真空焼鈍によつて鏡面仕上面に現われる條紋について

井 形 厚 臣 *

On the Thermal Traces Appeared on the Mirror Polished
Steel Surfaces by Vacuum Annealing

Atsuomi IGATA

Soft steel machine parts were mirror-polished and annealed in a vacuum furnace at the temperature above recrystallization temperature.

There appeared on the surface, 11el white or black lines whose width was 0.3mm or thinner. The origin and reason of these lines were investigated through many experiments with many specimens. Several criticisms were done through experimental results of 8 microphotographs and 6 figures.

In conclusion we should say, firstly there happen the minute cracks $\perp$ ar to the grinding direction on the surface of the specimen, by comparatively severe grinding operation which direction are $\perp$ ar to the rolled direction and secondly if the surfaces of these ground and cracked specimens are mirror-polished, the cracks are covered up by the amorphous layer which should be affected later by thermal treatments in vacuum furnace.

Lastly the appeared white traces, thermal cracks and other related phenomena were all explained.

1. 前 言

鏡面仕上を施した鋼材部品の真空焼鈍を行つた際其の表面に第1圖に示す様な平行直線條紋が現われた。之を顕微鏡下で見ると寫眞3, 4 及第2圖の様なクラックを伴つていた。之を特に熱的クラックと呼んだ。條紋は一般に灰白色に見え顕微鏡下では紅緋的に特徴があつた。然し一般に焼入鋼の研磨の際に発熱に原因して、組織変化のため物理的に現われる網目状のグラインディングクラック⁽¹⁾第3圖とは似て非なるものと考えられる。又 slag-streaks でもないことは明らかである。多数の試料ついて此の條紋及熱的クラックについて実験的研究を行つた。

2. 實 験

(1) 軟鋼材のグラインダー加工によるクラック。

圧延鋼材(α)C 0.3%, 硬度R. B72 或は(β)C 0.1%, RB 63の表面を簡易工具グラインダー或は平面研磨盤で研磨したが若し圧延方向に研磨方向が直角であるならば圧延方向に微細なクラックが現われ易い⁽²⁾。(第4圖参照) 勿論砥石の粒度, 周速, 切込の深さ, 送りの速さ並に被研磨物の速度等が此のクラックの現われ方に大いに関係する

ことは明らかである。筆者は粒度中目(36及60), 硬度P(中硬), 周速度約2,000m/minの簡易工具グラインダー或は粒度40, 硬度P, 周速度500m/min及試料速度20m/minの平面研磨盤を用いた。発生のクラックは肉眼で容易に見得る場合もあるが2(3) μ 程度の電研を施せば明瞭に顯われる場合が多かつた。電研の厚さは電研前後の秤量と全表面積から計算される。此等のクラックは5 μ 乃至10 μ の電研によつて比較的微細クラックは消失するが幅の大きいクラックは深さを増す結果にもなる。クラックの顕微鏡写真を示すと寫眞1, 寫眞2, の如くである。勿論肉眼でも存在は見える。尙白條紋も現われていることを附加して置く。(吟味参照)

(2) 鏡面仕上試料の真空焼鈍

エメリーペーパー仕上微酸化クローム羅紗磨きを与えると表面は全く鏡面となり顕微鏡下にクラック及他の原因の微疵も姿をひそめる。之れを0.01mmHg程度の真空爐中で1(2)時間加熱を行い其後爐中放冷をした。加熱温度は300°C, 400°C, 500°C, 600°C或は700°C等種々の場合を試みた。再結晶温度以上の場合には表面に條紋が現われるが其スケッチが第1圖である。表面を明瞭にするため之れに数 μ の電研を与えると其條紋に沿つてクラックが現われた。(寫眞3, 寫眞4, 寫眞5, 第2圖参照)

(3) 白條紋の觀察

白條紋は肉眼で認めることが出来る。その幅は0.3mm

* 静岡大学工学部

以下の場合が多い。一方細い黒線に見ゆることもあつた此等の顕微鏡写真が写真 3、写真 4、写真 5、及第 2 圖に示されている。尚條紋部に強度の電研を与え下部のクラックの現われた一例を写真 6 及写真 7 に示した。次に白條紋を仔細に顕微鏡観察すると凹形樋形になっている部分が多い。この樋形の判定は optical flat によつても可能と思われるが、此度は簡単に顕微鏡で行つた。又組織的に見た有様は写真 7、第 5 圖で示される。即ち條紋部は ferrite と微粒 pearlite から成り、其の周囲は ferrite pearlite 組織で試料が α の場合には 0.3% に該当するものとなつていた。

3. 吟 味

(1) 軟鋼材を圧延した場合に組織的に方向性を伴うことは認められているが其の方向に直角な方向に研磨を与えると圧延方向のクラックを生じ易いと言う事実は想像し得る所である⁽²⁾。勿論圧延時にはガス泡による空隙、slag 等の異物に原因して最初からクラック状の疵のある場合も往々ある。さてクラックを生じて研磨面のまゝでは不可視の場合も多い。然し之に電研を与えるとクラックは明瞭に現われる事実がある。之れは研磨加工の際にクラックの上層が砥石の重量通過のため埋められていたためであろう。

