

지하철 누설전류 무선 원격 감시시스템 적용 사례

배정효, 하윤철, 하태현, 이현구, 김대경
한국전기연구원

A case study of remote wireless monitoring system for stray current due to subway system

Jeong-Hyo Bae, Yoon-Cheol Ha, Tae-Hyun Ha, Hyun-Goo Lee, Dae-Kyeong Kim
Korea Electrotechnology Research Institute
28-1, Seongju-dong Changwon City
KyungNam Province, 641-120, Korea

Abstract - In present, most of metallic structures (gas pipeline, oil pipeline, water pipeline, etc) are running parallel with subway in Seoul and Pusan. In this case, subway system make a stray current due to electrical corrosion on metallic structures. The owner of metallic structures has a burden of responsibility for the protection of corrosion and the prevention against big accident such as gas explosion or soil pollution and so on. So, they have to measure and analyze the data about P/S(Pipe to Soil) potential, amplitude of stray current, point of source of stray current and so on.

In this paper, results of development about Wireless Remote Monitoring and Control System on Underground Pipeline in Stray Current Conditions are presented. And also field test data should be reporting.

Keywords : Remote Monitoring, Interference, Stray Current, Subway, Power line, P/S Potential

Remote/Local 감시 및 제어 기능, Digital 방식의 출력전압 제어 기능, 전위 설정에 따른 자동정류 출력기능, 전위 feedback에 의한 정전위 방식 기능들 가지고 있다.

2.2 시스템 사양

상기 시스템의 측정합용 원격무선 단말기, 정류기 제어용 원격무선 단말기 그리고 원격 자동 정류기의 개략적인 사양과 기능들은 아래와 같다.

1) 측정합용 원격무선 단말기

- 방식전위 측정 범위 : -9,999 mV ~ 9,999 mV
- 측정 해상도 : 10 bit
- 감시 정보 : 방식전위, 배터리 레벨, 동작시간
- Memory : 3일 이상
- MICOM 제어 방식
- 동작전원 : 3.6 V Li 배터리

2) 정류기제어용 원격무선 단말기

- 방식전위 전송 범위 : -9,999 mV ~ 9,999 mV
- 통신 Interface : RS-232C 또는 RS-485
- 감시 정보 : 자동정류기 동작 상태, 동작시간
- Memory : 3일 이상
- MICOM 제어 방식
- 동작전원 : 외부 DC 5V 입력 또는 배터리 전원

3) 원격 자동정류기

- 사용 환경 : 옥외형, 해발 1000m 이하, -20℃~60℃에서 동작
- 출력 정격 : 출력전압 60V 및 출력전류 40A
- 입력 전압 : AC220 V(±10%) 1φ 60 Hz
- 정류 방식 : Full bridge 방식 (SCR 제어)
- 전류출력기능 : 방식전위 설정에 따른 자동정류 출력
- 전위조정방식 : 전위 feedback에 의한 정전위 방식
- 주요기능 : Remote/local 감시 및 제어 기능
- Digital 제어방식 (방식전위, 출력전압 제어)
- 통신 Interface : RS-232C 또는 RS-485
- 4가지 동작 Mode : Local Manual/Local Auto/Remote Manual/Remote Auto

2.3 프로그램 기능

본 시스템의 프로그램의 대표적인 기능은 아래와 같다.

- 설비 이력 관리(배관, 전기방식설비 등)
- 기본 데이터 입력(방식기준 등)
- 시스템 환경 설정
- 방식전위 실시간 감시
- 정류기 실시간 감시/제어
- 조회기능(방식전위/정류기출력 등)
- 경보기능(미방식, 과방식 등)
- 출력 기능(방식전위, 경보 등)

2.4 현장 적용 사례

본 논문에서는 개발 시스템의 성능을 검증하기 위하여 21대의 원격부식감시 단말장치를 표 1과 같이 공용외부전원용 정류기의 배류점에 1대, 한국가스공사배관의 3개지점에 3대, 부산도시가스배관의 9개지점에 9대와 경동도시가스배관의 7개지점에 7대를 설치하여 현장 적용실험을 하였다.

표2는 부산도시가스배관의 측정지점 #4 지점에서 관대지전위(Pipe to Soil Potential)를 원격으로 측정한 사례를 나타낸 것으로서, 유효한 데이터가 전송되고 있음을 알 수 있다. 그림 2는 시스템을 현장에 설치한 장면을 나타낸 것이다.

