

東京電力(株)	正会員	杉	正
東京電力(株)	正会員	一戸	裕
(株)関電工		阿部	秀人
(株)関電工		田中	秀一

1. はじめに

本報告は、地中電力ケーブル用の小口径（φ1～2m）管路トンネルを構築する新しい推進工法の開発について述べたものである。本工法は、以下に示す種々の技術の組合せから成立っている。

- ①自走式セミシールド機
- ②ジャイロを用いた自動位置計測システム
- ③管端部補強型高強度ヒューム管
- ④遠隔操作制御システム

2. 長距離・曲線推進工法の概要

今回開発した長距離・曲線推進工法と従来工法との基本性能の比較を表-1に示す。本工法の特徴である曲線推進の場合は、自走式セミシールド機によりトンネルを曲線状に先行掘進する。その後、掘山に沿って

ヒューム管を先行掘進した長さだけ元押しジャッキで押込む。直線推進の場合は、従来工法と同様にセミシールド機と推進管と一緒に元押しジャッキによって推進させる。作業はすべて地上の制御操作室より遠隔操作され、トンネル内は完全無人化で工事を進める（図－１参照）。

3. 要素技術

3・1 自走式セミシールド機

セミシールド機は、土圧バランス型・泥漿式シールド方式を採用した。また、カッター形式は3枚翼のス
ポークタイプとした(図-2、写真-1参照)。このセミ
シールド機は、中折れ方式になっており、この部分にストロ
ーク長 300mm、推力30tfのシールドジャッキを4本装着してい
る。

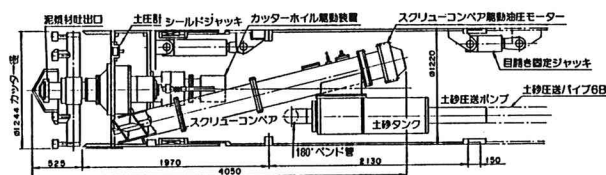


図-2 自走式セミシールド機

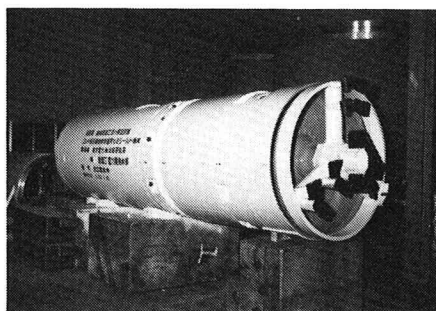


写真-1 自走式セミシールド機

3・2 自動位置計測システム

小口径トンネル内の曲線部を無人で測量するには光学式測量システムでは見通しがきかず適さないので、新たに自走ジャイロ車方式による自動位置計測システムを開発した(図-3参照)。このシステムは、レー

表-1 長距離・曲線推進工法の性能

	長距離・曲線推進工法	従来型機械式推進工法
推進距離	300m	150～200m程度
最小曲率半径	80m	150m程度
到達誤差	水平・縦断の複合曲線施工可 10cm以内/100m	殆どが直線施工のみ 10～20cm/100m程度
日進	5 m / 日	3 m / 日程度

