

土質ボーリング調査の基礎知識

1. ボーリング調査の目的
2. ボーリング調査の手順と方法
3. 標準貫入試験の方法
4. 土質柱状図の読み方



なぜボーリング調査をするのか？

地盤に構造物を作る時

- ・ 構造物が将来にわたって安全に維持出来る基礎を設計・施工することが重要。
- ・ 適切な基礎工法を選定するためには地盤の構造を把握する必要がある。

ボーリング調査は地盤を直接観察し、
詳細に調査する方法として実施されている。

軟弱地盤の様相図

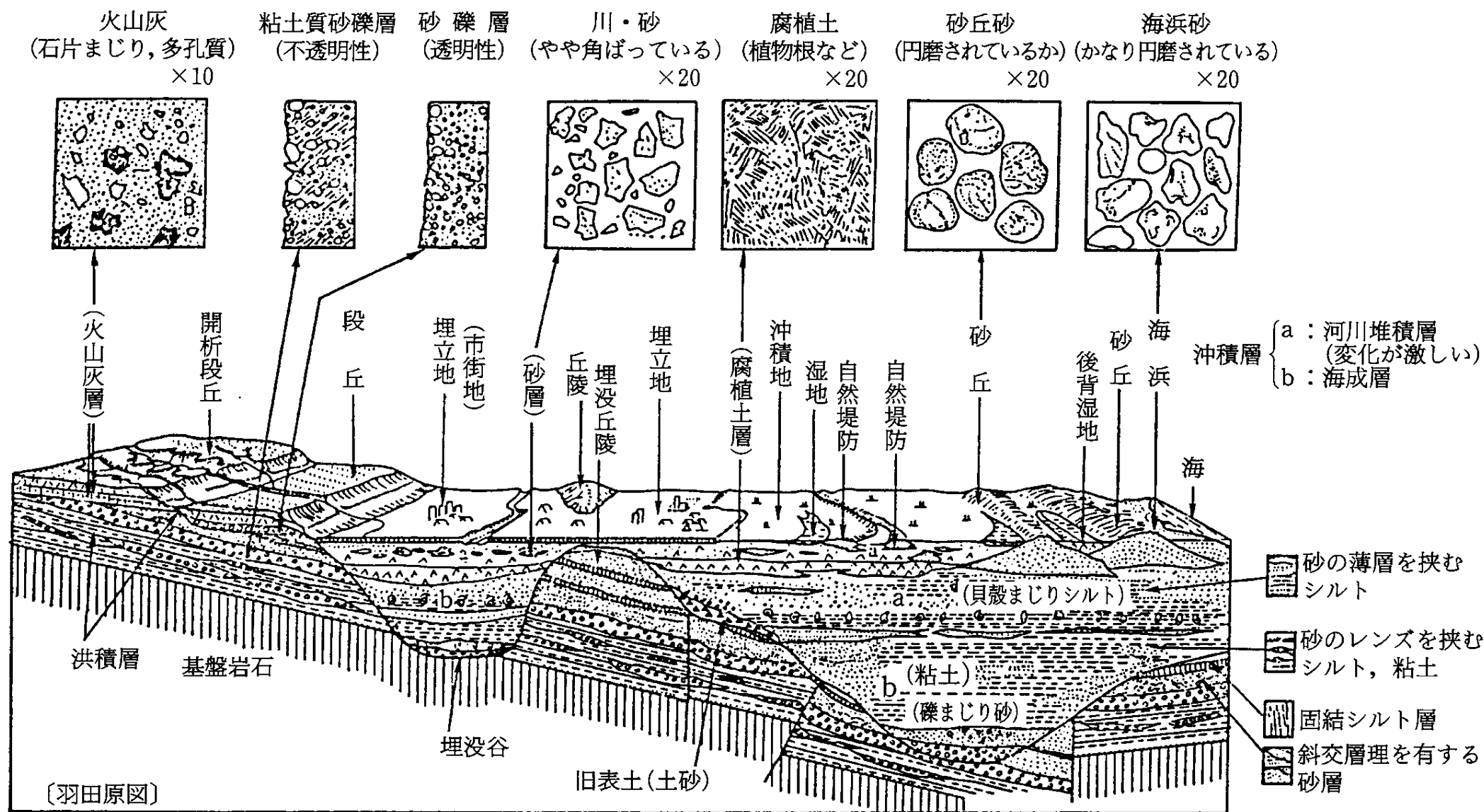


図-2.2.2 沖積平野地下の構造と地層の多様性 (羽田²⁾)

※地盤調査の方法と解説p28 : (社)地盤工学会

1. 土質ボーリング調査の目的

軟弱地盤を対象に地層構成や強度・変形特性などの地盤情報を得る事

具体的には

- ・ 地層の構成や基盤（支持層）の深さなどを調べる。
- ・ 各種室内土質試験の試料を得るためのサンプリングやボーリング孔を利用してサウンディングなどの原位置試験を実施する。
- ・ 地下水位計などの地中計測機器を設置する孔を提供する。

2. 調査の手順

まず**現地踏査**を行い、調査予定地を十分に下見し、事前に小運搬などの搬入条件、作業場所の広さ、足場の必要性、取水の利便性などを確かめる。

- ① 調査目的、内容の確認 ★
- ② ボーリング位置の選定、決定 ★
- ③ 使用機材の準備
- ④ 現場着手：足場の仮設、機材搬入、機械の設置
- ⑤ ボーリング作業開始
- ⑥ ボーリング経過の報告 ★
- ⑦ 掘削完了時（残尺・検尺立会）★
- ⑧ 機材の撤去、後片付け
- ⑨ 泥水処理

★印は、発注者との確認・連絡・立会事項

(例)作業状況の記録写真

発注者の立会

①現場立会・確認



着手前の現場(調査位置の確認)

②作業区域の全景



現場周辺の環境状況(仮囲いなど)

(例) 作業状況の記録写真

③ボーリング作業中



作業現場と仮設足場(平坦地)の状況

④標準貫入試験

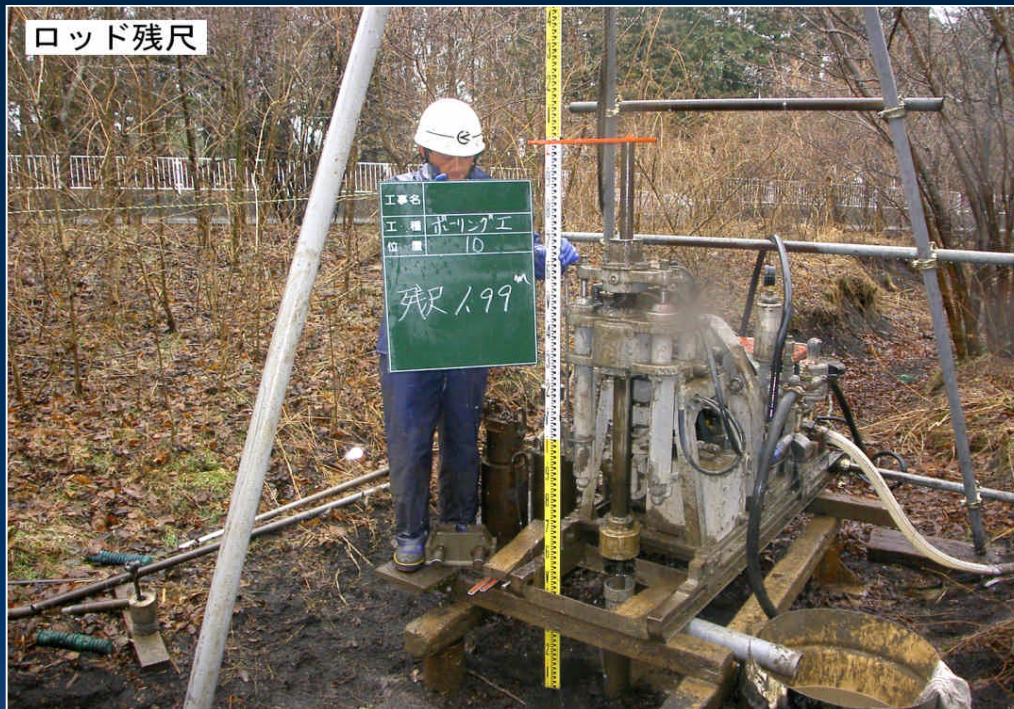


標準貫入試験(半自動落下)の実施状況

(例) 作業状況の記録写真

発注者の立会

⑤ ロッド残尺



掘進完了時、地上に残ったロッド長の計測

⑥ 検尺



掘進完了時に使用したロッド・コアバレルの全長と地上に残ったロッド分(残尺)を差し引きして、掘進長を算出

(例) 作業状況の記録写真

⑦ボーリング掘削孔の埋戻し



発注者指定の砂を使用(通常は発生土砂)

