

Ⅲ-A272

温度分布を考慮した東北地方の地殻変動予測解析

|                |     |                    |
|----------------|-----|--------------------|
| 佐藤工業(株)        | 正会員 | 中村 英孝, 伊東 守, 児玉 敏雄 |
| 住友金属鉱山(株)      |     | 水落 幸広              |
| (財)原子力環境整備センター |     | 河野 愛               |

1. はじめに

著者らは地殻の長期変動予測を行うため、東北地方を対象として数値解析によるケーススタディを実施している<sup>1)</sup>。当地域の一つの特徴として火山や温泉などの存在が挙げられ、このような地域の構造解析では地殻深部の熱特性が問題となる。また、地殻の温度分布の推定は火山の影響評価にとっても重要な指標となる。そこで本検討では、まず当地域の熱特性を明らかにするため、熱伝導解析と地温勾配から地殻の温度分布を推定した。次に、これに基づいた地層構成と地殻物性値を設定し構造解析モデルを作成した。構造解析にはRBSM(剛体ばねモデル)を用い、断層部の挙動に着目した地殻の長期変動予測解析を行ったのでその結果について報告する。

2. 温度分布の推定

熱伝導解析は単一火山のマグマ溜まりに着目し、その定置深度や初期温度等のパラメータから地殻深部の温度分布を推定することを目的とする。地質構造断面図を図-1に示す。村岡ら<sup>2)</sup>の解析結果を本検討に対応付けると、秋田駒ヶ岳深度5kmでの温度は約350-950℃となる。そこで、マグマ溜まりの周辺温度分布の違いにより解析領域底面に熱源を仮定し、初期温度が300℃(ケース1)と600℃(ケース2)のケースについて地温分布の検討を行った。熱物性は表-1に示す値を用い、8万年間の非定常計算を行った。解析結果として、両ケースの温度分布を図-2に示す。ケース1の場合、8万年後の温度分布はNEDOの分布<sup>3)</sup>と整合的である。仮に、解析初期値を現在から8万年前と仮定すると、各深度の温度がピークになる5万年後の値は、秋田駒ヶ岳火山の測定年代値とほぼ一致する。そこで、ケース2の温度分布に基づいてRBSMによる構造解析モデルを図-3のように作成した。

3. 断層挙動の検討

構造解析モデルの地層構成は温度分布の違いにより4層に分類した。各層の変形特性及び強度特性は既往の研究結果<sup>4),5)</sup>を参考として表-2の値を用いた。当地域の主要断層はその活動度に応じ、活動性断層(AF系)と他の断層(F系)に分類される。断層部は、断層法線方向のばね定数( $K_n$ )は断層周辺の岩盤相当とし、接線方向のばね定数( $K_s$ )は断層のすべりを表現するため、法線方向のばね定数を低減した値を用いた。ここで、 $K_s$ は断層の活動年代と再来周期に応じて岩盤の弾性係数 $E$ の $10^{-3} \sim 10^{-4}$ に設定した。解析結果としてAF系断層の $K_s$ を $10^{-3}$ とした場合(ケースA)と $10^{-4}$ とした場合(ケースB)の変形図を図-4に示す。両図を比較すると、ケースBでは地表面におけるAF系断層のすべりが大きく、隆起する変形モードが生じている。さらに、解析モデル底面の法線方向のばね定数を変化させ断層部の挙動について調べた結果、ばね定数が岩盤相当もしくはやや低減された場合に現実の地殻変動と整合的であった。したがって、断層の変形挙動は、地下深部の解析モデル底面の法線方向のばね定数よりも、断層接線方向のばね定数の値に寄与していると考えられる。

---

キーワード：地殻運動，マグマ，熱伝導解析，RBSM，断層

連絡先：〒103-8639 東京都中央区日本橋本町 4-12-20 佐藤工業(株), Tel 03-3661-2298, Fax 03-3668-9481

表-1 地殻の熱物性

| ケース | 熱伝導率<br>(W/mk) | 比熱<br>(J/kgK) | 密度<br>(KN/m <sup>3</sup> ) | 初期マグマ<br>温度(℃) | 底面熱流速<br>(W/m <sup>2</sup> ) |
|-----|----------------|---------------|----------------------------|----------------|------------------------------|
| 1   | 2.21           | 829           | 24.33                      | 300            | 0.05~0.15                    |
| 2   |                |               |                            | 600            | 0.20~0.60                    |

