

建設の機械化

1973 2
日本建設機械化協会



中部電力浜岡原子力発電所
海底取水トンネル工事
—施工：株式会社 熊谷組—

頼りがいのあるヤツ!



そのズバ抜けた作業能力に定評ある、
〈住友・リンクベルト油圧式ショベル〉。
強力なエンジン、たくましい掘削力、
完全無給油式のワイドな足まわり……
すべてが文字通り「たよりに」なるヤツ、
です。

作業の能率アップに、企業の採算向上
に、ぜひお役だてください。

- LS-2500AJ 重量 9.9t バケット容量0.35m³
- LS-2500ALJ 重量11.6t バケット容量0.35m³
 - 湿地用ショベル ●三角シューの取付も可能
- LS-2800J 重量17.0t バケット容量0.6m³
- LS-3000AJ 重量22t バケット容量0.8m³



住友・LINK-BELT
油圧式
ショベル

目 次

□巻頭言 建設機械化の目標	坂野重信	/ 1
冷却水取水用海底トンネル工事	加藤 舜一 秋山 敏	/ 2
山陽新幹線新関門トンネル工事	島田隆夫	/ 9
大島大橋基礎作業足場設置工事	近藤健雄	/ 16
南港連絡橋の大形ケーソン工事	笹松 戸松 松 二夫 松 忠数 保	/ 25

グラビア——南港連絡橋主橋梁工事

自揚式作業台の据付施工法	矢村家利	/ 31
リトルベルト橋の施工	今中靖雄 古賀和敏	/ 37
□随想 北海道の機械開発	鷹田吉憲	/ 44
歩道用除雪機械の現況	石沢利雄	/ 46
道路交通情報管制システム	渡辺修自 會田 正	/ 52
都市廃棄物輸送システム調査の概要	小林茂広	/ 60

□建設機械化講座 第114回 現場フォアマンのための土木と施工法

XVII. 建設機械概説

6. 締固め機械(その1)	小遠山 富士夫 藤 徳次郎	/ 70
---------------	------------------	------

□工事現場巡り

営団地下鉄8号線第2工事区を見る	梅渡 亮栄 田 正敏 辺	/ 76
東京港沈埋トンネル現場を訪ねて	吉新 越治 開 節	/ 80

□文献調査

安全特集	広報部会 文献調査委員会	/ 84
建設工事に伴う労働安全衛生規則	広報部会 文献調査委員会	/ 85
複雑な状況におけるコンクリートの輸送対策	広報部会 文献調査委員会	/ 86

行事一覧		/ 87
------	--	------

編集後記	(吉越・渡辺)	/ 88
------	---------	------

◀表紙写真説明▶

中部電力浜岡原子力発電所
取水トンネル工事

施工：株式会社 熊谷組

浜岡原子力発電所取水トンネル工事の概要については本文2頁のとおりである。写真は熊谷組豊川工場で設計製作したKMS-5940シールド掘削機で約30mの第1次仮掘進を行っているところで、シールド機後部と組立てたS.C.セグメントが見える。

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	新開 節治	本州四国連絡橋公団 調査部
・	坪 質	広報部会長	・	塚原 重美	電源開発(株) 水力建設部
・	浅井新一郎	建設省道路局企画課	・	牧 宏	日立建機(株)技術部 トラッククレーン課
・	寺島 旭	水資源開発公団 第一工務部	・	布施 行雄	(株)小松製作所 技術本部開発管理部
・	石川 正夫	日本鉄道建設公団 青函建設局	・	小竹 秀雄	三菱重工業(株) 建設機械部
・	神部 節男	(株)間組常務取締役	・	島村進之助	キャタピラー三菱(株) 西関東支社東京東支店
・	伊丹 康夫	日本国土開発(株) 常務取締役	・	両角 常美	(株)神戸製鋼所 建設機械本部販売部
編集委員長	上東 広民	建設省 大臣官房建設機械課	・	高橋 勝重	(株)間 組 機材部管理課
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
・	吉越 治雄	建設省道路局企画課	・	大蝶 堅	東亜港湾工業(株) 船舶機械部
編集委員	西出 定雄	農林省 農地局建設部設計課	・	渡辺 正敏	鹿島建設(株) 土木工務部
・	台田 昌満	通商産業省 公益事業局水力課	・	鈴木 康一	日本舗道(株) 技術部技術第一課
・	桜沢 昇	日本鉄道建設公団 海峡線部海峡線第一課	・	木下 秀一	大成建設(株) 機械部調達課
・	峯本 守	日本国有鉄道 建設局線増課	・	水野 一明	(株)熊谷組 技術研究所
・	杉田 美昭	日本道路公団東京支社 建設第二部技術第一課	・	高木 三郎	清水建設(株)機械部
・	鈴木貫太郎	首都高速道路公団 第三建設部設計課	・	三浦 満雄	(株)竹中工務店 技術研究所
・	内田 秋雄	水資源開発公団 第一工務部機械課	・	川上 久	日本国土開発(株) 研究部

□ 巻頭言



昭和 48 年度の予算案は 14 兆 2 千億円台の超大型予算であり、社会資本の整備と社会保障の充実など国民福祉の向上を基本方針としている。

社会資本の整備を任務とする建設事業は今後ますます増大することになる。建設事業の遂行にあたり、計画から施工に至るまでのあらゆる分野において合理化をはかり、事業が効率的に実施されるべきことは論をまたないが、施工の合理化のもっとも有効な手段が建設の機械化であることは会員諸氏のよく理解されているとおりである。

わが国で本格的な建設機械化が進められたのは戦後のことであるが、これまでも年々増大する建設事業を容易に消化するために果たした建設機械化の役割は大きく、工期の短縮、大量処理、質の確保など機械化のもつ特質をそれぞれの時代の要請に応じて発揮し、期待に答えている。今後飛躍的に増大する建設事業に対応し、建設機械化に期待されることは、施工の省力化、安全な施工、施工に伴う公害防止、施工の可能性の拡大などの点に集約されよう。

建設労働者の増加率は事業の伸びに比して著しく低く、その開差は今後ますます開くものと考えられ、施工の省力化なくして事業の

建設機械化の目標

坂野重信

遂行は困難ともいえる。これまでも人力施工を機械化し、さらに機械の大型、高速化により労働者 1 人当りの生産性は向上してきているが、さらに省力化を進めるためには現在の施工法を総点検し、構造物の規格化をはかるなど必要に応じて設計の考え方を变えてでも施工法を变革する必要がある。機械の集約化、自動化、無人化など他産業で確立しつつある機械技術を建設事業にとり入れる努力も必要となろう。またオペレータについては、数の不足のみならず、質の低下に対応して、操作の容易な、未熟練者でも施工の質の確保できる機械の開発が期待される。さらに機械の居住性の改善によりオペレータの作業環境の改善をはかることも必要であろう。

最近、建設機械による事故が増加しているが、安全第一というまでもないことである。機械が大型化するにつれ、人の制御の及ばない面もでてくるので、安全装置の開発は是非なされるべきである。事故の大部分は機械の転倒によるものであるが、建設作業の現場はかならずしも水平堅土ではなく、条件が種々であるので、条件に応じ常に安全が確保できる安全装置の開発が望まれる。

建設工事に伴う騒音、振動などが工事の実施上の制約になり、最近ますますその度合がきびしい。建設工事に伴う騒音、振動の防除は技術的に困難であるが、機械の改良、工法の改善などの検討を進め、社会的要請にこたえる必要がある。

これからの建設工事は、本州四国連絡橋や海洋開発に見られるよう施工の場所も陸から海へとというように在来のわくを越えて広がるものと思われる。設計面の可能性とともに施工面での可能性がなければ実現は不可能であり、施工の可能性を拡大させるためには新しい機械の開発が必要であり、機械化へ期待することは大きい。

(建設事務次官)

冷却水取水用海底トンネル工事

—中部電力浜岡原子力発電所—

加 藤 舜 一*
秋 山 政 敏**

1. 工事概要

浜岡原子力発電所は静岡県小笠郡浜岡町佐倉地内に中部電力原子力発電所1号機として計画され、昭和49年11月、54万kWの発電を開始する予定である。

取水工事は、発電所工事のうち復水器に供給する冷却水の取水を目的とし、冷却水として海水を利用するため現地遠州灘沖合600m地点に取水塔を設置し、取水トンネルおよび陸部取水トンネルを通して水槽に海水を送り込むまでの一連工事として設計され、現在鋭意建設中である。

工事は着工前に海上コアボーリング、ジェットボーリングおよび物理探査などにより詳細な地質資料を採り、漁業、公害問題を含めて種々検討した結果、海底トンネル工法を採用し、昭和45年10月、まず試掘横坑工事に着手した。

2. 試掘横坑工事

試掘横坑は取水トンネル掘削に先立ち、図-4のように取水トンネルに平行し、頂部の高さを同じくして掘削された。



図-1 発電所位置図

* (株)熊谷組浜岡原子力作業所長

** (株)熊谷組浜岡原子力作業所工事主任



図-2 発電所周辺平面図

遠州灘はほとんど常時波浪が大きく、潮流も激しく、海底トンネルとしては土被りが非常に少なく、種々の危険性を含んでおり、断層破砕帯に遭遇して切羽が崩落し、トンネルが危険にさらされる事態にもクレイブランクットなどにより外部より防護することが不可能である。

土質は一軸圧縮強度 60 kg/cm^2 程度の泥岩と砂岩の互層であり、前述地質調査において採取されたコアに、せん断擦痕 (Slickend) が極めて少なく、大規模な破砕帯は介在しないと判断されたが、施工の安全性を重視して切羽を常に支持しながら掘削可能な機械化シールド工法が採用された。

シールド機は熊谷組豊川工場で作られたが、設計前に現地岩盤に切削トルク測定装置を設備試験し、測定結

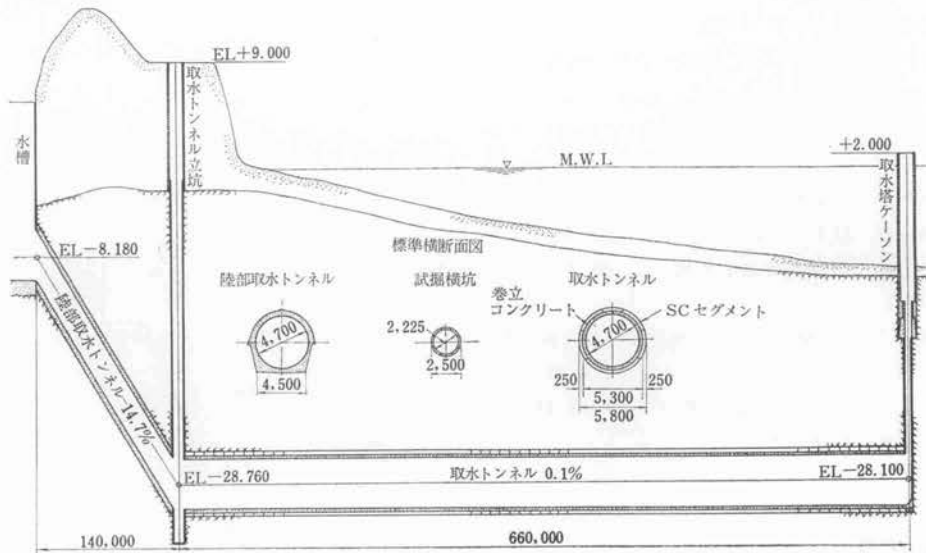


図-3 取水工事縦断面図

果よりシールドジャッキ能力、切削バイトの形状および配置を決定した。シールド機の性能および主要設備機器を表-1、表-2 に示す。

セグメントは鋼板リブ形スチールセグメントを用い、設計荷重は外荷重として地山の緩みによる荷重と水圧を考慮した。水圧はトンネル位置の水頭より 3 kg/cm² とし、地山の緩み高さは次のテルツァーの算定式より算出し、これに地山の単位体積重量 2.6 t/m³ を積算した。

$$H_s = \frac{0.35 + 1.10}{2} (B + H_t) = 362.5 \text{ cm}$$

B: トンネル掘削断面の幅 (250 cm)

H_t: トンネル掘削断面の高さ (250 cm)

掘進は昭和 46 年 3 月 3 日に開始し、図-5 のように昭和 46 年 9 月 28 日に 666 m の掘削を終了した。

試験横坑工事は本トンネルである取水トンネルを安全に施工するための資料の収集を主目的とし、掘進中に表-3 のような工種につき得られた資料を整理し、取水トンネル施工の参考データとしたが、試験横坑は上述のほか、取水トンネル掘削に先立ち、ボーリンググラウトに

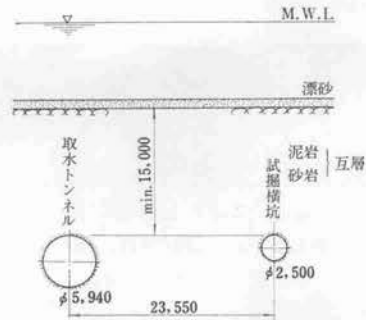


図-4 トンネル横断面図

よりあらかじめ地山の不良個所の安定処理、後述取水塔工事における取水塔下部立坑築造などに大きく役立っている。

3. 取水トンネル工事

取水トンネルは試験横坑工事において得られた諸資料をもとに機械化シールド工法が採用された。シールド機は熊谷組豊川工場において設計製作され、シールド工事

表-1 シールド性能表

掘削機	外全径	2,500 mm 3,600 mm
シールドジャッキ	ジャッキ本数	10 本
	ジャッキ推力	25 t
	総推力	250 t
	ストローク	900 mm
	常用圧力	200 kg/cm ²
回転ジャッキ	ジャッキ本数	2 本
	ジャッキ押力	20 t
	ストローク	400 mm
	常用圧力	160 kg/cm ²
	回転トルク	25 t-m
回転数		1/4~3/4 rpm

表-2 主要設備機一覧表

機 械 名	形 式 容 量	数 量
立坑タワー	2m×3m×50m	1
ウィンチ	50 HP	1
チップラ	2 m ³	1
ザリビン	30 m ³	1
バッテリーコ	4 t	1
ザリトロ	1.5 m ³	5
コンプレッサ	高圧 200 HP	1
コンプレッサ	低圧 200 HP	1
ディーゼル	低圧 200 HP	1
コンプレッサ	MG-15	1
グラウトポン		1
ディーゼル発	50 kW	1
電機		1
テルハ	4.5 t	1

表-3 試験工種と調査項目

工 種	調 査 項 目
先進ボーリング	コア、孔曲り、湧水量、湧水圧、水質、塩分濃度
さぐりボーリング	湧水量、塩分濃度
ボーリンググラウト	湧水量、湧水圧、塩分濃度、薬液はか注入量
土圧計、ひずみ計	外部土圧、水圧、推力によるセグメントの変状
圧気工事	切羽の変化、湧水量の変化、漏気量
シールド掘削	岩質、断層破砕帯の位置と規模、バイトの摩耗、推力と回転トルク、余掘り量の適否、ローリング、蛇行性

に付随する蛇行性、ローリング性、および裏込注入などの諸問題を円滑に制御すべく、機械的余掘り装置、グリッパ装置、変向ジャッキなどを新しく装備し、昭和46年11月20日、自重220tを最大重量25tに分割して現場に到着した。

分割されたシールド機は100tトラッククレーンで深さ43mの立坑へ順次つりおろされ、12月20日、組立を完了し、反力受け設備を施した後、12月25日に掘削を開始した。

掘削は第1次仮設備（主として後続ジャンボ設備）、第2次仮設備（主として圧気設備）を経て、昭和47年5月5日、本格的掘削に入り、昭和47年10月18日、取水塔下部立坑に貫通した。

(1) シールド掘削

仮設備については図-10を参照されたい。ざり処理は1列車を4tバッテリーロコ+3m³トロ×3台の編成として2列車で搬出したが、平均1サイクルタイムおよ

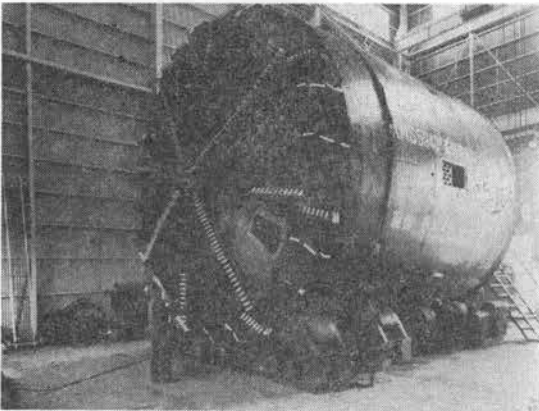


写真-1 KMS-5940 シールド機工場組立

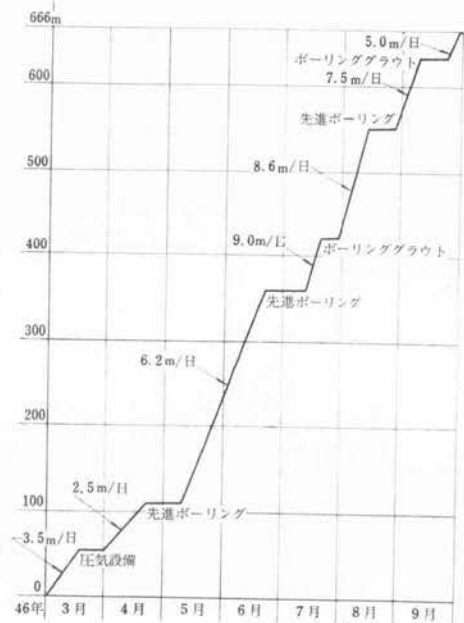


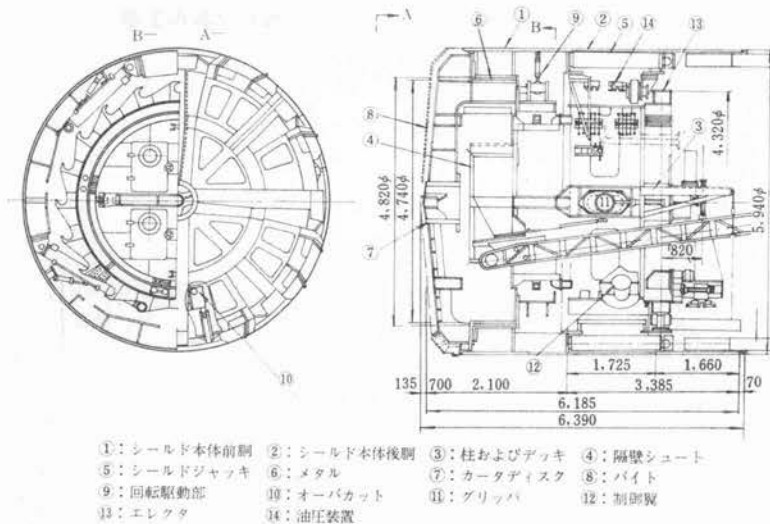
図-5 試掘横坑掘削進行図

び工種別作業時間の割合は図-8、図-9のようになっている。

(2) セグメント

セグメントは図-11のSCセグメントを使用し、リング間継手にチャックピン方式を用いるとともに、セグメント組立機（エレクタ）の把握部に特殊押上げ装置および摺動装置を施して組立時の安全と人力をできるだけ省くよう配慮した。

なお、セグメントの設計荷重は試掘横坑と同じく外荷重として水圧とテルツアギ어의算定式より算出した地山



- ①：シールド本体前削 ②：シールド本体後削 ③：柱およびデッキ ④：隔壁シュート
 ⑤：シールドジャッキ ⑥：メタル ⑦：カータディスク ⑧：バイト
 ⑨：回転駆動部 ⑩：オーバカッタ ⑪：グリッパ ⑫：制御室
 ⑬：エレクタ ⑭：油圧装置

図-6 KMS-5940 シールド掘削機概要図

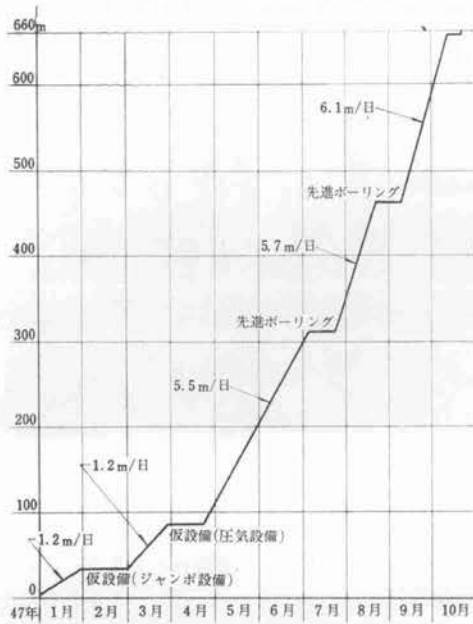


図-7 取水トンネル掘削進行図

の緩み荷重を考慮している。

(3) 裏込注入工

上中のシールド掘削と異なり、岩盤シールド掘削においてはシールド機外径より余掘りをしなければ推進が不可能となる (KMS-5940 では標準余掘量 10mm)。

この余掘り間けきを通じて裏込注入材がシールド機カッタディスク部に流入して硬化すると掘削回転不能になる恐れがあり、本工事においては 図-12 に示す特殊グラウトストップ工を考案し、注入材の流出を防止した。

裏込めはセメント：砂＝1：1モルタルをコンクリートポンプ (LCS-45×2) で注入したが、特殊グラウトストップ工によりカッタディスク部への流入は全区間を通



写真-2 取水トンネル坑内SCセグメント覆工



図-8 サイクルタイム

して皆無であった。

(4) 安全対策その他

工事は土被りの薄い海底トンネル掘削であり、種々な危険性が考えられたが、いかなる事態に対してもトンネルの保護とともに作業員の安全を確保できる施工方法を取り、設備を施した。

施工方法としては圧気工法とともに先進ボーリング (φ60.5mm コアボーリング) およびさざりボーリング (φ42mm ノンコアボーリング) により切羽前方の地質を常に把握しながら掘削した。圧気設備はすべて理論水頭より 3 kg/cm² 耐圧としたが、坑内気圧は 0.5~0.7

表-4 KMS-5940 シールド機性能表

シールド機外径	5,940 mm	回転トルク(間欠)	520 t-m	エ	油圧シリンダ(φ100)	2本	
シールド機長	6,390 mm	回転数(連続)	15/36 rpm	レ	つり荷重	3 t	
掘削径	5,960 mm	回転数(間欠)	1/4 rpm	ク	押付力	7 t	
余掘り装置	余掘りしろ 最大 70 mm 上下左右楕円掘削可能	スイングジャッキ(A系列)	2本	タ	スライド用シリンダ(φ80)	1本	
シールドジャッキ	推本力 100 t 総推力 2,200 t ストローク 1,150 mm 推進速度 0~30 mm/min 常用圧力 275 kg/cm ²	スイングジャッキ(B系列)	2本		保持用シリンダ(φ100)	2本	
回転ジャッキ	回転ジャッキ本数 4本 回転ジャッキ推力 65 t 回転ジャッキストローク 975 mm 回転ジャッキ常用圧力 230 kg/cm ² 回転トルク(連続) 260 t-m	グリッパ装置	プレス用油圧シリンダ 2本 プレス用油圧押力 120 t プレス用油圧ストローク 275 mm プレス用油圧常用圧力 30~290 kg/cm ² シフト用油圧シリンダ 2本 シフト用油圧摺動力 10 t シフト用油圧ストローク 400 mm シフト用油圧常用圧力 30~140 kg/cm ²	油圧ポンプ用電動機	回転用(1) 110 kW 2台 回転用(2) 75 kW 2台 プレス用シフト用 22 kW 1台 シールド用 5.5 kW 1台 旋回用伸縮用スライド用 15 kW 1台 保持用	オイルタンク容量 1,900 l	
回転駆動部		エレクタ	旋回速度 0.55 rpm 油圧モータ(RD500) 2台 伸縮速度 1.5 m/min				

kg/cm² で掘削作業を終了した。

また、圧気設備機器はもちろん、全設備機器の動力源である電力の送電線は2回線設備とされ、たとえ1回線が停電しても他の回線に瞬時切り替わり、給電を受けることができるようになっていたが、海底トンネル掘削中は低圧 200 HP ディーゼルコンプレッサほか、ディーゼル発電機などを設備して最悪の事態に備えてきた。現在取水トンネルはシールド機、後続ジャンボ、圧気諸設備の解体撤去を終了し、円形スチールフォーム（1回打設長 12 m）でトンネル内面の巻立コンクリート工を行ない、昭和48年8月、全作業完了の予定である。

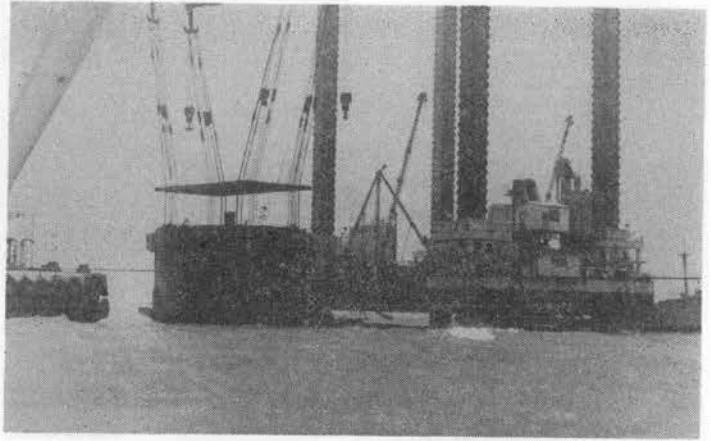


写真-3 取水塔ケーソンえい航沈設

4. 取水塔工事

(1) 上部ケーソン工事

取水塔上部工は遠州灘沖合 600 m, 平均水深 9 m 地点



図-9 工種別作業時間

における鋼製ケーソン沈設工法が採用され、激しい潮流と変りやすい波浪の影響を直接受ける困難な作業が予想された。そのため施工前の予備資料としてケーソン沈設個所の海底調査を詳細に行ない、過去 10 年間の現地気象データを種々分析した結果、昭和 47 年 4 月～6 月の3カ月間に全作業を終了すべく準備した。

昭和 47 年 3 月 22 日、まずケーソン沈設作業に必要な諸機械を搭載して S.E.P. (海上作業台・かいよう号) が現地沖合にえい航され、所定の位置に据付を完了した。ケーソンは日本鋼管清水造船所で鋼殻 (重量 450 t) を製作し、1,000 t クレーン船で御前崎港に仮置きされ、ここで沈設工事に必要な艀装を施すとともに、鋼殻内に約 500 m³ のコンクリートを打設、総重量 1,800 t となり、昭和 47 年 4 月 4 日、2,000 t クレーン船で御前崎港より浜岡沖にえい航沈設した。

S.E.P. の据付時およびケーソン沈設時とも波高約 50

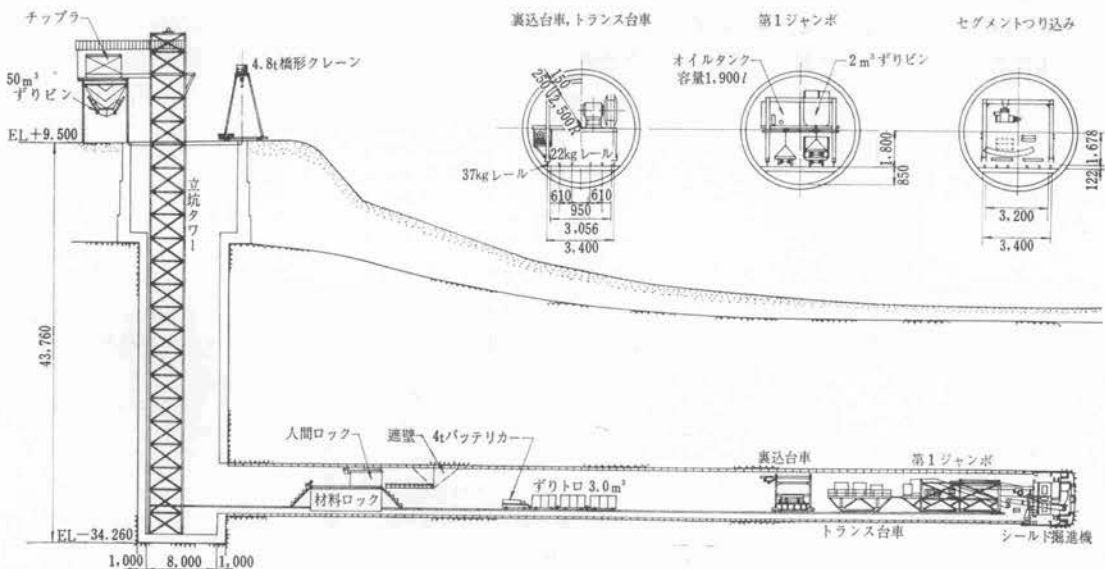
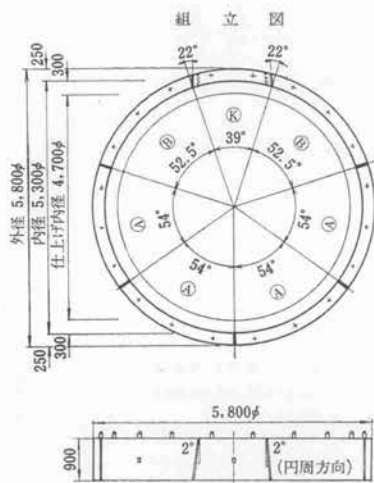


図-10 取水トンネル施工図

cm, これにうねり波が加わり, 所定の据付位置に対し前後左右に数mの摺動を繰り返して位置決め困難を伴ったが, いずれも 10 cm 以内におさめることができた。

以後, ケーソンは S.E.P. 上諸機械を使用し, 次のような工期で沈設工事を終了した。

4月4日～4月22日 鋼殻内コンクリート (1,500 m³)



①形セグメント

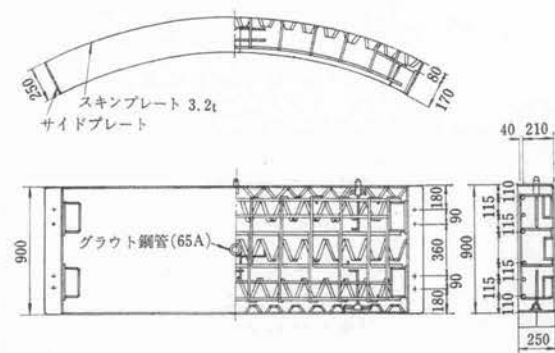


図-11 SCセグメント図

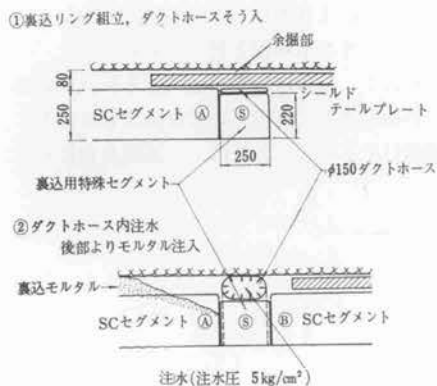


図-12 裏込モルタル流出止め(シールドテール頂部縦断面図)

表-5 S.E.P. 上設備機器一覧表

機 械 名	仕 様	数 量
三脚デリック	5.0 t × 20m ブーム × 25m, 45m 揚程	2 基
三脚復調スイング付ウィンチ	30HP8P 揚程倍率 35 m/min	2 台
カウンタウィンチ	旋回 3 m/min	1 台
50 t セメントサイロ	0.6 m ³ クラムシユル開閉用	1 基
強制練りミキサ	3,100 φ × 8,900 L	1 台
定置式コンクリートポンプ	A E-500 異イバーク	1 台
計量ビン	PTC-30S IHI	1 台
水タンク	0.5 m ³ 用	1 式
セメント供給用バケツエレベータ	1.5 m ³	1 台
砂	20 t/hr × 13.2 m	1 台
砂利	35 t/hr × 10.5 m	1 台
サイロ引出用スクリュウコンベヤ	50 t/hr × 10.5 m	1 台
ピン供給用	15 t/hr × 2.9 m	1 台
砂利ピン	15 t/hr × 3.0 m	1 台
ポータブルコンプレッサ	コルゲート φ 6,000 × h 8,500 V=240 m ³	1 基
低圧コンプレッサ	コルゲート φ 6,000 × h 6,100 V=172 m ³	1 基
ディーゼル発電機	100 HP 10.5 m ³ /min	2 台
ホスピタルロック	100 HP 39.2 m ³ /min	2 台
マースコントローラ	60 kVA	1 台
	φ 2,000, 14,500	1 台
		1 式

4月23日～4月29日 掘削準備

4月30日～6月17日 沈下掘削 (1,200 m³)

6月18日～6月28日 中詰コンクリート, 艀装解体コンタクトグラウト

(2) 下部立坑工事

取水塔下部工事は上部ケーソン沈設工事の影響を考慮してケーソン工事の終了を待って開始した。

施工順序および工程は 図-13 のとおりであるが, 上部ケーソン工事における海上作業の工期を短縮するため下方より切上がる工法を種々検討した結果, 導坑掘削には掘削径 1.35 m の機械化シールドを使用し, 押し上げ工法で施工した。

導坑貫通後の切上げ掘削においても, 覆工には外径 6.7 m のスチールセグメントを 12 分割して搬入組立を行ない, 入念な裏込注入を行なって地山の安定化をはかりながら施工した。

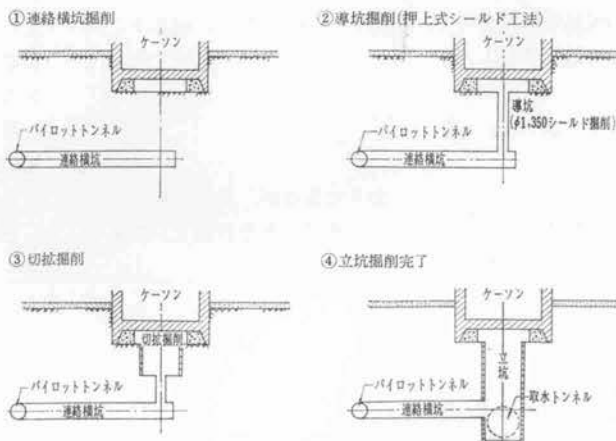


図-13 取水塔下部施工順序図

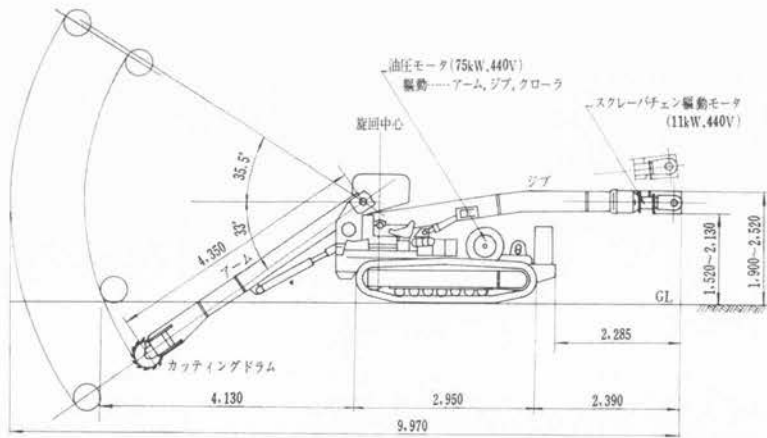


図-14 フライスローダ (FL-R23) 概要図

切掘り工事は昭和 47 年 9 月 30 日に終了し、この立坑に 10 月 18 日、取水トンネルが海底下 15 m 地点で貫通した。

5. 陸部取水トンネル工事

この工事は 図-2、図-3 に示す取水トンネル立坑と水槽を結ぶトンネル工事であり、土質は前述 3 工事と同じく一軸圧縮強度 60 kg/cm^2 の泥岩と砂岩の互層岩盤である。

トンネル延長は 127 m と短い、坑口間の高低差が大きく、6.8:1 の斜坑となり、上部坑口における岩盤被りが 3 m と極度に薄いため、作業の安全性と施工の機械化をはかるためフライスローダ (FL-R 23、図-14 参照) を使用して全延長の上部半断面 (15 m^2) を掘削した。

工事は上部坑口より 6.8:1 下り斜坑として施工したが、フライスローダで切削した掘削岩が坑内湧水により切羽で泥化し、ずり処理と排水作業に困難を来すこともあったが、機器の故障および整備時間を含めて平均 3 m/日の進行を得て、昭和 47 年 10 月 7 日、取水トンネル立坑に貫通した。

6. まとめ

施工の概要は以上のとおりであるが、当初最も注意した掘削作業を無事故ですべて終了した今日考えてみる

表-6 ケーソン工事主要機器一覧表

機 械 名	仕 様	数 量
S.E.P (海上作業台)	42.0 t × 24.0 b × 3.7 h (1,850 t)	1 台
2,000 t クレーン船	80.0 t × 45.0 b × 6.67 h	1 隻
1,000 t クレーン船	72.0 t × 27.0 b × 5.80 h	1 隻
骨材運搬船	400 t	2 隻
ガット船	200 m ³	2 隻
引 船	3,600 PS × 3 台 870 PS 1,800 PS × 1 台 300 PS	1 隻
通 船	100 t	1 台
立坑シールド掘削機	KMS-1350	
押上ジャッキ	50 t × 4 本 ストローク 600 mm 常用圧力 315 kg/cm ²	
回転ジャッキ	20 t × 2 本 ストローク 230 mm 回転トルク 15 t-m 回 転 数 0.6 rpm	
ポンプユニット	油圧ポンプ形式 B V716 B V720 吐 出 量 0~20 l/min 0~93 l/min タ ン ク 200 l 電 動 機 30 kW 4P 両軸 1 台	
スチールセグメント (導坑用)	φ 1,350 × b 500	30 リン グ
スチールセグメント (切掘用)	φ 6,700 × b 900	19 リン グ

と、地質の均一性、不透水性および大規模な断層破碎帯が介在しなかったことなど、多分に幸運に恵まれていたと思われるが、それ以上に中部電力工事関係者各位の的確なご指導のもとに施工前の詳細な調査工事、および施工中においても、先進ボーリング、さぐりボーリングなどにより常に切羽前方の調査を行ない、小規模断層でも見逃さず、グラウトにより改良しながら施工した慎重さがこの結果をもたらせたものだと思っている。

稿をおくにあたり、先般惜しくも亡くなられた熊谷組加納副社長に終始貴重なご意見をいただきましたこと、ここに深く感謝いたしますとともに、ご冥福をお祈り申し上げます。

山陽新幹線新関門トンネル工事

島田 隆夫*

1. はじめに

山陽新幹線岡山～博多間の工事は、昭和44年12月、運輸大臣認可を受け、翌年3月、この区間の最大の難関である新関門トンネル工事を皮切りに次々と着工し、昭和49年末開業を目前に現在全線にわたり鋭意施工中である。

最大の難関、新関門トンネルの延長は18.67km、やや遅れて着工した青函トンネル(L=53.85km)、大清水トンネル(L=22.28km)を含めるとシンプロントンネル(L=19.82km)に次ぐ世界第4位の長大トンネルである。

海底区間の延長は880m、全長の5%に満たないが、下関方の海底部には関門海峡の形成にも一役担ったとも

考えられる大断層があり、この間の突破の成否が工事の予定どおりの完成の鍵となっている。一方、陸上部も市街地下の薄い土被り区間の施工、市街地に近接している坑外設備の振動、騒音防止対策など問題が少なくない。

2. トンネルの概要

図-1のように、新トンネルは現関門トンネルより約5kmほど東、早鞆瀬戸下を貫いている。陸上部はできるだけ市街地を避けるべく路線選定したが、下関、北九州両市とも山がちで、山麓、谷あいまで人家が建んでいるためかなりの区間市街地下を通らざるを得ず、坑外設備に至っては運搬道路の関係もあって二、三の工区では家屋にかなり近接して設けざるを得なかった。

線路の縦断は図-2のように海峡のほぼ中央が最深で、海面下約66mである。最深部より起点方は新下関駅の山陽本線との立体交差と海底部で、20m以上の土被りを確保するために運輸大臣特認の18%の急こう配を設定している。終点方は北九州バイパスの新増設計画との競合を避け、関門トンネルを水没させた昭和28年豪雨災害に代表される災害の発生を防止するため現出口まで1本のトンネルとしてしまった。そのこう配は市街地化している藤松、富野でできるだけ多くの土被りをとれるよう設定している。

トンネルの地質は図-2に示すように大部分中生代と古生代の堆積岩で、これらを通って花崗閃緑岩、ひん岩などの火成岩が藤ヶ谷、火ノ山、海峡半ばから企救半島突端部、藤松付近に現われる。古生層、中生層、火成岩はいずれも堅岩に属し、全体の約70%は良好な岩盤からなるが、土被りの薄い下関方坑口付近、藤松付近、富野付近は風化が進んでいるため軟弱化している。また、富野立坑付近には未固結の崩土、河床堆積物が現われる。

断層は掠野インターチェンジ付近、火ノ山山麓から海



図-1 新関門トンネル線路平面図

* 日本国有鉄道下関工事局長

底にかけて富野付近の山地と平地を限る付近で出会うものが大きなものである。

トンネルの施工区分は、昭和 49 年春までに主体工程を完成させることを目的に 表-1 のように 7 工区に区分した。

工事は当初、1 坑口、6 斜坑、1 立坑の計 8 箇所から進める計画で、火ノ山工区、和布刈工区を最初に順次発注したが、地元の工事反対運動、用地取得の遅延による着工の遅れに対処するため発注後、西山、陣ヶ尾の 2 斜坑を追加し、現在、計 10 箇所から進めている。

海底区間は火ノ山工区から全区間施工する。海底部については、本トンネル着手に先行して地質、湧水状態の確認のため火ノ山斜坑底付近と和布刈工区の火ノ山工区との工区境導坑切羽から計 4 本、延べ 1,490 m の水平ボーリングを施工し、さらに岩盤の挙動、状態を直接確認するため調査坑を火ノ山斜坑底から本トンネル最深部まで掘削する計画で現在施工中である。

図-3 は調査の結果をまとめた地質図である。調査坑は本トンネル施工のための作業用通路、排水路としても使用するが、工事完成後は火ノ山斜坑に設ける全トンネルの湧水を坑外に排水する揚水設備への導水路として使用する。また調査坑を北九州方に設けなかったのは、事前調査結果と近接する関門国道トンネルの施工実績から推してこの間が地質良好で不要との判断からである。

作業坑、本トンネルの断面は図-4 のとおりである。斜坑断面はずり搬出用ベルコン、斜坑用軌道、通路、管類を収容できるよう設定している。覆工は開業後排水路となる火ノ山斜坑、電力供給路となる奥田斜坑は全延長コンクリート覆工しているが、その他地質良好区間では吹付コンクリートのみ施工している。

調査坑断面は未知の海底下を施工するので異常時に対

処しやすいように地質良好区間に設ける往違い区間を除き、工事用車両の通行と風管を設備しうる最小断面を設定している。

本トンネル断面は海底部の大量湧水区間、断層破碎帯区間と開削区間を除き新幹線標準断面を適用している。支保工は特殊断面区間を除き国鉄標準で、国鉄支給の 2 ピース鋼アーチ支保工を使用しているが、後に述べる和布刈、金山、奥田工区では地質良好の区間を斜坑において好結果を得た吹付コンクリート、ロックボルトで施工している。

覆工コンクリートは大半無筋で、標準の 50 cm、70 cm 巻厚で施工しているが、土被りの薄い富野出口付近、海底部特殊区間は鉄筋コンクリートとしている。

3. 海底部の施工

現在、調査坑は海底部の最難関である断層帯を突破し、本坑まで 40 m を残すのみである。海底部の断層は陸上部から約 150 m 海底にまで及ぶ割目の多いじょう乱帯に続く破碎帯と約 20 m の幅を有する断層粘土からなっている。

じょう乱帯では割目からの湧水が著しく、セメントおよび薬液注入によりこの間を突破した。注入のためのボーリング延長は延べ 2,454 m、セメント 1,136 袋、L.W 注入用の水ガラス 18,000 l を使用した。注入に用いるセメントは流動性に優れ、初期強度がでる微粉末セメントを使用している。注入圧は最大 35 kg/cm²、濃度は w/c 600% から 200% 程度までを常用圧にしている。L.W 等薬液は注入対象が岩盤の割目なのでセメントを圧入できない微少な空けきを埋めるためとパルクヘッドを設けずに注入を行なうのを定位としているので、逆噴

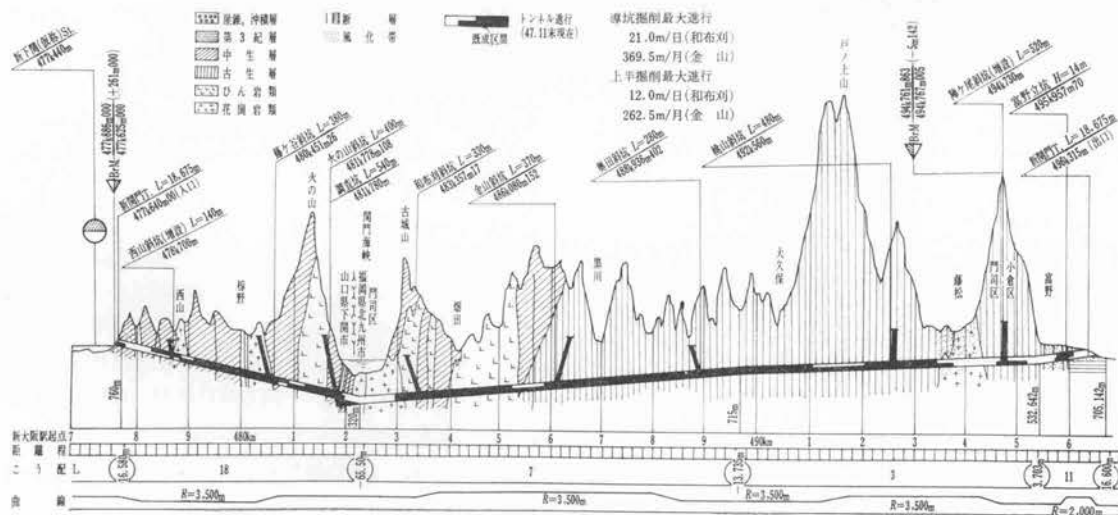


図-2 線路縦断面図

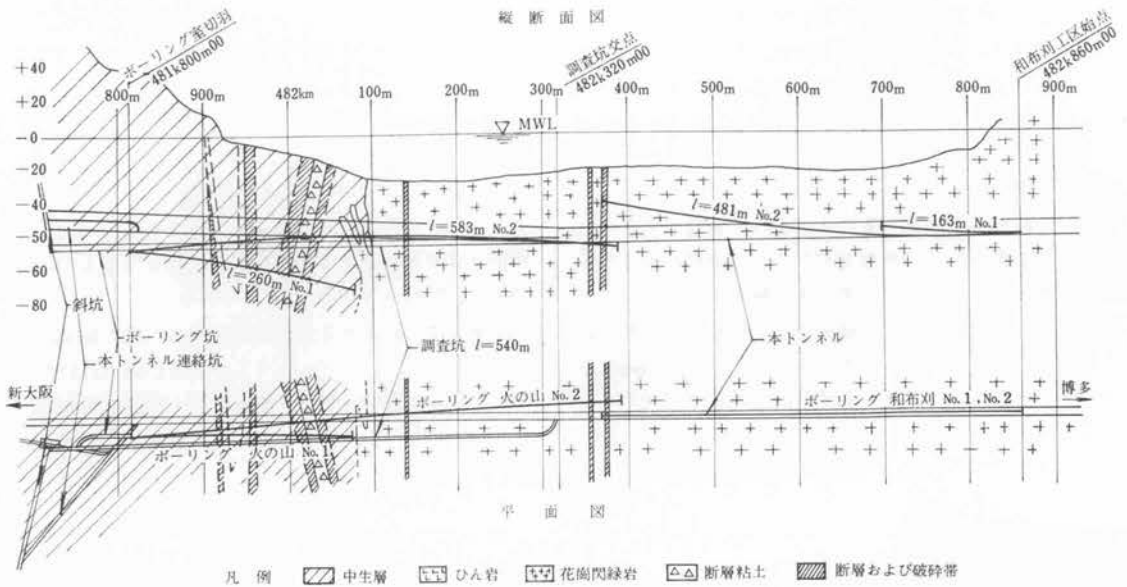


図-3 海峡部地質図

表-1 新関門トンネル工区一覧表

(47.11 末現在)

工区名	藤ヶ谷			火ノ山	和布刈	金山	奥田	桃山	富野		
工区延長(m)	3,160			2,060	3,040	2,840	3,020	2,740	1,815		
請負業者	藤ヶ谷組			関組	鹿島建設	鉄建建設	大林組	西松建設	佐藤工業		
作業坑(m)	西山斜坑 140(追加)	藤ヶ谷斜坑 380	火ノ山斜坑 400 パイロット トンネル 540	和布刈斜坑 330	金山斜坑 370	奥田斜坑 280	桃山斜坑 450	陸ヶ尾斜坑 520(追加)	富野立坑 深さ14m		
施工法	パイロット工法	上部半断面工法	パイロット工法	底設導坑 先達上平工法 特殊工法	同左	同左	同左	同左	同左	同左 ベンチカット工法 一部トップ工法	開削工法
施工計画延長(m)	200	860 40	1,710 350	980 1,060	500 2,540	230 2,610	200 2,820	870 1,870	230 670	540 260	115
支保工	鋼アーチ支保工	同左	同左	同左	同左 吹付コンクリート ロックボルト	同左 吹付コンクリート	同左	同左	鋼アーチ支保工	同左	なし
覆工	無筋	同左	同左	同左 1部R・C	同左	同左	同左	同左	同左	同左 1部R・C	R・C
坑口排水量(l/min)		0.3	3.7	7.3	1.9	0.3	0.2	1.1	0.1	0.6	
坑外設備面積(m ²)	2,850	3,820	10,420	7,400	13,450	8,760	10,310	10,990	11,870	6,860	
主	コンプレッサ(PS)	300	200	1,300	1,250	1,040	1,200	890	890	440	220
	発電機(kVA)		100	300	貸与 1,125	貸与 200	175	250	175	150	100
	巻上機(PS)			300, 800	貸与 200	300	300	300	200	200, 400	クレーン
	コンベヤ幅(mm)			900	900	900	900	900	900		
揚水設備(PS)	水中ポンプ	40	730	貸与 1,995	450	300	200	225	200	45	
	ゲームジャンボ			導4ブーム 上平9ブーム	導4ブーム 上平9ブーム	導4ブーム 上平9ブーム	導4ブーム 上平9ブーム	導4ブーム			
築きく岩機	ビックハンマ	TY85LD	TY90LD	LBS5	F11	F11	ASD322	TY85LD ビックハンマ	TY85LD	ビックハンマ	
	ザリ積み機	RS85	CAT955	RS95 CAT955	RS95, RS85 ME642 D20S	RS95 ME642	太谷950 CL7	RS95 CAT955	RS95A	RS85 D305-12	
設	同車	D.L12t	B.L12t, 10t D.L12t, 8t	B.L12t, 8t	B.L15t, 8t D.L12t, 8t	B.L12t, 8t	B.L8t, 12t	B.L8t D.L10t	D.L8t	D.L8t	
	トラック	4.5m ³ 914	11tダンプ タイガ	6m ³ 914	5.5m ³ 同左	6m ³ 同左	6m ³ 同左	4.5m ³ 同左	6m ³ 同左	5m ³ 762	5m ³ 762
機	コンクリート 運搬機、打込機	坑外 よりポンプ車	ポンプ車 トラックミニサ	自走式 プレスクリート 3m ³	自走式 プレスクリート 7.5m ³ , 3m ³	自走式 プレスクリート 6m ³	自走式 プレスクリート 6m ³	自走式 プレスクリート 4.5m ³	自走式 プレスクリート 3m ³ , 6m ³	未定	自走式 プレスクリート 3m ³
	型わく(アーチ)	12m	12m, 9m	15m, 10.5m	12m	12m	12m	12m	15m, 12m	12m	6m, 9m
型わく(圍壁)	バラ	バラ	15m	9m, バラ	9m, 3m, バラ	4.5m, バラ	9m, 3m, バラ	12m, バラ	9m, バラ	バラ	

防止のため口元を固めるのに用いている。

注入工法は、本トンネルでも止水のための唯一の方策なので、能率的な施工法等について検討中であるが、現在、注入による掘削休止期間を短縮するため図-5のような導坑切羽注入と平行して切拡げ部分の注入を行なう方式を試験中である。

問題の断層粘土は表-2に示すように強度が小さく、シルト分が多いので、凝集力が小さく、山がゆるんで水みちができると湧水に伴い流出する懸念があったので、図-6のような工法により施工した。防護用の鋼管の挿入は粘土帯の手前に作業基地を設け、孔の周囲の崩壊を防ぐためボーリング機械でまず小口径のさく孔を行ない、これを先端にビットをつけた鋼管で拡孔する方式に

表-2 断層粘土の性質

採取位置	2号ボーリング 198.5~206.0(5箇所)	流動指数	3.1~10.0
土質	れき混じり粘土質ローム	含水比	6.0~11.9
液性限界	22.6~40.2	単位体積重量(湿潤)	2.12~2.24
塑性限界	9.0~12.2	間げき比	0.34~0.52
塑性指数	12.2~29.1	一軸圧縮強度	2.91~6.05

よった。そして鋼管にはセメント注入を行なって地山と鋼管の空けきを完全に充填した。孔曲りは最大 16 cm、60% は 7.5 cm 以内に収まっている。

防護工には約3カ月を要したが、その間の掘削は順調で変状もなく、パイプ工の効果が認められたので本トンネルの断層区間でも使用すべく検討中である。

この断層より先は想定どおり割目が少なく、湧水も僅

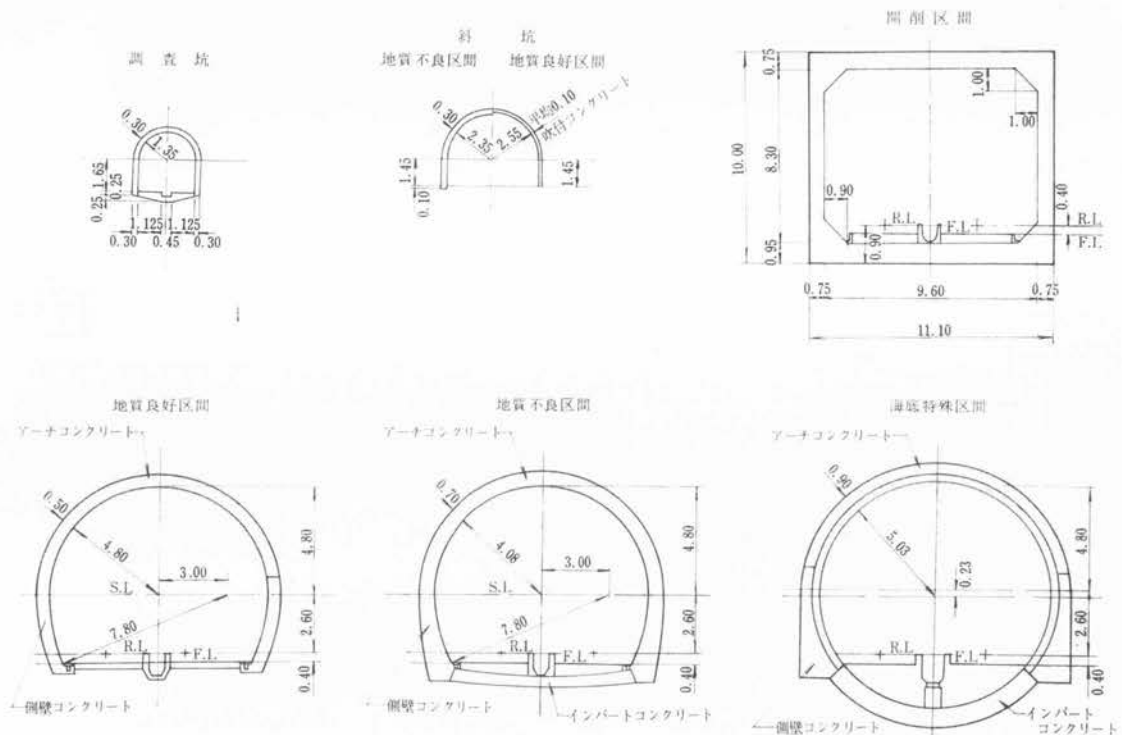


図-4 トンネル断面図

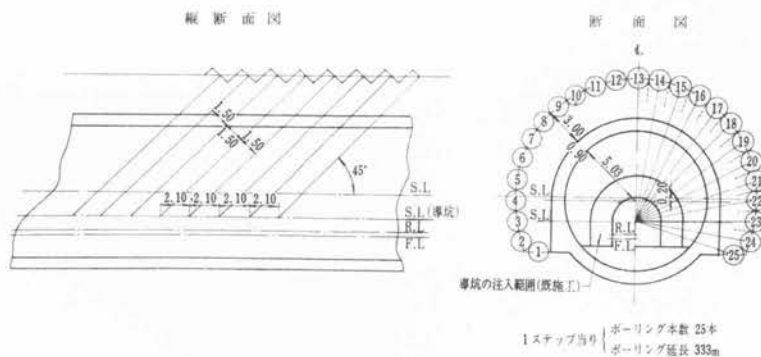


図-5 本坑注入パターン計画図

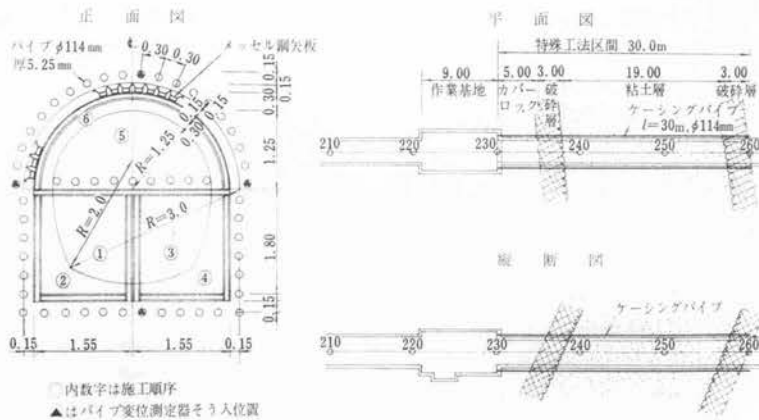


図-6 調査坑特殊工法施工図

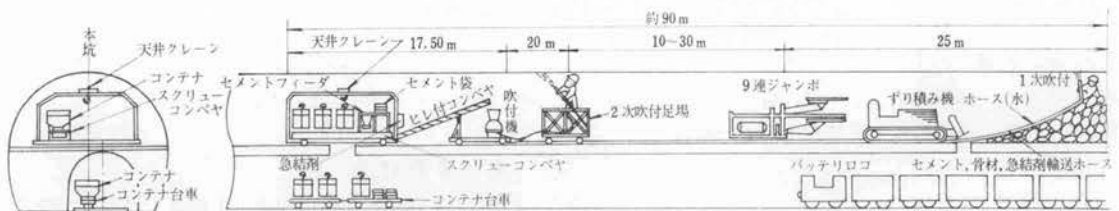


図-7 上半吹付コンクリート作業図

少ないので通常の工法で施工している。ただし、海底区間については地質のいかんにかかわらず、不測の事態にかかわらず先進ボーリングを行なうことにしている。

海底区間でのもう一つの大きな問題は海水の湧出である。塩水は工事用機器、特に電装品の故障を多発させ、開業後は電気運転に支障の恐れがあるので、特に防水工についてはウレタン・アスファルトなどの有機材による打継目の目地充填、ビニールシートによる覆工背面の防水工、二重覆工などを考えている。

4. 地質良好区間の吹付コンクリート およびロックボルト工

吹付コンクリート工法とロックボルト工法は在来の鋼アーチ支保工に代わる経済的かつ合理的な支保工（吹付コンクリートは1次覆工でもある）として評価されていたが、不慣れ、効果に対する疑念等により積極的に取入れられるには至らなかった。

吹付コンクリートは青函トンネルでも本格的に使用されているが、新開門トンネルでも斜坑での好結果から、本トンネルでも地質良好で相当区間連続施工できる見通しがあった和布刈、金山、奥田の3工区で本格的に施工している。

一方、ロックボルト工法は吹付コンクリートのような特別な設備を必要としないので和布刈工区の始点方突込

区間で施工している。

(1) 吹付コンクリート

吹付コンクリート工法は素掘面に凹凸をなくすようにコンクリートを吹付け、応力集中を防止し、地山とコンクリートを一体としたアーチを構成し、内空へのゆるみの拡大防止、安定な断面保持をはかる工法である。

ここでは1次覆工として施工するので、吹付の平均厚10cm、最小厚3cmと示方している。表-3は示方配合である。吹付機はトルクレット BSM など乾式吹付機を用いているが、施工は鋼アーチ支保工建込みと同程度の作業時間に収めるべく2回に分けて施工し、図-7のように第1次はざり足場の上で爆破後直ちに、第2次は削削に支障しない位置で第1次吹付に重ねて所定の吹付厚に仕上げている。表-4はその施工実績である。

(2) ロックボルト

和布刈工区の起点方突込区間はセルフイクスレジン接着剤として用いた部分接着タイプのロックボルトで施工している。図-8は施工パターンである。

表-3 吹付コンクリート標準配合 (1m³ 当り)

粗骨材最大寸法(mm)	単位セメント量(kg)	水セメント比(%)	細骨材率(%)	急結剤量(kg)	記事
20	300	50	65	12	セメントの種類 普通ポルトランド 急結剤 QP 500 と同等品

施工には、ロックボルトを使用していないので施工率が若干落ちるが、施工実績は表-5のとおりである。また、接着タイプの引抜抵抗力は試験の結果、THタイプと同等あるいはそれ以上であることが認められた。

5. 地質不良区間の施工

海底部を除く地質不良区間は一ノ宮坑口付近の山崩れの既応地の地貌を示す不安定区間、藤松付近の市街地下の土被りの薄いマサ区間、富野立坑から起終点方への人家密集地下の土被りの薄い風化軟弱地盤区間がある。これらの区間については工法を指定し、かつ先進ボーリング、地盤注入を行なって変状防止に努めている。

(1) 一ノ宮坑口付近

地質は中生代の堆積岩で、目立ったすべり面は認められないが、軟弱でわずかの地下水でも泥土化する不安定地形でもあり、側壁導坑先進工法、導坑仮巻を示方し、切上げは坑奥より進めるように指示している。

(2) 藤松地区

約 1 km 間、土被りは 35~50 m 程度で、大部分は花崗岩であるが、マサ化が著しく、特に古生層との接触部付近は古生層の割目を通して供給される地下水によりマサが流動化し、数度にわたって土砂流出を生じた。そのため、掘削に先行して 50~100 m のボーリングを施工し、水抜き、地下水位低下を行なって地山の安定をはかっている。

工法は当初底設導坑先進上半工法で施工してきたが、調査の結果、特に土被りの薄い 370 m 間は凝集力の小

表-4 吹付コンクリート施工実績

工 区	和布刈	金 山	奥 田
施工計画延長 (m)	2,030	2,065	2,133
実施延長 (m)	1,072	1,971	1,634
付着量 (m ³)	1,972	3,100	2,980
はねかえり率 (%)	32	31	36
実吹付厚 (cm)	10.6	10.6	10.6
上半日平均進行 (m/日)	6.9	7.8	5.7

表-5 ロックボルト施工実績

工 区	和布刈	工 区	和布刈
施工計画延長 (m)	465	施工本数 (本)	3,000
実施延長 (m)	425	上半日平均進行 (m/日)	4.5

(注) 終点方にも吹付コンクリートが湧水のため施工できない区間 156 m 間に 1,170 本施工している。

さなマサで、地耐力も十分でないので、側壁導坑先進工法を示方し、山側導坑のみ水抜きのため早期に進め、他は両側導坑の干渉によるゆるみの増大を考慮して切羽と覆工コンクリートとの離れ、導坑と上半との離れを最小限に留めるよう指示している。

(3) 富野付近

約 900 m 間は人家密集地で、土被りもはなはだ薄く、最大でも 20 m あまりで、このうち坑口方 115 m 間は開削工法で施工する。坑外設備用地は市街地であるため坑口付近に適地が得られないので、坑口より 350 m の位置に立坑を設け、これより起終点方に掘削を進めている。しかし、この空地も住宅に囲まれており、工事、車両走行に対する反対運動が起こり、長期にわたって着工できず、着工後も夜間作業の反対があって工程の大幅の遅延を生じた。

立坑からの掘削は起終点方とも地盤が軟弱なので火薬

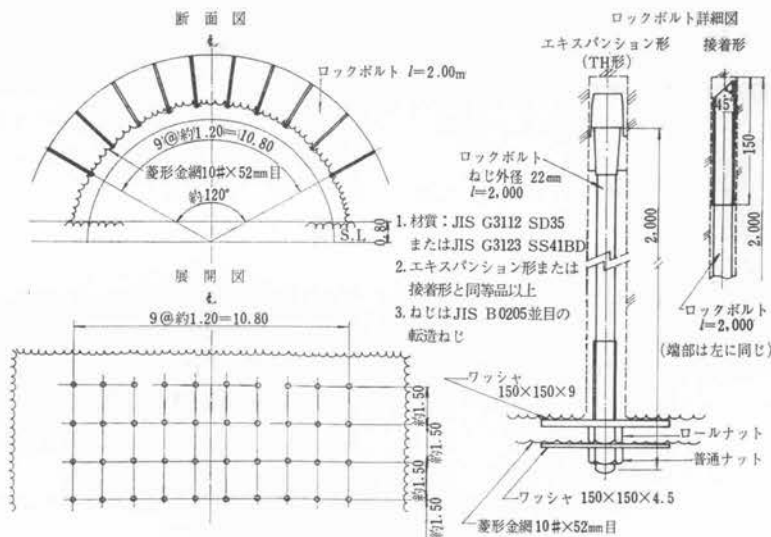


図-8 ロックボルト工設計図

は不要で、発破振動の問題はないが、沈下変状に対してはシールド工法を考えたが、立坑から起点方約 100 m の間は巨大なれきを含む砂れき層が続くので先掘りなしには不可能と判断し、突込みでもあり、水抜きを最大の目的に単線導坑を先進し、ついで上半を切上げ、早期に覆工（1次覆工、キーストプレート）を鋼アーチ支保工にかけ、20 cm 打設する）を行なっている。足付は通常の工法であるが、大背をかえさずに抜掘りし、沈下防止に努めている。

一方、終点方は施工延長も短く、れき径も小さいので図-9のように上半を先進し、下半はベンチカットでインバートコンクリートまで一緒に打設する工法を示方している。上半はメッセル矢板を使用し、起点方と同様に1次覆工を行なっている。

富野付近はトンネル上部に家屋が建ち並び、各所で管路、道路と交差するのでコンクリート構造物に対しては柱列ぐいによる縁切工、管路についてはできるだけ切回し、主要道路については交差部に沈下時の予防のため道路上に仮橋を仮設している。

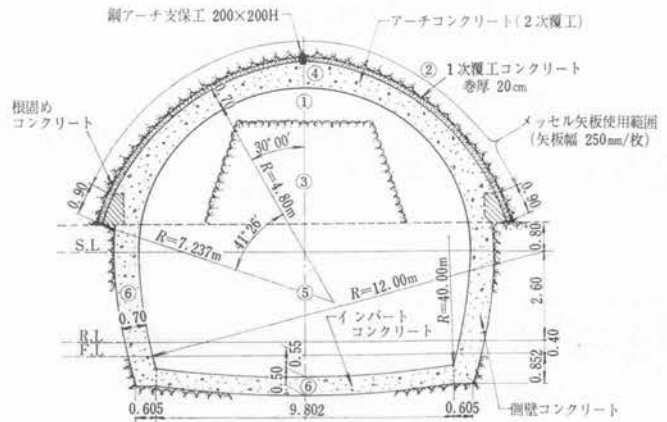


図-9 富野工区特殊工法区間施工順序図

6. ま と め

現在、トンネルの進捗状況は図-2に示したとおりこれからが追込みであり、海底部もこれからが山場である。したがって、今回の報告は中間報告であり、市街地対策、海底部の特殊工法とも合わせその後の実績については稿を改めて報告したい。

