

花崗岩斜面の表層崩壊

山口大学工学部 正会員 山本哲朗 鈴木素之
 山口大学大学院 学生会員 ○宮内俊彦
 応用地質(株) 正会員 藤山 敦 上熊秀保
 山口大学工学部 学生会員 寺山 崇 (現同大学院)

1. はじめに 著者らが現地調査した斜面崩壊のうち、花崗岩斜面の崩壊には 2 種類の崩壊形態がみられた。一つは表層のまさ土と未風化の花崗岩との境界面に沿って崩壊が発生するもの、もう一つは節理面に介在する粘土化した部分に沿って崩壊が発生するものである。これらの崩壊形態を模擬的に再現するため、「まさ土」と「花崗岩」および「まさ土」と「粘土」をそれぞれ貼り合わせた供試体に対して、一面せん断試験を実施した。本論文では代表的な斜面崩壊の事例について述べるとともに、異なった土質材料間の境界面で発揮される一面せん断強度特性について考察する。

2. 斜面崩壊の概況 写真-1 に花崗岩斜面の崩壊形態のうち最もよくみられた代表例を示す¹⁾。この現場は 1999 年 6 月集中豪雨により広島市において崩壊が発生したものであり、崩壊規模は幅 26.8m、長さ 37.0m および厚さ 3.0m である。図-1 の模式図に示すように、基盤となる未風化の花崗岩に沿って表層のまさ土がすべったものである(写真中の黒円部)。写真-2 に東広島市において山腹の開削中に崩壊が発生した斜面を示す。図-2 の模式図に示すように、斜面内に存在する節理面に粘土が生成・付着し、それに沿って表層のまさ土がすべったものである(写真中の黒円部)。以上のことから、まさ土と花崗岩の境界面やまさ土と粘土の境界面が弱面となったため、崩壊が発生したといえる。弱面に沿った崩壊は花崗岩斜面に限らず、様々な地質において確認されている²⁾。

3. 供試体の作製および試験方法 上述したような斜面崩壊を模擬的に再現するため、広島市の崩壊斜面から採取したまさ土 ($\rho_s=2.598 \text{ g/cm}^3$, $F_c=11.1 \%$, $I_p=NP$) と花崗岩および東広島市の崩壊斜面から採取したまさ土 ($\rho_s=2.604 \text{ g/cm}^3$, $F_c=29.1 \%$, $I_p=6.2$) と粘土 ($\rho_s=2.627 \text{ g/cm}^3$, $F_c=92.7 \%$, $I_p=26.3$) をそれぞれ貼り合わ



写真-1 広島市における斜面崩壊



図-1 崩壊形態模式図(広島市)



写真-2 東広島市における斜面崩壊

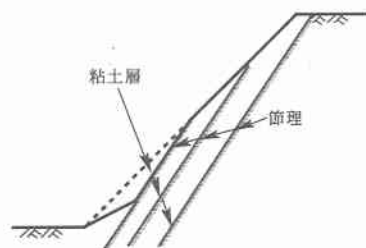


図-2 崩壊形態模式図(東広島市)

せて供試体を作製した。前者では下部せん断箱に加工した花崗岩を敷き、その上に締固めたまさ土を貼り合わせた。後者では下部せん断箱に締固めたまさ土を敷き、その上に圧密により再構成した粘土を貼り合わせた。いずれの供試体も貼り合わせた面がせん断面と一致するようにしている。実際、まさ土と花崗岩とを貼り合わせた面でせん断された様子を写真-3 に示す。これらの供試体を用いて垂直応力 $\sigma_v = 49$ kPa, 98 kPa および 147 kPa の下で非水浸状態および水浸状態について定圧一面せん断試験を実施した。試験条件は圧密時間 30 min, せん断速度 1.0 mm/min とした。比較のためまさ土のみで作製した供試体についても同様の試験を行った。なお、過去の研究³⁾では花崗岩の分離面に着目したせん断試験が実施されているが、これは主に岩石同士を対象としたものである。

