

永久磁石とボイスコイルモータを用いた空隙制御による振動抑制

1. 緒言

薄板鋼板の圧延やメッキ工程では、鋼板の搬送の際に生じる振動が問題となる。それは、薄板鋼板の剛性が低く変形しやすいためである。対策として機械的接触による振動抑制や、電磁石の吸引力による振動抑制がある。しかし、機械的接触は、鋼板に損傷を与えるという問題があり、電磁石を用いた振動抑制は、制御範囲が狭く、大きな振動に対応できないという問題と、コイルの発熱の問題がある。本研究では振動体の振動を非接触で抑制し、広範囲の振動にも対応できるように永久磁石と、ボイスコイルモータ（以下 VCM と表記）を二つ用いた振動抑制について述べる。

2. 実験装置および制振方法

永久磁石と VCM によって振動抑制を検証するために Fig.1 に示すように実験装置を製作した。この装置は、弾性体で支持された部分（vibration body）の振動を、ボイスコイルモータによって駆動、2つの永久磁石（ $\phi 25 \times 5\text{mm}$ ）によって制御するものである。振動体は磷青銅板（ $190 \times 50 \times 0.2\text{mm}$ ）2枚を並行ばね支持し、先端には永久磁石の吸引力が働くよう電磁軟鉄（ $45 \times 25\text{mm}$ ）が貼られている。その上部には強制振動を起こすためのモータが取り付けられている。また、振動体はフレームの中央に配置している。

制振方法を Fig.2 に示す。永久磁石は黒色で示している。VCM を灰色で示し、振動体を中央に示している。制振方法は、振動体が振れる方向に永久磁石を動かすことにより、左右の空隙距離を変化させることで吸引力を調整するものである。その吸引力の効果により振動を抑制する機構となっている。振動体の変位と永久磁石の変位を計測し、その値を PD（比例・微分）制御し、フィードバックすることで、VCM に適切な電圧を与える構成となっている。

3. 実験結果および考察

実験を行う前に、MATLAB/Simulink を用いて振動体と永久磁石の変位のシミュレーションを行った振動抑制を行わなかった場合を Fig.3、振動抑制を行った場合を Fig.4 と示す。Fig.4 の振動体の振動抑制範囲を 5mm 幅に、時間を 5 秒に合わせた場合を Fig.5 と示す。

シミュレーション結果の振動抑制の有無を比較すると、振動抑制を行った場合の振動体の振動が収束する時間は、振動抑制を行わなかった場合の時間を比べると短く、素早く振動を抑制している。

4. 結言

本実験では、VCM を用いた永久磁石の吸引力を利用した振動抑制原理について述べた。今回の結果では、シミュレーション結果での自由振動の抑制効果が得られた。今後は、実験結果による振動抑制を行い、有効性の検証を行いたい。

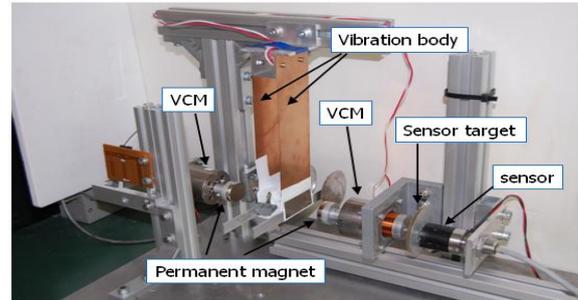


Fig.1 Experimental device of vibration control

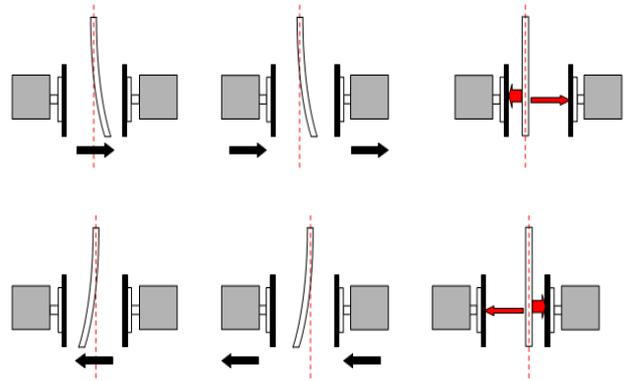


Fig.2 Method of controlling vibration

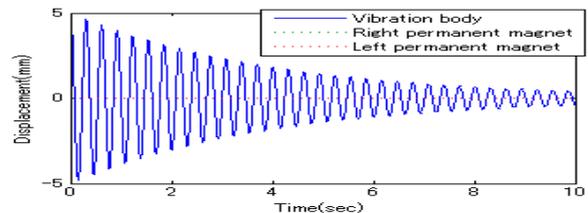


Fig.3 No Vibration Control

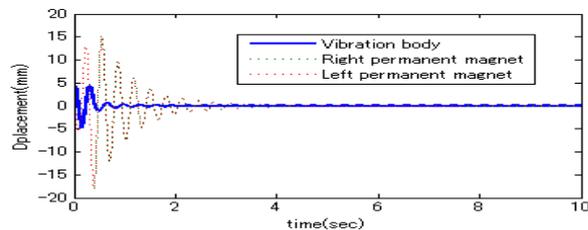


Fig.4 Vibration Control

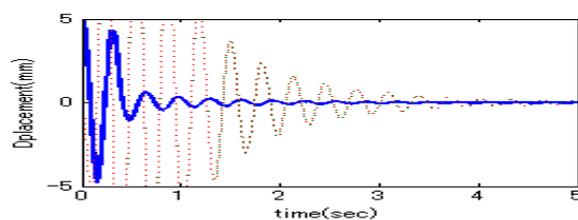


Fig.5 Vibration Control