

建設省土木研究所 正員 ○ 川島一彦
高木義和

●はじめに

一般に構造物の地震時挙動を正しく予測するためには、構造物建設地点周辺の表層地盤の地震時の運動を正確に評価することが必要とされる。耐震設計に考慮される地震動の主要部分は主として地中深部から地表に鉛直に伝播してくるせん断波動であるといわれていることから、現在では等価線形の考え方を取り入れた多重反射の計算法が地盤の応答解析に広く用いられている。しかしながら、このような考え方により強震時の表層地盤の振動などの程度正確に把握できるかは、計算法の妥当性を確認する実証的資料が不足しているため現在の所充分に行なわれていない。本小文は、東京湾沿岸の川崎市において観測された地中地震記録をもとにして、多重反射の計算法の精度を検討した結果について報告するものである。

●対象地点および対象地震動記録

解析の対象としたのは川崎市浮島公園で 1974 年 5 月 9 日の伊豆半島沖地震 ($M=6.9$, $H \approx 10 \text{ km}$) により観測された地中地震記録である。浮島公園の地盤構成は図 1 に示す通りであり、地表面から地下約 50m までは N 値 10 以下の軟質な沖積シルト層、それ以下は N 値 60~100 程度の良く締った砂質地盤となっている。地震計は地表面と地表面下 27m, 67m, 127m の 4 箇所に設置されている。

●地中地震記録の解析と実測記録との照合

上記の地震記録に対して、地表の記録を与えることにより地中の記録を計算し、これを実測記録と比較した。計算はせん断波の重複反射に基づく応答解析法により行ない、等価線形の考え方により地盤の剛性の至依存性を取り入れようとした。しかし、試算結果から上記地震時に地盤に生じるせん断ひずみが小さいことが判明したので、最終的には微小ひずみに対応する地盤の剛性を使用した。

浮島公園の地盤構成に関しては、土質柱状図および N 値が判明しているため、応答解析に際しては図 1 に示すような 3 種類のモデルを考えた。これは、 N 値とせん断波速度 V_s に関する平均値な関係をもとに既存の浮島公園周辺の地盤構成を参考にして基準の地盤モデル (モデル A) を定め、これに地盤の剛性の变化の影響を調べるためにモデル A のせん断波速度を土 15% 増減させた (モデル B および C) のものである。

このようにして、地表の記録をもとに地中の地震動を計算し、これを実測記録と比較した結果の一例 (地表面下 27m, NS 成分) を図 2 に示す。この結果によれば、モデル A, B, C の 3 ケースとも実測記録の特徴を良く再現しているといえる。次に、このようにして計算した地震動波形の加速度応答スペクトル $S_a [\text{Gal}]$ を計算し、これを実測記録の S_a スペクトルと比較した一例 (NS 成分) を図 3 (-27m), 図 4 (-67m), 図 5 (-127m) に示す。この結果によれば、全体としては基本モデル (モデル A) の場合が最もよく実測値と一致しており、0.1~5 秒の固有周期の S_a スペクトルで、地下 27m の場合には実測値の約 0.8 倍から 1.8 倍、地下 67m の場合には 0.95 倍から 2.4 倍、地下 127m の場合には 0.65 倍から 1.5 倍の範囲に納まっていることがわかる。計算値と実測値の S_a スペクトルの比 R_{sa} に注目すると、地下 27m の場合には 0.1~5 秒の固有周期に対して比較的 R_{sa} の変動が小さいのに対して、地下 127m では特定の周期に対する R_{sa} の変動が大きくなり、計算値の精度が低くなり、ということもわかる。

●まとめ

以上の検討結果より、多重反射の計算法により地表面での実測加速度記録から解析的に求めた地中の加速度記録は、一般に実測記録の特徴を比較よく再現することがわかった。しかしながら、加速度応答スペクトル S_a

(固有周期0.1~5秒)と比較すると、固有周期の値によって計算値は実測値と50%程度の差異を生じる場合があることがわかった。今後、地盤諸定数の設定法の高精度化、等価線形の多重反射理論の適用性、記録採取精度の向上等を含めて、さらに検討することが必要とされる。

