

小口径管路トンネル多孔管推進工法の開発 DEVELOPMENT OF MULTIPLE-DUCT-PIPE JACKING METHOD FOR SMALL-BORE POWER CONDUITS

貝沼憲男*・秋山吉弘*・阿部秀人**・田中秀一**
Norio KAINUMA, Yoshihiro AKIYAMA, Hideto ABE and Hidekazu TANAKA

This paper describes the Multiple-Duct-Pipe Jacking Method for Small-Bore Power Conduits which has been developed to rationalize the conduit tunneling work in urban areas.

This new method can reduce the construction period by 20% and the cost by 10%, because it may largely cut the process of the work comparing with the conventional methods.

The overall performance of the method has been verified by field tests carried out in 1989 and 1990.

This method is expected to be applied to the actual works in the near future.

Keywords : the Multiple-Duct-Pipe Jacking Method, small-bore power conduits, urban areas, reduction of construction period and cost

1. まえがき

従来、6～66kV級の地中送・配電用電らん管路の布設には、道路を地表から掘削する開削工法が用いられてきたが、近年、都市部においては、交通量の増加や埋設物の輻輳化等に伴い、道路を掘らずに工事が可能な非開削工法の必要が高まるとともに、掘削残土発生量の減少化が求められている。中でも、推進工法は簡易かつ経済性に富んだ管路布設工法として広く採用されているが、ケーブル引き込み用の電らん管路の完成に至るまでには、図-1に示すように、3つの工程を必要とするため、工期ならびに建設費用がかさむのみならず狭小な鞘管内での配管作業等、安全性の面でも問題を有していた。

この様な事情を踏まえ、東京電力㈱と㈱関電工では、多条数の電らん管路を合理的・経済的に布設できる新工法の実現を目指して、従来の3工程方式に代わり1工程で管路布設が可能な多孔管推進工法を開発した。

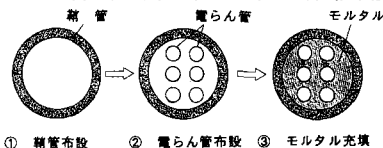


図-1 従来の推進工法による電らん管路布設工事の手順

* 正会員 東京電力(株) 技術研究所 構造研究室

** 正会員 (株)関電工 電力本部 土木部

2. 工法の概要

本工法は、蓮根状の管路孔を有するコンクリート製プレハブ多孔管（図-4参照）を図-2に示す様に先端のセミシールド機の後方に順次連結し、元押装置で土中に推進することにより多条数の電らん管路を布設する工法である。基本開発仕様は、推進延長100m、管路径 $\phi 700$ mm（管路孔 $\phi 155.2$ mm $\times$ 6条）である。

プレハブ多孔管の管路孔は、掘進施工中はセミシールド機に接続される油圧ホース、ケーブル、土砂圧送管等の配置に利用され、到達後、それらを引抜き撤去することにより、そのまま電らん管路として供することができるものである。

