

写真撮影によるまさ土模型斜面の崩壊形態の観察

佐賀大学 理工学部 正員 吉武 茂樹
 正員 鬼塚 克忠
 学生員 ○竹屋 雄介

1. まえがき

せん頭粒度と相似粒度を用いたまさ土斜面の遠心力模型実験を実施し、崩壊形態について比較検討を行ってきた¹⁾。その結果、粒度の違いによる斜面崩壊形態の差異はあまり見られないが、すべり面の位置は若干相似粒度の方が深くなる。相似粒度を用いた方が壊れにくい、すなわち限界高さは相似粒度の方が高くなる等が明らかになった。今回は連続写真撮影によって、せん頭粒度と相似粒度を用いたまさ土模型斜面の崩壊過程の違い、あるいは崩壊過程の特徴について報告する。

2. 試料および実験方法

2.1 試料：実験に用いた試料は佐賀県川久保より採取したまさ土である。その物理特性、粒径加積曲線については既に報告¹⁾している。実験には空気乾燥後、2mmふるいを通過した試料をせん頭粒度、最大粒径を2mmとし、粒度調整した相似粒度の2種類を用いた。せん頭粒度は試料の作成が容易であり、最大粒径付近の均一な試料を得ることができる。相似粒度は粒子の配列が代表粒度と相似になる。

2.2 実験方法：せん頭粒度、相似粒度を用いた遠心力模型実験および一面せん断試験の詳細については既に報告¹⁾しているので省略する。まさ土模型斜面の崩壊状況は長尺マガジンをつけた35mmカメラによる連続撮影(2コマ/秒)によって観察した。なお、崩壊時の遠心力加速度は、実験開始から各遠心力加速度に達するまでの時間を計測し、写真と照らし合せて割出した。

3. 実験結果と考察

せん頭粒度、相似粒度を用いた一面せん断試験結果の一例を図-1に示す。相似粒度ではせん断応力のピークが見られその後せん断応力は減少し、せん頭粒度ではせん断変位の増加に伴い、せん断応力は漸次増加傾向にある。なお、締固め密度比はせん頭粒度で75.4%($1.357\text{g/cm}^3/1.800\text{g/cm}^3$)、相似粒度では78.1%($1.357\text{g/cm}^3/1.738\text{g/cm}^3$)である。

表-1にまさ土斜面の遠心力模型実験結果を示す。崩壊形態はいずれもすべり面の浅い表層すべりである。表中の安全率は低圧域から得られた強度定数を用い、分割法によって算出している。実験結果は崩壊形状に近い円弧を探して計算した値である。もう一方は臨界円の値である。連続写真撮影による観察からまさ土斜面の崩壊過程を示すと図-2(せん頭粒度、締固め密度： $\rho_d=1.357\text{g/cm}^3$, 斜面勾配 45° , 斜面高さ14cm)のようになる。崩壊過程について各遠心力加速度毎に考察す

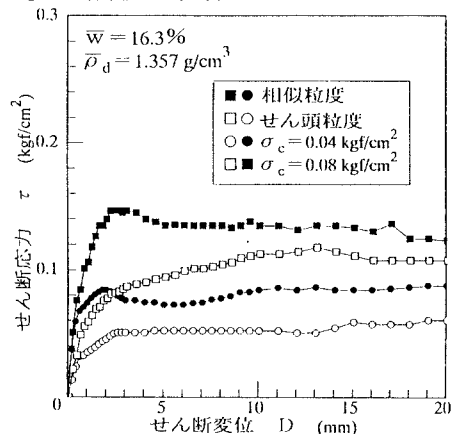


図-1 せん断応力-せん断変位関係

表-1 せん頭粒度および相似粒度試料による
まさ土斜面の遠心力模型実験結果

	乾燥密度 (g/cm^3)	含水比 (%)	勾配 ($^\circ$)	崩壊時の 加速度 (G)	限界高 さ (m)	崩壊形態	安全率	
							実験値	臨界円
せん 頭 粒 度	1.357	16.3	80	23	3.2	表層すべり	0.778	0.736
	1.357	16.4	60	44	6.2	表層すべり	0.888	0.862
	1.357	15.4	50	81	11.3	表層すべり	1.048	1.000
	1.357	15.2	45	97	13.6	表層すべり	1.244	1.107
相 似 粒 度	1.357	17.4	80	63	8.8	表層すべり	0.522	0.465
	1.357	16.6	70	92	12.9	表層すべり	0.820	0.814
	1.357	16.7	60	120	16.8	表層すべり	0.934	0.932
	1.357	16.8	60	135	18.9	表層すべり	0.940	0.907
	1.357	16.8	60	115	16.1	表層すべり	1.280	0.954
	1.357	17.3	60	125	17.5	表層すべり	0.940	0.923

