

タイヤチップスドレーンによるシルト質土の液状化および液状化後変状低減効果

茨城大学 フェロー会員○安原一哉

茨城大学 学生会員 田岡憲太 大塚友樹 増田拓哉

茨城大学 正会員 小峯秀雄 村上哲

1.はじめに

周知のように、グラベルドレーン工法は、排水工法の一つで、砕石のような透水性の高い材料を地盤中に設置することにより地盤の透水性を高め、地震時に砂層内で発生する過剰間隙水圧の上昇を抑えて液状化を防止する工法である。ドレーン材としては砕石や砂利等の自然材料を用いる場合が一般的であるが、合成樹脂や鋼管等の人工材料を用いる工法も提案されており、多様化する構造物や設計法に応じ、様々なドレーン材の検討がなされている。一方、近年の自動車産業の発展に伴いした使用済みタイヤの不法投棄が問題となっている。本研究では、先に提案したタイヤチップスドレーン工法¹⁾がシルト質地盤の液状化と液状化後変状の低減に対して有効かどうかを確認するため行った模型実験と結果の考察を紹介する。

2.タイヤチップスドレーンに関する模型実験

シルトに対する単調載荷を伴う繰返し三軸試験の結果(図-1)によると、繰返し載荷によって発生した過剰間隙水圧比が0.8程度まで到達すると、その後の単調載荷における剛性が非常に小さくなる。この結果に着目し、観測される地盤内の過剰間隙水圧の値を、流動を許容しうる値まで、低下させることができれば、経済的な側方流動対策工法を提案することができる。砂地盤における液状化後の地盤変状対策工としてのタイヤチップスドレーン工法の妥当性はすでに同じ室内模型実験によって確認されている¹⁾。

本研究では近年、砂と同様に液状化が危惧されている非塑性シルトに対する模型実験を行った。砂地盤の模型実験と同様に、カケヤによる衝撃荷重を与えて瞬時に液状化させた。よく知られているように、液状化に関する模型試験を行う場合、模型土槽の長軸方向と液状化層厚は密接な関係にあり液状化層厚を1/3以下の厚さに設定しなければ流動が発生しないということから、模型土槽100cmに対し液状化層厚を20cmとした。模型地盤は本研究室で試作した堆積装置で水中落下法によって作製し、これより乾燥密度(平均的に $\rho_d=1.44 \text{ g/cm}^3$) で毎回同じ条件の緩い地盤が作製可能である²⁾。液状化と液状化後の変状は地盤の傾斜角に影響を受けるが、本研究では地表面上部下部とも7.5°の角度を持つ傾斜地盤とした。図-2にドレーンの配置、図-3に間隙水圧計の配置を示す。

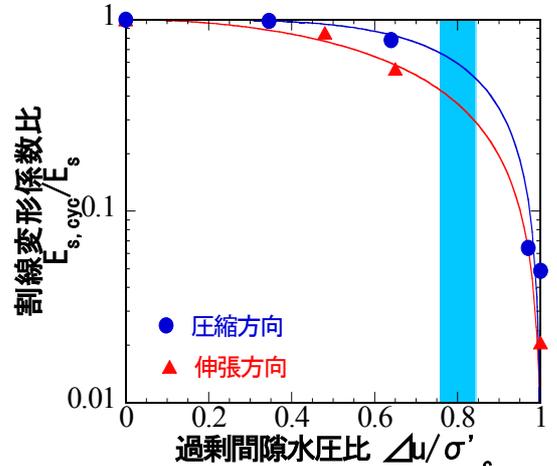
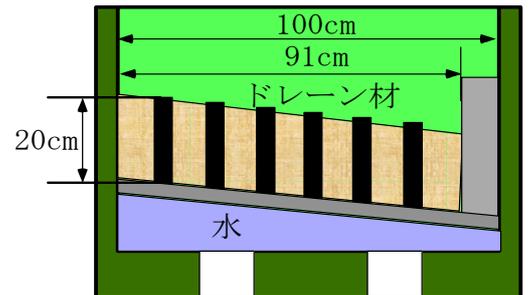
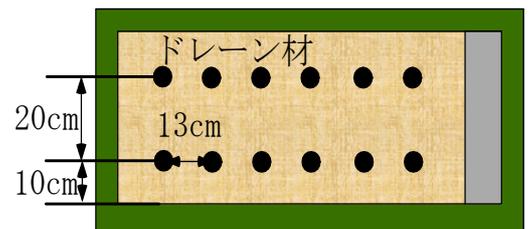


図-1 割線変形係数比～過剰間隙水圧比関係間隔の比較



(a)平面図



(b)側面図

図-2 ドレーン配置図

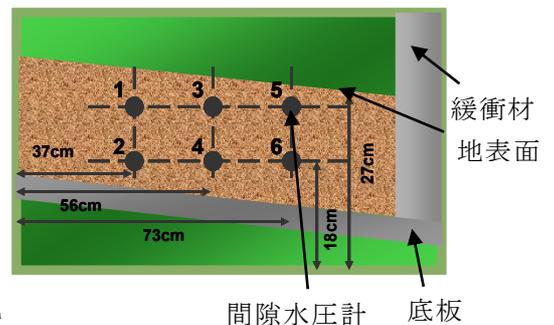


図-3 間隙水圧計配置図

キーワード 液状化対策 シルト タイヤチップス

連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学工学部 TEL 0294(38)5166 FAX 0294(38)5268