⑧ボーリング調査完了後



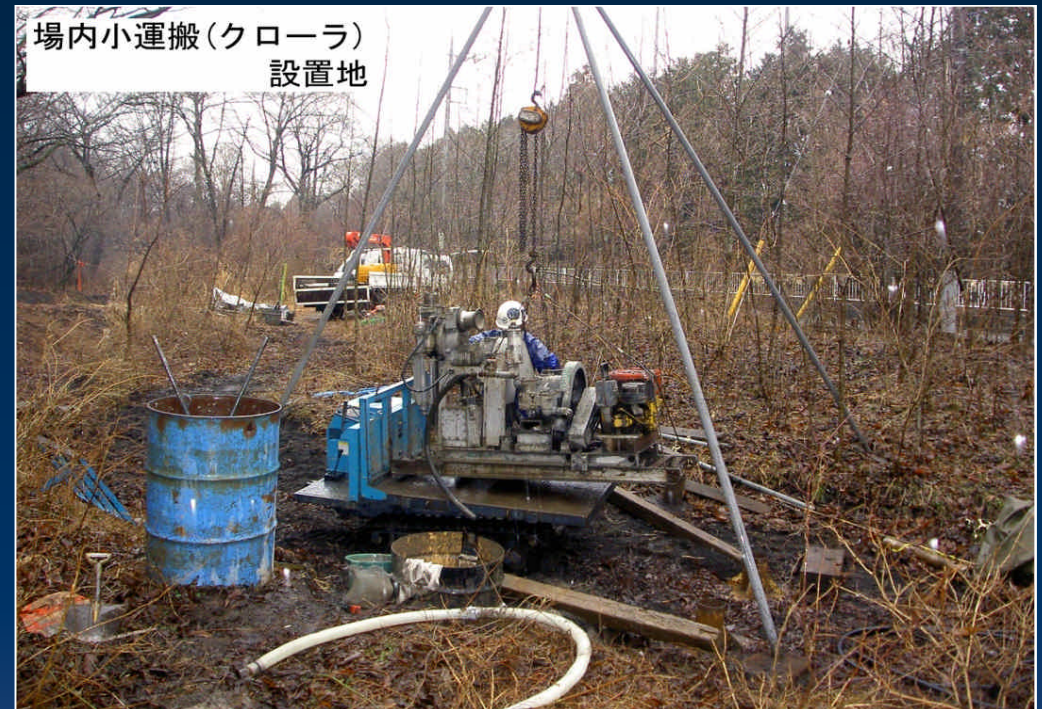
機材撤去、後片付け後の現場状況(原形復旧が原則)

(例) 作業状況の記録写真

⑨現場内小運搬(クローラ運搬)



現場内小運搬の出発地



現場内小運搬の機械設置

(例)作業状況の記録写真

⑩ボーリング用水の給水状況



取水地(沢や河川、または小運搬の出発地)から掘削地まで、
小型動力ポンプ(動噴)で圧送

2-1. 現場内小運搬

運搬車両(トラック、ライトバン等)より降ろした地点から、順次調査地点へと移動して、調査終了後に運搬車両に積み込む地点までの運搬であり、水平距離と高低差で表す。

小運搬方法一覧表

運搬方法	運搬距離	道 路	地 形	運搬 能率	得 失
人肩	短距離有利	幅50cm 以下	緩傾斜地有利 (一般的には15° 程度以下)	極めて不良	条件を選ばないが低能率(最低でも歩道程度は必要)
特装車 (クローラ)	短～中距離 有利	—	急傾斜地不利	良い	道路が無くても可能、テールより大量輸送できるが速度が遅い
モノレール	短距離有利	—	急傾斜地有利 (最大傾斜角30° 程度)	やや良い	レール設置にやや手間取るが、樹木を傷つけたり、地表を踏み荒らすことは少ない
索道	中距離有利	—	急傾斜地有利	良い	準備に手間取り、樹木伐採を必要とする場合が多い

(現場技術者のための地質調査技術マニュアルp6:関東地質調査業協会)

人肩運搬



山道などの近距離の移動で、通路が狭くクローラが通れない場合

特装車(クローラ)運搬



クローラが通行できる幅があり、勾配が緩く、大きな段差がない場合

モノレール運搬



急斜面で距離があり、人や特装車の
通行が困難な場合

一般的にボーリング機材運搬に使用さ
れるモノレールは、

牽引能力(30~35°) : 200kg



索道運搬



山地の急斜面上部や、谷・川を挟んだ対岸の斜面など地表運搬が困難な場合

レッカー運搬



水平距離は近いが高低差が大きく、クレーン車が接近して作業できる場合

2-2. 足場仮設

- ・ ボーリング作業には、作業空間を満たす水平な足場が必要。
- ・ ボーリング用の仮設足場は箇所数によって表現される。
- ・ ボーリング調査では、狭小区域で作業する場合があります、決まった形や面積のステージを仮設できない場合が往々にしてある。
- ・ 通常は3m × 3m以上のステージを仮設するが、機械・やぐらが設置できれば変形区域でも実施は可能。
- ・ 機械設置には最小でも幅2m程度必要。

積算上の仮設足場区分一覧表

仮設足場の区分 (やぐら設置撤去、機械分解組み立てを含む)	
平坦地足場	
湿地足場	
傾斜地足場	地形傾斜 15°以上～30°未満
	地形傾斜 30°以上～45°未満
	地形傾斜 45°以上～60°
水上足場	水深1m以下
	水深3m以下
	水深5m以下
	水深10m以下

(H20_標準積算基準書2-2-13)

平坦地足場の例

単管パイプ組



直置き(角材、足場板敷)



クローラ搭載



傾斜地足場の例

(傾斜地足場は斜面の傾斜角度によって区分される)

傾斜地足場ステージ



(縦3m × 横3m)

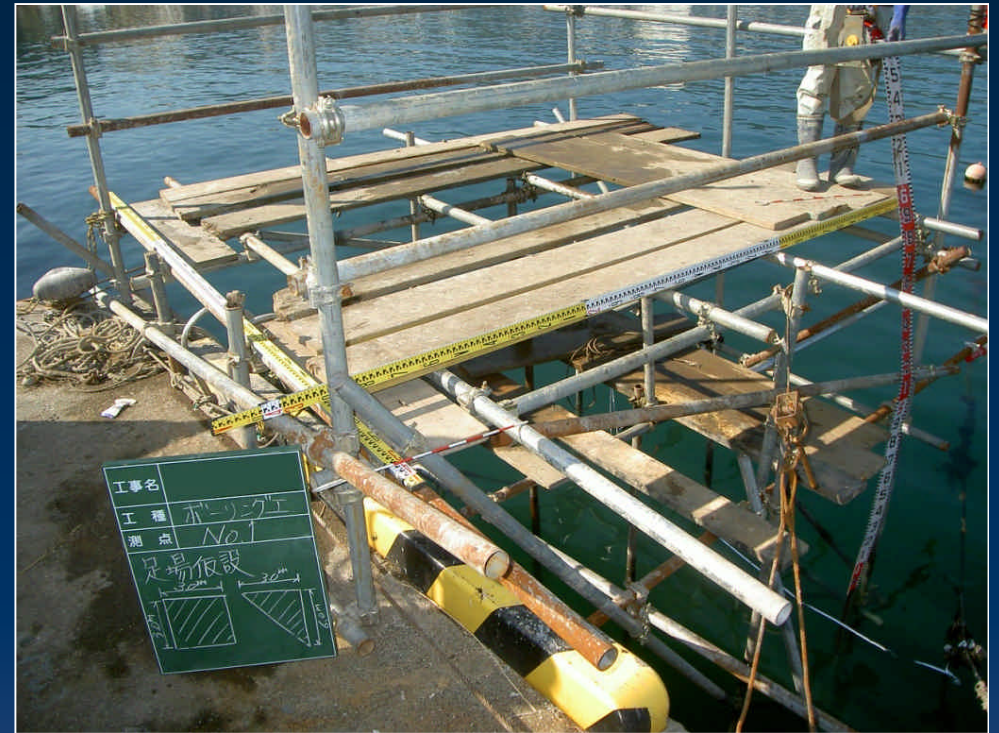
足場の傾斜



(横幅2.7m、高低差1.9m = 傾斜角度35°)

水上足場の記録写真例

(水上足場は水深によって区分される)



