

## 電氣亞鉛合金 鍍金 技術

廉 熙 澤

太陽金屬工業(株), 技術研究所長

경기도 안산시 성곡동 595번지

## Electroplating Technology of Zinc Alloys

Hee Taik Yum

Research Center, Tae Yang Metal Co., Ltd.

### 1. 전기아연합금도금에 대하여

최근 자동차 관련부품을 생산하는 데 있어서 수출과 더부러 鹽害對策의 일환으로 고내식성과 고내열성의 아연도금이 요청되게 되었다. 이 요청에 대응하기 위해서는 아연합금도금으로 해서 크로메이트를 하여 전체적으로 내식성 및 내열성을 크게 향상시키는 방법, 종래의 크로메이트 피막을 고내식성 피막으로 대체(녹색 크로메이트 등) 하는 방법, 카치온 전착도장을 하는 방법, 다크로메탈 처리를 하는 방법 등이 있으나, 자동차의 外製 鋼板用이나 부품에는 아연합금도금법이 제일 바람직하다.

처음 미국 US Steel에서 자동차용 외장에 두께의 조절 및 인산염피막으로 이러한 목적에 10여  $\mu\text{m}$ 의 순아연 전기도금을 사용하기 시작했으나 이 기술을 도입한 일본에서는 다음과 같은 이유 등으로 이것을 개량하여 아연합금도금으로 개선하였다.

- 1) 10 $\mu\text{m}$ 이상이나 되는 아연은 우선 2차 가공이 순조롭지 않다.
- 2) 스폫트나 매트 용접 때 구리로 된 전기용접봉이 아연과 합금이 되어 저항이 커지므로 자주 교체를 해야하는 불편이 있다.
- 3) 순아연은 磷酸鹽皮膜이 철강보다 잘 되지 않기 때문에 도장하지로서 문제가 있다.
- 4) 엔진부위나 마플러등에는 내열성이 요구되는데

일반 아연도금후의 크로메이트로서는 이에 만족을 주지 않는다.

자동차의 외장강판에 대해서는 절강공장에서만 고속고전류밀도(100A/dm<sup>2</sup>이상)의 전기도금방법으로 생산하고 있으므로 일반 전기도금공장에는 해당하지 않는다. 따라서 이에 대해서는 후에 제목을 달리하여 논하기로 하겠고 여기에서는 일반 전기도금공장에서 할수 있는 전기아연도금에 대해서만 논하기로 한다.

### 2. 아연-철합금도금

아연합금도금에서 현재 주로 아연-철합금도금을 많이 하고 있으며 이것은 내식성을 목적으로 한 것이고, 아연-니켈도금은 주로 내열성을 향상시키는데 많이 사용하고 있다. 이중 아연-니켈에서는 황산욕 또는 염화욕을 사용하고 있고 비교적 도금도 용이하다. 아연-철합금에서도 이러한 산성욕을 사용할 수 있고 철분이 7-25% 함유하게 되면 가장 내식성이 우수하다고 한다. 그러나 자동차에서는 그 후에 電鍍소재등의 도장을 하게 되므로 밀착향상을 위해 인산염피막을 하게 되고 따라서 이러한 철의 함량이 적합하나, 일반도금에서는 도금한 그대로 사용하게 되므로 크로메이트피막처리를 필연적으로 하여야 한다. 크로메이트피막을 하고자 할때는 철분이 1% 이상 아연에 합금되어 있으면 좋은 유색 크로메이트피막을 얻을 수 없고 또한 철분은

1% 이하의 함금을 시키는 데는 시안화욕에서는 철이온의 석출이 불가능하고 산성욕에서는 전류밀도에 따라 철의 석출비율이 크게 변화하므로 이들 두가지 액에서는 도금이 잘되지 않기 때문에 이러한 결점이 적은 징케이트욕을 기본으로하여 도금액을 만든 것이다. 종래징케이트액 중에는 철이온은 거의 용해하지 않고, 철이온을 첨가하면 철이 수산화물로 되어 침전하므로 알칼리도금액 중에서도 철이온이 안전한 착이온이 되도록 특수한 철의 착화물을 선정해서 넣어야 한다. 또 철의 도금액중의 함유량은 약 0.4% Fe로서 아연도금액에도 이와 비슷한 0.5% Fe가 들어가있게 한 것이다. 이와같이 특수히 만들어진 철-아연 합금도금액을 상품화한 회사는 일본에 3-4 회사가 있으나, 이중 제일 먼저 개발했고 또 제일 경험이 많은 日本表面化學(株)제의 스트롱징크(Strong-zinc)를 대상으로 다음과 같이 조사하였다. 왜냐하면 현재 재고를 갖고있고, 많은 사람들과 또 본인도 이 도금액을 사용하는 회사(일본)를 방문하였고 이 액의 관리방법도 쉽게 얻을 수 있었기 때문이다

2.1 아연·철합금도금액 조성과 작업조건

가. 액조성과 작업조건

여기서는 주로 상기의 스트롱징크액에 대해서 언급하기로 한다.

다만 광택제중 정지욕용, 회전욕용 및 보충용은 다음과 같다.

- 회전욕용 ZF-100A.....균일전착성용
- ZF-100B.....광택용

- 정지욕용 ZF-105A.....담 방지용
- ZF-105B.....광택용
- 기 타 베이스M.....철분과 착화제가 들어있는 첨가제(건욕용)
- 베이스F.....철분(Fe 20g/L, 보충용)
- 베이스R.....착화제(보충용)
- H-0624.....건욕시 조중용
- 양 극 철판 .....연철중 불순물이 적은것을 사용한다.

