

総

論

小土被りと近接施工

小土被りと近接施工の留意点

にしだ ひろはる
西田 広治

(公社)日本推進技術協会
技術委員会講座部会長



1 はじめに

推進工法は、開発当初（昭和23年～20年代後半）はガスや水道を軌道下を横断して敷設する際のさや管として用いられていたが、方向制御技術の開発（昭和29年）と共に下水道本管の敷設に本格的に用いられるようになった。我が国の下水道は自然流下が基本であり、管路口径とともに敷設勾配が重要な設計要素になっているが、この敷設勾配の精度要求に、推進工法が応えられるようになったことが大きいといえる。その後は、下水道整備五(七)箇年計画に呼応して発展、その間にさまざまな技術開発が進められ、今や都市におけるライフライン整備に欠かせない管路敷設工法となっている。

一方、下水道管路の大部分は開削工法で敷設されており、推進工法は、埋設位置がある程度深くなり（2.5m以上が目安）、開削工法と比較して工事費が経済的となるような場合に用いられることが多い。また、推進工法における必要な最小土被りは、一般に1.0～1.5D（D：管外径）とされている。

しかしながら、近年はこれよりも浅い場合にも、推進工法が採用される事例

が増えてきている。この要因としては、前述の自然流下の基本設計では上流部管路の土被りが必然的に小さくなること、また、推進工法で設計された一連の管路幹線で、地形条件（地盤の高低差）によって、途中で土被りの小さい区間ができること等があげられる。

また前記の要因以外にも、都市の地下に輻輳して埋設されているガス、水道、電力、通信等のライフラインや近接構造物による制約条件、また、地上（道路）交通の確保や周辺環境への影響、経済活動に伴うコスト等を総合的にみた場合に、推進工法の優位性が評価されたことが大きいのではないかと考える。

ただし、小土被りや近接施工は、重大なトラブルにつながるリスクを含んでおり、事前検討を十分に行い相当の注意を持って施工にあたらないと認識しておかなければならない。

本号では、さまざまな小土被り、近接施工における有用な事例が紹介されている。これらの施工事例が好結果を残しているのは、計画から実施工の各段階で、工事に関わる方々が、難易度の高い工事であることを十分に認識し、

事前にリスク要素を洗い出し、考える対策を練って対応されたこと、また推進施工期間中の施工管理についても、通常の推進工法以上の注意を持って臨まれたことが大きいと考える。

このようなことを念頭に置き、小土被りと近接施工における留意点について記す。

2 小土被り、近接施工とは

2.1 小土被りとは

推進工法における土被りについて、(財)日本下水道協会（現公益社団法人）「下水道推進工法の指針と解説2010年版」（以下、「指針と解説」）には、次のように示されている。

- ①推進工法における最小土被りは、管外径、土質条件、周辺構造物や埋設物およ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。（第1編 §12）
- ②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が生じるおそれがある。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。（第2編 §54）

具体的な最小土被りについては、想定される土の緩み高さを考慮して、ま

た、チャンバ内圧力の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て、1.0～1.5D程度以上とすることが望ましい、と記されている。

2.2 近接施工とは

本稿に記す近接施工とは、掘進中（または掘進完了後）の周辺地盤の挙動により近接する既設構造物に影響を与え、既設構造物の機能や構造に支障が生じるおそれがある場合と考える。

近接施工に関する事項については、前記「指針と解説」に、次のように示されている。

①推進管から構造物までの離隔距離は、施工方法、掘削断面、土質条件、地下埋設物、周辺構造物の種類等を考慮して、その管理者と協議を行い、十分安全な距離としなければならない。（第1編 §13）

②既設構造物に近接して施工する場合は、管理者と十分協議のうえ、必要に応じて防護対策を施さなければならない。また、施工時には計測管理を行い、既設構造物への影響を監視しなければならない。（第5編 §16）

