

日本金属学会誌

第 21 卷 第 11 号

技術論文

クロム鍍金に関する研究 (第2報)

鍍膜硬度の偏在について

安房 信輝* 伏田 福**

Nobuteru Awa and Osamu Fusida : Studies on Electrodeposited Chromium Film (2nd Report). On the Amount of Ununiformity of Hardness. The hardness as well as the thickness of chromium plating film appeared less in sequence of the circumferential part the ends of the middle part and the center part and a 6 hrs plating produced the hardness of 1067, 1007 and 964, respectively, the difference amounting to $\pm 8.5\%$. When the plating surface was however, ground and lapped (uniform accuracy : ± 0.001 mm), a perfect uniform hardness was obtained over the three parts as shown in Table 2 : the hardness of the whole surface equally became 1200 ± 5 .

(Received May 14, 1957)

I. 緒 言

クロムの鍍膜硬度は厚さと同様に偏在が著しく⁽¹⁾, それに硬度が全般に高いので羽布やラップで均一な厚さに仕上げるのが困難である。クロムの鍍膜硬度はブリネルで $400 \sim 1200^+$ といわれているが, このように硬度値に差があるのは測定する位置によつて硬度が違うからである。安房⁽¹⁾は micro hardness tester で厳密に測定した結果, 厚く鍍金された稜角部の硬度は薄く鍍金された中央部に較べてかなり高く, ある硬度に達するまでは厚さと硬度が略々比例関係にあることについて報告した。電流分布の不均一に基づく硬度の偏在に関する具体的な研究は殆んど見ない。本報は種々な条件のもとで鍍金したときの硬度の偏在および鍍金後の研磨が硬度に及ぼす影響などについて報告するものである。なお, この研究の成果の実用化は高精度度を必要とする平板金属, 特にブロックゲージに鍍金する際に適用されるであろう。

II. 実験方法

第1報⁽²⁾の場合と同じ実験装置で鍍金を施し, 加工条件

* 日本大学工学部 ** 黒田挾範製作所

(1) 安房 : 金属表面技術, 6(1955), No. 3, 97.

+ 例えば, F. Adcock, E. A. Ollard, D. J. Machaughan, A. W. Hothersall, R. Schneidewind, A. B. Kin T. H. Webersinh, J. M. Hosdowich, L. Jenicek, zel, M. W. B. Cymboliste, F. Knoop, C. G. Reters, Emerson などが発表した硬度値。

(2) 安房, 伏田 : 本誌, 21(1957), 447.

を変えたときの硬度を第1報, Fig. 2の9個所について測定した。硬度は micro hardness tester で, 磨耗度は磨耗抵抗装置で測りいずれも5回の平均値であらわした。供試片および鍍金浴は第1報で使つたものと同じである。鍍金は電流密度 30 A/dm^2 , 浴温 $50 \pm 0.5^\circ$, 鍍金時間 3 h で行うが, この条件が変わる場合は各々その項に附記する。なお単に硬度とあるのは第1報, Fig. 2の9個所の平均硬度を意味する。

III. 実験結果

1. 硬度の不均一性

(1) 羽布研磨した後の硬度

6 hr 鍍金した後, 鍍面を酸化クロムで羽布仕上げたところ硬度は Table 1 に示すように尖端部では 1067, 中央両端部では 1007, 中央部では 964 となり, 尖端部と中央部では約 8.5% の硬度差を生じた。これは尖端部が中央

Table 1 Hardness of plating film after buff polishing with chromic oxide powder by micro hardness tester.

| Measuring position | a ₁ | a ₂ | b ₁ | b ₂ | c ₁ | c ₂ | a ₃ | b ₃ | c ₃ |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Hardness | 1078 | 997 | 1103 | 1013 | 998 | 998 | 996 | 975 | 968 |
| | 1076 | 1077 | 1005 | 1105 | 990 | 1008 | 981 | 967 | 932 |
| | 1088 | 1111 | 1088 | 1050 | 1034 | 1006 | 1022 | 1003 | 1012 |
| | 1067 | | | 1007 | | | 964 | | |

Plating time : 6 hr

部よりよく研磨されて格子に歪を生じ、加工硬化することが主なる原因であると考えられる。

(2) 研磨ラップした後の硬度

上記と同じ鍍面をラップ仕上げして全表面を $\pm 1\mu$ 精度の厚さにしたところ各部分の硬度差は殆んどなくなり、Table 2 に示すように全体の硬度は 1.200 ± 5 となつた。