또한 유켄공업은 메타스 솔노라징크 AZ라고 하여, 아연-철합금 첨가제는 아래표와 같은 액조성에 착화제로서는 AZF-1을 100ml/1(Fe로서 역시 0.4g/1) 첨가하게 되어 있으며, 광택제로서는 AZA-1 10ml/1, AZB-1 3ml/1를 넣게 되어있고, DIPSON은 FZ-270이라고하여 락크용으로, FZ-272라고하여 바렐용으로 별도로 있으나, 제품화한 것은 아직 역사가 짧다. 나. 표준작업공정

작업공정은 징케이트형 아연합금과 차이가 없다.  
 즉  
 탈지→수세→수세→산세→수세→수세→수세→전해탈지(+ )→수세→수세→산중화→수세→수세→아연·철도금(3μ이상)→수세→활성화(농질산0.5%, 5초)→수세→크로메이트처리→수세→수세→마무리수세→건조(50-60℃열풍, 3-5분)

- 주) 1. 전처리는 징케이트형 아연도금과 같다.
- 2. 도금 후 수세까지의 공중 방치시간은 짧을수록 좋다(1분이내)

성분 및 항목	표 준	관 리 폭	
		회전욕	정지욕
아연화(g/L)	25	22-29	25-30
(Zn로서)(%)	(20)	(18-23)	(20-25)
NaOH(%)	130	120-150	120-150
베이스M(%)	100	90-100	90-100
(Fe로서)(%)	0.4	0.2-0.7	0.2-0.7
광택제			
ZF-100A(mL/L)	8	6-10	6-10
ZF-100B(%)	3	2-4	2-4
액 온(℃)	20	18-23	18-23
음극전류밀도(A/dm <sup>2</sup> )	2	0.5-3	2-3.5
여 과		연속여과	
교 반			음 극 진 동

2.2 필요한 설비

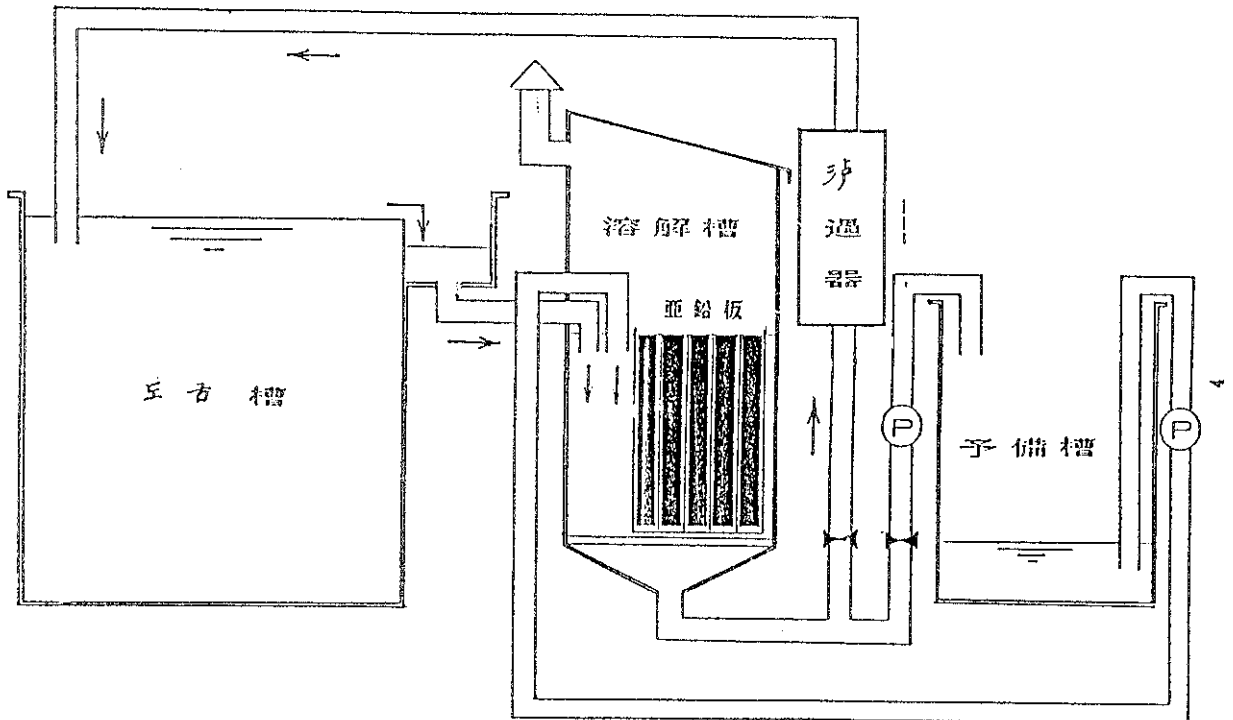
1) 설비내역

이 도금에 필요한 설비는 다음과 같다.

설비	내역
도금조	철조에 염화비닐 라이닝
아연용해조	철조에 염화비닐 라이닝
양극	철편(연철을 사용하되 불순물이 적은 것), 구리고리에 볼트로 조임
여과기	도금액의 순환은 2회/Hr이상의 능력이 있을것, 여과조제는 라디오라트
백풍장치	도금조, 용해조(용해조는 덮개를 하면 불필요)
냉각장치	징케이트유보다 약간 발열이 크다(약 20% 높다)
가열장치	전기히이터
바렌	회전수 5-6rpm, 구멍 3mm이상
음극진동 (정지유)	이동속도 3-5cm/sec. 진동폭(stroke)5cm이상

2) 도금조 및 용해조와의 배치도

그림 1은 합금도금에서 도금조, 용해조 및 이에 필요한 예비조의 배치를 나타냈다.



또 그림 2는 아연이 철에 의해서 용해하고 이로 인해서 생긴 철분말이 여과기의 여과포 표면에서 도금액내의 착화물(베이스R등)에 의해서 다시 철이온으로 용해하는 과정을 나타낸 것이다.

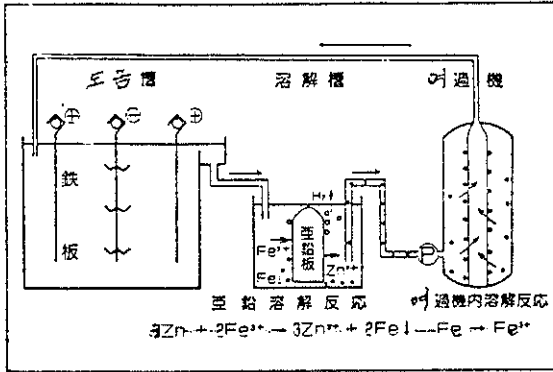


그림 2. 아연이 용해되는 과정의 설명도

2.3 아연·철합금도금의 내식성

상기의 스트롱징크의 내식성에 대해서 보면 카다로그 상에는 다음과 같다.

