

도시가스배관에서 전기방식 시설물의 유지관리 방안

최동철, 이근원*

대한도시가스 안전관리본부, *한국산업안전공단

A scheme for maintenance of electric protection facilities against corrosion in gas pipelines

Choi Dong Chul, Lee Keun Won*

Daehan city Gas, * Occupational Safety & Health Agency

1. 서론

산업화와 도시화로 인해 인구의 증가를 수반하게 되어 있으며, 점차 복잡해져가는 지상의 시설물들을 지하에 매설하게 되었다. 최근 대도시는 물론 지방의 소도시까지도 상, 하수도에서부터 전화, 전기, 가스, 난방에 이르기까지 거의 모든 관로를 지하에 매설하고 있어 매우 복잡하게 얽혀 형성되고 있다. 특히, 가스에너지에 대한 수요 증가로 지하에 매설되는 배관은 지속적으로 증가하는 추세에 있으며, 이러한 매설 가스배관은 자연부식뿐만 아니라 다른 지하매설 구조물 즉, 지하철이나 상. 하수도에 의한 전기적 간섭 등 외부의 다른 요인들에 의해 부식손상을 받고 있다.

가스배관의 부식 손상을 방지하기 위하여 내식성 배관 재료를 사용하거나 피복, 전기방식 및 배관의 절연 등의 방법들을 적용하고 있다. 그러나, 매설배관에 한번 전기방식을 하여도 영구적으로 배관의 부식을 방지할 수는 없으며, 어떠한 방식시스템도 지속적인 점검 및 보수를 행하지 않으면 그 능력을 발휘할 수 없으므로, 적절한 방식상태를 유지하기 위해서는 전기방식시설도 정기 점검, 일상점검 등의 보수점검이 필요하다. 매설배관의 부식사고를 방지하기 위해서는 치밀한 방식관리가 필요하며, 이를 소홀히 하면 예기치 못한 사고를 초래할 수 있다. 가스배관은 부식으로 가스가 누설시 대형사고로 말미암아 막대한 인적, 물적 손실을 초래할 수 있다. 이런 사고를 방지하기 위하여 방식설비는 없어서는 안 될 중요한 과제로 자리 잡고 있다. 향후 매설가스배관은 물론 전철, 기타시설물의 전기방식시설이 점차 증가하는 추세이며, 도심지 및 공장지대에서의 환경변화도 계속될 것이다. 이들 지역에서의 가스누출은 대형 재해를 초래할 수 있으므로 매설가스배관에 대한 치밀한 방식관리 자세를 유지하는 것이 중요하다.

본 연구에서는 대한도시가스와 한국가스공사에서 최근 5년간 각 도시가스사의 부식사례를 분석하여 효율적인 전기방식 시설물의 유지관리 방안을 제시하고자 하였다. 전위측정 및 전위원격시스템을 통해 불량구간을 선정하여 가통전시험기 및 대구경전류측정기로 배관내 흐르는 전류를 측정하여 구간 축소 후 전위불량 조사법으로 위해요인을 제거하였다. 또한, 전위불량 해결방법중에서 어디에서 찾아보기 힘든 배관탐사기를 사용하여 전류측정으로 타 시설물의 저촉이나 간섭 구간을 해결하여 공사 비용을 절감하는 방법을 제시 하였다. 또한, 이러한 조사방법의 개선점을 제시하여 전기방식 시설물의 효율적인 관리가 되도록 하였다.

2. 실험 및 방법

대한도시가스의 최근 2년간 전위불량 264개소에 대해 원인별로 분석을 하였고, 한국가스공사에서 최근 5년간 각 도시가스의 부식사례를 수집하여 분석한 자료를 참조하였다. 전위측정 및 전위원격시스템을 통해 불량구간을 선정하여 가통전시험기 및 대구경전류측정기로 배관내 흐르는 전류를 측정하였다. 이들 실험의 구체적인 방법은 다음과 같다.

2-1. 전위 및 절연저항 측정법

(1) 전위측정법

- 1) 측정함의 뚜껑을 열고 터미널의 절연테이프 및 볼트, 너트를 푼다.

