

地震に対する住宅防災投資の妥当性についての検討

○中央大学 学会員 藤本伸元
中央大学 正会員 佐藤尚次

1. はじめに

2011年3月11日、日本観測史上最大規模のマグニチュード9.0の「東北地方太平洋沖地震」が発生し、多くの住宅が破壊されたが、首都である東京都を含む関東近辺でも、現在同規模の大地震が数多く予測されている。「東北地方太平洋沖地震」を教訓とし、人々が生活する上で最も必要不可欠である住宅を失わないためにも、現在住んでいる地域、もしくは、これから住もうとする地域の安全性を確認し、防災意識を高め、事前に地震対策を取る必要がある。

本研究では、関東近辺で予測されている地震の中で最も蓋然性が高く、住宅に大きな被害を与える短周期振動を持つ「東京湾北部地震」を研究対象とし、最も被害が及ぶと思われる東京都を対象地域とする。そして、「東京湾北部地震」が発生した場合、防災対策の有無による被害金額の差を地域別に算出する事で、その地域に適した防災額がいくらかの検討をする。

また、地震が住宅に与える被害を考える際、今までは振れによる被害に重点を置いてきたが、「東北地方太平洋沖地震」では広範囲に及ぶ液状化の被害も発生したため、これからは液状化による被害も考える必要がある。図-1は「東京湾北部地震」¹⁾が発生した場合の液状化発生予測図であるが、東京都の東部において液状化発生が予測されている。よって、本研究における地震被害は揺れと液状化の被害とする。図-1におけるA地点、B地点は、本論文の結論部での比較に用いる対象地点である。

2. 被害額・投資額の決定

(1) 地震による一戸建住宅の被害額

地震により住宅が破壊された場合、本研究での住宅被害は土地代を含まず、一戸建住宅自体の本体価格のみを考慮する。住宅情報サイトを調査したところ、現在の一戸建住宅の本体価格の相場は木造住宅で約1777万円、非木造住宅で約2151万円という結果となった。住宅が全壊した場合、これらの額が被害額とする。

また、「災害の被害認定基準」によれば、住宅の全壊とは床面積の70%以上を損失し再使用が困難であること、半壊とは床面積の20%から70%を損失し、補修すれば再使用可能なものと定義されている。本研究ではこれを基にし、全壊した住宅の被害額は100%と定義し、半壊した住宅は中間値である約50%分の床面積を損失したとし、被害額は本体価格の半額分と定義する。

(2) 地震被害対策への投資額

地震の揺れによる破壊を防ぐには、住宅を耐震設計にすることが有効的である。国土交通省や日本建築防災協会などによれば、木造住宅の耐震化に掛かる改修費用は一戸当たり約178万円、非木造住宅は平米当たり約22,500円であった。東京都の一戸建て住宅の平均

