

## 32. 中口径塩ビ管理設機械の開発

(株)竹中工務店 \* 鈴木 昭夫・天海 清志

### 1. まえがき

近年、下水道の普及に伴い幹線から枝線へと、中口径管の施工が広まりつつある。中でも掘削深度3m程度の開削工法は、経済性、施工の確実性などから需要は大きい。公害問題に対して地元住民の理解が得られないと工事できないなどのため、従来工法による施工は困難な条件が増大する傾向にある。本開発機は、上記の問題点を解決するために、①狭い幅員の道路においても交通量を妨げないこと、②急遽施工が行なえること、③低騒音、低振動であること、④掘削溝内に作業者が入らず全て地上からの操作で施工を行なえること、などを目標として開発中のものである。

なお、通産省の定住圏構想の一環として定住圏域の生活環境整備を目的とした研究を推進しており、本開発はその一環として通産省より小規模排水処理機械システム技術研究組合が委託研究補助金を受けて開発を行なっているものである。

以下に開発機種の概要およびその性能実験結果について報告する。

### 2. 開発機種の概要

開発機は、200mm<sup>φ</sup>～300mm<sup>φ</sup>の塩ビ管理設施工用の掘削機、管布設機、埋戻機およびマンホール施工用の立坑掘削機(推進工法の立坑施工にも適用可)から構成され、その概要を図-1に、主な仕様を表-1に示す。各開発機は以下のような主要機能を有する。

- ・掘削機-----土留板の外幅までオーバーカット可能な油圧ラムシエルで掘削しながら枠状に組立てた土留板(0.78m×長さm×高さm)をジャッキで所定の深度まで圧入する。
- ・管布設機-----バックホウの腕の先端に取り付けた管締結機で把持した接続管を、山留施工の完了した溝底に取り込み、地上からの遠隔操作により既埋設管と接続する。
- ・埋戻機-----土留板をジャッキで引き抜きながら埋戻土砂を振動コンパクターで圧入する。
- ・立坑掘削機-----平面上をX、Y方向に移動できる油圧ラムシエルで掘削しながら箱形に組立てた土留板(1.8m×長さ2.5m×高さ1m)をジャッキで所定の深度まで圧入する。

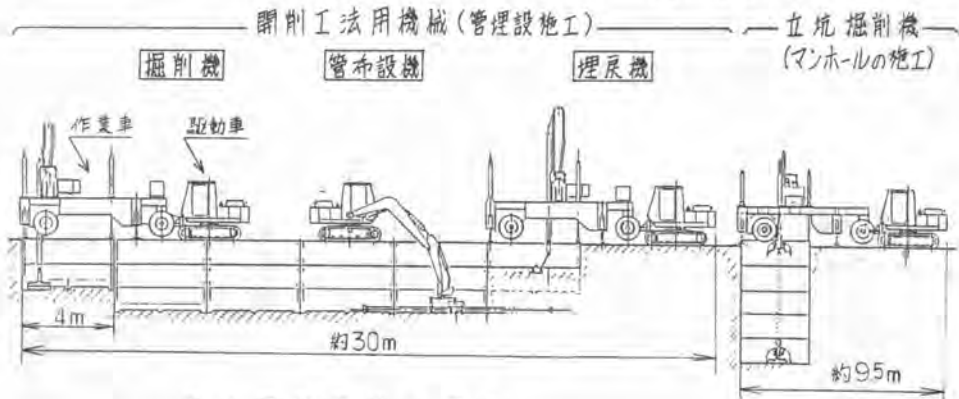


図-1. 開発機種の概要

表-1. 開発機械の主な仕様

機械	項目	最大施工深度	(L×W×H)	重量	出力
掘削機・埋設機		3 m	10.1×2.3×5.9 m	22.4 T	62 PS
管布設機		3 m	5.9×2.2×2.6 m	6.6 T	62 PS
立坑掘削機		5 m	9.5×3.3×6.0 m	21.4 T	62 PS

3. 実験概要

実験測定項目、実験条件、実験規模をそれぞれ表-2、表-3、図-2に示す。

表-2. 実験項目

測定項目	実験区分	
	管理設実験	マンホール埋設実験
施工能率	管理設用掘削機施工時間 管理設用埋設機施工時間	マンホール埋設用 立坑掘削機施工時間 マンホール埋設用 立坑掘削機施工時間
騒音・振動	騒音レベル 振動レベル	—

表-3. 実験条件

実験条件	実験区分	
	管理設実験	マンホール埋設実験
使用材料	塩ビ管 (内径200mm)	軽量70L/Aマンホール
埋設深さ	2.35m~2.65m (埋設管中心)	3.15m~3.45m (マンホール底面)
埋戻材料	川砂	
締固め条件	埋戻し層厚	30 cm
	転圧方法	管側部-機械式木た その他-振動リッパ
埋設管勾配	5 ‰	
土質および地下水	N値5以下の関東ロームの埋土 地下水はG.L. -10m以下	
場	三和建設成田工場 (成田中野電子工業団地内)	

