

急曲線用コンクリート製推進管を使用した急曲線推進施工事例

奥村組土木興業(株) ○ 正会員 岡本 泰彦
奥村組土木興業(株) 正会員 作原 陽一
関 電 興 業 (株) 小林 康行
中川ヒューム管工業(株) 正会員 服部 恵光

1. はじめに

近年、推進工事において急曲線施工への要請が高まっており、管長が 1.2 m 以下の短管を使用する事例が増えている。従来のコンクリート製短管では必要な耐荷力を確保できないことが多く、その場合、やむを得ず高価な鋼製推進管を使用しているのが現状である。この度、急曲線推進工事のコスト縮減を図るために耐荷力が大きく、より経済的な S R 推進管（急曲線用コンクリート製推進管）を急曲線推進工事へ導入し、補助工法を使用せずに施工し良好な結果を得たので報告する。

2. 工事概要

現場は、地中送電線管敷設用坑道を造成するため、内径 1,650mm の推進管を S 字曲線の後、半径 14m の急曲線部を経て到達させる施工延長約 208m の推進工事である。図 - 1 に線形図を示す。地質は地下水位が高く砂・砂礫・粘土の互層で掘進に伴い土質が変化し、巨礫や流木も多く存在する。また、急曲線部付近は径 150mm 程度の礫を含み、N 値は高いが土質の安定が悪い地盤である。急曲線部付近の土質柱状図を図 - 2 に示す。急曲線部では民地との離隔が 15cm しかないため、急曲線施工で使用する補助工法を行うことができないことから、計画通りに曲線を造成できるかどうかが課題であった。

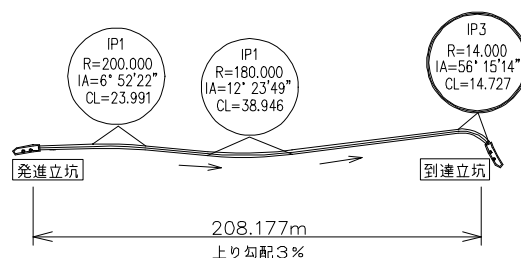


図 - 1 線形図

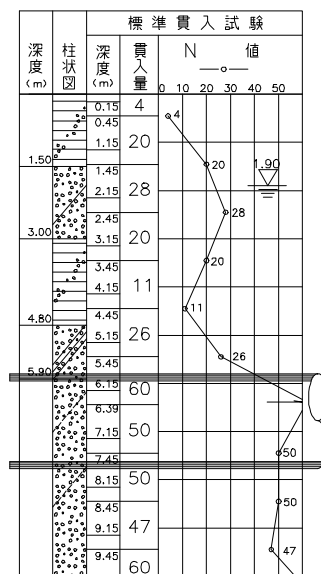


図 - 2 土質柱状図

3. 急曲線対応システム

検討の結果、泥水加圧式掘削マシンの後端に新たに製作した曲線造形装置を配置し、これに S R 推進管を追従させることにより、補助工法がなくても計画線通りの線形を造成することが可能だと判断した。掘削マシンは、写真 - 1 に示すように中折れ部を 3 か所装備したセミシールドマシンである。曲線造形装置は、鋼製管の内周 4 ケ所にスクリージャッキを配備したもので（セミユニットシステム）急曲線部ではジャッキを伸縮させることで所定の開口長とすることができる。

4. S R 推進管

S R 推進管の外観を図 - 3 に示す。特長は、1) 全長 2,430mm の管本体に複数の可撓部を設けることで管自体が屈曲し急曲線に追従しやすい構造になっていること、2) 管断面積全体にクッション材を配置することで効率的に推力の伝達ができること、である。

図 - 4 に示すように可撓部は鋼製カラーと可撓ゴム、およびクッション材から構成されている。鋼製カラーは水密性を保つための可撓ゴムと一体となって適度な曲げ剛性を発揮し、吊上げや移動時、および推進時においても推進管の過度な折曲がりを防止できる。

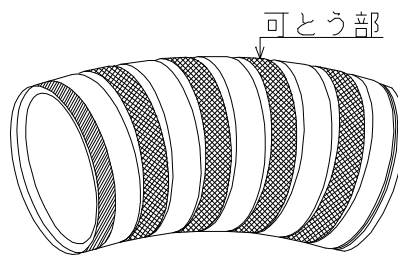


図 - 3 S R推進管外観図



写真 - 1 掘削マシン

キーワード：推進工法、急曲線施工、S R 推進管、補助工法、曲線造形装置

連絡先：〒 552-0012 大阪市港区市岡 3-9-2 TEL 06-572-5264 FAX 06-572-4890

全周に配置するクッション材は上下部分が薄く、左右に段階的に厚くなっており、コンクリートと密着し一体化させている。図 - 5 にクッション材の形状を示す。

このようにクッション材を配置することで、推力が曲線の内側に集中する急曲線部においても、側面の厚いクッション材が圧縮されることで推力を管断面積の約 50% で一様に伝達することができる。曲線始点部では図 - 7 に示すように前方の推進管が屈曲し推力の作用位置が曲線内側に移動することで、側面部の厚いクッション材が圧縮され、上下部を支点として曲線外側部が開口するので側圧の影響を受けず推進管は自ら曲がることのできる。このため、S R 推進管は曲線始点部で受ける側圧が従来の推進管に比べて少なくなる。また、地上試験によって、従来の上下に分割されたクッション材の端部に発生するの応力集中や、図 - 6 に示すようないびつな変形がなくなるためひび割れの発生を抑制できることが明らかになった。曲線内側部のクッション材は圧縮され剛性が高くなるので。その後は推力が増加しても坑壁の中で折れ曲がることはない。

