

# 최신 건설 자동 계측기 (Datataker 615)에 의한 변형을 및 처짐량 측정

鄭 光 澤

건설안전기술사

한국건설안전기술협회 전문위원

## 목 차

1. 개요
  - 1-1. 자동화 계측의 필요성
  - 1-2. Datataker-Geologger 615란?
    - 1) 제 원
    - 2) 특 성
    - 3) 기본사항
2. 부재의 변형을 및 처짐량 측정
  - 2-1. 부재 변형을 측정기(V/W Stain Gauge)
  - 2-2. 부재 처짐량 측정기(V/W Extensometer)
  - 2-3. V/W Sensor와 DT 615의 결합
    - 1) V/W Sensor (진동현 센서)
    - 2) V/W Sensor를 DT 615에 접속시키는 방법
    - 3) 진동현 Strain Gauge 설치 방법
3. 동서울 수영장 구조물 적용 사례
  - 3-1. 자료수집
  - 3-2. 측정 Data
4. 맺음말

## 1. 개요

1-1 자동화계측(DATA LOGGER와 전산장비)의 필요성

기존의 주요 구조물에 인접하여 시공하는 국내의 공사현장사정을 감안할 때 공사 진행을 시키면서 계속적인 계측이 절대적으로 필요한 현실이다. 현재 대부분의 건설현장에서 계측 운영인원이 극히 부족한 현실이며, 수동 계측시 계측기 구입 등의 초기투자는 자동화계측 보다 비록 적을지라도 운영경비와 인건비 소비가 많아 장기적으로는 비경제적이다. 이에 반하여 공사 기간의 경비 산출비교표에 의하면 자동화계측이 경제성이 높고 운영효율이 월등히 좋으며, 정확도가 높고 측정된 Data를 전송/수신과 전산화처리 및 분석을 위한 계측치 전달이 짧은 시간에 수행되어 설측치에 대한 요구 시간내의 대응조치를 취할 수 있는 자동화 System이 현장별로 선택되어 사용하는 추세이다.

자동계측 System은 현장여건으로 인하여 접근이 어렵거나, 일기불순 또는 계측기 전방 상황이 필요할 때에도 어려움없이 즉각적으로 계

측을 수행한다. 따라서 각 현장의 안전시공을 이루기 위한 계측결과와 신속한 분석작업을 위하여 가능한 자동화계측을 이루는 것이 필수적이며, 계측빈도를 충분히 하여 이 Data로 분석작업을 함으로써 보다 안정되고 신뢰도가 높은

분석결과를 얻을 수 있는 장점이 있다. 한국건설안전기술협회에서는 이러한 자동화 계측기 (Datataker Geologger 615)장비를 구입하여 구조 안전 진단에 활용하고 있으며 이를 간단히 소개하고자 한다.

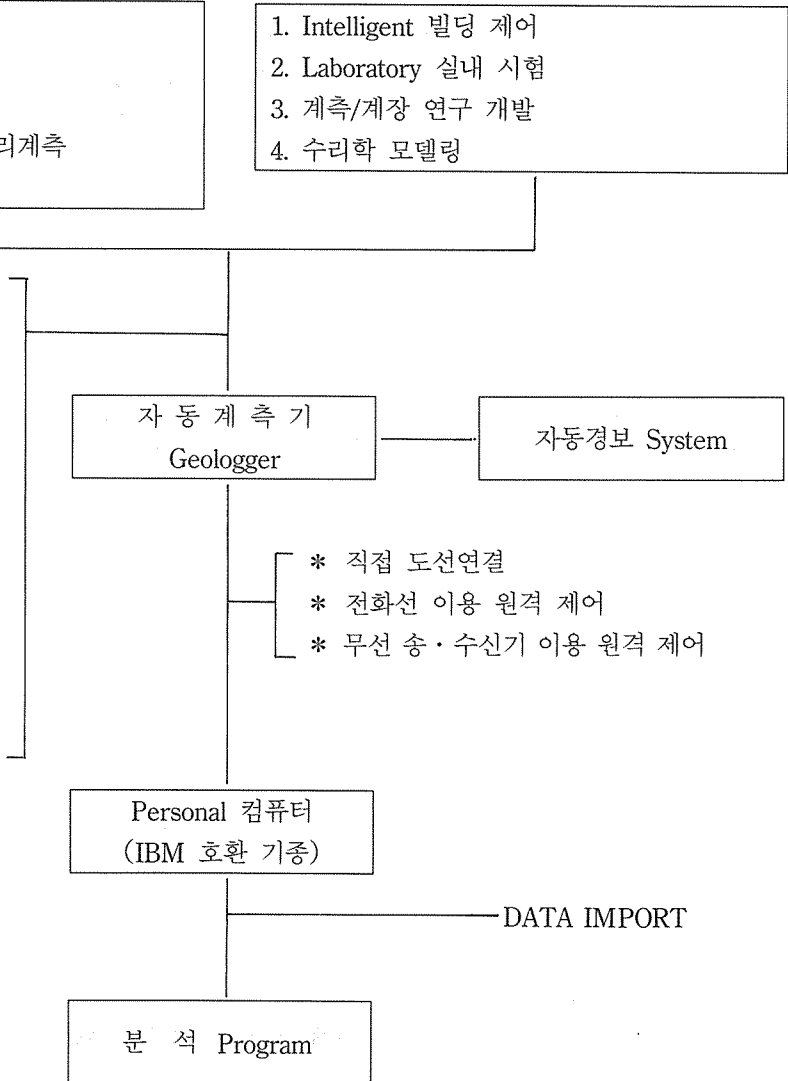
가) 정보화 시공 및 구조물 관리 계측센서

1. 터널 및 도로공사
2. 교량 및 구조물 공사
3. 흙막이 및 가시설 공사
4. 댐 항만공사 및 수리 관리계측
5. 기상 관측기

나) 연구개발 및 자동 제어 센서

1. Intelligent 빌딩 제어
2. Laboratory 실내 시험
3. 계측/계장 연구 개발
4. 수리학 모델링

- \* 자동계측기와 센서가 근거리일 경우 직접 연결
- \* 센서가 산재되며 설치 이격거리가 멀고 도로등 지장물 때문에 직접 자동계측기와 연결이 불가능할 때는 지역별 접속후 자동계측기 끼리 연결은 Network망을 형성하며 유·무선 상호 교신이 가능



자동계측 System의 구성과 활용

## 1-2. Datataker-Geologger 615란?

제원

\* 호주(오스트레일리아) Data Electronics 제품

\* 호주에서 처음에는 농업용으로 개발되어, 넓은 농장을 효율적으로 관리할 목적으로 자동화 시스템을 개발하였으나 토목 분야로 확대 발전시켜 흙막이, 터널, 댐공사용 계측을 위한 여러 형식의 센서를 어떠한 형식에도 별도의 모듈없이 공히 사용할 수 있는 데이터 수집 및 변분 시스템이다. 각각의 센서가 감지하는 변위를 사용자가 원하는 시간 간격대로 분류 또는 취합할 수 있는 전자동 시스템이다.