また、本工法は開削工法や、既往の推進工法に比べ、以下に示す利点を有している。

①断面積の縮小化

同一条数の管路を建設する場合、既往の推進工法に比較して、鞘管を必要としないため、70%の断面積で管路構築が可能である。

②工期の短縮

作業工程の大幅な削減により、既往の推進工法に比べて、工期を20%以上短縮できる。

③管材が不要

プレハブ多孔管以外にはケーブル収納用の管材が不要であり、10%程度の工費低減が図れる。

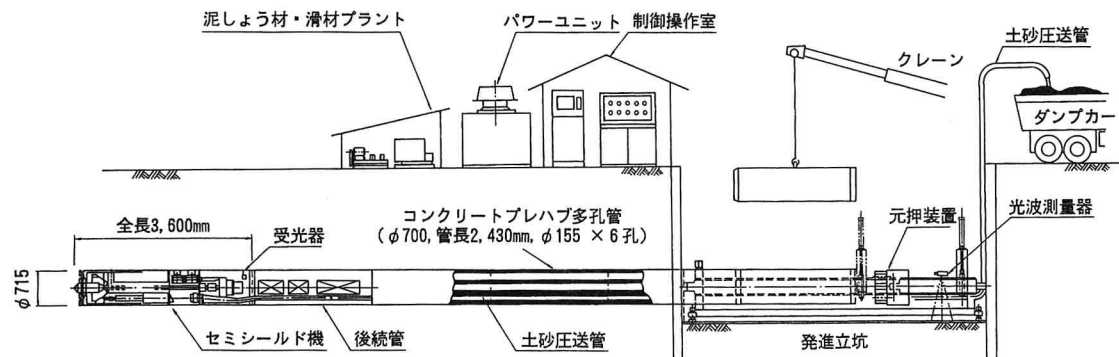


図-2 工法概要図

3. 工法を構成する要素技術

3・1 多孔管推進工法用セミシールド機

セミシールド機の外観を写真-1に、また構造・仕様を図-3および表-1に示す。本機の特長は次の通りである。

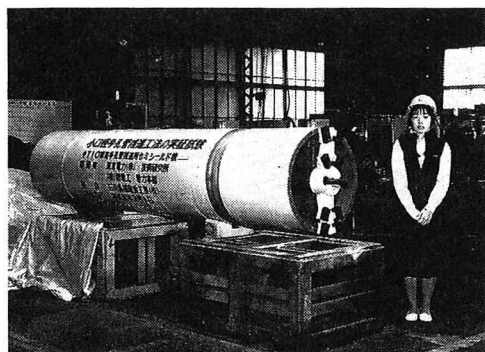


写真-1 多孔管推進工法用セミシールド機

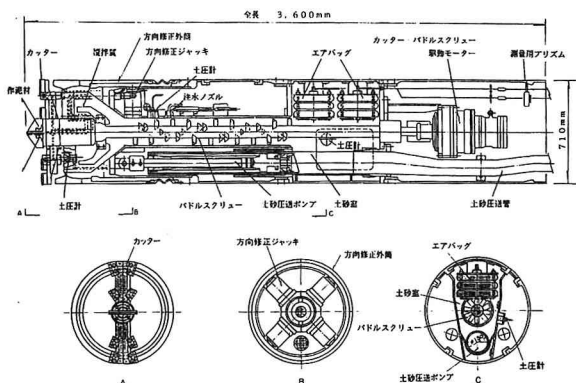


図-3 多孔管推進工法用セミシールド機構造図

- (a) 本工法の特長上、掘進途中における機械のトラブルは対処が難しいため、カッターおよびパドルスクリューを一軸とすること等の工夫により機械構造の簡素化を図り、トラブル要因を極力排除した。
- (b) 土砂室内にエアバッグを装備することにより、土砂圧送ポンプの間欠作動に伴う機内土砂の圧力変動を抑制し、切羽圧力の安定を図った。
- (c) セミシールド機の型式を泥土式としたことに加え、排土方式に土砂圧送ポンプを採用したため、適用地盤の幅が広く、掘削土を立坑地上部まで効率的に排土できる。表－１ セミシールド機仕様
- (d) 位置計測は、光波式自動測量システムにより、プレハブ多孔管の１孔を利用してセミシールド機内のターゲットプリズムを視準する方式としたためセミシールド機的位置を３次元座標により迅速・正確に計測できる。
- (e) ４基の方向修正ジャッキを機軸と垂直に配置し、セミシールド機の前胴部を内側から片押しする方式を採用したことにより、方向修正のための反力を直接地山に伝えることができ正確な方向制御を可能にした。

仕 様	
全 長	3600mm
掘 削 機 外 径	φ710mm
掘削機本体重量	2.8tf
掘 削 径	φ715mm
掘 進 速 度	MAX 60mm/min
カッター・ 送付軸 駆動装置	回 転 数
	15rpm
	トル ク
	800kgf-m
方向修正装置	駆 動 方 式
	油 圧 式
	減速機・減速比
	1:21.33
土砂圧送装置	油圧ジャッキ
	8tf×210kgf/cm ² ×40mm×4本
	外側最大掘削量
	20mm
土砂圧送装置	圧 送 容 量
	44l/min
	吐 出 圧
	MAX 60kgf/cm ²
土砂圧送装置	シリンダ径×ストローク
	φ130mm×450mm
	圧 送 回 数
	7.5回/min
土砂圧送装置	ピストン用油圧ジャッキ
	8tf×210kgf/cm ² ×450mm×1本
	シリンダ用油圧ジャッキ
	4tf×210kgf/cm ² ×450mm×2本
土砂圧送装置用 エアバッグ	ゴム製エアバッグ
後 続 管	長さ×本数 2.43m×1本 (制動ユニット 及び方向調整装置)