海上足場(鋼製檣)の例

組立



海上
搬送



設置

海上足場(自己昇降式作業台船)の例

プラットフォームと昇降用脚をもち、プラットフォームを海上に上昇させて作業を行う台船のこと。
セップ。スパット台船。

組立



曳航



設置



2-3. ボーリングの掘削方法

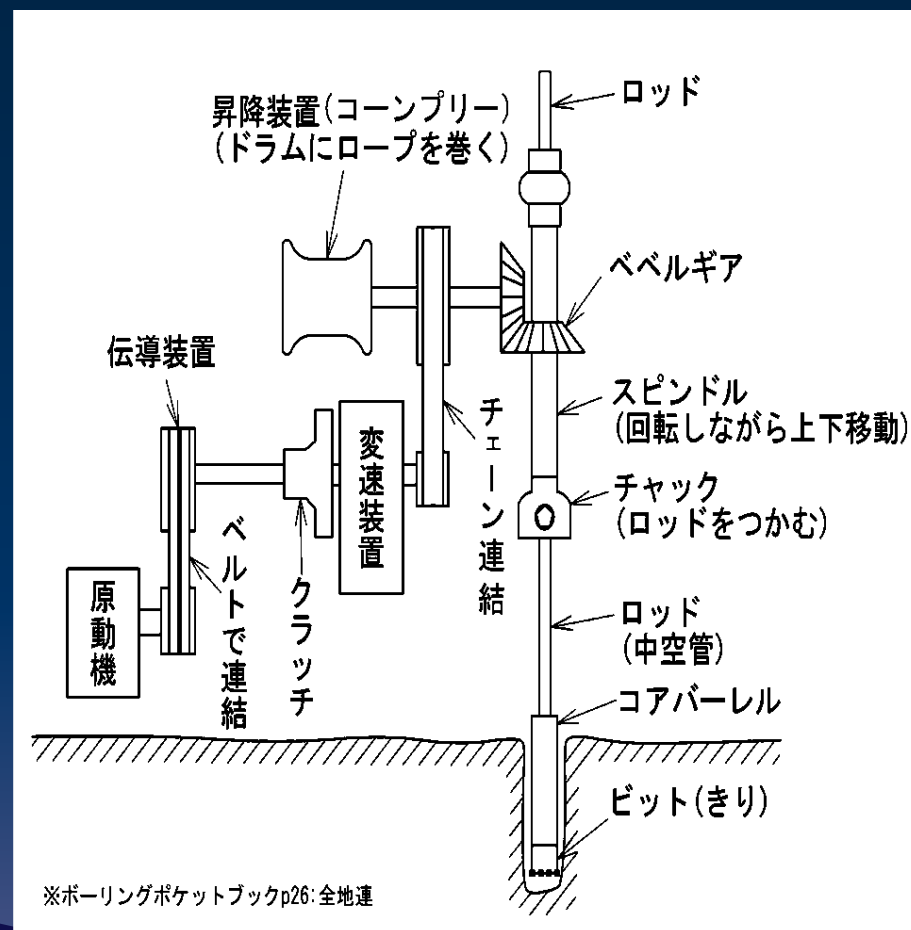
機械ボーリングでは動力の回転をロッドからビットに伝えて**地盤をほぐし**、循環水等により**土砂を排出**している。

主要な機材は、
ボーリングマシン
ポンプ
コアバレル
ビット
ロッドなど。

2-3-1. ボーリング機械

- ・ **ロータリー式スピンドル型ボーリング機械が主流**

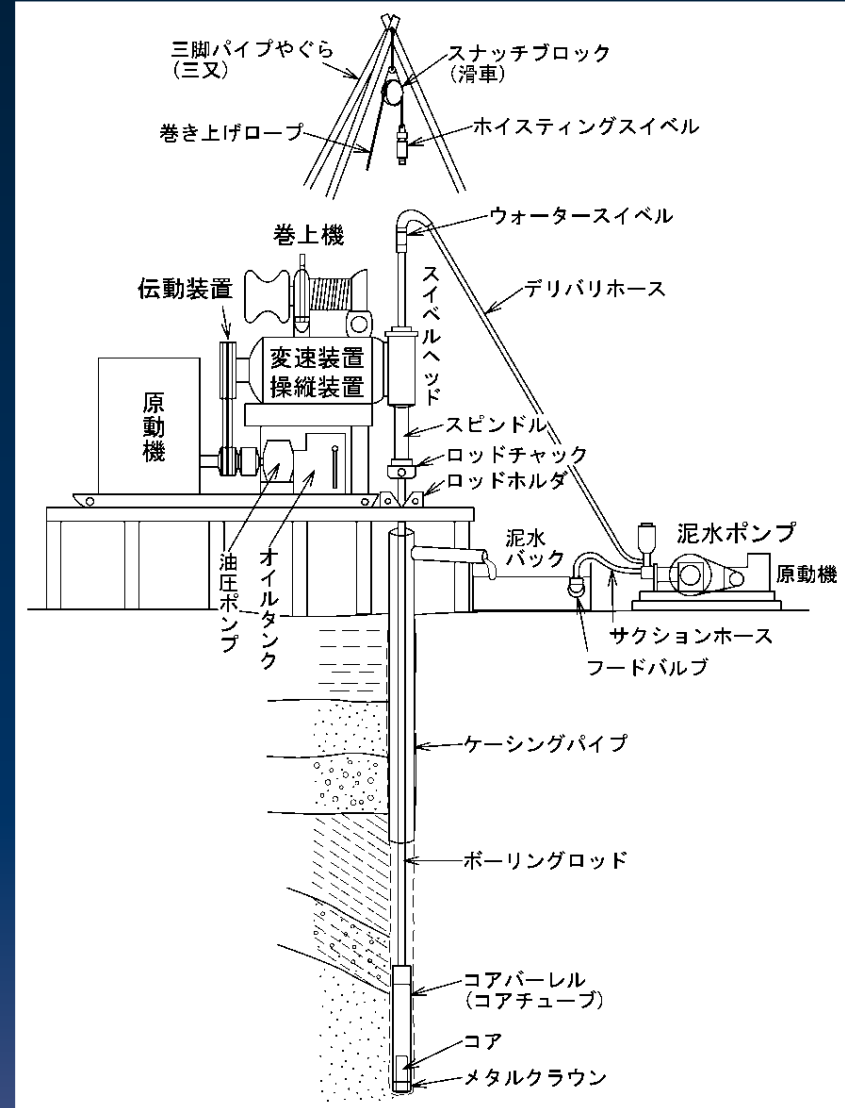
ボーリング装置の概念図



ロータリー式ボーリングの主な特徴

- ① 土から岩までのボーリングが可能。
- ② 任意の方向のボーリングが可能。
- ③ 土の採取や岩のコア採取が可能。
- ④ 掘削孔径の変更が可能。
- ⑤ 清水やベントナイト泥水などの循環液体を使用。