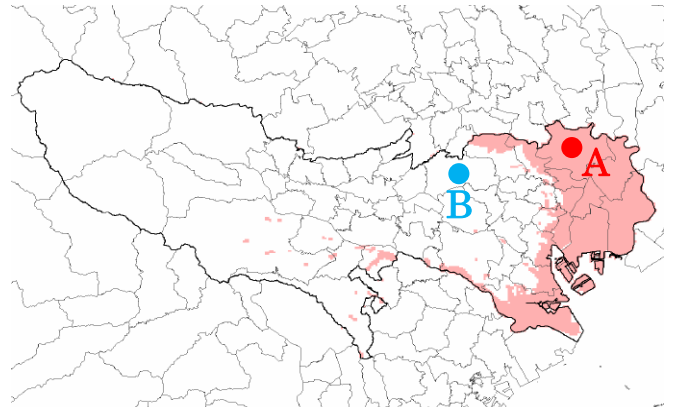


図-1 東京湾北部地震の液状化発生予測図¹⁾

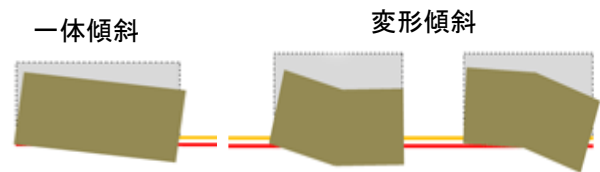


図-2 液状化による住宅被害の種類²⁾

面積は108.8㎡であるので、一戸当たり約245万円という結果となる。

液状化による住宅被害を防ぐには、地盤改良がある。地盤改良工法には地盤の種類によって様々な工法が存在するが、日本建築学会によれば既設住宅という条件や費用の面も考慮した場合、鉄筋コンクリートを基礎にして剛性向上を図る工法が最も適しているという結果となった。この工法の費用は約400万円/戸である。

(3) 地震発生後の被害額の設定

液状化により被害を受けた住宅は図-2に示すように、一体傾斜か変形傾斜の被害を受ける²⁾。現在、液状化による住宅の全壊・半壊基準は厳密には定まっていないため、本研究では、一体傾斜はジャッキアップを行えば再使用可能であるため、半壊と定義し、変形傾斜はジャッキアップ後も再使用は困難であるため、全壊とする。

全壊の場合の修正費は、住宅の本体価格に等しいと定義する。半壊の場合は、ジャッキアップにより修正するが、ジャッキアップにも様々な工法が存在する。本研究では、その中でも「東北地方太平洋沖地震」によって液状化が広範囲で発生した浦安市で最も採用されている工法である、耐圧盤工法を採用した。この工法の費用は約400万円/戸という調査結果であったため、半壊の場合の修正費は400万円/戸と定義する。

3. 破壊確率

地震の揺れによる破壊確率は、住宅の建築年代や木造か非木造かによって異なる。これらを考慮し、中央

防災会議の「東南海、南海地震に関する専門調査会」³⁾を参考にすると、木造住宅、非木造住宅の全壊率は図-3、図-4 となっている。半壊の場合も算出したが、確率自体は異なるものの両者の関係性は同様であった。

現在、液状化による住宅の破壊確率を算出する方法は確立されていない。そこで本研究では、中央防災会議で採用されている表-1 の数値を液状化による破壊確率として仮定する。

4. 地震被害対策の効果

住宅の耐震改修において、改修後の被害額は改修前の20%程度までに減少するとされている⁴⁾。この被害額減少率を基に破壊確率の減少率を逆算して求める。旧築年木造住宅の全壊率を例にとると、図-4 のようになる。同様に他の破壊確率の減少率も算出する。

また、地盤改良の効果としては、表-1 の非木造の杭なし、杭ありの破壊率の差を基に、地盤改良後の住宅は液状化による破壊はないものと仮定する。

5. トータルコストの算出結果と考察

本研究でのトータルコストの算出は、初めに対象住宅の構造、建築年代、対象地域の震度、液状化発生の有無をそれぞれ確認する。次に、耐震設計と地盤改良の有無によって場合分けを行い、破壊確率を算出し、最終的にトータルコストを求めるという流れである。そして、求めた金額を基に、どの要素に投資する事が最も妥当かを検討する。本研究での結果は確認事項によって何百通りと存在するため、本論では旧築年、全壊という条件を固定し、図-1 に示したA地点、B地点の住宅の算出結果を載せる。また、震度はA地点で6強、B地点で6弱と予測されているため¹⁾、本研究ではそれぞれ、震度6.2、5.8と仮定する。結果は表-2 のようになり、網掛け部分は最適なトータルコストである。

A地点での木造の場合は耐震設計に、非木造の場合は地盤改良に投資する事が最も妥当であるという結果となった。これは、木造と非木造における耐震性の差によるものだと考えられる。また木造の場合、耐震設計の有無が重要であることが数値から読み取れ、非木造の場合は、全体的に大きな差は見られない。

B地点では、木造・非木造に問わず、耐震設計・地盤改良両者に投資しない事が最も妥当で、その他は過剰投資であるという結果となった。これは、B地点では液状化発生が予測されておらず、震度も5.8となっており、図-3・図-4を参考にすれば全壊率は低い値であるため、このような結果となったと考えられる。

