

北海道開発コンサルタント 正員 橋本 至
 同上 正員 藤井 不二世
 ビー・エス・コンクリート 原 千里
 北海道大学名誉教授 正員 能町 純雄

1 まえがき 支持層が深く、表層・中間層が軟弱な地盤に施工される杭基礎の場合、その地震時の振動性状は周辺地盤の振動性状に強く影響される事は衆知のとおりである。また、地層構成として杭頭下方の中間層に特に剛性の低い地層がある場合、地盤の振動性状がその剛性の低い層の下面を境として大きな位相差を生じ、その結果として杭体地中部に大きな断面力を生じるといふ事は、これまでの地盤の液状化に伴う杭基礎の被害から指摘されているとおりである。そこで、泥炭層という極めて剛性の低い地層を表層近くにはさむ地盤に計画された杭基礎について、地盤と基礎構造との動的相互作用解析による検討を行う。

2 応答解析

① 解析モデル 応答解析を行った構造物および地盤は図-1に示すとおりであり工学的地震基礎でもある支持層はGL-44^mに位置し、中間層は粘土を主体とし GL-4~10^m間に今回着目した泥炭層が存在している。この地盤の基本固有周期は図-2に示した伝達関数からわかるように約1秒であり、長周期に類する。

図-4にこれら構造物および地盤を離散化した解析モデルを示した。タンク部分は内部水とともに剛体質量、杭は弾性曲げ梁とし、地盤はその変形特性のひずみ依存性を等価線形化手法を用いてモデル化した。尚、解析モデルは半分モデルとし、モデル右側に伝達境界、奥行方向に粘性境界を設け、疑似3次元とした。

② 基礎入力地震波 ハル基礎波を最大加速度75 galに調整して基礎に入力した。

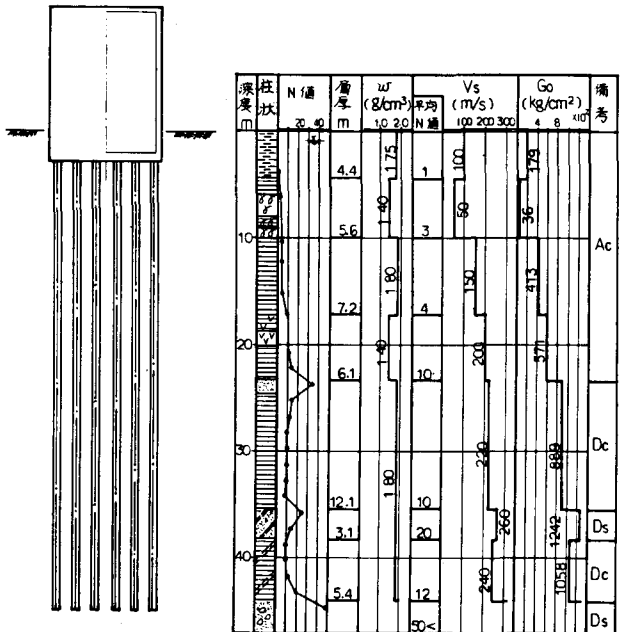


図-1 構造物と地盤

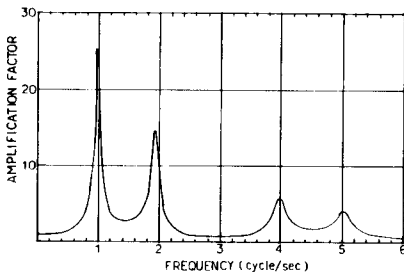


図-2 地盤の増幅率スペクトル

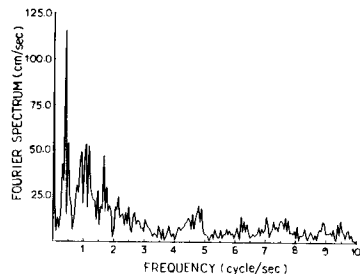


図-3 基礎入力地震波のフーリエスペクトル

図-3に基礎入力波の風波数特性を示す。

③ 解析結果 図-5に自由地盤地表および杭頭部の応答加速度の周波数特性を、図-7に自由地盤地表加速度最大時の加速度分布および杭頭部加速度最大時の加速度分布を、また、図-6に杭に生じる最大断面力応答値を示した。これら図から、杭は地盤の剛性が小さいため、短周期部分にわずかな差はみられるものの同一周期をもって地盤と連成振動をしているが剛性の小さな（せん断波速度の小さな）泥炭層下面から位相の遅れが顕著に表われ、泥炭層の上位と下位の層では逆位相となり、その結果、泥炭層下面位置で杭に大きな曲げモーメントおよびせん断力が生じていることがわかる。

