

武蔵野線における地盤空洞の現状調査

東日本旅客鉄道株式会社
東日本旅客鉄道株式会社

正会員 ○丹澤 裕太郎 正会員 高森 麻有美
正会員 外狩 麻子 正会員 川崎 秀夫

1. はじめに

昭和 49 年から、武蔵野線のトンネル上部において、周辺地盤の緩みが確認され、空洞化した一部が地表面の沈下として現れることもあった。このような緩みの存在や空洞化の進行が認められるごとに、モルタルや砂を充填する対策を実施してきた。しかし、稀に対策済み箇所のごく近隣において、再度地盤の緩みにより沈下が発生するなど、潜在的な緩みや空洞化発生の全体的な把握が行えておらず、対策が恒久的とならなかった場合も報告されている。

そこで、詳細な地盤の調査をもとに検討を行い、恒久的な空洞対策を開始した。本研究では、それぞれの地盤調査結果から、各調査法の有効性について検証する。

2. 発生している問題の原因・要因

東京多摩エリアの武蔵野線は、一部を除き、そのほとんどが開削工法で建設されている。地盤の緩みの発生原因は、建設時における躯体側壁背面部や親杭横矢板引抜部の埋め戻し不足、あるいは仮設物(矢板)の存置といった施工時の問題と考えられている。

これまでの、発生主義的な対策を施してきたが、トンネル上部では、公園・道路・学校等、公共性の高い土地利用が行われているため、地盤の緩みや空洞化を早期に発見し、地表面沈下を防止する必要がある。

そこで、本研究では、発生原因およびゆるみ範囲が明確である武蔵野線の事例(府中本町～北府中間の府

中トンネル)について検証することで、今後の管理における一助となる考察を加えることを目的とする。

3. トンネル概要

武蔵野線府中本町～北府中間、府中トンネルは、開削工法により建設された箱型トンネルである¹⁾(図-1参照)。延長 860m、立川段丘上に位置し、地質は関東ローム層及び武蔵野層砂礫からなる。試掘の結果、側壁外側に H 型鋼及び横矢板が残置されていたことから、土留め壁を外型枠として側壁コンクリートの打設が行われたと想定される。

4. 地質・地盤調査方法

4. 1 ゆるみ及び空洞の発生状況

現在に至るまで、トンネル上部の埋め戻し部(左右)深さ 0.5～1.5m の範囲において複数回の報告がある。空洞の発生原因を推定する目的から、トンネル周辺において標準貫入試験を行った。施工位置図および試験結果を図-1 に示す。

トンネル側壁より 0.55m(図-1 中 No. 2)の地点では、トンネル築造時の掘削底面想定位置まで N 値が極めて小さく(N=1～2)、空洞もしくはゆるみが存在すると考えられる。また、原地盤のデータと比較すると、1.05m 地点(図-1 中 No. 3)では 7m、1.55m 地点(図-1 中 No. 4)では 5m の深度まで対数らせん状に地盤がゆるんでいる可能性が高いと判断される。

以上より、空洞化の原因は、図-2 に示すように、土留壁構築時²⁾に背地盤面がゆるみ、経時変化とともに

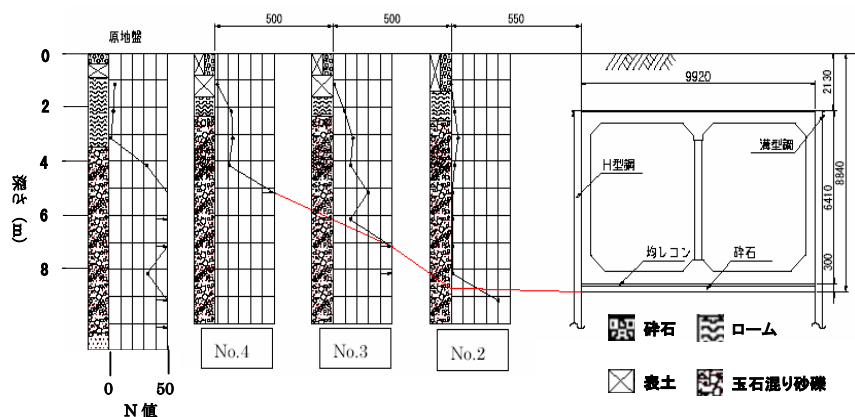


図-1 標準貫入試験結果

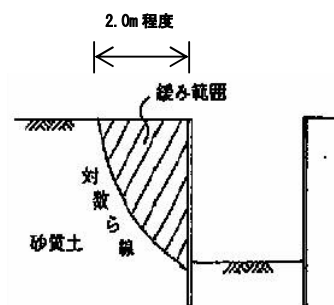


図-2 ゆるみ範囲

キーワード 空洞化 開削トンネル スウェーデン式サウンディング 地中レーダー探査 エンパソル

連絡先 〒192-0073 東京都八王子市寺町 61 JR 東日本 八王子土木技術センター TEL 042-621-1291 E-mail: y-tanzawa@jreast.co.jp



