

粘性系シリンダーダンパーの性能確認試験

日本鋳造(株)	正会員	○山崎 信宏	日本鋳造(株)	正会員	原田 孝志
日本鋳造(株)	正会員	石山 昌幸	日本鋳造(株)	正会員	松本 征也
(株)高環境エンジニアリング		馮 徳民	(株)高環境エンジニアリング		加奈森 聡

1. はじめに

近年、全国的に社会インフラの老朽化がクローズアップされ、長寿命化計画に基づき、修繕工事などが行われている。橋梁においては、1995 年の兵庫県南部地震以降、考慮すべき地震動の強さが一層大きくなったことから、既設橋梁に対し、耐震補強工事が進められているところである。

既設橋梁の耐震補強においては、橋脚補強のみならず、より合理的な補強方法として、既設支承と制震デバイスとを組合せることによって、地震時の水平力に抵抗させる設計が多く採用されるようになった。

制震デバイスには、ゴム系、粘性系、鋼材系などがあり、支点条件や温度伸縮への影響など、デバイスの依存性や対象橋梁のニーズに応じて、適材適所に選定されている。

なかでも、粘性系シリンダーダンパーは、安定したエネルギー吸収性能を示し、地震時の運動エネルギーを効率よく熱エネルギーに変換させている。さらに、メンテナンス性などを鑑みると、その必要性は特に高いデバイスと考える。

本報では、すでに適用実績のある海外製粘性系シリンダーダンパー（以下、NES-D）の土木分野への適用に向け、力学的特性を把握するために実施した性能確認試験について述べる。

2. 試験体の形状と力学的特性

試験体は、図 1 に示す 500kN タイプの NES-D とした。NES-D は、一般的な油圧装置同様、シリンダーとロッドとの相対運動に伴う粘性体の流動抵抗によってエネルギー吸収を図っており、外観上 3 段構造となる。

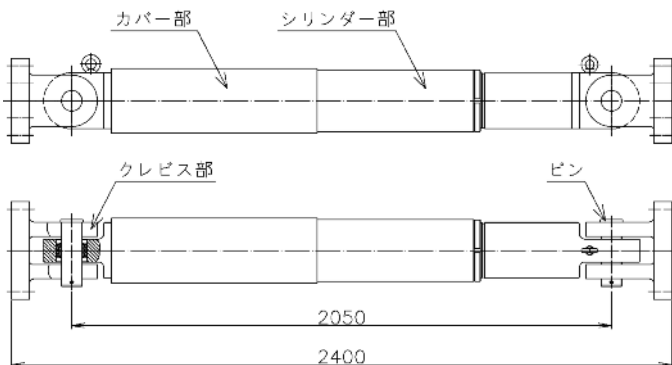


図 1 500kN タイプ NES-D

NES-D の力学的特性は、一般的に速度依存性を示し、定格速度時に定格抵抗力を発揮することから、設計式 (1) により示される。

$$F = CV^{\alpha} \quad (1)$$

ここで、F は抵抗力、V は速度、C は粘性係数であり、 α は指数である（NES-D の場合、 $F=100\text{kN}\sim 2000\text{kN}$ 、 $\alpha=0.1\sim 0.3$ 、定格速度は 0.5m/sec ）。定格速度で発揮される抵抗力が定格抵抗力（呼称反力、型式）である。

3. 試験方法

試験は、日本鋳造（株）所有の高速二軸試験機（水平荷重 1MN、水平変位 $\pm 250\text{mm}$ ）にて行った。試験概要図を図 2 に、試験全景を写真 1 に示す。NES-D は、加力盤直下に設置した加振側ブラケットと反力台座上に設置した固定側ブラケットにピンを介して取付けた。その状況下で、鉛直変位を固定とした水平変位制御による正負交番加振を行った。

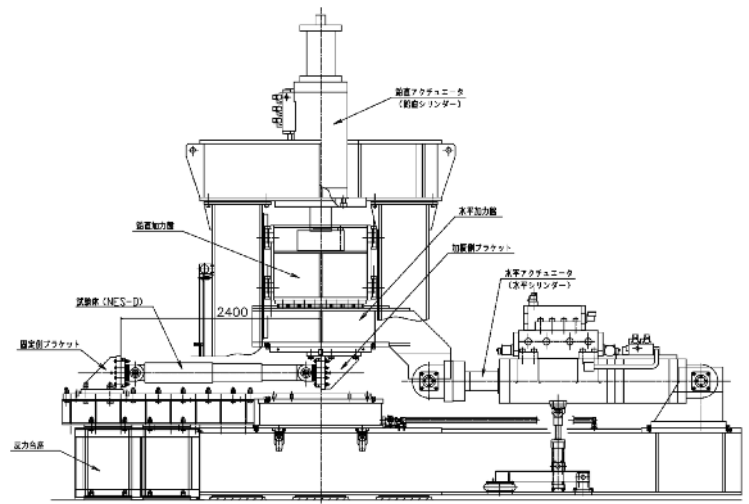


図 2 試験機概要図



写真 1 試験全景

キーワード：既設橋梁，耐震補強，粘性系シリンダーダンパー，減衰力，機能分離型支承

連絡先：〒210-9567 神奈川県川崎市川崎区白石町 2-1 日本鋳造(株) TEL: 044-355-5033 FAX: 044-333-4575

試験条件を表 1 に示す。なお、本報では、速度依存性の最も小さい試験体による結果の一部を示している。前述のとおり、NES-D は、速度依存性を示すと考えられることから、周波数一定 ($f=1.0\text{Hz}$) あるいは変位一定 ($\delta=160\text{mm}$) の条件下により、定常 5 波以上の正弦波による加振を行った。その際の最大速度は、試験機性能から 1500mm/sec 程度と設定した。なお、試験機保護の都合上、定常加振波の前後には、漸増・漸減波を付加している。

