

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 6月 6日現在

機関番号：13904

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2010～2012

課題番号：22241041

研究課題名（和文） 長周期地震動を受ける超高層集合住宅の物・人・生活を守る技術の開発

研究課題名（英文） Development of technology to protect property, life and environment in high-rise residential buildings against long period earthquake ground motions

研究代表者

齊藤 大樹 (SAITO TAIKI)

豊橋技術科学大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：00225715

研究成果の概要（和文）：

本研究は、長周期地震動を受ける超高層集合住宅の耐震対策として、「物・財産を守る技術」、「人を守る技術」、「生活を守る技術」の3つのサブテーマについて研究開発を行い、それらを有機的に結びつけた総合的な耐震対策技術について検討した。

研究成果の概要（英文）：

This research focus on countermeasures for safety of high-rise residential buildings subjected to long-period earthquake ground motions. The study was conducted with three sub-themes; 1) technology to protect property and building structure, 2) technology to protect human life, and 3) technology to protect life of people.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	10,400,000	3,120,000	13,520,000
2011年度	15,500,000	4,650,000	20,150,000
2012年度	9,700,000	2,910,000	12,610,000
年度			
年度			
総計	35,600,000	10,680,000	46,280,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学・社会システム工学・安全システム

キーワード：都市・社会防災、地震災害対策

1. 研究開始当初の背景

東海・東南海・南海地震など、巨大地震の発生が逼迫している中、超高層集合住宅は、人口密度が高い、避難が難しい、ライフラインの復旧に時間がかかるなど、地震に対する脆弱性が指摘されている。また、固有周期の長い超高層集合住宅は、長周期地震動の影響を受けやすく、繰り返しの揺れによる構造被害の拡大や、室内の家具の移動・転倒などの危険性がある。超高層集合住宅の地震脆弱性と対策について、安全性・避難・生活維持の観点から総合的に検討する必要がある。

2. 研究の目的

本研究では、超高層集合住宅の耐震対策として、「物・財産を守る技術（超高層集合住宅の耐震性能評価・向上技術の開発）」、「人を守る技術（高層階の居住空間の安全性の確保と避難・危険回避方法の開発）」、「生活を守る技術（住民の視点に立った地震対策の支援方法の開発）」の3つのサブテーマについて研究開発を行い、それらを有機的に結びつけて、長周期地震動を受ける超高層集合住宅の地震対策技術を総合的に検討する。

3. 研究の方法

(1) 物・財産を守る技術

長周期地震動に対する鉄筋コンクリート造高層集合住宅の耐震性能評価・向上技術について検討する。本研究では、鉄筋コンクリート造架構の多数回繰り返し載荷実験を行い、破壊性状や部材間の応力再配分のメカニズムを明らかにするとともに、損傷修復や耐震性能向上技術に関して、施工性や費用対効果を踏まえた実用的な手法を提案する。

(2) 人を守る技術

大振幅の揺れを再現した振動台実験により、高層階の居住空間の安全性の確保と避難方法について検討する。本研究では、家具・什器とともにダミー人形を室内に配置した振動台実験を行い、家具・什器の衝突や揺れの大きさと人の怪我との関係、家具・什器の種類、形状、重さ、配置に応じた適切な安全確保と避難・危険回避方法を提案する。

(3) 生活を守る技術

住民が建物の耐震性と地震リスクを理解して、自主的に地震対策を行うことを支援するための説明ツールの開発を行う。本研究では、実験映像、イラスト、振動台による揺れの仮想体験などを駆使して、超高層集合住宅における地震被害や生活困窮の様相を住民や建築主に分かりやすく確実に伝達する方法や、住民（管理組合や自主防災組織など）との連携方法を検討し、住民の視点に立った地震対策の支援方法を提案する。

4. 研究成果

(1) 物・財産を守る技術

高強度鉄筋コンクリート造部材の繰り返し載荷実験を行い、劣化性状を表せる復元力特性モデルを構築し、長周期地震動に対する超高層建築物の損傷性状を明らかにした。また、超高層建築物の地震時の損傷を低減する新たな制振機構の一つとして、滑車とワイヤ、ダンパーを用いた制振構造を提案し、数値解析や構造実験により、その基本性状を明らかにした。