ボーリング装置の全体図

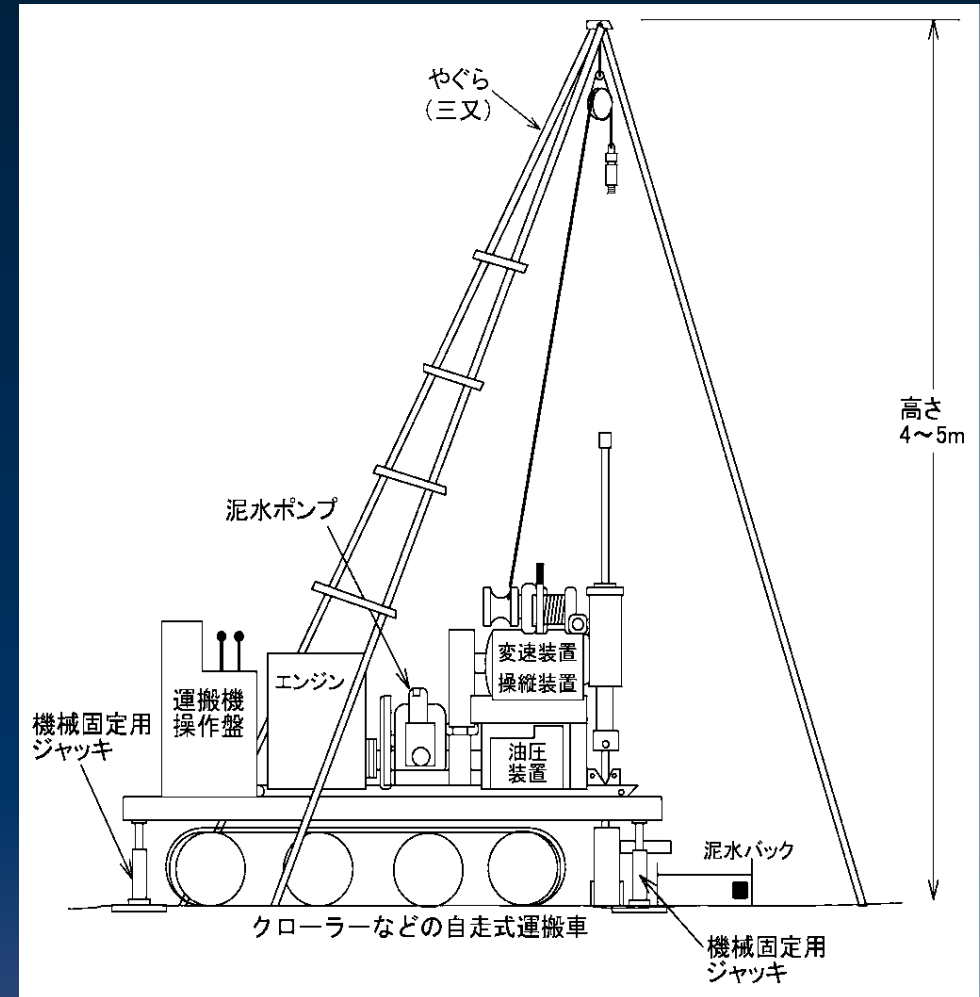


掘進方向に圧力(給圧)を加える方法の違いにより、

- ・手動のハンドフィード機
- ・油圧(ハイドロリック)フィード機

現在では油圧フィード機が多く普及。

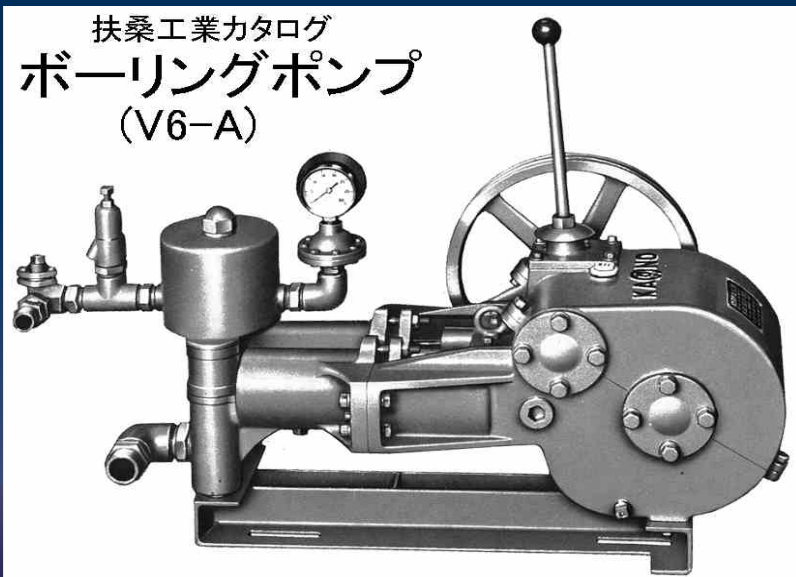
自走式に改良したボーリングマシン



2-3-2. ボーリングポンプ

- ・ 圧送水を孔底に送り、**ビットを冷却、切削物(スライム)を孔外に排除**する。
- ・ 水は、河川水、湖水、たまり水などの清水を用いる。
- ・ 一般に土砂の掘削では**ベントナイト泥水**などを**循環**して使用する。
- ・ ポンプにかかる負荷の状態は土質判定の情報になり、一般に粘性土の掘進では水圧が高くなる。

ボーリング用泥水ポンプ(例)



調査深度とポンプの組合せ

分 類	掘削深度 (m)	ポンプ 吐出量 (ℓ/min)	原動機(kw)
土質 調査	10～50	30～60	ボーリング機械と 同時駆動

(現場技術者のための地質調査技術マニュアルp37: 関東地質調査業協会)

2-3-3. 先端ビットの種類

ビットは、コアチューブ(コアバレル)の先端に取り付けられ**直接地盤を削孔するもの**。

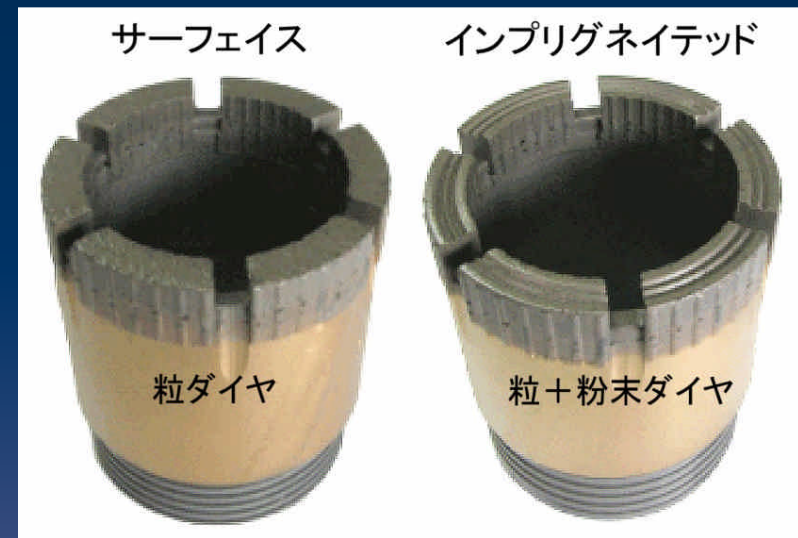
ボーリングの目的や地質状況に応じて種々のビットを使い分ける。

土砂、軟岩	メタルビット(メタルクラウン)
硬質な玉石、転石、中硬岩、硬岩	ダイヤモンドビット

メタルビット(メタルクラウン)



ダイヤモンドビット



2-3-4. その他のボーリング用器具類

1) コアバレル(コアチューブ)

ボーリングロッドの先端部で使用。

① シングルチューブコアバレル

土質ボーリングでコア採取が不要の時に使用。

② ダブル(二重管式)チューブコアバレル

二重管構造でコア採取率が良い。薄めの泥水、または清水を使用。

2) ボーリングロッド

- ・ 機械の回転運動と推力(給圧)をビットに伝え、ボーリング用水をビットまで導く送水管の働き。
- ・ 長さは3mのものが標準。
- ・ 掘削1mごとに標準貫入試験を実施するため、3m, 2m, 1mを使用。
- ・ 削孔深度の浅いボーリングでは、呼称径40.5mmを使用。

2-3-5. 保孔対策

一般的に泥水を使用、地盤状況や孔の用途によって、ケーシングやセメンテーション(グラウチング)も用いる。

(1) 泥水

水がベースのベントナイト泥水が多く使用、増粘添加物も使われる。

- ・ スライム(削孔くず)を地表まで運ぶ。
- ・ 薄い泥壁を作って、孔壁の崩壊を抑止する。

(2) ケーシング

効果は保孔上最良の方法。

- ・ 挿入ごとに孔径が小さくなり、挿入と回収の手間が必要。
- ・ 測定不可能な試験や検層が多い(孔壁利用のもの)。

(3) セメンテーション(グラウチング)

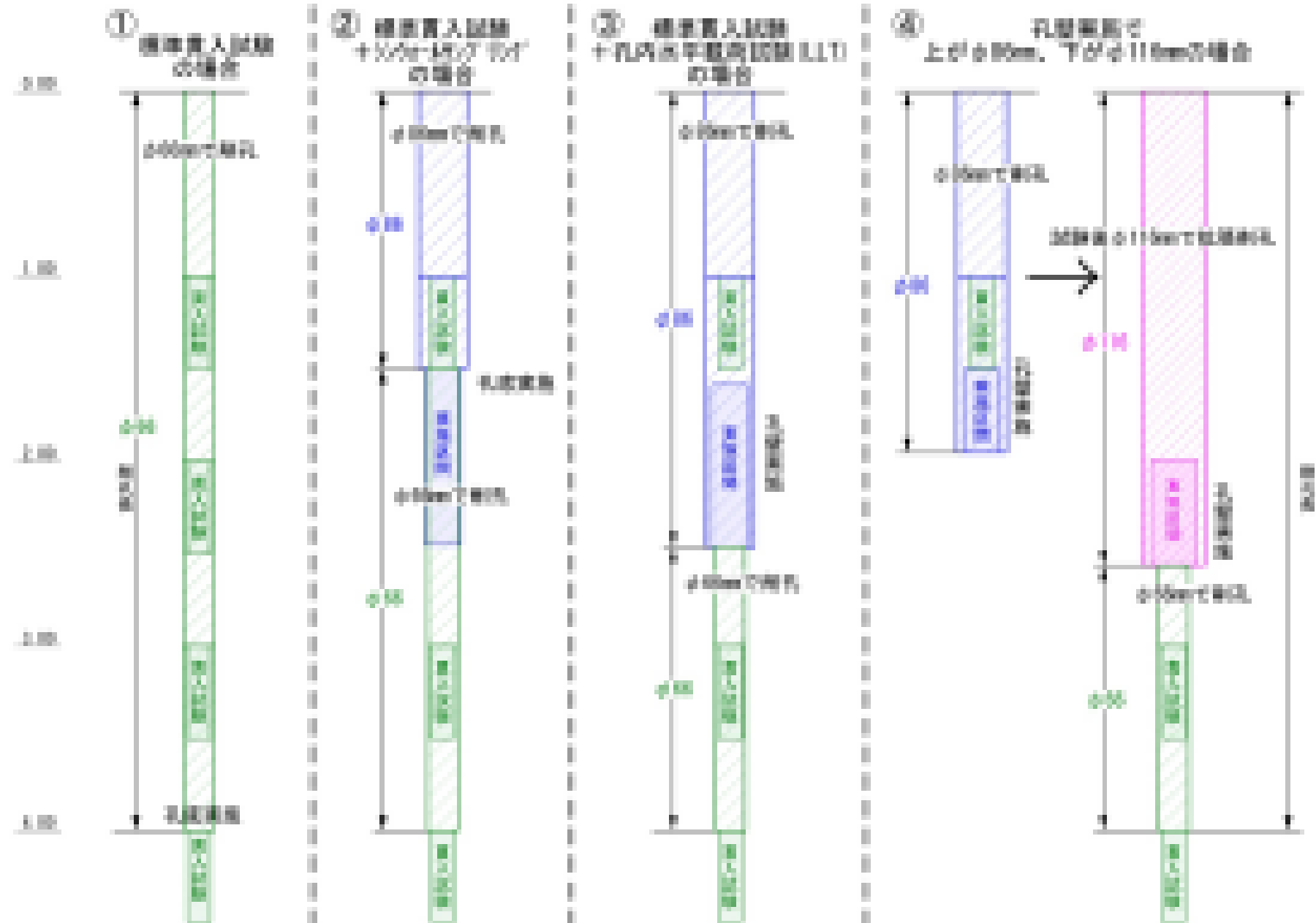
- ・ 孔壁の崩壊や透水が極めて激しい砂礫層や岩盤に適用。
- ・ 硬化するまで掘進作業が出来ない。

