

地震時の地盤変形が杭基礎に及ぼす影響（その 1：2 次元地盤応答震度法の適用性）

東京電力（株） 正会員 弘重智彦，嶋田昌義，志村 聡
東電設計（株） 正会員 福田靖大，西村友次，佐藤正行

1．はじめに

高レベル地震動による杭基礎の挙動には，上部構造物の慣性力だけでなく地盤の変形が大きな影響を及ぼすと考えられ，この影響を適切に評価した簡易解析法が必要となる．これには応答変位法の適用が考えられるが，地盤変位や地盤バネの適切な評価，複数杭の影響を考慮した地盤バネの設定等，解析は簡易であるが条件設定が難しくなる．本研究では，地中埋設構造物の簡易解析手法として提案された地盤応答震度法¹⁾の杭基礎への適用について検討している．地盤応答震度法は静的 FEM 解析を行うが条件設定が容易であるという特徴を持っている．ここでは，奥行き方向に連続した杭基礎構造物に対して 2 次元地盤応答震度法による解析を実施し，2 次元非線形動的解析結果と比較することによってその適用性について検討している．

2．解析条件及び解析方法

想定した地盤構成と物性値および杭基礎構造物（φ100:3×3 本）の形状を図-1 に、解析に用いた入力地震動を図-2 に示す．

地盤応答震度法では，これらの条件を用いて，まず R-O モデルによる地盤の 1 次元非線形解析を行い，杭上下端間における位置の相対変位が最大となる時刻の加速度分布を抽出した．次に，図-3 に示すように，この加速度分布を震度分布に換算し，杭基礎構造物を含む 2 次元モデルに物体力として作用させた．このとき，地盤のせん断剛性は，地盤の 1 次元解析結果による各層の応力 - ひずみ関係の最大到達点と原点を結ぶ割線剛性として設定し，杭には RC 杭の曲げモーメント - 曲率関係（M-φ 関係）の非線形性を考慮した．また，上部構造物には地表面加速度相当の震度を考慮した．2 次元動的な非線形解析は，地盤には R-O

