

# 地盤調査法、地盤の性状、地盤図 Soil exploration

地盤構造物の設計の1st step: 現場条件の把握、  
地盤災害調査 特に、地盤条件

もう一つ?? 過去の被災事例調査, 文献調査 (通常の設計でも)

地盤調査 => 室内試験 => 実設計

地盤を見る (調査する) 方法

直接的な方法:

- ・孔をあける = ボーリング (boring)
- ・土をとる = サンプルング (sampling)

間接的な方法

- ・サンブラー (センサー付) を挿入する = サウンディング (sounding)

大まかな土の分類  
力学特性 (硬さ、強さ)

層序 (地層構成)  
粒度分布  
コンシステンシー限界  
最大・最小密度  
土粒子密度  
含水比  
間隙比  
密度 (乾燥、飽和)  
圧縮性、強さ

室内試験

# 東京の地盤図 (地質断面図)

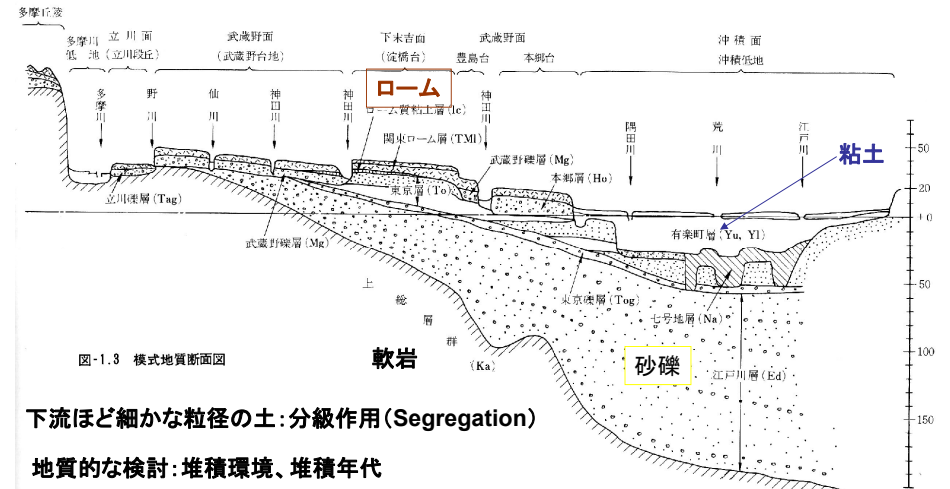


図-1.3 模式地質断面図

下流ほど細かな粒径の土: 分級作用 (Segregation)

地質的な検討: 堆積環境、堆積年代

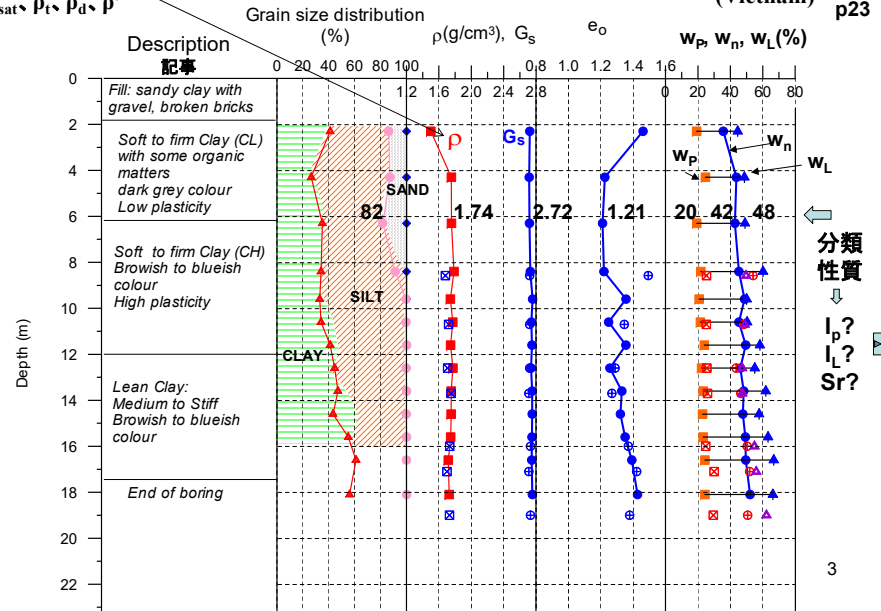
堆積地盤の年代測定: 絶対測定 (放射線同位元素:  $C_{14}$  半減期 5730年、 $U_{238}$ : 45億年)、  
相対測定 (化石、風化の程度)

