

## 1) - 2 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【個別重点】

### Development on Seismic Design Method for Building with Post-Earthquake Functional Use

(研究期間 平成 25～27 年度)

構造研究グループ Dept. of Structural Engineering	向井 智久 MUKAI Tomohisa	喜々津 仁密 KIKITSU Hitomitsu	平出 務 HIRADE Tsutomu	柏 尚稔 KASHIWA Naotoshi
建築生産研究グループ Dept. of Production Engineering 国際地震工学センター International Institute of Seismology and Earthquake Engineering	長谷川 隆 HASEGAWA Takashi 石原 直 ISHIHARA Tadashi 加藤 博人 KATO Hiroto	田沼 毅彦 TANUMA Takehiko 谷 昌典 TANI Masanori	坂下 雅信 SAKASHITA Masanobu	福山 洋 FUKUYAMA Hiroshi

This study aims to investigate seismic design method for buildings (government buildings and evacuation facilities) with post-earthquake functional use. First of all, “post-earthquake functional use” is defined and then demand performance is proposed. The objective of components, which severe damage became obvious, are RC wall, joint between RC column and steel roof, concrete foundation pile. The relationship between demand performance level and allowable damage states of each component is investigated by structural experimental test. Based on the proposed demand performance level and the allowable damage state corresponding to each performance level, 8 buildings are designed. Through above investigation, seismic design method for buildings (government buildings and evacuation facilities) with post-earthquake functional use can be clearly demonstrated.

#### [研究目的及び経過]

2011 年の東日本大震災によって主たる防災拠点施設である庁舎や避難施設の被害として、新耐震基準で設計された建築物は、建築物全体が倒壊するような事例は確認されていないものの、地震後継続使用できない事例が確認され、地震後、施設の機能を維持させるために別途適切な耐震対策が必要であることを示唆している。

そこで本研究では、「建築物の地震後の継続使用性」を要求性能とした性能指向型耐震設計の実施に資する検討手法の構築を目的とする。

#### [研究内容]

本研究は 3 つのサブテーマを掲げて実施した。以下に各テーマでの成果の概要をまとめる。

##### 1) サブテーマ 1

###### ①被災調査に基づく地震継続使用性に関する阻害要因分析

東日本大震災にて被害が顕在化した RC 造非耐力壁付き建築物、RC 造鉄骨置き屋根体育館、コンクリート杭基礎を有する RC 造建築物をモデル化し、それぞれの部位の損傷程度をおおよそ評価できることを確認した。なお本検討時にサブテーマ 2 で得られた構造実験の結果を

参照している。また、詳細なヒアリング調査によって部位の損傷状態と継続使用性との関係性を纏め、建築物の地震後の継続使用性の分析フローを示した。

###### ②要求性能ランクの提案

庁舎、避難施設の地震後に必要な機能を抽出し、その機能を確保するために必要な部位に対して許容できる損傷レベルを提示し、その結果、地震後の継続使用性を確保する目標ランク（表 1）を要求性能のマトリクス表として提示した。当該許容損傷レベルを決定する際の技術資料はサブテーマ 2 の実験で得られたものを用いている。

##### 2) サブテーマ 2

体育館における鉄骨部材とコンクリート部との接合部（主として置き屋根タイプの S 屋根-RC 柱頭定着部）について、定着部の破壊モードや終局強度ならびに補強効果を確認するための静的実験および振動台実験を実施し、定着部の損傷評価に必要な終局強度の算定方法・許容できる損傷レベルについて提案した。

庁舎や共同住宅の非耐力壁部材のモデル化ならびに許容できる損傷レベルについて部材実験に基づき提案した。また損傷軽減のための耐震改修工法に必要な要件について整理し、その効果を確認するための構造実験を実施

