

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	免震建築構造物のアクティブ制御に適した等価入力外乱に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	宮本皓
Author(English)	Kou Miyamoto
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11201号, 授与年月日:2019年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:佐藤 大樹,元結 正次郎,山田 哲,竹内 徹,古谷 寛
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11201号, Conferred date:2019/3/26, 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

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： Department of, Graduate major in	建築学 都市・環境学	系 コース	申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(工学)
学生氏名： Student's Name	宮本 皓		指導教員 (主)： Academic Supervisor(main)	佐藤 大樹 准教授	
			指導教員 (副)： Academic Supervisor(sub)		

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は、「免震建築構造物のアクティブ制御に適し等価入力外乱に関する研究」と題し、以下の6章から成っている。

題1章「序論」では、従来の免震構造よりも更なる制御性能を得る目的としてアクティブ制御を導入し、免震構造と併用する建築物が現れてきている中、外乱の影響を推定しこれを利用する等価入力外乱手法が近年用いられるようになったことを述べている。等価入力外乱手法は従来から建築物の振動制御に用いられているフィードバック制御の制御性能を更に高くすることが期待されているが、従来の等価入力外乱手法は、メカトロニクス系を対象としたものであり、建築物の振動制御で重要である、絶対加速度や層間変位は全く考慮されていない問題点について指摘した。この現状を受け、本論文の目的として、建築物の振動制御に適するように、絶対加速度や層間変位を考慮した新しい等価入力外乱手法の提案を行うことを本章で述べている。

第2章「相対変位・速度を抑制する従来の等価入力外乱(EID)手法」では、従来の相対変位・速度を評価しこれを抑制する従来の等価入力外乱手法を用いて、相対変位・速度を評価し抑える状態フィードバック制御との比較を行い、等価入力外乱手法の特性を述べ、等価入力外乱手法の特性を整理した。また、現状で使われている、相対変位・速度のみを考慮する等価入力外乱手法の問題点を明らかにした。

第3章「絶対加速度、層間変位・速度を制御するLQRの設計方法」では、等価入力外乱手法に用いられるフィードバックコントローラに着目をした。等価入力外乱に用いられるフィードバックコントローラゲインは最適制御(LQR)によって設計されるものが多いが、最適制御の評価関数中では相対変位と速度のみが考慮されているため、絶対加速度や層間変位を考慮するものを用いる必要がある。しかし、評価関数中に含めることができる変数は相対変位・速度と制御入力であることから、相対変位の2階微分の値を含む絶対加速度を含ませるには工夫が必要である。

本章では、絶対加速度と層間変位を考慮し抑える評価関数の導出を行い、絶対加速度の大きさを相対変位・速度と制御入力を用いて等価に表現する方法の説明を行った。

第4章「絶対加速度、層間変位・速度を制御する拡張等価入力外乱手法の概要」では、等価入力外乱推定器に着目をした。従来の等価入力外乱手法は相対変位・速度を考慮しこれを抑えるものであるのに対し、本章では絶対加速度と層間変位を考慮し、これらの値を抑制する拡張等価入力外乱手法を提案し、これの導出に関する説明を行った。

一般的に制御系の出力には制御対象の建物の相対変位と速度からなるベクトルに出力マトリックス

を掛け合わせたものを出力として用いるが、制御入力と相対変位・速度を組み合わせることにより、絶対加速度を等価に出力させる方法を応用し、これを用いて絶対加速度を考慮し、抑制する拡張等価入力外乱手法の提案を行った。

また、本章の分析の結果により、拡張等価入力外乱手法はフィードフォワード制御とフィードバック制御部分から構築されていることが明らかになった。その結果、外乱はフィードフォワード制御によって低減され、その残差がフィードバック制御部分によって低減される形式であることを明らかにした。

さらに、本章では、1自由度系のモデルを用いて制御系設計の際に用いるパラメータが制御性能に与える影響を理論的に明らかにした。その結果、絶対加速度を出力する等価入力外乱と、相対変位を出力する等価入力外乱を比較した際、絶対加速度を出力する等価入力外乱は、絶対加速度に対する制御性能を変化させることがなく、相対変位に対する制御性能を改善できることが明らかになった。

第5章「応答スペクトルを用いた拡張等価入力外乱手法による制御系の設計」では絶対加速度を考慮する新しい等価入力外乱手法を対象として、制御対象の建物ごとの、制御系の応答（特に、相対変位・速度と絶対加速度）と、最大制御力値を推定する新しいスペクトルを示した。その結果、地震力から応答値までの伝達関数と、従来の建築設計で用いられている応答スペクトルを組み合わせることにより、アクティブ制御系の最大相対変位・速度と絶対加速度、並びに制御力を推定できることを示した。

第6章「結論」では、各章で得られている知見を総括し、本論文の結論と今後の課題について述べた。

以上を要するに、本論文は建築物を対象とした新しいアクティブ制御システムの提案を行い、従来の機械制御に用いられるシステムを準用することにとどまらず、建築物に適した新しい制御系の提案を行っており、さらに、提案した制御系の理論的な性能分析や、応答評価法までも含む研究であり、建築構造学分野における学術的価値は高く、工学上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な価値があるものとして認められる。

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).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： Department of, Graduate major in	建築学 都市・環境学	系 コース	申請学位 (専攻分野) : Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(工学)
学生氏名 : Student's Name	宮本 皓		指導教員 (主) : Academic Supervisor(main)	佐藤 大樹 准教授	
			指導教員 (副) : Academic Supervisor(sub)		

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

The title of this thesis is “Study of new equivalent-input-disturbance approach for active structural control with base isolated building” and it consists of 6 chapters.

A feedback control method is one of the most commonly control system for active structural control of civil structures. On the other hand, the equivalent-input-disturbance (EID) approach was devised and it had not only the feedback control but also the feedforward control. The EID approach is already applied for the active structural control of civil engineering. That active structural control considers the displacement of buildings.

However, suppressing absolute acceleration and the inter-story-drift is most important for buildings and conventional systems did not consider them.

Chapter 1 explains the background of active structural control strategies and this chapter describes this thesis devises a new EID system that considers the absolute acceleration and the inter-story-drift of a building.

Chapter 2 simulates the conventional EID system, which considers only the displacement and the velocity of a building to clarify the characteristics and the problems of conventional EID approach, which considers the displacement and velocity of buildings.

Chapter 3 shows on the feedback control system. This chapter shows the characteristics of the liner-quadratic-regulator method that considers not only the absolute acceleration but also the inter story drift of buildings.

Chapter 4 devises the extended EID (EEID) approach that suppresses the absolute acceleration and the inter story drift of buildings and shows the influence of designing parameters for the control performance in the EEID approach.

Chapter 5 presents the new response spectrum that estimates the maximum displacement, velocity, absolute acceleration and the control force of the EEID system to design and evaluate the system.

Chapter 6 is the conclusion and the future works of this thesis.

This thesis devises a new EID system for active structural control of base isolated building. Moreover this thesis not only devises the new method but also analyses the influence of the control performance theoretically and also presents the design method of the new system.

Thus, this study contributes the structural engineering in civil engineering and it deserves Ph. D.

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).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).