## Soil profiles and physical properties 地層構成と物理特性

$\rho$ の種類?  
 $\rho_{sat}$ ,  $\rho_t$ ,  $\rho_d$ ,  $\rho'$

調査場所:  
Hai Phong  
(Vietnam)

p23



## ボーリング

地盤探査の基本:

目的、深さ: 資源開発、温泉掘削、地質学的調査委 => 数千メートル~数百メートル

井戸掘削、建設工事の地盤調査、構造物の健全度判定

=> 数メートル ~ 数百メートル

種類: ロータリー式機械ボーリング

オーガボーリング、パーカッション式、ダイヤモンドコアカッター

試掘 (テストピット)

コアボーリング <=> ノンコアボーリング

# サンプリング

- 地盤試料の採取:(深くなると)ボーリング孔を利用
- サンプリング方法:土の種類、固さ、目的に依存、  
 軟弱粘土、砂、岩、  
 層序、分類、物理特性(w, e, ρ)、  
 力学特性(強さ、硬さ)

# サンプリング風景(ベトナム、ハイフォン)

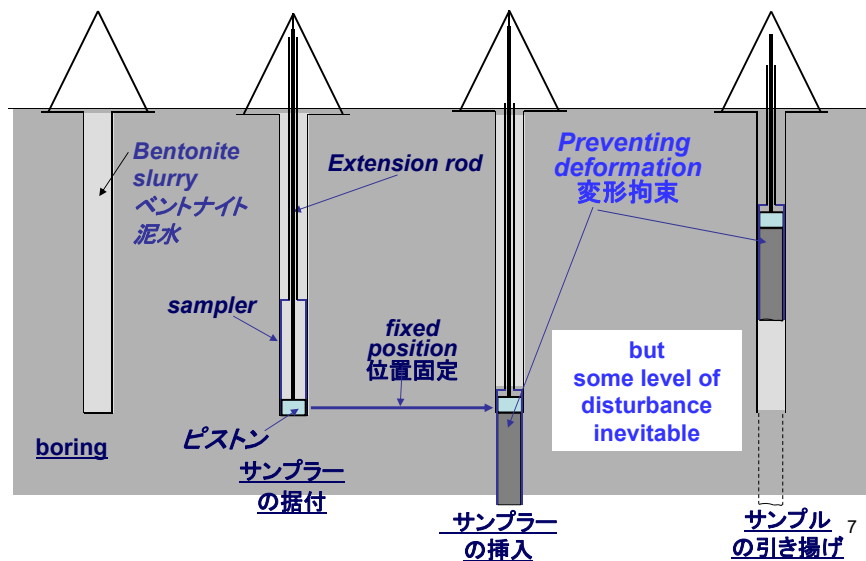


Pre-boring

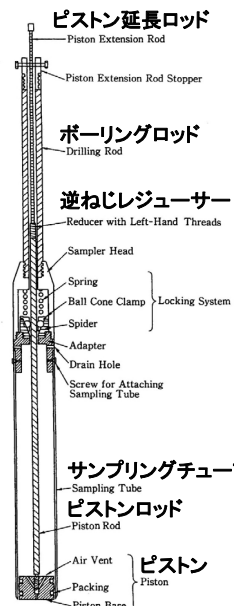
Sampling at the site

## Thin-walled tube sampler with fixed piston (固定ピストン式シンフォールサンプリング)

軟弱粘土:日本の基準



## Undisturbed soil sampling- JPN Fixed Piston Sampler (Extension rod type)



Rotary Core Tube



t=1.50mm  
D=75mm  
L=1,000mm

Fixed Piston sampler

### 水圧式固定式ピストンシンフォールサンプラー

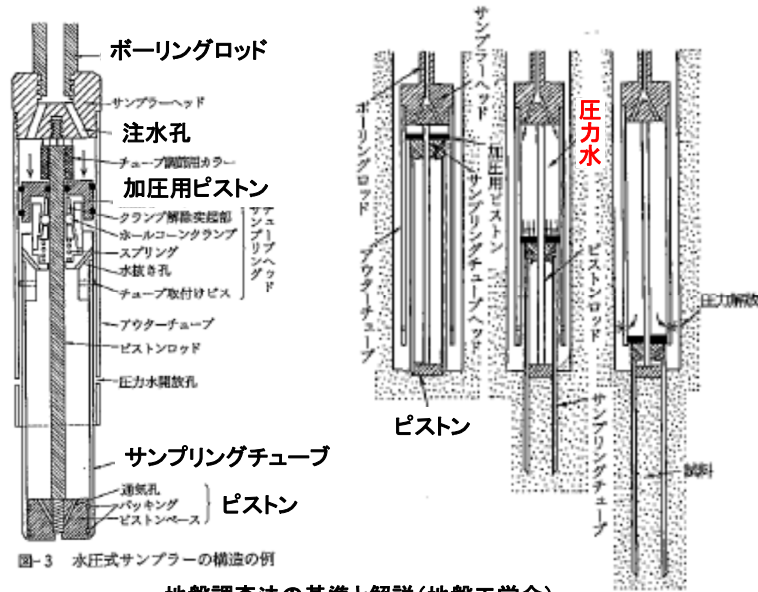
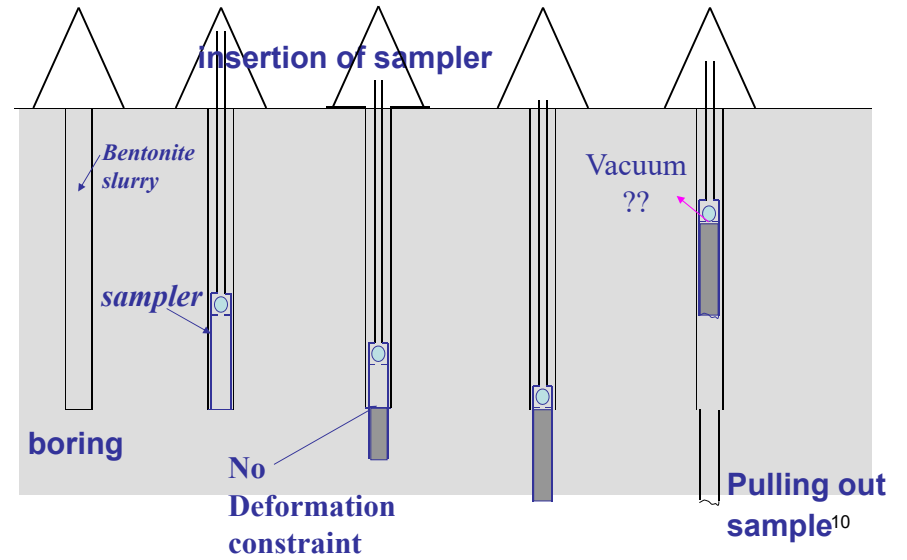


図-3 水圧式サンプラーの構造の例

地盤調査法の基準と解説(地盤工学会)

