

## 지중 금속구조물의 전기방식 원격감시시스템 개발

케이티전기(주) 임현호, 정성우, \*하희천  
(한국박용기관학회)

### The development of On-Line Cathodic Protection Monitoring System

KT Electric Co.,Ltd. H.H.Lim, S.W.Jung, H.C.Ha  
(KOSME)

**Abstract** : These days, corrosion condition of a underground objects is measured by the electric potential between the subject and ground. But this method is implemented by means of manual work with analog voltmeter, which is uneconomic and inefficient. So, We developed real-time On-Line cathodic protection monitoring system that is able to detect corrosion potential conditions of metal objects or various steel structures in the ground continuously, display them with the graphic screen, construct a database, and analyze them simultaneously. Since the data of corrosion and corrosion protection of all underground objects is processed automatically, not manually in this system, It is possible to reduce the manipulated error, and perform precise safety management, maintenance and inspection. As a result, this system can not only guarantee long-life operation, reduction of manpower and cost, but prevent large accidents in advance.

#### 1. 서론

현재 외국에서는 지중 금속구조물, 해상 금속구조물 및 기타 철구조물에 대한 부식 및 방식상태를 감시하는 방법과 계측기들이 이미 개발되어 현장에 적용되고 있으나, 국내에서는 부식 및 방식 관련 계측장비가 없어 전량 수입에 의존하고 있으며 또 방식계측에 적용되고 있는 부식감시 방법은 지중금속매설물의 부식 및 방식전위를 MULTI-TEST를 이용하여 수작업으로 매 분기별로 한번씩 측정하여 이를 기록함으로써 단속적이며 작업의 난이도가 높고, 측정 시간대와 장소등의 제약으로 인해 비효율적, 비경제적인 방법으로 진행되고 있는 실정이다.

따라서 본 연구개발에서는 현재의 자동화 추세에 발맞추어 지중 금속매설물 및 각종 철구조물 등의 방식상태를 유선으로 실시간 원격 감시할 수 있는 시스템을 개발하였다. 즉 단말장치를 측정 대상물의 여러개소에 설치하여 동시에 구조물의 방식전위를 연속적으로 검출하여 그 값을 실시간으로 통신선로를 이용하여 주 제어장치(MAIN COMPUTER)에 전송하면 주 제어장치에서는 각 지점의 방식전위를 DATABASE화 하고 각종 GRAPHIC 기능을 사용하여 초보자도 쉽게 유지점 검할 수 있도록 하는 원격 부식감시 시스템을 개발하였다.

이 시스템은 모든 지중금속매설물의 부식 및 방식 데이터를 수작업이 아닌 자동으로 처리함에 따라 인위적인 오차를 줄이며 정밀한 안전관리 및 유지점검을 할 수 있어 설비의 장수명화와 아울러 인력 및 경비절감과 대형 안전사고를 미연에 예방할 수 있도록 구현하였다.

## 2. 회사 소개

### 2.1 개요

케이티 전기 주식회사(대표이사 : 구자영)는 1979년 5월에 설립된 선박용 전장품 제작사로서 저압 주배전반, 중앙감시제어반, 비상배전반, 각종 시동기 제어반 및 엔진 제어반을 자체 설계제작하여 국내 대형조선소에 납품하는 등 선박수출에 일익을 담당하여 왔고 특수선의 국산화에도 첫호선부터 참여하여 왔다. 지금까지 상선, 특수선, 군용선 등 900척 분을 생산하여 전 세계 20여개국에 공급하여 왔고 이러한 실적을 바탕으로 축적된 시스템 자체 설계능력과 기술력을 활용하여 수입에 의존하던 선박첨단제품을 국산화하기 위한 케이티전기(주) 부설 기술연구소를 설립하고 감시 제어분야, 전력전자분야, 메카트로닉스분야, 소프트웨어분야 등의 연구개발업무분야와 연구업무를 지원하는 연구관리부문 등을 조직하여 연구활동을 수행해 오고 있다. 특히 전력관리제어시스템과 철도차량용 자기진단시스템은 국산 신기술인정(KT MARK)을 획득하는 등 여러분야에서 그 기술력을 인정받아 95년에는 은탑산업훈장을 수상하기도 하였다.

