

地表面変位計測に基づく斜面の安定性評価に関する検討

西日本技術開発 正会員 ○麻生寛興  
 山口大学大学院 学生会員 安立 寛  
 山口大学工学部 正会員 清水則一

1. はじめに

斜面の安定評価は一般に、滑動力と抵抗力との力のバランスによって行われる。しかし現実の斜面の安全監視においては、主として変位計測が実施されており、変位計測をベースとした安全評価技術の開発が課題である。一方、変位計測においては、トータルステーションやGPSを用いることによって、地表面変位を三次元的に比較的容易に計測することが可能となっている。そこで斜面において地表面の変位挙動を計測するだけで、その安定性を評価することができれば、非常に都合がよい。本研究は、数値解析を行い地表面変位と斜面の安定性の関係を調べる。なお解析には有限差分法に基づく解析コードのFLAC<sup>①</sup>を用いる。

2. 解析条件及び解析方法

まずは、地表面変位と斜面の安定性の関係を調べるため、斜面の崩壊前後における変位を調べる。解析では、掘削した斜面の粘着力が何らかの原因で低下すると想定して、1) 掘削時からの全変位、及び、2) 掘削時を基準とした掘削後の変位増分を求める。解析に用いたモデルと諸条件を図-1及び表-1に示す。なお粘着力は初期値0.05MPaから順次0MPaまで低下させて解析した。

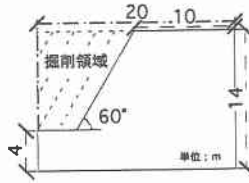


図-1 モデル図

表-1 物性値

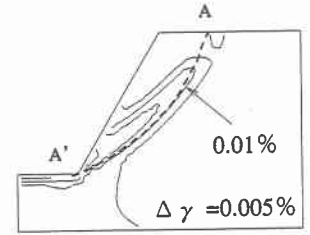
ヤング係数	1000Mpa
ポアソン比	0.3
内部摩擦角	30°
密度	2.0t/m <sup>3</sup>

3. 解析結果と考察

解析では、粘着力が $c=0.012\text{MPa}$ 付近で、解が収束しなくなった。よって本研究においては、斜面が崩壊するものとする。また参考に図-2に $c=0.012\text{MPa}$ の場合の全変位に対する最大せん断ひずみ分布を示す。図には、同条件で安全率が1となる円弧すべり面を示している。この図から最大せん断ひずみ分布が集中している領域と、すべり面がほぼ一致している事が分かる。図-3及び図-4に $c=0.013\text{MPa}$ と $c=0.012\text{MPa}$ に対する全変位及び増分変位を示す。いずれの場合も変位が収束しなくなると、収束した場合と比べて変位モードが大きく異なる事が分かる。

ここで粘着力が $0.012\text{MPa}$ まで低下した際にすべりが生じると考えると、地表面変位から、いかにして $c=0.012\text{MPa}$ の変位モードを検出するかが課題となる。

そこで図-2及び図-3の斜面頂点の変位の向きに着目して、その方向を図-5及び図-6のように示す。すると図-5においては、すべりが生じられると考えられる $c=0.012\text{MPa}$ の変位を生じる方向が急転することが分かる。このことは斜面頂点で、掘削前から変位を計測することで、すべり



---(A-A') :  $c=0.012\text{MPa}$ で安全率が1となる時のすべり面  
 $\Delta\gamma$  ; ひずみコンターの間隔  
 図-2 最大せん断ひずみ分布

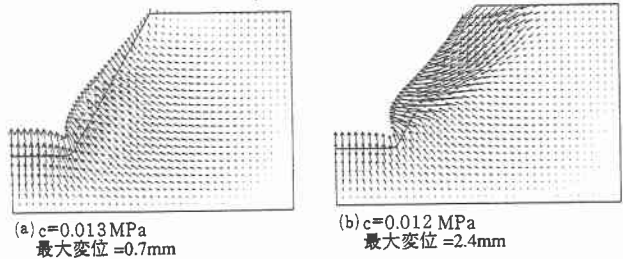


図-3 掘削時からの全変位図

が生じる前兆を検出できる可能性を示している。増分変位の場合は、斜面頂点の変位からだけでは、すべりの前兆をとらえることは難しそうである。

次に斜面の掘削面上の変位モードを図-7に示す。また図-8に変位の大きさの分布を示す。両図ともに頂点の変位で基準化している。実際には、この面の変位は掘削後にしか計測できないので、変位増分についてのみ示す。

