生分解ドレーン材を用いたネットワークドレーン工法

所属名：社団法人 日本埋立浚渫協会
国土総合建設株式会社　建設本部
発表者：深澤　薫

１．はじめに

バーチカルドレーン工法は、軟弱な粘性土地盤にドレーン材を打設し、水平方向の排水距離を短くすることで圧密を促進する工法である。施工にあたっては、ドレーン打設機械のトラフィカビリティの確保や、過剰間隙水の盛土外への水平排水を目的として、地表面にサンドマットを敷設するサンドマット工法を併用することが一般的である。そのため、サンドマット材は高い透水性を有することが必要であり、従来ではこれらの材料として、細粒分の少ない川砂や洗い砂等が用いられてきた。

近年、ドレーン材としてのプラスチックドレーン材は多様な開発が盛んに行われている。こうした人工材料の特徴は、工場生産であることから、同じ品質の材料が大量に確保できるため、品質管理が容易であり、材料費や運搬費といったコストの面で砂に比べて有利な点が多いことである。そのため、砂供給の先細りも相まって、人工ドレーン材の利用はより一般的となってきている。

排水ドレーン材の技術進歩が著しい一方で、サンドマットに使用する材料の品質については余り注意が払われていないようである。近年では、川砂が枯渇しつつあり、良質な砂の確保が困難となってきている。そのため、砂単価の高騰を招き、施工費が増大する問題が生じている。やむなく建設廃材や浚渫土等の細粒分を含む透水性の低い土をサンドマット材として用いた場合、マットレジスタンスの影響によってバーチカルドレーン工法の圧密促進効果が大きく阻害され、結果的に、工期の遅延や、工事費の増大を招く懸念が生じる。

こうした現状を鑑み、サンドマットの表面排水機能を効率よく発揮させるための手法として「ネットワークドレーン工法」を提案し、室内模型実験や三次元有効応力 FEM 解析、現場実証実験により、効果の検証を行ってきた。本工法は、地盤内に打設された鉛直ドレーンの余長部を隣接ドレーン材の余長部と連結していくことで、地盤内の間隙水を盛土外まで導出させるものである。そのため良質な購入砂を用いることなく、従来のサンドマットと同等の排水作用が期待できる。また、サンドマット工が不要となるため、コスト削減と工期の短縮を図ることができる。なお、ドレーン材として、ポリ乳酸樹脂からなる生分解性ドレーン材（ラクトボード）を用いることで、環境負荷を軽減することができる。

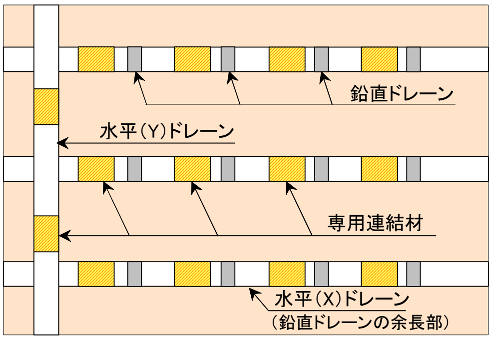
本論文は、ネットワークドレーン工法の施工方法のポイントと従来工法とのコスト比較および実施工例とその計測結果について記述するものである。

２．工法概要

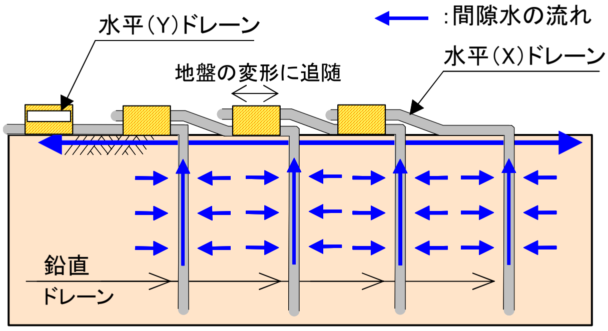
ネットワークドレーン工法は、広義的にはバーチカルドレーン工法の一種として位置づけられる。本工法と従来工法の違いは、従来のバーチカルドレーン工法では、サンドマットが地上部における水平方向の排水経路を担っていることに対し、本工法では、鉛直ドレーンの頭部（余長）を連結することで、水平方向の排水経路を確保する点である。プレロード等によって地盤内に発生した過剰間隙水圧は、鉛直ドレーンを通って地上へと誘導され、そのまま余長部を排水経路として透過し、盛土外部へと排出される。これにより、水平方向の排水性能は、サンドマットの透水性に左右されることなく安定した品質確保ができ、排水を目的としたサンドマットが不要となる。ただし地表面が軟弱で重機のトラフィカビリティが確保できない場合は、建設発生土等を利用した足場材の敷設が必要となる。図－１に工法の概念図を示す。

