カレントインターラプター法による塗膜の防食性の評価*

佐 藤 靖**, 星 野 稔**, 田 辺 弘 住**

**大日本塗料株式会社技術本部

Application of Current Interrupter Method to
the Estimation of Protective Coatings*

Yasushi Sato**, Minoru Hoshino** and Hiroyuki Tanabe**

**Research and Development Department, Dai Nippon Tōyō Co. Ltd.

The corrosion rate of coated mild steel was investigated using the technique of current interrupter method. Generally the high impedance of film had been a barrier to measure the corrosion rate of coated mild steel but this method made it easy to eliminate the impedance of film and furthermore to obtain the polarization behavior of coated mild steel. The equivalent circuit of coated mild steel immersed in a 3 wt % sodium chloride solution is composed of two kinds of impedance circuit, that is, the impedance circuit of paint film and that of metal interface beneath paint film. These circuits were easily separated because of the large difference of time constants between the one circuit and another. Therefore the polarization resistance was obtained under the condition of small polarization (up to 10 mV) and Tafel's coefficient was given by the relation between time and potential in decay curve of small polarization to the extent of 200 mV to 300 mV. And the corrosion rate of coated mild steel was calculated using Stern's equation. This method is characterised by items below. (I) Very small current was applied to paint film for a few seconds so that no damage appeared throughout measuring. (II) The impedance of film and that of metal surface under paint film were measured simultaneously. As a result, the corrosion rate of coated mild steel coincided with the appearance of underfilm corrosion throughout immersion tests.

1. 結 言

過去において、塗装鋼板の腐食の測定は主に外観観察によっていたが、近年これを電気化学的に取り扱おうとする試みがなされてきた。たとえば、塗装鋼板のインピーダンスを測定する方法^{1), 2), 3)}, 塗膜カット部を対象に電気化学的に測定する方法⁴⁾, 塗膜抵抗を補正することにより分極曲線を測定する方法⁵⁾などが塗膜下の腐食研究に用いられている。これらの方法はそれぞれ対象とする現象が異なっている。本研究は塗膜下の腐食反応をカレントインターラプター法を応用することにより測定することを目的としている。

塗膜下の腐食反応を電気化学的に取り扱う際の最大の障害は塗膜のもつ高抵抗であり、いかにその抵抗を除去し、下地金属界面の電気化学的応答を的確に把握するかが焦点となる。これらの塗装鋼板の分極曲線を測定し塗

膜下の腐食速度を検討する場合、比較的長時間塗膜に高電圧が印加されることになり、塗膜損傷のおそれもある。最近カレントインターラプター法に似た方法で、電極界面への影響がほとんどなく腐食速度が測定できるクロノスタット法^{6), 7)}が適用されているが、高抵抗塗膜塗装鋼板への適用はこれまでに報告されていない。

本研究ではカレントインターラプター法を適用することにより、塗膜インピーダンスの測定、およびその塗膜インピーダンスを分離除去することにより塗膜下の腐食速度の測定を試みた。すなわち、一般に塗装鋼板の等価回路として、溶液の純抵抗、塗膜の容量および抵抗、塗膜下金属界面の容量(二重層容量)および抵抗がそれぞれ直列回路を形成していると考えられる。

そこで塗膜の時定数と下地鋼板の時定数が著しく異なる場合には、等価回路の構成成分である塗膜の分極、下地鋼板の分極、溶液の純抵抗は分離が可能になる。この点を利用して、食塩水溶液中における塗装鋼板の分極特性を測定し、これによって塗装鋼板の腐食速度を求めることにより、塗膜下腐食の検討を行った。

* 塗膜下腐食の研究(第1報)(Studies on Underfilm Corrosion (Part 1))

