研 究

超音波加工により量産せるフェライト磁心の精度

正会員 大平 正広* 宮本 泰* 浅沼 吉光*

Accuracy of Ferrite Cores Mass-produced by Ultrasonic Machining.

Masahiro OHIRA, Toru MIYAMOTO, Yoshimitsu ASANUMA

This paper is written to describe the accuracy of ferrite cores which were mass-produced by ultrasonic machining. The result shows that the accuracy becomes lower according to the number of the times of regrinding of horns.

1. 緒 言

厚さ1mmのフェライトから超音波加工により磁心を製作すると、図1の如き製品が得られる。加工条件は振動子への入力100W, 24Kc, 19個取りの軟鋼製マルチ

図 1

ホーン、カーボランダム #320, 2 kg≒20g/mm², 水である。これを模型的に示すと図2の如くである。本報告は非金属製品を超音波加工により量産する場合、得られ

ホーンの形がどの様

図 3 写された場合の磁心

図 2 磁心の模型的形状

る製品の精度を、一例としてフェライト磁心5000個の製作に際して測定した結果を示したもので¹⁾、少数個数を精度を上げる上から加工条件をきめて超音波加工した場合ではない。

2. 加工方法および測定方法

ホーンは図4に示す如く19個取りで、5~6回作業し

1) 精度を上げる為にはアブレーションは更に細いものを用いるのがよいが、圧力を高めなければならぬので、量産の上からマルチホーンの大きな面積のものをを用いると、超音波加工の途中又は最終段に於てフェライトが欠け易く、製品が得られないので結局本文中の加工条件程度に落着く。即ち大きな面積のホーンと細いメツシュ——量産と精度は両立しがたい。

* 日本電信電話公社電気通信研究所

図 4 マルティホーン

て端面を 0.2~0.3mm 研磨した。ホーンは A, B, C...N と命名し (14本), 各ホーン共 4~6 回研磨した。加工時間は平均 (1 回の作業で 19 個とるのに) 8 分 50 秒である。(最小 4 分最大 50 分)。測定は同時に製作される 19 個の中ランダムに 2 個を取出し, 各々の上面, 下面に於ける x, y 方向の内径, 外径を工具顕微鏡で測定した。(測定値は 1 個につき 8 個)

3. 磁心の精度を代表させる数値

図 2 に示す如き形状の精度は, 色々の数値を以て現すことが考えられるが (例えば容積, 上面下面に於ける内外径の差, その他) こゝではドーナツ幅の上面と下面との差 δ を次式を以て計算し磁心の精度を代表させた。

$$\begin{aligned}\delta &= \frac{1}{4} \{D_x' + D_y' - (d_x' + d_y')\} - \frac{1}{4} \{D_x + D_y - (d_x + d_y)\} \\ &= \frac{1}{4} \{D_x' + D_y' + d_x + d_y - (D_x + D_y + d_x' + d_y')\}\end{aligned}$$

超音波加工による磁心は偏心が比較的小さいので, 上記の δ は大略上面下面に於ける外径の差, 内径の差とも考えることが出来る。(8 参照)

4. 精度について

δ はホーンの種類, 研磨回数, 作業回数別に分類すると図 5, 図 6 に示す如く個々の場合には殆んど何らの傾向も認められない。之は①超音波加工が制御され難い要素に左右される。(例えばカーボランダムのかゝり具合, ホーンの孔のゴミ (フェライトの粉, 油その他) の状態, 圧力を加える油圧装置の摩擦力等) ② 19 個の磁心よりランダムに取出して測定した。③ 測定に当り直径の方向がランダムである。④ 加工深さの相違, ⑤ 油圧装置のガタ ⑥ フェライトの材質の相違等の理由によるものと考えられる。

図 5 ホーン研磨の影響 (1 回につき 4 回作業する)

図 6 作業回数の影響 (5 回作業後は研磨する)

