

III-80

浸透水と貯水の影響を受ける斜面の模型実験（その2）

関西電力 ㈱
同正員 中村 博久
正員 吉川 太，副田 悦生
㈱建設企画コンサルタント 正員 鳥居 剛，城森 信豪

1. まえがき

本報告は貯水池周辺斜面を対象に、種々の崩壊要因の内、人為的な操作がなされる貯水位とこれに関連して変動する浸透水位を取り上げ、貯水位の変動が斜面の安定にどのように影響を与えるのかを模型実験により調べたものである。

2. 実験方法

実験は第一報¹⁾で述べたと同様、不透水性基盤上に崖錐層や強風化層といった透水性の良い土層がある場合を想定し、貯水位が変動している部分を対象に図-1に示すモデルについて実施した。

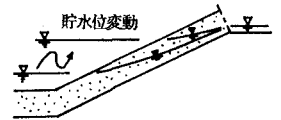


図-1 実験モデル

実験装置は第一報に示すとおりである。実験材料は透水性の異なる3種の川砂を用いた。材料特性は表-1に示すとおりである。実験条件は表-2に示すとおりで、1サイクル目の貯水位変動時には浸透水は与えず、2サイクル目に与えた。貯水位の変動速度は3cm/分で、透水性の低い材料では満水位時および低水位時の放置時間を長く取った。計測項目は斜面表面の斜面方向の変位と不透水性基盤面の間隙水圧である。

表-1 実験砂の材料特性

実験砂	Gs	e max e min	D max D 50 D min (mm)	Uc	ρ_d (g/cm ³) e	Dr (%)	強度定数 c φ 度	透水係数 k (cm/s)
I	2.675	0.835 0.419	9.52 0.77	3.85	1.556 0.719	33.6	0.0 34.2	$\times 10^{-2}$ 7.1
II	2.685	0.849 0.462	9.52 0.66	5.76	1.568 0.712	33.6	0.0 34.3	$\times 10^{-2}$ 2.85
III	2.680	1.090 0.626	2.0 0.24	2.36	1.386 0.934	33.6	0.0 34.8	$\times 10^{-2}$ 1.11

3. 実験結果

図-2は貯水位変動時の斜面の変形および崩壊パターンを模式的に示したものである。貯水位の上昇時には貯水位面上部に浸水沈下によると見られるクラックが、低下時にはクラックや斜面表層部の浸透崩壊が生じた。貯水位低下時のクラックや斜面表層部の浸透崩壊は、層厚が厚くなるほど、透水性が低いほど著しく、浸透水を与えた2サイクル目ではさらに著しいものであった。土層厚が最も薄い小型模型の層厚10cmのケースでは貯水位低下時に斜面が滑動し崩壊した。図-3、図-4はこのケースの貯水位変動に伴う浸透水位の変化と貯水位低下時の変形状態を示したものである。斜面崩壊は2サイクル目の貯水位が貯水位変動幅の1/4程度にまで低下した時(31cm)に生じた。

表-2 実験条件

模型	層厚 (cm)	砂	貯水位 (cm) 低水位 満水位	水位変動速度	放置時間 (分) 満水位 低水位	浸透水供給 水位 (2947m)
小型	10	I	15 75	3 cm/min	10 30	1.0 cm
	20	I II III			10 40 30 60 40 60	2.0 cm 4.0 cm 4.0 cm
	20	I			30 60	2.0 cm
	40	I II III	30 150		20 80 60 120 60 170	4.0 cm 4.0 cm 6.0 cm

他のケースでは斜面全体の崩壊には至らなかったが、初期湛水時のクラック、貯水位低下時のクラックや斜面表層部の浸透崩壊は、第一報に示す斜面上部を含めた斜面全体の崩壊に結びつき、浸透水がある場合には更に崩壊が生じ易くなるといえる。

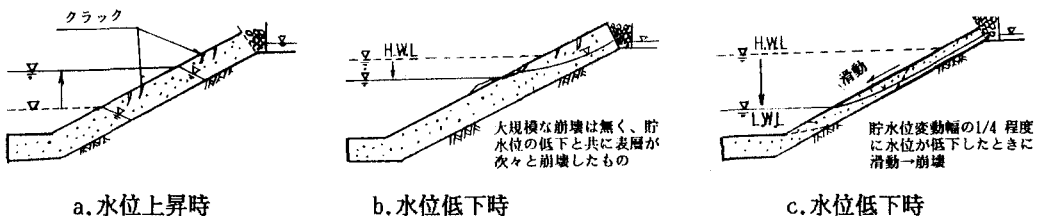


図-2 貯水位変動時の斜面変形の模式図

貯水位の変動に伴って斜面の安定性がどのように変化するかを把握するために、第一報同様、安定解析を実施した。解析はすべり面形状を基盤面を通る直線と仮定し、 $c=0$, $\phi=34^\circ$ とし、junbu 法を用いた。

図-5 は小型模型で崩壊が生じたケースの貯水位変動に伴う安全率の変化を示したものである。なお他のケースについても貯水位変動に伴う安全率の変化は図-5 と同様の傾向であった。

