

ミニシールド工法（仕上がり内径φ1200mm）の施工 —山田東シールド—

東京土木支店 土木工事部（名古屋支店駐在） 西村敏英
東京土木支店 土木工事部 新井雅晴

概要：ミニシールド工法は、二次覆工が不要なため、工期短縮と低コストを実現した工法として近年、注目を浴びています。また、これまでのシールド工法では難しかった1000m以上の長距離施工と半径10mの曲線施工を可能にしています。構造的にもボルトレス三等分割セグメントにより、優れた強度を持っています。本稿では、ミニシールド工法の施工実績と施工上の留意点について述べる。

Key Words：急曲線施工，裏込め注入，セグメント（3分割）

1. はじめに

近年、全国で河川や下水道の排水能力を超える大雨や、台風による浸水被害が数多く発生している。これらは、都市化の進展に伴う市街地の拡大により、地表を流れる雨水の量が増加し、河川や下水道に集中して流れる「都市型水害」である。名古屋市東区矢田地区においても、平成12年9月に発生した東海豪雨は、1時間に97ミリの猛烈な雨が観測され、総雨量567mmを記録し、周辺地域に甚大な被害をもたらした。その浸水対策として、大曾根雨水調整池を配備したが、平成20年8月に発生したゲリラ豪雨では、その機能を上回り、再び同地区に浸水被害をもたらされた。名古屋市上下水道局は、防災機能強化のため浸水被害を受けた名古屋市東区矢田地区から大幸地区に雨水貯留施設の設置を決断した。本稿は、ミニシールド工法による雨水管きよの構築について述べる。

2. 工事概要

工事名 : 第2次山田東雨水幹線下水道築造工事
発注者 : 名古屋市上下水道局
工事場所 : 名古屋市東区矢田1丁目～大幸3丁目
工期 : 自) 平成23年2月2日
至) 平成25年9月30日
施工者 : ピーエス三菱・中日建設特別共同企業体
工事内容 : 管きよ工（泥土圧シールド工法）1244m
RCセグメント 1,759リング，
鋼製セグメント 530リング，
急曲線部 R=15.0m 5箇所，
R=30.0m 1箇所



図-1 山田東雨水幹線位置図



西村敏英



新井雅晴

3. 地質概要

地表部は、1m 程度の比較的薄い盛土層が分布し、その下層には、沖積層の Ac 層と As 層が 2m~5m 程度分布している。さらにその下層には、鳥居松層の礫層が主体となって分布している。土質調査結果による地層想定断面図を検討した結果、沖積層である Ac 層と As 層、また、鳥居松層である Dg 層に管きよを構築することを決定した。地層想定断面図を図-2 に示す。

