

能登半島地震の実被害による速度疲労応答スペクトル強度を用いた被害予測の検証

金沢大学工学部 学生会員 長尾亮太
 金沢大学大学院 正会員 村田 晶
 フェロー会員 北浦 勝
 正会員 宮島昌克

1. はじめに

近年、日本各地で M7 前後の地震が多発しており、特に木造家屋に大きな被害をもたらしている。また、将来的には東海・東南海・南海地震といった M8 クラスの大規模地震の発生とそれに伴う一般住宅への甚大な被害が予測されている。一般的に住宅の大半は木造構造物であるが、既存住宅の耐震化は経済的な理由などによりはかどっていない。このようなことから、行政は予め被害の発生しやすい地区を予測して重点的に耐震化を促進することが重要と考えられる。そのためには高い精度を有する地震時における木造構造物の被害予測手法の確立が必要である。そこで本研究では、速度疲労応答スペクトル強度を用いた被害予測手法の精度について、2007 年能登半島地震の被害状況から検証する。

2. 速度疲労応答スペクトル強度を用いた被害予測

速度疲労応答スペクトル強度 ($FSIv$ 値) を用いた木造構造物の被害予測手法は木造構造物の耐力を建築年代から推定することによって提案されている^{1), 2)}。 $FSIv$ 値とは規定の周期範囲 (0.1 秒 ~ 2.5 秒) で、速度応答スペクトルにおいて振幅の大きさ (Sv) ごとの繰り返し回数 (C_{Sv}) から与えられる指標として (式 1) で算出される。また、周期範囲をパラメータとした速度疲労応答スペクトル強度 ($FSIv'$ 値) は、木造構造物の経年劣化を考慮して、周期範囲を建築年代別に变化させた (式 2) で評価される。

既往の研究では、兵庫県南部地震による宝塚市での木造家屋の被害を基にした解析から建築年代別の耐力を推定している。また、それを用いて各建築年代別に複数の耐力の異なる木造家屋の解析モデル群を構築している。さらに、過去の地震波に対する各解析モデルの層間変形角に基づいて算出した解析被害率と、そのときの $FSIv'$ 値から、建築年代別の被害関数をロジスティック関数として構築している。これに地域の違いによる木造家屋の耐力差を考慮して、新潟県川口町の被害関数を構築している。

$$FSIv \text{ 値} = \int_{0.1}^{2.5} \int_{0.01Sv}^{Sv} C_{Sv} Sv^2 dSv dT \quad (\text{式 1})$$

$$FSIv' \text{ 値} = \int_{\alpha}^{\beta} \int_{0.01Sv}^{Sv} C_{Sv} Sv^2 dSv dT \quad (\text{式 2})$$

(T:周期、 α :周期範囲の下限、 β :周期範囲の上限)

3. 能登半島地震による被害と新潟県川口町の被害関数との相関

まず、地震の規模に対する木造構造物の被害がその地区の被害率という形で予測できるかを検証するため、能登半島地震において各地で観測された強震記録と地震後の悉皆調査の分析結果による地区ごとの $FSIv'$ 値と被害率を求め、新潟県川口町の被害関数に重ね合わせる (図 1)。図 1 中の曲線はプロットした点をロジスティック関数で近似したものでこれが被害関数である。 R^2 で表される数値は決定係数である。この結果、輪島市門前町総持寺周辺地区、鳳珠郡穴水町川島地区の被害率が被害関数よりも大きくなることがわかり、新潟県川口町をモデルとした被害関数では能登半島における被害予測を行うことは難しいといえる。この原因としては能登半島の木造家屋が新潟県川口町のものよりも耐力的に劣るという可能性、もしくは観測された能登半島地震の強震記録よりも被害現場の揺れが大きかった可能性の 2 つが考えられる。

また、 $FSIv'$ 値を用いた被害予測と他の被害予測指標を用いた被害予測による精度の違いを検証するために、両者の比較も行う必要がある。そこで今回は従来の被害予測指標において用いられている最大地動加速度

(PGA) 最大地動速度 (PGV) 建築年代を考慮しない場合の SI 値と FSI 値、そして建築年代を考慮した場合の SI 値 (SI' 値) の 5 つの指標と $FSIv'$ 値の比較を行う (図 2)。この結果、建築年代を考慮した $FSIv'$ 値や SI' 値については他の指標よりも被害関数との相関が良い。今後は能登半島の木造家屋の耐力を評価し、相関係数等を用いた詳細な分析が必要である。

4.まとめ

$FSIv'$ 値を用いた新潟県川口町モデルによる被害関数と能登半島地震の実際の被害との相関は高くなく、この相関を高めるために能登半島の木造家屋の耐力を確認する必要がある。その後、今回の能登半島地震での実際の被害が被害関数と高い相関を取るようになるため独自に能登半島における木造構造物の解析モデル群を作成して能登半島の地域に十分に適応できる被害関数の構築を目指す。これにより $FSIv'$ 値を用いた建築年代別の木造構造物に関する被害関数に関して地域特性や木造構造物の種類の異なった 3 つの被害関数が構築される。これによってより多くの地域にこの被害関数が適応できるようになり地震被害の予測に役立つものとする。

(参考文献)

- 1) 村田 晶 他: 応答の繰返しを考慮した地震動破壊力指標の新潟県中越地震被害への適用, 土木学会地震工學論文集, Vol.28, No.137, 2005.
- 2) 高橋正樹: 建築年代別構成を考慮した地震動破壊力指標の評価および木造構造物被害関数の構築, 金沢大学修士学位論文, 2006.

