

低温環境下における制震ダンパーの正弦波動的載荷実験

Sinusoidal dynamic loading test of controlling seismic damper at low temperature environment

○ 北見工業大学 学生員 挾間 藍
 北見工業大学 正 員 宮森保紀
 オイレス工業株式会社 正 員 藤生重雄
 オイレス工業株式会社 正 員 宮崎 充
 北見工業大学 フェロー 大島俊之
 北見工業大学 正 員 山崎智之

1. はじめに

制震構造部材の一つとして制震ダンパーが挙げられる。これは、地震時にダンパーが摺動することでエネルギー吸収がなされ、構造物の応答を小さくすることが期待される¹⁾。

このような制震ダンパーは、設計の自由度が高く、既設構造物にも用いることができる利点がある。ただし、この制震ダンパーも環境温度により特性に影響を受けることが考えられる。特に寒冷地などの周辺温度環境が厳しい条件では、温度依存性によりエネルギー吸収性能に影響を与える可能性があると考えられる。

そこで本稿では、低温環境下での制震ダンパーの性能試験として、正弦波加振による動的載荷実験を行ったので、その結果を報告する。

2. 供試体

本研究では、オイレス工業製ピンガムストッパー (BM-S)を対象に行った。

実験対象として図-1のような全長 835mm、最大ストローク±100mm、最大外形寸法 120mm、定格抵抗力 150kN(0.5m/sec 時)の供試体を 2 本製作し、それぞれを供試体 A,B と称する。

BM-S は摩擦履歴型のダンパーであり、若干の速度依存性を持っている。その特性は、減衰力 F を速度 $V^{0.1}$ の式で概ね表すことができる。本実験で用いた供試体についても(1)のような式を設計式として表すことができる。

$$F=166.7V^{0.1} \quad (1)$$

F : 減衰力 (kN) V : 速度 (m/sec)

3. 実験方法

本実験は北見工業大学地域共同研究センターに設置されている低温域材料載荷システムによって実施した。この実験システムは、環境試験室内の温度を-30 ~ 25 程度まで変化させることができ、この室内には最大 200kN の動的載荷能力を有する油圧アクチュエータを縦型に設置させている。アクチュエータの最大ストロークは±100mm であり、変位制御または荷重制御により動作させることができる。実験システムの概要を図-2 に示す。本載荷実験は、変位制御により行なった。

4. 実験条件

実験条件は表-1 のように、周辺環境温度による

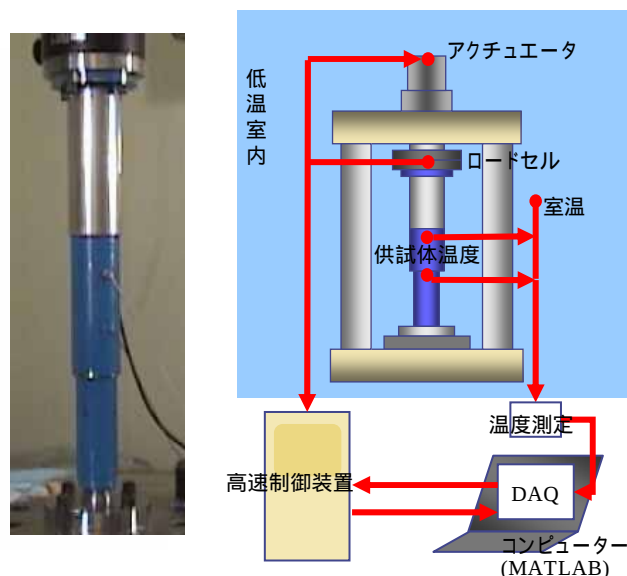


図-1 BM-S

図-2 実験システム

表-1 実験条件

振動数 (Hz)	振幅(mm)				
	±10	±20	±30	±40	±65
0.1		No.1	No.2	No.3	
0.2		No.4	No.5	No.6	
0.5		No.7	No.8	No.9	
1.0	No.10				
0.25					No.11