\* 철재, 철골구조물, 교량 구조물의 장기적인 변위의 거동을 자동으로 취합하여 각각의 변형을 시험 및 계측할 수 있다.

\* Extensometer를 연결하여 침하량, Load Cell과 연결되어 제하량 Piezometer등과 연락하여 공극수압, 수위를 읽을 수 있다.

-크기: 110mm×270mm×85mm, 105mm(메모리카드 부착시)

-무게: 2.4kg

-작동온도: -20°C ~ 70°C

-최대 작동 습도: 95%

### (1) 범용성

현재 국내에 사용되고 있는 여러 형식의 토목 계측기(예, 진동현방식, Strain Gauges, 전기저항식, 전류방식, 전압방식, 각 형식의 온도측정기와 기상관측기 등)어떠한 센서의 형식에도 별도의 Module없이 공히 사용할 수 있어 편리하며 경제적이다.

특히 경사계까지 자동 계측이 가능하게 최근 설계되어서 완벽한 자동계측 및 정보화 시공이 가능하게 되었다. 이는 각 센서방식의 차이를 명령어로서 Module없이 제어할 수 있기 때문이며, 여러종류의 서로다른 작동 방식의 계측센서

를 한 대의 자동 계측기로 사용할 수 있도록 설계되었다. 만일 센서차이에 의하여 각 특정 센서형식을 위한 Module이나 Terminal이 필요하면 그 가격이 고가일 뿐 아니라 현장조건에 따른 부속품 소요가 많아지므로 비경제적이고 비효율적이 되기 때문이다.

### (2) 계측 오류방지와 잡음제거 기능

진동현 센서 측정값은 현장 설치조건이 어려워 (원거리에 센서설치나 현장지반에 전기적 간섭이 심한 경우) 계측신호가 명확치 않고 잡음 등 전기적 간섭 현상이 있는 경우, Geologger의 인공지능은 신호상태를 인식하여 출력전원이 15에서 36볼트까지 자동조절 상태에서 계측을 재시행하여 정확한 계측을 수행한다. 이 출력전원 자동조절은 Geologger가 연결된 모든 채널을 제어하며, 각 채널의 전원은 각각의 상태에 따라 자동적으로 차등 제어한다. 만일 Geologger 자체의 기능으로도 불충분할때는 측정된 신호를 Geologger관리 소프트웨어인 Decipher Plus를 사용하여 잡음제거 등 제2단계 계측치 관리를 선별 수행할 수 있다.

### (3) 자체구동 및 제어형식

자체의 Micro-Processor와 System Software에 의하여 정하여진 계측시간에 독립 구동되어 스스로 계측하고 계측값을 자체 Memory에 기억되는 형식이다. 기억된 자료는 사용자 필요에 의하여 퍼스널 컴퓨터와 연결된 유선 또는 무선망으로 자유로이 제어할 수 있으며 사용자의 컴퓨터에 입력된다. 독립구동형식은 자료의 입력을 위하여 자동계측기가 계측치를 판단하여 스스로 구동되고 측정, 기억하므로 계속적으로 컴퓨터와 연결되어 있을 필요가 없어서 지속적인 계측수행에 유리하다.

### (4) 작동 온도/습도 범위

-20°C ~ +70°C 범위와 최대습도 80%에서도 사용 가능하여 계측현장의 혹한 환경에 알맞도록 설계되어 있다.

(5) 기억용량  
 사용자의 편의에 따라 선택이 가능하며 최대 17만의 측정값을 자체기억 시킬 수 있다.

(6) System 확장성  
 - 기본 30측정채널이며 필요시 120채널로 확대할 수 있다.(계측기 형식 차이에 의한 Module이 추가적으로 필요치 않다.)

- 이 채널범위내에서는 각종 계측기를 자유로이 사용할 수 있다.

- 대단위의 공사 현장과같이 많은 계측기 관장이 필요한 경우는 자동계측기를 최대 32대까지 상호연결된 Network망을 구성하여 현대의 퍼스널 컴퓨터로 운용할 수 있다.

(7) 자동계측기 지원 소프트웨어  
 자동계측기에서 Computer로 전송된 Data가 바로 Date정리 및 계측치 전산정리작업이 가능한 Software가 준비되어 있어서 각종 형식의 Graph Plotting과 계측 Reporting작성/제출이 용이하며 그 조작이 쉬워 별도의 전산 교육을 받지 않은 현재 국내 일반 토목 기술자라도 쉽게 사용 가능하다.

(8) Data Logger의 가능성  
 ㉠ 계측값의 정리 :  
 - 일정 시간대의 계측 평균값 산출  
 - 표준편차 계산, 최대와 최저값만의 선택정리와 적분계산  
 - 변위값 자체 변화량 및 추이의 적분계산과 그래프 형식의 도식화 처리

㉢ 계산기능 : 5원 1차 방정식을 최대 20개 계산식의 연산기능

㉣ 센서보정기능 : 오측정 계측시 Logger의 자체판단 상태표시로 계측자에게 통고 가능

㉤ Alarm기능 : 일정 계측값이상 또는 이하 발생시 계측자에게 자동적으로 경보 또는 케이블 단선 발생 경우

(9) 자체 LCD Display Screen와 외장 Key Pad

자동계측기가 설치된 위치에서 여타의 컴퓨터 검색과 동시에 현장설치된 자동계측기 자체로서 작동 상태를 확인할 수 있는 LCD Display Screen 및 5개 Key Pad가 전면부착

(10) 계측 DATA를 여타의 분석 또는 설계 Software와 자동 입력

계측값이 국제규격의 ASCII Floating Point Format으로 출력되므로 사용자의 Software에 자동입력이 가능

(11) Hardware 호환성  
 현재 국내에서 생산되고 있는 모든 IBM 호환기종의 Computer와도 접속 및 호환이 좋으며 제한없이 사용

(12) 기존 전력공급망으로부터 전원공급이 어려울 때는 소형 태양전지판을 이용하여 사용

3) 기본사항  
 (1) 채널 구성의 원리  
 4Wire(4접점) 연결을 1개 채널의 기본으로 하여 Analog신호를 받아들이는데 전압, 전류, 저항과 주파수를 읽을 수 있다.

즉, 다양한 값을 읽어 들일 수 있다는 것인데 이는 DT 615의 1개 채널을 구성하는 기본사항이 아래와 같다.