### -Shelby tube sampler - (シェルビー式サンプリング:オープン式)



### Undisturbed soil sampling- Shelby Sampler

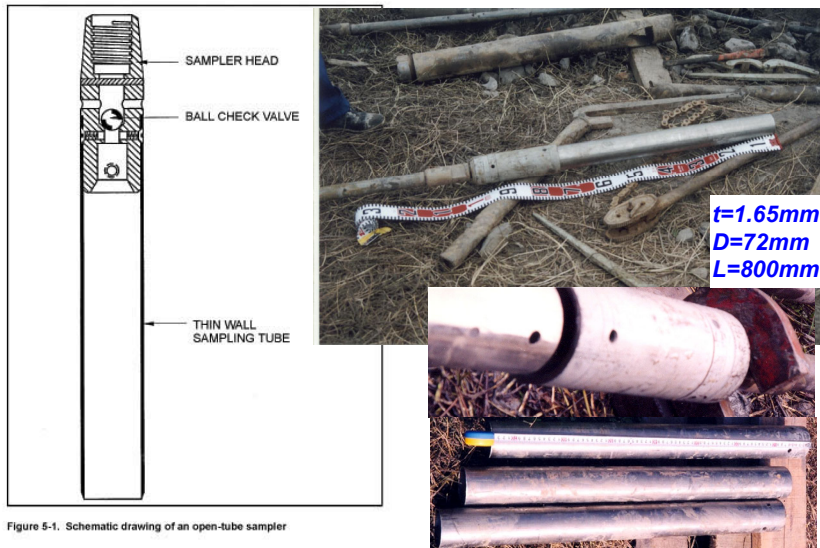
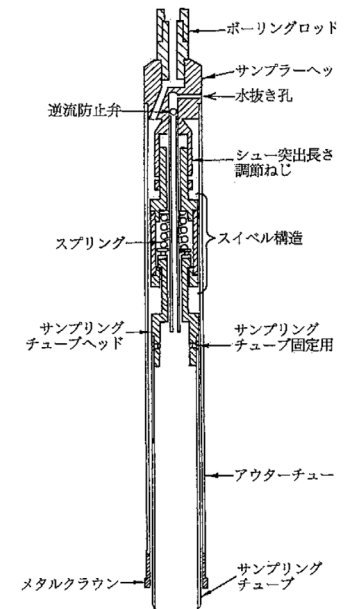


Figure 5-1. Schematic drawing of an open-tube sampler

### 比較的硬い土 (洪積土)の サンプリング

Rotary double-tube sampler  
(Denison sampler)  
デニソンサンプラー



地盤調査法の基準と解説(地盤工学会)

# サンプリングの質と乱れ

地盤内の土が持っている特性=f(土の種類、土の状態(w, e, 構造, 骨格)  
(Intact property)

土の構造, 骨格 (structure, fabric) => 変化, 破壊 => 特性の変化

↑  
攪乱, 乱れ (disturbance)  
サンプリング, 試料運搬, 試験準備中

- 不攪乱試料 (undisturbed sample): 地盤中の土に近い
- 練り返し試料 (remolded sample): 地盤中の土が持っていた構造・骨格消失

両者の比較: 土の乱されやすさの指標:

鋭敏比: sensitivity ( $S_r$ ) =  $\frac{\text{不攪乱試料の一軸圧縮強度}(q_u)}{\text{練り返し試料の一軸圧縮強度}(q_{ur})}$

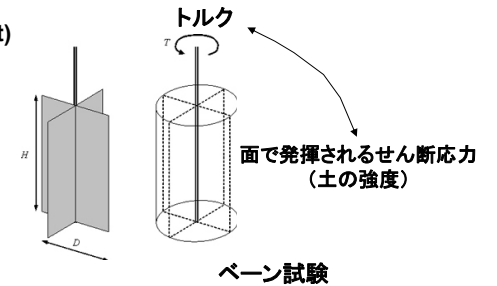
鋭敏な土:  $S_r > 4$ , Quick clay =>  $S_r > 100$

液性指数  $I_L = \frac{w_n - w_p}{I_p}$  と密接な関係:

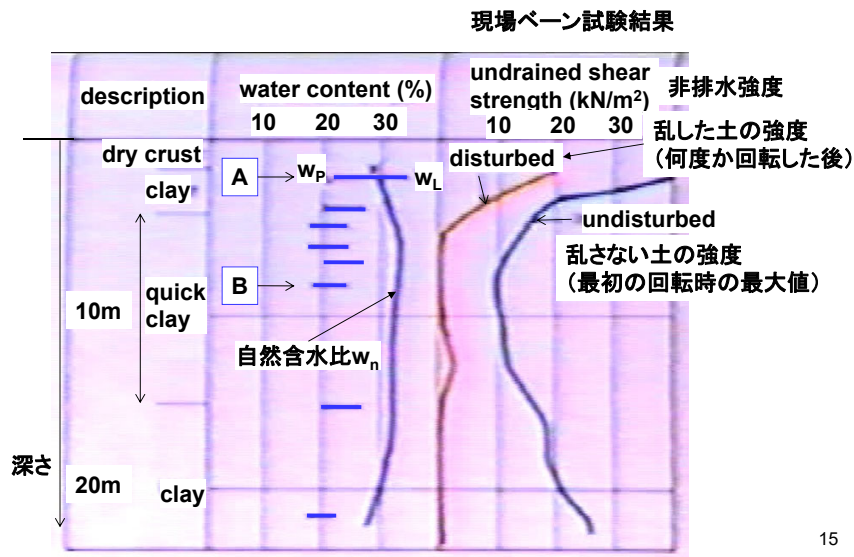
# サウンディング

地盤中のサンプラー、コーン等を買入し、買入時の抵抗、水圧計測により、地盤の特性を調べる、原位置調査法の総称。

- 標準貫入試験 (standard penetration test)
- コーン貫入試験 (cone penetration test)
- スウェーデン式サウンディング
- 原位置ベーン試験 (field vane test)
- 孔内水平載荷試験



## Rissaの地すべりのビデオに出てきた土性図

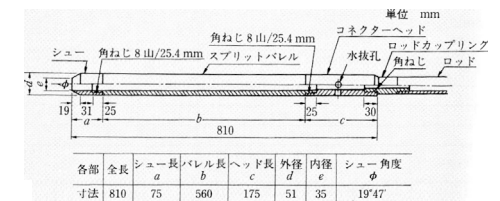
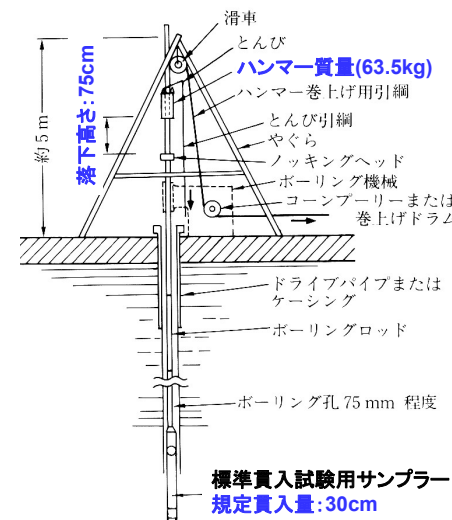


## 標準貫入試験 Standard penetration test: SPT

Terzaghi & Peck (1948)  
"Soil Mechanics in Engineering Practice"

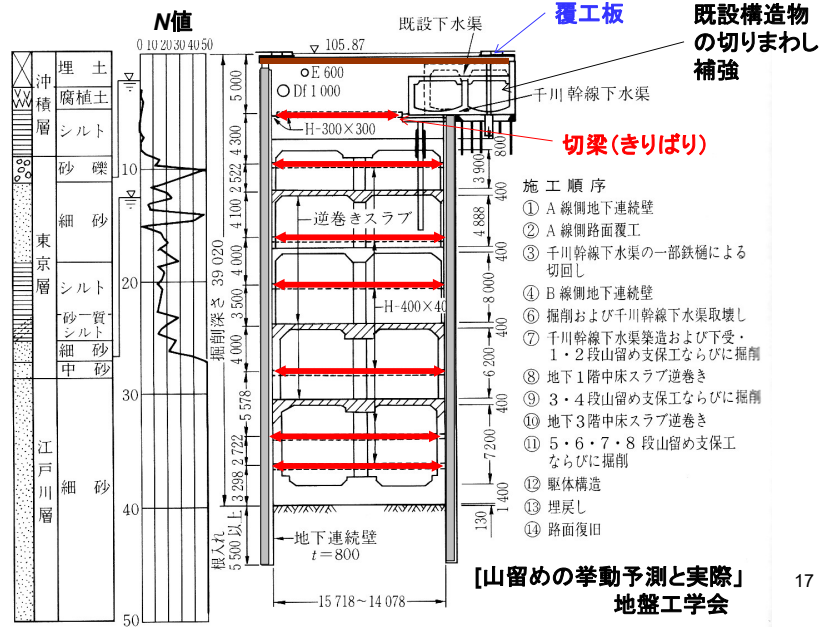
**N値 (N-value):**  
63.5kgのハンマー  
75cmの高さ  
30cm貫入に要した落下回数