貯水位の上昇・低下、浸透水の有無に伴う安全率の変化は次のようである。

- ①最小安全率は1、2 サイクル目とも水位低下完了時ではなく水位変動幅の $1/4$ 程度の水位で生じる。
 - ②浸透水のある2 サイクル目の方が安全率は低くなる。
 - ③浸透水のある場合の水位上昇時の安全率は貯水位が中間水位に達するまでは低水位時よりも低い。
- 最小安全率のすべり面の位置には次の傾向が見られた。
- ④貯水位上昇時には斜面全体のすべり形状となり易い。
 - ⑤水位低下時には貯水位面を中心とした小さいすべり形状となり易い。

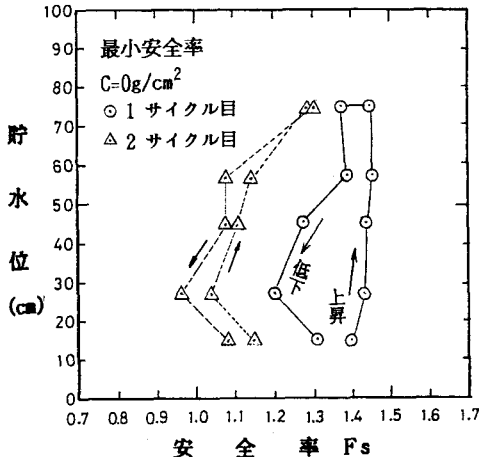


図-5 貯水位変動に伴う安全率の変化

また、不飽和部分に粘着力を与えた場合、粘着力を与えない場合と比べ安全率はかなり増加するが、初期湛水時に著しい安全率の低下がみられた。表-3 は各ケースの最小安全率とその時の貯水位を示したものである。すべり崩壊を生じた小型の層厚10cmのケースでは、最小安全率は0.962 であり最小安全率を示す貯水位は 27cm で崩壊時の貯水位(31cm)とほぼ等しく、実際の崩壊と対応しているといえる。

4. まとめ

貯水位が変動する場合、模型実験では貯水位上昇時には浸水に伴う小さなクラックが、貯水位低下時にはクラック、表層の浸透崩壊や滑動が見られ、浸透水の有無が斜面の安定に大きく関わっていることが確認された。また貯水位変動時の安全率は貯水位が変動幅の $1/4$ 程度にまで低下した時に最も低く、各貯水位の最小安全率を示すすべり面の形状は、水位上昇時には斜面全体に及ぶ大きなすべり面となり、水位低下時には貯水位面を中心とした小さいすべり面となることがわかった。〔参考文献〕 1)鳥居他；浸透水と貯水の影響を受ける斜面の模型実験（その1），第43回土木学会年次学術講演会，1988

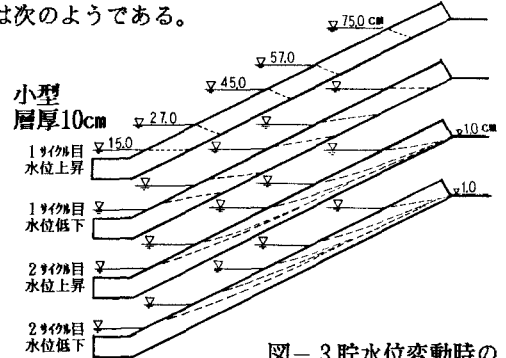


図-3 貯水位変動時の浸透水位の変化

- ①1 サイクル目の水位低下時に生じたクラックと貯水高
- ②2 サイクル目の水位低下時に生じた滑動とその貯水高
- ③安定計算における最小安全率時のすべり面形状 (2 サイクル目)

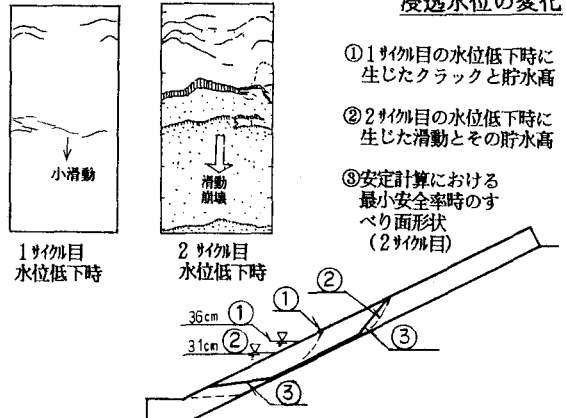


図-4 水位低下時の変状状態

表-3 安定計算結果

模型	土層	砂	最小安全率	
			1 サイクル目	2 サイクル目
小型	10	I	1.203 (27)	0.962 (27)
大型	20	I	1.126 (60)	1.035 (60)
			1.475 (60) *	1.282 (60) *
	40	I	1.179 (60)	1.071 (60)
			1.411 (60) *	1.226 (60) *
		II	1.109 (60)	1.064 (60)
		III	1.051 (60)	0.968 (60)

* 印は $c=13g/cm^2$ として計算した値
() は最小安全率時の貯水位 (cm)