

I - B 402 群杭基礎-地盤-構造物系の非線形動的相互作用に関する研究

神戸市立工業高等専門学校 正会員 山下典彦
宮崎大学工学部 正会員 原田隆典

1. はじめに

基礎-地盤-構造物系の動的相互作用の問題が、耐震工学の分野で本格的に研究され始めて、もう数十年が経過している。しかし、この問題はなお難題の一つであり、解析モデルに依存して計算結果はかなりの幅をもつことが知られている。さらに、このような現状が影響してか、動的相互作用の効果が耐震設計指針の中に加味されにくいのが現状である。そこで、本研究では、このような耐震設計の現状を改良し、より合理的な耐震設計の方法を策定することを目的に群杭基礎-地盤-構造物系の非線形動的相互作用を考慮した応答スペクトルについて考察する。

2. 動的相互作用モデル

本研究では、図-1(a)に示す都市内高架橋で多く見られる非合成鉄筋-鉄筋コンクリートT型橋脚を考え、それらは $n \times n$ の群杭基礎に支持されている。まず、その解析モデルとして図-1(b)に示すように杭基礎を離散化した多質点系モデルを構築し、そのモデルに静的荷重載荷を行うことで群杭基礎-地盤系の相互作用特性を杭頭部において評価する。次に、杭頭部における水平荷重-水平変位、モーメント荷重-回転変位の関係を図-1(c)に示すSRモデルの並進と回転ばねの特性とし、初期剛性と降伏強度より決定されるHardin-Drnevich型モデルで表現する。なお、ここで用いている力学モデルでは並進と回転の連成を考慮していない。さらに、上部構造物については復元力特性として剛性劣化型の武藤のTrilinear型のモデルを用いた。

3. 動的相互作用を考慮した応答スペクトル

ここでは、上述した群杭基礎-地盤-構造物系を表現した3自由度系の等価SRモデル¹⁾と1自由度系の絶対加速度応答スペクトルを計算し、その比率をとることにより応答スペクトルがどのように変化するかを調べた。この場合、1自由度系は線形の応答スペクトルのみで、等価SRモデルの上部構造物については、図-2に示す復元力特性において降伏震度 q_y を決定し、各固有周期に対応する剛性を k_e とした上で降伏変位 δ_y を決め、弾性限界変位 δ_c を降伏変位 δ_y の1/3と仮定し初期剛性 k_1 を算出した。その際、初期剛性 k_1 より第2剛性、第3剛性をそれぞれ1/10、1/100とした。

4. 数値計算例

等価SRモデルとしては、阪神高速道路3号神戸線上の橋脚P137を対象に数値解析を行い、入力地震動は神戸海洋気象台の波形を等価SRモデルの地表面に作用させ、降伏震度 q_y を0.1~1.0の範囲内において0.1刻みで計算を行った。図-3に1自由度系の応答スペクトルを示し、図-4に等価SRモデルの応答スペクトルを示す。図-4は上より降伏震度 q_y が1.0から0.1の場合の応答スペクトルを示しており、0.3秒より短周期側では設定した降伏震度による違いは明確ではないが、周期が長くなるにつれて違いが顕著に現れている。例えば、0.2秒では絶対加速度応答が降伏震度1.0で設計したものは800gal、降伏震度0.1で設計したものは140galとなっている。図-5は等価SRモデルと1自由度系の絶対加速度応答スペクトルの比率をとったもので降伏震度にかかわらず長周期側で1.0を越えている。

5. まとめ

群杭基礎-地盤-構造物系と等価SRモデルを用いることで、絶対加速度応答スペクトルを計算し動的相互作用の影響を調べた。その結果、上部構造物の降伏震度が1.0の場合は地盤が大きく降伏したことで上部構造物の変形が小さくなり、絶対加速度応答値が大きくなったと考えられ、降伏震度が0.1の場合は相互作用効果により絶対加速度応答値が小さくなった可能性がある。今後は上部と下部のエネルギーのやり取りをどう設計体系に整理するかを踏まえ、塑性率をパラメーターとしてより詳細な検討を行う必要がある。

キーワード 動的相互作用, 等価SRモデル, 応答スペクトル

連絡先 (〒651-2194 神戸市西区学園東町8丁目3番, TEL.078-795-3267, FAX.078-795-3314)

