

I - 5 動的相互作用を考慮した基礎(直接基礎・杭基礎)－構造物全体の地震応答解析

高知高専建設システム工学科 吉川 正昭

広島大学工学部 ○澤松 俊寿

1. はじめに

構造物と、これに比べて大きな広がりを持つ地盤の動的相互作用を解析することは、構造物の耐震性を評価する上で重要であるが、決して容易ではない。なぜならば、動的相互作用といっても構造の形態や地盤の状況が千差万別で、一律に統一的な解析手法を用いるわけにはいかないからである。動的相互作用の影響を最も簡便に取り扱う手法は、相互作用系をばねとダッシュポットで置き換えて取り扱う手法である。この解析モデルは、通常相互作用系の運動を水平成分(Sway)と回転成分(Rocking)に分離して考慮することから、Sway-Rocking モデルと呼ばれており、当研究ではこのモデルを用いている。動的相互作用による現象を表す相互作用ばね(複素剛性)には、振動数依存性を考慮したばねと簡易な振動数に依存しないばねを用い、基礎を直接基礎と杭基礎の両形式とした時の上部構造の条件(1 階・2 階の柱の弾性定数、断面積)を4種類にわたって Tab 1 のように変化させ、基礎・構造物全体系の地震応答解析を行ったので報告する。

2. 解析手法および解析条件

解析モデルは上部構造をビーム要素の2質点2自由度、基礎を直接基礎と杭基礎の両形式を採用した。Fig 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 - Rocking モデルを用いて表す。相互作用ばねに振動数依存性を考慮した場合と、考慮しない場合とについて応答解析している。入力地震動は芸予地震時に土佐市で観測された地震波を、Fig 2.2 に示した高知市はりまや橋周辺地盤で工学的基盤(GL-21m)まで逆解析して、基盤波として用いている。地震波数 1024 個、時間刻み 0.01sec、継続時間 10.24sec、最大加速度を 100gal に設定した。Fig 2.3 に入力地震波の時刻歴波形、フーリエスペクトル、パワースペクトルを示す。本解析の相互作用ばねは、底面ばね・側方ばね・杭頭ばねの3種類を考慮した。杭頭ばねは、杭基礎のみ使用する。相互作用ばねは式(2.1)の複素剛性で表現でき、実部はばねを虚部は減衰を表す。

$$K^* = K + i\omega C \quad (2.1)$$

K^* :複素剛性, K :ばね定数, ω :角振動数, C :減衰定数

複素剛性は振動数に依存する性質を有しており、振動数の増加とともにばね定数は減少し、減衰定数は増加する¹⁾。振動数依存性を考慮しないケースでは、振動数が0の時の複素剛性を相互作用ばねとしている。

3. 解析結果および考察

Fig 3.1. (a)に case3 の振動数依存性を考慮しない、(b)に case3 の振動数依存性を考慮する直接基礎の応答加速度を、Fig 3.2 にそれぞれの応答倍率・フーリエスペクトルを示す。Fig 3.3 に振動数依存性を考慮しない直接基礎(a)と、考慮した直接基礎(b)の加速度と変位の最大応答値包絡線分布を示す。Fig 3.3.(a)より、柱の断面積(断面 2 次モーメント)を大きくした case1, case3 では、応答加速度の最大値は1階よりも2階が大きくなる。逆に応答変位の最大値は case1, case3 のほうが小さくなる。また Fig 3.3(b)の振動数依存においても同傾向を示すが、断面積が小さい、1階と2階で同じ材料を用いている case2 では応答変位が大きくなる。厳密解である振動数依存性を考慮したモデルのほうが振動数依存性を考慮しないものより少し大きな応答変位を示すのは、振動数依存性考慮によるばね定数の減少が、減衰定数の増加よりも大きく寄与したためで、耐震設計には厳密解を用いたほうがよいと考えられる。

Tab 1 Case of Structure

case	Floor	柱の弾性定数 (N/mm ²)	柱の断面積 (m ²)
1	2nd	205.8	0.16
	1st	205.8	0.25
2	2nd	205.8	0.01
	1st	205.8	0.02
3	2nd	147.0	0.16
	1st	274.4	0.25
4	2nd	147.0	0.01
	1st	274.4	0.02

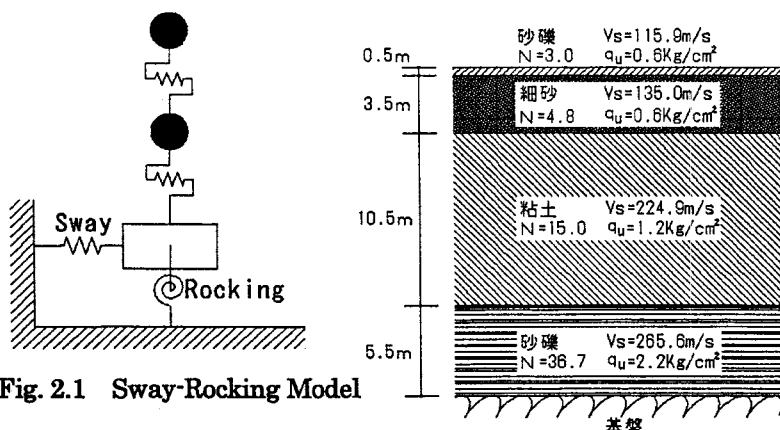
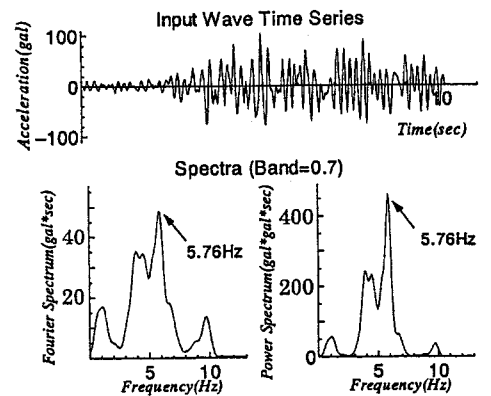
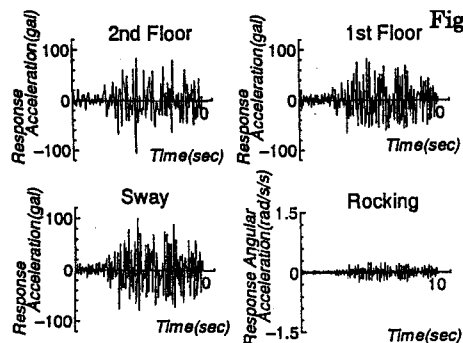