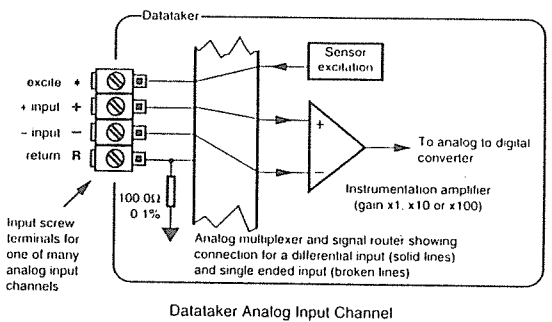


그림 1. Analog 채널의 기본 구성도

위의 구성도는 Relay Mux를 사용한 DT 615에 적용되는 것으로서, 그 작동을 제어하는 것은 DCP라는 S/W를 이용하여 DT 615의 각종 스

위치를 조작할 수 있음은 물론 센서를 인식시킬 수 있음으로써 가능한 것이다.

계측이 가능한 센서의 종류는 Pressure, Strain gauge, Thermocouples, Flow, Load cells등이며 출력신호는 전압, 전류, 저항, 주파수, Counts 또는 Pulses 등이다.

(2) DT 615설계도

DT 615의 각 단자 및 중요한 부속위치는 아래의 그림을 참조하기 바람.

위의 설계도상 특별한 내용만을 간략히 소개하면 다음과 같다.

가. Net : DT 615와 DT 615간에 Network 형성시 이용

나. Wake : DT 615가 전력소모를 방지하기 위하여 Sleep mode에 들어갔을 경우 작동을 위하여 깨우고자 할 경우에 이용.

다. Digital I/O : Digital 신호의 입·출력에 이용

라. Counters : 수치(풍속, 차량통행량등) 신호의 입·출력에 이용.

마. Analog Ch. : mV, V, mA, Percent, Ohms, PPM, Hz,  $\mu$ s, Deg.C(°) 등을 측정시 이용

바. Dip S/W : DT 615의 고유번호 조작시 이용 (Network 관련)

사. Convert Lamp : 작동 표시등.

(3) DT 615 작동 명령

가. DT 615와 PC가 RS 232 cable로 정확하게 연결되어 있는지를 확인한다.

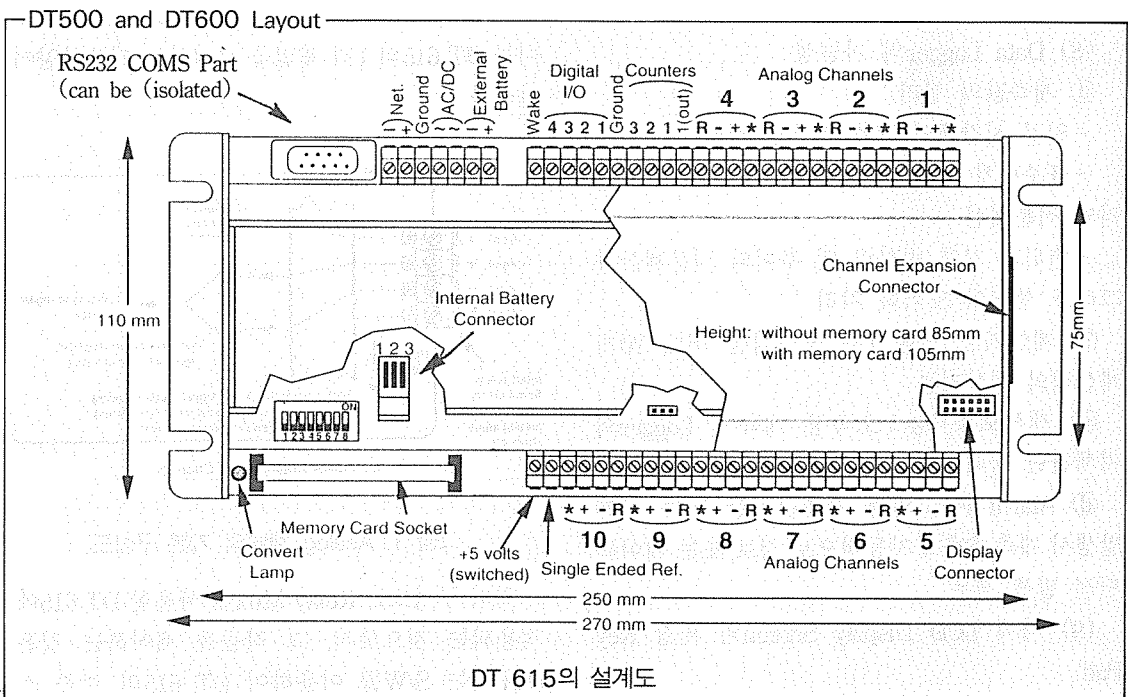
나. Decipher Plus 또는 Determinal Program 을 작동시킨다.

다. Program은 작동되 동시에 DT 615와 교신을 하여 현재 연결되어 있는지 문제가 있는지를 확인한다.

라. DT 615가 감지되면 우선적으로 서로의 사소통이 되는지를 아래의 여러가지로 확인할 수 있다.

마. 위의 여러가지 중에서 가장 기본적으로 'Reset'이라는 명령을 DT 615에 보낸다.

사. 통상 명령문 전달은 "ALT+L"과 "ALT+A"를 이용하는데 'L'은 Line, 즉 한줄을 보



## Command Index

Command	Description	Page
BEGIN	Halt all schedules to enter a multi-line program	3
CALARMS	Clear all alarms	8
CALARM $n$	Clear alarm $n$	8
CARDID	Card identification assignment and reading	7
CDATA	Clear memory card data (not program)	7
CLAST	Clear all stored data that has been Unloaded	7
CLEAR	Clear data from internal memory	7
COPY	Copy internal data to memory card	7
CPROG	Clear memory card program	7
CSCANS	Clear all schedules	3
END	Restore G / H status after new program entry	3
G, GA, GB, GC, GD, GS, GZ, GZ $n$	Go - enable all schedules or selected schedule	3, 8
H, HA, HB, HC, HD, HS, HZ, HZ $n$	Halt - disable all schedules or selected schedule	3, 8
LOGOFF	Turn logging off	7
LOGON	Turn logging on	7
NOCOPY	Disable automatic data to card copying	7
PASSWORD	Enter a new password	12
Q	Quit unload operation	7
RESET	Reset the logger - take care as data is cleared	9
RUNPROG	Run program in memory card	7
SIGNOFF	Sign off after password access session	12
STATUS, STATUS $n$	Report logger's status	9
TEST, TEST $n$	Test and report hardware	9
U, UI, UM, UA, UB, UC, UD and UX	Unload commands	7

### - 명령문 소개 -

내는 것이고 'A'는 ALL 즉, 명령 Coloum에 입력된 모든 내용을 전달하는 것이다.

아. DT 615부터 대답이 오면 그 즉시 상단 Data coloum에 그 내용이 기록된다.