【参考文献】1) 山下典彦：構造物-地盤系の動的相互作用解析による杭基礎の耐震設計に関する研究，京都大学学位論文，1997．

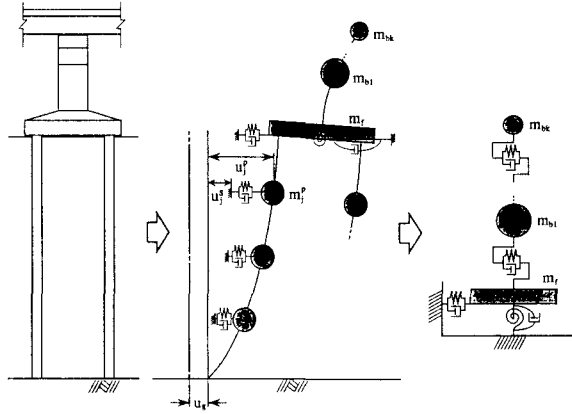


図-1 群杭基礎-地盤-構造物系のモデル化の概念

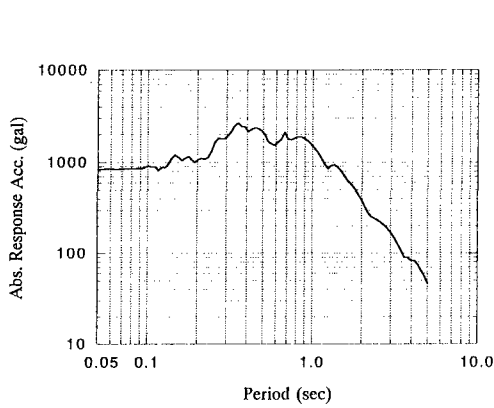


図-3 1自由度系の応答スペクトル

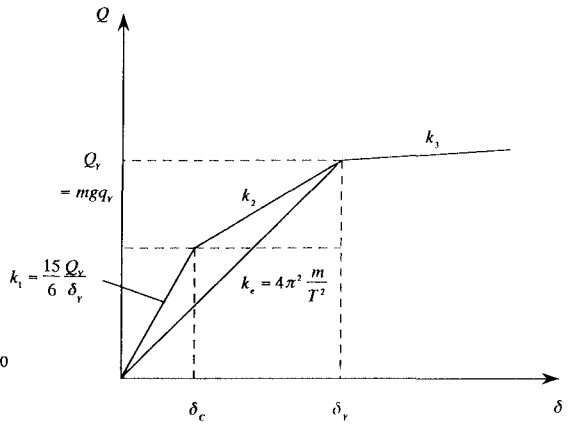


図-2 上部構造物の復元力特性

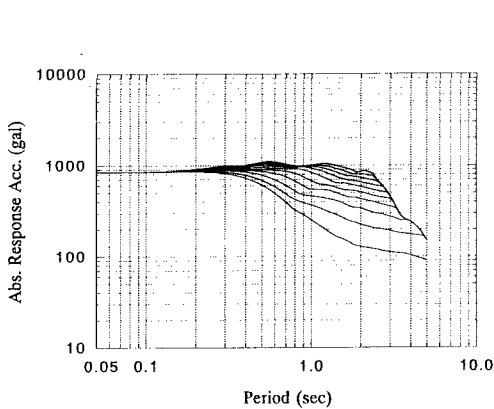


図-4 等価SRモデルの応答スペクトル

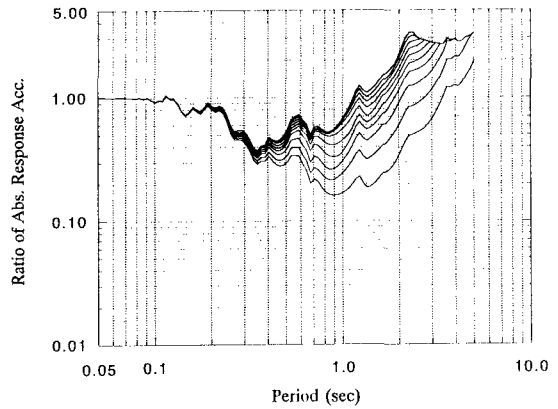


図-5 応答スペクトルの比率