

耐震改修促進におけるモラルハザード抑制の為の制度設計

熊本大学工学部 学生会員 ○岩永寛道
正会員 藤見俊夫

1. はじめに

阪神・淡路大震災(1995)や東日本大震災(2011)を受けて日本の耐震基準が改正され、昨今では家屋の耐震改修の促進がなされているがその進捗状況は良好ではない。巨大地震の発生が危惧されているところに加えて家屋の老朽化が進んでおり、家計が正しい対処方法を知っているにも関わらず適切な行動が取れない事態が多く見られる。その原因として、①地震リスクを過小評価している、②耐震改修費用が高い、③耐震改修の効果が分かりにくい、④改修業者に不信感がある、などが挙げられる。本研究では、特に③と④の問題に着目する。

家屋の耐震改修を行っても地震発生時に家屋が倒壊するかもしれないという不安は、耐震改修が進まない大きな理由となる。本研究では、この問題を解決するために、家屋の改修を行う際に保証書を付与し、耐震改修を行ったにもかかわらず家屋が損壊した場合に無償で再建するという制度を検討する。この制度のもとでは、耐震改修を行った場合には確実に効果が得られることが保証される。

しかしこの制度を施行した場合、保証書の付与に伴うコスト負担の主体をどうするかという問題が発生する。行政が保証費用を全額負担した場合、耐震改修業者には手抜き工事を行うインセンティブが生ずる。なぜなら手抜き工事によって家屋損壊が生じて、行政が全額保証してくれるためである。一方、耐震改修業者に保証費用の負担を求めれば、地震と家屋倒壊という不確実性の大きなリスクを嫌って耐震改修サービスの提供自体を止める可能性が出てくる。本研究では、行政と耐震改修業者とで保証費用をどのように分担すれば、改修業者のモラルハザードを抑制しつつ耐震改修サービスが適切に提供されるのかを数値シミュレーションによって検証する。

2. 保証費用分担モデル

本研究ではモラルハザードのモデルを用いて、上記の問題を定式化する。モラルハザードとは、主に経済取引の場面に於いて所持する情報の非対称性によって一方の子移動に歪みが生じ、効率的な動きがなされな

いことである。本研究においては、行政がプリンシパル、業者がエージェントになる。行政は業者の耐震改修工事の努力を直接観察できないため、業者には手抜き工事を行うインセンティブが生ずる。そこで、耐震改修後に家屋倒壊したときの再建費用、つまり保証費用の一部を業者に負担させることで業者の手抜き工事を抑制する。

モデル構造として、まず、業者は家計より t_2 の改修料を得て耐震改修を行う。このとき、業者が適切な耐震改修を行うと努力コスト a が発生する。一方、手抜き工事をする努力コストは 0 となる。適切な耐震改修を行った場合、地震が発生しかつ家屋が倒壊する確率は P_1 、手抜き工事を行った場合は P_0 ($P_1 < P_0$) となる。耐震改修後の家屋が倒壊した場合、その修理費用には t_1 のコストがかかる。行政は業者のモラルハザードを抑制するため、 ct_1 の費用負担を求める。この c をここでは再建費分担率と呼ぶ。以上の関係を図-1に示す。



図-1 改修保証モデル

行政は、業者のモラルハザードを抑制するための条件である誘因制約(IC)と業者が耐震改修サービスを提供するという個人合理性条件(IR)を満たした上で、行政負担が最少となるように再建費分担率 c を決定する問題となる。

$$\min(Pt_1 - Pct_1) \quad (0 < c < 1)$$

s. t.

