

集中豪雨時における自然斜面崩壊のメカニズム

九州大学工学部 正 村田重之

1. まえがき

降雨による自然斜面の崩壊には雨の降り方が重大な要因を占めていると考えられる。すなわち、集中豪雨によって自然斜面が崩壊するときには、必ずその前にかなり長期にわたって雨が降っていることである。したがって、先行降雨とその後の集中豪雨の両者の兼ね合いから自然斜面崩壊のメカニズムを考えて行くことが大切である。また、自然斜面の崩壊において特徴的なのはすべり面の多くが風化層と基盤との境界に発生していることである。したがって、このすべり面におけるせん断抵抗について明らかにして行く必要がある。本研究は以上の二点から集中豪雨による自然斜面崩壊のメカニズムを追究して行くとするもので、今回はこれらの概念について述べたものである。

2. 自然斜面崩壊に関する現時点での一般的な考え方

図-1に示したのが降雨による自然斜面崩壊に関する現時点での一般的な考え方である。まず先行降雨の斜面への浸透によって地盤の空隙は水で飽和される。このことはすべりを起こそうとする力(滑動力)としての地盤の重量の増加となって現われてくる。同時に、地下水位の上昇はすべり面との間隙水圧の増大となり、有効応力の減少からすべりに抵抗する力の減少となる。この両者の作用からすべりに対する斜面の安全率は徐々に低下してくることになり、この傾向は斜面が完全に飽和するまで続くことになる。この状態で降雨が止まれば斜面の安全率再び回復し崩壊に至ることはない。しかし、斜面が完全に飽和した状態にあるときに集中豪雨がくれば斜面の安全率は1を割り崩壊が発生することになる。

しかし、現在一般に行なわれている安定計算では、図-2に示すように降雨の影響としては、すべり土塊の重量増加と間隙水圧の上昇による有効応力の減少が主として考慮されている(これらは長期にわたる先行降雨によって斜面が飽和した時点において完了している)のみで、集中豪雨が斜面崩壊に及ぼす影響としてはほとんど考慮されていないように思われる。

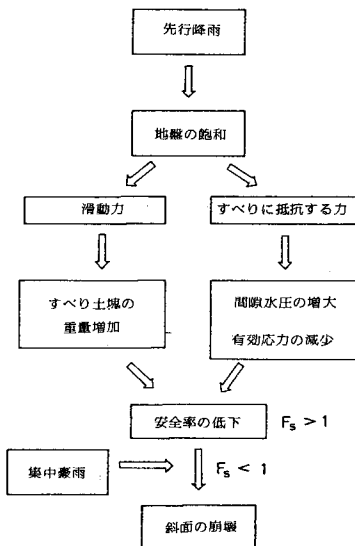


図-1 従来の降雨による斜面崩壊の考え方

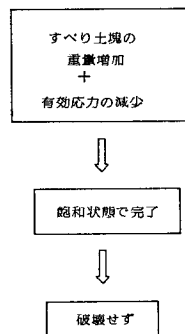


図-2 土質工学的な取り扱い

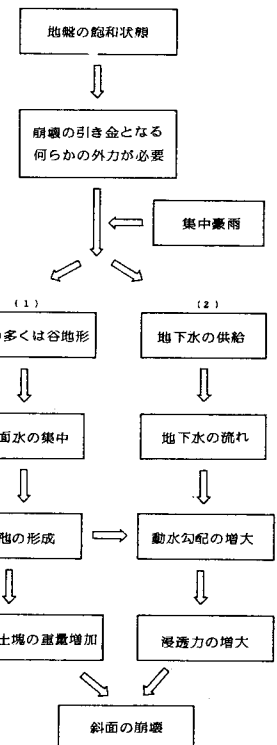


図-3 集中豪雨の影響を考慮した考え方

3. 集中豪雨の自然斜面崩壊に及ぼす影響

図-3は斜面が先行降雨によって完全に飽和しているところへ集中豪雨がきた場合に、集中豪雨が斜面崩壊に対してどのような働きをしたかについて考えたものである。一つには、これまでに崩壊を起こした場所の多くが谷地形であることからして地盤の浸透能ははるかに上回る降雨は表面水となって地表面を流れそれが谷地形に集中し図-4のように一時的なため池を形成し、これがすべり土塊の重量増加となり、斜面の安全率を低下させる働きをしたのではないかと考えられることである。また、谷地形に集中した水は図-5に示すように地表面とある厚さをもって斜面を流下すると考えられるが、この流下表面水に対して伊勢田¹⁾は表面水と地表面との境においてせん断力が発生し、これも滑動力に寄与したのではないかと指摘している。

