

I - B289

基礎-地盤-構造物系の非線形動的相互作用に関する研究

神戸市立工業高等専門学校 正会員 山下典彦

1. はじめに

基礎-地盤-構造物系の動的相互作用の問題が、耐震工学の分野で本格的に研究され始めて、もう数十年が経過している。しかし、この問題はなお難題の一つであり、解析モデルに依存して計算結果はかなり幅をもつことが知られている。さらに、このような現状が影響してか、動的相互作用の効果が耐震設計指針の中に加味されにくいのが現状である。そこで、本研究では、このような耐震設計の現状を改良し、より合理的な耐震設計の方法を策定することを目的に基礎-地盤-構造物系の動的相互作用の影響を考察する。

2. 動的相互作用モデル

本研究では、上部構造物の水平1自由度と基礎の並進および回転の2自由度(基礎-地盤系はSway-Rockingモデル)からなる合計3自由度モデルを採用した。これらの全ての復元力特性はバイリニアモデルを仮定¹⁾し、それぞれのモデルに対して様々なパラメータを変化させて解析を行った。その際、入力地震動を自然地盤の地表面の地震動ではなく、地震動の空間的変動を考慮した有効入力地震動を近似式²⁾により評価した。したがって、本研究の解析モデルは地盤と基礎の動的相互作用をやや考慮した形となっている。

3. 動的相互作用を考慮した応答スペクトル

ここでは、上述した3自由度系の動的相互作用モデルと1自由度系の絶対加速度応答スペクトルを計算し、その比率をとることにより応答スペクトルがどのように変化するかを調べた。この場合、1自由度系は線形の応答スペクトルのみで、3自由度系については、有効入力地震動の影響を考慮した場合、復元力特性が全て線形および非線形を考慮した場合について、神戸海洋気象台、エルセントロの波形を作用させ、その比率を求めた。

4. 数値計算例

表-1に示すような大型ケーソン基礎と一般道路橋ケーソン基礎を対象とした基礎-地盤系について、地表面レベルにおける有効入力地震動に対する応答スペクトルを示したものが、図-1である。図-1(a),(b)はそれぞれ、神戸海洋気象台、エルセントロの計算結果であるが、一点鎖線が自然地盤の地震動の応答スペクトルで実線が一般道路橋ケーソン基礎を、破線が大型ケーソン基礎の応答スペクトルを表している。これより大型ケーソン基礎に対応する応答スペクトルは、自然地盤の地震動のスペクトルと比較するとかなり低減しているのがわかる。

図-2は3自由度系の動的相互作用モデルと1自由度系の絶対加速度応答スペクトルの比率をとることにより、応答スペクトルがどのように変化するか比較したものである。図中の、実線は一般道路橋ケーソン基礎を、破線が大型ケーソン基礎を表している。3自由度系が線形の場合は、神戸海洋気象台、エルセントロの両方で一般道路橋の比率が1より大きくなり、大型ケーソン基礎の比率が1より小さくなる傾向がある。しかし、3自由度系が非線形の場合は一般道路橋、大型ケーソン基礎を問わず比率が1より小さくなっている。さらに、一般道路橋、大型ケーソン基礎による明確な違いが無いことがわかる。

5. まとめ

本研究で採用したモデルは地盤と基礎の動的相互作用をやや考慮したものである。したがって、有限要素法による結果や、厳密なスプリングモデルの結果とは等しくなっていない。特に、有効入力地震動は、上部構造系の存在しない基礎-地盤系において、基礎の質量を零としたときの地震応答値であるが、本研究では水平方向のみを近似式により評価したもので、実際に存在する回転の有効入力地震動の影響を無視したモデルとなっている。今後はこのような問題点を踏まえ、より詳細な検討を行う予定である。

キーワード 動的相互作用, Sway-Rockingモデル, 有効入力地震動

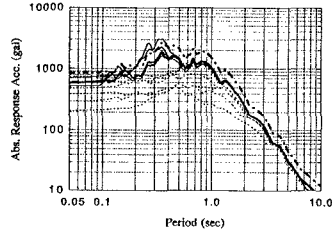
連絡先 (〒651-2194 神戸市西区学園東町8丁目3番, TEL.078-795-3311(代), FAX.078-795-3314)

【参考文献】

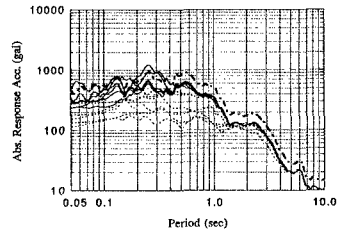
1) 山下典彦, 原田隆典: 埋設基礎を有する構造物の非線形地震応答, 土木学会第45回年次学術講演会講演概要集, 第1部, pp.1140-1141, 1990. 2) 土木学会耐震工学委員会動的相互作用小委員会: 基礎・地盤・構造物系の動的相互作用, 1992.

