

斜面背面からの浸透水による斜面崩壊実験(第2報)

熊本工業大学 正員 村田 重之
 " " 〇渋谷 秀昭
 九州大学工学部 " 橋本 武

1. まえがき 自然斜面崩壊のメカニズムを考える上で浸透水の影響は見のがすことのできない問題である。著者らは、浸透水が土の強度にどのような影響を及ぼすかに興味を持ち、これまでにいくつかのモデル実験を行ってきた。今回は斜面崩壊の模型試験の第2報として、浸透水供給タンクの水位を種々変化させた実験を行い崩壊のメカニズムについていくつかの新しい知見を得たので報告する。

2. 装置と試験方法 (1) 装置 試験に用いた装置を図-1に示す。底部には浸透水供給のパイプと地下水水位測定用のピエゾメーターが設置されている。浸透水供給タンクの高さは今回の実験の供試体厚さ(15cm)の倍数で変化できる。装置の周囲3面には試料を飽和させるための水槽が設けられている。底面には豊浦砂を密着し摩擦係数を大きくしている。

(2) 試料と供試体の作製 試料には空気乾燥した灰土の4.76mmフルイを通過分を最適含水比に調整し使用している。灰土の比重 $G_s=2.69$ 、液性限界 $WL=53.7\%$ 、塑性指数 $Ip=11.3$ 、最適含水比 $W_{opt}=32.7\%$ 、最大乾燥密度 $\rho_{dmax}=1.351g/cm^3$ である。供試体は厚さが15cmになるように5層同一回数鉄板の上をランマーで打撃して作製した。その締固め密度は $\rho_t=1.31g/cm^3$ 、含水比 $w=32.2\%$ であった。

(3) 実験手順 締固めた供試体に側面から水を浸透させて飽和する。供試体表面に水がにじみだしたら飽和したと見なし、装置の片側を徐々に持ち上げ所定の傾斜角に設置する。その状態で地下水位を読み取り、ただちに浸透水を底部から供給し実験を開始する。水位を5分ごとに測定し、斜面に変化が現われるごとにカメラで記録する。今回の実験では傾斜角はすべて30度で、タンク水面と浸透水の噴出口との水頭差が60, 75, 105, 120, 135, 150および195cmの8種類である。

3. 結果と考察 (1) 崩壊状況 水頭差が75cm以上のすべての実験において崩壊が発生した。一般的崩壊の状況は、まず最初に供試体の下部から水がにじみ出し地表面がわずかにふくらんで来る。しばらくしてそこに小さな崩壊が発生する。つづいて中部や上部でも水のにじみ出しが始まり、地表面にもふくらみが見られるようになる。その間下部の崩壊は徐々に拡大してゆく。しばらくして、中部や上部にも崩壊がゆつくりと始まる。中部や上部の崩壊はその後次第に拡大し、ついには土砂流となつていつき下方へ流れ出す。土砂の流下後は噴き出した水による洗掘崩壊が進行する。何々の実験では、水頭差が小さい場合には、中部や上部の崩壊が下方へ流れ出さないうままで留まっていた。水頭差が60cmの場合には崩壊は発生しなかった。崩壊の形状は浅い円錐すべり、ないしは表層すべりで底部にまで及ぶような崩壊は起こらなかった。浸透水が直接作用しているとみられる地表面では地盤がぶよぶよになっていた。しかし、浸透水が直接には作用していない部分では強度の低下はほとんど見られなかった。このことは浸透水の作用が土の強度に変化を与えていることを示していると考えられる。

(2) ピエゾメーター水頭の変動 図-2(a),(b)および(c)に水頭差60cm, 75cmおよび90cmの供試体底面のピエゾメーター水頭の変動を示す。図中の2本の直線は供試体底面と地表面の位置を示している。図-2(a)は崩壊の発生しなかった水頭差60cmのものであり、底面のピエゾメーター水頭は地表面上に現われず、浸透水が土中を流下している。図-2(b)および(c)のピエゾメーター番号2.10および18付近では供試体底面のピエゾメーター水頭が地表面より上の部分に現

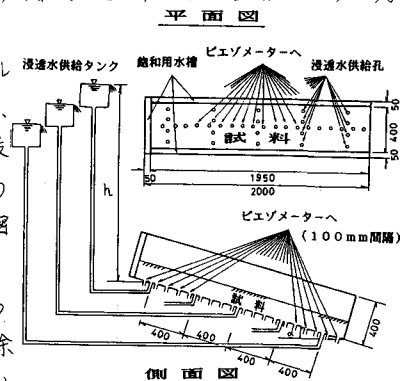


図-1 試験装置の概略図

われており、この部分から盛んに水がにじみ出していることがわかる。地表面より上の水頭の飛び出しは当然のことながら水頭差が大きくなるにしたがって高くなっている。また、地盤がふくらんで強度が極度に低下していた部分は水頭が地表面に出てくる部分に対応している。したがって、地表面より上に飛び出した水頭が崩壊の前兆をつかむ一つの手掛りになりそうである。

