

試作クレイドル型制振装置の性能評価

東海大学 学生会員 ○秋元 洋平
東海大学 正会員 島崎 洋治

1. はじめに

構造物は地震や風などの自然の力や交通振動などの人為的な力により振動する。これらの振動は、構造物の住居性、機能性、安全性などに問題を引き起こす。この振動問題に対して、建築物基礎と地盤との間に免振ゴムを設置して地振動から建物の揺れを守る免振構造、特別な装置や機構が組み込まれた構造を用いて振動を制御する制振構造などが有効な手段としてある。これらの手段のうち本研究では、制振構造を取り上げる。この制振構造には大きく分けて2種類の手法がある。まず1つ目は外部からの供給エネルギーを一切必要とせず、構造物の揺れに応じて自然に稼働し、振動を軽減させるパッシブ型制振装置、2つ目は外部供給エネルギーを利用して振動を低減させるアクティブ型制振装置である¹⁾。

ここで提案する制振装置は、パッシブ型に属する制振装置である。本装置は転動型制振装置^{2,3)}を応用したクレイドル（ゆりかご）型の装置⁴⁾で、振り子のような長い紐や棒を必要とせず、構造が単純でコンパクトなため、従来の制振装置よりも格段に低コストで製作が可能なことである。また、多分割して設置することも可能なので、施工も容易である。本研究では、ペンシルビルや吊り型式の歩道橋などの制振を目標に、実用を目的とした試作クレイドル型制振装置の自由振動による減衰効果を実験的に検証する。

2. 試作クレイドル型制振装置

図-1は、実験で用いた試作クレイドル型制振装置である。試作クレイドル型制振装置のクレイドルの質量は約31kgであり、揺動子のみの質量は約6kgであるが、この上部には42枚の鉄板が装着可能であり、揺動子の質量を約33kgまで増加することができる。この揺動子には3つの車輪を取り付けてあり、3つの円弧状のレール上を1秒間に1回程度の速さで揺れる。レールの円弧の半径は最大約16cmであるが、揺動子が一定の速度で揺れるように曲率を変化させてある。レールには非鉄金属である銅を使用し、揺動子にはネオジム磁石を取り付けてある。揺動子が揺れている際、ネオジム磁石とレール側面の銅面との間に渦電流が生じ、揺動子に減衰を与えることができる。揺動子の減衰の強さは、磁石の取り付けの個数により、調節することができる。



図-1 試作クレイドル型制振装置

3. 実験方法

実験では、試作クレイドル型制振装置単独の自由振動実験を行う。実験は、揺動子を水平方向に引き、一定の初期変位を与えて自由振動させる。この時の揺動子の時刻歴変位をレーザー変位センサーにより、25秒間計測する。制振装置の減衰力の変化を得るために、揺動子に取り付けるネオジム磁石の個数を0～16個まで変化させ、揺動子の質量を揺動子のみ（6kg）の場合、揺動子の質量を15kgおよび33kgに変化させた場合の3通りについて実験を行う。

キーワード：制振、TMD、パッシブ型、クレイドル型

連絡先 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 1117 東海大学工学部土木工学科 TEL 0463(58)1211 FAX 0463(50)2045

4. 実験結果

本実験では、3通りの揺動子の質量に対する、減衰定数、ネオジム磁石数および揺動子の質量との関係を調べた。図-2は揺動子の質量が6kgで、ネオジム磁石を8個取り付け計測した場合の変位応答波形である。図-3、4は同様の磁石数で質量をそれぞれ15kgと33kgに変化させて計測した場合の変位応答波形である。磁石を8個とした同様の条件下で、揺動子の質量を増大させると、変位応答波形の振幅は大きくなっていることが確認できる。図-5は磁石数と実験で得た変位応答波形から算出した減衰定数の関係をプロットした図である。図-5における3通りの直線は、上から順に揺動子の質量6kg、15kgおよび33kgの場合である。揺動子の質量を一定にして磁石数を多くすることで、減衰定数が直線的に増大していることが観察できる。想定する減衰定数が最適と考えられる8.9%の場合⁴⁾、揺動子の質量が33kgであれば約31個のネオジム磁石を必要とするが、揺動子の質量が15kgであれば約11個のネオジム磁石で十分であり、揺動子の質量が6kgであれば約3個のネオジム磁石が必要なことが図-5より推測することができる。減衰定数を増大させるには、ネオジム磁石数を多くすること、揺動子の質量を減少させることが必要である。

