

# 電力用管路工事への誘導式水平ドリル（HDD）工法の適用 施工検証による設計条件の確立

## Application of Horizontal Directional Drilling (HDD) Method for Electric Power Pipelines Establishment of design conditions through construction verification

(送变电技術センター 技術G)

電力用管路工事において、水路等を下越する際に推進工法を用いているが、現状の工法は立坑の規模が大きく、工事費が高額となっている。そこで、立坑規模が小さく、ガス工事等で多くの実績がある「誘導式水平ドリル（HDD）工法」に着目した。今回、電力用管路工事へのHDD工法の適用にあたり、必要となる確認事項を検証し、設計条件を確立した。

(Transmission Engineering Center Engineering Group)

In electric power pipeline construction, the jacking method is used when crossing a channel, etc. However, this method requires a large vertical shaft and high construction costs.

Therefore, we focus on the "Horizontal Directional Drilling (HDD) method." This method can be implemented using a small vertical shaft, and it has a proven track record in gas and many other types of construction projects. In this study, in applying the HDD method to electric power pipeline construction, field verification was carried out, and the design conditions were established.

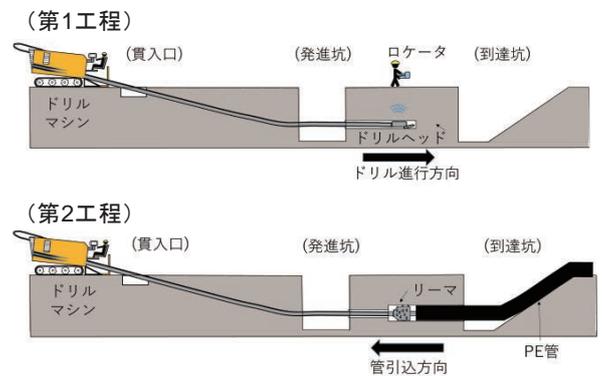
### 1 背景・目的

電力用管路工事において、水路等を下越する際に推進工法を用いている。しかし、現状の工法は、推進機を推進区間の起点に設けた立坑内に設置する必要があり、立坑の規模が大きくなるため、工事費が高額となっている。そこで、他業種を含め広く工法を調査し、ガス工事等で多くの採用実績がある「誘導式水平ドリル（HDD）工法」に着目した。本工法は、推進機を地上部に設置するため、既存の推進工法と比較して立坑規模を小さくでき、工事費の大幅な削減が期待できる。

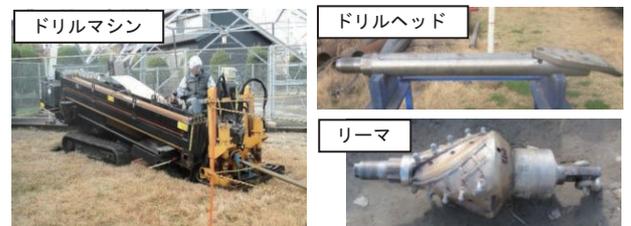
しかし、ガス管のような単孔管理設（同一径間へ1本のみ埋設）における設計条件は確立されているが、電力用管路特有の多孔管理設（同一径間への複数本埋設）における設計条件は確立されていない。そこで、施工検証により、設計条件の確立を図った。なお、施工検証は、電力用に新たに開発したポリエチレン管（以下、電力用PE管）を用いて実施した。

### 2 HDD工法の概要

HDD工法は、ポリエチレン管（以下、PE管）を使用する2工程方式の推進工法である。第1工程では、PE管を埋設する孔を形成するために、地上に設置したドリルマシンからドリルヘッドを押し込み削孔する。削孔の際は、ドリルヘッドに内蔵されているゾンデ（発信器）から発信される電波を地上部のロケータ（受信器）により受信することで、ドリルヘッドの位置や向きを把握し、必要に応じ軌道修正を行う。第2工程では、第1工程で削孔した孔をリーマにより拡張しながらPE管を引込む。なお、削孔時はドリルヘッドから、管引込時はリーマから泥水を噴射しており、孔壁の保護および周囲土壌との摩擦低減を図っている。HDD工法の概要図を第1図、使用する資機材を第2図に示す。



第1図 HDD工法 概要図

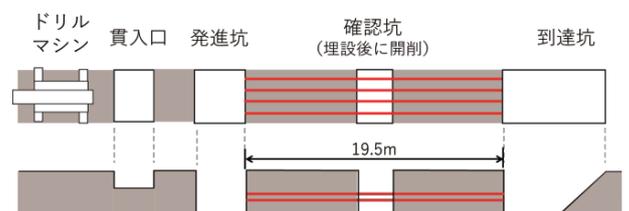


第2図 HDD工法 使用資機材

### 3 施工検証の概要

施工検証は、当社所有地のうち土質の異なる2箇所を実施した。推進長は、小規模な水路や交差点の横断を想定し、約20mとした。施工検証の概要図を第3図に示す。

また、施工検証で確認した項目を第1表に示す。このうち、「①管同士の必要離隔と管理設精度」と「③管理設時の周囲土壌への影響」の確認は、埋設完了後に推進区間の中央部に設けた確認坑にて実施した。



