

パイプ流の過剰間隙水圧発生を検証する模型実験

The experimental study of the excess pore water pressure occurrence in the soil pipe

美馬健二*, 太田英将 (有限会社太田ジオリサーチ)

Kenji MIMA, Hidemasa OHTA (Ohta Geo Research Co., Ltd.)

キーワード: 表層崩壊, パイプ流, 過剰間隙水圧, 模型実験

Keywords: Shallow landslide, Pipeflow, Excess pore water pressure, Model experiment

1. はじめに

パイプ流が斜面崩壊発生に関与していることは、古くから知られている。

一方、筆者らは、崩壊現象を再現するため、豪雨による表層崩壊を崩壊前後の地形及び実測値の土質定数を用いて安定解析を行い、崩壊時の地下水圧を推定してきた^{1) 2)}。その結果、ほとんどの場合、地下水圧は地表より上に出て、崩壊に至ることが分かった。ここでは、このような地下水圧を過剰間隙水圧と呼ぶ。

これらにより、崩壊の原因は、パイプ流の過剰間隙水圧であるという新たな仮説を立てた。そこで、実際にパイプ流によって傾斜する土層内で過剰間隙水圧が生じるのかどうかを確認するため、地下水圧の測定できる土槽模型を構築し、実験により検証を行った。

2. 実験概要

2.1 模型実験装置

構築した模型実験装置の外観・寸法は、図-1に示す。(a)土槽の寸法は、内寸で幅 480×長さ 795×高さ 200mm である。(b)パイプ流を表現した径 2mm の孔を 1.5cm 間隔で空けたホース(内径 15mm)を土槽の底に 2 本這わせる(図-2)。ホース内に水を流すと、孔から水が噴き出す仕組みである。(c)土槽中央の底に空けた孔からマンノメーターに接続し、土層内の水圧を目視できるものとした(図-3)。(d)土槽内に湿潤状態のマサ土を盛り、地表及び周縁は厚さ 1~3cm の粘性土(マサ土にベントナイトを混合したもの)で被覆する。



図-2 パイプ流を表現したホースから水が噴き出す仕組み

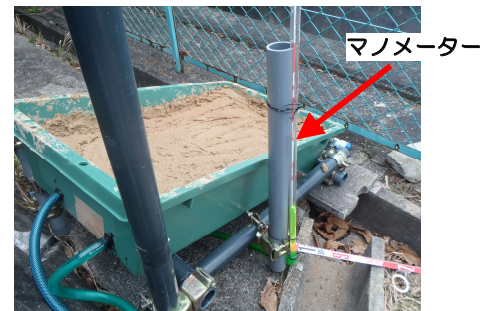


図-3 土槽の裏側から接続したマンノメーター

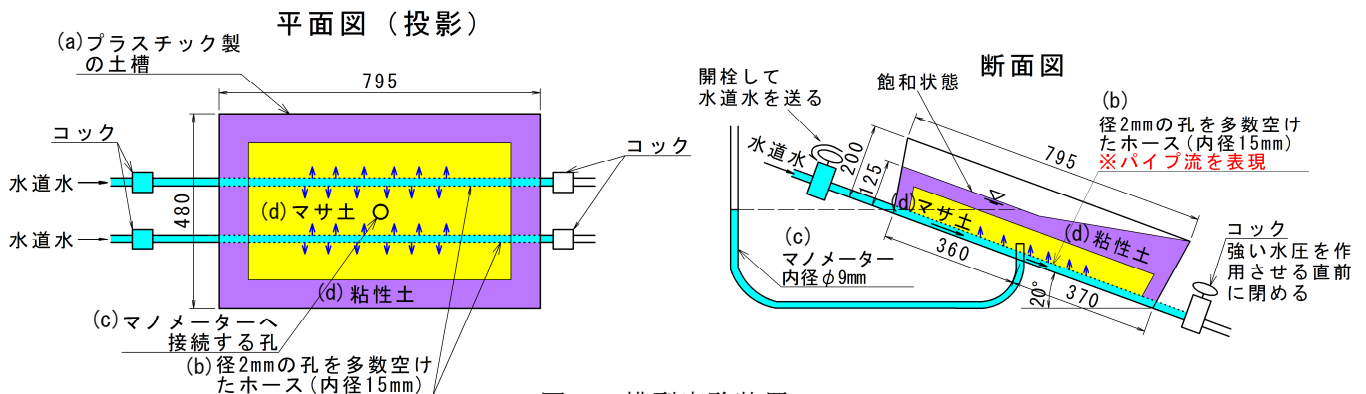


図-1 模型実験装置

2.2 実験方法

- ①家庭用の蛇口から水道水をホースに送ることによって、土層内に水道の水圧を作用させる。
- ②マンメーターの水位が上昇し、水位が地表より上に上昇するかどうかを読み取る。
- ③そのときの土の表層部の変形を観察し、記録する。

