

解説 測量技術の挑戦

ドルフィン工法とSリード(旧名Sジャイロ)による小口径管推進曲線施工について

やまだ としのり
山田 俊則

ドルフィン工法協会
(アースナビ推進工法協会設立準備委員会)



たむら しんじろう
田村 晋治郎

株式会社ジェイアール総研情報システム
(アースナビ推進工法協会設立準備委員会)



1 はじめに

東日本大震災を経験した推進技術業界は、ライフラインを確保するため災害に対して抵抗力の強い強固な施工を行わなければなりません。非開削工法は開削工法と比較して災害に強くこれからの施工方法として積極的に導入する必要があります。小口径管推進工法ではこれまで、カット先端位置の計測方法の制限から直線推進を基本として施工設計がされてきました。しかし、立坑数の減少、地上作業の削減などコストパフォーマンスを向上させるためには曲線施工が期待されます。曲線施工では、これまでレーザ光プリズム屈折方式走行ロボット方式電磁波ロケータ方式などが使用されてきました。これらの計測方法では、装置が高価、人力による設置や地上作業が必要、土被り深さの制限などの問題がありました。

このたび、Sリード(旧名Sジャイロ)を小口径管推進のドルフィン工法に適用して3回の施工をおこない、良好な

結果を得ることができました。これにより曲線施工においてSリードを使用することで、これまでの問題が解消され大幅なコストダウンが可能となり、かつ安全、リーズナブルな施工ができるようになります。

2 Sリードの計測方法

2.1 位置計算方法

Sリードは図-1のように、光ファイバジャイロを使用して計測した方位角と元押装置部で計測した推進距離を用いて幾何学な計算で位置を求めています。

ここでは、測定原点P0を基準に、現在の先端位置をP1、次の時点の位置をP2、・・・Pnとします。実際の管が通っている掘進軌跡に対して、測定原点P0の座標が既知で2点間(推進距離に相当)をLとすると、管の真北からの角度 θ_1 がわかれば、現在の管先端位置P1を(南北位置、東西位置)式(1)の形で表すことができます。

$$P1 = (L\cos\theta_1, L\sin\theta_1) \quad \cdots \cdots (1)$$

さらに管が推進した場合、前回の原点がP1にくるのでN番目の先端座標は式(2)により、掘進原点からの積

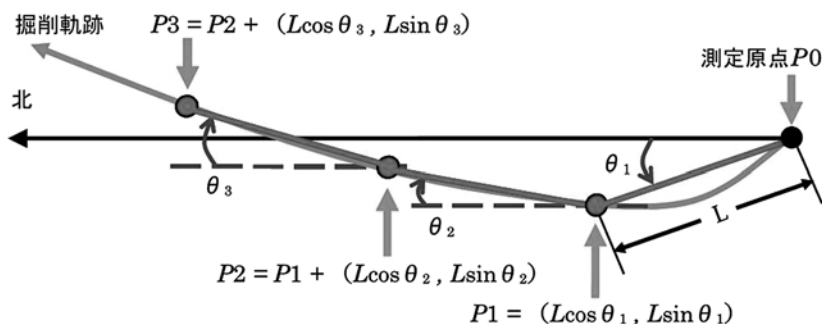


図-1 位置計算原理

算求めることができます。

$$P_n = P_0 + \sum (L_i \cos \theta_i, L_i \sin \theta_i) \cdots (2)$$

なお、実際の計算では機体の傾きを傾斜計で計測し3次元空間での計算に拡張しています。

2.2 機器構成

ドルフィン工法でのSリード計測機器構成を図-2に示します。Sリードを搭載した管は、3管目に装着されます。電源および計測信号は、掘進機と同様に有線で接続されます。推進距離は、元押装置部分で変位計によって計測します。Sリードによる計測では直線部分についてはレーザ計測と併用しますが、曲線部以降はSリードのみで計測をおこないます。

2.3 作業サイクル

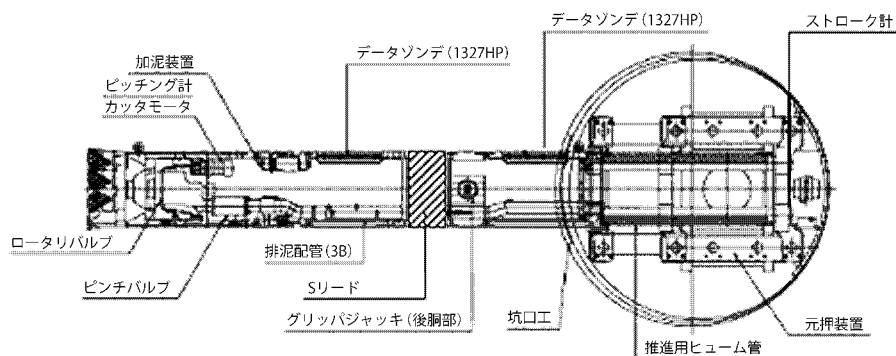
Sリード計測における作業サイクルを図-3に示します。Sリード管を発進架台にのせた状態で初期推進方向を計測します。この後、推進を開始します。Sリード計測は推進終了後、管継ぎ時におこないます。計測時間は10分程度で完了します。計測データの検証としてカーブ突入前にレーザ計測との合わせこみをおこなうことができます。

3 施工経歴と主な結果

表-1にSリード計測を用いドルフィン工法でおこなった施工結果を示します。施工精度（到達立坑壁面の基

表一1 施工経歴と主な結果

	施工場所（時期）	土質	管径 （φ・mm）	施工距離 （約・m）	カーブ （R＝・m）	施行精度 （mm）	計測精度 （mm）
1	山口県下関市 （2011年3月）	風化花崗岩	300	79	左80	左28	4
2	千葉県野田市 （2011年11月）	普通土	600	102	右200	右5	3
3	愛知県豊橋市 （2012年1月）	礫質土	400	145	左200	左11	8



圖一2 機器構成圖



図一3 作業サイクル

準線と到達したカッタ先端中心の差の実測値)はすべて40mm以下でした。また、計測精度は到達時のSリード計測位置をカッタヘッド先端中心に換算した値と実際のカッタヘッド中心位置との差が10mm以下と良好でした。

施工上の問題点および要望として以下のものがありこれを順次解消しました。

- ①山口県下関市での施工ではSリー
計測器装着位置が4管構成の3番管
にあり固定部長さが長い掘進機
の操縦性が悪い。

- ②Sリード計測結果から掘進機の位置と姿勢を計算して表示する機能がほしい。
- ③計測時間の短縮をしてほしい。

4 改良点とその内容

4.1 筐体構造の見直し

操縦性を高めるため、3番管とは別途にSリード搭載管を作成し短長化しました。これにより千葉県野田市、愛知県豊橋市の施工では操縦性について問題のないレベルになりました。

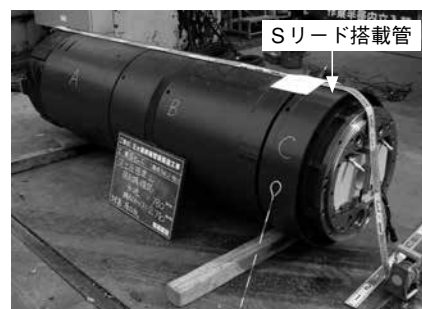


写真-1 外觀