

りょう盤構造トンネルの路盤沈下対策について

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○小林 大起
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 伊東 久雄

1. はじめに

インバートの無いりょう盤構造のトンネルにおいて、路盤沈下に伴う軌道変状等が発生している。路盤沈下対策としては、過去に軌道スラブを拡径した小径の場所打ちRC杭で支持させるTSP工法(Track Support Pile)を開発し、3トンネルにおいて広範囲にわたり大規模な施工を行っている。近年においても、路盤沈下に伴う軌道変状等が確認されているが、いずれも変状の範囲は、比較的小規模であり、大規模な保守用車編成を用いた施工機械では運用に課題があった。

そこで、新たに小規模で点在する変状箇所や作業環境に対応するため、機動性の高い簡易な施工機械の開発を行った。本稿では、開発した拡径杭施工機械を使用し、試験施工を行った結果について報告する。

2. トンネル路盤沈下の発生機構と TSP 工法の概要

2001年度から約6年間の期間で、3トンネルに対して、路盤沈下対策を実施している。路盤変状が発生している区間の共通事項としては、①インバートがないりょう盤区間、②地山が主として未固結の凝灰岩周辺、③豊富な地下水が存在、が確認されていた。以上より、路盤沈下の発生機構としては、図-1のようなメカニズムと推定されている。

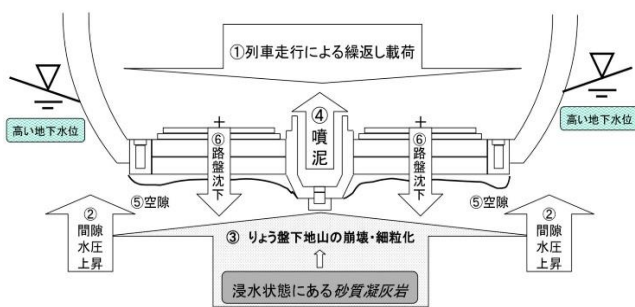


図-1 路盤沈下の発生機構

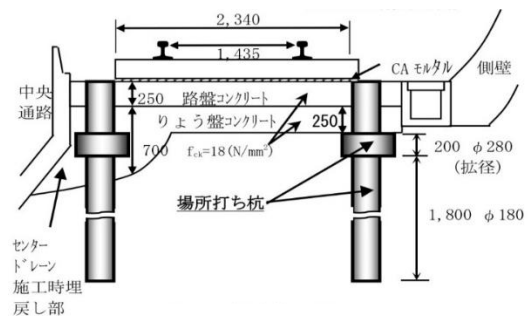


図-2 概略断面図

TSP工法は、JR東日本にて開発されたトンネル路盤沈下対策である。工法としては、既設スラブ軌道下に杭頭部を拡径した小口径の場所打ち杭（以下、拡径杭）を構築し、路盤構造自体を桁構造として杭で支持する工法である。これにより列車振動によるりょう盤直下への影響を抑え、噴泥の抑制を図ることで、路盤沈下対策とした。（図-2）

3. 過去の実績と簡易型拡径杭施工機械の開発

これまでのTSP工法の実績としては、2001(平成13)年度から約6年間かけて、3トンネルにおいて合計5,738本、施工延長2,387m(上下線ともに)を施工してきた。なお、対策箇所においては、現在まで沈下傾向は確認されていない。当時使用した施工機械は、現在廃棄されており、同様な機械は存在しない。また、過去の施工体制は、大規模な保守用車編成群(44m)を連ねて施工してきたが、近年は小規模で点在する施工範囲が主流のため、より機動性の高い小型の施工機械が適している。

そこで、小規模で点在する変状箇所や作業環境に対応した、機動性の高い小型の簡易拡径杭施工機械を開発することとした。拡径杭の形状と削孔条件については、過去の仕様と同等とし、試験機の製作を行った。

