

## 高層住宅に対する地震防災対策 その2 地盤の揺れやすさの検討

中央大学理工学部土木工学科 正会員 ○吉岡由希子  
中央大学理工学部土木工学科 学生会員 山崎美里  
中央大学理工学部土木工学科 正会員 佐藤尚次

### 1. はじめに

今世紀前半にも発生する可能性が高い東海・東南海・南海地震では、現在東京都にある高層住宅が、海溝型巨大地震による長周期地震動を経験することになる。高層住宅は倒壊の危険性は少ないものの、家具等の転倒や移動、ライフラインの停止などによる生活上の支障の他、消火・救出活動への影響が出ることが考えられる。

そこで本研究では、高層住民が防災意識を高め、効果的な対策を講じる助けとなるような情報について考えることを目的とする。

### 2. 本研究の流れ

本研究では、中高層・高層住宅が多く存在する東京都中央区・港区・江東区を対象地域として、建物の揺れやすさと地盤のゆれやすさを考慮した高層住宅総合危険度マップを作成する。本研究の作業フローを図-1に示す。

第1報では、建物の高さ情報から一次固有周期を求め、それと地盤の卓越周期から共振曲線を元に揺れやすさのランク付けを行った。また、建物の危険度と建築年代の相関性を考察した。

第2報では、設定した震源ごとに対象地域におけるPGVを推定し、地震発生確率から求めた貢献度により重み付けを行い、PGVの期待値を算出する。建物の揺れやすさランクと対象地域のPGV期待値から、高層住宅総合危険度マップを作成する。

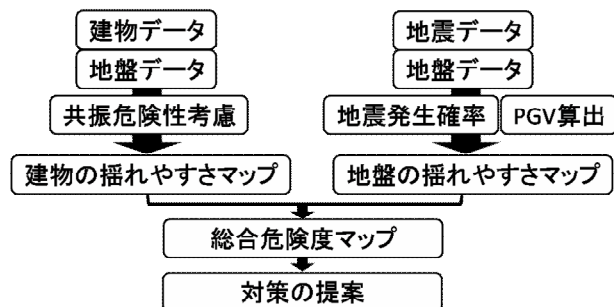


図-1 本研究の作業フロー

### 3. 地盤の揺れやすさマップの作成

対象地域の微地形区分などの地盤データと過去の地震記録などの地震データより、地盤の揺れやすさマップを作成した。

一般に、ある地点の地震危険度は多くの震源が関係していると考えられる。高層建築物は震源から離れた場所でも被害があることを踏まえ、震源として

(1)首都直下型地震に関わる震源

(2)東京から半径200km内にある震源で規模が大きく地震発生確率が高いとされている震源

(3)南海トラフを震源とする地震

を設定した。

また震源ごとの地震発生確率から、対象地域で地震が発生した場合、その地震動をもたらした地震がどの震源である可能性が高いかを、相対確率で示した貢献度を算出した。この貢献度によって重み付けをし、対象地域の地表最大速度(PGV)の期待値を求めた。

#### 3.1 PGVの算出

PGVは、工学的基盤上における最大速度に、表層地盤の増幅度を掛け合わせることで推定することができる。対象地域の微地形区分<sup>1)</sup>より、表層地盤の増幅度を推定し、距離減衰式(翠川・大竹(2002))より震源ごとにPGVを推定した。

#### 3.2 地震発生確率の算出

地震発生確率は「長期的な地震発生確率の評価方法について」<sup>2)</sup>の方法に基づいて、地震発生間隔の分布モデルに、BPT(Brownian Passage Time)分布を用いることとする。また、最新活動時期等のデータがそろっていない震源については、定常ポアソン過程を用いることとする。平均活動間隔 $\mu$ 、最新活動時期は地震調査委員会の長期評価<sup>3)</sup>に基づく。BPT分布の確率密度関数は、平均 $\mu$ 、標準偏差 $\mu\alpha$ として次式となる。

$$f(t) = \sqrt{\frac{\mu}{2\pi\alpha^2 t^3}} \exp\left(-\frac{(t-\mu)^2}{2\mu\alpha^2 t}\right)$$

キーワード：高層住宅・防災対策・総合危険度マップ

連絡先: 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部土木工学科設計工学研究室 Tel: 03-3817-1816

また、定常ポアソン過程は平均を $\mu$ とし次式となる。

$$f(t) = e^{-t/\mu} / \mu$$

以上より算出した PGV、貢献度(表-2)より 10 年・30 年・50 年以内に地震が発生した場合の PGV の期待値を図 2, 3, 4 に示す。10 年の PGV が他より大きくなったのは比較的 PGV の大きい想定東海地震の貢献度が高いため影響を受けていると考えられる。また、どれも(3)南海トラフを震源とする地震の地震発生確率が他の震源より極めて高くなっていることから貢献度も高くなり、(3)の地震が逼迫しているということが分かった。