一方、斜面に浸透した水は土中水に流れを引き起こし、これは浸透力として斜面の滑動力に寄与することになると考えられるが、さらに、前述のようなため池の形成があったとすると浸透力も一段と大きくなったと考えられる。また、風化層中を浸透した水は基盤岩(不透水層)との境界に集まり、これが岩盤の節理や不連続面などに集中した場合パイピング現象を起こし斜面内に空洞などを作り、これが崩壊の原因のひとつになることも考えられる。

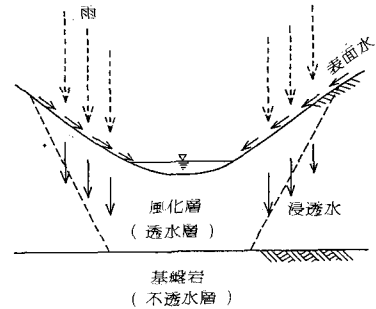


図-4 谷地形に形成された一時的なため池

4. 風化土と基盤岩との間のせん断抵抗

集中豪雨による自然斜面の崩壊ではその多くが基盤岩に沿ったすべりであり、豪雨時における自然斜面の安定を考える場合には風化土とその基盤岩との間のせん断抵抗を正確に把握することが重要である。従来この種の崩壊に関してその安定を検討する場合せん断強度定数として通常の一面せん断試験や三軸圧縮試験によって求められた値を使用することが行なわれている。勿論、その値を直接使うのではなく、ある低減率を掛けた値が用いられているが、その低減率についても理論的・実験的根拠は必ずしも明らかではないように思われる。

図-6に従来の一面せん断試験と本研究で使用する一面せん断試験を示した。改良した一面せん断試験の特徴はすべり面を境にして下部に基盤岩を上部にその風化土を載せ、両者の境界付近においてせん断を行なうようにした点にある。載荷装置などは従来のものをそのまま使用している。また、ここでは崩壊時の現場の条件をできるだけ満足させるという点から次のような工夫をこらしている。すなわち、現場では基盤岩が不透水層となり、そこに浸透水が集中していたと考えられることから、この実験においても基盤岩に小さな穴を開けそこから浸透水を供給できるようにしている。さらに、浸透水圧(間隙水圧)をも任意にかけられるようにしている。実験は現在遂行中であり、その結果等については講演当日発表する予定である。

(参考文献) 1) 伊勢田他; 土砂崩壊の形態と降雨特性との関係, 昭和57年7月長崎豪雨による災害の調査報告書, 昭和57年11月。

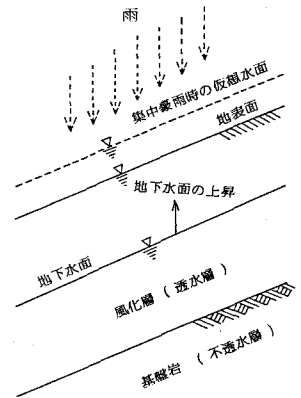


図-5 地表面を厚さを持って流れる集中水

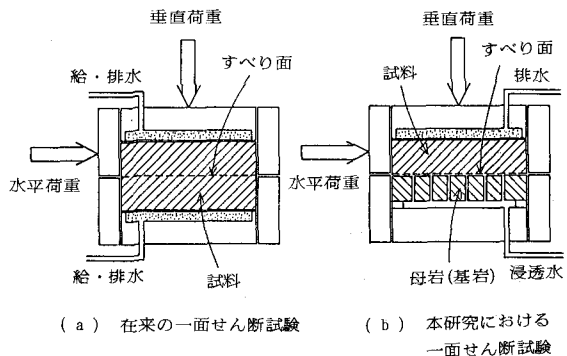


図-6 一面せん断試験機の比較