道路盛土における被圧地下水位を有する軟弱地盤の課題とその対策

東急建設㈱　正会員　○瀬戸口達紀，岡田久輝
東急建設㈱　東卓哉，佐藤忠信

１．はじめに

本稿では，高規格幹線道路工事において，養老地区の津屋川に並走する盛土区間における被圧地下水を有する軟弱地盤対策の課題とその対策について報告するものである．

２．被圧地下水位を有する軟弱地盤の課題

（１）盛土区間の軟弱地盤の概要

当工事範囲を含む盛土区間の平面位置図と土層縦断図を図 1 に示す．当該盛土区間は、N 値 1～3 程度の軟弱粘性土が 18m～30m 程度堆積しており，無対策時の圧密沈下量が最大約 240cm，残留沈下 10 ㎝までの期間が約 16～40 年であった．そのため，盛土荷重に対する圧密沈下防止と盛土の斜面安定に対する軟弱地盤対策が必要とされていた．また，軟弱粘性土の間に N 値が 9～50 程度の中間砂礫層である Atg 層が堆積していることも確認されていた．

そこで，中間砂礫層である Atg 層の分布範囲と当工区のドレーン打設の可否を確認するため，追加土質調査を行った．追加土質調査の結果，当工区に Atg 層が介在しており，さらに，同 Atg 層に被圧地下水があることが新たに確認され，その被圧地下水位は地表面より高い G.L.＋2m 程度であることが判明した．

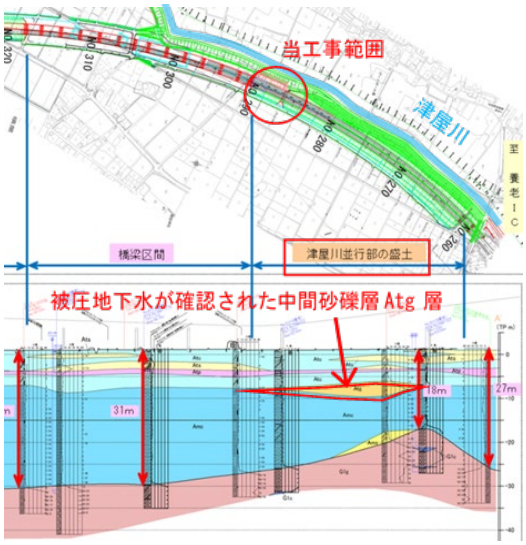

図 1　盛土区間の平面位置図と土層縦断図

（２）被圧地下水の課題

被圧地下水位は計画路線と並行する天井川である津屋川と連動していること，および，同 Atg 層は西側の養老山地方向に扇状地状に広く分布していることが想定され，被圧地下水の供給量も多いことが想定された．被圧地下水位が高く供給量も多いいことから，無対策のままでドレーンを打設した場合，ドレーンが水みちとなり，完成後に盛土内に被圧地下水位が流入することが考えられた(図 2)．道路盛土の設計は，一般的に盛土内への地下水の侵入を許さない，地下水が侵入しても速やかに地下水を盛土外に排出する設備が整っていることが前提とされており，ドレーン材を通して被圧地下水位が盛土材に流入することは想定していない．被圧地下水の盛土材への流入に対し、以下の課題があることが想定された．

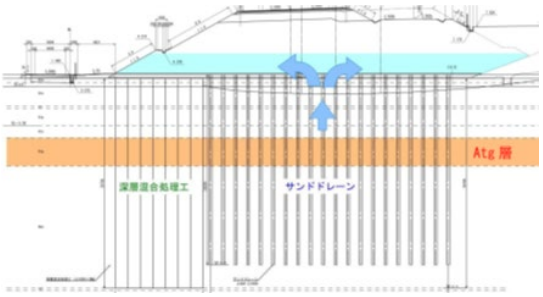

図 2　被圧地下水の盛土内へ流入イメージ

1)　盛土内に地下水位が形成されると盛土材の摩擦抵抗が低下し斜面崩壊する恐れがある．
2)　地震が発生すると，地下水位以下の盛土材やサンドマットが液状化し，道路面が陥没する恐れがある．
3)　被圧地下水位が高い層に圧密促進工法を採用すると，圧密期間の延長などの圧密阻害の恐れがある．
4)　完成後に盛土内の地下水を永続的に排水することで，周辺の農業用水路へ負担が生じる．
5)　被圧地下水が永続的に盛土外に排水されることで，被圧地下水が低下し周辺地盤が沈下する恐れがある．

このように，完成した道路盛土の機能確保と周辺への悪影響が想定されるため，被圧地下水に対する対策が必要となった．

キーワード：道路盛土，被圧地下水位，軟弱地盤対策，深層混合処理工
連絡先：〒460-0002 愛知県名古屋市中区丸の内 3-22-24(名古屋桜通ビル 8F)東急建設(株)名古屋支店土木部 Tel：03-5466-5281

© Japan Society of Civil Engineers

3．被圧地下水対策

（1）対策案

被圧地下水の課題に対して，ドレーン材が必要ない深層混合処理工による全面改良の第 1 案と中間砂礫層 Atg 層を遮水する第 2 案と第 3 案について比較検討を行った．被圧地下水の課題に対する比較を表 1 に示す．