1) 도금한 상태대로의 내식성

이 자스코(일본표면화학의 영어식 축소 명칭)의 스트롱징크는 위에서와 같이 철분이 불과 0.5% 정도이므로 철에 대해 아연의 성질인 희생적인 방식의 기능을 그대로 가지면서도 합금이기 때문에 약간 부식도가 느려서 순아연도금보다 약 2배의 내식성을 갖는다. 그러나 아연합금도금에도 크로메이트 없이는 사용하는 예가 드물고 또 크로메이트를 해야만 내식성의 진가가 나타나므로 크로메이트 상태에서 비교하게 된다. 예를 들어 염수분무시험에서 철 소지일 때 붉은 녹이 발생 할 때까지의 총 내식시간을 보면 순아연도금에서는 10-20Hr/μ인데 비해서 아연·철합금도금에서는 20-40Hr/μ이다.

2) 아연·철합금도금 후 크로메이트 처리한 물건에 대한 내식성

크로메이트를 하게 되면 염수분무시험에서 5μ의 아연도금에서는 유색 크로메이트를 했을 때 붉은 녹까지 300-500시간에 불과하지만 합금도금에서는 1500-2000시간은 가게 된다. 유색 크로메이트 처리를 한 것과 흑색 크로메이트 처리를 한 것에 대한 내식성시험 비교표를 보면 그림 3과 같다.

도금	크로메이트	塩水噴霧試驗(Hr) (JIS-Z2371)							
		250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
아연·철합금(5μm)	有色	[Hatched pattern]							
	黑色	[Hatched pattern]							
亜鉛도금(8μm)	有色	[Hatched pattern]							
	黑色	[Hatched pattern]							
	綠色	[Hatched pattern]							
溶解亜鉛(40μm)		[Hatched pattern]							
電氣도금(4μm)(8μm)		[Hatched pattern]							
無電解4μm도금(10μm)		[Hatched pattern]							

그림 3. 순아연도금과 아연·철도금의 각 크로메이트의 내식성비교

이와같이 내식성이 큰 이유는 니켈-크롬 도금에서 마이크로크랙크 크롬도금이 내식성이 좋은 것에 대해서는 잘 알려져 있는바와 같이 아연·철합금도금도 그림 4에서와 같이 마이크로크랙크로 미세하게 갈라져 있기 때문이기도 하고, 크로메이트피막도 표 1과 같이 흑색은 철이 함유되어 있는 크로메이트로 되어 있고, 유색은 미세한 균열계면에 철이 집중되어 있어서 이것이 갈코리의 역할도 하여 밀착성도 좋은 크로메이트 피막이 되고 크로메이트 피막 자체도 고내식성을 이

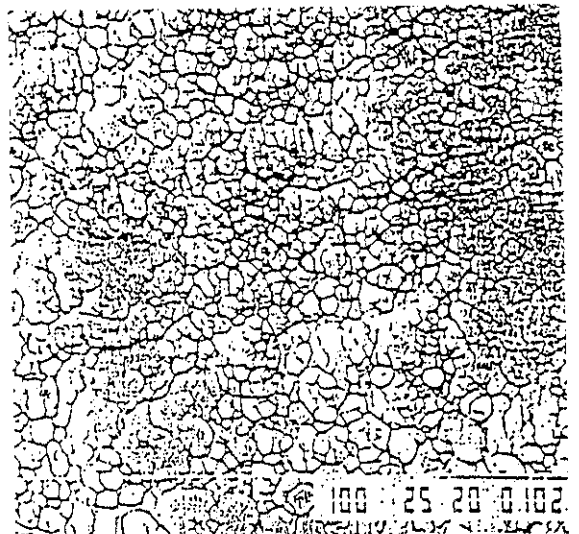


그림 4. 아연·철 합금도금층의 미소균열조직(360배)

루고 있게 된다. 그림 1과 같은 2000시간 이상의 염수분무시험에 견디게 되는 것으로 판단이 된다.

또한 이상과 같이 아연·철합금도금이 특이한 고내식성을 갖는 이유의 하나가 다음과 같이 아연·철합금도금의 크로메이트 피막에 철분이 들어갔기 때문이라고 한다.

※아연-철합금도금의 크로메이트 피막의 조성  
 건조전  $Cr(OH)_3 \cdot Cr(OH) \cdot Zn(OH)_2 \cdot CrO_3 \cdot Fe(OH)_2$  탈수온도가 높다.

건조후  $Cr_2O_3 \cdot Cr(OH) \cdot Zn(OH) \cdot ZnO \cdot ZnCrO_4 \cdot FeO \cdot xH_2O$

※순아연도금의 크로메이트 피막의 조성

건조전  $Cr(OH)_3 \cdot Cr(OH) \cdot Zn(OH)_2 \cdot CrO_4$

건조후  $Cr_2O_3 \cdot Cr(OH) \cdot Zn(OH) \cdot ZnO \cdot ZnCrO_4 \cdot yH_2O$

또한 아연합금층의 철의 함량에 따른 내식성을 보면 그림 5와 같다.

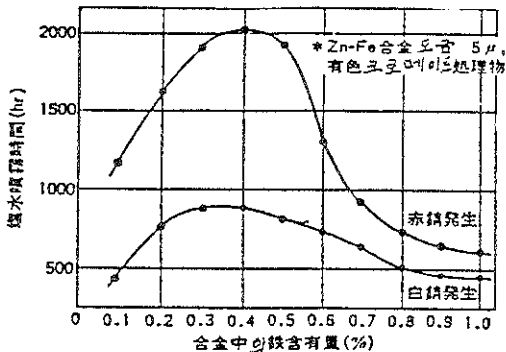


그림 5. Zn-Fe합금도금층의 철의 함유량과 내식성과의 관계

또 이 합금도금의 두께에 따른 내식성의 관계를 보면 그림 6과 같다.

