

방식전용 다기능 전위측정기 개발 연구

박규태, 유근준, 권정락, 이국진¹, 윤명섭², 송보현³
 가스안전공사¹, 선두전자², (주)예스코³

A study on Development of Multiple function meters for anticorrosion at underground gas pipelines

Gyou-tae Park, Geun-jun Lyu, Jeong-rock Kwon, Kuk-jin Lee¹, Myung-sub Yoon², Bo-hyun Song³
 Korea Safety Gas Corporation¹, Sundoo Electronics Co.², Yesco Co., Ltd³

Abstract - 매설배관은 관련법규에 따라 방식(anticorrosion)상태나 배관의 효율적인 유지관리를 위하여 배관의 방식전위를 관로를 따라 주기적으로 측정하여 전철의 영향이나 타 매설배관 및 방식시스템의 상황이 파악되어야 한다. 일반적인 방식전위측정기는 토양비저항이 30 내지 40 MΩ 이상의 높은 지역에서의 방식전위측정 시 전위왜곡이 발생하여 정확한 방식상태를 판단하기 곤란한 경우가 있다. 이러한 장애를 극복하고자 입력임피던스를 100MΩ으로 설계하여 방식전위측정시의 왜곡을 개선 및 정확도를 높이고 방식유지관리에 반드시 필요한 직류 및 교류 전압, 전류, 접지저항, 주파수 등을 측정할 수 있는 방식전용 다기능 계측기를 개발하였으며, 이는 측정 및 휴대가 용이하여 현장에 도움을 주고 있다.

1. 서 론

본 연구의 목적은 가스배관의 방식유지관리를 위해 필수적 측정요소인 방식전위를 왜곡이 없고 기존의 계측기보다 정밀하고 신뢰성 있는 데이터를 측정하기 위한 방식전용 다기능 계측기를 개발하는 것뿐만 아니라 직류 및 교류전압·전류, 주파수, 접지저항 등의 항목을 측정할 수 있는 기능을 구현하여 하나의 장비에 여러 기능을 탑재함으로써 장비구매의 비용을 절감하고, 휴대가 용이한 다기능 측정기를 개발 및 보급함으로써 업무의 효율성을 높이고 방식유지관리업무에 도움이 되고자한다. 개발한 계측기를 현장시험을 통하여 문제점을 개선 및 반영을 하여 현장 업무에 보급함으로써 방식시설운영 업무에 효율성을 높이는 것이다.

2. 본 론

2.1 매설배관의 부식현상

지하에 매설한 가스배관은 매설후의 경년에 의하여 부식이 진행됨과 동시에 유지관리가 적절하지 않을 경우 전철의 미주전류 혹은 타 방식시설에 의한 간섭 등 전기부식이 일어날 수 있다. 따라서 매설배관의 방식상태 파악 및 배관의 효율적인 유지관리를 위하여 방식전위를 주기적으로 파악하여야 한다.

매설배관의 방식상태를 평가하기 위한 확실한 방법은 배관의 대지전위(P/S, Pipe to soil potential)를 주기적으로 측정하는 것이다. 측정된 데이터를 관로에 따라 분포도를 작성하면 전철의 영향이나 타 매설관 및 방식시스템에 의한 영향 등을 쉽게 파악할 수 있다. 관대지전위의 측정은 통상적으로 방식설비의 정밀점검을 수행할 때 그 분포도를 참조하면 과거의 측정결과를 비교할 수 있어 환경조건의 변화에 따른 유연한 대처와 원인을 조사할 수 있다. 이러한 방식전위 데이터의 측정을 통하여 부식원인을 파악할 수 있고, 가스누출을 피하기 위한 대책 수립과 설치할 방식시설물의 효과를 관찰 및 검토하여 그 방식시설물의 규격과 사양을 결정하고 부식으로 인한 파괴손상을 사전에 예방할 수 있다.

