

1. 概要

1.1. 目的

本書の主たる目的は、建築物の耐震改修のための技術的に適切な、全国的に受け入れられるガイドラインを提供することにある。このガイドラインは、設計専門家にとっては便利な道具となり、建物を規制する役所にとっては参考図書となることを目的とし、あわせて、今後、建築基準法の条項や規格を作成・施行する際にその基礎となることを意図している。

本書は2巻からなる。ガイドラインは要件と手順を詳述し、解説編で説明を行う。「用例」と名付けた姉妹編には、典型的な欠陥や改修費用に関する情報、その他の有用な注釈的な情報が記されている。

本書は、主な利用者として、建築家および構造技術者、建築関係者、特に建築基準法の作成・利用に関係する専門家、建物の設計や解析を行う専門家を想定している。部分的には、専門家以外の、建築主、政府機関や政策立案者などの2次的利用者にとっても有用なものとなるだろう。

ガイドラインを適切に利用するためには、設計専門家の工学的専門知識が不可欠であり、次章以降では、「技術者」と明記されていることから明らかなように、建築設計の経験を持つ専門家の技術知識を前提としている。

建物の建築主が自らリスクの軽減を図ろうとする時に、技術者は本書によって、耐震基準選択について助言することができる。また、耐震改修プロジェクトの設計と解析に本書を用いることも可能である。しかし本書を設計の手引書、参考書、便覧とみなすべきではない。「解説編」や「用例」で、指導的な例や説明があっても、他の補足情報や基準の原典を知って本書を読んでほしい。

本書は規定でも基準でもない。建築主や設計専門家の自発的な利用、規定や基準としての適用、採用を意図している。ガイドラインからその内容を法規や基準に変換する場合には、最低限、次の点が必要となる。a) 特定の状況やビルタイプに対して許容基準を適用できるかどうかに関する注意深い検討 b) 法規用語への変換 c) 適用に関する規則の追加、あるいは促進政策の追加 d) 所定の裁判管轄内で特定の建築業務に関わる要件の変更・追加

本書の範囲と制約に関する重要な記述については1.3を参照のこと。

1.2. 重要な新機能

本書に記す新しい機能のなかには、新築の設計で使用する従来の耐震設計手順と大きく異なるものがある。

1.2.1. 耐震性能レベルと改修目標

耐震性能のレベルと範囲を決める方法および設計基準を示す。耐震性能レベルは4段階、「倒壊防止（回避）」、「人命安全」、「即時使用」、「運用可」（運用可レベルについては、定義はあるが、完全な設計基準の仕様はこのガイドラインに含まれていない。2章参照。）に分かれている。この4つのレベルは、ビルの耐震性能、あるいは、どの程度の損傷や経済的損失、崩壊が発生するか、を記した連続的な物差しの上にある不連続な点である。

耐震性能レベルはいずれも、構造体の損傷状態の限度を記述した「構造体耐震性能レベル」と、非構造体の損傷限界を記述した「非構造体耐震性能レベル」で構成されている。上記の4段階の基本的耐震性能レベルを示すために、3段階の「構造体耐震性能レベル」と4段階の「非構造体耐震性能レベル」を組み合わせている。

さらに、特別な目的を持つ特殊な改修設計法に対応するために、2つの「構造体耐震性能範囲」を定義している。これは、かなり明確に定義された「構造体耐震性能レベル」間のあいだに位置するものとなる。このように、構造体・非構造体耐震性能範囲を含めることで、幅広い耐震改修目標を記述す

建築物の耐震性能レベル・範囲

耐震性能レベル：想定する「地震後の建物の状態」震災による損失の程度を測定する物差ししにある、明確に定義された点。損失は、死傷者に加えて、資産や機能性の面でも生じる。

耐震性能範囲：性能を、レベルのように点ではなく、範囲で表す。

耐震性能のレベルや範囲の指定：耐震性能は、構造体と非構造体の損失に分かれる。構造体の損失は「S-1～S-5」で、非構造体の損失は「N-A～N-D」で指定する。

建築物の耐震性能レベル：構造体と非構造体の性能レベルを組み合わせることで全体の損失程度を記述する。

耐震改修目標：耐震性能レベル・範囲と震度判定基準を組み合わせる。

運用可能レベル

バックアップ・ユーティリティによって、機能を維持する。損失はほとんどない。(S1+NA)

使用可能レベル

「使用可能」の検査評価を受けている。補修は軽微。(S1+NB)

人命安全レベル

構造体は安定した状態にあり、十分な余力がある。危険な非構造体の損傷は制御可能。(S3+NC)

崩壊防止(回避)レベル

建物はかろうじて立っている。その他の損傷・損失はすべて考慮可能。(S5+NE)

高い耐震性能
損失は小さい



低い耐震性能
損失は大きい

ることができる。事実、本書に採用している耐震性能レベル体系が目指すところは、一つには、以前、法規や基準で示された耐震性能目標、および、自主的な耐震改修努力の目標を網羅することである。

3段階の構造体耐震性能レベルと2段階の構造体耐震性能範囲は以下のとおり。

- S - 1：即時使用可能レベル
- S - 2：損傷制御範囲（人命安全レベルと即時使用可能レベルの間）
- S - 3：人命安全レベル
- S - 4：限定的安全範囲（人命安全レベルと崩壊防止レベルの間）
- S - 5：崩壊防止レベル

加えて、構造体性能レベルは考慮しないが、非構造体のみ改修する状況を表すS - 6の指定がある。

4段階の非構造体性能レベルは以下のとおり。

- N - A：運用可能レベル
- N - B：即時使用可能レベル
- N - C：人命安全レベル
- N - D：危険低減レベル

また「N - E」の指定は、非構造体耐震性能は考慮しないが、構造体のみ改修する状況を表す。

「地震を受けた後、建物はどのようになるか」と聞かれれば、次のような質問が寄せられる。すなわち、どんな地震か？小さいか、大きいのか？建築物が位置する立地における震度は中小規模か、大きいのか？ガイドラインの適用に当たって、望ましい性能レベルや範囲に加えて、地震動の判定基準を選択しなければならない。そのためには、地域もしくは国の地震災害予測地図を参照するか、或いはその敷地を特別に調査する。

特定の震度に対して希望する耐震性能レベルを選ぶと、結果は耐震改修目標となる（詳しくは、1.5.1.3節を参照のこと）。基本的安全目標（BSO:Basic Safety Objective）を除いて、耐震性能と地震動危険度を予め組み合わせたものはない。基本的安全目標(BSO)が達成されるのは、建物が次の2つの判定基準を満足するときである。

- (1) 基本的に安全な地震 1 (BSE-1) のとき、人命安全性能レベル (構造体の人命安全性能レベルと非構造体の人命安全性能レベルの組み合わせ)
- (2) 基本的に安全な地震 2 (BSE-2) で定義されるように頻度の少ない強い地震のとき、崩壊防止 (回避) 性能レベル (構造体についてのみ設定されている性能レベル)

他の耐震改修目標を達成する場合も同様に、この 2 種類のレベルの地震動の、どちらか一方、または両方が設計過程で使用される。しかし、基本的安全目標 (BSO) については、この 2 種類の地震動が、必要な判定基準と定められている。崩壊に対する余裕は小さく信頼性は低い、基本的安全目標 (BSO) の主要な目標は、米国耐震基準の要件に従って最近設計された構造物の安全レベルと同様の安全レベルを、耐震改修される建物にも設定することである。事実、新築の建築物の場合と同様の地震動の使用を支持する論拠は、予期される耐震性能を直接比較できる点である。しかし、基本的安全目標 (BSO) では損傷の経済損失については明確には考慮されていないこと、新築の建物に比して改修したビルの方が損害が大きいと予測されることを念頭に置かねばならない。