N値と膨大な計測事例の比較:  
材料として力学特性、構造物の特性



標準貫入試験用サンプラー  
貫入部の試料を採取できる

# N値：南北線後樂園駅工事現場



17

# N値の利用法

N値と砂の相対密度の関係：  
Terzaghi & Peck(1948)

| N値    | 相対密度              |
|-------|-------------------|
| 0-4   | 非常に緩い(very loose) |
| 4-10  | 緩い(loose)         |
| 10-30 | 中位の(medium)       |
| 30-50 | 密な(dense)         |
| 50以上  | 非常に密な(very dense) |

粘土のコンシステンシー、N値、 $q_u$ ：  
Terzaghi & Peck(1948)

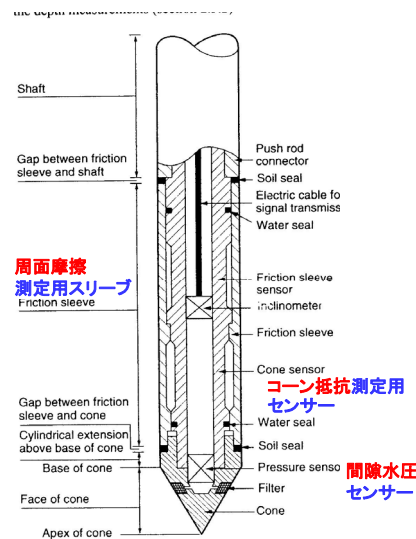
| コンシステンシー | N値    | 一軸圧縮強度<br>$q_u$ (kPa) |
|----------|-------|-----------------------|
| 非常にやわらかい | <2    | >25                   |
| 柔らかい     | 2-4   | 25-50                 |
| 中くらい     | 4-8   | 50-100                |
| 硬い       | 8-15  | 100-200               |
| 非常に硬い    | 15-30 | 200-400               |
| 大変硬い     | >30   | >400                  |

N値から推定または算定されるもの

- ・砂質土(地盤)
    - 相対密度、内部摩擦角、変形係数
    - 地盤反力係数、基礎の支持力、
    - 静止土圧、液状化の可能性、間隙比
  - ・粘性土(地盤)
    - コンシステンシー、一軸圧縮強さ
    - 基礎の支持力
  - ・地盤の評価
    - 支持層の判定、軟弱層の判定
    - 基礎工法の選定
    - 杭、矢板の貫入性の判定
    - すべり破壊面の推定
    - 地盤改良効果の判定
- N値からほとんどのものが設計できる  
問題点：連続性、低強度の評価  
(特に粘土)

