

砕石地盤改良体を用いた盛土の鉛直排水効果の検証

砕石, 排水, 盛土

㈱尾鍋組 正会員 ○大石新之介, 尾鍋哲也, 濱口幸三, 瀬間基広
三重大学大学院 国際会員 酒井俊典
西日本高速道路㈱ 国際会員 藤原 優
㈱高速道路総合技術研究所 正会員 村上豊和

1. はじめに

豪雨時あるいは地震時に発生する盛土崩壊等の要因の一つとして地下水の影響が指摘されている。現在盛土内の排水対策として、水抜きボーリングや砕石を用いた堅排水工法などが利用されているが、地盤内の水の流れを確実に捕捉することが難しく、必ずしも十分な対策効果が得られない場合がある。藤原ら¹⁾²⁾³⁾は、盛土内に砕石改良体を壁状に構築し改良体の下端に連結する様に水抜きボーリング工を施工することで排水効果を高める検証を行い、砕石改良体が上流側からの地下水を遮断し、下流側の水位上昇を抑えることを確認した。しかし、この方法では法尻から砕石改良体の下端をとらえるための施工精度が必要となるとともに、場合によっては水抜きボーリング工の施工延長が長くなることが考えられる。そこで、改良体を鉛直に貫くように排水パイプを施工し、盛土下にある透水効果が考えられる原地盤の砂礫層へ盛土内の地下水を鉛直方向に落とし込む方法を考案し、この工法による盛土内の排水効果について検証を行った。

2. 試験内容

試験施工は、滋賀県湖南市にある㈱高速道路総合技術研究所の緑化技術センター内の盛土法面で実施した。試験地は図-1のボーリングデータが示すように、約8mまでが盛土層があり、その下位の原地盤はシルト質粘性土を挟んでGL-8.95mから砂層となっている。本試験ではこの砂層まで排水パイプを貫入し排水を試みた。

盛土内への砕石改良体の構築には、エコジオ工法⁴⁾を用いた。エコジオ工法は、側面にゴム扉を備えたケーシングオーガーにより掘削を行うため、砕石改良体をオーバーラップして施工することが可能であるため、地盤内に連続的な砕石壁を構築することが可能である。本施工機は幅が約2mと小型であることが特徴で、狭小地での施工が可能となっている。本試験に使用した砕石の粒径は20mm~5mmで、改良体の直径は420mmである。

図-2に試験箇所の平面図を、図-3に試験箇所の断面図を、また、写真-1に施工時の状況を示す。現地では、2018年3月に砕石改良体を1.4m×3.0mの範囲に互いに70mmオーバーラップさせながら23本、深度5mまで施工した。改良体を構築後、施工機のアタッチメントを交換し、排水パイプの施工を行った。1回目の施工では、排水パイプが所定の深度まで到達しなかったため、その排水パイプは撤去し、2019年3月に2回目の施工を行い、排水パイプを砂層のGL-9.21mまで到達させた。使用した排水パイプは、深度1.2m~9.2mまでがストレーナーとなっている。また、地表面から水が流入しないよう0.3mの深度まで掘削し、砕石改良体頭部に不織布を敷設した後、現場発生土により埋戻し、ランマープレートによって締め固めを行った。

砕石改良体施工による地下水低下の効果を判定するため、エコジオ施工前から砕石改良体の上流側、下流側に水位観測孔No.1, No.2を設置するとともに、2回目に設置した排水パイプに水位計を設置し(No.3)、水位観測を行った。地盤内の水位は1時間毎に行い、排水対策施工前