** 〒230 横浜市鶴見区大東町 12-1, (12-1, Daito-cho, Tsurumi-ku, Yokohama 230, Japan)

2. 実験方法

2.1. 供試料および測定セル

測定に使用したセルを図1に示す。エメリーペーパーでNo. 600まで研磨した軟鋼板 (JIS G 3141) を、キシレンで脱脂し、乾燥の後、塗装をほどこしたものを試料電極とした。これにバックリングをはさんでガラスセルを装着し、測定電極面積を 12.6 cm^2 とした。このガラスセルは白金対極、飽和甘汞電極を挿入する目的から、折り合わせになっており、完全密閉にすることも可能である。試料試験片の浸漬液は 3 wt% 食塩水溶液とした。

2.2 測定回路

測定セルを含めた測定回路を図2に示した。定電流発生装置 (C.P.G) の精度は約 10^{-9} A である。この定電流発生装置に測定電極セルを接続する。このセルに定電流を印加した際の電位応答を、インピーダンス変換器 (北斗電工 HE 102) を介して記録計に検出する。インピーダンス変換器の性能から、定格の 10^{14} 程度の入力インピーダンス、すなわち塗膜のインピーダンスまで測定が可能である。塗膜下の金属の分極現象のように、分極現象が比較的遅い場合には、記録計を使用することによりこの分極現象の検出は充分可能であった。これに対し、塗膜の分極現象のように、分極現象が速い場合は、オシロスコープで検出した。

2.3 測定方法

カレントインターラプター法⁹⁾とは、定電流電解における電流の印加、切断時の分極過渡現象の観測に基づくものである。たとえば塗装鋼板をその適用の対象とすることができる。塗装鋼板の等価回路を簡略化して図3に示した。ここで R は純抵抗で、この場合溶液抵抗がこれに相当する。塗膜に相当するインピーダンスが C_f , R_f で表わされ、金属界面のインピーダンス C_{dl} , R_e と直列回路を形成しているとして、その結果時定数に顕著な差異が存在すれば、それぞれの分極現象を分離することが可能になる。一般には溶液抵抗は数十オーム以下であり、また塗膜回路では容量が約 $10^{-9} \sim 10^{-10} \text{ F}$, 抵

抗が約 $10^6 \sim 10^7 \Omega$ であるから、時定数は容量と抵抗の積の関係から約 1 m sec 程度となる。金属界面のインピーダンスは容量が約 10^{-5} F , 分極抵抗が約 $10^8 \Omega$ 程度

Fig. 1 Schematic diagram of the cell for the electrochemical measurement.

Fig. 2 Circuit of measuring underfilm corrosion.

Fig. 3 Equivalent circuit of coated mild steel.

Fig. 4 Relation between potential and time

であるとすれば、時定数は約 10 sec 程度となる。塗膜の時定数が 1 m sec であるのに対し、金属界面の時定数は 10 sec であり、これらの間には顕著な差がみられ、その結果、両者を分離しておのおのを検討することができる。過去において Rozenfeld ら⁹⁾は塗膜鋼板のオーミック抵抗と分極抵抗を分離し検討を試みたが、塗膜下金属界面の分極抵抗を論じたものはほとんどない。

2.3.1 塗膜の分極

図 3 のように塗膜のインピーダンスを単一の C, R 素子で示すと、定電流印加の際の分極現象は次式であらわされる。

$$i = i_R + i_c = V/R + C(dv/dt)$$

従って

$$V = iR(1 - e^{-t/\tau}) \quad (\tau = CR) \quad (1)$$

また電流切断時の電位減衰は

$$V = iRe^{-t/\tau}$$

従って

$$\log V = \log iR - t/2.3\tau \quad (2)$$

となる。これをグラフで表わせれば図 4 となり、これから時定数 τ と容量 C 、抵抗 R を求めることができる。

2.3.2 金属界面の分極

塗膜下金属の素地面では、定電流印加時に浸漬液を介して電極反応、すなわち腐食反応がおこる。いま $O_x + ne \rightleftharpoons R_{ed}$ なる酸化還元系の電極反応の電位と電流の関係は、電極表面上の反応種の濃度が、沖合濃度と平衡になっている時、ファラデー電流 i_f は

$$i_f = i_0[\exp(-anF\eta/RT) - \exp\{(1-\alpha)nF\eta/RT\}] \quad (3)$$

であらわされる。ここで i_0 : 交換電流密度

α : 遷移係数

n : 反応電子数

F : ファラデー定数

R_e : polarization resistance
 R_Ω : resistance of solution
 C_{dl} : double layer capacitance
 i_f : Faradaic current
 i_{dl} : double layer charging current

