

降雨時の斜面安定評価のための GIS の活用

広島大学	フェロー会員	佐々木康
広島大学	正会員	加納誠二
広島大学	学生会員	○楠木勝也
広島大学	学生会員	白石芳樹

1. はじめに

本研究では、現在様々な分野に急速に普及が広がりつつある GIS (地理情報システム) を地盤工学に導入するための基礎的な研究として、1999 年 6 月 29 日に広島県を襲った豪雨による斜面災害を取り上げ斜面崩壊に関する研究を行う。斜面崩壊は、その要因が多くまたそれらの要因個々が密接に関係しているためメカニズムの解明が難しく、したがってその予測も困難となる。このように複雑な現象を解明するためには、GIS の利点を活用することが有効であると考えられる。本研究は、それらの要因の中から斜面崩壊の誘因として降雨、また素因として斜面の地形特性を取り上げこれら二つの相互作用として斜面周辺地盤の集水性を明らかにする。ここで取り上げる斜面崩壊は表層すべりであるので、安定解析では図 1 のように浸透流のある 2 次元無限延長斜面として扱う。この場合斜面への雨水の流入量は、鉛直上方からの雨量と斜面上方からの浸透流の二つが考えられるが、実際の斜面は 3 次元的な広がりを見せているので斜面に側方から流入する雨水も考えなければならない。ここでは、この側方流入量を表流水の流下を支配する地形特性値から評価することを試みる。

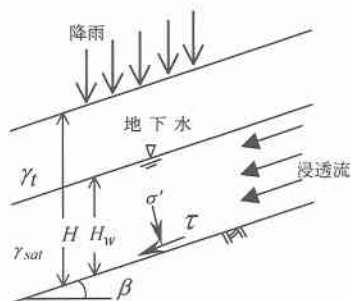


図 1 浸透流のある無限延長斜面

2. 解析方法

6.29 豪雨災害で被害規模の大きかった古野川流域を対象地域とし、各崩壊源頭部について崩壊斜面の集水性を考慮して地形特性値を算出し崩壊斜面の地形特性を検討する。また、地形を視覚的にとらえるために地形解析プログラムを作成し、GIS ソフト (SIS, (cardcorp 社)) とリンクさせディスプレイ上に表示された地図上で尾根、谷を認識させ描画する。

2.1 地形解析プログラム

広島市から入手したデジタル数値データと上記の地形解析プログラムを用いて、尾根と谷を等高線から認識させる (図 2)。また、等高線との交点の座標を保存し尾根線で囲まれた集水域の面積、谷沿い斜面の勾配、斜面長を算出する (図 3)。



図 2 地形解析プログラム 1

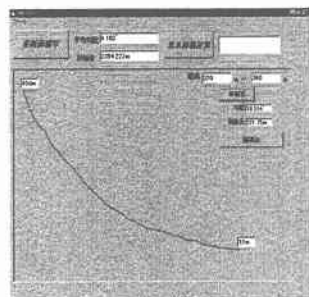


図 3 地形解析プログラム 2

2.2 集水性の評価

崩壊源頭部に集中する雨水の集水量を 6 月 29 日の時間雨量強度、各崩壊源における地形特性値 (集水面積、勾配、斜面長) から評価し崩壊斜面に共通する地形特性を検討する。指標として斜面長 L と集水域の幅 B の比 (B/L)、および集水量 Q を用いた。 B/L は、集水域の形が縦長か、横長かを判断する指標である。 B/L が大きいと斜面に側方から流入する流量が多くなり B/L が小さい斜面よりも雨水が集中すると考えられる。

また集水量 Q は

$$Q = ItA \quad \cdots \cdots (1)$$

で与えた。

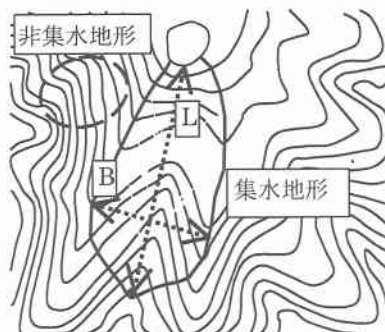


図 4 集水地形と非集水地形

ここで t : 流達時間(s) A : 集水面積(m^2)

降雨強度 I は、タルボット式 $I = \frac{a}{t+b}$ ……(2) で与え、定数 a, b は古野川から最も近い八幡川橋雨量観測所の時間雨量データを用いて算出した。

