

現場計測による施工時の推進管挙動と推進管作用土水圧の検討

長岡技術科学大学 Chanthavongxay Thanongdeth

指導教員 長岡技術科学大学 杉本 光隆

1. はじめに

推進工法における推進力は、先導体先端部の地山への貫入あるいは掘削による抵抗と、外周面が地山と接触する際の摩擦等の推進諸抵抗値の総和である。推進工法は管を地中に押込んで管路を形成するため、これらの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。推進工法では、先導体による掘削径は管外径よりも大きく、これによりできる管と地山との隙間を余掘りという。地山に管を圧入するという推進工法の機構上、この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における土圧の考え方は、地盤とトンネルの間に隙間が無く、静止土圧がかかるものと仮定している。そのため、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。

既往の研究において、余掘りを考慮できる全周地盤ばねモデルを用いて、管路解析モデル¹⁾を開発し、仮想現場の条件で合理的な力学挙動を表現できることが確認した。本研究は、推進工法現場で施工時の推進管の挙動及び推進管作用土水圧を計測し、その管路解析モデルの妥当性を検証することを目的とする。

2. 推進工法現場概要

図-1に現場平面図を示す。推進工法:泥土圧式推進工法,呼び径:1500mm,曲線半径R=200m,推進延長:141.19m,土質:砂,土被り:2.09~3.19m,地下水位:GL-1.0m~-5.0m,計測用推進管はNo.18とNo.22号管である。

3. 現場計測内容

現場計測項目は、掘進データ、推進管ひずみ、掘進機位置、推進管の位置、推進管の内空変位、計測管後端継手部の目開きである。掘進データは、カッタートルク、推進速度、推進時間、元押し推進力、掘進機推進抵抗力、滑材注入量、滑材注入圧等で1本推進につき2回、オペレータが記録した。推進管ひずみは、計測用推進管No.18とNo.22に1本につき3断面・8ヶ所・管内外周面・2軸方向合計96点のひずみゲージを設置し、1min間隔で測定した。掘進機位置及び推進管位置は、自動測量装置を用いて、1本推進につき2回測定した。推進管の内空変位は、レーザー変位計を用いて3断面で鉛直方向と水平方向を1min間隔で測定した。計測管後端継手部の目開きは、ノギスを用いて、計測管後端部の上下左右で1本推進につき2回計測した。

4. 計測結果と考察

(1) ひずみ及び応力分布

図-2にA断面における管軸方向内周面ひずみ変化分布図を示す。この図から以下のことがわかる。

- 1) 管上下90度に推力伝達材が設置された範囲で圧縮ひずみが増加している。
- 2) 曲線中央付近から曲線終点にかけて、管上下部分から曲線内側に圧縮ひずみが増加している。

