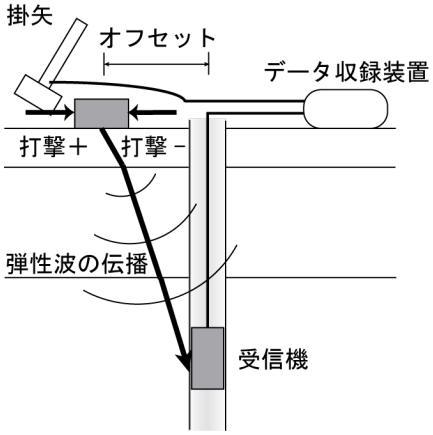
速度検層

目的：

地盤の物理特性を原位置で調査することを目的とした，速度検層（ダウンホール法）を実施する．速度検層とは，地盤を伝播する弾性波の発信から受信までの時間を計測することにより P 波および S 波の伝播速度を推定するものである．

方法と手順：



1）地表面上に固定した重錘（用途に応じて木製の板や金属板を用いたりする）に打撃を加えて P 波（疎密波）および S 波（せん断波）を起震し，ボーリング坑内に設置した受信機でそれぞれの波を観測する．

2）観測された波形から P 波および S 波の初動を読み取り，受信機の位置までの伝播にかかる時間を求める．

3）設置深さを変えながら得られたそれぞれの深さの波の伝播時間を，受信機深さと伝播時間の関係として整理する．

4）計測した伝播時間をボーリング孔直上で起震した場合の伝播時間に補正して，縦軸に深さ，横軸に補正した伝播時間をプロットする．

5）計測誤差を考慮して，プロットした深さ－伝播時間の関係から走時曲線を作成する．走時曲線の勾配から P 波および S 波伝播速度の深さ分布を推定する．

レポート：

下記の項目をレポートにまとめて提出すること．

1）速度検層の目的，原理，方法と手順について述べよ．

2）実験データを手順に従って整理し，S 波伝播速度の深さ分布を求めよ．ただし，以下の点に注意すること．

・地盤は 3 層からなる水平成層構造と仮定する．層境界の深さは当日配布するデータシートを参考にすること．

・オフセットは 50cm とし，屈折の影響は無視してよい．

3）以下の課題に答えよ．

(a) データシートにある「土質区分」（土質の大まかな種類），「記事」（地盤の状態についての記述），「N 値」等の記述を参考に，N 値と速度検層の結果や地盤の固さ等との関係について考察せよ．

(b) 以下のサイトにあるプログラムを利用して，本実験箇所の地盤の応答倍率を求めよ．また，応答倍率が 5 倍以上となるような速度構造・入力波の周波数を各自探してその条件を記載するとともに，本実験箇所の速度構造と比較しながら考察せよ．

