

(株)応用地質調査事務所 正員

殿内啓司

正員

坂山利彦

正員 ○ 田中幸丸

1. まえがき

地震時における、軟弱地盤の応答性状については、更測(地震観測)、あるいは、数値解析(応答計算)等、さまざまな側面より、その研究がなされている。応答計算においては、地盤の応答倍率を支配する要因として、地盤モデル、モデル定数の歪依存性、入射波形および入力加速度等があげられる。我々は、このうちの入射波形について検討した結果を、昨年の当学会において報告した¹⁾。今回は、残された問題としての、地盤モデルおよび入力加速度が、応答倍率に与える影響について、検討した結果を報告する。なお、今回の検討に際しては、支配する要因をより明確にするため、単純な二層構造の地盤モデルの仮定をし、応答計算を更測した。

2. 応答計算の方法と計算条件

応答計算の手法は、S波の重複反射理論を用い、モデル定数(剛性率および減衰比)の歪依存性を考慮したものである。図-1に、そのフローチャートを示す。一方、図-2には、今回の計算に際しての、各種条件をまとめて示した。計算は、二層構造の地盤モデルについて、インピーダンス比、卓越周波数(地盤特性の一次のピーク)および入力加速度をパラメーターとして更測した。

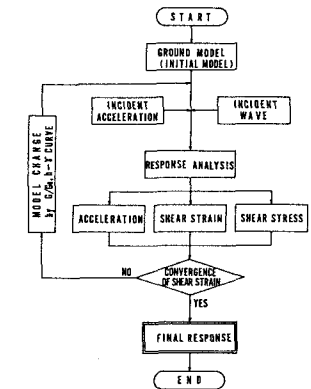


図-1 応答計算フローチャート

また、計算に用いた入射波形は、1968年十勝沖地震の際に、八戸港湾で観測された波形(港湾技術資料、No.80(1969)、Hachinohe-S. B-252、NS成分)である。入射波形および周波数特性を図-3に示す。なお、今回の計算では、剛性率の歪依存性を考慮しているため、初期モデルにおける表層のS波速度を一定とした。

3. 解析結果および考察

まず、図-4は、初期モデルのインピーダンス比別に、初期および最終モデルの卓越周波数の関係を示したものである。図4によると、両者の関係は、インピーダンス比による差はほとんど認められないが、入力加速度による大きな変化を仄している。初期モデルから最終モデルへの、卓越周波数の変化の程度をより明らかにするために、最終モデルの卓越周波数を横軸にとり、縦軸に両者の比をとって表したものが図-5である。図4によると、最終モデルの卓越周波数が1H付近で、変化率が極大となることが特徴的であり、これは、入射波形の特性とも、一致する傾向にある。また、入力加速度の違いによる変化率の差が、図4においても明らかである。このことは、入力加速度の増加による発生歪の増大、それに伴う剛性率の低下を考えると、当然の結果ともいえる。ところで、図-4において、初期モデルと最終モデルの卓越周波数の関係が、入力加速度の違いによって異なっ

モデル	インピーダンス比					卓越周波数
	第1層	第2層	第3層	第4層	第5層	
モデル	h_1	h_2	h_3	h_4	h_5	$R(z)$
条件	0	0	0	0	0	$I(z)$
計算式	$\alpha_i = \frac{\rho_i V_{si}}{\rho_1 V_{s1}}$: インピーダンス比 (1は初期モデルを基準) $\alpha_i = 0.2, 0.4, 0.6$ $f_0 = \frac{V_{s1}}{4H_1}$: 地盤特性の1次のピーク (Hz) $\alpha_i = 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5$ 変形特性 (円周, $h \sim \delta$ 曲線) 建設省工研研所標準 神橋站施工 $B = B(z)_{max}$: 基礎加速度 (gal) $\alpha_i = 50, 100, 150, 200, 300$ $R(\omega) = I(\omega) \cdot H_r(\omega)$ (H_r, H_b は地震動と基礎との伝達関数) $B(\omega) = I(\omega) \cdot H_b(\omega)$ $R/B = R(z)_{max} / B(z)_{max}$ f_1 : 最終モデルの1次のピーク (Hz)					