第 1 案は，盛土下全面を深層混合処理工法（改良率 50%）にし，盛土沈下を抑える工法であり，被圧地下水を考慮する必要がない案である．第 2 案と第 3 案は，被圧地下水が供給される西側の養老山地側に遮水壁を構築することで Atg 層への被圧地下水の流入を遮断し，盛土内への被圧地下水の流入を防止する案である．なお，第 2 案の鋼矢板は永続的な遮水が必要となるため永久構造物として残置する必要がある．また，第 3 案の地盤改良は遮水効果と盛土後の安定性確保のため，ラップ施工が基本となる．

表 1　被圧地下水対策の比較表

対策案	第1案 全面地盤改良		第2案 ドレーン+鋼矢板遮水壁		第3案 ドレーン+地盤改良遮水壁	
遮水効果	不要	◎	鋼矢板の変状し漏水	×	2方向ラップが必要	△
被圧地下水の盛土流入	なし	◎	周辺井戸から回り込む恐れ	×	周辺井戸から回り込む恐れ	×
盛土内函渠への影響	不同沈下微小	◎	不同沈下あり	△	不同沈下あり	△
地盤改良の排泥量	多い	△	なし	◎	少ない	○
経済性※1	2.0	△	1.0	◎	1.4	○
総合判定	◎		×		×	

※1：経済性は第2案を1.0とした場合

（2）対策比較の結果

第 2 案と第 3 案の遮水壁について，養老山地側からの地下水位の供給は遮断できる．しかし，計画地の東側に農業用井戸が多数あり，Atg 層とその下層の G1g 層が同井戸により貫通していることが想定され，被圧地下水の周り込みが想定された．西側の被圧地下水を遮断しても，東側の多数の井戸から Atg 層へ被圧地下水が回り込むことにより，盛土内への完全遮水が困難であることが懸念された(図 3)．さらに，第 2 案の盛土のり尻に設置した鋼矢板は，圧密沈下による地盤変状とともに鋼矢板も変状し遮水性を確保できない可能性がある．圧密沈下による地盤変状予測の FEM 解析によると，鋼矢板頭部位置において，鉛直変位が約 2.7m 沈下，水平変位が約 1.3m 川側に変状し，鋼矢板が用地境界を侵してしまうことが予想された．また，第 3 案の地盤改良は，Atg 層への被圧地下水位を確実に遮水するために，工区境において盛土の横断と縦断の 2 方向にラップ施工が必要となるが，深層混合処理工法のみでは 2 方向のラップ施工が困難である．従って，別途，高圧噴射攪拌工法を併用する必要がある．以上より，経済性は劣るが被圧地下水対策が確実に実施できる第 1 案の深層混合処理工法による全面改良が採用された(図 4)．なお，深層混合処理工法の施工増加に伴う工期については，圧密沈下の放置期間が不要となることから問題とならない．

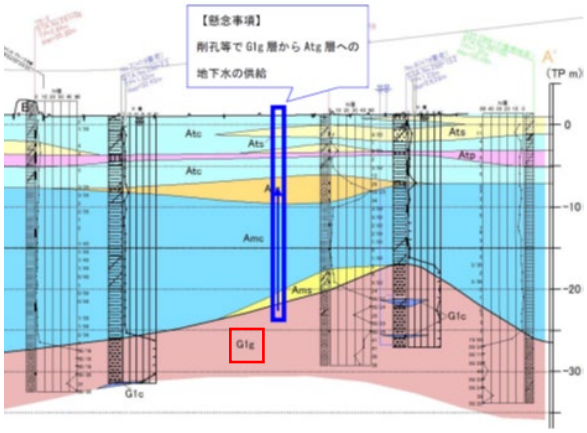

図 3　農業用井戸による被圧地下水の回り込み

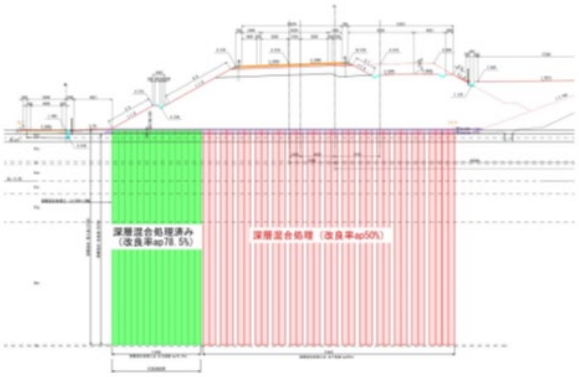

図 4　深層混合処理工法による全面改良

4．まとめ

施工段階で判明した被圧地下水に対する課題に対し，将来の完成後の盛土の品質に配慮した軟弱地盤対策について報告した。深層混合処理工の施工にあたり，被圧地下水が地上に噴出し施工基面をみだし周囲の環境への悪影響が懸念されたため、盤ぶくれの計算において所定の安全率を満足するよう 0.9m厚の盛土による施工基面の盤上げを行った．見える化を活用して施工した結果，高品質の地盤改良体を造成することが出来た．

参考文献

1）　沢田和秀：地盤工学会誌 2020. 4, pp. 38-39,（公社）地盤工学会

© Japan Society of Civil Engineers