

III-177 制御機能を付加した機械掘削式ヒューム管推進実験について

日本電信電話公社茨城電気通信研究所 正員 伊藤和五郎

〃 〃 〃 〇今村 宏司

〃 〃 〃 倉石 里美

1. まえがき

電電公社では、40条程度の電話地下ケーブル用管路埋設工事を開削せずに行なう、小断面シールド工法の開発を進めてきた。本工法は、横坑内作業を遠隔制御操作により無人化したもので、安全高速施工ができる。本報告は、前回報告した工法⁽¹⁾について、各機器の改良試作を行ない、昭和48年度に茨城電気通信研究所構内で施工した掘推進実験について紹介するものである。

図-1 施工システム図

2. 工法の概要および特徴

本工法はヒューム管の先端にシールドを取り付けたものであり、その施工システムは図-1のとおりである。また、主な特徴は次のとおりである。

(1) 掘削、土砂の搬出など横坑内の作業を機械化し、遠隔操作により無人化している。

(2) 上記操作は、発進立坑

に設置した運転室内で、テレビ監視によりワンマンコントロールされる。

(3) プッシャージャッキの推進速度を0~10 cm/min と可変にし、カッター回転トルクの変化を検出して土質に応じた最適掘進速度に自動コントロールする機能を有している。

(4) シールドに姿勢角計測装置を搭載し、運転室内で監視しながらシールドジャッキにより方向修正を行なう。

(5) 押管装置は2段押機構を採用し、1,500 mm×2のジャッキストロークでヒューム管1本分の押込みが可能である。

(6) 運転操作手順を、操作卓にグラフィックパネルでランプ表示するとともに、誤操作による事故を防ぐための、インターロック回路を設定している。運転操作は容易であり、特に熟練を要しない。

(7) 裏込注入作業は、1次グラウト（ベントナイト水溶液）および2次グラウト（セメントモルタル）ともに発進立坑で行なう。（横坑内無人化）

3. 実験機器の概要

本実験に使用した機器の主なものについて、表-1に仕様の概要を示す。

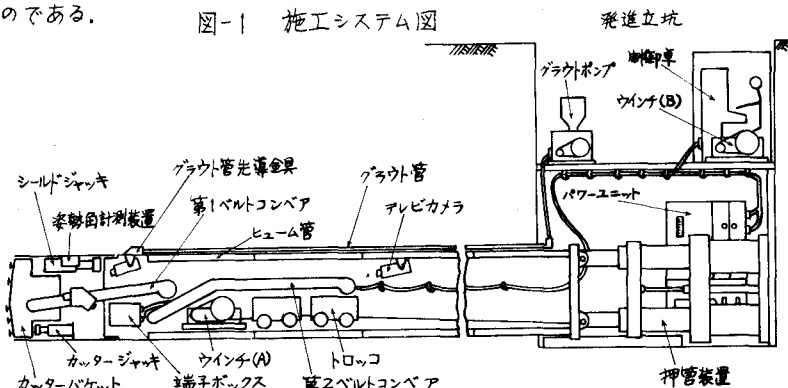


表-1 実験用機器の主要諸元

区分	項目	仕様
シールド本体	全長	2,000 mm
	外径	1,435 mm
	シールドジャッキ	30 ton × 4本
	カッタージャッキ	10 ton × 4本
	カッターモータ	227 kg・m × 2台
押管装置	ストローク	1,500 mm × 2段
	プッシャージャッキ(PJ)	121 ton × 4本
	PJスライド用ジャッキ	8.3 ton × 2本
	ストッパージャッキ	2.7 ton × 2本
パワーユニット	ジャッキ系統	電動機 11 kW × 6P
		油圧吐出量 0~14 l/min (可変)
	ポンプ	作動圧 350 kg/cm ² (最大)
		電動機 22 kW × 4P
	カッター旋回用	油圧吐出量 50 l/min (定吐出)
		ポンプ作動圧 210 kg/cm ² (最大)
排土装置	作動油タンク 500 l	
	第1ベルコン	機長 3.13 m
		動力 1 kW 電動モータ
	第2ベルコン	機長 16.2 m
		動力 1.5 kW 電動モータ
	トラロック	容量 0.65 m ³ × 5台
ウインチ	牽引速度	27 m/min
		牽引力 500 kg
	ヒューム管 (下水道協会規格) 推進工法用	
ライニング	内径	1,200 mm
	外径	1,430 mm
長さ		2,430 mm