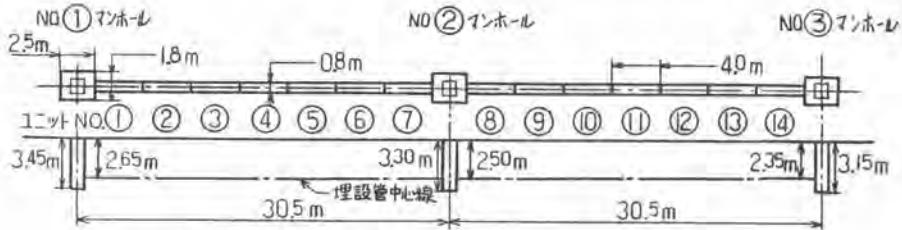


図-2. 実験規模

4. 実験結果と検討

(1) 施工能率

土留板1単位の施工長を1ユニットとして、図-3~7に各作業の施工時間の測定値をユニット毎に示す。また表-4には、開発機械の各作業が機械の改造および習熟により安定した状態の平均施工時間を示す。

記号一覧

- 暴積時間
- 掘削は厚戻し時間
- 土留板七付は有後時間
- △ 掘削位置決め時間

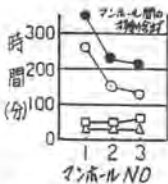


図-5. マンホール掘削機施工時間



図-6. マンホール埋戻機施工時間



図-7. マンホール設置機施工時間

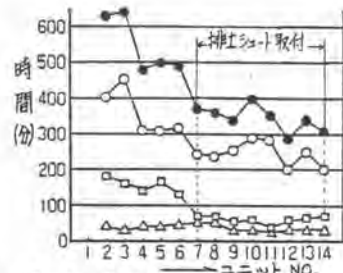


図-3. 管理設用溝掘削機施工時間

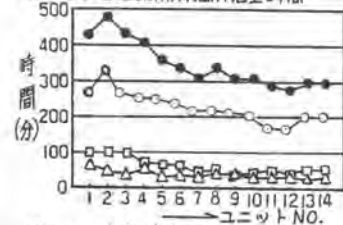


図-4. 埋設管布設機が埋設機兼埋戻機施工時間

表-4の安定した作業状態の施工時間に基づいて、1日の実働時間を7時間とした場合の施工能率を求めると表-5に示すような値となる。なお、マンホールについては、本研究開発の一環として別に開発されたレジコンクリート製軽量プレハブマンホールを使用している。

以上の結果、管理設施工能率は、掘削と埋戻しを同時平行作業として行なえば5.7<sup>m</sup>/日の施工能率の確保が可能である。また、マンホール埋設施工能率は、掘削、設置、埋戻し共々それぞれ約2<sup>m</sup>/日の施工能率が得られることが分った。(但し、マンホール間の機械移動は除く)

## (2)騒音と振動

図-8に開発機械の騒音と振動の測定位置を示す。図-9は、測定距離毎に騒音の最大値をプロットしたものである。各測定距離で騒音の最大値は全て機械の後方で測定された。主たる音源は、駆動車のエンジン、作業中の各機械の始動・停止時に発生する衝撃、振動コンパクタ、油圧ユニット内のソレノイドバルブなどである。

図-10には振動の最大値を示す。管布設機が発生する振動は45dB以下であった。各測定距離で機械後方で測定された振動が最大となったが、他の測定方向との差はほとんどなかった。また、振動の主たる発生源は、駆動車のエンジン、作業車の動作の始動・停止に伴う衝撃、振動コンパクタなどである。

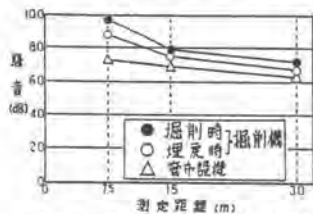


図-9. 騒音測定値(最大値)

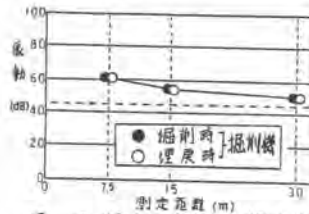


図-10. 振動測定値(最大値)

表-4 安定状態での平均施工時間

作業内容	施工時間	備考
管理設用掘削機施工時間	296分	NO.12,14ユニット
埋設管布設および管理設用土留置施工時間	292分	NO.12,13,14ユニット
マンホール掘削機施工時間	213分	NO.3マンホール
” ” 埋戻機施工時間	200分	NO.3マンホール
” ” 設置機施工時間	240分	NO.2,3マンホール

