

I - B 105 地盤-杭基礎系の液状化特性を考慮した応答スペクトルについて

八代工業高等専門学校 正員 ○ 淵田邦彦  
 熊本大学工学部 正員 秋吉 卓  
 八代工業高等専門学校 学生員 植田正樹

1. はじめに

表層地盤の液状化は地表付近の構造物に多大な被害を与えるが、表層地盤の液状化特性を考慮した構造物の応答スペクトルについて検討した例は数少ない。そこで本研究では、杭基礎を伴う表層地盤の地震応答特性について振動締め固めによる地盤改良を実施した場合も含めて解析を行い、さらに地表面上構造物の応答スペクトルを表層地盤と上部構造物の固有周期に対して評価することによって耐震設計に応用する方法を提案する。

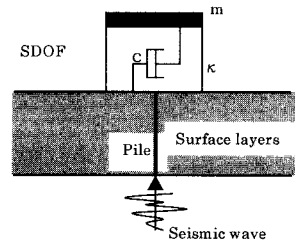


図1 解析モデル概要

2. 構造物及び地盤の解析手法の概要

図1は杭を有する表層地盤と上部構造物の模式図である。表層地盤の地震応答を解析する手法として、ここでは著者らが開発している2次元有効応力解析プログラム NUW2<sup>1)</sup>を用い、地盤改良については、サンドコンパクションパイル(SCP)工法の締め固め過程をシミュレートするプログラム WAP3<sup>2)</sup>を用いた。表層地盤の地表面上における加速度応答を入力加速度として地表面上の1自由度系構造物の応答スペクトルを求めた。

表1 SCPの諸条件

パイルの間隔(m)	3.0
配置	三角形
加振力(kN)	600
パイルの直径(m)	0.4
加振振動数(Hz)	9.3
加振時間(sec)	0~150

3. 数値計算結果と考察

表層地盤中の杭は直径0.4mのコンクリート杭とし、ヤング係数を  $1.5 \times 10^5 \text{ kPa}$  とした。入力地震波としては、エル・セントロ地震(1940年)、千葉東方沖地震(1987年)、兵庫県南部地震(1995年)、十勝沖地震、鹿児島県北西部地震(1997年)のNS成分を最大加速度250galに調整し、モデル地盤の基盤層底部に鉛直下方から入射するものとした。また表層地盤のモデルとして図3のようなせん断剛性の鉛直分布の異なる3種類のモデルを用いた。

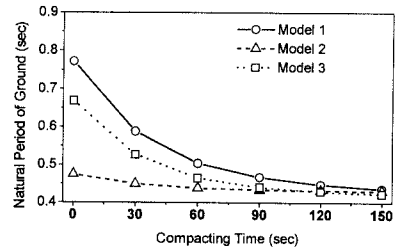


図2 地盤の平均固有周期と締め固め加振時間との関係

表1は解析に用いたSCPの諸条件である。図2はこの条件でSCP施工した場合の地盤の平均固有周期と締め固め加振時間との関係であり、加振時間が長くなるほど地盤の剛性が増加するため、地盤の平均固有周期が短くなっている。図3は加振時間の異なる各SCP施工ごとの地盤剛性の鉛直分布を示している。こ

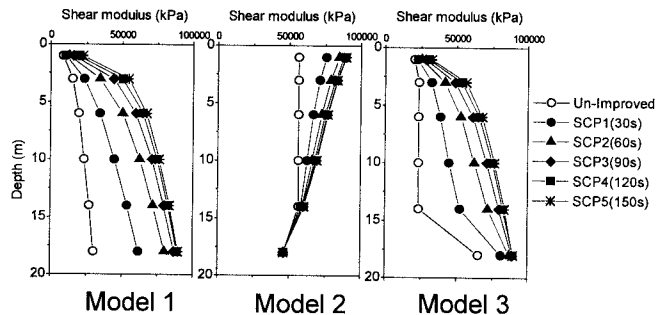


図3 各モデルにおけるせん断剛性の鉛直分布

キーワード：応答スペクトル、液状化、地盤改良、固有周期  
 連絡先：〒866-8501 八代市平山新町2627、Tel.0965-35-1611、Fax.0965-33-0616

