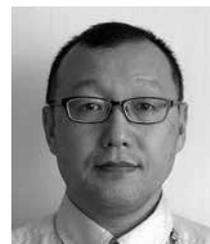


解説 土圧(泥土圧)式編

土圧(泥土圧)式掘進機の 基本知識



みやした さとし
宮下 哲
(株)前田製作所
産業機械本部技術部

最近の推進工法は掘削技術の進歩により高難度化が進み従来のシールド工法に匹敵する長距離推進、急曲線施工、巨礫層掘進等の施工実績が報告され機械の多様化が進んできております。

またそれに対し「品質の確保」「トータルコスト低減」「工期の順守」等の要求品質を達成するため、シールド機械の構造、機能が施工条件に適合しているかが重要になります。

しかし、推進工事の場合はシールド工事とは違って条件に合わせて設計製作することは少なく市場に保有する機械を使用して施工することがほとんどで対応幅の広い機械が求められています。

そんな中、多くの施工条件に対して適応能力の高いシールド工法が土圧式工法ではないかと考えます。

今回はシールド工法のベースともいえる土圧(泥土圧)式工法に焦点を絞って機械メーカーの視点からおさらいの意味も含めて説明させて頂きたいと思っております。

1 土圧式シールドの歴史

土圧式シールドは文献によると泥水式の処理プラントを必要しない工法とし

て1972年に日本において掘削した土砂を用いて切羽(切削面)と同等かそれ以上の圧力(土圧と水圧)を保持した状態で推進する工法として開発されました、また1974年に砂質地盤などでも切削土の流動化を高め切羽面に加泥材を加えた泥土圧式が開発されました。加泥材を加えることにより、ビット(土砂切削刃)摩耗の低減、切削の効率化(土砂との摩擦トルクの低減)、面板の閉塞防止効果、の相乗効果もあいまって泥土圧式工法が主流となって来ました(図-1)。

2 土圧式シールドの概要

ここで、簡単に土圧式シールドのシステムを説明させて頂きます。

まず、図1より、土圧は、シールドカッタヘッド面板、胴部鋼殻のスキンプレート部および推進管に作用しますが、土圧式シールドの「土圧」とはカッタ面板に作用する土圧に対して主動的にシールド機側から切羽面に圧力をかけることを「土圧式」として称しています。

これが泥水であれば「泥水加圧式」、加泥材を用いる土圧であれば「土圧加

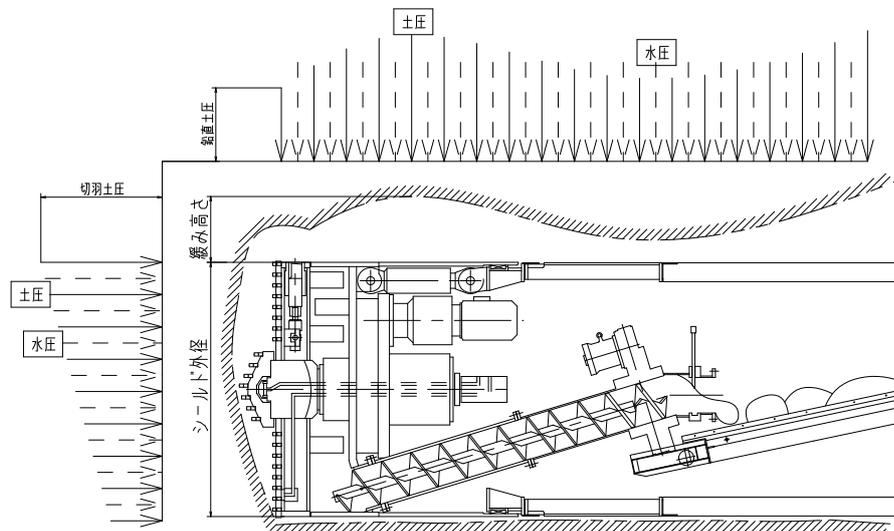


図-1

泥式」として呼ばれていました、加泥材の開発が進み、ベントナイト・粘土以外に、高分子系や、気泡系の添加材が使われるようになり、添加材注入装置を装備している土圧式を総称して「泥土圧」としています。

ここで一般的に、切羽にかかる土圧はシールド機に上載している土質によって異なり、砂質土はブリッジ効果を考慮して最大でシールド径の2倍の土圧と地下水圧がかかり、粘性土の場合は水が土の一部として抱合された土質として考えられ上載高さ分の土圧がかかります。切羽面には、砂質土・粘性土と共に側方土圧係数を乗じた値が切羽土圧

