

解説

施工事例から見る 泥土圧推進工法の特徴

えのきばやし ゆきのり
榎林 幸憲
南野建設(株)
東京支店副支店長

1 はじめに

初めて刃口式推進工法が採用されて以来70有余年が経過した。

開放型である刃口式推進工法における切羽崩壊というリスクを解消するために密閉型の推進工法が開発され、最初の刃口式推進工法から16年後には泥水式推進工法の採用、その12年後に土圧式推進工法が東京都葛飾区で採用された。この時、泥土加压推進工法(掘削外径2440mm推進延長160m)として施工されたが、掘削土砂を攪拌混練りした泥土の圧力で切羽土圧と水圧にバランスさせるという、いたってシンプルな切羽安定理論のもと広範囲な土質に対応可能な工法として開発され大口径に多く採用されてきた。

この間、要求されるニーズの難易度の高まりに伴い周辺技術の改良、開発が継続的になされ、超長距離、急曲線への対応と、対応土質も高地下水圧、軟弱土から岩盤にいたるまで広範囲に対応が可能となっている。

ここでは土圧式推進工法の概要と施工事例の紹介から土圧式推進工法の基本的要素について説明する。

2 土圧式推進工法について

2.1 排土方式の比較と切羽の安定原理

大口径管推進工法の密閉型推進工法は泥水式、

土圧式、泥濃式に分類されている。それぞれ掘削排土方式に特徴がありその方式の違いは、泥水式は流体輸送での連続排土、土圧式はスクリュコンベヤからトロバケツトまたは圧送ポンプによる直接排土、泥濃式はピンチバルブを介しての吸引排土による直接排土となっている(図-1)。

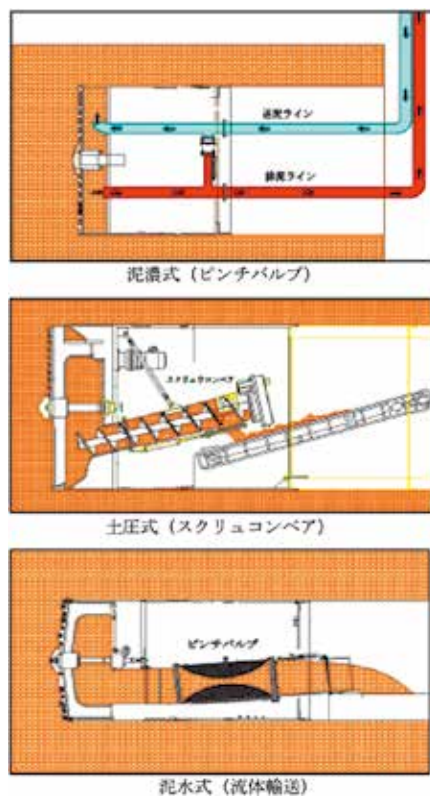


図-1 排土方式の比較

土圧式掘進機は、スクリュコンベヤを装備している点が他の工法との大きな違いとなっている。

切羽の安定原理は、掘進機前部が隔壁で密閉された土圧式掘進機のカッタチャンバ内に掘削土砂あるいは掘削土砂と添加材の攪拌混練り土砂(泥土)を充満させ、充満させた土砂の圧力を切羽の土圧および地下水圧に見合う圧力に保持することにより切羽の安定を図る。また、カッタヘッドの回転により掘削した土砂をスクリュコンベヤの回転を制御することで排土量を調整しながら、立坑に設けた元押ジャッキの推進力により推進管を推進、埋設する工法である。掘削土砂の搬出は、トロバケットまたは圧送ポンプにより行う(図-2)。

2.2 土圧式推進工法の分類

土圧式推進工法は、前述のとおり泥土の圧力を切羽に有効に作用させるために掘削土砂は塑性流動化した状態でなければならない。一般に地山のシルト、粘土の含有量が30%以上の場合は掘削土砂の攪拌で塑性流動化が図れるが、30%未満の場合は不足分を補うために添加材を注入し塑性流動化を促進させる。

この時の添加剤の注入の有無により土圧式推進工法を分類している。すなわち添加剤を使用する場合を「泥土圧式」、使用しない場合を「土圧式」として分類している。

泥土圧式掘進機の場合、掘削土と添加剤がしっかり攪拌混練りされることが重要であり、これをより短時間で行うためにカッタの裏に攪拌翼を取り付ける(図-2)。添加剤注入の有無に加えて、このような装置を有した掘進機を、土圧式に比して泥土圧式と呼称する。

3 土圧式推進工法の特徴

土圧式推進工法は、先に述べた通りカッタチャンバ内の加圧された泥土圧により切羽の土圧および水圧に抵抗するものである。この泥土はスクリュコンベヤにより排土されるが、この排土量を調整することで泥土圧を保持するところに他工法との大きな違いがある。すなわちスク

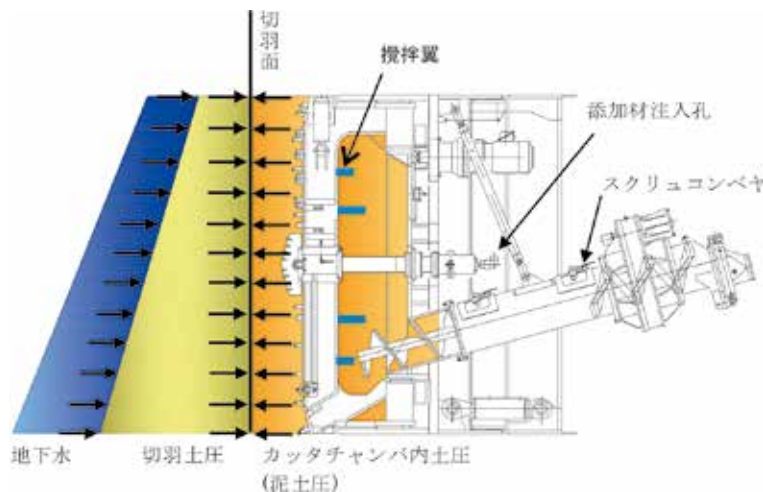


図-2 切羽の安定原理

リュコンベヤの回転数を上げることで排土量は増しカッタチャンバ内の泥土圧を下げる。泥土圧を上げる時はその逆の操作になる。

ただし、カッタチャンバ内で適正なカッタトルクにより攪拌混練りされた良質な泥土(塑性流動性と耐水性を有した泥土)ができることが条件である。スクリュの耐水性については月刊推進技術2015年8月号の『泥土圧式の耐水圧実証実験と地下水圧の課題について』で実験結果の報告がされている。ここではカッタトルクを低下させて泥土の流動性を増加させると(添加材注入量を増加させるなどの方法で)スクリュの圧力保持能力は期待できないとされている。

3.1 スクリュの形式

スクリュは圧力の保持能力があり、回転数を調整することが必要である。土質によりその形式を変え最適な形状のものを選択する。スクリュコンベヤの形式にはオーガタイプ、リボンタイプ、オーガ・リボン併用タイプのものがある。

(1) オーガタイプ(軸付きスクリュ)

スクリュコンベヤ内の圧力保持能力が最も良好であるが、排出できる最大礫径は軸があるために制限される(一般にスクリュケーシング内径の1/3程度)(図-3)。

(2) リボンタイプ(軸なしスクリュ)

軸がなく、中心部が空洞のためオーガタイプより大きい礫、玉石に対応できるが(一般にスクリュケーシング内径の2/3程度)、スクリュコンベヤ内の圧力保持能力が