

# 精密仕上面の酸化層について

— 黒鉛接触子による金属表層の電気抵抗の測定 —

松 永 正 久

金属と金属との間の接触抵抗を測定して、固体間の真の接触面積を求める研究は Bowden<sup>(1)</sup> 等により行われているが、得られる抵抗の値は非常に小さく測定に困難が予想される。最近山崎氏<sup>(2)</sup> は接触子に黒鉛を用い、低荷重低電圧で接触抵抗の測定を行うときは表面の仕上程度により、非常に異つた抵抗値を持つことを発表せられている。筆者はその原因を確かめるため電子廻折像と対比して二、三の実験を行つたのでその結果を報告する。装置は黒鉛接触子 (0.92φ) を定荷重で金属に押付け、又は摺動してその間の接触抵抗を低電圧 (本実験では 82 nV) で測定するものである。得られたる抵抗値 (Ω) と電子廻折像 (E. D.) との関係は第 1 表の通りである。

第 1 表 抵抗値と電子廻折像

加工方法 金属の種類	エメリ 5 仕上	エメリ 06 仕上	パフ 仕上	湿式ラッ ピング (酸化ク ローム)	乾式ラッ ピング	(3) 電解研 磨	ガス 焰 加 熱
焼 入 鋼	Ω 2~5	20~30 (30~40)	500~ 1000	3~5 (30~40)	500~ 1000	2.5~3	不定値 60~ 1000
E. D.	α. Fe D.S.	α. Fe D.S.	ハロー	diffuse D.S.	ハロー	γ. FeOOH 又は Green rust	Fe <sup>2+</sup> O <sub>4</sub> 又は γ. Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
鈔	Ω 3~5	2~3	3~10	2~5 (15~20)	不定値 5~50	1.5~2	3~5
E. D.	α. Fe + 黒鉛 D.S.	α. Fe D.S.	diffuse D.S.	diffuse D.S.	黒鉛又は パラフイ ンの配列		Fe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> 又は γ. Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
不 十 ミ 錆 クロ ム	Ω 2~5	10~20	1000 附近	2~3	1000 附近	2~3	50~100
E. D.	体心 立法 D.S.	体心 立法 D.S.	ハロー	diffuse D.S.	ハロー	体心立法 D.S.	α(Fe. Cr) <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
不 十 八 錆 鋼	Ω 2 1 5	5~15	1000 附近	3~5	1000 附近	2.5~3	50~100
E. D.	体心 立方 D.S.	体心 立方 D.S.	ハロー		ハロー	γ. Fe., Cr 及び Fe. Mn 合金	αFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 又はγ. Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
銅	Ω 1~1.5	2~3	2~3	2~3	2~3	1.5~2	1.5~2
E. D.	Cr D.S.	Cr D.S.	ハロー	diffuse D.S.	ハロー	Cu 又は Cu <sup>+</sup> Cu <sub>2</sub> O D.S.	Cu <sub>2</sub> O
α. 真 鍍	Ω 1.5~2	1.5~2	2~2.5	2~2.5	2~3	1.5~2	不定値 10~200
E. D.	α. 真 鍍 D.S.	α. 真 鍍 + Cu <sub>2</sub> O D.S.	Cu <sub>2</sub> O D.S.			面心立方 D.S.	ZnO D.S.

(註) 1. D.S. は Delye-Scherrer 環の略  
2. 括弧内の抵抗値は摺動により変化したときの

以上の結果より諸点が明かとなつた。

- (1) 電解研磨面上は何れも抵抗値が小さい。
- (2) 鉄系の金属は機械的に仕上げた場合は仕上の良好なほど抵抗値は大きい。
- (3) 銅又は銅系の合金は上表中の仕上の範囲では略々

同一の抵抗値を示す。

- (4) 同一程度の粗さ、例えば乾式ラッピング面と電解研磨面の場合においても抵抗は著しく異り、この抵抗値は表面の粗さよりも表層の構造に関係がある。
- (5) 其の他に焼入鋼をベンゼン中で酸化を防ぎながらパフ研磨を行い、ベンゼン中で測定すると 5~7 Ω で、これを空気中に取り出して測定すると急速に 500~1000 Ω に上昇する。再びベンゼン中で測定するとこの値は低下しないが測定を繰返すと低下する。

以上の結果から、この接触抵抗値は金属表面の酸化被膜によることが推定される。鈔鉄のパフ仕上面又は乾式ラッピング面が抵抗値の低いのは黒鉛によるもの、銅又は真鍍では表面に生成する Cu<sub>2</sub>O が半導体であるため、瓦斯焰中で加熱した場合の酸化被膜が機械的に仕上げた面の酸化被膜より厚さは厚いと推定されるに拘らず抵抗値の低いのは、表面にできた酸化被膜の性質 (例えば Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> は γ. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> に比して遙かに電気伝導度が高い) によるものと考えれば矛盾なく説明される。粗さが粗い場合にも表面には酸化膜があることが推定されるにも拘らず抵抗値の低いのは、集中応力により破壊されるためか、電荷の集中により絶縁が破られるかの理由によるものと思われる。又、金属の接触子を使用するとこの抵抗値は零に近くなり、黒鉛によつて始めて測定可能なのは金属によるときは被膜が破壊されるためであろう。

この方法により鋼の精密仕上面の酸化層は簡単に検出でき、鋼の電解面に生じた γ. FeOOH 又は Green rust も推定<sup>(3)</sup> 通り腐蝕生成物であり、鋼の電解研磨面には酸化層が無いことが確認できそうであるし、電子廻折像のハローは酸化物に影響される要因が相当大きいことも考えられる。

本研究はまだ開始したばかりで、加工の条件も一定でなく、接触子も小さいので測定誤差も相当大きいものと考えられる。将来は測定精度を高めると共に、固体の接触機構の研究等にも応用してゆきたい考えである。又原理的にも必ずしも永解したわけでない。広く物理・電気、金属関係者の方々の協力をお願いしたい。終りに装置を考案並びに提供された山崎氏、有益なる御助言を賜つた菅教授、久松・齋藤・小川 (岩) の各助教授に深甚なる謝意を表します。(1953・11・3)

### 文 献

- (1) Bowden etc. Friction and Lubrication of Solid (1950) 5.
- (2) 山崎正八郎：精機学会 昭28年秋季講演会 No. 17.
- (3) 松永正久：応用物理 22 (1953) 33.