

◇第2章◇

脆弱建物の耐震補強推進策の体系化

2.1	はじめに.....	2-1
2.2	我が国における耐震補強推進策の体系化.....	2-1
2.2.1	危険建物の抽出段階における耐震補強推進策	2-2
2.2.2	耐震補強実施に対する合意形成の段階における耐震補強推進策	2-3
2.2.3	耐震補強工事の段階における耐震補強推進策	2-3
2.2.4	耐震補強終了後の段階における耐震補強推進策.....	2-4
2.3	日米における脆弱建物をめぐる環境の違い	2-5
2.3.1	地震危険度の比較	2-5
2.3.2	建物ストックの比較.....	2-7
2.3.3	建物特性の違い.....	2-7
2.3.4	住家に対する法制度の比較.....	2-10
2.4	日米における耐震補強推進策の比較	2-10
2.4.1	危険建物の抽出段階における耐震補強推進策の比較	2-11
2.4.2	耐震補強実施に対する合意形成の段階における耐震補強推進策の比較	2-13
2.4.3	耐震補強工事の段階における耐震補強推進策の比較	2-15
2.4.4	耐震補強終了後の段階における耐震補強推進策の比較.....	2-17
2.5	まとめ.....	2-19
	参考文献.....	2-21

2.1 はじめに

中央防災会議の住宅における地震被害軽減方策検討委員会による「住宅における地震被害軽減に関する指針」によれば、耐震性能の低い建物の耐震化対策の実施を阻害する要因は、対策に要する費用・労力負担、技術的知識の不足、ライフサイクルとの不適合、想定される地震被害やその切迫性についての意識の低さ、耐震化効果のわかりにくさ等、多岐にわたる。現在、一般の居宅に対しては、一部の地方公共団体によって耐震診断や耐震改修に対する助成や融資が行われている。しかし今後ますます耐震化対策を推進するためには、住宅所有者の細かなニーズに合致した、バリエーション豊かな耐震化対策の推進策を講じ、住宅所有者による自発的な対策の実施を誘導する必要がある。

一方、アメリカ合衆国カリフォルニア州では、ロサンゼルス地震やノースリッジ地震の教訓を契機として、耐震補強対策に対しインセンティブを与えるためのユニークな制度が運用されている。FEMA（連邦危機管理局：Federal Emergency Management Agency）は1997年に災害に強いまちづくりのためのキャンペーンとしてProject Impact: Building Disaster Resistant Communitiesを立ち上げた。Project Impactは、災害に強いまちづくり活動の一環として、産業界を含めた地域コミュニティとのパートナーシップの確立、災害危険性の把握、災害リスク軽減施策の実施と優先順位付け、活動に関する地域とのコミュニケーションを重視し、地域独自のユニークな災害対策を奨励してきた。カリフォルニア州内では1998年にオークランド市、1999年にパークレー市とナパ市、2000年にサンレアンドロ市がキャンペーンのモデル地域に指定され、これを契機として、州内では地域独自のアイデアに基づく耐震補強促進のための環境整備がますます重視されてきた。

本研究では、民間住宅の耐震補強を促進させる環境に焦点を当て、我が国およびカリフォルニア州における耐震補強推進策の事例を収集し、耐震補強推進策の体系化を行う。まずは我が国において、耐震補強実施にインセンティブを与えるための種々の現行制度と提案されている新たな政策案を整理した。次に、カリフォルニア州における現行制度の経緯や実績についての現地調査を行い、日米の建物特性や周辺制度の違いを考慮した上での補強推進環境の比較を行った。これらの比較は、現行制度の枠組みにとどまらない新たな耐震補強推進策の開発を目的としたものであり、カリフォルニア州でのいくつかの制度については我が国への適用可能性についての検討も行った。我が国で議論されている新しい制度提案のうち、カリフォルニア州内において実際に導入されている制度もいくつか存在するため、米国での実情を理解することによりこれらの実用化手法を学ぶことができると考える。

2.2 我が国における耐震補強推進策の体系化

既存不適格建物の耐震補強を普及させるには、住民が現在居住している建物の耐震補強を奨励する直接的な促進策と、不動産流通の際に補強済み建物が「良い物件」として選択されやすくなるようにする間接的な促進策がある。直接的または間接的な促進策は、耐震補強に対するインセンティブを与えるタイミングの違いに応じて、以下の4つのステップに分けられる。

