

総論

推進工法の設計・施工の要素 「土被り」の計画設計・施工の留意点

たけうち としひろ
竹内 俊博(公社)日本推進技術協会
調査部長

1 はじめに

私達の生活圏には、下水道、水道、ガス、電力、通信等のライフラインがあり、その多くは地中に管きよとして埋設され、これらの埋設に推進工法が多く用いられている。この推進工法による工事の計画設計をするには、地盤性状や地下水等の自然条件と、工法や掘進距離、線形、土被り等の施工条件から管種、施工設備、補助工法等を検討する。

本稿では、施工条件の一つである「土被り」について考えてみる。

「土被り」とは、地中に埋設されている管きよ等の構造物の上端から地表面までの深さをいうが、この土被りは、大土被りあるいは小土被りの場合がある。それぞれの定義はというと、特に定められたものはないが、推進工事を施工する上では、トラブル発生リスクがある土被りについて、「大」を付けたり「小」を付けたりする。以下に、大土被り、小土被りでの計画設計や施工する上での課題を挙げ、注意点や留意点について記述する。

2 大土被り・小土被りでの課題

土被りは、大きいあるいは小さい場合に、掘進対象地盤性状や地下水位、周辺埋設物等々によって、様々な注意点や留意点がある。

(社)日本下水道協会「下水道推進工法の指針と解説 2010年版」(現(公社)日本下水道協会)には、大土被りについて「土被りが深くなり、推進管に作用する地下水圧が推進管継手部における耐水圧の限度を超えるような場合は、別途考慮する必要がある」「高水圧条件下の施工においては、掘進機及び推進管の耐圧性、チャンバ内圧力の保持等高水圧に対して検討しなければならない技術的課題があり、工事条件に適合した設計・計画及び施工を行わなければならない」。

小土被りについては「推進工法における必要な最小土被りは、掘削断面、土質条件、周辺の構造物や埋設物及び施工方法を考慮して、十分なものとしなければならない」「一般に推進管の深さは立坑築造、湧水処理、作業性、将来の維持管理等から浅い方がよいが、安全な施工のためには、種々の条件を考慮して、十分な土被りを取らなければならない。必要な最小土被りは、一般に1.0~1.5D(Dは推進管の外径)とされているが、1.5m以上は必要である。なお、小口径管の土被りは、1.0m以上必要である」また「小土被り条件下の施工においては、切羽からの逸泥や噴発のおそれがある。したがって、施工にあたっては適正な切羽管理を行わなければならない」「各工法によりチャンバ内圧力の変動要因が異なるので、それぞれに応じた適切な方法で圧力変動をできるだけ小さくすることが重要である。圧力変動による過剰圧力を土被り厚さ分の土重量で支えると

し、最大変動幅が $\pm 29\text{kN/m}^2$ 程度とすると、最小土被りは1.5m程度とすることが望ましい。また、滑材や裏込め注入材が地上に噴出するのを防止するために、注入圧や注入量の管理を適確に行う必要がある」と記載されている。

大・小土被りの計画設計・施工上の課題を列挙すると、

【大土被り】

- ①掘進機の止水性能
- ②管材の止水性能および外圧強さ
- ③発進坑口の止水性能等
- ④到達時の掘進機回収等
- ⑤バックキングへの対応
- ⑥鏡切り時の鏡面安定

【小土被り】

- ①既設構造物等の影響や支障
 - ②掘進時の切羽管理
 - ③支圧壁支持力の検討
 - ④テールボイドの維持
 - ⑤管材の外圧強さ
- 等である。

以下に、トラブル発生リスクがある大・小土被りについての課題とその注意点、留意点について考察する。

3 大土被りの課題とその注意点、留意点

土被りが大きくなれば、これに伴い地下水圧も大きくなり、また、掘進対象地盤周囲の土質がおぼれ谷のような軟弱土であれば推進管への外圧も増えて、種々のリスクによるトラブルが考えられる。

3.1 掘進機の止水性能

掘進機には、方向制御するための中折れ部やカッタヘッドを回転させる駆動部があり（図-1）、高水圧下において、地下水や土砂の流入が懸念される。よって各部分に使用されている、シールの止水性能を機械メーカー等に確認して使用を検討する必要がある。また、中折れ部について、特に急曲線施工の場合には大きく折れ曲がるため、図-2のようにシール部が球面加工されていることが望ましい。

また、掘進方式によって排土方式が異なるため、高

水圧下の施工では留意しなければならないことがある。泥水式では、流体輸送で排土するため、切羽およびチャンバ内は完全密封状態になるが、土圧式では、チャンバ内およびスクリュコンベア内の掘削土砂が、添加材等の不備で塑性流動化できていない場合には、排土口から噴発するので注意が必要である。排土口にあるスライドゲートでは、完全密封はできないので、掘削土砂を確実に塑性流動化させ、スクリュコンベア内にサンドプラグゾーンを造ることが肝要である。泥濃式では、ピンチ弁が開いた状態では切羽と機内がつながり、切羽が開放状態になる。泥土化された掘削土砂には流動性があるため、ピンチ弁一つの掘進作業ではリスクが高いため、ピンチ弁二つの掘進作業を推奨する。また、ピンチ弁の故障等も考えられるので、排土口には緊急ゲートが必要である。

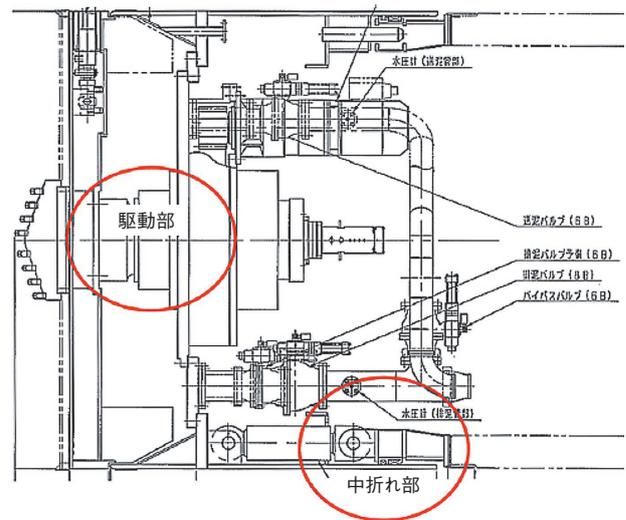


図-1 掘進機断面⁴⁾

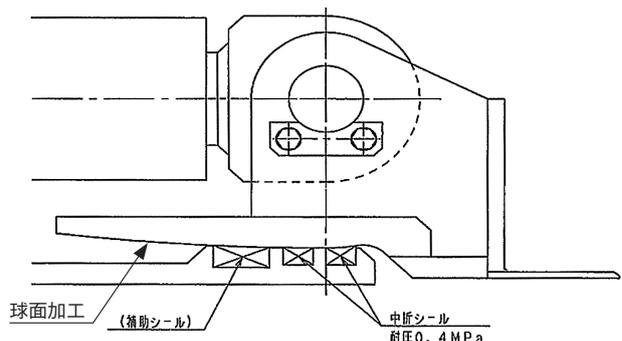


図-2 球面加工した中折れ構造⁴⁾