然し乍らホーンを数個まとめて平均をとると, ホーンの研磨回数の影響, 作業回数の影響が大略直線的とみなされる。 δ はホーンを 0.2~0.3 研磨する毎に 0.02, 作業回数が 1 回進む毎に 0.015 大きくなる。ホーンの方が研削される量はホーンの長さにして 1 回の作業につき 0.02 である。(8 本のホーン, 1 本のホーンにつき 28 回作業, 19 個の孔の中 7 個測定の平均) 図 7 は 5 本のホーンについて 4 回作業して 研磨するという状態を繰返した場合, δ の値およびその分散 σ の値を各作業時のみの場合と, それまでの累積の場合とを示した曲線である。 δ は作業回数の進むにつれて増加し, ホーンを研磨することにより小となり再び増加するといふ状態を繰返している。従つて累積の場合 δ の平均値は徐々に増加している。

図 7

5. バラツキについて

図7に於て分散 σ は新しいホーンの1回2回のみは小さいが($\sigma \approx 0.02$)以後はいずれも0.04~0.05を大きくはずれない。累積しても0.05~0.06で δ が増加するのに反し、バラツキは大きくならないことを示している。

6. 分布について

5種類のホーン160個の測定値(δ)を正規分布検定用紙上にプロットすると図8の如くやや直線をはずれる傾向にある。又分布曲線を作ると図9の如くなり正しくは正規分布をなしておらず3個の山は3回のホーンの研磨に

図 8

図 9 分布曲線

対応する如き感を受ける。この様に量産された超音波加工製品が正規分布をはずれることは抜取検査の取扱いに注意を要することを示している。

7. 19個の精度と分散について

常に1回の作業で19個の磁心が同時に製作されるが²⁾この19個について検討を加える。Nホーンの3回研磨後2回目の加工品については(製品数=測定数=18個)

$$\delta \text{ の平均} = 0.135, \quad \sigma = 0.016$$

で平均は今まで論じておる場合と変らないが、 σ は $1/3 \sim 1/4$ である。之はホーンの孔は $\pm 1/100$ ³⁾の精度を以て製作されておるので19個中のバラツキは作業回数、研磨回数に比して遙かに小さいことを示している。

8. 他の精度

δ を以て磁心の精度を代表させる場合、他の精度を以て代表させた場合と比例的関係をもつておることは想像されるが、一例として上記のNホーン3回研磨後2回目の製品について示すと表1の如くである。

平均値は δ と同様に他の精度も作業回数やホーンの研磨回数が進むにつれて累積の平均値は徐々に増加し、その分散は殆んど一定値を取るであろう。但しその値は次の表の分散より夫々3~4倍大きいことが想像される。又この表は他のホーン、他の作業番目についても云われることで、上面では内側の円が楕円になり易く、下面で

2) 実際は磁心がホーン中にはまり込んで取れなかったり、特に悪いのを省くために合格品は平均19個中18個である。

3) 製作方法は極めて簡単な方法を見出している。

表 1 1回の作業により製作される磁心の色々の精度

精 度	平均値	最大値	最小値	分 散
δ	0.135	0.169	0.111	0.016
$1/2 [D_x' + D_y' - (D_x + D_y)]$	0.131	0.168	0.105	0.015
$1/2 [d_x + d_y - (d_x' + d_y')]$	0.139	0.172	0.112	0.022
$D_x \sim D_y$	0.041	0.071	0.008	0.021
$d_x \sim d_y$	0.068	0.106	0.035	0.020
$D_x' \sim D_y'$	0.051	0.132	0.001	0.034
$d_x' \sim d_y'$	0.033	0.086	0.002	0.024
容 積 $V^{(4)}$	2.149	2.293	2.034	0.022

は外径の差の分散が大きいことがやゝ目立つ。尙参考のために磁心の寸法につき上記の例で示すと表 2 の如くなる。下面内径のバラツキの大きいのは加工深さが特に影響する結果と思われる。(ホーンの孔の芯の磨耗が特に一様でない。)