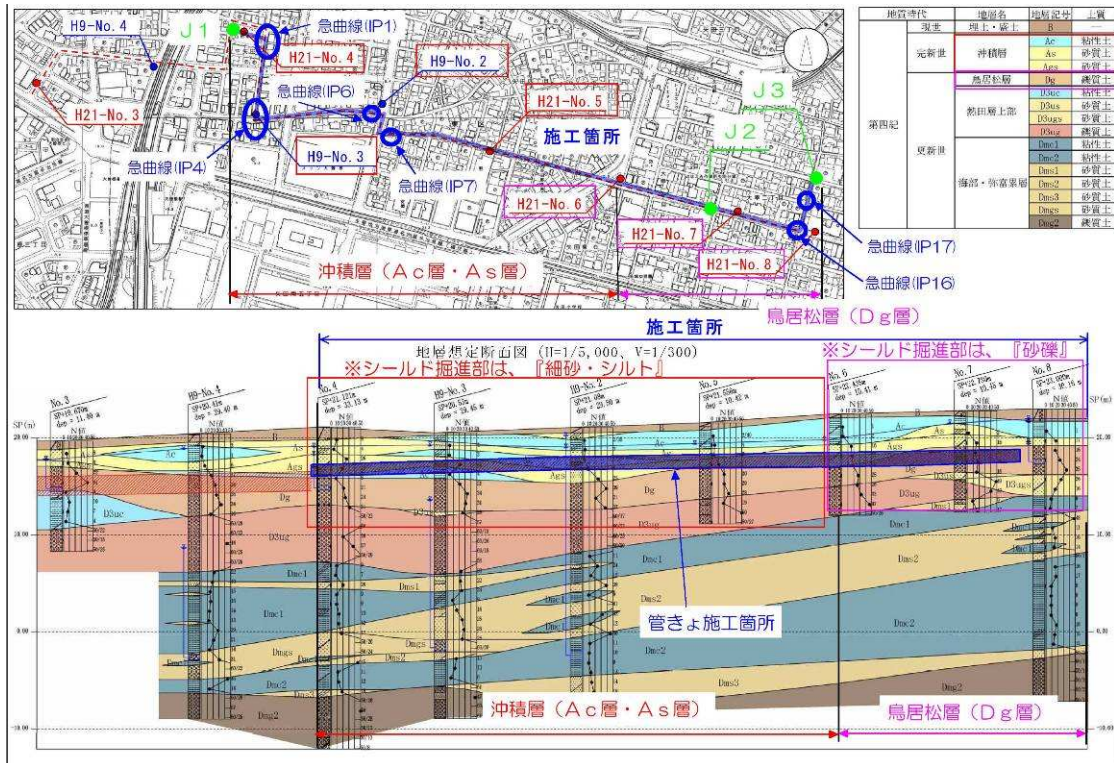


図-2 地層想定断面図

4. 工法概要

4.1 ミニシールド工法の特徴

ミニシールド工法は、仕上げ内空断面が φ1,000mm~φ2,000mm の従来のシールド工法では不可能であった小断面の施工を可能とし、二次覆工の省略により工期短縮とコスト削減を実現した工法で、以下のような特徴があり、本工事と適用範囲の比較を表-1 に示す。

- ①二次覆工が不要である。
- ②シールド機の面盤形状や添加材の種類、濃度及び量を選定することにより広範囲の土質への対応が可能である。
- ③曲線半径 10m の急曲線施工が可能である。
- ④1,000m 以上の長距離施工が可能である。
- ⑤確実な裏込めが可能である。
- ⑥切羽の安定と裏込め層の形成により、地表面沈下を最小限に抑えることができる。

本工事と適用範囲の比較を表-1 に示す。

表-1 本工事と適用範囲の比較

	本工事	適用範囲
土質	砂礫層	軟弱土・粘性土・シルト・砂質土・砂礫層・玉石混り土・岩盤
曲線半径	15 (m)	10 (m)
施工延長	1244 (m)	1000 (m)以上

