

高い被圧地下水位を有する橋脚新設工事における盤ぶくれに対する情報化施工

東急建設(株) 正会員 ○平神拓真, 中野義浩, 桂孝之, 渡部丈夫, 植田均, 末廣明寛, 岡田久輝
国土交通省 東北地方整備局 三陸国道事務所 久慈維持出張所 専門職 阿部勝博

1. はじめに

高い被圧地下水を有する河川内での既設橋脚補強および橋脚新設工事において、盤ぶくれの恐れがあることが判明した。そこで、盤ぶくれ対策が不要とされた橋脚において、被圧地下水位が季節変動で上昇するなかで床付け掘削するため、被圧地下水位の計測ならびに遮水層である粘性土の計測管理により、盤ぶくれの予兆を把握しながら施工を行った。対象橋脚の横断面図を図1に示す。本論文は、盤ぶくれの予兆把握の事前検討と盤ぶくれに対する情報化施工結果について述べるものである。

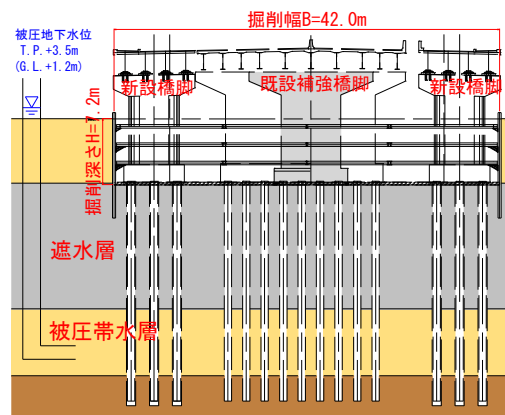


図1 対象橋脚の横断面図

2. 事前検討

(1) 盤ぶくれ検討

盤ぶくれ検討は道路土工-仮設構造物工指針の荷重バランス法¹⁾と土木学会の土留め壁と地盤の摩擦抵抗を考慮する方法²⁾に加え、既設杭として鋼管杭が存在することから杭の周面摩擦を考慮する検討を行った。その結果、当該橋脚では、土木学会の方法では必要安全率を満足しなかったものの、杭の摩擦まで考慮すると必要安全率を満足したことから、各種計測による動態観測を前提に盤ぶくれ対策は実施しないものとした。

(2) 盤ぶくれの予兆把握の概念

当該橋脚(S60 竣工)の掘削は3月の雪解け水による被圧地下水位の上昇が想定されていた時期であった。そこで、計算上の安全性は確保しているが、動態観測により盤ぶくれの予兆が把握できるよう準備する必要があった。一般に、盤ぶくれは被圧地下水位の揚圧力により難透水層全体が押し上げられ、最終的に盤ぶくれ破壊が生じる。一方、開削によって土荷重が解放され隆起するリバウンド現象が生じる。掘削底面地盤の隆起はどちらの挙動なのか、盤ぶくれ現象とリバウンド現象を切り分けて考える必要があった。盤ぶくれ現象とリバウンド現象の概念図を図2に示す。

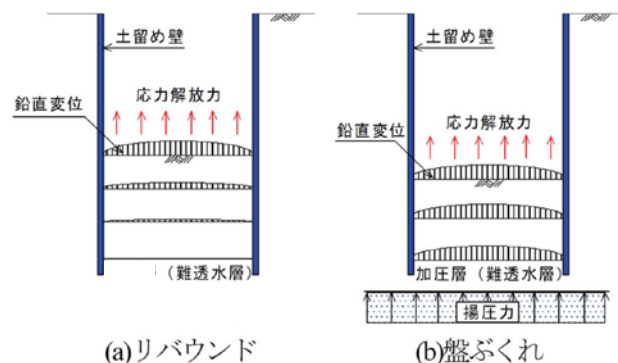


図2 盤ぶくれ現象とリバウンド現象の概念図³⁾

(3) 三次元弾性FEM解析によるリバウンド量の事前推定

盤ぶくれ現象とリバウンド現象を切り分けて考えるため、地盤を弾性体の三次元有限要素でモデル化し、掘削の施工段階を考慮したリバウンド量の解析を行った。なお、地盤の変形係数のばらつきを考慮し変形係数を2ケース想定しリバウンド量を予測した。リバウンド計算用の変形係数 E_0 は鉄道の指針⁴⁾を参考にN値から想定した

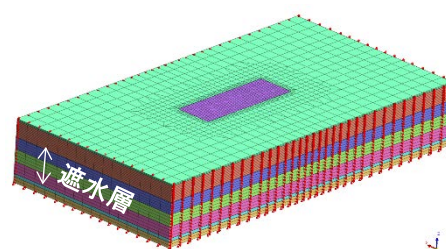


図3 三次元有限要素モデル

$E_0=2500N$ の2倍と4倍の値を用いた。三次元有限要素モデルを図3に示す。

三次元有限要素解析の結果、2ケースの変形係数について、床付け時の掘削部中央での三次元有限要素解析の結果を図4に示す。図4に示す通り、床付け時のリバウンド量は45mm～95mmと推定された。

