

常時微動を用いた地盤の振動特性についての検討

鹿児島大学工学部 学生会員 ○小野 太士

鹿児島大学工学部 正会員 吉原 進

1. はじめに

地震による被害予知・被害防止対策において地盤構造の影響を考慮した地震動の伝達特性に関する検討が今までに様々行われてきた。しかし、それらの検討の多くは原則的に地盤構造をそのまま考慮した線形時の振動特性というものであった。一方、97年3月26日の鹿児島県北西部地震や同年5月13日などの大地震時の場合には、卓越振動数が小地震や常時微動のものと類似している場合や大きく低下している場合があるため、線形性を考慮した地盤の振動特性では十分に補えないものがある。そのため非常に強い地震動の場合については、地盤の振動特性をより正確に把握するために非線形時における検討が必要となってくる。

このような背景の上で、本研究では科学技術庁の防災科学技術研究所(K-NET)にある強震記録や地盤構造のデータ、及び実際に地震計のある地点で計測した常時微動を用いて、地震時における地盤の振動特性についての検討を行ったものである。

2. 地盤モデルと基盤入力波

本研究で地盤構造として用いているデータは、科学技術庁が発表しているもので図-1に示されるものである。図-1に示した阿久根以外の、出水・国分・宮之城・川内についても同様に用いた。鹿児島市については、ボーリング調査のデータがあったため科学技術庁のデータは用いなかった。図-1のように最下層がまだ岩盤ではない場合には、この図の最下層以下が岩盤であると仮定して解析を進めた。

波動の伝達を検討する方法はこれまでにいろいろと提案されてきたが、本研究で対象としているものは地盤の振動問題であり、非線形時の地盤をも考慮しているため、地盤内の反射波を考慮していない方法や残留変形が生じたり破壊に至るような領域の解析が不可能である等価線形化解析等を用いることは適当でない。従って、本研究で用いる地震動伝達の解析方法として差分法を選択し、解析を行った。

基盤入力波は、地震計が設置してある各地点で計測した常時微動の変位波形を用いて求められた基盤層の変位波形を使用した。ここでの常時微動は、変位波形を用いるのだが、加速度の地震波形との比較もあることより、加速度の波形も記録しておいた。

3. 地震動の大きさと卓越振動数

図-2はマトリックス重複反射法によって求められた阿久根地盤の応答倍率である。これと同様に各地点の地盤の応答倍率を求め、地盤特性を調べておき、解析の結果との比較検討に用いた。

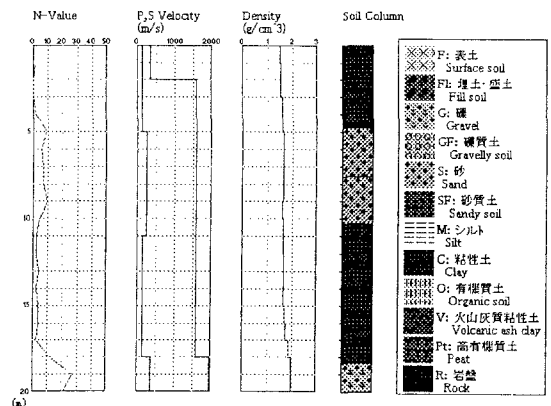


図-1 地盤構成図(阿久根)

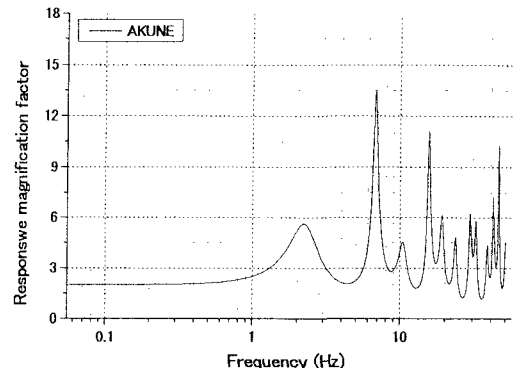


図-2 応答倍率(阿久根)

各地点の常時微動の変位波形から求められた最下層の波形を、それぞれ各地点の基盤入力波として用い、それによって求められた地表面の変位波形をフーリエ変換したものが図-3である。また、図-4は、地表面の変位波形を微分することによって求められた加速度波形をフーリエ変換したものである。図-5・図-6は、4月20日の地震時と鹿児島県北西部地震（3月26日）の時に計測された地震波形をフーリエ変換したものである。

