

クレイドル型制振装置に関する基礎的実験

東海大学 学生会員 土肥正則
東海大学 正会員 島崎洋治

1. はじめに

風や地震に対する構造物の制振は、工学上重要な課題である。現在まで回転する回転体とそれを受ける円弧の容器から構成される制振装置 (Tuned Rotary-Mass Damper: 以下 TRMD) を提案し、その制振効果、有効性を確認してきた¹²³⁴⁾。しかしながら比較的固有振動数の小さな構造物に対しては、円弧の半径を大きくしなければならず制振装置が大型化してしまう。そこで回転体を円弧より張り出し、張り出し部分を棒状にし、揺り籠型 (クレイドル型) にした制振装置を提案する。この装置は回転慣性質量を増加させ、固有振動数の小さな構造物に対してもコンパクトな機構で制振効果を得ることができる。本研究では開発した装置の自由振動による制振効果を調べるための基礎実験を行う。

2. 制振装置の固有値計算

図-1 は制振装置の回転体と円弧部分を示したものである。

m は回転体質量、 g は重力加速度、 θ は回転体の移動角度、 l は円弧の中心から回転体の中心までの距離、 a, b は回転体の縦、横の長さである。これらをエネルギー式に当てはめると次式を得ることができる。

$$mg(l - l \cos \theta) + \frac{1}{2} m (l \dot{\theta})^2 + \frac{1}{2} m \left(\frac{a^2 + b^2}{12} \right) \theta^2 = \text{const.} \quad (2.1)$$

これを微分し整理すると次式となる。

$$\ddot{\theta} + \frac{12gl}{a^2 + b^2 + 12l^2} \sin \theta = 0 \quad (2.2)$$

今式(2.2)の $\sin \theta \approx \theta$ として線形問題と仮定すると装置の固有振動数 f は次式によって求めることができる。

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{12gl}{a^2 + b^2 + 12l^2}} \quad (2.3)$$

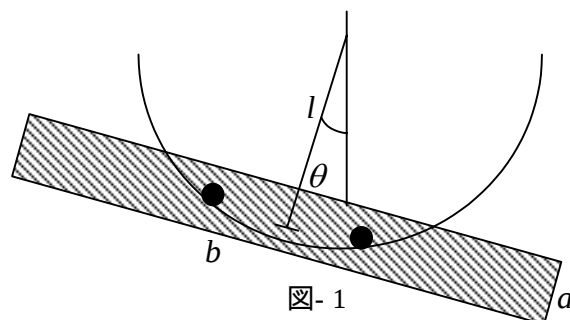


図- 1

3. 実験方法

図- 2 は実験用に製作した制振装置およびラーメン構造体で

ある。制振装置の寸法は $l = 31.4 \text{ mm}$ 、 $a = 20.0 \text{ mm}$ 、 $b = 310.0 \text{ mm}$ 、回転体の質量 $m = 69.5 \text{ g}$ で振動数は 0.932 Hz ある。

また構造体の寸法は 高さ 640 mm 、幅 438 mm 、である。

実験は点 A に初期変位を与え、構造体を自由振動させ制振装置を付加しない場合と、制振装置を付加した場合の波形を測定する。

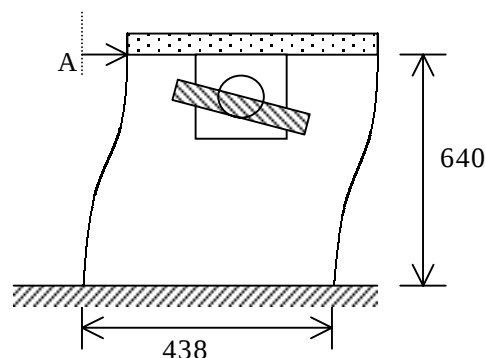


図- 2

キーワード：振動、制振、TRMD、パッシブ型制振

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

4. 実験結果

構造物の固有振動数

構造物の上部の質量は 1139 g でこのときの振動の波形から FFT 解析により固有振動数を求めると 0.976 Hz であった。

振動波形測定結果

点 A に初期変位 15mm, 25 mm を与え、それぞれで得られた波形を図- 3, 4, 5, 6 に示す。図- 3, 5 は制振装置を付加しない場合、図- 4, 6 は制振装置を付加した場合である。図- 3, 5 では制振装置がないため減衰が非常に小さい。それに対し図- 4, 6 では振動が制御され波形が著しく減衰していることが分かる。またそれぞれの減衰比を表- 1 に示す。