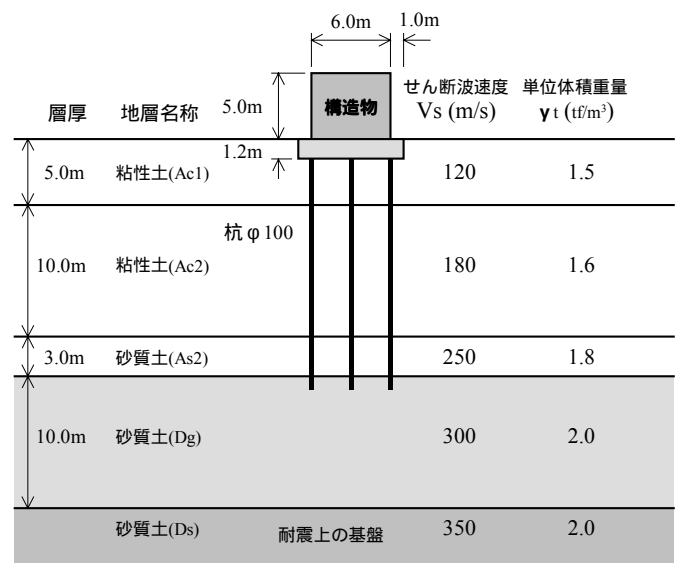


図 - 1 地盤構成と物性値および杭基礎構造物の形状

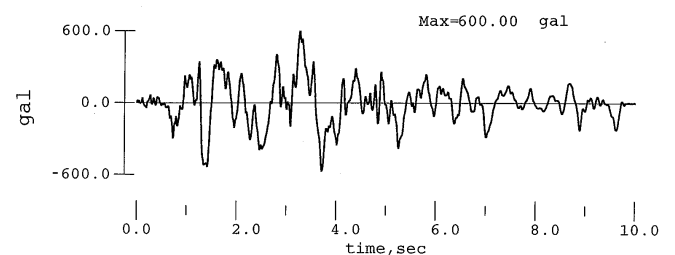


図 - 2 解析に用いた入力地震動

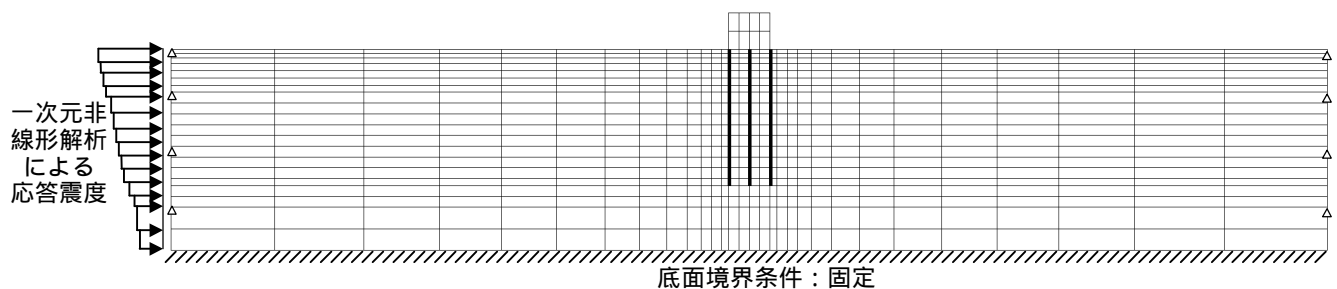


図 - 3 地盤応答震度法の概念図

キーワード： 杭，地盤応答震度法，二次元非線形動的 FEM 解析，M-φ 関係

連絡先： 〒110-0015 東京都台東区東上野 3-3-3 TEL 03-5818-7794 FAX 03-5818-7608

モデルによる非線形性を，杭には $M-\phi$ 関係をそのまま用いて解析を行った．

3．解析結果

地盤応答震度法による断面力を 2 次元動的な非線形解析結果のうち杭頭の曲げモーメントが最大となった時刻における断面力と比較して図-4 に示す．各断面力の深度分布傾向は両解析手法で似かよっており，中央の杭よりも両端の杭の方が曲げモーメント，せん断力とも大きくなっているという杭配置による断面力の差が，地盤応答震度法の結果にも現れていることが分かる．

曲げモーメントの分布は，杭頭において地盤応答震度法の結果が若干小さくなるが，地中に現れるいくつかの極大値はいずれも地盤応答震度法による値の方が大きくなっている．軸力の絶対値は，ほぼ全般的に圧縮側の杭及び引張側の杭とも地盤応答震度法による結果の方が大きくなっている．せん断力は，杭頭付近では 2 次元動的な非線形解析結果の方が若干大きくなっているが，地中部分では地盤応答震度法による結果の方が大きくなっている．地盤応答震度法による杭頭近傍の曲げモーメント及びせん断力が動的解析結果よりも若干小さくなったのは，構造物の応答が，着目した時刻における 1 次元地盤応答解析による地表面加速度よりも大きかったためと思われる．また，地盤応答震度法による地中の断面力の極大値が 2 次元動的解析よりも大きくなったのは，2 次元解析では杭の拘束により杭周辺地盤の変形が抑制されるが，地盤応答震度法では 1 次元解析結果による地盤剛性を，水平方向に一樣に分布させているためと思われる．

4．まとめ

上部構造物の慣性力の影響により杭頭付近の断面力がわずかに小さく評価されたものの，全般的には二次元的な非線形解析の結果に対して若干安全側の断面力を算出する結果となり，地盤応答震度法は杭基礎に対する簡易解析法として適用可能と思われる．今後は，断面力を算出する時刻の選定法，上部構造物による地震力の推定法等について検討していく必要がある．

