

金沢大学工学部 正会員 ○池本 敏和

金沢大学工学部 正会員 北浦 勝

金沢大学 学生 日比野友亮

1. まえがき

地盤振動の問題を考えるためには地盤の固有周期と減衰定数を定量的に把えることが重要であろう。金井らによって地盤の固有周期に関しては常時微動からある程度把えることが可能であること、また地盤の固有周期が震害と密接に関係していることなどが明らかとされた。一方、地盤の減衰性に関する研究は少なく、いまのところ共振法や孔内動載荷試験のような測定方法を駆使することによって地盤の減衰定数の測定が行なわれている。しかしこれらは測定設備が大がかりなため、一地点だけの測定でも多大な費用と労力を要する。これまでに著者らは測定が容易でかつ経済的な常時微動を利用し、地盤の固有周期はもとより減衰定数に対しても定量的に把える方法についての検討を行ってきた。本研究では著者らの提案した地盤の減衰定数の評価方法が基盤入力の影響をどの程度受けているのかについて検討する。このとき基盤入力ランダムである場合とそうでない場合の2通りを仮定した。

2. 評価方法の概要

評価方法のフローをFig.1示す。測定・解析方法の詳細については文献1)に譲る。常時微動の測定はサーボ型加速度計(AKASHI-V 401型)を用い、あらかじめボーリングデータの準備されている地点を選んで行なった。本評価方法を実際の地盤にあてはめ、減衰定数を評価するためには基盤入力をランダムと仮定する必要がある。一般に工学的な見地から、基盤における入力波をランダムと仮定することが多い。しかし、常時微動の振源は人工的なものにも起ると言われているため、かならずしもランダムであるとは限らない場合も考えられる。そこで基盤入力ランダムな場合とそうでない場合に分け、求まる地盤の減衰定数について検討を行なう。ランダム波は式(1)に基づき作成した。変数の説明をFig.1に載せる。

$$x(t) = a \sum_{n=1}^N \cos(\omega_n \cdot t + \phi_n)$$

一方、基盤での入力波がランダムでない場合は、測定地点の土質図を使いFig.2のような半無限正層地盤を考え、逆重複反射理論を適用して基盤入力波を作成した。このとき入力波は地表で得られた常時微動波形を入力として、波が上層より下層へ順次伝播していくものとすれば、 i 層における振幅は式(2)のように上昇波 $F_i(\omega)$ と下降波 $G_i(\omega)$ との和で表わすことができる。

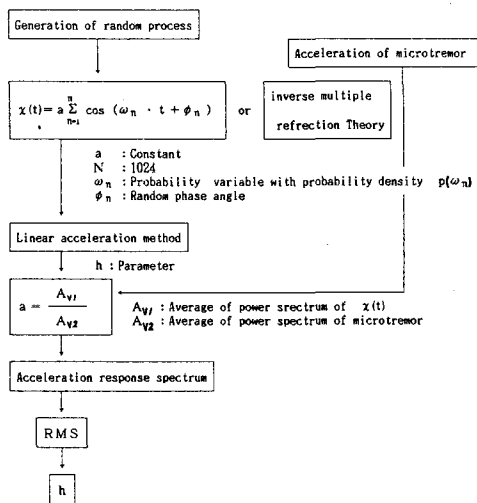


Fig.1 Flow chart

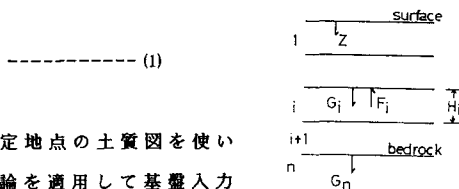


Fig.2 Surface layer

$$\left. \begin{aligned} G_i(\omega) &= \frac{1}{2}(1 - \alpha_{i-1}) \exp(i K_{i-1} H_{i-1}) \cdot F_{i-1}(\omega) + \frac{1}{2}(1 + \alpha_{i-1}) \exp(-i K_{i-1} H_{i-1}) \cdot F_{i-1}(\omega) \\ F_i(\omega) &= \frac{1}{2}(1 + \alpha_{i-1}) \exp(i K_{i-1} H_{i-1}) \cdot F_{i-1}(\omega) + \frac{1}{2}(1 - \alpha_{i-1}) \exp(-i K_{i-1} H_{i-1}) \cdot G_{i-1}(\omega) \end{aligned} \right\} \quad \text{----- (2)}$$

