

兵庫県南部地震の建物被害関数を用いた道路閉塞の予測手法に関する基礎的研究

徳島大学大学院 学生員 ○源 貴志 三洋航空サービス株式会社 非会員 太田 圭亮
 徳島大学大学院 正会員 成行 義文 徳島大学大学院 正会員 三神 厚

1. はじめに 今後、南海・東南海地震などの大規模な地震が高い確率で発生し、その地震動により多大な被害を受けることが予測されている。また、南海・東南海地震は巨大海洋型地震であるため、津波の発生が予測され地震発生後は速やかに安全な場所に避難することが重要である。そして、全住民の迅速な避難を可能にするための対策を効果的に進めなければならない。そのためには、道路閉塞の発生確率が高い道路を事前に知っておくことが重要である。このことから、本研究では村尾・山崎らが提案した兵庫県南部地震の建物被害関数¹⁾を用いて、構造・建築年を考慮した建物の倒壊確率を推定し、それに基づいた道路閉塞予測システムを構築した。さらに、そのシステムを徳島県の一部の地区に適用し、道路閉塞予測を行った。また本研究では、兵庫県南部地震の被害調査データとして、自治体調査データ、震災復興都市づくり特別委員会調査データ（以下、震特委員会調査データ）の二種類を用いており、これらの被害調査データを用いた道路閉塞予測をそれぞれ行っている。これらの結果の比較を行い、調査方法の違いについての若干の考察を加えた。

2. 道路閉塞予測システムの構成 図-1 に本研究で構築した道路閉塞予測システムの構成を示す。ビジュアル的に表現することで閉塞箇所をわかりやすくするため、本研究では GIS（地理情報システム）上で道路閉塞予測システムを構築した。本システムの流れとして、まずシステムを適用する対象地区を選定する。次に、デジタル地図と既往の研究²⁾により GIS に追加した機能（トポロジ構築機能、道路幅員算定機能）を用いて対象地区の道路ネットワークと属性データ（道路幅員）を作成する。次に、建物被害調査データと建物被害関数¹⁾を用いて建物被害率曲線を作成する。そして、作成したネットワークデータと建物被害率曲線を用いて道路閉塞予測を行い、最後に道路閉塞予測結果を表示する。

3. 建物被害関数と被害率曲線 本研究では、(1) 式に示す村尾・山崎らが提案した兵庫県南部地震の建物被害関数¹⁾を用いる。

$$P_R(x) = \Phi((\ln x - \lambda)/\zeta) \quad (1)$$

ここで、 $P_R(x)$ ：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、 λ ： $\ln x$ の平均値、 ζ ： $\ln x$ の標準偏差である。 $P_R(x)$ は標準正規分布の累積確率分布関数 $\Phi(x)$ を用いて、対数正規分布で表わせるとし、構造別の被害率曲線を作成する。図-2、図-3 はそれぞれ自治体調査データ及び震特委員会調査データに基づく木造建物の建物被害率曲線で、縦軸に被害率、横軸に最大地表速度をとっている。RC 造の建物被害率曲線はページ数の都合により割愛する。作成した建物被害率曲線により、想定する地震の最大地表速度の場合の構造・建築年別の被害率を得ることができる。

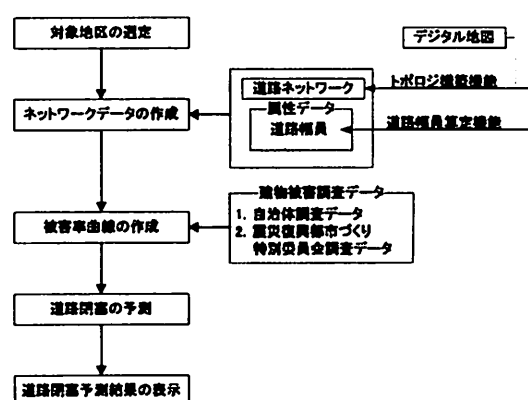


図-1 道路閉塞予測システムフロー

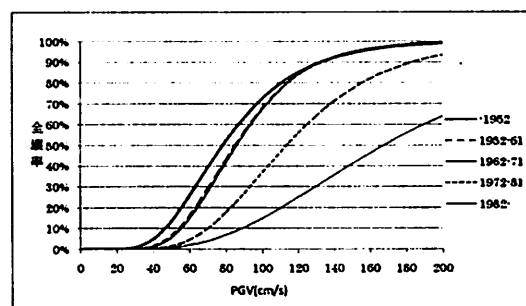


図-2 自治体調査データを基に作成した建物被害率曲線（木造）

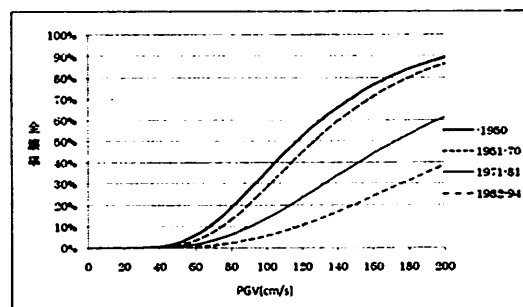


図-3 震特委員会調査データを基に作成した建物被害率曲線（木造）

4. 閉塞確率算定手法 まず、道路幅員を、図-4 のように4m未満、4m以上～8m未満、8m以上の三つに分類する。4m未満の道路は、リンクの片側の沿道建物が倒壊もしくは突き合わせ倒壊した場合に道路閉塞が発生するとし、このときの道路閉塞確率は、倒壊した建物の中で最大の倒壊率の値とする。4m以上～8m未満の道路は、突き合わせ倒壊した場合に道路閉塞が発生するとし、このときの道路閉塞確率は、突き合わせ倒壊した建物の倒壊率を掛け合わせた値とする。一方、8m以上の道路は、参考としている兵庫県南部地震において自動車の通行がほぼ可能だったことから道路閉塞は発生しないとする。また、建築年が得られなかった建物は安全側の判定を行うため、建築年を1950年以前とした。