表-5 1日当りの施工能率

作業内容	施工能率
管理設用掘削機施工	5.7 <sup>m</sup> /日
埋設管布設および管理設用土留置施工	5.8 <sup>m</sup> /日
マンホール掘削機施工	2.0 <sup>m</sup> /日
” ” 埋戻機施工	2.1 <sup>m</sup> /日
” ” 設置機施工	1.8 <sup>m</sup> /日

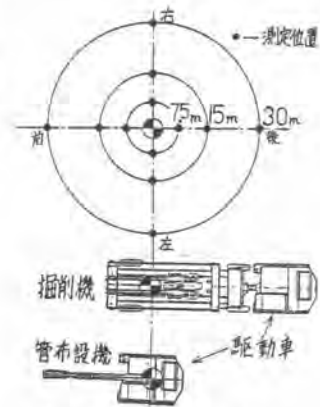


図-8. 測定位置

## 5. 他工法との比較

### (1)施工能率

図-11に開発工法と他工法の掘削から埋戻しまでの管理設施工能率(マンホール部を除く)を示す。各工法とも工賃条件、掘削深度、掘削幅、作業時間などが全く同一の条件ではないが、施工能率の概略傾向の比較は可能と考える。

今回の実験で用いた開発機はまだ幾つかの改善の余地を残しており、必要な改善策を施すことにより8<sup>m</sup>/日(実作業時間7h)程度の施工能率の確保が可能と思われる。

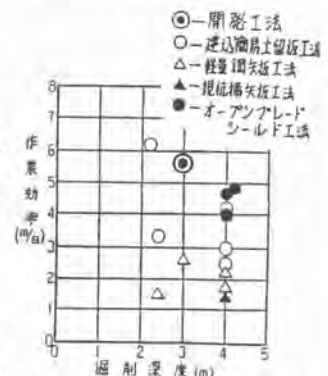


図-11. 各種工法の管理設施工能率

(2)省人化効果および作業性

表-6に各工法の作業人数を示す。開発工法では従来工法と比較して3~4人の省人化効果を期待できる。また、開発工法は従来工法と比べて機械化が進んでいるため、肉体労働が少なく苦渋作業が軽減される。これは、近年土木工事作業者の高齢化が進み若年層を得にくい現状を考えると、今後の施工方式に適合していると言える。

(3)作業区間の省スペース

開発工法の作業区間は、図-1に示すように約30mであるのに対し、軽量鋼矢板工法が約100m、建込簡易土留板工法は約50m程度を必要とする。開発工法では、70~40%程度の省スペースを図ることが出来る可能性がある。

(4)騒音と振動

図-12に開発機械および掘削工事に多く用いられる建設機械の騒音と振動を示す。

開発機械の騒音レベルは最も小さい部類に属し、アースオーガーとはほぼ同等である。振動レベルはアースオーガーより更に小さい値となった。開発機では、油圧ラムシエルによる静的な掘削方式であることや、ラムシエルバケットおよび振動コンパクタなどの振動発生源を重厚な土留板で覆っていることが理由として挙げられる。現状の施工機種の中で最も低公害な施工が可能であると言える。

(5)安全性

開発工法が従来工法と比較して安全性に優れる点は、掘削と平行して支保工の完成した土留板を機械で圧入するため、①掘削時溝内での作業がなくなる、地山崩壊による人身事故の心配がない、②土圧に変化を生じさせず作業時間が短かく、周辺地山を乱さない、などである。

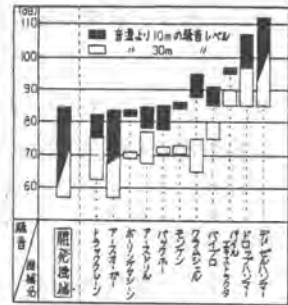
6. おさげ

開発機による管の埋設性能実験を行った結果、従来の建込簡易土留板工法などとは比べて同等以上の施工能率を有し、3人程度の省人化を図ることが分った。また、作業区間長、騒音・振動、安全性などの面でも従来工法と比べてメリットのあることが分り、開発当初の目標をほぼ達成することができたものと言える。しかし、今後更に能率の向上を図るためには幾つかの点で改良、工夫をするのが望ましい事項もあり、これらの事項を解決しながら今後の社会ニーズに合った工法を育て上げたいと考える。

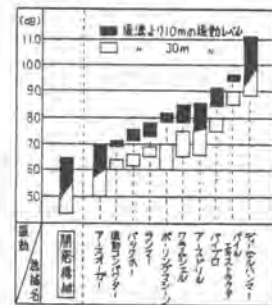
最後に通産省産業機械課ならびに実験に御協力頂いた久保田鉄工(株)、三和機械(株)の関係各位に謝意を表します。

表-6 各工法の作業人数

工法名	作業人数
○ 開発工法	5人
● 建込簡易土留板工法	8人
○ 軽量鋼矢板工法	8人
○ 親杭掘矢板工法	9人
○ オープンピット工法	7人



騒音の比較



振動の比較

図-12 開発機械と各種建設機械の騒音と振動