道路を掘らない電力・通信ケーブルの埋設工法

解説

正員 中田 年雄

古河電工（株）

壁内輝夫

（株）クボタ

キーワード

非開削工法、小口径管推進工法、曲線推進工法
地中管路、電力ケーブル管路、通信ケーブル管路

1. はじめに

一般の電力・通信ケーブルの地中化工事は、道路、歩道などを掘削（開削）し、電力・通信ケーブル管路を埋設している。一方、最近の交通事情、埋設物の輻輳化および地域住民の要望などにより道路を掘らない管路の埋設工法（非開削工法）のニーズが高くなってきている。

非開削工法を大きく分けると

- ① 山岳トンネル工法
- ② シールド工法（地下鉄、海底トンネル等に適用）
- ③ 推進工法

に分類される。

本稿では主として管路の埋設に用いられる推進工法の内、電力・通信ケーブル管といった小口径管（内径 800 mm 未満）を対象にした小口径管推進工法について紹介する。

2. 小口径管推進工法の概要

2.1 推進工法の原理

推進工法とは図 1 に示すように、道路の両端に発進立坑と到達立坑を設け、発進立坑から先導体を先端につけた管体を推進ジャッキの推進力で到達立坑に向けて地中に押し

込み、次々と推進管を接続しながら管路を作り上げていく工法である。

推進工法は表 1 に示すように、刃口推進工法、セミシールド工法、小口径管推進工法に分類される⁽¹⁾。

刃口推進工法は内径 800 mm 以上の推進管を推進する工法で、先導体の全面の掘削部（以下切羽と呼ぶ）が開放され、人力や掘削積込機械などにより掘削する方式である。

セミシールド工法も同じく内径 800 mm 以上の推進管に適用され、切羽を先導体（セミシールド機）の掘削機構の隔壁により密閉する方式である。

2.2 小口径管推進工法の種類と特徴

小口径管推進工法は、坑内での人力作業が規制されている内径 800 mm 未満の推進管を立坑または地上からの遠隔操作によって推進する工法である。

先導体が地盤を掘削する方式や土砂の搬出方法などによって表 2 に示すように分類される⁽¹⁾。

（1）圧入方式（図 2）

先導体および推進管を推進ジャッキで直接押し込む方式。先導体には押し込み力を低減するための伸縮機構の組み込みなどの工夫がされている。

主に軟弱土、砂質土などの柔らかい土質に適用される。

図 1 推進工法の概念図

表 1 推進工法の種類

推進工法	刃口推進工法
	セミシールド工法
	小口径管推進工法

表 2 小口径管推進工法の種類

小口径管推進工法	圧力方式
	オーガー方式
	ボーリング方式
	泥水方式
	水圧バランス方式
	可撓管方式

図 2 圧入方式

The Non-trenching Method applied to the Conduit Installation for Electric Power and Communication Cables By Toshio Nakada, Member (THE FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) & Teruo Kabeuchi (KUBOTA Corporation)

(2) オーガー方式 (図3)

先導体内にオーガーヘッド、オーガースクリューを設け、この回転により掘削排土を行いながら推進を行う方式。

比較的硬質な地盤、粘性土、砂質土および砂礫混じりの土質に適用される。

(3) ボーリング方式 (図4)

先導体の先端部に刃先を取り付け、先導体および推進管全体を回転させながら推進ジャッキにより圧入する方式。

掘削された土砂は管の中心部の螺旋機構により排出される。硬質な地盤および砂礫混じりの土質に適用される。

(4) 泥水方式 (図5)

先端の切羽安定のために泥水をカッタードラム内に送り、カッターの回転により掘削を行い、掘削した土砂は泥水と混合して、流体輸送する。

流体輸送された土砂は、地上に設置された泥水処理装置で泥水と土砂に分離される。

軟質な地盤から硬質な地盤まで幅広く適用される。

(5) 水圧バランス方式 (図6)

地下水位の高い滞水砂層では、地下水の流入防止と、地

表部の陥没防止のための掘削土砂の取込量の制限が必要である。

この方式では、推進中は土砂排出用のコンベアのケーシング内を通じて切羽面に水を満たし、地下水圧とバランスをとりながら、掘削推進する。

(6) 可撓管方式 (図7)

塩ビ管や強化プラスチック複合管のように軸方向耐荷力の弱い管を対象にした方式。

推進に必要な押し込み力を排土用のコンベアのケーシングで伝達し推進する。圧入方式とオーガー方式がある。

さらに、これらの方式には1工程方式と2工程方式がある。以下、オーガー方式の場合について説明する。

1 工程方式 (図8)

