

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)	論文要旨
Type(English)	Summary

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	建築学	専攻	申請学位 (専攻分野)： 博士 (工学)
学生氏名： Student's Name	箕輪 健一		指導教員 (主)： 小河 利行
			指導教員 (副)：
			Academic Advisor(sub)

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

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、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る。本論文は、以下の 5 章より構成されており、内容を以下に示す。

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う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応答低減効果と制御力の入力量とのバランスを決め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し、コントローラにおける計算コストを削減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。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻 : 建築学 専攻
Department of
学生氏名 : 箕輪 健一
Student's Name

申請学位 (専攻分野) : 博士 (工学)
Academic Degree Requested Doctor of
指導教員 (主) : 小河利行
Academic Advisor(main)
指導教員 (副) :
Academic Advisor(sub)

要旨 (英文 300 語程度)
Thesis Summary (approx.300 English Words)

In the present paper, "Seismic Response Control of Arch Structures using Active Vibration Control", the active vibration control of arch structures is studied for the purpose of reducing the seismic response. This paper shows the influences of control methods on the control effects and clarifies the method for construction of the vibration control that can be performed efficiently and practically.

First, the method of applying the active vibration control for arch structures based on Optimal control theory is shown. Next, the control effects are discussed by conducting the parametric study about the controlled position of arch structure and the kind of control force. As a result, the best efficient control method is that the control force is bending moment and the control position is the vicinity of antinode of the dominant mode.

Then, active vibration control tests are conducted for scale models of arch structures with piezoelectric films. The influences of delay time of control and phase of control force on the control effects are examined. And the modal control is applied so that the delay time decreases. Also the control method that uses acceleration feedback is constructed with a Kalman filter for the purpose of using the accelerometers as sensors. As a result, the reductions in the response displacement and acceleration to seismic waves are realized.

Finally, the active vibration control of double-layer cylindrical lattice shells is discussed for the purpose of establishing the seismic response control method of lattice shells. Here, the influences of the controlled modes on the control effects are examined and it is showed that the control method with the effective mass ratios of 90% is effective. Moreover, the optimum arrangement of actuators and the optimum arrangement of sensors are discussed. These arrangements are searched by means of GA and the seismic response reduction is realized with these arrangements.

備考 : 論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).