耐震性能レベルと地震動判定基準を組み合わせることで、基本的安全目標 (BSO) 以外に多くの改修目標を決めることができる。耐震性能レベルや地震動判定基準に関して基本的安全目標 (BSO) を超えるものについては高度な目標 (Enhanced Objective) と呼び、同様に、基本的安全目標 (BSO) の内容を満足しないものを限定的目標 (Limited Objective) と呼ぶ。

1.2.2. 体系的改修法と簡易改修法

簡易改修はガイドラインで指定した小規模な建物に適用される。簡易改修の主たる意図は、可能で適切な場合に限定的目標を追求することによって、地震危険度を効率的に低減することにある。部分的改修法は、パラペットや他の外壁が落下する危険性など、危険度の高い建物の欠陥が対象であり、簡易改修技術に含まれる。範囲は限られているが、簡易改修法が適用できる建物は、全米に数多く存在する。簡易改修法は、新築ビルの耐震基準で一般的な等価静荷重解析手順を採用している。

体系的改修はどのような建物にも適用可能で、既存の構造要素や部材 (モーメントの存在する架構などの要素 (element) は、梁・柱要素 (beam and column components) で構成される) の徹底チェック、および新たな要素や部材の設計、予想される変形と内部応力について全体的な相互作用が許容範囲にあるかの検証を必要とする。体系的改修法は構造物の応答の非線形挙動に焦点を当て、耐震基準では以前は重視されていなかった手順を採用している。

1.2.3. 解析方法の種類

体系的改修では 4 種類の異なる解析手順を用いることができる。線形静解析、および線形動解析、非線形静解析、非線形動解析手順である。解析手順は建物の特性に基づく制約に従って選択する。線形手順は旧来からの線形の「応力 歪関係」を用いるが、それと同時に、建物全体の変形と材料の強度限界の調整を行って、地震応答の非線形性状を適切に考慮できるようにする。非線形静的手順は通常「荷重増分法」と呼ばれる地震時の構造体の変形を推定する簡略化した非線形解析技法を用いる。非線形動的解析は非線形時刻歴解析として知られ、相当な判断力と経験が必要で、本書「2.9.2.2 節」に記述する制約内でのみ使用することができる。

1.2.4. 部材挙動の定量的指定

耐震性能レベル・範囲の概念は、本質的に、層間変形率もしくは個々の部材や構造要素 (架構や耐震壁等) が必要とする強度と靱性などの解析結果を用いて性能を測定できるという前提に基づいている。選択した耐震性能レベルで構造体を検証できるように、多くの一般的な構造要素や部材のスティッフネス、強度、靱性特性を、実験結果と解析実績から入手し、それをガイドラインの標準形式に当てはめている。

1.2.5. 新しい情報と技術を耐震改修に利用するための手順

既存の材料および構造要素に対する試験は継続され、また新しい手法や製品も開発されるであろう。構造体の応答を改善する手法や製品もまた進化するだろう。解析技術と許容基準については、ガイドラインの形式に従えば、そのような新技术を迅速に組み込むことが可能である。2.13 節はこの点に関して、具体的な手順を記している。ガイドラインは新製品のみならず、既存の材料や手法の評価と記述に大きな影響を与えるであろう。また、9 章は全体を免震とエネルギー消散という 2 つの新技术に当てている。

1.3. 適用範囲、内容、制限

本章では、次の項目に関して本書の内容の適用範囲と制限を記述する。

- 建築物と荷重
- 耐震改修に関する取り組みと政策
- 地震地図の作成
- 技術的内容

1.3.1. 建築物と荷重

本書は、地震の影響に対する抵抗力が欠如すると判定された建築物すべてに適用されるものとする。建築物の重要性、稼働性、歴史的な特性、規模、その他の特性は問わない。本書は、地動の直接的影響に加えて、液状化のような局所的な地盤破壊が建築物に与える影響についても考慮する。本書の手順は、注意深く応用して、パイプ製棚、鉄製収納棚、塔槽類、棧橋、波止場、発電設備など、ビル以外の構造物にも適用できる。構造タイプ一つひとつについて、特に、橋や原子力プラントなどのように独自の基準や規格で設計する特殊な構造物に本手順が適用可能かどうかは吟味されていない。先に述べたように、本書の規定は強制を意図したものではないことに留意することが重要だ。強制使用のために本書の手順を部分的に採用する場合は、事前に、対象の構造物への適用について十分な検討が必要である。

本書は、建物の全体的構造の耐震性と、構造要素（耐震壁や架構）および構造部材、たとえば架構における柱や壁の境界部材、の耐震性に適用される。また、天井、間仕切り、機械/電気システムなど、既存ビルの非構造要素にも適用可能である。強度と靱性の強化技術に加えて、本書はアイソレーターやダンパーの導入のような地震力の作用を軽減する改修技術にも対応している。また、新築のビルの設計を対象とはしていないが、既存ビルに追加する新しい構造部材や架構等の構造要素を取り上げている。地震荷重のない時の重力と風荷重に対する部材の評価は本書の対象外とする。

1.3.2. 耐震改修に関連する取り組みと政策

建物の地震被害の危険を軽減する過程で、本書に含まれない重要な段階がいくつかある。最初の段階、特定のビルの耐震改修に着手するか否かの決定は、ガイドラインの適用範囲にはない。耐震改修を行うことが決まれば、耐震改修解析を如何に行うかについて、本書の詳細な技術指針が適用可能となる。

また、改築・構造変更プロジェクトに対して、いつ、強制的にガイドラインを適用するか決定（いつ、規定として使用開始するか決定）についても、本書の範囲にはない。最後に、建物を改修しないで地震被害を軽減する方法、例えば、居住者を減らすなど、は本書では扱わない。

どのような建物であっても、改修目標選択に関する提言は本書の範囲ではない。上記のように、妥当とされている人命安全に関わるリスクは、基本的安全目標（BSO: Basic Safety Objective）として定義されている。基本的安全目標より高い、あるいは低い目標を設定することも可能だ。解説編では、種々の耐震性能と地震被害のレベルを組み合わせるとき考慮すべき問題を論じている。ただし、すべての組み合わせが、必ずしも、合理的あるいは費用効果の高い改修目標になるわけではない。ガイド

ラインは新築ビルの設計より耐震改修により大きい柔軟性が要求されるとの前提で作成されている。種々の改修目標によって柔軟性が確保されるとは言え、改修目標が決まれば、ガイドラインに示す一貫した手順に、必要な解析仕様と建設仕様が記述されている。

ガイドラインの特色は、特定の耐震性能レベルに関する損傷状態の記述である。この記述は、改修設計で設計専門家と建築主が適切な耐震性能レベルを選択するときに役立つとの意図からであり、地震で損傷を受けたビルの評価に直接用いるものではない。耐震改修設計基準の選択に用いる損傷記述と、震災後の損傷評価に用いる損傷記述は類似しているが、設計と評価の過程に含まれる要素は多様である。一つのパラメータで、耐震性能レベルを定義したり、地震で損傷を受けた建物の安全性や有用性を決めることはできない。

