

シールド工事における排土量管理

中 部 電 力 ㈱	滝 英 治
㈱ 熊 谷 組	高 瀬 喜 祥
㈱ 熊 谷 組	長 瀬 裕 信
㈱ 熊 谷 組	○ 小 田 泰 憲

1、はじめに

シールド工事においては、切羽を安定させ、掘削量に見合う排土量を確保することにより周辺地盤のゆるみを防ぎ、地中および地上の構造物や交通に支障を与えないことが良質な施工とされている。

最近技術的進歩の著しいといわれているシールドのなかでも切羽の安定に優れ、適用可能な土質範囲が最も広いのは、泥土や気泡等を添加する土圧式シールドと考えられているが、いずれも排土量の管理に難点がある。今回、掘削土の計量に特殊なポンプ（伸縮式筒状ポンプ）を用いた結果、排土量管理を大幅に改善することができた。以下にその概要と結果について述べる。

2、土質

シールド掘進部の土質は、第4紀洪積世の熱田層で構成されており、発進から約250m区間は、砂と粘性土の互層であるが、残り到達立坑までの約1150m区間は、ところどころレンズ状に粘性土をはさみN値が20から50のよく締まった砂層である。

3、排土量管理システム

伸縮式筒状ポンプの排土機構は、図-1に示すように、 V_1 バルブを油圧シリンダーで矢印の方向にスライドすると、弾性伸縮管(F)が伸び、切羽側の土砂を V_1 がスライドした容積分吸入し、 V_1 から V_2 間の土砂が同量だけ V_2 を通り排土されるものである。このため、地山の掘削土量 Q とポンプ排土量 Q_1 は、次式で表わされる。

$$Q = \pi D^2 \div 4 \times v$$

$$Q_1 = q \times n \times \eta$$

D : シールド掘削外径 v : 掘進速度

n : ポンプの作動回数 η : 排土効率

q : ポンプの作動1回当たりの吐出量 (34.5 ℓ)

このように、ポンプの作動回数の演算を行うことにより、排土量を「升」で測定できるため信頼性が高いが η の値は、土質や添加材注入量などにより変化するため、掘進速度・ポンプ作動回数・添加材注入量等の諸データを集積演算し、次掘削にフィードバックした。なお、図-1でもわかるようにこのポンプは、 V_1 あるいは V_2 のどちらかのバルブが常に閉じているので、噴発を防止することができる。

4、排土量の管理結果

先行実施した隣接工区の施工実績により、伸縮式筒状ポンプの排土効率は、93%と推定されていたので、これを初期値として排土量の管理を行なった。

排土率は、次式で求めた。

$$\text{排土率} = \frac{\text{伸縮式筒状ポンプ排土量}}{\text{理論地山掘削土量}} \times 0.93 \times 100$$

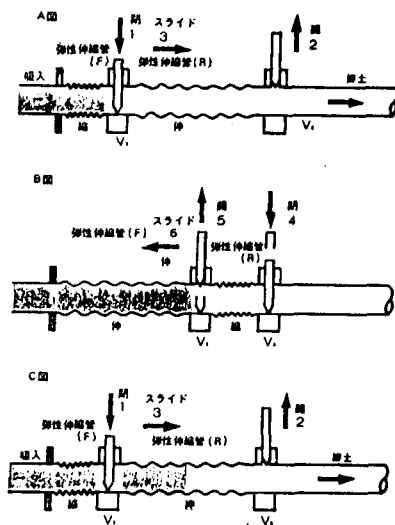
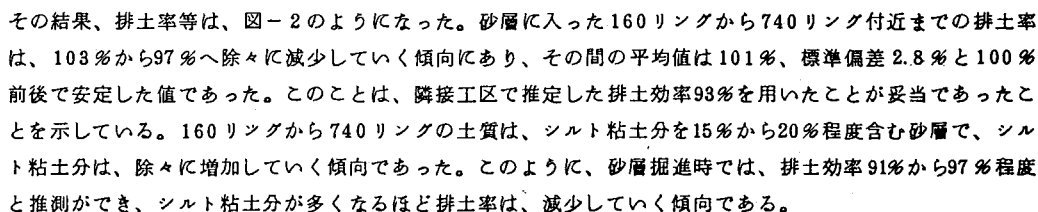


図-1



ただ、740リング以降では、掘削土に微細砂が混りだし伸縮式筒状ポンプの排土側に取り付けられた圧力計で計測している排土圧が上昇してきた。これは、排土管内の土砂が圧密されて排土が困難になってきたためで、添加材注入量を増加させても改善されなかった。このためポンプとスクリーコンベアを接続している排土管の中に水を注入して管と土砂との抵抗を少なくして排土させた。その結果、排土効率は低下傾向となり、79%から88%程度の値で、バラツキは、少し大きくなった。

なお、全区間、従来から行なわれている排土量の計測方法であるブリ鋼車積載量の直接測定も実施して排土率の変動を調べてみたが、ポンプによる排土率と同じような変動を示した。

排土量管理の良否を確認するために、シールド掘進にともなう周辺地盤の挙動を計測した。洞道ルートに沿って9ヶ所に層別沈下計を設置した。計測結果による周辺地盤の挙動傾向は、切羽前方約8mからシールド接近にともない変化があらわれ、シールド通過後約8mで沈下が収まった。またシールド直上での変化は約8m(≒2D)までであった。そして、9ヶ所の測定点でシールド直上2mでの最終沈下量は、最大で約5mm(R=90m曲線部分)、最小で約1mmで、測定点の前後10リングでの排土率を比較してみると、沈下量の大きい地点では、平均105%、小さい地点では、平均102%となりわずかではあるが差を生じた。このように、今回得られた地盤変位のデータでは、測定点が少ないが一般にいわれているように排土量が多いと周辺地盤への変化も大きくなるという傾向がみられるようである。しかし、今回の沈下量は、最大でも5mmと小さい値で、シールド直上8m以上には、まったく変化がなく、これは、排土量管理を含めた掘進管理が良好に行なえた結果だと思われる。

以上が当工事における排土量管理状況である。周辺地盤への変化も小さく、無事にシールド掘進を完了させることができた。また、伸縮式筒状ポンプを使用した砂層掘進時の排土効率の値を推定できたが、今回のように排土圧に著しい変化があらわれてきた時には、早期に排土効率を推定して排土量管理にフィードバックさせることが重要である。