## 2. 부재의 변형을 및 처짐량 측정

### 2-1. 부재 변형을 측정기(Strain Gauge)

#### (1) 형식

전기식(진동현 또는 전기저항식) Strain Gauge과 Demountable Mechanical Strain Gauge (Demec Gauge)

(2) 측정범위 : 3000 또는 15,000Micro Strain.

(3) 최소 측정단위 : 0.5Micro Strain

(만일 부재변형 및 그 변위의 추이가 미세할 것으로 예상되거나 정밀한 계측이 요구될시는 Strain Gauge의 크기를 큰 것으로 사용한다. 최대 4m 길이의 Strain Gauge를 사용한 실적 있음)

#### (4) 사용 온도범위

별도의 장치없이 Strain Gauge 자체로서  $-20^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$  까지 작동되어 사계절 제한없이 사용할 수 있다.

#### (5) 방수성

5Bar이상 압력의 방수처리가 되어 습기등에 영향없이 영구계측이 가능하다.

#### (6) 측정범위의 재조정

만일 변위가 많이 발생하여 Strain Gauge의 한계를 넘어도 2차영점 재조정을 할 수 있는 장치가 있으면 동일 계측기로 계속적인 측정이 가능하다. 조정장치가 없을시는 기설치된 Strain Gauge옆에 추가적으로 별도의 Strain Gauge를 설치하여야 한다.

#### (7) 설치 방법

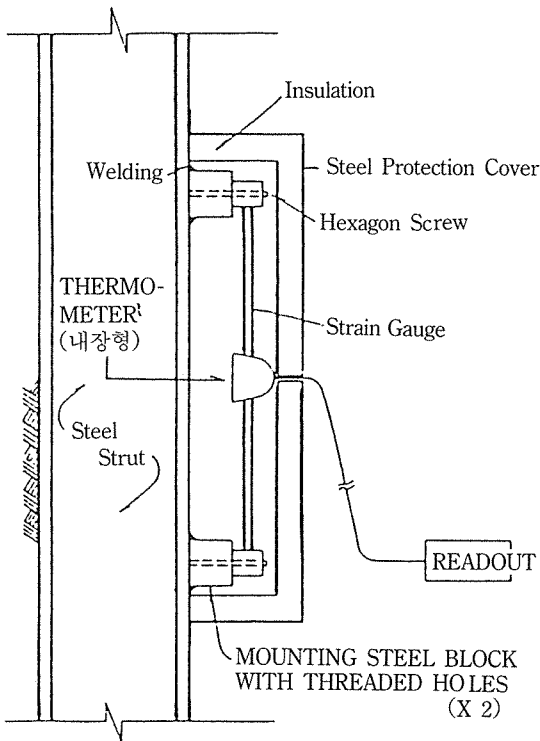
Strain Gauge는 Anchoring 또는 직접 용접방식으로 설치한다. 접착제를 사용할 수 있으나, 접착제 부착방식은 접착제의 효용수명이 한계가 있으며, 설치부위도 토목현장에서는 항상 습기, 먼지와 부착면을 매끄럽게 가공하여야 하는 어

려움이 있으므로 이 방법의 선택시는 작업의 확실성과 현장의 환경을 고려하여 결정하여야 한다. 용접 방식은 가장 확실한 설치방법이라고 할 수 있으며, 용접시 먼저 나사선이 파여진 설치용 Steel Mounting Block을 용접한 후 Strain Gauge를 간단히 나사로 조여 설치하면 손상없이 Strain Gauge가 설치중 손상없이 설치되고, 해체시도 간단히 나사를 풀어 재사용도 가능하다.

위와 같은 이치로 현장조건 및 판단에 의하여 용접대신 Epoxy 등을 사용하여 Mounting Block의 접착시공도 가능하다.

#### (8) 보호용 Steel Cover

토목용 Strain Gauge는 절대온도 변화에는 측정값의 보정이 필요없도록 설계, 제작되고 있으나, Strain Gauge 각 부위별 온도차가 있을 시는 이상값을 나타낸다. 일조량 차이에 따른 Strain Gauge 각 부위의 온도 차등증가 등.) 이에



Strain Gauge 설치 상세도

Steel Cover를 씌워 온도의 상승차를 없애주며 우천 등으로 인한 표면부식을 방지한다.

(9) 부재온도측정 : 부재 자체의 온도 변화에 따른 변형을 영향을 감지하기 위하여 온도계를 내장하고 있다(전자석의 저항치를 이용한 형식이 아님).

#### 2-2 부재 처짐량 측정기(V/W Extensometer)

\* 진동현 형식의 Extensometer는 영국의 Soil Instruments사가 개발하였다.

- 구조물 침하량
- 균열의 증가
- 구조물 연결 부위의 변위 거동 관계 등을 계측할 수 있다.
- 장기간 동안 안정적이고 정확한 변위 측정
- 케이블 길이에 영향을 받지 않는 정확성
- 원격조정으로 계측값을 읽고, 검색하고, 데이터를 수집가능하다.
- 과전압에 의한 전기적인 피해로부터 보호하는 피뢰침 부착
- 연결케이블은 튼튼한 망형식의 케이블이면서 유연성이 크다. 또한 1Km를 초과하여서도 사용 가능하다.
- 방수 및 7Bar의 밀봉
- 측정범위 : 100mm 변위 변동이상
- 분해능 : 0.025%
- 초과범위 : 25% 이상
- 정확도 :  $\pm 0.1\%$
- 작동 온도 :  $-30^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$
- 작동 주파수 : 1300~2700Hz
- 케이블 : 2코아 Screened Cable

#### 2-3. V/W Sensor와 DT 615의 결합

##### 1) V/W Sensor(진동현 센서)

V/W Sensor를 간단히 소개하면 대충 다음과 같습니다.

첫째 : 일정 규격의 강선(피아노선과 유사한 종류)을 이용한다.

둘째 : 일정한 길이내에서 임의의 장력을 주어 고정시킨다.

셋째 : 일정한 길이에서 부터의 변화(길이의 증가 또는 감소)량을 측정하는 것이다.

넷째 : 측정은 지시계에서 일정 간격으로 방출된 전류가 긴장된 강선 중심부의 자석을 자극하여 자장을 형성시키고, 그로 인한 강선의 떨림을 발생시키어 그 값을 읽음으로써 긴장도의 변화를 관찰하는 원리이다.

다섯째 : 지시계에 읽히는 값은 강선의 긴장 정도에 따라 자극에 반응하는 주파수(Hz)의 주기(Period)를 의미한다. 즉 지시되는 값은 시간이다.