$$(IC) (1 - P_1) u(W + t_2) + P_1 u(W + t_2 - ct_1) - a \\ \geq (1 - P_0) u(W + t_2) + P_0 u(W + t_2 - ct_1)$$

$$(IR) (1 - P_1) u(W + t_2) + P_1 u(W + t_2 - ct_1)$$

$$\geq u(W)$$

3. 数値分析

現実の政策に適用する場合、再建費分担率 c をどのように設定すべきかについて数値シミュレーションにより検証する。シミュレーション対象地は関東地方とし、家屋は震度 6 弱以上の地震が発生したときに倒壊する可能性があるとした。震度 6 弱以上の地震発生確率は確率論的地震動予測地図に基づき 90% と設定した。耐震改修を行っていない家屋の耐震性は、1981 年に建築基準法施行令が改正される前の旧耐震基準の家屋と同じと想定した。震度 6 弱以上の地震によって半壊以上の被害を出す確率は、気象庁の建物半壊以上率 - 計測震度表に基づき 15% とした。一方、耐震改修後の家屋の耐震性は建築基準法施行令改正後の新耐震基準の家屋と同じであると想定した。このとき、震度 6 弱以上の地震によって半壊以上の被害を出す確率は、1982 年以降の建物半壊以上率 - 計測震度表に基づき 5% とした。耐震改修費用と再建費用は、

財団法人日本建築防災協会の資料より、それぞれ 150 万円、500 万円に設定した。業者の初期資産は 300 万円とした。以上、保証費用分担モデルに含まれるパラメータ値の設定を表-1 に示す。耐震補強業者の効用関数は対数関数とした、

表-1 パラメータ値の設定

地震発生確率	90%
半壊以上率（適切な工事）	5%
半壊以上率（手抜き工事）	15%
耐震改修費用： t_2	150 万円
再建費用： t_1	500 万円
業者の初期資産： W	300 万円

5. 結果

上記の数値を式に当てはめてまとめると以下のような結果が得られた。（図 - 2） $0 < a < 0.27$ でモラルハザードを抑制し、料金体系を確立できる。その中で行政のコストを最小化する為には再建費分担率 c がほぼ一定で、約 0.89 に設定する必要がある。さらに業者の努力コスト a を円単位に変換する。 $a = \log(W - E)$ であるのでこれを $E = W - e^a$ として代入すると、 $2999998.7 < E < 2999999$ となる。今回検証したパラメータの場合、この制度が維持され得る努力コストの範囲が非常に狭い。業者の初期資産によって適切な再建費

分担率が変化するので、それに応じた設定をする必要がある。

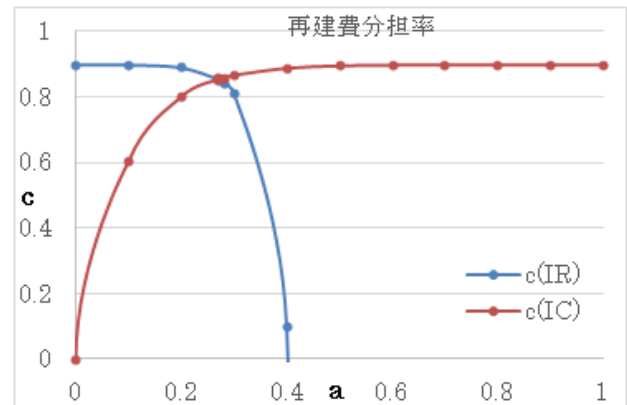


図 - 2 再建費分担率

7. まとめ

本研究では耐震改修促進の為に保証書の付与を行う際、損壊後の再建費用を業者が負担する比率を求め、モラルハザードを抑制しつつ制度を維持する為には行政と改修業者の双方が負担する必要がある。その再建費分担率を数値シミュレーションによって検証を行った。

今回の研究では、2 行動 2 成果でシミュレーションを行ったが今後は行動を関数として定義し、シミュレーションを行っていく。また、不確実性を多く含んでいる家屋倒壊確率を定数として扱うのではなく、確率的に分析を拡張して行うことでより信頼性の高いものができる。さらに、より多くの数値パターンで検証を行い、実現可能な環境を具体的に抽出する。

参考文献

- 1) Fujimi, T., Tatano, H. (2013): Promoting Seismic Retrofit Implementation Through “Nudge”: Using Warranty as a Driver, *Risk Analysis*, Vol.33 pp.1858-pp.1883
- 2) 社団法人日本建築家協会 災害対策委員会: 地震と住まい(2010)
- 3) Bernard Salanie: 契約の経済学(2000)
- 4) 国土交通省気象庁・総務省消防庁(2009): 震度に関する検討会 報告書
- 5) 財団法人日本建築防災協会(2010): 木造住宅の耐震改修の費用