ステップ1：危険建物の抽出段階

ステップ2：耐震補強工事実施に対する合意形成の段階

ステップ3：耐震補強工事の段階

ステップ4：耐震補強工事の終了後の段階

本章では、我が国において現在実施されている耐震補強へのインセンティブ付与制度と現在提案されている新たな政策を整理し、耐震補強を促進させる環境整備のためのメニュー作りを行った。各ステップにおけるこれらの直接的または間接的な補強促進策について、概要を表2-1にまとめた他、詳細な条件や背景については以下に記す。表中では、国内のいずれかの地域で実際に導入されている補強推進策に丸印(○)を、現在提案されており今後可能性のある新たな政策案にプラス印(+)を記入した。

表2-1 耐震補強にインセンティブを与える環境一覧

直接的推進策：現居住建物の補強を推進する		現状	間接的促進策：補強済み建物の不動産取引を優遇する	現状
① 危険建物の抽出段階	<ul style="list-style-type: none"> 耐震診断実施のPR 簡易な耐震診断の普及(WEB利用等) 耐震診断の相談窓口の設置 耐震診断士の育成 簡易耐震診断士の無料派遣 自治体による耐震診断費用への助成 自治体による耐震診断費用への低利子融資 耐震診断実施の義務付け 耐震診断手法の技術向上 耐震性能の評価の実施(既存住宅性能表示制度) 自治体による危険建物のデータベース化 	<ul style="list-style-type: none"> ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ + 	<ul style="list-style-type: none"> 耐震診断結果の保管・管理の義務付け 不動産取引時における耐震診断結果の説明義務付け リフォーム・耐震補強履歴の管理の義務付け 不動産取引時における耐震補強履歴の説明義務付け 	<ul style="list-style-type: none"> + + + +
	<ul style="list-style-type: none"> 耐震性能の評価の実施(既存住宅性能表示制度) 不動産取引時における耐震性能評価の説明義務付け 建物危険度の掲示義務 	<ul style="list-style-type: none"> ○ + 	<ul style="list-style-type: none"> 耐震性能の評価の実施(既存住宅性能表示制度) 不動産取引時における耐震性能評価の説明義務付け 建物危険度の掲示義務 	<ul style="list-style-type: none"> ○ + +
② 実施に意図する段階	<ul style="list-style-type: none"> 地域の地震危険度に関する知識向上 地震ハザードマップや被害想定公開 建物の耐震性能に関する知識向上 補強性能に関する知識の向上 耐震補強技術や事例のデータベース化 補強効果のシミュレーション診断 悪徳施工業者の排除 	<ul style="list-style-type: none"> ○ ○ ○ ○ ○ ○ + 	<ul style="list-style-type: none"> 地域の地震危険度に関する知識向上 地震ハザードマップの被害想定公開 建物の耐震性能に関する知識向上 補強性能に関する知識の向上 耐震補強技術や事例のデータベース化 補強効果のシミュレーション診断 	<ul style="list-style-type: none"> ○ ○ ○ ○ ○ ○ +
	<ul style="list-style-type: none"> 自治体による耐震補強工事費用の助成 自治体による耐震補強工事費用への低利子融資 住宅金融公庫の低利子融資(リフォームローン) 危険建物に対する耐震補強工事の義務付け 危険建物に対する利用の制限 低コストの補強技術の開発 補強の施工基準・検査体制の整備 	<ul style="list-style-type: none"> ○ ○ ○ + + + + 	<ul style="list-style-type: none"> 危険建物に対する耐震補強工事の義務付け 危険建物に対する利用の制限 	<ul style="list-style-type: none"> + +
③ 耐震補強工事の段階	<ul style="list-style-type: none"> 補強に伴う住宅ローン減税(所得税の税額控除) 固定資産税の減免 所得税の減免 住民税の減免 その他地方税の減免 地震保険の保険料率割引 生命保険・損害保険の耐震性割引 耐震補強性能の保証 資産活用型耐震補強助成(リバースモーゲージ) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ + + + + ○ + ○ ○ 	<ul style="list-style-type: none"> 固定資産税の減免 所得税の減免 住民税の減免 その他地方税の減免 地震保険の保険料率割引 生命保険・損害保険の耐震性割引 耐震補強性能の保証 ○適マークの付与 不動産取引時の価格査定における耐震性能の考慮 	<ul style="list-style-type: none"> + + + + ○ + + + +
	<ul style="list-style-type: none"> 耐震補強性能の保証 資産活用型耐震補強助成(リバースモーゲージ) 	<ul style="list-style-type: none"> + ○ 	<ul style="list-style-type: none"> ○適マークの付与 不動産取引時の価格査定における耐震性能の考慮 	<ul style="list-style-type: none"> + +

