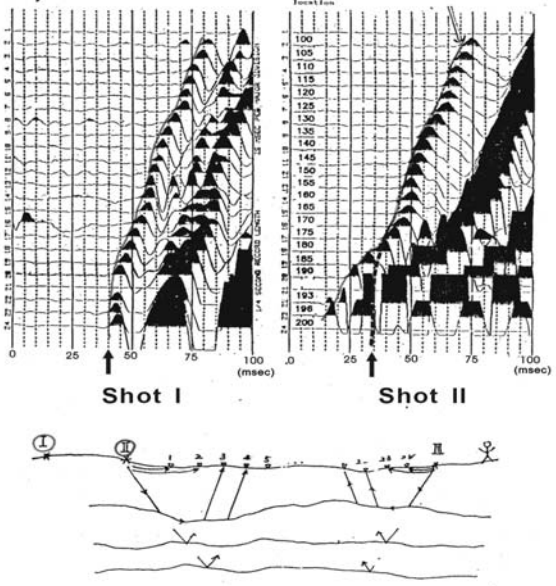
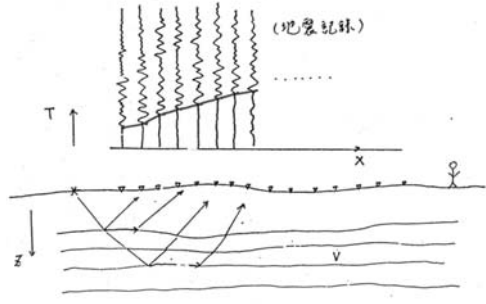
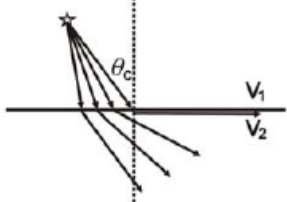
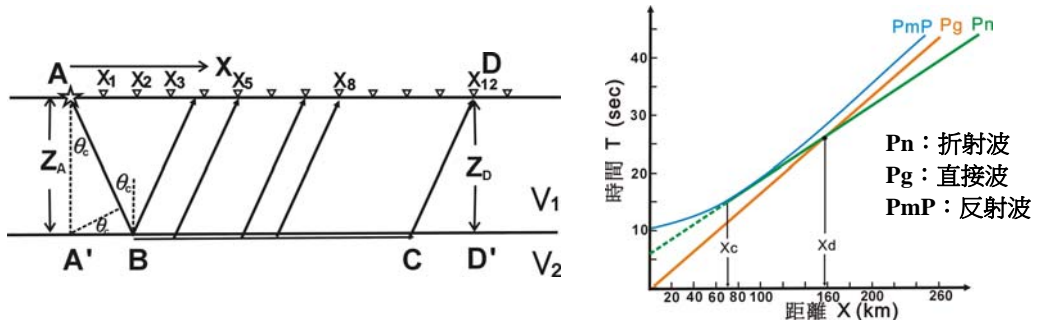


地球物理實習課程：折射震測

| | |
|------|---|
| 課程 | 折射震測實習 |
| 英名 | Practical Training for Refraction Seismics |
| 時數 | 2 小時 (含儀器解說及野外施測) |
| 方法原理 | <p>折射震測法利用多波道震測儀器，收錄人工震源產生的震波，挑出震波的「初達波」到時，建立走時曲線，計算得到地下速度構造。</p> <p>折射波是沿地下地層界面傳遞的震波，以初達波型態成為震波紀錄中第一個到達的信號。多波道震測系統沿測線布設 24 個或更多的受波器，在測線兩端或中間分別安排震源，如此可得來自各震源的走時曲線，經分析走時曲線，可以獲得地下地層位置及速度分布。折射震測法主要用來探測基盤構造，常用於工程基礎調查。</p> <p>折射震測理論最主要的觀念是「延遲時間」(delay time)。折射波以臨界角 (critical angle) 入射折射層，並沿折射層界面前進，再以臨界角返回地表，這整段走時可以拆開成垂直及平行折射層二部分，延遲時間即指折射波花在垂直方向的一段走時。平行折射層之走時部分可用於分析折射層速度，垂直折射層之走時部分(即為延遲時間)，可得到折射層深度。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>折射震測紀錄</p>  <p>Shot I Shot II</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>折射震測目的</p>  <p>地面觀測 (T, X) 地下構造 (Z, V)</p> </div> </div> <p style="text-align: center;"> 折射信號 = 第一個到之信號 = First Arrival Time (FAT) </p> <p style="text-align: center;"> 臨界角 θ_c 造成折射波 </p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> $\frac{\sin \theta_c}{V_1} = \frac{1}{V_2}$ </div> </div> |

