

浸透による盛土斜面崩壊と排水層の効果

山口大学大学院 学生会員 ○村上裕幸 宮北志野
 山口大学大学院 正会員 中田幸男 吉本憲正
 山口大学大学院 正会員 村田秀一 兵動正幸

1.はじめに 昨今各地で集中豪雨による地盤災害が多発し、多大な被害が報告されている。平成17年9月に発生した台風14号の上陸では、山口県岩国市廿木地区の山陽自動車道の盛土斜面が崩落した。この災害調査検討委員会により、崩落要因は、①累積降雨量が509mmにも達した異常降雨であった、②2つの断層による破碎帯があり、地下水の供給を受けやすい地質構造であった、③3つの沢から地下水の供給を受け、また数本の排水管の出口が1ヶ所に集中し排水機能が不十分であった、④暗渠の中にある有効管に一部欠損箇所があった、と報告された¹⁾。本研究では、崩落した山陽自動車道の復旧工事で採用された排水機構であるフィルターの敷設¹⁾が斜面安定に与える効果を確認することを目的とし、小型模型土槽を用いて盛土斜面を作製し、地下水位の流入を想定した浸透による斜面崩壊試験を行った。

2.試料 試料はシリカ砂を用い、寸法幅530mm、高さ400mm、奥行き100mmの小型模型土槽で試験を行った。盛土斜面は、試料を含水比8%に調整し試験機に投入後、タンパーを用い相対密度80%となるように均一に突き固めて作製した。斜面形状は図1に示す。排水機構であるフィルター材には、粒径2.5~3.0mmのガラスピーブを使用した。用いたシリカ砂の透水係数は $k=0.015(\text{cm/sec})$ 、ガラスピーブは $k=0.024(\text{cm/sec})$ である。

3.試験概要 作製した模型斜面の浸透特性を把握するために、定常浸透場を作り、浸透特性の検討を行った。上流側水位 H_1 を150mmの位置で保持し、流れが定常になったことを確認した後で浸透の挙動の評価および画像解析を行うために画像の記録を行った。定常状態の評価に際して、浸透開始から20秒毎に下流側流出量を計測し、流出量の変化が5分以上起きなくなった時点をもって定常状態となつたと判断した。定常状態での盛土斜面は写真1に示す。写真は食紅水で定常浸透場を作り、目視による観察を可能にした。食紅水により赤く染まった地盤の最上面を以下、湿潤面と記す。湿潤面はサクションにより実際の浸潤線より上に位置する。定常浸透場を作った後、所定の位置にノズルを挿入し、圧力載荷装置により浸透流を流入する試験を行った。フィルターを敷設した試験においては盛土斜面作製時に所定の位置にフィルターを敷設した上で試験を行った。

4.浸透による盛土斜面崩壊と排水層の効果 定常浸透場を作った後、地下水位の上昇を表現するための浸透流流入場所と流量の検討を行った。図1にノズル挿入場所を示す。図1に示すA, B, C, Dの4ヶ所について浸透流流入量を変化させ、斜面の変状を観察した。流入場所についてAとCでは、浸透流を流入すると斜面または盛土

