

2019 춘계학술대회 기술 교류회 Q & A

- 2019년 4월 24일(수) ~ 25일(목)
- 경남 창원컨벤션센터

한국부식방식학회 기술위원회

■ 배경

학회 중심으로 산업계와 긴밀한 네트워크를 구축함으로써 필드 고장 발생시 국내외 기술자문, 고장분석 자문과 같은 일련의 활동을 통해 산업체 기술적 어려움 해소와 산업체 니즈를 정기적으로 수렴하여 『학회 (대학) – 산업체』간 상생기반을 구축하는데 있습니다.

■ 기술 교류회 패널 ('19년 4월 24일)

패널	전문분야	패널	전문분야
현대자동차 민병훈 상무	자동차 내구	조선대 신소재공학과 장희진 교수	스테인리스강 부식
현대자동차 안승호 책임	자동차 부식	네오사이언스 임정훈 이사	부식모니터링 장비
현대제철 양원석 책임	도금강판 개발		
자동차부품연구원 임현택 박사	신뢰성 평가		
포항산업과학연구원 김성남 박사	신뢰성 평가		

■ 질의내용

학회 기술세미나후 교류회때 나왔던 주요 질문내용과 답변을 가능한 그대로 수록하였으며 현장 위주 내용을 그대로 전달하는데 있습니다. 주요 내용은 패널 전문가님과 상의후 보완을 하였으나 현장에서 참조를 하시되 추가적인 내용과 기술자문은 학회(cssk2@corrosionkorea.org)를 통해 추가 요청하시기 바랍니다.

구분	질문	페이지
1	스테인리스 강에서 응력부식균열(SCC)을 방지할 방법	4
2	아연도금강판에서 150도 이상에선 전위역전 현상에 대한 이해와 방지 방법	5
3	전해액에서 금속이온의 착화의 측정기나 측정법	7
4	바이오 에탄올 연료와 스테인리스강 재질간 부식	8
5	대기나 담수, 생활용수에서 갈바닉계열에 대한 정보	11
6	최근 방식트렌드에 대한 설명	12
7	자동차 전자부품 부식의 부식사례와 방식에 대해 설명	13
8	최신 부식모니터링 기법	14
9	용접 필러 재료와 모재와의 갈바닉부식 방지법	15
10	STS304 재질인 압력밥솥의 공식 방지법	17
11	열연아연도금강판의 전착도장시 블리스터가 발생하지 않도록 하는 방법	19
12	차체 방청보증 설정에 대한 배경	20
13	공식의 크기나 갯수가 불균일할 때 부식판정에 대한 기준	21
14	316L 재질을 사용하는 곳에서 MIC로 인해 부식 발생 억제방법	22
15	알루미늄 백녹이나 얼룩으로 상품성 저하되는데 방지할수 있는 방법	23

1

질문

스테인리스 강에서 응력부식균열(SCC)을 방지할 방법에 대해 설명해 주세요.

■ 해설

- 스테인리스강 SCC방지를 위한 방법:

Ni 8% SCC 저항성이 최소로 떨어지는 지점으로 SCC 저항성을 위해선 Ni을 안넣는게 좋다. 그러나, 일반 부식에 대한 저항성과 SCC에 대한 저항성에 대해 고려해 보아야 한다.

* (추가 질문)

스테인리스 강에서 산화철보다 옅은 연분홍색을 띄우는 것은 철 산화의 종류인데 산화층이 얇아서 나타나는 것인가?

(답변) 철 산화물인 경우, FeO, Fe₂O₃, Fe₃O₄ 별로 색상이 다르게 나타난다.

산화물 층 두께에 따라 색상은 달라진다.

※ 참조사항

응력부식균열(Stress Corrosion Cracking)이란, 인장응력과 부식환경 조성으로 균열이 발생하는 형태

- 국부적인 곳에서 부식발생 또는 양극용해 진전으로 active path corrosion (APC) 형성

- 파단의 형태 : 입계파단(Intergranular SCC) 또는 입내(Transgranular SCC)



2

질문

아연도금강판에서 150도 이상에선 전위역전 현상이 일어난다고 하는데 이 온도영역에선 아연도금강판의 아연이 음극이 되고 소재가 부식되는 것인가?

■ 해설

- 일반적으로 아연도금은 산소가 존재하면 60-90도 부근에서 전위역전 철과 아연의 전위 역전현상이 일어난다. 또한 황산칼슘이 포화이상으로 존재해도 전위 역전이 나타난다. 개인적인 경험으로 제철소의 브릭제조 설비 같은 곳에 아연도금을 적용할 때, 모재가 먼저 부식되는 현상을 보았으며 가동온도가 상온~90도 까지 변화할 때, 아연도금 적용은 매우 주의가 필요하다. 문헌은 60~90도에서 역전현상이 나타난다고 기록되어 있는데 150도까지는 해보지 않았다.

