

銀座最大の商業施設に接続する地下連絡通路のシールド工法による施工実績

鹿島建設(株) 正会員 ○諸橋敏夫 品田康二 廣井利行

1. はじめに

2017年4月20日、銀座エリア最大の商業施設である「GINZA SIX」がグランドオープンした。この商業施設には、地域貢献の一環として地下鉄銀座駅及び東銀座駅につながる晴海通りの既存地下通路から「GINZA SIX」に直接接続する地下連絡通路工事が非開削工法で計画された。本報文では、地下連絡通路整備工事のシールド工事による施工実績を報告する。

2. 工事概要

2.1 工事概要

本工事は、銀座六丁目10地区第一種市街地再開発事業に伴い、「GINZA SIX」と晴海通り既設地下通路間のあづま通り下に新たな歩行者専用地下通路を整備したものである。地下連絡通路の施工方法には、泥土圧矩形シールド工法が採用され、平面線形は直線、縦断勾配は下り4%から1%に変化する。(図-2)

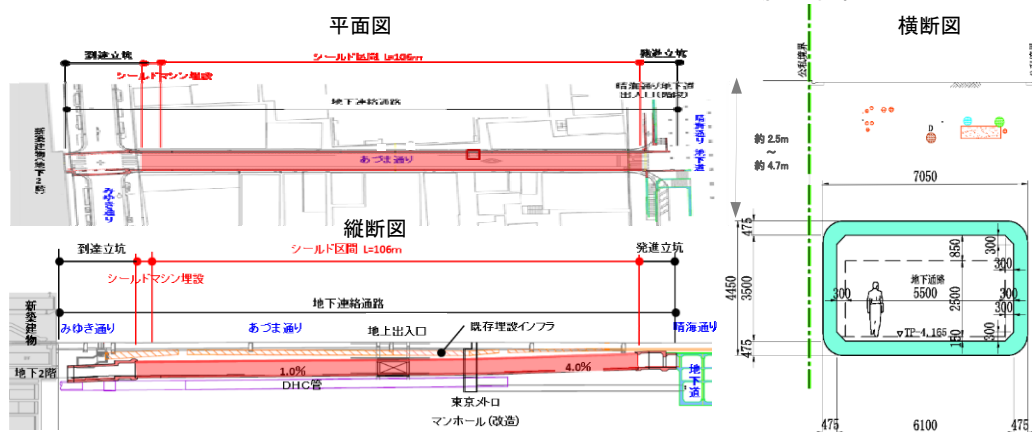


図-2 地下連絡通路の平面・縦断・横断

2.2 シールド機とセグメントの概要

写真-1 にシールド機の外観を示す。シールド機は、矩形断面掘削のため伸縮カッターを内蔵したカッタースポークを2連装備した EX-MAC 工法を採用した。シールド機寸法は、全幅 7.29m・高さ 4.69m・長さ 7.3mである。セグメントは、将来沿道ビル等との接続のしやすさを考慮し、鋼製セグメントとした。

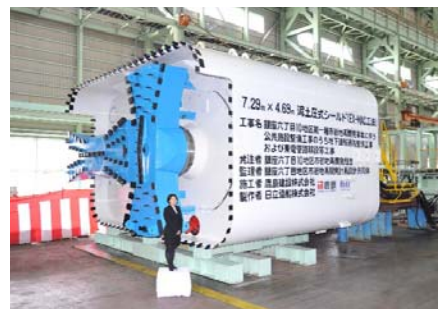


写真-1 泥土圧シールド機 (EX-MAC 工法)

3. 超小土被り下でのシールド掘進時の地盤変状対策の実施

当シールド工事は、土被りが晴海通り発進部で 2.5m、みゆき通り到達部で約 4.7mと小土被りのため地盤変状が懸念され、設計段階より地盤変状を抑制するために以下の対応を実施した。

3.1 計画段階での地盤影響の検討

①検討条件

地盤への影響は、土水圧荷重によるセグメント頂版の変形量とテールボイド発生時の地盤変形量を足し合わせることで評価した。前者は、常時のセグメント構造解析で得られた変形量、後者は縦断方向の二次元弾塑性 FEM 解析より算定した。これは、本工事において、最大掘進長を 2m/日 (2 リング/日) としたためである。

キーワード 矩形シールド, 地下連絡通路, 超小土被り, 地盤変状

連絡先 〒107-0051 東京都港区元赤坂 1-3-8 鹿島建設(株)東京土木支店 TEL 03-3404-5511 (代表)

解析モデルの要素分割は、シールドマシン及びセグメントについては、構造物全体の拘束効果を考慮し、構造物をビーム要素（剛性：剛体）でモデル化し FEM 解析を行い、地盤への影響検討を行った。（図-3）

②解析結果

FEM 解析結果より、テールボイド通過における地表面最大沈下量は $\delta=2.4\text{mm}$ （土被り 2.5m）、テールボイド直上での最大沈下量は $\delta=7.6\text{mm}$ （土被り 4.7m）となった。常時の頂版セグメントの最大変形量 $\delta_s=7.4\text{mm}$ を足し合わせた最大変形量を表-1 に示す。

