

大型粘性ダンパーに対応した動的試験機の構築と性能検証試験

(株)川金コアテック 正会員 ○高橋徹, 高井博之, 姫野岳彦, 鶴野 禎史

1. はじめに

東日本大震災のような大きな地震動が発生した際に、橋梁構造物の損傷を防ぐためのデバイスとして、シリンダー型の粘性ダンパーの採用事例が増えてきている。

シリンダー型ダンパーは、常時の温度伸縮などの静的な変位に対しては抵抗力が小さいが、地震動などの動的な振動（変位）に対しては抵抗力が増加し、大きな履歴吸収エネルギーが得られるという特徴を有している。このような速度に依存した特性のため、橋梁構造物への適用性が高く、多くの研究開発および設計施工事例が見受けられる状況にある。しかしながら、このような利点とも言える加振速度に対する依存性を有しているために、ダンパーの地震時における性能を正確に検証するには、実際の地震時応答速度を想定した動的な加振が不可欠であり、特に減衰抵抗力の大きい大型ダンパーにおいては、試験設備的な制約から実証データが乏しいという課題がある。

そこで、筆者らは、シリンダー型ダンパーの動的特性の評価に着目して、これまでに、図-1に示すようなアクチュエーター2台を並列で並べ、2000kNの大型ダンパーを動的に0.5m/secの速度で加振を行う検証試験を実施している¹⁾。この試験により、想定した減衰性能を有しており、また、ダンパー本体の構造諸元決定に関する設計法の妥当性などが確認できたが、試験設備が非常に大がかりであるため、テスト品の検証は可能であっても、ダンパー製品としての量産時における性能検査には実用性が低い問題点があった。

以上のことから、本稿では、ダンパーの性能確認を行うために専用の大型動的試験機の開発・製作を行い、2000kNまでの量産品の検査が可能となるようなシステムの構築と動作確認および性能検証試験を実施したので、その概要について報告する。

2. 試験方法

図-2に新規製作した試験機を示す。試験体ダンパーは実橋梁に設置するように両端のピンで取り付け、シャフト側の加振装置で水平加振を与える。本稿で実施した試験条件を表-1に示す。

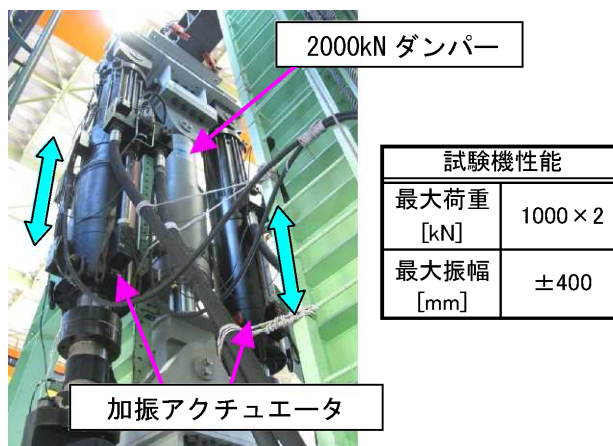


図-1. 過去に使用した大型試験設備概要¹⁾
(愛知工業大学設備)

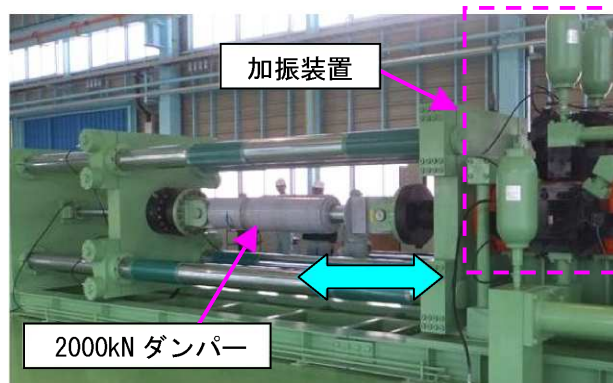


図-2. 新規製作した水平一軸試験機概要

表-1. 試験条件

加振ケース	入力波形	振幅 [mm]	加振回数 [回]	最高速度 [m/sec]
変位依存	正弦波:1.0 Hz	±80	3	0.5
	正弦波:0.5 Hz	±160		
	正弦波:0.33 Hz	±240		
高速加振	正弦波:1.0 Hz	±160		1.0

キーワード：粘性ダンパー，水平一軸試験機

連絡先：〒307-0017 茨城県結城市若宮 8-43 (株)川金コアテック Tel:0296-21-2202 Fax:0296-32-8088

3. 試験結果

まず図-3 に高速加振試験における変位・速度・荷重の時刻歴応答履歴を示す。漸増加振を経て、3～6sec 間で指令通りの加振が行われていることから、本試験機は2000kNのような大型ダンパーに対して、1.0m/secの高速加振が可能であることが確認できた。図-4、表-2 に両試験の荷重-変位曲線と切片荷重を示す。切片荷重は、2 波目の最高速度、変位 0mm における正負の平均値を採用した。変位依存性試験はいずれも製品の管理値である設計値 $\pm 10\%$ 以内に収まり、良好な結果となった。

図-5 に減衰力-速度線図を示す。本稿の試験結果の他に、過去に計測した低速域と、他サイズのデータをプロットした。本試験結果が設計値 $\pm 10\%$ の範囲に分布していることが分かる。試験機の性能向上によって、検証可能な速度域が大幅に増加すると言える。図-6 はこれまで扱ってきた量産品ダンパーの出荷検査時の実測値について、設計値に対する分布を示したものである。ほぼ設計値通りとなっており、精度の高い性能管理を実現していることが分かる。

4. まとめ

本試験により、大型粘性ダンパーの高速加振試験データを得ることができ、また設計式の妥当性を確認することができた。

参考文献

- 1) 高井智康：大型シリンダー系粘性ダンパーに関する動的載荷実験，土木学会第 66 回年次学術講演会講演概要集，I-356，2011.9.

