

「庁舎・避難施設等の地震後の継続使用性確保に資する耐震性能評価手法の構築」

(平成 25 年度～平成 27 年度) 評価書 (事後)

平成 28 年 5 月 20 日 (金)

建築研究所研究評価委員会

委員長 深尾 精一

1. 研究課題の概要

(1) 背景及び目的・必要性

東日本大震災による震動被害では、過去の震災被害同様、旧基準で設計された既存不適格建築物の倒壊等の被害が確認されており、安全性確保の観点から耐震改修の必要性がさらに再認識されることとなった。一方、現行の耐震基準のクライテリアである「ごく稀に発生する地震に対する建築物の安全性」が確保されている新耐震基準に基づき設計された建築物や耐震補強された既存建築物において、地震後の継続使用性が阻害された事例が以下のように見られている。

- ①災害対応拠点となる庁舎：構造部材や非構造部材が損傷し、地震後継続使用できなかった
- ②地震後避難施設となる体育館：構造部材である接合部や非構造部材が大破し、地震後継続使用できなかった
- ③耐震補強された学校：柱や杭が大破し上部構造物が傾斜したため、地震後継続使用できず、最終的に取り壊された
- ④耐震補強された共同住宅：非構造部材等が大破し、地震後長期間にわたり使用できなかったことに加え、多くの被災住民が避難所に押し寄せることになった

このことから、新築において現行基準（法の最低基準）を満足することや、耐震改修において現行基準の要求レベルを確保するだけでは、地震後の建築物の継続使用性は必ずしも確保されないことが分かる。しかしながら、災害対応拠点となる庁舎や避難者を受け入れる避難施設のように、地震直後からの使用性が求められる建築物にとっては、これらは早急に解決すべき課題である。

一方、東日本大震災の発生後、これまでに想定された規模を上回る地震動による被害想定が公表されている。例えば、中央防災会議防災対策推進検討会議が南海トラフ地震による被害を検討した結果、死者 32 万人、全壊・焼失 238 万棟という甚大な被害が試算されている。今後、このような近い将来の発生が懸念される巨大地震が想定される地域に対して災害対策拠点となるべき庁舎・避難施設等の対策を急ぐ必要があるが、前述した東日本大震災で顕在化した被害事例が示す通り、「地震後の継続使用性の確保」のための耐震設計法や耐震補強法が必要となる。

そこで本研究課題では、地震後も高い継続使用性が求められる建築物および部位の中でも特に、東日本大震災で問題が顕在化した建築物（庁舎、避難施設（主に体育館）を主対象とし、学校・共同住宅の被害等についても検討予定）と部位（主として構造部材、一部の非構造部材）を対象とし、地震後の継続使用性を確保するための耐震性評価手法を提案し、新築建築物の設計や既存建築物の耐震補強設計に役立つ技術資料を取り纏めるとともに、それを適用した試評価例を示すことを目的とする。本手法は、本課題で対象としない用途の建築物の地震後の継続使用性についても応用できるものの開発を目指す。また本課題で対象としない部位については、本課題で検討する手法によって得られる応答値に基づき耐震対策が行える必要な設計情報を示す。

(2) 研究開発の概要

本研究課題では、東日本大震災によって、庁舎・避難施設等の地震後の継続使用性が確保されなかった原因の分析に基づき、地震後の継続使用性確保のための要求性能を明示し、その要求性能に基づく建築物（基礎構造や非構造部材等を含む）の耐震性評価手法を提案し、地震後の継続使用性を確保できる新築建築物設計や既存建築物の耐震補強設計に役立つ技術資料を取り纏めるとともに、それを適用した評価事例を示す。

サブテーマ 1) 地震後の継続使用性に関する阻害要因分析と地震後の継続使用性に資する防災拠点施設等の要求性能の提案

東日本大震災により被災した庁舎・避難施設等の地震後の継続使用性に関する調査を行い、地震後、継続使用できなかった原因を取り纏める。その結果、設計時において必要となる地震後の継続使用性を確保するための「要求性能」を提案する。

サブテーマ 2) 防災拠点施設等の地震後の継続使用性確保に必要な部位に対する耐震性能評価手法等の提案

地震後の継続使用性確保に資する要求性能を満足するために許容される部位の損傷状態（被害の再現を含む）や耐震改修の効果を確認する構造実験を行い、部位の損傷評価手法に資する情報を収集する。

サブテーマ 3) 地震後の継続使用性確保に資する防災拠点施設等の耐震性能評価法の提案と試設計例の作成

庁舎・避難施設等（主として庁舎、体育館）における要求性能および地震後の継続使用性を確保すべき部位の被害を防止・軽減するための耐震性評価手法を技術資料（試評価事例を含む）として取り纏める。具体的には、地震時の建築物の継続使用性確保に必要な各部材の応答値を算定し、それに基づく各部材の損傷を評価することで建築物の地震後の継続使用性の評価手法をまとめる。また、上記評価結果を受けて、継続使用性を確保できる設計方法（現行基準を準用する方法を含む）についても併せて検討する。なお、評価に用いる入力地震動は現行設計で用いられている規模を想定する。

(3) 達成すべき目標

防災拠点施設等の地震後の継続使用性に資する耐震性能評価のための試設計例集（案）の作成

(4) 達成状況

サブテーマ 1)