算出した結果によると、木造・非木造の破壊確率の差は結果に大きく表れ、また、海が近く、埋立地が多い東京都東部は揺れ・液状化による住宅倒壊危険度が高い事がわかった。

6. 今後の課題

今後の課題は、耐震改修に費やす金額の差による破壊確率の変動と、地震対策費用に対する補助制度について調査し、被害額の精度をさらに向上させることが必要である。また、本論文では計算結果の一部のみを記載したが、今後はすべての結果を算出する必要がある。

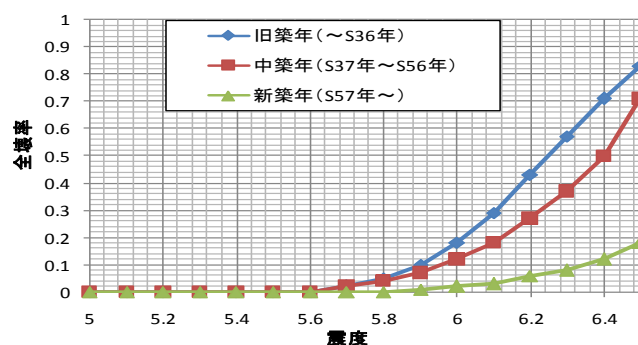


図-3 木造住宅全壊率³⁾

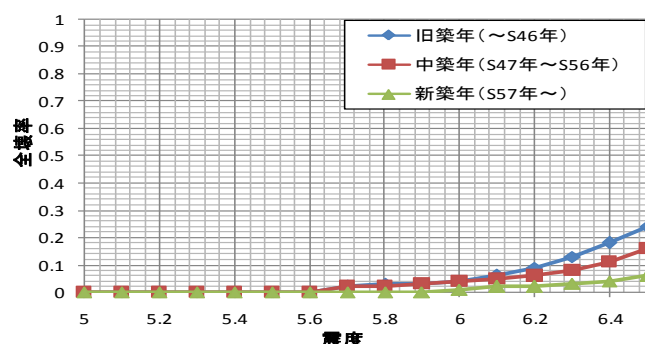


図-4 非木造住宅全壊率³⁾

表-1 液状化による住宅の全壊率・半壊率³⁾

構造	木造		非木造	
建築条件	～S36年	S37年～	杭なし	杭あり
全壊率	13.30%	9.60%	23.20%	0%
半壊率	12.90%	18%	30%	0%

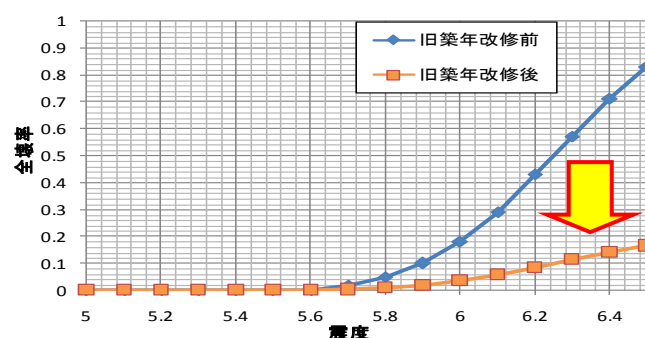


図-5 木造住宅の耐震改修前後の全壊率

表-2 トータルコスト算出結果 (全壊)

トータルコスト(万円/戸)		A地点		B地点	
		木造	非木造	木造	非木造
耐震設計済	地盤改良済	738	688	596	667
	地盤改良未	574	787	196	267
耐震設計未	地盤改良済	1164	594	489	465
	地盤改良未	1000	693	89	65

<参考文献>

- 1) 東京都防災 HP 首都直下地震による東京の被害想定
<http://www.bousai.metro.tokyo.jp/>
- 2) 日本建築学会 住まいづくり支援建築会議
<http://news-sv.aij.or.jp/shien/s2/>
- 3) 中央防災会議 東南海、南海地震に関する専門調査会
<http://www.bousai.go.jp/chubou/chubou.html>
- 4) 事例に学ぶ建築リスク入門 日本建築学会編