曲線造形装置と S R 推進管を組み合わせることで、確実な推力の伝達と正確なマシンコントロールが可能になり、補助工法を使用せずに急曲線部においてもスムーズに推進できたと考えている。

現場で使用した S R 推進管の仕様を表 - 1 に示す。可撓部および継手部の開口差は曲線半径 13.5m とし 74mm した。クッション材は推力が 1.0MN 時に曲線内側では 37mm 圧縮され、曲線外側では 37mm 開口する設定とした。

5 . 施工結果

施工精度は急曲線部分では曲線外側に+20mm、到達部では 5mm と正確に推進できた。S R 推進管はひび割れや漏水もなく、急曲線にスムーズに追従し折れ曲がりなどの問題も発生しなかった。急曲線部の開口長は曲線内側でのクッション材の圧縮量が 37 ~ 33mm、曲線外側での開口量が 35 ~ 38mm とほぼ一様であった。なお、可撓部に比べ継手部が開口しやすいため所定量以上開口しないよう開口制限プレート取り付け付けた。このため、可撓部と継手部の開口差はほぼ同じであった。これは、可撓部の可撓ゴムが開口制限プレートとして作用したためと考える。また、急曲線通過時のマシンの後方約 15m 位置での中間推力は約 1.5MN であった。

6 . おわりに

曲線半径 14m の急曲線推進工事を施工した結果、S R 推進管は耐荷力や止水性にも優れていることが明らかとなった。価格も、従来の鋼製管と比較して約 3 割安価で、さらに従来の短管に比べ据え付けや接合手間なども削減できることや、曲線造形装置と組み合わせることで補助工法が従来より削減できるなどから急曲線推進工事のコスト低減を図れると考えている。

今後、急曲線推進工事でのデータを収集し、推進管の耐荷力の向上や補助工法の削減を図りたいと考えている。

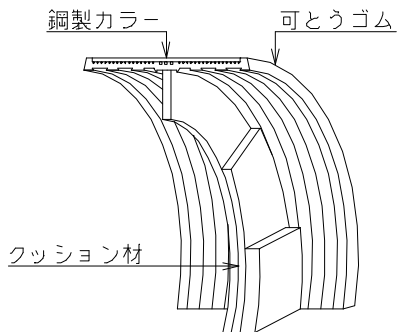


図 - 4 可撓部の構造

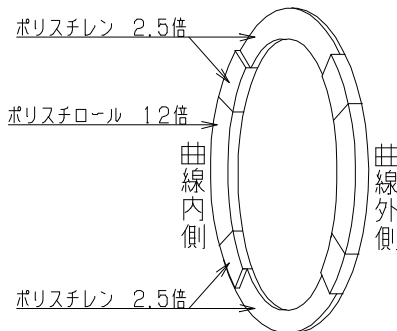


図 - 5 クッション材の形状図

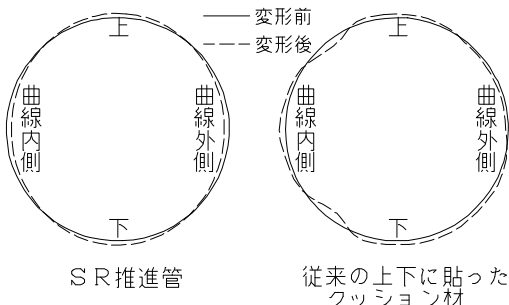


図 - 6 曲線時の管の変形図

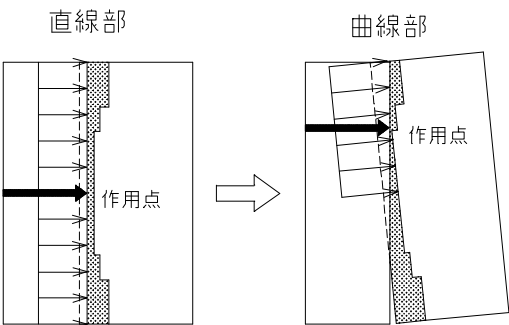


図 - 7 曲線始点での応力分布図

表 - 1 現場で使用した S R 管の仕様

圧縮強度	50n/mm ² 2種管		
呼 び 径	1,650mm		
管 長	2,430mm		
可撓部数	4力所 (486mm × 5)		
クッション材	材 質	ポリスチレン	ポリスチロール
	発泡率	2.5倍	12倍
	厚 さ	35 , 50mm	50mm
	形 状	図 - 5	