

間隙水圧が斜面安定に及ぼす影響の実験的研究

高知工業高等専門学校
同上
高知市水道局
福井大学

正会員
正会員
学生会員

岡林宏二郎
秋山幸二郎
○宮崎俊誠
山下修平

1. まえがき

我々の研究室では、遠心力載荷装置を用いて間隙水圧が斜面安定に及ぼす影響に関する研究を行った。模型斜面は①海砂+笠岡粘土②蛇紋岩で作成し、まず破壊実験を行った。つぎに同一条件の斜面で、遠心加速度を一定とし地下水を浸透させ、破壊に至るまで間隙水圧を上昇させてその関係について調べた。

2. 模型材料と模型作成

①海砂+笠岡粘土の模型

海砂の2mmふるい通過試料に、粘土含有率（笠岡粘土の重量／土の全重量）を0～20%（5%ピッチ）混入させた試料

②蛇紋岩

円行寺地すべり地から採取した蛇紋岩の2mmふるい通過試料
なお、蛇紋岩の物理的性質を表-1に示す。

表-1 蛇紋岩の物理的性質

比重	GS=2.64
液性限界	WL=35.2%
塑性限界	WP=18.1%
塑性指数	IP=17.1%
最適含水比	Wopt=9.85%
透水係数	K ₁₅ =3.64×10 ⁻⁵ cm/S

模型作成は、含水比w=5%になるように水を加えて繰り返し15分間養生し、各層厚3cm毎に突き固めた水平土層をカットし、斜面勾配60°の模型斜面を作成した。整形後45°の方向に標点マーカ-を埋め込んだ。

3. 実験方法

表-2に実験NOと条件を示す。破壊試験は8ケース、浸透試験は2ケースである。破壊試験は、模型斜面を遠心加速度を急速に増加させて破壊した。図-1に①海砂+笠岡粘土の模型の実験結果の一例を示す。この図は、実験前と崩壊後のマーカ-の位置より変位を求めたものである。斜面の中央付近の上方で表層崩壊を起こしている。他のケースも殆ど同様な崩壊形態であった。また、蛇紋岩の実験（NO.17～19）も同様に表面崩壊がみられた。

表-2 実験NOと条件

実験NO	試験内容	材料	粘土分(%)	含水比(%)
16	破壊実験	海砂 + 笠岡粘土	0	5
15			5	5
12			10	5
13			15	5
14			20	5
17	浸透実験	蛇紋岩	—	6
18				9.85
19				9.85
20	浸透実験	蛇紋岩	10	9.85
22		海砂+粘土		5

図-2に粘土含有率と破壊時遠心加速度から求めた限界高（実物換算高）を示す。粘土含有率0～10%までは限界高が4.5m程度であるが、15%より大きくなると破壊加速度が急激に増加しており、斜面の強度は粘土含有率に大きく依存していることがわかる。

4. 地下水の浸透実験

4-1 間隙水圧の検定

遠心力場で間隙水圧計の検定を行った。間隙水圧計は水槽側からNO.2, 3, 1の順に取り付けた。ビニルチューブで容器底の中央部から容器背面の取り付け全具内に水を導き、その水圧を測定する仕組みである。図-3に20gの間隙水圧の検定結果を示す。静水圧×遠心加速度で求めた理論値よりNO.1で約20%程度大きく、NO.2は5%程度、NO.3は14%程度

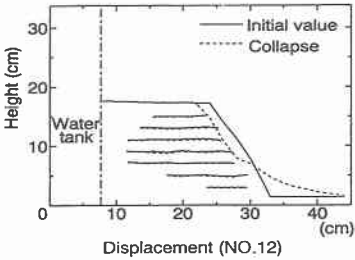


図-1 実験結果の一例（海砂+笠岡粘土）

小さくなっており回転運動特有のコリオリ力の影響が観られた。

4-2 地下水の浸透模型実験

地下水の浸透による間隙水圧の上昇による斜面の崩壊状況を調べるために、蛇紋岩を最適含水比で締め固めた斜面（N O. 20）と海砂に粘土を10%を加えた斜面（N O. 22）で実験を行った。実験は、間隙水圧計の精度と破壊実験を参考に遠心加速度を20Gに設定した状態で、斜面背面のタンクの水位を斜面高に保ちながら、破壊まで水をスリットから流入させた。なお、地下水の浸透状況を視察するために、水をウラン色素で着色した。図-4にN O. 20の斜面の破壊状況を示す。

