

도시가스배관의 전기방식별 전압강하측정 및 거동평가

최경석, 이종락, 조영도, 강태연
한국가스안전공사 가스안전시험연구원

Behavior Evaluation and IR Drop Measure According to Type of Cathodic Protection for City Gas Pipeline

Kyung-Suhk Choi, Jong-Ra Lee, Young-Do Jo and Tae-Yeon Kang
Institute of Gas Safety Technology, Korea Gas Safety Corporation

1. 서론

매설배관에서의 전압강하(IR drop)는 2개의 위치에서 발생한다. 하나는 토양에서 발생하는데, 토양과 기준전극의 전해질에 따른 전압강하(electrolyte IR drop)이고 다른 하나는 배관의 금속에 따른 전압강하(metal IR drop)가 발생한다. 또한 전압강하 측정에 있어서 전기방식 회로의 전류 또는 저항이 적으면 전압강하도 적게 측정되나 중요한 것은 높은 전류 그리고 높은 저항에서는 전압강하 차이가 매우 높으므로 전기방식 전위측정시 전압강하를 배제시키지 않으면 안 된다. 예를 들면, 실제로 지상에서 전위측정이 -860 mV라면, 실제배관의 전위측정값은 토양의 전해질로 인해 -800 mV로 측정될 수 있다.

본 연구에서는 전기방식에 따른 전압강하(IR drop)를 측정하기 위하여 전기방식 방법에 따른 희생양극법, 외부전원법(배류법)을 포함하여 측정장소의 간섭, 비간섭지역을 구분하였으며, 각 도시가스사 담당지역에 설치하여 도시가스배관의 방식전위 및 전압강하를 측정하였다.

2. 전기방식기준

전기방식은 음극에서 가장 낮은 전위로 분식시켜 미소셀을 제거하는 것이다. 그러나 전기방식을 통하여 완전히 부식을 제거할 수 없다. 일반적으로 방식구조물의 전위를 측정하는 것은 많은 미소전극의 평균값을 측정하는 것으로 이에 대한 여러 가지 국제적인 방식기준이 있다. 방식을 판정할 때 현장측정 자료에서 반드시 토양과 방식구조물 사이의 전압강하를 제외한 모든 전압강하를 고려하여 해석하여야 하는 것이 매우 중요하다. 만약 전압강하(IR drop)를 고려하지 않게 되면 실제로 제대로 방식되지 않는 구조물을 방식되고 있는 것으로 잘못 판정할 수 있다. 전기방식은 분극현상을 이용하므로 방식정도를 측정하기 위하여 구조물의 분극전위를 측정하여야 한다. 분극전위는 구조물과 전해질 사이의 계면에서 전위로 음극분극과 구조물의 부식전위의 합이다. 따라서 관심있는 전위는 구조물

과 전해질 계면에서의 분극전위이다. 그러나 실제 현장에서 측정할 때에는 도선, 기준전극, 기준전극과 전해질 계면, 전해질, 도선과 구조물의 접촉부, 전위측정기 등에서 일어나는 전압강하가 포함되어 나타난다. 따라서 분극전위를 측정하기 위하여 위에서 언급한 전압강하 요소를 제거하여야 한다. 측정전류가 적게되면 전해질 및 도선 등에서 일어나는 전압 강하가 적게된다. 이러한 이유로 내부 저항이 수 백만 옴인 전압측정기를 이용하게 된다. 일반적으로 도선의 길이가 짧고, 기준전극이 젖어있는 전해질에 접촉하고, 전도체의 결합이 잘되어 있고, 내부저항이 큰 전압측정기를 사용하고, 전해질로 흐르는 전류가 작거나 비 저항이 적을 때에는 위에서 언급한 전압강하를 무시할 수 있다. 전해질에서 전압강하를 제외하고 나머지 전압강하 요소를 쉽게 무시할 수 있을 정도로 조절할 수 있다. 전해질에서 전압강하는 기준전극을 방식 구조물 가까이 위치하거나 방식전류를 순간적으로 차단함으로써 제거할 수 있다. 여기에 대해서는 RP0169와 CORROSION/86에 많은 내용이 언급되어 있다. 전기방식기준은 여러 가지 있으며, 특정한 방식 기준을 적용할 때에는 반드시 언급되어 있는 참고문헌을 숙지하여야 한다.

