

VI-76 ツインスクリュによる大深度土圧式シールドシステムの実証

大成建設（株） 正会員 土橋 功  
 大成建設（株） 正会員 栄 毅熾  
 大成・ベクテルJV 広重典昭  
 石川島播磨重工業（株） 北山仁志

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活発に行われ、より深く、大きく、長く、早く、安く、より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は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。更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地上用地が狭くても施工可能で、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。ツインスクリュによる大深度土圧式シールドシステム（大深度TS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り、今回発注者の協力を得て実工事へ適用し、目標値をほぼ満足する結果を得ることができた。本文では本システムの概要と実工事で確認した実証実験結果について報告する。

2. 適用工事概要

工事名称：23号川越共同溝シールドその2工事  
 施工場所：三重県三重郡川越町宮前  
 工事内容：泥土圧シールド工法  
           ：掘削外径 5.74m、施工延長 1,755m  
           ：沖積粘性土層・N値0~7（平均3）  
           ：土被り 19~22m（切羽圧0.23MPa）

3. TSシールドシステムの概要

1) TSシールドシステム

図-1 にシステム図を示す。本システムは切羽圧と掘進速度のデータにより、設定した目標切羽圧になるようツインスクリュを自動回転させるとともに、従来のスクリュコンパにはない密閉性があるツインスクリュの累積回転数により掘削土量を正確にかつ簡単に把握し、大深度での高い切羽圧においても切羽の安定制御と自動掘進制御を可能とするものである。

今回の適用においては、1次スクリュ一体型のツインスクリュとせず1次スクリュ後端に着脱可能なタイプとした。また土砂圧送ポンプは運転台車の切羽側に、駆動モータは室内実験データを参考に、それぞれ設備した。（写真-2参照）

2) ツインスクリュの構造

TSシールドシステムの主要装置となるツインスクリュは、2本の軸付きスクリュコンパとそのケーシング、および駆動モータから構成されている。羽根（フライト）の厚さが異なる2本のスクリュを相互に逆方向の螺旋にして組み合わせる構造としている。（写真-1参照）高い圧力に対しての止水性能の確保と、各々のスクリュを逆回転することによる排土性能を

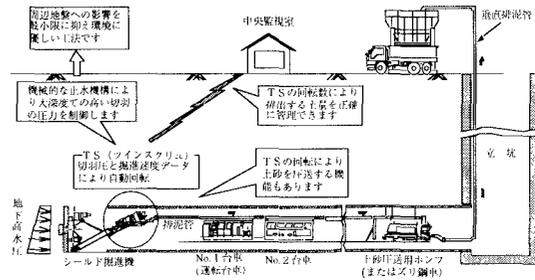


図-1 TS（ツインスクリュ）シールドシステム



写真-1 ツインスクリュ組み合わせ構造

キーワード：土圧式シールド、大深度、高水圧、切羽圧制御、排土量管理

連絡先：大成建設 土木技術開発部 〒169-0073 東京都新宿区百人町3-25-1 TEL 03-5386-7567 FAX 03-5386-7578

連続かつ同時に発揮できる。また、ツイスクリュの取込側と排土側がその組合せにより限りなく密閉されているため土砂の強制移動による圧送性能も発揮される。今回製作したツイスクリュは、23 rpm 時で 100 m<sup>3</sup>/h の排土能力を持つ。

3) ツインスクリュの特徴

- ・高水圧の切羽を安定制御できる。
- ・土砂を密閉状態で排土するため、掘削速度に応じた掘削土量管理が容易に行える。
- ・排土口から後方へ土砂を圧送する性能がある。
- ・ツイスクリュの回転速度を設定切羽圧により制御する自動掘進制御が可能。

4. 実証実験とその結果

適用現場の目標切羽圧は 0.23MPa と高水圧ではないため通常掘進での性能評価に加え、地上に影響のない範囲で大深度を想定した実験を行った。実証項目と実験パラメータを表-1に示す。

切羽圧制御性について図-2に示す。目標切羽圧を 0.3MPa として掘進速度のみを手動にて変化させた実験結果である。掘進速度に応じて変化しようとする切羽圧に対して、TS は目標切羽圧になるよう自動で回転速度を変化させ切羽圧を安定制御している。短い掘進距離での実験ではあるが、当該土質において 0.4~0.5MPa までの切羽圧制御性を確認した。

排土量管理性能について、通常掘進時のリング平均値を図-3に示す。TS 回転速度を設定切羽圧により自動制御しているためTS 回転速度と掘進速度は比例する結果となる。掘進速度などの影響を受けることなく、TS 累積回転数により排土される土砂量を正確かつ容易に予測できることがわかる。図中の排土率はTS 累積回転数による排土量を掘進ストロークと加泥材量から計算した理論掘削土量で除した割合を示すが、100±2~3%と高い精度であった。

TS の土砂圧送性能は、土質の性状によって変化するが通常掘進時は圧送ポンプまでの約25m 区間(8吋耐圧ホース)を約0.1~0.2MPaの吐出圧で圧送した。排土口を絞った実験では0.8~0.9MPaまでの吐出圧で掘進しながらの土砂圧送性能を確認できた。

5. あとがき

このシステムは大深度の高水圧切羽を制御し、土圧式シールドの適用深度を拡大すると同時に様々な施工条件においてより一層のコストダウンを図る目的で開発している。

大深度でなくても今回のような軟弱粘性土層などにおいては正確な排土量管理による周辺地盤への影響を抑止することができた。先に行った室内実験ではこのような粒径の小さい土質に対する制御性が最も難しかった。今回の実証により、大深度に多く存在する砂質、砂礫地盤に対しては、室内実験結果と同様に 1.0MPa までも適用できると判断できる。今後は、広範囲にわたる土質条件においての実用化を目指していく。

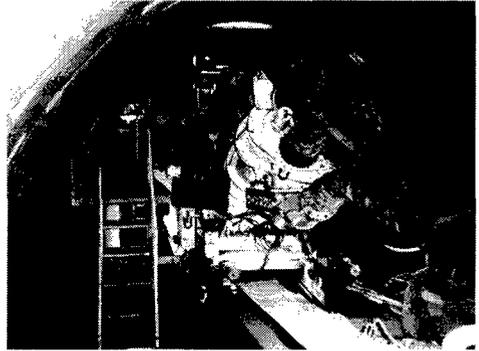


写真-2 ツインスクリュ装備状況

表-1 実証項目と実験パラメータ

実証項目	1. 高水圧切羽の制御性能	
	2. 排土量管理性能	
	3. 土砂圧送性能	
実験パラメータ	切羽圧	0.23~0.5 MPa
	掘削泥土性状	スラップにより3種類
	掘進速度	30、40、50 mm/min

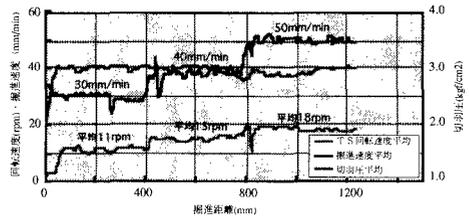


図-2 掘進速度・TS回転速度・切羽圧の関係

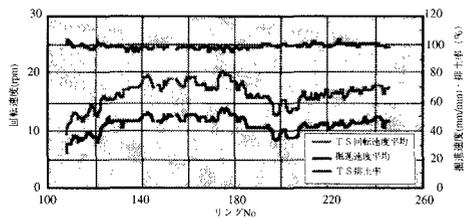


図-3 掘進速度・TS回転速度・排土率の関係(リング平均)