として想定します。

ただし粘土層と砂質層の複合地層の状態や断層を通過する場所や土丹層などは一般的に緩み土圧の計算を行い過去の経験や社内実績から目標土圧を設定して管理運用します。

これにより想定した土圧に打ち勝つためチャンバ内に塑性流動化した土砂を閉じ込め目標土圧以上の圧力を保持してバランスを保った状態で掘進します。

このことから、切羽面に想定緩み土圧を掛けながら掘削することができ、掘進時の緩み高さを最小限に抑えながら掘進する工法として広く採用されています(図-2)。

3 泥土圧式シールド機械概要

機械は大別して、土砂を切削するためのカッタヘッド装置と、掘削した土砂を塑性流動化するためのチャンバ部、チャンバ内圧力を保ちながら土砂を排出するための排土装置、機械に推進力を与える元押装置、シールド機の推進力のベクトル方向を制御する方向修正装置で構成されています。

3.1 機械構成部品名称と働き

(1) 添加材注入口

切羽部の切削効率を高めチャンバ内で塑性流動化を促すための、添加材注入口がカッタのセンタ部と最外周部に装備しています。

センタ部注入口はより前方から加泥材を添加する様に配置しています。これにより切削効率を高めるとともにスキンプレート面と土砂との摩擦低減の役割をします。また注入口の保護目的及びカッタのパイロット切削として、魚の尾っぽに類似したフィッシュテールビットが装備されています。形状として一般的に一文字状になっており切削してできた空隙部に加泥材を溜めて外周側に押し広げるはたらきをします。また、外周側には独立系統で配管された注入口を設けて最外周部までまんべんなく拡散する構成となっています。

また、休工中や土砂たまりなどで閉塞した場合、高圧水などを用いて解除できるように高圧配管材で製作されています(図-3)。

(2) カッタ部

カッタ本体の構造としては土砂の取り込み面積を大きくとったスポークタイプと特殊型ビットを装備した面板タイプに大別されます。スポークタイプは切削土砂をチャンバ内に取り込みやすくする目的とチャンバ内土圧と切羽土圧の均衡面積を大きくすることを目的として設計されています。面板タイプはローラビッ

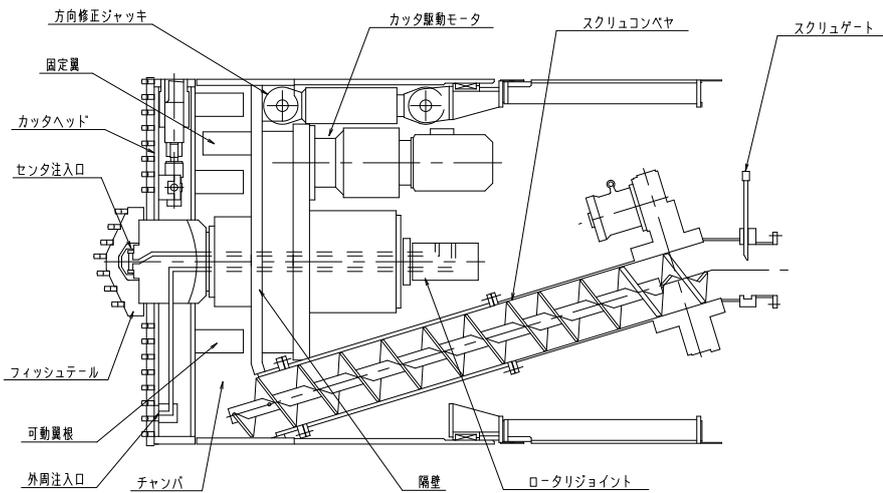


図-2

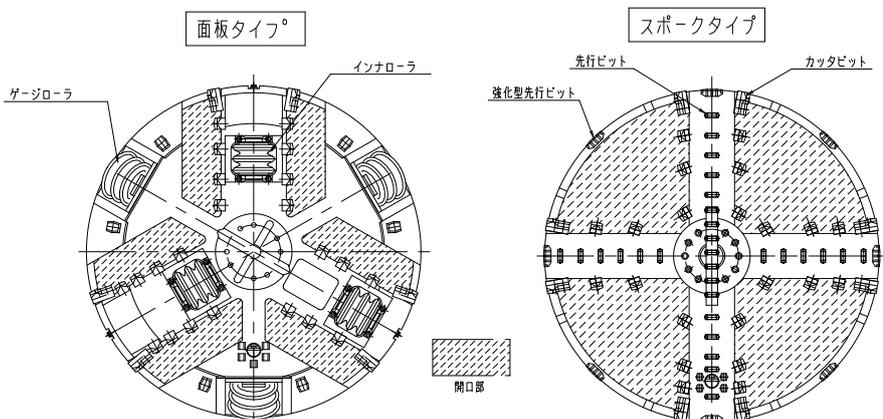


図-3