## 실 험 3. 탄성파속도 측정

### (1) 목 적

암석시료내에서의 탄성파 속도를 측정하고 그로부터 동탄성계수를 구한다.

### (2) 실험 기구

탄성파 속도 측정기, 암석재료 3 4종

### (3) 탄성파 속도 측정기

Sonic Viewer-SX 는 시추 코아와 암편을 통하여 초음파의 전파지연시간을 정확하게 측정하여 P파 및 S파 속도를 결정하고 게다가 동적 탄성 계수에 따라 동포아송비를 계산할 수 있는 장비이다.

- 파(wave)로부터 P파 및 S파의 전파지연시간을 정확하게 읽을 수 있다.
- 측정된 자료는 HDD는 물론 FDD에도 저장할 수 있다.
- 동포아송비, 동전단계수 그리고 동탄성계수를 계산하는 기능이 있다.
- 액정화면이 10.4 in 로 큰편이다.

AC 어댑터는 12V 그리고 14A이다. 프린터는 너비 110 mm의 기록지에 결과가 기록된다. 변환기는 P 파에서 63 kHz, 200 kHz, 500 kHz 그리고 S 파에서는 33 kHz, 100 kHz 가 있다.

① **F1 : SETTINGS**

(1) ID No. : 측정 자료의 저장 번호 (000 999)

(2) GAIN : 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100 & 200 Times

(3) LPF (Low-pass filter) : 200 kHz & 1000 kHz

(4) RATE : 50, 100, 200, 500, 1000 & 2000 nsec

(5) LENGTH : 코아 샘플의 길이 (0.00 99.99 cm)

(6) DENSITY : 코아 샘플의 밀도 ( 99.999 g/ $cm^3$)

(7) PZT TYPE (Transducer) : P or S

② **F2 : MEASURE and F3 : DELAY**

**측정 장비의 메카니즘에 의해 시간 지연이 필연적으로 발생하게 된다. 실제보다 조금 늦게 첫번째** break**가 나타난다. 이러한 시간지연을 없애고 가능한 정확하게 측정치를 얻기위하여** F3 **키를 이용하여 지연 보정**(delay corection, zero correction)**을 수행한다. 이 과정을 수행한 후 코아 샘플을 변환기 사이에 놓고** F2 **키를 이용하여 측정한다.**

③ **F4 : STORAGE**

(1) HDD DIRECTORY : **하드 디스크에 저장된 자료 리스트를 보여준다.** (**총** 256**개**)

(2) HDD READ : **하드 디스크로부터 자료 읽기**

(3) HDD ERASE : **하드 디스크의 자료 지우기**

(4) FDD DIRECTORY

(5) FDD READ

(6) FDD ERASE

(7) HDD → FDD COPY

(8) FDD FORMAT : 1.44 M bytes, 720 M bytes

④ **F5 : DISPLAY**

(1) TRACE SIZE : waveform**의** amplitude **결정** (1, 1/ 2, 1/ 4, 1/ 8, 1/ 16, 1/ 32, 1/ 128, 1/ 256, 1/ 512, 1/ 1024, 1/ 2048, 1/ 4096, 1/ 8192, 1/ 16394)

(2) TIME SCALE : **시간축** setting (×2, ×1, ×1/ 2)

(3) TIMING LINE : on / off

(4) LCD CLEAR

⑤ **F6 : DSP**

**입력된 자료와 측정된 시간으로부터** P **및** S **파 속도, 동포아송비, 동전단계수 그리고 동탄성상수를 계산한다.**

$$V_p = 10^4 \times \frac{L}{T_p} \quad \text{and} \quad V_s = 10^4 \times \frac{L}{T_s}$$

$$\nu_d = \frac{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 2}{2\left\{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1\right\}}, \qquad G_d = \rho_t V_s^2 \quad (kN/m^2)$$

$$E_d = 2(1 + \nu_d) G_d$$

**여기서** L**은 샘플의 길이**(cm)**이고** $T_p$ **는** P **파의 주시,** $T_s$ **는** S **파의 주시이다. 그리고** $\rho_t$**는 시료의 밀도**(g/ cm$^3$)**이다.**

⑥ **F7 : PLOT**

(1) TRACE SIZE : **외부 프린터에서 기록할 때** waveform**의** amplitude **조정**
(1, 1/ 2, 1/ 4, 1/ 8, 1/ 16, 1/ 32, 1/ 128, 1/ 256, 1/ 512, 1/ 1024, 1/ 2048, 1/ 4096, 1/ 8192, 1/ 16394)