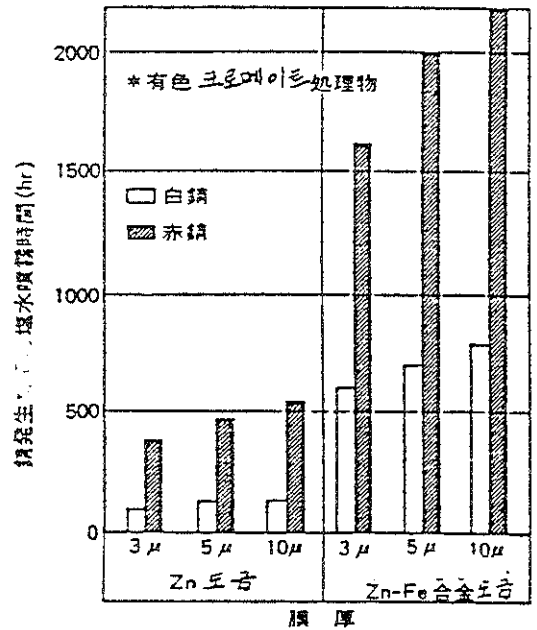


그림 6. 아연합금도금의 도금두께와 내식성과의 관계

또 전류밀도에 따른 아연합금도금층 중의 철의 함유량과의 관계를 보면 그림 7과 같다.

이들의 현상을 보았을 때 도금층의 내식성은 아연합금층 철의 함량이 0.4%이고, 도금층이 두꺼울 수록, 전류밀도는 10A/dm<sup>2</sup>일때나, 이와같은 높은 전류밀도로 도금을 할 수 없기 때문에 보통 2A/dm<sup>2</sup>내외로

아연·철도금의 특징	아연·철도금	일반 아연도금
銀이온이 함유되지 않은 흑색 크로메이트가 가능함	 Zn-Fe 도금층 소재	 아연도금층 소재
유색 크로메이트는 밀착성이 좋다	 Zn-Fe 합금도금 소재	 크로메이트 피막 Zn 도금 소재
부식이 낮다		
크로메이트 피막은 가열해도 크랙이 잘 생기지 않는다 (내열성 150°C)	크로메이트 피막의 탈수반응 온 도가 높다 (130-150°C)	크로메이트 피막 탈수반응 온도가 낮다 (60-80°C)

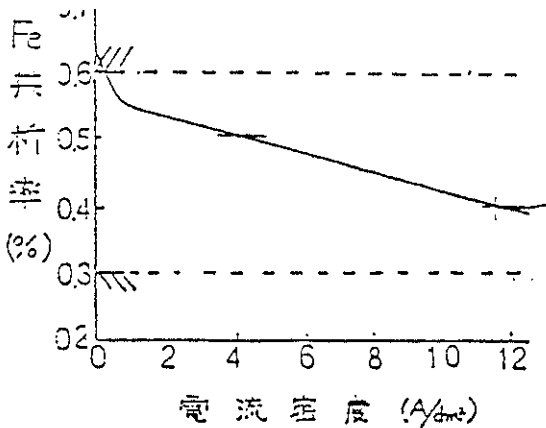


그림 7. 전류밀도에 따른 아연합금도금층 중의 철의 함량

하여 철을 0.5% 정도 함유하도록 할 수 있다. 또한 이 합금도금의 크로메이트의 특징은 아연도금에서는 대체로 크로메이트피막의 파괴 후 우선 백녹이 발생하나 합금일 때는 우선 흑색으로 변한다. 그리고 이 흑색의 기간이 상당히 긴후에 붉은 색으로 변하게 된다. 그림 8은 이러한 상태를 나타낸 것이다.

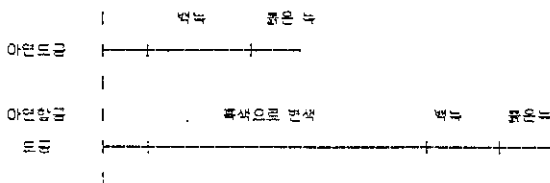


그림 8. 도금두께 5 $\mu$ , 유색 크로메이트로 처리한 것 아연도금, 아연합금 도금, 백녹, 붉은녹, 흑색으로 변색, 백녹, 붉은녹.

3) 크로메이트의 종류와 내식성

아연도금에서는 크로메이트로서 광택, 유색, 흑색, 녹색 등이 있으나 아연합금도금에서는 광택, 유색, 흑색은 가능하나, 녹색 크로메이트를 하면 흑색으로 변하여, B제인질산은이 전혀 필요없게 되므로 내식성에 우수하며 코스트도 낮게 된다.

4) 도금후 고온으로 가열시 내식성

아연·철합금도금을 한 것에 크로메이트처리를 한 피막은 180°C까지 가열(베이킹)한 것은 아연도금과는

달리 내식성의 저하는 나타나지 않는다. 그림 9는 일반 아연도금과 아연·철합금도금을 한 후 크로메이트를 하고 각 온도로 가열하였을 때의 백녹 발생 즉 크로메이트 파괴 시간을 나타낸 그림이다.

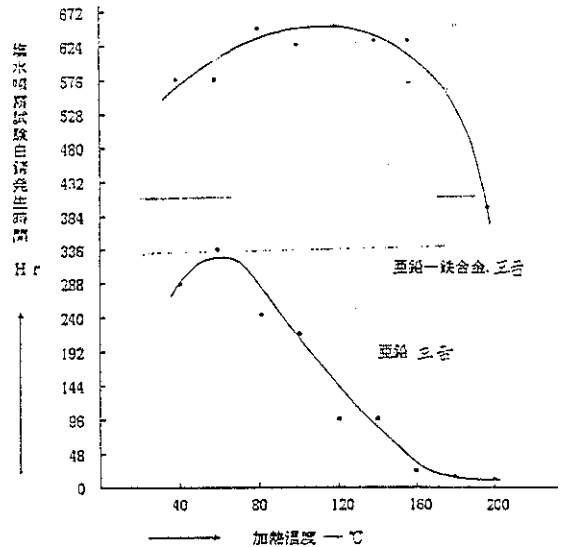


그림 9. 합금도금한 크로메이트피막의 가열온도와 염수분무에서 백녹발생시간

5) 크로메이트 처리성

아연·철합금도금은 종래의 아연도금과 같이 질산(HNO<sub>3</sub>)활성화처리로 표면을 활성화시키고 크로메이트처리를 하면 일반 아연도금때와 다름없는 색상의 크로메이트피막을 얻을 수 있어, 다른 아연합금계와 같은 특수한 활성화처리는 필요로하지 않는다.

