

慣性質量要素を有する粘性減衰装置の開発

中南 滋樹 鈴木 亨 木田 英範 古橋 剛 田中 久也

キーワード：応答制御，慣性質量，粘性ダンパー，増幅機構，ボールねじ

研究の目的

構造物の応答は外乱に対して、振動方程式の相対加速度に関する質量項を調整するか、相対速度に関する粘性減衰項を調整するか、あるいは相対変位に関する剛性項を調整することによって制御できる。粘性減衰項や剛性項を調整する装置としては、様々なものが実用化されているが、質量項を調整する装置としては既往の研究でいくつか提案されているにすぎない。その理由は、一般にこの制御法によると

非常に大きな重量を必要とするためである。

これまでに筆者らは、増幅機構付き減衰装置「減衰こま」の開発で、本装置に副次的な慣性質量効果があることを確認している。増幅機構は装置のもつ回転体の質量を数千倍にもする。本研究は、積極的にこの機構を利用することにより、本装置を組み込んだ構造物の実用化を目的とし、それによる新たな応答制御設計法を提案するものである。

研究の概要

本装置は、回転体の質量をボールねじにより増幅させ、相対加速度に依存して大きな慣性力を発生させる装置である(図-1)。本報では、この慣性力の評価式を導くとともに、本装置を振動系に組み込んだとき(図-2)の応答性状を考察した。また、評価式の整合性を確認することを目的とした実機レベルの試験体の動的加振試験を実施した。

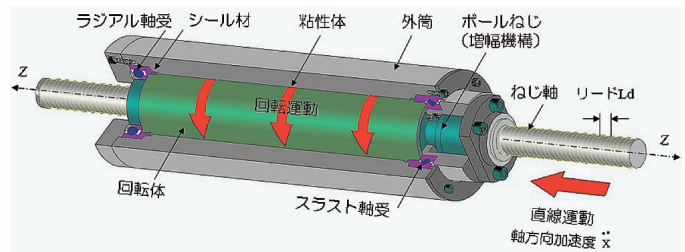


図-1 装置概要図

研究の成果

本装置の慣性力 Q_i の評価式は、回転体の質量を m_r 、回転体の慣性モーメントを I 、ねじのリードを L_d とすると下式で表されることが分かった。

$$Q_i = m_{eq} \cdot \ddot{x}$$

$$\begin{aligned} \text{等価質量} \quad m_{eq} &= (2\pi/L_d)^2 \cdot I \\ \text{質量増幅率} \quad \beta &= m_{eq} / m_r \end{aligned}$$

相対加速度を受けて慣性力となる質量を構造物に付与すると、①周期の伸長効果、②減衰項の低減効果、③振動系への入力低減効果、を有することが分かった。また、実機レベルの試験体の動的加振試験を行った結果(図-3)、理論値は実験値をおおむね評価できることが分かった。

本装置について以下の用途が考えられる。

- 1) 外乱が調和振動の機械などの防振、
- 2) 免震構造の周期伸長と減衰付与、
- 3) 制震構造の周期調整と減衰付与、
- 4) 固有周期の異なる建物間の連結制振など

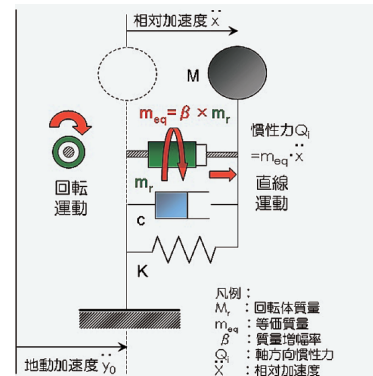


図-2 本装置を組み込んだ1質点振動系

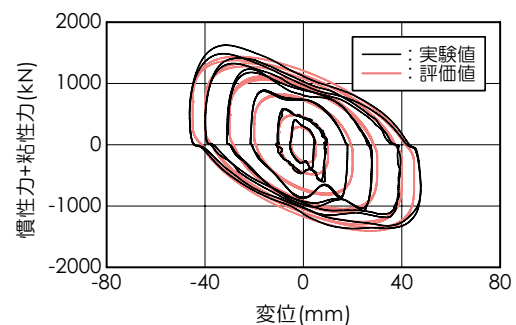


図-3 実験値と評価値の比較

Development of Viscous Damping Device with Inertia Mass Element

SHIGEKI NAKAMINAMI TORU SUZUKI HIDENORI KIDA TAKESHI FURUHASHI

HISAYA TANAKA

Key Words: Response Control, Inertia Mass, Viscous Damping Devices, Amplification Mechanism, Ball Screw