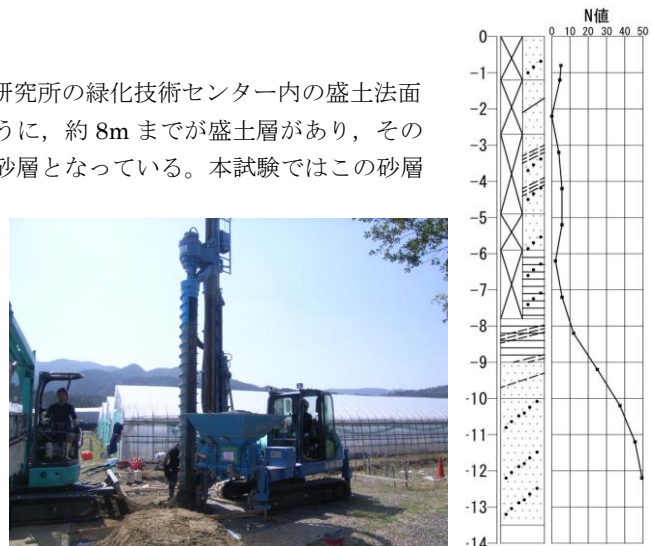


図-1 柱状図



写真-1 エコジオ施工状況

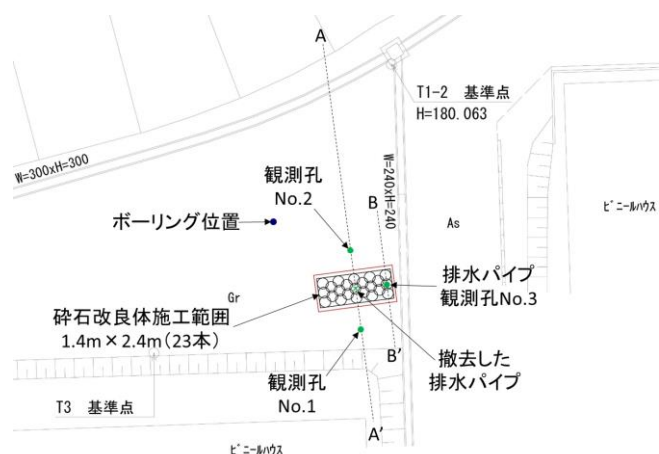


図-2 平面図

表-1 現場透水試験結果

対象	深度(m)	透水係数(cm/s)
盛土	3.0~3.5	8.37×10^{-6}
原地盤	10.5~11.0	1.32×10^{-5}

後の水位変化を比較することで対策効果の検証を行った。また、現地では、施工地点付近に雨量計を設置し時間降水量の計測も実施した。なお、表-1に深度3.0~3.5mの盛土部分と深度10.5~11.0mの原地盤砂層の現場透水試験の結果を示す。

3. 計測結果

各観測孔の水位と時間降水量の関係を図-4に示す。降雨により水位の上昇が確認できるものの、上流側 No.1の水位は常に、砕石改良体内の No.3および下流側 No.2より高い水位を示す。図-5は、11月1日~12月31日の砕石改良体施工前後、および2回目の排水パイプ施工後の上流側 No.1と下流側 No.2の水位を比較したものである。また、表-2に同期間内の累積降水量と最大時間降水量および最大日降水量を示す。改良体施工後は施工前と比べ No.2において1m程度の水位低下が認められ、排水パイプ設置後はさらに0.5m程度低下していることが確認でき、砕石改良体を壁状に施工することにより下流側への地下水の流入を遮断する効果が確認できると考えられる。図-4において、上流側 No.1と下流側 No.2の水位を比較すると、無降雨期では下流側 No.2の水位は大きく低下するものの、降雨期には No.1の水位より低いものの No.2の水位の上昇がみられる。また、砂層と連通した砕石改良体内の No.3においても降雨期の水位上昇がみられる。今回の試験は砕石改良体を施工した範囲が狭いため砕石改良体周辺から地下水の流入が考えられるとともに、鉛直排水を行う下位砂層の透水係数が 10^{-5} cm/sとあまり高くないため、排水が十分確保できていない可能性が考えられる。

4. まとめ

砕石改良体から鉛直に排水パイプを設置し、盛土下位の原地盤砂層への鉛直排水の効果について検証を行った。その結果、比較的透水係数が低い砂層であっても水位低下効果が確認された。今後は、さらに長期的に水位低下効果の検証を行うとともに、地盤条件の異なる他地区においての検証も行いたいと考えている。