これによると、粘着力が低下していくにつれ変位の最大値が下部から上部へ移行し、崩壊すると考えられる(4)では、ほぼ頂点の大きさと等しくなっている。このことは、掘削面の変位の分布の変化から斜面の安定性を評価できる可能性を示していると思われる。

4. 結論

本研究では、現場計測によって得た斜面表面の変位挙動から、安定性を評価する手法について検討を行った結果、以下のことが分かった。

掘削時から変位の計測を行った場合は、斜面頂点の変位方向について、その方向の変化から、斜面の不安定挙動を検出できる可能性がある。

また掘削後から変位を計測を行った場合は、変位の分布状況から、斜面の不安定挙動を検出できる可能性がある。

以上のように、本研究では斜面が不安定となる前後で、地表面変位のモードが変化することがわかり、それを検出することで斜面の安定性をモニタリングすることが可能とおもわれる。

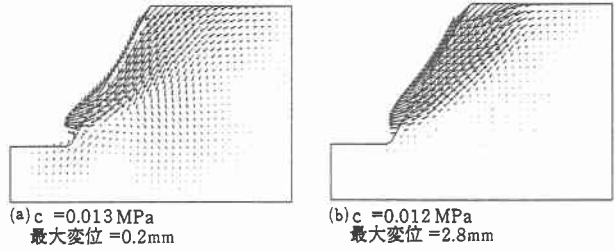


図-4 掘削後の増分変位図

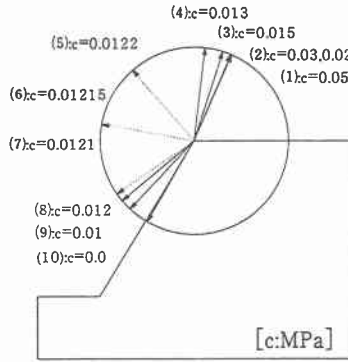


図-5 斜面頂点変位図 (掘削時からの全変位)

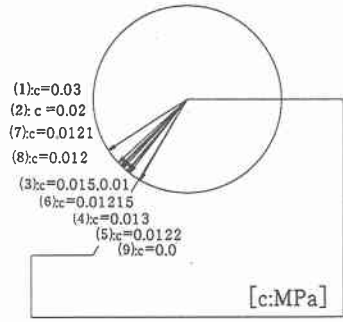


図-6 斜面頂点変位図 (掘削後の変位増分)

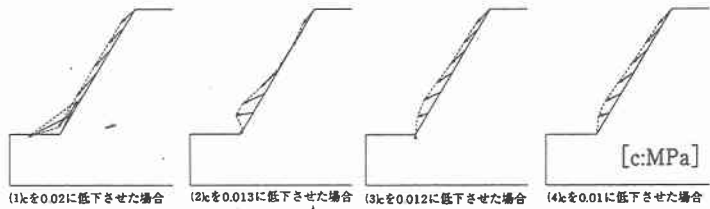


図-7 頂点の変位で基準化した掘削面上の変位モード

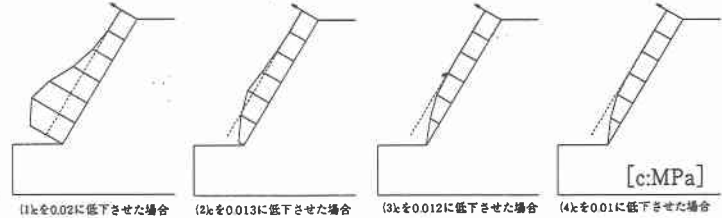


図-8 頂点の変位で基準化した変位の大きさの分布

謝辞：本研究は、石灰石工業協会の奨励金を受けて遂行したことを記し、感謝の意を表す。

参考文献：1) FLAC ユーザーズマニュアル：ITASCA, 1995