

ROSEリポジトリいばらき（茨城大学学術情報リポジトリ）

| | |
|------------|---|
| Title | 不銹鋼の電解研磨 |
| Author(s) | 青谷, 薫 / 秋山, 実 / 小林, 克也 |
| Citation | 茨城大学工学部研究集報(2(1)): 104-109 |
| Issue Date | 1949-09 |
| URL | http://hdl.handle.net/10109/7149 |
| Rights | |

このリポジトリに収録されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作権者に帰属します。引用、転載、複製等される場合は、著作権法を遵守してください。

お問合せ先

茨城大学学術企画部学術情報課（図書館） 情報支援係
<http://www.lib.ibaraki.ac.jp/toiawase/toiawase.html>

不銹鋼の電解研磨

On the Electropolishing of Stainless Steel.

青 谷 薫 (Kaoru Aotani)
 秋 山 実 (Minoru Akiyama)
 小 林 克 也 (Katsuya Kobayashi)

ABSTRACT— We experimented about the electropolishing of stainless steel and considered the method of polishing to give the surface that has lustre and good corrosion resistance. We applied the sulfuric acid and phosphoric acid as electrolytes, and the experiments extended over the ranges $100\sim 600\text{ A/dm}^2$ in current density, $3\sim 13\text{ V}$ in voltage, $70\sim 100^\circ\text{C}$ in temperature, and $5\sim 120\text{ sec.}$ in time. In these results, we recognized the best were the conditions of $7.5\sim 8.5\text{ V}$, $3\sim 4\text{ A/cm}^2$, and $15\sim 30\text{ sec.}$ in the sulfuric acid electrolyte, and the former was better than the latter. According to the measurements of the potentials of polished surfaces and the corrosion tests, the electropolished surfaces were more corrosion resistant than the buffed surfaces and yet excellent in many points.

We think that the new applied branches are improved by making a good use of this character, but we have many to accomplish in the industrial technologys and plants in future.

I. 緒言

1931年 Jacquet によって発見された電解研磨法が久しい実験室的過程を経て、近時ようやく工業的規模にまで発展するに到ったが、実用的な立場から考えるとやっとその第一歩を踏み出したに過ぎない。然しながら電解研磨面が極めて美麗な光沢を有するとゆう真に止まらず、機械的研磨面に比較して更に耐蝕性が向上していることが知られ、この有用な特徴を生かすことによって新しい応用分野が開拓されて行く

ものと思ふ。

現在まで試みられ、又実用化されるに到った金属合金の数は多数によって居り、不銹鋼の電解研磨についても既に応用の域に入っているものと考えられ、特に米國に於いては *Jacquet* と前後して工業的規模に於いて専ら不銹鋼を対称とする必死の商業的競争が行われたらしく、1941年頃一応の完成を見ている。然しながらこれらの文献は何れも紹介的記事に止まり内容の詳細については明確に知ることが出来ない。近時田島榮博士による詳細な研究があるが、著者等は田島博士の文献を参照して行った実験結果である。

II. 実験方法

試料は 18-8 不銹鋼 $1 \times 1 \text{ cm}^2$ 板を用い、これを陽極とし、陰極にはそれより比較的大きい鉛板を用いた。電解液は (1) 磷酸 ($d=1.4$) 50 cc に寒天 0.5 g を加えたもの、(2) 硫酸 ($d=1.4$) 50 cc に水酸化オニ鉄 5 g、硫酸オニ鉄 1 g、及び重クロム酸カリ 0.2 g を加えた溶液を用いた。電解液は何れも 50 cc で、この中に両極を約 3 cm 離しておいた。かくして陽極電流密度 $100 \sim 600 \text{ A/dm}^2$ 、電圧 3~13 V、温度 $70 \sim 100^\circ \text{C}$ 、電解時間 5~120 秒の範囲にわたって実験した。不銹鋼の成分は Cr 18%、Ni 8%、C 0.1%、Ti 0.3% で厚さ約 1 mm に正延せるものを焼鈍したもので、使用前にアルカリ及び酸にて洗滌した。尚装置は第 1 図の如くで電源にセレン整流器を用いた。

