

既存不適格建物の耐震補強推進策に関する一考察

A New System for Retrofitting of The Existing Weaker Buildings and Houses To Resist Earthquakes

目黒 公郎*・高橋 健**

Kimihiro MEGURO and Takeshi TAKAHASHI

1. はじめに

既存不適格構造物の耐震補強対策は、わが国の地震防災上の最重要課題であるが、この対策はなかなか進展していない。特に一般住家を代表とする公的ではない構造物の耐震補強が全然進まず、これらが将来の地震時に大量の死傷者を出すことも確実視されている。

なぜ一般住家の耐震補強対策が進まないのだろうか？

著者らには、この原因は耐震補強の技術的な問題というよりは、耐震補強対策をとりまく制度やシステムの問題と思われてしかたがない。そこで本研究では、耐震補強対策の普及を目的として、そのドライビングフォースとなる制度/政策案について考えてみたい。すなわち、補強対策の効果/便益が行政サイドからも市民サイドからも容易に理解できるデータを示すと共に、新しい制度/政策(案)を提案する。

2. 提案制度とその効果の分析法

2.1 提案する制度/政策

兵庫県南部地震の教訓を踏まえ、幾つかの自治体では耐震補強対策の推進を目的として、一般住家の耐震診断や補強に対する補助制度や低利の融資制度を始めたが、これらの制度が有効に機能している自治体は見られない。幾つか考えられる原因の1つに、耐震補強対策の効果が見えにくいことがあげられる。一般の人々に耐震補強の意義とその効果/便益を分かりやすく伝えることができれば、耐震補強対策に取り組む人の数は大幅に増えるであろう。しかし上述の制度では、耐震補強対策に取り組む人が大幅に増えると、今度は財政上の問題が生じる。すなわち地震の前に行政がこの手の地震対策に必要な巨額の予算措置を講じることが難しいという問題に突き当たる。ここに現行制度

が本質的に抱える問題点がある。

また我が国には、自然災害に関しては「自力復興の原則」があり、地震による被災建物の建て替え・補修費用は基本的に個人負担である。しかし地震で建物が大きな被害を受けたり、家を失ってしまった被災者には、直後の救命・救急活動から、避難所や仮設住宅の整備、緊急物資の配給など、様々な形で公的資金が使われる。これらの経費の多くの部分は、建物が被害を受けなければ費やす必要のない公的資金である。

そこで私らが提案する制度は、「しかるべき耐震補強を済ませた建物が被災した場合に、建て直しを含めて被災建物の補修費用の一部を行政が負担することを保障する。」というものである。もちろん、「しかるべき耐震補強」を済ませた物件か否かを判定する中立な組織をつくるなど、確認システムの整備は不可欠である。この制度は以下で説明するような幾多のメリットが、行政サイドからも市民サイドからも期待される。ここでは、川崎市中原区(面積14.81 km², 人口19.2万人)を対象として、本制度の有無による地震被害の違いをシミュレーションし、その有効性を示すことを試みる。対象地域に存在する建物の構造種別・棟数・建築年代は表1の通りである。

表1 対象地域の建物の分類

構造種別	建築年代	棟数	平均床面積 (m ² /棟)	資産率(%) (新築に対する割合)
木造	1971年以前	14,031	72.3	34.0
	1972-1981年	8,416	80.3	53.3
	1982年以降	8,317	107.9	75.7
非木造	1981年以前	10,490	207.9	64.1
	1982年以降	11,703	287.3	85.8

*東京大学生産技術研究所 国際災害軽減工学研究センター

**東京大学大学院工学系研究科

2.2 分析の準備

建物被害額の算定：建物を建築基準法の改定年を境とした建築年代ごとに分類し、それぞれのグループごとの地震被害関数（フレンジリティーカーブ）から、想定地震動の強度に応じた全壊数・半壊数を見積もる。被害量は金額として評価するが、その際には構造別の床面積あたりの資産額を算定することにより金額への変換を図る。また構造物資産価値は、新築で木造が15万円/m²、非木造が30万円/m²、また減価償却については、木造は25年間（年平均約2.7%の償却）、非木造は40年間（同約1.7%）で価値が新築時の50%になるものとする¹⁾。

耐震補強による被害額変化の見積もり：耐震補強策の経費は、単位床面積当たりで構造別に設定する。通常は木造で1.0～2.0万円/m²、非木造で1.5～5.0万円/m²程度の費用がかかる。本研究では文献¹⁾に従って、木造で1.5万円/m²、非木造で4.0万円/m²とした。耐震補強率に応じて被害建物数が増えるため、耐震補強実施率及び地震動別のシミュレーションを行い、政策の有無による被害額の変化や投資効果を検討する。

