

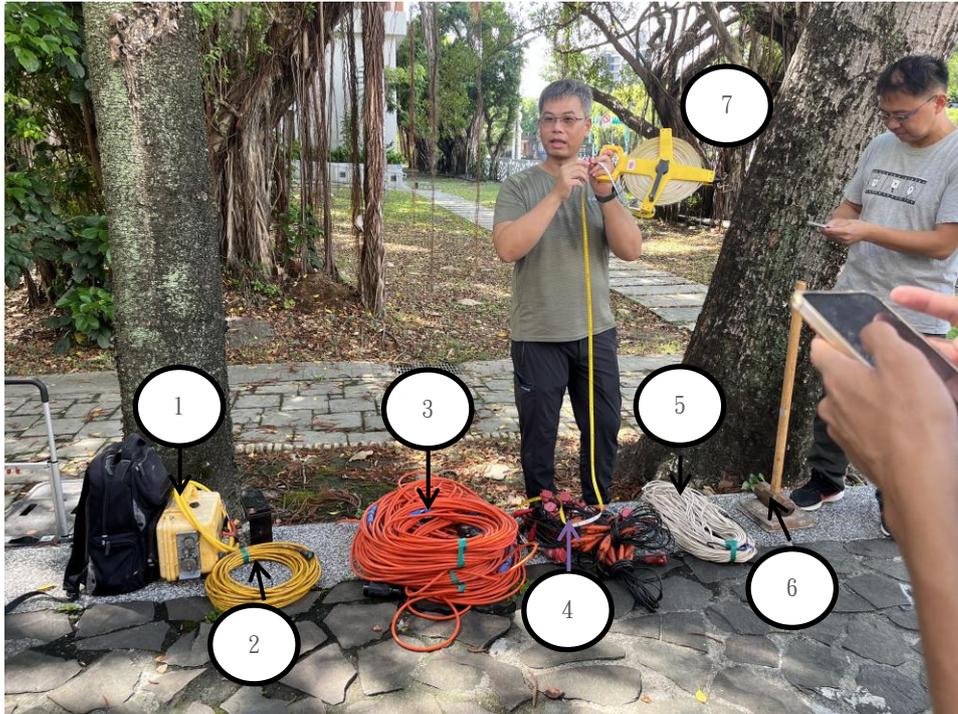
## 第九組 震測實驗報告

- 實驗目的：本次實驗旨在利用折射震測法，探測位於學校圖書館後方測區的淺層地下結構。透過分析震波走時資料，計算出近地表第一層與第二層介質的P波速度，並求得第一層地層的厚度 (H)，以建立初步的地下速度模型。

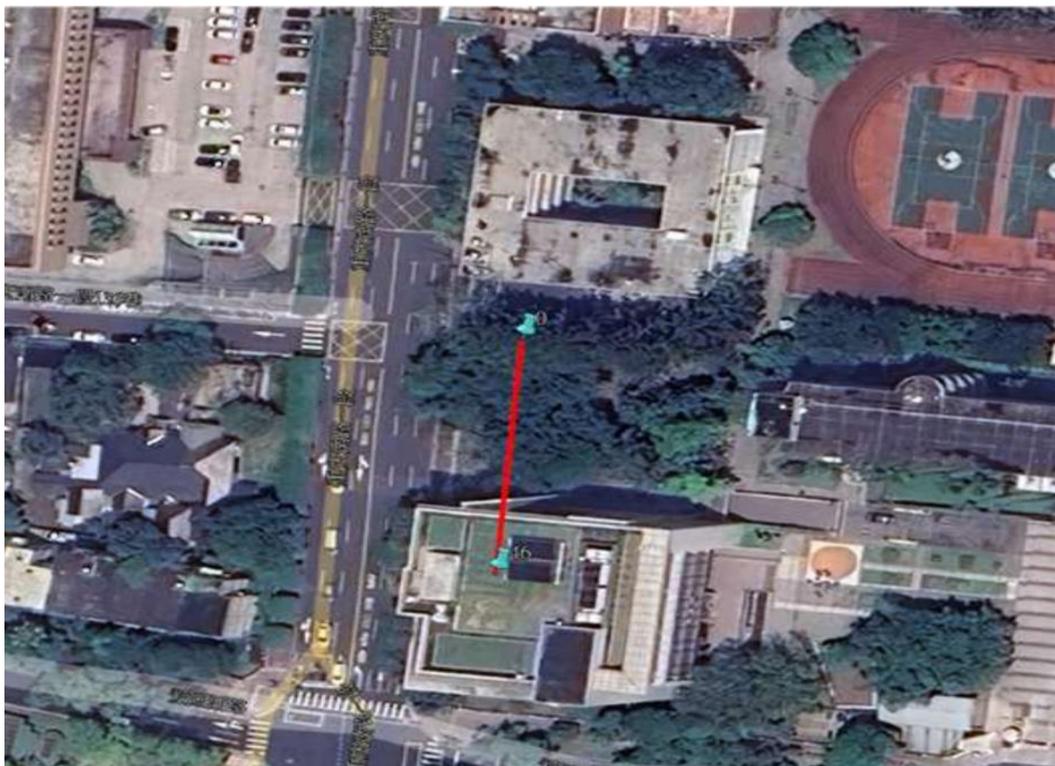
- 過程描述：

### 1. 儀器介紹(由附圖左至右):

編號	器材名稱	功能用途	補充說明
1	震測主機	接收並記錄各測站的震波訊號，是整套系統的核心	通常具有 12、24 或 48 通道；與筆電或平板連接操作
2	橘色主線纜	連接主機與各支檢波器，傳輸地震波訊號	每隔固定距離) 設有接點，用於插接 geophone
3	黑色檢波器線組 (Geophones + Leads)	接收地震波振動並轉換成電訊號，插入地面	通常 24 支一組，與橘色主線纜相連
4	黃色主機連接線	將主線纜與主機相接，負責主通道訊號輸入	
5	白色震源延伸線	將打擊震源的觸發訊號傳回主機	
6	鐵鎚與鐵板	產生震源能量 (P 波)，提供折射震測的初始波	鐵板放地面、鐵鎚打擊時觸發訊號
7	測距輪	測量各檢波器及震源間距離，確保測線精度	



