

## 超小型小口径推進工法の開発・実用化と適用事例

株式会社関電工 正会員 ○井口 昌之  
東日本旅客鉄道株式会社 蓮見 亮

株式会社関電工 赤羽 俊彦  
東鉄工業株式会社 高橋 茂

### 1. はじめに

現在、都市部への人口集中や経済活動の集中により過密な都市構造が生まれた。この都市構造の中で、上下水道、通信、電力、ガス等のライフラインは、地下空間の立体的利用を余儀なくされ、深層化、輻輳化が進んでいる。さらに、近年、埋設物の輻輳や騒音・振動の問題で発進・到達立坑の設置スペースが取れない等の課題があり狭隘なスペースでも施工可能な推進工法の開発が望まれている。これらの課題を解決するために、超小型小口径推進工法を開発・実用化した。

本稿では、超小型小口径推進工法の開発と適用事例について報告する。



図-1 小口径推進工法施工イメージ

### 2. 超小型小口径推進機の開発目標

超小型小口径推進機の開発目標は、当社保有の高耐荷力方式小口径推進(アリソン工法)のマシン機能を可能な限り維持させ、適用範囲の広い汎用型推進マシンとした。開発目標を以下に示す。

- ①掘進機の小型化と施工精度の維持→小型掘進機でも、位置測定システムと方向修正機能により±20mm 程度の施工精度を維持する。
- ②広範囲な土質に対応→圧入方式、水圧バランス方式、礫打撃・粉砕方式の各パーツ(写真-1)が装着可能で N 値=0 の超軟弱地盤から N 値=50 の硬質地盤(礫層含む)まで施工可能とする。
- ③推進機および油圧ユニットの小型化→ベースマシンを内径φ750mm マンホールから投入可能かつ人力でも運搬・取付けが可能なサイズとする。



【圧入方式】



【水圧バランス方式】



【礫打撃・粉砕方式】

写真-1 各土質対応先端ヘッド

### 3. 超小型小口径推進機の開発ポイント

従来方式との比較を表-1、開発のポイントを以下に示す。

- ①掘進機の小型化と施工精度の維持→油圧モータと推進管の間に位置し、モータの回転を推進管に伝える減速機を最小化し、さらに、油圧モータの配置を工夫し、油圧モータ下に計測器スペースを確保した(写真-2～3)。
- ②広範囲な土質に対応→推進管固定装置の改良により、各管材が装着可能とした(写真-4)。なお、圧入方式は、推進管固定装置不要とした。

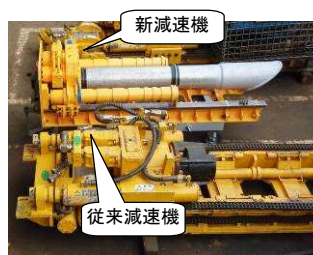


写真-2 減速機の比較

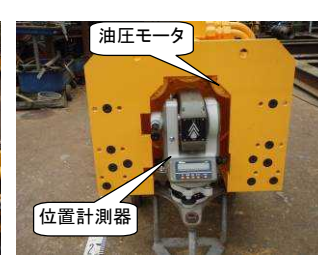


写真-3 計測器設置

- ③推進機および油圧ユニットの小型化→ベースマシンを1 パーツ 60kg 以下で7 分割させ、ケーブルが輻輳する狭隘なマンホール内へ人力でも運搬・取付けが可能なサイズとした(写真-5～7)。さらに、油圧ユニットは、ポンプ、バルブ、タンクの3 ユニットに分割することで、マンホールから投入可能なサイズとした。



写真-4 管固定装置



写真-5 ベースマシン分割状況



写真-6 人力運搬状況



写真-7 分割投入状況

キーワード 小口径推進工法, 高耐荷力方式, アリソン工法, 耐震盛土工事

連絡先 〒108-8533 東京都港区芝浦4丁目8番33号 ㈱関電工 ES 本部 土木部 TEL03-5476-3868

- ④簡易な設備で推進可能→ベースマシンの小型化・軽量化により支圧反力をマンホールのベースマシン後方、前方に設置可能とした(写真-8～9)。
- ⑤ベースマシンが分割可能であることから適用する管材長を変えることで立坑(設置スペース)が狭い場合でも対応可能とした(表-2)。



写真-8 支圧反力(後方)



写真-9 支圧反力(前方)

