

합금화 용융아연도금시 소재/도금층 계면상(相)의 변화 및 특성
Morphology developments and characteristics of substrate/coating layer
interfacial phases in galvannealing process

김중서*, 김대룡(경북대학교 금속공학과)

전선호, 장세기(POSCO 기술연구소)

이시엽(포항제철 냉연부)

1. 서론

합금화 용융아연도금강판은 점용접성, 도장성, 내식성이 우수하여 자동차용 내외판, 가전제품등에 널리 쓰이고 있다. 하지만, 자동차용 강판의 경우, 강판의 성형시 합금화과정에서 발달한 취약한 Fe-Zn화합물상으로 인해 변형부위에서 도금층이 박리하는 현상이 일어난다. 이로 인한 도금층 자체의 표면불균일성때문에 도장시 외관품질, 내식성저하등의 문제뿐만 아니라 박리된 미립자가 성형기구와 강판사이에 혼입하여 표면손상등의 문제를 일으킨다.

본연구에서는 합금화 용융아연도금공정중 도금층에서 합금상발달, 특히 소재/도금층 사이의 계면상(相)의 발달에 대한 이해가 도금층물성개선의 기초라 생각하고, Ti-Nb IF steel을 소재로 해서 도금욕 Al변화를 중심으로 용융아연도금부터 합금화 과정까지의 미세조직변화를 조사하였다.

2. 실험방법

소재를 100mm×200mm로 절단후, 탈지를 하였으며 용융도금 및 합금화열처리는 용융도금 simulator를 이용하였다. 냉간압연된 소재의 응력제거를 위해 annealing(820℃,150sec)을 하였고, 460℃까지 냉각하여 도금욕에 침지(460℃,3s)하였다. 합금화재는 용융도금후 목적온도와 시간에서 열처리하여 제조하였다. simulator내부는 N₂/H₂=75/25 비율의 가스를 공급하여 환원성 분위기를 유지하였다.

합금화재의 합금화도는 습식분석하여 용액중에 있는 Fe의 비율로 결정하였다. inhibition layer의 표면형상, 조성변화, 구성상(相)을 조사하기 위해 Zn 및 Fe-Zn화합물을 3% HNO₃수용액으로 제거하고 SEM/EDS, AES, XRD, EPMA분석을 하였다. 단면은 mounting후 polishing하여 diamond paste로 경면연마하고 에칭(3% HNO₃ + n-amyl alcohol)하였다. Outburst반응과 ζ의 형상관찰은 3% HNO₃수용액으로 η층을 제거후, SEM으로 관찰하였다. GA재는 SEM, EPMA, 전기화학법을 이용한 전해박리(정전류조건:10mA/cm²)실험을 통해 형상 및 구성상(相)을 확인하였다. 내 powdering 시험은 내각이 60°인 V-bending test를 행하고, 변형부내측의 테잎테스트로 박리정도를 결정하였

다. 파괴 형상관찰은 변형부위를 절단하여 SEM으로 평면 및 단면관찰을 행하였다. 단면은 표면관찰후 중심부를 절단하고 박리부분의 원래 상태 유지를 위해, 상온경화수지를 이용하여 mounting하고, polishing한후 에칭하여 관찰하였다.

3. 결과요약

용융도금시 형성되는 inhibition layer의 완전한 억제 효과는 0.16% Al이상에서 이루어짐을 알수 있었고, 이층을 구성하는 Fe-Al화합물의 형태는 Al의 증가에 따라 치밀한 판상에서 입상으로 변화하였으며, 구성상은 $Fe_2Al_5-Zn_x$ 가 주된상으로 그의 $FeAl_2$, $FeAl$ 등이 존재하였다.

Outburst반응은 입계삼중점에서 가장 먼저 발생하였으며, 냉간압연시에 생긴 표면 scratch등에서도 발달하였다. Inhibition layer의 파괴는 입계의 outburst반응이 주된것이 지만 Fe-Zn합금상의 발달에 따른 Fe-Al화합물의 분해의 효과도 있는 것으로 판단된다.

도금욕중의 Al이 증가함에 따라 Fe-Zn합금상의 발달에 필요한 온도와 시간이 증가하였고, Al함량이 적을수록 합금화속도가 빨라서 도금층내 취약상인 Γ/Γ_1 상의 발달이 빨랐다. Ti-Nb IF steel에서 초기에 발달한 합금상은 Ti를 일부 대체하여 들어간 Nb의 입계청정화효과가 Ti보다 낮기 때문에, δ_1 , Γ_1 가 주된 것이었으며, 이후에 발달한 Γ 는 Γ_1 을 소비하면서 발달하였음을 확인하였다.

내powdering시험결과, 도금욕중 Al함량이 높을수록 합금화도가 낮아 도금층내 균열전파가 지연되었으며, 도금층의 균열은 Γ /소지, Γ/Γ_1 또는 δ_1 , δ_1 자체에서 발생함을 알수 있었다.

참고문헌

1. Nobuyuki Morito; SEAIQI Quarterly OCT., (1995), 66
2. M. Guttman; Material Science Forums, Vol. 155-156,(1994), 527
3. Nai-yang Tang : The physical metallurgy of zinc coated steels,(1998), 3-12

<구두발표>