(2) TIME SCALE : **프린트 기록시의** time scale **조정** (×4, ×2, ×1, ×1/ 2)

⑦ **F8 : SYSTEM**

(1) STACK MODE : average / stack

(2) LCD BRIGHT : 00 15

(3) TEST PRINT

(4) SYSTEM TEST

(5) DATE & TIME

⑧ core sample size : ASTM D2845 69 **참조**

(4) **실험 방법**

A. P**파 속도 측정**

**① 탄성파 속도 측정기와 프린터의 연결 상태를 확인하고 전원 코드를 꼽는다. 그리고** P**파 트랜스듀서를 연결한다.**

② [F1 SETTINGS] **버튼을 눌러** ID NO. **설정**, GAIN **설정**, LPF **설정**, RATE **설정**, LENGTH **설정**, DENSITY **설정**, PZT TYPE **설정을 한다.**

**③** P**파 트랜스듀서 한 조의 두 면이 맞닿게 두 트랜스듀서를 올려놓고 접촉이 완전하게 되도록 한다. 그리고 나서** [F3 DELAY] **버튼을 눌러서 측정을 시작한다. 파가 안정화되면 다시** [ESC]**버튼을 눌러서 파를 정지시킨다. 커서를 움직여서 파가 제일 처음 떨어지는 지점에 위치시킨다. 그리고 나서** [ENTER]**를 눌러 영점 조정을 완료시킨다.**

**④ 측정하고자 하는 시험편을 트랜스듀서 사이에 장착한다.** P**파 측정시 트랜스듀서와 시험편의 접촉면에 그리스나** white-colored Vaseline**을 발라준다.**

⑤ [F2 MEASURE] **버튼을 눌러 측정을 시작한다.**

**⑥ 파형 데이터가 잘 잡혔으면** [ESC] **버튼을 눌러 측정을 마친다. 그리고 나서 커서를 이동시켜 파가 제일 처음 떨어지는 지점에 위치하여** P**파 속도와 시간을 측정한다.**

**⑦ 프린트로 출력을 원하면** [F7 PLOT] **버튼을 누른다.**

B. S파 속도 측정

① P파 속도측정과 같은 방법으로 측정기와 프린터, 전원을 연결하고 S파 트랜스튜서를 연결한다.

② [F1 SETTINGS] 버튼을 눌러 ID NO. 설정, GAIN 설정, LPF 설정, RATE 설정, LENGTH 설정, DENSITY 설정, PZT TYPE 설정을 한다.

③ P파 속도 측정시와 똑같은 방법으로 영점조정을 한다.

④ S파 속도 측정시는 접촉면에 그리스나 white-colored Vaseline을 바르지 않는다.

⑤ P파 측정시와 마찬가지로 S파 속도와 시간을 구한다.

⑥ 프린트로 출력을 원하면 [F7 PLOT] 버튼을 누른다.

(5) 결과 분석 및 검토

① 측정된 자료로부터 P파 속도와 S파 속도를 계산한다.

$$V_p = 10^4 \times \frac{L}{T_p}$$

$$V_s = 10^4 \times \frac{L}{T_s}$$

여기서 L은 샘플의 길이(cm)이고 $T_p$ 는 P 파의 주시(㎛), $T_s$ 는 S 파의 주시(㎛)이다.

② 동포아송비, 동전단계수와 동탄성계수는 다음의 식에서 구할 수 있다.

$$\nu_d = \frac{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 2}{2\left\{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1\right\}}$$

$$G_d = \rho_t V_s^2 \quad (\mathrm{kN/m^2})$$

$$E_d = 2(1 + \nu_d) G_d \quad (\mathrm{kN/m^2})$$

여기서 $\rho_t$는 시료의 밀도($\mathrm{g/cm^3}$)이다.

③ 암석시료내의 탄성파속도는 공학적으로 어떤 의미를 가지는지 알아본다.

④ 암석의 밀도, 공극율 및 압축강도 등과는 일반적으로 어떤 관계(정성적)를 가지는지 알아본다.

표 2. **암석의 일반적인 P파 속도.**

| 암 석 | P파 속도 (m/s) |
|---|---|
| **반려암** (Gabbro) | 7000 |
| **현무암** (Basalt) | 6500 7000 |
| **석회암** (Limestone) | 6000 6500 |
| **백운암** (Dolomite) | 6500 7000 |
| **사암 또는 규암** (Sandstone and quartzite) | 6000 |
| **화강암류** (Granitic rocks) | 5500 6000 |

**그림 5. 탄성파 속도 측정기.**