



昭和 51 年度

建設機械と施工法シンポジウム

論 文 集

社団法人 日本建設機械化協会

〒105 東京都港区芝公園21号地1-5

(機械振興会館) 電話 (03) 433-1501

昭和51年度

建設機械と施工法シンポジウム論文集

目 次

1. HP-24 ミックス ペーパー(常温混合舗装機)について ……住友重機械工業㈱ 代財幸夫… 1
2. 法面コンクリート打設機の開発について ……………
建設省中国地方建設局 星野日吉 益本 昭 佐々木輝夫… 5
3. ダムにおけるコンクリート運搬系の自動化, 省力化……………鹿島建設㈱ 松本義巳 石川 宏… 9
4. 真名川ダムの濁水処理について ……………建設省真名川ダム工事事務所 竹林征三 岸田広志… 13
5. 浚渫汚泥の覆土工法における一次処理 ……………東亜道路工業㈱ 村田 治… 17
6. 有明干拓軟弱地盤に関する工事報告 ……………日本舗道㈱福岡支店 神崎季司男… 21
7. 表層固化処理機械とその工法 ……………東亜建設工業㈱下関支店 西川 豊… 25
8. ホリゾンタル・ケミカル・インジェクション工法(H.C.I工法)について ……
不動建設㈱ 岸田孝人 辻 輝博 岩崎 定… 29
9. JST工法とその施工例 ……………日本国有鉄道東京第二工事局 高岡 博… 33
10. 基礎工における発生振動の実態について ……建設省九州技術事務所 蔵田正夫 城ヶ崎 甫… 37
11. 大型振動機V-300の開発 ……不動建設 小原元昭 川上高弘 三菱重工明石製作所 金子 勝… 41
12. 振動くい打ち作業がクレーンブームに及ぼす影響 ……………
建設省関東地方建設局関東技術事務所 塩野久夫 鎌田政也 小佐部憲麿… 45
13. 油圧式アースドリルの施工実績について ……………日立建機㈱ 小平善也… 49
14. 低騒音, 低振動工法によるコンクリート橋の取りこわし試験調査 ……………
建設省中部地方建設局 福田 弘 上坂森康… 53
15. 地下発電所工事における省力機械と安全工法 ……………鹿島建設㈱ 川島一夫 新野義仁… 57
16. トンネル工事高速化への試行 ……………建設省東北地方建設局 栗原宗雄 斉 恒夫… 61
17. 軟弱層に適応した土圧式シールド工法の開発と施工……………日本国土開発 玉野井 峻… 65
18. 深礎孔を利用したOM-ホリゾンタルオーガ工法 ……………
㈱大林組技術研究所 齊藤二郎 平間邦興 羽生田吉也… 69
19. シールドトンネル内の掘削土砂の流体輸送について ……………三井建設㈱ 中井 栄… 73
20. 改良テニコンとノリ面施工 ……………鉄道技術研究所 岸本 哲 長野敏己 成田嘉衛… 77
21. コクド15SBW湿地用スクレーパーの作業性能について ……………国土開発工業 野村昌弘… 81
22. CATD7G湿地ブルドーザについて ……………キャタピラー三菱㈱ 長谷川保裕… 85
23. ROPSの静載荷試験 ……………建設機械化研究所 本郷慎一 門内正信… 89
24. 土工機械転倒時運転員保護構造(ROPS)の転落実験について……………
建設省土木研究所 後藤 勇 小室日出男… 93
25. 建設機械運転員の疲労度について ……………建設省九州技術事務所 満田己一郎 境 友昭… 97

26. 建設機械の運転席視界	建設機械化研究所 本郷慎一 門内正信	101
27. 高性能油圧作動油の開発	日立建機㈱ 佐藤弥之助 出光興産㈱ 下川哲司	105
28. 建設機械による廃棄物処理について	キャタピラー三菱 平島正毅 吉野裕之	109
29. 三井リピットエレベータについて	三井三池製作所 三吉野積男	113

目次

1. 建設機械の運転席視界	建設機械化研究所 本郷慎一 門内正信	101
2. 高性能油圧作動油の開発	日立建機㈱ 佐藤弥之助 出光興産㈱ 下川哲司	105
3. 建設機械による廃棄物処理について	キャタピラー三菱 平島正毅 吉野裕之	109
4. 三井リピットエレベータについて	三井三池製作所 三吉野積男	113

1. HP-24ミックス ペーバ(常温混合舗装機)について

住友重機械工業株式会社 代表 幸夫

1. まえがき

高度成長期から低成長期にうつり資源の節約と省力化が叫ばれている。道路建設業界においても交通量に見合った設計施工の見直しと、ローコスト工法の新規開発が一段と強く要求されるに至っている。シガシガながら従来のローコスト工法の代表として知られている。ロードスタビライザ工法では密度及び平坦性の不揃いさに問題があり、又常温中央混合式も現場での合材運搬による問題があった。本機は、こうした問題を解決すべく、舗装現場において混合性の良い舗装を目的として、アスファルト乳剤協会の要請により協同開発の形で製作した、ユニークな常温混合式舗装機械である。

実験舗装から実用舗装を各地で施工し一応の成果を収め、市販化の後押しを迎えることができたので紹介を兼ね、その概要を報告するものである。

2. 構造の概要

本機は簡易舗装(下層及び表層)並びに本舗装の路盤や下層に使用されるもので粒度調整した材料を本機のホッパー内バンプより投入しホッパー下部に設けられたベルトコンベヤにて、機体中央部に設けられたミキサへ送られる。一方アスファルト乳剤は乳剤タンクからポンプにより圧送され、パイプラインを経てミキサ上部に装着されたスプレーノズルからミキサ内に撒布される。ミキサ下では粒度調整砕石と、アスファルト乳剤を混合し、連続的に混合材を後方スクリーンスプレッタ部分に吐出する。

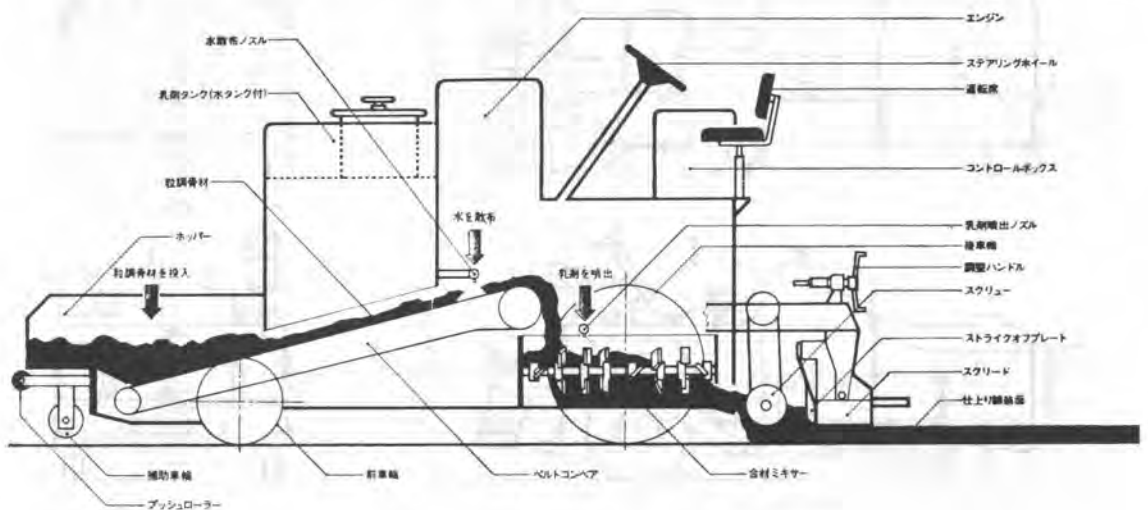


図-1 常温混合舗装 作動系統図。

スクリーンスフレッターにて所定の中径左右に敷広げ、スクリードにて締固めと同時に、一定の厚さ
と中径仕上げを行い、平坦精度の高いマットを形成することが出来る。(図-1 参照)

3. 主要仕様

車体重量	8,320 kg	寸法	羽根径 300 mm
寸法 全長	5,635 mm	回転速度	46.64 r.p.m ~ 570.75 r.p.m
全中	2,480 mm	スフレッター装置	型式 スクリュー式
全高	2,500 mm	寸法 外径	300 mm
軸距 前輪	2,080 mm	ピッチ	250 mm
後輪	2,000 mm	速度範囲	41.40 r.p.m ~ 243.31 r.p.m
軸距	2,500 mm	スクリード装置	バイブレータ 油圧駆動方式
走行速度 (移動時最高)	13.7 km/h	振動数	2,000 c.p.m
登坂能力	約 18°	スクリード長さ	2,400 mm
機関 名称	いすゞ C240 型	クラウン量	3%
定格出力	42.5 P.S. / 2,200 r.p.m	乳剤タンク容量	2,000 l
最大トルク	14.2 kgm / 2,000 r.p.m	水タンク容量	500 l
ホッパー容量	3,000 kg	乳剤ポンプ	150 l/min
ベルトフイター 有効中	350 mm	スプレーヤ	口径 5 mm x 4 r
速度範囲	29.5 m/min ~ 59 m/min	散布量	34 ~ 130 l/min
ミキサー装置	型式 二軸パッグミル式		

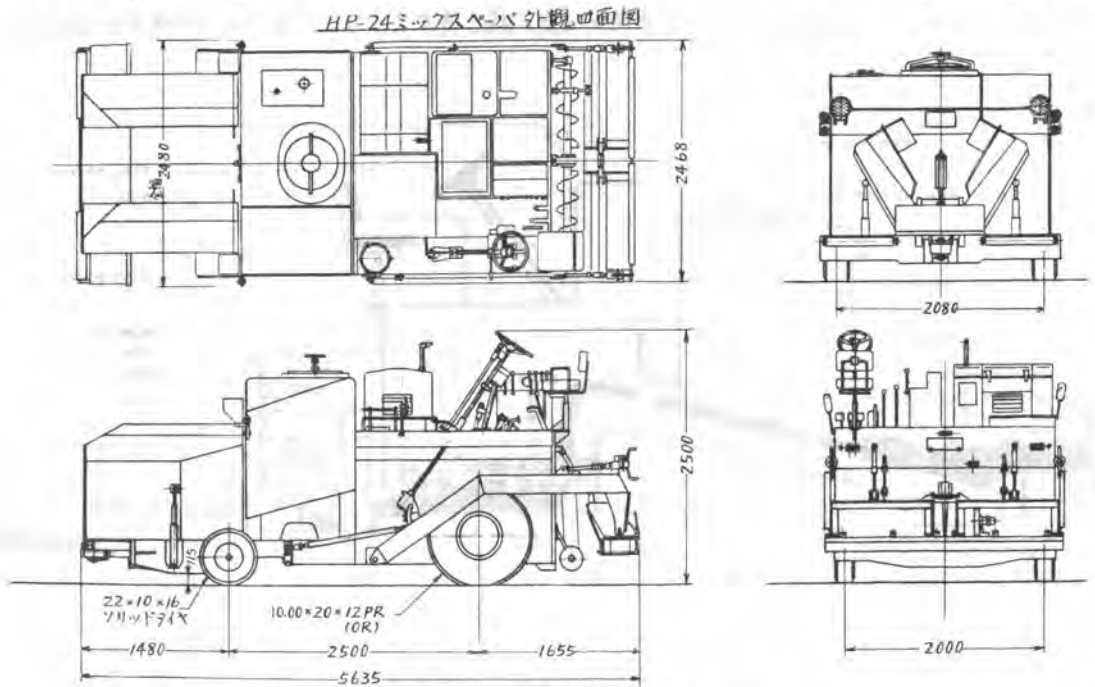


図-2 外観 四面図

4. 舗設性能及能力

舗装中	(標準) 2,400mm
	(最小) 2,000mm
	カットオフシユ使用時
舗装厚	10mm~100mm
舗装速度	2.03 ^m / ^{min} ~1.92 ^m / ^{min}
ミキサ混合能力	40~50 t/h
乳剤消費時間 (タンク2,000ℓ)	38 min
ローリからの乳剤供給時間	5 min



写真-1 HP-24全体図

5. 特長

- 1) 中央混合式の様にアスファルトプラントの設置を要せず、又現場間の運搬経費が安価です。
- 2) フラッシュヤランを主材料とするため、材料の購入が容易で且つ安価です。
- 3) プラント移動時に発生するロスタイムがないので舗設作業が効率よくスピーディに行える。
- 4) 現場の交通量に見合った舗装工事が常温中央混合方式及び加熱混合方式に比較して、ローコストで出来る。
- 5) 板上のミキサにより材料の混練を行うので、中央混合式に比べ運搬時の合材の分離又は、固まりが起きない。
- 6) スクリュアフレッドは左右単独駆動なので、舗装中に見合った舗装が効率よく、スピーディにできる。
- 7) 数回性能についてファイニッシャのスクリード機構を採用しているので、締固めも圧力であり、仕上がり精度が保証出来る。
- 8) 大型特殊自動車として自動車登録が出来るので、一般道路の通行が可能である。

6. 施工の概要及び実施例

本舗装工事は東京都の飛注による舗装工事であるが、実舗装テストを兼ね実施したもので、道路舗装断面は図-3に示すようは新設上層路盤工の舗装で、必ずしも本機がこの現場に適合したものでなかつたこと、データとしても充分とれはかつたことをごすめおわびして報告するものです。

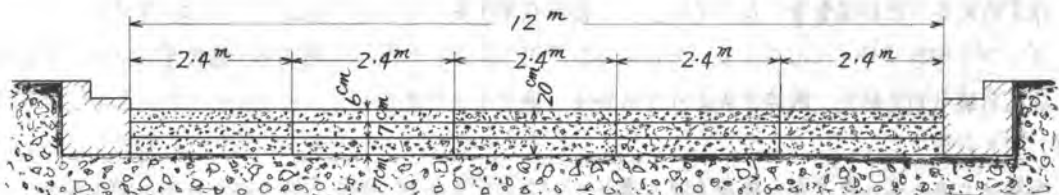


図-3 舗装道路断面

1) 路盤状況

路盤は自然観圧のまま、グレーチによる不陸修正のまま、路上にタックコートは使用せず。

2) 使用骨材

表-1 に細粒骨材粒度を示す。

骨材	粒径	30% _m	20	13	5	2.5	0.6	0.074	配合率 %	比重
4号 碎石		100	10.6	0.7					20	2.652
C-20		100	29.1	76.8	45.3	29.4	8.4	4.1	65	2.674
山 砂						100	90.3	7.8	15	2.753

表-1 骨材の合成粒度表

3) 使用アスファルト乳剤

下記に使用アスファルト乳剤の試験成績表を示す。

カチオンゾール	MK-2
粒子の電荷	プラス
エングレー度 (25°C)	8.4
ふるい残留物 (%)	0.1
貯蔵安定度 (5日%)	1.0
沈降残留物 (%)	58.0
針入度 (25°C)	125
四塩化炭素可溶分 (%)	99.7
比重	1.022



写真-2 舗装作業

4) 上層路盤用乳剤安定処理材の検査基準との比較。表-2 に示す。

	密度 % _m	安定度	70-値 ₁₀₀	空隙率 %	A5量 %
東京都検査基準	2.3以上	300 ^{rel}	20-55	3-12	3-5
施工材料分析値	2.306	712	—	—	4.1

表-2 安定処理材の検査

(注) 上記の都規格値は施工時気温が5~15°Cの時の数値を示す。(当日気温9°C)

5) 作業時の舗装及び機械的諸性能

舗装中2.4m×舗装長さ35と2m×厚さ7cm(仕上り厚)。マカダムローラ転圧代 20mm。作業時間当り燃料消費量 4.7ℓ/h。舗装作業速度 2.09 m²/min (低速+1速)。ダンフ1台当りサイクルタイム 30~40 min/16~19t。時間当り舗装量 30~40t。作業時騒音測定結果 機体中央より7m地点、地上1.2m高さにて、82dB (エンジン2200rpm)



写真-3 舗装仕上り路面

7. あとがき

本機は上述の様に東京都の検査基準を満足したものであるが、現在各地で種々の混合材を使用し、実際舗装を実施中である。日本アスファルト乳剤協会の新配慮と関係方面の評価を得ているが、機械及び工法について、更に研究を重ね、より商品として業界に提供致したいと考えている。

2. 法面コンクリート打設機の開発について

建設省 中国地方建設局 星野日吉 益本 昭 佐々木輝夫

はじめに

河川堤防の護岸は、主としてコンクリートブロック張、法枠工等により施工されているが、これらの工法は人手が多くかかるうえに施工速度が遅く、最近の労務費の高騰、熟練労働者の減少等の問題とともに、施工の省カ化、作業の効率化が強く要請されている工種の一つである。

これら従来工法に代わるものとして、法面に厚層のコンクリート張施工を行う「現場打ちコンクリート工法」をとり上げ、本工法の施工機械として「法面コンクリート打設機」の開発製作を行った。今回開発した工法は、わが国ではとりわけ護岸工の工事規模の小さい場合が多いことから、比較的小規模工事の場合も対応できる施工方式としていること及び厚層のコンクリート打ちができることに特徴があると考えている。

1. 機械の概要

本機は、0.6 m級車輪式油圧ショベルをベースとして、旋回台上に箱型鋼板製ビームを架装し、スリップフォーム方式の移動型枠（スプレッド、バイブレータ組み込み）を支持、ガイドさせる構造のもので、ローラチェーン駆動により移動型枠を走行させる。コンクリート供給機構はベルトコンベヤ方式である。また、動力は、本体搭載のディーゼル機関から油圧、発電機等を介して伝達する構造とした。本機の主な性能諸元を表-1に示す。



写真-1 法面コンクリート打設機と作業風景

2. 構造上の特徴

- 1) 本体：堤防天端の不陸に対応したレベル調整にアラトリガが利用でき、移動回送が容易な車輪式を採用した。
- 2) ビームガイド方式と支持機構：移動型枠のガイド方式は、不陸法面への適応性、機械据付けの容易さ、コンクリート供給装置の本体組み込み及び打設法長の任意にかえられる等からビーム方式とした。また、機械据付け及びビーム角度の設定作業を容易にするため、ビーム支持機構を平行リンク形式としている。
- 3) コンベヤとトリッパ：コンクリート供給装置は、ス

表-1 法面コンクリート打設機主要性能諸元表

性 能	打設法長(取)	7 m
	打設幅	1.5 m (打設ピッチ 1.4 m)
	打設厚	0.3, 0.35, 0.4 m
	打設速度	0.3 ~ 0.6 m/min
	打設能力	13 m ³ /h
寸 法	打設勾配	1:2.0 ~ 1:1.5
	コンクリート径	5.0 ± 1.5 cm
全 法		(全長×全幅×全高) 13,000 mm × 2,500 mm × 4,500 mm
系 統	内燃機関	88 PS/2,000 rpm 7.5-セル機関
	発電機	25 KVA/60 Hz 三相誘起式
各 部 構 造	本 体	0.6 m 油圧ショベル(油圧 480)
	ビーム	全長 13,000 mm 鋼板製
	スライジウム	(成面補助用) 1,500 mm × 700 mm
	バイブレータ	0.63 kw 28-33° 内部振動形
エカ-供給装置	平ベルトコンベヤ、能力 50 t/h	
重 量	19,600 kg	

ランプ、最大管径、本体への組み込みの容易さ等の市販標準仕様の平ベルト形コンベヤを採用しているが、こみでは二次コンベヤのトリックパに新しい試みを行っている。図-1に示すV形スクレーパ方式を採用して、ベルトの蛇行、コンフリートの片乗りを防止する構造としたものである。

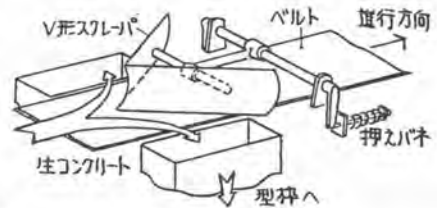


図-1 トリックパ構造図

4) 移動型枠 : 表面型枠及び側面型枠を分割構造としてあり、異なる2種類のコンフリート版断面及び打設厚さが簡単にめえられる構造である。

5) スプレッド及びバイブレータ : 移動型枠ボックス内にスクリュ式スプレッドを装備し、コンフリートの再練り機能をもたせている。また、バイブレータは、市販標準仕様の内部振動高周波形を採用しているが、移動型枠への振動伝播を防止するため、懸架機構は防振構造としている。

6) 運転制御機構 : 本体の操作関係を除いた作業装置の操作は、運転室と機側(移動型枠)の2箇所で行うことが出来る構造であるが、同時操作はできないよう切替スイッチを設けている。操作電源は、ブレーカ類のコンパクト化、入手性を考慮して主な回路をAC電源とし、ブレーキ、警報ブザー、各種リミットスイッチ等安全装置をDC電源とした2電源方式とした。

3. 施工方法

(1) 打設コンフリート型式(張コンフリート型と法枠型)

法面に打設するコンフリート版は、粗度を稼ぐための突起をもったベタコンフリート型式のもの、いわゆる法枠工型式(たて枠部分のみ機械打設する)の2型式のものがある。図-2に両型式の成形断面を示す。なお、法枠型の横枠部分は、たて枠の打設後つなぎ鉄筋を挿入して置き、硬化後に人力にて打設するものである。

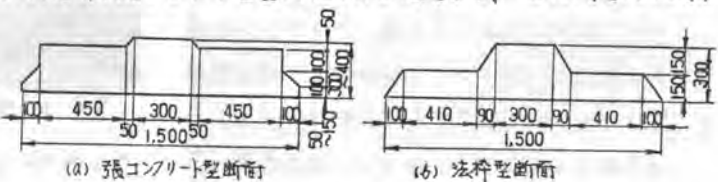


図-2 移動型枠による成形断面図

(2) コンフリート版の打設順序(一次打設と二次打設)

本工法では、連続打設ができるので、図-3に示すとおり1スパン(決定打設面)とほしに打設する一次打設と既設コンフリート版の中間を打設する二次打設とからなる打設方式としている。



図-3 打設順序

(3) 打設作業手順

本機による打設作業要領を図-4に示すが、作業手順とその内容は次のとおりである。

- (1) 天棚型枠設置(一次打設時のみ……人力)
- (2) 機械の据付け
- (3) コンフリート打設作業
 - ① 初期打設(コンフリートの詰込み及び締固め……人力)
 - ② スライディングフォーム(移動型枠)打設

- ③ 天端整形（型枠脱型及び機械移動のうち、天端コンクリートの締め及び表面仕上げ……人力）

(二) (四)の「機械据はけ」以下の工程を繰り返す。

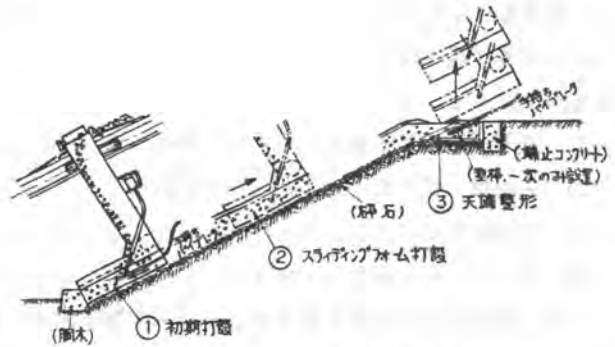


図-4 法面コンクリート打設機による打設要領図

4. 精査試験

本機の製作完了後の昭和51年3月に中国技術事務所構内において試験施工を行ったので、その概要を報告する。

(1) 試験概要

- (イ) 試験期日 昭和51年3月22～26日
- (ロ) 試験場所 中国技術事務所構内試験吏房

(ii) コンクリート配合

表-2のとおり

表-2 コンクリート配合表

区分	スランブ	指 定 事 項										配 合 表				
		粗骨材 量比	設計基礎 単層度	セメント の消費 率	骨材の 種類	以外	水	粗骨材 量比	粗骨材 量比	粗骨材 量比	粗骨材 量比	粗骨材 量比	粗骨材 量比	粗骨材 量比	粗骨材 量比	
A種	5	40	160	160	砂	232	160	946	1.013	0.073	69.0	48.4	2.55	2.71		

(iii) 試験条件

表-3のとおり

表-3 作業試験条件

設形式	法長	勾配	打設機	打設数	打設厚さ	打設速度	備 考
張コンクリート型	6 m	1:20	一次用	4	0.3 m	0.3~0.4 ^{m/min}	
			二次用	3			

(2) 試験結果

1) 作業量：今回の試験では、法長6m、天端コンクリート幅1.2mを打設したので、1サイクル当り10.08m²×7本で総面積70.56m²の施工を行った。

2) サイクルタイムと打設能力：本工法では間欠的な作業となる。図-5に1サイクルの所要時間例を示したが、7回の平均サイクルタイムは51.6minであった。これらの数値から時間当り作業量を求めると11.8m²/hとなり、計画時の能力をほぼ満足している。

3) 所要労力：作業に必要な編成人員は6名程度である。職種別になると世話役1名、運転手1名、特殊作業員2名、普通作業員2名となっている。各名、養生作業、アブテラットラック等の関係は除外している。

4) コンクリートのスランブ管理：今回実施した現場打ちコンクリート打設工法では、スランブの適用範囲が5.0±1.5cmであるから、現場到着時のスランブ管理が重要となるが、試験において搬入されたコンクリートのスランブは、5.0+0.7~-1.4cmが8件中7件で指定から大幅に外れたものが1件であった。

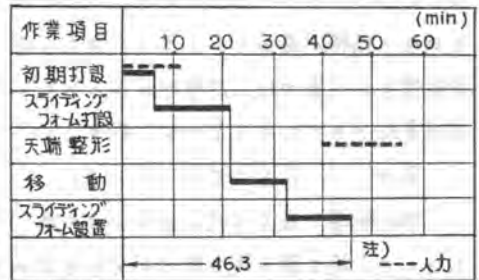


図-5 サイクルタイム分析図(計画打設)

5) 出来形について : 打設されたコンクリート版の各寸法は、それぞれ基準値以内におさまっていたが、主なものを示すと次のとおりである。

- ① 法長 -50 ~ +37 mm、② 天端幅 0 ~ +40 mm、
- ③ 平坦性 胴本側 $+16 \text{ mm} (\pm 2 \text{ mm})$ 、天端側 $+22 \text{ mm} (\pm 2 \text{ mm})$ 、
- ④ 打設版中心のずれ 1 ~ 31 mm、⑤ 段差 0 ~ 14 mm、
- ⑥ コンクリート版厚 270.3 mm (計画厚 250 mm)

なお、法面の仕上げ程度及びマット材の種類などにもよるが、今回(砕石マット)の結果ではコンクリートの割増率が8%となった。

6) 品質について : コンクリート強度(圧縮)は、図-6に示すとおり標準養生強度に対してコア強度が72~94%と高い値を示しており、密度も標準供試体に対して99%にも達していることから、コンクリート版の品質には問題がないと考える。

また、コンクリート版の破断面からも骨材の分離傾向はみられず、締固め効果についてもほぼ問題なかった。

7) 作業騒音 : 本機の走行時の騒音レベルが80ホン(A, 7m)、作業時が70ホン(A, 30m)であった。

5. おまけ

今回の開発機は、法勾配約34度まで型枠なしにコンクリート打設ができ、工法的にもかなり特徴があるものと思う。また、開発目標とした省力化、効率化についても、ほぼ達成できたと考えている。即ち、

労力 左未工法の $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$

時施量 左未工法の 2.5 ~ 3.3 倍

となった。施工費も施工条件がそろえばかなり低減できる見通しが得られている。試験施工の結果も工法(機械)、品質ともに問題がなかったが、本工法の検討及び機械製作の過程で残された問題として、機械据付けの容易化、コンクリート詰込み及び天端仕上げ作業の再検討、スランプ管理の方法、作業現場管理方法の確立などがあり、現場施工の実績を得て今後の改良基盤にこれらの課題の解決を図りたいと考えている。

おわりに、本機の製作にあたり多大の尽力を頂いた油谷重工業(株)の関係各位に感謝の意を表す所である。



写真-2 スライディングフォームと打設コンクリート版面状況

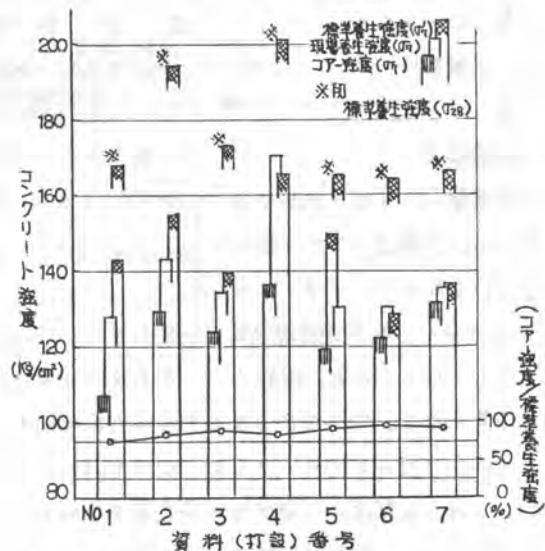


図-6 コンクリート強度(圧縮)試験結果

3. ダムにおけるコンクリート運搬系の自動化、省力化

鹿島建設 松本 義巳
石川 宏

I. まえがき

コンクリートダムにおいて、コンクリートを打設する場合、大量のコンクリートをフロントから打設箇所まで、能率よく、しかも分離を生じさせないで運搬しなければならない。

この方法としては多くの場合、コンクリート運搬線（バンカー線）とケーナルクレーンの組み合わせによる運搬、打設方法がとられる。

このうち、コンクリート運搬線上の運搬方法としては、コンクリートフロントから直接コンクリートをバケットに積み込んで、運搬台車に載せて運搬線に運び、空のバケットと吊り換える方法と、トランスファーカと呼ばれる運搬車（以後、運搬車という）のホッパー内にコンクリートを積み込んで運搬し、バンカー線上の任意の位置に吊り降ろされたバケットに積み込む方法のものがあるが、最近では、運搬車方式を採用する例が多くなっている。この方式は、バケットの吊りが又が不安定であるから安全であり、コンクリート打設のサイクルタイムが短縮でき、作業員も少なくて済むなどの利点があるからである。

また、コンクリートダムにおけるコンクリート運搬は、大量に、しかも長期にわたって行われ、割合単純な作業の繰り返しであるから、自動化することによって最も効果の期待できるもの／＼であり、これまで有人により手動運転を行われていた運搬車を、ケーナルクレーン、およびコンクリートフロントと連繋をとりながら、自動化、無人化することにより、さらに次のような効果が期待できる。

(1) 省力効果

従来は、運転員の他に、雑作業業務の信号合図のための作業員を必要としたが、自動化とすれば、コンクリート運搬線上（以後、運搬線という）には、専従の作業員をなくすることができる。

(2) サイクルタイムの短縮

運搬車運転員の熟練度による運転時間のバラツキや誤操作などのミスがなくなり、また事前に運搬線上へのバケット着床予定位置を検出して、正確にその近くまで運搬車を発進させておくことができるので、コンクリート打設のサイクルタイムを短縮することが、可能である。

(3) 安全面の向上

自動運転中は、運搬線上は無人的となるので、車両事故が防止でき、また、コンクリート誤放出など

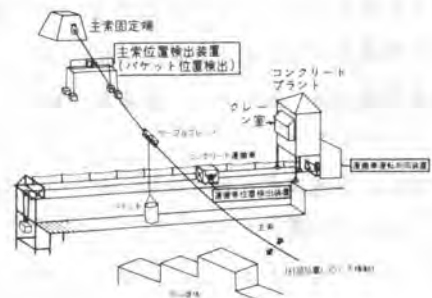


図-1 運搬系全体図

のトラブルも少なくなる事ができる。

以上のような趣旨のもとで、運搬車の自動運転装置を開発し、コンクリートダムにおいて、コンクリート運搬系の自動化、省力化を試みたので、その概率を紹介する。

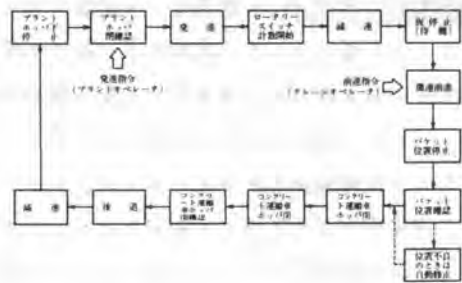


II. 自動運転システム

図-1に、コンクリート運搬系の全体図を示す。このうち、自動化したものは、コンクリートフロントから運搬車に積み込まれたコンクリートを自動的にバケット着床位置まで運搬し、コンクリートをバケットに積み込んだ後、コンクリートフロントまで戻ってくる部分である。

原理的には、運搬線上でのケーブルクレーン主索の初動量を検出し、この値からバケットの着床予定位置を知り、これと目標値にして運搬車と自動運転させるものである。図-2に、自動運転原理図を、図-3に、運搬車の動作のフローシートを示す。

図-2 自動運転原理図



原理および運搬車の動作フローについて詳しく述べると次の通りである。

図-3 コンクリート運搬車動作フローシート

図-2からも判るように、ケーブルクレーン主索の初動量を回転運動に変え、電気パルス信号に変換して、ロータリスイッチにメモリさせる。次に運搬車も同様に、車輪の回転量を電気パルス信号に変換してロータリスイッチに刻々とメモリさせる。そしてバケット着床予定位置を示すパルス数と、運搬車の位置を示すパルス数が一致（実際は、運搬車の制動距離があるので、その分パルス数は補正しておく）したとき、電気信号をもらい、運搬車を適正位置に停止するようにする。

また、これら一連の動きを運搬車を主体にしてみると図-3のようになる。すなわち運搬車の動きは下記順序で行なわれる。

- a, フロントオペレータがコンクリート積み込み後、スタートボタンを押すと運搬車が走り出す。
- b, 運搬車は増速後、定速運転を行ない、バケット着床予定位置8m手前で信号をもらい減速し5m手前で仮停止する。
- c, ケーブルクレーンオペレータが、バケット着床後、運搬車の再スタートボタンを押す。
- d, 運搬車は微速前進を行ない、バケット真横で停止する。
- e, 停止位置がずれた場合は、位置を検出し、自動的に適正位置へ修正する。
- f, バケットにコンクリートを放出後、自動的にコンクリートフロントへ後退する。

Ⅲ 自動運転装置

自動運転のための装置は、ケーブルクレーン主索位置検出装置（バケット着床予定位置検出）、運搬車位置検出装置、運搬車運転制御装置、安全対策装置などから成り、主な装置について説明すると、次の通りである。

1. 主索位置検出装置

コンクリート打設にあたっては、打設箇所の初動とともに、ケーブルクレーンが走行し、そのため運搬線上へのバケット着床位置が変化するので、このバケット着床位置を検出する必要がある。

ケーブルクレーンは、主塔や副塔が走行路上を走行して主索を初動させる弧動形、あるいは両端走行形と呼ばれるものと、走行路がなくともすむ軌索式と呼ばれるものに大別されるが、走行路を有する方式のものは、検出器の設置、主索位置の検出が比較的容易にできる。これに対し、今回の対象クレーンは、軌索方式のため走行路がないので、図-4に示すように主索両端側へ新規に検出装置を設置した。

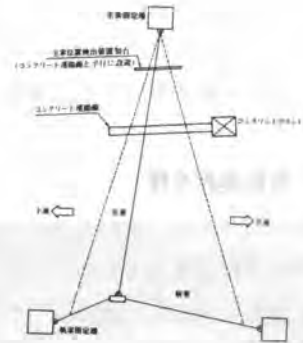


図-4 主索位置検出装置

原理的には、運搬線と平行に架台をもうけ、ここでの主索初動量が、運搬線上での初動量と比例関係にあることを利用し、この初動量を回転運動に変えて、電気パルスに変換するものである。

2. 運搬車位置検出装置

運搬車の位置検出は、運搬車の車輪にパルス発信器を取り付け、車輪の回転数から運搬車の走行量を算出して行なうものである。

3. 安全対策装置

有人運転に対して無人運転の場合には、順序づけられた動作は正確に行なう反面、異常事態の発生に対しては、適切な判断を下すことが困難な場合が多い。特に、このような初動体と無人運転する場合には、十分な安全対策を施す必要がある。また、今回の現場は、地形的な条件から運搬線上流前に運搬車の走行余裕をとることができなかつたので、暴走防止対策に対しては、二重、三重の注意を払った。安全対策の主なるものは、図-5にも示したが、次の通りである。

a. 暴走防止

- i) バケット着床予定位置から3m過ぎると、非常停止がかかる。
- ii) 運搬線の上、下流端では、非常停止をかける。
- iii) 運搬線上流側10m区間は減速区間とし、この区間で減速しない場合は非常停止をかける。

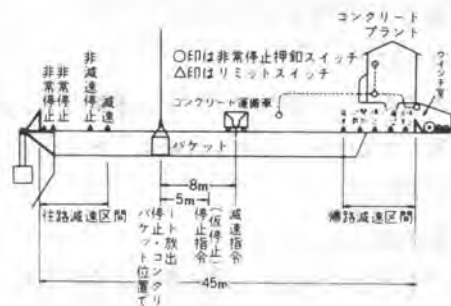


図-5 安全対策装置

2. 警報, 監視

i) 自動運転中は, 回転灯で警告し, 運搬線上は立入禁止とする.

ii) 運搬車の発進前は, アザーで警報を鳴らす.

iii) コンクリートアラウンドから運搬車へのコンクリート積み込み時, およびバケットへの放出状況は, それぞれテレビで監視する.

IV. 自動運転実績

1. コンクリート打設

今回自動運転を実施したダムにおけるコンクリート打設期間は, 約17か月間であるが, このうち, 自動運転を行なった期間は, 約15か月間である.

また, 全コンクリート打設量は20万 m^3 であるが, このうちの約19万 m^3 を自動運転で打設した.

2. サイクルタイム

当ダム現場でのコンクリート打設サイクルタイムは, コンクリート運搬路が短い関係もあり, 運搬車による運搬時間に比べ, ケーブルクレーンでの運搬時間が長いため, 自動化によるサイクルタイムの短縮効果を論じることはできない. しかし, 当初計画した全体でのサイクルタイム4分以内という目標値は, 十分達することができた.

3. 省カ効果

従来の方式, すなわちバケットを運搬台車で運ぶ方式に比べ, 運搬車方式では, 玉掛作業員と信号員が削減できるほか, これを自動化, 無人化したことによって, さらに運転員も不要となり, 省カ効果が得られる.

4. 安全面

当然のことではあるが, 車両事故は皆無であった. また, 暴走に対しても, バケット着床予定位置を数回通過したことはあるが, 3 m 通過地点での非常停止で止まった.

V. おすび

今回, 新しい試みとして, 主索位置検出方式による運搬車の自動運転装置を開発し, ダムにおけるコンクリート運搬系の省カ化を計ることができた.

しかし, 今回の自動化は, 試作装置でもあり, また, 対象機械についても, 従来方式のままを自動化を試みた関係で, 実用に際しては不具合の部分もあったが, 今後は, 初期の段階から, 自動化対象の機械について吟味, あるいは改良を加えておけば, より安全な自動運転装置にすることができると考えている.

