

解説 進化発展した技術

小口径管推進工法の長距離・曲線技術のチャレンジはまだ続く



たくち よしあき
田口 由明

(株)イト日本技術開発
保全・耐震・防災事業部
総合防災・保全分野 分野統括
(本誌編集委員)

1 はじめに

小口径管推進工法は昭和50年代に本格的に実施工に採用され、昭和・平成を股にかけてニーズも高まり技術と実績をぐんぐんと伸ばしました。あわせて工法数も飛躍的に増え、どの工法を選ぶべきかという悩みを解決するための「選定比較マニュアル」に取り組んだ記憶が蘇ります。

小口径管推進工法の長距離・曲線施工について記憶を辿りますと、民営化直後のNTTからアイレック技建(株)に移行するころのエースモール工法(1985年開発、確かMODEL301か351?)の視察(千葉県)が思い浮かびます。当時の小口径管推進技術は、泥水方式の出現で「推進可能延長50m程度」の壁を超え始めたころです。長距離化に対応する施工精度の確保が課題となる中で「電磁界を用いた位置検知方法」という新たな技術に驚かされました。

その後、平成8年に開発されたマイクロ工法は新たな計測技術を取り入れ、深さに制約を受けた曲線施工の領域を広げました。私自身は、平成9年に施工現場(神奈川県、最小R=30m)

を視察しましたが、童心に返って計測ロボットの動きを眺めた記憶があります。当時の小口径管推進技術は成熟期を迎え「推進可能延長100m程度は当たり前」という時代にありましたが、その中であっても400mという超ロングスパンは印象的でした(現場代理人が知人であったことも印象に残った一つの要因ですが……)。

どちらの工法も当時の写真や配布資料が見つからず残念ですが、各々、曲線線形の造成、推進抵抗の低減、位置検知、推進管等の改良が加えられ、適用範囲が拡大し現在に至っています。

近年では、交通量の増大、工事に伴う騒音・振動等、周辺環境への配慮、建設コスト縮減等により、推進工事の長距離施工、道路線形に応じた曲線施工に対する社会的ニーズが改めて高まり、さらに多くの施工法が実用化されています。

そこで、コスト縮減と安全確保を両立する設計に少しでも役立てていただきたいと考え、現時点における“小口径管の長距離・曲線施工技術”について、きわめて浅見ではありますが、キーワードを例示したいと思います。

2 曲線線形の造成における工夫の事例

2.1 先導体における工夫

先導体等が所定の屈曲角を正確に維持し、曲線外側への振出しや膨らみ現象を発生させないことにより、曲線施工性の向上、精度の確保、推進力・トルクの安定確保等が可能となります。

①従来の方向制御ジャッキ以外に、後方に曲線造成補助ジャッキ(工法によって段数や位置は異なる)を設置し、これらのジャッキを伸縮させることで先導体を自在に曲げる

②先導体に後続する先導管等に曲線誘導機能を持たせ、曲線線形の造成を補助する(ジャッキを装着するものではないものがある)

(図-1、2、写真-1)

2.2 推進管や継手部における工夫

長距離・曲線施工時の推進管の検討では、高強度管の採用、半切管の採用等の検討を行います。

推進管自体の詳細については、別途阿曾氏(本誌48P参照)に筆を預けたいと思いますが、曲線用の特殊推進管には、管本体に複数の可とう部を設け、継手部および可とう部に特殊クッション材を使用して、急曲線の施工を

可能としたものも採用されています。曲線施工に有利な推進管は、地震時の地盤変位や不等沈下等に対し、管体内部に設置された可とう部が屈曲し管の損傷を防ぐ等、耐震性能の向上も期待できるのではないのでしょうか。なお、施工時に内装する送排泥管も二重管とするなど付帯設備の曲線線形への対応性も工夫されています。

曲線線形への管列の適用性照査は、一般に推進管継手の目地開き量で確認します（地震時の抜け出しも考慮する必要がありますので注意してください）。その他、曲線推進の施工では、ポイントタッチ、掘進機の回転、応力の偏心や集中等による推進管の破損にも配慮が必要です。

