

解説

礫質土と軟弱粘性土の層境推進工法の設計事例紹介

ふたつぎ やすひろ
二木 康裕

(株)イト日本技術開発
防災保全事業部・
プロジェクトマネージャー

1 はじめに

近年、推進工法は、技術の発展によりさまざまな土質への対応や、長距離推進、曲線推進等が可能となっています。そして、その発展はさまざまな厳しい条件での推進工法のニーズが広がっていることを意味しており、そのような設計ケースも増加しています。

2 互層地盤での推進工法選定

現在の推進工法技術は、岩盤あるいは礫地盤から普通土、軟弱土までさまざまな土質に対応することが可能であり、それぞれの土質に適した、推進工法（掘進機）

を選定して施工を行っています。

ただし、推進管路位置は、単一土層内とは限らず、互層地盤のような推進途中で土質が変化する場合も多く存在します。軟らかい地盤と硬い地盤の互層地盤において土層境界付近を推進する場合、掘進機は軟らかい地盤の方に変位することや、礫・粗石・巨石等へ乗り上げることもあります。その結果、掘進機の姿勢制御が保てなくなることで推進精度不良（蛇行）や推進管の破損等が発生することがあります。

よって、推進管路位置の土質変化の状況や土質の性情等を事前のボーリング調査等で明確にしておくことがとても重要となります。

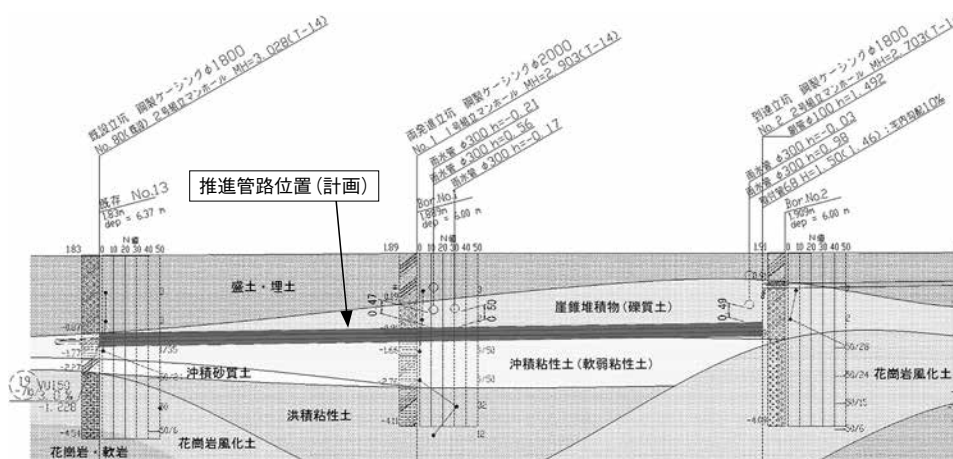


図-1 推進管路通過土質概要図

3 設計事例

今回は、互層地盤での推進工法設計事例として、旧谷状地形部で、上部崖錐堆積物（礫質土）、下部軟弱粘性土（N値1程度）の互層地盤部での管路敷設計画（図-1）において小口径管推進工法の設計をした事例を紹介します。

3.1 設計概要

【管路計画】

必要管径：呼び径150以上
 延長：50～60m（2スパン）
 土被り：2.9m程度
 勾配：3.0%
 線形：直線
 地下水位：GL-1.2m（地下水圧0.14kN/m²）
 発進立坑：φ2,000mm（鋼製ケーシング立坑）
 到達立坑：φ1,800mm（鋼製ケーシング立坑）

【土質条件】

◆上部土質（崖錐堆積物層）

土質区分：シルト混り砂礫土（崖錐堆積物）
 平均N値：2程度
 最大礫径：57mm
 粒度構成：礫 44.1%、砂 42.6%、
 シルト・粘土 13.3%

土粒子の密度：2.657g/cm³
 自然含水比：20.0%
 透水係数：1.51×10⁻⁴cm/sec

◆下部土質（軟弱粘性土層）

土質区分：砂質シルト
 平均N値：0～1程度
 最大礫径：9.5mm
 粒度構成：礫 1.6%、砂 20.3%、
 シルト・粘土 78.1%

土粒子の密度：2.627g/cm³
 自然含水比：48.4%
 透水係数：4.59×10⁻⁶cm/sec
 粘着力：6.3kN/m²

3.2 推進工法の選定

(1) 選定方針および留意事項

管路敷設部（推進工法）は、上部の崖錐堆積物層（礫質土）と下部の軟弱粘性土層の両方に対応可能な工法を選定します。

その際、下部に軟弱粘性土層が存在するため、推進中に掘進機下部の地盤反力を得ることができなくなることで、掘進機の自沈・先端沈下（ノーズダウン）を起こすことが想定されます。その結果、掘進精度不良から下流既設管への接続が不可となることや、推進軌道がずれることで推進力の伝達不良を原因とした掘進不能、推進管に過度の荷重がかかることでの管の破損等の発生が想定されます。よって、軟弱粘性土層の推進工法選定では、施工時における層境防護工（地盤改良工）の必要性も含めて検討を行う必要があります。

(2) 上部礫質土への対応工法検討

上部の崖錐堆積物層は、礫質土（粒径75μm未満が50%以下）のため、低耐荷力管推進工法は適用外として選定から外し「高耐荷力管推進工法」もしくは「鋼製さや管推進工法」より選定します。

(1) 土質分類
 土質分類の方法には日本統一土質分類があるが、ここでは低耐荷力管推進工法の適用性を検討するために表1-17の土質分類とする。

土質分類	土質	備考
粘性土	有機質土 シルト 粘土	粒径75μm未満が粒径加積曲線において50%以上とする ただし、高有機質土は適用外である
砂質土	シルト混り砂 粘土混り砂 砂	粒径75μm以上が粒径加積曲線において50%以上とする

注) 上記土質分類以外の土質については、各工法協会に問い合わせし、施工実績、施工能力を評価し、別途検討する。

図-2 (参考) 低耐荷力管推進工法の適用土質

「推進工法用設計積算要領 小口径管推進工法 低耐荷力管推進工法編 2016年改訂版（公社日本推進技術協会）」P.28参考

さらに、「下水道推進工法の指針と解説—2010年版—日本下水道協会」土質条件による適用判定表（表-1、2）および地下水圧条件（地下水圧14kN/m²）より、「圧入方式」「オーガ方式」では一般的に施工が困難と判断し、高耐荷力管推進工法の「泥水式」「泥土圧式」、鋼製さや管推進工法の「泥水式」の工法を選定することになります。