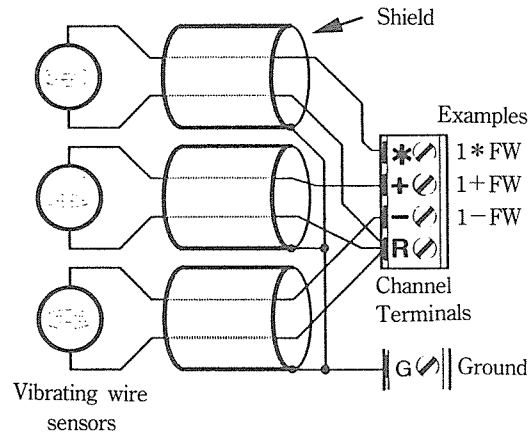
〈주파수(Hz) = 진동수/1초,

주기(Period) = 1/주파수〉

\* 지시계의 종류에 따라 주파수를 읽는 경우도 있을 뿐만 아니라 주기(Period)도 단위가 틀릴 수 있다.

위에 기술한 내용은 진동현 센서의 가장 일반적인 사항입니다.

측정결과를 계산하는 방법은 매우 단순하여 진동현의 길이변화를 변형율로 환산하는 것입



Sir: Single Ended VW Connection

그림 진동현 센서와 DT615 연결방법

니다.

$$\epsilon = K \cdot (f_0^2 - f_1^2)$$

여기서, 1)  $\epsilon$  = 변형율(Micro Strain)

2) K = 계기 상수( $3.0 \times 10^{-3}$ )

3) f = Frequency(Hz) =  $10^7/T$

4) T = Period

$$\epsilon = 3.0 \times 10^5 \left( \frac{1}{T_0^2} - \frac{1}{T_1^2} \right) \text{Strain}$$

2) V/W Sensor를 DT 615에 접속시키는 방법

진동현 센서는 단 2개의 선만 있으면 측정이 가능합니다. 이미 말씀드린 바 있듯이 DT 615는 4개의 단자가 1개 채널을 구성하고 있으므로 진동현 센서와 같이 2개의 선이 있는 계기로 4개의 단자를 독식하는 비효율적 운영을 하게 된다면 DT 615라는 고가장비를 이용하여 겨우 10개의 진동현 센서를 관리할 수 밖에 없겠지만, 이러한 경우를 대비하여 아래와 같은 연결을 시도하게 되면 DT 615의 채널수는 30개가 될 수 있습니다.

간혹 진동현 센서로 부터 4개의 선이 나오는 경우가 있는데 이는 진동현 센서를 측정하는 이외에 진동현 주변의 온도를 측정하고자 하는 것입니다.

한 예로 영국의 Gage Tachnique Ltd. 사의 진동현 Strain Gauge에는 온도 감지를 위하여 Thermistor를 내장시켜 놓아 저항값(Resistance)을 측정후 온도로 환산합니다.

온도를 측정하는 목적은 온도 변화에 따른 영향을 보정하기 위해서 입니다.

### 3) 진동현 Strain Gauge 설치방법

먼저 아래의 그림을 살펴 보겠습니다.

그림 우측에 있는 T/S/R Type이 소개할 대상입니다. End mounting은 강선을 고정시켜 주기 위한 보조장치이며, Wire tension adjuster는 설치시에 강선을 원하는 장력으로 조정하기 위한 조절 나사입니다.

Locking collar는 adjuster를 고정시켜주는 역



할을 하고, Plucking coil assy는 강선을 자극하는 장치가 들어 있는 곳입니다.

이제 설치 방법을 간단히 소개하겠습니다. 지시계(V/W Readout)

가. 준비물 : 소형 플라이어 2개, 육각렌치 2개 (inch set1+mm set1)

나. S/G의 양끝에 돌출되어 있는 강선을 살피면 한쪽은 짧고 다른 한쪽은 길다. 일단 확인을 한다.

다. 길게 돌출된 방향의 강선을 고정 시켜주고 있는 소형 육각볼트를 느슨하게 풀어준다(이때 다른 볼트들은 단단하게 조여져 있어야 한다).

라. S/G와 지시계를 연결한 후 지시계를 작동시킨다.

(Power : ON → Gauge : ON → High → ON)

마. 길게 돌출된 강선을 플라이어로 단단히 잡고 S/G의 바깥쪽으로 천천히 힘을 가하면서 당겨본다.

바. 지시계에서 측정치가 변화하고 강선의 진

동소리가 들리는지 확인한다.

사. 변화가 확인되면 원하는 수치 부근에 이르렀을 때 느슨하게 풀었던 소형육각 볼트를 단단하게 조여준다.(압축변형이 예상될 경우 : 9000~10000, 인장변형이 예상될 경우 : 12000~13000, 확실하지 않을 경우 : 10000~11000)

아. 소형육각 볼트를 완전히 조인 후 측정값의 변화를 확인한다.(값의 변화가 크고 다양하게 나타나면 세팅에 문제가 있는 것이다.)

자. 설치 현장에서 현장설치 직전에 측정을 하여 그값을 기록한다.

차. Adjuster를 End mounting에 최대한 밀착시키고 Locking collar를 조여준다.

카. End mounting 고정나사를 4개 모두 풀어서 S/G와 Plate를 분리시킨다.

타. 이미 현장에 설치되어 있는 Steel block위에 S/G를 올려 놓고 2.5mm 육각 볼트로 느슨하게 고정시킨다.

파. 지시계와 S/G를 연결하여 '자' 항에서 기록한 값과 비교한다.

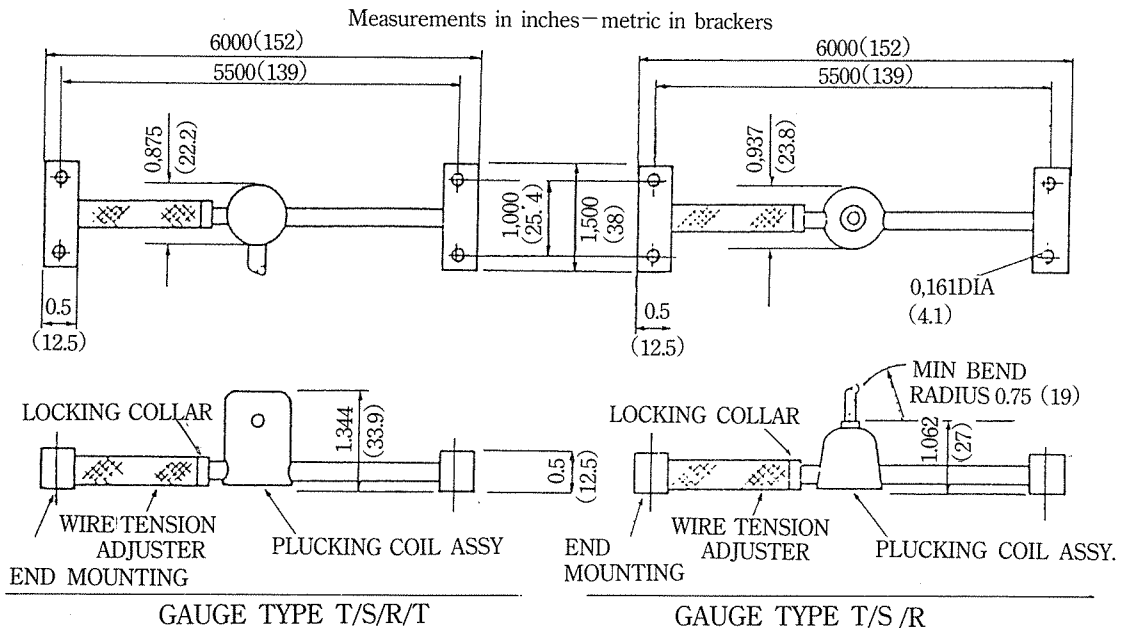


그림 : 표면 부착형 Strain gauge 상세도

하. 측정값과 기록값이 틀릴 경우 Adjuster를 이용하여 기록값과 거의 일치되도록 조절한 후 2.5mm 육각 볼트를 단단히 조여준다.

