

## 層構造を持つ弾性媒質中の変位・応力源から生じる piezo 磁場の波数空間における表現式

# 山崎 健一 [1]  
[1] 京大・防災研

### An analytical solution of the piezomagnetic field generated by a point dislocation source in a stratified elastic medium

# Ken'ichi Yamazaki[1]  
[1] DPRI, Kyoto Univ.

In this presentation, a general procedure is presented to derive a closed form expression (i.e. analytical solution) of the piezomagnetic field generated by a point dislocation/expansion source in a layered elastic medium. Although a similar problem has been treated by Okubo & Oshiman (2004) by using a numerical integration, the present work derives an analytical solution. The governing equations described by partial differential equations are reduced to a set of ordinary differential equations after a suitable transformation of variables; thus, they can be solved analytically. An advantage of employing analytical solutions is that analytical solutions for elastic media can be extended to those for viscoelastic media by means of the "Correspondence Principle" [c.f. Bonafede et al., 1986]. The solution for layered viscoelastic media will be presented in the next meeting.

この発表では、弾性乗数が層構造をもつ媒質中に点状の圧力あるいは食い違い源が置かれた場合に piezo 磁気効果によって生じる磁場 (piezo 磁場) の表現式を波数空間において閉じた形 (解析解) で求めるための一般的手順、および層が少ない場合についての具体的な形を報告する。

piezo 磁場を計算する目的は、地震や火山噴火に伴う地磁気変化の原因を明らかにすること、あるいは、地磁気変化の観測値から応力・変位源に関するパラメータを推定することである [e.g. Ueda et al., 2005; Napoli et al., 2007; Yamazaki, 2013]。その計算の基礎として、多くの場合、単純化された媒質中の応力・変位源から生じる piezo 磁場の表現式 [e.g. Sasai, 1991; Utsugi et al., 2000] が用いられる。しかし実際の地殻は決して一様な半無限媒質ではない。少なくとも深さ依存性を持っている。もしも弾性不均質が piezo 磁場に大きく影響するならば、地震・火山噴火に伴う地磁気変化に関する観測研究を進めるうえで修正を加える必要がある。

Okubo & Oshiman [2004] は、層構造弾性媒質中の球状圧力源 (山川一茂木モデル) から生じる piezo 磁場を計算する手順を提案した。彼女らの方法は、変位-応力場は閉じた形の表現式 (解析解) で求める一方で、対応する磁化分布とそこから生じる piezo 磁場は数値積分で評価するものである。だが、Currenti et al. [2008] が指摘しているように、圧力源あるいは食い違い変位源が点とみなされる場合、piezo 磁場も解析解で表現することができる。それを具体的に示すのが本報告である。

今回報告する計算手順では、問題の軸対称性を利用して、偏微分方程式で記述される支配方程式を波数空間における常微分方程式に帰着する。Okubo & Oshiman が利用した弾性場の解はこうして得られたものであるが、同様の方法は磁場についても適用可能であり、磁化分布が波数空間で与えられたならば磁場分布の解析解も波数空間で得られる。弾性場と piezo 磁気効果による磁化分布を結びつける線形の構成法則は、波数空間においても線形関係式として記述することができる。これらによって piezo 磁場の表現式を閉じた形で書き下すことができる。

弾性層構造媒質から生じる piezo 磁場を計算するだけならば、先行研究のような数値積分による方法で十分である。解析解を求めた理由は、対応原理 [e.g. Bonafede et al., 1986] を利用することで粘弾性層構造媒質から生じる piezo 磁場の表現式に拡張できるからである。piezo 磁場の計算においても粘弾性の考慮が重要であることは、粘弾性半無限媒質を仮定した先行研究 [Currenti et al. 2008] でも示されているので、これは重要な拡張である。粘弾性層構造媒質から生じる piezo 磁場の表現式とその応用については、次の学会で報告する予定である。