

京都大学工学研究科 フェロー 家村 浩和
京都大学工学研究科 正会員 五十嵐 晃
京都大学工学部 学生員 ○ 田中 創

1 概要 本研究では、新たに考案された実大ダンパーの動的応答載荷試験手法について、これを実証することを目的としている。そこで、本試験手法を実現するために構築した試験システムを用いてダンパー供試体の試験を行い、実大ダンパーの動的特性の検出能力と本試験手法の実用性の検討を行った。

2 試験手法の原理 本試験手法の原理を図1を用いて説明する。基本的には、1自由度振動系に質量駆動型の加振装置を設置した構成となっている。加振装置の補助質量(m_d)に運動 $y(t)$ を生じさせる時の駆動力 $u(t)$ により、実地震動が入力したときの状態を模擬した振動を質量 M の桁に発生させる。この桁の振動変位 $x(t)$ が性能試験の対象であるダンパー供試体(図におけるダッシュポット c)に直接作用するストローク変位となり、この载荷条件下におけるダンパーの動的応答が検出できる。本装置を用いることにより、ダンパーの発生力により結果的に構造物の応答が低減される効果や、変位・速度・加速度の条件を同時に満足した载荷条件を再現することができる。すなわち、大地震時や強風時に構造物に発生する振動条件のもとでのダンパーの動的挙動および振動低減効果を、実物大かつ実時間スケールで試験することができる。

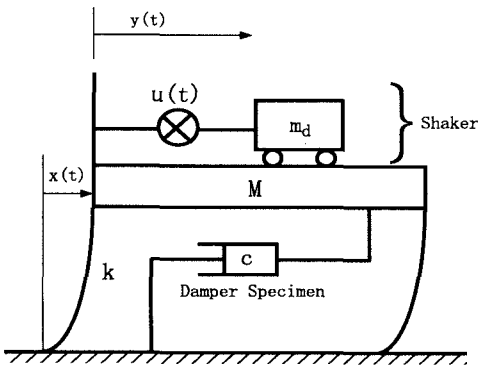


図1 試験手法の力学モデル

3 試験装置の実装 以上の原理に基づき、京都大学防災研究所構内に、ダンパーの動的応答載荷試験装置の原理の実証実験と実大ダンパー試験への適用のために実際の装置が構築された。試験装置の外形を写真1に、また、寸法・重量を表1に示す。

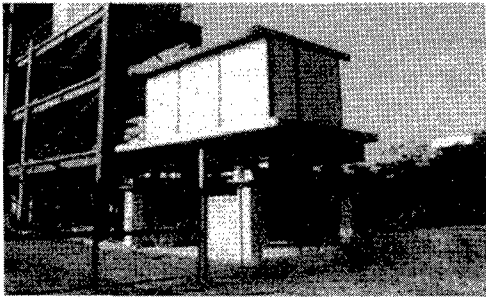


写真1 試験装置の外観

部材断面	梁	H400 × 400 × 13 × 21mm	
	柱	□ 400 × 400 × 9mm	
桁の重量	26.9ton	高さ	3.0m
長辺全長	7.0m	短辺全長	4.0m

表1 試験装置の仕様

ダンパー供試体を設置しない状態における同定実験(正弦波定常加振実験、自由振動実験)により、固有振動数は0.57Hz、減衰比は3.2%であった。

4 地震波加振 本試験装置では、加振装置を用いて地震動が入力した場合と同様な応答を試験装置の桁に与えることによって、各種実大ダンパー装置の動的応答載荷試験を行う。ここでは、この両者が等しくなるように補助質量 m_d の駆動入力算出する手法[1]を適用した。この手法による応答の精度を確かめるため、実際に地震時応答再現実験(JMA Kobe 10gal入力)を行った。図2の結果より、地動入力を受ける場合の解析値、実験で得られた加振装置の加速度による解析値、実験値の3者では、ほぼ同一の波形および最大値が得られている。本加振手法によりダンパー供試体に対し加振を行うためには十分な精度と判断した。