2-4. ボーリング孔径とサンプリング

2-4-1. ボーリングの孔径

- ・ 掘削孔径とは、ビットの孔径であり、孔底部分の最終掘削孔径。
- ・ 土質調査ボーリングでは、孔径66mm、86mm、116mmで削孔。
- ・ 孔径は孔内で実施する原位置試験やサンプリング、あるいは挿入する計測器や孔内設置物などで決定される。
- ・ 標準貫入試験のみを並行実施する調査ではφ66mmで削孔。
- ・ ボーリングの掘削費は、孔径と土質によって区分されている。

掘削孔径の例



ボーリング孔を利用した項目と必要な掘削孔径

ボーリングの標準掘削孔径	地質	掘削孔径	孔内実施項目
	土砂	φ=66mm	<u>標準貫入試験</u> 、孔内水平載荷試験、電気検層、地下水検層、温度検層、キャリパー検層(孔径検層)、密度検層、磁気検層など
		φ=86mm	<u>シンウォールサンプリング</u> 、PS検層、 <u>孔内水平載荷試験</u> 、孔内傾斜計、現場透水試験、 <u>間隙水圧測定</u> 、常時微動測定など
		φ=116mm	<u>シンウォールサンプリング(水圧式)</u> 、 <u>ロータリー式二重管サンプリング(デニソンサンプリング)</u> 、 <u>ロータリー式三重管サンプリング(トリプル)</u> 、孔内流向流速測定など
	軟岩 ↳ 硬岩	φ=66mm	<u>コアサンプリング</u> 、湧水圧試験、孔内水平載荷試験、ルジオン試験、電気検層、地下水検層、温度検層、PS検層、キャリパー検層、密度検層など
		φ=86mm	<u>コアサンプリング</u> 、孔内傾斜計、 <u>間隙水圧測定</u> など
(注)ここでの掘削孔径は代表的なものであり、機種ごとに異なることがあるので留意すること おもに <u>下線項目</u> は孔底を、その他は孔壁または孔全体を利用。ただし、機種や方法により異なる場合がある。			

(改訂 地質調査要領：(社)全地連編集P287。一部加筆)

2-4-2. サンプルング

室内土質試験用(力学試験)の「乱れの少ない試料」及び観察用の「乱れた試料」を得ること

一般的には土の乱れの少ない試料採取を言う。

(1)「乱れの少ない試料」の採取方法(室内試験用)

① サンプルングチューブを押し込んで採取する方法

- ・ 固定ピストン式シンウォールサンプラー

② サンプルングチューブを押し込みながら、同時にサンプルングチューブの周囲を後追い掘進して採取する方法

- ・ ロータリー式多重管サンプラー(デニソン、サンドサンプラー等)

(2)「乱れた試料」の採取方法(観察用)

- ・ サンプラーを原地盤に打ち込んで採取(標準貫入試験)
- ・ コアチューブをねじ込んで採取(無水掘削)
- ・ 打ち込み採取では、比較的土砂の物理的性質は保っているが、力学的性質は破壊。
- ・ ねじ込み採取では、土砂がもみほぐされ攪拌された後、圧縮されて採取されるため、物理的性質や力学的性質は破壊。

基準化されたサンプリングおよびサンプラーの構造と適用地盤の関係

サンプラーの種類		構造	地盤の種類										
			粘性土			砂質土			砂礫		岩盤		
			軟質	中位	硬質	緩い	中位	密な	緩い	密な	軟岩	中硬岩	硬岩
			N値の目安										
			0～4	4～8	8 以上	10 以下	10～ 30	30 以上	30 以下	30 以上			
固定ピストン式 シンウォール サンプラー	エクステンションロッド式	単管	◎	○		○							
	水圧式	単管	◎	◎	○	○							
ロータリー式二重管サンプラー (デニソン)		二重管		◎	○								
ロータリー式三重管サンプラー (サンドサンプラー)		三重管		◎	◎	○	◎	◎		○			
ロータリー式スリーブ内蔵二重管サンプラー		二重管		○	○		○	○			◎	◎	◎
ロータリー式チューブサンプラー		多重管			○						◎	○	

(地盤調査の方法と解説p174:(社)地盤工学会)

(凡例: ◎最適 ○適)

(1) 固定ピストン式シンウォールサンプラー

- ・ 近年では、泥水ポンプの水圧でシンウォールライナーが押し込める水圧式が使われている。
- ・ 主としてN値4以下の粘性土、水圧式ではN値6程度まで採取可能。
- ・ 掘削孔径は、従来のエクステンションロッド式では86mm、水圧式では100mm以上が必要。

サンプリングチューブを押し込んで採取する場合、引き上げてみるとチューブの中の試料が短い場合がしばしば起こる。粘性土層内には砂や腐植物が薄く挟まれており、この部分で試料が切断されて落下あるいは残留するためである。

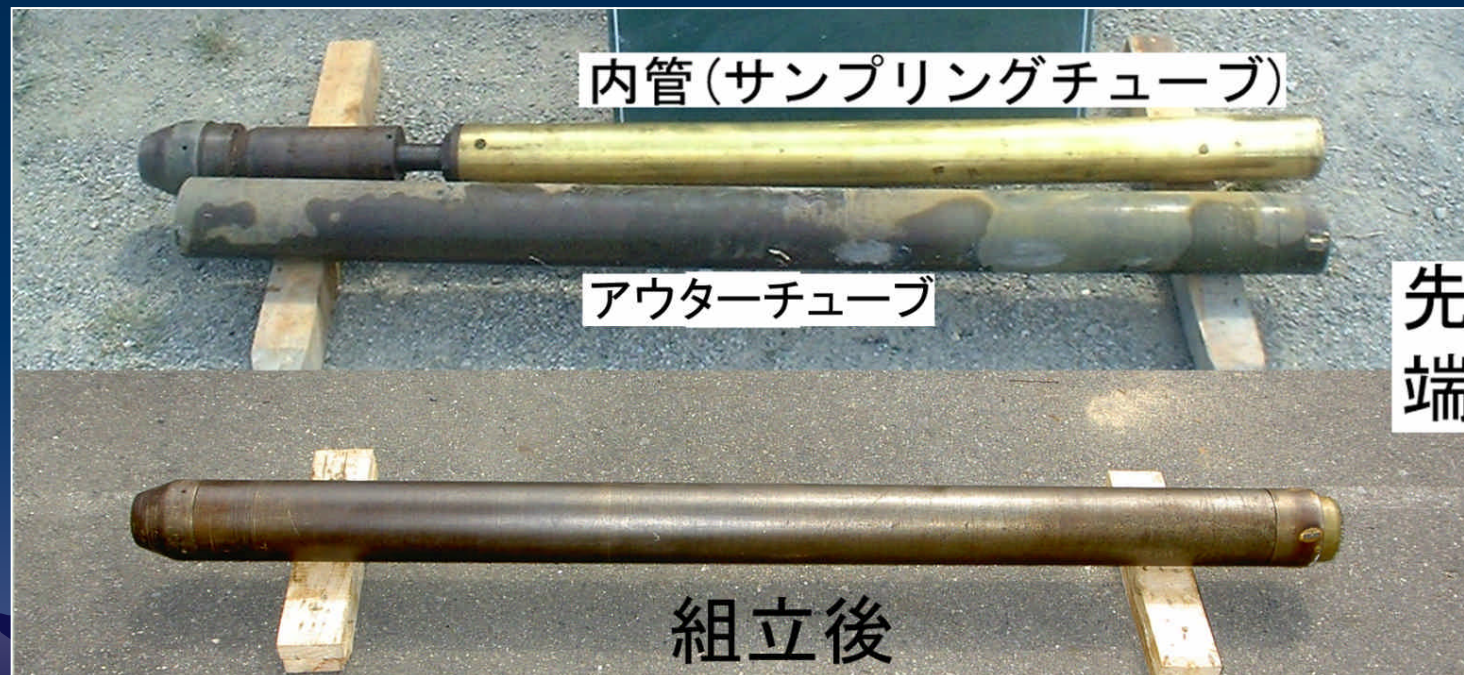
この場合は、予定している土質試験に対して十分な量の試料が残っていれば記録して完了とするが、足りない場合はチューブが貫入した部分まで削孔し、再びサンプリングし直さなければならない。

