

排水パイプの排水以外の補強効果に着目した小型模型実験

鉄道総合技術研究所 正会員 ○進藤 義勝 正会員 湯浅 友輝
 鉄道総合技術研究所 正会員 高柳 剛 正会員 布川 修

1. はじめに

鉄道既設盛土の降雨時耐力を向上させる目的で排水パイプが施工される事がある。排水パイプは、これまで排水により盛土内部の地下水の上昇を抑える効果が主に着目されてきたが、パイプ自体が補強材として抵抗力を発揮することで盛土表層の崩壊を抑える効果も一定程度発揮すると考えられる。このパイプ自体の補強材としての効果は、現地の引き抜き試験の結果を反映した安定計算により評価されている例があるが¹⁾²⁾、水の影響を受ける条件でも同様の補強効果を発揮するか十分に検討されていない。そこで、盛土の地下水位上昇による崩壊を模擬した小型模型実験により、排水パイプの有無による盛土の崩壊形態を比較し、排水パイプが排水効果以外での引張補強材としての効果について検討した。

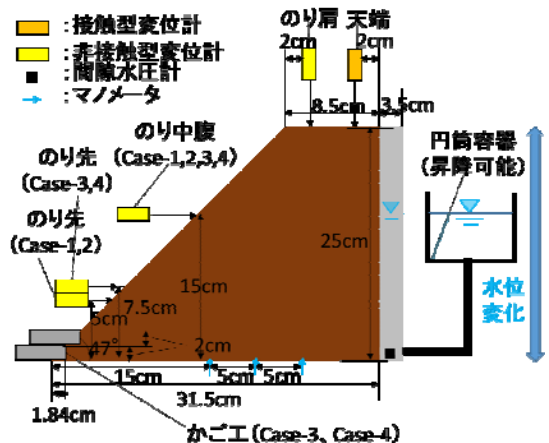


図1 模型地盤および計測機器
設置位置(断面図)

2. 実験概要

2. 1 模型地盤

実験に用いた土槽は、高さ 50cm、横幅 50cm、奥行き 30cm である。図 1 の断面図左右下部には水の給排水が可能なコックが設置されている。背面には奥行き方向に均一に地下水を与えるために珪砂 3 号により幅 3.5cm の層を作成した。実験では右側から模型地盤背面の珪砂に水を供給することで定常の背面水位を与えた。模型地盤には稲城砂を用い、模型寸法は高さ 25cm、勾配は崩壊させることを目的とし急勾配である 47° とした(図 1)。稲城砂の主な物性値は、土粒子密度 $\rho_s=2.72\text{g/cm}^3$ 、最大乾燥密度 $\rho_{dmax}=1.68\text{g/cm}^3$ 、最適含水率 $W_{opt}=14.6\%$ 、均等係数 $U_c=4.55$ である。模型地盤は締固め土 $D_c=86\%$ 、乾燥密度 $\rho_d=1.45\text{g/cm}^3$ を目標として構築した。また各種計測器を設置し背面水位を変化させたときの地盤の変位等を計測した。

2. 2 実験条件

図 2 に実験条件(平面図)を示す。Case-2、Case-4 ではのり面に排水パイプを敷設した。排水パイプは実物大換算で長さ 2.4m のものを想定し、外径 3mm、長さ 120mm のアルミパイプを用いた。敷設角度は水平から上向きに 5° とし、のり面から 5mm 程度端部が出るよう敷設した。なお、今回は排水パイプの力学的な斜面補強効果に着目するため排水機能は持たせていない。Case-3、Case-4 ではのり尻からの侵食崩壊を防止することを目的としてのり先にかご工を設置した。背面水位については、Case-1、Case-2 は一定経過時間後に水位を 5cm ずつ上昇させ、Case-3、Case-4 は定常状態になった時点で、順次 1cm ずつ水位を上げていった。

3. 実験結果および考察

3. 1 Case-1、Case-2 (かご工なし)

図 3 に Case-1、2 ののり先とのり中腹の変位計の経時変化を示す。Case-1 は背面水位 15cm でのり先から侵食崩壊し、背面水位を 25cm とした約 5 分後にのり肩が崩壊した(図 4: 左)。Case-2 は背面水位 20cm でのり先から侵

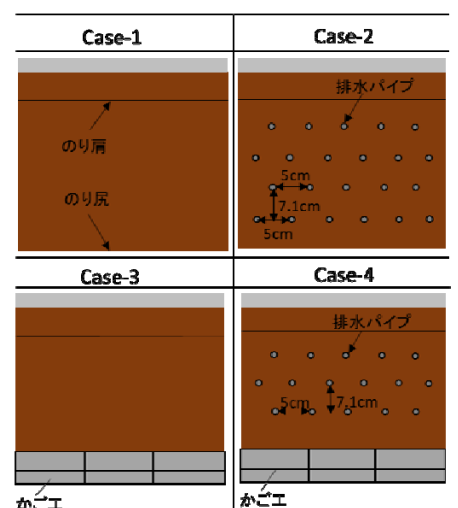


図2 実験条件(平面図)

