

堆積層上の記録を用いた震源スペクトルの検討

関西電力総合技術研究所 岸本修治
 同上 ○藤田修一
 ㈱ 阪神コンサルタンツ 渡辺俊樹

1. はじめに

関西電力株式会社総合技術研究所では、1981年より地震観測を行い観測記録のデータベース化を進めている。これら観測記録を用いた回帰分析により副田・笹川¹⁾(1989)はスペクトルの統計的な性質を求めたが、震源特性、伝播経路特性、堆積層の応答特性各々の分離には至っていない。このため観測データの範囲から外れる地震動予測には更に検討を進める必要があるものと考えられる。ここでは、震源・伝播・堆積層の応答をそれぞれ別個の扱いをすることにより、観測記録の得られた地震の震源スペクトルについて検討した。

2. 検討方法

複数のサイトにおける複数の地震記録から統計的に震源・伝播・堆積層の応答の各特性を推定する方法は、岩田・入倉²⁾(1986)により示されている。ここでは、この方法を1地点の観測記録に適用するため震源スペクトルの形状に ω^{-2} モデルを仮定して、地震モーメント M_0 とコーナー周波数 f_c を個々の地震に対して推定した。観測記録のスペクトル $A(\omega)$ は震源スペクトル $S(\omega)$ 、伝播経路特性 $L(\omega)$ 、堆積層の応答特性 $H(\omega)$ を用いて

$$A(\omega) = S(\omega) * L(\omega) * H(\omega)$$

と表される。 $L(\omega)$ に減衰係数 Q の周波数依存性を考慮した実体波の伝播を与えて、 $S(\omega)$ を仮定すれば $H(\omega)$ を、 $H(\omega)$ を仮定すれば $S(\omega)$ を推定できる。今回は、 $H(\omega)$ が地震によらない特性である点に着目し $S(\omega)$ の推定を行った。

3. 検討結果

最初に、 M と M_0 の関係に佐藤の式³⁾を用いて、 $\log M_0 = 1.5M + 18.2$ とし、コーナー周波数については、既往の研究^{4), 5), 6)}を参考に $f_c = \log M_0^{-1/3} + 7.3 (M > 4)$ 、 $f_c = \log M_0^{-0.144} + 3.83 (M \leq 4)$ として $S(\omega)$ を仮定して、 $H(\omega)$ を各観測記録より図-1のように推定した。図-1では概ね一定の形状は見られるが、バラツキの大きい結果となっている。

次に、図-1のバラツキが仮定した $M \sim M_0$ 、 $M_0 \sim f_c$ の関係に対する個々の地震のバラツキによるものと考え、 $H(\omega)$ に図-1の平均値を仮定して $S(\omega)$ を推定した。得られた $S(\omega)$ を ω^{-2} モデルのスペクトル形状と比較して個々の地震の M_0 、 f_c が推定される。

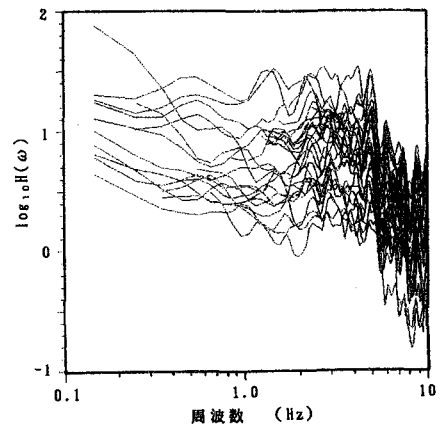


図-1 $M \sim M_0$ 、 $M_0 \sim f_c$ の関係を与えて求めた堆積層の応答特性推定値

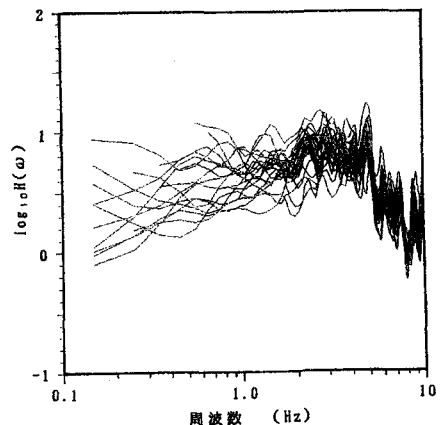


図-2 個々の地震について推定した M_0 、 f_c を用いた堆積層の応答特性推定値

これらを用いて $S(\omega)$ を仮定して $H(\omega)$ を再度求めた結果を図-2に示す。図-1に比較して地震によるバラツキは小さなものとなり、地震によらない一定の周波数特性が見られる。