地震損傷ビルの補修の技術はガイドラインには含まない。しかしながら、補修した梁・柱等の構造部材の力学的特性が分かっているとき、類似する構造部材と比較して、本書で用いる合格（許容）基準を導き出すことができる。また、架構や耐震壁などの、補修した構造要素、既存非損傷構造要素と新たに加えた構造要素を組み合わせることで本書を用いてモデル化し、それぞれを耐震性能レベルの合格（許容）規準に照らしてチェックすることができる。

ガイドラインは、既存未補修ビルの耐震性能を評価する目的で書かれたものではないが、改修を必要とするかどうかを判断する際に、評価目的の参考に利用することができる。これは、新築ビルの基準が時に評価ツールとして利用される場合と同様である。

1.3.3. 地震地図の作成

米国における地震動予測地図は、ガイドライン用に特別に、新たに作成されてはいない。しかしながら、1996年に米国地質調査所USGS（United State Geological Survey）とBSSC（Building Seismic Safety Council）との共同プロジェクト（プロジェクト'97）の一環として新しい全国的な地震災害予測地図が作成され、新築ビル用の「1997 NEHRP Recommended Provisions」の更新が行われた。国内の確率論的予測地図は、50年間の超過確率が10%、100年間の超過確率10%（50年間の超過確率が5%としても良い）、250年間の超過確率10%（50年間の超過確率が2%と表現できる）の地震動について作成された。これらの確率は、平均しておよそ50年、1000年、2500年に一回起きると予測される地震動に対応している。さらに、明らかな震源を有する地域では、特定の地震に対する地域地震動（決定論的地震動として知られる）を作成した。このように様々なケースでの地動応答スペクトルの主要な縦座標があれば、どの立地においても、利用者は完全なスペクトルを作成することができる。ガイドラインでは、種々の解析技法で入力地震波として応答スペクトルを使用すると書かれている。

プロジェクト97におけるBSSCの責任は、新しい地震災害情報を新築ビルの設計に最大限活用するために全国地図と解析手順を開発することであった。その過程の一環として、USGSの確率論的地図と決定的論的地図を部分的に組み合わせ、国内で発生する大きく、稀な事象の作用を表す地震動の地図が作製された。この事象を「最大想定地震（MCE:Maximum Considered Earthquake）」と呼ぶ。新しい建物は、従来の設計規則を用いた場合、国内の種々の地震活動で倒壊しないための安全率が等しくなるように、最大想定地震の地震動の2/3の大きさを設計することになる。

一貫性を保つために本書では、地震動の確率を50年の期間との関係で表現する。10%/50年は50年間の超過確率が10%、5%/50年は50年間の超過確率が5%、2%/50年は50年間の超過確率が2%を表すものとする。

ガイドラインに取り上げた改修目標は多様に設定できるので、関心のある地震動や、立地に特別に決められた特性を有する地震動、全国地図や地域から得た地震動などあらゆる地震動を考慮できる。しかし、特に基本的安全目標（BSO）のために使用する場合、また一般的には他の改修目標で地震動を定義する際に便利なように、10%/50年の確率地図とプロジェクト97で開発したMCE地図を、ガイドラインと共に配布している。その他の地図についてはFEMAに電話（1-800-480-2520）のこと。

「1997 NEHRP Recommended Provision」の耐震設計手順に具体的に関連する新しい地震動地図が利用可能になるだろう。この地図は、地動応答スペクトルの縦の最大値をプロットしているの、利用者はどの立地であっても完全なスペクトルを作成することができる。ガイドラインでは、種々の解析技法で、必要な入力地震動として応答スペクトルを使用するように書かれている。NEHRPの地図から即座にこの種の情報を得ることもできるが、ガイドラインでは、応答スペクトルと明記されていれば、どのような出展の地震災害データも使用可能である

1.3.4. 技術的内容

ガイドラインは地震工学と耐震改修の専門家からなる大編成のチームによって作成された。製造に利用できる実用的な最先端の解析技術を組み込み、耐震性能レベルの基準は、実際の実験結果を利用して設定された。また実験結果については、可能であれば、多方面の開発チームの工学的判断が加えられた。1994年のノースリッジ地震で損傷を受けたビルの一部、および新築ビル用の規準を用いた設計を数は限られているが、本書の手順によってチェックした。しかし今のところ、他の基準や規格と総合的な比較を行う機会や、実際の地震動のもとでの損傷レベルの予測精度を評価する機会を得られていない。執筆時点(1997年)では、種々の解析技術や合格(許容)基準を徹底的にテストするために、重要な事例研究が進行中である。未改修のビルとガイドラインその他の基準によって改修されたビルの性能を研究することによって、今後、被害を及ぼす地震から学ぶこともあるに違いない。また、組織的な計画を策定し、ガイドラインのデータや手順、基準に関連する新知識を集め、評価し、将来の改良に向けての提案も行われるだろう。それぞれの状況で、種々の解析技術や材料の合格基準の適用が可能かどうかを決定する際に、工学的判断が必要となる。個々のビルについて得られた結果は、代替方法と相違点の綿密な分析によってさらにチェックを行い、有効性を確認することが望ましい。「解説編」に記された情報は、そうした有効性を確認する研究にとって有益だろう。

性能設計の概念と用語は新しいので、使用する前に、十分に調べたうえで、建築主と話し合う必要がある。性能レベルで使用する専門用語は、設計の「目標」を表現するためのものである。実際の地震動が改修目標で指定したものと同等になることはほとんどないので、種々の損傷状態を目標とする設計は、相対的性能を決めるに過ぎない。改修目標で指定したものと類似した地震動を与えられ、設計に用いたとしても、指定した性能との相違が生じることもある。これは、既存ビルでの未知の形状・部材サイズ、材料の劣化、不完全な立地データ、狭い範囲で生じる地震動の変動、モデル化と解析に関わる不完全な知識と簡略化に関係している。よって、ガイドラインに従っても指定した性能が保証されるとは限らない。ガイドラインの提言の統計的信頼性に対する判断は、プロジェクトの対象ではない。そうした研究は、信頼度を判定する新たな方法の開発と、その方法に対する合意が必要である。しかし、指定したレベルの要件に従い、種々の性能レベルを達成するときに予測される信頼性については、「解説編」の2章で取り上げる。

1.4. 他の文書や手順との関連

ガイドラインでは他の多くの文書に具体的に言及しているが、一般的に次の出版物と関連がある。

- 「FEMA222A, FEMA223A, NEHRP Recommended Provision for Seismic Regulation for New Buildings(BSSC,1995)」(新築ビルの耐震規制に関する推奨規定)
新しい部材を設計するために、ガイドラインは、新築ビル用の規定およびその参考図書とできるだけ適合するように作成されている。以後ガイドラインでは、同規定の具体的項目の利用について詳しく記述している。
- 「FEMA302, 303, 1997 NEHRP Recommended Provisions for Seismic Regulations for New Buildings and Other Structures(BSSC, 1997)」(新築ビルその他の構造物の耐震規制に関する推奨規定)
ここでは「1997 NEHRP Recommended Provision」という。ガイドラインの次版と同じときに準備されている。「1994 NEHRP 推奨規定」への参照が多い。

