

斜面勾配・平均曲率の
簡易計算プログラム操作マニュアル

国土交通省 国土技術政策総合研究所
危機管理技術研究センター砂防研究室

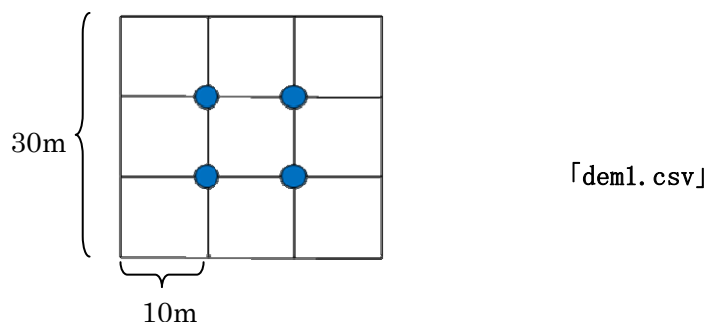
1. 斜面勾配・平均曲率の簡易計算プログラム操作方法

この計算プログラムでは、10mメッシュの標高データ（DEM）を用いて、斜面勾配と平均曲率の算定を行います。計算は区画ごとに標高データを作成して算定します。

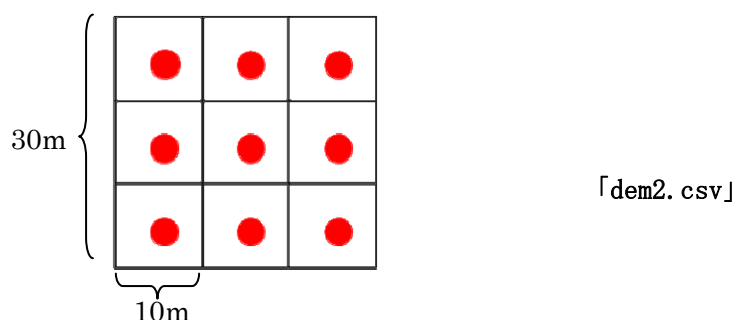
1.1. 計算条件

- ・計算で使用するデータは、10mの正方メッシュの標高データ（DEM）とします。
- ・正方メッシュの数は10×10の100個まで対応していますが、「地震時の急傾斜斜面崩壊危険度評価で用いる斜面の勾配、平均曲率を算出する場合は以下のデータが必要です（地震時の急傾斜地崩壊危険箇所危険度評価マニュアル p.4を参照）。

斜面勾配・・・2×2＝4メッシュ分のデータ（4個の標高データ）



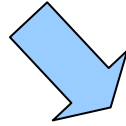
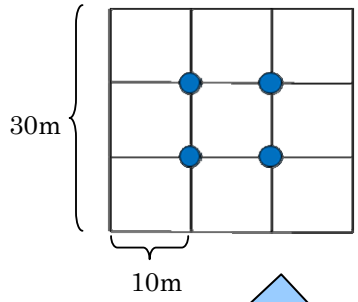
平均曲率・・・3×3＝9メッシュ分のデータ（9個の標高データ）



- ・計算で使用する標高データ（DEM）のファイル名は、必ず斜面勾配については「dem1.csv」、平均曲率は「dem2.csv」としてください。
- ・データの入力形式は矩形（縦n個×横n個 斜面勾配：2×2、平均曲率3×3）とし、データの一部に空欄がないようにしてください。

1.2. 計算で用いる標高データ（DEM）のデータファイルの作成

- ・DEMデータファイルは、表計算ソフト（Excelなど）を利用して作成します。
- ・データはcsv形式（テキスト形式でカンマ区切り）で保存してください。



Microsoft Excel - dem1.csv

	A	B	C	D	E	F
1	310.95	310.025				
2	304.325	303.7				
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						

dem1.csv として保存

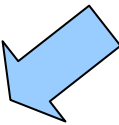
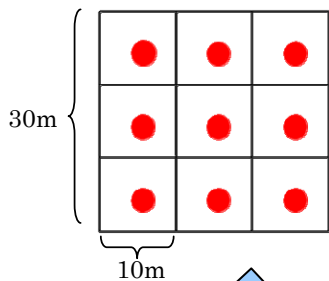