http://wwwcatfish.dpri.kyoto-u.ac.jp/~goto/contents/

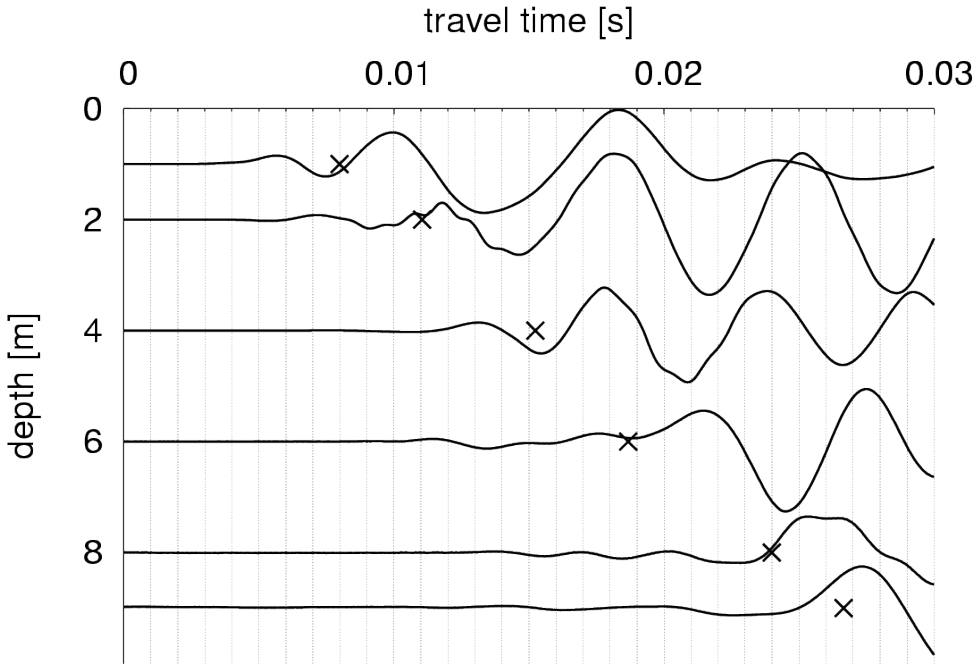
4）本実験の感想を述べよ．

＊標準貫入試験，遠心模型実験，速度検層のレポートはそれぞれ，別に綴じて提出すること

・水平動記録（反転スタック済み）

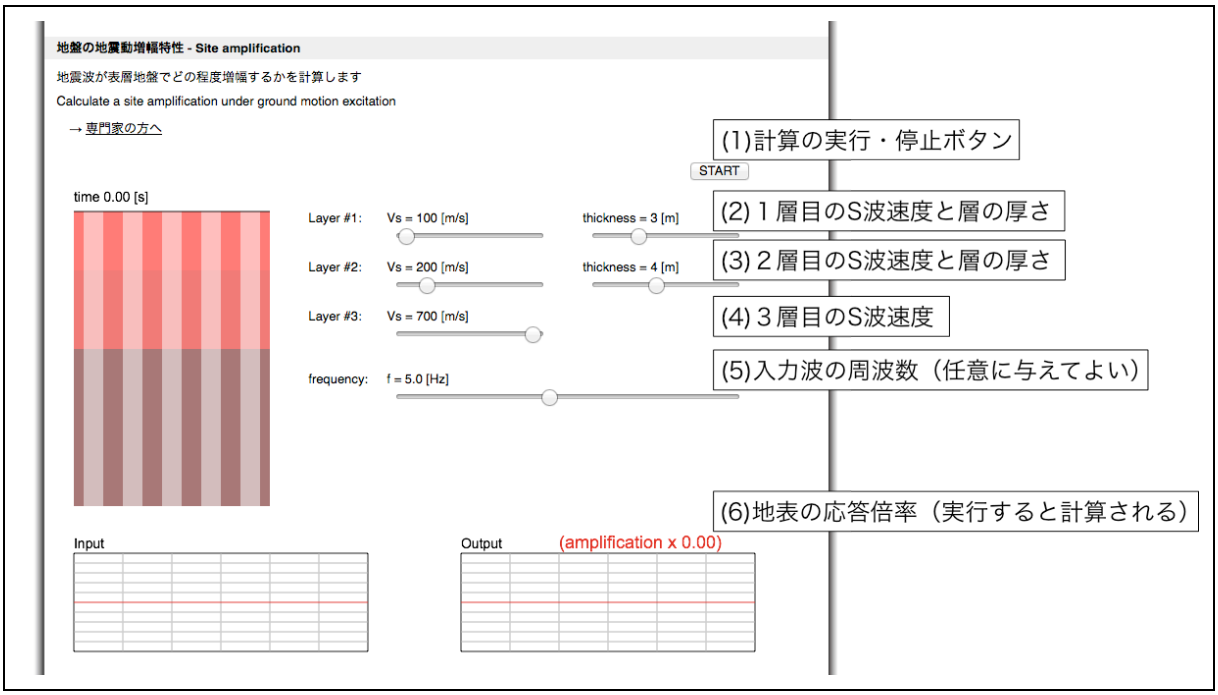
3m，5m，7m の記録は当日計測します．以下のサイトに Upload しますので，班毎にその記録を利用して下さい．

