

I-30 杭支持構造物の地震応答解析 その2

高知工業高等専門学校 建設システム工学科

吉川 正昭

高知工業高等専門学校 建設システム工学科専攻科

○山崎 敬生

1. はじめに

兵庫県南部地震(1995.1.17)以降、従来の仕様設計が性能設計へと急激に移行した。杭基礎も例外でなく、地盤変位の杭応力に対する影響、杭材の塑性変形能力の評価、新しい杭頭接合法の開発などに関する研究が増えていることから分かる。従来、杭基礎に対し曖昧であった安全性および耐久性に関する要求性能を明確にし、それらに対する検討方法の確立を図ることが求められている。ここでは、前報¹⁾において、入力地震波、対象構造物を一定とし、地盤を柔らかくしたとき(1/2倍)、硬くしたとき(2倍)の地盤-構造物全体系の断面力などを求め杭の性能について論じたので報告する。

2. 解析方法

2.1 入力地震波の設定

兵庫県南部地震(1995.1.17)により鷹取駅で観測された極大地震動を用いた。波形の振幅のみを調整して、最大振幅がSMAC最大加速度の期待値に一致したものをレベル1地震動とする。ここでは、レベル1地震動を100galに基準化して入力した。

2.2 解析条件

当研究室で開発されたPenzien系の多質点モデル(図-3)線形解析を用いて、以下に示す3種類について、地盤は高知市大原町をモデル化して地震応答解析を行っている。

Case1: 図-2に示す地盤データを用いてそのまま解析

Case2: Case1のデータにおいて地盤のせん断ばね定数のみを1/2倍にして解析

Case3: Case1のデータにおいて地盤のせん断ばね定数のみを2倍にして解析

2.3 相互作用ばね定数

杭・地盤間の相互作用ばね定数は、図-1に示すように、分割された地層ごとに、深さ方向に一樣分布、加力直交杭径方向に分布した力を、杭中心軸位置に設定し、ミンドリンの第Ⅱ解を用いて、加力中心線上の杭表面位置での変位(基準変位)を求め、この基準変位と全外力との比として次式で計算する。

$$K_E = P/U_0 \quad \cdots (1)$$

ここで、 K_E :相互作用ばね定数、 P :全水平外力、 U_0 :基準変位

このとき、杭部分は地盤と同じ物性で見なし、また地層ごとの物性の差も無視して対象とする層が一様に広がっているとしている。層厚分の分布荷重に対する加力方向変位は、層内では深さ方向にほぼ一樣で、杭中心軸近傍では層外で急激に減少するが、杭中心軸から遠ざかるにつれて層内外の変位に差は小さくなる。

式(1)で求められたばね定数を剛性行列に組み込む場合には、分布ばね(ウィンクラー型のばね)として扱う。したがって分布ばねによる剛性行列はつぎのようになる。

$$[K_E] = \begin{bmatrix} ({}_1K_E + {}_2K_E)/3 & {}_2K_E/6 & & \\ {}_2K_E/6 & ({}_2K_E + {}_3K_E)/3 & {}_3K_E/6 & 0 \\ & \cdots & \cdots & \cdots \\ & & {}_iK_E/6 & ({}_iK_E + {}_{i+1}K_E)/3 & {}_{i+1}K_E/6 \\ & & & \cdots & \cdots \\ 0 & & & {}_nK_E/6 & {}_nK_E/3 \end{bmatrix} \quad \cdots (2)$$

ここで、 ${}_iK_E$: i 層相互作用ばね定数

n :最上層の番号(下から上へ番号をつける)

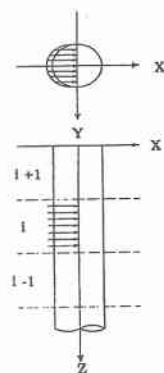


図-1 相互作用ばね
計算時の想定荷重

3. 解析結果と考察

応答時刻歴波形を図-4 に示し、パワースペクトルを図-5 に示す。自然地盤系の固有振動数を表-1 に示した、自然地盤と構造物各部の最大応答包絡線分布を図-6、図-7 に示す。2F における応答時刻歴波形の加速度の最大値は、入力波に対して **case1** で約 10 倍、**case2** で約 4 倍、**case3** で約 6 倍となる。自然地盤系の最大応答包絡線分布を見ると、地盤が軟らかいときは変位が大きくなり、加速度が小さくなる。また、地盤が硬いときには変位が小さくなり、加速度が大きくなる。今後は地盤非線形、構造物非線形について解析する。