### 3. 동서울 수영장 구조물 적용사례

#### 3-1 자료 수집

본 자료는 동서울 스포츠센터내의 수영장 하부 Slab 및 Beam과 Girder에 설치한 V/W Strain gauge, V/W Extensometer에서 취합한 자료를 정리한 것이다.

자료의 수집 경과는 아래와 같다.

1) 현지답사 : 93. 2. 5

\* 육안 관찰 및 변형 측정기 설치지점 설정

\* 변형 측정기 설치에 따른 제반사항 협의

2) 변형 측정기 및 자동 계측기 설치 : 93. 2. 10~2. 11

\* 변형 측정기 Accessories 부착

\* 변형 측정기 Setting(Strain gauge & Extensometer)

\* 자동계측기 설치 및 선연결

\* 자동계측 확인 및 계측 Program입력

3) 현지 환경 변화

\* 배수시작(1015mm) : 2.12/12 : 00(AM)

\* 배수완료( 375mm) : 2.12/20 : 00(PM)

— 배수량=50m×25m×0.64m=800m<sup>3</sup>

\* 담수시작 : 2.13/00 : 30(AM)

\* 담수완료 : 2.13/20 : 00(PM)

4) 자동계측 자료수집 : 2.17

\* 자료 저장여부 확인 및 회수(자료저장 2. 11~2. 17)

\* 변형 측정기 및 자동계측기 철거

\* 자료의 이상유무 분석(양호)

5) 자료 정리 : 2.17

\* 초기치 선정-배수직전 4시간(8회 계측) 동안의 계측자료 평균처리

\* 최대변화값 선정-배수 완료로부터 담수

직전까지의 계측자료중 최대값 선정

\* 변형 회복치선정-담수 완료후 배수직전으로 최대한 근접한 값 선정.

\* 평상시 변형값-시험 완료후 계측종료까지 평상시에 진행된 최대와 최소 변화값 선정

#### 3-2 측정 Data

Project Name : DONG SEOUL SPORTS CENTER

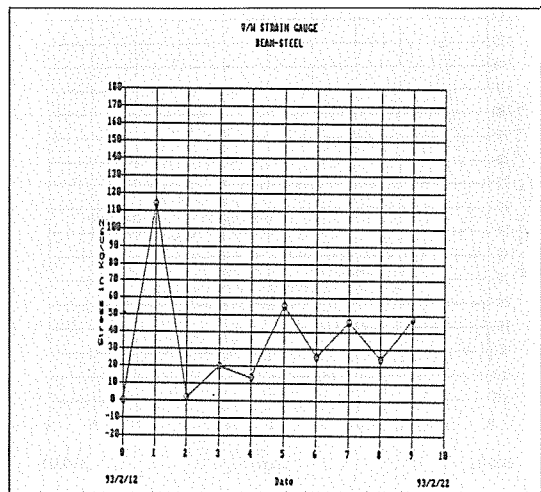
Description : BEAM-STEEL

Sensor Type : V/W STRAIN GAUGE.

Init. Value : 9975

Area(H beam) : 3.870

Date	Value	Strain	Stress
		Strain	Kg/cm <sup>2</sup>
93/02/12	9975	0.00000000	0.0
93/02/13	10066	0.00005427	114.0
93/02/14	9977	0.00000121	2.5
93/02/15	9991	0.00000965	20.3
93/02/16	9985	0.00000604	12.7
93/02/17	10019	0.00002642	55.5
93/02/18	9995	0.00001205	25.3
93/02/19	10012	0.00002224	46.7
93/02/20	9994	0.00001145	24.1
93/02/21	10013	0.00002284	48.0



Project Name : DONG SEOUL SPORTS  
CENTER

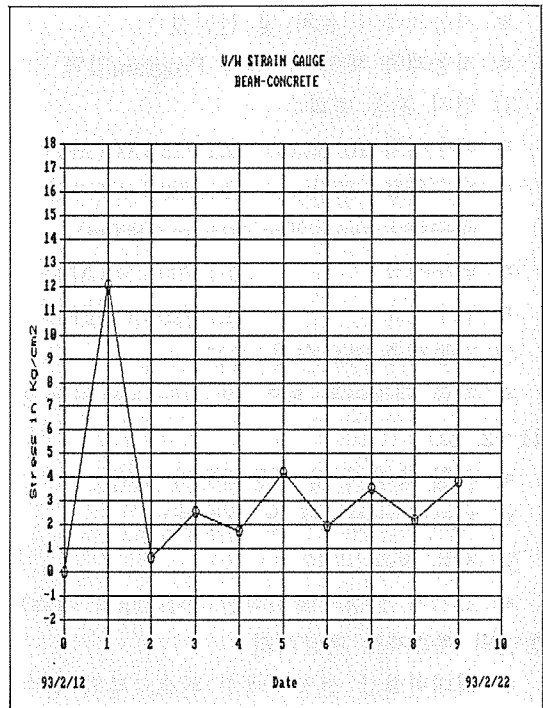
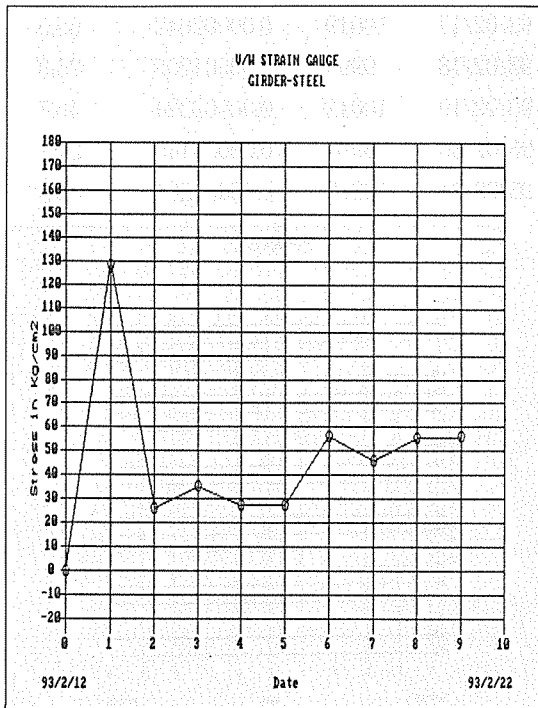
Description : GIRDER-STEEL  
Sensor Type : V/W STRAIN GAUGE.  
Init. Value : 10295  
Area(H beam) : 5.000

