

推進時に推進管に発生する軸方向ひずみ、応力の現場計測

長岡技術科学大学 学生会員

○東川 正和

佐藤工業

正会員

Chanthavongxay Thanongdeth

福田組

石塚 千司

長岡技術科学大学 正会員

杉本 光隆

1. はじめに

推進工法における推進力は、掘進機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直接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¹⁾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を確認した。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。これらの内、本報告では、管軸方向のひずみ、応力分布について報告する。

2. 推進工法現場概要

図-1 に現場平面図を示す。本工事は、呼び径 1500mm、曲線半径 $R=200\text{m}$ 、推進延長 141.19m の管路を、泥土圧式推進工法で、地下水位 GL-1.0m～-5.0m の砂質地盤に、土被り 2.09～3.19m で構築する工事である。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、1 分間隔で測定した。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 1 分間隔で測定した。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。

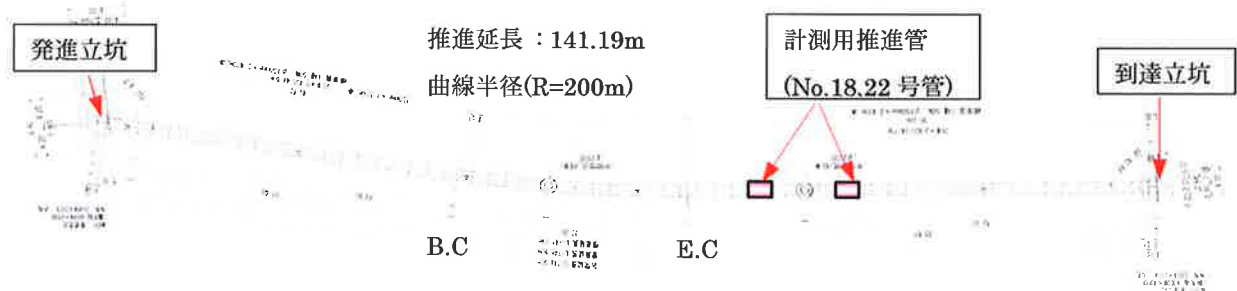


図-1 現場平面図

キーワード 推進工法, 現場計測, 推進時, 推進管, 軸方向ひずみ

連絡先 〒940-2188 長岡市上富岡 1603-1 長岡技術科学大学 TEL0258-46-6000(代表)FAX0258-47-9600

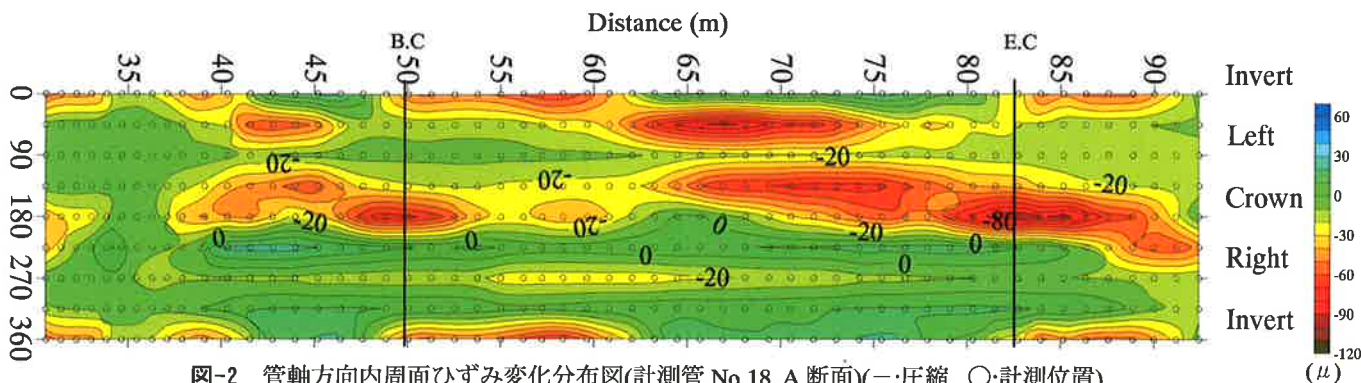


図-2 管軸方向内周面ひずみ変化分布図(計測管 No.18, A 断面)(—:圧縮, ○:計測位置)

