

清水建設大崎研究室 正員 ○ 吉田 順

" 正員 近藤 司

" 正員 竹脇 尚信

1. まえがき

地下部分を有する構造物の地震時挙動を把握するためには側方地盤との動的相互作用を解明しておかねばならないが、その相互作用には構造物の動特性、側方地盤の層厚、剛性、入力地震波等の多くのパラメーターが関与している。そこで、本研究では特に側方地盤に着目して、構造物モデル、側方地盤厚、地盤剛性等をパラメーターとして解析を行い、その結果を数量化理論を用いて分析し、相互作用に関するパラメーターの重み付けおよび構造物の応答の変動を評価する。そして、その結果に基づいて側方地盤の影響を回帰分析により定量的に評価しようとするものである。

表-1 解析モデルおよび条件

解析モデル	1	2	3	4
基本モデル	構造物 40m 表層 5m 支持層 10m 基礎	構造物 15m 表層 15m 支持層 基礎	構造物 26m 表層 26m 支持層 基礎	構造物 35m 表層 35m 支持層 基礎
入力波形	エルセントロ 八戸	エルセントロ 八戸	エルセントロ 八戸	エルセントロ 八戸
構造物固有周期 (sec)	0.17 0.21	0.17 0.21	0.17 0.21	0.17 0.21
礎性剛性 (V/cm^2)	7.50	7.50	7.50	7.50
表層 V_s (m/s)	100	100, 150 200	100, 150 200, 300	150, 200 300, 400
支持層 V_s (m/s)	500	500	500	500

2. 解析ケースおよび条件

表-1に解析モデルおよび条件を示す。側方地盤の地層はすべて一層でモデル化している。入力地震動は、すべてのケースで地震規模を同一と考えるために、支持層上面で入射波75galとし、表層の影響を考慮した地盤解析(等価線形解析)より作した。構造物-地盤連成解析は、2次元FEM(プログラムFLUSH)解析とし、地盤の表層は等価線形、支持層および構造物は線形としている。

3. 解析結果

解析結果の一部を図-1に示す。同図は、縦軸を側方地盤厚として、構造物の最大応答加速度、変位、層せん断力を示したものである。また、解析結果についての全体的傾向をまとめたのが表-2である。

4. 数量化理論Ⅰ類によるパラメーター評価

上記の解析結果に対し、基礎の入力加速度、構造物の剛性、地盤の剛性、側方地盤厚をアイテムとして波形別に数量化理論第Ⅰ類を適用した。そのうちのエルセントロ入力の結果を示したのが表-3である。表中の1、2、3はそれぞれ表-1のモデル図の番号に対応している。ただし、層せん断力2だけはモデルの中間レベルでの値である。同表より、まず、重相関係数に着

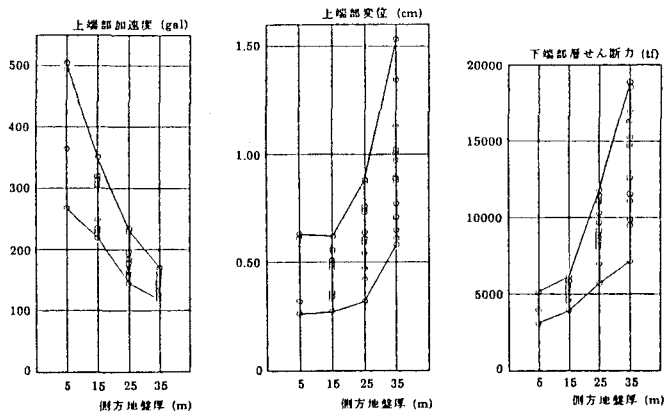


図-1 解析結果 (最大応答値)

表-2 解析結果の全体的傾向

因子 解析結果	側方地盤厚の 違い	構造物固有周期 の違い	同一地盤厚での 剛性の違い	備考
最大応答 加速度	側方地盤厚が大きい程、加速度は小さくなる。	周期が短い方が加速度は小さい。	地盤剛性が大きい程、加速度は小さくなる。	
最大応答 変位	側方地盤厚が大きい程、変位は大きくなる。	周期が短い方が変位は小さい。	一定の傾向は見出せない。	
層せん断力	側方地盤厚が大きい程、地下部で発生するせん断力は大きくなり、上部では、小さくなる。	周期が短い方が層せん断力は大きい。	一定の傾向は見出せない。	すべてのケースで層せん断力は地表面下で急激に増大する傾向を見せている。

