

### アルミナイズド鋼(高温浸漬法)に関する研究 : 合金層の生成に関する諸問題

KAWAKITA, Kimio / 川北, 公夫

---

(出版者 / Publisher)

法政大学工学部

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

Bulletin of the Faculty of Engineering, Hosei University / 法政大学工学部  
研究集報

(巻 / Volume)

6

(開始ページ / Start Page)

11

(終了ページ / End Page)

16

(発行年 / Year)

1969-03

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00004251>

# アルミナイズド鋼 (高温浸漬法) に関する研究 合金層の生成に関する諸問題

川北公夫 (機械工学科教授)

## Research on Hot-Dipped Aluminized Steel Especially on Questions concerning Allor-Layer

Kimio Kawakita, *Professor*

### Synopsis

The development of an alloy layer on aluminized steel surface is studied when a pure iron ( $C=0.02\%$ ,  $Si=0.15\%$ ,  $Mn=0.015\%$ ,  $P=0.02\%$ ,  $S=0.016\%$ ) is used as base metal. The result is summarized as follows:—

- 1) In case of dipping at low temperature ( $680^{\circ}\text{C}$ ), the clear-cut front line of zig-zag shaped alloy is observed, because of substantially ill-balanced resistance of base metal against molten aluminum diffusion.
- 2) In case of the dipping temperature above  $750^{\circ}\text{C}$ , above mentioned resistance against molten aluminum diffusion is rapidly lowered and the tendency to disappearance of the zig-zag structure is observed.
- 3) In practice, in order to gain the tight alloy layer, it is advisable to dip the base metal as low temperature as possible.

The moderate dipping time is considered to be 2 or 3 minutes.

### 1. 緒 言

アルミニウムが実用化されてから僅か数年後の1893年に、鉄鋼表面をアルミニウムで被覆する方法特許が公布されている。それ以来開発されてしかも実際に利用の出来るアルミニウム被覆方法は非常に多い。1914年アメリカで開発されたカロライズ法 (Calorizing Process) というのは、鉄鋼表面にアルミニウムを滲透させる一種のセメンテーション法 (Cementation Process) で、亜鉛を滲透させるシェラダイジング法 (Sheradizing Process) とよく似ている。其他メタリコン法や、鉄鋼板とアルミニウム板を合せて冷延する事により2金属を圧接するMetal Claddingや、真空蒸着法 (Vacuum Evaporation Process) とか熔融電解メッキ法などが開発されたが、実用化された諸方法の中で最も簡単で経済的なのは、現今、わが国で広く行はれている高温浸漬法 (Hot-Dipping Process) である。この方法では、アルミニウム浴上に、加工されるものの表面

酸化を防ぐ意味でいわゆるフラックス (Flax) が浮かせてある。これらのフラックスにも数多くの種類が実用されているが著者等の使用したフラックスは、 $\text{NaCl}=40\%$ 、 $\text{KCl}=40\%$ 、 $\text{NaAlF}_6=20\%$  の配合のものであった。試料の浸漬温度は、 $680^\circ\text{C}$ 、 $700^\circ\text{C}$ 、 $750^\circ\text{C}$ 、 $800^\circ\text{C}$ 、 $830^\circ\text{C}-815^\circ\text{C}$  の5段階とし、浸漬時間は、10秒、20秒、60秒、120秒、180秒の5様に変化させた。各試料の作製諸条件を第1表に示した。

Table 1. Test pieces and their preparation conditions

Fig. 1: Assembled Microscopic Photograph of Alloy-Layer of Test-Pieces.

試料 No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
浸漬温度 $^\circ\text{C}$	830	830	830	830	830	800	800	800	800	800	750	750	750	750	750	700	700	700	700	700	680	680	680	680	680
浸漬時間 Sec	10	20	60	120	180	10	20	60	120	180	10	20	60	120	180	10	20	60	120	180	10	20	60	120	180

## 2. 結 果

顕微鏡下で合金層の厚さを測定する場合、同一の条件下で4枚ずつ浸漬した試料のうちの1枚につき4カ所ずつ測定し合計16カ所測定した厚さの平均値をもってその時の合金層の厚さとした。実験に使用した試料の顕微鏡写真を総括すると次のようである。

各試料のアルミニウム浴浸漬温度に対する合金層の厚さ、浸漬時間に対する合金層の厚さを図示すると、第2図、及び第3図のようになる。



Fig. 1. Assembled Microscopic Photograph of Alloy-Layer of Test-Pieces. (150倍)

