

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 5 月 21 日現在

機関番号：32619

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010 ～ 2012

課題番号：22510183

研究課題名（和文）

制震装置を兼ねた屋上緑化システムによる既存不適格建物の最適エコ耐震補強法

研究課題名（英文）

The optimal eco-aseismic retrofitting method of the existing disqualified building by the rooftop gardening system which served as vibration control equipment

研究代表者

堤 和敏（KAZUTOSHI TSUTSUMI）

芝浦工業大学・システム理工学部・教授

研究者番号：70327758

研究成果の概要（和文）：既存不適格建物を対象に、制震装置付き屋上庭園システムがヒートアイランド現象を解決しながら耐震性能を向上させることが出来るか、種々のパラメータを使った地震応答解析により検討を行った。その結果、建物の状況によっては20%程度の耐力不足ならば、耐震補強を行わなくても耐震性能を確保できる最適エコ耐震補強法があることを確認した。一方、不適格建物ではなくても、補強をせずに、屋上庭園を設置できる可能性を示した。

研究成果の概要（英文）：For the existing disqualified building, we verified whether or not the rooftop garden system with vibration control equipment solves both the heat island effect and the earthquake-proof performance, by the seismic response analysis using various parameters. As a result, depending on building, in case that lack of bearing force is less about 20%, even if it did not perform antiseismic reinforcement, we checked that there was an optimal eco-aseismic retrofitting method that secured earthquake-proof performance. On the other hand, in case of admissible building, we showed that a rooftop garden could be installed without reinforcing.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
2012年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

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、地球環境、耐震性能

1. 研究開始当初の背景

(1) 建築分野においても地球環境問題は重要な課題であり、建築環境総合性能評価シ

テム CASBEE の開発や二酸化炭素の削減をめざし LCC02 最少断面設計法の研究が進められている。

(2) 都市部でのヒートアイランド現象に対しては緑地を増加させることが必要であり、建物密集地域では屋上緑化が有効な手段となる。

(3) 建物を新築する場合には屋上緑化とすることへの技術的問題はあまりないが、既存建物にとっては屋上庭園を増設することによる荷重(鉛直・水平)の増加をどう処理するかが耐震性の問題と絡まって重要な問題となってくる。

(4) 都心部では耐震的に既存不適格の建物が無数にあり、耐震補強もされずに放置されている。中央防災会議は、東京湾岸北部地震における建物被害の経済的損失を約 51 兆円と予測している。

(5) ヒートアイランドと既存不適格建物の問題を、同時に解決するシステムが求められている。

2. 研究の目的

(1) ヒートアイランドと既存不適格建物の問題を、屋上庭園を利用して同時に解決するシステムを開発する。

(2) 既存不適格建物でも補強しなくても現行法規の耐震性能を確保できる、もしくは、補強の必要はあってもコストが安くすむような、屋上庭園システムを開発する。

(3) 既存建物については、地震力や杭荷重の増加を避けるために、屋上の設計用積載荷重以内に納まる芝生程度の屋上緑化が現状である。従って、既存建物の杭耐力、地震耐力をオーバーしない、また地震耐力をオーバーしても現行の耐震補強よりも安く耐震補強ができる屋上庭園の重量・配置・構造を開発する。

3. 研究の方法

(1) 建物種類(固有周期)別に既存建物への地震力増加を起こさせない屋上庭園の重量、および屋上庭園を支える制震装置の剛性、減衰、耐力を明らかにするため、既存建物だけの場合(1質点モデル)と屋上庭園を設置した場合(2質点モデル)で地震応答解析シミュレーションを行った。シミュレーションに用いるパラメータは、既存建物の固有周期、構造特性係数、ひび割れ耐力比、降伏時剛性低下率、屋上庭園部については、既存建物との周期比・剛性比・耐力比、減衰比等である。

(2) 屋上庭園装置が耐震補強効果と同時に地球環境問題にも貢献できる中高層建物を対象に、具体的な建物を設定し、多質点系地震応答シミュレーションを行い、各杭の余裕度に見合った重量の最適配置、制震装置の最適

配置を検討した。さらに、セットバックや耐震壁の偏在によるねじれ振動が生じる偏心建物についても制震装置付き屋上庭園がねじれ振動低減効果について有効かどうか検討を行った。ねじれ振動については、多柱列多質点モデルに対して、屋上庭園の重量、制震装置の配置をパラメータとしてシミュレーションを実行した。

(3) 既存建物の中でも耐震性能に特に課題がある下記の2ケースを対象に免震装置、ダンパーの種々の組み合わせに対して、大地震(レベル2地震)を対象とした弾塑性地震応答解析を行った。

① 立面的な剛性バランスがわるいピロティ形式を持つ5層建物と10層建物

② 平面的に剛性バランスのわるい7階建てセットバックや7階建てL型平面を持つ建物

4. 研究成果

(1) 2010年度は1質点モデルと2質点モデルでの最大応答せん断力を比較し、各建物に対して、屋上庭園を設置することにより地震力が低減する屋上庭園の重量、および屋上庭園を支える制震装置の剛性、減衰、耐力を明らかにした。具体的成果としては、下記の点を明らかにし、制震装置付き屋上庭園の有効性を示した。

① 低層建物については、制震装置付き屋上庭園には耐震補強効果はないが、耐震補強しなくても屋上庭園を設置することは可能であり、ヒートアイランド現象等の地球環境問題に貢献することが出来る。