4. 真名川ダムの濁水処理について

建設省真名川ダム工事事務所 * 竹林 征三
岸田 広志

1. まえがき

ダム建設工事における濁水は各種骨材製造から多量の微粒子を含んで排出される。又、打設面のグリーンカット処理水およびグラウト工事の廃棄セメント等によって強アルカリ化されて排水される。これらのダム工事排水による河川の汚濁防止はダム工事による公害対策の最も重要な課題である。直下流の大野盆地は扇状地を呈し、清澄で豊かな地下水と清流で有名である。用水路は発達し、農業用水の他に洗濯や風呂等の生活用水、防火用水等に利用されている。



昭和32年頃までは飲料水にも使用されていただけに、濁水対策には建設当初から万全を期してきた。なお、当濁水処理プラントの特徴は処理水を還元して再利用を行なった事があげられる。この報告は濁水処理およびPH処理の実績を報告し、一部考察を加えたものである。

表-1, 表-2に真名川ダムのダム諸元およびダム用仮設備一覧表を示す。

表-1 ダム諸元 表-2 仮設備一覧

2. 濁水処理設備

濁水処理の対象は位置的な関係から一次破砕設備を除き、二次プラントからの排水について行なう。濁水処理設備のフローシートを図-1に示す。

(1) 骨材製造プラントの計画使用水量

スクラバー	2,500 l/min
スクリーン	6,000 l/min
2次・3次クラッシャー	200 l/min
ロッドミル	920 l/min
クラッシュファイヤー	4,000 l/min

計 13,620 l/min (= 816 m^3/hr)

(2) 給水計画

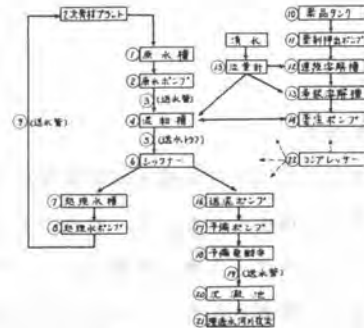
給水設備は2系列ある。堤体関係のバッチャー用水、クーリング用水、清掃養生用水、グラウチング用水等は本川ダム下流から取水している。骨材プラントは位置の関係から最寄りの持籠谷にピットを設け取水している。持籠谷は集水面積 0.8 Km^2 と小さいので上記の 13.6 $\%$ 分が取水できるのは梅雨期のみで、常時 8 $\%$ 分程度なので不足量 5.6 $\%$ 分はシクナーの上澄水を還元再利用している。

ダ ム	
河川名	一級河川真名川(水島町川)
位置	大野盆地大野町若生子
集水面積	227.7 Km^2
ダム型式	非圧力物性重力式ダム
堤高	127.5 m
堤頂長	362.0 m
堤頂幅	6.0 m
堤体積	約 507,800 m^3
ダム高さ	EL. 387.500 m
地 質	古第三紀礫層、片麻岩、砂岩、一部石灰岩等
骨 材	中生代砂岩・砂岩、砂岩、石灰岩、砂岩
貯 水 池	
集水面積	約 3.00 Km^2
集水延長	約 12 km
総貯水量	115,000,000 m^3
有効貯水量	25,000,000 m^3
埋砂量	20,000,000 m^3

図号	設備名	設備容量	仕様
1	粗砕機	1,000 \times 1,200mm	2
2	スクリーン	1,000 \times 1,200mm	2
3	スクリーン	800 \times 1,200mm	2
4	スクリーン	800 \times 1,200mm	2
5	スクリーン	2,000 \times 1,200mm	2
6	スクリーン	2,000 \times 1,200mm	2
7	スクリーン	2,000 \times 1,200mm	2
8	スクリーン	2,000 \times 1,200mm	2
9	スクリーン	2,000 \times 1,200mm	2
10	スクリーン	2,000 \times 1,200mm	2
11	スクリーン	2,000 \times 1,200mm	2
12	スクリーン	2,000 \times 1,200mm	2
13	スクリーン	2,000 \times 1,200mm	2
14	スクリーン	2,000 \times 1,200mm	2
15	スクリーン	2,000 \times 1,200mm	2
16	スクリーン	2,000 \times 1,200mm	2
17	スクリーン	2,000 \times 1,200mm	2
18	スクリーン	2,000 \times 1,200mm	2
19	スクリーン	2,000 \times 1,200mm	2
20	スクリーン	2,000 \times 1,200mm	2
21	スクリーン	2,000 \times 1,200mm	2
22	スクリーン	2,000 \times 1,200mm	2
23	スクリーン	2,000 \times 1,200mm	2
24	スクリーン	2,000 \times 1,200mm	2
25	スクリーン	2,000 \times 1,200mm	2
26	スクリーン	2,000 \times 1,200mm	2
27	スクリーン	2,000 \times 1,200mm	2
28	スクリーン	2,000 \times 1,200mm	2
29	スクリーン	2,000 \times 1,200mm	2
30	スクリーン	2,000 \times 1,200mm	2
31	スクリーン	2,000 \times 1,200mm	2
32	スクリーン	2,000 \times 1,200mm	2
33	スクリーン	2,000 \times 1,200mm	2
34	スクリーン	2,000 \times 1,200mm	2
35	スクリーン	2,000 \times 1,200mm	2
36	スクリーン	2,000 \times 1,200mm	2
37	スクリーン	2,000 \times 1,200mm	2

③ ダストの廃棄について

計画当初は真空脱水シトラックで場外に搬出する予定であったが、経済的な理由から土捨場天端に深さ 8.5 m 容量 16.0 万 m³ の沈澱池を造成し、ポンプ圧送して浸透水を真名川に放流した。



番号	名称	数量	寸法・規格・その他
①	原水槽	1	容量: 145 m ³ , 直径 7.5 (φ7.5), 深さ 2.65 m
②	原水ポンプ	3	3.5 m ³ /min = 10 m ³ / 2.2 kW × 3 台
③	浄水室	1	300 ² x 3.8 P
④	中和槽	1	寸法: 1.2 × 3.0 × 1.5, 有効容量 5 m ³ , 攪拌機 18 秒 攪拌機: 400 W = 260 W × 2.2 kW
⑤	沈澱池	1	300 × 300 × 8.5 m
⑥	沈澱池	1	寸法: 20.000 m × 3.500 m, 有効容量 140 m ³ / 1.8 P 3.7 kW, 流入水量 816 m ³ /hr, 浄化時間 1.35 hr
⑦	乾燥機	1	寸法: 5.500 m × 5.500 m, 有効容量 100 m ³ 流入水量 316 m ³ /hr, 浄化時間 1.2 m
⑧	乾燥機ポンプ	1	流量 3.5 m ³ /min = 2.1 kW × 1.60 kW
⑨	濾水室	1	寸法: 300 m x 170 m, 深さ: 2.30 m
⑩	濾水ポンプ	3	寸法: 3.500 m × 2.000 m, 有効容量 16 m ³
⑪	最終沈澱槽	3	寸法: 2.0 m × 2.0 m × 2.0 m (1.5 m)
⑫	最終沈澱槽	3	寸法: 2.0 m × 2.0 m × 2.0 m (1.5 m)
⑬	最終沈澱槽	3	寸法: 2.0 m × 2.0 m × 2.0 m (1.5 m)
⑭	最終沈澱槽	3	寸法: 2.0 m × 2.0 m × 2.0 m (1.5 m)
⑮	最終沈澱槽	3	寸法: 2.0 m × 2.0 m × 2.0 m (1.5 m)
⑯	最終沈澱槽	3	寸法: 2.0 m × 2.0 m × 2.0 m (1.5 m)
⑰	最終沈澱槽	3	寸法: 2.0 m × 2.0 m × 2.0 m (1.5 m)
⑱	最終沈澱槽	3	寸法: 2.0 m × 2.0 m × 2.0 m (1.5 m)
⑲	濾水室	1	200 ² x 3.7 P = 2.6 kW
⑳	濾水ポンプ	1	2.50 kW
㉑	浸透水回収池	1	流量: 55-100 PPH 以下
㉒	沈澱池	1	寸法: 8.5 m × 5.5 m × 8.5 m

図-1 濁水処理フローシート

3. PH 処理設備

グリーンカット処理水およびグラウチング排水等の汚濁水を堤体直上流部の釜場に集め、水中ポンプで PH 処理設備に送水する。図-2 に PH 処理設備のフローシートを示す。

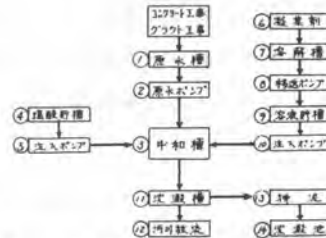
① ダムサイトの使用水量の計画

パッチャプラント	800 t/hr	計 4800 t/hr
クレーン	1500 t	
ボーリング・グアウト	700 t	
清掃養生	4,300 t	
その他雑用水	700 t	

これに対し、処理の対象はボーリング・グラウト用水と清掃養生用水である。水量は最大 5 m³/分であるが釜場の貯留効果で平均 3 m³/分で計画した。

② PH 処理の方法

試験にて、原水 PH=12.35、透視度 0.5 cm 以下、副生塩酸 85% を最大 3.2 ℓ/hr と高分子ア



番号	名称	数量	寸法・規格・その他
①	原水槽	1	ダム直上流汚水貯留槽
②	原水ポンプ	2	水中ポンプ, 3.5 m ³ /min = 2.2 kW
③	中和槽	1	寸法: 4.0 × 4.0 × 2.5 m (3.7 P 以下)
④	中和槽	1	攪拌機: 3.7 kW = 2.2 P
⑤	中和槽	1	容量: 100 m ³ (副生塩酸濃度 35%) (鋼製)
⑥	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
⑦	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
⑧	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
⑨	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
⑩	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
⑪	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
⑫	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
⑬	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
⑭	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
⑮	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
⑯	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
⑰	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
⑱	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
⑲	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
⑳	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
㉑	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
㉒	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
㉓	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
㉔	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
㉕	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
㉖	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
㉗	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
㉘	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
㉙	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
㉚	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
㉛	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
㉜	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
㉝	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
㉞	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
㉟	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
㊱	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
㊲	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
㊳	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
㊴	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
㊵	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
㊶	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
㊷	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
㊸	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
㊹	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
㊺	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
㊻	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
㊼	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
㊽	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
㊾	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW
㊿	濾水ポンプ	1	寸法: 3.7 m ³ /min = 1.0 kW × 0.8 kW

図-2 PH 処理フローシート

ニオン性凝集剤 2~3 ppmを添加して沈澱池において中和反応と沈澱を行なって、放流基準の PH、5.8~8.6、透視度 20cm以上にする計画である。なお沈澱池(約 100 m² × 3 池)の排泥はミキサ一車によって場外に搬出するものである。

4. 実績と考察

① 骨材生産過程における損失率

イ. 総損失率の検討

原石山採掘量	1,032,000 m ³	} 総損失率、約 16.1%
表土処理	439,000 m ³	
産廃岩とデブリロス	117,000 m ³	
総原石使用量	476,000 m ³	
同上 ton 数	1,239,000 t	
砕骨材使用量	1,067,000 t	

ロ. 二次プラントにおけるダスト率

全沈澱池容量 16 万 m³のうち昭和 50 年度末まで

の堆砂実績は 10.74 万 m³である。平均含水率は 70 %

なので総ダスト量は 1.48

万 m³を乗じて 15.9 万トン。

従ってダスト率は総骨材量

106.7 万トンで割ると、

1.49%であった。よって一次骨材プラントのダスト率が 1.2%、二次骨材プラントのダスト率が 1.49%である。

② 濁水量及びダスト率と粒度分布

表-3に濁水量とダスト率の実測値を示す。この原水槽入口濁度からダスト率を検証する。ダスト量=濁度 27,300 ppm × 総濁水量 5.74 千 m³ = 156,700 m³となり上記のダスト率 1.49%は妥当なものといえる。ダストの粒度分布を図-3に示す。原石山の粘土及びシルト分と最終の沈澱池の粒度の差は粗粒部が減少している。これは一次破碎による大きな粒子のロス分と考えられる。又、スクリーン及びスクラバー等の初期の洗浄水は粒度が細かいのに比べ、ロッドミル以後は破碎岩屑となり粒度が粗らくなっている。以上よりロッドミルとスクリーン等の洗浄水の性質が異なることがわかる。

③ PH処理の塩酸使用量

排水中のセメント濃度によって PH 値が変わる。当ダムの場合は PH 値 = 8.429 + 1.024 log(セメント ppm) の関係が得られた。月毎のグラウトとグリーンカットによる原水セメント濃度と PH 値の実績を図-4に示す。実績と実験式とのバラツキは雨水流入、セメントの付着、パッチャーの洗浄水等の影響と考えられる。上記セメント量の S 50 年度末までの総和は 950 トンであり全処理水に対する平均濁度は 2.41 ppm となる。これより工事中

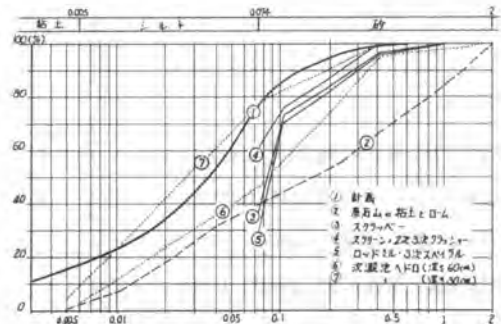


図-3 粒度分布図

表-3 二次プラント濁水量とダスト率

	濁水量 m ³ /hr		濁度 ppm		推定ダスト量 t/hr	
	計画	実測	計画	実測	計画	実測
スクラバー	150	215	22,670	35,600	3.4	7.65
スクリーン、2次・3次クラッシャー	372	348	20,430	8,740	7.6	3.10
ロッドミル、3次スパイラル	294	217	64,630	55,200	19.0	11.98
計(原水槽入口)	816	780	36,760	27,300	30.0	21.20

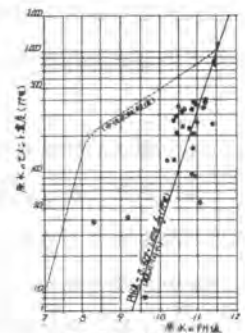


図-4 原水・処理水の濁度と PH 値の実績図

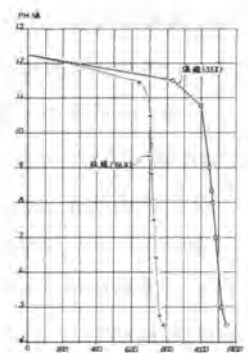


図-5 PH 値と中和剤濃度図

の平均PH値は10.9と計算できる。図-7のPH処理実績より考えれば、ほぼ妥当であると言える。処理水のPH値は約8で、一応の成果があったが完全に中和していない。しかし真名川のPH値が約8程度なので、これ以下に中和す意味も少ない。

また副生塩酸(35%)の使用実績は原水に対し平均188ppmとなる。これは図-5の中和曲線からすれば100ppm程度で中和しうる。当ダムの使用実績が非常に多い理由として考えられるのは、原水中のSSによって中和剤が消費されてしまうことがあげられる。当ダムの処理原水中に多量のSSが認められたことから、中和する前にSSの除去を行なうべきであった。

④ 濁水処理の効果

濁水処理設備とPH処理設備の効果を見るためダム下流約3Kmの五条方地点の水質、ダム工事施工量、薬品使用量の経緯を図-6と図-7にそれぞれ示す。これより、ダム工事と濁度の関係、PHとの関係が明瞭であり、一応の成果があったことを示す。今後の問題として掘削工事中の濁水処理があげられる。

⑤ 原価計算と薬品使用原単位

表-4に原価計算を、表-5に薬品使用原単位をそれぞれ示す。

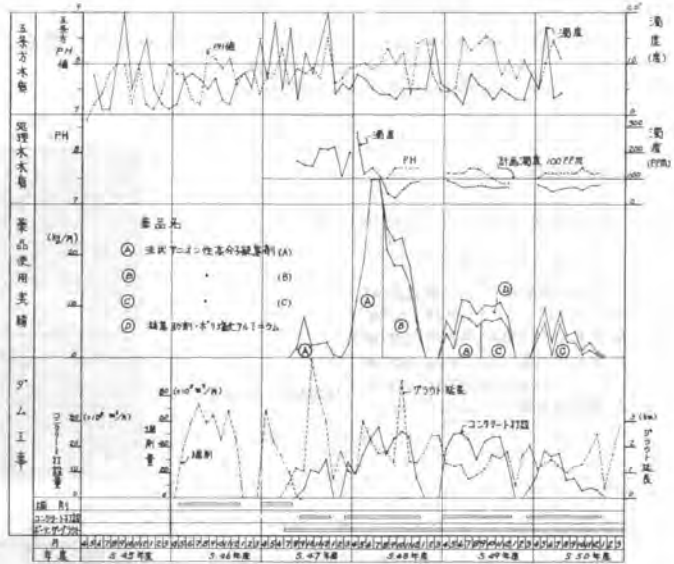


図-6 濁水処理の実績

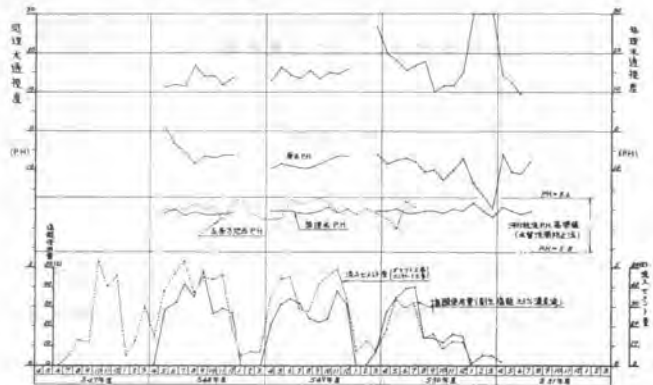


図-7 PH処理の実績

表-4 原価計算書

物 品 名	仕 入 内 容		コ ー ト (%)		原 単 位 (円/トン)
	種別	数量	種別	数量	
粗砂	100000	100000	100000	100000	100000
砂	100000	100000	100000	100000	100000
...
計	100000	100000	100000	100000	100000

表-5 薬品使用実績

	薬品名	使用量	コ-コート[m ³ 当り]	骨材[1cm ³ 当り]	原水[1m ³ 当り]
濁水処理	高分子凝集剤-アオン性	289.857 ^{kg}	571 ^{kg}	272 ^{kg}	47.7 ^{kg}
	助剤-ポリ塩化アルミニウム	63.457 ^{kg}	125 ^{kg}	57 ^{kg}	10.4 ^{kg}
PH処理	副生塩酸 35%	721.774 ^{kg}	1.421 ^{kg}	677 ^{kg}	188.3 ^{kg}
	高分子凝集剤(粘米)	135 ^{kg}	0.27 ^{kg}	0.13 ^{kg}	0.04 ^{kg}

5. 浚渫汚泥の覆土工法における一次処理

東亜道路工業(株) 村田 裕

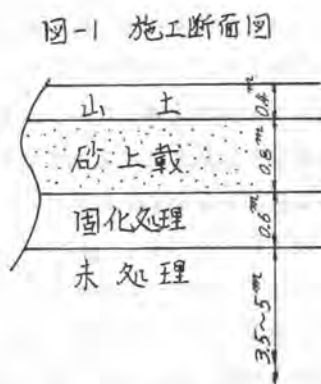
1. はじめに

近年、良質土の不足、有害底質の除去、など、シルト、粘土などの細粒分より構成される底質を使用して浚渫、埋立を行なう事例が多くなってきているが、このような材料による埋立を行なった場合、一般に含水比が液性限界をはるかにこえて、いわゆる超軟弱層を形成し、地業車はもとより、人間すら入ることが出来ない。このような場合、圧密排水と载荷を考慮して砂による覆土を行なうのが通常であるが支持力の不足による砂粒の沈下、法先破壊による覆土の転倒などにより覆土が出来ない場合がある。したがってこのような超軟弱層上に覆土を行なう際、なんらかの一次処理を行なう必要がある。一次処理の方法としてはシートを利用した、フアゴット工法、ロープネット工法などがあるが近年、固化剤を混入して表層のある厚さ迄を固化し、覆土の支持層とする工法が提唱されてきている。

本報告は九州地区において砂上載工法(水中に置いた砂をマイクロポンプ船で水搬し、排砂管に取りつけた特殊散し装置により砂と水を同時に散布して水の浮力を利用して地盤をみださず、均一な砂層を薄く形成確保し、逐次計画高さにする。)の一次処理として固化工法を行なった事例について行なうものである。

2. 概況

水銀含有底質約50万 m^2 をポンプ浚渫し、約16万 m^2 の処分地に投入したもので、いわゆる超軟弱層は3.5~5 m となっている。水銀を含有するため、処分地に雨水の流入や、処分地からの流出、拡散を防止するため、水切終了後、早急に覆土を行なう必要があり。覆土の方法は砂上載工法が採用された。この工法は前述したように特殊散し装置により砂を薄く全体に散布するため、散し装置を移動させる必要があるため、処分地表面を人間が歩行可能な強度にする必要がある。そのため、表面を一軸圧縮強度 $\sigma > 0.3 \text{kg/cm}^2$ 以上、処理厚さ60 cm に固化剤を用いて固化を行なった。(図-1参照)この強度、および厚さは、これ迄の施工経験によって決定したものである。



使用した固化剤はセメントにリグニンスルホン酸、トリポリリン酸ソーダ、など8種類の薬品を添加したもので、水銀封鎖能力を有する軟泥専用固化剤である。

3. 事前試験

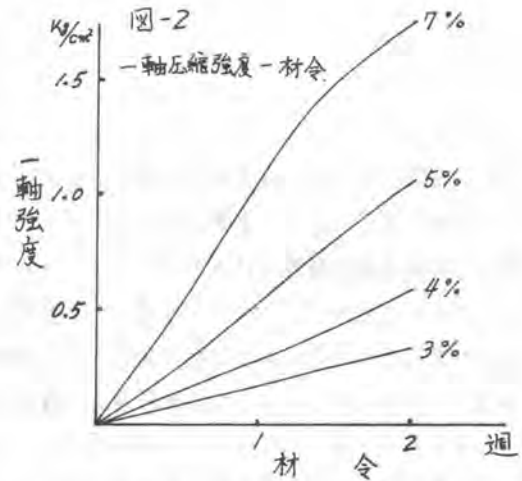
3-1 室内試験

予め、物性、固化剤添加量、などを把握するために行なったもので、物性試験として単位体積重量、含水比、強熱減量、0.074%篩通過量、の測定を行ない、強度試験は固化剤添加量を3%、4%、

5%, 7%における一週および二週養生の一軸圧縮強度の測定を行った。その結果を表-1および図-2に示す。この強度試験の結果より添加量3.5%を一応の目安とした。

表-1 物性試験結果

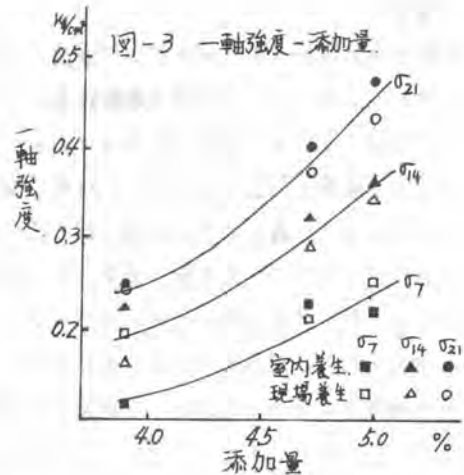
物性項目	測定値
単位体積重量	1.245 kg/m^3
含水比	181.7 %
0.074%篩通過量	91.8 %
強熱減量(4Hr)	20.5 %



3-2 試験施工

実際施工に先立ち、混合深さの設定、および固化強度の再現性をチェックするため、試験施工を行なった。第一回目は固化剤添加量3%、3.5%、4%にセッティングを行なったが、処理深さ約90cmとなり、添加量少なく失敗したため二回目として添加量を4%、5%、6%を目標として行なった。測定試料の養生は現場養生（現場にそのまま置き、所定日数経過後、切り取り、トリミングを行なって測定する。）および室内養生（モールドにつめて一日室内養生後脱型して所定日数水中養生として測定する。）を行なった。結果を図-3に示す。

この試験施工結果より $\sigma_2 > 0.3$ を満足させるためには4.5%程度の固化剤を添加する必要があることが判明した。この値は前述した室内試験結果に比べて1%の添加量増となっている。この原因として室内試験と試験施工の間に約6ヶ月のずれがあり、含有残渣が質的变化をおこしたことが、後述時に高分子凝集剤を利用しているが、このフロック形成能力が劣化し、見かけの粒径が小さくなること。処分地内に静置させている状態で分級化がおこり、表層に細粒分が多くなること、細粒部の増加により表面の含水比が増化したこと、などが考えられるが判然としない。



3-3 固化物の透水試験

この試験は固化処理をした後液底質の透水性を把握するとともに、封じこめられた未処理底質が上載荷重による圧力増加とは異なる充分圧密促進に対応出来るかどうかを明らかにするために行なったもので、変水位法によって行なった。（水頭160cm~90cm）

土の骨格構造強さが殆んど0に等しい未処理底質の場合、浸透圧力によって試験後の試料にかなりの密度変化がみられ、問題点もあるが、試験結果を表-2に示す、この結果より未処理底質も、処理

底質も透水係数は $10^5 \sim 10^6$ の間にあり、処理層と未処理層の排水速度に大きな差はなく、処理層が圧密促進に大きな影響を及ぼさないと判断した。

表-2 透水試験結果

試料	含水比 W (%)	単位体積重量		間隙率 e	飽和度 Sr	透水係数 k (cm/sec)	
		γ_s (kg/m ³)	γ_d (kg/m ³)				
2.4%	N01	216.1	1.24	0.392	5.56	99.9	3.66×10^{-6}
	N02	215.2	1.22	0.387	5.64	98.1	2.40×10^{-6}
	平均	215.7	1.23	0.389	5.60	99.0	3.03×10^{-6}
2.6%	N01	206.9	1.25	0.407	5.31	100.1	2.02×10^{-6}
	N02	204.9	1.24	0.407	5.31	99.2	2.53×10^{-6}
	平均	205.9	1.245	0.407	5.31	99.7	2.28×10^{-6}
2.7%	N01	214.1	1.22	0.388	5.62	97.9	4.21×10^{-6}
	N02	217.6	1.21	0.381	5.75	97.3	1.10×10^{-5}
	平均	215.9	1.215	0.385	5.69	97.6	7.60×10^{-6}
未処理	N01	194.6	1.19	0.398	5.46	91.6	5.59×10^{-6}
	N02	203.3	1.23	0.411	5.25	99.5	1.08×10^{-5}
	平均	199.0	1.21	0.405	5.36	95.6	8.25×10^{-6}

1) 試料は第一回試験施工における三廻現場養生のものを使用。

2) 土粒子比重は $G_s = 2.57$

4. 施工

4-1 施工法の概略

施工法は、予め陸上に設置したベトンミルクプラントで固化剤と水を1:1の割合で混合して固化剤ミルクを作り、これを処理機の中筒タンクに送る。混合は攪拌羽根よりミルクを噴射しつつ連続的に行なう。処理深さの調節は羽根の傾斜角を変化させることにより行なう。処理機の運行は陸上に設置したアンカーよりワイヤーを引き、ウインチの捲上げ速度により定速運転を行なう。

4-2 使用機械諸元

ベトンミルクプラント		ハンドロ処理機	
操作方式	全自動電気空気式	型式	連続斜攪拌式I型
ミルク製造能力	60%	処理厚	0.5~1.0m
計量装置	定量設定秤付ダイヤル 自動計量器	処理巾員	6m
ミキサー	2枚羽根水平攪拌式 1.3m ³ バッチ式	混合装置	羽根径 1480mm 枚数 3枚
貯留槽	2枚羽根水平攪拌式 2.6m ³	ミルク中筒槽	4本 5m
ミルク圧送ポンプ	吐出量 1.3m ³ /min	走行用ウインチ	3.7kW x 2台

揚提 39 m
 総重量 60 ton
 所要電力 60.5 kW
 ミルクプラント



運行速度 0 ~ 7 %/min
 ミルク圧入ポンプ 吐出量 200 l/min
 吐出圧 8 kg/cm²
 台数 4台
 船体寸法 13.5 x 5.5 x 0.9 m
 動力 200 KVA 総電圧搭載
 所要動力 126.3 kW
 処理機



4-3 施工および品質管理

施工の速度はポンプ吐出量, 添加量, および処理厚さから計算し, 104 %の速度で行なわれ, 一日の施工量はほぼ2,000 %であった。

施工時の留意点として,

- 1), 施工前に全体のレベルを観察し処理底質の上に未処理底質がかぶらないよう施工計画をたてる。
- 2), 運行用ワイヤーは移動後たるみを完全にとってから施工にかかる。(蛇行の原因となり, あとの手直しが困難となる。)
- 3), 今回処理した底質について $\rho_u = -0.0025 W_t + 0.67$ という実験式が成立し含水比の高い箇所は処理層が厚くなり添加量が少なくなるので, 事前観察により速度を遅くして添加量が減少するのを防止する。などである。

品質管理は一軸圧縮強度, 添加後の含水比, コーンペンетроメーターによる処理厚さについて行ない, 固化剤の添加量については一作業当りの固化剤使用量を処理量で除して平均値も算定した。

品質管理結果を表-3に示す。

5. まとめ

以上軟弱汚泥上の覆土における一次処理として固化工法を利用する一例として, 砂上載工法との組合せの例を報告したが, ファゴット工法, ローフネット工法の一次処理としても利用され充分その使命をまっとうしているので今後, 大いに利用されることを期待する。

表-3 品質管理結果

項目	平均値	標準偏差	検体数
室内一軸圧縮強度 σ_1	0.373 kg/cm ²	0.160	76
現場一軸圧縮強度 σ_1	0.342 kg/cm ²	0.122	76
処理後の含水比	198.2 %	37.8	76
厚さ	69.8 cm	11.96	148

6. 有明干拓軟弱地盤に関する工事報告

日本舗道材福岡支店 神崎 秀司 男

1. 概要

有明干拓地通風江工区は佐賀市の南西部に位置し、有明海に面している広大な干拓地の一角にある。佐賀は佐賀早稲村島部有明町地先有明干拓地である。農地調整の目的で農林省九州農政局が行っている事業で、昭和43年に創設。河川浸防対策として、昭和49年5月に潮止めが行われている。地区内面積は10又又、築造予定道路は、幹線道路スヌス0H、支線道路3.384Hである。干拓地(軟弱地盤上)に必盤工による道路を築造する為に、基礎地盤を改良(安定処理)し、これを早固スラブ的効果を持つこと、造上基礎地盤として使用することが、当工事の安定処理の目的である。

2. 安定処理工法とは

安定処理工法とは、安定処理スラブとする材料の粘土中の水和物と添加剤との化学反応によって硬化する性質を利用し、塑性改善と強度増大を併し、入替工法の代用として砂と置換すると同じ効果を期待するものである。

その長所は、(a) トラフカビリティの確保が出来ること、(b) 経済的であること、(c) 工期の短縮が可能であること、である。短所は、(a) 工法の特長上、ためしと況下は避けられたいこと、(b) 在来況下があること、(c) 養生期間を要すること、である。

添加剤は、(a) セメント系 (b) 石灰系 (c) 特殊なものを、品質、強度、公害、経済性、処理高さ、気味、等を勘案し最適のものを使用する。

通風江工区の添加剤は、経済性と公害防止の観点から消石灰を18%前後のセメント状で混合する予定だったが、添加剤量が少なくて混合時に処理工とマシ混合出来ない懸念があったので、消石灰1又5%に、増量と強度増大の目的で石灰を添加し、添加剤の総量を25%とした。

消石灰と石灰の添加剤は、そのまま施工するとスケーリングが発生し、公害発生の原因となり施工能率もダウンする為に、中東混合式アクリルニス5-30%の水を加えてセメント状にし、スケーリングの発生を防止した。

3. 添加剤製造アクリルニス

日本舗道が消石灰をセメント状にする為に開発したWP-1型アクリルニスを使用した。ミキサーは粉体混合に最適とされているスクリューを装備したバッチ式アクリルニスである。1バッチ、300-500kg、1時間当り10-18Tの混合が可能である。消石灰、石灰は重量割合、水は着積割合方式である。附属設備は50H³の消石灰サイロ、石灰用エアロゾル、7T水タンク等

が主たるものである。これらの設備を運搬するには、11Tクラスのトラックで4台は必要である。仮設は基礎工事を始め27日間で可能である。

通常消石灰は空気を含み流動性が悪いため、サイロより計量槽に移す際に流水出し計量誤差の原因となるので、二重の流動防止装置を設け計量の正確さを増している。又、消石灰に水を加え湿ると塊状となる。過湿があるとこの塊が発生し使用不能となる。ミキサーのスクリーンにはこれを防ぐ設備が施されている。

アラント能力は現場施工能力とマッチするレベル無駄が有り、経済的である。300kg/バッチ10T/1hrの能力で稼働した。並足処理する場所の直下で機械運搬車が行けず、掘削が多い。掘削工程は、3.5m高の堤防が有り堤防積の現道を工事道路として使用した為、掘削機械の重量に制限を受け、これがアラント能力と施工能力を圧迫した。

4. 添加剤の移送方法について

アラントでウエット化した添加剤はスセダンクに積込計約4km離れた施工現場直下まで運搬された。施工現場は堤防下になり、軟弱地帯に施工機械以外の進入は無理である。堤防積の道路を工事用道路として利用したため、中負が狭く堤防保護から運搬車はスセ車とした。

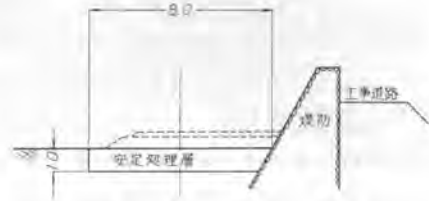


図-1 新線道路標準断面図

運搬された添加剤はトラックで積載した量の半分をバケットに入れ、これを8T油圧クレーンにて吊り上げ、堤防下に待機している石灰散布機に移された。1台の運搬車から2回にわたって石灰散布機に移送した。2回にわたって移送したのはポリウレタンが主成分で、散布の干渉を行う為である。

新線道路は堤防に平行に8M幅で施工出来るが、旧線道路は8.5m300Mの長さで5本ある。走行速度は50M/minであるが、土質、含水比の状態によって積込量、作業速度にかかりのバッチが見られる。運搬トラックは日に平均して4台使用した。

5. マットスタビ、石灰散布機について

MA100Hマットスタビは軟弱地帯安定処理用として、日本舗道㈱と日立建機㈱との技術提携で開発された機械で、足回りに容量21tの特殊フロートを装着した泥上作業車の前後に添加剤の散布装置と混合装置を装備し、主として、ハドロ、湿地帯の安定処理に使用されている。特徴として
 a) 水上、ハドロ、陸上を自由に走行出来る。 b) 油圧駆動で運転操作が容易である。
 c) 粒状の添加剤を均一に散布でき散布量も調整出来る。 d) 深層まで均一に攪拌出来る。
 ことである。主たる仕様は次の通りである。

7ポート容量	21t	全重量	16000kg	掘削径	0.11kg/cm ²
全長	8.2M	全幅	5.3M	全高	3.6M

混合中 1.5M

最下混合深さ 1.0M

ホッパー容量 スグ

走行出力 125PS

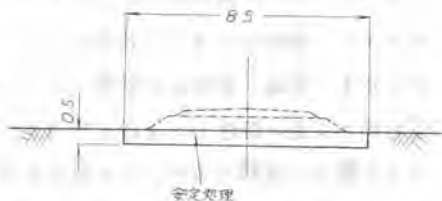
攪拌出力 81PS

石灰散布機はマットスタビと同一仕様であるが散布能力をアップする為に、ホッパー容量を4倍にしたものである。

小型トラックで運搬され、トラックレーンにて石灰散布機に移送された添加材は施工現場まで運搬して散布した。平均散布量はトラックで運搬した石灰の施工現場の土質はいろいろに変化する為に、均一な散布は望めず石灰散布機で1回に散布する量に見合う施工面積を求めて散布した。トラックは人力作業にて修正した。

マットスタビはトレンチャーの中が1.5M、3列式で幅が40cm前後とされている。フロントの中は1.4Mである。施工片側からレーン割りを行ない片側フロントが攪拌混合して処理をする。次の列の混合攪拌時に転圧していくようにする。

施工能力は混合深さとほとんど関係なく施工面積で示される。当工区の場合1日の平均施工量が450坪であった。添加材は消石灰でも再混合することが望ましい。再混合時期は消石灰と生石灰の場合で異なるが、消石灰の場合早くれば早いほど良いようである。



図一ス 支線道路標準断面図

散布、混合、再混合と機械が移動することにより、処理土及び丸の用地に悪影響を及ぼす。接地圧が小さいほど丸の影響は小さいがこれには限度がある。当社が使用したMA100Hマットスタビの場合、移動による繰り返し荷重でも影響が認められることはない。地表下の含水比が100%以上の場合は、丸以上の場合は不小の差は悪影響がある。繰り返し荷重により処理土をこたくるといった悪影響は、施工管理を不可能にする。50%厚さの施工の場合、押圧りによる管理は非常に困難であるので、100%以上含水比の土を安定処理する場合100%以上の施工深さが望まれる。

6. 施工について

有明運河工区の工期は昭和51年1月末～昭和51年3月末までの64日であった。施工面積は幹線道路が1Mの処理厚で1ス7スグ、支線道路が50cm厚で14353坪である。

土質はシルト質粘土。平均含水比約140%、LL=80%、粒度5 μ PASS=50%、PI=40%、 $\gamma_d=0.588g/cm^3$ 、 $\gamma_u=0.15\sim0.2g/cm^3$ 、乾燥比=30%以上である。

施工の導入期は1月中旬頃で、干拓地地盤に亀甲状の日割れが深さ約20cmまでびっぴり、深さ1Mでの平均含水比は約130-150%である。しかし地表が低い含水比の高い箇所では日割れが入って来らず、ヘドロ状で建設機械のトラフイカギリイもほとんど確保出来なかった。地盤をシヨバルで固めると地下水位が地表下30~40cmの位置になった。また高含水比の軟弱

粘土層は表面下約20Mの厚さで分布している。地盤表面は晴天が続けば日割水部に地下水が見えなく行るが、雨天の後数日は日割水部に表面から5cm-10cmの箇所は溜水が見られる。
干拓地には中3M、深さ1.5Mの乗込排水路が掘られているが、水が干拓地盤の乱れで法がすべり破壊を起していた。

既述した手順で製造、運搬、撒布、混合される。混合された土は5-10cm位の塊りに行る。この塊りでも手で割ると内部でこまかい添加材がまぶつてゐるが、再混合するとさらに混じりが良くなる。土地の表面は添加材が付着しているように見えるが、スタビライザーによる履帯転圧後には見えなく行る。混合後1-3日の間の化学反応が進行しているうちにグラブター等で一次整形と再転圧を行う。一次整形後さらに7-14日間静かに養生する。この間の荷重を加えると化学反応の妨げとなり、クラックの発生や陥没等の原因となる。処理土は静かに養生された後、ブルドーザー、グレーダー等で表面排水が十分出来るよう注意を払いながら最終整形を行う。最終整形後はタイヤローラー、振動ローラー等で表層を十分に締め固める。出来るだけ早期に砕石で処理土面を被覆すべきである。降雨、表面水の影響を受け、表面部分が劣化する。

混合時の土地の粒径は水位が望ましいかは添加材の配合量、川の流速、工費等を勘案して決めるべきで難しい問題である。川の流速を早くすると土塊径は小さくなるが、処理土表面に撒布された添加材が川により処理土最上層まで運搬され、層を作して堆積し混合に身から行かないという問題が生ずる。流速が遅い程堆積は少ないが土地の粒径が大きくなり、いざ水にしても再混合が必要である。土塊をなるべく細粒にして土地の周辺及び内部に添加材を付着させ下部に層として堆積させる量を少なくして、再混合で十分に混じるのが最良である。その際には、繰り返し荷重により処理土が流れるという矛盾もあり、この水の量が懸念である。

強度の出方はコンクリートの強度の出方に非常に似ている。21日目の強度を100とすれば1週間後で75%、28日で110%、56日で125%である。

安定処理された道路は一種の浮版と行つてより、周囲は高圧水のヘドロ状であるのでヘドロを押し除け、相当量排水するようである。

7. 余とびき

この報告書作成時までは、懸案事項に対する解決方法、施工資料、歩掛り等を発表出来る段階に近く、半端な施工報告と行つてきたことを、お詫び致します。

この施工報告の中で懸案事項を数多く提起したが、スタビライザー法の経済性、工期短縮、トラフィックの確保という利点を否定するものでは無いと思う。全ての工法は長所、短所を有している。尤もを熟知してこれを最も最小に、利点を最大限に生かせるものと思う。今後の安定処理工法の尚一層の研究開発と施工を期待するものである。

7. 表層固化処理機械とその工法

東亜建設工業株式会社 下関支店 西 川 豊

1. ま え が き

弊社では昭和47年から、軟泥作業車を利用したセメント（石灰）等による埋立地又は干拓地等、軟泥地盤の表層固化処理機械を開発し、すでに各方面で実験、稼働しつつある本機をここに紹介する。

2. 開 発 の 目 的

近年造成された或いは現在計画が進められている埋立地又は干拓地等の地盤は、軟質土で構成されているものが非常に多くなっている。この傾向は環境保全に関する要請が厳しくなり、その趣旨にそつた施工方法への転換と共に、ますます強くなるものと考えられる。従つて、今後それ等の埋立地又は干拓地等は、その利用目的に適応した軟泥処理、すなわち表層固化処理、覆土、脱水処理等の処置を施さざるを得ない方向にたどりつつある。特に埋立地使用された土砂等は性状によつては覆土を、法で義務づけられている。

軟質土で構成されている埋立地、又は干拓地等の覆土又は脱水処理作業を行うためにも、或いはその他の諸工事の施工を進めるためにも、道路々盤、進入道路、仮設道路等を築造することが先決問題であり、そのための軟弱地盤改良作業を先行させる必要が生じる。

軟弱地盤改良工法には、固化から脱水までの各種あるが前述の先行作業に最も必要とされているのが、表層固化処理工法と考える。更に、埋立地又は干拓地等の使用目的によつては、全面積又は広範囲にわたる表層固化処理を実施しなければならない事は言うまでもない。

弊社ではこの様な目的にそつて表層固化処理機械として「ロータリー」方式の攪拌機を設備した表層混練作業車を多年の土木施工技術と最新の建設機械技術を集め、独自に開発したものである。

3. 仕 様

弊社の表層固化処理機械の外観を写真「写真1」「写真2」に示す。

本機の仕様については次の通りである。

a. 表層固化処理機械

性 能	攪 拌 幅	6.0 m
	攪拌深さ（最大）	2.0 m
	攪拌機回転数	0～200rpm
	攪拌時速度	5m/H～15m/H（攪拌深さによる）

回送速度	1.2 K/H ~ 8.1 K/H
エンジン (D)	150 PS / 1800 rpm (攪拌機他)
エンジン (D)	60 PS / 2400 rpm (回送用)
形寸法 機体	全長 × 全幅 × 全高 8.93 m × 6.0 m × 5.0 m
履帯	幅 × 長さ × 個数 1.8 m × 7.18 m × 2ヶ
セメントサイロ	500 kg入 / 基
セメント散布	処理深さ 1.0 m 未満の場合
セメント圧入	処理深さ 1.0 m 以上の場合
薬液の計量	容器計量
薬液の噴出	空気圧噴出方式 (7 kg/cm ²)

b. セメント輸送機械

気送式	ジェットパツク車 (10 トン積車) 改良型 (極東開発製)
セメント輸送管	硬質ビニールホース (80 m)
セメント輸送能力	3 トン/日 (80 m の場合)



写真 1



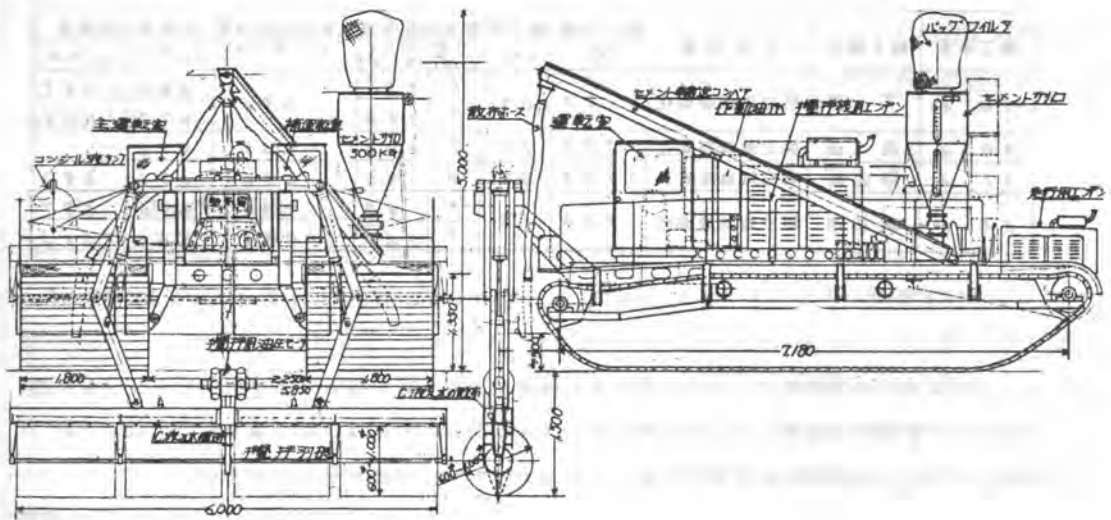
写真 2

4. 本機の構造

本機は埋立地又は干拓地等の軟弱地盤を自由に走り廻れる様に、日本車輛のNQ500型のマーシーを母体としている。軟弱地盤、特に浮泥状の地盤での走行性を良くするため、ローラーチェーン上のシューには、特殊な形状の木片を取付けている。又、回送時等で硬質地盤を

走る場合にシユーの変形、破損防止に役立っている。

攪拌方法は幅 6.0 m ×外径 0.6 m の水平ローター式の攪拌機を用い、油圧動力で正逆に回転しながら、油圧シリンダーで所定の深度(0 m ～ 2 m)まで押し込んで、セメント(薬液)を混練する。薬液は空気圧力(7 kg/cm^2)を利用して、必要な深さで噴出させその計量は加圧容器の容積を変える事で行う。セメントの添加は粉体のままで添加し、含水比の増加をおさえ硬化時間の短縮を計っている。セメントの計量は散布ホース又は圧入管の直径を変更することによつて行う。セメントの添加は、処理土厚 1.0 m までは地盤表面散布槽所定深度まで充分行きわたる。処理土厚 1.0 m 以上の場合は弊社独特のセメント圧入方式を採用し、セメントの深層への送り込みを行う。セメントの本機への補給は、セメント空気輸送車(ジェットバック車)を使用して、小径の硬質ホースで空気圧送する。本機とセメント空気輸送車との距離は最大 80 m 位いまでは、本機の必要量を充分供給する事が出来る。そのため攪拌作業を続けながら連続補給が出来るので補給設備が簡単に設備の移動が容易である。(第1図参照)