6) 흑색 크로메이트피막과 녹색크로메이트피막

아연도금의 흑색 크로메이트피막은 은이 들어간 고가의 처리제일 뿐만 아니고 은이 있기 때문에 피막이 두꺼운데 비해 내식성이 나쁘다.

이에반해 아연·철합금도금의 경우는 흑색 크로메이트제의 A제만으로 처리해도 고내식성의 흑색 크로메이트피막을 얻을 수 있다. 다만 이 아연-철합금도금에 녹색크로메이트 처리를 하면 녹색피막이 아니고 흑색 피막이 된다.

7) 도금불량품의 박리

일반적으로 합금도금의 박리에는 특수한 박리제를 사용하는 경우가 많은데, 아연·철합금도금에서는 종래의 아연도금과 같은 염산으로 간단히 박리할 수가 있다.

8) 생산 코스트

아연·철합금도금은 Zn:Fe가 99.5:0.5의 합금비율이므로 철의 코스트를 무시할 수가 있어, 합금 그 자체의 단가는 아연과 거의 같다고 볼 수 있다. 또 전류효율도 알칼리 아연도금과 대차가 없으므로 생산저하는 없다. 따라서 알칼리 아연도금과 거의 같은 런닝코스트로 된다.

9) 균일한 합금비

아연·철합금도금은 전류밀도가 달라져도 아연:철의 합금비율에는 거의 차이가 없다. 따라서 크로메이트 피막은 균일하게 되며 작업성이 우수하고 안정된 고내식성의 피막을 얻을 수가 있다. 그림10는 아연합금도금에서 전류밀도의 변화에 따른 도금층 중의 철의 함유율을 나타낸 것이다.

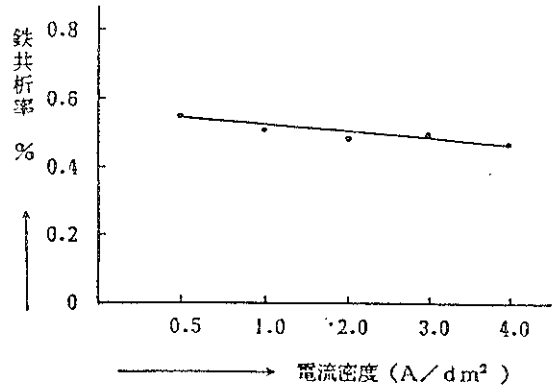


그림10 전류밀도와 합금층중의 철의 함유율

표 2. 아연도금과 아연합금도금과의 염수분부시험표

	크로메이트	도금두께	백녹발생 시간 (hr)	붉은녹발생 시간 (hr)	아연1u당붉은 녹까지의시간(hr)
아연도금	아연도금만인것	5μ	0.5	56	11
	광택크로메이트	5μ	96	192	38
	유색크로메이트	5μ	192	408	82
	흑색크로메이트	5μ	212	600	120
	녹색크로메이트	5μ	480	720	144
아연 I 철도금	아연-철도금만인것	5μ	0.8	96	19
	광택크로메이트	5μ	96	216	43
	유색크로메이트	5μ	720	2064	413
	녹색크로메이트	5μ	816	2112	422

2.4 아연·철합금조성액의 조성변화와 이에따른 합금도금층중의 철의 함유량

1) 도금액 중의 철의 농도와 철의 합금량(표준액)

浴中 Fe	0.5A/dm <sup>2</sup>	2.0A/dm <sup>2</sup>	4.0A/dm <sup>2</sup>
0.2g/l	0.30%	0.28%	0.24%
0.3g/l	0.42%	0.40%	0.36%
0.4g/l	0.56%	0.51%	0.48%
0.5g/l	0.65%	0.62%	0.60%
0.6g/l	0.82%	0.75%	0.68%
0.7g/l	0.99%	0.90%	0.82x

2) 도금액 중의 아연농도와 철의 합금량(표준액)

浴中 Fe	0.5A/dm <sup>2</sup>	2.0A/dm <sup>2</sup>	4.0A/dm <sup>2</sup>
15g/l	0.75%	0.64%	0.59%
20g/l	0.56%	0.51%	0.48%
25g/l	0.50%	0.43%	0.40%

3) 도금액중의 가성소다농도와 철의 합금량(표준액)

浴中 NaOH	0.5A/dm <sup>2</sup>	2.0A/dm <sup>2</sup>	4.0A/dm <sup>2</sup>
100g/l	0.59%	0.45%	0.42%
150g/l	0.56%	0.54%	0.53%
200g/l	0.82%	0.65%	0.61%

4) 도금액중의 베이스 농도와 철의 합금량(표준액)

浴中 BASE	0.5A/dm <sup>2</sup>	2.0A/dm <sup>2</sup>	4.0A/dm <sup>2</sup>
60g/l	0.74%	0.64%	0.58%
100g/l	0.56%	0.51%	0.48%
140g/l	0.49%	0.40%	0.37%

5) 광택제(A제)첨가량과 철의 합금량(표준액 B제 : 3ml / l)

浴中 A劑	0.5A/dm <sup>2</sup>	2.0A/dm <sup>2</sup>	4.0A/dm <sup>2</sup>
6ml/l	0.59%	0.45%	0.42%
8ml/l	0.56%	0.54%	0.53%
10ml/l	0.82%	0.65%	0.61%

6) 광택제(B제)첨가량과 철의 합금량(표준액 A제 : 8ml / l)

浴中 B劑	0.5A/dm <sup>2</sup>	2.0A/dm <sup>2</sup>	4.0A/dm <sup>2</sup>
1g/l	0.59%	0.51%	0.50%
3g/l	0.56%	0.54%	0.53%
8g/l	0.46%	0.40%	0.40%

7) 도금액 온도 와 철의 합금량(표준액)

浴溫度	0.5A/dm <sup>2</sup>	2.0A/dm <sup>2</sup>	4.0A/dm <sup>2</sup>
15℃	0.45%	0.36%	0.36%
20℃	0.56%	0.51%	0.48%
25℃	0.71%	0.60%	0.59%

2.5 아연·철합금도금액의 분석법

이 도금액의 화학분석법은 다음과 같다.