図 1. Excel を用いた標高データ入力例（斜面勾配の場合）



Microsoft Excel - dem2.csv

	A	B	C	D	E	F
1	312	311.8	311.8			
2	310	310	306.5			
3	298.5	298.8	299.5			
4						
5						
6						
7						
8						
9						

dem2.csv として保存

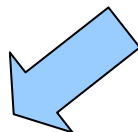


図 2. Excel を用いた標高データ入力例（平均曲率の場合）

1.3 計算プログラムの起動方法

1) 1.3 で作成した斜面勾配を求める dem1.csv ファイルと平均曲率を求める dem2.csv、計算プログラム（勾配・平均曲率作成プログラム.exe）を同一フォルダ内に格納します（同一フォルダにないと計算結果が出力されません）。

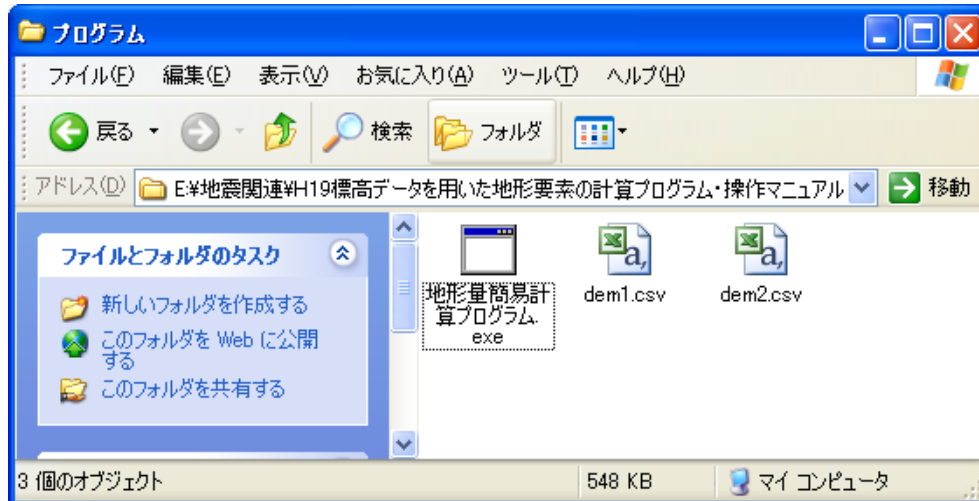


図 3. フォルダでのファイル格納状況例

2) 勾配・平均曲率作成プログラム.exe をダブルクリックします。

- ・自動的に dem1.csv、dem2.csv を読み込んで、出力されるファイルとして、斜面勾配算出結果「slope.csv」と、平均曲率算出結果「cur.csv」の2つのファイルが同じフォルダに書き出されます。

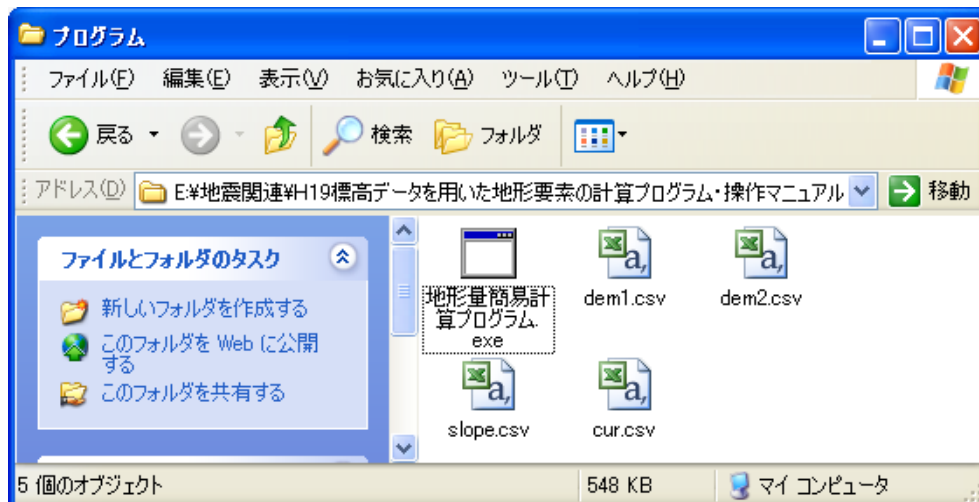


図 4. 斜面崩壊、平均曲率の計算結果ファイルの書き出し

1. 4. 計算結果の表示

- ・ 計算結果は斜面勾配が slope.csv に、平均曲率が cur.csv に出力されます。
- ・ 斜面勾配については計算結果が 1 つ出力されます。平均曲率については、 3×3 の 9 データが出力されますが、中央の値が求める平均曲率となります。これは DEM データの四方を囲むエリアは計算できないため、周辺が “-9999” のエラー値で表示するためです。

