

雨水浸透時の斜面内間隙圧分布

愛媛大学工学部 八木則男 矢田部龍一
(財)大阪土質試験所○山本浩司
大日本土木(株) 宮本啓行

1. まえがき

雨水浸透による斜面崩壊を知るため室内模型実験を行なった。その結果については昨年度報告した。この機構のなかで最も重要であると思われる一つに斜面内に発生する間隙圧、特にのり先の下部に発生する間隙圧が過剰圧(間隙圧発生位置の真上の地表面に水位があるときの静水圧より大きい値)になることを指摘した。ここでは雨水浸透時に斜面内に発生する間隙圧の分布を求める目的で次の実験を行なったので報告する。またこのような間隙圧の分布が明らかになれば、斜面の安定解析は可能である。

2. 実験装置, 試料, 実験条件

図-1に実験装置の概要を示す。土槽は奥行き15cmで、前面はアクリル板とし後面の鉄板には水圧計が取り付けられている。取り付けは、一つの水圧計につき多点の測定が可能であるよう工夫してある。図-1に併記した○印が測定位置である。土留壁の高さは自由に選ぶことができ、高さ30cmの時は上から10cmと20cmのところに排水孔を設け必要に応じて開閉できその排水量も測定できるようになっている。降雨は農業用スプリンクラーを改良して用い霧状で与え、降雨強度は $100\text{mm}/\text{h}$ とした。試料は川砂であり、その物性は有効径 $D_{10}=0.21\text{mm}$ 、均等係数 $U_c=4.81$ 、透水係数 $k=6.5\times 10^{-3}\text{cm}/\text{sec}$ ($e=0.6$)である。実験は斜面角度 β 、高さ h を表-1に示す6ケースに変化させ行なった。また $\beta=25^\circ$ 、 $h=60\text{cm}$ については、のり先から基盤までの深さ h_d を30cmにかえのり先と土留壁の間の距離 l を10, 30, 50cmと変化させ実験を行なった。

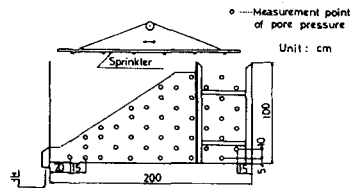


図-1 実験装置の概要

3. 実験結果と考察

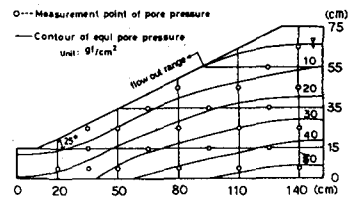
図-2(a), (b)に斜面内の間隙圧の分布の例を示す。これらの分布は、各測点で得られた間隙圧の値を等分割し求めた結果である。またここに示した間隙圧は、雨水が斜面内に十分浸透し定常状態に達した時測定された最高の値である。他の場合も図-2と同様の傾向を示している。図-2より間隙圧の分布の傾向は、のり肩からのり先に行くにつれて地表面より同じ深さにおける間隙圧は大きくなっている。そしてのり先近傍の下部では、上述述べたような過剰間隙圧が発生している。土が飽和して水圧が同じ深さで大きくなると土の強度が低下するので、崩壊が斜面の下部より発生する可能性を示している

表-1 過剰間隙圧の最大値

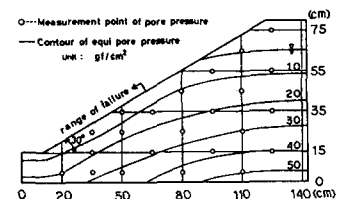
Slope angle	25°			30°		
Slope height	40	60	80	45	65	85
Excess pore pressure	3.6	3.5	3.0	4.8	4.1	5.0

unit: gf/cm^2

したがって斜面崩壊にはのり先近傍における過剰間隙圧が問題となると思われるので、これにつ



(a) $\beta=25^\circ$, $h=60\text{cm}$



(b) $\beta=30^\circ$, $h=65\text{cm}$

図-2 斜面内間隙圧分布(定常状態)