した。さらに、国総研と緊密に連携して実験計画を策定し、共同で構造実験を実施し、部材の損傷状態が建築物全体の継続使用性に与える影響（表 2）を示した。

コンクリート杭基礎について損傷状態を評価するための構造実験として、RC 造杭の杭頭曲げ試験および杭基礎を有する部分架構の構造実験を実施し、杭体のモデル化に必要な情報を収集し、基礎構造部材が架構全体の継続使用性目標ランクに与える影響を検討した。さらには損傷した杭基礎に対して補修補強を行った試験体に対して再度加力実験を実施し、補修補強の効果を纏めた。

### 3) サブテーマ 3

庁舎、避難施設（体育館）、学校校舎、共同住宅に対して、地震後の継続使用性を確保できる建築物の耐震設計例を作成し、そのモデル建築物に対して、地震後の継続使用性の目標ランクに応じた設計手法（図 1）を検討した。

新築建物の設計および既存建築物の耐震改修設計について、置屋根支承部や RC 造非耐力壁部材、杭基礎の設計手法・部材のモデル化等を検討した。その後、新築の設計においては、継続使用性の目標ランクに応じた設計を実施し、目標ランクにあることを動的解析によって検証した。一方、既存建築物の評価及び改修設計については、目標ランクに応じた耐震改修設計を実施し、補強されたそれらの建築物の耐震性能を動的解析によって検証した。以上の検討から、それぞれの建築物が地震後継続使用性を確保するための設計過程、手法を示した。

以上の検討から、建築物の地震後継続使用性を確保するための耐震設計手順を明確にし、建物管理者および設計者が地震後の継続使用性を確保するために必要となる設計時の考え方や情報を示すことができた。

表 2 部材損傷度と継続使用性目標ランクの関係（RC 造）

代表変形角	各部材の損傷状態の分類						床スラブ
	両側袖壁付き柱		片側袖壁付き柱		腰壁、垂れ壁付き梁		
	柱	袖壁	柱	袖壁	梁	腰壁、垂れ壁	
1/1600	I	I	I	I	I	I	I
1/800	I	I	I	I	I	I	II
1/400	II	II	II	II	II	II	II
1/200	II	II	II	II	II	II	II
1/100	III	III	III	III	III	III	III
1/50	なし	III	なし	II	III	III	III

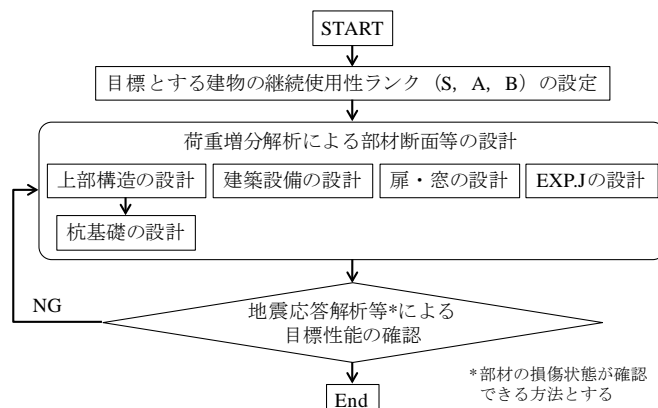


図 1 継続使用性確保のための耐震設計・評価フロー

表 1 建築物の地震後継続使用性を確保するための目標ランク

目標ランク	活動上重要なエリア	左記以外のエリア	対象部位			
			基礎構造	上部構造	非構造部材	
					活動上重要なエリア	左記以外のエリア
<b>S</b> 建築物の全体を使用制限することなく、継続使用できること。	●	●	F-I	S-I	N-I	N-I
<b>A</b> 建築物の一部に使用制限が生じるが、活動上重要なエリアは使用制限することなく、継続使用できること。	●	○			N-II	N-II
<b>B</b> 活動上重要なエリアを含む建築物の一部に使用制限が生じるが、一定の措置後、継続使用できること。	○	○			F-II	S-II
			F-III	S-III	N-II	