硫酸塩浴からの鉄—クロム合金メッキ†

今 井 雄 一*・山 崎 龍 一*

Electrodeposition of Iron-Chromium Alloys from Sulfate Bath Studies on Electrodeposition of Iron-Nickel-Chromium Alloys (Part 1)

Yuichi IMAI* and Ryuichi YAMAZAKI*

The object of these experiments was to obtain Fe-Ni-Cr alloys, having higher corrosion resistance. The first step for this object was the investigation on the deposition of Fe-Cr alloys, which is reported in this paper.

From the standpoints of abating the public nuisance, the study was performed with a bath containing an electrolyte of sulfate, and the following results were obtained.

- (1) A bright deposit of Fe-Cr alloys, containing about 20% of chromium, was obtained.
- (2) Current efficiency was 20 ~ 30%.
- (3) The hardness of the deposit was above 700 in Vickers value.
- (4) The addition of aluminum sulfate was effective among inorganic addition agents.
- (5) The optimum condition of bath composition and electrolysis available was as follows.

Ferrous sulfate	83 g/l	Sulfuric acid	30 ~ 50 g/l
Chromic sulfate	140 g/l	pH	1.8
Urea	180 g/l	Current density	30 ~ 35 A/dm ²
Ammonium sulfate	265 g/l	Temperature	40 ~ 50°C

Sulfuric acid was used for adjusting pH.

1. ま え が き

近年、自動車・重電機業界において、経済的な面を加味した、より耐食性・高硬度の鉄ならびに鉄合金メッキの開発が要望されている。そこで、鉄—ニッケル—クロム合金メッキを最終目的として、まず、鉄—クロム合金メッキの研究を行なった。従来の鉄—クロム合金メッキの報告^{1)~5)}の多くは、毒性のある三酸化クロムを主体とした浴が多く、析出合金中の鉄分含有量も少なく、0.1~10.0%程度にとどまっている。メッキ廃水による公害対策ならびに鉄分含有量を考慮して、本実験においては硫酸塩浴を選んだ。

2. 実 験 方 法

2-1 浴組成

文献によると、硫酸クロムと硫酸第一鉄からの鉄—クロム合金メッキについては、伏屋、佐々木³⁾および、吉田⁵⁾の報告があるが、これらを参考にして、下記浴組成を実験試料とした。

- 1) 硫酸クロム 140 g/l
(Cr₂(SO₄)₃・4H₂O)
 - 2) 硫酸第一鉄 80~140 g/l
(FeSO₄・7H₂O)
 - 3) 硫酸アンモニウム 130~400 g/l
((NH₄)₂SO₄)
 - 4) 尿 素 60~300 g/l
((NH₂)₂CO)
 - 5) 硫 酸 0~50 g/l
(H₂SO₄)
- または
スルファミン酸 0~100 g/l
(NH₂SO₃H)

試薬は、いずれも市販最純品を用いた。

2-2 電解槽および電極

電解槽には 300 ml ガラスビーカー、または 110 mm × 100 mm × 80 mm ガラス電解槽を用いた。

陰極は、市販圧延銅板を用い、あらかじめバフ研磨—アセトン脱脂—アルカリ煮沸脱脂—水洗—塩酸浸セキ—水洗の前処理を行なった。陽極には、白金、軟鋼、鉛合金、18-8 ステンレスなどを使用した。

2-3 合金組成分析

† 鉄—ニッケル—クロム合金メッキの研究 (第1報)

* 神奈川県工業試験所 (横浜市金沢区富岡町)

Ind. Res. Inst., Kanagawa Pref.

