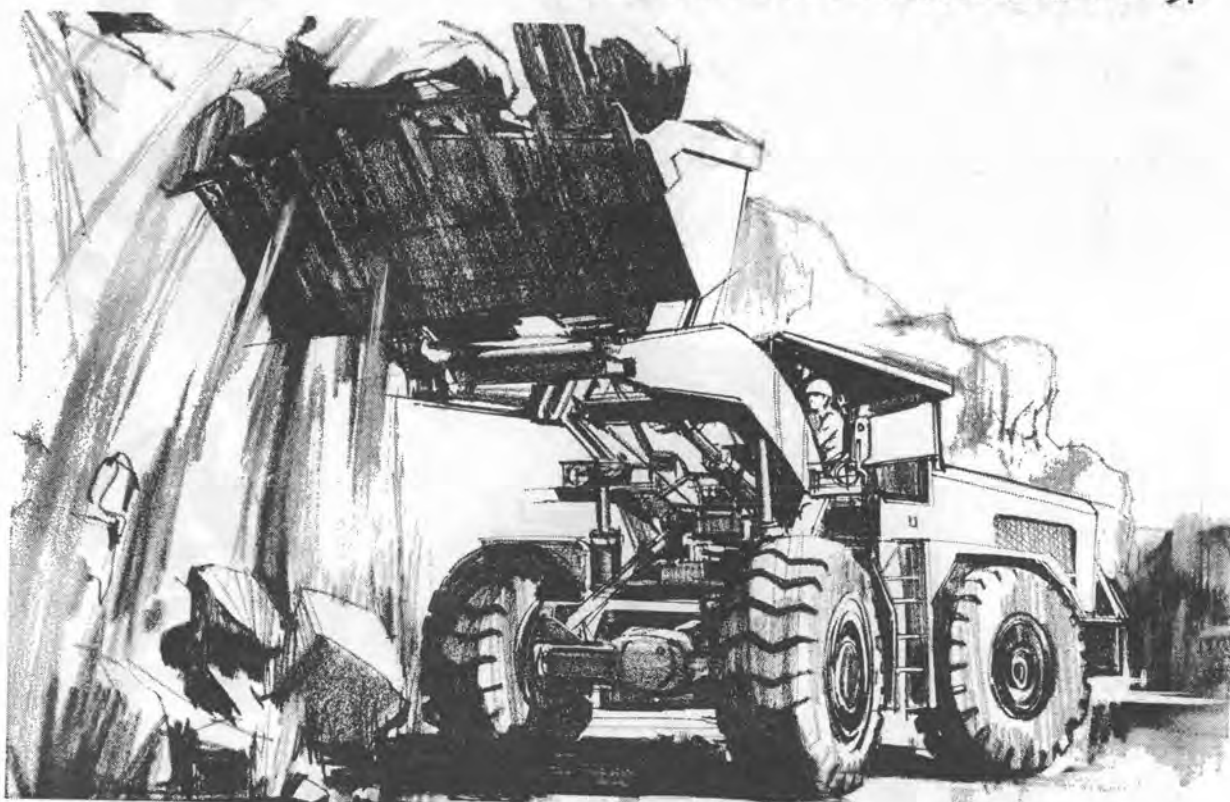
本社・工場 神奈川県相模原市田名3700平229 ☎(0427)52-1121  
最新輸出部 東京都千代田区豊洲3-5-14(三スビル)平100☎(03)581-6351

東京支社 ☎(0471)57-1151  
西関東支社 ☎八王子(0426)42-1111  
北陸支社 ☎新潟(0252)66-9171  
東海支社 ☎安城(0566)77-8411  
近畿支社 ☎安本(0726)143-1121  
中国支社 ☎高野川(08289)2-2151

特別販売店  
北海道建設機械販売札幌 ☎(011)881-2321  
東北建設機械販売仙台 ☎(022)31213111  
四国建設機械販売松山 ☎(0899)72-1481  
九州建設機械販売福岡 ☎(092)212-666170195

ハツパからリッパ

マーケットシェア—48%……その実力を誇るオカムラのトルクコンバータ!