図 書 案 内

岩石トンネル掘進機文献抄録集

B5判 130頁 頒価 1,500円(会員 1,200円) 送料 150円

本書は岩石トンネル掘進機に関する外国文献および国内文献の中から125編を抄訳して集録したもので、掘進機の機構の紹介と工事実績の報告が多く、掘進機に関する内外の趨勢を知るためにも、またトンネル掘進機に関する入門の手引としても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3丁目5番8号 機械振興会館
電話東京(433)1501 振替口座 東京71122番

大島大橋基礎作業足場設置工事

近 藤 健 雄*

1. はじめに

現在、大島大橋の現場では多柱基礎の施工性を検証する目的で大規模な海上実験工事を施工中である。大島大橋は瀬戸内海でも急潮流で名高い大島瀬戸に架橋されるものであるが、10 kt に及ぶ潮流、ピヤサイトにおいて最大 24 m の水深、海底の地質等の条件より6基の橋脚のうち、海峡中央部の3基の橋脚は直径 3.5 m の多柱基礎で計画されている。計画の詳細については本誌昭和46年9月号に報告されているのでそれを参照されたい。

なお、実験工事の工事内容は次のようなものである。

- ① 作業足場の製作および航設置
- ② 大口径掘削(ϕ 3.6 m)の施工：国内に現存する4機種のリョウタリ式掘削機を用い、4本の海底岩盤掘削を行なう。
- ③ 多柱ぐいの作製：掘削孔を利用して ϕ 3.5 m の実験用基礎柱を3本作製する(1本の孔は掘削したまま存置しておき、下部工本体に使用する)。

実験工事のうちで最も難工事を予想された作業足場の設置工事が昭和47年8月～9月にかけて行なわれ、無事完了したので、以下に報告するものである。

2. 作業足場の概要

今回足場を設置した場所は多柱基礎橋脚のうち最も水深の浅いP₃橋脚地点で、自然条件および作業足場の主要諸元は次のとおりである。

(1) 自然条件

平均水深：10 m

潮流：最大潮流 5.2 m/sec

海底状況：花崗閃緑岩で構成され、起伏が激しい。

(2) 主要諸元

形 式	：昇降装置付立体トラス構造
規 模	：平面骨組外わく寸法 26.0 m×36.25 m 立 面 骨 組 外 わ く 寸 法 8.0 m
作業デッキ	：上段 全面パネル方式および外周 2.5 m の張出デッキ 中段 9格間分の作業デッキパネル方式
昇降装置	：三井テーパーリングジャッキ4基使用
定格荷重	600 t/基
保持力	1,000 t/基
昇降速度	10 m/hr (スパッド自由落下可)
操作方式	中央集中操作、機側単独操作とも可
スパッド	ϕ 1,800 mm, $t=38\sim 43$ mm
鋼 重	：足場鋼わく 459 t デ ッ キ 367 t スパッド 155 t 根 固 め 鋼 管 101 t
計	1,082 t (図-1 参照)

作業足場の保持している機能は次のとおりである。

- ① 3本の実験ぐいおよびP₃橋脚本体となる9本の多柱ぐい、トップスラブの施工が可能である。
- ② 上段、中段には取りはずし可能なデッキパネルを設置してあり、作業用スペースとして利用が可能である。
- ③ 作業台の設置作業を安全、確実、迅速に施工するため作業台の四隅に昇降装置を設置してある。
- ④ 作業台の四隅のほか長辺方向の中間支柱2箇所、計6本の根固め工を施し、足場の安定を確保してある。
- ⑤ 作業船、通船の接舷のため防舷材、階段、手摺り等を設けて作業の安全性を確保してある。
- ⑥ 橋脚が完成後はそのまま存置しておき、橋脚の防舷材となる。

* 日本道路公団高速道路広島建設局大島大橋工事事務所構造工事区工事長

3. 作業足場設置計画

(1) 作業足場の構造

潮流が非常に早く、かつスラック時間が 30 分程度と短いこと、海底地形が起伏に富んでいること、また足場据付位置の約 200 m 東側には高压送電線があり、大形クレーン船の使用が困難であること等により足場にスパッド自由落下装置を保持した昇降装置を取付け、足場の据付時間の短縮をはかり、海底地形の変化にも適応できる構造とした。また部材断面は潮流抵抗を軽減するため水中部はパイプ構造にしてある。

(2) 設置順序

次に作業足場の設置順序と作業内容を簡単に説明する(図-2 参照)。

(a) えい航

三菱重工業広島造船所において製作、艀装が完了した足場を現場近くの三浦湾までえい航する。

(b) 現地進入・係留作業

三浦湾より現地に進入し、所定の位置に設置されたアンカーに台船を係留する。潮流方向に対して上下 2 個ずつの計 4 個のメインアンカー、潮流直角方向に対しては左右 2 個ずつのサブアンカーを取り、8 点係留として位置定めを迅速、正確に行なえるようにする(図-3 参照)。

(c) 位置定め

スラック時にワイヤ操作により位置定めを行なう。誘導方法はトランシットで橋軸方向を視準し、ジオジメータで距離を計測し、誘導を行なう。さらに据付位置の測量を行ない、位置の確認を行なう(図-4 参照)。

(d) スパッド降下

位置定め作業と併行してスパッドを海底面上 5 m まで徐々に降下させておき、位置定め終了後ただちにスパッドを自由落下させる。

スパッドの自由落下は対角線方向の 2 本ずつを 2 度に分けて行なう。

(e) ダイバーによる潜水調査

スパッドの着底状況を確認するためダイバーを入れ、

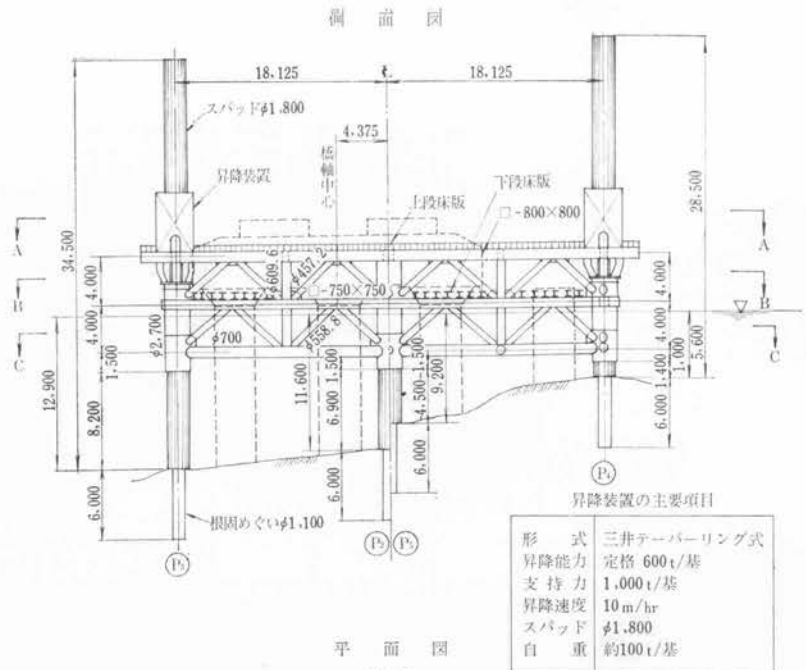


図-1 作業足場構造図

潜水調査を行なう。

(f) ジャッキアップ

スパッドの着底状況が良好と確認されると、ただちに作業台をジャッキアップする。なお、ラッシング解除作業も併せて行なう。

(g) プレロード

スパッドの不等沈下を防止するため設計反力以上のプレロードを行なう。

(h) 台船引出し

作業足場の下より台船を引出す。

(i) ジャッキダウン

作業足場を所定の位置までジャッキダウンする。

(j) レベル調整

作業足場が所定の位置まで降下したならば、昇降装置を用いて足場のレベル調整を行なう。

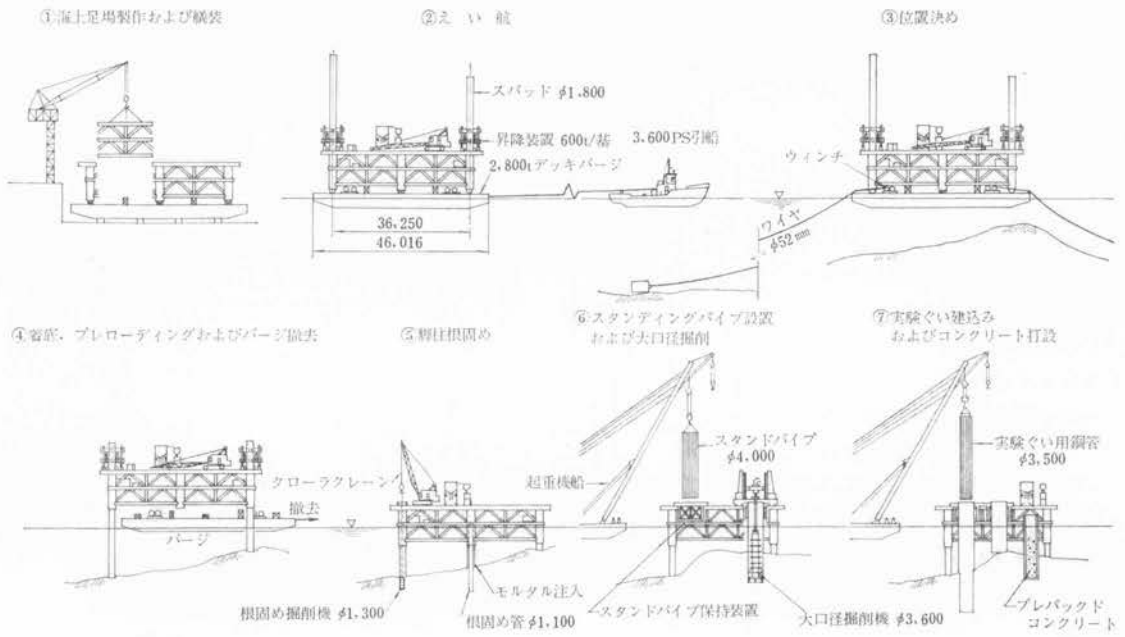


図-2 施工流れ図

(k) 根固め工

スパッドと足場を固定金物で固定した後、昇降装置を撤去し、6本の根固め工を施し、足場を海底岩盤に固定する。

(3) 作業日程

足場の据付作業は潮流が比較的ゆるくなる小潮時期に行なう。えい航から据付完了までの計画作業日程は次のとおりであった。

8月2日：えい航および三浦湾において据付作業の予行テストを行なう。

8月3日：据付位置へ進入、係船作業（2スラック使用）

8月4日：位置定め、スパッド降下、プレロード（以上1スラック）、パーシ撤去（1スラック）

8月5日：ジャッキダウン、レベル調整（1スラック）
 昭和47年8月2日から5日までの潮汐は日本道路公団が46年度に調査した潮汐表によれば表-1のとおりである。

なお、8月2日から5日までの気象海象条件が悪いときは次の小潮時期である8月17日から21日までの期間に変更する予定であった。

(4) タイムスケジュール

約30分間のスラックを利用して据付作業を行なうため各作業段階を分単位に細別し、詳細に検討を加え、ネ

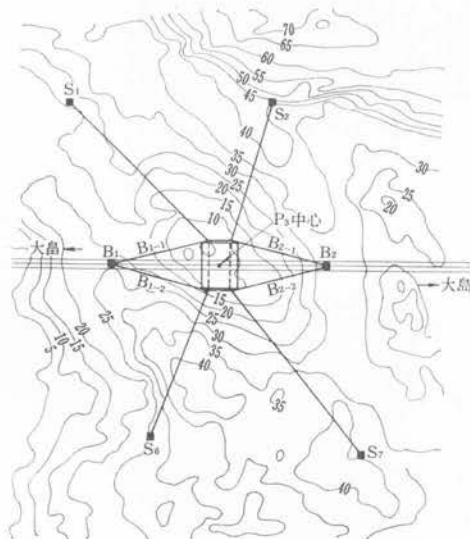


図-3 アンカー位置図

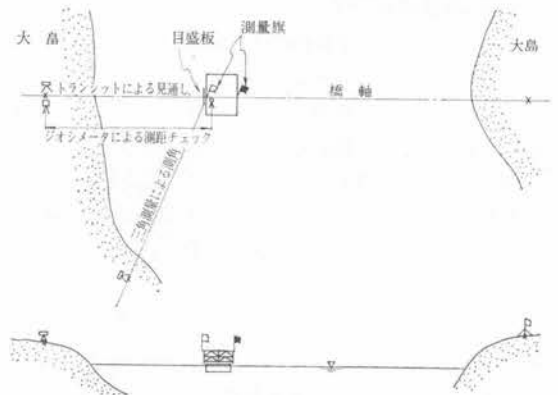
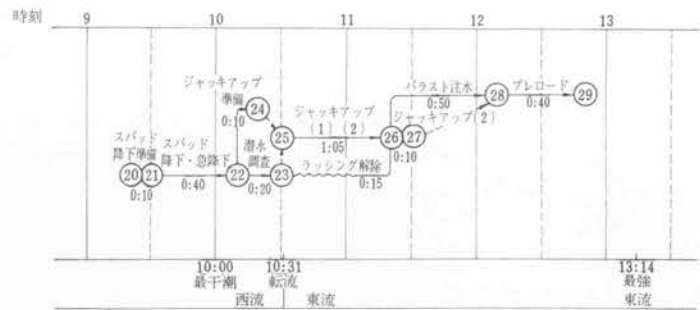


図-4 測量誘導法

ットワークを作成した。当初計画のタイムスケジュールの一例として8月4日の第1転流時のものを図-5に示す。

計画の段階で予測しておかなければならない作業としてスパッド着底状況の改良作業があった。すなわち、スパッド着底後の潜水調査の結果、スパッドが転石の上に乗っていたり、傾斜地にスパッドが着底し、スパッド先端の大部分が着岩していない場合の処理である。そのような場合はスパッドを再上昇させ、急降下をくり返し、着底状況を改良するよう計画した。



備考：22→23の潜水調査の結果が悪い時は25以降の作業は変更となる。

図-5 8月4日第1転流時タイムスケジュール

表-1 えい航据付時の潮汐

月 日	潮 位		潮 流	
	時 刻	潮 高	転流時	最 強
8月2日	0048	TP 146 cm	0050	0414 -3.8 m/sec
	0725	- 71	0759	1104 2.4
	1356	117	1350	1645 -2.7
	1939	- 4	2032	2314 1.5
3 日	0132	127	0125	0453 -3.3
	0832	- 67	0908	1208 2.2
	1528	104	1451	1743 -1.9
	2105	24	2212	
4 日	0232	106	0206	0019 1.0
	1000	- 69	1031	0544 -2.7
	1720	109	1611	1314 2.1
	2303	33	2354	2049 -1.6
5 日	0400	92	0258	0127 0.7
	1128	- 82	1149	0829 -2.3
	1828	127	1808	1422 2.1
				2212 -2.2

潮高は徳山港基準 TP 表示

4. 設置工事

(1) 準備工事

(a) 艀 装

ドライドックにおいて台船上に足場の組立を行ない、進水させたのち艀装岸壁に運び、作業用機材の搭載、艀装を行なった。作業足場上に搭載した機材を表-2に示す。

昇降装置は三井テーパリングジャッキを使用した。三井造船玉野工場より直径 1.8 m、長さ 10 m のモデルスパッドにジャッキを組込んだ状態で三菱重工業広島造船所の艀装岸壁まで運搬し、取付を行なった。足場にジャッキを取付けた後、モデルスパッドを取り去り、正規のスパッドを挿入した。台船 (2,800 t 積) 上には係留・位置定め用機材の艀装を行なった (図-6 参照)。

15 t 巻胴ウィンチ4台は潮流方向、8 t 巻複胴ウィンチ2台は潮流直角方向の係留、位置定めに使用した。

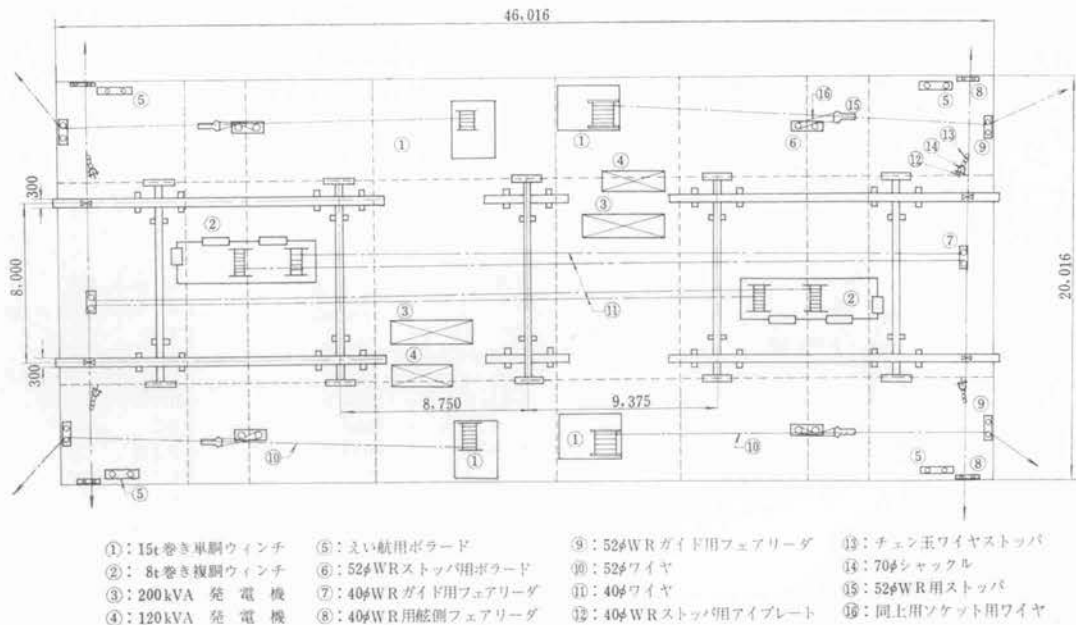
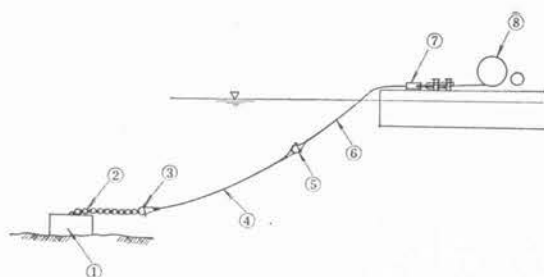
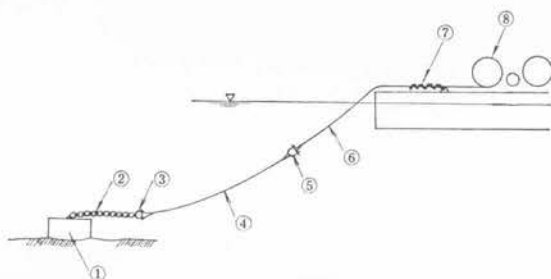


図-6 大島大橋 P₁橋脚海上実験工事えい航バージ艀装図



- ①沈 鐘：コンクリート 6.2m×6.2m×2.6m 水中130t
 ②チェーン：φ78×25m 2種 耐力230t
 ③シャックル：φ85 SBシャックル
 ④ワイヤ：φ60 JIS 6号 6×37 メッキ種
 ⑤シャックル：φ85 SBシャックル
 ⑥ワイヤ：φ60 JIS 6号 6×37 メッキ種
 ⑦ワイヤストップ：φ52 ワイヤ用
 ⑧ウィンチ：15t単胴 10m/min

図-7 メインアンカーシステム (潮流方向，橋軸直角方向)



- ①沈 鐘：コンクリート 6.2m×6.2m×2.6m 水中130t
 ②チェーン：φ78×25m 2種 耐力230t
 ③シャックル：φ85 SBシャックル
 ④ワイヤ：φ60またはφ42
 ⑤シャックル：
 ⑥ワイヤ：φ40
 ⑦玉チェーン：ストップの役割をする。
 ⑧ウィンチ：8t複胴 12m/min

図-8 サブアンカーシステム (潮流直角，橋軸方向)

6月20日に進水し，7月31日に艀装が完了したが，この間に台風6号，7号，9号が接近し，台船を運河に避難させたため，あわただしい工程となった。

(b) アンカーの設置

アンカーは昭和46年の調査工事のときに設置した10個のアンカーのうち6個を使用した(図-3参照)。潮流方向のメインアンカー(S₁, S₂, S₆, S₇)は調査工事のときに設置した位置のままで使用し，サブアンカー(B₁, B₂)は移設して使用した。アンカーシステムを図-7，図-8に示す。

(2) えい航

えい航に先立ち，気象台に長期の天候状況を照会した結果，えい航，設置に支障ないことが判明し，予定どおり8月2日～5日にかけて設置作業を行なうことに決定した。えい航に使用した船舶は次のとおりである(図-9参照)。

引 船：3,600 HP 1隻
 台 船：46m×20m×3.6m 自重450t
 全没時有効浮力 2,800t

えい航時の上載荷重は次のとおりであった。

作業足場本体 1,091t (スパッド余長を含む)
 昇降装置 419t
 工事用機械等上載物 324t
 台船上艀装品 88t
 計 1,922t

保留時の状況を把握するため模型を作り，水槽実験を行なった結果，保留を終え，強潮流をやりすごすため潮待ちをするとき，保留索に働く力によりバージの船首が水をかぶるおそれがあったので，作業足場に3m×3m

表-2 工事用機械等上載物一覧

機 械 名	規 格 寸 法	台 数	用 途
作業足場昇降装置	ジャッキ力 600t スピード 10m/hr	4	昇 降 用
クローラクレーン	75t ぶり P & H 955 ALC	1	根固め掘削
"	25t ぶり P & H 320 H	1	荷役，ずり処理等
"	205	1	骨材，セメント処理
発 電 機	270kVA 400V	3	昇降用，大口徑掘削
"	150kVA	2	コンプレッサ，ポンプ等
根固め掘削機	ビルト L-2S	1	根固め掘削
コンプレッサ	7kg/cm ² RA 150	2	根固め掘削，大口徑
レシーバタンク	17m ³ /min	1	
モルタルプラント	10m ³ /hr	1	くい
水中ポンプ	φ6"	6	パラスタタンク注水
パラスタタンク	90m ³ 入	6	はか
ずりタンク	25m ³	2	パラスタタンク
燃料タンク	10kℓ入	1	
潜水タンク	25m ³	1	軽 油
セメントタンク		1	モルタル用
ハ ウ ス	2k×3k	1	操作室，休憩用
油圧ユニット		4	昇降装置用
中央制御盤		1	"
油圧ユニットケーブル		1	根固め掘削機用
その他		1	雑器具

全重量約750t

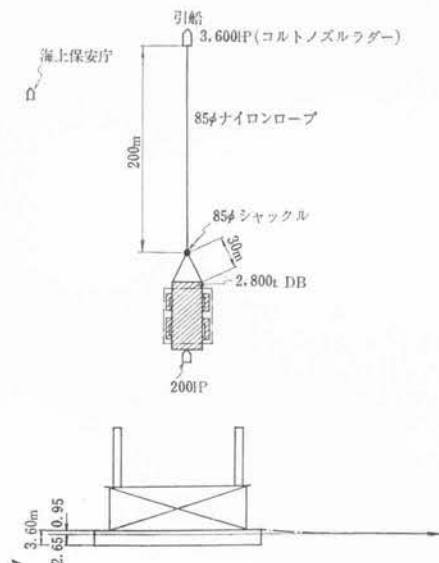


図-9 えい航要領図

×13.6 m の補助タンクを4個取付け、作業の安全をはかった(写真-1 参照)。

えい航距離: 28 海里

所要時間: 6.5 時間

えい航速度: 4.3 kt

天 候: 曇りのち晴, 波浪平穏

風速 2 m/sec (平均) 7 m/sec (瞬間最大)

(3) 設置作業

8月3日~5日に行なわれたおもな作業実績は次のとおりである。

(a) 8月3日(朝霞あり, 視界 100 m, 風速 3 m/sec, 波浪平穏)

6°27' 三蒲湾発

連れ潮で目的地に接近 えい航速度 2.2 kt

7°10' 目的地到着

このときの船団構成は、引船2隻(3,600 IP, 2,200 IP), 転錨船4隻, 舢舨4隻, 警戒船2隻, 通船3隻で船舶の配置は 図-10 に示す。

8°28' S₁, S₂, S₇, S₈ アンカーワイヤ取り完了

9°35' B₁₋₁, B₁₋₂, B₂₋₁ アンカーワイヤ取り完了

10°00' 潮流 2.2 kt

ウィンチからワイヤストップに取替え

午前中作業終了 潮待ち

午前中の係留位置は定点から大島側へ約 30 m ずれた位置であった。

14°20' 作業開始

第1回位置定め作業に入る。

15°10' B₂₋₂ アンカーワイヤ取り完了

定点にあと 2 m に接近

15°30' 定点にあと 0.3 m に接近

16°00' アンカーワイヤをストップに固定して本日の作業終了

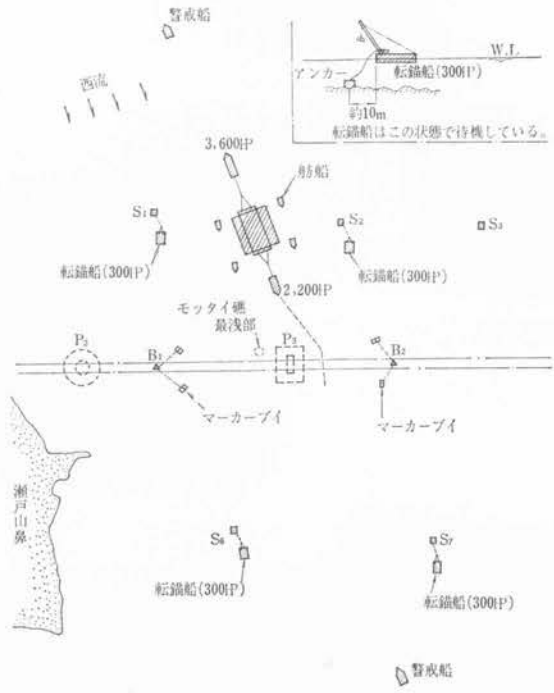


図-10 作業船配置図

(b) 8月4日(快晴, 風速 1 m/sec, 波浪平穏)

8°40' 第2回位置定め(位置微調整)開始 潮流 2.6 kt

9°00' スパッド降下開始

9°30' スパッド海底より各々5 mの所で降下ストップ

9°40' 定点にあと 10 cm 程度に接近 潮流 0.8 kt

9°50' スパッド急降下 (P₃, P₄) 成功 潮流 0.5 kt

9°55' スパッド急降下 (P₁, P₂) 成功 潮流 0.4 kt

10°00' ダイバーによる海底調査結果良好
各スパッドは 30~50 cm 程度岩に貫入した。

10°02' 転流

10°15' ジャッキアップ開始

11°15' 台船と作業足場は完全に離脱する。

11°20' 台船引出し開始

11°33' 台船引出し完了

12°00'~13°00' プレロード

(c) 8月5日(快晴, 風速 2 m/sec)

9°30' 補助タンク取りはずし準備

10°46' 補助タンク4個取りはずし完了

10°50' ジャッキダウン開始

11°45' ほぼ所定量ダウン完了

降下量 TP+12.58~TP+7.162

降下量 5.418 m

5.418 m/55 min ÷ 0.1 m/min

16°30' レベル微調整完了

一連の据付作業完了

足場の高さは設計より +30mm になるように調整した。

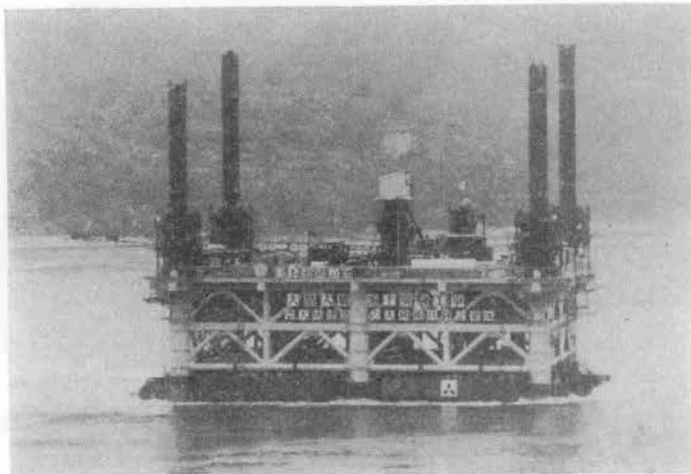


写真-1 足場を係留して潮待ちの状態(補助タンク2個が足場の下に見える)

足場の据付精度については、35 cm 以内の誤差におさまり、予期以上の成果をあげることができた(図-11 参照)。

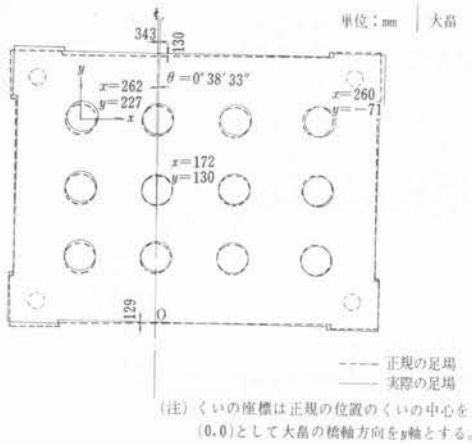


図-11 足場据付精度

(4) 作業実績

8月2日から5日までの作業足場えい航設置に関する作業実績を 図-12 に示す。当初の計画工程と比較して大きく変わった点は次のとおりである。

当初はえい航1日、設置で3日間、5スラックを使用して足場据付を完了するよう計画していたが、実際はえい航1日、設置3日間、4スラックの使用で据付が完了した。

工程が短縮された原因は、当初8月4日の第2スラック時に台船引出しを行なう予定であったが、第1スラック時にスパッド急降下を行なったところ、スパッドが平均 50 cm 程度海底岩に貫入し、着底状況が良好であっ

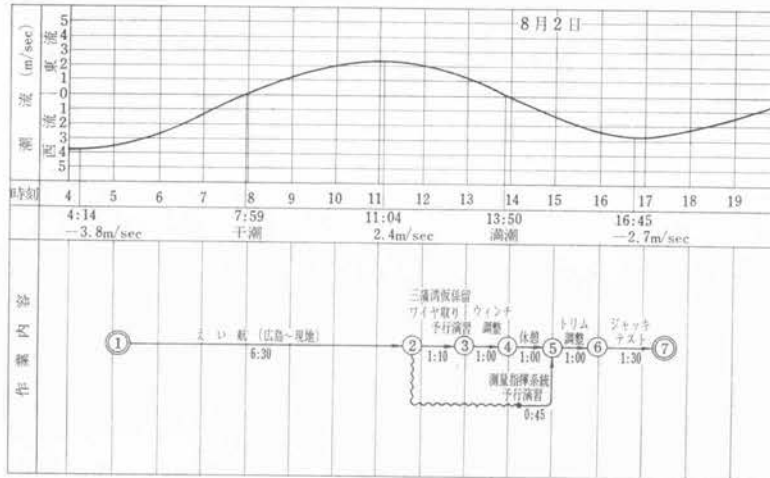


図-12 (A) 据付作業実績(8月2日)

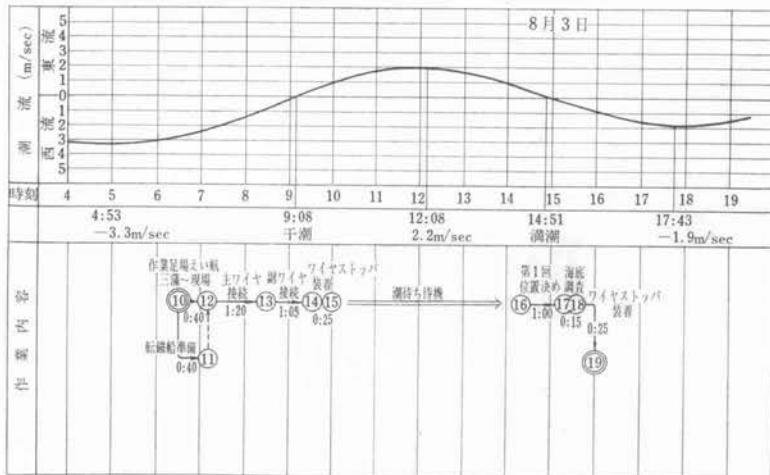


図-12 (B) 据付作業実績(8月3日)

たこと、また第2スラックの満潮時に台船引出しを行なう場合、スパッドの長さが不足する恐れが出てきたため台船引出しを第1スラック時に連続して行なったためである。

5. 根固め工

作業足場設置完了後、スパッドと足場を固定し、昇降装置の撤去を行ない、図-1に示す P₁~P₆の個所に6本の根固め工を施工した。

(1) 根固め掘削

スパッド(内径 1,724 mm)の内部をロータリ式掘削機ビルト L-2 特を使用して直径 1.3 m の掘削を行なった。掘削深度は各くいととも 6 m である。この場合、掘削地点の水深が 7~11 m で浅いために正規の方法では

エアリフトによるずり処理が不可能であったので、ドリルパイプの中間にずり排出装置を設け、浸水比を 0.5 以上確保し、エアリフト方式により掘削を行なった(図-13 参照)。

なお、掘削概要は次のとおりである。

掘削機仕様：

- 掘削機名 IHI-WIRTH L-2 特
- 最大トルク 3,000 kg-m
- 常用トルク 2,000 kg-m
- 回転数 0~40 rpm
- 使用カッタ MR形(ヒューズ製)

掘削径：φ 1.3 m

掘削長：6 m/個所

掘削実績(一例)

- ビット荷重 15 t
- ビット回転数 13 rpm

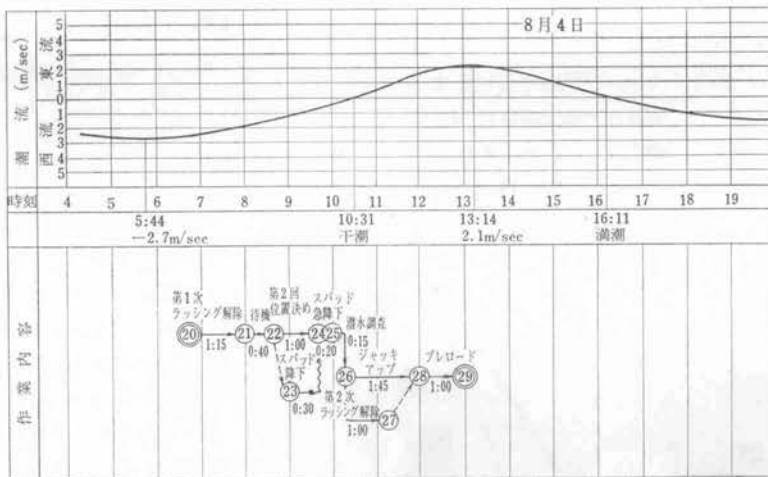


図-12(C) 据付作業実績(8月4日)

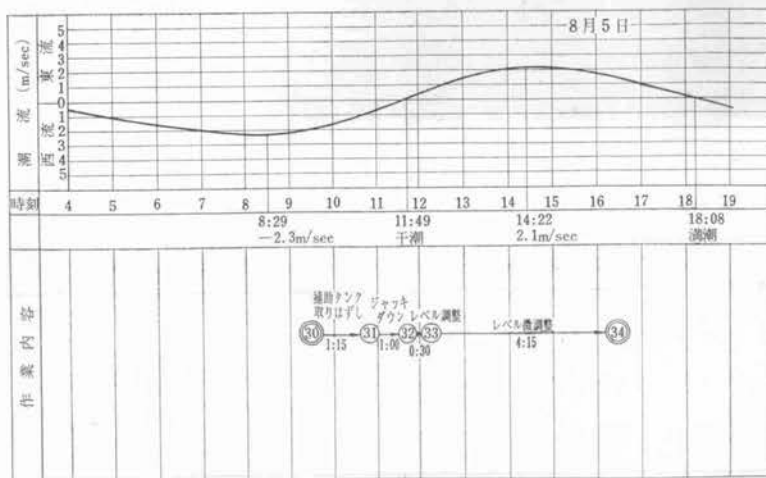


図-12(D) 据付作業実績(8月5日)

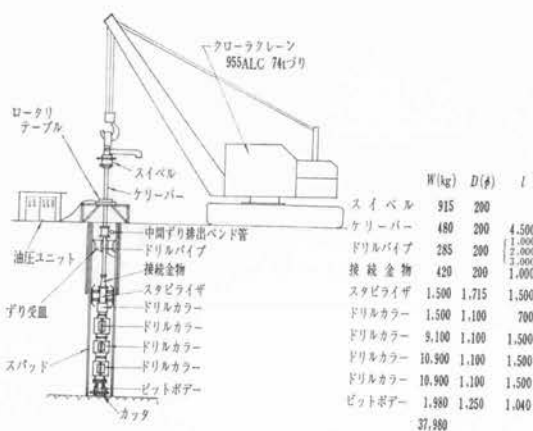


図-13 根固め掘削状態図

掘進速度 0.9~1.0 m/hr
 岩 質 アプライト質両雲母花崗岩
 一軸圧縮強度 ≒ 300 kg/cm²

(2) 根固めぐい

根固め掘削完了後、直径 1.1 m の根固めぐいを建込み、モルタルを充填した。根固め工施工順序は P₅→P₂→P₄→P₃→P₁→P₆ の順に行ない、6本の根固め工を完了するのに約 50 日間を要した(図-14 参照)。

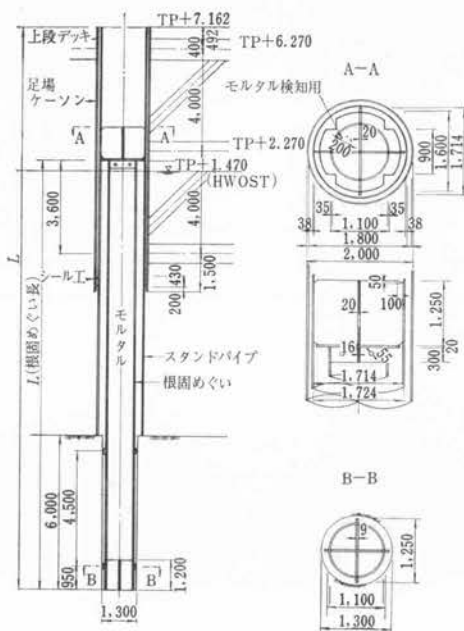
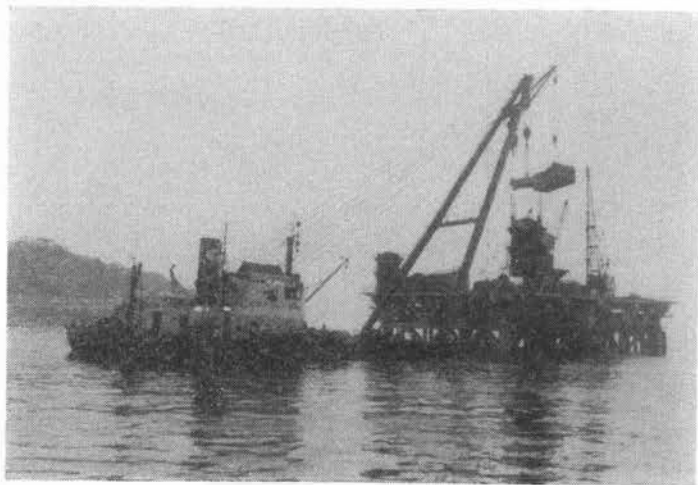


図-14 根固めぐい構造図

6. おわりに

P₃ 橋脚作業足場設置工事を予定どおり無事完了することができたのは多くの工事関係者の並々ならぬ努力があったからである。実験工事の施工者である大成建設・大林組共同企業体、足場の製作、設置を担当された三菱重工業、三井造船、深田サルベージの各社に深く感謝の意を表す。

今後さらに難工事となる P₄、P₅ 橋脚の足場設置工事が控えているが、諸賢のご指導をお願いする次第である。

写真-2 昇降装置の撤去

読者へ

本誌昭和 47 年 10 月号(第 272 号)79 頁の新機種紹介「軟弱地盤用特殊作業車」について、その概要の中の次の文章を著者の希望により取り消します。

「なお、本施工法は一般に石灰によるケミコライザー工法と呼ばれている。」

南港連絡橋の大形ケーソン工事

笹 戸 松 二*
 松 本 忠 夫**
 松 橋 数 保***

1. はじめに

標題の大形ケーソンとは、すでに本誌上でも紹介したが、当公団が昭和45年7月に工事に着手した南港連絡橋主橋りょう中間橋脚基礎の底面積40m×40mのニューマチックケーソン基礎のことである。

南港埋立地は大阪市の総合計画に基づき港湾施設をはじめ住宅、公園用地など約920haに及び、49年度にはそのほとんどが完成の予定であるが、この地区と在来の港湾地区および都心部との連絡および将来の大阪湾における湾岸道路の必要性より連絡道路が計画され、海を跨ぐ部分の主橋りょうがつり橋形式を除き長大橋として世界第3位のゲルバートラス橋(235m+510m+235m、ダブルデッキ方式、4車線×2層)に決定されたわけである。

昭和45年7月に大形ケーソン2基の工事に着工したわけであるが、工事全般についての現在の進捗状況は、主橋りょう部下部工は鋼製橋脚を除きほとんど完成しており、上部工は12月初旬より架設開始となるので本稿

の出る時期には中間橋脚上の塔部分が8割程度できる予定なので、その偉容がうかがえるのも間近となった。取付部は築港側および南港側とも昭和46年10月に着工し、すでに一部では上部工架設工事の段階を迎えており、全体として計画どおり進められている。現在昭和49年7月(予定)の無事完成を目標に鋭意努力中である。

今回の報告文は主橋りょうの中間橋脚のニューマチックケーソン(以下「ケーソン」という)基礎2基の工事が完了したのでその概要を報告するものである。

2. ケーソン施工地点の立地条件

築港側および南港側ケーソン(以下、P₂ケーソン、P₃ケーソンという)について説明すると、P₂ケーソンは大阪港第2突堤の先端部に位置し、営業岸壁背後地の野積場に築造するものであるが、既設構造物および倉庫などに近接し、またケーソン沈下位置の地中部には旧棚式岸壁などの施設が地盤沈下とともにそのまま残っており、これらの撤去作業を含め非常に困難な工事となっている。

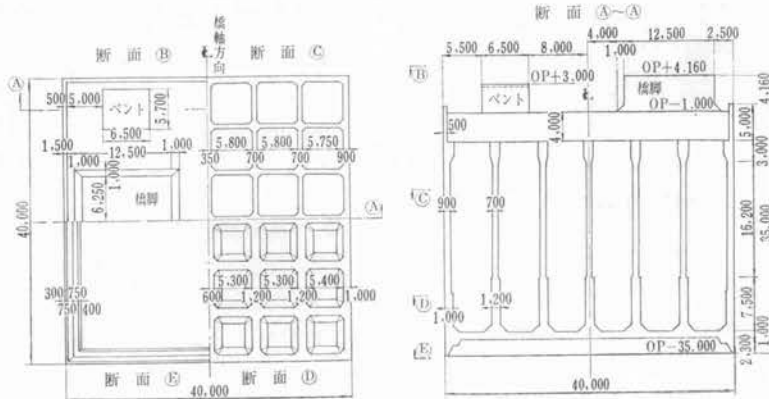


図-1 P₂ケーソン一般構造図

* 阪神高速道路公団南港連絡橋建設部長

** 阪神高速道路公団南港連絡橋建設部次長

*** 阪神高速道路公団南港工事事務所長

また、P₃ ケーソンは南港造成地の北側防潮堤より 50 m の海上部に位置し、水深約 4.0 m の海中部に二重締切りを行ない、築造するものである。なお、ケーソンの断面図を図-1 に示すが、その概要は表-1 のとおりである。

P₂, P₃ ケーソンの沈設位置の地層は OP 約 -33.0 m 付近まで非常に軟弱な沖積粘土層となっており、この沖積粘土層の下に本橋りょう基礎の支持層と定めた天満砂れき層と呼ぶ N 値 50 以上の層が厚さ 7~8 m にわたって存在し、さらにその下層は N 値 10~20 程度の洪積粘土層が存在している。

特に今回の大形ケーソンの施工にあたり問題となるのは沖積粘土層であり、粘着力が 2~8 t/m²(図-2 参照)、含水比 60~80% 前後、間げき比 1.5~2.0(図-3 参照)、鋭敏比が 2.5~9.0 前後の軟弱地盤という特殊条件におけるケーソンの不等沈下、傾斜、安全性確保上の対策であり、また間げき水圧の調査結果(図-4 参照)などから、沈下作業時には理論気圧に等しい作業気圧(最高 3.5~3.8 気圧)を要するので、工期および工費の制約の中でいかに省力化、能率化をはかるべきかであった。

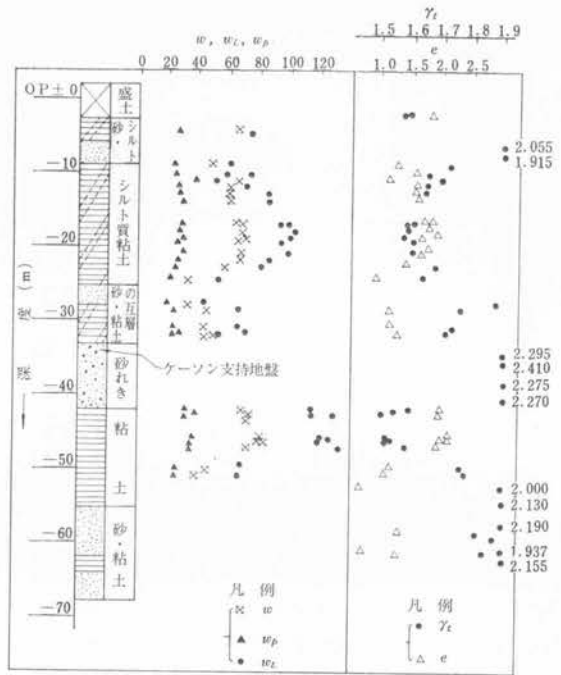


図-3 含水比、間げき比・深度関係図 (P₁ および P₂ 地区)

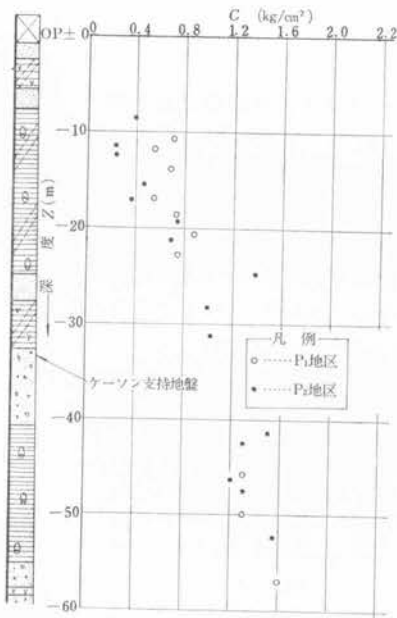


図-2 粘着力・深度関係図 (P₁ および P₂ 地区)

表-1 ケーソンの概要

	P ₂ ケーソン	P ₃ ケーソン
輻 林 高 さ	34.0 m	32.5 m
沈 下 深 さ	32.0 m	30.5 m
刃口番据付高	OP-3.0 m	OP-3.5 m
沈下掘削量	51,200 m ³	48,800 m ³
鉄 筋 量	2,335 t	2,223 t
コンクリート量	27,143 m ³	25,012 m ³
沈下開始日	昭和 46 年 12 月初旬	昭和 46 年 11 月初旬
沈下完了日	昭和 47 年 5 月 27 日	昭和 47 年 5 月 15 日

これらの問題について今回の大形ケーソンの施工例を以下に報告するものである。

3. ケーソンの施工

(1) 仮設備工

P₂, P₃ ケーソンの施工業者の企業努力により多少の相違は見受けられるが(たとえば土砂ホッパに振動機を取付けて土砂はけを良くする, 函内掘削機の相違, 函外土砂搬出のキャリヤに特別な工夫をする等), 基本的な設備の能力には差異がないので表-2 に概要をまとめる(ただし, 1 基当りの設備である)。これらの設備はすべて工期, 工費, 施工の安全性に関連し定められるものであり, 今回のケーソン工事では1日の平均沈下量 10 cm を目標としたものである(図-5 参照)。

なお, 工事中の全景についてはグラビヤを参照いただきたい。

(2) 障害物撤去工事

前述のように P₂ ケーソンの沈設位置には図-6 に示すように地中部に旧コンクリート矢板岸壁, 旧棚コンおよび棚ぐい(2本継ぎで支持層である天満砂れき層まで米松ぐいが約 260 本, ケーソン底面積 1,600 m² の航路側 1/3 を占めている), 捨石岸壁, 既設の鋼矢板岸壁および防潮堤の控ぐいや基礎ぐいとこれらを結ぶタイロッド等が輻輳しており, 防潮堤を仮移設する関係で台風期前に外側締切(鋼管矢板 φ 1.2 m × t 11 × l 28.7 m) を

完了しなければならず、周辺にできるだけ影響を与えない方法を検討し、結局、ケーソンの内側縮切（鋼管矢板φ1.0m×t 9×l 24.0 m）を一部利用して仮防潮堤とし、海上よりフローティングクレーンと潜水夫により撤去し（写真-1 および 写真-2 参照）、浚渫船（ディップ船）で浚渫しながら昼夜兼行でこの作業を繰返し、どうやら予定期限内に完了することができた。

この障害物撤去工事は非常に難工事であり、棚ごい撤去跡の粘土地盤の乱れに対し地盤改良を行なったので、その状況を簡単に報告するものである。なお、棚ごいは上ぐいのみ撤去できたが、下ぐいはケーソン沈下作業時にエアチェーンにより作業室内で 30 cm 程度の長さで切断撤去した。

(3) ケーソンの施工

今回の大形ケーソンの施工にあたり詳細な報告はできないので、次に列記するおもな特徴について説明することにす。

① 軟弱地盤対策として浚渫後に砂置換およびその下

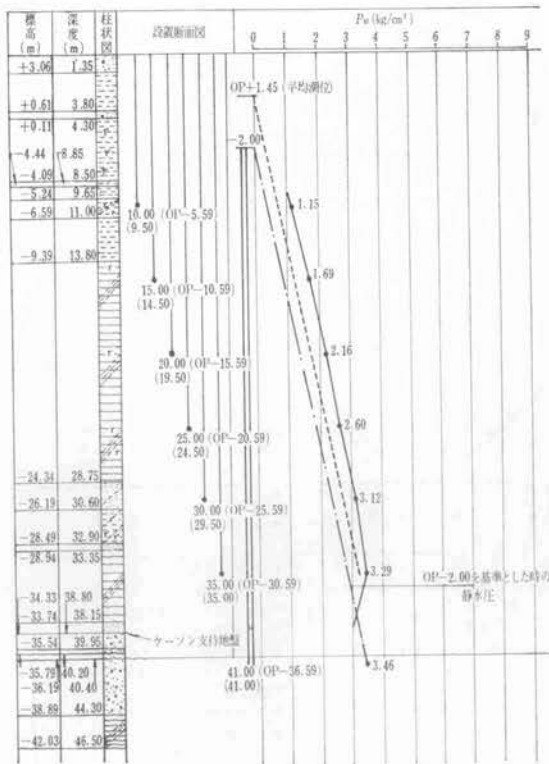


図-4 間抜き水圧 (南港 P_v)

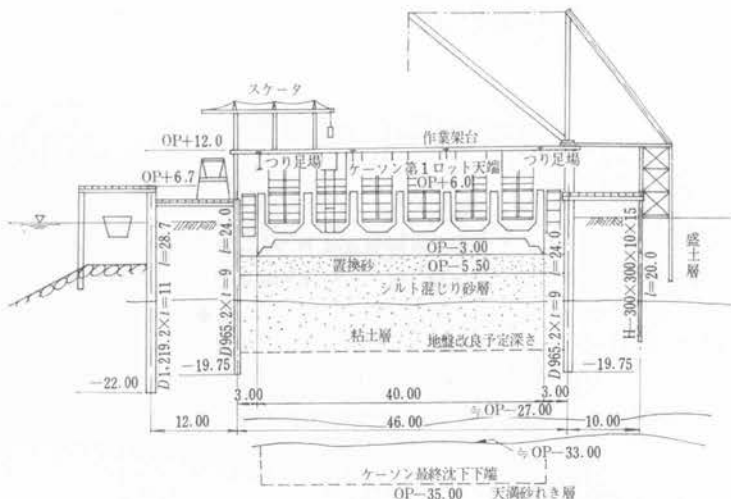


図-5 ケーソン沈下作業仮設備一般図

- 層部をパイロコンポーザ工法により改良
 - ② 鋼管矢板による縮切土留工法
 - ③ 作業架台による覆蓋工法
 - ④ 作業気圧の低減およびこれに関連する周辺地盤への影響防止のためのジェットグラウト工法
 - ⑤ 函内掘削機の開発
- 以下、各項目について説明するが、①および②はむしろ立地条件による工法であり、③、④、⑤が大形ケーソン工法の特徴と考えるべきものである。

(a) 地盤改良

軟弱地盤で問題になるのは次の2点である。

- ① 作業室コンクリート硬化前に不等沈下が生じ、クラック発生の原因とならないよう地耐力の確認
- ② 沈下時にケーソンの変位および函内作業の安全性の面からも刃口各辺における均等地耐力の確認

なお、①に対する検討結果を以下に述べる。

ボーリング結果から沖積粘土層の上層部は C 値が 1 ~ 3 t/m² であり、極限支持力は

表-2 主要設備機一覧

沈下掘削工	函内電気ブルベルコン	3 t × 5 台
	エアロック	5 m × 30 連
	マンロック	10 基 (底面積 160 m ² /基)
	キャリヤ	2 基
	土砂ホッパ	50 HP × 8 基 (函外土砂搬出用) 15 m ³ × 4 台
船装工	三脚デリック	7.5 t × 30 m × 4 基
	その他門形クレーン、トラッククレーン	
送気設備工	コンプレッサ	3.5 kg/cm ² × 200 HP × 7 台
	ボータブルコンプレッサ	100 HP × 4 台 (非常用)
	ホスピタルロック	3 台
作業気圧低減工	水中ポンプ	6 in × 揚程 30 m × 24 台
	自家発電機	150 kVA × 3 台 (非常用)

その他、受変電、計測設備等一式

$$q_u = CN_c + \frac{1}{2} \gamma BN_f + \gamma D_f N_q$$

$$\approx CN_c = 1.1 \times 5.7 = 6.27 \text{ t/m}^2$$

ただし

$$N_c = \frac{3}{2} \pi + 1 = 5.7, N_f = 0, N_q = 1$$

$P_f = 0$ (安全のため無視する)

これに対し、作業室構築時の躯体重量は $W = 12,941 \text{ t}$ で、置換砂の下層粘土に対し刃口部からの分布幅を 2 m とすると支持面積 $A = 42 \times 42 = 1,764 \text{ m}^2$ となり、地盤反力は $W/A \approx 7.6 \text{ t/m}^2$ で極限支持力 6.3 t/m^2 を越えることとなるので地盤改良を行なう。P₃ ケーソンの場合、砂置換率 $a_s = 70\%$ で計画したが、改良後の支持力

q' は

$$q' = a_s a_s + \sigma_c (1 - a_s) = 0.7 \sigma_s + (1 - 0.7) \sigma_c$$

$$n = \frac{\sigma_s}{\sigma_c} = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \left(1 + \frac{q_u}{\sigma_c} \right) \dots \text{応力分担比}$$

σ_s : 砂柱の地盤反力

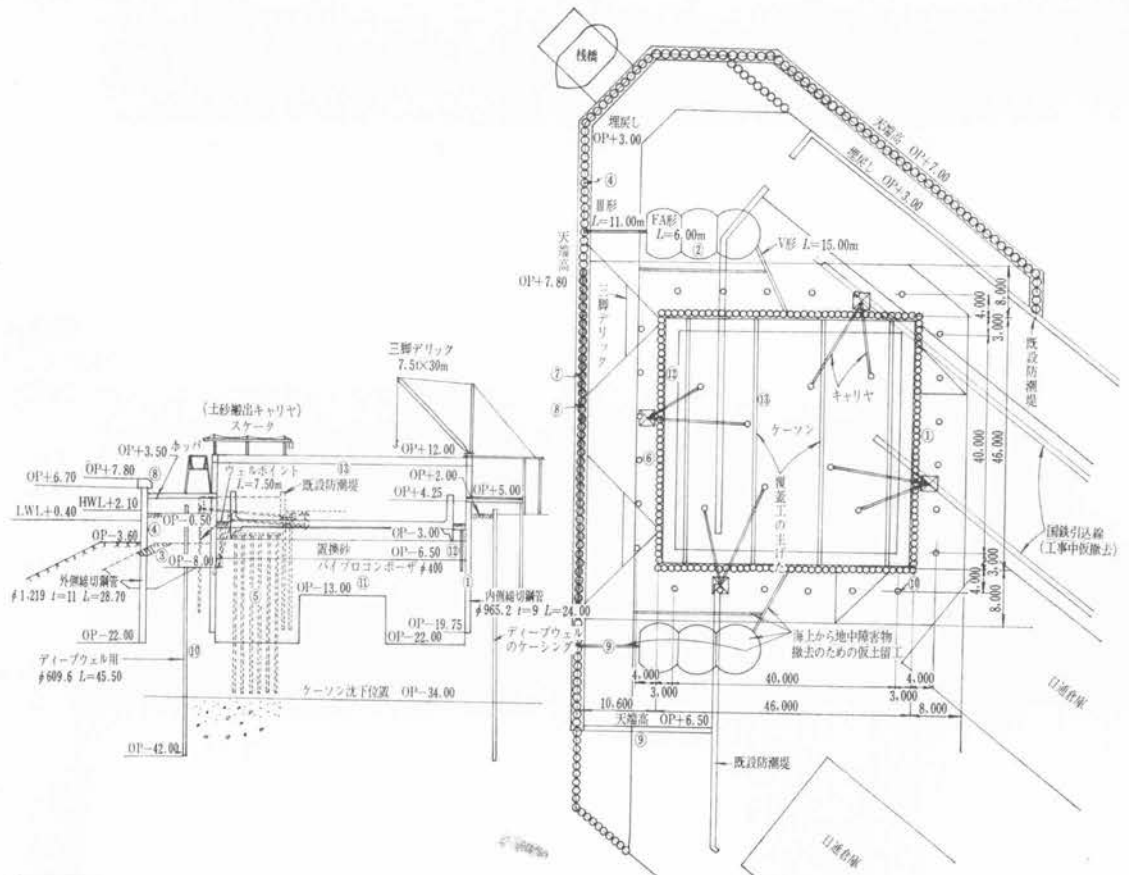
σ_c : 粘土の地盤反力

$$q_u = 2 C$$

途中の計算を省略するが、70% 砂置換した場合の内部摩擦角 ϕ の評価を $\phi = 0.7(\sqrt{12N} + 20) \approx 23.0$ から $n \approx 3$ が得られるので $\sigma_s = n \sigma_c = 3 \times 6.3 = 18.9 \text{ t/m}^2$ となる。したがって、改良後の支持力 q' は

$$q' = 18.9 \times 0.7 + 6.3(1 - 0.7) = 15.1 \text{ t/m}^2$$

となり、先に計算した初期構築時の地盤反力 7.6 t/m^2



施工番号	工種
1	準備工
2	鋼管矢張試験打ち
3	地中障害物調査
4	① 内側締め(柱上)総本数80本
5	② 仮土留工
6	埋戻し
7	③ 捨石撤去
8	運材(外側用)
9	④ 外側締め(1次)総本数137本
10	エプロン張設

施工番号	工種
11	障害物撤去
12	防波堤研
13	日鋼引抜き
14	コーピング研
15	腹起しケーソン撤去
16	護岸矢張引抜き
17	旧護岸コーピング研
18	タイロッドコンクリート矢張引抜き
19	洗滌
20	コンクリートスラブ撤去

施工番号	工種
21	木くい引抜き
22	⑤ 木くい撤去
23	根固め矢張
24	内部洗滌
25	⑥ 内側締め(海上)総本数72本
26	内側締めシール
27	置換砂(厚さ3.5m)
28	⑦ 外側締め(2次)総本数236本
29	内側締めシール
30	⑧ 外側締めコーピング

施工番号	工種
31	⑨ 仮防波堤
32	埋戻し
33	⑩ ディープウェル(24本、ピッチ9.0m)
34	水替え
35	⑪ 地盤改良(パイロコンボータ)
36	⑫ ウェルポイント(172本、ピッチ1.0m)
37	⑬ 防波堤工
38	仮設機成工
39	三脚デリック等
40	ケーソン刃口張付

図-6 P₃ ケーソンの仮設備配置および地中障害物確認図

に対し約2倍の安全率が得られる。

以上の計算は初期構築時の地盤改良検討の一部を紹介したものである。沈下時の地盤改良検討については省略するが、今回のケーソンにおいては計算上の地耐力の検討以外に、先に述べたように P_2 ケーソンでは棚ぐい撤去跡の地盤の乱れが心配されるので、刃口周辺部を砂置換率29%でOP-6.5mからOP-22.0mまで改良し、 P_3 ケーソンでは粘土に対する矢板根入深さの受働土圧の関係から砂置換70%でOP-9.5mからOP-16.0mまで改良することにした。

②のケーソン沈下時の不等沈下、作業に対する安全性については、ケーソン刃口部を2段にし、隔壁交点下に13基のサンドルを設け、沈下初期より圧気(0.4気圧程度)を行ない、できるだけ地盤反力の軽減をはかり、極端な変位、傾斜に対処した。

(b) 鋼管矢板による締切り

鋼管矢板は今回の施工法の場合、U形鋼板V形より経済的であることはもちろんのこと、次節で述べる蓋工の基礎ぐいに利用できること、また、 P_2 ケーソンでは障害物撤去時の仮防潮として自立式で変位が小さく、周辺に与える影響が少ないこと、 P_3 ケーソンでは作業気圧低減用の揚水井戸のケーシングとして多目的に活用するものである。

(c) 作業架台による蓋工法

今回、大形ケーソンということで内側締切内(46m×46m)をカバーしたが、これは躯体の型わく、鉄筋組立作業およびコンクリート打設作業を能率的に行なうことを目的として計画したもので、蓋工よりつり足場を設け



写真-1 障害物撤去工事(その1)

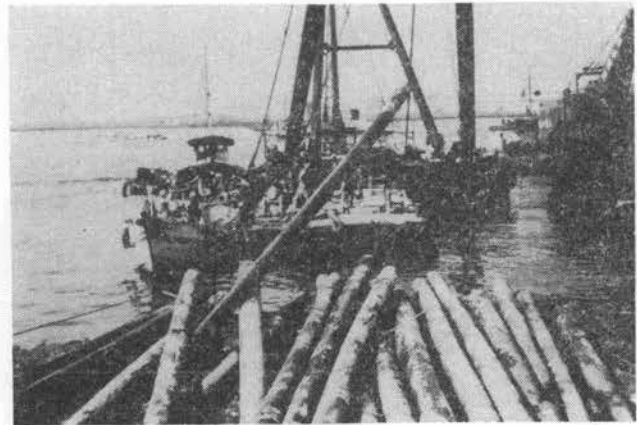


写真-2 障害物撤去工事(その2)

ることにより前述の各作業がやりやすくなり、また、前述の構築作業員に対して三脚デリックの稼働時における頭上の防護としても、これらの諸作業の検査時の足場としても利用できるもので非常に効果的であった。なお、カバーに使用した主げた(約100t/ケーソン1基)は取付部の本げたに転用できるようあらかじめ設計したものである。

(d) 作業気圧の低減

これについては“橋梁と基礎”昭和47年7月号に報告しているので簡単に概要を述べることにする。

ケーソン工事において、作業気圧が低いほど作業能率がよく、健康管理上からも望ましいことはいうまでもない。当初に述べたように、事前調査の結果、最終沈下時には3.5気圧以上となることがわかった(図-5参照)。

現在の社会状況のもとでの労働力の不足は1事業所単位で3.5気圧での経験者を数100人も集めることは深刻な問題であり、工事の省力化、能率化の面から低減工法が検討されたわけである。

ケーソン工事における両内気圧は、地盤反力の軽減を目的とする揚圧力と、地下水および泥土の浸入を防止する抑制力とのバランスで定まるが、ケーソンがある深度以上になれば躯体の摩擦力が有効に期待できるので、両内気圧の低減は後者の抑制力を対象に滞水層として被圧している天満砂れき層の地下水を水中ポンプにより揚水し、10mの水位低下により1気圧減圧することとした。

1気圧の減圧は地下水くみ上げによる周辺の軟弱地盤に対する悪影響と停電時に起こる地下水位の復元に対する作業上の安全対策の面から検討し、決定したものである。もちろん、今回のケーソンにおいても万一の事故に備え地下水の復元試験の結果から1分以内に自家発電機から送電し、地下水位の平衡を保つようにリレー装置は設備した。

今回のディーブウェルによる減圧工法の採用にあたり電氣的な模型実験を行なった。この実験により所定の地

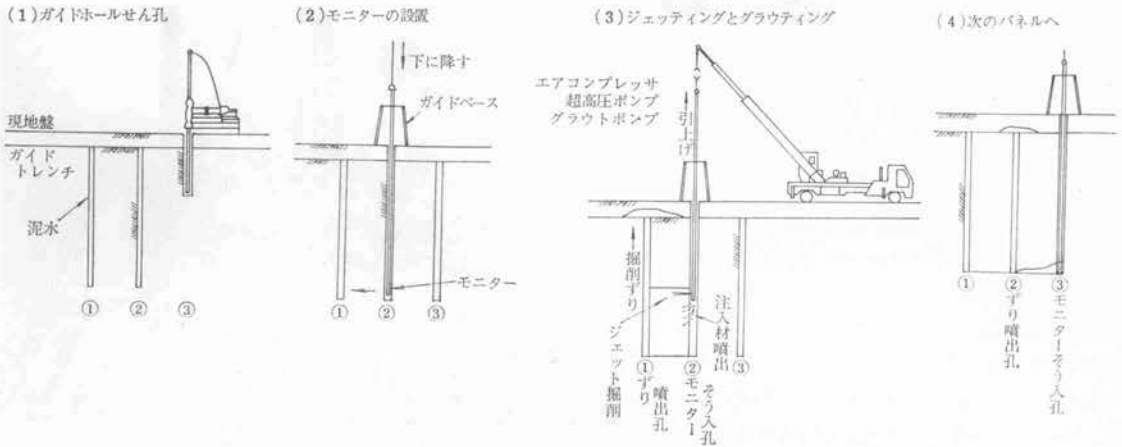


図-7 ジェットグラウト施工要領図

下水位低下に必要なポンプ台数、ポンプ能力を推定することができるからである。すなわち、電気に関するオームの法則と土中浸透流に関するダルシーの法則との相似性 (Analogue) を利用するものである (現地透水係数試験の結果 $k=2.5 \times 10^{-1}$ である)。種々の条件を変化させたが、全体の揚水量にあまり差がないことが判明したことは注目すべきことであり、このことから揚水能力の大きいポンプを選び、設置費 (井戸本数を少なくする) を節約することが有利であることが検討されたわけである。

(e) ジェットグラウト工法

P_2 ケーソン施工地点は既設構造物 (倉庫、港湾施設) が近接しており、前述の減圧のための地下水のくみ上げによる地盤沈下の影響を防止するため近接構造物側に止水壁を設置する工事としてジェットグラウト工法 (JG工法という) を採用した。この工法は鹿島建設とケミカルグラウト社との共同特許として出願中のものである。簡単に説明すると、あらかじめ約 1.5 m ピッチにせん孔したボーリング孔を利用し、超高压噴流により地下約 30 m において噴射による掘削を行ない、空げき部分を注入材 (セメントミルク) で充填し、天満砂れき層にモルタルの連続地中壁を築造するものである (図-7 参照)。工事完了後に地中における止水壁のでき具合をアイソトープおよび観測井戸により調査したが、ほとんど 100% に近いものであった。また現在周辺の被害は皆無の状態である。

(f) 函内掘削機

P_3 ケーソンの施工にあたり、白石基礎工事が開発した函内掘削機が採用された (グラビア参照)。

この機械は作業室天井に据付けた H 鋼に懸垂して走行し、油圧で操作されるパワーショベルの一種である。作業範囲は 4 m のアームが左右 360° どちらでも自由に回