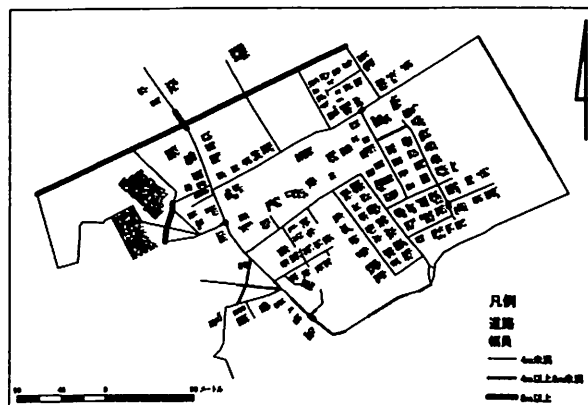


図-4 道路幅員

5. 道路閉塞予測結果の比較と考察 図-5、図-6は3.の手順で作成した建物被害率曲線を用いた道路閉塞予測結果である。閉塞確率40%を閉塞予測の閾値とした³⁾。図中の太線の道路が閉塞予測箇所である。図-5、図-6より、どちらの調査データを用いた場合でも、道路閉塞予測箇所は1981年以前の建物の住宅周辺で数多く見られた。また、図-5よりも図-6の方が、道路閉塞予測箇所が少ないことが分かる。これは、自治体調査データは税の減免を考慮して被害判定を行っているため、震特委員会調査データよりも建物被害判定基準が緩くなっているためであると考えられる。また、震特委員会調査データの全壊の被害判定基準は、再利用が不可能な建物であるとしているため、自治体調査データよりも瓦礫が道路に広がっている可能性が高いと考えられる。そのため、道路閉塞箇所の予測を行う際には、震特委員会調査データを用いて判定した方が、より現実的な予測結果が得られると考えられる。

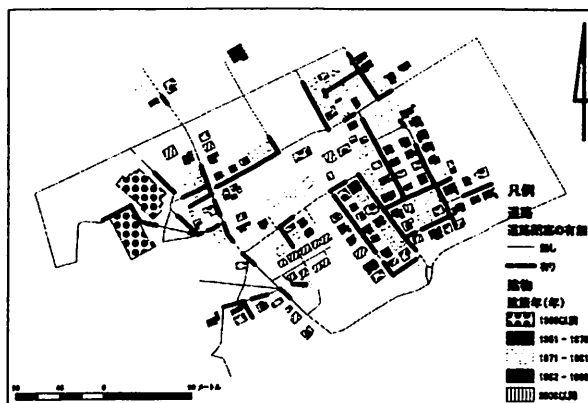


図-5 道路閉塞予測結果
(自治体調査データ)

6. おわりに 本研究では、より合理的な道路閉塞予測手法を導くため、兵庫県南部地震の被害調査データ（自治体調査データ、震特委員会調査データ）より、構造・建築年を付加した建物被害関数を用いた道路閉塞予測システムをGIS上に構築した。本研究で構築したシステムにより、詳細な道路閉塞予測が可能となったが、用いる被害調査データにより、閉塞予測結果に大きな違いがあることが分かった。このことから、用いる被害調査データを十分に検討する必要があると言える。なお本手法は、建物の構造及び建築年が取得できる地域であればどこでも適用可能である。

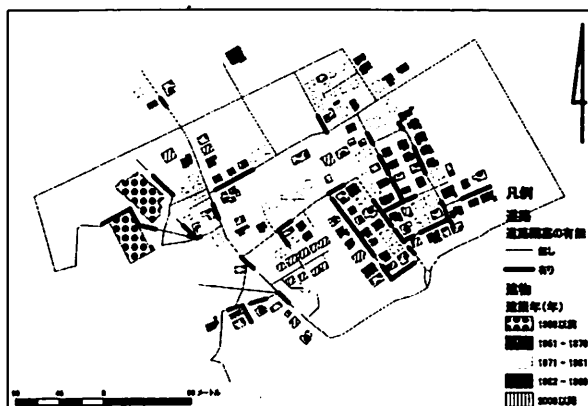


図-6 道路閉塞予測結果
(震特委員会調査データ)

7. 参考文献 1) 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. 185-192，2002.5 2) 源貴志・成行義文・天野健・平尾潔：GISによる道路網ネットワーク及び属性データの作成方法と道路閉塞予測への適用，第31回情報利用技術シンポジウム，Vol.15，pp.127-138，2006 3) 福井，西川，成行，平尾：兵庫県南部地震時の木造建物倒壊長の統計分布とそれを用いた街路閉塞予測，土木学会四国支部 第10回技術研究発表会 講演概要集，pp. 70-71，2004.