

小竹向原～千川間連絡線設置工事で新設するシールドトンネルの設計

東京地下鉄株式会社	正会員	大塚	努
東京地下鉄株式会社	正会員	荻野	竹敏
東京地下鉄株式会社	正会員	○藤沼	愛

1. はじめに

東京メトロでは、東京メトロ有楽町線における安定輸送の確保を目的とし、小竹向原～千川間に連絡線を設置する工事を進めている。図-1 に今回の工事の概要を示す。このうち、320m(A 線 175m, B 線 145m)の区間で非円形断面(複合円形断面)による単線シールドトンネルを採用することとした。

本稿は、単線シールドトンネルにおける複合円形シールドトンネルの設計について報告するものである。

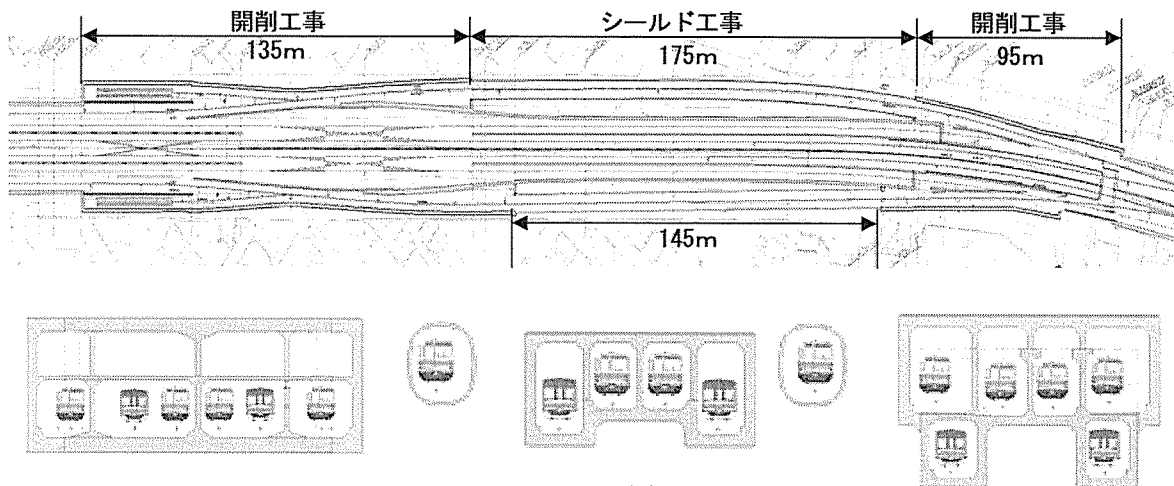


図-1 工事概要

2. 単線シールドトンネルにおける複合円形断面の設計

(1) 非円形断面検討の背景

今回は、①民地部との離隔を十分に確保すること②営業している副都心線との離隔を十分に確保すること③断面積の縮小による環境負荷低減を図ることを主な目的とし、非円形断面の検討を行うこととした。

東京メトロでは、H20 年に開業した副都心線明治神宮前駅～渋谷駅間で、複線シールドトンネル断面に対して、非円形断面である複合円形断面を採用した実績がある。今回は、この複線シールドトンネルにおいて実績のある複合円形断面を単線シールドトンネルに採用することを基本として、最適な断面形状を検討することとした。

(2) 複合円形断面の形状の特性

複合円形断面とは、3つの曲線半径(R_1 , R_2 , R_3)を組み合わせで成り立つ非円形断面である。この断面の特長は、断面積は円形断面に比べて低減を図りながら、地下鉄の運行に必要なトンネル内空間面積を確保していることである。形状の決定については、3つの曲線半径のうち、初めに側部と頂底部の円弧(半径 R_1 , R_2)を決定し、2つの円弧半径の交点を中心とする隅角部の円弧(半径 R_3)が決まるという順序である。形状の考え方を、図-2 に示す。複線シールドトンネルにおける形状検討のトライアル結果からは、トンネル高さ、トンネル幅、円弧半径 R_1 , R_2 , R_3 が、それぞれある一定の範囲の比率になるとトンネル内空間面積及び主鉄筋構成が円形とほぼ同程度になることが判明している。

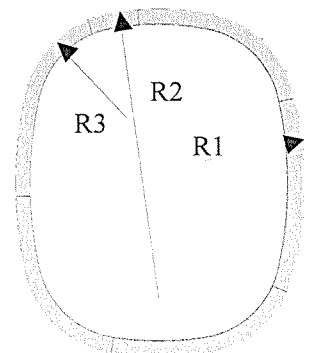


図-2 形状の考え方

キーワード シールド, 非円形断面

連絡先 〒110-8614 東京都台東区東上野 3-19-6 東京地下鉄株式会社改良建設部設計課 TEL 03-3837-7132

(3) 単線シールドトンネルにおける複合円形断面の設計

単線シールドトンネル断面に複合円形断面を採用するにあたり、複線シールドトンネル断面における形状検討の結果を用いて、円弧半径 $R1$, $R2$, $R3$ の組み合わせの検討を行った。