- 2) 배관에서 인출된 측정선이 배관과 연결되어 있는지 확인하기 위하여 측정기기 (CP-Monitor 또는 Tester기)를 직류전압 측정위치에 놓고 (+)를 배관에 (-)를 기준전극에 연결하여 전위를 측정한다
- 3) 양극이 매설된 측정함에서는 양극의 전위를 측정하여 배관전위보다 양호 할 때는 배관과 연결하고 불량할 때는 풀어놓는다.
- 4) 측정이 완료되면 터미널을 절연테이프 등으로 절연처리한 후 뚜껑을 덮는다.
- 5) 전위값이 이상하게 나올 경우(법적기준 : 850mV이하)
 - 가) 배관선과 양극선을 분리하여 측정해보고 단선 유, 무를 확인한다.
 - (1) 배관선,양극선 전부 단선시 전위값은 0 ~ -200mV
 - (2) 배관선만 단선시 1500 ~ -1700mV(희생양극의 전위)
 - 나) 희생양극과 배관 측정선의 접속 상태를 확인한다.(결속불량시 전위값 저하)
 - 다) 기준전극의 하부가 토양과 충분히 접촉되었는지 확인한다.
 - 토양이 건조할 경우 또는 아스팔트나 콘크리트에서 측정할 때에는 물에 적신 스펀지를 바닥에 놓고 그 위에 기준전극을 놓고 측정한다.
- (2) 절연저항 측정법
 - 1) Tester기를 저항측정 위치로 고정시키고 극성을 바꾸면서 저항을 측정한다.
 - 2) 절연체에 대한 전, 후단 전위를 측정하여 서로 상이한 값을 나타낼 경우에는 양호한 것으로 본다.
 - 3) 상기와 같은 방법으로 측정하여도 저항값이 아주 적고 전위차가 거의 없으면 절연상태가 나쁘거나 양단측 배관의 가까운 곳에서 타시설물과 접촉이 되었다고 판단 할 수 있다.
 - 4) 절연스페셔 또는 절연 가스켓의 절연볼트, 너트의 절연상태를 측정하고 상태가 불량하면 교체하여야 한다.
 - 5) 절연조인트나 절연스페셔등은 1MΩ 이상이면 양호한 것으로 본다.

2-2. 정,배류기 정기점검

- (1) 공통 점검항목
 - 1)외함의 손상유무를 확인하고 손상이 있을시 정상적으로 운전되는가를 확인한다.
 - 2) AC 입력전압과 전류를 측정하여 기록한다.
 - 2) 출력전압과 전류를 측정하여 기록한다.
 - 3) 배류점 전위를 CP-Monitor 또는 Tester기로 측정하여 기록한다.
 - 4) 내부배선의 접속상태 및 계기류의 동작상태를 점검한다.
 - 5) 측정시 전회에 측정한 데이터와 비교하여 차이가 많이 나면 배관선이 도시가스 배관과 접촉이 잘 되어 있는지, Anode Bed의 접지저항을 측정하여 설치시의 측정치와 비교하고 양극 각각의 접지저항치를 측정하여 이상이 있는 양극이 있는지 확인하고 접지저항이 설계기준치보다 높으면 재설치 계획 또는 보수계획을 세워 정비한다.
- (2) 배류기
 - 1) 배류기의 점검은 전철이 운행하는 시간대와 야간의 운행하지 않는 시간대에 점검하고 측정기는 EPR을 사용한다.
 - 2) 배류점 전위 및 레일대 배관의 전위차를 EPR로 측정하여 기록한다.
 - 3) 배류선의 상태와 임피던스 본드의 접속상태, 배관선의 연결상태를 점검한다.
 - 4) 전철이 운행하지 않을 때의 관대지 전위를 측정한다.

2-3.전위불량 해결방법

- (1)전기방식 전위원격 감시시스템을 통한 전위 감시
 - 1)전위원격 감시시스템이 미 설치된 구간은 일상 점검 실시
- (2)전류측정을 통한 조사
 - 1)가동전 시험기
 - 2)대구경 전류 측정기
- (3)배관탐사기를 통한 전류측정으로 정밀조사 실시

