

金沢大学大学院	学生員	日比野友亮
金沢大学工学部	正 員	北浦 勝
金沢大学工学部	正 員	池本 敏和

1. はじめに

構造物の地震応答解析には、地盤に関するパラメタとして、例えば固有周期と減衰定数が必要である。地盤の固有周期に関しては、金井らによって¹⁾常時微動からある程度おさえられることが明らかにされている。しかし、地盤の減衰定数に関しては、今だ的確な減衰定数を評価する方法が確立されておらず、今後の研究を待つところが多い。そこで本研究では常時微動を利用した地盤の減衰定数評価法の概要を述べ、考察を加えるとともに、常時微動の測定を実施した地点における板たたき法の結果を、本評価方法を用いて求まる地盤の減衰定数と比較することにした。

2. 評価方法の概要

評価方法の概要を図1に示す。地表面における常時微動を測定することによって、簡単に地盤の動特性を捉えることができるのがこの評価方法の特徴的な点である。基盤面における常時微動の波形をホワイトノイズに近いと仮定し、これを入力波とする場合の応答の波形と、地表面の常時微動との応答スペクトルどうしを比較することにより、地盤の減衰定数を求める。²⁾評価方法のうち、文献2)と異なる点は地表面における常時微動の最大振幅値と計算で求まる応答波の最大振幅値を一致させている点にある。基盤入力波(仮定するホワイトノイズに近い波)は式(1)に基づき作成される。式(1)中の変数の説明は図1に載せられている。

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

また、式(1)に基づいて作成されたホワイトノイズに近い波の振幅は、最大振幅値が1となるように標準化されている。

3. 解析結果

図2に解析結果を示す。同図は、本評価方法を用いて求まる地盤の減衰定数と各測定地点におけるボーリングデータをもとに、基盤における密度、剪断波速度をそれぞれ2.2 g/cm³、500 m/secと仮定した時に求まる波動インピーダンス比 α との関係を表したものである。波動インピーダンス比 α に用いられる表層地盤の密度および剪断波速度には、各層の層厚を重みにとった平均値を使用した。また、図中の h_e 、 h_η はそれぞれ等価逸散減衰定数、内部減衰定数を表す。一般に内部減衰定数 h_η は表層地盤における剪断波速度のみの

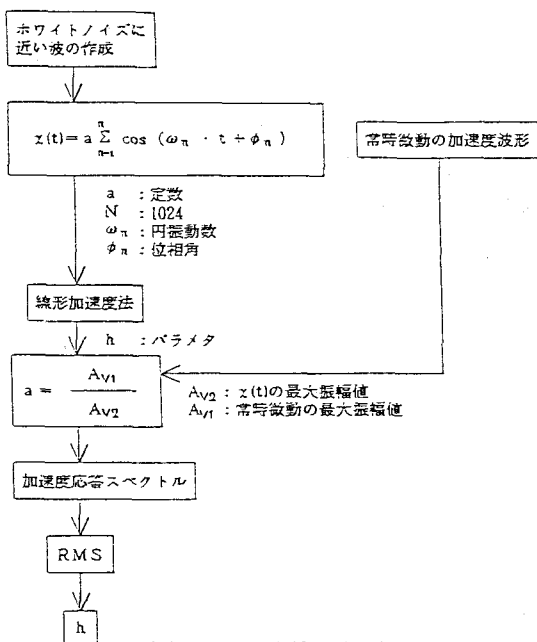


図1 評価方法の概要

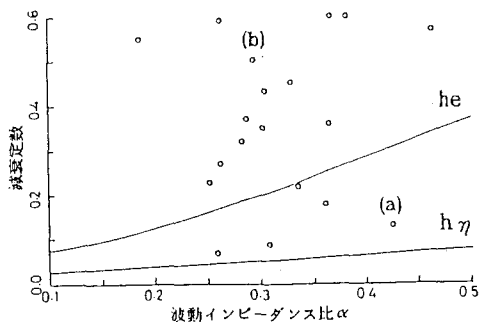


図2 解析結果(1)

