

지하철 누설전류 모니터링용 실시간 무선 원격 감시 시스템

배정효, 하윤철, 하태현, 이현구, 이재덕, 김대경
한국전기연구원 지중시스템연구그룹(E-mail : jhbae@keri.re.kr)

Real time Wireless Remote Monitoring System for Stray Current of Subway System

Jeong-Hyo Bae, Yoon-Cheol Ha,, Tae-Hyun Ha, Hyun-Goo Lee, Jae-Duck Lee, Dae-Kyeong Kim
Korea Electrotechnology Research Institute(E-mail : jhbae@keri.re.kr)

Abstract - In present, most of metallic structures(gas pipeline, oil pipeline, water pipeline, etc) are running parallel with subway and power line in seoul. Moreover subway system and power line 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 due to stray current of subway system.

In this paper, results of development about Real-time Wireless Remote Monitoring System for Stray Current of Subway System are presented.

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

1. 서 론

지하 급속매설물을 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 애로를 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 관대지 전위를 측정하고 있다.

따라서 본 연구에서는 이러한 수작업으로 측정하고 있는 것으로 인한 여러 가지 문제점, 즉, 데이터의 방대함으로 인한 분석의 어려움, 측정 단차합들이 교통 혼잡 지역에 설치되어 있음으로 인한 측정의 어려움 등을 개선하고자 본 시스템을 개발하였다. 본 시스템은 지중 급속매설물의 관대지 전위를 여러 지점에서 동시에 측정함으로써, 지하철으로 부터의 누설전류에 의한 영향과 누설지점 분석 그리고 미방식 구간에 대하여 자동적으로 원격제어하여 방식되도록 하는 실시간 무선 원격 부식감시 및 방식제어 시스템을 개발하였으며, 그 내용에 대하여 기술한다.

2. 본 론

2.1 시스템 개요

원격 부식감시 및 방식제어 시스템은 크게 방식정보 관리 프로그램, 원격부식 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 측정함용 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 방식(SCR 제어)의 정격출력 60V/40A의 원격 자동정류기로 Remote/Local 감시 및 제어 기능, Digital 방식의 출력전압 제어 기능, 전위 설정에 따른 자동전류 출력기능, 전위 feedback에 의한 정전위 방식 기능을 가지고 있다.

2.2 시스템 사양

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

- 1) 측정함용 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

[참 고 문 헌]

- 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 자동전류 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
 - o Local Manual : 정류기 제어 판넬에 의한 설정 전압값에 맞추어 동작
 - o Local Auto : 정류기 제어 판넬에 의한 방식전위 설정값에 맞추어 동작
 - o Remote Manual : RS-232 연결을 통한 설정 전압값에 맞추어 동작
 - o Remote Auto : RS-232 연결을 통한 방식전위 설정값에 맞추어 동작
- 전원 OFF 시에도 현재의 설정 상태 보전, 전원 ON시 이전 설정 상태로 동작

(그림 2)는 원격무선 단말기 및 정류기 제어용 원격무선 단말기가 현장에 설치되어 있는 장면을 나타낸 것이다.

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)

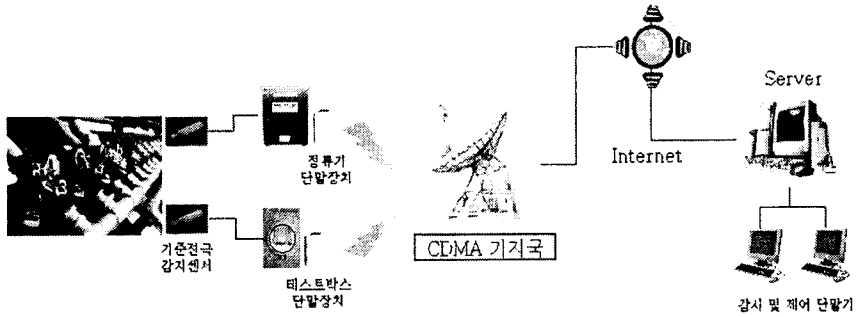
(그림3)은 운용프로그램의 원격정류기제어기능이 실현되고 있는 장면을 나타낸 것이고, (그림4)는 운용프로그램의 방식전위 조회기능이 실현되고 있는 장면을 나타낸 것이다.

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.

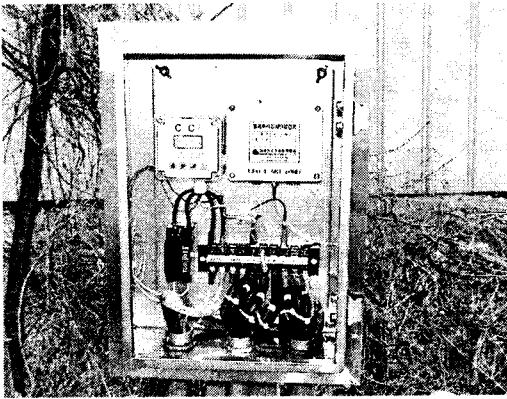
향후 본 시스템은 현장에 장기간 운용하여 시스템의 문제점 보완과 프로그램의 기능을 보완하여 최종적으로 상품화될 예정이다.

