

地震動の破壊力評価を目的とした弾塑性応答スペクトルの提案

地象部 小川 好、岡田佳久

研究区分：基礎研究 研究費区分：土木技術研究所費

キーワード：弾塑性解析、1自由度応答スペクトル、地震動、力学的モデル、消費エネルギー

中期計画との関連：開発研究課題 - 1 - (2) -

地震動の構造物に対する破壊力を適切に評価することは、耐震工学上きわめて重要な課題である。通常、この目的には粘弾性1自由度質点系の最大応答値から求められる応答スペクトルが広く利用されている。このスペクトルでは、構造物を固有周期と粘性減衰定数というきわめて一般化された特性でとらえることができることから、観測された複数の地震動記録について、その破壊力を周期領域で比較することが可能となる。

一方、地震動による構造物の損傷を表す指標として、1自由度質点系の減衰によって消費されるエネルギーを利用する方法も提案されている。この場合、構造物の減衰機構は粘性よりも塑性が卓越すると考えられることから、弾塑性1自由度質点系による応答解析が採用されている。既存の研究では、その復元力特性は構造種別ごとの特徴を単純化したモデルによって計算されることから、より具体的な構造物についての解析は可能であるが、粘弾性応答スペクトルのように固有周期と減衰定数のみによって規定される一般化された応答特性については検討されていない。

地震動の強度を塑性変形によって消費されるエネルギーから評価する試みの第一歩として、弾塑性1自由度質点系が応答する過程で消費するエネルギーをスペクトルの形式で表現する方法を提案する。地震動の破壊力を評価するためには、質点系の応答が構造物一般の応答特性を代表するものであることが望ましい。このため、提案する弾塑性1自由度質点系としては、固有周期と減衰定数という2つのパラメータのみによって構造系の振動特性を代表させることのできる粘弾性系と、その応答特性ができるだけ相似となる系とした。構造物の破壊に寄与する消費エネルギーは、主に塑性変形によって生じると考えられることから、消費エネルギーから破壊力を評価するためには、考える系は弾塑性系でなければならない。

この報告では、応答の大小によらず減衰を一定とする骨格曲線が存在することを示したのち、Iwanによって提案された力学的モデルに従ってこの曲線を離散化し、弾塑性1自由度質点系の解析モデルを作成した。この解析モデルに地震動を入力し、粘弾性系の応答スペクトルと比較した結果、弾塑性系の固有周期として、最大応答時の割線弾性によって規定される等価周期を固有周期として採用すれば、弾塑性系と粘弾性系との応答はほぼ一致することがわかった。

次に、弾塑性系の応答では、微小変形時での等価周期が大振幅の強震記録では長周期化することを示した。一般に、木造建物の固有周期は微小変形状態での実物実験から測定されていることから、強震時での消費エネルギー・スペクトルの周期を微小変形状態での周期に逆算した結果（図参照）から、2000年鳥取県西部地震（日野）での卓越周期は、1995年兵庫県南部地震（神戸・鷹取）に比べて短周期であるとともに、在来型の木造建物の固有周期帯である0.3秒以下となり、この周期の差が兵庫県南部地震と鳥取県西部地震での被害の差を説明する可能性のあることを示した。

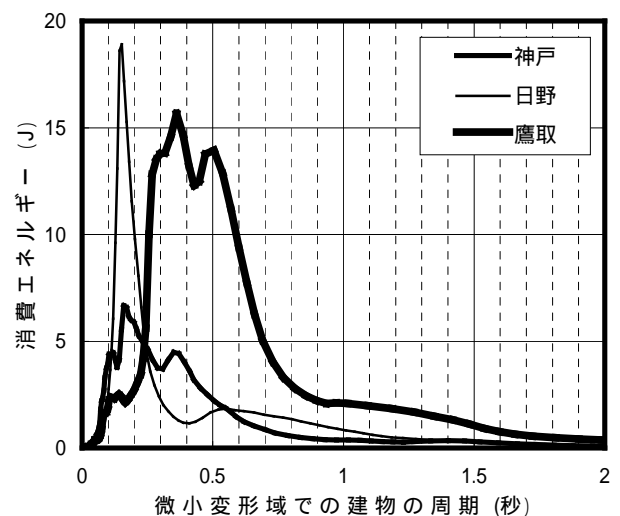


図 微小変形での建物の固有周期に換算した地震動のエネルギー・スペクトルの比較