http://wwwcatfish.dpri.kyoto-u.ac.jp/~goto/lecture.html



・地盤の応答倍率の求め方（プログラムの利用方法）

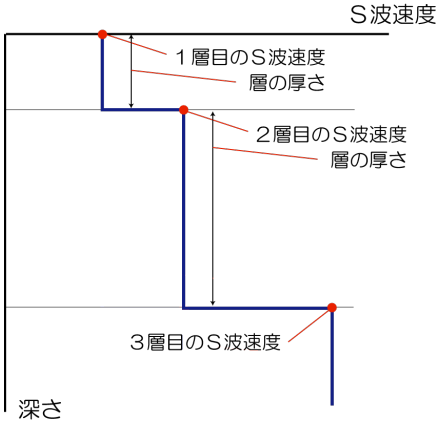
（アドレス：http://wwwcatfish.dpri.kyoto-u.ac.jp/~goto/contents/）



実行手順：

Step1. S 波速度構造を設定する（2， 3， 4）

実験データから求めた 3 層の S 波速度構造を設定します． 1 層目（地表に最も近い層）の S 波速度とその層の厚さを Layer #1 に，2 層目の S 波速度と層の厚さを Layer #2 に， 3 層目の S 波速度を Layer #3 のところに設定します．



Step2. 入力波の周波数を設定する（5）

地盤の下に入射する波の周波数をコントロールできます．任意に与える事ができますが，初期値（5.0Hz）のままでも構いません．

Step3. 計算実行・停止ボタンを押す（1）

Step4. 地表の応答倍率をメモする（6）

速度検層実習

演習の目的

・ 速度検層の実習と課題から
- 地盤内の様子を知る方法
- 地盤の振動特性とは何か
- 地盤の特性を知ることの重要さ

を学びます

速度検層でわかること

・ 地盤の
- 層の厚さ
- 層のP波，S波速度

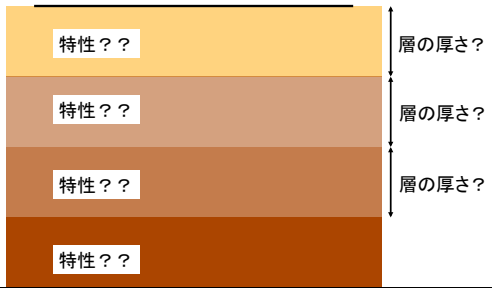
