

解説

施工事例から学ぶ 泥土圧式推進工法

くろだ ゆきひろ
黒田 幸宏
大豊建設(株)
土木技術部

1 はじめに

近年めざましい発展を遂げている密閉型推進工法は、掘進管理や測量技術の進歩ばかりでなく、掘進機本体、曲線造成装置、推進管、滑材など推進工に係わるものすべてが日々進化している。これは長距離化や急曲線化、大断面化または小土被り施工や大深度（高水圧下での）施工など、厳しい施工条件の要求によるものと考えられる。また、本来であれば開削工法で施工が行われるところ、交通事情や沿線住民の生活に配慮して推進工法を採用する例も多い。

適用土質についても、普通土と呼ばれている粘性土、シルト、砂質土のほか砂礫土、玉石混り土、硬質土など幅広い土質に対応できるようになっている。

本稿は、厳しい条件にも対応可能な密閉型推進工法のひとつである土圧式推進工法のうち、適用範囲の広い泥土圧式推進工法について、施工事例をもとに、基本的事項を記載しながら解説するものである。

2 泥土圧式推進の施工事例

本稿は、茨城県の農道整備事業の一環として、盛土区間の国道6号直下にボックスカルバート（以下、C-Box）を泥土圧式推進工法で施工する工事を例に解説する。施工するC-Boxは、施工完了後は車両が通

行する道路となり、外寸は、 $\square 5,000 \times 6,300$ mmの大断面で、土被りは約1.6m（ $1.6\text{m}/6.3\text{m} = 0.25D$ ）と極めて厳しい条件下での施工である。C-Boxが横断する国道が盛土区間のため、ほぼ無水層での掘削であり、また土被りが1.6mと非常に小さいことから、地下埋設物との離隔が取れず、パイプルーフ等による路面の防護もできない状況であった。国道6号は交通量の多い道路であることから、通行車両の安全な走行が求められ、推進工は昼間のみの施工であった。施工事例は円形管でなく矩形であるが、泥土圧式推進工法の基本的な考え方は同じである。

2.1 泥土圧式推進工法が選定された理由

3工法ある密閉型推進工法のうち、泥濃式は、中口径の長距離施工や急曲線施工に適した工法で、推進延長32mの大断面短距離施工には適さない。泥水式は、盛土区間における小土被りの無水掘削であることから、泥水の噴発や逸泥が起りやすいため不向きである。これより他の推進工法と比べ、小土被りでの切羽の安定に優れていること、線形が直線で推進延長が短かったことから泥土圧式推進工法が有利となり採用された。

泥土圧式推進工法で施工する場合、掘進管理の基本となるのは、泥土加圧推進工法における切羽安定理論である。まず、工法原理と適用土質について、簡単に整理する。

工法原理は、図-1に示すように「掘進機のカッタに

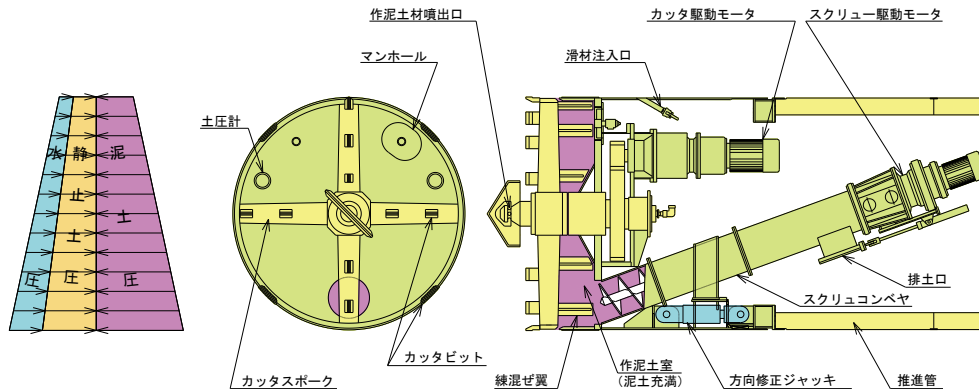


図-1 泥土加压推進工法原理図¹⁾

より切削された土砂に作泥土材（添加材）を注入して練混ぜ翼（攪拌翼）により、不透水性と塑性流動性を持つ泥土に変換し、これを作泥土室（カッタチャンバ）内とスクリュコンベヤ内に充填させる。この泥土を元押しジャッキまたは中押しジャッキの推進力により加压し泥土圧を発生させることで、切羽に作用する土圧と地下水圧に対抗し、「掘進機の掘進量と排土量のバランスを図りながら掘進する工法」である。

適用土質については、以下のように分類¹⁾している。

- ①普通土（A）：礫径20mm未満
- ②砂礫土（B）：礫径20mm以上。ただし、最大礫径は掘進機外径の20%未満かつ500mm以下。礫率80%を超える場合は、別途検討が必要
- ③硬質土：N値10以上で一軸圧縮強度5MN/m²以下

2.2 掘進機の選定

泥土圧式推進の切羽安定の原理では、掘削と同時に地山を泥土で支保するため地盤変状を最小限に抑制できるが、断面の大きさと比べて、土被りが1.6mと余りにも小さい本施工事例では、沈下対策として、掘進機の構造を上段と下段に前後500mmの段差を付ける構造、すなわち掘削ベンチを設けることで、沈下の低減を図った。これは、切羽の受け持ち範囲を狭くすることで沈下を抑制する方法である。また、掘進機天端部の緩み抑制として、オーバカットを限界に近い15mmにした。オーバカットを小さくすれば地山の緩みを抑えることができるが、その反面、推進力が大きくなる可能性があることから、滑材の注入管理が重要となる。

その他、掘削カッタは多軸自転・公転掘削機構を有した偏心カッタ（上段2基、下段1基）、下段にはサイドカッタを配置してコーナ部も掘削可能とし、未掘削部分を少なくすることで推進力低減効果を図り、路面変状を抑制できるようにした。掘進機組立全景を写真-1に示す。



写真-1 掘進機組立全景²⁾

推進工法の場合、掘進機は損料扱いなので既存の掘進機をリースすることになるが、現場条件に最適な掘進機の選定が重要である。本稿で紹介する施工事例では、あらたに矩形掘進機を製作することになったので現場条件に合わせた掘進機の製作ができた。

2.3 掘進時の土圧管理方法

管理土圧は、切羽の安定および地盤変状を最小限とするために適切に設定する必要がある。

切羽の泥土圧が地山の土水圧に対して過小となると、地下水や土砂を呼び込んで取込み過多となり、周辺地山の緩みや地表面沈下が発生するとともに、切羽崩壊