

金属表面酸化皮膜の直流導電率測定

機械・材料技術部 川口明廣

めっきはがれや膨れの原因として油分や酸化皮膜などそれ以前の工程で付着した汚れによるものが多い。本研究では金属表面の導電率の平均値と標準偏差を用いて汚れの程度を評価できるか調べた。その結果、直流導電率で酸化皮膜の違いを知ることができ、安価な計測器具開発が容易になることがわかった。

キーワード：導電率、汚れ、酸化皮膜、判別

1 はじめに

めっきしようとする品物は油分や酸化皮膜などそれ以前の工程で複数の汚れを付着したものが多く、はがれや膨れの原因となる。

ことに、プレス加工の深絞りを使用した離型剤や表面に形成された透明な不導態皮膜などの有無を判別することは難しい。不良発生の危険性につながるこれらの汚れを簡易に判別できれば、前処理薬剤の選定、効果的な洗浄方法の開発に役に立つ。

従来、金属表面に付着した、油脂、腐食生成物、酸化皮膜、塵埃などの汚れを知る簡易な方法として、製造現場では水のはじき方による目視方法はあったが、熟練者でないと判断が難しいという問題点があった。また、被めっき物表面や被電解研磨物表面の油脂の残存状態を測定する方法が開示¹⁾されている。この方法は水溶液中に油脂が残存した金属板ともう1つの金属板を浸し、油脂が残存していると導電率が低下することを利用したものであるが、部分的な汚れの有無や、腐食生成物、酸化皮膜、塵埃などの汚れについては検討されていない。

我々は以前に、周波数 137Hz の交流を用いて、イオン電導を利用し、油や酸化皮膜など複数の汚れが測定できることを明らかにした^{2,3)}。しかし、簡易測定の方法について詳細に述べていなかった。また、直流の導電率計を用い、電解液の種類が異なる場合や汚れ検出時

に二つの検出素子表面を用いる方法については検討していなかった。

そこで、金属表面の導電率の平均値と標準偏差を用いて汚れの程度を評価するため、携帯型の直流導電率計を用い、電解質として塩化ナトリウムの代わりに、硫酸ナトリウムが利用できるか検討した。また、検出素子表面を二つ用いて測定することができるか調べた。

2 原理および実験

2.1 原理

金属表面の汚れの抵抗 r_A と汚れと検出素子の接触抵抗 r_B の合計が全体の抵抗 r_t として表されるものとする。

$$r_t = r_A + r_B \quad \dots \dots (1)$$

測定箇所の違いにより金属表面の汚れの電気抵抗 r_A の精度 σ_{rA} と金属表面の凹凸などによる接触抵抗 r_B の精度 σ_{rB} とは、それぞれ異次元で独立していることを考慮すると、全体の精度 σ_{r_t} は次式で示される。

$$\sigma_{r_t}^2 = (\partial r_t / \partial r_A)^2 \sigma_{rA}^2 + (\partial r_t / \partial r_B)^2 \sigma_{rB}^2 \quad \dots \dots (2)$$

二つの検出素子表面を用いる場合、金属表面の汚れの電気抵抗 r_A と汚れと検出素子の接触抵抗 r_B との和 r_t に比べて多孔質体の電気抵抗や金属素材の電気抵抗は無視できるものとする、汚れの電気抵抗 r_A と汚れと検出素子の接触抵抗 r_B との和 r_t を 2 倍した電気抵抗の逆数 $1/2r_t$ が導電率となる。

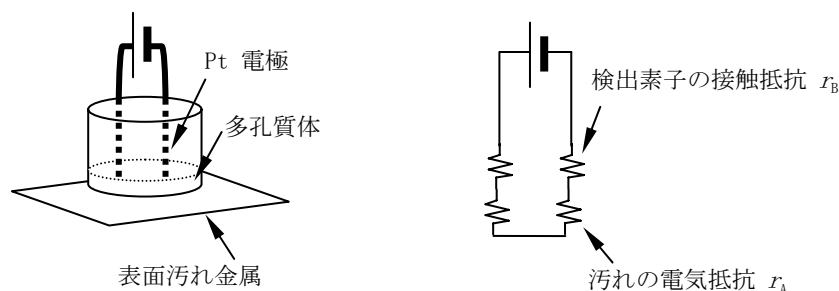


図1 金属表面の導電率測定

n 回測定したときの導電率平均値 k は,

$$k = (k_1 + k_2 + \dots + k_n) / n \quad \dots \dots (3)$$

また、分散 s^2 は

$$s^2 = \{ (k_1 - k)^2 + (k_2 - k)^2 + \dots + (k_n - k)^2 \} / n \quad \dots \dots (4)$$

