

# コイルバネを利用した摩擦ダンパーの開発

## その2 静的・動的実験

正会員

斉藤誠\* 岩田一夫\*

久保田雅春\*\*吉野明夫\*\*\*

コイルバネ  
静的実験

摩擦  
動的実験

ダンパー  
制震

### 1. はじめに

前報では、摩擦材料としてコイルバネを用い、その材種、形状の違いについて述べた。ここでは、高い強度と履歴の安定性を確認するために静的実験を行い、さらに地震に対す動的挙動への適用を探るために動的実験を行い基本特性を把握することを目的とした。

### 2. 実験概要

実験は、ばねの形状、グリスの違いに着目し、同一の試験体に静的加力、動的加力を行う。ばねの材質は自動車エンジンのバルブスプリング用に開発された高強度材料を使用した。試験体のパラメータを表 2-1 に示す。

表 2-1 試験体パラメータ

	スプリング		ロッド		グリス
	素材形状	線径	材質	熱処理	
A	オーバル	4.4 × 5.5	SUM24L	窒化処理	アルバニアEP
B	オーバル	4.4 × 5.5	SUM24L	窒化処理	なし
C	丸	5	SUM24L	窒化処理	アルバニアEP
D	丸	5	SUM24L	窒化処理	なし
E	オーバル	4.4 × 5.5	SUM24L	窒化処理	カルフォレックスDDN1
F	丸	5	SUM24L	窒化処理	カルフォレックスEP NO.1

### 3. 静的実験

#### 3.1 概要

静的試験は表 2-1 に示す A,B,C,E,F によりを行った。(D については C の結果より悪くなる予想より実施しなかった)。実験は写真 3-1 に示す 5,000kN の静的試験機により押し引きの漸増加力を行った。



写真 2-1 静的加力状況

#### 3.2 結果

静的実験のオーバルと丸線の結果を図 2.1 に示す。丸線は荷重 - 変形曲線において安定した繰り返し性状を示し、オーバルは丸線より高い荷重を得ることができ、比較的安定した履歴を描いている。

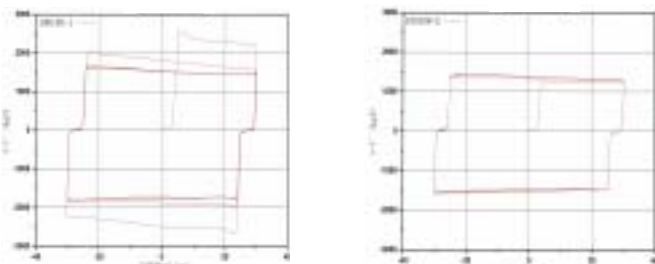


図 2.1 静的実験結果 (代表的な 2 体)

静的実験結果では、グリスの種類による荷重 - 変形特性の違いは特に見られなかった。また、繰り返し回数による性状の変化はないことより、今回のばねの組み方で押し引きによる安定性は得られるもの考える。

### 4. 動的実験

#### 4.1 概要

動的実験では、速度依存性の確認のため表 4-1 に示す周波数をパラメータとし、建築物を対象としているため低層建物から高層建物までを想定し本ダンパーの適用できる範囲を探った。周波数は 0.1Hz から 5Hz とし、各周波数で 5 サイクルとした。また、ストロークについては、写真試験機の能力によった。

表 2-2 加力サイクルとストローク

	周波数	ストローク
(1)	0.1 Hz	±20mm
(2)	0.5 Hz	±20mm
(3)	1 Hz	±20mm
(4)	2 Hz	±10mm
(5)	5 Hz	±5mm



写真 2-2 動的加力状況

#### 4.2 結果

動的実験結果の荷重 - 変形関係を、図 2.2 から図 2.6 に示し、図の左側には 0.5Hz ~ 1.0Hz の低速領域、右側には 2.0Hz ~ 5.0Hz の高速領域をそれぞれ示す。表 2-3 に実験中の観察状況を示す。また、図 2.2 から図 2.6 で試験体と治具との取り付け剛性とガタにより荷重 0 で変位がスリップした現象が発生している。

表 2-3 実験結果状況

	作動音発生状況
A	0.1, 0.5Hzの時に異音発生(キュ-キュ-音)
B	0.1Hz以外は異音発生。試験品中最も発生しやすい。
C	0.5Hz, 1Hz時に異音発生(キュ-キュ-音)
E	全域で異音発生せず
F	1Hz時のみ異音発生。

図 2.2 は低速領域、高速領域共に高い荷重と安定した履歴を描いており、ダンパーの押し側引き側で性状の違いは見られなかった。図 2.3 のグリスなしの場合は図中の引き側(下側)で大きなうねりとスティックスリップ現象が発生しているが、履歴の再現性はあることより摩擦面の性状によるものと考えられる。図 2.4 の丸線は、低

速，高速領域共に安定した履歴を描いているが，荷重がオーバルより低い結果となっている．図 2.5 は，オーバルで図 2.2 と比較すると最大荷重で高い値を示しているが，やや履歴でばつきが見られる．図 2.6 は丸線で荷重はやや低いものの履歴は比較的安定しているが，引き側で特定の周波数においてスティックスリップ現象が発生した．

## 5. 実験結果

原理モデルによる実験を行った結果，ばね形状とグリスを適宜選択することで低速領域から高速領域まで比較的安定した荷重 - 変形が得られることが分かった．

高速領域まで連続して試験を行ったが，どの試験体においても摩擦熱による試験体の温度上昇の影響とみられる耐力低下が 10～15%程度見られた．繰り返し回数が多くなったこともあるが，非接触式温度計により計測すると温度上昇は瞬間で最大 200 程度まで上昇した．