埋設管を推進管として押し込む方式であり、先導体が到達立坑に到達後、先導体は到達立坑から回収し、スクリーコンベアは発進立坑に引き戻して回収する。

2 工程方式 (図9)

鋼管製の誘導管を推進管として押し込み、先導体が到達立坑に到達後、誘導管をガイドとして埋設管を押し込む。

2工程方式は1工程方式に比べて手間と時間を要するが、長距離推進や砂礫地盤で大きな推進力を要する場合、あるいは推進管(埋設管)を損傷する恐れのある土質条件の場合に適している。

現在、小口径管推進工法には約50種類の工法があるが、

図3 オーガー方式

図4 ボーリング方式

図5 泥水方式

図6 水圧バランス方式

図7 可撓管方式

図8 1工程方式

図9 2工程方式

どれをとっても万能な工法はなく、施工者の技術力により相違するが、推進延長は概ね 50～100 m である。

また、適用口径は 250～700 mm である。

3. 電力、通信分野における小口径管推進工法の適用状況

3.1 電力分野

電力ケーブル用の地中管路は、変電所から地中送配電線を引き出すための基幹管路、地中配電線を架空に立ち上げるための立ち上がり管路、架空配電線を地中化するための歩道あるいは道路下の地中配電管路に分類される。

これらの地中管路のイメージと北陸電力（株）での推進工事箇所の事例を図 10 に示す⁽²⁾。

また、電力分野における推進工事の大きな特徴の一つに、多条数を施工することがあげられる。

北陸電力（株）では 1986 年に推進メーカーと共同で圧入 2 工程方式の小口径管推進工法を開発し、本工事に採用している。

1992 年までの施工実績は 36 件である。管路種、工事箇所、推進距離、口径、条数別の実績は以下の通り。

(1) 管路種別実績

基幹管路が 17 件、架空線の支障移設などに伴う立ち上げ管路が 14 件、地中化に伴う配電管路が 5 件である。

(2) 工事箇所別実績

道路横断が 22 件、用水横断が 9 件あり、全体の 86% を占めている。

(3) 推進距離別実績

10～30 m が全体の 75%、最大は 47 m である。

(4) 口径別実績

125 mm が 24 件、150 mm が 12 件である。

(5) 条数別実績

1～2 条が 14 件、3～4 条が 14 件、5 条以上が 8 件である。

図 10 推進工事箇所例

3.2 通信分野

この分野では NTT を中心に工法の開発、現場適用が進められている。NTT での開発は、1975 年以前から開始されており、当初は開削工事が不可能な短距離の河川横断や道路横断などの特殊区間およびマンホールからの分線管路施工の非開削化が目的であった。

その後、本線管路への施工、非開削化のニーズが高まり、通信ケーブルの地下設備の特徴である、マンホール間隔が長く、曲線区間が多い等の条件に適したエースモール工法の開発が独自に進められている。

現在では、適用口径、推進距離、適用土質、曲線施工の有無により、表 3 に示すような機種が開発されている⁽³⁾。

1986 年の導入開始からの施工延長距離は約 250 km となり、1994 年度は 80 km が予定されている⁽⁴⁾。

4. 今後の課題（極小口径管急曲線推進工法の開発）

小口径管推進工法はこれまで下水道分野を主対象に開発、適用が進められてきたが、今後は高度情報化社会への進展にともなう光ファイバー管路の埋設、あるいは街の美観確保のための電力ケーブルの地中化工事などに適用されていくと考えられる。

上述のごとく、一般的にこれらの管路に用いられる管の口径は小さく（200 mm 以下）、既設管やマンホールなどの障害物の多い地表面に近い部分に埋設される。

このため、地中の障害物を回避するために小さなカーブをきれる極小口径の急曲線推進工法が必要になってくる。

4.1 米国、西欧における開発状況

現在、開発および実用化が進められている工法を表 4 に示す。

これらの工法は、いずれも 2 工程方式であり、先導体が到達側に到達後、先導体および誘導管を発進側に引き戻す

表 3 機種と適用区分

機種	PC 10	DC 15	PL 30	DL 35
適用口径	100～300 mm	150～300 mm	300～350 mm	300～600 mm
推進距離	100 m	100 m	250 m	250 m
適用土質	軟質土	硬質土	軟質土	硬質土
最小半径	直進機	直進機	150 m	150 m
特徴	圧入方式 2 工程式	オーガー方式 2 工程式	圧入方式 2 工程式	泥水方式 2 工程式