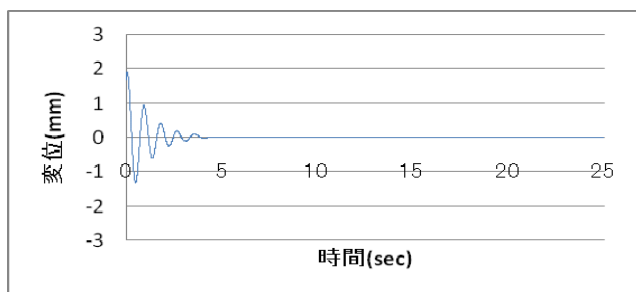


図-2 揺動子 6 kg (磁石 8 個)

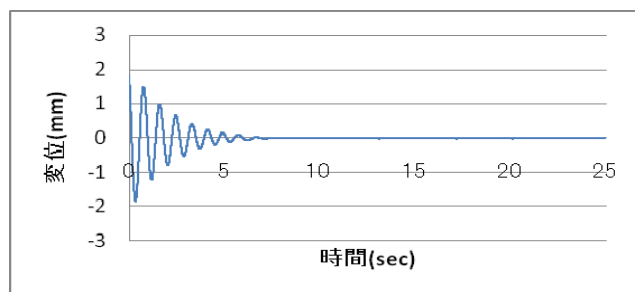


図-3 揺動子 15 kg (磁石 8 個)

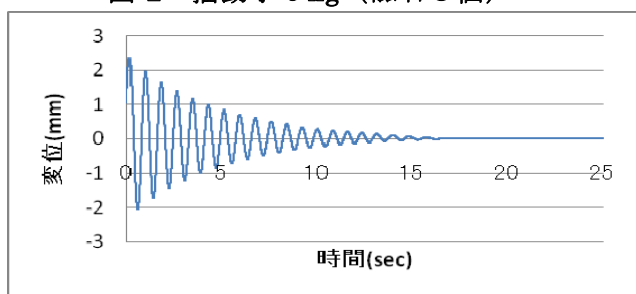


図-4 揺動子 33 kg (磁石 8 個)

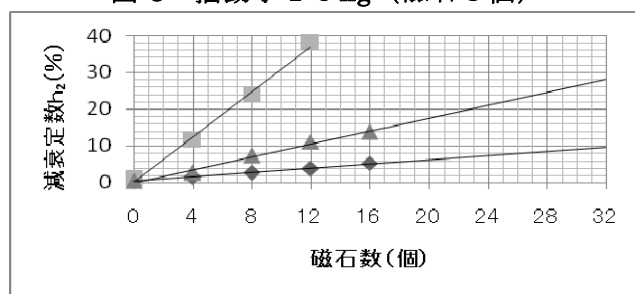


図-5 減衰定数 h_2 と磁石数

5. まとめ

本研究では、試作したクレイドル型制振装置の性能を評価するために、実験により、磁石を使った揺動子の減衰性能を検証した。本研究により、揺動子の重さによる磁石の必要個数を推定できる可能性を確認することができた。今後、実際の模型構造物にこの装置を設置した実験を行う予定で、実用化を目標に装置改良を行っていく計画である。また数値解析による理論計算も行う計画である。

本研究は東海大学工学部土木工学科、小原佑太、高梨知也、および関戸友彦と共に行った。

【参考文献】

- 1) 金田勝徳 他：建築の耐震耐風入門、彰国社、2007.
- 2) 近藤隆行 他：転動型制振装置に関する基礎的研究，土木学会第 25 回関東支部技術研究発表会講演概要集，第 I 部門，pp.146-147，1998.
- 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，pp.381-391，2001.
- 4) 武井 啓充，島崎 洋治：クレイドル型制振装置における実験と解析，土木学会第 63 回年次学術講演会講演概要集，第 I 部門，pp.1189-1190，2008.