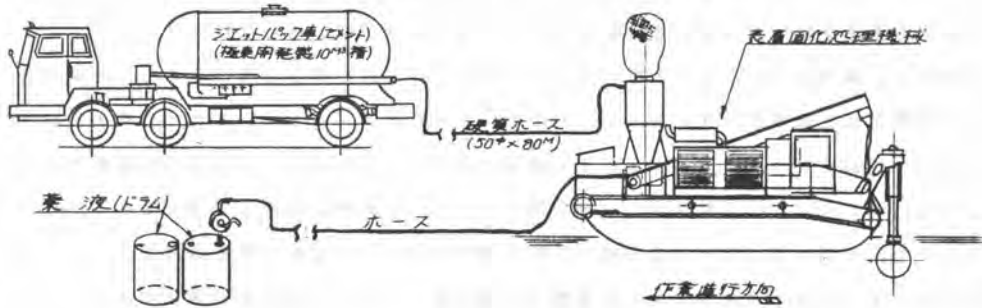


第 1 図

5. 実験と稼働実績

本機の開発経過中、本体の走行性・攪拌深さ・攪拌動力・セメントの供給方法・セメントの散布方法及び圧入方法・薬液の噴出方法・等改良個所が数点生じたが、弊社内の企業努力によつて改良・実験をくり返した結果、本機の主目的を達成する事が出来たと考えている。本機の実験作業配置図(第2図)と稼働実績(表1)については、次に示す通りである。

表層固化処理機械標準作業配置図



第 2 図

施工年月	施工場所	工事内容	施工面積 (㎡)	施工厚 (m)	改良剤配合量		改良前地盤強度 q_u (kg/cm ²)	改良後地盤強度	
					セメント (kg/㎡)	ジェット (kg/㎡)		d_7 (kg/㎡)	d_{25} (kg/㎡)
5.0.3	下 関	埋立地表層固化	135	0.7	7	120	0.32	3.62	14.67
					7	180		4.77	18.03
5.0.12	刈 田	埋立地表層固化	300	1.0	7	100	0.29	4.96	
5.1.2	御 前 崎	埋立地地盤改良	7,852	0.6	5	90	0.50	1.76	3.92
5.1.6	四 日 市	埋立地地盤改良	456	1.2	5	80	1.0以下	4.40	6.97
					7	120	1.0以下	9.64	12.52

表 1

シルト質地盤の改良効果は、粒度分布含水比強熱減量等土質の性状によつて異なり、改良目的改良後の必要強度等にそつた予備実験によつて、改良剤の種類及び配合量を決定することが必要であり、この表からは本機の処理効果の傾向について御理解いただきたい。

6 あとがき

埋立地又は干拓地等の軟弱地盤改良工事は、増加する事と考えられる。弊社で開発した表層固化処理機械は、今後高能率・操作の単純化、耐久性の増大、施工の安定化を目標に改良を重ねより一層充実した表層固化処理機械にしたいと考えている。

今後共、関係各位の御支援をお願いする。

8. ホリゾンタル・ケミカル・インジェクション工法 (H.C.I工法)について

不動産建設(株) * 岸田孝人 辻 輝博 若崎 定

1. まえがき

本工法は、当社がオランダの大手基礎工事会社であるI.F.G社とのフロスライセンス協定によって技術導入した薬液注入工法の一つであり、広範囲に水平に薄い遮水層をつくるのが目的で、掘削底面の遮水に通している。一般にウェルポイント工法などの排水工法を採用した場合、多量の排水によって付近の建築物、道路、埋設管などの沈下および汚井、表面水の汚染などの悪影響がしばしば見られる。よって、上記のような条件下では極めて有効な工法である。

従来の施工方法では貫入パイプと注入パイプとを同一のものを用いたいわゆる直列工程方式になっているが、本工法では特殊な注入具(以下「注入チップ」と呼ぶ)を地中に埋設する方式をとっており、注入チップの貫入埋設と注入作業を完全に別工程にした並列工程方式であるため施工能率のアップが期待される。さらに注入に関しては低圧、低流量注入を特徴としており所定注入位置以外への薬液流失を防止している。

2. 施工方法と機械装置

(1) 施工プロセス

本工法による遮水工事の一般的に行われる施工順序を図-1で示す。まず、鉛直方向に矢板または地中連続壁の打設工事により土留、水平方向の遮水を行う。埋設用注入チップの貫入埋設作業は注入作業に先行して振動貫入機械により互いに隣接して複数本同時に振動貫入する。薬液注入は注入チップと接続されたポリエチレンチューブを通じて地表面で行う。造成注入層のサンプリングテストによる施工効果判定後、排水作業により地下水位を低下させ、所定の掘削面まで掘削し、構築物の建設が完了すると土の埋戻し、矢板の引抜きが行われ全プロセスを終了する。

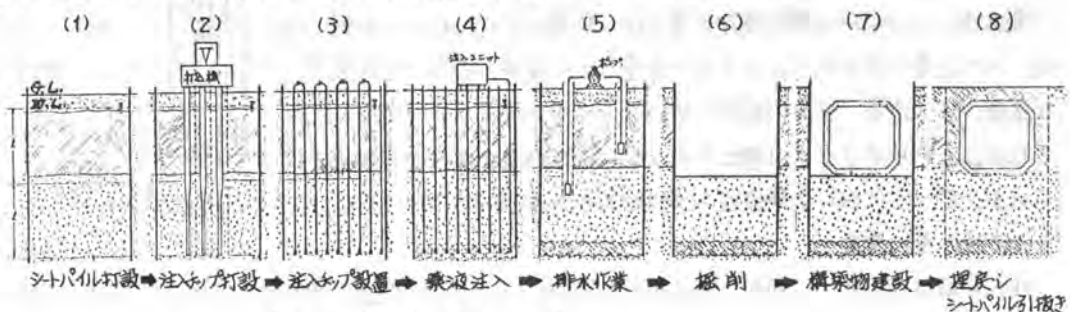


図-1. 施工プロセス

(2) 打設機

注入チップの振動貫入打設機の構成を図-2に示す。鋼製のリーダを装備したクローラークレーン

に振動貫入機構として起振機、上部コンソール（起振機に複数本の貫入パイプを一定のピッチに連結する鋼製組立連結台）、貫入パイプを取付け、リーダ下部には貫入パイプの位置決め、振止め用のフートコンソールを取付けたい打ち機タイプの施工機である。本施工機は、注入チップを所定の深度に正確に埋設するためクレーンのリーダが前後左右いずれの方向にも移動可能（前側：7度、左右側：±5度）な装置になっており、常に垂直性を保持できるようになっている。

(3) 注入チップの貫入埋設

注入チップの埋設プロセスを図-3に示す。貫入パイプは外管と内管とからなり、注入チップはその先端部の所定の位置に挿入される。貫入パイプが所定の深さまで打込まれると内管と直結された油圧シリンダを駆動させ、内管によってチップを押し出す機構とチップの形状、貫入パイプの引抜き技術等によって注入チップの貫入が確実に防止される。

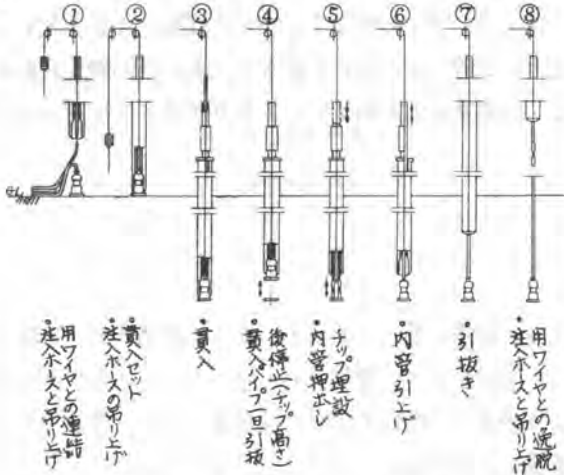


図-3 注入チップの埋設プロセス

(4) 薬液注入

薬液注入ユニットは混合攪拌装置と注入装置に分けられる。主剤、助剤、水の各量は混合比に応じて各々検量のうえ攪拌、混合し注入装置に圧送後、注入流量、圧力の設計仕様に従って注入チップから地中に注入される。これらプロセスは施工タイムチャートに基づきすべて自動化されている。図-5において薬液注入プロセスを示す。

(a) 注入量の算定

注入薬液は打込点から球状に浸透すると考え、ゲル化後、不透水層は所定ピッチに対して連続した球根で形成される。注入チップは正三角形配置で打設され、図-6のように3個所のオーバーラップを見込んでおく。いま打設ピッチ a で施工する場合、球径 d は

$$d = \sqrt{2} \cdot a \cdot 2/3 \cdot 2 = 1.155a$$

名称	数量	名称	数量
1 クローフレン	1台	6 起振機	1台
2 油圧ユニット	1台	7 上部コンソール	1台
3 リーダステー	2本	8 センサーレバ	6本
4 リーダ	1式	9 貫入パイプ	6本
5 リーダ引込機構	1式	10 フットコンソール	1式

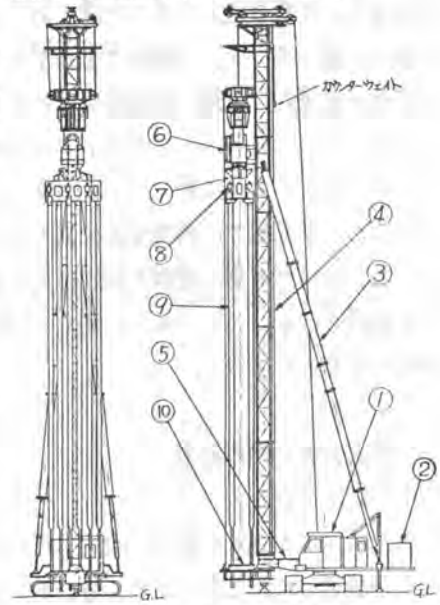


図-2 施工機の主使用機械の構成

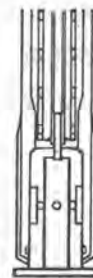


図-4
貫入パイプ先端
(注入チップ
取付け)

地盤間げき比を e とすると1チップ当りの注流量 V は

$$V = \pi/6 \cdot d^3 \cdot e / (1+e)$$

$$= \pi/6 \cdot (1.155d)^3 \cdot e / (1+e)$$

一般的には砂の間げき比 e は $0.5 \sim 0.7$ であるが、安全側にみて、 0.67 とし、ピッチを 1 m として注し時のロスを見込んで 10% の安全率を与えると注流量は約 0.35 m^3 となる。



図-6

(b) 注流量の設定

注流量を決定する要因は施工能率、薬液の砂中への浸透、ゲルタイム等があげられる。一般にはゲルタイムで決めるのが便利である。本工法の特徴の一つは低圧、低流量で薬液を地中へ浸透させて均質な球根を作ることにより、ゲルタイムは $25 \sim 40$ 分が最適で、 350 l 程度の注流量をゲルタイム内に注入することから、注流量は 10 l/min 前後が適当である。

(c) 注入圧力の算定

注入圧力は次の2種類の圧力に分けて考えられる。

- ① 注入チップからの噴射圧力
- ② 配管内圧力損失

通常現場では配管総延長が1チップ当り 50 m 以上になるから、②は注入圧力の大部分を占めることになる。①については次式を用いる。すなわち、噴射圧力を P_1 とすると、

$$P_1 - P_2 = \rho \cdot \bar{\omega} \cdot v / c \cdot K \cdot l_0$$

- P_2 : 地下水圧
- ρ : 薬液流量
- $\bar{\omega}$: 薬液の比重量
- v : 薬液の粘度
- c : $4\pi r$ (r =注入チップの半径)
- l_0 : 地下水の粘度
- K : 透水係数

なお、上式はMaggの式から変形して求められるものである。 P_1 の値は薬液の粘度の急激な上昇がないければ 2 kg/cm^2 以下になるのが普通である。

(5) 品質管理

ゲルタイムを常に設定時間に制御するには主剤と助剤の混合比を一定に保っておく必要がある。本注入機では静電容量型の液面計を備えつけて自動検量を行っている。

注入が満足に行われているかの判定には注入圧力記録計が用いられている。図-7に注入圧力記録例を示す。注入チップの注入孔の周囲はゴムスリーブで覆われていて、土砂の侵入による注入孔の目づまりを防止している。注入開始時、平均的に $15 \sim 20\text{ kg/cm}^2$ の注入圧力を必要とするが、ゴムスリーブがクラック

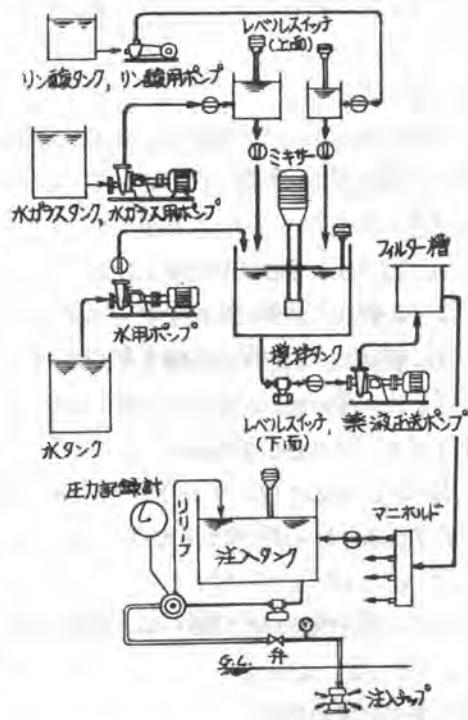


図-5 薬液注入プロセス



図-7 注入圧力記録例

クすると圧力はダウンして安定する。注入に異常が発生すると、この圧力記録が昇降する。

3. 設計方法

一般に注入チップの間隔は1mの正三角形配置、平均注入層厚は1mである。注入深度は主に地下水位と掘削深さに影響され、注入層における上向き水圧と土の重量とのバランスを計算し決定する、安全率を普通 $F_s = 1.05$ と取り図-8より

γ_w : 地下水の単位体積重量 (t/m^3)

γ : 不飽和土の単位体積重量 (t/m^3)

γ' : 飽和土の水中単位体積重量 (t/m^3)

Z : 注入層の地下水水面からの深さ (m)

とすると、つり合い方程式は

$$F_s \cdot \gamma_w \cdot Z = \gamma t_0 + t(\gamma_w + \gamma') = \gamma t_0 + (Z - h - t_0)(\gamma_w + \gamma')$$

ここで、 $\gamma_w = 1.0$, $\gamma = 1.7$, $\gamma' = 1.0$, $t_0 = 0.5$ とすれば上式は

$$Z(m) = (2.0h + 0.15) / 0.95$$

となり、掘削深さの約2倍が注入深度となる。

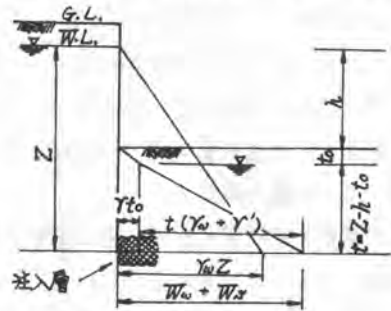
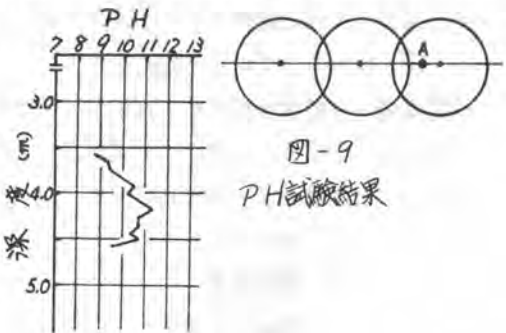


図-8

4. 施工効果の判定

施工効果については、薬液が十分に浸透すれば透水係数が 10^{-2} cm/sec 位の原地盤が施工後は 10^{-5} cm/sec 台になることは実際の現場でも各種室内実験でも確かめられている。図-9は兵庫県明石市の現場実験において施工後にサンプリングを行い、PH試験を実施した結果である。薬液はアルカリ性(PH7)であるので、注入した部分のPHが注入していない部分のPHより高ければ薬液が浸透していることになる。図-9においてO印が注入チップの位置、Aがサンプリング地点である。



5. あとがき

ヨーロッパでは鉄道、地下鉄、ビルの基礎など大規模な工事に採用されており、国内では、昭和51年4月~5月の間、兵庫県明石市において現場実験を行い良好な結果が得られた。

今日、地下水の排水規制、湧水に対する住民パワーが厳しくなっている折から地下水の大量排水による事故やトラブルを耳にする機会が多くなってきている。基礎工事における公害対策の面からも本工法は意義のある工法であると考えられるので、今後皆様方のご意見、ご指導を得ておおいに発展させたいと考える次第である。

(参考文献; 川上高弘, 中村正邦: ポリタール・カルクインジェクション工法について, 『建設機械』 74.1月号 (No.287))

9. JST工法とその施工例

日本国有鉄道 東京オニ工事局 高岡 博

1. まえがき

数年前、薬液注入工事に伴って、人体に被害を及ぼした事故で、薬液注入工事は、一時、全面禁止の措置がとられた。昭和49年7月「薬液注入工法による建設工事に関する警戒指針」が発表され、その警戒指針によれば「薬液注入工法に使用する薬液は、水分の固水ガラス系の薬液（主剤が珪酸ナトリウムである薬液をいう）で、劇物またはフッ素化合物を含まないものに限るものとする」とある。

しかつて、薬液注入工事の本流と見られていたアクリルアミド系、ホルマリン系はもちろん、リブリン系、ウレタン系等もすべて禁止されてしまい、今日に至っている。

このような事態を招いた原因の背景を考へてみるのが、JST工法を理解するうえの近道と考へられる。

注入工事は、もともと仮設的な工法として発展してきたもので、その成果を絶対視すべきではないが、小資本と少人数で施工できるところから急激に普及したのであるが、技術的に疑問視される人々によるパーティも数多くあつたようである。こうしたパーティでは、ややもすれば薬液効果だけを過信し、十分な知識を持つ技術者の指導や監督を受けることもなく、見よう見真似の施工も相当行なわれていたようである。

一方、劇物や毒薬を取扱うにふさわげず、注入用薬液については、施工技術者は直接取締る法規制や、資格制度も存在しなかつた。

こうした社会的背景も不評事件を招いた大きな原因の一つとして考へられる。もう一つの原因である技術的背景の解明が、そのままJST工法の解説の大半を占めることにならうかと思われよう。

JST工法は、三和機成株式会社、技術開発部長 築瀬久知代と筆者の共同発明によるもので、特許は昭和49年2月に確定しており、国鉄と三和機成株式会社の共有となっている。

2. 工法の概要

JST工法は、図-1に示すように、アースオーガ等の掘削軸内に、二つの流体通路を設け、一方の通路はA液を、他方の通路にB液を、別々のポンプで圧送し、攪拌用ヘッドによって土砂と混合し、図-2に示す薬液の浸透範囲Mを、凝固目的範囲Lとおおむね一致するようにし、しかも確実に凝固させるものである。

注入目的は、図-3(A)に示すような凝固柱列による止水壁の造成や、図-3(B)に示す地盤改良等、種々のケースに応用でき、薬液は原則的には二つの薬液が化学反応によってゲル化するものであればいかなるものでも適合するもので、その際、ゲルタイムの調整は全く必要としない。むしろ珪酸系はそれに近い薬液の方が好結果をもたらすことが多い。

施工法は、従来の注入工法というより、概念的には、PIP工法やMIP工法に近く、

- 1) 土砂と薬液を機械的にミキシングする(MIP工法に類似)

2) 注入圧=注入管内抵抗という考え方で必要最少限の注入圧でよい。(PIP工法に類似)

3) 柱状オーバーラップ施工ができる。(MIP・PIP工法に類似)

そして、材料は、2ショット、1.5ショット方式のものを使用し、その手法はオーガ工法というのがJST工法である。

3. JST工法の特長

従来の注入工法では、注入しようとする地盤が、均一な性状であることはほとんどなく、薬液は、より透水係数の大きいところや軟弱層を突破して棒状固結や脈状固結になり易い。特にバツカの効かない軟弱地盤では、注入ロッドに沿って地盤に浸出するケースが多かつた。また注入範囲内地盤に一律な透水係数があり得よう筈もなく、 $10^{-4} \sim 10^{-5} \text{ cm} / \text{sec}$ などに適合する高価な高分子薬液を $10^{-1} \sim 10^{-2} \text{ cm} / \text{sec}$ の地盤に注入することになることもあり、しびかつてゲルタイムを調整することで浸透範囲を限定する方法が一般的である。注入工程の中で地盤の劣化に合わせてゲルタイムを調整することは不可能で、そのために薬液注入の危険性(有害モノが流出する)が存在する。

JST工法では地盤を露れに対して、圧力をかけて注入する手法をとらない。注入圧力は、ポンプから噴射ヘッドの噴出弁を押し開くまでの流体抵抗に打勝つだけのものためであるから、地盤隆起や、道路にクラックが入れるような事故、あるいは周辺中などへの薬液流出事故は考えられない。

機械的強制噴射であるから、臨臨に近いものを使用できるので、予定注入量と実施注入量の誤差は小さく、低圧注入と噴射効果により、有害モノの流出する危険性はない。

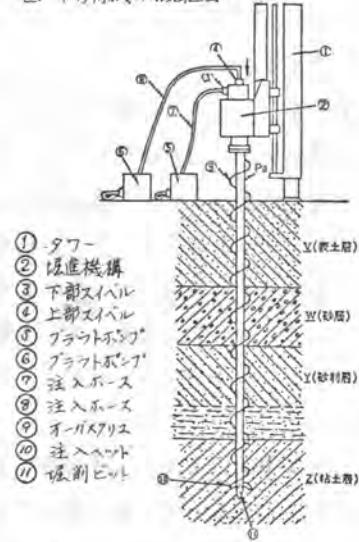
以上の効果から、次の特長が考えられる。

- 1) 注入範囲を限定して、確実な施工ができる。
- 2) せん断率が高く、粒子間の空隙に対しては、ほぼ100%のせん断率であり、シラスのような中空粒子では、組成空隙に対してある程度のせん断が可能。
- 3) バツカやメンテナンスフリーは不要である。
- 4) ゲルタイムの調整のための高価な薬液や、リターダを加える必要がないので、安い材料のJosten工法やL工法等で、透水係数の小さい地盤でも十分な効果が期待できる。

4. JST工法の機械設備の一般的概要

機械装置の一般的構造は、図-1に示すように、フローラ

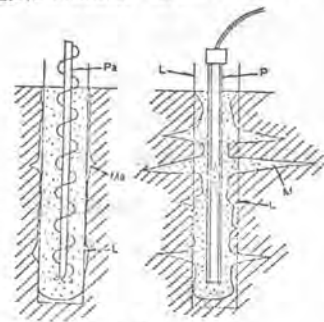
図-1 専用機の概構造図



- ① タワー
- ② 駆進機構
- ③ 下部スリーブ
- ④ 上部スリーブ
- ⑤ フLOATバルブ
- ⑥ フLOATバルブ
- ⑦ 注入ホース
- ⑧ 注入ホース
- ⑨ O-リング
- ⑩ 注入ヘッド
- ⑪ 制御ビット

図-2(A) JST工法による凝固範囲と浸透範囲

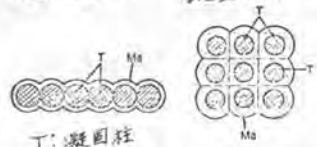
図-2(B) 従来の工法による凝固範囲と浸透範囲



- P: 薬液通路
- Pa: オ-リング軸
- M, Ma: 薬液浸透範囲
- L: 凝固目的範囲

図-3(A) 柱列止水壁

図-3(B) 集積柱列による地盤改良



- T: 凝固柱
- Ma: 薬液浸透範囲

たは専用台車に装着されたタワー：①に振込機構②を組込む。スライルは二重構造となっており、スライルジョイント③と④がある。

オーガの回転数は、土砂と薬液を十分混合するために、攪拌ヘッドの回転が50~100 m/minとかなり大きなものが必要で、一般オーガよりかなり高速でなければならぬ。

注入ポンプ⑤および⑥は無負荷運転機付きのものが良い。オーガスクリュー⑦と攪拌ヘッド⑧は、従来のオーガ部分と異なり、二液の通路が完全に機密が保たれなければならない。攪拌ヘッド⑧は、振込性能より、攪拌機能を重視したもので、二液の吐出口に高低差がつけられるよう、それぞれ2~3個の吐出口を備っており、使用薬液のゲルタイムに応じて、吐出口を選択できる構造となっている。使用しない吐出口はプラグ等で盲蓋をする。

その他の付属設備については、使用する薬液の特性に応じた機械装置が必要であることはもちろんであるが、一般的機械構成は従来の二液注入と同じである。

しかし、施工能力が一般ロード注入の4~10倍と大きいので、ポンプ、ミキサ等は大容量(70 l/min ~ 200 l/min)のものが必要となる。また、地盤によってはW/Cの小さな高濃度(W/C=60~70%)のセメントミルクが好結果をもたらすことがあるので、ミキサとポンプはなるべく短いサクシオンホースをつなぐのがよい。

図面-1
東北新幹線
現場試験
W/C=100%
注入率=70%



特殊な施工法として、スピンドル式の大きいボーリングマシンによる施工があるが、これは能率の面ではアースオーガによる施工よりは落ちるが、大型機械の入れない民家の密集地帯、線間作業、あるいは、狭い作業空間での作業が可能であり、現在東海道別線の新幹線地盤改良にも使用されている。

5. JST工法の施工

5-1. 事前調査と予備知識

注入工事に先立って、事前調査が一般的に行われるが、JST工法では、ほぼ100%の充填率がとれるので、土壌の空隙比や、空隙率の調査測定には高い精度が必要である。土質条件については特に粘性の強弱、伏流水の有無、および流速等の調査は、薬液の配合決定の大きなフックとなる。

5-2. 同時注入工法の施工

同時注入工法には

- 1) 掘削時注入し、引き返す際は注入せずミキシングを入念に行う。
- 2) 掘削、引返す時とも注入する。
- 3) 掘削時は注入せず、引返す時だけ注入する。

の三工法が考えられる。

1)の工法を採用する条件としては、使用する薬液のゲルタイムが、振込、引返す所要時間より長い場合で、しかも凝固させようとする対象地盤が透水係数の小さな粘土質やシルト質の層である。

2)の工法を採用する条件としての「ゲルタイム」については、前項と同じであるが、対象地盤の透水係

数が大きい砂層や砂礫層の場合で、注入浸透範囲 M_{10} が、凝固目的範囲 L より相当大きくなる可能性が考えられる場合、その浸透量を補う意味で、引抜き時も注入する。

3)の工法の採用条件は、ゲルタイムの短い薬液を使用する場合である。ゲル化が開始された部分に攪拌エネルギーを加えると、固相強度が低下したり、薬液の種類によっては、全く凝固しなくなることがある。したがって、注入ヘッドの吐出口は、最上級のものを使用する。この方法は、透水係数の小さな粘土やシルト層には適しない。

5-3. セパレート注入工法

二液の配合比やモル比が、地盤凝固反応に大きな影響を與えない種類の薬液を使用する場合に有効で最も実用的な工法といえる。この種の薬液には、セメントミルクを主成分とするLW-1、LW-2工法、セメントと無機添加剤（例えばセメントと電化ES）等がある。

セパレート注入工法にはLW-2を例にとれば

- 1) 掘進時にセメントミルク(A液)を注入し、引き抜き時硫酸ソーダ(B液)を注入する。
 - 2) 掘進時は、セメントミルクを注入し、引き抜き時は、セメントミルクと硫酸ソーダを注入する。
- 1)工法は、薬剤による止水壁造成に効果的で、強度的には余り期待できない。
- 2)工法は、せん断率100%近い注入が必要な地盤改良工法に効果的である。

6. 地盤条件と工法の選択

6-1. 砂および砂礫層の施工

JST工法にとって、最も効果的な地盤条件は、砂層中に山砂で幾分ローム質を含んでおり、伏流水がなければ、どの施工法をとつても良い効果が得られる。砂礫層の場合も、砂層と同じくむすかしい問題はなく、空隙率は少なくとも、 30μ の粒子間の空隙率が大きいので攪拌効率が高く、コンクリートパイルを形成するので、セメントミルクの W/C を小さくすれば可成りの強度が期待できる。

6-2. 粘土層、シルト層の施工

従来工法による粘性土の注入は非常に困難であるが、JST工法ではそれほど困難ではない。攪拌羽根で薬液と土壌を強制的に攪拌混合できるからである。ただ粘性土の場合、土質の性状を事前に良く把握し、土質に良くマッチした注入法を選択しなければならぬ。また注入後返る砂質土の注入と比較して、シルト質の場合、あるいは粘土質の場合等使いわけの必要があり、従来の注入のように、見よう見まね的な注入技術でなく、相当高い技術力を必要とする。

7. あとがき

JST工法は、折戸権確定後2年目にして、最近大規模工事が所を同じくして数ヶ所で行われようとしている。東武東上線ニ工事局における、東武池袋線の軟弱地盤トンネル掘進に伴う注入、あるいは東北新幹線のボックステーションの下底版下の地盤強化注入等である。これらの注入工事に先だつて行った注入試験では、オーガ形式の注入器機の製作が間に合はず、すべてローリングマシンによる法 \rightarrow 試験を行ったが、事前調査も十分でなかったにもかかわらず、可成りの好成绩を収めた。なかでも入戸の下水道工事現場での試験工事では、実注入ロスがわずか3%にすぎず、オーバーフローはほとんどなく、ほぼ、100%の注入せん断率であったことを報告しておわりとする。

10. 基礎工における発生振動の実態について

建設省 九州技術事務所 蔵田 正夫
〇城ヶ崎 南

1. まえがき

近年 種々の公害が社会問題として大きくクローズアップされている。建設工事においても、基礎杭打作業や発破堀削などにおいては瞬間的に大きなエネルギーを必要とすることから、その発生騒音、振動レベルも大きく、地域住民からの苦情発生も多くなっている。

この様な現状に対処し、第1線の工事関係者は与えられた工事環境のもとで、創意、工夫をこらし工事公害の軽減に努めているが、現行の施工技術と住民の要求との差は大きく、円滑な工事施工を妨げている。

この報告は、九州地建管内で施工された昭和47年度から昭和50年度工事のうち、基礎工事(鋼管杭打、及び鋼矢板打)に伴う騒音振動について苦情発生があった箇所、133件(工事件数34)の実態調査結果をとりまとめ、振動の発生状況、苦情の実態などについて紹介し、騒音振動と苦情の関係について考察したものである。

2. 振動の実測結果

2-1 調査方法及び測定機器

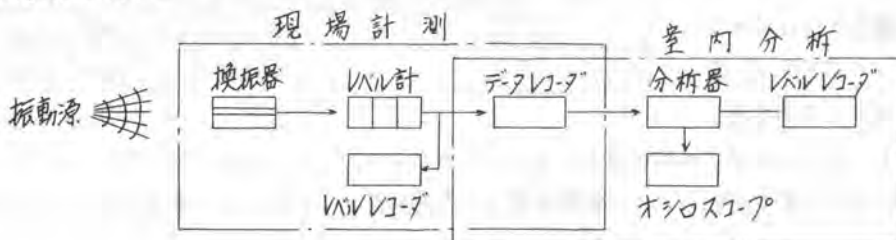
振動の計測は、日本音響学会規格にもとづく振動Vバル計(公害振動計)を使用し、同測定法に従って実施した。

振動の周波数分析は、地盤上の振動加速度Vバルをデータレコーダに集録し、各オフターフのフィルタで行なった。次に使用機器と振動測定システムを示す。

計測機器

1) 公害振動計	3LP-2型, VM-13A	8 台
2) データレコーダ	R-200	3 台
3) 周波数分析器	1615	1 台
4) Vバルレコーダ	2305 LR-03	4 台

振動測定システム



2-2 振動の実態と減衰性状

杭打作業に伴って発生する振動は振源となる杭等より地盤に伝わり、この地点の地盤を二次振源として、複雑な地層構成をもつ地盤内を四周に振動波が伝ばして行く。従つて騒音と同様に距離減衰をもたらず。

図-1、図-2は、杭打による天板打による周辺地盤の地表面に於ける振動レベル(L)と距離の関係を普通地盤と軟弱地盤に分け、機種別格別に示したものである。

図中、太い実線と点線は距離毎の平均レベルを示すもので、下記回歸式から求めた値である。

$$VL = VL_0 - a \log R - \lambda R \quad (1)$$

VL₀: 基準レベル (dB)

a: 減衰係数

λ: 土との損失係数

R: 振源からの距離 (m)

(1)式による振動レベルの推定は遠距離に於いて誤差が大きくなる(最大7dB)なるため、式の適用範囲は振動源から約50~60m以内とする。なお表-1に式の係数を示す。

10々の振動レベルはかなりのバラッキがあるが、数多くの実測データを集積した

図-1、図-2をグラフ的に見ると次のことがわかる。

1) 振源に於ける発生振動レベルは軟弱地盤より普通地盤の方が大きく、その差は5~6dBである。

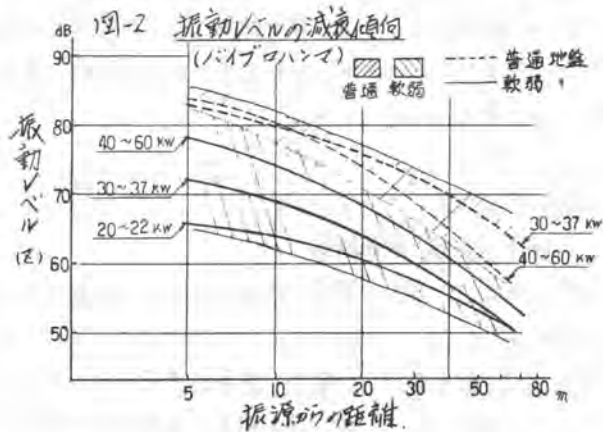
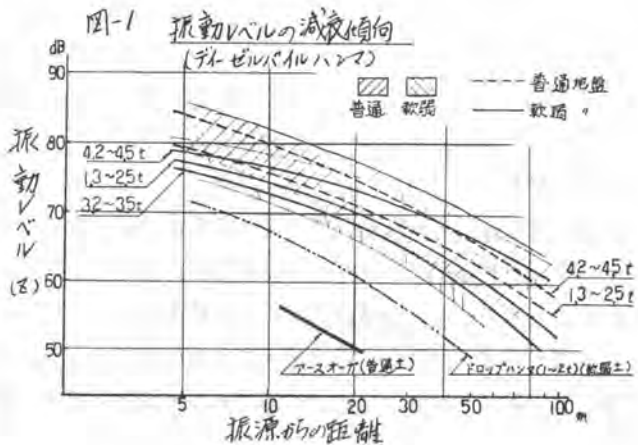


表-1 振動減衰式の係数

機種	規格	普通地盤			軟弱地盤				
		N数	VL ₀	a	λ	N数	VL ₀	a	λ
ダイゼンバールハンマ	1.3~2.5t	40	86.3	9.42	0.14	83	83.2	8.23	0.15
	3.2~3.5t					7	82.9	8.59	0.19
	4.2~4.5t	16	92.7	10.84	0.15	13	83.5	6.59	0.10
	2.0~2.2kW	—	—	—	—	18	70.1	6.04	0.12
バイブロハンマ	3.0~3.7kW	25	88.6	7.15	0.18	24	80.9	11.28	0.14
	4.0~6.0kW	22	93.1	11.75	0.23	58	87.6	12.00	0.18
ドッグハンマ	1~2t	—	—	—	—	14	80.1	9.54	0.33

- 2) 両機種とも振源にける打撃エネルギーの大きい大型機種が、その発生振動量も大きくなっていく。しかし軟弱地盤については変化が大きく、その逆の現象もあり傾向がつかみにくい。
- 3) 発生振動量が規制基準値75dBに減衰する距離は、普通地盤の場合両機種共に30m附近、軟弱地盤の場合、ディーゼルパイルハンマ 25m、バイプロハンマ 15m 附近である。
- 4) 地盤振動の減衰性については、振動レベルと距離の関係は、その波形や周期などの違いによって変化し易い様であるとされている。
 今回の調査結果から、普通地盤と軟弱地盤では、前者の方が減衰が大きく20m以内(振源より)で倍距離、約4dB、20m~80mで約8dBとなっており遠距離での減衰が大きい。
 軟弱地盤では、近距離に於いて前者同様の傾向を示すが遠距離には従わずなごぼる。これは軟弱地盤に於ける発生振動の周波数が普通地盤のものより低周波域に有ることが要因と思われる。
- 5) 振動の周波数成分は、普通地盤では、ディーゼルパイルハンマが16Hz帯域、バイプロハンマが20Hz帯域に卓越周波数を有することが分った。又、軟弱地盤では、土質の状態により多様であつて、4Hz~20Hz帯域にバラツキ、普通地盤のそれより低周波帯域にあることが多い。

3. 杭打撃音振動と苦情との関係

杭打作業時に発生する振動は人工的に生ずる局所的な地盤振動で微小振動中の振動量であるが、振動源からは振動と共に騒音を発生しその相乗作用によって一層強く人体に感じるものと思われ地域住民からの苦情を多くしている。

表-2に苦情申立てのあつた件数と家屋庭先での振動レベルを示す。

実測調査を行つた133件(工事件数34件)の内、家屋損傷の苦情が46件、心理的なもの87件である。

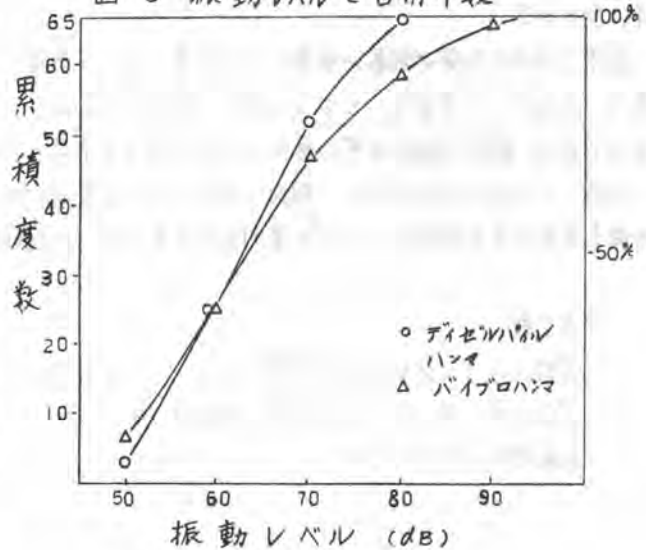
なお、家屋損傷の苦情46件の内22件(工事件数6件)については、工事との因果関係(ただし騒音振動のみではなく、例えば近接地の地盤掘削による家屋地盤の地盤沈下などの要因を含む)が認められ損傷補修で解決している。

これを地区別に見ると、北九州地区

表-2 振動レベルと苦情件数

機種	V _レ V	N=133							計
		45~49	50~59	60~69	70~79	80~89	90~		
ディーゼルパイルハンマ		3	22	27	15	1		68	
バイプロハンマ		6	19	23	11	5	1	65	

図-3 振動レベルと苦情件数



(福岡県、北九州市) 18件、中九州地区(熊本県) 3件、南九州地区(鹿児島県、宮崎県) 1件、となっており、地域による特殊性が表れている。

その他、現状、協議中のもの 8件、検討中のもの 16件である。

図-3は振動レベルと苦情発生件数を機種毎に示した。振動レベル 60dB 以下ではバイブロハンマに対する苦情が多く、それ以上ではディゼルパイルハンマに対するものが多くなっている。

これは、一方が打撃エネルギーによる同欠振動であるのに対し、もう一方は起振機による連続振動である相違と思われる。

振動レベルと苦情の関係は、規制基準値 75dB 以下で苦情発生しているものが全苦情件数の約 90% を占めている。屋内における振動レベルは、現行法規関係資料によると地盤上のレベルに +5dB したものが考えられている。これに従うと今回のデータでは、下限値 50dB で苦情発生と云うことになる。

振動の人体感覚、いまい値(60dB)以下の苦情発生は一般に考えられないが、実際には発生している。このことは他に要因があるものと思われるが、建設公害の代表とみなされる基礎工事においては、騒音、振動の発生源が明瞭で苦情を言いやすいのが特長と考えらる。

現状での工事公害対策としては、

- 1) 事前の環境調査を実施し施工についての現地説明を十分に行ない、了解を得ておく。
- 2) 採用する建設機械から発生する騒音、振動の実態について調査しておく。
- 3) 基礎工においては構造物として必要な強度ほどの要件も重要なことであり、経済性、施工性を十分検討した上、なるべく低騒音、低振動工法を選択する。
- 4) 建設機械の点検、整備を十分に行ない、これらの不十分さに起因する騒音振動を防止する。
- 5) 施工現場に於いて可能な防止対策については、できるかぎり採用する。

その他、騒音振動の絶対値を下げる対策を実行している努力をしていると云う姿勢も重要なことと考えらる。

4. あとがき

基礎工における発生振動の実態とその影響について概要を述べたが、騒音、振動に対する苦情の内容は「うるさい」「ゆれる」という心理的、感情的な面が多い。又公害に対する受忍の限度は流動的なものであり、時代の推移と共に変化し以前問題と云わなかった様な事柄にまで公害と云われている。

今後、この様な現状をふり、現地の実態把握と調査解析などから、先きに施行された建設工事に伴う騒音振動対策技術指針について運用面の充実を計り問題解決に努力していかねばならないと思う。

参考文献

- | | | |
|-------------------|--------|--------------|
| 建設における地盤振動の影響と防止 | 小林哲正 著 | 鹿島出版会 |
| 建設工事に伴う騒音振動対策技術指針 | | 建設省大臣官庁建設機械課 |
| 振動規制法案関係資料 | | |

11. 大型振動機V-300の開発

不動建設 小原元昭 川上高弘
 三菱重工 明石製作所 金子勝

1. まえがき

海上汚濁の問題から当然予想されたことであるが、海上での砂杭造成工法の需要は、従来の浚渫置換工法にかわつて、次第に増加しつつある。又その施工条件も長尺、大径の方向を指向している。このような傾向に対処するため施工機械の大型化も進み、砂杭施工に使用される振動機も近年の海上長尺施工においては、150馬力以上のものが普通になつている。しかし鋼管の径が800φを越えるものについては、施工能率の点から更に大型機種が開発が望まれている。一方振動機の国内市場にはこのような砂杭施工に適した大型機種が少く、施工者側の要求が十分に満たされていないのが現状である。また、技術的にも振動買入理論が確立されていないことから新機種の開発には常に困難が付きまどつてきた。われわれは、これ等のことを考慮して、ユーザーとメーカーの共同研究システムを取り入れ、長尺、大径の施工に適した大型振動機の開発を行つた。以下その概要を報告する。なお、本機は低周波振動機としては世界最大の機種となつている。

2. 仕様決定のための経過

2-1 基本方針

偏心モーメント(T)、起振力(F)、重量(W)、回転数(N)、電力(P)等の仕様と買入能力との関係を裏付ける決定的な理論式は現在みあたらない。このためこれら各種仕様のうち買入能力に支配的に影響を与える要素を決定する目的で行つた実験の結果を図-1、図-2、に示す。

この結果

(i) 振幅を重要視する。図-1

重量を軽く、偏心モーメントを大きくする。

(ii) 低周波を選定 図-2

偏心モーメントは回転数よりも有効に作用する。

2-2 買入能力による検討

ソ連のパイプロ設計法や鋼矢板ハンドブック系統の

$A > A_0$ (基準振幅) $F > F_0$ (総フリクション) 下端圧力
 $P > P_0$ (基準圧) を満たすように T, W を選ぶ方法を基に、