また、計測にあたり、NES-D の抵抗力は、試験機水平シリンダー部に備付けのロードセル、変位については、レーザー変位計を用いた。なお、レーザー変位計については、センサーヘッドを NES-D 本体上に、ターゲットを加振側クレビス部に設置した。

4. 試験結果

各試験により得た抵抗力と変位との関係を図 3、図 4 に示す。ここで、NES-D 性能値の評価にあたっては、定常 3 波目の結果を用いて整理を行った。その結果、最大速度の増加に伴い、抵抗力の大きくなる傾向を示し、速度依存性を確認した。また、いずれの試験とも、安定した矩形形状の履歴曲線を得た。

図 5 には、今回の試験で得られた抵抗力と速度との関係を示している。その結果、最大速度 1500mm/sec 程度までの抵抗力は、設計式 (1) に概ね一致する傾向が見られた。このことから、NES-D の力学的特性は、設計式 (1) にて評価可能と考える。

表 1 試験条件

試験項目	加振波形	加振周波数 (Hz)	加振変位 (mm)	最大速度 (mm/sec)
速度依存性 (周波数一定)	正弦波	1.0	10.0	62.8
			25.0	157.1
			50.0	314.2
			80.0	502.7
			100.0	628.3
			120.0	754.0
			160.0	1005.3
			200.0	1256.6
速度依存性 (変位一定)		0.063	160.0	63.3
		0.157		157.8
		0.312		313.7
		0.501		503.7
		0.625		628.3
		0.750		754.0

5. まとめ

本試験のまとめを以下に示す。

- NES-D の力学的特性を把握するため、 500kN タイプの NES-D を用いて試験を実施した。
- 最大速度 1500mm/sec 程度までの試験を行い、速度依存性を確認した。
- 試験により得られた抵抗力は、いずれの加振条件においても、NES-D の設計式 (1) に概ね一致する傾向がみられることから、NES-D の力学的特性は、設計式 (1) にて評価することが可能と考える。
- 本試験では、 500kN タイプの NES-D を用いて試験を行っているが、別途、 2000kN タイプまでの NES-D を用いて試験を行い、その性能を検証予定である。

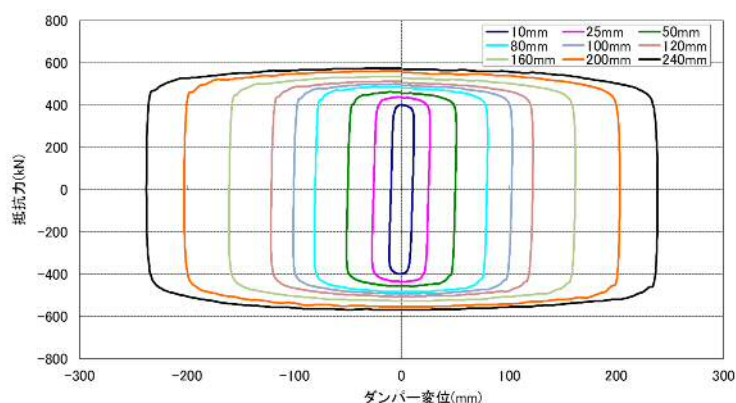


図 3 速度依存性試験結果 (周波数一定)

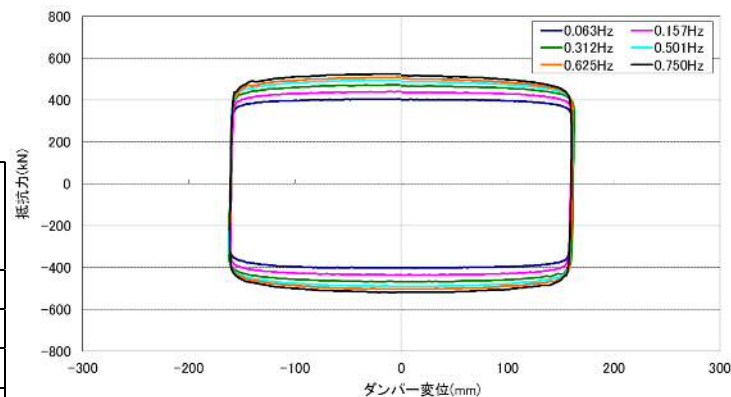


図 4 速度依存性試験結果 (変位一定)

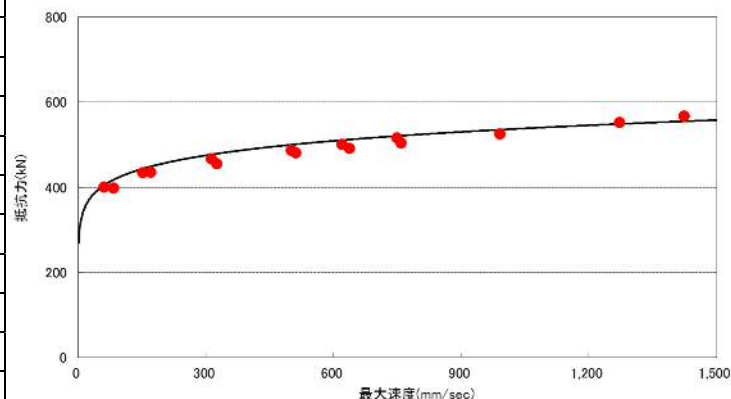


図 5 抵抗力と最大速度との関係