

空洞を有する半無限弾性体の動的応答解析

京都大学工学部	正	買	丹羽	義次
東海大学海洋学部	正	買	北原	道弘
京都大学工学部	正	買	広瀬	壮一
農林水産省	○正	買	山本	正昭

1. はじめに

トンネル、石油の地下備蓄用タンク、地下発電所等の大規模地下構造物の耐震性を検討するためには、周辺地盤をも含めた動的解析が必要と考えられる。本研究では、地中の媒体である地盤や岩盤を等方で均質な線形弾性体と考え、次のような解析を行なった。まず、空洞を有する半無限弾性体のモデルを考え、このモデルに対して定常弾性波動問題の積分方程式を構成し、変位を求めた。さらに、変位を境界に沿って微分することにより境界上の接線方向の応力を求めた。非定常問題の解析においては、先に求めた定常問題の解を重ね合せ、FFT法を用いて逆フーリエ変換を行い、解を求める方法をとった。定常問題では空洞と半無限境界の間に発生する局所的な共振現象に着目して解析を行い、非定常問題では、半無限境界によって発生した反射波が空洞に及ぼす影響に着目した。

2. 数値解析例

定常問題の解析において、本手法の妥当性を確認するために、空洞を1個有する無限弾性体に平面SV-波が入射した場合について解析を行い、得られた応力についてC.C.Mow¹⁾らによって示された結果との比較を行なったものがFig.1である。Fig.1で丸と三角と四角は本手法による結果であり、実線はC.C.Mow¹⁾らによって示された結果である。両者の結果はよく一致していることがわかる。次に、空洞を1個有する半無限弾性体のモデルに対して、このモデルの局所的な固有値に対応する波数 $ak_T = 0.53$ をもった平面SV-波が半無限境界に対して垂直に下方から入射したときの変位場の虚部を示したものがFig.2である。この図で円と水平の破線は変形前の空洞と半無限境界を表わし、矢印は各点での変位を表わしている。左端の2本の破線から矢印が出ているが、この矢印は入射波の変位の実部と虚部を示している。Fig.3はモード解析によって得た固有モードであるが、Fig.2とFig.3の変形のモードが一致していることがわかる。このことから、局所的な固有値は、このモデルに特有なものであると考えられる。

非定常問題において本手法の妥当性を検討するために、空洞を有する無限弾性体に、応力がステップ関数で与えられる縦波の入射波を入力し、得られた結果とGarnetとBaron²⁾によって示された結果を比較したものがFig.4である。この図で、黒い丸と三角と四角は本手法による結果、白い丸と三角と四角はGarnetが示した結果、実線はBaronが示した結果である。本手法による結果とGarnetによる結果はよく一致している。Fig.5は空洞を有する無限弾性体に、定勾配の変位波形をもつ縦波が入射したときの空洞の変形の時間的変化を示したも

のである。Fig.6はFig.2と同じ半無限体のモデルに、Fig.5と同じ入射波が入射したときの空洞の変形の時間的变化を示したものである。Fig.5とFig.6において右上の図は入射波の先端の位置を示している。ただしFig.6では実線で示した半無限境界より上に入射波の先端が来ると、半無限境界から反射波が発生する。Fig.6では、時間が2以上になると半無限境界による反射波によって、空洞の上部での変形の曲率がFig.5と比較して大きくなっていることがわかる。

詳細は当日報告する。

参考文献)

- 1) Mow, C. C. and L. J. Mente, Dynamic stresses and displacements around cylindrical discontinuities due to plane harmonic shear waves, J. Appl. Mech., Vol. 30, 1963, pp. 598-604.
- 2) Garnet, H. and J. C. Pascal, Transient response of a circular cylinder of arbitrary thickness in an elastic medium to a plane dilatational wave, J. Appl. Mech., Vol. 33, 1966, pp. 521-531.

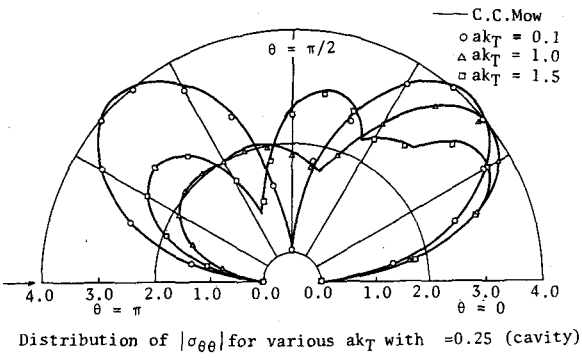


Fig.1 境界上の接線方向の応力

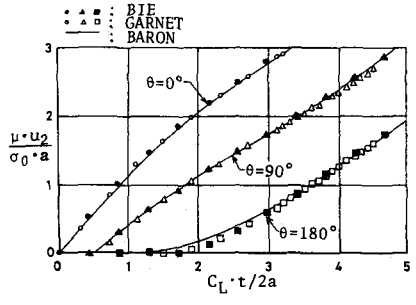


Fig.4 初期の変位応答

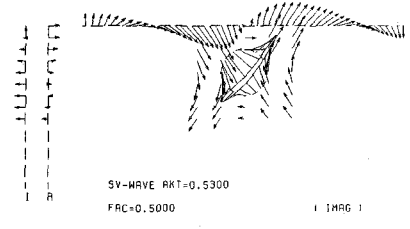


Fig.2 変位図

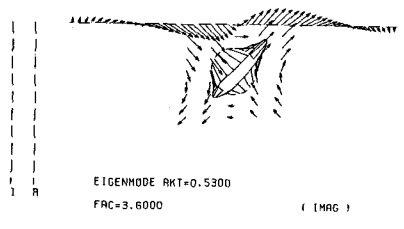


Fig.3 固有モード

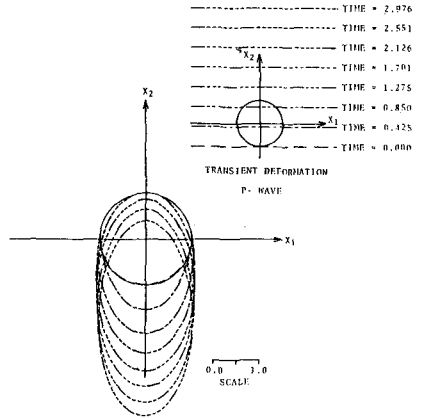


Fig.5 空洞の変形の時間的变化(無限体)

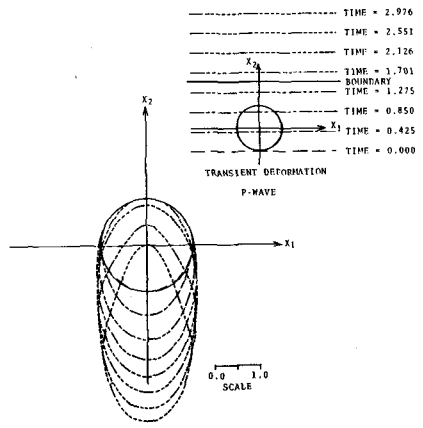


Fig.6 空洞の変形の時間的变化(半無限体)