### 2.2 주요개발품

당사는 선박의 엔진룸 무인 운영 네트워크 시스템을 구축하기 위하여 아래와 같은 시스템을 개발 종합화를 추진하고 있다.

- 1) Alarm Monitoring & Control system
- 2) 발전설비용전력관리 제어시스템 (Max 5대)
- 3) 오일청정기용 워터 감지 포함된 제어시스템
- 4) 안벽접안용 싸이드 쓰러스트 제어시스템
- 5) 원격 밸브 및 펌프 모터 제어 시스템
- 6) 온라인 부식감시장치(특허출원)
- 7) 철도차량 제어 시스템

상기의 시스템에는 자체의 고장을 진단하는 시스템을 자체개발(특허0292150호)하여 미숙련자일 지라도 누구나 쉽게 정비·유지보수를 할 수 있도록 하였다.

## 3. 부식과 전기방식

### 3.1 부식의 개념 및 종류

금속물질이 외부로 에너지를 방출하고 보다 에너지 전위가 낮은 상태(화합물)로 되돌아 가는 과정에서 물질자체가 변질되거나 혹은 물질의 특성이 변화되는 것을 부식이라고 한다. 이러한 부식의 원인에 따른 주요종류를 보면 다음과 같다.

- 1) 온도차에 의한 부식 : 상대적 온도증가는 증발효과에 의한 부식이온 농도증가의 원인이 되며, 매설 또는 침수 구조물에 주위환경보다 좀 더 따뜻한 부분이 양극화 되어 부식한다.
- 2) 이온농도차에 의한 부식: 토양과 물에 용해되어 있는 다양한 염류 이온농도차는 부식전류를 발생시키는 원인이 된다. 예를 들면 해수와 민물이 교차하는 지역에서의 침수 금속구조물이 쉽게 부식함을 볼 수 있다.
- 3) 박테리아 활동에 의한 부식 : 실제로 박테리아가 금속구조물을 갉아 먹는 것이 아니고 그들의 생활과정이 부식조건을 만들기 때문에 발생한다.
- 4) 표유전류에 의한 부식 : 도심지에는 전철, PC용접기, HVDC송전선 그리고 기타 DC전원점

지 시스템등의 다양한 원천에 의한 표유전류들이 대지를 통해 흐르며 이 표유전류는 부식의 일종인 전식을 일으키는 주된 원인이 된다.

### 3.2 부식측정방법

대표적인 부식측정방법에는 다음과 같은 것들이 있다.

- 1) 음향방사법 : 음향을 방사시킨다음 Array Sensor와 다채널 감지장치를 이용하여 음향을 수신분석한다. 이때 금속의 균열 및 이상지점이 존재하면 감지된다.
- 2) 초음파법 : 금속의 두께를 측정하는데 이용하고 있는 초음파법은 금속의 부식으로 인해 줄어든 두께변화를 감지하는데도 활용 될 수 있다.
- 3) 순시부식율측정법 : 전도성 유동체내에 시험용 탐침을 삽입시켜 선형분극을 측정함으로써 순간적인 부식율을 알아낸다.
- 4) 저항측정법 : 장시간동안 부식으로 인한 저항변화를 감지함으로써 부식율을 알아낸다.
- 5) 전기화학적 전위측정법 : 전기방식분야에서 많이 사용되는 방법으로써 전해질내의 금속표면에서 금속의 전기화학적 전위를 측정하여 부식진행유무를 판단한다.

### 3.3 전기방식

방식이라 함은 부식진행과정에서 하나이상의 조건을 제거 또는 억제하는 것을 말한다. 일반적으로 방식분야에서 부식의 조건을 완전히 제거하기는 현실적으로 어렵고 부식억제제, 절연판, 또는 기타방법을 사용하여 양극 또는 음극반응을 억제하거나 전자 또는 이온의 흐름을 차단하는 방법을 채택하고 있다. 이 중에서도 가장 널리 사용하는 방법은 양극반응을 억제하는 방법의 일종인 음극방식(Cathodic Protection)법으로써 국내에서는 이 방법을 전기방식법이라고 통용하고 있다.