図-2 計算条件一覧図

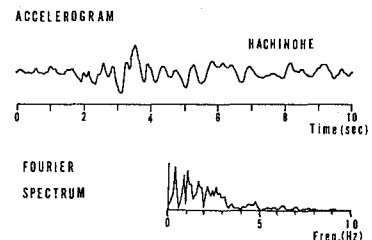


図-3 応答計算に用いた入射波形

た傾きをもつ、原点を通る直線で表現できるとするならば、それは、入力加速度によって卓越周波数の変化率が一定であることを示し、図-5では横軸に平行な直線となる。こういった観点から、図-5に示された変化率の曲線は、入力加速度毎に異なる、変化率一定を示す直線の上に、入射波形状の特性が加味されたものとみることができよう。

次に、最終モデルの卓越周波数と応答倍率の関係について、まとめたものが図-6である。同図では、同じ初期インピーダンス比をもつモデルにおいて、入力加速度の相違にかかわらず、応答倍率がほぼ一本の曲線によりあらわされていることが、特徴的である。この倍率の曲線は、卓越周波数が1Hzの付近において、極大となり、入射波形状の特性と極めて良い一致を示している。また、当然のことではあるが、インピーダンス比が高くなるほど、応答倍率は大きくなる傾向がみられる。

4. まとめ

以上、述べてきたように、一種類の入射波形状についてではあるが、

初期モデルおよび最終モデルの卓越周波数の関係(図-4および図-5)、最終モデルの卓越周波数と応答倍率の関係(図-6)が明らかとなった。したがって、これらの関係を用いて、応答倍率を簡易的に推定することは可能である。しかしながら、今回の検討は、単純化した二層モデルについてのものである。今後、多層構造モデルを二層モデルに単純化することの可否の検討も含め、他の表形についても、同様の検討をしていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 科野・殿内・兼森「地盤の地震時応答解析からみた応答倍率」
- 2) オフ回関東支部年次研究発表会講演概要集(1980)

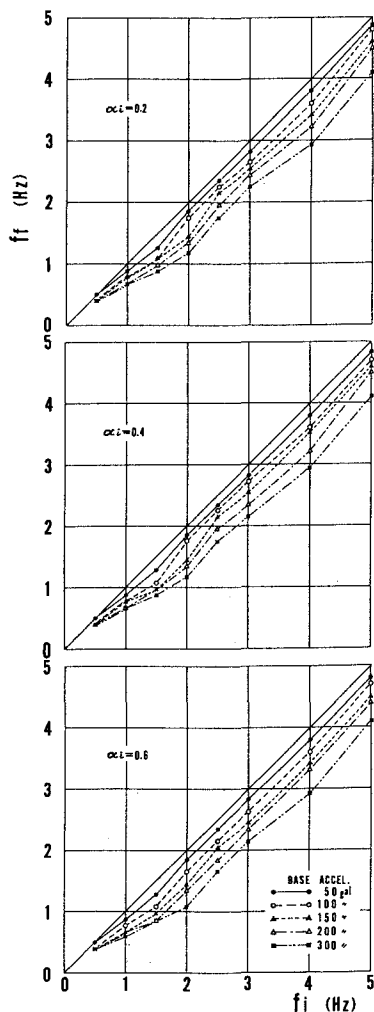


図-4 初期モデルおよび最終モデルの卓越周波数

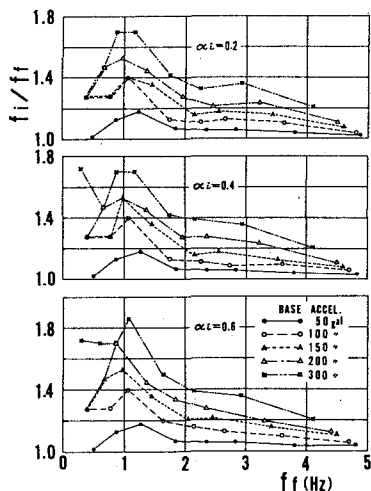


図-5 最終モデルの卓越周波数と卓越周波数の変化率

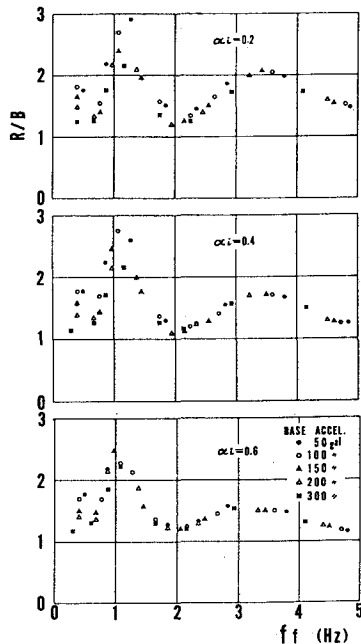


図-6 最終モデルの卓越周波数と応答倍率