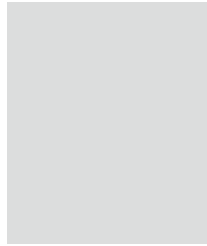


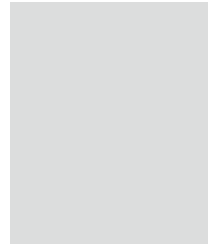
解説

互層における設計手法と事例



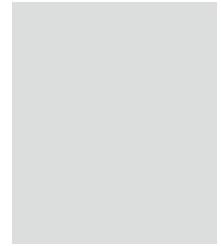
千葉 智晴

(株)日水コン
下水道事業部東部計画管路部
技術第三課チーフエンジニア



宮崎 裕

(株)日水コン
下水道事業部西部計画管路部
技術第二課課長



小野 智義

(株)日水コン
下水道事業部東部計画管路部
技術第二課課長

1 はじめに

都市部における推進工の施工は、立坑ヤード適地を確保することが一般に困難である。また、地下埋設物も輻射していることから、おのずと施工延長の長大化や、敷設深度の大深度(大土被り)化等が増加してきている。

それに伴い、1スパン内で様々な性質の土層を掘削する必要性が生じることもあり、推進工法は掘進途中で掘進機仕様を変えることが一般的に困難である。また、都市部では地下埋設物が輻射しており、大深度(大土被り)などでは補助工法にも制約が生じてくる。

設計者としては、円滑かつ安全な施工を図るべく、土質状況に適した工法選定を行うが、互層地盤においては、施工時のリスクを視野に入れた提案を行うことが求められる。ここでは、地盤の互層区間を有する推進工法の実設計のあり方について、設計事例を踏まえて述べることとする。

2 土質と互層対応の基本的な考え方

2.1 互層地盤掘進時に生じるリスク

互層地盤における推進工法のリスクは多岐にわたっており、掘進機のカッターヘッドの仕様が土質特性に応じたも

のとなっているため、互層地盤において性質が異なる土質を掘進する場合、日進量の低下や地盤の変位、掘進機の蛇行といったリスクを有することとなる。

互層地盤における推進工のリスクとしては以下のようなものが挙げられる。

(1) 地盤の変位(空洞・陥没等)

掘削断面に岩盤や巨石を含む場合、岩盤や巨石の強度により掘進機の切削(掘進)速度は極端に低下する。このため、掘削断面下方に岩盤を含み、断面上方が砂質土・軟弱粘性土の互層や、砂質土・軟弱粘性土に巨石を含む地盤では、砂質土・軟弱粘性土に見

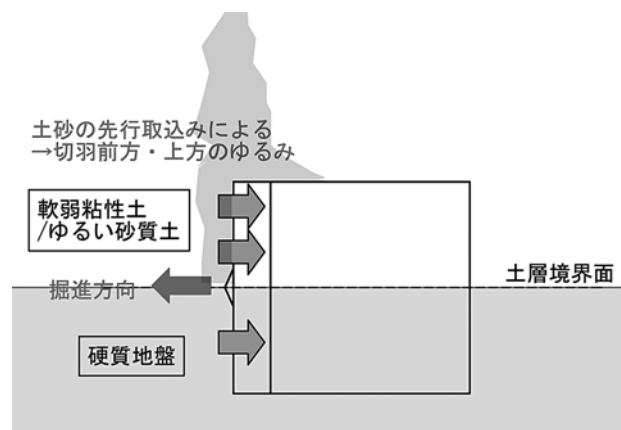


図-1 土層境界面の掘削による地山のゆるみ

合った掘進速度が維持できない。このような状況では砂質土・軟弱粘性土の土砂の先行取り込みが発生する。また、砂質土では透水性がよく流砂現象が生じ、軟弱粘性土では自立性が小さくなり切羽前方、上部にゆるみが生じ、土砂の崩壊の懸念がある（図-1）。

