

擁壁－地盤系の動的応答特性に関する検討

鹿児島大学工学部 学生員 ○穂積峰雄
鹿児島大学工学部 正 員 河野健二

1. まえがき

我が国のような海に囲まれ、多くの河川を持つ地域において、港湾・河川構造物の人々の生活に対する重要性は、はかりしれない。そして、我が国は地震多発国であり、構造物の動的特性を明確にし、耐震性を検討することは、構造物の安全をはかる上で重要である。そのとき、構造物－地盤系の動的相互作用を考慮することは、より実際に近い構造物の動的応答解析を行う上で、欠かすことはできない。本研究では、地盤－構造物を一体として扱う場合と、構造物－地盤系の関係を、質量－バネ－ダッシュポットに置き換えた簡易モデルを用いた場合との地震応答解析を行い、これら2つのモデルの比較、検討を行った。

2. 解析モデル

モデル図を図-1、図-2に示す。擁壁の高さ20m、幅2m、基礎の高さ2m、幅12mである。擁壁は鉄筋コンクリートでできている。地震力と動水圧による力を考えている。FEMモデルは、Isoparametric要素を用いたモデルであり、地盤下部は固定し、側方の境界は粘性減衰を考え、剪断波速度を用いた等価節点力を与えた。簡易モデルは、地盤を均一な半無限弾性体とみなした上で、構造物－地盤系を質量－バネ－ダッシュポットに置き換えることにより、構造物－地盤系の動的相互作用の影響を導入したモデルである。このモデルは、構造物を上部構造物と基礎とに分け、水平方向の振動、並びに、Rockingも考慮している。また、擁壁が支える土のモデル化に際し Velotos¹のモデルを導入した。

3. 解析方法

FEMモデルは線形モデルと、非線形モデルとを考えている。簡易モデルは線形モデルである。全モデルとも固有値解析を行い Newmark のβ法を用いて地震応答解析を行った。このとき、非線形モデルの運動方程式は $[M]\{\ddot{x}\} + [C(\dot{x})]\{\dot{x}\} + [K_0(x)]\{x\} + [K_N(x)]\{x\} = \{F\}$ とおいたが、非線形変形に対する剛性マトリックス $[K_N(x)]$ を右辺に移項して外力とみなすことによって運動方程式が扱いやすくなる。基礎的動的特性を把握するため、入力波は El Centro 1940 の N-S 成分(El Cent NS)、第一種地震動(AK1)、第二種地震動(AK2)と第三種地震動(AK3)を用いた。

4. 解析結果及び考察

図-3は、FEMモデルの振動モードである。第一次固有周期が簡易モデル($\omega=4.04\text{rad/s}$)と近い値になっている。図-4、図-5に、簡易モデルと線形FEMモデルの、擁壁最上点の変位の時刻歴応答と、擁壁が受ける力の時刻歴応答とを示す。簡易モデルにおいて擁壁の下部だけを基礎部分と考えただけでは、簡易モデルの応答変位はFEMモデルに比べて、ワンオーダー大きくなってしまふ。これは Rocking の影響が強く表れてしまったからである。そこで、擁壁基礎の下の方土も擁壁基礎とともに Rocking しているの、土も基礎の一部であるとする。すると、基礎の根入れの値が大きくなり、Rocking の影響を低減することができる。このように、擁壁の下の方土も擁壁の基礎の一部という考え方をすれば、簡易モデルの地震応答はFEMモデルのものに近づけることができる。このモデルにおいては、10m 下方の土まで、基礎の一部としている。図-6は、FEMモデルの擁壁の変位の時刻歴応答である。節点172,177,182は順に擁壁の最上部、中間点、最下部である。非線形モデルには残留ひずみが生じており、変形したままであり振動していない。これは、変形することによって、地震動のエネルギーを吸収しているからである。図-7は擁壁にかかる動的な力と、擁壁の基礎にかかる動的モーメントの時刻歴応答である。力の方は線形、非線形ともに最大値は80tfで同じぐらいであるが、モーメントの方は非線形の方が約45%小さい。擁壁転倒は非線形形で考えれば起こりにくいと言える。

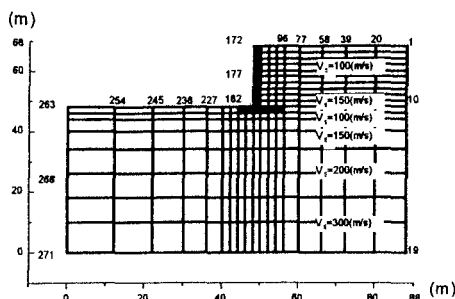


図-1 解析モデル

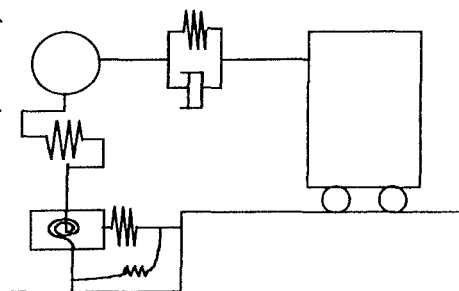


図-2 簡易解析モデル

5. あとがき 簡易モデルはを用いた擁壁―地盤系の動的応答特性について検討を加えた。 このモデルを用いて地盤が線形時においては応答特性を近似的に評価できるものと考えられる。