18

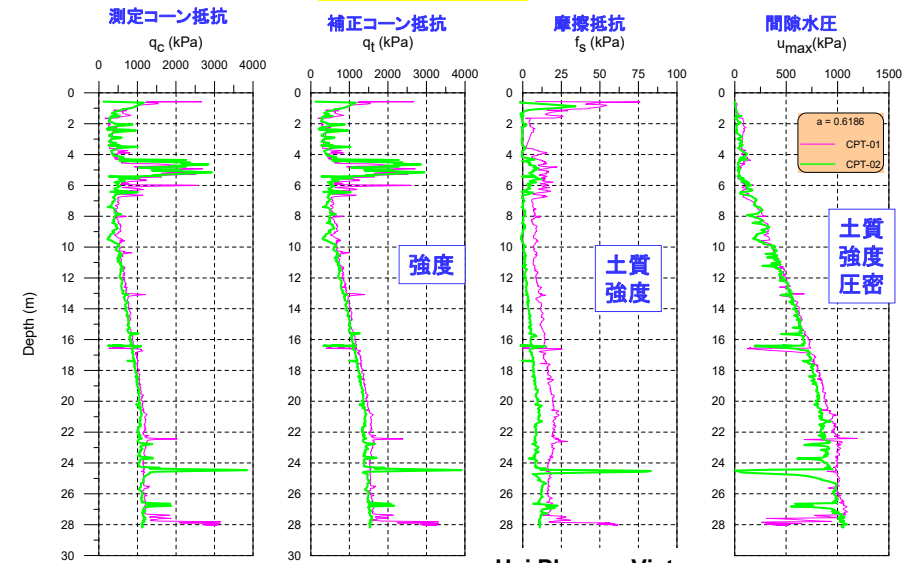
# Piezocene tests (CPTU) 三成分コーン



19

# Piezocene tests results (CPTU)

$$q_t = q_c + u_{max}(1-a)$$

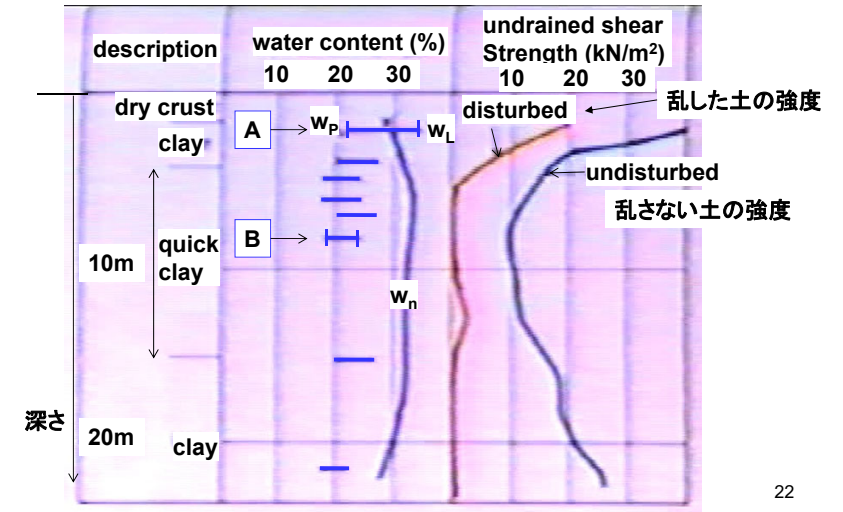


# 本日のTechnical terms

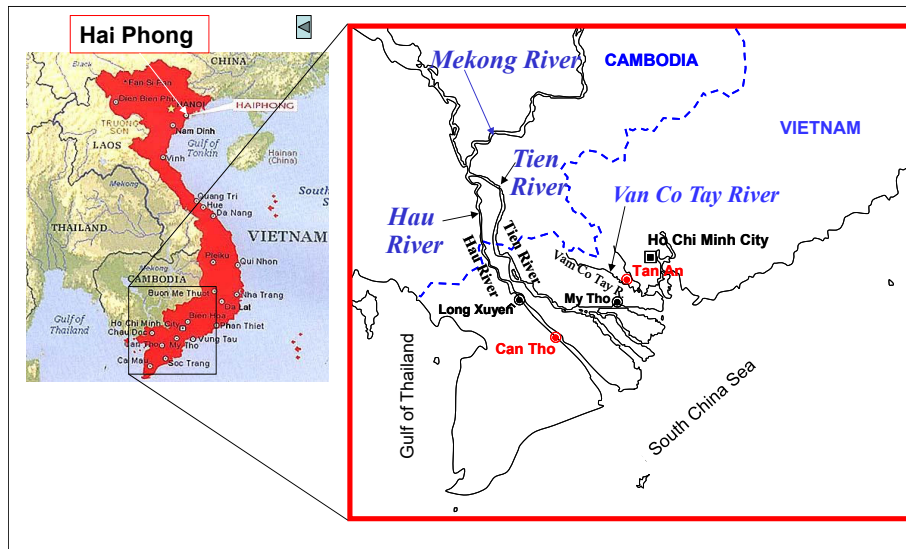
- ボーリング: **boring**; サンプルング: **sampling**; サウンディング: **sounding**;
- 土の構造, 骨格: **structure, fabric**;
- 乱れ, 攪乱: **disturbance**
- 不攪乱試料: **undisturbed sample**;
- 練返し(再構成)試料: **remolded sample**;
- 鋭敏比: **sensitivity**; クイック粘土: **Quick clay**
- 標準貫入試験: **standard penetration test**; N値: **N-value**;
- コーン貫入試験: **cone penetration test**;
- 原位置ベーン試験: **field vane test**