- 「FEMA237, Development of Guidelines for Seismic Rehabilitation of Buildings, Phase I: Issues Identification and Resolution(ATC,1992) (建築物の耐震改修ガイドラインの作成 フェーズ1：問題の特定と解決)
同文書は、ASCE(American Society of Civil Engineers)の承認を得、本書の政策的方向性を示した。
- 「Proceedings of the Workshop To Resolve Seismic Rehabilitation Sub-issues(ATC 1993) (建物の耐震改修に関する二次的問題を解決するためのワークショップ議事録)
同議事録は、詳細な二次的問題について、ガイドライン執筆者に参考意見を提供した。
- 「FEMA172, NEHRP Handbook of Techniques of the Seismic Rehabilitation of Existing Buildings(BSSC,1992a) (既存ビル耐震改修技術ハンドブック)
URS/Blume が作成したものを BSSC が見直しを行った。既存ビルの耐震欠陥を技術的に解決するための建設技術が記されている。
- 「FEMA178, NEHRP Handbook for the Seismic Evaluation of Existing Buildings (BSSC,1992b) (既存ビルの耐震評価技術ハンドブック)
ATC で作成し、BSSC の承認を得る。人命安全の観点から耐震欠陥があるかどうかを判断するための既存ビルの評価を主題とする。同書のモデルビルタイプその他の情報は、ガイドライン 10 章、および用例編 (ATC,1997) で広範囲に使用、もしくは参照されている。1992 年発行 FEMA178 は、ガイドラインとの適合性の改善を図るとともに、耐震性能目標を追加するために改訂されている。
- 「FEMA156, 157, Second Edition, Typical Costs for Seismic Rehabilitation of Existing Buildings (Hart,1994,1995) (既存ビル耐震改修にかかる標準的コスト 第二版)
建設コストや詳細な調査による、2000 件を超える建物の改修費用の統計的解析レポート。複数の異なる地震帯と耐震性能レベルがデータに含まれている。データは 1994 年に作成されているので、現在のガイドラインに従って改修したビルに関するものではない。ガイドラインに示す耐震性能レベルは、以前使用していた類似レベルと大きく異なることはないので、改修費用は今なお、かなり標準的な値を示していると考えられる。
- 「FEMA275 Planning for Seismic Rehabilitation: Socieal Issues (VSP,1996) (耐震改修計画：社会的問題)
改修に関連する社会的問題及び実現問題を取り上げ、いくつか事例史を記述している。
- 「FEMA276 Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings: Example Applications (ATC, 1997) (建築物の耐震改修ガイドライン：用例)
「ガイドラインとその解説」の姉妹編に相当する。種々の地震地域において、異なる改修目標で耐震改修を行った建物の例を記述している。作業費用を示し、FEMA156 及び 157 に言及している。本文書は、以前の事例史をもとにしているので、取り上げた建物は現在のガイドラインに従って改修したものではない。しかし、ガイドラインで定めた性能レベルは以前用いていた同等のレベルとは大きく異なることはないので、事例研究は代表的なものと考えられる。
- 「ATC40 seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings (ATC,1996) (コンクリートビルの耐震評価と改修)
表 2-9 と殆ど同一の耐震性能レベル及び荷重増分非線形解析を取り入れている。変位量を決定する性能スペクトル法を詳細に取り扱う。同書が扱うのはコンクリートビルのみ。

1.5. 耐震改修過程におけるガイドラインの利用

図 1-1 は耐震改修過程全体を大局的に見通したもので、本書に記す手順の流れの概要である。全体の過程を簡略化した流れ図で示すとともに、図 1-1 は、ガイドラインの範囲外の措置に加えて、本書からの情報が必要と思われるポイントを表示している。ガイドラインから情報を得る箇所で、流れ図に具体的な章番号を記している。この図は、あくまでも一般的な改修過程を描写したもので、過程には様々な形があり、図より多くの手順を要したり、その順序も異なる場合がある。

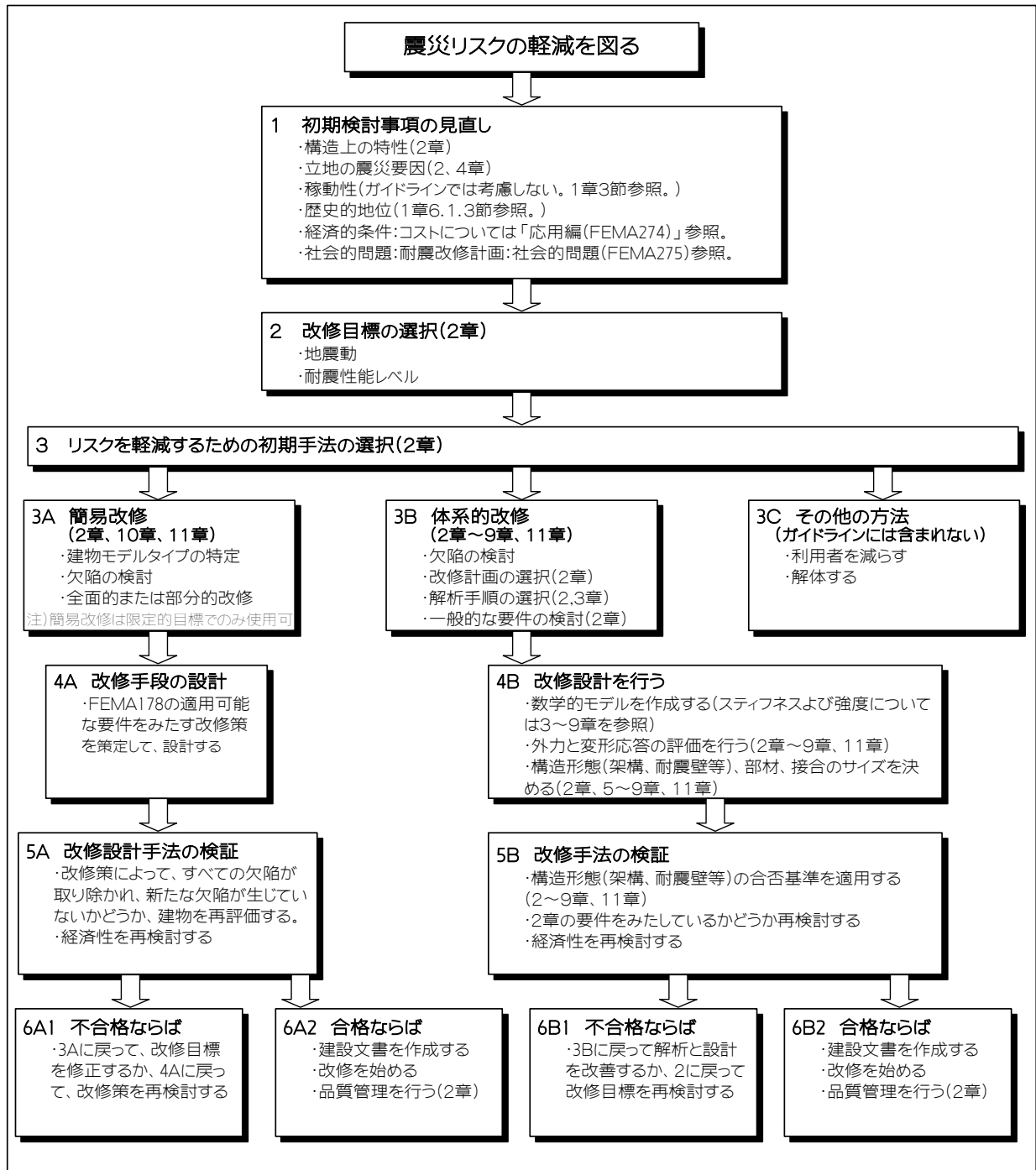


図1-1 改修プロセスのフローチャート

1.3 節に示すように、ガイドラインは、耐震改修を必要とする建築物であると、すでに結論づけられていることが前提とされている。その決定に至る評価技法には特に触れない。しかし、体系的改修（1.5.4 節）に関連する詳細な解析・検証技術を利用すれば、他の評価・分類システムで欠陥ありとされた建築物が、実際に修正なく許容可能であることが示されるかもしれない。これは例えば、既存建築物の耐力が、正確性において劣る評価法で判定した耐力より大きいことが、ガイドラインの解析手法によって判明する場合に生じる。

