

1. はじめに

従来の耐震設計においては地盤および基礎の存在を無視した地震応答解析が行われていたが、現実の地震を厳密に解析する際には動的相互作用の影響を無視することはできない。そこで、動的相互作用を考慮した1つの事例として高知県の地盤を用い、兵庫県南部地震の強震観測記録を用いた基礎－構造物全体系の地震応答解析を行なった。本解析では、地盤と基礎の動的相互作用により生じる現象を表わす相互作用バネに、振動数依存性を考慮できるバネと簡易な振動数に依存しないバネを用いた。それぞれのバネで直接基礎・杭基礎の両形式を考え、直接基礎では地盤のせん断波速度を変化させた場合について解析を行い、杭基礎では地盤のせん断波速度と杭の本数を変化させた場合について解析を行なった。その結果、振動数に依存した解析の方が各部での応答値が振動数非依存の簡易解に比べ小さくなり、振動数依存性の影響を知る事ができた。

2. 解析方法と解析条件

本解析では、吉川地震防災研究室で研究開発したプログラム^{1) 2)}を用いて解析を行なっている。解析が可能な力学モデルとしてスウェイ・ロッキングモデルを用い、動的相互作用現象を動的相互バネで表現している。これにより、地盤－基礎－構造物の全体解析を行った。本解析での動的相互作用としては、キネマティック相互作用は考えず、慣性力相互作用のみを対象とした。

基礎は直接基礎と杭基礎の両形式を考え、それぞれで振動数を考慮する場合と考慮しない場合を考えた。また、地盤のせん断波速度を1 (Case1)、 $1/2$ (Case2)、 $1/4$ (Case3) と変化させ、地盤の堅さが違う場合の解析を行った。杭基礎では、杭の本数を25本から9本に変更し、より揺れやすい状態でも解析を行った。

対象構造物は2階建ての構造物を考えた。対象地盤は、高知市大原町の地盤を3層にモデル化し、入力地震波は、兵庫県南部地震(神戸海洋気象台 NS 方向観測波形 地震波数 512 個、時間刻み 0.02 秒、継続時間 10.24 秒)を最大加速度 100gal に基準化して使用した。

3. 解析結果と考察

直接基礎・杭基礎における最大応答加速度、最大せん断力および最大転倒モーメントのせん断波速度との関係を図1、図2、図3に示す。図1で注目すべき点は、せん断波速度 $1/4$ (地盤が最も軟らかい) の時に、直接基礎振動数非依存での最大応答加速度が約 800gal、直接基礎振動数依存では最大応答加速度が約 200gal と、振動数非依存の応答が振動数依存に比べ、4 倍程大きくなっている事である。杭基礎については、せん断波速度を変え、地盤の堅さを変化させた場合でも応答に変化が見られない。同様に、図2、図3も図1のような傾向を示している。

次に、Case1, 2, 3 のそれぞれの場合における直接基礎・杭基礎のせん断力、転倒モーメントの時刻歴波形を図4に示す。Case1 の地盤が一番堅い場合においては、直接基礎と杭基礎の両方で振動数の影響が見られないが、Case3 の地盤が一番軟らかい場合においては、直接基礎で振動数依存の影響が顕著となった。

4. まとめ

直接基礎では、振動数に依存しない場合の応答が、振動数に依存する場合に比べて応答が大きく、振動数に依存する場合は逆に応答が小さくなった。このことから、振動数に依存するモデルを用いた方がより厳密な解と言える。

杭基礎では振動数に依存しないものと依存するものとで、あまり差がなかった。また、杭本数を変更した場合との比較でもあまり差がなかった。杭基礎では振動数依存性を考慮した場合で解析してもあまり変わりがなかった。

