

## 1) - 3 災害後の建築物の機能の維持・早期回復を目指した技術開発

### 【個別重点】

#### Study on Continuity and/or Resiliency of Building Function after Disasters

(研究期間 平成 21～22 年度)

構造研究グループ Dept. of Structural Engineering	奥田泰雄 Yasuo Okuda	福山 洋 Hiroshi Fukuyama	森田高市 Koichi Morita
	長谷川隆 Takashi Hasegawa	加藤博人 Hiroto Kato	岩田善裕 Yoshihiro Iwata
建築生産研究グループ Dept. of Production Engineering	脇山善夫 Yoshio Wakiyama		
材料研究グループ Dept. of Building Materials and Components	中川貴文 Takafumi Nakagawa		
環境研究グループ Dept. of Environmental Engineering	山海敏弘 Toshihiro Sankai		
防火研究グループ Dept. of Fire Engineering	萩原一郎 Ichiro Hagiwara		
国際地震工学センター International Institute of Seismology and Earthquake Engineering		齊藤大樹 Taiki Saito	向井智久 Tomohisa Mukai

The evaluation system of the structural performance of buildings was developed for the continuity and/or resiliency of building function after disasters. The database of structural members, non-structural members and equipments was made for the evaluation of damage, resilience and continuity of building function. The development on non-structural members or plumbing equipment was also done for the continuity and/or resiliency of building function after disasters.

構造部材・非構造部材・設備機器・収容物の損傷評価・修復性評価・機能性評価の 3 つのデータベースおよびその根拠となるワークシートの作成方法について取り纏めた。

#### 【研究目的及び経過】

##### 1) 災害後の建築物の機能維持・早期回復を目指した構造性能評価システムの開発

近年の建築物の地震災害事例において居住や業務の場である建築物の機能が損なわれるような重大な損傷が見られたことから、現行の構造設計において安全性確保の観点に加えて「建築物の機能をいかに維持するか」又は「低下した機能をいかに迅速に回復させるか」という観点が必要であるとの認識がなされるようになってきた。本課題では、災害に対する安全性の評価だけでなく、地震等の災害発生後の機能維持や早期回復が可能となるような建築物の設計に資するための機能回復性評価体系、評価用データベース、一般者向けの説明支援ツール等の開発を行い、ここで提案する評価システムを用いた新たな耐震性能評価手法の確立を目的とする。

##### 2) 災害後の建築物の機能維持・早期回復を目指した非構造部材に関する技術開発

構造躯体に目立った損傷がなくても、非構造部材、設備等が被災することで建築物の機能が著しく損なわれることが十分予想される。ここでは要素技術である天井と屋根を主に取り上げ、災害時に建築物の機能を維持することを目的として、対象とする要素技術の耐震・耐風について検討を行う。

##### 3) 災害後の建築物の機能維持・早期回復を目指した給排水設備等に関する技術開発

地震等の災害によって上水、下水、電気、ガス等のインフラが途絶した場合においても、在館者の一時的な退避や最低限の避難生活を担保することができる、給排水設備等に関する防災対策技術の構築を目的とする。

#### 【研究内容】

1) 地震後の建築物内外の状況を予測し（構造骨組のみならず、非構造部材や設備機器、什器なども対象とする）、そこから建築物の機能がどの程度阻害され、また、本来建築物が保有していた正常時の機能レベルまで回復

させるのに、どのくらいの時間と費用を要するか（機能回復のシナリオ）について、工学的な検討ができるような共通の考え方と工学情報の整理を行い、また居住者や所有者に提供すべき情報の伝達ツールやコンテンツについても検討する。工学情報の整理においては、多くのデータを効率的に運用するためのデータベースを構築する。

