

국내 전기방식 시스템 및 시험 방법에 대한 표준화 연구

배정호°, 하태현, 이현구, 김대경
한국전기연구원

A Study on the Standardization for Cathodic Protection System and its Testing Method in Korea

Jeong-Hyo Bae°, Tae-Hyun Ha, Hyun-Goo Lee, Dae-Kyeong Kim

Abstract - Generally, the owners of the facilities adopt CP(Cathodic Protection) Systems to protect the corrosion accidents previously. The developed countries have secured the standard of CP systems and its test methods through the various researches and consolidation of the rules.

So, we have been studying the international standards: JSEC, NACE Standard, ASTM, DNV, Australian Standard etc. and standardizing the systems and its test methods to apply in Korea.

(Cathode), 전류경로(Electronic Path)또는 금속경로(Methallic Path), 이온경로(Ionic Path)또는 전해질(Electrolyte)의 4가지 조건으로 이루어진다.

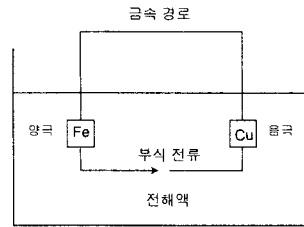


그림 1. 부식전지

1. 서 론

최근 부식(腐蝕)으로 인한 대형사고(가스배관 폭발사고, 송유관 누유에 의한 토양오염, 상수도관 및 열배관 누수사고, 지중 POF 송전선의 단전사고, 대형 철골건물의 붕괴, 인·축의 안전 사고 발생 등)의 위험이 점차 증가하고 있다.

일반적으로 시설물소유자들은 이러한 대형사고를 미연에 방지하기 위해 부식 방지를 위한 전기방식설비(電氣防蝕設備)를 갖추고 있다.

선진국에서는 일찍이 전기방식시설의 개발과 개발에 필요한 규격들을 정비하여 적용하고 있어 전기방식시설의 신뢰성을 확보하고 있다.

그러나 국내에서는 전기방식시설에서 가장 범용적인 희생양극은 물론, 외부전원시설의 양극으로 사용되고 있는 불용성 양극(HSCI)에 대한 성능규격과 시험평가방법에 대한 규격이 없을 뿐만 아니라, 전기방식용 정류기는 한전 표준규격(ESB 157)의 충전장치(Battery Charger)에 준하여 시험을 하고 있는 실정이다. 그리고 적용하는 회사마다 전기방식시설의 사양이나 특성이 다르며, 발주처에서 적용할 수 있는 규정이 없어 해외의 규정을 무분별하게 준용하거나 설계여유를 과도하게 두어 경제적인 낭비를 하고 있는 실정이다. 또한 시험평가 방법이 표준화되어 있지 않고 법적인 시험평가의 의무가 없으므로 질 낮은 전기방식시스템의 설치로 인한 대형사고의 위험이 상존하고 있다.

따라서, 본 연구에서는 전기방식시스템(방식용 정류기, 배류기, 각종 양극 등)에 대한 국제 규격(JSEC, NACE Standard, ASTM, DNV, Australian Standard 등)을 조사하였고, 그 결과를 바탕으로 국내 실정에 적합한 전기방식시설 및 시험평가 방법을 표준화를 위해 현재까지 수행한 연구결과를 서술하기로 한다.

2. 전기방식 방법

2.1.1 전기방식법

일반적으로 부식이라 함은 “물질이 주위환경과 반응하여 물질자체가 변질되거나 혹은 물질의 특성이 변질되는 것”으로 정의된다. 이러한 부식은 대부분 전자이동에 의한 전기화학적 반응때문에 발생하므로 전기화학적 부식이라 부르며, 그림 1과 같이 양극(Anode), 음극

(Cathode)라는 용어 앞에서 언급한 부식전지에서 하나 이상의 조건을 제거 또는 억제하는 것을 말한다. 일반적으로 방식분야에서는 부식의 조건을 완전히 제거하기는 현실적으로 어렵고, 부식 억제제(Inhibitor), 절연판 또는 기타 방법을 사용하여 양극 또는 음극반응을 억제하거나 전자 또는 이온의 흐름을 차단하는 방법들을 채택하고 있다. 이 중에서도 가장 널리 사용하는 방법은 전기적으로 양극을 음극화시키는 음극방식법(Cathodic Protection) (흔히 전기방식법이라 함)이다. 전기방식법은 금속의 부식이 금속표면에서 전해질을 통하여 전류가 유출되는 부분에 발생하므로 전해질을 통하여 금속표면에 직류전류(방식전류)를 인위적으로 유입시키면 금속표면에서 음극반응이 일어나게 되어 부식이 방지되게 하는 방법이다.

전기방식법에는 아래와 같이 희생양극법과 외부 전원법 그리고 배류법이 있다.

① 희생양극법

희생양극법은 그림 2와 같이 방식대상물보다 이온화 경향이 큰 Mg, Al, 및 Zn 등의 금속을 양극으로 사용하여 상대적으로 방식대상물이 음극이 되게 하여 방식시키는 방법이다.