転でき、また H 鋼により前後に走行するものでバケット容量は 0.15 m³ である。この機械と電気ブル、ベルコンおよび人力により沈下掘削を行なった。

P_2 ケーソンでは電気ブルの刃口を 2 段に改良し、粘土の付着を防止するよう改良した掘削機とベルコンおよび人力の組合せにより施工した。

近年、土木工事の大形化に伴い機械化が進められているが、ケーソン基礎工事においては過酷な作業条件のもとで極めて非能率的な工法が行なわれており、今後函内作業の能率化、省力化をはかるためには函外設備までも含めた総合的な開発が必要となるだろうが、施工者にとって設備投資が大きな負担となり、今回の施工例が一つの限度でもありとえられる。

しかしながら、この問題について建設省中部地方建設局が開発し、目下試験工事中の無人掘削機への努力がなされているとのことであり、陰ながら成功を念願するものである。

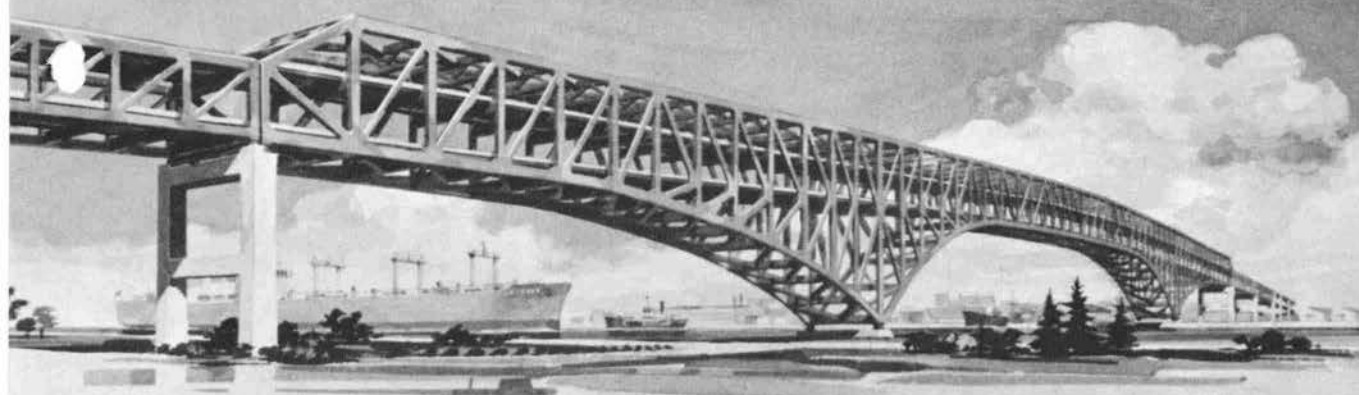
4. おわりに

以上、概要を述べたが、まだ設計上の問題、頂版コンクリートのマスコンクリート管理の問題、 P_3 ケーソンにおける粘土質地盤の締切矢板根入深さと変位の問題等については別の機会を得たいと考えている。

今回のケーソン工事において施工業者の鹿島・鴻池共同企業体、大林・白石基礎共同企業体の努力はもちろんのこと、直接工事のご指導をいただいた南港連絡橋技術委員会、特に下部分科会の各委員、大阪市港湾局および関係各位のご協力により無事故で無事完了できたことにつきまして深謝の意を表するとともに、読者各位のご批判と今後の工事になんらかの参考になれば幸いと存ずる次第である。

南港連絡橋主橋梁工事

▼南港連絡橋主橋梁完成予想



□主橋梁部の概要……

形式：ゲルバートラス
(ダブルデッキ)
道路規格：2種1級
設計速度：80km/hr
橋の等級：1等橋(チェックロード
43tトレーラ)
全径間長：980m
中央径間長：510m
側径間長：235m
縦断こう配：中央径間2%放物線
側径間4%直線
横断こう配：2.0%
幅員：18.75m
けた下高さ：OP+51.5m
車線数：8車線(4車線2層)
中間橋脚上トラス高：68.5m
中間橋脚基礎ニューマチックケーソン寸法
：40m×40m×35m
総鋼重：約40,000t
総コンクリート量：約70,000m³
総事業費：350億円
完成予定：昭和49年7月

□本橋の主な特徴……

- 下部工について
- ① ケーソンの大きさは天満砂れき層の下層の洪積粘土層の先行圧密荷重により決定され、地震時の安定計算は応答を考慮した修正震度法により設計した。躯体の設計は側壁、隔壁を含めた全体系としての応力解析を行ない、光弾性実験も併用して確認した。
 - ② 施工時には軟弱地盤対策としてバイプロゴンボーズ工法による地盤改良と併せ、初期沈下時より圧気する工法を採用し、かつ作業気圧を2.5気圧以内にするためディーブウェルにより地下水低下を行ない、1気圧低減する。
- 上部工について
- ① 床版および床組みの設計には45tトレーラを考慮し、主構には2次応力も考慮して設計した。
 - ② 上部工の荷重を軽減するため超高張力鋼の板厚板(70キロ鋼、80キロ鋼の板厚76mm)が採用された。
 - ③ 工期の短縮をはかるためつりげた(径間186m、重量約4,200t)の一括つり上げ架設を行ない、また、1ピース重量が80tにもなるので、架設機械としてトラベラ、タワー、水切り、ヤードクレーンをはじめ大形の機械が開発された。



◀主橋梁中間橋脚上4パネルの平面仮組み
(構高 68.5m)

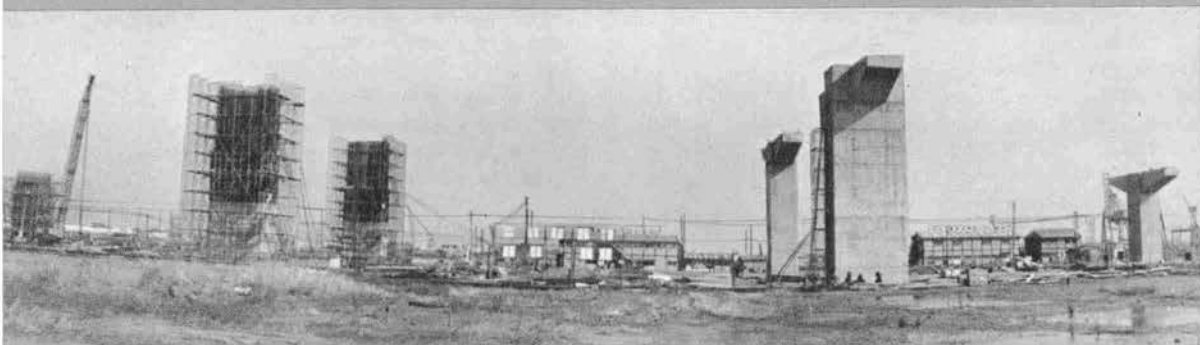
▼主橋梁中間橋脚(南港側)上部沓据付
(重量(片沓)約 200t)



◀既設構造物と近接した築港側ケーソンの施工
(倉庫とケーソン外壁との離れ約10m)

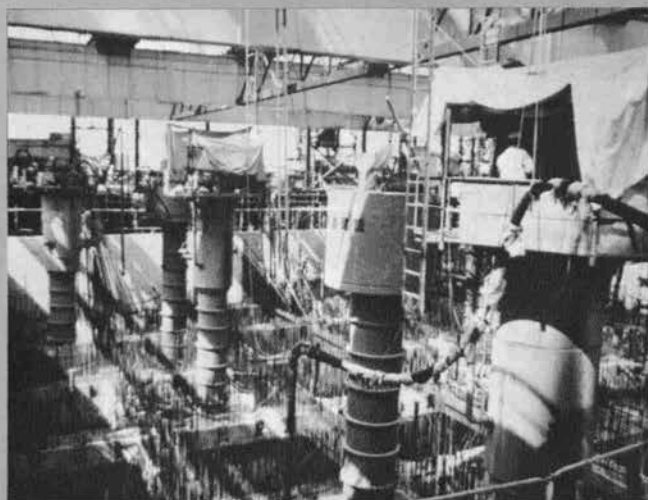
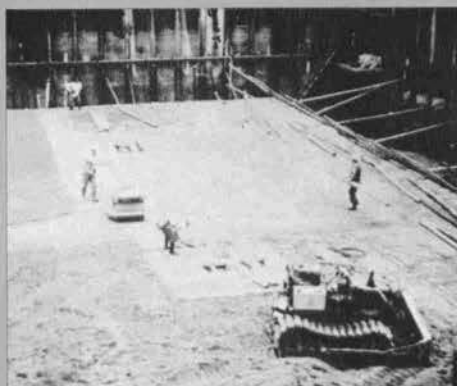
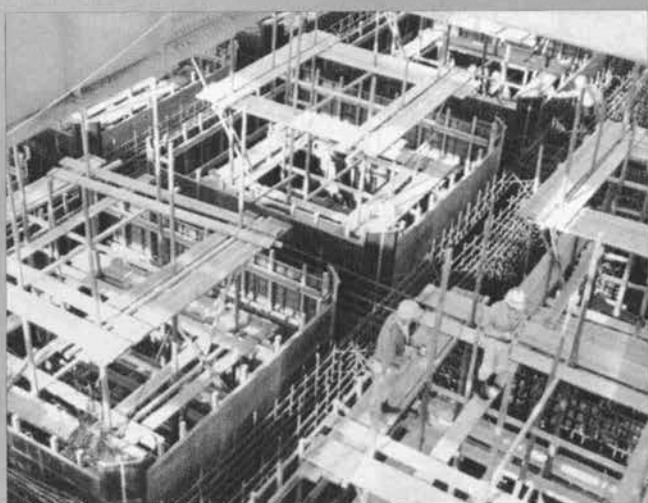
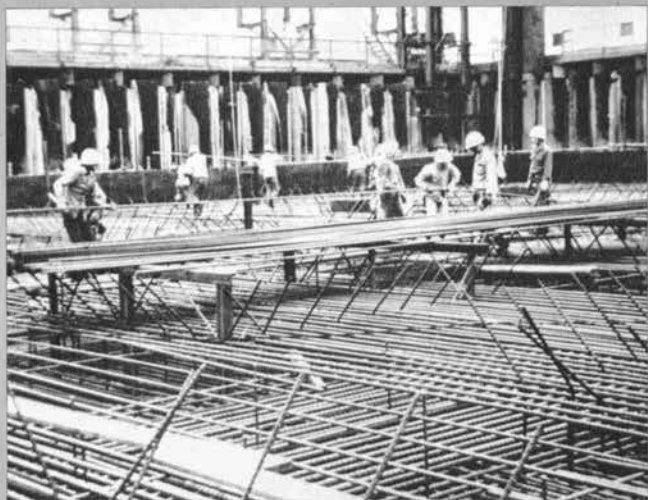


▼築港側取付部上部工の架設



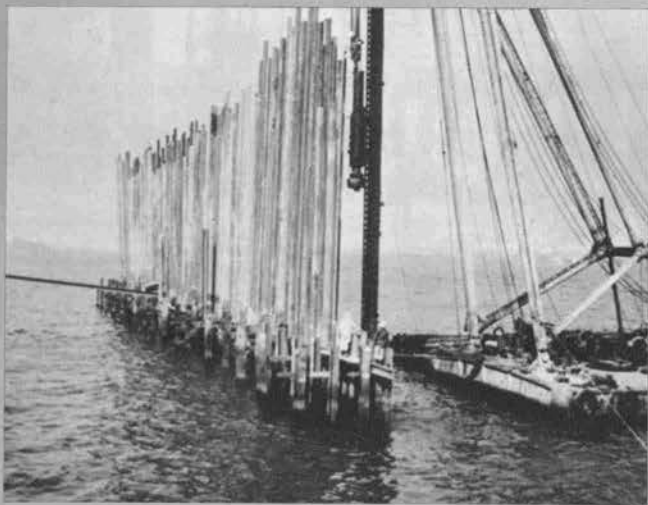
▲南港側取付部下部工の施工

□ P₂ケーソン（築港側）の施工……

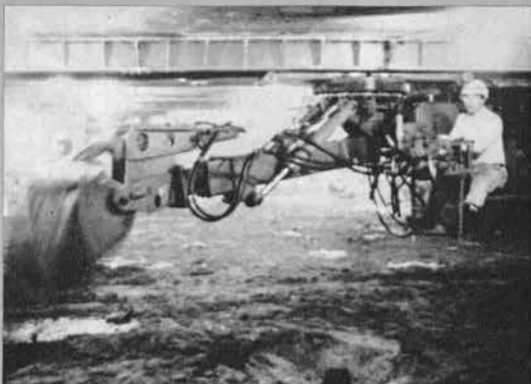
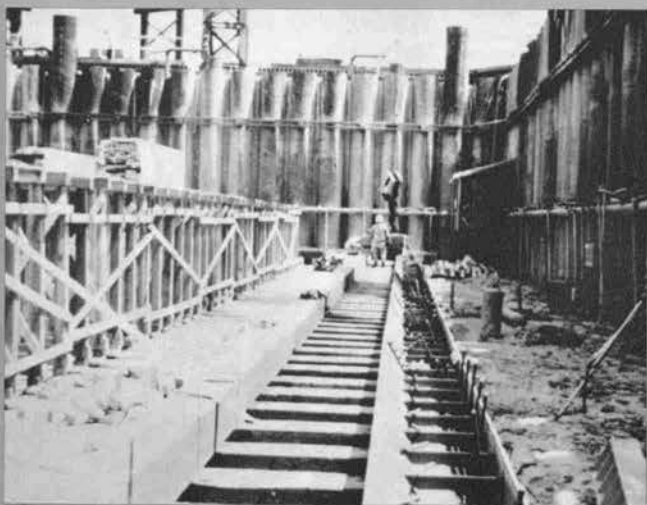
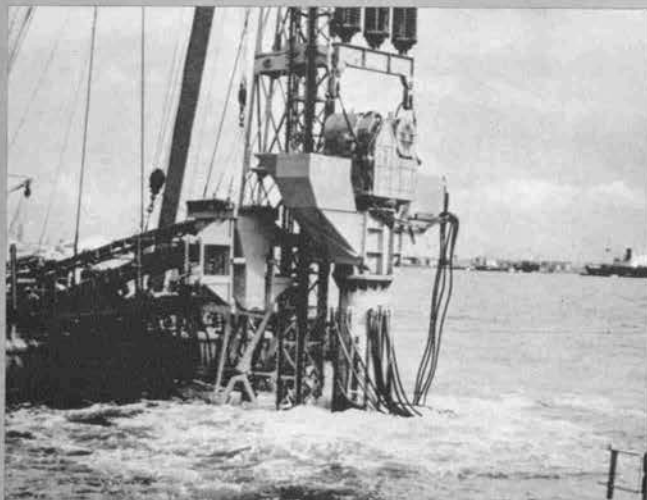
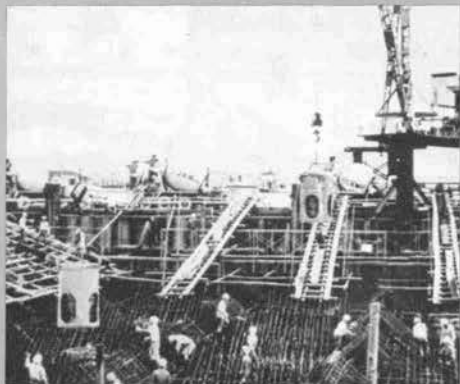


▲ (上) 鋼管矢板による締切り
 (中) 作業室砂セントルの築造
 (下) 刃口金物（ケーソン沓）の据付

▲ (上) 作業室天井の鉄筋組立作業
 (中) ケーソン躯体の構築
 (下) 沈下掘削の土砂搬出作業



□ P₃ケーソン（南港側）の施工……



▲（上）鋼矢板による外側締切り
（中）パイロコンポーザによる地盤改良
（下）ケーソン沓と作業室の木製セントル組立作業

▲（上）作業室スラブのコンクリート打設
（中）軀体コンクリートの打設
（下）新鋭の函内掘削機

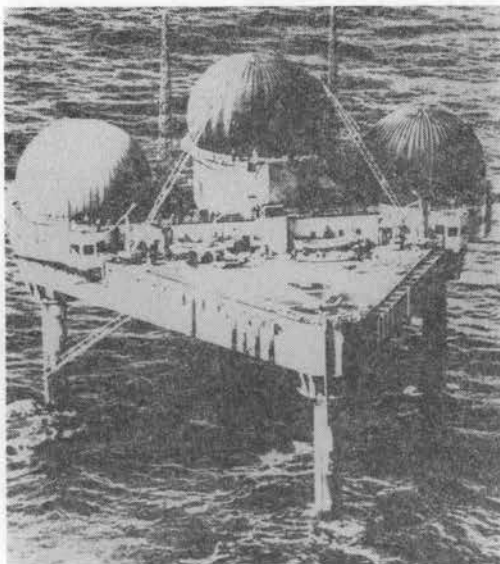
自揚式作業台の据付施工法

矢 村 家 利*

1. デロング式揚重装置による実施例

水上で自揚式作業台自体を永久構造物として据付ける施工法は 20 余年前より米国デロング (De Long) 社のエアジャッキ式揚重装置により行なわれており、写真—1 に示すテキサスタワー (米国大西洋岸側洋上にレーダ基地として構築されたもの) や、写真—2、写真—3、写真—6 に示す栈橋など相当数の実施例がある。

写真—2 に示す栈橋は、南米ベネズエラのオリノコ河上、河口より上流 180 mile の地点に、米国 US スチール社の子会社オリノコ・マイニング社により建設された鉄鉱石積出し栈橋で、全長約 1,100 ft、鉱石積出し能力 6,000 t/hr のものである。本栈橋は米国内の造船所で建造され、長さ 337 ft、幅 82 ft、深さ 15 ft の 3 台の水



写真—1 テキサスタワー

上自揚式作業台として、これを完成された栈橋の鋼箱げたととなる構造とし、多数の直径 6 ft、高さ 100 ft の鋼管脚柱をデッキを貫通して立てて揚重装置により保持し、栈橋の施工地点まで 3,000 mile をえい航された。施工地点で据付位置を正確に定めた後、脚柱を落下し、揚重装置により脚柱を把握しながらデッキが水面上にジャッキアップされ、オリノコ河が増水時平常の水位より 40 ft 上ることを考慮した高さに止められた。

次に多数の脚柱を 1 本ずつ順次把握を開放してパイルハンマで槌打ちして支持層まで十分下げ、脚柱とデッキを溶接して固定し、揚重装置を撤去し、脚柱をデッキ上面で切って脚柱内部に砂をつめてから蓋をしてふさぎ、永久構造物として完成された。栈橋ユニットの第一陣が到着してから 3 カ月で栈橋が完成し、このプレハブ工法は US スチール社への鉄鉱石積出し開始を 1 カ年早めた由である。

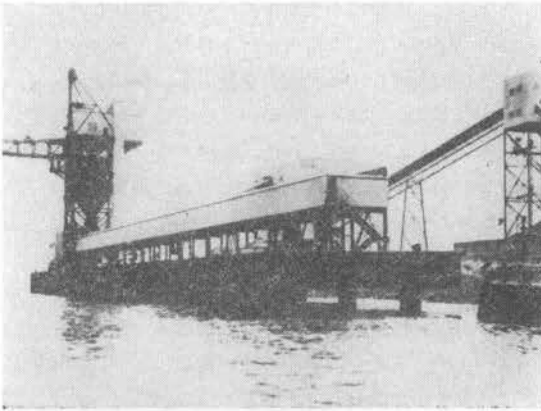
写真—3 に示す栈橋はコンソリデーテッド・エディソン社の石炭荷揚げ栈橋で、ニューヨークのイーストリバー上ヘルゲート近くの潮流の速い地点にあり、2 倍の長さが増設された増設部分が前述の栈橋同様プレハブ工法によるデッキを据付地点にえい航し、脚柱落下、デッキをジャッキアップして固定することにより施工された。

写真—6 に示す栈橋はイラクの Khor-al-Amaya 沖合 25 mile の海上に建設された原油積出し栈橋であるが、極めてユニークな施工法がとられた。まず、写真—4 に示す自揚式作業台がイギリス・イングランドの北部ニューカッスルで建造されたが、この作業台の上には栈橋管理従業員の宿舎となる 3 層のアパートが建てられ、揚重装置、脚柱、工事用クレーンなどが搭載されてペルシャ湾まで海上 7,000 mile をえい航された。据付地点に到着してからこの作業台はガス切断により写真—5 に示すように二つに分割され、アパートが建てられている方はそのまま写真—6 の左方にあるドルフィンとして据付けられた。クレーンが搭載されている方は主としてくい打

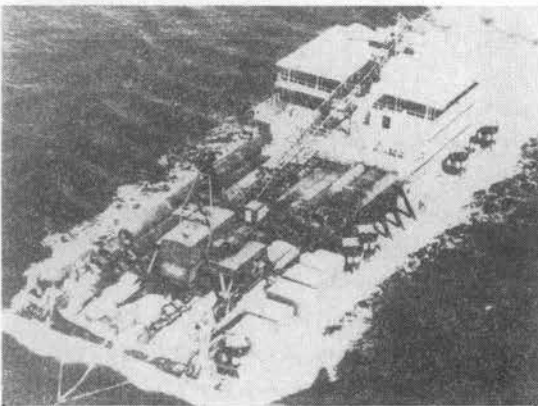
* 三井造船 (株) 鉄構運搬機事業部長補佐

ち作業用の自揚式作業台として使用され、写真—6 中央のローディングステーションや連絡橋支持橋脚のくい打ち作業を行ない、この地点で150回移動した。この工事が終了した後、この作業台は写真—6 右方にあるヘリコプターデッキを兼ねたドルフィンとして据付けられた。

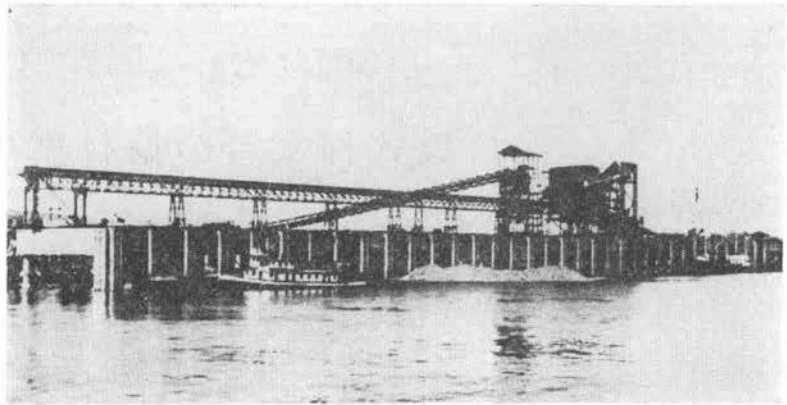
これらの施工法によれば、施工地点の工事量が僅少ですみ、工期も著しく短縮されるので、熱帯、寒帯の僻地など、施工地点で作業要員を得難い場合、効果的な施工法となるものである。デロング社のエアジャッキ式揚重装置は把握機構が円周状のゴムタイヤを積重ねたもので、脚柱が厚鋼板を円筒形に巻いて溶接しただけのもので、鋼管ぐいにもなるので、このような施工が容易に経済的に行なわれるのであるが、三井造船で開発したテーパーリング把握式揚重装置も脚柱が同じ構造で、鋼管ぐいにもなるうえ、脚柱を落下させる急降下操作も可能であるので、デロング社のエアジャッキ式揚重装置と同様に永久構造物を水上にす



写真—3 イーストリバー上石炭荷揚げ栈橋



写真—4 えい航される自揚式作業台



写真—2 オリノコ河上の鉄鉱石積出し栈橋

みやかに据付けるのに好適なものである。

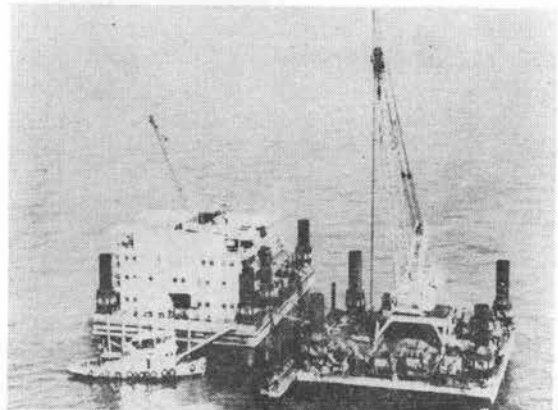
2. 大島大橋多柱式基礎施工用

支持わく据付工事

1972年8月5日、山口県大島と大島間の海峡部に日本道路公団により大島大橋多柱式基礎施工用支持わくジャケットが自揚式作業台固定方式で据付けられた。本海峡は潮流が速いことで著名な地点で、最高10kt近く、設置地点は大島寄り汀線より約300m南側、橋脚P₃据付地点で、水深5~10m、海底は岩盤が露出している所である。

今回設置された支持わくは大口徑ぐい建込作業の工事用足場となるもので、三菱重工業広島造船所で建造されたジャケットタイプの鋼管立体トラス構造で長さ36.25m、幅26m、高さ8mの規模である。

支持わくジャケットの四隅の支柱には揚重装置が備えられ、その中に直径1.8mの脚柱が挿入された。この揚重装置は三井造船で製作された三井テーパーリング把握式揚重装置で、写真—7に示す。どのような構造物にも容易に移設できるように油圧パワーユニットは脚柱ごとに1ユニットに分けられ、写真—8に示す集中制御盤



写真—5 2分割された自揚式作業台

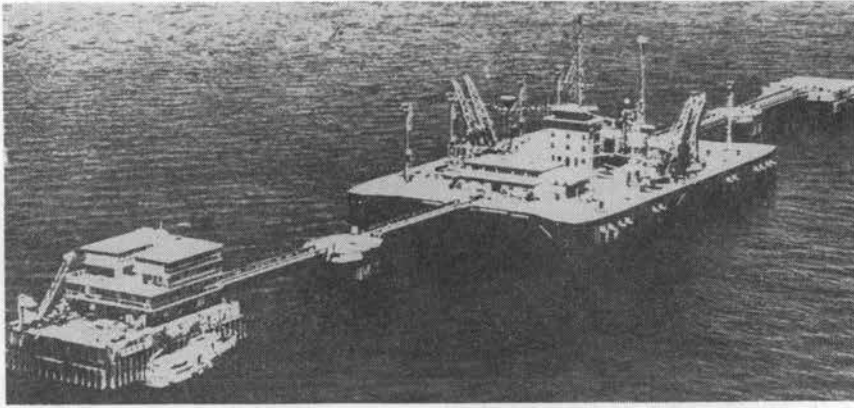


写真-6 イラク沖合原油積出し栈橋

によりすべてのユニットが遠隔操作され、各ユニットごとに機側制御盤も備えている。1ユニットの揚重装置能力は揚重力 600t、保持力 1,000t、油圧パワーユニットは 55kW×2、19kW×1、昇降速度 10m/hr である。

支持わくジャケットは三菱広島造船所の浮力定盤上で組立てられ、浮力定盤はそのままい航台船に転用された。この台船は長さ 46m、幅 20m、深さ 3.618m の 2,000t 積で、その上に支持わくジャケットの下段水平材鋼管を支持して固定する支持台が10点設けられ、写真-9 に示すように固定バンドで締付けたほか、ワイヤとターンバックルで固縛された。また、台船上には係留、位置決め用に 15t 巻単胴ウィンチ 4台、8t 巻複胴ウィンチ 2台、200kVA ディーゼル発電機 2台、120kVA ディーゼル発電機 2台が搭載された。この台船のほかに横方向浮遊安定性を増すため長さ 13m、幅 3m、深さ 3m の補助フロートが 4個、支持わくジャケット下段外側水平材鋼管に固縛された。

支持わくデッキ上にはディーゼル発電機 270kVA 3台、150kVA 2台、コンプレッサ 2台、掘削機 1台、モルタルプラント 1組、クローラークレーン 3台など工事用機材が搭載され、中段デッキ上には仮パラスタックが 6個組立てられた。

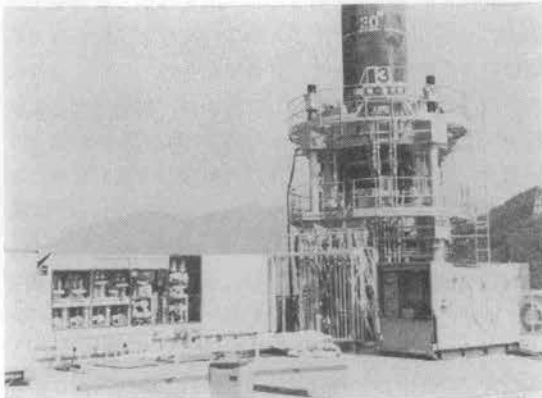


写真-7 600t 揚重装置ユニット

8月2日、支持わくジャケットを搭載した台船は三菱広島造船所より大島北側の三蒲湾にえい航されて待機し、3日据付現場海上へえい航、ウィンチワイヤとアンカーワイヤをつないで大略の位置決めが行なわれ、4日、正確な位置決め後脚柱落下、支持わくジャッキアップ、台船引出しが行なわれ、5日、補助フロート撤去、支持わくジャッキダウン、レベル調整されて据付を終わった。

この作業の詳細は本誌 16 頁「大島大橋基礎作業足場設置工事」を参照されたい。

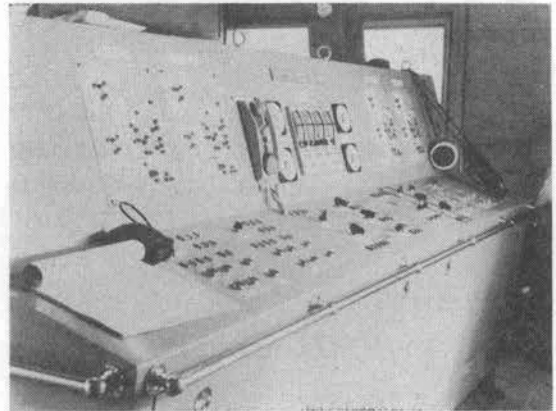


写真-8 中央集中制御盤

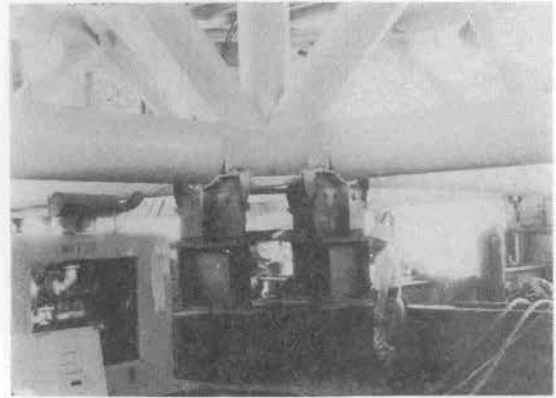


写真-9 台船上のジャケット支持台

3. 頂版をジャッキアップする

多柱式基礎施工案

多柱式基礎を構築する他の施工案として、大口径ぐいを水上で連結する頂版をまずジャッキアップして固定する施工法を以下に述べる。

図-1 は 16 本の大口径ぐいを有する多柱式基礎構造物を潮流の速い海上に構築するにあたり、脚柱 4 本に揚重装置を備えて頂版をジャッキアップし、海面上にせり上げられた頂版を作業床として大口径ぐいを建込む施工法を示したもので、図の (a) は側面図、(b) はこの平面図である。頂版は通常の平甲板形自揚式作業台と同様に海上に浮遊し得るよう水密に組立てられ、大口径ぐいが貫通するウェルと、脚柱が貫通するウェルが円筒形に水密にあげられ、大口径ぐい建込み後その頭部を結合する主げたを内蔵し、この主げたは頂版が海上に浮遊してえい航され、4 本の脚柱に沿ってジャッキアップされる際、その形状を保持する強度部材を兼ねることができる。大口径ぐい用ウェルには仮蓋をして上面をふさぎ、その上をクローラークレーンが走行できるようにし、大口径ぐい建込作業中は仮蓋が取りはずされる。

図-2 は 9 本の大口径ぐいを有する場合で、頂版のみでは作業床として十分な面積がとれない場合、あるいは脚柱で支持された状態や浮遊状態で脚柱を海面上高く上げた状態の安定性が不十分な場合、この頂版を取り囲む自揚式作業台と接続し、その作業台上に脚柱と揚重装置を備えた場合を示したもので、図の (a) は側面図、(b) はこの平面図である。この場合、ロの字形の作業台は海面

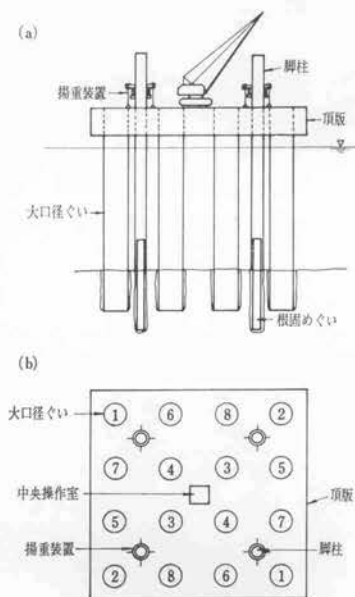


図-1 多柱式基礎用自揚式作業台

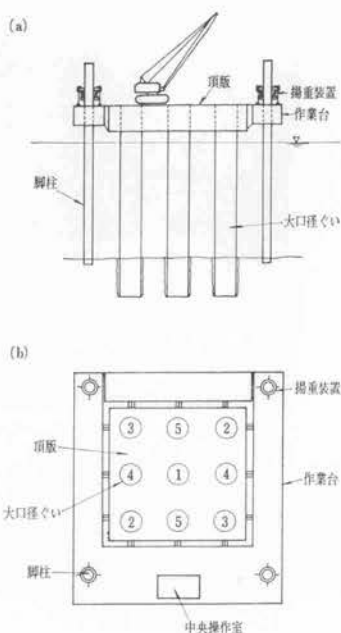


図-2 自揚式作業台で支持された多柱式基礎用頂版

に浮遊した状態で片側の一边の箱げたをはずし、コの字形にして頂版より抜き出し、施工地点より移動して繰返し使用することができる。

図-3 は 図-1 の多柱式基礎構造物を構築する場合の施工順序を示した図である。頂版は造船所などの船台またはドライドックで組立てられ、脚柱のウェル上に揚重装置が組立てられ、油圧パワーユニットが搭載されて油圧配管、制御盤の据付、配線などが行なわれる。また、係留用のウィンチ、ボラードなども据付けられる。頂版は海上に進水させ、脚柱が揚重装置を経てウェルに挿入され、把握保持される。この状態で 図-3 (1) のように引船によりえい航され、基礎施工地点の海上まで移動される。ウィンチワイヤをあらかじめ沈設されてあるアンカーワイヤとつなぎ、ウィンチを巻いて 図-3 (2) のように頂版を移動し、潮流のたるんだ転流時点で正確な位置を定める。位置が定められると直ちに 図-3 (3) のように脚柱を落下し、引続き揚重装置を作用して頂版を海面上にジャッキアップする。所定の高さに上げられた頂版はその位置を再測量し、許容誤差を越している場合は再び頂版をジャッキダウンして浮かべ、脚柱を海底より抜いて上げ、次の転流時点まで待って位置決め作業より繰返す。所定の高さに上げられた頂版の位置が正確であることが確認されると、揚重装置を微動してレベル調整を行なって止める。

脚柱の根固めは 図-3 (4) のように内部にさく孔機をつり下げ、岩盤を掘削して深く掘下げ、脚柱内部にアンカーパイルを挿入し、モルタルを注入して固定する。4 本の脚柱の根固めを順次行ない、強固に海底岩盤に定着された 4 本の脚柱で支持された頂版を作業床として大口径

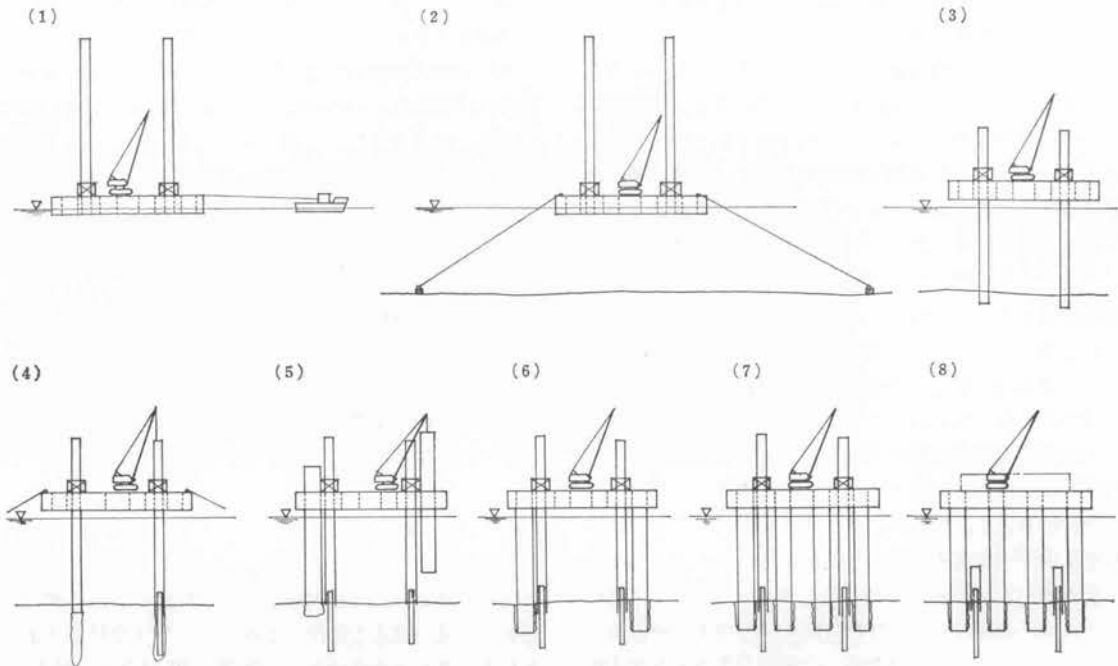


図-3 多柱式基礎施工順序図(頂版ジャッキアップ案)

径ぐいの建込作業を行なう。図-3 (5) のように大口径ぐいを頂版のウェル上よりつり下げ、潮流のたるんだ時点で海底へ垂直に降ろし、内部に大口径さく孔機を入れてくいの下を掘削する。

支持岩盤に十分貫入するまで掘削されると、図-3 (6) のように大口径ぐいを支持盤まで降ろし、モルタル注入、水中コンクリート打設などして大口径ぐいの根固めを行なってから頂版と大口径ぐいとを結合する。大口径ぐいと頂版とが強固に結合されると、速い潮流に対して変位量の小さい剛な基礎構造物となる。大口径ぐいの建込みをこの方法で繰返すと、くいの数が増すにつれて速い潮流による水平力も増すが、くいと頂版とで構成される構造物もくいの本数が増すにつれて剛性が増すので合理的な施工法といえる。図-1 (b)、図-2 (b) の大口径ウェルに付した数字は大口径ぐい建込施工順序を例示したものである。

このようにして、図-3 (7) のようにすべての大口径ぐいの建込みが完了すると脚柱の揚重装置を撤去し、脚柱も水中切断されて撤去され、図-3 (8) のように多柱式基礎構造物として完成される。脚柱は頂版上面で切断して海中には残してもよく、また、脚柱の切断と揚重装置の撤去時期を大口径ぐい4本が建込みを終わって頂版と結合されたときとしてもよい。

本図では大口径ぐいの下をくいの直径より大きい直径で掘削し、くいは頂版で保持しておいて掘削が終わってから基盤まで降下するものとしているが、大口径ぐいより直径の大きいケーシングパイプを降ろし、その内側でケーシングパイプより小さく、大口径ぐいより大きい直径で掘削し、掘削が終わってからケーシングパイプ内に大口径ぐいを降下し、ケーシングパイプは抜き取って次の大口径ぐいの掘削用に繰返し使用する方がよい。

多数の大口径ぐいまたはケーシングパイプを正確に設置し、また、頂版と海底との中間に支持点を設けるため図-4 のように下段水中デッキを設けることも有効である。下段デッキは頂版のウェルと同じ位置に正確に芯を合わせてウェルがあげられて組立てられ、頂版の下に仮に固定して進水、えい航され、施工地点で脚柱を降下した後、頂版との固定をはずし、つり索をゆるめて降下する。所定の水深につれておき、脚柱の根固めが終わるとこれに固定し、頂版との間にタイロッドで仮ブレースングをとる。大口径ぐいまたはケーシングパイプは上下段のウェルがガイドとなって降下され、大口径掘削中はこれにより水平方向の変位を拘束する。下段デッキは多柱

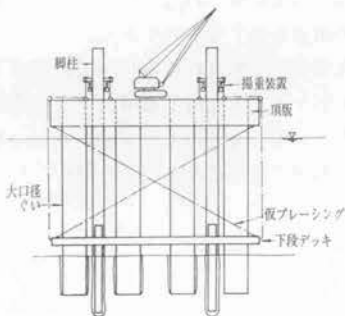


図-4 下段デッキによる支持図

式基礎構造物が完成した後、脚柱との固定を解放し、海面上に引上げて撤去することができる。

本施工案は仮設構造物となる支持わくジャケッットを必要とせず、頂版自体が支持わくとして、また、作業足場として使用できるので最も経済的な施工法となるものと考えられる。しかし頂版を脚柱で支持した構造は速い潮流による水平力を受ける場合の水平方向変位量がジャケッット構造より大きい欠点がある。潮流条件が著しくきびしい施工地点の構造としては、脚柱の直径を大きくして剛性を増すこと、下段デッキを設けて仮ブレーシングを十分とること、斜ぐいを設けることなど対策が考えられるが、効果的な構造を開発することが本施工案実現化の条件であろうと思われる。

大形多柱式基礎構造物の施工法として従来考えられていたのは支持わくジャケッットを大形海上クレーンでつって据付ける方法、自揚式作業台により大口径ぐいの建込みを一本ずつ施工する方法などがおもなものであった。

支持わくジャケッットを大形海上クレーンでつって据付けるには、潮流のたるんだ短時間に据付作業を終わることは不可能で、速い潮流の海上に係留できるような大規模なパーマネントアンカーの施工を必要とし、また、大形ウィンチと直径の太い係留索または錨鎖が必要となる。また、支持わくジャケッットを置くためあらかじめ海底のならばが必要であるが、潮流が速く、岩盤が露出している地点では海底土砂の置換えなどによるならばが不可能で、岩盤の掘削が必要となり、相当の工期と施工費

を要する。これは本来海底の事前処理を必要としないくい基礎施工法に矛盾した工事といえよう。

次に自揚式作業台により大口径ぐいを一本ずつ建込む場合は作業台はくいの本数だけ移動が必要であるため工期が長くなるうえ、正確な施工点を定めることも困難である。また、自揚式作業台は移動が必要であるため根固めができず、速い潮流により脚柱下端が洗掘されるおそれがあり、水平方向変位量も大きい。また、大口径さく孔に必要な回転トルクの反力を十分とれないおそれもある。さらに自揚式作業台は普通使用料が高価で、これを長期間施工地点に拘束するとその負担が大きく、揚重装置のみを必要な短期間使用し、これを撤去してから大口径ぐいの建込作業に入る場合の揚重装置使用料の負担に比べ顕著な差があるものと思われる。

4. む す び

据付を終わった大島大橋工用支持わくジャケッット上にあつて速い潮流を受ける水線部のトラスを見るとまことにすさまじい水流である。写真-10にその一部を示すが、まさに洪水の中に立っている感じである。従来行なわれてきた施工法でこのような大形構造物をこの海上に据付けることは到底不可能で、自揚式作業台固定方式の採用ではじめて可能となったように思われ、特に瞬時に落下し得る脚柱急降下が顕著な効果を挙げたように思われる。通常の上作業であれば1日で終わる作業に3日間を要したことはこの水流を見ていただければ容易に理解されるであろう。

日本で初めての自揚式作業台固定方式による大形海上構造物の据付工事が極めてきびしい潮流条件のもとで成功したのは日本道路公団工事事務所以下、本工事を分担された大成建設・大林組共同企業体、三菱重工業、深田サルベージの関係者各位が三井造船の揚重装置の特性をよく理解され、一体となって綿密な計画を建て、慎重な作業遂行をされた成果と思われる。日本道路公団が本工事に自揚式作業台固定方式採用に踏切られた勇断に敬意を表するとともに、揚重装置を提供できたわれわれとしても誇り得る成果が得られたことにつき、本工事関係各位に深甚の謝意を表するものである。

近い将来実現が予想される本州四国連絡橋工事計画においても大形ケーソン据付工用などに揚重装置の適用が検討されている。海上の大プロジェクトに本方式施工法がより広範囲に活用されることを期待したい。

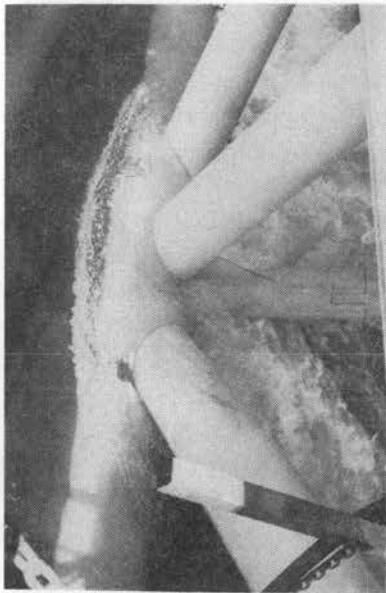


写真-10 鋼管トラス格点部の水流

リトルベルト橋の施工

今 中 靖 雄*
古 賀 和 敏**

1. まえがき

昨年の5月末から約1カ月間、北欧を中心にヨーロッパ各国の橋りょう工事、海中工事を調査するためこれらの国を訪れる機会を得た。この中で、1970年末に完成したデンマーク最大のつり橋であるリトルベルト橋はセバーン橋とも異なる流線形の箱げたをもち、他の点でも興味深い点が多い。ここでは下部工施工を中心に紹介したいと思う。

なお、われわれはピアサイトの交通省の管理事務所を訪れ、直接工事を担当された Christiani & Nielsen 社の所長であった Huusom 氏と質疑応答を行なうとともに、Fyn 側主塔基礎の内部や主塔上に登って見学し、貴重な資料を得た。この報告は質疑の結果と交通省および Huusom 氏よりいただいた資料を参考にまとめたものである。



図-1 リトルベルト橋架橋位置

* 本州四国連絡橋公団神戸調査事務所鳴門支所

** 佐藤工業(株)技術コンサルタント部

のである。

2. 橋りょうの概要

デンマークはユトランド半島(Jylland)と数個の島より成るが、東端にある一番大きな Sjaelland 島と中間に位置する Fyn 島間、および Fyn 島とユトランド半島間の海峡はそれぞれ Great-Belt, Little-Belt と呼ばれている。Great-Belt は現在フェリーボートにより連絡されているが、1965年政府によりこの海峡をつなぐ海洋構造物の設計作品が公募され、現在最終的な計画が検討されている。

一方、Little-Belt には 1935年に竣工した狭い鉄道併用橋(鋼構造、橋長 1,178 m、中央径間 220 m)があるが、E-66号線の増大する交通量に対処して 1963年 Little-Belt 道路橋の建設が認可され、1965年より5年9カ月を要して 1970年末開通した。このヨーロッパ道路は将来スコットランドからポルトガルのリスボンまで連絡することになっている。

リトルベルト橋は主径間 600 m のつり橋で、鉄筋コンクリート構造の主塔、水深約 20 m の場所に設置された空気セルケーソン基礎、また地中に埋設したメインケーブルのアンカーブロック等、環境条件を十分考慮した設計とち密な調査実験をもとに施工され、端正な容姿を現わしている。表-1に橋りょうの主要項目を、図-1に架橋位置を、図-2に橋りょうの側面図を、図-3に断面図を示す。また、写真-1はFyn側から見た全景である。

3. 施工条件

(1) 地質

主塔基礎位置には厚さ 3.5~10 m の氷河期の粘土、砂れき層が堆積し、この下に第3紀層の粘土層が存在する。この粘土層は海峡の名をとってリーリベルト粘土と

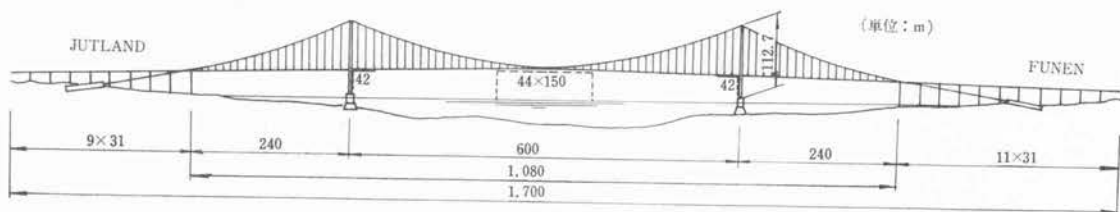


図-2 橋りょう側面図

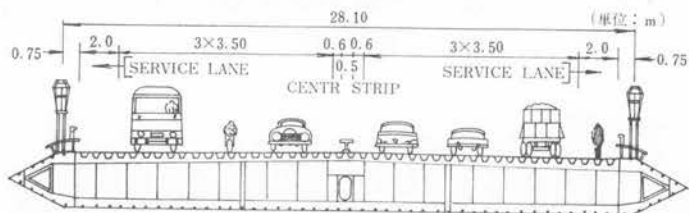


図-3 橋りょう断面図

命名されたが、十分に先行圧密され、硬く縮まり、かつ塑性な特性を有し、氷河の作用で亀裂が発達している。

なお、地質ボーリングは1962年10月～1964年2月に行なわれた。

表-1 橋りょう主要項目

橋りょう 主要目	橋りょう延長	1,700 m
	主径間	600 m
	側径間	2×240 m
	高架部径間 (Jylland 側)	9×31 m
	高架部径間 (Fyn 側)	11×31 m
	ケーブル間の幅員	28.10 m
	けた下空間 (中央部 100m)	42 m
コンクリート (89,000 m ³)	主塔橋脚	22,000 m ³
	主塔	11,600 m ³
	アンカーブロック	27,000 m ³
	高架橋サイドタワー	25,200 m ³
	塔基礎ぐい 高架橋基礎ぐい	2,400 m ³ 800 m ³
鋼材 (17,900 t)	主ケーブル	4,100 t
	つりケーブル	200 t
	補剛材	12,200 t
	鋳鉄 上部工の雑鋼材	600 t 800 t
工事費	約 2.25 億クローネ (約 108 億円)	
	上部工: 9,640 万クローネ (約 46 億円)	
	下部工: 5,760 万クローネ (約 28 億円)	
	高架その他: 7,100 万クローネ (約 34 億円)	
工事期間	全体: 1965年3月～1970年末	
	下部工: 1965年3月～1968年2月	
	上部工主塔: 1967年10月～1968年11月	
	上部構造: 1968年12月～1970年末	
施主	Ministry of Public Works	
計画設計	Chr. Ostenfeld & W. Jønson	
施工	下部工: Brokonsertiet Lillebølt, A Group For Formed By Christiani & Nielsen A/S, Saabye & Lerche A/S, and Jespersen & Søn A/S	
	上部工: Honberg & Thorsen A/S	

(2) 気象

1963年に高さ50mの観測塔が建設されて以来、橋りょうの竣工時まで調査された。海峡は島に囲まれた関係上、風の影響が非常に少なく、風向も橋軸方向に多いため設計および施工上好都合だったといわれている。条件的には夏季にはよく、冬季に悪く、1967年～1968年に30m/sec以上の暴風を4回記録しているが、いずれも冬季であった。なお、高さ50mにおける観測結果では日最大風速の平均は11～12m/secであった。

(3) 海象

潮流は表-2に示すように3kt以下が多く、暴風時に3.5～3.9m/secの流速を記録している。潮のたるみ時間は春秋で全時間中の15%、夏は22.5%であった。また、海底における潮流速は表面流速の90%であったため主塔基礎周辺には洗掘防止工が施工された。なお、施工の結果から各種の作業別の限界潮流速は表-3に示すとおりであった。潮差は通常20～40cmで夏期に+10～-20cm、冬期に+30±0cmで暴風時に-145～+95cmを記録している。波高は非常に小さく、最大波高で1m程度であった。なお、厳寒期には北海から流氷があり、橋脚周辺が氷結し、材料の輸送ができな

表-2 潮流速と発生日数

時 期	潮流速と発生日数 (日/月)		
	1.5～m/sec	2.0～m/sec	3.0～m/sec
1963年6月～11月	9.3	3.3	0
1965年10月～1966年12月	5.7	2.1	0.3
1967年1月～12月	2.2	3.0	0.5

表-3 施工時の潮流速

くい打ち	1.5 m/sec 以下
ケーソンの据付	0.8 m/sec 以下
潜水作業	0.5～0.25 m/sec 以下

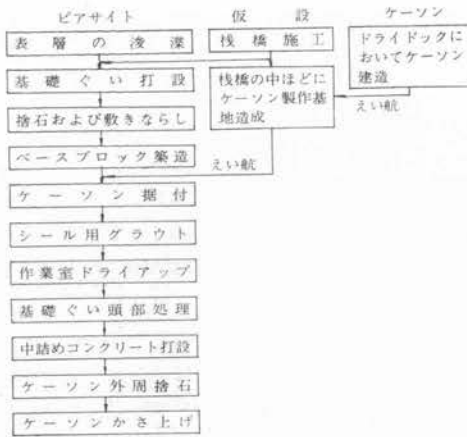


図-4 主塔基礎施工順序

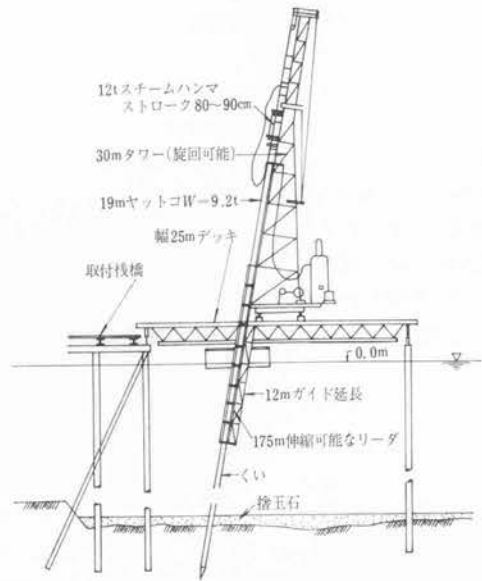


図-5 くい打ち要領

く、2カ月近く作業を休止したこともあった。

4. 下部工の施工

(1) 主塔基礎

2基の主塔基礎は水深約20mの位置に空気セルケーソン基礎で施工されたが、大略の施工手順を図-4に示し、一例としてFyn側の工期を表-4に示す。

(a) 浚渫

Jylland側およびFyn側の主塔位置の表層のそれぞれ厚さ2m(10,800m³)、3.7m(27,800m³)がバケットドレッジャとエアリフトを併用して1カ月で浚渫された。仕上りは1.5m程度の不陸状態であった。

(b) 基礎ぐいの施工

図-5に示すような棧橋およびガーダを利用して38×48cm×131.5mのRCぐいが1.94~2.80mピッチに打設された。水深が20m近くある場所で、くいの天

表-4 工期例 (Fyn側主塔基礎)

1	基礎ぐい打設	3.5 カ月
2	ドライドックにおけるケーソン建造	6.5 カ月
3	中継地におけるケーソン建造	3.5 カ月
4	ベースブロックの施工	2.0 カ月
5	圧気室におけるくいの箱合作業	1.5 カ月
6	ケーソンの中詰め、かさ上げ	4.5 カ月

端を海底面より2m露出させておくため長さ19mのヤットコと伸縮可能なガイドを装備したくい打ち機が使用され、1日4本の割合で施工された。

棧橋はケーソン据付時のガイドおよびケーソン製作のための中間ヤードとしても利用されたが、ピアサイトの陸側は斜ぐいと直ぐいの頭部を剛結し、海側は直ぐいだけの1列として潮流抵抗を小さくする構造形式がとられた。

しかし、潮流が早いとき横揺れが激しく、プレーシングによる補強をしなければならなかった。

硬い粘土層に貫入し、かつ所定の支持力を得るため基礎ぐいの断面形状寸法に対しては調査実験が行われた。結局、八角形の鉄筋コンクリートぐい、中空鋼管ぐい、鋼製Hぐい、八角形の中空鋼製ぐい、および矩形ぐいの中から、くい製作の容易さ、経済性、腐食を勘案して前述の矩形ぐいが選定された。

なお、打込まれたくいの本数はJylland側で206本(直ぐい134本、斜ぐい72本)、Fyn側で220本(直ぐい144本、斜ぐい76本)



写真-1 Fyn側から見た全景

であり、くい1本当りの支持荷重は 200 t として設計された。

(c) ベースブロック (台座) の施工

主塔基礎となるケーソンは設置式ケーソンであり、据付精度が問題となる。ここではこの問題をベースブロックを施工して解決している。すなわち、ケーソンの設置場所にそれぞれ8本のくいをつなぐ 7.0 m × 3.2 m × h 2.5 m のベースブロック4基を築造し、ブロックのうち1基に装置した可動ピストンによりケーソン据付後の水準を調整した。ベースブロックの築造方法を図-6に示す。

(d) ケーソンの施工

ケーソンは 図-7 に示すような内部に隔壁を設けたセルラーケーソン形式で、底部に圧気室があり、台座コンクリートの下部はプレストレストコンクリートで補強されている。ケーソンは Jylland 側に設けられた水深 -5 m のドライドックで高さ 11.7 m まで建造された後、海岸線より 80 m 離れた栈橋を利用して造られた中継地 (水深 -10.75 m) までえい航してここで高さ 25 m にかき上げされ、タグボート3隻と全付与浮力 1,080 t になるフロートタンク6基を抱かせて引出された。ケーソンの据付は 5 t ダンフォースアンカー6基と海岸線に設けられた2基準点からのセオドライトによる誘導により行なわれ、ベースブロックに設けた可動ピストン (能

力 1,200 t) を作動させて水準調整し、レベル ± 1 cm (1~2 cm の傾斜)、4 cm と 9 cm の平面誤差という、予定した 15 cm の誤差を上回る精度を得ている。

(e) 洗掘防止工

ケーソン下部の洗掘を防止するためケーソン周辺にサクシンドレジャ (270 m³/hr)、底開式土運船 (250 m³ 積) およびグラブ船で 2~15 kg の小石を 0.5 m 厚、40~200 kg 砕石 1.0 m 厚、約 10,000 m³ 投入し、特にケーソン沓部はセメント注入により固定した。

(f) 底詰めコンクリート

基礎ぐいとケーソンを結合するためケーソンの圧気室 (22 m × 49 m × h 2.85 m) に 2,400 m³ のコンクリートが打設された。ポンプクリートによる施工で、0.6~1.0 m の厚さで 4~6 段階に打設し、残部は 1 区画が 100~300 m² の 13 分割で施工された。

(2) 橋 台

橋台は橋りょうとしての美観と経済性を考慮して橋脚と分離して地中にアンカーブロックを施工する方法が採用された。したがってくい基礎は必要としなかったが、滑動抵抗を増すためサイドウィングを付けるとともに、10° の斜傾がつけられた。

アンカーブロックは長さ 53.0 m、高さ 10.8 m、幅は 90.0 m で重量 33,000 t、鉄筋コンクリート 13,500 m³

を要しているが、土の載荷重量を合わせて 70,000 t とし、2本のケーブルからの最大引張力 16,800 t に対して十分安全側に施工された。ちなみに、掘削に 1965 年春~1965 年 9 月、コンクリート施工に 1965 年秋~1966 年 12 月の工期を要している。

図-8 はアンカーブロックの構造を示す。

このアンカーブロックの施工をするため全体を 8 ブロックに分割し、1ブロックを 600~900 m³ とした。図-9 はそのブロック割りである。

施工機械はコンクリートポンプを使用したので粗骨材の最大寸法としては 32 mm としている。セメントは Mariager ポルトランドセメント (低アルカリセメント) を使用し、発熱を防いだ。底版のセメント使用量は 275 kg/m³ で、設計強度 300 kg/cm² に対し 420 kg/cm² を得ている。大部分を占めるアンカー室には 230 kg/m³ のセメントを使用し、骨材の最大寸法は 50 mm で $\sigma_{28} = 420 \text{ kg/cm}^2$ を得ている。

コンクリートの発熱に対しては骨材のブレクーリングおよびパイクーリングを行ない、上昇温度を 54°C 以下におさえた。

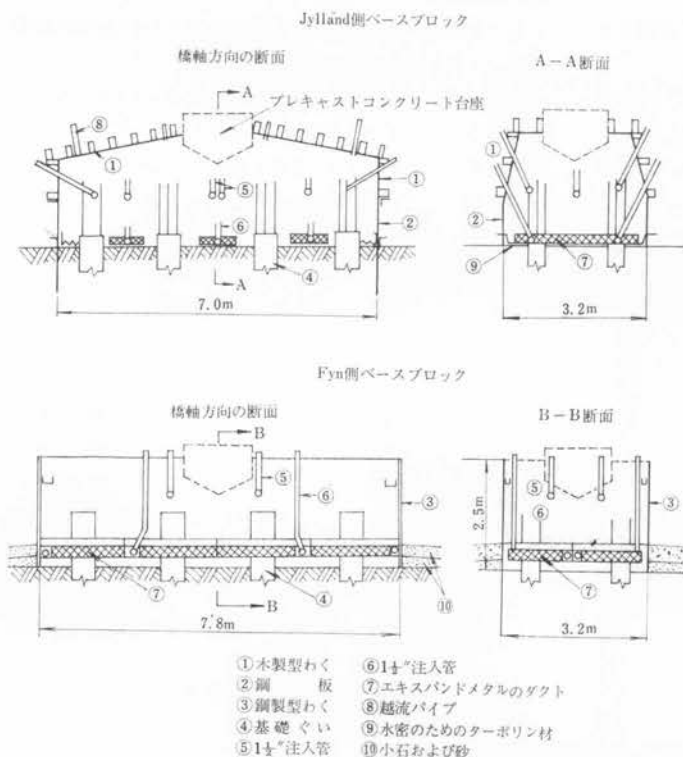


図-6 ベースブロック築造法

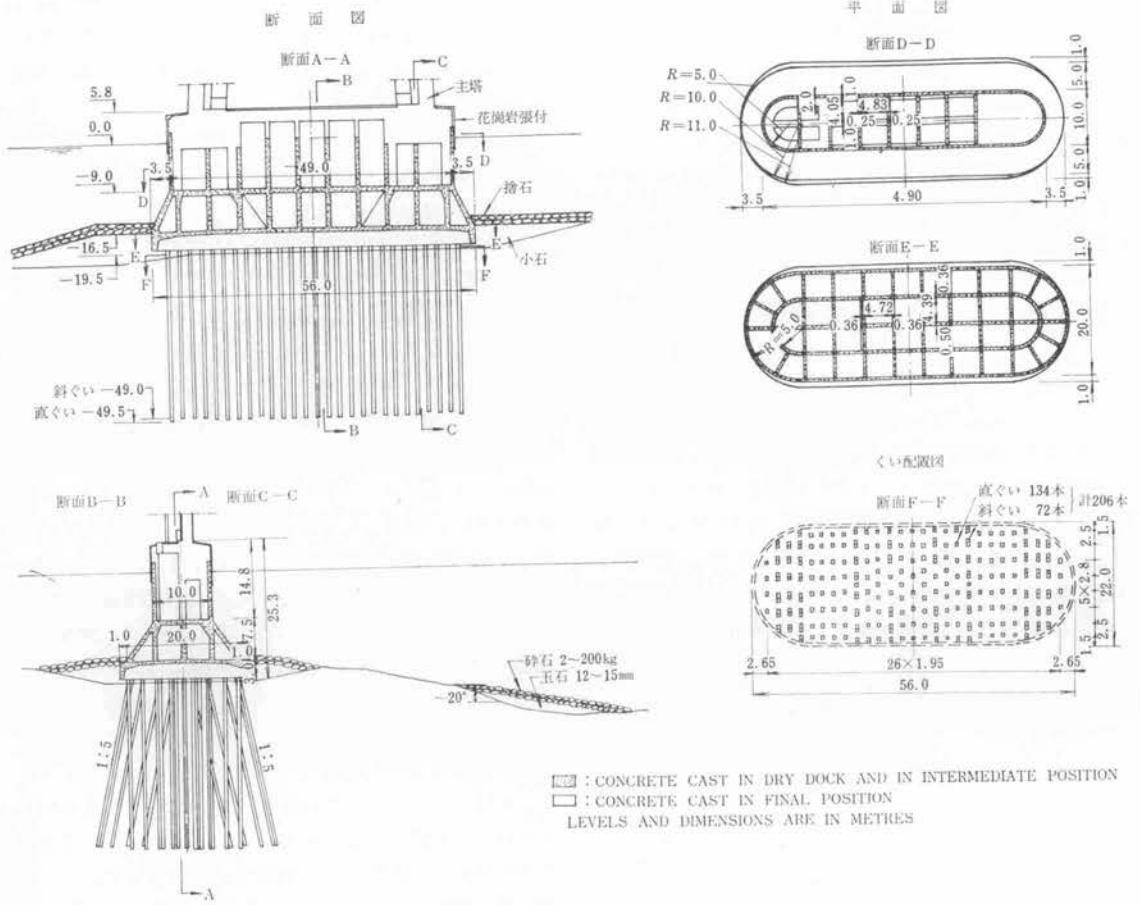
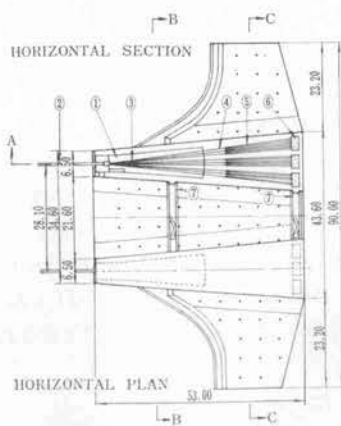


図-7 空気セルケーション基礎



- LEVELS AND DIMENSIONS ARE IN METRES
- ① SPLAY CHAMBER
 - ② MAIN CABLE
 - ③ PART CABLES OF MAIN CABLE
 - ④ ANCHOR RODS $\phi 25$ mm
 - ⑤ PRESTRESSING RODS $\phi 26$ mm AND $\phi 32$ mm DYWIDAG
 - ⑥ PRESTRESSING CHAMBER
 - ⑦ SUPPORTING WALL FOR PIER SHAFT (POSITIONS ACCORDING TO THE FUNEX ANCHOR BLOCK)

図-8 アンカーブロック構造図

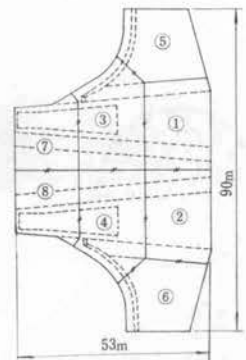
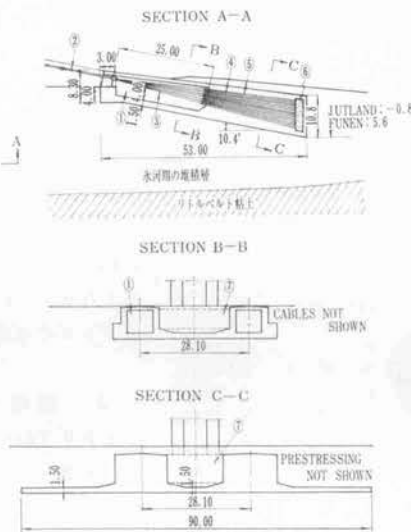


図-9 ブロック割り

また、アンカーブロックをすっぽりかぶる上屋をつくり (20 m×10 m×9 m)、冬期はヒーティングも行なっている。

スプレイ室の上はケーブル工事が終わって施工し、RC のプレハブげたを並べている。コンクリートプラントは Jylland および Fyn 側の海岸に能力 25 m³/hr のものを各々2基ずつ設け、セメントサイロ(50~70 t) を各々のプラントに設備している。

5. 上部工の施工

(1) 主塔

デンマークには大きな製鉄所がないため主塔を鋼製にするか RC 構造にするかで検討され、30% 以上の工費の差があるため鉄筋コンクリート構造に決定、施工された。そのかわり重量は鋼製に比べて約10倍の14,000 t となった。塔は高さ114.2 m であり、断面は中空で外観上幅は4.5 m で統一し、厚さを4.0 m から6.55 m に変化させている。レーズクライマを使用して1リフト

(2.32 m) を2~3日の割合で施工している。Jylland 側の主塔は施工途中に冬季をはさみ13カ月の工期を要し、Fyn 側は8カ月で完工している。図-10 は主塔の構造図である。

コンクリートは基部で1リフト63 m³ から上部へ39 m³ と変化するが、スライドフォームは径3/4 in、長さ106 cm の波形をした高張力鋼で作ったアンカーバーで止められ、コンクリート打設後24時間で力をとらせている。型わくは打設後20時間ではずし、四面の型わくを清掃し、油をぬった。鉄筋工、コンクリート等のつり上げのため2基のタワークレーンを設置したが、つり能力は3.5 t、リーチは10 m であった。

型わくを押上げるレーズクライマは塔に取付けられた歯状軌道上を走り、最大荷重1 t で、最大速度は0.65 m/sec である。コンクリート骨材は花崗岩の55 mm 径碎石を用い、普通ポルトランドセメント310 kg/m³ を使用し、夏期には発熱をおさえるため氷水で混合したり、骨材に散水したりしている。このため制限温度である54°C を越えることはなかった。コンクリート強度は仕様書の $\sigma_{28}=450 \text{ kg/cm}^2$ に対し、実際には 540 kg/cm^2 を得ている。

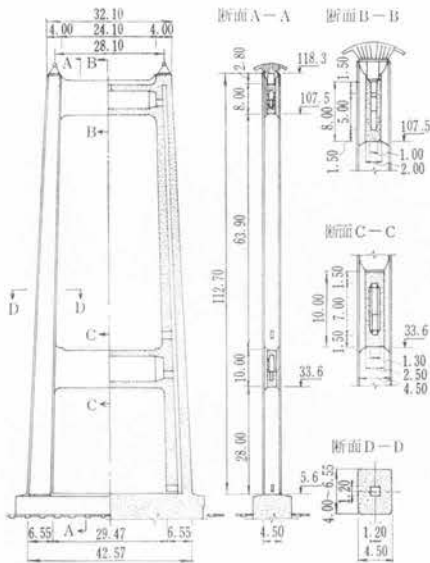


図-10 主塔構造図

(2) メインケーブル

この橋はヨーロッパでは最初に P.W.S. 工法を採用した本格的つり橋である。従来の A.S. 工法とあらゆる面で比較検討し、P.W.S. 工法採用にふみきっている。全ケーブル鋼重は約4,000 t であるが、イギリスの British Ropes Ltd. に発注している。なお、メインケーブルの断面を図-11 に示す。

ケーブル径は58 cm で、ノルマルストランド ($\phi 68.7 \text{ mm} \times 55 \text{ 本}$) とコーナーストランド ($\phi 41.4 \text{ mm} \times 6 \text{ 本}$) 計61ストランドよりなり、破断荷重24,500 t で、溶融亜鉛メッキをした径4.6 mm の素線を使用している。素線の引張強度は 166 kg/mm^2 である。

このストランドはリールに巻かれ(35 t)、Jutland 側のアンカーブロックの裏に集積され、あらかじめ架設されたキャッツワークの上のローラにのって海峡上を架設された。ケーブルの架設は Monberg & Thorsen A/S により施工され、1969年の夏、12週間で完了した。塔頂サドルは重量約40 t で、塔頂クレーンで架設された。

(3) 補剛げた

イギリスのセバーン橋とやや異なった流線形をしており、トラス形式と比較検討した結果20%近いコストの差でこの形式を採用した。形は図-3 に示すとおりである。耐風安定性の上から極度に縁がとがっており、独特の曲線をえがいている。この状況は写真-2 に示すとおりである。

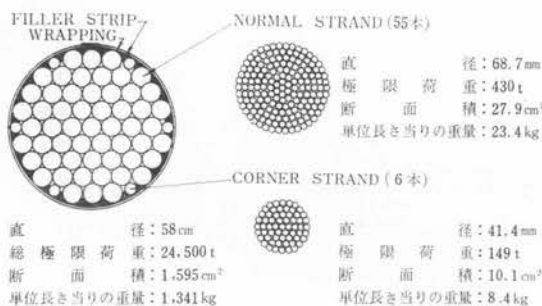


図-11 メインケーブル断面

けたは長さ 12 m のブロックに分割され、Nakskov の積出港で 24 m ブロックに組立てられた。1 ブロックの重さはいずれも 270 t である。組立が終了すると塗装され、タールを塗った防水布で覆われた。輸送にはクレーンは使わず、特に製作した水圧ジャッキをもった台車で小移動した。全部で 93 ブロックのボックスげたは二つずつ“DUR”と呼ばれるページに積まれ、タグボートでえい航され、架設位置まで運ばれた。

海峡は風向によっては潮流が 8 kt にもなるので、えい航は困難をきわめた。けた架設はスパン中央から始められ、左右対称に塔に向かって進められた。Nakskov 基地でのけた組立は 1967 年に始められ、1969 年の半ばまで 1 週間に 1 ブロックのわりで組立が続けられた。そして 1970 年夏、けた架設は終了した。

6. あとがき

前述のとおり、今回は下部工の施工を重点的に紹介したが、紙数の関係で上部工の施工について述べられなかったのが残念である。

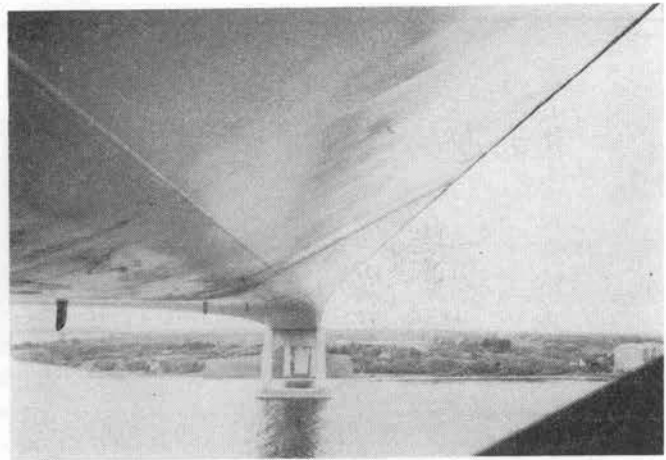


写真-2 Fyn 側から見たけた下面

デンマークという国は想像以上に堅実で、特に鉄を大切に考える方は資源のないわが国にとって考えさせられるものがある。また主塔基礎ケーソンの施工方法やアンカーブロックの施工には現地の地質に対処した特殊な設計施工が行なわれているのが印象的である。

参考文献

Motorway Bridge across Lillebælt, Publication III : Design and Construction of the Bridge, By Chr. Ostenfeld, A.G. Frandsen J.J. Jessen, and G. Haas.