実測から得られた f 、先端抵抗、浮力等を考慮に入れる事によつて超長尺施工(水深30M、パイル長40m、パイル径1~2m)に際しては、 $T \approx 100000 \text{ kgcm}$ $F \approx 300 \text{ t}$ $W = 30 \text{ t}$ を目標とした。また、

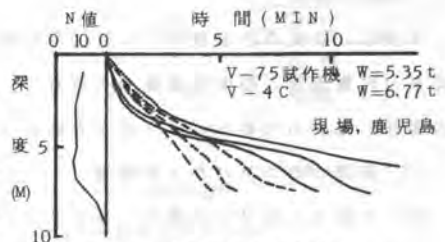


図-1 重量による買入深度

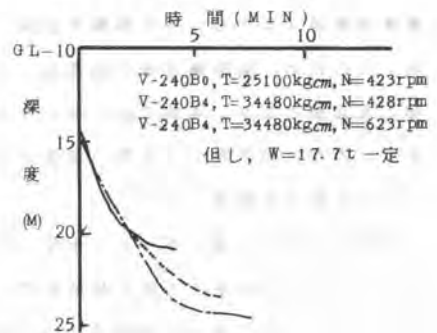


図-2 回転数、偏心モーメントと買入深度

従来得られた貫入データを杭の静的支持力と貫入時間の関係に注目して整理した結果から外挿による推定ではあるが、この程度の諸元で施工可能と判断した。

2-3 シリーズ化による検討

現在砂杭施工に使用される主要パイプロは単機として37.5~150KW、並列機として150~240KW等であるが、機種重複を避け空間を埋める、超長尺施工も可能、等の目的により単機、並列機の両用可能な構造とする。これらを考慮して電動機容量は250KW前後とする。

2-4 電動機容量と偏心モーメント

電動機軸トルクはTと同等と仮定した時の必要動力を P_1 とし、電動機全負荷容量を P_2 としたとき、 $\frac{P_2}{P_1} = K (K > 1)$ を余裕度とみなし、既存のパイプロと比較しKを出来るだけ小さくした。一方、熱的問題では若干の安全を考慮し、100%連続、150%30分定格を採用。

2-5 市販発電機の検討

使用発電機は現場での作業性を考慮して可搬式とし、市販の限界から250KVA発電機並列運転による500KVAで始動可能な電動機容量とする。

表 - 1

3. V-300仕様と他機種との比較

上記の検討の結果表-1のような仕様を得られた。

項目 \ 機種	V-300	V-240	V-120	VP-5	VM2-25000	2V-500A
偏心モーメント kg _m	45,000	34,480	17,240	38,000	25,000	5,500
起振力 ton	158	122	61	106	107	74.4
重量 ton	16.6	17.7	6.64	11.3	7.4	5.4
回転数 rpm	560	560	560	500	620	1,100
電動機容量 kW	300	240	120	220	150	90

4. 構造と特長

本機は、従来の小形機V75、V120の施工実績を基に、耐久性、運転操作、取扱いの簡易化および従来の付属設備との取合関係等に留意し、さらに大形機として具備すべき構造上の工夫、研究をかさね製作したものである。以下にその構造上の特長の概要を示す。

1) 軽量かつコンパクトな構造

杭の大径化、長尺化に伴い、貫入能力、施工能率等から当然、大形振動機が必要となるが、施工時の振巾、加速度を維持するため、逆に振動系重量の軽減が要求される。このため、振動機自体の軽量化、コンパクト化が是非とも必要となり、本機では、偏心ウエイトを特殊形状とし、内部に鉛を封入する等、軽量化に苦心した。

2) 2段4軸構造

大形化に伴い、偏心モーメント量、起振力が非常に大きくなるため、従来の1段2軸構造では軸受容量に限度があり、コンパクト化も困難なところから2段4軸構造を採用した。

3) 無段可変偏心機構

一般に、一定偏心モーメントの振動機では杭の種類、地盤条件により常に最適条件で施工すること

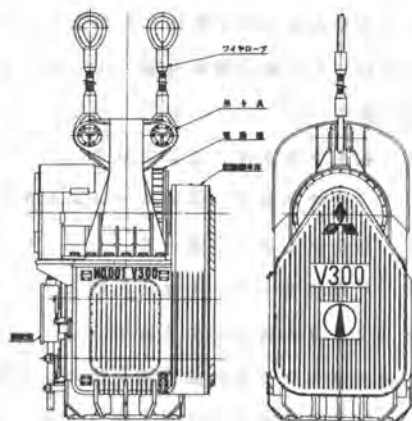


図3 起振機外形図

は難しく、本機では施工条件に応じて偏心モーメント量を変化できる可変偏心機構を採用した。この可変偏心機構は、2段4軸構造を採用したことにより、上段と下段の偏心ウエイトの相対角度を変えるだけでよく、構造が簡単で取り扱い易く、可変偏心ボルトの取付位置と歯車の噛み合い位置を替えるだけで、0 kg-cm～45000kg-cmまで無段階に調整可能である。

4) 潤滑，発熱対策

大形化に伴い、起振機内部の潤滑および発熱が問題となるが、本機では構造が簡単で信頼性の高いハネカケ方式を採用し、油量を必要最小限に押さえ、さらに起振機側面には冷却フィンを取り付ける等、発熱に対する万全対策を行い、潤滑油の劣化防止、さらには軸受寿命の向上等を計った。

5) 並列運転機構の採用

さらに大型工事に対処すべく、電動機反駆動側に同期ブーリを設け、2台並列運転可能とした。

図3に本機の外形図を、図4に可変偏心の原理を示す。

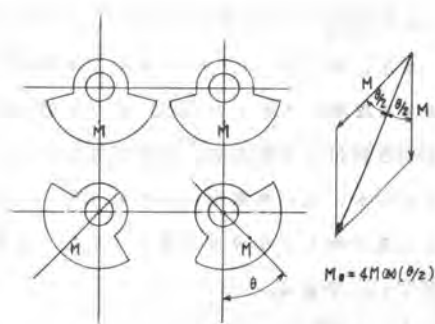


図4 可変偏心の原理

5. 性能試験

起振力，貫入能力の確認および軽量小型化，潤滑（ハネカケ式）方式による油温上昇，大容量電動機の起動問題等について工場と現場で試験を行った。

1) 起振力

起振力を確認するため図5に示す工場内の実験装置，測定項目から起振力を求めると，

起振力Fは，(1)式より求まる。

$$A = F / \sqrt{(K - M\omega^2)^2 + (C\omega)^2} \cdot \sin(\omega t - \varphi) \dots (1)$$

ここで，測定値から求まる抵抗C (kg-sec/m) をまず(2)式から求める。

$$C = 2(P_N - P_0) / (A\omega)^2 \dots (2)$$

(2)式を(1)式に代入すると，起振力156.3 ton が求まり，公称起振力158.5 ton が確認された。

一方通常施工のセット状態で現場使用した場合のアイドリング時データを表2に示す。

一割程変動しているのは，解析時の読取誤差と考えられる。

2) 貫入能力

現場で得られた貫入深度～時間関係を図6に示す。

同じ開端条件下で，V-240が $\frac{0.1}{1.5}m$ 付近の砂層で貫入不能とな

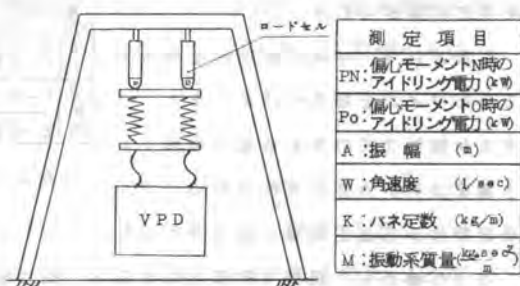


図5 実験装置と測定項目

項目	区分	測定値	理論値
全重量 (ton)		45.3	
偏心モーメント (kg-cm)			45000
起振力 (ton)			158.5
片振幅 (mm)	7.7~10.0		9.9
加速度 (g)	2.7~3.2		3.5
回転数 (rpm)	568		561

表2 現場測定データ

るのに比べ、V-300 では^{G.L.}-2.4m の岩盤まで貫入した。

また、同じV-300 を用いても閉端の時は、中間の砂層では貫入不能となるが、これは閉端された鋼管に水や土から作用する浮力と、先端抵抗によると考えられる。¹⁾ 因みに水、土の単重をそれぞれ1.0、1.5 t/m³として浮力と自重が等しくなり全く貫入不能となる深度は、ここでは^{G.L.}-2.5m である。

3) 起動

電動機が大容量でかつ起動時の力学的過渡状態が不明確であるが、現場経費の節減、過去の経験から発電機420KVAにてアイドリング試験を実施し、起動時状態を確認した。

試験時の起動電流等を表3に示す。

4) 温度上昇

工場内で温度試験を行つた結果、7hr 運転後でも上昇傾向を示し、夏期使用に問題が生じた。

対策として、本体の熱放散を増加するためフィンを取り付けた。また、ハネカケ給油方式のため油量の増減により温度上昇が大きく支配されるので、温度特性から適正油量の推定を行つた。

以上の事から、現場で実際使用すると、表面温度90℃で温度上昇は問題なかつた。

試験による温度上昇を図7に現場表面温度を表4に示す。

6. あとがき

振動機の負荷の設定は極めて困難であり、その変動範囲も非常に広く仕様の決定にはかなりの時間を必要とした。この間でできるかぎり事前に実験を行つて問題点を解明するように努めた結果、現場での試験結果は良好であり、今後の長尺、大径施工の適用には十分期待し得るものと考えられる。しかし一方、動的貫入の基本的なメカニズムには未だ不明な点が多く、そのことが振動機設計の標準化を困難なものにしている。この方面の理論の発展が、今後の振動機製作の技術をさらに高めることになるであろう。

参考文献 櫻, 峰岡: 「粘性土地盤に鋼管を振動貫入したときの周面抵抗と先端抵抗」 第11回土質工学研究発表会 講演概要集 P-693, 1976.6。

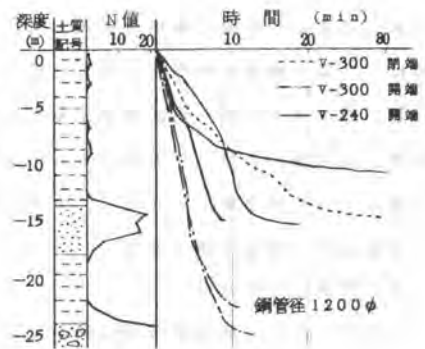


図6 貫入比較

項目	偏心モーメント kg-cm	
	80	90
起動直後	325	310
発電機側電圧 (V)	912	1359
起動容量 (KVA)	513	729
MOSが入つてからの時間 (sec)	121	128
モータ付加電圧 (V)	302	285
モータ負荷電流 (A)	1373	1340
運転時	438	438
モータ付加電圧 (V)	156	156
モータ負荷電流 (A)		

表3 起動・運転特性

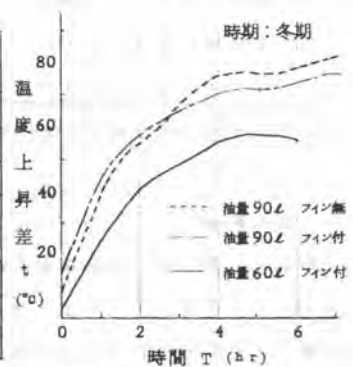


図7 油温、温度上昇差の関係

測定月日	表面温度 (°C)
7/29	75
7/30~7/31	90
8/1	80
8/3~8/5	70
8/8	85

表4 現場表面温度

12. 振動くい打ち作業がクレーンブームに及ぼす影響

建設省 関東地方建設局 関東技術事務所 塩野久夫 鎌田政也 小佐部憲彦

1. まえがき

クレーンと振動くい打機を組合せたくいの打込み、引抜き作業においてクレーンアームに亀裂や破損を生じることがあるが、これらの原因と考えられる振動荷重のクレーンブームに及ぼす影響について実態を究明するため調査を実施した。

本報告では、鋼矢板の引抜き及び実験台を用いて行なった試験結果をもとに、作業時にクレーンアームに生じる振動負荷特性並びに操作面からみた一部の問題点について述べる。



写真-1 試験風景

2. 試験概要

試験は鋼矢板の引抜きと、模擬くいとしての実験台により実施した。試験には下記の機械を用い、アーム先端、中間(長さ2種)、基部にそれぞれ抵抗線ひずみゲージ、加速度計を張付けた。

(1) 主要器材

- i) クレーン本体 : 伸鋼 (PαH 440-S) 1台
- ii) クレーンアーム : ラチス型パイプ構造 (標準 12m, 中間アーム 6m, 9m) 各1本
- iii) 振動くい打機 : 高周波 (45 KW, 60 KW) 各1台, 低周波 (75 KW) 1台
- iv) 鋼矢板 : (SP-3 ~ 10mもの) 6枚 (SP-4 ~ 15mもの) 12枚
- v) 実験台 : 緩衝スプリング付固定台

(2) 測定項目 及び 計測要領

- i) 応力 (アーム、鋼矢板抵抗線ひずみゲージも張付け、ひずみ量を検出)
- ii) 加速度 (振動くい打機本体、及びアーム先端より5m間隔にそれぞれ加速度計を取付け検出)
- iii) 吊上げ荷重 (ロードセルまたは、振動くい打機上部金具に抵抗線ひずみゲージを張付け検出)
- iv) 消費電力 (消費電流、電圧の計測)
- v) アーム角度 (アームに取付けた傾斜計より検出)
- vi) くい抜き早さ (シーファ回転数の読みとり)

3. 試験結果と検討

(1) 振動荷重のフリ上げによって生じるブーム挙動

i) アーム応力の発生状況

くい引抜き工程のうち、クレーンアームに高い応力が作用するのは振動くい打機の始動、停止直後に

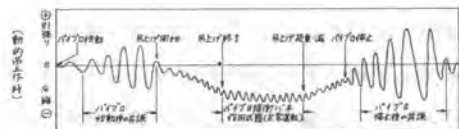


図-1. 動的フリ上げ時のアームひずみ波形例

生じる共振時と、振動くい打機が定格回転となってフリ上げ力を増し腰切りが始まる前に表われる。

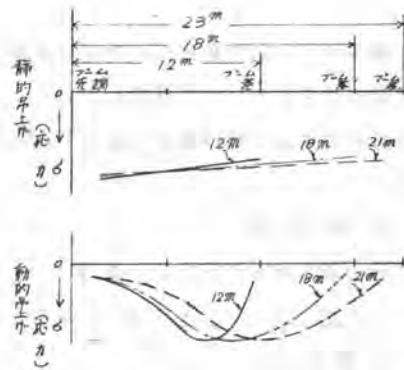
図-1に動的フリ上げによって生じる部材(主けた一基部)のひずみ発生状況を波形に示す。このうち、作業の前後に生じる共振現象は振動くい打機の回転数がフレンアームの固有振動数領域を通過する際に生じるものであり、特に振動くい打機停止後には定常回転から停止までの時間が比較的長いので共振を通過の際大きく振動が成長しアームには高い応力が発生する。(一例として、高周波 NVA-60SS、フリ上げ荷重 12 ton で $26 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$ を示した。なお、アーム材質は $80 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$ の高張力鋼が使用されているが「移動式フレン構造規格」「強度計算基準」によると、静的フリ上げ時の部材許容応力は約 $14 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$ とされている。) また、作業中の定常回転の状態になると平均応力は高まるが、振巾は $2 \sim 4 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$ の比較的小さな範囲で繰返されている。

ii) 静と動荷重のフリ上げによって生じるアーム応力比較

図-2は、アーム長さ方向に作用する応力を長さ別(12m, 18m, 21m)フリ上げ荷重別(静・動)に傾向線として表したものである。

静荷重の場合では、先端部がやや高めでゆるやかな勾配をもつて直線的に応力が分布しているが、アームが長くなると次第に先端部から基部までほぼ均一な傾向を示してくる。

これに比べ動的フリ上げの際には、12mアームでアーム基部に、18m, 21mアームになると中間アームの後部



付近に高い応力が作用し先端部では比較的小さな値となる。このことはアームの挙動に伴って曲げ応力が作用したためと考えられ静的フリ上げ時と比べて最も異なる現象といえる。また応力の大きさについてみると、振動くい打機が定格回転の状態では静と動の絶対値に大きな差がみられないが、共振時には、フリ上げ荷重の軽い範囲(10t以下)で2倍前後、フリ上げ荷重が増すとともに静と動の差は小さくなって約1.7tのフリ上げ時には、1.5倍程度 動的な場合が高く作用した。

iii) フリ上げ方法の違いによるアーム応力

図-3は静的にフリ上げた場合の方向が、垂直と横引きで行なった際に4本の主桁に生じる応力の相違を示したものである。

垂直フリ上げの場合は圧縮方向に大ききまはほぼ均一に作用しているのに比べ、横引きでは左,右の主桁で支える荷重配分に大きな差がみられる。この偏荷重の載荷状態に振動が加わると、部材には局部的に応力が集中する。

次に、衝撃的にフリ上げた際には当然高い応力となるが、最も顕著に表われたのは12m

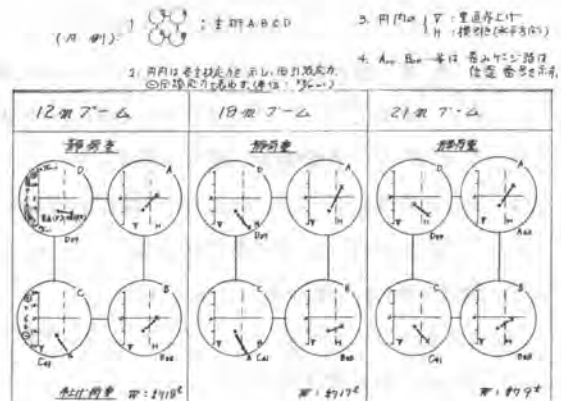


図-3 フリ上げ方向(垂直、横引き)の違いによるアーム応力の変化

ブーム、ブーム角 75° 、 22° フリ上げ時に主桁基部付近に $36 \sim 38 \text{ kg/mm}^2$ の応力が発生しており極めて危険な状態となっている。

① 共振時のブーム振動軌跡

振動くい打機の始動、停止直後には、振動数と応力の大きさが異なった数回の共振が生じるが、そのうち最も高い応力となる振動数はブーム長さによって異っており、12mブームで11~13 Hz、18~21mブームでは7~9 Hzの領域で表われている。図-4に共振時のブーム軌跡を示すが、これを計算結果にあてはめると一次と二次振動の中間的振動数となっており、応力の作用状況とよく一致している。

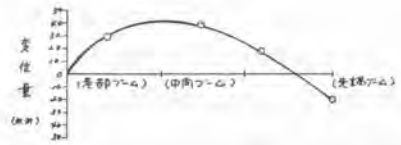


図-4. 共振時のブーム振動軌跡

(2) 施工操作面からの検討

① 引抜き方法の違いが、引抜き所要時間とブーム応力に与える影響

一般に、くいの引抜き法として ①振動くい打機をくいにあおけ、ワイヤロープをゆるめた状態で作動を開始し、くいの縁を切つてその後フリ上げと振動を併用する方法と、②初めからフリ上げ状態にして振動くい打機を作動させながら引抜く方法とが行われている。

両方式を、引抜き所要時間、ブーム応力の面から検討する。図-5は、両方式による引抜き状況をくいに生じた応力をもとに表したものである。

まず、引抜きに要した時間は鋼矢板(SP-3) 10m打込みの状態、振動くい打機の始動から縁切りが始まるまで単独に作用した場合、NVA-60SSで21秒、V-75で6秒を要した。次に、初めから振動くい打機とフリ上げを併用した場合には、NVA-60SSで34秒、V-75で11秒を要し、高周波(NVA-60SS)で13秒、低周波(V-75)で5秒、振動くい打機単独作用時が早かった。なお、縁切り後の引抜き時間では、引抜き方法、機種別に大きな相違はなかった。

これら引抜き方法によってくいの縁切り時間に差が生じるのは、くいに作用する振動くい打機の起振力の作用が起因していると考えられ、単独作用の場合にはくいに引張り、圧縮とバランスよく作用しているのに対して、フリ上げを同時に行なった場合にはくいに引張り荷重が強く作用し、圧縮力が著しく減少するため縁切りに時間を要するものと思われる。

ブーム応力についてみると、発生応力の最大値には両者に差がみられないが、引抜き完了までの

フリ上げ継続時間に関与があるので、長時間の使用を考慮するとその影響は無視できないものと思われる。

ii) 振動くい打機の適正な始動、停止時期

くい引抜き時の始動時には、可能な限りくいに振動くい打機をセットしてフリ上げワイヤをゆるめた状態で始動し、定格回転数となって繰切りが完了してからフリ上げるのがブーム応力の低減、引抜き所要時間の短縮面から好ましく、空振りまたはくいをフリ上げた状態での始動は壁けるべきである。(図-5参照)

停止時には繰切り後どの位置で振動くい打機を停止するかが重要であり、これらの状況を把握するためフリ上げ荷重とブーム共振応力の関連を図-6に示した。

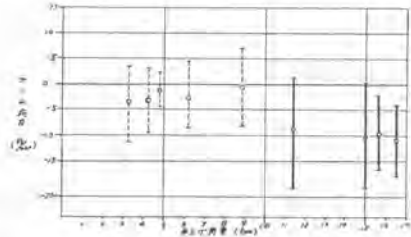


図-6 フリ上げ荷重ごとのブーム共振応力

これによると、低試ブーム、振動くい打機の組合せでは、10t前後のフリ荷重までは平均応力は小さいが、応力が引張り、圧縮の領域にわたって繰返されている。このことは部材や溶接部の疲労に対して大きな影響を与えるものと思われる。

また、10tを越えたフリ上げ状態で振動くい打機を停止した際の共振は、軽量荷時に比べて高い応力を生じているが、主として圧縮領域での繰返し応力であり、前者に比べて比較的危険度は少ないものと思われる。

一般には、繰切り後クレーン単独引抜き可能な位置までフリ上げ、振動くい打機をくいにあおけたままワイヤをゆるめ停止するのが望ましく、くい引抜き後、くいに付着した泥滞しのための空振り等は極力壁けるべきである。

4. 破壊等の原因及び防止対策のまとめ

これまで実施した現場調査、実験、計算結果をとおして問題点を整理する。

(1) 破壊等の原因

i) 正常な運転状態においても共振時の大きな繰返し応力が部材や溶接部に疲労を与えており、破壊や寿命短縮の原因となっている。

ii) 操作法等が起因した問題点

① 横引きや、衝撃的な引抜きを行なうと、部材に偏荷重や異常に高い荷重が作用し危険である。

② 緩衝バネを密着状態で使用することが多くなったり、標準以上のバランスウエイトを搭載して作業を行なうと、破壊や寿命の短縮となるばかりでなく、過荷重の場合ブームに座屈を生じることがある。

(2) ブーム破壊の防止対策

① 専用ブームの開発 ② ブーム振動吸振機構の開発 ③ 過荷重防止装置の開発 ④ 振動くい打機の急速停止機構の開発 ⑤ 作業前後におけるブームの保守点検を厳守する。

5. おわりに

数少ない資料からではあるが、作業時のクレーンブームに及ぼす影響と操作面からみた問題点について検討を行なった。本調査について関係各位の御批判をいただければ幸いです。

13. 油圧式アースドリルの施工実績について

日立建機株式会社 小平 善也

1. まえがき

技術の進歩とともに基礎杭も漸次大型化し、同時に環境問題も重視すべき時代となった。

種々の場所打杭工法のうちで、アースドリル工法は低騒音、低振動工法であることはもとより、掘削口径、掘削深度が大きく、とくに利用地層においてはその施工能率が圧倒的にすぐれていることはすでに定評がある。

そこで、より大口徑、高深度化をねらい、かつ低騒音化も考慮したKH100油圧式アースドリルを昭和49年6月に発表した。

本機は利用性のある日立全油圧式KH100フローラフレニ本体をベースとし、全油圧式を採用した高性能アースドリルである。

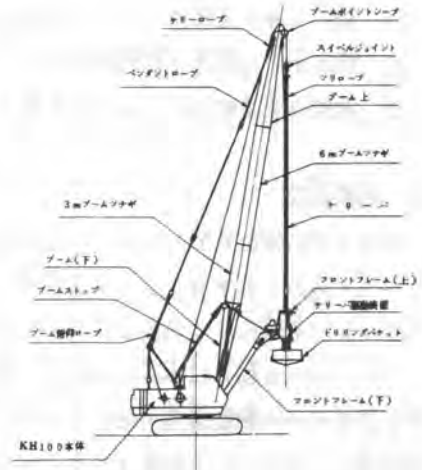


図-1 機械外観

2. KH100油圧式アースドリルの仕様および特長

KH100油圧式アースドリルの仕様を表-1に示す。またKH100油圧式アースドリルの特長を下記に示す。

- (1) 最大掘削口径は一般工質で1500mmまで、軟弱土質で1700mmまで、またリーマナイフ使用で2000mmまで可能である。
- (2) 掘削深度はステムロッドなしで33m、ステムロッド付で43mまで可能である。
- (3) 可変容量型ポンプを採用しているため、バケットの回転速度は土質に応じて自動的に0~24rpmの範囲で変化し、柔らかい時は速く、固い時は掘削トルクが大きい効率の良い掘削ができる。
- (4) ケリーバの駆動部を直接油圧で押下げる構造を採用したため、従来の方式に比べケリーバの摩耗が少い。

本体形式		KH100
ブーム長さ (m)		19
掘削口径 (mmφ)		600~1700 ※1 (2000)
掘削深度 (m)	ケリーバのみ	33
	ステム使用	43
バケット回転数 (rpm)		0~24
バケット回転トルク (kg-m)		正転40逆転51
バケット巻上力 (kg)		最大 9500
掘削土量 (kg)		最大 5000
速	バケット巻上 高速度 (分)	※2 70/35 (ロー速度)
	掘削土巻上 高速度 (分)	※2 70/35 (ロー速度)
	掘削土巻上 低速 (分)	※2 70/35 (ロー速度)
度	ブーム俯仰 (°/min)	※2 45 (ロー速度)
	旋回 (rpm)	3.8
	走行 (km/hr)	※2 1.5
	定格出力 (PS/rpm)	130/2000
全装備重量 (t)		36.9
全装備時平均接地圧 (kg/cm ²)		0.74
※1 1.5m以内の深さで掘削可能 ※2 掘削土質により速度変化します。		

表-1 KH100アースドリル仕様

- (5). バケットの容量は0.8m³でありノ回の掘削毎の排土量が多く、能率が良い。
- (6). 油圧駆動方式なので、騒音の発生源が少く従来に比べ静かである。
- (7). 油圧駆動方式なので、過負荷、衝撃に耐えリリーフバルブが作動し、機械の損傷が少く。
- (8). 本体運転席で全操作が可能であり、操作性も良い。とくにケリースラスト等の操作は電磁弁スイッチなのでフィンガーコントロールである。
- (9). トレミ管吊り等の補巻作業は本体の補巻ドラムを使用するのでロープ巻取容量が大きい。また従来のようにジョークラッチを切替える操作が不要とびる。
- (10). 掘削土砂を直接ダンカカーに排土できる。
- (11). 隅の杭でも容易に打設できる。
- (12). 補助作業は他のクレーンが不要である。

3. 概略構造

KH100油圧式アースドリルは従来のU106Aアースドリルと同様に、KH100液回体の前方にアースドリルアタッチメントを装着し、ブーム、フロントフレーム、ケリーバ駆動装置、ケリーバ、バケット、各種シリンダおよびワイヤロープより構成されている。

ケリーバへの動力は本体の油圧源(巻上、走行等と同じ)を利用し、独自に設置した回転バルブを介してケリーバ駆動装置の油圧モータに圧油を送り、ケリーバの入っているギヤ付角穴シャフトに回転を与え、ケリーバを回転させることにより、先端に取付けられたドリリングバケットに回転力を伝え掘削する。

またケリーバの押下げ機構は、回転中のケリーバをチャックし、ケリーバに接続されたバケットに推力を与え、掘削力を増加させることのできる構造となっている。すなわちケリーバ駆動装置はフロントフレームに固定されるおらず、スラストシリンダにより吊下げられた構造となっている。このバケットに回転力を与えて掘削すると角穴シャフトとケリーバとの間に回転抵抗が発生し、この状態で、駆動装置をスラストシリンダにより押下げると、駆動装置とケリーバは滑らず、推力はケリーバを介してバケット先端に伝わる。このためケリーバや角

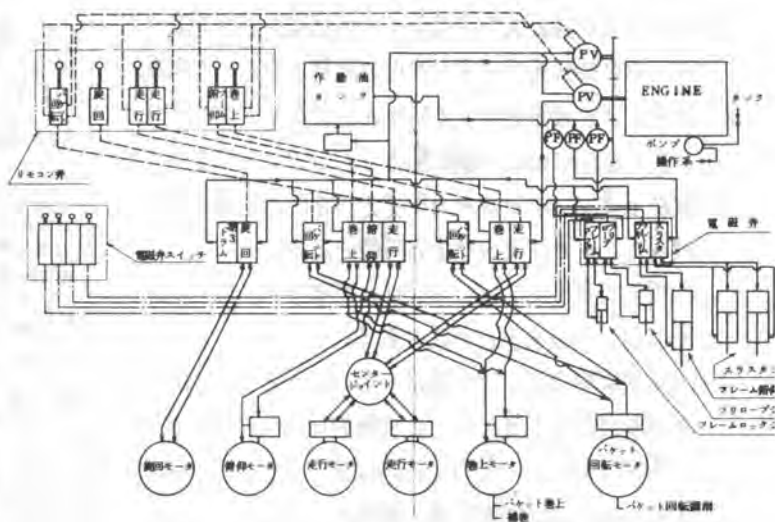


図-2 アースドリル油圧系統図

穴部の摩耗寿命が増大する。

アースドリル主要部名称を図-1に示す。またKH100の油圧式アースドリルの動力伝達機構を図-2に示す。

4. 施工実績

KH100油圧式アースドリルは発売以来20台以上納入し、各地で稼働しているが、以下その施工実績についてのべる。

〔例1〕

本例は東京都墨田区において昭和49年にT社により施工された建築基礎杭のデータである。

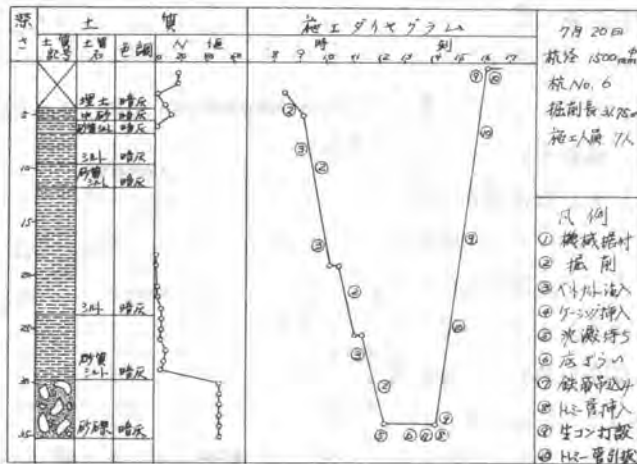


図-3 土質柱状図と施工タイムグラム

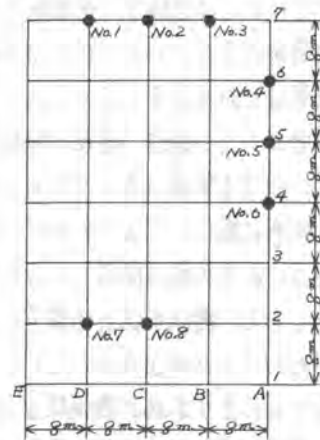


図-4 施工杭位図

図-3は本施工現場の土質柱状図と平均的の施工タイムグラム。図-4は本施工現場における杭位図。表-2はその実掘削時間とU106Aアースドリル実績と比較したものである。図-3より支持層が30m以上であるにも関わらず、表-2の実掘削長が30m以下なのは表土中の障害物の存在を含めていいためである。

杭No.	実掘削長(m)	掘削時間	掘削速度
1	28	4 ^{hr} 10 ^m	6.7m/hr
2	29	3 ^{hr} 20 ^m	8.7
3	30	4 ^{hr} 10 ^m	7.2
4	29	3 ^{hr} 50 ^m	7.6
5	31	3 ^{hr} 20 ^m	9.3
6	30	3 ^{hr} 10 ^m	9.5
7	28	2 ^{hr} 30 ^m	11.2
8	30	2 ^{hr} 40 ^m	11.3
U106Aアースドリル 1300mmφ			7~9m/hr

平均 9m/hr

表-2より掘削平均速度は9m/hrとなるが、これをU106Aアースドリル1300mmφの8m/hrと同表-2 実掘削速度比較表(杭径1500mmφ)一土質を推定すると、KH100油圧式アースドリルの方が約10%能率が良い。これを掘削土量に換算比較すると50%アップとなる。

〔例2〕

本例は東京都足立区において昭和50年にT社により施工された建築基礎のデータである。

図-5は掘削33m以上でステムロッドを用いた場合の土質柱状図と施工タイムグラム。表-3はその実掘削時間の表である。

表-3より掘削平均速度は3.5m/hrとなりステムロッドを用いた場合の約1/3に能率低下

する。この現場ではステムロッドの吊上げに本機の補巻ドラムを用いた。たとえば別クレーンによりステムロッドを吊上げ排土すればさらに施工能率を向上させることが出来る。また簡便なステムロッドの開発も必要と思われる。

以上の2例は代表的な例である。土質、作業段取、その他の状況により多少差が出ると思われる。

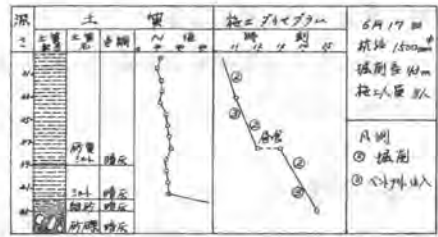


図-5 土質柱状図と施工ダイヤグラム

5. 騒音

アースドリルは低騒音、低振動の場所打杭施工機として当初開発された。しかし従来は本体に対しては低騒音化の必要性が叫ばれず、たとえばU106Aアースドリルの場合エンジン騒音、建屋の振動騒音、駆動チェーンのたつき音等に対する苦情はあまりなかった。しかし最近騒音公害に対する批判が厳しくなるとともに、特にアースドリルの場合市街地での施工も民家に隣接しての作業が多く、近隣住民に対する配慮として、機械本体の低騒音化が要求されるようになった。

表-3 ステムロッド使用時の掘削速度(杭径1500mm)

掘削長(m)	掘削時間	掘削速度
10	3" 10"	3.2 m/hr
10	2" 40"	3.8 "
10	2" 45"	3.6 "
10	3" 20"	3.3 "
		平均 3.5 m/hr

今後KH100油圧式アースドリルの開発にあたり、油圧式とすることにより本体の機械騒音を低減することができた。

また特殊仕様としてエンジン関係の低騒音化も並行して行ない、図-6、図-7に示すように、たとえば「東京都公害防止条例」に定められた「作業境界線より30mの地点での騒音レベル75dB(A)以下」に対し、12dB(A)低減することができた。ここで図-7の()値は標準機の騒音レベルである。

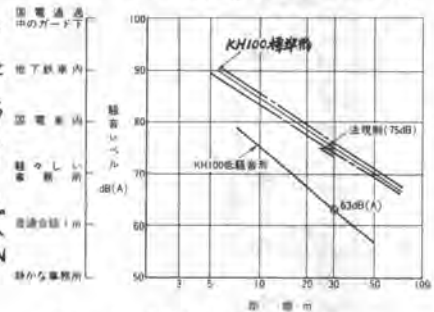
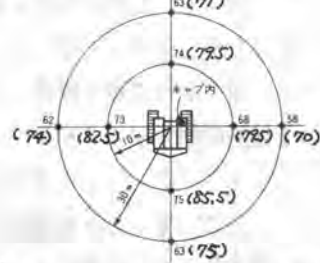


図-6 騒音レベルの比較

現在低騒音型KH100油圧式アースドリルは納入機の半数以上を占め、好評を得ている。



備考
1.測定条件は、エンジン無負荷最高回転速度(=2,060rpm)時です。
2.単位はデシベル(Aスケール)

図-7 KH100の周囲騒音

6. あとがき

U106Aアースドリルの長所を生かし、KH100油圧式アースドリルを開発して、下記の成果を得た。

- (1) 大口径化、高深度化を図り、かつ掘削カアップ、容量アップにより施工能率を向上した。
- (2) 油圧化することにより、本体の機械騒音を小さくし、さらに低騒音型の開発によりエンジン騒音の低減を図った。

今後ステムロッド使用時の作業の能率向上その他更に研究を重ね、ユーザーの要望を積極的に取り入れ改良を重ねて行く所存である。

14. 低騒音，低振動工法によるコンクリート橋の取りこわし試験調査

建設省中部地方建設局

稲田 弘 上坂 森 康

1. まえがき

近年、コンクリート構造物取りこわし工事の増加に伴ない、これら取りこわし工事によって発生する騒音、振動、粉じんなどの公害対策の対外的要求が年々高まり、都市部はもちろん、地方部においても従来工法による破壊解体工事の施工が困難になりつつある。

中部技術事務所では、これらの諸問題を解決するため、昭和47年度より49年度にかけて、現在実用化、または実用化されつつある工法のうちから9工法、20種類について調査、実験を実施し、従来工法と比較しながら公害の発生程度、安全性、経済性など各工法の特性について検討してきた。本報告は、50年度において市街地に架設されている、RC-T桁橋（旧荒井橋）の取りこわし作業を過去に検討した工法の中から、低騒音、低振動工法と思われる数種類の工法を選択し、これらの組合せ施工による取りこわし試験調査を実施したので、その結果の概要について報告するものである。

2. 取りこわし試験調査の概要

2-1 取りこわし橋梁の概要

取りこわしを行なった旧荒井橋は、豊田市東梅坪町地先に位置し、一般国道153号の一級河川矢作川水系、龍川に架かるRC-T桁橋で、橋長87、3m（9@9.70m）、有効巾員5、5mの5主桁である。

対象橋梁の全景を写真-1に示す。

2-2 施工及び環境条件

本橋取りこわしに際しての施工及び環境条件は、図-1に示すとおり、①右岸側に民家があるため、騒音、振動を、また、②左岸側に印刷工場があり振動を規制する必要があるとともに、③河川水質の汚濁防止について河川管理者より強い要望があった。さらに、④取りこわす旧橋に隣接して新橋が架設されており、一般国道153号の交通開放状態で施工する必要があるなど厳しい条件が附帯していた。

2-3 採用した工法の概要

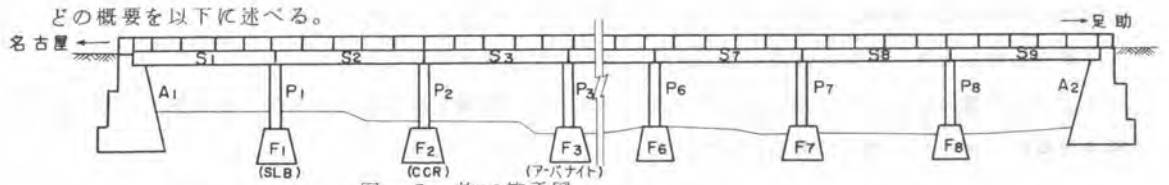
前述の諸条件のもとで採用した工法とその施工量を表-1に、各工法別の施工箇所を図-2に示す。また、これら工法の破壊原理、機構を



写真-1 旧荒井橋全景（右端新橋）



図-1 現場付近見取図



2-3-1 カッタ工法

本工法は、工業用ダイヤモンド、タングステンカーバイトなどを装着したブレード（切刃）の高速回転によって、コンクリート構造物を部材ごとに切断し解体するもので、一種の部材解体工法である。コンクリートカッタによる床版解体状況を写真-2に示す。

2-3-2 油圧ジャッキ圧裂工法

本工法は、コの字型の反力枠に取りつけた油圧ジャッキによって、チゼルをコンク

リートの柱、梁、床版などに貫入させ圧裂破壊させるもので、静的な取りこわし工法の一つである。

今回の試験調査では、コンデストラ-Ⅱ型（ジャッキ最大押力230 t o n）を用いて施工した。コンデストラ-による橋脚取りこわし状況を写真-3に示す。

表-1 採用した工法とその施工量

工 法 名	機種、規格等	取りこわし部位	施工量
カ ッ タ	ロビンDC-350	床版・桁 (S1-S3)	(m ³) 58
油圧ジャッキ	コンデストラ-Ⅱ型	橋 脚 (P1-P3)	22 (t)
	ダ ル ダ V 型	橋 台 (右岸 A1)	99 (t)
火薬(コンクリート破砕薬)	G C R S L B ア-バナイト	橋脚基礎 (F1-F8)	(t) 117
大型ブレイカ	アイオン-500	床版・桁及び橋脚 (S4-S9) (P4-P8)	170 (t)
セリ矢		橋 台 (左岸 A2)	139 (t)
計 5 工 法	8 種類		605 m ³



写真-2 カッタによる床版解体状況

2-3-3 油圧式ロックジャッキ工法

本工法は、あらかじめさつ孔した穴に、テーバーのついたウェッジを油圧力で押し込み、その穴を拡大させてコンクリートを破壊させるもので、さつ孔作業を除けば無騒音、無振動で施工できる。

今回の試験調査では、油圧式ロックスプレッダー「ダ ル ダ」V型（割岩力320 t o n）を使用した。

ダ ル ダによる橋台取りこわし状況を写真-4に示す。



写真-3 コンデストラ橋脚取りこわし状況



写真-4 ダルダによる橋台取りこわし状況

を同時に運転させて破壊した。次にこれら大割されたコンクリート塊をトラックシャーベールによって搬出処理した後、第2段以降の施工を同一方法により逐次取りこわした。

なお、左岸側の橋台取りこわしについては、エアーさく岩機を利用したセリ矢工法を採用した。解体手順は「ダルダ」施工に準じて行なった。

3. 調査結果の概要と問題点

今回実施した試験結果より、各種取りこわし工法の特性を表-2にとりまとめた。各工法の特に問題となる点を列挙すれば、次のとおりである。

- ① コンデストラー：機体が大型・重量級となり、セットに時間と労力がかかる。
- ② ダルダ：騒音、粉じんを伴うせん孔作業が必要で、鉄筋量の多いものは困難。
- ③ カッター：給・排水と切り出し部材の吊り出し装置が必要。
- ④ コンクリート 破砕薬：せん孔音と間欠発生であるが爆発音、振動があり、安全防護が必要。