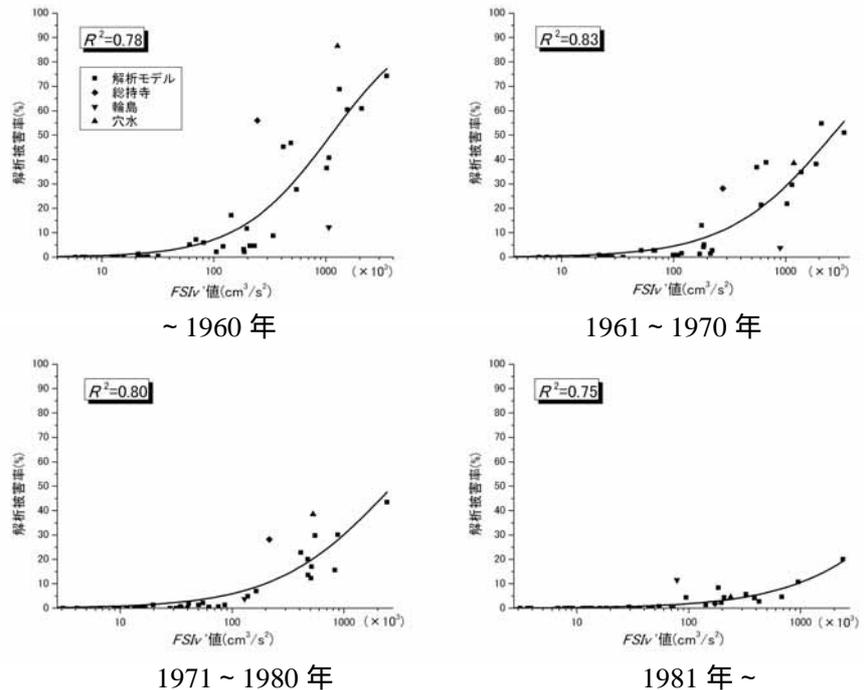


図 1 新潟県川口町モデルによる被害関数と能登半島地震による被害状況

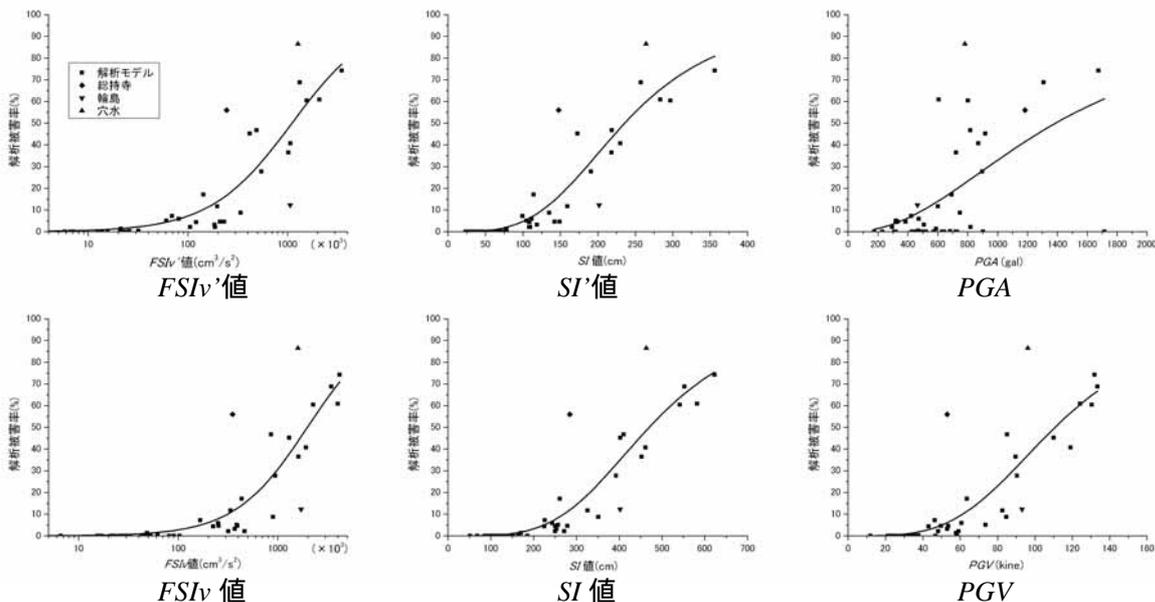


図 2 同一建築年代での各指標における被害予測と実被害との相関の例 (~1960)