

I-734 岩盤上の地震観測波を用いた応答スペクトルのばらつきの評価

電力中央研究所 正会員 平田 和太
電力中央研究所 矢島 浩

1. はじめに

地震動の年超過確率の評価を行う地震ハザード解析において、近年、地震動強度として応答スペクトルが用いられることが多い。また、構造物の耐震設計においては想定する地震規模、震源距離等から定められる設計応答スペクトルやそれに適合する設計地震動が用いられることが多いが、この場合でも設計地震動の超過確率の評価が重要な課題となる。応答スペクトルの確率評価を行うにあたっては、距離減衰特性のばらつきの評価が必要となり、ここでは岩盤上で観測された地震波に基づく加速度応答スペクトルの距離減衰特性について検討した結果について報告する。

2. 対象とした地震記録および応答スペクトル

ここでは電力中央研究所が設置している岩盤上(V_s 約700m/sec~1600m/sec)の地震観測網で記録された165波の加速度記録を用いた(NS, EW 330成分)。図-1に観測された地震の震源距離と規模の関係を示す。評価の対象とした応答スペクトルは水平2成分の加速度記録から座標軸を回転させて(10度刻み)得られる成分波に対する加速度応答スペクトル($h=5\%$)の包絡値³⁾とした。

3. 検討方法

従来提案されている加速度応答スペクトルの距離減衰式に対して、上記加速度記録から重回帰分析により回帰係数を算定し、各距離減衰式による推定精度についての統計処理を行う。距離減衰式としては以下のものを用いる。

$$\log S_a(T) = a(T)M - b(T)\log X + c(T) \quad (\text{小林, 長橋}^{1)}) \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$\log S_a(T) = a(T)M - [b(T)X + \log X] + c(T) \quad (\text{武村, 太田}^{2)}) \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$\log S_a(T) = a(T)M - b(T)\log(\Delta + 30) + c(T) \quad (\text{川島, 相沢}^{3)}) \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$\log S_a(T) = a(T)M - b(T)\log(X + 25) + c(T) \quad (\text{McGuire}^{4)}) \quad \dots\dots\dots(4)$$

ただし、 $S_a(T)$: 減衰5%の加速度応答スペクトル (T : 周期sec), M : 地震規模, X : 震源距離(km), Δ : 震央距離(km)とする。

4. 検討結果

各距離減衰式における係数 $a(T)$, $b(T)$, $c(T)$ を重回帰分析により算定した結果を図-2~4に示す。観測値と各距離減衰式による推定値の比の中央値および対数標準偏差を図-5, 6に示すが、中央値については距離減衰式間の差異は小さく、対数標準偏差については周期帯によって大小関係が異なる結果となっている。これらの結果は想定した地震規模(M)、震源距離(X)に対する超過確率を考慮した岩盤上の応答スペクトル評価に反映できるものと考えられる。また、観測値と距離減衰式による推定値の比の分布の一例を図-7に示されている。図-8には距離減衰式を用いて評価した減衰5%の速度応答スペクトルが示されているが、短周期域に比べて周期1秒以上の領域では距離減衰式による差は小さいといえる。

5. 終わりに

同一の地震データベースを用いた場合、距離減衰式による応答スペクトルの推定精度に顕著な差異はみられなかったが、構造物への影響評価の精度向上を図るためには、構造物の固有周期に応じて距離減衰式を選択することが考えられよう。

【参考文献】 1)小林啓美, 長橋純男: 地表で観測された地震動の周期特性から求めた地盤の増幅特性と地震震盤における地震動の性質, 建論報, 1976 2)武村雅之, 太田外記晴他: 地震動の平均応答スペクトルを評価する経験式の物理的基礎, 建論報, 1987 3)川島一彦, 相沢興他: 最大地震動及び地震応答スペクトルの距離減衰式, 土研報告, 1985 4)R. K. McGuire: Seismic Design Spectra and Mapping Procedures Using Hazard Analysis Based Directly on Oscillator Response, Earthq. Eng. and Struct. Dyn, 1977