推進管継手部に設置する推進力伝達材は、推進管の追従性の確保とともに、これらの防止に有効であると考えられており、その適切な選定が重要です。推進力伝達材の形状や圧縮性能は、路線の曲線線形や組合せにより選定する必要があります。近年では、材料の弾性性能、塑性性能を変える等、急曲線や多曲線推進でも高い追従性を確保し、推進管に荷重が集中しないよう工夫もされています（図-3、4）。

3 推進抵抗の低減に関する工夫の事例

3.1 テールボイドの保持方法の工夫

長距離化ではテールボイドの保持による推進抵抗の低減が重要となります。周辺地山への影響を適性に管理し、安全な施工を行うために、掘削管理やテールボイド管理システムが開発されています。小口径管推進工法では、推進管の継手部個々での管理が難しいため、先導体やその後続管での制御が重要となります。一つの事例として、拡幅掘削システムとあわせて切羽安定用の泥水や添加剤を効果的に後続管の周

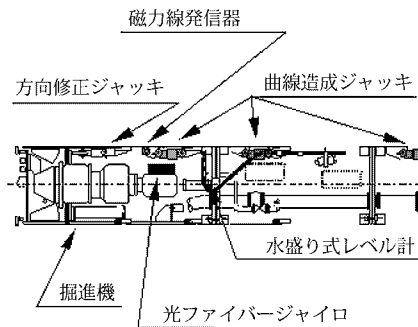


図-1 曲線造成ジャッキの配置例
(出典：スーパー 21 協会)



写真-1 後続管の曲線誘導装置事例
(出典：マイクロ工法協会)

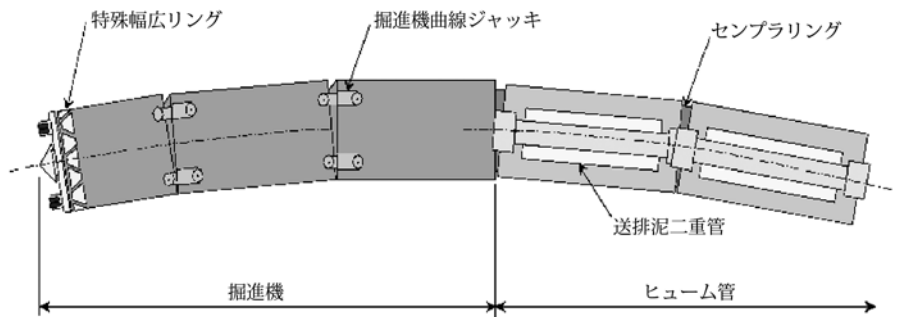


図-2 曲線線形造成システムの事例 (出典：アルティミット工法協会)

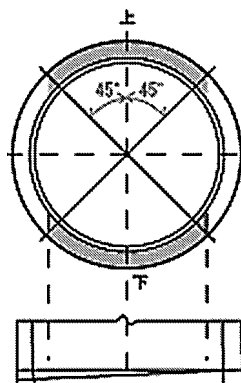


図-3 推進力伝達材・開口調整材の使用事例
(出典：kouhounavi.com)



図-4 推進力伝達材のイメージ図
(出典：栗本鐵工所)

辺に回り込ませ滑材と混合するシステムが開発されています（図-5）。

3.2 滑材注入装置の工夫

滑材自体の改良については別途新氏（本誌 68P 参照）の報文を参考とさせていただくとして、各工法メーカーでは、注入装置についても、皮膜効果をより合理的に発生させるよう連続的に制御する方法等が開発されています。例え

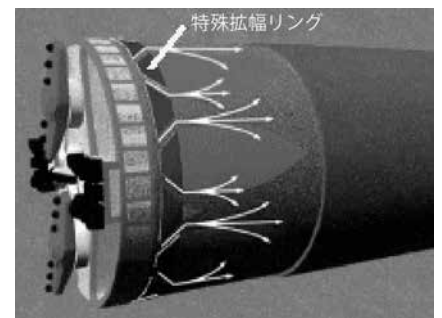


図-5 テールボイド保持方法の事例
(出典：機動建設工業)