- [1] 배정효, 김대경, 하태현, 이현구, 최상봉, 정성환, 김기준, "지중 표유전류 저감 대책에 관한 연구", 대한전기학회 하계 학술대회 논문집, 1998.
- [2] "음극방식시스템의 전압, 전류분포 연구" 한국가스공사, 1995. 5
- [3] "지중 POF 케이블 부식방지에 관한 연구" 한국전력공사 기술연구원, 1989.12
- [4] 전식방지연구위원회, "신관 전식,토양부식핸드북", 전기학회, 1988.
- [5] "부식과 방식기술(기초과정1,II)" 한국건설방식기술연구소,
- [6] "전기방식 정밀 진단 용역(1)", 한국가스공사, 1996. 3
- [7] Michael J.Szeliga, 외 2명 "Stray Current Control Washington Metropolitan Area Transit Authority's A-Route" CCI, 1990.
- [8] H.E. Bomar 외 4명 "Bay Area Rapid Transit System(BART)" Stray Current Corrosion, pp45-174, NACE, 1994.
- [9] Robert J. Wilson 외 2명 "Soild State Solutions to Stray Current Control - Toronto Transit Commission" Stray Current Corrosion, pp231-304, NACE, 1994.
- [10] John Morgan, "Cathodic Protection" NACE, January 1993.
- [11] "Cathodic Protection Interference Training Guide", The Gas Company Bill Graves Local Distribution Services Technical Consultant. Februray 1996.
- [12] DIN 30676: Planung und Anwendung des Kathodischen Korrosionsschutzes fur den Aubenschutz, Ausg. Okt. 1985.
- [13] Stalder, F., "Pipeline Failures, Materials Science Forum", Vol. 247 (1997) pp. 139-146.
- [14] Ragault, I., "AC Corrosion Induced by VHV Electrical Lines on Polyethylene Coated Steel Gas Pipelines", NACE International, Corrosion '98, Paper No. 557, 1998.
- [15] IEEE Guide for Satety in AC Substation Grounding, ANSI/IEEE Std 80-1986
- [16] "Principles and Practices of Electrical Coordination Between Pipelines and Electric Supply Lines", CAN/CSA-C22.3 No. 6-M91
- [17] "Cathodic Protection considerations for Pipelines with AC Mitigation Facilities" PRC International Corrosion Supervisory Committee. Jan. 1999.

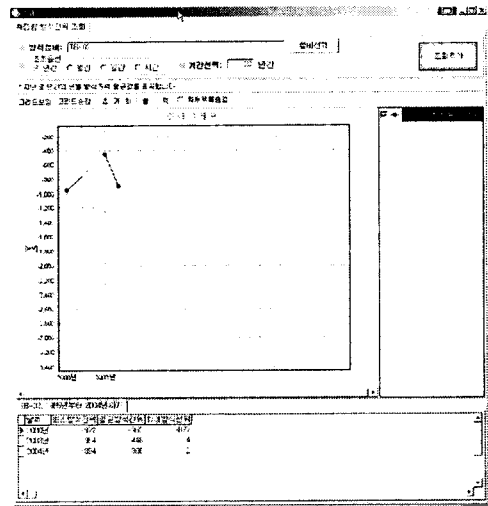


급속배전 ↔ 자동정류기 ↔ 무선데이터통신 ↔ 감시 및 제어

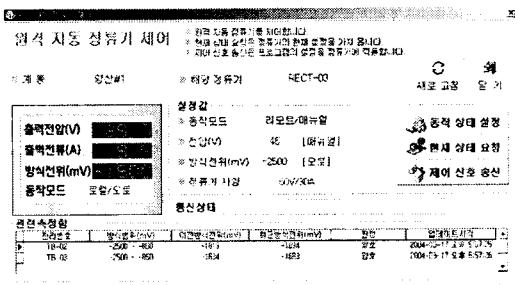
(그림 1. 실시간 무선 원격 부식감시 및 방식제어 시스템의 개념도)



(그림 2. 원격무선 단말기 및 정류기 제어용 원격무선 단말기가 현장에 설치되어 있는 장면)



(그림 4. 운용프로그램의 방식전위 조회기능이 실현되고 있는 장면)



(그림 3. 운용프로그램의 원격정류기제어기능이 실현되고 있는 장면)