図-2に示した $H(\omega)$ の平均値を、当観測点と岩盤上で同時に観測された地震の距離補正後のスペクトル比と比較して図-3に示す。両者は良く対応している。

図-4には、図-3の $H(\omega)$ を用いて求めた各々の地震の M_0 、 f_c を示す。 $M \sim M_0$ の関係は概ね佐藤の式に従い、 $M_0 \sim f_c$ は $M_0 \propto f_c^{-3}$ の関係を示している。また $M_0 < 10^{22} \text{ dyne} \cdot \text{cm}$ で $M_0 \propto f_c^{-3}$ から外れると言う微小地震の一般的な性質も見られる。

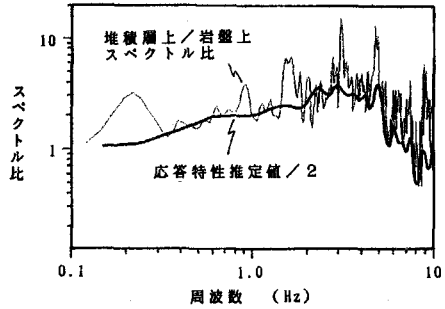


図-3 観測記録から推定した応答特性と、同時記録による(堆積層上/岩盤上)のスペクトル比の比較

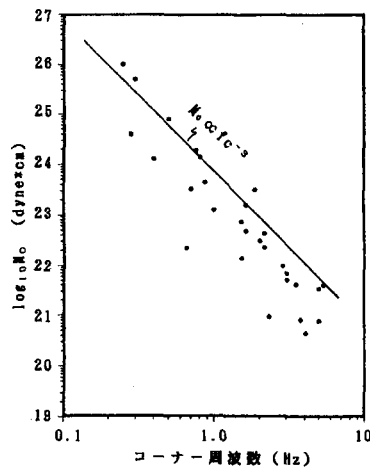
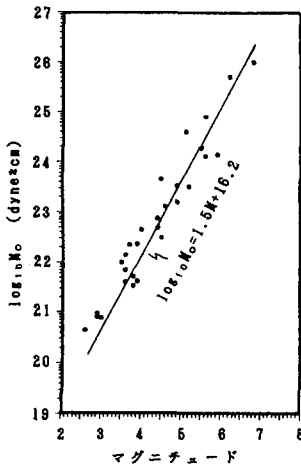


図-4 堆積層の応答特性推定値を用いて求めた各々の地震の地震モーメント、コーナー周波数

4. まとめと考察

以上の検討により、観測記録が ω^{-2} モデルで説明できることが判り、震源スペクトルを与えるパラメータをマグニチュードから推定可能となった。堆積層の応答特性と併せ任意の震源のスペクトルを推定できるものと思われる。また、図-4の結果は波形合成手法により模擬地震動を作成する上で必要な地震のスケールリング則を検討する上でも有効なデータとなるものと考えられる。

一方、図-4の結果は1点の観測記録を周波数帯域を限って用いたもので精度的にはやや問題があるものと考えられる。この点に関しては長周期の検討を加えると共に、他地点との比較等により精度に関する評価を加えることが今後必要なものと考えられる。

スペクトル比を求めるのに用いた岩盤上の記録は京都大学防災研究所岩田知孝助手に提供して頂いた。ここに感謝いたします。

参考文献 1)副田・笹川(1989)土木学会関西支部、2)岩田・入倉(1986)地震2、3)佐藤良輔(1989)日本の地震断層パラメーターハンドブック、4)赤松(1986)地震学会講演予稿集№1、5)釜江・入倉(1990)建築学会構造系論文報告集№409、6)石田(1986)第7回日本地震工学シンポジウム