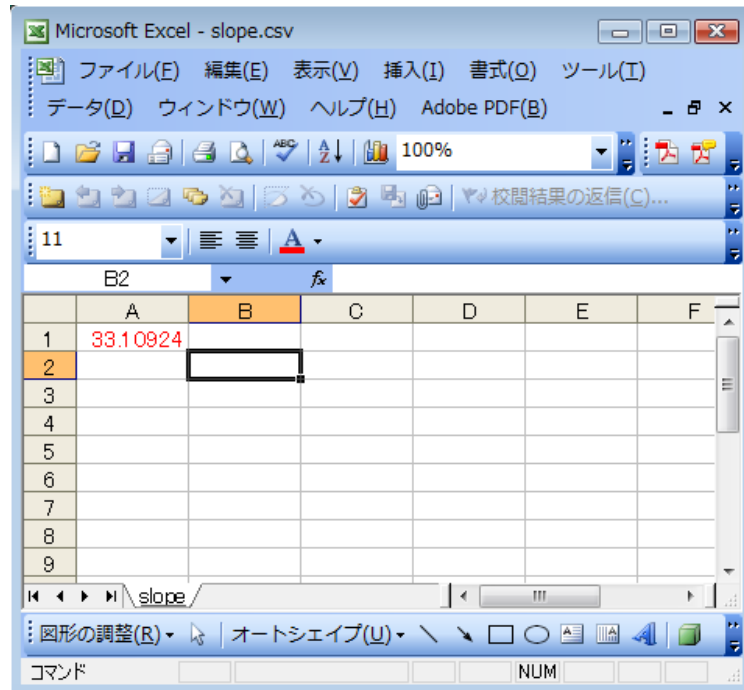


図 5. 計算結果（斜面勾配）の例

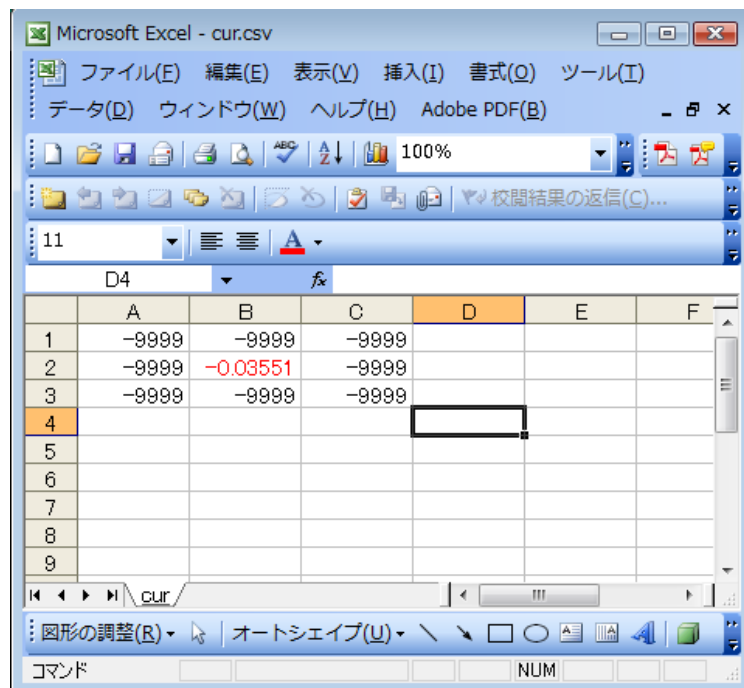


図 6. 計算結果（平均曲率）の例

1.5. 斜面の勾配、平均曲率の算出

斜面に設定した 30m×30mの区画ごとに dem1.csv、dem2.csv を作成し、斜面の勾配と平均曲率を算出します。

2. (参考) 斜面の勾配、平均曲率の計算方法について

「地震による斜面崩壊危険度評価手法に関する研究 (国総研資料第 204 号、2004 年 11 月)」
での手法にもとづき、斜面の勾配、平均曲率を算出する。それぞれの算出方法を以下に示す。

斜面勾配

各メッシュの水平面からの傾きを示す地形量である。メッシュの周囲 4 点からの距離が最小となるような平面 (一次傾向面) を決定し、その平面の最急勾配を各メッシュの斜面勾配とした。すなわち、上記平面の方程式を数式 1、水平面の方程式を数式 2 とすると、それら 2 つの平面がなす角が斜面勾配となる。なお、数式 1 と数式 2 の平面のなす角は、一般に数式 3 で表される。