表-2 各種とりこわし工法とその特性

工法名	規格等	公害特性				施工特性				※※ とりこわし 費用 (千円/㎡)
		騒音 (dB(A))	振動 (dB)	粉塵	危険性	機器形態	施工範囲	破砕効果 実績 (m ³ /h)		
油圧 ジャッキ	コンデストラーⅡ型	65~ 67	なし	○極少	○安全	○33t級ベスマ ジン、ジャッキ能 力 300t	○床、梁、柱、壁の 施工可 ○厚さ0.5~1.0m	○チップ状 塊状、部 材状、い ずれも可	1.0~ 1.5	9~11
	ロケットジャッキ (ダルダ)	なし ※ (79)	なし	○極少 ※ (やや 多量)	○安全	○油圧ポンプ3Ps 割岩力320t	○無筋又は鉄筋量の 少ない構造物 ○せん孔必要	○塊状、部 材状	4.5~ 4.7	5~6
カッター	ロビンDC-350	75	なし	○極少	○ブレード の破損	○30t級の吊り 出し用クレーン	○最大切削深さ 0.24m	○部材状に 切斷	(m ³ /h) 2.7~	(千円/㎡) 15~18
火薬	コンクリート破砕薬 (CCR, SLB, CEX, アーサイト, etc)	78~ 87	57~ 65	○やや 多量	○破砕片の 飛散 ○鉄砲現象		○せん孔必要 ○0.5m以上のタン ピング長を要す。	○チップ状 ~塊状	1.0~ 2.4	10~ 15
ブレーカ (参考)	ハンドブレーカ (20~40kg級)	77~ 78	なし	○やや 多量	○安全	○空圧式にはコン ブレッサが必要	○施工量少なく、狭 あい箇所、局所、 破壊に有効	○チップ状	0.2~ 0.5	11~ 13
	ジャイアントブレ ーカ500kg級 空圧式	80~ 90	—	○やや 多量	○安全	○0.35m ³ 級のジ ョベル掘削機 ○空圧式にはコン ブレッサ	○G・Lに対し 上側 2~3m 下側 1.5~2.0m	○チップ状 塊状、部 材状、い ずれも可	1.8~ 2.9	6~8

騒音、振動は30m地点での測定値である。

※さく孔時の騒音と粉塵、 ※※とりこわし費用は50年度単価の試算額。

4. あとがき

以上の結果は、一つの解体現場における一例であり、これをもってこれら工法の公害度、施工性、経済性などの良否を断定することはできない。千差万別の解体工事には、1工法のみですべてを満足させる決定的な取りこわし工法は見当たらない。したがって解体工事の施工にあたっては、現地の施工条件、環境条件を十分検討のうえ、いくつかの工法を効果的に組合せて施工することが望ましいといえよう。

最後にこの調査結果が、この種の取りこわし工事の計画、設計のうえで参考となれば幸いである。

15. 地下発電所工事における省力機械と安全工法

鹿島建設(株) 川島 一夫 新野 義仁

1. まえがき

水力発電所は大規模化される傾向にあり、現在施工中あるいは計画中の地下発電所は大容量のものが多く、地下発電所工事は発電所の空洞をはじめ、水路、機器搬入坑および作業坑等の各種トンネルを同時に短期間に施工するので、地質への配慮と共に、安全に能率的に施工しなければならない。

本文は地下発電所工事において、施工の合理化を目的に採用したトンネル削孔機械と、水圧管路堅坑の巻揚設備について概略を紹介する。

2. トラックジャンボによるトンネル掘削

発電所を取りまくトンネルは経済性から短く急勾配に設計するので線形は複雑である。発電所本体の工程を支配するこれらのトンネルは同時に施工するので、施工機械はタイヤ式の機種が有利となる。

一般にタイヤ方式のトンネル作業員は、タイヤ式重機械を運転する特殊技能作業員と削孔、発破、支保工等のトンネル作業員とを混成することは難かしく、レール方式と較べて配置人員は多いとされている。この点に対して地下発電所工事は、レイアウトの特殊性から複数トンネルを同時施工する2切羽交互掘削の採用により、トンネル作業と運搬作業を分けてムダのない稼働時間を与えるだけでなく、施工機械も単一トンネルに較べて大幅に縮少できる利点となり、タイヤ方式を有利としている。

2切羽交互掘削の施工機械について特に検討要する機械は削孔機械(ドリルジャンボ)である。

- (a) 削孔時間と、ズリ搬出時間および支保工時間とをバランスさせ得る削孔機械。
- (b) 2つのトンネル間の移動に必要な機動性を有するもの。
- (c) 線形に応じた回転半径を有し、設計勾配を容易に走行できるもの。
- (d) ロックボルトの施工が可能なもの。

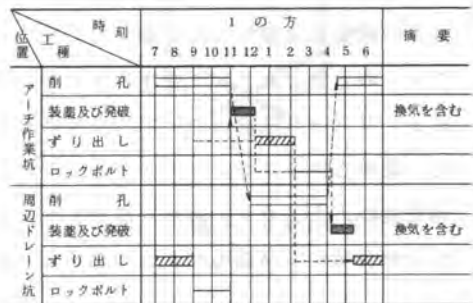


表-1 掘削サイクルタイム

この主旨に従い、当工事では新しい削孔機械として、リフトブルデッキ式4ブームトラックジャンボを採用している。

(1) 4ブームトラックジャンボの仕様

本機はタイヤ式ドリルジャンボの在来型にない新しい試みとして、図-1に示すように上下、2段のデッキを設け、特に上段デッキはリフトブル機構とし、それぞれに2台の油圧ブームドリフターを装着した。下段の油圧ブームはロータリブームとしてロックボルト削孔も可能である。

ベースマシンは 11tトラックを台車とし、トラックの中間部と後部に削孔時に利用するアウトリガーを取付け、下段に油圧ユニット（電動 7.5KW）を装備した。

削孔姿勢は図-1の上図でトンネル断面 $20\text{m}^2 \sim 50\text{m}^2$ と削孔範囲が広く、移動時は各々のブームが前後にスライドする構造により、下図のように車輛限界内にコンパクトにまとめられ機動性が高い。

(2) 施工実績および考察

2切羽交互施工によるトンネルの組合せは7通りで総延長は約 1.7Kmである。このうちトラックジャンボにて施工したものは約 1Kmであった。進行実績は平均日進 4.5mをえ、カーブや斜坑など複雑なトンネルにもかかわらず比較的一定な進行を得ることができた。

削孔は2切羽が異なるパターンにて実施しなければならなかったが、支障なく一定のサイクルを確保するとともに機械稼働率もかなり高率であった。

作業員は削孔班と支保工班とに別けて専門化し、仕事に対する熟練を計り、作業効率を高めると共に作業手順の整然化がなされ、遅れがちなロックボルトも切羽に接近して施工する習慣が付き、安全性からも非常に成果があった。

トラックジャンボは移動時の安定性が良く、作業能率の向上に効果的であった。ただ問題点としてドリフターの台数とトラック台車の大きさの関係、あるいはドリフターの性能について一段の研究が必要であった。使用当時のライト・ドリフターの替りに現在では高性能のドリフター、あるいは油圧式ドリフターも開発されているので、これ等を装備するならば少ない台数にて高能率なトラックジャンボが使用出来たものとする。

3. 油圧ジャッキによる竪坑巻揚設備

竪坑、斜坑工事の巻揚設備は鉸山機械にならうものが多い。竪坑上の大きな「やぐら」と、作業用吊足場（スカフォード）、このスカフォードを吊る大型巻揚機と人荷用エレベーター等で、従来の考え方からするならば、竪坑の規模によっては相当大型の巻揚設備が必要となる。

この巻揚機の合理化案として油圧ジャッキを代用したものが本例であるが、このジャッキは土木工事におけるスリップフォーム工法、建築工事等における重量物のリフトアップ工法に使用されているセンターホール式ジャッキにダウン機構を付加したアップダウンジャッキと称する小型な油圧装置で

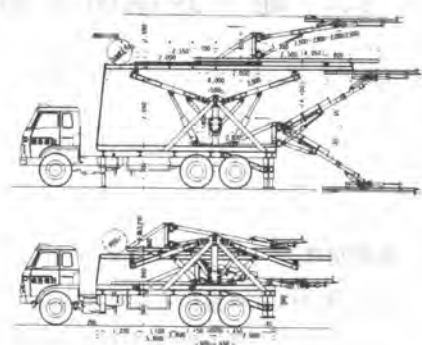


図-1 4ブームリフトトラックジャンボ

要目	型式	個数	備考
ドリフター	古河F-12	4	レリクター1区
ガイドローラ	3Mオートバック付	4	フォード長 2.5m
ブーム		4	フルオートマチック2, ローター2
パワーポンプ		3	7.5KW 電動モーター
ラインオイル	Lo 450	4	容量 450CC
＃	45 Lo	1	4.5 l
空気消費量	最大 21m ³ /分		ドリフター及びエアモーター
油消費量	最大 21cc/分		＃ 　＃
総重量	約 13t		台車 3t, ジャンボ 10t

表-2 トラックジャンボ仕様



ある。このジャッキを使用する工法はスウェーデンにて実用化されローダウン工法として色々の事例はあるが、土木工事において一つのクレーンとして使用した例は今回が初めての試みである。

(1) 大断面調圧水槽工事における巻揚設備

図-2の調圧水槽工事を参考に在来方式の巻揚設備とアップダウンジャッキ方式とを比較すると次のようになる。

- ① ジャッキそのものは小型軽量，小動力なので，設計構造内に設置でき余分なスペースを必要としない。
 - ② ジャッキ方式は堅坑断面の大小に対してはジャッキの台数の増減で対処でき，堅坑の延長に対してはスチールロープの長さを替えるだけで，設備の大きさは関係ない。
 - ③ ジャッキ方式はスcaffoldingを簡単にスリップフォームに転用できる。
 - ④ ジャッキ方式の昇降スピードは遅い。
- アップダウンジャッキ図は図-3に示す。

当工事ではスcaffoldingの総重量が30tになるのでジャッキ6台をセット，6点吊りとした。法規上，人荷共用のゴンドラに適用されるので，吊下げロープは安全率を10として破断強度50.4tのものを使用し，ジャッキは余力率2.4倍として5t/1台にて算定している。

ジャッキは歯型コレットチャック式で，上下2台のジャッキが交互に尺取り動作することによって昇降する。掘削時のスcaffoldingは掘削完了後，スリップフォームとしてコンクリート覆工に転用する。覆工時の荷重は60tに達するのでジャッキは12台に増設している。この場合覆工は上昇工程のみとなるので，ジャッキは6台を2つに分けて12台に使用できる利点がある。

(2) 高落差の水圧鉄管堅坑の掘削設備

堅坑部は延長200m余，地質は比較的堅硬で掘削壁面の支持はロックボルト，ラス網張りにて可能であった。堅坑施工法は安全工法として，レーズボラーによる導坑掘削を行い，切抜げは上部より下部に，この

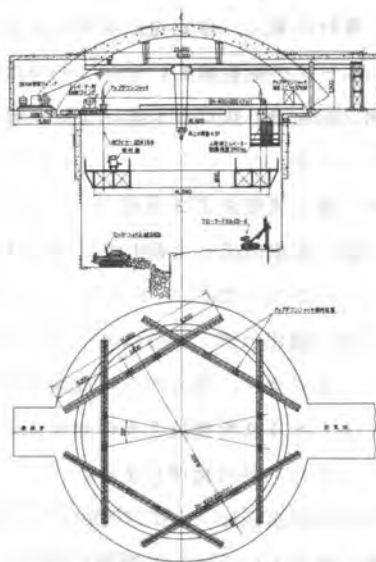


図-2 調圧水槽掘削設備図

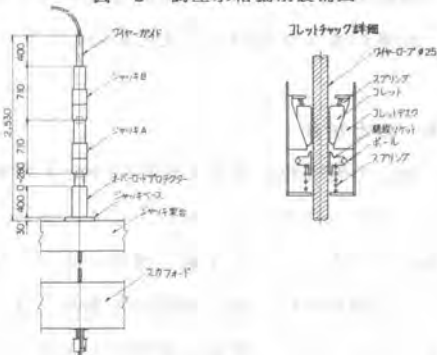


図-3 アップダウンジャッキ図

16. トンネル工事高速化への試行

建設省 東北地方建設局 栗原宗雄，斎恒夫

1 まえがき

トンネル工事については、従来から各方面において省力化、安全化など、より進んだ機械化施工法が研究され合理化がはかられているところである。この要請にこたえて建設省において昭和46年度より建設機械開発調査費による「トンネル工事における機械化施工に関する調査試験」のテーマの下にトンネル掘削における工事の高速化と合理的施工システムの開発を目的として調査研究を進めてきたものである。この開発プロジェクトについては、昭和46～47年度に在来工法における建設省直轄工事、日本道路公団、国鉄の主要トンネル工事を抽出して工事の工法手順、使用建設機械、作業サイクルタイムなどを調査分析の結果から開発指向を決めたものである。

この調査結果によれば、道路トンネルを対象とした場合、上部半断面工法が比較的多いことから、この工種に適應した工法の検討がなされたものである。又、上部半断面工法における掘削全体の時間構成率は次のとおりであった。

削孔 23～29% ずり出し 27～31% 支保工建込 20～29%

となっている。つまりこのことは、これら工種の改善によって全体サイクルタイムは飛躍的短縮が可能となる。この報告は、これら一連の開発研究の中での中心をなす掘削ずり処理システム（ロード&キャリ工法）、削孔支保工システム（油圧モービルジャンボによる工法）の二つの試行調査についての概要の紹介である。

2 掘削ずり出しシステム（ロード&キャリ工法）

2-1 工法導入の目的

ずり出し能率をあげるには、断面に許容される限りの大容量のずり積機を選定することは勿論であるが、運搬機との組合せ効率をいかにあげるかが課題となる。大容量積込に対処するには大型の運搬機によるか、台数増加しか方法はない。この解決の手段として計画された工法がロード&キャリ工法であり断面に許容される限りの大形積込機による掘削ズリの一時仮置方式によって問題の解決をはかったものである。機械の導入にあたっては次の点を勘案して検討導入を行っている。

- ①切羽あけ時間の短縮……………サイクルタイムの短縮
- ②ずり出しダンプトラックの削減……………省力化
- ③坑内機械台数の削減による排ガス減少……………作業環境改善と台数削減による安全作業
- ④掘削の経済性 などである。

2-2 導入機械

導入機械の概略仕様は次に示すとおりであり、単にローダではなく積込機とキャリアの機能を備え走行性能も優れたもので、トンネル内の狭い空間に適した低床式、車体屈折走行で回転半径も小さく運転員は横向乗車で前後進に優れた特長をもったものである。

形 式：三井アイムコ装輪式ロードホールダンプ915H形

バケット容量：（平積）3.0 m³ （山積）3.8 m³

走行速度：前後進ともI速0～6.4 km/h II速0～20.75 km/h

最少旋回半径：最外輪6050mm，バケット最外部7,100mm

車体寸法：（全長-全幅-全高）9680-2570-2,400mm

重 量：最大積載時 29,760kg

機 関：空冷ディーゼル 176 PS/2,300 r.p.m

排気処理方法：ウォータスクラバ方式

バケッ ト：スタンダードorエゼクタバケット装備



写真-1 ロードホールダンプ(三井アイムコ915H形)

2-3 試験施工

この機械は上部半断面と大背の掘削に投入試験されたもので当該トンネル工事は次のとおりである
大間越トンネル工事 延長625m（101号線，東北地建能代工事事務所管内）

岩 種：凝灰角れき岩と凝灰岩の互層

加背断面 上部半断面38.1 m² 大背断面25.4 m² 土平断面10.1 m²

施工は図-1のような仮置工法で行なわれた。この方法は切羽より掘削ずりを30～40m付近に仮置して削孔工程に移り，削孔中に仮置ヤードより坑外に搬出する方法である。この場合ロードホールダンプはあくまでも切羽掘削，仮置，仮置から坑外への2次運搬に使用され，坑外ではトラクタショベル，ダンプトラックの組合せとなる方法をとった。大背も殆んど同様な方法によっている。これら工法による結果は次表-1の実績表にしめすとおりでである。

表-1 ロードアンドキャリ工法のサイクル実績（標準バケットによる）

項目	加背	上半（平均38.1 m ² ）	大背（平均25.4 m ² ）	備 考
仮置距離		40 m	60 m	切羽よりヤード中心まで
仮置サイクルタイム（平均）		走行速度 6 km/hにて 118 sec	走行速度 6 km/hにて 157 sec	"
ずり出し（平均）		平均 5.5 km/h 75+1.31L sec	平均 5.5 km/h 90+1.31L sec	仮置より坑外排出まで
1 サイクル掘削量 q		2.62 m ³	2.80 m ³	地 山
時間当り作業量（仮置）		短期 79.9 m ³ /h 長期 35.9 m ³ /h	短期 64.2 m ³ /h 長期 34.0 m ³ /h	地 山

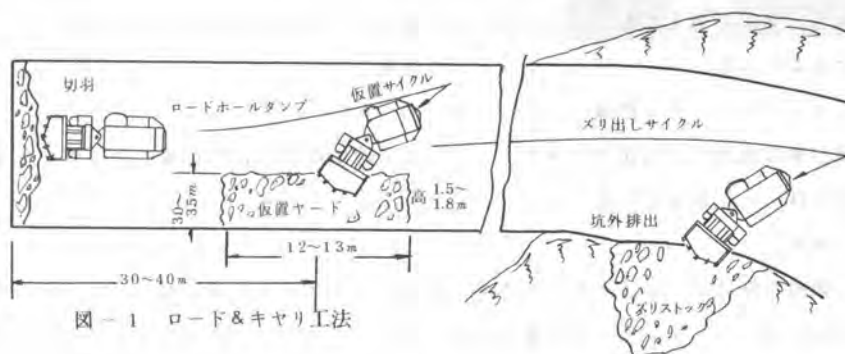


図-1 ロード&キャリ工法

この試験施工による得失や問題点は以下に要約される。

- ①本機の投入によってサイクルタイムは上半掘削において在来工法（トラクタショベル，ダンプトラックの組合せ）に比較して約50%，大背掘削について約50%の工期短縮が可能となった。
- ②坑内機械台数削減による環境改善と排ガス，安全作業化が一段と向上出来る。
- ③この工法は坑内ずり出し時間と削孔との関連から2次運搬（ズリ出し）距離が大きいとサイクル的に成立しない。試算では700～800mが限度と考えられる。反面，中規模トンネルや，坑口から順次利用土として盛立るなど距離的な許容範囲にあれば有効な方法といえる。
- ④この車両は，自動車保安基準外にあり車検がとれないこともあって坑口にズリストックヤードがないと不具合である。などが今回の試験による考察である。

3 削孔・支保システム（油圧モービルジャンボ工法）

3-1 試験目的と計画

削孔の合理化，高速化を図るには，削岩機の高容量化や高圧化，又は，ブーム数の増加が考えられるが，前者は，空気量の増加，高圧化に伴う騒音レベルの異常増加，削岩機部品ライフの減少，高圧大容量プースタコンプレッサの問題，配管メンテナンス等解決のむずかしい諸問題があり，後者については，作業断面による制約，機動性の低下など問題が多い。

この問題解決の手段として油圧削岩機の導入を検討したもので全油圧式のホイールジャンボとしての支保工建込機構にも適応出来るような高剛性ブーム2つを備えた機種を上半断面に2台並列にした削孔，支保工の工法を開発計画したものである。

3-2 油圧モービルジャンボの特性と機械仕様

油圧削岩機の特徴は，空気式に比較して①騒音レベルが低い，②コンプレッサ不要で省力化，省エネルギー化が可能，③配管不要，④同一規格のものに比して性能が高い，⑤坑内オイルミストの発生がないなどである。この機械は当初設計したものが経済性，日程等の関係でフランスセコマ社の類似機を改造して試験を行っており次にしめす概略仕様性能のものである。

形式：油圧自走形2ブームドリルジャンボ

全長-全幅-全高：8700-2200-2130mm

全装備重量： 14,000kg

ドリフタ形式：油圧式RH35，ロータリバーカッション式

削孔範囲：高×幅-深 5400×8400-2,600mm

走行速度： 0～7km/h

原動機：電動モータ 37KW，400V

走行用機関 デーゼル空冷 45PS

支保工建込装置：ブームガイドシエルにチャック組込（全油圧式）

作業用カゴ： 2人乗ワンタッチ 着脱式



写真-2 油圧モービルジャンボ（三井&フランスセコマ社）

3-3 試験結果

1) 削岩機性能 国産同級の空気式との比較試験を行っており，この結果は次に要約するとおりで

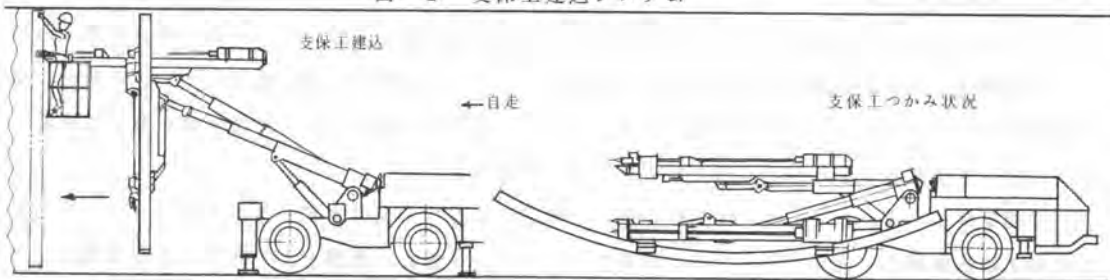
- ①作業騒音（削孔時）5m地点において15dB(A)の低下がみられる。

- ② 削孔能力は $0.95 \sim 1.89 \text{ m}^3/\text{min}$ (安山岩) と空気式の約 2 倍の能力をしめし高速化に大きな期待がもてる。
- ③ 岩種変化などによる通常の竹の子現象も油圧式による引抜力の増加によって殆んどみられない。
- ④ その他安全性の面については、オイルミストがないなどから坑内環境改善が出来、安全作業面での期待が大きいなどの結果を得ている。

ロ) 支保工建込性能

この方式は図-2 に示すように支保工つかみ取りから建込まですべて油圧チャックとブーム動作によって行なわれる方式である。試験は野外に形鋼で明りの模擬トンネルを構築のうえ、250H 支保工によって行なわれ一工程 26 分(半基)を要した。なおこの機械は実現場投入に当っては、上半に 2 台並べられるので(試験では 1 台で半基分)支保工 1 基当り 26 分である。この工法で人力を要する箇所は作業用カーゴによる頂部ボルト締めのみで安全度が極めて高いことが立証された。

図-2 支保工建込システム



4 全体サイクル改善

以上述べた新しいシステムを在来工法(レックドリル削孔, トラクタショベル, ダンプトラック組合せ)と比較してみた場合をテスト結果から試算すると次表のとおりである。

上部半断面 断面 38.1 m^2 進行 $1.2 \text{ m}/1$ 発破 B種										
工種	時間								1サイクル計	
	1	2	3	4	5	6	7	8	在来 分	新 分
削孔爆破	[Gantt chart showing time bars for drilling and blasting]								188	133
ずり出し	[Gantt chart showing time bars for mucking out]								170	86
支保工	[Gantt chart showing time bars for support work]								85	60
その他	[Gantt chart showing time bars for other tasks]								30	30
計	[Gantt chart showing total time bars]								473	309
月進長	[Gantt chart showing monthly progress bars]								117 $\text{m}/\text{月}$	76 $\text{m}/\text{月}$

大背 断面 25.4 m^2 進行 $2.0 \text{ m}/1$ 発破 B種										
工種	時間								1サイクル計	
	1	2	3	4	5	6	7	8	在来 分	新 分
削孔爆破	[Gantt chart showing time bars for drilling and blasting]								167	93
ずり出し	[Gantt chart showing time bars for mucking out]								136	71
その他	[Gantt chart showing time bars for other tasks]								30	30
計	[Gantt chart showing total time bars]								333	194
月進長	[Gantt chart showing monthly progress bars]								2333 $\text{m}/\text{月}$	135 $\text{m}/\text{月}$

在来工法による平均的サイクル
 新工法による平均的サイクル

この表のとおり全体掘削サイクルは、上半掘削において約 35%、大背掘削において約 40% の時間短縮となるが、今後熟練によってもある程度短縮可能な余地を残している。

5 あとがき

この調査はあくまで上部半断面工法を対象としたものであり、今回未調査となっている導坑方式、矢板掛けなど今後に残された研究課題も多い。この方式にしても軟弱地質トンネルには機械構造上不具合も多いことが判明しており、今後の課題として検討の段階である。おわりにこの試験で全面的協力を得た機械化研究所、三井造船アイムコ(株)の方々に御礼申しあげる次第である。

17. 軟弱層に適応した土圧式シールド工法の開発と施工

日本国土開発 玉野井 峻

1. まえがき

シールド工法は地下鉄道にみられる大断面から上下水道の小断面にいたるまで、広範囲にわたって各種事業に採用され、その施工量も年々増加の一途をたどり、工法の普遍化とともにシールド掘進機も、いろいろの施工条件に適応できるよう研究、開発がなされている。

なかでも軟弱地盤でのシールド工事では切羽の安定、地盤沈下などの問題があり、近年泥水シールドが採用される例が多くなったが、コストが高いこと、泥水処理プラント用地の確保難、泥水処理に使用する凝集剤による公害問題等、未だ諸々の問題がある。

そこで、当社では泥水式シールドの問題点を補ったものとして、主として軟弱地盤を対象にした「土圧（スクリュー排土）式シールド掘進機」（EK-SPシールド）を石川島播磨重工業（株）と共同開発し、東京都葛飾区の水道工事および、茨城県竜ヶ崎市の流域下水道工事で施工の実績をあげたので、ここに機械構造と特長を発表し諸兄の御批判をいただきたい。

2. シールド掘進機の仕様（表-1）

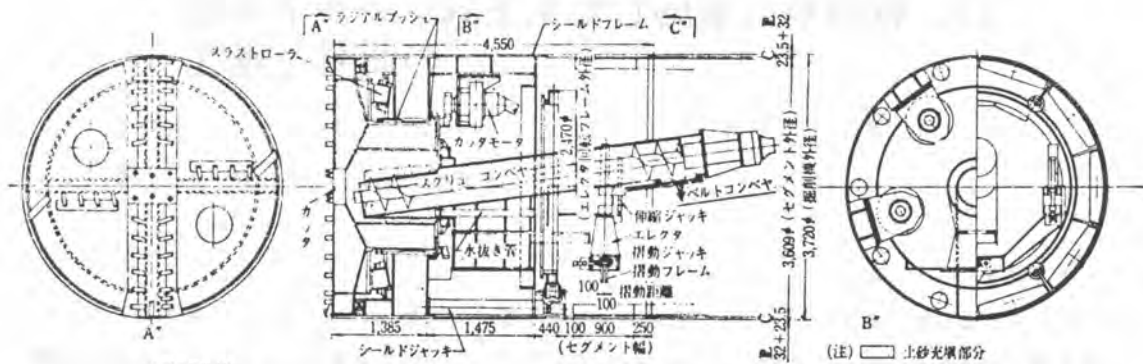
名称：土圧（スクリュー排土）式シールド掘進機（EK-SPシールド）

表-1 土圧（スクリュー排土）式シールド掘進機仕様

	1号機	2号機	3号機
実績工事 仕上り×延長	東京都上水道 Φ2,600mm × 873m	東京都上水道 Φ2,600mm × 993m	茨城県下水道 Φ2,400mm × 665m
1. 外径×機長	Φ3,720mm × 4,550mm	Φ3,720mm × 4,550mm	Φ3,300mm × 4,350mm
2. 総推力	850t	850t	800t
3. 推進速度	63 $\frac{\text{mm}}{\text{min}}$	63 $\frac{\text{mm}}{\text{min}}$	68 $\frac{\text{mm}}{\text{min}}$
4. シールドカット力	最大60 t-m	最大60 t-m	最大45 t-m
5. スクリューコンバヤ回転数	22 rpm	22 rpm	22 rpm

3. 機械の構造

本機は大別してシールドフレーム、エレクタ、カッタ、スクリュー・コンバヤ、制御装置、後続台車より構成されている。



掘進機仕様

掘進機外径	3,720 mm ϕ	エレクタ開動ジャッキ	2.7 t \times 140 kg/cm 2 \times 200 mm \times 1 本
掘進機全長	4,550 mm	カッター回転数	最高 60 t \cdot m \sim 14 rpm
掘進速度	63 mm/min	カッター台数	4 台
シールドジャッキ	85 t \times 350 kg/cm 2 \times 1,050 mm \times 10 本	スクリュ コンベヤ	22 rpm
エレクタ伸縮ジャッキ	2.7 t \times 140 kg/cm 2 \times 600 mm \times 2 本	量	本体 54 t, スクリュー他 20 t

図-5 土圧(スクリュー排土)式シールド掘進機(IK-SPシールド)-概図-12号機

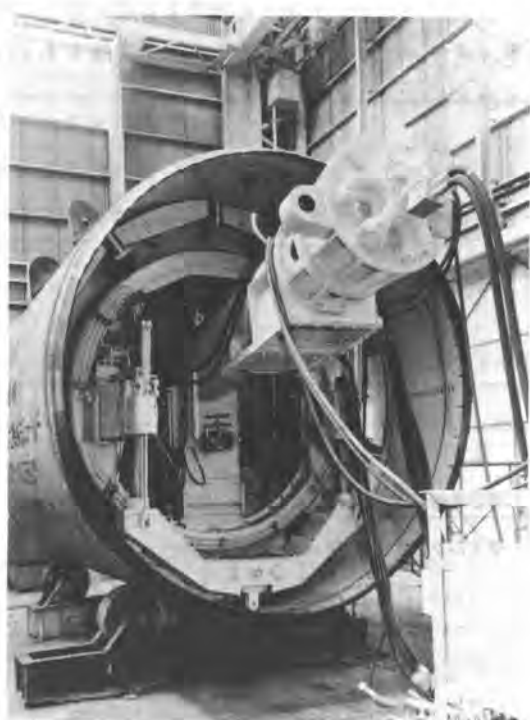


写真-1 土圧(スクリュー排土)式シールド機(後部より)

流入を防止している。

スラストローラは潤滑油封入型(フローティングシール付)で、カッターフレームとの摺動面はオイルバスとなっている。

(1) シールドフレーム

フード部、リングゲータ部およびテール部より成り、溶接構造物となっている。フード部はシールド外周先端部であり、内部にカッターを装備している。リングゲータ部内には掘進機を推進させるためのシールドジャッキとスキンプレート内周に等間隔に10本配置し、さらにカッター駆動装置を4台装備している。テール部にはセグメント組立用エレクタが設置され、また、テールプレート端にはテールシールを取付け、裏込め剤等の流入を防止している。

(2) エレクタ

リング方式のエレクタである。

(3) カッター

カッターフレームはラジアル荷重、スラスト荷重をそれぞれラジアルブッシュ、スラストローラで受ける構造になっている。また、シールドフレームとカッター間にはシールを置き、土砂の



写真-2 土圧(スクリュー排土)式シールド機(前面)

にシールドジャッキによる無理押しを防ぐためカット作動圧を自動的に制御する回路を設けている。

カットビットは超合金チップ付で、耐磨耗性に優れたものを用いる。

(4) スクリュー・コンベヤ

カットフレーム(回転)とスクリュー・コンベヤ(固定)間はゴムシールによりシールされ、カットフレーム内のザリが外部へ流出するのを防止している。

(5) 制御装置および後続台車

後続台車上に設置されたパワーユニットにより各作動はすべて油圧により行う。

(6) 安全装置

カット負荷が増大している場合

4. 掘削機能

① カットおよび隔壁により切羽の前壊を押えながら切削した土砂はカットフレーム内にかき込まれ貯えられる。

② 貯えられた土砂はスクリュー・コンベヤにより強制的にシールド機後方のベルトコンベヤに送り出される。

③ シールド機の操作は隔壁後部に設置された油圧操作バルブで行ない、カット、スクリュー・コンベヤ、推進系の油圧計、切羽土圧計、シールド傾斜計等を見ながら1名で確実にこなすことができる。

なお、シールドフレームとカット部の隔壁は貯えた土砂が坑内へ流入するのを防止し、オペレータおよび坑内作業員の安全を確保している。

5. 特長

(1) 軟弱土質から硬質土質まで施工が安全で確実に行なえる。

高い地下水位でシールド機への地下水流入が予想されるような土質でもカットと一体になった隔壁部カットフレームに掘削土砂を貯えることができ、掘削土砂が流入水压を押え、同時に切羽の前壊を防ぐので安全で確実な施工をすることができる。

(2) 坑内の圧気が不要

隔壁を貫通するスクリュー・コンベヤ内に土砂が充填することによって切羽側とトンネル側の間に圧力栓の作用が起るため、二次災害の起こりうる圧気を必要としない。

(3) 搬出土が水分の少ない良質のものとなる。

傾斜したスクリューコンベヤによりカッターフレーム内にたまった泥水の中から土砂だけを掻き上げ、さらに、スクリューコンベヤ内での脱水効果を利用して後方のベルトコンベヤに搬送するので、搬出土は切羽の土砂に比べ水分の少ない良質のものとなる。

したがって、後方の処理も汎用の設備を使用できる。

(4) 作業員の省カバが可能である。

シールド後方の土砂搬出まで掘削作業が1人のオペレータにより行なえる。また、坑内が圧気下作業となることがないので作業環境が向上し、能率も一挙と増すことができる。

6. 泥水式シールド工法との比較

泥水式シールド工法との比較については、表-2にまとめた。

表-2 泥水式シールド工法との比較

		IK-SPシールド	泥水式シールド	一般の機械式シールド
1.	適用土質	軟弱土質から硬質土質まで可能	一般土質から軟弱土質まで可能	軟弱土質には不適
2.	切羽安定法	隔壁部カッターフレーム内に土砂を貯え、切羽の崩壊を防ぐと同時に泥水の流入を防ぐ	泥水圧管理による	カッターヘッドによる
3.	排出土処理	軟弱土でもスクリューコンベヤによる脱水効果が期待できるので、一般的な汎用の土砂搬出設備で可能	搬出土をすべて泥水化するので泥水処理プラントを必要とする	直接ベルコン搬出なので軟弱土はドロになり搬送困難である
4.	発進方法	シールド機長程度の地盤改良	特殊工法を要す	無圧気区間(ロック取付)まで地盤改良
5.	坑内圧気圧	不要	不要	理論圧気圧
6.	コスト	比較的安い	高い	安い

7. あとがき

滞水砂層における1、2号機、また3号機は隣接する工区が軒並み泥水式シールド工法で諸条件もほぼ同じであるにもかかわらず、いずれも所定の工期内に無事掘進できたことは、本土圧シールド工法の安全確実性を立証する上で大いに役立てたものと思う。

その後、1、2号機例としての土圧式シールド工法が発表されているが、いずれも本実績が基盤となっていることは喜ばしい限りである。

現在、本工法の歩掛りについて最終的まとめの段階に入っているので近日中に発表できるものと思う。

18. 深礎孔を利用したO・Mー水平オーガ工法

（株）大林組 技術研究所

斎藤 二郎 平間 邦興 羽生 田吉也

1. まえがき

現在、一般におこなわれている小口径管および中口径管の埋設方法としては、開削工法や管内に作業者が入って掘削をする推進工法などがある。しかし、その施工にあたっては前者が交通渋滞、騒音さらに地盤沈下などの公害をきたす点で、後者は作業の安全性、掘削断面の限界の点で問題があるため、最近、新たな方式による水平ボーリング工法が注目を浴びるに至っている。

この報文で紹介するO・Mー水平オーガ工法とは、水平ボーリング工法の一つであるが、深礎などに代表されるきわめて小径の立坑（2000mmφ以上）内に掘削機本体を据付けて、管渠（250～550mmφ）を埋設することが可能などところに、主たる特徴がある。地盤地帯などにおいて、集水井から有孔管を埋設して、これを集水孔とし、地中の浸透水を排出することにより法面を安定化させる方法に用いたり、上下水道などの管理設工事に応用することを目的として開発された工法である。

現場における施工例を含め、O・Mー水平オーガの機構および工法の概要を述べてみたい。

2. O・Mー水平オーガの機構と施工法

この工法の作業手順としては、まず、発進立坑として内径2000mmφ以上の深礎を所定の深さまで掘って、立坑底部に鋼製架台を設置する。架台は、フレームを円状に加工したものに脚を付けたものでこれによって形成される空間にずりを一時的に貯積する一方、掘削機が水に浸るのを防ぐ。次に掘削機本体（図-1）を、掘削軸と埋設管の設計方向とが一致するようにして架台上に吊降す。地表には、本体の動力源である2台の油圧ユニット、ジェネレータ（30kW級）、および揚重設備、材料などを配置する（図-2参照）。ついで、掘削機本体に、埋設管の設計に合せた姿勢を与える。すなわち、管の勾

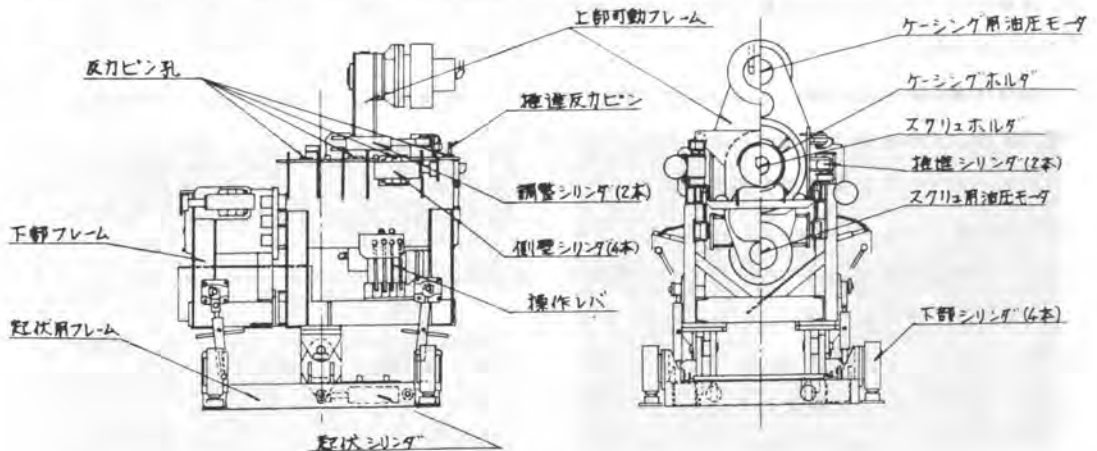


図-1 O・Mー水平オーガ全体図

配に相当する傾斜角を起伏シリンダの伸縮によって設定し、穿孔位置に対する上下方向の調整を下部シリンダの操作によりおこなう。本体の姿勢を出した後、側壁シリンダを伸張させて横方向反力を深礎の土留板にとる。一般に、シリンダ先端部と土留板の間に、鋼製フレームなどをスペーサとして狭む

以上の作業にひきつづいて掘削に入るが、まず、鋼管（以下ケーシングと称する）とスクリュの掘削先端部との一対を立坑内に降ろして、本体の各ホルダにセットした後、地中に回転させながら推進させる。次に、ケーシングとスクリュの中間部の1組（各、長さ600mm）を、一端は先行した掘削部に接続し他端は本体のホルダに据付けて同じく推進させる。あとは同様な作業を繰り返す。ここでスクリュの継足しは、ピンによっておこない、ケーシングのそれは

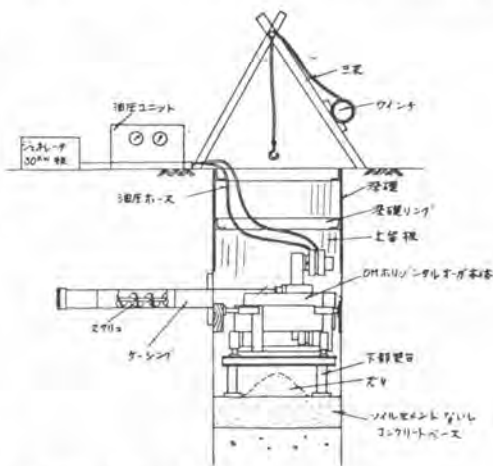


図-2 施工状況の概略断面

①電気溶接によるもの、②特殊ジョイントプレートによるもの、の二通りの方法がある。ケーシングをそのまま埋設管に使用する場合に①を、別途に埋設管として塩ビ管等を用いる場合に②を適用する。

掘進機構は、ケーシングおよびスクリュを相互に反対方向へ回転させる装置を内蔵する上部可動フレームと、このフレームを下部フレームのガイドに沿って前後に摺動させる2本の推進シリンダにより構成される。また本体のコンパクト化を企つたため、推進シリンダのストロークは短かくとり、推進作業は、反力ピンをピン孔に差し替えながら、シリンダの伸縮により、さながら尺取虫様に4段階にわたっておこなわれる。

掘削トルク	1000 kg-m
回転数	1~3 rpm
電動機	7.5kw x 6P 三相誘導 全閉外扇型
油圧ポンプ	可変吐出型, RPV-40-320, 140kg/cm ² , Q=7-22 l/min
油圧モータ	RB-300 J, 1.36 l/rev
推進機	i = 1/395, 遊星歯車機構
掘削トルク	200~500 kg-m
回転数	10~25 rpm
電動機	11kw x 6P 三相誘導 全閉外扇型
油圧ポンプ	可変吐出型, RPV-100-320, Q=29~73 l/min, 140kg/cm ²
油圧モータ	RB-300 J
推進力	5TON (30 cm ² /min)
引張力	30 TON
電動機	11 Kw x 6P, 全閉外扇同軸
油圧ポンプ	500kg/cm ² , FG 6-12/12
油圧シリンダ	ストローク 400 mm
掘削ケーシング	(250~550mmφ) x 600mm
スクリュ	(210φ) x 600mm
本体重量	3,500 kg
本体形状	(高さ 2,500) x (幅 550) x (長さ 1,700) mm
その他特徴	下部シリンダ(4本), 側型シリンダ(4本), 反力シリンダ(2本), 調整シリンダ(2本)

表-1 O・M-ホリゾンタルオーガ主要諸元

掘削作業が終了した後、ケーシング内部のスクリュを抜き去る。塩ビ管などを埋設管に用いる際には、次に、これを継足しながらケーシング内に挿入し、しかる後にケーシングを引き抜く。

以上、本工法の作業手順を概略的に述べたが、O・M-ホリゾンタルオーガ工法の特徴をまとめると次のようになる。

- (1) 在来の工法に比して、立坑として極めて小径の深礎（2000φ以上）が使えるので、占有する作業面積は非常に小さい。
- (2) 推進反力を深礎壁にとることができるので、特別な反力壁体を必要としない。
- (3) 機械本体が小型軽便であり、しかも穿孔能力は極めて大きい。
- (4) 下部フレームは二つ割にでき、中間フレームを狭在させることにより長尺物のケーシングおよびスクリュで施工することも可能な構造となり、大口径の立坑にも対応できる。

- (5) 本体を旋回させることにより、一つの深礎内から、埋設管をたやすく放射状に施工できる。
- (6) ケーシング、スクリュを相互に逆回転させながら掘進できるので、過大な推進力を要せず、機械本体のバランスも良く、高い施工精度が期待できる。
- (7) ケーシングの継足し作業およびケーシングとスクリュ間の円滑な土砂排出対策として、ケーシングとスクリュとを、相対的に150mm動かせるような調整シリンドを設けた。
- (8) 下部フレームの直下に起伏用フレームを付けることにより、本体は±1.5°以内の範囲で起伏することができるため、狭い深礎内での取扱いが容易となり、任意の埋設勾配に対応できる。
- (9) 掘削機の駆動は、総べて油圧機構によっているため、取扱いは簡便で、電気配線も溶接用ケーブルを除いて皆無であるため、作業性および安全性が高い。
- 00 スクリュは中空状であり、このスィベル装置により薬液注入が可能である。また硬質地盤にはウォータージェットの併用による掘削もおこなうことができる。
- OM-水平掘削機の主要諸元を表-1に示す。