省力化機械をさらに省力化するオカムラのトルクコンバータ——

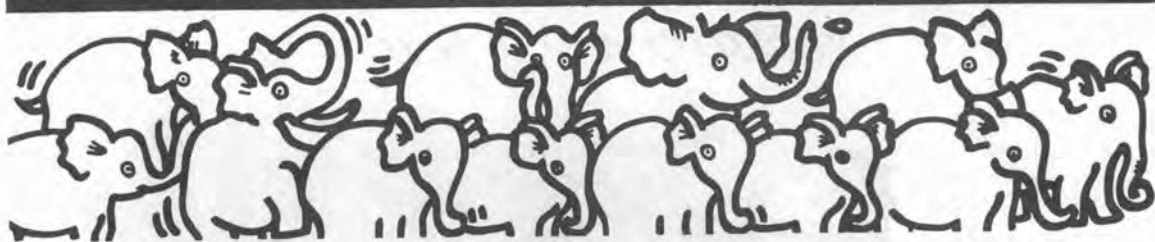
- 起動から全速まで自動変速できます
- 作業効率と経済性を高めます
- 作業のサイクルタイムが短縮されます
- 不快なエンストがなくなります
- 原動機と動力伝達装置を保護します
- オペレーターの疲労度が軽減されます

# オカムラ

## トルクコンバータ

株式会社岡村製作所・機械事業部

カタログを上げます。お問合せください——●機械営業部 東京営業所：東京都港区赤坂3-6-12 山翠ビル TEL 03(584)-0331 千107  
●大阪営業所：大阪市東区本町4-4-1 本町野村ビル TEL 06(261)-6373 千541 ●刈谷営業所：愛知県刈谷市東陽町3-15 TEL 0566(21)-4591 千448



新機種75ⅢAを加えて  
**TCM**トラクタショベルの  
 シリーズ化が  
 完成しました

**1.9**m<sup>3</sup>



建設工事の工期短縮、コスト・ダウンには、まず現場にあわせた機種の選定が第一条件です。

TCMは、バケット容量5.0m<sup>3</sup>を誇る国産最大のトラクタショベル275ⅢAに続いて、中形トラクタショベルの決定版75ⅢAを開発——工事現場に最適な機種を自由にお選びいただけるよう、小形車から超大形車まで、トラクタショベルのシリーズ化を、このたび完成。ユーザーの便益を最優先するタイヤ式建設機械のバイオニアTCMならではのワイドセレクションが可能になりました。建設工事の省力化に豊富な経験と高度の技術をもつTCMは今後とも、より一層ユーザー本位の考えに徹し、建設工事の省力化に貢献すべく努力をつづけます。

省力化のシンボル

**TCM**

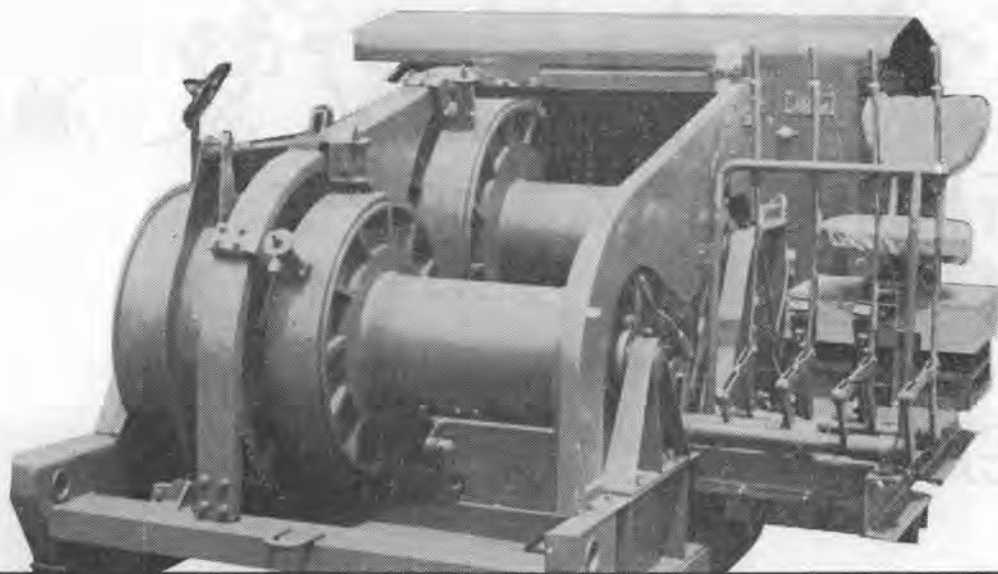
**東洋運搬機**

本社 〒556 大阪市西区南堀町1-118 ☎(44)9151代  
 支社 〒105 東京都港区西新橋1-16-5 ☎(59)8171代

**TCMトラクタショベル75ⅢA**

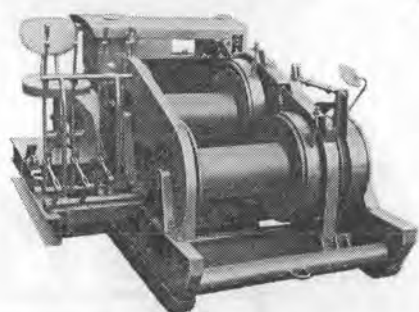
バケット容量…………… 1.9m<sup>3</sup>  
 最大けん引力…………… 11,000kg  
 最大走行速度…………… 42km/h  
 作業時最大出力…………… 138馬力

国土建設化時代に備え  
南星のウインチを!!



