

崩壊した斜面の調査および安定解析に関する研究

広島工業大学 正会員 吉國 洋
 広島工業大学 正会員 島 重章

広島工業大学大学院 学生会員○中村 真
 (有)広島構造技研 正会員 奥川 浩

1. はじめに

本研究は、広島市佐伯区内の土石流の発生した現場において現地調査を行い、採取した土試料の各種土質試験を行った。その結果を基に、斜面安定解析を行い、安全率を比較することによって、土石流災害の実態を解明し、安全性を検討しようとするものである。

2. 調査地域および試験方法

試料土は、平成11年6月29日の広島豪雨災害で土石流災害の起こった佐伯区内の屋代地区、観音台、上小深川地区から2箇所ずつ採取し、計6箇所の土を採取した。土の特性を把握する上で物理的性質試験、化学的性質試験および、力学的性質試験（突き固めによる土の締固め試験、透水試験、一面せん断試験、三軸圧縮試験）を行い、それによって得られたデータを斜面安定解析ソフト「簡便分割法」に入力して、安定解析を行った。

3. 実験結果および安定解析結果

3.1 物理的性質試験結果

粒径加積曲線を Fig. 1 に示す。日本統一土質分類法¹⁾ から判断すると、屋代川上流、観音台左岸、上小深川上流、上小深川下流はシルトまじり砂 (S-M)、屋代川下流、観音台右岸はシルト質砂 (SM) であることがわかる。

3.2 力学的性質試験結果

一面せん断試験を Fig. 2 に示す。この図は、調査地6箇所の含水比と粘着力の関係を示したものである。含水比を増加していくと最適含水比付近($\omega=12\sim16\%$)で最大値を示し、最適含水比を越したあたりから粘着力が減少する。これによって土のすべりに抵抗する力が低下し、崩壊の原因につながると考えられる。

三軸圧縮試験結果は、Fig. 3 に軸ひずみと主応力差の関係を、Fig. 4 にモールの応力円を示す。ここでは代表値として、屋代川上流のデータを示す。今回の実験で得られた内部摩擦角は $30\sim35(^{\circ})$ の値を示した。一般的なマサ土の内部摩擦角は $30(^{\circ})$ 程度と言われていることから、若干高い値が得られたと思われる。これは、試料を採取した地域で風化が進んでいるためでないかと考えられる²⁾。また、粘着力については、 $5\sim30(kN/m^2)$ と調査地6箇所で大きな違いが見られた。この粘着力の違いは、試料に含まれる粘土・シルト分の割合が調査地6箇所においてそれぞれ違うからであり、崩壊地の風化状況の違いによるものと思われる³⁾。

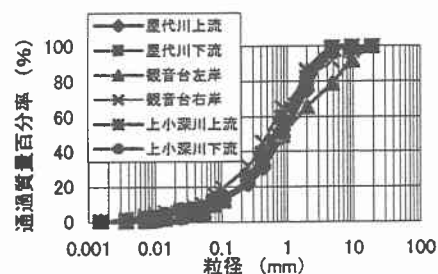


Fig. 1 粒径加積曲線

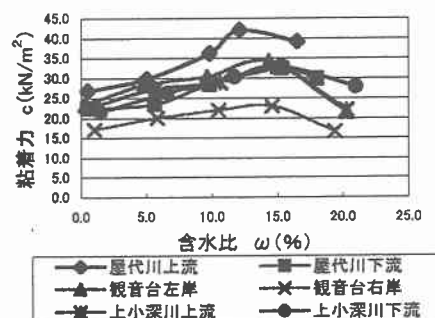


Fig. 2 粘着力-含水比

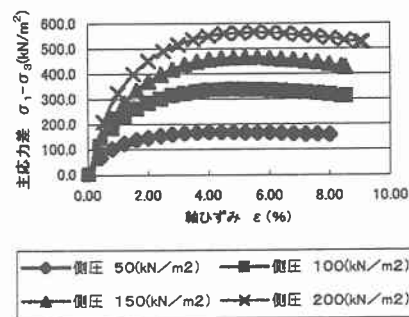


Fig. 3 主応力差-軸ひずみ

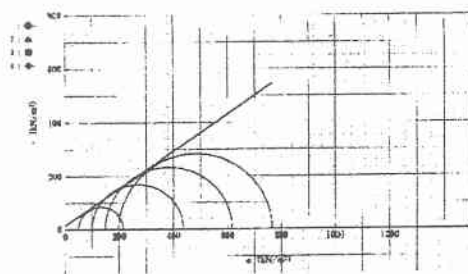


Fig. 4 モールの応力円

3. 3 斜面安定解析結果

斜面の安定解析に用いたデータは、一面せん断試験によって得られた粘着力 C (kN/m^2) と内部摩擦角 ϕ ($^\circ$)、また突き固めによる土の締固め試験によって得られた湿潤密度 ρ_t (g/cm^3) を用いた。

