

上向きシールド工法による 流入用マンホールの築造

高石 享¹・向井 崇²

¹ 大阪市都市環境局 下水道部 管渠課 (〒559-0034大阪市住之江区南港北一丁目14-16)

² 大阪市都市環境局 下水道部 管渠課 (〒559-0034大阪市住之江区南港北一丁目14-16)

キーワード：上向きシールド機, ピンチバルブ, 新素材セグメント

1. 序論

大阪市における下水道普及は、ほぼ100%整備が完了しているが、集中豪雨時には、一部の地域で浸水が発生している。本市では、一日も早い浸水解消をめざし「主要な下水道幹線の建設」や「ポンプ場の新増設」など雨水排水施設の整備を推進している。

「万代～阪南幹線下水管渠築造工事（以下、万代～阪南幹線）」は、本市南部の抜本的な浸水対策として、流下能力の不足している既設幹線の上流および中流域において、雨水のピーク流量をカットし、浸水解消・緩和に役立てることを目的としている。

万代～阪南幹線は、延長約2kmの路線中に7箇所の流入用マンホールを築造する計画であるが、そのうち、土被りの大きい（20～33m）3箇所について工期・工事費の低減、安全性の確保ならびに建設公害の抑制などの立場から『上向きシールド工法』を検討し実施した。本稿は、同工法の概要について報告する。

2. 工法の概要

上向きシールド工法は、シールド1次覆工（セグメント内径 3,750mm）坑内から上向きに掘進を行い、上向き一次覆工を立坑構造とする手法である。

特徴は、大半の作業が坑内となるため、道路上での作業における施工条件等に左右されることが少なく、工期短縮が見込まれる。このことから、市民生活や交通車両への影響を最小限にとどめることができると考える。

また、一般的な大深度の接続工事では、地盤改良が必要となるケースが多いが、本工法では改良を行わずに施工できることや、シールド機の回収が可能のため、施工箇所が多い場合や大深度の立坑築造時には経済性を発揮すると考えられる。

(1) 上向きシールド機

シールド機は、マシン外径 $\phi 2,280\text{mm}$ ・機長 3,720mm で、既設坑内の運搬や作業スペースの課題を解消するため、全駆動系を装備した本体部と止水機構を有したテール部などの3分割構造とした。また、シールド機組立・回収の作業性を考慮して、ボルト接合タイプを採用している。

重力に逆行して上向きに掘進するため、チャンバー内での土砂の圧密等による閉塞が考えられ、実機による実験から泥土圧式を採用している。図-1にシールド機の仕様を示す。

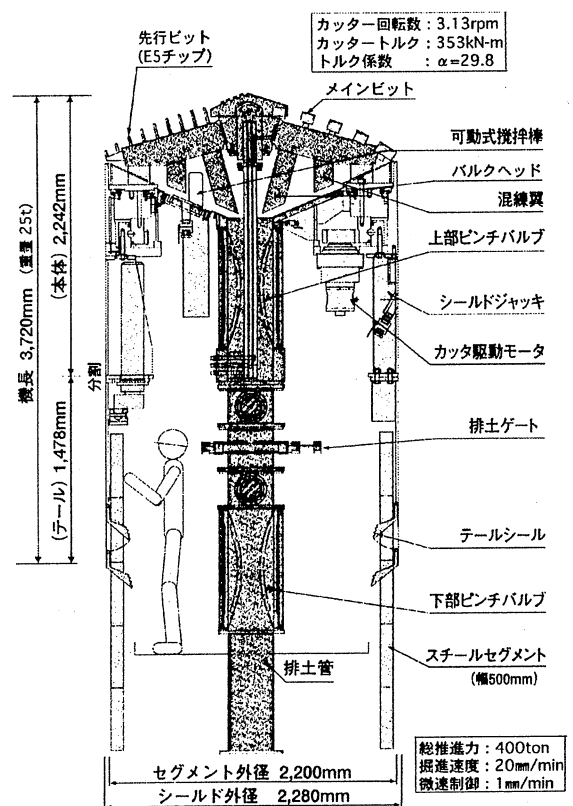


図-1 上向きシールド機

上向きシールド工法の細部にわたる仕様決定は、施工管理や施工環境への適応を基本に、安全性・施工性・経済性などを十分配慮する必要があった。今回の開発フローを図-2に示す。