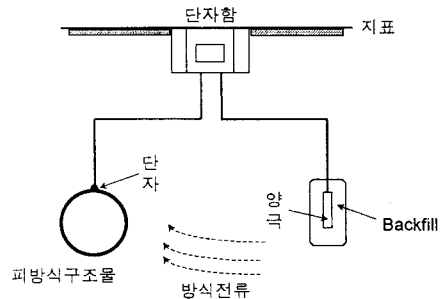


그림 2. 희생양극법의 개념도

② 외부 전원법

외부전원법은 그림 3과 같이 희생양극을 사용하는 대신에 외부의 직류 전원장치와 불용성 양극을 이용하여 방식대상물에 전해질을 통해 직류전류를 흘려주어 방식시키는 방법이다.

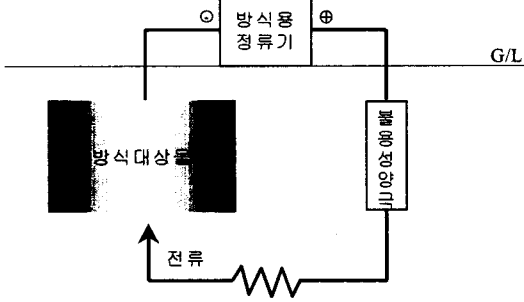


그림 3. 외부전원법의 개념도

③ 배류법

배류법은 주로 지하철의 누설전류에 의해 부식되는 지점에 적용하는 방법으로써, 그림 4와 같이 방식 대상물과 레일을 전기적으로 연결하여 전해질을 통하지 않고 금속 경로를 통하여 레일로 누설전류를 귀환시킴으로써 부식을 방지하는 방법이다. 배류법에는 직접배류법, 선택배류법 그리고 강제배류법이 있다.

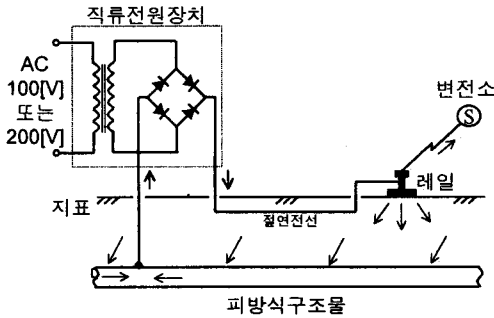


그림 4. 강제 배류법의 개념도

3. 전기방식 설비

전기방식설비에는 방식방법에 따라 여러 가지 있을 수 있다. 여기서 일반적으로 널리 사용되고 있는 전기방식설비를 정리하면 아래와 같다.

◆ 양극

- 희생 양극 : Al, Zn, Mg
- 불용성 양극 : HSCI, Pb-Ag, Pt-Ti
- 단, MMO 양극은 현재 국내에서 개발 중에 있으므로, 국산화 개발 완료 후에 표준화 작업이 바람직함.

◆ 전기방식용 정류기

- 자동 / 수동
- 옥내 / 옥외형
- 공냉식 / 유압식

◆ 전기방식용 배류기

- 선택 배류기
- 강제 배류기

◆ 부속설비

- Coke breeze
- Mg-Anode의 Backfill재
- Test Box : 도시가스형 (매입형)
입상형 (pipe mounting type)
해상구조물형 (부두용)

4. 전기방식 설비 시험 평가

앞에서 언급한 전기방식 설비에 대하여 성능을 평가하는 방법은 나라별로 다르다. 본 논문에서는 아래와 같이 현재까지 조사된 선진국의 평가방법을 정리하였으며, 향후 국내의 사례 조사와 선진국과의 비교분석을 통하여 전기방식설비에 대한 성능 평가방법을 표준화할 예정이다.

4.1 양극

4.1.1 희생양극

국내에서는 발주자에서 승인한 제작 사양서에 의거하여, 제작사의 자체시험실이나 또는 국립기술품질원(성능시험 및 화학성분 분석시험에 한함)에서 성능평가를 시행하고 있으며, 관련 적용 국제 기준 및 평가 항목은 다음과 같다.

본 논문에서는 주로 사용되고 있는 희생 양극은 알루미늄과 마그네슘양극에 대하여, 불용성 양극은 고규소철(HSCI) 양극에 대해서만 대표적으로 기술한다.

가) 알루미늄 양극

성능 평가를 위한 시험은 JSCE S-9301을 준용하고 있으며, 유사한 국제규격은 DNV RP B 401-1986 외 5종이 있다. 그리고 평가항목에는 개로전위 [-mV], 전류효율 (%), 이론발생전기량 [A · Hr/Kg], 유효발생전기량 [A · Hr/Kg] 그리고 소모율 [Kg/A · Yr] 등이 있다. 화학성분을 평가하기 위한 규격에는 KSD 1681과 KSD 1851 등이 있다. 유사한 국제규격은 NACE TM 0190-90이 있다. 기타 외관 및 치수검사에서는 크랙 등을 조사하며 관련 국제 규격은 NACE RP 0387-90 및 NACE RP 0492-92 등이 있다.