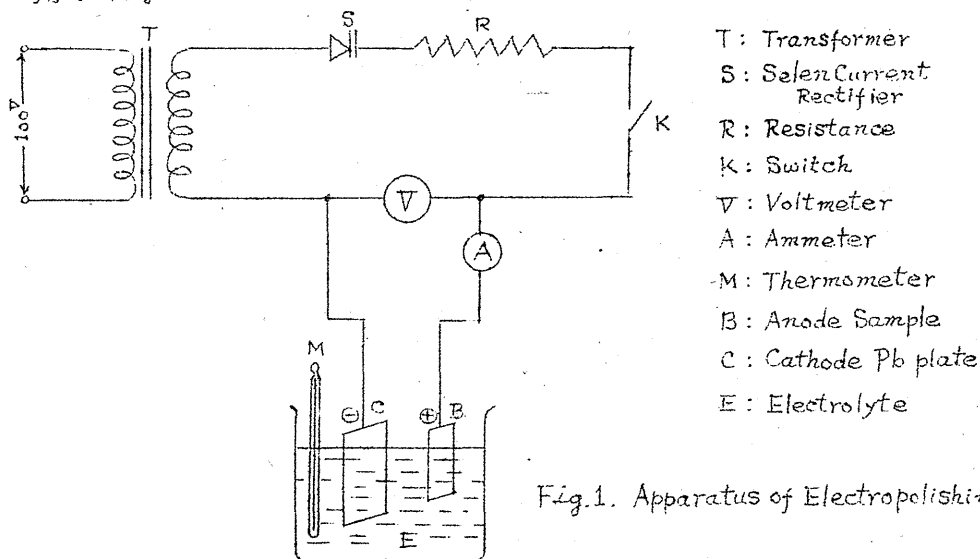


Fig.1. Apparatus of Electropolishing

Ⅲ. 電流—電圧曲線

上記の如くして陽極陰極を垂直平行に約3 cmにおき陰極鉛板は $4 \times 3.5 \text{ cm}^2$ 及び $2 \times 1.5 \text{ cm}^2$ の場合を取り、温度や加熱して $70 \sim 85^\circ \text{C}$ の範囲とした。測定には両極間の電圧を上げながら各点の電流を読んだもので得られる曲線は才2図の如く、(1)は硫酸液、陰極 $4 \times 3.5 \text{ cm}^2$ 、(2)同陰

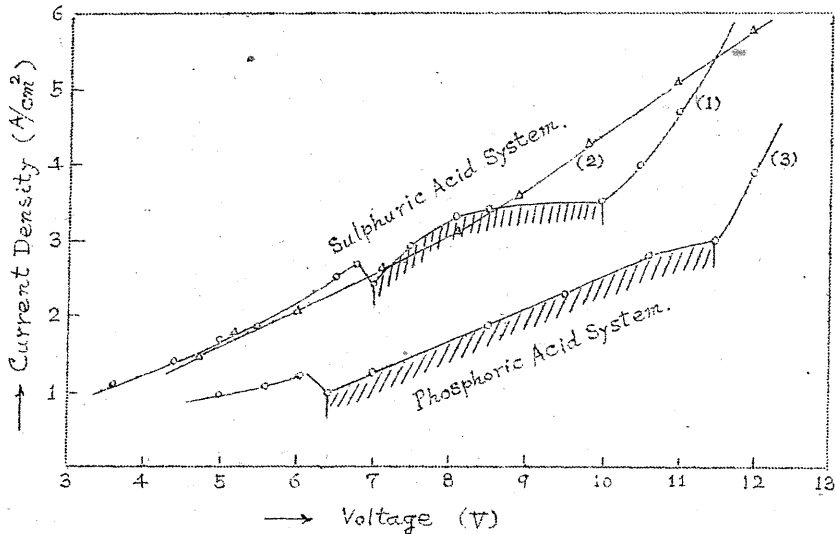


Fig. 2. Current Density-Voltage Curve

極 $2 \times 1.5 \text{ cm}^2$ 、(3) 磷酸液 $4 \times 3.5 \text{ cm}^2$ である。この曲線上に於いて光輝研磨範囲を斜線で示した。(2)では光輝を増すも良好な結果は得られなかった。以上の結果よりこの条件に於いては 磷酸系では $7 \sim 10 \text{ V}$ 、 2 A/cm^2 附近、硫酸系では $8 \sim 9 \text{ V}$ 、 3 A/cm^2 附近が最も研磨良好なる点であった。一般に陰極面積は陽極に対して少くとも10倍を必要とし小さい時には研磨不能となり、温度は $60 \sim 100^\circ \text{C}$ でないと好結果は得られなかった。

Ⅳ. 電解条件の考察

研磨条件を更に詳細に調べるため同一試料について研磨面が光輝面に達するまでの時間の関係を取った。電解方法は硫酸液で上記に従った。才1表はその結果である。この結果より高電流密度に於いては極めて短時間で研磨が行われ、しかも研磨面が良好である。比較的電流密度で数分乃至十数分研磨する方法が一般に多かったようであるが、この方法で僅か電流密度を大にすれば十数秒で良好なる結果を得ることが出来た。低電流密度に於いては長時間を要するが気泡の発生少くこのために表

Table 1.