グリスの種類の違いにより，最大耐力，繰り返し安定性に違いが生じ，また，スティックスリップも発生した．

## 6. 考察

以上より，想定する荷重を得るためにはその 1 で示した式(1)で推測し静的実験により概ね把握できるが，制震ダンパーとしての繰り返し性能を把握するためには動的実験が必要である．

今回開発する摩擦ダンパーに要求する 1 当りの荷重を満足し安定した履歴を得るためには，適切なグリスを塗布しばね形状はオーバルとすることが望ましいと考える．

摩擦熱により振動エネルギーを吸収させる場合，摩擦面のグリスと発生熱との関係がダンパー性能に大きく関わってくる．しかし，スティックスリップ等を避けるためグリスで滑りを大きく取ると摩擦係数が減り荷重が低下するため，摩擦面の因子を絞り込む必要がある．

温度上昇による耐力低下と最大温度の許容値を把握する必要がある．

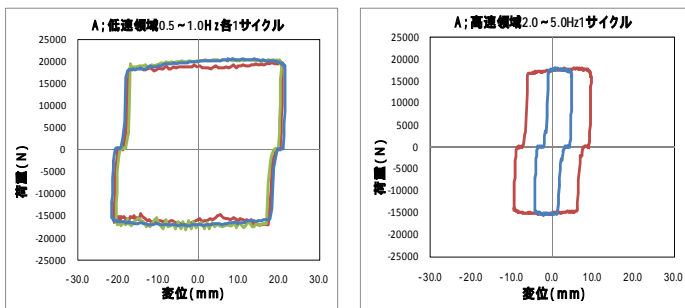


図 2.2 オーバル，アルバニア EP

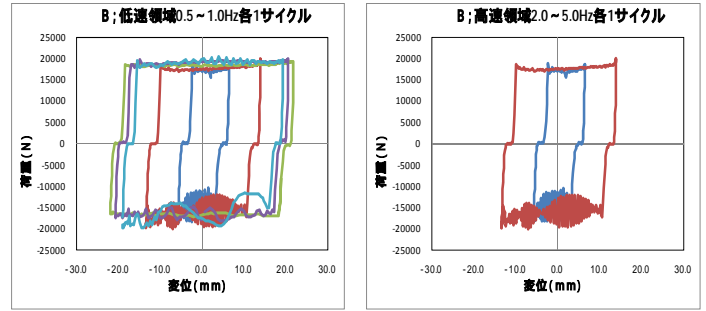


図 2.3 オーバル，なし

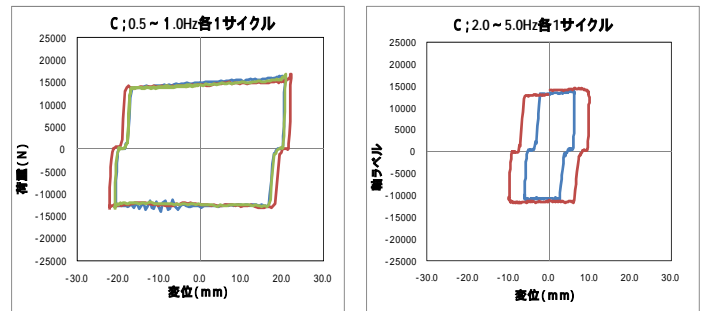


図 2.4 丸線，アルバニア EP

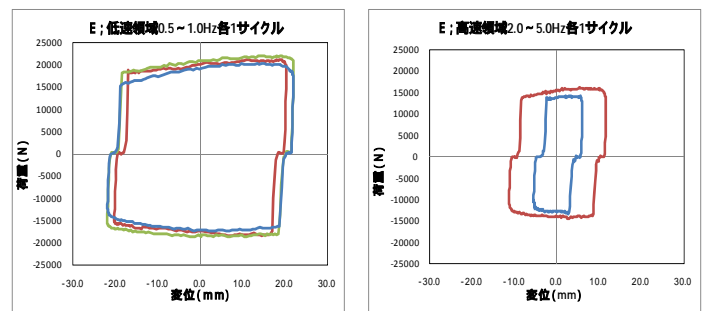


図 2.5 オーバル，カルフォレックス DDN1

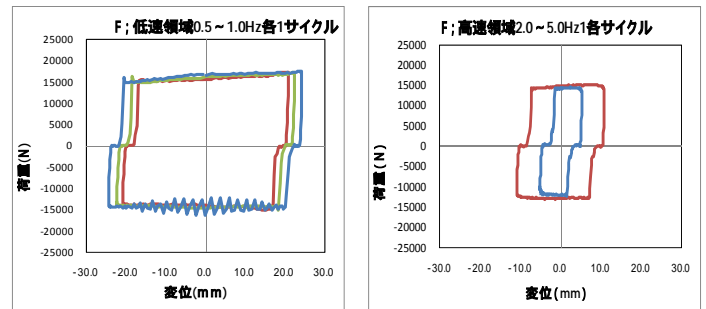


図 2.6 丸線，カルフォレックス EPN01

## 7. まとめ

今回，コイルバネを用いた摩擦ダンパー原理モデルにおける基本特性把握のための実験を行った．

実施設計用の 1 本当たり最大荷重 30kN～50kN で最大ストローク ±100mm 程度のプロトタイプモデルでの実験的検証を行っていく予定である．また，金属系のダンパーであることより，今後は錆の問題についても解決していかなければならないと考えている．

\*日本発条（株）

\*\*飛鳥建設（株）トグル事業部

\*\*\*（株）E & C S

\*NHK Spring Co,LTD

\*\*Tobishima Corporation

\*\*\*E&CS