

兵庫県南部地震における建物解体率の分析

11T0202C 市村直登
指導教員 丸山喜久

1. 研究の背景と目的

1995年兵庫県南部地震では、死者6434名、行方不明者3名、重軽傷者43792名の人的被害が発生した。犠牲者の主な死因は、地震によって建物が倒壊し、下敷きになったの圧死と推測されている¹⁾。首都圏での発生が懸念されている首都直下地震は、兵庫県南部地震と同様にマグニチュード7クラスの直下型地震である²⁾。首都直下地震による被害の軽減には、兵庫県南部地震の事例を分析することは意義があるものと考えられる。

そこで本研究では、兵庫県南部地震における神戸市全域の建物被害を解体率に着目して分析する。具体的には、地震動強さと解体率の関係を建物構造ごとに評価し、解体率予測曲線を構築する。さらに、自治体等による建物被災度調査³⁾との比較を行い、被災度調査結果と解体率の関係を分析する。さらに、川口ら⁴⁾が提案する木造建物の解体損傷度を用いて、兵庫県南部地震と新潟県中越地震における木造建物が解体される際の建屋損傷度を比較する。2地震の建物被害データから推定される解体損傷度が近い値を示せば、他の地震へ適用性が高まることも期待される。

2. 建物構造ごとの解体率曲線

(1) 使用した建物データと地震動分布

本研究では、神戸市企画調整局から提供された震災復興データアーカイブ内の建物データを使用した。このデータには年代ごとの構造別棟数、被災度判定棟数、建築年代別棟数などが含まれている。

地震動データに関しては、震災の帯付近は山口・山崎の地震動分布⁵⁾を、震災の帯以外は山崎ら⁶⁾の地震動分布をそれぞれ使用した。GIS上でこの建物被害データと地震動分布データの整理を行い、両者を関連付けた。図-1に神戸市の地震動分布(PGV)を示す。また、図-2に木造建物の解体率を示す。

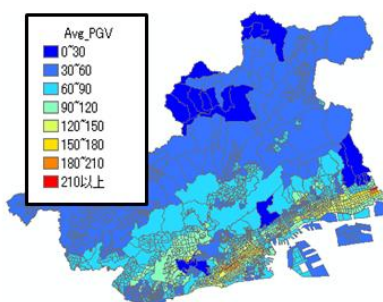


図-1 神戸市全体の町丁目毎の PGV 分布 (cm/s)

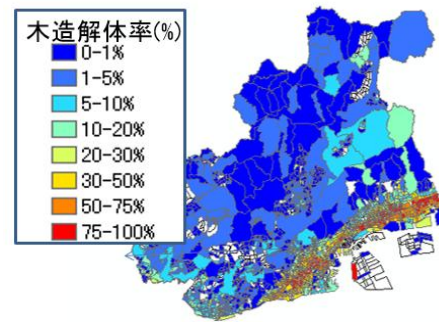


図-2 神戸市全体の町丁目ごとの木造建物解体率 (%)

(2) 解体率被害曲線の構築

建物構造別に解体率予測曲線を構築した。地震動指標には、PGV および計測震度 I を選択した。式(1), (2)のように建物解体率 P は、対数正規分布および正規分布に従うものと仮定し、確率紙上の最小二乗法によって、平均値 λ および標準偏差 ζ を推定した。

$$P(\text{PGV}) = \Phi((\ln \text{PGV} - \lambda) / \zeta) \quad (1)$$

$$P(I) = \Phi((I - \lambda) / \zeta) \quad (2)$$

建物解体率は町丁目ごとに算出し、解体率曲線を構築した(図-3)。木造建物の解体率が他の構造と比べて高いことが分かった。また、RC造と軽量S造に関しては、RC造の方が解体率がやや低い。

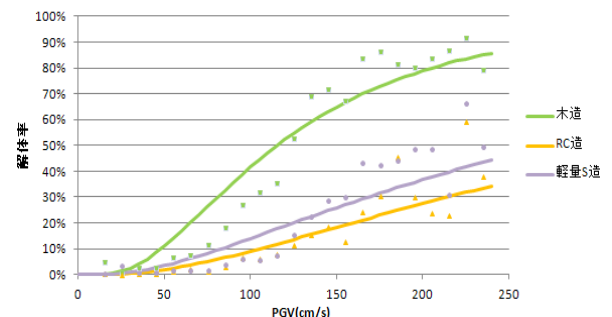


図-3 建物解体率と PGV の関係

(3) 被災度調査との比較

本研究で構築した解体率曲線と被災度調査をもとに構築された被害関数(全壊率, 全半壊率)を比較する。例として、図-4では自治体の被災度調査をもとに構築された木造建物の被害関数⁷⁾と、図-5では震災復興都市づくり特別委員会による被災度調査をもとに構築された木造建物の被害関数³⁾を比較する。

自治体の被災度調査と本研究の解体率曲線を比較したところ解体率が全壊率よりも低く、自治体の被災度判定で全壊となっても解体には至らなかった建物が多いことが推察される。震特委員会の被災度調査と比較すると、