また試料の土質が異なっていたり乱れている場合には、再度サンプリングする。



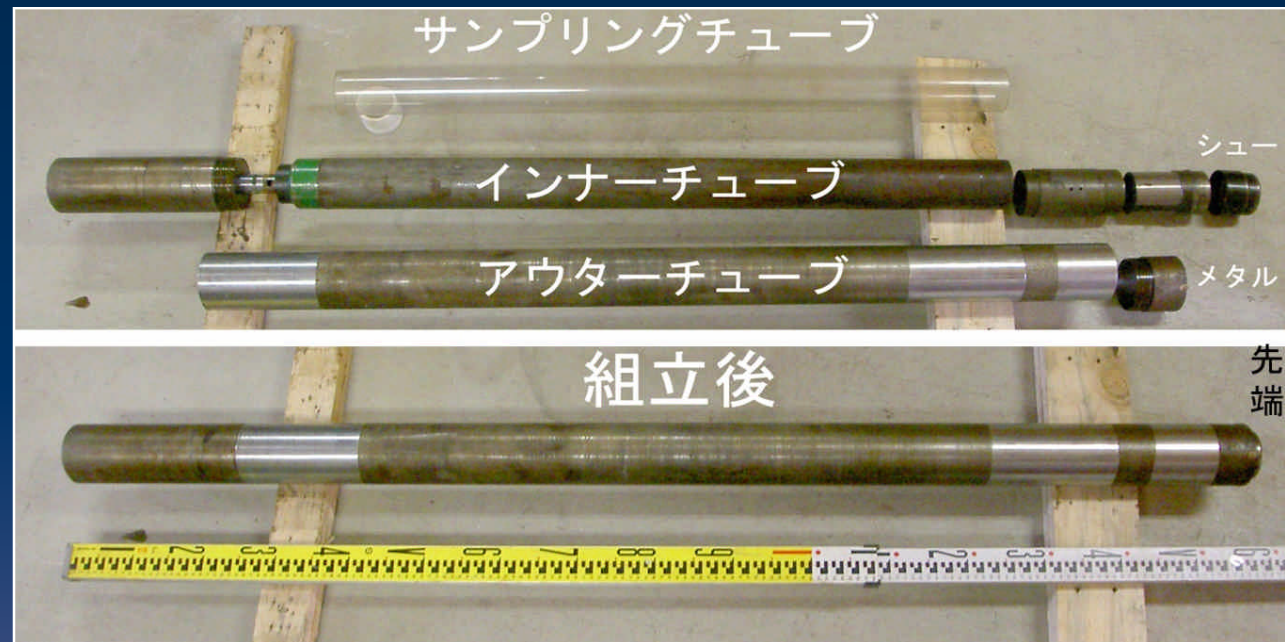
(2) ロータリー式二重管サンプラー

- 二重管サンプラーは従来デニソン式サンプラーと称されたもの。
- サンプリングチューブを押し込みながらチューブの周囲を掘進し、サンプリングチューブ内に試料を採取する方法。
- 掘削水の通り道が狭いため、薄くきれいな泥水または清水が必要。
- 主としてN値が4～20程度までの比較的硬質な粘性土に適応。
- 掘削孔径は116mm以上が必要。



(3) ロータリー式三重管サンプラー

- ・ 砂地盤の液状化検討に必要な土質試験用の「乱れの少ない試料」を採取するため開発されたサンドサンプラー。
- ・ 主として硬さが中位以上(N値4以上)の粘性土、または締まりの程度が中位以上(N値10以上)の砂質土が対象となる。
- ・ 掘削孔径は116mm以上が必要。
- ・ 細粒土をほとんど含まない粒径のよく揃ったきれいな砂の場合や礫を混入する場合は、採取試料が乱れてしまう事が多いので、適用を十分吟味することが必要。
- ・ 砂質土が対象のサンプリングでは、採取した試料に対して凍結処理を施す場合がある。試料が収まるライナーは、硬質塩化ビニル管(75VU)または同等形状のアクリル樹脂管。



3. 標準貫入試験

- ・ 土の標準貫入試験は、JIS化(JIS A 1219)に制定。
- ・ 試験装置を用いて、原位置における地盤の硬軟、締まり具合を判定するためのN値を求めるとともに、土質を判定するための「**乱れた試料**」を採取する貫入試験。
- ・ 一般的な土質ボーリング調査では必ず実施される原位置試験の一種で、通常は掘削深度1mごとにボーリング孔底で実施され、**土砂から軟岩**まで適用。
- ・ 掘削孔径は**66mm**以上が必要。
- ・ **標準貫入試験費**は、**土質**によって区分されている。

4. 土質柱状図の読み方

昭和61年に建設大臣官房技術調査室監修によるボーリング柱状図作成要領(案); JACIC様式が発表され、現在は電子納品との関係から、柱状図の内容は電子納品基準に合うように作成されている。



4-1. 土質柱状図に記載される項目

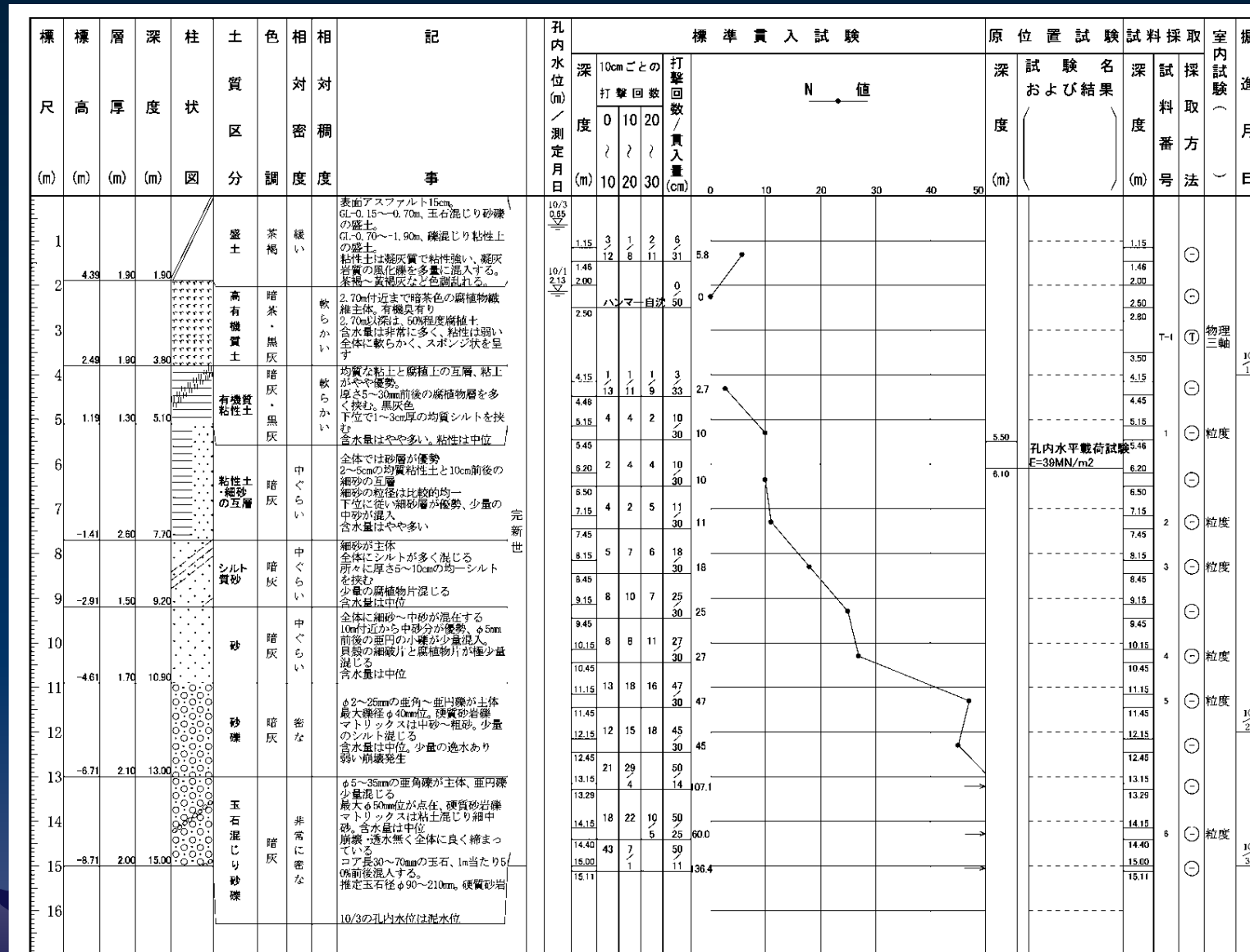
1) ボーリング柱状図(上段)