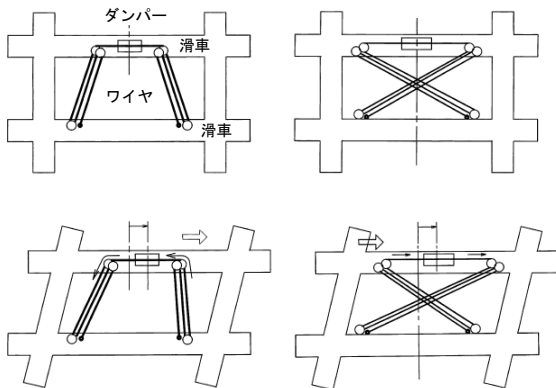


図1 制振機構を建築物の架構内に張設する場合

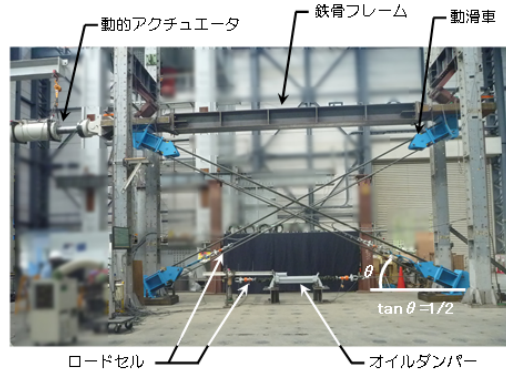


写真1 制振機構の効果検証実験

(2) 人を守る技術

大振幅の揺れを再現した振動台実験により、高層階の居住空間の安全性の確保と避難方法・危険回避について検討した。とくに、家具・什器とともにダミー人形を室内に配置した振動台実験を行い、家具・什器の衝突や揺れの大きさと人の怪我との関係、家具・什器の種類、形状、重さ、配置に応じた適切な安全確保と避難・危険回避方法を検討した。さらに、地震時の室内の家具・什器の移動・転倒を再現するコンピュータ・シミュレーション技術を開発し、振動台実験との比較からその有効性を明らかにした。また、地震時に人が家具を抑える際の力の変動について振動台を行い、その危険性を明らかにした。

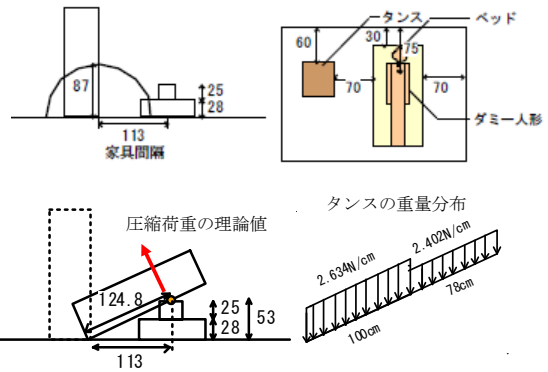


図2 ダミー人形を用いた家具の胸部衝突実験

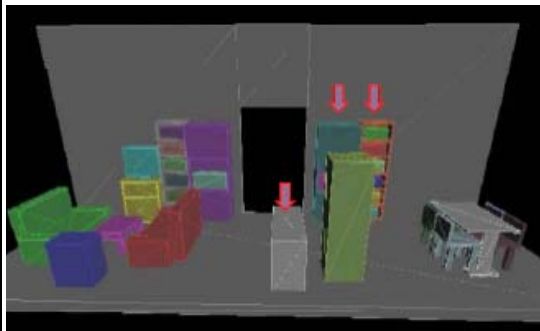


図3 地震時の室内被害シミュレーション

(3) 生活を守る技術

超高層集合住宅においては、二次災害に遭遇する危険を伴う居住者の高層階からの移動や避難所の混雑を避ける為には、避難せず建築内に残留する自宅滞在型避難生活という新しい防災施策が必要である。そこで、その施策を実現させるための課題を明らかにするために居住者の意識調査を行った。その結果、居住者の多くが自宅に留まらずに避難所での避難を期待し、その理由として各種支援物資と情報の入手を挙げていること、自宅滞在型避難生活の実現には備蓄が十分ではないこと、近隣住民の避難や帰宅困難者に駐車場やロビー等を提供する「共助」については治安面や備蓄の不足を問題にする意見が多くことなどが明らかになった。

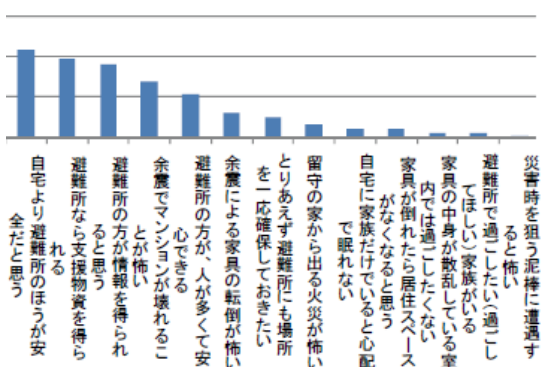


図4 避難所に避難する理由

最後に、超高層集合住宅の住民の自助努力を支援する方法を探ることを目的に、東京中央区に建つタワーマンションの住民を対象に、3つのサブテーマ「物・財産を守る技術」、「人を守る技術」、「生活を守る技術」を統合化した居住者向けセミナーを開催した。セミナーでは、地震による建物の構造被害や室内被害について、最新の研究成果をもとにシミュレーション解析を行い、その結果を動画として示した。また、住民とのディスカッションや共同作業を通じて、地震対策について検討した。最後に、アンケートによりセミナーの効果を検証した。



