

長距離・急曲線推進工事における推力伝達（その1）

－砂礫地盤における多曲線およびバッチカルカーブの影響－

東京ガス(株)	藤森 高輝
日本鋼管(株)	安部 貞善
○佐藤工業(株)	正会員 中木 靖
佐藤工業(株)	道嶋 弘志

1. はじめに

推進工事において総推力は、元押しジャッキおよびヒューム管を選定する際、最も重要な項目のひとつである。現在、設計総推力の算出方法が各工法毎に確立されてはいるものの、施工時の総推力が設計推力の半分に満たないケースが数多くある。その反面、掘進不能となるまで推力が上昇し、急きょ中間立坑を築造しなければならないケースも見受けられる。

今後は、様々な条件下における実績データを早急に蓄積・分析し、合理的な設計手法の確立が望まれる。

本報では、掘削対象地盤に粘性土と砂礫の両方を有し、線形が急曲線のS字を含む多曲線の長距離推進工事において、元押し計測により設計推力と実際の推力を比較し、地盤や線形が推力に与える影響について考察した。

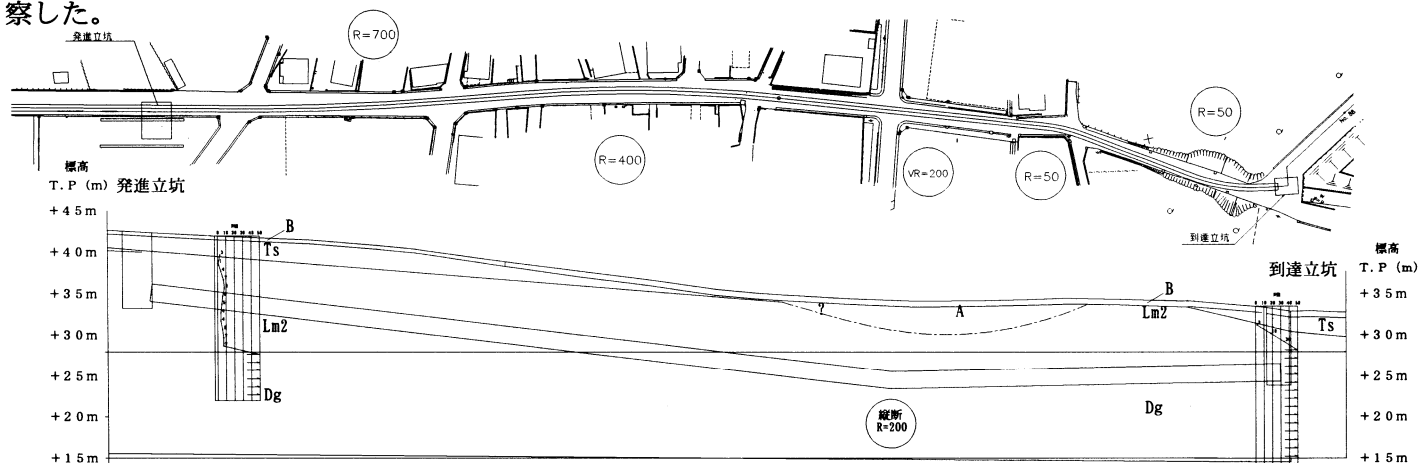


図-1 工事平面・縦断図

2. 工事概要

2-1 概要

対象工事は、神奈川県南央部、西湖地区（藤沢市・茅ヶ崎市・平塚市）のガス需要増大に対応するための高圧ライン設置に伴う内径φ1,800mmのヒューム管設置工事である。なお、工法には泥水式『アルテミット工法』を採用した。（図-1工事平面・縦断図参照）

2-2 特徴

- （1）長距離推進（L=335m）である。
- （2）急曲線およびバッチカルを含む多曲線推進である。

（平面線形：R=700・400・50・50m、縦断線形：R=200m）

2-3 地質

図-1に地質想定図を示す。発進より約140m区間は新規ローム層であり、それより到達まで約200mは、砂礫層となる。新規ローム層はN値4～7が主体の凝灰質粘土(Lm層)である。砂礫層(Dg層)は礫率70%～60%でN値50以上の亜円礫が主体で最大礫径はφ120mmとなっている。

キーワード：推進工法，長距離，急曲線，多曲線，砂礫地盤

絡先：佐藤工業(株) 東京都中央区日本橋本町 4-12-20 tel：03-3661-4794 fax：03-3668-9484

2-4 長距離・急曲線対策

- (1) 管外周抵抗の低減を目的として、推進機の掘削外径を 25 mm オーバーカットし、発生したテールボイドに滑材を自動注入装置により継続的に注入（量管理）することで、滑材効果の保持を図る。
- (2) 局部的な応力集中を防止する手段として、推進管継手部に塑性領域の広い低発泡性スチロールの推力伝達材（センプラリング）を上下 90 度の範囲で 2 箇所、曲線半径を考慮した厚さ相当設置し、曲線内側の応力集中防止と中央断面付近での推力伝達による推進管の追従性の向上を図る。
- (3) 推進管は、NS 管（700kgf/cm²）を採用し、急曲線部（50R 部）においては目地開口長の検討により、1/2 管（1.2m）を採用した。（埋め込みカラーラップ長：170 mm，許容目開き長：60 mm）