調査者 平成23年度 〇〇工事に伴う地質調査															ボーリング機				
事業・工事名															シートNo. 1				
ボーリング機	図面. 1				調査位置				調査場所の中心の座標				北緯	34°	58'	02.8"			
機 種 型	調査機種の主な特徴				調査期間				平成 23年 10月 1日 - 23年 12月 15日				東経	138°	27'	34.1"			
調査開始日	〇〇〇〇年〇〇月〇〇日				調査終了日				〇〇〇〇年〇〇月〇〇日				ボーリング 機 種	〇〇〇					
主 要 機 材	1. 〇〇	2. 〇〇	3. 〇〇	4. 〇〇	5. 〇〇	6. 〇〇	7. 〇〇	8. 〇〇	9. 〇〇	10. 〇〇	11. 〇〇	12. 〇〇	平均掘削速度						
総 掘 進 長	〇. 〇〇m				エンジン				〇. 〇〇kW				〇. 〇〇m/min						

業務関係・調査位置と使用機材関係の情報

- ① **ボーリング位置の緯度経度**(新測地系:世界座標(8系))
- ② **孔口標高**:ボーリング孔口の地盤地表面の高さで、既知点から測量して求める。(T.P.や工事基準面で表示)
- ③ **総掘進長**:ボーリング孔の最終掘削深度

2)ボーリング柱状図(下段) 掘削結果と原位置試験結果やサンプリング状況などの地盤情報



記載項目

- (1) **標尺**: 柱状図の縦のスケールを表す。通常1mを1cmの1/100で表示する。
- (2) **標高**: 地盤の土質が変わった位置(深さ)の標高を表す。基準は上段の孔口標高。
- (3) **層厚**: 同じ土質の土砂が連続して確認されている時、その土砂(単層)の厚さを表す。
- (4) **深度**: 土質(単層)が変わった位置を孔口からの深さで表す。
- (5) **柱状図**: 確認した土砂(単層)の土質を記号で表す。現場観察により区分する。
- (6) **土質区分**: 確認した土砂(単層)の土質名を記す。
- (7) **色調**: ボーリング試料の色調名を現場観察により記入。
表現に用いる色は「黒、褐、赤、橙、黄、緑、青、紫、灰、白」が基本色。
- (8) **相対密度、相対稠度**(ちゅうど); コンシステンシー
地盤の締め具合の表現で、土質と測定N値から判断する。
- (9) **記事**
標準貫入試験用サンプラーで採取された試料の観察記録をもとに、掘進中の感触や現象などの特徴を、土質区分にしたがって記入。
- (10) **孔内水位**: 掘進中最初に確認された孔内水位。泥水位の場合はその旨を明記する。

(11) **標準貫入試験**

①本打ちの開始深度と完了深度を記入

②10cm貫入ごとの打撃回数を累積30cmまで記録(0～10cmの回数、10～20cmの回数、20～30cmの回数)。10cmにならない場合は、分子に打撃回数、分母に貫入量を記録。

③標準貫入試験結果(N値)を、分子に打撃回数／分母に貫入量で記録。

(12) **原位置試験**: 試験名と実施した区間深度、または中間深度を記入。試験結果の値を記入。

(13) **試料採取**

試料採取した区間深度、試料番号、採取方法(下記の区分の記号)を記入。

T:シンウォールサンプリング

D:デニソンサンプラー

ー:貫入試験器

F:フォイルサンプラー

A:その他

(14) **室内試験**: 採取試料で実施した室内土質試験名を記入。

(15) **掘進月日**: その日の掘削深度と月日を記入。

柱状図の土質区分記号

(電子成果作成要領)

相対密度・相対稠度の表現参考表

(電子成果作成要領)

表 2-14 土質区分コード表

付2-25

第 1 分 類			
区分	分 類 名	コード	図模様
土質材料	礫質土 (GF)	1000	
	礫 (G)	1100	
	粗 礫 (CG)	1200	
	中 礫 (MG)	1300	
	細 礫 (FG)	1400	
	砂 礫 (GS)	1500	
	砂 質 土 (SF)	2000	
	砂 (S)	2100	
	粗 砂 (CS)	2200	
	中 砂 (MS)	2300	
	細 砂 (FS)	2400	
	粘 性 土 (C)	3000	
	シルト (M)	3100	
	粘 土 (CH)	3200	
	有機質土 (O)	4000	
	火山灰質粘性土 (V)	5000	

第 1 分 類			
区分	分 類 名	コード	図模様
岩石材料	硬 岩 (HR)	7100	
	中硬岩 (MR)	7200	
	軟岩、風化岩 (WR)	7300	
	玉石 (B)	7400	
	浮石(軽石) (Pm)	8100	
	シラス (S)	8200	
	スコリア (Sc)	8300	
	火山灰 (VA)	8400	
	ローム (Ln)	8500	
	黒ボク (Kb)	8600	
特殊材料	マサ (WG)	8700	
	廃棄物 (W)	9100	
	改良土 (I)	9200	
	瓦礫 (BG)	9300	
	盛土 (BS)	9400	
	埋土 (FI)	9500	
	表土 (SF)	9600	
	空洞 (CV)	9700	
	硬質粘土 (HC)	9800	
	固結粘土 (CC)	9900	

第 2 分 類			
区分	分 類 名	コード	図模様
補助記号	礫質 (G)	10	
	砂質 (S)	20	
	シルト質 (M)	30	
	粘土質 (C)	40	
	有機質 (O)	50	
	火山灰質 (V)	60	

第 3 分 類			
区分	分 類 名	コード	図模様
補助記号	玉石混り (-B)	1	
	砂利・礫混り (-G)	2	
	砂混り (-S)	3	
	シルト混り (-M)	4	
	粘土混り (-C)	5	
	有機質土混じり (-O)	6	
	火山灰混り (-V)	7	
	貝殻混り (-Sh)	8	

付属資料 2
ボーリング交換用データ

表 2-25 砂地盤の相対密度の表現法

付5-50

コード	相対密度	N 値
0	(空白)	—
1	非常に緩い	0~4
2	緩い	4~10
3	中ぐらい	10~30
4	密な	30~50
5	非常に密な	50 以上
9	その他	—

付属資料 5
ボーリング交換用データ

表 2-26 細粒土の相対稠度区分と状態表現 (ASTM D 2488 参考)

コード	相対稠度 (状態表現)	現場における判別方法 (原位置土に対する親指試験)
0	(空白)	—
1	軟らかい	親指をたやすく押し込める。
2	中位	かなり力を入れないと親指は押し込めない。
3	硬い	親指でへこませることはできるが、親指を貫入させるには大きな力を要する。
4	非常に硬い	親指の爪はたやすく入る。
5	固結した	親指の爪も入らない。
9	その他	—

表-6.2.2 砂の相対密度、内部摩擦角とN値との関係(Terzaghi and Peck¹⁾, Meyerhof⁷⁾)

N値	相対密度(relative density) $D_r = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}}$	内部摩擦角 ϕ (度)	
		ベックによる	マイヤー・ホフによる
0~4	非常に緩い(very loose)	0.0~0.2	28.5以下
4~10	緩い(loose)	0.2~0.4	30以下
10~30	中位の(medium)	0.4~0.6	30~35
30~50	密な(dense)	0.6~0.8	35~40
50以上	非常に密な(very dense)	0.8~1.0	40~45

表-6.2.3 コンシステンシー、N値および一軸圧縮強さの関係(Terzaghi and Peck¹⁾)

コンシステンシー	非常に軟らかい	軟らかい	中位の	硬い	非常に硬い	固結した
N値	2以下	2~4	4~8	8~15	15~30	30以上
q_u (kN/m ²)	25以下	25~50	50~100	100~200	200~400	400以上
q_u {kgf/cm ² }	{0.25以下}	{0.25~0.50}	{0.5~1.0}	{1.0~2.0}	{2.0~4.0}	{4.0以上}

