

TRIGRV：逆断層構造のための重力順計算ソフトウェア

領木邦浩*

TRIGRV : A Software for Gravitational 3-D Calculation Taking Reverse Faults into Consideration

Kunihiro Ryoki*

* 近畿職業能力開発大学校産業化学科 Department of Industrial Chemistry, Kinki Polytechnic College,
1778 Inaba-cho, Kishiwada, Osaka, 596-0103, Japan. E-mail: ryoki@chem.kinki-pc.ac.jp

キーワード：重力異常，地下構造，三角柱状モデル，水平二次微分，グリッドデータ

Key words : gravity anomaly, subsurface structure, vertical prism model, horizontal second derivative, grid data

1. はじめに

3次元構造モデルから重力値を計算するとき，従来用いられてきた方法は，垂直四角柱を用いるものである．この方法では四角柱の上面は一般に水平として計算されるため，地下構造の分割数を増やさない限り表現できる基盤構造は簡単なものに限られる．Götze and Lahmeyer (1988)は上面が傾斜した垂直三角柱がつくる重力値を求める FORTRAN サブプログラムを開発し，Ryoki (1996)はこれを簡単に利用するため基盤深度のメッシュ状データを三角柱データに変換する手法を考案した．Götze and Lahmeyer のサブプログラムは重力計算の体積積分をグリーンの公式によって表面積分に変換するものであるが，上面の三角形を計算する際に頂点の記述順序を逆転させると結果が負の値になる．この計算上の特性を利用すればメッシュ状データの表現手法を変えずに逆断層構造の重力値を簡単に計算することができる．ここでは，Götze and Lahmeyer の FORTRAN サブプログラムを利用する逆断層構造解析用 FORTRAN 主プログラムおよび Bisual Vasic アプリケーションプログラムについて述べる．

2. 3次元モデルの重力順計算

2.1 三角柱

一般に，地表の点 P において観測される地下構造（周囲との密度差 ρ ）が作り出すポテンシャルの Z 方向の勾配が重力値であるから，その値は，

$$\frac{\partial U(P)}{\partial z} = g(P) = G\rho \iiint_{Poly} \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{1}{R} \right) dv \quad (1)$$

となる．ここで， G ；万有引力定数， R ；点と地下構造 $Poly$ を構成する微小体積 dv との距離，である．(1)式の体積積分はグリーンの公式によって次のように表面 $Surface$ の積分に書き改められる．

$$g(P) = G\rho \iint_{Surface} \cos(\mathbf{n}, z) \left(\frac{1}{R} \right) dS \quad (2)$$

ただし， $\mathbf{n}$ は表面 dS の単位法線ベクトルである．地下構造が

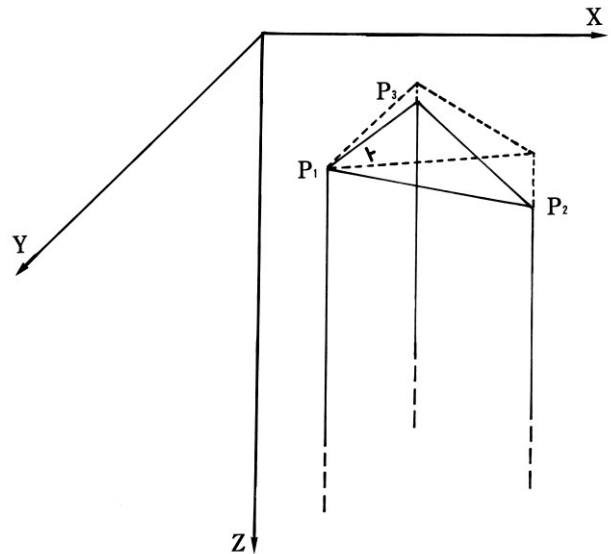
m 面の多角形平面で囲まれた多面体であれば，(2)式はさらに次のように書ける．

$$g(P) = G\rho \sum_{j=1}^m \left\{ \cos(\mathbf{n}_j, z) \iint_{Surface} \left(\frac{1}{R} \right) dS_j \right\} \quad (3)$$

第1図のような垂直に立つ無限の深さに延びた三角柱の場合，側面の法線の Z 軸方向の方向余弦は0だから重力値は上底面の面積分に限って行えば良いことになる．これに基づいて作成された FORTRAN サブプログラムでは，第1図の地表面 XY からみて反時計回りに $P_1 P_2 P_3$ の順に計算すると結果が正の値になり，逆にすると絶対値は同じであるが負の結果を得る．

2.2 非逆断層構造

第2図のように逆断層構造がない場合，地下構造が与え



第1図 重力計算の単位要素 上底△ $P_1 P_2 P_3$ が傾斜した直立半無限三角柱．

る重力値 $g(P)$ は各三角柱が作る重力値 g_{Δ} を総和すればよい。第 2 図では $g(P)$ は次のようになる。

$$g(P) = g_{\Delta BED} + g_{\Delta EFD} + g_{\Delta CDF} + g_{\Delta BDC} + g_{\Delta ABC} \quad (4)$$

