

5.7 P S 検層

(1) 試験の概要

速度検層は、一般に P 波(Primary wave)と S 波(Secondary wave)と呼ばれる 2 種類の弾性波が地盤中を伝播する時のボーリング孔を利用して求める方法である。

P 波は、縦波あるいは疎密波とも呼ばれ、波の進行方向に振動しながら伝播する波である。一方、S 波は、横波あるいはねじれ波と呼ばれ、波の進行方向に垂直な面の中で振動しながら進行する波である。進行方向に対する直方向によって、SH 波と SV 波の二つに分かれる。

(2) 試験の目的

速度検層は、地層の弾性波速度(V_p : P 波速度、 V_s : S 波速度)の測定結果から、地盤の強度等の力学的性質、および間隙比、飽和度、湿潤密度等の物理的性質と密接に関連した各弾性定数を弾性理論に基づき算出し、解析検討資料とするために実施する。

(a) 剛性率(せん断弾性係数)

$$G = \frac{1}{2} \cdot V_s^2 \cdot \rho \times 10 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

(b) ポアソン比

$$\begin{aligned} & \frac{(V_p/V_s)^2 - 2}{2 \{(V_p/V_s)^2 - 1\}} \\ & = \end{aligned}$$

(c) ヤング率(縦弾性係数)

$$E = 2(1 + \nu) \cdot G \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

ただし、 ρ : 密度(g/cm^3)

V_p, V_s : 縦波、横波速度(m/sec)

g : 重力の加速度(980cm/sec^2)

なお、土質試験結果の湿潤密度測定結果、現場単位体積重量測定結果、密度検層結果等の値を用いる。

これらの弾性定数は、以下のような解析に用いられる。

地盤を弾性体と考え、上述の弾性定数等を物性値として与え、波動論、有限要素法、集中質量法等の理論に基づく応答計算を実施する。これは、主に地盤の地震等の挙動を把握するために行われる解析である。解析結果からは、地震時発生せん断応力、加速度、ひずみ等が得られ、砂層の液状化判定や構造物の安全性検討の資料となる。弾性定数は、地盤の強度や固結度と密接に関連しており、その値から地盤の性状、亀裂の度合等の検討が行われる。そのために、次のような量が定義され、岩盤地帯

等の工事資料として広く用いられている。

・ 亀裂係数 $(E_D - E_d)/E_D = (V_{pD} - V_{pd})/V_{pD}$

・ 良好度 $E_d/E_D = V_{pd}/V_{pD}$

ただし、 E_D : 岩石コア試料のヤング率 (kgf/cm^2)

E_d : 地山のP波速度から求まるヤング率 (kgf/cm^2)

V_{pD} : 岩石コア試料のP波速度 (m/sec)

V_{pd} : 地山のP波速度 (m/sec)

これは、P波速度が地盤の空隙の状況(亀裂の割合)に影響され、空隙、亀裂の増加とともに低下する性質を利用したものである。一般的には、地山のP波速度として火薬を用いた物理探査(屈折法弾性波探査)から得られた V_p が使われるが、最近では火薬使用の制限が厳しく、代わってPS検層による V_p が用いられる例も多い。