1.5.1. 個別の建物に関する初期の検討

基本的な情報を入手して、改修過程が始まる前に考慮しておけば、ガイドラインの利用は簡単でより効果的である。

建築主は耐震改修にかかる費用と影響がどの程度になるかを把握しておく必要がある。耐震改修目標によって費用と影響は変化し、かつ、耐震改修には付加的経費が発生する可能性がある。例えば、人命安全の強化、危険物の除去、米国障害者法に関わる作業、耐震以外の改築などが考えられる。また、歴史的建物やその他、古い非居住用建物に対する潜在的な税制優遇措置も考慮に入れなければならない。

種々のリスク軽減計画にともなう一時的、恒久的な機能停止の重要性を検討する際に、建物の用途を考慮しなければならない。歴史的特性や美観に起因する改修上の制約もまた理解しなければならない。少なくとも 50 年経過した時点で、建物の歴史的価値を見極める必要がある（本章後半の補足説明「歴史的建物に関する考慮」を参照）。この見極めが早期に必要なのは、改修技法の選択にかかわるからである。

本書は改修の基本的な技術的観点に焦点を当てている。ガイドラインに含まれる基本的な情報を下記に記す。

1.5.1.1. 地震動以外の立地災害

ガイドラインの解析・設計手順は、地震動による荷重と変形を受けたときの建物の性能を改善することを目指している。しかし、建物の立つ土地には、耐震性能とは無関係に、建物に損傷を与える地震災害が存在する。この中には、断層破壊、液状化または震動による土壌の崩壊、地滑り、ダムの崩壊や津波などの外部要因による浸水が含まれる。

このような立地災害に起因するリスクや損傷の範囲は、地震被害の軽減に目的を定めた改修に取り掛かる前に考慮すべきである。状況によっては、立地の災害を軽減することが可能かもしれない。多くの場合、立地災害の可能性は小さく、振動に対する耐震改修のみでよい。立地に危険性がある場合は、単独で、または耐震改修プロジェクトと関連して危険性を軽減することが可能である。立地災害の危険性が非常に大きく、制御が困難であるため、改修の費用効果があがらないこともある。

2 章は本書の耐震改修要件に対する地盤震害危険の適用可能性について述べており、4 章では、対応する解析手順と軽減措置を記している。

1.5.1.2. 既存建築物の特性

2 章で施工完了時の状況調査を取り上げる。ガイドラインを効率的に利用するには、建築物の構成、および構造特性、耐震欠陥に関する基本的知識が必要である。このような情報の多くは、通常ビルの耐震性評価から得られる。地方自治体から建物建設区分に従って耐震改修命令が出た場合、建物タイプや典型的耐震欠陥を熟知していることが望ましい。このような情報は、FEMA178 (BSSC,1992b) と姉妹編の「用例」などの情報源から得ることができる。

簡易改修を希望する場合、簡易改修（図 1-1 ステップ 3）に適しているかどうかを判定したり、予備設計（図 1-1 のステップ 4）を行うためには、建物についての基本的な情報が必要である。詳細な検査プログラムを決める前に、効率的に知識を得るため、また見えない場所の構造的特徴や材料特性をできるだけ損なわないためにも、主要な箇所やパラメータを選択する準備計算を行うのが賢明である。

建物が歴史的なものであれば、より徹底的に施工完了時の状態を調査し、解析を行わなければならない。歴史的建物の性格を特徴づける空間、機能、詳細を取り上げた印刷物を参考にしたり、歴史保存の専門家の知識を必要とすることもある。

1.5.1.3. 改修目標

ガイドラインの手順を使用する前に、少なくとも準備段階で、改修目標を選択しなければならない。改修目標は、設定した震度に対して損害・損失の限度をどの程度にするか（性能レベル）を示すものである。改修目標の選択は、自発的改修であれば建築主と技術者が、強制的な場合には関係の公的機関が行う。建物が歴史的なものであれば、内務長官の改修規格に従って、その歴史的な構造と特徴を保護するという目標が新たに追加される。

改修目標は、可能なら常に、基本的安全目標(BSO)の要件を見たさなければならない。BSO は二つの部分から構成される。1 は、BSE-1（50 年間に 10%の超過比率の地震（10%50 年）但しいかなる場合も最大想定地震で地震応答の 2/3 を超えない）のとき人命安全性能レベルで、2 は最大想定地震と呼ばれる非常に大きく稀な地震動（ガイドラインの BSE-2）のとき倒壊防止性能レベルである。本書では、BSO をベンチマークとして、改修目標の高低を比較できる。

既存ビルの未知の条件や材料の劣化、不十分な立地データ、地震動で予測される大きな変動などに関連して耐震性能が変化するため、ガイドラインに従っても指定した性能レベルが保証されとは限らない。要件に従って、各種性能レベルを達成したときに期待される信頼性については「解説編」の 2 章で取り上げる。

1.5.2. 初期のリスク軽減策

財産や人命、地震後のビル利用を危険にさらす地震リスクの軽減方法は数多くある。脆弱な建物の利用縮小、設備の重複、非歴史的ビルの解体・建替えなどが考えられる。非構造体の部材や内容物が引き起こす危機も減少させることが可能である。振動以外の地震立地災害も軽減できる。

しかし、損傷リスクを減らすためにあらゆる選択肢を考慮するとき、建物の改修オプションの検討は欠かせない。改修方法としては構造体を補強・強化する、不均整箇所を除いたり構造体をつなぐために局部的に構造形態（架構や耐震壁等）を加える、免震材やエネルギー吸収材を利用して建物への負荷を減らす、構造体の階高や質量を減少させる、などが挙げられる。これらの改修策については 2 章で詳述する。

建物に適した改修は、簡易改修法または体系的改修法のいずれかをを用いて決定する。

1.5.3. 簡易改修

簡易改修の対象となるのは、多くは、特に中から低レベル地震帯にある、規則的な構成の小規模な建物である。簡易改修は、体系的改修で用いる完全な解析的改修設計手順に比べて、解析は複雑ではなく、場合によっては設計も少ない。多くの場合、簡易改修は費用効果に優れた耐震性能の改善が可能だが、指定した性能レベルに値する十分に詳細な、あるいは完全な、解析と評価を必要としない。簡易改修技術は、建物全体についてと同様に、構成部品（パラペット、雑壁）についても記述されている。構造システムの簡易改修については 10 章で述べ、簡易改修が許容される地震活動とビルタイプ、その他の考察項目の組み合わせを 2.8 節及び表 10-1 に示す。非構造体の構成部品については 11 章で述べる。

1.5.4. 体系的改修

体系的改修法は完全であることを目的としているので、指定した性能レベルに到達するために必要な要件がすべて含まれている。体系的改修は新築の設計と同様、繰り返し作業で、既存の構造体の変更を想定して設計・解析を行い、解析結果の合否を構造形態（架構等）と構造部材について検証する。新規または既存の構造形態や構造部材が不適切と判明すれば、変更を行い必要なら改めて解析と検証を繰り返す。体系化改修は2章から9章、11章に記す。

