

開削工法による地下構造物の施工に伴う周辺地盤挙動の評価

鉄道総合技術研究所 正会員 ○小島 謙一 松丸 貴樹
横浜市交通局 伊佐見 孝夫 上杉 知

1. はじめに

開削工法における地下構造物の構築にあたっては、掘削領域周辺を中心として周辺地盤の変状をきたす恐れがある。開削工法における周辺地盤の変状要因としては、掘削に伴う土留め工の変形の他、地下水位の変動による圧密沈下が考えられる。特に地下水位の高い地域においては少なからず、地下水の変動が生じることが考えらる。地下水の変動は広域にわたる可能性があり、地層構成や周辺での地下水利用環境など多種の要因に起因することとも考えられることから、適切に評価することは容易ではない。

本検討では開削トンネル施工に伴う地下水の変動を予測した結果を踏まえて、地下水位の低下に伴う地盤の挙動について検討を行った。地下水挙動については3次元的な挙動の評価が特に重要となることから、3次元浸透流解析による評価を実施した。ここで示す地盤の変状については、2次元モデルを用いることとし、計算の効率化や掘削周辺における計算精度の向上を図った。

2. 現場概要

現場は開削工法で行われた地下構造物の構築であり、延長 200～250m、掘削幅 20m、掘削深さは 20m である。市街地であることや、地下水は表層から 40cm の位置と非常に高いため、土留め壁には柱列式連続壁を採用している。地盤は上部に 4～5m 程度の軟弱粘性土があり、その下に 2～3m 程度の砂礫層が分布し、それ以降は硬質の粘性土が存在している。当該現場の代表的な地盤の柱状図を図-1 に示す。特に粘性土層の下に介在している砂礫層については被圧地下水が滞水しているうえに、全領域に存在しているわけではなく不連続に分布していることから、当現場における地下水挙動に大きな影響を与えることが予想された。地下水の挙動については3次元浸透流解析による検討を行っており、結果の1例を図-3,4 に示す（ポイントとは図-2 参照）。なお、解析の詳細については文献 1) を参照されたい。図-3 は掘削開始から床付けまでの水位変動量、図-4 は躯体構築から埋め戻しまでの水位変動量である。実測データも合わせて示すが、解析により概ね現状を再現することができており、この結果を用いることにより今後の予測についても十分に可能であると考えられる。

3. 変形解析による検討

解析には土/水連成有限要素解析手法 DACSAR²⁾を用いた。検討断面は図-5 に示すように広範囲の影響領域について評価を行うために 4 つの断面を対象として検討を行うこととした。構成モデルの選定やパラメータの決定については、要素試験のシミュレーションをベースに評価を行った。表-1 は上部における粘性土層に関する入力パラ

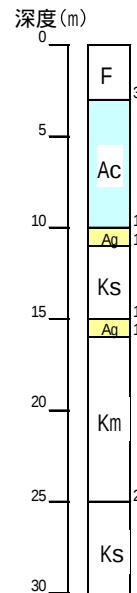


図-1 土質柱状図

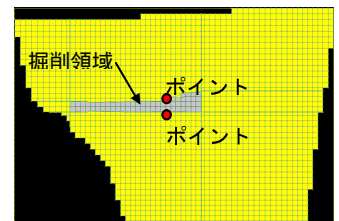


図-2 地下水位計測位置

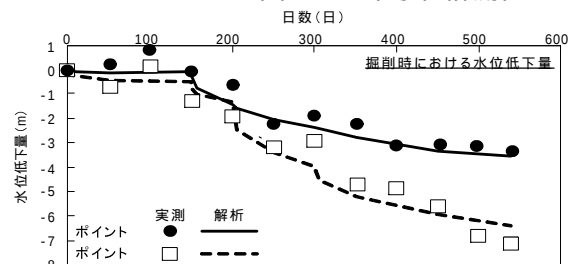


図-3 地下水位時刻歴（掘削時）

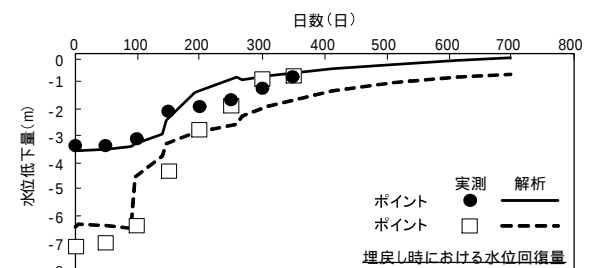


図-4 地下水位時刻歴（埋戻し時）

キーワード 沈下、掘削、地下水、有限要素法、実測値

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (財) 鉄道総合技術研究所 TEL 042-573-7261

メータである。粘性土層は場所によっても異なるが、上部に堆積する腐植土層と物性がやや異なる 2 つの粘性土層に分けることができる。ここでは、これらを忠実にモデル化することとした。検討の 1 例として、図-6 に Ac2 の設定したパラメータを用いた三軸試験の解析結果を示す。実線が解析値、点線が実験値である。緑は拘束圧が 100kPa、赤が 50kPa、黒が 25kPa である。いずれの拘束圧においても、概ね、実験値と解析値は整合しており、設定したパラメータで再現可能であることが解る。以降については、このパラメータ用いて評価を行った。地下水位の変動については 3 次元浸透解析結果から得られた低下量を鉛直方向の節点荷重で与えた。また、掘削の影響については掘削時の土留めの水平変位が深度方向に得られていることから、掘削時に生じる水平変位を強制的に与えることにより、掘削過程を模擬した。

