大阪大学大学院工学研究科	学生員	○秋田 剛
大阪大学大学院工学研究科	正会員	常田賢一
大阪大学大学院工学研究科	学生員	平山淳基
千代田器材 (株)		柏熊誠治

1. はじめに

近年,地震や豪雨による道路盛土の崩壊が多発し,社会的・経済的に大きな影響を及ぼしているが,その原因として盛土内の地下水位上昇による盛土の不安定化が考えられる.鉄道盛土の排水対策の1つとして挙げられる排水パイプ¹⁾は,排水機能に加えて盛土への圧入による地盤の締め固め効果も見込めるとされている²⁾. 本論文は,排水パイプの付属孔への土粒子の充填及びパイプ内への土粒子の流出現象に注目しながら,変水位による基礎的な室内模型排水実験を行っており,排水パイプの透水係数,さらに地下水位の変動に伴う排水機能の変化特性等の結果を報告する.

2. 室内模型実験

(1) 模型

林ら³⁾を参考にし、図-1に示す内寸 500×400×700mmの土槽の 4隅に給水パイプ、下部に排水パイプを水平に設置する.給水パ イプは外径48mm,内径40mm,長さ750mmの塩ビパイプであり, 9×100mm の孔を千鳥配置で空けている.また、土粒子の流出を 防ぐために、塩ビパイプの表面に土砂流出防止用の不織布を取り 付けている. 排水パイプは外径 60.5mm, 内径 55.1mm, 長さ 600mm で、パイプ先端から75mm までが尖っており、パイプ断面の四方 には 50×5mm の孔が軸方向に 50mm の間隔で 3 箇所ずつ計 12 箇 所配置してある.次に,乾燥させた試料を締め固めてから排水パ イプの排水口を閉じ、土槽内水位が 65cm になるまで給水する. その後 24 時間放置した後、排水口を開けてパイプからの排水流 出量と土槽内の水位変化を計測した.流量の計測では単位時間当 たりの変化量を求めることで平均流量を算出した.また,給水パ イプ内の水位変化から土槽内水位を計測した. 土試料は笠間砂の 山砂であり、土質特性を表-1に示す.また、パイプ打設による地 盤の締め固め効果の影響を検討するために, 土槽にパイプを設置 してから山砂を締め固めた実験1と、土槽に山砂を締め固めてか らパイプを打設した実験2の2ケースを同じ地盤条件下で実施し, パイプの排水機能の変化を比較した.計測後,排水を乾燥させ, 排水に含まれている土粒子の計量及びふるい試験を行った. さら に、排水後、3日放置した後、土槽内に再び給水して水を溜めて 2回目, さらに3回目の排水試験を行った. 各段階でパイプ内に 流出していた土粒子の計量及びふるい試験を行った.



図-1 模型(単位:mm)

表-1 土試料の土質特性

土試料		笠間砂
土粒子密度	ρ_{s}	2.661 (g/cm^3)
乾燥密度	ρ_{d}	$1.876 (g/cm^3)$
透水係数	k	1.85×10^{-3} (cm/s)

Tsuyoshi AKITA, Ken-ichi TOKIDA, Junki Hirayama, Seiji KASHIKUMA takita@civil.eng.osaka-u.ac.jp

(2) 実験結果

実験1,2の水位と流量の関係を図-2に示す.いずれの場 合も水位と流量は比例関係にあることが分かる.また,3 回ずつ繰り返した結果を比べると,多少変動があるものの, 大きな違いは見られない.さらに,実験1に比べて実験2 の方が流量が減少しているが,これはパイプを後から打設 することでパイプ周辺の土粒子が締め固まり,透水性が低 下したためと考えられる.また,実験1でパイプを設置し てから地盤を作成した時点と,実験2で地盤にパイプを打 設した時点において,パイプの孔の土粒子の充填,パイプ 内の土試料の流出を確認している.しかし,その後は充填 具合及び流出の変化は見られなかったことから,土粒子の 充填及び流出現象はパイプの設置方法に影響を受けるとい える.また,排水には粒径1mm以下の微量の細粒土が含ま れていたが,3回の排水実験を繰り返す中で徐々にその量は 減少した(表-2).

3. 透水係数算出

地盤の締め固め度を変化させて実験 1,2 を数ケース行っ た.各ケースの乾燥密度と透水係数の関係を,山砂自身の場 合と比較して図-3に示す.ここで,排水パイプの透水係数は, 土とパイプを一体と見なした見かけの透水係数であり,ダル シーの法則から(1)式により算出した.図-3 から山砂自身の透 水係数に比べて,実験2では約2倍,さらに実験1ではその 2倍近くまで透水係数が増加しており,パイプの設置あるい は打設により地盤の透水性が上がることが分かる.

(1)



表-2 排水及びパイプ内の土粒子量(単位:g)

	排水中土粒子質量				パイプ内
実験	1回目	2回目	3回目	合計	土粒子質量
1	13.2	2.7	1.6	17.5	247.6
2	11.5	2.2	1.6	15.3	435.6



$$k = \frac{QL}{Ah}$$

k:透水係数(cm/s) A:土槽断面積(cm²) Q:排水流量(cm³/s) L:透水距離(cm) h:水位(cm) L, hはパイプの中心からの距離を基準とする

4. まとめ

本研究では,排水パイプの排水機能の変化に注目しながら,変水位による室内模型排水実験を行ったが,以 下の知見が得られた.

- 地下水位の変動から生じる地盤の飽和・不飽和状態を3日間空けて3回繰り返した結果,排水パイプの排水機能の変化は殆ど見られなかった.また,パイプの孔への土粒子の充填及びパイプ内への流出現象はパイプの設置時に生じ,その後は殆ど変化しない.
- 2) 対象とした山砂の場合,排水パイプを後から打設した地盤の見かけの透水係数は2倍程度まで増加し, パイプを設置してから地盤を作成した場合は,さらに2倍程度増加することを確認した. 参考文献
- 1) 千代田器材株式会社:恒久排水補強パイプ パンフレット, pp.1~pp.3
- 2) 斎藤迪孝,上沢 弘,毛受貞久,安田祐作:鉄道技術研究報告 NO.631,有孔パイプによる新幹線盛 土斜面の排水効果 pp.1~pp.17, 1968.4
- 林 豪人,澤松俊寿,徐 永強,藪 雅行,小橋秀俊:盛土排水パイプの集水性能に関する実験的評価,第45回地盤工学研究発表会,No.517,2010.8