第1図 pH—電解効率

第2図 pH—クロム含有量

本実験では、析出合金中のクロムのみを分析し、残部を鉄と仮定して計算を行なった。

クロムの分析は、試料を20% 熱硫酸にて溶解し、陰極銅板から溶解した銅分は、純アルミニウム片を入れて還元口過し除去する。ロ液に硝酸約5ccを加え煮沸して、 Fe^{2+} を酸化し、亜硝酸ガスを除去する。液を希釈してクロムを約0.03g 位含む程度の液を正確に分取する。この液を煮沸する程度に加熱しつつ、飽和過マンガン酸カリウム溶液を1滴ずつ滴下し、 Cr^{3+} を酸化し、溶液が過マンガン酸の色を呈するようにする。引き続き煮沸し、過マンガン酸カリウムの余剰の大部分を分解し、さらに20% 硫酸マンガンを約1ccを加えて残留過マンガン酸カリウムを完全に分解する。冷却後ロ過し、1/10・N硫酸第一鉄アンモニウムの一定過剰量を加えた後、余剰硫酸第一鉄アンモニウムを1/10・N過マンガン酸カリウムで滴定する。計算式は次のとおりである。

$$\text{Cr \%} = \frac{[\text{FeSO}_4 \text{ 滴下量 (cc)} \times f - \frac{1}{2} \text{KMnO}_4 \text{ 滴定量 (cc)} \times f] \times 0.001734}{\text{試料重量 (g)}} \times 100$$

2-4 電流効率

精密級電流計を用いることにより、クーロメーターを使用したさいの、クーロン数との差を5% 以内にとどめることが、予備実験の結果から得られたので、クーロメーターを用いず、電流計の読みと電解時間とから、全クーロン量を算出し、分析によって得られたクロム、鉄含有量によって理論電着量を計算し、電流効率を求めた。

3. 実験結果

3-1 硫酸およびスルファミン酸添加量とpHの影響

陽極に用いる金属の種類によって異なるが、白金を陽極に用いた場合には、硫酸添加量10g/l、pH 2.4位までは、粗い黒色電着物が得られる。硫酸添加量30~50g/l、pH 1.8~1.5の範囲が、光沢電着物の範囲といえる。pHが1.5以下になると電着量は減少し、液温による表面状態の変化が多くなる。硫酸添加量100g/l以上になると、低電流密度部分ともいえる陰極銅板中央部に

は電着不能となる。

硫酸およびスルファミン酸の添加量変化による電流効率、析出物中のクロム含有量の測定結果を第1図、第2図に示した。硫酸添加量30~40g/l、pH 1.8~1.6付近が電流効率約30% 近い値を示す。クロム含有量は、pHが低くなるにしたがって、ほぼ直線的に増加している。スルファミン酸を硫酸と変えて添加した場

合、硫酸と同pHの浴では、ほぼ似た値を示した。全体的にみて、光沢、クロム含有量、電流効率ともに硫酸、スルファミン酸の差はほとんどないが、しいていえば、硫酸添加浴が若干すぐれている。なお、硫酸無添加の浴のpHは2.7付近である。

3-2 尿素添加量の影響

180g/l以上の尿素添加により、基本浴として用いた浴組成では完全に溶解しなくなるので、硫酸アンモニウムの添加量を減らして130g/lとした浴を用いた。

表面状態は、尿素添加量の少ない60g/l、120g/l添加浴では、電着量も少なく、黒カッ色の付着物が析出し、相対的に電流密度の高い陰極板周辺部に金属光沢状電着物が析出する。全体が金属光沢を帯びた析出物を得るには、尿素添加量は少なくとも180g/lは必要である。本浴では、尿素240g/l添加浴が、比較的表面状態が良好な電着物をえたが、光沢は尿素180g/l、硫酸アンモニウム265g/lの浴でえられたものにはおおよそ、若干粗面がみられた。尿素を300g/l添加した浴では、焼ケがみられることがあった。

電流効率へおおよそ影響は第3図、第1表に示すように、添加量、電流密度の増加にしたがって上昇している。クロムの含有量は、尿素120g/l以上添加した浴では、ほぼ同じような含有量は他の浴よりずっと少なくっている。硫酸添加浴についてもほぼ同じことがいえるが、各尿素添加浴の電流効率、クロム含有量とも電流密度が上昇すると増加する傾向にある。