1.5.4.1. 予備設計

改修策の範囲と構成を決めるにあたって、横力に抵抗する既存の、あるいは追加・修正した構造形態（架構等）の、剛性と応力、降伏後の挙動の相互関係を評価できるだけの詳細な予備設計が必要である。実際の地震時層間変位のもとで、変形能力を確保するために、大きな横力剛性を持つ構造形態（架構等）をすべて数学モデルに含めるのが望ましい。しかし、新築のビルを設計する場合と同様、構造形態や構造部材の一部は、その適正を保证するために変形適合性チェックを行う限りでは、横力抵抗成分と見なされない場合もある。図1-1では、予備設計はステップ3,4に入る。

1.5.4.2. 解析

予備設計に用いる数学モデルは、3章で定義する解析手法の一つと関連して作成しなければならない。解析手法は、線形手法（線形静的と線形動的）および非線形手法（非線形静的と非線形動的）である。非線形動的な手法を除いて、ガイドラインの定める解析・改修設計手順は、新築ビルの設計審査と同様の方法で、建築部局がガイドラインとの整合性をチェックできるように整備されている。種々の状況で用いるモデル化の仮定を4章から10章に、非構造体の部材については11章に、必要な地震動に関する指針は2章で記述する。非線形動解析手順の利用について指針を示すが、その適用には相当な判断力が求められる。種々の解析手法で用いる地震動の適用基準を示すが、入力地震動を作成するための明確な規則はガイドラインには含まれない。

1.5.5. 検証と経済性

体系改修では、入力地震動によって構造形態（架構、耐震壁等）に生じる応力と変形の影響を、選択した性能レベルの合否に照らしてチェックしなければならない。合否の判定基準は一般に、材料によって分類されているが、4章から9章に記述する。加えて、改修設計を全面的に採用するまえに、2章に示す（簡易改修については10章に示す）詳細、構成、接続に関する一定の要件を満たさなければならない。非構造要素については11章に述べる。設計の経済性を検討するため、この段階で費用の見積もりを行うこともある。

設計が経済的でない、あるいは実現不可能なことが判明すれば、新たな改修目標もしくは危機軽減策を考えなければならない。図1-1のステップ2,3の過程をもう一度やり直すことになる。設計を微調整するだけなら、あるいは別の案を試すのであれば、ステップ3,4の過程に戻る。

1.5.6. 設計の実施

満足のいく設計が完了したら、重要な実施段階が始まる。2章に施工時の品質保証プログラムの規定を示す。施工費用とスケジュールの詳細な分析はガイドラインの手順には含まれていないが、このような重要な問題は用例編（ATC,1997）で論ずる。その他、実施過程の重要な側面 建築技術の設計専門家による施工記録作成の詳細、建築許可の取得、施工業者の選択、特殊な材料の歴史的保存技術の詳細、資金調達 - は本ガイドラインの範疇ではない。

1.6. 地域的・指導的危機軽減計画におけるガイドラインの利用

ガイドラインは多様な状況で利用できるように書かれている。例えば、地域の危機軽減計画や、多くの建物を所管する広域基盤の組織や行政機関の作成する規制策において利用可能である。これらの対策は、特定の建物タイプを改修の対象としたり、他の改築作業と連結して全面的な改修を必要とすることもある。ガイドラインには種々の耐震改修目標とモデルビルタイプの利用が組み込まれているの

で、地域の地震条件および対象建物、社会的・経済的考慮、その他の事情に合わせた改修要件を作成することができる。地域の状況に合わせた規定を抽出して、規制用語に変え、適切な規格や地方条例に採用することもできる。

1.6.1. 危機軽減計画の初期条件

地域的または指導的計画では、危険度の高いビルタイプを対象にしたり、全体の優先順位を設定することもある。このような決定は、対象建物の物理的、社会的、歴史的、経済的な特性を全て考慮に入れて行われる。報奨金は自発的な危機軽減を促すが、関係者が協力して作成する綿密な指導的または強制的対策の方が、一般に効果的である。そのような対策の潜在的なメリットとして、より迅速な全面復旧に加えて、直接的な地震被害（死傷者、損傷修復費用、建物の利用不能）の軽減が挙げられる。また、改修ビルは価値が上がり、保険料率は下がる。さらに、プラスマイナス効果の考慮を要する問題は、耐震改修と全体計画の目標や歴史的遺産の保存、地域経済との相互関係である。この種の問題については「耐震改修計画：社会問題(Planning for Seismic Rehabilitation: Social Issues)」(VSP,1996)で検討している。

社会的、経済的、政治的考慮

本ガイドラインの範囲は、建物の耐震改修の技術的基盤に限定されているが、利用者は技術以外の問題と社会的経済的な影響の重要性を認識する必要がある。これらの問題と場面は状況によって変わるが、別書「Planning for Seismic Rehabilitation: Societal Issues(耐震改修の計画：社会的問題)」(FEMA275)で論ずる。

建設費用

耐震改修の費用が常に少額なら、社会的政治的費用と論争はおおむね存在しないだろう。しかし残念ながら、耐震改修では、構造物の脆弱な部分に手を入れる為に建築材料を取り除く必要が生じたり、地震と関係ない機能の向上(電気工事や障害者の利用、歴史的遺産の修復)が建築基準法の改築許可要件によって誘発されたり、同時に図られることが望ましい場合が多い。

住宅

耐震改修は究極的には住宅の在庫を増やすことになるが、建設期間中、1年以上かかることもあるので、一時的に戸数は減少する。これによって入居者に移転が求められることになる。

低所得者層への影響

低所得の居住者や企業が耐震改修によって強制退去させられることもある。地震問題とは無

関係な品質向上の場合もありがちだが、耐震改修でも賃借料や不動産価格が、投資費用回収のために上昇する傾向がある。

規制

他の分野で安全規制を課す場合と同様、耐震改修命令はしばしば論争を呼び起こす。ガイドラインは強制的な基準条項としては書かれていないが、そうした基準として採用することは可能である。このような場合、政治的な論争が予想されるので、あらゆる非技術的問題を入念に検討しなければならない。

建築

建築物が歴史的なものでないとしても、建築的な影響は大きい。外装と内装の概観が変わり、間仕切りと動線が変わることもある。

地域社会の再生

耐震改修は問題を投げかけたり費用の発生をうかがわせるだけでなく、利益をも与える。地震による損失に対して公共の安全性を高め、経済的な防御を向上させるのみならず、耐震改修は近隣住区はもとより古くなった商工業地域を再生するための先導役を果たすこともできる。

1.6.1.1. 地域的または指導的対策の潜在的費用

耐震改修（設計、検査、管理を含む建設そのもの）の主な費用は、通常、建築主が支払う。地震危険度軽減計画の策定時に考慮すべき追加費用は、計画の作成・管理に関連するもので、例えば、危険度の高い建物の特定、あるいは環境や社会経済への影響報告書、訓練プログラム、計画の点検作業、建設の検査などである。

建設費用は純粋な構造体の改修費のみならず、新たな、または取替えが必要な仕上げにかかる費用もある。耐震改修作業が、危険な材料の撤去や「米国障害者法」の部分的・全面的遵守など、管轄区域の要件を誘発することもある。また、非構造体の耐震性や機能の改良費用も考慮しなければならない。建設中に建物の使用を一次的に中断するために生じる費用も建築主は負担することになる。これらの費用を軽減するために、州政府や地方自治体が貸し付ける低金利の地震改修ローン、あるいは歴史的建物の税額控除がある。

耐震改修が建設の主たる目的であっても、耐震以外の作業が必要となれば、結果的にその費用も発生する。他方、耐震作業が改築の付加的性格を持つのであれば、耐震以外の改良はいずれにしる必要なものであったはずなので、耐震改修に帰属させるべきではない。