Fig. 2: Relation between Dipping-temperature and Alloy layer of Fe-Al

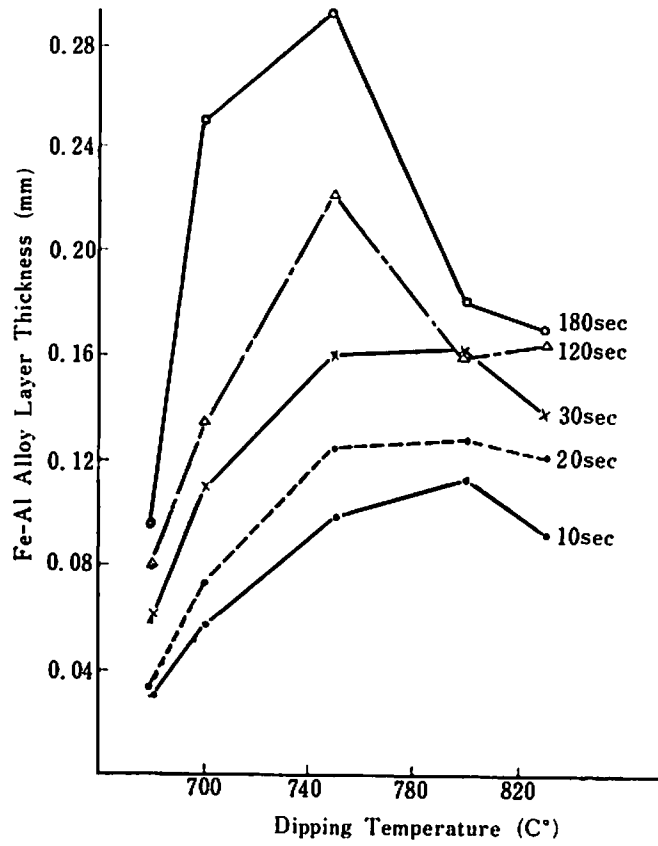
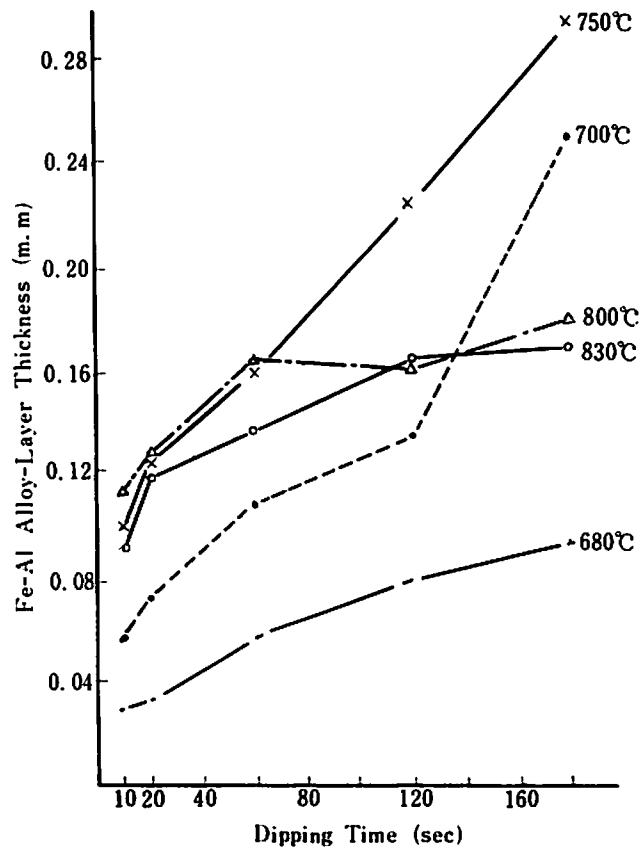


Fig. 3: Relation between Dipping-time and Alloy-layer of Fe-Al



## 2. 考 察

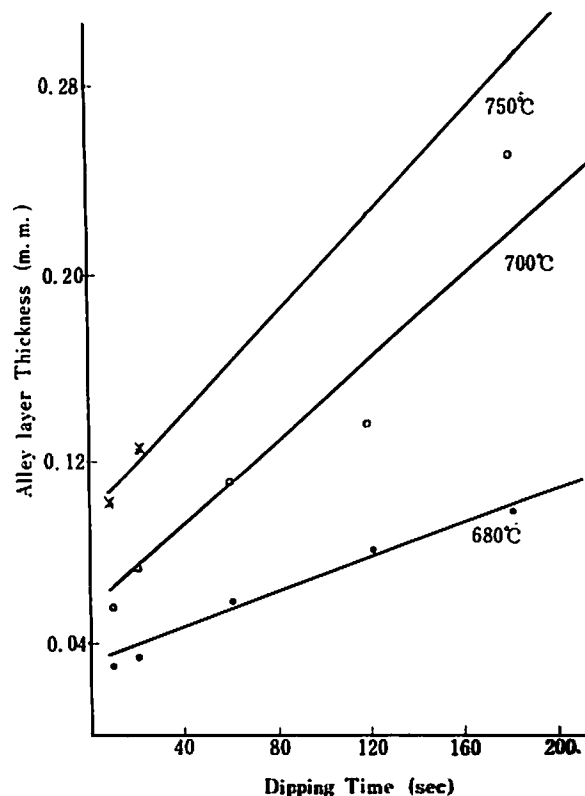
浸漬温度680℃の場合(写真No.21~No.25) 浸漬時間10秒のものより浸漬時間20秒のものの方が約2倍の層厚となり、60秒になればその合金層の厚さは約3倍程度になり、浸漬時間と層厚とはほぼ比例的関係を示す。しかし浸漬時間が120秒、180秒のように長くなるにつれて、写真にも見られるように合金層のいわゆるジグザグ組織は次第に粗大化する。このような傾向は、680℃、700℃、750℃、800℃と順次浸漬温度を高くすると、浸漬時間が一定の場合でも層厚の差はつげにくくなる。前述の通り、浸漬温度の低い場合(例えば680℃のとき)、浸漬時間が180秒であっても、ジグザグ組織は粗大とはなるけれども境界線ははっきりしている。