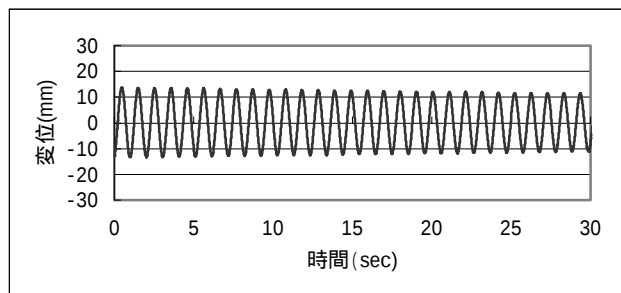


図- 3 15 mm 制振装置なし

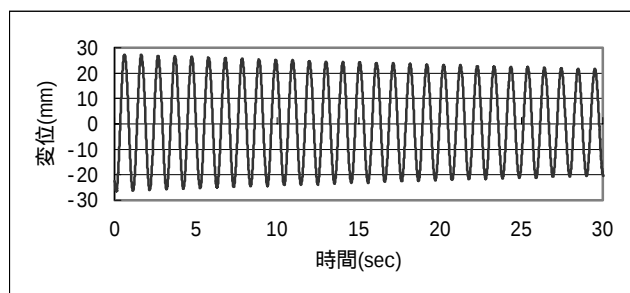


図-5 25 mm 制振装置なし

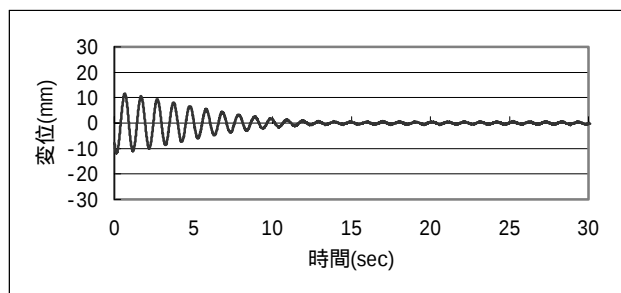


図- 4 15 mm 制振装置あり

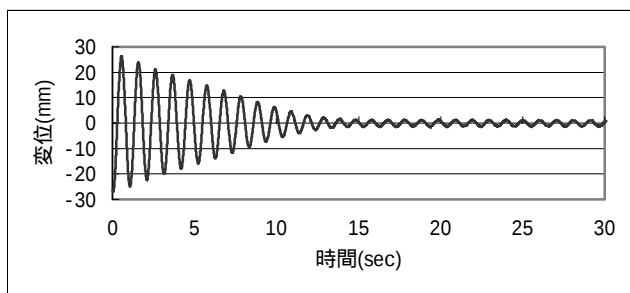


図- 6 25 mm 制振装置あり

	15 mm	25 mm
制振装置なし	0.052 %	0.016 %
制振装置あり	2.310 %	1.826 %

表- 1 構造物の減衰比

5. まとめ

TRMD の回転体をクレイドル型とし固有振動数の小さな構造物に対しても有効な装置を提案し、実験により十分な減衰効果を確認することができた。

この装置の減衰効果は減衰機構や回転体の形状などと深い係わり合いがあり今後の課題として運動方程式を作製し数値解析を行い、最適なパラメータを導き出すことが必要である

【参考文献】

- 1) 近藤 隆行他：転動型制振装置に関する研究、東海大学紀要工学部 Vol.38, NO.1, 1998
- 2) 佐伯 秀：転動型制振装置をつけた一自由度系せん断型ラーメン模型の正弦波外力応答に関する実験と解析、東海大学紀要工学部 Vol.39, No.1, 1999
- 3) 尾畑 守夫他：転動型制振装置の自由振動における制振効果、構造工学論文集、Vol. 47A
- 4) 作間 友幸：転動型制振装置の最適パラメータに関する研究、東海大学紀要工学部、Vol.1, No.1, 2002