

東北新幹線上野地下駅地下水対策について

○ JR 東日本 東京土木技術センター 正会員 高瀬 誠司
 JR 東日本 東京土木技術センター 正会員 志野 達也
 JR 東日本 東京土木技術センター 正会員 藍郷 一博

1. はじめに

近年、東京都では地下水の汲み上げ規制などの影響により地下水位が上昇し、地下水の揚圧力の増加による構造物の躯体の浮き上がりや、底部の変状が想定されている。

東日本旅客鉄道（株）が保有する東京地区の地下駅は旅客ターミナルの拠点としての役割から大規模なものが多く、地下水位の変動による影響を受けやすい構造となっている。このことから、東北新幹線上野地下駅において恒久的な地下水対策を平成 16～17 年度に亘り実施した。

本稿では、東北新幹線営業時間内に施工を実施した高被圧水における効率的なグラウンドアンカーについての検討内容及び工事施工概要について述べる。

2. 地下水位の動向

上野地下駅周辺の地下水位は、昭和 30 年頃から低下傾向にあったが、工業用水法規制基準強化及び昭和 46 年の東京都条例による地下水位の汲み上げ規制に伴い、昭和 58 年頃まで急激な上昇傾向を示し、それ以降も緩やかな上昇傾向を示している（図-1 参照）。

上野地下駅周辺の地下水位は昭和 47 年の設計当初は G.L.-38m であったが、昭和 60 年の完成時には G.L.-18m と約 1.5m/年の急激な上昇傾向を示した。その後も 50～80cm/年程度で上昇を続け、平成 6 年には G.L.-14m、平成 16 年には G.L.-12m まで上昇した。

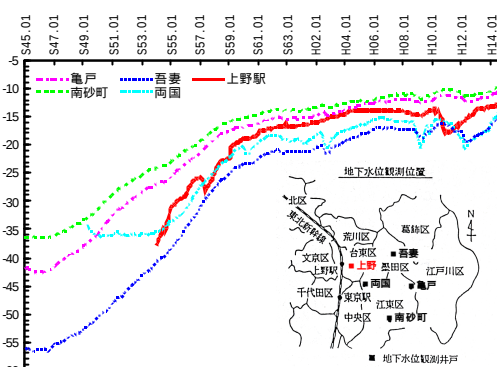


図-1 地下水位推移状況

3. 対策工法の検討と実施

地下水位上昇に伴う対策として、平成 7～9 年に上野地下駅で新幹線ホーム下に約 37,000t の鉄塊を敷設することにより地下水による地下構造物浮上または変状の恐れのある水位（以下、限界水位）を G.L.-13m から G.L.-11m に改善した（第一次対策）。また、平成 11 年には東京地下駅において実現性が低いとされていた高被圧水におけるグラウンドアンカー工法の開発を行い、グラウンドアンカーによる浮上対策を実施し限界水位を G.L.-11.5m から G.L.-10m に改善した。

上野地下駅周辺の地下水位は第一次対策実施後も上昇を続け、限界水位に迫る G.L.-12m まで上昇したことから、更なる対策工事の実施が必要となった。

対策工法選定にあたっては、地下水位が G.L.-5m まで復水することとし、「グラウンドアンカー工」により浮上対策を実施することとした。

今回実施した地下水対策では、第二次対策としてホーム中央部のみグラウンドアンカーを施工することで限界水位を G.L.-7.5m まで向上させることとし、その後、地下水位を注視しながら限界水位 G.L.-5m まで引き上げる第三次対策の実施を適宜判断することとした。

4. 施工上の問題点と対策

今回実施した第二次対策では、採用したグラウンドアンカー工をより効率的に施工するために、新幹線の旅客ホーム上において昼夜施工を行うことで工期短縮及びコストダウンを図ることとした。

昼夜施工する際の問題点としては、昼間の施工では新幹線営業時間帯のため、グラウンドアンカー削孔時の機械騒音・振動及び、仮囲いによる旅客流動の支障、夜間においては上層階に乗務員等の仮眠施設があることから睡眠を阻害し、安全な列車運行に支障を及ぼすことが予測された。また、削孔時には地下水による高い被圧を受けることから被圧水対策が重要となった。