仮設住宅・がれき撤去/処理費用の見積もり²⁾：仮設住宅については、兵庫県南部地震のデータから、神戸市負担分相当の13万円/戸の費用が、予想される仮設住宅数に応じて発生するものと仮定した（ちなみに仮設住宅1棟の初期建設費はトータル約280万円。これにはその後に発生した設備改善費などは含まれていない。）。がれきの撤去並びに処理については、神戸市の事例より、処理建物1棟につき327万円の費用が、予想される建物解体棟数について発生するものとする。

最適補強策の決定：耐震補強の効果を比較することにより、最適な補強案を決定する。本研究では、構造物の建築年を基準として、木造3分類・非木造2分類の合計5つの分類に対し、それぞれ兵庫県南部地震の被害分析結果に基づいて得られた被害関数³⁾を用いる（図1）。ここでは、上で説明したような5分類の構造物に対して、以下に示す3ケースの対策（表2）を想定し、それぞれについて単位費用当たりの被害軽減効果を計算し、最適な耐震補強案を求めた⁴⁾。新耐震以前の基準で建設された構造物の耐震性は、耐震補強を行うことによって現行基準（新耐震）による構造物と同等になる。その結果としての被害額の減少と、耐震補強を行うに当たって要した費用を比較することにより、対策法の効果を求めることができる。

2.3 提案制度の効果の分析法

提案制度の有無により、地震を受けた際の行政・住民の負担が変化する。今回は、「家屋被害」、「仮設住宅建設」、「がれき撤去/処理」、「家屋再建」の4項目について考えて

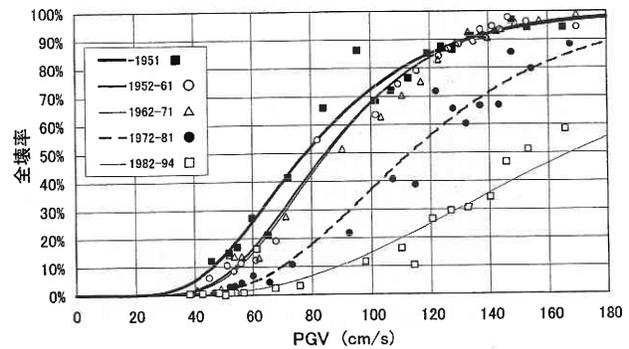
みる。ここでは、兵庫県南部地震の教訓からも最大の問題であることがはっきりしている1971年以前の木造を対象とした補強（Case 1）を例として示す。なおCase 1は、2.2で説明した3ケースにおいて最も投資効果の高い対策であることも確認済みである⁴⁾。

提案制度が適用される以前においては、家屋被害と家屋再建（中破建物では補修費、全壊建物では新築費）は個人負担、仮設住宅・がれき撤去/処理は行政負担とした。被害建物の補修費は、実例に基づいて、新築の場合の1/3、すなわち床面積当たり、木造で5万円/m²、非木造で10万円/m²とした。

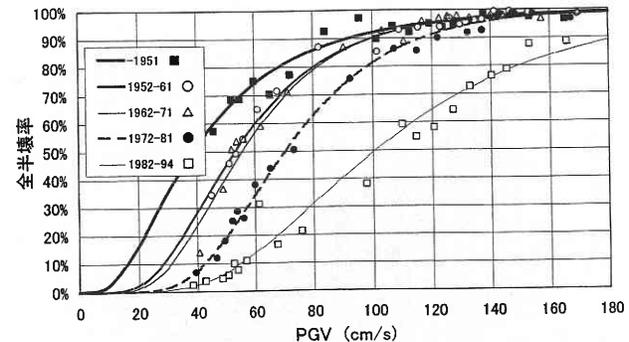
次に本制度を適用する事により、地域住民の一部が耐震補強を実施することを仮定する。この補強により家屋被害が減少し、その結果、仮設住宅の設置費用とがれき撤去/処理費用が減少する。既に説明したように、事前に耐震補強策を講じ、「しかるべき耐震補強」を済ませたと判断さ

表2 耐震補強のケース別対象建物

	補強対象構造物
Case 1	1971年以前の木造構造物（約1.40万棟）
Case 2	1972-1981年の木造構造物（約0.84万棟）
Case 3	1981年以前の非木造構造物（約1.05万棟）



(1) 木造構造物の地区年代別の被害関数（全壊率）



(2) 木造構造物の地区年代別の被害関数（全半壊率）

図1 兵庫県南部地震の被害分布から得られた被害関数の例³⁾

研 究 速 報

れた建物については、その建物が被害を受けた場合には、再建費用の一部を行政が負担することとなる。

以上のことがらを総合的に判断して、本制度の有効性を判定する。

3. シミュレーション結果

ここでは仮に耐震補強済みの建物が被害を受けた場合、全壊では300万円/棟（仮設住宅建設費相当）、半壊では150万円/棟の補助（床面積100m²の木造建物1棟の補強費、掛けた費用が地震後に戻ってくることに相当）が行政から支給される場合の結果を示す。このときの行政側の負担は、上記の補助に加え、被害規模に応じた仮設住宅の設置と倒壊建物のがれき撤去及びその処理費となる。