[출처, Frank C. Poter, Corrosion Resistance of Zinc and Zinc Alloys, Marcel Dekker Inc. 1994]

* 추가질문

온도가 올라가면 철과 아연의 부식전위가 바뀌어 그런 현상이 나오는 것인가?

환경개조설비인 경우, 90도 부근에서 운용되다보니 도금이 희생양극으로 역할을 다하지 못하고 철이 부식되는 현상이 있다.

- 문헌상으로는 아연의 전위 역전현상은 60-90도 사이로 알려져 있다. 특히, 자동차의 엔진룸인 경우 전위역전 현상을 고려하여 아연만을 사용하기 보다 온도에 영향을 받지 않도록 알루미늄과 같은 성분을 첨가하여 온도영향을 덜 받도록 한다.



■ 해설

* 추가질문

AW0108 전위 역전현상을 언급하고 있다. COI(Corrosion of Insulation)에서 역전현상 때문에 일정온도 이상에서 아연을 사용하지 않는 것으로 추천한다. 그럼에도 불구하고 현장에선 아연프라이머를 도포하는 경우도 있다. 이럼에도 무시하고 가야 하는지? 프라이머 도포를 또다른 대체 코팅으로 해야 하는지 알고 싶다.

- 환경설비 중에 어떤 공장라인에서 스테인리스강을 적용해야 할것을 기본적으로 알카리 환경이면서 90%RH, 90도 온도조건에서 아연을 사용했더니 전위 역전현상을 확인하였고 스팀이 어느 부위에서 나오는지에 따라 마모현상도 발견되었던 현장 경험이 있다. 현장측면에서 본다면 이론적으로 무엇을 적용하기 보다 현장 환경을 고려하여 적용하는 것이 낫다.

-(보강설명)

문헌상으로 보면 아연이 습기하고 대기에 노출되면 표면이 카본네이트 피막이 생성되게 되는데 80도 이상 올라가면 표면에 피막층이 커지게 되어 철의 부식이 발생하게 된다. NACE 스펙에서 70,80도 범위에서 사용하지 말라고 권고한다.

3

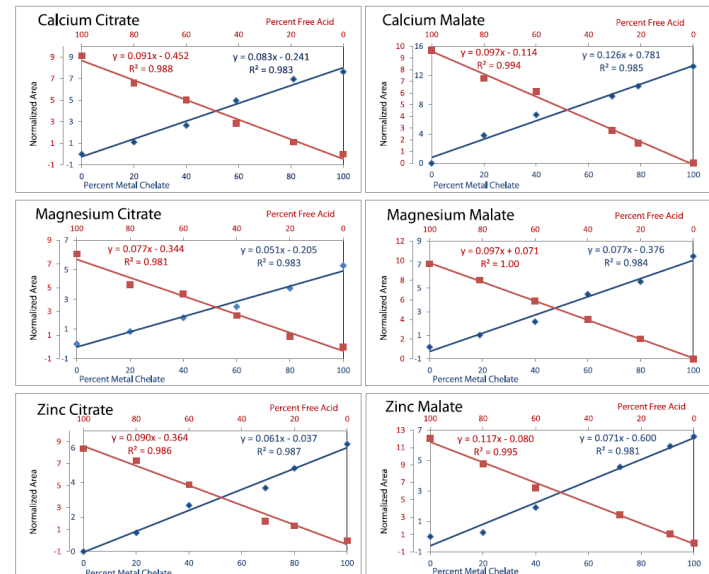
질문

전해액에서 금속이온의 착화의 측정기나 측정법이 있는지요? 주요 첨가제인 착화제와 금속의 농도비는 도금품질을 떨어뜨리는 요인으로 작용한다. 정량적 측정이 어려워 관리항목에서 배제되기도 하나 문제가 발생할 때 이에 대한 이슈는 나오기 마련이다.

■ 해설

- 용액의 착화제나 이온에 대한 분석 요청이 있었다. 이론적으로 볼 때 금속이온이 착화제에 착화되었을 때 금속의 특성이 바뀌게 된다. 이 경우에 분리 분석법을 통해 금속과 결합한 착화합물 및 결합하지 않은 착화제의 농도를 측정할 수 있다. 분리 분석을 할 수 있는 장비로는 IC(Ion Chromatography), HPLC(High Performance Liquid Chromatography) 장비 등이 있으며 충전된 컬럼을 이용하여 분리해 낸 다음 직접 분석하거나 다른 분광 분석기(ICP-AES, AAS, XRF 등)를 이용해 정량값을 구할 수 있다. 최근에는 FTIR(푸리에 적외선 분광법)장비를 이용하여 착화합물의 농도를 온라인으로 모니터링 하는 기술도 개발되어 있다.

