

速度疲労応答スペクトル強度を用いた能登半島地震建物被害予測の検証

正会員 ○村田 晶1*
 非会員 長尾亮太2**
 正会員 北浦 勝3***

能登半島地震 住宅被害 疲労応答スペクトル
 被害予測

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、一方既存住宅の耐震化は経済的な理由などにより捗っていない。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、既往の研究^{1), 2)}により提案した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 (FSI_v 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)}。 FSI_v 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 (S_v) 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) で算出されるが、本研究では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 (FSI_v' 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) で評価する。

$$FSI_v \text{ 値} = \int_{0.1}^{2.5} \int_{0.01S_v}^{0.5} C_{Sv} S_v^2 dS_v dT \quad (\text{式1})$$

$$FSI_v' \text{ 値} = \int_{\alpha}^{\beta} \int_{0.01S_v}^{0.5} C_{Sv} S_v^2 dS_v dT \quad (\text{式2})$$

(T:周期、 α :周期範囲の下限、 β :周期範囲の上限)

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 FSI_v 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。また、日本海側と太平洋側、または雪荷重を考慮しているか否かなど地域の違いによる木造家屋の耐力差を考慮するため、地域全体の平均的な建物耐力に対して地域補正係数 β を導入し、前述と同様な手法を用いて2004年新潟県中越地震による新潟県川口町の被害関数を構築している。既往の研究により、宝塚市、川口町の地域補正係数はそれぞれ $\beta=1.0$ 、 $\beta=1.3$ として定義している。本研究では、それら構築した被害関数があるまま適用できるかどうか、適用できない場合は地域の差をどのように評価したら良いかについて、新潟県中越地震における川口町の被害関数を例に取り検討を行う。

3.能登半島地震による被害と建物被害関数との相関

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 FSI_v 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のがわかり、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。ここで FSI_v 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、比較を行う。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)、SI値の3指標と FSI_v'

値を比較したものを図 2 に示す。図に示すように、建築年代を考慮したFSIV'値は他の指標よりも被害関数との相関が良い。従って、被害関数の精度を上げるためには川口町モデルと異なる地域補正係数を考えるべきと思われる。すなわち、能登半島地震における悉皆調査の結果から能登半島における地域補正係数の導出を試みた。この結果、地域補正係数 $\beta=0.9$ のとき、被害関数は図 3 のようになり、決定係数 R^2 も全ての年代区分に対し 0.9 程度と高い相関を示した。これにより、能登半島地震における木造建造物の被害状況を反映した被害関数が設定できたと考える。

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、他の震害指標と比較すれば高いものの、全体としてはそれほど高くない。そのため、相関を高めるために地域補正係数と建築年代ごとの固有周期の範囲について調整を行い、能登半島地震の被害と対応する被害関数を構築した。今後は、この相関をより高めるために能登半島の木造家屋の耐力をより詳細に調べる必要があること、また今回設定したパラメータの工学的な意味を調べていく必要がある。このような理論的な裏づけを行うことで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考え。なお、本研究を行うにあたり、能登半島地震建物悉皆調査データは日本建築学会北陸支部、関東支部、東海支部、近畿支部、日本建築学会災害委員会の各関係者、ならびに本学地震工学研究室の学生諸氏に多大な御支援・協

力をいただきました。また、データの集計整理では、情報通信研究機構の柴山明寛先生にご協力いただきました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 村田晶 他：応答の繰り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，土木学会地震工学論文集，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建造物被害関数の構築，金沢大学修士学位論文，2006.

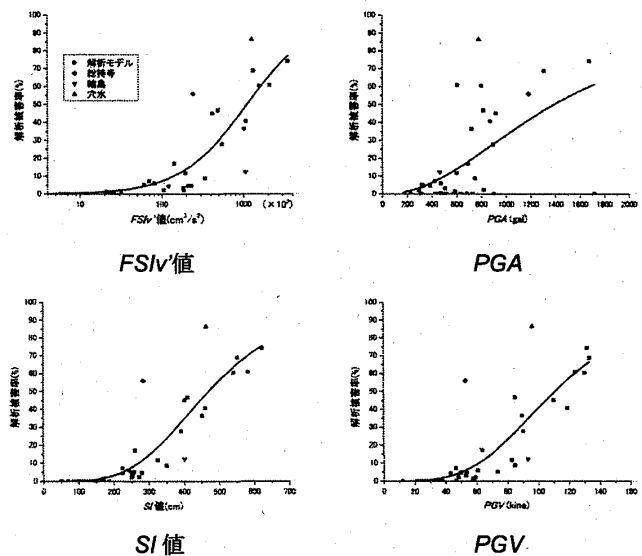


図 2 同一建築年代での各指標における被害予測と実被害との相関の例 (~1960)

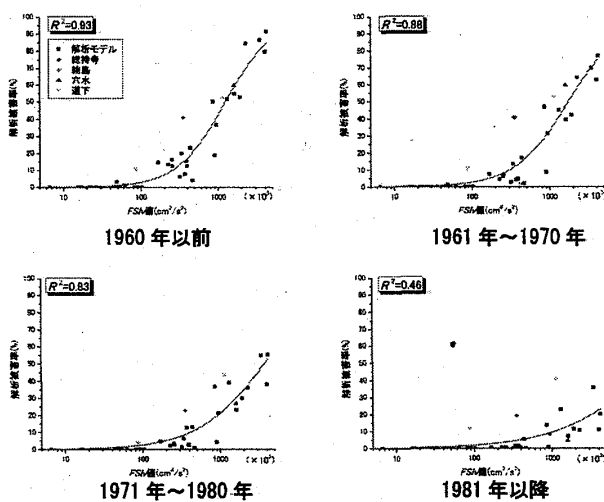


図 1 新潟県川口町モデルによる被害関数

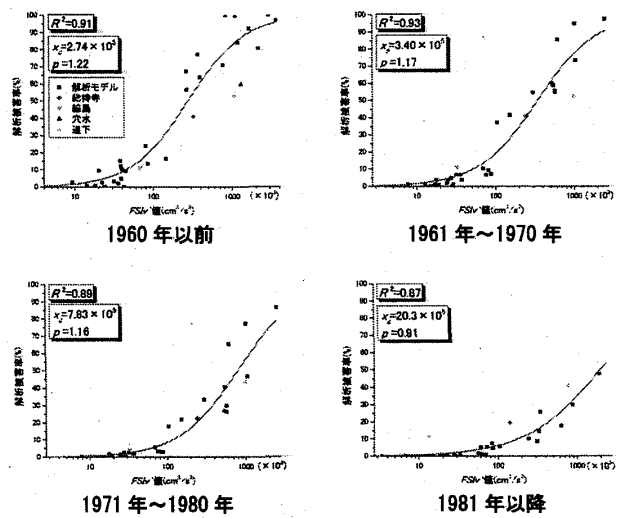


図 3 能登半島における建物耐力を考慮した被害関数

* 1 金沢大学大学院 助教 博 (工)
 * 2 東京工業大学大学院 大学院生
 * 3 金沢大学大学院 教授 工博

* 1 Assistant Professor, Kanazawa Univ., Dr. Eng.
 * 2 Student of Graduate School, Tokyo Institute of Technology Univ.
 * 3 Professor, Kanazawa Univ., Dr. Eng.