これらの問題は、耐震改修の費用範囲に関する指針を含めて、FEMA156 と 157 第 2 版ビル「Typical Costs for Seismic Rehabilitation of Buildings（耐震改修の標準的費用）」（Hart,1994,1995）および FEMA276「Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings: Example Applications（建築物の耐震改修ガイドライン：用例）」（ATC,1997）で論じている。これらの文書のデータは本ガイドラインより前に作成したものであるため、情報は特に本書に従って改修された建物に基づくものではない。しかし、ガイドラインで定義している性能レベルは、以前に用いた同等レベルとそれほど変わらないので、費用は依然として、かなり代表的なものと言える。

1.6.1.2. 予定と有効性

新築の建物で適正な耐震処理がなされ、古い建物の解体・建替えが時折行われるとすれば、地震に対して危険な建築物は地域社会から次第に減少していく。しかし通常この減少率は小さい。大半の建築物の構造体は 100 年以上の耐用年数を持ち、実際に解体される建物は極めて少ない。また、建物や地区が歴史的に重要なものになれば、減少の対象にはならないかもしれない。多くの場合、何もせずに待てば（あるいは行動を起こさせる外部からの圧力を待てば）、建築物のかかえる危険は累積的に大きくなっていく。

残存期間（exposure time）は危険に関する重要な要素であるとしてよく指摘される。危機軽減における時間という側面は極めて強力なので、書籍や研究会の表題に使われることが多い。例えば、「Between Two Earthquakes:Cultural Property in Seismic Zones（二つの地震の間：地震帯における文化財）」（Fielden,1987）や「Competing Against Time（時間との戦い）」（California Governor's Board of Inquiry,1990）、「In Wait for the Next One（次を待って）」（EERI,1995）などがある。したがって、計画の策定で考慮すべき重要な点は、一定の危機軽減目標達成に割り当てる時間である。一般に、長期計画は短期に比べ困難が少ないと推測される。好ましくない影響を減らすため、自然減や加速的減少を容認するだけでなく、費用の面で計画の柔軟性が高く、また改修が中断する可能性もあるからである。一方で、地震に対して欠陥のある建物の残存期間（exposure time）が長くなるので、危険度の軽減そのものはより小さくなる。

対象の建物において危険性への認識が高く、所有権や規模、稼働率で一定の有利な特性があれば、強制的対策は早ければ 5 年から 10 年で完了する。大規模な計画 - 病院のような複雑な建物が含まれていたり、財源の制限が大きい場合 - は完成まで 30 年から 50 年かかるかもしれない。単体として建物の場合、期限は、ビルのタイプや稼働率、場所、地盤タイプ、資金調達、その他の要素が示す危険度によって決まる。

1.6.1.3. 歴史的保存

建物の耐震改修は次の二点で歴史的保存に影響する。第一に、改修に関連する新たな構造形態(架構等)の導入は、建物の歴史的構造に何らかの方法で影響を与える。第二に、耐震改修作業は、将来起こるかもしれない修復不能な地震損傷から建物を守ることができる。歴史的な建物や保護地区における地震危機軽減計画の効果は、計画策定時に注意深い考慮が必要で、その後の作業は前述の国の保存ガイドラインが遵守されるように注意深く監視しなければならない(補足説明の「歴史的建物に関する考察」を参照)。

歴史的建築物に関する考慮

建築物が「歴史的」かどうかは、過程の早い段階で決定しなければならない。少なくとも 50 年経過し、単体の構造物として、あるいは歴史的地域を構成する構造物として、National Register of Historic Places や、州または地方の登録一覧に記載されているか、潜在的にその資格があれば、歴史的建築物である。また、50 年未満の建築物であっても、重要性が際立っていれば、歴史的であるかも知れない。歴史的建築物については、内務長官の「改修規格」(内務長官 1990)を用いて、歴史的な特性と構造の損失に改修が及ぼす影響に関して、選択的な解決策を作成し、評価を行わなければならない。

内務長官の規格は、改修以外に保存および修復、改築に関するものがある。これらは、Standard for the Treatment of Historic Properties(Secretary of the Interior,1992)の中で公開されている。耐震改修プロジェクトには、Rehabilitation Standards や Treatment Standard に属する作業が含まれることもある。

建築的に重要な他の構造物はもとより歴史的建築物について留意すべきは、内務長官規格が、改修は「修理や変更によって資産を利用可能な状態に戻す過程であり、これによって効率的な利用が可能になる一方、歴史的、建築的、文化的価値に大きく関わる部分や特徴が保存される」と定めている点である。内務長官は「保存」および「修復」、「復元」に関する規格を公表している。歴史的財産の取り扱いに関するより詳しい指針は「Catalog of Historic Preservation Publications (NPS,1995)」に記されている。

改修目標

所管の建築官庁から耐震改修を求められたとき、耐震要件は最低限、本ガイドラインに定める改修目標に合致しなければならない。歴史的

建築物に関する基準の多くは、改修が歴史的に重要な特性に与える影響に応じて、必要な耐震性能の弾力的適用をある程度認めている点に注意する。

建築的に類をみない重要なものが含まれているなら、これらのものの価値を考慮する必要がある。一定の地震から建築構造を確実に守る損傷制御性能範囲で建築物を改修することが望ましいかもしれない。

改修戦略

最初に危機軽減戦略を立てるにあたって、建築物の歴史的価値とその構造に配慮しなければならない。ある種の建築物にとって、主要な歴史的構造を確認する「歴史的構造に関する報告書の作成 (Development of a Historic Structure Report)」は、基本計画段階で不可欠であるかもしれない。構造的に適正な解であっても、歴史的な構造や特性の破壊を含む場合には受け入れられないこともありうる。歴史的建造物に与える影響を小さくする代替改修方法を考慮しなければならない。歴史的構造物については部分的な取り壊しも適切ではない。不適切な部分を作り出す構造形態が、構造物の歴史的な特性にとって本質的な場合もある。歴史保存の専門家の助言が必要なこともある。

歴史的建物の構造改修を完成させる際に、新しい構造部材を隠すか、そうした部材を建物史上、明らかに新しい要素として表に出すことがある。新しい構造部材を表に出すことが好まれるのは、この種の変更は「復元できる」からである。すなわち、将来、建物の歴史的構造に損傷を与えることなく、変更部分を元に戻すこともできる。構造部材を隠すか、表に出すかの決定は複雑で、保存専門家が判断するのが良い。

1.6.2. 消極的な計画における利用

他の取り組みに関連して耐震改修を必要とする計画は、しばしば「消極的」と区分される。他方、「積極的」計画は他の取り組みとは無関係に、一定期間内での、対象建物の耐震改修を義務付けるものである（1.6.3節参照）。耐震改修の必要性を消極的に作り出す取り組みは、例えば、稼働率の向上、構造改修、建物の寿命を大きく伸ばす大規模改造などで、これを「誘因」と呼ぶ。現行基準の遵守を促す取り組みの概念は、建築法規で確立している。しかし、要件の詳細はさまざまである。これらの問題は、カリフォルニアにおける耐震改修で明らかにされている（Hoover,1992）。「消極的」計画は「積極的」計画に比べて危機軽減の速度が遅くなる。

1.6.2.1. 耐震改修誘因の選択

本ガイドラインには耐震改修の誘因は含まれていない。改修の誘因の範囲と詳細は、地震危機軽減の速度と有効性、影響に大きく作用するとともに、誘因の選択は地域における政策決定で、建築物に責任をもつ個人または機関が行う。これまでに検討された誘因として、構造物の一定比率を改修、建物面積の一定割合を改築、建物価値の一定割合の費用で行う作業、建物の稼働性や重要性を高める用途の変更、所有者の変更などが挙げられる。