(注)ただし、丸印(○)はいずれかの地域で実際に実施されている補強推進策、プラス印(+)は今後可能性のある新たな推進策を示す。

2.2.1 危険建物の抽出段階における耐震補強推進策

まず現在居住している危険建物を抽出する段階においては、種々の自治体が耐震診断費用に対して助成や低利子融資を行っている。静岡県では、「TOUKAI(東海・倒壊)ー0」プロジェクトの一環として、わが家の耐震診断調査票の配布を行う他、耐震補強に関する知識の向上を目的としたホームページ「耐震ナビ」上でWEB版の簡易耐震診断プログラムを提供し、耐震診断のPRを行っている。市町村では「静岡県耐震診断補強相談士」を派遣し、無料の簡易耐震精密診断である「わが家の専門家診断」も提供している。更に建築士による耐震精密診断を受けたい場合は、市町村による診断費用の補助制度がある。昭和56年5月31日以前に建築された旧耐震基準による建物を補助対象とし、住宅であれば診断料の2/3、非住宅では1/3が補助される。

その他、一定の居住建物に対する耐震診断の実施を義務付けるという考え方もあるが、対象とすべき

建物数は多く、全棟への実施は容易ではない。平成7年12月に施行された「建築物の耐震改修の促進に関する法律」（以下では、耐震改修促進法）では、多数の者が利用する特定建築物の所有者に対して、「耐震診断を行い、必要に応じ、耐震改修を行うよう努めなければならない」と定めている。しかし、これは耐震診断実施の努力義務を課すのみであり、実施を義務付けるものではなく、一般居住に用いる建物は主とした対象になっていない。

不動産流通の際に補強済み建物を優遇するには、「住宅の品質確保の促進等に関する法律（平成14年12月開始、以下では品確法と呼ぶ）」に基づく「既存住宅性能表示制度」が有効と言える。この制度は、物件の転売等を考える住宅所有者に対しての耐震補強推進のインセンティブになるだけでなく、耐震性能の高い建物や補強済み建物の選抜にも貢献しうる。指定住宅性能評価機関への申請を行うと、書類の確認、現場での住宅の検査・評価を経て、耐震等級が表示された建設住宅性能評価書が交付される。ただしこの性能表示は任意であり、さらに性能評価書作成には費用も発生する。新築住宅物件の売買、交換または貸借においては、宅地建物取引業法は、取引業者が物件取得者に対して「住宅性能評価を受けた新築住宅であるか否か」について重要事項として説明するよう義務付けている。しかし、既存住宅の不動産流通時には、性能評価実施の有無についての説明義務はなく、今後はこれらの表示義務についても検討を進めていく必要がある。不動産流通時にはその他に、「診断結果や補強履歴に関する売買時の説明義務を課す」、「耐震診断結果の管理・保管義務を課す」などの手法が考えられる。

2.2.2 耐震補強実施に対する合意形成の段階における耐震補強推進策

住民の耐震補強実施の意思決定を促すには、地域の地震危険度、居住建物の耐震性能、耐震補強実施による危険度の低下に関する知識の向上が不可欠である。重点的に啓蒙を行うべき地域の選定には、地震ハザードマップの作成や被害想定の実施が有効である。地震ハザードマップや被害想定結果の公表は、居住者の耐震補強実施への意欲を高めるだけでなく、補強済み建物の選抜にも寄与しうる。

補強工事そのものに対する理解の促進のためには、耐震補強技術や事例のデータベース化による構法に関する知識の向上、シミュレーション等による補強工事価格や補強後の耐震性能についてのわかりやすい説明、悪徳施工業者の排除による耐震補強工事に対する信頼感の醸成が重要と考えられる。耐震補強技術や事例のデータベース化は、近年になり少しずつ進められつつあるが、まだ十分とは言えない。悪徳施工業者を排除するため、静岡県では、良心的に設計や工事を行うことを宣誓した県内の業者を「住宅直し隊」として名簿に登録し、市町村建築相談窓口にて紹介している。

2.2.3 耐震補強工事の段階における耐震補強推進策

補強工事に対しては、種々の自治体が施工費用への助成や低利子融資を行っている。静岡県では、平成14年度から、耐震補強工事に対する1棟あたり30万円の補助制度を実施している。平成14・15年度は、耐震診断の総合評点0.7未満を1.0以上に補強する工事を認定していたものの、平成16年度からはこの制度を拡充し、総合評点0.7以上1.0未満の住宅も補助対象となった。県の報告によれば、約60万棟の旧基準による木造住宅のうち、平成13・14年度には約2万棟が耐震診断を受け、6割以上の建物が「倒壊または大破壊の危険がある（総合評点0.7未満）」と診断され、そのうち254件が補助金を受けて補強工事を行った。これらの平均工事価格は190万円であり、30万円の補助金を使い自己負担が100万円以下で済んだ家も約4割あったという。静岡県では補助金を受ける際に所得に関する条件はないが、横浜市での耐震補強工事に対する助成制度では、申請世帯の所得に応じて450万円までの助成限