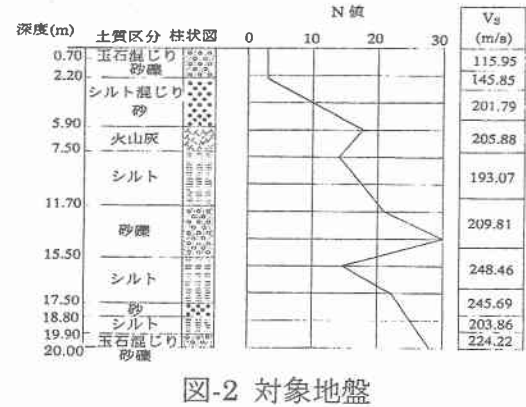


図-2 対象地盤

表-1 自然地盤系の固有振動数

モード(次)	固有振動数(Hz)		
	case1	case2	case3
1	1.89	1.32	2.08

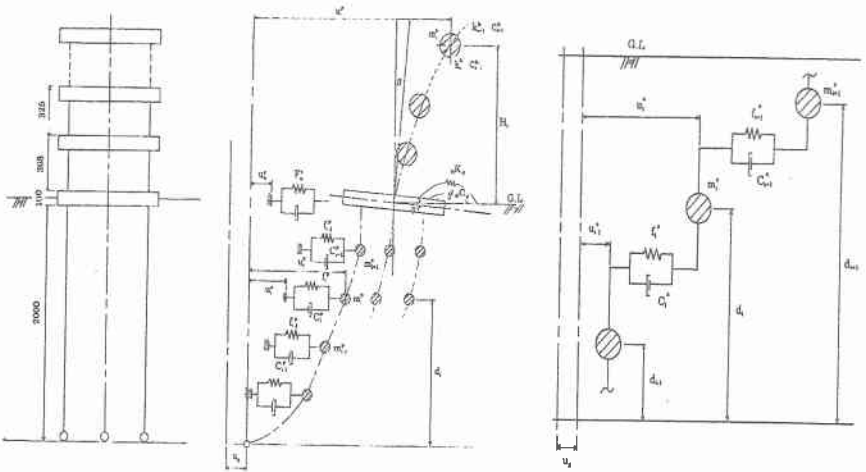


図-3 多質点系モデル

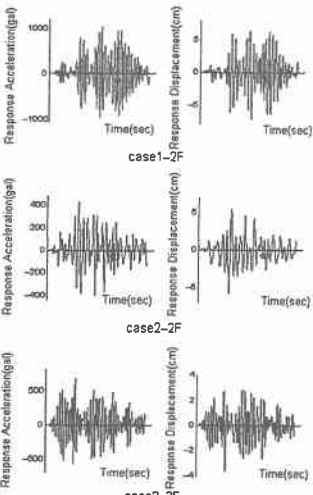


図-4 応答時刻歴波形

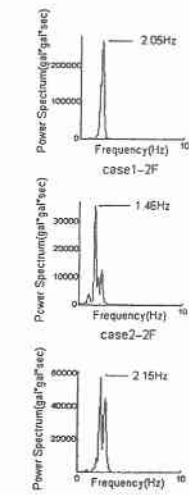


図-5 パワースペクトル

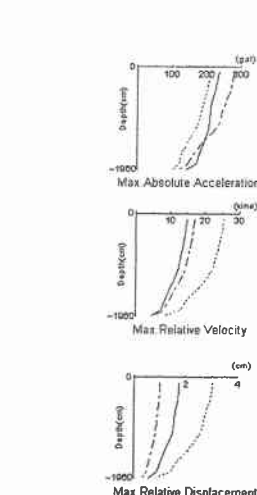


図-6 自然地盤の最大応答包絡線分布

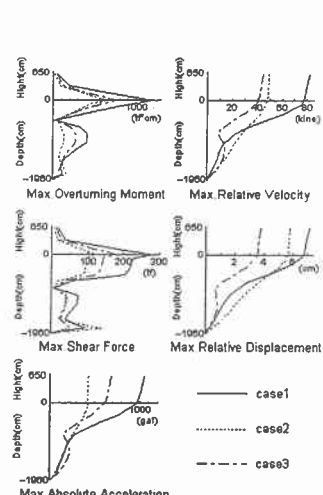


図-7 構造系の最大応答包絡線分布

1) 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

2) 吉川正昭, 谷治孝: 構造物の耐震設計に用いる入力地表波形作成手法の研究ー強震観測記録に基づく距離減衰式を用いるー, 土木学会四国支部技術研究発表会講演概要集, pp. 38~39, 1999. 5.

3) 吉川正昭, 竹内光生, 楠博典: 杭基礎構造の地震応答解析, 土木学会四国支部技術研究発表会講演概要集, pp. 72. 73, 1996. 5.

4) 吉川正昭, 並川博行: 地震-杭基礎-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. 50. 51, 1998. 5.