| Voltage (V) | Current (A/cm^2) | Time (Sec.) | Conditions |
|-------------|----------------------|-------------|-------------------|
| 5.2 | 2.0 | 30 | 表面稍、輝キヲ呈スル程度 |
| " | " | 60 | " " |
| " | " | 120 | 概ネ上ニ同ジ |
| 6.0 | 2.5 | 30 | 下方ヨリ少シク輝ク |
| " | " | 60 | 下方及ビ周囲ハ輝クモ中心部ハ輝カズ |
| " | " | 120 | " " |
| " | " | 180 | " " |
| 7.0 | 3.0 | 30 | 輝ク |
| " | " | 60 | 良好ナル程度ニ輝ク |
| 7.4 | 3.5 | 15 | 輝カズ |
| " | " | 20 | 大部分輝クモ、中心ノ極ク一部輝カズ |
| " | " | 30 | 完全ニ全面輝ク |
| 8.5 | 4.0 | 8 | 一部分斑点ヲ残ス |
| " | " | 15 | 完全良好 |
| 11.0 | 4.0 | 5 | 大部分可ナレドモ極ク一部残ル |
| " | " | 10 | 完全ニ光輝ヲ呈ス |

面の平滑さを害されるようなことはない。これに反して高電流密度では長時間電解を続けると気泡の発生が著しいために電流が不安定となり易く泡のために平滑さを害されることがあるから出来るだけ時間を短縮させなければならぬ。一般には $7.5 \sim 8.5V$, $3 \sim 4 A/cm^2$, $15 \sim 30$ 秒程度が最も適した電解範囲と考えられる。温度は大體 $70 \sim 90^\circ C$ の範囲で行ったが、温度が低いと溶解は盛んに行われても光輝を呈さない。これは $70^\circ C$ 以下では Cr は Cr^{++} 或は Cr^{+++} として溶解せず Cr^{+6} として溶解し不動態となるからである。

電解中平行垂直においた陽極の背面より光輝研磨が始まるが、これは濃度分極作用に基くものであって溶出したイオンの移動が背面よりも正面の方が早く、又正面では発生した気泡のために攪拌される割合が多いためイオンの移動が促進される。このために背面の方が濃度分極が大きく光輝研磨されるのである。又硫酸液で電解する場合には陽極表面に黄褐色の非常に粘稠な液体層で覆われ放電は凸部で多く行われ溶出を促し、凹部では阻止される結果となり陽極面の平滑化を促進する作用をなすものである。濃度分極効果を大ならし

めるには液の粘性を増すために少量の有機剤を添加することが有効であることは勿論である。又電解液にFeイオンを添加するのは銅中の主成分で又最も卑なるFeの溶出を阻止し濃度分極によって均等に溶解せしめるためである。

V. 研磨面の電位

電解研磨面と機械研磨面とが如何に差異があるかを見るために、研磨面の電位を測定した。測定には $\frac{1}{10}$ N甘汞電極と組合せて行い、電解液には0.1N KCl, 1N Na₂SO₄, 及び蒸溜水の三者を使用して、硫酸と磷酸による研磨面とバフ仕上による面とを比較した。その結果は表2である。一般に機械的研磨面では種々の作用によって歪を生じたり異物の混入が起り不安定な状態になり易い。それに比して電解研磨面ではそれらの不安定層を溶解し去った面が現われているわけであるから安定な面である。即ち前者は卑で後者は貴の電位にあり、実験結果はそれを表わしている。これより各研磨面の電位の差を知ればその面の耐蝕性の度合を知ることが出来、結局硫酸による電解研磨面が最も貴の状態で、バフ仕上面が最も卑の状態にあることを知り得た。

Table 2.

| Electrolyte | Method of Polishing | Equilibrium Potential |
|------------------------------------|---------------------|-----------------------|
| $\frac{N}{10}$ KCl | 硫酸=ヨル電解研磨 | +0.1845V |
| | 磷酸 " | +0.0866 |
| | バフ仕上 | +0.0351 |
| 1N Na ₂ SO ₄ | 硫酸=ヨル電解研磨 | +0.1833 |
| | 磷酸 " | +0.2058 |
| | バフ仕上 | +0.1341 |
| H ₂ O | 硫酸=ヨル電解研磨 | +0.1942 |
| | 磷酸 " | +0.1619 |
| | バフ仕上 | +0.1041 |

VI. 腐蝕試験

($\frac{N}{10}$ Calomel = 対スル値)

電解研磨面の貴なることを知り得たので実際に各種の試薬について耐蝕性の比較を行った。比較は硫酸液による電解研磨とバフ仕上によるものによった。その結果は表3に示す。この結果電解研磨せるものは更に耐蝕性が良好となることを知り得た。特に塩化物溶液、硫酸等に

Table 3. Corrosion Tests.

