

I - 2 多観測点における強震動と常時微動の増幅特性の比較

東北工業大学 正会員 ○松川忠司
東北工業大学 正会員 神山 眞

1. はじめに

地盤の地震時増幅特性を把握する事は耐震工学上、重要な課題の一つであり、実際の地震観測記録に基づいた方法が最も有効である。しかし、地震観測には設置条件など諸々の制約があり、これに変わるものとして、古くから常時微動観測が行われてきた。著者らも従来から常時微動についての考察を試みてきたが、本報告は、これまで得られた常時微動記録の水平動と上下動のスペクトル比に着目し、それと地盤の地震時増幅特性との関係について考察を試みたものである。

2. 調査対象地点

今回、考察の対象とした地点は図1に示すように、北海道、東北地方の合わせて13地点（釧路、千代田橋、十勝、幌溝橋、新石狩大橋、苫小牧、室蘭、青森、八戸、真崎大橋、宮古、大船渡、塩釜）で、これらの地点は運輸省港湾技術研究所および建設省が地震観測を実施している所である。また、著者らの解析から地盤の地震時増幅特性と、常時微動観測記録が両方とも得られている地点でもある。

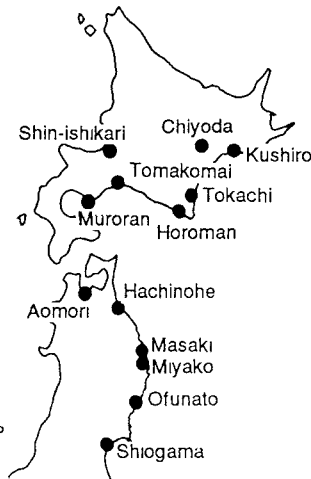


図1. 常時微動および地震観測地点

3. 地盤の地震時増幅特性

単一の地震記録から求めた周期特性には、地盤の影響の他にマグニチュード、震源距離など震源の影響が多く含まれている。これに対して常時微動は、地盤のフィルター効果としての情報が多分に含まれていると考えられる微小な振動である。従って、これらを単純に比較することには震源（振動源）の振動レベルの上からも無理があり、なんらかの方法によりそれらの影響を取り除く必要がある。著者らは、強震記録から地盤の地震時増幅特性と震源の影響を分離抽出する統計解析手法を提案したが、その詳細については文献1)に譲るものとして、ここではこの解析に用いた重回帰モデルを以下に示す。

$$\log_{10}SV(T) = a(t)M^2 + b(t)M + c(t)\log_{10}(\Delta + 30) + d(T)D + e(T) + \sum_{i=1}^{N-1} A_i(T)S_i \quad \dots\dots(1)$$

ここに、 $SV(T)$: 応答スペクトル、 T : 周期(SEC)、 M : マグニチュード、 Δ : 震央距離(Km)、 D : 震源深さ(Km)、 a, b, c, d, e, A_i : 回帰係数、 S_i : ダミー係数、 N : 観測点総数。

(1)式より、観測点 $i = n$ の増幅スペクトル AMP_n は次のように与えられる。

$$AMP_n(T) = 2 \cdot 10^{A_n(T)} \quad \dots\dots(2)$$

本解析では、フーリエスペクトルと近似的に等しい速度応答スペクトルの減衰定数 $h=0$ を式(1)に適用し、式(2)より個々の観測点における地盤の地震時増幅スペクトルを求めた。

4. 常時微動の測定と解析

常時微動の観測方法については、既に報告²⁾している通りである。各観測点3成分(NS, EW, UD)の変位および速度振動についてそれぞれFFTにより周期特性を求め、これら常時微動フーリエスペクトルから、スペクトル比(水平動/上下動)を求めた。

5. 解析結果および考察

式(1)、(2)より求めた各観測点の地

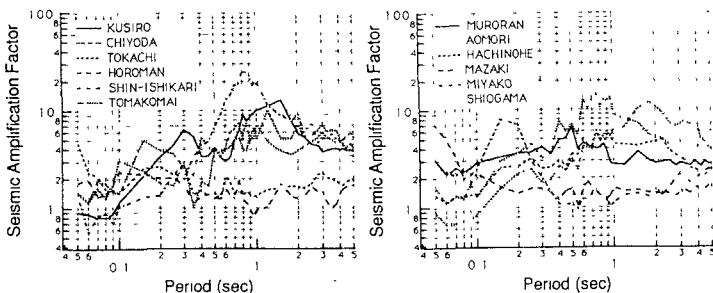


図2. 地盤の地震時増幅スペクトルの例

盤の地震時増幅スペクトルの例を図2に示す。この図から各観測点特有のスペクトルが得られているのがわかる。

次に、FFTにより求めた常時微動の水平動成分と上下動成分とのスペクトル比 (NS/UD) の例を図3、図4に示す。図3は岩盤が露出している地点の大船渡の例、図4は基盤が深いところと位置すると推定されている鉦路の例である。この図から大船渡のスペクトル比は、バラツキはあるものの振幅1.0付近にほぼフラットになり、鉦路は約0.6~1.5秒付近にピークをもつスペクトル比になっていることがわかる。このように地盤条件によって変動するスペクトル比をここでは近似的な増幅特性と仮定し、これと地盤の地震時増幅スペクトルとを比較、考察することにした。