## 4. 지중 금속구조물의 전기방식 원격감시시스템

### 4.1 전기방식원격감시시스템의 개요

본 시스템은 금속구조물의 방식전위를 실시간으로 측정하여 그 데이터를 저장 또는 통신으로 Main Computer에 전송하는 부식감시장치와 통신으로 전송된 데이터를 Data Base화하고 사용자가 쉽게 금속구조물의 상태를 파악 할 수 있도록 각종 그래픽 및 텍스트 등으로 보여주며 이상발생시 경보를 발생하고 위치를 표시하는 Main Computer로 구성되어 있다. 단 광역망의 경우에는 부식감시 장치와 Main Computer 사이에 Local Computer가 위치하여 여러개의 부식감시장치와 Main Computer간의 통신을 중계한다.

### 4.2 시스템의 구성요소

#### 4.2.1 부식감시장치

Main Computer 또는 Local Computer로부터 데이터 수집명령을 받아 위치한 지점의 방식전위를 검출하여 이를 데이터화 하여 RS485통신선로를 통하여 Main Computer 또는 Local Computer로 전송한다. 부식감시장치의 주요구성은 CPU메인보드, A/D converter, RS485Driver, PowerSupply등으로 이루어져 있다. 부식감시장치에는 측정대상물로 흐르는 강한 Surge 전압에도 견딜수 있도록 내부보호회로 설계가 되어 있다. 또한 정밀한 방식측정을 위하여 측정오차는  $\pm 1mV$  이내로 측정이 가능하도록 정밀 설계되어 있다.

#### 4.2.2 Main Computer

부식감시장치 또는 Local Computer로 데이터의 수집명령을 직접 전송하며, 수집된 방식전위 데이터를 DataBase화하여 저장한다. Main Computer에는 통신상태표시, 수집된 데이터의 실시간 그래프, 기간별전위통계그래프, 방식전위값등을 프린트로 출력할 수 있는 데이터분석프로그램이 설치되어 있다. 이 데이터 분석프로그램의 운영환경은 Window 95/98, Window NT상에서 실행될 수 있도록 프로그램 되어 있다.

#### 4.2.3 Local Computer

방식전위 측정지역이 광범위할 경우 이들 방식전위데이터를 Main Computer에서 일시에 수집하기는 용이하지가 않다. 즉 Local Computer는 Main Computer로부터 데이터의 수집명령을 전송받으면 하부에 수많은 부식감시장치로 수집명령을 재전송한다. 하부 부식감시장치로부터 수집된 데이터를 보관하고 이들 데이터를 다시 Main Computer로 전송하는 중요한 중간 매개체 역할을 하는 것이 Local Computer이다.

### 4.3 시스템의 데이터분석프로그램 주요기능

Main Computer에 설치된 데이터분석프로그램에는 여러기능이 있으나 그 중 주요한 기능을 살펴보면 다음과 같다.

#### 4.3.1 Data Base 기능

실시간 일정간격(1초~임의시간)으로 부식감시장치에서 수집된 데이터는 효율적인 데이터관리를 위해 일별, 월별, 년별의 구조를 가지는 파일 및 디렉토리구조로 저장된다.

#### 4.3.2 On Line 샘플링 그래프

실시간으로 수집되는 방식전위데이터를 부식감시장치가 설치된 각 위치별로 선그래프로 보여 준다. 이 그래프 화면 하나에는 실제로 수집된 데이터의 실제 수치값을 볼 수 있으며 현재 통신선로에 이상이 있는지 없는지를 자동으로 표시하여 준다. 또한 사용자가 설정한 과방식기준전위와 방식기준전위를 그래프에 표시함으로써 수집된 데이터가 이 범위를 벗어날 경우 그래프화면에 적색 램프로 경보를 표시한다.

#### 4.3.3 기간별 전위분포도 그래프

사용자가 특별히 보고자 하는 기간 또는 시간대의 전위의 발생빈도를 일정구간간격으로 (500mV, 1000mV)로 나누어 각 구간별 전위의 발생빈도를 막대그래프로 도시한다. 또한 이 그래프는 현재의 데이터의 분포도가 방식구간 이내에 모두 분포하고 있는지 과방식 또는 부식구간에 위치한 정도를 표시함으로써 전기방식의 치우침정도를 알 수 있다.

