

### 木造建物被害と相関の高い地震動指標の数値解析的検討

千葉大学 学生会員 ○星 幸江  
 千葉大学 正会員 丸山 喜久  
 千葉大学 正会員 山崎 文雄

#### 1. はじめに

地震による建物への被害は、私達の生命を脅かす危険性がある。近年、このような建物被害と地震動指標との相関性の低さが指摘され、多くの研究がなされている<sup>1)</sup>。地震動指標は、計測震度・地動最大速度(PGV)・地動最大加速度(PGA)・SI 値など様々な形で表されている。地震発生時の被害推定などへの利用のため、地震動特性を代表する指標と建物被害との相関性を向上させることは重要である。そこで本研究では、木造建物モデルを構築し、多数の地震記録を入力した地震応答解析を行う。ここで算出した応答塑性率と、地震動指標との相関を調べ、建物被害と相関の高い指標の検討を行う。

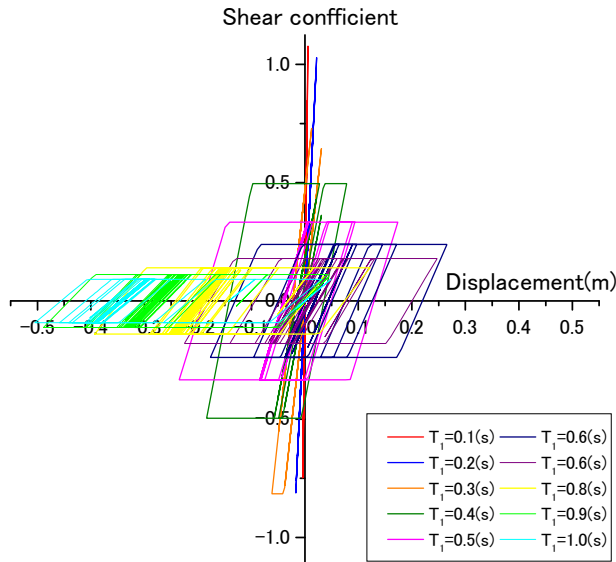


図-1 K-NET穴水記録(EW成分)の応答履歴曲線

#### 2. 解析方法

本研究では、1993年釧路沖地震から2008年岩手県沿岸北部を震源とする地震までの14地震による51の強震観測点の地震記録を使用した。建物モデルは、木造建物を対象にした1質点系で、固有周期は0.1~1.0秒(0.1秒刻み)、減衰は5%に設定した。建物の初期剛性の固有周期  $T_1$  と降伏震度  $Y_1$  の関係は、神奈川県<sup>2)</sup> が用いたものに従い、復元力特性はバイリニア型を描くものとする。この建物モデルにEW, NS成分の波形を入力する。応答解析後、建物モデルの最大応答変位  $\delta_u$  を降伏変位  $\delta_{Y2}$  で除した塑性率  $\mu$  を算出し、地震動指標との関係を検討する。

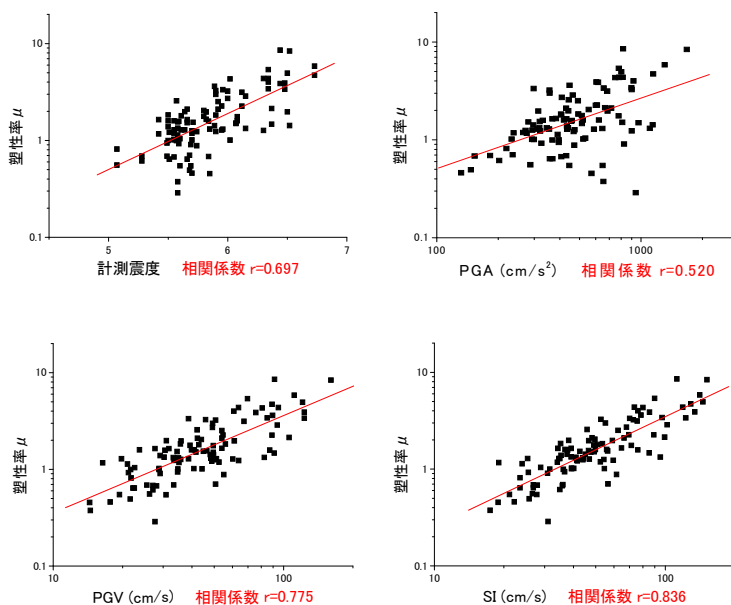


図-2 応答塑性率と地震動指標の関係( $T_1=0.4s$ )

