アルミニウム合金の添加元素が鉄に対する 濡れに及ぼす影響

堀 口 貞 雄*・大 野 篤 美*

Effect of Alloying Elements on Spreading Aluminium Alloy over Iron

Sadao HORIGUCHI* & Atsumi OHNO*

The pieces (3mm ϕ ×5mm) of aluminium alloys containing Ag, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, In, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Si, Sn, Te, Ti, Tl, Zr were put respectively on the iron dish with KF-54.2% AlF flux and heated at 680°C for 2 min in an electric furnace.

The area of aluminium alloy spreaded over the iron dish were measured by the planimeter.

As a result, Bi was the most effective element for spreading aluminium alloy over iron.

1. 緒 言

一般にアルミニウムメッキ法は溶融アルミニウムまたはアルミニウム合金中に鉄鋼を浸セキして、その表面をアルミニウムあるいはアルミニウム合金で被覆し、その耐食性および耐高温酸化性を改善せんとするもので、アルミニ化鋼に要求される主な点は次のとおりである。

- i) ピンホールのできないこと。
- ii) 加工性が良いこと。
- iii) メッキ層自身の耐食性が良いこと。
- iv) 鉄素地とメッキ層との間の電池構成による腐食が少ないこと。
- v) メッキが均一であること。

上記の条件を満足させるためには次のような研究が必要と考えられる。

- A. 適当な前処理法を見出すこと。
- B. 適当なアルミニウム浴組成を見出すこと。
- C. 適当な浸セキ条件を見出すこと。
- D. 適当な後処理を施すこと。

著者らはB項について研究を試みたが、B項はさらに次のように分けて考えられる。

- 1) 優れた耐食性を与える 適当な浴組成を見出すこと。
- 2) 濡れに効果のある添加元素を見出すこと。

今回は特に後者について報告する。

一般にアルミニウム浴に鉄を浸セキする際にはゼイ弱な中間層をできるだけ薄くし、しかもアルミニウムが均一に平滑にかつ迅速に鉄を濡らさなければならない。

一般に中間層の厚さは主としてアルミニウム浴の成

分、粘性、および温度、浸セキ時間、引上げ速度、冷却速度などに関係していると言われ、中間層の成長については多くの研究がなされている。

中間層に対する各種の溶添加元素の影響は Sb, Be, Bi, Cd, Ca, Cr, Co, Cu, Ge, Pb, Mg, Mn, Ni, Si, Ag, Sn, Ti および Zr について行なわれた実験の結果、Si, Cu, Be のみが中間層の厚さを50%以上減じ、Si および Be は中間層のカタサを減じ被覆を改善し、Be は Si よりさらに効果的であったが、Bi, Ca, Cu, Ge, Mg, Ni, Si, Sn, Zr は純アルミニウムメッキの外観に比べて好ましいものでなかったことが報告されている^{1) 2) 3) 4)}。

しかしながら濡れに対するこれら元素の影響については、ほとんど報告を見ることができない。

鉄に対するアルミニウムの濡れは浸セキの際のアルミニウムと鉄間における界面張力やその際のアルミニウムの粘性などに左右されると考えられるが、著者らはまず鉄に対し、いかなる元素を添加されたアルミニウム合金が、濡れに対しより優れた効果があるかを、以下に述べる方法で検討した。

2. 実験装置および方法

本実験においては種々の元素を少量添加した一定体積を有するアルミニウム合金の試料を作り、鉄皿上に一定量のフラックスとともに載せ、これを電気炉中に水平に挿入し短時間保持後引出して鉄皿上でのアルミニウムの濡れ拡がり面積を測定する方法を用いた。

まず約 20g の純度 99.99% のアルミニウムを黒鉛ルツボで溶解し、これに第1表のような種々の元素を添加し、直径3mmのアルミニウム合金棒を铸造し、これを約5mmに切断し、両面をさらにヤスリで仕上げ、マイクロメーターで測定し正しく5mmになるようにした。