3.実験結果と考察

3.1 変位量の測定とその挙動

液状化に伴う流動の様子は側面よりビデオ撮影を行い、その動画を用いてビデオ解析を行った。配置した着色砂は縦3列、横5行、計15点である。ここでは地表面の液状化後の変位量を求めた結果を考察する。

i) 図-4, 図-5はグラベルドレーン工法とタイヤチップス工法を施した場合の地盤の側方変位, 鉛直変位量をそれぞれ比較したものである。この結果、それぞれの側方変位では土槽中央部が最も大きく、鉛直変位では土槽端における変位量の絶対値に大きな差異はなく、地表面の傾斜はほぼ元の状態を保つなどの傾向を示している。また、両工法の変位量を比較すると、側方変位量でタイヤチップスドレーンの方が多少大きい。対応策の無い場合の地盤に比べ変位量は少なく、ほぼ同様の傾向を示している。

ii) 図-6は側方変位, 鉛直変位を合成ベクトルで表した変位量の時刻歴を示したものである。それぞれを比較すると、ドレーンを敷設した場合と敷設していない場合ともほぼ一定の速度で変位しており6時間程度で一定の値に落ち着いている。また、対応策を施していない地盤に比べ変位量は少なく、2つの工法を施した地盤ともほぼ同様の傾向を示している。

3.2 過剰間隙水圧の挙動

地盤の側方流動には過剰間隙水圧の消散過程が大きく関係すると予想されることから、過剰間隙水圧を測定した。ここでは、地盤地表面中央部に配置した高性能間隙水圧計（容量9.8kPa）に着目し、液状化前の有効上載圧 σ'_{v0} より過剰間隙水圧比を求めた結果を考察する。

図-7はグラベルドレーン工法とタイヤチップス工法を施した砂地盤の過剰間隙水圧比の時刻歴を示したものであるが、衝撃荷重入力後、両工法の地盤において、液状化に達していない（過剰間隙水圧比が1.0まで達していない）。また、過剰間隙水圧の時間的变化は、対応策無しの場合よりも早く消散している点で両工法の地盤とも同様の傾向を示している。

4.まとめ

(1) タイヤチップスドレーンを施したシルト質模型地盤に対し、衝撃を荷重したところ、砂地盤と同様にシルト地盤においても液状化後の変位低減効果があることがわかった。(2) タイヤチップスドレーンを施したシルト質模型地盤はグラベルドレーン同様に衝撃荷重によっても液状化しない。また、地盤の変位量は対応策無しの場合に比べ50%程度低減された。したがって、タイヤチップスドレーン工法は、災害低減・環境負荷低減・コスト削減に貢献できるドレーン用地盤材料として利用できることが期待される。以上のように、タイヤチップスドレーンの工学的有効性は確認できたが、今後、環境への影響を調査するために溶出試験等の化学的および生物学的な安全性評価が必要と考えられる。

謝辞：本研究は、文部科学省科学研究費（基盤研究B，平成14年～平成16年、研究代表者：安原一哉）の助成によって行われたものであることを付記し、謝意を表すしだいである。

参考文献

- 1) 安原一哉・田岡憲太・大塚友樹・増田拓哉：タイヤチップスドレーンによる砂地盤の液状化後変位低減，第1回地盤工学会関東支部研究発表会講演概要集，pp.23-26, 2005.
- 2) 大塚友樹，田岡憲太，安原一哉，小峯秀雄，村上哲：1g室内模型実験のための傾斜非塑性シルト地盤の作製法とその液状化特性，日本地震工学会・大会—2004梗概集，pp.224-225, 2005.

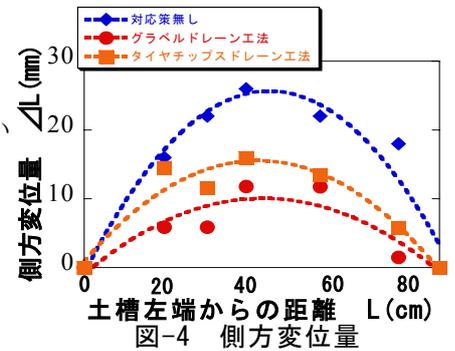


図-4 側方変位量

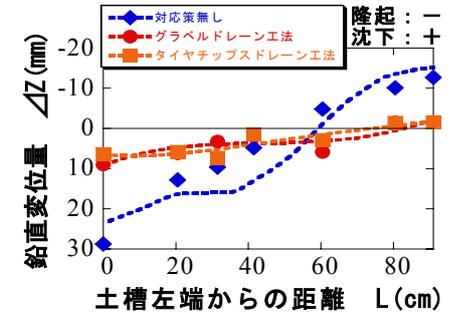


図-5 鉛直変位量

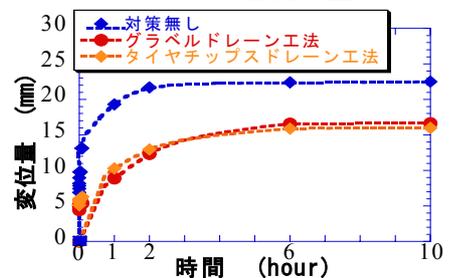


図-6 変位量の時刻歴

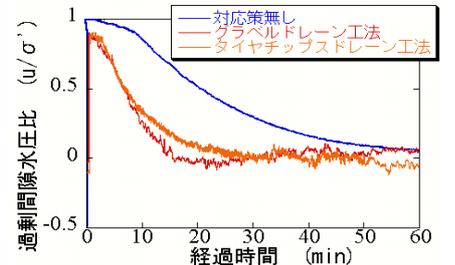


図-7 過剰間隙水圧比の時刻歴