

Ⅲ-371

地盤の動的解析のための個別要素法の検討

不動建設 中山孝夫 鳥取大学工学部 木山英郎
鳥取大学工学部 藤村 尚 鳥取大学工学部 西村 強
建設技術研究所 森本浩之

1. はじめに

個別要素法(D E M)は、粒状体の微小な変形から大変形、さらに破壊後の挙動までシミュレートできる可能性をもった解析手法であると考えられ、これまでに多くの試みが報告されている。特に、地盤が有する粒状性に注目するとき、破壊に至る過程、ならびに破壊後の挙動を連続体解析で表現するには限界が生ずる場合があり、そのような例ではD E M解析など、いわゆる不連続体解析による解析による検討が必要となる。著者らは、D E M解析の動的問題への適用性を検討しているが、ここでは、要素径と要素形状について2,3の解析を実施して考察を加えた。

2. 要素径の検討

要素径が解析領域内を伝わる波の速度にどのような影響を与えるかを調べた。図-1は解析モデルを示しており、斜線部要素に $t=0$ において強制変位 $\Delta u_0=10^{-4}\text{cm}$ を与える。解析定数は従来用いてきたものを用いる。

図-2は、解析モデルの時刻 $t=5\Delta t$ 時の各要素の初期位置からの変位を示したものである。縦軸は各要素の初期位置からの変位量を Δu_0 に対する相対量として、横軸は斜線部要素からの距離を要素径で相対化したものを用いている。両モデルとも5step後に5個目の要素まで入力波の影響が伝わっている。同じ解析定数を用いても要素径が違っているので、同一時間内の伝播距離が異なるということになる。言い換えると、D E Mにおいて、与えられた (E, ν) に対して、適切な要素径を選択することによって、波動の伝播速度も考慮できることを示している。例えば図-3には、規則配列を基本とした積層体の解析モデルを示している。これらのモデルでは、最下層の要素を固定して重力作用下での静止状態を求めた後、下部より強制振動を入力して、その応答を調べる。従来、配列の変化(構造の変化)に注目して解析を実施してきたが、前に述べた要素径の影響、あるいは、供試体を構成する要素数の影響を検討するのが、1つの課題である。model.B-1では、半径 $r=2\text{cm}$ の要素が28個、model.B-2では $r=1\text{cm}$ の要素が105個、model.B-3では、 $r=0.5\text{cm}$ の要素が378個それぞれ用いられている。積層体の外寸法は、底幅40cm、高さ20cmで、図-4のように、要素間接触角 α を定義すれば、いずれのモデルも $\alpha=45^\circ$ で同一となっている。図-5は加速度振幅200gal、周波数10Hzの正弦振動を与えたときの入力開始から、0.1秒後の変位図を示している。図中の線分は、水平成分については各要素の初期位置からの水平変位量を基盤要素に対する相対変位量として、また、鉛直成分については個々の要素の初期位置からの移動量を1000倍に拡大して表している。

3. 楕円形要素による解析

円形要素によって解析を行うとき、図-4の α によって、解析モデルの構造を特徴付け、結果の考察に役立てることができる。また、与えられた要素間接触角のもとでの規則配列による解析が重要な役割を担っていることが、従来の研究より示されている¹⁾。しかし、円形要素を用いる限り、D E Mによる地盤のモデル化に限りが生ずることも否定できないであろう。そこで、図-6に示すように、要素形状として楕円形を採用し、解析を行った。底幅を80cmとし、要素総数378個、630個であり、要素間接触角 α は $62^\circ, 49^\circ$ となっている。前節と同様に基盤要素に水平方向の正弦波振動を与え、解析を行った。一例として、図-7に解析開始後0.1後(加速度振幅980gal、周波数5Hz)の変形図を示す。基盤への入力加速度振幅が比較的小さいとき、積層体は、入力周期に対応した規則的な振動を示すが、大き

くなるにつれて、規則性が失われ、図-7のような状態に至る。規則性が失われたときを‘破壊’と呼べば、入力周波数が小さいほど‘破壊’に至りやすいという傾向が一連の解析から得られている。

参考文献 1) 米田 憲司：円形要素規則配列を用いたロックフィルダムの地震時崩壊形状のDEM解析，土木学会第48回年次学術講演会講演概要集，pp1202～1203，1993，9