図2は、提案制度による耐震補強の普及率と想定地震動強度（地表速度：kine）別の行政（川崎市）負担額の変化を示したものである。このケースでは、川崎市の仮設住宅建設費の負担額を、神戸市の事例に従って初期建設費全体の5%弱（13万円/280万円）と仮定している。図2より、提案制度の有無による市の負担額の差は、想定地震動が大きくなるほど大きくなる事がわかる。また、国・県を含めた行政全体としての負担額の差は、図3に示すように提案

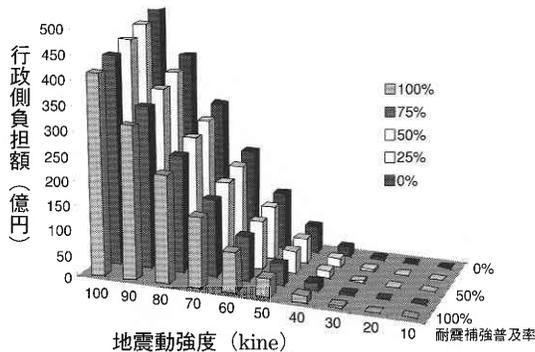


図2 提案制度普及率と地震動別の川崎市の負担額の変化

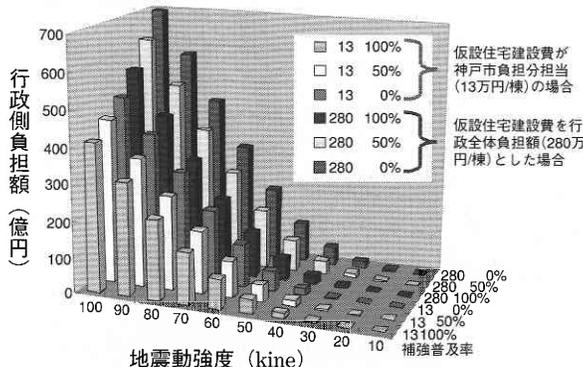


図3 提案制度普及率と地震動別の行政の負担額の変化

制度の有無でさらに大きくなる。図4は提案制度の普及率と地震動別の全壊建物数の変化である。図2と図4を比較すると地震動が50kineの場合は、制度あり・なし（普及率100%と0%）で市の負担額にそれほど大きな差がないように見えるが、事前の耐震補強によって、全壊棟数が1830棟から750棟に大幅に減少することが分かる（ちなみに60kineでは4020棟から1640棟）。またその結果として、必要とされる仮設住宅の数も、50kineで半数以下になるなど大幅な削減が可能となる（図5）。仮設住宅の建設用地の確保が困難な首都圏の状況を考えるとこの意味は大きい。

次に、本制度による住民側のメリットを見てみる。図6は、中原区全域の1971年以前の木造構造物を対象として、本提案制度による耐震補強の普及率と想定地震動強度（地表速度：kine）別の住民負担額の変化を比べたものである。ここでは、住民側の負担額としては、「家屋被害」、「事前耐震補強費」、「家屋再建費」を考えている。また、提案制度の条件を満足する物件（補強済み建物）が地震被害を受けた際には、その建物の再建には行政からの補助が