3. 実験結果

実験結果を図-4 に示し、以下に詳細を述べる。

(1) コックを開栓し、土層内に水圧を作用させると、(2)マンメーターの水位は、地表より 4cm 程度上位にまで急上昇した。(3)これとほぼ同時に地表面に盤ぶくれが発生する。(4)盤ぶくれ箇所から水が噴き出し始めると、(5)マンメーターの水位はゆっくり低下し、地表高さで停止した。

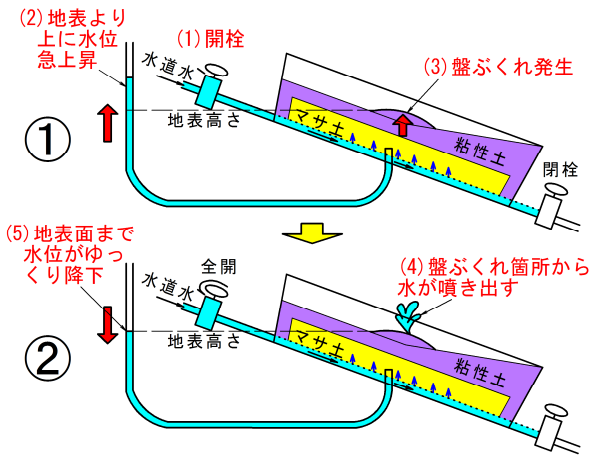


図-4 実験結果

さらに、実験後、水が噴き出した箇所を掘り返したところ、図-5 に示す直径 1cm 程度のパイピングホールを確認した。このパイピングホールは、地下で高い水圧が作用させたことにより、水が地表へ抜け出そうとして形成されたものと推測される。



図-5 水の噴出し箇所を確認されたパイピングホール

4. 実験の考察

過剰間隙水圧は、地表面を粘性土（難透水層）で被覆した被圧状態にある土層内に、急激に水を供給したことによって生じたと考えられる。しかし、地表面が難透水層で被覆されていても、水の噴出し口があれば、水圧は地表高さまでしか上昇しないことが明らかとなった。パイプ流が崩壊発生に関与していることが指摘されているが、今回、斜面の安定にも寄与していることが分かった。つまり、地下を流れるパイプ流の水が地表に噴き出すことができるかどうかは斜面安定の鍵になっていると考えられる。モデル化すると、図-6 のようになる。この実験結果を応用すれば、斜面点検時に水が噴き出した跡を探すことで水圧消散箇所を抽出することができる。また、対策工法としては、地表から人工的にパイプ（排水補強パイプ、布団籠等）を形成することで、過剰間隙水圧の発生を抑制することができる。

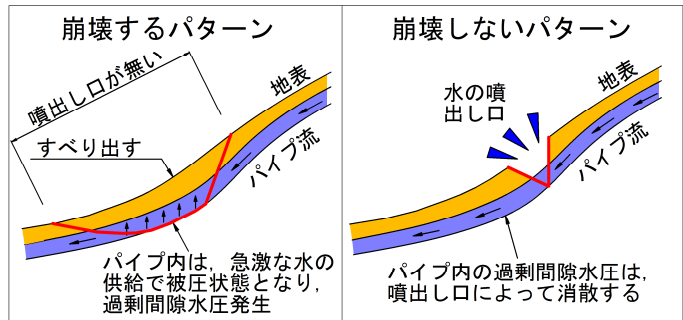


図-6 パイプ内に過剰間隙水圧が発生し崩壊するモデル

5. まとめ

実験結果をまとめると、以下のとおりとなる。

- ・地下水圧は、急激な地下水供給があると地表より上にも上昇する。
- ・水が地表から噴き出すと、水圧は消散し地表面まで下降する。
- ・水の噴出し箇所で、パイピングホールが形成された。

さらに、これら実験結果を応用することで、斜面安定性評価の改善や合理的な対策工法開発への展開が期待できる。

引用文献

- 1) Hidemasa OHTA (2015) : Pore water pressure estimation method at the time of the collapse using a Soil Strength Probe, 10th Asian Regional Conference of IAEG
- 2) (公社) 土木学会地盤工学委員会 (2015) : 脆弱な火山国日本での土砂災害の発生メカニズムの究明と法制度も考慮した総合的防災・減災対策に関する研究報告書