高周波表面焼入によるミシン部品の變形について

安 藤 修 二* 藪 田 保**

Syuzi Ando and Tamotsu Yabuta :
Machine Part by Induction Hardening.

The shuttle body is the most important and complicate part in the sewing machine. It is made from low C steel, carburized, heated in salt bath, water quenched and grinded. As it is much deformed by heat treatments, the removed amounts by grinding are much and its hardness is not uniform as a result. I have tested the induction hardening and obtained the following results ;

(1) The deformation by induction hardening was smaller than that by salt bath heating and as much as that by salt bath surface heating.

(2) The heating condition of shuttle body by induction heating. Inlet power-80~90KW, heating time-1.4~1.5 sec, cycle 50000~100000. cooling method-water jet.

(3) The wear resistance of shuttle body which was induction hardened heatnig was as good as that by carburizing salt bath heating and water quenching. But the hardness by induction heating or salt bath surface heating was smaller than that by carburizing, salt bath heating and quenching.

(4) The direction of deformations by induction hardening were unifom, but these by salt bath heating or salt bath surface heating was not unifom.

(5) The C content of steel of the shuttle body for induction hardening which gave the best results in heat treatment and machining was than 0.35~0.40%.

(Received May 30, 1949)

I. 緒 言

ミシン部品中最も重要であり且つ形状複雑なる中ガマは現在軟鋼製で、切削加工と滲炭後塩浴中で加熱水焼入を行い最後に研磨仕上を施している。しかるに滲炭焼入による変形量多く、従つて研磨代を多く要し加工能率低下し、更に研磨代多きため硬度不足を生ずる場合がある。よつて著者は各種の焼入法と高周波表面焼入法を比較実験し、変形少く且つ硬度一定の製品を製造すべく努力した。その結果をこゝに報告し諸賢の御批判を仰ぐ次第である。

II. 実験要領

Fig. 1 に中ガマを示した。X, Y で示す鉚の側面、上下

Fig. 1 Shuttle Body.

両面及び E, E' で示す端面が耐磨耗性を必要とし従つて硬化する必要がある。よつて著者は塩浴加熱焼入、塩浴表面焼入⁽¹⁾、衝撃式高周波表面焼入⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾を行い、主として変形量を調査し併せて硬度、耐磨耗性等を実験した。

変形の測定はに Fig. 2 示す如く中ガマの心棒をチャックに挟みこれを定盤上に置き、鉚の底面上の一点を基準としてダイヤルゲージで同底面上の各点の定盤よりの高さを読みそれと基

準度の高さとの差をもつて変形状況を表わし、更にこれを焼入前後に測定してその差をもつて各点の変形量とした。

Fig. 2 Deformation Measurement Method.

Fig. 3 Type of Deformation Direction.

基準点より上方に変形したのを +, 下方に変形したのを - とした。又この変形量曲線より変形をなくするために必要な研磨代を求めこれを中ガマ全体としての変形量とした。又変形の型としては変形量曲線より Fig. 3 に示す A, B, C 型に分けられる。

III. 塩浴加熱焼入について

低炭素鋼 (C 0.20% 以下) 及び イ 003 (C 0.3~0.4%) Si < 0.5%, Mn < 0.6%, P < 0.035%, S < 0.035%) 製の中ガマを塩浴を用いて Table 1 に示す如く種々の焼入を行つて変形量及び硬度を測定した。

なお塩浴中への品物の吊し方及び水中への焼入れ方については色々行つてみたが明瞭な差は認められなかつた。上記の方法で数多く製品を焼入しその中より 5~15 個抽出して測定した結果が Table 1 である。なお滲炭後水焼入したものの硬度分布は深さ約 1mm, 表面最高硬度は 750 であった。

* 朝比奈機器工業株式会社

** 高周波熱錬株式会社

(1) 河田, 商工省機械試験所々報, 1 (1945), 111.

(2) 山崎, 高周波表面焼入, (1948), 天地書房.