1) 금속아연분

- (1) 도금액 2ml을 피펫트에 취하고 순수 100ml를 첨가한다.
- (2) 5% (용량)염산을 15ml 첨가후, pH 5.5 완충액 20ml와 XO지시약 소량을 첨가한다.
- (3) 0.1M-EDTA표준용액으로 적정한다.  
중점.....붉은색+옅은 오렌지  
금속아연(g/l) = EDTA적정 ml수 × 3.27

2)가성소다분

- (1) 도금액ml를 피펫트에 취하고 순수 100ml을 첨가한다.
- (2) Indigo carmine지시약을 소량 첨가하고 IN 염산 표준액으로 적정한다.  
중점.....오렌지색→청색  
가성소다(g/ml) = 염산적정 ml수 × 8

3) 베이스

- (1) 도금액 5mL를 피펫트에 취하고 5% CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O 용액 5ml를 첨가하면 청색의 침전이 생긴다. 만일 침전이 생기지 않을때는 다시 5% CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O용액을 소량 첨가한다.



- (2) 이 침전을 %5C의 여지로 여과하고 여지에 부착된 침전을 순수로 잘 세척한다.
- (3) 이 여액에 30% 빙초산 20ml을 첨가하고, 다시 30% 옥화칼리(KI)용액 30ml을 첨가한다.
- (4) 전분용액을 지시약으로해서 0.1N 치오황산소다 용액으로 적정한다.  
 종점.....검은청색→백색  
 $\text{베이스}(g/l) = \text{치오황산소다 적정ml수} \times 7.4$

4) 철이온

- (1) 도금액의 10배액 2ml을 피펫트로 취하고 50%

- 염산 5ml을 첨가한다.
- (2) L-아스코르핀산(L-ascorbic acid)분말을 약 0.1g 첨가한다.
- (3) 50% 아세트산소다(빙초산소다) 10ml을 첨가하고, pH 3.5-4.5의 범위내에 있는것을 pH시료지로 확인한다.
- (4) 0.1% a-디피리질(dipyridyl)용액 10ml을 첨가하고, 순수로 전량을 정확히 100ml로 한다.
- (5) 이 엷은 붉은색으로 발색한 용액을 15분간 방치한 후 흡광광도계(522nm)로 측정한다.
- (6) 검량선(檢量線)은 철의 표준용액을 사용하여 작성한다.

2.6 약품의 보충요령

1) 도금액의 보충요령

액성분	관리법	조정 및 보충방법
Zn	분석에 의해 관리	도금을 할때, 용해조에 아연 투입량 아연의 용해속도 $3.5g/dm^2 \cdot hr(25^\circ C \text{일때})$ 도금전류효율 70%(평균) 도금을 위한 통전량 $\times \text{amp수}$ 아연판면적 $\text{amp수} \times 1.2g/AH \times 0.7 = 0.24 \times \text{amp} \times 3.5g/hr \cdot dm^2$ (예)100A통전 했을 때 $0.24 \times 100 = 24dm^2$
NaOH	상동	부족분을 보충할 것
Fe	상동	베이스 F의 보충(베이스 F중의 철의 농도) 철의 부족량( $g/l$ ) $\times 100 = \text{베이스 F의 보충량}(g/l)$ ※다만 보충은 용해조에서 한다.
베이스R	상동	베이스R의 보충 베이스 R의 부족량( $g/l$ ) = 베이스 R의 보충량( $g/l$ )
광택제	통전량 또는 외관으로 관리	$ZF = 100A \ 4000 - 6000AH/l$ $ZF = 100B \ 10000 - 20000 \ AH/l$ 로관리

2) 크로메이트 처리액의 보충

흑색 크로메이트	FB-965A, C를 1대 1의 비율로 보충한다. 1) 처리면적 비례법 1500dm <sup>2</sup> 처리마다 1ℓ(A : 0.5, C : 0.5)를 보충한다. 2) 간이법 광택이 낮아지고, 뿌얀 것이 많아 젖을 시점에서 10-29ml 보충한다. <부분건육>
----------	---

	보충해도 정상상태로 돌아오지 않을 때 크로메이트액의 2/3량을 FB-965A로 다시 건욕한다.
유색 크로메이트	FC-950으로 보충 1) 처리면적 비례법 3000dm <sup>2</sup> 처리마다 1ℓ보충한다 2)간이법 광택이 저하되고, 뿌얀것이 많이 젖을 시점에서 2-4ml./ℓ보충한다 <부분건욕> 보충해도 정상상태로 돌아오지 않을때 크로메이트액의 2/3량을 다시 건욕한다.
흑색 크로메이트의 마무리처리용	RB-775로 보충 1)처리면적 비례법 10,000dm <sup>2</sup> 처리마다 20-30ml. 씩 보충한다. <갱신> 보충해도 광택이 없고 얼룩이 생길 때 갱신한다

