

CS 117

地盤－構造物系の動的簡易解析に用いられる構造物側面の地盤バネについて

◎ 日本大学大学院 学生員 吉原 健一
 日本大学 正会員 鈴村 順一
 日本大学 正会員 花田 和史

はじめに

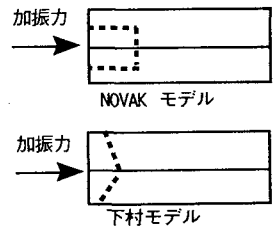
構造物側面地盤の相互作用剛性の簡易評価法として、NOVAK の理論解¹⁾がよく知られている。NOVAK モデル（以下 S_1 モデル）では、地盤の加振点にしか変位を生じないので、加振点に対する上下の地盤の影響を考慮することができない。一方、それを補う簡易解析法として単一の薄層要素モデルのせん断変形を考慮した地盤バネが下村により提案されている²⁾。

ここでは両者の効果を起振実験と地震観測結果に基づいて、比較検討した。

図1に S_1 モデルと下村モデル（以下 S_2 モデル）を示す。 S_1 モデルでは、格子型モデルで言う軸バネのみが表現されているが、 S_2 モデルでは、さらにせん断バネが付加されていて層要素の上下の地盤の相対変位が評価できる。下村バネは水平、回転、それぞれ次のように KH、KR で表される。

$$KH = K_A/4 [E_1] + K_B[E_2] \quad , \quad KR = K_C/4 [E_1] + K_D[E_2]$$

$$[E_1] = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \quad , \quad [E_2] = \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$$



..... 変形

図1 バネモデル

KH, KR の第1項は層要素の上下境界面変位の対称モードに対応しており、 K_A , K_C は NOVAK のバネと同一の値を与える。第2項は層要素の上下境界面変位の逆対称モードに対応している。

解析モデル

応答解析では、構造物モデルに曲げせん断変形を考慮した集中質点系モデルを用いて、構造物底面地盤には田治見の円形基礎における理論式³⁾を、構造物側面地盤には上記の2種類のバネを用いた。

起振解析

図2に示す構造物の起振実験応答値⁴⁾と相互作用解析では詳解を与える3次元薄層要素法による計算コード RE5P⁵⁾を使った起振解析結果と、側方地盤の2種の地盤バネを用いた解析結果を併せて図3に示す。 S_1 では、RESP に比べ振幅、共振振動数ともに下回り、減衰も大きく評価されている。 S_2 では S_1 に比して僅かに共振振動数が上がり、振幅も観測値に近づいてはいるが、減衰を S_1 と同様、大きく評価している。両者は低振動数域で大きく観測値および RESP による算定結果とかけ離れた値をとっており、低振動数域でバネ値が過小評価される傾向があることを示している。

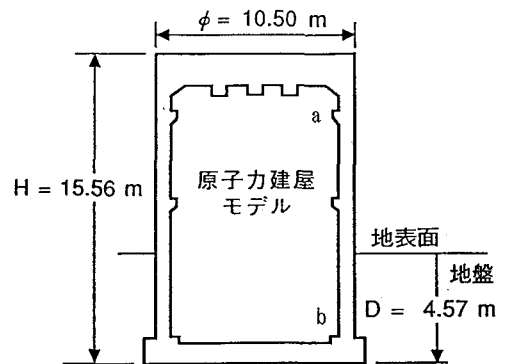


図2 解析モデル

地震解析結果

図2の構造物に対する地震応答解析を行い、観測点 a 及び b での観測値⁴⁾と解析結果の減衰 5% の加速度応答スペクトルをそれぞれ図4に示す。a 点でのスペクトルを見ると、 S_1 は、最大値をとる 0.8 秒付近以後は他に比べても良い一致を示している。そして、 S_2 も同様に良い一致を示し、 S_1 とあまり差異はない。b 点では、 S_1 は全体的に観測値を上回った値をとっているが、 S_2 は S_1 よりも全体的に小さく、観測値に良く合っている。0.6 秒以上は非常に良く一致していると言えよう。

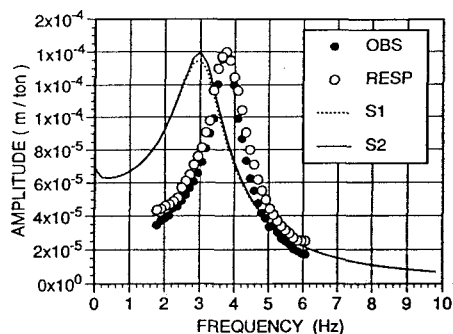


図3 起振解析結果

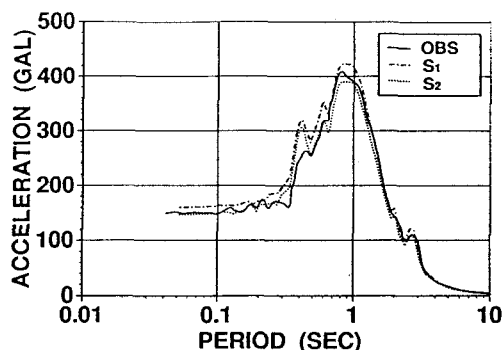
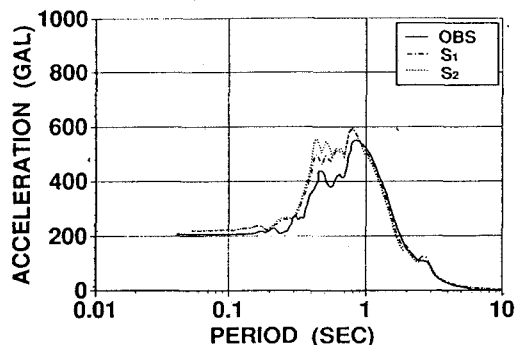


図4 地震解析結果

考察

今回、起振解析結果は実験値に対して良い一致はみられなかったが、NOVAK モデルよりもせん断を考慮した下村モデルは有効であることが示された。解析の対象に選んだ構造物は、それほど大きくはなく、従ってせん断の効果は大きくはなかったと考えられ、解析対象構造物がもっと大構造物であれば下村パネはもっと良好な効果が現れると思われる。一方、SRモデルでは側方地盤地盤と底面地盤と分けてモデル化していて、低面地盤と側方地盤の連続性を無視した簡易的なモデルであるが為に側方地盤の動的抵抗値を低く見積もる結果となり、共振振動数がSRモデルではRESPの結果に及ばず、低振動数域で振幅が大きくなってしまったと考えられる。

まとめ

本報告では、通常用いられている構造物側面地盤パネの簡易解析手法別の応答解析を実施し、比較検討を行った。これらの簡易解析手法は、解析に要する手間を大幅に削減でき、容易に応答計算を行える点で非常に有用であるが、精度的には劣る。しかし、まだ検討すべきことは残されている。今後、この簡易解析手法について検討を重ねて、この手法で十分な成果を得られるよう努力したい。

[参考文献]

1. Beredugo, Y.O. et al. "Coupled Horizontal and Rocking Vibration of Embedded Footings", Canadian Geotechnical Journal, 9, 1972
2. 池田、下村、田治見「薄層地盤ばねを用いた埋め込み基礎—地盤系の動的相互作用解析」1991 日本大学理工学部 学術講演会論文集
3. 田治見「地震工学：建物と地盤の相互作用 2.1」彰国社
4. 花田他「深く埋設された格納容器モデルの大地震時挙動シミュレーション解析」電力中央研究所研究報告 1988