(3) 測定方法及び使用機器

本調査においては人力打撃によるP波、S波検層を実施する。また、測定間隔は1.0mとする。なお、P波、S波の起振については、板叩き法及びピンたたきを行う。

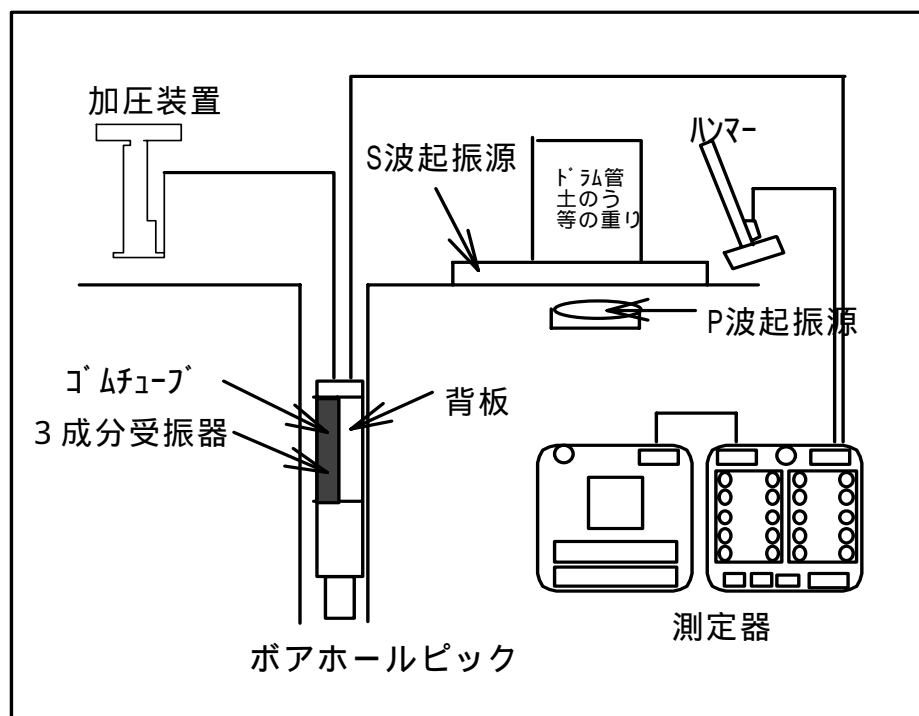


図-5.5 P波・S波測定方法概念図

表-1 使用機器一覧表

名 称	仕 様	備 考
McSEIS-SX シグナルエンハンスユニット	周波数：5～1KHZ、12ビット、1024ワード/ch 利得：34dB(50倍)、ダイナミックレンジ：100dB	応用地質（株）製
McSEIS-SX ディスプレイユニット	印字方法：サーマルプロッタ方式 ドット密度：7ドット/mm、信号帯域幅：16MHZ	応用地質（株）製
ポアホールパック	固有振動数：28HZ、感度：150mV/kine 加圧力：2kg/cm ² 、抗張力：390kg	応用地質（株）製
加圧装置		自転車用空気入れ

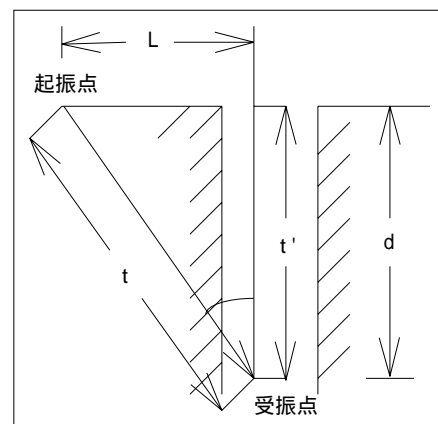
(4) 解析方法

- 1) 各深度におけるP波走時を 1/1000sec(1ms)の精度で読み取る。
- 2) 読み取り走時は、縦軸に深度、横軸に走時を目盛った用紙にプロットし、深度と走時の関係グラフ(走時曲線)を作成する。この走時曲線は、起振点がボーリング孔口にあるように補正したものとする(これを補正走時曲線と呼ぶ)。

補正走時(t')は、次式で示される。

$$\tan \theta = L / d$$

$$t' = t \cdot \cos \theta$$



ただし、t：走 時 (ms)

d：測定深度 (m)

L：起振点～孔口間距離 (m)

θ：測点と起振点とを結ぶ線がボーリング孔となす角 (°)

- 3) 補正走時曲線より、P波の区間速度を求める。区間速度(v)は、次式で計算される。

$$v = D / T$$

ただし、D：孔内受振間隔 (m)

T：相隣受振器間の走時差 (sec)

しかし、このようにして区間速度を求めると、各測点の走時の測定誤差によって区間速度のバラツキが著しくなる。したがって、通常は走時曲線の傾きの変化により平均速度で表示する場合が多い。

4) 測定結果は、次のように利用されている。

< S波速度 >

- ・地盤の性状判定
- ・固有周期、地盤の増幅特性等耐震設計を考える上でのファクターの算出

< 剛性率 >

- ・地震応答解析 - 特に砂質地盤では、微小ひずみ時の初期せん断弾性係数として動的解析に用いられている。