安定解析の方法として、最小安全率を求めるために、一定条件下での安定解析を行ったものと崩壊斜面に沿った安定解析を行った。Fig. 5に斜面形状を示す。

ここでは、土中含水比によって安全率がどのように変化したのかを求めるために、 $\omega=10、15、20、25$ (%) での安定解析を行った。調査箇所含の含水比と安全率の関係について、一定条件下の安定解析結果を Fig. 6 に、崩壊斜面に沿った安定解析結果を Fig. 7 に示した。

一定条件下での安定解析では、安全率が 1.5～2.5、崩壊斜面に沿った安定解析では、安全率が 2.5～3.5 を得た。

Fig. 6、Fig. 7 に示すように、安全率は最適含水比付近までは上昇するが、最適含水比を越したあたりから減少している。これは、土が最適含水比で最も良く締め固まり、最適含水比を超えると水中に土粒子が浮くような状態になり、密度の低下をきたして粘着力が低下するためであると考えられる。

次に、前述の条件に浸透水を考慮して安定解析を行った。その水位は、すべり円弧の上部、中央部、下部の 3 箇所を設定した。Fig. 8、Fig. 9 に示すように、水位を考慮しない場合と比べて安全率が低下している。また、水位が上昇するに従って安全率が低下している。このことから、集中豪雨などによって土中水位が上昇すると、崩壊しやすくなると考えられる。

4. まとめ

今回の研究から以下のような結果を得た。

- 1) 今回採取した試料土は、風化花崗岩土の風化が進行した土といえる。
- 2) 含水比が上がるにつれて斜面の安全率も上がっていくが、最適含水比を越すと安全率が下がっていく。
- 3) 今回調査した斜面は、地表面が湿るくらいの降雨では崩壊に至らないことが分かる。
- 4) 今回の崩壊は、集中豪雨によって急激に土中水位が上昇し、それによってすべりに抵抗しようとする力が低下したために起こったと考えられる。

参考文献

- 1) 土質試験法編集委員会：「土質試験の方法と解説」、土質工学会、p p 187、1990
- 2) 土質工学会編：「風化花崗岩とマサ土の工学的性質とその応用」、土質工学会、pp280、1979
- 3) 西田一彦：「風化残積土の工学的性質」、鹿島出版会、pp68、1986

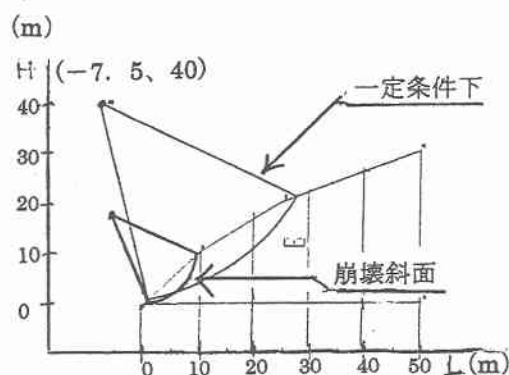


Fig. 5 斜面形状

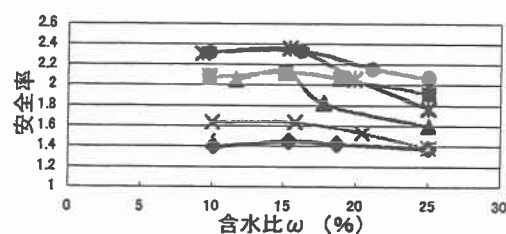


Fig. 6 一定条件下

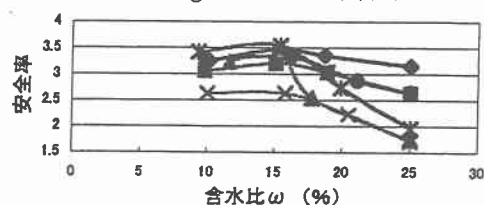


Fig. 7 崩壊斜面

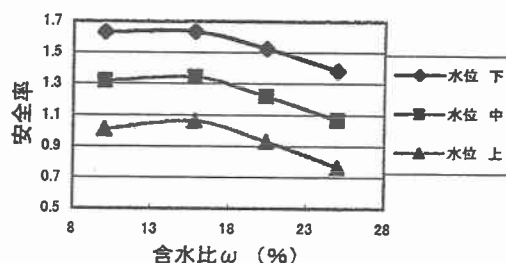


Fig. 8 一定条件下(水位)

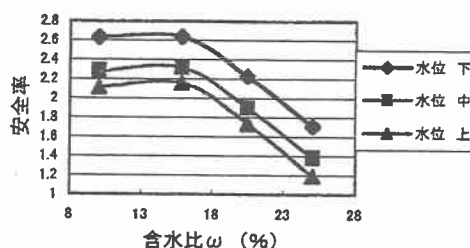


Fig. 9 崩壊斜面(水位)