# RK-73

## ●大型 3胴ウインチ



直引力・                   ドラムフランジ経の中心で3000kgs  
変速・                   シンクロメッシュ正転4段、逆転4段  
最大捲上速度・       460m/min  
捲代・                   12mmロープ 1280m  
エンジン・               HINO DM-100 77PS/2400rpm

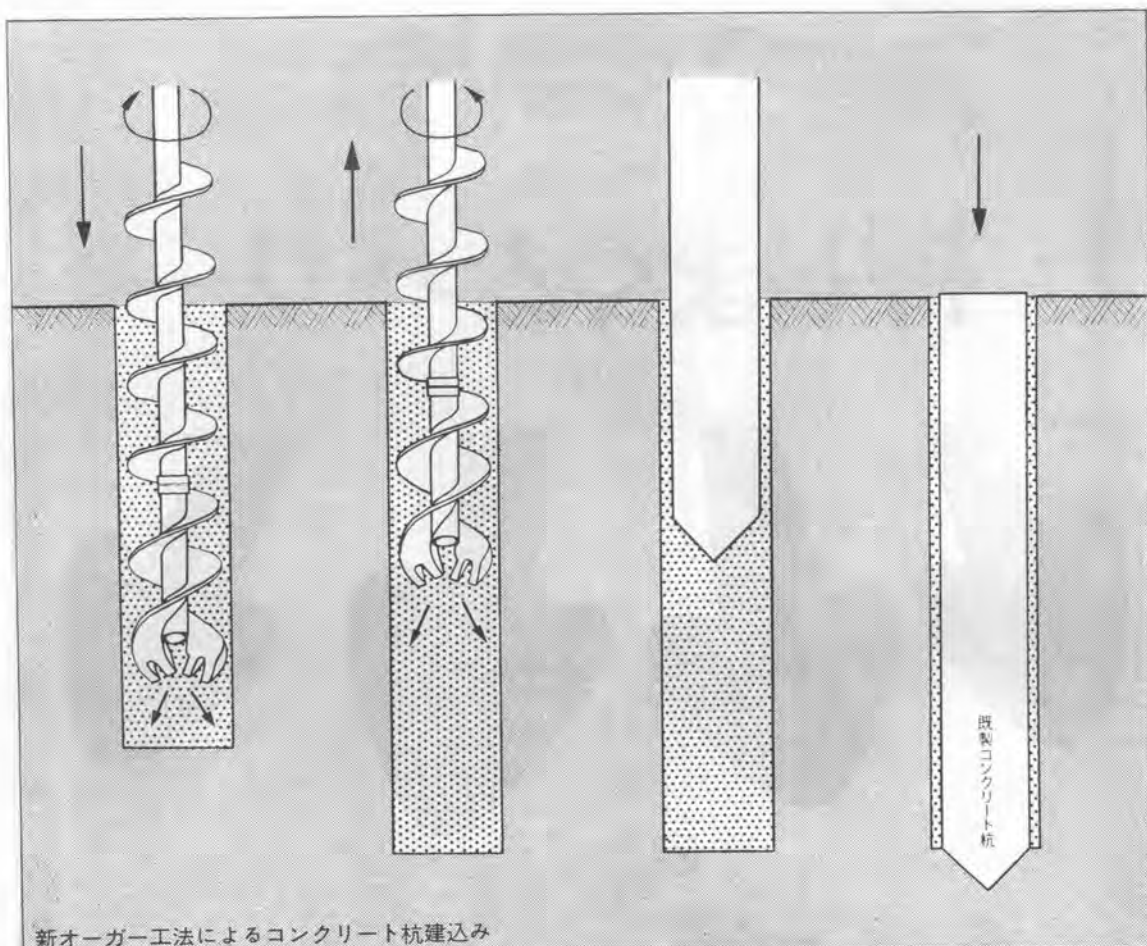
## ●中型 3胴ウインチ

直引力・                   ドラムフランジ経の中心で2300kgs  
変速・                   摺動歯車変速正転4段、逆転4段  
最大捲上速度・       310m/min.  
捲代・                   12mm ロープ 1000m