Fig. 5 Equivalent circuit of oxidation and reduction system

R : 気体定数

T : 絶対温度

η : 過電圧

ただし式 (3) は電解開始直後とか、電子移動反応抵抗がきわめて大きい場合に適用できるもので、一般には電解が進むにつれて、電極界面に反応種の濃度勾配ができるので電流と電位の関係は

$$i_f = i_0[(C_0/C_0^*) \exp(-anF\eta/RT) - (C_R/C_R^*) \exp\{(1-\alpha)nF\eta/RT\}] \quad (4)$$

であらわされる。ここで C_0, C_R は電極面上の O_x および R_{ed} の濃度である。本研究においては、低電流密度を短時間印加することにより、電極界面の反応種の濃度勾配の発生を極力除去したこと、また式の単純化をはかり、その取り扱いを容易にする意図から、式 (3) をもって論じることにした。

この電極系を電氣的に等価な回路におき換えると図 5 のようになる。この場合の反応抵抗 R_e は反応速度に反比例し、塗膜下での低腐食反応速度の場合の腐食電流密度 i_{corr} を 10^{-8} A とすると R_e は約 $10^8 \Omega$ 程度となる。また C_{dl} は通常 10^{-5} F 程度である。これから時定数は 10 sec 程度となつて、塗膜の時定数との差が大きいため、明瞭に分離できることになる。

定電流印加の際

$$i = C_{dl}(d\eta/dt) + i_0[\exp(anF\eta/RT) - \exp\{(1-\alpha)nF\eta/RT\}] \quad (5)$$

i) $nF\eta/RT \ll 1$ のとき ($\eta \leq 10$ mV)

式 (5) の指数関数を展開して近似すると、 $0 < \alpha < 1$ であるから

$$i = C_{dl}(d\eta/dt) + i_0[(1 + anF\eta/RT) - \{1 - (1-\alpha)nF\eta/RT\}] = C_{dl}(d\eta/dt) + i_0nF\eta/RT \quad (6)$$

(6) の微分方程式を解いて

$$\eta = (i/i_0)(RT/nF)\{1 - \exp(-t/\tau)\} \quad (7)$$

Fig. 6 Relation between potential and time (decay curve).

$$\text{ここに} \quad \tau = C_{dl}RT/nFi_0 = CR_e \quad (8)$$

$$R_e = RT/nFi_0 \quad (9)$$

$$i_0 = RT/R_enF \quad (10)$$

$$C_{dl} = \tau/R_e \quad (11)$$

t が非常に小さい場合は i_{at} に比して i_f は無視できるので

$$i = C_{dl}(d\eta/dt)_{t=0} \quad (12)$$

また式 (7) は式 (2) と全く同様に取扱うことができるので図 4 のグラフから τ , R_e , C_{dl} が求まり RT/nF が既知であれば i_0 すなわち腐食速度も求まる。

ii) $nF\eta/RT \gg 1$ のとき

アノード分極の場合はカソード電流が無視できるので

$$i = C_{dl}(d\eta/dt) + i_0 \exp(\alpha nF\eta/RT) \quad (13)$$

電流切断の際の減衰時は $i_{at} = -i_f$, $i = 0$ とおけるので

$$C_{dl}(d\eta/dt) = -i_0 \exp(\alpha nF\eta/RT)$$

この微分方程式を解くと

$$t = (CRT/i_0\alpha nF) \exp(-\alpha nF\eta/RT) \quad (14)$$

従って

$$\eta = (-RT/\alpha nF) \ln t + (RT/\alpha nF) \ln (CRT/i_0\alpha nF) \quad (15)$$