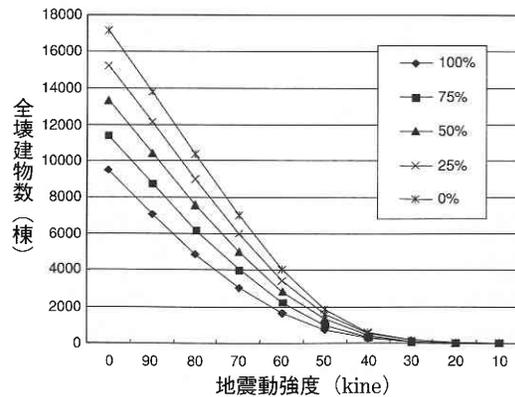


図4 提案制度普及率と地震動別の全壊建物数の変化

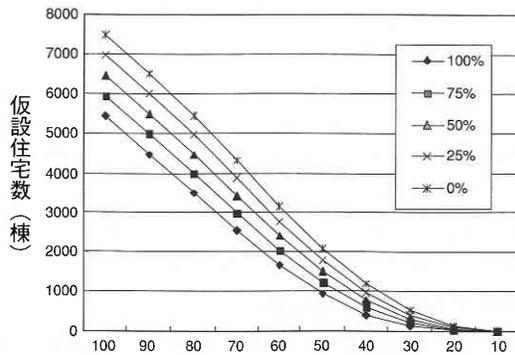


図5 提案制度普及率と地震動別の必要仮設住宅数の変化（神戸の例に準じて被害家屋数から算出したもの）

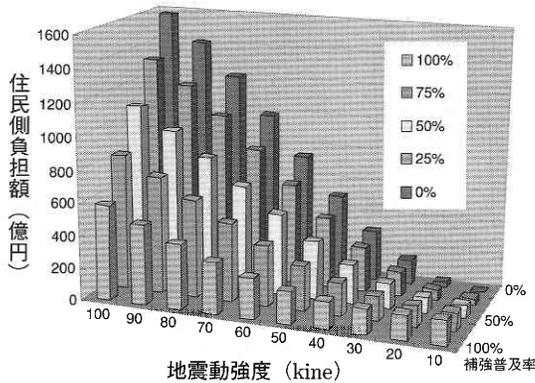


図6 提案制度普及率と地震動別の住民負担額の変化

得られる。図6を見ると、想定地震動30kineを境として、それより大きな地震動においては、提案制度により事前に耐震補強を行っておくことが、住民側から見ても大きなメリットがあることが分かる。地震動30kineは行政が地震対策として通常考えるべき地震動強度（ちなみに図1でも示したように、建物被害から推定された兵庫県南部地震における地震動の強かった地域の地表最大速度は150kine以上⁵⁾）であることから、この程度の地震動からメリットが生じることの意味は非常に大きい。またここでは、家財など建物内の資産の損失については考慮していないが、建物被害に応じてこれらの資産損失が大きく変化すること、特に「倒壊」の状況では建物内の資産がほぼ全滅することを考慮すれば、提案制度による耐震補強対策の効果がより高く評価されることになる。

4. ま と め

提案制度による耐震補強促進対策は、行政サイドからも住民サイドからも大きなメリットのある制度であることが分かり、従来なかなか進展しなかった一般住家の耐震補強対策を推進させるドライビングフォースとなり得る制度であることが確認された。

想定地震動と発生確率の関係、被害建物への適正な補償システム/金額の設定、第3者耐震補強評価システム/機関の設立など、検討すべき点もあるが、本提案制度は我が国の地震防災上の最重要課題である既存不適格構造物の耐震性向上に向けて、有効に機能する可能性を持っている。今後は上で述べたような課題について更に詰めていく予定である。

最後に提案制度の長所を以下にまとめておく。

- ・「自然災害からの自立復興の原則」に対して、公的資金の個人資産への運用を伴うが、行政として当然想定すべき強度の地震動を及ぼす地震の発生時に、被害を大幅に軽減する効果が期待でき、結果として公的資金の有効利用が実現される。
- ・提案制度は現状の耐震診断/補強の助成制度と違い、自治体は地震の前に巨額な資金を用意する必要がない。被害建物への補償金についても、地震の後であれば、上位の行政機関からの予算が出やすい状況を考えると、予算措置は地震前よりも容易である。
- ・国レベルで考えても、提案制度は地震直後の被害を軽減するための対策への公的資金の有効利用策となっている。また地震直後の大幅な被害軽減に貢献するということは、事後対応すべき事柄の量と困難さを大幅に軽減する点で重要な意味を持つ。
- ・住民サイドからも、当然想定すべき地震動レベルから、本提案制度による耐震補強対策が経済的に優れていることが確認された。さらに家屋被害による家財損失までを考えた場合、本制度の効用はより高く評価される。
- ・人的被害の多くが、地震直後の構造物被害によって発生している事実を踏まえると、経済的な問題に加えて、家族の人命を守ると言う観点から、事前対策を推進する本制度の効用は住民にとって非常に高い。
- ・本提案制度と現状の地震保険との決定的な差は、地震保険契約を結ぶことは地震直後に発生する被害を軽減することには直接結びつかないが、提案制度は地震被害の軽減に直結している点である、など。

(2000年9月30日受理)

参 考 文 献

- 1) 建築行政研究会：建築物の耐震改修の促進に関する法律の解説，大成出版社，1996.5.
- 2) 神戸市：阪神・淡路大震災-神戸市の記録，1996.1.
- 3) 村尾 修：兵庫県南部地震の実被害データに基づく建物被害評価に関する研究，博士学位論文（東京大学），1999.
- 4) 高橋 健・目黒公郎：活用性の高い地震被害想定/支援システムに関する基礎的研究-川崎市を対象として-，第54回土木学会年次学術講演会講演概要集第1部（B），土木学会，pp.80-81,1999.9.
- 5) 山口直也・山崎文雄：1995年兵庫県南部地震の建物被害率による地震動分布の推定，土木学会論文集，No.612/I-46, pp.325-336,1999.