図 書 案 内

建設機械の損料と経費

A 5 判 上製・ビニールカバー 220 頁
 頒価 会員 850 円 非会員 1,000 円 送料 150 円

本書は、損料の意義と発展の経過、基準値の内容と損料算定法の内容、補正のあり方などについて、実務家であり、理論家である委員により書かれたわが国唯一の実用的解説書である。さらに実務担当者の要望に応じて、機械施工の工事計画と損料を含めた機械経費全般の具体的な積算方法についても計算例などを入れて平旨に解説した総合的な参考書であるから、発注者、受注者の各管理者や実務家はもちろん、建設技術、建設経営を学ぶ学生諸君に至るまで幅広い関係者の座右の書となるものと思う。

申込先 社団法人 日本建設機械化協会

東京都港区芝公園 3 丁目 5 番 8 号 機械振興会館内
 電話 東京 (433) 1501 振替口座 東京 71122 番

北海道の機械開発

鷹 田 吉 憲



過日、開発局の付属機関である建設機械工作所を視察した。実際はほとんど無沙汰しているのでぜひ見に来てくれという所長の招きによるものであったが、建設機械の開発、改良など実物について担当者の懇切な説明と案内で興味深く、来てよかったと感じた1日であった。なるほどとにかく感心させられるものもあつたし、まだ試作当初の段階で巧くゆくかどうかといささか首をひねるものもあって面白く、また、いささか懐旧的にもなった次第である。

私も、かつては建設機械に関係したこともあり、道路の維持、補修などの必要に迫られて外国文献、といっても簡単なパンフレット、リーフレットを見るだけで大胆に輸入した結果が作業の目的に必ずしも合致せず、改造を余儀なくされたり、さらには機械に合せた作業を強いられたりという失敗の経験がある。たまたま寄稿を依頼された機会に開発局が開発あるいは改良した機械、現に試作検討中の機械（これはこのたびの勉強の結果によるものであるが）につき私の知る限りの範囲で紹介してみようと思つた。しかし、内容は開発局が研究開発製作したもの、仕様を設定し、メーカーに開発製作してもらったもの、開発局とメーカーが共同開発したもの、技術協会などと共同仕様を検討のうえメーカーに製作してもらったものなど多岐にわたるのであるが、いちいち区分、説明することを省略させていただきたい。

必要は発明の母といわれるが、創意工夫による機械の開発改良としては道路の維持、除雪機械が歴史は一

番古いようである。というのも、北海道では直轄維持作業が26年開発局発足当初から全面的に行なわれており、作業量、方式の機械化が当面の課題として広範にわたって要求があつたからである。

* * *

除雪機械では、まず除雪ブラウの開発から出発した。V型および一方向羽根の形式、構造であり、飛散防止板、ブラウシューなどは必要からで工夫であった。また、段切、広面新雪除雪兼用のサイドウィングは障害物対策工法、懸吊式から全油圧式、かき出しとかき入れのツーウェイなど現在も改良が続けられている。トラック除雪は高馬力、高性能の段階を経て高速除雪に重点が指向され、トラック装着路面整正装置は除雪と整正の兼用を計って考案されたものであり、最近、キャブオーバ型試験用トラックが試作された。スノーロードは輸入段階からようやく39年に試作が行なわれ、41年に新潟NHR-11型の実用化をみた。

ロータリは30年代後半でも国産では見るべきものがなく、40年代にHTR41型(200PS)がやっと安定期に入り、41年にはHTR300型が製作された。そしてこのツーエンジン、油圧走行式ロータリの改良でHTR301型の開発に結びつき、さらにその後は高速ロータリ除雪の開発に重点が向けられ、700PS、ワンエンジン方式、油圧走行式6×6全輪駆動型ツーステージロータリを開発をみるに至つた。除雪機械のほか、CaCl₂など凍結防止剤の散布装置やストックプラント、あるいはアイスバーン処理などは、除雪担当の道路出張所からもアイデアが出され、種々試作もなされているが、アイスバーン除去の解決策はなかなかむずかしい問題である。

最近では歩道用除雪車の要求が切実である。高性能の小型ブルドーザ、ロータリ車の開発が急がれ、試験研究に努力が払われている。また吹だめ柵、吹払い柵、雪庇雪崩防止用吹払い柵など各種防雪柵は試作がわりあい簡単であるので相当以前から行なわれ、また現地試験にもこと欠かない。最近では直営製作の風洞実験で室内試験も試みられている。

維持用機械は、砂利道時代には骨材散布装置などいろいろなアタッチメントの創案が行なわれたが、機械というにはややほど遠いものであつた。その後の主なものについて列記してみる。携帯草刈機の軽量、電動化、車載式草刈車は輸入モーア式をハンマナイフ、チップ式に改良し、現用草刈車の基を作り、さらに引続き路肩、のり面同時作業のワンパス化を試みている。

路面清掃車は大型化、高馬力エンジン搭載、高速化

を計り、除雪併用型とし、街渠清掃車も操作性と省力化を計り、あわせて除雪兼用型とした。また崩落防止フェンス内に堆積した落石、土砂のつかみ取り用クラムシェルをトラックに架装した落石処理車を開発し実用化したほか、路面の崩落転石、のり面の突出岩除去のため、別にコンプレッサを必要としないエンジン破砕機を装備したホイールショベルを有する岩盤破砕機がある。

最近試作のものには春先市街地の緑石部に堆積、固着した汚泥を処理する目的で、オーガタイプによるかき寄せと積込コンベヤによるトラックへの送り込みをワンセットにした緑石汚泥処理装置がある。ちょっと大げさな感じがされるかも知れないが、融雪後除去が急がれる長大作業であり、従業員の衛生面をも考慮しなければならない仕事なので工夫が必要なのである。またバキューム式でモータスイーパーをペースマシンとすることごみ処理用ののり面清掃機の試作も行なわれている。

建設機械では、サロベツ、釧路湿原地帯など軟弱地帯で水深が浅い狭小蛇行河川の掘削には従来の河川用ポンプ船では作業がむずかしいので、自走式 8 in ポンプ式水陸両用掘削機を開発し、これを母体としてやはり水深が浅く、石礫の多い急流河川掘削のため河道掘削機を製作し、現在試験稼働中である。

農業用建設機械についても課題が豊富である。農業基盤整備事業の北海道の占めるシェアは大きく、また特殊土壌として泥炭、火山灰、重粘土地帯の分布が広大であるからである。26~27年頃かんがい排水事業として着手された篠津、美唄、夕張川水系地区は地耐力の弱い過湿泥炭地帯で、ブルドーザ作業はスリップしたり機械自体が沈下し、作業が困難なので、NTK 4型ブルドーザを入れてシュアの構造を種々検討の結果、日特重車輻で三角シュアを開発し、NTK 4型湿地面用ブルドーザが誕生した。

また篠津地域泥炭地開発事業は、27年世界銀行が必要な外国機械導入の借款を約束したが、カタログデータだけで実際の作業性能が解らず、現地の適応性も不明なため関係者は大いに頭を痛めたものである。事実圃場運搬機のクローラダンパは操向クラッチおよび終減速装置の故障が続発し、また低接地圧としたため履板の折損が多く、かなりの修理改造を余儀なくされたり、ピアレスドレッジなど現地に馴染むよう改良検討が重ねられ、最終的には導入計画も大幅にダウンしたのである。

また特殊なものとしては、火山灰地帯反転客土用の

ブルドーザけん引式マンモス反転プラウの機構、形状の検討がなされ、39年頃をピークに樽前系火山灰地帯で相当の実績を収めた。これは火山灰の下にある埴土を表面に反転させ、客土する工法であった。その後土地改良に代わって草地開発事業が重要施策としてクローズアップされてきた。草地を対象とする作業中心は農機具であって汎用性の高い建設機械とは異なり、試作、研究では経費の面はもとより地域適用性の面でも相当差があり、なかなか大変である。根曲竹群生地区草地化のワンパス化を目的とした強力ロータベータ方式による省力、能率化をねらったパンプハーベスタや、草地造成の最も障害となる木根を処理するためチップを用い、地下 30 cm 程度までチップ状に細かく切断処理する木根処理機の試作は興味深い。また石礫地帯の草地化を計るため大径石礫の連続除去のための除去機械の試作、これは全国的課題のようであるが、実用化にはまだまだ問題があるとのことであった。

港湾建設機械となるとなかなか大物であり、単独での開発改良はむずかしく、作業船協会あるいはメーカ共同の研究、検討により開発されるのが通例である。たとえば、30年建造のディップ浚渫船“はこだて号”、これはわが国最初のディーゼルエレクトリックでワードレオナード制御によるワンマンコントロール方式のものであった。また37年建造のオール油圧ドライブ式バケット浚渫船“いぶり号”、これは在来のもとは趣きを異にした形式のもので、上部タンブラーの位置を下げることによってラダーの長さが短縮され、積込みはベルトコンベヤによる低立式で船の安定を計り、船体スイング方式をラダースイングに改め、動力伝達制御等に油圧方式を採用した。室蘭港外防波堤の函塊据付工事に使用するため42年建造の500トン型大型起重機船“たいせつ号”は遠隔操縦方式および自動装置等、近代化、自動化、能率化を意欲的に図ったものである。

* * *

以上、簡拙な羅列で、機械それぞれについては解りにくい点があるろうが、傾向を感じとっていただければ幸いである。担当者が苦心を重ね試行あるいは錯誤をも重ねながらやがて成果が結実し、満足感を帯びた懐旧談となり、あるいは現に懸命に思考したり試験に従事している姿はまったく好ましいものである。本道は気候、風土とも極めて厳しく、地域的特殊課題が多く、私ども自身が解決しなければならない必然性になっているという自覚をさらに高め、進んでゆきたいものと考えている。
(北海道開発局長)

歩道用除雪機械の現況

石 沢 利 雄*

1. ま え が き

歩道とは、「もっぱら歩行者の通行の用に供するため縁石線または柵その他これに類する工作物により区画して設けられる道路の部分」であると道路構造令に解説されている。これらの歩道は歩行者の安全、自動車の円滑な交通の確保、都市施設としての沿道サービス等種々の目的で、従来、都市部に多く設置され、地方部においてはそれほど必要のないものと考えられていたが、近年交通量の増加と地方部の歩行者に対する通行の安全をはかるため歩道が設置されるようになってきた。

積雪地域の歩道は冬期間になると歩道に降り積った雪の上に車道除雪による雪の押上げ、また屋根からおろされた雪が堆積されて次第に高くなる。都市部の商店街などでは必要上、これらの雪を人力によって処理されている。しかし一般にはそのまま放置されている。積雪の少

ない時期には歩道上雪を通行者が踏固めて歩行しているが、堆積が高くなると歩行が困難になるばかりでなく、橋の歩道部分などでは危険となり、車道を歩行する結果となり、歩行者の安全上からばかりでなく、一般走行車両の障害となっているのが現況である。冬期間の歩行者の安全対策と円滑な交通の確保の上から歩道除雪の必要性が高まってきている（写真—1 参照）。

現在、機械によって歩道除雪が実施されている箇所としては通学路、横断歩道橋の取付部などの必要度の大きい部分の一部分に限られている。その他の歩道では歩道除雪が実施されていないのが現況である。

2. 歩道用機械の分類

現在、歩道用機械として使用されと思われる機械を分類すると 表—1、表—2 のとおりとなる。

搭乗形のうち、走行装置の分類から車輪式のもの小

形ロータリ除雪車として開発されたものである。除雪装置としてはほとんどロータリ除雪装置が主であり、ブレード式のものとしては小形トラクタショベルのバケットをブレードに交換して使用されて



写真—1 歩道が除雪されないため車道上を歩行している

表—1 搭乗形の分類

		<走行装置>	<除雪装置>
搭乗形	車輪式	—	ロータリ式
			ブレード式
	履带式	—	ロータリ式
			ブレード式

表—2 ハンドガイド形の分類

		<走行装置>	<除雪装置>
ハンド ガイド形	車輪式	—	ロータリ式
			ブレード式
	履带式	—	ロータリ式
			ブレード式

* 建設省大臣官房建設機械課



写真-2 搭乗形歩道用除雪車（小形ロータリ除雪車）

いるか、小形除雪グレーダによって行なわれている。履帯式のものには土工に使用されている小形ブルドーザが主であり、除雪装置はほとんどブレードが装備されているが、簡単なロータリ除雪装置をブレードに換えて使用されることもある（写真-2～写真-5 参照）。

搭乗形はオペレータが機械に乗り、走行、作業操作を行なうため大ききの制限を受けるので大形となり、一般車道などにも使用される程度のロータリ除雪車となり、機関出力も 80～120 PS 程度で、除雪作業幅員は約 1.2 m から 1.6 m 程度と広くなり、使用される個所も限定されることになる。

ハンドガイド形のものには車輪式、履帯式ともに除雪装置はほとんどがロータリ除雪装置で、一部履帯式にブレード式がある。除雪装置は歩道に降り積った雪を歩行者が通行することにより圧雪となるのでオーガで切削し、ブロウで飛ばす 2 ステージ形のもの主となっている（写真-6～写真-8 参照）。

また、ハンドガイド形は操作する人間が機械と一緒に歩行しなければならないため走行速度（作業速度）も最高 4 km/hr 程度と制限される。また機械総重量から考えた場合、小形軽量の機械は操作性からはよいが、歩道上の圧雪を処理するには不可能となり、そのためある程度の重量が必要になる。しかし機械の重量が重くなると機動性が悪くなり、使用上の制限を受ける。機関出力も大きなもので 25 PS 程度の機械となり、ほとんどの機械は 10～15 PS のものとなっている。除雪幅員も最大約 1 m 程度で 60～80 cm のものがほとんどである。

現在、歩道用機械として使用されるものとしては搭乗形の機械は幅員の広い歩道に適し、能率もよいが、回転半径が大きくなるため障害物の多い歩道には使用不可能となる。また、重量も大きくなるため歩道の構造上の制約を受ける。

ハンドガイド形の機械は小形のため小回りがよく、狭い個所や障害物の多い歩道には適するが、処理能力の点で能力が小さくなり、配置台数が多く必要となってくる。



写真-3 小形除雪グレーダ（2.2m）



写真-4 小形ブルドーザ



写真-5 搭乗形履帯式小形ロータリ除雪車

3. 歩道除雪の工法

現在、歩道除雪が本格的に実施されている個所は少な

く、また歩道の構造、歩道の周辺の条件等から機械除雪工法の採用が困難な場合もあるが、現在の機械を使用して可能な範囲の歩道除雪工法について考えてみる。

(1) 歩道用除雪機械以外の除雪機械による場合

車道除雪に使用されている除雪グレーダのブレード、またはサイドウィングを使用しての工法で、この場合、歩道の構造上周辺の条件に左右される。条件としては、地方部の車道と歩道がブロック等によって区分されている歩道で、ガードフェンス、案内標識等の障害物のない歩道において除雪グレーダの横送りしたブレードまたはサイドウィングによって歩道上の堆積された雪を歩道の外へ押出す工法である(写真-9 参照)。押出せない個所においてはブレードまたはサイドウィングで歩道上の雪を車道に一度出し、ロータリ除雪車によって運搬排雪を行なう場合と、放雪可能な場所でも歩道外の雪堤が高く



写真-6 ハンドガイド形車輪式小形ロータリ除雪車



写真-7 ハンドガイド形履帯式小形ロータリ除雪車



写真-8 ハンドガイド形履帯式小形ドーザ

なり、ブレード、サイドウィングで押出すことが不可能になった場合は、歩道上の雪を車道に出し、ロータリ除雪車で放雪する工法がとられる。このような工法を実施することのできる個所は条件のよい個所といえる(写真-10 参照)。

(2) 搭乗形歩道用除雪機械による場合

搭乗形歩道用除雪機械による場合はロータリ式、ブレード式によって工法も異なってくる。歩道の構造の条件としては、歩道の地耐力がこれらの歩道用除雪機械の重量に十分耐える構造のものでなければならない。歩道の幅員は1.5m以上必要となり、ほとんど市街地の歩道になると思われる。

搭乗形ブレード式のもの比較的積雪の少ない場合に適し、ブレードをアングリングすることにより車道側または歩道外に押出す工法が行なわれる。ただし、車道側に押出す場合はガードフェンス等がないことが望ましいが、ガードフェンスが切れている個所など適当な個所まで押出さなければならない。車道側に押出された雪はロータリ除雪車、スノーローダ等によって放雪、運搬排雪を行なう工法となる(写真-11 参照)。

搭乗形ロータリ式のもの積雪の多い場合に適し、機械本体の重量が大きくなるので圧雪も処理ができる。条件としては、ガードフェンス等が連続的に設置されている歩道においても除雪が可能である。歩道外に放雪可能な場合では、歩道上の堆雪、圧雪を直接放雪する工法ができる。また、歩道外に放雪が不可能な場合においても車道側に運搬排雪用のダンブトラックを用意し、それへの直接積込作業が可能となり、能率のよい工法が行なえる。ただし、搭乗形の歩道用除雪機械はブレード式、ロータリ式にしても回転半径が大きくなるため電柱、ポスト、案内標識、電話ボックス等の障害物が多い歩道においては能率が低下し、作業が不可能になることもある(写真-12~写真-14 参照)。

車輪式ものは回送性はよいが、歩道上の圧雪の不陸により走行不可能となる場合もある。履帯式ものはゴム履帯などで歩道の舗装面を保護する必要がある。

(3) ハンドガイド形歩道用除雪機械による場合

ハンドガイド形の歩道用除雪機械は、歩道幅員の狭い場所、約1m程度に使用されるが、搭乗形に比較して小形軽量なため積雪が少なく、圧雪の発生していない個所などにもみ使用され、除雪工法としては歩道上を人間が歩行する前に除雪を実施する工法が理想となるが、除雪開始の時間、性能能力により配置台数の問題等によって不可能となっている(写真-15 参照)。

歩道上に発生した圧雪をハンドガイド形の機械で処理するとなれば、機械本体の重量が必要となってくる。小



写真-9 除雪グレーダのサイドウィングによる歩道除雪



写真-12 小形ロータリ除雪車による歩道外への放雪作業



写真-10 除雪グレーダのブレードによる歩道除雪



写真-13 小形ロータリ除雪車による歩道橋取付部分の除雪作業



写真-11 小形ブルドーザによる歩道除雪

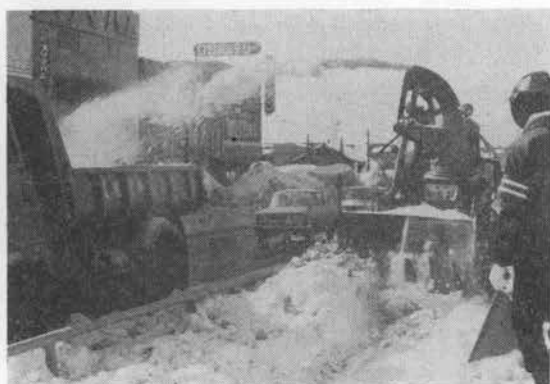
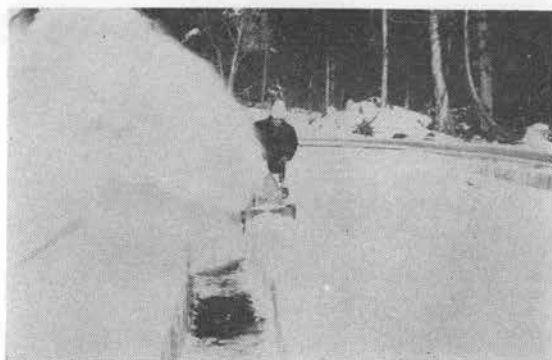


写真-14 搭乗形小形ロータリ除雪車による歩道の雪を運搬排雪用ダンプへの積込作業



写真—15 ハンドガイド形小形ロータリ
除雪車による新雪除雪



写真—16 ハンドガイド形小形ロータリ除雪車
による橋の歩道部分の除雪

形軽量の機械による場合、一般には踏固められてかなり硬い圧雪状になった歩道では、圧雪上を擦る程度となり、圧雪が処理されない。これらの圧雪を処理するためには重量と機関出力の大きいものとなるが、機関出力 25 PS、重量 1,200 kg の機械がハンドガイド形では現在一番大きいものとなっている。

ハンドガイド形の歩道用機械としては、車輪式、履帯式ともにロータリ除雪装置の装着されているものが主なので、搭乗形のロータリ式と同じように、歩道外に放雪可能な場所は放雪を行なう工法、また、不可能な場所では車道上の運搬排雪用ダンプトラックへの直接積込工法が可能となる（写真—16 参照）。

ハンドガイド形は人間が走行、作業の操作を行なう関係上小回りがきくため歩道上の障害物の多い場所でも使用が可能となるが、能率的に悪くなり、歩行者に対する障害になる場合もある。あまり小形軽量のものは歩道用除雪機械としては適応しないといえる。

4. 今後の歩道除雪の問題点

道路除雪としては、昭和 32 年頃より実施され、除雪工法の研究、除雪機械の開発等がなされ、除雪延長も伸びているが、それらは冬期における自動車交通の確保を目的とした車道除雪を意味し、歩道除雪はほとんど行なわれていなかった。最近、歩道に対する除雪の必要性が叫ばれるようになってきている。

しかし、歩道除雪に関する研究は非常に遅れており、早急に解決しなければならない問題が数多くある。歩道用除雪機械とは直接関係ないと思われるが、それらの問題点について考えてみると次のようなことが考えられる。

- ① 積雪地域の歩道構造の検討
 - ② 機械による歩道除雪の限界
 - ③ 機械以外の除雪工法の検討
- ①については、積雪地域に設置される歩道構造につい

て、歩道の幅員、ガードフェンスの必要性とその構造、歩道に付属する案内標識、電柱、電話ボックス、ポスト等の設置位置の問題、歩道の地耐力と舗装、歩道沿道の条件（放雪可能、立体交差、橋りょう等）、歩道の地下に埋物される設備など現在の歩道は夏期のみを考慮して設置されているものがほとんどであり、今後が積雪地域の理想的な歩道の構造規準、規格の統一が必要になると思われる。

②については、機械によって歩道除雪を実施する場合歩道の圧雪がどのように発生し成長していくか、また堆積される雪の状況はどのようになっていくか、車道除雪の除雪工法との関連を把握することが必要になると思われる。歩道を機械除雪する場合、機械の能力、性能上から要求される歩道の構造、また機械除雪として可能な限界（機械の開発上からも考慮して）を調査し、機械除雪以外による歩道除雪も考慮する必要があると思われる。

すなわち、現在使用されている歩道用機械の機種別に性能、能力の再検討、機械による歩道除雪工法の問題点、現在の歩道用機械からみた歩道構造の検討、現在実施されている車道除雪工法を再検討し、歩道除雪の容易な工法の研究などが必要となる。

③においては、①および②から、構造上から考えて歩道除雪を機械で実施することが不可能な箇所も当然あると考えられ、それらの箇所を機械除雪以外による歩道の除雪を行なう除雪工法の検討が必要になる。消雪パイプの設置方法の検討、消雪パイプを設置するために要求される歩道構造の検討、ヒーティング設置の検討および要求される歩道構造の検討が必要となり、これらの設備は歩道上に堆積した雪に対する処理方法であるが、機械除雪以外の方法としては歩道上に雪を堆積させない方法も考えられる。すなわち、昔から積雪地域での市街地の歩道にみられる軒から庇を長く張出し、その下を通路とした“がんぎ”、現代風にいえばアーケードの再検討が必要になると思われる。ただし、現在のアーケードは昔の“がんぎ”と異なり、上からの降雪にはよいが横からの

表-3 (1) 搭乗形歩道用除雪機械諸元表

メーカー名	新潟鉄工	日本除雪機	日本除雪機	新潟鉄工	日 熊 工 機	日本除雪機	ボンバーディヤ (カナダ)
形 式	NR421	MR120(セン ービレット式)	MR12 (セン ービン式)	NR311(後2輪 操向式)	バイルハック ロモート S31A	トラクタ用	SW-48
除雪幅 (mm)	1,500	1,600	1,460	1,300	1,300	1,300	1,470
除雪高 (mm)	250	1,040	1,010	800	1,500	600	635
除雪能力 (t/hr)	700	600	600	460	200	130	
投雪距離 (m)	12	10	14	12	24	5	
全 長 (mm)	5,330	5,275	4,540	4,155	4,385	3,715	3,450
全 幅 (mm)	1,500	1,600	1,460	1,300	1,390	1,300	1,470
総重量 (kg)	5,400	5,215	5,665	3,300	3,410	2,000	2,100
機関出力 (PS/rpm)	133/2,200	133/2,200	115/2,200	80/2,400	44/3,600	22/2,800	113/3,600
走行形式	車輪式油圧駆動	車輪式油圧駆動	車輪式油圧駆動	車輪式油圧駆動	車輪式油圧駆動	車輪式	履帯式
除雪装置形式	2ステージ形 オーガ式	2ステージ形 オーガ式	2ステージ形 オーガ式	1ステージ形 オーガ式	2ステージ形 オーガ式	2ステージ形 オーガ式	ブレード式

表-3 (2) ハンドガイド形歩道用除雪機械諸元表 (その1)

メーカー名	スズキ自動車	日 立	ヤ ナ セ	和同産業	和同産業	新潟鉄工	ヤ ナ セ	パティネ商会
名 称	スノーレーク		スノースロウ	スノープロウ	スノープロウ	ミニロータリ	スノースロウ	スノーベビー
形 式	SR20	SE-6A	88	S6-II	S7-K	NKR-11	11-15	R-60
除雪幅 (mm)	655	630	800	550	900	460	1,100	580
除雪高 (mm)	530	490	400	400	640	460	700	480
除雪能力 (t/hr)	70 t/hr	300 m³/hr	830 m³/hr	300 m³/hr	521 m³/hr	30 t/hr	90 t/hr	60 t/hr
投雪距離 (m)	15	15		20	20	10		10
全 長 (mm)	1,540	1,470	1,680	1,800	1,950	1,535	1,980	1,450
全 幅 (mm)	655	630	882	595	900	510	1,100	580
総重量 (kg)	140	130	175	150			360	140
機関出力 (PS/rpm)	9/4,500	6/4,500	8/3,600	6.5/	6/	4.5/	15/3,600	7/3,000
走行形式	車輪式	車輪式	車輪式	履帯式	履帯式	車輪式	履帯式	車輪式
除雪装置形式	2ステージ形 オーガ式	2ステージ形 オーガ式	2ステージ形 オーガ式	2ステージ形 オーガ式	2ステージ形 オーガ式	1ステージ形 プロウ式	2ステージ形 オーガ式	2ステージ形 オーガ式

表-3 (3) ハンドガイド形歩道用除雪機械諸元表 (その2)

メーカー名	日本除雪機	マイトウ農機	秋山鉄工	白石工機	白石工機	ヤンマー	ヤンマー	建設省
名 称	ハンドロータリ	マモトラ	ハンドグレーダ			ハンドドーザ	ハンドドーザ	
形 式		MS-400	GV-80(ア タッチメント)	SL-1	SL-2	RB-1030(ア タッチメント)	RB-1150(ア タッチメント)	SC-3B
除雪幅 (mm)	950	400	1,100	550	700	1,030	1,150	1,000
除雪高 (mm)	650	300	900	400	400	550	600	700
除雪能力 (t/hr)			900 m³/hr	15 t/hr	20 t/hr			100 t/hr
投雪距離 (m)	9	10	20	3	3	15	18	4.5
全 長 (mm)	2,535	1,250		1,500	1,500	2,835	3,180	3,137
全 幅 (mm)	950	480		500	700	1,030	1,150	1,000
総重量 (kg)	450	70	900	100	130	800	1,350	1,200
機関出力 (PS/rpm)	10/1,600	4.5/	8.5/	3.5/	4.5/	6/2,400	9.5/2,200	25/3,600
走行形式	車輪式		履帯式	履帯式	履帯式	履帯式	履帯式	履帯式油圧駆動
除雪装置形式	2ステージ形 オーガ式		2ステージ形 オーガ式	2ステージ形 オーガ式	2ステージ形 オーガ式	2ステージ形 オーガ式	2ステージ形 オーガ式	1ステージ形 オーガプロウ式

雪の吹込みがある。構造上からと車道の除雪工法との関連を再検討する必要があると思われる。

5. む す び

歩道除雪の必要性が高まってきている現在、歩道用除雪機械としては現在開発されている機械を使用しての試験的な歩道除雪を実施しているにすぎず、本格的な歩道除雪に適応する機械としてはまだ完成していない。今後

の問題点に記したように、現在の歩道の規格が多様であり、歩道幅員を考へても 0.7m 程度の個所から約 2m 程度の広さの個所まで多種となっている。既歩道に合うような機械を選択し、使用しなければならない現況である。本格的な歩道除雪を実施する上で歩道用除雪機械の開発が必要となって来る。

最後に、現在ある除雪機械のうち歩道用除雪機械として使用されると思われる機械の諸元を参考までに 表-3 に示す。

道路交通情報管制システム

—千葉国道における一例—

渡 辺 修 自*
會 田 正**

1. はじめに

モータリゼーションの進展に伴う交通需要の急激な増大に対処する方策として、道路の新設や改良が必要なことはここで改めて述べるまでもなく、道路整備事業は年々著しい進捗をみており、昭和48年度からは総額2兆5,000億円に上る第7次道路整備5カ年計画がスタートしようとしている。

ところで、このように整備されてくる道路が十分その機能を発揮するためには道路網全体の利用効率を高め、道路交通容量を最大限に高める手段を講ずることが重要であり、これまでも交通の安全と円滑化をはかることを

目的とした種々の施策が実施されてきた。道路交通情報の的確かつ迅速な提供もその一つである。

今回当事務所に導入した道路交通情報管制システムは従来からしばしば道路災害や特に夏期の交通混乱の生じていた房総方面への国道等についての道路交通情報業務の強化ということに加えて、特に成田新空港の開港に伴う関連道路網における道路交通情報の広域的かつ有機的な収集提供を行なうことを目的としたものである。

以下、本文においては道路交通情報業務の概要と当事務所に導入したシステムについて述べることにしたい。

2. 道路交通情報業務の概要

道路交通情報を一般の道路利用者に提供するという目的には従来大きく分けて二つあって、一つは道路を安全に利用してもらうことと、他の一つは道路交通を円滑に処理するというものである。

前者は自然現象による道路の災害が発生したときすみやかに、あるいはその恐れがあるとき未然にキャッチして通行止等の交通規制を実施し、これを道路利用者に知らせ、災害にまき込まれることを事前に防止することを目的としたものである。従来、道路における交通は最大限確保されなければならないという姿勢で道路管理が行われてきていたが、昭和43年8月の飛騨川バス転落事故を契機に道路という施設とそれを利用する通行者とを一体的に把握して管理することが要請されるにいたった。そのため従来のいわば通行確保至上主義を改めて道路およびその周辺の状態、豪雨、強風等の気象条件との関連において道路災害の発生が予想される場合にはあらかじめ定められた要領に従って事前に通行規制の措置をとることとされるようになった。当事務所管内では房総方面の国道16号および127号にこの種の危険箇所があり、異常気象時等にはしばしば通行止の規制が実施されている。図-1および表-1はそれら通行規制区間と規



図-1 交通規制区間

* 建設省関東地方建設局千葉国道工事事務所長

** 建設省関東地方建設局千葉国道工事事務所副所長

制基準を示したものである。

これに関連する情報は道路情報板(A, BおよびC形)ならびに道路標識によって直接通行者に知らせるとともに、日本道路交通情報センターを通じてラジオ等により広く道路利用者に伝達されることになる。

次に道路交通の円滑化をはかる目的の道路交通情報業務の内容には各種のものがあり、たとえば道路の工事に関するもの、交通事故その他による交通障害に関するもの、交通規制に関するもの、混雑状況、ランプ閉鎖等交通状況に関するもの、また最近特に重要視されてきている特殊車両の通行の可否に関する情報、あるいはいわゆる道路案内に属するものなどがある。この種の情報に対する一般道路利用者の需要は極めて大きなものがあり、たとえば日本道路交通情報センターへの電話での問合せは通常1日3,000件ないし5,000件あるが、台風来襲時等には4万件ないし5万件に上っている。

以上の道路情報業務は道路あるいは交通の状態を把握し、これを伝達するというものであるが、さらに一歩進んで、道路や交通の状況に応じて交通の流れをコントロールすることが必要となってくる。これが交通管制と呼ばれるものである。具体的な例として、首都高速道路では路線の渋滞状況に応じてランプ閉鎖による流入制限等を行ない、道路通行者の受けるサービスの水準をある限界以下に下げないようにするような措置をとっている。また、交通警察の分野ではすでに東京をはじめいくつかの都市で交通信号機の広域制御システムを導入しており、都市内道路網における交通流が全体として最も効率よく(信号による遅れ時間のトータルをミニマムにする)流れるようにコントロールしている。

道路交通情報業務の概要は以上のとおりであるが、従来の道路管理者(一般道路の)サイドの業務は大部分が上記の最初の分野、すなわち、道路災害発生時(予測される場合も含めて)における交通の安全確保に属するものである。今回当事務所に導入したシステムはこれを一歩進めて、より広域的な道路交通情報の管理を目指したものである。

表-1 通行規制基準

番号	路線名	区間	延長(km)	規制内容	
				予備規制	通行止
①	16号	木更津市小浜 ～君津市坂田	4.0	連続降雨量 130mm以上 または日雨量 50mm以上	連続降雨量 200mm以上 または時間雨量 30mm以上
②	127号	富津市金谷 ～嶺南町元名	1.5	*	*
③	127号	富浦町豊岡 ～富山町小浦	4.2	*	*

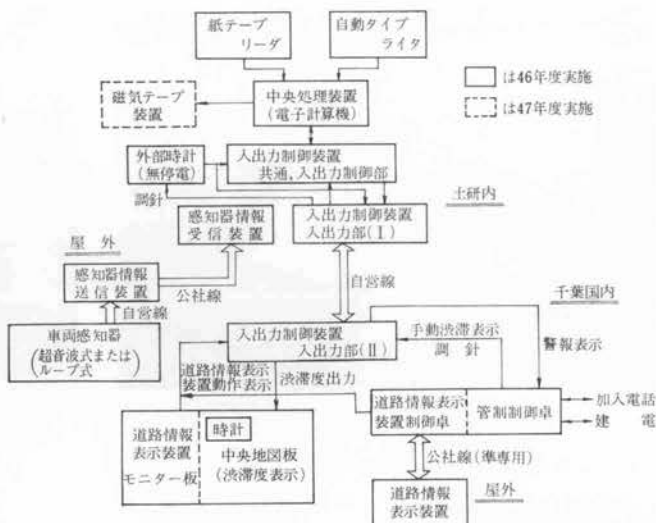


図-2 道路交通情報管制システムのブロックダイアグラム

3. 道路交通情報管制システム

(1) システムの概要

道路交通情報管制システムは道路の総合的な利用効率をはかるため、千葉国道工事事務所管内の幹線道路網を形成している国道の主要地点に交通情報収集用の車両感知器を設置し、電々公社専用線を通じて土木研究所千葉支所内の中央装置に送られる。中央装置ではこれらの交通情報を電子計算機で演算処理し、各地点ごとの交通量、渋滞度および占有度などを記録すると同時に専用線により千葉国道工事事務所に送られ、中央地図板上に渋滞度を表示する。一方、各路線に設置されている道路情報表示装置に道路交通情報を指令室から指令表示できるほか、その内容を中央地図板上にも表示することができる。図-2に本システムのブロックダイアグラムを示す。

(2) システムの機器構成と配置

本システムは中央処理装置、制御卓、中央地図板などの中央装置と車両感知器、感知器情報送信装置、道路情報表示装置などの端末装置から構成されている。表-2は本システムの機器構成を示したものである。

(a) 中央装置の機器配置

電子計算機を主体とした中央演算処理装置は土木研究所千葉支所内に、また中央地図板その他の管制装置は当事務所内に設置し、両者間は専用線で結んでいる。写真-1および写真-2は指令室、機械室の状況を示したものである。

(b) 端末装置の機器配置

交通情報収集用車両感知器、交通情報伝送用感知器情



写真-1 管制指令室 (千葉国内)

報送信装置および道路交通情報表示装置はいずれも屋外に設置される。写真-3 および 写真-4 はそれらの設置例を、図-3 は全体の配置を示したものである。

(3) システムのハードウェア

(a) 交通流情報の収集

(i) 道路交通情報管制システムを効果的に実施するためには絶えず同一基準で必要な交通流情報を正確に入手することが重要である。

表-2 システムの機器構成

	装置名	設置数	機能
中央装置 (土研内)	中央処理装置 (MACC-3300-16 K)	1 式 (32K 倍に増設)	交通量、占有度、渋滞度などの演算処理、表示、記録および管制官との対話応答を行なう。
	入出力制御装置	3 架	入出力信号と中央処理装置とを結合し、各種情報および制御信号の転送を行なう。
	自動タイプライタ	1 台	交通情報の記録と中央処理装置との対話を行なう。
	紙テープリーダ	1 台	さん孔テープを中央処理装置に高速度に読み込ませる。
	感知器情報受信装置	1 架	車両感知器からの信号を受信し、車両の存在をランプ表示する。
	磁気テープ装置および磁気テープ制御装置	(1式)	交通量、占有時間、渋滞度、道路情報表示装置の表示内容などを磁気テープに書き込み、記憶する。
	静止形自動定電圧装置	1 台	入力電圧の変動に対し安定した出力電圧を取り出す。
中央装置 (千葉国内)	制御車	1 式	中央地図板、道路情報表示装置への手動制御、一般外部との情報交換などを行なう。
	中央地図板	1 式	管内主要基準交差点の渋滞度表示および道路情報表示装置の表示内容を表示する。
端末装置 (道路上)	ループ式車両感知器	1L 用 13 台 (1L 用 2 台) 2L 用 8 台 (2L 用 8 台)	ループ式車両感知器により通過車両の台数および占有時間を検出する。
	超音波式車両感知器	1L 用 24 台 (1L 用 10 台)	超音波式車両感知器により通過車両の台数および占有時間を検出する。
	感知器情報送信装置	12 台 (5 台)	車両感知器からの信号を電々公社専用線を通じて中央装置にひずみなく伝送する。
	道路情報表示装置	4 式 (5 式)	道路利用者 (運転者) に対して道路交通情報の提供を行なう。

(注) () は 47 年度実施

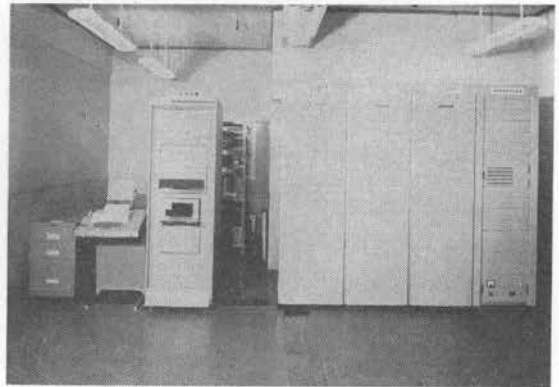


写真-2 機械室 (土研内)

左より自動タイプライタ、中央処理装置 MACC-3300、入出力制御装置 (3 架)、感知器情報受信装置

本システムでは管内の主要基準交差点流入路の交通状況を把握するために基準交差点の停止線から 300 m、500 m、1,000 m (一部 500 m、1,000 m のみ) にループ式または超音波式車両感知器を設置し、交通量および占有時間 (この場合の占有時間とは、車両感知器の感知領域を走行する車両が占有している時間をいう) などの交通情報を、専用線を通じて感知器情報送信装置に送出するものである。

図-4 に主要基準交差点における情報収集地点の標準例を示す。

(ii) ループ式車両感知器

ループ式車両感知器は路面に埋設されたループ上を車両が通過したとき生ずるループの自己インダクタンスの変化を検出し、車両の検出を行なうものであり、性能仕様は次のとおりである。

- ① 検出方式 インダクタンス変化検出方式
- ② 検出車種 軽 4 輪車以上

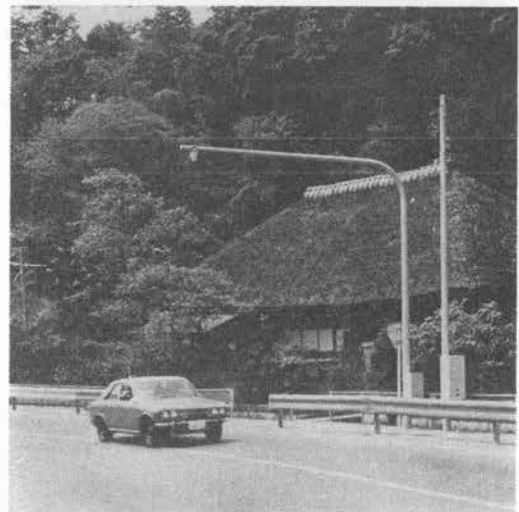


写真-3 超音波式車両感知器および感知器情報送信装置

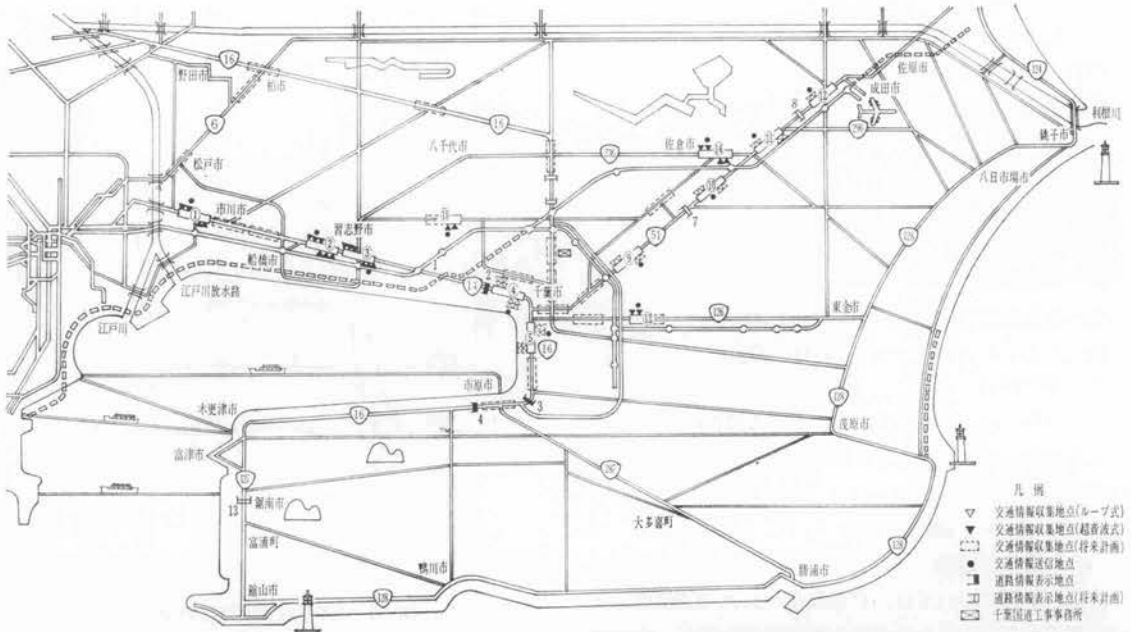


図-3 全体機器配置図

③ 検出速度 0~100 km/hr

④ 分解応 5 m 以下

(iii) 超音波式車両感知器

超音波式車両感知器は道路上に設置された超音波ヘッドより超音波を放射し、その反射波との時間差によって車両を検出するものであり、性能仕様は次のとおりである。

① 検出方式 超音波パルス反射方式

② 検出車種 軽4輪車以上

③ 検出速度 0~100 km/hr

④ 分解応 3 m 以下

(b) 交通流情報の伝送

(i) 車両感知器からは、車両ありのとき接点オン信号、車両なしのとき接点オフ信号が出力される。この信号は、電々公社専用線により 50 ボー FS 感知器情報送信装置で多重化(1回線最大8情報)され、中央装置の感知器情報受信装置に伝送する。

感知器情報受信装置では、各車両感知器別に交通情報

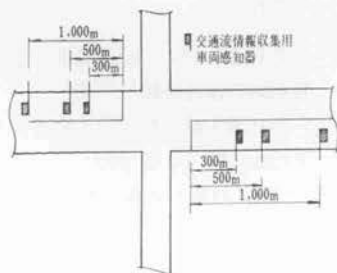


図-4 主要基準交差点車両感知器設置例



写真-4 道路情報板(A形)

をひずみなく再現し、入出力制御装置にその信号を送出する。

(ii) 感知器情報送信装置

感知器情報送信装置の性能仕様は次のとおりである。

① 伝送方式 FS 方式

② 使用周波数(8チャンネル)

f_1 595 Hz f_2 765 Hz

f_3 935 Hz f_4 1,105 Hz

f_5 1,275 Hz f_6 1,445 Hz

f_7 1,615 Hz f_8 1,785 Hz

③ 周波数偏移

マーク +35 Hz 車あり

スペース -35 Hz 車なし

④ 送出レベル 総合で 0 dBm 以下

⑤ 出力インピーダンス 600 Ω \pm 20%

- ⑥ ひずみ減衰量 30 dB 以下
- ⑦ 伝送速度 50 ボー
- (iii) 感知器情報受信装置

感知器情報受信装置の性能仕様は次のとおりである。

- ① 伝送方式
 - ② 使用周波数
 - ③ 周波数偏移
 - ④ 伝送速度
- 以上送信装置と同じ
- ⑤ 最低受信レベル -41 dBm/1 波
 - ⑥ 入力インピーダンス $600 \Omega \pm 20\%$
 - ⑦ 受信出力
マーク(車あり) 6V 以上 12V 以下
スペース(車なし) 0.5V 以下
 - ⑧ 最大受信チャンネル数/1 架
96 ch 30 回線

(c) 情報の処理

(i) 中央においては、自動収集された交通情報および制御卓からの情報を入力出力制御装置を通じて中央処理装置で次のような処理と制御を行なう。

- ① 車両感知器からの交通情報を計測、格納する。
- ② 車両感知器別に交通量と占有度(オキュパンシー)を算出する。
- ③ 基準交差点ごとの流入路別(上り・下り)に交通渋滞度を算出する。
- ④ 中央地図板上に交通渋滞度の信号を送出する。
- ⑤ 自動タイプライタに交通量, 占有度, 交通渋滞度, 道路情報表示装置の表示内容などの信号を送出する。
- ⑥ 自動タイプライタからの対話応答を行なう。

(ii) 占有度の算出

車両感知器は通過する車両が感知領域を占有している時間をパルス幅(占有時間)とするパルス(通過交通量)を発生する。

いま、感知領域の長さ L , i 番目走行車両の実行長を l_i , 速度 V_i とすると, i 番目車両感知信号のパルス幅 t_i (占有時間) は次式で得られる。

$$t_i = \frac{L + l_i}{V_i} \dots \dots \dots (1)$$

T 時間に N 台の車両が通過した場合, 占有時間の合計 $\sum_{i=1}^N t_i$ は (2) 式となる。この (2) 式の値を T 時間に

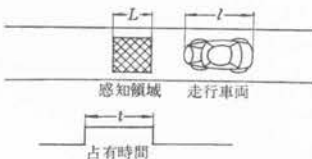


図-5 感知領域と占有時間との関係

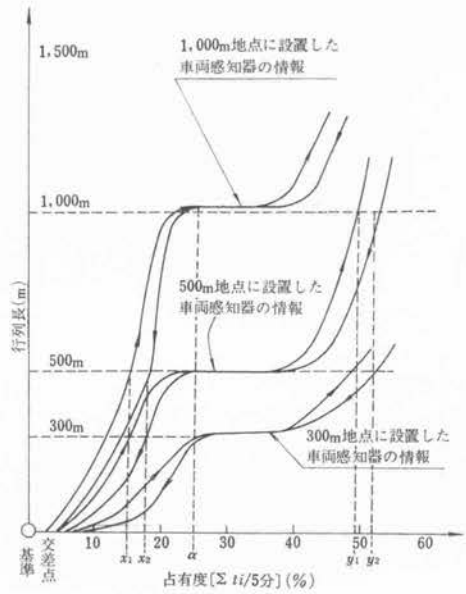


図-6 占有度と行列長との関係

おける占有時間と呼ぶ。

$$\sum_{i=1}^N t_i = \sum_{i=1}^N \left(\frac{L + l_i}{V_i} \right) \dots \dots \dots (2)$$

空間平均速度を $\bar{V}_s \left(= \frac{N}{\sum \left(\frac{1}{V_i} \right)} \right)$ とし, 仮に全通過

車両の長さが同じ l とすると (2) 式は

$$\begin{aligned} \sum t_i &= (L + l) \sum_{i=1}^N \left(\frac{1}{V_i} \right) = (L + l) \frac{N}{\bar{V}_s} \\ &= (L + l) \cdot \bar{D} \cdot T \end{aligned}$$

\bar{D} は平均交通密度であるが, これから占有時間の合計は, 全車両の長さが同じであれば, 平均交通密度を示すことを意味する。ただし, スポット計測であるから, 広い範囲の交通密度を表現することはできない。図-5に感知領域と占有時間との関係を示す。

(iii) 交通渋滞度の算出

① 管内の主要基準交差点流入路の交通渋滞度を4ランクに分け, 中央地図板上にランプ表示で地図板に表示するためのものである。

② 車両感知信号から次式によって占有度(オキュパンシー Occ)を計算する。

$$Occ = a_j \sum_{i=1}^N t_{ij} / T$$

t_{ij} : j 番目流入路の T 時間中に走行した i 番目車両の占有時間

a_j : j 番目流入路の感知器の補正値

T : 平均化時間 (= 15 分)

図-6にこの Occ の値と基準交差点に発生する行列長との関係を示す。

この図から,

- a. 行列長の増加に従って占有度も増加するが, 特に

基準交差点からの行列長が車両感知器の設置地点に達すると占有度が 25~35% へ極度に变化する。さらに行列長が延長すると行列長の増加に伴って占有度は緩慢に増加する。

- b. したがって、車両感知器の設置地点まで達する行列長は正確に計測できる。
- c. 行列が増加状態と減少状態での占有度との関係は若干異なり、ヒステリシス・カーブをえがく。

③ 行列長と渋滞度の関係は

車両の行列長	0~300 m	渋滞度	0
〃	300~500 m	〃	1
〃	500~1,000 m	〃	2
〃	1,000 m 以上	〃	3

④ 行列長の判定は車両感知器の組合せで行なう本システムでは 300 m, 500 m, 1,000 m の 3 個所と 500 m, 1,000 m の 2 個所の 2 方法で車両感知器が設置されている。

行列長は表-3 により決定する。

(iv) 中央処理装置

中央処理装置は前項 (i), (ii), (iii) の処理制御を行なうため電子計算機 MACC-3300 を導入しており、性能仕様は次のとおりである。

① 主記憶装置

磁気ワイアメモリ, 16ビット+パリティ (1ビット), 16K語 (32K語まで増設可能)

② 記憶速度

サイクルタイム 0.7 μs

加減算命令実行時間 1.4 μs

③ 演算方式

並列演算, 2進法, 固定小数点, 負数はこの補数表示

④ 割込レベル

本体内 3, 外部周辺機器の割込みを含めて 16

⑤ 入出力速度

16ビット並列 350,000語/sec 以上

⑥ インターバルタイム

10ms~2.56s までプログラマ設定可能

⑦ 記憶装置の保護

停電発生と同時に割込み, 記憶装置を保護, 電源復旧と同時に再スタート

表-3

車両感知器設置	占有度 (%)				
	x_1	x_2	α	y_1	y_2
300 m 地点			25	48	51
500 m 地点	15	18	25	48	51
1,000 m 地点	15	18	25		

判定値 x_1, y_1 : 占有度増加時の判定値
 x_2, y_2 : 占有度減少時の判定値
 x_1, x_2 : 前方の行列長判定時の判定値
 y_1, y_2 : 後方の行列長判定時の判定値
 α : 車両感知器の設置位置まで行列長が達した時の判定値

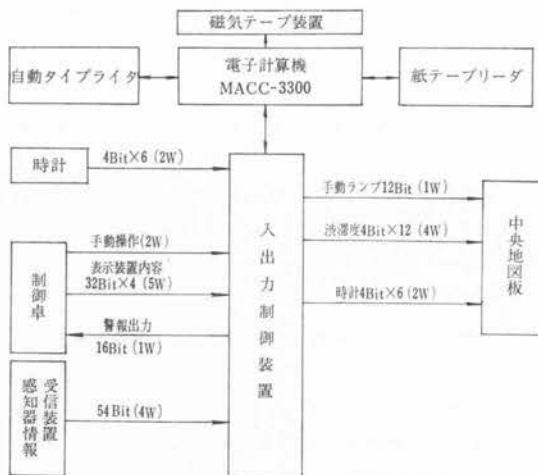


図-7 プロセス入出力情報点数

(v) 紙テープリーダ

紙テープリーダは光電式で紙テープを読み取り, そのデータを中央処理装置に入力するものであり, 性能仕様は次のとおりである。

① 読取速度 200字/sec 以上

② 符号形式 8単位

(vi) 入出力制御装置

入出力制御装置は交通情報, 制御卓などからの入力, および中央地図への出力信号をオンライン・リアルタイムで中央処理装置へ転送するものである。図-7 に対象プロセスの入出力点数を示す。

(d) 情報の提供

(i) 道路交通情報管制システムでは交通流の円滑な処理とあわせて道路利用者への的確なる情報を与え, また関係部署に公報するために次のような処理と制御を行なっている。

① 中央処理装置で演算処理された渋滞度を中央地図板に表示する。

② 制御卓から手動制御された道路情報表示装置の表示内容を中央地図板に表示する。

③ 県警管制室, 情報センター, 道路公団等の道路管理者などからの情報収集および関連部門との指示連絡を行なう。

④ 道路利用者に対する道路交通情報の提供を行なう。

⑤ 交通量, オキュパンシー, 渋滞度および道路交通情報の表示内容を一定の基準で処理し, 統計日報として保存し, 必要に応じて関連部門への情報提供を行なう。

(ii) 中央地図板

中央地図板は管内の主要道路, 主要基準交差点を主体にしてデフォルメした地図を画き, 管内の交通状況および道路状況がひと目でわかるようにしたものであり, 性能仕様は次のとおりである。

① 高さ 2.5 m, 横幅 5.5 m, 奥行 1.2 m の鋼板製とし, 内部に端子板, スイッチ, 電源などを収納し, 保守点検が容易である。

② 渋滞度は基準交差点を中心として上り, 下り別に 0~Ⅲ の 4 段階でカラーランプの電光表示する。

渋滞度 0 無点灯表示 (車の行列長 300 m 以下)

渋滞度Ⅰ 白色 (300 m)

渋滞度Ⅱ 淡赤色 (500 m)

渋滞度Ⅲ 赤色 (1,000 m)

この渋滞度表示は中央処理装置から自動表示されるほか, 必要に応じて管制官が手動で表示することができる。表示箇所は 17 箇所 (うち 5 箇所は昭和 47 年度実施), 将来 30 箇所まで表示されるようになっていく。

③ 時刻表示は月, 日, 曜日, 時分を表示する。

④ 国道 (茶色), 京葉道路 (白色), 東関東自動車道 (白色), 湾岸道路 (白色), 県道 (緑色) を主体とした道路を幅と色彩で区分し, 道路番号および道路名を記入する。また長期間の監視にも支障のないように地色を淡い緑色とし, 道路情報表示板を茶色の ■ で示している。

⑤ そのほか地図の判読を容易にするため主要地名, 河川等を記入してある。

⑥ 災害発生あるいは交通事故, 橋りょう工事によるう回路など, そのつどマグネット付着の交通規制表示用標識を地図板上に表示できる。

⑦ 制御卓の手動操作に連動して道路情報表示装置の表示と同一内容を地図板左側の表示窓に表示する。表示箇所は 9 箇所 (うち 5 箇所は昭和 47 年度実施) で将来 20 箇所まで表示されるようになっていく (道路情報表示装置モニター板)。

(iii) 制御卓

制御卓は中央地図板の渋滞度手動表示, 道路情報表示装置の表示内容の手動表示, そのほか他機関との情報交換などを行なうものであり, 管制制御卓, 道路情報表示装置制御卓からなり, 性能仕様は次のとおりである。

① 管制制御卓

- 中央地図板上の渋滞度表示を, 中央処理装置からの自動表示に優先して手動表示ができる。
- 手動操作で, 中央処理装置に割込し, 自動タイプライタを駆動できる。
- 他機器の警報が表示され, システム全体を監視できる。
- 手動操作で地図板上に表示されている時計の時刻を修正できる。
- 次の通信回線を有し, 情報の収集および関連部門と連絡指示ができる。

内線電話 1 回線

一般加入電話, オートダイヤル式

容量 10 以上 1 回線

表-4 表示項目の一例
(千葉市幕張町 2 丁目 (上り側))

	Aブロック	Bブロック	Cブロック
1	④ 谷津付近	路面凍結	スリップ注意
2	④ 船橋	積雪	チェーン必要
3	④ 中山付近	大雨	通行注意
4	④ 市川付近	濃霧	片側通行
5	④ 市川橋	工事	交通渋滞
6	京葉この先	通行止	通行止
7	京葉料金所	交通渋滞	う回路 ④
8	市川付近	事故	湾岸道路へ
9	首都高 7 号	大形車	京葉道路へ

ラジオ受信機をもち, ラジオ放送による情報の収集ができる。

② 道路情報表示装置制御卓

- 手動操作により道路情報表示装置を遠隔制御できる。制御表示項目は 3 連ユニットからなり, 1 ユニットの表示内容は最大 10 項目で, Aブロックに場所, Bブロックに状況, Cブロックに規制が表示される。なお“交通止”のみ赤字で表示される。表-4 に表示項目の一例を示す。
- 表示指令方式は返送照合シーケンス制御方式により 1 ステップごとに確認照合を行なう。
- スピーカで電話回線に到来する各種信号音および情報伝達符号音などを可聴的にモニターできる。
- 道路情報表示装置の表示項目の監視 (停電状況を含む) ができる。

(iv) 道路情報表示装置

道路情報表示装置は道路の主要地点にオーバヘッド方式または歩道橋共架方式で設置され, 制御卓からの管制官による手動操作により表示項目を選択表示する。情報の伝達手段は道路利用者 (運転者) と表示装置とのインターフェイスがより重要な問題で, 誘目性, 視認性, 表示方法などが表示装置の評価につながることに, 運転車が行動を起こす前に安全に, しかも十分判読時間をとるための視認性, 可読性が必要であるため輝度比, 色相外形寸法, 設置状態などを考慮している。表示方式は表示幕が無色テトロンフィルムの縦巻字幕で白熱電球による内部照明式とし, 表面パネル板の透光球を通じて文字を形成している。本システムで採用した表示装置は建設省仕様による A 形道路情報板の透光式である。

(v) その他の主要機器

上記のほか, 自動タイプライタ, 磁気テープ装置などがあるが, 説明は略す。なお, 将来コンピュータとの対話のために C.R.T. ディスプレーを設置することも考えている。

4. おわりに

本システムは昭和 46 年度, 47 年度の 2 カ年で一応の

完成をみるものであるが、特に情報の目となり耳となる道路情報表示装置や車両感知器等の端末機器については今後も整備をはかっていく考えである。

本システムは発足したばかりであって、その運用についてはハード面でもソフト面でも研究の余地が多く残されているが、ともかく道路管理者として一般国道を主体とする総合的な道路交通情報管制のあり方を指向する試みとしては全国で初めてのものであり、関連する道路管理者および交通警察との密接な連携のもとに道路利用者とのコミュニケーションをはかる広域的な集中管理システムとしてその効果を期待するものである。

なお、重要なことは、本システムが道路交通情報管制に関する理論と手段の開発のための研究設備としての役割を持っていることであり、そのために土木研究所道路研究室と協力体制をとっている次第である。

最後に、本システムの導入にあたっては建設省国道第一課および電気通信室、関東地方建設局道路管理課および電気通信課ならびに土木研究所道路研究室の指導と協力をいただいたほか、システムの仕様の作成については建設電気技術協会の協力を得た。ここに上記各位に深く感謝の意を表わすとともに、今後各機関のご協力を切にお願いする次第である。

 図一書一案一内

道路清掃ハンドブック A 5判 150 頁 頒価 1,200 円 ㊦ 200 円

道路除雪ハンドブック A 5判 232 頁 頒価 1,600 円 ㊦ 200 円

場所打ちぐい施工ハンドブック A 5判 288 頁 頒価 1,500 円 ㊦ 200 円

仮設鋼矢板施工ハンドブック A 5判 460 頁 頒価 2,500 円 ㊦ 200 円

申 込 先

社団法人 日本建設機械化協会

東京都港区芝公園3丁目5番8号 電話 東京(433)1501

都市廃棄物輸送システム調査の概要

小 林 茂 広*

1. ま え が き

廃棄物（ごみ）の排出量は所得の向上に伴って増大する。わが国でも近年の高度経済成長、産業活動の活性化、生活水準の向上に伴う消費物質使用量の急増等に伴い、発生する種々の廃棄物はいまや量、質とも増大あるいは複雑化している。さらに、過密による焼却場への輸送難、焼却場の立地難等のため、その取扱いは日本のみならずいまや世界大都市の共通の悩みとなっている。

都市化の進展に伴う人口、産業の集中の度合いの大きい首都圏、特に東京においてはその傾向が強くなり、東京における廃棄物の問題はさまざまな形で日常生活の中で話題となり、マスコミを通じて社会の問題として取り上げられ、第3次公害（大気汚染、水質汚濁に次ぐ）としてごみ対策は緊急課題となった。

