

## H&amp;Vシールド工法の発進時における出水対策について

西松建設株式会社 関東土木支社 正会員 ○今泉 宏太  
 同上 三俣 和彦  
 同上 金子 守利

## 1. はじめに

本工事は、北区赤羽駅西側地区の雨水排除能力を増強する目的として、2つの主要枝線をシールド工法にて施工するものである。上機 $\Phi 3,340\text{mm}$ と下機 $\Phi 2,890\text{mm}$ で構成された縦2連分岐型H&Vシールド機を用いて、泥水式シールド工法にて同時に発進し、仕上り内径 $\Phi 2,800\text{mm}$ 、 $\Phi 2,400\text{mm}$ の雨水管渠を同時に築造する。

H&Vシールド工法は、本件で8例目の施工であるが、発進時における出水対策は確立されていない。このため、発進時における出水対策を検討、計画する必要がある。本稿は、H&Vシールド工法の発進時において実施した出水対策および成果について報告する。

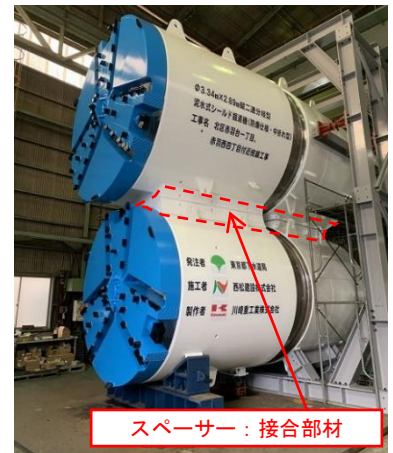


写真-1

縦2連分岐型H&amp;Vシールド機

## 2. シールド発進坑口の課題

本工事で使用しているシールド機を写真-1に示す。縦2連のシールド機は、上段シールド機と下段シールド機の前胴・後胴を接合ピンおよびスペーサーで連結している。シールド機の断面は一体化した「ひょうたん型」であるが、セグメントは、それぞれ独立した単円のためシールド機坑口貫入後、上下段セグメント間に隙間が発生する（図-1）。この隙間から、貫入後においては、地下水や土砂等が出水するため、泥水による切羽圧の保持が不可能となる。このため、セグメント間に発生する隙間について止水対策を行う必要があった。従来H&Vシールド工法の発進時における出水対策として、親子エントランス押込み方式や一体型セグメント押込み方式などが開発されているが、本工事には（表-1）に示すような課題が懸念された。

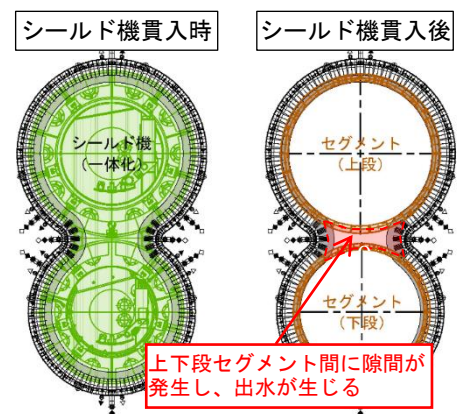
図-1  
発進坑口の出水リスク

表-1 従来工法における発進時の出水対策

対策名称	親子エントランス押込み方式	一体化セグメント押込み方式
メリット	① 工法標準工法 ② 親エントランス通過時、子エントランスがシールド機と同外径で段落ちが発生しないため出水のリスクが少ない。	① 仮組セグメントの組立精度に影響されなく、本体剛性が強い ② シールド管所が1箇所となる。（エントランスパッキンと一体化セグメント）
本工事への適応課題	① 子エントランスは、シールド機鋼殻とテールクリアランスの厚み（70mm）に止水シールを装備するため、本体の剛性が弱く、真円度確保が困難である。 ② 仮組セグメントの組立精度に大きく影響される。 ③ 子エントランスのパッキンを作動させるために配管を付ける必要があり、坑口コンクリートから立坑内面に大きく突出（700mmほど）する。 ④ パッキンによるシールド管所が2箇所となる。	① 立坑内に移動式バックアンカーとセンターホールジャッキなど大掛かり設備が必要となる。 ② エントランスパッキンがシールド機からセグメントへ通過する際に段落ち量が大きく、出水リスクが懸念される。

