

東北工業大学 正員 神山 真
東北工業大学 〇正員 松川 忠司

1. まえがき

地盤の強震時における周期特性と常時微動の周期特性はお互いによく類似しているという金井¹⁾の指摘以来、これらの関係については種々論じられてきた。これらの研究は主に、単一の強震記録と常時微動記録から求められた周期特性の比較であり、強震時の周期特性はマグニチュード、震央距離などの影響によって変動することを考えれば、限界があるように思われる。一方、著者らは各観測点で得られた強震記録に対して統計処理を施すことにより、地震の性質に無関係な各観測点固有の増幅スペクトルと、地震の性質によって変化する基盤入射波スペクトルとに分離する手法²⁾を提案した。本報告は、このようにして求めた強震時における各観測点の増幅スペクトルと常時微動スペクトルの比較、検討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に示す北海道、青森の合計8地点(釧路、千代田橋、十勝、幌杓橋、新石狩橋、苫小牧、室蘭、青森)である。これら8地点では一地点につき6成分以上の強震記録^{3),4)}の得られているところでもある。

図-2に代表的地点として室蘭、青森の地盤構造を示す。

3. 強震時における地盤の増幅スペクトル

強震記録から地盤の増幅スペクトルを求める統計的解析手法²⁾の大意は既に述べてあるので、ここでは解析に用いられる重回帰式を再掲するにとどめる。

いま、周期を T 、速度応答スペクトルを $SV(T)$ 、観測点総数を N とすると

$$SV(T) = 10^{a(T) \cdot M} \cdot \Delta^{-b(T)} \cdot 10^{-d(T) \cdot D} \cdot 10^{-c(T)} \cdot H(T) \cdot 10^{\sum_{i=1}^N (A_i(T) \cdot S_i)} \quad \dots \dots (1)$$

ここに、 M : マグニチュード、 Δ : 震央距離(km)、 D : 震源深さ(km)、 $H(T)$: 基準観測点の理論増幅スペクトル、 $a(T)$, $b(T)$, $c(T)$, $d(T)$, $A_i(T)$ ($i=1, \dots, N-1$): 回帰係数、 S_i ($i=1, \dots, N-1$): ダミー変数 である。

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

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

本解析にあたっては、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(減衰定数 $\gamma=0$)を対象に、(2) 式により増幅スペクトルを求めた。

4. 常時微動の測定と解析

常時微動の観測システムについては既に報告⁵⁾し

てあるものと同様であり、各観測点毎に三成分同時観測を行なった。常時微動の解析はFFTによりフーリエスペクトルを求めた。ここではスペクトルの安定性を保障する意味から、解析区間を変えたスペクトルをくり返し求め、これらの相加平均をとってその地点の常時微動スペクトルとした。相加平均をとる際のスペクトルの安定

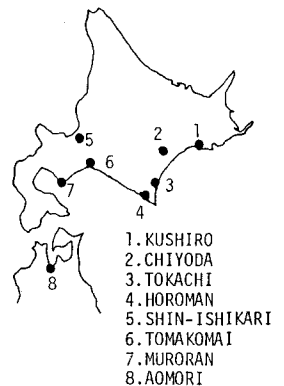


図-1. 調査対象地点

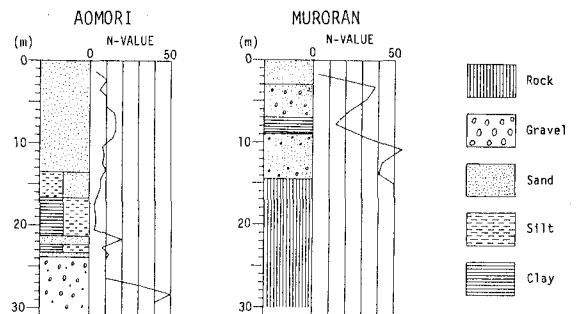


図-2. 代表的地点の地盤構造

性については既に報告⁶⁾してあるように確認されている。図-3、図-4はこれらの結果の一例(室蘭、変位、水平動EW成分)である。図-3はフーリエスペクトルを重ねて示したもので、図-4は図-3のスペクトルを相対平均した図である。

