

新幹線営業時間帯におけるグラウンドアンカーの施工について

○東日本旅客鉄道 株) 正会員 高瀬 誠司*
 東日本旅客鉄道 株) 正会員 志野 達也*
 東日本旅客鉄道 株) 正会員 藍郷 一博*

1. はじめに

東北新幹線上野駅は東北の玄関口として利用されている大規模な地下構造物であり、旅客ターミナルの拠点として多くのお客様にご利用いただいている。

近年、東京都では地下水の汲み上げ規制の影響により地下水位が上昇し、地下水の揚圧力増加による構造物の躯体の浮き上がりや下床版の変状などが想定されることから恒久的な対策を実施した。

本稿では、東北新幹線営業時間内に施工した高被圧水下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概要について述べる。

2. 地下水対策の経緯と検討

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、昭和 46 年の地下水位の汲み上げ規制など影響により、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。

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 年の開業時には G.L.-18m と約 1.5m/年の急激な上昇傾向を示した。その後も地下水位は上昇し、平成 6 年には地下水位が G.L.-14m に達したため、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 の鉄塊を敷設し、揚水設備により地下水位が G.L.-12m を超えた場合揚水を実施することとした。この対策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、それまで実現性が低いとされていた高被圧水下におけるグラウンドアンカー工法を確立、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.-14.3m から G.L.-12.8m 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し、平成 16 年には限界水位に迫る G.L.-12m まで上昇したことから、更なる対策工事を実施することとなった。

対策工法選定にあたっては、地下水位が G.L.-5m まで復水することを想定し検討を行った。

検討を行った工法としては、①上野地下駅第一次対策同様の「鉄塊載荷案」、②東京地下駅同様の「グラウンドアンカー案」、③「グラウンドアンカー＋揚水案」、④「グラウンドアンカー＋プレス案」の 4 案による検討を行った結果、東京地下駅地下水対策において経済性に優れた高被圧水下における永久グラウンドアンカー工法が確立されたことから、②の「グラウンドアンカー案」を採用することとした（図-1 参照）。

3. 施工方法の検討及び施工

今回実施した地下水対策は、限界水位を G.L.-5m で設計し、第二次対策では限界水位を G.L.-7.5m として施工箇所を決定した。その後、地下水位の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。

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な施工を行うために、昼夜施工を行うことにより工期短縮及びコストダウンを図ることとした。また、削孔機をクローラー型にし、アンカー材の挿入方法を変更することにより、仮囲いを小型化し、ホーム上での施工を可能とした。

グラウンドアンカー工を施工する際の問題点としては、昼間については新幹線営業時間帯ということもあり、グラウンドアンカー削孔時の機械騒音及び、仮囲いによる旅客流動の支障があった。また、夜間については、乗務員等の仮眠施設など

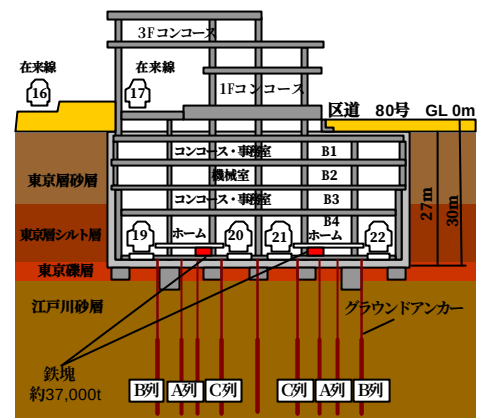


図-1 上野地下駅断面図

が上層階にあることから、騒音・振動により乗務員等の睡眠を阻害し、安全な列車運行に支障を及ぼすことが懸念されることであった。

そこで本施工では削孔機の改良を実施すると同時に、仮囲いを小型化しホーム上での昼夜施工を可能にした。

3. 1. 削孔機の改良

一般に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。「ロータリーパーカッション式」は、2,000～3,000 回/分の打撃を行いながら削孔する方式で打撃による振動・金属音が大きいため、今回の施工では騒音の少ない「パイプハンマー式」を採用することとした。

「パイプハンマー式」はローテーションとパイプレーションを組み合わせることで削孔を行うことにより、金属打撃音が発生しないため、従来のロータリーパーカッションに比べ騒音を削減する事が出来る。

実施工に先立って実施した騒音試験では、ロータリーパーカッション 119.0dB に対し、パイプハンマーでは 86.8dB と約 30dB 削減することができた。また、振動についてもパイプハンマー削孔時 48.3dB で、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。

今回の第二次対策では施工本数が 603 本と非常に多く、施工位置に合わせて仮囲いを移動しなければならないことから、ホーム上での仮囲いの移動が数多く発生する。ホーム上空には、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駅設備が添架されていることから、削孔用のガイドセルを 3.1m に改良し、上空添架物の移転回数を削減した。

地下駅ホーム上という施工環境や、振動を削減する観点からエンジン式油圧ユニットを電動式の油圧ユニットに変更することで排気ガスによる周辺環境の悪化を防ぐと共に振動の削減を図った（写真-1 参照）。

3. 2. 仮囲いの改良

東京地下駅地下水対策では、旅客流動に支障の少ない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、仮囲い内で削孔・注入、テンドソンの加工及びテンドソンを伸ばした状態での挿入作業などを実施した。

上野地下駅地下水対策では、専用のテンドソン巻取り装置を作製し、テンドソンを場外で加工、巻取り装置に巻取り・運搬・挿入作業を実施した（写真-2 参照）。また、プラント設備は地上在来線のスペースを利用して濁水処理装置、セメントミルク製造プラント（1 次プラント）を設置し、新幹線ホーム下のスペースに配電盤、セメントミルク 削孔水等を受ける 2 次プラント設備を設置することで省スペース化を行い、ホーム上の仮囲いを小規模なものにすることで新幹線営業時間帯中の施工を可能とした。

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、仮囲い上部を透明板とすることでお客様への影響を軽減した（写真-3 参照）。

4. 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、品質管理を心掛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の永久グラウンドアンカーの施工を可能にし、東京地下駅地下水対策と比較して約 27%の工事施工単価を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 1 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-1 参照）。

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管理方法及び維持・管理手法、第三次対策の安全かつ効率的な施工方法について検討が必要であると考えている。



写真-1 削孔機



写真-2 テンドソン巻取り装置



写真-3 仮囲い設置状況

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