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:○Auttakit Asanprakit 潘少雄 正:杉本光隆 飛島建設 正:望月崇

<u>1. はじめに</u>

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β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.

<u>2. 現場概要</u>

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.

<u>4. 解析結果</u>

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 新潟県長岡市上富岡 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 7~8 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.

<u>5. まとめ</u>

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.







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.