最後に、本小文に用いた地中地震観測は建設省関東地方建設局東京湾岸道路調査事務所により行われたものであることを記し、関係の皆様にお礼申し上げる次第である。

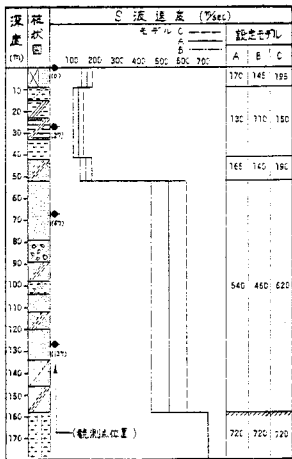


図1 浮島公園の地盤モデル

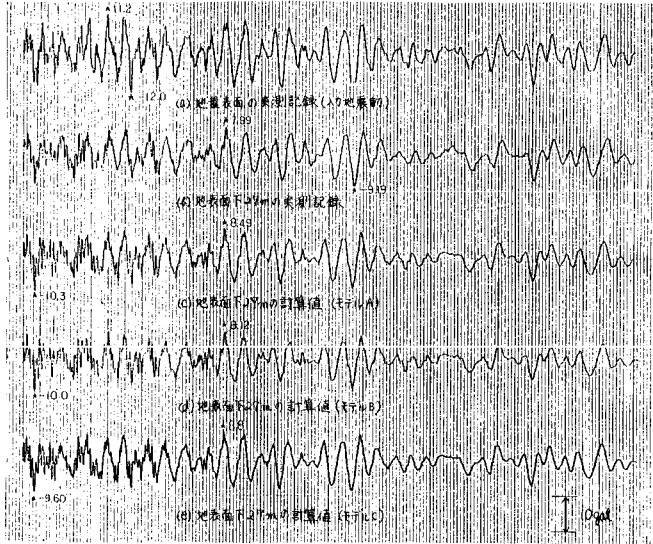
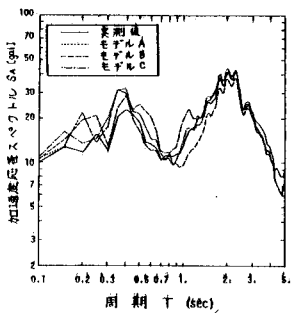
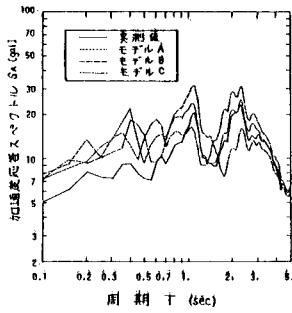


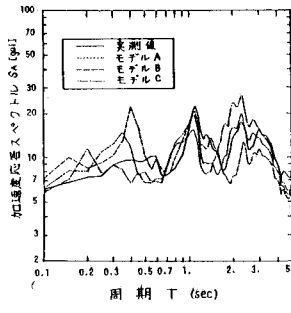
図2 計算上の加速度記録と実測記録の比較(-27m, NS)



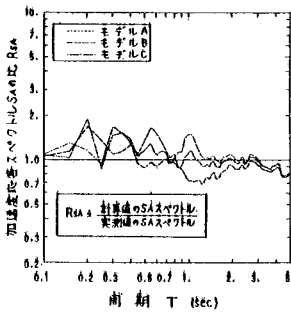
(a) 加速度応答スペクトルSA



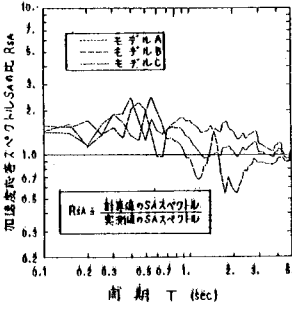
(a) 加速度応答スペクトルSA



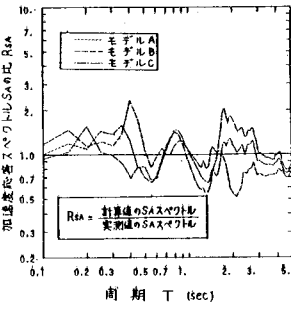
(a) 加速度応答スペクトルSA



(b) 加速度応答スペクトルSAの比
四3 加速度応答スペクトルSAの比較
(-27m, NS)



(b) 加速度応答スペクトルSAの比
四4 加速度応答スペクトルSAの比較
(-67m, NS)



(b) 加速度応答スペクトルSAの比
四5 加速度応答スペクトルSAの比較
(-127m, NS)