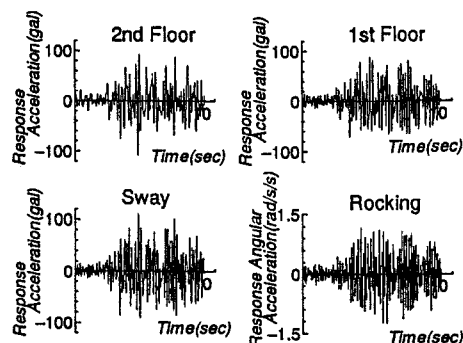
Fig. 2.1 Sway-Rocking Model



Input Earthquake Motion
(Observed Geiyo Earthquake in 24.3.2001 at Tosa city)

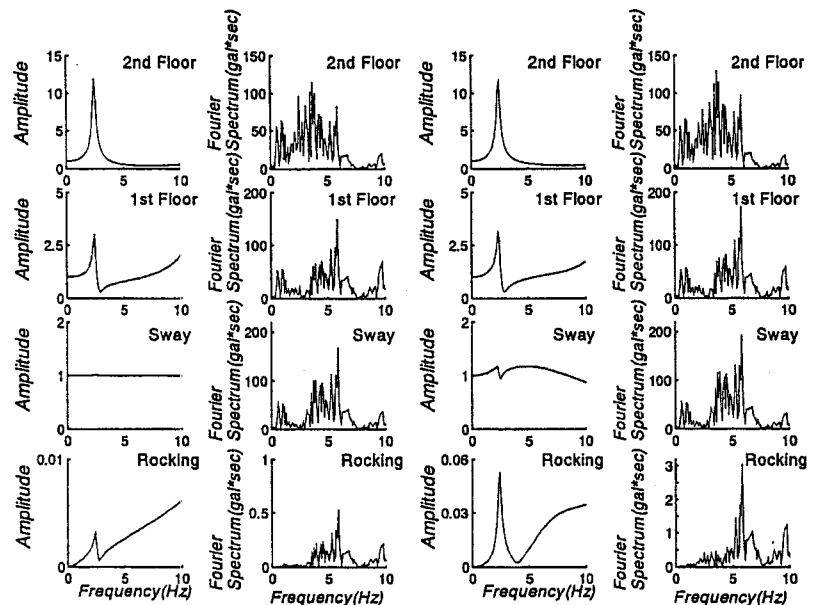


(a) Frequency Independence



(b) Frequency Dependence

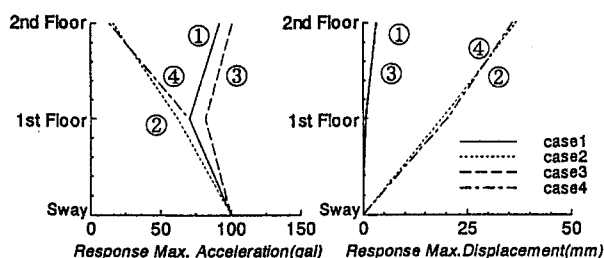
Fig. 3.1 Response Acceleration



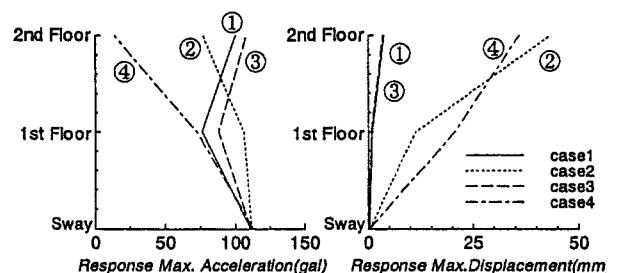
(a) Frequency Independence

(b) Frequency Dependence

Fig. 3.2 Amplitude, Fourier Spectrum



(a) Frequency Independence



(b) Frequency Dependence

Fig. 3.3 Max. Response Enveloping Curve of Direct Foundation

参考文献

- 1) 原田, 久保, 片山, 広瀬: 地中円筒剛体基礎の動的ばね係数と減衰係数, 土木学会論文集, 339号, pp.79-88, 1983
- 2) Yoshio INOUE, Nobuyoshi SAWAI, Kazuhiro WATANABE: Outline of proposal of Design Procedure And Application to Apartment houses of HUDC
- 3) 吉川正昭, 西内信広: 表層地盤の振動特性の考慮した基礎一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.
- 4) 柴田明徳: 最新耐震構造解析