

大口径シールドの平面縦断急曲線の施工

大成建設（株）東京支店 正会員 ○岩下 健 亀岡 廉

1. はじめに

近年は、道路トンネルにおいて本線だけでなくランプ部もシールド工法で施工し、両トンネルを切抜けて分流通部を構築する事例が増えている。本工事は、北行・南行2本の本線シールド（外径 $\phi 15.8\text{m}$ ）のトンネルの位置関係が遷移する区間で、ランプシールド（外径 $\phi 11.5\text{m}$ ）を地中切抜で施工する分流部まで掘進するものである。本稿では、この位置関係の遷移に対応したランプシールドでの、2箇所急曲線部（平面 $R=100\text{m}$ 、縦断 $R=145\text{m}$ ）の施工について報告する。

2. シールドトンネル線形と掘進上の課題

ランプシールドにおける平面急曲線の線形及び縦断急曲線の線形の配置図及び概要図について図1～図3に示す。平面線形では、分流部で接続する本線（北行）トンネルとのノーズ部付近が、急曲線（ $R=100\text{m}$ ）を含むものとなっている。これは、ランプ単独部ではランプの道路トンネルに合わせた設計としているが、切抜けを行う分流部では本線（北行）トンネルに並走する線形とするために設定されたものである。

縦断線形については、切抜け区間（接合部）の終点付近に配置されている。ここでは、分流部の本線（北行）と同じ上り勾配の区間から、本線（南行）との干渉を避けて下り勾配に移行する箇所であり、上り2%から下り5%への $R=145\text{m}$ の縦断急曲線となっている。

どちらも、以下の理由から一般的な施工ではシールド機の姿勢制御が困難であることが課題となった。

①平面急曲線は曲線長が短く、シールド機の回転半径が曲線に入る前にシールド機先端が曲線を出てしまうこと。

②縦断急曲線は、曲線長は平面急曲線部よりも長いものの、上り勾配から下り勾配に勾配の方向が急激に変化すること。

3. 平面急曲線に対する対応

平面急曲線への対応としては、①設計線形とは別にシールド掘進用の施工線形の設定、②測量頻度の増加、③急曲線進入から脱出までのシールド機のシミュレーションによる1リング毎の蛇行、テールクリアランス等の確認、を行った、①については、設計線形よりも曲線長が長く、かつ曲線半径が大きい線形（図4）を別で計画

キーワード シールドトンネル、大口径、平面急曲線、縦断急曲線、分流部

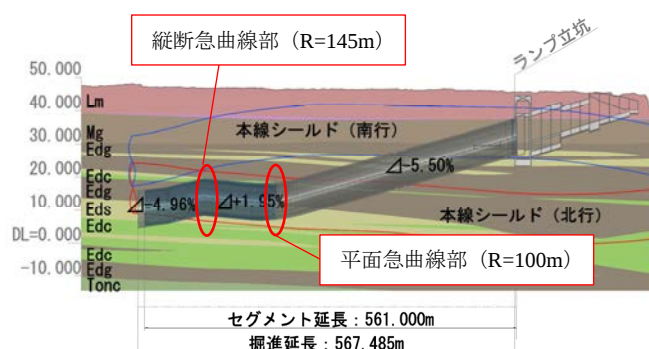


図1 急曲線配置図

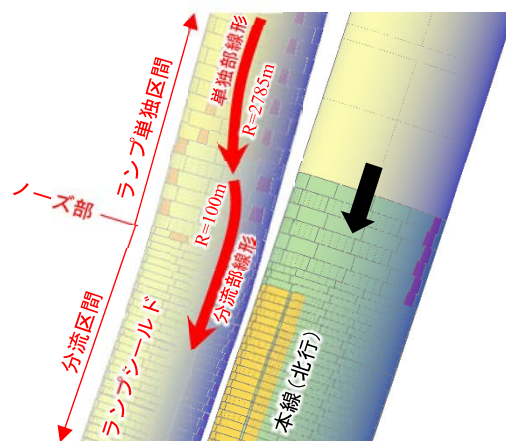


図2 平面線形概要図

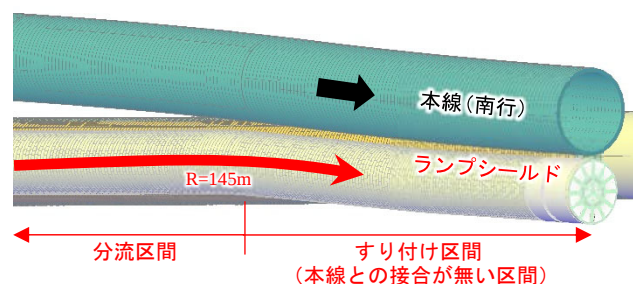


図3 縦断線形概要図

してその線形を施工線形とし、新しく設定した線形のずれ量が設計線形の管理基準値内に収まることを確認した上で施工を行った。②については、通常2リングに1度程度の頻度(1リングの幅800mm)で行う測量を200mmに1度行うことで、シールド機の姿勢制御に反映した。また、その結果をもとにCAD図上にシールド機の軌跡を描き、以降の掘進におけるシールド機の面向きを決定するのに利用した。③については、急曲線に進入する前に、シールド機やセグメントの面向き・水平変位がどうなっていれば設計線形に対する蛇行量やテールクリアランスが最良になるのかを事前にシミュレーションし、その上で急曲線掘進を行った。