建設省関東地方建設局はこうしたごみ処理問題に対処し、よりよい都市生活環境を実現するために東京 50 km 圏、なかでも特に緊急を要する東京 23 区を主な調査対象地域として都市廃棄物の現状を把握し、その都市廃棄物の輸送問題を物質流動の一環としてその合理化の対策を解明することを主目的に発生から処分までの過程を総合的に分析してそこに存在する問題点解決のためのシステムの検討を行なうこととした。

関東地方建設局としてもまったく初めて取り組む問題が多いので、建設省大臣官房政策課および都市局都市計画課のご指導のもとに、さらに委託先の社団法人日本交通計画協会に東京大学工学部の井上孝教授を委員長とした関係省庁、研究所、学識経験者、地方公共団体の関係者等からなる「都市廃棄物輸送システム調査委員会」を組織し、調査の基本方針等についてご指導をいただきながら調査を実施した。

本文は「都市廃棄物輸送システム調査報告書」よりそ

* 建設省関東地方建設局企画部建設専門官

の概要を紹介したものである。

2. 調査結果の概要

調査の目的は“まえがき”で述べたとおり、その主目的は都市廃棄物の輸送問題だが、廃棄物のうち特に家庭廃棄物について検討を加えることとし、産業廃棄物についての詳細な検討は昭和 47 年度に行なうこととしている。また、廃棄物はその発生から処分に至るまでの処理システムが複雑で、輸送問題だけを取り出すことは非常に困難であるので、処理システム全体を総合的かつ体系的に考察し、システムの分析を行なった。

その結果今後の検討に待つ事項も多いが、現在の「ごみ戦争」にすぐ役立つ対策、あるいは将来の国造り、街造りを考えた場合の長期の対策等、数多くの方策が提案された。

報告書は大きく分けて五つの部分から成り立っている。第1編は主として都市廃棄物の現況を把握したもので、廃棄物の定義、分類、廃棄物処理の歴史、廃棄物問題とそれをとりまく社会的態勢、廃棄物問題の将来等について考察したもので、いわば概説といったところである。

第2編は検討編であり、廃棄物処理のシステム分析とこれに基づくケーススタディを行なった。その内容は、廃棄物処理システムを、

- 発 生：発生源よりの廃棄物の発生
- 収 集：各家庭その他の発生源から廃棄物を集める。
- 輸 送：集められた廃棄物を輸送する。
- 貯 蔵：廃棄物を貯蔵（中継地または処理場で）する。
- 処 理：廃棄物に対して物理的、化学的、生物学的処理を行なう。
- 処 分：埋立、海洋投棄等の処分

制 御：システム全体のコントロールの役割を行なう。

の各サブシステムに分割し、サブシステムごとにソフトウェア、ハードウェアについての検討を行なった。次に廃棄物の発生する場所の土地利用状況、廃棄物別の可能性、処理、処分の方法などを考察して家庭廃棄物を11のブロックに分類し、これをサブシステムと組合せて30通りのプロセスフローを作成した。次に、プロセスフローを現地に利用する場合に必要なネットワーク（システムの設計を行なうとき、提示された何本かのフローを結合させるネットワーク）を15パターン考えた。

次に、上記のプロセスフローの何本かをネットワークで結びつけてすべてのごみについて一本化されたシステムフロー、12通りの検討を行なった。システムフローは実際の地域、都市の環境、ごみ処理量などの基本的要因を考慮してない概念的なものである。そこで、いままでの検討結果を現実の問題に接近させるためにケーススタディを行なった。ケーススタディとしては対象地区を東京23区と千葉ニュータウンとして短期、長期、超長期に分けてそれぞれの段階で適用できるシステムを選択し、合計9ケースについて検討、評価を行なった。

第3編は、廃棄物についての今後の考え方と廃棄物を考慮した都市整備の手法等についての提案編である。国土づくり、地域づくりのあり方からみて、大量消費社会、廃棄段階における処理を考慮しない反省と、廃棄物の発生から処理、処分の過程が都市の必要な機能である以上、国土計画、都市計画に廃棄物処理システムを明確に位置づけることが提唱されている。次に、第2編で行なった検討の結果を用い、システム実現のための都市整備の手法として収集が容易な建築物および都市の構造、収集、輸送のルート最適化、中継地、処理処分地の位置等についての都市計画的配慮等についての提案がなされている。

第4編は廃棄物実態調査についてのまとめである。最近、各省および地方公共団体で実施した16の実態調査のまとめを行なうとともに、分析考察を加え、四つの実態調査方法の提案を行ない、さらに調査の実施方法、調査表のフォーマット、データ処理、解析方法等についても検討されている。

第5編は問題の把握とシステム評価の数量化の手法を考察したもので、今回の調査においてはその手法の研究にとどまり、これらの手法を使い、具体的な問題把握あるいはシステム評価は今後の課題としている。

以下、第1編から第3編を中心にして紹介してみたい。

3. 廃棄物の現状と問題点

(1) 廃棄物とは……

人間は自然界にある資源を利用して生産や生活のための資材、食料を作り出し、その物質代謝として各種各様の老廃物を排出している。この排出される老廃物が廃棄物である。都市という場所でのこの廃棄物をとらえると、都市は労働、資本、技術が集約され、高密度の経済活動が行なわれる場所であるとともに、多数の人間が生活する場でもある。

この都市における社会活動、社会生活を円滑に行なうために必要な物質、エネルギー、情報が常に流入し、流出している。都市における流通過程の中で廃棄物をとらえるとき、この都市に流入する物質がどのように動くかをとらえなければならない。都市に流入する物質（生産および生活のための資材、食料等）は各々目的に従って生産活動、消費生活で加工、消費される。この生産活動、消費生活の中から不要となった老廃物が都市外に排出される。都市における物質の流れを示したものが図-1である。

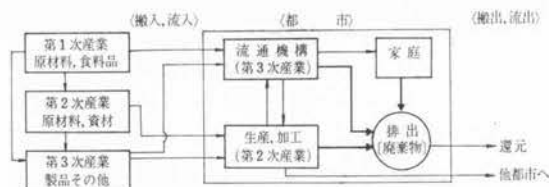


図-1 都市における物質の流通過程

次に、廃棄物の定義であるが、排出者の立場と処理者の立場では異なってくる。排出者の立場から廃棄物を定義する場合、所有（占有）する人間がその財（製品、その他）を主観によって不必要と判断し、その所有権を放棄したものが廃棄物ということができる。

これに対し、処理者の立場から廃棄物を定義する場合は、廃棄物はすでに排出されたものとして扱い、この廃棄物の発生源、素材等で定義することができ、法律（廃棄物の処理および清掃に関する法律）では次のように定義している。

「第二条 この法律において「廃棄物」とは、ごみ、粗大ごみ、燃えがら、汚でい、ふん尿、廃油、廃酸、廃アルカリ、動物の死体その他、汚物または不要物であって、固体状または液状のもの（放射性物質およびこれによって汚染されたものを除く）をいう。

2. この法律において「一般廃棄物」とは、産業廃棄物以外の廃棄物をいう。

3. この法律において「産業廃棄物」とは、事業活動に伴って生じた廃棄物のうち、燃えがら、汚でい、廃油、

廃アルカリ、廃プラスチック類その他政令で定める廃棄物をいう。」

この法律では、特に“ごみ”について定義がなされていないが、今回は“ごみ”とは一般廃棄物の中で一般消費生活の場から排出される生活系廃棄物を呼ぶこととし、耐久消費財のような大形ものを粗大ごみと呼び、これらを今回の調査の対象とする。

(2) 人間生活における廃棄物の位置づけ

科学技術の進歩は人間の生活に必要な物質を大量生産可能とし、今日のような物質的に豊かな社会を作りあげてきた。その結果として国家経済規模を拡大し、一般社会では個人生活水準の向上（所得増大、消費生活拡大）をうながし、個人生活を多様化快適さをもたらし、ある一面では精神的快適さを生んできた。その文明社会のプラス面が大きくクローズアップされている間に相反するマイナスの部分が徐々に浸透していたのである。そのマイナスの面が廃棄物問題、さらに公害問題といえる。

物質生活が豊富であることを示す指標の一つとして所得水準が考えられる。住民所得と住民1人年間当りのごみ排出量の関係を見ると図-2のようになり、各国、都市別住民1人1日当りのごみの排出量は表-1、また、都市人口別平均排出量は表-2のとおりである。これらの図表の示すとおり、生活水準の高い都市における廃棄物発生量は多くなり、生活水準の向上、人口集中によって廃棄物の量は増大する関係を示し、人間生活を豊かにしようとして人間の英知で作らあげた文明が逆に人間の

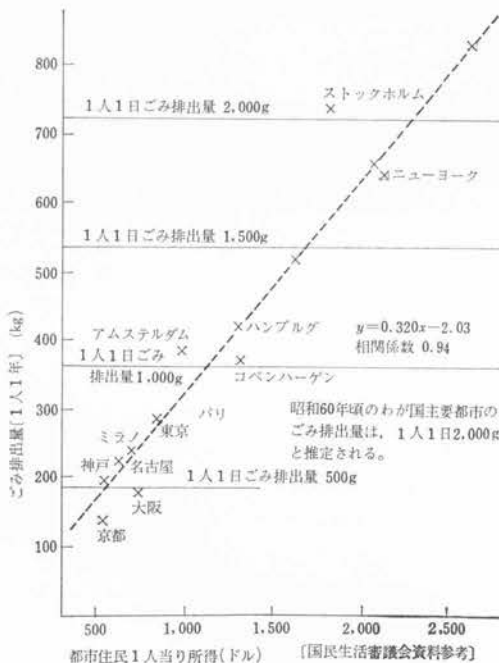


図-2 ごみ排出量と住民所得との関連

表-1 国別都市1人1日当り排出量

国名	都市名	排出量 (g)	調査年代
米 国	ニューヨーク	2,122	1969年
米 国	ロサンゼルス	1,196	1969年
イギリス	ロンドン	1,038	1968年
イギリス	グラスゴー	1,075	1965年
カナダ	モントリオール	1,729	1969年
フランス	パリ	1,022	1969年
スウェーデン	ストックホルム	2,100	不明
デンマーク	コペンハーゲン	1,030	
オランダ	アムステルダム	1,050	
ドイツ	ハンブルグ	1,320	1969年
日 本	東京	986	1969年
	大阪	931	
	横浜	815	
	神戸	708	
	北九州	567	
	札幌	445	

表-2 特掃率100%の都市人口別平均排出量(昭和41年)

人 口	100万人以上	100万～50万人	50万～10万人	10万～5万人	5万人以下
排 出 量 (g/人・日)	783	703	557	543	660

ただし、5万人以下の都市で多いのは観光温泉地である（一般廃棄物のみ）。

生活に支障をきたすようになってきている。

(3) 廃棄物問題

近年、環境破壊が顕在化し、その一つとして廃棄物問題が大きくクローズアップされてきた。わが国の主要産業の生産量と廃棄物発生量とを対比させたのが表-3である。一般廃棄物の排出量は表-4のとおり、昭和40年以降の1人1日当りのごみ排出量は年平均5.9%というめざましい増加率を示し、10年前の約3.1倍となっている。

量とともに質も大きく変化している。粗大ごみとプラスチック廃棄物の著しい増大である。粗大ごみは大形で不燃物を多く含んでおり、従来の収集、輸送、処理、処

表-3 わが国の主要産業の生産量と廃棄物量の対比

（単位：億 t/年）							
入 力 物 質			出力廃棄物				
食 料 品	エネルギーその他	住構造材関係	出力 廃 棄 物				
穀 物	0.3	石 油	2.0	骨 材	4.6	下水スラッシュ	1.9
野 菜	0.2	石 炭	0.9	石灰石	1.2	建設廃機	0.8
漁 介	0.1	酸 素	8.1	木 材	0.9	工場廃機	0.4
食 塩	0.1	生活用水	100.0	鉄鉱石	0.8	家畜ふん尿	0.4
い も	0.1	工業用水	180.0	硅 石	0.1	塵芥・ごみ	0.2
果 実	0.1	農業用水	520.0	工業塩	0.1	第3次産業廃棄物	0.2
牛 乳	0.1			硫化鉄	1.0		
その他	0.2						
計	1.2			8.8 (ライフサイクルを3年とすると2.9)			3.9
入力=10.0億t/年(エネルギー、用水を除く)				出力3.9億t/年			

昭和46年資源化協会報告書「廃棄物の回収、利用、処理の最適システム設計に関する調査事例について」より

分方法のいずれにもなじまない。プラスチック廃棄物の問題はさらに深刻である。プラスチックは通常のごみと比較すると数倍から 10 倍の燃焼発熱量を有するため炉内温度が異常な高温となり、さらに腐食性のガスを発生して炉材を損傷する。また、自然分解速度がきわめて小さいことから、従来の埋立方式では土壌還元時間がかなり、問題である。現在全国の一般廃棄物のうち、プラスチックの割合は約 12% であるが、プラスチックの生産量は激増しており、今後もプラスチック廃棄物の増加は必至の状態である。

廃棄物は地域、生活水準、生活様式、天候等によってその排出量、質に大きな差異を生ずる。表-5 は主要都市間のごみ組成の相違をあらわしたものである。プラスチック、厨芥類、不燃物に特徴があらわれている。わが国の廃棄物に関する諸問題は東京に集約的にあらわれている。表-6 は東京都の廃棄物に関する現状と問題点を簡単に列記したものである。

4. 廃棄物処理システムの検討

(1) 検討の方向

廃棄物処理システムの検討は前章で提起された問題のうち、都市における廃棄物の処理システムを都市機能の一つとして位置づけることによって都市廃棄物の処理シ

ステムのより合理的なあり方を検討し、問題を整理し、実施可能な方策をみい出すことを中心的な課題とした。

以上のような立場から検討対象を次のように定めた。

廃棄物の種類……………生活系廃棄物（固形）

システム研究の範囲…発生から処分までのプロセス

また、廃棄物処理システムの検討の順序と方法は大きく次の 3 段階に分かれる。

- ① 廃棄物処理の機能検討
- ② 廃棄物処理システムの設計
- ③ システムの現地導入のためのケーススタディ

これらの各段階の検討手順は表-7 に示すとおりである。

(2) 廃棄物処理システムの構成

廃棄物処理システムの目的は「排出から処分に至るプロセスを都市における制約のもとでスムーズに移行し、廃棄物を安全無害なものとして自然への還元をはかり、それに伴う弊害を除去するような系統的な体系を組むことである」といえよう。このような目的達成のために処理システムを各サブシステムごとにレベルダウンしてその役割を検討した。

(a) 収集サブシステムの役割とその機能

収集サブシステムは空間的にランダムに発生する廃棄物を処理、処分のために一体化するという役割を果たす

表-4 全国の一般廃棄物の排出量と処理方法

昭和	ごみ量 (t/日)	1人1日当りのごみ量 (g)	処理・処分方法の割合 (%)				
			焼却	埋立	堆肥	その他	自家処分
40年度	44,522	695	37.9	39.6	3.0	2.8	16.7
41年度	48,340	712	45.2	34.3	2.5	2.6	15.4
42年度	53,825	755	47.3	37.7	1.6	1.6	11.8
43年度	62,005	815	48.3	36.2	1.5	1.5	12.5
44年度	70,115	870	51.0	35.3	1.1	1.5	11.1

「厚生白書」(46年版)より

表-5 主要都市のごみの組成

区分	品目	都市名				
		東京都(区部)	大阪市	パリ市	ニューヨーク市	ロンドン市
可燃性物	紙類	31.3%	28.6%	35.3%	44.8%	34.0%
	プラスチック類	10.3	12.1	3.4	5.1	1.3
	繊維類	4.6	3.9	4.1	0.1	2.4
	厨芥類	31.5	15.8	18.7	17.3	19.2
	その他	10.7	6.9	4.9	10.5	
	小計	88.4	67.3	66.4	77.8	56.9
不燃性物	金属類	2.7	7.2	4.5	8.0	10.6
	ガラス類	5.7		7.3		10.9
	陶磁器類		21.1		11.3	
	土砂・石類	3.2		2.4	2.9	2.3
	その他		4.4	19.4		19.3
	小計	11.6	32.7	33.6	22.2	43.1
合 計		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

(注) 年度は東京、大阪、パリは 1970 年 (昭和 45 年)、ニューヨークは 1967 年、ロンドン は 1966 年である。

表-6 東京都の廃棄物に関する現状の問題点

サブシステム	問題点
発 生 (排出)	<ul style="list-style-type: none"> ・プラスチック、粗大ごみの増大 ・季節によって量が変動する。 ・廃品回収業者の減少によって有価物もごみとして排出される。 ・容器収集のため水分を多く含むごみが発生する。 ・容器利用の原則がくずれつつあり、ごみ集積場が乱雑になりやすい。
収 集	<ul style="list-style-type: none"> ・交通規制、道路の狭さ、混雑のため作業がはかどらない。 ・1人暮らし、共稼ぎ、住宅狭小のため保管場所がなく、収集時間に合わせて持ち出さない。 ・夜間、早朝収集を行えない。 ・人手によるため非衛生的
輸 送	<ul style="list-style-type: none"> ・処分地、中継地への輸送に都心部を通るため交通渋滞に会い、効率低下 ・江東区に車が集中して住民問題となる。 ・中継地、処理場不足のため、収集車が処分地へ直送し、場所によっては輸送距離が長くなる。 ・処理・処分地での待ち行列が多い。
処 理	<ul style="list-style-type: none"> ・処理能力が追いつかない (処分地への負担、輸送にシワ寄せ)。 ・新設工事の建設、用地確保が住民の反対で遅れている。 ・プラスチックの混入率が 10% を越え、焼却によって炉の損傷が早く、有害のガスが発生する。 ・粗大ごみの前処理施設がなく、そのまま埋立てている。
処 分	<ul style="list-style-type: none"> ・15号地は昭和 48 年 11 月頃で満杯となり、中央防波堤内側も海流等問題が多い。 ・埋立地の悪臭、ハエの発生、火災などが環境問題を起こす。 ・プラスチックの土壌還元が遅く、跡地利用に障害となっている。

表-7 廃棄物処理システム検討過程

段 階 I 機能分析	手順1	廃棄物処理システムの目的設定
	手順2	システムを構成する機能の定義と分析
	手順3	各機能に対応して必要とされるハードウェアの分析と検討
段 階 II システムの設計	手順4	システムの外部要因の検討(ごみ分類, 地域特性など)
	手順5	地域別廃棄物処理プロセスフローの作成, ネットワーク化
	手順6	廃棄物処理システムフローの作成
段 階 III ケーススタディ	手順7	ケーススタディのシステム内容の概略表示 制約条件および背景(外部要因)表示
	手順8	各ケーススタディ概略システム設計内容
	手順9	ケーススタディの検討, 問題点の整理

必要がある。現在考えられている収集の形態をまとめると次のようになる。

放任方式：かってに捨てさせ、それを収集する。

集積点方式：一定地点、各家庭の近所に各家庭から持ってきて集積し、それを収集する。

ステーション方式：一定地点(ステーション的なところ)に持ち込んで集積し、それを収集する。

申込方式：収集作業員に収集を申込んで取りにきてもらう。

自動収集方式：各家庭で排出したものを自動的に収集する。

ごみ箱方式：各家庭で一定量集積したときに個別に収集する。

チリンチリン方式：収集車が回ってきたときに各家庭から持ち出す。

廃品回収方式：廃品回収のようにいくつかの家庭でまとめて集積し、それを収集する。

下取り方式：新製品を買うとき業者に引取らせる。

牛乳ビン方式：廃棄物にならぬよう利用～回収をくり返す。

デマンドバス方式：申込方式の改善

タクシー方式：タクシーと同様に収集車を呼止める。

(b) 輸送サブシステムの役割とその形態

輸送サブシステムは他のサブシステム(収集・処理・処分)の間を結びつけるつなぎの役割を果たすものである。すなわち、廃棄物があるイベントから次のイベントへ空間差、方向性をもって移動させることが輸送である。このような輸送の空間と輸送媒体の形態をまとめると図-3のようになる。

(c) 処理サブシステムの役割とその形態

環境衛生上から、また他のサブシステムを円滑に作動させるために廃棄物に人工的な処置を施し、質的または形状的に変化させる必要が生ずる。このような変換の役割を有するものが処理サブシステムである。変換の目的を大別すると次の三つをあげることができ、さらにこれらは広い意味で生活環境の保全につながる。

- ① 安全化, 安定化
- ② 再利用または原料化
- ③ 減量, 容積の減少化

(d) 処分サブシステムの役割とその形態

処分サブシステムは発生から始まる廃棄物処理システムの最終部門を受持つものである。すなわち、発生し、排出された廃棄物は途中どのようなルートをとろうとも最後には処分が終わらなければならない。この意味で処分はいわばごみの終着駅であるといえる。

(e) 貯蔵サブシステムの役割とその形態

貯蔵サブシステムはごみ処理の流れの中でタンクの役割を果たすものである。流入するごみをプールし、流れを平滑化するとともに、他方向へ流出させるためのコントロールを行なうこととなる。貯蔵の持つべき役割は次のように表現できる。

- ① ごみの流れをコントロールし、平滑化を行なう。
- ② 流入に対し流出を量的に変化させ、流出に適した機関の切替えを行なう。

(f) 制御システム

(a)~(e)までの各サブシステムを統制し、管理し、制御するシステムである。

以上のようなシステムの構成に従ってハードウェアの検討を行なった。その主なものは、収集・輸送関係においては各種の特殊自動車、スラリー輸送、真空収集方式、カプセルによるパイプライン輸送等、また、処理・処分関係では焼却炉、破砕機、再生プラント等である。これらのうちの一例を表-8で示す。

(3) 廃棄物処理システムの設計

本節では、ごみにかかわる要因の分析を行なった後に地域別にみたとき、どのようなプロセスフロー(ある種の分類されたごみに対しての排出から処分に至るプロセス図)を描き、次にこれらプロセスフローをもとにネットワークにより組立てられたシステムフロー案を提出し、その特性分析を行なった。ごみの分類に関しては、

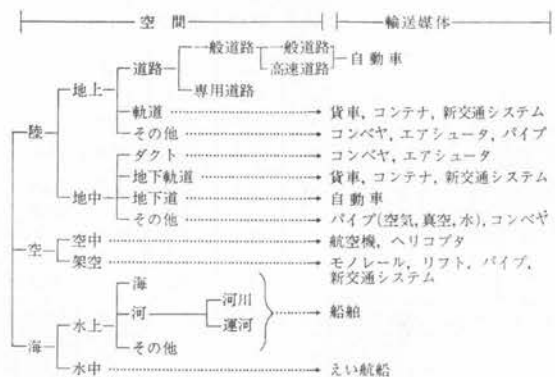




図-3 輸送サブシステムの形態

表-8 ごみ処理のハードウェア一覧表

A. 方法	B. 機能	C. 器材施設	D. 説明または略図	E. 処理能力その他	F. 長所(○), 短所(×)	G. 問題点と対応策
大量輸送	輸 送	8. 輸送用自動車 8-1 一般的な輸送車 8-2 コンテナ用輸送車	形としては大形であり、荷物(ごみ)の積降しの機械装置は車自体に備えるよりも中継基地や処理基地に備える方が多い。大形のダンプ車の形式である。  コンテナ式ごみ箱参照 そのほかにトレーラ形式の車がある。 	積載量: 4~12 t/車 耐久性: 7年ぐらい 費用: (購入費) 250~400万円/車 (人件費・その他) 50~80万円/車 (走行) 4~6 km/l (輸送コスト) 約 4,000~5,000 円/t	○出発・終着地が任意であり、ルートを自由にとれる。 ○1台の故障がシステム全体に大きく影響しない。 ×交通渋滞の一因となる。 ×大形車のため幹線道路しか走れない。 ×経常費(人件費)がかさむ。	1. 中継基地や処理場における積降しの機械装置を考え、能率的な作業を可能にさせる。 2. 輸送時にごみの飛散や悪臭を防止するよう荷台を工夫する。
大量輸送	輸 送	9. 鉄道(地下鉄を含む)	廃棄物を中継基地から処理地や処理地から処分地への長距離・大量輸送の手段である。コンテナ容器、またはごみ専用の特殊貨物車を使用する。従来の鉄道による貨物コンテナ輸送が想定される。	積載量: 15~20 t/両 耐久性: 列車 コンテナ 5年 費用: (輸送コスト) 約 2,000 円/t	○大量輸送が可能である。たとえば1列車20両編成であれば300~400t程度運ぶことができる。 ○交通渋滞を解消する。 ○閉散時に輸送すれば、有効である。 ×ルートが限定される。 ×少量のごみ輸送ではコスト高となる。 ×路線新設に費用がかさむ。	1. 大量輸送の必要があり、かつ既設路線が使用できれば、夜間走行により有効な輸送手段である。経済性も距離と量が大きければ十分にみあう。 2. 鉄道を輸送手段として用いる場合は荷(ごみ)の積降し基地の建設および構造が問題となる。ごみがコンテナに完全に密封されているれば、既存の貨物コンテナ運搬と同じ取扱いになる。

ごみの特性に加え、各サブシステムの機能と適応するよう8種類の基本分類を行なった(表-9参照)。

次に、ごみ量と質の地域特性をみたのが表-10である。地域についてはこのほかにハードウェアとの関係も検討した。また、システムにかかわる要因を一体化して排出から処分に至るプロセス図を考察した。その方法としては、ごみの分類であげた基本分類のごみについて、地域のごみ発生状態から、いくつかのブロック化を行なった(表-11参照)。そして、ブロック化されたごみについて地域に応じた収集方式、または処理方式を考察した(表-12参照)。以上の結果、30通りのプロセス

表-9 生活系廃棄物の基本分類

ごみ分類レベル				備 考
1	2	3	基本分類	
生活系廃棄物	一般ごみ	厨芥類	① 厨 芥 類	日常的に発生、腐敗性、含水性を有する。
			② 紙・布類	可燃性が大、再利用可能処理において臭気、煙、高熱性が問題となる。
		雑芥類	③ プラスチック	直接処分が可能
			④ ゴム・皮革類	
			⑤ ガラス破片	ビンまたはガラス原料として再利用可能
			⑥ 金 属	鉄くずとして再利用可能
			⑦ そ の 他	木、竹、雑物等
	特殊ごみ	粗大ごみ	⑧ 粗 大 ご み	不定期に発生、収集、輸送、再利用を考慮

表-10 都市形態とごみ発生状態

都市形態	構 成 地 区	ごみ発生状態
住居地区	団 地	厨芥類が多い。
	その他の住宅地区	厨芥類が多い。
商業地区	問屋、ビル、商店街	紙類が圧倒的に多い。
	飲食店街	厨芥類が圧倒的に多い。
	市 場	厨芥類や紙、わら、プラスチックなどの包装材が多い。
工業地域	家内工業など小企業地区	ゴム、プラスチック、油浸布などが多い。
混在地域	上記地区の混在地区	種々のごみが混在

(注) 飲食店街: 新宿、銀座、渋谷など繁華街に多く集積し、レストラン、飲食店などによって形成される地区
市 場: 築地、神田など中央卸売市場程度の大規模市場を指す。
工業地区: 玩具製造街など小規模で家内工業的色彩の強い地区
混在地区: 種々の地区を含み、地域的特色の薄い地区で、この地区で排出されるごみは多様である。

図を描いたが、図-4にその一例を示す。

プロセスフローチャートをもとにこれらをネットワークで結合させ、すべてのごみについての処理体系図(システムフロー)を描いた。図-5は本研究で考察したシステムフローの一例である。

5. ケーススタディ

(1) ケーススタディの目的

前章までの検討結果を現実の問題に接近させるために

このケーススタディを行なうこととした。具体的には実際の地域を想定し、その地域特有の要因（ごみ処理量、都市交通、処分等）を考え入れながらシステムフロー案の中から適当なものを選択し、あるいは一部変更したものをもとに実際の廃棄物処理システムに近いものの検討を行なった。そして、いくつかのシステムの相違による影響または効果、あるいは問題点を明らかにすることがこのケーススタディの目的である。対象地区としては、東京 23 区と千葉ニュータウンを選定したが、ここでは東京 23 区のケーススタディの概要を紹介する。

なお、ケーススタディで記した金額はすべて概算であり、算定値は現在の値を採用している。また、東京の今後の方針や計画を研究対象としたのではなく、いままで考慮してきた廃棄物処理システムが現実の社会にどのよ

表-12 ごみブロックごとの処理・処分

ごみブロック	ごみ組成	処理・処分
A 形	厨芥類	堆肥化処理を中心にする。
B 形	紙、布類+プラスチック、ゴム、皮革	焼却または資源化処理
C 形	土、せともの、ガラス破片+ガラスビン+金属類	再利用(ビン、カン、鉄くず)と、直接埋立処分の併用
D 形	粗大ごみ	コーティング処理、焼却処理、鉄などの再利用を考える。
E 形	厨芥類+紙、布類+プラスチック(可燃性ごみ)	焼却処理
F 形	厨芥類+紙、布類	肥料化または焼却処理
G 形	プラスチック+土、せともの、ガラスビン+金属	再利用(ビン、カン、鉄くず、燃料)と、埋立処分の併用
H 形	(混合ごみ)	焼却処理、鉄再利用
I 形	紙、布類	再利用を中心にする。
J 形	厨芥類+プラスチック+土、せともの+ガラスビン+金属	焼却処理と、一部ごみの再利用
K 形	紙類+プラスチック+土、せともの+ビン+金属	一部再利用、他はコーティング後埋立

表-11 地区別ごみブロッキング

地区	ごみ分類	ごみ組成						
		厨芥類	紙・布類	ゴム・プラスチック・革	土・せともの	ガラス破片	ガラスビン	金属類
団地、独立住宅(新設)	第1案	A	B			C		D
	第2案		E			C		D
	第3案	F				G		D
	第4案					H		D
団地、独立住宅(既設)	第1案	F				G		D
	第2案					H		D
間屋、ビル、商店街		A	I			J		D
飲食店街		A				K		D
市場		A				K		D
工場地区			E			C		D
混在地区						H		D

(注) A~Kは表-12のA形~K形を示す。

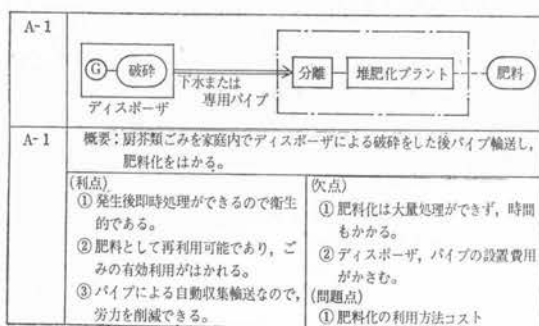


図-4 プロセスフローチャート

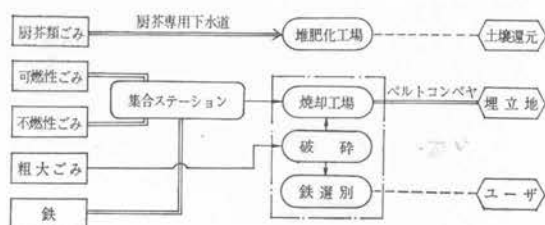


図-5 システムフローの一例

うに適用されるかを検討するための地域を借りただけであり、また、東京都中期計画は上位計画として考慮に入れた。

(2) 背景および制約条件

東京区部の廃棄物処理システムは検討の対象期間を次の三つに設定した。

- 短期：いますぐ改善できる内容の検討
- 長期：実施には多少長期的な計画を必要とする内容の検討
- 超長期：実施にはかなり長期的な展望を必要とする内容の検討

これらの期間にわたって合計6段階の内容を検討した。表-13は背景および制約条件をとりまとめたものである。

(3) 検討内容の概要

背景あるいは制約条件のもとに東京 23 区の廃棄物処理システムのケーススタディを行なった。まず、各ステップの検討内容およびその特徴を要約したものが表-14であり、各ステップで想定したシステムの概要と検討内容が表-15である。

(4) ケーススタディの内容

(a) ステップ 1

(線形計画法による最適輸送ルートの選定)

ステップ 1 では現状の東京区部におけるごみ処理施設を所与としたときのごみの輸送ルートの最適化を線形計画を用いて検討した。その結果、次のことが明らかになった。

- ① 線形計画モデルは廃棄物処理システムにも適用可能である。
- ② 現在の諸設備のまま、同じ自動車のままでも車の

表-13 東京 23 区のケーススタディの背景および制約条件

背景・制約条件		ステップ 1	ステップ 2	ステップ 3 および 4	ステップ 5	ステップ 6
改善内容の時間的展開		短期		長期	超長期	
目標年次		現在	約 5 年後	約 10 年後	15~30 年後	
東京都中期計画について		考慮する			特に考慮しない	
ご推 み定 の量	収集量 (t/日)	13,704 (昭和 47 年)	16,427 (昭和 50 年)	21,120 (昭和 57 年)	23,920 (昭和 62 年)	34,000 (昭和 77 年)
	発生量 (t/日)	16,026 (昭和 47 年)	20,450 (昭和 50 年)	26,400 (昭和 57 年)	29,900 (昭和 62 年)	40,400 (昭和 77 年)
	可燃ごみ	10,838	13,561	17,500	20,000	27,500
	不燃ごみ	5,190	6,889	8,900	9,900	12,900
ごみの質的变化		不燃・不適ごみが増加する。特にプラスチック廃棄物が全ごみ量のうち 15% 以上を占めるようになる。普通のごみ焼却炉での焼却が困難になる。		粗大ごみ、プラスチック廃棄物の増加が予想される。	被処理性の悪いプラスチックは減少し、分解形プラスチックなどがそれにかわる。	
処分地の制約		15 号埋立地 (東京湾荒川河口付近)	中央防波堤内側および羽田沖の埋立地	中央防波堤外側の埋立地	中央防波堤外側にさらに拡張	東京湾岸に埋立地を求めることは不可能となる。
処理方式の制約		焼却中心、まだ可燃ごみの全量焼却が達成されない。		可燃ごみは全量焼却	再利用可能なごみは再利用資源化をはかるようになる。	
交通条件		都心での交通渋滞が目立つ。 収集の効率低下 江東区でのゴミ車の渋滞	東京湾湾岸道路環状 8 号線の完成	無公害自動車の実用化される。	新交通システム (CVS、デマンドバス等) が都市交通に利用され、その交通網が完備してくる。地下 30 m 程度の深層地下鉄が実現する。また、車道も地下に多くなる。	
再利用資源化の方向と技術		ビン類、紙類、鉄類などの従来から再利用されていたものに加え、都市廃棄物中のプラスチックも資源化されるようになる。			再利用品の流通機構も完備する。 焼却工場の廃熱による地域冷暖房システムが出現する。再利用共同処理センターの出現	
都市構造および都市の問題、技術開発など		政治、経済、文化の中心であり、人口過密が著しい。部分的な都市再開発 (防災地区、駅前繁華街など) が促進される。清掃工場の用地確保なども困難になる。しかし、住民の反対は、清掃工場のイメージを向上させることで次第に緩和してくる。プラスチック専用焼却炉、プラスチック再利用工場などの技術開発が進む。			東京は依然として日本の中枢都市である。人口増加の現象はみられなくなる。幹線道路の地下は共同溝が建設されるようになる。海洋開発が進み、処分地確保のための埋立工法の開発や海上または海中に発電所や廃棄物処理場などが実現する。一部の資源が枯渇してくる。	

配車を変更することによって総費用を軽減することが可能と思われる (試算の結果では 45 年度の決算額で収集を含む総費用 7,200 万円/日が 5,400 万円/日となる例が示されている)。

③ 積替地、焼却場の立地の適否が明確になる。

④ 単純に費用だけで見た限りでは現在の方法では自

表-14 東京区部のケーススタディにおける各ステップの要約

ステップ	要約
1	現状の清掃局の施設、器材を変更しないで即時に改善できる可能性のある事項として輸送ルートを取りあげた。 輸送ルートを線形計画法で検討してみる。その結果として中継地の有効性、輸送車の大形化の利点などについても調べている。
2	比較的簡単に改善できる事項を検討した。紙袋による分別収集、輸送の合理化 (中継地の設置、輸送車の大形化)、粗大ごみの処理に重点をおいた。
3	ステップ 2 と大差ない。ステップ 2 との違いは、中継地への破砕機の設置により粗大ごみの輸送、処分の適切化をはかる。また、再利用に注目している。
4	ステップ 4 は、長期的処理システムの準備段階と考え、収集の省力化をとりあげた。東京の特徴的な地区を 3 箇所設定し、それらの地域での真空収集方式の採用を調べている。
5	輸送の省力化 (バイブライン、共同溝、河川バイブライン、中継地等) を全体的に考えた。そのほかに再利用および処分地の検討を行なった。
6	焼却量をできるだけおさえて再利用 (堆肥化など) を考え、輸送の自動化および東京湾岸以外の処分地を検討した。

動車から自動車への積替えは効果がない。

⑤ 自動車から自動車への積替えの効果を上げるのには積替え後の輸送単価を現在の 2 分の 1 にする必要があらる。

(b) ステップ 2

ステップ 2 では次の事項についての検討を行なった。

① コンテナ車による大量輸送の実施およびそれに伴う輸送ルートの変更

② 大量輸送の際、必要とされる中継地の地下方式の採用

その結果、現行の収集車埋立地直行方式中心形を改めて、東京西部等既存の中継地の少ない地域については環状道路に沿っていくつかの中継所を設け、コンテナ車による大量輸送方式が有効であることを示している。またこれら新設の中継所には公園、緑地など公共施設の地下を利用することにより土地の有効利用、生活環境保全、中継効率の向上をはかるべきことが示された。

(c) ステップ 3

ステップ 3 ではごみのうち紙、鉄、ガラスなどについては再利用を行ない、システムの中に組み入れた場合を主として検討した。表-16 は再利用の有無によるコス

表-15 各ステップの検討内容

サブシステム	ステップ	ステップ 1	ステップ 2	ステップ 3	ステップ 4	ステップ 5	ステップ 6
排 出		ポリバケツ 混合排出 一般ごみ 粗大ごみ	*紙 袋 分別排出 (焼却のため) 可燃ごみ 不燃・不適ごみ 粗大ごみ	紙 袋 分別排出 (再利用のため) 紙, 鉄, 廃プラスチック, ガラス 可燃ごみ 不燃ごみ	ダストシュート		
収 集		収集車 大形 約 100 台 中形 約 270 台 小形 約 2,500 台 混合収集 一般ごみ 粗大ごみ	*収集車の大形化 中形車 (2.5 t) を 増加する。 分別収集 可燃ごみ 不燃・不適ごみ 粗大ごみ	収集車 分別収集	*3 地域への 真空収 集の適応 副都心 (新宿) 再開発地 低密住宅地	無公害収集車 真空収集方式	コンテナ車 真空収集方式 分別収集 可燃ごみ 不燃ごみ
輸 送 I (中継地を 含む)		収集と同じ器材 中継地は船積地だけ である。 *輸送ルートの検討 生ごみの直接投棄 (収集から処分地ま での輸送) が残って いる。	収集と同じ器材 *収集車の中継地 (地下式) 設置 輸送ルートの検討 収集車の処分地ま での直接輸送をやめ 、中継地経由で大形輸 送にする。	*地下式中継地への 破砕機設置 *輸送ルートの検討 多摩川土堤道路の利 用	ステップ 3 と同じ	大形コンテナ車 *中継地の設置 *一部地域のパイプ 輸送 荒川流域 市街地共同溝	コンテナ車 *カプセル・パイプ 輸送
処 理		焼却中心 焼却能力 可燃ごみのすべて が焼却されてない。 直接埋立がある。	粗大ごみ用の破砕機 施設の設置 100 t/8 hr を 8 基 焼却中心 可燃粗大ごみは破砕 し、焼却不燃粗大ご みは破砕し、埋立	*再利用資源化の検討 紙, 鉄, プラスチ ック, ガラスピン 焼 却	ステップ 3 と同じ	再生処理共同センタ ー *資源化再利用の 検 討 焼 却	焼 却 ごみ圧縮固化工場 高速堆肥化
輸 送 II (中継地 を含む)		輸送車 船 *輸送ルートの検討	コンテナ車 (10 t) に よる処理工場から処 分地への輸送	コンテナ車	ステップ 3 と同じ	*一部地域へのベル トコンベヤ輸送 船舶 30 t 100 隻	コンテナ車 *カプセル・パイプ 輸送 船
処 分		15 号地埋立	中央防波堤内側	中央防波堤外側	ステップ 3 と同じ	*中央防波堤外側の 部分を拡張	*三浦半島沖への人 工島

(注) ・わく内の * 印のある項目はそのステップで検討している内容である。
・輸送 I は処理場以前、輸送 II は処理場以後とする。

ト比較である。この表でわかるとおり、再利用によって 1 日約 3,353 万円、年間約 100 億円の節減となることを示している。

(d) ステップ 4

ステップ 4 では、ごみの収集について新しい方式 (真空収集方式) の採用がどのような地域について適用されるべきかを主として検討した。対象地域として高密度地区 (新宿副都心)、中密地区 (牛込柳町)、低密地区 (練馬区) の 3 地域をとり上げ、収集車による収集と真空収集のコスト比較を行なった。図-6 はその一例である。

その結果、コスト面からみて新宿副都心のような高密度地区はすぐにも真空収集方式を導入した方が有利であり、逆に練馬区のような低密地区ではあまり有効でないことが判明した。

(e) ステップ 5

ステップ 5 では輸送システムの改善として高密度地区に対する河川敷および地下空間利用によるパイプライン輸送を主としてとり上げた。そして中継基地再生共同処理センター、処理場、処分場を結びつける輸送ネットワークの検討を行なった。

(f) ステップ 6

ステップ 6 では処分地の選定、輸送の自動化を中心に

表-16 再利用の有無による処理方法のコスト比較

処理方法 単位: 日量 t	経済性 単位: 千円			資源 枯渇
	収入 (+)	経費 (-)	計 △はマイナス	
1) ① 21,000 → 焼却埋立		140,217 @6,677円 ×21,000t	△140,217	×
2) ② 16,300 → 焼却埋立 ③ 4,700 → 再利用	2,150 (紙 1,000円/t ×1,900t 鉄 1,000円/t ×200t ガラス 100円/t ×500t)	108,835 @6,677円 ×16,300t	△106,685	○
差 額 (2)-(1)			33,532	

とりあげ、検討している。輸送の自動化については真空収集、集合ステーションから、焼却場までの輸送にカプセル輸送を計画した。これはパイプライン内を水が循環し、その流れの中をごみを充填したカプセルが運ばれるものである。

(5) 検討結果

以上のケーススタディの検討結果を要約したものが表

—17である。ここで表中の記号はAからEまであり、システムのレベルを表現したものである。

- (A)…望ましいレベル
- (B)…やや望ましいレベル
- (C)…許容できるレベル
- (D)…不満だが許容せざるを得ないレベル
- (E)…望ましくないレベル

6. 提 案

(1) システム実現のための都市整備

いままで行なってきた検討の結果を用い、廃棄物処理サイドからいくつかの都市計画への提案を行なう。

- ① ごみ集積所のための専用公共用地の確保
- ② 建築物の構造改善
- ③ 収集の効率化とその用地確保
- ④ 中継地の積極的活用と用地確保
- ⑤ 関連道路の整備
- ⑥ 輸送の自動化（カプセルスラリー、ベルトコンベヤ、圧送等）
- ⑦ 軌道輸送の活用
- ⑧ 処理場、処分地の用地確保と跡地利用

また、東京 23 区のような既成市街地では、システム実現のための新しい施設設置には巨額な資金と長い時間を必要とする。そこで長期的なマスタープランをたて、施行計画のもとに重要なものについては都市計画決定をし、段階的事業化を行なうことを提案している。

7. おわりに

いままで述べたとおり、今後の検討に待つ事項を数多く残したとはいえ、現在の“ごみ戦争”解決の一助とな

表-17 ケース I (東京 23 区) 評価検討

ステップ	1	2	3	4	5	6
評価項目						
1. 費用		100	200	400	1,000	500
2. 環境	D → C	C → B	B	B	B	B
3. 交通	D	D	D → C	C	C → B	C → B
4. 労働力	D	D	D → C	C	C → B	C → B
5. 住民感情	D	D	D → C	C	C → B	C → B
6. 財政	B → C	C	C → B	B	B → C	C
7. 生態学的観点	D	D	D	D → C	C	C
8. 法制	D	D	D	D → C	C	C

- (注) 1. ケース I (東京 23 区) は特にステップの移行点において、どのような変化または影響がみられるかに重点を置き、全体のステップの比較対象は現行システム (東京都 46 年度現在) においた。ただし 1→2 への移行等で変化のあるものは、1にその比較基準をおき、2の評価点を与えた。
 2. →印は、ステップ間の評価が変わった時点を表わす。
 3. 費用項目は 1~6 ステップの目安としての表示である。

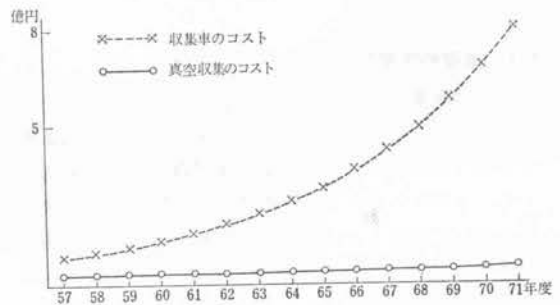


図-6 新宿副都心 (高密度地区) の真空収集と収集車のコスト比較

るであろう対策、あるいは住みよい都市づくりの一環としての新しいごみ処理システムの開発等、所期の目的を達することができたと思われる。

さらに、この成果を受けて引続きより詳細な検討を加えることとしているので、今後ともご指導、ご批判をいただければ幸甚である。

— 図書案内 —

橋梁架設工事とその積算

A 4 判 約 191 頁 頒価 1600 円 送料 200 円

□申込先□ 社団法人 日本建設機械化協会

東京都港区芝公園 3 丁目 5 番 8 号機械振興会館内
 電話 東京 (433) 1501 振替口座東京 71122 番

現場フォアマンのための土木と施工法

XVII. 建設機械概説

6. 締固め機械(その1)

小山 富士夫* 遠藤 徳次郎**

1. 概要

1.1 締固め作業について

締固めの作業というのはわれわれの日常の生活の中にもずいぶんあるのに気がつく。庭さきでちょっと穴を掘って草花の類を植えたり、あるいはごみなどを埋めたときでも、手のひらやシャベルの背などで埋戻した土をたたいたりして適宜土を締固める。それから水道管や電柱類の埋設、建築の現場では建物の基礎、ダムなどの築堤、そして道路建設にいたるまで実にたくさんの締固め作業が行なわれている。

そして、これらの締固め作業の原理はすべて同じである。つまり、おふくろやかみさん達がこしらえてくれるあの“にぎりめし”を作るときの要領と同じで、めし粒とめし粒の間の空けきを少なくしてそれらを互いに密着させる作業である。この作業をいいかげんにするといろいろと大変な問題が起こることになる。たとえば、なけなしの貯金をはたいて四苦八苦して建てたマイホームが、雨が少し降っただけで情ない恰好にかしいでしまったり、立派な舗装道路のど真中が一夜にして陥没したりするような、とても“おにぎり”がつぶれたとかどうかの問題どころではない事件となる。

最近とみに問題にされている GNP の大もとの土台は建設事業である。そして今後その伸び率はさらに高い率を維持していくと予想される以上、もちろん道路建設計画を含めた締固め作業量はまさに莫大な量に達して行くことは確実である。してみると、高品質の“締固め体”を高効率でしかも最も経済的に生産するためには多種多様な現場条件に適したそれぞれの施工を機械化し得る転圧機械が要求されてくる。

一方、締固めの仕事というのは土工機械の仕事のように掘ったり、削ったり、運んだりのように、特に目に見

える仕事と違って作業の成果の大部分は目に見えない所にあるため意外におろそかにされやすく、しかもそのうえ、成果が不十分であった場合に起こる損害が非常に大きいことは数多い実例で明らかである。

以上のような事態に対処するために種々の機械による種々の工法が経験的、実験的に積重ねられてきた。しかし目下のところ、「この機械」を「このようなところ」で「このようにして使えば」、「その成果」は「こうなる………」というようなことをはっきりと示すには非常に多くのむずかしい問題、要素がある。したがって、締固め作業結果の評価等についてはその一端を紹介するとどめる。

1.2 締固め機械の歩み

道路および建築構造物の基礎あるいは道路舗装材料の締固め作業においてローラはまさしく草分けであり、動力による自走式ローラの歴史はすでに100年余に及んでいる。国内における最初のローラは大正7年に酒井工作所(酒井重工業の前身)により造られたものであり、現在の国内における転圧機械のメーカーは20数社に及んでいる。それぞれ各社ともそれぞれ締固め工事の規模や工事を経済的に達成するための技術を考慮した転圧機械の開発、製造を行なってきた。

近年、特に転圧機械においてもこれからの就労人口の減少と賃金の上昇を生産性向上と技術革新によって補う必要に迫られており、これらに対処するため各社とも居住性や操作性、耐久性などの向上を含め省力化に努力している現状である。

1.3 土質の工学的考察

1.3.1 概説

“土”を締固めるとき、その含水量が適切であると締固めが容易で、かつその強さが増し、安定した状態になるということはかなりの昔から知られていた事実である。

土の締固め施工は現在も、そしておそらく将来も最も実用的でしかも経済的な土質改良法の一つであろう。し

* 酒井重工業(株)東京工場副工場長

** 酒井重工業(株)東京工場設計課長代理

かし、土の締固めの問題が工学的な研究対象として取り上げられたのは 1933 年に R.R. Proctor が論文を発表してからといえる。

締固めの現象は土の状態、土の種類によって大きく影響されるので、すべての場合に共通する一般施工法を端的にあらわすことは非常に困難であり、したがって、実験室内の締固めの問題と実際の現場における締固め機械のそれとの間にはまだまだ理論的に結びつきにくい溝がある。また、土質にかかわる研究の多くは外国でなされたものであり、日本の土質と外国の土質との間に大きな差異があることからして、向こうのデータをそのまま日本に導入すると不合理が生ずる恐れもあるが、一応、定性的な比較検討の資料としては十分活用できるものが少なくない。

1.3.2 土の状態を表わす諸量

締固められた土の性質を論ずるには土の状態を表わす諸量について知っておかねばならない。土は土粒子の部分、水の部分、および空気(またはガス)間げきの部分の三つの要素から成り立ち、それら互いに各種各様に分散して“土”を形成している。この三つの要素の量的割合は図-1のような図形で表わされる。

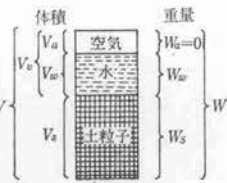


図-1 土の三要素量的割合

土粒子、水の単位体積当りの重量をそれぞれ r_s, r_w とする (r_w は実用上 1 g/cm^3)。

$r_s/r_w = G_s$ とし、この G_s を「土粒子の比重」と呼ぶ。

$W_w/W_s = w$ とし、この w を「含水比」(moisture content) と呼ぶ。

$W/V = r_t$ とし、この r_t を「湿潤密度」(wet density) と呼ぶが、これは「見かけの密度」または「単位体積重量」(bulk density) とも呼ばれる。

$W_s/V = r_t/(1+w) = r_d$ とし、この r_d を「乾燥密度」(dry bulk density) と呼ぶ(密度の単位は普通 g/cm^3 または t/cm^3 で表わす)。この「乾燥密度」は締固め効果の判定によく使われる数値である。

$V_s/V = v_s$ とし、この v_s を土粒子部分の体積率と呼ぶ。

$V_w/V = v_w$ とし、この v_w を水部分の体積率と呼ぶ。

$V_a/V = v_a$ とし、この v_a を空気間げきの部分に対する体積率と呼び、 $v_s + v_w + v_a = 1$ である(体積率は通常%で表わす)。

$V_v/V = v_v$ とし、この v_v を間げき率 (porosity) と呼ぶ。

$V_v/V_s = e$ とし、この e を間げき比 (void ratio) と呼ぶ。

$V_w/V_v = v_w/v_v = S_r$ とし、この S_r を飽和度 (degree of saturation) と呼び、一般に%で表わす。

S_r と r_d の間には次の関係がある。

$$r_d = r_w / (1/G_s + w/S_r)$$

土の中に空気間げきが多くない場合、すなわち、 $S_r = 100\%$ のときの r_d を「ゼロ空げき乾燥密度」(Zero-air void density) と呼び、 $r_{d \text{ sat}}$ で表わすと、 $r_{d \text{ sat}} = r_w / (1/G_s + w)$ となる。

$r_{d \text{ sat}}$ と w との関係を定める曲線を「ゼロ空げき曲線」(Zero-air void curve) と呼び、締固め効果を表わす含水比・乾燥密度曲線には必ず記入される。

土の含水比が少ない乾燥した土は土粒子相互の間に摩擦抵抗が働いて、外から力を加えてもなかなか締固められないが、これに少しずつ水分を加えていくと土粒子は水の潤滑作用によって次第に締固められやすくなる。しかし、ある限度以上に水を加えると土粒子の間げきに水が充満し、締固めエネルギーが水圧で打ち消されるようになるため、土の締固まるのを妨げることになり、水が抜け出て行かない限り締固まらないようになる。所定の方法で最も高い密度が得られるときの含水比を最適含水比 (O.M.C.)、そのときの乾燥密度を最大乾燥密度 (max. Dry Bulk Density) という。これら含水比と乾燥密度との関係をそれぞれ 図-2、図-3 に示す。

1.3.3 土の分類

土の分類には 図-4 のように土粒子の粒径によって区分されるが、実際の土は砂、シルト、粘土といったものが混じり合っているのが普通である。これらの土粒子の混じりの割合によって土に分類名称をつけることができる。図-5 は三角座標による土の分類を示している。

このほか、実際には締固めの対象になる物質は石灰やセメントあるいはアスファルトなどを結合材として含む

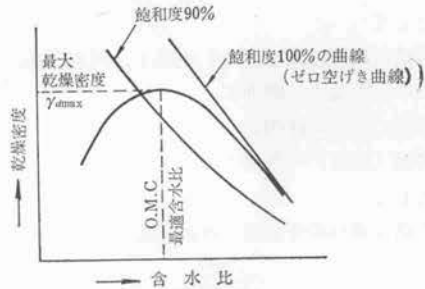


図-2 含水比と乾燥密度の関係 (その1)

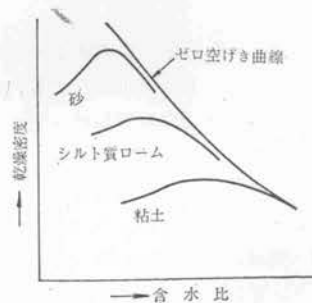


図-3 含水比と乾燥密度の関係 (その2)

砂利	砂分		シルト分	粘土分
	粗砂分	細砂分		
	2.0	0.25	0.05	0.005
	粒 径 (mm)			
				コロイド分
				0.0001

図-4 土粒子の粒径による分類

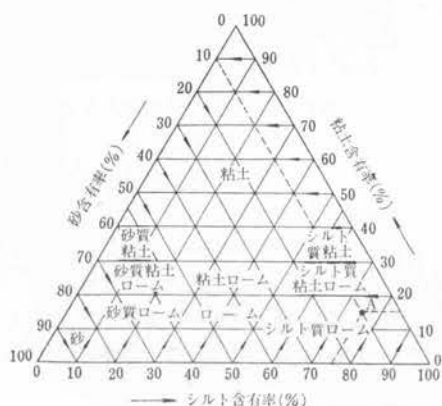


図-5 三角座標による土の分類

合材がある。

2. 転圧機械の種類

建設工事において使用される締固め機械は土工用の締固め機械、舗装用の締固め機械、そしてコンクリート施工用の締固め機械等があげられるが、「転圧機械」としては土工用と舗装用の締固め機械に限って述べる。

2.1 締固め機械の施工分野

締固め機械がまずどういう現場で使われるかという土工用として

- ① 道路(鉄道道床を含む)の盛土、河川堤防、ダム等の土の盛土の締固め
- ② 盛土のり面の締固め
- ③ 構造(建築)物基礎の締固め

舗装用として

- ① 道路(飛行場滑走路、鉄道道床を含む)の路床、路盤の締固め
- ② アスファルト舗装の締固め
- ③ 水路あるいは側溝等の基礎、ライニングの締固め
- ④ 路肩部の締固め

などに分けられる。また、締固め方法を分類すると、

- ① 静的圧力(重力により表面から圧縮する)によるもの: 鉄輪ローラ(マカダムローラ、タンデムローラ)、タイヤローラ、コンビネーションローラ(鉄輪とタイヤ等の組合せローラ)
- ② 振動によるもの: 振動ローラ、コンパクト
- ③ 衝撃力(突固め)によるもの: シープスフートローラ、タンピングローラ、ランマ

等である。

2.2 種類

2.2.1 鉄輪ローラ(ロードローラ)

ロードローラの歴史は古く、最も一般的に使用されてきた転圧機械で、次項のタイヤローラと区別する意味で鉄輪ローラとも呼んでいる。

鉄輪ローラは平滑鋼ロールを車輪とし、その配列形式によりマカダムローラ、タンデムローラ、3軸タンデムローラ等の別がある。

(1) マカダムローラ

普通前1輪、後2輪の配列で前1輪がかじ取りで操向輪または案内輪と呼ばれ、後2輪が駆動し、駆動輪と呼ばれている。諸外国では一般にマカダムローラとはいわず、Three Wheel Roller(3輪ローラ)と呼んでいる(写真-1参照)。

マカダムローラの自重は6~15tで、8~12tのものが最も多く使用されており、機種により1~3tの鉄、水および砂等で重さが調節できるようになっている。8-10tマカダムローラ等という呼び方は自重8tで付荷重量2t付、総重量10tを表わしている。

案内輪、駆動輪の重量分布は大体3~3.5:7~6.5の割合にしている。締固め能力の目安となる線圧(車輪の接地重量をその車輪の幅で割った値kg/cm)は10~12tマカダムローラ(案内輪径110~130cm、幅も約同じ、駆動輪径150~170cm、幅50~60cm)の案内輪で25~30kg/cm、駆動輪で65~80kg/cm程度である。

締固め能力は普通駆動輪の方がはるかに大きくなっているが、近來のマカダムローラで写真-2のように前後輪駆動で、同一直径の車輪で、重量分布が1:1とした形も出現している。

なお、マカダムローラは主として舗装の初期転圧、路盤の仕上げ転圧、表層の仕上げ転圧、碎石の転圧等に使用される。

(2) タンデムローラ

タンデムローラ(Tandem Roller)は案内輪1輪と駆動輪1輪が串形に車輪配列された2軸タンデムローラと、案内輪2輪、駆動輪1輪が串形に配置された3軸タンデムローラとがある。2軸タンデムローラの自重は3

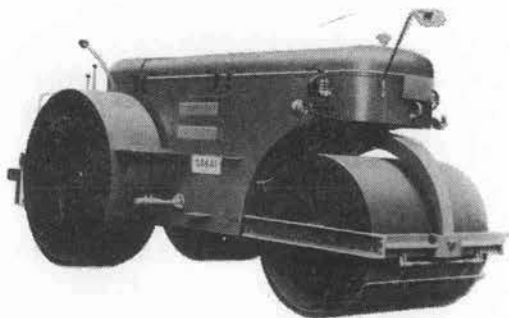


写真-1 マカダムローラ(3輪ローラ)

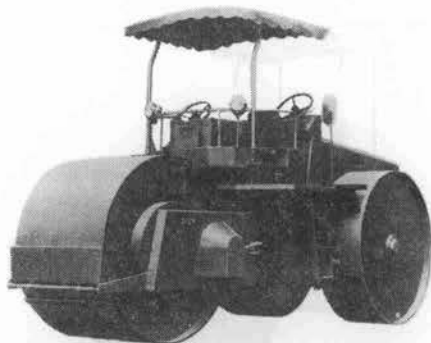


写真-2 前後輪駆動、同一直径車輪のマカダムローラ

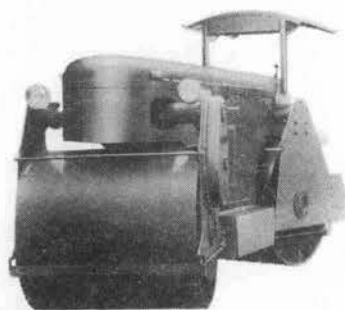


写真-3 タンデムローラ

～10 tで、機種により 1～2 t のバラストが付けられ、案内輪、駆動輪の重量配分はそれぞれ 4 : 6 ぐらいの割合で線圧は 8～10 t、2 軸タンデムローラ（案内輪、駆動輪とも直径約 75～140 cm、幅 100～140 cm）で案内輪 25～30 kg/cm、駆動輪 35～50 kg/cm 程度である。写真-3 のように前後輪同一寸法で重量配分も 1 : 1 で前後輪操向駆動して作業能率の向上をはかっているものもある。

3 軸タンデムローラは案内輪 2 輪を取付けた揺動ビームの中間に本体フレームを横軸で固定し、この横軸を中心として揺動ビームが上下に動くことができる構造であり、必要に応じて固定、半固定、自由とすることができる（写真-4 および 図-6 参照）。

なお、タンデムローラは主として舗装の仕上げ転圧に使用される。

2.2.2 タイヤローラ

タイヤローラは空気タイヤの特性を利用して締固めを行なう転圧機械であり、自走式と被けん引式とがあるが、舗装工事にはほとんど自走式が使用され、被けん引式は路床や路盤の転圧に使用されているが、作業性に難点があるので近來はあまり利用されていない。自走式は 3～35 t まで種々の種類がある。タイヤの配列は前輪（操向輪）が 3～5 本、後輪（駆動輪）が 4～6 本で、前輪の踏み残した部分を後輪が踏むように配置されている。

タイヤローラの中には転圧面の凹凸にならってタイヤがそれぞれ上下に動くもの、左右に揺動するもの等がある。タイヤローラの代表的なものを 写真-5、写真-6 に示す。

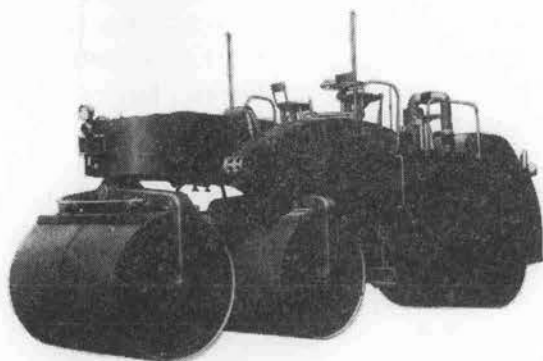


写真-4 3軸タンデムローラ

タイヤは鉄輪に比べてすべりにくいので傾斜面あるいはすべりやすい場所でも作業が比較的容易にでき、またタイヤの空気圧を変えて接地圧を変えることができるので、まき出し直後の支持力の小さい土から大きな土まで広範囲な施工条件に適用できる。しかし、タイヤローラが舗装の転圧に使用されるようになったのはここ 10 年来であり、しかも鉄輪ローラとの併用で本格的に使用されるようになったのは 5～6 年前からである。その使用方法等について今後さらに研究されなければならない問題点もあるが、今日では締固め作業に欠くことのできない転圧機械である。

タイヤの接地圧とはタイヤが接地面に接したときタイヤ 1 cm² にかかる荷重の大きさをいう。厳密には接地面での接地荷重が均一でないので平均接地圧というべきであるが、一般のタイヤローラの接地圧は 3～6 kg/cm²、最大 7 kg/cm² の範囲で使用することが多い。また、接地

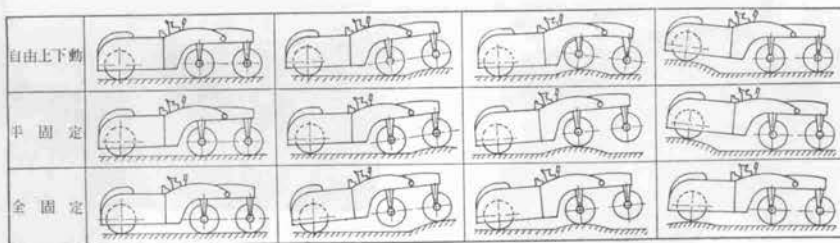


図-6 3軸タンデムローラの動き

圧はタイヤのたわみの大きさによって変化するので、タイヤローラの重量、すなわち、輪荷重が一定であってもタイヤの内圧が変化すれば接地圧も変化するので施工条件に合った接地圧が容易に選定でき、鉄輪ローラでは線圧(タイヤローラの接地圧に相当)を変える場合には重量加減をしなければならないが、タイヤローラではこの必要がなく、空気圧を加減することにより可能である。

2.2.3 振動ローラ

振動ローラは起振機により締固め車輪を振動させ、その振動と自重とを締固めに利用するローラであり、自走式と被けん引式とがある。自走式はタンデム形と3輪形とがあり、重量は0.4~10tぐらいまで、起振力は5t程度までのものが多い。振動数は1,000~3,000rpmぐらいである。小形のものには両輪駆動・振動するハンドガイド式もある。

振動ローラは塊、粒状の非凝集性の材料の締固めに極めて大きな効果をもたらすことが知られているが、振動を止めて使用すればもちろん普通の鉄輪ローラとして利用できる。自走式タンデム形とハンドガイド式の代表的なものを写真-7、写真-8に示す。

2.2.4 複合ローラ

コンバインドローラとも呼ばれ、タイヤと鉄輪とを組合せた締固め機械で、1台の機械でタイヤローラとして、あるいは鉄輪とタイヤローラとして使用できるのでタイヤローラおよび鉄輪ローラのそれぞれの長を生か



写真-7 自走式タンデム形振動ローラ



写真-8 ハンドガイド式振動ローラ

した施工が可能である。

写真-9は前輪(操向輪)はタイヤ3本を配置し、1軸相互揺動式であり、後輪(駆動輪)はタイヤ4本を配置して車軸固定式である。前後輪の中間に直径90cm、幅138cmの鉄輪ローラが装着され、この鉄輪ローラは駆動でき、また油圧により上下できるので自重による締固めのほか、加圧することができ、しかも加圧時に油圧の調整により線圧は11.5~25.5kg/cmの範囲で可変である。鉄輪ローラは右外側に35cmシフトができるので軟弱な路肩や構造物のまわりの転圧に有効である。車両重量は約8.7tで、重量分布は前輪タイヤ1.1~3.55tまで、後輪(タイヤ)が0~5.15tまで、中間の鉄輪ローラは0~7.6tまでそれぞれ適宜組合わせ選択が可能である。

2.2.5 タンピングローラ

鋼板製の平滑胴ローラの外周に突起を取付け、突起部先端の高い接地圧を利用して締固めるもので被けん引式



写真-5 タイヤローラ (その1)

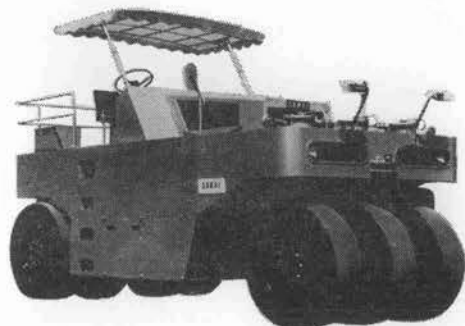


写真-6 タイヤローラ (その2)



写真-9 複合ローラ

のものが多いが、自走式にはトラクタの車輪にロールを付けたものや、センターピンステアリングを採用した専用機などがあり、土工用の重転圧に有効である。

2.2.6 振動コンパクト

銅板または鋳鋼の平板（振動板）に装着した起振機により平板を振動させ、その振動あるいは衝撃を利用して締固めるもので、ハンドガイド式と自走式とがある。ハンドガイド式は約 0.5～1.7t 程度まであり、小形のものでは手押し式もあるが、2軸偏心式起振機を備え、振動分力による移動式が多い。自走式は起振機と振動板とを組合わせたユニットをトラクタに取付けたもので、トラクタで走行するので通常のローラが入れないような特に軟弱な場所などでも締固め作業ができる。

2.2.7 ランマおよびタンパ

ランマおよびタンパは平板（打撃板）に衝撃を与え、その衝撃を利用して締固めるもので、ハンドガイド式の小形の締固め機械である。

ランマは2サイクル機関の下部に円形状の打撃板を取付け、手動式マグネットでシリンダ内の混合気に着火させ、その爆発力で本体をはね上げ、ある高さから本体ご

と落下させ、締固め運動（作業）を行なうものである。つまり“よいとまけ”の機械化である。

タンパは小形ガソリン機関の回転をクランクで往復運動に変え、スプリングを介して打撃板に伝え、連続的な衝撃力を土に与えるものである。

ランマ、タンパとも小形軽量（重量 60～160 kg）のわりには比較的大きな締固め力を持ち、また、ローラなどの転圧機械が使用できない狭い工事現場等では効果的な作業ができるが、一般に大規模な工事での締固め作業能力が低いので転圧機械としての使用範囲は限定される。