3. 結果及び考察

解析対象とする崩壊源頭部は、古野川流域の 36 カ所である。まず、斜面の集水性を表す指標として B/L が有効であるかを確かめるため目視による集水域の地形型(図 4)と集水量 Q 、 B/L の関係を考察する。 B/L と集水量の関係を集水域により分類し示したのが図 5 である。右上の部分に集水地形型の斜面が分布しておりこの領域においては、 B/L 、集水量とも非集水地形の分布よりも大きくなっている。したがって、 B/L が斜面における雨水の集中の程度を表す指標として有効であるといえる。

しかし、表面流出量 Q を算出するのに用いた降雨強度 I は 6 月 29 日の時間雨量強度から求めているため流達時間の短さを考慮すると多少問題が残る。また、地下水位の上昇に要する時間遅れを考慮すると流達時間も長くなるため、ここで算出した Q はあくまで集水性の相対的な大小関係を表す指標に過ぎない。

次に図 6 に斜面長と B/L の関係を示す。集水性の高い斜面(領域 I)の崩壊地点数に対して集水性の低い斜面(領域 II)の崩壊地点数が非常に多いことがわかる。また、領域 I に比べ領域 II の斜面長が比較的短いのがわかる。斜面長が雨水の崩壊源までの流達時間に大きく関係することを考慮すると、流達時間の長い崩壊斜面は他の崩壊斜面に比べて崩壊地点数が少ないといえる。これらから、この図について考察すると 6 月 29 日の降雨特性が短時間集中型であったために斜面への雨水の供給が側方流入量に比べて鉛直上方からの降雨による直接の流入量が卓越したためこのような分布になったといえる。

図 7 に勾配と B/L の関係を示す。 B/L が大きく集水性の高い斜面の勾配が約 25° 付近に分布しており 30° 以上のものは見られず、明らかに集水性の低い斜面よりも緩勾配で崩壊を起こしているのが分かる。したがって、斜面に側方から流入する流量が多い斜面は、地下水位の変動が大きいと考察することができ、非集水型の斜面よりも限界勾配が低くなったといえる。

4. 結論

- (1) GIS を活用することにより、解析結果を数値のみでなく視覚的にとらえることができ、また短時間で効率的に作業を行うことができた。これより、地盤工学の分野にも GIS が有効であるといえる。
- (2) 1999 年 6 月 29 日の豪雨による斜面崩壊は、短時間に集中した降雨強度の大きい雨のため地盤の集水性を卓越し流達時間の短い非集水型の斜面に多く発生したと考えることができる。
- (3) 集水性の高い斜面は非集水地形よりも緩勾配で崩壊を起こしており、したがって斜面への雨水の側方流入量が斜面の安定性に関係していることが分かった。

また今後の課題として、さらに対象地域を拡大して様々な斜面についてその地形特性を統計処理などにより明らかにする必要がある。さらに、本研究では雨水はすべて地表を流下するとして扱ったが、実際には地下水位は雨水が地表から浸透することによって上昇する。よって、次の段階として地盤の集水性から地表面への浸透量などを決定し、地下水位変動を考慮した安定解析などの地盤工学的検討結果との統合を行う必要がある。

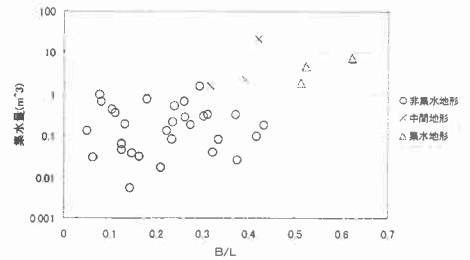


図 5 集水量と B/L の関係

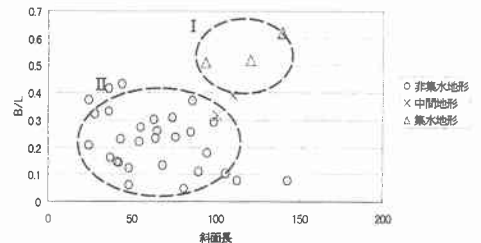


図 6 斜面長と B/L の関係

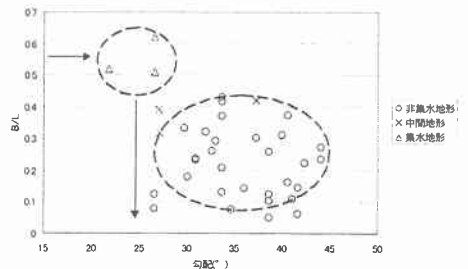


図 7 勾配と B/L の関係