履歴特性の変化を把握するために、載荷速度や振幅が異なる 11 条件を設定した。各実験について正弦波加振による載荷実験を行い、各条件について 11 サイクル、供試体 A,B それぞれに対して行った。さらに、低温室内の温度を 23 から-30 まで段階的に変化させて、表 1 の実験を繰り返し行っている。供試体の温度は載荷実験によって上昇するが、各実験の開始時には供試体温度が環境試験室内の温度と同程度となり安定してから試験を行なった。

5. 実験結果

図-3 に結果の一例として供試体 B で得られた各試験条件における変位-荷重履歴曲線を示す。線色は試験温度の違いで、それぞれ橙:23、黄:10、緑:0、シアン:-10、青:-20、群青:-30 を表す。図-3 ではいずれの試験条件においても摩擦履歴型の履歴曲線となっており、載荷振動数や

キーワード: ピンガムストッパー、動的載荷実験、正弦波加振、低温

連絡先: 〒090-8507 北海道北見市公園町 165 番地 TEL(0157)26-9472 FAX(0157)26-9472

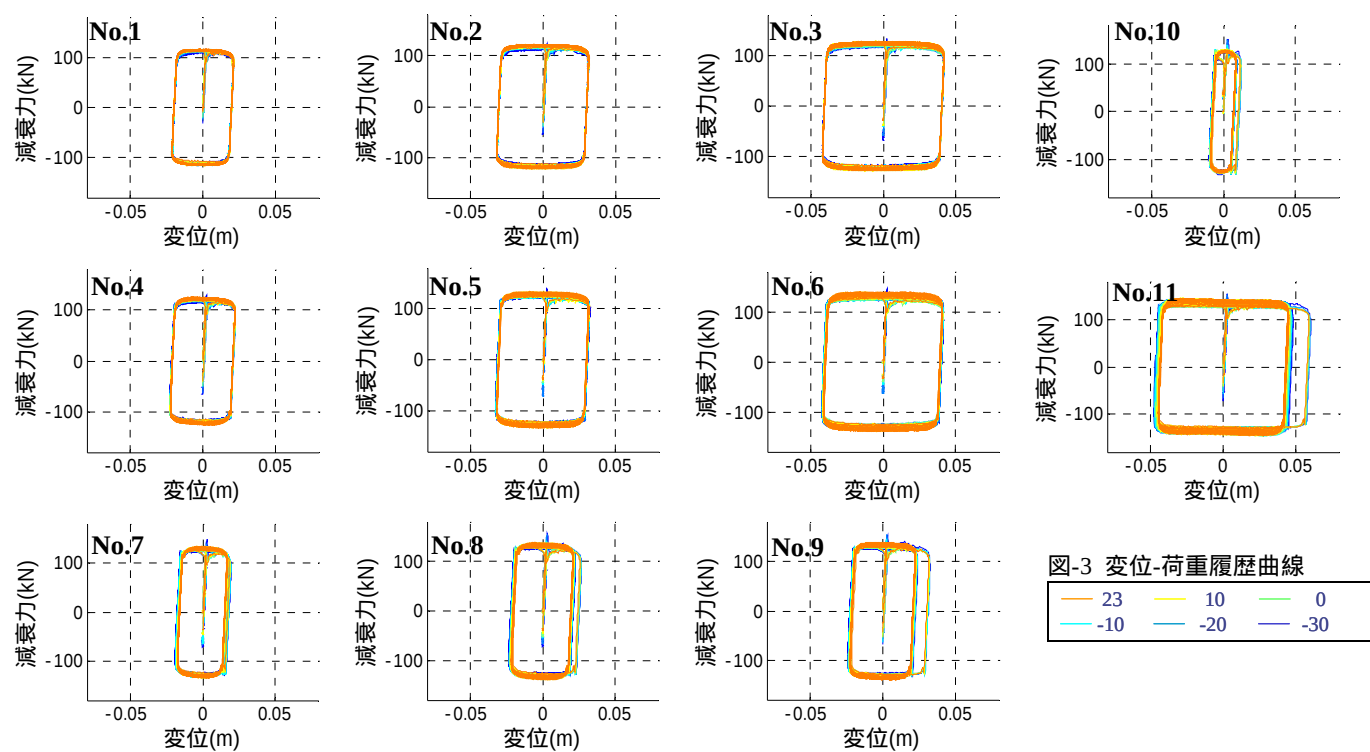


図-3 変位-荷重履歴曲線

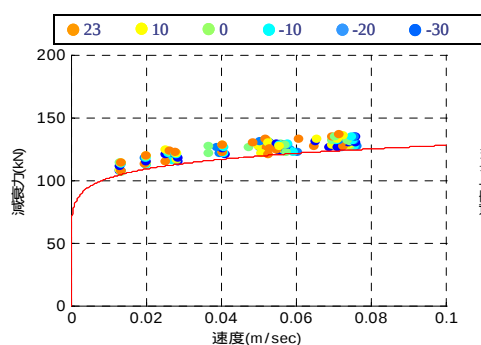


図-4 速度-減衰力関係

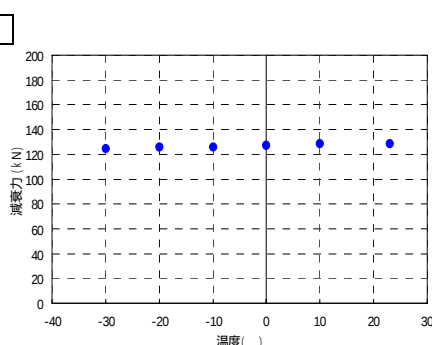


図-5 温度-減衰力関係

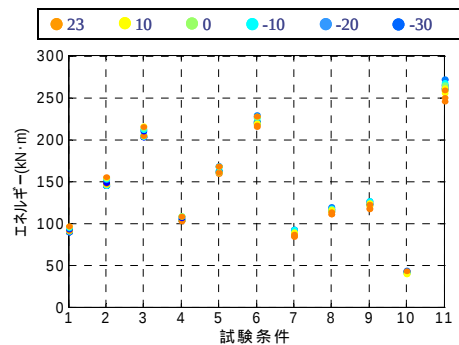


図-6 吸収エネルギー(単位kN・m)

振幅が増大するにつれて履歴面積も増大することが確認できる。-30 のような低温時でも常温時と相違はほとんど見受けられない。