2-4.기존 전위불량 개선점 제시

- (1)전위원격 감시시스템 개선점 제시
- (2)배관탐사기를 통한 정밀조사시 개선점 제시

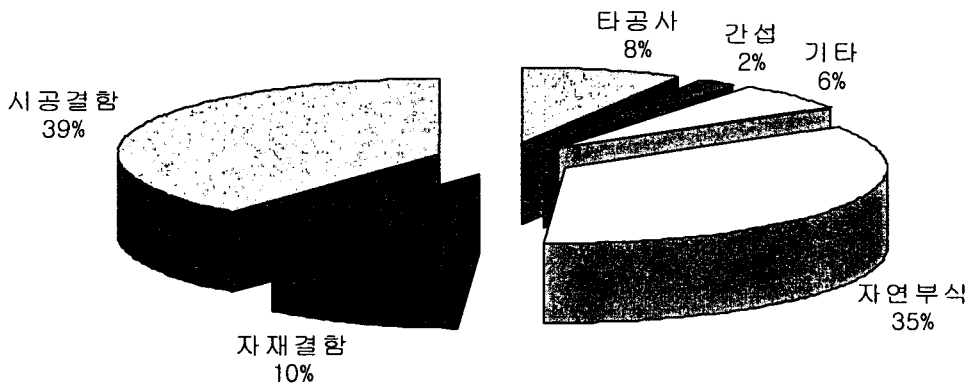
3. 결과 및 고찰

3-1. 전위불량 분석

(1) 도시가스배관의 부식유형

가스공사 통계자료에 의한 도시가스배관의 경험한 사고사례(약 440여건)를 수집하여 사고 유형별로 정리하여 그림 1에 나타내었다. 유형별 사고발생 점유율은 시공결함, 자연부식, 자재결함, 타공사의 순서로 부식사고가 발생하였다. 이중 자연부식이 약 35%로서 주로 80년대 초반에 매설한 배관에서 발생하였으며, 시공결함, 자재결함 및 타공사로 인한 사고발생율이 57%를 차지하고 있어 배관의 자재관리, 시공관리 및 타공사 관리 등을 철저히 이행하면 부식사고의 발생을 현저하게 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

위의 사고 중에서 가장 큰 비중을 차지하는 시공결함, 자연부식유형을 세부적으로 정리하면 시공결함에 의한 부식은 배관종류로는 PLP관,시설별로는 저압 공급관, 방식법으로는 희생양극구간에서 약 60%를 차지하고 있다. 시공결함의 주요 내용으로는 용접부 피복불량, 타시설물과의 접촉 등이므로, 철저한 시공관리가 요구된다. 자연부식의 경우 테이핑관을 포함한 나관이 약 58.3%, 시설별로는 저압 공급배관 및 사용자 시설이 각각 50%, 노출배관을 포함한 미방식 배관이 67.7%를 차지하고 있다.

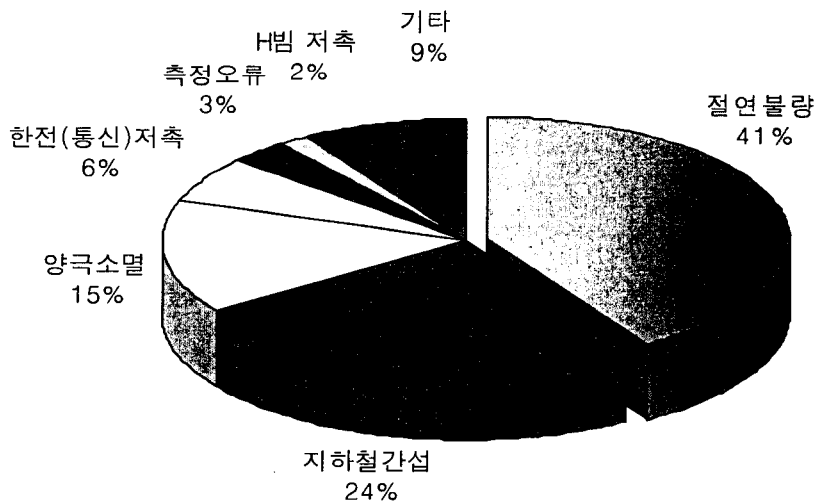


[그림 1. 도시가스배관의 부식유형 분류]

(2) 대한도시가스 사고의 원인별 분석

대한도시가스에서 조사한 사고의 원인별 분석을 그림 2에 나타내었다. 그림 2에서 보는 바와 같이 불량현황 234개소 중 절연공사에 의한 불량개소가 96개소로 41%를 차지해 가장 많이 발생 하였다.그 다음이 지하철 간섭에 의한 영향으로서 57개소로 24%, 양극소멸이 15%, 한전(통신)저촉이 6%, 측정오류가 3%, H빔 저촉이 2%로 순으로 나타났다. 사용시설 절연불량이 다른 원인에 비해 가장 많은 이유는 92년 이전 도시가스배관 공사시 절연조인트 공사가 법적 사항이 아니므로 전기 방식에 대한 중요성을 인지 못한 결과로 판단된다.