3. 施工例

3.1 そのⅠ

深礎を3.5mの深さまで掘り下げ、この内部に起伏用フレームなしのOM-水平掘削機本体を据付けて、ケーシング(267.4φ×600Lmm)を2.0m埋設した。対象土は、N値2~3の関東ロームで、土被りは2m。(写真-1、2参照)

(1) 施工能率

機械オペレータ、同補助および溶接作業員、ウインチ操作員の計3人で作業をすすめたが、6.0cm掘進させるのに、15~20分を要した。実働8時間/日で、1日当り18~20mの施工が可能であった

(2) 施工精度

切端に向って右下にずれる傾向が認められ、水平方向の精度は1/500、垂直方向のそれは1/100であった。

3.2 そのⅡ

某宅地造成地付近の一部は、地山がシルト混り砂(N値≧10)と粘土(N値≧20)との互層を呈し、砂層の上部に8~10mの盛土をしてある。この砂と粘土層の境界面は、盛土の法面と同方向(流れ盤状)に、11°の勾配を有する。このため、雨水などの浸透水が砂層に流入し、粘土層のせん断強さを低下



写真-1 掘削機本体と油圧ユニット



写真-2 埋設状況の確認

させて、その上位に分布する砂層および盛土が迂り易い不安定な状態にあった。地迂り防止対策の一つとして、斜面の中間に2つの深礎孔による集水井を施工し、おのおの集水井より放射状に、長さ20mの水平ボーリング（有孔塩ビ管による集水孔）を3本づつ施工した。また、24mの深礎間は、粘土層にケーシングを埋設してつなぎ、一方の集水井の底部へ集まった浸透水を近隣の小河川に放出すべく排水管を埋設した。施工長さが、のべ150mに及び、使用した塩ビ管は150~200φmmで周囲にポリプロピレン製の不織布を巻いたものである。一方、掘削機本体は、起伏装置付のものを用い、ケーシング(267.4φX600Lmm)は、取外し自在な特殊ジョイント方式のものである。（写真-3参照）



写真-3 掘進作業

(1) 施工能率

3人の作業員が、実働8時間/日で作業をおこなった。20m（集水管1本）を施工するのに必要な日数を工程別にみると、平均して、段取工-0.5日~1.0日、掘削工-1.5~2.0日、埋設管の挿入および引抜工-0.5~1.0日であった。掘削速度についてみると、60cm進むのに平均23~24分を要した。

(2) 施工精度

深礎間に施工された埋設管についてのみの測定が可能であった。水平方向の精度で1/300、垂直方向の精度で1/90の結果が得られている。

(3) 回転トルクと推進力

砂層を掘進中における測定では、推進距離20m付近で、ケーシング回転トルク720Kg-m、スクリユ回転トルク180Kg-m、推進力6tonであった。しかし、粘土層においては、20m付近でケーシング回転トルク1500Kg-mという過大な値が記録された。推進力は5~6tonであった。

(4) 排水効果

この排水工が完了した時点における総排水量は、約11L/min(15.8ton/day)を示した。その後、徐々に排水効果が表われるとともに、3.3L/min(4.8ton/day)まで低減して定常状態となり、地下水位も約2m低下した。しかし、多雨時期に入ると排水量は8.0L/min(11.5ton/day)まで増大するなど、きわめて降雨に敏感であり、また効果的に作用している状況が理解できる。

4. あとがき

筆者らが開発し、使用しているOM-水平掘削機およびその工法についての概要を示してきた。現在、一応、当初に予定していた機能を有し、作業性も良く、その目的を充分果していると考えている。しかし、この機械、工法が完全なものとは勿論いえない。例えば、筆者らが開発にあたって注力した小型化には満足できる結果が得られたが、施工精度については、より以上の向上を期待している。このためには、数多くの実績をつみ、収集したデータを基に、機能の充実を図ることが今後の課題と考えている。

19. シールドトンネル内の掘削土砂の流体輸送について

三井建設(株) 中井 栄

1. まえがき

石炭鉱山傾斜坑道掘削の切羽大湧水の連続排出を目的として開発された、フェイスバキュームポンプシステムは、その苛酷な使用条件を満足すべく設計された為、現在では、湧水処理とどまらずハドロのポンプアップ、砂礫等の流体輸送に広く応用されて、好結果を得ている。このポンプシステムの開発経過、及び構造、性能等を実際の施工例をあげて紹介する。

2. 開発の経過

今日の隧道工事の掘削切羽に於ける湧水は、水中ポンプによる方法がほとんどであると思われる掘削作業のサイクルタイムの内、発破作業に伴うポンプの撤去据付作業に要する時間は、僅かなものであるが、この間の湧水は全て、切羽に溜る。大量湧水の場合、この溜水の排水処理に費す時間が、かなり必要となり掘削時間を著しく短くする事になる。又、大型水中ポンプを移動、据付ける事は、多大な労力を要し、狭い坑道内では、かなりの危険を伴う作業である。

これらの諸問題を解決する為には、ポンプの移動なしに、常時(発破作業中も含めて)切羽の水を集水する方法を考えねばならない。現在使用されている自吸式タービンポンプ等は、上記の集水方法と同様な方法であるが、サクシオン側より一度空気を吸込むと、再揚水には数分間のタイムロスが発生する。苛酷な現場条件下に於ては予期せぬ問題が発生すると思われたが、基本設計条件として、次の諸条件を満足すべく、基礎実験を行いなから、一号機を完成した。

- (A) 発破作業時にポンプ撤去を行わず連続運転可能な事
- (B) サクシオン口に於いて、空気を吸込んでも連続吸水可能な事
- (C) 横心機械等により発生するハドロ状土砂、岩粉も排出可能な構造である事
- (D) 現場で発生する木片、ビニール片等により、閉塞トラブルの起らない事

(A) (B) の条件はウェルポイント互法に於いて使用する真空ポンプ吸引方式を利用する事により容易に解決できたので、(C) (D) の条件を満足すべく、Fig-1に示す構造にして、一号機の試作を行った。この試作機は現在、三井石炭鉱業岡山坑に於いて昼夜連続運転中である。8ヶ月使用後、オーバーホールして調査した結果、修理箇所は、無かった。

3. 構造

(1) サクション口

茶臼にて破損せぬ様、鋼製にて強固に作り、ストレーナーは40%~50%の土砂、木片等の吸込みが可能の様、大きくする。特殊な場合、サクション口の内部に、エアノズルを設け、間歇的に空気を噴出させ附着ゴミを取除く。

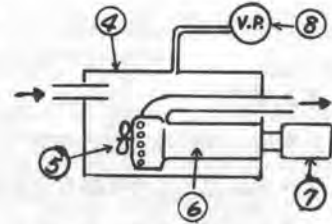


Fig-1

(2) サクションパイプ

茶臼等を行なう場合は、切用より約30m区間は鋼管を使用する。パイプジョイントは、完全気密にする事は困難で、自吸式ポンプ等の場合、保守管理が大変であるが、本システムの場合、簡便な連結により少々の空気漏れが発生しても、揚水には殆んど不都合は生じない。

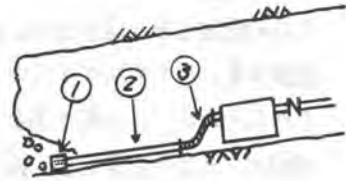


Fig-2

(3) フレキシブル サクションホース

パイプの連結、延長を容易にする為に使用する。

(4) 真空タンク

揚水ポンプを内蔵可能な、鋼製容器である。

(5) 攪乱羽根

真空タンク内に混入した土砂等を混合し排出する。この羽根は、ポンプのストレーナー部に附着するゴミを取除く役割も持っている。

(6) サンドポンプ

水と混合した土砂を排出できるサンドポンプを真空タンク内に設置する。

(7) 電動機

苛酷な現場条件下に於ても漏電トラブル等による故障の無い様にポンプ本体と切離す。

(8) 真空ポンプ

水冷式の真空ポンプを設置している。

4. 機構

Fig-1, Fig-2に示す様な標準的使用条件での、本システムの機構の概略を述べる。

- (8)の真空ポンプにより、サンドポンプ(6)が内蔵した真空タンク(4)を真空状態に保ち、(1)(2)(3)のサクショパイプ系統よりタンク内へ水を吸引し、タンク内サンドポンプ(6)によりタンク外へ排出する。以上が基本的な動作である。種々異なる汚泥水の揚水も可能にした機構を下へ記す。
- (1) サクショ側とデリバリー側を分離する事により、タンク内まで、サクショパイプ口径以下の粒径の固形物が障害無く通過可能である。
 - (2) デリバリー側を支持するサンドポンプに、インペラー部分がオーマン型のものを使用する事により、大粒径のものが排出可能となる。
 - (3) 電動機はポンプと分離型とし、大粒径固形物等を排出するに要する動力増加等が、大馬力の電動機と交換し、簡単におこなう事ができる。
 - (4) サンドポンプを水平に設置する事により、サクショ側より空気を吸込んだ場合にもインペラケーシング内での空気抜きが可能である。

5. バキュームサクショシステム を応用した土砂の流体輸送

(1) 砂の流体輸送 (予備実験)

シールドトンネル掘削にあたり、土質が完全な砂層である事と、トンネル径が小さい事(内径1350mm)とを考慮して、バキュームサクショ方式による流体輸送を用い、掘削土砂の坑外搬出を計画し Fig-3に示す予備実験を行った。

サクショ長を20mとし、容器中の2mの砂に注水しながら吸込み、輸送した結果、約10分間で、完全に輸送を終えたこれは12mm³に相当する。本シールドトンネルは、掘削径2000mm、延長360m、掘削土砂量約1200m³となる。従って正味掘削時間は100時間とみて、本シールド工事に充分応用できると判断した。

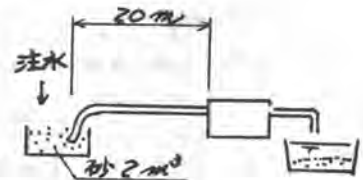


Fig-3

(2) 工事の概要

Fig-4に示す様に、発進立坑内にフェイスバキュームポンプを設置し、水平坑道内に、4φガスパイプを連結し、輸送を行った。当初に於ては、トンネル掘進と併し、ポンプ本体も坑内へ設置移動する予定であったが、総延長360m全区间、サクショ能力の低下がみられなかった為、立坑内に設置したままであった。このシステムによる最大輸送記録は0.75m³/min(45mm³/s)であった。

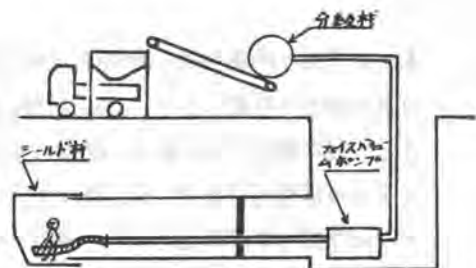
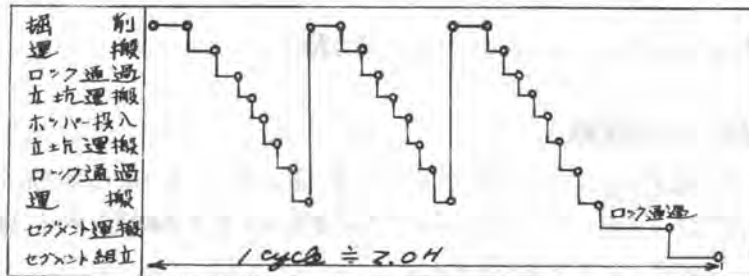


Fig-4

本システムの特徴を下に記す。

1. 掘削はサクシオンパイプを延長してゆくだけで可能であり、残土運搬は流体輸送である為、作業が非常に能率よく行え、掘進能率が向上する。
2. 切羽の掘削は、バキュームポンプによる吸引であるので、作業員はサクシオンホースを持つだけでよく疲労が小さい。
3. シールド掘進機の前面は開放型とでき、他山の監視が可能である。
4. 坑内から坑外まで連続した流体輸送である為、圧気ロックの閉閉が最小限であり、圧気による高圧障害が非常に少ない。
5. 坑内の掘削、土砂運搬設備は4 ϕ 鋼管のみであるので、特に小断面トンネルの場合、有効断面積がなくなり作業環境が良くなる。

Fig-5に バッテリーロコによる運搬と流体による運搬の標準サイクルを図示する。



バッテリーロコによる圧気シールドにおける標準サイクル



流体輸送によるシールド工標準サイクル

Fig-5

6. 将来の展望

本システムの開発当初の目的は、切羽湧水の連続揚水であったが、それにとどまらず、砂、ハドロ等の排出も可能となり、土砂流体輸送の一手段として有効である事が実証された。特に圧送でなく、吸引輸送である事で、配管の塞閉等の復旧が容易であり、機械本体の故障もなく輸送システムの信頼性は高かった。特にサクシオンパイプの配管延長が予想を大きく上回り、シールド、地下鉄の土砂輸送、河川、海のハドロ除去に有効である。又、サクシオンロより空気を吸込ませる事により、エアリフト効果を併用でき、深い立坑の揚水、鋼管ぐい内の土砂排出に使用できる。以上今後、その特徴を生かし、有力な流体輸送法として発展するものと思われる。

20. 改良テニコンとノリ面施工

鉄道技術研究所 岸本 哲^{*} 長野 敏 乙 成田 嘉 衛

1. まえがき

土木施工が機械化、能率化されていく中で、かつて盛土のノリ面は昔ながらの土羽打ちで施工されている。特に国鉄の盛土は用地幅が狭くノリ勾配も急なためブルドーザで登降しながら踏圧することができず、結局、昔ながらの土羽打ちに頼らざるを得ない状態にある。この土羽打ちではノリ面の整形はできても締固めは期待できず、これによって非能率で、且つ前から機械化の必要性が叫ばれてきた。

国鉄ではこの課題に取り組んできた結果、板バネを用いた締固め機「テニコン」を開発した。本機の特徴は板バネを用いたことで、小型軽量の割に打撃力が強く、いかなる土質でも締固めができ、斜面、不整地の締固めも容易で操作性に優れ、ノリ面締固めに最適である。最近、板バネにつきまきバネを併用した改良型を開発した結果、バネ折損が皆無となり信頼性を向上した。以下テニコンの特徴とテニコンによるノリ面の施工法について簡単に説明する。

2. 土の締固め

図1は重錘の重量10kg、5kg、2kgを20cm高さより落下して土を締固め、その時の沈下量を測定したもので横軸は各重錘の落下エネルギーが等しくなるように回数と合せてあり縦軸は沈下量である。

また図2はまき厚を変えた実験の結果を示す。これらの実験から土に与える締固めの全エネルギーが等しい場合でも一回当りのエネルギーの大きい方が沈下量は大きい。従って土の締固めは小さいエネルギーで何度も締固めるよりも、大きなエネルギーで回数を少なく締固める方がよく締固まることとなる。

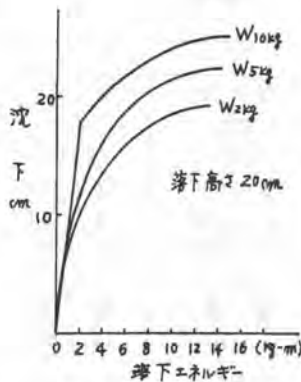


図 1 重錘落下による締固め沈下

	一落下に与えるエネルギー (kg-m/cm ²)	落下回数	土に与える全エネルギー (kg-m/cm ²)
A	0.45	25	0.11
B	1.5	7	0.11
C	11.0	1	0.11

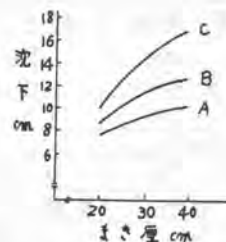


図 2 重錘落下による締固め沈下

3. テニコンの開発

一打撃当りのエネルギーの大きい締固め機械として板バネを用いた「テナコン」を開発した。写真1

ランマは模式図3に示すようにエンジンの回転力をつるまきバネを介して打撃板に伝え、バネ上荷重 W はバネ下重量 w に対し $W \gg w$ の関係にあるからエンジン本体はほとんど動かず打撃板が上下振動して土を締固める構造になっている。テナコンはこのつるまきバネを板バネに変えたもので図4にその模式図を示す。



写真1 改良型テナコン80

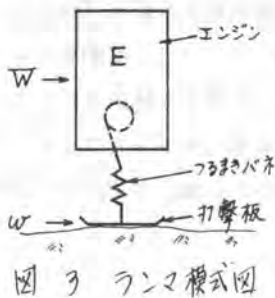


図3 ランマ模式図

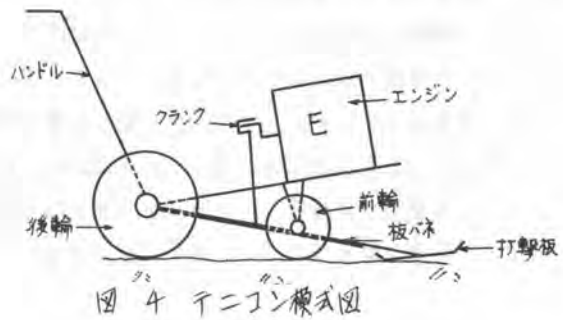


図4 テニコンの模式図

エンジンの回転力をクランクを介して板バネに伝え、板バネ先端に取付けられた打撃板を振りあげて土を締固める構造になっている。この比が自在に変えられ打撃振幅を大きくとることもできる。ランマの振幅が2~3cmに対しテナコンは10~15cmを有する。その結果、一打撃当りのエネルギーが大きくなり、軟かい土、ネキ厚の厚い場合でもランマのようにめりこまずよく締固めることができる。また機械の重心が低くタイヤがついているので操作が容易でランマでは不可能な斜面、不整地、土質のいかんを問わず締固めでき、ランマの操作には若干の熟練と労力を要するがテナコンは全くの素人でも容易に操作できる。表1にテナコンの諸元とランマ、プレートとの比較を示す。

項目	機種		テナコン	
	ビプロランマ	ビプロプレート	TN-50	TN-80
機械重量 kg	80	60~80	50	80
振動数 ppm	550~700	5000	300	300
振巾 mm	20	0.5	80~100	90~150
回転速度 m/min	10	15	0~30	0~30
動力 PS	3~4	3~4	3~4	3~4
単位エネルギー kg/m/blow	1.9	0.5	2.2	2.2
作業性	斜面	不可	困難	容易
	不整地	困難又は不可	—	—
	粘性土	困難	不可又は困難	—
	砂質土	撒厚20cm以上可	可	—

表1 テニコンの諸元とランマ、プレートとの比較

テニコンは前記のごとくランマと比較して優れぬ特徴をもつものであるが、従来のテニコンは往々にしてバネが折損しクレームを生じるので、最近これに改良を加えたいものを開発した。図5に模式図で示すようにクランク部につなぎバネを押し板バネと併用してバネ容量を大きくした。その結果バネ折損が皆無となり機械の信頼性が向上した。号1は改良型テニコン80である。

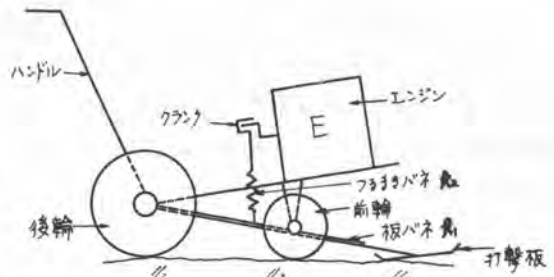


図5 改良型テニコン模式図

4. テニコンによる締固め試験

試験の結果について一部を示す。締固め強さと深さについては図6に示す通りである。横軸はコーンペネトロメータを用いて測定した貫入抵抗 q_c (kg/cm^2) の平均値である。締固め度は図7に示す通りで、各測定値は締固め試験の最大乾燥密度 ρ_{dmax} に対する割合で、○・△・□は深さ断面の平均値を示し、縦線はその断面の測定値である。これらの試験結果から

- (1) 従来の土羽打ちの貫入抵抗が $3 \sim 4 \text{ kg/cm}^2$ に打しテニコン80の2往復転圧は $6 \sim 10 \text{ kg/cm}^2$ の貫入抵抗が得られる。
- (2) 土羽打ちの締固め度 $60 \sim 70\%$ に対しテニコン80の2回転圧は $80 \sim 90\%$ の締固め度が得られる。

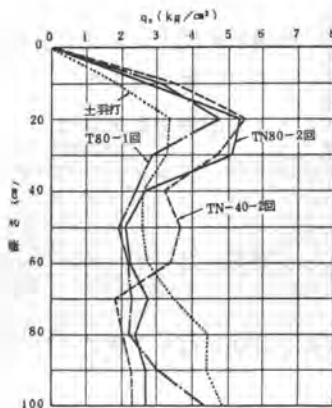


図6 深さと貫入抵抗

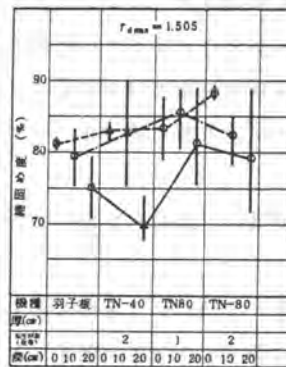


図7 締固め度

5. テニコンを用いたリ面施工

テニコンを用いてリ面を施工する場合は、路体に土羽土を 30cm 以下の厚さで施工基準面より約 10cm 程度厚く撒きながらのり種(ケンタッキ3番)を 20g/m^2 と粒状肥料 100g/m^2 の割合で全面散布し、その上にテニコン80で2往復転圧を行なう。号2。

施工後約一週間で一斉に発芽し、約一ヶ月後には草丈 $7 \sim 10\text{cm}$ に全面生長した緑草面が得られる。号3。

テニコンで良く締固められたいに、安価、安直に種々散布の方法で緑草面の速成が可能となり、従来にない安定したノリ面が施工できるようになり、施工能率については従来の土羽打ち筋芝工法では1人20~50㎡/日程度であるのに対し、テニコンの全面締固めの方法によれば800㎡/日の施工能率が得られ、テニコンの操作1名、ウインチに2名の作業員で疲労も少なくよく締固めたいノリ面施工ができる。



写 2 ウインチ併用テニコンによるノリ面施工 写 3 転圧前の種々散布による植生の速成

6. 結 論

(1) 土の締固めは小さいエネルギーで何度も締固めるより大きなエネルギーを一度に与える方が深部までよく締固まる。

(2) 一打撃当りの締固めエネルギーの大きい打撃式ノリ面締固め機「テニコン」を開発した。テニコンは、上で述べたように従来の小型転圧機にない優れた利点と特徴を有する。

(3) テニコンを用いた施工法を開発した。テニコンによるノリ面の全面転圧は

(a) よく締固めたいノリ面の施工ができる。土羽土の締固め度60~70%に対し80~90%の締固め度が得られる。

(b) 施工能率が良い。土羽打ち筋芝工法では20~50㎡/日程度に対して、800㎡/日の施工ができる。

(c) 種子の散布の方法により全面生長した緑草面の速成が可能となり、従来にない品質のよいノリ面が安価に施工できる等の利点を有する。

以上テニコンの開発に関して述べたが、新しい土不機械の開発に当っては、単に仕事をやる機械というだけではなく、丈夫で耐久性があり、取り扱い易く、価格が安い等の諸条件を満し、さらには最近では公害問題等から施工現場周辺住民に迷惑をおよぼさないなど、施工主、コントラクター、周辺住民とのかみもから喜びある機械を考案しなければならなくなっている。そのため新しい機械の開発はさまざまな困難を伴う。しかしながらそれにもかかわらず“良い機械”の開発は切望されており、土不施工はこのように良い機械の出現によって急速に進歩するものと考えられる次第である。

21. コクド15SBW湿地用スクレーパの作業性能について

国土開発工業株式会社 野村昌弘

1 まえがき

機械施工において、関東ローム等、粘性土、高含水比土の掘削運搬作業は、非常に苦勞してきた。ブルドーザでは、早くから三角シューを取付けた、低接地圧の湿地専用機が製造されてきた。しかし中距離掘削運搬機械としてのけん引式スクレーパでは、軟弱地に強い、湿地用の開発が遅れており、早急な開発が望まれていた。この要求にこたえるため、テスト機を当社の作業現場で、繰返し実験し開発したものである。

2 開発の狙い

関東ローム等、粘性土の施工は優秀な現場「施工法」と、土に対して優秀な性能の「機械」と、両者が共に力を合さねばならないのは勿論である。

さて、これらの土の強度を低下させる主要因を考えてみると、土の「含水比」と、機械の「こね返



写真1 コクド15SBW+トラクタCATD7G LGP

し」がある。この2つの要因を無視して良い施工は出来ない。先ず、「含水比」を下げるには。

- (1) 雨水、湧水の作業場への侵入を防ぐ
- (2) 土取場の地下水を下げる
- (3) ばつき乾燥を計る
- (4) 放置によつて強度の回復がみられる

このような土の性質を注意しながら、けん引スクレーパとトラクタとの、土の「こね返し」を、いかに最少限度にするかを開発

の最大の狙いとした、この為超ワイド、低圧タイヤの新開発、本体ボール等の形状の研究を行った。

3 超ワイドタイヤの開発

今までのけん引スクレーパでも、モータースクレーパでもタイヤ式施工機械の一般的欠点として、軟弱地に弱く、無理をして投入しても、「こね返し」によつて作業の中断、降雨後の遊休、放置期間の必要による広い作業面積等、制約が非常に多く、盛土等土の製品の質にも問題が多かつた。この原因は土に対するタイヤの性質不適合である。

本機のタイヤはブリジストンタイヤ(株)と共同で開発した、新しい超ワイド、低空気圧タイヤである

タイヤの扁平率は60%（一般タイヤは100%）で非常に巾が広く、空気圧1.3 kg/cm²（一般タイヤは3~4 kg/cm²）で、内部コードプライ数も最少限度なので接地部が大きく変形をおこし、土に対して大きいフローテーションを発生させる。本タイヤの接地圧は硬い土の上で、タイヤの空気圧と同一となる。軟弱地走行では或程度の沈下による接地面積の増加と、接地個所の荷重分布が中央の値が小さい、中だるみ型であるので、軟弱土を包み込む作用及び、沈下速度を上回る走行速度等の作用によつて、接地圧は非常に小さい値になつている。よつてワダチ深さは従来品よりはるかに小さい値を示している。

次にこのような、柔らかいタイヤにすると、接地変形によつて、各部の寿命低下と言う悪影響が出るものであるが、本タイヤは、4年間の荷耐を実車試験によつて、問題はすべて解決、対策済みとなつているので安心して使用出来る。

4 作業性能

(a) 軟弱地走行性能

従来のスクレーパーより走行性能が大巾に向上した。トラフカビリティ確保のコーン支持力qc値（同一わだち上を2~4回程度走行することが出来る値）を比較してみると、従来の被けん引式スクレーパーではqc 7~10に対して、15SBWはqc 3~4にすることが可能となつた。

このqc値が広がつた事は軟弱地での作業が大巾に広まつた事を示す。

従来の比較的小型のけん引スクレーパーでもqc 4程度の軟弱盛土地区に入ると、沈車して湿地ブルドーザでブッシュしないと脱出出来なくなる、15SBWは、このような個所でも自力で散土脱出可能である。これによつて作業能率の向上と補助ブルドーザの節約をする事が可能である。

実作業試験結果

S.51.5.1
国土開発工業

軟弱地用けん引スクレーパー 15SBW

国土開発工業 細沢作業所 作業走行テスト結果 要点

上質 関東ローム 粘土

テスト年月日 51年4月20~22日

項目	機種 15SHW+D7GLGP	PS12 (小松) S.T.D (小松)	SS (国産) S.T.D (CAT)
トラクタ	F・ウエイト660Kg 三角シュー市865mm	トラクタシュー市610mm	F・ウエイト1400Kg トラクタシュー市560mm
出力 P.S	203	180	122
重量 Kg	19,470	18,700	13,700
接地圧 kg/cm ²	0.37	0.61	0.57
実測 (シュースリップ) 走行速度 V 最大けん引力 ton トラクション係数	(平均) (qc 4の時) 12.3	(平均) (qc 4の時) 9.45	(平均) (qc 4の時) 6.8
スクレーパー	(量産機は変更)		
空車重量 Kg	13,700	11,000	7,000
ボール容量 (設計) m ³	15	11.5	8.4
実測 総重量 ton (比重 1.4)	326	254	17.4
容量 m ³	13.5	10.2	7.4
走行抵抗 ton	(平均) 平均 4.7 (qc 4の時) 最大 6.0	(平均) 平均 7.7 (qc 4の時) 最大 10.7	(平均) 平均 4.2 (qc 4の時) 最大 6.4
走行抵抗係数	[平均 1.40 Kg/ton 最大 1.80 #	[平均 3.00 Kg/ton 最大 4.20 #	[平均 2.40 Kg/ton 最大 3.70 #
ワダチ深さ cm	11	40	30
タイヤサイズ	(ワイドベースタイヤ) F 265-25 16PR (超ワイドベースタイヤ) R 69×35-25 16PR	F 1800-25 16PR R 1800-25 20PR	F 1600-20 16PR
空気圧 kg/cm ²	F 1.4 R 1.3	F, R 3.15	F, R 3.5

第1表

(b)軟弱地での走行抵抗

本機は前記のように新開発の超ワイドタイヤを装着し、軽量化と重量配分の考慮により、軟弱地でのタイヤのフローテーションが大きく沈下が少ないので、15 m³の土量を運搬する割に、必要けん引力が大巾に小さくなった。

実験の結果、土のコーン支持力qc4の軟弱地で、同程度の大きさ（実際には少々小さい）の従来タイプのスクレーパーで、積載時総重量25.4トンをけん引するのに要するけん引力は、その重量の42% = 10.7トン（走行抵抗係数0.42）必要であるのに対して、15SBWの積載時総重量32.6トンをけん引するのに必要なけん引力は、重量の18% = 6.0トン（走行抵抗係数0.18）と小さく、はるかに楽に、けん引できる。（第1表参照）

走行抵抗係数0.18 = 180 kg/tはタイヤ式施工機械の通常作業範囲であり、走行性能の良好な事を示している。

(c)作業上の利点

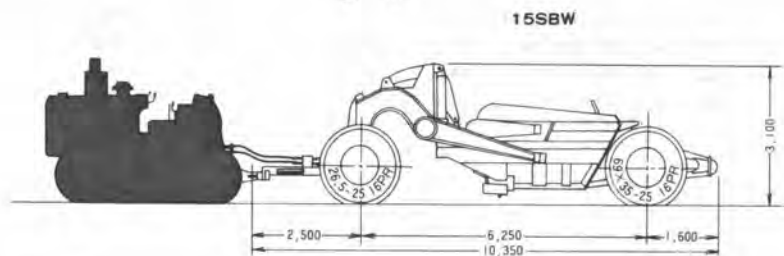
①降雨後の待期日数が短縮できる

関東ローム等、軟弱土では降雨後1～2日間は、機械の稼働が不能になるのが通例ですが、本機では半日～1日で作業開始出来、機械の待機時間が減少し、作業能率の向上、施工コストの改善が図れる。

②走路の維持管理が楽である

走行回数も多く、走行抵抗がサイクルタイムに大きく影響する走路の造成、確保、維持が現場として大きな問題点である。本機では、わだち深さも浅く、「こね返し」も少ないので、走路の維持が楽で良好に保たれる。

表 2



●仕様

型式	コクド15SBW
適合トラクタ	重量18トン以上、油圧コントロール 3バルブ式
容量	
平積	11.9m ³
山積	15.0m ³
重量	
空車時	12,500kg
平積時	29,755kg
山積時	34,250kg
主要寸法	
全長	10,350mm
全幅	3,350mm
全高	3,050mm
最低地上高	400mm
軸距	6,250mm

軸距(前輪)	1,622mm
(後輪)	2,065mm
主要性能	
切前幅	2,900mm
最大掘削深さ	310mm
最大散土厚さ	400mm
エプロン最大開き寸法	1,500mm
構造、その他	
ボウル寸法(幅×奥行×高さ)	2,800mm×1,400mm×1,700mm
タイヤサイズ(前輪)	26.5-25 16PR
(後輪)	69×35-25 16PR
操作方法	油圧操作式
油圧シリンダ(内径×ストローク)	
ボウル	150mm×813mm
エプロン	125mm×731mm
エセクタ	160mm×1,400mm

③盛土の質の向上が図れる。

前記のように本機は、「こね返し」が最少限度ですみ、「わだち浅土」も浅いので、盛土の均一性が得られ過転圧にならない範囲で転圧され、土の支持力の増加が期待出来る。実際の現場実測では、一般けん引スクレーバ稼働でqcが減少するのに、本機作業ではqcが増加する事を確認している。

又作業中の土の液性、塑性の限界点で、塑性にはしり土の性質が良い方へ向い、機械施工として良い方向へ向う事が可能である。

5 適用けん引トラクターとその性能

本スクレーバのけん引用トラクターとして、軟弱地でのけん引性能試験及実作業の結果、接地圧の小さい、自重20トン、出力200馬力級の湿地トラクターが最適であることが判明している。

軟弱地用トラクターとして、接地圧の小さい湿地用トラクターが良いと言う事は、軟弱地を楽に走行出来ると同時に、接地面積が大きい事で、地盤のグリップ力が強くなり大きいけん引力を発生させるわけである。

実験の結果、コーン支持力qc4の軟弱地で、接地圧0.3 kg/cm²の湿地トラクターでは、トラクション係数0.7で、接地圧0.6 kg/cm²のスタンダードトラクターでは、トラクション係数0.5であった。

よつて軟弱地では、湿地用スクレーバ+湿地用トラクターが最適である。しかし現在稼働中の従来タイプけん引スクレーバ+S,T,Dトラクターのセットで、スクレーバのみ湿地用15SBWに交換することによつて(出来ればトラクターはシユをオフセットに延長格接する)その走行抵抗の減少分、有利に稼働出来る事も実証されている。

コクド15SBW用のトラクターとして最適順					qc4の時発生 最大けん引力
メ	カ	接	出		
		地	力		
(1)	CAT	D7GLGP(湿地)	0.37kg/cm ²	203P,S	フロントウエイト付 13.5t
(2)	小 松	D80P(セミ湿地)	0.50 *	195 *	— 11.0t
(3)	CAT	D7GS,T,D	0.55 *	203 *	— 9.2t
(4)	小 松	D80S,T,D	0.61 *	180 *	— 9.8t
(5)	CAT	D7FS,T,D	0.53 *	180 *	— 9.0t

表 3

6 あとがき

本機は、タイヤ式施工機械の問題部に挑戦したわけであるが、今後も土の性質と機械施工の影響について、現場実地面をより究明し、より良い施工機械に発展させて行きたいと思う。

本機が軟弱地施工に少しでも貢献出来れば幸とするものである。

なお、本機のタイヤ開発についてはブリジストンタイヤ(株)、実験に当つては、キャタピラ三菱(株)の御協力を得た事を付記し、ここに感謝の意を表する。

22. CATD7G湿地ブルドーザについて

キャタピラー三菱機 長谷川 保裕

1. まえがき

湿地ブルドーザの販売占有率は、従来販売されている中小形級で、普通車との割合が、ほぼ70%を越え、その需要の大きさは、世界的に見て、日本は特異な現象を呈している。この原因は、日本の気候、土質を背景に、戦後の食糧増産のために、全国的開拓事業に湿地ブルドーザの出現が、必然的なものであり、その特性が広く長年にわたり認識され、更にローム層地帯での道路建設、宅地造成、ゴルフ場造成等、高度成長時代の目覚ましい工事量の増大に合致して、益々その需要を高めたと云える。また一方で、全天候形万能機械としての認識を高めているのも、大きな原因の一つと云えよう。

一般に、建設機械は、工事規模の大形化、工期の短縮化等により、大形化の傾向があった。しかし、我国の特異の気象条件と土質による影響は、機械が大形になればそれだけ、雨天後の現場への機械の投入や、軟弱地帯への機械の投入に制限が加えられた。

以上の状況から、我々は数年前より、20t級の大型湿地ブルドーザの開発に取り組み、本年、CATD7G湿地ブルドーザとして発売するに至った。

ここに、本車両について、その仕様、特色、試験内容について説明する。

2. 主要仕様及び仕様上の特色

主要仕様値を表-1に示す。

表-1 主要仕様

本車両は、D7G標準車の動力系統（エンジンよりスプロケットまで）、及び多くの足回り部品を共通に使用することにより、より円滑な部品供給を可能にした。また、その作業内容は、従来の中・小形湿地車より、更に可酷で、あるいは、違った新しい分野に拡げられることを、設計要求として採り上げた。軟弱地での排土作業の他、表土はぎ、地山の掘削、道路建設、スクレーバのけん引及びブッシュ作業等が含まれる。この級の車両によって行われる之等の作業は、従来の湿地車に要求された0.3kg/cm以下の接地圧は、必ずしも必要なく、0.4kg/cm程度の接地圧で、充分その目的が達せられることが、実車での稼動実績から、確認された。この機	総重量（パワーシフト） （ダイレクトドライブ） 定格出力 主要寸法 全長（ブルドーザ装備付） 全巾（ 全高（燃料タンクキャップ迄） 履帯中心距離 履帯巾 接地長 接地圧（ブルドーザ装備付） （トラクタ単体） 最低地上高 排土板 巾×高さ（mm）	2 2 5 5 0 kg 2 2 4 5 0 kg 2 0 3 P S 5,9 9 0 mm 4,1 7 0 mm 2,3 7 0 mm 2,1 8 5 mm 8 6 5 mm 3,0 4 0 mm 0.4 3 kg/cm 0.3 5 kg/cm 3 2 0 mm 4,1 7 0 × 1,2 7 5
---	---	--

に広範囲の作業に使用されるため、排土とけん引作業との間で、効果的な車両の前後方向の安定性を保持することが困難であるので、けん引時には、フロントカウンタウエイトを装着することとした。

車両の輸送性については、トラクタ単体での車体巾を、輸送基準値の3.2 m以下におさえた。

湿地車は、従来、ダイレクトドライブと決められていた傾向があるが、本湿地車は、より生産性の向上が期待されるパワーシフトも用意した。

3. 稼働試験内容

日本及び米国において、実車稼働試験が行われ、夫々満足する成果を取めた。作業内容は次の通りである。

- スクレーパブッシュ

スクレーパ： CAT621 (15.3 m³) , CAT627 (15.3 m³)
CATD8 + コクト22SA (22 m³)

- スクレーパけん引

スクレーパ： ROME R67H (13 m³) ,
コクト15SBW (15 m³) 湿地用スクレーパ

- ドーシング

抜根、開墾、地山掘削、一般排土、転石まじりのうめどし(石炭露天掘)、
盛土におけるまきならし(スクレーパ、ダンプトラックとの組合せ)

4. 稼働性能及び作業量試験結果

4-1. コクト15SBW湿地用スクレーパけん引試験

A. けん引試験

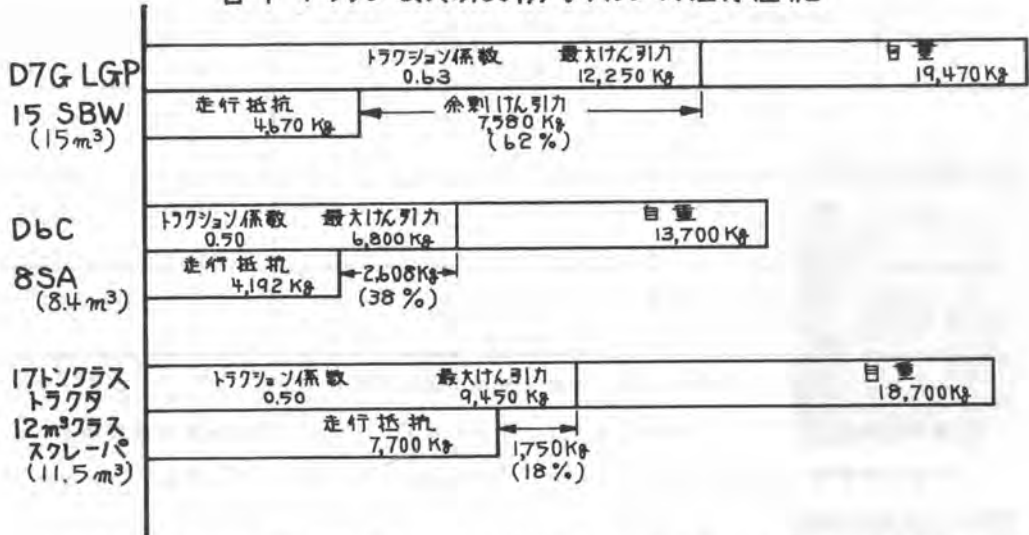
1. 試験場所 千葉県木更津市畑沢国土開発工業宅造現場
2. 土質 関東ローム, コーン指数 3~5 kg/cm²
3. 試験車両

		重量 (kg)	スクレーパ容量	備 考
1	トラクタ D7GDDLGP	19,470	—	660 kg 前部カウンタウエイト
	スクレーパ; コクト15SBW	13,700	15.0 m ³	
2	トラクタ D6CDD	13,700	—	560 mm 広巾シュー 1,400 kg 前部カウンタウエイト
	スクレーパ コクト8SA	7,000	8.4 m ³	
3	トラクタ 17トンクラス	18,700	—	610 mm 広巾シュー
	スクレーパ 12 m ³ クラス	11,000	11.5 m ³	

4. トラクタ最大けん引力及びスクレーパ走行抵抗

試験結果を図-1に示す。試験コースは、スクレーパ走路中最も軟弱化しやすい土捨場に設けた。トラクタの発揮し得た最大けん引力と、トラクタ重量の比のトラクション係数は、D7GLGPが、63%と他の車両より大きく、軟弱地での秀れたけん引性能を示した。トラ

図-1 トラクタ最大けん引力・スレーバ走行抵抗



クタとスクレーバの組合せでは、D7GLGP+15SBWが、軟弱地での走行性能に秀れ、D7GLGPが充分な余剰けん引力を持っていることがわかった。

B. 作業試験—その一

けん引試験と同じ作業現場内で、コーン指数は、7～10 kg/cm程度 of 総走行距離 379 m のコースを選び、けん引試験コースは、使用しなかった。之は、比較対象車がけん引試験コースでは、稼働不可能であったためである。試験は、自力積込で行い、その結果を表-2に示す。

D7GLGP+15SBWが、他より作業量で23%増の結果が出ており、之は、スクレーバ容量比に起因していることが多いと考えられ、軟弱地以外の一般形スクレーバが稼働している現場でも(コーン指数7～10 kg/cm) D7GLGP+15SBWが、湿地仕様車のために操縦性能を低下させることなく、ほぼ一般標準車並の性能を有していると考えられる。

表-2 作業試験結果—その一

	運搬距離 (m)	積込時間 (MIN)	サイクルタイム (MIN)	積込量 (トン)	ルーズ作業量 m³/Hr
D7GLGP+15SBW	150	0.54	3.87	17.1	165
17トン+12m³クラス	150	0.51	4.22	15.1	134

C. 作業試験—その二

1. 試験場所 千葉県市原市日本国土開発市原作業所(千葉セントラルカントリークラブ造成工事)
2. 土質 関東ローム(一部砂混りローム)
コーン指数 走路 土取場 8.5 kg/cm, 土捨場 4.3～4.6 kg/cm
3. 試験車両 No.1 D7GDDLGP+15SBW
No.2 積込容量 6.4 m³クラススクレーブドーザ