(2) 掘進機の蛇行

掘進機（先導体）は、軟弱土と硬質土、粘性土と砂礫土等の硬さに差がある互層地盤の境界部に遭遇すると、軟らかい土質の方に変位することがある。

具体的には、

- ① 礫・粗石・巨石の接触
- ② 岩盤等の硬質地盤と軟弱地盤の境界が傾斜している場合の掘進機の岩盤面へのせり上げ（図-2）
- ③ 硬質土から軟弱土に掘進した場合の掘進機の沈降（図-3）等が挙げられる。

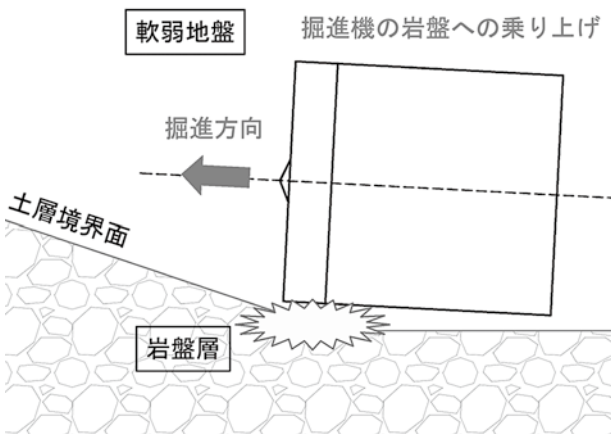


図-2 土層境界面掘削による掘進機乗り上げ

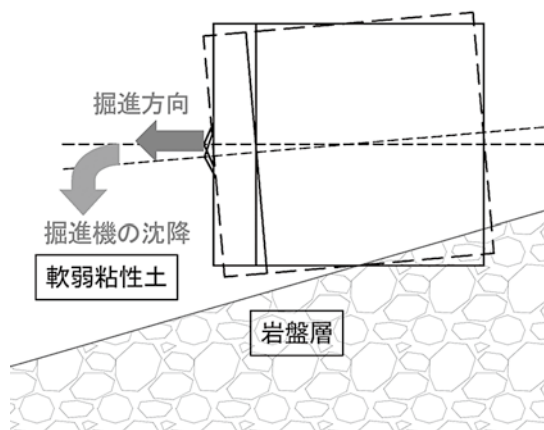


図-3 土層境界面掘削による掘進機沈降

2.2 土質と互層対応の基本的な考え方

詳細設計を行うにあたって行う調査・確認事項は大きく以下の3つに区分される。

- ① 必要性能（断面・勾配・土被り・接続先情報）
- ② 現況調査（既存書類、台帳、周辺環境、法令等）
- ③ 詳細調査（測量、土質、試掘、探査）

このうち、①②については上位計画、地下埋設物資料、各企業が有する管理資料により概ね把握することが可能である。一方、③に含まれる土質調査では、調査地点ピンポイントの状況は把握可能であるが、掘進区間全体の土層の分布、位置、性状の変化は前後の土質調査結果または地上の地形状況をもとに推定することとなる。トンネル標準示方書「シールド工法編」では土質調査は200m間隔で行うことが多いとされているが、起伏の変化に富む地形では、土層境の変化を把握するため、より細かいピッチでの調査また表面波探査調査が必要となる。

3 互層が判明した場合の推進工法を前提とした設計の考え方

互層地盤内に敷設することが明らかとなった場合は、施工途中における掘進停止の回避および掘進精度確保、必要工期把握等の視点から以下の考え方に基づいて検討する。

(1) 厳しい土質条件を優先し、工法を検討する

厳しい条件の傾向としては、中硬岩>玉石混り砂礫>砂質土>粘性土の順となる。

(2) 延長比率の高い土質を優先して工法を検討する

ただし、選定した工法で掘進困難な土質区間においては補助工法の併用、添加材や泥水性状の調整の検討を行う。

(3) 土質特性の影響を軽減する補助工法を検討する

以下のような互層を掘進する場合は、土質特性の差異による影響軽減を図るため、地盤改良等の補助工法を検討する。

- ① 玉石、転石の遭遇が見込まれる粘性土、砂質土（玉石、転石の移動性の軽減）
- ② 岩盤層との普通土（軟弱土）の互層（土層間の強度差軽減）