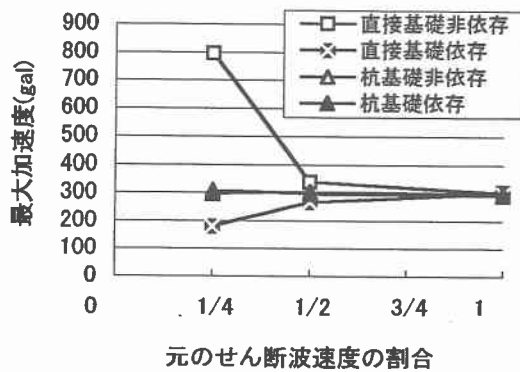


図 1 最大加速度とせん断波速度の関係

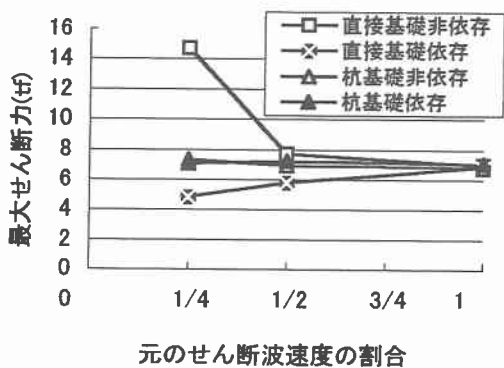


図 2 最大せん断力とせん断波速度の関係

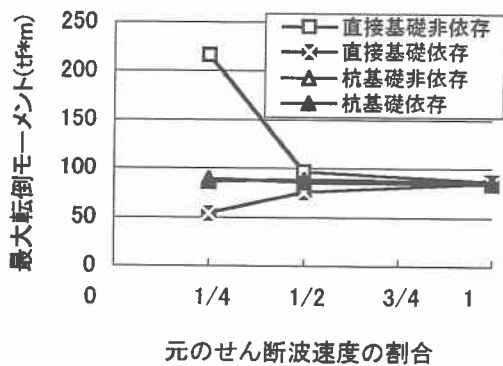


図 3 最大転倒モーメントとせん断波速度の関係

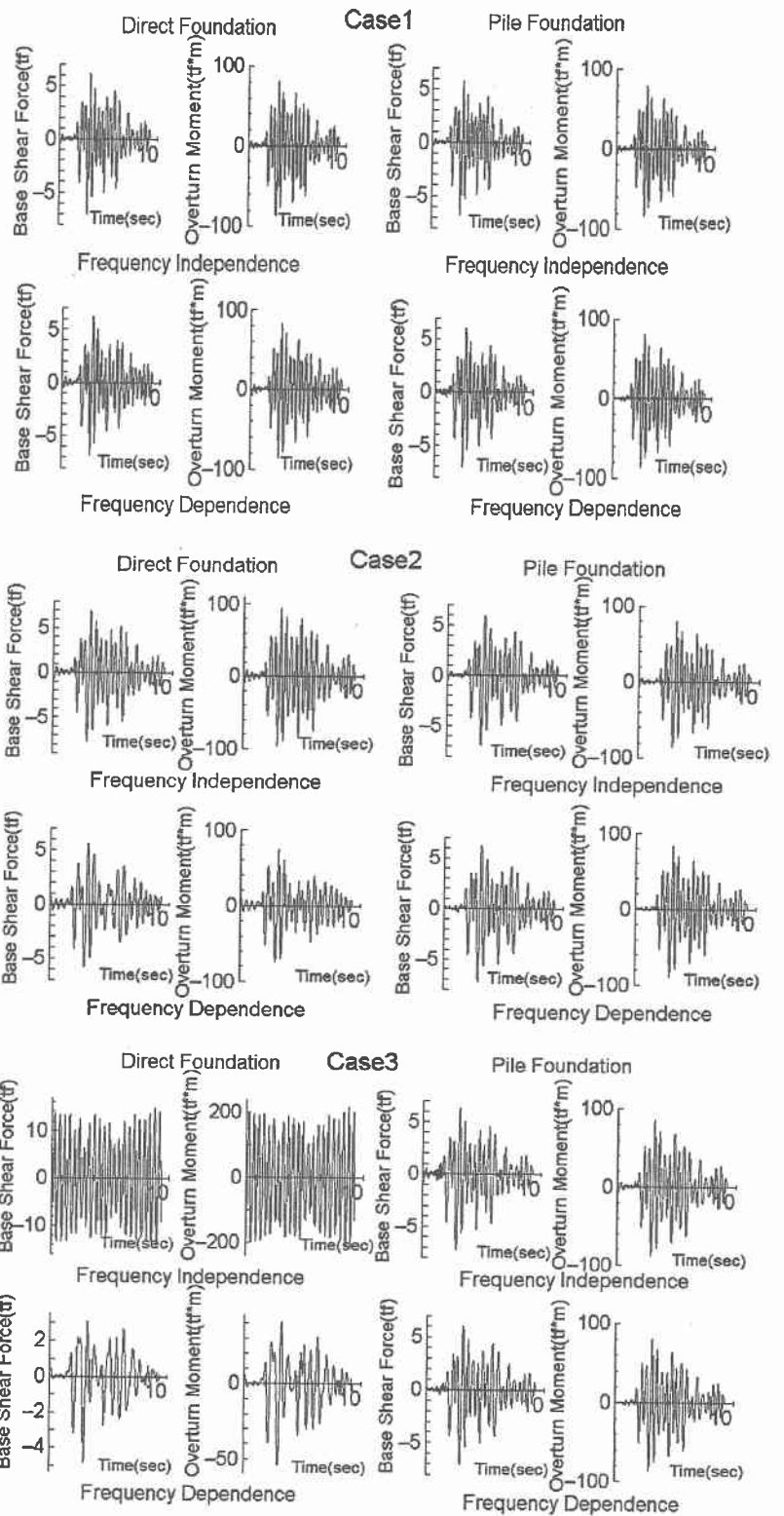


図 4 せん断力と転倒モーメントの時刻歴波形

参考文献

- 1) 吉川正昭、西内信広：表層地盤の振動特性を考慮した基礎 - 構造物全体系の地震応答解析、土木学会四国支部技術研究発表会講演概要集、pp.52-53、2000.5.
- 2) 吉川正昭、西内信広：表層地盤の振動特性を考慮した基礎 - 構造物全体系の地震応答解析その 2、土木学会四国支部技術研究発表会講演概要集、pp.54-55、2001.5.