

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	粘性流体のせん断変形抵抗力を用いた制振ダンパーに関する新たな力学モデル化手法
Title(English)	
著者(和文)	佐々木和彦
Author(English)	Kazuhiko Sasaki
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9518号, 授与年月日:2014年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:笠井 和彦,翠川 三郎,元結 正次郎,坂田 弘安,山田 哲
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9518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	人間環境システム	専攻	申請学位 (専攻分野)： 博士 (工学)
学生氏名： Student's Name	佐々木 和彦		指導教員 (主)： 笠井 和彦
			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、「粘性流体のせん断変形抵抗力を用いた制振ダンパーに関する新たな力学モデル化手法」と題し、以下の 10 章で構成される。

第 1 章「序論」では、地震に対し建物に設置される制振装置のうち、粘性流体のせん断力により減衰力を生じる任意形状の粘性ダンパーを対象とし、その正確な力学モデルの構築のためには、ダンパーを構成する粘性流体と装置材の挙動を精度良く再現する必要があり、それが研究の目的であることを記す。また、はじめに粘性流体の特性を正確にモデル化し、その後それに任意形状の装置材の影響を加味するという研究の計画を示す。

第 2 章「剛な装置材で構成された粘性ダンパーの加振実験による理想的な特性の把握」では、剛な装置材で構成された粘性ダンパーの加振実験による粘性流体の特性を把握する。新たな実験手法に基づき、ダンパー評価の基盤になる、理想条件下の粘性流体のせん断変形における特性を求める。広範囲のせん断歪振幅 2000%まで、温度 0~40℃、振動数 10Hz までを対象とした緻密な実験の結果を示す。

第 3 章「剛な装置材で構成された粘性ダンパーの小歪における線形特性のモデル」では、剛な装置材で構成された粘性ダンパーの小歪における線形力学モデルを検討する。せん断力を既往の速度のべき乗指数で表すモデルでなく、粘弾性体の理論に基づく新たな振動数依存モデルを用いる。せん断歪・応力の分数時間微分からなる構成則を用い、線形性を示し比較的単調である小歪 100%以下を対象とする。

第 4 章「剛な装置材で構成された粘性ダンパーの大歪における非線形特性のモデル」では、剛な装置材で構成された粘性ダンパーの 2000%までの大歪における非線形特性のモデルを検討する。大歪の加振では、粘性流体の特性は振幅にも影響されて線形となるため、ここでは、3 章で述べた線形特性モデルから求めた、振動数に依存する線形せん断力を、歪振幅に依存する線形特性と非線形特性の関係を用いて、大歪における非線形特性のせん断力に変換する新たな手法を示す。

第 5 章「剛な装置材で構成された粘性ダンパーの簡易モデル」では、剛な装置材で構成された粘性ダンパーの小歪から大歪までの全ての範囲に適合する簡易モデルを検討する。最も単純な Kelvin 体を用いるが、その粘性要素と剛性要素の係数を、2 章で報告した振動数・振幅依存のデータに基づき刻々と変化させ、時刻歴解析の現ステップの応答振動数を感知する新たな数値手法を提案する。また、この精度は、3 章・4 章で述べた分数微分構成則ほどではないが、良好であることを示す。

第 6 章「筋違型の粘性系ダンパーにおける減衰材と装置材、支持材の動的特性モデル」では、2 章から 5 章の装置材を剛と仮定したモデル化を基盤として、筋違型ダンパーの装置材の軸変形を加味したダンパーのモデル化を検討する。装置材の粘性流体と接する部分の長さ全域にわたる軸方向の変形、およびそれに連成した粘性流体せん断歪の値の軸方向の変化を定式化する。装置材の変形により粘性要素の変形が減るため、減衰性能が低下することを、ダンパーの時刻歴解析手法や性能評価法へと反映させる方法を示す。

第 7 章「壁型の粘性系ダンパーにおける減衰材と装置材、支持材の動的特性モデル」では、6 章と対比して 壁型の粘性系ダンパーの装置材の曲げ・せん断変形を加味したダンパーのモデル化を検討する。装置材の粘性流体と接する部分の長さ全域にわたる水平方向の変形、およびそれに連成した粘性流体せん断歪の値の水平方向の変化を定式化する。壁を曲げ剛性とせん断剛性をもち鉛直方向にのびる柱としており上柱と下柱の相対水平変位が粘性流体のせん断歪となり、鉛直方向の分布は複雑である。装置材の変形により粘性要素の変形が減るため、減衰性能が低下することを、ダンパーの時刻歴解析手法や性能評価法へと反映させる方法を示す。

第 8 章「粘性ダンパーの繰返し特性の把握とそのモデル」では、長周期地震動に対する壁型粘性ダンパーの特性とその簡易評価を検討する。既往地震に対する構造物の応答挙動をふまえて開発された壁型粘性ダンパーは、東日本大震災のような長周期地震動に対する装置の耐久性や性能特性、時刻歴解析のための力学モデルの適合性が不明確である。長周期地震動の制振構造物の応答挙動に相当する様々な種々の正弦波によってダンパーを加振実験し、加振中や加振前後の特性変化、破損の有無を確認し、性能特性の簡易評価する方法を示す。

第 9 章「建物の応答時刻歴解析への適用例および非線形粘性モデルとの比較」では、建物の応答時刻歴解析への適用例を示し、既往の力学モデルを用いた解析値と比較する。既往モデルは非線形粘性特性のみから成立つが、提案モデルは 5 章で述べた簡易な粘弾性モデルで振動数依存特性を有し、かつそれに弾性要素を直列に結合させたものである。様々な地震入力を用いて高層建物の時刻例解析を行い、これらのモデルの違いがダンパーの荷重・変形関係および建物の応答に及ぼす影響を検討し、特に加速度応答に顕著な違いが生じることを示す。

第 10 章「結論」で、各章のまとめと今後の研究展望を記す。

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 : Department of	人間環境システム	専攻	申請学位 (専攻分野) : 博士 Academic Degree Requested	Doctor of	( 工学 )
学生氏名 : Student's Name	佐々木 和彦		指導教員 (主) : Academic Advisor(main)		笠井 和彦
			指導教員 (副) : Academic Advisor(sub)		

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words )

The other study's reports of building characteristic measurements in huge earthquakes show that viscous dampers are useful to reduce building acceleration. The characteristic formula of viscous damper force is often the nonlinear viscous element model in seismic time history response analyses of structures having the dampers, but it is not always accurate. This means that analysis using the formula cannot always lead to exact results.

Damping force depends on properties of viscous material and the damper's components, but the formula considered in the past is not compounded from them. To make the formula more correct, this paper firstly shows some viscous material characteristics with detailed experiments. It indicates that viscous force depends on strains and frequencies, and its hysteresis loop is similar to that of viscoelastic in small strains.

Secondary, it shows how to evaluate the properties of the viscous damper consisted by the rigid components. Furthermore, it indicates how to model the relationship between the characteristics of the viscous material and that of steel components, to evaluate the characteristics of the arbitrary shape damper. They are based on the differential equations in complex domain, expressing strain and stress. Though the model got from the differential equations is very complex, it shows the easy model considered from another method.

In addition, it shows the damper's characteristics in experiment of a long-period ground motion, and there is no damage after shaking such long time. And it indicates how to evaluate about the damper characteristics in that condition.

Finally, it compares the response values of the anamnestic damper model and this paper's model in the building's time history analysis for earthquake. It shows there are some differences especially acceleration in some earthquakes.

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).