

자동 계측 시스템

(Automatic data acquisition system)

1. 자동계측 시스템의 일반사항 설명

먼저 자동계측 시스템을 설명 드리기 위하여 감지소자로 사용되는 센서(변환기 또는 Transducer라고도 함)와 센서에서 송출되는 전기적 신호를 읽는 출력장치로 구성되며 이 센서와 출력장치사이에는 신호케이블로 연결되어 있습니다.

먼저 출력장치의 종류부터 말씀드리겠습니다.

1) Readout Unit (단능출력장치)

센서에서 송출하는 데이터를 읽고 표시만 해주는 전기장치류로 인디케이터(Indicator)라고도 표현합니다.

2) Data Logger (데이터로거)

센서에서 송출하는 데이터를 읽고 표시해주며 장비자체에 저장하였다가 RS-232 통신에 의하여 노트북 컴퓨터 또는 P.C로 전송할 수 있는 기능을 가진 Readout에 비하여 인텔리전트한 전기장치입니다.

3) Data Acquisition System (자동계측시스템)

반영구적 계측이 요구되거나 실시간 계측 또는 계측빈도가 높은 현장에서 일정기간동안 설치하여 두고 전송되어온 데이터를 실시간으로 필요로 하는 공학단위나 추세 그래프로 표현해주고 제어하기 위한 시스템의 총칭입니다.

현장에는 간극수압계나 경사계, 토압계, 하중계 등 각종 센서를 설치하게 됩니다.

각종 센서의 신호케이블 끝단을 데이터를 수집하는 Multiplex Module(줄여서 MUX로 표현하기도 하며 다량의 센서케이블을 집적 연결할 수 있습니다)로 연결하고 Multiplex Module은 Main Controller(또는 Logger라고도 표현합니다)와 통신망을 구성하여 Main Controller또는 P.C에서 제어하게 됩니다.

이렇게 운용하기 위하여서는 전원부, 운용 Software, 보호 케이스류, 과전압보호기류, 경보시스템, 유무선 통신을 위한 Modem, 설치를 위한 Accessories등 Hard, Soft Ware를 총칭하는 표현입니다.

현장 목적에 따라서 또는 경제성에 의하여 최소한 Data logger(Main Controller) + 적용센서와 호환되는 숫자의 Multiplex Module과 + 전원부 + 운용 Software 만 있으면 최소한의 자동계측시스템은 구성될 수 있습니다.

2. 자동계측시스템의 용도와 특성 및 구성 원리 설명

1) 구성원리 설명

자동계측시스템은 건물, 댐, 터널, 간척, 항만 및 공항 등과 같은 구조물 축조를 위한 토목 공사시 여러 센서를 Multiplex Module에 접속하고, 운용 소프트웨어에서 계측기기에 대한 정보와 계측환경 등을 입력한 후, 수시 또는 설정된 시간 간격으로 계측하며, 계측된 데이터를 Controller나 모니터를 통해 실시간으로 볼 수 있을 뿐만 아니라 컨트롤러나 컴퓨터의 메모리에 저장 할 수 있습니다.

자동계측시스템은 센서 - Multiplex Module - Bus Cable - RS232/485 Converter - Controller - 컴퓨터로 구성되어 연결합니다. 이 외에 Multiplex Module에 전원을 공급하기 위한 Power Supply가 있으며 계측에 관한 전반적인 처리는 운용 소프트웨어가 수행합니다. 컴퓨터에서 계측에 관한 정보를 입력한 후 Controller로 전송하며 Controller가 입력된 정보에 따라 계측 명령을 Multiplex Module에 전송하면, Multiplex Module은 그에 따라 계측을 수행하여 계측데이터를 Controller로 전송합니다.

Controller는 계측데이터를 메모리에 저장하고, 운용 소프트웨어에서 입력된 한계치를 초과하면 벨이나 무선표출을 할 수 있습니다. 컴퓨터의 요청이 있을 경우 Controller에 저장된 계측데이터는 컴퓨터로 전송되어 메모리에 저장됩니다.

