

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 吉中 進

本論文は「分散型MTMDによる大スパン建築構造の振動制御に関する研究」と題し、全10章から構成されている。本論文では、固有振動数の近接した複数の振動モードが励起し易い特徴を持つ大スパン建築構造の振動性状に適した新しいTMD制振設計法として、MTMDを空間に分散配置した分散型MTMDを提案している。設計パラメーターの設定には、東京大学の藤野教授らにより提案された単一振動モード制御用のMTMD (Multiple TMD) 法を応用し、複数の振動モードを効率的に制御するための手法を提案している。さらに本論文では、空間的な広がりを持つ構造物を対象としていることから、構造物全体の応答をバランス良く効率的に制御するためのMTMDの空間配置を提案している。本論文の提案手法が、従来のTMD設計法と比較して、大スパン建築構造用の制振手法として優れていることを解析と実験により明らかにしている。

第1章「序論」では、本研究の特徴など、本論文の研究概要を述べている。

第2章「研究の目的と背景」では、大スパン建築構造の振動被害、振動性状、制振技術の実施例と既往の研究を述べ、大スパン建築構造用に新たな制振設計法を開発する必要性と、設計法を開発するにあたって留意すべき点を明らかにし、研究目的を設定している。

第3章「単一振動モード制御のための既往のTMD設計法のまとめ」では、既往のTMD設計法をまとめている。本論文では、既往の単一モード制御用のMTMD法を応用していることから、設計パラメーターの設定法や、最適バンド幅の設定、同調比に関するロバスト性の考え方をまとめ、大スパンアーチモデルの単一モード制御用に集中配置したMTMDを適用して解析的検討を行い、MTMD法の大スパン建築構造に対する適用性を確認している。

第4章「複数振動モード制御のための分散型MTMDの提案」では、大スパン建築構造用の振動制御手法として、MTMDを空間に分散配置した分散型MTMDを提案し、MTMDの空間配置と設計パラメーターの設定に関する基本的な考え方を示している。

第5章「分散型MTMDの大スパン建築構造への適用性の確認」では、固有振動数の近接した大スパン建築構造の複数振動モード制御に対する分散型MTMDの適用性を確認するために、矩形平板を対象として解析的検討を実施している。本章での設計パラメーターの設定は、既往の単一モード制御手法を準用している。解析の結果、分散型MTMDの特徴的な周波数応答性状と大スパン建築構造の複数モード制御に対する分散型MTMDの適用性を確認している。

第6章「不規則励振に対する分散型MTMDのパラメーター設定法」では、基本モデルを対象に、不規則励振として白色雑音を入力し、MTMD空間配置と設計パラメーターの

設定に関する解析的検討を行っている。その結果、提案したMTMD空間配置の有効性を確認している。さらに、複数振動モード制御のための設計パラメータの設定法を提案し、周波数領域から本手法の適用範囲の目安を設定している。本章での検討結果から、分散型MTMDの基本的な設計法を確立している。

第7章「大スパン建築構造における分散型MTMDの制振効果に関する解析的検討」では、代表的な大スパン建築構造である単層円筒ラチスシェルとドーム状スペースフレーム構造を対象に、地震動に対する分散型MTMDの制振効果を解析的に検討している。単層円筒ラチスシェルのように制御モードの固有振動数が分散している場合、ドーム状スペースフレーム構造のように制御モードの有効質量比が大きく異なる場合における制振設計の考え方を提案している。解析の結果、分散型MTMDが構造物全体をバランス良く制御でき、合計質量比2～3%程度で、最大応答の低減、加力時間に亘る制振効果ともに、優れた制振効果が得られることを確認している。

第8章「アーチモデルを用いた振動台実験」では、分散型MTMDを大スパン建築構造へ適用した場合の効果と、複数振動モード制御のための基礎データを得ることを目的として、小規模のアーチモデルと簡易なMTMDモデルを製作し、振動台実験により単一振動モード制御時における制振効果を確認している。その結果、本手法は広い外力周波数に亘り安定した制振効果が得られること、不規則励振に対する高い制振効果を確認している。さらに複数モード制御に応用するとき重要な特性である固有振動数変動に対するロバスト性が高く、且つ理論上のロバスト余裕を超えても急に制振効果が劣化しないことを確認している。

第9章「分散型MTMDパラメータ決定法のまとめ」では、前章までの検討結果を総合して、分散型MTMDのパラメータ決定法をまとめている。

第10章「結論」では、本論文で提案した事柄と、検討の結果得られた結論を総括している。

本論文は、大スパン建築構造に特有の振動性状を考慮した新たな制振設計法として分散型MTMDを提案し、複数モード制御のための設計パラメータの設定法やMTMDの空間配置、本手法の適用範囲の目安を提案し、数値解析や振動台実験によりその効果を確認したものであり、大スパン建築構造の振動制御分野の発展に大きく貢献するものである。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。