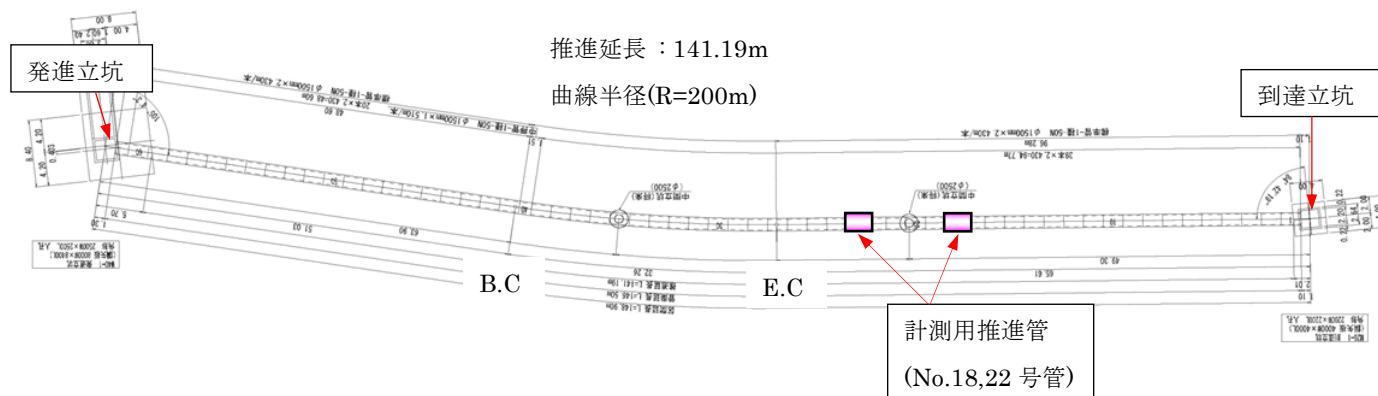


図-1 現場平面図

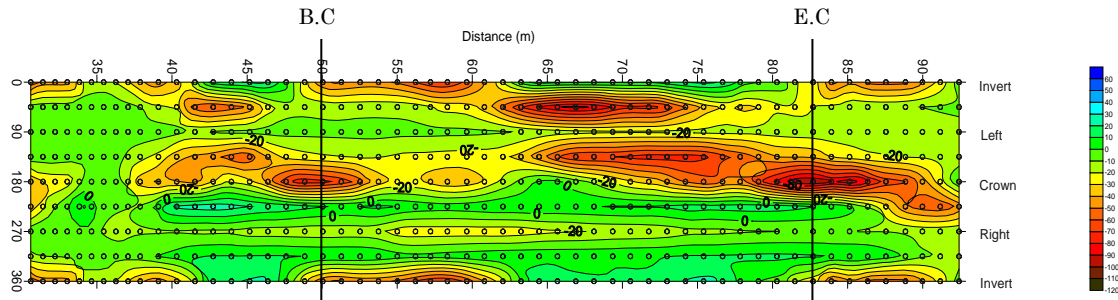


図-2 管軸方向内周面ひずみ変化分布図(計測管 No. 18, A 断面) (—: 圧縮, ○: 計測位置)

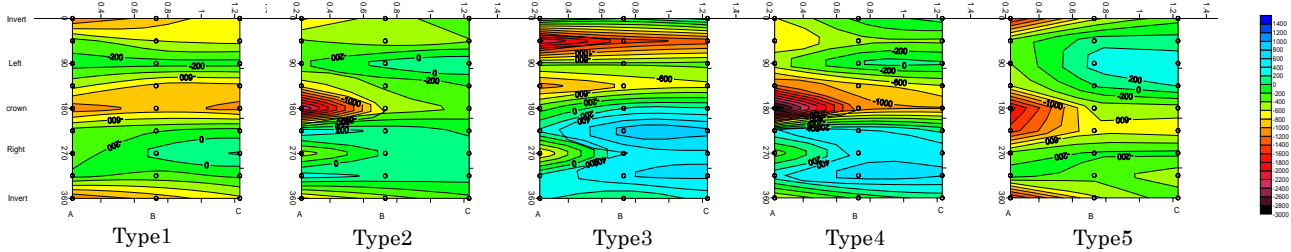


図-3 管軸方向内周面応力変化分布図(計測管 No. 18) (—: 圧縮, ○: 計測位置)

表-1 推進管位置の Type の定義

Type	測定日付	推進管の本数	掘進距離(m)	推進管位置
1	2010/9/24	32	40.08	直線
2	2010/9/25	36	51.04	曲線始点
3	2010/9/27	42	65.44	曲線中央
4	2010/9/29	50	83.69	曲線終点
5	2010/9/30	53	91.05	直線

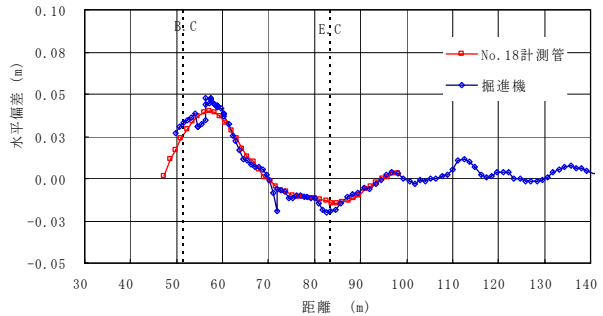


図-4 掘進機と計測管の水平偏差

図-3 に計測管 No.18 の管軸方向内周面応力変化分布図を示す。ここで、Type1～Type5 は表-1 に示すとおりである。この図より以下のことがわかる。1) Type1 では、管上下部分で圧縮応力が増加している。2) Type2 では、A 断面の管上部で圧縮応力の増加が大きい。3) Type3 では、管下部曲線内側で圧縮応力が増加している。一方、管中央部曲線外側では圧縮応力が減少している。4) Type4 では、Type2 と同様な傾向を示すが、管中央部曲線外側で圧縮応力が減少している。5) Type5 では、Type1 と同じ傾向を示すが、B 断面と C 断面曲線内側で圧縮応力が減少している。

(2) 掘進機と計測管の水平偏差

図-4 に掘進機と計測管の水平偏差を示す。この図より以下のことがわかる。

- 1) 曲線始点付近では曲線内側を通過し、曲線終点付近では曲線外側を通過している。
- 2) 曲線始点では計測管が掘進機より曲線外側数 cm を通過し、曲線内では掘進機よりわずかに曲線外側を通過し、曲線終点付近では再び掘進機より曲線内側を通過している。

5. まとめ

- (1) 推進時、推進材伝達材が設置された上下部分 90 度の範囲で軸方向圧縮ひずみが増加する。また、曲線中央付近から曲線終点にかけて、管上下部分から曲線内側に軸方向圧縮ひずみが増加する。
- (2) 軸方向作用応力は直線部、曲線始点、曲線終点で変化する。曲線では曲線内側で圧縮応力が増加し、曲線外側で圧縮応力が減少する。
- (3) 曲線始点で、掘進機の軌跡に対し計測管は曲線外側を通過し、曲線終点で曲線内側を通過する。

参考文献

- 1) M. Sugimoto & A. Asanprakit: Stack pipe model for pipe jacking method, J.of construction engineering and management, ASCE, Vol.136, No.6, 683-692, 2010.