この尿素添加量実験を行なった浴は、前述の通り硫酸アンモニウムの添加量が、基本浴として用いている浴よりも130g/l少ない浴であった。そこで、尿素180g/lを添加した浴について、硫酸アンモニウムの量130g/l浴と265g/l浴について電着させ比較すると、硫酸アンモニウム265g/lの浴の方が光沢がよい結果がえられた。

3-3 陽極金属の影響

3-1、3-2の実験においては、陽極には白金板を用いて実験を行なったが、工業的に使用しうる陽極を求めるため、純鉛、銀またはアンチモンを含有した鉛、軟鋼

第3図 尿素添加量—電流効率

板, 18-8 ステンレス, 炭素などを用いて電解を行なった。

純鉛, および鉛合金は, 電解初期には光沢のよい電着物を析出させるが, 次第に不導体化して, 電解には高電圧を必要とするようになる。したがって, 白金陽極より低電流密度での電解実験しかできないが, 電着物は黒色を呈し, すぐにサビが発生し黒カッ色になる。

軟鋼板も鉛と同様, 電解初期には光沢のよい電着物を析出するが, 陽極面上に透明な結晶が多量に析出し, 鉛の場合と同じく槽電圧が上昇し, 高電流密度で電解ができなくなってしまう。さらに電解を続けると槽内は結晶

第1表 尿素添加量の変化による影響

尿素添加量 g/l	電流密度 A/dm ²	クロム 含有量 %	電流効率 %	カタサ VHN
60	20	13	4	400
	30	17.3	13.3	600
	40	22.1	21.9	700
120	20	21.3	12.5	750
	30	24.5	20.2	750
	40	32.5	32.5	800
180	20	23.3	12.0	900
	30	25.3	20.3	950
	40	29.8	38.5	980
240	30	26.0	24.5	910
	40	40.2	47.8	740
300	20	20.8	13.0	900
	30	27.5	34.6	910
	40	33.1	39.6	610

浴条件

基本浴の硫酸アンモニウムの濃度を 130 g/l に減らした浴を用い、電解時間は厚さをだいたい均一にするため 5 min から 15 min の間で電流密度に応じて変化した。厚みは 10 μ 前後である。

浴温 45°C, PH 1.8 陽極 18-8 ステンレスである。

第4図 光 沢 度

第5図 金属添加剤—電流効率

性洗酸物で満たされてしまい電解不能となる。陽極の軟鋼板は消耗が激しく, 面は非常に荒れが目立つ。

炭素電極も電着状態が思わしくなく, また消耗が激しい。微粒になった炭素が, 浴をよごすこともまた不適当な要因の一つである。

18-8 ステンレス陽極は, 白金に比較してほとんど劣らぬ電着面を与える。カタサ, 電流効率, クロム含有量などは, 白金よりも 10% ほど低い結果がでているが, 光沢はほとんど変化なく, 白金の代用として十分に実際使用可能の陽極といえる。