4. 計測結果と考察

図-2 に A 断面における時系列の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で圧縮ひずみが増加している。

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、計測位置 1～計測位置 5 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) 計測位置 1 では、管上下部分で圧縮応力が増加している。2) 計測位置 2 では、A 断面の管上部で圧縮応力の増加が大きい。3) 計測位置 3 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) 計測位置 4 では、計測位置 2 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) 計測位置 5 では、計測位置 1 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。

5. まとめ

- 1) 推進時、推進力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で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。

謝辞：本研究は、科学研究費補助金基盤研究（B）（一般）「長距離・急曲線推進のための管路全体系を対象とした推進メカニズムの理論的解明」の一部として行ったものである。また、使用した推進力伝達材は積水化成品工業株式会社（製造元）、菱三商事株式会社（販売元）から提供していただいた。関係者各位に謝意を表する。

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

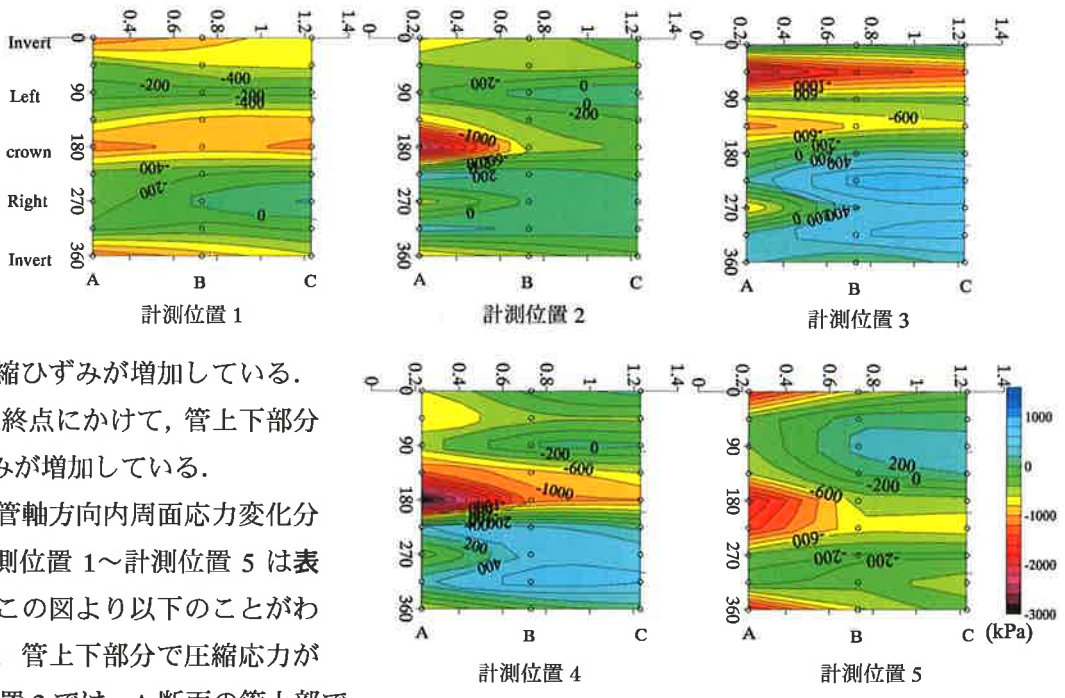


図-3 管軸方向内周面応力変化分布図
(計測管 No.18)(—:圧縮, ○:計測位置)

表-1 推進管計測位置の定義

計測位置	計測日付	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