2.7 작업상의 유의사항

가. 도금전처리

- 1) 탈지 : 농도 30-50g/ℓ, 온도 40-70℃,  
시간 3-10분  
처리에 있어서의 주의사항 :  
가) 탈지가 잘 되었나는 탈지후 수세때 표면의 물이 갈라지지 않아야 한다.  
나) 탈지액의 온도가 너무 높으면 처리판을 꺼냈을 때 액면에 떠있는 기름이 부착되어 말라서 다음수세 때 떨어지지 않는다.
- 2) 수세 : 물이 나쁘면 탈지후 규산염이 다음산세때 규산피막을 형성하여 물을 튀긴다. 그리고 이 규산피막은 도금의 밀착을 나쁘게 하므로 전해탈지를 오래하여 완전히 제거해야 한다.  
시간 : 40-60초
- 3) 산세 : 염산(35%) 150-300ml/ℓ, 온도상승,  
시간 3-10분  
처리에 있어서의 주의사항  
가) 녹이 없는 것이라도 1분정도의 산세가 활성 표면을 위해서 필요하다.  
나) 고탄소강의 산세일 때는 산의 농도를 낮게하고 산억제제를 첨가하는 것이 좋다.(예 : Jasco 에이드 #42)  
다) 납패삭강, 구리나 은납 용접을 한 것은 산을

자주 갱신하는 것이 좋다. 산이 노화되면 산에 녹아있는 납이나 구리가 철과 치환하여 도금이 부풀게 된다.

- 4) 제1수세 : 수세하고 꺼냈을 때 물이 갈라지면 탈지 불량이다.
- 5) 제2수세 : 시간 1분 이내, pH 5이상  
처리에 있어서의 주의사항 :  
가) 수세시간이 길면 녹이 슬게 된다.  
나) pH가 낮으면 다음의 전해에서 소지의 부식이 생길 때가 있다.
- 6) 전해탈지 : CV-260 40-60g/ℓ  
가성소다 70-100g/ℓ, -극은 철판, 처리물은 +로 5-10A/dm<sup>2</sup>, 온도 30-50℃, 시간 2-4분.  
처리에 있어서의 주의사항 :  
가) 약품의 농도가 낮으면 양극산화를 일으켜서 도금의 부풀음이 생긴다.  
나) 패삭강, 구리, 황동, 은납등은 양극산화가 되기 쉬우므로 약품농도를 높게 하면서 전류는 약하게 한다. 또한 다음 공정의 산활성을 강하게 하여 산화막을 제거하는 것도 중요하다.
- 7) 수세(2회) : 알칼리는 수세가 나쁘므로 수세를 충분히 해야 한다.
- 8) 산활성 : 연산(35%) 10-20ml/ℓ,

시간 1-2분.

처리에 있어서의 주의사항 :

- 가) 산화막을 제거하여 도금의 밀착을 좋게 하는  
공정임.  
나) 양극탈지로 산화가 되기 쉬운 재료는 산을  
강하게 한다.

9) 수세(1회) : 1분 이내

시간이 길면 녹이 나게 된다.

나. 도금할 때

1) 도금액 성분에서

가) 아연농도 :

- 높을 때...광택범위가 좁아진다. 두껍게 도금  
이 되기 쉽다.  
철의 석출이 적어진다  
낮을 때...광택범위가 넓어진다. 도금이 두께  
외지지 않는다.  
철의석출이 많아진다.

나) 철농도 :

- 높을 때...철의 석출 많아짐. 크로메이트의 광  
택저하.  
낮을 때...철의 석출 적어짐. 내식성이 서서히  
저하

다) 가성소다농도 :

- 높을 때...여름철에 알칼리 부식이 생김.  
낮을 때...도금피막이 취약함

라) 베이스R : (착화제)

- 높을 때...도금이 두껍게 되지않음. 철의 석  
출이 적어짐.  
낮을 때...철의 석출 많아짐. 도금피막이 취  
약함(ZF-100, ZF-105)

마) 광택제 :

A제

ZF-100 높을 때...도금피막이 약간 취약하  
다.

ZF-105 낮을 때...저전류부 광택 불량, 고  
전류부 탐, 철석출많음.

B제가

높을 때...강한광택. 도금피막이 극도로 취약  
하다.

낮을 때...광택이 전면적으로 둔하다.

2) 작업조건에서

가) 액온도 :

높을 때...저전류부 광택부족. 철의 석출 많  
음. 크로메이트 광택저하. 내식성  
저하.

낮을 때...고전류부 탐. 도금피막이 취약함.

나) 음극전동

너무 빠를 때...고전류부의 광택 불량·도금  
두께 부족.

너무 느릴 때...가스발생 홈이 생길 때가 있  
다.

다) 통전중단 :

5초정도가 한계. 더 있으면 부른다.

라) 수세까지의 공중방치시간 :

60초이내가 바람직함. 길면은 철의 치환이  
생겨서 광택과 내식성이 저해된다.

3) 도금 후처리에서(크로메이트 처리등)

가) 도금후의 공중방치시간 : 1분이내로 할 것.  
공중방치시간에 도금액중의(표면에 묻은) 철  
분이 도금층과 치환하여 크로메이트처리를  
어렵게 한다.

나) 제1수세 : 유수 수세, 시간 1분이하. 담겨  
진액은 도금액으로 더러워져서 철의 치환을  
일으키므로 유수 수세도 30초정도가 좋다.

다) 제2수세 : 알칼리를 충분히 씻어내야 하며,  
교반이 바람직하다.

라) 활성화 : 67% 질산 2-5ml/l, 온도상온, 시  
간5-20초

※처리에 있어서의 주의사항

농도가 너무 높든가, 시간이 너무 길면  
표면에 철이 너무 많아서, 크로메이트처  
리가 힘들게 된다.

마) 유색크로메이트 : FC-950

농도 : 30ml/l

너무 높을 때...모서리의 크로메이트피막의  
박리 발생.

너무 낮을 때...중앙부의 피막이 얇고, 색이  
나쁘다.

온도 : 20-30°C

너무 높을 때...모서리의 크로메이트피막의  
박리발생.

너무 낮을 때...중앙부의 피막이 얇고, 색이 나  
쁘다. 구름짐.

