

連続した強震動に対する所要降伏震度スペクトルの検討

徳島大学 学生会員 森岡優太 徳島大学 フェロー 成行義文
 徳島大学 正会員 井上貴文 徳島大学 正会員 源貴志

1.はじめに

2016年4月熊本県熊本地方にて大規模な地震が2回発生した。そのため、前震により損傷を受けた構造体に再度地震動（本震）を受け、前震の揺れでは耐え凌いでいた構造物にも、致命的な損傷や崩壊に至らしめる破壊を与える結果となった。故に、現在の耐震設計法が十分ではない可能性がある。連続した強震動を考慮することが耐震設計において用いられる所要降伏震度スペクトルの評価にどのような影響を及ぼすのかを明らかにすることを、本研究の目的としている。

2.所要降伏震度スペクトル

所要降伏震度スペクトルは非線形な復元力を有する1自由度系モデルを対象に地震応答解析に基づいて求められる。降伏震度スペクトルは主に、構造物の最大塑性率や所要降伏強度の算定に用いられる。最大塑性率を求める場合、まず構造物の静的非線形解析により降伏震度を求める。そして、構造物の降伏周期（初期固有周期）を求め、図1より求めた降伏震度と降伏周期との交点を定めて応答塑性率を算定する。所要降伏震度を求める場合、設計塑性率が規定されたときに構造物の固有周期との交点より縦軸の所要降伏震度を算定する。

3.解析モデル

応答解析に用いた復元力履歴モデルは、Bilinearモデル、Q-hystモデル、3-Parameterモデルであり、それらの概念図を図2~4に示す。Bilinearモデルは従来広く非弾性地震応答解析に用いられる代表的なモデルである。Q-hystモデルは複雑なRC橋脚の復元力をマクロ的に近似したものである。3-ParameterモデルはRC橋脚の剛性劣化、強度低下、ピンチング効果による影響をパラメータ α 、 β 、 γ として定めたモデルである。

構造物の各パラメータは、粘性減衰定数を $h = 0.05$ 、初期剛性に対する弾塑性剛性比を $p_1 = 0.1$ 、 $p_2 = -0.1$ 、最大塑性率を $\mu_d = 3.0$ として地震応答解析を行う。

4.解析結果

熊本地震前震(実線)、本震(点線)、そして両者をつなげた前本震(破線)を入力加速度とした場合の所要降伏震度スペクトルを図5に示す。劣化型の復元力履歴モデルであるQ-hystモデルおよび3-Parameterモデルでは、Bilinearモデルに比べ固有周期 $T=1.0(s)$ 付近の降伏震度の差が大きく表れている。また、固有周期 $T=1.25(s)$ において本震と前本震の降伏震度スペクトルの値の大小関係が入れ替わっている。故に、熊本地震に対する構造物の損傷度を評価するうえでは、前震もしくは本震単体による影響だけでなく、両地震動による入力加速度である前本震の影響を考慮する必要があると考え

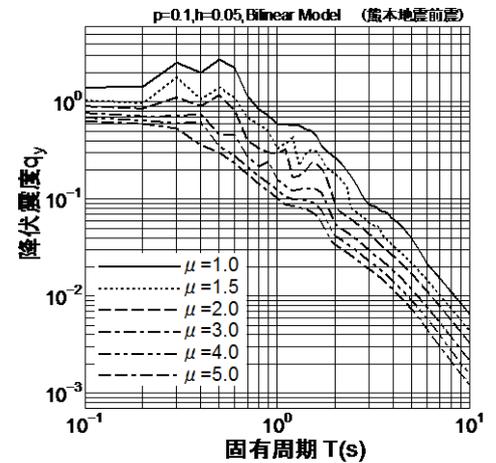


図-1 降伏震度スペクトルの一例

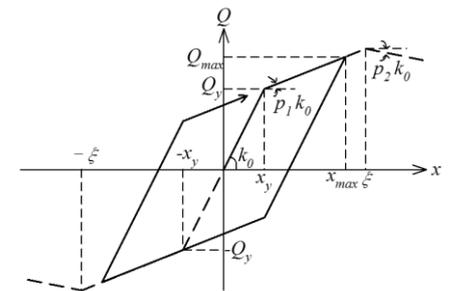


図-2 Bilinear モデル

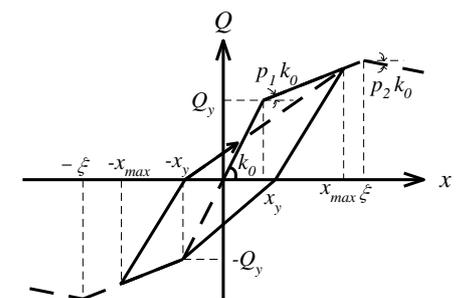


図-3 Q-hyst モデル

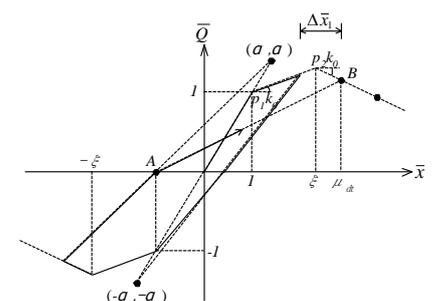


図-4 3-Parameter モデル

られる。

熊本地震の前震および本震が2回発生したと仮定した模擬地震動より得られる降伏震度スペクトル(点線)と、前震および本震単体の地震動によるもの(実線)との比較を図6に示す(図6には本震の場合にのみを示す)。単体の地震動による降伏震度スペクトルは、2回発生した地震動によるスペクトルを下回っていることがわかる。また、Q-hystモデルおよび3-Parameterモデルにおける降伏震度スペクトルでは、スペクトルのピーク付近で単体の地震動と連続した地震動との差が大きく表れている。