これらの地盤モデルに対して数値計算を行い、地表面における加速度応答を入力として1自由度系構造物の応答スペクトルまで算定した。その結果、加振時間60秒以上ではどのモデルも液状化が抑制されていることを確認した。

地上構造物における応答スペクトルの結果より、地盤改良によって1秒以上の長周期で構造物の応答が抑制されているが応答スペクトルの一例を、地盤の固有周期、地上構造物の固有周期の2軸に直交する軸に取って3次元表示したものが図4

である。図4は兵庫県南部地震波に対する地盤モデル1における変位の応答スペクトルの結果であり、応答スペクトルが大きくなる地盤と構造物の両固有周期が分かりやすい。図5は図4を地盤と地上構造物の固有周期に対する地上構造物の応答スペクトルの分布特性がさらに読み取り易くなっている。

次に、図6、7は地盤モデル1、2における5つの地震波による応答スペクトルを平均し等高線表示したものであり、両図とも(a)が加速度、(b)が変位の応答を表している。地盤モデルの違いにより異なる分布特性となっているが、これらの図より、地上構造物の応答量のあるレベル以下にするための、地盤と構造物の固有周期の組み合わせを容易に決定できることから、地盤と構造物の動特性を考慮した耐震設計に应用することが可能と思われる。また地盤の固有周期は締固め加振時間、すなわち液状化抑制の条件と関連付けられることから、改良条件の選択にも応用可能と思われる。

4. まとめ

杭を有する表層地盤の、液状化を考慮した応答に基づいて、構造

物の応答スペクトルを評価するとともに、これを耐震設計に应用する方法を提案した。

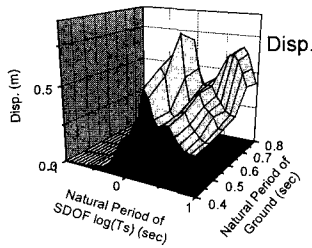


図4 応答スペクトルの3次元表示 (兵庫県南部地震)

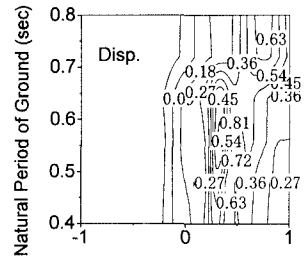


図5 応答スペクトルの等高線表示 (兵庫県南部地震)

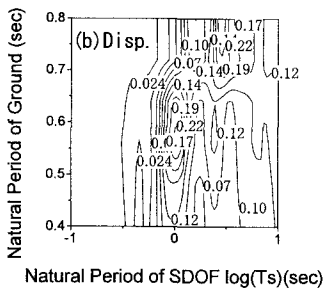
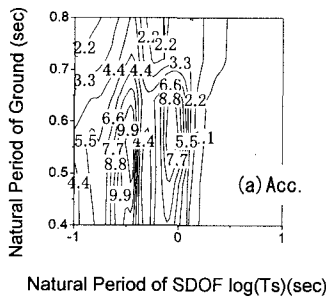


図6 平均化した応答スペクトルの等高線表示(モデル1)

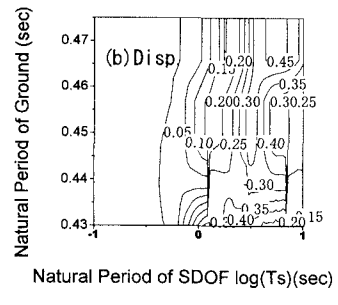
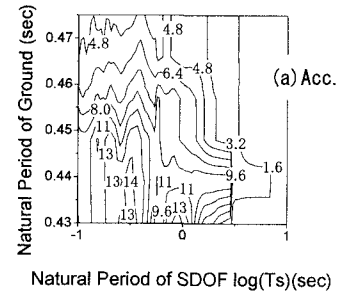


図7 平均化した応答スペクトルの等高線表示(モデル2)

参考文献 1)Akiyoshi, T., et al, Soil Dynamics and EarthquakeEngineering., Vol.12, No.5, pp.299-307, 1993.

2)Akiyoshi, T., et al, Proc. 9JEES, pp.949-954, 1994.