3 まとめ

今回の解析から、杭基礎の計画される地盤がその地層構成として表層近くの間層層として極めて剛性の小さな地層が存在する場合、地震時にその層を境として地盤振動モードに顕著な位相の遅れが生じ、杭地中部に大きな断面力が生じて杭体に損傷を受ける可能性があることがうかがえる。

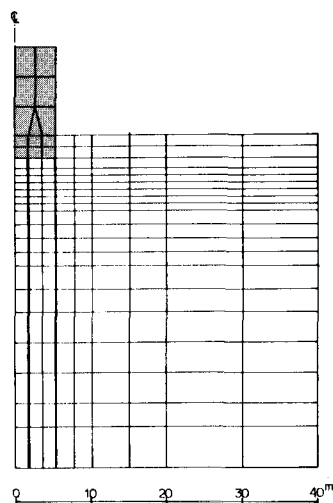


図-4 解析モデル

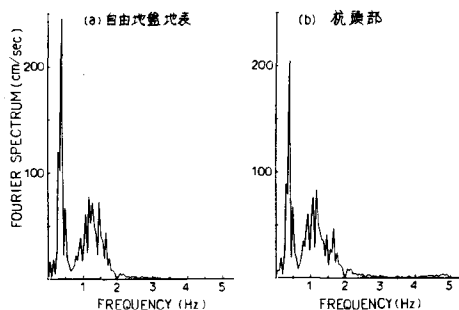


図-5 応答波のフーリエスペクトル

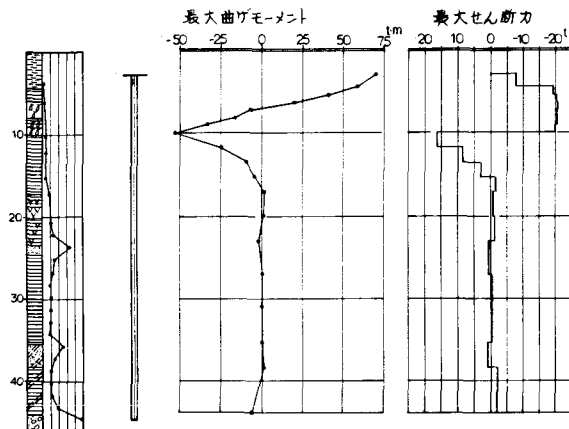


図-6 杭の最大断面力応答値

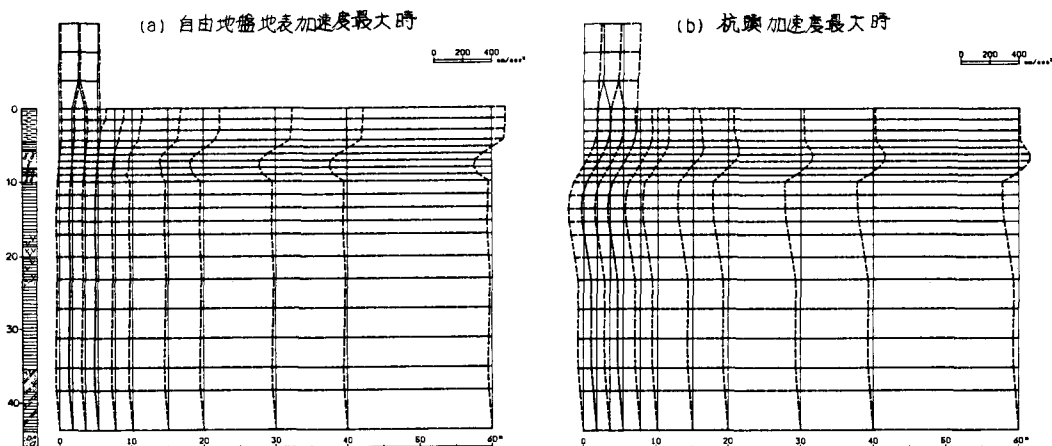


図-7 加速度の分布