

首都圏地震を想定した住宅の防災対策のカスタマイズ

中央大学理工学部土木工学科 学生会員 ○小澤みなみ
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

1995年1月17日の阪神大震災では死者6434名にのぼった。その中で、死者の約9割が建物崩壊による窒息・圧死が原因であったため、建物の耐震補強を行うことが必要だと考えられる。したがって、本研究では、首都圏で地震が発生したと想定し、住宅の補強工事の内容・費用・効果等に関する詳しい情報を作成、提供することで、市民に耐震補強の重要性を示し、効果的な対策を促すことを目的とする。

想定地震は、東京に大きな影響を及ぼすと思われる東京湾北部地震（地震規模M7.3、震源深さ30km）とし、対象地域を東京23区とする。

2. 23区での地表最大速度（PGV）・全壊率の算出

東京23区でのPGVと全壊率を算出した。PGVは、
地表最大速度（PGV）＝基準地盤最大速度×増幅率
から求め、この基準地盤最大速度と増幅率はそれぞれ以下の式を用いた。¹⁾

$$\log V = 0.58M_w + 0.0038D + 0.12 - 1.29 - \log(X + 0.0028 \times 10^{0.50M_w}) - 0.002X$$

$$\begin{cases} V: \text{基準地盤最大速度(kine)} \\ M_w: \text{モーメントマグニチュード} \\ D: \text{震源深さ(km)、} X: \text{断層最短距離(km)} \end{cases}$$

$$\log V' = a + b \log H + c \log D$$

$$\log W = 1.83 - 0.66 \log V'$$

$$\begin{cases} V': \text{表層S波速度(m/s)、} H: \text{標高(m)} \\ D: \text{主要河川からの距離(km)、} A, B, C: \text{係数} \\ W: \text{増幅率} \end{cases}$$

算出したPGVと、内閣府の地震被害想定支援マニュアル¹⁾におけるPGVと構造別全壊率の表を用いて、全壊率を求める。この結果、全壊率が大きかった江戸川区と小さかった杉並区を抽出し、耐震診断の比較検討を行う。

3. PGV・全壊率マップ作成と耐震補強工事の内容

江戸川区と杉並区を対象地域とし、GISを用いて

メッシュごとにPGV・全壊率を算出し、可視化する。また、両区において1軒1軒の木造住宅について倒壊危険度を検討し、方法として以下の式で表される簡易耐震診断²⁾を用いた。

$$\text{総合評点} = (\text{基礎} \cdot \text{地盤}) \times (\text{建物の形})$$

$$\times (\text{壁の配置}) \times (\text{筋交い}) \times (\text{壁の量}) \times (\text{老朽度})$$

この簡易耐震診断を、1959年以前、1959年～1981年、1981年～2000年、2000年以降の4つ建築年別に分類し、また、3つ建物の形状に分け、パターンごとに行った。条件として、2階建ての木造住宅とした。

3.1. 江戸川区でのマップと補強工事の内容

江戸川区でのPGV・全壊率マップを図1・図2に示す。

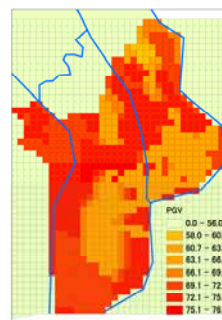


図1 江戸川区のPGV

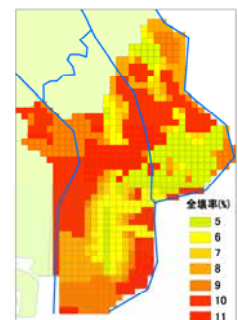


図2 江戸川区の全壊率

この図に示すように、地盤が砂州の場所や川から離れた三角州の場所ではPGVが低くなり、自然堤防の場所で高くなった。

江戸川区での簡易耐震診断の結果を表1に、補強工事の内容・費用³⁾について表2に示す。

表1 江戸川区の簡易耐震診断

江戸川区	建築年代	全壊率	総合評点		4段階評価		総合評点		4段階評価	
			ケース		ケース		ケース		ケース	
全壊率の大きい場所	1959年以前	11%	0.12	×	0.11	×	0.10	×	0.10	×
	1959～81年	5%	0.47	×	0.30	×	0.27	×	0.27	×
	1981年～2000年	1%	0.73	×	0.66	×	0.60	×	0.60	×
	2000年以降	0%	1.05	○	0.95	○	-	-	-	-
全壊率の小さい場所	1959年以前	5%	0.20	×	0.18	×	0.16	×	0.16	×
	1959～81年	2%	0.54	×	0.43	×	0.38	×	0.38	×
	1981年～2000年	0%	0.84	×	0.76	×	0.68	×	0.68	×
	2000年以降	0%	1.20	○	1.08	○	-	-	-	-

キーワード：木造住宅・耐震診断・耐震補強・防災対策

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

表2 江戸川区の補強工事の内容・費用

	建築年代	補強後「一応安全」レベルを確保	費用(目安)	区の助成制度
全壊率の大きい場所	～1959年	基礎・壁・接合部の補強	700万円	コンサルタント派遣 耐震改修計画助成 (上限30万円)
	1959～81年	基礎・壁・接合部の補強	250万～400万円	
	1981年～	壁の補強	120万～200万円	
全壊率の小さい場所	～1959年	基礎・壁・接合部の補強	500万円	コンサルタント派遣 耐震改修計画助成 (上限30万円)
	1959～81年	基礎・壁・接合部の補強	250万円	
	1981年～	壁の補強	100万～200万円	