が推定できます

速度検層とは？

地盤が成層構造をしていると考えましょう

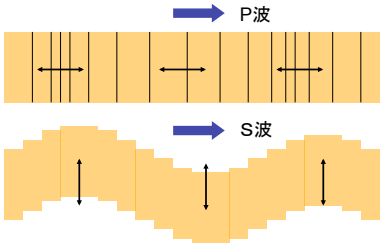
速度検層とは？

層の厚さと層の特性が分からないですね



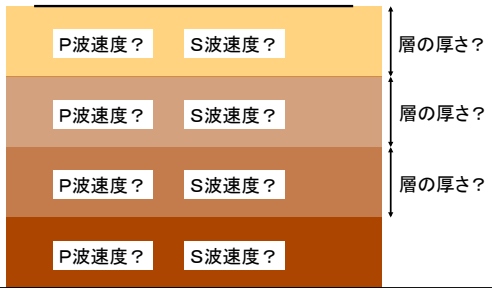
速度検層とは？

層の特性といっても様々ですので，
“***波を伝える速さ***”を調べることにしましょう



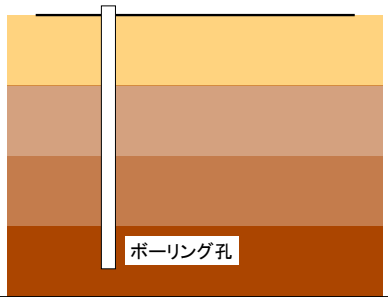
速度検層とは？

層の厚さとP波･S波速度を調べましょう



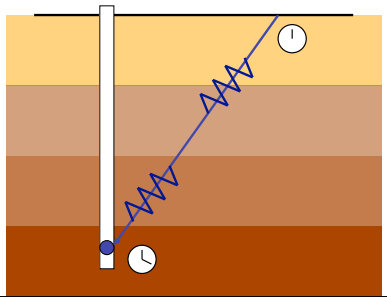
速度検層のしくみ

ボーリング孔を利用できないでしょうか？



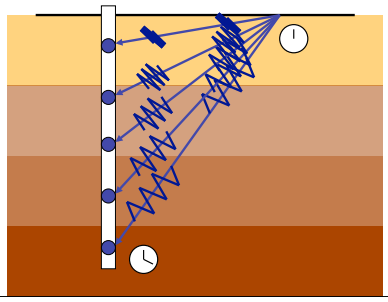
速度検層のしくみ

波の伝わる時間を測ります



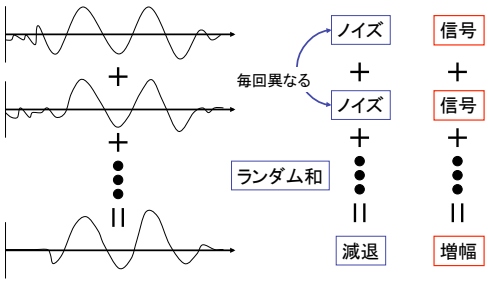
速度検層のしくみ

色々な深さで測ります



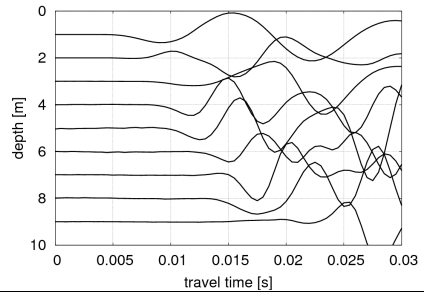
スタッキング

波形記録を重ねて信号成分を抽出する手法



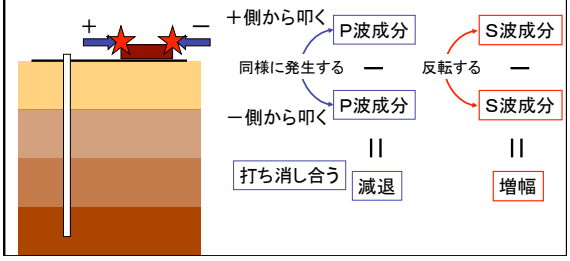
スタッキング

鉛直動記録



