

電力供給量の変動を利用した被害評価手法における停電エリアの補間

東京大学大学院
防災科学技術研究所
東京大学生産技術研究所

学生会員 ○山口 紀行
正会員 秦 康範
正会員 目黒 公郎

1. はじめに

防災関連機関が迅速な初動を取り、適切な災害対応業務を行うためには、発災直後の限られた情報から被害を推定し、時々刻々と変化していく災害状況を把握する必要がある。

現状の早期被害推定システムの多くは、地震計により計測された地震動を建物被害関数に入力して推定するものであるが、これは建物被害の大小に大きな影響を与える卓越周期などの地震動特性の違いと、建物強度分布などの地域特性の違いを無視しているため、根本的に推定結果の精度に限界がある。また、1度きりの推定しかできないので、動的に時々刻々と変化する災害状況を追うことはできない。一方、最近では人工衛星や航空機によるリモートセンシング技術を応用した直接的な被害評価も始まっているが、観測が回帰周期や天候の影響を受ける、分解能がよくないなどの問題を有している。

筆者らはこれまでに、電力を用いて平常時から災害時、さらには復旧・復興過程にいたる地域特性を継続的かつリアルタイムに評価する手法を提案してきた^{1),2)}。そして、発災後の電力供給量の変動に着目すると、地震直後の建物被害や人間活動の定量的な評価が可能なることを、近年にわが国で起きたいくつかの被害地震について示した³⁾。しかし、電力供給支障が発生しているエリアに関しては、被害の程度を定量的に示すことができない問題があった。そこで本研究では、供給支障が解消するまでの間の補間手法を提案する。

2. 現状の建物被害関数の課題

現在の早期地震被害推定の多くは、地震計により計測された「今回」の地震の地震動を、「過去」の地震における地震動と建物被害の関係式である建物被害関数に入力し、「今回」の建物被害を推定するという手法をとっている。この手法には、2段階の不確定さがある。ひとつは、入力値である地震動の問題である。早期地震被害推定の多くは、計測震度 (IJMA)、最大地動速度 (PGV)、最大地動加速度 (PGA)、SI 値などを地震動強さの代表値として用いているが、これらと被害が対応しないことがしばしば起こる。地震ごとに異なる地震動の卓越周期の違いが、建物被害の大小に大きな影響を与えていると言われているが、これらの指標では、このような地震動特性を十分に評価できていないから

である。また地震計のない地域の地震動の補間精度についても、地下構造のデータの精度で大きく変化する。もうひとつは、建物被害の問題である。地域によって、建物の強さが異なるために、被害も変わってしまう。例えば、仮に全く同じ地震動特性をもつ地震を豪雪地帯の新潟と神戸の木造密集地に与えたならば、被害の状況は大きく異なる。この地震による新潟の建物被害関数を神戸に当てはめると被害は過小評価されるし、この地震による神戸の建物被害関数を新潟に当てはめると過大評価になる。以上のように、現状の建物被害関数とは、ある地域における「過去」の地震の地震動と建物被害の関係にすぎず、「今回」の地震の被害推定に使う際には、地震動特性と地域特性を十分把握することが難しいので、当然、精度にも限界がある。

境⁴⁾は、計測震度と建物被害が高震度において対応しないという問題に対し、計測震度6以上においては長周期成分にウェイトを持たせる修正計測震度を提案している。これにより、地震動特性の違いを考慮した建物被害関数の作成が可能となる。しかし、依然として地域特性の問題は残り、A 地域で起きた地震と B 地域で起きた地震で、震度7地域の建物強度分布が異なっていたならば、建物被害関数も大きく異なってしまう。

3. リアルタイム建物被害関数の提案

「今回」の地震の被害を推定するための理想的な建物被害関数は、「今回」起きた地震動と「今回」起きている建物被害の関係から作った被害関数である。これを「リアルタイム建物被害関数」と呼ぶことにする。

リアルタイム建物被害関数の作成方法としては、筆者らが提案する電力を用いた建物被害把握手法やリモートセンシングなどの直接的な被害把握手法による推定結果と地震動を組み合わせ、従来の建物被害関数と同様に作成する方法がある。一般に、建物被害関数は、着目している被災対象群が平均的な耐震強さ V_0 の周りに標準偏差 σ で正規分布しているという仮定のもとに標準正規分布関数でよく記述される。具体的には、ある地震動 x のときに被災ランク R 以上の被害が発生する確率 $P_R(x)$ は、標準正規分布の累積確率分布関数 $\Phi(x)$ を用いて、 $P_R(x) = \Phi\left(\frac{\ln(x) - \lambda}{\xi}\right)$ で表し、既往の地震から

