

斜面形状が岩盤斜面の安定性に及ぼす影響の評価

長崎大学工学部 学生員○手島亮介
長崎大学工学部 正会員 蔣 宇静
長崎県土木部道路維持課 有吉正敏

長崎大学大学院 学生員 田作祐輔
長崎大学工学部 フェロー 棚橋由彦
長崎県土木部島原振興局 棕尾 隆

1. はじめに

わが国では、高速道路や鉄道の路線が山間部を通るなど地山を深く掘削した長大斜面が形成される事例が多く、崩壊が危惧される岩盤斜面も全国的に多数存在している。道路防災には経済的な制約もあり、斜面の安定性を評価することが重要であると考えられる。本研究では、長崎県雲仙市から南島原市の一般国道 251 号線沿いの岩盤斜面を対象として数値解析を実施することで、斜面の形状が斜面の安定性に与える影響を解明することを目的とする。

2. 研究概要

2.1 解析手法と解析モデル

本研究では、崩壊の判定と崩壊後の挙動をシミュレーションできる DEM(個別要素法)を用いて解析を行った。図-1 に本研究で対象とする岩盤斜面の断面図を示す。斜面下部傾斜角 $\alpha(^{\circ})$ 、斜面上部傾斜角 $\beta(^{\circ})$ 、斜面高さ $H(m)$ 、火山角礫岩の基準線からの層厚 $h(m)$ とし、この 4 つの数値を変化させて解析を行った。斜面は形状で、Type1($\alpha = \beta$ 、単純斜面)、Type2($\alpha > \beta$ 、斜面上部が緩やかになる斜面)、Type3($\alpha < \beta$ 、斜面上部が急傾斜する斜面)に分類される。地質は斜面底部から火山角礫岩層、凝灰角礫岩層となっており、凝灰角礫岩層は風化の度合いにより強風化部、中風化部、弱風化部となっている。ロックシェッドは岩盤斜面から崩落する土砂や岩塊の荷重に耐え、下の道路を通過する自動車および歩行者の安全性確保のために施工される。

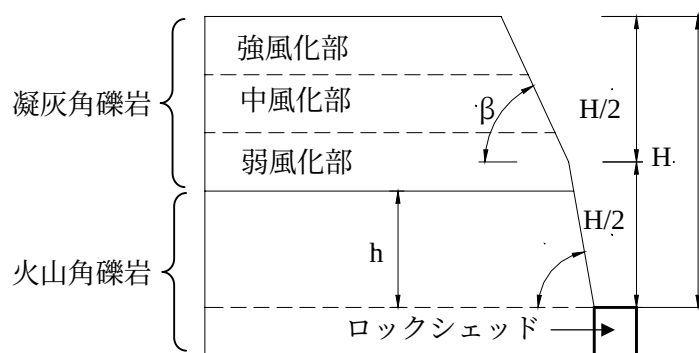


図-1 岩盤斜面断面図

る斜面)に分類される。地質は斜面底部から火山角礫岩層、凝灰角礫岩層となっており、凝灰角礫岩層は風化の度合いにより強風化部、中風化部、弱風化部となっている。ロックシェッドは岩盤斜面から崩落する土砂や岩塊の荷重に耐え、下の道路を通過する自動車および歩行者の安全性確保のために施工される。

2.2 解析ケース

解析ケースは斜面 Type ごとの現場の平均値とそれに、 H と h については $\pm 10m$ 、 α と β については $\pm 10^{\circ}$ のケースを加えた計 189 ケース(Type1 は 27 ケース、Type2 と Type3 は 81 ケースずつ)を基本として解析を行った。解析に用いた岩盤ブロックの物性値は現場の調査に基づいて決定した。

3. 解析結果

図-2 には斜面 Type ごとの塑性領域分布の図を例示し、図-3 には斜面の安定と不安定の境界線を示す。斜面の安定性については、斜面の塑性領域の分布と変位が収束するかどうかにより判定を行った。ここでは、斜面が崩壊すると考えられる部分を崩

