

超音波振動による金属粉の圧縮成形方法に関する研究

菊池慎一 小山大介 中村健太郎 上羽貞行
東京工業大学 精密工学研究所

1、緒言

モーターにおいて、最適な磁気特性を得るためのモーターコア形状は、Fig. 1のような3D形状が好ましい。しかし、三次元形状のコアは形が複雑であるため、従来の金属板を重ね合わせる方法では製作が困難である。そこで、本研究では粉末冶金法を用いてコアを圧縮成形することにする。しかし、ただ圧縮するだけでは密度が小さく、不均一になってしまい、良い成形体を得られないので、以前行われていた圧縮時に超音波を印加することを検討した。そこで、本研究の目的は超音波を用いた圧縮成形法を複雑なモーターコア形状を製作することに応用することである。



Fig. 1 3D コア形状

2、提案する超音波印加方法

超音波印加方法としては、(1)成形用振動 Die を縦振動、径方向振動させる。(2)圧縮成形用振動上下 Punch を縦振動させる。(3)(1)及び(2)を同時に振動させる方法が考えられる。そこでまずは使用する圧縮試料が超音波印加による圧縮効果及び圧縮条件を調べるためにコア形状を簡単な円筒モデルで実験を行うことにした。

3、成形用試料

圧縮成形用試料としてはモーターコアを製作するために開発された商品名:Soft

Magnetic Composite(SMC)と言う金属粉を絶縁膜で覆ったもの(バインダ含む)を使用する。また、本研究では粒子の大きさが $120 [\mu\text{m}]$ の SMC500 と粒子の大きさが $150 [\mu\text{m}]$ の SMC550 を用いる。

4、径方向振動する成形用振動 Die

有限要素法(FEM)を用いて製作した振動 Die は共振周波数 $28 [\text{kHz}]$ で径方向に振動し、成形部の壁面が粉末試料と垂直に振動する。その写真を Fig. 2 に示す。共振周波数 $28 [\text{kHz}]$ で縦振動するボルト締めランジュバン型振動子(BLT)を8本取り付けた振動系を Fig.3 に示す。Die の中心には直径 $10 [\text{mm}]$ の成形部を有している。

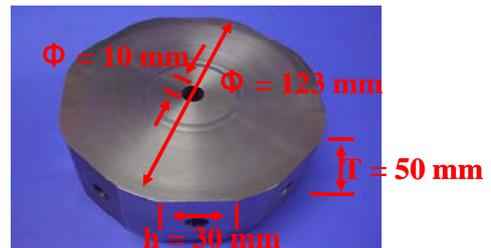


Fig. 2 径方向振動 Die

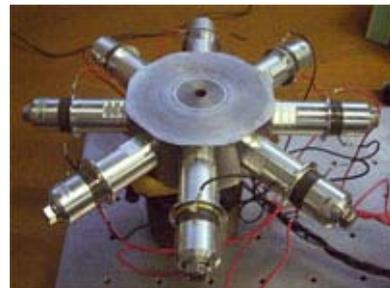


Fig. 3 振動系

5、径方向振動 Die の特性及び負荷試験

(1) アドミタンスループ

製作した振動系のアドミタンスループをインピーダンスアナライザで測定した。その結果を Fig. 4 に示す。Fig. 4 より製作した振動系の特性は Table. 1 のようになった。

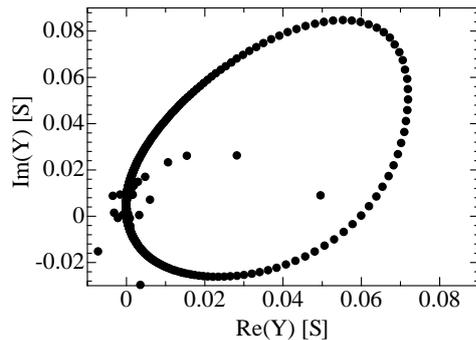


Fig. 4 振動系のアドミタンスループ

Table. 1: 振動系の特性

共振周波数 f_0 [kHz]	27.88
Q 値	1188
アドミタンス Y_{m0} [S]	0.072
制動容量 C_d [nF]	24.13

(2) 力係数測定

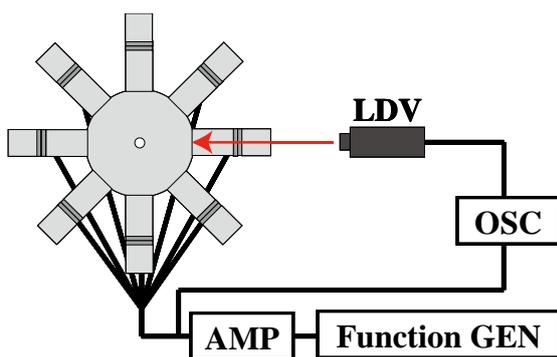


Fig. 5 測定方法

印加電圧を 10~400 [V_{p-p}] で変化させ、その時の全体の電流と振動速度を測定した。振動速度の測定には LDV を用いて測定を行った。測定のプロック図を Fig. 5 に示す。結果を Fig. 6

に示す。線形な結果を得られたことから、高電圧時でも良好に振動していることが分かる。

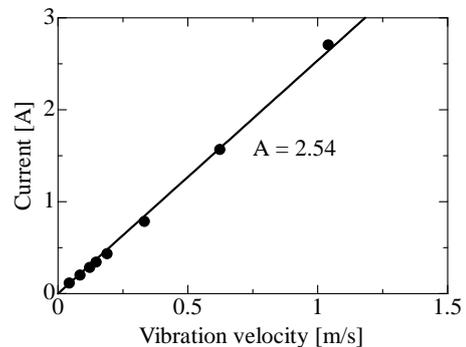


Fig. 5 測定結果

6、結言

金属粉を圧縮成形するモーターコア製作法に超音波振動を応用することを検討した。そこで今回は、共振周波数 28 [kHz] で径方向振動する圧縮用成形 Die の製作及び基本的な特性の評価を行い製作した振動系が良好に動作していることを示した。今後は、これを用いた加圧実験、また、縦振動する振動上下 Punch の設計、製作を行いたいと思う。

7、参考文献

- (1) 辻野次郎丸：超音波複合振動による粉体の圧縮成形に関する研究 S. 63. 3
- (2) 辻野、渥美、上岡他：日本音響学会論文集 S. 58. 3 p617.618
- (3) 島田良幸, 松沼健二, 西岡隆夫, 池ヶ谷明彦 他：能焼結軟磁性体の開発