得られた地震動と建物被害から、特性パラメータであ

キーワード リアルタイム、建物被害関数、被害推定、電力、地震

連絡先 〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1 生産技術研究所 Be604 目黒研究室 Tel03-5452-6437, Fax03-5452-6438

る λ と ζ を求める問題である。しかし、ここで問題となるのは、「今回」起きている建物被害の推定精度である。従来の建物被害関数は、実被害調査に基づいて作成しているため、建物被害データとしての精度は高い。しかし、推定被害で建物被害関数を作る場合は、建物被害が実際と大きく異なっている場合が考えられる。例えば、筆者らが提案する電力を用いた被害把握手法では、マクロに見た時には被害状況を精度よく推定できているが、ミクロで見た場合は建物被害関数を作成できるほどの精度がないので、従来の被害関数と同様な方法で関数を作成することは、現状では難しい。

リアルタイム建物被害関数を作成する別の方法としては、既存の建物被害関数を、「今回」の地震の被害推定情報を用いて修正することが考えられる。例えば、比較的精度がよいことが示されている、電力を用いて推定した対象地域全体の被害量と、あらかじめ用意しておいた建物被害関数による推定被害量が一致するように、建物被害関数のパラメータである λ を変化させて、修正 λ を算出し、修正建物被害関数を作成する方法である。ここで行う操作の物理的な意味は、実際の被害に合わせて建物強度の平均値を変化させるということ、つまり、「過去」のある地域の建物強度分布を「今回」被災している地域の建物強度分布に変化させることと同様で、結果的に地域特性を考慮していることになる。

4. 兵庫県南部地震における停電エリアの補間

上記の手法を、兵庫県南部地震について適用する。図1は、兵庫県南部地震発生4時間後の電力による被害評価（補間なし、補間あり）と被害調査に基づく実際の被害率⁵⁾を地図上で比較したものである。図2は、被害調査による実際の全壊率と本手法による建物被害率との関係をプロットしたものである。これまで定量的な被害評価ができなかった供給支障エリアを補間できることがわかる。

5. おわりに

本研究では建物強度分布を考慮できる建物被害関数を提案し、これを用いて、電力供給支障エリアを補間する手法を提案した。ただし、今回の手法では、「過去」の地震の地震動を基にした建物被害関数を使っているので、地震動特性の違いを考慮できていないことに注意しなければならない。今後の検討課題としたい。

参考文献

- 1) 目黒公郎, 副島紀代, 山崎文雄, 片山恒雄: 電力需要特性から見た都市の地域分類, 土木学会論文集, No.507/I-30, pp.255-263, 1995.1.
- 2) 秦康範・目黒公郎: 電力供給量を利用した被災地のリアルタイム復旧・復興モニタリング, 第11回日本地震工学シンポジウム講演論文集, pp.2335-2338, 2002.
- 3) 山口紀行, 秦康範, 目黒公郎: 電力供給量の変動を利用した地震被害把握手法の検討, 生産研究, 第56巻6号, pp.84-88, 2004.

- 4) 境有紀, 神野達夫, 瀧澤一, 震度の高低によって地震動の周期帯を変化させた震度算定法の提案, 日本建築学会構造系論文集, 第585号, 71-76, 2004.11.
- 5) 建設省建築研究所: 平成7年兵庫県南部地震被害調査最終報告書, 1996.



(a) 電力供給比（補間なし）



(b) 電力供給比（補間あり）



(c) 低層戸建全壊・全焼率

図1 被害推定の比較

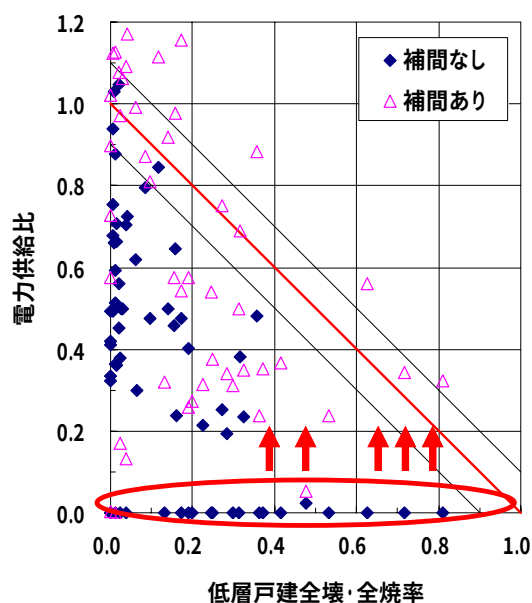


図2 実被害との比較