削孔手順や拡径部を掘削するメカニズムは図-3、4に示すとおり。なお、路盤コンクリート削孔には通常のボーリング等に用いるコア削孔機を装備した。

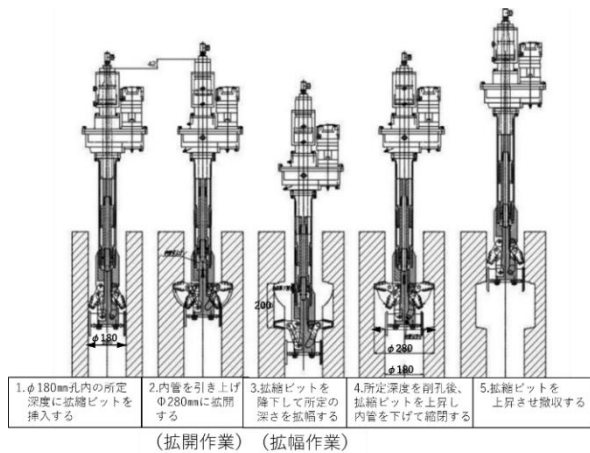


図-3 拡張削孔手順

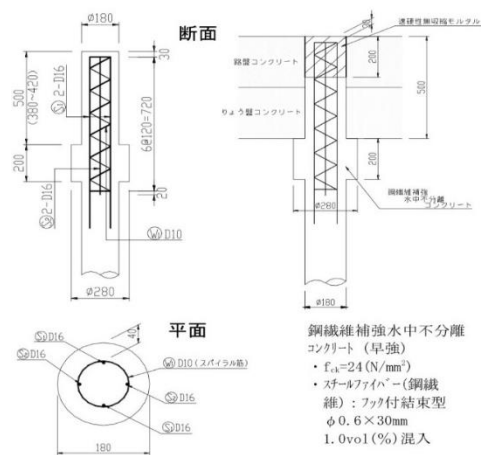


図-4 杭頭部の詳細図

4. 模擬地盤における試験施工

トンネルの路盤を模擬したモデルを製作し、試作機により実施工と同じ削孔をすることにより、拡張削孔能力・各項目毎のサイクルタイムについて確認した。模擬地盤は、りょう盤コンクリートを想定して16~29 N/mm²の供試体を作成した。結果は、実フィールドでも施工可能な値が得られた。

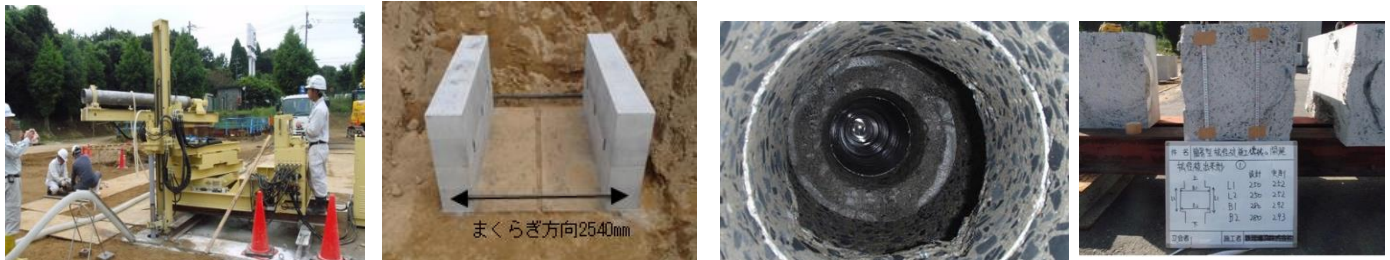


写真-1 模擬地盤における削孔試験状況

5. 試験施工の実施

試験施工を実施するトンネルは、軌道整備や路盤注入を複数回実施している箇所、軌道の高低変位において保守余裕量が少ない区間を選定した。対策範囲は10m(スラブ2枚分)とし、計14本を計画した(図-6)

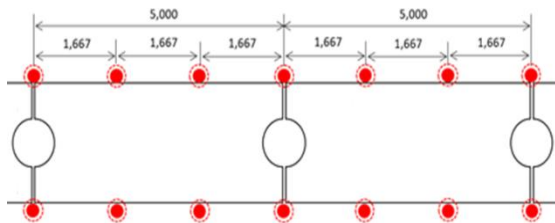


図-5 拡張杭配置図

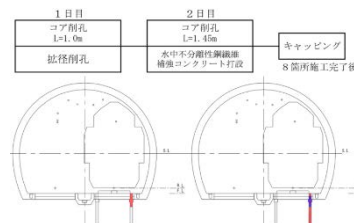


図-6 施工サイクル (1本/2日)



写真-2 施工状況

模擬地盤での試験結果を踏まえ、2日で1本という計画で想定していたが、施工開始時は、位置合わせや再削孔時の据え付け、削孔した地山の回収、コアチューブの継足し等で時間を要したため、3~4日で1本施工という状況であった。これは作業員の不慣れな点が要因としてあったが、コアチューブの継足し方法で改良を行ったり、人員配置等を工夫することで施工日の短縮を図った。その後2日で1本のタイムサイクルが確立でき、概ね計画通りに施工することが出来た。

6. おわりに

過去に施工実績のある、TSP工法をもとに、新たに簡易型拡張杭施工機械の開発を行った。近年の路盤沈下変状に対して、本機械を使用して対策を計画・実施することで、安全安定輸送に貢献していく所存である。本稿で述べた対策が、今後路盤沈下で軌道影響を与えるようなトンネルの維持管理の参考になれば幸いである。

キーワード トンネル路盤, りょう盤構造, 沈下対策, TSP工法, 簡易型拡張杭,

連絡先 〒983-0853 宮城県仙台市宮城野区東六番丁31番2号 東日本旅客鉄道株式会社 TEL022-266-2397