

III-461

塑性指数の異なる粘性土自立鉛直斜面の崩壊挙動

労働省産業安全研究所 正会員 豊澤 康男  
同 上 正会員 堀井 宣幸  
同 上 正会員 玉手 聡

1 はじめに

土砂崩壊災害を未然に防ぐには、土止め等を設置するとともに施工時の計測によって崩壊危険性等を判定し、必要に応じて対策を施す方法が有効である。このためには、崩壊に先立って発生する地盤の変形状況等と崩壊との関係を知る必要がある。こうした計測施工に関する基礎的な資料を得るため、鉛直のり面を有する模型地盤を塑性指数の異なる2種類のカオリン粘土を用いて作成し、遠心載荷時における崩壊及び崩壊に至るまでの挙動等の相違点について調べた。

2 遠心模型実験

実験の粘土試料には、表-1に示すとおり、塑性指数が5.2のカオリン（MCカオリン、実験SLVM1～3）と塑性指数が1.3の比較的低塑性のカオリン（NSFカオリン、実験SLVN1・2）の2種を用いた。試料は、それぞれ150%、90%の含水比のスラリー状として攪拌し、十分に脱気した後、一次元圧密した。圧密荷重は1.5～2.0kgf/cm<sup>2</sup>とした。圧密終了後、鉛直のり面模型を成形し、模型片面に2cm幅の格子を描き、その交点に標点を設置した。地盤の含水比等の実験条件は、表-2に示すとおりである。実験は、模型斜面が崩壊するまで遠心加速度を上昇させることで行った。遠心場における模型地盤を連続写真により撮影し、写真上の標点の変位に基づきせん断ひずみ等を算出した。

3. 遠心模型実験結果

①崩壊状況：実験結果を表-2に示す。すべり線が内部までつながった時点をはほぼ崩壊したとみなし、斜面面高さを実物大に換算した。実験SLVM2（MCカオリン）と実験SLVN1（NSFカオリン）のそれぞれの崩壊の過程を写真1、写真2に示す。塑性指数の大きいカオリン粘土（MS）の模型地盤の崩壊（写真1）は、のり先部が前方にせりだし、そこから斜め上方部にせん断層が発達し（写真1(c)）、変形が進んだ後、より深部にもう一つのせん断層が発生し（写真1(d)）、それが地表面につながり進行性的に崩壊に至った。この傾向は、圧密荷重が異なる実験SLVM3でもほぼ同様であった。一方、塑性指数の小さいカオリン粘土（NSF）は、のり先が前方に

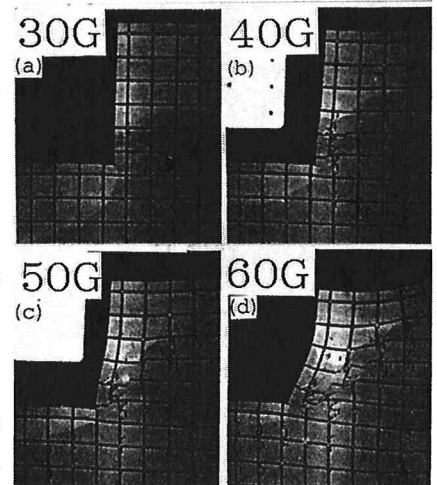


写真-1 崩壊発生状況 (SLVM1, MCカオリン)

表-2 実験条件と結果

| 実験<br>コード               |       | 圧密荷重<br>$\sigma_{vc}$<br>(kgf/cm <sup>2</sup> ) | 平均含水比<br>$w$<br>(%) | 崩壊時近<br>辺の遠心<br>加速度<br>(G) | 崩壊時の斜面高さ      |               |
|-------------------------|-------|-------------------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------|---------------|
|                         |       |                                                 |                     |                            | model<br>(cm) | proto.<br>(m) |
| MC<br>カ<br>オ<br>リ<br>ン  | SLVM1 | 1.5                                             | 59.6                | 55                         | 12            | 6.6           |
|                         | SLVM2 | 1.5                                             | 57.6                | 55                         | 12            | 6.6           |
|                         | SLVM3 | 2.0                                             | 56.6                | 80                         | 12            | 9.6           |
| NSF<br>カ<br>オ<br>リ<br>ン | SLVN1 | 1.5                                             | 47.3                | 37                         | 16.5          | 6.1           |
|                         | SLVN2 | 1.5                                             | 48.9                | 45                         | 13            | 5.9           |

表-1 カオリン粘土の物理定数

|         |      | MCカオリン | NSFカオリン |
|---------|------|--------|---------|
| 液性限界 LL |      | 86.9%  | 48.2%   |
| 塑性限界 PL |      | 34.7%  | 34.7%   |
| 塑性指数 PI |      | 52.2   | 13.5    |
| 比重 Gs   |      | 2.69   | 2.73    |
| 粒度      | シルト分 | 12%    | 31%     |
| 分布      | 粘土分  | 88%    | 69%     |