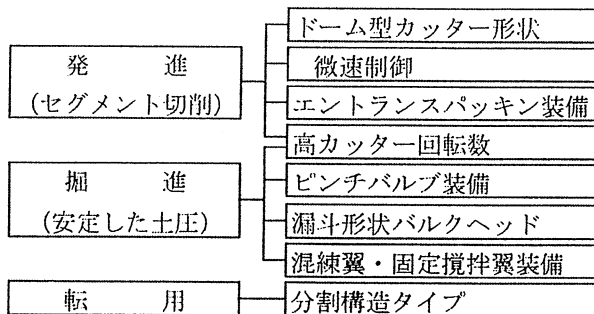


図-2 シールド機開発フロー

(2) 排土機構

上向きシールド工法のシールド機開発における特徴は、排土機構にある。

開発過程の検討では、スクリーコンベアを装備した場合、土の付着や閉塞による排土効率の低下等による切羽保持および掘進管理が困難であると判断した。

このため、新たな視点から、機械的な排土方式ではなく、土の自重や切羽との圧力差によって稼動するピンチバルブを用いる事とした。

ピンチバルブは、排土管内面にゴムスリーブを装備し、空気を入れることで管内にゴムを膨らまし排土断面(流路)を調整する機構となっている。(図-3)

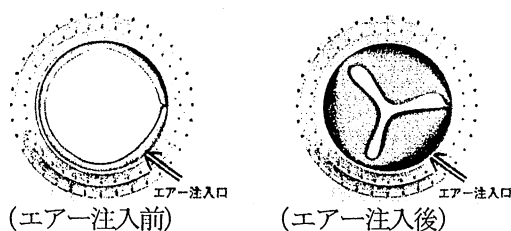


図-3 ピンチバルブ断面図

掘進に伴うシールド機の地山への押付けや加泥材の添加により切羽土圧が大きくなると、ピンチバルブエア圧差分の土砂を排出する。また、ピンチバルブ下にスライドゲートを設置し、ピンチバルブエア圧の調整と土質性状に合わせたスライドゲートの開口率の併用により、安定した土圧管理と排土管理を行うことが可能となった。

(3) 新素材セグメントの採用

横シールド施工時に、上向きシールド工法の発進坑口部に新素材セグメントを組入れた。

新素材セグメントは、シールド機のカッターで直接

切削できるコンクリート系セグメントであるため、鏡切りを省略し、発進作業が安全かつ簡易に施工する事が可能となった。また、転用可能なエントランスパッキンを併設することで坑口部の止水性が確保でき、補助工法も省略している。

シールド発進時に、掘進の支障とならない様に鉄筋に代えて CFRP (炭素繊維材に樹脂を含浸、硬化させた物) ロッドを使用した。さらに、コンクリートの大割れおよび脱落による排土管の閉塞等を防止する目的で、ポリオレフィン系繊維(バルチップ)と鋼繊維補強材(タフグリップ)をコンクリートに添加し、曲げタフネス指数を向上させた。

3. 計測結果

実施工による、計測及び精度を以下に述べる。

(1) 周辺地盤への影響

層別沈下計によるリアルタイム計測での結果は、発進部周辺レベルで最大0.4mmの沈下が見られた。また、地表面測量での変化は見られなかった。

(2) 既設トンネルへの影響

上向きシールドの推進反力を受ける既設トンネルインバートのレベルを水盛り式沈下計で計測したが、施工中の最大沈下量は3.1mm、最終仮組セグメントを解体した後は0.6mmに収束した。

(3) 鉛直精度

3カ所施工平均での鉛直精度は、1/1250程度で、地上から掘り下げる在来工法と比較しても十分な精度を確保できた。

4. まとめ

地下空間の有効利用に伴い、シールド工事は大深度化している。また、周辺環境への配慮など、より一層厳しい条件下での施工が求められている。こうした状況の中、上向きシールド工法は、地上部の占有条件などをクリアした大深度立坑築造技術として、その特性を十分発揮できると考える。

今後は、用途に応じて異形断面などの開発を行うとともに、下水道の立坑築造工事以外にも、地下鉄のエレベーターや地上部との連絡廊等、幅広い分野において、利用可能であると考ええる。