오른쪽 그림은 착화제와 착화합물이 형성되었을 때 나타나는 FTIR 스펙트럼을 이용하여 검량선을 작성한 데이터이다.
 (“Quantitative measurement of metal chelation by fourier transform infrared spectroscopy”, Analytical Chemistry Research, 6, 32~35, 2015)
 금속과 결합하였을 때 착화제의 스펙트럼이 바뀌는 것을 활용하였으며 정량성이 나타나는 것을 확인할 수 있다.



■ 해설

- * 타부문 사례) 냉동기 업체의 구리배관의 공식 사례가 자주 들어오고 있다. 구리가 원가적으로 비싸다 보니 STS400계열로 바꾸거나 이마저도 비싸다고 생각하여 탄소강으로 변경하여 사용하는 경우가 있다. 400계열로 사용되었다가 1년만에 관통이 발생하기도 하였다. 동관으로 원복하였으나 다시 부식이 발생하였다. 부식에 대한 고품을 분석해 보면 동관인 경우 구조적 연결부의 문제가 있었다. 리벳 연결부의 공식이 발생하였었고 배관자체의 표면의 요철이 있는데 이 부분이 부식을 유발하는 촉진 개시점으로 작용하기도 한다. 내부 동관 내부에도 보면 여러 생성물이 부착된 경우도 있고 다양한 냉매조건에 따라 내외부 부식유발인자는 상황에 따라 달라지기도 한다. 현재 400계열로 전환할 때 가장 고려할 요소는 용접조건의 최적화 이다.



4

질문

최근에 바이오 에탄올 적용된 차량이 늘어나고 있습니다. 연료 연료와 직접 연결되는 파워트레인 부품은 스테인리스강으로 적용중인데 이 경우 발생 가능한 부식의 형태는 무엇인지요? 알코올 연료와 스테인리스강 재질간 부식에 대해 알고 싶습니다.

■ 해설

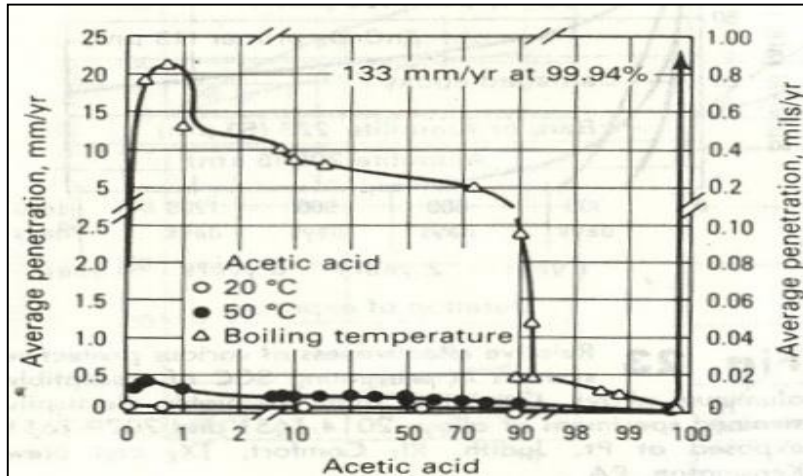
- 바이오에탄올 연료를 사용하는 부품에 적용된 스테인리스강인 경우, 내식성 측면에서 문제가 없다. 알루미늄인 경우, 내부의 표면조도가 거칠어서 부식반응의 면적을 높이게 된다. 연료딜리버리 파이프인 경우, 공기가 존재하지 않고 일정 온도영역에 노출되다 보면 연료와 알루미늄 소재간 부식이 촉진된다.
 - * 지역별 바이오에탄올 함량 (2009년 기준)
북미 E10이하 이나 E20 확대 예정, 중남미 E10이하, 브라질 E22이상, 중국 E10이하
- 대안으로 내세웠던 아노다이징된 알루미늄을 적용 검토하였으나 원가적인 면, 생산성 측면을 고려하여 스테인리스강으로 변경하였거나 플라스틱 계열로 적용하기도 하였다. 연료의 청정도로 인해서 부식문제가 나오기도 한다.