2.2.8 その他の機種

以上に述べた転圧機械のほかに、特殊な場所や特別の材料を締固める目的のため少し形の異なった機種があるが、機構的にも多岐にわたり、単に試みとして供された類も少なくないので他にゆずることにするが、形態としては、被けん引式タイヤローラに起振装置を取付けてタイヤに振動を与えて締固め作業を行なうものや、道路の拡幅や溝底の締固めに使用されるトレンチローラ（Trench Roller）等の専用機や、のり面転圧用の専用機等がある。

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 300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3丁目5番8号 機械振興会館内
 電話東京(433)1501 振替口座東京71122番

● 工事現場巡り ●

市ヶ谷から飯田橋へ向かう
濠内工事の全景 →



営団地下鉄8号線第2工事区を見る

梅田亮栄……………建設省関東地方建設局道路部機械課長
渡辺正敏……………鹿島建設(株)土木工務部次長

昨年11月下旬の秋晴れの日の午後、本協会から送られた1枚の現場巡り要領を手にして、私達兩名はひとまず市ヶ谷駅前でタクシーを降りる。すぐ目の前、外濠の斜面一帯整然として規格化された仮栈橋と、水をくっきり隔てた鋼矢板締切が長く続いている。現場事務所とおぼしい白い2階建がいくつか見える。しばらく躊躇したが、折よく近くの歩道橋に建設会社の現場員が現われたので、めざす営団第2工事区をすぐ知ることができた。

広い大部屋に机と書類が密集し、点々と7~8名の方が忙しそうであった。入ってすぐ右手に応接スペースが少しとられており、そこに区長の小林さんが待っておられた。ちょうど協会からお願いしていたらしい工事写真を、うず高いアルバムから選ばれていたようで、挨拶もそこそこにすぐスムーズに現場の話に移っ

ていった。

実は私どもの腹づもりでは、最初工区を統轄する区長さんから一通り説明を聞いたあと、現場のいろいろな苦労話は実際施工しているどこかの建設会社の方々からうかがうことになるだろうと思っていたのだが、区長さんご自身の懇切丁寧な現場の細かな隅々までの説明やわれわれの質問に対する答えから、ほとんどの取材がここで得られるような気がして、ゆっくりと話を承わることができた。

やや寒い感じがする下の会議室の一隅に場所を変えて図面を見ながら話された工事の概要は次のようなものである。

地下鉄8号線とは

現在営団では既設線の延長もあるが、主力はこの第8号線(成増~銀

座間)の新設においている。これは成増から東上線、西武池袋線の間接地帯を抜けて池袋に至り、丸の内線とややしばらく平行するが、飯田橋からはそれと反対方向をとって市ヶ谷、平河町、日比谷を経て銀座に結ばれるもので、枝線を含む総延長は33.2kmとなっている。

この建設線の直接の目的は、

- ① 西武池袋線と練馬駅で相互直通運転を行ない、都の西北部と都心を結ぶ。
 - ② 丸の内線のオーバーロードを救済する。
 - ③ 池袋駅の混雑を緩和する。
- などであって、昭和49年春開通をめざして建設が急がれている。

第2工事区の特徴

第8号線に対する営団の施工管理体制としては、一部私鉄へ委託しているが、池袋西口から銀座までを三つの工事区に分けている。小林さんの受持つ第2工事区は江戸川橋付近から麴町の日本テレビ前まで、全長3,550mである。

この工事区では当初から次の問題があり、しかもこれらは計画の時点で解明しなければならなかった。

- ① 外濠の川底深く水面直下10数mの地下鉄構築のための水との絶

えざる戦い。

② 首都高速5号線および神田川に近接し、施工による橋脚基礎の沈下や傾きや水の浸入は絶対に防止しなければならない。

③ 7階建と6階建のビルの真下に地下鉄が通るので念入りなアンダーピニングが要求される。

④ 飯田橋駅や市ヶ谷駅付近の複雑な施工方法、多くの埋設管の切回しや防護、特殊歩道橋基礎の盛替防護、既設地下鉄東西線や国電中央線と立体交差の施工法などがある。

現在第2工事区全域は11工区に分け、それぞれ大手建設会社が担当して最盛期を迎えており、上記の諸問題もかなり解決されてきた。ここまではトラブルがほとんどなく、非常に順調に進んできた。その背後には、営団の技術者の技術への挑戦、特に水との戦いの苦勞を忘れてはならないだろう。「しかし、まだまだ心配が多いのです」と小林さんは静かにつけ加えられる。

いわば、水との戦いとは頭脳を武器とする戦いであった。それは湧水と泥土の中に苦闘する施工のげしきではない。締切内に水をいったん浸入させることは決定的な敗北を意味する。もちろん防衛のためとはいえ、いくらでも力を投入することはできない。きびしい経済性と戦いも常に技術者につきまとい、そこに

深い検討と自信と勇気が必要とされるという技術者共通の本質的なものを感じさせるものが、淡々とした小林さんの言葉の裏ににじみ出ていた。

独特な施工体制

営団第2工事区は小林区長のもと約30名の技術者と4名の事務系があり、工事監督指導には助役を長として7人ずつ4班を編成している。1班は2~3工区を受持つ。営団の工事の管理は施工の細かい点まで業者と協力してやっているということになる。たとえば、生コン約16万 m^3 、鉄筋約14,000tなどのほか、仮設用鋼矢板やH鋼も直接調達支給する。この工事区で扱う仮設鋼材は約33,000tに達している。これらを11の現場に円滑に配給するだけでも、当然に密な工程の把握が必要とされ、状況の変化に適切に対応してゆくことは並大抵ではない。そのうえ、輸送上の折衝や検収と使用状況の管理、夜昼とない営団技術者の努力は大変なものである。このような支給材料の管理業務はほんの一端にすぎなく、監督指導に伴う測量、立会い、進捗管理、品質管理、実際に対処する施工法の検討や図面作成等々、区長さんの話によれば1名は必ず24時間勤務となり、昼夜

作業の円滑化をはかっているとのことであった。

安全については、いままでに重傷者1件だけというのはすばらしい成績と思う。作業員は全現場で大体700~800名だが、毎月の安全研究会には営団と各社幹部が集まり、事故の未然防止について真剣に研究し合っているという。たしかに各社も社名をかけて安全を競うこともあるが、この好成绩の際には区長さんをはじめ営団の方々の並々ならぬ熱意と意欲があったと思わないわけにはいかない。しかし「大体1年たってから事故は多くなります。これから深くなるので警戒しなければなりません」と区長さんは自らをも戒めるようであった。

なお、このような現場業務を円滑にすすめるにはいきおい少数精鋭主義をとることとなる。このためまず3年ぐらいいは営団本社で設計と工法をみっちり会得させたのち現場に配属され、すぐ種々の実務上の問題に対処するというように、若手現場技術者の養成にも配慮がなされている。

施工上の苦心

この工事区での地下鉄建設はほとんど開削式で施工され、シールドは市ヶ谷駅から日本テレビに至る間の1工区約500mだけである。開削といっても都市街地での施工であり、埋設管や既設構造物との複雑な関連、水の処理、沿道住民の理解と調整など苦勞する問題は少なくない。ここでのいくつかの苦心のあとを紹介してみよう。

(1) 外濠内の浸水防止

技術的かつ経済的な検討の結果、ここでは本格的なアースアンカー工法が採用された。

これには掘削深さと掘削幅の関係からの経済性、 $N \geq 50$ という締まった砂層または砂れき層の存在、斜せん孔によって支障となる民地部分



飯田橋付近における機械掘削の状況

がないことなどで踏み切られたのであるが、これによって掘削の機械化、省力化、工期短縮、安全施工などのメリットが期待できたことになる。おそらく全長 900 m にわたり延べ 1,400 本という大々的に採用されたアースアンカー施工はわが国最初であろうし、この工法の技術的評価は今後大きく高まってゆくだろう。

構築物の両側縁部の土留鋼矢板の施工には締まった地層にまずオーガせん孔した後、地盤を固めるモルタルを充填し（鋼矢板打込みに支障せず、かつ地盤に変状を起ささない配合と施工に苦心がいる）、鋼矢板の建込みと打込みを連続的に施工するという方法がとられた。

(2) 橋脚の傾斜防止

大部分の地下鉄は道路下に作られるが、一部民家商店やビルの下にかかる。土留工の方法は首都高速の橋脚の近接状況から、せん孔H鋼建込み打ちと横矢板による工法、 $\phi 40$ cm の連続モルタルぐい工法、地下連続壁工法、それに連続ベントぐい工法（ $\phi 80$ cm）と大きく4種のものが採用された。

もっとも苦心したのは高架橋の単柱基礎からわずか 1.5 m ぐらしか余裕のない場合の施工であった。狭い場所における連続壁やベントぐいの正確な作業、基礎防護のための入念な注入のもとに、かすかな動きも見逃してはならない施工管理が、技術者のもっとも神経をすりへらした毎日であったであろう。

施工中はもちろん、地下鉄が一部築造されてきた現在でも厳密な測量が行なわれているが、その結果、高速高架橋にはまったく異常が見られないと述べられる区長さんの顔に安堵の微笑が一瞬こぼれていた。

道路敷内で施工する連続壁の品質管理もこの工事の成否に関係した。必要な幅で垂直に規定の深さに掘削されなければならないうえに、泥水の濃度や性質を常に一定に保って掘削面の崩壊を防がなければならない。これには1区画300mの連続するガイドウォールが調整池の役目をし、コンクリートで泥水を置換する際にも一滴も外にこぼさず、また不良泥水をバキュームポンプで入替える場合も十分な品質管理を行なうことができたようである。

(3) 地域住民との協調

市街地工事における地元の協力を得ることの重要性はもっとも大切な一つであろう。この点につき小林さんは、「最初が大事で、いったんこじれたらどうにもならない。特に約束したことは守ることだ」といっておられた。着工前には何回も住民の方々と説明会をもち、騒音とか作業時間には特に気をつかった。それでも朝早く目覚時計に起こされるようで困るとか、日曜日に日本人はどうして作業するのかとって新聞に投書した外国人など、ちょっとしたトラブルは起こったが、大きな問題になったことはないとのことだった。工事用材料の搬入にもいろいろ苦勞さ

れているようであった。

現場見学

一通り話をうかがったあと、区長さんの案内で現場を見せてもらう。「約4kmもあり、歩いてはとてまわりきれません」ということで車でゆく。秋の陽はすでにかなり傾いている。

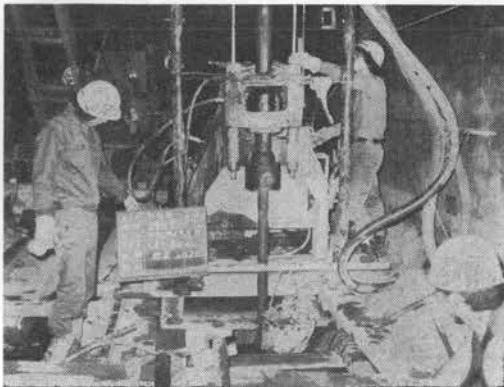
外濠工事現場を棧橋上から説明される。地下鉄は駅部になって駅ホームと両側車線の三つの部屋を形成し、全体の型わく支保工がジャッキで着脱され、レール上を移動できる段取りが行なわれていた。掘削される土砂はさらさらして水気がまったくなく、計画どおりに進んでいるようである。

国鉄中央線の市ヶ谷駅付近は鉄骨のアンダーピニングが完了しているのが明りょうに眺められた。このあたりは将来国鉄と8号線の間に都営10号線が立体交差し、重要な連絡駅となって昇降客でにぎあはずである。そのむずかしい工事も国鉄、東京都、営団の密接な打合せによって着々と施工されてゆくだろう。

そこから車で飯田橋を過ぎた所まで行き、路上の小さな出入口から下に入る。広い地下の現場、切ばりと支柱、遠くにブルが動く音、ここは連続壁とモルタルぐい土留工および矢板土留工が使い分けられている。ややうす暗い歩行通路は飯田橋に近づくとも異様な大小埋設管の防護に目を見張った。前方に注意しないと何度も頭をぶつけそうである。

このあたりは埋設物が多く、路面から土留工のくいを打つのに苦勞したわけだが、東西線との立体交差部はそのときに埋殺されたH鋼ぐいが非常に頼りとなった。つまりそれを手掛りに路面覆工を先行したのち、埋設管を逃げて8号線工事の覆工受ぐいを打込むことができた。

飯田橋の駅前の歩道橋は工事中基礎を少しでも動かすと危険になると

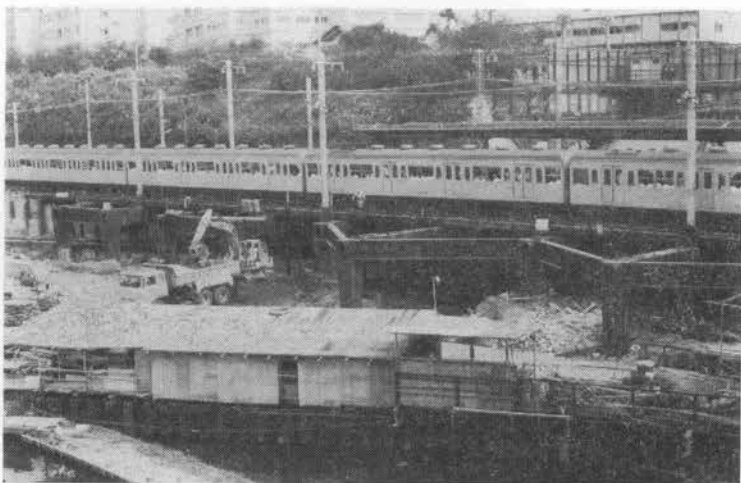


← 5号線坑内で行なっているトンネル下受け用せん孔くい打ちの状況

いうユニークな設計である。それでこの基礎の下受け作業が入念に行なわれている。おそらく地上で歩道橋をゆき交う人々は何も感ずることはないだろう。技術者として何も変化を感じさせずに完成できるのが、最高の誇りというべきかも知れない。

このあたり複雑をきわめ、かつ駅部となっている一番の難所である。区長さんは「業者は本当によくやっている」と繰返しておられた。地上に出ると大分暗い。予定した見る場所はまだあった。

ビルの横路地の小さな入口から斜めに栈橋を降りるとすぐ異様な光景があらわれる。いくつかの建物を支えている直径 1.5m ぐらいの深礎基礎がむき出しにされ、高さ 4~5m の広い作業場があった。この基礎の根入りよりさらに深く地下鉄が作られるので大がかりなアンダーピニングが施工されている。地下鉄底面より 2m 深く新しく深礎ぐい(φ2m)に高さ 2.2m の受ばりを渡し、このはりの上に在来の基礎ばりを盛替えるわけであるが、施工中の沈下防止のため在来の深礎下部層に薬液注入を行ないつつ、近接する新設深



市ヶ谷付近の国鉄線下受け状況

礎をつくるという厄介な作業をしている所であった。「この薬液一升はちょうどお酒一升と同じ値段です」との説明が印象的であった。このビルに事務をとる人々も、ある日突然かすかな電車の音に気づくという無事完成を切に祈っておこう。

* * *

もとの事務所に戻ると 5 時を過ぎている。これから次の打合せがあるという多忙にもかかわらず、終始懇

切丁寧に案内して下さったご好意に心から感謝する。最後に建設機械についてお願いしたところ、「とにかく狭い場所で安全に能率的に掘削できる機械が欲しい。いまのものは大きすぎるし、おそすぎる。しかし早くすれば危険だ。低く、小さく、かつ強力なものが開発されることを願っています」とのことであった。

この地下鉄現場が無事故で予定どおり完成することを祈りながら現場をあとにした。

図書案内

「建設の機械化」文献抄録集

B5判 7ポイント約374頁 頒価 2500円 送料 200円

(社)日本建設機械化協会の機関誌「建設の機械化」の第1号より第190号までに掲載された記録あるいは論文等を分類・抄録し、「建設の機械化」文献抄録集として刊行しました。

申込先 社団法人 日本建設機械化協会

東京都港区芝公園3丁目5番8号機械振興会館内
電話 東京(433)1501 振替口座 東京71122番

● 工事現場巡り ●

東京港沈埋トンネル現場を訪ねて

吉越治雄……………建設省道路局企画課
 新開節治……………本州四国連絡橋公団調査部調査役

昨年11月24日、風の強い晴れた午後、赤穂浪士で有名な高輪泉岳寺から歩いて5分とかからないところにある首都高速道路公団の湾岸線建設部を訪ねた。この建設部がいま日本で最大の断面をもつ沈埋トンネル工事を進めているところで、はじめに工事の計画、設計、施工など全般の説明を岡田設計課長からこまかくお聞きし、そのあと宮島工事課長の案内で大井ふ頭にあるエレメントの

製作ドックと海底トンネル付近の大井側陸上工事を見学させていただいた。以下、これらの工事概要と苦心談を紹介することにしたい。

工事概要

この沈埋トンネル工事は東京湾環状道路の一部として首都高速道路公団が実施している首都高速湾岸線の第1期工事で、東京港の第1航路を

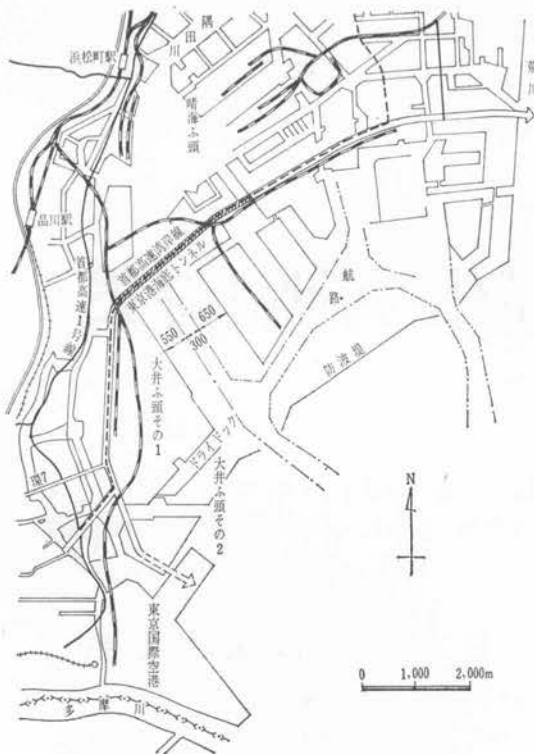


図-1 首都高速湾岸線位置図

横断する延長 2.8 km が施工中であり、図-1 に示す区間がそれである。なお、その計画概要は次のとおりである。

施工延長:

- 13号地側道路部 1,245 m
- 13号地側陸上トンネル 70 m
- 海底部沈埋トンネル 1,035 m
- 大井側陸上トンネル 220 m
- 大井側道路部 230 m
- 計 2,800 m

- 車線数: 往復分離6車線
- 設計速度: 80 km/hr
- 最小曲線半径: 600 m
- 最急こう配: 4%
- 航路幅: 300 m
- 航路最大水深: AP -12 m
- 設計潮位: AP+2.1 m
- 換気方式: 局所排気付送気半横流式

エレメント寸法:

- 幅 37.4 m × 高 8.8 m × 長 115 m
- エレメント数: 9個
- 総工費: 250 億円
- 工期: 昭和44年度~49年度

この工事区間のうち難工事が予想される海底部の 1,035 m についてはり橋案、シールド案、沈埋トンネル案について比較検討されたが、おもに工事の経済性、難易性から沈埋トンネル案に決定した。

この区間の工法はあらかじめドライドック内で製作したコンクリート製沈埋函(コンクリート量 15,000 m³)をトンネル地点までえい航、沈設する工法で、これらの工事手順を示すと次のとおりである。

- [ドライドックの建設]
- ↓
- [エレメントの製作]
- ↓ ← [沈設作業船の建造]
- [沈設個所のトレンチ]
- ↓
- [エレメントの沈設]
- ↓
- [沈設後の埋戻し]

これらの工事と併行して陸上部では立坑、陸上トンネル、陸上部道路の工事が進められる。

私達が訪れたときにはドライドック

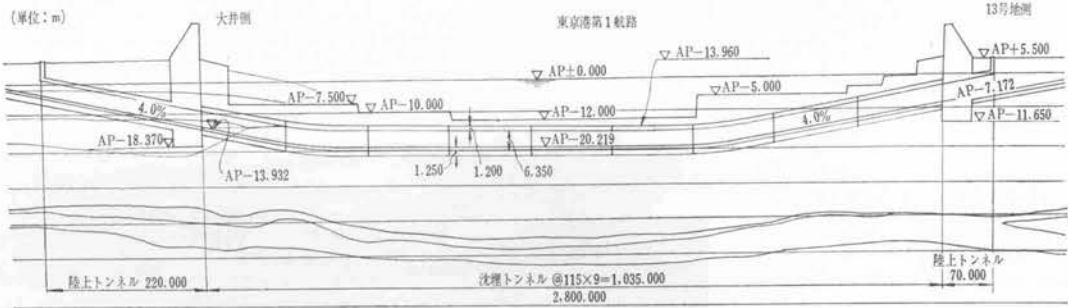


図-2 沈埋トンネル縦断面図

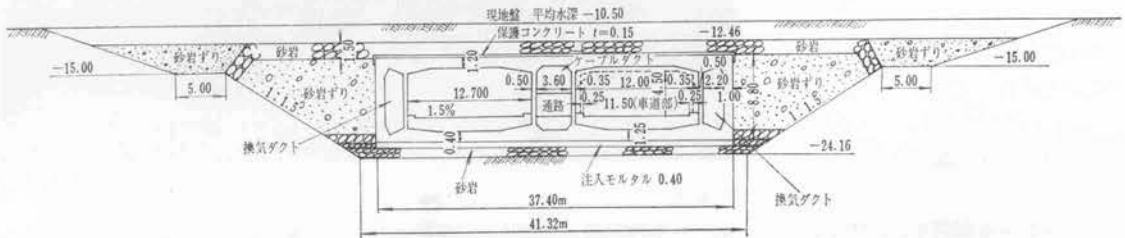


図-3 沈設標準横断面図

クにおけるエレメントの製作が完了し、ドック内には注水が終わり、エレメントが沈設を待ち望むようにドック内に浮んでおり、ドックの締切堤が撤去中であった。また締切堤の横には建造を終えた沈設作業船がエレメントの沈設作業を待ちかまえているように停泊していた。トンネル付近の大井頭陸上部では立坑と陸上部トンネル工事が夕暮時にも活気にあふれて進められていた。

ドライドック建設の苦心談

前述の各工程の中で特に苦心したのは大井頭の水路敷を利用したドライドックの建設であり、この付近はAP+2m~3m高の埋立地だった所で、埋立表土の下はAP-5mまで粘性土層、AP-5m~-10mはシルト質砂層、AP-10mより下は4~10m厚の粘性土層である。このAP-10mがエレメント製作の地盤高となるので地質条件としては一番悪い高さになる。工事着手前に東京都がこの地盤高までの水路浚渫を完了しているので、この水路に締切堤を設け、排水してドライドックにすることになった。

締切堤完成後、ドライドック付近に観測井と間げき水圧計を設け、地下水位ならびに間げき水圧の挙動を観測しながら慎重に排水作業を行なったが、排水中に幅70mにわたる円弧すべりを起こした。この対策として排水作業を止め、すべり面頭部の土を取除き、局部的に軟弱な個所について十分留意しながら昭和46年1月末に排水を完了した。

ドック底面のAP-10mにはもともと12~13m厚の浚渫土があり、9t/m²程度のエレメントの荷重が載荷されても先行荷重より小さいためこの地盤の圧密沈下は考えられず、悪い個所の土を置換えるだけですむと考えていた。しかしドライアップの結果、ポンプ船のカッタで地盤は攪乱され、ドック底面には2m厚程度のヘドロがたまり(写真-1参照)、この部分を除去してAP-11m~-11.5mまで掘下げ、1~1.5m厚の砂をまき出し、路盤材を入れてエレメント製作の地盤にする予定であった。

しかし、ヘドロのポンプアップができず、ヘドロを処理できないまま砂をまき出したところ、2~3m厚の砂が入り、砂の量もぼう大なもの

になり、ドックの計画地盤も高くなるので、孔あきビニールシートを敷き、この上に砂をまき出すシート工法が採用された。その結果、砂のまき厚は1.2~1.5mにおさまリ、底面に暗渠をめぐらし、ドック外周部にはウェルポイント、サンドドレン工法などを用いて水抜きに努めた。しかしエレメントのコンクリートは広い範囲にわたり連続的に打設するので、地盤沈下には特に留意する必要があり、部分的な沈下を数cm以下に抑える必要があり、砂をまき出して載荷試験を行なった結果、上記の地盤改良を行なっても20cm程度の沈下が予想され、エレメントの基礎として不十分であることがわかった。そこでドック底面より5~10数m下にある砂層(N値=15~20)にRCくいを打って支持地盤をつくることになった。

試験くい(300φ)を打った結果、くい1本当りの許容支持力を80tと決め、くい間隔を3mとすることになった。ただ、ドライドックの位置が将来バースとして使用され、水深がAP-12mになる計画もあり、くいのような障害物を-10mまで残すことは許されない。このた

→
写真-1 排水後のドック内の
ヘドロ堆積状態

め、くいはすべて継ぎぐいとし、3 m長の上ぐいをあとから引抜けるようにした。

くいの上に15 cm厚の粒調鈹さいを敷き、この上に5 cm厚の単粒度の碎石路盤材を敷いてドライドックの完成をみた。

エレメント製作の配慮

エレメントを鋼殻形式にするか、コンクリート形式にするかについては、鋼殻形式の場合、造船所のドック規模も小さく、コンクリートに向くドライドックの場所が得られたので、工費、工期とも有利なコンクリート形式が選ばれた。

コンクリート形式にする場合、防水に十分な配慮が必要であり、底面と側面には6 mm厚の鋼板を巻き、上面にはプチルゴムシートを張付け、一方、強度の高いマスコンクリートを乾燥収縮等によるひび割れの少ないよう配合等に配慮が払われた。



また、施工にあたっては打設コンクリートの容積と比重管理が厳格に行なわれた。このため骨材の比重には十分留意し、大井川産の天然骨材を90~95%用いるとともに、1,000 m³に1個の割合で80 cm角の供試体をつくり、比重管理を十分に行なった。

以上のような厳しいコンクリート管理を行なうため、また1日の最大打設量が1,000 m³にも達するので、市中生コンでは十分な品質のコンクリートが得難く、現地プラントを設置することにした。そのプラントの規模は次のとおりである。

打設能力：150 m³/hr

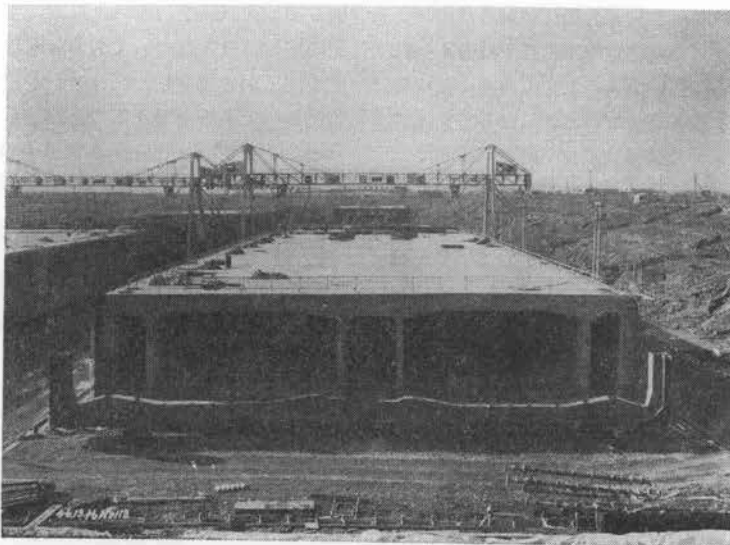
ミキサ形式：強制攪拌形

ミキサ容積×台数：1,750 l×2 台
他の設備として防水鋼板、鉄筋、型わくなどを建込み、コンクリートを打設する10 t 門形クレーン4基（1基につき10 t ぶり2本）が設置された。

以上、多くの配慮をしながら1年2カ月という短期間に9函全部のエレメントの製作を無事完了した（写真-2、写真-3 参照）。

沈埋トンネル基礎工法の 新しい技術

沈埋トンネルの基礎工法として、従来スクリード工法と砂吹込工法があるが、前者は仕上げ精度の関係で幅の小さなエレメントしか適用できず、この工事のように幅の広いエレメントでは、普通、砂の吹込工法が用いられる。この工法はデンマークの Christiani & Nielsen 社が持つ特許工法で、ノウハウがまったく知らされないことと、費用の点で、こ



←
写真-2 完成間近のコンクリート製
エレメント

写真-3 エレメント完成後の
ドック内への注水

の工事では新しいモルタル注入工法が検討され、その結果、仮支承で支えられたエレメントの中からベントナイト入りのモルタルを注入するというわが国独自の工法を開発し、実用化することとしている。

外国の工法だけを取入れることなく、わが国の新しい技術を開発していくことに筆者も大いに賛同し、心づよく感ぜられた。

* * *

おわりに、見学の当日、お忙しい



中を長時間説明して下さいました首都高速道路公団の岡田設計課長と、風の強い現場を夕暮まで案内して下さいました宮島工事課長の両氏に厚くお礼申

し上げますとともに、この工事が無事成功裡に完成することを祈ります。

図 書 案 内

ダムの工事設備

〔体 裁〕 B5判(8ボ1段組み688頁)上製・布クロス
真珠アルトン紙使用・工事実績収録ダム143箇所

〔頒 価〕 5,000円(ただし会員は4,000円)送料200円

一般に、機械化施工の実績はその施工業者により重要資料として温存され、あるいは死蔵されがちのものです。本協会としましては、この実情を常々遺憾と思っていました。幸いにして建設関係の多くの方々の御賛同を得、貴重な工事記録の散逸を防ぐとともに、後世に伝えるため、集大成することができました。第I編としてダム建設の工事設備の変遷および最近における工事設備の考え方を、第II編として工事実績を収録しました。特に第II編の工事実績については実績調査委員会を設けて調査様式を作成し、重力ダム、アーチダムは堤高50m以上、中空重力ダムは堤高40m以上、フィルタイプダムは堤高30m以上を調査対象とし、総計143件について関係方面の御協力を得ました。

■申込先■ 社団法人 日本建設機械化協会

東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内
電話 東京(433)1501 振替口座 東京71122番

安 全 特 集

広報部会 文献調査委員会

The all-Pervasiveness of Safety :

安全の普及と安全に対する認識

事故はいつでもどこでも起こり得るし、その原因は人にあると思ってよい。ちょっとした過失、思い違い、忘れ、不慮、不注意などが事故につながる。したがって安全は特定の人の問題ではなく、すべての人が安全に対する認識を持たなくてはならない。

Safety Analysis : 安全の分析

事故は起こるべくして起こるものである。経営者は、事故は経営システムのどこかが悪いきざしと思ってその再点検を行なう必要がある。チェックの要件として施工方法、機械の使用法、作業従事者の教育、人的関係など16項目の説明がなされている。

Why Safety? : なぜ安全が必要か

経営者は緑十字の旗とヘルメットのみで安全に対する責任を果たしていると思ってはならない。また事故による損失は、安全対策に要する投資、配慮に比べて非常に大きなものである。

Safety Policy : 安全に対する基本方針

作業従事者に安全に対する経営者の方針を知らしめ、安全思想を徹底させ、前向きな行動をとるためにも安全に関する条項を作成することが大切である。これらの条項はもとより市、州、国の法律に適合したものでなくてはならない。でき上がった条項を徹底させるため職場での簡単なミーティングなどは有効な手段であり、違反者に対する罰金を課すことも単純な方法ではある。要は従事者に安全に対する興味をもたせ、何度でも同じ言葉を繰り返して徹底させることである。

Safety Training : 訓練

新規に人間を雇用した場合には仕事につく前に安全教育を行なうべきである。また、作業に関するマニュアルやパンフレットを用意し、よい指導者をつけて安全が習慣になるまで教育すべきである。職場ではわずか10分間でも集まって毎日または毎週の作業を反省し、提案させると効果がある。たまには首脳陣を交えて意見の交換を行なえば自我意識が養われるだろう。その他、安全に

対するキャンペーン、モニター制度や安全委員会などについて記されている。

Safety Aids : 援助者

米国ゼネコン協会では45章、AGCでは17章にのぼる安全手引を作成し、会員に配布している。ナショナル安全コンサルでは手紙や電話での問合せに答えてくれる。労働省では120のコンセンサスを採用している。このように安全に関する相談に応じてくれる政府機関、民間機関とそこから発行されている基準等の概要などが紹介されている。

Safety on Record : 記録

安全に対する配慮の記録、事故の記録と事故の分析、政府機関に対する報告とその内容などについて説明されている。

Safety Standards & Specs : 安全に関する基準

安全に関して総説、環境と健康、保護機器、防火・耐火、標識などについての基準の一覧表が作成されている。ここに引用されている基準の出典としてはACGIH(米工業衛生会議)、AIHA(米工業衛生協会)、ANSI(米工業標準局)、ANRC(米赤十字社)、ASHRAE(米熱・冷凍・空調技術協会)、BLS(労働標準局)、BuMines(鉱業局)、DOL(労働省)、EEI(エジソン電気研究所)などのほか、MCA、NEMA、NFPA、NBS、NSC、ULI、VSCG、USGPOなど17にわたっている。

Safety Pocket pal : いつも手元に

事故から身を守るためにいつも手元に置いてこれだけは毎日チェックしようという主旨の小冊子で、人的資源に関するチェックリスト、機械機器チェックリストなどチェックリストの形をとっている。

Safety Information : 安全に関する情報はどこで?

安全に関する業務、情報などを提供している機関として政府機関、各協会などの名称、住所を小冊子にしたもの。

(委員: 後藤 勇)

“The all-pervasiveness of safety”

Construction Methods & Equipment,
Sept. 1972

建設工事に伴う労働安全衛生規則

広報部会 文献調査委員会

建設工事の安全性、機械類の騒音を規制するために1970年12月「労働安全衛生規則」OSHAが設立され、364,000ドル(13,600,000円)をかけて9,300件の工事、機械の調査がなされた。

工事の安全性については以前から人口に膾炙されているが、1972年から50項目からなる安全規定が制定された。OSHAの事務当局は10地域43事務所から成り立ち、安全対策および安全指導および調査を行なっている。この規定が法律によって定められる以前に多くの研究が必要であり、現在のところ自動車業協会、合衆国規格化協会(ANSI)、防火協会(NFPA)と平行して研究調査が行なわれている。

一方、政府側、メーカ側でもSAE、ANSIで規格を作っているが、建設業者はあまり積極的でない。これらの目的は機械の性能よりもむしろオペレータの安全性、居住性を強調している。

またOSHAでは建設工事の事故調査を行ない、事故記録をとっている。安全性の強調による効果は大であるが、これを実施するにあたり、建設業者の負担は多くなる。トラクタの4,000ドル(1,224,000円)からシートベルト40ドル(12,320円)までの予算がさらにかかる。

ディックプラスはミシガン75のトラクタの安全装置ROPSをフレームに取付けた。このROPSは建設機械の破壊を防止するための補強フレームで、18mの試験スロープで試験を行なった。

一方、機械の騒音をその発生源から軽減するためいろいろな機械を使って実験をし、新しい改良が研究されている。たとえば、冷却ファン、ラジエータ、トランスミッション、ギヤ、クローラの改良がなされた。キャタピラー社では大容量ラジエータ、かつファンスピードを減少させることにより騒音を減少させた。そのほか、マフラー、シート材料の改良も上げられる。

さらにOSHAでは展示会の開催、安全対策の貢献者の表彰なども行なっている。

建設工事における安全規則の文面(抜粋)

(1) 請負業者の責任について

請負業者はOSHA、CSAの規定に基づく責任をとななければならない。

- (2) オペレータの作業に対する責任について
- 頭部の防護……………ヘルメット着用
 - 眼および顔の防護……………メガネ着用
 - ガス、蒸気、塵埃に対する対策……………マスク着用
 - 騒音対策……………耳せん着用
 - 足先の防護……………安全作業靴の着用
 - 工場現場外からの照明規制
 - その他、乾燥した衣服、靴の着用、防護服の着用

(3) 医療施設について

雇用者は作業員の健康を相談する医師をもつことを必要とする。もし、けがが起した場合、応急処置、医院への連絡、けが人の運搬などを的確に行なえる体制を常時とする。

(4) 工事現場の整頓について

作業現場、運搬道路の整備およびスクラップ、材料置場などの整頓を行なう。

(5) 火災防止について

- ① 電気コード類に対する注意
- ② たばこなどの喫煙個所をもうける。
- ③ エンジン排気が可燃性材料にかからないような注意
- ④ 可燃性材料の寸法、量の規制、ストックヤード周囲の環境、建物、住居との距離などの規制

(6) 可燃性材料について

OSHAは材料の可燃性、危険性について、A(木材類)、B(ガソリン類)、C(電気類)、D(マグネシウムなど化学薬品)の記号を使用している。

(7) 火災防護について

- ① ポータブル消火器の用意
- ② 消火器の仕様、保持方法、使用上の注意
- ③ 消火器の定期点検、消火訓練
- ④ 罰則、罰金 10,000ドル(3,080,000円)

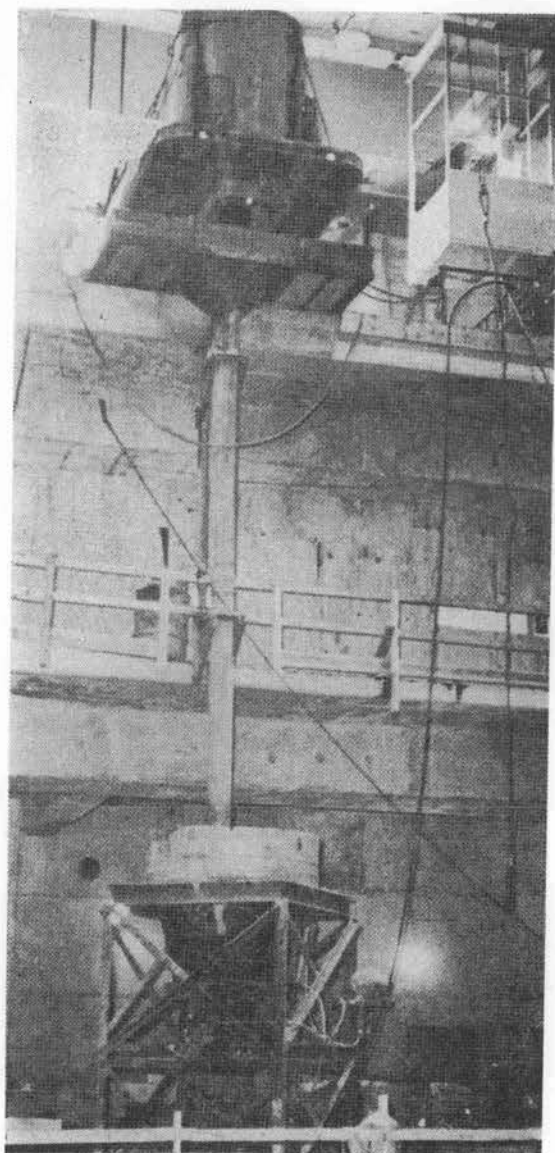
(委員：岡崎治義)

“OSHA—What it means to a contractor”

Roads & Streets, May, 1972

複雑な状況におけるコンクリートの輸送対策

広報部会 文献調査委員会



米国カリフォルニア州サンクレメントのオザークダム
の工事現場において、作業現場へのコンクリート輸送に
関して困難な問題が生じた。コンクリートは必要上粘性
が高く、スランプは2 in (約5 cm) 以下であり、現場の
プラントから打設地点までが比較的遠い。現場は複雑で
あり、傾斜したタービンの基礎を打設しなければならな
い。

これを請負ったウイスマー & ベッカー社ではいろい
ろな対策工法をもってこれに応じた。まず、現場に設置
されたコンクリートプラントから最初のホップまでベル
トコンベヤで運ぶ。これをトレミー管を通じて次のホッ
パに空気圧で転送する。このホップの下でコンクリート
をうけてベルトコンベヤまたは輸送車で現場近くまでコ
ンクリートを輸送する。

傾斜したタービンの基礎の打設に関しては固定したベ
ルトコンベヤと適当に動くトレミー管とのコンビネーシ
ョンでこれを解決した。実際には作業のむずかしい狭い
場所でのコントロールデッキの打設作業時には両端にレ
ールを設置してこのレール上を移動する型枠を使用して
コンクリートを打設する。鉄筋のメッシュを埋込む場
合には鉄筋を置くレベルまでコンクリートを打設したの
ち、この上に鉄筋をセットしてコンクリートを流す。

(委員：芹沢富雄)

“Contractor solves tough concrete
feeding problems”

Construction Methods & Equipment,
Aug. 1972

← 発電室内で第1のホップがコンクリートを受けて第2の
ホップへトレミー管を通じて転送する。

行 事 一 覧

(昭和 47 年 12 月 1 日～28 日)

■広報委員会小委員会

日 時:12 月 13 日(水) 17 時～
出席者:桑垣悦夫幹事ほか 5 名
議 題:昭和 48 年度建設機械展示会
(本部)の打合せ

■文献調査委員会

日 時:12 月 21 日(木) 16 時～
出席者:田中康之委員長ほか 7 名
議 題:機関誌 4 月号の原稿について

機械技術部会

■ショベル系技術委員会

日 時:12 月 5 日(火) 14 時～
出席者:高井照治委員長ほか 18 名
議 題:①バケット容量の表示について
②事業計画の検討

■潤滑油研究委員会

日 時:12 月 15 日(金) 14 時～
出席者:松下 弘委員長ほか 9 名
議 題:①各分科会の現況報告 ②幹
事交替の件

■荷役機械技術委員会クレーン安全装置 分科会

日 時:12 月 20 日(水) 14 時～
出席者:沢 静男委員長ほか 11 名
議 題:クレーン安全装置アンケート
のまとめ方について

■基礎工事用機械技術委員会第 2 分科会

日 時:12 月 21 日(木) 14 時～
出席者:千田昌平委員長ほか 17 名
議 題:振動くい打ち機実験結果報告

■ショベル系技術委員会第 2 分科会

日 時:12 月 21 日(木) 14 時～
出席者:田中成一委員長代理ほか 6 名
議 題:用語の審議

■潤滑油研究委員会ハンドブック分科会

日 時:12 月 22 日(金) 13 時～
出席者:大蝶 堅委員長ほか 7 名
議 題:オペレータハンドブック(油
庄編)原稿の審議

施工技術部会

■道路維持委員会雪氷対策分科会

日 時:12 月 1 日(金) 14 時～
出席者:権平靖生幹事ほか 5 名
議 題:本年度作業計画について

■宅地造成土工計画委員会

日 時:12 月 4 日(月) 10 時～
出席者:大橋秀夫委員長ほか 16 名
議 題:日本住宅公団の施工現場実態
調査の中間報告書のとりまとめ

■道路維持委員会雪氷対策分科会

日 時:12 月 6 日(水) 10 時～
出席者:吉田 滋委員長ほか 14 名
議 題:本年度の作業計画の討議

■岩石トンネル機械化施工委員会トンネ ル建設システム分析小委員会

日 時:12 月 7 日(木) 13 時～
出席者:峯本 守委員長ほか 17 名
議 題:システム機械の開発に関する
討議

■高速道路土工委員会ベルトコンベヤ輸 送対策分科会

日 時:12 月 12 日(火) 14 時～
出席者:佐藤裕俊分科会長ほか 10 名
議 題:①現地調査に基づく小委員会
選定ルートの検討②工事仕様の検討

■機械施工積算方式研究委員会

日 時:12 月 13 日(水) 10 時～
出席者:内山茂樹幹事ほか 21 名
議 題:昭和 46 年度会計実施検査の
結果について

■宅地造成土工計画委員会

日 時:12 月 14 日(木) 10 時～
出席者:大橋秀夫委員長ほか 11 名
議 題:日本住宅公団の施工現場実態
調査の中間報告書のとりまとめ

■宅地造成土工計画委員会

日 時:12 月 15 日(金) 10 時～
出席者:内山茂樹委員ほか 7 名
議 題:日本住宅公団の施工現場実態
調査の中間報告書のとりまとめ

■道路維持委員会一般維持分科会

日 時:12 月 15 日(金) 14 時～
出席者:吉田博一分科会長ほか 15 名
議 題:報告書の作成について

■高速道路土工委員会ベルトコンベヤ輸 送対策分科会

日 時:12 月 19 日(火) 14 時～
出席者:佐藤裕俊分科会長ほか 12 名
議 題:①現地調査に基づく小委員会
選定ルートの検討 ②工事仕様の検
討

■宅地造成土工計画委員会

日 時:12 月 25 日(月) 10 時～
出席者:大橋秀夫委員長ほか 12 名
議 題:日本住宅公団の施工現場実態
調査の中間報告書のとりまとめ

■高速道路土工委員会ベルトコンベヤ輸 送対策分科会

日 時:12 月 26 日(火) 10 時～
出席者:安達達治委員ほか 4 名
議 題:①現地調査に基づく小委員会
選定ルートの検討 ②工事仕様の検
討

整備技術部会

■技術委員会部品工具分科会

日 時:12 月 15 日(金) 15 時～
出席者:二宮嘉弘委員長ほか 8 名
議 題:ソケットのハンドル規格の審
議

機械損料部会

運 営 幹 事 会

日 時:12 月 14 日(木) 15 時～
出席者:中野俊次幹事ほか 27 名
議 題:①理事会(11 月 11 日)の経
過報告 ②昭和 48 年度以降の団体
会費等の増額案について

広 報 部 会

■機関誌編集委員会

日 時:12 月 12 日(火) 17 時～
出席者:中野俊次幹事ほか 17 名
議 題:機関誌昭和 48 年 2 月号(第
276 号)原稿内容の検討,割付 ③
同 4 月号(第 278 号)の計画

- ダム工事用機械委員会小委員会
日 時：12月13日(水)13時～
出席者：内田秋雄委員長ほか6名
議 題：ダム用機械損料調査票のまとめについて
- 鋼製仮設委員会小委員会
日 時：12月14日(木)15時～
出席者：田崎正一委員長ほか7名
議 題：鋼製仮設材損料について
- 基礎工事用機械委員会小委員会
日 時：12月18日(月)15時～
出席者：山田 進委員ほか6名
議 題：基礎工事用機械損料の検討
- ダム工事用機械委員会小委員会
日 時：12月21日(木)13時～
出席者：内田秋雄委員長ほか4名
議 題：調査票のとりまとめ
- トンネル用機械委員会小委員会
日 時：12月26日(火)14時～
出席者：田崎正一委員ほか9名

議 題：トンネル用セントルおよびスチールフォームの損料の検討

ISO 部 会

- 第1委員会
日 時：12月7日(木)14時～
出席者：大橋秀夫委員長ほか5名
議 題：①ブルドーザ作業試験方法について ②機関誌「標準化特集」号原稿について
- 第2委員会
日 時：12月13日(水)14時～
出席者：光石芳二委員長ほか10名
議 題：ISO/TC127/SC2 N73, N74, N77 について
- ISO/TC127 東京会議実行委員会業務委員会
日 時：12月13日(水)15時～
出席者：桑垣悦夫委員長ほか5名
議 題：Second circular について

専 門 部 会

- 東京湾横断道路施工計画委員会本委員会
日 時：12月25日(月)16時～
出席者：最上武雄委員長ほか21名
議 題：①中間報告書のとりまとめについて ②今後の方針について

業 種 別 部 会

- サービス業部会
日 時：12月6日(水)17時～
出席者：久保田栄部会長ほか11名
議 題：①サービス料金の件 ②見学会の件
- 建設業部会
日 時：12月18日(月)14時～
受講者：約50名
演題・講師：「中国の見聞記」について(斉藤二郎)

編 集 後 記



激動の70年代といわれて今年は3年目にさしかかります。考えてみると、たしかにいろいろな面で、また建設の分野でも大きく変動しているように思われます。明治以来一貫してきた経済成長主義が福祉社会の建設をめざそうとするのは、いまや広い国民層の願いとなってきましたし、また、魅力ある健康的な国づくり、都市づくりの実現の方法などが世論をうずまいております。さらに本年は世紀の大事業の一つ、本州四国連絡橋の3ルートがそれぞれ着工するというので、大々的な長期にわたる海洋土木がスタートするわけ

です。

このような意味で本号では海洋工事のさががけとしての興味あるいくつかの報告と、新しい環境づくりのためのシステマ的土木技術のアプローチを中心にまとめることができました。いつもながらご多忙にもかかわらず本誌のためご協力下さった方々に対して厚く感謝しております。

寒さきびしい折柄、会員の皆様には十分健康に留意され、今後とも本誌の充実発展にご指導ご鞭撻のほどお願いいたします。

(吉越・渡辺)

No. 276 「建設の機械化」 1973年2月号

〔定価〕1部250円
年間2,400円(前金)

昭和48年2月20日印刷 昭和48年2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3丁目5番8号機械振興会館内 電話(03)433-1501

建設機械化研究所〒417 静岡県富士市大淵3154(吉原郵便局区内) 電話(0545)35-0212

北海道支部〒060 札幌市中央区北3条西2-6 富山会館内 電話(011)231-4428

東北支部〒980 仙台市国分丁3-10-21 徳和ビル内 電話(0222)22-3915

北陸支部〒951 新潟市東堀前通6番丁1061 中央ビル内 電話(0252)23-1161

中部支部〒460 名古屋市中区栄4-3-26 昭和ビル内 電話(052)241-2394

関西支部〒540 大阪市東区谷町1-50 大手前建設会館内 電話(06)941-8845

中国四国支部〒730 広島市八丁堀12-22 築地ビル内 電話(0822)21-6841

九州支部〒810 福岡市中央区舞鶴1-1-5 舞鶴ビル内 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

三菱建設機械



11トン車で輸送できる0.4 m³級

三菱ユニボ

MS40

足腰強くすごい腕。

強心臓。

おまけにカッコだって悪くない。



- バケット容量0.15m³~0.5m³ ●ものをいう79PSの強力エンジン
- サイクルタイム13~17秒のスピーディー作業
- 深く大きい作業範囲 最大掘削深さ4.2m
- スクエアカットの広視界キャビン
- レバー微操作だけで水平ならしが自動的にできる
- 機体総重量10.6トン 11トン車で輸送できる ●足まわりはブルと変らぬリンク式



0.6 m³クラスの決定版 **三菱ユニボ**

M560

「操作がしやすい」「作業がはやい」と
現場のオペの間で大好評です



- バケット容量0.35m³～0.75m³
- 86馬力の高性能エンジンで強力な掘削
- 三菱独自の油圧システム 連動操作がはやい（サイクルタイム15～19秒）
- 操作のしやすいフィンガーコントロール（サーボ付）
- 騒音・振動・ショック防止機構の充実
- 保守点検がきわめて簡単
- 用途にあわせて変身自在——12種類のアタッチメント完備

三菱重工業株式会社

総販売代理店 **三菱商事株式会社**

建設機械事業部

東京都千代田区丸の内2-5-1 ☎03(212)3111

建機冷機部

東京都千代田区丸の内2-6-3 ☎03(210)4627-31

販売店 東京産業株 ☎東京03(212)7611
 新東亜交 易株 ☎東京03(212)8411
 株米 井 商 店 ☎東京03(561)1171
 ツバコー重機総業株 ☎東京03(433)0181
 新 菱 重 機株 ☎東京03(582)3231

橋 崎 産 業 株 ☎札幌011(261)3241
 四 国 機 器 株 ☎高松0878(33)9111
 北 菱 重 機株 ☎小松0761(21)3311
 みつほ工業株 ☎浜松0534(61)6171
 中吉自動車株 ☎広島0822(32)3325

西日本重機株 ☎福岡092(27)2128
 新菱新潟重機株 ☎新潟0252(41)0500
 重 菱 建 機株 ☎姫路0792(24)1392
 牧 港 自 動 車 株 ☎那覇0988(33)3161



国外及び新幹線工事で大活躍 サガのスチールフォーム

〔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・パネル・各種コンベヤー・護岸用及びダム用フォーム・プレートフィダー・ずりびん・クレーン・シールド工用機器・各種プラント・橋梁・鋼製プール・その他鉄骨製缶工事設計製作

山陽新幹線トンネル工事各社納入
上部半断面打設用スチールフォーム
L: 15,000 自走装置付
特許 下葎引上装置(他社では製作出来ません)



佐賀工業株式会社

本社・工場 富山県高岡市荻布 209 TEL 0766-23-1500 (代)

東京事務所・工場 埼玉県鴻巣市箕田字二本木3838
TEL(0485)96-3366~8
大阪事務所・工場 大阪市北区源蔵町10
TEL(06)362-8495~6
仙台事務所・工場 宮城県岩沼市桑原町4-9-12
TEL(022312)4316(代)
4317・2301
沼田事務所・工場 群馬県沼田市薄根町3475
TEL(0278)3-3471
青森事務所・工場 青森県青森市新城字福田57
TEL(0177)88-4640

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
トレーラー
ディーゼル発電機

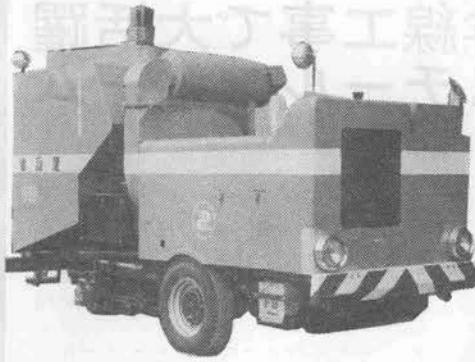


建設機械代理店 重車輛工業株式会社

本社 東京都中央区銀座1-20-9 電話(535)7301(代) 5

東京工場 東京都西多摩郡羽村町神明台4-5-12 電話0425(54)1611(代)

D-207LC-M40D型杭打機



美



製造元

代理店 **新東亞交易株式会社**

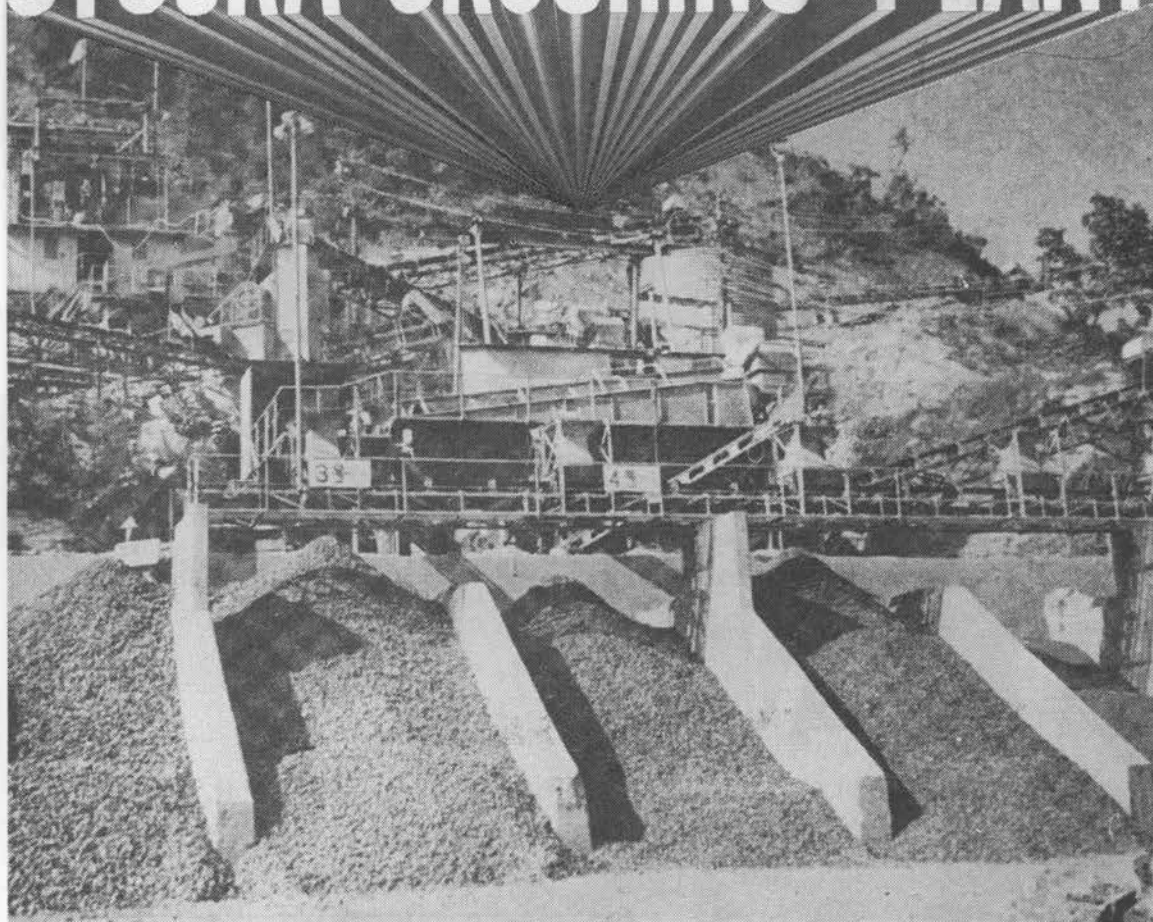


建設機械部第二課

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 大阪市西区靱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

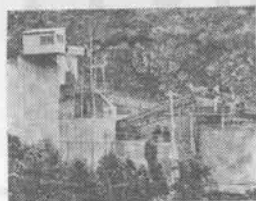
東京営業本部 東京都中央区八重洲5-7(八重洲三井ビル6階)
 TEL 03(272)7051
 本社・横浜工場 横浜市金沢区釜利谷町1番地
 TEL 045(701)5151

OTSUKA CRUSHING PLANT



大塚70年のたゆみない努力が生みだす
量産化時代の碎石プラント——

設計・施工・据付



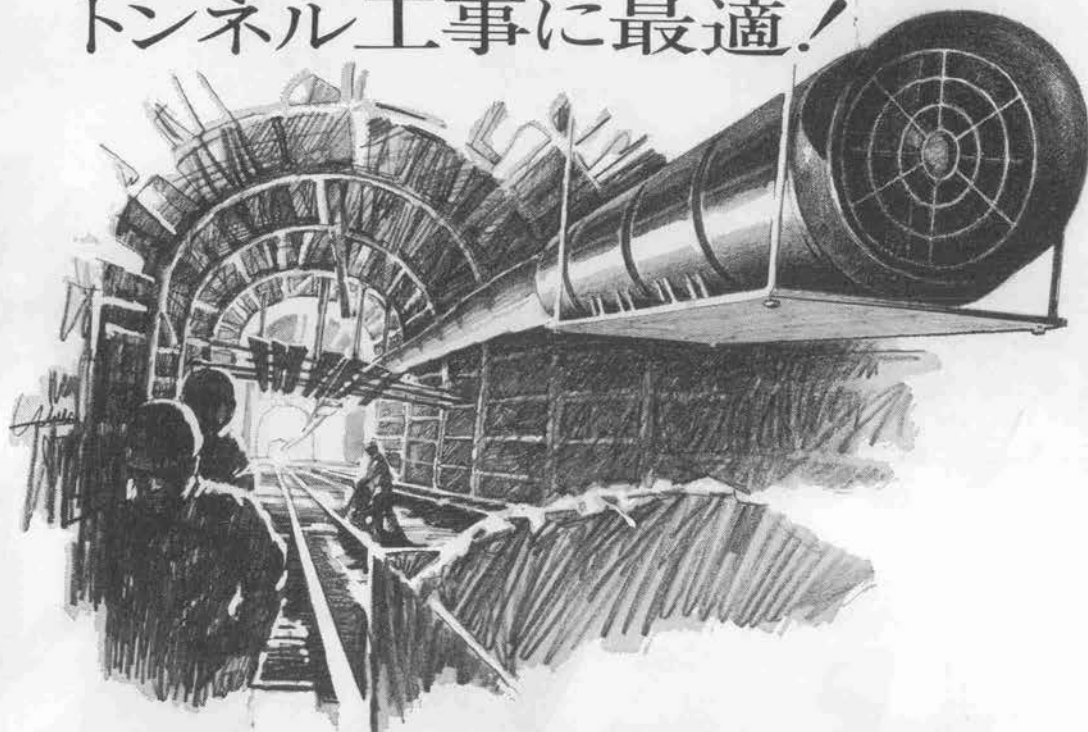
SINCE 1901

砕いて70年

大塚鉄工株式会社

本社 <千108>
東京都港区三田5丁目7番1-104号 電話 東京(463)1481(大代表)
工場 <千928>
栃木県栃木市大塚町2-2-45 電話 0282(23)3200(代)

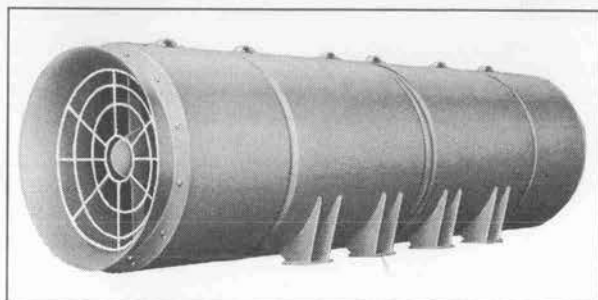
低騒音 トンネル工事に最適!



ファンづくり半世紀以上、日立の技術がトンネル工事の浄化管理を解決しました。あらゆるトンネル工事の主換気用として活躍する低騒音・コントラタイプの《日立マイティファン》新登場!

- 低騒音…ケーシング内面に特殊吸音材を使用し、90ホン以下の大幅な低騒音化を実現。
- 経済的…静翼が不用なため78~80%と高い効率を発揮し、運転経費が年間300,000円もお得。

* 局部換気には日立小形プロペラファンを!



日立マイティファン

日立製作所

製品事業部 東京都港区浜松町二丁目4番1号(世界貿易センタービル) ☎(03)435-4111(大代) ①105
営業部 東京(03)435-4111 大阪(06)203-5781 名古屋(052)251-3111 福岡(092)74-5831 札幌(011)261-3131
仙台(022)27-1771 富山(0764)25-1211 広島(0822)21-6191 高松(0878)31-2111

日本で生まれ、世界で活躍する——KATO

より深く、より高く、より広く

より大きな作業量!



HD-1100(バケット容量最大 1.2m³)



0.35m³
HD-350(0.15~0.5m³)



0.55m³
HD-550(0.2~0.6m³)



0.75m³
HD-750(0.45~1.0m³)



1.0m³
HD-1100(0.5~1.2m³)

近代の土木建設工事は、増々大型化するとともに「工期の短縮、作業コストの低減、作業のスピードアップ」が要求されてきております。

KATOのHD型ショベルHD-350、HD-550、HD-750、HD-1100はあらゆる工事現場の主役として活躍をつづけ「採算向上」を計る機種として、ひっぱりだこです。

その秘密は、なんといっても●頑強な足廻り●バランスのとれた構造●連続作業にもピクともしないネバリ強いエンジン●オペレータ本位に設計され、取扱の簡単な運転操作機構など、これら1つ1つが強力な掘削力の原動源となって高効率を発揮しております。

工事の規模、内容に応じて高性能なカトウ・HD型ショベルシリーズから最適な機種をお選びいただき、工期の短縮・採算向上にお役立てください。

今日の対話を明日の技術へ

KATO

株式会社 加藤製作所

本社 東京都品川区東大井1の3の37
(豊140) 電話(471)8111(大代表)

営業本部 東京都港区芝浦久保塚川町2
(平105) 電話(17)6171(大代表)

道 電話(11)2412888	徳島営業所 電話(87)8210155
群馬営業所 電話(54)2219000	岡山営業所 電話(86)2111291
福井営業所 電話(77)2214890	広島営業所 電話(82)4810461
岐阜営業所 電話(58)3211811	松山営業所 電話(89)4215240
新潟営業所 電話(75)2511311	徳島営業所 電話(87)2212426
千葉営業所 電話(47)4217146	九州支店 電話(92)7913571
神奈川営業所 電話(46)2117800	小倉営業所 電話(93)5513508
静岡営業所 電話(53)8613141	水戸営業所 電話(27)2614650
名古屋支店 電話(52)5815601	鹿児島営業所 電話(99)5413326
富山営業所 電話(76)3218168	沖縄営業所 電話(98)4818901
大分支店 電話(73)31131	

Yutani-Poclair

油圧式
掘削機

ユタニ-ポクレン

小型から大型まで9シリーズ

強力にして故障が少なく

維持費が掛かりません



主要要目

▲住宅団地の造成に掘削稼働するYS1000C

		YS1000C	GC140	LC80S	LY80	TC600	TCS	TY45	FCS	10A
標準バケット容量	m ³	1.0	0.8	0.6	0.6	0.6	0.4	0.3	0.35	0.15
走行速度	km/h	2.7	3.2, 0.93	2.5	27.0	2.5	2.0	16.5	2.0	27.3
最大登坂能力	%	58	50	50	55	50	50	30	45	36
総重量	kg	28,500	23,500	15,100	14,800	15,000	12,830	10,220	9,572	4,400
ポンプ油圧力	kg/cm ²	210	300	300	300	最高300	300	270	330	150
エンジン出力	PS/rpm	140/2000	140/2000	88/2000	88/2000	75/2000	75/2000	47.5/2000	48.5/2300	32/2500
最大掘削深さ	mm	7,100	6,250	5,100	4,800	4,500	4,000	3,640	3,740	2,200

上記の中から現場の条件に適合する機種をお選び下さい。
また70余种に及ぶアタッチメントで多様な作業に適応します。

総代理店

YUTANI

油谷重工株式会社



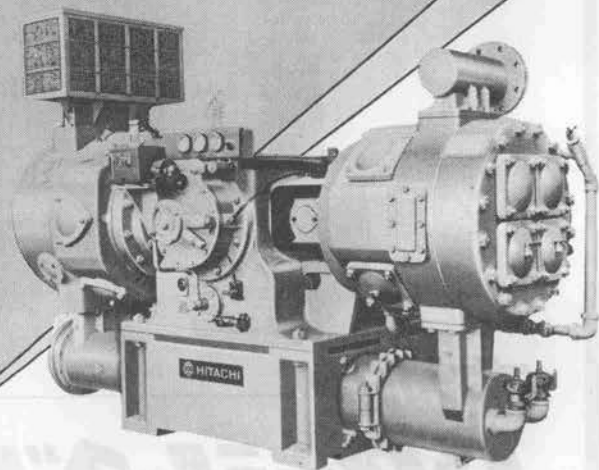
丸紅株式会社

本社 東京都港区新橋2-1-3 〒105 TEL 03-502-2351(代)
広島製作所 広島市紙園町南下安550 〒731-01 TEL 08287-4-1111(代)

日本中どこでも使える
50・60Hzの共用形！



性能をフルに発揮する
BT・BSシリーズ



日立バランス形圧縮機BT・BSシリーズは、50Hzでも60Hzでも同一モートルで駆動できる共用形ですから、フルに活用できます。電力費も少なくすみますので経済的。さらに小形・軽量なので、移動、運搬にすぐれた機動性を発揮します。また振動も少なくなりました。まさに圧縮機の決定版です。

このほか小形圧縮機ベピコン・VHCからスクリュー圧縮機まで豊富にそろっております。

150kW

日立汎用バランス形圧縮機



●お問い合わせは—もよりの営業所へ 東京(435)4111・大阪(203)5781・福岡(74)5831・名古屋(251)3111
札幌(261)3131・仙台(27)1771・富山(25)1211・広島(21)6191・高松(31)2111 または商品事業部へ
東京都港区浜松町2丁目4番1号(世界貿易センタービル) 郵便番号105 電話 東京(435)4111(大代)

日立製作所

機動性に経済性をプラス した全油圧式掘削機!!

