

シールド工事の急曲線部における施工対策について

戸田建設(株)	正会員	〇市川	政美
戸田建設(株)	非会員	春木	敏
(株)タック	非会員	山内	悟

1. 工事概要と特徴

本工事は、内径 4000mm 泥土圧式シールド工法（マシン外径 $\phi 4680\text{mm}$ ）で延長 356.0m の管渠を築造する工事である。

シールド直上には、下水道（W2500×H1400、 $\phi 250$ ）、ガス管（ $\phi 300 \times 2$ 条）および、擁壁の PC 杭（ $\phi 600$ ）があり、路上には国道 1 号線と民家が近接していた。そのため、シールド掘削や地上からの地盤改良作業に伴う近接構造物への影響が懸念された（図-1 参照）。また、平面線形の条件も厳しく、途中に曲線半径 $R=20\text{m}$ で掘進する箇所があり、本稿では、急曲線部での施工対策について述べる。

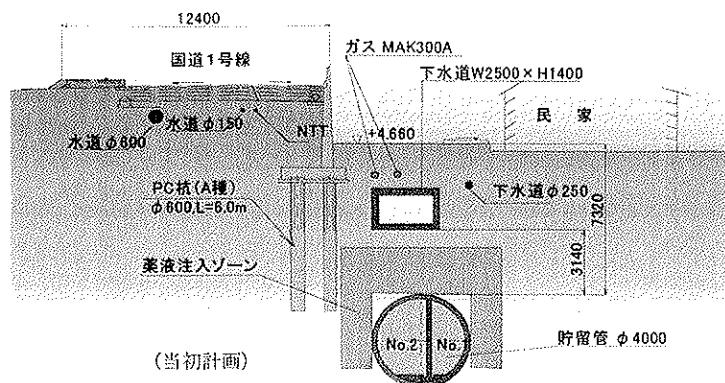


図-1 断面図

2. 急曲線施工対策

2.1 急曲線施工の留意点

急曲線施工は技術的に困難であり、様々な補助工法が必要とされる場合が多い。一般的には次の条件を留意することが必要となる。

- ・シールド機周辺の余掘り崩壊→路面変状、地下埋設物、構造物への影響防止
- ・セグメントの安定化→線形管理
- ・シールド反力の確保→掘進管理
- ・テールクリアランスの確保→セグメント破損防止

本工事では、事前検討の結果、急曲線施工箇所において「余掘り崩壊防止」、「セグメントの安定化」を目的とした対策が必要となった。また、当初設計では地上からの薬液注入工が計画されていたが、実施工においては、埋設管、近接構造物へのリスクを考慮した対策工を採用した。

2.2 急曲線施工対策の検討

(1) 余掘り崩壊防止

余掘り部の確保と崩壊の防止を目的として、シールド機外周に中間充填材（クレーショック）をシールド機内から注入する計画とした（図-2 参照）。中間充填材を注入することでシールド機の位置が安定し、精度の高い線形管理が可能となる。また、シールド掘進に伴いシールド機後方から裏込め材を注入し、すでに注入している中間充填材をシールド機前方に押し出し、裏込め材で置換する方法を採用した。このことによって、余掘り部の崩壊防止と地表面沈下の抑制が可能となり、地上から実施する地盤改良と同等の効果が得られると考えた。

キーワード 泥土圧式シールド工法、急曲線補助工法、クレーショック・ミニパッカー工法

連絡先（神奈川県横浜市中区本町 4-43 セボン関内第 2 ビル TEL 045-228-6068 FAX 045-228-6084）

(2)セグメントの安定化

裏込め材がシールド機外周部に付着することは、掘進管理や線形管理上、悪影響を及ぼす可能性がある。この対策として、裏込め材の強度発現を遅らせた遅硬性裏込め材を注入することとした。しかし、裏込め材の強度発現が遅いとシールド機後方のセグメントを地山に固定することができないため、方向制御が不安定になる可能性がある。これらに対しては、セグメント間の固定を確実に行うとともに、セグメントグラウトホールに装備した小型の袋（ミニパッカー図-3 参照）を膨張（早強性の裏込め材を注入）させることで、セグメントは地山に密着し地盤に固定され早期安定化が図れる方法を採用した。

