

非接触薄鋼板制振装置のための制御用磁石の検討

知能制御工学研究室

岡田直

1. 緒言

溶融亜鉛めっき加工では品質向上のため、図1のようにめっき処理後に機械的振動やたわみによって生じた鋼板の歪みを抑制するために非接触で鋼板の動きを制御することが望まれている。電磁石による制御が提案されているが、永久磁石を用いることにより省電力化、制御範囲の拡大を図ることも提案されている。

本研究では、薄鋼板に発生する磁力の向上および磁気飽和の改善、渦電流損回避を図るため、新しい磁石の配置を提案し、磁場解析により有効性を検討した。

2. 提案

走行する鋼板の前に様々な配列の永久磁石を配置したときの吸引力と走行抵抗を有限要素法を用いて解析した。解析モデルとしてSS400の板幅40[mm]、板厚0.5[mm]の振動体、全体サイズ40×40[mm]、厚さ1.0[mm]のネオジウム磁石を解析モデルとして使用する。磁石はサイズ内でハルバツハ配列を組み、振動体に近づけ、吸引力および磁束密度を算出した。

また、鋼板モデルに実際のめっき加工工程と同等の通板速度をつけ吸引力を比較することで、渦電流による影響を調べた。

さらに、走行する鋼板による渦電流損を抑えるため、図2のような通板速度と同周速で回転する円筒形に配列した永久磁石を考えた。

3. 結果

図3、図4は単一の永久磁石を用いた場合と11×11の2次元ハルバツハ配列を組み合わせた場合の比較である。配列なしの場合と比べ、間隙距離を近づけていくと急激に吸引力が増加する。また、SS400の飽和磁束密度(=1.95[T])に達する間隙距離は、配列なしのものに比べ1.0[mm]程度近くまで使用できる。これは、磁気飽和を改善しているということでもある。

図5は鋼板側を200[m/min]で動かした場合との比較である。通板による渦電流損によって、磁気吸引力は半減していることがわかる。

円筒形配列の磁石を回転させた場合、周方向にハルバツハ配列を組み、長手方向に隣り合う磁石は1/2位相ずつずらした組み合わせが解析を行った中で最も性能の良いものになった。図6は、間隙4.0[mm]で回転させたときの吸引力改善の程度である。この間隙距離は、様々な磁石配列の吸引力がほぼ同等になる点であることと、磁石によって生じる円筒表面の凹凸によって振動体モデルと干渉させないためである。

4. 結言

ハルバツハ配列を組み合わせることで磁力の向上や磁気飽和の改善を行えるという結果は出た。しかしながら、渦電流損といったような課題も残った。磁石性能をより向上させ、今後はシミュレーションや実験によって制振装置に適用していくことが課題である。

文献

- (1) 岡崎大洋, “ H_{∞} 制御を用いた薄鋼板の非接触振動抑制機構”
- (2) 廣川悠太, “永久磁石駆動を用いた磁気力制御による非接触振動抑制”

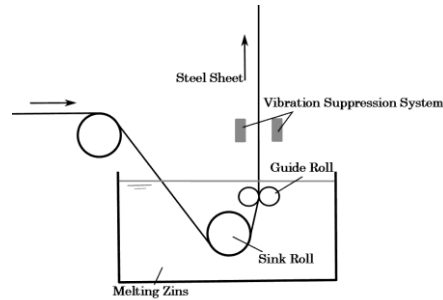


Fig.1 Vibration Suppression System in Plating

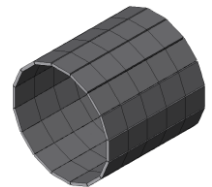


Fig.2 Analysis Model of Cylinder shape magnet

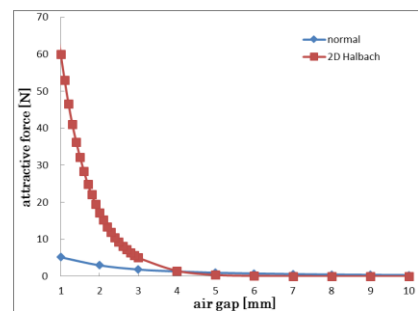


Fig.3 Comparison of magnetic force

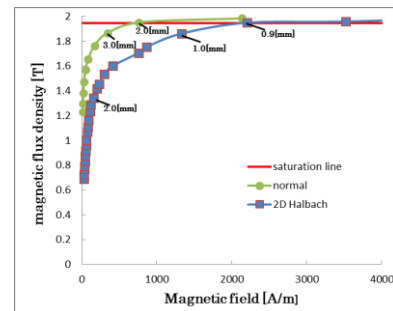


Fig.4 Comparison of magnetic flux density

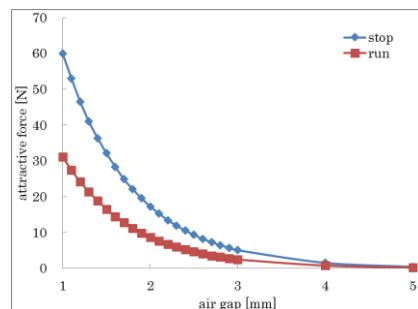


Fig.5 Decrease of Magnetic Force for Eddy Current Loss

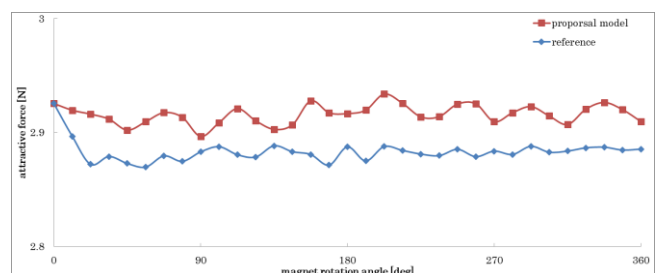


Fig.6 Improvement of magnetic force for rotated cylinder shape magnet