キーワード 排水パイプ, 補強効果, 模型実験

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL 042-573-7263

食崩壊し、背面水位を 25cm とした約 19 分後にのり肩が崩壊した (図 4: 右)。崩壊形態は Case-1、2 とものり先が侵食崩壊後、上部に向かって崩壊が拡大していくものであった。なお、Case-2 では排水パイプの下部まで崩壊が進むと排水パイプの補強効果によりパイプ上方の土塊が支えられ崩壊の拡大が遅くなる効果が確認された。崩壊形態は排水パイプの有無にかかわらずのり先で侵食崩壊が発生し、上方地盤が順次崩壊していくものであった (図 5)。

3. 2 Case-3、Case-4 (かご工あり)

Case-3、4 では Case-1、2 の様な侵食崩壊を伴わない盛土崩壊に対するパイプの補強効果を検証する目的で、のり先にかご工を設置した。図 6 に Case-3、4 ののり先、のり中腹、のり肩の変位計の経時変化を示す。

Case-3 は背面水位 19cm で盛土高さ 15cm の位置から下方が崩壊、背面水位 20cm でのり肩が崩壊した。崩壊形態はのり中腹で円弧状のすべり崩壊が発生し、その後のり上部に向かって崩壊が拡大していくものであった (図 8: 左)。Case-4 は背面水位 21cm で盛土高さ 15cm の位置から下方が崩壊、背面水位 22cm

でのり肩が崩壊した。崩壊形態は Case-3 と同様であった。Case-2 と同様にパイプ上方の土塊がパイプによって支持される状況が確認された。図 7 の背面水位と変位の関係に着目すると、排水パイプなしの方が低い水位で変位が進行していることがわかる。

6. まとめ

(1) 水の影響を受ける状況で発生する侵食崩壊、円弧状のすべり崩壊の両者に対して排水パイプは一定の力学的な補強効果を発揮することが分かった。また、盛土崩壊に至る時間を遅れさせる効果が認められた。

(2) 排水パイプ有りの Case-4 ですべり崩壊が発生した背面水位を、排水パイプなしの Case-3 と比較すると、前者の水位は 11%高かった。今後、同様の実験や引抜試験を実物大で行うことで引張補強効果を確認していく。

参考文献 1) 金山幸司ら: 現地引抜き試験に基づいた排水パイプの盛土補強効果に関する検討, 土木学会第 69 回年次学術講演会, 2014.

2) 高馬太一ら: 排水パイプの盛土補強効果確認のための現地引抜き試験, 土木学会第 69 回年次学術講演会, 2014.

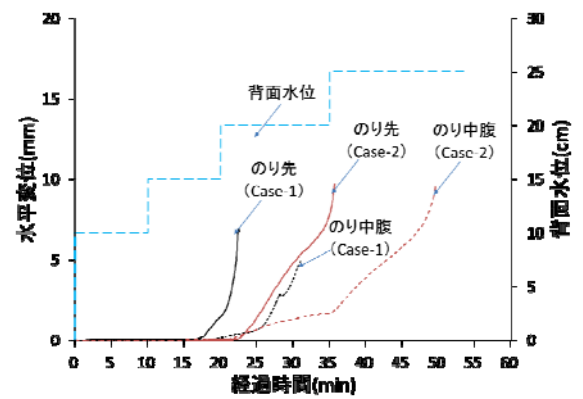


図 3 変位計の経時変化 (Case-1、2)



図 4 のり肩が崩壊した時の様子
(右側がのり肩、上方から撮影)

図 5 のり先の侵食状況
(下部がのり先、上方から撮影)

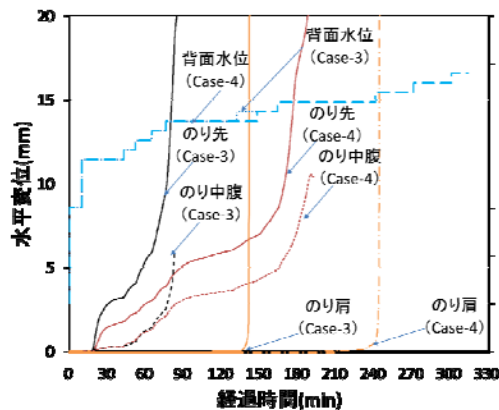


図 6 変位計の経時変化 (Case-3、4)

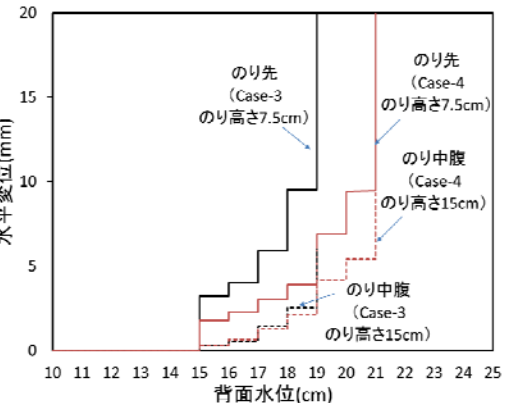


図 7 背面水位と変位の関係



図 8 背面水位 20cm 時点
(右側がのり肩、上方から撮影)