



Investigation of the colloidal damper

Suciu, Claudiu Valentin

(Degree)

博士 (工学)

(Date of Degree)

2003-03-31

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲2808

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1002808>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



【 2 8 6 】

氏 名 ・(本 籍) SUCIU, CLAUDIU VALE (ルーマニア)

博士の専攻分野の名称 博士 (工学)

学 位 記 番 号 博い第303号

学位授与の 要 件 学位規則第4条第1項該当

学位授与の 日 付 平成15年3月31日

【 学位論文題目 】

INVESTIGATION OF THE COLLOIDAL DAMPER
(コロイダルダンパに関する研究)

審 査 委 員

主 査 教 授 岩壺 卓三

 教 授 神吉 博

 教 授 出来 成人

本研究は機械工学の分野にナノテクノロジーを適用したコロイダルダンパーを取り扱っている。コロイダルダンパーは通常の油圧ダンパーの代替となるものである。

コロイダルダンパーでは油圧ダンパーのオイルの代わりに多孔質粒体と疎液からなるコロイド溶液を用いる。コロイダルダンパーと油圧ダンパーは両者共に作動流体がオリフィスを通過するときに力学的エネルギーを吸収する。この両者ではオリフィスの径が異なる。油圧ダンパーではオリフィスの径はミリメートルであるがコロイダルダンパーではナノメートルである。

本研究の主要な目的はコロイダルダンパーを設計し、理論的アイデアを製品として実現するための基礎研究である。広範囲にわたる実験によってコロイダルダンパーの性能に関わる設計パラメーターの影響をあきらかにする必要こと及びエネルギー吸収のメカニズムを明らかにすることである。

第1章ではコロイダルダンパーの力学的エネルギー吸収メカニズムの原理について述べている。

第2章では本研究の背景および目的について述べ、コロイダルダンパーの適用とコロイダルダンパーの利点についても記述している。

第3章ではコロイダルダンパーの静的性能を実験的に明らかにし、コロイダルダンパーの静的実験装置およびコロイダルダンパーの静的ヒステリシスの測定方法について述べている。疎液として水、不凍液、水銀を試し、コロイダルダンパーの概念に關係する水の物理的性質に関して述べている。二種類の多孔質粒体について実験している。一つは物質そのものが疎液性をもつ材料、ポリスチレン、エアロゾル、シリコンゴム、炭、グラファイト、カーボンナノチューブなどである。他の一つは物質そのものは親水性を持つもの、例えばシリカゲル、ガンマアルミニウム酸化物に有機シリコンを塗布して疎液性を付加した材料である。その結果、水と疎水性を付加したシリカゲルの組み合わせが経済的およびエコロジカルな観点から最適であることが明らかとなった。コロイダルダンパーのヒステリシスに関して多孔質体、疎液性材料、疎液性材料の多孔質体表面における分布密度、疎液性材料の分子長、孔の径、多孔質体の径および多孔質粒体の構造の影響を多孔質体のタイプによる違いや、多孔質体のタイプを種々組み合わせて明らかにした。コロイダルダンパーの散逸エネルギーの変化と表面張力、圧力、水量、弛緩時間の影響を調べた。

第4章ではコロイダルダンパーの動的性能を実験的に明らかにした。二種類のコロイダルダンパーの動的実験装置を設計した。シングルコロイダルダンパー（正荷重タイプ）とダブルコロイダルダンパー（正および負荷重タイプ）である。

動的ヒステリシスの測定方法について記述した。多孔質体としてラビリンス構造を持つ疎水性シリカゲルと中空構造を持つ疎水性シリカゲルを用いた。水を疎液として使用した。コロイダルダンパーの動作中における温度変化を記録して熱力学的検討をした。

純水のみを用いたサイクルとコロイダルダンパーのサイクルを測定し、コロイダルダンパーのサイクルから純水のみを用いたサイクルを差し引くことで、コロイダルダンパーの散逸エネルギーと動作速度の關係および効率と動作速度の關係を導いた。

コロイダルダンパーの信頼性を調べ、実験結果が文献の実験結果と良く一致することが確認された。

第5章ではコロイダルダンパーを理論的に解析した。実験結果をナノ多孔質体内の流れ解析、コロイダルダンパーの熱力学およびコロイダルダンパーのエネルギー散逸の理論解析によって明らかにした。