#### 4.3.4 기간별 전위변화그래프

사용자가 선택한 기간의 전위를 Analog 기록계로 기록한 파형과 같도록 화면에 선그래프로 표시한다. 이 그래프에는 확대/축소 기능이 있어 부식이나 과방식이 심한 구간의 데이터를 확대하여 볼 수 있다. 한 측정위치를 중점적으로 볼 수도 있으며 인접측정지역에 대한 변화를 동시에 볼

수 있도록 측정위치를 사용자가 임의의 갯수로 선택하여 볼 수 있는 기능이 있다.

#### 4.3.5 일별/월별/년별 통계그래프

수집된 데이터베이스를 기초로 방식전위데이터의 일별, 월별, 년별 전위값의 최대값, 최소값, 평균값을 선그래프 또는 수치로 표시하여 전위변화의 평균진행정도를 파악할 수 있게 한다. 이 통계 그래프는 현재 방식관리가 장기간 동안 잘 되고 있는지를 쉽게 파악할 수 있도록 해주며 최대값 과 최소값의 지속적인 변화를 봄으로써 측정지역의 방식특성을 알 수 있게 해 준다.

#### 4.3.6 지도표시기능

현재 매설된 전체관로(가스관, 송유관, 상수도관)의 분포위치와 부식감시장치가 설치된 위치를 지도상에 표시하여 준다. 동시에 측정지점의 관로의 부식이나 과방식등의 경보에 대해 그 상태를 지도상에 표시할 수 있도록 되어 있다. 또한 측정지점에 대한 지도 확대기능이 있어 측정주위지역 을 확대해 봄으로써 주위매설물이나 설치건물등 주위지형이 방식에 영향을 주고 있는지를 확인 할 수 있다.

