のことは電研法の一つの特長といつてもよい。何となれば、グラインダ或はやすり等による手仕上げに於ては、相当の熟練者であつても研削結果が不均一になり勝であり、それらの刃の使用は回転中に軸方向の力を受けることとなり、剪断加工の実際面で不利と云わなければならないからである。

電研刃物と機械加工刃物との刃先断面の形状の対称性或は精度についての、比較観察実験はその記述を省略した。(1957, 6月21日受付)

Fig. 6

* 注:—

$$\int_{r_1}^x \cos^{-1} \frac{r}{x} \frac{I}{\left\{ \cos^{-1} \frac{r}{R} - \frac{r}{R} \sqrt{1 - \left(\frac{r}{R} \right)^2} \right\}} dr = W(r, x)$$

$$\phi(r, x) = \cos^{-1} \frac{r}{x}$$

$$\phi(r) = \frac{1}{\cos^{-1} \frac{r}{R} - \frac{r}{R} \sqrt{1 - \left(\frac{r}{R} \right)^2}} \quad \text{とすれば}$$

$$W(r, x) = \int_{r_1}^x \phi(r, x) \cdot \phi(r) dr$$

r に対して ϕ , ψ を計算し、それより両者の積を計算して、これを曲線で示せば $W(r, x)$ はこの曲線と横軸との間の面積となる。

終りに臨み実験に協力された渥美武明、永井哲一の両君に謝意を表します。(1957, 6月21日受付)

- (1) 精密機械 第22巻第12号 19頁~21頁
- (2) 同上
- (3) 同上

仕上面加工層に関する研究 (第6報)

—鉄合金に対するショットピーニング効果—

正会員 浅 枝 敏 夫*, 西 本 廉*

On the Machined Surface Layer (6th report)

—Shot-peening effects on iron alloys—

Toshio ASAEDA, Kiyoshi NISHIMOTO

The shot-peening effects on some structures of iron alloys such as ferrite, pearlite and martensite structure were already described in the 5th report. Now, in this report we studied the shot peening effects on the sorbite, troostite and austenite structure of iron alloys. The pearlite plus cementite and martensite were used as the reference structure. The centrifugal wheel peening machine was used to shot-peen the test pieces and the residual stress, the depth of surface layer and the work-hardening effects were checked to estimate the peening effect.

The results were as follows:

- (1) The greatest effect of shot-peening was obtained on the martensite structure, secondly on the troostite, then on the pearlite+cementite and the smallest on the sorbite.
- (2) The austenite structure was work-hardened not only on the surface, but also over the whole section of test piece. The residual stress on the surface was considerably low.

1. ま え が き

第5報¹⁾に於てフェライト、パーライト、パーライト+セメンタイト、マルテンサイト、マルテンサイト+炭化物、パーライト+黒鉛の各組織の鉄合金試料にショットピーニングを行い、組織とピーニング効果との関係を吟味した。本研究は上記以外の鉄合金組織であるソルバイト、トルースタイト及びオーステナイト組織に就ての研究を追加することにより鉄合金の代表的組織に対するピーニング効果の吟味を完全ならしめたものである。

2. 実験方法

実験に使用したソルバイト及びトルースタイト組織の試料は0.99%炭素鋼を塩浴中で830°Cに10分間加熱し油中に焼入してマルテンサイト組織としたものを600°C及び300°Cにそれぞれ30分間真空中で加熱後空冷して得た。その組織を夫々図1及び図2に示す。オーステナイト組織試料はこれまで各種組織を得るに使用

図1～3. 上より×375, ×375, ×180, 但し原図縮少率 3/5.

から得るべきであるが、それは極めて困難なことであるから便宜上 $C=0.06\%$, $Cr=18.56\%$, $Ni=10.69\%$ を含有する不銹鋼から得た。尙この不銹鋼材は厚さ2.5mmの圧延板で圧延後1050°Cに加熱して空冷したものである。その組織を図3に示す。尙上記の試料以外に第5報の各組織についての実験結果と比較検討する際の参照試料としてパーライト+少量セメンタイト(0.99%炭素鋼焼鈍)及びマルテンサイト組織(0.99%炭素鋼を830°Cから油中焼入)を追加した。試料の寸法は第4報²⁾に採用したと同じ5×10×80mmであるが、オーステナイト組織のものは厚さが異なり2.5×10×80mmである。試料の使用法は第4報に述べたと同じ方法である。

ショットピーニングは第4報²⁾並に第5報に使用した空気式サンドブラスト装置が都合により使用できなかったので、図4に示す如き原理の遠心式ショットピーニング機を使用して行つた。装置が異なるためショットの衝突速度、ショット流中のショットの分布並に密度、ショ

図4

ットの試料面に衝突する角度、ショットの投射距離などを全く同一にすることは實際上不可能である。そこで前報の条件に出来る限り近い条件で実験を行うために、上述の遠心式ショットピーニング機で任意に変え得る

条件はピーニング時間のみであつたから、パーライトセメンタイト組織の試料を使用してショットピーニングによる長手方向の撓み変形が第5報のそれとほぼ等しくなるようにピーニング時間を決定した。ショットピーニング条件は次の如くである。

ショット	: #20 白鉄ショット
ホイール回転数	: 2800rpm
ショット投射量	: 28kg/min
ピーニング時間	: 1 min
ホイール中心と試料表面との距離	: 440mm

