

京都大学	博士(工学)	氏名	金 亨 國
------	--------	----	-------

論文題目	New passive damper systems for vibration control of residential houses and building structures (戸建住宅等の振動制御のための新しい制振システム)
------	---

(論文内容の要旨)

軽量鉄骨造の戸建住宅等では、大地震や強風に対する安全性とともに、比較的小さなレベルの外乱により発生する振動に対して適切な対応を施すことが要請される場合がある。これらに対応する装置として制振ダンパーが存在する。本論文は、比較的小さなレベルの外乱に対する振動から激震時の大変形まで安定した減衰効果を発揮する戸建住宅用制振システムを提案したものであり、以下の6章から構成されている。

第1章は、本論文の目的と意義について述べている。本論文の目的は、比較的小さなレベルの外乱に対する振動から激震時の大変形まで安定した減衰効果を発揮する戸建住宅用制振システムを提案し、想定する戸建住宅に本制振システムを設置した際の応答を簡易的に評価することができる簡易応答評価法を構築することにあることを述べている。

第2章では、高硬度ゴムダンパーを制振ダンパーとして用いたポストテンション型の制振システムを提案している。本制振システムの力学的特性を評価するために、幾何学のおよび材料非線形効果を考慮したモデルを用いて、変形指定型の逆問題型の解析法と増分型の解析法を提案し、汎用解析プログラムおよび実験との比較を通じて提案解析法の精度および妥当性を明らかにしている。本モデルは、幾何学のおよび材料非線形効果を考慮したモデルであるため、変形指定型の逆問題型の解析法が有効であることを明らかにしている。

第3章では、ダンパーとして鋼材による履歴ダンパーを用いた3段ユニット間柱型ダンパーシステムを提案している。3段ユニット間柱型ダンパーシステムは、中間層を設計変更するだけで任意の階高に対応可能であり、同時に上層と下層に高剛性のシステムを組み込むことにより、高い実効率を実現できるモデルであることを明らかにしている。ダンパーの降伏変位および塑性率と等価減衰定数を指定することにより履歴ダンパーが設計可能であることを明らかにし、実大自由振動実験を行って本システムの信頼性を確認している。また、粘弾性ダンパーを用いた既往のシステムとの比較を行い、減衰特性等を明らかにしている。

第4章では、降伏変位の異なる2種類の履歴ダンパーを並列して用いたデュアルシステムや、履歴ダンパーと粘弾性ダンパーを並列して用いたハイブリッドシステムを提案し、シングルシステムとの比較を通じてデュアルシステムやハイブリッドシステムの減衰特性等を明らかにしている。デュアルシステムでは、小振幅と大振幅の幅広い振幅領域で減衰効果を発揮できるシステムを構成することが可能であることを明らかにしている。また、履歴ダンパーと高硬度ゴムダンパーのハイブリッドダンパーを並列して設置した場合には、小振幅域における高硬度ゴムダンパーの高い減衰性能と大振幅域における履歴ダンパーの高い減衰性能の両者を利用した高性能なダンパーシステムが構成可能であることを明らかにしている。また、実大の自由および強制振動実験を行って本システムの信頼性を確認している。

第5章では、3章で展開された制振ダンパーなどを組み込んだ戸建住宅などの低層建物の振動特性を明らかにし、制振ダンパーの種類による振動抑制効果を明らかにしている。地震時の最大変形を与えて入力地震動レベルを見出す概念は、林らが2002, 2008年に展開した性能等価応答スペクトルの概念と同様のものである。本論文では、鋼材履歴ダンパーによる制振効果と高硬度および速度依存型粘弾性ダンパーの制振効果の違いも明らかにしている。

第6章は結論であり、得られた成果を次のようにまとめている。

- (1) 高硬度ゴムダンパーを用いたポストテンション型の制振システムの解析では、幾何学的非線形効果と材料非線形効果の両方を含むため、変形指定型の逆問題型の解析法が有効である。しかしながらダンパーユニットの回転が無視できない大きさとなる場合には、少し精度が低下するため注意が必要である。
- (2) 3段ユニット間柱型ダンパーシステムは、中間層を設計変更するだけで任意の階高に対応可能であり、同時に高い実効率を実現できるモデルである。ダンパーシステムに履歴ダンパーを設置した場合には、ダンパーの降伏変位および塑性率と等価減衰定数を指定することにより履歴ダンパーが設計可能であることを明らかにした。また、実大自由振動実験を行って本システムの信頼性を確認している。
- (3) 3段ユニット間柱型ダンパーシステムに降伏変位の異なるデュアル履歴ダンパーを並列して設置した場合には、小振幅と大振幅の幅広い振幅領域で減衰効果を発揮できるシステムを構成することが可能である。
- (4) 3段ユニット間柱型ダンパーシステムに履歴ダンパーと高硬度ゴムダンパーのハイブリッドダンパーを並列して設置した場合には、小振幅域における高硬度ゴムダンパーの高い減衰性能と大振幅域における履歴ダンパーの高い減衰性能の両者を利用した高性能なダンパーシステムが構成可能である。また、実大の自由および強制振動実験を行って本システムの信頼性を確認している。
- (5) 本論文で提案した制振ダンパーを戸建住宅などの低層建物に組み込む際には、地震時の最大変形を与えて入力地震動レベルを見出す逆問題型の方法が有効であることを明らかにした。尚、地震時の最大変形を与えて入力地震動レベルを見出す概念は、林らが2002, 2008年に展開した性能等価応答スペクトルの概念と同様のものである。

## (論文審査の結果の要旨)

本論文は、比較的小さなレベルの外乱に対する振動から激震時の大変形まで安定した減衰効果を発揮する戸建住宅用制振システムを提案したものであり、得られた主な成果は次の通りである。

1. 高硬度ゴムダンパーを用いたポストテンション型の制振システムの解析では、幾何学的非線形効果と材料非線形効果の両方を含むため、変形指定型の逆問題型の解析法が有効である。
2. 3段ユニット間柱型ダンパーシステムは、中間層を設計変更するだけで任意の階高に対応可能であり、同時に高い実効率を実現できるモデルである。ダンパーシステムに履歴ダンパーを設置した場合には、ダンパーの降伏変位および塑性率と等価減衰定数を指定することにより履歴ダンパーが設計可能である。
3. 3段ユニット間柱型ダンパーシステムに降伏変位の異なるデュアル履歴ダンパーを並列して設置した場合には、小振幅と大振幅の幅広い振幅領域で減衰効果を発揮できるシステムを構成することが可能である。
4. 3段ユニット間柱型ダンパーシステムに履歴ダンパーと高硬度ゴムダンパーのハイブリッドダンパーを並列して設置した場合には、小振幅域における高硬度ゴムダンパーの高い減衰性能と大振幅域における履歴ダンパーの高い減衰性能の両者を利用した高性能なダンパーシステムが構成可能である。また、実大の自由および強制振動実験を行って本システムの信頼性を確認している。
5. 本論文で提案した制振ダンパーを戸建住宅などの低層建物に組み込む際には、地震時の最大変形を与えて入力地震動レベルを見出す逆問題型の方法が有効であることを明らかにした。尚、地震時の最大変形を与えて入力地震動レベルを見出す概念は、林らが2002、2008年に展開した性能等価応答スペクトルの概念と同様のものである。

以上要するに本論文は、比較的小さなレベルの外乱に対する振動から激震時の大変形まで安定した減衰効果を発揮する戸建住宅用制振システムを提案したものであり、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成24年7月26日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。