- バケット容量 0.23^m₃
- 最大掘削深さ 3.7m
- 最大床面掘削半径5.71m



古河の パワーショベル FH2A

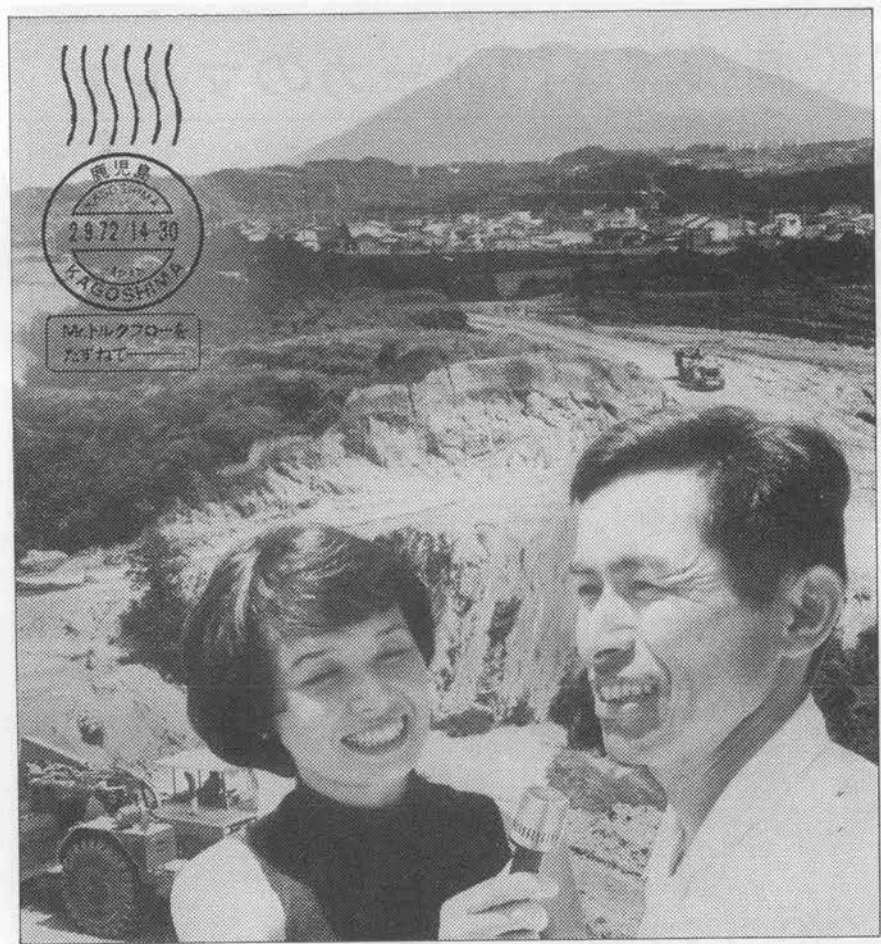
〈特長〉

- せまい場所での作業が容易
- 運搬に便利
- 接地圧が低い
- 掘削力が強力でサイクルタイムが短い
- シューの張力調整が簡単
- 居住性が快適
- 運転操作が簡単
- 最底地上高さが大きい
- ラグ付シューで、足回りは無給油式
- 高精度フィルタの採用
- 完全密封式のオイルタンク
- 各油圧回路に安全弁使用
- 寒冷地でもエンジン始動が確実で、
作業開始までの時間が極めて短い

 **古河鋳業**
FURUKAWA CO., LTD.

本社 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

東京(03) 212-6551	福岡(092) 74-2261
大阪(06) 344-2531	名古屋(052) 561-4586
岡山(0862) 79-2325	金沢(0762) 61-1591
広島(0822) 21-8921	仙台(0222) 21-3531
高松(0878) 51-1111	札幌(011) 261-5686
建機販売・サービスセンター	田無(0424) 73-2641



桜島の眺めも雄大な総面積20万坪の
 宅地造成現場。大規模工事こそ
 うってつけのWS16モータスクレーパ。
 鹿児島市上野団地宅地造成現場で作業している(株)上野タンス店・不動産部 下松八重 東一さん

ここは鹿児島。燃えてあがる桜島を東に見る上野団地の造成現場です。入居者1300世帯、総面積20万坪の大規模工事は、48年の完成めざして、ただいま工事のまっさい中。たくさんの重機がうなりをあげて大活躍です。中でも、タイヤの大きさが人の背たけもあり、積載時の総重量56トン、一度にダンプカー7~8台分の土を運んでしまうWS16モータスクレーパの活躍ぶりは、めざましいものです。さっそく、オペレーターの下松八重さんにインタビュー。「いやあ、よく働いてくれます。1台当り、1日の運土量は1500㎡、それにトルクフロードライブとダイレクトドライブの併用で変速は自由自在だし、疲れませんね。おまけに、前後輪それぞれにデフロックがかけられるので、軟弱地盤での威力も抜群。大きなタイヤの転圧はまさにローラなみで、すぐ家が建つくらいです。」完成の日が、なによりの楽しみというMr.トルクフローの下松八重さん。インタビューにも快く答えてくれました。

WS16モータスクレーパの主な特徴

- ネバリ強い2エンジン4輪駆動式
- ICを使った無接点式電気コントロール
- 前後にハイドロニューマチック・サスペンションを採用
- 揺動ヒッチ機構の採用で高速での安全性も抜群
- このクラス最大のタイヤを装着
- エンジンは前後片方だけでも走行OK

主な仕様

- 容量=山積・16㎡ ●最大積載量=22000kg
- 定格出力=210PS ●最高速度=60km/h
- タイヤ=(前輪・後輪共) 33.5-30-20PR



レバー1本——ワンタッチシフトのトルクフロー

- 小松製作所**
- | | |
|-----------------------|------------------------|
| 東京都港区赤坂2-3-6 | 〒107 ☎03(584)7111(大代表) |
| 北海道支社 ☎札幌011(661)8111 | 中部支社 ☎一宮0586(77)1131 |
| 東北支社 ☎仙台0222(56)7111 | 近畿支社 ☎西山075(922)2101 |
| 北陸支社 ☎新潟0252(66)9511 | 大阪支社 ☎豊中068(64)2121 |
| 関東支社 ☎浦和0485(91)3111 | 四国支社 ☎高松0878(41)1181 |
| 東京支社 ☎東京03(584)7111 | 中国支社 ☎五日市0829(22)3111 |
| 東海支社 ☎横浜045(311)1531 | 九州支社 ☎福岡092(64)1311 |

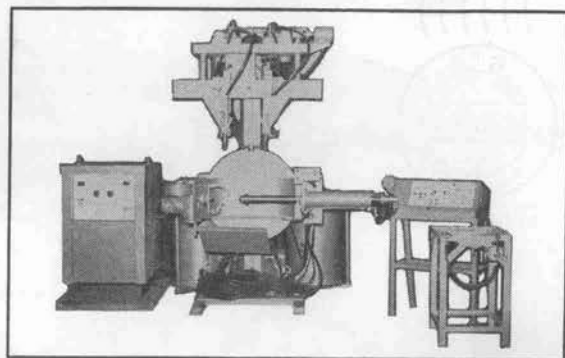
整備工場設備機器専門メーカーのマルマ

◇足廻り自動肉盛溶接機

米国ウルフ社と技術提携国産化成功
トラックリンク自動溶接機、ローラ、
アイドラ自動溶接機等

◇足廻り再生設備

ローラ、アイドラ分解組立プレス
トラックリンク巻き装置
シューボルト分解組立スタンド
トラックリンクプレス等



◇エンジン及油圧装置整備機器・テスタ

エンジン整備ポジション 油圧ポンプ同シリンダテストスタンド

◇整備工場コンサルタント業務

整備工場設備のレイアウト 規模に応じた設備計画等
特に海外へ進出の土木工事のサービス工場に御利用下さい。



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2-5番地	電話(0568)77-3311(代)加入電信4485-988	〒485
相模原工場	神奈川県相模原市大沼2-20-9番地	電話(0427)52-9211(代)加入電信2872-356	〒229
水島出張所	岡山県倉敷市中畝2-2-1	電話(0864)55-7559	〒712
神戸出張所	兵庫県神戸市垂水区高丸7丁目7番17号	電話(078)706-5322	〒655
鹿島出張所	茨城県鹿島郡神栖町大字知守南団地	電話(02999)6-0566	〒314-02

整備は安心して任せられるマルマへ

◆24時間サービス

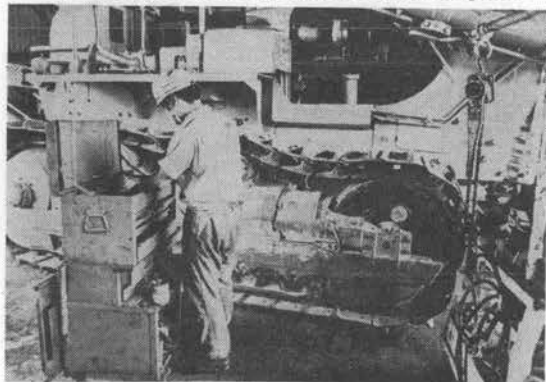
部品及フィールドサービス

◆M.U.S(マルマユニットサービス)

ユニット交換即日サービス

◆道路舗装機械・プラント専門整備

建設機械用特殊アタッチメントは マルマが引受ます。



◆排気処理装置(トンネル仕様)

◆騒音防止工事(サイレンサ)

◆森林用ガード、雪用キャブ安全プロテクタ

◆ロックヒルダム用ロックレーキ・転圧ローラ等

◆パイプレイヤ、のり面処理装置等

◆運転管理、報告にオペレーショングラフ

スナップオン工具 米国L & B自動溶接機：ロジャース油圧機器 日本総代理店



内外車輛部品株式会社

本社 東京都世田谷区桜3丁目11番12号
名古屋営業所 名古屋市中区千早町5丁目9番5号

電話03-425-4331(代表)
電話052-261-7361(代表)

加入電信242-3716 千156
加入電信442-2478 千160

各種米国製機械器具・薬材・及整備用機械工具

Flo-check!!

世界最新の携帯用高性能油圧テスト

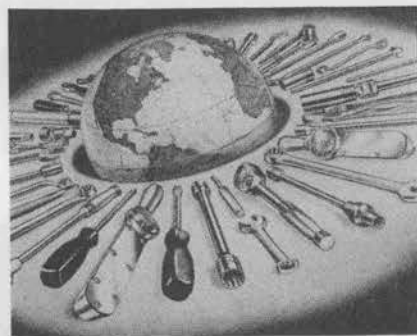


軽量・小型……油圧回路の故障探究に最適
流量(1~150GPM)
圧力(5000PSI迄)
背圧(5000PSI)
温度(350°F迄) の同時テスト可能

型式

PFM 2-150 GPM
PFM 2-100 GPM
PFM 2- 50 GPM

形式の数字は夫々流量(ガロン)を表わしますが
メトリックスケール(リットル、kg/cm²、°C)も可能です。



丈夫で永久保証の……

スナップ・オンの工具

スナップオン・ツールズ・コーポレーションは
米国内のあらゆる産業に工具を供給する専門メ
ーカーでスタッフ 2,000人、7工場、50都市に
支店をもち、世界的規模の海外代理店網をもっ
ています。スナップオン工具は 5,000種類にお
よび丈夫で極めて合理的なセットになっており
すべて永久保証がついています。

取扱品目

機械器具工具

スナップオン工具・OTC工具・L & B自動溶接機・ロジャース油圧機器・
グレイミルズジェット噴流式自動部品洗滌器・ブラッシュリサーチホーニン
グ用特殊ブラッシュ

整備補修用薬材

ロックタイト(特殊接着剤)・ネバーシーズ(焼付防止錆材)タイトシール
(接着剤)・ルーズンオール(特殊弛緩剤)・リキモリ(摩耗焼付防止剤)



最高の実績を誇る！ 三菱トンネル掘削機

多年の経験と最新の研究の成果をもとに、わが国の複雑な地質に適した新しい時代の新しいトンネル豊富な製作経歴の主なもの

掘削機を製作する三菱重工は、これまでに 270台におよぶ国内最高の実績を誇っております。

- わが国最大の地下鉄複線シールド
- 世界にも類のない浚せつ式シールド
- 軟弱地盤掘削用として画期的なテレスコピックシールド
- 切刃部のみを圧気する限定圧気式シールド
- 前面ブラインドあるいはシャッタによる密閉式シールド
- 単軸・多軸カッタ方式の本格的な機械掘削式シールド
- 馬蹄形・矩形など特殊断面のシールド
- 山岳トンネル工事に用いる硬岩トンネル掘進機



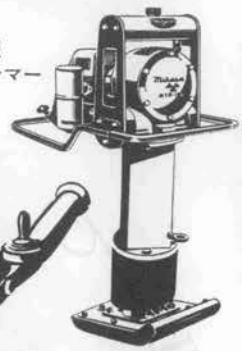
三菱重工業株式会社 本社建設機械事業部 東京都千代田区丸の内2-5-1 〒100 ☎東京(212)3111

Mikasa

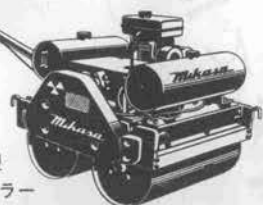
三笠 建設機械



●MTR-120型
タンピングランマー



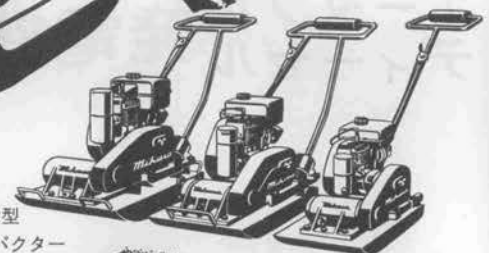
●MDR-7型
セブローラー



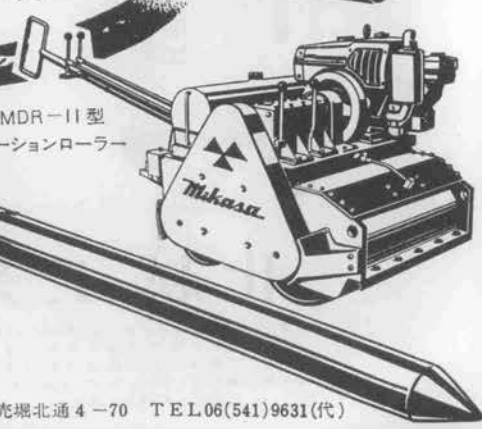
●MVI-GM型
コンクリートバイブレーター

●MTR-80型
タンピングランマー

●MVC-110/70/52型
パイロコンパクター



●MDR-II型
ダブルバイブレーションローラー



特殊建設機械メーカー
三笠産業

本社 東京都千代田区猿楽町1-4-3
電話 (03) 292-1411 (大代表)
T E X 222-4607 郵便番号 101
札幌出張所 札幌市中央区大通西8-2(ヒキタビル)
電話 札幌011(251) 2890番
仙台出張所 仙台市本町1-10-12(Sビル)
電話 仙台0222(61) 6361-2
工場 群馬県館林市/埼玉県春日部市

西部総発売元 **三笠建設機械株式会社** 大阪市西区立売堀北通4-70 TEL.06(541)9631(代)

日本で世界で独自の技術でリードするエアマン



エアマン

ポータブル
ディーゼル発電機

ポータブル
コンプレッサー



10KVA - 200KVA

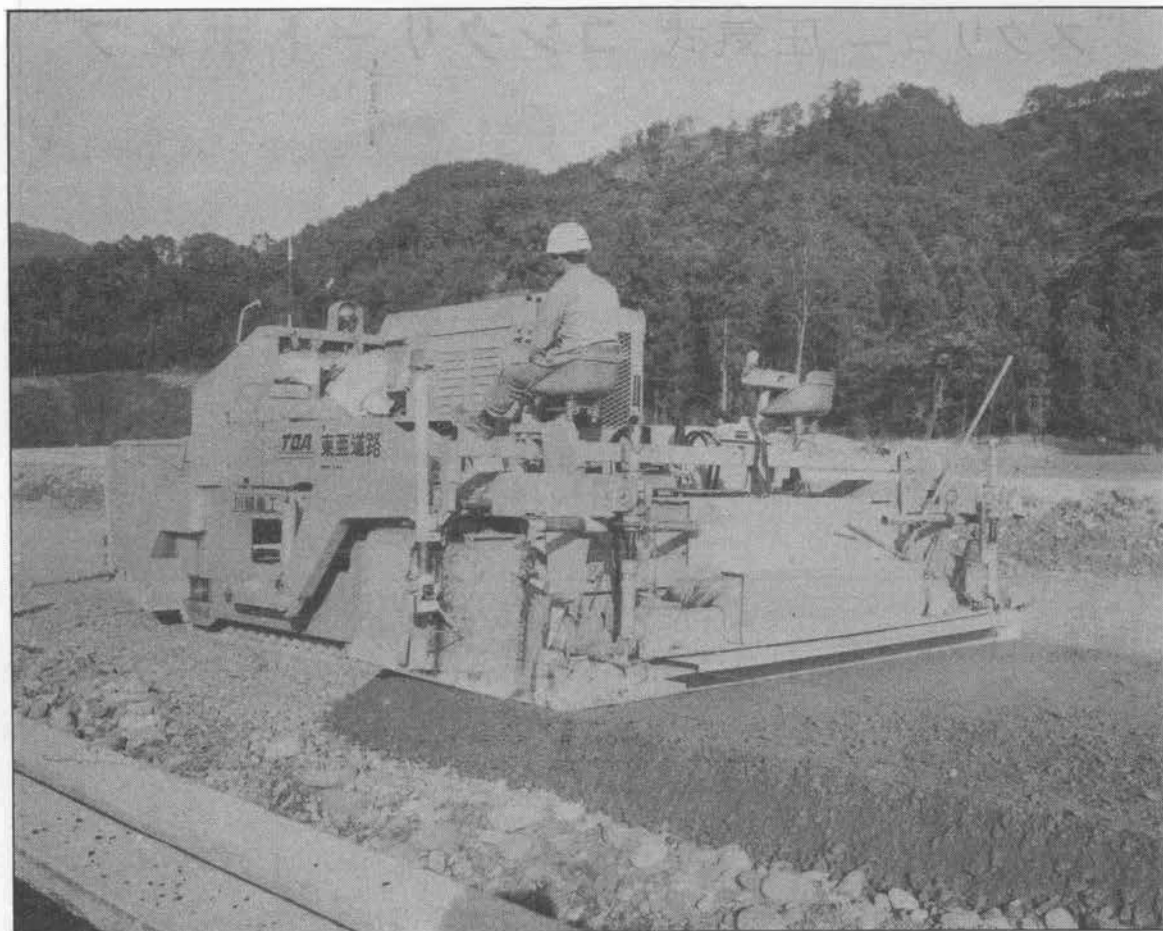


2.0m³/min ~ 34m³/min

北越工業株式会社

東京支社 ● 東京都千代田区神田駿河台2-1 近江兄弟社ビル ● TEL 03) 293-3351 (大代)
 大阪支社 ● 大阪府摂津市大字一津屋1 2 3 5-1 ● TEL (06) 383-3631 (代)
 本社・工場 ● 新潟県西蒲原郡分水町地藏堂 ● TEL 分水 (025697) 3201 (代)
 営業所 ● 札幌、盛岡、仙台、高崎、松本、横浜、静岡、名古屋、金沢、岡山、広島、高松、
 福岡、大分、鹿児島

川崎ベースペーバ



道路施工の省力化、効率化に 最新鋭ベースペーバ登場

路盤材料を連続的に高精度の平坦性を維持しながら迅速に敷きならし、かつ初期輾圧を効果的に加えることのできる、最新鋭ベースペーバの登場です。

一号機はすでに北陸縦貫道の建設現場で試験稼動中——作業効率を大巾に高めています。年々伸びる高速道路舗装工事での、舗装の精度、メンテナンスに大きな影響を与える道路路盤施工は、益々重要視されるようになりました。在来機種にあった施工能力、能率面での難点は、こ

の最新鋭機川崎ベースペーバで一挙に解決——ぜひ一度ご検討ください。

●概略仕様

全長	6,600mm
全巾	5,250mm
全高	2,350mm
敷きならし巾	3,300～5,100mm
敷きならし厚さ	150～250mm
ホッパ容量	5m ³
作業速度	0～10m/分
移動速度	0～3km/時
重量	約15,000kg

陸・海・空 世界に伸びる
川崎重工

機械営業本部産業機械営業部特殊機械課
東京都港区浜松町24-1(世界貿易センタービル)
電話435-2556-9

営業所 大阪・名古屋・福岡・広島・仙台・札幌
出張所 水島

●カタログは機械統轄本部統轄室宛ご請求ください

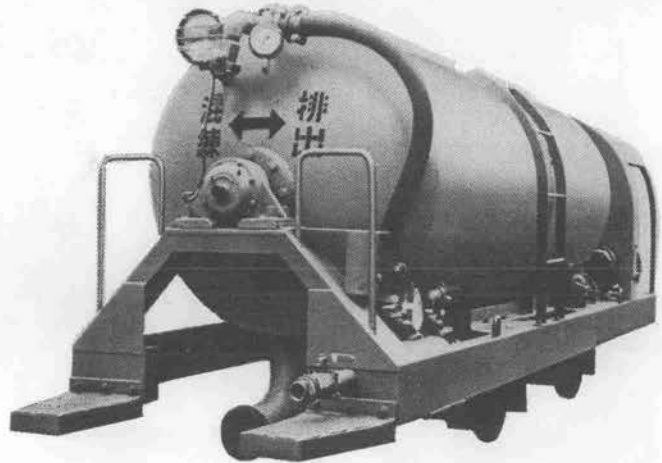
柴田の建設機械

砂防えん堤コンクリート打設用

“スクリュウ 圧気式 コンクリートポンプ”

本機はトンネルコンクリート打設用として開発した“スクリュウ圧気式コンクリートポンプ”を更に用途を一步進めて玉石80%φでも充分圧送し得る砂防えん堤のコンクリート打設専用機であります。

※タイヤ式も製作致します。



標準仕様

項目	型式	SKC-30D型	SKC-45D型	SKC-60D型
全長	(mm)	4,860	6,050	6,250
全高	(mm)	1,800	2,210	2,350
全巾	(mm)	1,350	1,500	1,525
車輪間隔	(mm)	1,600	1,800	2,500
軌条巾	(mm)	610~762~914	610~762~914	762~914
連結器高さ	(mm)	ご指定	ご指定	ご指定
ドラム容量	(m ³)	3.7	5.5	7.5
運搬容量	(m ³)	3.0	4.5	6.0
圧送パイプ径	(mmφ)	250 (10")	250 (10")	250 (10")
圧送時吐出時間	(min)	1.0~3.0	1.5~4.5	2.0~6.0
圧送距離(水平換算)	(m)	100	100	100
操作空気圧力	(kg/cm ²)	1.5~7.0	1.5~7.0	1.5~7.0
使用空気量 7 kg/cm ²	(m ³ /min)	1.0~5.5	1.2~6.0	1.5~7.0
最大骨材 砕石/丸石	(mmφ)	70/80	70/80	70/80
セメント配合比	(kg/m ³)	220以上	220以上	220以上
スランプ範囲	(cm)	7~13	7~13	7~13
電動機出力	(kw)	11	15	22
総重量	(kg)	5,250	8,900	9,800



株式会社

柴田建機研究所

本社 東京都中央区日本橋小伝馬町3-9(ムスビ会館) 電話 東京(03)(662)-1941代
工場 埼玉県川口市飯塚町2丁目50番地 電話 川口(0482)(51)-7270代

■総代理店

三井物産機械販売サービス株式会社

東京都港区西新橋2-23-1 TEL (436)2851

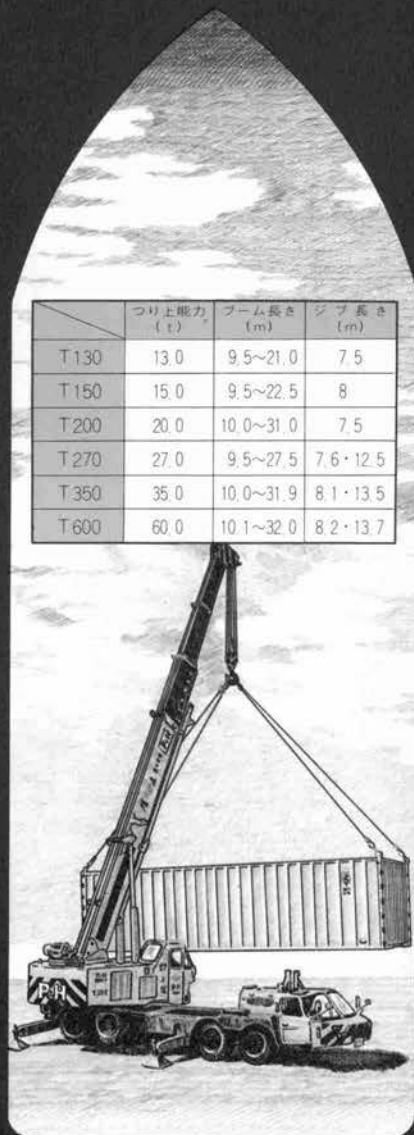
荷役作業の省力化を推進する

P&H 油圧式 トラッククレーン

T130/T150/T200
T270/T350/T600

トラッククレーンの決定版として、各地で好評のP & H油圧クレーン/ラクで容易な運転操作、作業能率の大幅向上など、いずれも油圧式の利点を一歩進めた新機構です。優れた性能、高度なメカニズムに加えて、機動性も抜群ですから、至難なクレーン作業も安全・確実、スピーディーにこなします。あなたも、能率アップに大きな威力を発揮するP & H油圧クレーンで、荷役作業の合理化、省力化をおはかりください。

	つり上げ能力 (t)	ブーム長さ (m)	ジブ長さ (m)
T130	13.0	9.5~21.0	7.5
T150	15.0	9.5~22.5	8
T200	20.0	10.0~31.0	7.5
T270	27.0	9.5~27.5	7.6・12.5
T350	35.0	10.0~31.9	8.1・13.5
T600	60.0	10.1~32.0	8.2・13.7



神戸製鋼

建設機械本部

東 京 東京都千代田区丸の内1-8-2 電話 ☎03-12181-7704
大 阪 大阪府東区北浜3丁目5 電話 ☎06-(203)2221
そ の 他 札幌・仙台・新潟・富山・名古屋・浜松・広島・福岡

神鋼商事

建設機械本部

東 京 東京都中央区八重洲4丁目3 電話 ☎03-(272)6481
大 阪 大阪府東区北浜3丁目5 電話 ☎06-(203)2221
そ の 他 札幌・仙台・新潟・富山・名古屋・静岡・広島・福岡

*カタログの用紙がござります。ご請求ください。

杭打施工の合理化を推進する

P&H

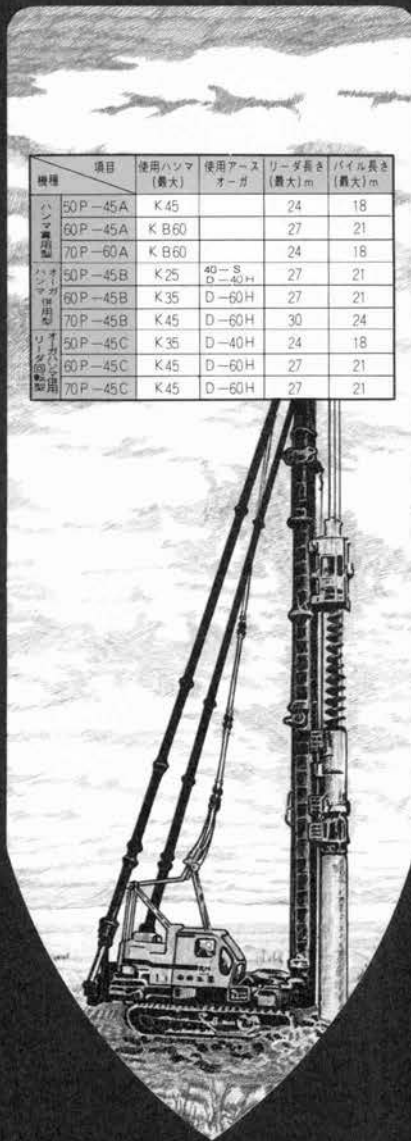
パイルドライバ

50P-45A/50P-45B/50P-45C

60P-45A/60P-45B/60P-45C

70P-60A/70P-45B/70P-45C

杭打ちの名手として、いま評判のP & H パイルドライバ！大型ハンマの装着が可能なおえに、杭打ち20°というズバ抜けた性能をそなえています。しかも、油圧式のリーダ調整用スライド機構の採用により、作業性はいちじるしく向上。苛酷な作業を敏速・確実に能率よくこなします。あなたも安全性、操縦性、耐久性……など、すべてに理想的なP & H パイルドライバで、基礎工事の工期短縮、採算向上をおはかりください。



神戸製鋼

建設機械本部

東 京 東京都千代田区丸の内1-8-2 電話03(218)7704
大 阪 大阪府東区北浜3丁目5 電話06(203)2221
そ の 他 札幌・仙台・新潟・富山・名古屋・高松・広島・福岡

神鋼商事

建設機械本部

東 京 東京都中央区小塚南4丁目3 電話03(277)6451
大 阪 大阪府東区北浜3丁目5 電話06(202)2291
そ の 他 札幌・仙台・新潟・富山・名古屋・静岡・広島・福岡

*カタログの用紙がございまして、ご請求ください。

国土開発を押し進める！

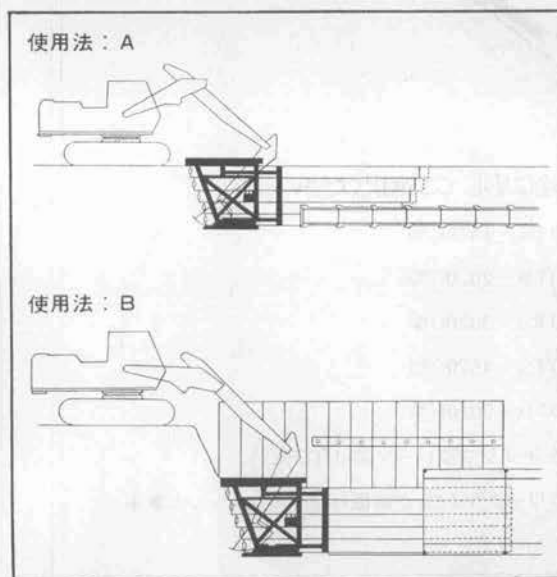
トーマン・ウエストフアリア式

無振動・無騒音

OPEN-PIT工法



☆OPEN-PIT工法用 **ブレードシールド** は、シートパイルの打込み・引抜きを、全く必要としません。しかも、安全性が高く、画期的な省力化がはかれます。



ブレードシールド はレンタル制度も採用しております。
お気軽に下記へお問合せ下さい。



トーマン

建設機械部

東京都千代田区内幸町2-1-1 創野ビル100 TEL.03(506)3579-81

技術コンサルタント

株式会社 **イセキエンジニアリング**

東京都千代田区麹町4丁目1番地新栄ビル10階〒102 TEL.03(264)8670(代)

1台2役

30M自立走行

(トンボクレーン)

用途に応じてご選択ください。

- ・OTS-1520C型
- ・OTS-2020C型
- ・OTS-3020C型
- ・OTS-4520C型
- ・OTH-3020R型

〔水平式ジブクレーン30M自立走行。〕

〔タワークライミング装置はタワークレーンと兼用。〕

TURT CRANE



製造元
株式会社 小川製作所

水 社：千葉県松戸市松台4-4-0 電話：松戸0473(62)1231(代表)
営業所：大阪06(228)3576/福岡092(76)2931 出張所：長崎0958(26)6101



総発売元
兼松江商株式会社

東京本社：東京都中央区宝町2-5 重機輸送機部建設機課 電話03(562)7133
支 社：大阪06(278)3829/名古屋051(211)1311 支店：福岡092(76)2931/札幌011(261)5631



プロパンカンテキKN-4

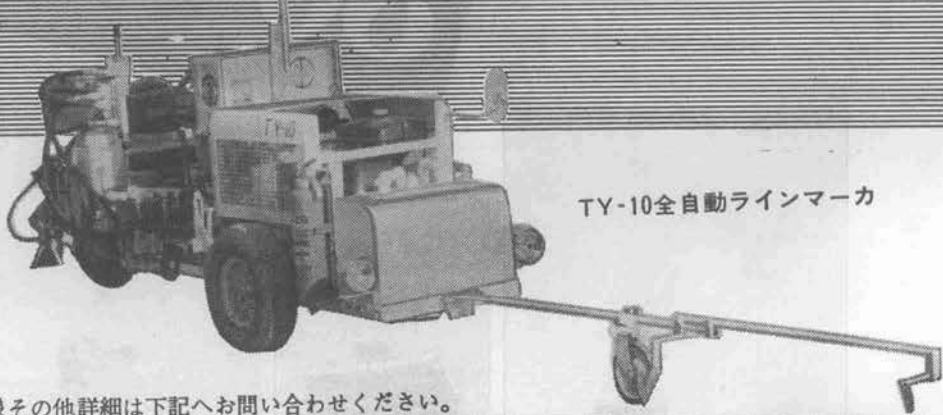


ロードパッチャーRP-S



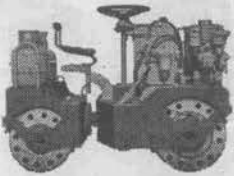
プロパンバーナーPB-2

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行であります。コールドジョイント施行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
濡青温度	140℃



株式会社 東洋内燃機工業社

本社・販売部 川崎市元木1丁目3番11号
電話 川崎 044(24)5171~3

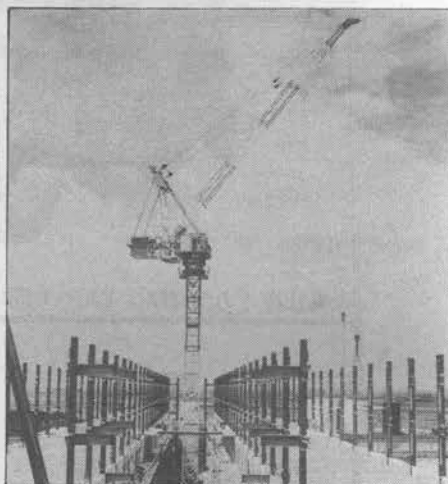
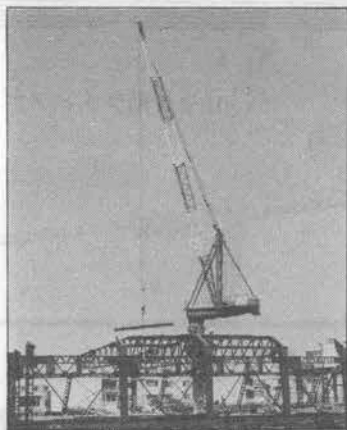
今、あらゆる所で 工事の合理化にお役に立っています。

IHIは時代の要求に応えるため、建築各社のご意見を取り入れ、日本の実情にマッチしたクライミングクレーンを完成、ビル建設の合理化に大きく貢献しています。

工期短縮、労働力の削減、経費の節減に、IHIクライミングクレーンをお役立てください。

機種の豊富なIHIクライミングクレーン

80 ~ 600 t-m



IHI クライミングクレーン

石川島播磨重工業 第2汎用機械販売部

東京都中央区八重洲6-3(石興ビル) ☎104 TEL (03)272-0511

大阪(06)251-7871 札幌(011)221-8121 仙台(0222)25-7861 新潟(0252)45-0261 富山(0764)41-4808 千葉(0472)27-8681 横浜(045)312-1271 名古屋(052)561-6341 神戸(078)331-3221 福山(0849)23-5998 広島(0822)28-2486 徳山(0834)21-2675 高松(0878)21-5031 福岡(092)77-7241 八幡(093)681-9331 水島(0864)46-2612

“新型登場”

他をグンと引きはなした高級品!!

コンパクト

日本CB-4S

●スコップがわりにお使い下さい!

- 水道配管工事
- 電気ガス設備工事
- 浄化槽設備工事
- 住宅基礎工事
- 造園工事
- 農業用排水工事
- その他一般土木工事

コンパクト使って
鼻が高いヨ!



- 1.5~2t車で運搬できます
- 最小回転半径1.6mの
小回り性能
- ダンプ高さは2.3m
ダンプに土砂を積み込めます

仕様	本体重量	1,150kg	最大出力/タンク容量	14HP/14ℓ
	全長	3,685mm	変速	前進9段・後進3段
	全幅	1,150mm	最高速度	13.5km/H
	全高	1,975mm	バルブセット吐出圧	130kg/cm ²
	最大掘削深さ	2,000mm	排土能力	450kg
	ブーム旋回角	165度	排土板(巾×高)	920×450mm

*お問い合わせは……………



株式会社 東洋社

大阪府門真市常称寺町16-55 (〒571) 06(908)2461(代)

北海道営業所 旭川市四条通23丁目右5号(〒070) 0166(32)4481(代)
 古河営業所 茨城県古河市5丁目(〒306) 0280(22)3121(代)
 名古屋営業所 愛知県西春日井郡西枇杷島町(〒452) 052(501)2974(代)
 熊本営業所 熊本市上熊本2丁目12-11(〒860) 0963(53)2221(代)



最新式 BARBER-GREENE SA-41型 ASPHALT FINISHER



SA-41型Asphalt Finisherは、25%のスロープをウインチなしで、独力で楽々と舗装することが出来ます。

本機の主な特徴

- ・大型ホッパー：ホッパー容量は10屯
- ・堅牢な構造：機体重量は約11屯
- ・安定度の高い足廻り：クローラーの長さは9フィート4インチ
- ・強力なエンジン馬力：70HP 2000r.p.m. ディーゼル・エンジン

簡単な保守整備：動力伝達機構には、耐摩耗のボール及びベアリングが採用され、機械各部のサービス・ポイントには、容易に手が届くように製作設計されています。

Barber-Greene



本邦取扱店

極東貿易株式会社
建設機械部

本店 千100-91 東京都千代田区大手町2の2の1(新大手町ビル7階) 電話(270)7711(大代)
支店 札幌・仙台・津・名古屋・大阪・福岡
指定整備工場：マルマ重車株式会社
東京都世田谷区桜ケ丘1-2-19 電話(429)2131

明和

振動 **ローラ**

両輪・駆動・振動

ハンドガイド

(折曲げ自由)

5型 0.5t

(特許出願中)



- 30型 3.0t アスファルト舗装
- 23型 2.3t 転圧力強大
- 11型 1.1t ステアリング軽快



バイプロ プレート

アスファルト舗装

表面整形

VP-110kg

VP-70kg

VP-60kg



バイプロ ランマ

道路・水道・瓦斯管
電設・盛土・埋戻し

VRA-120kg

VRA-80kg

VRA-60kg



スロープ コンパクタ

《新製品》

路肩のり面転圧機

SC-1 150kg

(特許出願中)



(カタログ進呈)

株式会社

明和製作所

川口市青木町1-448

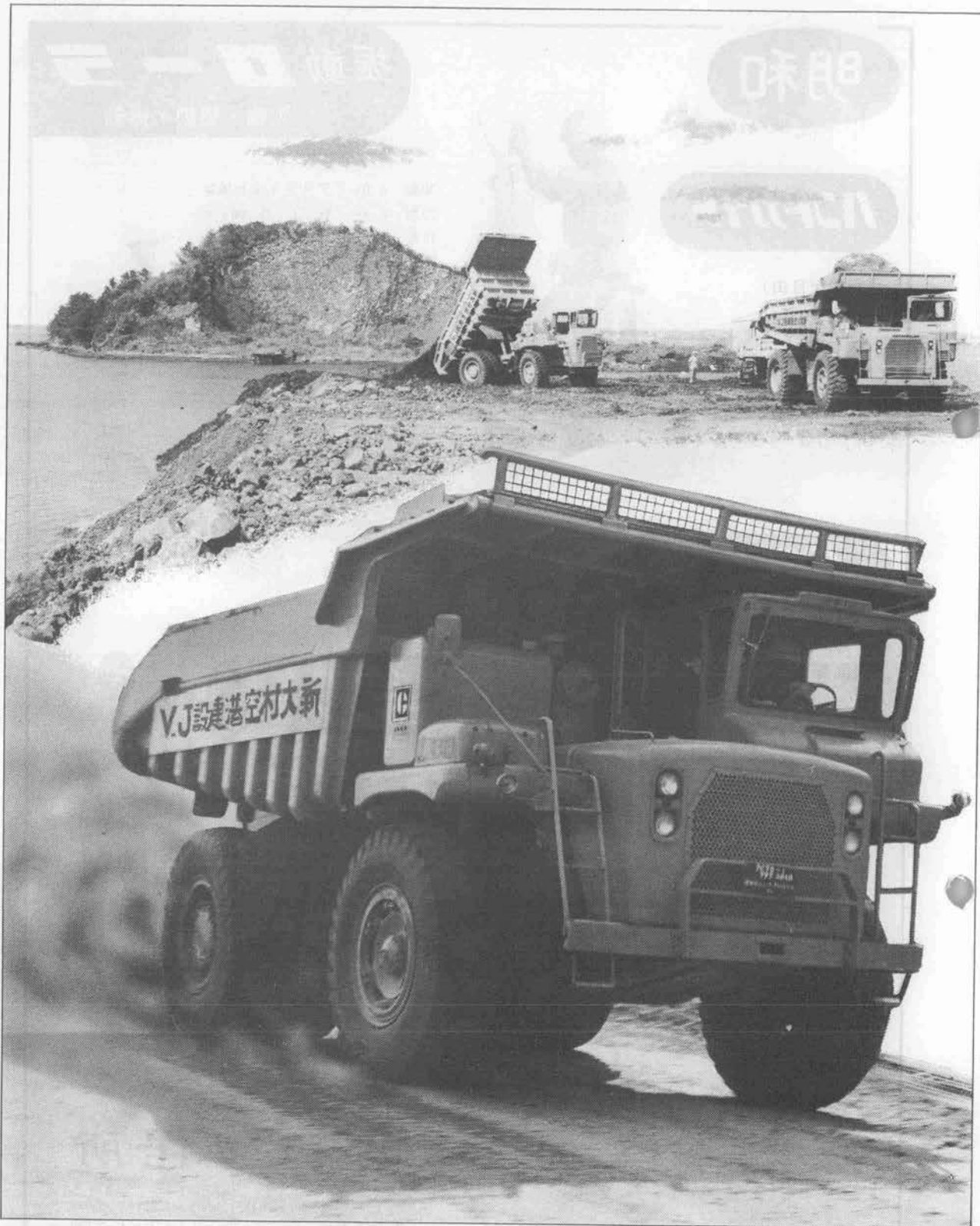
本社・工場 Tel. (0482)代表(51)4525-9 〒332

大阪営業所 Tel. (06) 961-0747-8 〒536

福岡営業所 Tel. (092) 41-0878・4991 〒812

名古屋営業所 Tel. (052)361-5285-6 〒454

仙台営業所 Tel. (0222)56-4232・57-1446 〒982



東関東支社 ☐ 柏 (0471) 31-1151

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 (05667) 7-8411

近畿支社 ☐ 茨木 (0726) 43-1121

中国支社 ☐ 長野川 (08289) 2-2151

(特約販売店)

北海道建設機械販売 ☐ 札幌 (011) 881-2321

東北建設機械販売 ☐ 岩沼 (022312) 3111

四国建設機械販売 ☐ 松山 (0899) 72-1481

九州建設機械販売 ☐ 二日市 (09292) 2-6661

秋田自動車販売 ☐ 那覇 (0988) 33-3161

『調子は上々、現場がスッキリし、安全なのもいいですネ。』

新大村空港工事(長崎県)で活躍する大形ダンプトラック **CAT 773・769B**



〈水谷建材(株)大村作業所 橋本文夫氏談〉
 うちではCAT大形ダンプ(32'~45')を計14台投入しています。作業人員は20トンクラスのダンプを使う場合の約3分の1、現場もスッキリ。作業の計画・管理が楽で、人件費や諸経費も大きく削減できました。でも何よりなのは、混雑がなくて、現場の安全管理がよいことです。CATダンプは、運転操作が簡単で、各装置の作動も確実。992ホイールローダとの釣合いもいい。773、769Bとも、稼働率は92~93%と調子は上々です。

CATリアダンプトラックの特長

- 効きが確実で速い空気作動油圧式の湿式ディスクブレーキ(後輪)。
- 積込時や走行中の衝撃を吸収するニューマチックオイルサスペンション。
- 前進3段、後進1段。さらに各段で3種の速度段が自動的に選択されるパワーシフトトランスミッション。
- ブレがなく、信頼性の高いレバーステアリング。

CATリアダンプトラック 主な仕様

	769B	773
フライホイール出力	421ps	608ps
積 載 重 量	32t	45t
最 高 速 度	70km/h	64km/h

 **CATERPILLAR**

Caterpillar, Cat A-27, (S) K-1, Caterpillar Tractor Co. の登録商標

72141

ブルのことなら
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〒229 (0427)52-1121 直納輸出部 ☎東京(03)581-6351

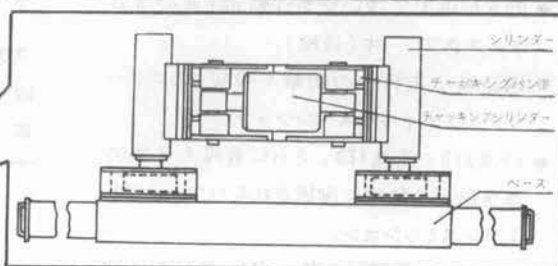
パワーケーシング ジャッキ

無振動、無騒音、無公害
場所打杭のパイオニア!!

特長

- 無振動
- 無騒音
- 操作が簡単
- 故障がない

機種	H C - 280T	H C - 360T	H C - 540T
引抜き力	280Ton	360Ton	540Ton
最大口径	1000φ ~ 1500φ	1500φ ~ 2000φ	2000φ



仕様詳細についてはカタログ用意あり発売元にお申付下さい。

製造元

株式会社平林製作所

京都府宇治市横島町目川 8 ☎0774(22)3770

発売元

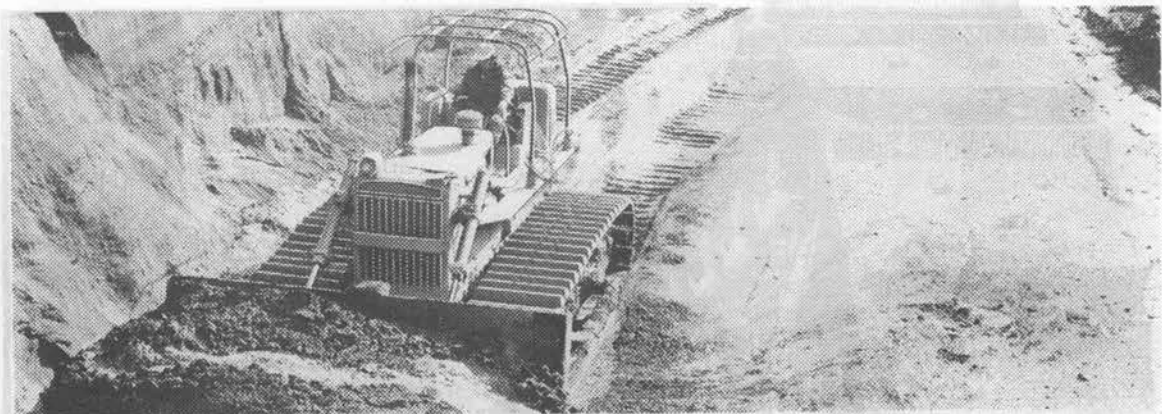
住友商事株式会社

東京・大阪機械部

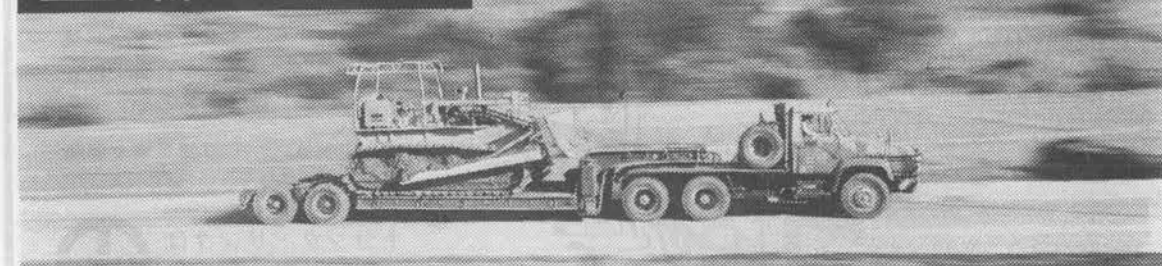
住商建機販売サービス株式会社

大阪 大阪市西区靱本町1-39 ☎06(443)3964

東京 東京都千代田区神田小川町3-9 ☎03(294)1341



整備のたびに



利益が消えているとしたら…

ディーゼルエンジンが一段と高性能化しているのに、いまだオイルに無関心な会社が多いようです。エンジンの磨耗やリング膠着を考えると、古いタイプのオイルではトラブルの原因になりかねません。そのたびに整備による車輛休止や故障による運休…。まさに利益を喰われているようなもの、と言えましょう。高性能なエンジンには高品質なオイルを…。いま、ご紹介しましょう。業界に先がけて完成した「未来派オイル」。車輛の高度利用をお約束できるディーゼルエンジンオイルの傑作です。

時代を先どりした「未来派オイル」とは――

- キャタビラーシリーズ“3”をはるかに越える品質
- ワイドレンジの特性をもつ最高級オイル
- 優れたリング膠着防止性
- 群を抜く粘度特性によりオイル消費を減少
- 高速・高荷重の苛酷な運転に絶対の信頼
- 他の追従を許さぬエンジン清浄性
- 余裕あるオイル寿命



シェル石油

新発売 / 未来派オイル

シェルマイリナオイル
シェルロテラTXオイル
シェルロテラSXオイル



製品に関するお問い合わせは

■本社 東京都千代田区霞が関3-2-5(霞が関ビル) TEL.580-0111(大代表) ■札幌支店 札幌市北一条西4-2(東邦生命ビル) TEL.221-0141 ■仙台支店 仙台市大町1-4-1(安田生命協会ビル) TEL.63-1211 ■工務部門東京支店 東京都中央区京橋1-2(大塚ビル八重洲口) TEL.274-1411(大代表) ■工務部門名古屋支店 名古屋市中村区徳内町2-32(福内ビル) TEL.582-5411 ■工務部門大阪支店 大阪府北区小塚町3-11(阪急ターミナルビル) TEL.373-2111 ■工務部門広島支店 広島市八丁堀15-10(セントラルビル) TEL.28-0581 ■工務部門福岡支店 福岡市博多区博多1-1(第一生命ビル) TEL.28-814 ■四国支店 高松市天神前10-5(高松セントラルスカイビル) TEL.31-1821 ■沖縄支店 那覇市久慈地3-1-1(琉球生命本社ビル) TEL.55-0301 ●お問い合わせは各支店陸續 担当者へ

足回りの専門家!

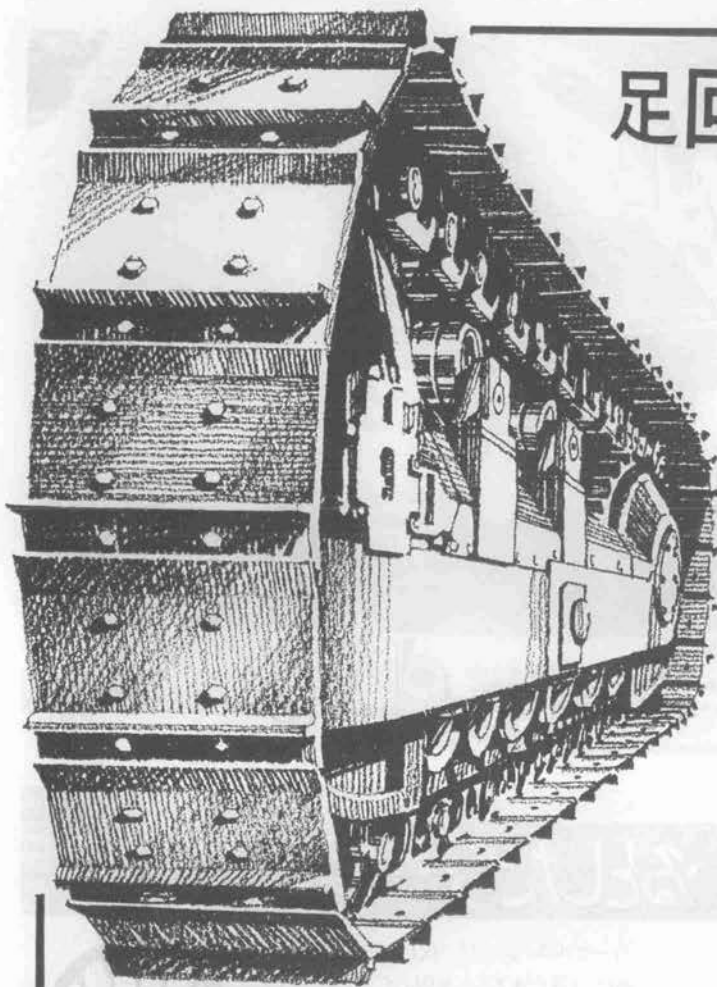
クローラー足廻り関係の
設計製作について
ご相談下さい……………

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) 26 6271(代)

中外機工株式会社

仙台市本材木町 4 6 (57) 7 5 4 1 (代)

東日興産株式会社

東京都世田谷区野沢3-2-18 (424) 1 0 2 1 (代)

川原産業株式会社

愛知県西春日井郡岡崎町大字煎之庄4709-7 20 3141

国際モータース株式会社

福岡市白鷺町 7 (41) 8 1 3 1 (代)

中吉自動車株式会社

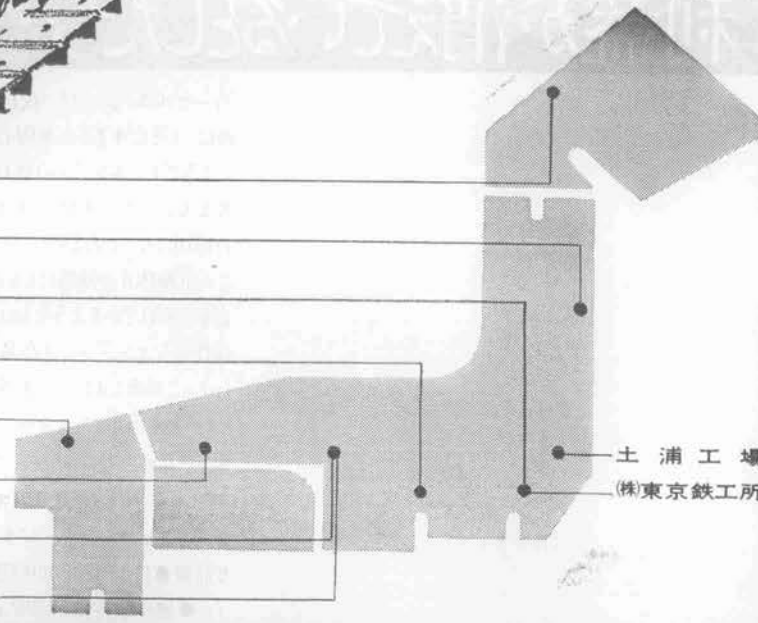
広島市西観音町 9-5 (32) 3 3 2 5 (代)

辰己屋興業株式会社

大阪市福島区藤州上1の92 (458) 5 2 1 2 (代)

川原産業株式会社

大阪市浪速区幸町4-1 (561) 0 5 5 5 (代)



TRACK PARTS FOR CRAWLER TRACTOR

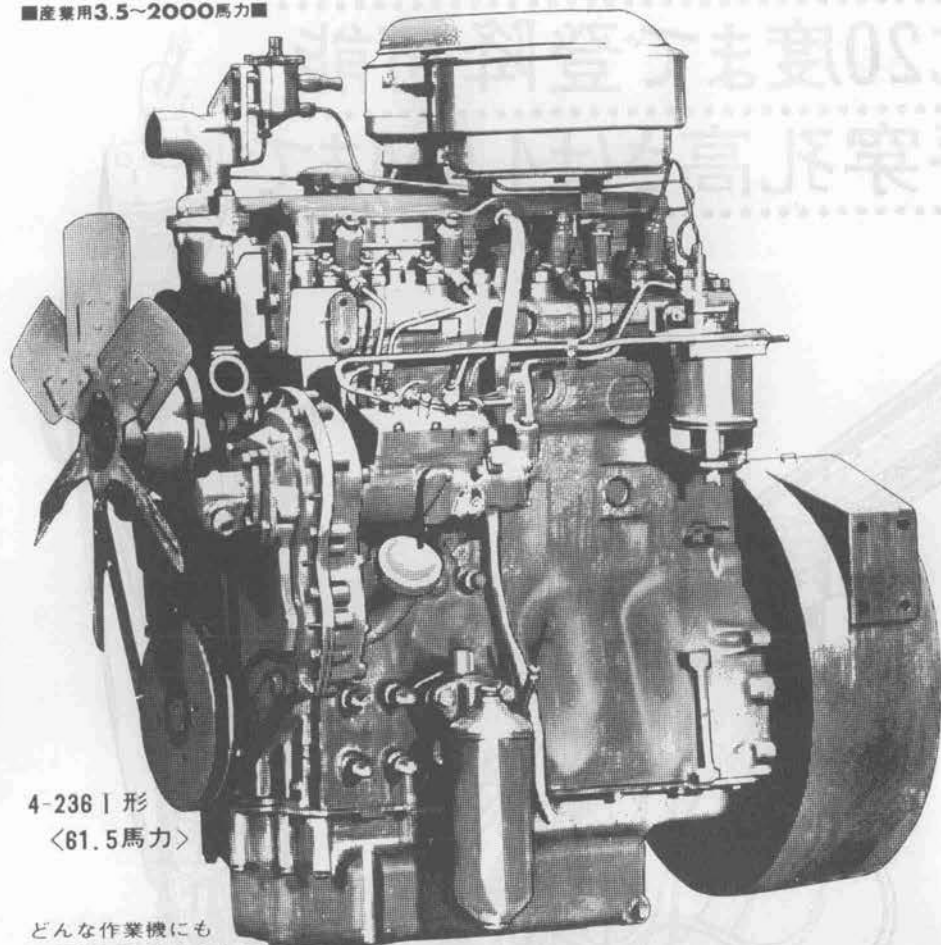
TOKIRON

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 246-6098
土浦工場・茨城県土浦市北神立町1番10号

■産業用3.5～2000馬力■

建設機械のたくましい原動力



4-236 I 形
〈61.5馬力〉

どんな作業機にも
簡単に取付けられる
高性能ヤンマーパーキンスエンジン。
用途を選ばずタフ、あらゆる分野で
エネルギーに働きます。

★35馬力から131馬力まで、機種も豊富。

4-236 I 形〈61.5馬力〉 4-154 I 形〈48.5馬力〉
6-354 I 形〈85.5馬力〉 D3-152 I 形〈35馬力〉
4-108 I 形〈35馬力〉 T6-354 I 形〈108.5馬力〉
V8-510 I 形〈131馬力〉

■すぐれた経済性

大形機関なみの直接噴射式採用とすぐれた
燃焼性能で、燃料消費量が少なく運転費が
実に安あかりです。

■抜群の耐久性

ロータリー分配式の燃料噴射ポンプや
ドライライナの使用で、まったく故障
しらず。耐久性はすでに世界各国で立
証済みです。

■ラクな始動

すべて電気始動。サーモスタータ付の
ため寒冷時での始動も、スイッチひと
つでラクに始動できます。

■完べきなサービス

全国にはりめぐらされたサービス網。
日本中どこでも、安心してお使い
ください。

ヤンマー パーキンス ディーゼルエンジン

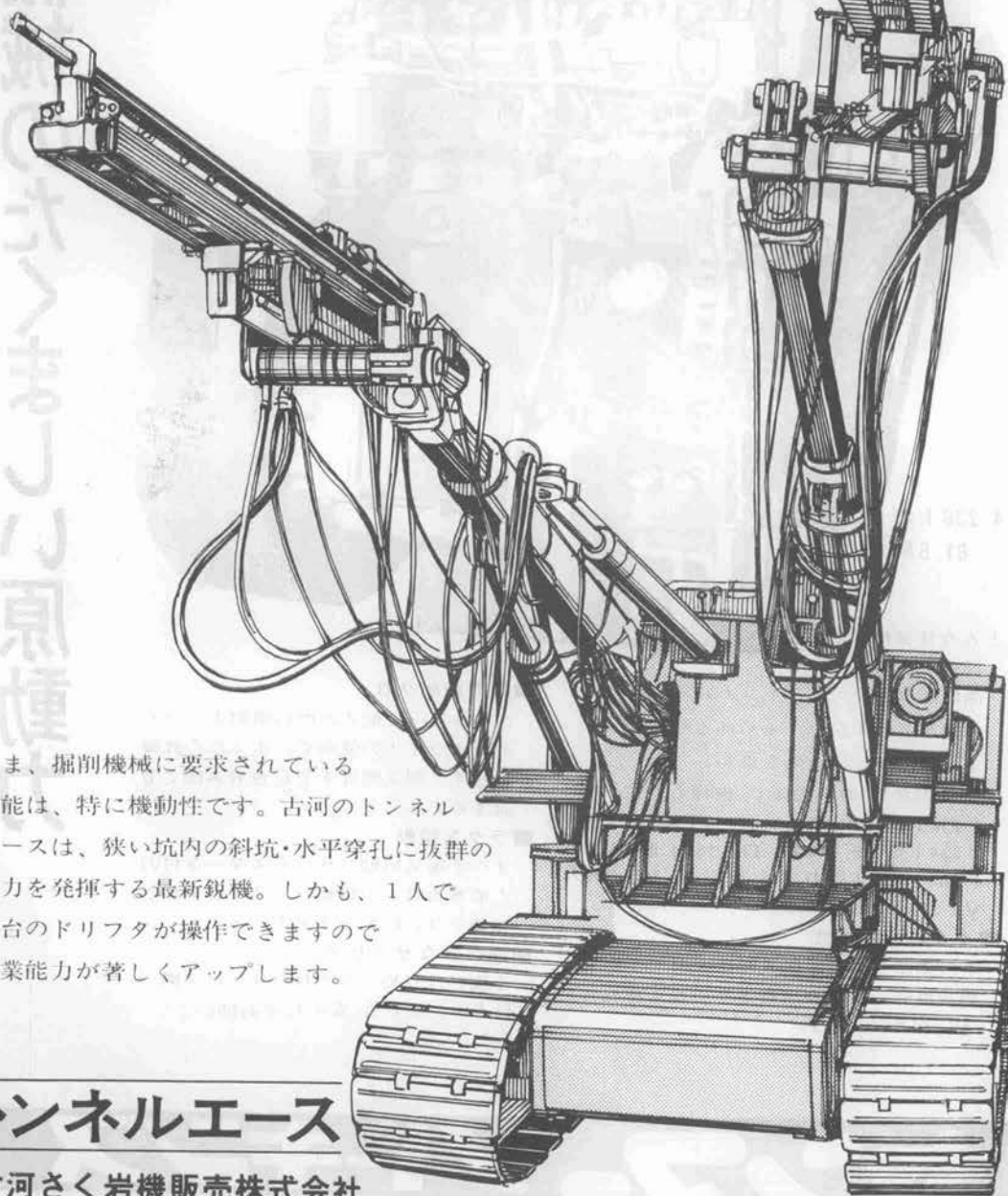
☆詳しいカタログをお送りします(本社まで)



ヤンマーディーゼル株式会社

本社 大阪府北区高槻町5-2 郵便番号530
支店 札幌・仙台・東京・横浜・名古屋・高松・広島・福岡

斜坑20度まで登降可能
水平穿孔高さは4.5Mまで



いま、掘削機械に要求されている機能は、特に機動性です。古河のトンネルエースは、狭い坑内の斜坑・水平穿孔に抜群の能力を発揮する最新鋭機。しかも、1人で2台のドリフタが操作できますので作業能力が著しくアップします。

トンネルエース

古河さく岩機販売株式会社

本社／東京都千代田区丸の内2の6の1(古河総合ビル)TEL03(212)6551(大代)

札幌・大館・仙台・名古屋・大阪・高松・広島・福岡・高崎

歩車道境界ブロック・L字型・U字溝等 道路用コンクリート製品の 自動成型施工に挑む！

道路用コンクリート製品連続自動成型施工重機

NP-GOMACO

GT6000

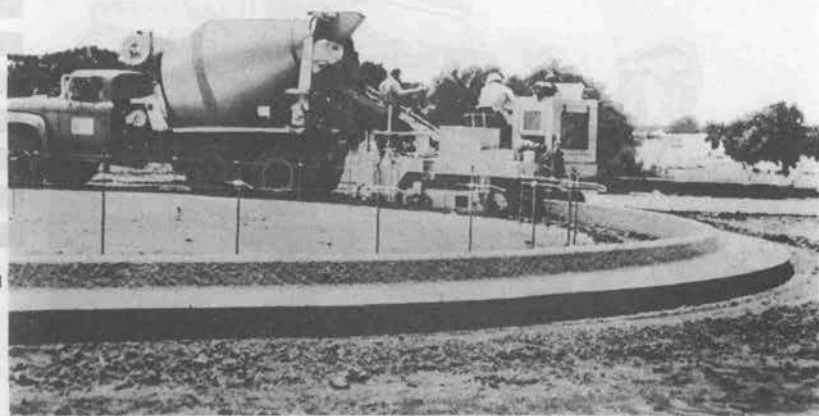
★米国
CHALLENGE-COOK社
より独占輸入

★米国GOMACO社開発
★建設省届出受理番号
阪機第342号

道路工事の省力化と原価低減を実現！

《仕様》

- 寸法 / 全長350cm
全高185cm・全巾243cm
- 整地装置巾 / 195cm
- 重量 / 4275kg
- 作業速度 / 4.5m/分
- 製品施工最大高さ / 45cm
最大巾120cm
- 最小回転半径 / 7.5m
- 施工登坂力 / 1 : 10



ニッパツ

日発実業株式会社

★開発商品の技術相談に応じております。

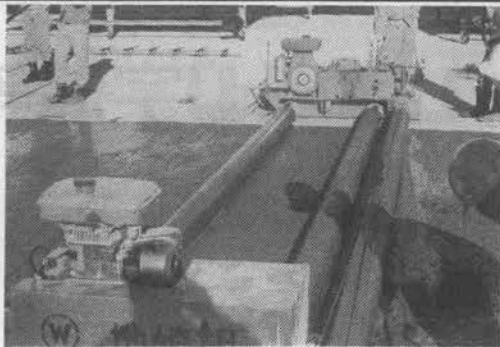
大阪本社：大阪市都島区都島本通2-9-10
TEL 大阪 (06)922-1972(代表)

東京本店：東京都世田谷区大原2-23-17
TEL 東京 (03)323-3281(代表)

支店工場：栃木・静岡・滋賀・山口・福岡

資料請求券

ニッパツ



コンクリートスクリーンマシン TYPEKTK

用途

高速道路の床版工事、トンネル舗装工事、
橋梁床版工事、工場、倉庫の床等、

コンクリート
ローラ・フィニッシャー
舗装幅 3 m ~ 12 m

用途

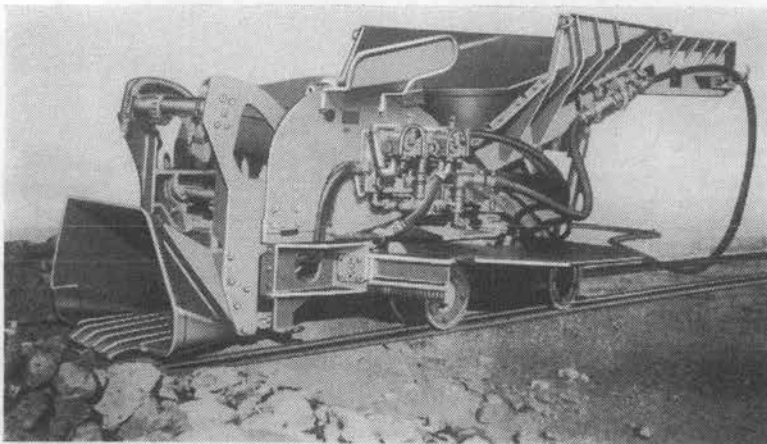
道路、空港、倉庫、工場等、



有限会社 **キタカ製作所**

東京都大田区大森西2-22-2 TEL (764)0028(代)

“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
- エアーマータ



太空機械株式會社

連絡所	東京都中央区日本橋室町1の16	☎03 (270) 1001代
本社・工場	東京都大田区東糞谷町4-6-20	☎03 (741) 6455代
広島サービスセンター	広島市吉島東2-17-34	☎0822 (43) 2507
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

あらゆる条件を 克服しました。



建設機械化協会が実証した
1 強大な輻圧力

従来にはないユニバーサルセンターフォワード方式で
2 高度の安定走行

3 軽快な操作

サイド輻圧に便利な
4 車体の左右に前後進レバー装置

落ち込みや積卸に実力を発揮
5 強力なギヤンドラワーを装備

6 サイド輻圧は25mmまで

前後輪独立揺動で機軸対策
7 安全第一の設計

フットアクセルとリモロックで
8 任意のスピードで連続運転

寿命試験が実証する
9 抜群の耐久性

センタージョイントステアリングで
10 仕上げ輻圧にも威力を発揮

ワンタッチオーバーンで
11 点検が簡単

12 200ℓの散水タンクを塔載

両輪駆動・両輪振動ローラー

ガイア2

GAIA
タイキョク
大旭建機株式会社

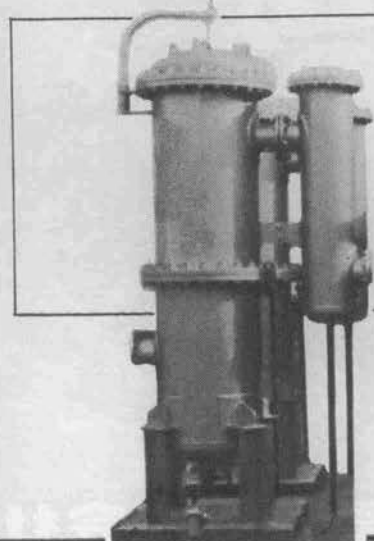
〒332 川口市飯塚町1丁目198番地
TEL0482(52)1981
東京・大阪・名古屋・広島・福岡・仙台・札幌

Schumacher
西独シューマッハー製

圧縮空気清浄器

分離効率99.9%

圧気坑内に清浄な空気を!