앞서 가스공사의 통계 자료를 보면(95~98년) 시공결함, 타공사에 의한 불량률이 50% 정도로 가장 많은 비중을 차지하지만 최근의 자사 현황과 비교해보면 시공결함은 없었으며 한전(통신)저촉 6%와 H빔 저촉2%로 타공사에 의한 불량률이 8%로 현저히 줄었음을 볼 수 있다.이는 법적 규제와 시공자들의 마인드가 향상 되었음을 알 수 있었다. 그리고 양극 소멸 15%는 대부분의 배관이 15년 이상 경과된 배관에서 나타난 것을 보면 노후배관으로 희생양극 구간에 양극이 자연 소멸되었음을 보여주었다. 기타 사항으로는 결속불량, 리드선 불량률이 9%로 시간이 지나 단자의 결속이 느슨해졌고, 리드선 불량은 주로 설치가 오래된 밸브박스나 T/B 박스에서 나타났다. 전위불량 현황을 종합적으로 분석해보면 예전에는 시공이나 타공사에 의한 불량에서 현재는 사용자 절연불량으로 불량 원인이 변해가고 있다는 것을 알 수 있다. 사용자 절연불량을 배관탐사기를 사용 전류측정으로 정밀 조사하는 방법을 제시하고 이러한 방법의 개선점을 제시하였다



[그림 2. 사고원인별 분석 결과]

4. 결론

본 연구는 전기방식 시설물의 효율적인 유지 관리로 비용을 절감하고 도시가스배관의 안정화를 도모하는데 목적으로 최근 2년간의 전위불량 264개소에 대해 원인별로 분석을 하였고 관련문헌 및 전기방식 이론을 고찰하고, 실제로 현장에서 전위불량을 개선한 사례를 10여가지 정도를 제시 하였다. 그리고 이러한 전위불량 개선을 통해 보다 효율적인 전기방식 시설물의 유지관리 방안을 연구결과 다음과 같은 결론을 제시 하였다

(1)전위불량 원인

- 가)타공사로 인한 구조물 및 상,하수도 등 기타 시설물에 의한 저촉
- 나)공급시설 밸브 교체(매물형)에 따른 절연 파괴로 방식전류 유출
- 다)사용시설 보수,추가 공사시 미 절연으로 공급배관 전위불량 발생
- 라)전용 정압기 외함파 배관 저촉으로 절연 파괴에 따른 방식전류 유출
- 마)사용시설 내부 공사로 인한 절연 파괴에 따른 방식전류 유출

(2.전위불량에 대한 대책

- 가)타공사장 되메우기 작업시 현장인 강화 및 작업완료 후 인근 배관 전위 측정
- 나)밸브 교체 작업시 절연조치 여부 확인
- 다)전기방식 설계시 절연여부 확인 배관 전위 측정
- 라)지역 정압기 설치시 내부 배관과 원격 시스템과의 절연조치 , 전용 정압기의 경우 전단에 반드시 절연조치
- 마)사용시설 내관 작업이나 용도변경시 절연유무 반드시 확인

(3) 전기방식 시설물을 유지관리 하는데 있어서 문제점

- 가) 전기방식설 수량 과다 및 운전 효율성 저하
- 나) 유지관리비용 과중
 - 점용료, 전기요금, 점검비용 등
- 다) 방식시설 운전전류 과다로 타시설 간섭요인 제공

(4) 전기방식 시설물의 유지관리 방안 제시

- 가) 출력 조정을 통한 효율성 증대
 - 유지관리 비용 절감
 - 대 상 : 선릉역배류기 외 5개소(총 65개소 중 약 10% 감소)
- 나) 배류기 재 활용으로 인한 비용 절감
 - 선릉역배류기 철거분 모란차량기지 신규 설치공사시 재 활용.
- 다)방식전류 유출지점 탐측 확인 및 제거로 배관부식 사전 예방.
 - 건물 구조물과 접촉으로 인한 방식전류 유출로 절연조치
 - 정압기 외함파 접촉으로 인한 방식전류 유출로 절연조치
 - CON'C 철 구조물과 접촉부 탐측 확인 및 제거

본 연구를 통해 제시된 전기방식 시설물의 효율적 유지관리 방안을 중심으로 방식관리를 한다면 전위불량을 현저히 줄일 수 있고 전기방식 시설물을 효율적인 관리로 비용을 절감하고 도시가스배관의 안정화를 도모하는데 많은 도움이 될 것으로 기대된다.

5. 참고문헌

1. 한국가스공사 연구개발원, “가스배관의 부식사례 수집 및 전기방식관리지침 개발”, 98-DB-SA-기타-284-12, 46-53, (1997).
2. 이의호, 부식방식 테이타북, (재)한국건설 방식기술 연구소, 355-362, (1997).
3. 한국가스공사 연구개발원, 분극전위측정 및 전기방식 표준설계지침 개발, 02-FA-CE-협력-020-00, 3-10, (2003).
4. SK-MARKETING. 개발원,도시가스 전기방식 과정, 325-326, (2000).
5. 한국건설방식기술연구소, 부식/방식연구논집, 263-282, (2000).