1.6.2.2. 消極的な耐震改修基準の選択

本ガイドラインは、危機軽減を促進するために、耐震改修の基準に採用できるよう、あえて多様な選択肢を提供している。改修目標に応じて変化する危機軽減の程度と費用によって基準を選択できる。前述のように、改修目標は、指定した地震動判定基準に対して希望する耐震性能レベルを決めて、設定する。したがって、当局は適用可能な要件を抽出し、所管の法規や標準に組み込んだり、参照することで、適切な基準を定めることができる。

誘因となった状況全般にわたって一つの改修目標（例えば BSO）を選択する、あるいは建物に加えられる変更の重要性によって目標をさらに高くしたり、下げたりすることもできる。例えば、建物の変更に伴う耐震改修の範囲について、設計専門家と建築主、建築担当部局のあいだで話し合いが必要となることもある。全面的な改築や大規模な構造変更に際しては、地方条例で完全な改修が要求される場合も多い。このように様々な利用に対して共通の枠組みを提供することが本ガイドラインの意図である。

1.6.3. 積極的 / 強制的な計画における利用

積極的な計画の対象となるのは、危険性の高い、ビルタイプや居住者の多い建物である。積極的な地震危機軽減計画では、建築主は一定の期間内に建物を改修することが要求される。また、政府機関や多くの建物の所有者であれば、改修完了の最終期限を自ら設定しなければならない。

1.6.3.1. 対象とすべき建物の選択

積極的計画では、論理的には危険性の高い建物だけが対象であるが、少なくとも危険性に基づいて優先順位を決めることになる。危険性は建物の倒壊の可能性、稼働率の高さや建物の重要性、土壌タイプ、または他の要因が根拠となる。本ガイドラインは主として改修の過程で利用するためのもので、種々のビルタイプや他の要因について、直接、危機レベルの比較を行っているわけではない。ある種の建物、例えば、無筋煉瓦の耐力壁の建物、古い不適切な配筋の鉄筋コンクリート架構ビルなどは、地域の地震活動と建築工事にもよるが、これまで高い危険性を示している。したがって、これらのビルタイプは「積極的」計画の対象となりうる。

現実問題としては、対象建物を容易に特定できるかどうかである。あるビルタイプを地域的な法律か、あるいは建築主とその技術者によって容易に特定できなければ、強制は困難であり、コスト高になる。極論すれば、ある許容可能な基準に先だって設計された建物については、該当する特性やその他危険要因があるかどうかを判定するために耐震評価が必要となるだろう。これはかなりの経費を要するかもしれない。代替手段は、たとえ正確な建物ごとの優先順位については妥協があっても、スケジュールを決めるために、容易に特定可能な建物特性を選択することである。

1.6.3.2. 積極的耐震改修計画における基準の選択

「消極的」計画(1.6.2.2節)で述べたように、本ガイドラインは危機軽減にかなりの幅を与えている。適切な改修目標の決定要素としては、地域の地震活動、改修費用、地域の社会的経済的条件が挙げられる。

積極的または強制的な計画では簡易改修法が望ましい。この改修法について本ガイドラインに記されているのは、限定的耐震性能目標のみである。材料や構成で多少の違いはあっても地域のビルタイプが特定されれば、体系的手法を用いる典型的な建物のサンプルを研究することで、簡易改修法の要件に準拠すれば、そうした建物についてはBSO(基本的安全目標)がそれ以上を満たすかもしれない。危機と性能に関するこのような判断は地方レベルでのみ可能である。

1.7. 参考文献

ATC, 1992, Development of Guidelines for Seismic Rehabilitation of Buildings, Phase I: Issues Identification and Resolution, developed by the Applied Technology Council (Report No. ATC-28) for the Federal Emergency Management Agency (Report No. FEMA 237), Washington, D.C.

ATC, 1993, Proceedings of the Workshop to Resolve Seismic Rehabilitation Subissues - July 29 and 30, 1993; Development of Guidelines for Seismic Rehabilitation of Buildings, Phase I: Issues Identification and Resolution, Report No. ATC-28-2, Applied Technology Council, Redwood City, California.

ATC, 1996, Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings, prepared by the Applied Technology Council, (Report No. ATC-40), Redwood City, California, for the California Seismic Safety Commission (Report No. SSC 96-01).

ATC, 1997, Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings: Example Applications, prepared by the Applied Technology Council, for the Building Seismic Safety Council and the Federal Emergency Management Agency (Report No. FEMA 276), Washington, D.C.

BSSC, 1992a, NEHRP Handbook of Techniques for the Seismic Rehabilitation of Existing Buildings, developed by the Building Seismic Safety Council for the Federal Emergency Management Agency (Report No. FEMA 172), Washington, D.C.

BSSC, 1992b, NEHRP Handbook for the Seismic Evaluation of Existing Buildings, developed by the Building Seismic Safety Council for the Federal Emergency Management Agency (Report No. FEMA 178), Washington, D.C.

BSSC, 1995, NEHRP Recommended Provisions for Seismic Regulations for New Buildings, 1994 Edition, Part 1: Provisions and Part 2: Commentary, prepared by the Building Seismic Safety Council for the Federal Emergency Management Agency (Report Nos. FEMA 222A and 223A), Washington, D.C.

BSSC, 1997, NEHRP Recommended Provisions for Seismic Regulations for New Buildings and Other Structures, 1997 Edition, Part 1: Provisions and Part 2: Commentary, prepared by the Building Seismic Safety Council for the Federal Emergency Management Agency (Report Nos. FEMA 302 and 303), Washington, D.C.

California Governor's Board of Inquiry on the 1989 Loma Prieta Earthquake, 1990, Competing Against Time, report to Governor George Deukmejian, State of California, Office of Planning and Research, Sacramento, California.

EERI, 1995, "In Wait for the Next One," Proceedings of the Fourth Japan/U.S. Workshop on Urban Earthquake Hazard Reduction, Earthquake Engineering Research Institute and Japan Institute of Social Safety Science, sponsors, Osaka, Japan.

Feilden, Bernard M., 1987, *Between Two Earthquakes: Cultural Property in Seismic Zones*, Getty Conservation Institute, Marina del Rey, California.

Hart, 1994, *Typical Costs for Seismic Rehabilitation of Buildings, Second Edition, Volume 1: Summary*, prepared by the Hart Consultant Group for the Federal Emergency Management Agency (Report No. FEMA 156), Washington, D.C.

Hart, 1995, *Typical Costs for Seismic Rehabilitation of Buildings, Second Edition, Volume 2: Supporting Documentation*, prepared by the Hart Consultant Group for the Federal Emergency Management Agency (Report No. FEMA 157), Washington, D.C.

Hoover, C.A., 1992, *Seismic Retrofit Policies: An Evaluation of Local Practices in Zone 4 and Their Applications to Zone 3*, Earthquake Engineering Research Institute, Oakland, California.

NPS, 1995, *Catalog of Historic Preservation Publications*, National Park Service, Washington, D.C.

Secretary of the Interior, 1990, *Standards for Rehabilitation and Guidelines for Rehabilitating Historic Buildings*, National Park Service, Washington, D.C.

VSP, 1996, *Planning for Seismic Rehabilitation: Societal Issues*, prepared by VSP Associates for the Building Seismic Safety Council and Federal Emergency Management Agency (Report No. FEMA 275), Washington, D.C.