ち、強震時の増幅スペクトルと常時微動スペクトルの比較

以上のようにして求められた強震時の増幅スペクトルと常時微動スペクトルをまず卓越周期について見てみると、各観測地点とも、両者に比較的良好な対応が見られる。すなわち、強震時における増幅スペクトルでピークになる周期は常時微動スペクトルのピークになる周期とほぼ一致することからわかる。次に、スペクトル形状に注目してみると、両者により対応が見られるものと、そうでないものとに大別することかできる。比較的良好な対応が見られるものは、苫小牧、釧路、青森、千代田橋であり、反対に対応のよくないものは、十勝、幌満、室蘭である。これらのスペクトルと地盤構造を合せて考察すると、対応のよい地点は総じて軟質で深い堆積層を有する地点であり、一方、よい対応が見られない地点は比較的硬質な地盤を有していることがわかる。ここでは紙面の都合上、これらの代表的な例について図-5～図-8に示す。図-5、図-6は比較的軟質な地層を有する青森における水平動成分と鉛直動成分のスペクトルを、図-7、図-8は比較的硬質な地層を有する室蘭のスペクトルである。

点であり、一方、よい対応が見られない地点は比較的硬質な地盤を有していることがわかる。ここでは紙面の都合上、これらの代表的な例について図-5～図-8に示す。図-5、図-6は比較的軟質な地層を有する青森における水平動成分と鉛直動成分のスペクトルを、図-7、図-8は比較的硬質な地層を有する室蘭のスペクトルである。

6. おとほき

今回は、強震時の地盤の増幅スペクトルと当該観測地点の常時微動による観測スペクトルそのものとを比較したが、強震動スペクトルと同様に、常時微動についても増幅スペクトルと基盤入射スペクトルを求めた上で、さらに考察を深めたいと考えている。

最後に、常時微動の解析に一部協力をいただいた元東北工業大学研究生、小野篤志君に感謝いたします。

<参考文献>

- 1) K. Kanai; Bull. Earthq. Res. Inst. Vol. 40
- 2) 中村他: 第17回土木学会地震工学研究発表会
- 3) 土田他: 各港湾技研資料
- 4) 岩崎他: 各土木研究所彙報
- 5) 神山他: 第16回土木工学研究発表会
- 6) 中村他: 第17回土木工学研究発表会

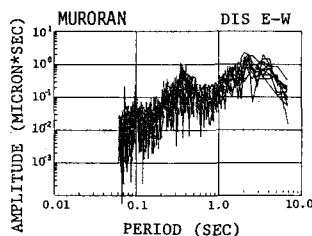


図-3. 常時微動のフーリエスペクトル(重ね合わせ)

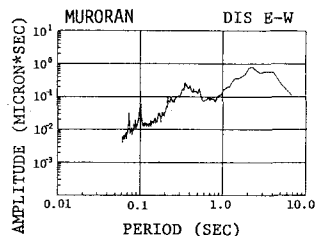


図-4. 常時微動のフーリエスペクトルの相対平均

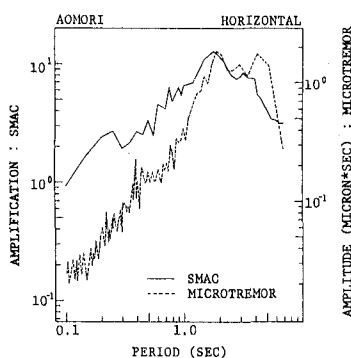


図-5. 強震時増幅スペクトルと常時微動スペクトル(青森、水平)

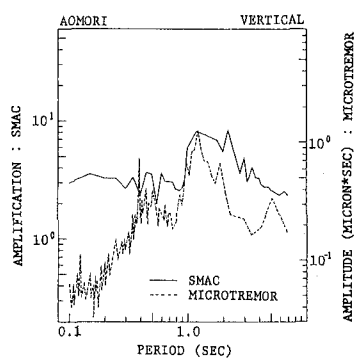


図-6. 強震時増幅スペクトルと常時微動スペクトル(青森、鉛直)

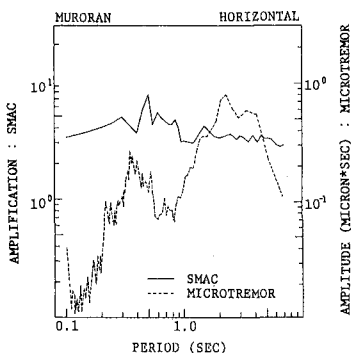


図-7. 強震時増幅スペクトルと常時微動スペクトル(室蘭、水平)

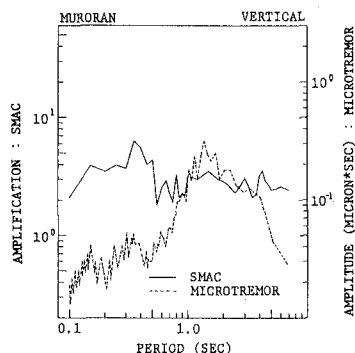


図-8. 強震時増幅スペクトルと常時微動スペクトル(室蘭、鉛直)