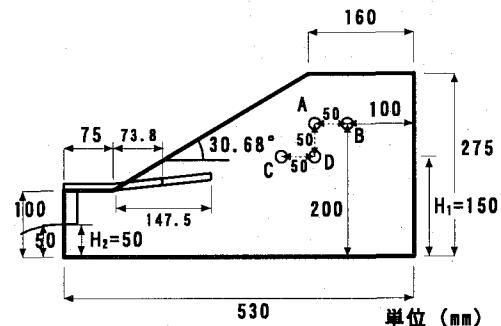


図1 斜面形状とノズル挿入位置

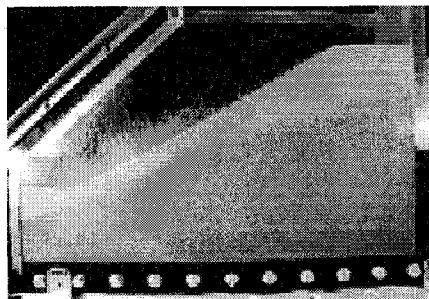


写真1 盛土斜面

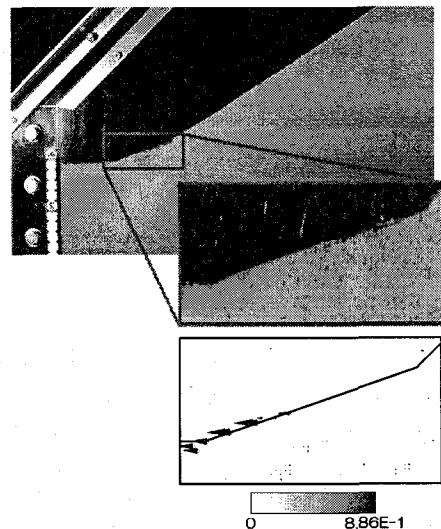


図2 PIV解析結果

表1 フィルター敷設条件

実験CASE名	長さ(mm)	厚さ(mm)	勾配(%)
CASE1	—	—	—
CASE2	147.5	10	6
CASE3	73.8	20	6

上部の強度が弱い方向へ水が流れ、Dは斜面崩壊にかなりの時間を要した。流入量は、8(ml/sec), 15(ml/sec), 30(ml/sec)について検討した。流量8(ml/sec)では、盛土斜面の崩壊は起こらず安定し、流量30(ml/sec)では斜面の崩壊より先に強度が弱い盛土上部に水が流れることが確認された。これよりBの位置に、流量15(ml/sec)の条件で以後の試験を行った。先述したように上流側水位 H_1 を150mmにあげた後、流れが定常状態になったことを確認し、ノズルから浸透水を流入させ斜面の変化を撮影し、PIVを用いた画像解析を行った。まず、フィルターの効果を把握するため、表1に示す条件でフィルターを敷設しない場合の盛土斜面(CASE1)とフィルターを敷設した場合(CASE2)の比較を行った。 $H_1=150\text{mm}$ まで上げ、定常状態になったことを確認した後、浸透流流入装置を用いて浸透流を流入し、斜面の変化をハイビジョンカメラでデジタル撮影した。CASE1ののり先部分のPIVの結果を図2に示す。また、排水効果を評価するために下流側からの排水量の測定を行った。図3に定常浸透場作製から浸透流流入までの排水量と時間の関係を示す。CASE1では浸透流流入開始後約1分30秒でのり先部分の崩壊が見られた。浸透流流入後から1分30秒までを比較すると、CASE1は浸透流流入によって増加した水を十分に排水することができなかつたため崩壊したが、CASE2ではフィルターの敷設により、盛土内部の水を排水することが可能となつたため斜面は崩壊しなかつたと考えられる。

フィルターの敷設条件の違いによる排水効果を比較するために表1のCASE2とCASE3の条件で試験を行った。図4に浸透流流入後の排水量と時間の関係、図5に試験時に記録した画像よりのり先から斜面左側へ75mmの位置で、斜面と湿潤面の距離を読み取ったものを示す。写真2には湿潤面が斜面表面に最も近づいた様子を示す。フィルターを敷設していないCASE1では浸透によるのり先部分の崩壊が観られたが、フィルターを敷設したCASE2, CASE3ではどちらも崩壊が確認されなかつた。また図4より、CASE2とCASE3のどちらも時間経過とともに安定しているので、浸透流の流入を続けても崩壊する可能性は低い。また図5より試験開始から3分後までCASE3の方が斜面と湿潤面の距離が遠いことから、CASE3の方が急激な浸潤面の上昇に対応し排水効果が高いことがわかった。よって敷設の条件としては敷設長さが短くて厚いCASE3がより効果的であることがわかった。

5.まとめ 小型模型土槽を用いて盛土

を再現し、地下水位の流入を想定した浸透による斜面崩壊試験を行った。この結果、フィルター層のないケースで、のり先の崩壊が見られた浸透条件であっても、フィルターを敷設した場合には、のり先部分の崩壊が起こらないことが確認された。また、フィルターの敷設条件によって安定性に違いがあることがわかった。

参考文献 1)山陽自動車道災害調査検討委員会報告書(2005)

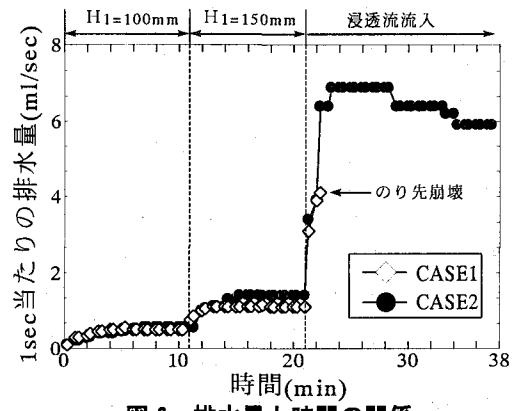


図3 排水量と時間の関係

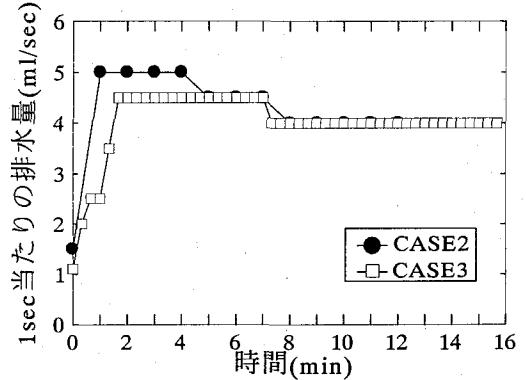


図4 浸透流流入後の排水量

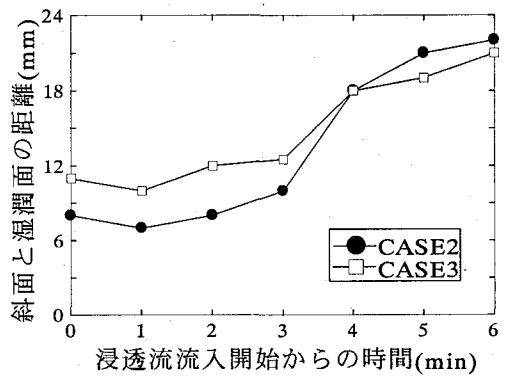
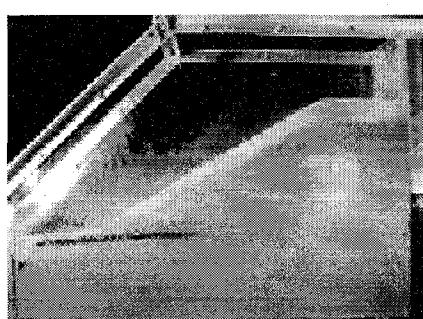
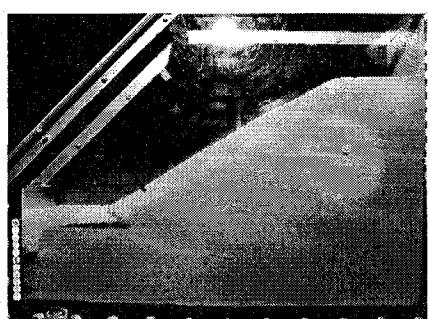


図5 斜面と湿潤面の距離



(a) CASE2



(b) CASE3

写真2 湿潤面が斜面表面にもっとも近づいたときの様子