単線シールドトンネル断面における形状の決定についても、3つの曲線半径のうち、初めに円弧半径 $R1$, $R2$ を決定し、2つの円弧半径の交点を中心として隅角部の円弧半径 $R3$ が決まるという順序である。今回は、①施工条件より幅方向に制約がある②保守空間を含めた地下鉄の運行上必要な空間を確保する必要があるという観点から、おおよその幅が決まり、これを目標に3つの円弧半径の組み合わせを検討した。

検討の結果により、決定した断面を図-3に示す。セグメントの分割は、軸方向挿入式のK型セグメントの組立施工性を考慮した結果、6不等分割とした。断面積は、円形断面と比べて約10%程度の低減を図りながら、トンネル内空間面積は地下鉄の運行に支障のない空間を確保した。円形断面との断面積の比較を表-1に示す。また、複合円形断面の断面力の発生状況を図-4に示す。

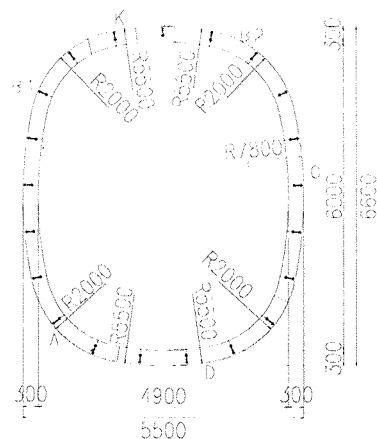


図-3 複合円形シールド断面(単線)

表-1 断面積の比較

	掘削断面積	トンネル内空間面積
円形 ($\phi 6.6\text{m}$)	34.21 m^2	26.48 m^2
複合円形 (H6.6m $\times$ W5.5m)	31.15 m^2	23.64 m^2
複合円形/円形	0.91	0.89

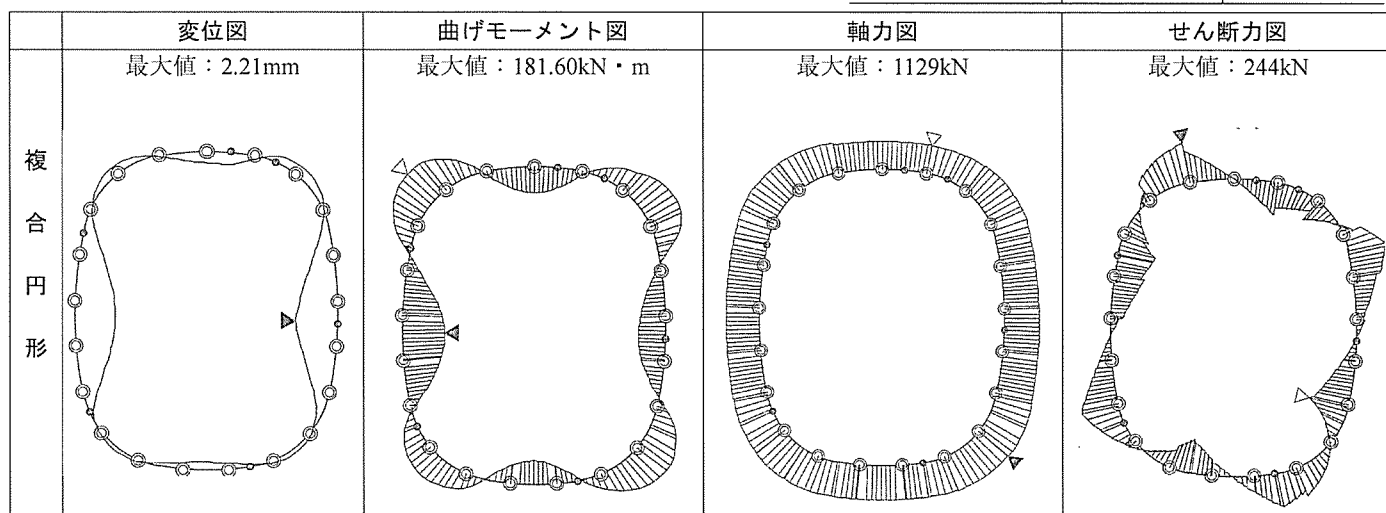


図-4 断面力の発生状況

3. おわりに

今回、実績の複線シールド断面の最適形状として考えた複合円形断面を単線シールド断面に応用することで、単線シールドトンネルにおいても複合円形断面を採用することができた。このことにより、限られた地下空間を有効に活用し、環境負荷低減にも寄与することができる。今後は、実際のトンネルに発生する断面力等の計測結果等について、機会があれば報告したい。

参考文献

- 1) 矢萩秀一, 藤木育雄, 入江健二, 大塚努: 環境負荷低減を考慮した複合円形トンネルの設計, 第59回年次講演会, 土木学会, 06-37, 2004年
- 2) 藤木育雄, 入江健二, 大石敬司, 橋口弘明: 環境負荷低減を考慮した複合円形シールドトンネルの採用, 地下空間シンポジウム論文・報告集, 第10巻, 土木学会, 2005年
- 3) 藤木育雄, 荻野竹敏, 橋口弘明: シールドトンネルの設計と施工, 基礎工6月号, 2008年