度額が設定されている。この制度に関しては、助成額を大きくするために世帯の所得が減少するまで耐震補強工事を待つ、大きな助成額を当てこむため他地域に比べて補強工事見積額が著しく高い、などの問題点が指摘される。また、住宅金融公庫では従来からリフォーム融資を提供してきたが、平成 15 年 1 月 6 日からは、公庫の定める耐震基準に適合する耐震補強工事に対しても低利子融資を開始した。

その他、現行の耐震基準を満たさない危険建物に対しては、耐震基準を遡及して遵守するように定めるなど、耐震補強や建て替えを義務付けるという考え方も存在する。密集住宅市街地整備促進事業の更なる促進を目指して平成 9 年 11 月に施行された「密集市街地における防災街区整備の促進に関する法律（以下では、密集法）」では、防災再開発促進地区内の防火地域等に存在する延焼危険性の高い建築物について、所管行政庁による除去勧告制度を設けた。これは周辺への延焼危険性を考慮した上での措置ではあるが、強制的な建物の利用制限を課した稀有な制度と言える。危険建物の周辺地域への影響を考慮した法律としては他に、前述の耐震改修促進法があるが、これは特定建築物に対して努力義務を課すのみである。これらの強制的手段は現居住建物の補強促進につながるだけでなく、補強済み建物の選抜にも寄与しうる。なお、平成 14 年度からは密集住宅市街地整備促進事業の一環として、密集住宅市街地整備促進事業の事業地区等における耐震改修工事に対して補助が開始されている。

補強工事そのものに対する環境整備としては、低コストで簡便な補強技術の開発とともに、補強工事の施工基準や認定基準・体制の確立が望まれる。現在、耐震補強に対する助成や融資の基準として、耐震診断の総合評点の値が用いられている。しかし、評点の算出の仕方が壁倍率に依存しがちであるため、新規の耐震補強工法の中には、耐震診断の総合評点では補強工事として認定されづらいものもある。静岡県では、これらの新工法に対しては、地表の加速度 450Gal 入力時の層間変形角の値を補強認定基準としている。就寝用の居室のみの耐震補強など部分的な補強を実施した場合も、耐震診断の総合評点値の増加にはつながらないケースが多く、より汎用的な耐震診断方法の確立が求められている。

2.2.4 耐震補強終了後の段階における耐震補強推進策

耐震補強実施後の段階でのインセンティブの付与としては、まず減税が考えられる。住宅に関する減税措置として住宅ローン減税制度があるが、平成 14 年度からは住宅の新築・取得、敷地の取得、一定の増改築に加えて、耐震改修工事も減税対象に加えられた。これにより申請者は 10 年間、ローン残高の 1% を所得税額から控除される。この制度はローンを利用する場合に限定された減税であるが、新しい制度としては、補強工事を完了した場合の固定資産税・所得税・住民税等に関する減税または控除制度も考えられる。ただし、どのように補強工事を認定するか、工事価格と減税額の兼ね合いをどのように設定するか、などの課題が存在する。また耐震補強により建物の資産価値が向上した場合には、本来固定資産税の税額は増加すべきものであるため、固定資産税を減税の対象とすべきかには異論もある。

その他、2001 年 10 月より、品確法に基づく耐震等級または国土交通省の定める耐震等級に応じた地震保険料率の割引制度が提供されている。耐震等級 3 では保険料率の 30%、耐震等級 2 では 20%、耐震等級 1 では 10% が割引される。耐震補強工事によりその後の保険料率の割引が受けられれば、補強実施へのインセンティブにつながるが、耐震診断書等の添付書類の作成に費用がかかりうる。村山ら(2003)は、耐震補強により低減される死亡／傷害リスクに着目した、建物居住者の生命保険や損害保険の割引制度を提案している¹⁾。これらの減税や割引制度は、現居住建物に対してだけでなく、不動産流通上も効果が期待される。