나) 마그네슘 양극

성능 평가를 위한 시험은 JSCE S-9301을 준용하고 있으며, 유사한 국제규격은 ASTM G 97-89 외 3종이 있다. 화학성분 평가는 KSD 1684와 KSD 1750 등을 적용할 수 있다. 평가항목과 기타 외관 및 치수검사는 알루미늄 양극의 경우와 동일하다.

4.1.2 불용성 양극

아직 국내에서는 불용성 양극에 대한 성능 평가 방법이 명문화 되어 있지 않다. 특히 양극 수명시험은 장기간 소요되므로 선진국에서도 약 180일 동안만 시험을 하고 있다. 그리고 화학성분은 KSD 1652를 준용하거나 제조사의 Mill Sheet를 준용하고 있다. 관련 국제 규격은 NACE RP 0176-94의 3종이 있다.

4.1.3 전기방식용 정류기

전기방식용 정류기는 발주자에서 승인한 제작 사양서에 의거하여, 제작사의 자체시험실이나 공인시험기관(KOLAS)인 한국전기연구원에서 시행하고 있다. 현재 국내에서는 ESB - 157(충전기 시험평가 방법)를 준용하고 있으며, 발주자의 승인을 받아서 확정된 제작사양서나 ITP(Inspection & Test Plan or Procedure)에 의해 성능을 평가하고 있다. 관련 국제 규격에는 NACE RP 0388-95가 있다.

다음은 정류기의 종류별로 평가하는 항목을 정리한 것이다.

◆ 수동 정류기

- 시험평가 항목
 - 구조 및 외관 검사
 - 배선 검사
 - 온도상승 시험
 - 상용주파 절연내전압 시험
 - 절연저항 측정
 - 과전류내량 시험
 - 계기 동작상태 시험

- 효율 및 역율 시험
- 출력전압 조정범위 시험

• 시험평가 방법 :

- ESB - 157
- JEC - 155 - 1963 (I)
- JEC - 178 - 1977 (II)

◆ 자동/수동 정류기

• 시험평가 항목 :

- 구조 및 외관 검사
- 배선 검사
- 온도상승 시험
- 상용주파 절연내전압 시험
- 절연저항 측정
- 과전류내량 시험
- 계기 동작상태 시험
- 효율 및 역율 시험
- 수동 및 자동제어 특성 시험
- 경보장치 동작 시험

• 시험평가 방법 : 수동형과 동일

4.1.4 전기방식용 배류기

전기방식용 배류기도 정류기와 동일한 규격을 준용하고 있다. 다만 배류 특성에 영향을 주는 전압 변동률을 추가하여 검사하고 있다.

4.1.5 기타 부속설비

기타 부속설비에는 Coke Breeze, Mg-Anode, 측정함(Test Box)의 Backfill재 등에 대하여는 선진국에서조차도 규격이 없는 경우도 있으므로 추후 검토한 다음 표준화할 예정이다.

5. 결 론

본 논문에서는 전기방식시스템과 성능평가 항목 및 평가 방법에 대한 현재까지 조사된 국내·외 규격을 정리하였다. 이 결과는 향후 국내 관련 업계와 전문가의 의견을 충분히 반영하여 국내에 적합한 표준안을 정립하여 KS로 법제화할 예정이다.

그 결과는 전기방식시스템의 질적인 향상을 유도하고, 발주자의 과 설계 및 부족 설계를 방지할 수 있으며, 궁극적으로 방식대상물의 수명을 연장시킬 수 있어 그 파급효과는 클 것으로 기대한다.

(참 고 문 헌)

- [1] 한국전기연구소 "음극방식시스템의 전압, 전류분포 연구" 한국가스공사 연구개발원, 1995.
- [1] John Morgan "Cathodic Protection" Second Edition NACE, 1993
- [2] 腐食防食協會 編 "防食技術便覽" 日刊工業新聞社, 1985
- [3] "Standard Specification for Magnesium Alloy Anode for Cathodic Protection" ASTM Designation B843-93, p. 584~585
- [4] 한국산업규격 "방식용 마그네슘 양극" KS D 7031, 1997
- [5] IEEE Power Engineering Society "IEEE Standard Practices and Requirements for Semiconductor Power Rectifier Transformers" IEEE Std C57.18.10, 1998
- [6] Australian Standard "Galvanic(sacrificial)Anodes for Cathodic Protection" AS 2239, 1993
- [7] Det Norske Veritas Industry AS " Cathodic Protection Design" Recommended Practice RP B 401, 1993
- [8] "NACE Standards Related To Cathodic Protection" NACE, 1996
- [9] "JEC 半導体整流装置(その2)(シリコンおよびゲルマム整流装置)" JEC-178(1977), サイリタ變換装置

JEC-188(1977)

[10] "1994 Annual Book of ASTM Standard, Wear and Erosion: Metal Corrosion" ASTM Volume 03.02, 1994

[11] W. v. Baeckmann, W. Schwenk "Handbook of Cathodic Protection The Theory and Practice of Electrochemical Corrosion Protection Techniques" BSI Code of Practice for Cathodic Protection, Portcullis Press LTD, 1975

[12] 이학렬, 김원녕, 김기준, 문경만, 김광근, 이재욱 "방식 기술편람 제2권 방식기술" 건설교통부, 1998