

J R ゲートタワー工事における地下水位低下に伴う鉄道構造物への影響

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○森 佑樹 正会員 齋藤 力哉
正会員 小野寺 聡

1. はじめに

現在、名古屋駅前で行っている JR ゲートタワー新設工事では、地下躯体構築にあたって、地上から 35m の深さまでの掘削工事を実施している。掘削範囲には鉄道函体が存在していることから、掘削に先立ち、鉄道函体を延長 50m に亘り杭・桁・ジャッキにより仮受けを行っている(図-1, 2)。

名古屋駅付近は自然地下水位が非常に高いこと、地質も互層地盤であることから、掘削工事に際しては、山留壁を構築した後に、ドライワークの確保と盤ぶくれ防止のために地下水位を低下させる必要があった。地下水位を低下させる際の鉄道営業線の安全確保のために、事前に試験揚水を実施して鉄道函体への影響を把握した上で、本揚水の計画を策定した。

本稿では、試験揚水時の水位低下量と鉄道構造物への影響を整理した内容を報告する。

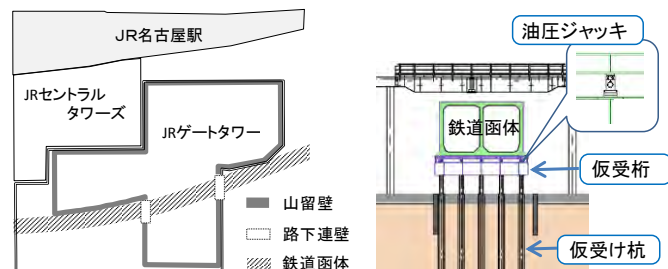


図-1 現場平面図

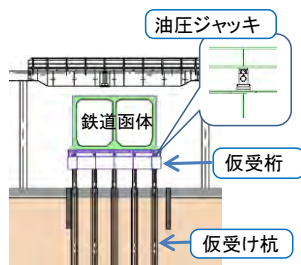


図-2 仮受け概要図

2. 周辺地盤と地下(平衡)水位

名古屋駅付近の地盤は地表面から順に沖積層、上部熱田層、下部熱田層、海部(あま)・弥富累層と大きく4つの層により構成されている。

また、工事着手前に実施した調査による柱状図を見ても、帯水層である砂質土や礫質土と難透水層である粘性土が交互に介在し、帯水層の平衡水位はいずれも高いことが分かる(図-3)。そこで、盤ぶくれ防止の観点から、山留壁を Dm(c3) 層まで根入れして掘削を行う計画とした。

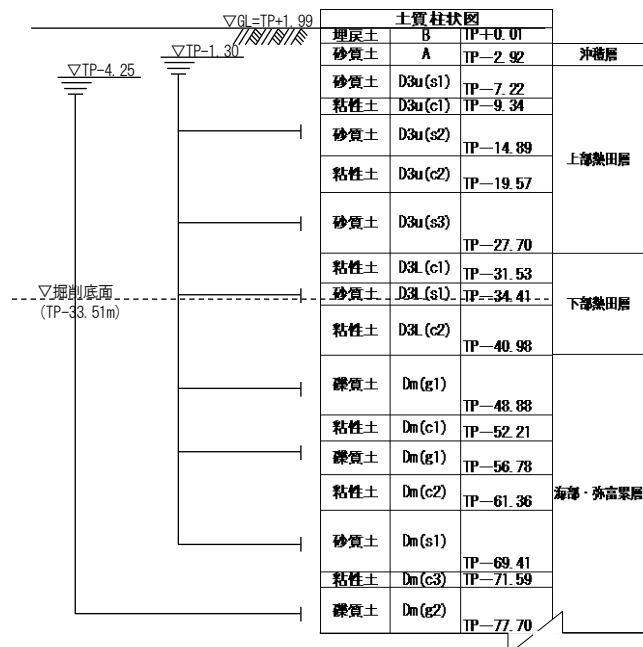


図-3 土質条件

3. 地下水位低下工法

水位低下についてはディープウェル(以下、「DW」という)工法を採用した。以下に DW 計画を記す。

(1) 設置本数

地下水量理論の井戸公式¹⁾を用いて必要排水量(Q)と DW 1 本あたりの揚水量(q)をそれぞれ算出し、Q を q で除することによって DW の本数を求めた結果、7 本設置する計画とした。それぞれの算出方法について、下表に示す。

表-1 各算出方法

	項目	算出方法
Q	①掘削域内のたまり水	掘削土量×有効間隙率
	②掘削期間中の降雨	過去 100 年の日当たり最大降水量実績を基に算出
	③山留壁からの漏水量	Thiem の式により流入量を算出 山留壁の止水性を評価し、上記を低減
q	DW 1 本あたりの揚水量	Seichardt の式により算出