株式会社 南星工作所  南星機械 販売株式会社

労働省クレーン製造認可工場

本 社 工 場	熊 本 ( 52 )	8 1 9 1 代 表	仙 台 営 業 所	仙 台 ( 23 )	5 3 6 2
東 京 営 業 所	東 京 ( 504 )	0 8 3 1 代 表	盛 岡 営 業 所	盛 岡 ( 24 )	5 2 3 1
大 阪 営 業 所	大 阪 ( 372 )	7 3 7 1 代 表	新 潟 営 業 所	新 潟 ( 45 )	5 5 8 5
名 古 屋 営 業 所	名 古 屋 ( 962 )	5 6 8 1 代 表	長 野 営 業 所	長 野 ( 6 )	2 6 3 6 代 表
札 幌 営 業 所	札 幌 ( 23 )	3 2 5 8	広 島 営 業 所	広 島 ( 32 )	1 2 8 5 代 表
宮 崎 営 業 所	宮 崎 ( 4 )	6 4 4 1	大 分 営 業 所	大 分 ( 4 )	2 7 8 5



新オーガー工法によるコンクリート杭建込み

# 時代が変わる・工法が変わる

これは三和機材の土木建設機械・アースオーガーの工法の一例です。スクリューで地盤に穴をあけると同時にモルタルを注入し、杭をたてる三和機材だけの画期的な工法。公害問題としてクローズアップさ

れている騒音・振動も、杭打作業から完ペキに除去できます。しかも経済的な工法。すでに数多くの工事現場で続々と採用されているのもそのためです。高性能・耐久性・使い良さにより、工期短縮と

経費節減を確約する三和機材のアースオーガー。つねに最新の土木建設機械を創り続ける三和機材が、特に自信をもってお推めしている最新の製品です。あなたの工事現場でも、ぜひ、ご採用ください。

主なる営業品目・アースオーガー・ドーナツオーガー・モルタル用パッチャープラント・テブリフト・フォークリフト・ベビークレーン・パレハンド・配合飼料用サイロプラント・各種プラント・その他土木建設及び荷役諸機械、設計製作



## 三和機材

三和機材株式会社

本社 東京都中央区日本橋茅場町2-10

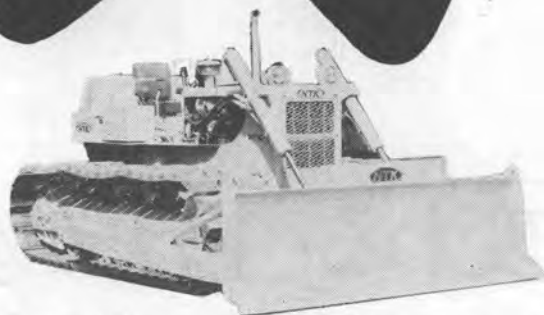
電話 03(667)8961<大代表>

大阪営業所 大阪市東区北久宝寺町2-60-1

電話 06(261)3771<代表>



押しまくるパワー



## N7P 湿地ブルドーザ

総重量15,600kg 接地圧0.30kg/cm<sup>2</sup> エンジン出力140ps

国産最大ノ大型悪質地盤土工に——  
N7P湿地ブルドーザ

●いすゞE 110形 140P Sエンジン搭載。耐摩耗性向上などエンジンライフ倍増への新装置付き●シールド潤滑トラックを使用。足回りも一段と強化●エンジン出力にマッチした車速設定。最強度のL字形押梁と巻きのない排土板。スムーズで強力な押土作業を実現(レーキ板装着で抜根作業もOK)●湿式多板主クラッチ採用。ラクな操作。耐久力向上。●前後進5段変速。●エンジン室内に横形マフラー装着。消音効果抜群。●シート調整など快適運転環境への十分な配慮



(製造元)

**日特金属工業株式会社**

本社・工場 東京都田無市谷戸町2-1-1 ☎0424(63)2121(代)

千葉工場 千葉市長沼原町765 ☎0472(82)0521(代)

(販売・サービス)

**日特重車輛株式会社**

東京都新宿区西新宿1丁目4番9号(新宿西ビル)☎03(342)4151(代)