第3図 施工検証の概要図

第1表 施工検証での確認項目

	確認項目	目的
①	管同士の必要離隔と管理設精度	埋設時の管同士の必要離隔および離隔による埋設精度の確認
②	ドリルヘッド押込力 管引込力の実測値	押込み力と管引込力を実測し、計算値との比較
③	管理設時の 周囲土壌への影響	泥水使用に伴う周囲土壌へのゆるみの可能性を確認
④	電力用PE管融着部の ケーブルへの影響	PE管接続時に発生する膨らみ(ビード)がケーブルに与える影響を確認
⑤	電力用PE管への 明示方法	PE管へ明示を行うテープの貼付方法を確認

## 4 検証方法および結果

### ① 管同士の必要離隔と管理設精度

管同士の必要離隔を検証するため、隣接する管との離隔条件を管外径Dの1.0倍、1.5倍、2.0倍と変化させた。必要離隔の判定は、確認坑における計画位置と実測位置の差とした。なお、許容誤差は当社推進工事で適用している100mm以内とした。測定結果を第2表に示す。

第2表 管理設精度の確認結果

管同士の離隔	1.0D	1.5D	2.0D
誤差 (mm)	178	95	53

離隔1.5Dおよび2.0Dでは、誤差100mm以内で施工できることを確認した。しかし、離隔1.5Dでは、先行して埋設した隣接管に引き寄せられる事象が確認されたため、管同士の離隔は2.0D以上必要であることを確認できた。

### ② ドリルヘッド押込力と管引込力の実測値

(社)日本非開削技術協会の「HDD工法の手引き」には、ドリルヘッド押込力および管引込力の計算式が記載されている。これらは、施工長に大きく影響するため、実測値との比較を行った。結果を第3表に示す。

第3表 ドリルヘッド押込力と管引込力の実測値

種別		計算値 (最大)	実測値 (最大)	計算値との 比較 (%)
ドリルヘッド 押込力 (kN)	A	10.05	11.23	111.7
	B	10.05	11.23	111.7
管引込力 (kN)	A	48.96	13.48	27.5
	B	36.69	14.82	40.4

ドリルヘッド押込力の最大実測値は、検証箇所A、Bともに計算値の111.7%であった。このため設計時は、計算値に対し1.2倍の補正を見込んで設計することとした。一方で、管引込力の最大実測値は、計算値を大幅に下回り、安全側であることを確認した。このため、設計時は、計算値を採用することとした。

### ③ 管理設時の周囲土壌への影響評価

推進工法により埋設した管の周囲土壌を評価する方法はない。そこで、道路建設時に盛土の締固め度の評価に用いられている「コーン貫入試験」と「砂置換法土密度試験」2種類にて評価を行った。試験結果を第4表に示す。

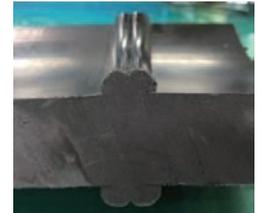
第4表 締固め度 試験結果

試験方法		基準値	実測値
コーン貫入試験 (kN/m <sup>2</sup> )	A	1955.28	2004.43
	B	1673.84	1614.80
砂置換法 土密度試験 (%)	A	100	92.8
	B	81.4	79.5

第4表より、泥水の影響により多少のゆるみが発生したと推測されるが、発生したゆるみ(数値の低下)は非常に小さいため、影響はないと判断した。

### ④ 電力用PE管融着部の影響評価

PE管の接続には、バッド融着を採用している。バッド融着とは、接続する管の端面を加熱熔融し、圧着させる方法である。この接続方法は、管の内外面に「ビード」と呼ばれる膨らみが形成される(第4図参照)。このビードが入線する電力ケーブルに損傷を与える可能性があることから、テストピース導通を行いケーブルの健全性を確認した。

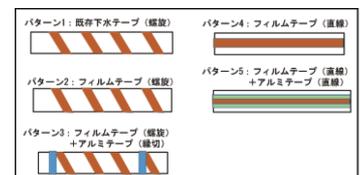


第4図 ビード

テストピース導通後、ケーブル表面に傷等は確認されなかったため、ビードの除去は不要と判断した。

### ⑤ 電力用PE管への明示方法

道路下に管等を埋設する場合、企業名や占用物件名などを明示する必要がある。電力用PE管への直接印字が困難なため、管にテープ



第5図 検証パターン

を貼付する明示を試みた。検証パターンを第5図に示す。テープ貼付の良否は、撤去時のテープの剥がれの有無により判定した。

パターン4・5においてテープの剥がれが無いことを確認した。これにより、施工手間の少ないパターン4を標準とした。

## 5 総評

今回の施工検証により、電力用管路特有の多孔管理設時の設計条件を確立した。HDD工法は、適用土質等の条件があるものの、従来工法と比較し多くの利点が挙げられる。まず、立坑築造および管の埋設に要する期間を大幅に短縮できるため、約50%の工期短縮が図れる。次に、立坑規模が小さくできるため、立坑築造費用が抑えられるだけでなく、工期短縮に伴う人件費の削減と合わせて約40%のコスト削減が可能である。その他、工期短縮に伴う交通流への影響低減等も可能である。今後は、適用箇所を選定し、順次現場適用を図っていく。



執筆者/野中 駿