

TS シールドシステムの砂礫への適応性の検討

○大成建設（株）	正会員	河本武士
大成建設（株）	正会員	栄 毅熾
大成・ベクテル JV		広重典明
石川島播磨重工業（株）	正会員	山田茂弘

1. はじめに

現在、都市トンネルの主流に位置付けられているシールド工法は、あらゆる地質や高水圧への対応、自動化・省力化技術、コストダウン技術など様々な研究開発が行われ、より深く、大きく、長く、早く、安く、確実なシールドトンネルの施工が可能となってきた。今後の都市トンネルでは、既に都市域の浅部に過去に造られた種々の構造物が存在することから、特に大深度化（高水圧下）がキーワードとなる。さらに都市域での用地確保が困難なこと、コスト削減などを考慮した場合、施工実績のある泥水式に代わって設備が小規模で狭い地上用地で施工可能で、事業コスト面で有利な土圧式で施工する要望が増加すると考えられる。TS（ツインスクリュ）シールドシステムはそれらの要望に答えるべく開発した技術である。これまでに発注者の協力を得て、粘性土地盤での実証施工を行い性能確認を終えているが、砂礫地盤での適応性の確認のため性能確認実験を行い、その性能を確認した。

2. 実験概要

本検討では、実証施工で使用したツインスクリュ実機を用いて、シールド掘進状況を模擬した実験を行った。スクイズホンプでツインスクリュに圧力をかけて土砂を送ることで切羽の土圧を再現した。また、砂礫地盤への適応性の確認が目的であるため、最大粒径 2mm 砂質泥土～20mm 砂礫泥土の試料を作製し、加泥材として、ベントナイトを選定して実験を行った。

実験内容は、砂礫泥土を対象とした切羽土圧の制御性能の確認および砂礫泥土の連続排土性能について実施した。その項目と目標値を以下に示す。

（1）土圧制御性能

切羽土圧 0.4MPa までツインスクリュ回転速度により安定制御が可能であり、その変動幅が設定土圧 $\pm 0.05\text{MPa}$ であること。

上記の条件において、ツインスクリュの累積回転数により算出した排土量が実測排土量に対して $100 \pm 5\%$ の性能を確保できること。

（2）連続排土性能

噛み込み等による回転停止がなく、連続かつ安定して泥土を排土できること。

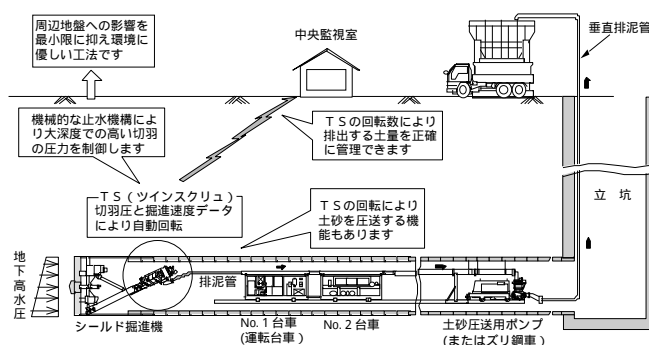


図-1 TS シールドシステム概要図

3. 実験結果と考察

（1）砂質泥土 2mm

砂質泥土 2mm について、実施した実験結果

キーワード：土圧式シールド、大深度、切羽圧制御、排土量管理、砂礫土

連絡先：大成建設 技術研究所 土木技術開発部

〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 TEL 045-814-7229 FAX 045-814-7252

を図-2 に示す。

これは、目標土圧を一定に設定し、土砂を供給するスクイズポンプの回転数を変化させて、掘進速度が変化した場合を想定したツインスクリュの自動制御実験である。

スクイズポンプ回転数とツインスクリュ回転数がほぼ相似形になっており、スクイズポンプ回転数を変化させると、システムが切羽土圧の上昇をとらえてツインスクリュ回転数を制御していることがわかる。また初期において、切羽土圧が不安定になってはいるが、設定土圧 $\pm 0.05\text{MPa}$ に制御できているといえる。

連続排土性能については、ツインスクリュ回転数がスムーズに移していることから、特に噛み込み等の問題は発生していないことが確認できる。

(2) 砂礫泥土 20mm

砂礫泥土 20mm についての実験結果を図-3 に示す。

スクイズポンプ回転数を一定として、目標土圧の設定を 0.1MPa から 0.2MPa、0.3MPa、0.4MPa と4段階に変化させて、切羽土圧の保持性能を確認したものである。

目標土圧を変化させると切羽土圧を目標土圧に保持するため、システムがツインスクリュ回転数を制御して減少させている。これにより時間的な遅れはあるものの切羽土圧は目標土圧に保持されており、その変動幅は設定土圧 $\pm 0.05\text{MPa}$ であり、切羽土圧制御が行われている。

(3) 排土管理および圧送性能

排土量管理については、実測排土量に対するツインスクリュ排土量は、切羽土圧が高いと排土量が多めに、切羽土圧が低いと排土量が少なめという結果となった。

これは実験終了後若干の磨耗が認められたため、磨耗による隙間を土砂が流出したものと考えられる。

圧送性能については、ツインスクリュ排出側に取り付けた弁を絞ることにより、吐出圧力を 1.0MPa まで上昇させることが可能であった。このことより、圧送される土砂、流量、配管径等で多少増減はあるが、圧力損失を 15kPa/m と仮定すると 67m の圧送が可能であるといえる。

4. まとめ

本システムは、既の実証施工により粘性土地盤での切羽土圧制御、掘削土量管理および土砂圧送について、高い性能が確認されている。大深度において土圧式シールド工法では、切羽が高水圧になり排土装置であるスクリュコンベアより掘削土砂が噴出するという課題であるが、今回、砂礫泥土についての適応性を確認したことで、これに対応可能であると考えられる。



写真-1 ツインスクリュ組み合せ構造

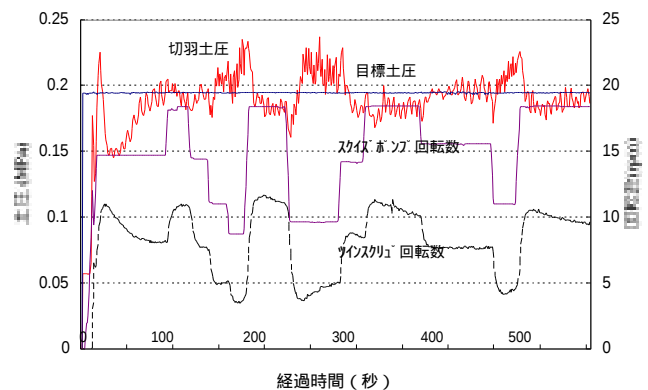


図-2 砂質泥土 2mm 実験結果

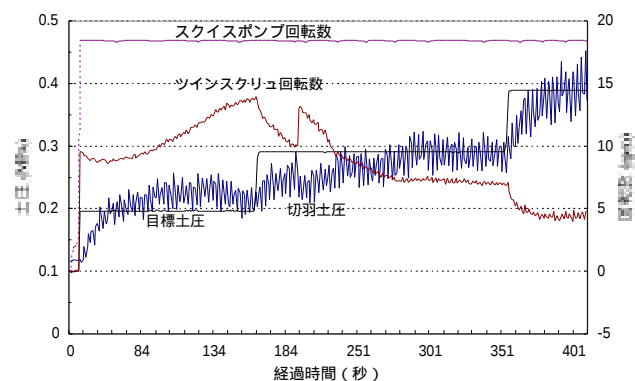


図-3 砂礫泥土 20mm 実験結果