**日特重車輛販売株式会社**

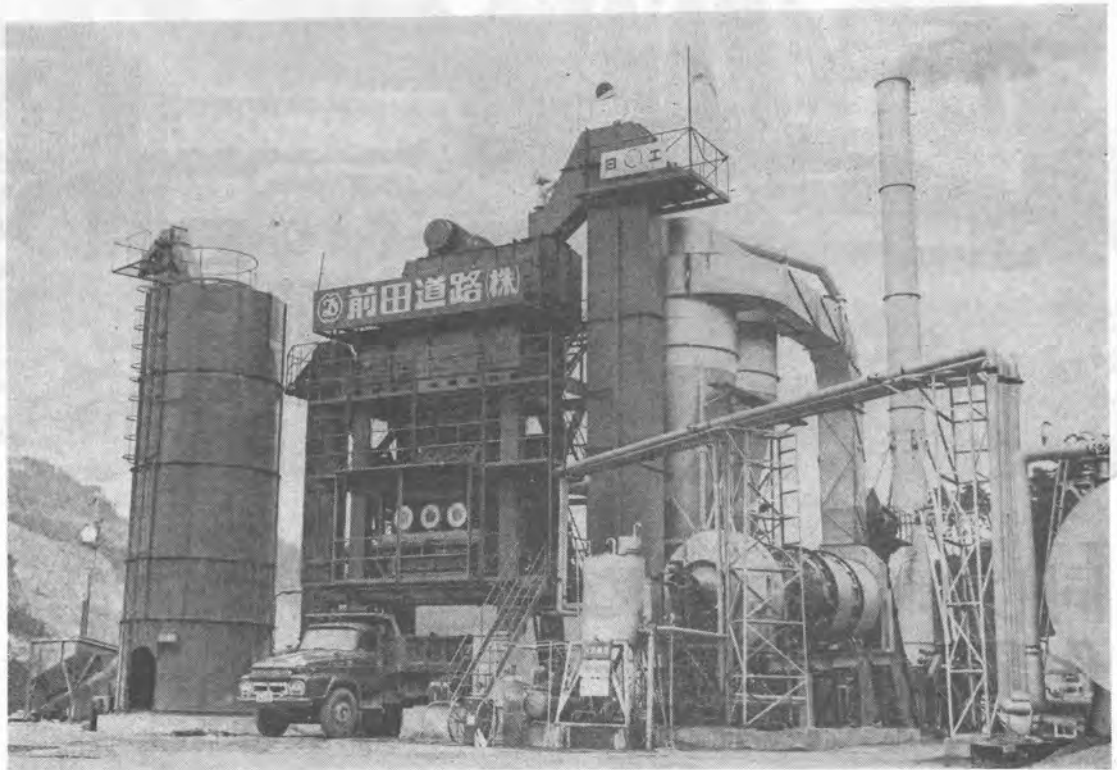
札幌市東札幌2条2丁目15番地 ☎011(831)4141(代)

代理店連合会 全国日特会



アスファルトプラントは

日工の **NAP** シリーズから  
— 日工は皆様に性能を売り  
信頼を買います —



型式NAP-1202AZVW ミキサー2,000kg 能力150T/H



**日工株式会社**

本社及び工場 兵庫県明石市大久保町江井ヶ島1013 TEL 07894 (6) 2121(代)  
営業所 大阪 (538) 1771 東京 (293) 7521  
札幌 (23) 0441 仙台 (24) 1133  
名古屋 (582) 3916 広島 (21) 7423  
福岡 (53) 0238 オペレーター研修センター明石工場内  
東京工場 千葉県野田市上三ヶ尾259の1 TEL (22) 3595



## 同じ0.6m<sup>3</sup>クラスなら 作業量のでっかいヤツ

- 最大掘削深さ…5,300mm  
(6,425mmロングアームの場合)
- 最大掘削半径…8,400mm  
(9,560mmロングアームの場合)



**日立建機株式会社**  
東京都千代田区内神田1-2-10号  
〒101 TEL (03)293-3611(代)

“土木工事の主力機”といわれているUH06。その稼働ぶりは、あくまでダイナミックです。もちまへの掘削力と、使いやすさをどこまでも追求した合理設計で、驚くほどの作業量をあげます。同じ0.6m<sup>3</sup>クラスならUH06が、だんぜん有利です。

バケット容量 0.6m<sup>3</sup>

定格出力…… 85PS

全装備重量……16.4t

**UH06**  
日立油圧ショベル

北は北海道から南はインドネシアまで  
各地の道路建設に活躍する

# アスファルトプラント



各種建設機械 / 設計 / 製作 / 販売



## 田中鉄工株式会社

東京営業所	東京都中央区日本橋本町4丁目1番地	TEL(代) 03-241-4266
本社工場	福岡県久留米市合川町57	TEL(代)04422-2-6277
東京工場	東京都北多摩郡大和町芋窪247	TEL(代)0425-61-1311
名古屋出張所	名古屋市東区東片端町1-3(竹内第2ビル)	TEL 052-971-2923
大阪出張所	吹田市寿町2の8	TEL 06-382-0951
札幌出張所	札幌市澄川二条一丁目	TEL 0122-81-2007

