

SPCC 강판위에 제작한 Zn, Mg 박막의 단면 내식성 평가

Evaluation on Cross Section Corrosion Resistance of Zn, Mg Thin Film

Prepared above SPCC Substrate

배일용^a, 김연원^a, 이홍찬^b, 양지훈^c, 정재인^c, 이명훈^{a*}^{a*}한국해양대학교 기관시스템공학부(E-mail : leemh@hhu.ac.kr)^b중원대학교 에너지자원공학부, ^c포항산업과학연구원 설비·자동화연구본부

초 록 : 희생양극으로 많이 활용되고 있는 Zn, Mg 금속은 모재 금속과 갈바닉 쌍을 형성하여 방식체를 보호하게 된다. 본 실험에서는 SPCC 강판위에 Fe+Mg, Fe+Zn 강판을 각각 제작하여 갈바닉 전류와 갈바닉 전위를 측정하였다. 갈바닉 전류는 초기에 금속 표면의 산화피막의 영향으로 큰값을 나타냈으나, 시간의 경과에 따라 안정적인 값을 나타냈다. 즉, 가스압의 증가에 따라 제작된 Fe+Mg, Fe+Zn박막의 내식성은 우수하게 나타났고, 가스압이 낮을수록 박막의 내식성은 떨어지는 것으로 나타났다. 갈바닉 전위는 철의 방식전위에 도달하는 시간에 따라 내식성의 우수성을 판단하였다.

1. 서론

갈바닉 전류는 합금이나 서로 다른 두 금속이 수용액에서 쌍을 이루면 흐르게 된다. 쌍을 이룬 두 금속은 분극전류가 흐르게 되어 두 금속의 표면을 양극 및 음분극 시킨다. 서로 다른 두금속이 양극 및 음극분 되면 두 곡선이 만나는 지점에서 갈바닉 전류 및 전위값이 형성되게 된다. 갈바닉 전류값은 금속의 종류, 음극 및 양극의 면적비에 따라 그 값이 다르게 나타난다. 양극금속인 강판과 음극금속인 희생양극이 갈바닉 쌍을 이루면, 양극면적에 대한 음극면적이 증가함에 따라 갈바닉 전류값은 증가하는 양상을 보인다. 그러나 양극면적에 대한 음극의 면적이 감소하게 되면 갈바닉 전류값은 감소하는 양상을 나타내게 된다. 또한, 면적비에 따라 양극반응에 대한 음극반응의 양상은 용해산소의 농도 분극이 나타나게 된다. 따라서, 서로 다른 두금속의 갈바닉 전류는 음극으로 향하는 용해산소의 확산에 의해 지배되는 것을 알 수 있다. 갈바닉 쌍을 이룬 금속의 부식속도는 갈바닉 전류밀도에 의해 측정된다. 갈바닉 부식속도에 영향을 미치는 인자는 용액의 전도도, 갈바닉쌍의 물리적인 형태, 양극-음극의 면적비, 양분극 및 음분극 등이다. 또한, 이종금속의 접합시 갈바닉 부식속도는 갈바닉쌍의 접합부에 가까울수록 더욱 집중되고, 용액의 전도도가 낮을수록, 분극이 낮을수록 빨라지는 경향을 나타낸다.

일반적으로, 희생양극으로 많이 사용되고 있는 Zn, Mg과 같은 금속들은 방식하고자 하는 금속과 쌍을 이루어 사용되고 있다. 이와 같은 희생양극이 방식금속과 쌍을 이루면, 희생양극의 성능과 효율에 따라 방식물의 수명이 결정되곤 한다. 따라서, 방식금속과 쌍을 이룬 희생양극의 부식속도 및 전위값을 파악하는 것은 대단히 중요한 문제이다. 따라서 본 연구에서는 일반 구조용 강판으로 많이 사용되고 있는 SPCC 강판위에 Zn, Mg 박막을 제작하여 기판과 박막의 전류밀도, 전위 및 자연전위 값을 상호비교하여 그 우수성을 파악하고자 한다.

