

パーチカルドレーンの余長を利用したマットレジスタンス対策に関する研究 （その2）三次元有効応力解析による対策効果の検証

前田建設工業 正会員 武部 篤治 石黒 健
 京都大学 学生会員 張 祐榮
 正会員 三村 衛
 大洋基礎 松島 仁文

1. はじめに

（その1）¹⁾では、サンドマットのマットレジスタンスの影響を受けずにドレーンの排水を効率よく機能させるため、鉛直ドレーンの余長を相互に連結、あるいは直接暗渠部に接続して排水させるという工法を提案し、その効果を室内模型実験により検証した。本論文では、三次元有効応力解析により上記工法の有効性を検証し、その結果を報告する。

2. 解析条件および解析ケース

解析に用いた手法は、土の構成則として線形弾性および関口・太田モデルを取り込んだ有効応力解析コードであり、金沢大学公開コードである3D-DACSAR²⁾をバージョンアップさせたものである。作成した解析モデルを図-1に示す。一様な軟弱地盤上（地盤厚さ30m）に0.5m厚のサンドマットを敷いたモデルを想定し、モデル上面には盛土を想定した分布加重を付与した。境界条件はモデル周辺を鉛直ローラ、底面を固定条件とし、水理条件はサンドマットの片側側面部（サンドマット端部）にのみ排水条件を、それ以外の面には全て非排水条件を与えた。ドレーン材は袋詰サンドドレーンを想定し、

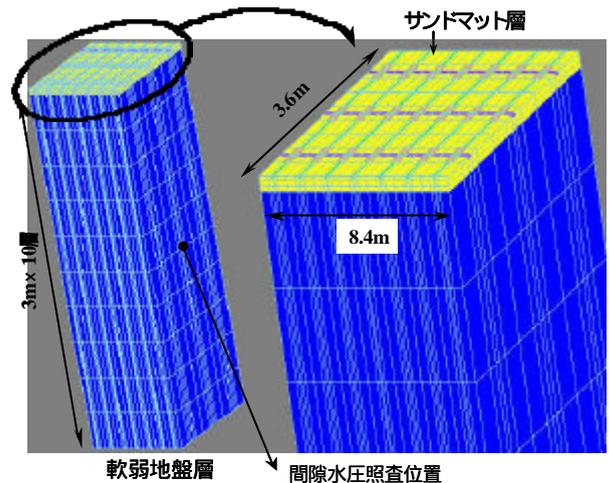


図-1 三次元解析モデル図

0.12m、透水係数 $k=1 \times 10^{-4}$ (m/s)、ドレーンピッチは1.2mでモデル化した。土の構成則は線形弾性とし、 $E=1000$ (kPa)、 $\nu=0.36$ を与えた。解析ケース一覧を表-1に示す。バージョンAでは、マットレジスタンスの差による比較検討、バージョンBでは人工ドレーン材面内・面外通水の差による比較検討を行った。バージョンAは、無対策地盤のケースA-1を基準ケース、良質なサンドマット ($k=1 \times 10^{-4}$ (m/s)) にドレーンを設置したケースA-2を最も理想的な状態と想定し、ドレーンを設置してサンドマットに悪い材料 ($k=1 \times 10^{-7}$ (m/s)) を使用したケースA-3（マットレジスタンスの大きなケース）、パーチカルドレーンの余長を相互に連結すると想定したケースA-4、盛土内に暗渠を密に設置して水平ドレーンの排水距離を1/2に短縮し、この暗渠に余長を直接連結することを想定したケースA-5（水理条件でサンドマット片側側面排水を両側側面排水として表現した）のそれぞれの間隙水圧消散および沈下促進傾向を比較し、著者らが提案した工法（ケースA-4、A-5）の効果を検証した。バージョンBでは、人工材ドレーンを想定し、鉛直に設置した人工材ドレーンをそのまま面内の通水性を確保して暗渠に直接接続した場合と、鉛直ドレーン材を一度切断し、その上部に水平排水ドレーン材を別途設置した場合で、どのような排水性能の相違があるかを確認した。人工材ドレーンの面内通水での透水性を $k=1 \times 10^{-1}$ (m/s)、

表-1 三次元解析ケース一覧

ケース名	バージョンA					バージョンB	
	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	B-1	B-2
サンドマット	良 ($k=1 \times 10^{-4}$)	良 ($k=1 \times 10^{-4}$)	悪 ($k=1 \times 10^{-7}$)	悪 ($k=1 \times 10^{-7}$)			
ドレーン材	-	有 ($k=1 \times 10^{-4}$)	面内 $k=1 \times 10^{-1}$, 面外: $k=1 \times 10^{-4}$				
余長連結方法	-	-	-	相互に連結	暗渠に直接連結	暗渠に直接連結	暗渠に直接連結
接続部鉛直透水係数	-	-	-	-	-	$k=1 \times 10^{-1}$	$k=1 \times 10^{-4}$

* 透水係数の単位は全て (m/sec)

