

せん頭粒度と相似粒度試料を用いたまさ土斜面の模型実験と安定解析

佐賀大学 理工学部 正 吉武茂樹
" " 正 鬼塚克忠
" " 学 ○光野智行

1. まえがき：粗粒材のせん断試験は、代表粒度に対して最大粒径を小さくした「せん頭粒度」あるいは「相似粒度」を用いて実施されている¹⁾。まさ土等の砂質土でもかなり粒径の大きいものを含んでいる場合もあり、せん頭粒度か相似粒度を選択するのに苦慮することがある。また、まさ土斜面の遠心力模型実験の場合にも最大粒径、粒度勾配等が斜面崩壊形態あるいは崩壊時の遠心加速度に影響をおよぼすのではないかと考えられる。そこで、今回せん頭粒度と相似粒度を用いて一面せん断試験を行い、せん断特性を比較するとともに、まさ土斜面の遠心力模型実験を実施し、斜面崩壊形態等の比較検討を行った。

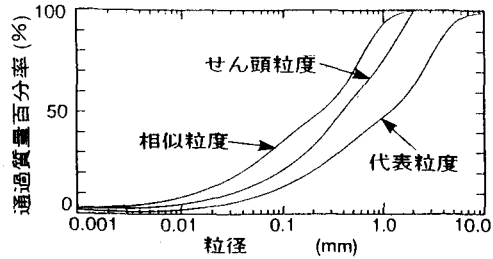
2. 試料および実験方法 2.1 試料：実験に用いた試料は、佐賀県川久保より採取したまさ土である。その物理的性質を表-1に示す。実験には空気乾燥後、2mmふるいを通した試料をせん頭粒度、最大粒径を2mmとし、粒度調整した相似粒度の2種類を用いた、これらの粒度曲線を図-1に示す。せん頭粒度は試料の作成が容易であり、最大粒径付近の均一な試料を得ることができる。相似粒度は粒子の配列が代表粒度と相似になる。

表-1 試料の物理的性質

土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.64
液性限界 w_L (%)	NP
塑性限界 w_p (%)	NP
粒 分 布	
レキ (%)	36.0
砂 (%)	52.4
シルト (%)	7.2
粘土 (%)	4.4

2.2 実験方法 2.2.1 遠心模型実験：相似粒度、せん頭粒度の各試料を用いて所定の含水比、密度で締固めた後で所定の勾配に切り出した。遠心力載荷装置の概略および斜面の作成については既に報告²⁾しているので省略する。

2.2.2 一面せん断試験：相似粒度、せん頭粒度試料を用いて低圧および常圧域においてせん断試験を実施した。垂直荷重は低圧域で0.02kgf/cm²~0.16kgf/cm²、常圧域では0.2kgf/cm²~1.6kgf/cm²としている。



3. 実験結果と考察 3.1 締固め試験結果：代表粒度、せん頭粒度と相似粒度の締固め試験結果より、代表粒

図-1 粒径加積曲線

度、せん頭粒度および相似粒度の最大乾燥密度は各々 $\rho_{dmax}=1.94\text{g/cm}^3$ 、 1.80g/cm^3 、 1.74g/cm^3 であり、そのときの最適含水比は $w_{opt}=11.0\%$ 、 16.0% 、 16.2% である。細粒分が増えると ρ_{dmax} は低くなり、逆に w_{opt} は高くなる。 ρ_{dmax} はせん頭粒度の方が若干大きくなっているが、 w_{opt} はほとんど変わらない。

3.2 一面せん断試験結果：同じ密度・含水比を持つせん頭粒度、相似粒度各供試体のせん断応力・垂直変位とせん断変位の関係を図-2に示す。両供試体ともせん断変位の増加につれて、せん断応力は徐々に増加しており明確なせん断応力のピークは見られない。表-2に試験結果を示す。細粒分の多い相似粒度供試体は土粒子間の接触面積がせん頭粒度のそれよりも大きくなり、メニスカスによる見かけの粘着力がより大きくなると考えられる。また、同含水比での締固め度から考えても相似粒度試料はせん頭粒度試料より過圧密化されるため強度定数(c_d 、 ϕ_d)は大きくなると思われる。

3.3 遠心模型実験結果：表-3にせん頭粒度と相似粒度の締固めたまさ土斜面の遠心力模型実験の結果を示す。崩壊時の遠心加速度より斜面の換算高さを算出し、一面せん断試験結果より得られた低圧域および

常圧域における強度定数を用いて臨界円の安全率を求めた。実験値は斜面先を通る円弧とし、低圧域の強度定数を用いて求めた。締固めたまき土斜面の場合、低圧域から得られた強度定数を用いた方が実験値の安全率に近くなっている。勾配が緩いと、斜面先付近まで円弧状のすべり面を明確に確認できるが、勾配が急になると斜面内で剥がれ落ちるような崩壊を示す。また天端にはテンションクラックの発生が見られる。崩壊形態は全て表層すべりを示している。このようにまき土斜面の崩壊形態には粒度分布の違い（せん頭粒度、相似粒度）による明確な差は見られない。同じ密度・含水比を持つ斜面では相似粒度の方が崩壊時の遠心加速度は大きく、また崩壊しにくい傾向にある。その理由としては①締固め度が違うこと②相似粒度の方は細粒分が多く含まれるため毛管圧による粘着力が働くこと③同じ間隙比ではあるが、その分布が相似粒度は均一であるのに対し、せん頭粒度の間隙は大小不均一と思われ、その大きな空隙を持つ粒子構造が崩壊しやすいことなどが考えられる。