■ 해설

■ 알루미늄 재질과 에탄올 연료간 부식발생 메커니즘

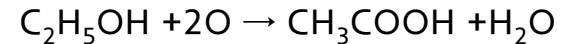
알루미늄 A1100 소재의 아세트산 함량에 따른 부식속도



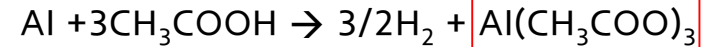
(출처: ASM Metal Handbook 9th Edition, Vol.13, 608 p)

알루미늄 부식발생 공식

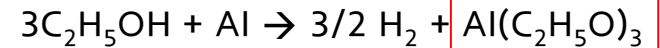
1. 에탄올의 산화



2. 알루미늄과 아세트산의 직접반응



3. 알루미늄과 에탄올과의 반응(알콕사이드)



(참고문헌: C. Vargel, Corrosion of Aluminum, Elsevier, 2004, p.473)

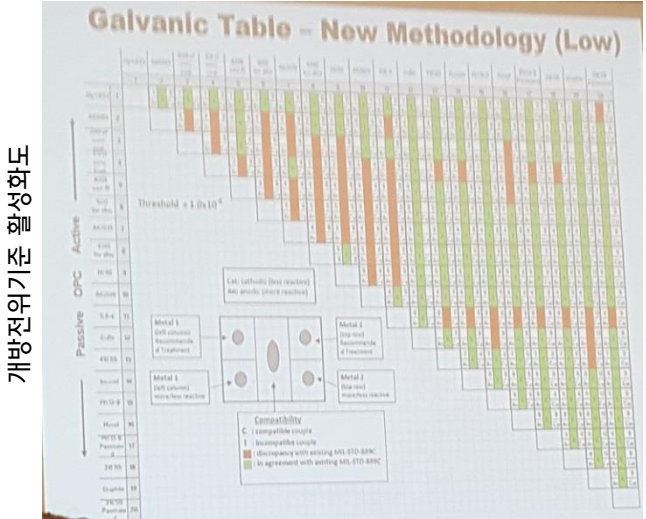
5 질문 갈바닉계열이 바닷물에 대해서만 나와 있는데 대기나 담수, 생활용수에서도 갈바닉계열이 있는지요?

■ 해설

- 2019년 NACE 미국부식학회 참석시 BOOK STORE에 보니 담수 조건에서 갈바닉계열을 수록한 책을 확인하였다. 또한 수돗물에 대한 17금속의 시리즈는 Y. Matsukawa 등의 문헌에서도 확인 가능
담수 외에 갈바닉계열을 평가하고 다양한 조건에서 논의하는 과정이 필요하다.

※ 참조자료 (2019년 NACE)

1. 제목: 새로운 대기부식의 갈바닉 시험 검토
2. 내용:
 - 1) 배경: 기존 갈바닉 시리즈는 전위 우선 평가 → 매칭안되는 것도 많음
 - 2) 내용: 두 재료의 정전위 (전류 변동영향 평가 필요)



C :적용가능, I 적용불가
 ■ MIL STD-889C 기준 전류차이 大
 ■ MIL STD-889C 기준 전류차이 小

3) 결론: ZRA(0전위 전류) + 도금층 조합에 따른 갈바닉 시리즈 예측(용액/온도 고려, 필드환경 모사 평가)

6

질문

한국가스공사 사내 벤처 1호이고 국내 방식에 대해선 나름대로 역사를 갖고 있으며 경험을 갖고 있는데 최근 방식트렌드가 있다면 소개해 달라.

■ 해설

- 실질적으로 방식이라는 개념으로 지속적으로 언급되고 있는 것은 희생방식이 있다. 요즘은 전기방식으로 넘어가고 있다. 최근에는 희생양극의 소모량을 줄이기 위해 전기방식이 같이 사용하는 경우도 있다. 방식설비에 대해선 절연이 가장 중요한 역할을 한다. 외부에 매설된 배관인 경우, 절연에 대해 간과하는 경우가 많은데 전기방식만으로 안심할 것은 아니다. 절연설비를 갖추는데 고민을 해야 한다.
- 방식설비를 하는 간직점 검사로서 피복손상탐침검사, 전위차 검사 뿐만 아니라 굴착검사를 통한 검사도 진행 중이다. 부식이 얼마나 발생하고 진전되었는지 필드에서 검사하는 과정이 중요하며 최근에는 매설된 배관의 내면의 부식깊이 까지 평가할 수 있는 장비들도 있다. 한국가스공사인 경우 피그를 이용한 내면을 검사하기도 한다. 화학설비와 같이 내면의 부식을 볼수 없는 것은 NFL과 같은 방법을 채택하는 것도 중요하다.
- 요즘 IoT와 연계되어 다양한 데이터 로거를 적용하여 상시 모니터링을 함으로써 방식측면 접근하고 있다.

※ 코렐테크놀로지 (<http://www.correltech.com>)



7 질문 자동차 전자부품 부식의 부식사례와 방식에 대해 설명해 주세요.