(3) 崩壊時間と動水勾配の関係

図-3は実験開始から最初の崩壊が発生するまでの時間と動水勾配との関係を示したものである。この図から崩壊時間は動水勾配の関係として $t = b/(i-a)$ で表わされ、上・中・下部における係数 a および b と相関係数 r はそれぞれ表-1に示すようになる。

崩壊は一般に下部・中部・上部の順に遅くなっている。動水勾配が3では崩壊が起こらなかったため本実験での限界動水勾配は3と4の間にあると見なせる。

(4) 崩壊のメカニズム

斜面背面からの浸透水による斜面崩壊のメカニズムを本実験から考察してみると次のようになる。まず、①地表面に水がにじみ出し、次に、②地表面が徐々にふくらみを増す。地盤のふくらみによって、土の間隙が増大し、それに伴って、土のせん断強度が低下する。また、透水係数も増大し、流速が増して浸透水の影響がさらに大きくなる。これらの土の性質の変化(弱体化)から、③小規模な崩壊が発生し、引続いて、④大規模な崩壊へと発展する。最後に、⑤土砂は浸透水といっしょになっていっきに斜面を流下する。

4. まとめ

傾斜角30度の斜面における一連の崩壊実験から次のようなことが明らかになった。

- (1) 同一の浸透水圧を作用させた場合崩壊は一般にまず下部に発生し、つづいて中部、最後に上部と発生する。
- (2) 崩壊の発生した実験では、浸透水の噴き出し付近のピエゾメーター水頭は必ず地表面より上に飛び出し、崩壊の起こらなかった実験では水頭は地表面より上には出ない。したがって、ピエゾメーター水頭が崩壊の前兆をつかむ一つの重要な手掛りになりそうである。

- (3) 実験開始から崩壊までの時間は動水勾配の関数として $t = b/(i-a)$ で表わせ、それぞれの係数は表-1に示してある。したがって崩壊時間は動水勾配が小さくなるほど長くなる。本実験での限界動水勾配は3~4の間にあった。

- (4) 崩壊のメカニズムは次のようになる。まず、浸透水のにじみ出しが見られ、つづいて地表面のふくらみが起きて小規模な崩壊が発生する。小崩壊が次第に拡大し大規模な崩壊となり、ついには土砂が水といっしょになっていっきに下方に流れ出す。

(謝辞) 本研究は無期4年生(青木直君・阿南治幸・今井勝美・時谷司彦)の卒業研究として行われたもので、多大の協対し記して謝意を表する。

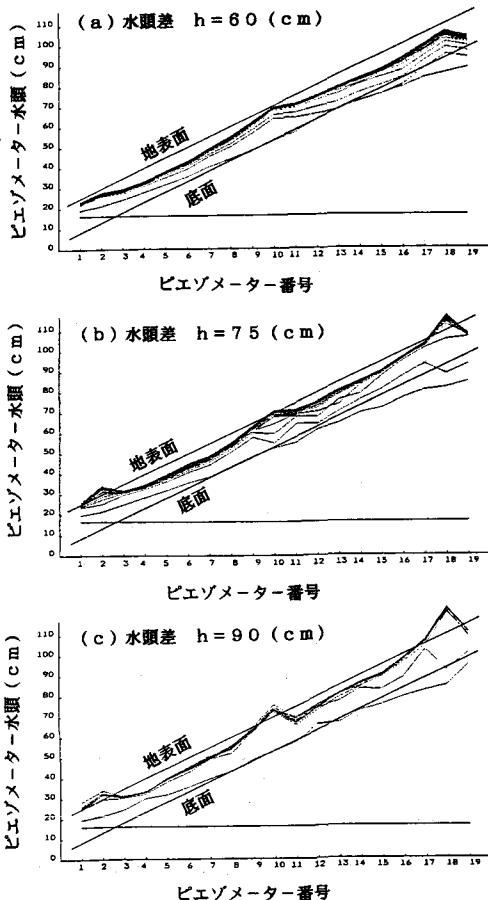


図-2 供試体底部のピエゾメーター水頭の変動

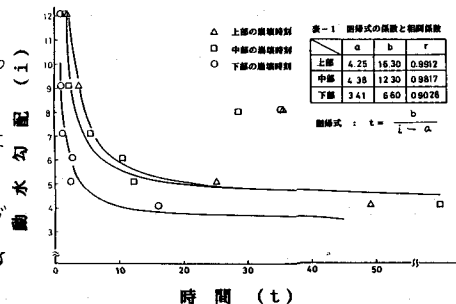


図-3 崩壊時間と変動勾配の関係