4. 一面せん断試験結果 まさ土と花崗岩を貼り合わせた供試体の破壊線を図-3 に示す。図中にはまさ土供試体に対する試験結果も示している。まさ土供試体は粘着力 $c_d = 6.8$ kPa, 内部摩擦角 $\phi_d = 35.7^\circ$ であり、貼り合わせ供試体は $c_d = 5.4$ kPa, $\phi_d = 31.0^\circ$ であることから、 c_d および ϕ_d ともに貼り合わせ供試体の方が小さい。また、貼り合わせ供試体を水浸させると、 c_d は完全に消失してゼロとなり、 ϕ_d も非水浸状態の場合と比較して低下する。まさ土と粘土を貼り合わせた供試体の破壊線を図-4 に示す。図中の表に示した強度定数からもわかるように、貼り合わせ供試体とまさ土供試体ではあまり大きな差はみられない。なお、水浸によってどちらの場合もせん断強度は低下する。

上述したように、まさ土のみの供試体よりも、まさ土と花崗岩もしくは粘土とを貼り合わせた供試体の方が強度定数を小さく与えるようである。また、いずれの供試体も水浸による強度低下がみられる。これらのことから安定解析を行う際には、境界面上のせん断強度や水浸状態のものを用いる必要があると考える。

5. まとめ 本研究で得られた知見は以下のとおりである。

1) 花崗岩からなる斜面の崩壊形態には、表層のまさ土と未風化の花崗岩の境界面に沿ったものと、節理面に介在した粘土に沿ったものと二通りがみられた。2) 一面せん断試験結果から、強度定数は貼り合わせ供試体の方がまさ土供試体より小さい。3) 貼り合わせた供試体も水浸によりせん断強度は低下する。4) 斜面の安定計算を行う場合には、境界面で発揮されるせん断強度や水浸状態のものを用いる必要がある。

謝辞 本研究に関して多大なるご協力を頂いた広測コンサルタント(株)の芋岡敏彦氏、篠崎健氏および本研究室学生諸氏に感謝いたします。

参考文献 1) 山本哲朗・鈴木素之・原田 博・宮内俊彦・寺山 崇：1999 年 6 月末集中豪雨による花崗岩斜面の崩壊－広島市佐伯区・呉市の場合－，H11 年 6 月 29 日豪雨による広島県土砂災害に関する調査報告会，地盤工学会・調査部平成 11 年広島県豪雨災害緊急調査委員会，地盤工学会中国支部，pp.173-178, 2000。2) 山本哲朗・鈴木素之・福岡正人・瀬原洋一：風化地山の不連続面に見られる光沢のある黒色薄層土の 2, 3 の性質，第 38 回地すべり学会研究発表講演集，pp.323-326, 1999。3) 吉中龍之進・吉田政美：花崗岩分離面のせん断強度特性，応用地質，第 15 巻，第 2 号，pp.12-22, 1974。

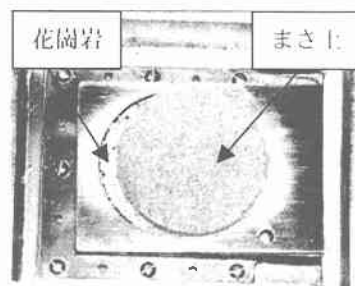


写真-3 せん断後の供試体

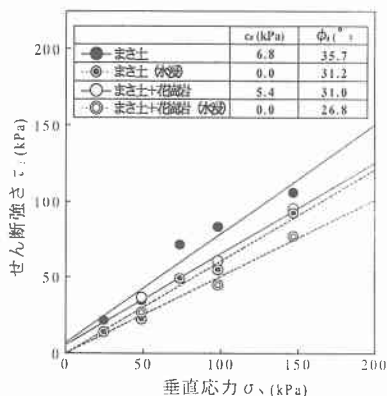


図-3 破壊線（まさ土と花崗岩）

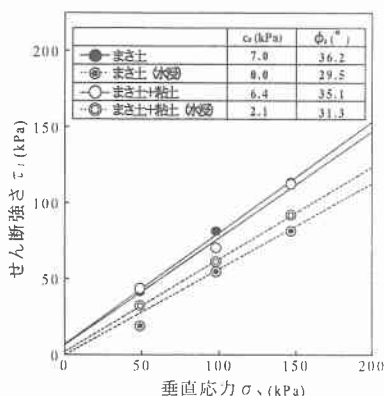


図-4 破壊線（まさ土と粘土）