■ 해설

- 최근 자동차인 경우 전장부품의 적용비율이 증가하고 있다. 전력기반 자동차라고 하는 HEV, PHEV에서 전자 제어기에서 복합적인 부식가능성을 갖고 있으며 상대적으로 항속거리 증대에 따른 고전압배터리를 사용이 증가하고 있다.
- 여기에서 발생 가능한 잠재적인 부식메커니즘은 누설전류에 의한 전식부식이다. 철도산업, 해양플랜트에서는 전식부식 사례가 높은 빈도로 보고되고 있었으나 자동차의 경우 그 가능성이 미미했던 상황에서 최근 전력기반 자동차의 500V이상의 고전압 조건에서 전자차폐재 부식과 같은 현상의 발생가능성이 높다. 전식부식이라고 하는 것은 높은 전류 환경에서만 발생하는 것이 아니라 일정수준 조건에서 발생하므로 전력기반 자동차 부품 개발 시에는 전식부식에 대한 추가 사전 검증이 필요하다.
- 자율주행자동차의 경우 특히 제어기는 전자기판의 마이그레이션 현상, 부품 중 커넥터, 스위치에서 프레팅마모 현상이 다수 발생한다. 엔진룸에 장착되는 부품의 경우 130-150도 수준의 온도에 노출되며 자동차 특성인 진동에 의한 마모 현상까지 동시에 발생됨에 따라 주석도금인 경우 국부적으로 주석도금이 깨지며 동시에 모재의 산화로 인해 접촉불량 현상이 발생하는 사례가 다수 보고 되고 있다.
- 자동차에 적용된 전자부품인 경우, 부품내에서 발생했던 고전적인 부식현상이 아니라 자동차라는 특성에 비롯되는 시스템적이고 주행 및 작동환경에서의 부식이 발생되므로 이에 대한 원인 규명과 방식을 위해서는 시스템적인 접근과 분석, 검증이 필요하다.

* 추가질문

누설되는 전류인 경우, 시뮬레이션에서 사전 검출될 수 있는가?

- 자동차라는 복합 주행환경을 감안한다면 누설전류의 특성상 수치적으로 해석하기 어렵지만 누설되는 워크 포인트를 실차 측정과 함께 복합적인 시뮬레이션으로 사전 예측할 수 있을 것으로 판단되며 이에 대한 연구도 주요한 연구테마가 될 수 있겠다.



8

질문

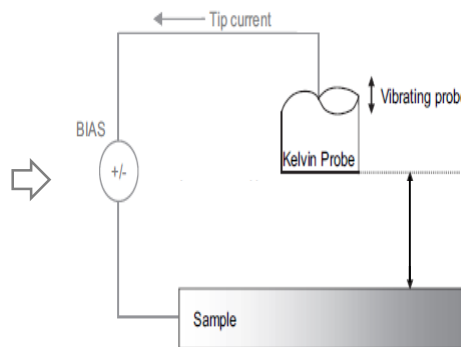
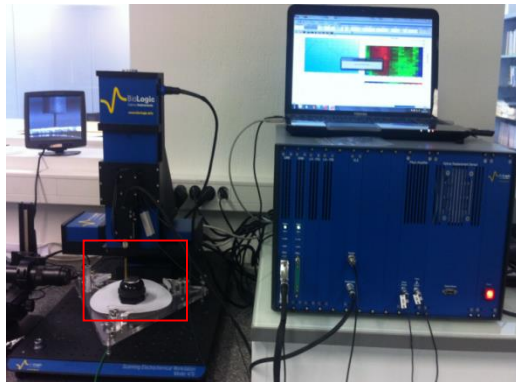
최신 부식모니터링 기법이 있으시나요?

■ 해설

- SKP 기술인 경우, 프로브는 2개의 타입이 있다. 팁 사이즈가 500, 150마이크로가 있는데 현재는 150마이크로인 경우 가로세로 250마이크로까지 평가 가능하나 최근 장비개발업체인 경우 더 미소한 범위까지 평가 가능한 장비를 개발 중에 있다.

※ SKP(Scanning Kelvin Probe) 설명

- 1) 평가방법 : 전위(부식민감도)를 측정하여 소재/후처리/가공법에 따른 방청수준 판단 가능함.
- 2) 원리 : 재료 표면에 탐침으로 100 μ m 단위로 표면 전위 값을 분석



STEP 1) 간극에 따른 캐패시터(dC) 계산

$$dC = \epsilon \frac{A}{d(t)}$$

※ ϵ : 비유전율, A : 프로브면적, d : 샘플-프로브간극

STEP 2) 전류(i)량 측정으로 표면전위(E)값 계산

$$i = \frac{dQ}{dt} = \Delta E \frac{dC}{dt}$$

※ i : 전류, Q : 전하, C : 캐패시터, E : 전위

3) 결과 분석 방법 : 전위값이 높고 (=부식둔감), 전위차가 작을수록 (마이크로 갈바닉) 부식안정 상태

9

질문

용접 필러 재료와 모재와의 갈바닉부식이 발생하는데 이에 대한 방지방법에 대해 설명해 주세요.