本論文では結果の 1 例として土留め壁に沿った解析側線である断面 1 について示す。その他の断面については、別途、示すこととする。図-7~10 は断面 1 における計測点での実測データと解析結果である。若干、沈下初期の状況が異なるものの、いずれの結果についても解析結果は概ね時間的な挙動および総沈下量とも実測データ

と整合しており、モデル化や解析条件が適切であったと考えられる。今後は、この検討を踏まえ、より長期的な挙動の評価を行っていく予定である。

参考文献

1)小島他：地下構造物の施工に伴う周辺地下水位の変動，第 44 回地盤工学研究発表会，投稿中，2009
2)Iizuka,A et.al: A determination procedure of input parameters in elasto-viscoplastic finite element analysis, Soils and Foundations, Vol27,No.3,pp71-87,1987

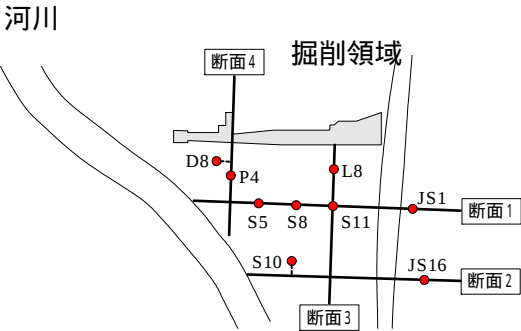


図-5 解析検討断面

表-1 主な地盤パラメータ

	Pt	Ac1	Ac2
間隙比	5.72	1.92	3.91
限界状態指数	2.60	1.10	1.025
ダイレタンスー係数	0.095	0.163	0.141
圧縮指数	1.74	0.56	0.80
非可逆比	0.931	0.945	0.881
ポアソン比	0.093	0.402	0.360
二次圧縮指数	0.0074	0.0101	0.0102
初期体積ひずみ速度 (1/日)	4.920×10^{-7}	1.133×10^{-6}	6.738×10^{-7}

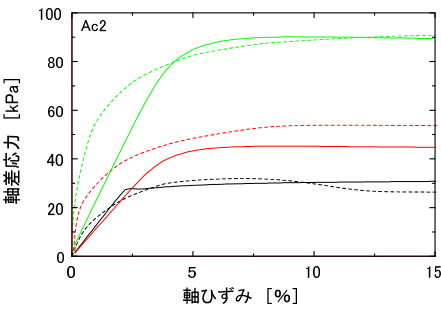


図-6 三軸試験の解析結果

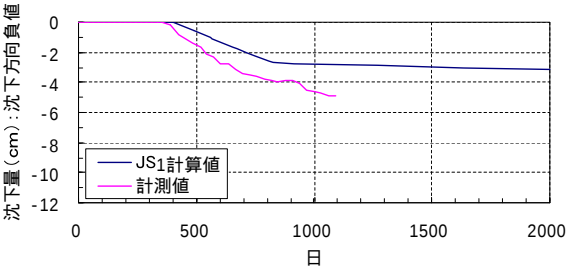


図-7 断面 1 の解析結果(JS1)

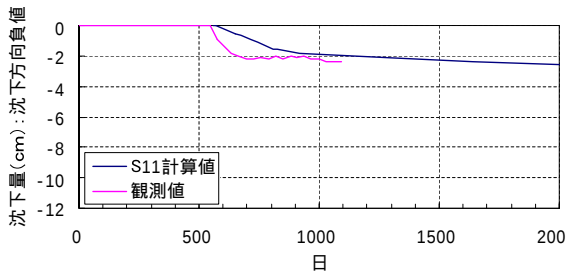


図-8 断面 1 の解析結果(S11)

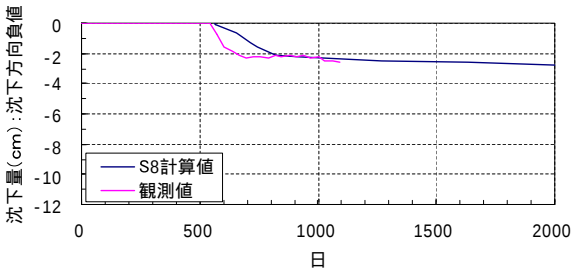


図-9 断面 1 の解析結果(S8)

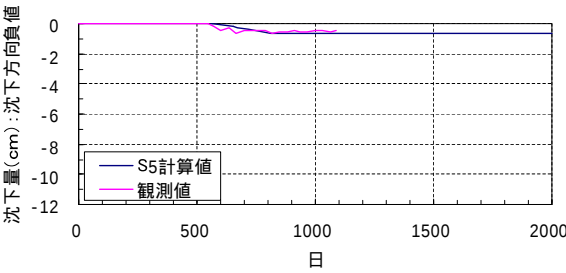


図-10 断面 1 の解析結果(S5)