Date	Value	Strain	Stress
		Strain	Kg/cm <sup>2</sup>
93/02/12	10295	0.00000000	0.0
93/02/13	10408	0.00006113	128.4
93/02/14	10318	0.00001261	27.6
93/02/15	10326	0.00001697	35.6
93/02/16	10319	0.00001315	27.6
93/02/17	10319	0.00001315	27.6
93/02/18	10344	0.00002675	56.2
93/02/19	10335	0.00002187	45.9
93/02/20	10343	0.00002621	55.0
93/02/21	10344	0.00002675	56.2

Project Name : DONG SEOUL SPORTS  
CENTER

Description : BEAM-CONCRETE  
Sensor Type : V/W STRAIN GAUGE  
Init. Value : 10105  
Area(H beam) : 875.000

Date	Value	Strain	Stress
		Strain	Kg/cm <sup>2</sup>
93/02/12	10105	0.00000000	0.0
93/02/13	10257	0.00008643	12.1
93/02/14	10113	0.00000465	0.7
93/02/15	10136	0.00001794	2.5
93/02/16	10126	0.00001217	1.7
93/02/17	10158	0.00003058	4.3
93/02/18	10129	0.00001391	1.9
93/02/19	10149	0.00002542	3.6
93/02/20	10133	0.00001621	2.3
93/02/21	10152	0.00002714	3.8



Project Name : DONG SEOUL SPORTS  
CENTER

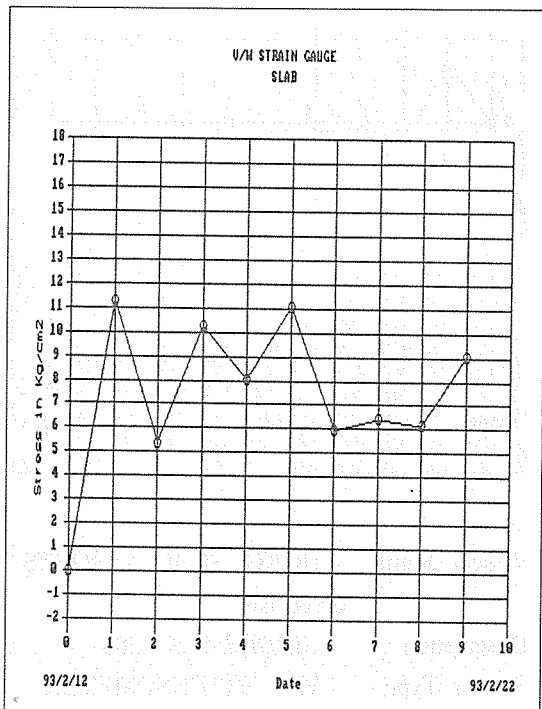
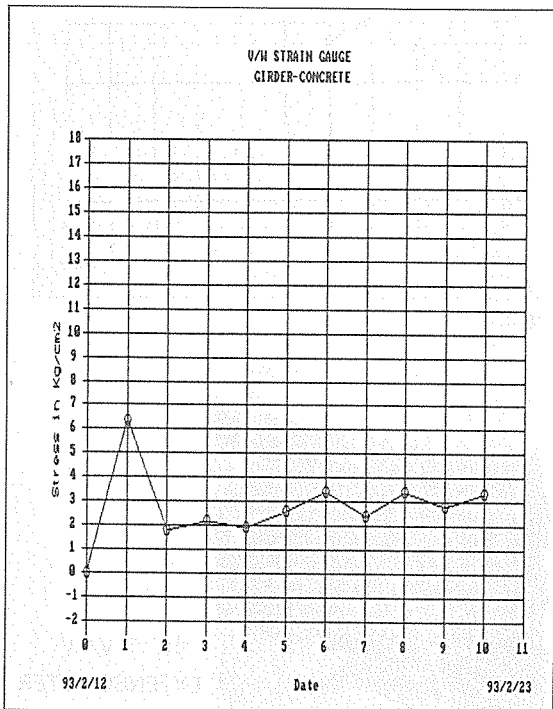
Description : GIRDER-CONCRETE  
Sensor Type : V/W STRAIN GAUGE  
Init. Value : 10294  
Area(H beam) : 1800.000

Date	Value	Strain	Stress
		Strain	Kg/cm <sup>2</sup>
93/02/12	10294	0.00000000	0.0
93/02/13	10377	0.00004511	6.3
93/02/14	10318	0.00001316	1.8
93/02/15	10323	0.00001588	2.2
93/02/16	10319	0.00001370	1.9
93/02/17	10328	0.00001861	2.6
93/02/18	10339	0.00002459	3.4
93/02/19	10326	0.00001752	2.5
93/02/20	10339	0.00002459	3.4
93/02/21	10331	0.00002024	2.8
93/02/22	10338	0.00002405	3.4

Project Name : DONG SEOUL SPORTS  
CENTER

Description : SLAB  
Sensor Type : V/W STRAIN GAUGE  
Init. Value : 10386  
Area(H beam) : 9600.000

Date	Value	Strain	Stress
		Strain	Kg/cm <sup>2</sup>
93/02/12	10386	0.00000000	0.0
93/02/13	10540	0.00008068	11.3
93/02/14	10458	0.00003816	5.3
93/02/15	10526	0.00007349	10.3
93/02/16	10495	0.00005747	8.0
93/02/17	10537	0.00007914	11.1
93/02/18	10466	0.00004235	5.9
93/02/19	10473	0.00004601	6.4
93/02/20	10469	0.00004392	6.1
93/02/21	10509	0.00006472	9.1



