

水平ドレーンを用いた液状化対策工の試験施工

ハザマ 正会員 ○足立有史 脇田和試 十時国土
三井金属エンジニアリング(株) 工藤一幸
関根工業(有) 関根康正
東拓工業(株) 梶井宏之、小西富士男、平尾昇司

1. はじめに

筆者らは、既設構造物直下地盤などにも適用可能な二重管式水平ドレーンを用いた液状化対策工法を提案し、模型振動台実験および数値解析により対策効果を確認している^{1),2)}。ここでは、実規模レベルでの試験施工を実施し、二重管式水平ドレーンの施工性、施工精度、ドレーン材の目詰まりの可能性、周辺地盤の変状等について確認した結果について報告する。

2. 試験施工概要

試験施工の概要を図-1に示す。試験施工は、臨海部の埋立地盤で実施した。地盤条件は、地表面から深さ約7mまでは砂岩礫を主体とした埋土層であり、N値は10～20程度であり、GL-7m～10mは細砂主体の沖積砂層でN値は10前後の緩～中密の地盤である。地下水位はGL-4.2m程度であり、それ以深は飽和地盤と判断でき、特に、GL-7m～10mの沖積砂層においては液状化の可能性がある土層と考えられる。

水平ドレーンの施工は、GL-7m～10mの沖積砂層を対象に1

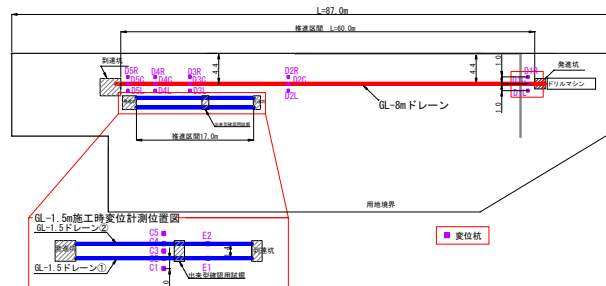
本(深さ8m、水平距離24.4m)と地表付近で山砂に置き換えた均質な地盤を対象に2本の計3本を実施した。施工機械は、パイプロ機能を搭載した誘導式水平ドリルマシンを使用した。基本的な施工手順は、パイロット削孔とドレーン管引き込みの2工程により実施した。第1工程として、地上に設置したドリルマシンから先端にドリルヘッドを装着した直径48mmのドリルロッドを回転させながら次々と計画敷設位置に挿入した。この際、削孔位置はドリルヘッドに装着された発信機(ゾンデ)から発進される交流磁界の強度や方向を地上の受信機(ロケータ)により受信し、逐次、位置や方向を検知、修正しながら到達地点まで削孔する。第2工程として、到達したドリルロッド先端のドリルヘッドを取り外し、代わりに孔径を拡大する掘削工具(バックリーマ:φ300mm)を装着し、その後ろにドレーン管を取り付け、ドリルロッドを回転することにより周辺の土砂を掘削しながらドレーン管を引き込む。ドレーン管は、引き込み時の引張力を負担するための有孔ポリエチレン管(外径:280mm、引張耐力約100kN)を外管とし、再生PET樹脂を芯体にポリプロピレン不織布を巻き付けたドレーン管を内管とする二重管式ドレーンである(写真-2)。なお、敷地制限の関係から、ドレーン管は10m毎に融着し施工した。

3. 試験施工の結果

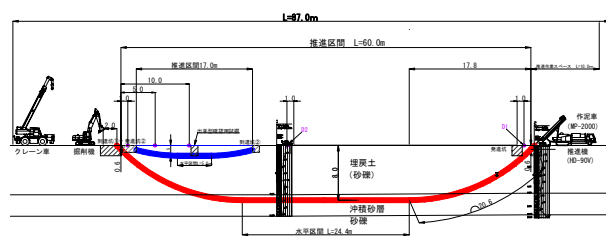
【施工性】 施工深度8mのケースでは、時間的制約から、計画延長65.6mに対し、41mを引き込み、その後、速やかに引抜いた。また、ドレーン管引き込み時の施工を確実にするために第1工程終了後、ドレーン管を取り付けずバックリーマのみでの掘削を第2工程に先立ち実施した。ドレーン

キーワード: 液状化対策 水平ドレーン 試験施工 透水試験 地表面沈下

連絡先: ハザマ 〒305-0822 茨城県つくば市荻間515-1 TEL: 029-858-8813 FAX: 029-858-8819



(a)平面図



(b)断面図

図-1 試験施工概要



写真-1 ドリルマシン



写真-2 二重管式ドレーン

敷設地盤のうち、地表から深さ 7m までの礫層においては、粒径の大きな礫の存在により、ロッドの回転のみでの削孔は困難であったが、随時バイブロを併用することでパイロット削孔およびドレーン管引き込みが可能となった。なお、ドレーン引き込み時の最大引き込み力は約 40kN（マシン引き力性能：98kN）であった。