実績と技術を誇る特殊電機……！

# タンパー Y-80型

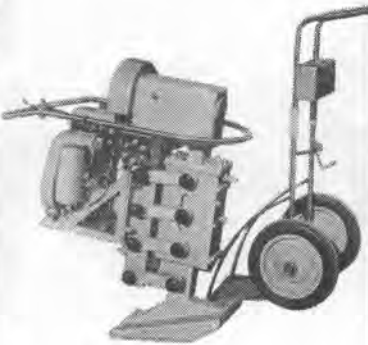
本邦唯一、  
ゴム共振採用

特殊衝撃方式の為故障少  
なく耐久力が大である。

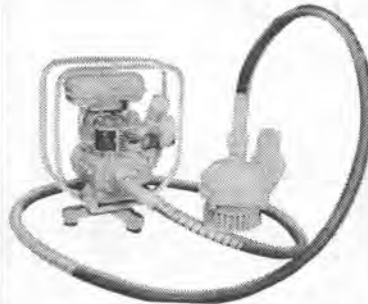
- 突固め能力が強力である
- 前進登坂力が強力である
- 注油の必要がない

■用途

路床・路盤・アスコン等の輪圧  
埋設工事後の輾圧 法面・法肩  
路肩等法面の輾圧 盛土・粟石  
の突固めその他狭隘場所の輾圧  
締固め



# 軽便高性能 トクデン ポンプ



原動機はエ  
ンジンでも、  
モーターで  
もO・K

特長

- 原動機はエンジン、モーターいずれも使用出来る。
- 小型軽便で持運びは一人で出来る
- 取扱操作は極めて容易。
- 呼び水等は一切不要。
- 故障少なく耐久度大。
- 土砂混入のよぐれ水でも容易に大量揚水出来る。
- 原動機は一切の部品、工具を使わないでパイプレーターに完全兼用出来る。

吐出口径 2吋 3吋  
揚程 (最大)

22m 14m

揚水量 (最大)

480ℓ/min

1100ℓ/min

# トクデン パイプレーター



営業品目

コンクリート・ロ  
ード・フィニッシ  
ャー 各種コンク  
リートパイプレー  
ター  
(エンジン式・空  
気式・電気式)  
フィニッシング  
スクリード・振動  
モーター・その他  
振動機械



## 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	電話・東京	03 (951)0161～5
浦和工場	浦和市大字田島字樞沼2025番地	電話・浦和	0488 (62)5321～3
大阪出張所	大阪市西区九条南通3丁目29	電話・大阪	06 (581)2576
九州出張所	福岡市南局区内青木真砂町793	電話・福岡	092 (41)1324
名古屋出張所	名古屋市南区沙田町3丁目21	電話・名古屋	052 (811)4066
仙台出張所	仙台市大行院町1	電話・仙台	022 (57)3860

## 11月号PR目次

### — C —

千葉工業(株)……………後付 5

### — D —

ダイキン工業(株)……………後付41

ダイハツディーゼル(株)……………〃 46

### — E —

(株)荏原製作所……………後付26

### — F —

(株)フタミ広島屋……………後付39

古河鋳業(株)……………〃 48

### — G —

ゼネラルロード・エクイプメント(株)……………後付15

岐阜輸送機(株)……………〃 37

### — H —

(株)日立製作所……………後付 5

早崎産業機械(株)……………〃 14

範多機械(株)……………〃 43

日立建機……………〃 60

### — I —

岩手富士産業(株)……………後付21

### — J —

重車両工業(株)……………後付37

自動車機器(株)……………〃 38

### — K —

(株)小松製作所……………後付 8

兼松江商(株)……………〃 12・13

神戸製鋼所……………〃 16

(株)加藤製作所……………〃 17

萱場工業(株)……………〃 29

光洋機械工業(株)……………〃 44

協三工業(株)……………〃 45

(株)建設部品……………〃 52

キャタピラー三菱……………〃 53

久保田鉄工(株)……………綴 込

### — M —

真砂工業(株)……………後付 4

マルマ重車両(株)……………〃 11

(株)明和製作所……………〃 20

(株)亦木荷役機械工務所……………〃 22

三笠産業(株)……………〃 23

三井・ドイツ・ディーゼルエンジン(株) .....	後付25
三井精機工業(株) .....	〃 32
三菱重工業(株) .....	綴 込

— N —

内外車両部品(株) .....	後付10
日平産業(株) .....	〃 47
日本ワッカー(株) .....	〃 51
南星機械販売(株) .....	〃 56
日特金属工業(株) .....	〃 58
日工(株) .....	〃 59