ここで K_i ($= \omega / v_i$, ω ; 円振動数, v_i ; せん断波速度), H_i はそれぞれ各層での波数, 深さを表わしている。 α は波動インピーダンス ($= \rho_{i-1} \cdot v_{i-1} / \rho_i \cdot v_i$, ρ_i ; 単位体積当たりの重量) であり, 基盤における ρ , v はそれぞれ 2.2 g/cm^3 , 500 m/sec と仮定した。また, 基盤面での波の地下逸散は式(2)において, 下降波 $G_n(\omega)$ を基盤より逃すことによって考慮される。

3. 結果

Fig. 3 (a) に常時微動の加速度波形とスペクトルを, 同図(b)に逆重複反射理論を用いて得られた基盤での結果の1例を載せる。

また, Fig. 4 には逆重複反射理論

で用いた地盤モデルを示した。

Fig. 3 の結果において縦軸の最大が全て1となるように基準化を施しているが, それぞれの最大振幅値は図中に示してある。

この図によれば, 基盤面

では地表面と比べ加速度の振幅は約0.27倍に, スペクトル値は約0.2倍となっている。

またスペクトルにおいて, 卓越振動数の2.29 Hz 以外にも他の成分が大きくなっている結果となった。このことは基盤での波形はランダムに近いという周知のことと一致しているように思われる。このとき本減衰定数の評価方法で求めた地盤の減衰定数は

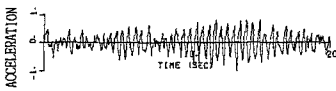
0.09であった。一方, ランダム波形入力の結果は0.03である。同様なことをいくつか

の地点について検討した結果, 横軸に基盤入力ランダムでないときの減衰定数 h_{nr} , 縦軸にランダムなときのそれ h_r を表わすと Fig. 5 のようになる。結論として, 本研究の減衰定数の評価方法は基盤入力の影響をかなり受けていることが明らかとなった。従って, この方法を実用化に結びつけるためには, 最適な基盤入力を設定する必要がある。今後, この方向についても検討を加えてゆくつもりである。

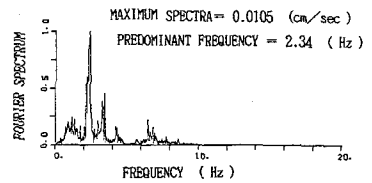
最後に本研究を実施するにあたり, 徹夜実験を全面的に協力していただいた金沢大学大学院学生・鈴木広士君, 学部学生・田中茂久君に感謝の意を表します。

参考文献 1) 北浦 勝, 池本敏和: 応答スペクトルを利用した地盤表面層の減衰定数評価法, 第17回 地震工学研究発表会, pp. 111, 1983. 2) 北陸経済調査会: 石川地盤図, 1982. 3) 土岐憲三: 構造物の耐震解析, pp. 87, 1982.

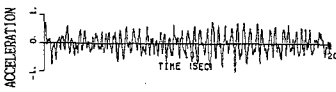
MAXIMUM ACCELERATION = 0.0052 (gal)



(a) at surface



MAXIMUM ACCELERATION = 0.0014 (gal)



(b) at bedrock

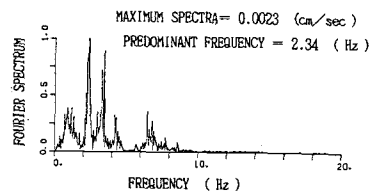


Fig. 3 Analytical Results

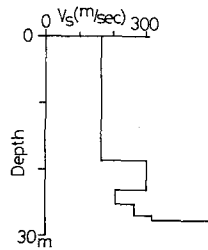


Fig. 4 Soil deposit

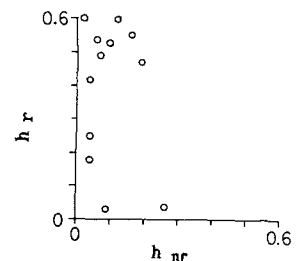


Fig. 5 Relationship between h_{nr} and h_r