強震動に対する流体－地盤－混成堤系の応答解析

○金夏永・関口秀雄

1．はじめに

著者らは、強震動に対する流体－地盤－混成堤系の変形挙動を把握するために、現実的な土の繰返し塑性を表現しうる Pastor モデルを導入した非線形動的有限要素解析を行った。本有限要素解析コードには流体要素を導入し、精度の高い流体－地盤－混成堤系の応答解析が可能になっている。

2．非線形時刻歴解析のための定式化

二相系地盤に対する有限要素方程式：　動水圧を考慮した有限要素方程式は最終的に次式のように導くことができる。

$$\left[\frac{1}{\beta\Delta t^2}[M]+\frac{\gamma}{\beta\Delta t}[C]+[K^*]\right]\begin{Bmatrix}\Delta u\\ \Delta p\end{Bmatrix}=\begin{Bmatrix}\Delta Q\\ 0\end{Bmatrix}+\left[\frac{1}{\beta\Delta t}[M]+\frac{\gamma}{\beta}[C]\right]\begin{Bmatrix}\dot{u}_t\\ 0\end{Bmatrix}+\left[\frac{1}{2\beta}[M]+\left(\frac{\gamma}{2\beta}-1\right)\Delta t[C]\right]\begin{Bmatrix}\ddot{u}_t\\ 0\end{Bmatrix}$$

ここに、$\{\Delta Q\}=-[M]\{\Delta \ddot{u}_g\}+\{\Delta P\}$、$\Delta \ddot{u}_g$ は入力震動の増分、ΔP は地盤と液体部の境界に作用する動水圧である。

液体部に対する有限要素方程式：　構造物、地盤と境界をなる 2 次元平面流体を考え、流体の圧縮性を無視すると動水圧 p は $\Delta^2 p=0$ をみたす。本 Laplace 式を Galerkin 法を用いて離散化すると最終的に次式のようになる。

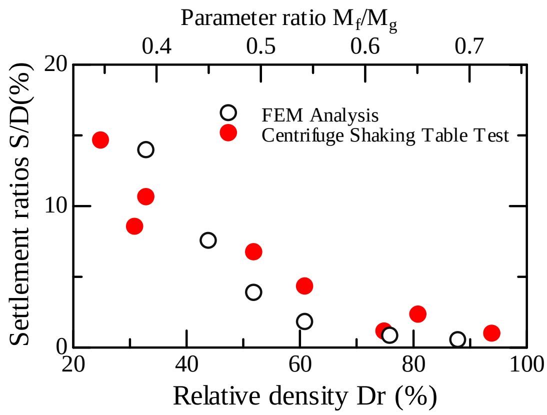
$$[H]\{p\}+\{B\}=0$$

ここに、

$$H_{ij}=\sum\int_v\left\{\frac{\partial N_i}{\partial x}\cdot\frac{\partial N_j}{\partial x}+\frac{\partial N_i}{\partial y}\cdot\frac{\partial N_j}{\partial y}\right\}dV\text{、}\qquad B_i=\sum\int_s N_i\frac{\partial p}{\partial n}ds$$

3．まとめ

①外部流体域の存在の影響を考慮することにより, より精度の高い流体－地盤－構造物系の動的相互作用の予測が可能になった(図-1). ②解析による基礎地盤の塑性変形性状ならびに過剰間隙水圧の発達性状は, 遠心力場震動実験による結果と整合的である.



図―1　相対密度と沈下比の関係