(2) 設置深さ

設置深さについては、地下躯体完成後の閉塞作業時の復水に対応できるよう、掘削底面よりも 5m 程度の余裕を持たせ、D3L(C2) 層への根入れを基本とした。

また、今回の工事における山留壁はソイルセメント造

キーワード 地下水位, ディープウェル, 函体, 仮受け

連絡先 〒450-6101 名古屋市中村区名駅一丁目 1 番 4 号 東海旅客鉄道(株) 建設工事事部 TEL052-380-8626

($k=1 \times 10^{-6} \text{cm/sec}$) であるため、山留壁面から地下水が染み出ること、掘削底面以深の帯水層の平衡水位が下がり、盤ぶくれの発生が懸念された。そこで、「複層地盤におけるディープウェル簡易設計法の提案²⁾」を参考に、間隙水圧を盤ぶくれが防止できる程度まで低下させるためのDW本数を算出した結果、計画DWのうち、3本の設置深さを10m程度延長してDm(g1)層まで根入れさせることにより、ドライワークに加えて減圧が可能な仕様とした(図-4)。

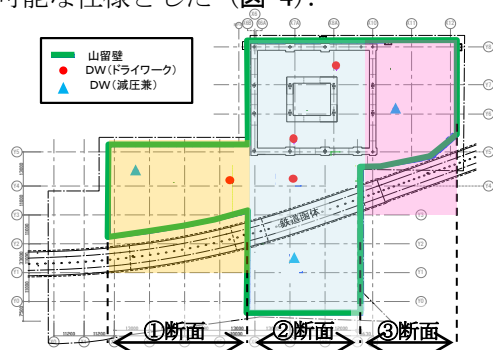


図-4 DW配置平面図

4. 水位低下による鉄道函体の挙動検討

鉄道函体の安全性の確保を最優先に、地下水位低下による函体への影響について、事前検討を実施した。検討内容を以下に記す。

(1) FEM 解析による函体挙動予測

図-4に示す、①～③断面は、水位低下を行う山留壁の中に鉄道函体が存在しているか否かという点で条件が異なるため、各断面毎にFEMモデルを構築し、水位低下時に発生する有効応力の増加分を地盤に載荷し、鉄道函体の沈下量を算出した。なお、水位低下量は揚水開始前(TP-1.30m)から井戸閉塞時水位(TP-36.01m)の34.7mとした。その後、沈下量を地盤反力係数により力に変換し、弾性支承上の梁モデル化した鉄道函体に作用させ、函体軸方向の変位分布を算出した。その結果、絶対変位で最大33mmの沈下が生じる予測となったが(図-5)、鉄道の安全運行の指標である10m弦での相対変位は0.4mmと管理値内であった。また、函体の仮受けに使用しているジャッキのストローク長は±50mmを有していることから、ジャッキによる制御が可能な範囲内の変位であることが分かった。



図-5 鉄道函体縦断方向変位分布

(2) 試験揚水の実施

さらに、本揚水を実施した際に予測を上回る変位が出ることはないように、試験揚水を実施し、解析結果の妥当性についても検証することとした。なお、水位低下量と函体沈下量の相関を確認するにあたり、試験揚水時には函体の東西に存在するDWのうち片方のDW(西)を稼働させ、東西のDW水位の平均値を函体直下の水位と定義した。試験は列車の通らない夜間線路閉鎖時間帯で行い、最大でも鉄道函体の絶対鉛直変位が5mm程度に収まるよう、水位低下量は5mとした。

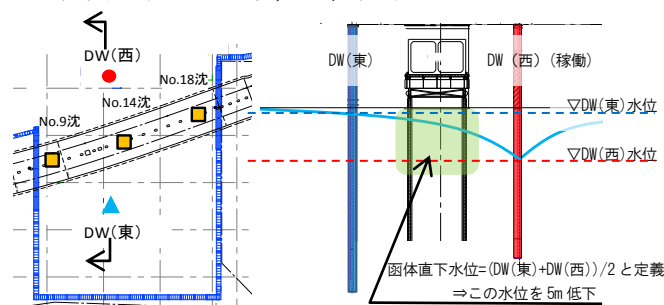


図-6 試験揚水計画

5. 試験揚水の結果

5mの水位低下の結果、絶対鉛直変位では仮受区間の中心で最大約0.8mmの沈下が発生したものの(図-7)、中心から外方に向かってなだらかに沈下が生じたため、相対鉛直変位はほぼ変化なしであった。この結果から、水位低下1mあたりの発生沈下量はFEM解析による予測値よりも小さく、また、相対変位にはほぼ影響しないことを実挙動として確認できた。

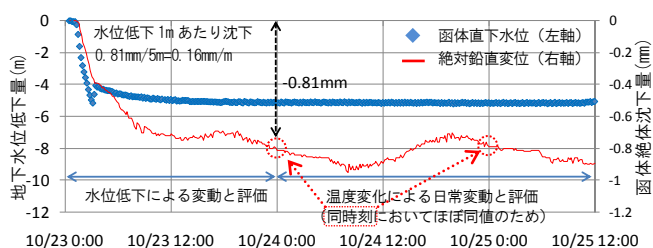


図-7 試験揚水結果

6. おわりに

現地の条件に合わせた適切なDW本数を決定し、水位低下にあたっては鉄道営業線の安全確保を最優先に、事前に影響検討を実施し、万全な態勢で掘削工事の着手を迎えることができた。引き続き、周辺構造物の挙動を監視しながら水位低下及び掘削工事を進めていく。

参考文献>

- 1) 仮設構造物の計画と施工 第6章 地下水処理(土木学会)(平成12年度版)
- 2) 清水建設株式会社 高坂 信章;複層地盤におけるディープウェルの簡易設計法の提案, 1999.7