4. 実験結果および考察

茨城電気通信研究所構内(土質: ロームおよび砂質ローム, N値 3~5, 含水比 43~100%)において, 推進長 50m の掘進実験を行ない次の結果を得た。

(1) 方向制御特性 図-2 は 50m 掘進において, シールドジャッキの片押しによる曲線施工実験から得られた, ヒューム管先端シールドの水平軌跡およびその曲率半径を示すものである。

曲率半径(R)は, シールドの水平軌跡の線形方程式 $y=f(x)=\sum_{i=0}^n (a_i x^i)$ から, $R=[1+\{f'(x)\}^2]/f''(x)$ の式により求めた。この図から, 本シールドの特性としてシールドジャッキの片押しにより約 40m の曲率半径で曲線施工が可能であること, および曲線施工から直線施工に変えるには反対側を片押しすればヒューム管 1 本(約 2.5m)の長さで, また全押しすればヒューム管 2 本(約 5m)の長さで直線掘進となることが判明した。

(2) 姿勢角測定 図-3 はシールドに搭載した姿勢角計測装置で測定したシールドピッチ角の変化およびこれを積分して得たシールドの縦断軌跡と, レベル測量によるシールドの縦断軌跡およびその線形方程式を微分して得たピッチ角の変化を対比させたものである。今回使用した姿勢角計測装置のピッチ角検出センサーは, 測定精度 $\pm 1.5 \text{ mR}$ の加速度計であるが, この図から, 姿勢角測定結果と光学測量結果は極めてよく近似しており, 掘進線形の角度と加速度計の実測値との差は最大 5mR, 40m 掘進の平均で 1mR であった。従って, シールドに姿勢角計測装置を搭載することにより, 測量作業は大幅に軽減されるものと期待できる。

(3) 作業性調査 ヒューム管 1 リング掘進に伴う作業別所要時間は, 図-4 に示すとおり 1 サイクル 5 時間であった。このうち, ケーブル類については実験工事のため 8 本(計測用 1, 制御用 2, 監視用 3, 動力用 1, 照明用 1)を使用した。実用的には 4~5 本に集約可能である。また, 排土作業は前回予備実験で用いたベルトコンベア方式に問題が多かったため, 今回はトロック方式に変えたが, これにより約 80 分の作業時間が必要になった。この時間は, 押管装置を改良することにより短縮が期待できる。更に, 測量作業は前記のとおり, 姿勢角計測装置を搭載することにより大幅に短縮可能である。これらにより, 1 サイクルの作業時間は 1 時間以上短縮できるものと期待される。

5. あとがき

今回の実験工事は, 研究所構内実験場において, 掘進長 50m を施工したものであるが, この中から各種基礎データを得るとともに, 100m 以上の掘進, 1 日約 5m (昼夜兼行の場合は 10m) の作業性および実際の道路における施工性について見通しが得られた。

(※) 渡辺, 今村: 機械掘削式ヒューム管推進実験, 土木学会第 28 回年次学術講演会

図-2 水平変位特性

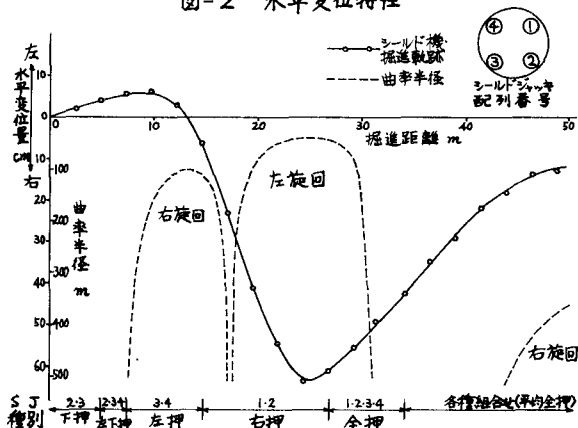


図-3 垂直変位特性

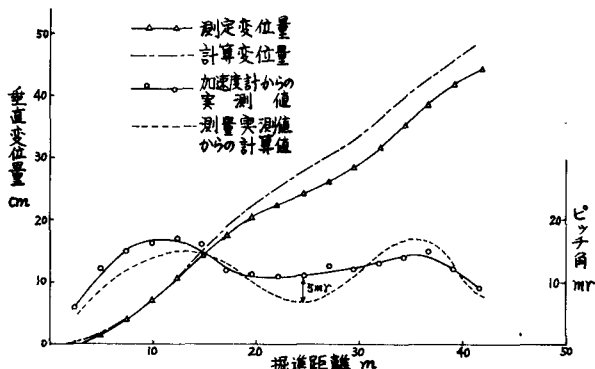


図-4 作業別所要時間

