

### 模型盛土地盤を用いた排水パイプの排水能力確認実験

鉄道総合技術研究所 正会員○石川 智史 正会員 太田 直之 正会員 渡邊 諭  
正会員 西田 幹嗣 フェロー会員 杉山 友康  
岡山大学 正会員 西垣 誠

#### 1. はじめに

排水パイプは、のり面崩壊の原因となる盛土内の間隙水圧の上昇を抑える効果（排水効果）が期待され、多くの鉄道盛土で施工実績がある。しかし、排水パイプの能力は定量的に示されてなく、施工にあたって、排水パイプの設置間隔等は経験的に決定されている。そこで本稿では、排水パイプの排水能力を定量的に把握することを目的として模型盛土地盤を用いた鉛直浸透実験の結果について報告する。

#### 2. 実験概要

実験に用いた土槽の全景を図1に、概略断面図を図2に示す。実験には、内径400mmの円筒形土槽を用いた。土槽の上部には切り欠きが設けられており、土槽に満たした水を切り欠きから越流させることで、土槽底面から500mmの高さで水位を一定に保つことができるようになっている。この土槽底面から200mmの高さの壁面には排水パイプを挿入するための直径60mmの孔が開けられている。また、円筒容器側面の最下端には、ピエゾメータが取り付けられており、模型地盤底面の圧力水頭を測定することが可能である。

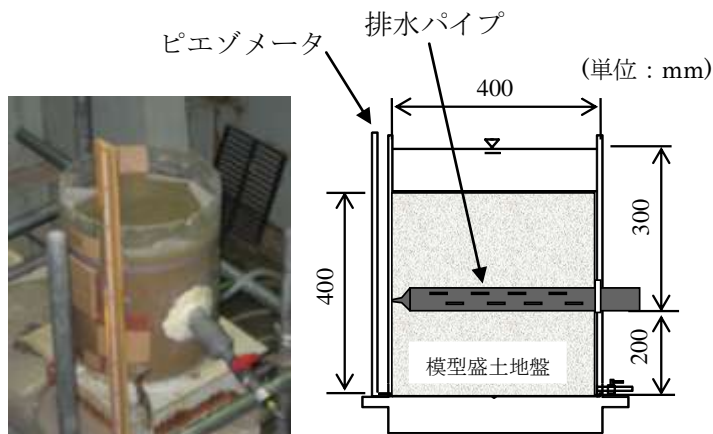


図1 実験土槽全景

図2 実験土槽概略図

実験に使用した排水パイプは、鉄道で一般的に用いられているものを実験用に500mmに切断したものであり、16箇所のスリット（幅5mm×長さ50mm）を有している（図3）。盛土材には、まさ土と珪砂を重量比1:1.0で混合した調整試料を用いた。図4に盛土材の粒径加積曲線を示す。



図3 加工した排水パイプ

上述した土槽および材料を用い、排水パイプを打設した場合（Case1）と敷設した場合（Case2）との二種類の模型盛土地盤を構築した。模型盛土地盤の土槽底部から水を浸透させて土槽天端まで水位を上昇させた後、土槽底面から500mmの高さに水位を維持した状態で排水パイプの排水口を開け、排水パイプからの排水量やピエゾメータで得られる圧力水頭を測定した。また、浸透水による排水パイプ周囲の透水係数の変化を確認するために試験終了後の模型盛土地盤から不攪乱試料を採取し、層ごとの透水係数を測定した。

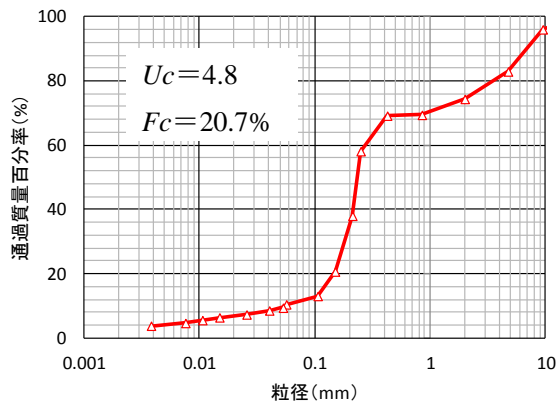


図4 粒径加積曲線

#### 3. 実験結果

##### (1) 排水パイプからの排水量

排水パイプからの排水量の経時変化を図5に、排水パイプからの土砂吸出し状況を図6に示す。図5より、Case1（打設）がCase2（敷設）と比較して排水量が10%程度低下していることがわかる。なお、排水量は試

キーワード：スキニング効果、盛土、排水  
連絡先：〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財)鉄道総合技術研究所 Tel:(042)573-7263

験開始から徐々に減少し、いずれのケースでも 120 分以後はほぼ一定となる傾向を示した。

排水パイプから土砂の吸出し量は、試験開始直後に同程度であったにもかかわらず、図 6 に示すように試験開始から 180 分後では、Case1 は土砂の吸出しがほぼなくなり、Case2 は土砂の吸出しが継続していることがわかる。

以上の結果より、排水パイプが打設されることによって、パイプ周面に低透水性層が形成され、パイプ敷設と比較して排水量が 10%減少するとともに土砂の吸出し量が減少したと推測される。このようなパイプ周囲に形成される低透水性層の影響をスキニングエフェクトと呼ぶ。排水パイプの排水能力を適正に評価するためには、スキニングエフェクト特性を明らかにする必要があると考える。