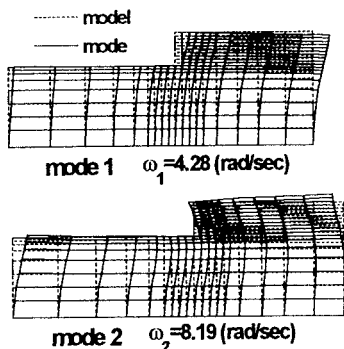


図-3 振動モード

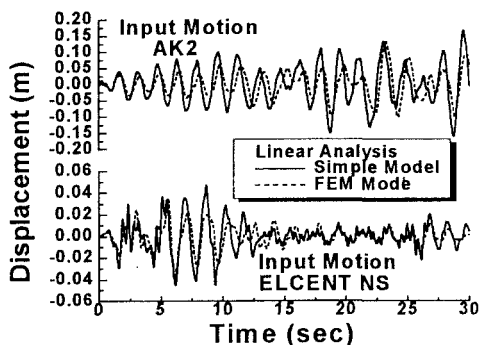


図-4 擁壁上部における時刻歴応答

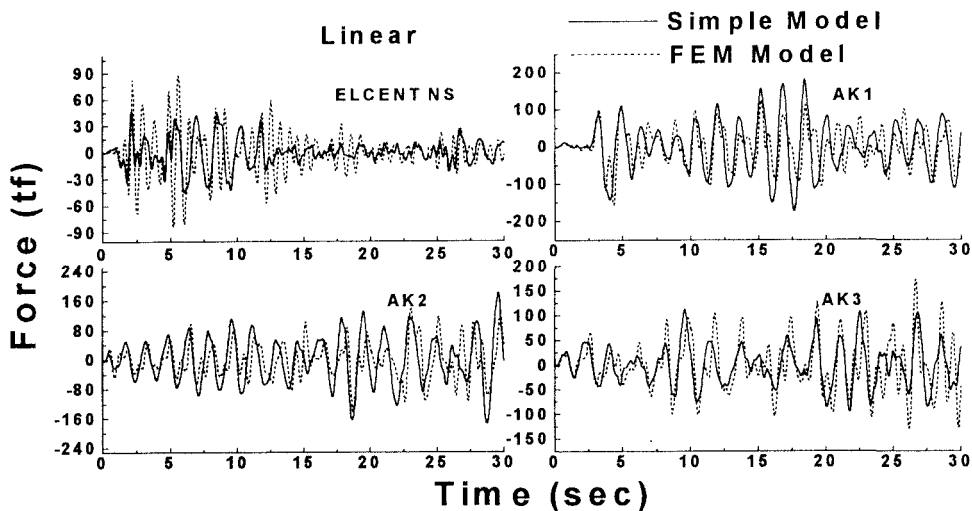


図-5 擁壁に作用する力の時刻歴応答

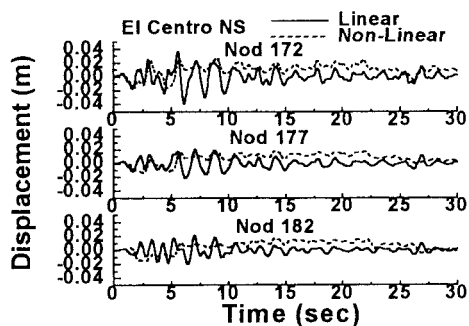


図-6 擁壁の時刻歴応答

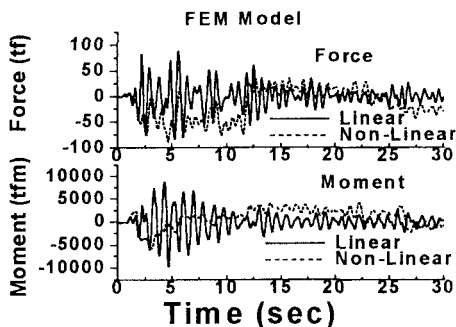


図-7 擁壁の作用する力の時刻歴応答

参考文献)

- 1) A.S.Velets, A.H.Younan : Dynamic Soil Pressures on Rigid Vertical Walls,
Earthquake Engineering and Structural Dynamics VOL.23,275-301(1994)