特長

- 分離効率が大きい
- 長期間連続運転が可能
- 再生が可能
- 卓越した強度と耐蝕性
- 維持費が安い

総発売元



不二商事株式会社

本社 〒530 大阪市北区万才町50(北大阪ビル3階) ☎(06)313-3161・代
東京支社 〒104 東京都中央区銀座2-4-1(銀座ビル4.5階) ☎(03)561-9681・代

製造元



日本シューマッハー株式会社

中央ダイヤモンド工業株式会社

剣豪も顔負け
●日本縦断 3,000,000m

ダイヤモンド
カutting・ブレード

中央ダイヤモンド工業株式会社
東京都葛飾区東新小岩3丁目13番6号
郵便番号 124 電話 697-8254(代) (ダイヤモンド工業協会会員)

ライカ電潜 工事用 各種 水中ポンプ

関東総代理店
株式会社 酒井吉之助商店
東京都渋谷区千駄ヶ谷5-32 (03) 352-4321 代表

関西総代理店
阪野興業株式会社
大阪市東区京橋3丁目6-8 (06) 941-0206 代表

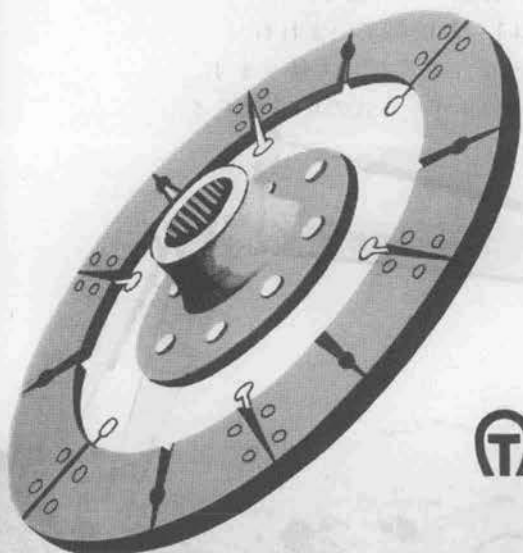
製造元
ライカ電潜株式会社
本社・工場 洲本市物部3丁目3-4 (07992)2-4407代表
大阪事務所 東大阪市岩田町5丁目2-43 (0729)61-1081代表
大阪工場

ライカ電潜株式会社

VELVETOUCH®

クラッチフェーシング
プレーキライニング
には

トヨカロイ



《焼結合金摩擦材》

- 長い寿命 ●円滑、確実な作用
- 安定した特性 ●維持費低廉

当社は、焼結合金摩擦材料（トヨカロイ）のトップメーカーであるTHE S.K. WELLMAN CORP. の技術導入により、更に世界水準を行く製品として好評を博して居ります。

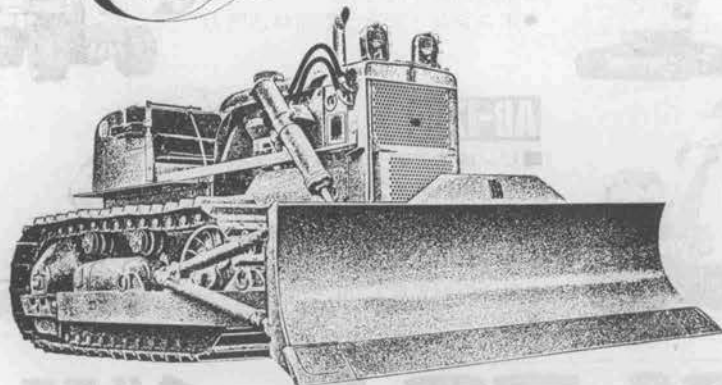
㊤ 東洋カーボン株式会社

本社 東京都中央区日本橋江戸橋2-6 TEL (271)7321(代表)
 大阪営業所 TEL (312)1131 / 名古屋営業所 TEL (211)5401
 福岡営業所 TEL (28) 7187 / 工場・茅ヶ崎・山梨

国産
外車

ビルド・ザ・サービス

TONICON



- リンク・ローラー
- メタリックプレート
- スプロケットリム
- ブロンズブッシュ
- ベローズ・高圧ホース
- カッティングエッチ
- 特殊ボルト
- エンジンパーツ

重機部品
総合商社



東日興産株式会社

本社 東京都世田谷区野沢3-2-18 電話 東京(424)1021(代表)
 福岡営業所 福岡市博多区板付4丁目12番5号 電話 福岡(59)8432(代表)
 札幌営業所 札幌市中央区大通り東7丁目1番地 電話 札幌(231)3522(代表)
 仙台営業所 仙台市宮城1丁目32番11号 電話 仙台(94)5196(代表)

強力な足まわり、ワイドな作業能力!

クボタアトラスショベルはその足まわりの強さに定評があります。

クローラ式のAB-1700・KB-35R・KB-30Rは1台の機械でいずれも

3種類のシューが簡単に交換できますから、どんな作業現場にも使えます。

市街地作業には、路面をいためず走行速度の速いホイール式のKB-30Fを。

それぞれの作業条件に合ったアトラスショベルで

作業能率はぐーんとアップ。



KB-35R (クローラ式)

- シューは900.600.400mm幅の3種類。
- 標準バケット容量0.35m³
- 最大掘削半径7.36m
- エンジン 空冷4気筒64馬力



KB-30F (ホイール式)

- 4輪駆動ダブルタイヤ、地面に吸いつく強い足。
- 標準バケット容量0.3m³
- 最大掘削半径6.6m
- エンジン 空冷3気筒44.5馬力



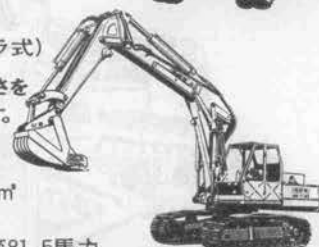
KB-30R (クローラ式)

- シューは900.600.400mm幅の3種類
- 標準バケット容量0.3m³
- 最大掘削半径6.6m
- エンジン 空冷3気筒44.5馬力



AB-1700 (クローラ式)

- ピン操作でアームの長さを8段階に変えられます。
- シューは960.800.600mm幅の3種類。
- 標準バケット容量0.6m³
- 最大掘削半径9.1m
- エンジン 空冷6気筒81.5馬力



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(株)本社 宣伝部・大阪市浪速区船出町2丁目 TEL06(631)1121 ☎556

コンクリート打込工事に 抜群の威力を発揮する 山田の **バイブレーター**



営業品目

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

営業品目



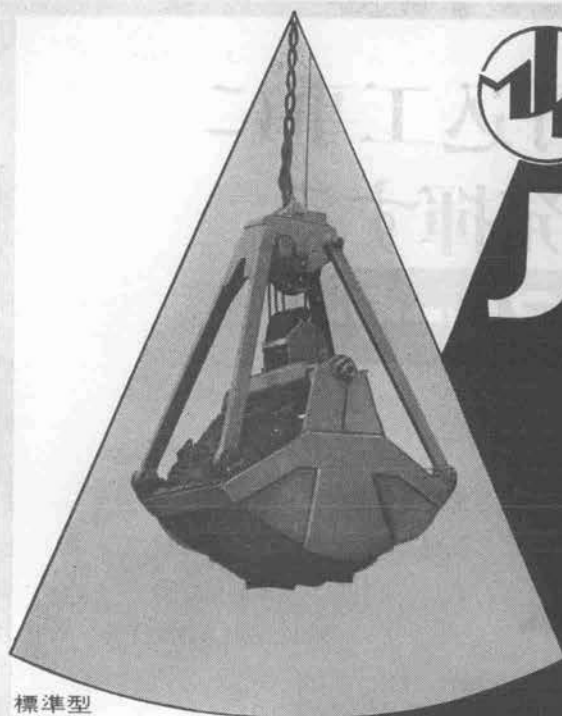
各種コンクリートバイブレーター製造発売元

山田機械工業株式会社

本社 東京都北区赤羽南1丁目7番2号
 電話 東京(902)4111(代)
 戸田工場 埼玉県戸田市新曽南1-11-5
 電話 蕨(0484)5059・5060番

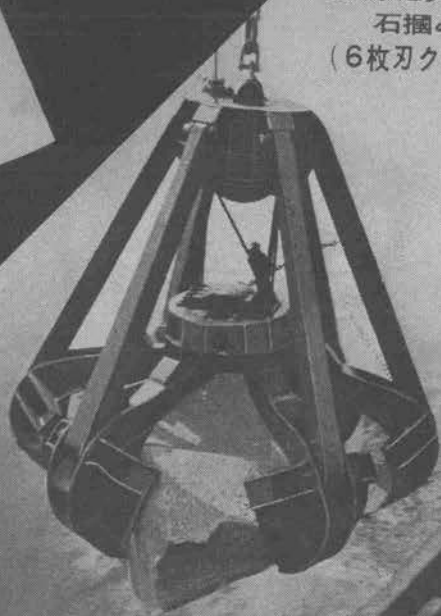


亦木の バケツ



標準型
浚渫バケツ

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
TEL0473(62)9131

強靱な足 S.Tシリーズ

それは……働きものを支えます

S.T. WIDE-TYPE (16.17.22.25C.M)
SCRAPER

新発売！油圧式



株式
会社

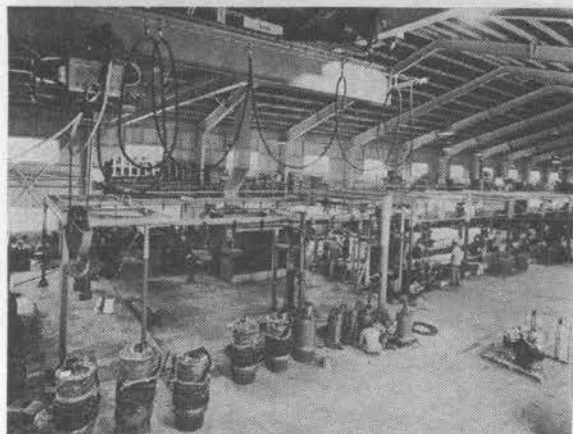
田中製作所

大阪市港区三先2丁目20番62号 TEL (06)572-9241 代表〒552

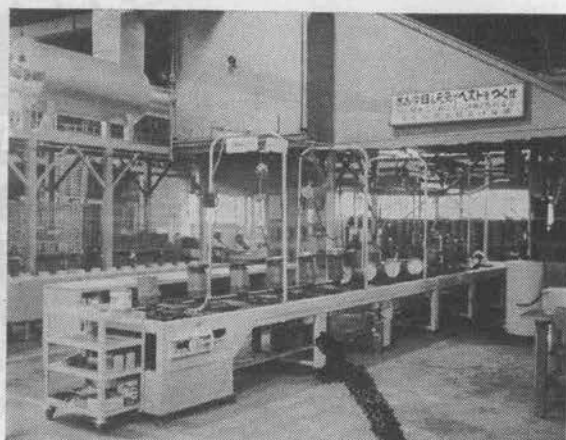
代理店 重車輛工業株式会社

東京都中央区銀座1丁目20の9 TEL (03)535-7301 代表〒104

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



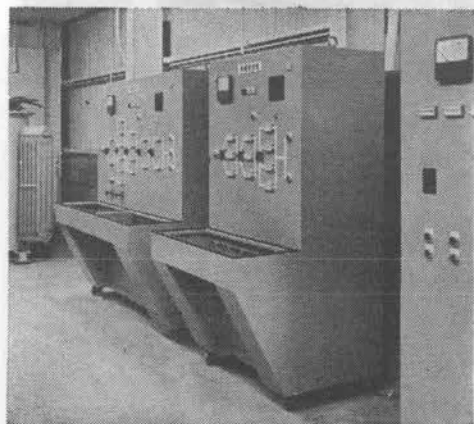
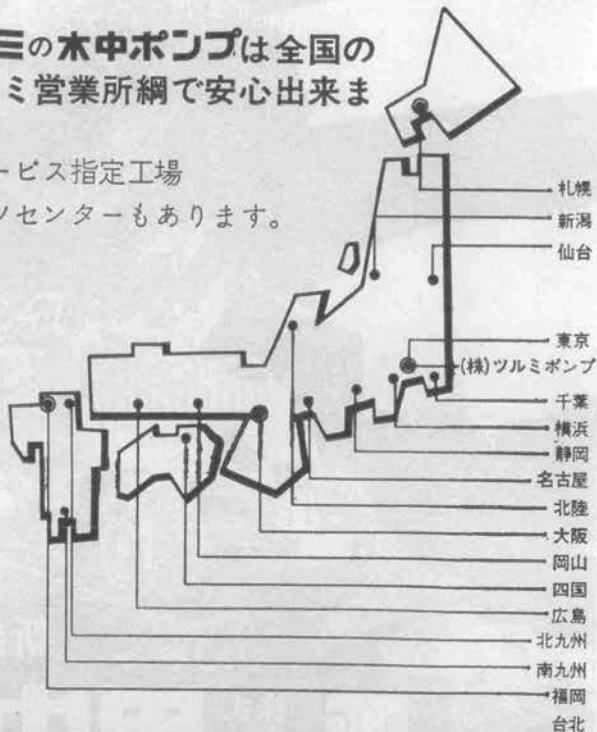
小型組立ライン



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。



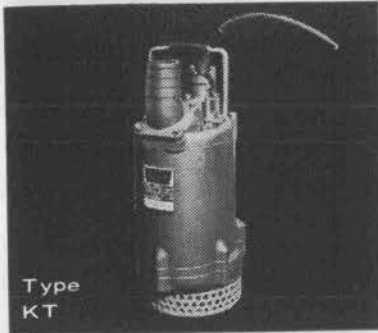
試験設備



水に挑み水と斗うツルミポンプ
株式会社 **鶴見製作所**

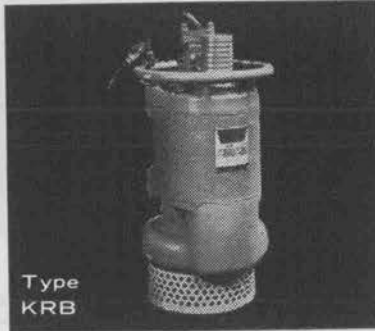
本 社 大阪市城東区鶴見 4 丁目 7-17
電話 06)911-2351 (大代表)
工 場 大阪市城東区鶴見 4 丁目 6-4
電話 06)911-7271 (代 表)

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 15~45m



Type
KRB

0.75KW~22KW
揚程 10~33m



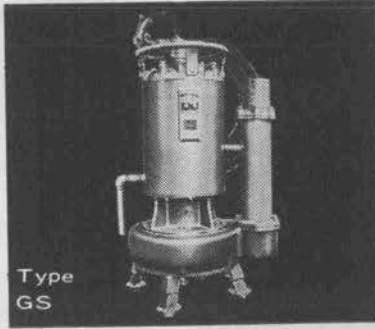
Type
BB

0.15KW~0.4KW
(型式承認取得済み)



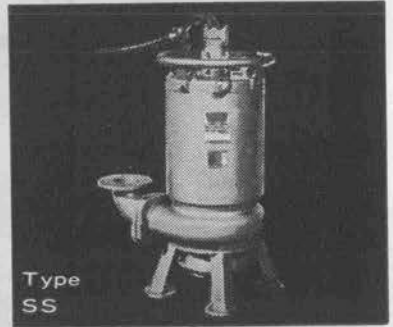
Type
NKV

2.2KW~22KW
揚程 10~33m



Type
GS

22KW~37KW
揚程 15~31m



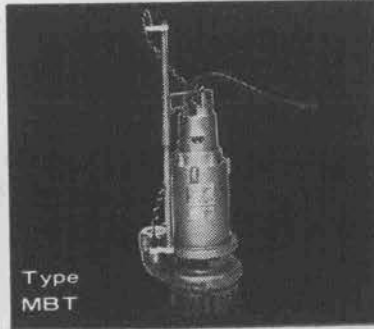
Type
SS

1.5KW~11KW
揚程 8m~16m



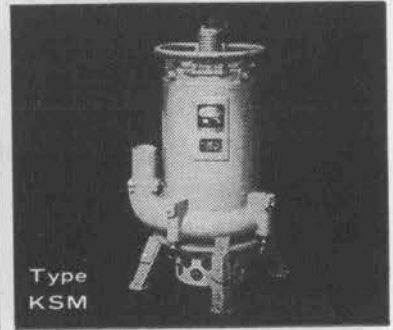
Type
FA

自動液面装置内ぞう
0.15KW~0.4KW



Type
MBT

自動液面装置内ぞう
0.75KW~2.2KW



Type
KSM

11KW~22KW
揚程 15~27m

※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)

●支店・営業所

札幌 (011)731-8385(代)
仙台 (0222)94-4107(代)
新潟 (0252)45-2371(代)
東京 (03)862-5961(代)
川口 (0482)22-4025(代)
横浜 (045)461-1721(代)

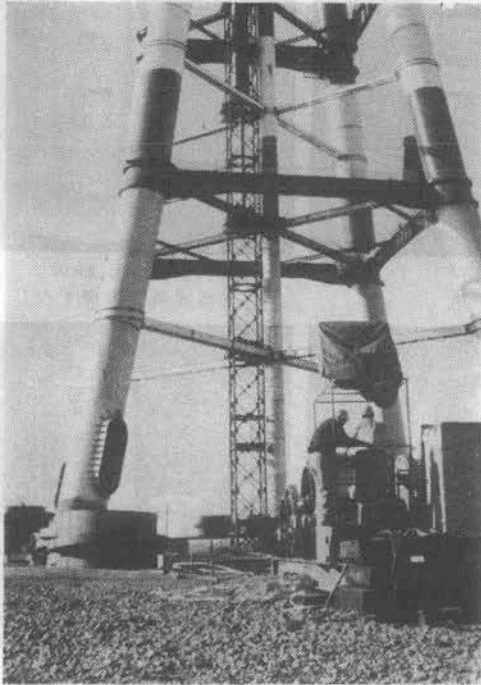
静岡 (0542)55-2943(代)
北陸 (0762)63-7891(代)
名古屋 (052)221-6486(代)
京滋 (075)821-4804(代)
神戸 (078)321-1888(代)
広島 (0822)28-4562(代)
岡山 (0862)31-2967(代)

四国 (0878)31-1896(代)
北九州 (093)92-6624(代)
福岡 (092)43-0371(代)
大分 (09752)8-6256(代)
南九州 (0992)51-7070(代)
台北 332316

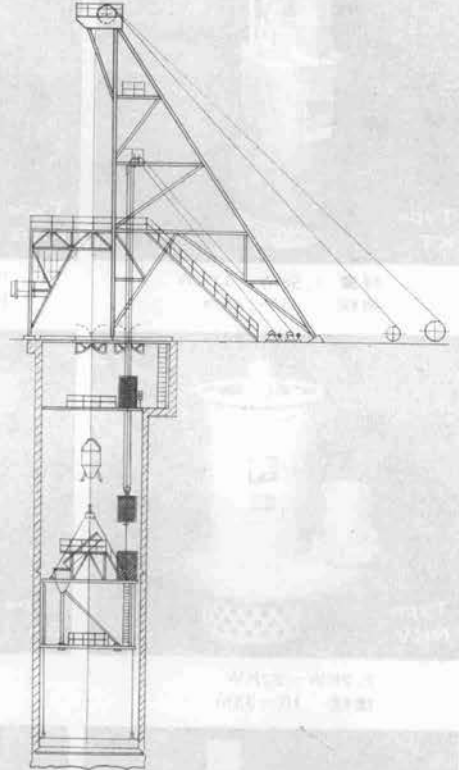
ゴンドラ



工事用エレベーター



高層煙突用ゴンドラ



堀削用エレベーター

- 労働安全衛生規則の構造規格に従った製品が使用されます。
- ウインチは技術と実績を誇る南星の電気制御方式のウインチを使用します。

ゴンドラ製造認可工場

株式会社南星製作所 南星機械販売株式会社

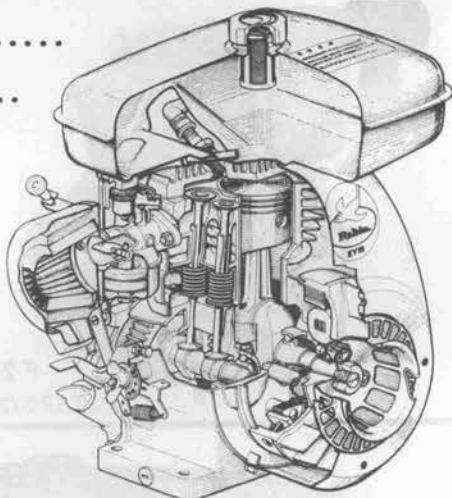
本社工場	熊本市十禅寺町4の4	TEL (代) 52-8191	宇都宮駐在所	宇都宮市今泉町3016	TEL 61-8088
東京支店	東京都港区西新橋1の18の14(小型会館ビル2階)	TEL (代) 504-0831	盛岡営業所	盛岡市間連橋通り3番41号	TEL (代) 24-5231
大阪営業所	大阪市大淀区本庄中通3丁目9番地	TEL (代) 372-7371	長野営業所	長野市大字中御所岡田152	TEL (代) 85-2315
名古屋営業所	名古屋市東区石神堂町2丁目18の2(大栄ビル)	TEL (代) 962-5681	宮崎営業所	宮崎市堀川町54の6	TEL (代) 24-6441
仙台営業所	仙台市本町2丁目9番15号	TEL (代) 27-2455	新潟出張所	新潟市東万代町4番9号	TEL (代) 45-5585
札幌営業所	札幌市北16条東17丁目	TEL (代) 781-1611	大分出張所	大分市中島西2丁目1-41	TEL 4-2785
広島営業所	広島市中区中町2丁目17番18号	TEL (代) 32-1285	甲府出張所	甲府市千塚町2111	TEL 22-5725
熊本営業所	熊本市十禅寺町9の1	TEL (代) 52-8191	富山出張所	富山市大泉一区東部1139	TEL 21-3295



伝統の技術から生れた
最も信頼性の高い

ロビン エンジン

あらゆる産業機械の動力源に……
1馬力より20馬力まで各種…



EY18形

ジェット機作りの技術が生んだ
3馬カクラスの決定版！
更に増した耐久力
使いやすさ抜群

産業用ロビンエンジン部品特約店一覧

地区	県名	店名	〒	所在地	電話
北海道	北海道	北富士産業機械(株)	060	札幌市中央区南三条西十丁目	札幌011(221)7231
東 北	宮 城	興立産業(株)	980	仙台市中央4-7-13	仙 台0222(66)2641
甲 信 越	新潟	(株)カマヤ	955	新潟県三条市下須頃字五枚田	三 条02563(4)1511
関 東	東 京	国光工業(株)	104	東京都中央区八丁堀2-1-5	東 京 03(552)0925
中 部	東 愛	豊和機械工業(株)	460	名古屋市中区大須3-14-43	名古屋052(251)7581
北 陸	富 山	丸三開発工機(株)	930	富山市館出町1-9-16	富 山0764(41)3511
近 畿	大 阪	フジ産業機械(株)	556	大阪市浪速区塩草町1130	大 阪 06(562)3236
"	"	川口機械産業(株)	537	大阪市東成区大今里西1-19-1	大 阪 06(972)3316
中 国	廣 島	梅原内燃機商会	730	広島市大洲5-10-28	広 島0822(82)6968
九 州	福 岡	愛知ポンプ工業(株)	810	福岡市中央区天神3丁目16-24	福 岡 092(78)4928

※部品及アフターサービスは全国に部品特約店及整備指定工場があります。ご利用下さい。



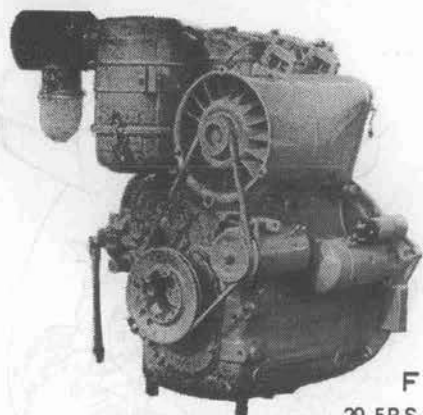
富士重工業株式会社

本社・産機部 〒160 東京都新宿区西新宿1-7-2 電話 東京03(347)2405-2409.2418
(347)2411-2412.2419

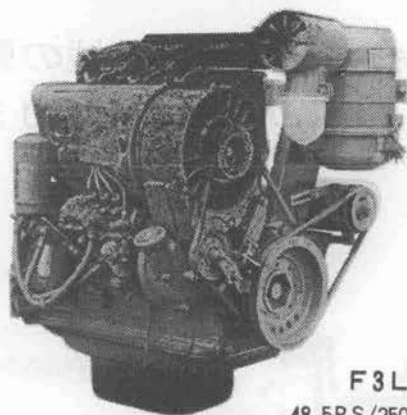
大阪連絡所 〒550 大阪市西区新町通り3-21 電話 大阪06(532)0613

MITSUBI-DEUTZ

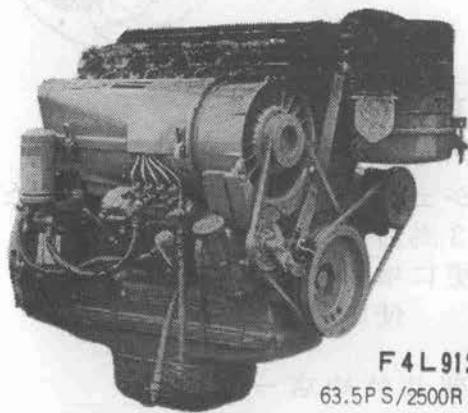
F/L912シリーズ 空冷・ディーゼル・エンジン



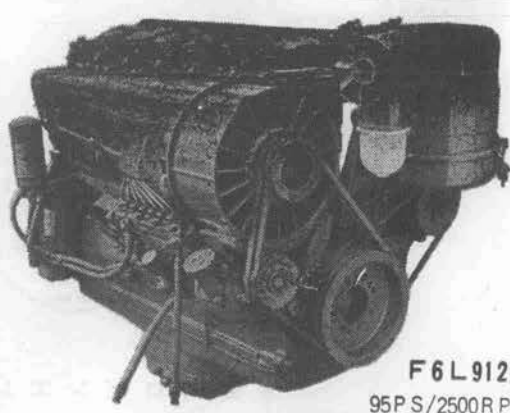
F2L912型
29.5PS/2300RPM



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!!

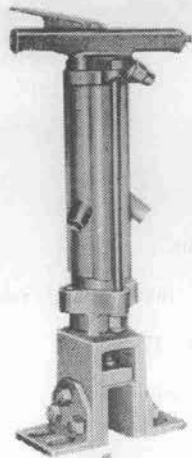


三井・ドイツ・ディーゼル・エンジン株式会社

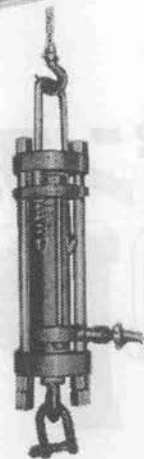
本社 東京都港区新橋4-24-8 (第2東洋海事ビル) 電話 東京(433)1666 (代表)
大阪営業所 大阪市西区江戸堀北通り1-18 (小谷ビル) 電話 大阪(443)6765 (代表)

国土開発の新機

驚異的破砕力を持つ



■シートパイルドライバー



■シートパイルエキストラクター

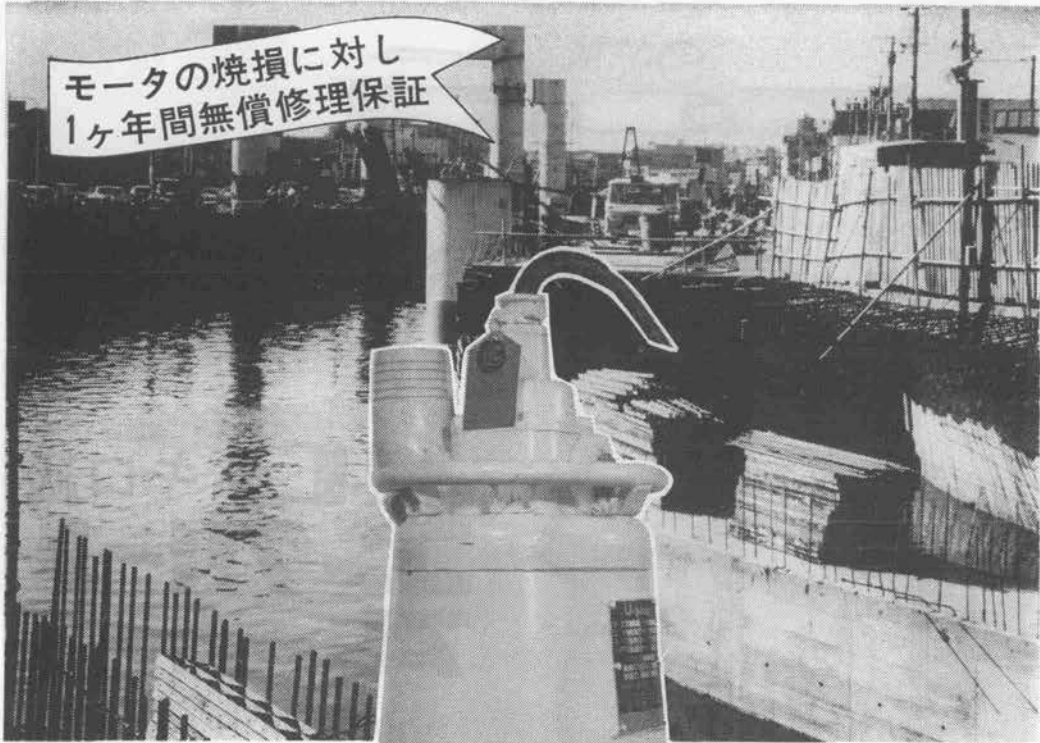
40キロ級 コンクリート ブレイカー

- 強力打撃するので作業能率が向上する
 - コンクリートは勿論中鍍岩も軽く破砕する
 - ブレイカー以外にシートパイルドライバー打込み及びシーパイルエキストラクター(引抜)等利用範囲が広い
- B-85型コンクリートブレイカーは、従来のB-80型ブレイカーの経験を生かして新に製造された40kg級の大型ブレイカーです。
本機は道路工事・コンクリート基礎破壊・岩石破砕等に用いられる打撃専門の機械で、強力な破壊力を持って居ります。
- 用途：舗装道路のコンクリート及びアスファルトの破砕・改修、コンクリート建造物及び基礎の取りこわし、工場内の床コンクリートの破砕、鉍石・石灰石の採取や小割、溶鉍炉内のクラストの研取等広く利用出来ます。

栗田鑿岩機株式会社

東京都墨田区錦糸町4-16-17
TEL (625) 3331(代)

モータの焼損に対し
1ヶ年間無償修理保証



土木建設工事・下水道工事
ダム工事・地下鉄工事
あらゆるピットの排水
わき水・たまり水の排水

〈揚程〉 8m～38m
〈水量〉 0.24m³/min～5.5m³/min
〈出力〉 0.25kW～37kW
〈口径〉 40mm～250mm

国土開発の推進力
技術の桜川

Sakuragawa's **U-pump** ホ中ポンプ。

★単相ポンプ(U-25B・U-40F 含6機種)★三相ポンプ(U-222A・U-4104A・U-4508 含19機種)★HS水中サンドポンプ(4機種)

株式会社 桜川ポンプ製作所

本社・工場・大阪営業所 大阪府茨木市安威1225番地 TEL (0726) 43-6431

営業所
 ☎062 札幌市白石中央3-60 ☎011(821) 3355
 ☎983 仙台市原町宮竹北上6の1番地 ☎0222(56) 5606
 ☎950 新潟市霞口1丁目23番地の6 ☎0252(44) 1943
 ☎103 東京都中央区東日本橋2丁目25番4号 ☎03(861) 2971
 ☎464 名古屋市千種区徳波町1丁目46番地 ☎052(751) 0676
 ☎730 広島市千田町1丁目1番12号 ☎0822(41) 3344
 ☎760 高松市木次町-3 236番地の2 ☎0878(33) 0231
 ☎810 福岡市春吉3丁目24の17 ☎092(77) 8871
 工場
 ☎362 埼玉県上尾市陳屋1005番地 ☎0487(71) 0481

Cedarapids

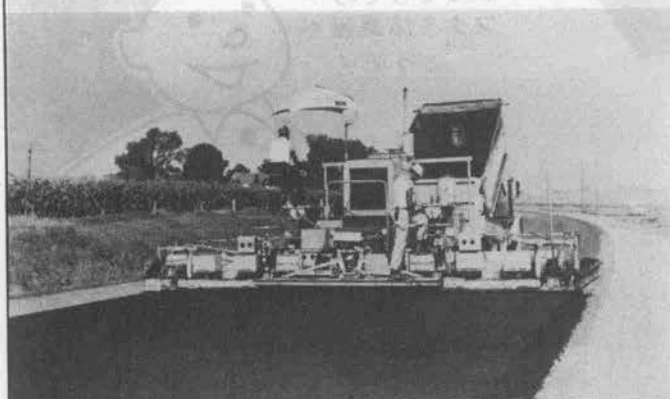
IOWA MANUFACTURING COMPANY

セダラピッド

型式BSF-4

広巾・厚層用

超大形 アスファルト フィニッシャー



舗装巾：1.8m-3.0m(標準)-9.15m

舗装厚：MAX. 30cm

速度：舗設0-45m/min

走行0-9.7km/hr

フィーダー：左右独立、ダイヤ無段変速

動力：GMディーゼル 144HP

油圧トランスミッション：定トルク式3系統

クッションドライブ

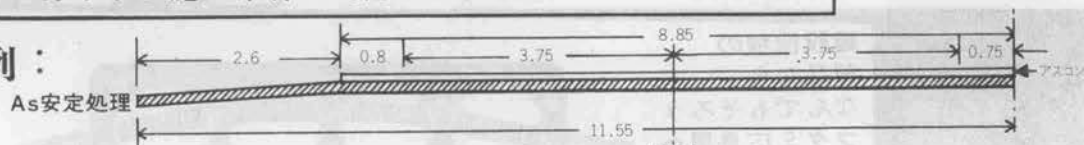
自動コントロール：DUO-MATIC-II型

スクリード：電磁バイブレーター式

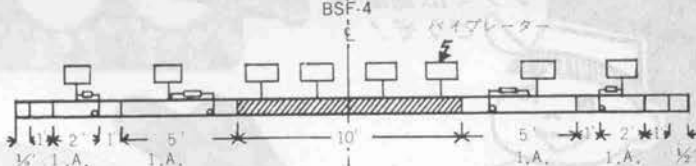
自重：約18,000kg

あらゆる施工条件に対応する多彩なアクセサリー類

例：

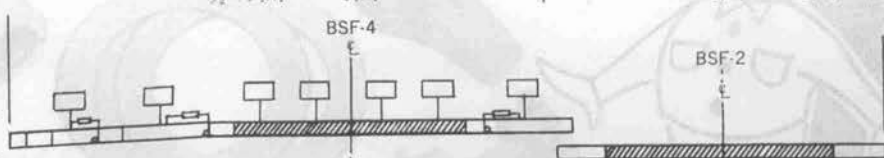


8.85m巾アスコン用スクリード



As安定処理

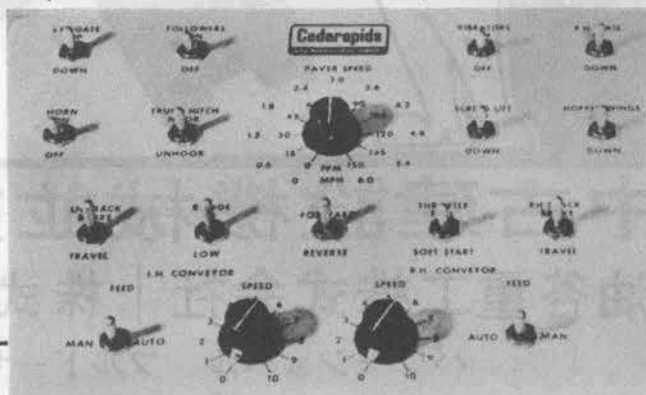
15cm厚用案



斯界No.1の操縦性能

- (1) 総べてのコントロール、前後進、Hi-LOW速度選択、エンテン始動等が集中。
- (2) 走行・左右フィーダーの各速度は、ダイヤルで決まる。
- (3) 舗装巾、舗装厚が異なっても容易にフィーダーコントロールが出来る。
- (4) 高操縦性能は、高精度に直接結びつく。

弊技術部では、オペレーター・整備員教育用テキスト、フィルム等を用意しています。御利用下さい。



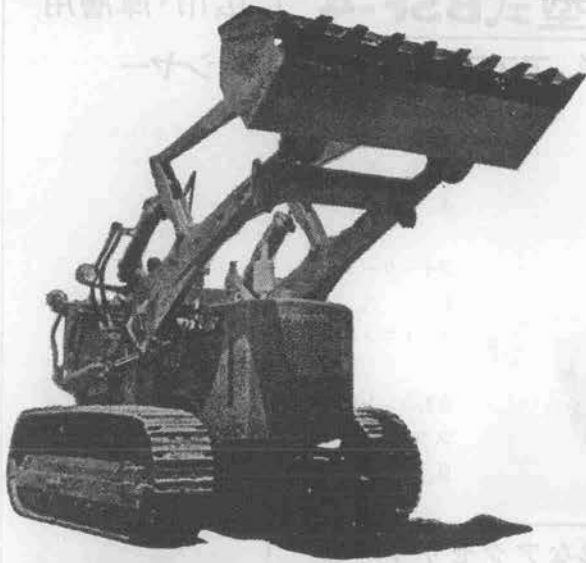
IOWA MANUFACTURING COMPANY

CEDAR RAPIDS, IOWA

日本総代理店

ゼネラル ロード イクイPMENT セールス株式会社

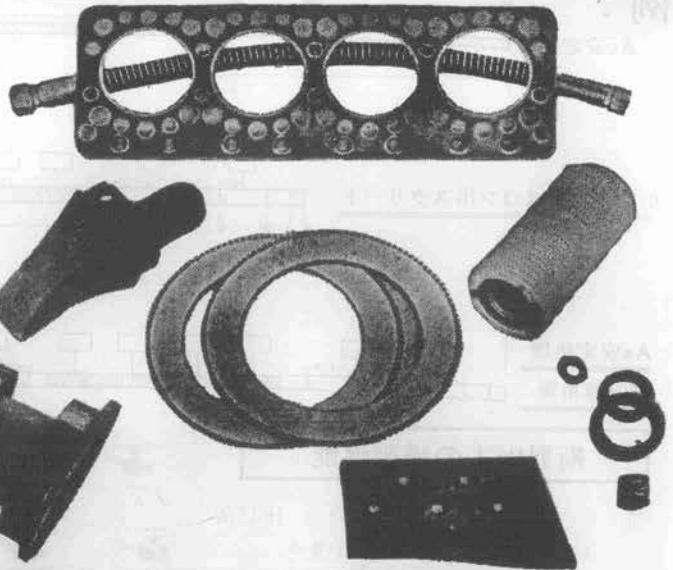
東京都千代田区内神田2丁目13番地 中村ビル ☎256-7737-8



中古車なら
良い機械が
なんでもそろう
フタミ広島屋へ
どうぞ!



建設機械の
部品なら
なんでもそろう
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
☎ 06 (901) 2 6 7 1 (代)
東京支店 東京都文京区湯島2-31-21号
☎ 03 (813) 9 0 4 1 ~ 3

大阪支店 大阪市福島区上福島南3-98
☎ ベアリング部 06 (451) 1551-4
部 品 部 06 (458) 4031-6
南大阪支店 大阪府松原市岡6-1-2
☎ 0723 (33) 2 3 2 3 (代)

バッチャー・プラント



コンピューターによる 生コン製造設備の総合管理

(出荷管理・在庫管理・自動設定)

〈営業品目〉

本式バッチャプラント	セメントサイロ
簡易バッチャプラント	振動ローラ
バッチャスケール	砕石プラント
強制攪拌ミキサ	コンベヤプラント

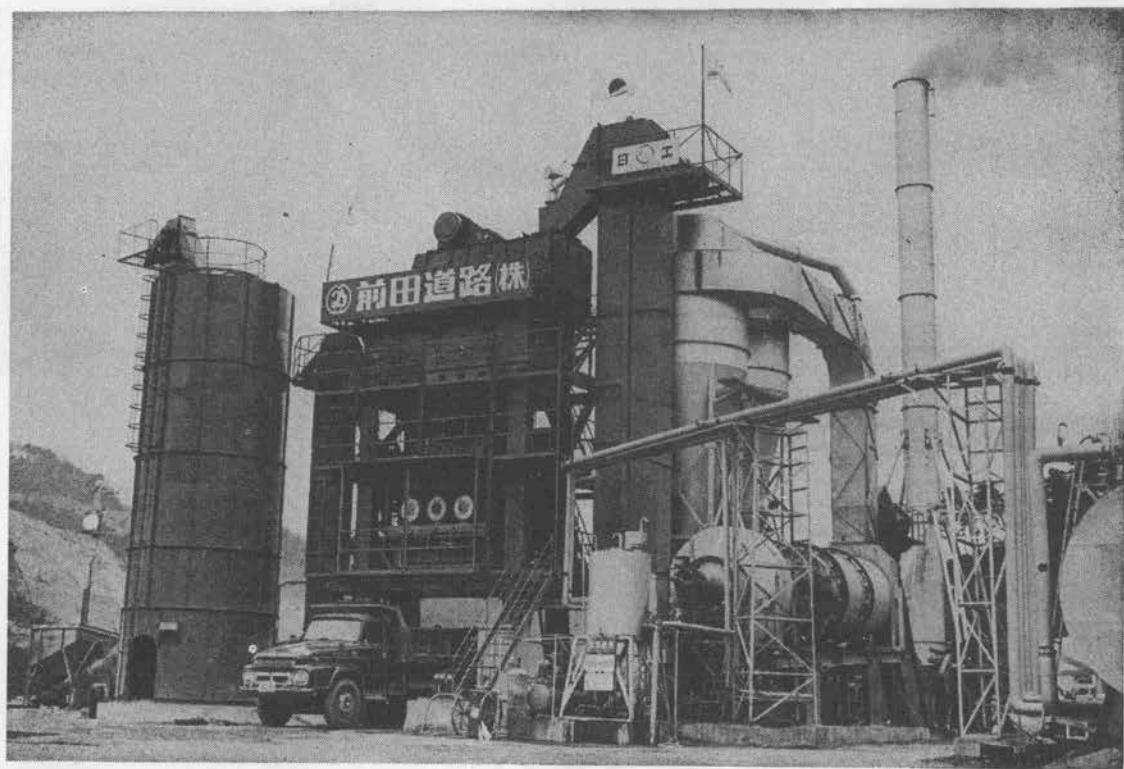
光洋機械産業株式会社

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 06 (358) 3521	札幌営業所	TEL 011(261)5171-8
東京支店	TEL 03 (294)1281-8	鹿児島営業所	TEL 0992(26)1650-2
福岡支店	TEL 092 (43)6461-4	岡山営業所	TEL 0862(53)0895
仙台支店	TEL 0222(25)4441-5	富山・盛岡・新潟	高崎・高知・沖縄
名古屋営業所	TEL 052(262)0251-4		
広島営業所	TEL 0822(43)2261-7	大阪工場	TEL 0720(21)2261-9

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 (294) 8121
	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

アスファルト・プラントの 粉じん公害は、 三菱ルーアフィルタが 解決します。

当社は、欧州のアスファルト・プラント用集じん装置に多くの納入実績を誇る“西独HEINRICH LÜHR社”と乾式集じん装置を技術提携し、同機の製作・販売を行なっています。

【特長】

- 特殊構造のガスクーラの併用により安定した連続運転ができます。
- ろ布を取り付けたままで、移設できます。
- ろ布の交換は、誰にでも簡単にできます。
- エレメントは、パネル形のため据付面積は少なくてすみます。

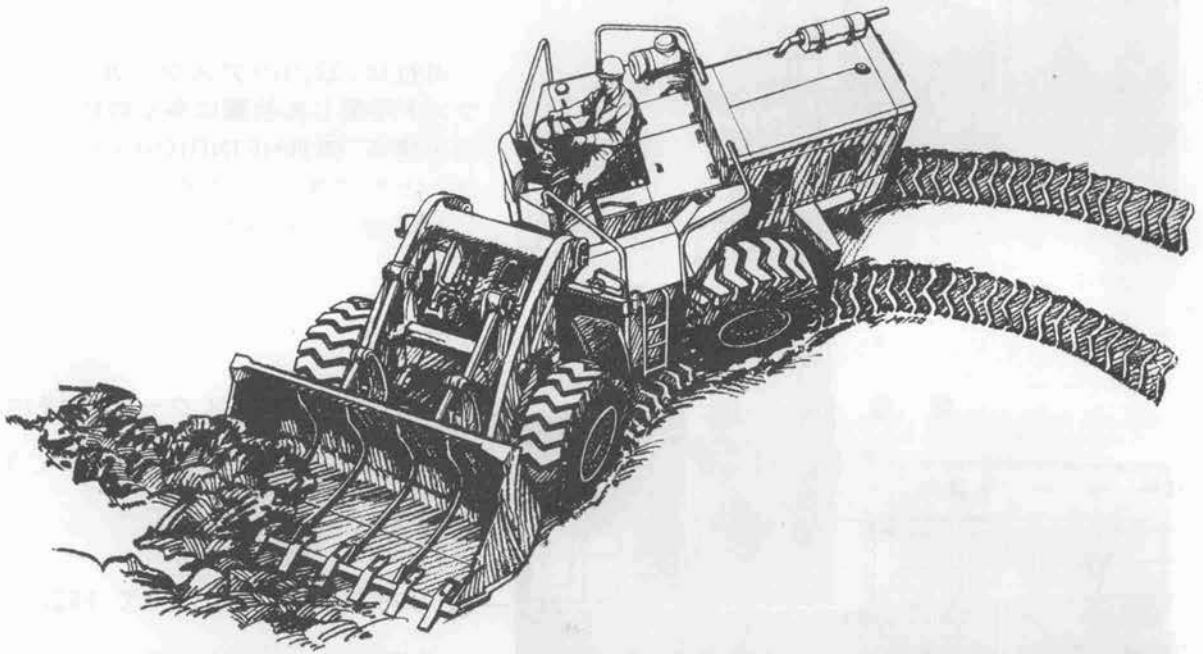
*なお、詳細については下記にお問い合わせいただければ、係員を派遣いたします。

 **三菱化工機株式会社 営業第2部・集じん機グループ**

本社 東京都千代田区丸の内2-6-2 ☎03(212)0611 大阪営業所 大阪市東区伏見町5-1 ☎06(231)8001

日本列島に動脈をつくる

人や物を運び、経済や文化を伝える日本列島の大動脈が、着々とその網を広げています。昭和60年までに、総延長9,000キロの新幹線網と、同じく6,700キロの縦貫自動車道路網を全国に張りめぐらそうと、各地でその建設工事がすすめられているのです。



車体屈折方式で実力発揮

街を抜け、山を越えて伸びる、細長い建設現場——ここに川崎ショベルローダが活躍し、自慢の「車体屈折方式」が、その真価を発揮します。昭和35年、川崎重工が他に先がけて国産化したこの方式は、単に回転半径を小さくしただけでなく、前輪と後輪の軌道を同じにして狭い場所での運転を安全・容易にし、ショベルローダの機動力と安定性を決定的なものにしました。

すばやいバケットの動き、余裕あるエンジン出力とともに、ニューモデルの大型シリーズKLD70・80・100型で、この優れた性能をお試ください。

KLD	100	80	70
バケット容量	4.8~5.5m ³	2.5m ³	2.0m ³
エンジン出力	420ps	205ps	145ps
運転整備重量	36,000kg	16,700kg	12,500kg



川崎重工

建設機械事業部

東京都港区浜松町2-4-1 世界貿易センタービル
〒105 電話 (03) 435-2901

川崎重工建機販売株式会社

東京都千代田区丸の内1-8-2 第2鉄鋼ビル
〒100 電話 (03) 213-0241(代)

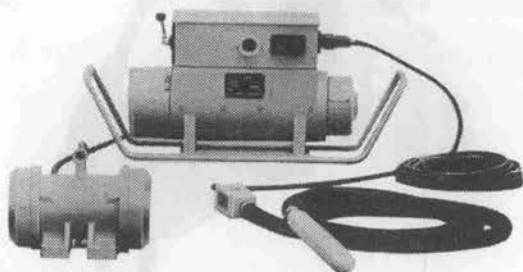
川崎ショベルローダ

KLD100 80 70

Hayashi VIBRATORS

長い伝統

最新の技術



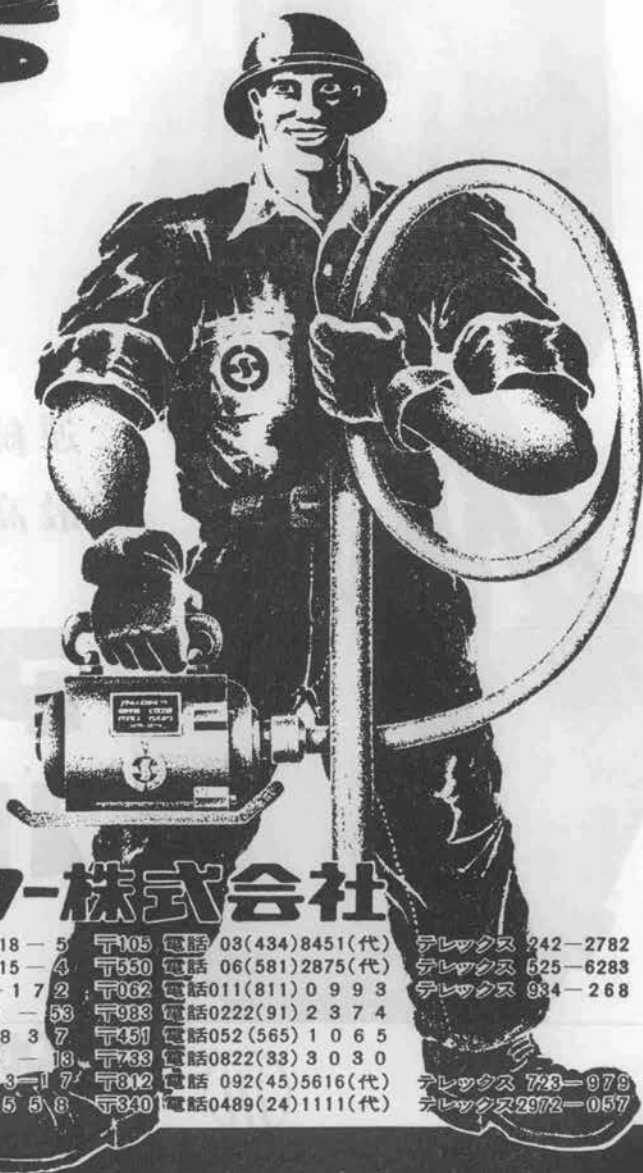
高周波バイブレーターシリーズ
 “48V→安全ボルト”
 “9,000~10,800 v p m→高振動”

周波数交換機

HFC 3A型 (3KVA)	外振型	HKM 40A型 HKM 120A型
HFC 6A型 (6KVA)		
	内部型 (モーター内蔵型)	HMV 40型 HMV 60型



凡ゆるコンクリート
 施工に即応する
 電気式・空気式・エンジン式
 各種バイブレーター



林バイブレーター株式会社

本社及東京支店	東京都港区浜松町1-18-5	〒105 電話 03(434)8451(代)	テレックス 242-2782
大阪支店	大阪市西区本田町2-15-4	〒550 電話 06(581)2875(代)	テレックス 525-6283
札幌出張所	札幌市豊平区平岸3条5-17-2	〒062 電話011(811)0993	テレックス 934-268
仙台出張所	仙台市原町1-3-58	〒983 電話0222(91)2374	
名古屋出張所	名古屋市西区牛島町8-3-7	〒451 電話052(565)1065	
広島出張所	広島市舟入中町2-18	〒733 電話0822(33)3030	
九州出張所	福岡市博多区美野島3-13-17	〒812 電話 092(45)5616(代)	テレックス 723-978
工場	埼玉県草加市稻荷町1-5-58	〒340 電話0489(24)1111(代)	テレックス2972-057



連続壁掘削に
最高の機能を誇る

かさゴの バケット

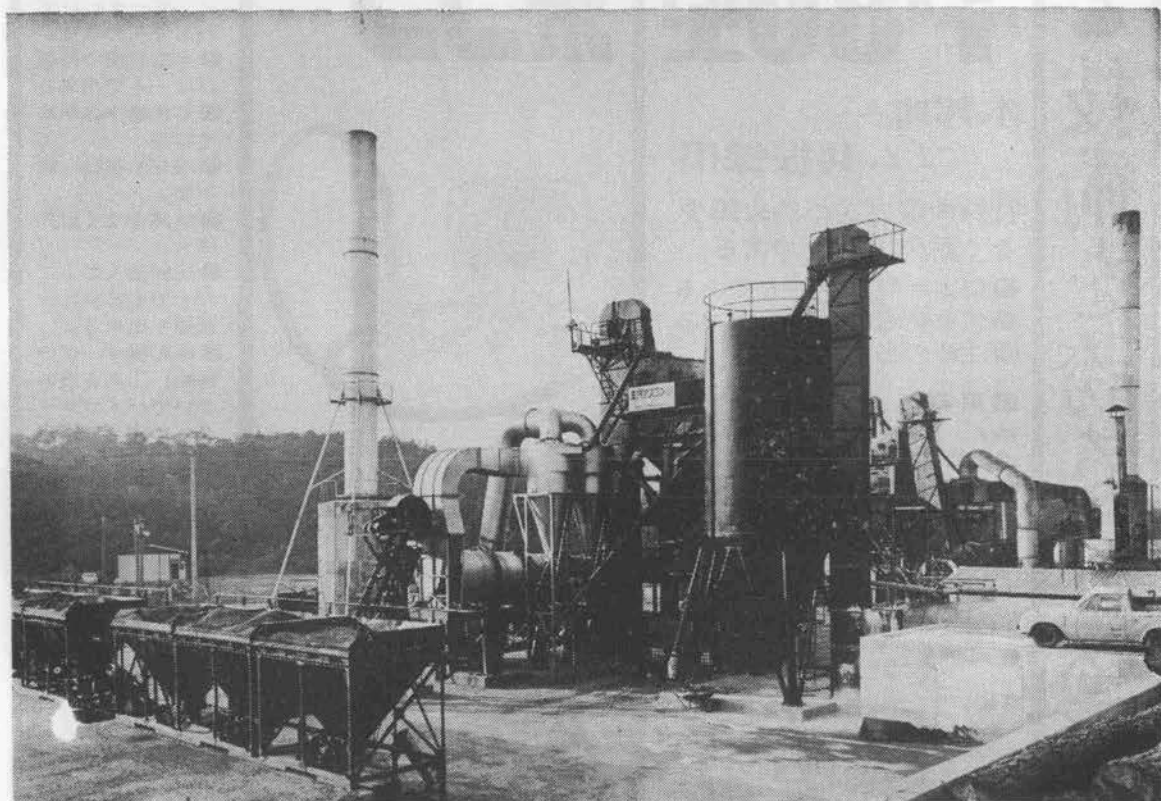


眞砂工業株式会社

本社 東京都足立区花畑町4074 TEL(03)884-1636(代)
 東京営業所 東京都千代田区内神田1-9-12(第2興亜ビル) TEL(03)293-8841(代)
 大阪営業所 大阪市北区牛丸町52(日生ビル) TEL(06)371-4751(代)
 北九州出張所 北九州市小倉区熊本町2-3-3(旭ビル) TEL(093)52-4276

省力化と公害対策に貢献する!!

TANAKA の全自動アスファルトプラント



TSAP アスファルトプラント



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. 03-241-4266(代)
本社工場	福岡県久留米市合川町57番地	TEL. 09422-3-0521(代)
東京工場	東京都東大和市芋窪247番地	TEL. 0425-61-1311(代)
大阪営業所	大阪府吹田市泉町5丁目11番12号	TEL. 06-389-1431(代)
札幌出張所	北海道札幌市澄川2条1丁目	TEL. 011-811-2007
名古屋出張所	愛知県名古屋市東区東片端町1丁目3番地	TEL. 052-971-2923
福山出張所	広島県福山市沖野上町7丁目171番地	TEL. 0849-22-6116

実績と技術を誇る特殊電機……!

トクデン タンパー Y-80型

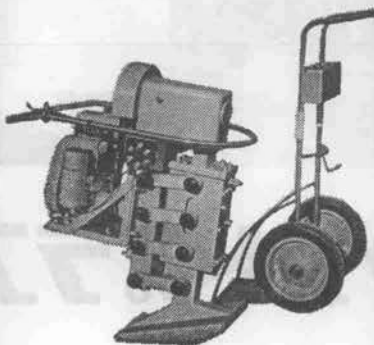
本邦唯一、
ゴム共振採用

特殊衝撃方式の為故障少
なく耐久力が大である。

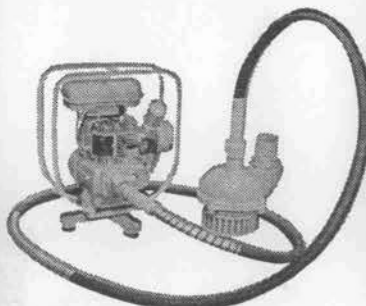
- 突固め能力が強力である
- 前進登坂力が強力である
- 注油の必要がない

■用途

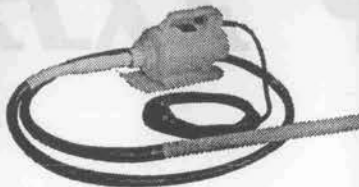
路床・路盤・アスコン等の軸圧
埋設工事後の軸圧 法面・法肩
路肩等法面の軸圧 盛土・栗石
の突固めその他狹隘場所の軸圧
締固め



軽便高性能 トクデン ポンプ



トクデン パイプレータ



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。
- 土砂混入のよご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)

480^l/min

1100^l/min

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	〒161 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	〒336 浦和市大字田島字榎沼2025番地	電話浦	和 0488(62)5321~3
大阪出張所	〒550 大阪市西区九条南通3丁目29番地	電話大	阪 06(581)2576
九州出張所	〒816 福岡市南局区内青木真砂町793番地	電話福	岡 092(41)1324
名古屋出張所	〒457 名古屋市南区汐田町3丁目21番地	電話名	古屋 052(822)4066
仙台出張所	〒983 仙台市大行院丁1番地	電話仙	台 0222(57)3860
北海道駐在	〒060 札幌市北一条東8丁目1番地	電話札	幌 011(241)8101

2月号PR目次

— C —

中央ダイヤモンド工業(株)……………後付34

— F —

古河鋳業(株)……………後付 8
古河さく岩機販売(株)…………… ” 30
不二商事(株)…………… ” 33
富士重工業(株)…………… ” 43
(株)フタミ広島屋…………… ” 48

— H —

日立建機(株)……………表紙 4
(株)日立製作所……………後付 4・7
北越工業(株)…………… ” 14
林パイプレーター(株)…………… ” 53

— I —

石川島播磨重工(株)……………後付20

— J —

重車輛工業(株)……………後付 1

— K —

(株)加藤製作所……………後付 5
(株)小松製作所…………… ” 9
極東貿易(株)…………… ” 22
キャタピラー三菱(株)…………… ” 24・25
(有)キタカ製作所…………… ” 32
久保田鉄工(株)…………… ” 36
栗田鑿岩機(株)…………… ” 45
光洋機械産業(株)…………… ” 49
川崎重工業(株)…………… ” 15・52

— M —

三井造船(株)……………表紙 3
マイカイ貿易(株)…………… ” ”
マルマ重車両(株)……………後付10
三菱重工業(株)…………… ” 12
三笠産業(株)…………… ” 13
(株)明和製作所…………… ” 23
(株)亦木荷役機械工務所…………… ” 38
三井・ドイツ・ディーゼルエンジン(株)…………… ” 44
三菱化工機(株)…………… ” 51
真砂工業(株)…………… ” 54
三菱重工業(株)……………綴 込

— N —

内外車輛部品 (株)	後付11
日発実業 (株)	〃 31
南星機械販売 (株)	〃 42
日 工 (株)	〃 50

— O —

大塚鉄工 (株)	後付 3
(株) 小川製作所	〃 18

— R —

ライカ電潜 (株)	後付35
-----------------	------

— S —

住友重機械建機販売 (株)	表紙 2
佐賀工業 (株)	後付 1
新東亜交易 (株)	〃 2
(株) 柴田建機製作所	〃 16
シエル石油 (株)	〃 27
住商建機販売サービス (株)	〃 26
(株) 桜川ポンプ製作所	〃 46
神鋼商事 (株)	綴 込

— T —

トーマン (株)	後付 17
(株) 東洋内燃機工業社	〃 19
(株) 東 洋 社	〃 21
(株) 東京鉄工所	〃 28
太空機械 (株)	〃 32
大旭建機 (株)	〃 33
東洋カーボン (株)	〃 35
東日興産 (株)	〃 35
(株) 田中製作所	〃 39
(株) 鶴見製作所	〃 40・41
田中鉄工 (株)	〃 55
特殊電機工業 (株)	〃 56

— Y —

油谷重工 (株)	後付 6
ヤンマーディーゼル (株)	〃 29
山田機械工業 (株)	〃 37

— Z —

ゼネラルロードイクイブメントセールス	後付47
--------------------------	------




国土の改造 住みよくなる工事の牽引車
三井ランドメイトHL5
力強く逞しい

トラクタショベル73年形ニューモデル

ホイール式トラクタショベル&バックホー

“小形ながら建設機械としての機能を備え、あらゆる工事に役に立つ”と好評のHL5をさらに掘削力の増大をはじめ、お客様のご要望を含めて改良、強化したニューモデルです。0.5m³、4輪駆動、車体屈折式、回転半径4m、重量3.1tの本体の特長をますます生かし、さらにバックホーの着脱を容易にし、バケット0.1m³、掘削深さ2.8m、掘削力2.4t、と実力をつけHL8形(4.6t、0.8m³)の弟として力強く、たくましく成長しました。

人間と技術の調和に挑む
 **三井造船**

東京都中央区築地5-6-4 〒104 ☎03(544)3757

営業所 札幌・仙台・東京・新潟・名古屋・大阪・高松・広島・福岡

代理店 三井物産機械販売サービス(株)・中道機械産業(株)・中道機械(株)・(株)中道機械・ツバコー重機総業(株)

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

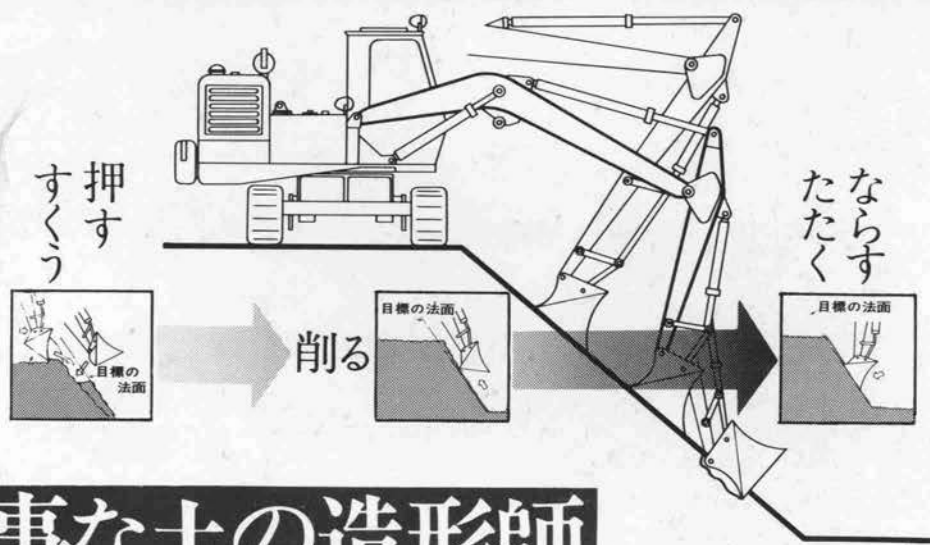


仕様

	BW-75S	BW-200
自重	950kg	8,000kg
転圧	10トン	32トン
出力	空冷ディーゼル8.5ps	空冷ディーゼル56ps
ロール径×巾	480×750-2	800×950-4
速度	1.6, 2.8km/h	1.0, 2.0, 3.0 km/h
登坂力	25° (1:2.2)	25° (1:2.2)
作業能力	1,200-2,100 m ² /h	1,500-4,500 m ² /h

 **マイカイ貿易株式会社**

本社:東京都千代田区麹町3丁目7番地 電話03(263)0281(大代表)
 大阪支店:大阪市大淀区大淀町南1-9 電話06(452)1712(直通)
 福岡支店:福岡市博多区博多駅東1-1-33(博多近代ビル) 電話092(43) 6 2 8 7
 北海道出張所:札幌市白石区菊水元町81-7 電話011(861) 3 1 0 1
 大館出張所:秋田県大館市豊町4-48 電話01864(2) 1 6 6 7



見事な土の造形師

掘るだけのショベルから多彩な作業ができる技能派ショベルへ。

日立油圧ショベルは、掘るばかりではありません。アタッチメントを装着するだけで作業範囲がグーンと拡大。例えばUH03のフロントアタッチメントとして開発された法面仕上機。押土、転圧から、芝付用の切り込み作業までの法面仕上のすべてがたった一台でできます。その仕上りは抜群！ムラなく美しく、調和のとれた見事さです。

これにより、従来、人手に頼り、作業期間を費やし、また経費をかけていた法面作業の難問が解消。各地の現場から好評をいただいています。法面作業は、ぜひ日立油圧ショベル法面仕上機をご検討ください。
●アタッチメントは、この他にも豊富にそろえております。現場条件に合わせてお選びください。

日立油圧ショベル

のりめん 法面仕上機



日立建機株式会社

東京都千代田区内神田1-2-10 〒101
日立羽衣別館 ☎東京03-293-3611(代)

「建設の機械化」

定価 一部 二五〇円

本誌への広告は

■一手取扱いの 株式会社 共栄通信社

本社 〒104 東京都中央区銀座8の2の1(新田ビル) TEL東京(03)572-3381(代)・3396(代)
大阪支社 〒530 大阪府北区富田町2-7 祝屋ビル3階 TEL大阪(06)362-6515