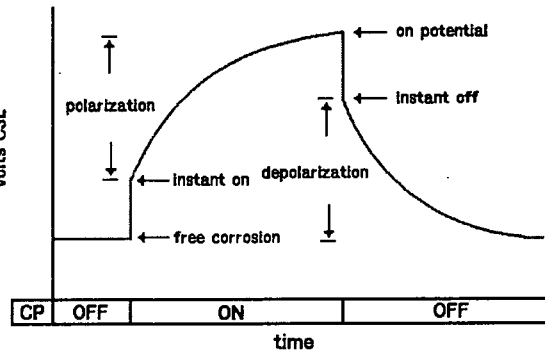


그림 2.1 Pipe to Soil Potentials

지하매설 철구조물 방식기준에는 3가지가 있다. 첫째는 포화황산동을 기준전극으로하여 방식구조물의 전위가 -850 mV 이하일 것, 둘째는 방식구조물의 분극전위가 -850 mV 이하일 것, 셋째는 음극분극이 100 mV 이하일 것이 있다. 첫째 방식기준을 적용할 때에는 반드시 전해질과 구조물의 계면을 제외한 모든 전압강하를 고려하여야 한다. 즉 전류밀도가 낮거나 토양비 저항이 적을 때 전해질에서 전압강하를 무시할 수 있다. 둘째 기준은 분극전위를 측정하여 적용하는 기준이다. 순간적으로 방식전류를 차단하게 되면 전해질과 구조물 계면의 전압을 제외한 모든 전압강하는 제거되므로 분극전위를 측정할 수 있다. 이때 방식전류를 차단하는 순간 전위를 측정하여야 하고, 적어도 분극이 소멸되기 시작하기 전에 측정하여야 한다. 100 mV 분극전위는 초기 구조물의 부식전위로부터 100 mV 분극시키는 것으로 일반적으로 방식전류를 차단하고 소멸분극전위가 100 mV 이상이면 이 기준을 만족하게 된다. 위 3가지 기준은 황화합물이 있거나 박테리아가 있거나 높은 온도 환경에서는 적용되지 않는다.

3. 실험방법

측정방법으로는 그림3.1과 같이 IR-Free Probe(쿠폰면적 10 cm^2)를 도시가스 매설배관 옆에 설치하고 방식전위비교는 지표면에서의 기존 기준전극(Cu-CuSO_4)과 EPR측정기로 측정하여 비교하였다. 이때 EPR 전압측정 범위는

±2.5V, 차트속도는 10/min로 하고 측정간격은 설치후 1달 간은 7일 간격, 설치후 한달 이후로는 15일 간격으로 측정하여 Data를 분석하였고, 측정장소 선정은 표 2.1과 같이 간섭지역, 비간섭지역으로 구분하여 전기방식별로 측정을 하였다.