3. 結果および考察

図-2 に設計推力と実績推力の関係を示す。設計推力は計算上、線形・地質の影響をわずかに受けるものの、ほぼ掘進距離に比例した一定の増加となる。これに対し、実際の推力は概ね 3 つの区間（①～③）に大別できる。まず、粘性土から砂礫土への変化に伴い上昇の割合に急激な変化が見られた。また、R50 急曲線に入るとさらに上昇勾配が大きくなる傾向を示した。しかしながら、R700・R400 の曲率半径の比較的大きな曲線や、R200 縦断曲線に対しては通過後の推力への影響は認められなかった。

この結果より、①～③の区間における管外周抵抗力をそれぞれ算出し比較した。管外周抵抗力算出結果を表-1 に示す。

- ① 粘性土で急曲線を含まない場合、管外周抵抗は 0.052 tf/m² であり、設計の 10% 程度であった。これは、地山の自立性が高いことでテールボイドが充分確保され滑材の効果が有効に機能しているものと考えられる。
- ② 砂礫土で急曲線を含まない場合、管外周抵抗は 0.423 tf/m² であり、設計の 80% 程度であった。粘性土に比べ約 8 倍の抵抗増であり、滑材の地盤浸透による効果の低減および局部的に玉石と管の接触等の要因によるものと推測される。
- ③ 砂礫土で急曲線を含む場合、管外周抵抗は 1.472 tf/m² であり、設計の約 280% と著しい増加傾向を確認した。ただし、この上昇傾向は最初の R50（右カーブ）進入直後に発生し、次の R50（左カーブ）に進入しても管外周抵抗はほぼ一定で、これによる影響は認められなかった。

また、推力上昇に起因するものとして急激な方向修正による影響が考えられる。これを知る上で平面・縦断線形出来形および推進管の目開き測定を行った。この結果を図-3、図-4 に示す。推力上昇の大きい R50 区間では約 100 mm の方向修正が認められるが、他区間での同様の修正においては上昇が認められないことから、相関は少ないと思われる。目開き差に関してもほぼ理論値であった。

4. おわりに

本報では、設計推力と実際の推力を比較し、地盤や線形が推力に与える影響について分析した。今回の範囲では、総推力は、砂礫土において急曲線を伴う場合、その推力の算出方法を見直す必要があるといえる。また、急曲線の S 字は、そのあいだの直線も曲線の集合体として考慮する必要があると思われる。

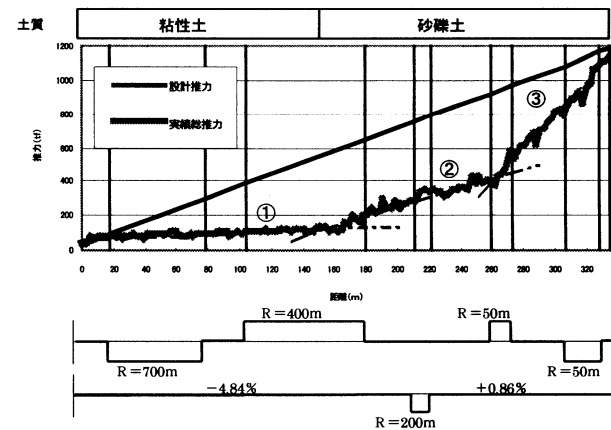


図-2 設計推力と実績推力の関係

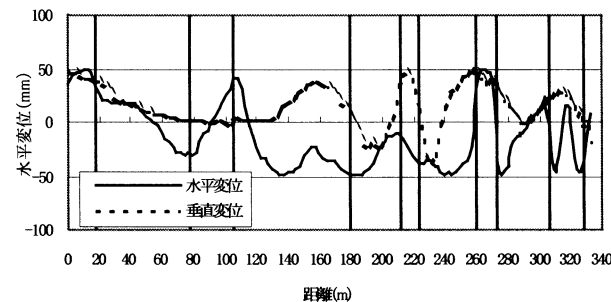


図-3 平面線形出来形図

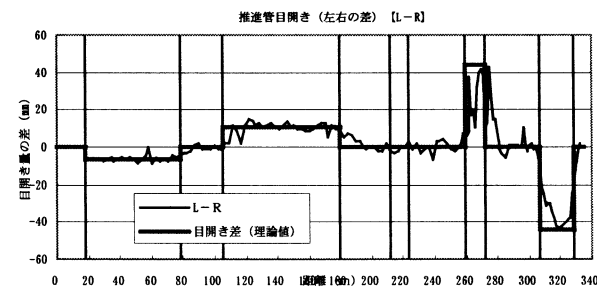


図-4 目開き測定結果(完成後)

表-1 管外周抵抗力逆算表

区間	管外周抵抗力（設計） (tf/m ²)	管外周抵抗力（実績） (tf/m ²)
①	0.52	0.052
②	0.52	0.423
③	0.52	1.472