■ 해설

- 용접부가 적용되는 소재의 방지방법들이 많이 연구되고 있다. 기본적으로 용가재(Filler Metal)와 소재의 재료가 유사한 것을 사용하는 것이 갈바닉부식을 최소화 할 수 있다. 열처리 조건에 대해 관심을 갖고 유념해야 한다. 용접부 표면연마도 중요하다. 표면연마에 따라 부식속도는 최대 10배 이상 차이가 난다. 표면에 코팅을 하기전 전처리에 따라 부식을 방지할 수 있다.
- 철소재 기초로 설명한다면 전위를 어떻게 관리하느냐, 용접부 산화물을 어떻게 제거할 것인가? 산화물로 인해 도장 부착성, 미도장 문제들이 발생하기도 한다. 산화물 제거가 중요하다.
- 스테인리스강인 경우, 기본적 표준가이드를 기초로 용가재 선정을 하게 되면 소재와 용접부간 갈바닉 부식을 억제할 수 있다. 스테인리스강인 경우 용접부와 HAZ에서 부식이 취약하다. 최근에는 자동차부품인 경우 자동차 배기계인 경우 용접부 산화스케일의 부식을 방지하기 위해 온분을 칠하거나 최근 전해연마 또는 레이저로 산화스케일을 제거하는 기술이 소개된바 있다.



- 부품 밴딩가공 후 신공법인 전해연마 클리닝 공정을 통한 표면 미세 균열부 보완으로 내식성 향상 (크리닝-건조 2단계로 공정이 간단)

■ 해설

* 추가질문

철 재질인 경우 용접 이후 후열처리를 해주고 스테인리스강인 경우 크롬 결핍현상 등이 발생하게 되는데 철과 스테인리스강을 용접하였을 때 후열처리를 해주는게 맞을까?

-스테인리스강인 경우 예민화 현상으로 인해 후열처리를 해주어야 한다. 그러나, 현재까지 동향을 보면 철과 오스테나이트계 이중재 용접을 했을 때 후열처리를 하는 것은 이론상 맞지만 필드에서의 적용성은 낮다고 생각된다.

* 추가질문

카본스틸과 스테인리스강 이중재 용접을 할때의 부식원인을 H₂S 때문이라고 생각하는가?

-갈바닉부식을 유발될수 있는 상황이라고 보여지지만 부식측면에서 보면 기본적 컨셉에서 벗어난 것으로 보인다.



10

질문

공식에 대한 질문입니다. 사용하는 제품은 압력밥솥이고 STS304인데 압력밥솥이다 보니..안에 국 찌개를 끓이기도 하며 압력은 3기압 정도 걸리게 됩니다. 가속시험에 대해선 10분간 끓였다가 30분간 쪄다가 10분간 끓였다가를....지속적으로 반복하다보면 공식이 발생하게 된다. 그렇게 되면 1cm간격으로 공식이 발생한 것을 발견하게 됩니다. 공식이 발생한 요인은 무엇인가요? 이를 해결하기 위한 방법은 무엇인가요?

■ 해설

- (조선대 장희진 교수)

공식이 왜 발생하면 산업적으로 발생하는 대부분 재질은 poly crystal이다. 일단 공식이 많이 발생하는 장소는 입계이거나 석출물, 입계상과 같이 에너지적으로 취약한 부위에서 발생하게 된다. sts인 경우 틸부식이나 입계부식인 경우는 입계나 탄화물, MnS주변이다. 소재내부를 전자현미경으로 잘 살펴보면 석출물들을 발견할수 있다.

공식이 발견된 이후 석출물을 관찰할수도 있으나 떨어져 나간 경우는 발견하지 못하는 경우도 있다. 대부분 합금에서 발생하는 공식은 미세조직상의 불균일성에 기인한다. 그렇지 않다면 표면처리상태의 거칠기에 따라 발생되기도 한다. 압력과 온도를 올렸다 내렸다를 반복하는 조건이라면 공식이 발생할수 있는 조건이 부가되기도 한다.

* 추가질문

공정으로 본다면 딥드로잉을 하게 된다. 광택을 내기 위해 내부를 사포로 폴리싱을 하기도 한다. 사포의 입자들이 소재에 박혀서 발생하기도 하는지 궁금했다. 공식은 1cm나 0.5mm 크기로 발생한다.