備考：マグマ上面温度の時間依存性  
 ケース1：300℃（初期温度）→250℃（500ステップ）→225℃（650ステップ）  
 ケース2：600℃（初期温度）→500℃（500ステップ）→400℃（650ステップ）

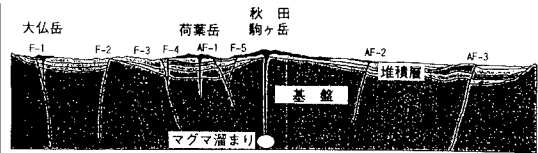
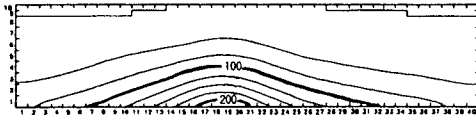
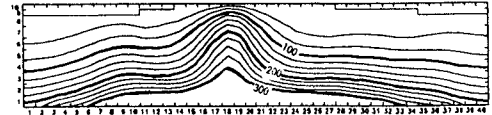


図-1 地質構造断面図



（ケース1：初期温度 300℃）



（ケース2：初期温度 600℃）

図-2 温度分布

表-2 岩盤の物性値

| 区分<br>番号 | 単位体<br>積重量<br>(kN/m <sup>3</sup> ) | 弾性<br>係数<br>(MPa) | ポアソン<br>比 | 粘着力<br>(Mpa) | 内部<br>摩擦角<br>(度) |
|----------|------------------------------------|-------------------|-----------|--------------|------------------|
| ①        | 23.0                               | 2,500             | 0.30      | 2.0          | 35.0             |
| ②        | 27.0                               | 2,160             | 0.32      | 2.0          | 35.0             |
| ③        | 30.0                               | 1,080             | 0.41      | 1.5          | 30.0             |
| ④        | 30.0                               | 540               | 0.46      | 1.0          | 30.0             |

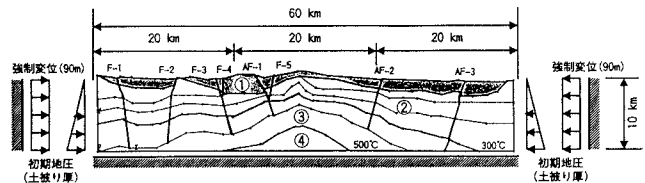
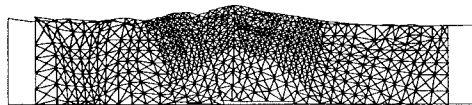
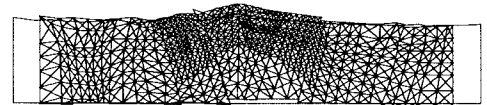


図-3 構造解析モデル



（ケースA：Ks=10<sup>-3</sup>）



（ケースB：Ks=10<sup>-4</sup>）

図-4 変形図

#### 4. おわりに

本検討では、地殻深部の熱的構造を明らかにし、断層部のすべりを考慮したRBSM解析により、活動性断層の挙動を定性的に示した。しかしながら、実際の地殻変動を精度良くシミュレートするには、複雑な地質モデルの作成が必要となる。今後、温度と岩盤物性に関するデータを蓄積し、より現実に近いマグマ定置深度や解析モデルを設定すると共に、断層のせん断ばね定数、境界条件などを十分に検討し、地質学的な見解と照合しながら地殻の将来の動きについて検討する予定である。本研究は通産省からの委託により、(財)原子力環境整備センターで行っている研究開発の一部をまとめたものである。本研究を実施するに当たり、終始ご指導頂きました東京大学大久保誠介教授、明星大学竹内則雄教授、西村進京都大学名誉教授をはじめとする皆様に謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) 中村, 伊東, 児玉, 水落, 河野: 東北地方における地殻の粘弾性解析: 土木学会第52回年講3A, pp.424-425, 1997.
- 2) 村岡, 松林: 接触変成帯の厚さによるマグマ規模の推定, 地質学論集43, pp.73-86, 1994.
- 3) NEDO: 広域熱水流動系調査秋田駒地域報告書, p194, 1990.
- 4) 緒方: 高圧熱水環境における岩石の力学的特性, 岩の力学国内シンポジウム7, pp.461-466, 1987.
- 5) 島田: 高温高封圧下における岩石の破壊強度と摩擦強度, 岩の力学国内シンポジウム8, pp.193-198, 1990.