2) これまでの天井の耐震対策の検討は比較的整形な天井試験体を対象に行ってきた。実際の天井に見られる様々な条件を想定しながら、大規模空間の天井の耐震対策につなげる検討を行う。本研究課題に関する共同研究を平成 21 年度建築基準整備促進補助金事業に基づき実施し、その中で、振動台実験により、天井の耐震について検討を行うとともに、スプリンクラー設備の地震時機能維持、体育館の連層ガラス窓の地震被害についても検討を行う。

屋根ふき材等の耐風性能を確保することを目的として、建築基準法や建築学会荷重指針等に明示されていない屋根の風圧係数、屋根ふき材等の構造計算の検討範囲、屋根ふき材等の耐風性能試験法等について実態調査を実施する。風洞実験による寄棟屋根や屋上広告板等の風力係数の検討、屋根ふき材等の構造計算確認表の検討など、屋根ふき材の耐風性能を確保する手法を検討する。

3) 地震等の災害によって上水、下水、電気、ガス等のインフラが途絶した場合においても、在館者の一時的な退避や最低限の避難生活を担保することができる、給排水設備等に関する防災対策技術の構築を最終的な目的として、次のとおり検討を実施した。

#### ① 実態調査

- ・過去の被災事例におけるインフラ途絶及び復旧状況に関する調査
- ・過去の被災事例における建築設備の被災状況に関する調査
- ・最近の大規模建築物等における設備計画上の防災対策に関する調査

② 大規模建築物の給排水設備等に対する機能的要求、性能水準に関する検討

③ 機能的要求、性能水準を満足するための建築物単体における給排水設備技術に関する検討

④ 隣接する建築物を活用した給排水設備等の機能維持のための検討

#### 【研究結果】

1) ①構造部材・非構造部材・設備機器・収容物の損傷評価・修復性評価・機能性評価の 3 つのデータベースおよびその根拠となるワークシートの作成方法について取り纏めた。

②構造実験（写真 1）を通して、そこで得られるデータを用いて、データベースフォーマットの最終確認を行い、データベース作成過程について検討した。

③上記のデータベースを用いて、「機能回復性」評価フローに基づき、4つの建築物（病院、事務所、共同住宅）の試設計例を提示し、提案した評価フローならびにデータベースの有効性が確認された。

④被災シナリオをストーリー性のある文章にする方法や、図や写真・ポンチ絵などを多く入れた冊子とする方法、インターネット上でインタラクティブに操作できる Web 教材にする方法など、説明方法／表現方法の提案を行い、新たな耐震性能表示手法の有効性を確認した。



写真 1 機能回復性に関する実大実験

2) 大規模空間の天井の耐震対策につなげる検討として、昨年度まで実施した在来工法による天井を対象とした実測・解析・振動台実験の結果を踏まえて、体育館の応答特性検討のためのシミュレーション解析、天井試験体のシミュレーション解析、在来工法天井の耐力評価に関する附属金物および天井部分模型を対象とした実験を行うとともに、構造用ワイヤロープと落下防止ネットを用いて天井板の落下防止について検討した。体育館の連層ガラス窓の地震被害について検討するため、ガラス窓を試験体とした静的加力実験・振動台実験を実施するとともに、実際に被害のあった体育館についてガラス窓付近の地震時応答について強震観測を行った。

屋根ふき材の耐風性能を確保することを目的として、風洞実験による寄棟屋根や屋上広告板等の風力係数を検討し、屋根ふき材等の構造計算確認表を提案した。

3) 上下水道・電気等のインフラ、建築物の敷地内、建築物内部の給排水設備の大規模災害時における被災・復旧状況等の実態調査結果や最近の大規模建築物等における設備計画上の防災対策に関する実態調査結果に基づき、大規模建築物の給排水設備等に対する機能的要求、性能水準について検討し、これを満足するための要素技術として、被災を想定した給排水設備の系統分け、緊急遮断システム、上水の備蓄・分配、排水の一時貯留方法、防災用共用施設、防災機能の分散化等について検討した。

これら要素技術を総合的に検討し、被災後の機能維持のための建築物単体における給排水設備技術としてとりまとめた。