2. 본론

PVD법에 의해 제작된 Fe+Zn, Fe+Mg의 시험편을 양극과 음극의 면적비를 1:10으로 하여 탈기한 3% NaCl 수용액에 침지하여 갈바닉 전류를 측정하였다. 코팅된 박막의 단면내식성의 실험은 이종금속 혼합전위(E_{mix})를 측정하여 모재전위(E_F)와 비교하여 분석하였다. 방식전류(i_p)는 갈바닉 전류(i_g)의 감소변화를 적분하여 분석하였다. 시험편 종류에 관계 없이 박막의 혼합전위 측정결과 상대적으로 느리게 혼합전위가 상승하는 경우 희생양극적 특성이 우수하게 나타났고, 혼합전위의 상승이 빠른것은 내식성이 나쁘게 나타났다. 즉, 혼합전위 기울기 각(Slop parameter)이 크면서, 모재의 철전위(E_{Fe})에 접하는 시간이 빠른것이 좋지 않은 내식성을 나타냈고, 기울기 각이 작으면서 모재의 철전위(E_{Fe})에 접하는 시간이 느린것이 우수한 내식성을 나타냈다. 또한, 갈바닉 전류 측정결과 상대적으로 느리게 감소하는 것은 희생양극적 특성이 우수한 것이고, 빠르게 감소하는 것은 나쁜것을 나타낸다. 즉, 갈바닉 전류는 기울기가 큰 것은 내식성이 좋지 않은 것이고, 기울기가 작은 것은 내식성이 좋은 것으로 나타났다. 갈바닉 전류와 갈바닉 전위값은 서로 반대적인 값을 나타내며, 단면내식성 판단의 중요한 요소로 작용한다.

Fe+Zn시험편의 단면내식성의 전위 변화 측정결과로는 가스압이 증가함에 따라 내식성이 좋게 나타났다. 즉, 해수중 방식전위 값인 -800mV/SSCE에 도달하는 시간을 분석해 보면, 5×10^{-1} Torr, 5×10^{-2} Torr, 5×10^{-3} Torr에서 제작한 시험편의 모재의 방식전위 도달시간은 각각 432분, 348분, 324분 순으로 나타났다. 따라서 방식전위 도달시간이 가장 긴 5×10^{-1} Torr에서 제작한 시험편이 가장 내식성이 우수한 것으로 나타났다. Fe+Mg 시험편의 단면내식성 전위 변화 측정 결과로는 가스압의 증가에 따라 내식성이 우수하게 나타났다. Fe+Zn 시험편과 비슷한 양상을 보였으나, 방식도달거리 는 Fe+Mg 시험편이 빨리 도달하였다. Fe+Mg 시험편의 단면내식성의 전류, 전위 변화 측정결과로는 5×10^{-1} Torr, 5×10^{-2} Torr, 5×10^{-3} Torr에서 제작한 시험편의 모재의 방식전위 도달시간은 각각 216분, 120분, 72분 순으로 나타났다. 또한, 5×10^{-1} Torr, 5×10^{-2} Torr, 5×10^{-3} Torr에서 제작한 Zn박막의갈바닉 전류의 평균값은 $44.2054 \mu A/cm^2$, $37.9823 \mu A/cm^2$, $32.1982 \mu A/cm^2$ 이고, Mg박막은 $22.7470 \mu A/cm^2$, $16.6432 \mu A/cm^2$, $1.1244 \mu A/cm^2$ 로 나타났다. 이와 같이 Mg 박막이 Zn박막보다 내식성이 떨어지는 이유는 Mg의 이온화 경향이 Zn보다 활성적이기 때문이다. 즉, Mg^{2+} 의 이온화 에너지는 $1451 kJ/mol$, Zn^{2+} 의 이온화 에너지는 $1733 kJ/mol$ 로서, Mg은 이온화 에너지가 적기 때문에 쉽게 이온화된다. 따라서 내식성이 Zn박막에 비해 떨어지는 것으로 사료된다.

3. 결론

갈바닉 실험에 의한 Zn, Mg 박막의 단면 내식성 고찰 결과 다음과 같이 나타났다. Fe+Mg박막과 Fe+Zn박막은 가스압이 증가함에 따라 제작한 것일수록 내식성이 우수하게 나타났다. 이와 같이 가스압이 증가함에 따라 제작된 박막은 결정립이 미세화 되어 내식성이 향상되었다고 사료된다. 또한, 이온화 경향이 큰 Fe+Mg박막이 이온화 경향이 작은 Fe+Zn박막에 비해 내식성이 떨어지는 것으로 나타났다.