

審査の結果の要旨

氏名           メヘルダード   サデグザーデ   ナザリ

地震動や風の影響を受けて構造物が振動する際に、応答変位が著しく大きくなる共振現象がある。この現象は、構造物の固有周波数と近い周波数を多く含む振動外力が作用した場合に応答が増大する現象で、これによって構造被害が発生しやすくなる。このような増幅を防ぐために、これまで各種の制御法が提案されてきたが、これらの技術は一般的には制振と呼ばれ、能動（アクティブ）制振と受動（パッシブ）制振に分類される。固有周期の長い超高層建物や長大橋などが対象の場合は、パッシブ制振が用いられることが多い。固有周期の長い構造物に適用するためのパッシブ制振法としては、振り子型のダンパーや同調質量（チューンドマス）ダンパー（TMD）が用いられることが多いが、これらには課題も多い。例えば、振り子型ダンパーでは、長周期の振り子をセットする大きな空間が必要であるし、錘の動きを構造物に伝える装置も高価になる。TMDでは、長周期のダンパーは振り子型ほどではないが、装置が大きくなるとともに複雑になるので高価になる。そこで、本研究では、これまでになかった新しいメカニズムで長周期の構造物のパッシブ制御に活用できるシステムを開発した。このシステムの開発研究をまとめたものが本論文であるが、以下に説明する8章から構成されている。

第1章では、本研究の背景と、本論文の構成を説明している。

第2章では、振り子型のダンパーやバネと質量を連結した従来型の並進同調質量（トランスレーショナル・チューンド・マス）ダンパーシステム（TTMD）に関して、これまでの様々な手法や研究に関するレビューを行っている。特に地震動に対する構造物の応答制御法に関しては、いくつかの具体的な事例も紹介している。

第3章では、本研究で提案する新型 TMD システムとその構成要素、さらに特徴などに関して説明している。また、この論文全体を通して使用される提案システムの構成要素の名称も紹介している。

第4章では、本研究で提案する新型 TMD システムの特徴に関して、数値解析の結果を示しながら解説している。提案システムの性能や挙動に影響を及ぼす幾つかのパラメータに関して、それらが具体的にどのような影響を及ぼすのかを評価している。

第5章では、予備実験試験で行った提案システムの改良点を、段階を追って説明している。予備実験では、自由振動を対象とした制御と振動台で外力を加えた場合の実験を行い、それぞれの実験時に生じた問題を一つずつ解決した。最終的には、振動台を用いて、3種類の実験（制御システムをつけていない構造システム、従来型の TTMD を付けたもの、新型 TMD システムを付けたもの）を行い、新型 TMD システムの挙動を確認することで、最終的に実施する実験法を確定していた。最後に、一連の実験で生じた問題点と解決策、および観察された結果についてまとめた。

第6章では最終実験について、その内容と結果の説明をしている。4種類（A:制御システムをつけていない構造システム：ただし、制御システムと同じ質量を付加していないものとしたもの（A1, A2）、B:従来型の TTMD を付けたもの、C:新型 TMD を付けたもの、ただし B と C の制御システムの質量は同じ）の構造システムのそれぞれに対し、固有周期の異なる3つのモデルを用意した。そして、それぞれのモデルに対し、振動外力として周期の異なる正弦波と卓越周期の異なる実際の地震動を用いて加振し、それぞれの応答を記録した。振動外力としては、制御システムのロバスト性を確認するために、制御する前の構造システムの3つの固有周期よりも短い周期から長い周期までの5種類を用いた。実験は全体で130通りの加振実験を行い、この成果を分かりやすくまとめている。

第7章では、従来型の TTMD と新型 TMD の挙動を解析できる数値解析モデルを作成し、5章と6章の実験結果と比較し、数値解析モデルの精度を確認した。その上で、このモデルを用いて、20階建ての RC ビルを対象に、1次の固有周期と同じ周期を持つ正弦波外力を受けた際の各フロアの応答を求めて比較した。付加質量が同じ場合には、提案システムの制御性能は従来型の TTMD 同調マスダンパーよりも少し低いですが、実際の設置を考えると小さな装置で長周期の制御システムが実現可能であること、また構造が単純なので安価に設置できるなどの長所がある。

第8章は結論の章であり、論文全体のまとめと将来の研究の方向性や課題を整理している。

以上のように、本論文は新しいアイデアによって、コンパクトでありながら長周期の構造物の制御に活用できるシンプルな新型 TMD を提案するものである。超高層ビルや長大橋、免震ビルなどの長周期構造物が増えるとともに、大地震による長周期地震動の影響が考えられる中で、長周期の構造物の地震安全性に大きく貢献する研究成果として高く評価できる。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。