ただし、各三角柱上面の計算は反時計回りとし、その重力値はすべて正の値になる。

2.3 逆断層構造

第 3 図に示される $\triangle BDC$ 部分が逆断層面であるような構造であるときも、 $g(P)$ の値は、

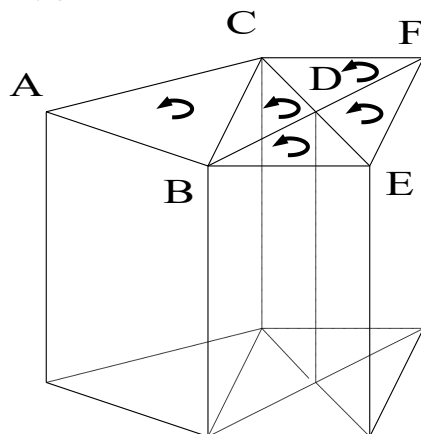
$$g(P) = g_{\Delta BED} + g_{\Delta EFD} + g_{\Delta CDF} + g_{\Delta BDC} + g_{\Delta ABC} \quad (5)$$

で与えられる。ただし、 $\triangle BDC$ の計算は 2.2 の場合と異なり反時計回りとなるため、 $g_{\Delta BDC}$ は負の値となる。そのため、四辺形 $BCFE$ を底面とする四角錐 $DBCFE$ の作る重力値から $\triangle BDC$ の作る重力値が引かれ、逆断層としてオーバーハングした部分の重力値が与えられる。

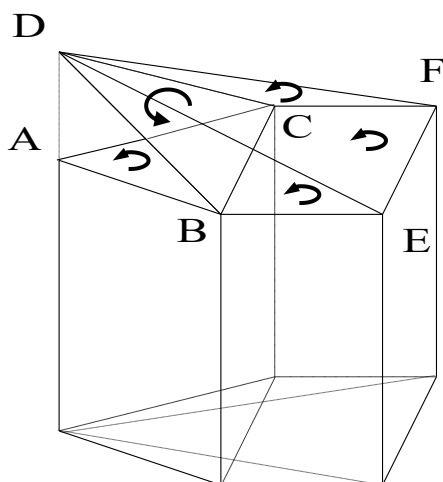
3. 処理手順

Götze and Lahmeyer の FORTRAN サブプログラムを利用する主プログラム TRIGRV は FORTRAN で作成した。また、サブプログラムをフリーソフト f2c で C++ に変換した後 DLL 化して利用する Bisual Basic ver.6 による Windows アプリケーションソフトウェア TRIGRV_VB も併せて作成した。これらの主な仕様は次の通りである。

入力ファイルは基盤面深度の格子データまたはこれを変換して作成した三角柱集合体データである。前者は塩野他(1987b)の立体地形図表示データ作成プログラムに準拠したデータ形式であり、後者は Ryoki(1996)に準拠したデータ形式である。



第 2 図 逆断層構造がない場合の三角柱モデル



第 3 図 逆断層構造がある場合の三角柱モデル

基盤の計算範囲は第 4 図のようにする。重力計算のための基準面 z はその深度を設定するか、最大深度、最低深度、無限深のいずれかから選択する。格子データ外は重力計算の打ち切り誤差をできるだけ小さくするために格子データエリアの中心点から半径 R の円周上の点まで基盤面が続くと仮定して計算する。 R はデフォルトで格子データエリアの平均の半径 r の 100 倍としているが、任意に入力することもできる。これらの点の深度はデフォルトでは直近の格子データ外周点の深度と一致させているが、任意の深度や格子データ外周点の深度の平均値を選択することもできる。計算値を求める地表点は任意の間隔・格子数の格子点として設定する。

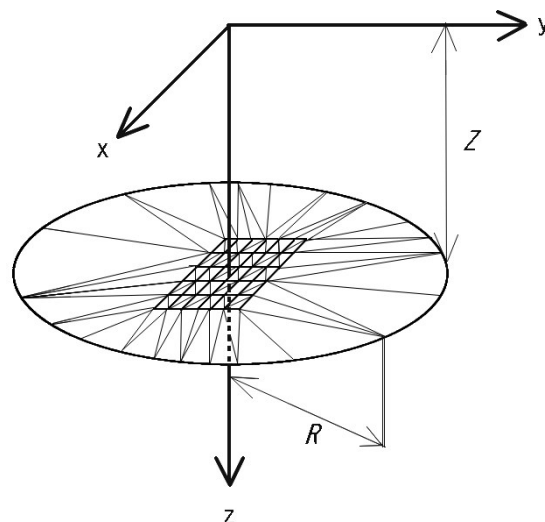
計算結果は、塩野他の立体地形図表示データ作成プログラムに準拠した格子データファイルとして保存される。このファイルは塩野他(1987a) や坂本他(2001)の立体地形図表示プログラムなどで表示できる。

5. おわりに

TRIGRV または TRIGRV_VB を用いると、逆断層構造が作る重力値の計算が比較的容易にできるようになった。しかし、入力データに手作業で逆断層を設定しなければならないので、今後これを簡単に作成するツールの開発が必要である。

文 献

- Götze, H. -J., and B. Lahmeyer (1988) *Application of Three-Dimensional Interactive Modeling in Gravity and Magnetism*, Geophysics, vol.53, p.1096-1108.
- 坂本正徳・塩野清治・升本眞二(2001) Terramod2001: 地層面推定・表示ソフトウェア, 情報地質, vol.12, p.112-113.
- 塩野清治・弘原海清・升本眞二(1987a)地質データの表示を目的とした改良コンターマップ作成プログラム, 情報地質, no.12, p.259-273.
- 塩野清治・弘原海清・升本眞二(1987b)最適化原理による地層面の推定 — 不等式データや傾斜データを用いた曲面の推定 —, 情報地質, no.12, p.299-328.
- Ryoki, K.(1996) *Method of Dividing Underground Model into Triangular Forms and its Application in Gravity Analysis*, Geoinformatics, vol.7, p.117-127.



第 4 図 基盤の計算範囲 中央の格子点が基盤深度の入力点。