4) 容積の計算式

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{2\pi}{3} \left\{ \frac{1}{4} [D_x + D_y - (d_x + d_y)] + \frac{1}{4} [D_x' + D_y' - (d_x' + d_y')] \right\} \times \frac{1}{2} \left\{ \frac{1}{4} (D_x + D_y + d_x + d_y) \right. \\
 &\quad \left. + \frac{1}{4} (D_x' + D_y' + d_x' + d_y') \right\} \times 1 \\
 &= \frac{\pi}{32} [D_x + D_y + D_x' + D_y' + d_x + d_y + d_x' + d_y'] \\
 &\quad \times [D_x + D_y + D_x' + D_y' - (d_x + d_y + d_x' + d_y')]
 \end{aligned}$$

表 2 磁心の直径

	平均値	最大値	最小値	分 散
$1/2 (D_x + D_y)$	1.888	1.949	1.820	0.038
$1/2 (d_x + d_y)$	1.109	1.175	1.054	0.034
$1/2 (D_x' + D_y')$	2.018	2.121	1.974	0.060
$1/2 (d_x' + d_y')$	0.944	1.026	0.897	0.146

9. 結 言

超音波加工の精度に最も影響を及ぼす要素はアプレシブの粒度(殆んど比例関係にある)であり、細い粒度程最適圧力は高い所にあることは既に知られておる。然しこゝに量産と云う条件を考慮すると加工面積を大きくすることが望しく、加工面積を増大すると細い粒度のアプレシブを用いることが出来にくくなり精度は低下することになる。本報告は量産の一例としてホーンを研磨しては作業を繰返して製品を作る場合、その精度が次第に低下する状態を述べ、超音波加工の応用の一つの方向を示したものであるが、勿論超音波加工時間並に使用するホーンの個数の増大をいとななければ更に精度は上げ得る。尙ホーン材質にピアノ線を使用すると軟鋼に比し磨耗量が半減するので、精度も遙かに上昇することが出来る。アプレシブの粒度、最適圧力、加工面積の加工時間と精度に及ぼす影響は各材料毎に更に研究を要する事柄と思われる。(1956, 8月13日受付)

投稿される方は必ず守つて下さい。

会員諸氏よりの御投稿を歓迎致します。御投稿頂いた原稿は一応運営委員会で採否を決定の上「精密機械」誌上に掲載致します。原稿作成に当つては下記の点に御注意下さい。

1. 研究論文

(1) 論文の長さは図面を含めて本誌 4 頁以内(400 字詰原稿用紙 20 枚以内)と致します。図版は 8 箇以内とし、6 坪(2 寸×3 寸)を超えるものは 2 個とみなします。

(2) 図版はそのまま縮尺製版できるよう墨入して下さい。幅 65mm 以内に縮尺することを考慮して図面内の字は大きく書いて下さい。ただし字を書く自信のない方は鉛筆で書いておけば当方で消します。

(3) 図は別紙とし原稿途中に図の入る場所を空けずに、欄外に入れる場所を指定して下さい。活字で入れる表は本文中に入れて下さい(ただし大形の表は別紙に書くこと)。脚註、文献は原稿用紙の下部に

入れても、原稿の最後に入れても、どちらでも差支えありません。

(4) 論文には 200 語以内の英文アブストラクト及び同じ内容の日本語をつけて下さい。ただし後者は本誌上には掲載致しません。

(5) 上記(1)の制限を超えた場合には、下記超過掲載料をお納め下さい。

a. 掲載頁数が 4 頁を超えるときは超過頁数 1 頁につき 1000 円。

b. 図版が 8 個を超える場合は、1 個につき 200 円。

2. 寄 書

速報的性質のもの、短い御報告、御意見等は寄書として優先的にできるだけ早く掲載致します。大体刷上り 1 頁以内の範囲でお書き下さい。

3. 投稿の節は学会所定の原稿用紙(御請求により送ります。)を御使用下さい。

4. 掲載論文の著者には 50 部抜刷を差上げます。