

プロップ式ダンパーによる単純梁の減衰について

○東海大学 学生会員 池上 俊輔
 東海大学 学生会員 坂本 憲靖
 東海大学 正会員 島崎 洋治

1. はじめに

橋梁の振動は風や地震などの自然発生的なものや自動車や列車などによる人為的なものなど様々な要因により生じる。そこで本研究では橋桁の振動の制御を目的として減衰材料を用いたプロップ式ダンパーを提案する。このダンパーは橋脚に固定した突っ支え棒状の部材（プロップ部材）の先端に減衰材料を取り付け、橋桁と連結する構造からなっている。この構造は橋桁の鉛直方向の振動に対し減衰材料が水平方向にせん断変形することにより橋桁の振動を吸収することができる。このプロップ式ダンパーの自由振動に対する減衰効果を単純梁により実験的に検証し、数値解析によりこの効果を確認した結果を示す。

2. 実験模型

図-1のような単純梁の模型を製作した。実験模型はアルミニウム製の部材を組み合わせた構造で、単純梁となるようにベアリングなどを用いてピン支承とした。プロップ式ダンパーは市販のアルミニウム板と高減衰ゴムを使用し、図-1のように梁の底面に取り付けた。プロップ部材は厚さ 0.2cm、断面の幅が 1.0cm の部材を使用し、図-1 に示す L の長さを変えたプロップ部材を用意した。またプロップ式ダンパーの支点は単純梁の支点から 3.5cm 下方の位置で固定した。単純梁の振動を吸収させる減衰材料にはせん断変形に対し減衰性の高い厚さ 0.2cm、長さ 1.5cm 断面の幅が 0.5cm の高減衰ゴム使用して実験を行った。図-2にプロップ式ダンパーの拡大図を示す。

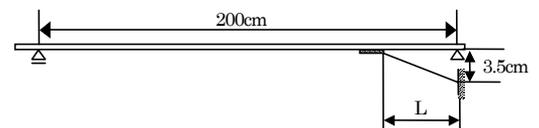


図-1 実験模型の概略図

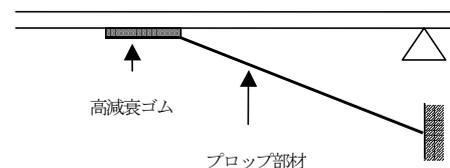


図-2 プロップ式ダンパー拡大図

3. 実験・解析方法

実験では単純梁の模型にプロップ式ダンパーを取り付けた制振時と取り除いた非制振時の自由振動実験を行う。そして自由振動実験の結果から減衰比を求め、さらに FFT（高速フーリエ変換）により、固有振動数を求める。実験は制振時、非制振時ともに単純梁の中央に初期変位を 0.5cm 与え自由振動させた。この鉛直方向の加速度応答を単純梁の中央に設置した加速度計で計測する。プロップ式ダンパーを取り付けて行う制振時の自由振動実験では、図-1 に示すプロップ部材の長さ L の値を 4cm、から 10cm まで 1cm 刻みで増加させた 7 種類のプロップ部材を用意し、それぞれについて自由振動実験を行った。

解析では市販の解析ソフト TDAPⅢⅢLT を用いて、固有値解析、時刻歴応答解析を行う。解析に用いた単純梁の質量、断面の寸法は実験模型と同じとし、模型実験で使用したアル

キーワード：制振、高減衰ゴム、プロップ式ダンパー

連絡先 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 1117 東海大学土木工学科

TEL 0463(58)1211 FAX 0463(50)2045

表1 アルミニウム材料特性

	縦弾性係数 (N/m ²)	断面二次モーメント (m ⁴)	質量密度 (N/m ³)
梁	6.30×10 ¹⁰	2.2×10 ⁻⁹	26447.7
プロップ部材	6.86×10 ¹⁰	6.667×10 ⁻¹²	10505.6

ミニウムの縦弾性係数は実験から得られた値を用いた。表-1 はアルミニウムの材料特性を示してある。高減衰ゴムのばね定数はメーカー資料よりせん断弾性係数を $39.2 \times 10^5 \text{N} \cdot \text{m}^{-2}$ と仮定し断面積と厚さより算定した。解析に用いたばね定数と粘性減衰係数はそれぞれ $1.47 \times 10^5 \text{N/m}$ 、 $9.8 \times 10^2 \text{N} \cdot \text{s/m}$ とし、周波数応答解析を行い各振動数における加速度応答倍率を求め、プロップ式ダンパーの制振効果を確認する。