参考文献

- 1) 片山ら：地中埋設構造物耐震設計のための実用的な解析手法について，第 19 回土質工学研究発表会，pp.1445-1448，1984

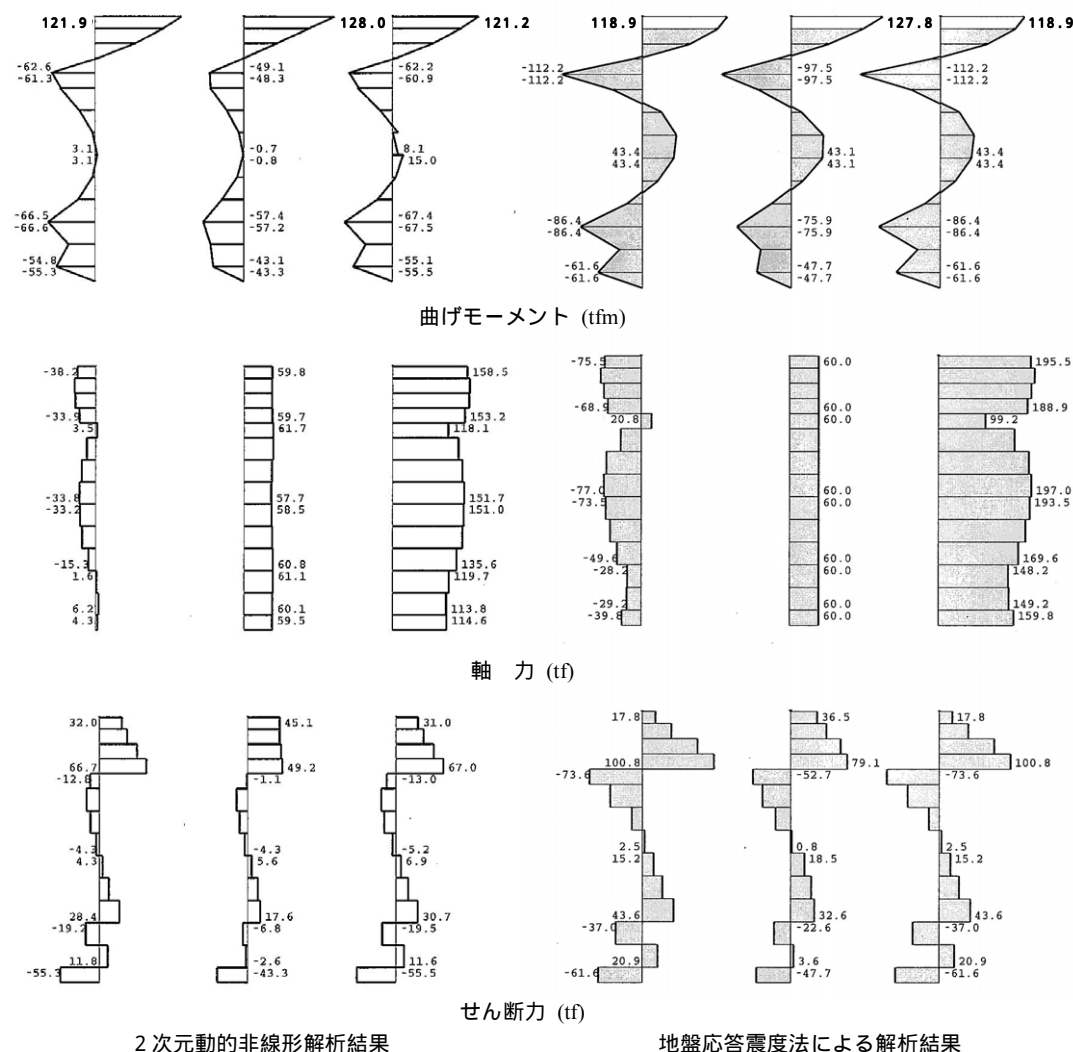


図-4 断面力の比較