

日本列島の速度場に基づく応力逆解析

Stress Inversion Analysis Based on Velocity Field of the Japanese Islands

飯沼 卓史[1], 加藤 照之[2], 堀 宗朗[1]

Takeshi Iinuma[1], Teruyuki Kato[2], Muneo Hori[2]

[1] 東大・地震研, [2] 東大地震研

[1] ERI, Tokyo Univ, [2] Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo

日本列島においては 1000 点あまりの観測点からなる GPS 観測網が国土地理院によって、1994 年以来運営されている。この観測網のもたらした変位速度場に基づく研究は数多く行われ、日本列島の現在の変形、歪み場に関する多くの理解が得られてきた。一方、地震活動の予測に関して言えば、応力の状態及び変化を知り、データを蓄積することがその第一歩となりうるが、日本列島が単純な弾性体で無いばかりか物性の不均一性が著しいことから、GPS の観測から得られる歪み場より応力場を求めるには、何らかの仮定に基づいた逆解析を行う必要がある。本研究では Hori and Kameda(2001)により提案されている新しい応力逆解析手法を日本列島に適用し、応力の変化をモニタリングすることを目標とする。今回の発表では、これまでに得られた応力逆解析の結果を紹介し、その結果から手法の妥当性を議論する。

1、手法

この応力逆解析手法の特長は

- 1) 歪みと応力間の構成則が完全にわかっていなくても解析できる
- 2) Airy の応力関数を用いることで観測量の高階微分を使わなくてすむので精度がよい
といった点があげられる。

二次元平面応力状態を仮定し、Airy の応力関数をその二階の偏導関数が応力の三成分に対応するように定義する。応力テンソルは釣り合いの式を満たすが、これは Airy の応力関数を上のように置くことで自動的に満たされる。これであと一つ応力と歪みの間の関係式を与えれば一つの未知数に対し一つの方程式があることになり、解きうることになる。今回の研究では、日本列島の塑性変形は主として断層運動によっており、これは剪断変形しか生み出さない、すなわち、歪みの面積成分に塑性成分は無い、ということを仮定して、Airy の応力関数のラブラシアンが観測された面積歪みの 倍になるという支配方程式を用いる。 は二次元の面積弾性率である。また、境界では応力と traction が釣り合うことより、traction から resultant force を定義し、Neumann 型の境界条件を導出する。この境界値問題を有限要素法で解く。その際必要となるのは係数 と、境界での traction (ひいては resultant force) 、そして入力としての観測された変位場のデータである。

2、日本列島への適用

日本列島へ実際に適用する際には境界での traction を何らかの方法で見積もらねばならないが、本研究では、平均の応力を全体で支えるように traction を与えた場合 (Case 1) と、プレート境界地震の応力降下量は蓄積された traction を解放するものと考え、応力降下量を再来周期で割り、地震時の滑り方向に traction として与えた場合 (Case 2) との二通りの見積もり方をし、逆解析に用いた。速度場のデータとして 1996 年 4 月から 1999 年 8 月までの GPS 観測から求められた同期間の平均の速度場を用い、 $\sigma = 200\text{GPa}$ として解析を行った。この値は Case 2 において文献中で応力降下量を求めるのに使われている $\mu = 50\text{GPa}$ という値からポアソン比を 0.25 として求めた。二つのケースについての解析結果においては、境界部では値が大きく異なるが、内陸部 (特に中国や北海道) ではさほど分布の違いは無いので、Case 2 の応力の分布を用いて歪みの分布とを比較した。

この応力場から日本列島に対して等方弾性を仮定し歪みを再計算し ($\sigma = 200\text{GPa}$ 、 $\mu = 50\text{GPa}$ とした) 観測された歪みとの差を調べたところ、全体的に再計算した歪みのほうが大きな値を持つような分布を示した。このことは、再計算の際に用いた μ の値 (逆解析時には使われない) が、実際よりも小さいものだったということを示している。また、局所的に差が大きくなる領域が多く見られた。こういった領域では μ が特に周りの領域よりも大きな値を持っていると考えられる。地震活動の分布と重ねるとこの差の大きい領域では活動が不活発であるようにも見え、応力逆解析の結果から再計算された歪みと観測された歪みとの違いには物性の不均一性が現れていることを示唆している。