— O —

大塚鉄工(株) .....	後付18
オイルポンプ販売(株) .....	〃 49
(株) 岡村製作所 .....	〃 54
オカダ鑿岩機(株) .....	綴 込

— R —

ラサ商事(株) .....	後付 9
---------------	------

— S —

佐賀工業(株) .....	後付 1
西部電機工業(株) .....	〃
新東亜交易(株) .....	〃 2
(株) 島津製作所 .....	〃 7
神鋼機器工業(株) .....	〃 19
三和機械(株) .....	〃 57
神鋼商事(株) .....	綴 込

— T —

(株) トーメン .....	後付 24・40
(株) 鶴見製作所 .....	〃 30・31
(株) 東京鉄工所 .....	〃 33
(株) 東洋内燃機工業社 .....	〃 34
太空機械(株) .....	〃 35
(株) 拓和 .....	〃
大旭建機(株) .....	〃 36
日本建機工業(株) .....	〃
帝国鑿井工業(株) .....	〃 38
東京菱和自動車(株) .....	〃 50
東洋運搬機(株) .....	〃 55
田中鉄工(株) .....	〃 59
特殊電機工業(株) .....	〃 62

— U —

油谷重工(株) .....	後付 3
内田油圧機器工業(株) .....	〃 27
油研工業(株) .....	〃 28

— Y —

ヤンマーディーゼルエンジン(株) .....	後付42
------------------------	------

現場作業の安全を祈る

# 小さなボディで最大の働き

## LS-2500J

- バケット容量 0.35~0.5m<sup>3</sup>
- 走行速度 3.6km/h
- 角掘り深さ 2m
- エンジン出力 80PS
- 登坂能力 45%
- 全装備重量 9,900kg



初めての方でも  
安心して操作できる

### 住友・LINK-BELT

油圧式ショベル



住友重機械建機販売株式会社

大阪・大阪市東区北浜5丁目22番地 / (06)203-2321 千541  
東京・東京都新宿区西新宿1の4の9 / (03)342-1381 千160

# BOMAG (西独) 全輪 駆動 振動 ローラー

軟弱土、砂質土に挑戦するBOMAG  
これは？と思う土質なら御連絡下さい

### 仕様

	BW-200	BW-75
自重	7,000kg	850kg
転圧	32トン	10トン
出力	空冷ディーゼル56ps	空冷ディーゼル9ps
ロール径×巾	800×950-4	500×750-2
速度	1.0, 2.0, 3.0km/h	1.5 km/h
登坂力	25° (1:2.2)	25° (1:2.2)
作業能力	1,500-4,500m <sup>2</sup> /h	1,125m <sup>2</sup> /h

