

地震動予測結果の妥当性評価への地震動エネルギーの適用

株式会社ニュージェック 正会員 ○平井 俊之

京都大学防災研究所 正会員 澤田 純男

1. はじめに

土木構造物の設計が仕様設計から性能設計へと移りつつある中で、設計対象地点における地震外力を合理的に評価するため、断層モデルを考慮し経験的グリーン関数法や統計的グリーン関数法等の手法を用いて、地震波形として予測することが行われつつある。現状では、予測波形の妥当性は、最大加速度値や最大速度値等を指標として距離減衰式等との整合によって評価されている。しかし、これらの指標の予測値には大きなばらつきが生じることが知られており、地震動予測結果の妥当性を評価することは容易ではない。本研究では、地震動強さの指標として地震動エネルギーに着目し、地震動予測結果の妥当性評価への適用性について検討した。

2. 検討方法

地盤内のある位置において、上昇波(SH 波)の伝播に伴うエネルギー密度の流れを地震動の全時刻歴にわたって積分した値を地震動エネルギーと定義し、以下の式で表す。

$$E = \rho V_s \int_0^{\infty} \dot{u}^2(t) dt \quad (1)$$

ここで、 $\dot{u}(t)$ は地震動の上昇波の速度時刻歴波形であり、 ρ 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。

図-1 に示すように、M7 程度の震源断層を想定し、統計的グリーン関数法を用いて周辺の地点における地震動予測を行い、予測波形から地震動エネルギー、最大加速度値、最大速度値を算出し、ばらつきなどについて比較することにより、地震動予測結果の妥当性評価における地震動エネルギーの適用性について検討した。

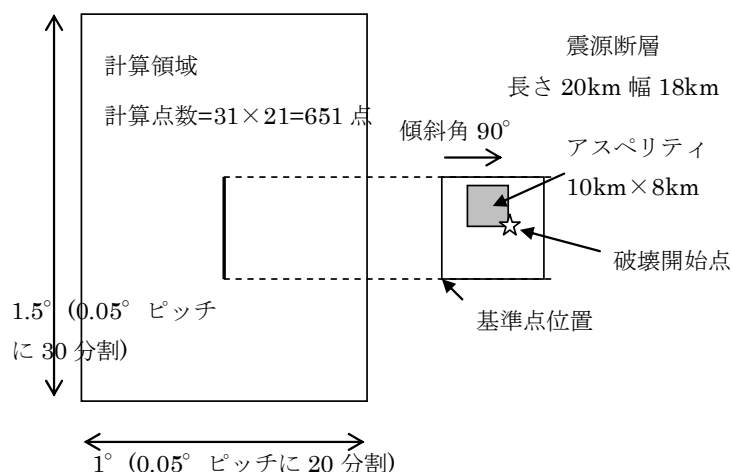


図-1 想定震源断層と地震動予測を行った領域

3. 検討結果

(1)要素地震の位相特性の影響に関する検討

統計的グリーン関数法では、要素地震波形の位相特性にランダム性があり、このランダム性は地震動予測結果に影響しないことが望ましい。要素地震波形の位相特性を変化させて地震基盤上で波形合成を行い、各指標のばらつきを求めた結果を図-2 に示す。地震動エネルギーについては、他の指標と次元を合わせるため平

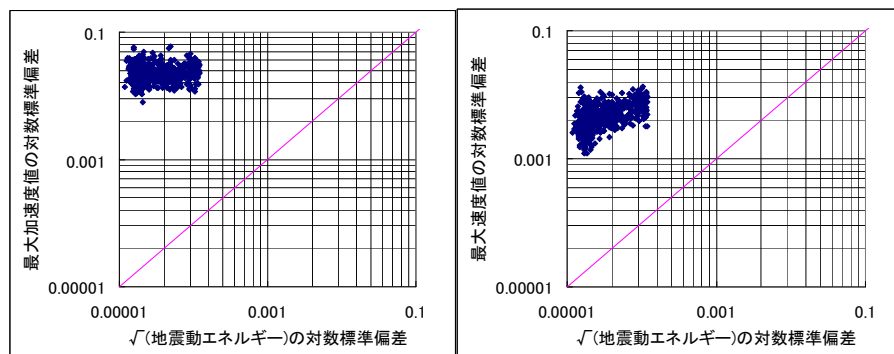


図-2 要素地震波形の位相特性の影響による予測波形のばらつき

キーワード 地震動エネルギー、地震動予測、ばらつき

連絡先 〒531-0074 大阪市北区本庄東 2-3-20 株式会社ニュージェック 港湾・海岸グループ TEL 06-6374-4590

方根のばらつきでプロットしている。地震動エネルギーのばらつきは、最大加速度値や最大速度値に比べて対数標準偏差で1桁から2桁小さいことがわかる。

(2)地震の規模の違いの影響に関する検討

図-3 に示すように、アスペリティの大きさを小さくした場合と大きくした場合について、地震動予測を行い、その結果を比較した。図-4 に示すように、地震動エネルギーは地震の規模の大小をほぼ反映した結果が得られたのに対して、最大速度値は、小さいアスペリティの地震の方が大きな値となった地点が3~4割程度存在した。また、地震の規模の違いによるばらつきをみても、地震動エネルギーは最大速度値よりも小さいことがわかる。

