

大 林 組 正 眞 谷 口 信 博

山梨大学工学部 正 眞 平 島 健 一

山梨大学工学部 正 眞 川 上 哲 太 朗

1. まえがき

著者らはこれまで、不透水性剛体基盤上の飽和多孔質弾性体上を定速度で移動する鉛直およびせん断荷重の準静的問題に対し、Fourier変換および高速 Fourier変換（数値的逆変換）を適用した解析手法を示し、その有用性および解析結果の検討を行なってきた¹⁾

本研究では、これまで取り扱ってきた問題をさらに一般化・実用化するために、不透水性剛体基盤上の層状性多孔質弾性体の表面および内部に定速度移動の荷重や転位、あるいは時間調和型の荷重や転位が作用する問題に対し、前述の解析手法を適用し解析を行なったものである。

2. 解析法

Fig.1 に本研究で取り扱う解析モデルを示す。ここで、領域1、2はそれぞれ異質の半無限飽和多孔質弾性体であり、領域3は、半無限不透水性剛体基盤である。荷重条件としては、(A) 表面および内部を荷重・転位が定速度で移動する場合、(B) 表面および内部に時間調和型の荷重・転位が作用する場合の2条件を考える。

次に、領域1および2の飽和多孔質弾性体に対する支配方程式は、Biotの基礎関係式²⁾から次のようになる。

$$\left. \begin{aligned} \mu u_{i,jj} + (\lambda + \mu) \varepsilon_{,i} + \gamma e_{,i} &= \rho_{11} \ddot{u}_i + \rho_{12} \ddot{U}_i + b(\dot{u}_i - \dot{U}_i) \\ \gamma \varepsilon_{,i} + \beta e_{,i} &= \rho_{12} \ddot{u}_i + \rho_{22} \ddot{U}_i - b(\dot{u}_i - \dot{U}_i) \\ b &= \eta f^2 / k \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 μ 、 λ はLaméの定数、 γ 、 β はBiotの定数、 u_i 、 U_i は固体相および流体相の変位、 ε 、 e は固体相および流体相の体積歪である。また、 f は間隙体積比、 η は流体の粘性係数、 k は透水係数であり、 ρ_{11} 、 ρ_{22} は固体相および流体相有効密度、 ρ_{12} は連成密度である。さらに、 $(\cdot)_{,i}$ は空間座標 x_i 、 $(\dot{\cdot})$ は時間変数に関する偏微分を表わす。

境界条件は、Fig. 1に示した $x_2=h^0$ 、 h^1 、 h^2 において、それぞれ次のように与えられる。

$$\dot{u}_2 - \dot{U}_2 = 0, \quad u_1^* = u_2^* = 0 \quad \text{at } x_2 = h^0 \quad \dots\dots (2) \quad S_{22}^* = P_s, \quad \sigma^2 = 0, \quad S_{21}^* = 0 \quad \text{at } x_2 = h^2 \quad \dots\dots (3)$$

$$\left. \begin{aligned} S_{22}^* - S_{22}^* = 0, \quad \sigma^2 - \sigma^1 = 0, \quad S_{21}^* - S_{21}^* = 0, \quad (\dot{u}_2^* - \dot{U}_2^*) - (\dot{u}_2 - \dot{U}_2) = 0, \\ u_1^* - u_1^* = \zeta_1, \quad u_2^* - u_2^* = \zeta_2 \end{aligned} \right\} \quad \text{at } x_2 = h^1 \quad \dots\dots (4)$$

ここで、上付きの添字はそれぞれに対応する領域を表わす。また、 S は固体相の有効応力、 σ は流体相の間隙応力であり、 P_s 、 ζ_1 、 ζ_2 は各境界における荷重および転位を表わす。

荷重条件(A)の場合、支配方程式(1)の慣性項は無視できる。さらに、得られた式の時間変数 t を移動座標を用いて消去し、変数 x_1 に関してFourier変換する事により、支配方程式は常微分方程式に変換される。荷重条件(B)の場合は、変数 x_1 、 t に関して2重Fourier変換することにより、常微分方程式に変換される。したがって、問題は境界条件式(2)～(4)より12個の積分定数を求める事に帰着される。さらに、

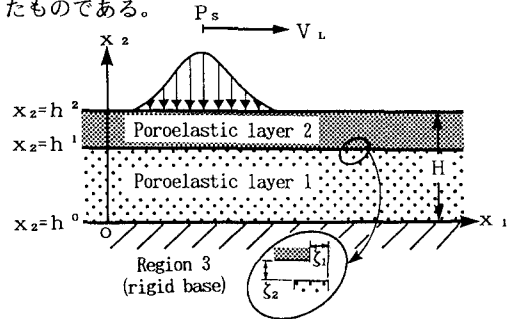


Fig.1 Two-layers under the surface tractions and internal dislocations.

