

解説 きほんのき

推進管理の基本「泥濃式推進工法」 排土状況をリアルタイムで目視

もりた とも
森田 智

㈱アルファビルエンジニアリング
技術部技術統括課長 博士(工学)



1 はじめに

非開削工法の一つである推進工法は、1960年代半ばより下水道工事を中心として地下インフラの市場拡大と共に需要が増加し、現在では周辺環境への配慮や地盤の安定性を重視した地下埋設管の施工技術として標準化されている。泥濃式推進工法は1980年代に入って採用が開始され始め、標準機による玉石混り地盤の取込型工法として活用されてきた。この工法特有の安定したテールボイド性状により低推進力に伴う長距離施工が可能なことおよび急曲線施工が可能なことから施工実績が増加し、2010年度実績では大中小口径管推進工法のうち、59%程度のシェア¹⁾を占めるまでになっている。

しかし最近では、①輻輳する地下埋設物や都市形成の成熟化の中で、推進管の埋設位置ならびに推進作業ヤードの確保が困難となることによる、推進管路の長距離化・急曲線化・立坑の小規模化の促進②立坑周辺住民への配慮から騒音・振動等の影響低減や産廃処分量の低減③地方都市の複層地盤や透水性地盤への対応④それらの厳しい施工条件の中においても安全に対する重要

性は益々増加の一途となっている。そのような要求の中、専門業者は限られた施工金額の中で薄氷を踏む思いで施工を行っているのが実状である。

そのような状況であるが故に、推進工事においては、推進管の破損・推進停止等のトラブルや事故の発生は少なからず発生しており、結果的に発注者の意向を満たすことができないケースも存在している。これらは①使用する高濃度泥水材および滑材が適正に使用されていなかった②過小な推進設備および掘進機によって施工された③検討時と異なる地盤条件や地下水条件であった等、計画段階と実施工での状況の変化あるいは原価コストの低減の観点から発生していることが想定される。

本稿では、「基本への立ち返り」を目的として、「泥濃式推進工法の基本」を改めて記載するとともに、施工管理内容および品質管理内容について述べる。

2 基本の施工管理

2.1 泥濃式推進工法とは

泥濃式推進工法は、掘進機前方の切羽部（切羽と隔壁間のカッタチャンバ内）を高濃度泥水と掘削土砂とを攪

拌混合した流動性の高い半塑性流動体（泥土）で満たし、切羽面に作用する土圧および地下水圧に見合う圧力を保持することで切羽の安定を図る工法である²⁾。泥土は掘進機内の大口径排土バルブの開閉により間欠的に掘進機内貯泥槽に排出され、地上に設置した吸泥排土装置の真空力により坑外へ搬出される。なお、排土管を通過しない礫（概ねφ70mm以上）は掘進機内で切羽作業員により分級され、人力で坑外に搬出される。図-1に泥濃式推進工法概念図を示す。

特長としては、25mm程度のオーバーカットとテールボイド部に充填される二液性固結型滑材により管周面摩擦力の低減が可能で、長距離・曲線推進に適用しやすい等という長所と、礫搬出が人力となること等の短所が一般的に挙げられているが、複合した地盤が多い日本国土においては特に、掘進機内で排土状況がリアルタイムに目視可能であるという点が最も特長的である。

この大きな排土バルブを有する排土システムは、切羽閉塞解除等のための作業時においては掘進機内の作業員が危険に晒されるという意見もあるが、隔壁部切羽ゲートの開閉により安全性は

確保されており、掘削土質の変化がいち早く確認でき、早期の対策（高濃度泥水配合・注入量の変更）が実施可能となるため、施工管理においては非常に重要な意味を持っている。排土状況は、遠隔操作方式の掘進機（(公社)日本推進技術協会・大中口径管推進工法・泥濃式推進工法編2013年改訂版より人員配置記載³⁾）の採用により、立坑内や坑外に設置される遠隔操作盤において複数の管理者で切羽および排土性状の確認が可能となっており、安全かつ迅速な対応を図ることができる。

一般的に泥濃式推進工法は泥水式推進工法や土圧式（泥土圧式）推進工法と比較して、管路の品質にオペレータの経験や技量が影響しやすい工法とも言える。それは、切羽管理（排土バルブ操作・送泥配合および注入量の指示および調整）およびテールボイド管理（推進力管理）において個人の性格や熟練度に左右されるためである。以下、現場において確認すべき基本的な管理内容について示す。

