

Mix シールドによる複合地盤掘削の施工事例

(株)大林組 正会員 ○田中 善広 野村 朝雄
(株)大林組 三野 秀作 山内 健二

1. はじめに

アメリカでは密閉式シールド工法を必要とする地盤の場合、泥土圧シールド工法を用いられることが多く、泥水式シールド工法が採用されることは少なかった。本稿では、アメリカでは3件目となる泥水式シールド工法であり、圧気圧により切羽圧力を制御する Mix シールド機を用いた施工事例について報告する。

2. 工事概要

本工事はアメリカペンシルバニア州西部ピッツバーグにおいて、ピッツバーグ・ライトレール地下鉄の既設線を延伸する、アルゲニー川南岸のダウンタウン地区と北岸の住宅地・レクリエーション地区を結ぶプロジェクトのうち、アルゲニー川を横断する単線併設トンネルを構築する工事である(図-1)。掘削対象地盤は全断面砂礫層から始まり移行区間を経て、川底直下では頁岩、石灰岩、粘土岩層およびシルト岩層となる複合地盤である。砂礫層は透水係数が $10^{-2} \sim 10^{-4} (\text{cm/min})$ であり、所々に $\phi 700\text{mm}$ 程度の転石を含む。



图-1 工事位置

3. Mix シールド

泥土圧シールドの場合、砂礫層から粘性の高い粘土岩層への移行区間において、必要な切羽土圧を保ちながら、掘削土砂の塑性流動性を確保することが難しいことが予想された。またアメリカではあらゆる地盤に対応するために、様々な添加材をすぐに入手することが困難であったことから、泥水式シールドを選定した。

今回の泥水式シールド機はドイツの Herrenknecht 社製の Mix シールド機であり、切羽泥水圧の制御方法が一般に日本で使用される泥水式シールド機とは異なる特徴を持つ。切羽泥水圧は、日本式のように送泥ポンプと排泥ポンプの流量を制御することによって一定に保つのではなく、掘削用チャンバーの背面に圧気用チャンバーを設け、圧力調整弁により圧気圧を一定に保ち、掘削チャンバー内の切羽泥水と排泥口の間の圧気チャンバー内の泥水圧を制御する。よって、図-2 に示すとおり、掘削チャンバー内の泥水圧（以

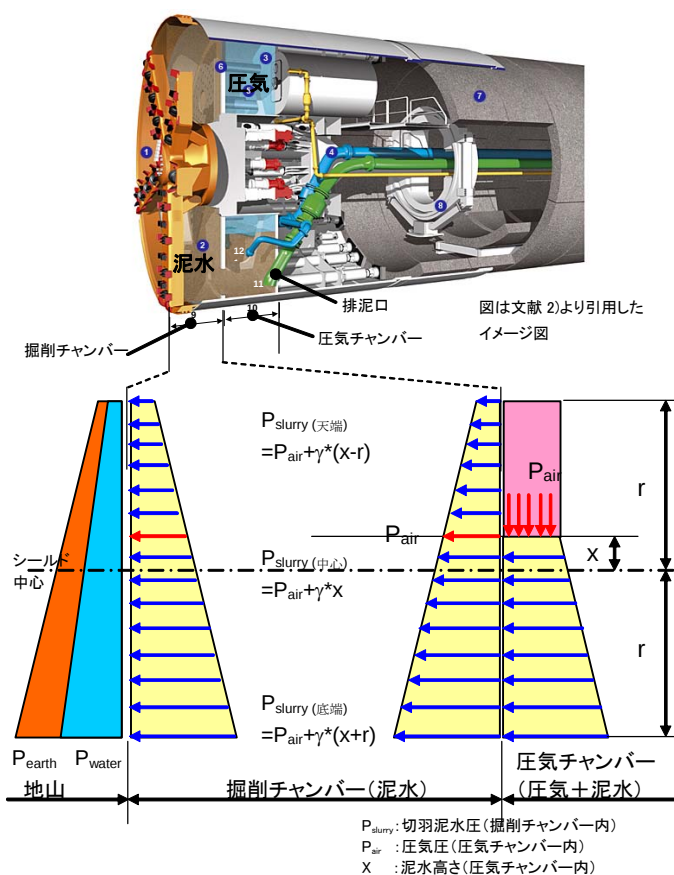


図-2 Mix シールドでの切羽安定機構

キーワード Mix シールド, 泥水式, 砂礫層, 切羽圧力

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 (株)大林組生産技術本部シールド技術部 TEL03-5769-1318

下、切羽泥水圧とする)は圧気チャンバー内の圧気圧と泥水高さ(以下、圧気圧と泥水高さとする)で決定される。送排泥ポンプの回転数制御は、泥水高さの変動がシールド中心に対して $\pm 0.1 \sim 0.15\text{m}$ となるように、シールド運転手が手動運転で行うのみで、複雑な自動制御運転は必要がない。

掘削土砂に含まれる礫への対応は、圧気チャンバー内の排泥口手前に設置されたジョークラッシャーにより、礫を破碎する。(図-3 参照)排泥管へ取り込む礫の寸法は、排泥口手前に設置されたスリットにより制限される。ジョークラッシャーおよびスリットには閉塞を防止するため、送泥水を噴き付ける洗浄ラインが設けられている。