3-4 無機金属塩添加剤の影響

光沢をさらに高める目的で, 無機金属塩を光沢剤として添加を行った。金属塩は, 硫酸コバルト, 硫酸アルミニウム, 硫酸マグネシウムを使用した。第4図および第5図, 硫酸コバルト添加浴では, 硫酸コバルトを金属コバルトに換算して 0.5~11.6 g/l の添加を行なった。コバルトの添加量が増すと電流効率, 光沢とも悪くなり, コバルトを 1 g/l 添加した浴では, 電着量から計算した電流効率は, 基本浴の 30% から 5% に減少した。コバルトを添加してゆくと, メッキ面に黒色析出物が現われる。黒色析出物は, 電流密度が低い場合には, 素地の周辺部に現われるが, 電流密度上昇とともに中央部にまで移行し, 全体が黒色になる。コバルトを約 2.7 g/l 添加した浴では, 電流密度約 10 A/dm² 以上になると, 周辺部に黒色物が現われる。一方, コバルト添加量を増すと, 黒色物発生の下限電流密度は低くなる。電着量も添加剤の増加および電流密度の上昇によって減少した。しかし, 電着量の減少とは逆に, 析出物中のクロムの含有量は, コバルト添加量の増加に伴って増し, コバルト 11.6 g/l 添加, 電流密度 30 A/dm², 浴温 50°C ではクロム含有量 61.6% に達した。クロムおよび鉄の析出量を, コバルト添加量を変えて同じ電解条件で比較してみると, 金属コバルトとして 0.5 g/l 添加したとき, 電着量は 38.7 mg, そのうちクロムが 2.7 mg, 残りを鉄とすると, 鉄は 36 mg であった。同様に, コバルトを 11.6 g/l 添加した浴では, 電着量 12.8 mg でクロムが

8 mg, 鉄が 4.8 mg であった。

硫酸マグネシウム添加浴では、金属マグネシウムに換算して 0.1~1.8 g/l を添加した。マグネシウム添加の場合にもコバルトの場合と同じく、添加量を増すと黒色を呈するようになる。電流密度を上げた場合も同様であるが、黒色を示さないマグネシウム添加範囲では、光沢面は荒レを生じ、さらに電流密度を上げるとハク離する。電流密度が低ければ、黒色、荒レは生じないが、電着面は光沢を示さず、光沢メッキを得ることができない。電流効率、光沢とも、マグネシウム添加に伴い直線的に減少し、マグネシウム添加量が 2 g/l 以上になると、ほとんど金属析出物は得られなくなる。クロムの含有量は、マグネシウム添加とともにわずかに増加する。マグネシウムを添加して金属光沢面を有する電着物が得られる範囲は、添加量 0.5 g/l 位までであり、それもわずかな電流密度の変化でも表面状態が変りやすい。

硫酸アルミニウムの添加は、光沢によい結果をもたらした(第2表参照)。硫酸アルミニウムは、金属アルミニウムとして 0.1~2.7 g/l 添加したが、添加量の増減では電流効率、クロム含有量ともに、たいした変化もなく、その差は数%であった。光沢は硫酸添加の基本とした浴から電着させたものを上回り、市販光沢クロムメッキの光沢を 100 とし、光沢計により測定した場合、硫酸添加の基本浴からの電着面が 65 であるのに対し、アルミニウム添加量 0.7 g/l、電流密度 30 A/dm²、浴温 50°C の条件で 75 の光沢を持つものが得られた。また、メッキ条件はアルミニウム添加浴は、硫酸添加の基本浴よりも幾分電流密度の低い 20~30 A/dm² 位で、よい電着面をえることができた。

3-5 カタサ

カタサは、明石製作所製マイクロビッカースカタサ計を使用して測定した。各メッキ浴、メッキ条件ではほと

第2表 硫酸アルミニウム添加の影響

硫酸アルミニウム添加量 g/l	電 流 値 A	電流密度 A/dm ²	クロム含有量 %	電流効率 %
1.6	4.0	25	41.2	13.5
	4.8	30	34.1	26.9
	5.6	35	38.4	21.6
9.0	4.0	25		22.5
	4.8	30	48.0	25.0
	5.6	35	26.4	28.2
17.0	4.0	25	33.7	17.6
	4.8	30	36.7	18.5
	5.6	35	29.0	20.1
34.0	4.0	25	30.2	22.4
	4.8	30	32.8	20.6
	5.6	35	35.0	21.3

んど差はなく、白金陽極の場合で 750~1000、ステンレス陽極で 700~850 位であり、硬質クロムメッキに匹敵しうるカタサをもっている。ただし、カタサ測定に供した試料は、クロム含有量 15~30%、厚ミ 15 μ 以上のものである。