單水平層構造之走時曲線

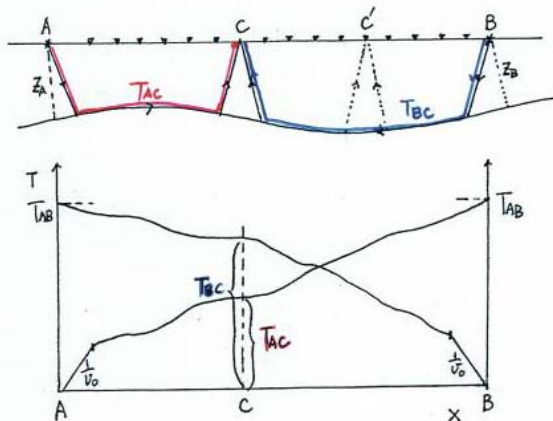


$$\begin{aligned}
 T = T_{ABCD} &= T_{AB} + T_{BC} + T_{CD} = (\overline{AA'} \cos \theta_c / V_1 + \overline{A'B} \sin \theta_c / V_1) + \overline{BC} / V_2 + T_{CD} \\
 &= (Z_A \cos \theta_c / V_1 + \overline{A'B} / V_2) + \overline{BC} / V_2 + (\overline{CD'} / V_2 + Z_D \cos \theta_c / V_1) \\
 &= Z_A \cos \theta_c / V_1 + X / V_2 + Z_D \cos \theta_c / V_1 \\
 &= \tau_A + pX + \tau_D = \tau + pX
 \end{aligned}$$

(T 被拆開成垂直地層之 τ 項及平行地層之 pX 項)

τ_A 是 A 點底下的延遲時間， τ_D 是 D 點底下的延遲時間， τ_A 乘上 $V_1 / \cos \theta_c$ 即為深度 Z_A ，故 $V_1 / \cos \theta_c = V_1 V_2 / \sqrt{V_2^2 - V_1^2}$ 稱為深度轉換參數 (depth conversion factor, DFC)。折射波走時曲線接近直線，其斜率 p ，而 $1/p$ 就是速度 V_2 ， $\tau = \tau_A + \tau_D$ 是截距。

折射波走時曲線分析，最主要的方法是正負法 (Plus-Minus Method)。利用「延遲時間」，可將折射波拆成垂直及平行地層兩部分，由此建立正項及負項：



負項 (Minus Term)

$$\text{Minus} = \frac{1}{2} (T_{AC} - T_{BC} + T_{AB})$$

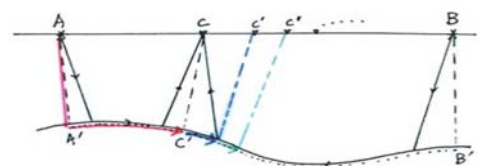
分解之

$$T_{AC} \Rightarrow T_{AA'} + T_{A'C'} + T_{CC'}$$

$$T_{BC} \Rightarrow T_{BB'} + T_{B'C'} + T_{CC'}$$

$$T_{AB} \Rightarrow T_{AA'} + T_{A'B'} + T_{BB'}$$

$$T_{AC} - T_{BC} + T_{AB} \Rightarrow 2 (T_{AA'} + T_{A'C'})$$



(負項為折射波沿著地層走的時間)

