

プロップ式ダンパーを用いた制振壁の実験研究

東海大学 学生会員 ○高橋 禎昇
東海大学 正会員 島崎 洋治

1. 緒言

1995年の阪神・淡路大震災を契機に、建築物における地震安全対策の重要性が大きくクローズアップされ、数多くの高層建築はもとより、戸建住宅を含む中低層建築にも地震時の大きな揺れを吸収する制振装置が採用されている¹⁾。地震による建物の揺れを制振するシステムには、コンピュータで最適な制御力を与えるアクティブ方式や、外部からの制御力などを必要としない、構造物の揺れに応じて自然に稼動するパッシブ方式などに分けることができる。パッシブ方式による制振システムには、高層建築物などに多く使用されている同調質量型の装置や、建物の内部に弾力や粘りのある資材等で製作されたダンパー等を設置して、揺れのエネルギーを吸収するものなどがある²⁾。しかしながら、従来の制振装置は、広い設置面積を必要としたものや、装置の構造が複雑なものであるために高価であった。本研究で使用するプロップ式ダンパーは、文献3)に示す構造体の原理を応用したものであり、この構造体の応用例には、文献4)の単純梁の減衰や、文献5)の高架橋の制振解析の研究などがある。またこのダンパーを制振壁に応用した研究⁶⁾もある。

本研究では、立体駐車場などの建物の壁体内に、単純な機構で余分なスペースをとらずに、簡単な施工で組み込める、プロップ式ダンパーの減衰効果を検討する。ここでは、より実際に近い立体モデルでの自由振動実験を行う。

2. 実験模型

実験で使用したラーメン構造模型を図-1に示す。この模型は、支柱材として PL-60 × 4.5 の鋼材(ss400)を4本使用しており、長さは1250mm、奥行き60mmで、一方向のみにせん断型の振動をする。支柱材4本分のバネ定数は構造物の水平方向に引っ張り力を与えて実験的に求め、 $k = 1.754 \text{ kgf/cm}$ で、構造模型の振動時の有効質量は自由振動応答実験から逆算すると約20kgである。このラーメン構造模型の上床部に固定したプロップ部材(つかえ棒)は、長さ600mm、幅20mm、厚さ3mmであり、先端に粘着性の減衰材料(粘着両面テープ)を取り付け、構造模型と連結させてある。プロップ部材の断面2次モーメントは構造模型の支柱材の約1/10である。図1には構造物に配置したプロップ部材と減衰材料の取り付け場所を示してある。



図-1 実験模型

3. 実験方法

減衰材料の減衰力を調節するために、プロップ式ダンパー装置の減衰材料である粘着性の両面テープ面積を、①50mm×20mm、②100mm×20mm、非制振の3ケースに分けて実験を行う。この実験は、構造模型の梁部分を水平方向に引っ張り、初期変位を与えて、自由振動させる。この時の構造模型の振動応答をレーザー変位センサーにより、25秒間計測する。

キーワード：制振、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)2045 FAX 0463(50)2045

4. 実験結果

図-2、3 及び 4 は実験により得られた自由振動の変位波形である。図-2 は非制振時における構造模型の自由振動波形である。構造模型の減衰が小さいため、25 秒経過してもほとんど揺れの振幅が変わっていないことが分かる。図-3 の波形は面積が①、図-4 の波形は②の面積を持った両面テープを使用した場合である。これらの図より算出した減衰定数を比較すると減衰材料の面積の小さな①を使用した場合の方が大きな減衰定数が得られていることが分かる。表-1 は減衰材料の面積と固有振動数の関係を示してある。この表から減衰材料の面積が大きくなると、固有振動数が大きくなり、構造物の剛度が増すことが分かる。

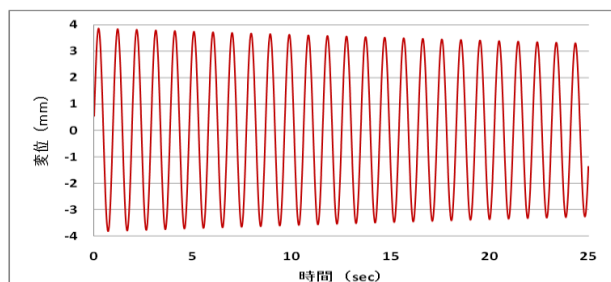


図-2 減衰定数 $h=0.0009$

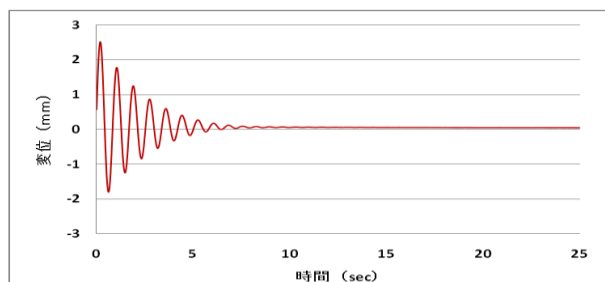


図-3 減衰定数 $h=0.0597 \cdot \text{面積①}$

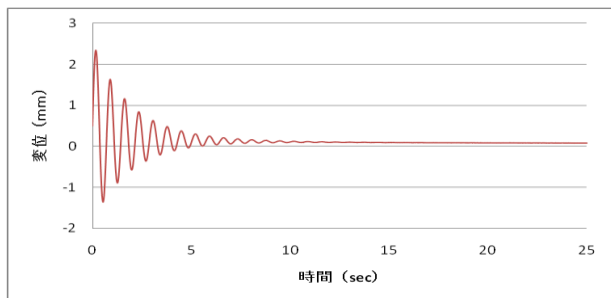


図-4 減衰定数 $h=0.0448 \cdot \text{面積②}$

表-1 減衰材料の面積と固有振動数の関係

減衰材料の面積 (mm)	非制振時	①	②
固有振動数 (Hz)	1.074	1.221	1.416

5. 結言

本研究で使用したプロップ式ダンパーは、横方向の揺れに対して、減衰材料を縦方向に配置して構造物を制振する装置である。スチールを使った立体モデルにより、この装置の自由振動による減衰効果を実験的に検証することができた。本実験により構造物の剛度に対して、構造物制振に適当なプロップ部材の剛度と減衰材料の値があることを示すことができた。今後、制振に使用する材料の選定や、数値解析との比較なども行っていく計画である。

本研究は、発表者の他に、東海大学土木工学科の徳田岳哉および山田脩平と協力して行った。

【参考文献】

- 1) 日本振動技術協会：振動技術総覧 2005
- 2) 山口宏樹：構造振動・制御, 共立出版, 1996.
- 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, pp. 83-86, 2001.
- 4) 坂本憲靖 他：プロップ式ダンパーによる単純梁の減衰について, 第 30 回土木学会関東支部技術研究発表会概要集, Disc, FileNo.00303, 2002.
- 5) 池上俊輔, 豊田泰史, 島崎洋治：3 スパン高架橋のプロップ式ダンパーによる制振解析, 東海大学紀要工学部, Vol. 46, No. 1, pp. 35-38, 2006.
- 6) 豊田泰史：プロップ式ダンパーを用いた制振壁の模型実験と解析 東海大学紀要工学部, Vol. 49, pp. 73-76, 2009