#### 3. 解析結果

一例として、図-1に2007年能登半島地震のK-NET穴水記録(EW波形)に対する応答履歴曲線を示す。解析から算出された塑性率と地震動指標との関係( $T_1=0.4s$ )を図-2に示す。ばらつきは両対数軸をとった際の直線回帰で評価し、相関係数 $r$ で比較を行う。図-3に固有周期 $T_1$ ごと塑性率と地震動指標の相関係数の変化を示す。計測震度は全ての範囲で平均的にあてはまりが良く、PGAは短周期では相関が高いが、長周期では低下する。PGVとSI値は短周期では相関が低い、木造建物の被害と関係がある<sup>3)</sup>とされる $T_1=0.3s$ 以上では相関が高くなる。よって本研究では、とくに相関が良かったSI値に注目する。

キーワード 地震動指標, 数値解析, 木造建物被害, SI 値

連絡先 〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33 千葉大学大学院工学研究科建築・都市科学専攻 TEL043-290-3528

4. SI 値の検討

SI値は(1)式で表わされる20%減衰の速度応答スペクトル $S_V$ の周期0.1~2.5秒の平均値である。

$$SI = \frac{1}{2.4} \int_{0.1}^{2.5} S_V(T) dT \quad (1)$$

このSI値に関して、減衰定数 $h$ と積分周期帯 $T_a \sim T_b$ を変更した修正SI値を算出する。減衰定数は0.1と0.05に変更し、積分周期帯は被害が大きい観測点の速度応答スペクトルが長周期で卓越している点、建物被害が等価周期<sup>3)</sup>に関係している点から、短周期帯をカットしたものに变更する。建物固有周期を0.1s~1.0s(0.1s刻み)に設定し、これまで同様51の観測点で得られた波形について算出し、応答塑性率との相関を比較する。

図-4に減衰定数を変更した修正SI値と塑性率の相関係数の変化を示す。減衰定数の変更では大きな違いは見られない。同じく積分周期帯を変更したものを図-5に示す。短周期では相関は低いが、長周期では現行より相関が高く、とくに $T_{a-b}=1.0s \sim 2.0s$ と $T_{a-b}=1.0s \sim 2.5s$ の相関が良い。

最後に、修正SI値と実際の被害率との相関を評価する。被害率は観測点を中心とした半径200mの円内にある車庫・プレハブを除いた木造建物を対象とした全壊率<sup>4)</sup>のうち、0%を除いたものを使用した。確率紙上で直線回帰を行った際の相関係数 $r$ で比較を行う。実際の被害率と各指標値との相関係数を表-1に示す。減衰定数の変更では大きな違いは見られないが、積分周期帯の変更では、短周期をカットした修正SI値で比較的高い値が得られた。これは、塑性率との比較と同じ傾向であり、積分周期帯の変更が相関性により影響を及ぼすことが確認された。加えて、他の地震動指標と比較をしても、短周期をカットした修正SI値の相関が良いと言える。

5. まとめ

本研究では、木造建物を対象とした地震応答解析により塑性率を算出し、地震動指標との相関性を検討した。その結果、PGV と SI 値が、木造建物被害と関連する周期 0.4s 以上で相関が高いことが分かった。そこで減衰定数  $h$  と積分周期帯  $T_{a-b}$  を変更した修正 SI 値を算出し、塑性率との相関を検討したところ、積分周期帯の変更で短周期帯をカットしたものが被害と関連する周期で相関が高いことが分かった。一方、実際の被害率とも相関性の検討を行ったところ、塑性率と同様の結果を得ることが出来たが、数値解析結果よりも相関係数が低くなってしまった。今後、地震記録に偏りがある点や建物モデルを改善する点など課題があり、さらに地盤データを組み込むなどしてより詳細な被害データを収集することが必要である。