鍍膜は端と中央とでは相当電流密度に差があるのでこのために部分的に硬度の差を生ずる。地金の周囲に枠を当てて第 1 報, Fig. 1 のようにして均一な厚さの鍍膜にすれば硬度の偏在はなくなる⁽³⁾。

Table 2 Hardness of plating film after grinding and lapping with chromic oxide powder by micro hardness tester.

| Measuring position | a ₁ | a ₂ | b ₁ | b ₂ | c ₁ | c ₂ | a ₃ | b ₃ | c ₃ |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Hardness | 1187 | 1200 | 1198 | 1216 | 1181 | 1208 | 1213 | 1217 | 1198 |
| | 1220 | 1185 | 1198 | 1208 | 1214 | 1176 | 1208 | 1215 | 1218 |
| | 1278 | 1295 | 1222 | 1185 | 1231 | 1198 | 1228 | 1220 | 1219 |
| | 1216 | | | 1201 | | | 1215 | | |

Plating time : 6 hr

2. ラッピング時間に及ぼす影響

クロム鍍面をコランダムと酸化クロムでラッピング仕上げするに要する時間は鍍金を施さないゲージ鋼に較べてお

よそ数倍である。Fig. 1 はその一例であり、また研磨条

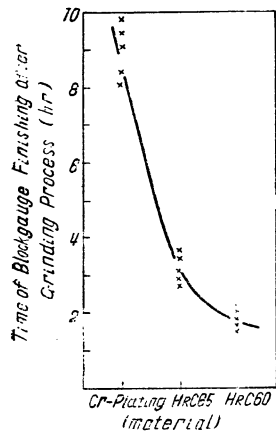


Fig. 1 Relation between material and time of blockgauge finishing after grinding process. (Plating time : 3 hr)

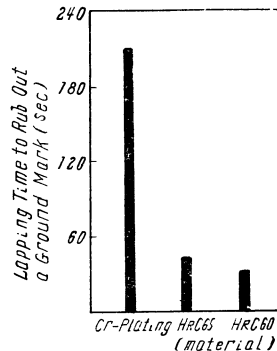
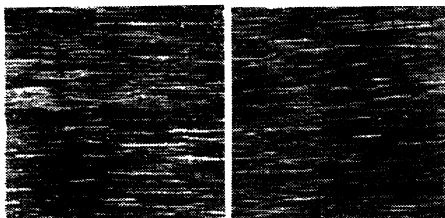


Fig. 2 Relation between material and lapping time to rub off a ground mark. (Plating time: 3 hr)



Ground chromium plating surface. Ground tool steel surface. Photo. 1 Ground of plating surface and tool steel surface. ($\times 200$)

がなくなるまでに要する時間は Fig. 2 に示す通りである。しかし Photo. 1 に示すように研磨ラップが金属組成に及ぼす影響は極めて小さい。HRC65 とはロックウエル硬度 C 65 なる諸般のゲージ鋼のことである。またこのゲージ鋼なら 0.0003~0.01 mm 位まで切れる定盤も、クロム鍍膜では 0.0003~0.0005 mm 位で切れなくなる。

3. 表面加工による硬度の増加

羽布研磨とラッピングした後の鍍膜の平均硬度を比較する

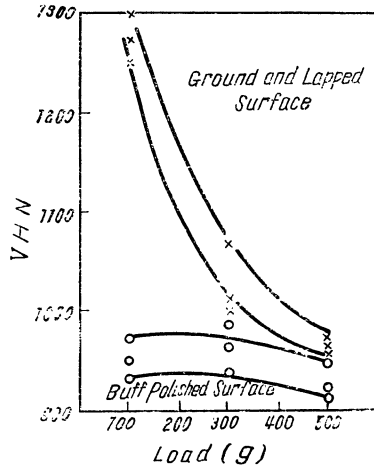


Fig. 3 Micro-hardness of a buff polished surface and of a ground and lapped surface after chromium plating. (Plating time: <hr)

ると Fig. 3 のようにラッピングした面の方が硬くなる。Table 1 と Table 2 を比較するとラップ仕上げ面は羽布仕上げ面に比し尖端部では約 41%、中央部では約 24% 硬いことになる。鍍膜硬度は表面加工の方法で著しく