また筆者らは、新たな制度として「自治体による保証に基づく耐震補強奨励制度」を提案してきた。

これは、「事前に耐震補強を行い、『しかるべき耐震補強を済ませた』と判断された建物について、その建物が地震被害を受けた場合に、再建・補修費用の一部を行政が負担する」制度である。高橋・目黒(2001)および吉村・目黒(2003)は、提案制度の効果に関するシミュレーションを行い、提案制度の普及に伴い、住民側および行政側の地震前後の総費用負担が軽減されるという制度の利点を示した。本制度は、現在東京都中野区において運用に関する検討がなされている。区の場合によれば、耐震診断の総合評点が1.0未満の木造共同住宅が、区が認定した施工業者によって所有者の費用負担により耐震補強された場合に、その補強工事の性能を保証する。工事実施から10年以内に震度6以下の地震で補強済みの住宅が全壊した場合、補強工事費用同額を区が補償する。この際、住宅性能表示制度の耐震等級1以上の評価を受ける耐震補強を実施し、住宅所有者は地震保険に加入する必要がある、地震時の被害判定は保険会社が行う。

中野区ではさらに、資産活用型耐震補強助成(リバースモーゲージ)も平成16年度から導入している。60歳以上の区民を対象に、住宅金融公庫の高齢者向けの返済特例措置を利用して融資を受け住宅を耐震補強する際に、担保設定費用と毎月の利息分を区が貸し出す。区の負担は、適用者の死亡後に相続人が一括返済するか、担保売却により返済する。老後の生活不安から貯蓄を切り崩したくないという高齢者に対して、手持ちの資金がゼロでも耐震補強工事を実施できる環境が整う。悪徳業者の排除と十分な制度理解に基づいた加入者との契約が、今後の制度の成功の鍵を握っている。

耐震性能の保証という観点からは、補強工事を実施した建物に対する行政による○適マークの発行が提案されている。既存住宅の耐震性能に関しては、既存住宅性能表示制度が存在しているが、よりわかりやすい形で良好な住宅ストックである旨の認定を与えようというものである。具体的には○適マークシールを見やすいところに掲示して、住民間での啓発を促すなどの方法が考えられる。現在、不動産取引における住宅価格査定マニュアル上では、補強工事による耐震性能の向上は考慮されていない。耐震性能を考慮した不動産鑑定手法の開発も必要ではあるが、今後、耐震性能の保証、○適マークや既存住宅性能表示の有無を根拠とした価格査定が行われることにより、将来的な売買価格の向上を期待した補強工事の実施が促進されうる。

2.3 日米における脆弱建物をめぐる環境の違い

日本とカリフォルニア州における耐震補強推進環境を比較するにあたり、本章ではまず、日米での地震危険度、建物ストックや建物特性、法制度など建物の耐震補強に関連した諸環境の違いを整理する。

2.3.1 地震危険度の比較

カリフォルニア州では、サンアンドレアス断層沿いのサンフランシスコ湾周辺およびロサンゼルス近郊、北部のクレセントシティ近郊を中心として、過去に多数の地震が発生している。近年の大規模地震は、1989年のロマプリエータ地震と1994年のノースリッジ地震であった。図2-1にサンフランシスコ湾岸地域におけるサンアンドレアス断層、ハイワード断層等の断層群を図示する。USGS(米国地質調査所:U.S. Geological Survey)は、湾岸地域において2003年から2032年までの30年間にマグニチュード6.7以上の地震が発生する確率を62%と見積もっている(図2-2)。サンフランシスコ湾東岸のアラメダ郡オークランド市およびバークレー市を縦断するハイワード(Hayward)断層、およびその北部に続くロジャークリーク(Rodgers Creek)断層での地震発生確率は27%とされており、その他の断層よりも高

