

Ⅲ-642 S P S S 工法（S:Super P:Packing S:Safety S:System）の開発 （その2）—施工報告—

NTT 東京支社 正会員 和内 雅弘 小林 武彦 千葉 雄一
大 明 株式会社 近藤 立夫

1. はじめに

一般的にシールドの発進は、立坑内への地下水、土砂の流入を防止するため、エントランスパッキング及び地盤改良により対応しているが、マシン貫入時のエントランスパッキングの反転による地下水・土砂の流入等、安全性の事前確認について信頼性が劣る。また、鏡はつり作業が必要であり、はつり時の環境の悪化、経済性等、多くの課題を抱えている。

本工事では、新開発のエア封入式エントラスパッキング（スーパーパッキング）を設置する工法と、鋼繊維補強コンクリート（SFR C）で構築された仮壁をマシンで直接切削する工法を併用した工法を採用した。ここでは、その施工結果を報告する。

2. 工法概要

本工事に用いた発進方法は、スーパーパッキングを2段坑口部に取り付け、エア封入圧力で地下水、土砂の流入を防止するものであり、封入圧は常時管理を行い、マシンとセグメントの段差部においても封入圧力の調整で対応する。（図-1）また、地盤改良の抑制および、シールドの発進部となる仮壁部を無筋とし、鋼繊維を混入したコンクリートを打設し、鏡はつり作業をすることなくマシンのビットで仮壁を直接切削しながら貫入するものである。

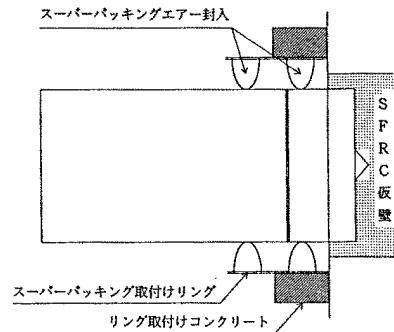


図-1 施工概要図

3. 土質概要

発進部の土質は上総層群であり、細砂層及び砂・粘土・土丹の細かな互層で形成されているが、主体としては細砂層である。N値は70以上で「非常に締まっている」状態にある。地下水位はGL-7.8mで、発進部最下部の間隙水圧は2.1kg/cm²と高い値を示している。また、透水係数は、砂層で $k = 4.14 \times 10^{-3}$ cm/sec、互層では $k = 1.14 \times 10^{-5}$ cm/secである。（図-2）

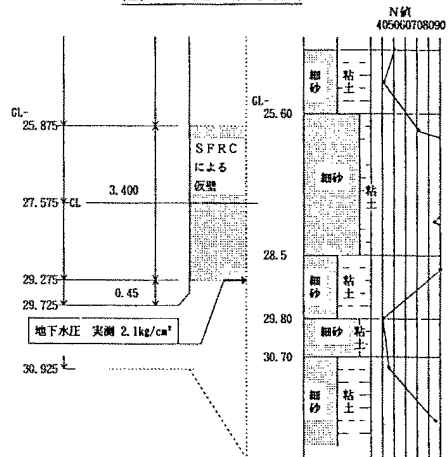


図-2 発進部土質状況

4. SFR Cによる仮壁の構築

発進立坑は、ニューマチックケーソン工法を採用し、マシンが直接切削で発進出来るように、仮壁部は市販されている鋼繊維を混入したSFR Cとした。

シールド発進部の仮壁として使用された実績はないが、混入することによりコンクリートの曲げ強度の増加をはかり（表-1）、さらに内側仮壁厚を有筋設計時より最薄部でも10cm厚くする（60cm→70cm）ことで沈設時の偏荷重、土圧、水圧に対し十分な値を得られることを確認した。鋼繊維は1本直径0.8mm、長さ60mmのもの

表-1 曲げ強度試験結果

材令	最大曲げ強度kg/cm ²	目標最大曲げ強度kg/cm ²
28日	85.8	63.3

を採用し、混入量 $60\text{kg}/\text{m}^3$ を現場でミキサー車に投入、混練し、ポンプ車で打設した。また有筋部との境には、エキスパンドメタルを設置し、縁切れを生じさせないように、有筋部にも鋼繊維が混ざるよう打設した。