* 東京工業大学

1) 浅枝, 西本, 金井: 精密機械, 21巻1号(昭和30年1月)24頁

2) 浅枝, 西本, 金井: 20巻11号, 432頁(昭和29.11月432頁)

3. 実験結果

第4報及び第5報に述べたと同じ方法によりショットピーニングによる残留応力を求めた。図5にその結果

図 5

を示す。これによりいずれの試料もショットピーニングにより表面には圧縮応力が残留し、その大きさは表面で最も大きく、内部に向うにつれて次第に減少し、ある深さで零となり、引張に転じ、ある深さでほぼ一定となる応力分布であることがわかる。たゞしオーステナイト組織試料では表層部の圧縮応力は表面部ではなく約0.15 mm だけ内部に最大値がある。図5の線図から表層部の応力を比較するために表面から0.05 mm の深さの応力を、また応力が一定となる深さ即ち加工層深さを求めたものが表1である。

表 1

組 織	表面の最大圧縮 応力 kg/mm ²	加工層の深さ mm
パーライト+少量 セメンタイト	72	0.9
ソルバイト	58	0.8
トルースタイト	90	0.7
マルテンサイト	100	0.6
オーステナイト	20	—

表1より次の事がわかる。

(i) ソルバイト組織よりもパーライト+少量セメンタイト組織の方が表面の圧縮応力並に加工層深さは大きい。従つてソルバイト組織よりもパーライト+少量セメンタイト組織の方がピーニング効果は僅かであるが大きいと云える。

(ii) トルースタイト組織の方がパーライト+少量セメンタイト組織よりも表面の圧縮応力は大きいが、加工

層深さは僅かに小さい。ショットピーニングの目的が表面に圧縮応力を残留させることが目的であるとすればピーニング効果はトルースタイト組織の方がパーライト+少量セメンタイト組織よりも大きいと云える。

(iii) マルテンサイト組織の方がトルースタイト組織よりも表面の圧縮応力は大きいが、加工層の深さは僅かに小さい。上述の如くピーニング効果を表面の応力によって比較すればマルテンサイト組織の方がトルースタイト組織よりも大きいと云える。

(iv) 図5よりオーステナイト組織が上記と著しく異なる点は最大圧縮応力が表面部でなく、表面から約0.15 mm 内部にあり、表面部は最大値より幾分小さくなっていることである。又表面部の応力は他の組織のそれに比して相当小さい。内部の引張応力は試料の厚さの半分以上即ち 1.5 mm 位ではまだ一定とならず加工層深さを定めることは困難である。

次に加工硬化を吟味するために上記各組織の試料の硬度分布を示すと図6の如くなる。硬度の測定はミクロ

図 6

ビッカース硬度計を用いて荷重100grで行つた。これより上記各組織の試料はいずれもショットピーニングによって表層部は確かに加工硬化をうけていることがわかる。又図7はオーステナイト組織試料についてショットピーニングを行つたものと行わないものとの硬度分布

を示す。これよりオーステナイト組織のものは表層部だけでなく内部全体が僅かであるが硬化していることがわかる。

図 7

尚ショットピーニングによる表層部の組織の変化状況の1例としてオーステナイト組織のものについて示したものが図 8 である。これよりオーステナイト組織試料ではショットピーニングによつて表層部は著しい変形を生じ、表面の一部には亀裂が発生していることがわかる。

図 8 (原図縮少率 $\frac{3}{5}$)

前述のオーステナイト組織で表層部の圧縮応力の最大値が表面部になく、それより内部にあり、表面部の応力が最大値より小さいことは上述の如き表面での亀裂発生に伴う表面部応力の低下によるものと思われる。

4. むすび

#20の白鉄ショットを使用し、ホイール回転数2800 rpm, ショット投射量28kg/min, ピーニング時間1minでソルバイト, トルースタイト及びオーステナイト組織の試料にショットピーニングを行つた上述の実験及び第5報の鉄合金のその他の組織についての実験より次の事がわかつた。

(1) 鉄合金の代表的な組織であるフェライト, パーライト, ソルバイト, トルースタイト, マルテンサイト及びオーステナイトに対するショットピーニング効果はマルテンサイトが最も大きく, トルースタイト, パーライト, フェライトがこれにつぐ。

(2) オーステナイトは表層部の応力の最大値は表面部になく, 約 0.15mm 内部にあり, 表面部はそれよりも小さい。又加工硬化が表層部だけでなく内部全体に及んでいる。

終りに本研究に関し直接実験に従事された漆田喜久, 岩佐常夫両君並に試料の作成にあつて種々便宜を計つて頂いた日本鑄工 kk に深謝すると共に本研究は文部省科学研究費の援助によるものであることを附記して謝意を表する。

(1957, 5月30日受付)

高温切削の基礎的研究 (その3)*

正会員 中山 一 雄**

Fundamental Study on Hot Machining (Part 3)

Kazuo NAKAYAMA

In the orthogonal cutting of 0.4% carbon steel and 18 Cr—8 Ni stainless steel at various temperatures and various cutting speeds, the two components of cutting force, shear angle and cutting temperature were measured. From these results, the friction angle between the chip and the tool face, the angle between the cutting force and the shear plane and the shear stress on the shear plane were obtained.

By analysing the results, the following were found: —