

전기화학적 임피던스 분광법(EIS)을 이용한 고주파 아크 금속용사 피막의 강재 방식성능 평가에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Evaluation of Anti-corrosion Performance of High-frequency Arc Metal Spray film on Steel using EIS Method

최 홍 복*

이 한 승**

Choe, Hong-Bok

Lee, Han-Seung

Abstract

To evaluate anti-corrosion performance of high-frequency arc metal spray film in accordance with metal type and epoxy sealing coat application status, electrochemical impedance spectroscopy(EIS) method was conducted in this study. As a result, in case of applying Al-Mg alloy metal spray film, it showed the best polarization resistance. In case of applying epoxy sealing coat, it showed increased polarization resistance of arc metal spray film. Through this experiment, it is judged that Al-Mg alloy arc metal spray film with epoxy sealing coat can increase the biggest anti-corrosion performance of high-frequency arc metal spray film on steel.

키 워 드 : 고주파 아크 금속용사피막, 방식성능, 봉공처리제, 전기화학적 임피던스 분광법

Keywords : high-frequency arc metal spray film, anti-corrosion performance, epoxy sealing coat, electrochemical impedance spectroscopy method

1. 서 론

본 연구에서는 희생양극원리가 있는 금속을 피막으로 적용함으로써 강구조물의 부식을 방지하는 고주파 아크 금속용사피막의 방식성능을 평가하고자, 금속 선재의 종류 및 봉공처리제 도포 유무에 따른 용사피막의 방식성능을 전기화학적 임피던스 분광법(EIS)을 실시하여 비교 평가 하였다. 본 실험을 통해 금속용사피막 계면과 전해질 사이의 전하 이동반응 및 피막 내부로의 확산반응을 측정함으로써, 금속용사피막의 부식 저항성(분극 저항) 및 부식 속도를 평가하고자 하였다.

2. 실험개요

표 1은 전기화학적 임피던스 분광법을 이용하여 금속용사 피막의 방식성능을 평가하기 위한 실험 측정항목을 나타낸 것이며 그림 1은 실험 과정을 나타낸 것이다. 실험인자는 방식공법에 따른 무도장, 용융아연도금, 금속용사의 3수준과 선재의 종류 구성비에 따라 Zn-Al (50:50), Zn-Sn (65:35), Al-Mg (95:05) 3수준, 봉공처리 유무 2수준으로 하여 평가를 진행하였다. 공통사항으로 금속 선재의 구성 비율은 질량비이며, 모재의 바탕처리는 샌드 블라스트, 시험체의 측정면적은 0.79cm²(직경 1cm 원형단면)으로 하였다. 실험조건으로 수용액은 3.5wt% NaCl, 작업전극으로 시험체를, 상대전극으로 백금(Pt)을, 기준전극으로 Ag/AgCl 전극을 사용하였다. 본 실험에서는 10⁵Hz ~ 10⁻²Hz범위의 주파수에서 인가 교류전압은 10mV로 하여 임피던스를 측정하였다.

표 1. 측정항목

번호	시험체명	방식공법	금속선재 종류 (구성비율)	봉공처리
1	무도장강판	무도장강판	-	-
2	용융아연도금	용융아연도금	-	-
3	HF ¹ Zn-Al SC O ²	고주파 아크 금속용사	Zn-Al (73:27)	유
4	HF Zn-Al SC X ³		무	
5	HF Zn-Sn SC O	고주파 아크 금속용사	Zn-Sn (65:35)	유
6	HF Zn-Sn SC X		무	
7	HF Al-Mg SC O	고주파 아크 금속용사	Al-Mg (95:05)	유
8	HF Al-Mg SC X		무	

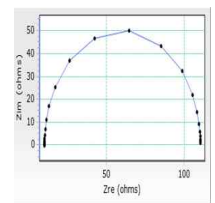
HF¹: 고주파아크 금속용사, SC O²: 봉공처리 있음(유), SC X³: 봉공처리 없음(무)



3.5 wt% NaCl 수용액 제조



부식시험 셀 설치



임피던스 곡선 측정

그림 1. 전기화학적 임피던스 분광법 (EIS) 실험 과정

* 한양대학교 대학원 건축시스템공학과 석사과정

** 한양대학교 ERICA캠퍼스 건축학부 교수, 공학박사, 교신저자(erclsehs@hanyang.ac.kr)

3. 실험결과 분석 및 고찰

3.1 금속 선재 종류에 따른 용사피막의 임피던스 비교

그림 2는 Nyquist 도표에 의한 전 시험체의 임피던스 측정 결과를 나타낸 것이고 그림 3은 금속선재 종류에 따른 용사피막의 임피던스 측정 결과를 나타낸 것이다. 반원의 크기는 분극 저항(R_p)의 크기를 나타내며, 무도장강판 및 용융아연도금의 경우 분극 저항 값이 금속용사피막보다 큰 것으로 나타났다. 이는 시험체 표면의 임피던스가 부식이 진행되지 않은 상태에서 측정되었고 용사피막 금속보다 부식경향성이 낮은 금속이며 조밀한 표면층 형성으로 인해 높은 분극 저항 값을 나타낸 것으로 판단된다. 용사피막의 경우 분극 저항값이 Al-Mg, Zn-Al, Zn-Sn 순으로 높게 나타났다. 이는 이중금속의 부식발생에서 Al-Mg가 희생양극반응성이 가장 높아 시험체 표면에 초기 산화피막을 형성하여 모재의 부식을 크게 지연시키는 것으로 판단된다.

