

VI-117

列車走行に伴うトンネル内路盤噴泥の対策工法の開発

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 清水 満 松沢 素子
正会員 齋藤 貴 富田 修司
正会員 森山 智明

1.はじめに

インバートコンクリート未施工の鉄道トンネルにおいて、列車走行に伴う振動により路盤コンクリート付近から土砂を伴った地下水の噴出現象（噴泥）が生じることがある。この噴泥による路盤沈下に対し、路盤下の空隙充填により対策を施すことが多いが、この場合、列車の走行によって充填材の下面で再び噴泥が発生することになり、列車の運行を確保した上での根本的な対策の実施が望まれている。

路盤の噴泥発生原因¹⁾は、路盤下への豊富な地下水の流入・滞水、路盤下の地山が均等係数の小さい砂質の軟弱な地山、列車走行に伴う載荷・除荷によるポンピング作用等の組合せにより発生すると考えられている。これらの条件下のトンネルにおいて、列車の運行を確保しながら安全に施工できる噴泥対策として、既存の路盤構造を利用した対策工法を開発したのでここに報告する。

2.噴泥対策工法の検討

路盤噴泥が発生している鉄道トンネルはスラブ軌道構造のトンネルが多く、この軌道構造は、スラブ軌道の下に鉄筋コンクリートの路盤コンクリート、その下に無筋のりょう盤コンクリートという構造になっている。噴泥による土砂を含んだ地下水の流出は、中央通路や側溝の継目部、構造物のひび割れ部等から生じており、従来の対策として、①中央排水溝および側溝の改良による排水効果の改善、②りょう盤コンクリート下の空洞への充填、③軌道整備、等を行ってきている。しかし、これらの対策工は路盤下の地下水が豊富なことから恒久的な効果はなく、特にりょう盤コンクリート下への充填は充填材料下面での噴泥の再発生を招き、現在定期的な注入の実施を余儀なくされている。

そこでこの路盤噴泥の抜本的対策として、列車の運行を確保した上で施工可能な桁構造スラブ軌道工法の検討を行った。

この工法は、既設スラブ軌道の路盤下に、杭頭部を拡張した小口径の場所打ち杭を施工し、路盤構造自体を桁構造として杭で支持する工法である。軌道構造を杭で支持することにより列車振動によるポンピング作用を抑える工法であり、既設の軌道構造をそのまま用いるため、列車走行の間合時間に作業を行うことにより列車の運行が確保でき、施工費も安いことが利点である。

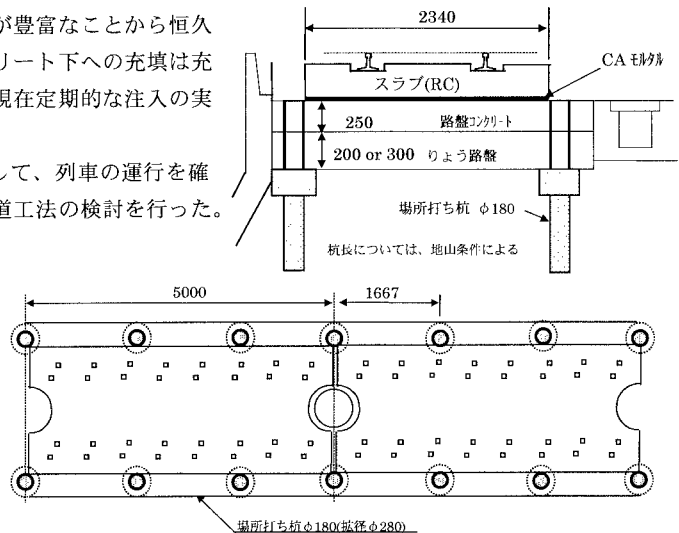


図-1 桁構造スラブ軌道による支持方式概要

キーワード：鉄道、変状、トンネル、噴泥、振動、場所打ち杭

東京都渋谷区代々木 2-2-2 03-5334-1288 FAX 03-5334-1289

3. 試験結果

「桁構造スラブ軌道工法」の確認試験は以下3項目について行った。

① 桁構造スラブ軌道の静的荷重試験（図-2）

衝撃を含む列車荷重に対して、頭部を拡張された小口径場所打ち杭による支持状態での既設路盤構造の安全性を確認する。

（実物大および 7/10 モデルによる静的荷重試験）

② 拡張杭施工確認試験

現地と同様な地山条件下において、場所打ち杭および杭頭部の拡張径が所定の精度で施工できることを確認する。（強風化砂質凝灰岩における地下水位以下での小口径拡張杭の施工試験）