4.2 シールド機の面盤の選定

土質調査結果を検討した結果、シールド機の面盤形状は、スポーク型を選定した。面盤形状の選定フローを図-3に、スポーク型のミニシールド機の面盤を写真-1に示す。

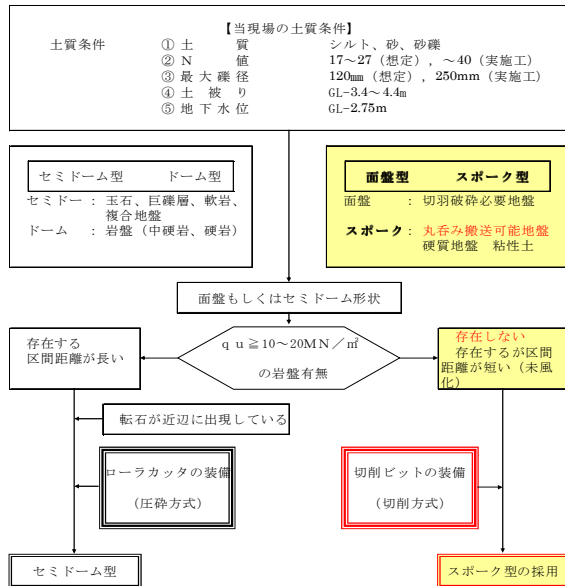


図-3 面盤形状の選定フロー

写真-1 シールド機面盤（スポーク型）

4.3 施工サイクル

ミニシールド工法の施工サイクルは、①セグメントの組立、②裏込め注入、③掘進・裏込め押出しの繰り返し作業である。ミニシールド工法の施工サイクルを図-4に示す。

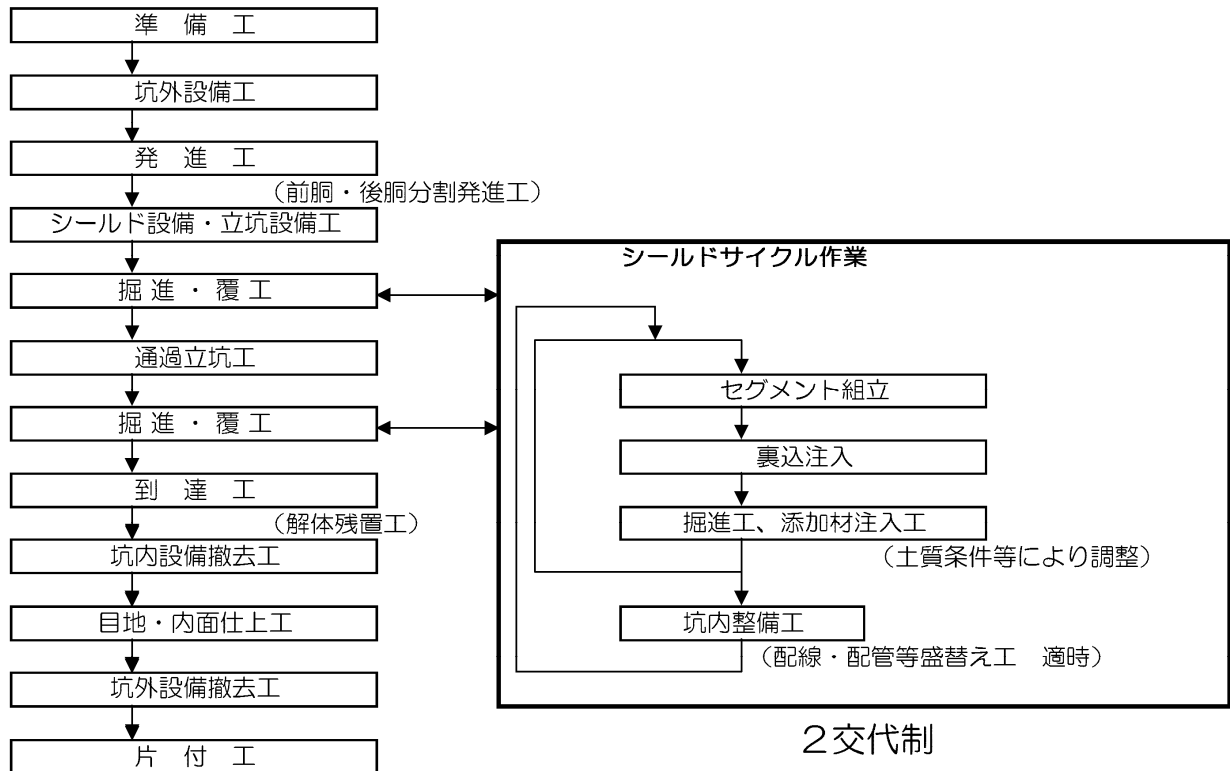


図-4 ミニシールド工法施工サイクル

4.4 3分割セグメントの組立

シールド機体内でのセグメントの組立は、セグメント運搬車に装備されたエレクターを用いて行う。セグメント割を中心角120度の三等分割セグメントにすることにより、幾何学的に安定した優れた構造になっている。3分割セグメント図を図-5に示す。二次覆工が必要ない理由は、セグメント表面が滑らかでありコンクリート管（推進管）と同等の粗度係数があるためである。また、セグメントの継手構造は、凹凸ナックル形式の突き合わせ構造を採用しており、通常の結合ボルトを用いた継手構造と比較して作業性に非常に優れている。セグメント組立図を図-6に示す。



図-5 3分割セグメント図

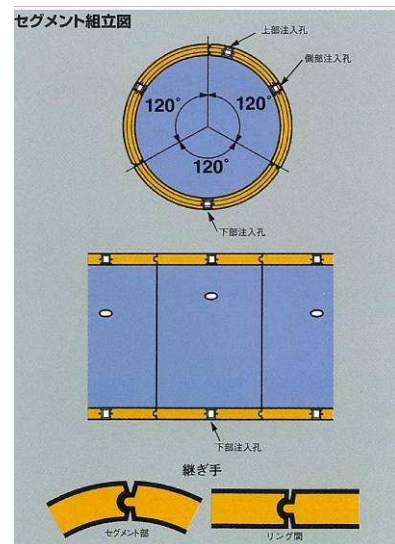
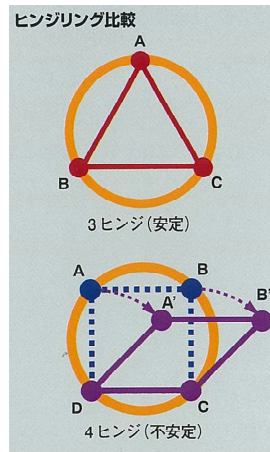