No.7 ~ No.9, No.11 については、油圧アクチュエータの性能が限界であるため、規定の変位で動かすことができなかった。

図-4 は各実験結果から速度-減衰力関係を求めたものである。速度は各載荷条件における最大速度とし、最大速度時の減衰力を図化した。速度-減衰力関係は式(1)で与えられており、図中に赤線で示している。図-4 からすべての試験結果で設計式と同等以上の減衰力が得られており、試験体 A,B 間や温度による試験結果のばらつきも少ない。

図-5 は例として振動数 0.2Hz、振幅 ± 30 mm の時の温度-減衰力の関係を示す。温度による減衰力の差はほとんど見られず、-30 と 23 の実験結果を比較すると約-3%程度の差であった。他の振動数・振幅条件についても最大で-4.6%と差が小さい結果であった。

図-6 は、図-3 の履歴曲線から求めた履歴吸収エネルギーである。図-3 でも予想されたように、温度による吸収エネルギーに差がないことがわかる。No.7 ~ No.9 については、油圧アクチュエータの性能が限界であり、吸収エネルギーも小さい結果であった。

6. まとめ

BM-S は低温下における温度依存性が少なく、-30 のような過酷な温度条件でもほとんど影響を受けず効率的なエネルギー吸収が可能であることを確認することができた。制震構造部材として、地震波形のような不規則波形が入力する場合に関する検討も別途実施する。

謝辞

本実験を行うにあたり、北見工業大学土木開発工学科・土木開発工学専攻の学生諸氏の多大なご協力をいただきました。ここに深く感謝の意を表します。

【参考文献】

1) 日本免震構造協会編：免震構造入門、オーム社、1995。