本工法の特徴を、従来のバーチカルドレーン工法と比較して以下に示す。

① コスト縮減：透水性の高いマット材が不要なため、材料コストを縮減できる。
② 工期短縮：鉛直ドレーンと水平ドレーンの同時施工により工期を短縮できる。
③ 品質保証：透水性の高いサンドマットと同等の圧密促進効果が得られる。
④ 環境保全：重機足場材として建設発生土等の有効利用が可能であり、生分解性ドレーン材を使用するため、環境負荷を低減できる。



平面図



断面図

図－１　ネットワークドレーン工法の概念図

３．施工方法

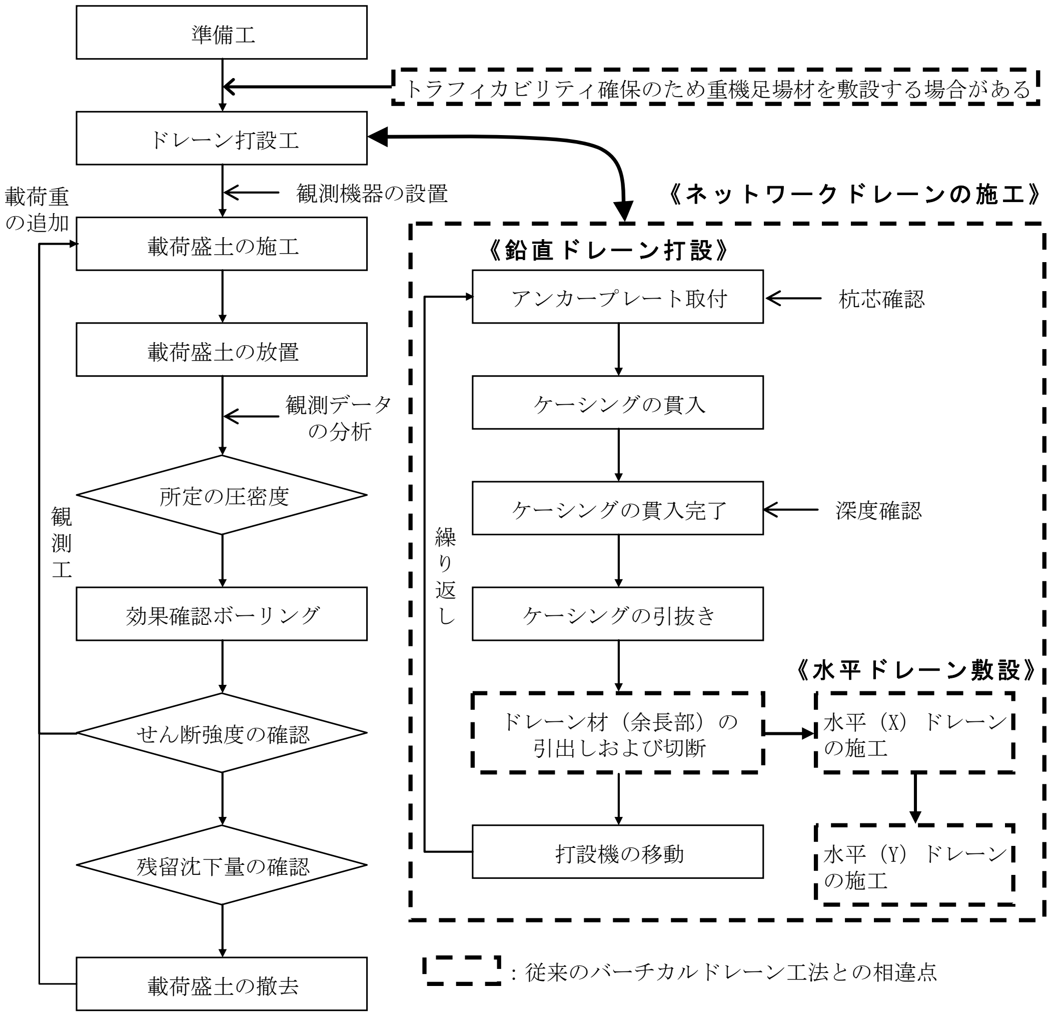
鉛直ドレーンの施工方法は、基本的に、従来の施工方法と同様であるが、サンドマット工が不要であることと、水平ドレーン（X方向、Y方向）を敷設する点で異なる。