そこで本施工では削孔方式と削孔機の変更を実施することにより仮囲いを小型化すると同時に騒音・振動を削減してホーム上での昼夜施工を可能とした。

キーワード：高被圧水、限界水位、グラウンドアンカー、地下水

連絡先：東京都千代田区外神田 1-17-4 JR 秋葉原ビル 6F 電話 03(3257)1696 FAX03(5298)6925

4-1. 削孔方式・削孔機の改良

グラウンドアンカー削孔時には衝撃式削孔機として代表的である「ロータリーパーカッション式」が採用されることが多い。「ロータリーパーカッション式」は打撃を行いながら削孔する事から打撃による振動・金属音が大きいため、今回の施工については、ローテーションとバイブレーションを組み合わせることにより削孔を行う騒音の少ない「パイプロハンマー式」を採用することで騒音を削減することとした。

騒音試験を実施した結果、騒音はロータリーパーカッション 119.0dB に対し、パイプロハンマーでは 86.8dB と約 30dB 削減することができた。

振動に関しては、パイプロハンマー削孔時 48.3dB であり、特定建設作業の基準である 75dB を大きく下回る結果となった。

今回、ホーム上で移動を伴う施工となることから、お客さま誘導用の電光掲示や、乗務員用の信号設備など様々な設備が上空に添架されているため、削孔用のガイドセルを短尺化し、上空支障への影響を考慮した。

新幹線地下ホーム上という施工環境からエンジン式油圧ユニットを用いると排気ガス等の影響により環境が悪化することから、電動式の油圧ユニットに変更し出力も向上させ、スキッドタイプからクローラタイプへ変更することでホーム上の移動を容易にした（写真-1、表-1 参照）。

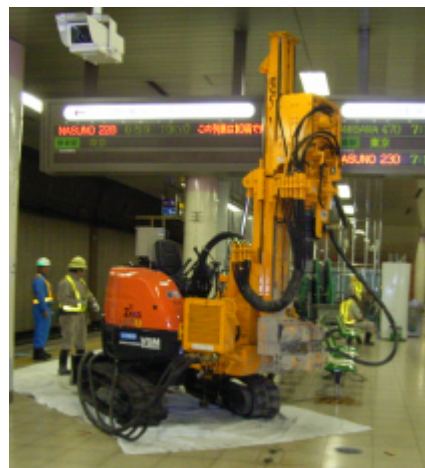


写真-1 削孔機



写真-2 テンドン巻取り装置

4-2. 仮囲いの改良

仮囲いによる旅客流動の支障について、仮囲い内の作業スペースの問題が挙げられる。アンカー材であるテンドンは延長が約 20m あることや、注入作業に伴うプラント設備や電源設備など様々な設備が必要となる。

東京地下駅地下水対策では、ホーム上階のコンコース上に 25×35m の大きな仮囲いを設置し、仮囲い内でのテンドンの加工及びプラント設備を設置した。

今回実施した対策では、専用の鋼製ドラムを作製し、テンドンを場外でドラムに巻取り搬入し、巻取り装置より挿入作業を実施した（写真-2 参照）。プラント設備については、濁水処理装置やセメントサイロなどの大型のプラント設備は地上部に、セメントミルクや削孔水のプラントを新幹線ホーム下のスペースに設置し配管でつなぐことによってホーム上のスペースを削減し仮囲いを小規模なものとし、新幹線営業時間帯中の施工を可能とした。



写真-3 仮囲い設置状況

またホーム上に仮囲いを設置することによりお客さま誘導用の電光掲示が見えなくなる箇所が発生することから、該当する箇所を施工する際には、仮囲い上部を透明板とすることで視認性を向上しお客様への影響を軽減した（写真-3 参照）。

5. 経済性の比較

削孔機及び仮囲いの変更を実施することにより、昼夜施工を可能にし、東京地下駅地下水対策と比較すると施工単価として約 27%削減することができた。また、施工効率としては、1 台あたりの一ヶ月の施工量を比較すると、東京地下駅：6 本/台・月、上野地下駅：11 本/台・月と約 2 倍の施工効率となった（表-2 参照）。

表-1 地下水対策概要比較

施工箇所	上野地下駅対策	東京地下駅対策
対策工本数	603 本	70 本
期間	14 ヶ月	6 ヶ月
施工機械	4 台	2 台
限界水位	+3.5m	+1.5m
施工効率	11 本/台・月	6 本/台・月

6. まとめ

本工事では、実績の少ない高被圧水下におけるグラウンドアンカーの施工であるため、慎重な施工管理、品質管理を心がけながら施工を行った。そして、削孔機及び仮囲いを改良することで昼夜ホーム上におけるグラウンドアンカーの施工を可能にし、従来の約 2 倍の施工効率で約 27%の施工コストを削減することが出来た。

今後、地下水位の上昇傾向を監視すると同時に、グラウンドアンカーの緊張力の監視方法及び維持・管理手法について検討が必要であると考えている。