

# 「耐震化率向上を目指した普及型耐震改修技術の開発」

(平成 18 年度～平成 20 年度) 評価書 (追跡)

平成 25 年 2 月 22 日 (金)  
建築研究所研究評価委員会  
委員長 深尾 精一

## I. 事後評価結果

### 1. 研究課題の概要 (事後評価時における建築研究所からの説明事項)

#### (1) 背景及び目的・必要性

これまでの耐震補強の多くは、空間的および採光などの環境的利便性を犠牲にして、耐震性能を向上させるケースが多かった。その為、耐震補強のインセンティブはそがれ、特に耐震性能 (Is 値) が低い建築物ほど適切な対策が施されず、そのまま放置されている事が多い。平成 15 年に国土交通省がまとめた「既存建築物の耐震診断・耐震改修の状況」にあるように、新耐震以前の特定建物のうち、耐震性が確認された建物は民間建築物で 4%に過ぎず、民間主導型で耐震化率を上げることが困難である状況が明らかとなっている。木造戸建て住宅に関しては、総数約 2450 万戸のうち耐震性の不十分なものが約 1000 万戸あるという推計が国交省から出されている。耐震改修の必要性が叫ばれており、自治体による補助金等の行政的支援もあるが、期待されるほど改修が進まないのが現状である。

国土交通省に設けられた住宅・建築物の地震防災推進会議の提言にもあるように、耐震性の低い建物が大地震時に大きな被害を受けることが懸念されており、人的被害を最小限に食い止めるためには、耐震性能の低い建築物の耐震改修が普及しない阻害要因を調べ、その制約条件を技術的に取り除くため耐震改修技術を開発し、住宅・建築物の耐震化率を上げることが急務と考えられる。また、新潟県中越地震では、旧基準で建設されていた鉄骨造体育館に大きな被害が生じ、災害時の避難拠点としての役割を十分に果たすことができなかった。このような重要度の高い建築物の高性能な耐震補強技術の開発も急務である。一方、これまで建築物の耐震診断や改修に関しては、主として建築物の崩壊防止を目的としており、建築物を支持する基礎や地盤については直接対象とすることは少なかった。しかしながら昨今の地震では、がけ付近などでの地震被害も数多く発生しており、敷地や基礎の診断・補強技術も重要になっている。

そこで本研究では、耐震性能が十分ではない既存建築物を対象として、建物を耐震補強する際のさまざまな制約条件や阻害要因を技術的に取り除くための、実用性の高い改修技術や方策について検討する。また、重要度の高い建築物の耐震補強技術の検討を行うとともに、鋼材ダンパー等を用いた高性能な補強技術の普及を促進するために、このような補強方法に適した簡易評価法の検討を行う。さらに、ハード技術の開発に加えて、本研究では、耐震改修の普及の阻害要因を調査し、それに基づいて普及促進の方策を検討する。

すなわち本研究は、中央防災会議が掲げた「今後 10 年間で死者数・経済被害額を半減する」という地震防災戦略の中の大きな柱である「平成 27 年までに特定建築物の耐震化率を現状の 75%から 9 割とする」という、国土交通省・住宅建築物の地震防災推進会議の提言を技術的に支援するために実施されるものである。

## (2) 研究開発の概要

1. 耐震改修の普及の阻害要因の調査と、普及促進の方策の検討
2. 建物機能を阻害せず性能向上度が高いRC 建築物の高性能耐震改修技術の開発
3. 鋼材ダンパーを用いた高性能な耐震改修技術と評価法の開発
4. ユーザーの視点に立った木造住宅の合理的な耐震補強構法選択システムの開発
5. 敷地・基礎の耐震診断・改修技術の開発

## (3) 達成すべき目標

各サブテーマについて下記の成果を得ることを目標とする。

### ・サブテーマ1) 耐震改修の普及の阻害要因の調査と普及促進の方策の検討

- 1) 耐震改修の阻害要因を踏まえた普及促進支援方策

### ・サブテーマ2) 建物機能を阻害せず性能向上度が高いRC 建築物の高性能耐震改修技術の開発

- 2) RC 造建築物の耐震改修技術ショーケース
- 3) ソフトランディング免震技術、超高強度・軽量部材による構面内補強技術の設計施工要領 (案)

### ・サブテーマ3) 鋼材ダンパーを用いた高性能な耐震改修技術と評価法の開発

- 4) 外付け鋼材ダンパーによる耐震改修の接合部設計施工マニュアル (案)
- 5) 鋼材ダンパーによる耐震改修された建築物の簡易性能評価法 (案)

### ・サブテーマ4) ユーザーの視点に立った木造住宅の合理的な耐震改修構法選択システムの開発

- 6) ユーザーの視点に立った木造住宅の改修構法選択システム

### ・サブテーマ5) 敷地・基礎の耐震診断・改修技術の開発

- 7) 戸建て住宅の敷地・基礎の耐震診断・改修技術指針 (案)
- 8) 宅地防災のユーザーズマニュアル (案)