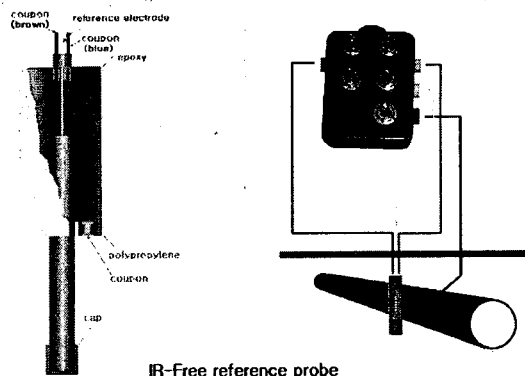


그림 3.1 IR-Free Probe 구조도 및 측정방법의 개략도

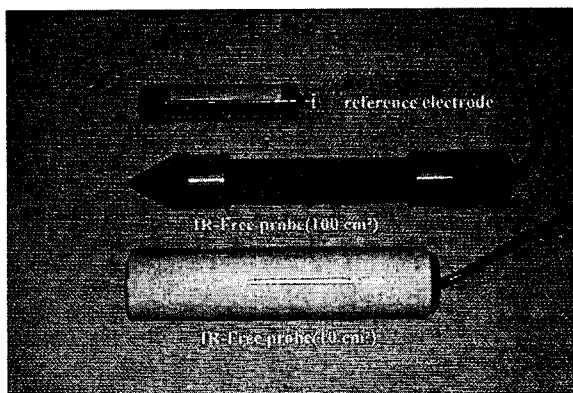
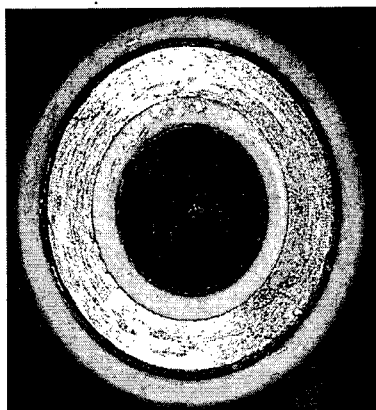


그림 3.2 실험용 기준전극 및 쿠폰사진 및 IR-free probe(쿠폰면적 10 cm²)

표 3.1 전기방식별 측정장소 구분

전기방식별 / 구분	간섭지역	비간섭지역	비 고
희생양극법	A 도시가스	B 도시가스	
외부전원법	C, D 도시가스	E, F 도시가스	
배 류 법	G, H 도시가스	-	

4. 결론

o 1) 희생양극법 비간섭지역

전압강하(IR Drop) 범위는 574~241 mV로 측정되었으며, 설치 후(약 4개월) 전압강하는 일정한 폭으로 유지되는 것으로 나타났다. 이는 기존의 기준전극(Cu/CuSO₄)의 전위측정값은 IR Drop이 약 400 mV 정도로 나타났다.

o 2) 외부전원법 비간섭지역

전압강하(IR Drop) 범위는 1040~270 mV로 측정되었으며, 설치 후(약 4개월)

전압강하는 설치 초보다 감소하고, 일정한 폭으로 안정되는 것으로 측정되었다. 이는 기존의 기준전극(Cu/CuSO₄)의 전위 측정값은 IR Drop이 약 650 mV 정도로 나타났다.

3) 외부전원법 간섭지역

전압강하(IR Drop) 범위는 1225~450 mV로 측정되었으며, 설치 후(약 4개월) 전압강하는 설치 초보다 감소하고, 일정한 폭으로 안정되는 것으로 측정되었다. 이는 기존의 기준전극(Cu/CuSO₄)의 전위 측정값은 IR Drop이 약 830 mV 정도로 나타났다.

4) 배류법 간섭지역

전압강하(IR Drop) 범위는 3.4~14 V, 500~2600 mV로 측정되었으며, 설치 후(약 4개월)

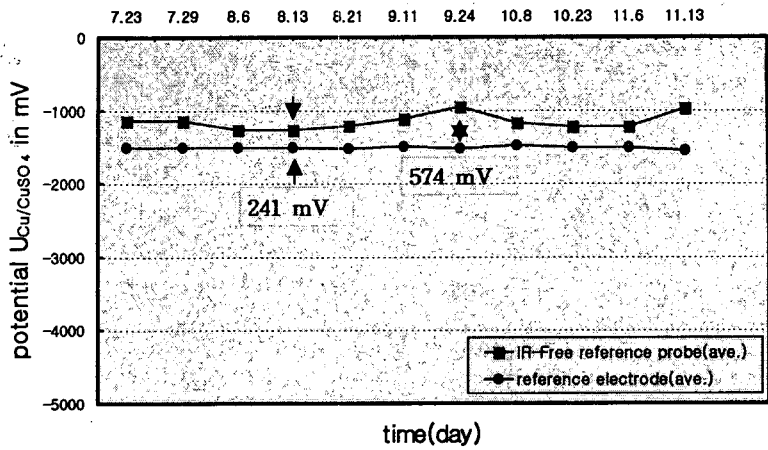


그림 4.1 IR 전극 및 기준전극 전위 측정 비교(희생양극법 비간섭지역)