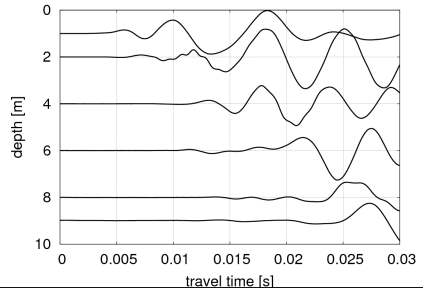
反転スタック

異なる方向から叩いた記録を重ねて
S波成分を抽出する手法



反転スタック

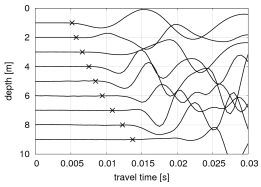
水平動記録



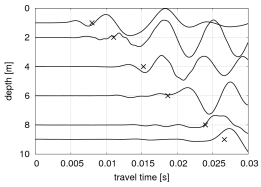
波の到達時刻の読み取り

深さごとに波の到達した時刻を読み取ります
→ P波は鉛直動から　S波は水平動から

鉛直動記録

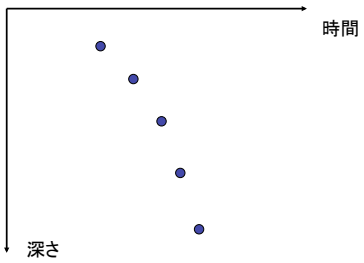


水平動記録



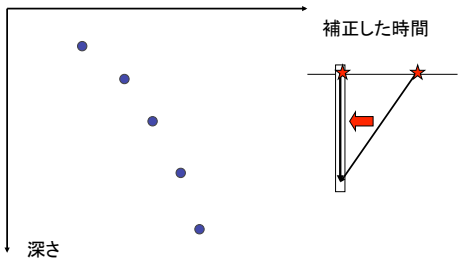
層の速度の求め方

波の伝播時間と深さの関係が求まります



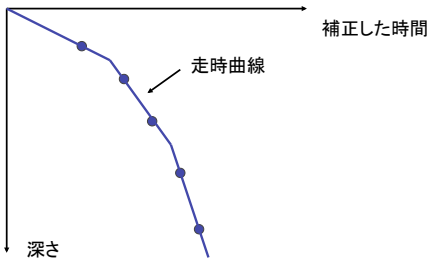
層の速度の求め方

時間を孔直上の場合に補正しておきます



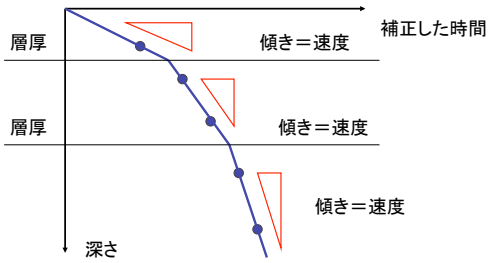
層の速度の求め方

適切に走時曲線を作成します



層の速度の求め方

走時曲線の傾きが速度を表しているはず！



層の速度の求め方

速度構造モデルを作ります

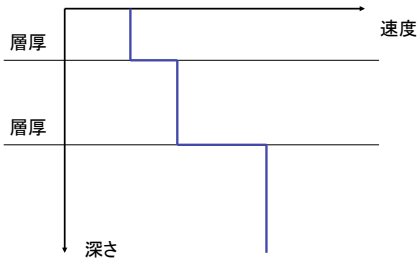
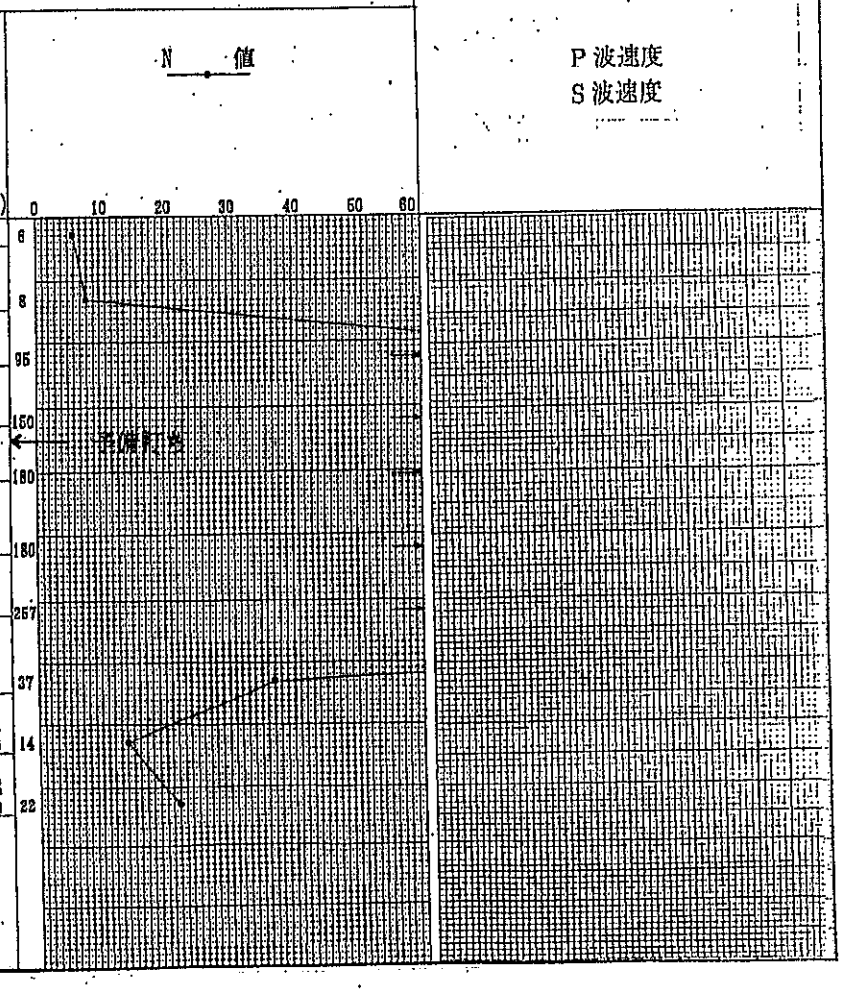