となり、図 6 の $\eta - \log t$ の関係から、ターフェル係数が求まる。

得られたターフェル係数と分極抵抗 R_e とから、スターンの式 (17) より腐食速度が求まる。

$$i_{corr.} = b_a \cdot b_c / 2.3R_e(b_a + b_c) \quad (16)$$

ただし式 (16) は $\eta < 10 \text{ mV}$ の範囲で成立する。

$$\text{ここに} \quad b_a = 2.3RT/\alpha nF \quad (17)$$

$$b_c = 2.3RT/(1-\alpha)nF \quad (18)$$

3. 実験結果および考察

3.1 塗膜の分極

前記の実験方法に従い、その塗装鋼板電極に微少定電

A 1 sec/div. 100 mV/div.

B 5 msec/div. 100 mV/div.

C 2 msec/div. 100 mV/div.

Fig. 7 Polarization of coated film. Applied current $0.5 \mu\text{A}$ (oscilloscope).

流を印加して、その電位変化をオシロスコープにより観測した(図 7, A, B, C)。塗装鋼板としては、アクリルエマルジョン塗料を $35 \mu\text{m}$ 塗装したものを使用した。これを 3 wt% 塩化ナトリウム水溶液中に浸漬して測定に供した。図 7A は塗装鋼板電極に $0.5 \mu\text{A}$ を印加した時の過渡現象、それに続く電位経時変化を示している。この図のオシロスコープによる測定の条件は、横軸掃引速度 1 sec/目盛、たて軸電位変化 100 mV/目盛である。電流印加直後に電位の急激な上昇がみられ、それに続いて比較的勾配の緩慢な曲線を得た。前者は塗膜の分極による応答、後者は金属-塗膜界面の分極抵抗に基づく応答である。

ここでこの過渡現象を解析する目的で、オシロスコープの掃引速度を短時間に設定して、その応答を観測した。図 7B は掃引速度 5 m sec/目盛、図 7C は 2 m sec/目盛の場合の観測図である。塗膜の分極に関する解析方法を次のべる。図 7 の電位の急上昇部分は、塗膜の分極によるものであることはすでに記した。印加電流値を用いることで、この急な電位変化の値から塗膜抵抗を求めることができる。またこの急激な電位変化の値は塗膜分極の場合の飽和分極値として近似できる。このことは図 7B, C の掃引拡大図からも明らかである。ここに図 7C より

Table 1 Resistance, capacitance, and time constant of coated mild steel

Polarization	R _f (ohm)	C _f (pF)	τ _f (msec)
Anode 0.5 μA	4.0 × 10 ⁵	1500	0.6
Cathode 0.5 μA	4.8 × 10 ⁵	1667	0.8
A.C. 1 KHz	6.5 × 10 ⁵	1580	1.03

In 3 wt% NaCl solution at room temperature

τ が得られる。従って、τ は C と R の積で得られることから、塗膜容量 C も求めることができる。

これとは別に、図 4 の電位減衰時の時間の対数と電位の関係からも τ および C を求めることができる。

以上の方法に従い、試料電極に対し、アノード方向、カソード方向に定電流を印加した際の分極過渡現象より求めた塗膜の抵抗、容量、時定数を表 1 に示した。測定値の比較を容易にするため、印加電流を 0.5 μA と一定にした。比較の意味で、同一試験片の 1 K Hz の場合の交流インピーダンスを求めた。アノード方向に電流印加すると、塗膜抵抗は $4.0 \times 10^5 \Omega$ 、容量は 1500 PF であった。したがって時定数は 0.6 m sec であった。一方カソード方向では、塗膜抵抗は $4.8 \times 10^5 \Omega$ 、容量は 1667 PF となり、時定数は 0.8 m sec であった。これらの分極の結果はきわめてよく一致した。同一塗膜を対象に、1 K Hz, 200 mV の印加条件で交流インピーダンスを測定すると、抵抗 $6.5 \times 10^5 \Omega$ 、容量 1580 PF、時定数 1.03 m sec であった。これは前述の結果ときわめてよく一致した。アクリルエマルジョン塗膜は、一般の溶液型塗料に比較して耐水性が劣るものであり、上記抵抗、容量、時定数の測定値はほぼ妥当であると思われる。