* 千葉工業大学 (千葉県習志野市谷津)
Chiba Institute of Technology

第 1 表 濡れ面積の測定結果

添 加 元素名	添加 %	濡れ面積の測定値 (cm ²)			平均面積 (cm ²)	面積比
		A	B	C		
Al		6.3	6.5	6.7	6.5	1.0
Ag	0.5	7.4	8.4	6.8	7.6	1.1
Bi	1.0	7.3	12.2	5.1	8.2	1.3
Bi	0.5	12.1※	7.0※	8.9※	9.3※	1.4※
Bi	0.3	10.6	10.1	9.0	9.9	1.5
Bi	0.1	6.9※	9.3※	9.6※	8.6※	1.3※
Bi	0.05	11.8※	8.4※	9.6※	9.9※	1.5※
Bi	0.01	5.4	7.4	6.6	6.5	1.0
Be	0.2	4.2	4.4	6.0	4.9	0.8
Ca	0.5	8.9	8.5	7.5	8.3	1.3
Ca	0.1	5.7	4.5	7.1	5.8	0.9
Cd	1.0	5.2	4.5	4.3	4.7	0.6
Cd	0.5	8.9	8.5	7.5	8.3	1.3
Cd	0.1	6.9	5.2	5.6	5.8	0.9
Co	100	6.5	4.7	6.2	5.8	0.9
Co	0.5	3.1	3.2	4.0	3.4	0.5
Co	0.1	4.4	5.9	5.2	5.2	0.8
Cr	1.0	3.5	4.0	2.7	3.4	0.5
Cr	0.5	5.0	7.9	6.0	6.3	1.0
Cr	0.1	7.0	6.2	6.0	6.4	1.0
Cu	2.0	4.3	3.1	2.7	3.4	0.5
Cu	1.0	9.1	6.3	8.2	7.9	1.2
Cu	0.5	6.5	6.3	9.1	7.3	1.1
Cu	0.1	2.3	5.6	4.1	4.0	0.6
In	0.5	10.0	8.2	7.0	8.4	1.3
In	0.1	7.2	6.8	9.5	7.8	1.2
K	1.0	6.6	5.5	5.5	6.2	0.9
K	0.1	6.0	5.7	8.0	6.5	1.0
Li	1.0	8.0	7.9	6.0	7.3	1.1
Li	0.1	6.7	4.8	9.4	7.0	1.1
Mg	1.0	5.9	6.0	5.0	5.6	0.8
Mg	0.5	7.1	8.0	7.5	7.5	1.2
Mg	0.1	6.8	9.0	8.2	8.0	1.2
Mn	0.5	5.3	6.0	5.0	5.4	0.8
Mn	0.1	8.4	7.5	7.7	7.9	1.2
Mo	0.5	7.2	7.2	5.0	6.6	1.0
Mo	0.1	5.5	3.8	3.0	4.1	0.6
Na	1.0	6.5	5.8	5.4	5.9	0.9
Na	0.1	7.2	7.0	5.4	6.5	1.0
Ni	2.0	4.0	5.9	4.8	4.9	0.8
Ni	0.5	6.9	5.5	6.4	6.3	1.0
Ni	0.1	5.0	5.3	5.7	5.3	0.8
Pb	0.5	5.1	9.7	7.8	7.5	1.2
Pb	0.1	6.1	6.3	8.0	6.8	1.0
Sb	1.0	3.2	3.5	3.5	4.6	0.7
Sb	0.5	4.5	6.5	4.2	5.0	0.8
Sb	0.1	7.8	6.6	10.4	8.3	1.3

添 加 元素名	添加 %	濡れ面積の測定値 (cm ²)			平均面積 (cm ²)	面積比
		A	B	C		
Se	0.5	8.8	7.9	8.2	8.3	1.3
Se	0.1	8.6	8.2	8.0	8.3	1.3
Si	1.0	4.8	4.8	4.3	4.6	0.7
Si	0.5	5.4	5.3	5.5	5.4	0.8
Si	0.1	6.2	6.8	5.7	6.2	1.0
Sn	1.0	3.3	3.9	3.4	3.5	0.5
Sn	0.5	3.3	4.5	4.7	4.1	0.6
Sn	0.1	6.2	5.7	6.1	6.0	0.9
Te	0.5	5.8	7.0	6.5	6.4	1.0
Te	0.1	5.5	2.8	2.5	3.5	0.5
Ti	1.0	5.5	6.8	5.9	6.1	1.0
Ti	0.5	4.9	5.6	4.5	5.0	0.8
Ti	0.1	9.7	7.7	7.1	8.2	1.3
Tl	0.5	6.5	6.7	5.7	6.3	1.0
Tl	0.1	7.0	6.8	5.2	6.3	1.0
Zr	1	4.5	4.7	4.9	4.7	0.7
Zr	0.5	4.6	4.7	4.3	4.5	0.7
Zr	0.1	3.4	4.9	3.2	3.8	0.5

* 印 アルミニウム合金がいくぶん鉄皿のふちにまで上ってしまったもので、実際の濡れ面積はこの値よりいくぶん大となる。

また使用した鉄皿は厚サ 0.5mm の鉄板 (C 0.07%, Mn 0.35%, P 0.08%, S 0.033%) を一辺 57.5mm の正方形に切断し、深サ 3mm、直径 50mm の皿状にプレスした。プレスした皿は 1 番のエメリペーパーで表面を研磨し、さらにシンナーおよび 10% NaOH 水溶液で脱脂処理を行なった。