表 1: 土質実験を行う地点のボーリングデータシート（抜粋）

ボーリング名	ＰＳ検層観測孔	調査位置	京都大学防災研究所敷地内	北緯	34° 54' 22.0"
発注機関	京都大学・大学院　工学研究科・防災研究所	調査期間	平成　年 12月 12日 ～　年 12月 13日	東経	135° 48' 9.0"

標尺 (m)	標高 (m)	層厚 (m)	深度 (m)	柱状図	土質区分	色調	相対密度	相対稠度	記事	孔内水位(m)／測定月日
	-1.20	0.90	0.90		礫混り砂質粘土	暗灰		中ぐらい	砂を多く混入した粘りけの弱い粘土。 混入する礫径はφ2～5mm。	
1	-1.90	0.70	1.60		礫混り砂粘土	暗灰		中ぐらい	粘りけ中ぐらいの粘土。 混入礫径は、φ2～5mm。	
2 3	-4.30	2.40	4.00		粘土質砂質礫	褐灰	非常に密な		φ2～10mmの礫主体。 全体に風化礫を混入している。 礫種は、頁岩・チャート。 マトリックスは粘土質砂であるが、GL-3.0m以深では粘土の混入が少なくなる。 含水は、3.0m以浅では少なく、以深より中ぐらい。	
4 5 6	-6.80	2.50	6.50		砂質礫	灰	非常に密な		φ2～10mmの礫主体。 部分的にφ20～30mmの亜円礫混在。 所々にφ100～150mmの礫が混在。 礫種は、頁岩・チャート。 マトリックスは中～粗砂。 含水は多い。	
7	-8.10	1.30	7.80		砂	暗灰	密な		細砂主体で均質である。 含水は中ぐらい。	
8 9 10	-10.30	2.20	10.00		砂質粘土	暗灰		硬い～非常に硬い	粘りけ中ぐらいの均質な粘土。 全体に細砂を混入。 GL-9.0m以浅には、木片が多く混入する。	
11										

標準貫入試験

深度 (m)	10cmごとの打撃回数 0～10	10～20	20～30	打撃回数／貫入量 (cm)	N値
0.15	2	2	2	6/30	6
0.45 1.15	2	2	4	8/30	8
1.45 2.15	31	28/9		60/19	95
2.34 3.15	40	20/2		60/12	150
3.27 4.00	60			60/10	180
4.10 5.15	60			60/10	180
5.25 6.15	60/7			60/7	257
6.22 7.15	5	13	19	37/30	37
7.45 8.15	3	5	6	14/30	14
8.45 9.15	7	7	8	22/30	22
9.45