具体的な実施策としては、十分な事前調査、適切な影響予測、防護対策および計測管理を行うことがあげられている。

3 小土被りと近接施工

小土被り施工における留意点を以下に記す。

3.1 掘削対象および上層地盤の把握

砂質地盤では、均等係数、透水係数、地下水位等を把握する。地下水位については、季節による変動の有無についても調査しなければならない。例えば、冬期における、道路の融雪のための地下水汲み上げで水位が大きく低下し、掘削対象地盤が無水状態となっている地域がある。施工に際してはこのような情報を十分に把握して検討を進めな

ければならない。

また、推進工法は開削工法に比べて、液状化に対する抵抗力があるともいわれているが、液状化の判定を行う場合は、前記条件の他にも対象土層の塑性指数： I_p 、細粒分含有率： F_c 、平均粒径 D_{50} および10%粒径 D_{10} の各土質試験データが必要となる。

3.2 支障物の確認

小土被り部では開削施工による残置物や旧建造物の基礎、また、古い道路などでは埋め戻し部に予測できない支障物等が存在する可能性についても留意しなければならない。

地上から比較的容易に撤去できる場合は、撤去後の地盤の養生（補強）を適切に行えば、周辺環境や掘進自体に与える影響をある程度小さくすることができる。しかしながら、地上からの対策がとれないときは、掘進作業の再開が困難になる場合もあり、多大な損失を招くことになる。したがって、計画段階において、支障物の事前調査を十分に実施することが必要である。

（支障物の事前調査については近接施工に記す。）

3.3 掘進機の検討

泥土圧式や泥濃式は、添加材と掘削土砂が攪拌混合された泥土で切羽面を抑えるために、掘進機の面板構造は比較的自由に設計できる。これに対して泥水式は、泥水の比重と粘性で切羽の土水圧に対抗するため、面板構造を十分に検討する必要がある。

泥水式による施工で、無水層あるいは帯水砂層でもある程度地盤が自立している場合は、面板による機械的な抑えが期待できるが、均等係数が小さい帯水地盤では、掘進停止中にカッタチャンバ内に切羽面の土砂が流入してくることが考えられる。よって、開口率を適切に設定するとともに、スリット閉塞装置の設置を検討する必要がある。

なお、砂礫地盤では、カッタチャンバ内の礫破碎コーン部に意識的に掘削土砂を貯めて、土圧的な掘進方法を用いることにより比較的安定した掘進が実施できた事例がある。

3.4 支圧壁反力の検討

小土被りの場合は、支圧壁の設置位置が浅くなるため、支圧壁反力が小さくなる。したがって、必要な総推進力に対する支圧壁反力の検討を行い、不足する場合は、地盤改良等により背面地山の支持力を補強し、十分な支圧壁反力を確保しなければならない。それでも不足する場合は、中押工法の採用を検討する必要がある。

また支圧壁については、掘進中に変位が発生していないかを確認しなければならない。支圧壁が変位すると、立坑の鋼矢板、切梁、底盤等にも変位が及び、測量基準点にも影響が出るおそれがある。推進工法では、立坑基準点の変位量が先端の掘進機位置では数十から百倍以上の誤差として計測されることになるため、変位有無の確認は日々の重要な管理項目となる。

3.5 切羽圧力の管理

小土被り施工では、土被り荷重が小さいため、切羽圧力の管理幅が小さくなる。したがってカッタチャンバ内圧力のわずかな管理誤差が、切羽に大きな影響を与えることになる。

カッタチャンバ内圧力の変動要因は、各工法により異なるので、それぞれの工法に応じた適切な方法で圧力変動を小さくすることが重要である。

泥水式では、逸泥があるとカッタチャンバ内圧力の保持が困難になるため泥水の比重・粘性を高くしなければならない。それでも逸泥が大きいときには、適切な逸泥防止剤の使用や十分な能力を持った作泥設備を設置する等の対策を検討する。また、礫地盤等で排泥ラインの閉塞が発生したときはカッタチャ