

令和 6 年 7 月 4 日現在

機関番号：54102

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K04372

研究課題名（和文）空気流入による減衰力可変型粒状体ダンパーに関する研究

研究課題名（英文）Study of Air Inflow Type Variable Damping Force Particles Damper

研究代表者

林 浩一（Hayashi, Koichi）

鳥羽商船高等専門学校・その他部局等・教授

研究者番号：30613947

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、空気流入型粒状体ダンパーの減衰力特性と、空気流入型粒状体ダンパーを組み込んだ振動系の振動特性を実験的に調べた。その結果、粒状体ダンパーを水平方向に設置した場合の減衰力特性と振動特性はともに、流入させる空気流量の違いによる顕著な差は見られなかった。一方で粒状体ダンパーを鉛直方向に設置した場合の減衰力特性と振動特性はともに、流入させる空気流量の違いにより顕著な差が確認できた。以上のことから、空気流入型粒状体ダンパーは、鉛直方向に設置することで減衰力可変ダンパーとして機能することが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、粒状体ダンパーの有効な減衰力可変方法を示した。このことにより粒状体ダンパーも、状況に応じて減衰力を変化させることが求められる際に使用できるダンパーの候補の一つとして挙げることができるようになったものと思われる。このことは、現在広く使われているオイルダンパーの代わりとして粒状体ダンパーを用いることができる適用範囲が広がったことを示唆しており、オイルダンパーが引き起こす可能性がある環境問題や資源問題の解消につながることを期待できる。

研究成果の概要（英文）：In this study, properties of the damping force and properties of the vibration damping of the air inflow type particles damper were investigated. When the particles damper was installed horizontally, no difference due to air flow rate was observed in properties of the damping force and properties of the vibration damping. On the other hand, when the particles damper was installed vertically, notable difference due to air flow rate was observed in properties of the damping force and properties of the vibration damping. Therefore, it was clarified that the air inflow type particles damper functions as variable damping force damper when the particles damper installed vertically.

研究分野：機械工学

キーワード：ダンパー オイルレス 粒状体 減衰力

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

有害な振動を抑制するためのデバイスとして様々なダンパが開発されている。中でもオイルの粘性抵抗力を利用したオイルダンパは減衰力特性が明確であることや、比較的大きな減衰力を容易に作り出せることから数多く使われている。しかしオイルダンパはオイルを使うことから、資源問題や環境問題を引き起こす恐れがあり、そのためオイルレスダンパの開発が進められている。オイルレスダンパは、慣性力を利用したダンパをはじめとして様々なものが提案されている。本研究者は、粒子集合体である粒状体が流体と同じように流動性を有しており、流動条件に応じた流動抵抗力が発生することに着目し、図 1 に示すように粒状体をシリンダに充てんし、その中でロッドを介してピストンを動かす機構により粒状体の流動抵抗力を減衰力として用いるダンパ(以下「粒状体ダンパ」と記す)を製作し、粒状体の粒子径や充てん率、加振条件等が粒状体ダンパの減衰力に及ぼす影響を明らかにしてきた。一方でダンパは、減衰力を自由に変えることができれば、使用条件に応じた最適な減衰力を提供することができるようになる。粒状体ダンパについても減衰力可変性を狙い、本研究者はこれまでに粒状体に磁性を有する鋼球を用い、それに外部から磁場を印加した場合の減衰力特性について調べてきた。一方で、容器中に粒状体を入れ、容器の下側から空気を流入させると粒状体の流動抵抗力が減少すること(流動層)が知られており、この現象を利用することで粒状体ダンパの減衰力可変性を実現できる可能性に着目し、本研究の実施に至った。

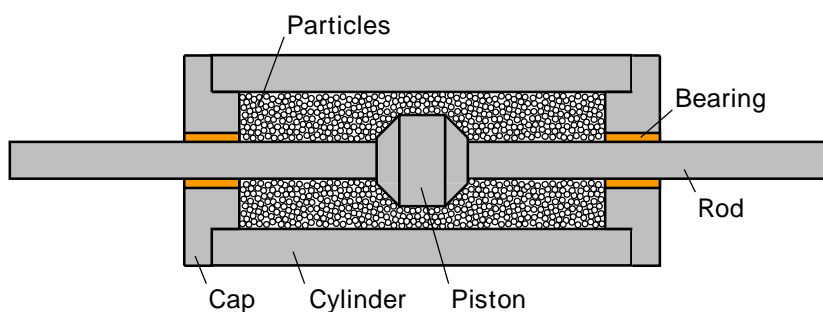


図 1 粒状体ダンパ

### 2. 研究の目的

本研究は、空気流入による減衰力可変粒状体ダンパの開発の一環として、次のことを目的に実施した。

(1) 粒状体ダンパに空気を流入させることで、減衰力可変性ができることを確認するとともに、粒状体ダンパの設置方向や、流入させる空気の向き、空気流量が、粒状体ダンパの減衰力特性に及ぼす影響を明らかにする。