② 中高層建物については、耐震補強効果と地球環境問題の両方に貢献することが出来る。

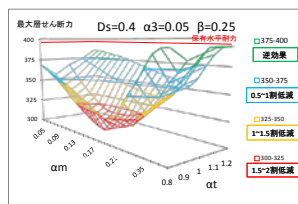


図1 各パラメータでの地震力低減効果

(2) 2011年度は下記の成果を得た。

① 中高層建物を対象に、具体的な建物を設定し、多質点系地震応答シミュレーションを行い、各杭の余裕度に見合った重量の最適配置、制震装置の最適配置を検討し、制震装置付き屋上庭園の有効性を検証した。

② セットバックや耐震壁の偏在によるねじれ

振動が生じる偏心建物について多柱列多質点モデルを作成し、屋上庭園の重量、制震装置の配置をパラメータとして弾性応答シミュレーションを実行し、ねじれ振動を引き起こす偏心建物についても制震装置付き屋上庭園は弾性ねじれ振動に対して有効であることを確認した。

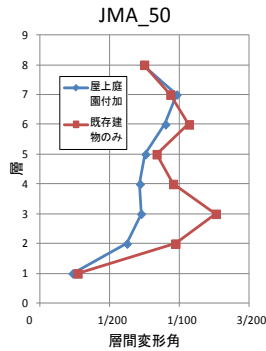


図2 層間変形角の低減効果

(3) 2012年度は、下記の成果を得た。

- ① 立面的な剛性バランスがわるいピロティ形式を持つ5層建物と10層建物
- ② 平面的に剛性バランスのわるい7階建てセットバックや7階建てL型平面を持つ建物
- ①、②とも、弾塑性地震応答解析を行い屋上庭園装置が耐震補強効果と同時に地球環境問題にも貢献できる可能性があることを明らかにした。

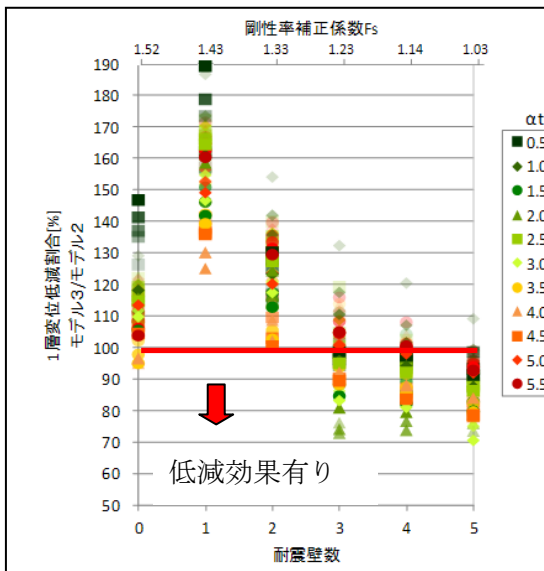


図3 剛性率に対する低減効果

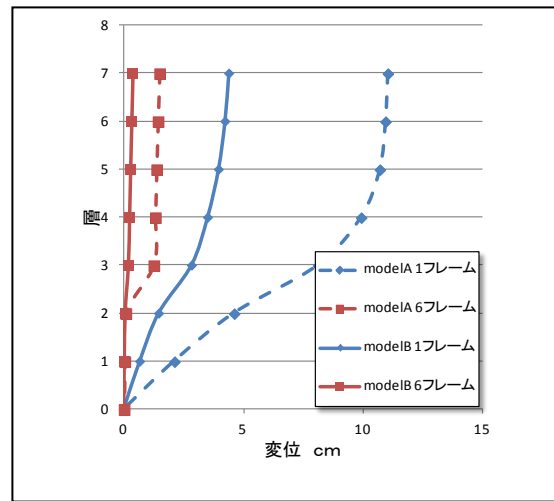


図4 ねじれ低減効果

(4) 以上の成果より、地球環境問題であるヒートアイランド現象と既存不適格建物問題の両方に制震装置付き屋上庭園が有効である可能性を明らかにし、その検証手法を示し、また、実務応用への課題も明らかにした。実務応用には、まだいくつかのハードルがあるが、そのハードルを今後解決することによって、地球環境問題と耐震強度不足建物の存在問題を同時に解決できる最適エコ耐震補強法が実現可能であると思われる。

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)

[学会発表] (計 4 件)

- ① 宗政辰典、堤和敏：制震装置付き屋上庭園設置による偏心建物のねじれ低減効果に関する研究 - その2 弾塑性応答解析による偏心建物のねじれ低減効果について -、第35回情報システム利用技術シンポジウム、2012年12月14日、東京、PP.147-150.
- ② 相場元樹、堤和敏：制震装置付き屋上庭園設置による既存建物剛性率改善効果に関する研究 - その2 F_s が1.2必要なピロティ建物の場合 -、第35回情報システム利用技術シンポジウム、2012年12月14日、東京、PP.151-154.
- ③ Tatsunori Munemasa, Kazutoshi Tsutsumi: Reduction Effect of Torsion Displacement on the building with Eccentricity By Rooftop Garden Equipped with Damping Systems, ICCCBE MOSCOW 2012, June 28, 2012, Moscow, pp.218-219.
- ④ Motoki Aiba, Kazutoshi Tsutsumi: Reduction Effect of the Seismic Force

on an Existing Eight-Story Building with
Rooftop Garden Equipped with
Damping Systems, ICCCBE MOSCOW
2012, June 28, 2012, Moscow,
pp.216-217.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

堤 和敏 (KAZUTOSHI TSUTSUMI)

芝浦工業大学・システム理工学部・教授

研究者番号：70327758