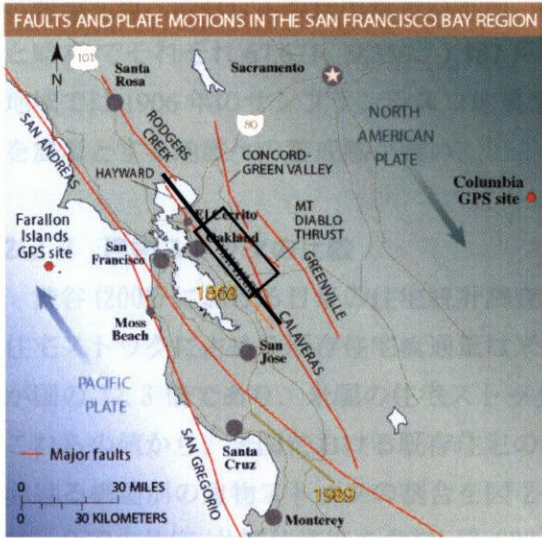


図 2-1 サンフランシスコ湾岸に位置する断層群

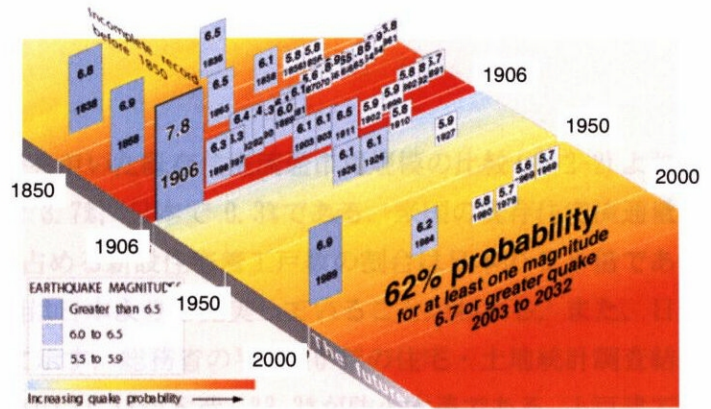


図 2-2 サンフランシスコ湾岸での過去の地震発生状況

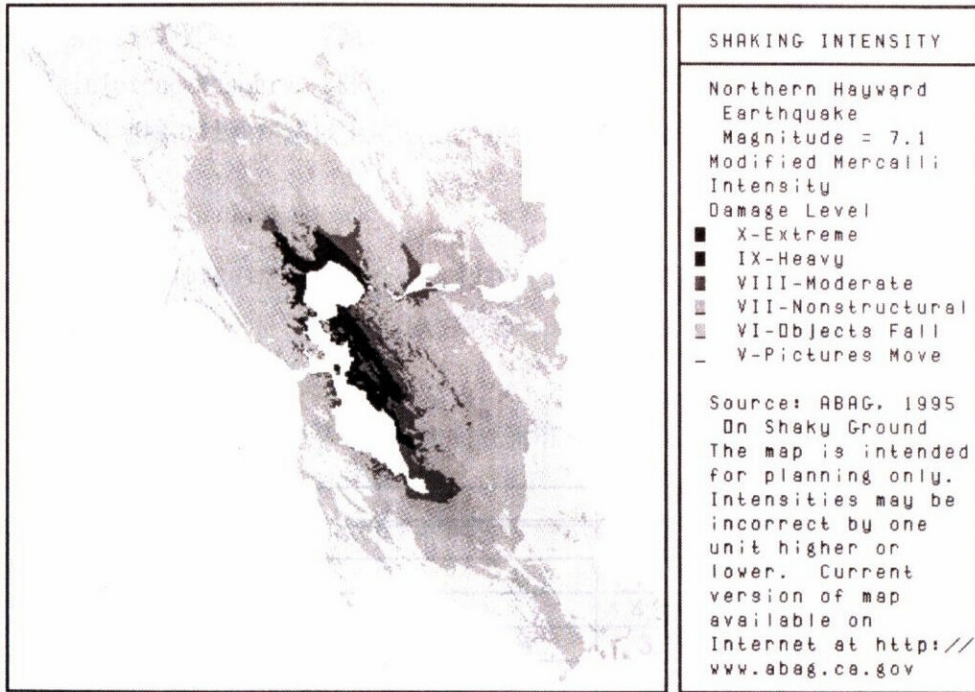


図 2-3 ヘイワード断層を震源とした想定地震動分布

い。我が国の地震調査研究本部では、南海地震・東南海地震・宮城県沖地震の発生確率を、2005年1月1日時点から30年間に於いてそれぞれ50%、60%、99%程度と評価している。これより、サンフランシスコ湾岸地域における巨大地震の発生確率はおおむね東南海地震と同程度であると考えられる。

サンフランシスコ湾岸地域の自治体連合組織であるABAG(Association of Bay Area Governments)は、湾岸地域に位置する断層を震源とした各種の地震被害想定を行っている。これらのうち、ヘイワード断層北部を震源とした地震はマグニチュード7.1程度と想定されており、想定地震動分布は図2-3の通りである。ヘイワード断層と湾岸の間に位置するオークランド市およびパークレー市は修正メルカリ震度階による震度9~10程度の地震動に襲われると予測されており、気象庁震度階ではおよそ6弱~6強程度

に相当する。これによる住宅被害は木造、非木造、無補強組積造建物(UnReinforced Masonry, 以下 URM と略す)でそれぞれ 67,671, 9,359, 7,187 戸にのぼると推計されている。とりわけサンフランシスコ湾岸地域では 1906 年のサンフランシスコ地震や 1989 年のロマプリエータ地震の経験から、これらの断層群を震源とする地震への警戒感が強い。