(2) 粒状体ダンパを組み込んだ振動系を強制加振した場合における、粒状体ダンパの制振特性に流入させる空気流量が及ぼす影響を明らかにする。

### 3. 研究の方法

本研究では、シリンダに空気の流入および流出口を設けた粒状体ダンパを製作し、それに粒状体としてジルコニア球を充てんした粒状体ダンパを用い、粒状体ダンパの減衰力特性を明らかにするために以下の(1)から(3)に示す実験を行った。さらに粒状体ダンパの制振特性を明らかにするために、(4)に示す実験を行った。

(1) 水平方向に設置した粒状体ダンパの減衰力特性の測定

シリンダ下側に空気流入口、シリンダ上側に空気流出口を配した粒状体ダンパを水平方向に設置し、それに正弦状の強制変位を加え、その時の粒状体ダンパの変位をレーザー変位センサで、抵抗力をロードセルで測定し、オシロスコープで記録した。測定は、充てんする粒状体の種類と充てん率を同じにした条件下で行い、水平方向に設置した粒状体ダンパの減衰力特性に、強制変位の周波数と流入させる空気流量が及ぼす影響を調べた。

(2) 鉛直方向に設置した粒状体ダンパの減衰力特性の測定

下側のキャップに空気流入口、上側のキャップに空気流出口を配した粒状体ダンパを鉛直方向に設置し、それに(1)と同様の実験を行うことで、鉛直方向に設置した粒状体ダンパの減衰力特性に、強制変位の周波数と流入させる空気流量が及ぼす影響を調べた。

(3) 水平方向に設置した粒状体ダンパを組み込んだ振動系の振動特性の測定

(1)の実験で用いた粒状体ダンパを、パネと質量体で構成される 1 自由度振動系に水平方向に

組み込み, 振動系の基礎部に正弦状の強制変位を加え, 基礎部と質量体それぞれの変位をレーザ変位センサで測定し, オシロスコープで記録した. 測定は, 粒状体ダンパに充てんする粒状体の種類と充てん率を同じにした条件下で行い, 水平方向に設置した粒状体ダンパによる制振特性に, 振動系の基礎部に加えられる強制変位の周波数と, 粒状体ダンパに流入させる空気流量が及ぼす影響を調べた.

(4) 鉛直方向に設置した粒状体ダンパを組み込んだ振動系の振動特性の測定

(2)の実験で用いた粒状体ダンパを, パネと質量体で構成される1自由度振動系に鉛直方向に組み込み, (3)と同様の実験を行うことで鉛直方向に設置した粒状体ダンパによる制振特性に, 振動系の基礎部に加えられる強制変位の周波数と, 粒状体ダンパに流入させる空気流量が及ぼす影響を調べた.

4. 研究成果

本研究では, 主として次に示す結果が得られた.

(1) 水平方向に設置した粒状体ダンパの減衰力特性

粒状体ダンパを水平方向に設置した場合, 図2に示すように, 変位とともに減衰力が増大する漸硬型の減衰力特性が得られた. 粒状体ダンパに空気を流入させた場合には, 漸硬型の減衰力特性を維持したまま全体的に減衰力が小さくなる傾向が見られたが, 空気流量の変化に対する減衰力の変化量はわずかであることを明らかにした.

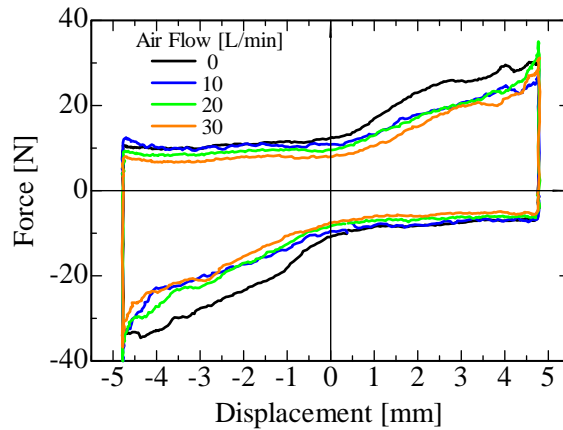


図2 水平方向に設置した粒状体ダンパの減衰力特性

(2) 鉛直方向に設置した粒状体ダンパの減衰力特性

粒状体ダンパを鉛直方向に設置した場合においても, 図3に示すように, 漸硬型の減衰力特性が確認できた. 一方で鉛直方向に設置した場合は, ピストンが変位する向きにより発生する減衰力の大きさが異なり, ピストンが上向きに変位する時の減衰力に比べ, ピストンが下向きに変位する時の減衰力は大きくなることを確認できた. またピストンが下向きに変位する場合は, 流入空気流量が多くなるに従い減衰力が低下する現象が顕著に現れることを明らかにした.