関数で表される。特にここでは表層地盤の密度を $1.7\text{g}/\text{cm}^3$ と仮定し、波動インピーダンス比 α の関数に直して図に示した。同図においては、本評価方法を用いて求める地盤の減衰定数は、等価逸散減衰定数 h_e 、内部減衰定数 h_i よりも大きい値となっている。この原因としては、ホワイトノイズに近い波と仮定した基盤入力波の振幅に問題があるように思われる。すなわち、本評価方法ではホワイトノイズに近い波の最大振幅値を1と規準化し、応答波の最大振幅値と地表面における常時微動の最大振幅値とを一致させているところに問題があるように思われる。しかし、地盤の減衰定数を表していると思われる常時微動波形の応答スペクトルとそうでない応答スペクトル、例えば図2中の(a)、(b)を比較してみると図3(a)、(b)のようになる。図2中の全ての点での応答スペクトルに関して比

較してみた結果、応答スペクトルの形状が単峰性の鋭いピークを有している場合のみ、ある程度妥当な地盤の減衰定数が評価されることが明らかとなった。一方、応答スペクトルの形状がフラットに近くなる場合、本評価方法を用いて求める地盤の減衰定数が大きく評価される結果となった。応答スペクトルの形状がフラットになる理由は、

常時微動の波形が十分に地盤の特性を受けていないこと、実際の地盤においては高次のモードが卓越していること、などが考えられる。従って、1次のモードが卓越し、かつ直接に伝わってくる外乱（微動ではない波）がなければ、本評価方法でも比較的減衰定数の評価を行うことが可能であろう。

4. 板たたき法による地盤の減衰性

常時微動の測定を実施した地点の中から、数点をピックアップし板たたき法を用いた地盤調査を実施した。その結果をまとめると図4のようになる。入力には掛け矢を用いたので、大きな振動を発生させられないため板たたき法により得られる地盤の減衰定数は、地表面における地盤の内部減衰を表すものであると考えられる。従って、本評価方法を用いて求めた地盤の減衰定数より小さな値となっていることがわかる。また、板たたき法から求める地盤の減衰定数は全て $0.01 \sim 0.05$ の範囲内であること、測定点が少な過ぎることから本評価方法の結果と比較しても傾向があるとは一概に言えないこと、がわかった。この点に関しては測定点を増やすことによって詳しく調べていく予定である。

5. まとめ

常時微動を利用した地盤の減衰定数評価法は、地盤における測定が簡便なために非常に有効な方法であると考えられる。現段階までの結果によれば、応答スペクトルが単峰性のピークを有している常時微動の波形に対しては、評価方法の有効性が確かめられた。次のステップとして、地盤が高次のモードで振動している場合に対しても今後検討を加えていくつもりである。

参考文献

- 1) 金井 清：地震工学，第5章，共立出版，1971.
- 2) 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，p111，1983.
- 3) 土岐 憲三：構造物の耐震解析，p100，1982.
- 4) 前掲3)，p79.

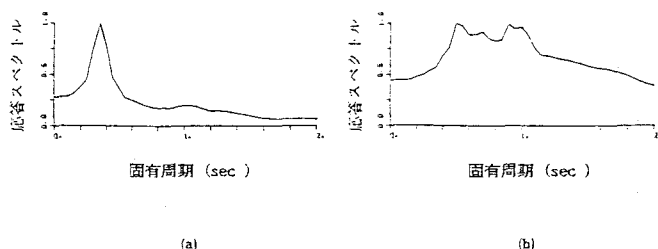


図3 常時微動の加速度応答スペクトル

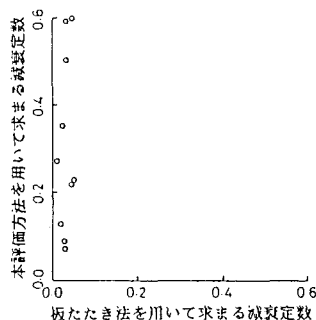


図4 解析結果(2)