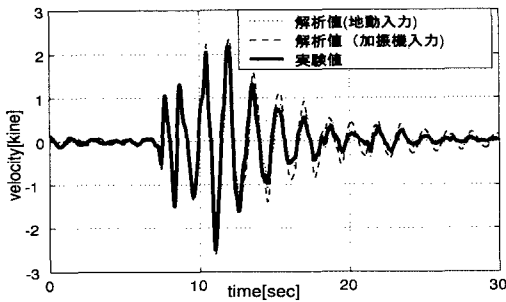


図2 加振及び同定精度の確認

5 ダンパーの性能試験 本装置を用いて実際に実大ダンパーの性能試験を行った。ここで、対象としたダンパーは、(株)トキコ製のオイルダンパーである。図3に正弦波加振実験(0.5Hz、10gal入力と3.5Hz、60gal入力)の結果を、また、図4に地震波加振実験(JMA Kobe 50gal入力)の結果を示す。図3において、実線は実験値、点線は対象ダンパーの設計計画値に基づいた解析値である。

履歴曲線を見ると、ピストンの変位が最大値または最小値に達するとき、すなわちピストンの運動の向きが逆転するときに、減衰力が0になっている区間がある。これは、ダンパー内のオイルの流れの向きがピストンの運動に追従しきれていないことが理由として考えられる。

また、速度-減衰力の関係を見ると、振動数が大きくなるにしたがって減衰力が最大値から0になるまでの速度の変化が小さくなっている。これは本実験において、速度を合わせることを目標に行っていたため、振動数が大きくなるほど、その最大変位は小さくなり、振動数が変化しても上で述べたズレがほぼ同じ長さ(約0.5mm)であるので、定常状態での変位振幅に対するこのズレの比率が大きくなることが理由として考えられ、振動数依存性によるものではないと考えられる。

6 結論 本研究において得られた結論を以下に示す。

- 質量駆動型の加振装置を用いた地震時応答再現手法についての検討を行い、これに基づいて正弦波加振および地震波加振を行った。これにより、試験装置に発生する応答は十分精度の高いものであることを確かめた。

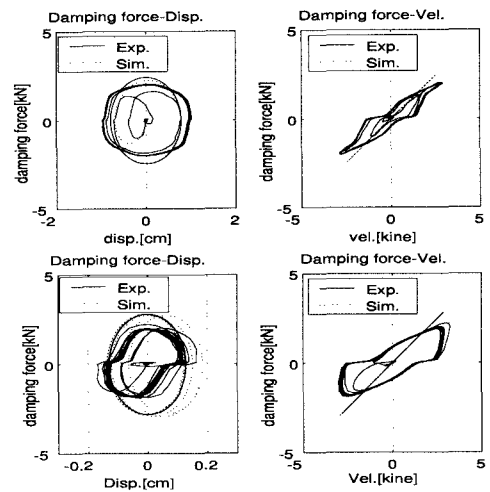


図3 正弦波加振試験の結果
(上 0.5Hz,10gal、下 3.5Hz,60gal 入力)

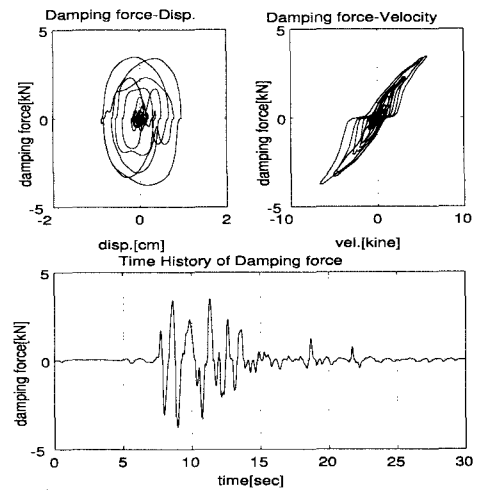


図4 地震波加振試験の結果
(JMA Kobe 50gal 入力)

- 本試験装置を用いて、粘性ダンパーの性能試験(正弦波加振実験、地震波加振実験)を行い、加振振動数によるダンパー発生力の相異および地震時挙動の試験データが得られた。
- 提案された試験手法を用いることにより、実大ダンパーの動的応答特性の試験を行うことが可能であることを示した。

参考文献

- [1] 家村 浩和、五十嵐 晃、豊岡 亮洋:加振装置による構造物の地震時挙動の再現に関する検討、構造工学論文集、vol.45A、1999年3月