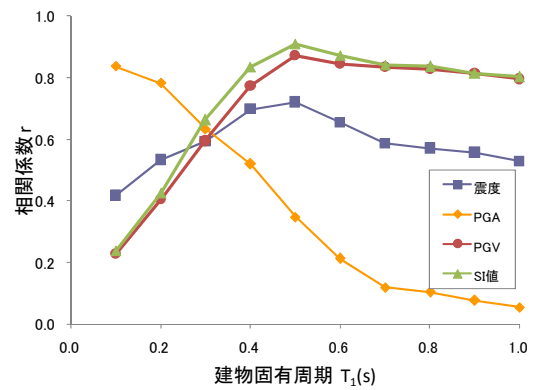


図-3 固有周期 $T_1$ と各指標の相関係数の関係

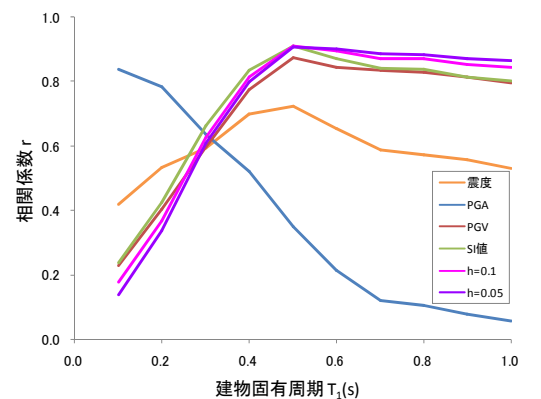


図-4 減衰定数の変更による相関係数の変化( $T_{a-b}=0.1s \sim 2.5s$ )

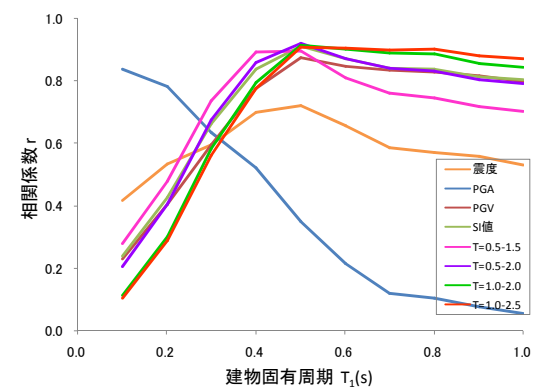


図-5 積分周期帯の変更による相関係数の変化( $h=0.2$ )

表-1 修正 SI 値と被害率との相関係数

修正SI値	積分周期帯(s)					他の指標		
	0.1-2.5	0.5-1.5	0.5-2.0	1.0-2.0	1.0-2.5			
減衰定数 (%)	0.2	0.661	0.569	0.675	0.752	0.738	震度	0.543
	0.1	0.627	0.641	0.692	0.754	0.722	PGA	0.265
	0.05	0.630	0.675	0.677	0.730	0.691	PGV	0.694

参考文献

- 1) たとえば安藤陽一, 山崎文雄, 片山恒雄: 地震動の強さ指標による構造物損傷の評価, 第8回日本地震工学シンポジウム論文集, pp.715-720,1990.
- 2) 神奈川県西部地震被害想定調査[建物・火災被害調査]報告書: 神奈川県環境部防災消防課, 1993.
- 3) 境有紀, 額額一起, 神野達夫: 建物被害率の予測を目的とした地震動の破壊力指標の提案, 日本建築学会構造系論文集, 第555号, pp.85-91.
- 4) たとえば境有紀: 強震観測点周辺の被害データを用いた地震動の性質と建物被害の関係の検討, 日本地震工学論文集, 第7巻, 第2号, pp180-189,2007.