

I - 3 集中質量系モデルによる地盤-杭-基礎-構造物の地震応答解析

高知高専建設システム工学科 吉川 正昭
株式会社 技研製作所 ○山下 晋平

1.はじめに

Penzien による集中質量系モデルは地盤,杭,構造物を質点系に置換し,地盤と杭-構造物系間の相互作用をばねダッシュポットで表現するものであり,相互作用を踏まえた上部構造物の応答値以外に,杭の応答値も求められ,杭の耐震設計に適した手法といえる.

本研究では集中質量系モデルを用いて,高知市はりまや橋周辺の地盤を対象として地震応答解析を行った.地盤の挙動が線形の場合と,より現実に近い挙動を示すバイリニヤーモデルによるモデル(塑性傾斜率と降伏変位を深さ方向で変化させる),さらに砂質土の液状化過程を評価できるよう H-D モデルを骨格曲線に用い有効応力の低下を組み込んだ解析モデル⁴⁾を提案し,最大応答加速度や各部の断面力を比較し考察を加えたので報告する.

2.解析方法と解析ケース

地盤-杭-基礎-構造物全体系を,吉川地震防災研究室で作成した地震応答解析プログラム^{1)~5)}を使用するために集中質量系モデルにする.解析モデルを Fig. 1 に示す.高知の南海地震を想定して作成した模擬入力地震波の時刻暦応答波形とフーリエスペクトルを Fig. 2 に示す.この地震波を高知市播磨屋橋周辺地盤に入力し各質点での時刻暦応答解析を行う.

解析の種類は 9 種類とし,それぞれの Case を説明する. Case1:線形解析, Case2:Hrdin-Drnevich モデルにより液状化過程を評価して解析, Case3:Case2 の降伏変位,塑性傾斜率を各層変化させて解析, Case4:Hrdin-Drnevich モデルにより液状化過程を評価しないで解析, Case5:Case4 の降伏変位,塑性傾斜率を各層変化させて解析, Case6:地盤を Bi-linear,相互作用ばねを線形モデルにより解析, Case7:Case6 の降伏変位,塑性傾斜率を各層変化させて解析, Case8:Bi-linear モデルにより解析, Case9:Case8 の構造物を武田モデルで解析する.

3.解析結果および考察

固有値解析により求めた杭-基礎-構造物系の 1 次から 5 次までの固有振動数を Table 1 に示す.線形地盤の 1 次固有周期は 0.46sec であり,杭-基礎-構造物系の 1 次と 2 次の間に位置することが分かる.地盤系,杭-基礎-構造物系の応答にはそれぞれの固有振動数が密接にかかわる.遠方地盤の応答加速度を Fig. 3 に示す.砂層では液状化して応答加速度が小さくなり周期も長周期になっている.最大応答包絡線分布を Fig. 4,5 に示す.線形モデルに比べ,液状化を考慮したもの以外の非線形モデルは応答値が小さくなっている.降伏変位,塑性傾斜率を各層で変化させたものは,少し大きな応答値となっている.

Table 1 Natural period

固有周期(sec)	1 次	2 次	3 次	4 次	5 次	6 次
杭-基礎-構造物系	0.54	0.29	0.25	0.22	0.18	0.13
地盤	0.46	0.13	0.09	0.07	0.06	0.06

4.まとめ

本研究では,入力地震波と対象構造物は一定とし,地盤特性を線形と非線形にした解析を行った.以下に結論を要約する. 実際の地盤では降伏変位,塑性傾斜率は一律でないため,各層変化させたモデルの方が現実に近い結論を得ている. 液状化すると砂層での挙動が大きく変わる事が分かる.今後の課題としては構造系に関する実地震時の観測データの蓄積が重要である.