4. 試験結果

表-3 作業試験結果-その二

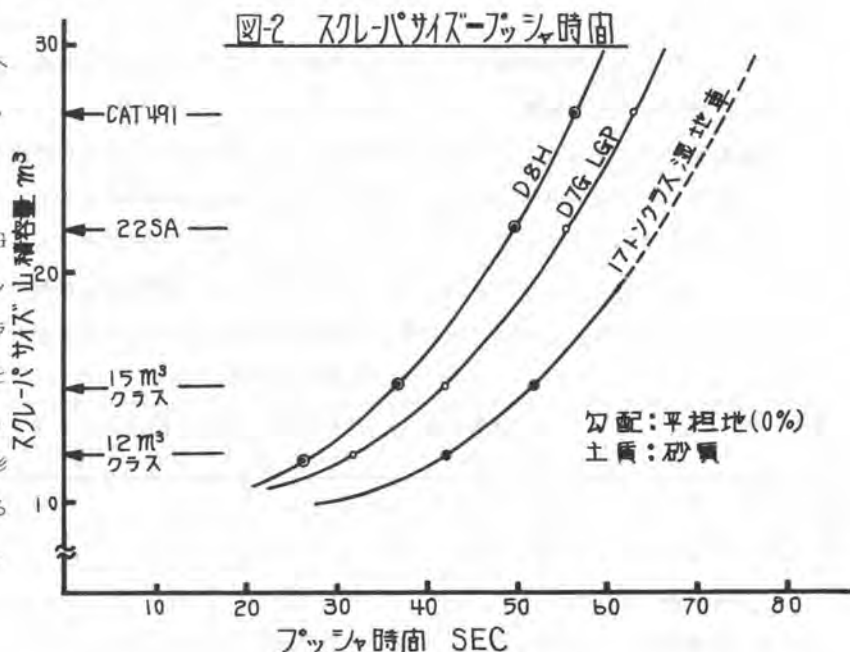
運搬距離 (m)	車 両	全走行距離 (m)	積込時間 (MIN)	サイクルタイム (MIN)	ルーズ積込量 (m ³)	ルーズ作業量 (m ³ /Hr)
225	No.1	525	0.75	6.67	11.0	9.9
	No.2	503	0.71	4.82	5.4	6.8
163	No.1	368	0.81	4.85	11.0	13.6
	No.2	346	0.79	3.69	5.4	8.8
70	No.1	180	0.82	4.17	11.0	15.9
	No.2	160	0.58	2.22	5.4	14.6

本試験コースは、一般形スクレーバは土捨て場で走行不可能であり、スクレーブドーザによる作業が行われていたが、本試験により、D7GLGP+15SBWも稼働可能であり、しかも本試験運搬距離では、スクレーブドーザより作業量は上回る結果を示した。

4-2. スクレーバブッシュ作業試験

1. 試験場所 千葉県成田市日吉台熊谷組作業現場
2. 土 質 砂質ローム
3. 試験結果

各スクレーバへ山積積込までの、ブッシュ時間を図-2に示す。本試験は、D7GLGPのブッシュ性能を、クラスの異なる他車両と比較したもので、その性能が、大形級別によっていることがわかった。



5. むすび

本車両は、大形湿地車として従来の湿地車の作業範囲にとどまらず、新しい分野での稼働を意図したものであるだけに、今後のユーザの方々始め皆様の御指導を特に必要とするものである。皆様の御教示、御意見を反映させて、更に前進したい所存である。又、本試験結果測定に当り、国土開発工業(株)の多大なる御援助のあったことを、ここに深謝する次第である。

23. ROPSの静載荷試験

建設機械化研究所 本郷博一 門内正信

1. まえがき

ROPS, 即ち車両の転倒時にオペレータが車両と地面との間で押しつぶされる事故を防ぐための保護構造物は、トラクタ系建設機械については昭和51年中にその装着が可能となるよう、各メーカーで準備が進められている。これらのROPSの性能を評価するための試験を行う試験装置(写真-1)が、昨年度末建設機械化研究所構内に完成し、これにより各社の実用ROPSの性能試験が本年度から開始された。以下に、現在までに実施した試験の結果を報告すると共に、その評価の方法について述べる。



写真-1

2. 試験の方法と試験装置

試験の方法は、ISO/3471に定められた実験室試験方法(静載荷試験)により行っている。この試験方法は、JIS化すべく現在検討が進められているものであるが、まずROPS頂部のメンバーに対して水平方向の載荷を行(写真-2)、その後、垂直載荷を行(写真-3)、それぞれに定められた性能の要求基準を満足させるか否かを測定して、その性能判定を行うものである。



写真-2

載荷の際には、ROPSは直接ベットに固定されるのではなく、車両またはフレームアセンブリに取付けられた状態として載荷を行う。これは、車両またはフレームもROPSの一部として荷重を受持ち、変形するという考慮に基づくものである。なお、車両またはフレームアセンブリをテストベットに固定する際には、固定材等がフレームの変形を拘束しないよう考慮しなければならない。又、オペレータシートがROPSに対しオフセットされているような場合には、オペレータに対し不利な側のメンバーに載荷する。



写真-3

この試験装置は、上記の水平及び垂直載荷を行うための油圧シリンダ2基と、これらを取付けて載荷時の反力役となるマンフレーム及びビーム、供試車両又はフレームアセンブリを固定するテストベット、荷重及び変位の計測と吸収エネルギーの演算までを行う計測装置及び運転制御装置とから成っている。油圧シリンダはそれぞれ100セの容量を有し、テストベットの広さ及びマンフレーム間隔等については、現在の最大のトラクタを車両アセンブリとして固定しててもなお若干の余裕を有している。

3. 性能要求基準

3.1 側方水平負荷時の最小荷重

機種及び車両の重量に対し、表-1に示す計算式により求めた値以上でなければならぬ。

表-1 性能要求基準

機種	側方荷重 (Kgf)	吸収エネルギー (Kgf・m)
車輪式トラクタショベル 及び車輪式ブルドーザ	$F = 6120 \left(\frac{W}{10000} \right)^{1.20}$	$U = 1280 \left(\frac{W}{10000} \right)^{1.25}$
モータグレーダ	$7140 \left(\frac{W}{10000} \right)^{1.10}$	$1530 \left(\frac{W}{10000} \right)^{1.25}$
プライムムーバ	$9690 \left(\frac{W}{10000} \right)^{1.20}$	$2040 \left(\frac{W}{10000} \right)^{1.25}$
履帯式トラクタショベル 及び履帯式ブルドーザ	$7140 \left(\frac{W}{10000} \right)^{1.20}$	$1330 \left(\frac{W}{10000} \right)^{1.25}$

3.2 側方負荷時の最小吸収エネルギー

側方荷重と載荷量の変位から、計算により求められる変形エネルギーで、表-1に示す値以上でなければならぬ。

なお、試験載荷を続行して行く過程で、上記の二項を同時に満足させることは要求されていない。実際の試験ではこういうことは極めて希で、通常は何か一方が満足した後更に載荷を続行して他方も基準値に達する場合が多い。ただし、一旦荷重基準を超えた後荷重が減少する場合があり、この場合でも変形は進行するのでエネルギーは増加するが、エネルギー基準に達した時の荷重は荷重基準を下回ってはならない。

3.3 最小垂直荷重

車両の最大重量以上でなければならぬ。

3.4 最大許容変形

上記の各基準を満足した時において、たわみ限界領域 (DLV, ISO/3164) 内に ROPS は仮想地面が侵入してはならない。

4. 試験結果

9月末までの時点で、車輪式トラクタショベル用 ROPS 12体とモータスクレーバ用 ROPS 1体についての試験が行われた。図-1は、トラクタショベル用 ROPS について、その装着車両の最大重量に対してエネルギー基準到達時の側方荷重を示したものである。この図には、表-1による荷重基準値曲線を示してあるが、この曲線と側方荷重が一致しているものは、エネルギー基準到達後に側方荷重が基準値に達したか、又は両基準値が同時に満足されたことを示す。

図-2, 3, 4は、各供試 ROPS の側方載荷時の荷重-変形曲線図である。各図で、○囲み数字で示した横線は、各供試 ROPS の荷重基準値を示す。図-3の④及び図-4の①の供試体は、エネルギー基準到達後に荷重基準を満足したものの例である。これら以外は、全て荷重基準を

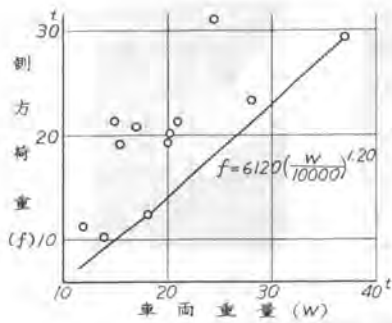


図-1

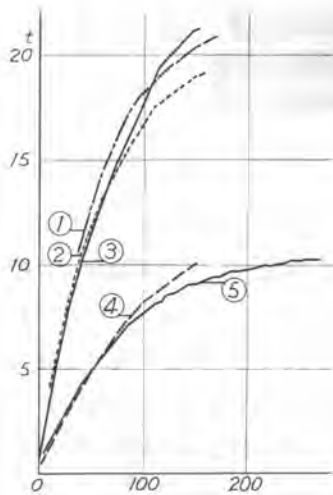


図-2

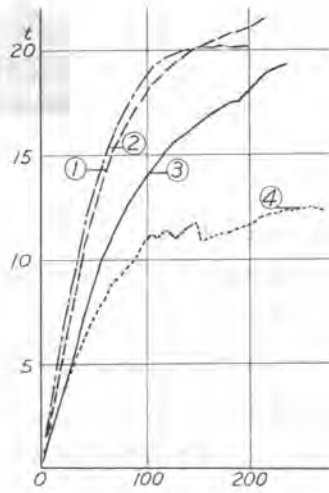


図-3

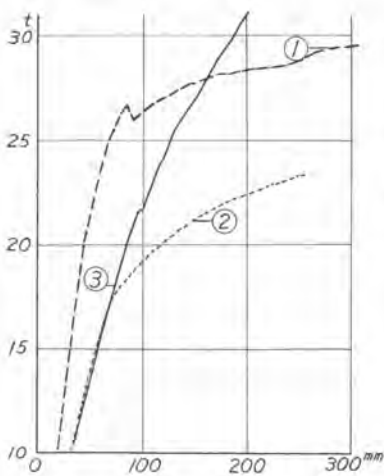


図-4

オーバー1倍後、エネルギー基準を満足させている。即ち、前者は吸収エネルギーを分担する側方荷重と変位の内変位の占める割合が大きいのに対し、後者では荷重の分担する割合が大きくなっている。

変形によりエネルギー吸収を行う割合の大きいものは、柔性の優れたROPSであり、これに対して荷重分担の大きいものは剛性の強いROPSということが出来る。

図-2の①、②、③及び図-4の③のROPSは、特

にこの傾向が顕著に出たものである。剛性の強いROPSにするということは、ROPSとDLVとの間の余裕が余りないというような設計上の要求があったと思はれる。剛性の高いということはROPSの破壊荷重に対する安全率は高いといえるかも知れないが、許容限界内の変形によってエネルギーを吸収するというROPSの目的に対する安全性としては、必ずしも好ましいものではないと考えられる。

これに関して、ISO/3471では性能基準の下限を示したのみで、上限は設けていない。これは、経済性を考慮した設計とすれば過剰品値のものはおのづから排除されるので、上限を設ける必要はないというように解釈できるが、JIS化に当たっては検討を要する事項であろう。

次に、図-2の④、⑤、図-4の②等は柔性と剛性のバランスが良くこれに特性を示しており、製品々値のバラツキも考慮に入れば、図-3の④又は図-4の①よりはROPSとして好ましいものであると考えられる。

図-5は、性能基準到達時の荷重点の変位と車両重量別に示したものである。何れのROPSも、DLVから仮想地面までは300mm以上の余裕があり、ISO/3471に

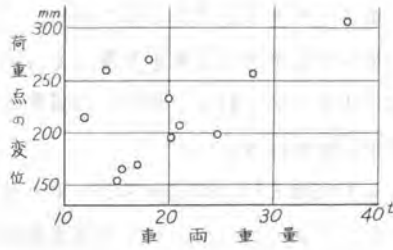


図-5



写真-4



写真-5



写真-6

よる要求は全て満足し、合格と判定された。

写真-4, 5, 6に試験終了後のROPSの変形又は破壊の状況である。この試験は一種の破壊試験であるから、供試体が破壊したということが、その供試体が不適当であるということ意味するものではない。重要なことは、破壊又は変形する過程において必要なエネルギーが吸収できたか否か、又その時の耐力が基準以上であるか否か、変形が限度以内であるかということである。ウイフポイントと何処にして、どの程度の変形を許容させるか、設計者の裁量の範囲であろう。

なお、この試験は現在新品の車両についての計行われているが、長時間の稼働によりROPS取付部等に生ずる故障により、ROPSの性能が低下することは十分ありうる事で、設計上の注意はもちろしのことながら、使用者も十分に得ておかなければならないことであろう。

24. 土工機械転倒時運転保護構造(ROPS)の 転落実験について

1. まえがき

この報告は、土工機械（以下車両という）が転倒した場合に運転員がおしつぶされないように保護する構造物（Roll-Over Protective Structures以下ROPSという）の実験結果について記す。

ROPSは車両のあらゆる転倒事故において運転員を保護するものではなく、最大傾斜30°の硬い表面の斜面を、斜面との接触を失なうことなく、車両の縦軸まわりに360°回転した場合、シートベルトを着けた運転員がおしつぶされるのを保護することを期待するものである。したがってROPSは転倒の際に破壊しない強度を有すると共に、適当な弾・塑性変形をすることによって転倒の衝撃を吸収できるものでなければならない。このようなROPSを設計し、あるいは安全性について検討する場合に必要なことは、転倒時にROPSに対してどのような外力が作用しているかを知ることである。このような実験は国内外で多くの実績があると聞くが、公表されたデータは極めて乏しい。このため、ROPSに関する基礎資料を得るため、またROPSの安全性について検討しあわせてISO規格の妥当性を検討する目的で以下の実験を行なったものである。

2. 実験方法

2-1 実験に使用した車両と実験回数

実験 年度	機 種	機械名	実験時 重 量	ROPS仕様			静的試 験回数	転落実 験回数	備 考
				寸法(タテ×ヨコ×高)	支柱材料	重量			
49	履帯式ブルドーザ	NTK6	11.95t	1.5m×2.0m×1.6m	120φ×10t	487kg	1	3	1)
50	"	"	12.07	"	101φ×5t	370kg	1	1	2)
	"	BD17	15.74	1.5m×2.0m×1.8m	101φ×6t	460kg	1	1(+1)	
	車輪式ショベル	WS20	9.62	0.6 1.1)×1.6m×1.7m	101φ×5t	300kg	1	1(+1)	

注 1)ROPSはほとんど変形しない。転落実験では車両は2回転以上転落する。

2)ROPSは適当な弾・塑性変形する。転落実験は1回転。但し(+1)は2回転。

2-2 静的試験

ROPSは、寸法・形状・材質・工作法等全く同一のものを各機種につき2基製作し、1基を静的試験に、他の1基を転落実験に使用する。

静的試験は、図-1に示すように試験台上に固定したROPSの縦梁中央に荷重分布板を介して水平方向に荷重を加え、このときの〔荷重〕とROPSの〔たわみ〕の関係を求める。またROPSの支柱には歪ゲージを貼り〔荷重〕と〔ROPS支柱に発生する応力〕の関係を求める。これらの関係は、転落実験時に作用する外力を推定する際の校正曲線として利用する。

ISO規格によれば、静的試験は車両とROPSアセンブリで行なわれるが（車両フレームも

変形の一部を受持つ)、今回はR O P Sを直接試験台上に固定した。

2-3 転落実験

転落実験は、図-2に示すように傾斜30°の斜面を用い、車両はチェーンブロックで片側を吊上げ転落させた。実験場の造成にあたり車両の転落軌跡を検討した結果、傾斜30°で車両に回転の初速度を与えずに転落させた場合、車両は回転を続けることができないと推定されたので、斜面頂部にコンクリートブロックで段差を設けた。

R O P Sには静的試験と同じ位置に歪ゲージを貼り、転落時に[R O P S支柱に発生する応力]を計測する。また3方向加速度計により[加速度]を計測する。転落の状況

は[高速度写真]撮影を行ない、

転落終了后にはR O P Sの[永久たわみ]を計測する。これらの値を静的試験結果と比較することにより、転落時にR O P Sに作用する外力を推定する。

2-4 計算値による解析

電子計算機を利用した有限要素法およびラーメン近似法による解析を行ない、静的試験結果との比較を行なう。

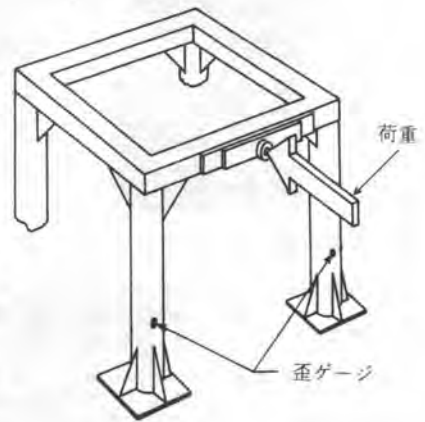


図-1 静的試験方法

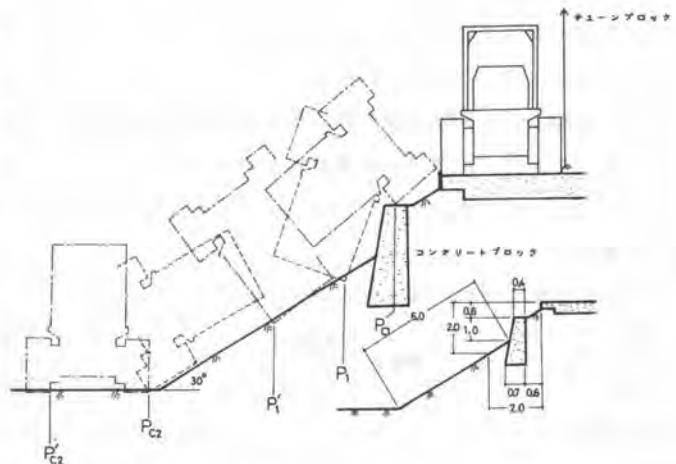


図-2 転落実験

3. 実験結果

3-1 外力の方向の推定

転落時にR O P Sに作用する外力の方向は、(1)高速度写真により転落の軌跡を求め、軌跡の接線方向を外力の方向とする、(2)3方向加速度の合成されたベクトルの方向を外力の方向とする、2つの方法によって推定した。図-3はR O P S上端が斜面に接地してから斜面に貫入する過程の外力の方向を示す。両方法による推定値は必ずしも一致していないがほぼ側方より外力が作用したと思われる。

3-2 外力の大きさの推定

(1) 主応力による推定

転落実験においては、車両は図-2に示すように回転しながら転落してゆき、転落1回転以内ではP点において主応力

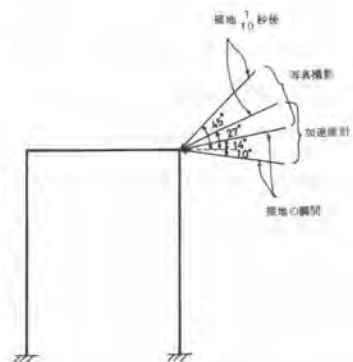


図-3 外力の方向

σ_{11} の最大値が発生している。ROPSの強度に関してはこの時点の荷重に耐えられればよいことになる。図-4は転落時にROPS支柱に発生する最大主応力を時間経過と共に示したものである。P₁点におけるB支柱、C支柱に発生する応力はNTK6ではほぼ一致し、BD17及びWS20では必ずしも一致していない。車両はほぼ真横に転がっているものの2本の支柱に均等に荷重がかからなかったものと思われるが、2本の支柱の応力の差は約10%程度であり、以下の考察上とくに問題はないものと考えられる。

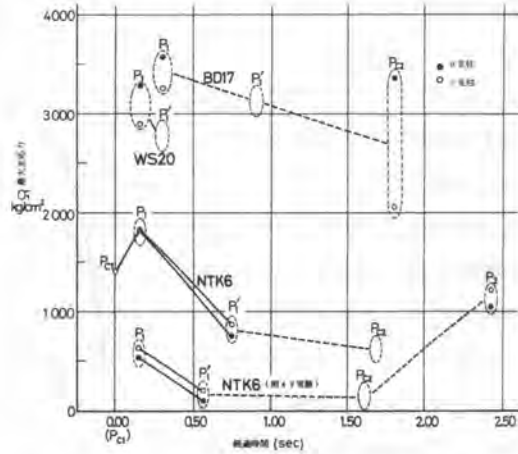


図-4 転落実験(支柱に発生する応力)

図-4で得られた結果を図-5に代入すると、転落時に作用する外力が、静的試験の側方荷重に相当する荷重として推定することができる。昭49年度剛性の高い(ほとんど変形しない)ROPSを着けたNTK6と、昭50年度剛性の低い(適当な弾・塑性変形をする)ROPSを着けたNTK6とでは、ほぼ同じ外力が推定され実験の再現性が確かめられた(図-5参照)。

(ii) 変形量による推定

転落後のROPSの永久変形量より外力の大きさを推定する。車両の転落によりROPSは変形し、その一部は永久変形として残る。この永久変形量を静的試験における荷重～たわみ線図に代入することにより、静的試験の側方荷重に相当する荷重として外力を推定することができる。

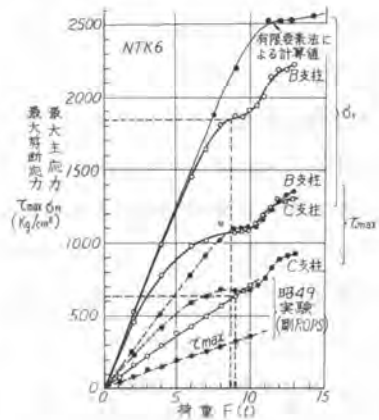


図-5 静的試験(支柱に発生する応力)

図-6は、静的試験による荷重～たわみ線図を示す。転落後に計測される変形量は永久変形量のみであるが、転落途中ではこれに弾性変形分が加わっているはずである。したがって変形量から荷重を求める際にはこのことに注意する必要がある。このようにして外力を求めると、主応力による推定結果とほぼ同じ値が得られた。

3-3 ISO規格との比較

ISO3471によれば、ROPSは静的試験の結果により次の点で評価される。

- (イ) ROPSは、ROPSの変形によって、ROPSのいかなる部分もたわみ限界領域(DLV)に侵入してはならないし、また仮想地面(SGP)がDLVに侵入してはならない。
- (ロ) 側方負荷時の荷重および吸収エネルギーは、車両重量の関数で示されるある値以上でなくてはならない。

(イ) 側方負荷を除去した後、車両重量に相当する垂直荷重に耐えられなくてはならない。

(イ)は、ROPSの変形により部材が運転員に当たらないこと、また地面が運転員に当たらないことを保証するもので、また(イ)はP₁点ですでに変形してしまったROPSが倒立状態になった車両を支え得ることを保証しようとするもので妥当な考え方である。問題は(ロ)の荷重の大きさと荷重の方向(及び吸

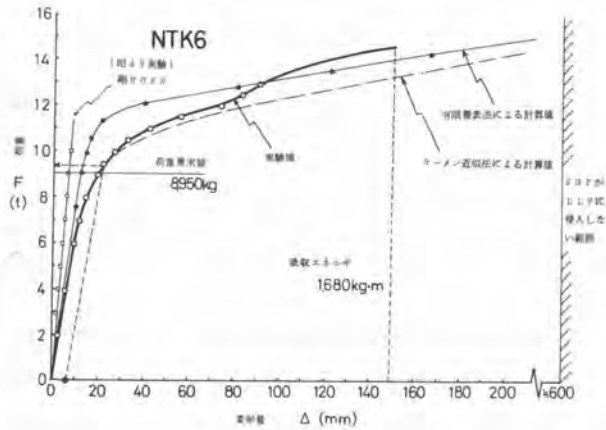


図-6 荷重～たわみ線図

取エネルギーの大きさ)にあるだろう。無論、実際の転落事故のケースは千差万別であり静的試験で全てのケースを再現することは不可能に近いから、静的試験では図-1に示す側方水平方向よりの載荷で代表している。今回の実験により推定された外力とISOの値を比較すると再者はほぼ一致しており、今回実験の車両重量範囲内ではほぼ妥当なものと言える。ただし、推定された外力は前述したように真の外力そのものを求めたものではなく、静的試験時に負荷された荷重と等価な荷重であり、かつ真の外力は図-3の如くROPSに対してある角度をもって作用していると考えられるから、外力の水平分力に相当するものである。この意味では真の外力そのものが水平方向から作用すると考えるとISO規格は危険側になる可能性がある。

なお支柱に発生する応力は、図-5の如く主応力がせん断応力のほぼ2倍であり単純曲げに近い状態と考えられる。実際の荷重は前述の如く水平ではなくある角度をもっていていると考えられるが、一般にROPSは圧縮に対してはひじょうに強く、曲げに対して弱い構造となっているから、水平方向からの荷重で代表してもよいと考えられる。

3-4 変形状況の観察

転落后(または静的試験終了後)のROPSの形状を観察すると、ROPSは全体として大きな塑性変形を残すものの部材全体にわたって塑性変形しているものではなく、曲げモーメントが最大となる下部ウェブ補強部付近で大きな変形を起こしている。また上部ウェブ補強部分も変形後も元の形をほぼ保持している。このことは、ROPSの設計、工作にあたって応力集中に十分注意する必要があることを示している。

25. 建設機械運転員の疲労度について

建設省 九州技術事務所

満田 己一郎
。 境 反昭

1 まえがき

戦後30年を経た今日、建設機械は、建設工事の飛躍的増大と足掛りとして、急激な進歩を成し遂げてきた。しかし、昭和40年代後半に、経済的高度成長の歪による構造的人材不足、住民の権利意識の肥大化による公害の顕在化等、建設機械を取まく社会的条件が変容し、新しい形の建設機械隊が求められるに致った。

建設機械の騒音・振動は、工事現場外では建設工事公害として、建設工事の円滑な施工を阻害する要因となっているほか、建設機械運転員に対しては、ストレスの多い労働環境を醸成している、いわば、建設機械運転員の疲労要因と考えられるものである。

本論文は、建設機械（ブルドーザ）の騒音振動対策が、建設機械運転員の疲労の軽減につながるか、建設機械の居住性の評価方法として、運転員の疲労度が導入できるかについて、医学的見地からの疲労調査を実施したので、その成果を報告するものである。

2 疲労の考え方と測定の方法

疲労についての研究は、生命についての研究とともに長い歴史を有しているが、幾多の説が立てられたにもかかわらず、生理的にもいまだそのメカニズムについて確立されたものが無い。しかも、疲労は、中枢機能の機能低下によるものとされてはいるものの、疲労に関する定量的、定性的な表示の方法は明らかにされていない。

疲労の測定という観点からすれば、疲労には、1)疲労感(主観的疲労、疲労自覚症)、2)出来高の低下(客観的疲労)、3)生理機能の低下(ちらつき値、腱反射、タッピング)の特徴があり、これらをうまく測定することによって、疲労を推定することができる。また、労働の生体負担度という観点からすれば、心理的ストレス、筋疲労、およびその過程について、心拍数、呼吸数の測定を行えば疲労の相対的度合を明らかにすることが可能であろう。即ち、疲労の程度が重ければ、平常レベルへの回復に長い時間を要し、そして平常レベルからの高い偏位が重い疲労を惹起することが明らかにされている。

2-1 今回の調査で用いた疲労の測定方法

予備調査の結果、騒音・振動にさらされる建設機械運転員の疲労を測定する方法として、

- (1) 心拍数、呼吸数(同パターン)の逐時的測定
- (2) ちらつき値(F.F)の変動測定

の2項目が有効であることが明らかにされたので、これを主体として、(3)タッピング値、(4)膝蓋腱反射いき値法、(5)疲労自覚症の測定方法を参考として用いた。

3 調査の要領

3-1 疲労度調査の対象とした建設機械

- ブルドーザ (BD-17) 対策型 (防音・防振対策を施したもの)
- ブルドーザ (BD-17) 普通型
- タンポトラック (6^{ton}, 8^{ton})
- バックホウ (0.3^{m³})
- 湿地ブルドーザ (13^{ton})

対策型ブルドーザは、防音対策として、①ボンネットの防振、②サイドカバーの取付、③エンジンルームの吸音処理、防振対策として、④トラックローラ、キャリアローラ、フロントアイドラのゴムライニング(ウレタンラバー)、⑤座席シートの防振(トーションバー、油圧タンパーによる臨界制振系ショックアブソーバ)の対策を行っており、運転員耳許の騒音は約35dB、ブルドーザ全体の振動は、約10dB低下している。

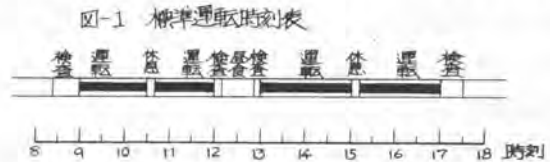
3-2 被検者

A (HASHI)	運転歴	10年以上	47歳
B (NAKA)	運転歴	10年以上	43歳
C (NAGA)	運転歴	5年以上	42歳

その他、バックホウ、タンポトラック、湿地ブルドーザの運転員についても調査を行なった。

3-3 労働負荷および標準運転時間

労働負荷は、心理的に目的意識を付与するため通常の作業であることが望ましいので、実際の築堤工事現場で実作業を行なった。作業内容は、主に押上運転作業であり、2台のブルドーザの作業内容が等しくなるように配慮した。



標準的な作業時間の割付けは、図-1のとおりである。

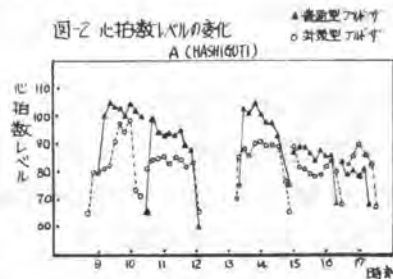
4 調査の結果

4-1 心拍数レベルおよびちらつき値による疲労検査の結果

図-2は、被検者Aの心拍数レベルの逐時的変化を、普通型および対策型ブルドーザ運転時について示したものである。

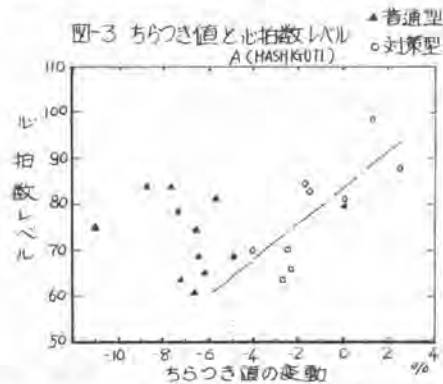
心拍数は、心理的インパルスを加えることによって上昇し、そのインパルスに対する慣れ、あるいは疲労によって低下し、また、筋労働等によるエネルギー消費量の増大

とともに上昇し、遂には疲労によって減少するという過程をとる。したがって、疲労の度合いが濃い程心拍数レベルの変動域が広い。対策型、普通型運転時において、ともに運転時間の経過にしたがって



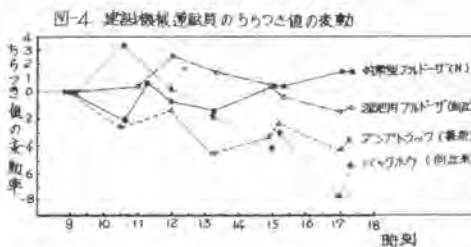
心拍数レベルは低下している。両者の顕著な違いは、対策型運転時の方は、心拍数レベルがほぼ80~90の間にあり、定常的であるのに対して、普通型の場合、その変動域が広く、低下も大きいことである。

図-3は、心拍数レベルとちらつき値の関係を、被検者Aについてプロットしたものである。ちらつき値も心拍数と同様、心理的インパルスに対する防衛反応として、脳の興奮性が昇進するため上昇し、反応の鈍化(慣れ、および疲労)による興奮性の減退に起因して低下する。したがって両者には正の相関が仮定されるが、疲労状態になっても作業を続けると、ちらつき値の低下にもかかわらず、エネルギー消費が高くなり、心拍数が上昇し、ちらつき値との相関を失なう。更に負荷がかわると重疲労により、ちらつき値、心拍数レベルともに、極端に低下する。(入眠状態)



図中白丸は、対策型運転時のものであるが、ちらつき値と心拍数レベルは、有意水準95%で正の相関関係にあり、ちらつき値の低下も小さい。三角印は、普通型運転時のものであるが、ちらつき値の低下も大きく、心拍数レベルが70をこえる部分については相関関係が成立しない。したがって、被検者Aにとって、普通型フルドーザ運転は、心理的ストレスが高く疲労を惹起するものであったと判断される。対策型運転時については、軽い疲れ程度であると思われる。

4-2 他の建設機械運転員の疲労とフルドーザ運転員の疲労



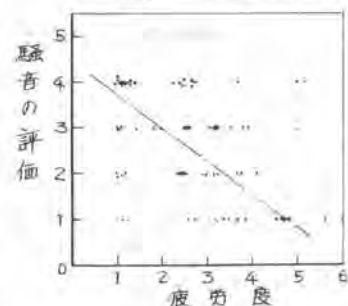
フルドーザ運転員の疲労と、他の建設機械運転員の疲労について、ちらつき値の1日間変動を図-4に示す。作業終了時におけるちらつき値の低下が疲労の程度を示すものとするれば、フルドーザ運転員の疲労は、他の建設機械運転員の疲労より軽いと考えられる。被検者の易疲労性等いわゆる体質の問題があって、これだけのデータから判断を下すのは必ずし

も妥当であるとは言えないが、防音・防振対策が運転員の疲労を軽減するに有効であると思われる。

4-3 運転員の主観的疲労要因

図-5は、昭和49年建設機械施工技術検定試験(第1種)学科試験合格者を対象とした、『居住性と運転疲労』に関するアンケート調査の結果から、トラクタ系建設機械運転員が主観的に評価した、建設機械の騒音と運転時の疲労の関係をプロットしたものである。騒音に対する評価は、騒音に対する大きさの感覚と気になる度合から5つのランクに分け、評価点が高い程、居住性が良い。一方疲労に関する評価は、主

図-5 騒音の評価と疲労度の関係



観的疲労および疲労自覚症に対する評価点から与え、評価点が高い程、疲労の度合いが大きい。騒音に対して良い評価を与えない者程、疲労の度合いが強いという仮定をすれば、騒音に対する評価と疲労に対する評価との間には負の相関が成立すると予測される。両者を1次回帰式で近似し、相関係数を求めると、 $r = -0.337$ となり、これは危険率5%以内の水準で有意性が成立することを示している。

図-6 振動の評価と疲労度の関係

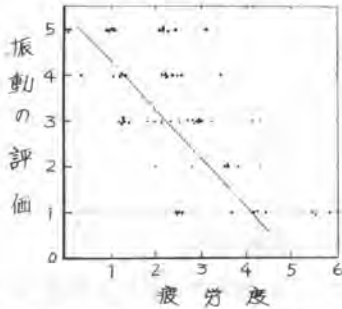


図-6は、振動に対する評価と疲労に対する評価との関係をプロットしたものである。振動に対する評価の方法は、騒音に対するそれと同じ手法で行なった。相関係数は $r = -0.482$ となり、これは危険率1%以内の水準で有意性が成立することを示している。

その他、視界に対する評価、操作性に対する評価に対して同様の解析を行なったが有意性の検定結果、有意性は成立しなかった。

したがって、建設機械の運転員の主な疲労要因は、騒音・振動と考えられ、騒音振動の軽減対策を施すことが、運転員の疲労を軽減する有効な方法であると結論づけられる。これは医学的見地から行なった疲労度調査の結果と等しい。

5 あとがき

建設機械の騒音振動と、運転員の疲労の間に有意な関係が成立していることが明らかになり、今後騒音・振動防除対策が、公害という観点に加え、更に建設機械の居住性という観点からも検討されなければならぬ。建設機械の居住性の評価方法として、運転員の疲労度を利用できることが明らかにされたが、しかしながら、疲労度をランク化し定量化する手法の開発がなされていない現在、まだ問題点の多い手法とも言えよう。これらの種々の問題点については、今後の技術の発展に期待したい。

なお、本研究は、久留米大学医学部高松教授外環境衛生学教室の全面的な協力を得たもので、ここで深謝の意を表する次第である。

〔参考文献〕

疲労	橋本 邦衛	コロナ社
建設機械の運転疲労	丹羽 章	建設の機械化
建設機械の居住性の現況		建設機械
土木機械施工の計画法	斎藤 義治	オーム社

26. 建設機械の運転席視界

建設機械化研究所 本郷 慎一 門内 正信

1. まえがき

一般に建設機械は、作業環境が苛酷であると同時に、そのオペレータの労働環境も良好とは言い難い状況にある。このような労働環境の中で、機械の機械的性能を十分に発揮させるためには、機械の操作ができるだけ容易であることが望ましい。このような特性を運転操作性と呼び、機械の作業能力にまで影響を与える重要な性能であるが、数量による表現が困難なためカタログ等には記載されていないのが現状である。

運転操作性を構成すると考えられる項目には、運転席視界、騒音、振動、操縦装置の配置、操作力、及び操作量等が挙げられるが、ここでは特に運転席視界を取上げてその現状及び問題点を考究してみた。

2. 視界の定義とその測定方法

運転席において得られる視覚による外界からの情報、というのが運転席視界に対する定義であるが、一般には、その機械に付属しているアタッチメント又は機械部分等の視界妨害物によつて見ることができなくなっている範囲、すなわち死角あるいはブラインドエリアを除いた可視範囲のことであると解釈されている。

視界は、これが問題となつている場所（具体的には、運転席上のオペレータの目の位置）と、これを取巻く視界妨害物との立体的位置関係によつて決まるものである。従つて、運転姿勢を変えたりなどして目の位置が変われば視界は変つて来る。高速で走行する自動車と比較して、建設機械の場合は容易に運転姿勢を変えることができるが、これにも限度があり又操縦性の低下を招き好ましいことではない。そこで視界を表現する場合には、目の位置はある規定点に固定されているものとする。この規定点は、3次元マネキンをシート上に着座させて定めるのが一般的であるが、我々は便宜的に標準体格の測定者をシート上に着座させて定めている。

次に、測定の方法については以下のものが挙げられる。

- 1) プロット法
- 2) X Y レコーダ法

これらは何れも原理は同じで、目の中心を通る前方水平軸とそれに直交する縦軸を基準とした図上に、視界妨害物の輪郭を角度で読み取つてプロット、又は X Y レコーダに書かせるものである。

- 3) スクリーン投影法

目の位置に光源を置き、それを中心として置かれた円筒状スクリーンに、視界妨害物を投影するものである。

4) 地上投影法

目の位置に光源を置き、夜間又は暗い室内の地上に視界妨害物を投影する。 図-1

5) パノラミックカメラ法

6) 魚眼レンズカメラ法

以上の各測定方法は、何れも自動車の運転席視界の測定に用いられて来たもので、カメラを用いる方法は他の方法の補助として併用されている。

我々の採用している方法は、地上投影法であるが光源は用いず、測定者の目視による指示で補助者が地上に視界妨害物の投影図を画いて行くものである。この方法は、簡便で特殊な器具を必要としないが、再現性が悪い欠点がある。ただし、熟練した測定者の場合は変動の範囲はそれほど大きくなく、又自動車の場合のようにシビアでなくてもよいというのが、この方法を採用した理由であつた。しかしながら、IS0/T0127/S01/N72では、3)及び4)の併用を提案しており、データの信頼性の上からも将来考慮しなければならない問題である。

5. 各種建設機械の運転席視界の現状と問題点

図-2~5は、4種の建設機械について機械の大きさに対する不可視部分(死角)面積の対比を行つたものである。ここで不可視部分面積とは、図-1に示す斜線部の面積で、不可視部分が無限に続いている所は、有限の不可視部分中の最遠距離を半径としてカットした。

不可視部分面積の大小と、視界の良否とが単純な比例関係にあるかどうかは、検討の余地のある所であるが、不可視部分面積の増大は運転者の心理的圧迫感を増すことは事実であるから、ここでは不可視部分の大小を視界の良否という言葉に置換えて、以下の検討を進めることとする。

図-2~5を見ると、機械の大きさに対して最も視界の悪いのはモータグレーダであつて、機械が大きくなるにつれ視界の悪くなる割合も大きい。ブルドーザと車輪式トラクタシヨベルはほぼ同じような傾向を示し、履帯式トラクタシヨベルはこれら4機種の中では比較的視界が良好であるといふことができる。いずれにしても、各機種とも機械の大きさに対する不可視部分面積はバラツキが大きく、このことは運転席の配置あるいは作業装置の機構など設計上の配慮をすることによつて、視界の改善を図ることができる機種が多いということを示している。

ここ数年間にモデルチェンジが行われた機種について、モデルチェンジの前後に視界の改良が行われたかどうかを調べたものが表-1である。表に見る如く、ごく少数の例外を除いて視界の改善が行われた形跡が見られない。

運転者の目の位置を通る車両の横断面より前方の視界を前方視界といい、後方を後方視界といつて分けて表現することがある。図-2~5の各機種について、このような分け方をした場合前方不可視部分の全体面積に占める割合を示したものが図-6である。例えば、ブルドーザの場合約83%の車両では前方不可視部分の割合は約75%であるが、残約17%については91%が前方

不可視部分で占められており、ブルドーザの視界改善は前方視界対策を行わねばならないということになる。同様のことを、履帯式トラクタシヨベル中の約25名の車両についても言うことができる。車輪式トラクタシヨベルの場合、約45名の車両は後方視界に問題があるようである。

トラクタシヨベル全般についていえることは、前後方視界のほぼバランスしたものが多くということ、このことは作業中の前後進時間がほぼ等しいと考えられるトラクタシヨベルにとつては合理的な配分であろう。モータグレーダについても、約半数の車両は後方視界が悪いといえる。

以上を要約すると、以下の事項を問題として挙げることができる。

- 1) 同一機種、同一容量の機械でも、不可視部分面積の大きさに差がある。設計上の配慮により視界の改善を図る余地がある。
- 2) 機種により、前後方視界の適正な配分を考慮する必要がある。
- 3) グレーダの場合、機械容量の増加に対する視界悪化の割合が他機種より大きい。

表-1 モデルチェンジによる同形機の死角(非可視面積)の比較

機種	モデル	モデルチェンジ前			モデルチェンジ後		
		全長×全幅 (mm) (mm)	死角 (m ²)	目の高さ (mm)	全長×全幅 (mm) (mm)	死角 (m ²)	目の高さ (mm)
ブルドーザ	A	3841×2,741	36.7	2,140	3855×2,740	44.0	2,202
	B	5041×3,903	75.4	2,439	4820×3,900	112.2	2,428
	C	4885×3,740	90.4	2,240	4885×3,705	95.0	2,225
モータグレーダ	A	7,790×2,350	93.0	2,717	8,064×2,350	65.8	2,890
	B	5,390×1,720	40.0	2,380	5,381×1,721	48.3	2,504
	C	6,280×2,055	87.7	2,373	6,330×2,050	109.6	2,430
車輪式 トラクタシヨベル	A	6,393×2,450	52.9	2,705	6,406×2,447	58.8	—
	B	6,380×2,420	58.4	2,870	7,040×2,520	129.2	2,815
	C	7,481×2,801	92.0	2,933	7,465×2,710	108.0	2,886
履帯式 トラクタシヨベル	A	5,073×2,049	59.5	2,470	5,131×2,055	82.8	2,445
	B	4,325×1,800	54.3	2,089	4,385×1,685	57.0	2,195
	C	5,160×2,165	50.5	2,560	5,220×2,160	48.0	2,655