表-2 適用管材長と立坑スペース関係

| 適用管材長  | 円形立坑     | 矩形立坑   |
|--------|----------|--------|
| 200mm  | φ 800mm  | 600mm  |
| 400mm  | φ 1000mm | 800mm  |
| 600mm  | φ 1200mm | 1000mm |
| 800mm  | φ 1350mm | 1200mm |
| 1000mm | φ 1500mm | 1500mm |

表-1 従来方式との比較

|              | 従来方式     | タイプ1     | タイプ2     |
|--------------|----------|----------|----------|
| 外観形状         |          |          |          |
| 推進管径(mm)     | φ 65～500 | φ 50～300 | φ 50～450 |
| 寸法(mm)       | 幅1,030   | 幅550     | 幅880     |
|              | 高さ750    | 高さ500    | 高さ800    |
|              | 長さ4,550  | 長さ1,500  | 長さ1,900  |
| ストローク(mm)    | 3,400    | 1,200    | 1,200    |
| 推進長目安(m)     | 70       | 30       | 70       |
| 回転トルク(kN・m)  | 24.5     | 6.2      | 15       |
| 推進力(押/引)(kN) | 686/240  | 237/77   | 708/226  |
| 重量(kg)       | 3,150    | 272      | 1,146    |

#### 4. 現場適用事例

鉄道営業線での支持地盤対策を併用する盛土耐震補強工事では、小口径推進機で対面にある壁面(コンクリート壁、鋼矢板)の所定位置に鋼管を水平に到達させ、鋼管内部にタイワイヤーを挿入し緊張させ、中詰め材を注入し固定する工法が実施されている(図-2)<sup>1)</sup>。なお、盛土耐震補強工事では、周辺環境や施工環境により、以下のような特徴を有している。

- ①軌道両側にビルや住宅が密集しているため足場設置スペースが非常に狭いケースがある。
- ②土質条件が普通土から硬質土まで幅広い。
- ③施工条件により一工程方式、二工程方式を使い分けるケースがある。

このような条件より、今回開発した超小型小口径推進機(タイプ 1)では、回転トルクと推進力が不足すると判断された。そこで、タイプ 1 の開発ポイントを維持しつつ、回転トルク(2.5 倍)と推進力(3 倍)を増強した推進機として、新たにタイプ 2 を改良・実用化し、現場採用されている。適用事例を写真-12～13 に示す。

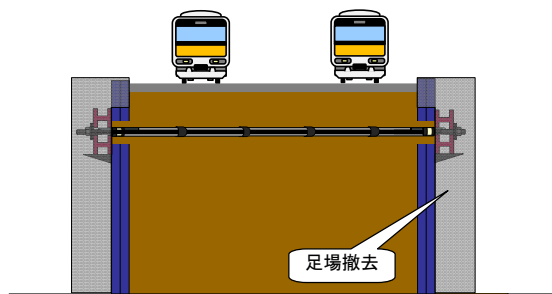
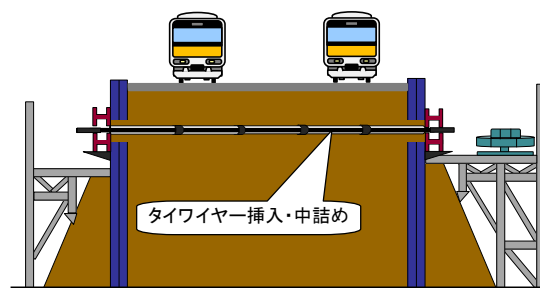
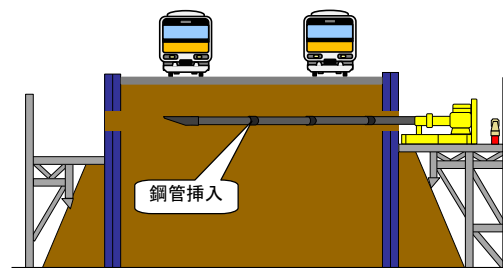
写真-12 コンクリート壁面  
盛土耐震補強工事写真-13 鋼矢板壁面  
盛土耐震補強工事

図-2 耐震盛土補強工事イメージ

#### 5. おわりに

報告した超小型小口径推進機(マイクロアリトン)は、適用範囲の広い汎用型推進機として開発している。今回、鉄道営業線の耐震補強工事での採用もあり、今後とも、現場ニーズを踏まえながら開発・改良を進めたいと考えている。

#### 参考文献

- 1) 井口, 赤羽, 森 小断面鞘管内への中詰め施工に関する一考察 2016 年度第 71 回土木学会年次学術講演会