## 実測データによる推進工法の推力算定モデルの検証

長岡技術科学大学 学: 〇Auttakit Asanprakit 潘少雄 正: 杉本光隆

飛島建設 正:望月崇

#### 1. はじめに

推進工法は管を地中に押込んで管路を形成するため、推進諸抵抗の中で推進力に最も影響を与える要因は、管と地山との摩擦抵抗であると考えられる。このため、余掘りが推進力へ与える影響は非常に大きいと考えられる。しかし、推進力算定の従来モデル  $^{1)}$ では、地盤とトンネルとの間の隙間と無関係に推進力が定まるため、摩擦抵抗と付着力に大きな影響を与えると考えられる余掘りを考慮することができない。その代わりに、土圧としては緩み土圧を用い、推進力低減係数  $\beta$  を土質別に与えている。

著者らは、余掘りを考慮できる推力算定モデルにより、仮想現場の条件で合理的な力学挙動を表現できることを確認した  $^{2)}$ . 本研究では、実測データを用いて本解析モデルの妥当性を検証する.

# 2. 現場概要

図-1 に解析現場の平面図を示す. 現場の土質は洪積粘性 土で N 値=6~15, 内部摩擦角 0°, 粘着力 168 kN/m²で, 推進管は管長 2.43m, 0.80m (急曲線部), 呼び径 3000mm で,余掘り量 22mm である. 解析延長は推進管 28 管分で, 曲線半径 200m の第 1 曲線部を含む 69.12m である. 曲線始 点,曲線終点は,それぞれ,推進管 6,21 の近傍にある.

## 3. 解析方法

解析に当たっては、推進管を半径方向32本の地盤ばねに

よって支えられる曲面シェル,推進管継手部・先端抵抗を圧縮ばねとせん断ばねを用いてモデル化した.また, 管周面抵抗を表現するために,管と地盤の間にインターフェイス要素(Mohr-coulomb モデル)を設定した. 図-2 に解析モデルを示す.

解析手順は、まず、線形が直線の場合には、全ての管を配置し、地盤ばねに初期土圧と初期変位を設定し、 線形が曲線の場合には、前の管の延長線上に推進管を1管設定し、直線部と同じ設定を行った後、管路が計画 線形に合うように地盤ばね先端に強制変位を与える。これを曲線部が終了するまで繰り返す。次に、先頭管の 前に先端抵抗を表すばねと初期土圧を設定し、最後に最後尾の管に推進力を載荷する。

なお、上記の推力算定モデルの入力データ作成は煩雑になるので、任意の管路線形を取り扱えるように、汎用有限要素法解析ソフト DIANA 用の入力データ作成 PG を作成した.

# 4. 解析結果

推進管周りの地盤変位分布と地盤反力分布を図-3に示す.地盤変位分布より,1)曲線部では,曲線内側では管の中央部で初期掘削面と推進管の距離が小さくなり,曲線外側では管の端部でトンネル外側に変位しているキーワード:推進工法,数値解析,実測データ,推進力,地盤ばねモデル

連絡先: 〒940-2188 新潟県長岡市上宮岡 1603-1 長岡技術科学大学 TEL: 0258-46-6000(代表) FAX: 0258-47-9600

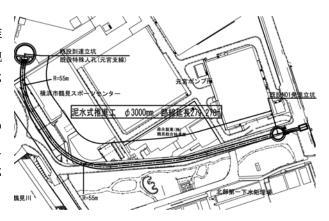


図-1 現場平面図

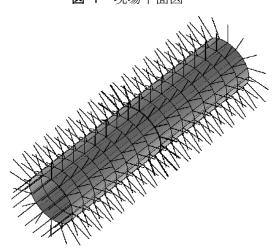


図-2 解析モデル

こと、2)曲線始点手前では曲線外側に、曲線部の始点 と終点では曲線内側に、曲線中央部では曲線外側に、 曲線終点後では曲線外側に、変位していること、3) 管が切羽に近づくにつれて外側に押し込む変位が減 少していることがわかる.これらは、以下のように考 えられる.1)推進管の剛性が地盤より大きいため、曲 線内側では管中央部が地山に近づき、曲線外側では管 端部が地山に近づくこと、2)推力伝達材の剛性により 継手部が曲げ剛性を有し、管路が掘削面内で曲がりに くいこと、推進力が作用していること、3)管の周面摩 擦により切羽に近づくにつれて推進力が減少するた め、管を曲線外側へ押し込む力が弱くなること.また、 地盤反力分布は地盤変位分布と対応している.

図-4に推進管毎の周面抵抗力を示す.この図から, 1)周面抵抗力は、曲線始点・終点近傍の推進管 6, 21 で最大となり、その直前で小さくなること、2)周面抵抗力は、第1直線部、第2直線部でばらつくこと、がわかる.これらは、1)曲線始点・終点近傍では、管が曲線内側に押し付けられるので、地盤反力が大きくなり、周面抵抗力が大きくなること、2)周面抵抗力は地盤反力により決まるので、地盤反力分布に対応していること、のためと考えられる.

図-5 に推力伝達材による水平モーメント  $M_H$  (+: 右向き)を示す。この図より、 $M_H$ は、直線部から曲線部に近づくにつれて増加し、曲線部では左向きモーメントが発生し、推進管  $7\sim8$  で最大値-4063kN-mとなることがわかる。これらは、曲線部では、管の折れ角が右向きとなるのに対抗して左向きモーメントが発生すること、特に曲線始点・終点近傍では、管が曲線内側に押し付けられ、他の部分より折れ角が大きくなり、大きな水平モーメントが発生するためであると考えられる。

## 5. まとめ

実現場を対象とした解析の結果により,推進力が 作用した時の管周面変位分布,地盤反力分布,管周 面抵抗力などを合理的に表現できることを確認した.

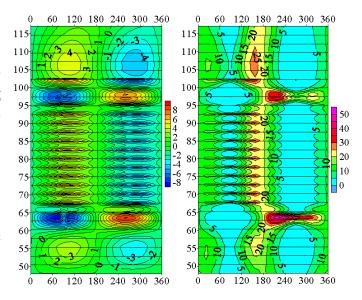


図-3 地盤変位分布(左)と地盤反力分布(右)

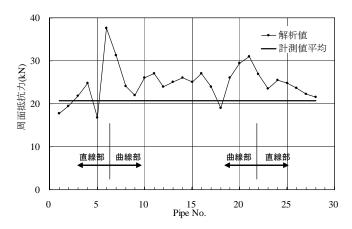


図-4 推進管毎の周面抵抗力

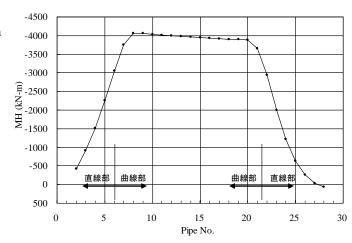


図-5 推力伝達材による水平モーメント

今後は、今回開発した入力データ作成 PG を三次元に拡張するとともに、より多くの実測データを用いて本解析モデルの妥当性を検証する必要がある.

#### 参考文献

- 1)日本下水道管渠推進技術協会:推進工法講座基礎知識編,2004.
- 2) 藤井良大, 杉本光隆, A. Sramoon: 推進工法の推力算定に関する研究, 第 59 回土木学会年次学術講演会講演概要集III, III -382, 2004.