4. 縦断急曲線に対する対応

縦断ではシールド機の姿勢制御のため、①測量頻度の増加、②急曲線進入前のシミュレーション、③シールド機に重錘設置、を行った。①及び②については平面の急曲線対応と同様の方法により、シールド機の姿勢制御を行った。③については、シールド機の姿勢を上り2%から下り5%に急激に変化させる必要があるが、シールドジャッキや中折れジャッキの調整のみでの対応ではシールド機後胴やセグメントが追従できない懸念があった。そのため、シールド機テール部に、重量約7tの鋼製セグメントをカウンターウェイト(図5)として設置した状態で掘進を行った。

5. 施工結果

急曲線に対する対応を行った結果、平面急曲線部では、蛇行量は設計線形から左に36mm、テールクリアランスは設計の50mmに対して最小でも25mmとなり、掘進中は特に大きなトラブルもなく施工ができた。縦断急曲線部では、一時的にシールド機が上に上がる傾向を示したものの、カウンターウェイト等の対応により、蛇行量は上に19mm、テールクリアランスは最小でも40mmとなり、平面及び縦断いずれも管理値内であった。また、組立後の鋼製セグメントについても、内空の歪みやセグメントの目違いによる漏水、塗装の剥がれといった品質上のトラブルは発生しなかった。

6. まとめ

今回、ランプシールドで大口径の急曲線部の施工を行ったが、急曲線部の中でも短距離の曲線では、施工用の線形を新しく設定し、管理することで設計線形を逸脱することなくセグメントに対しても健全な掘進ができることが確認できた。また、縦断の急曲線の場合はシールド機の姿勢制御が非常に難しく、シールドジャッキや中折れジャッキの調整による姿勢制御に頼るだけでなく、その他の対策を併用することが重要であることが確認できた。

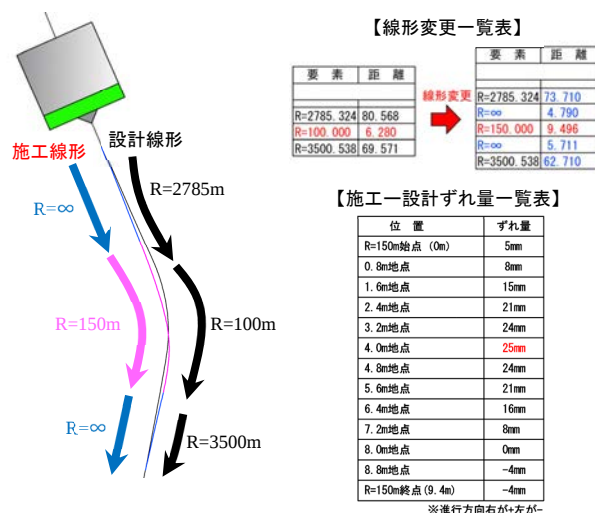


図4 施工線形(平面)設定概要図

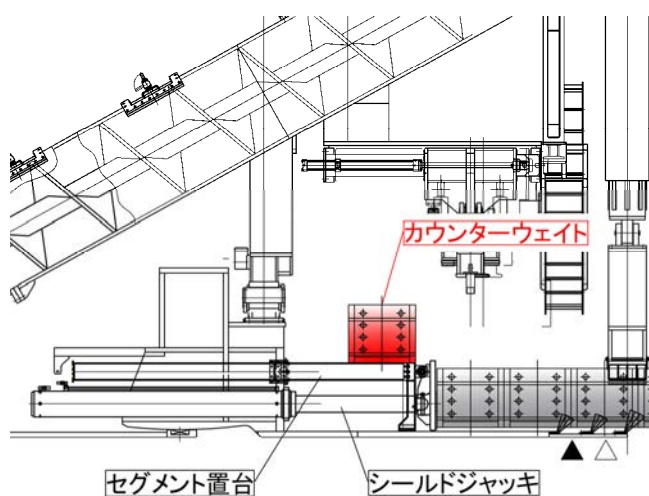


図5 カウンターウェイト設置図

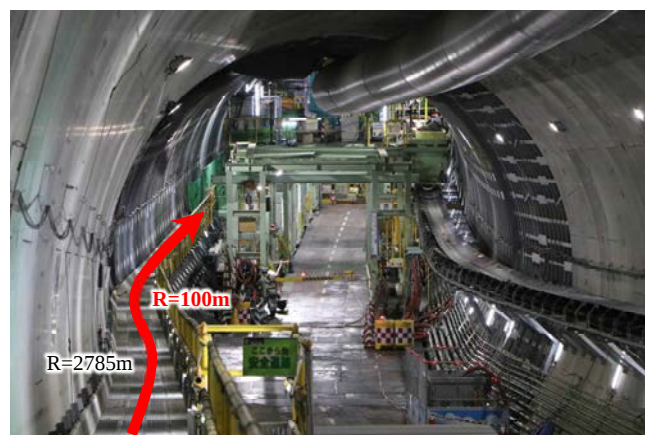


図6 平面急曲線部写真