コロイダルダンパーで用いられるシリカゲル中の微細管のナノ流れ：油圧ダンパーではポアズイユ流れのせん断力が力学的エネルギーを散逸する。コロイダルダンパーにおいてはポアズイユクリープ流れを起こしており、高クヌーセン数においてはクラスター流となることが分かった。このような流れでは、流線は非粘性流体の流線と同様である。その結果、流体の摩擦と熱は無視できる。

コロイダルダンパーの熱力学：油圧ダンパーでは散逸エネルギーのほぼ100%が熱になる。コロイダルダンパーでは散逸エネルギーの3%だけが熱になる。残りの97%は固体-液体-気体の境界の相界仕事に変換される。熱力学的観点から、コロイダルダンパーの機能は内部エネルギー（分子間エネルギー）のポテンシャルエネルギーへの変化によって説明できる。これに対して、通常の熱力学系では内部エネルギーは運動エネルギーに代わる。

コロイダルダンパーのエネルギー散逸：多孔質体が中空構造の場合では、エネルギー散逸メカニズムはヒステリシスのネック-ボトル理論で説明できる。ネックにおけるラプラス力が多孔質体内への疎水の吸収を支配する（圧縮課程）。ボトルにおけるラプラス力が多孔質体内からの疎水の排出を支配する（弛緩課程）。

多孔質体がラビリンス構造の場合では、散逸エネルギーは多孔質体表面の粗さおよび多孔質体表面の化学的不均一性に関して接触角ヒステリシス理論によって説明できる。

コロイダルダンパーの散逸エネルギーの計算は3、4章で述べた実験結果とよく一致した。

第6章では結論を述べている。

以上本論文では、コロイダルダンパーのエネルギー吸収メカニズムを理論的に明らかにすると共に、これを実現する多孔質粒体と疎液の組み合わせを実験によって解析し、経済的およびエコロジカルな観点から、発熱が小さく、効率の良いコロイダルダンパーのデザインを提案した。

氏名	SUCIU, CLAUDIU VALENTIN		
論文 題目	Investigation of the Colloidal Damper (コロイダルダンパーに関する研究)		
審査委員	区 分	職 名	氏 名
	主 査	教 授	岩 壺 卓 三
	副 査	教 授	神 志 博
	副 査	教 授	米 本 政 人
	副 査		
要 旨			
<p>本研究は機械工学の分野にナノテクノロジーを適用したコロイダルダンパーを取り扱っている。コロイダルダンパーは通常の油圧ダンパーの代替となるものである。</p> <p>コロイダルダンパーでは油圧ダンパーのオイルの代わりに多孔質粒体と疎液からなるコロイド溶液を用いる。コロイダルダンパーと油圧ダンパーは両者共に作動流体がオリフィスを通過するときに力学的エネルギーを吸収する。この両者ではオリフィスの径が異なる。油圧ダンパーではオリフィスの径はミリメートルであるがコロイダルダンパーではナノメートルである。</p> <p>本研究の主要な目的はコロイダルダンパーを設計し、理論的アイデアを製品として実現するための基礎研究である。広範囲にわたる実験によってコロイダルダンパーの性能に関わる設計パラメーターの影響を明らかにすること及びエネルギー吸収のメカニズムを明らかにすることである。</p> <p>第1章ではコロイダルダンパーの力学的エネルギー吸収メカニズムの原理について述べている。</p> <p>第2章では本研究の背景および目的について述べ、コロイダルダンパーの適用とコロイダルダンパーの利点についても記述している。</p> <p>第3章ではコロイダルダンパーの静的性能を実験的に明らかにし、コロイダルダンパーの静的実験装置およびコロイダルダンパーの静的ヒステリシスの測定方法について述べている。疎液として水、不凍液、水銀を試し、コロイダルダンパーの概念に係る水の物理的性質に関して述べている。二種類の多孔質粒体について実験している。一つは物質そのものが疎液性をもつ材料、ポリスチレン、エアロゾル、シリコンゴム、炭、グラファイト、カーボンナノチューブなどである。他の一つは、物質そのものは親水性を持つもの、例えばシリカゲル、ガンマアルミニウム酸化物に有機シリコンを塗布して疎液性を付加した材料である。その結果、水と疎水性を付加したシリカゲルの組み合わせが経済的およびエコロジカルな観点から最適であることが明らかとなった。コロイダルダンパーのヒステリシスに関して多孔質体、疎液性材料、疎液性材料の多孔質体表面における分布密度、疎液性材料の分子長、孔の径、多孔質粒の径および多孔質粒の構造の影響を多孔質体のタイプによる違いや、多孔質体のタイプを種々組み合わせで明らかにした。コロイダルダンパーの散逸エネルギーの変化と表面張力、圧力、水量、弛緩時間の影響を調べた。</p> <p>第4章ではコロイダルダンパーの動的性能を実験的に明らかにした。二種類のコロイダルダンパーの動的実験装置を設計した。シングルコロイダルダンパー（正荷重タイプ）とダブルコロイダルダンパー（正および負荷重タイプ）である。</p>			

