

# 高層住宅に対する地震防災対策 その1 建物の揺れやすさの検討

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 吉岡由希子  
 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

現在、東京都では高層住宅の建設が進み、今後も建設が予定されている。このような建物は、一般的に耐火性、耐震性に優れ、大地震においても比較的安全であると考えられている。地震によって高層住宅が倒壊する危険性は少ないものの、一度揺れ始めると揺れが止まりにくくなるため(1)家具等の移動や転倒による被害(2)エレベータや電気・ガス・水道などのライフラインの停止(3)水や食料を高層階に運搬する困難など様々な生活上の支障が予想される。また、上層階の住民は大変大きな横揺れがしばらく続くことから、大きな恐怖心を受けると考えられる。

しかし、東京都が公表している、地震に関する地域危険度測定調査<sup>1)</sup>の建物倒壊危険度は、構造・築年数より算出されており、建物の階数が考慮されていないため、高層住宅が多く建つ地域の危険度は低いものとなっている。そのため、高層住民の防災意識の低下が懸念される。また、この調査により危険度が高いと言われている木造の低層住宅と、高層住宅では異なる防災対策を講じる必要があると考えられる。そこで、本研究では高層住民に防災意識を高めてもらうために、中高層・高層住宅が多く存在する東京都中央区・港区・江東区において、建物の高さ・地盤・地震動を考慮したマップを作成し、高層住民が効果的な対策をとれるようにすることを目的とする。

## 2. 建物の揺れやすさマップ

本研究での作業フローを図-1に示す。以下、作業フローに従い、マップを作成していく。

地盤の固有周期と建物の固有周期とが一致すると、建物は地盤震動のエネルギーをむだなく取り込んで、

共振現象により大きく揺れる。そこで、両者の周期が近づく地域を抽出し、建物の揺れやすさマップを作成する。

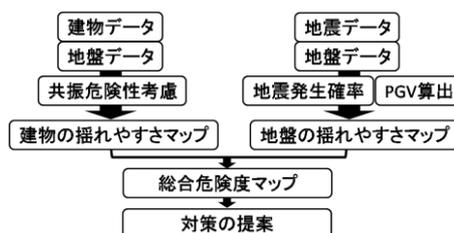


図-1 作業フロー

### 2.1. 建物の揺れやすさマップ

建物の高さデータを用いて、建物の1次固有周期を推定する。既往の統計値<sup>2)</sup>より、構造物の概算周期は、以下のような高さHに関する比例式で算出することができる。

$$T=0.02H \text{ (RC造・SRC造)}$$

$$T=0.03H \text{ (S造)}$$

T: 1次固有周期(s), H: 建物高さ(m)

住宅の構造は主にRC造・SRC造であるため、周期は、 $T=0.02H$ で推定した。例として港区の算出結果を図-3に示す。

また、柱状図<sup>3)</sup>を用いて地盤の卓越周期を推定する。卓越周期は以下の式<sup>4)</sup>で推定でき、算出した結果を図-4に示す。

$$V_s = 114N^{0.294} \text{ (粘土)}, \quad V_s = 97.2N^{0.323} \text{ (砂)}$$

$$\bar{V}_s = \sum(V_s)_i \cdot H_i / \sum H_i, \quad T = 4 \sum H_i / \bar{V}_s$$

T: 地盤の卓越固有周期(s), N: N値

H<sub>i</sub>: 層厚(m), V<sub>s</sub>: せん断波速度(m/s)

共振現象は建物の周期 $T_0$ に対する地盤の周期 $T$ の比から評価できる。 $T_0/T$ が1に近いほど共振の危険性が高くなる。共振曲線(図-2)より、表-1の範囲で揺れやすさをランク付けする。

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

GISを用いて、両者を重ね合わせ建物ごとに $T_0/T$ を算出し揺れやすさをランク付けした。結果を図-5に示す。特に港区において危険度が高い地域が多く抽出された。3区とも主に、建物の周期が約1.4秒内、高さ約70m内の中高層建築物で揺れやすさの危険度が高くなった。

また、超高層ビルである六本木ヒルズ(238m)(図-6)では、 $T_0/T = 10.7$ で危険度が低いものとなり、必ずしも超高層ビルで共振の危険度が高くなるはならないことがわかった。