(3) J. D. Graham, H. F. Kincaid, R. E. Mcgee, Steel, 124 (1949), No. 5, P. 62.

(4) Iron Age, 27 (1949), 71.

Table 1 The Deformation by Salt Bath Heating and Water Quenching.

Heat Treatment	Carburizing (800~850° × 2~5hrs)	900°×5min -W.Q. after Carburizing (low C steel)	900°×3min -W.Q. (0.3~0.4% C steel)	870°×3min -W.Q. (0.3~0.4% C steel)	870°×1min -W.Q. (0.3~0.4% C steel)
Term					
Deformation Quantity (Noting by grind- ing amount)	0.06mm	0.24mm	0.30mm	0.28mm	0.20mm
Type of Deformation	B, C	A, B, C	A, B, C	A	A, B, C
Shore Hardness	—	>60	>50	57	53

IV. 塩浴表面焼入について

イ003 を使用して製作した中ガマを塩浴中で 600~650° ×3~5min 予熱し, 870° で 1, 3, 5, 10 秒加熱して水焼入を行つた. 試験は各 5 個行いその平均をとつた. 変形量及び硬度は Table 2 に示す如く 870° ×5 秒以上では硬度大であるが変形量は塩浴加熱焼入と大差なく 1 秒では硬度が規格のショア-50 に不足である. 従つて 3 秒が良い. しかし硬度は規格には合格するが研磨を考えると稍々低目である.

Table 2 The Deformation and Hardness by Surface Heating in Salt Bath and Water Quenching.

Heat-treatment	600°×5 min→870° ×10sec→ W.Q.	600~650° ×3min→ 870°×5sec →W.Q.	600~650° ×3min→ 870°×3sec →W.Q.	600°×3 min→870° ×1sec→ W.Q.
Term				
Deformation Quantity (Noting by grinding amount)	0.20mm	2.24mm	0.15mm	0.16mm
Type of Deformation	A, C	A, C	A, B, C	B
Shore Hardness	61	58	52	48

V. 衝撃式高周波表面焼入について

(1) 変形及び硬度について 高周波表面焼入は總て衝撃式高周波焼入装置により行つた. 加熱は鋸の部分及び E, E' の部分に行われる如くし, 中ガマの材料としては M 社の快削鋼第 4 種 (C 0.33~0.43%, Si < 0.2%, Mn 1.3~1.7%, P < 0.045%, S 0.1~0.2%) 及び イ003 を用い, 加熱条件としては 5 萬~10 萬サイクル, 入力 75, 80, 90, 100, 110 KW, 加熱時間は 1~2 秒と種々条件を変えて行つた. 冷却は加熱終了と同時に噴水により急冷した. 変形量及び硬度を Fig. 4 をに示した. この結果 80~90 KW, 1.4~1.5 秒が最も良いことを知つた. 次に鋸の部分の深さによる硬度変化及び同一深さの端面より中央部に至る硬度分布は Fig. 5 の如くなつた.

(2) 組織について イ003 の 90 KW で 1.48 sec 及び 1.28 sec 加熱のものについて硬化層の顕微鏡組織を調べた. その結果は 1.43 sec のものはパーライトの部分は完全な且つ極めて微細なマルテンサイト (400 倍程度では針状は見られない) を示しているがフェライトが境界に残っている. これは加熱時間が極めて短いためと思われる. 1.28 sec のものはパーライトが相当残り且つマルテンサイトは殆んど生成せず極めて細い球状セメントイト+フェライトの混合組

織を示した. これは加熱時間従つて加熱温度の不足と C の含有が低目で 0.3% 位であることを物語っている.

(3) 耐摩耗性について 以上のように高周波表面焼入したものは変形は少いが硬度が滲炭したものに比し稍々低いので, 実際にミシンに取付けて耐摩耗性試験を行つた. 中ガマは M 社快

Fig. 4 (a) Relation between Induction Heating Condition and Deformation (0.3~0.4% C, steel).