2.1.1 부식의 일반적 형태

토양 중에 매설되는 금속은 그 금속으로의 전류의 유입 및 유출의 유무와 전류흐름의 방향에 따라 부식의 양상은 각기 다른 형태가 된다. 그림1은 부식의 일반적인 형태를 나타내고 있으며 그림에서 B, C, D 3개의 연마철판을 습한 토양 중에 묻고 B는 단독으로 C와 D사이에는 전원을 인가하면, B는 전면에 녹이 발생되고 C는 매우 심하게 부식이 되며 D는 녹이 없는 상태를 보인다. B는 자연부식의 형태, C는 전기부식을 입은 형태, D는 전기방식 조치를 취한 형태이다.

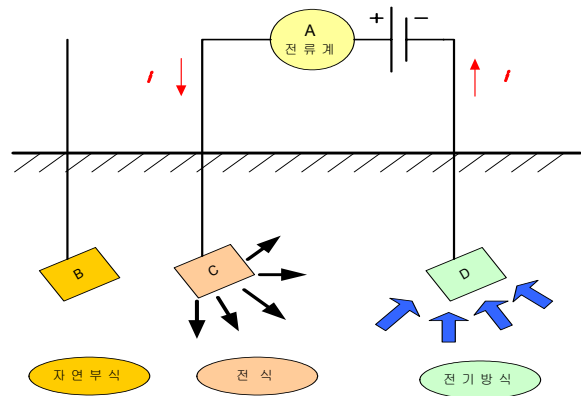
2.1.2 전기방식 관련기준

(가) 국내 관련 규정 및 기준

- 고압가스안전관리기준통합고시 제2장제4절제12관
- 액화석유가스안전관리기준통합고시 제2장제5절제2관
- 도시가스안전관리기준통합고시 제2장제12절(제2-12-1조)
- 전기설비 기술기준에 관한 규칙

(나) 국외 기준(규정/기준)

- 미 국 : 연방법(FEDERAL REGISTER), NACE, STANDARD
- 일 본 : 파이프라인 사업법
- 영 국 : 영국표준규격 BSI CATHODIC PROTECTION

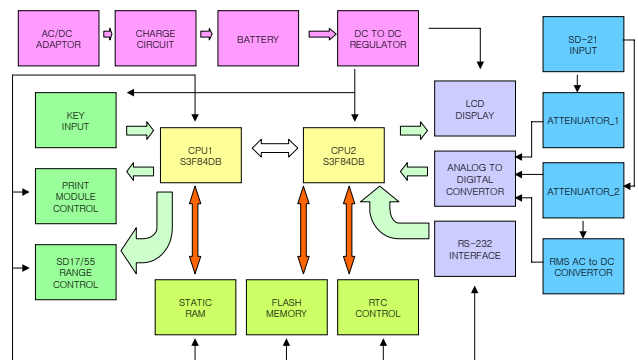


<그림 1> 부식의 일반적인 형태

2.2 통합방식전위측정장비의 개발

본 연구에서 개발한 시제품은 방식전용 다기능 통합측정기(Corrosion Protection Monitor, CP-Monitor SD-21)라 하며, 이는 지하매설배관의 부식 및 방식의 상태를 파악하기 위하여 입력임피던스를 100MΩ으로 설계 및 제작을 하였으며, 직류(Direct Current)전압 및 전류, 교류(Alternative Current)전압 및 전류, 주파수 및 접지저항을 측정할 수 있는 다기능 통합측정기이다.

