研究ノート

熱処理による表面形状の変化 (L形状)

根本 啓 治*

Change in Surface Profiles by Heat Treatment (In L-Shape)

Keiji NEMOTO*

熱処理による表面形状の変化については、先報¹⁾では直方体形状 (厚サ 22mm, 幅 45mm, 長サ 150mm) の試料を用い、3種類の工具鋼について変寸, 変形, ならびに対称変形などを調べて報告した。

本報ではL形の形状, つまり直角度を測定するところのスコヤの形状である。この形状に加工したそれぞれの試料に最適熱処理を施し, 熱処理後の形状の変化である伸び・縮ミそして表面形状の変化などについて測定し, この形状における各鋼種相互の変寸, および先報の直方体形状試料との関連を比較検討したものである。

1. 実験方法

実験に用いた試料の化学成分および試料記号は第1表のとおりである。

それぞれの鋼種は市販製品であって, S1はJISのSKS2, P2はSKS31に該当し, これにMoを加えてある。N3はSKD11にそれぞれ該当し, その用途は精密工具類, または塑性加工用のダイ・ポンチなどに用いられている。

このような3種類の工具鋼は第1図に示す寸法・形状に素材方向をきめて機械加工を行ない, その後, 応力除去焼ナマシを施し, 研削加工によって所定寸法に加工ヒズミに注意して仕上げを行なった。

熱処理は各鋼種に最適な条件を選び, 加熱炉に無酸化流動ガス炉を用い, 第2図に示すような熱処理条件で試料は縦長につるして加熱を行なった。そして, 焼入レ操

作段階での油冷・空冷のときも同じ状態になるように注意をした。

熱処理後の寸法測定および変寸率の算出法は, 先報¹⁾のとおりである。

2. 実験結果

第3図～第5図は, 各試料を熱処理した後の厚サ・幅などの寸法を測り, それぞれの点における寸法値の変化は変寸率によりプロットし, それぞれの点を接続して示した表面形状の状態である。

第3図に示す厚サの変化は, 図中に示したa～b, な

第1図 試料の形状および寸法

第1表 試料の成分と記号

成分 試料記号	化 学 成 分 (%)						該 当 J I S
	C	Mn	Cr	Mo	W	V	
S 1	1.00	0.75	0.84	—	1.12	—	SKS 2
P 2	0.89	1.81	0.91	1.50	—	0.14	SKS31+Mo
N 3	1.41	0.39	12.00	0.85	—	0.15	SKD11

* 工業技術院 製品科学研究所 (東京都大田区下丸子)
Industrial Products Research Institute

第2図 熱処理条件線図

らびに c～d 間の中心線上長手方向の各点における厚サ 10mm の寸法変化を計って示したものである。したがって a～b, c～d 間の断面を現わす曲線と見られる。

第3図—Aでは、それぞれの鋼種の共通の傾向として、両端がやや高く 180mm の中央付近に向かってくぼみを持った形状、あるいは N3, P2 の場合は平な形状に変化している。一方、変寸値においては N3 が原寸よりマイナス、つまり収縮が見られるが、他の P2, S1 はプラス、膨張している。そして S1 は先報¹⁾ 同様、左端 30mm 付近に少々盛り上がりのあることが認められた。

両端がやや高くなることは、冷却過程に影響するところの隅角効果によるものといえる。このことは S1 の油冷鋼の変寸率が高く、かつ、図の左端の部分が変寸率の高いことからわかる。

L 形状の底部、短い部分の形状変化の結果は第3図に示す。やはり図中に示した中心線上を計って得たものである。

形状の変化はおおむね第3図—Aに見られた変化になっていて、変寸率も同じような値を示している。そしてこの個所もやはり S1 には図左端 30mm 付近に山形が現われている。これについては先報¹⁾ で種々考察をしたが、本実験より見るならば、厚サ 10mm において現われていることは、厚サそのものより山形の現われる所は、面積に依存するところが大きいことがいえる²⁾。しかし、当然厚サが薄くなるにしたがい、この山形は冷却効果の均等から低くなるものである。

第4図の長手方向における厚サの変化に対して第4図—A, Bは、長手方向の直角の厚サについてそれぞれの個所を計って示した形状の変化である。

A 図

B 図

第3図 厚サの変化をそれぞれの個所で測定して得られた表面形状

(A図はL形垂直部 a～b 間の表面形状の変化
B図はL形底部 c～d 間の表面形状の変化)

第4図において寸法記入の中心線および左右あるいは上下(A図)の実線は、それぞれの部分における原寸0を現わしている線である。したがって、これらの線の上に示される各記号の線は膨張・プラスとなり、下に示された場合は収縮・マイナスを示すものである。

第4図—Aで見られるように、N3はすべての部分が収縮しているが、P2, S1はプラス・膨張をしている。しかし S1 の形状は幅 30mm 面の中心部分がくぼんだ形状に変化している個所がある。これに対して P2, N3 はおおむね平らな形状でそれぞれが膨張・収縮をしている。