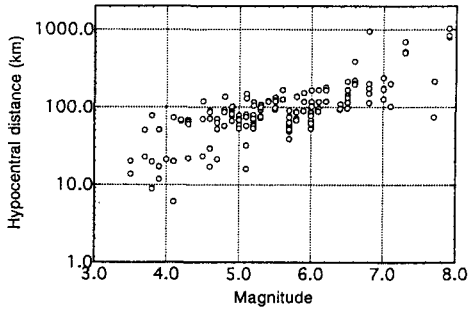


図-1 観測された地震の規模(M)および震源距離(X)

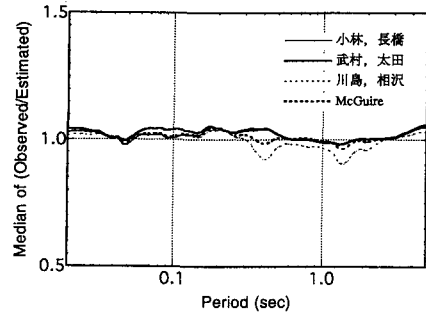


図-5 (観測値/推定値) の中央値

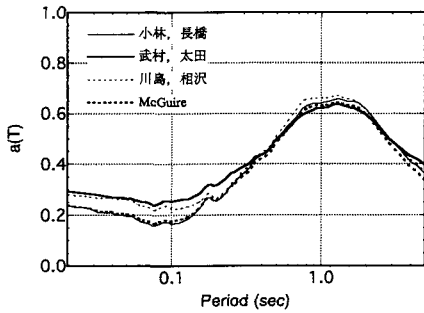


図-2 回帰係数a(T)

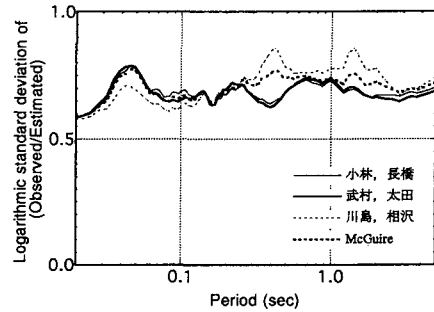


図-6 (観測値/推定値) の対数標準偏差

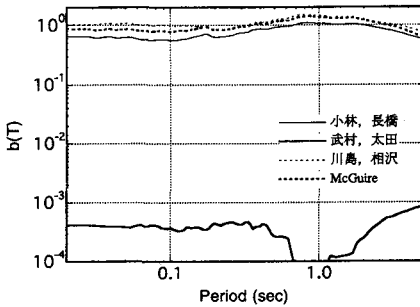


図-3 回帰係数b(T)

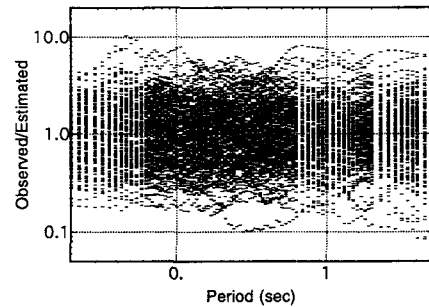


図-7 (観測値/推定値) の分布の例 ((1)式を使用)

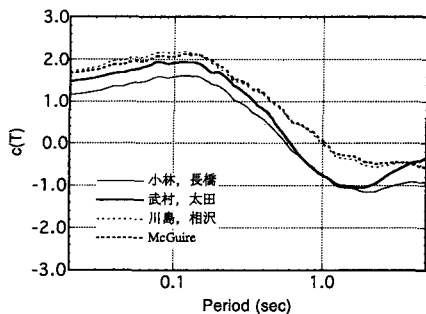


図-4 回帰係数c(T)

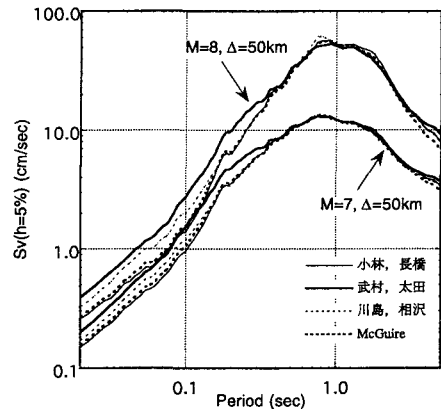


図-8 距離減衰式による応答スペクトルの評価例