

# I-27 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

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

地震時の杭応力評価に関して、従来の設計法では、建物-杭-地盤の動的な相互作用効果の影響が合理的に評価されないという問題点を有する。動的相互作用効果に関する研究は高度かつ成熟した状況にあり、その知見を積極的に考慮することにより、上部建物からの慣性力の変化、杭位置による応力分担の違い、基礎部分の埋め込みによる杭応力の低減等が適切に評価されることが望ましい。ここでは前報<sup>1)</sup>に続いて、動的相互作用効果を表す相互作用ばねに複素剛性を用い(図-1.1に概念図を示す)、簡易な振動数に依存しないばねを用いた応答結果と比較を行い、耐震設計の基礎資料に供しようとした。

## 2. 解析方法と条件

基礎形式は図-2.1に示すように、直接基礎(D)と杭基礎(P)とした。直接基礎は、相互作用ばねの振動数依存性を考慮した原田モデル(DD)と振動数によらず一定としたJ S C Eモデル(DI)とする。杭基礎の都市整備公団モデル(PD)は少し振動数に依存し、J S C Eモデル(PI)は振動数によらず一定である。複素剛性マトリクス表示および振動方程式の周波数領域表示をすると、各要素の複素剛性マトリクスは次のように表示される。

構造物： $k^* = k(1 + i2h)$   $k$ ；ばね定数， $h$ ；減衰定数

地盤： $k^* = k(1 + i\omega c)$   $k$ ；ばね定数， $c$ ；粘性減衰定数

全体複素剛性マトリクスは次式となる。

$$[K^*] = [K] + i\omega [C]$$

振動方程式の周波数領域表示は次式となる。

$$[-\omega^2 [M] + [K^*]] \{\bar{X}\} = -[M] \{f\} \bar{X}_g$$

$\{\bar{X}\}$ ,  $\bar{X}_g$ ；応答変位ベクトルおよび入力地震動の周波数領域表現

解析モデルは上部構造物を梁要素で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。地盤は高知市大原町の地盤を用い、入力地震波は兵庫県南部地震(神戸海洋気象台のNS方向観測波形)を最大加速度100galに基準化して用いた。今回はせん断波速度を前報<sup>1)</sup>の地盤のせん断波速度(case1)と、その1/2(case2)、1/4(case3)にし、地盤の硬さを3種類に変えて解析を行った。さらに、杭の本数もcase1, 2, 3の25本から9本に変更して3種類の比較検討した。

## 3. 解析結果と考察

直接基礎全体系各点の最大応答加速度と最大応答変位のcase1, 2, 3の比較を図-3.1に示す。同図より、振動数依存モデル(DD)と非依存モデル(DI)を比較すると、最上階の2階で、case3の地盤が軟らかい時、DDが約200gal、約2cm、DIが約800gal、約4cmとDDに比べてDIが大きくなる。case1の地盤が堅い時は、DDが約300gal、約1.8cm、DIが約300gal、約1.5cmと両者はほとんど変わらない事がわかる。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、転倒モーメントを直接基礎(DI, DD)に関してcase1, 2, 3を図-3.2(a)に示す。同図より、せん断力の大きさはcase1, 2に比べcase3では2倍となる。せん断力はcase3でDIの波形入力地震波と違って来る。同様に転倒モーメントもせん断力と同じ傾向を示す。DIとDDを比較するとcase1, 2はほぼ同じであるが、case3の軟弱地盤になるとせん断力、転倒モーメントがcase1, 2に比べ、約3倍に大きくなる。同様に、杭基礎(杭本数25本)のPI, PDを図-3.2(b)に示す。杭基礎(杭本数25本)のPI, PDでは、case1, 2, 3でほぼ同じとなる。同様に、杭本数9本のPI, PDもcase1, 2, 3でほぼ同じになる。杭本数25本と9本の比較では今回は変わらなかった。