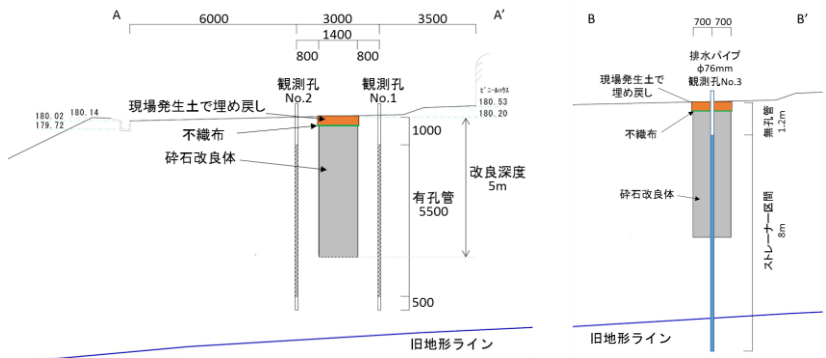


図-3 断面図 (左: AA'断面, 右: BB'断面)

表-2 対策前後の同期間の降水量

期間	最大降水量(mm)		累積降水量(mm)
	時間	日	
2017.11.1 ~12.31	14	61	150
2018.11.1 ~12.31	16	62	190
2019.11.1 ~12.31	16	47	157

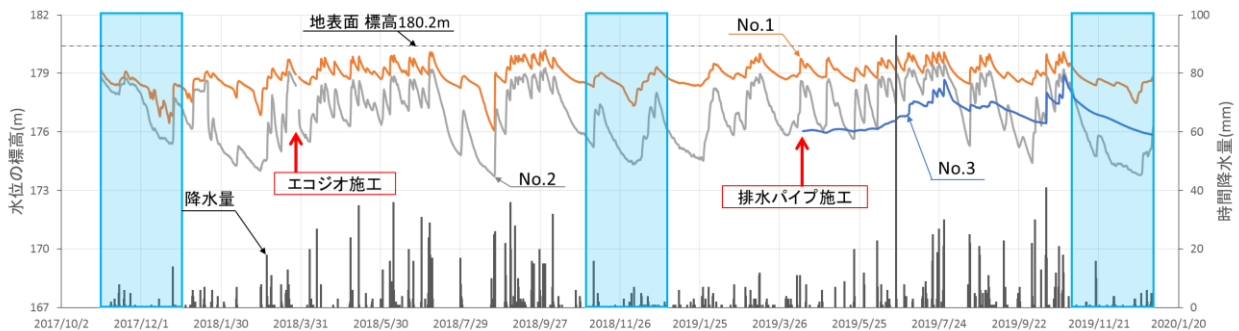


図-4 各観測孔の水位と時間降水量の関係 (水色の枠内は表-2, 図-5の水位比較期間を示す)

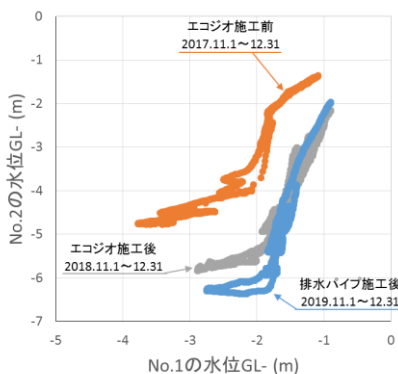


図-5 観測孔 No.1 と No.2 の水位

<参考文献>

- 1) 藤原優 他：砕石地盤改良体を用いた盛土の排水効果の検証，第72回土木学会年次学術講演会，pp. 985-986, 2017.
- 2) 大石新之介 他：砕石地盤改良体を用いた盛土の排水効果の長期水位観測，第73回土木学会年次学術講演会，pp. 445-456, 2018.
- 3) 藤原優 他：砕石改良体と水抜きパイプを用いた道路盛土の浸透水排除対策の効果検証，土木学会論文集 C(地圏工学), Vol.76, No.1, pp. 40-51, 2020.
- 4) 酒井俊典, 尾鍋哲也：新型砕石地盤改良機・エコジオの開発，三重大学社会連携センター研究報告 17号，2009.