得られたFourier 変換解にFFT を適用して、実領域における変位、応力成分等を求める事ができる。

3. 数値計算例

領域1の多孔質弾性体を砂質土相当の媒体であると仮定し、領域2は式(1)中の係数 γ , β , η を十分小さくすることにより、完全弾性体と近似して数値計算を行なった。なお、数値計算に用いた力学定数は、文献(3)によるものを用いた。

Fig. 3 (a), (b)は上表面上($x_2=h^2/H=1.0$)をFig. 2に示すような分布直応力 P_s が、速度 $V_L=0.1, 10^2$ (m/s)で移動した場合の、下表面($x_2=h^0/H=0.0$)における有効応力 S_{22} および間隙水圧 σ の分布を示したものである。これより、移動速度の変化による影響が、間隙水圧の分布に顕著に現れているのが判かる。

Fig. 4 (a), (b)は、内部境界上($x_2=h^1/H=0.5$)をFig. 2に示すような水平方向転位 ξ_1 が、速度 $V_L=10^2$ (m/s)で移動した場合の、上表面($x_2=h^2/H=1.0$)における変位 u_1 および u_2 の分布を示したものである。図中において、実線は剛体基礎上の領域全てが飽和多孔質弾性体とした場合の結果であり、破線は完全弾性体とした場合の結果を示したものである。

なお、詳細等については、学会当日発表する。

Fig.2 Distribution of applied surface normal stress or applied horizontal dislocation.

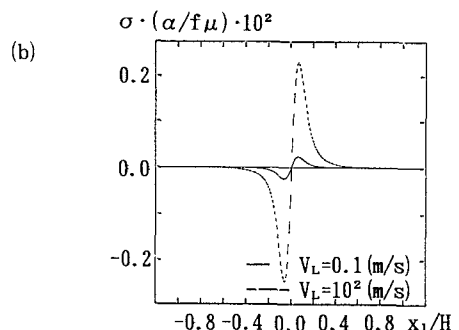
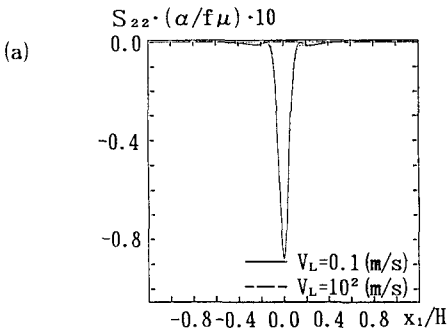
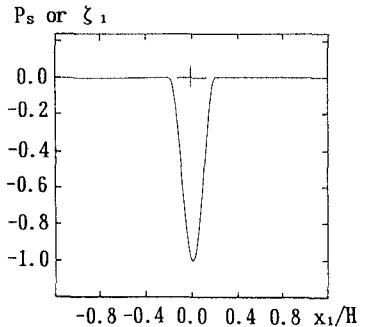


Fig.3 Distributions of effective solid stress and fluid stress at the layer's base ($h^2/H=0.0$).

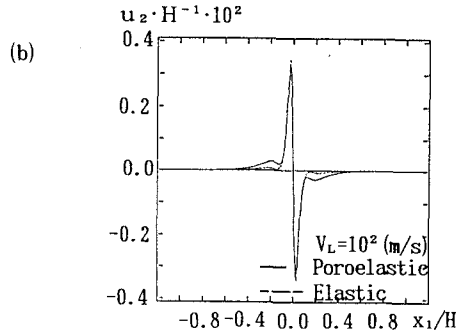
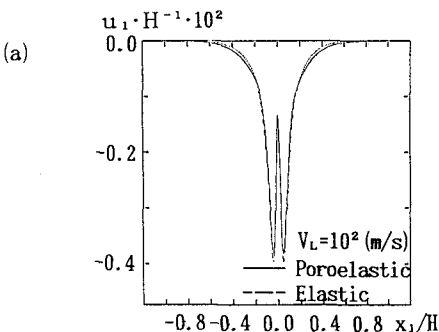


Fig.4 Distributions of horizontal and vertical displacement at the surface ($h^2/H=1.0$).

参考文献 1) 平島健一, 谷口信博, 第42回年次学術講演会概要集第1部, pp.44-45, 1987. 2) Biot, M.A., J. Acoust. Soc. Am., Vol. 28, No. 2, pp. 168-175, 1956. 3) Philippacopoulos, A. J., Bull. Seismol. Soc. Am., Vol. 114, No. 31, pp. 1740-1759, 1988.