

主 論 文 要 旨

報告番号	甲 第 号	氏 名	大野 憲一
主論文題目：			
磁性流体を用いた同調液体ダンパーの基礎特性及び性能改善に関する研究			
<p>(内容の要旨)</p> <p>構造物の振動による疲労軽減や人的健康被害の抑制等を目的として制振装置の研究が数多く為されている。中でも液体を制振質量として用いる同調液体ダンパー (TLD) は、微小振動にも効果的で長寿命という利点を有するが、多くの TLD はパッシブ型であり制振効果範囲が限定されている。制御式 TLD はいくつか考案されており、セミアクティブ TLD である同調磁性流体ダンパー (TMFD) もその一つであるが、その特性については未解明な点が多い。本研究では、定常磁界によって制御を行う TMFD に関して、基礎特性を明らかにし、基礎特性に基づいた制御域の改善を行うことを目的としている。</p> <p>第 1 章では、本研究の背景と従来の研究を概説した。</p> <p>第 2 章では、まず円筒容器底部から軸対称磁界を印加する場合の磁性流体スロッシングの線形理論解析を行った。製作した TMFD 装置によって加振実験を行い、構造物周波数応答の最大制振点がスロッシング固有振動数に相当するという性質を利用して、理論解析によって得られたスロッシング固有振動数が実験結果と定量的に一致することを確認した。スロッシング固有振動数から最適液深条件を求め、最適液深設定時の TMFD の性能を実証した。更に、容器壁面上における流体圧力変化振幅と液面変位振幅の関係を調べ、その両者がほぼ線形関係にあること、横方向加振の 1 周期内に、円周方向 0 次モードである縦方向スロッシングが 2 周期生じていること、縦方向スロッシング固有振動数が圧力変化振幅と液面変位振幅の比例関係に関与することを実験的に明らかにした。</p> <p>第 3 章では、最適液深設定時に液量が確保しにくい問題の解決策として、二重円筒容器を用いた TMFD の提案を行い、二重円筒容器内磁性流体スロッシングの線形理論解析を行った。二重円筒容器 TMFD は、円筒容器 TMFD に比べて最大制振点における構造物振幅が増大してしまうことや、磁界印加時のスロッシング固有振動数変化量が低減してしまうことが実験的に判明した。理論解析結果から明らかとなったスロッシング固有振動数への磁界の影響を考慮し、二重円筒容器の内円筒内部に鉄心を挿入することを提案した。鉄心挿入によってスロッシング固有振動数変化量が大幅に増大し、TMFD の制御域が大きく改善されたことを実験的に確認した。</p> <p>一方、第 4 章では、同調質量ダンパー (TMD) アナロジーを用いて TMFD をモデル化し、その時の TMD パラメータ変化を定性的及び定量的に求めた。二重円筒容器では円筒容器に対し、臨界減衰係数が大きく増加し、有効質量が減少することが明らかとなった。また、磁界印加によって、構造物周波数応答の第一共振振動数が影響を受けることや、臨界減衰係数が増加傾向を示すことが判明した。</p> <p>第 5 章に、各章で得られた知見をまとめ、本研究の成果を要約した。</p>			
以上			

SUMMARY OF Ph.D. DISSERTATION

School Integrated Design Engineering	Student Identification Number	SURNAME, First name OHNO, Kenichi
Title Basic Characteristics and Performance Improvement of a Tuned Liquid Damper Using Magnetic Fluid		
Abstract <p> Much research has been devoted to dynamic absorbers with the object of extending the lifespan of structures and preventing human casualties. A tuned liquid damper (TLD), which uses liquid as a damping mass, offers the advantages of long lifespan and high efficiency even for small oscillations. However, TLDs are mostly passive dampers having narrow effective frequency ranges. To overcome this limitation, controllable TLDs have been proposed in previous studies; a tuned magnetic fluid damper (TMFD) is one of such device. The characteristics of the TMFD, which is a semi-active damper, have not yet been clarified. This study investigates the basic characteristics of the TMFD for a static magnetic field. Based on this characterization, the control area of these devices is improved. </p> <p> Chapter 1 introduces the background of the TMFD and relevant previous studies. </p> <p> Chapter 2 describes the characteristics of a TMFD using a cylindrical container. A linear theoretical analysis of the sloshing of magnetic fluid under axisymmetric magnetic field is performed. In addition, the results of an experiment in which the TMFD is placed on a structure to obtain the structural frequency response are reported. The natural sloshing frequencies are derived from the frequency response, based on the fact that the maximum damping frequency corresponds to the natural sloshing frequency. The results indicate that the theoretical analysis quantitatively expresses the natural sloshing frequency. The optimal TMFD fluid depth is calculated and confirmed by experiments. The relationship between the amplitude of the pressure on the wall and that of the fluid displacement is also studied. Vertical sloshing, which is the sloshing of the 0th mode in circumferential direction occurs twice per horizontal vibration cycle, and also influences the pressure and fluid displacement. </p> <p> Chapter 3 explains the performance of the TMFD by theoretically analyzing a coaxial cylindrical container containing the sloshing magnetic fluid. On comparing with the cylindrical TMFD, the amplitude of the structure at the maximum damping point increases while the range of the changing natural sloshing frequency decreases. To increase the variation in the natural sloshing frequency, an iron core is inserted into the inner cylinder of the coaxial cylindrical container resulting in a substantial improvement in the controllable range of the TMFD. </p> <p> Chapter 4 presents an analysis of the TMFD based on an analogous model of a tuned mass damper. The critical damping coefficient becomes much larger and the effective mass becomes smaller for the coaxial cylindrical TMFD than that for the cylindrical TMFD. It is observed that a magnetic field effects a change of the first resonant frequency. This magnetic field was also observed to increase the critical damping coefficient. </p> <p> Chapter 5 summarizes the results of this study. </p>		