表1より、1981年以前の建物はほとんどが「倒壊・大破の危険」レベルに達していた。この建物に対し、表2より、壁の工事で基礎工事を行うことで「一応安全」レベルが確保できると考えられる。これに伴う費用は、1959年以前の建物は700万円ほどかかり、かなり高額になることが分かった。一方、江戸川区の助成制度については表2に示すように耐震計画での費用の負担のみであった。

3.2. 杉並区でのマップと補強工事の内容

杉並区のPGVと全壊率マップを図3・図4に示す。

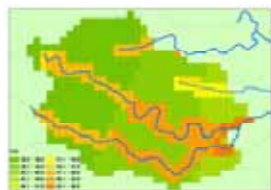


図3 杉並区のPGV



図4 杉並区的全壊率

図3と図4を見ると、杉並区を流れている妙正寺川・桃園川・善福寺川・神田川の周辺では地盤が悪いためにPGV・全壊率が高くなると分かった。

杉並区での簡易耐震診断の結果を表3に、補強工事の内容・費用³⁾について表4に示す。

表3 杉並区の簡易耐震診断

杉並区	建築年代	全壊率	総合評価		4段階評価		総合評価		4段階評価	
			総合評価	4段階評価	総合評価	4段階評価	総合評価	4段階評価	総合評価	4段階評価
全壊率の大きい場所	1959年以前	6%	0.20	×	0.18	×	0.16	×	0.16	×
	1959～81年	2%	0.54	×	0.43	×	0.38	×	0.38	×
	1981年～2000年	0%	0.84	×	0.76	×	0.68	×	0.68	×
	2000年以降	0%	1.20	○	1.08	○	-	-	-	-
	1959年以前	1%	0.28	×	0.26	×	0.23	×	0.23	×
全壊率の小さい場所	1959～81年	0%	0.68	×	0.61	×	0.56	×	0.56	×
	1981年～2000年	0%	1.05	○	0.95	○	0.85	×	0.85	×
	2000年以降	0%	1.50	○	1.35	○	-	-	-	-

表4 杉並区の補強工事の内容・費用

	建築年代	補強後「一応安全」レベルを確保	費用(目安)	区の助成制度
全壊率の大きい場所	～1959年	基礎・壁・接合部の補強	500万円	簡易耐震診断 精密診断(10万円) 耐震改修工事助成 (上限50万円)
	1959～81年	基礎・壁・接合部の補強	250万円	
	1981年～	壁の補強	100万～200万	
全壊率の小さい場所	～1959年	基礎・壁・接合部の補強	450万円	簡易耐震診断 精密診断(10万円) 耐震改修工事助成 (上限50万円)
	1959～81年	壁・接合部の補強	200万円	
	1981年～	壁の補強	100万円	

表1と表3を比較すると、杉並区でも1981年以前の

建物は「倒壊・大破の危険」又は「やや危険」レベルであった。この建物に対して、表4より、壁の補強工事を行うことが良いと考えられる。一方、補強費用は表2と表4を比較すると、杉並区の方が地盤が良いため、100万～250万円の差が見られた。また、杉並区の助成制度として、1981年以前の建物は補強費用の50万円を区が負担をするため、補強工事がしやすくなっている。

4. 想定される3つの地震でのPGV・全壊率の比較

東京に影響をもたらす地震は、東京湾北部地震の他に都心西部地震や多摩直下地震がある。この3つの地震における江戸川区・杉並区のPGV・全壊率マップを作成し、比較を行った。その結果、江戸川区においては、東京湾北部地震では、地盤によってPGVの大きさが異なるが、都心西部地震や多摩直下地震では、地盤による影響より震源地の近い場所でPGVが高くなった。一方、杉並区においては、都心西部地震では東京湾北部地震より全体的にPGVが高くなり、地盤による影響と震源距離による影響の両方を受けていると分かった。また、多摩直下地震では震源から距離が離れているため、東部と西部であまりPGVの差が見られなかった。

5. まとめ

補強工事については築年が2000年以前の木造住宅は行った方が良く、壁の補強・接合部の補強が効果的で、地盤の悪い場所では基礎の補強工事を行うことが良いと分かった。補強費用は地盤の状態や築年数により異なり、また助成制度も区ごとに異なるため、自分の住んでいる地域で調べる必要がある。一方、異なる地震においてPGVと全壊率の比較を行った結果、東京湾北部地震のような規模が大きく震源から近い地震では、PGVは地盤による影響を受けるが、多摩直下地震のような震源からの距離が大きいとPGVは震源距離による影響を受けると考えられる。

<参考文献>

1. 内閣府の地震被害想定支援マニュアル(2008/1/7)

<http://www.bousai.go.jp/>

2. 簡易耐震診断(2007/12/28)

<http://www.njr.or.jp/a05/mokuzou.html>

3. 村尾 修ほか 実データに基づく耐震補強費用の実態と耐震性能向上効果 地域安全学会論 No.7,2005