この鉄皿上にフラックスとして KF-54.2% AlF₃ を 2g 均一になるようにのせ、その中央に上記アルミニウム合金の試料を置き、次にこれを第 1 図のような電気炉中に挿入した。アルミニウムメッキに際し、成形性を良好ならしめるためにはゼイ弱な合金層の成長は最小に留めねばならない。そのためには鉄をアルミニウム浴に浸セキする場合、アルミニウム浴の温度はその融点 660°C

第 1 図 加 熱 炉

に近いことが必要で、かつより短い浸セキ時間が必要と考えられる。しかしながら融点にきわめて近い温度では、アルミニウム合金の濡レを短時間に明確に比較することが困難であったため、実験操作上 680°C で加熱時間を 2min に一定した。なお鉄皿上の温度が常に 680°C になるように炉内の温度を調節した。2min 間炉中で 680°C に保持した鉄皿は直ちに水平に保ちつつ炉外に取出し、空冷後フラックスを除去し、アルミニウム合金の濡レ面積をプランメーターで測定した。

3. 実験結果と考察

以上に述べた方法によって、鉄皿上におけるアルミニウム合金の濡レ面積を測定した結果は第 1 表である。表に示す面積比は純アルミニウムの濡レ面積を 1 として示したものである。なおここで Li, Na, K はアルミニウムに添加する際に浮上燃焼し溶入が困難であったため、希望する添加量が得られず、処理程度の合金しか得られなかったと思われる。また表中※印を付したものは、実際の濡レ面積が表の値よりいくぶん大になると考えられるが、比較の大勢にはさほど大きな変化をあたえないと考える。

本実験の結果少量の Bi の添加がアルミニウムの濡レに特にいちじるしい効果のあることが明らかになった。Bi は 0.05% の添加で、すでに純アルミニウムによる濡レ面積の 1.5 倍を示した。Bi-Al 系合金は偏晶反応を有し 271°C の低温まで液相が存在するために、良く濡れたのではあるまいかとの想定にもとずき、同様の合金状態図を有する Cd, In, K, Na, Pb, Tl を選んで同様の実験を試みたが、必ずしも偏晶反応と濡レとの間になんらかの関係があるような結果は得られず、また Bi ほどの効果を示すものは見出せなかった。それゆえに Bi 添

加による優れた濡レは単に液相が低温まで存在すること以外に、Bi の添加のためにアルミニウム合金の表面張力がいちじるしく小になったことが大きな原因のように考えられる。この Bi 添加の効果の理由についてはさらに今後の研究にまたねばならないが、鉄に対するアルミニウムの溶融メッキに際し、少量の Bi 添加浴の使用により浸セキ温度をアルミニウムの融点近くにまで下げることができ、さらに浸セキ時間をいちじるしく短縮することが可能となり、中間層のきわめて薄いアルミナイズド鋼の製造を容易にするとともに生産能率を高めることができると考える。

4. 総 括

鉄に対するアルミニウムの溶融メッキに際し、鉄に対するアルミニウム合金の濡レに効果のある添加元素を見出すために、直径 50mm の鉄皿上に KF-AlF₃ 2g とともに直径 3mm、長さ 5mm のアルミニウム合金試料を置き、680°C に 2min 間加熱した後、鉄皿上でのアルミニウム合金の濡レ面積を比較し、アルミニウムに対する少量の添加元素が、濡レにいかなる影響をあたえるかを調べた結果、少量の Bi の添加がアルミニウム合金の濡レにいちじるしい効果のあることを知った。

(1959. 6. 4 受理)

文 献

- (1) P. T. Stroup and G. A. Purdy, Metal Progress, **59**, Jan. (1950)
- (2) W. Hodge, Materials & Methods, Sept. (1951), 95-96.
- (3) J. B. Russell, Steel, July 14 (1952), 100
- (4) D. O. Gittings, D. H. Rowland and J. O. Mack, Materials & Methods, Dec. (1950), 110

第 6 回 ポーラログラフ 討 論 会

共催 日本化学会・電気化学協会・日本分析化学会
期日 昭和 34 年 10 月 26 日 (月), 27 日 (火)
場所 京都大学楽友会館 (京都市左京区近衛通)

討論会内容

第 1 日 (26 日) (10.00—17.40)

特別講演 “Complexones and Some Complex-forming Compound in Polarography”

Dr. R. Pribil

一般討論 13 題

第 2 日 (27 日) (9.00—16.50)

I 分子構造とポーラログラフイー 8 題

II 吸着と電極反応

カドミウムシアン錯イオンの還元及ぼす各種添加剤の影響……………阪府大工

光沢ニッケルメッキの添加剤のポーラログラムに及ぼす影響……………阪府大工

他 8 題

談話会 「自動計測および制御と電気化学的測定法」 (16.50—17.40)

第 3 日 (28 日) 見学会と園遊会は腐食防食討論会と合同, (本号 38 ページ参照)

○林 忠 夫
前 田 憲 男
石 田 武 秀
石 田 武 男