

地震動エネルギーの距離減衰などの特性  
Characteristics of seismic wave energy such as attenuation relation

○平井俊之・澤田純男

○Toshiyuki HITAI, Sumio SAWADA

Recently the design earthquake ground motions for important infrastructures are often evaluated on the basis of numerical simulation such as the stochastic and empirical Green's function methods. It is necessary to show the validity of the design motion but the indexes such as PGA should not be enough to represent the characteristics of earthquake ground motion. In this study, the attenuation equation of seismic wave energy with respect to moment magnitude and equivalent hypocentral distance is proposed in order to estimate the seismic intensity. It is concluded that the seismic wave energy should be better than PGA to estimate seismic motion with respect to earthquake magnitude stably.

### 1. はじめに

建造物の耐震設計において、将来発生が想定されるレベル2地震動を、断層モデルを考慮して波形として予測することが行われつつある。予測された地震動の妥当性を評価する指標としては、最大加速度値や応答スペクトルが用いられているが、継続時間などを含め波形としての強さを評価するには不十分である。

本研究では、予測された地震動を評価するための指標の一つとして、地震動エネルギーについて検討する。既往の観測記録の地震動エネルギーの距離減衰特性を求めて、最大加速度値や最大速度値と比較した。

### 2. 地震動エネルギーの距離減衰特性

地盤の単位体積を通る地震動のエネルギーは次式で表される。

$$E = \frac{1}{2} \rho V_s \int_0^t v(t)^2 dt \quad (1)$$

ここで、 $v(t)$  ( $=\sqrt{v_x^2+v_y^2+v_z^2}$ )は地震動の上昇波の時刻歴速度波形であり、 $\rho$ および $V_s$ は、それぞれその地盤の密度およびS波速度である。

既往の観測記録を用いて地震動エネルギーの距離減衰特性を求めた。K-NETおよびKiK-netの観測記録を用い、 $V_s$ が300m/s以上の工学的基盤まで引き戻した後に回帰分析を行い、等価震源距離 $X$ およびモーメントマグニチュード $M_w$ の関数として次式が得られた。

$$\log_0(E) = 1.593M_w - 1.856\log(X) - 0.00274X - 3.99 \quad (2)$$

### 3. 最大加速度等の他の指標との比較

#### (1) 距離減衰特性のばらつき

最大加速度値と最大速度値について(2)式と同様の距離減衰特性を求め、地震動エネルギーの0.5乗と対数標準偏差でばらつきを比較した。地震動エネルギーは0.23であり、最大加速度値の0.28より小さく、最大速度値の0.24と同等であった。

#### (2) 本震と余震の大きさの違い

最大加速度と地震動エネルギーについて、ほぼ同じ位置で起きた本震と余震とを比較した。地震動エネルギーについてはデータの97%が本震の方が大きかったが、最大加速度値については30%程度が余震の方が大きく、地震動エネルギーの方が地震の規模の違いとよく整合していた。

### 4. おわりに

地震動エネルギーは、距離減衰特性のばらつきや本震と余震の関係などから、最大加速度値等よりも地震の規模や距離に応じて安定的に地震動の強さを評価できる指標であると考えられる。

今後、エネルギーの保存や建造物の被害との関係について研究していく予定である。