いて調べる。この過剰間隙圧の最大値を実験条件ごとに示したのが表-1である。値はのり先の測点に関するものである。ただし斜面角度が30°のときは間隙圧の上昇過程で斜面がわずかに崩壊したので、もし崩壊がなければ、最大の間隙圧はもう少し大きくなると思われる。表-1をみる限りでは、過剰間隙圧の大きさは高さにはあまり関係なく斜面角度の影響を受けるようである。

次に間隙圧の上昇過程における分布の推移を図-3(a), (b)に示す。同図よりこのような地盤では間隙圧の上昇はまず、浸潤面が不透水層に達しほぼ斜面全体をおおうと同時にのり先より生じ始め、のり先では斜面内の間隙圧が最大値に達する以前にすでに最大値に近い値を示している。

ところで、これまでののり先近傍の過剰圧の発生理由はわからないとしてきたが、それは斜面内に浸透した雨水がのり先から土留壁に至る部分でも上向きに浸透することによる。それを示すものとして $h_d=30\text{ cm}$ とした実験では、 $h_d=15\text{ cm}$ の時と比べのり先近傍の測点で深いところほど過剰圧は大きく約 10 gf/cm^2 にもなっていたことが上げられ、飽和-不飽和浸透理論を用いた雨水浸透解析で、図-4に示した定常状態におけるポテンシャル分布が得られたことでも明らかである。²⁾ またしを変化させても過剰間隙圧の発生に大差はなかった。

以上のことから排水によるのり先の過剰間隙圧の緩和が必要と考え実験でそれを調べた。斜面内の間隙圧が最終の定常状態に達したところで土留壁からの排水を許し、その時の間隙圧分布を示した例が図-5である。これをみるとのり先近傍排水による過剰間隙圧の低下がみられるが、依然として過剰間隙圧は残留している。この時の排水量は、推定の斜面内への雨水浸透量の $\frac{3}{4}$ 程度であった。また排水を良くすると間隙圧の低下も大きくなる。

4. あとがき

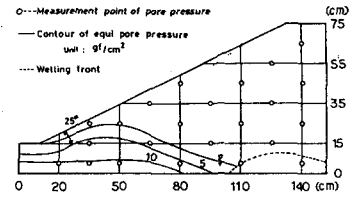
室内模型実験により雨水浸透時の斜面内間隙圧分布を知ることができた。得られた結果を要約すると次のようである。今後、定量的な検討が望まれる。

- 1). 定常状態では斜面内の間隙圧の分布の傾向は、のり肩からのり先に行くにつれて地表面より同じ深さにおける間隙圧は大きくなっている。
- 2). のり先近傍の過剰間隙圧の発生は、斜面高さより斜面角度に影響されるようである。
- 3). のり先近傍の過剰間隙圧は、土留壁ないしその近くで排水させることにより緩和されるが、少々排水では残留する。

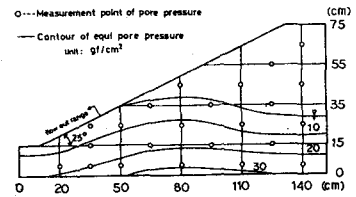
なお、本研究は一部昭和56年度科学研究費(自然災害特別研究, 代表: 河村)を使用した。

参考文献

- 1). 八木則男, 矢田部龍一, 山本浩司; “雨水浸透による斜面崩壊について”, 第15回土質工学研究発表概要集, 1980, 5
- 2). 八木則男, 矢田部龍一, 山本浩司; “雨水浸透による斜面内間隙水圧分布と安定解析”, 第17回土質工学研究発表会投稿中



(a) 降雨開始後45分



(b) 降雨開始後60分

図-3 斜面内間隙圧分布

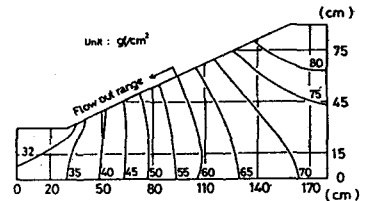


図-4 斜面内ポテンシャル分布(解析)

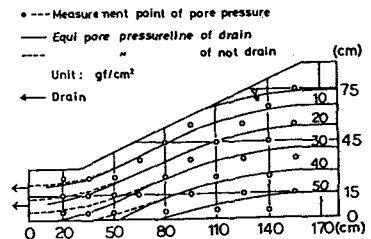


図-5 斜面内間隙圧分布(排水時)