(3)地震動予測を行う地盤の影響に関する検討

各地点において、地震基盤から工学的基盤までの地盤構造を仮定して1次元の地震応答解析を行い工学的基盤上の地震動を求め、地震基盤での値と工学的基盤での値を比較した結果を図-5 に示す。入力デルタ関数やホワイトノイズであれば水平多層地盤内を伝播する地震動のエネルギーは各層で保存されるため¹⁾、入力が地震動の場合であっても、地盤の密度とS波速度が掛かっている地震動エネルギーは、最大加速度値や最大速度値ほど地盤の増幅の影響を受けないことがわかった。

4. おわりに

地震動予測結果は、地震動エネルギーのみで評価するのではなく、多様な指標を用いて多面的に評価することが望ましいが、地震動

エネルギーを地震動予測結果の評価指標に加えることによって、予測波形の妥当性を合理的に評価できる可能性がある。

参考文献

1)後藤他：水平多層地盤を伝播する2次元SH波に関する保存量，第45回地盤工学研究発表会，2010(投稿中)。

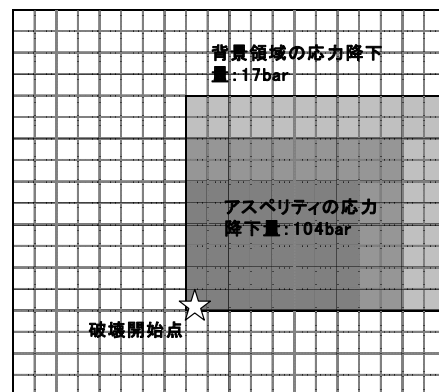


図-3 アスペリティの大きさの違い

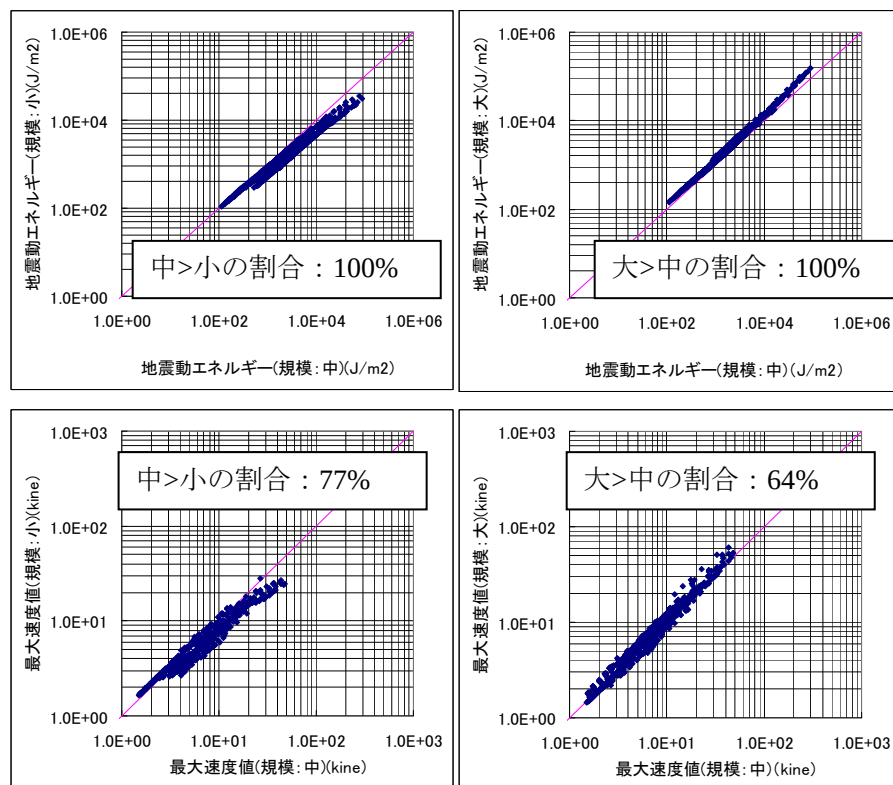


図-4 アスペリティの大きさの違いによる予測結果の大小関係比較

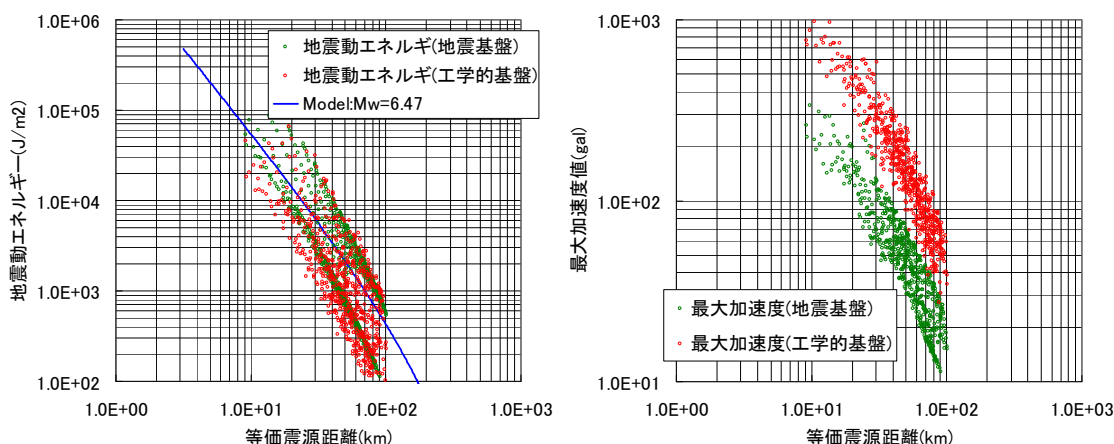


図-5 地震基盤での値と工学的基盤での値との比較