変化するといえる。

4. 磨耗時間に及ぼす影響

定盤上にゲージ鋼のをせ 650 g の荷重を加えて 45 回/1 min の速度で 200 mm の距離を往復させて磨耗度を測定したところ、2 hr 後において平均磨耗度は非鍍金物では Table 3, 鍍金物では Table 4 の如くであり、なおこのときの磨耗面は Photo. 2 および Photo. 3 のようになった。

Table 3 The amount of abrasion of quenched tool steel. Data in case of non plating test piece. (Unit : μ)

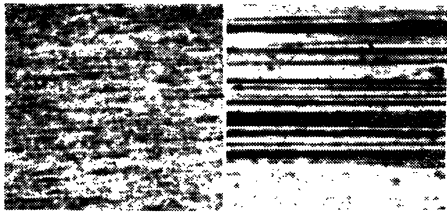
| Material | Heat treatment | a | b | c |
|----------|----------------|-------|-------|-------|
| Veresta | Quenched | -0.08 | -0.06 | -0.08 |
| " | " | -0.10 | -0.08 | -0.08 |
| " | " | -0.10 | -0.10 | -0.12 |
| SK 5 | " | -0.08 | -0.06 | -0.08 |

Table 4 The amount of abrasion of chromium plating film on the heat treated tool steel. Data in case of chromium plating test piece (Unit : μ)

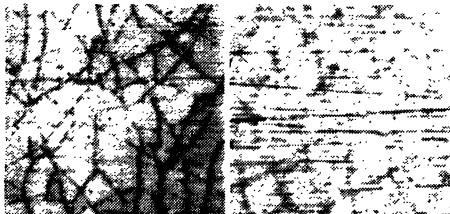
| Material | Heat treatment | Thickness of plating film | a | b | c |
|----------|----------------|---------------------------|---|---|-------|
| Veresta | Quenched | 50 | 0 | 0 | -0.02 |
| " | " | 25 | 0 | 0 | 0 |
| " | Annealed | 50 | 0 | 0 | 0 |
| SK 5 | Quenched | 50 | 0 | 0 | 0 |

(3) 安房：金属化学, 2(1957), 43.

Fig.1 および Fig.2 にも明らかなように、鍍金することにより耐磨耗性は数倍に上がり、またこのとき磨耗状態は Photo.3 のように変る。鍍金することによりゲージ鋼の損傷は小さくなり、耐用年限は長くなることが判る。



Before abrasion test. After abrasion test.
Photo.2 Lapped tool steel surface. (×200)



Before abrasion test. After abrasion test.
Photo.3 Lapped chromium plating surface. (×200)

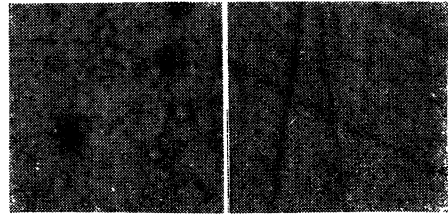
5. ピットおよびクラック

鍍膜のピットおよびクラックは地金の前処理法で異なることを確認した。たとえば電解研磨または研磨ラップしたゲージ鋼に 1 μ の厚さの鍍金を施した場合両者の面は Photo.4 の如き違いを生じた。しかし大局的にみてピットとクラックは鍍膜の厚さによって変化するが普通である。すなわちピットは 0.5 μ 程度の薄膜のときにあらわれ、それ以上の厚さになるとクラックに変わり、3 μ になるとクラックが最高に達する。鍍膜が 3 μ 以上の厚みになるとクラックは少くなり、120 μ 以上では殆んどなくなってしまう。鍍膜に光沢の出るのは浴温を 50~60 $^{\circ}$ にして鍍金した場合であるが、クラックは 50~60 $^{\circ}$ の浴温のときに最もよくあらわれる。また 40~60 A/dm 2 の電流密度では鍍膜に細目が出来る。Fig.4 は鍍膜の中央部の厚さとピット、Fig.5 は所定電流密度における鍍膜の平均硬度と浴温の関係を示すものである。以上の結果からピットは鍍膜が厚いほど少なく、鍍膜硬度は電流密度が高く、浴温が低いときに概して増加するといえる。

6. Wringing Force と熱膨脹係数

クラックの影響で鍍膜面の Wringing Force は非鍍金面に較べて劣る。Photo.5 は顕微干涉計による写真であるが、このように鍍面のクラック部分はラップしても深く窪んだままになっているので鍍面は地金に較べてそれだけ平滑さが劣ることになる。しかし

使用上さしつかえぬ程度である。熱膨脹係数は鍍膜が地金より遥かに薄いため、実用上クロム層と地金の熱膨脹係数の差が製品全体の熱膨脹係数に影響を及ぼすことについて



Chromium plating surface on electro polished surface. Chromium plating surface on lapped surface.

