

降雨の浸透水圧（パイプ閉塞）による斜面崩壊の検証

香川高等専門学校専攻科 正 向谷 光彦, ○宮西 一葉, 正 久保 慶徳
香川高等専門学校 中島 香織, 正 岡崎 芳行, (株)ダイソク 濱 賢治

1. はじめに

近年、広島県や九州北部において豪雨による斜面破壊や土石流が発生し、大規模の土砂災害を受けた。このような土砂災害の発生には、地盤内のパイプ流の閉塞による浸透水圧の上昇が要因となることが考えられている。

しかし、パイプ流の可視化についての実験はあまりされていない。そのため本研究では、簡単な浸透水圧発生装置と傾斜地盤モデルを作成し、地中にパイプ流による浸透水圧を発生させることで、傾斜地盤に及ぼす影響について検証することを目的とする。

2. 試験概要

2.1 試験装置の作成

傾斜模擬地盤、人口パイプ流、浸透水圧発生装置等を用いて作成した。概要図について図-1に示す。浸透水圧 P_h は 30～120 cm（装置最大高さ）の水頭圧で、定水位が保持できる機能をもった透水試験装置「水華」を利用し、弁による ON-OFF で繰り返し圧を衝撃圧として設定できるようにした。

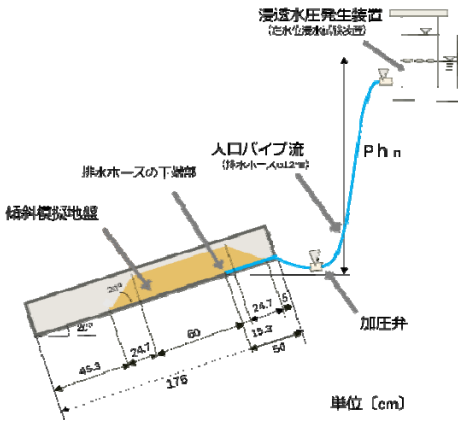


図-1 試験装置概要図

2.2 試験モデル地盤の作成

地盤材料は川砂と除塩砂を 1:1 で合わせたものと購入真砂土（20mm篩通過分）の 2 種類とした。傾斜模擬地盤のモデル条件について表-1に示す。地盤密度については自然の地山に合わせて設定した。

表-1 地盤モデル条件

幅 (cm)	13
高さ (cm)	6
長さ (cm)	60
体積 (cm ³)	7,800
質量 (kg)	10
密度 (kg/m ³)	1280
含水比 (%)	10

2.3 試験方法

地盤密度が一定になるように傾斜模擬地盤を作成し、浸透水圧を設定する。この際に加圧弁を用いて 1 秒に 1 回、繰り返し加圧することで地下水による衝撃的なパイプ流を再現した。傾斜模擬地盤に浸透水圧がかかり始めたときから時間をはかりはじめ、比較が行いやすいように①法尻から流水、②法尻崩壊、③全崩壊までの経過時間等について現象を詳細に観察した。それぞれの現象について写真-1 から写真-3 に示す。



写真-1 写真-2 写真-3

3. 実験結果

3.1 新たな崩壊現象の把握

今回の試験では、当初、前述の①～③の現象について観察を始めたが、浸透水圧 P_h を漸増していくと、①～③以外に④パイプ閉塞部での噴水、⑤パイプ閉塞下部域での水位（飽和度）の上昇と表面流の発生を観察することができた。したがって、この 2 項目を加えて崩壊過程での観察現象を 5 項目として崩壊現象を取りまとめた。さらに、全崩壊時の堆積域の分布幅にも着目し追記した。④、⑤の現象についてそれぞれ写真-4、5 に示す。



写真-4



写真-5

3.2 浸透水圧と崩壊過程での発生現象と時間

(1) 川砂・(除塩)砂混合土傾斜模擬地盤による検証

1) 浸透水圧 Ph が 30～50 cm の場合, ①法尻から流水, ②法尻崩壊, ③全崩壊という順に観察できた. 現象発生時間は浸透水位の 1 番低い $Ph=30$ cm で 2 分 13 秒, Ph が大きくなるにつれて, 早くなることが観察できた.