4. 考 察

4-1 硫酸およびスルファミン酸の影響

硫酸添加の場合、硫酸 100 g/l 以上添加するとメッキの電着量が減少し、相対的に電流密度の低い部分はほとんど電着しなくなる。これは、酸の腐食性によって、金属が析出しにくくなる可能性をもっていると考え、硫酸より腐食性の少ない酸を用いたならば、少しは電流効率を高めうるのではないかと考えた。また、酸の添加による影響は、陰イオンの mol 数によるものか、pH によるものかを知るために、硫酸によく性質が似ており、硫酸が二塩基酸であるのに対して、一塩基酸であるスルファミン酸を添加して、両者のメッキにおよぼす影響を調べた。たとえば、Cr(Urea)₆Cl₃⁶⁾ の系統のような (Cr(Urea)₆)₂·(SO₄)₃ などの形をとるとすれば、酸の陰イオン濃度による最適条件の変化がみられるはずであり、pH による因子の方が大きければ、pH 値による一致がみられるものと思われる。また、電着表面上に拡散してきた金属結晶単位が、安定化する前に、浴中の酸に侵されるかどうかは、ステンレスに対する腐食性が、硫酸の 1/10 程度といわれているスルファミン酸を使用すれば、いくらかの差が生ずるものと思われる。

結果は、第1図にみられるように、同 pH 値のところでは、ほぼ同じような結果が得られた。クロムの含有量も第2図のように同様な結果であった。この結果から、酸陰イオンの量よりも、pH の方がより電流効率などに関係が深いものと思われる。また、拡散金属結晶単位が、結晶面に安定化する前に溶解するかどうかの問題も、ほとんど考慮しなくてもよいといえる。

また、硫酸添加の効果としては、3 価の鉄の発生を防止する意味もある。鉄—クロムにかぎらず、鉄—ニッケルの合金の場合においても、pH の高い場合は、液が電解するにしたがってカッ色になり、多い場合には沈殿を生ずる。第一鉄塩を用いてメッキを行なうときには、Fe³⁺ が容易に生ずるが、Fe²⁺ の酸化は、pH が低いほどおそいといわれている⁷⁾ ので、できるだけ低い pH でメッキを行う方が、液の安定性の上からも望ましいし、電流効率を鉄イオンに限って考える場合にも有利である。

また、硫酸クロムからのクロム電着においては、3 価のクロムイオンの還元により、2 価のクロムイオンを生じ、この 2 価のクロムイオンが電気化学的に金属クロムとして析出し、この際、3 価クロムから 2 価クロムへの

電解浴の組成

硫酸第一鉄	83 g/l
硫酸クロム	140 g/l
尿素	180 g/l
硫酸アンモニウム	265 g/l
硫酸	30~50 g/l
pH 1.8	浴温 40~50°C
電流密度	30A/dm ²

写真 1 (×1000)

電解浴の組成

基本浴に
硫酸アルミニウムを金属アルミニウムとして 0.8 g/l 添加のもの
作業条件は写真 1 と同様

写真 2 (×2000)

有力な部分は、発生機の水素によるものといわれている⁸⁾。電気分解による水素の発生においては、溶液の酸性度がある程度大きいほどよいので、硫酸の添加はこの意味でも電流効率に影響するものと思われる。

4-2 無機金属添加剤の効果

3価クロム溶液からのクロムメッキ、および鉄メッキにおいて、マグネシウム、マンガン、アルミニウムなどの金属イオンを添加する方法がいくつか報告されている^{9), 10), 11)}。そこで、鉄—クロム合金にこれら金属イオンがどのような影響をおよぼすかを検討してみた(写真1, 2)。

