

海底を伝わる波動の伝播特性に関する基礎的検討

東京理科大学理工学部 正会員 東平 光生
東京理科大学大学院 学生員 ○ 森田 大

1 はじめに

第一筆者は薄層要素-離散化波数法を用いた固体-流体波動場の Green 関数を誘導し、その手法の妥当性を比較的浅い水深を持つ海洋モデルで検討している。本研究ではこの結果をふまえた深海域での固体-流体の相互作用解析を行っている。

2 解析手法の概要

東平[1]によれば、固体-流体の相互作用を表す波動伝播を薄層要素-離散化波数法によって解くと次の Green 関数で示される。

$$\begin{Bmatrix} u(r, \phi, t) \\ p(r, \phi, t) \end{Bmatrix} = \sum_{m=-\infty}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} [C_{kn}^m(r, \phi)] \int_0^t [V_{kn}^m][\Phi_{kn}^m(t-\tau)][V_{kn}^m]^{-1}[M]^{-1} \begin{Bmatrix} F_{kn}^m(\tau) \\ G_{kn}^m(\tau) \end{Bmatrix} d\tau \quad (1)$$

ここに、 u, p は円筒座標系表示における固体変位、流体圧力で C_{kn}^m は horizontal wave function を成分とするマトリクス、 V_{kn}^m, Φ_{kn}^m はモード解析により得られるマトリクス、 M は薄層要素の質量マトリクス、 F_{kn}^m, G_{kn}^m はそれぞれ固体、流体の物体力を表すベクトルである。

3 解析結果の考察

深海域での固体-流体相互作用の解析例として Fig. 1 におけるソロモン諸島の海洋-海底モデルで検討を行う。Fig. 2は Fig. 1のモデルでのモード解析によって得られた位相速度の分散曲線で、縦軸の位相速度についてはS波の位相速度が1となるように無次元化を施してある。モード解析の精度はこの分散曲線の重ね描きによって、各実体波および流体音波の位相速度への収束の状況を見るに良い。また流体のモードに関しては深海域であるために薄層要素の離散化により高次のモードが出にくい、上記の論文にあるように流体圧力は高次のモードの影響を受け易いのでモード解析の精度によらずに薄層要素の分割数を増やす必要があった。また深さ方向に正規モードを任意に取り出したものが Fig. 3である。この正規モードは比較的低次のモードであるが、このように次数が高くなっても全ての節点で振幅の比が Biot の特性方程式の解と殆ど一致していることがわかる。Fig. 4の時刻歴のうち、固体の変位に関しては流体を含まない Pekeris の解との比較を行っている。時間と変位(圧力)共に無次元化を施しており、特に時間についてはS波の到達時間が1となるようにしてある。浅海域の場合と同様、深海域でも Rayleigh 波の到達の遅れが見られたが、その遅れは浅海域と比べるとあまり大きくは見られなかった。

4 結論

薄層要素-離散化波数法を用いて深海域での固体-流体の相互作用解析を行った波動の数値シミュレーションは、深海域でもモード解析の精度は良好であった。一方、前論文の時刻歴応答と比べると深海域での Rayleigh 波の遅れは比較的少ないようである。

参考文献

- [1] 東平 光生：薄層要素-離散化波数法による圧縮性流体層を含む成層弾性体の動的解析手法の展開，土木学会論文集，No. 507/I-30, pp. 149-158, 1995. 1.