2) 浸透水圧 Ph が 70～120 cm の場合, ④パイプ閉塞部噴水, ⑤飽和度上昇で表面流水, その後急な③全崩壊という順に観察できた. 現象発生時間は $Ph=70$ cm でも 20 秒程度で, Ph が大きくなるにつれ急速であった.

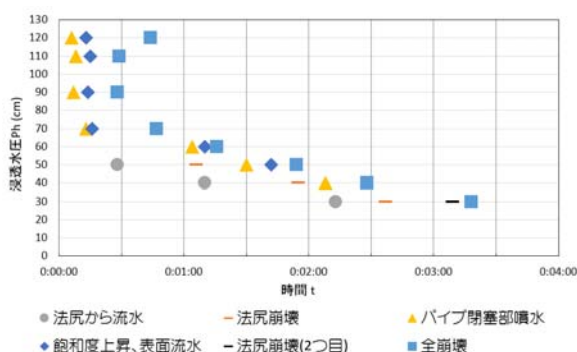


図-2 発生した現象と時間について(川砂)

(2) 真砂土傾斜模擬地盤による検証

1) 浸透水圧 Ph が 40 cm の場合, ①法尻流水, ②法尻崩壊, ③全崩壊という順に観察できた. 現象発生時間は 5 分 33 秒と川砂と比べてかなり遅いものとなった.

2) 浸透水圧 Ph が 80～120 cm の場合, ④パイプ閉塞部噴水, ⑤表面流水, ③全崩壊という順に観察できた. 現象発生時間は Ph が 80 cm のときに 36 秒と, 上記(1)の川砂と同様に急速なものとなった.

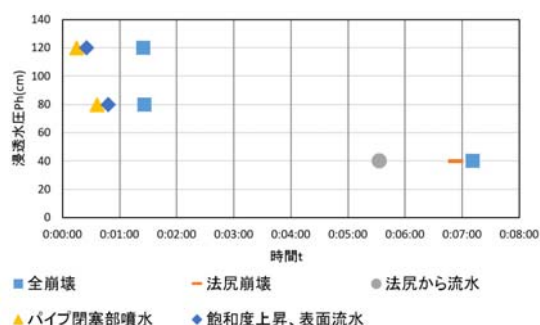


図-3 発生した現象と時間について(真砂土)

3.3 崩壊形態の相違

本試験で浸透水圧 Ph により崩壊形態が異なることが判ったすなわち, 浸透水圧が低い場合, 最初に現れる現象は①法尻からの流水であるのに対し, 浸透水圧が高い場合には③パイプ閉塞部からの噴水である. また, 川砂についての全崩壊までの終了時間は, 前者の場合は数分と緩速の変形・挙動に対し, 後者は 50 秒以内の急速な勢いのある挙動である.

3.4 全崩壊時の堆積域の分布幅に関する検討

崩壊までの時間と注水量からみると, 梅雨時期のような長期的な小降雨(低水頭)による崩壊は堆積域が狭く, 集中豪雨のような大洪水(高水頭)による崩壊は堆積域が広がる傾向を示す(写真-6, 7).



写真-6



写真-7

4. 考察

本試験では, 浸透水圧の大小により発生現象が異なるが, 両者とも浸透水が引き金となって崩壊が発生した. よって, これらに有効な対策工は, まず水を浸透・集水させないことであろう. そのためには, 従来型の浸透した水の排水・除去型や, 崩壊土砂を途中で止める砂防ダム型の対策工でなく上流域で降雨を浸透・集水させない様な新たな対策工が望まれる.

5. あとがき

山が大きく崩れる前に, 水柱や水しぶきが上がると言われている¹⁾. これらの現象は, 豪雨により地下水位が上昇して発生するようなものではなく, 地盤内に過剰間隙水圧が発生し, これが地表を破って勢いよく出てきたものと言えよう. ただこれらを実験で再現されたことはあまり無いと思う. 今回の浸透水圧試験での噴水現象は水柱に繋がるもので, 地盤内の過剰間隙水圧の発生を可視化できたものと考え.

参考文献 1) 「繁藤」山くずれ災害記録, 昭和 47 年, <http://www.shikoku-saigai.com/> (2018. 3. 6 閲覧).