## 3. 坑口出水対策と工夫

## (1) 対策

H&Vシールド工法のシールド発進時における出水対策として、上記の課題を鑑み、写真-2に示す止水部材（被せ模擬セグメント）を押込む方式を考案し採用した。本方式は、シールド機とほぼ同形状の上下段一体化した止水部材（被せ模擬セグメント）をセグメントに被せ、シールド機の進行に合わせて押込み、止水部材をエントランス内の所定の位置に残置して止水する方式である。

キーワード 縦2連分岐型H&Vシールド工法、止水部材押込み方式、出水対策、坑口エントランス

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門1-1-18 ヒューリック虎ノ門ビル3階 西松建設(株) TEL03-3502-7558

本方式の特徴は、シールド機と外径および形状がほぼ同一でありシールド機からの段落ち量が 15mmと少ないため、坑口パッキンの追従性が良く、確実な止水が可能である。2つ目に、止水部材はシール材を装備していないため、部材厚さが確保でき子エントランス方式に比べ剛性が高く止水部材組み立て時において真円度が確保できる。3つ目に、立坑内面に突出することなく、本設セグメントと止水溶接が可能である。

(2) 施工手順

施工手順は、坑口パッキンが2段（坑口側，地山側）ともシールド機テール部に掛かっている状態までシールド機を貫入させる。坑口パッキンが2段とも掛かり、止水性が高い状態で、シールド機の後方で止水部材を組み立てる。次に2段目（地山側）のみの坑口パッキンがシールド機に掛かっている状態までシールド機を貫入し、シールド機を一時停止させる。最後に仮セグメントに取付けた油圧ジャッキで止水部材を立坑側坑口パッキンに掛かる位置まで押し込み、セグメント（本0リング）と止水部材間を溶接固定し止水する。

(3) 工夫

止水部材押し込み方式を確立するにあたり、狭隘な立坑内に2連の仮組セグメントが筒状に設置している状態で、止水部材を後施工する必要がある。くわえて、仮セグメントの組立誤差に対応し、止水部材を組立て、エントランス内の所定位置に円滑に押し込むことを目的に以下の工夫を施した（表-2）。