4. 実験・解析結果

実験では、プロップ式ダンパーを取り付けた制振時と取り付けない非制振時の自由振動実験を行い、制振時にはプロップ式ダンパーの長さを変え制振効果の違いを確認した。図-3はプロップ部材の長さ L を 4cm とした時の実験結果である。表-2にプロップ部材の長さ L が 4cm の実験結果から得られた固有振動数、減衰比を示す。図-4に時刻暦応答解析を行った解析結果を示す。実験および解析から得られた減衰比

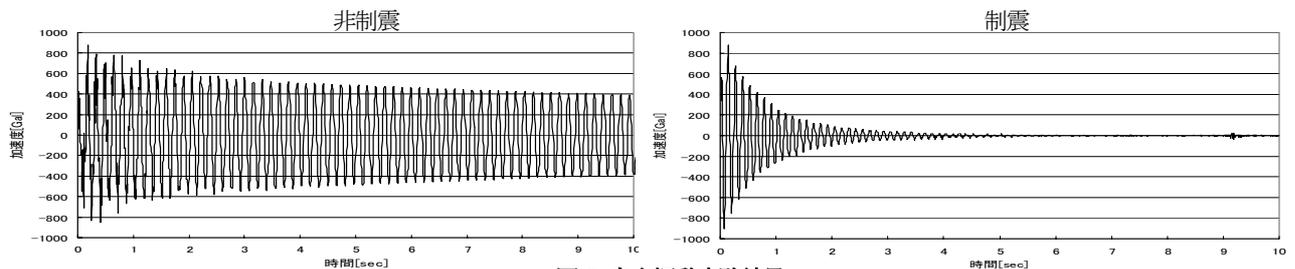


図-3 自由振動実験結果

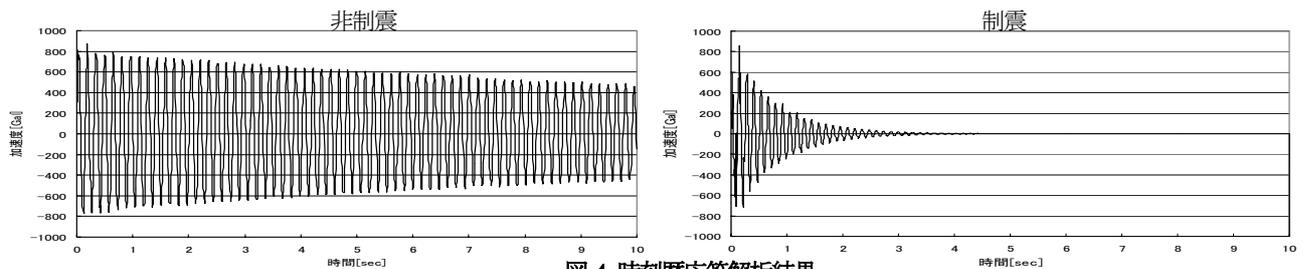


図-4 時刻暦応答解析結果

	実験		解析	
	非制振	制振	非制振	制振
一次固有振動数	6.4453Hz	7.0313Hz	6.4424Hz	6.9689Hz
減衰比	0.00146	0.0309	0.00124	0.0311

表-2 固有振動数と減衰比

を比較すると表-2に示すようにほぼ等しい結果が得られた。実験および解析結果から、使用する減衰材料により制振効果が変わることが確認できた。

5. まとめ

高減衰ゴムのせん断変形を利用し大きな減衰効果を得られるプロップ式ダンパーを提案し、模型実験と解析から単純梁におけるこのダンパーの有効性を確認することができた。今後、実際の土木構造物などへの応用を目標に、減衰材料を含めた減衰機構を工夫し、より実物に近い模型を制作し、実験および解析を行う計画である。

【参考文献】

- 1) 山口宏樹：構造物振動・制御、共立出版株式会社
- 2) 松山俊樹他：2層せん断型制振構造体に関する実験的研究、土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集, 2000, pp28-29
- 3) 松山俊樹他：せん断型制振構造体の自由振動実験と解析, 東海大学紀要工学部, Vol. 41, No. 2, 2001, pp83-86
- 4) 比江島慎二他：桁端ダンパーによる橋梁の交通振動の軽減, 土木学会論文集, No.465/I-23, pp.107-116, 1993