2. 測線佈設：在圖書館後方，用皮尺由北向南佈設一條長度為46公尺的測線。



3. 儀器架設：沿皮尺等距放置24個Geophone，每個Geophone間距為2公尺，再將檢波器連接至NZ 24 震測紀錄儀。

4. 震源與激發：本次實驗選用鐵鎚作為震源。由各組組員在特定位置（如0公尺、6公尺、12公尺…等）以鐵鎚敲擊鐵板產生震波。
  5. 數據採集：每當震源激發時，紀錄儀同步開始接收由24個檢波器測得的震波訊號。數據的取樣間隔為0.25毫秒（ms）。完成一個激發點的紀錄後，移動至下一個激發點，重複敲擊與紀錄的步驟，直到完成所有規劃的shot points。
- 實驗原理：折射震測法是利用震波在不同地層介面發生「臨界折射」現象來探測地下構造的地球物理方法。

基本原理：當震源產生的震波向下傳播，遇到速度較快的下層地層時（即波速  $V_2 > V_1$ ），會根據司乃耳定律發生折射。當入射角達到臨界角時，折射波會沿著兩個地層的介面傳播。沿介面傳播的震波會不斷地向上放出Head Wave，並被地表的檢波器接收。

而檢波器會接收到兩種主要的P波：一種是直接穿過上層地層的「直達波」(Direct Wave)，另一種是經過下層介面折射的「折射波」(Refracted Wave)。

透過繪製震波的走時 (T) 與震源至檢波器的距離 (X) 關係圖 (T-X 圖)，可以得到兩條直線段：

1. 直接波路徑：距離較近時，直接波先到達。其走時線斜率為  $1/V_1$ 。
2. 折射波路徑：超過一個臨界距離 ( $X_{cr}$ ) 後，速度較快的折射波會比直接波更先到達。其走時線斜率為  $1/V_2$ 。

由這兩條線的斜率即可求得  $V_1$  與  $V_2$ 。而折射波走時線在距離為零處的截距，稱為「截距時間」( $T_i$ )，可用於計算第一層地層的厚度  $H$ 。

- 實驗過程照片：



▲儀器架設：放置Geophone



▲使用鐵鎚敲擊模擬震源

● 實驗數據分析：

- 計算P波在第一層介質的速度 ( $V_1$ )：400m/s
- 計算P波在第二層介質的速度 ( $V_2$ )：1500m/s

距離 (m)	時間 (s)
2	0.005
4	0.010
6	0.015
8	0.020
10	0.024
12	0.027
14	0.029
22	0.035
34	0.043
46	0.051

① 由直達波求斜率  $V_1$ ，取 (2m, 0.005s)，(8m, 0.020s)

$$\text{斜率} = \frac{\Delta T}{\Delta X} = \frac{0.020s - 0.005s}{8m - 2m} = \frac{0.015s}{6m} = 0.0025 \frac{m}{s}$$

$$V_1 = \frac{1}{\text{斜率}} = \frac{1}{0.0025s} = 400 \frac{m}{s} \#$$

② 由折射波求斜率  $V_2$ ，取 (22m, 0.035s)，(46m, 0.051s)

$$\text{斜率} = \frac{\Delta T}{\Delta X} = \frac{0.051s - 0.035s}{46m - 22m} = \frac{0.016s}{24m}$$

$$V_2 = \frac{1}{\text{斜率}} = \frac{24}{0.016} = 1500 \frac{m}{s} \#$$

計算第一層地層的厚度 ( $H$ )：約為4.21m

③ 截距時間法求h

$$T = \left( \frac{1}{V_2} \right) \cdot X + T_i$$

$$(46m, 0.051s) \text{ 代入 } \Rightarrow 0.051s = \left( \frac{1}{1500 \frac{m}{s}} \right) \cdot 46 + T_i$$

$$\Rightarrow 0.051s = 0.0307s + T_i$$

$$\Rightarrow T_i = 0.0203s$$

$$H = \frac{T_i \cdot V_1 \cdot V_2}{\sqrt{V_2^2 - V_1^2}}$$

$$= \frac{0.0203 \times 400 \times 1500}{\sqrt{1500^2 - 400^2}}$$

$$= \frac{12180}{\sqrt{2090000}} = \frac{12180}{1445.7} = 4.21m \#$$

- 組員心得報告：每位組員皆需撰寫個人心得

- 組長：史地四 林圻蓁

這次實驗讓我第一次親手操作震測儀器，也更清楚地看到理論怎麼應用在實際資料上。透過這次折射震測實驗，我學會了如何利用走時資料推算地層速度與厚度。實際操作中發現，校園旁邊的大馬路車輛頻繁通過時，會對測線產生震動干擾，使得部分通道的波形不易判讀。這讓我了解到外界環境噪訊會明顯影響震測資料品質，因此在未來的實驗中，若能避開交通繁忙時段或採用多次平均法，應可提高數據可靠度。

- 組員：史地四 張以蓁

這可以說是我大學四中第一次體驗到如此有趣的實驗課，但在進行數據計算的部分，真的讓我算到頭暈眼花的，有種回到高中時代被數學摧殘的感覺。