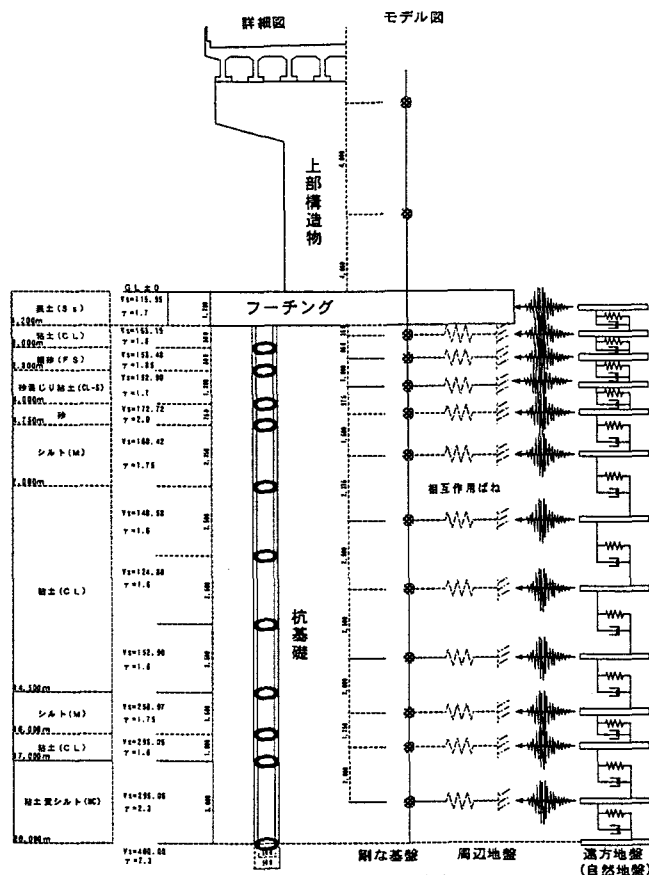


Fig. 1 Analysis model

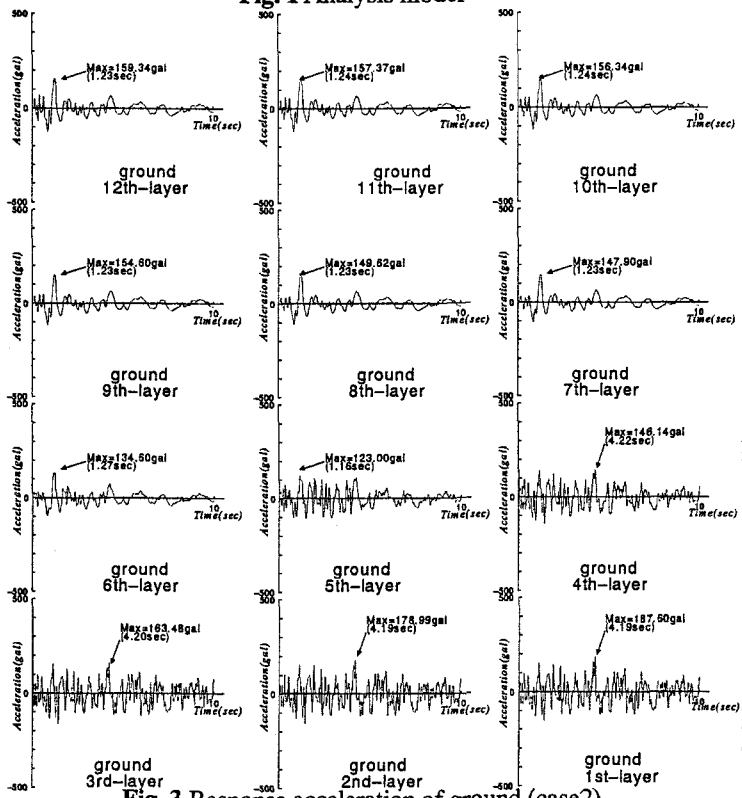


Fig. 3 Response acceleration of ground (case2)