写真2 住民向けセミナーの開催

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計3件)

- ① 斉藤大樹、超高層集合住宅の耐震性評価、ベース設計資料、査読なし、No.151、2011、8-11
- ② 斉藤大樹、東日本大震災における超高層・免震建築物の挙動、日本地震工学会誌、査読なし、No.15、2011、65-68
- ③ 斉藤大樹、森田高市、濱田真、前川利雄、菊田繁美、傳野悟史、出水俊彦、金川基、牧田敏郎、佐々木仁、龍神弘明、動滑車を用いた制振構造の提案と基本性状に関する研究、査読有、Vol.59B、2013、349-356

〔学会発表〕(計22件)

- ① 斉藤大樹、石川孝重、高橋徹ほか、巨大地震に対する超高層集合住宅の人・生活を守る技術の開発(その1~その7)、日本建築学会大会学術講演梗概集、2011.9
- ② 斉藤大樹、石川孝重、高橋徹ほか、巨大地震に対する超高層集合住宅の人・生活を守る技術の開発(その8~その9)、日本建築学会大会学術講演梗概集、2012.9
- ③ 斉藤大樹、石川孝重、高橋徹ほか、巨大地震に対する超高層集合住宅の人・生活を守る技術の開発(その10~その13)、日本建築学会大会学術講演梗概集、2013.8
- ④ 斉藤大樹ほか、長周期地震動を受けるRC造超高層建築物の構造性能(その14~その15)、日本建築学会大会学術講演梗概集、2011.9
- ⑤ 斉藤大樹ほか、滑車装置を用いた制振構造システム(その1~その3)、日本建築学会大会学術講演梗概集、2012.9
- ⑥ 斉藤大樹ほか、滑車装置を用いた制振構造システム(その4~その5)、日本建築学会大会学術講演梗概集、2013.8
- ⑦ 斉藤大樹、東日本大震災後の建築研究所の活動ー建物被害の概要、被害から見た津波波力の計算、建物の強震観測と長周期地震動についてー、第72回耐震工学研究会、2012.2
- ⑧ 斉藤大樹、超高層建物における長周期地震動対策、第17回 震災対策技術展(横浜) 関連シンポジウム「震度7で何が起きるのかー首都直下地震・南海トラフ巨大地震の新被害想定」、2013.2

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

○取得状況(計1件)

名称：建築物の制振装置

発明者：斉藤大樹、濱田真、菊田繁美、出水俊彦、金川基、牧田敏郎、佐々木仁、龍神弘明

権利者：同上
種類：特許
番号：特許第 2011-220379 号
出願年月日：2012 年 7 月 27 日
国内外の別：国内

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

斉藤 大樹 (SAITO TAIKI)
豊橋技術科学大学・
大学院工学研究科・教授
研究者番号：00225715

(2) 研究分担者

高橋 徹 (TAKAHASHI TORU)
千葉大学・工学部・教授
研究者番号：10226855

石川 孝重 (ISHIKAWA TAKASHIGE)
日本女子大学・人間生活学部・教授
研究者番号：20151342

(3) 連携研究者

福山 洋 (HUKUSHIMA HIROSHI)
独立行政法人建築研究所
構造研究グループ・グループ長
研究者番号：60344008

向井 智久 (MUKAI TOMOHISA)
独立行政法人建築研究所
国際地震工学センター・主任研究員
研究者番号：30318208

森田 高市 (MORITA KOUICHI)
独立行政法人建築研究所
国際地震工学センター・上席研究員
研究者番号：30356000

小豆畑 達哉 (AZUHATA TATSUYA)
国土技術政策総合研究所
構造基準室・室長
研究者番号：00251629

久木 章江 (HISAGI AKIE)
文化学園大学・造形学部・教授
研究者番号：00259706

平田 京子 (HIRATA KYOKO)
日本女子大学・人間生活学部・教授
研究者番号：70228782

伊村 則子 (IMURA NORIKO)
武蔵野大学・環境学部・教授
研究者番号：10257074

衣笠 秀行 (KINUGASA HIDEYUKI)
東京理科大学・理工学部・教授
研究者番号：00224999