実験結果で示したとおり、マグネシウム、コバルト、アルミニウムのうちでは、アルミニウムがよい結果を与え、他の2種は表面状態を悪くさせた。しかし、コバルトの添加では電着物は黒色化し、電着量も減少したが、クロムと鉄の析出量、析出比とも大きな変化がみられた。同条件において、金属コバルトとして 0.5 g/l 添加した浴では、鉄が 36 mg, クロムが 2.7 mg の電着物が得られ、コバルト 11.6 mg/l 添加した浴では鉄が 4.8 mg, クロムが 8 mg であった。コバルト添加によって電着絶対量は減っているが、クロムの析出量は、むしろ増えている。コバルトが鉄の析出をおさえるとすれば、鉄—コバルト系のメッキは析出しにくいので、本浴のクロムにかえて硫酸コバルトを添加して電着量を調べてみた。電着量は、コバルトの添加量とともに直線的に増加しており、鉄—コバルト系のメッキでは、コバルトによって鉄の析出は、特に阻害されない結果が得られた。実験結果からは、クロムの入ったこの浴においては、コバルトの添加は、鉄の析出に悪影響をおよぼすといえる。

5. 浴 の 管 理

ピーカーテストでは、温度、pH ともにメッキの光沢に大きな影響を与える。pH の変化は電流効率に特に関係し、高い pH では浴そのものにも変化を与え、pH 2.0

以上では、電解によって浴がカッ色になる。鉄—ニッケルの電解においてもいえるが、鉄分の多いメッキ浴では、pH 1.8 以上でカッ色も呈するので、クロムとの混合浴においても、液がカッ色になるのは、3価の鉄分の増加が原因であると思われる。3価の鉄分が増加すれば、電流効率は当然減少するので、高 pH 浴での電解における電流効率の低下は、3価の鉄分による因子が含まれているものと思われる。

浴の老化性についての実験は行っていないので、長期間にわたって

の浴の変動のデーターはないが、本浴では、pH と温度の管理が重要である。ピーカーテストにおいて、電解中に電着面に荒レが生じたり、クモリがみられることがたまに起こるが、この場合の多くは、温度の変動か、液の減少による pH の変化がその原因であった。最適の pH、温度範囲は、pH 1.8~2.0、浴温 40~50°C が適当で、この範囲に調整を行えば、光沢あるメッキを得ることができる。浴温の上限は 55~60°C、下限は 35°C 位である。高温の場合は、メッキ表面が荒れ、クラックを生じやすく、低温の場合には光沢がなくなり乳白色を帯びてくる。さらに低温においては、結晶性沈殿を生ずるおそれがある。pH は、上限 2.2、下限 1.7 位であり、高い場合は金属光沢が得られず、低い場合には荒レが生ずることが多い。さらに高い場合は、電解によって浴がカッ色になり、pH の低い場合と同様に電流効率が下る。

6. 自動装置を用いた実験

以上の実験に用いた浴組の浴で、各槽容量 45 l の台車式、銅、ニッケル、クロム自動装置(写真3)を用いてメッキを行なった。装置は、アルカリ脱脂、電解脱脂、

写真 3

銅ストライク、光沢銅、半光沢ニッケル、光沢ニッケル、クロムメッキを行う槽をもつもので、合金浴はクロムメッキ槽を用いた。合金メッキは、銅、ニッケルメッキを行なった上に電着させ、電解時間、電流密度を変えて実験を行ない、ビーカーテストと比較した。