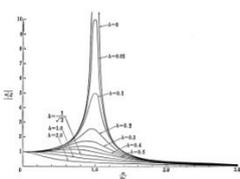


図-2 共振曲線

表-1 危険度ランク

$T_0/T$	ランク
0.9~1.1	A
0.8~0.9, 1.1~1.2	B
0.6~0.8, 1.2~1.4	C
~0.6, 1.4~	D

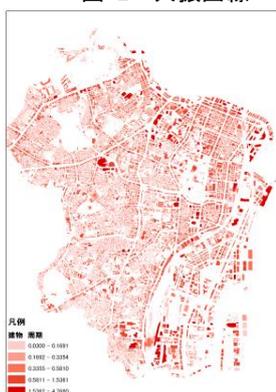


図-3 建物の周期(港区)

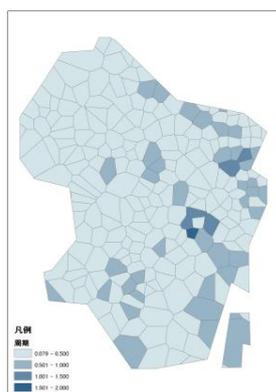


図-4 地盤卓越周期(港区)



図-5 危険度(港区)



図-6 危険度(六本木ヒルズ周辺)

## 2.2. 建物の危険度と建築年代

地震に関する地域危険度測定調査の建物倒壊危険度など既往の調査においては、建物の建築年代が古い建物において倒壊の危険度が高くなっている。そこで、本研究の手法において算出した危険度と、建物の建築年代に相関性があるかどうかを検討する。

都営住宅と不動産情報サイトより、住所・竣工年(1067棟)を調べ、GIS上に情報を追加した。竣工年

と危険度ランクの比較を行いランク別の年表として表示した。(図-7)また、建築基準法は1981年と2001年に大改正されていることから、年代を3段階に区切り、棟数を調べた。(表-2)

今回調査した建物では、どの建築年代でも危険度A~Dに分布が見られる。1965年以前にA・Bが少ないのは、高層建築物自体が少なかったためであろう。1985~1990年において危険度Aが見られない時期があるが、1990年以降は再びAランクが増えている。これは、新耐震設計以後、動的問題への意識が高まったものの、ある時期から免震構造の採用が積極的に進められ、あえてこのマッチングに注意を払わなくともよくなったからであると考えられる。

表-2 危険度と建築年代

	~81	81~01	01~	~81(%)	81~01(%)	01~(%)
A	19	19	18	3.5	6.1	7.8
B	20	13	8	3.7	4.2	3.5
C	40	20	25	7.5	6.5	10.8
D	457	257	180	85.3	83.2	77.9
Σ	536	309	231			

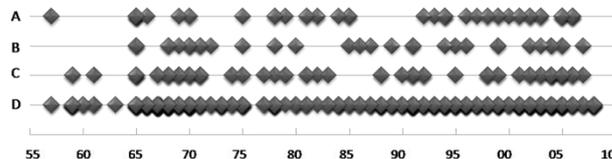


図-7 危険度と建築年代

## 3. まとめ

第1報では、建物の高さ(周期)と地盤卓越周期より、共振の危険性を示すマップを作成し、危険度が高い建物を抽出した。対象地域3区とも主に高さ約70m内の中高層構造物で危険度Aが多くみられた。

また、このマップに建築年代の情報を加え、建物の危険度と建築年代の相関性を調べたが、どの建築年代でも危険度A~Dに分布が見られ、相関性があるとは言えなかった。

第2報では地盤の揺れやすさを検討し、建物の揺れやすさと統合を行い総合危険度マップを作成する。

## 参考文献

- 1)東京都 地震に関する地域危険度(第6回)(2008.2)
- 2)太田外氣晴, 座間信作: 巨大地震と大規模構造物-長周期地震動による被害と対策, 共立出版, 2005.9
- 3)東京都土木技術センター

<http://doboku.metro.tokyo.jp/start/index.html>

- 4)神原浩, 松島信一: ポーリングデータから推定される地盤特性と建物被害の関係, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2001.9