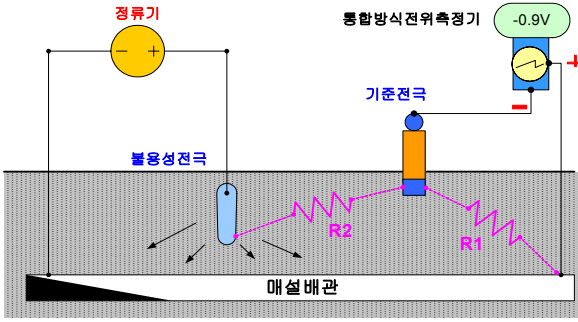
2.2.1 통합방식전위측정장비의 설계



<그림 2> 통합방식측정기의 설계 구성도

그림 2는 통합방식측정기의 신호동작흐름을 도시하고 있으며, 8-bit CMOS 83F84DB(삼성전자) 듀얼 마이크로컨트롤러를 사용하여 메인회로를 설계하였다. 듀얼 CPU중 하나는 방식전위 및 전류, 교류전압 및 전류, 주파수, 접지저항을 측정 후 Data를 획득하고 Digital 신호로 변환하여 디스플레이하는 기능이며, 다른 하나는 Key Pad, Printing, Battery, Static RAM, Flash 등 내부명령 등의 역할을 수행하도록 설계를 하였다.

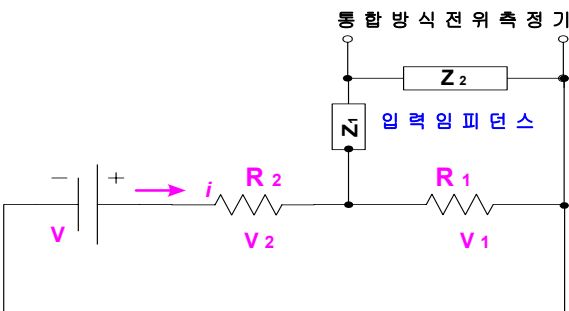
2.2.2 입력임피던스의 설계



<그림 3> 외부전원법시설의 방식전위측정 구성도

그림3은 외부전원법으로 방식설비를 한 경우, 매설배관에서 형성되는 전기회로 및 방식전위측정 구성도이다. 정류기에서 인가하는 전압이 R_2 에 의해서 전압강하가 일어나 R_1 에서 측정되는 전위가 정류기에서 인가하는 전압보다 작게 측정된다. 이는 음극방식으로 인하여 토양에 전류가 흘러서 전력손실이 되기 때문이다. 외부전원법 방식설비 시공하였을 경우, 타 외란은 무시하고 회로망 개념을 이용하여 전기적 회로로 나타내면 그림 4와 같다. 외부전원에서 인가하는 전압을 V 라고 하고 저항을 R_1, R_2 라고 하면 R_2 의 전압강하로 인하여 R_1 에서는 $(V-IR_2)$ 만큼의 전압이 측정이 된다. 그림4의 방식전위측정 회로망에서 Z_2 에서 측정되는 전압은 다음 식과 같다.

$$V_1 = \frac{Z_1}{Z_1 + R_1} \times V$$



<그림 4> 외부전원법설비시 방식전위측정 회로도

그림4에서 전압을 측정할 경우는 입력임피던스 Z_1 , 전류를 측정할 경우는 Z_2 가 각각 그 역할을 한다. 본 연구의 핵심적인 기술은 합성 입력임피던스를 100MΩ으로 설정하는 것이며 전압계는 내부 임피던스가 커야 오차가 작고 전류계는 반대로 내부 임피던스가 작아야 오차가 줄어든다.