## (4) 事後評価時の達成状況

### ・サブテーマ1) 耐震改修の普及の阻害要因の調査と普及促進の方策の検討

- 1) 耐震改修の阻害要因を踏まえた普及促進支援方策

普及促進支援方策として、地域住民の意識構造モデルを用いて普及促進方策の構築を支援する手法を開発した。これにより、地域によって異なる阻害要因を考慮した普及促進方策の構築が可能となった。

この手法を、平成21年から開始する基盤研究「耐震改修の普及に向けた効果的方策の構築支援に関する研究」にて適用し、各地方自治体による耐震改修の普及促進方策を支援していく方針である。

### ・サブテーマ2) 建物機能を阻害せず性能向上度が高いRC 建築物の高性能耐震改修技術の開発

- 2) RC 造建築物の耐震改修技術ショーケース

耐震改修には、(財)日本建築防災協会が発行する耐震改修指針のみでは対応が難しいような制約条件を有するケースが多く見られることから、これまでゼネコン等で開発された技術のうち公開に同意が得られるものの概要、特徴と利用条件などをまとめた耐震改修技術ショーケースを構築した。これにより、改修設計を主体的に行っているが独自の開発技術を有しない中小の構造設計事務所に対して、改修技術のメニューを増やすことができ、さまざまな条件によりの確に対応することが可能となった。

- 3) ソフトランディング免震技術、超高強度・軽量部材による構面内補強技術の設計施工要領 (案)

1階のピロティ部分に店舗などがあるため、営業補償の観点等からなかなか改修が進まないような中高層共同住宅に対して、ソフトランディング免震技術を開発し、地震に遭遇する以前および遭遇した後の余震に対する構造安全性を少ない工事と工費によって確保することを可能とした。また、

(耐震化率向上を目指した普及型耐震改修技術の開発)

超高強度・軽量材料を用いた壁及び袖壁により、従来の RC と同じ断面で 2~3 倍の改修効果が得られる構面内改修技術を開発した。これにより、耐震性能がやや低い中高層共同住宅の耐震改修のために、できるだけ部材を小さく軽くして重量増加を抑え、改修の箇所も少なくできる効果的な改修が可能となった。

#### ・サブテーマ 3) 鋼材ダンパーを用いた高性能な耐震改修技術と評価法の開発

##### 4) 外付け鋼材ダンパーによる耐震改修の接合部設計施工マニュアル (案)

居ながら補強の要求などに対応し得る外付け鋼材ダンパーを用いた耐震改修に対して、その評価の生命線である接合部のすべり等の性状を踏まえた設計施工マニュアルを開発した。これにより、制約条件の多い RC 造および鋼構造建築物の鋼材ダンパー補強の解析精度の向上と最適な接合部設計が可能となった。

##### 5) 鋼材ダンパーによる耐震改修された建築物の簡易性能評価法 (案)

鋼材ダンパー補強された建築物の耐震性能をエネルギー法に基づく簡易な手法で評価する方法及び換算  $I_s$  値の計算方法の開発を行った。これにより、ダンパーを用いた改修設計の簡略化が図られ、その適用をより促進することが可能となった。

#### ・サブテーマ 4) ユーザーの視点に立った木造住宅の合理的な耐震改修構法選択システムの開発

##### 6) ユーザーの視点に立った木造住宅の改修構法選択システム

耐震壁等の通常の耐震改修技術の他、開口部フレームやダンパーの利用等も含めた各種の耐震改修技術について、建物の特性に適した補強構法を、希望する耐震性能レベル、必要経費、居ながら補強の要求も考慮しつつ合理的に選択するシステムを開発した。これにより、耐震改修におけるユーザー（住宅の所有者、使用者）の要求に応じた構法選択が可能となった。

#### ・サブテーマ 5) 敷地・基礎の耐震診断・改修技術の開発

##### 7) 戸建て住宅の敷地・基礎の耐震診断・改修技術指針 (案)

住宅建設に携わる関係者を対象に、住宅の敷地（がけや擁壁を含む）および基礎の耐震診断・改修のために必要な調査と結果の評価、補修・補強に関する設計・施工の情報を「戸建て住宅の敷地・基礎の耐震診断・改修技術指針 (案)」として取りまとめた。これにより、戸建て住宅の敷地・基礎の耐震性確保による地震時の人命確保とともに被害の低減や地震後の使用性の向上を目指した改修の促進が可能となった。