適正電流密度は、ビーカーテストでは、硫酸アルミニウムを添加しない浴が 35 A/dm^2 、硫酸アルミニウム添加浴が $20 \sim 30 \text{ A/dm}^2$ 付近であったのに対し、自動装置では $10 \sim 20 \text{ A/dm}^2$ が適正電流密度であった。硫酸アルミニウムの添加の有無にかかわらず、 15 A/dm^2 付近が最適で、ビーカーテストで用いた 35 A/dm^2 以上では、周辺に黒色の焼ケ、および針状または樹枝状の結晶が析出した。電解時間による変化は、電解時間が長くなると光沢を失い、 10 min 以上の電解では、 $10 \sim 35 \text{ A/dm}^2$ 間 5 A/dm^2 おきに電解を行なったが、いずれの電流密度においても良好な結果は得られなかった。これは、ビーカーテストではみられなかったことである。逆に 1 min から 3 min 位の短い電解時間では、いずれの電流密度でも、ほぼ似たような光沢をもったメッキが得られたが、ビーカーテストで得られた光沢には及ばなかった。管理面では、温度コントロールがラフですみ、 $30 \sim 60^\circ\text{C}$ までの範囲でも、ビーカーテストのような差はみられず、また短時間のメッキでは適正電流密度範囲も広いという利点があった。

7. ま と め

鉄—クロム合金メッキが、尿素有量に含む硫酸塩浴からえられることは知られているが、その浴条件や各添加剤の影響を本実験により知ることができた。鉄—クロム合金メッキの浴条件、電着物の性状は次のとおりである。

硫酸第一鉄	83 g/l
硫酸クロム	140 g/l

尿 素	180 g/l
硫酸アンモニウム	265 g/l
硫 酸	30~50 g/l
pH	1.8 硫酸で調整
浴 温	40~50°C
電流密度	ビーカー 35 A/dm ² 45 l 槽 15~20 A/dm ²
電着物	
クロム含有量	20~25% (添加剤なし) 30~40% (アルミニウム添加)
電流効率	20~30%
ビッカースカタサ	700~1000
光 沢	アルミニウム添加浴では鏡面光沢

ビーカーテストでは、十分に使用に耐えうる電着物をえることができたが、45 l 槽の自動装置では、ビーカーテストの結果には及ばなかった。(1968-4-16 受理)
(昭和40年11月26日、本協会第32回学術講演大会、昭和41年6月21日、本協会第33回学術講演大会にて発表)

文 献

- 1) F. Spencer, Metal Fin., **60**, No. 2 (1962)
- 2) A. Brenner, Electrodeposition of Alloys, **2** (1963)
- 3) 伏屋, 佐々木, 工化, **33**, 1325, 1328 (1930)
- 4) 吉田, 特許公報, 2107 (1959)
- 5) 吉田, 工化, **53**, 319 (1950), **56**, 220 (1953), **56**, 647 (1953), **56**, 385 (1953), **57**, 698 (1954), **58**, 86 (1955), **58**, 8 (1955)
- 6) Penland, Mizushima, J. Am. Chem. Soc., **79**, 1575 (1957)
- 7) 川崎, 水本, 本誌, **13**, 464 (1962)
- 8) 吉田, 工化, **58**, 8 (1955)
- 9) T. Electrochem. Soc., **84**, 305 (1943)
- 10) Chemical News, **18**, 133 (1968)
- 11) U.S. Pat. 2693444 (1954)

塗料・プラスチック・ゴムの ウェザリングに関する規格資料類集 第2集 (1964~1966) 発行

このたび、本会有機皮膜部会では同部会資料小委員会の編集により「塗料・プラスチック・ゴムのウェザリングに関する規格資料類集」第2集を発行いたしました。

この類集には、有機皮膜材料のウェザリングに関する世界各国の文献・規格・資料について抄録したもので、関係各位にはたいへんお役に立つものと確信しております。なお、発行部数に限りがありますので、入手ご希望

の向きは下記様式にて、代金を添えて至急お申し込み下さい。

体 裁 タイプオフセット印刷 (9ポイント)
B5版 約170ページ

頒 価 1部 2,000円 (送料共)

発 行 者 金属表面技術協会・有機皮膜部会

申込方法 下記様式にて所定事項記入の上、代金を添えてお申し込み下さい。

※電話・ハガキなどによる申込はご遠慮下さい。

申 込 先 東京都千代田区神田岩本町2 共同ビル
金属表面技術協会 有機皮膜部会

※申込書書式は前号参照