浸漬温度700℃の場合(写真No.16~No.20)に見られるように、浸漬時間10秒における合金層の発達速度は、浸漬温度680℃の場合の2倍以上(写真No.21)の速度と見てよい。浸漬温度700℃で浸漬時間が60秒となると、合金層の組織にみだれが生じ、そのみだれが広がると共に、ジグザグ組織も粗大化する(写真No.18~No.20)、一般に低温でジグザグ組織は明確であるけれども、高温になるにしたがって境界線のジグザグは消失していく傾向である。(写真No.11とNo.21)(写真No.11~No.15)。

低温(680℃)におけるジグザグ組織は、合金層の拡散状態をあらわしている。高温となるにしたがって、拡散しやすくなりしたがってジグザグ組織が消失する傾向を示すのである。

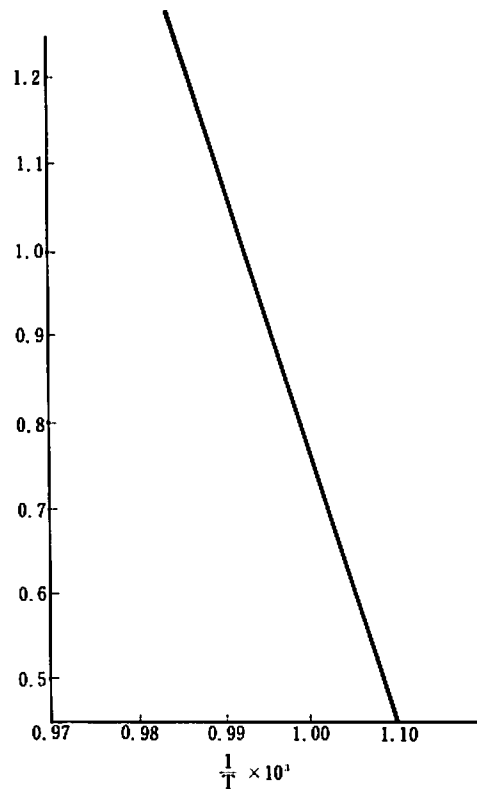
実際に鉄鋼素材をアルミナイズ加工する場合、堅微で充実した合金層を得るためには、上記写真でも判るようになるべく低温で浸漬し、浸漬時間も2分ないし3分程度がよい。

Fig. 4. Relation between Dipping Time and Alloy-layer Thickness



次に680℃, 700℃, 750℃の3つの場合につき,融けたアルミニウムが鉄鋼の内部に拡散するときの活性化エネルギーを第4図,第5図によってArrheniusの式から求めると50.2Kcalとなった。但し第5図の縦軸のkは合金層の0.16mmにおける浸漬時間の逆数であり,Tは絶対温度である。この活性化エネルギーは,活性化拡散のエネルギーとしては妥当な数値であると考えられる。

Fig. 5: Relation between k and T at the Thickness 0.16mm of Alloy-layer



### 3. 総 括

- 1) 純鉄素材をアルミナイズ加工する場合,浸漬温度の低いとき(680℃)には,素材表面よりのアルミニウムの拡散には相当の抵抗を受け活性部分を求めて不規則な拡散を行い,拡散前線に明確なジグザグ模様を現わす。
- 2) 浸漬温度750℃以上になると,アルミニウムの拡散に対する抵抗が急速に弱まって,ジグザグ組織は消失する傾向を示す。
- 3) 堅緻な合金層を得たいときは,出来る限り低温で作業を行い,浸漬時間は2分ないし3分程度を適当と考える。

終りに臨み,本研究を行うに当り日本大学生産工学部の駒津義明氏の御尽力を感謝します。また日本金属工業株式会社常務取締役水野誠氏の御援助を得た事を記し,あらためて深い感謝の意を表する。

## Reference

- 1) H. Röhying: Zeitschrift für Metal Kunde. 1934
- 2) E. J. Groom: Sheet Metal Industries, 1937, July. 611~613.
- 3) H. Röhring: Hot-dipped Aluminum Coating on Iron
- 4) D. O. Gittings D. H. Trans A. S. M. 1951×L111. 587
- 5) P. T. Stroup and G. A. Durdy Metal Progress, 1950. Jan 57 59.
- 6) Morinaga. Kobayashi. Matsumoto: "Basic Research or Aluminiged steel Making" Keikinzoku, No. 4, 1952. P.125
- 7) M. Alferieff: Comptes rendus. 1942, 215 (19)433-435
- 8) " : Metaux, 1945. May, 20 (237)60~67
- 9) Morinaga. Kato. Nakashima: "Research on Aluminized steel by Hot Dipping Method" Keikinzoku. No.19.1953.