【施工精度】 施工深度 8m のケースでは、パイロット削孔における到達位置が、計画に対し約 2m 程度後退する結果となった。これは、沖積砂層の水平部から地上に向けて曲がりながら上昇する過程で、ドリルヘッドに対する沖積砂層の反力が十分でなかったことや上部礫層の巨礫に進路を阻害されたことが主な理由と考えられる。一方、施工深度 1.5m のケースでは、到達位置での計画値との差異は、水平、鉛直とも $\pm 100\text{mm}$ 以下であった。地中部については、ドレーン管敷設部の中間地点を掘削し、ドレーン管の位置計測を行った結果、計画値に対し水平方向の差異 +50mm、深さ方向の差異 +60mm であった。

【ドレーン部の目詰まり】 ドレーン材引き込み時には、周辺地盤との摩擦を低減する目的で滑材を使用している。今回使用した滑材は、植物性素材を主成分としているため、一般に地盤内の微生物等で分解され、粘性は消失し、その後のドレーン機能に悪影響を与えることはないものと考えている。ここでは、滑材及び掘削土砂が付着した敷設後のドレーン材を約 1 ヶ月間空中養生し、滑材の粘性が消散した状態で定水位透水試験を実施し、施工前のドレーン材の透水性と比較し、施工後のドレーン材における目詰まりの影響等について確認した。透水試験の概要を図-2 に示す。透水試験は、豊浦標準砂を用い、試験機底部にドレーン材を配置し、定水位透水試験を実施した。動水勾配は、砂質土の層流状態を考慮して $i=0.5$ とした。施工後ドレーン材はばらつきを考慮し 3 箇所から採取した①～③の試料について実施した。試験結果を図-3 に示す。施工後ドレーンは、未使用ドレーンと同程度の透水係数を確保していることを確認した。

【周辺地盤の変状】 水平ドレーン施工時の地表面変位量をレベル測量により実施した。計測結果を図-4, 5 に示す。施工深度 8m のケースでは、パイロット削孔、ドレーン引き込み及びドレーン引抜き後(2日経過)において、地表面変位は特に生じていない。また、施工深度 1.5m のケースでは、2 本のドレーン管の中間部(C3)において 10mm 程度の沈下が生じた。これは、土被りが 1.2m 程度と小さく、対象地盤が山砂による置き換え地盤のため緩詰であったことが影響していると考えられる。

4. まとめ

二重管式水平ドレーンを用いた液状化対策工の実規模レベルの試験施工を実施し、水平ドレーンの施工性、施工精度、ドレーン材の目詰まりの可能性、周辺地盤の変状等について確認した結果、①実施工に対応できる施工性能（ドリルマシン、二重管式ドレーン）を有していること、②周辺地盤に有害な変状を与えないこと、③施工後のドレーン材における目詰まりが生じないことを確認した。一方、粒径が 30cm を越える礫を有する地盤では、削孔精度が低下することや削孔およびドレーン引き込みに時間を要することが明らかになり、同種地盤での施工時には、本工法適用の可否も含め十分な検討が必要である。

【参考文献】1) 足立、大橋、脇田、渦岡：“水平ドレーンによる液状化対策工の模型振動台実験”，第 41 回地盤工学研究発表会（2006）。2) 足立、脇田、十時、渦岡：“水平ドレーンによる液状化対策工の有効応力解析”，第 43 回地盤工学研究発表会（2008）。

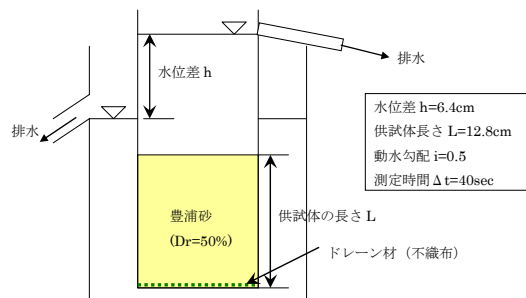


図-2 定水位透水試験の概要

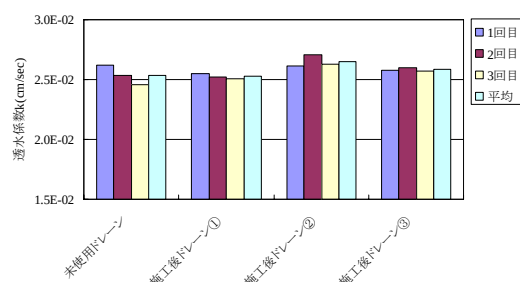


図-3 土層中央部の過剰間隙水圧時刻歴

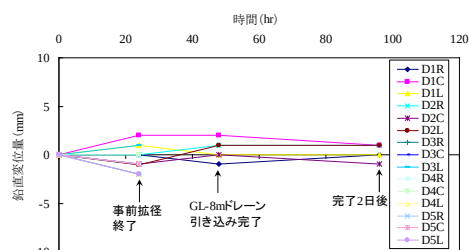


図-4 施工深度 GL-8m 施工時鉛直変位

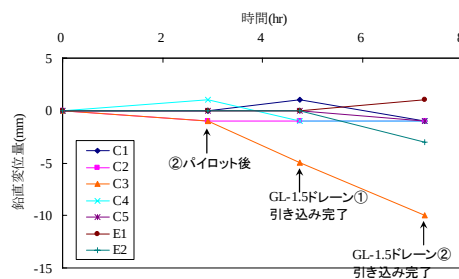


図-5 施工深度 GL-1.5m 施工時鉛直変位