数式 1

$$a_1x + b_1y + c_1z + d = 0$$

数式 2

$$a_2x + b_2y + c_2z + d = 0$$

数式 3

$$\theta = \cos^{-1} \frac{a_1a_2 + b_1b_2 + c_1c_2}{\sqrt{(a_1^2 + b_1^2 + c_1^2)(a_2^2 + b_2^2 + c_2^2)}}$$

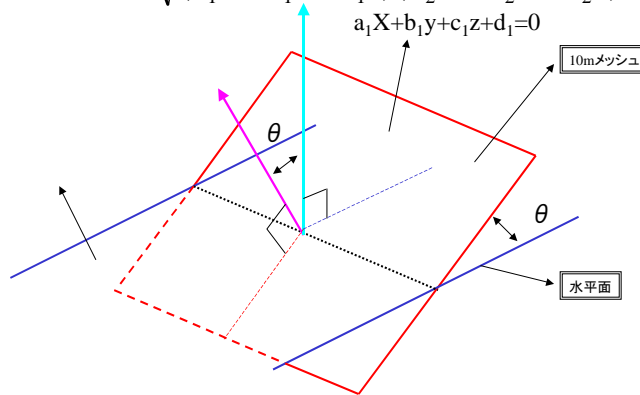


図 1. 斜面勾配の算出イメージ

平均曲率

地形の凹凸の指標として用いられるもので、曲面上のある点を通る全ての測地線（曲面上で2点間を結ぶ最短距離の曲線）の曲率の最大値と最小値の平均として定義される量である。算出方法は数式4に示すとおりである。

数式 4

$$H = \frac{h_{xx}(1+h_y^2) + h_{yy}(1+h_x^2) - 2h_x h_y h_{xy}}{2(1+h_x^2+h_y^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$h_x = \frac{\partial h}{\partial x} \quad h_y = \frac{\partial h}{\partial y} \quad h_{xx} = \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} \quad h_{yy} = \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} \quad h_{xy} = \frac{\partial^2 h}{\partial x \partial y}$$

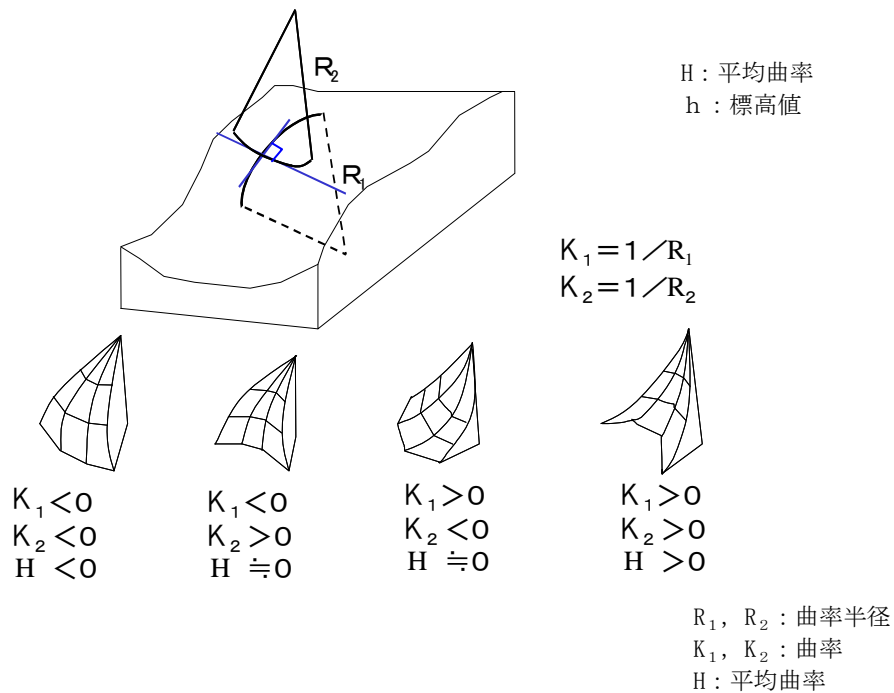


図 2. 平均曲率の算出イメージ

引用文献：西田顕郎・小橋澄治・水山高久（1997）：数値地形モデルに基づく地震時山腹崩壊斜面の地形解析，砂防学会誌，Vol49, No.6, pp.9～16