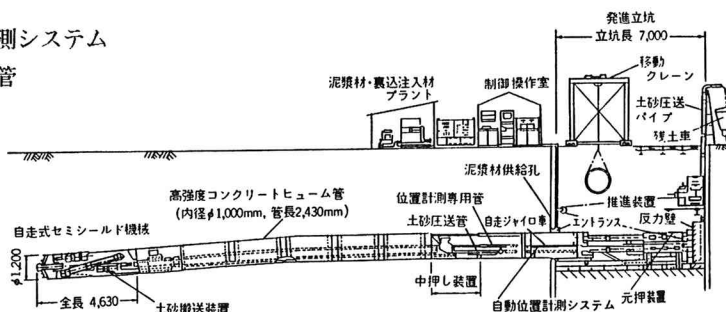
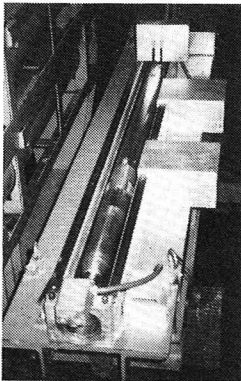
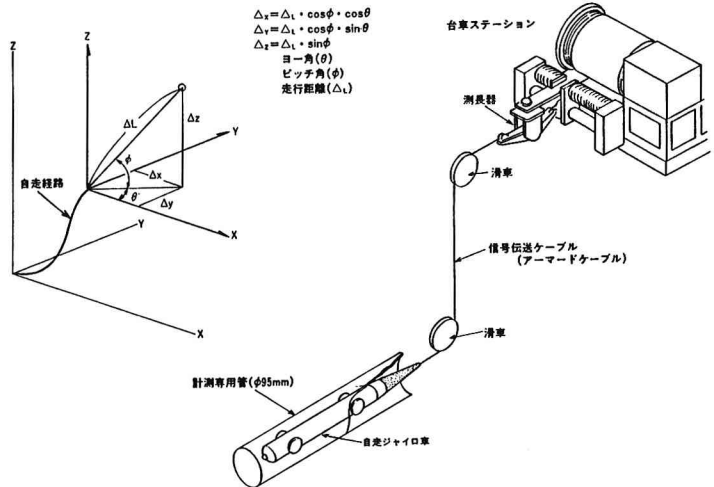


圖-1 長距離・曲線推進工法概要図

ト積分ジャイロとサーボアクセルメーターを搭載した全長1,760 mm、外径75mmの自走ジャイロ車（写真－2）並びに動力・通信線内装のアーマードケーブル（φ7.6 mm）とケーブル測長器から構成されている。計測は推進管内部に設置した内径95mmの専用管内をジャイロ車が毎分30mの定速度で走行して、ケーブル測長器で走行距離を、またジャイロ及びサーボアクセルメーターによってヨー角 θ 及びピッチ角 ϕ をそれぞれ計測し、管列の線形とセミシールド機の位置を自動算出する。



写真－2 自走ジャイロ車



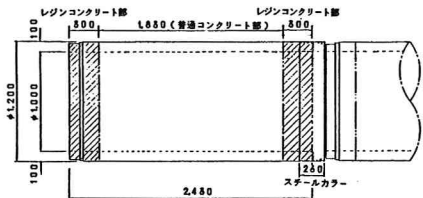
図－3 自動位置計測システムの概要

3・3 管端部補強型高強度ヒューム管

曲線部推進時には曲線内側で推力が集中するため、両端部30cm間を設計基準強度1,500kgf/cm²のレジンコンクリート（ポリエステル樹脂混入）で補強したヒューム管（外径1,200 mm、管長2,430 mm）を用いている（図－4 参照）。

3・4 遠隔操作制御システム

遠隔操作制御システムは、セミシールド機の運転および自動位置計測システムの制御から成っている。セミシールド機の運転制御は、切羽土圧、ジャッキストロークなどをリアルタイムに計測して、それらのデータをもとにオペレーターは遠隔で切羽土圧制御、方向制御などを行う。自動位置計測システムの制御は、自走ジャイロ車を遠隔操作して、出来形線形およびセミシールド機先端部の位置を自動算出する。



図－4 管端部補強型高強度ヒューム管

4. おわりに

本工法は、1987年に実証試験を行い、1988年には西日暮里付近管路新設工事に実適用した。工事概要は以下の通りである。

- ①計画線形：平面曲率半径100 m 2か所を含む推進長226 m
- ②推進地盤：有楽町層（N値2～3の粘性土層）及び上部東京層（N値10～20の粘性土層）
- ③掘進機：自走式セミシールド機
- ④推進管：内径1,200 mmのレジン補強型ヒューム管
- ⑤推進装置：元押し：150tf × 4本＝600tf，中間：25tf × 8本＝200tf（2段）

今後、道路交通の輻輳化など施工環境が厳しくなる中で、開削を必要としない本工法は、首都圏での地中送・配電用小口径管路の建設に広く活用されていくことが期待される。なお、本工法の開発にあたりご指導戴いた新潟大学 山本稔教授に謝意を表します。