(2) 模型盛土地盤底面位置の圧力水頭

図 7 に圧力水頭の測定結果を示す。実験開始前(排水口の開く前)は、土槽上端の水位とピエゾメータ内の水位はともに地盤底面から 500mm を示していたが、実験開始直後(排水パイプの開口時点)は、土槽上端の水位では 500mm を示し、一方ピエゾメータ内の水位は、Case1 では 330mm、Case2 では 305mm を示した。実験中、ピエゾメータ内の水位は、常に一定の値を示していたことから、排水パイプによって模型盛土地盤底面に作用する圧力水頭は 170~195mm 低減されたことがわかる。すなわち、排水パイプ位置よりも高い位置に水面があっても、排水パイプ打設箇所直下の盛土底面の圧力水頭は 34%~39%低減されたことになる。

ここで、圧力水頭の低減は、排水パイプによって大気圧と接する面が模型盛土地盤内に形成されたことによるものであり、排水パイプの設置方法による差異はないものと考えられる。したがって、Case1 および Case2 の各ピエゾメータの測定値の差異は誤差と捉えることができる。

(3) 排水パイプ周囲の透水係数の変化確認

Case1, 2 の実験後の模型盛土地盤から層ごとに不攪乱試料を採取し、それぞれ透水係数を求めた結果を図 8 に示す。なお、図中の 3 層目はパイプ位置を表している。パイプの設置方法(打設, 敷設)による透水係数の分布状況に顕著な違いがみられず、いずれのケースでも模型地盤の下方ほど透水係数が低下する傾向を示している。また、パイプ周辺(3 層目)の透水係数が他の層と比較して特に変化している様子はみられない。

以上の結果より、スキニングエフェクトが発揮される範囲は、パイプ周囲のごく狭い範囲に限定されると推測される。

4. おわりに

本稿では、模型盛土地盤を用いた浸透実験によって、スキニングエフェクトが及ぼす排水量の変化、その影響範囲について明らかにした。今後は、スキニングエフェクトによる影響を踏まえたパイプの排水能力のモデル化を行う予定である。

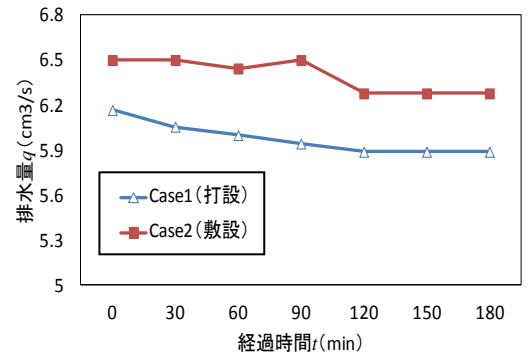
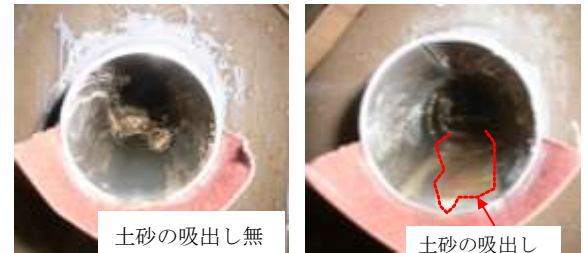


図 5 排水量の経時変化



(a) Case1 (打設) (b) Case2 (敷設)

図 6 パイプ内の状況(試験開始から 180 分後)

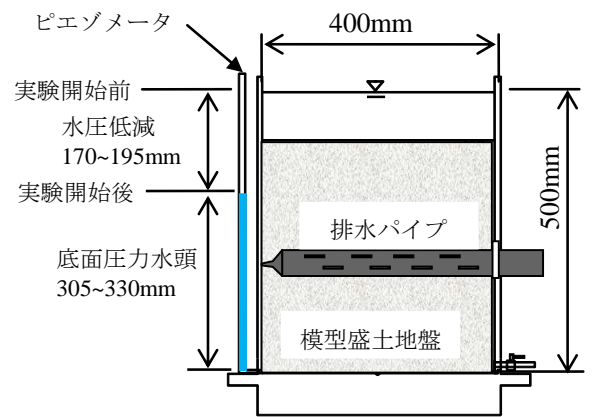


図 7 底面圧力水頭の測定結果

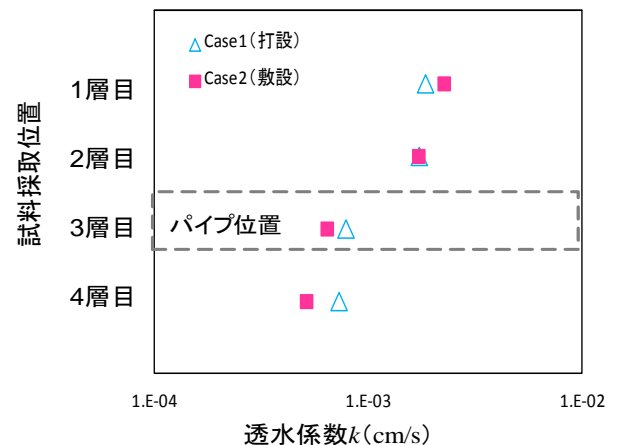


図 8 不攪乱試料による層ごとの透水係数