3.2 シールド掘進時の地盤変状対策

①早強型裏込注入材の採用

テールボイドにおける未硬化部分の変形を抑制するため早強型裏込注入材を採用した。配合計画を表-2 に示す。注入率は地盤変状計測結果よりリアルタイムに 5%刻みで調整した。

②余掘り充填材の注入

周辺地山とシールド機の摩擦抵抗低減のためシールドカッターによりシールド機周囲を 15 mm のフリクションカットを行う。シールド機通時にフリクションカット分の沈下を抑制するためシールド機より粘土と水ガラスを混合させた可塑性充填材（表-3）を注入した。注入率は、地盤変状計測結果よりリアルタイムに 5%刻みで調整した。

③地盤変状計測結果の掘進管理値へのフィードバック

シールド掘進時は、路上影響範囲内に計測員を常時配置し、シールド掘進方向 1.0m ピッチ、道路横断方向 5 点で設置した計測ポイントのうち地盤変状が顕著である余掘り充填材注入位置影響監視範囲（A）及び裏込め注入位置影響監視範囲（B）（図-4）で重点的地盤変状計測を実施した。各計測点で+10 mm となることを目標にそれぞれの

注入率を 5%刻みで増減し管理値を調整した。掘進停止時は、影響範囲全体を 1 時間ピッチで計測し、挙動を監視した。また、切羽土圧は静止土圧+予備圧（ 20KN/m^2 ）を上限とし、それまでの計測実績に基づきシールド機前方の地盤変状が+10 mm となるように設定した。

シールド掘進完了後の地盤変状計測結果を図-5 に示す。計測点 66 付近で若干管理限界を超えているが計測全般において管理値内に収めることができた。なお、計測点 1~26 のデータは、シールド掘進の影響に起因しない変状が観測されたため除外した。

4. 最後に

本工事において計画から施工まで地盤変状抑制に対応した実績は、今後の同種工事の参考になると思われる。また、AI 等を適応することでさらに高度な管理ができる可能性がある。

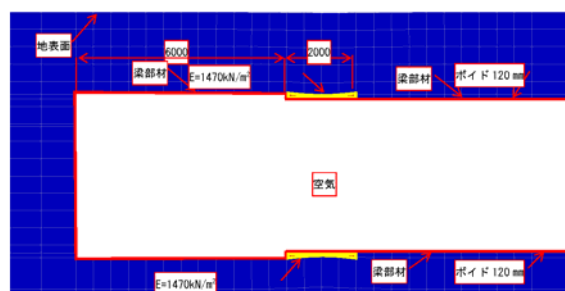


図-3 モデル化（縦断面）

表-1 地盤最大変形量の解析結果

	地表面 変形量	テールボイド 直上変形量
セグメント変形量	7.4mm	7.4mm
最大地盤変形量	2.4mm	7.6mm
合計	9.8mm	15.0mm

表-2 早強型裏込注入材の配合表

A 液						B 液
固化材	助材	起泡剤	安定剤	水	空気量	水ガラス
250 kg	130 kg	0.5 kg	2.5 kg	671L	142L	55L

表-3 可塑性充填材の配合表

A 液		B 液
粘土	水	水ガラス
520 kg	800L	50L

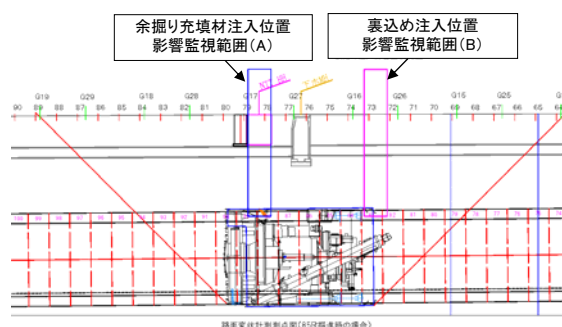


図-4 シールド影響範囲図

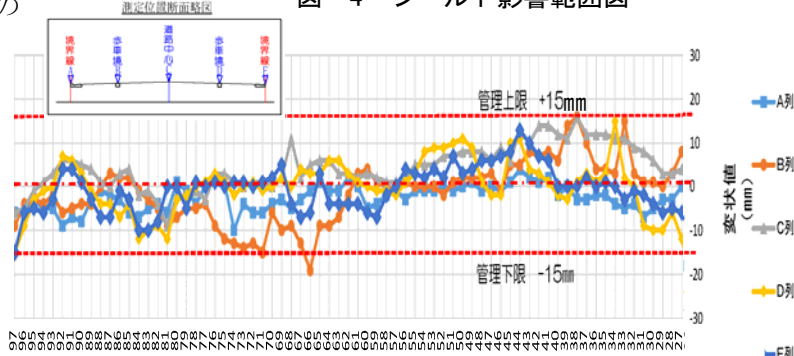


図-5 地盤変状計測結果グラフ（掘進完了時）