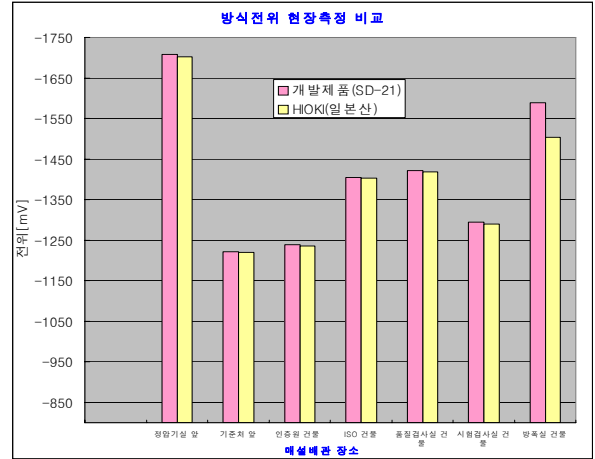
<그림 5> 완제품 정상적 동작상태

토양비저항이 높은 지역에서도 방식전위 등의 측정항목을 왜곡 없이 고 정확도로 측정하기 위하여 Z_1 입력임피던스를 100MΩ으로 설정하였고, Z_2 는 낮게 설정하였다. 입력임피던스가 10^{12} 인 듀얼 증폭기 TLC272를 사용하여 주변회로와 연동되도록 설계하였고 시뮬레이션을 수행하여 본 제품을

제작하였다.

2.2.3 통합방식전위측정장비의 제작 및 성능평가

그림5는 시제품의 설계에 따라 제작하여 조립한 완제품의 사진이다. 본 기기는 전압, 전류, 주파수, 접지저항 등을 측정할 수 있으며 프린팅 기능을 추가하여 정기검사 시 데이터로 활용할 수 있다. 그림6은 입력임피던스가 10MΩ인 일본산과 동일조건에서 비교 측정을 하여 정확도가 보다 우수함을 보여주고 있다. 표1은 기존방식전위측정기와 검사결과, 결과신호, 검사원리 및 검사효율을 비교하여 그 특성을 나타내고 있다.



<그림 6> 방식전위 현장측정 데이터 비교

<표 1> 방식측정기의 비교

구분	기존 방식전위측정기	통합방식전위측정장비 (CP-Monitor)
검사결과	- 아날로그/디지털 문자 - 단일요소 측정(단 기능) - 전압, 전류	- 디지털 문자 - 복합요소 측정(다기능) - 전류, 접지저항, 주파수
결과신호	- Analog 지시계 - Digital 소형 문자 - PC와 미 호환	- Digital 선명, 대형문자 - 데이터 프린팅 가능 - PC로 데이터전송가능
검사원리	- 저 입력임피던스(1-20MΩ) - 토양비저항 높을 경우 방식전위 왜곡	- 고 입력임피던스(100MΩ) - 방식전위 왜곡이 없고 정밀도가 높다
검사효율	- 정밀도가 낮아 검사오류 발생 - 진단오류로 재정손실 우려	- 고정밀도 - 프린팅기능 - 검사업무 효율상승

3. 결 론

입력임피던스 100MΩ의 적용으로 베크라이트, 석영, 운모 등으로 이루어진 높은 토양비저항지역에서도 매설배관의 방식전위를 보다 정확하게 측정할 수 있으며, 아울러 지하철, 전선로 아래의 배관에서는 주파수를 측정하여 간섭의 영향을 파악할 수 있다. 또한 방식 설계 시 필수요소인 접지저항 측정 기능이 포함되어 있어 단일 장비로서 전위, 전류, 접지저항, 주파수 측정이 가능함으로 측정 및 휴대의 간편하고 장비구매를 절감할 수 있다. 현장에 적용함으로 보다 정밀하고 신뢰성 있는 검사 및 점검업무를 수행할 수 있어 배관의 이설 및 교체공사 등의 경제적 손실을 절감할 수 있으며 국제경쟁력 대한 기술적 우위를 선점할 수 있다.

[참 고 문 헌]

- [1] 한국가스안전공사, "전기방식 실무", 2001
- [2] 김한근, "계장계측공학 이론 및 실습", 2002
- [3] 대한금속재료학회, "철의 부식과 전극전위측정", 대한금속학회, 2004
- [4] 이재봉, "흄 부식에서 흄내 전위측정을 통한 양극전류밀도 분포계산", 한국부식학회지, 1997
- [5] 윤영환, "전위 측정에 미치는 탐침의 영향", 한국진공학회, 2004