表-1 基礎・地盤系の諸定数

寸	座			地盤定数						
	a	h	H	V_s	P_s	ν	V	P	ν	
	m (1)	m (2)	m (3)	m/sec (4)	kg/sec ² /m ² (5)		m/sec (6)	kg/sec ² /m ² (7)		
大型ケーソン基礎	(1)	18.80	1.0	200.0	1000	240	0.30	1000	240	0.30
	(2)	41.10	10.0	70.0	1000	220	0.30	1000	220	0.30
	(3)	54.00	65.0	65.0	500	200	0.40	700	210	0.30
	(4)	24.00	25.0	45.0	500	200	0.40	500	200	0.40
	(5)	24.00	27.0	27.0	400	200	0.40	700	210	0.30
	(6)	54.00	54.0	54.0	400	200	0.40	700	210	0.30
一般道路橋脚基礎	(7)	2.00	17.5	17.5	100	150	0.43	280	180	0.47
	(8)	2.30	13.8	13.8	180	180	0.43	280	180	0.47
	(9)	4.60	21.0	21.0	286	190	0.43	330	200	0.47
	(10)	3.44	33.0	33.0	200	170	0.43	350	180	0.47
	(11)	4.70	15.0	15.0	200	180	0.43	300	180	0.47
	(12)	6.00	35.4	35.4	170	170	0.43	300	180	0.47

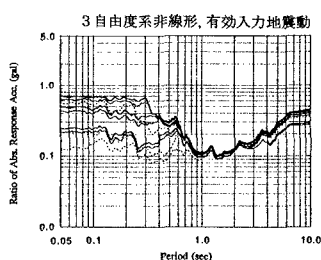
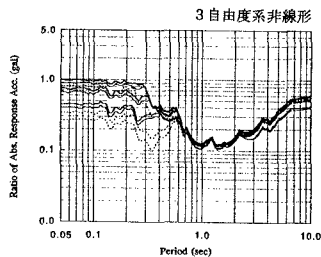
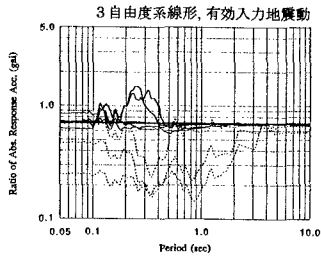
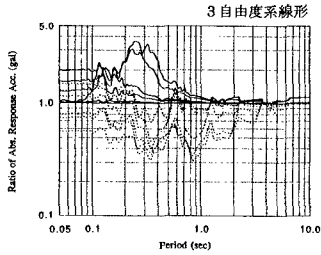


(a)神戸海洋気象台

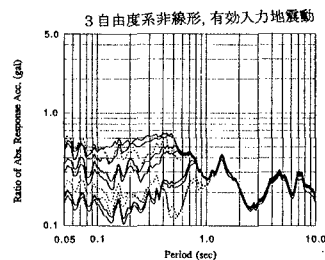
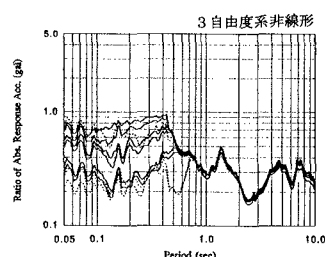
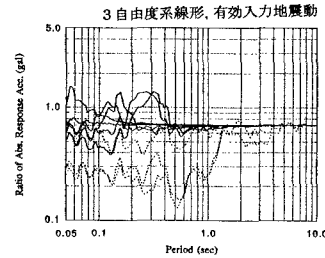
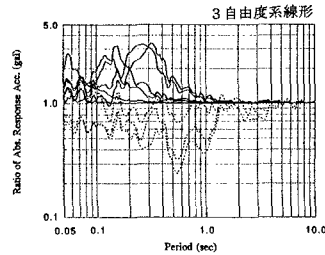


(b)エルセントロ

図-1 有効入力地震動の応答スペクトル



(a)神戸海洋気象台



(b)エルセントロ

図-2 応答スペクトルの比率