せりだし、のり先近くの底部が膨れ上がるとともに、のり面から離れた地表面に小さな亀裂の発生が見られた。（写真2(a)）その後、のり先周辺部のせん断層が、のり先部から斜め上部方向へ発達し、同時に亀裂が拡大して、崩壊に至った。（写真2(b~d)）のり先から発生したせん断層は亀裂とはつながらなかった。2種のカオリンでは、崩壊形状が大きく異なっていた。

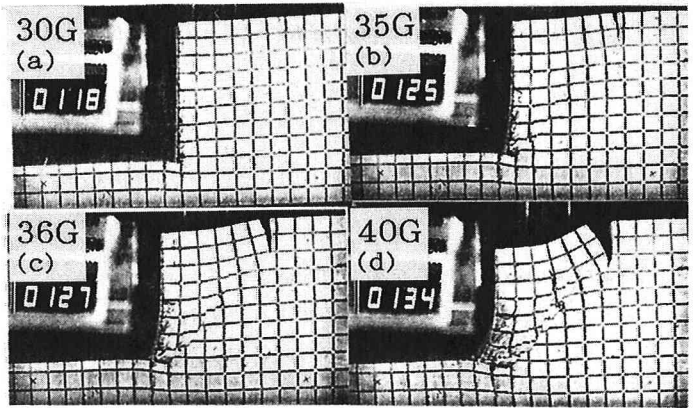


写真-2 崩壊発生状況 (SLVN1, NSFカオリン)

#### ②せん断ひずみ等の発達状況：

図-1に実験SLVM3（MCカオリン）ですべり線が発達している前後における主ひずみの方向と大きさ及び変位ベクトルを、図-2に実験SLVN1（NSFカオリン）の同時期の主ひずみの方向と大きさを示す。両者とも、のり先部ではほぼ同様の傾向を示しているが、地表部やのり先前方の底部でのひずみの発生状況が異なっているのがわかる。図-3と図-4は、実験SLVN1（NSFカオリン）の変形初期のそれぞれ最大せん断ひずみ $\gamma_{max}$ と体積ひずみ $\epsilon_v$ の発生状況である。ひずみがのり先近辺に集中しているのは、ほぼ両者に共通しているが、塑性指数の低いNSFカオリンの模型地盤では、地表付近で引張りによる体積の増加が見られた。亀裂はこの範囲から発生した。

#### 4. おわりに

塑性指数の異なる2種類のカオリン粘土の鉛直斜面模型（強度一様粘性土地盤）を遠心場で崩壊させる実験を行った。崩壊の形状及び崩壊に至るまでのせん断ひずみ等の発達状況に相違が見られた。

＜参考文献＞ 1) 木村孟ほか：講座「遠心模型実験」、土と基礎、1987.11～1988. 2) 豊澤、堀井、玉手：溝掘削遠心模型実験における粘性土地盤の崩壊挙動、土木学会第48回年次学術講演会講演集第3部-612, pp1278-1279, 1993

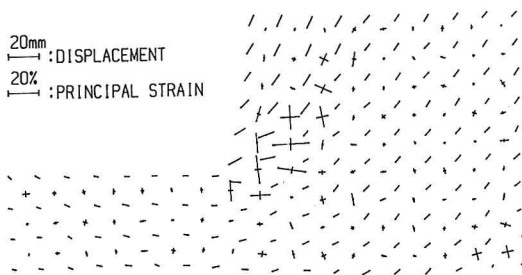


図-1 主ひずみ及び変位分布 (SLVM3)

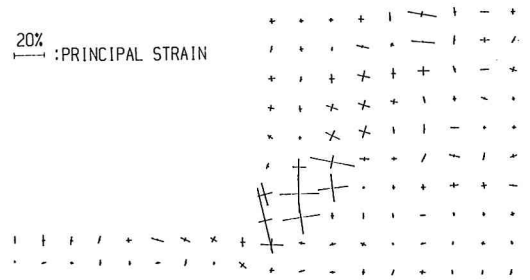


図-2 主ひずみ分布 (SLVN1)

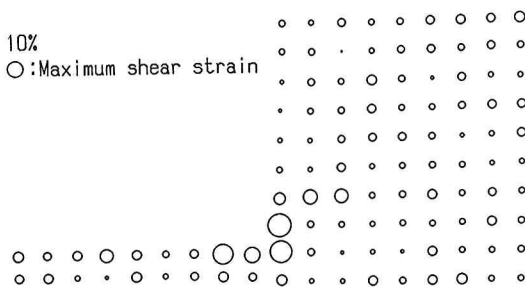


図-3 最大せん断ひずみ分布 (SLVN1)

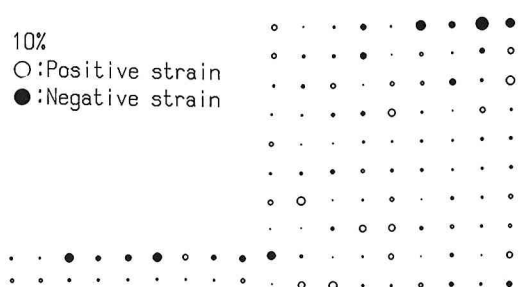


図-4 体積ひずみ分布 (SLVN1)