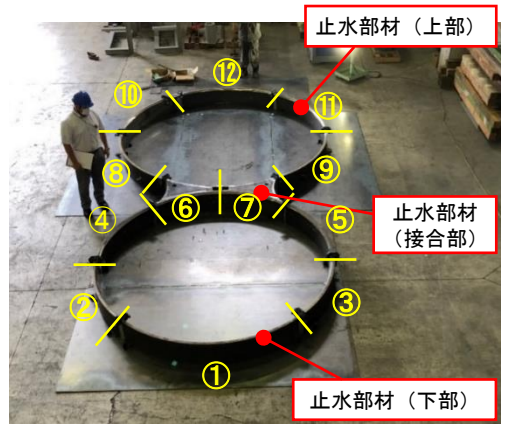


写真-2 止水部材（被せ模擬セグメント）

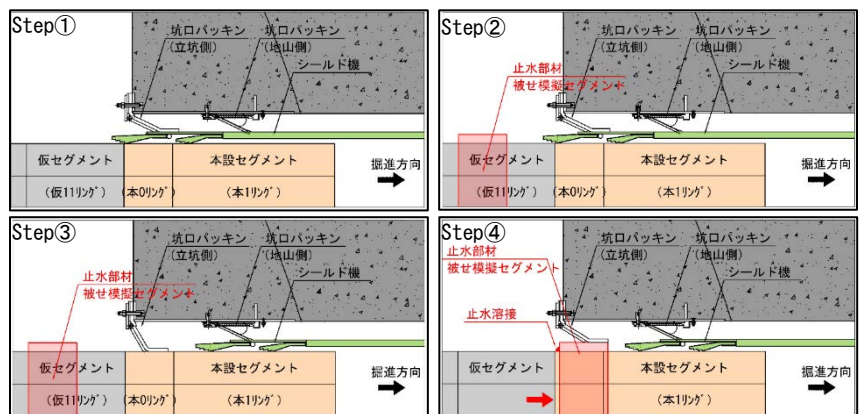


図-2 施工手順

表-2 各工夫点一覧表

工夫点	工夫内容
坑口パッキンの段落ちにおける工夫	・2段目パッキンがシールド機に掛かっている状態で押し込みが可能となる様、 <b>止水部材幅を300mm</b> に計画 ・シールド機外径とほぼ同径寸法（上段側：Φ3,310mm，下段側：Φ2,860mm） ・止水部材の <b>上下接合部にエポキシ樹脂</b> によるパッキンの追従性向上
仮組セグメントの組立誤差や変形に対応して <b>止水部材を組立てる</b> （後施工）工夫	・ <b>12分割構造（最大で200kg/ピース）</b> とし、1部材当りの重量を軽量化 ・分割接合部は継手長を調整可能な特殊継手構造とし、 <b>接合方法は溶接固定</b> にすることで、上下それぞれの仮組セグメントの組立誤差や変形を吸収できる固定方法を採用 ・上下の接合部（写真-2）は、 <b>左右2分割のボルト接合方式</b> を採用し、上下セグメントの離隔に対応できる構造
仮組セグメントの組立誤差や変形に対応して <b>止水部材を円滑に押し込む</b> （施工性）工夫	・止水部材内径とセグメント外径との <b>クリアランスを5mm</b> （クリアランスが水みちとなるため、一時的な止水対策として <b>ブチル系ゴムシーラー</b> を充填） ・止水部材内周面の <b>前端部を15mmの面取り</b> を採用

4. 成果およびまとめ

上記に示した施工手順および各工夫点により、狭隘かつ上下段の仮セグメント組立後に止水部材組立を円滑に設置できた。止水部材と仮セグメント間の競りや干渉による押し込み不能を回避できた。図-3に示す通り、各掘進区間において、設定切羽水圧に併せて、実測値も変動（増加）している。また、止水部材組立～止水部材押し込みにおいても切羽水圧が設定値の150kPaで保持できている。くわえて、止水部材押し込み・止水溶接後についても設定値通りに切羽水圧が変動（増加）していることから、本方式の有効性が確認できた。

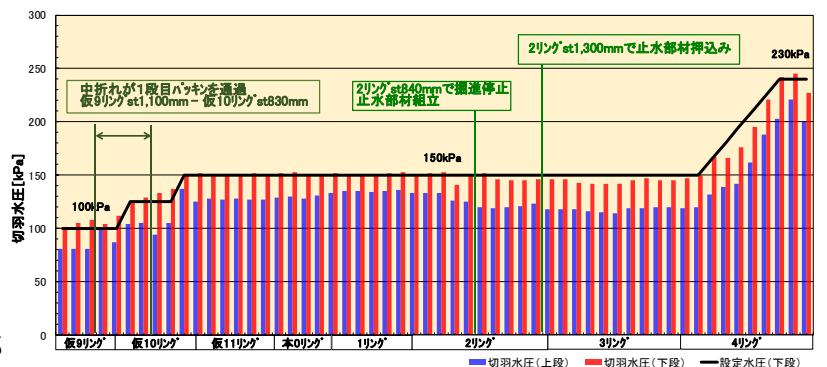


図-3 発進時における切羽水圧の変動