キーワード：盤ぶくれ, 被圧地下水, リバウンド, 情報化施工, 分割施工

連絡先：〒150-8340 東京都渋谷区渋谷 1-16-14(渋谷地下鉄ビル)東急建設(株)技術統括部 Tel：03-5466-5281

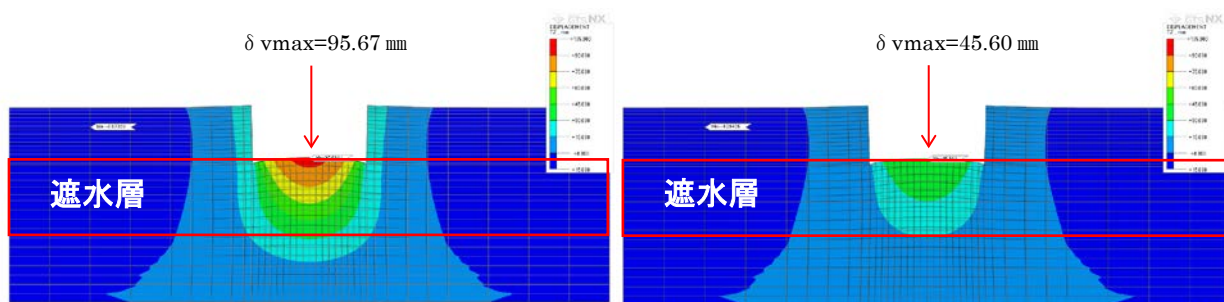


図4 三次元有限要素解析による鉛直変位の結果【床付け時】（左：変形係数小，右：変形係数大）

（4）盤ぶくれの予兆を確認するための計測管理

計測管理は、土留め壁の安全性の確認のための土留め変位計測と切梁軸力計測に加え、盤ぶくれの予兆の把握のために被圧帯水層の被圧地下水の計測、遮水層である粘性土の層別沈下計測（3 深度）と間隙水圧計測（2 深度）を行った。

3. 盤ぶくれに対する情報化施工結果

2 次掘削後から、雪解けに伴い被圧地下水位が徐々に上昇し、管理基準値を超え床付け掘削できない恐れが生じた。被圧地下水位の経時変化を図 5 に示す。

そこで、対策として鉛直分割施工と水平分割施工を行い、盤ぶくれの予兆を入念に確認しながら施工する方針とした。水平分割施工は掘削幅 42m の範囲を 4 分割とし、部分的に 4 次掘削、床付け、均しコン打設を行うものとした。鉛直分割施工は床付け掘削前に 4 次掘削（床付けより 40cm 浅い深度）を追加した。4 次掘削追加に伴い計測管理値も追加、再設定して施工を行った。

各掘削段階における層別沈下計の計測結果を図 6 に示す。粘性土上段では、4 次掘削と床付け掘削時にリバウンド予想値（大）を若干超えたが、粘性土下段は全く隆起していないことが確認された。また、各掘削段階における間隙水圧計の計測結果を図 7 に示す。粘性土下段では間隙水圧の消散がほぼないことが確認された。

これらの計測値を確認することで、盤ぶくれの予兆がないことを把握しながら盤ぶくれの発生を起こすことなく無事均しコン打設まで行うことができた。

4. まとめ

被圧地下水位が上昇するなかで、盤ぶくれに対する情報化施工を行った結果、分割施工を行い盤ぶくれの予兆がないことを確認しながら床付けすることができた。盤ぶくれの予兆の把握には、事前にリバウンド量の隆起量を解析したうえで、層別沈下計と間隙水圧計を確認することが有効であることが分かった。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路土工 仮設構造物工指針, pp.85-87, 平成 11 年 3 月
- 2) 土木学会：トンネル標準示方書 開削工法・同解説, pp.149-150, 平成 8 年 7 月
- 3) 小林他：土留め掘削時の盤ぶくれ挙動把握に関する計測法について，土木学会構造工学論文集 Vol.56A, 2010 年 3 月
- 4) 日本鉄道技術協会：深い掘削土留め工設計法—深い掘削土留工設計指針研究会編, 平成 5 年 9 月

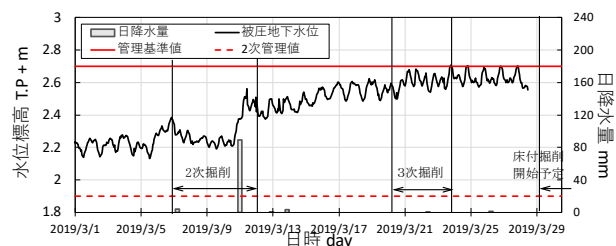


図5 被圧地下水位の経時変化

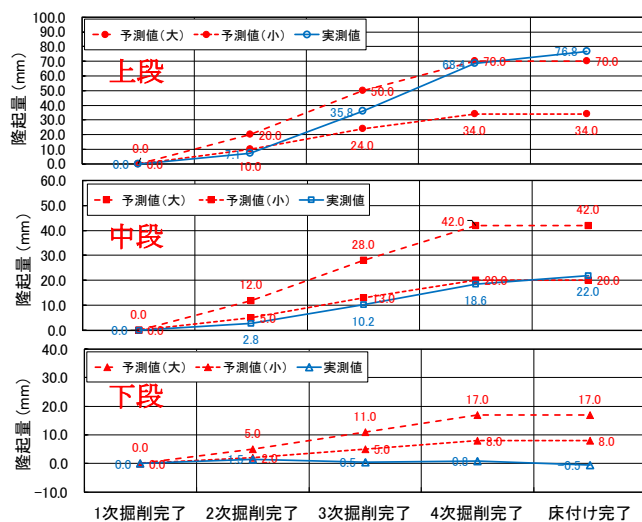


図6 各掘削段階における層別沈下計の計測結果

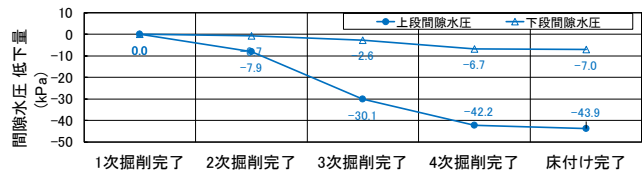


図7 各掘削段階における間隙水圧計の計測結果