図-3、図-4のもととなる変位波形は常時微動、つまり微小振動によるものであるため、図-2との対応関係はよい。また、図-5のようなあまり大きくない地震の時にも、図-2の結果とよく対応している。しかし、図-6のような大地震の場合には卓越振動数が低下して対応していない。これは、大地震時において液化化など地盤の非線形化に起因するもので、地盤構成の値をそのまま用いることは望ましくない。

4. 解析手法

現段階で検討している地盤内のひずみが $10^{-3} \sim 10^{-2}$ 、またそれ以上のオーダーに達するような大地震の場合の非線形性を考慮した地盤構成の補正方法は、各地盤の地盤構成の異なる層それぞれにおいて、微震動の変位波形を入力波として各層に入力し、伝達した波形とのひずみを求め、そのひずみの値を元にして参考文献①②④にあるせん断弾性係数と減衰定数のひずみ依存性の関係に基づく式により、地盤の各層のせん断波速度と減衰定数を補正しようとするものである。

これらの補正された地盤構成値を用いて、地盤の応答倍率と常時微動を用いた基盤入力波から求められる地表面の波形とを大地震時のものと比較検討するのだが、現時点では最終的な結果まで達していないため、この補正方法によって得られた結果については、講演時に述べることとする。

5. あとがき

本研究では、この問題を1次元的なものとしてとらえているが、実際には地盤の広がりを持つ2次元・3次元的な考え方をすることが望ましく、今後の大きな課題のひとつである。

6. 参考文献

- ①著土岐憲三 「構造物の耐震解析」 技報堂出版
- ②土木学会編 「地震応答解析と実例」
- ③著柴田明徳 「最新耐震構造解析」 森北出版
- ④著石原研而 「土質動力学の基礎」 鹿島出版会

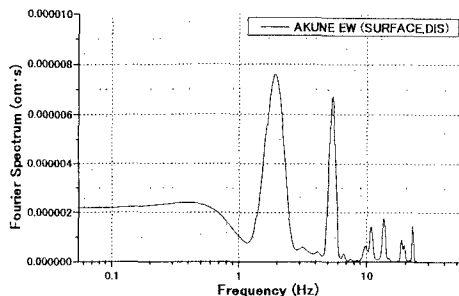


図-3 フーリエスペクトル (変位波形)

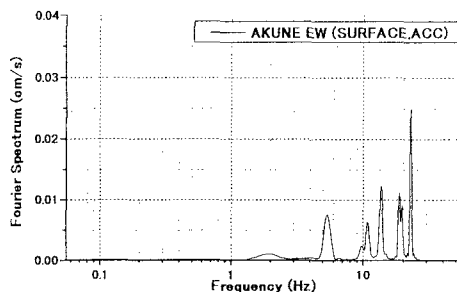


図-4 フーリエスペクトル (加速度波形)

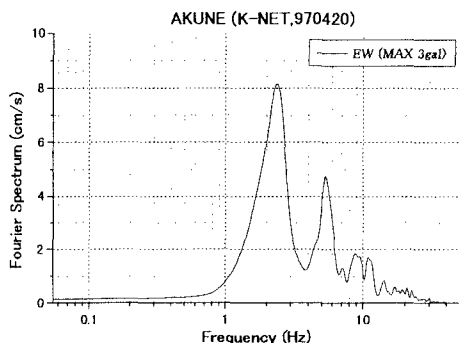


図-5 フーリエスペクトル

(97年4月20日)

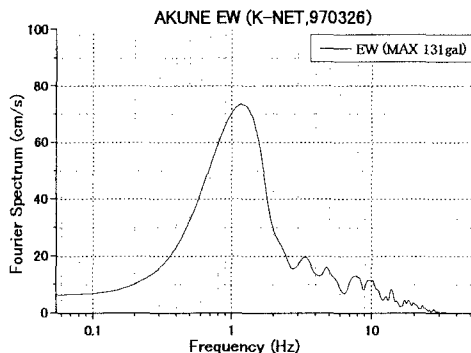


図-6 フーリエスペクトル

(鹿児島県北西部地震 97年3月26日)