図-6 セグメント組立図

4.5 裏込め注入（裏込めジャッキ）

セグメント組立後、テールプレート、スライドシール、既設裏込め層及びセグメントに囲まれた空洞に、裏込め材をセグメントの注入孔から注入する（図-7 ②③参照）。ミニシールド工法は、従来のシールド工法と比べて常にシールド機内で裏込め注入を行うため、地下水で裏込め材が希釈されずに裏込め層を構築することができる。また、シールド機内の裏込め材は、裏込めジャッキで加圧され、外に押し出されるため、地山の空隙部を確実に充填でき、安全性に優れている。

4.6 掘進・裏込め押し出し

掘進は、切羽の土圧を確認しながらシールドジャッキを伸ばし、シールド機を掘進させる。同時に裏込めジャッキを伸ばし、注入した裏込め材をシールド機テールプレート外へ押し出す（図-7 ④⑤参照）。

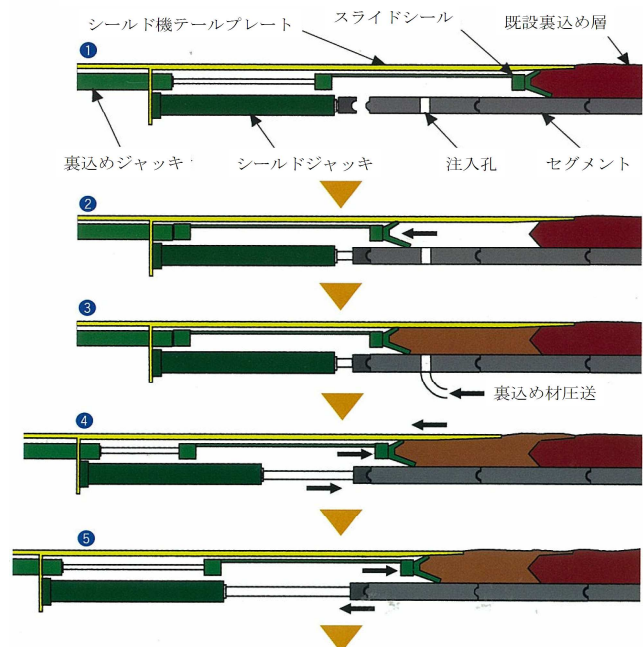


図-7 裏込め注入フロー図

5. 施工上の留意点

5.1 地表面沈下対策

本工事は、土被りが3.4m～4.4mとかなり深度が浅いため、地表面の沈下や埋設物への影響を把握する必

要があった。掘進中は、掘削に伴う排土量や裏込め注入量を地山土量と比較管理することにより周辺地盤への影響を把握することとした、また、直接計測可能な地表面や埋設物は、定期的な計測管理を実施し、その挙動を把握した。

5.2 急曲線施工対策

急曲線施工は、本工事の曲線半径15mを考慮し、中折れ装置、コピーカッタを装備し余掘りできるマシン構造とした。中折れ機構はV型中折れを採用し4胴の内、3箇所が屈曲する構造とした。

6. 施工実績

当初、想定していた土質より砂礫が早く出たが、事前の調査とシールド施工実績を検討した結果、計画平均ジャッキ速度(3.0cm/min)より早く掘進することができた。シールド施工実績を表-2に示す。

表-2 シールド施工実績

	単位	シールド施工			全体
		砂質土・シルト	砂質土	砂礫	全体
想定土質		498m	602m	138m	1238m
本工事土質		砂質土・シルト 411m	砂礫 827m		全体 1238m
ジャッキ速度	cm/min	7.62	4.33		5.55
推力	kN	344.4	731.5		588.4
カッター電流	A	38.5	46.8		43.7
日進量	m/日	3.63	3.15		3.3
日進リング数	R/日	7.37	5.58		6.12

7. おわりに

シールド工事のニーズは、長距離、大深度、浅深度、小口径、急曲線等多様化している。シールド工事の重要な要素は計画と設備であり、事前の調査を十分に行ない適正で安全な設備を構築することが重要である。