시간 : 20-30초

- 교반 : 필요, 진폭 : 10cm, 주기 : 1회/초, 공기교반을 곁하면 더 좋다.
- 바) 수세 : 시간 5-30초, 너무 길어도 좋지않다.
- 사) 흑색크로메이트 : FB-965S  
농도 : 60ml/l  
너무 높을 때...모서리에 광택이 없다.  
너무 낮을 때...모서리가 검고 중앙부에 간섭색이 강함.
- 온도 : 17-23℃  
너무 높을 때...검으면서도 광택이 없다. 얼룩 광택임.  
너무 낮을 때...모서리가 검고 중앙부에 간섭색이 강함.
- 시간 : 40-50초  
교반 : 강할것 - 유색크로메이트보다 강하게 한다.

- 아) 수세 : 23℃이하의 물로수세, 가볍게 교반한다.
- 자) 흑색크로메이트의 마무리처리 : RB-775  
농도 : 3-6ml/L  
너무 높을 때...크롬산의 건조 얼룩이생김  
너무 낮을 때...광택저하, 내식성 저하  
온도 : 23℃이하-너무 높으며 검으면서 광택이 없다. 얼룩광택.  
시간 : 5-30초-시간에 별로 영향이 없다.  
교반 : 가볍게-교반의 강약에 별로 영향이 없다.
- 차) 온도 : 50-60℃-엄수할것  
바람 : 강해야함-흑색크로메이트에서는 절대 조건.  
시간 : 5분이상-물이 완전히 마를것.  
포장 : 도금한 물건이 식은 후에 통기성 있도록 포장한다.

다. 불량과 대책

1) 불량과 이의 대체방안

불량현	구체적예	원 인	대 책
광택부족	1. 광택이 없다 2. 탐 발생	1. 액조성이 비정상 2. 철의 공식 부족 3. 불순금속 혼입 4. 액온상승 5. 광택제부족	1. 액조성을 맞춘다 2. 교정한다. 3. 혼입방지, 제거 4. 액온낮춤 5. 광택제 보충
색다른광택	검은도금으로 색다른광택	1. 액조성악화 2. 철공식 과잉 3. 액온저하 4. 광택제 과잉	1. 액조성대로 교정 2. 교정 3. 온도상승 4. 광택제 보충증지
밀착불량	도금직후 또는 경시후 피막 탈락 발생	1. 철공식 과잉 2. 액조성 악화 3. 전처리 불량 4. 불순금속 혼입 5. 건조온도 부족	1. 교정 2. 액조성 교정 3. 전처리 개선 4. 혼입방지 5. 건조온도 상승
유색 크로메이트	검게보이며 구름깍	1. 철공식 과잉 2. 불순금속 혼입 3. 액조성 악화	1. 교정 2. 혼입방지, 제거 3. 액조성 교정
흑색 크로메이트 외관불량	1. 색상이 다갈색 2. 외관상 구름깍 3. 외관으로 얼룩 4. 크로메이트가 되지 않는다.	1. 철공식 부족 2. 철석출 과잉	1. 교정 2. 교정

내식성저하	SST, CCCT의 기준 이하로서 녹발생	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 철공석 부족</li> <li>2. 철공석 과잉</li> <li>3. 액조성악화</li> <li>4. 후처리 불량</li> <li>5. 불순금속 혼입</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 교정</li> <li>2. 교정</li> <li>3. 액조성 교정</li> <li>4. 조건 확인, 액조</li> <li>5. 혼입방지, 제거</li> </ol>
-------	---------------------------	---	--

2) 액조성 작업조건 변화에 의한 철공석량의 변동사항

항목			표준치 (관리범위)	과소	과다
도	아연		20g/l (18-23)	철공석량 up	철공석량 down
	철		0.3g/l (0.25/0.4)	down	up
급	가성소다		30g/l (1220-140)	down	up
액	베이스R		100g/l (90-120)	up	down
조성	정지용	ZF-105A (7-19)	8ml/l	up	down
	회전	ZF-105B (0-2mL)	1ml/l	up	down
		ZF-100Aa (7-10)	8ml/l	up	down
		ZF100B (1-3)	2ml/l	up	down
작업	액온	정지	22°C (20-23)	down	up
		회전	20°C (18-23)	down	up
조건	전류밀도	정지	2A/dm² (1.5-3)	up	down
		회전	0.8A/dm² (0.5-1.5)	up	down

철공석용에 극단적으로 영향을 주는 인자로서는 다음의 3가지가 있다.

1. 액 중의 아연농도
2. 액 중의 철농도
3. 액 온도

2.8 도금액 중의 불순금속의 허용한계 농도와 제거방법

정제이트 도금액과 똑같이, 액 중의 불순금속이 허용한도 이상으로 들어가게 되면, 도금불량(외관, 내식

성등)이 발생되기 쉬우므로, 도금액 중의 불순물 혼입을 극력 피할 필요가 있다. 다음은 이들의 허용한계를 나타냈다.

불순금속	허용한도	혼입에의한 영향	혼입경로	제거방법
구리	<10mg/L	도금층의 광택향상 그러나 흑색도금 및 크로메이트 불량	양극구리흑크의 침지, 구리제품 에서 용해혼입	약전해처리 아연용해조의 연판 세척, 아연말 여과
6가크롬	<0.2mg/L	고전류밀도부의 광택, 레베링저하	불량치구로부터 크로메이트액의 지입	불순금속 억제제  H-0642첨가 아연말여과
3가크롬	<1mf/L	도금액중에서 산화 되면 6가크롬에 영향을 준다.		
납	<2mg/L	도금두께저하, 도금광택향상, 다만 흑도금	납극판을 사용 한 산전해 전처리로 부터 지입, 납패삭강 처리로부터 지입, 불순산화아연 사용	아연용해조내의 아연판세정 아연말 여과
주석	<10mg/L	광택불량	불순아연화 사용	상등

- 주) 1. 아연말 처리는 아연말 첨가후 2-3시간 여과  
 2. 아연말 처리에서 철의 치환으로 수소가스가 발생하므로 때때로 여과기에서 가스를 빼야한다.  
 3. 아연말 처리후에는 여과후 분석을 하여 액조성대로 조정한다.