

합금화 용융아연도금강판의 미세조직에 미치는 용융아연욕중의 Al농도의 영향  
 Effect of Al concentration in Zn bath on the microstructure  
 of galvanized sheet steels

홍문희\*, 김종상, 정진환 (POSCO 기술연구소 광양압연연구그룹)

### 1. 서론

합금화 용융아연도금강판(galvanized sheet steel: GA)의 미세조직은 용융아연도금욕과 강판사이의 고상-액상반응 및 합금화 가열중의 고상-고상반응에 의해 결정되며 소지철/도금층 계면으로부터  $\Gamma$  (bcc),  $\Gamma_1$  (fcc),  $\delta_{hk}$  (hexagonal),  $\delta_{lp}$  (superlattice hexagonal),  $\zeta$  (monoclinic) 층으로 이루어져 있다<sup>1,2</sup>. 공업적으로 이들 Fe-Zn 금속간 화합물(intermetallic compound: IMC)의 생성에 가장 큰 영향을 미치는 인자로는 합금화 지연목적으로 첨가된 아연욕중의 Al농도 및 합금화처리온도가 알려져 있으며 이에 대한 많은 연구가 행하여 졌다<sup>3,4</sup>. Fe-Zn반응에 앞서 Fe-Al inhibition layer가 우선 생성되는 원인으로 이들 IMC의 생성자유에너지가 철의 농도에 따라 변한다는 사실도 확인되었다. 본 연구에서는 조업라인에서 아연욕중의 Al농도 및 합금화 가열온도가 도금층 미세조직 및 내파우더링(powdering)성에 미치는 영향을 조사한 후 최적의 조업조건을 도출한 결과를 보고한다.

### 2. 실험방법

ECT(electrolytic cleaning tank)전처리, pre-melting 아연욕, 유도로 방식 가열로, mist spray 냉각방식등 최신에 설비를 갖춘 광양제철소 조업라인에서 아연욕 중 Al농도 0.125~0.165 wt%, 합금화 온도 480~620°C, 라인속도 60~140mpm 범위에서 조업조건을 바꾸며 제품을 생산한 후, 100여개의 자동차 외판용 0.6~0.8t 시험샘플을 채취하였다. 도금층 표면 및 단면미세조직(SEM), 도금층 표면구성성분(XRD)을 분석한 후, 도금층 박리량 평가(cupping test)를 통하여 도금층의 미세조직 및 내파우더링성을 고찰하였다.

### 3. 결과 요약

파우더링량은 합금화 온도와 밀접한 상관관계를 보였다. 즉 도금층 박리량은 합금화 온도 550°C 이하에서는 20~30 mg/m<sup>2</sup>로 대체로 양호한 편이었으나, 575°C 이상에서는 60~80 mg/m<sup>2</sup> 수준으로 급격히 증가하는 것으로 나타났으며 이 사실로부터 합금화 처리시 가열온도가 550°C 이상일 경우 다량의 취성적인 Fe-Zn IMC가 도금층중에 생성됨을 알 수 있다. 일반적으로 합금화 온도-합금화량 사이에는 일차함수관계가 성립하는 것으로 알

려져 있으나, 도금욕중의 Al농도가 0.15 wt%이상일 때에는 합금화 온도가 증가하여도 합금화량은 크게 변하지 않는 것으로 나타났으며 이는 Fe-Al inhibition layer 두께차이에 의해 Fe-Zn IMC의 성장기구가 변함을 알 수 있다. 아연욕 중의 Al농도는 도금욕의 온도변화에 상당히 민감한 것으로 나타났으며 이는 현실적으로 도금욕 표면에 부유하는 Al드로스를 100% 제거하는 기술이 확립되어 있지 못하기 때문에 도금욕 온도가 증가하면 아연욕중의 Al 고용도가 증가하며, 반대로 온도가 내려가면 고용되었던 Al이 표면에 석출하여 드로스로 부유하게 되는 현상에서 기인하는 것으로 생각되어진다. Fig. 1은 Al농도 및 합금화 가열 온도변화에 따른 도금층 표면조직의 변화를 나타낸 것이다. Al농도가 증가함에 따라 조대한 판상조직이 점유하는 비율이 증가함을 알 수 있으며 이들은 취성적인  $\delta_{1k}$  (hexagonal)상이 확인되었다. 즉 이들  $\delta_{1k}$  상의 증가는 합금화 용융아연 도금강판의 중요한 지수인 내파우더링 특성을 열화시키는 주원인으로 판명되었으며 0.15 wt% 이하에서는 Fig. 1 (a)에 보인 바와 같이 나타나지 않음을 알 수 있다.

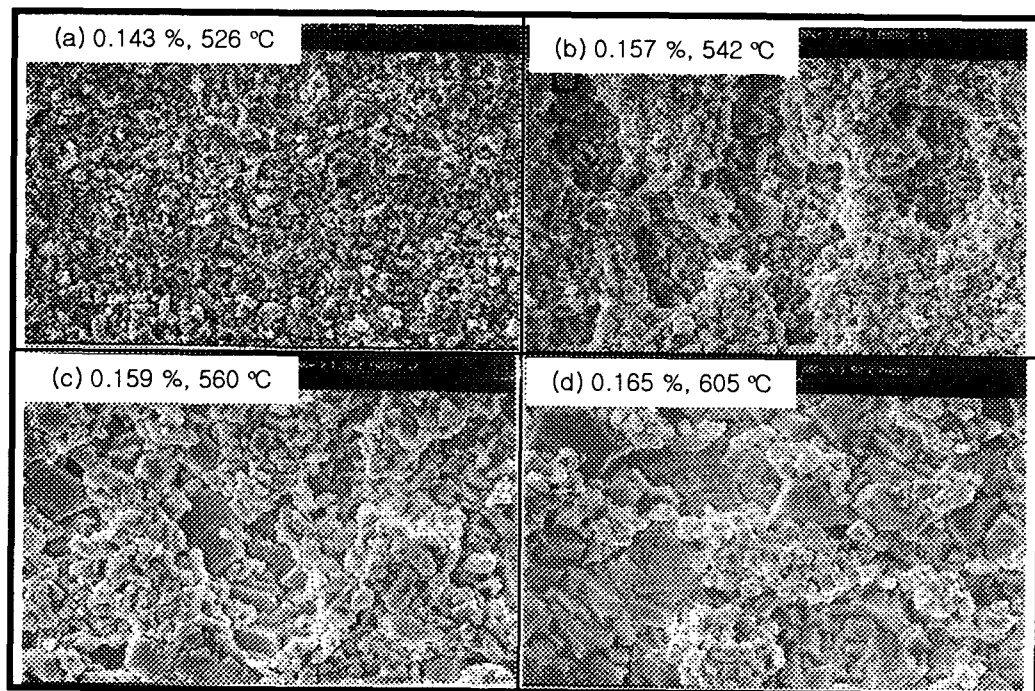


Fig. 1 Al농도 및 합금화 온도 변화에 따른 표면 SEM 조직변화

#### 참고문헌

1. M. H. Hong and H. Saka, Scripta Materialia., 36, 1423, 1997.
2. M. H. Hong et al., Thin Solid Film, 319, 132, 1998.
3. S. E. Price, V. Randle and M. Pichilingi, Iron. and steelmaking, 26, 378, 1999.
4. E. Mcdevitt, Y. Morimoto and M. Meshii, ISIJ international, 37, 776, 1997.