4. まとめ : 1) 強度定数は相似粒度の方がメニスカスによる見かけの粘着力がせん頭粒度より大きく生じることによって強度定数が大きくなる。

2) 遠心力模型実験における粒度についての研究はインターロッキング効果の影響でせん頭粒度の方が崩壊しにくいのではないか思われたが、実験結果から相似粒度の方が壊れにくかった。

3) 今回行った実験は、最大粒径が2mmの場合であり、最大粒径の大小によってもせん断特性あるいは斜面の崩壊形態に影響をおよぼすのではないかと考えられる。これら点については現在も実験を行っており、その経過については当日報告したい。

参考文献

- 1) 赤司ら: ロック材料の三軸圧縮試験による相似粒度とせん頭粒度の強度比較, 土質工学研究発表会, pp. 99-100, 1986.
- 2) 吉武・鬼塚・宮島: 遠心載荷装置によるまき土斜面の破壊実験, 土木学会西部支部研究発表会, pp. 384-385, 1990.

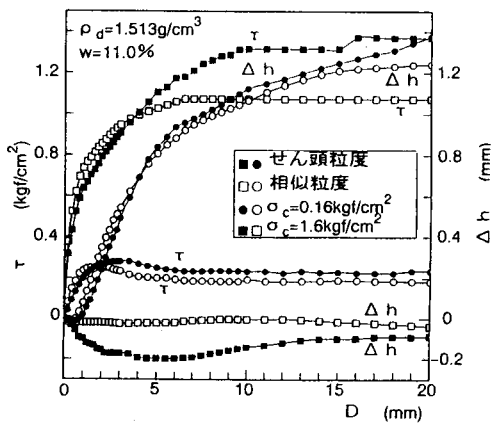


図-2 せん断応力・垂直変位-せん断変位関係

表-2 一面せん断試験結果

粒 度 の 方 は 細 着 力 が 働 く こ 相 似 粒 度 は 均		せん 頭 粒 度				相 似 粒 度			
		粘 着 力 $C_d(\text{kgf}/\text{cm}^2)$		せん断抵抗角 $\phi_d(^{\circ})$		粘 着 力 $C_d(\text{kgf}/\text{cm}^2)$		せん断抵抗角 $\phi_d(^{\circ})$	
		低圧域	常圧域	低圧域	常圧域	低圧域	常圧域	低圧域	常圧域
$\rho_d=1.513(\text{g}/\text{cm}^3)$ $w=11.0\%$	0.059	0.174	54.5	32.5	0.064	0.197	49.5	32.5	
$\rho_d=1.404(\text{g}/\text{cm}^3)$ $w=16.0\%$	0.028	0.078	40.5	27.5	—	—	—	—	
$\rho_d=1.357(\text{g}/\text{cm}^3)$ $w=16.0\%$	0.021	0.073	42.0	23.5	0.058	0.176	43.5	21.0	
$\rho_d=1.218(\text{g}/\text{cm}^3)$ $w=16.0\%$	—	—	—	—	0.039	0.107	35.0	24.5	

表-3 せん頭粒度および相似粒度試料によるまき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 角度(°)	崩壊時の 加速度(G)	崩壊高 (m)	崩壊形態	安 全 率		
							実験値	低圧域	常圧域
せん 頭 粒 度	1.513	10.8	80	90	12.6	表層すべり	0.821	0.792	1.008
	1.513	10.6	70	108	13.0	表層すべり	1.015	1.014	1.025
	1.513	10.5	60	170	23.8	表層すべり	0.971	0.925	1.026
	1.589	16.1	60	145	20.3	表層すべり	—	—	—
	1.404	15.9	60	90	12.6	表層すべり	0.771	0.754	0.938
	1.404	16.2	60	78	10.9	表層すべり	0.829	0.781	1.013
	1.357	16.1	80	23	3.2	表層すべり	0.755	0.736	0.847
	1.357	15.9	60	40	5.6	表層すべり	0.917	0.910	1.131
	1.260	16.3	60	30	4.2	表層すべり	—	—	—
	1.238	15.3	60	28	3.9	表層すべり	—	—	—
	1.218	15.2	80	10	1.4	表層すべり	—	—	—
	1.218	15.1	60	38	5.3	表層すべり	—	—	—
相似 粒度	1.513	11.1	80	非崩壊	—	—	—	—	
	1.513	11.3	70	非崩壊	—	—	—	—	
	1.513	10.4	60	非崩壊	—	—	—	—	
	1.357	16.7	80	65	9.1	表層すべり	0.752	0.745	0.914
	1.357	15.5	60	非崩壊	—	—	—	—	
	1.218	16.1	80	20	2.8	表層すべり	1.060	1.007	1.326
	1.218	15.6	60	60	8.4	表層すべり	0.986	0.910	0.981