水平（X）ドレーンの敷設は、鉛直ドレーン打設工と並行し、鉛直ドレーン材の杭頭部余長を打設間隔と連結箇所のラップ長分だけ長くし、鉛直ドレーン打設後に隣接する杭頭部に順次連結していくので、ドレーン打設の全体のサイクルタイムに与える影響は小さい。

また、水平（Y）ドレーンは、排水経路を増やす排水補助効果と、地盤の変形によってX方向ドレーン材の接続が外れた場合における排水経路の補完効果を目的としてX方向と直交する方向に、鉛直ドレーンの余長部を利用するのではなく、別途、敷設するが、その施工手順は水平（X）ドレーンと同様である。

なお、本工法に用いる施工機械は、従来のバーチカルドレーン工法と同様であるが、キャタピラの幅が広い、湿地型のドレーン打設機を標準仕様とする。

図－２にネットワークドレーン工法の施工フロー図を、写真－１に水平（X）ドレーンの施工手順を示す。



図－２　ネットワークドレーン工法の施工フロー

① 接続しようとする鉛直ドレーンの余長部に連結材を通しておく

② 施工済み水平(X)ドレーンの連結部(材)に隣接する鉛直ドレーンの余長部を差し込む

③ 鉛直ドレーンの余長部が連結材の中に確実に挿入されていることを確認して接続完了

写真－１　水平ドレーンの施工手順

４．環境への影響

本工法は、良質なサンドマット材を必要としないため、海砂や川砂の採取を抑制することができるとともに、施工地盤が超軟弱な場合には、重機足場材として建設発生土の有効利用ができるため環境負荷を低減することが可能な工法である。

また、鉛直・水平ドレーン材として、生分解性プラスチックのドレーン材（ラクトボード）あるいは天然繊維系のドレーン材を使用することにより、圧密期間終了後はドレーン材が地中に残らないため、周辺環境の負荷を軽減することが可能である。

５．従来工法とのコスト比較

ネットワークドレーン工法と従来工法のコスト比較を図－３に示す。

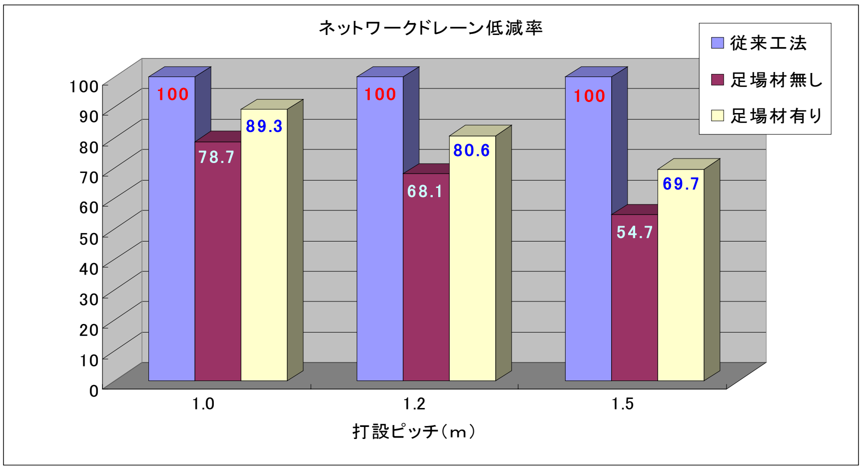
検討条件

① 改良面積：15,000 ㎡

② 改良深度：GL-15.0m

③ サンドマット厚：従来工法は、良質土 50cm。ネットワークドレーン工法「足場材有り」の場合建設発生土 50cm、地盤強度コーン指数≦300kN/cm²

表層地盤強度	足場材の有無	ピッチ 1.0m	ピッチ 1.2m	ピッチ 1.5m
コーン指数＞300kN/m²	足場材無し	２１．３％	３１．９％	４５．３％
コーン指数＜300kN/m²	建設発生土	１０．７％	１９．４％	３０．３％



図－３　ネットワークドレーン工法と従来工法のコスト比較

５.まとめ

本論文では、ネットワークドレーン工法の施工におけるポイント、コストの比較について記述した。ネットワークドレーン工法は従来工法に比べ、自然材料の川砂等を使用しないことと、生分解性のドレーン材を使用することによって、環境負荷を低減できる工法である。コストについても、従来工法は、施工区域全面にサンドマットの敷設が必要とされるため、改良打設ピッチが広くなるほどコストの低減率が大きくなることが確認された。今後は、さらなる施工能率の向上と、サンドドレーンやパックドレーン等への適用性について研究を行っていく予定である。