5.おわりに

本研究において、連続した地震動として全く同じ地震動をつなげたものを用いたが、加速度の前後の比率を変更したときにどのような結果が得られるかを検討する必要がある。また、本研究で用いた復元力履歴モデルである、Bilinearモデル、Q-hystモデルおよび3-Parameterモデル以外での比較、構造物のパラメータの値を変更して比較し検討を行う必要がある。

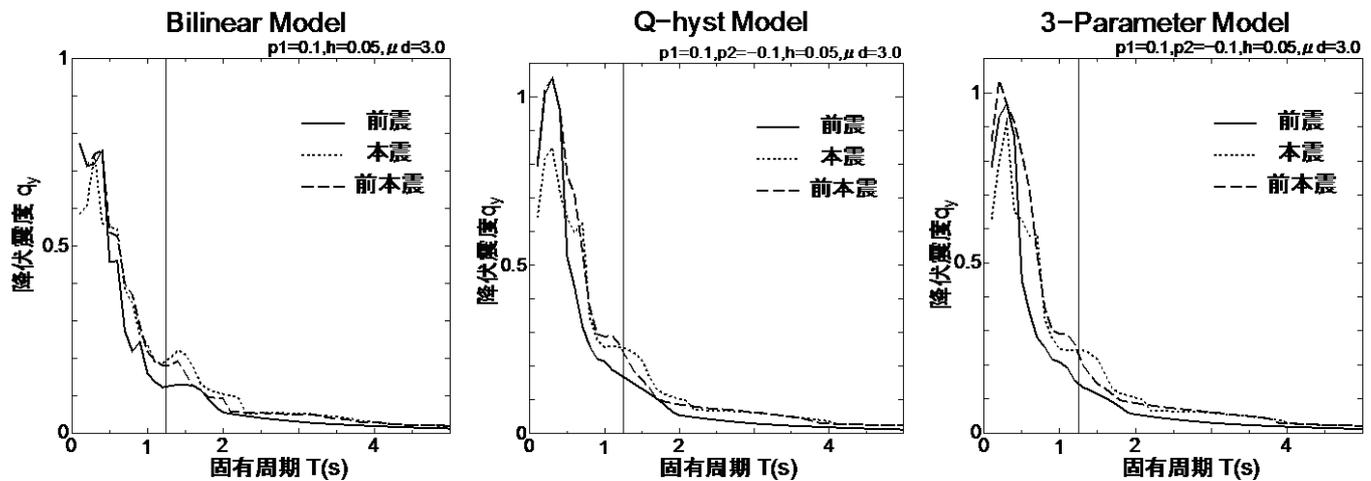


図-5 熊本地震に対する所要降伏震度スペクトル

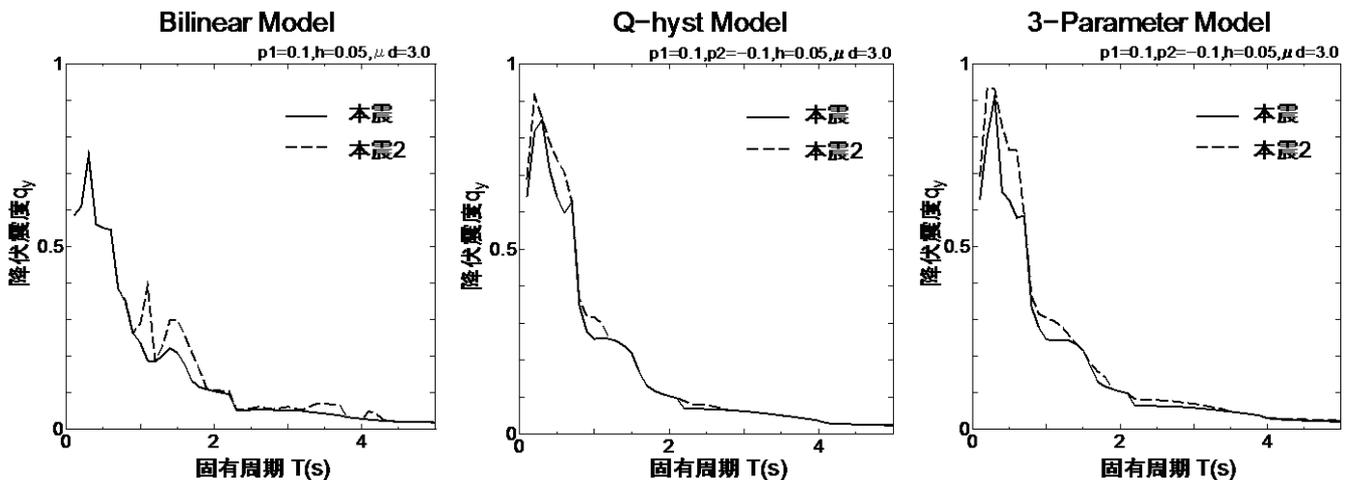


図-6 (熊本地震本震×2)に対する所要降伏震度スペクトル

謝辞

防災科学技術研究所の KiK-net のデータを使用させていただきました。記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1). 堺淳一, 川島一彦: パルス応答スペクトルに基づく断層直近地震動の特性, 構造工学論文集, Vol.45A, pp819-828, 1999