Project Name : DONG SEOUL SPORTS CENTER

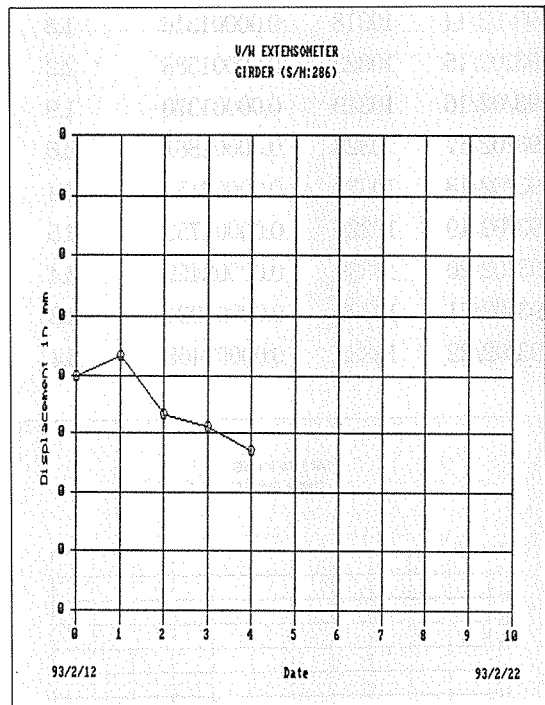
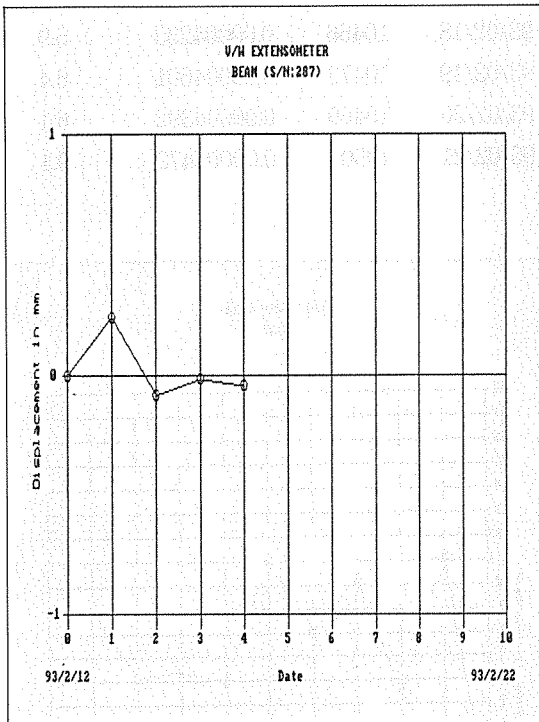
Description : BEAM(S/N : 287)  
Sensor Type : V/W EXTENSOMETER

Init. Value : 4383.10  
K Value : -113.641

Date	Value	Displace mm
93/02/12	4383.1000	0.0000
93/02/13	4374.5000	0.2328
93/02/14	4386.4000	-0.0890
93/02/15	4383.6000	-0.0135
93/02/16	4384.6000	-0.0405

Init. Value : 4755.80  
K Value : -114.188

Date	Value	Displace mm
93/02/12	4755.8000	0.0000
93/02/13	4755.0000	0.0170
93/02/14	4757.4000	-0.0340
93/02/15	4757.8000	-0.0424
93/02/16	4758.8000	0.0636



Project Name : DONG SEOUL SPORTS CENTER

Description : GIRDER(S/N : 286)  
Sensor Type : V/W EXTENSOMETER

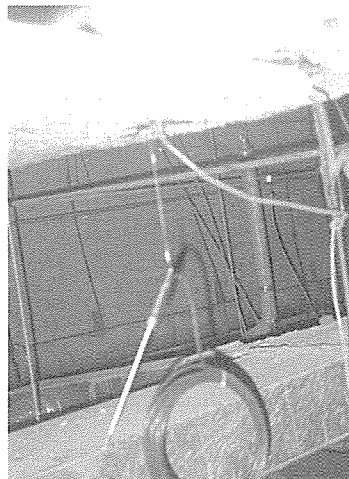


사진 1 V/W EXTENSOMETER 설치 상태



사진 2 Read out에 의한 초기치 설정

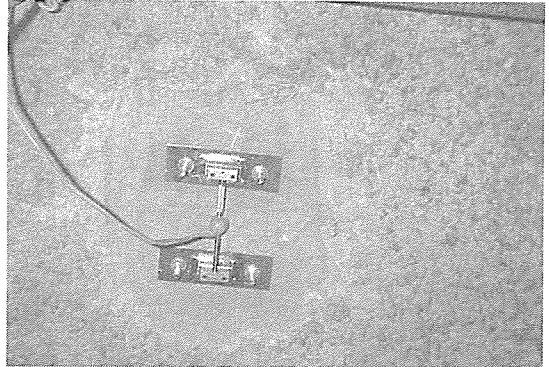


사진 4 콘크리트면에 Strain Gauge를 부착한 상태

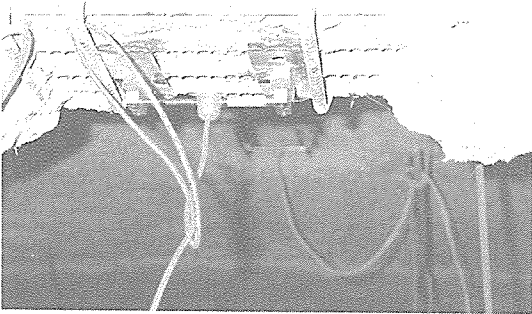


사진 3 철근에 Strain Gauge를 부착한 상태

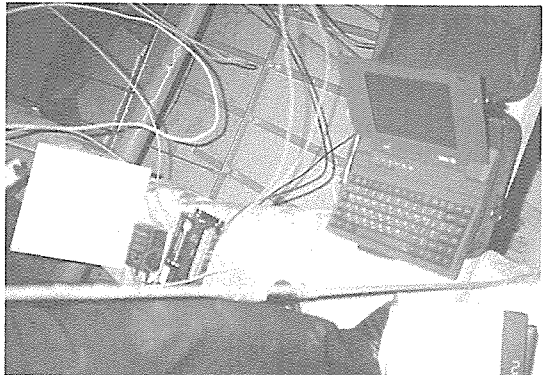


사진 5 DT615의 작동상태 점검

#### 4. 맺음말

안전 진단을 실시하는 과정에서 비파괴 장비는 인간의 육안으로 판별하기 어려운 사항에 대하여 자료를 제공하는 중요한 역할을 담당한다.

과학 기술의 발달과 더불어 비파괴 장비도 변천되어 가며, 구조체의 변형을 및 처짐량 계측 장비도 다이얼 게이지에 의한 수동식 장비에서 진동현의 주기에 의한 자동 계측이 가능하게 되었다.

DT 615의 장비는 호주의 농장 경영에서 비롯되어 이를 구조체의 안전 진단에 활용한 자동

계측장비이지만 진동현 센서를 부착하는 난점과 Read Out에 의한 초기치 설정에 번거로움이 있다.

이러한 문제점들을 우리 나라에서도 개발하여 안전 진단에 활용하였으면 한다.

한편 DT 615장비의 계측센서의 종류는 Pressure, Thermocouples, Flow, Strain Gauge, Load cells 등이며 출력신호는 전압, 전류, 저항, 주파수, Counts 또는 Pluses로 다방면으로 활용할 수 있는 고가 장비로 이에 대한 연구 과제가 남아 있는 것으로 판단된다. (㉞)