

半無限多孔質弾性多層構造媒質中のモーメント・テンソルによる変形場の表現 The expressions for deformation fields due to a moment tensor in a poroelastic half-space

橋間 昭徳^{1*}

Akinori Hashima^{1*}

¹ 千葉大学理学研究科地球生命圏科学専攻

¹Dept. Earth Sciences, Chiba University

近年の地震余効変動の解析によれば、地殻上部は、数ヶ月ほどの時間スケールにおいては岩石の弾性的な変形と岩石の空隙内の流体（水）の流動がカップルする多孔質弾性体としての性質を持つことが指摘されている。地殻変動観測からその原因となる断層すべり運動などの内部過程を正しく推定するためには、地殻の多孔質弾性的な性質の影響を精確に見積もることが必要である。これまでの多孔質弾性体の成層構造媒質の変形場の研究では、変位の食い違い、水の注入源などの個別な力源に対して別個に求められてきた。そこで、本研究では、一般的な内部力源の表現であるモーメント・テンソルを用い、半無限多孔質弾性多層構造媒質中の変形場の一般的な表現を導出した。

はじめに、等方的な多孔質弾性体からなる無限媒質中のモーメント・テンソルによる変形場の円柱座標系におけるポテンシャルの表現を求めた。まず、モーメント・テンソルによる変形場の一般的な表現は、撃力による変形場の既存の表現を力源座標で微分することによって比較的簡単に得られる。多孔質弾性問題の解は一般に時間依存するので、今後の変形を容易にするために、ラプラス変換して時間依存部分をラプラス変数で置き換える。次に、この表現を、平行成層構造問題で扱うために、デカルト座標系から円柱座標系に変換する。最後に、得られた変位の表現式にハンケル変換を施して、静的問題の変位ポテンシャルの表現を得た。多孔質弾性問題の場合、固体変位と間隙水圧の4成分に対して、弾性問題に対応する3つの変位ポテンシャルと、間隙水圧のポテンシャル（Biotのポテンシャル）の4つが用いられる。得られた固体変位のポテンシャルはラプラス方程式、Biotのポテンシャルは拡散方程式を満たす。

上で得られた解は、数学的には非斉次微分方程式の特解にあたり、構造をもつ媒質においては力源の影響を直接に表す解として用いることができる。この解を構造媒質のモード解（斉次解）と足しあわせ、伝達行列の方法を用いれば、構造媒質の変形応答解が求められる。そのために弾性問題において用いられる伝達行列を、多孔質弾性問題に拡張し、成層構造問題の解を求めた。得られた解はラプラス平面上の解であり、数値的に逆ラプラス変換を行うことによって、物理平面上の解を求めることができる。

キーワード: 多孔質弾性, 内部変形, 層構造モデル, モーメント・テンソル, 数学的定式化, 間隙水圧

Keywords: poroelasticity, Internal deformation, Layered half-space model, Moment tensor, Mathematical formulation, Pore pressure