正項 (Plus Term)

$$Plus = \frac{1}{2} (T_{AC} + T_{BC} - T_{AB})$$

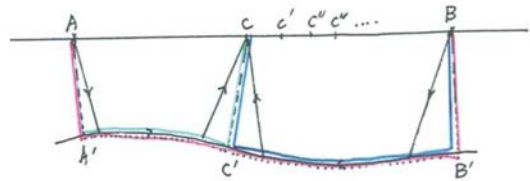
分解之

$$T_{AC} \Rightarrow T_{AA'} + T_{A'C'} + T_{CC'}$$

$$T_{BC} \Rightarrow T_{BB'} + T_{B'C'} + T_{CC'}$$

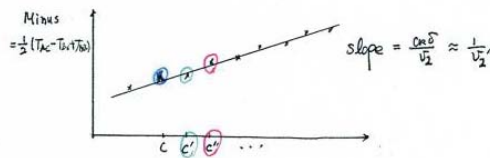
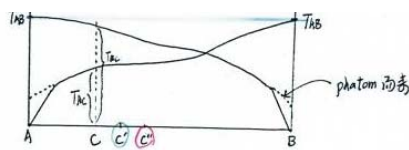
$$T_{AB} \Rightarrow T_{AA'} + T_{A'B'} + T_{BB'}$$

$$T_{AC} + T_{BC} - T_{AB} \Rightarrow 2 (T_{CC'}) = 2 (\text{delay time})$$



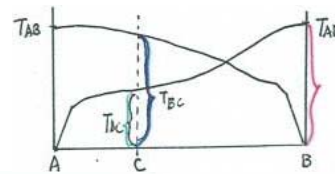
(正項為 C 點底下的延遲時間)

負項



Slope on Minus curve \Rightarrow 速度

正項



Plus Term 顯然為每一測兵下方之 τ 項。
 τ 項乘上 (DCF) 即得深度

Plus 乘 DCF \Rightarrow 深度

儀器

震源：榔頭



測線展開



震源：撞擊器



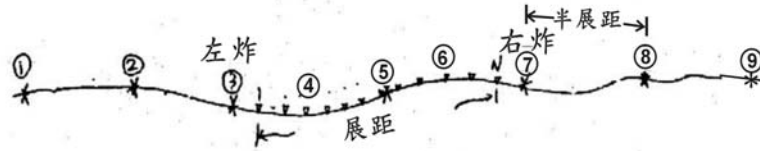
受波器及資料收集儀 GEODE



施測

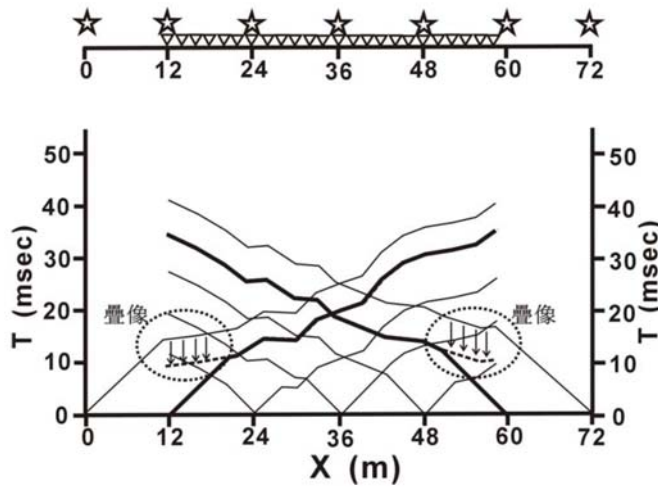
折射震測野外施測與反射震測大同小異，而且比較簡單。野外施測過程請參考反射震測。因規模比反射震測小很多，很容易執行。一般以榔頭為震源，大都用來探討數公尺深的岩盤深度。

折射震測一次測線展開後，在七個位置設置震源（稱為七點炸），得到七份紀錄(可挑出七條走時曲線)。完成後，再移到下一個展距，中間不用重疊，但震源點位置要一樣。如此前進，直到測線結束。



- 三點炸： ③ ⑤ ⑦
- 五點炸： ② ③ ⑤ ⑦ ⑧
- 七點炸： ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧
- 九點炸： ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨

七點炸獲得之走時曲線



(注意: X12m 及 X60m 上方之虛線是由疊像而來)