(현대자동차 안승호 박사) STS인 경우 소재 자체적으로 부식문제는 없으나 공정으로 인해 소재변화 또는 공정중 박혀 들어간 이물질에 기인될수 있다. 이를 증명하는 쉬운 방법으로 가공/성형된 소재를 염수를 뿌려서 가만히 놔두면 녹이 올라오는 지점을 발견하게 된다. 이 부분에 대해 원인분석을 하면 원인규명을 하게 된다.

이를 증명하는 필드에서의 사례로 지하철 플랫폼 난간에 올라오는 점녹인 경우, 지하철 브레이킹시 날라오는 철 입자에 기인한다.



■ 해설

- (자동차부품연구원 임현택 박사)

가공공정상에서 잔류응력 관점에서 부식을 연구한 논문들이 다수 있다. 일반적으로 잔류인장응력이 걸리는 곳에서 공식이 쉽게 발생하고 쉽게 전파되며, 그에 따라 제조공정상에서 상대적으로 인장응력이 걸리는 곳에서 부식이 발생하는지 살펴볼 필요가 있다. 특히 드로잉 하는 부분에서 잔류응력이 발생하게 되고 이와 무관하게 부동태피막이 깨진 곳에서 공식이 쉽게 발생된다.

공식의 발생이 간격을 두고 나타나는 이유는 공식발생 메커니즘에 기인한다. 공식이 발생하여 전류가 해당 부위에 집중하면 주변은 상대적으로 보호를 받게 되며 이에 따라 공식이 일정한 간격을 두고 생성되는 것이다.

- (참석자중 부연설명)

드로잉 가공할 때 부압이 걸리기 때문에 드로잉 가공시 오일같은 경우 염소계 사용한다. 잔류 염소(CI)로 인해 부식이 발생하는 것은 아닌지 고려해야 한다.

(질문자) 압력밥솥인 경우, 국을 끓이기도 하기 때문에 내부에 염소는 내부 잔류할 것으로 보인다.

11

질문

암류를 생산하고 있으며 열연아연도금강판(HGI)을 사용하였고 전착도장을 하였다. 그런데 전착도장시 블리스터가 발생하여 개선한 적이 있다. 열연아연도금강판인 경우 전착도장시 블리스터가 발생하지 않도록 해야 하는가?

■ 해설

- (현대제철 양원석 박사)

블리스터가 발생하고 있다는 것은 기본적으로 밀착성 저하에 기인한다.

블리스터의 원인은 분석이 필요하겠지만, 표면의 조성, 성상에 따라 삼투형, 음극박리형등 다양하다.

표면 Fe 성분에 의해 인산염반응시 교환반응에 영향에 영향을 받아, 인산염 결정 특성이 달라지고 이에 따라 일반적으로 HGA보다 HGI가 블리스터성에 상대적으로 취약하다.

공정상의 요인도 있을 수 있는데, 전착도장 공정을 HGI로 최적화할 필요가 있다.

* 추가질문

화성피막을 바꿀수 없지 않느냐?

(현대제철 양원석 박사) 유럽은 GI, 아시아지역은 GA를 주로 사용하고 있는데 어떤 것을 주력으로 표면처리 하느냐를 보시고 부품에 맞도록 표면처리 공정 최적화가 제일 중요하다.



12

질문

현대제철 발표자료에서 외관부식은 3년정도를 부여하고 성능에 대한 부식은 12년정도를 부여한다고 하였는데 제조업체인 경우, 조금이라도 적청이 발생하면 NG라고 생각한다. 제철소에 만들고 있는 강판에 대해 외관부식을 보증한다는 것이 의외로 생각되었다. 기준이 가혹한 부식환경 지역에서 옥외폭로를 해서 나온 결과를 기초로 한 것인지 궁금하다.

■ 해설

- (현대제철 양원석 박사)

방청보증에 대한 기본적 컨셉은 1970년 방청강판 사용하기 전에 부식이 발생하여 노르딕코드나 캐나다코드를 만들어 시작하게 되었다.

기본적 방청보증은 관통부식과 연계되지만 표면부식, 엔진룸, 언더바디 부식을 어떻게 할 것이냐를 생각하게 되면 부식보증이 세분화로 생각하게 되었다.

기본적으로 자동차 부식 평가방법은 필드 결과를 기준으로 건습, 온도, 염종류와 농도를 비교하면서 시험방법을 업그레이드 해나가고 있다.

※ 참조사항

날로 심화되는 부식환경으로 인해 마케팅 전략 및 품질 신뢰성 확보 차원으로 자동차의 방청보증관련 가이드라인 (Guide line)이 발표되었다.