写真-1 エンパソル

に空洞を生じさせてきたと推測される。

4. 2 地盤調査方法

調査方法は①スウェーデン式サウンディング（SWS試験）、②地中レーダー探査及び③エンパソルの3つを用いる。

エンパソルとは、工事の施工に使用する削孔機に取り付けた各種センサーを用い、削孔と同時に種々のデータを測定・解析し、地盤調査を行うことの出来るシステムである(写真-1 参照)。

4. 3 実施した地盤調査の比較

図-3 に、上記 3 つの調査方法による 4 箇所の調査結果を示す。送水圧(Mpa)は、エンパソル(③)によって得られた代表的なデータである。一般的に調査結果として、緩みや空洞を判定する計測データは、SWS 試験(①)とエンパソル(③)（送水圧）の結果は値が小さい箇所であり、地中レーダー(②)については画像が乱れている箇所とされている。

図-3 より、深度 0.0～2.0m 程度の範囲では、SWS 試験(①)において値が大きく、締まっていると判断されている。エンパソル(③)についても、玉石混り礫層においてはロッドの先端が礫に当たった際のノイズで急激に値が変わると考えられるものの、同様な挙動をとっている。また、深度 2.0m 以下の範囲においては、SWS 試験(①)では、非常に硬い地盤であると評価された。一方で深度 2.0～3.0m において、地中レーダー(②)によって、SWS 試験(①)で評価できなかった注意度 B・C

注意度	電磁波の反射形状・反射強度	想定される地盤状況
A	反射は局所的で、反射強度が大きく反射余韻が深部まで達し、反射形状が一定しない。	地盤内に空隙やつるみが存在する可能性がある。地盤が不均質な場合もある。
B'	正常な地盤にみられる帯状反射がやや乱れて、反射振幅が一定しない。斑点状の反射である。	道路以外の測定箇所によく認められることから、盛土層内の材質の相違や地盤内の不均質性が想定される。
B	帯状反射が不連続で、かつ水平でない。また、小規模の強反射が認められる。	地盤内にゆるみが存在する可能性がある。地盤が不均質な場合もある。
C	埋設物を横断した場合は、上部は凸型の三日月状を示す。埋設物や地層境界を横断した場合は、帯状となり反射強度が強くなる。	埋設管などに相当する。
D	水平に帯状の反射形状を示す。	比較的均質な地盤である。

表-1 地中レーダー探査結果による注意度の分類一覧

(表-1 参照) の存在が確認された。また、同深度において、エンパソル(③)の送水圧も低い値となり、地中レーダー(②)同様、ゆるい地盤であることを示した。

6. まとめ

府中トンネルにおける調査結果の考察、及び調査結果と施工結果の比較により、実施した調査手法において以下の見解を得た。

- ・SWS 試験(①)は、これまで多くの調査実績のある汎用的な地盤評価法であるが、今回の地盤条件において、深度によっては評価が困難であった。
- ・地中レーダー探査(②)は、深度 2.0～3.0m の範囲において注意度 B、C（表-1 参照）が存在し、地盤のゆるみを抽出していた。しかし、定量的に施工量にフィードバックすることは極めて困難である。
- ・エンパソル(③)は、地中レーダー探査(②)と組み合わせることで、定量的な評価が可能となりうる地盤評価法であると考えられる。本調査においては、今後の施工に繋がる評価のできる可能性がある。

上記の見解は、府中トンネルにおける調査による限定的なものではあるが、異なる調査手法による結果を比較検討した事例は少ないため貴重な内容であると思われる。今後はデータの蓄積による再評価を課題として取り組んでいく。

参考文献：

- 1) 武蔵野線工事誌：日本鉄道建設公団東京支社, 1984. 3
- 2) 近接工事設計施工マニュアル：JR 東日本, 2004. 12

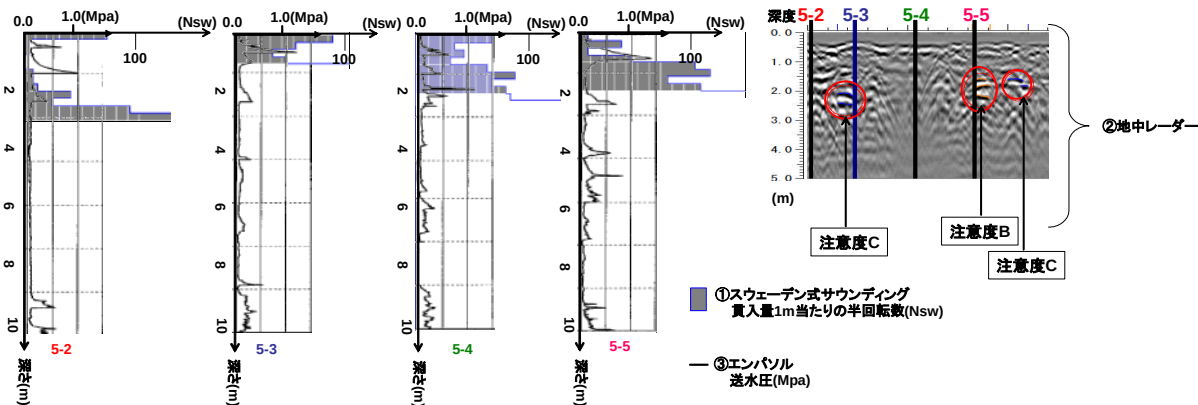


図-3 調査結果比較