目すると、すべてが0.9以上の高い値を示しておりアイテムの選択はほぼ妥当だと考えられる。

つぎに、各々のアイテムについてみる。すべての従属変数は側方地盤厚との相関係数が最も大きく、側方地盤厚が第1因子となっていることが分かる。さらに深さ方向についても、ほぼ同一な相関係数を示していることから、側方地盤厚は構造物の全体に同程度に影響していると考えられる。第2因子は、地盤剛性である。地盤剛性の相関係数は深さ方向に増加する傾向にある。構造物の剛性については、地上部分の変位にある程度の相関係数を示している程度である。入力加速度は、その作成手順より分かるように地震動規模を表すものではなく、その相関係数は側方地盤の影響による変動に対応するものであるが、エルセントロ入力の場合、相関係数は小さい。八戸入力の場合、重相関係数および第1因子は、エルセントロ入力と同様であるが、第2因子としては地盤剛性、入力加速度が同程度の相関係数を示している。このことより入力地震波の周期特性によりアイテムの重み付けに多少の変化があることが分かる。

5.線形回帰によるパラメーターの評価およびまとめ

以上の結果より、解析結果は4つのパラメーターにより

説明可能と判断されたので、エルセントロの場合について重回帰分析を行い、表-4に示すような係数の回帰式を作ることができた。

今回のパラメーターの設定はほぼ妥当であったと考えられるが、側方地盤が一層であること、構造物の形状などの仮定によりパラメーターの値の範囲に制限があることおよび入力地震波の周期特性についての配慮等の問題があると思われる。しかし、今回の解析結果から、側方地盤厚が構造物の応答に及ぼす影響はかなり大きいことが分かる。

表-3 数量化理論第I類 (エルセントロ)

従属変数	重相関係数	偏相関係数			
		入力加速度	構造物剛性	地盤剛性	側方地盤厚
加速度1	0.967	0.237	0.257	0.509	0.921
加速度2	0.915	0.294	0.070	0.626	0.848
加速度3	0.975	0.209	0.247	0.758	0.831
変位1	0.932	0.068	0.447	0.556	0.773
変位2	0.937	0.116	0.309	0.595	0.853
変位3	0.913	0.168	0.106	0.720	0.818
層せん断力1	0.961	0.233	0.264	0.500	0.912
層せん断力2	0.948	0.035	0.018	0.453	0.931
層せん断力3	0.910	0.150	0.087	0.624	0.854

表-4 重回帰分析 (エルセントロ)

従属変数	重相関係数	偏回帰係数 (偏相関係数)				
		定数項	入力加速度	構造物剛性	地盤剛性	側方地盤厚
加速度1	0.914	323.6	1.219 (0.141)	-0.769 (-0.257)	-0.0562 (-0.548)	-7.829 (-0.869)
加速度2	0.906	145.0	0.819 (0.277)	-0.065 (-0.070)	-0.0665 (-0.652)	-2.107 (0.851)
加速度3	0.953	137.5	0.605 (0.194)	0.304 (-0.247)	-0.2041 (-0.810)	-2.005 (-0.810)
変位1	0.857	0.793	-0.0032 (-0.132)	-0.0041 (0.447)	0.00061 (0.549)	0.0168 (0.704)
変位2	0.908	0.611	-0.0040 (-0.144)	-0.0032 (0.309)	0.00058 (0.604)	0.0235 (0.834)
変位3	0.874	0.298	-0.0018 (-0.205)	0.00033 (0.106)	0.00034 (0.695)	0.0060 (0.806)
層せん断力1	0.907	528.3	1.741 (0.133)	-1.249 (-0.264)	-0.134 (-0.561)	-12.00 (-0.859)
層せん断力2	0.737	1082.	-19.12 (-0.091)	1.631 (0.018)	4.704 (0.525)	181.4 (0.723)
層せん断力3	0.863	7801.	-68.23 (-0.180)	11.31 (0.087)	7.946 (0.613)	295.5 (0.831)