1981년에 캐나다 코드가 발표된 이후 1983년에 노르딕 코드가 발표되면서 실질적인 방청보증개념이 도입되었다. 최근에는 유럽을 중심으로 12-5-2, 즉 관통부식은 12년, 표면부식은 5년, 그리고 엔진룸의 부식은 2년을 명시한 기준이 일반화 되었다.

	관통부식	표면부식	엔진룸 부식
캐나다 코드 (1981년 이후)	5년	1.5년	.
노르딕 코드 (1983년 이후)	6년	3년	.
유럽	12년	5년	2년



13

질문

외관발청을 고려할때 부식면적을 고려하게 된다. 규격에 보게 되면 적청의 크기, 갯수 등을 고려하여 부식면적을 산출하고 있는 것으로 알고 있다.
일반적으로 아연도금강인 경우 균일부식이 잘 발생하게 되기 때문에 부식의 크기, 면적등을 잘 산출할 수 있다. 그러나 합금강인 경우 공식의 크기나 갯수가 불균일하게 산출된다. 이럴 경우 부식판정시 어떻게 해야 하는지?

■ 해설

- 실제 실험에서 잘 발생한다. 부식저항성이 낮은 금속은 부식시험을 하게 되면 경향성이 잘 나오나 스테인리스강이나 알루미늄인 경우 공식발생에 대해선 산포가 커진다.
이럴 경우 여러번 실험 최소 3회 이상 실험을 해서 경향성을 찾아야 하고 실험적 조건이나 실험준비 전처리에 따라 영향도 받게 된다.

14

질문

현장에서 316L을 사용하였는데 MIC로 인해 부식발생하여 물이 새고 있다. 이게 바이오사이드를 주입했음에도 MIC는 계속 진행되는 것으로 판단되고 있다. 이것을 방지할 방법이 있나요?

■ 해설

- (조선대 장희진 교수)

공식의 발생이 부분에 따라 다르게 나타난다. 공식이 일단 발생하면 계속 진전되는 경향을 나타낸다. 처리제를 주입하는 조건이었다면 공식발생전에 했어야 한다.

- (박영복 부위원장)

바이오사이드인 경우 316L상관없이 공식이 발생한다. 염소 환경에서 실험을 해보면 3개월내 모재부에서 공식이 발생한다.소재를 바꾸는 것이 최선이다.



15

질문

알루미늄 판재를 복원하다보니 여름철 습기가 많거나 장마때 중간중간 얼룩진 것처럼 보이거나 백화 처럼 보이기도 한다. 상품성이 저하되는데 광택을 살리는 방법, 백화현상을 줄이는 방법이 있을까요?

■ 해설

- (현대자동차 안승호 박사)

백화현상은 자연스러운 현상이다. 성능적으로 큰 문제를 일으키는 것은 아니나 외관상 감성품질을 저하시키는 것이다. 자동차 메이커인 경우, 1) 신소재합금을 개발해서 Zn, Mg을 조절해서 백화현상을 줄이는 방법이 있고 2) 백녹을 올라오는 부위에다 저감제를 도포하기도 한다.

알루미늄 자체만 놓고 본다면 공정에 따라 표면의 조도, 계재물 인입되거나 공정차이를 살펴보아야 한다.

* 추가적 질문

표면 미관의 광택을 살릴수 있을까요?

- 첫번째는 가공을 해서 절삭을 하는 경우도 있고, 두번째는 주조된 상태라면 백녹을 제거후 후처리를 했다 해도 큰 차이는 없을 것이다.

알루미늄 파이프를 예로 든다면 표면에 클리어코팅을 하는 경우도 있고, 표면을 인발하여 표면을 미려하게 처리한다.

- (자동차부품연구원 임현택 박사) 알루미늄의 경우 그 소재 특성상 원소재 자체의 광택을 유지하는 것은 불가하며, 불균일한 백화 현상에 의한 미관 저하를 방지하기 위해서는 오히려 아노다이징(Anodizing)을 활용한 선제적 표면 처리를 권장한다. 아노다이징에 의한 표면 산화 시 높은 내부식성을 갖는 산화물이 모재를 외부 부식 요인으로 부터 보호하는 효과 또한 기대할 수 있다.



☞ 질의응답은 산업체 또는 대학을 포함한 연구과정 중 발생한
사례 중심으로 작성된 것입니다.

따라서, 추가적으로 실무 경험이 있다면 아이디어와 기술적 조언
은 언제든지 해주시기 바랍니다.

(제안하실곳 : 한국부식방식학회 사무국
cssk2@corrosionkorea.org)