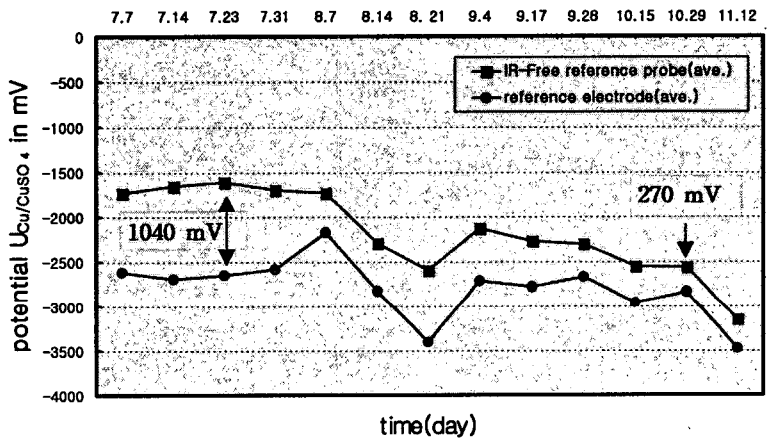


그림 4.2 IR 전극 및 기준전극 전위 측정 비교(외부전원법 비간섭지역)

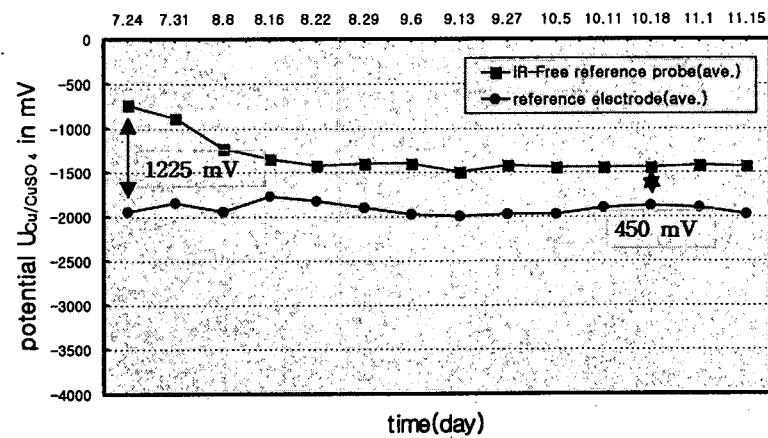


그림 4.3 IR 전극 및 기준전극 전위 측정 비교(외부전원법 간섭지역)

전압강하 변동은 매우 불일정하고, 전위 폭은 증가하였다. 또한, 기존의 기준전극 전위 폭에 비하여 IR-Free probe 전위 폭은 안정되는 것으로 측정되었다.

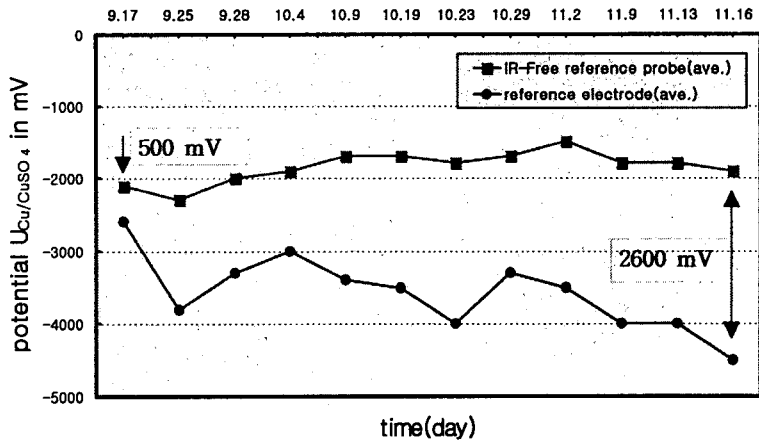


그림 4.4 IR-Free 전극 및 기준전극 전위측정비교(배류기 간섭지역)

참고문헌

1. NACE Publication "Training & Certification CP level 1", (2001)
2. NACE Publication, "RP0169-96 Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping System", (1996)
3. NACE Publication, "TM0497-97 Measurement Techniques Related to Criteria for Cathodic Protection on Underground or Submerged Metallic Piping Systems", (1997)