Fig. 4 (b) Relation between Heating Condition and Deformation Amount of Hardness.

削鋼第 4 種, 90~100KW—1.38~1.85sec 加熱のものを用い, 800 r. p. m. でスピンドル油を潤滑剤として行つた。なお摩擦の相手はパーライト鑄鉄製の大ガン及び焼入した

Fig. 5 Hardness Distribution by Induction Hardening.

炭素鋼製の三ヶ月である。その結果は中ガン自体及び大ガンの磨耗状況及び磨耗量には何等差は認められなかつた。

VI. 実験結果に対する考察

前述の如く高周波表面焼入の変形は必ず一定の方向であるのに反し塩浴加熱焼入及び塩浴表面焼入は一定していない。塩浴中への吊し方及び水中への焼入れ方を一定しても変形は一定していなかつた。この変形は鋳自体の変形と心棒と底部との角の変化によるものと二つの原因が重なつたものであるが、後者の方が遙かに大きいように思われる。それは若し鋳自体の変形が大きいならば Fig. 6 に示す如くに鋳の各点は変位すべきである

Fig. 6 Deformation Curve when the Flange's Deformation is Great.

が、測定の結果は二、三を除いては殆んど全部 Fig. 3 に示す状況を示した。従つて鋳自体の変形は発生したとしても心棒のそれに比して少い。これは又次に述べる各点の変位の頻度分

布曲線からも解る。

次に各焼入方法別に鋳の各点の変形量の頻度分布曲線を求めてみた。即ち正方向（上方に変形）及び負方向（下方に変形）にそれぞれ変形量 0.10mm, 単位に分布状況を求めたものが Fig. 7 である。基準点より離れる程変位が大きく表われる故 0.10mm と大きくとつてその影響の入るのを少くした。これにより塩浴加熱焼入及び塩浴表面焼入せるものはガウスの誤差曲線に従い、従つて変形は全く

不規則な原因によつて発生するものであることを示している。従つて変形の型及び変形量がばらつくのも当然である。これに対して高周波焼入の場合は、分布曲線の山は負の側にある。これは明らかに何等かの定まつた原因例えばコイルの形、コイル中へのセットの仕方、誘導加熱状況、冷却され方等の何れかが原因である。しかし曲線の形状はガウスの誤差曲線に一致することより最高頻度の変形量よりのずれは全く不規則な理由によつておこることが考えられる。又 90~100KW で 1.38 秒以上及び 80~90KW で 1.5 秒以上の加熱では⑥の点の最高頻度が 0.20mm 以上の大なところに存在することから多少鋳自体の反りがある如く思われる。しかし 90~100KW で 1.38 秒以下及び 80~90KW で 1.5 秒以下では鋳自体の変形は殆んどないものとみてよい。

Fig. 7 Frequency Curve of Deformation of Shuttle Body by Heat Treatment.

また硬度は高周波焼入の場合 イ 003 では研磨を考えると規格の最低限界点に近い。故に 0.35% 以上出来れば 0.4 %C が良い。

VII. 結 言

(1) 高周波表面焼入は塩浴加熱焼入に比し変形量少く且つ変形が一定なるも、塩浴焼入は一定していない。又塩浴表面焼入は変形量は焼入後 870°×3sec では高周波焼入と略々同一であるが、変形は区々であり、又加熱条件は 1sec で硬度不足、5sec では変形多く相当微妙で作業の難易性から言えば高周波焼入の方が望ましい。

(2) 高周波焼入及び塩浴表面焼入材料としては 0.35% 以上の炭素含有量の炭素鋼が望ましい。

(3) 耐磨耗性は炭化後塩浴加熱焼入したものも高周波焼入したものも差がなかつた。

本実験に當つて御指對を賜つた菊地工場長及び熱心に実験の御援助を賜つた荒井、濱田両氏に厚く感謝の意を表します。