

能動型磁気浮上免震システムの検討

1. 緒言

日本は地震大国であり、大地震に対する対策が必要不可欠である。従来の方式では地盤と対象物（建築物）が支承材等を介して接しているため、地盤から伝わる振動を完全除去することは不可能である。

本研究では、永久磁石の反発力を用いて建築物を非接触浮上させることにより、免震を行うシステムについて報告する。永久磁石の反発力を用いると、その主成分方向には安定であるが、垂直方向の運動は不安定である。このため、これらの方向には電磁石を用いた磁気支持を行う、能動型磁気浮上免震システムを提案する。

2. 実験装置の概要

今回提案した実験装置は、建築物全体を浮上物とし、非接触支持することで地震動を遮断し、浮上物体の位置を常に同位置に保つことである。ただし、コストや電磁石コイルの発熱などの問題から、通常時は永久磁石の反発力 1 つで浮上方向のみ非接触支持を行っているものとし、水平面内の位置は機械的に支持している。地震発生時には水平面内の支持を機械的なものから電磁石を用いた完全な非接触支持を行う。図 1 に実験装置を示す。今回の実験装置の浮上重量は 10kg とした。

3. 浮上用ネオジウム磁石の解析

永久磁石は、空隙が 10mm の時に浮上重量 10kg を支持できるものを選定した。また、反発浮上中に磁石が横にずれたときの力、回転したときのトルクなどを磁界解析ソフト“JMAG”を用いて求めた。解析のモデルと結果を、図 2 に示す。これより、磁石形状は 50mm×50mm、厚さが 10mm のものを選定した。

4. 電磁石の解析

次に、電磁石についても磁界解析ソフト“JMAG”を用いて解析を行った。今回の実験装置では、最大振幅を 5mm としている。先の解析結果より、それに伴う水平方向の力が最大で 20N 程度であるため、この 2 倍程度の磁力を発生させることができる電磁石を検討した。解析のモデルと結果を、図 3 に示す。これより、未定の値としていたものを、 $D=95\text{mm}$ 、 $d=75\text{mm}$ 、 $t=12\text{mm}$ と決定した。

5. 緒言

本研究では、永久磁石の反発力を用いて建築物を非接触浮上させる免震システムについて考察を行った。今後の課題としては、このシステムの妥当性を実際の制御実験を通して検証していくことである。

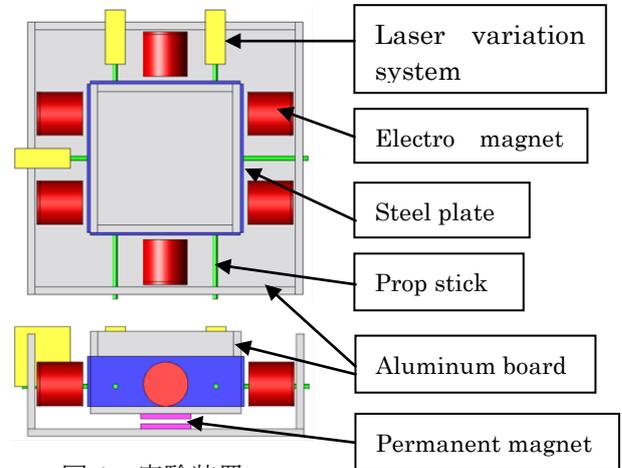


図 1. 実験装置

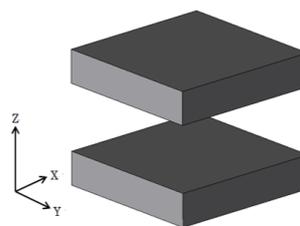


図 2-1. 永久磁石

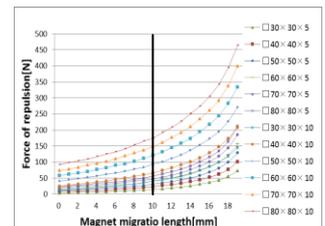


図 2-2. 永久磁石の反発力

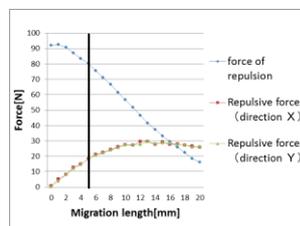


図 2-3. 磁石の横ずれ力

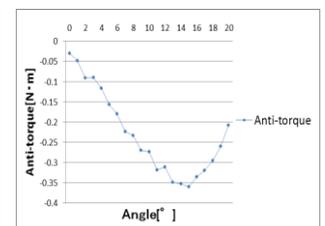


図 2-4. 磁石の反トルク

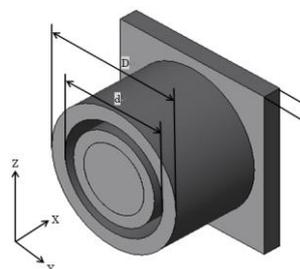


図 3-1. 電磁石

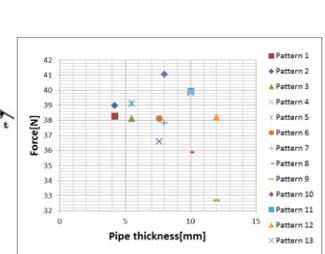


図 3-2. 電磁石の鋼板吸引力

文献

- (1) 東北大学津田研究室, “超電導バルク体の免振応用に関する研究”.
<http://www.ecei.tohoku.ac.jp/hamajima/study/O6bulk.pdf>
(1/30 アクセス)
- (2) 中田高義, 伊藤昭吉, 河瀬順洋 “交直電磁石の設計と応用”, 森北出版 (1991), 170pp.