③ 動的荷重試験

トンネルと同様な地山で施工された小口径場所打ち杭の、列車振動に対する長期安定性を確認する。（②試験で施工された小口径拡張杭の動的荷重試験）

(1) 静的荷重試験結果

幅 1m の線路直角方向の実物大試験では、りょう盤コンクリートのひび割れ前で 64.6tf、ひび割れ後で 45.4tf の耐力を有していた。（図-3）これは衝撃を含む設計荷重(11.8tf)に対して約 4 倍の耐力を有している。

(2) 拡張杭施工確認試験結果

場所打ち杭は、一般部は設計径通りに施工できたが、杭頭部拡張部は地山の固結度が小さかったことから、水中での拡張では渦状の水流の発生により設計径以上の拡張径がされた。

(3) 動的荷重試験結果

杭なしのスラブ版、2m・3m・4m の杭を有するスラブ版を用いて動的荷重試験を実施した結果、杭なしでは荷重開始後 20 分程度で噴泥による沈下を生じたが、杭を有するスラブは杭長に関係なく噴泥は発生せず、噴泥による沈下が生じないことを確認した。

4. おわりに

列車の運行を確保した上での恒久的な路盤噴泥対策工法の開発を目的に、安全性、施工性、経済性を考慮した新しい工法を検討してきた。その結果、既存の軌道構造を活用した「桁構造スラブ軌道」工法が路盤噴泥対策として効果があり、構造的にも十分安全であることが確認できた。今後は列車の間合および狭隘空間での実施工を考慮し、施工精度や施工時間等の施工性の検討を実施し、同工法の実用化に向けた検討の深度化を図っていく予定である。

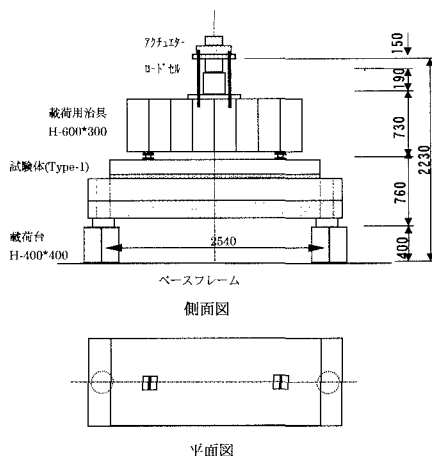
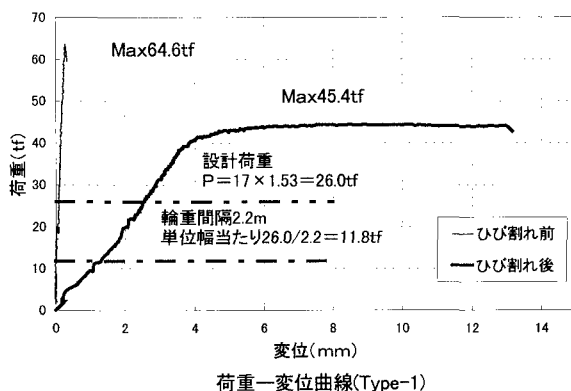


図-2 荷重状況(type-1)



荷重—変位曲線(Type-1)

図-3 桁構造スラブ軌道の静的荷重試験結果

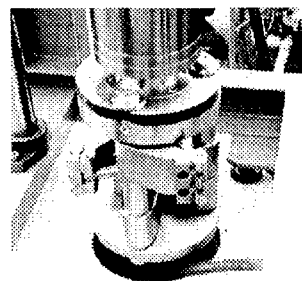


写真-1 杭頭部拡張装置