（図-3）

5. スーパーパッキングの使用

本工事では、一般的に実施されている置換工法と薬液注入の併用による地盤改良は行わなかったが、高水圧下でスーパーパッキングを採用する最初の工事であるため安全性を考慮して薬液注入のみは実施し、スーパーパッキングを2段設置した。

スーパーパッキングの材質は、厚さ7mmの耐油用ゴムを用い、補強材としてナイロンコードを編み込む構造とし許容最大封入圧を $4.0\text{kg}/\text{cm}^2$ とした。

2段の取り付け位置は、マシンとセグメント間等の段差部分でも、どちらか一方のパッキングが常に平坦な部分に接しているように設定した。

ゴムの取り付けは、封入圧力が高いため強度、密封性が必要であり、取付リングとゴムの間でエア漏れを生じないようにシール材を3層構造とし、取り付け金具は重さ、大きさによる作業性を考慮して円周方向に分割して六角ボルトで取り付けた。（図-4）

エアの封入は、コンプレッサーからレシーバータンク、圧力調整弁を介し、形状の変化に伴う圧力変化にも直に対応可能なエア封入システムとした。

6. 発進状況

発進に先立ち、パッキングのエア漏れ、止水性等を確認するため、推進と同様の設備を施しチャンバ内に泥水を密封し、封入圧、負荷圧を変化させ、また、マシンを前進、後進させ漏水状況を確認した。

その結果、止水性を保つためには、チャンバ内の負荷圧力に対し、パッキングには1.2～1.4倍のエア封入圧力が必要であり、エア封入圧力が高くなればその倍率は1.2倍程度に落ちつくことが判明した。このため、自然水圧 $2.1\text{kg}/\text{cm}^2$ に対し $2.6\text{kg}/\text{cm}^2$ のエア封入圧で発進を行うこととした。仮壁の直接切削に6時間程度を要したが、貫入はスムーズかつ無事に終了し、スーパーパッキングの効果が確認された。

7. おわりに

仮推進終了後、スーパーパッキングの撤去を行い、坑口処理も終了した。今回の発進方法は、2工法の組み合わせにより、安全で経済性にも優れた発進方法をめざしたものであり、今後は高水圧下における発進の完全無薬注化に向けてさらに工事を重ねていくつもりである。

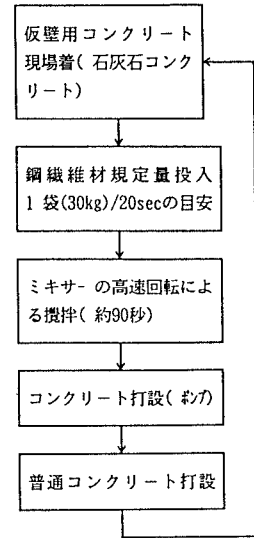
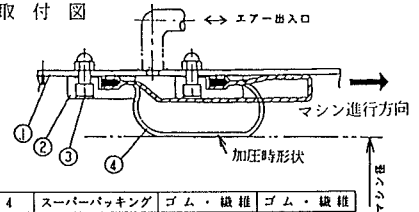


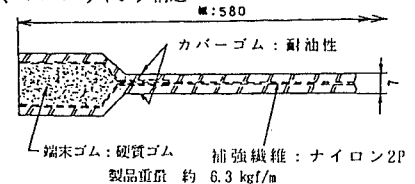
図-3 SFR C打設フロー

1) 取付図



番号	名称	材料	備考
4	スーパーパッキング	ゴム・繊維	ゴム・繊維
3	取付ボルト	SS400	SS400
2	押さえ金具	SS400	SS400
1	取付リング	SS400	SS400

2) スーパーパッキング構造



3) 許容圧力

許容内圧力	4.0 kgf/cm ²
-------	-------------------------

図-4 スーパーパッキングの構造と性能