キーワード：マットレジスタンス、軟弱地盤対策、三次元有効応力解析、パーチカルドレーン、余長

連絡先：〒179-8914 東京都練馬区旭町 1-39-16/TEL03-3977-2241/takebe.a@jcity.maeda.co.jp

面外通水では $k=1 \times 10^{-4}$ (m/s)として、接続部分要素の鉛直方向透水性に差をつけて解析を実施した。

3. 解析結果

バージョン A の解析結果を図-2 に示す。地盤中央深度 15m 位置（図-1 参照）での過剰間隙水圧比の消散傾向を比較している。ドレーン材を設置しているがマットレジスタンスの大きなケース A-3 の消散傾向は、基準ケースである無対策の地盤の消散傾向と大きく変わらないことがわかる。つまり、ドレーン材を設置して地盤内の水を集水したとしても、サンドマットのマットレジスタンスが大きいいため効果的に排水されないことがわかる。ドレーン材の余長を相互に連結しているケース A-4 では、通水性が確保されるため、消散傾向はケース A-2 の理想状態に接近している。さらに、水平排水距離を短縮し、暗渠への直接連結を想定したケース A-5 では、水圧消散傾向が理想状態にさらに近くなり、非常に効果的であることがわかる。図-3 は各々のケースにおける地表面沈下率の比較である。水圧消散傾向と同様の結果となり、提案工法であるケース A-4、A-5 の効果の大きさがうかがえる。

次に人工材ドレーンを対象としたバージョン B の過剰間隙水圧比の比較結果を図-4 に、地表面沈下率の比較結果を図-5 に示す。図-4 に模式的に示すように、人工材の面内通水を確保して暗渠に直接連結した場合と、これを一旦分断し、面外通水部と接触させて通水した場合を比較している。面内通水を確保して排水すると、より効果的であることをうかがわせる結果である。施工性、コスト面から考えても、打設したドレーンを一度切断し、水平排水材を鉛直ドレーン頭部に設置して接続するよりも、暗渠に直接接続するほうが効率的であると思われる。

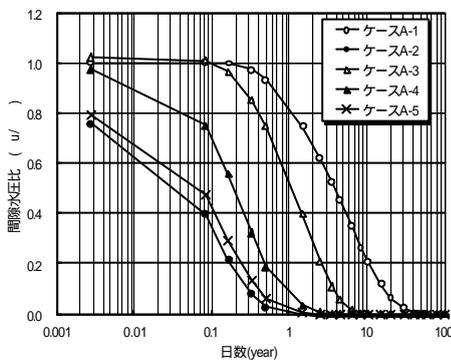


図-2 マットレジスタンスの差による過剰間隙水圧比解析結果

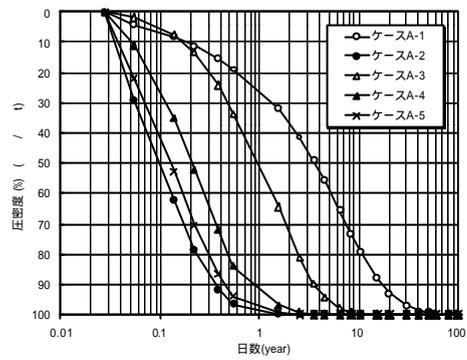


図-3 マットレジスタンスの差による圧密沈下率解析結果

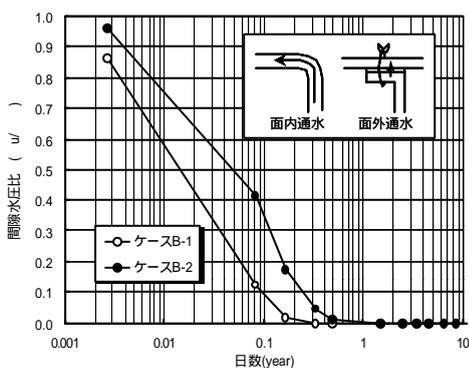


図-4 面内・面外通水の差による過剰間隙水圧比解析結果

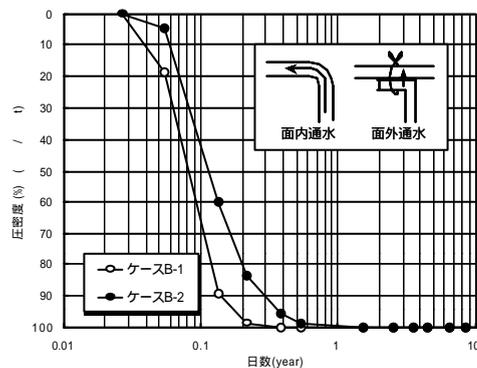


図-5 面内・面外通水の差による圧密沈下率解析結果

4. まとめ

著者らが提案したドレーン余長を相互に連結、あるいは面内通水を確保しながら暗渠にダイレクトに接続する工法は、マットレジスタンスの問題を解消し、水圧の消散傾向が理想状態に近づく有効な手法であることがわかった。今回は透水係数のみに着目して消散傾向の比較検討を行ったが、今後、現地盤を表現した弾塑性解析を行い検討を加える予定である。

《参考文献》1) 張祐榮, 武部篤治, 石黒健, 松島仁文, 三村衛: パーチカルドレーンの余長を利用したマットレジスタンス対策に関する研究(その1)室内実験による対策効果の検証, 第58回年次学術講演会講演論文集投稿中, 2003.
2) 飯塚敦, 八嶋厚: 三次元弾粘塑性連成有限要素プログラムの開発, 第44回年次学術講演会講演論文集, III-448, pp.970-971, 1989.