であり、分散の平方根から標準偏差 s が求められる。

2. 2 実験方法

表面導電率を測定するため、図 1 に示すように直径 1mm の 2 本の白金線を 5 mm 間隔でテフロン樹脂に埋め込むことで、それぞれの側面をテフロン樹脂で絶縁した後、先端部を 800 番の研磨紙で研磨し、先端の白金線断面を平滑にした検出素子を用意した。

0.025 mol dm⁻³ Na₂SO₄ 溶液を浸み込ませた多孔質体 (厚さ 0.05mm の紙) を測定しようとする金属表面に載せた後、検出素子先端部を押しつけて、金属素材を電流回路とした白金線断面間の導電率を携帯型導電率計 ラコムテスター ECTestr11 を用い、直流で測定した。

試料は、白金板表面および SUS 316 ステンレス鋼板表面を対象とし、それぞれ 6 箇所 の導電率を測定し、得られた値から平均値、および、標準偏差を求めた。測定は室温でそれぞれ 3 回行った。

3 結果および考察

白金板表面および SUS316 ステンレス鋼板表面について導電率を 6 箇所ずつ測定した結果は、測定値の散らばりの程度は正規分布すると仮定して、白金表面導電率の正規分布曲線を図 2 に示した。

SUS316 ステンレス鋼板表面導電率の正規分布曲線については図 3 に示した。白金の場合と比較するため、白金表面の代表的な正規分布曲線についても例示した。

図 3 に示すように、正規分布曲線の最大値となる導電率の平均値は、白金板の方がステンレス鋼板に比べて大きかった。正規分布曲線の測定値の散らばりの程度の指標となる標準偏差はステンレス鋼板の方が大きかった。

以前に、周波数 137Hz の市販導電率計を用いて、0.4V の交流で測定できることを明らかにしているが、直流の携帯型市販導電率計を用いて測定できることが分かった。

従来行ってきた交流測定と同様、白金板表面およびステンレス鋼板とをそれぞれ繰り返し測定したときの導電率平均値には、明らかに優位差が認められ、ステンレス鋼板は白金板に比べ、測定値の散らばりの程度は大きい平均値は小さいことが分かった。

また、イオン電導の電解質に NaCl を用いて測定できることを明らかにしているが、Na₂SO₄ でも表面導

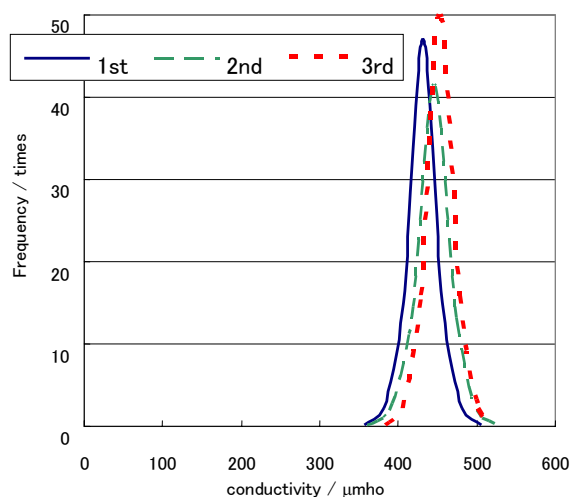


図 2 携帯型導電率計による 0.05N 硫酸ナトリウムを用いた白金の導電率

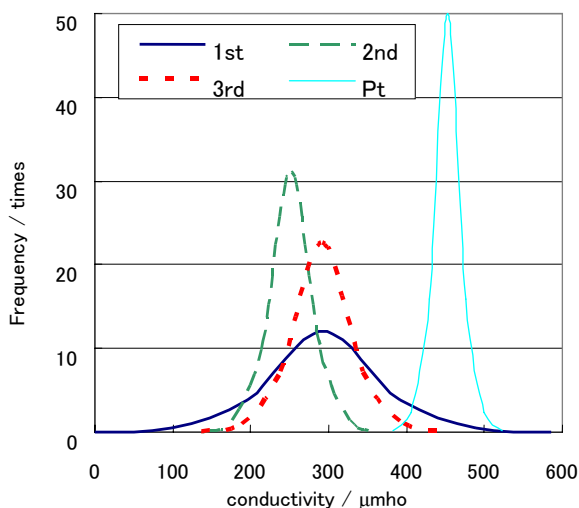


図 3 携帯型導電率計による 0.05N 硫酸ナトリウムを用いた SUS316 酸化膜の導電率の違いを知ることができた。

2本の白金線を用いて検出できることが分かったことから、対象となる品物を変えるたびに電極端子と品物とをクリップで結線する煩雑な作業が不要となり、簡易計測できる。

文 献

- 1) 実案昭 31-199 油脂用電気式洗度計.
- 2) 川口, 西谷, 栗原, 特願 2007-040461 電気特性測定方法および装置.
- 3) 川口ほか, (社) 表面技術協会第 115 回講演大会, “金属表面の汚れと導電率” (2007), pp.251.