氏名	SUCIU, CLAUDIU VALENTIN
<p>動的ヒステリシスの測定方法について記述した。多孔質体としてラビリンス構造を持つ疎水性シリカゲルと中空構造を持つ疎水性シリカゲルを用いた。水を疎液として使用した。コロイダルダンパーの動作中における温度変化を記録して熱力学的検討をした。</p> <p>純水のみを用いたサイクルとコロイダルダンパーのサイクルを測定し、コロイダルダンパーのサイクルから純水のみを用いたサイクルを差し引くことで、コロイダルダンパーの散逸エネルギーと動作速度の関係および効率と動作速度の関係を導いた。コロイダルダンパーの信頼性を調べ、実験結果が文献の実験結果と良く一致することが確認された。</p> <p>第5章ではコロイダルダンパーを理論的に解析した。実験結果をナノ多孔質体内の流れ解析、コロイダルダンパーの熱力学およびコロイダルダンパーのエネルギー散逸の理論解析によって明らかにした。</p> <p>コロイダルダンパーで用いられるシリカゲル中の微細管のナノ流れ：油圧ダンパーではポアズイユ流れのせん断力が力学的エネルギーを散逸する。コロイダルダンパーにおいてはポアズイユクリーブ流れを起こしており、高クヌーセン数においてはクラスター流となることが分かった。このような流れでは、流線は非粘性流体の流線と同様である。その結果、流体の摩擦と熱は無視できる。</p> <p>コロイダルダンパーの熱力学：油圧ダンパーでは散逸エネルギーのほぼ100%が熱になる。コロイダルダンパーでは散逸エネルギーの3%だけが熱になる。残りの97%は固体-液体-気体の境界の相界仕事に変換される。熱力学的観点から、コロイダルダンパーの機能は内部エネルギー（分子間エネルギー）のポテンシャルエネルギーへの変化によって説明できる。これに対して、通常の熱力学系では内部エネルギーは運動エネルギーに代わる。</p> <p>コロイダルダンパーのエネルギー散逸：多孔質体が中空構造の場合では、エネルギー散逸メカニズムはヒステリシスのネック-ボトル理論で説明できる。ネックにおけるラプラス力が多孔質体内への疎水の吸収を支配する（圧縮課程）。ボトルにおけるラプラス力が多孔質体内からの疎水の排出を支配する（弛緩課程）。</p> <p>多孔質体がラビリンス構造の場合では、散逸エネルギーは多孔質体表面の粗さおよび多孔質体表面の化学的不均一性に関して接触角ヒステリシス理論によって説明できる。</p> <p>コロイダルダンパーの散逸エネルギーの計算は3、4章で述べた実験結果とよく一致した。</p> <p>第6章では結論を述べている。</p> <p>以上本論文では、コロイダルダンパーのエネルギー吸収メカニズムを理論的に明らかにすると共に、これを実現する多孔質粒体と疎液の組み合わせを実験によって解析し、経済的およびエコロジカルな観点から、発熱が小さく、効率の良いコロイダルダンパーのデザインを提案した価値ある論文である。</p> <p>よって、学位申請者のSUCIU, CLAUDIU VALENTINは、博士（工学）の学位を得る資格があると認める。</p>	