계측데이터는 필요할 경우 토목 현장에서 필요한 공학단위로 표시된 그래프나 숫자로 실시간 계측이 가능하고 Controller에 저장된 데이터 중 일정기간 동안의 데이터를 그래프나 숫자로 볼 수 있습니다.

위와 같은 계측방법 외에 전화선이나 무선통신시스템을 이용하여 원격 제어하는 방법도 가능합니다.

자동 계측 시스템

(Automatic data acquisition system)

2) 용도

- ◆ 사람의 접근이 어려운 곳에 설치된 계측기기 계측
- ◆ 원격제어, 계측이 필요한 현장의 계측기기 계측
- ◆ 계측데이터의 정보화 처리
- ◆ 계측빈도수 과다 현장의 계측기기 계측

3) 특성 및 장점

- ◆ 계측데이터의 고정확도
- ◆ 연속계측 가능
- ◆ 계측데이터의 신속한 전송 및 데이터 저장

3. 자동계측시스템의 구성

자동계측시스템은 대략 후술하는 용도별, 유·무선별, 센서종류별로 구분할 수 있으며 기초적으로 아래와 같이 구성됩니다.

1) 컴퓨터

운용 소프트웨어를 실행하고, Controller와 RS-232C 통신하여 제어명령을 전송하고, Controller에 저장된 계측데이터를 수신하여 파일로 저장합니다.

2) 운용 소프트웨어

설치된 계측기기 및 계측에 관한 정보를 입력하고, 실시간으로 계측데이터를 표시하며, 계측데이터를 데이터베이스로 구축하여 그래프로 표시합니다.

3) Main Controller(=Data logger)

계측기기 및 계측 정보가 입력된 프로그램을 컴퓨터로부터 수신하고, 이 프로그램에 따라 Multiplex Module에 제어명령을 송신하고, 계측기기의 계측데이터를 수신하여 메모리에 저장합니다.

4) Power Supply(전원공급기)

Multiplex Module에 전원을 공급하기 위한 전원공급장치로서, 일반적으로 110 또는 220 VAC를 입력으로 하고 12 또는 15 VDC를 출력합니다.

5) RS 232/485 Converter

Controller와 Multiplex Module간의 RS-485 통신, 컴퓨터와 Controller간의 RS-232C 통신을 중개하는 장치입니다.

6) Bus Cable

Controller와 Multiplex Module를 연결하여 Controller의 제어명령을 Multiplex Module에 전송하고, 계측데이터를 Multiplex Module로부터 Controller로 전송하기 위한 케이블입니다.

7) VW Multiplex Module(VW MUX)

진동현식 센서를 연결하여 출력주파수와 온도를 계측하기 위한 Multiplex Module이며, 진동현식 센서는 모두 계측할 수 있습니다.

8) EL Multiplex Module(EL MUX)

정전용량식센서(mV를 송출하는 센서)를 연결하여 출력전압을 계측하기 위한 Multiplex Module이며, 경사계 출력장치로 계측하는 센서는 모두 계측할 수 있습니다.

9) 전기저항식 센서용 Multiplex Module(ER MUX)

Foil strain gage 또는 Potentiometer 센서 등 전기저항 센서를 연결하는 Multiplex Module이며 mV로 송출하는 센서를 계측할 수 있습니다.