# 課題(7/1)

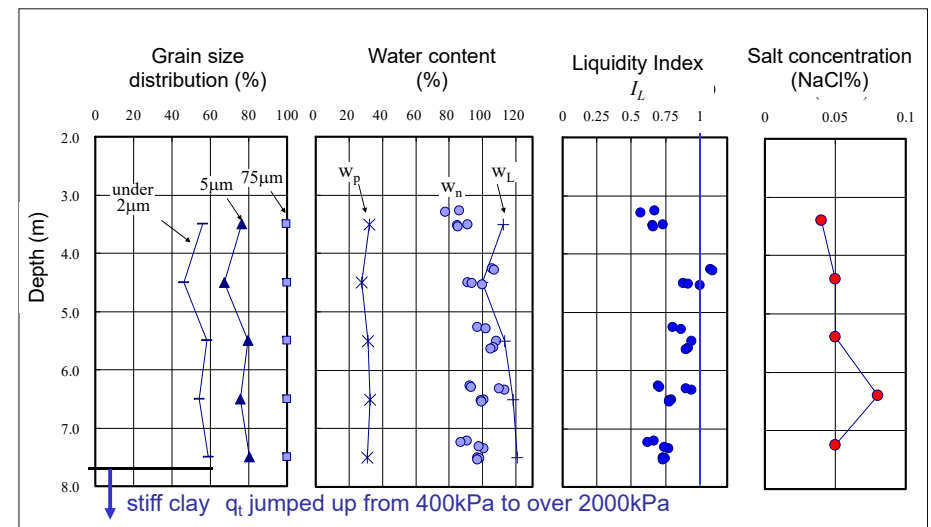
Rissaの地すべりのビデオに出てきた、以下の土性図から、A点、B点の深さにおける液性指数( $I_L$ )と鋭敏比( $S_t$ )の概数を求め、それぞれの乱れやすさについて比較せよ。



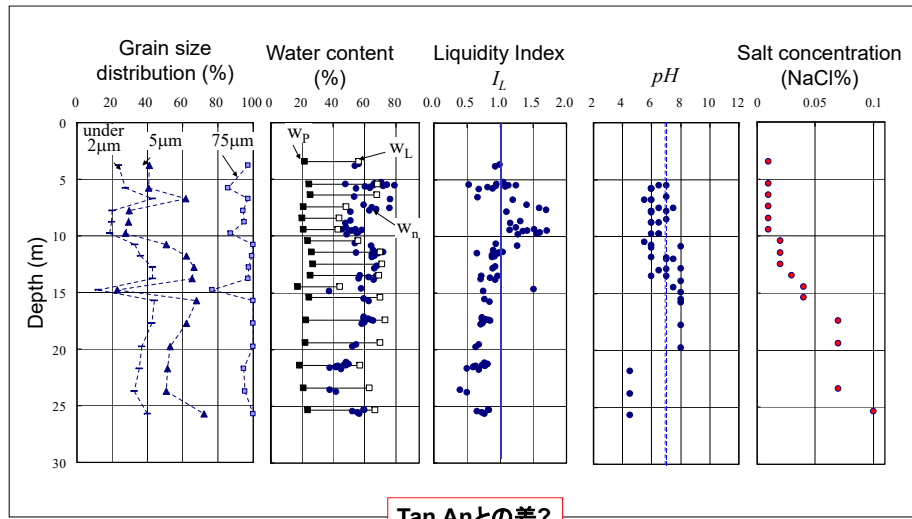
# Mekong River and Delta



# Profiles of physical and chemical properties (Tan An)



# Profiles of physical and chemical properties (Can Tho)



# Plasticity Chart (塑性図)