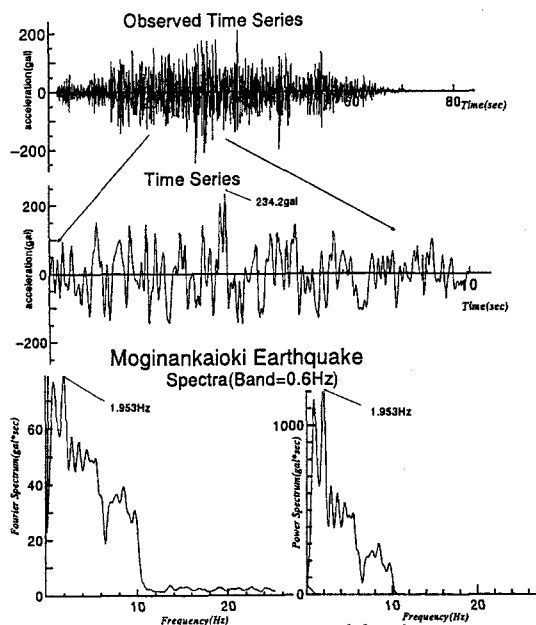


Fig. 2 Input earthquake motion and fourier spectrum

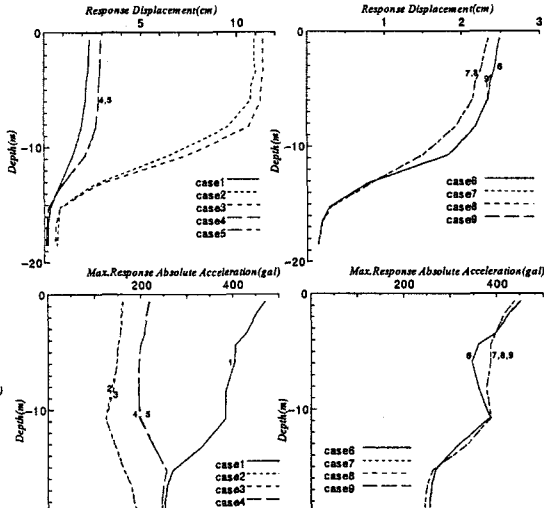


Fig. 4 Maximum response for ground

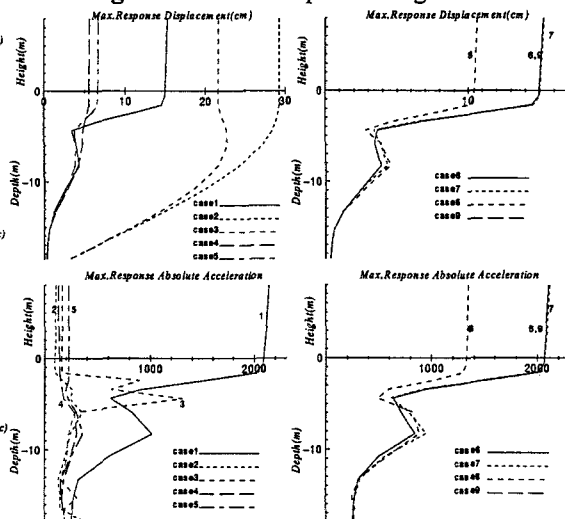


Fig. 5 Maximum response of pile-foundation-structure system

参考文献

- 1) 吉川正昭, 山崎敬生: 杭支持構造物の地震応答解析 その3, 土木学会四国支部 技術研究発表会講演概要集, pp.64~65, 2002.5.
- 2) 吉川正昭, 山崎敬生: 杭支持構造物の地震応答解析 その2, 土木学会四国支部 技術研究発表会講演概要集, pp.60~61, 2001.5.
- 3) 吉川正昭, 山崎敬生: 杭支持構造物の地震応答解析, 土木学会四国支部 技術研究発表会講演概要集, pp.54~55, 2000.5.
- 4) 秦雅史, 日下部伸, 森尾敏, 岡崎弘: 地盤系オンライン地震応答実験手法を用いた杭基礎構造物の動的解析, 奥村組技術研究年報No.20, pp.41~46, 1994
- 5) 吉川正昭, 釜谷幸夫, 森尾敏: 地上式タンク地震応答解析-主として相互ばねの評価について-, 土質工学研究発表会, pp.1037~1040, 1978