2.3.2 建物ストックの比較

渋谷 (2003) における日米の住宅統計調査結果を用いた既存住宅流通市場規模の比較 (表 2-2) よれば、住宅ストックに占める既存住宅流通量は米国で 3.7%, 日本で 0.3% である。米国の既存住宅流通量は我が国の 12.3 倍であり、米国の住宅ストックに占める新設住宅着工戸数の割合は日本の 0.6 倍である。これらの値から、米国における既存住宅の流通は日本よりも充実していることがわかる。また、日米における構造別の建物ストックの割合を図 2-4 に示す。総務省の平成 10 年の住宅・土地統計調査結果では、全国の住宅 (共同住宅等を含む) 43,922 千戸の 31.1% が木造、33.3% が防火木造である。1 戸建て住宅に対する集計では、25,269 千戸のうち 47.0% が木造、46.0% が防火木造である。一方湾岸地域の自治体連合組織である ABAG (1996) によれば、サンフランシスコ湾岸地域の住家 2,548,742 戸のうち、約 93% が木造である。その他、2% が RC 造・補強組積造 (Reinforced Masonry, RM)・鉄骨造などの非木造、1% が無補強組積造 (UnReinforced Masonry, URM), 3% がその他 (モービルホームなど) である。共同住宅の存在を考慮すると、湾岸地域では我が国以上に木造が建物ストックの主流を成していることがわかる。

2.3.3 建物特性の違い

ABAG (1996) によると、湾岸地域の全住戸のうち、1939 年以前に建築された戸建て住宅と 1940 年以降に建築された戸建て住宅の割合は、8.3% と 53.6% である。米国における木造戸建て住宅は主として木質

表 2-2 既存住宅流通市場規模の比較

項目	米国	日本	米国/日本
住宅ストック量(1998年)	117,589	50,246	2.3倍
1世帯あたりの戸数	1.11('95)	1.13('98)	0.98倍
既存住宅販売件数(1997年)	4,382	157	27.9倍
住宅ストックに占める既存住宅流通量の割合	3.7%	0.3%	12.3倍
新設住宅着工戸数(1999年)	1,667	1,215	1.4倍
住宅ストックに占める新設住宅着工戸数の割合	1.4%	2.4%	0.6倍

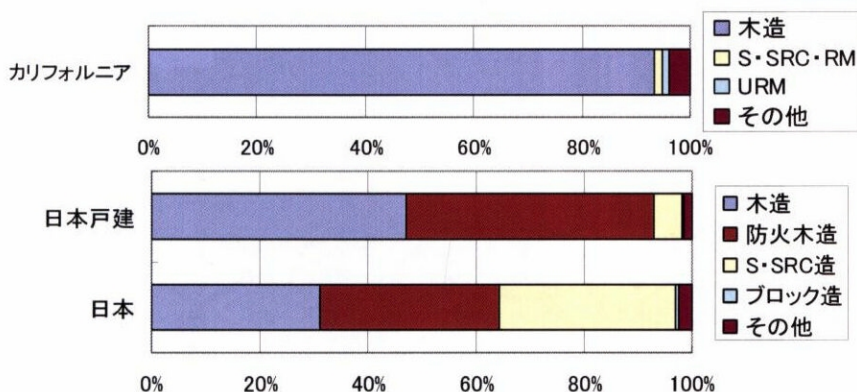


図 2-4 日米の構造別の建物ストック量

パネル工法である。これらの住宅では、1階床下に位置する Cripple Wall と呼ばれる板壁状の束立て部分(図 2-5)にせん断補強が欠如している場合が多く、ロマプリエータ地震やノースリッジ地震では Cripple Wall の被害により図 2-6 のように上部構造が転倒するケースが多く見られた。これは米国の建物で特徴的な問題と言え、1940 年以前に建設された建物に多く見られる。通常は図 2-5 に示したように合板パネルによる補強が行われる。図 2-7 は ABAG (1996) に基づく湾岸地域の各自治体内での戸建て住宅の耐震補強実施率である。これによれば、戸建て住宅に対して基礎と Cripple Wall に十分な補強を行った割合は、バークレー市で 38%と最も高い。これに部分的に補強したものを加えると実施率は 82%となり、全米で最高の耐震補強実施率である。この他には、基礎・上部構造間のボルト結合の欠如、無補強組積造の基礎や煙突部分の補強の欠如が多く見られる。

