

I-14 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

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 西内 信広

1. はじめに

構造物の地震応答や地震被害が地盤種別により大きく変化することは経験的事実として広く知られている。良くない地盤では地震エネルギーが長周期領域に集中しやすいため、剛性が高く固有周期の短い構造系を採用すれば、共振しやすい周期帯を避けられる。本論では、地盤をいかに工学的に評価し、モデル化するかが重要な課題であるため、地盤と基礎の動的相互作用により生じる現象を表す相互作用ばねに、振動数依存性を考慮できるばねと簡易な振動数に依存しないばねを用いた場合について、比較的地盤の良い場所に築造される直接基礎と、悪い場所に築造される杭基礎を用いて、地震波入力による全体系の応答解析を行っている。

2. 解析方法

基礎は直接基礎(D)と杭基礎(P)両形式とし、図-2.1に示すように、基礎と地盤の動的相互作用により生じる現象を Sway と Rocking ばねに置き換えた。相互作用ばねは、基礎底面ばね、基礎側方ばね、杭頭ばねの3種類があり、次式から求まる。

$$\text{底面ばね} \quad \begin{Bmatrix} F_G \\ M_G \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} {}_F K_S & -{}_F K_S h_G \\ -{}_F K_S h_G & {}_F K_R + {}_F K_S h_G^2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_G \\ t_G \end{Bmatrix} \dots\dots\dots (1)$$

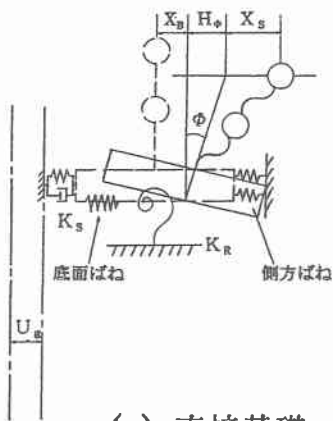
$$\text{側方ばね} \quad \begin{Bmatrix} F_G \\ M_G \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} {}_E K_S & {}_E K_S (h_S/2 - h_G) \\ {}_E K_S (h_S/2 - h_G) & {}_E K_S (h_S^2/3 - h_S h_G + h_G^2) \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_G \\ t_G \end{Bmatrix} \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{杭頭ばね} \quad \begin{Bmatrix} F_G \\ M_G \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} nK_1 & nK_2 - nK_1 h_G \\ nK_2 - nK_1 h_G & nK_4 + {}_P K_R + nK_1 h_G^2 - 2nK_2 h_G \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_G \\ t_G \end{Bmatrix} \dots\dots\dots (3)$$

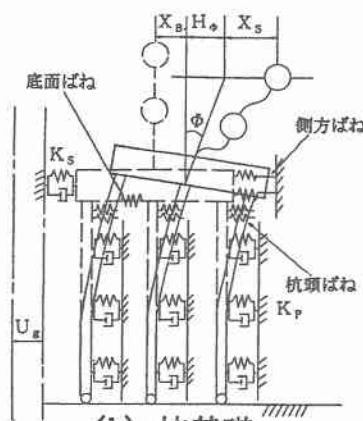
解析モデル図-2.2に示すように上部構造物は梁要素で2質点とし、基礎は周辺ばねに支持された剛体基礎とし、Sway と Rocking をもつ2自由度とした。地盤は高知市の土質柱状図をもとに、表層(0.5m)、中層(15m)、底層(14.5m)とし、GL-30mを工学的基盤とした。入力波は兵庫県南部地震(神戸海洋気象台のNS方向観測波形 $\Delta t = 0.02$ 秒、 $T = 512$ 個)を最大加速度100galに基準化して用いた。直接基礎と杭基礎の振動数依存のモデルをCaseDD、CasePD、非依存のモデルをCaseDI、CasePIとし4種類を考える。

3 解析結果と考察

DD、DIの1、2階の相対変位、基礎のSway、Rockingとフーチング基礎と構造物の取り付け部に作用するせん断力、転倒モーメントの時刻歴波形を図-3.1(a),(b)に示す。同様にPD、PIを図-3.2(a),(b)に示す。DD、DI、PD、PIの各点の最大応答加速度と最大応答変位の比較を図-3.3に示す。同じ地盤を用いた直接基礎と杭基礎の振動数非依存モデルでの両者の頂部の応答加速度は300gal, 297galとなる。振動数依存モデルでは299gal, 297galとなり、振動数依存と振動数非依存でほとんど応答加速度の差がないことがわかる。ベースシャー係数をDD、DI、PD、PIのそれぞれで示すとDD=0.18、DI=0.19、PD=0.19、PI=0.18となる。今後は、地盤の定数と入力地震波を変えて、厳密解である振動数依存モデルと簡易解である非依存モデルの相違について検討したい。