以上のようにして求められた常時微動スペクトル比と、地盤の地震時増幅スペクトルとを比較した例を図5~図7に示す。図5は青森、図6は真崎、図7は宮古の例で、これらの地点の地盤構造も合わせて示す。各観測点とも振幅レベルについては比較的よい相関がみられたものの、スペクトル形状、卓越周期については、よく対応するものと、そうでないもの、さらにはオリジナルのスペクトルの方がよく合うものに大別された。総じて深い軟弱層を有し振動インピーダンス比のコントラストが比較的はっきりした地点、並びに岩盤が露出している地点において、常時微動スペクトル比と、地盤の地震時増幅スペクトルとの間に比較的よい対応がみられた。

以上から、今回考察した常時微動のスペクトル比 (H/V) は、地盤の地震時増幅スペクトルの振幅レベルとよい対応を示し、スペクトル形状、卓越周期についても、ある一定の結果が得られた。今後は、常時微動の振動源による影響の分離、広域的な地盤構造との比較など、より詳細な検討が必要であると思われる。

<参考文献>
 1) Kamiyama他: Soil Found., 26, NO.2, 1986
 2) 松川他: 第21回土質工学研究発表会, 1986.6

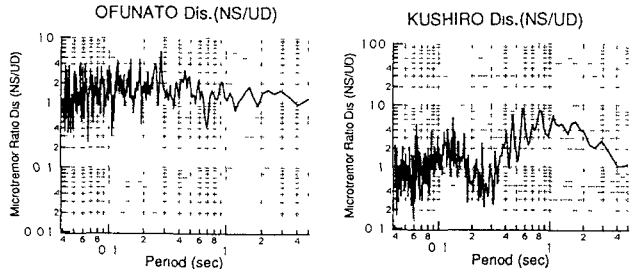


図3. 常時微動スペクトル比 (大船渡) の例

図4. 常時微動スペクトル比 (鉦路) の例

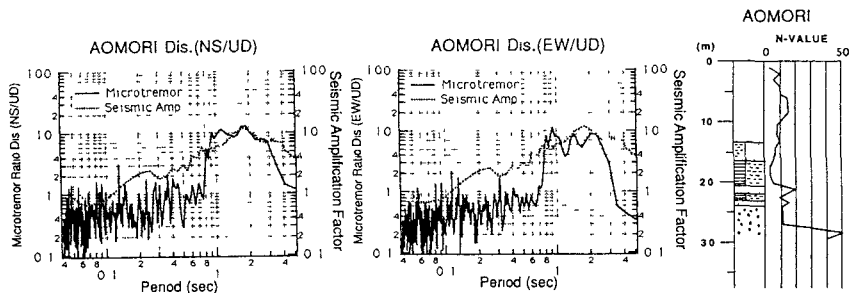


図5. 常時微動スペクトル比と地震時増幅スペクトルの比較及び地盤構造の例 (青森)

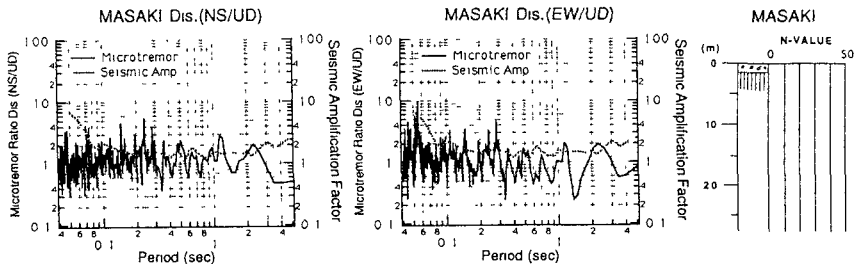


図6. 常時微動スペクトル比と地震時増幅スペクトルの比較及び地盤構造の例 (真崎)

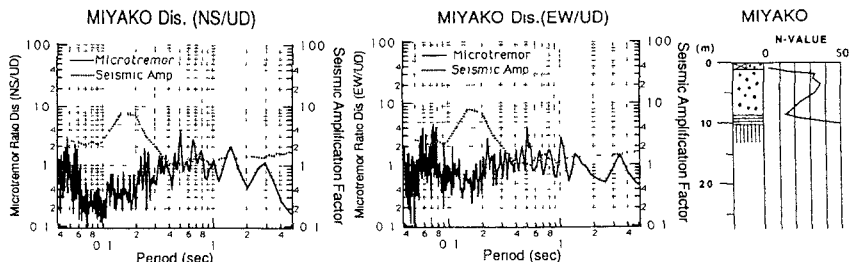


図7. 常時微動スペクトル比と地震時増幅スペクトルの比較及び地盤構造の例 (宮古)