자동 계측 시스템

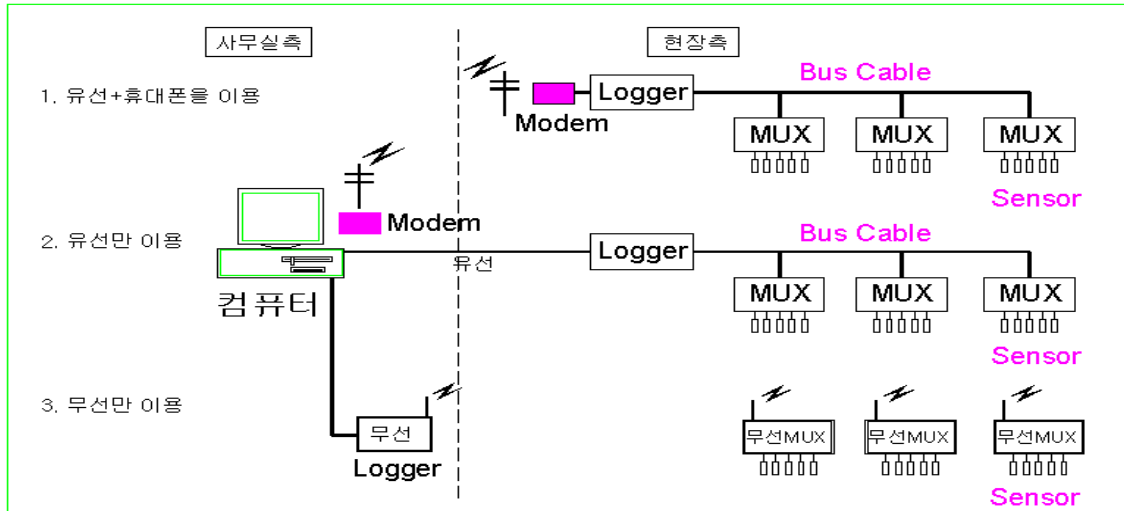
(Automatic data acquisition system)

4. 자동계측시스템의 분류

1) 유·무선별 구분

기존 제품은 유선으로 연결되는 시스템이 보편적으로 적용되고 있으나 근래에 휴대폰 기술의 비약적인 발전에 힘입어 유선 + 휴대폰기반 무선시스템이 보편적으로 적용되고 있습니다.

또 저희회사에서는 진정한 의미의 무선 자동화 시스템을 세계에서 유일하게 상용화하였습니다



2) 용도별 구분

① 정적(static) 계측용 자동계측 시스템

토목현장의 대부분은 주파수 신호를 송출하는 진동현센서가 반영구적 계측에 적합하여 약90% 이상 적용되고 있으며 동적 계측이 가능한 전기저항센서(포텐티오메터, Foil strain gage 등)류가 약 10% 정도 채택되고 있으며 전기저항식 센서라고 하더라도 일부 목적을 제외하고는 정적특성을 측정하는데 주로 사용되고 있습니다.

국내에 공급된 CR-10X(Campbell's in 캐나다) 또는 DT-515, 615(Data taker's in 호주) 당사의 ARF-100(무선 자동화 계측시스템)등은 정적 자동 계측시스템 전용입니다. 보통 1 ~ 2초당 1회의 데이터 획득이 가능합니다.

② 동적(Dynamic) 계측용 자동계측 시스템

보통 초당 10회 이상 데이터 획득이 가능한 Data Logger를 동적계측 시스템으로 분류합니다.

동적 계측시스템은 운용하고 있는 물체의 속도 벡터가 시간적으로 변화해 가는 비율(Strong motion, seismic 파형등)을 읽기 위한 가속도계와 시험목적 등으로 적용하는 Foil strain gage를 소자로 하는 계측기기를 동적으로 읽고자 할 때 주로 사용합니다.

- Foil strain gage를 읽기 위한 Dynamic Data logger
- Foil strain gage type의 가속도계와 Piezo type 가속도계를 읽기 위한 Dynamic Data logger
- 서보타입 가속도계(Strong Motion이나 지진파형 계측)를 읽기 위한 Dynamic Data logger 등이 있습니다.

자동 계측 시스템

(Automatic data acquisition system)

5. 자동화 계측의 문제점

많은 업체들이 자동화계측의 장점에 대하여 이야기합니다만 많은 문제가 있는 것 또한 사실입니다.

일단은 자동화계측의 대상이 토목현장이라 물이 많고 용접이 많으며 모우터, 공조시스템 가동 등으로 필연적으로 전기적인 Noise 가 많이 발생하게 됩니다.

자동화 계측을 하는 주 목적은 빠른 시간 내에 시스템을 구축하여 무인 운용함으로써 경제성을 극대화하고 실시간 신뢰성 높은 데이터를 확보하여 공사 진행에 반영하고자 함입니다.

그러나 현실 여건은 유선시스템이나 유선 + 휴대폰 기반의 자동화 시스템을 설치할 경우 반드시 Logger 옆에 위치한 MUX까지 케이블을 다중 포설하게 됩니다.