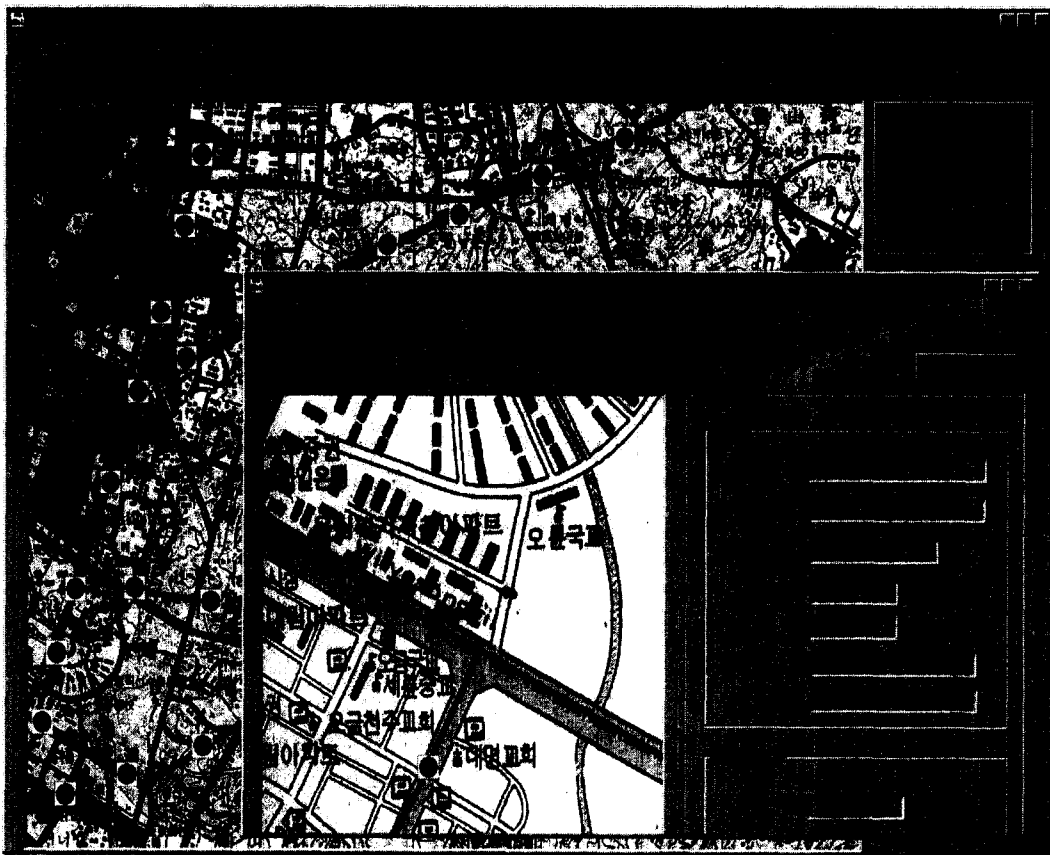


그림1. 측정상수관로의 지도표시기능 및 상세확대실행화면

4.4 부식 감시 시스템 구성도

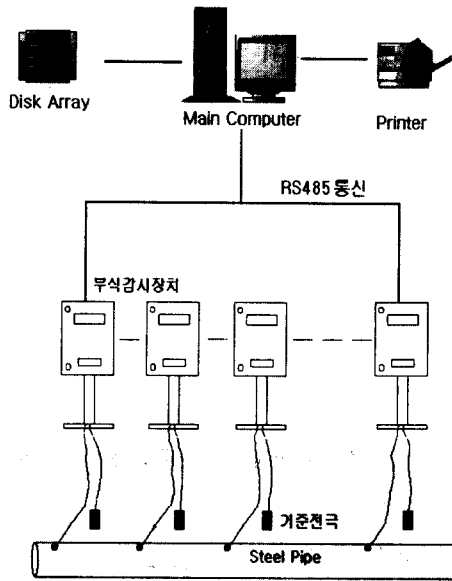


그림2. 단위 PLANT용 시스템 구성도

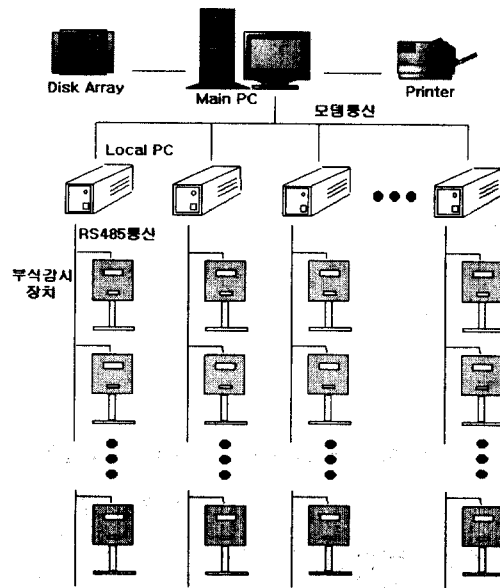


그림3. 광역망 시스템 구성도

5. 결론

본 연구개발은 지중금속 구조물의 방식전위를 ON-Line으로 일정시간 간격으로 자동측정하는 부식 감시장치와 수집된 데이터를 Data Base화 하여 분석할 수 있는 데이터 분석 프로그램을 개발하였다.

본 연구개발을 통하여 정밀하고도 신뢰성있는 제측용 Hardware와 Software의 설계기술을 축적하고 Computer를 이용한 Data Base기법과 그래픽 프로그램 기법을 습득함으로써 다른 Data Acquisition System의 개발에도 많은 도움이 되리라 생각된다.

본 연구에서 개발된 지중 금속 구조물의 전기방식 원격감시 시스템을 이용하면

- 지중금속 구조물의 부식으로 인한 사고를 미연에 방지
- 금속 구조물의 수명을 연장
- 금속구조물의 관리방법 개선
- 유지보수 비용을 절감

등을 할 수 있을 것이며 또한 본 연구에서 축적된 노하우는 방식관련 장비개발의 기초자료로 활용할 수 있으며 데이터 분석 프로그램은 방식설계 및 방식관리 전산화의 표준으로 사용될 수 있으며 뿐만 아니라 부식감시장치 및 분석 프로그램의 우수한 기능과 저렴한 가격은 충분한 경쟁력을 갖고 수입대체 및 수출도 기대된다.