

1. 緒言

薄鋼板のメッキ加工工程では図1のようにめっき処理後の乾燥及び冷却において発生する鋼板の振動や変形による品質低下を防ぐため、非接触で力を発生させる機構を用いて鋼板の振動や変形を抑制する機構が提案されている。(1)(2)

本研究では永久磁石と鋼板の空隙を制御することにより薄板鋼板に非接触で力を与える機構について考察を行う。具体的な検討事項として薄鋼板は磁気飽和が生じやすく十分な吸引力が低下するという問題に対応する方法を考える。具体的には飽和の問題を改善するために磁石配置の考察について行うことにより性能の確認と最適な磁石配置の検討を行う。

2. 磁石配置の検討

薄鋼板は SS400 (板幅 600[mm], 板厚 0.3[mm]) とし、永久磁石は 200×50[mm]、厚さ 30[mm]、残留磁束密度 1.2[T] のネオジム磁石とする。永久磁石と薄鋼板の空隙距離を Z 軸方向に 5[mm]~50[mm] まで遠ざけたとき、各配列の磁気吸引力と最大磁束密度の変化を調べた。解析モデルは図2に示す。

検討する磁石配置として 2 極から 10 極ハルバツハ配列(3)まで配列数を増やしたものをを用いる。比較対象として、配列をせず X,Y,Z それぞれの方向に着磁を施した場合と極の間に磁石と同じ厚さの空気層を施し、2 極から 10 極 NS 交互配列まで配列数を増やした場合を解析した。図3に磁石配列の例を示す。

3. 結果

永久磁石と鋼板の空隙距離を 5[mm]~50[mm] まで変化させた結果、図4のような特性が得られた。このとき、9 極ハルバツハ配列は 9 極 NS 交互配列に比べ、大きな吸引力を得た。また、急激に吸引力が低下するのは磁場影響範囲が小さくなっているからであり、これはハルバツハ配列の特徴の一つである。

図5は磁石の最大磁束密度を配列ごとに比較した結果である。このとき、SS400の飽和磁束密度は 1.95[T] であるが、9 極ハルバツハ配列と 9 極 NS 交互配列では磁気飽和の改善が見られた。

以上からハルバツハ配列は鋼板の静止時において磁気飽和を改善しつつ、高磁力を確保できることが確認できた。しかし、鋼板の走行時に生じる渦電流損による吸引力低下の影響を確認できていないため、今後は渦電流損に対しての磁石配置の検討を行う必要がある。

4. 結言

本研究では永久磁石式非接触制振装置にハルバツハ配列を用いることにより、静止している薄鋼板に対して高磁力を確保しつつ、磁気飽和を改善していることが確認できた。

今後は走行している鋼板による渦電流損による吸引力の低下を軽減できるような磁石配置を提案または解析し、磁気性能および制御性の向上を図れるような磁石配置の検討を行っていく予定である。

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制御”
- (3) 田原俊司, 松尾沙織, 小川幸吉, “Halbach 配列にスキューを施した 4 極 PMLSM の推力リップル低減化” 電気関係学会九州支部連合大会, 07-2A-07

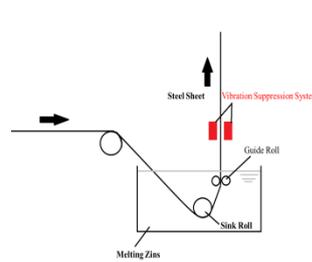


Fig.1 Position of suppression system

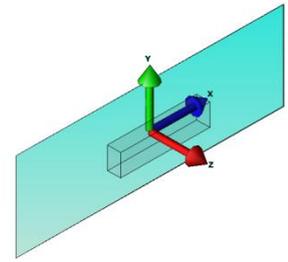


Fig.2 Analysis model

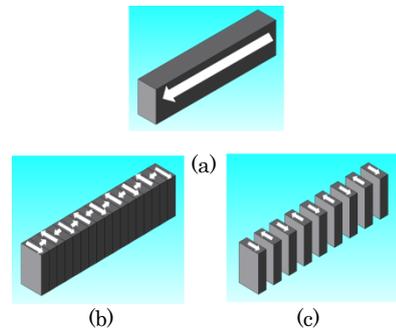


Fig.3 Magnet Model for Analysis
 (a) Normal Array (x axis direction)
 (b) 9 極ハルバツハ配列(x axis direction)
 (c) 9 極 NS 交互配列(x axis direction)

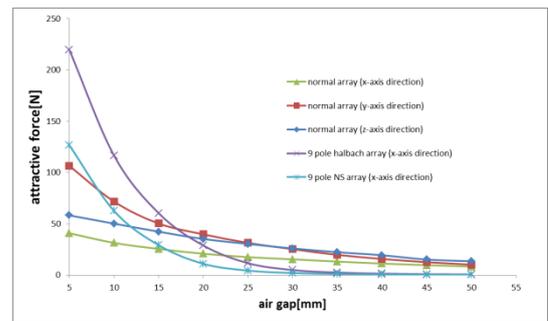


Fig.4 Comparison of magnetic force

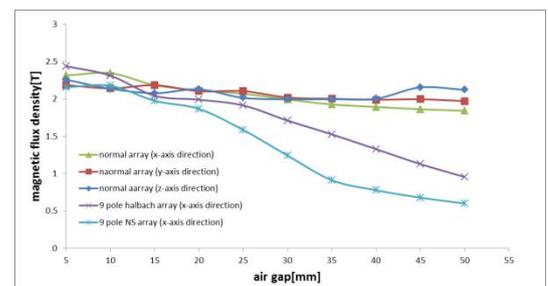


Fig.5 Comparison of magnetic flux density