

解説

きほんのき

掘進管理の基本「泥水式推進工法」



よしだ けいそう
吉田 桂三

機動建設工業(株)
土木本部技術課課長

1 はじめに

私は常々、現場で推進工事の技術者に求められる管理事項は無数にあるのではないかと感じています。推進工事を設計・計画する際には当然ながら事前に隣接する各企業体との埋設協議、ボーリングによる事前土質調査等を行います。しかしながら、推進工事を施工するための調査に十分過ぎるということはありません。特に事前土質調査ではスポット的な調査を行うことが多く、設計根拠（土質条件等）を導きだすために行っているという感は否めません。経験のある技術者であれば、掘進中の土質変化が大なり小なり頻繁に起こっていることは理解しているはずですが、地中に何が埋まっているかは掘進してみなければ分かりません。強いて言えば、隔壁を持った機械推進では掘進しても実際のところは分からないのです。

そういった環境の中で「安全管理」「現場施工・工程管理」「品質管理」が推進工事の管理技術者には当たり前のように求められます。

推進工事を施工するうえで検討すべきことは数多くありますが、推進管路周辺の「地表面・埋設物への影響」を第

一に考えるのは管理技術者として当たり前のことです。如何に良い仕事をしても事故が起きては元も子もありません。そういった事態にならないように管理することが推進技術者に求められます。しかしながら文字で書くのは簡単ですが容易なことではありません。重複しますが、地中内の事象は目に見えて分かることができないのです。ならば何を根拠に判断するかと言えば掘進を行う過程（掘削土砂、泥水、流量、各種圧力計、機器表示計、推進力等々）において総合判断するしかありません。

推進工事の計算書は経験式であると言われます。私もその意見には賛成です。何故ならば計算式は必ずしも「正」とは言えません。それは、似た条件はあっても全てが同じ条件で施工することが無いからとも言えます。また、推進技術の進歩に計算書が適合していないとも言えます。しかし、掘進管理するうえでは計算書は実施工と比較するための基準となります。

掘進管理の基本「泥水式」として、切羽圧力管理・泥水管理・掘削土量管理について解説するうえで、指針や計画書に書かれている同じ文面を並べるだけでは計算書と同じく基準になるだけ

だと思い、今回はある程度私の主観や現場での経験も踏まえて解説してみたいと思います。熟練した技術者の方々には意に沿わない部分もあるかもしれませんが、ご参考としていただけたらと思います。

2 切羽圧力管理 （土質別の切羽圧力設定）

「泥水式」において切羽圧力とは掘削の過程において最も重要とされる項目です。掘進機隔壁部で密閉されたチャンバ内に環流により泥水圧力を発生させます。そして土圧および自然水圧に対抗します。また、泥水に含まれるコロイド分が切羽面に不透水性の泥水膜（マッドフィルム）を形成して目詰効果となり、地山のせん断抵抗を作用させることで切羽の安定を図ることができます。

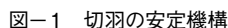
泥水加圧の強さの目安は自然水圧＋ $9.8 \sim 19.6 \text{ kN/m}^2$ ($0.1 \sim 0.2 \text{ kg/cm}^2$)とします。適正泥水圧力を一定に保持して、掘進機を押し進めながら掘進機面板を回転します。チャンバ内で土砂と泥水の混合攪拌を繰り返しながら坑外へ流体輸送を連続的に行い、泥水プラントで土砂と分離した泥水を再び循環泥

これが基本となる泥水の切羽保持機構です。「泥水式」の技術者であれば誰でも理解している基本的な項目です。

何が言いたいかと言えば、「泥水式」の切羽圧力管理は、掘進中に自然水圧に対抗する一定圧力を保持していれば良いという考えを私は持っていません。切羽圧力は循環泥水ポンプの機械的操作（回転数）で高くすることもできれば低くもできます。また、元押ジャッキスピードによってもある程度の切羽圧力保持は可能です。

崩壊性が高い砂層や面板開口率が大きい掘進機では、流量が多いか少ないかで取込土量は変化します。流体計算のうえでは沈殿限界流速を基準として掘進を行うことが基本となっていますが、掘進中の取込土量が多ければ流量を調整するか泥水を調整するべきです。確かに多少の取込過多であれば、滑材等の一次注入で補填することが可能であり、目に見える影響は少ないものです。しかしながら管路周部の地山を緩めることは、後々の推進抵抗力増加の原因になるものだと考えます。

適正な推進速度で掘進することが取込量に大きく影響します。特に砂質・シルト層・軟弱粘土層では掘進中に切



このように泥水式掘進機においては、切羽圧力管理という観点から面板開口率が重要になります。基本的な考えは

切羽圧力管理というテーマから少し脱線してしまいました。今回のテーマである土質別の切羽圧力設定という項目に戻りたいと思います。

粘土地盤であっても一概に不透水層であるとは言い切れませんが、基本的には切羽面は自立した地盤です。自立した地盤ではカットで切削した土砂のみが取込まれます。したがって切羽圧力を高めに設定すれば切削抵抗値は高くなり切羽面の地山も圧密されます。また同時に取込不良となり面板閉塞も懸念されます。面板閉塞気味に掘進すれば適正な掘削余掘りが確保できず推進抵抗力の上昇にも繋がります。切羽圧