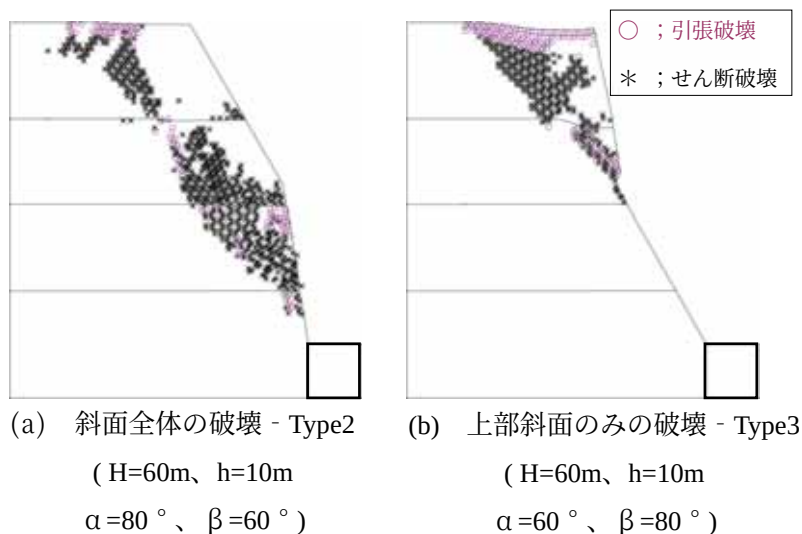


図-2 斜面崩壊の図

壊範囲と呼ぶことにする。図-3における安定と不安定の境界線を α - β 曲線と呼び、 α - β 曲線より左側は安定領域、右側は不安定領域である。

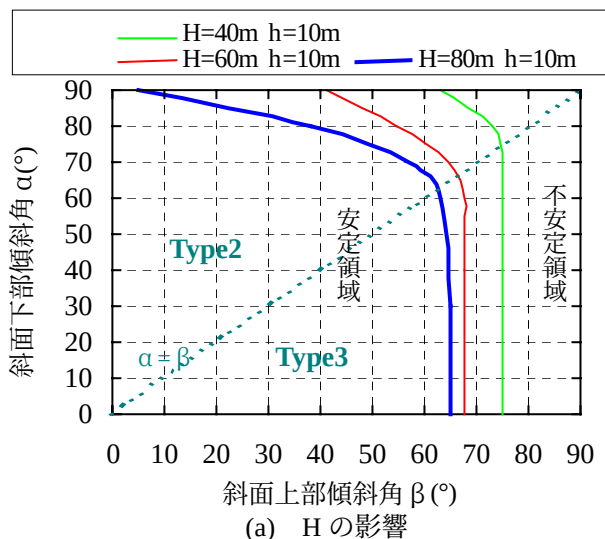
崩壊の形態は、斜面全体の破壊(図-2(a))と上部斜面のみの破壊(図-2(b))とに分けられ、Type2では安定領域が大きい、崩壊した場合に崩壊範囲が大きくなってしまいう傾向にある(図-2(a))。

図-3(a)よりHが増加すると不安定領域が拡大していることが分かる。 α - β 曲線は直線 $\alpha=\beta$ 付近に変曲点があり、これは斜面の形状がType2からType3に変化するためであると考えられ、Type2では崩壊に関する α の影響がType3よりも大きくなっている。図-3(b)ではhが増加すると安定領域が拡大している。(H=60m、h=10m)と(H=80m、h=30m)は上部層(凝灰角礫岩層)の厚さが同じ50mであるが、このような場合、Type3においてHの影響がほとんどないことがわかる。

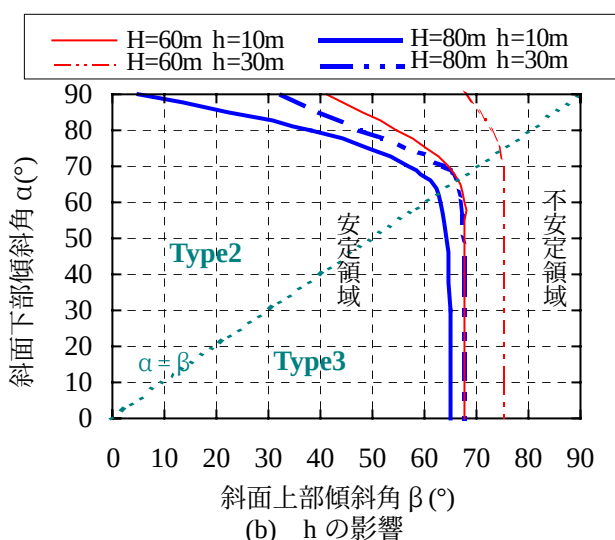
図-4にType3における崩壊面積と β との関係を示す。崩壊面積は崩壊の規模を表す指標であり、引張破壊とせん断破壊を起こしている部分及び、それにとまって崩落すると考えられる部分の面積の総和である。図-4より、Hと β が増加すると、斜面崩落部の面積が増加していることがわかる。また、斜面崩落部の面積においても上部層(凝灰角礫岩層)の厚さが同じであればHの影響がほとんどないことがわかる。

4. おわりに

今回の研究では、岩盤斜面における崩壊の可能性は、斜面が急傾斜になるほど、また斜面が高くなるほど大きくなることを確認することができた。斜面崩壊の中でも、考察したように斜面下部から上部にかけて岩盤層の強度が弱くなるような斜面では、下部傾斜よりも上部傾斜の影響が強くなることがわかった。また、斜面上部が急傾斜する場合では、上部斜面のみの破壊を起こす傾向があり、上部傾斜の影響を強く受ける。斜面上部が緩やかになる斜面では、安定領域は大きい、崩壊した場合に崩壊範囲が斜面全体に広がり、崩壊の規模が大きくなる傾向にあることを明らかにした。今後は、崩壊後の岩塊の到達距離と、ロックシェッドに与える衝撃力を解析して、斜面防災に適用していきたいと考えている。



(a) H の影響



(b) h の影響

図-3 斜面の安定と不安定の境界線(α - β 曲線)

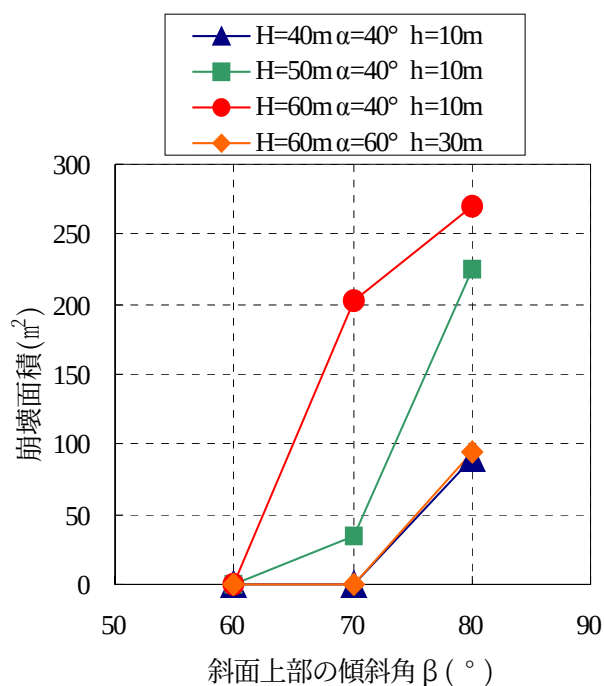


図-4 崩壊面積 (Type3)