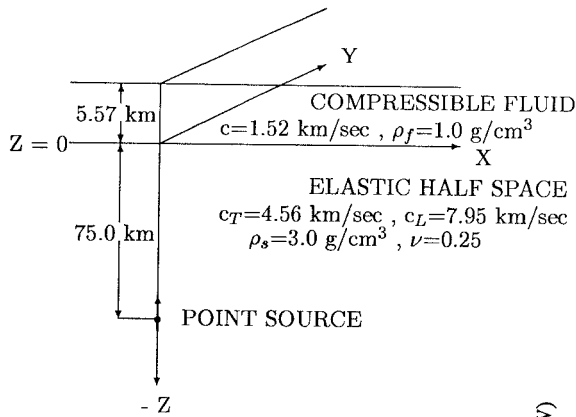


Fig. 1 Analyzed model

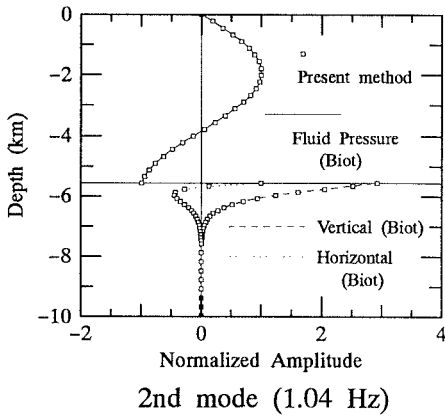
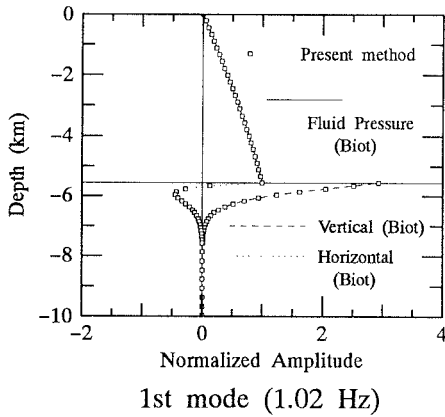


Fig. 3 Modal shapes

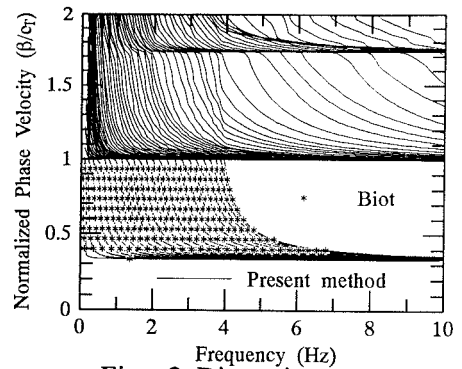


Fig. 2 Dispersion property of the normal modes

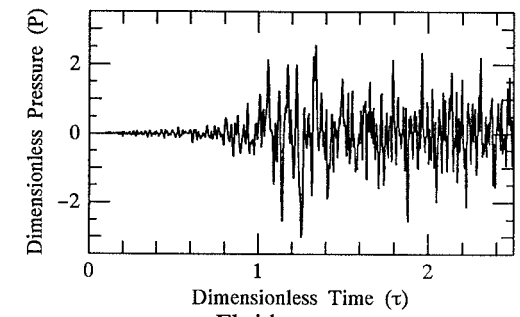
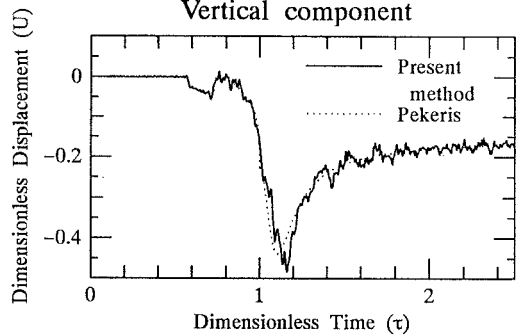
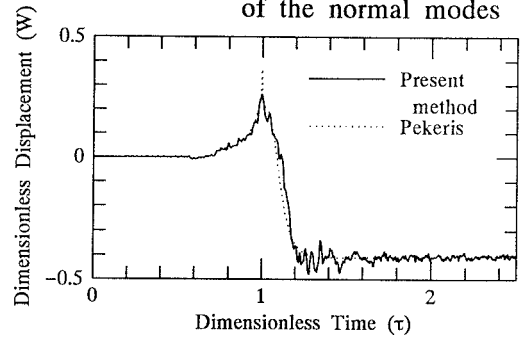


Fig. 4 Time history ($\Delta=375$ km)