3. 急曲線部での施工方法

①始曲点シールド機先端通過時

始曲点手前からコピーカッターのストロークを暫時伸ばしていき、所定のコピーカット量にする。コピーカットに伴い余掘り部の崩壊を抑制するために余掘りに中間充填材の注入を開始する。

②始曲点シールド機通過時

シールド機の中折れジャッキを作動させ、所定の中折れ角にする。中間充填材を引き続き注入し、中折れによって生じた曲線外側の余掘りにも回り込ませ余掘りを保持する。

③曲線区間シールド機通過時

中間充填材を注入して曲線内側および、外側の余掘りを保持しながら遅硬性裏込め注入を行う。ミニパッカーをセグメントグラウトホールに取付け、シールド掘進完了後ミニパッカーに裏込めを注入し拡張させる。

④終曲点シールド機通過時

中折れ角とコピーカット量を減少させる。中間充填材を引き続き注入し、曲線内側および外側の余掘りを保持しながら遅硬性裏込めとミニパッカーの注入を行う。

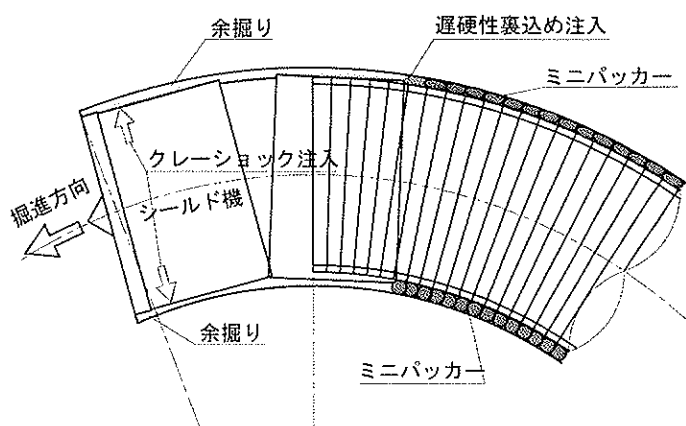


図-2 対策工の概念図

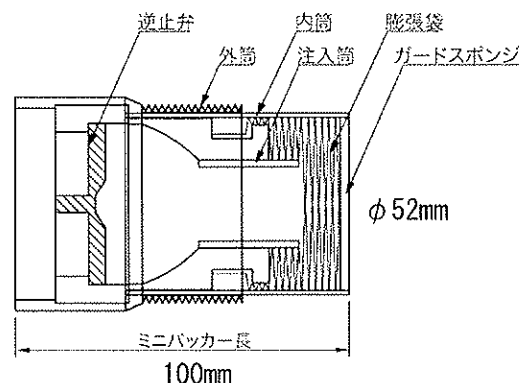


図-3 ミニパッカーの構造図

4. 中間充填材

中間充填材の配合は、配合試験によって決定した。配合を表-1に示す。注入量は、余掘り量に合わせて決定し、注入圧は路面変状及び構造物の変移を計測しながら決定した。

5. 施工結果と課題・展望

急曲線対策工として、中間充填材とミニパッカーを組み合わせた工法を選定したことにより、トンネル内からの施工が可能となり、道路交通や周辺環境へ影響を及ぼすことはなかった。路面変状の管理値は発注者との協議のもと±20mmとしたが管理値内にて曲線施工することができた。また、中間充填材を使用することにより余掘り部の崩壊を抑えるとともに、シールド機周面の摩擦を低減する効果も確認できた。経済性は、他の補助工法と比較して安価に施工が可能であった。今後の課題としてミニパッカーに充填する裏込め方法を更に容易に施工できるよう検討する必要がある。中間充填材とミニパッカーの組み合わせた工法は地上・地下重要構造物や周辺環境に影響を与えない補助工法として、更に発展すると考える。

表-1 中間充填材の配合表

A 液		B 液
特殊粘土	水	塑強調整剤
364kg	826L	48L

1.0m³ 当り配合