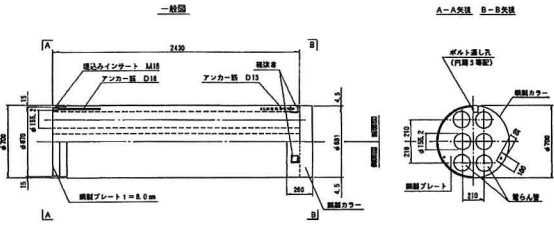
3・2プレハブ多孔管

プレハブ多孔管の外観を写真－２に、また構造・仕様を図－４及び表－２に示す。特長を以下に示す。

- (a) 設計強度500kgf/cm²のコンクリート製で、100mの推進に対し、十分な耐力を有している。
(試験の結果、耐荷力200tf以上であった)



写真－２ プレハブ多孔管



図－４ プレハブ多孔管構造図

表－２ プレハブ多孔管仕様

項 目		仕 様
型 式	型 式	ボルト連結埋込カラータイプ
	外 径	φ700mm
管 路 孔	管 路 孔	155.2mm×6条
	管 長	2430mm
重 量	重 量	1600kgf/本
	設計強度	500kgf/cm ²
コンクリート	許容圧縮応力度	250kgf/cm ²
	材 質	JIS G 3532 (普通鉄線)
鉄 筋	上 部 筋	φ4.5×60mmピッチ
	下 部 筋	φ4.5×12本
有効断面積		0.239m ²

- (b) 管路孔の内面は滑らかに仕上げられているため、中に引込むケーブルに損傷を与えない。(試験の結果、ケーブルと管路の静止摩擦係数 $\mu=0.4$ 以下であった)
- (c) 管の継手構造に止水用ゴムシール付鋼製カラー継手、およびボルト連結方式を採用したので止水性に優れ、管相互の回転ずれが発生しない。
(試験の結果、耐水压1kgf/cm²以上であった)

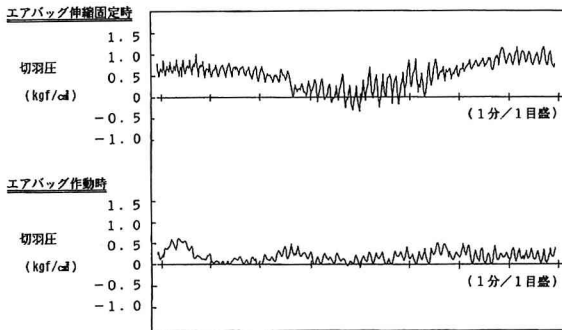
4. 実証試験

多孔管推進工法の総合性能を確認するため、実規模大の工法システムを試作し、平成元年から平成2年にかけて実証試験を行った。

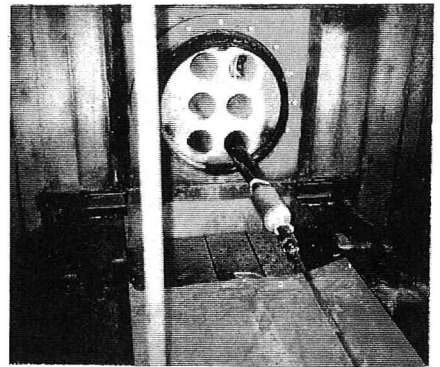
試験は、推進延長100m（直線）、土被り2m、土質はN値＝3のロームの条件にて実施した。

試験の結果、セミシールド機およびプレハブ多孔管とも、所期の性能を有し、到達誤差は水平 8mm、鉛直 11mmの高精度で推進を完了した。セミシールド機の切羽の圧力は図－5に示す通りで、エアバッグの採用により切羽の負圧発生や圧力変動が抑制され、切羽圧力の適正な管理が行えることがわかった。

また周辺地盤への影響を調べるため地中・地表面変位を計測したが、最大 2mmの微小な値にとどまり影響は認められなかった。さらに、管路完成後に、TVカメラによる管路孔内の観察ならびにケーブルの引き入れ試験を実施したが、ケーブルの損傷等の問題は認められなかった（写真－3）。



図－5 切羽圧力状況



写真－3 ケーブル引き入れ試験

5. あとがき

以上のとおり、実規模大の実証試験を通して、本工法が目標性能を満足する実用的な工法として完成したことを確認した。

多孔管推進工法は電らん管路の建設において、工期短縮と工費低減に寄与することのできる画期的な新工法であり、今後、実工事への積極的な採用が期待される。

6. 参考文献

- 1) 貝沼憲男、他 : 各種都市トンネル掘削機の開発、第4回地下空間と地下建築に関する国際会議論文集、1991
- 2) Kainuma, N. 他 : DEVELOPMENT OF A NEW PIPE JACKING METHOD, NO-DIG'91 HAMBURG PROCEEDINGS, 1991. 10.