3.2 塗膜下金属界面における分極

微小定電流印加時の初期過渡現象が塗膜の分極に起因することはすでに述べた通りであるが、この現象の後に続く分極現象は下地金属界面によるものである。一般に分極抵抗法の適用範囲は 10 mV 以内の小分極の場合とされている。そこで塗装鋼板の場合についても、その範囲内で成立するか否かを調べた。(表 2) 供試料は膜厚 35 μm のアクリルエマルジョン塗膜鋼板である。印加電流は $2.5 \times 10^{-3} \mu A$, $7.0 \times 10^{-3} \mu A$, $11.5 \times 10^{-3} \mu A$, $13 \times 10^{-3} \mu A$ 、とした。その時の分極はそれぞれ 3 mV, 9 mV, 13 mV, 18 mV であった。分極が増大すれば、分極抵抗も僅かに増大する傾向が認められたが、その差異は小さく、問題にする程のものではないと考えられる。また、塗膜抵抗を求めたところ、それぞれ $6.8 \times 10^5 \Omega$, $8.6 \times 10^5 \Omega$, $9.2 \times 10^5 \Omega$ であった。これらの値はほぼ同一とみなすことができる。

以上の結果から、少なくとも分極が 10 mV 以下の範囲では分極抵抗値は等しいといえる。したがって、塗装

Table 2 Relation between polarization potential and Re

Polarization (mV)	Applied current (μA)	Re (ohm)	R _f (ohm)
3	2.5×10^{-3}	1.20×10^6	6.8×10^5
9	7.0×10^{-3}	1.29×10^6	8.6×10^5
13	11.5×10^{-3}	1.30×10^6	9.2×10^5
18	13.0×10^{-3}	1.38×10^6	8.3×10^5

In 3 wt% NaCl solution at room temperature

鋼板の場合にも、10 mV 以下の範囲で印加電流と分極との関係における直線性が得られ、その結果、分極抵抗法が適用できることがわかった。

3.3 ターフェル係数

一般にターフェル係数は式 (17), (18) であらわされる。鉄の腐食反応が電荷移動過程により支配される場合には、ターフェル係数はアノード域で約 60 mV, カソード域で約 120 mV とされている。

ところで中性環境下では、その腐食反応は物質移動過程により支配されることが多い。カソード反応の酸素還元反応における拡散支配はこの例である。この場合、正確には、電荷移動過程に依存するターフェル係数値の適用は困難であると思われるが、あえて検討を試みた。

塗装鋼板の与える自然電極電位を中心に、約 200 mV 程度カソードまたはアノード方向に分極後、印加電流切断時の減衰曲線より、式 (15) に従い、時間の対数と電位の関係をプロットし、その直線部分の勾配から、ターフェル係数を求めた。カソード分極時におけるターフェル係数は約 220 mV から約 50 mV にわたり分散した。その一例を図 8 に示した。図 9 はアノード分極時の一例を示したが、この場合もカソード分極の場合と同様、ターフェル係数は約 200 mV と約 50 mV の間に分散した。

塗膜下鋼板の腐食反応におけるターフェル係数は、非

Fig. 8 Relation between potential and time in decay curve (cathode). Acryl emulsion coating 30 μm.

Fig. 9 Relation between potential and time in decay curve (anode) Acryl emulsion coating 30 μm .

Table 3 Coated mild steel sample.

Thermosetting acryl coatings		Non-thermosetting acryl emulsion coatings	
Sample	Thickness (μm)	Sample	Thickness (μm)
A	27.	D	35
B	10.5	E	22
C	9.5	F	14

Fig. 10 Time variation of Tafel's coefficient of coated mild steel. 3 wt% NaCl solution at room temperature.