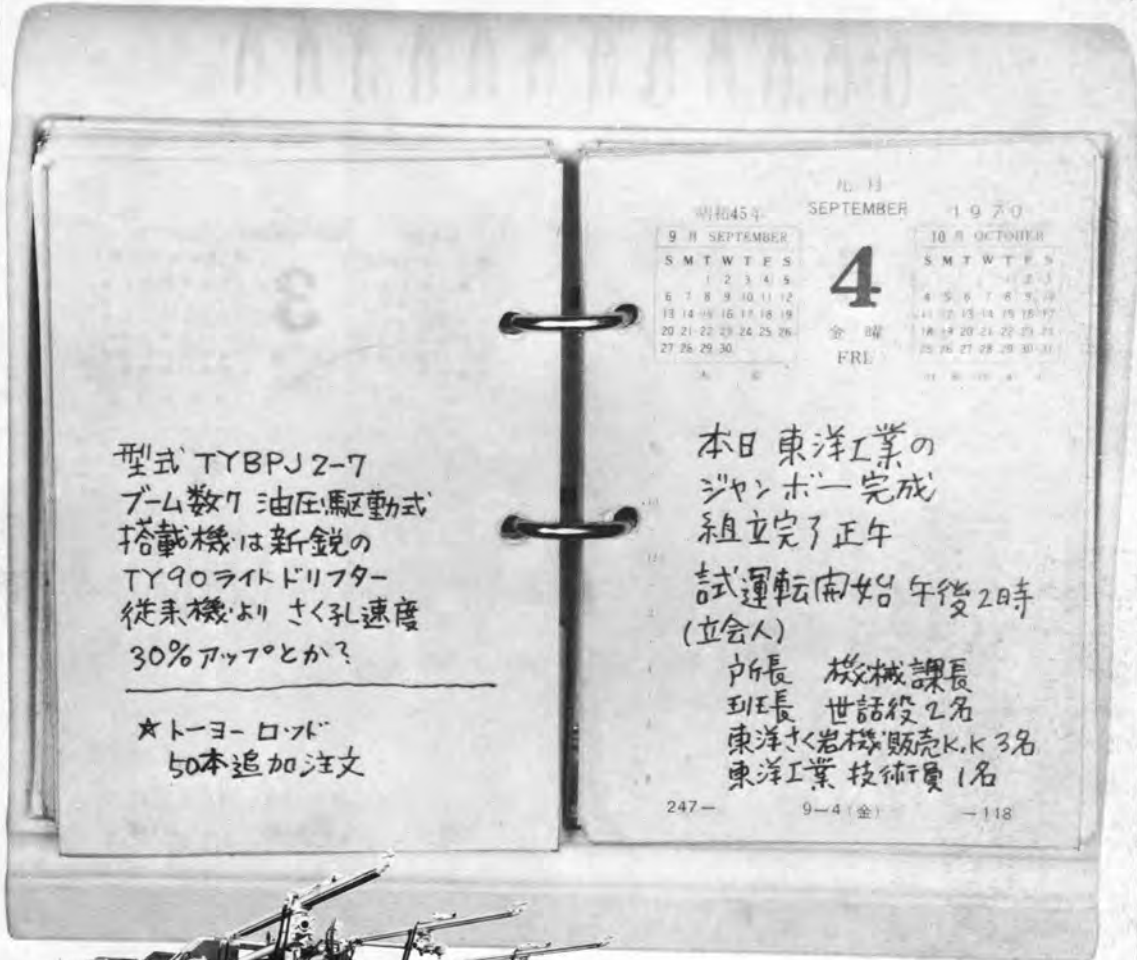


## マイカイ貿易株式会社

東京本社 東京都千代田区麹町3-7 番263-0281(大代)  
 大阪支店 大阪市北区堂島浜通り2-4(古河ビル) 番344-8096  
 福岡支店 福岡市上辻の堂26(ナショナルビル) 番43-6287  
 北海道出張所 札幌市大通り東7-12 番24-2061



# きょうジャンボ稼動

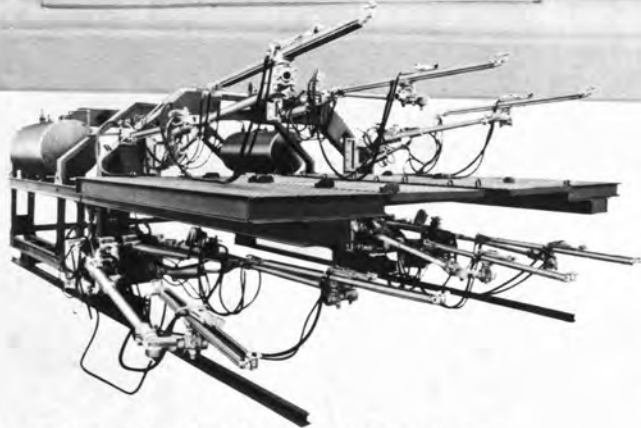


型式 TYBPJ 2-7  
 ブーム数7 油圧駆動式  
 搭載機は新鋭の  
 TY90ライトドリフター  
 従来機より 穴速  
 30%アップとか?

★トヨーロッド  
 50本追加注文

本日 東洋工業の  
 ジャンボ完成  
 組立完了正午  
 試運転開始 午後2時  
 (立会人)  
 所長 機械課長  
 班長 世話役2名  
 東洋さく岩機販売K.K 3名  
 東洋工業技術員1名

247- 9-4(金) -118



TYBP-J2-7ハイドロリックブームドリルジャンボ

トヨーロッド

発売元  
 ④ 東洋さく岩機販売株式会社

東京本・支店：東京都中央区日本橋江戸橋3-6  
 支店・営業所：大阪・名古屋・福岡・札幌・仙台・高松・広島

製造元・広島 ⑤ 東洋工業株式会社

「建設の機械化」

定価 一部 二〇〇円

本誌への広告は

■一手取扱いの 株式会社 共栄通信社

本社 于104 東京都中央区銀座3丁の2の1(新田ビル) TEL東京(03)572-3381(代)・3386(代)  
 大阪支社 于530 大阪市北区富田町2-7 瑞星ビル3階 TEL大阪(06)362-6 5 1 5