図-1 地上投影法による測定例

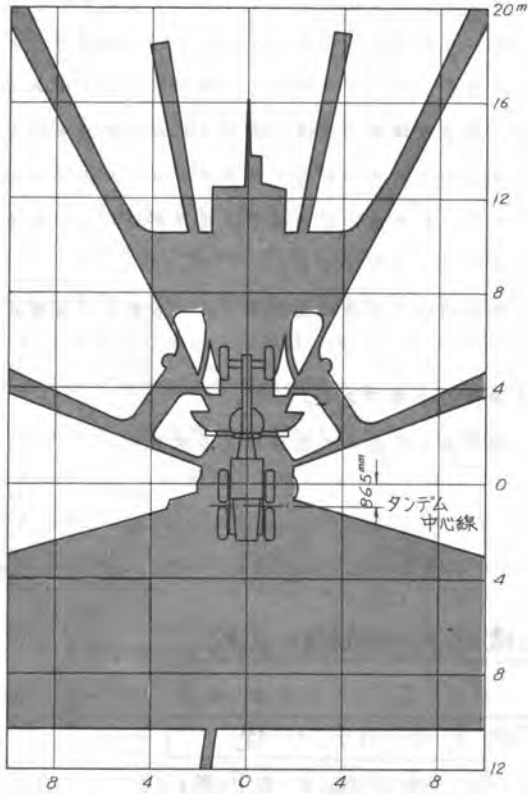


図-2 ブルドーザ

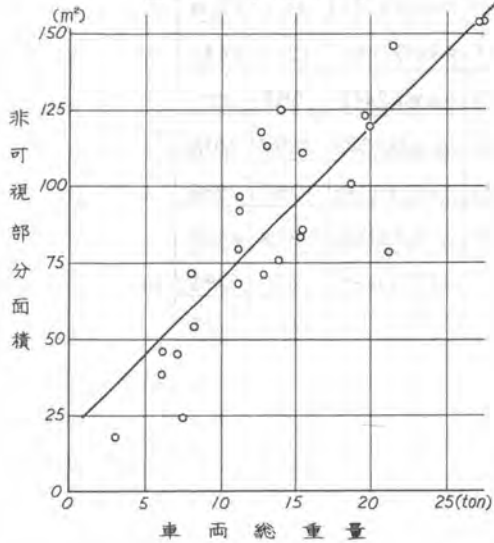


図-3 モータグレーダ

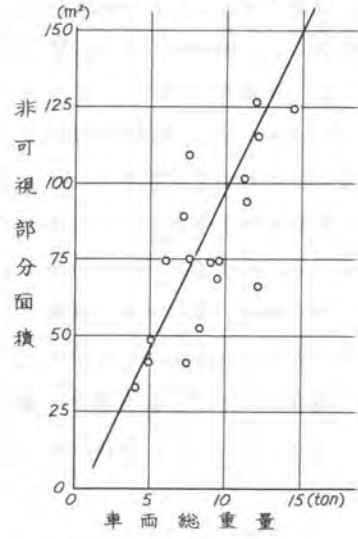


図-4 履帯式トラクタショベル

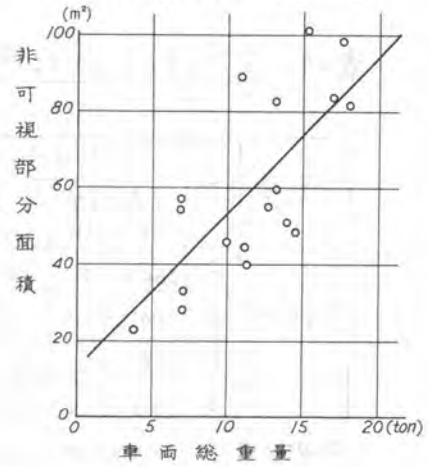
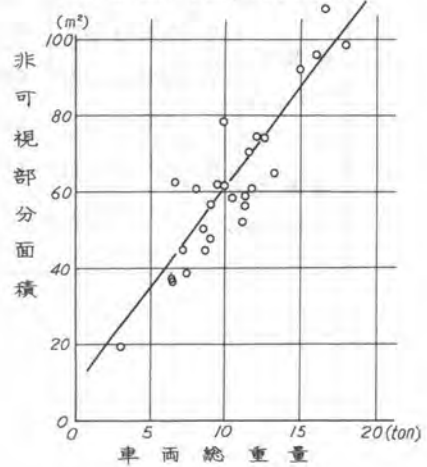


図-5 ホイール式トラクタショベル



27. 高性能油圧作動油の開発

日立建機株式会社 佐藤 弥之助

出光興産株式会社 下川 哲司

1. まえがき

掘削機は、機械式ショベル、トラクタショベルを経て近年は油圧ショベルが最も広く用いられている。バケット容量 0.5 m³ の油圧ショベルが、市場に出現して 10 年を経過した現在、0.1 m³ のミニショベルから、4.7 m³ の大型ローダショベルまで広範囲に開発されている。

この油圧ショベルが広く用いられる理由は、イ-ジョベレーティングである事、メンテナンスの優れている事等ユーザのニーズにマッチした事が第 1 であるが、油圧機器の信頼性向上も不可欠のものである。油圧機器の信頼性は、油圧作動油に影響される事は、今まで数多くの文献で報告されている。

油圧作動油は、一般的に 140 kg/cm² を超えるものには、耐摩耗性油圧作動油が用いられ、140 kg/cm² 以下には、R & O 形油圧作動油が用いられて来た。

今回耐摩耗性油圧作動油の従来の問題点を解決し、現在市場で問題となつている、ウレタンゴムとの相関性、シリンダ異音対策、更に耐摩耗性を向上した高性能油圧作動油の開発に成功したので以下に報告する。

2. 従来の油圧作動油の問題点と対策

現在の油圧作動油は次の点が問題点として挙げられる。

2.1) 作動油の黒化

作動油の黒化は、R & O 形油圧作動油に比較して、Zn DTP を添加剤として使用する耐摩耗性油圧作動油特有の問題で、Zn DTP の分解が主因と考えられて来た。熱分解しにくい Zn DTP と精製度の高い Zn DTP の採用で問題の対策を図つた。

2.2) ウレタンゴムの安定性

最近の高圧化に伴い、強度の高いウレタンゴムが、シリンダパッキンをはじめとして使用されているが、ウレタンゴムは加水分解によりしばしば性能劣化し問題となる。これを防止する安定性の優れた油圧作動油とする事を開発の目的の一つとした。

2.3) シリンダ異音対策

油圧ショベルのシリンダは、ある条件で異音を発生する場合がある。これらは機械的な対策によりかなり向上してきたが、最終的には油性向上の必要があり、摩擦特性を改善しスティックスリップの防止を図つた。

		従来油	開発油
引火点	℃	216	216
比重	15/4℃	0.8645	0.8660
色相	D-1500	L 0.5	L 0.5
粘度	◎ 37.8℃	3456	3456
	◎ 98.9℃	5646	5652
粘度指数		112	115
流動点	℃	-35	-35
全酸価	mg/100g	1.91	0.94
塩基価	mg/100g	-	0.29
アニリン点	℃	109.8	109.0
銅板腐食 (100℃×3H)		1(1a)	1(1a)

表 1. 油圧作動油一般性状比較

24) コンタミネーション改善による耐摩耗性の向上

ブルド-ザ系の油圧作動油には、エンジンオイル10Wが巾広く使用されている。これはエンジンオイルの主要添加剤である清浄分散剤がコンタミネーションレベルを改善し、これにより耐摩耗性の向上が図られるものと考えられる。しかしエンジンの如く燃焼残炭分の発生が無く、使用温度も低い油圧作動油には、エンジンオイルのレベル程清浄分散剤は不要と考えられ、油圧作動油に適合する清浄分散剤の使用を検討した。

これらの問題点を種々検討し対策を行った油圧作動油（開発油）と、従来使用されて来た油圧作動油（従来油）の一般性状比較を表1に示す。

3 作動油の黒化の改善

評価は熱安定性試験、タービン油酸化安定度試験により実施した。熱安定度試験は、オープンビーカーテストで、油温120℃、触媒は銅片を用いた。酸化安定度試験は、JIS K2515に準拠して実施した。試験結果を表1、表2に示す。

熱安定性試験においては、2400h以上で従来油は色相が急激に変化し、4800hで一部にスラッジが発生する。開発油は、4800hで色相2.5程度で、従来油8に比較して大巾に向上している。

酸化安定度の試験結果は、10000hの時点で色相変化は大巾に改善されており、540μmの透過率も従来油の29.5%から83.5%に向上している。

全酸価は、従来油に比較して開発油は消耗度合が低く、最終的に10000hでは0.56mEq/g程度に両油共になつている。

2 ウレタンゴムの安定性の改善

ウレタンゴムは、他のゴムに比較して酸性物質中で大巾な性能低下が起る。これは加水分解によるものと思われる。油圧作動油の抽水PHテストで酸性の強い作動油程ウレタンゴムの劣化が著しい。

ウレタンゴムの破損は実機では、油圧シリンダのシールに見受けられる。

表4に、ゴム浸漬試験比較テストを示す。

引張り強度、伸び率共に従来油に比較して開発油は改善されている。

4 摩耗特性改善によるシリンダ異音対策

油圧シリンダのシリンダ異音、トラクタクレーンにおけるブームのハンテング等は、いずれも油圧シ

項目	試料	時間			
		0	96	240	480
色相 (ASTM)	開発油	L 0.5	L 1.5	1.5	2.5
	従来油	L 0.5	2.0	8以上	8以上
スラッジ発生の有無	開発油	-	-	-	-
	従来油	-	-	-	XX

表2 熱安定度比較テスト

項目	試料	時間				
		0	250	480	720	1,000
色相 (ASTM)	開発油	L 0.5	1.5	1.0	L 1.0	1.0
	従来油	L 0.5	3.5	4.0	4.0	4.0
透過率 (%)	開発油	100	69.5	83.5	89.5	83.5
	従来油	100	33.0	33.0	31.0	29.5
全酸価 (mEq/g)	開発油	0.94	0.50	0.43	0.40	0.37
	従来油	1.91	1.15	0.83	0.53	0.36

表3 酸化安定度比較テスト

項目	試料	引張り強度 (kg/cm ²)		伸び率 (%)	
		開発油	従来油	開発油	従来油
96		495	463	1,380	1,270
240		530	425	1,400	1,335
500		365	233	1,550	1,300

表4 ウレタンゴム浸漬試験結果

リンダのステイックスリップに起因するものと考えられる。ステイックスリップは、摩擦係数の局部的変化と考えられ、摺動中のある部分において、油膜構成が出来ず異音発生し、シリンダチューブに共鳴して外部異音になるものと思われる。

油膜構成出来ない場合には、パッキンのリップ先端温度も著しく上昇し、ウレタンゴム劣化を促進するものと思われる。

シリンダのステイックスリップに対しては、機械的には、パッキンの改良、シリンダチューブ内面仕上プロフィールの変更等の対策が以前から検討され、かなりの効果を上げてきたが、全面解決にはなつておらず、夏季の特殊な条件で異音の発生があつた。

このため今回の開発油には、油性向上剤を用いて摩擦特性を改善し、シリンダ異音対策を行う事を考慮した。

摩擦特性の評価は、ウレタンゴムと銅板間の摩擦係数とステイックスリップの発生範囲との関係を摺動摩擦試験機で評価した。図1に温度による摩擦係数を示す。

70℃以上では、従来油の摩擦係数 μ はスピードの変化に拘らず約0.2を示すが、開発油では、油性向上剤の働きにより、 μ が0.06~0.1程度に低下する。

図2にステイックスリップの発生状況を示す。

ステイックスリップ発生域は、従来油に比較して開発油は大巾に減少している。また実験結果から、ステイックスリップは高速高荷重時に発生することがわかる。

これらの実験室的効果を実際の油圧シヨベルのシリンダで評価した。

シリンダ外壁温を70℃とし、ポンプの流量変化によりシリンダスピードを変化させ、出口側に背圧を負荷し、騒音レベル及び軸方向の平均加速度で評価した。

従来油は負荷圧力及びピストンスピードの上昇により、騒音レベル及び加速度が高くなる傾向を示すが、開発油は、負荷圧力にわずかに影響されるが、ピストンスピードには影響されない。騒音レベル

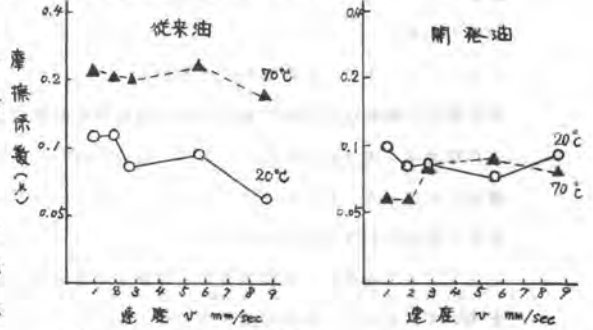


図1. 摩擦係数 (荷重 1 kg)

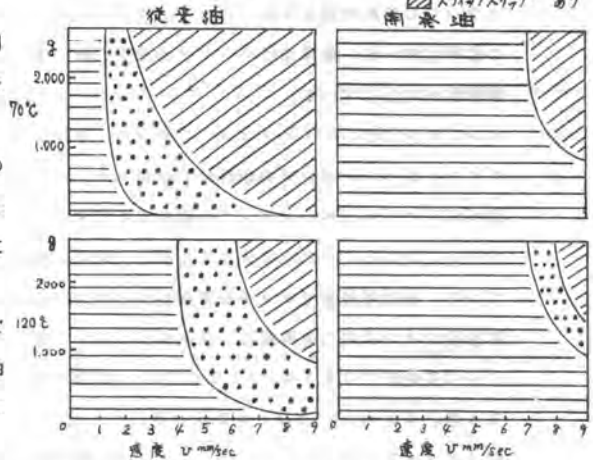


図2. ステイックスリップ発生状況

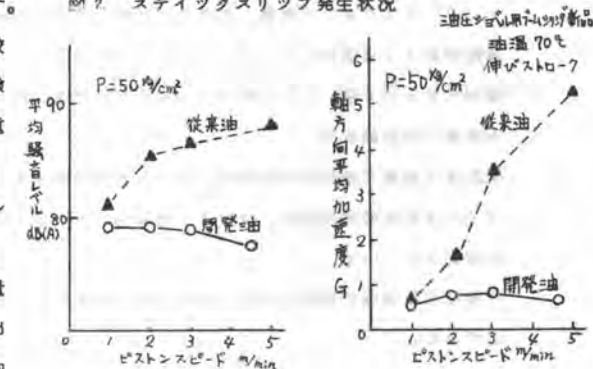


図3. シリンダ騒音及び加速度

と軸方向平均加速度は、相関関係のある事を示している。

騒音レベルで6~10db(A)低減し、シリンダ加速度も2.5~4.5Gの低減がなされ、顕著な効果が得られた。

5. ポンプテストによる耐摩耗性の確認

油圧機器の摩耗は、油圧作動油中の汚染物質に影響される。これはオクラホマ州立大のDr. B.C. Fitch等の文献等に報告されており、最近コンタミネーションコントロールが各所で実施されている所以である。

エンジンオイルには、燃焼残渣物を分散させる清浄分散剤を用いて、ピストン部分の清浄性を向上させてきているが、今回の開発油にも清浄分散剤を用いた。

スラッジの溶解状態を写真1に示す。従来油はスラッジの溶解は無いが、開発油はスラッジが油中分散し著しく清浄性が向上している。

ポンプテストは、V1040ベーンポンプ、25V12Aイントラベーンポンプの摩耗量で比較した。

図4にV1040ベーンポンプの摩耗量を示す。

ベーン、カムリング共に従来油に比較して摩耗が減少しており、合計摩耗量で30%程度摩耗が改善されている。

試験後のタンク内の汚染度は、従来油がNAS7級、 0.8μ の重量法で $0.19\text{mg}/100\text{ml}$ に対し、開発油はNAS3級、 $0.1\text{mg}/100\text{ml}$ と汚染度が優れている。

図5に25V12Aイントラベーンポンプの摩耗量を示す。V1040ポンプ同様、従来油に比較して開発油は摩耗が約30%低減している。タンク内の汚染度も、開発油でNAS5級、 $0.10\text{mg}/100\text{ml}$ と良好であった。

6. 実車での稼働状況

現在まで実車で稼働中のものは、シリンダ異音発生なくフィルタ交換寿命の延長、コンタミ汚染レベルの低下等が確認されている。

今後は油圧機器の摩耗を主にした耐久性の調査を行う予定である。

7. つまび

以上、建設機械用油圧システムと合致する高性能油圧作動油の開発結果を報告した。別途に行われている汚染管理の向上と併せて油圧機器の信頼性は更に向上するものと考えられる。実際に建設機械を取扱う人々にとって本報告が参考になれば幸いである。

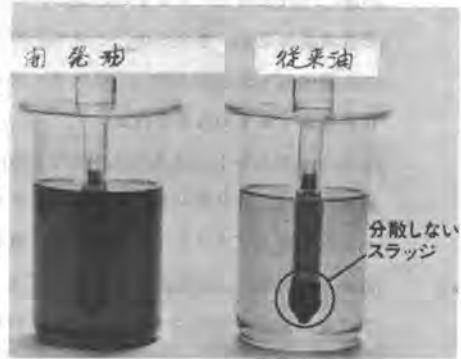


写真1

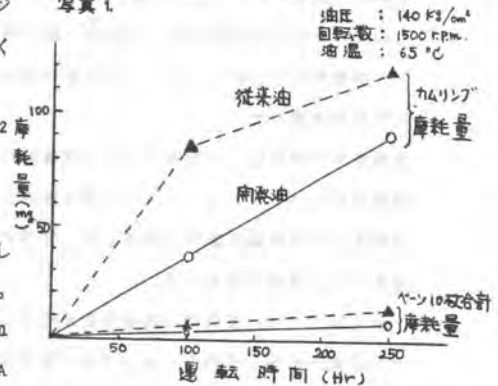


図4. V1040ベーンポンプ摩耗量

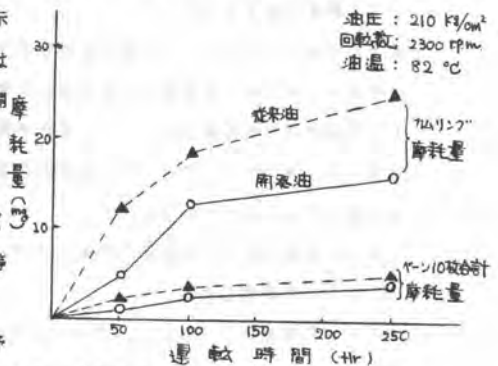


図5. 25V12Aベーンポンプ摩耗量

28. 建設機械による廃棄物処理について

キヤタビラー三菱 平島正毅 吉野裕之

まえがき

建設機械はその名の示す通り、主として建設工事に用いられているが、機種が多様化し、豊富なアタッチメント及び顧客のアイデア等により、その用途は年毎に拡大している。今や、建設機械と言うより汎用機種として需要層も拡大しており、我々、建機メーカーは顧客志向の新製品の開発、改良に積極的に取り組んでいる。今日、ここに御紹介するのは環境保全、公害防止熱の高まりにより近年、特に社会問題としてクローズアップされている廃棄物処理で使用されている建設機械について述べることにする。

1. 廃棄物処理の実態と建設機械の役割

我国は昭和30年代後半以降、目覚ましい経済成長により国民の生活水準は向上し、消費は美德と言われ使い捨てが一般化し、廃棄物排出量は経済成長率の伸長同様、飛躍的な伸びを示してきた。厚生省調査によると、現在各家庭から出る一般廃棄物の総排出量は年間約2,800万t、又工場・事業所等から出る産業廃棄物は一般廃棄物の10倍以上の約3億tが毎年排出されていると言われている。この様な廃棄物はどのように処理されているのだろうか。

1-1 廃棄物処理の実態

これら大量の廃棄物（産業廃棄物については不明確な部分が多いが）は約40%が埋め立て処理、残り約60%が焼却処理（リサイクリングを含む）されている。厚生省では不燃物は埋め立て処理、可燃物は焼却処理を基本方針としているものの、理想的には廃棄物をリサイクリングし、資源の有効活用を図ることが我国の如き資源のない国では当を得ているように思う。又焼却処理に於いては大気汚染等公害のない処理方法を是とするであろう。しかし現実的にはリサイクリングはコスト的に無理があり、焼却処理については焼却炉建設コストの高騰、処理用地の取得難、大気汚染等の公害、更に廃棄物処理施設に対する地元住民の反対運動等の理由から必ずしも良好な状態で実施されているわけではなく、結局埋め立て処理に頼らざるを得ないのが実情である。即ち、後述するサンタリランドファイル工法による処理方法によつて管理を充分行い、住民の納得の上で実施することが焼却処理に比べコスト面でも比較的安く現状にマッチした処理方法と考える。従つてサンタリランドファイル工法による処理方法には当然、土木施工の分野が大きく介入してくることは明白である。

1-2 廃棄物処理における建機の役割及び問題点

現在、行なわれている廃棄物処理に使用されている建設機械はどんなものがあるか見てみよう。（埋め立て処理の場合）建機（ブルドーザ、ショベル）が主役で収集車で搬入された廃棄物を窪地や谷あいへの押し込み、埋め立て、覆土材の採取、運搬、覆土作業等全般に亘つて使用されている。

(焼却処理の場合) 収集車で搬入された廃棄物は一旦、焼却工場内のピットにストックされ、その後、クレーンで炉に投入する。この焼却処理においても建機はピット内での廃棄物の押し上げ、掻き上げ、焼却灰の処理に使用されている。

この様に廃棄物処理においては建機への依存度が極めて高いと言える。しかし、現在、これらの処理方法において幾つかの問題点が出てきている。それは廃棄物の量の増加と共に質の変化に依るものである。質の変化とは従来、廃棄物と言えば紙類・家庭ゴミが主体であつたが、最近では容量の大きい家具、家電製品、建築廃材などの粗大ゴミの増加と空缶、ビンなどの不燃物の増加が著しくなっている点である。

埋め立て処理の場合を考えると、現在、使用されている建機は21～131前後の中・小型のものが殆んどであり、量の増加への対処、粗大ゴミの処理にも手をこまねているのが実態である。

粗大ゴミは現行の建機では破砕することなく、そのまま埋め立てる為、容量がかさみ、ただでさえ量が多いこともあつて処理場の寿命を著しく短縮すると共に、衛生面でも埋め立て地中の空隙率が大きくなりメタンガスの発生が問題とされている。一方、焼却処理の場合、不燃物・粗大ゴミの増加は燃焼効率の低下、粗大ゴミの一次破砕設備の必要性等、多くの問題点を露呈している。

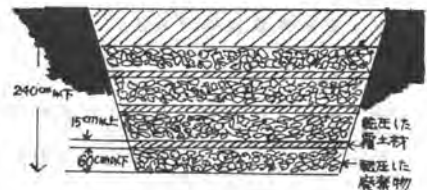
以上の様に埋め立て、焼却処理何れの場合も多くの問題点を抱えているが、特に建機が主役となる埋め立て処理で早急にその対策を迫られているのは、・処理場の有効利用(処理場寿命の延長)、・粗大ゴミの取り扱いの容易化、の2点である。

2. サニタリランドファイル工法とランドファイルコンパクタ

2-1 サニタリランドファイル工法

こうした埋め立て処理での問題点を解決すべくアメリカでは既に Sanitary Landfill Method と称する工法を積極的に推進している。Sanitary Landfill Method を日本的に言えば「衛生的な埋め立て処理」と言うことである。この工法は廃棄物を埋め立てるに当つて収容量を増し、跡地の早期利用を可能にする為、従来の様に単に廃棄物を押し込み、埋め立てるのではなく、十分、廃棄物を破砕圧縮して埋め立て、且つ、埋め込んだ廃棄物の上には適量の覆土を行い、これを繰り返し埋め立てる工法である。具体的には次図に示す様に廃棄物の厚み、覆土材の厚みを推奨している。(ちなみに日本では3mの廃棄物に対し、50cmの覆土材となつている)

この工法を効率的に推進する機械として開発されたのが CAT816及び826Bランドファイルコンパクタ(廃棄物処理専用機)の2機種である。既に我国においても数多く稼動し、好評を得ているが、以下CAT826Bについてその構造と作業性能について紹介する。



ランドファイルコンパクタの主な仕様

	CAT816	CAT826B
総重量	18,100 Kg	29,000 Kg
馬力	172 PS	304 PS
全長	7,010 mm	7,875 mm
全幅 (排土板間)	4,265 mm	4,870 mm

2-2 CAT826Bランドファイルコンパクタの仕様及び構造

この826Bは既にダム工事(コア材転圧)、道路工事等で数多く使用されている土工用の825Bを母体にし、その転圧性能を損なうことなく、廃棄物の特殊性(軟弱質、

粗大ゴミ)を考慮し、廃棄物処理専用機として製作したものである。

土工用の825Bと最も異なる点は

- ・足回り(車輪の形状)
- ・ガード類

の2点である。

車輪は写真に示す様に車輪の表面に高さ152mmのチョップブレード(切り刻む板の意)が一輪当たり24枚、山形に4列配置され、破砕力、けん引力を高める設計になっている。又、チョップブレード間隔は軟弱物付着防止も考慮されている。



(826Bモデルビュー)



(826B車輪)

一方、ガード類については粗大ゴミ等、鋭利な物体による突きあげからタンク類、油圧ホース類の損傷を防止する為保護板・補強が施されている。(燃料タンク・油圧タンクガード、ステアリングシリンダガードetc)その他、廃棄物処理特有の粉塵に対する配慮もなされている。

3. CAT 826Bの作業性能テスト結果

作業性能を見る上で破砕力、転圧力のテストを実施したのでその結果の一部を紹介する。

3-1 破砕力テスト

- ①テスト要領・・・硬土路(収集車走行路)に廃棄物を性状別(建築廃材、家電製品)に置きその上に826Bを走行させ、破砕力を見た。

②テスト結果

	建築廃材	家電製品 (洗濯機、冷蔵庫、テレビ)
破砕量(t)	7.0 t	3.7 個
破砕前容積	18.9.7 m ³	60.8 m ³
破砕後容積	3.4.2 m ³	12.7 m ³
破砕程度	10~30cmの程度の大きさに破砕された	原形をとらず完全に圧縮された
破砕回数(往復)	1.5 回	6 回
所要時間	5.3 分	2.1 分
時間当たり破砕能力	79.2 t/Hr	1,229個/Hr



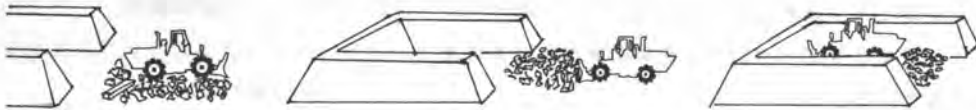
以上のテストを15tのブルドーザで行なつたところ若干は破砕されるが、大半は破砕不可能であつた。

8-2 転圧力(埋め立て收容能力)テスト

実際の埋め立て作業でどの程度の破碎・転圧力があるかをこの近くの福岡市の処理場で不燃性廃棄物(建築廃材、金属、ガラスくず etc.)を対象にテストを実施したので結果を以下に示す。

①テスト要領・・・予めピット(土壇堤)を設け、この中に廃棄物を埋め立て、埋め立て重量と容量から密度を算出し、埋め立て前の廃棄物の密度(比重)との変化を比較した。(重量についてはトラックスケール、容量についてはレベルで計測)

②作業形態



①収集車で搬入した廃棄物を826Bでピット前で破碎転圧する。(同一箇所-3往復)

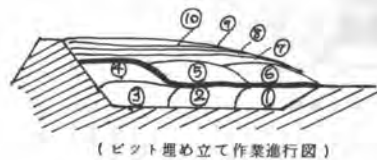
②破碎・転圧後、826Bでピットに押し込む。

③ピット内に押し込んだ後、再び826Bで転圧する。(同一箇所-3往復)

1回当たり約50tの廃棄物を①～③の手順で繰り返し、ピット満杯時点でテストを終了した。

③テスト結果

	前半	後半	計
埋め立て重量(t)	479t	620t	1,099t
埋め立て容量(m ³)	387m ³	337m ³	724m ³
密度(t/m ³)	1.24	1.84	1.52



注) 太線部を境に前半後半に分けた。

テスト結果より

i)埋め立て前の密度0.5に対し、埋め立て最終時点の密度が1.52であり、3.04倍に転圧された。

ii)前半の密度と後半の密度を比較すると後者は1.5倍の密度を示しているが、この差を生じた要因として826Bの特徴である積み重ねによる下層部への有効な転圧力の伝達による。

以上、826Bの破碎力、転圧力について見たが、この826Bを使用することにより、
・粗大ゴミの取扱(→細かく破碎)、
・処理場有効利用(→收容量増大により寿命延長)に大いに貢献できることを実証した。その他、悪臭・害虫類の発生についても消毒及び定期的な覆土で解消出来ると思う。

あとがき

廃棄物処理は最終的には土地の利用に頼らざるを得ないのが実状で処理用地の計画的な使用が不可欠である。我々は建機メーカーとして廃棄物処理について機械の開発及び現有機械の改良を通じて皆様のお役に立ちたいと考える。

以上

29. 三井リピットエレベータについて

三井三池製作所 三吉野禎男

1. まえがき

工事用エレベータは、人荷共用の揚重機として、今日土木建築の各現場に普及しつつあるが、まだ当社のPIATエレベータに代表されるようなロングスパン工事用エレベータと比較すると、その稼働実績は5分の1程度という普及率である。前者はイタリア、後者は主としてスウェーデンと本家として発展した機械であるが、その初期の使用目的に比し、国内での使用法は幾分趣きを異にしている。作業足場として紹介された前者は、目下、長物機械の揚重と人員運搬の共有機としての機能を高く評価されて発展を続け、速度が毎分10 m/min以下であるにもかかわらず、全国に約1300台の実績を持っている。一方現場におけるクレーンの負担を軽減すると共に、迅速に作業者の運搬を行うことにより、工事の短縮と省力化を期す後者においては、その主要メリットが十分に活用されることなく、依然として贅沢品と做される場合が多い為、現在迄は急速発展の途を見出し出してはいない。

この現象の在には、比較的小人数の運搬を主目的とした安価な工事用エレベータの出現が待ち望まれていた訳である。本機はこのような要求に応える為に興発されたエレベータであり、後述のようにユニークな構造を採用することにより、高い安全性と有するエレベータと更に軽量・安価にすることを目的として興発されたものである。

2. 興発の経過

当社は前述のように、PIATエレベータ(ロングスパン工事用エレベータ)を、543年より電動昇降足場、あるいは人荷共用の長物揚重機として製造販売し、1000台余の実績を誇っており、この技術をベースにして548年に興発に着手した。速度アップの為の安全装置を充実させ、工事用エレベータとしての機能を追加し、試作テストを繰り返して、全く新しいタイプの工事用エレベータを完成した。その後エレベータピット内に仮設工事時用エレベータとして、あるいは新幹線の橋梁工事現場の人員昇降用エレベータとして実績を積み、検討・改造を加えて現在の型式に至っている。

3. 構造および特徴

本機の特徴は大別すると次のようになる。尚、全体図と主要諸元を才1図に示す

(1) 脚柱ユニット

昇降の為のピンラックを有する脚柱ユニットは、1.6m/本の継ぎ足し式であり、PIATに使用されている軽量な柱をそのまま流用することができる。このことは、本機の最も大きな特徴の一つである。2本柱方式を採用した為、脚柱ユニットの受ける主荷重は圧縮力となり、従来の一本柱方式のエレベータに比較して、柱に大きな曲げモーメントを生じない。この為、脚柱ユニットの1本の重量は4分の1～5分の1となり、軽量化に貢献している。

(2) 昇降原動部

電動機によりウォーム減速機を介してピニオンを回転させ、そのピニオンが脚柱ユニットのガイド

レールのピンロックと噛み合うことにより昇降する。ピニオンは減速機出力軸の延長上にあり、昇降部はケージの上部に配置される。

(3) 過速防止非常ブレーキ

ケージの速度が定格速度の1.3倍を越えないうちにガバナ検出装置が働き、モータの電源を遮断すると共に、駆動軸と別系統の軸に取りつけられた非常ブレーキによりケージを停止させる。又、この非常ブレーキは、ケージ内から手動により作動させることもできる。

(4) ケージ

上部の昇降原動部により緩衝用のバネを介して吊られており、起動・制動時のショックらよび運転時の微振動を緩和している。ケージは、前後に2面の扉を有し、開閉はケージの着床と機械的に、昇降とは電氣的にインタロックされている。又、ケージ部材は、有効に配置することにより軽量の構造とすることができた。

(5) 壁つなぎ

壁に対して一定間隔6m以内毎に脚柱を固定するが、2本柱方式の為に柱にかかる主荷重は圧縮荷重であり、この壁つなぎは柱の座屈防止と短期荷重(地震・暴風)の水平力に対するものとして取りつける。この点が従来の1本柱方式のエレベータの柱の曲げ反力の為の壁つなぎとは異っている。従って1ヶ所の壁つなぎの負担する反力は、本機の場合、地震時荷重400kgを越えることがない。

(6) 各階扉

2本の柱に平行に取りつけられたボールの任意の高さに取りつけることができる。電氣的インタロックにより扉が完全に閉じていなければ、ケージは昇降することができない。エレベータへの乗り降りはこの扉の位置にて行う。

(7) 地上囲い

昇降路を地上最下端にて囲んでおり、その2面は各階扉と同等の扉になっている。地上囲いには電源ケーブルと収納するドラムを備えている。

(8) 脚柱ベースおよび緩衝器

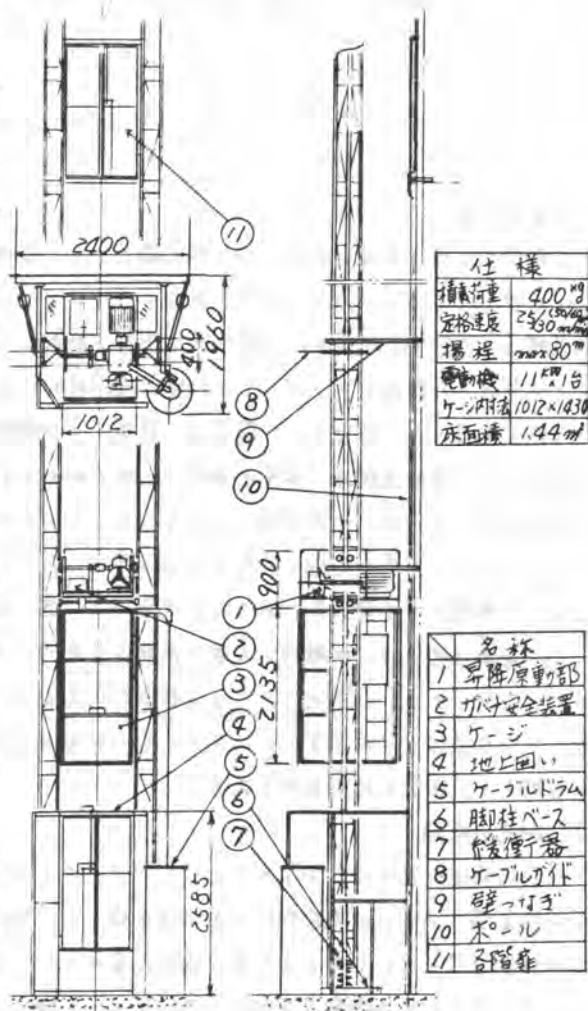
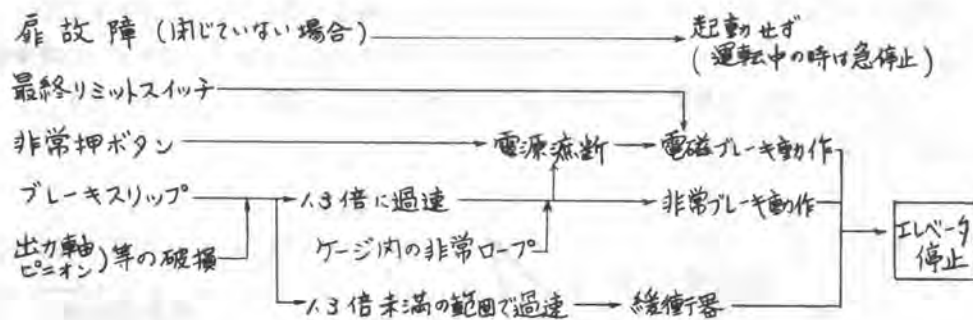


図1

脚柱ベースは、基礎コンクリートに埋め込まれた基礎ボルトによって締めつけられる。この脚柱ベースには摩擦カとバネを併用した緩衝器が設置されている。ケージが1.3倍の速度を越えると、ゲバナ検出装置が働き非常ブレーキが作動するが、もしその速度を越えない範囲で過速し、基礎に衝突すると、大きな衝撃力によりケージが破損することになる。これを防止し、機内の人員の安全を守る意味で脚柱ベースには緩衝器を設置し、運動エネルギーを摩擦損失とバネの歪エネルギーに換えて衝撃力を減少させる。我が国では、現在エレベータ用緩衝器としては常用エレベータも含めて具備すべき明確な規定がないが、米国の *American Safety Code* に従って最大減速度 $\beta=2g$ 以下になるように緩衝器を設計するよう一般の書物に紹介されている。ところがロープ式エレベータのように垂直運動部分の質量以外には衝撃力に影響を与える慣性力の発生源と持たないものでは、衝撃力が定格荷重の丁度3倍となり、この短期荷重に耐えるようエレベータを設計すれば良い訳であるが、ラックピニオン形式のエレベータのように回転体の質量の影響を受けるものについては、一般にその大きさが垂直部分の質量に比べて数倍以上あることから、減速度 $\beta=2g$ を基準に設計した場合衝撃力は10倍～20倍以上になることは知られている。このようなラックピニオン形式のエレベータの緩衝器を設計する場合は、むしろ衝撃力を3～4倍以下に抑えることを条件に減速度を小さく設計すべきであろう。

(9) 安全装置の系統

本機に採用している安全装置の作動系統図をオス四に示す。安全装置は工場出荷時に充分なテストを行い、安全性に注意を払っている



オス四

(10) 運転方式

ケージ内の手動運転を標準にしており、レバーを上方向にすることにより上昇し、下方にすることにより下降する。手を放せば自動的にレバーは中立となりエレベータは停止する。その他、上下スヶ所の自動呼び出し運転、各階の自動呼び出し運転などの装置も取り付け可能としている。

(11) 電気品

電源は、電圧降下量を小さく抑える為に $400/440\text{V}$ ($50/60\text{Hz}$) と採用している。この為垂れ下がりケーブルのサイズは、標準として 14mm^2 で済んだ。ケーブルの風による振れを抑える目的で、ケーブルガイドを脚柱の一定間隔毎に取り付け、ケージの昇降に従って自動的に案内できるようにした。電源 Box は、地上に1個、ケージ内に1個有り、必要に応じて $200/220\text{V}$ ($50/60\text{Hz}$) に変圧

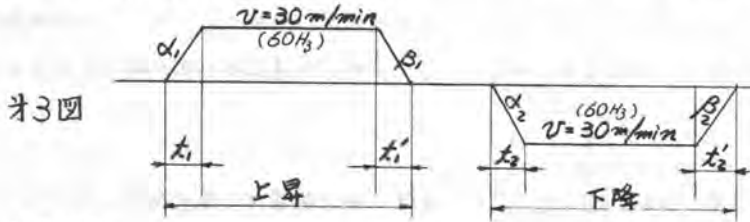
している。又、本機に常用ブレーキとして使用しているパライディスクブレーキはフランスで開発されたもので、電源が交流 200/220V (50/60 Hz) であるので直流整流器を必要としない。又、従来のディスクブレーキに比し、放熱面積が大きく、安定したトルクと長寿命を誇り、この種の機械に適したブレーキと言える。

(2) 運転特性

本機の起動、制動に要する時間・加速度・停止距離をオ3図およびオ1表に示す。このクラスの速度においては、工事用エレベータとして許容される乗り心地は、特別な速度制御することなく、かご型モーターの加速トルクもしくはディスクブレーキの制動トルクと、負荷と回転体のはずみ車効果のバランスのみで得ることができる。

状態	上昇		下降	
	起動時	制動時	起動時	制動時
時間 sec	t_1 0.85	t_1' 0.28	t_2 0.35	t_2' 0.45
加(減)速度 m/s^2	α_1 0.59	β_1 1.78	α_2 1.43	β_2 1.11
制動距離 cm	S_1' 7.0		S_2' 11.3	

オ1表

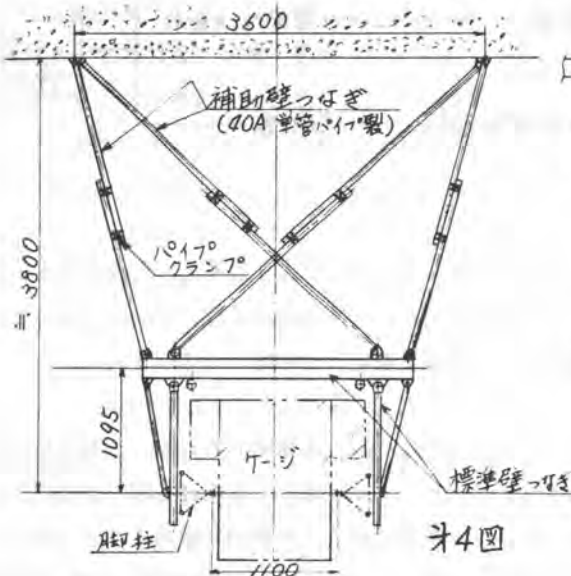


オ3図

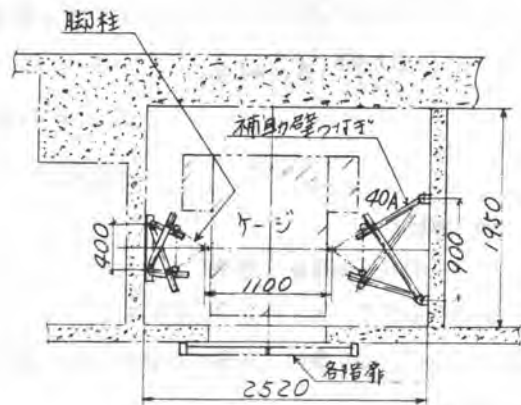
4. あとがき

本機と新幹線吾妻川作業所の橋梁工事現場に使用した場合の壁つなぎ取合図をオ4図に、そして大阪北浜作業所にてエレベータピット内に使用した場合をオ5図に示す。このように標準壁つなぎ以外の取り合いも 40A の単管パイプ等で簡単に補助壁つなぎを構成することができる。

今後尚一層の研究を重ね、改良開発を促進する所存である。



オ4図



オ5図