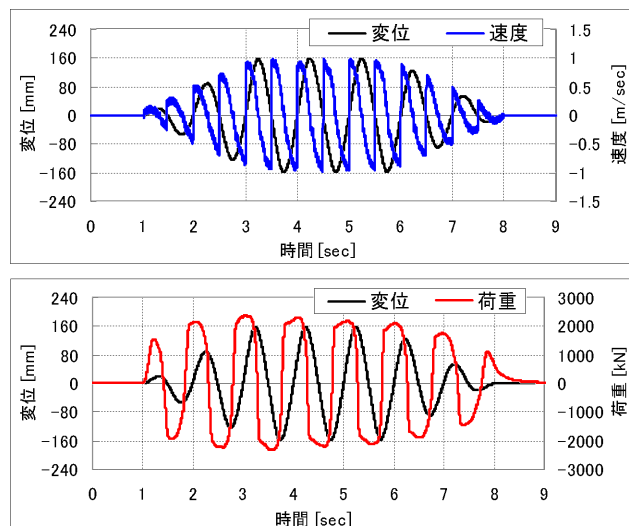


図-3. 高速加振試験の時刻歴応答履歴

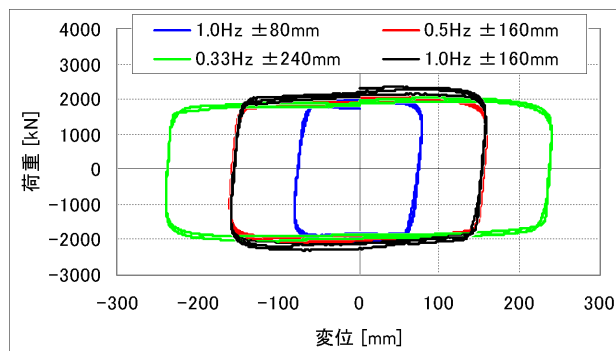


図-4. 変位依存，高速加振試験結果

表-2. 各試験の切片荷重

加振ケース	入力波形	振幅 [mm]	最高速度 [m/sec]	切片荷重 [kN]
変位依存	正弦波:1.0 Hz	±80	0.498	1982
	正弦波:0.5 Hz	±160	0.501	1961
	正弦波:0.33 Hz	±240	0.496	1912
高速加振	正弦波:1.0 Hz	±160	0.996	2239

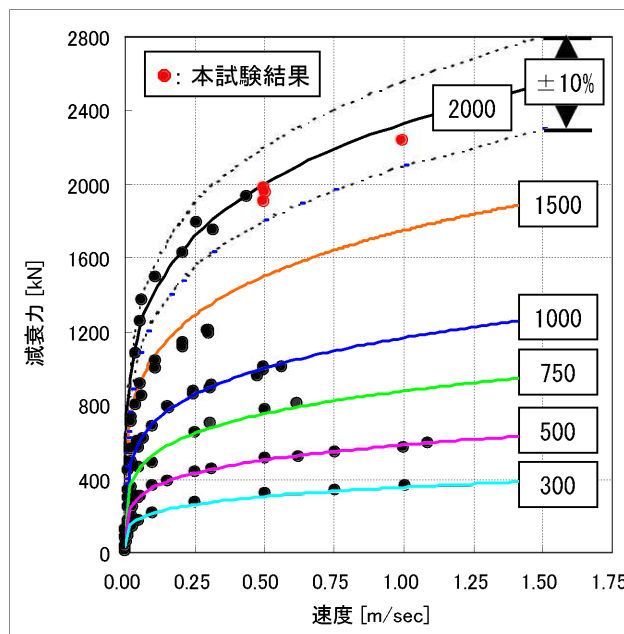


図-5. 減衰力-速度線図

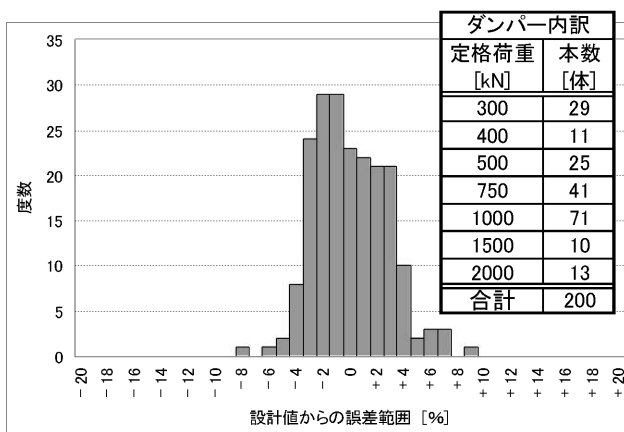


図-6. 減衰力-速度の設計値に対する度数分布