塗装鋼板のそれとかなり異なる値を与える結果となり、さらに検討すべき点を多く含んでいるが、これらの測定値を用いて、式 (16) から腐食電流を求めることを以下に試みた。

3.4 塗膜下鋼板の腐食電流

3 wt% 塩化ナトリウム水溶液中に浸漬した塗装鋼板の腐食電流を、3.2, 3.3 で得た分極抵抗、ターフェル係数を用いて、式 (16) より求めた。対象塗膜を表 3 に示した。

各種塗装鋼板の腐食電流経時変化を求めた際のターフ

Fig. 11 Time variation of Tafel's coefficient of coated mild steel. 3 wt% NaCl solution at room temperature.

Fig. 12 Relation between corrosion rate of coated mild steel and immersion time. 3 wt% NaCl solution at room temperature.

エル係数を、熱硬化型アクリル塗装鋼板については図10に、常温乾燥型アクリルエマルジョン塗装鋼板については図11に示した。たて軸にターフェル係数を、アノード、カソードについてとり、横軸に試験片の塩化ナトリウム水溶液中での浸漬日数を示した。アノード、カソード分極域のいずれの場合も、浸漬初期においてターフェル係数は比較的大きい値であったが、浸漬時間の経過と共に減少の傾向が認められた。また膜厚の差による著しい影響は認められなかった。すなわち試料間の差はあるが、それらがそのまま膜厚差によるものとは説明できない。また同一試料、同一条件のもとで、アノード、カソード両域における値を検討した結果、極性、膜厚の影響を明らかにすることは困難であった。これらターフェル係数の与える意味については明らかでなく、検討を要するが、以下ではこれらの値をそのまま用いて、塗膜下での腐食電流値を求めた。腐食電流値は、塗装鋼板を10 mV以下に分極して得られる分極抵抗値と、前記のターフェル係数とを用い、式 (16) より得られる。

塗膜厚および塗料の種類による塗膜下腐食電流への影響を検討することを目的として、熱硬化型アクリル塗膜、常温乾燥型アクリルエマルジョン塗膜を使用した。図 12 はこれらの塗膜下腐食電流の浸漬経時変化を示した。熱硬化型アクリル塗膜、常温乾燥型アクリルエマルジョン塗膜のいずれも、膜厚の増大とともに腐食電流値は減少した。熱硬化型アクリル塗膜は浸漬初期には腐食電流は抑制され、10 日を経過するころからやや増大傾向にあるが、20 日経過後はほぼ定常状態になり 70 日以後もこれらの腐食電流は 10^{-7} A 以下であった。一方常温乾燥型アクリルエマルジョン塗膜では浸漬初期の腐食電流値は比較的低く抑制されていたが、浸漬時間の経過と共に著しく増大した。これは熱硬化型アクリル塗膜の場合と異なり、腐食電流値は 50 日浸漬後に 10^{-6} A 程度に達するものもあった。

外観観察における発錆の程度と塗膜下腐食電流の関係を検討した(図 13)。上記アクリル塗膜で、膜厚が $10\text{ }\mu\text{m}$ から $50\text{ }\mu\text{m}$ 程度の範囲にある塗膜を対象にして、浸漬の過程における発錆を観察した。すなわち浸漬中の発錆の認められない状態から追跡を開始し、肉眼で認められる程度の発錆があらわれ、その数が増加する過程と腐食電流値との関係を求めた。錆の認められない状態ではいずれの場合も $10^{-2}\text{ }\mu\text{A}$ 以下の腐食電流値であった。発錆が認められた試料では、その点錆数の増加と共に、腐食電流は広範に増加する傾向にあったが、まれであるが $10^{-2}\text{ }\mu\text{A}$ 以下で、すでに錆を有するものもあった。一度発錆が認められたものについては、その点錆数に直接関係なくかなり広範なばらつきがあった。これは錆の数、

Fig. 13 Relation between corrosion rate and the rate number of corrosion. 3 wt% NaCl solution at room temperature.