2.2 切羽管理

密閉型推進工法において、周辺地盤への影響を軽減する上で掘進時の切羽安定を図ることが最も重要な要素と考え

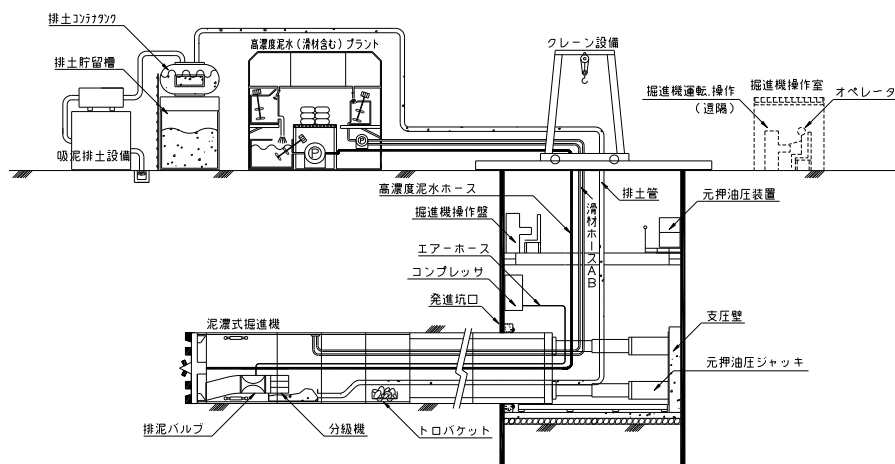


図-1 泥濃式推進工法概念図

られる。泥濃式推進工法では、カッタチャンバ内の泥土を排土バルブの開閉により間欠的に排出するため、切羽圧力が多少変動するが、以下の切羽圧力の管理範囲内に設定する²⁾ことで、周辺地山への影響を軽減しながら施工を行うことになる。図-2に岩盤等の自立性硬質土地盤を除いた沖積地盤における泥濃式推進工法の切羽圧力管理方法について示す。

【下限保持圧力】

$$\text{地下水压} + 20\text{kN/m}^2$$

【上限保持圧力】

$$\text{地下水压} + 50 \sim 60\text{kN/m}^2$$

切羽圧力は、掘進機前面に設置した土圧計（液圧計）により検出されるが、その計測位置は中口径管推進では、掘進機のほぼ中央断面の左右に位置している。写真-1に掘進機前面写真（参考）を示す。そのため、土圧計により正常な切羽圧力を検知していても、切羽性状が悪く、土砂成分が分離沈降している場合には、排泥バルブを含む排土ラインの上部は高含水土砂となり、排土ライン内上下で排泥速度にズレが生じることがある。そのような状態では、細粒分主体の低比重高含水の排泥である上部断面の土砂のみをその

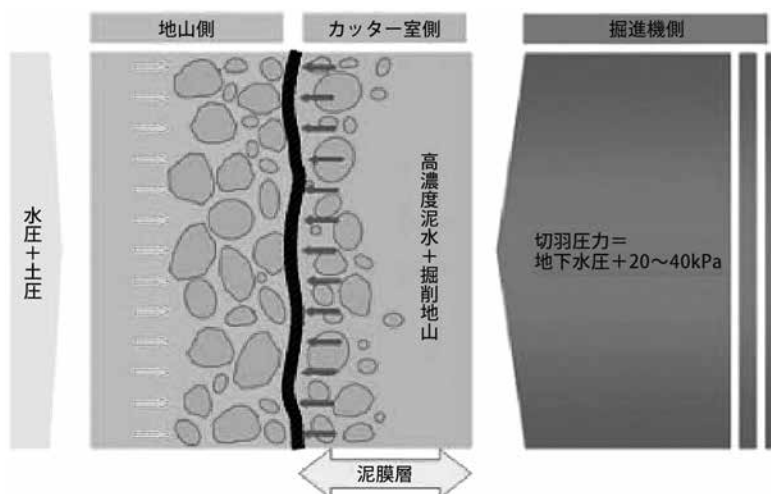


図-2 泥濃式推進工法における切羽圧力の管理

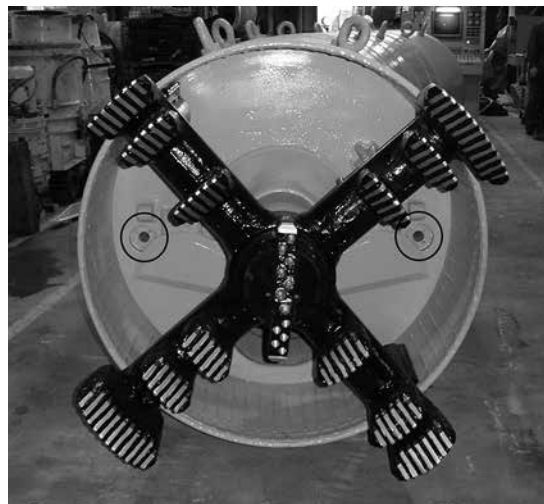


写真-1 泥濃式推進工法掘進機前面写真（参考）【○部：土圧計】