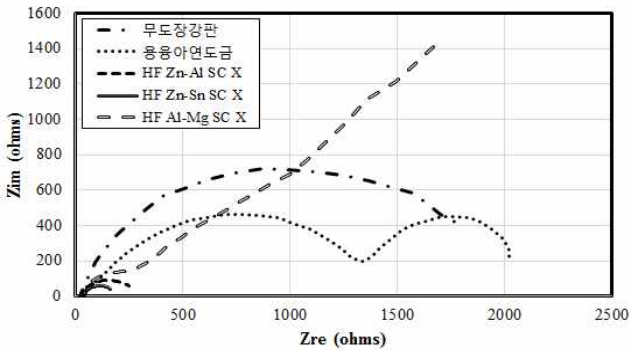


그림 2. Nyquist 도표에 의한 전 시험체 임피던스 측정 결과

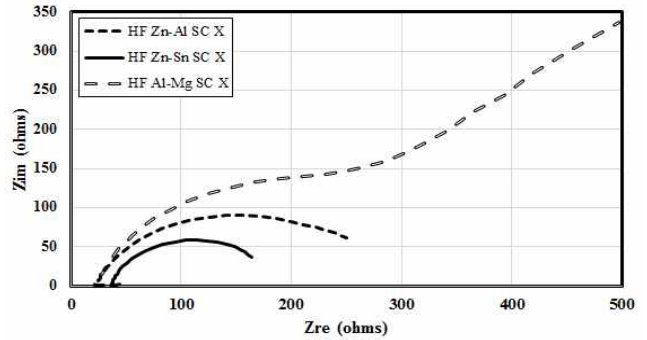
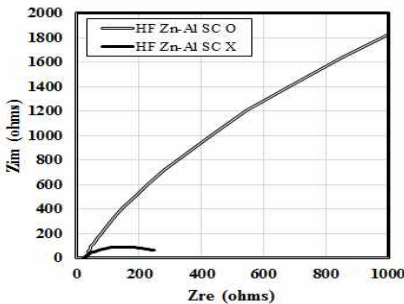


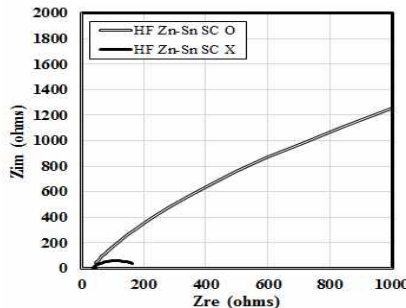
그림 3. 금속 선재 종류에 따른 용사피막의 임피던스 비교

3.2 봉공처리제 도포 유무에 따른 용사피막의 임피던스 비교

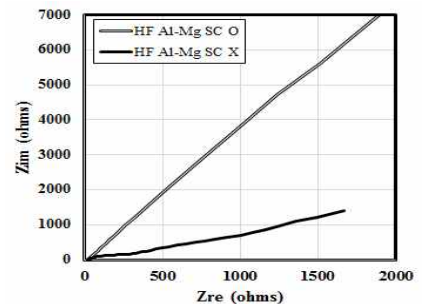
그림 4는 봉공처리제 도포 유무에 따른 용사피막의 임피던스 측정결과를 Nyquist 도표로 나타낸 것이다. 봉공처리제를 도포한 용사피막의 경우 이를 도포하지 않은 시험체와 비교하여 매우 높은 분극 저항 값이 측정되어 부식 저항성이 크게 향상되는 것으로 판단된다.



(a) Zn-Al



(b) Zn-Sn



(c) Al-Mg

그림 4. 봉공처리제 적용 유무에 따른 용사피막의 임피던스 비교

4. 결 론

본 실험을 통하여 고주파 아크 용사피막의 경우 희생양극반응이 가장 높은 Al-Mg가 분극 저항이 가장 우수함을 알 수 있었고 Zn-Al, Zn-Sn 순으로 분극 저항이 높음을 알 수 있었다. 또한 봉공처리제를 도포한 용사피막의 경우 적용하지 않은 것보다 분극 저항 값이 크게 향상되는 것으로 보아 금속용사 적용 시 봉공처리가 반드시 필요함을 알 수 있었다. 추후 연구 방향으로 용사피막의 부식 손상 정도에 따른 임피던스 변화를 측정하고 등가회로(Equivalent Circuit)를 구성하여 용사피막 계면과 전해질 사이에서의 부식 발생 기구를 제시하고자 한다.

감사의 글

본 논문은 2014년 국토해양부 기술연구개발의 건설교통기술혁신사업(과제번호: 12첨단도시D02)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

- 정시영, 김병국, 최완철, 교류 임피던스기법을 이용한 철근부식 측정에 관한 실험적 연구, 한국콘크리트학회 학술대회 논문집, 제2005권 제11호, pp.659~662, 2005