表 4 工法一覧

工作名	会社名	国名	対象口径	最小半径
FLOW MOLE	UTILX	米国	50～200 mm	9 m
JET TRAC	DITCH WITCH	米国	最大 203 mm	30 m
TERRABOR	DB CRAELIUS	ベルギー	最大 160 mm	15 m
SUPER MOLE	TAT	ベルギー	最大 125 mm	9 m
NDD SYSTEM	NDD	英国	60～150 mm	40 m
ROTA MOLE	BRITISH GAS	英国	60～125 mm	20 m

第1工程（推進）

第2工程（埋設管引込み）

図 11 FLOW MOLE 工法の概要

表 5 開発目標

適用口径	65 mm
最小半径	5 m, $\pi/2$ rad
推進距離	30 m
敷設精度	± 200 mm
適用土質	埋戻し砂地盤, N 値 15~20

時に可撓性に富むコルゲート管やポリエチレン管を引き込む工法である。

図 11 に現時点で最も施工実績の多い FLOW MOLE 工法の概要を示す。推進機を地上に設置し、可撓性を有する誘導管の先端位置を検知しながら、ウォータージェットで地盤を切り崩して到達立坑まで掘進し、可撓管を引き込む工法である。この工法は、立坑が極めて小さく、延長 100 m 程度の推進が可能であり、適用最大口径は 200 mm 程度である⁽⁵⁾。

4.2 日本における動向

上記の FLOW MOLE 工法が 1991 年、日本に技術導入され、ガス、下水道分野で施工実績をあげつつある。

また、ROTA MOLE 工法も 1993 年、日本に紹介され、ガス分野でモニタ工事が開始されている。

一方、独自開発の事例としては、東京電力・古河電気・クボタにて共同開発中の最小半径 5 m の極小口径急曲線推進工法があげられる。表 5 にその開発目標を示す⁽⁶⁾。

5. あとがき

小口径管推進工法は昭和 50 年代の中頃から、主として下水道分野を対象に開発が進められた。

その技術開発の大きな流れとしては、

- ①長距離化（100 m 以上）
- ②可撓管推進（塩ビ管や強化プラスチック複合管）
- ③曲線施工

があげられる。

本稿では、③曲線施工について極小口径管を対象に、技術開発の動向について紹介した。

日本においては、交通問題、環境保全、3 K 問題の解消などにより、今後ますます非開削施工のニーズが高くなってくると思われるので何らかの参考になれば幸いである。

（平成 6 年 10 月 17 日受付）

文 献

- (1) 石橋信利：「下水道事業における非開削技術の現状と今後の展望」, '93/'94 最新非開削技術便覧, 47~63(平 5-6)
- (2) 兼井孝英：「電力用地中管路工事と小口径管推進工法」, 非開削技術, Vol. 1, No. 5, 40~43(平 5-10)
- (3) 黒澤友博：「電気通信事業における非開削技術の現状と今後の展望」, '93/'94 最新非開削技術便覧, 25~29(平 5-6)
- (4) 黒澤友博：「電気通信事業(NTT)における地下設備及びその施工技術の変遷」, 非開削技術, Vol. 1, No. 8, 28~34(平 6-7)
- (5) 蔵品・淵元・北野：「ガス業界における非開削技術への変遷」, 非開削技術, Vol. 1, No. 9, 23~24(平 6-10)
- (6) 山口哲, 他：「極小口径の急曲線推進工法の開発」, 日本電気協会第 72 回研究発表会論文集, 70~71(平 5-6)

中 田 年 雄（正員） 1948 年 12 月 9 日生。1971 年 3 月東京理科大学理工学部電気工学科卒業。同年 4 月古河電気(株)入社。現在、電力事業本部配電技術部第一技術課長。主として、配電用電線・ケーブルおよびその周辺分野、配電工事・工法に関する研究開発に従事。

壁 内 輝 夫 1947 年 7 月 2 日生。1972 年 3 月京都工芸繊維大学大学院生産機械工学専攻修士課程修了。同年 4 月(株)クボタに入社。現在、同社技術開発研究所副部長。主として、小口径管推進工法の研究開発に従事。日本機械学会、計測自動制御学会、土木学会会員。