ると次のようになる。①は実験開始から64秒経過した状態で90Gを受けている。斜面全体が自重圧密によって5mm(換算45cm)ほど沈下している。斜面先付近では5mm(換算45cm)程度斜面前方に移動している。②は67秒経過後(94G)であり、斜面先付近において斜面に平行にクラックが発生し始めている。67.5秒後(95G)には、斜面肩にクラックが発生しており、斜面先のクラックも成長し、斜面中腹がかなり膨張しているのが認められる。68秒後(96G)の③では、斜面先、斜面肩ともにクラックが斜面中腹まで拡がり、斜面表層部の土がすべり始めようとしているのが見られる。68.5秒後(97G)の④では、斜面表層部がすべり落ち崩壊に至っている。このようにまさ土斜面の崩壊はまず斜面先から変形し、それに引きずられるようなかたちで変形が増大し崩壊に至っている。このような崩壊過程は、せん断抵抗の変化を考慮したまさ土斜面のFEM解析結果²⁾からも得られている。

相似粒度を用いた崩壊実験においても同様な崩壊過程が観察され、粒度分布の違いによるまさ土斜面の崩壊過程の明確な差は見られなかった。しかしながら、斜面崩壊を起こすまでの遠心力载荷過程には違いがみられた。せん頭粒度では斜面崩壊を起こすには遠心力を漸次増加させていく必要がある。相似粒度の場合には、推定した崩壊加速度前後まで遠心力を増加させ、一定に保って実験を行うと崩壊が生じる。その崩壊もせん頭粒度に較べて緩やかである。その理由として①せん頭粒度の間隙は大小不均一と思われ、その中の大きな間隙を持つ粒子構造が崩壊しやすいことから、遠心力载荷中に圧密が生じ強度増加を生じる。相似粒度の間隙はほぼ均一であるため圧密されにくく、急激には強度増加が生じない。②図-1に示すようにせん断応力-せん断変位曲線はせん頭粒度ではひずみ軟化傾向にあるが、相似粒度ではひずみ硬化傾向にある。この傾向の違いが斜面崩壊に至らしめるまでの遠心力载荷過程の違いとして現れているのではないかと考えられる。

4. まとめ

本研究の実験結果および問題点をまとめると次のとおりである。

- 1)連続写真撮影によって、まさ土の斜面崩壊はまず斜面先が変形し、それに引きずられるような形で変形が進行し、ついにはすべり面の浅い表層すべりが観察された。
- 2)斜面勾配が緩やかで、締固め密度が小さいと崩壊が緩やかであるので連続写真撮影によって斜面崩壊過程を捉えることができる。
- 3)逆に、斜面勾配が急になり、あるいは締固め密度が大きくなると、斜面崩壊が一瞬に起こるために崩壊過程の観察は難しい。
- 4)まさ土斜面の崩壊はそのほとんどが降雨によって引き起こされる。まさ土斜面の降雨実験の場合の連続写真撮影を現在行っており、斜面崩壊過程あるいは崩壊過程の特徴については当日報告したい。

参考文献 1)吉武茂樹・鬼塚克忠・光野智行：せん頭粒度と相似粒度を用いたまさ土斜面の模型実験と安定解析，土木学会西部支部研究発表会，pp.516-517,1994. 2)S.Yoshitake and K.Onitsuka：Stability of decomposed granite soil slopes, Proc. of the International Conference Centrifuge 94, pp.599-604,1994.

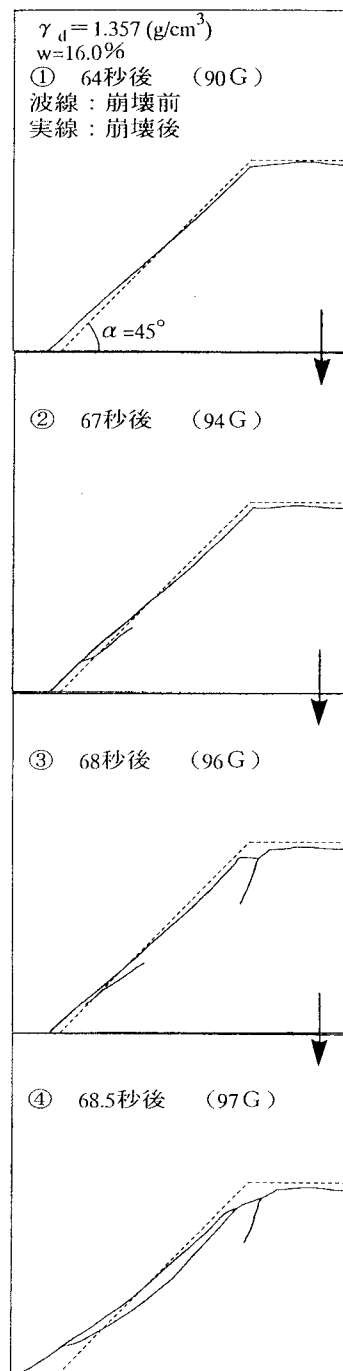


図-2 まさ土斜面崩壊過程
(せん頭粒度)