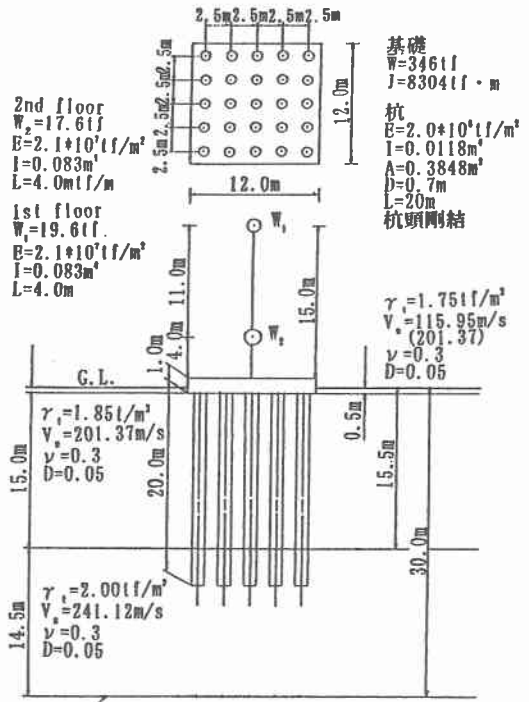


(a) 直接基礎



(b) 杭基礎

図-2.1 (a) (b) 地震時の解析モデルの挙動



工学的基礎

() 内の値は振動数依存の直接基礎の場合の値

図-2.2 解析対象モデル

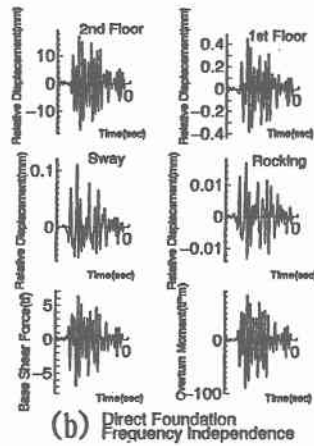
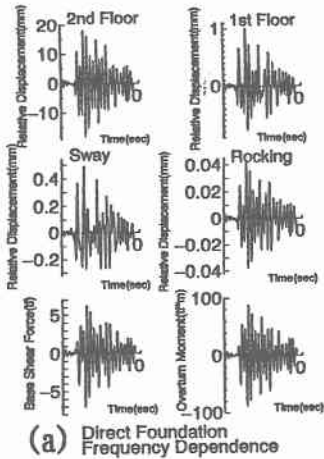


図-3.1 (a) (b) 直接基礎の断面力

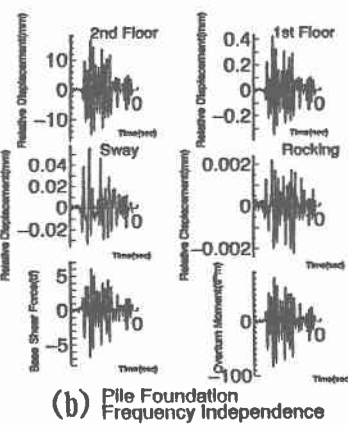
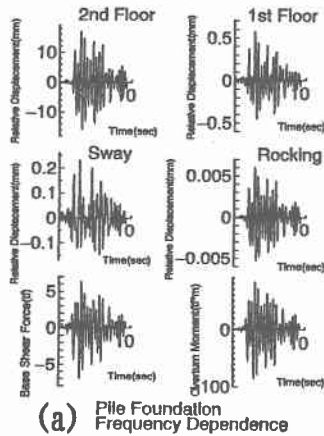


図-3.2 (a) (b) 杭基礎の断面力

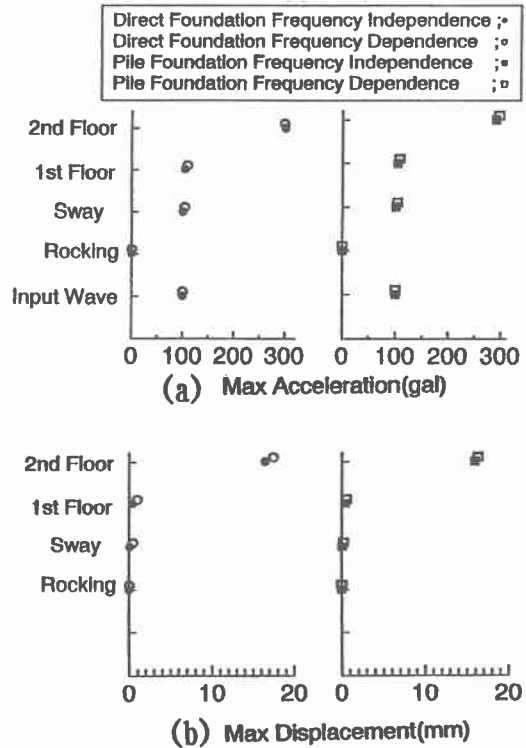


図-3.3 (a) (b) DD, DI, PD, PI の最大応答値の比較

参考文献

- 1) Kenzo TOKI, Tadanobu SATO, Junji KIYONO, Nozar KISHI G., Susumu EMI, Masaaki YOSHIKAWA : SEISMIC BEHAVIOUR OF PILE GROUPS BY HYBRID EXPERIMENTS, EARTHQUAKE ENGINEERING AND STRUCTURAL DYNAMICS, VOL. 20, pp. 895- 909, 1991. 9.
- 2) 吉川正昭, 佐竹孝二: 地盤-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.56- 57, 1999.5.