(2) エメリーペーパー仕上及羅紗艶出しを行うことはクラックの谷を所謂加工非晶層⁽³⁾で覆う結果になるものと考えられる。それで鏡面仕上面は均一無疵面になり得る。

而して加工非晶層がクラックの谷の上に架橋された状態を出現すると考えてよい。想像図を第 6 圖に示した。架橋層は所謂加工層⁽³⁾よりは小で 2~5 μ 程度と想像される。そして強度的には成因から考えても弱いものであろうが再結晶温度以上で加熱されると軟化融解現象⁽⁴⁾を起し冷却の際に組織的結合度を高めるであろう。又架橋部の垂下従つて白條紋部の樋形凹形を呈する事実或は又過熱による切斷收縮或は消失等も起り得るであろう。(写真 3、写真 4 参照) 写真 5 及写真 6 は電研で架橋層が除去さ

れた情景を示すものであろう。最後に條紋の灰白色の問題であるが鏡面仕上の途上比較的軟かい ferrite が琢磨工程で流れ出して架橋現象を起すが比較的硬い pearlite 部はクラック谷の兩岸平野上に置き去りとなり、只極微小粒が分離して架橋部に移動する結果と想像される。尚写真 1、写真 2 に於ける白條紋については次の如く推理したい。研磨加工によつて加工層を生ずるが之は非晶層にて被われ而も之れは ferrite に富むものと想像される。之が灰白色の原因であると思われる。勿論クラックの中異物を含むものについては脆炭現象も無視することは出来ないが、試料観察からそれではないと思われる。

4. 結 言

真空焼鈍によつて鏡面仕上面に異変を起す根本原因はグライNDER 加工によつて発生したクラック谷である。之れは圧延方向に直角方向の研磨によつて現われ易い。之の谷は其後の上仕上加工によつて非晶質層で架橋され其の部分で熱処理によつて或は樋状に凹形となり或は一端が干切れて割れ目を生じ又加熱温度と架橋部の厚さの関係で切斷消失することも起るであろう。(写真 3、写真 4、第 2 圖) 白條紋の原因は吟味⁽²⁾によつて明確に理解される。

尙本研究は鍍金の下地仕上問題に関連あることを指摘して置きたい。

最後に本研究の実験を援助された篠宮茂、井美武男、九島隆志、大鷲定及平野邦治の諸君に謝意を表します。(昭和 27 年 11 月 7 日精機学会浜松地方講演会講演)

文 献

- (1) Swiebert, Story of Superfinish, Lynn Publishing Co., Detroit, p. 235~237
- (2) Harry Brearly, Case Hardening of steel, Chap. III, p. 31
- (3) 井形厚臣, 日本機械学会論文集, 13, No. 44 (1946) 83
- (4) 前 出(3)

(37 頁より続く)

高速鋼の電研研磨法 12A13

(1) 昭 27 特公 4556 (2) 昭 25.8.24 (3) 昭 27.11.6 (4) 伊沢猛三郎、呂辰辰 (5) 寺沢正男。

硝酸 (比重 1.52 以上) に硝酸を添加飽和させ、重クロム酸カリを 10% (重量) 以下添加した電解液を使用するものである。

運搬装置

12A230.1

(1) 昭 27 特公 4557 (2) 昭 26.6.19 (3) 昭 27.11.6 (4) 秦一徳 (5) 松下電器産業 (株)

数個の槽上の適所にレールを装着し、レール上の各槽間に懸吊具を装設した鎖及び数個の鎖車等よりなる鎖搬送機を設置して各槽を搬送的に連結しそのレールに沿つて回動するベルト搬送機に装着した押棒によつて枝状の吊掛を備えた物体懸吊具に装着した物体はレール上に懸垂の状態にて次槽に搬送するようにした鍍金用運搬装置に関するものである。

Emphasized sketch
Fig. 1

Emphasized sketch of phot. 3
Fig. 2

Arbitrary sketch from
original book
Fig. 3

Specimen α No. 27
ground surface 55 × sl-
ightly polished elect-
rolytically.

Phot. 1

Specimen β No. 29
ground surface 55 × sl-
ightly polished elect-
rolytically.

Phot. 2

Specimen α No. A, 88 ×
600°C 2hrs Annealing
2μ electrolytically poli-
shed

Phot. 3

Specimen α No. B, 88 ×
600°C 2hrs Annealing
2μ electrolytically poli-
shed

Phot. 4

Phot. 6

Specimen α No. 3, 132 ×
45°C 1hrs Annealing
Phot. 5

Specimen α No. 10, 188
× 600°C 1hrs Annealing
10μ electrolytically po-
lished

Phot. 6

Specimen α No. 9, 183
× 600°C 1hrs Annealing
12μ electrolytically po-
lished

Phot. 7

Specimen α No. 26, 55
× 600°C 2hrs Annealing
slightly etched by pic-
ric acid

Phot. 8

Emphasized sketch
of Phot. 8
Fig. 5

Imaginary structure of surroundings of the
crack on mirror polished surface

Fig. 6