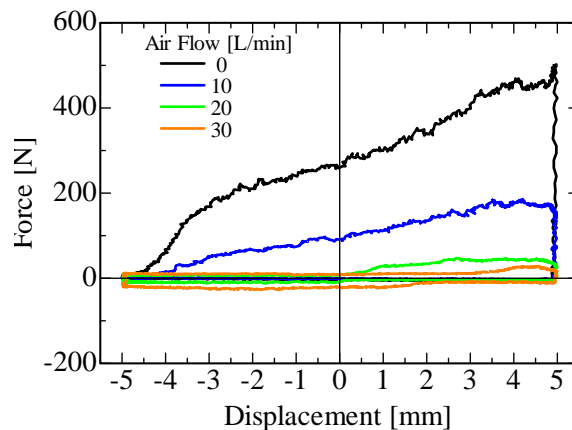


図3 鉛直方向に設置した粒状体ダンパの減衰力特性

(3) 水平方向に設置した粒状体ダンパを組み込んだ系の振動特性

水平方向に設置した粒状体ダンパを1自由度振動系に組み込み, 振動系の基礎部に正弦状の強制変位を与えたところ, 図4に示す共振曲線を得た. 加振周波数が低い場合には粒状体ダンパが変位せず, 質量体の振幅比が1の領域が存在している. 粒状体ダンパを組み込むことで共振点の振幅比が抑えられることが確認できた. また粒状体ダンパに空気を流入させることで全体的に振幅比が小さくなる傾向が見られたが, 共振点の振幅に顕著な差は見られなかった.

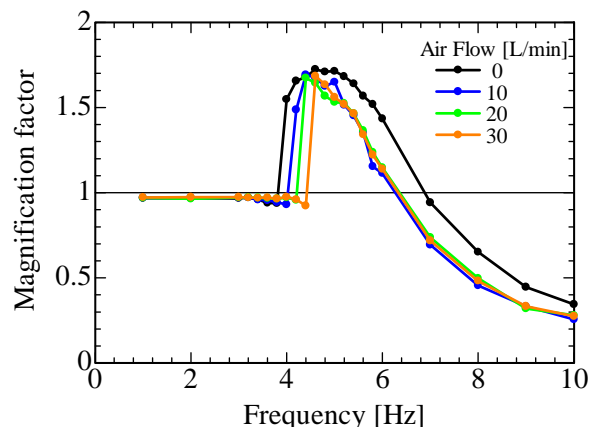


図4 水平方向に設置した粒状体ダンパを組み込んだ振動系の振動特性

一方で空気流量の有無による振動特性の違いは顕著にみられたが、空気流量ある場合には、流量の違いによる振動特性の差はほとんど無いことがわかった。

(4) 鉛直方向に設置した粒状体ダンパを組み込んだ系の振動特性

鉛直方向に設置した粒状体ダンパを1自由度振動系に組み込み、基礎部に正弦状の強制変位を与えたところ、図5に示す共振曲線を得た。この場合も、粒状体ダンパを組み込むことで、共振点の振幅比が抑えられることが確認できた。また粒状体ダンパに空気を流入させた場合、空気流量に応じて共振曲線が変化しており、空気流量が多くなるほど、共振点の振幅比は大きくなり、粒状体ダンパを組み込んでいない場合の共振曲線に近づくことが分かった。

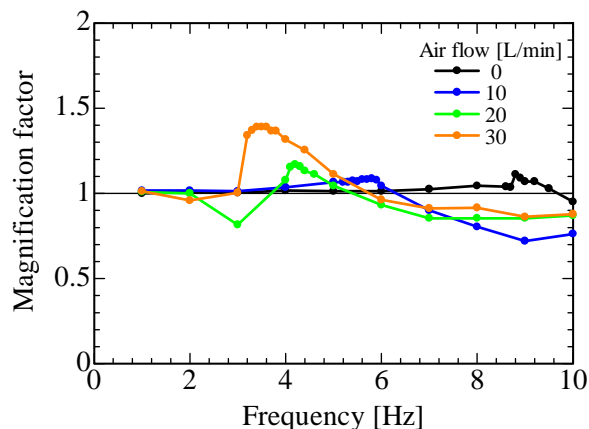


図5 鉛直方向に設置した粒状体ダンパを組み込んだ振動系の振動特性

以上の結果から、特に粒状体ダンパを鉛直方向に設置する場合において、空気流入による粒状体ダンパの減衰力可変性は可能であることが明らかになったと考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 林浩一
2. 発表標題 鉛直方向に設置した空気流入型粒状体ダンパの減衰力特性
3. 学会等名 日本機械学会 Dynamics and Design Conference 2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 林浩一
2. 発表標題 空気流入型粒状体ダンパの制振特性
3. 学会等名 日本機械学会 Dynamics and Design Conference 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 林浩一, 稲田遊
2. 発表標題 空気流入型粒状体ダンパの減衰力特性
3. 学会等名 日本機械学会 Dynamics and Design Conference 2020
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------