

曲線パイプを利用した地下空間の構築方法の提案

鉄建建設 フェロー 粕谷太郎

1. はじめに

我が国の都市域は建物等が密集した市街地であり、かつ、地盤の多くは未固結地質である。このような条件下での施工にあたっては、地表への沈下影響等が強く懸念される。この都市域の地下における超大断面、双設断面のトンネル構築にあたって、地表沈下影響を抑えて安全に、速く、低コストでの施工を可能とするため、TULIP工法（曲線ボーリング技術）を活用した施工法を提案する。

本稿では、本工法を応用した JR 営業線直近でのトンネル施工事例についての報告、さらに都市域でのいくつかの大断面地下空間構築方法の提案事例について述べる。

2. TULIP工法（曲線ボーリング技術）の概要

本工法は、曲線ボーリング装置を用いて地中に曲線管を埋設する技術である。種々の地質や地下水への対応も可能であり、ボーリング装置はコンパクトで施工性に優れている。

埋設した曲線管は、①そのまま本管、②地盤改良工の凍結管あるいは注入管、③トンネル掘削時の先受け支保工、等の活用が考えられる。これらの活用方法により、シールドトンネルの地中接合やトンネルの拡幅・分岐・合流、さらには扁平大断面のトンネル施工等を可能とする汎用性の高い要素技術である。

3. 施工事例

3.1 施工位置

首都高速道路中央環状王子線は、高速5号線（池袋線）から高速川口線に接続する全区間7.1kmの路線であり、JR王子駅構内において東北本線、京浜東北線等の7本の在来線直下を交差して通過する計画である。

本工事は、そのうちの在来線直下をエレメント牽引工法で施工する工事であるが、エレメント牽引のための到達側作業基地をTULIP工法により構築した事例である。（図-1）

3.2 施工方法

施工は、図-2に示すように、発進側の作業空間（中央導坑）に曲線管推進装置を据付け、先端掘削装置を内蔵した先導曲線管をセットした後、掘進と後続曲線管の接続を繰り返しながら曲線管を推進し、到達側の作業空間（側壁導坑）に達した先導曲線管の先端から先端掘削装置を回収する手順である。

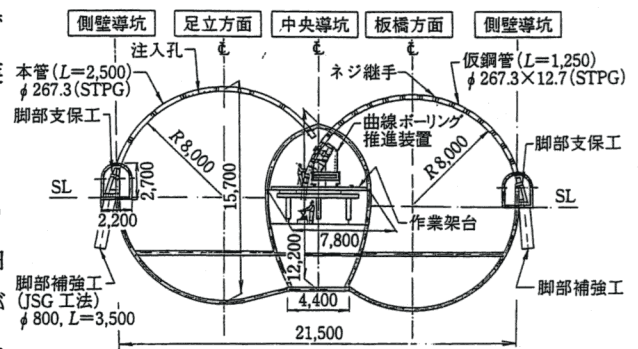


図-1 施工断面図

① 曲線ボーリング装置セット ② 掘進・曲線管推進 ③ 曲線管推進完了・先端掘削装置回収

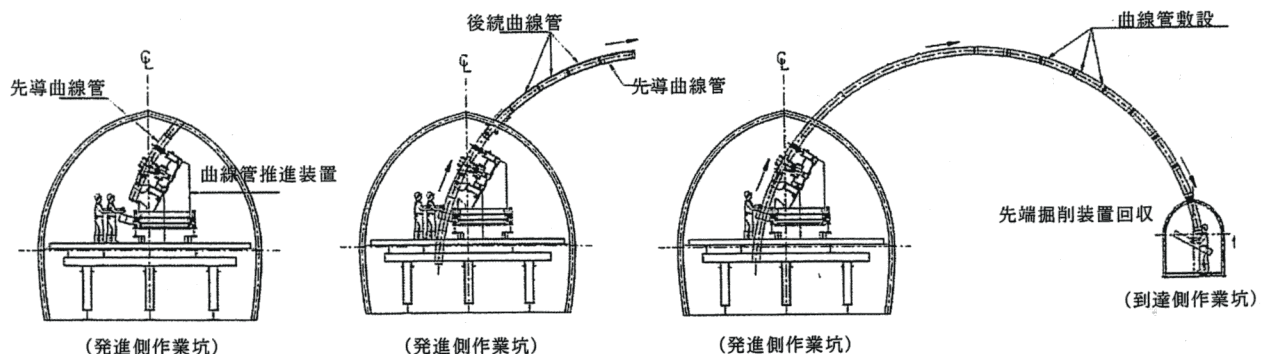


図-2 施工手順

キーワード：曲線ボーリング技術、地下空間、TULIP工法、断面拡幅、曲線管

連絡先 〒101-8366 東京都千代田区三崎町 2-5-3 TEL 03-3221-2293 FAX 03-3239-1685

3.3 施工実績

中央導坑内から左右の側壁導坑に向けて、TULIP工法により上部半断面アーチ部に曲線管（ $\phi 276.3\text{mm} \times t=9.3\text{mm}$ 、平均 $L=17.8\text{m}$ ）を60cm間隔で敷設した。掘進時の推力は約50～70kN（最大150kN）、カットトルクは平均1.2kN・m（最大1.5kN・m）であり、掘進速度は平均30mm/minの施工実績であった。支保状況を写真-1に示す。