表-2 震源と貢献度

|     | 震源                | 10年貢献度(%) | 30年貢献度(%) | 50年貢献度(%) |
|-----|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| (1) | 東京湾北部地震           | 0.000     | 0.001     | 0.013     |
|     | 関東平野北西縁断層帯        | 0.000     | 0.000     | 0.000     |
|     | 立川断層帯             | 0.505     | 0.542     | 0.655     |
|     | 伊勢断層帯             | 0.000     | 0.000     | 0.000     |
|     | 神縄・国府津・松田断層帯      | 1.503     | 1.694     | 2.138     |
|     | 三浦半島断層群主部衣笠・北武断層帯 | 0.002     | 0.002     | 0.003     |
|     | 三浦半島断層群主部武山断層帯    | 3.191     | 3.365     | 3.762     |
| (2) | 三浦半島断層群南部         | 0.698     | 0.748     | 0.902     |
|     | 糸魚川・静岡構造線断層帯中部・北部 | 5.557     | 5.758     | 6.705     |
|     | 糸魚川・静岡構造線断層帯南部    | 0.930     | 0.994     | 1.196     |
|     | 富士川河口断層帯          | 1.939     | 2.090     | 2.531     |
|     | 木曾山脈西縁断層帯北部       | 0.000     | 0.000     | 0.000     |
|     | 木曾山脈西縁断層帯南部       | 0.000     | 0.000     | 0.000     |
|     | 境峠・神谷断層帯          | 0.710     | 0.768     | 0.935     |
| (3) | 想定東海地震            | 52.580    | 35.015    | 28.484    |
|     | 東南海地震             | 19.894    | 26.815    | 27.084    |
|     | 南海地震              | 12.491    | 22.207    | 25.596    |

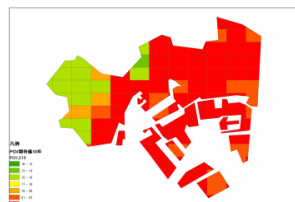


図-2 10年期待値

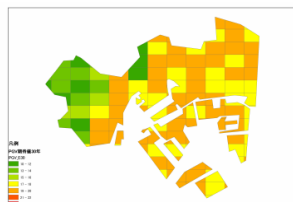


図-3 30年期待値

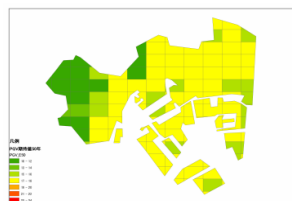


図-4 50年期待値

### 3. 高層住宅向け総合危険度マップの作成

建物と地盤の揺れやすさ両方を考慮し危険度を把握するために、第1報で作成した建物の揺れやすさマップと地盤の揺れやすさマップから、総合危険度マップを作成した。10年・30年・50年以内に地震が発生した場合を想定し、年代ごとに PGV 期待値を3段階、建物の揺れやすさランクを4段階にわけた。それぞれの年代ごとに色分けした総合危険度マップを図5, 6, 7に、凡例を図8に示す。建物の危険度マップに地震

動の揺れやすさを地図上で色の濃淡で加え、建物・地盤共に揺れやすい箇所を確認できるようにしている。

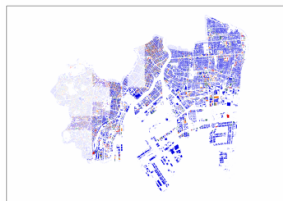


図-5 10年総合マップ

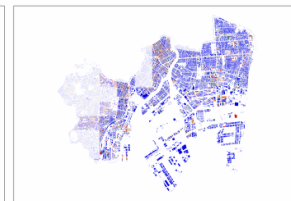


図-6 30年総合マップ

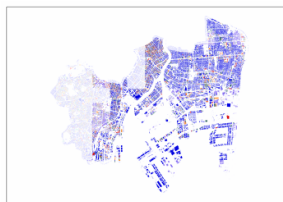


図-7 50年総合マップ

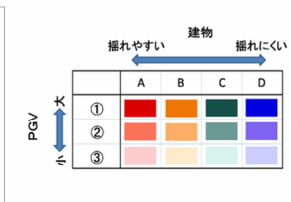


図-8 凡例

表-2 ランク別棟数(10年)

| PGV   | 建物危険度 |      |      |       |
|-------|-------|------|------|-------|
| 中央10年 | A     | B    | C    | D     |
| 21-24 | 1081  | 1151 | 2310 | 10615 |
| 18-21 | 7     | 6    | 26   | 119   |
| 13-18 | 301   | 319  | 730  | 2781  |
| 港10年  | A     | B    | C    | D     |
| 21-24 | 624   | 574  | 1362 | 6845  |
| 18-21 | 506   | 591  | 1208 | 4853  |
| 13-18 | 1215  | 1299 | 3215 | 12560 |
| 江東10年 | A     | B    | C    | D     |
| 21-24 | 209   | 253  | 912  | 60789 |
| 18-21 | 0     | 0    | 0    | 16    |
| 13-18 | 0     | 0    | 0    | 0     |

また、区別・年別にランクごとの棟数を調べた。表3に10年の棟数を示す。各区、各年で最も危険であるといえるランク A- が存在することが確認できた。ランク A(建物危険度)が比較的多く、PGV(期待値)も大きい中央区でランク A- の建物が多いことがわかった。港区はランク A の建物は多いものの、PGV(期待値)が小さいため、ランク A- に棟数が集中しなかった。江東区では PGV(期待値)が他区と比較して大きくなったため、の行に棟数が集中しているといえる。

### 4. まとめ

本研究では、高層住民が効果的な対策を講じる助けとなるように、建物と地盤の揺れやすさを考慮した、総合危険度マップを作成した。建物危険度と地震危険度の統合を行った結果、各区で最も危険度の高いランクの建物を抽出することができた。今後ランク A- の建物を高さ別に把握した上で、階層ごとに必要な防災対策を提案する必要がある。

#### 参考文献

- 1) 若松加寿江, 久保純子, 松岡昌志, 長谷川浩一, 杉浦正美: 日本の地形・地盤デジタルマップ, 東京大学出版会, 2005
- 2) 地震調査委員会: 長期的な地震発生確率の評価方法について, 地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2001.6
- 3) 地震調査研究推進本部: 地震に関する評価 長期評価, [http://www.jishin.go.jp/main/p\\_hyoka02.htm](http://www.jishin.go.jp/main/p_hyoka02.htm)