이 경우 연약지반, 항만, 구조물, 터널 등 토목현장의 환경여건상 중장비운전, 잦은 이설공사 등으로 단선이 많이 발생하고 배선관리에 시간이 많이 소요되어 센서 설치시점부터 자동화계측이 어려운 것이 사실입니다.

또 빈번한 선로파손으로 인한 유지관리 인원 투입으로 무인자동화의 의미가 퇴색됩니다.

6. 자동화 계측시 고려사항

- ① 유선자동화 시스템이나 유선 + 휴대폰기반의 자동화 시스템에 대하여 발주자에게 과대 포장 광고를 하지 않아야 합니다. 센서나 자동화 시스템은 인공지능이 아닌데도 불구하고 자동화 시스템을 설치하면 모든 것이 해결되는 전지전능한 것으로 오해할 수 있는 문구나 제안서가 너무나 많습니다.
- ② 센서 선택과 설치가 가장 중요합니다.
신뢰할 수 있는 업체의 제품이라 하더라도 설치미숙 또는 무지로 파손되는 경우가 50%가 넘을 것으로 유추되며 반드시 제조회사에서 제공하는 설치 및 취급설명서를 숙지한 후 설치 규정을 지켜야 합니다. 우리 국내에는 신뢰할 수 없는 계측기기도 솔직히 너무나 많습니다. 어려운 환경에 기인하지만 그렇더라도 여러 가지를 알아본 후 신뢰성 있는 제품을 구입하여야 합니다. 왜냐하면 토목계측에 있어 센서의 선택과 설치가 중요하며 기초 패던멘탈이 튼튼해야 다음 과정에서 일어날 수 있는 지엽적 문제를 쉽게 해결할 수 있기 때문입니다.
- ③ 탬이나 연약 지반 등 야전일 경우에는 센서 끝 단에 과전압 보호기를 반드시 접속하여야 합니다.
Data logger 나 MUX에 접속할 경우에는 접지선(Shield wire)을 물이 흐르는 곳에 접지 시켜야 일단은 안정된 데이터가 올라옵니다. 많은 계측 엔지니어링 메이커에 가보면 Readout으로 센서를 읽는 경우에도 Shield wire를 접속하는 경우를 볼 수 없습니다. 밑에서 전기용접이라도 하는 경우 STRUT를 타고 금속부에는 전부전기가 흐를 수 있습니다. 이럴 때 Readout으로 읽어보면 데이터가 불안정합니다. 자동화시스템 또한 동일하지만 이 경우 센서가 나쁜 것으로 판명하는 경우도 비일비재 합니다.
- ④ 신호케이블을 연장 결선할 경우에는 반드시 Sealing kit를 사용하여야 합니다.
토목현장에서는 신호케이블 연장 결선의 경우가 많이 발생합니다. 이 경우 반드시 Epoxy로 Sealing kit를 사용하여야 합니다. 물이 있든 없든 간에 신호케이블 양단을 까서 손으로 연결하고 테이핑 처리하는 경우가 대부분이며 이 경우 습기가 많아도 절연 저항 불량으로 데이터가 불안정하며 연결부로 물이나 습기가 많이 침투하는 경우 서로 단락 되어 센서가 죽게 됩니다.
- ⑤ 전용 분석 Software 개발
전기식 센서를 읽는 자동화장비를 컴퓨터에 연결하고 Software를 깔면 mV 또는 mA만 송출되며 진동현 센서를 읽는 장비를 컴퓨터에 연결하여도 Hz 또는 μ sec 신호만 송출됩니다. 이 가공되지 않은 센서의 Low 데이터를 별도로 개발하는 분석 Software에 의하여 공학단위나 또는 추세 그래프로 표현할 수 있도록 하여야 합니다. 흙막이 현장에서부터 초대형 현장까지 사용되는 센서의 소자가 틀리고 적용하는 계측기기 종류 또한 틀리고 방대하여 계측시스템을 수주하는 업체에서 현장특성에 맞추어 개발, 사용하여야 합니다. 저희 회사에서는 앞으로 운영과 분석을 위한 Software를 교량, 터널, 연약지반, 구조물, 항만, 철도 등으로 분류하여 개발할 예정입니다.