

ツインスクリュシールド工法による砂礫地盤での磨耗防止対策の開発

○大成建設（株）	正会員	伊東 憲
大成建設（株）	フェロー会員	栄 毅熾
石川島播磨重工業（株）		中根 隆

1. はじめに

都市部における地下空間の構築、そのうちトンネルの構築においては、シールド工法により施工を行うのが主流となっており、泥水式シールドと泥土圧式シールド工法に大別される。しかし泥土圧式シールド工法は、地下 30m を超える大深度施工の実績はあまりなかった。これは、大深度になると切羽が高水圧となり、排土装置であるスクリュコンベアから掘削土砂を取込む際、掘削土や地下水が押し出されてしまう噴發現象を起こし、切羽土圧の制御ができなくなるという問題があったからである。切羽土圧を制御できなくなることは、すなわち周辺の地盤を変状させることである。また、スクリュコンベアの操作はシールド機オペレータが手動で行っていることから、人的な操作ミスもあった。これらの問題を解決するため、スクリュコンベアの構造・手動による操作の改善としてツインスクリュシールド工法（TS シールド工法）の開発を行った。本文では、砂礫地盤での実施工が終わった段階で、ツインスクリュに磨耗が発生したことを期に、磨耗防止対策の研究開発の成果について報告する。

2. 工法の概要

本工法は、掘進速度が変化しても設定した目標切羽土圧になるようにツインスクリュが自動回転し、切羽土圧を制御するシステムを構築している。

排土装置であるツインスクリュは、図－1 のように 2 つのスクリュを相互に逆方向の螺旋にして噛み合わせることで機械的な止水ゾーンを作りだし、スクリュ回転速度により、切羽土圧を自動で制御できる。また、ツインスクリュの回転数を計測することで掘削土量を管理することができるほか、圧送ポンプ機能も備えた自動掘進制御が可能な特徴もある。



図－1 ツインスクリュ構造図

3. 開発目的と方法

以前砂礫地盤の工事において、掘削泥土の性状変化によりツインスクリュに噛み込みが発生し、当初見込んでいた以上の磨耗がフライト及びケーシング部に見られた。このような状態でも、ツインスクリュは切羽土圧を制御するといった本来の性能を変えることなく運転を行ったが、磨耗によりフライトの径が小さくなり、ケーシングと隙間が大きくなった状態で回転数を自動調整したため、土量管理の面で磨耗が無い時と比べて差異が生じた。

この問題点を解決するために、噛み込みにより生じた磨耗についての防止策をとることにした。

製作完了時、ツインスクリュのフライトとケーシング、フライトとフライトの隙間は平均 0.5 mm あるが、この隙間をゼロにすることで噛み込みを防止し、磨耗を減少させることを考案した。

キーワード：シールド、切羽土圧制御、掘削土量管理、砂礫地盤、磨耗

連絡先：大成建設 技術センター 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

4. 要素実験

シール材の選定にアクロン磨耗実験、シール材とフライトを設置する接着剤の選定に引張り試験、摩擦抵抗力を測定してシール材の形状を選定する摺動摩擦抵抗実験を行い、写真－1のように両フライト部にシール材を組込ませた。

5. 性能確認実験

シール材をフライトに組込ませたことで、ツインスクリュ回転時に噛み込みを起こさず安定した排土ができるのか、また耐磨耗性能を有するかの2点を、実験機を用いて噛み込み回数と実験後の磨耗調査にて評価するものとした。

今回使用したツインスクリュは、最大回転数 23rpm 時で輸送能力 $67\text{m}^3/\text{hr}$ をもち、駆動トルクは $48.7\text{kN}\cdot\text{m}$ である。フライト径は厚肉で 387 mm、薄肉で 597 mm となっている。

実験の方法は、実際の切羽土圧を想定しスクイズポンプで砂礫泥土（細礫含有、スランプ 20 cm、バインダー分 25%程度）をツインスクリュ取込側に圧送、ツインスクリュの回転により吐出側からスクイズポンプ側へリターンさせ連続排土を行い、ツインスクリュの作動油圧の状況から噛み込みの状況を確認した。その実験状況を写真－2に、実験結果を図－2に示す。

噛み込みが生じたと考えられえる作動油圧の異常上昇（12MPa 程度）はなく連続運転を行うことができた。

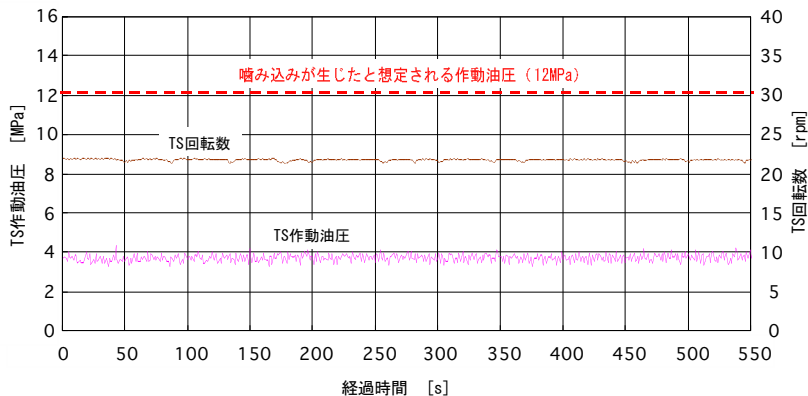
また実験後（総排土量 $1,000\text{ m}^3$ 完了後）の磨耗調査の結果から、フライト、ケーシング、シールの磨耗は見られなかった。



写真－1 シール材を装備したフライト



写真－2 実験状況（連続排土）



図－2 作動油圧の経時変化図

6. おわりに

今回の研究開発の目的であるツインスクリュの磨耗防止対策は、砂礫泥土（細礫含有）においてツインスクリュフライトの両先端部にシール材をフライトの一部として組み込ませたことで、完成することができた。この成果をもとに、今後ツインスクリュシールド工法が現場で採用される時は、土質条件、施工延長等に応じてシール付フライトの使用について検討し、採用を勧めていく。

しかし、碎石を用いて中礫以上の礫を含有する砂礫泥土においても実験を行ったが、シール材の欠損が部分的にみられた。そのため、今後礫に対する磨耗対策を別途開発し、ツインスクリュシールド工法をあらゆる地盤で対応可能な、耐久性の高い技術に仕上げていく予定である。

〔参考文献〕 河本武士他, TS シールドシステムの砂礫への適応性の検討, 土木学会第 55 回年次学術講演会講演概要集, VI-58, 2000.9

〔参考文献〕 伊東憲他, ツインスクリュシールド工法による砂礫地盤での実証施工, 土木学会第 57 回年次学術講演会講演概要集, VI-66, 2002.9