

## 地盤の固有震動モードの計算プログラム（エクセルマクロ）について

日中構造研究所 松原勝己

地中構造物の耐震性を検討する場合、地震時の地中変位を推定する必要があります。水平成層構造に近い地盤では、一次元地盤応答解析（SHAKE など）によって地盤変位を推定するのが一般的です。しかしながら、設計地盤変位を迅速に求めたい場合には、エクセル等のソフトで簡単に算出したいこともあります。そこで、水平成層地盤の固有震動モードを算定するプログラムを、エクセルのマクロ（VBA）を用いて作成しました。

固有震動モードの計算手法に関しては、別途掲載している資料「地下構造物の耐震問題への理論解の活用」の「2.3 水平地盤への拡張」（p21～25）を参照してください。

エクセルシートを添付しているので、自由に使っていただいて結構ですが、計算結果の妥当性判断については使用者に帰するものとします。また、プログラムソースについても公開しています。

入力項目は、「Sheet1」において、1行2列目に層数、3行目以降に各層の単位体積重量（ $\text{tf/m}^3$ ）、層厚（m）、せん断波速度（m/sec）および減衰定数を地表面に近い方から順に指定します。ここで、減衰定数の値は固有震動数や固有震動モードには関係しないですが、各次モードのモード減衰定数に関係します。

計算結果は、「Sheet2」において、低い次数から順に、固有円振動数（rad/sec）、固有振動数（Hz）、固有周期（sec）、刺激係数およびモード減衰定数が表示されます。また、モードごとに、刺激係数を乗じた固有震動モードも表示しています。

固有振動数を算定するときの最大振動数が、マクロの中で「hf」という変数で指定されています。ここで示した例では、 $hf = 15\#$ としていますので、7次までの固有震動数と固有震動モードが算定されています。

固有モードについては、1次から3次までを図示しています。また、一次元地盤応答（SHAKE）による結果も併記しています。ここで、固有震動モード計算時のせん断波速度および減衰定数は、一次元地盤応答解析の収束値を用いています。図から、1次の固有震動モードの分布形状は、一次元地盤応答の結果とほぼ一致することがわかります。

### 【参考文献】

土木学会（1998）：トンネル・ライブラリー9 開削トンネルの耐震設計