解体率が全壊率と全半壊率の間となり、建物の解体という観点からは震特委員会の被災度調査の判定結果の方が適切と考えられる。

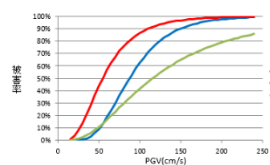


図-4 自治体の被害関数と比較

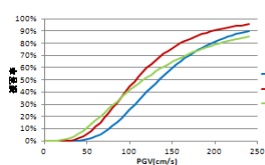


図-5 震特委員会の被害関数と比較

3. 木造建物の解体損傷度に関する検討

(1) 解体損傷度

川口ら⁴⁾は、地震の影響で木造建物が解体に至る際の建屋損傷度を解体損傷度と定義している。まず、岡田・高井の手法⁸⁾に従って損傷度関数を構築する。これによって、計測震度と建屋損傷度が与えられれば、耐震精密診断値を一義に算出することができる。次に、田畑ら⁹⁾の耐震精密診断値の分布を表す大阪圏のパラメータと、平成5年の住宅統計調査¹⁰⁾による神戸市の年代別の木造建物棟数を用いて、建屋損傷度ごとに診断値以下となる建物棟数を神戸市全域の区別に算出した。この結果と区別の木造建物解体棟数を比較し、解体損傷度を求めた。

(2) 新潟県中越地震の解体損傷度との比較

川口ら⁴⁾は、新潟県中越地震の際の建物解体棟数をもとに、解体損傷度を算出している。新潟県8市町の解体棟数の合計値から解体損傷度0.59を得ている。本研究では、神戸市9区での木造建物解体棟数の合計値をもとに解体損傷度を推定し0.61を得た。2地震で得られた解体損傷度はどちらもおよそ0.6を示しており、他の地震への適用性が高まったものと考えられる。

新潟県8市町と神戸市9区で推定された解体損傷度を市町別または区別に図-6に示し、集計単位ごとの解体損傷度のバラツキを評価する。新潟県中越地震の際の市町別の解体損傷度は、柏崎市の0.36が最小、十日町市の0.74が最大で、標準偏差は0.12である。神戸市9区に関しては、北区の0.49が最小、中央区の0.78が最大で、標準偏差は0.12である。このようなバラツキが生じる原因について検討を進めるとともに、地震被害想定などに本研究の結果を適用する際には、バラツキを考慮した解体棟数予測とすることが望ましいと思われる。

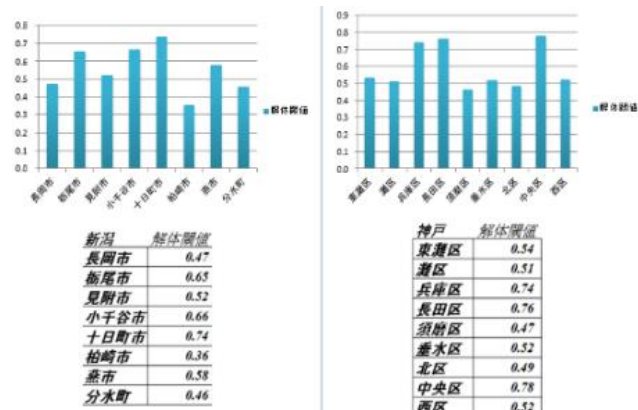


図-6 新潟8市町と神戸市9区の解体損傷度の比較

4. まとめ

本研究では、1995年兵庫県南部地震を対象として、建物構造別に解体率曲線を構築した。さらに、被災度調査結果と比較した。自治体による被災度判定結果は、建物解体との関連が低く、建物解体率は震特委員会の被災度調査の全壊率と全半壊率の間の値を示した。

兵庫県南部地震の際の木造建物の解体損傷度を算出し、新潟県中越地震の結果と比較した。検討対象地の平均的な傾向を示す解体損傷度については、2地震ともおよそ0.6を示し、普遍性は高いものと考えられる。今後は、市町別または区別の解体損傷度のバラツキに関する検討を行うとともに、首都直下地震が発生した際の木造建物の解体棟数を予測することなどを考えている。

参考文献

- 1) 岡田恒男，土岐憲三：地震防災のはなし，朝倉書店，2006
- 2) 中林一樹：スーパー都市災害首都直下地震の被害軽減・復興戦略に関する考察，首都大学東京都市環境科学研究科都市システム科学専攻，pp7-19，2007
- 3) 村尾修，山崎文雄：震災復興都市づくり特別委員会調査データに構造・建築年を付加した兵庫県南部地震の建物被害関数，日本建築学会構造系論文集，No. 555，pp. 185-192，2002.
- 4) 川口裕樹，武田正紀，丸山喜久：木造建物の解体を考慮した東京都の災害廃棄物量の予測，構造工学論文集，土木学会，Vol.59A，pp. 396-404，2013.
- 5) 山口直也，山崎文雄：1995年兵庫県南部地震の建物被害率による地震動分布の推定，土木学会論文集，No. 612/I-46，325-336，1999.
- 6) 山崎文雄，大西淳一，田山聡，高野辰雄：高速道路構造物に対する地震被害推定式の提案，第10回日本地震工学シンポジウム論文集，Vol. 3，pp. 3491-3496，1998.
- 7) 村尾修，山崎文雄：構造・建築年を考慮した建物被害データに基づく灘区の地震動分布の再推定，日本建築学会構造系論文集，第523号，pp141-148，1999
- 8) 岡田成幸，高井伸雄：木造建築物の損傷度関数の提案と地震防災への適用，日本建築学会構造系論文集，第582号，pp31-38，2004.
- 9) 田畑直樹，岡田成幸，高井伸雄：建物損傷度関数と棟死亡率関数の地震防災への利用法，日本建築学会構造系論文集，第611号，pp39-46，2007
- 10) 住宅・土地統計調査702，1993年