東日本大震災により被災した建築物の地震後の継続使用性に関する調査を行い、地震後、継続使用できなかった原因を時間の経過を考慮した形で取り纏めた。また設計時において地震後の継続使用性に資する「防災拠点施設等の要求性能」を3つのランクに分けて提案した。

サブテーマ 2)

地震後の継続使用性確保に資する要求性能を満足するために許容される部位として東日本大震災にて被害が顕在化したRC壁、置き屋根体育館支承部、コンクリート杭の損傷状態に関する情報について、構造実験を行い収集した。また、大地震に対する基礎構造やRC造非構造壁部材を有する建築物のモデル化について検討し、耐震性評価手法に役立つ情報を纏めた。

サブテーマ 3)

各用途（庁舎（RC造）、体育館（RC造鉄骨置き屋根タイプ）、学校校舎および共同住宅（RC造））における要求性能および地震後の継続使用性を確保すべき部位の被害を避けるための耐震性評価手法を実用的に利用できる技術資料（試設計例を含む）を取り纏めた。

全体

RC造庁舎・RC造置き屋根体育館を主な対象用途とし、東日本大震災で被害が顕著であったRC造非耐力壁・RC造柱と鉄骨造置き屋根との定着部・コンクリート系杭基礎を対象部位に限定し、防災拠点施設等の地震後の継続使用性に資する耐震性能評価のための試設計例集（案）を作成した。本設計例は、サブテーマ1）や2）で検討した成果として、地震後の継続使用性を確保するための要求性能や部位の損傷評価、さらにはサブテーマ3）で検討した設計手順を明確に示している。従って、建築物の地震後継続使用性を要求性能として提示する発注者とその要求を受けて設計を実施する構造設計者側双方に有用な情報を提供している。また本課題で対象としていない部位についても、上記で示す成果を応用して適用することも可能である。よって当初の目標を達成できていると考えている。なお、上記の成果を2016年1月に成果報告会を同年3月に建研講演会にて成果を広く公開し、地震後の継続使用性を確保するための設計方法に関する各種の情報提供を行った。

2. 研究評価委員会（分科会）の所見と建築研究所の対応（担当分科会名：構造分科会）

（1）所見

- ① サブテーマの設定および達成すべき目標は妥当と評価できる。得られた成果・技術資料についても、有効に活用される内容となっており目標は達成されたと評価できる。研究成果の発表状況および外部機関との連携等も、十分に履行されたと評価できる。28年熊本地震でも継続使用性が問題となっており時宜を得た成果であった。
- ② 解析に用いた実建物に対し、継続使用性に関する評価を行ってほしい。
- ③ 熊本地震での公共建物の継続性評価を行うなど、現行耐震設計基準に対する継続使用性の評価、計算外の非構造壁の継続使用に関する効果の定量化を進めることを期待する。
- ④ 大地震後の建物の継続使用性確保についての被災前の評価は、これからの重要な社会的課題と認識している。また、防災拠点および避難施設となる建物だけでなく、一般住宅についても住環境の継続性確保（LCP:Life Continuity Plan）の観点から、継続使用性確保のための耐震性能評価が必要と考える。評価手法を用いた試評価事例をさらに充実させ、実用化に繋げていくのが、今後の課題である。
- ⑤ 南海トラフ地震のように超広域で被災するときの官庁施設のあり方と熊本地震のような局所的災害時のあり方を分けて議論する必要がある。又、繰返し発生する地震（28時間の熊本地震、32時間の安政地震）に対しての考え方の整理が必要である。
- ⑥ 官公庁施設では、地震地域係数の考え方（活断層危険度が過小評価）も再考すべき。

（2）対応内容

所見②への対応

本課題において東日本大震災で被災した複数の建築物の被害要因分析は行っているが、継続使用性の評価については引き続き検討していきたい。

所見③への対応：

熊本地震に対する建築物の継続使用性評価を行うことも引き続き検討していきたい。

所見④への対応：

一般建築物については、今年度から実施する指定課題で検討していく予定である。

所見⑤への対応：

地震入力の違いが防災拠点施設の継続使用性に与える影響について引き続き検討していきたい。また連続地震については熊本地震に対する検討において引き続き検討していきたい。

所見⑥への対応：

本課題では地震応答に基づく評価手法を示していることから、地震動が決まれば建築物の継続使用性の評価はできるため、地震動の評価については別課題において評価すべきと考えている。

3. 全体委員会における所見

研究成果の発表状況および外部機関との連携等も十分履行され、サブテーマの設定および達成すべき目標についても、得られた成果・技術資料が有効に活用される内容となっており、目標は達成されたと評価できるため、分科会の評価を支持し、全体委員会の評価としたい。

なお、継続使用を確保するために明確にした要求性能等を、実建物にフィードバックし、経過をフォローアップしてほしい。また、想定する復旧までの期間や代用建物の有無、被災範囲等の条件の違いも判定の評価に影響を与えないか整理する必要があるといった意見や、耐震補強の実施に強制力を持たせられないか、といった意見があった。

4. 評価結果

- A 本研究で目指した目標を達成できた。
- B 本研究で目指した目標を概ね達成できた。
- C 本研究で目指した目標を達成できなかった。