##### 8) 宅地防災のユーザーズマニュアル (案)

一般消費者を対象に、地震時における宅地や擁壁の防災に関する知識や防災意識の啓発を目指した「住宅における宅地防災ユーザーズマニュアル (案)」を取りまとめた。これにより、宅地防災に関する関心と対策を促進するための情報が整備された。

## 2. 全体委員会における事後評価結果

### A (本研究で目指した目標を達成できた)

## II. 追跡評価

### 1. 追跡評価における自己評価（建築研究所からの説明）

（達成された研究成果の反映状況及び過去の評価への反映）

#### サブテーマ1）耐震改修の普及の阻害要因の調査と普及促進の方策の検討

##### 1）耐震改修の阻害要因を踏まえた普及促進支援方策

###### ア）達成された研究成果の反映状況

本課題の成果である、住民意識のロジックモデルを用いた耐震改修の普及促進支援方策が、平成21年度～22年度に奈良県まちづくり振興局建築課の施策に取り入れられ、国土交通省の助成を受けた「奈良県内で住民意識を調べるアンケート調査」等が実施された。これにより、「奈良県における住民意識構造の論理モデル」が作成された。

また、平成22年度に、全国の住宅耐震改修の担当課職員を招き、耐震改修普及促進シンポジウム「住民の意識構造の論理モデルを用いた地域性を考慮した耐震改修普及促進方策の構築」を開催し、奈良県の事例も含めて成果の普及を図るとともに、地域毎にカスタマイズされた耐震改修施策の立案を推進した。

###### イ）過去の評価への対応

平成21年度～平成22年度に実施した基盤研究「耐震改修の普及に向けた効果的方策の構築支援に関する研究」において、本研究で開発した普及促進支援方策に改良を加え、それを元に住民意識や地方の特性を勘案した地方自治体の耐震改修普及促進対策を構築するための手法を提案した。

この分析手法により、ア）のとおり各地方自治体による耐震改修の普及促進方策の支援を実施した。

以上により、事後評価時の説明資料において「各地方自治体による耐震改修の普及促進方策を支援していく」とした記載への対応は妥当であったと考えられる。

#### サブテーマ2）建物機能を阻害せず性能向上度が高いRC建築物の高性能耐震改修技術の開発

##### 2）RC造建築物の耐震改修技術ショーケース

###### ア）達成された研究成果の反映状況

これまで民間の各機関において開発された改修技術のうち、技術の公開に同意が得られる技術についてその内容を、1）耐震性能、2）工費、3）工期、4）居付き施工の可能性、5）メンテナンス・点検の必要性、6）居住性・周辺環境への影響、7）法令に関わる留意点、8）技術の完成度・信頼度の観点から評価し、耐震化率向上に有効な一般技術のひとつとして、建築研究開発コンソーシアムのホームページで公開したが、これらへのアクセスがこれまでに約1万件あったことから、「現在、建防協の耐震改修指針に限定されている一般向けの耐震改修技術のメニューを増やし、少しでも居ながら補強などの条件や制約に合った技術を適用できる機会を増やす」ことに寄与したと考えられる。

###### イ）過去の評価への対応

上記のとおり、事後評価時の説明資料において「改修設計を主体的に行っているが独自の開発技術を有しない中小の構造設計事務所に対して、改修技術のメニューを増やすことができ、さまざまな条件によりの的確に対応することが可能となった。」とした記載への対応は妥当であったと考えられる。

### 3) ソフトランディング免震技術、超高強度・軽量部材による構面内補強技術の設計施工要領（案）

#### ア) 達成された研究成果の反映状況

ソフトランディング免震技術の設計施工要領案は、都市再生機構において耐震改修計画の実施が極めて難しい複合住棟の対策技術の一候補として検討の俎上にある。また、超高強度・軽量部材による構面内補強技術の設計施工要領案は、比較的高層で、居付き補強が求められ、かつ補強箇所が極めて限られる場合に有効な改修技術として普及を図るための出版に向け、理解しやすさの観点から内容の精査を行っている。

#### イ) 過去の評価への対応

上記のとおり、事後評価時の説明資料において「耐震性能がやや低い中高層共同住宅の耐震改修のために、できるだけ部材を小さく軽くして重量増加を抑え、改修の箇所も少なくできる効果的な改修が可能となった」とした記載への対応は妥当であったと考えられる。

### サブテーマ3) 鋼材ダンパーを用いた高性能な耐震改修技術と評価法の開発

#### 4) 外付け鋼材ダンパーによる耐震改修の接合部設計施工マニュアル（案）

#### ア) 達成された研究成果の反映状況

本課題の成果を元に、平成 22 年度に、「RC 造既存建物と外付け履歴型ダンパー接合部の設計施工マニュアル」を（独）建築研究所の建築研究資料 No. 126 として出版し、ダンパー補強の実務設計や審査の際に利用されている。