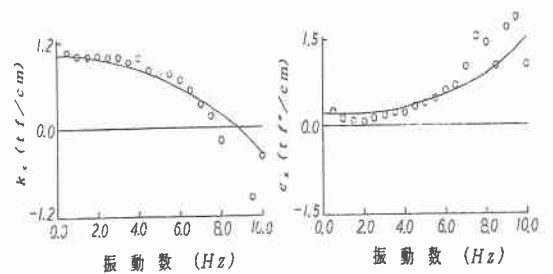


図-1.1 複素剛性の概念

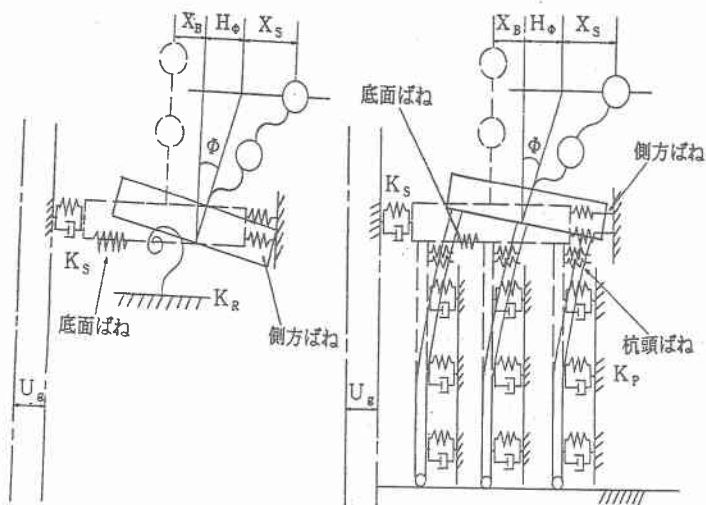


図-2.1 解析モデル

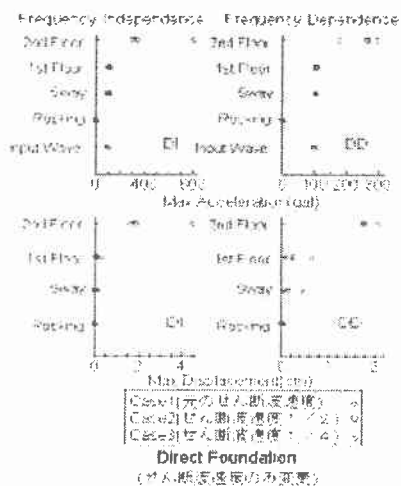


図-3.1 最大加速度・最大変位の比較

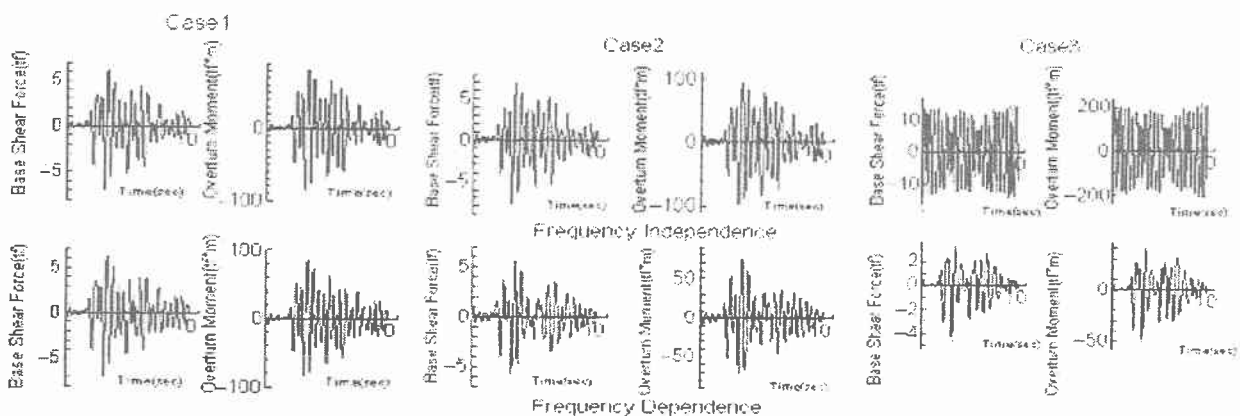


図-3.2(a) 直接基礎のせん断力・転倒モーメント

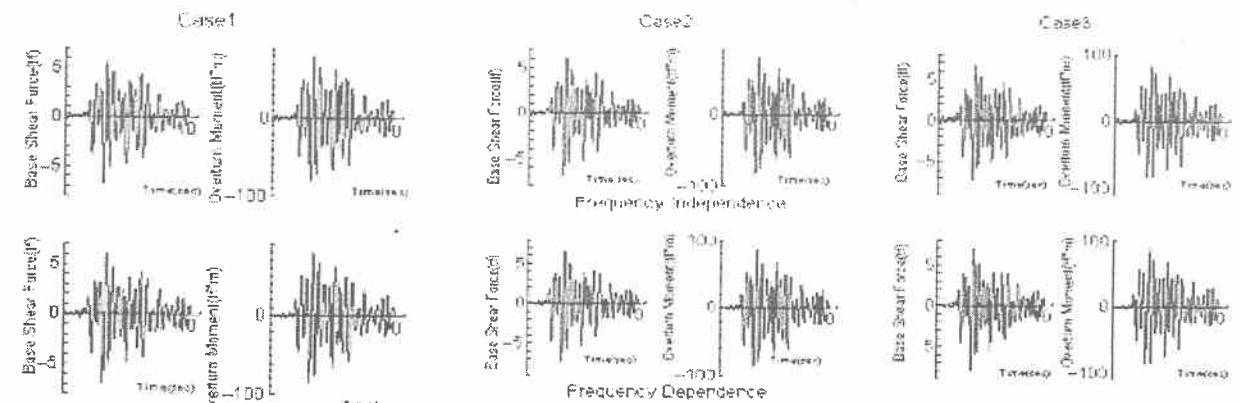


図-3.2(b) 杭基礎のせん断力・転倒モーメント

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) 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.
- 3) 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.