

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	アクティブ制振によるアーチ構造物の地震応答制御
Title(English)	
著者(和文)	箕輪健一
Author(English)	Ken'ichi Minowa
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9463号, 授与年月日:2014年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:小河 利行,時松 孝次,竹内 徹,横山 裕,五十嵐 規矩夫
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9463号, Conferred date:2014/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名		箕輪 健一	
		氏名	職名		氏名	職名
論文審査 審査員	主査	小河 利行	教授	審査員	五十嵐 規矩夫	准教授
	審査員	時松 孝次	教授			
		竹内 徹	教授			
		横山 裕	教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「アクティブ制振によるアーチ構造物の地震応答制御」と題し、以下の5章より構成されている。
第一章「序論」では、阪神・淡路大震災などにおいて多発しているシェル・空間構造物の被害に触れ、地震時における構造安全性および機能維持性に対する社会的な要求に応える地震応答制御に関する技術発展の必要性を指摘し、シェル・空間構造物および高層ビルの制振に関する既往の研究を概観した上で、本研究の目的および位置付けを述べている。

第二章「アーチ構造物への最適制御理論の適用と効率的制振方法の分析」では、まず、最適制御理論に基づくアクティブ制振をアーチ構造物に適用する方法を示し、最適制御理論における重み行列が制御効果に及ぼす影響を明らかにしている。次に、軸力を部材に加える制御、および曲げモーメントを部材に加える制御において、制御力を加える位置に関するパラメータスタディを実施することで、制御力の種類および加力位置が制御効果に及ぼす影響を把握している。その結果、卓越モードである1次モードにおいて振幅が最大となる箇所近傍の部材に曲げモーメントを加える制御を行った場合に、小さな力で応答を低減することが可能となり、最も効率が良くなることを明確にしている。また、加力位置を1箇所から2箇所に増やすことによって、応答がより低減するとともに最大制御力が1箇所あたり7割程度になることを明らかにしている。

第三章「アーチ構造物のアクティブ制振実験による地震応答制御」では、圧電フィルムを貼付したアーチ構造物の縮小模型を対象としたアクティブ制振実験により、最適制御理論に基づく地震応答制御の実現を試みている。まず、制御力の算出にかかる時間に対する補償をバンドパスフィルタの特性を用いることで行い、制御力と応答の位相差を調整することを試みるとともに、これらの位相差が制御効果に及ぼす影響を明らかにしている。次に、制御力の算出にかかる時間を抑制することを目的に、モード制御手法を適用することで、遅れ時間の低減を実現している。そして、適用可能なセンサの種類を拡大することを目的に、応答変位の代わりに応答加速度をフィードバックして制御を行う方法を、カルマンフィルタを適用することで構築している。また、実験結果を数値解析により再現することで、時刻歴応答解析では遅れ時間を考慮することにより、応答スペクトル法では制御による応答低減量を伝達関数で評価することにより、制御を行った時における最大応答および最大制御力を評価できることを示している。

第四章「平面ラチスアーチおよび二層円筒ラチスシェルを対象としたアクティブ制振」では、複層ラチスシェルを対象とした場合における制振方法の確立を目的に、平面ラチスアーチおよび二層円筒ラチスシェルを対象として時刻歴応答解析によりアクティブ制振の適用を検討している。ここでは、モード制御手法の適用にあたり、制御の対象とする固有モードが制御効果に及ぼす影響を分析し、有効質量比の合計が90%以上となる固有モードを制御の対象として採用することで、十分な効果が得られることを明らかにしている。また、制御の効率を良くすることを目的としたアクチュエータ配置位置の最適化手法、および制御の安定性を高くすることを目的としたセンサ配置位置の最適化手法を導入するとともに、遺伝的アルゴリズムによりアクチュエータおよびセンサの最適配置位置を探索し、これらの最適配置位置による制振方法により信頼性が高く効率的な地震応答制御が可能であることを明らかにしている。

第五章「結論」では、本研究で得られた成果を統括して述べている。

以上を要するに、本論文は、アーチ構造物を対象としてアクティブ制振による地震応答制御を試みるとともに、制振方法が制御効果に及ぼす影響を明確にし、効率的かつ実践的に地震応答制御を行える制振方法を明らかにしたものであり、工学および工業の発展に貢献するところが大きい。したがって、本論文は博士(工学)の学位論文として十分に価値のあるものと認められる。