#### イ) 過去の評価への対応

上記のとおり、事後評価時の説明資料において「制約条件の多い RC 造および鋼構造建築物の鋼材ダンパー補強の解析精度の向上と最適な接合部設計が可能となった」とした記載への対応は妥当であったと考えられる。

#### 5) 鋼材ダンパーによる耐震改修された建築物の簡易性能評価法（案）

#### ア) 達成された研究成果の反映状況

本課題の成果を元に、平成 22 年度に、「履歴型ダンパーによる耐震改修建物の簡易性能評価法」を（独）建築研究所の建築研究資料 No. 126 として出版し、ダンパー補強の実務設計や審査の際に利用されている。

#### イ) 過去の評価への対応

上記のとおり、事後評価時の説明資料において「ダンパーを用いた改修設計の簡略化が図られ、その適用をより促進することが可能となった」とした記載への対応は妥当であったと考えられる。

### サブテーマ4) ユーザーの視点に立った木造住宅の合理的な耐震改修構法選択システムの開発

#### 6) ユーザーの視点に立った木造住宅の改修構法選択システム

#### ア) 達成された研究成果の反映状況

本課題の成果「耐震改修構法選択システム」と「木造住宅の平均的な耐震改修コストを算出する手法」が、日本建築防災協会から平成 22 年度に発行されたリーフレット「木造住宅の耐震改修の費用—耐震改修ってどのくらいかかるの—」に活用された。これは、施主が平均的な改修コストを概算するために利用されている。

#### イ) 過去の評価への対応

上記のとおり、事後評価時の説明資料において「耐震改修におけるユーザー（住宅の所有者、使用者）の要求に応じた構法選択が可能となった」とした記載への対応は妥当であったと考えられる。

### サブテーマ5) 敷地・基礎の耐震診断・改修技術の開発

#### 7) 戸建て住宅の敷地・基礎の耐震診断・改修技術指針（案）

##### ア) 達成された研究成果の反映状況

「戸建て住宅の敷地・基礎の耐震診断・改修技術指針（案）」を、今後技術者が活用するための使い勝手の観点から精査していくための方針と、出版に関する編集や監修等の方針が検討されている。このように、戸建て住宅の敷地・基礎の耐震性確保による地震時の人命確保に加え、被害の低減や地震後の使用性の向上を目指した改修を促進するための取り組みが行われている。

#### イ) 過去の評価への対応

上記のとおり、事後評価時の説明資料において「戸建て住宅の敷地・基礎の耐震性確保による地震時の人命確保とともに被害の低減や地震後の使用性の向上を目指した改修の促進が可能となった」とした記載への対応は妥当であったと考えられる。

#### 8) 宅地防災のユーザーズマニュアル（案）

##### ア) 達成された研究成果の反映状況

一般消費者への宅地や擁壁の地震防災に関する知識や防災意識の啓発のための「住宅における宅地防災ユーザーズマニュアル」の出版に向け、意識向上の観点からの編集方針に関する検討が行われている。このように、宅地防災に関する関心と対策を促進するための取り組みが引き続き行われている。

#### イ) 過去の評価への対応

上記のとおり、事後評価時の説明資料において「宅地防災に関する関心と対策を促進するための情報が整備された」とした記載への対応は妥当であったと考えられる。

以上のとおり、

成果の反映状況については、本課題の研究成果は社会・国民への還元がなされている、又は社会・国民への還元に向けた継続的な取り組みがなされているものである。

過去の評価への対応については、「事後評価時の達成状況」の記載内容の検証結果から、ほぼ期待通りの成果展開が図られており、過去の評価は妥当であったと考えられる。

## 2. 研究評価委員会（分科会）における所見（担当分科会名：構造分科会）

本課題の5つのサブテーマはいずれも全体のテーマである耐震化の推進のために重要なテーマであった。研究内容はそれぞれ社会・国民に反映されており、過去の評価も妥当であったと評価できる。

### **3. 全体委員会における所見**

本課題は地震被害の軽減のために国の掲げた耐震化率向上の目標に対して技術的な支援をしていくことを目的に実施されたものである。5つのサブテーマはいずれも耐震化の推進のために重要なテーマであったが、研究内容はそれぞれ社会の動きや国民の活動に反映されており、過去の評価も妥当であったという分科会の評価を支持し、全体委員会の評価としたい。

なお、東日本大震災を経て社会状況や国民からの要望も変わってきており、それらの変化に応じた研究を今後進めてもらいたい。

### **4. 評価結果**

#### (1) 成果の反映状況

- A 概ね全ての研究成果について、成果が反映（社会・国民に還元）されている、又は、成果の反映に向けた取り組みが着実になされている。
- B 研究成果の反映についてさらなる努力が望まれる。
- C その他

#### (2) 過去の評価の妥当性

- 1 評価は概ね妥当であった。
- 2 その他