第4図—Bは、L形底部の 100mm の部分の各個所における形状の変化を示す。全体に各試料ともその変化の状態はA図に見られた形状に変化をしている。すなわち、N3 はマイナス、P2, S1 はともにプラスになり、かつ S1 では中心がややくぼんでいることである。

このように厚サの形状においては、直方体試料のもの

第4図 厚サの変化を幅(30mm)の方向に測定して得られた表面形状

(A図はL形垂直部の幅方向での厚サ変化による表面形状, B図はL形底部の幅方向での厚サ変化による表面形状)

とおおむね同様な傾向に現われることがわかった。しかし, S1の表面形状におけるV形のくぼみがやや浅い, むしろマルクエンチ処理に見られた程度である。これは厚サの相違によって冷却過程の変化が変態ヒズミを強く現わしたことに起因したものと考えられる。

では, 厚サの面に対して幅 30 mm の面がどのような形状に変化したか調べたものが第5図である。

これより S1 の形状はおおむね山形に変化し, 変寸率は最も大きい。それは 0.2% を越え, 実測値は 0.07mm

第5図 幅(30mm)の形状変化(左図はL形垂直部, 右上図はL形底部の表面形状変化を示す)

に相当する。一方, P2, N3 を見ると 180 mm の中央付近に向ってくぼみ状の形状に変化している。

第5図の右上の図は, L形の短い方(100 mm)の部分の幅の形状を示したものである。やはり, 180 mmの部分と同様な形状に変化していることが見られる。つまり, S1は山形, P2, N3は端のほうが高くだんだんとくぼんだ形状になっている。

また, 図中右下部の中心線上にプロットした各点は, 縦中心線上のものは 100mm に対しての伸びの変寸率を示し, 横中心線上のプロットは 180mm に対しての伸びの変寸率を示したものである。したがって, 各試料の変寸率をプロットした末端点の A 線上と A' 線上, あるいは B 線上と B' 線上のそれぞれの試料記号を結ぶことによって幅の面における表面の形状がより明らかになる。

このように結んだ場合の各試料の形状は, 直方体試料の際とおおむね同一な形状になる。すなわち, S1は山形であり, P2, N3は中くぼみの形状になっていることが明瞭になった。

しかし, ここでL形の長いほう 180mm と短い底部の 100mm との伸びの変寸率に相違が見られることは, 素材製造時の鍛造, 圧延などによる繊維方向に起因した組織上から生じたものと思われる。これについて代表的例として写真1に示した N3 試料において炭化物の層状が長いほう 180mm に走っている。この影響がL形の長いほうの変寸率と短いほうの変寸率とに相違を起こさせた主要因である。

このようなことは, したがって P2, S1 などの組織を調べた結果からも同様であった。

一般に変寸の大小は, 合金元素含有量とその種類, 熱処理条件などにより相違することは知られているが³⁾, もし, 容積にかかわらず試料の内外部, 各個所が同じ温

写真 1 N3の繊維組織

度で冷却されるならば、鋼はマルテンサイトの生成による膨張とオーステナイトの残留との収縮による合算での変寸値である。これより本実験によれば、どの程度の残留オーステナイト量が残存しているかその影響を調べるためにX線回折によって比較した。その結果第6図の回折線が得られた。

この回折線の残留オーステナイトを比較定量した結果は、N3では30%、P2は20%、S1では15%程度である。

このように残留オーステナイトは高合金鋼系に多く、N3の約30%はよく知られている⁴⁾。しかしてとくにN3の変寸率は他の試料より小さいことは、熱ヒズミに対する抵抗性、焼入れ、温度炭化物による変寸への阻止作用などの影響もさることながら、オーステナイトの残留量も変寸におよぼしていることを考慮する必要があると思われる。

以上、各鋼種をL形状に加工し標準熱処理を施し、その表面形状の変化を調べた結果、表面形状は直方体試料(150mm×45mm×22mm)とおおむねその形状、変寸率も同じになり、変寸値の順序もN3<P2<S1の順になることがわかった。

第6図 X線回折による残留オーステナイトの比較

L形の長いほうと短いほう(100 mm)の部分における伸び変化の相違は繊維方向によって生じたことを明らかにし、また、N3、P2などの変寸率の低いことは炭化物などの影響もさることながら、残留オーステナイト量によるマイナス方向へ変寸することを考慮する必要があることを指摘した。
(1969—4—10 受理)

文 献

- 1) 根本, 本誌, 19, 325 (1968)
- 2) 根本, 産業工芸試験所所報, 投稿中
- 3) たとえば, 田中, 東京工業大学学報, 精密機械研究所所報, No. 2 (1948)
- 4) 沢, 西村, 鈴木, 日特技報, 3, May, 1 (1967)

塗料・プラスチック・ゴムの ウェザリングに関する規格資料類集

第2集 (1964~1966) 発行

体 裁 タイプオフセット印刷 (9 ポイント)
B5版 約 170 ページ
頒 価 1部 2,000 円 (送料共)
発 行 者 金属表面技術協会・有機皮膜部会

申込方法 担当者氏名, 連絡先を明記の上, 代金を添えてお申し込み下さい。
申 込 先 東京都千代田区神田岩本町 2 共同ビル
金属表面技術協会 有機皮膜部会