Photo.4 Chromium plating surface on electro polished or lapped surface. (×200)

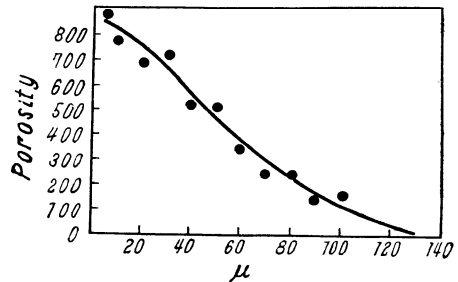


Fig.4 Relation between porosity and thickness of plating film.

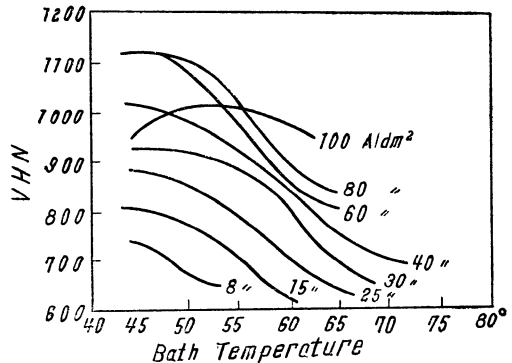
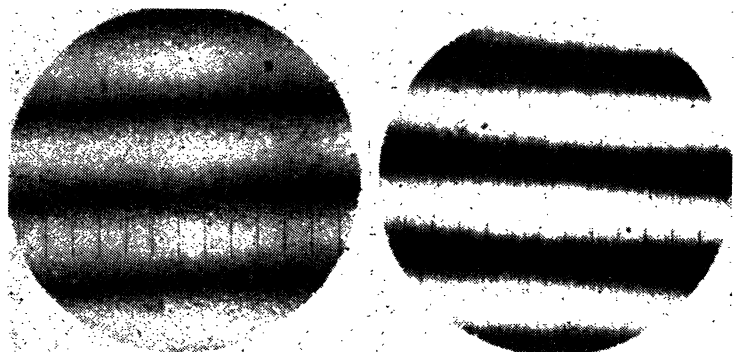


Fig.5 Relation between Vickers hardness of plating film and bath temperature.



Lapped chromium plating surface. Lapped tool steel surface.
Photo.5 Lapped chromium plating or tool steel surface by interfero microscope. (×35)

は考えないでよい。

IV. 結 言

以上の結果を要約すれば、(1) クロム鍍膜の羽布研磨後の硬度は尖端部，中央両端部，中央部の順で小さい。これは尖端部における鍍膜の異常発達と加工硬化が原因である。6 hr 鍍金した場合羽布研磨後の硬度比は 10 : 9.5 : 9.0 であつた。(2) 地金を枠で囲んで均一な厚さに鍍金するか，枠なしで鍍金して後で均一な厚さにラップ仕上げするかすれば硬度の偏差はなくなる。1 μ 精度の厚さにラップ仕上げしたとき各部の硬度は 1200 ± 5 となつた (3)

grinding すると鍍膜硬度は高くなる。ゲージ鋼は鍍金することによりラッピング時間が 3~4 倍，研磨条の消滅時間が 6 倍それぞれ多くなる。(4) 電流密度や浴温で多少は異なるが大方 0.5 μ 程度の厚さではピット，3 μ ではクラックがあらわれ，120 μ 以上の厚さではピットもクラックもあらわれなくなる。(5) 鍍膜の厚さを均一にすれば硬さも均一になる。従つて精密度を要求する平板を鍍金する場合には第 1 報の枠当て法を採用するのが最良な方法であるといえる。

最後に御指導をいただいた山本洋一教授並びに御支援を賜つた黒田彰一氏に対し感謝の意を表する次第である。