大きさ、腐食面積、錆の種類を考慮しなければならない。

つぎに塗膜下腐食電流値と塗膜抵抗、分極抵抗の関係を検討した。図 14 に塗膜下の腐食電流値と塗膜抵抗との関係を示した。測定値にかなりのばらつきがあるがおおむね直線関係にあった。すでに明らかにしたように、発錆の認められない試料の腐食電流値は約 $10^{-2}\text{ }\mu\text{A}$ 以下であった。これを塗膜抵抗値から検討すると、発錆の認められない試料では $5.5 \times 10^6\text{ }\Omega$ 以上であった。すなわち腐食電流値が $10^{-2}\text{ }\mu\text{A}$ 以下、塗膜抵抗が $5.5 \times 10^6\text{ }\Omega$ 以上の条件を満たす試料については、全く発錆は認められなかった。例数が少なく、限られた塗膜からの結論であるために、断定はできないが、興味ある事実である。

図 15 に腐食電流と分極抵抗の関係を示した。測定値

Fig. 14 Relation between corrosion rate and resistance of coated mild steel.

Fig. 15 Relation between corrosion rate and polarization resistance of coated mild steel. 3 wt% NaCl solution at room temperature.

の分散傾向が多少認められたが、ほぼ直線関係にあった。すなわち図 15 の結果は -1 の勾配をもつ直線となった。式 (16) において、ターフェル係数 $\beta_a \cdot \beta_c$ が一定であるという仮定をおくと、腐食電流値の対数と分極抵抗値の対数の関係は -1 の勾配をもつ直線になり、先の実験値と一致した。したがって本研究における実験に用いた測定方法はほぼ妥当であると思われる。

3. 結 論

カレントインターラプター法により塗装鋼板の腐食電流の測定をおこなった。本研究では微少定電流を塗装鋼板に印加し、その際の電位応答を塗膜分極と塗膜下金属界面の分極とに分離することができた。アクリル塗料塗装鋼板について、この塗膜下金属界面の分極抵抗を測定し、腐食電流値を求めた。各係数のうち、分極抵抗はほぼ妥当な値を得た。ターフェル係数は、いわゆる鋼板のそれとはかなり異なる値を与え、比較的大きい値になった。これについてはさらに今後検討する必要がある。

得られた腐食電流値で 10^{-2} μA 以下、塗膜抵抗 5.5×10^6 以上の試料については発錆が認められず、この範囲外のものに発錆が認められた。すなわち塗膜劣化と腐食電流との間の相関性が求められた。

カレントインターラプター法による塗膜下腐食測定の特徴は、測定に際し、塗膜に微少定電流を短時間印加するにすぎず、塗膜損傷を含め悪影響を与えることなく、塗膜下の腐食電流が測定できることと、塗膜抵抗と塗膜下金属界面の分極抵抗を同時に測定できることにある。

本研究ではカレントインターラプター法の塗膜下腐食への適用の可能性を明らかにしたが、今後さらに個々の現象を詳細に検討し、またより高抵抗を有する塗膜に応用してゆく予定である。 (Received April 2, 1979)

文 献

- 1) 岡本 剛, 諸住 高: 電気化学, **23**, 15 (1955).
- 2) 岡本 剛, 諸住 高: 電気化学, **24**, 259 (1956).
- 3) 佐藤 靖: 電気化学, **26**, 646 (1958).
- 4) H. F. Clay: *J. Oil Col. Chem. Assoc.*, **52**, 158 (1969).
- 5) 山本 隆, 尼子 宏, 大藪権昭: 色材, **48**, 352 (1975).
- 6) P. Delahay: *J. Phys. Chem.*, **66**, 2204 (1962).
- 7) K. Kanno, M. Suzuki, Y. Sato: *J. Electrochem. Soc.*, **125**, 9, 1389 (1978).
- 8) J. O'M Bockris, E. C. Potter: *J. Electrochem. Soc.*, **99**, 169 (1952).
- 9) I. L. Rosenfeld: *Lakokrasoch. Mater. Primen.* No. 6, 45 (1964).