木造共同住宅は湾岸地域の全住戸の 31.5%を占め、そのうち 21.3%は 1940 年以降に建築された 1-3 階建てである。1 階の全部分または一部分にカーポートを設けている建物群は Soft-Story Buildings と呼ばれ、壁量の少なさから地震時に倒壊しやすく、過去の地震でも住家被害の大多数を占めた。図 2-8 にはロマプリエータ地震によるサンフランシスコ市での木造共同住宅の被害の様子を示す。我が国においても 1 階部分の壁量の少ない建物が多く存在しており、共通の問題を抱えている。

無補強組積造建物 (URM) は、湾岸地域の全住戸の 1.0% を占め、1933 年から 1955 年にかけて多く建設された。補強の欠如により、地震時の建物全体の甚大な構造被害を招きやすい。我が国においては、ブロック造は補強ありのものを含めて住家ストックの 0.6%であり(図 2-4)、URM の問題はカリフォルニアでより深刻であることがわかる。図 2-9 はバークレー市に立地する耐震補強済みの URM 建物である。

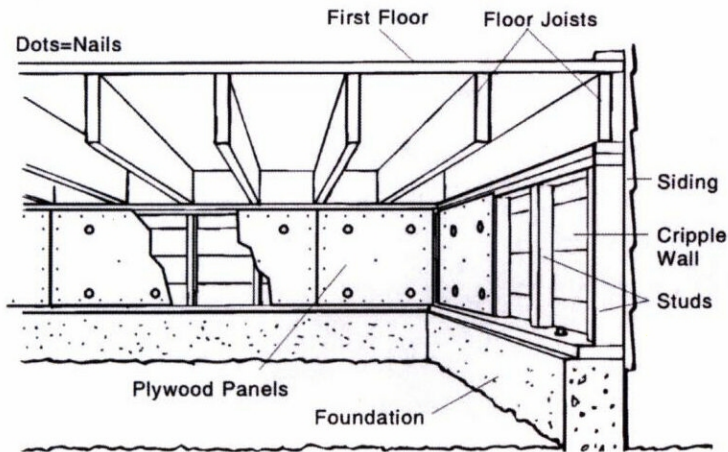


図 2-5 木造戸建て住宅の Cripple Wall の補強



図 2-6 ロマプリエータ地震での Cripple Wall 被害の例

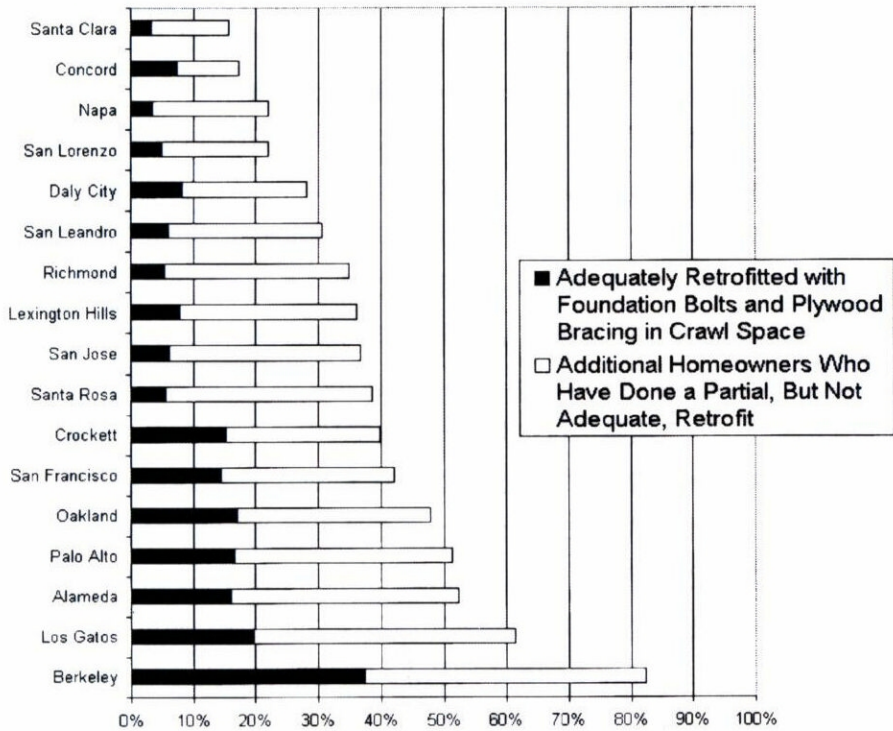


図 2-7 戸建て住宅の耐震補強実施率の比較



図 2-8 ロマプリエータ地震での木造共同住宅の被害例



図 2-9 バークレー市内における耐震補強された URM 建物の例