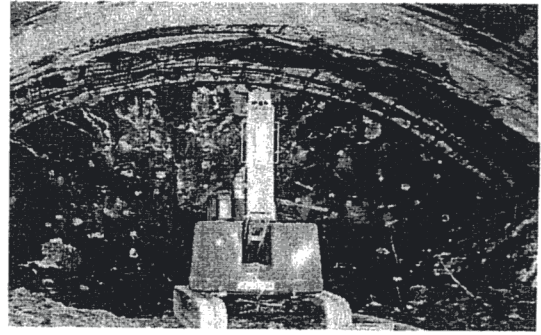


写真-1 施工状況

4. 提案事例

4.1 地下道路の分岐・合流（図-3）

分岐・合流部の形式（平行式）の場合、図に示すように、テーパ区間、加減速区間、分岐合流区間を合計すると200m程度の長さとなる。また、本線トンネルと出入口トンネルの合流部は超大断面施工となる。提案事例の主な施工手順は、

①本線シールド掘進後、側壁導坑掘削、②側壁導坑からTULIP工法により曲線鋼管を設置、③曲線鋼管を利用して周囲の地盤改良、④曲線鋼管支保工を側壁コンクリートで受けた後、上部半断面掘削、⑤下部半断面掘削、⑥覆工コンクリート打設、⑦インバートコンクリート打設、等である。

4.2 地下道路の中央分岐・合流（図-4）

中央分岐・合流部の提案事例での手順は、①本線シールド掘進後、②シールドトンネル坑内から、TULIP工法により曲線鋼管を設置、③曲線鋼管を利用して周囲の地盤改良、④シールドトンネル内部補強、⑤掘削、構築等である。

4.3 地下鉄道の駅部（図-5）

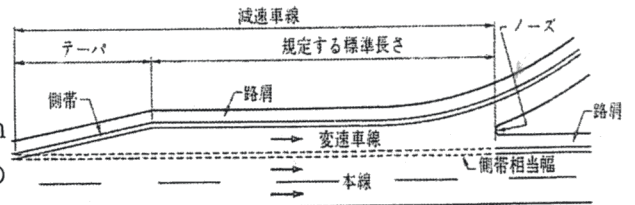
駅部の提案事例での手順は、①本線シールド掘進後、②シールドトンネル坑内から、TULIP工法により曲線鋼管を設置、③曲線鋼管を利用して周囲の地盤改良、④シールドトンネル内部補強、⑤掘削、構築等である。

5. おわりに

報告した大断面の双設トンネル施工実績から、周辺への影響も少なく、TULIP工法により設置した先行支保工の有効性は確認できたため、同様な施工事例が増えると考えている。今後は、その有効性が期待できる提案事例の実施工に向けて、太径管に対応できる施工法、玉石層対応等適応地盤の拡大、長尺管の施工精度管理方法、施工サイクル短縮に対応する管接合法の確立等に対する実証実験等を行う予定である。また、設計手法の確立、さらには先行支保工に作用する実土圧メカニズム等の検証法等の研究を進める所存である。

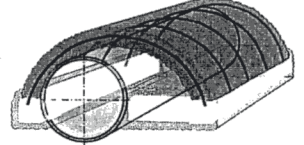
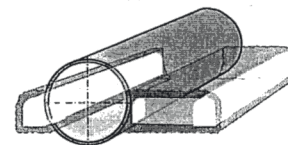
【参考文献】

- 1) 粕谷太郎、青木義治：都市部における大断面地下空間構築方法の提案、地下空間シンポジウム 論文・報告集、第8巻、pp237～242、2003.1



① 本線シールド掘進後
側壁導坑掘削

③ 曲線鋼管を利用して
周囲地盤改良



② TULIP工法により
曲線鋼管設置

④ 完成

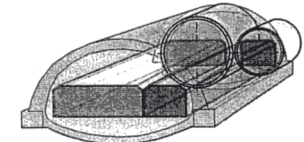
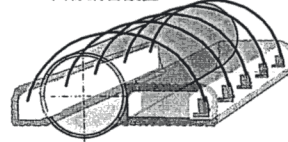


図-3 形式平面（上）と施工断面（下）

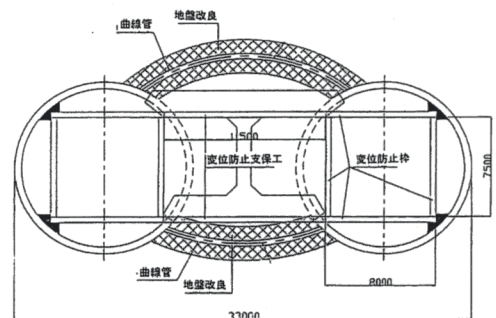


図-4 地下道路の中央分岐・合流部断面図

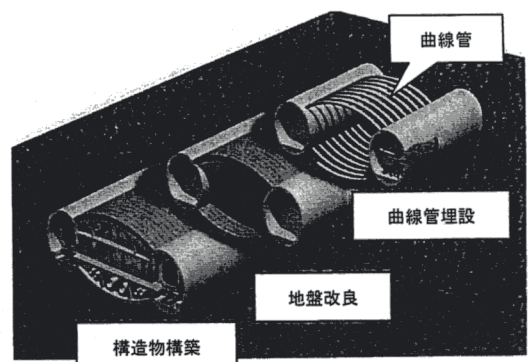


図-5 地下鉄道の駅部断面図