圧気チャンバーへの洗浄ラインの設置に伴い、機内からの送泥水は掘削チャンバーおよび圧気チャンバーへの配管へ分岐され、かつ掘削チャンバーの泥水循環を確保するために、大流量の送泥水が必要となる。

4. 施工結果

図-4に砂礫層掘削時(No. 108 リング)のシールド中心高さでの切羽泥水圧、圧気圧と泥水高さを示す。切羽泥水圧の変動は、砂礫層掘削に伴う切羽泥水圧の直接的な変動、泥水高さの変動および圧気圧の変動に起因するが、すべてを含めて $\pm 0.005\text{Mpa}$ の範囲内に収まっている。砂礫層において掘削状態が安定している場合、切羽泥水圧は手動運転による泥水高さの変動に伴って緩やかな振幅と、その振幅に対して砂礫層掘削による変動に伴う微動の振幅を示す。その微動の振幅は、圧気チャンバーが圧力変動を吸収することで $\pm 0.001\text{Mpa}$ 程度に収まっている。また、

排泥口スリット部で礫が閉塞した場合には、泥水高さはまず急上昇し、ジョークラッシャーがスリット部の閉塞を解除した後に、泥水高さは急降下している。この閉塞時においても、圧気圧の自動制御により、掘削チャンバー圧力の変動は $\pm 0.005\text{Mpa}$ の範囲に収まっていることがわかる。これは、泥水式シールド工法によって砂礫層を掘削した場合に変動圧が $\pm 0.01\text{Mpa}$ 程度であることと比較すると、非常に小さな変動である。

5. まとめ

今回、Mix シールドを用いて砂礫層を掘削した結果、通常の泥水式シールドよりも切羽圧力の変動が小さいことがわかった。ベタ基礎構造のビルへの近接施工時にも、構造物の変位はほとんど見られなかった。圧気チャンバー内の泥水高さを監視しながら、泥水ポンプを自動制御できるようになれば、切羽圧力の変動はさらに小さくできると考えられる。また、このMix シールドは圧気設備を常時配置していること、圧気作業時には圧気チャンバーを圧気作業室として使用できることから、ローラーカッターの交換を効率的に行える。よって、今回のような複合地盤の掘削に効果を発揮すると考えられる。

参考文献

- 1) Port Authority of Allegheny Country ホームページ: <http://www.portauthority.org/>
- 2) Herrenknecht 社ホームページ: <http://www.herrenknecht.com/>

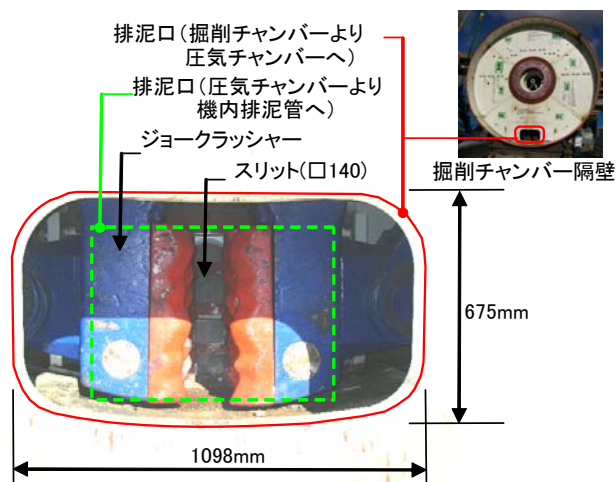


図-3 排泥口

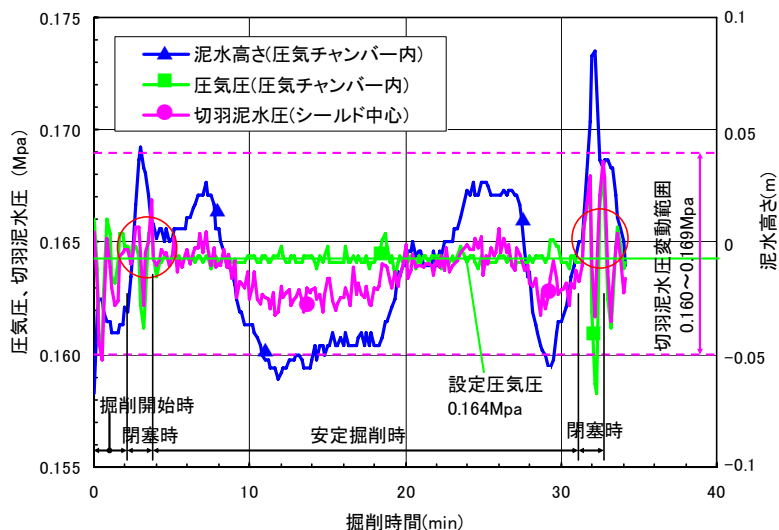


図-4 砂礫層掘削時の切羽泥水圧、圧気圧および泥水高さ