본 논문에서는 시스템의 신뢰성을 확보하기 위해 장기간 현장실증실험을 할 예정이며, 향후 그 결과도 논문으로 발표할 예정이다.

1. 서 론

지하 금속매설물을 소유하고 있는 시설물(가스배관, 송유관, 상하수도관 등) 소유자들은 부식(腐蝕)으로부터 설비의 수명을 연장시키기 위해 방식시설(防蝕施設)인 전기방식(Cathodic Protection) 설비를 갖추고 있다.

전기방식설비를 채택한 시설물 소유자들은 안정적으로 시설물을 유지하기를 원하지만 외부로부터 예상치 않은 누설전류(Stray Current)에 의한 간섭이 발생하여 유지·점검에 상당한 애를 겪고 있다. 이러한 누설전류는 존재 자체가 곧 에너지의 손실을 의미하며, 특히, 지하철과 전력선의 누설전류는 지중 금속구조물의 부식을 촉진하게 되어 부식사고를 일으키게 됨에 따라 환경오염 및 대형사고의 직접적인 원인이 될 수 있다. 이에 대부분의 지중 구조물 소유자들은 수 작업으로 누설전류의 의한 배관의 관대지전위를 측정하고 있다.

따라서 본 연구에서는 이러한 수작업으로 측정하고 있는 것으로 인한 여러 가지 문제점, 즉, 데이터의 방대함으로 인한 분석의 어려움, 측정 단자합들이 교통 혼잡 지역에 설치되어 있음으로 인한 측정의 어려움 등을 개선하고자 본 시스템을 개발하였다. 본 시스템은 지중 금속매설물의 관대지전위를 여러 지점에서 동시에 측정함으로써, 지하철로 부터의 누설전류에 의한 영향과 누설지점 분석 그리고 미방식 구간에 대하여 자동적으로 원격 제어하여 방식되도록 하는 실시간 무선 원격 부식감시 및 방식제어 시스템이다.

본 논문에서는 이 시스템을 이용하여 한국가스공사, 부산도시가스 및 경동도시가스배관에 대한 공용외부전원의 실증실험을 한 사례를 소개하고자한다.

2. 본 론

2.1 시스템 개요

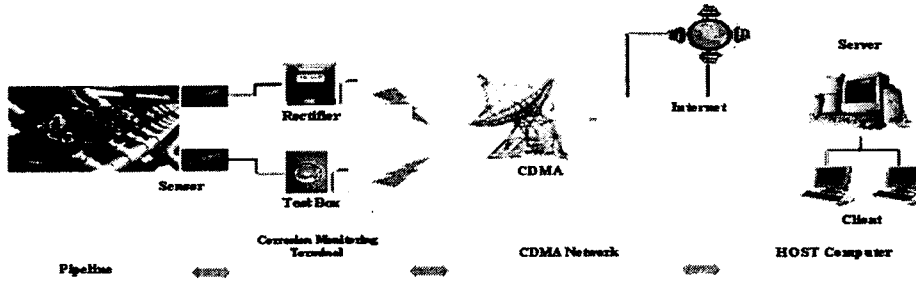
원격 부식감시 및 방식제어 시스템은 크게 방식정보 관리 프로그램, 원격 부식 감시장치 및 방식 제어장치로 구성되며 전체적인 시스템 구성은 (그림1)과 같다.

본 시스템은 CDMA 무선통신을 이용한 원격 부식감시 및 방식제어 시스템으로 크게 방식정보 관리 프로그램, 원격부식 감시장치 및 방식 제어장치로 구성된다.

방식정보관리 프로그램은 TCP/IP 통신방식을 이용하여 시설물의 전위를 감시, 제어, 관리하는 기능을 가진 방식정보관리 서버 프로그램과 사용자의 데이터 조회 및 관리, 보고서 작성을 위한 방식정보관리 클라이언트 프로그램으로 구성된다.

또한 원격부식 감시장치는 CDMA 무선통신을 이용하여 10 bit의 해상도로 방식전위를 측정, 저장, 송신할 수 있는 측정합용 원격무선 단말기와 CDMA 무선통신 및 RS-232C 또는 RS-485 인터페이스를 이용하여 자동정류기의 동작 상태 및 동작시간에 대한 감시와 제어 정보를 송수신 할 수 있는 정류기용 원격무선 단말기로 구성된다.