| Reagents | Conc. | Temp. | Buff. Finishing | Electropolishing | Remarks |
|---|-------|----------|--------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| H ₂ SO ₄ | 5% | 室温 | 耐蝕性ナシ、全面黒色 | 耐蝕性ヨシ | 投入後3日 |
| | " | " | 全面黒色、腐蝕甚シ | 幾分溶解シタルトテ靱ムルモ光澤失ハズ | 投入後10日、及2月後 |
| | 10% | " | 耐蝕性ヨシ | 耐蝕性ヨシ | 2月後前者ハ侵サルモ光澤ハ失ハズ |
| | 20% | " | " | " | " |
| | " | 80°C | " | " | 80°温湯中4時間 |
| HCl | 5% | 室温 | 耐蝕性ナシ、灰色 黒変溶解腐蝕 | 耐蝕性ナシ、灰色、一部ハ輝ク 表面稍：侵サルモ光澤アリ | 3日後後者ガ造カニ優秀 |
| | " | " | " | " | 2月後 |
| | 10% | " | 耐蝕性ナシ、灰色 黒変溶解 | 侵サルモ光澤アリ 稍：黒変 | 3日後、日数ヲ登ルニツレテ灰色カラ黒色ニ変ル |
| | 20% | " | 耐蝕性ナシ | 耐蝕性ナシ | 2月後 10%ト殆ト同シナルモ程度ハ大 |
| HNO ₃ | 5% | 室温 | 耐蝕性ナシ | 耐蝕性ヨシ | 3日後前者ニ若干溶解ヲ認ム、後者ハ2月後 ニ表面相当侵サルモ光澤アリ |
| | 10% | " | 耐蝕性ヨシ | " | 2月後ハ前者ハ表面稍：侵サルモ光澤アリ |
| | " | 90-100°C | " | " | 2時間熱湯浸漬 |
| CH ₃ COOH | 50% | 室温 | 耐蝕性ヨシ | 耐蝕性ヨシ | 2月後前者稍：侵サル |
| | 100% | " | " | " | " |
| | " | 100° | " | " | 2時間後前者ハ蒸ククモシ |
| クエン酸 | 10% | 室温 | " | " | 2月後前者ハ侵サル |
| H ₂ O ₂ | 3% | " | " | " | 2月後前者ハ稍：光澤ヲ失フ |
| Cu ₂ SO ₄ | 1N | " | " | " | " |
| Ca(OH) ₂ | 50% | " | " | " | 投入2月後 |
| NaOH | 10% | " | " | " | " |
| | 20% | " | " | " | " |
| | 40% | " | " | " | 2月後前者表面稍：侵サル |
| NH ₄ OH | 10% | " | " | " | 2月後 |
| | 20% | " | " | " | 2月後前者表面稍：侵サル |
| | 40% | " | " | " | " |
| NH ₄ Cl | 10% | " | " | " | 2月後前者表面少シ光澤ヲ失フ |
| | 20% | " | " | " | 2月後前者稍：黒変ス |
| | " | 煮沸 | 輝クモ耐蝕不充分 | " | 煮沸2時間 |
| | 40% | " | 耐蝕ナシ | 耐蝕ナシ | " |
| NaCl | 5% | 室温 | 耐蝕性ヨシ | 耐蝕性ヨシ | 2月後前者表面稍：侵サル |
| | 10% | " | " | " | 2月後前者稍：光澤ヲ失フ |
| | " | 煮沸 | " | " | 2時間煮沸 |
| KCl | 40% | 室温 | " | " | 投入2月後 |
| KOH | 30% | " | 耐蝕性不充分 | " | 2月後前者光澤ヲ失フ |
| | " | 90-100 | " | " | 4時間加熱 |
| KMnO ₄ | 10% | 室温 | 表面黄褐色 | 耐蝕性相当アリ | 2月後後者淡黄色ニナルモ輝ク |
| K ₂ Cr ₂ O ₇ | 10% | " | 耐蝕性ヨシ | 耐蝕性ヨシ | 2月後 |
| Na ₂ CO ₃ | 10% | " | " | " | " |
| NaHCO ₃ | 10% | " | " | " | " |

於いて著しい。

VII. 結 言

以上で不銹鋼の電解研磨について述べたが、一般に機械研磨面よりも電解研磨面が種々の点で優秀なることを窺めた。然し電解研磨が表面仕上の万能薬ではないのであって、機械研磨には機械研磨としての優秀さがあり、何れも夫々の特徴を生かして夫々の分野に於いてこれを用いることが好ましいと思う。

特に本法により研磨を適用すべきものとしては機械研磨の不可能な複雑な形状の物、小部品、耐蝕性を要するもの等であって今後工業的方法の技術及び設備等に於いて完成すべき問題が多い。

尚本実験に助力せられた学生久米衛、石井敏三両君に感謝する。