

ボアホール内で観測される食い違い面で作られたピエゾ磁気変化

Piezomagnetic signals in a borehole due to dislocation sources

笹井 洋一[1], 宇津木 充[2], 西田 泰典[3]

Yoichi Sasai[1], Mitsuru Utsugi[2], Yasunori Nishida[3]

[1] 東京都災対部, [2] 国土地理院, [3] 北大・理・地球惑星

[1] Disaster Prevention Division, Tokyo MG, [2] G. S. I., [3] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ.

地震学と火山学において、ボアホールを用いた地球物理的観測にはいくつかの利点がある：特に人工的ノイズを減らし、かつ変化の原因に近づくことでシグナルも増大する。しかしポテンシャル量（重力と磁場）を観測する場合には特別な考察が要求される。何故なら我々は場を作り出す源泉の内部で観測するからであって、これはポテンシャル論における重要な研究テーマのひとつであった。とりわけ磁性体の内部で磁場を測定する時には、測定のために開けた空隙の壁に現れる磁化の影響を考慮しなくてはならない。食い違いを原因とした応力に伴うピエゾ磁気変化を求める際には、この追加項は変位場と非常に簡単な関係で結ばれている：すなわち追加項はその観測点の変位場にある物質定数を掛けたものになる(Sasai, 1983)。この成分が地上でのピエゾ磁気変化を更に増幅する効果を持つことが、垂直な横ずれ断層の場合に示された(Sasai, 1994)。我々は Sasai(1994)の結果を任意の傾きを持ち、横ずれ、縦ずれ、開口運動を行う長方形断層に拡張する。これは Utsugi et al. (2000)の公式を拡張したものに相当する。

まず帯磁した地殻内部における基本ピエゾ磁気ポテンシャルを求める。これは6種類の点食い違いの作るピエゾ磁気ポテンシャルであって、磁性体外部の解はすでに Sasai(1991)によって定式化されている。地中のピエゾ磁気ポテンシャルを求める際には、ボアホールの壁に現れる磁化の影響だけでなく、観測点が地表より下にあることの効果も考慮しなくてはならない。後者の効果は磁束密度(magnetic induction)が境界面で連続であるという境界条件から、観測点が地表面(磁性体の境界)を通過する際に磁場の法線成分が不連続になることから生じる。このギャップは観測点が地中に移ると突然現れる前者の効果(ボアホールの壁の磁化の影響)を丁度キャンセルするように生じるので、結果としてポテンシャルそのものは観測点が空中から地中に移る際にも連続である。地中でピエゾ磁気変化が増幅されるのは、変化の源泉である食い違い面に近づくためと、鉛直成分が後者の影響で急速に増大するためである。得られた基本ピエゾ磁気ポテンシャルを断層面上で積分することで、我々は Utsugi et al. (2000)の公式の拡張版を得ることができる。

Sasai, Y., 1983, BERI, 58, 763-785.

Sasai, Y., 1991, BERI, 66, 585-722.

Sasai, Y., 1994, In 'EM Phenomena Related to Earthquake Prediction' (Eds. Hayakawa and Fujinawa), 51-54.

Utsugi, M., Y. Nishida, Y. Sasai, 2000, Geophys. J. Int., 140, 479-492.