遠心模型実験の結果、蛇紋岩は透水係数が 10^{-5} 程度と、海砂+笠岡粘土10%の透水係数 10^{-3} より小さいにも拘わらず、水面形が上昇しており、崩壊速度が速い。また、すべり面の位置も破壊実験の結果より深くなっていることがわかる。

4-3 間隙水圧の測定結果に対する考察

図-5は、蛇紋岩（N O. 20）の間隙水圧の経時変化を示す。間隙水圧計N O. 1はゆっくりと上昇しているが、N O. 2と3は比較的急激にほぼ同時に上昇しており、その値はN O. 1より大きい。注水開始から145秒後に崩壊しており、これは間隙水圧計N O. 2, 3の値がピークとなる約30秒前であった。破壊に至るまでの時間を相似則を用いて実物に換算すると、

$$t_p = t_m \cdot n^2 = 145 \times 20^2 = 16.1 \text{ (hr)} \text{ となる。}$$

一方、N O. 22の海砂+笠岡粘土では、間隙水圧の上昇傾向は同様であるがその値は、全間隙水圧計で蛇紋岩より小さく、破壊するまでの時間は153秒であり、実物に換算すると17(hr)であった。以上の遠心模型実験より、間隙水圧の上昇によりすべり面が深くなることや、斜面崩壊までの時間は透水係数のみによらず、蛇紋岩のような毛管上昇が高い土では間隙水圧の上昇により速くなると考えられる。

6. 謝辞

この研究を行うにあたり、平成6年度高知県土木部砂防課からの受託研究費による御援助を頂いた。ここに記して謝意を表します。

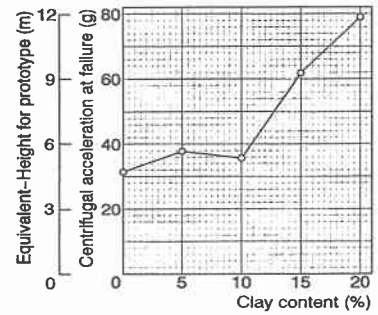


図-2 粘土含有率と限界高さ

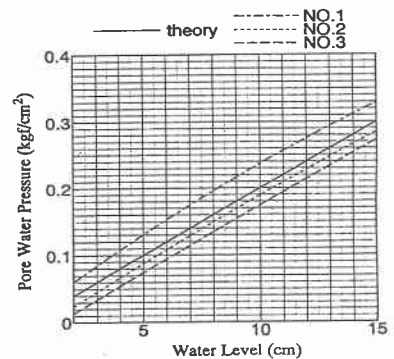


図-3 間隙水圧の検定結果

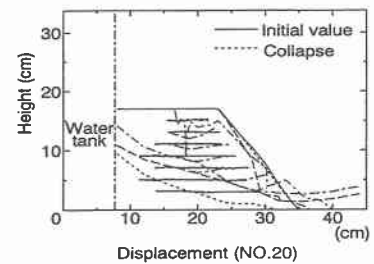


図-4 浸透試験（蛇紋岩）

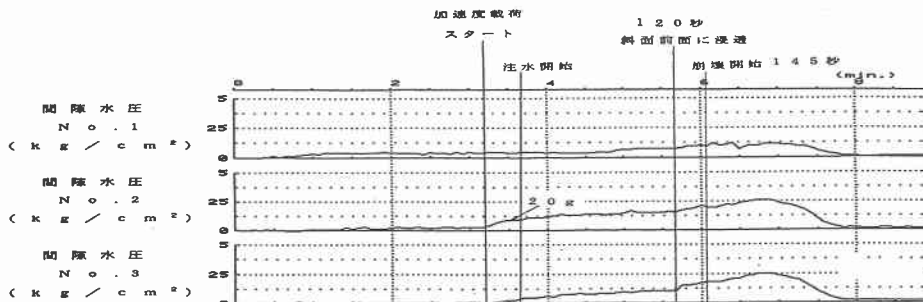


図-5 間隙水圧の経時変化（蛇紋岩）