아울러 방식 제어장치는 상기 단말기와 RS-232C 또는 RS-485 인터페이스로 연동되는 full bridge 방식의 정격출력 60V/40A의 원격 자동정류기로



〈그림 1〉 원격 부식감시 및 방식제어 시스템의 개념도

3. 결 론

본 시스템의 개발로 인해 지하철에 의한 누설전류에 의한 지중 금속매설물의 관대지 전위를 동시에 측정할 수 있어, 그 누설전류의 유출지점을 분석할 수 있고, 기존방법으로 측정이 어려운 주·야간의 임의시간과 특정지점에 대하여 상시 감시가 가능함으로써 전체 지중금속구조물의 체계적인 관리가 가능하게 되었다.

본 논문에서는 시스템의 성능을 검증하기 위하여, 21대의 원격 부식감시단 말장치를 공용외부전용 정류기의 배류지점, 한국가스공사배관, 부산도시가스배관 및 경동도시가스배관의 전위측정 단자함에 설치하였으며, 원격으로 관대지 전위를 측정된 결과 양호한 결과를 얻었다.

본 논문에서는 시스템의 신뢰성을 확보하기 위해 장기간 현장실증실험을 할 예정이며, 향후 그 결과도 논문으로 발표할 예정이다.

[참 고 문 헌]

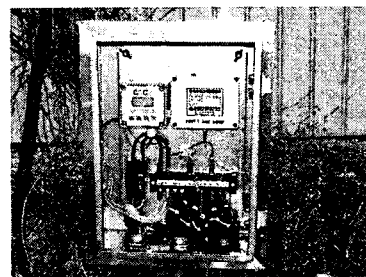
- [1] John Morgan, "Cathodic Protection" NACE, January 1993.
- [2] NACE Standard, External Cathodic Protection of On-Grade Metallic Storage Tank Bottoms, NACE RP0193-93, 1993.
- [3] Det Norske Veritas Industry AS, Cathodic Protection Design, Recommended Practice RP B 401, 1993.
- [4] D.K. Kim, A Study on the Potential and Current Distribution of Cathodic Protection System, KOGAS Report, 1995.
- [5] J.H. Bae, A Study on the Standardization of Cathodic Protection System and Test Methods in KOREA, Bulletin of Electrochemistry 19(1), p31-36, Jan 2003.
- [6] "Technologies and Applications of RF Communication System", STII9 11026, STII, 1998.
- [7] Michael J.Szeliga, "Stray Current Control Washington Metropolitan Area Transit Authority's A-Route" CCI, 1990.

〈표 1〉 측정지점

배관 구간	적용 방법	측정지점	비고
공용정류기	60V/40A	#1	배류점
한국가스공사	공용외전	#1	G/S 인근
		#2	
		#3	
부산도시가스	공용외전	#1	G/S 인근
		#2	
		#3	
		#4	
	분포외전	#1	
		#2	
		#3	
경동도시가스	공용외전	#1	G/S 인근
		#2	
	분포외전	#3	
		#4	
		#5	
		#6	
		#7	
합계		21 대	

〈표 2〉 관대지(P/S)전위 측정 결과 예(부산도시가스 측정지점 #4)

번호	측정 날짜	관대지 전위 (mV)	비고
1	2006-04-13 PM 11:45:36	-1866	양호
2	2006-04-13 PM 11:45:36	-1204	양호
3	2006-04-13 PM 11:45:36	-1310	양호
4	2006-04-13 PM 11:45:36	-1152	양호
5	2006-04-13 PM 4:51:27	-2633	과방식
6	2006-04-13 PM 4:51:27	-1480	양호
7	2006-04-13 PM 4:51:27	-1105	양호
8	2006-04-13 PM 4:51:27	-1258	양호
9	2006-04-13 PM 12:52:46	-1666	양호
10	2006-04-13 PM 12:52:46	-1202	양호
11	2006-04-13 PM 12:52:46	-1036	양호
12	2006-04-13 PM 12:52:46	-912	양호



〈그림 2〉 원격 부식감시 및 방식제어 시스템의 현장 설치 장면