地盤調査法 社団法人地盤工学会より抜粋

4-2. 土質柱状図の読み方についての留意事項

(1) 土砂の土質名について

混合土砂の場合、土砂成分(粘土・砂・礫)の混入割合によって土質名を付ける。

- ・「××質○」、「××混じり○」では、○が主の土質名で、×は補助名(混入している土砂の土質)である。
- ・ 粘土質砂⇒砂に、かなりの量の粘土が全体に満遍なく混入しているもの
- ・ 礫混じり砂⇒砂に、礫が部分的混入したり、全体に少量混入しているもの
- ・ 工学的分類では重量比15%を境に、15%以上混入していれば「××質」、15%以下のときは「××混じり」としている。
- ・ 柱状図では観察により区分している。

積算上の礫混じり土砂は、礫を多く含む礫質土や礫質砂、砂礫など(礫混じり砂、礫混じり粘土ではない)

現場判定土質名と地盤材料の分類名(粗粒土)

現場土質名(観察名)		地盤材料の分類名		
大区分	小区分	大分類	中分類	小分類
礫質土	礫(粗礫・中礫・細礫) 砂まじり礫 粘土(シルト)まじり礫 腐植物(貝殻・火山灰)まじり礫	粗粒土	礫質土::G	礫:(G) 砂まじり礫:(G-S) 細粒分まじり礫:(G-F) 細粒分砂まじり礫:(G-FS)
	砂礫 粘土まじり砂礫			砂質礫:(GS) 細粒分まじり砂質礫:(GS-F)
	粘土質礫(砂礫) 有機質礫(砂礫) 火山灰質礫(砂礫) 凝灰質礫(砂礫)			細粒分質礫:(GF) 砂まじり細粒分質礫:(GF-S) 細粒分質砂質礫:(GFS)
砂質土	砂(粗砂・中砂・細砂) 礫まじり砂 粘土(シルト)まじり砂 腐植物(貝殻・火山灰)まじり砂	粗粒土	砂質土::S	砂:(S) 礫まじり砂:(S-G) 細粒分まじり砂:(S-F) 細粒分礫まじり砂:(S-FG)
	砂礫 粘土まじり砂礫			礫質砂:(SG) 細粒分まじり礫質砂:(SG-F)
	粘土(シルト)質砂 有機質(火山灰質・凝灰質)砂 粘土(シルト)質砂礫			細粒分質砂:(SF) 礫まじり細粒分質砂:(SF-G) 細粒分質礫質砂:(SFG)

土質試験の方法と解説(第1改訂版)p228:(社)地盤工学会参考

現場判定土質名と地盤材料の分類名(細粒土)

現場土質名(観察名)		地盤材料の分類名		
大区分	小区分	大分類	中分類	小分類
粘性土	砂質シルト 礫(砂)まじりシルト 腐植物(貝殻)まじりシルト シルト	粘性土 :Cs	シルト {M}	シルト(低液性限界):(ML) シルト(高液性限界):(MH)
	シルト(砂)質粘土 礫(砂)まじり粘土 腐植物(貝殻)まじり粘土 火山灰まじり粘土、粘土		粘土 {C}	粘土(低液性限界):(CL) 粘土(高液性限界):(CH)
有機質土	有機質粘土 火山灰まじり有機質土 有機質火山灰	細粒土	有機質土 {O}	有機質粘土(低液性限界):(OL) 有機質粘土(高液性限界):(OH) 有機質火山灰土:(OV)
火山灰土	〇〇ローム 凝灰質粘土 (火山灰質粘性土)		火山灰質粘性土 {V}	火山灰質粘性土(低液性限):(VL) 火山灰質粘性土(Ⅰ型):(VH1) 火山灰質粘性土(Ⅱ型):(VH2)
高有機質土	泥炭 黒泥	高有機質土 {Pt}		泥炭:(Pt) 黒泥:(Mk)
その他	廃棄物、改良土、瓦礫、盛土、 埋土、硬質粘土、固結粘土、 岩盤(硬岩・中硬岩・軟岩)	人工材料	廃棄物:(Wa) 改良土:(I)	

土質試験の方法と解説(第1改訂版)p228:(社)地盤工学会参考

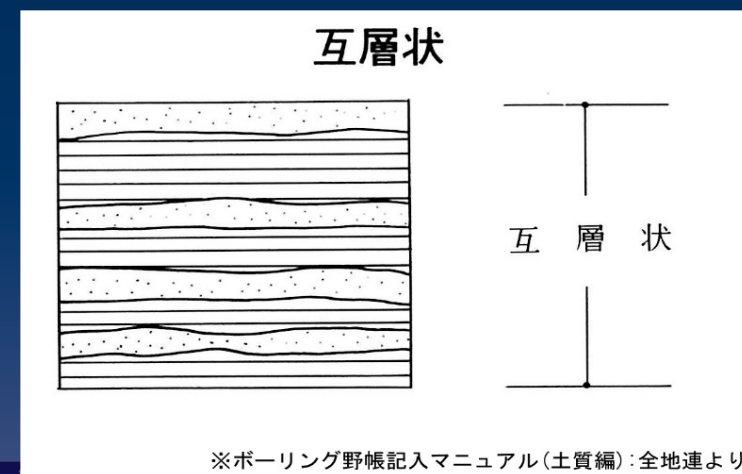
(コンシステンシーによる分類)

(2) 互層について

- ・ **異なった土質が同程度の厚さで交互に堆積している状態であれば互層とし、どちらかがかなり勝っていれば、その間にある層は挟み層として、深度何m付近に何の挟み層(厚さ何cm位を記入)とし、その厚さが50cmを越えるものであれば独立層として扱う。**

- ・ 一般には粘性土と砂質土の互層状態が多く見られており、問題になるのはその互層全体が砂質土か粘性土かであり、N値はいくつを採用するかである。
- ・ この判断は土質試験や現場の地質調査技士に委ねられるが、考え方としては互層全体でどの土質が優勢か、さらに10cm貫入時の打撃回数を参考にして、設計上その判断が危険側に傾かないようにすべきである。

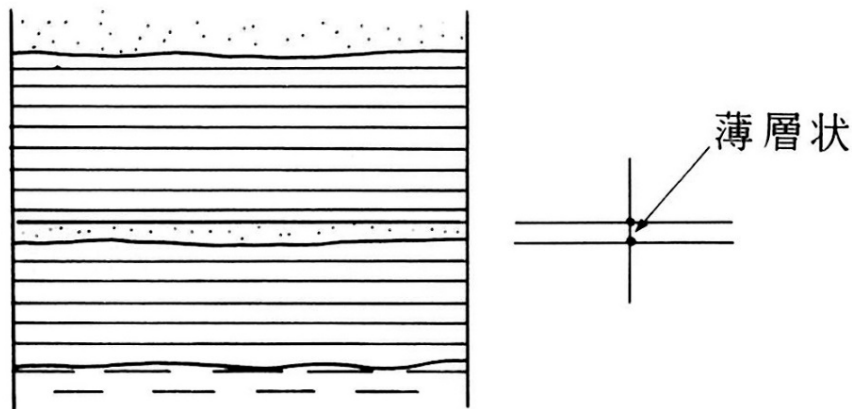
一般的には粘性土のN値が及ぼす影響の方が、砂質土のN値よりも大きいといえる。



(3) 挟み層(薄層)について

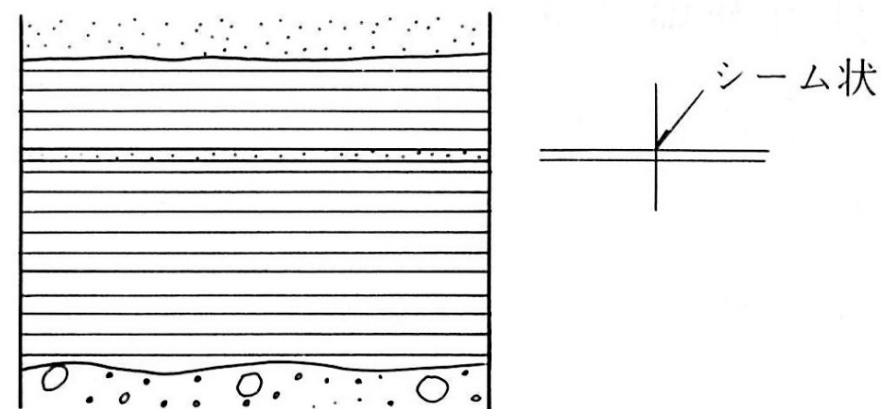
- ・ 一様な土層の中に、異質な土層が薄く挟んでいる場合が多い。
- ・ 記事としては薄層状で深度・土質名・厚さなどを記録する。
- ・ 一般に厚さが1～2cm以下であればシーム状と表現し、それ以上の厚さでは薄層状としている。

薄層状



※ボーリング野帳記入マニュアル(土質編):全地連より

シーム状

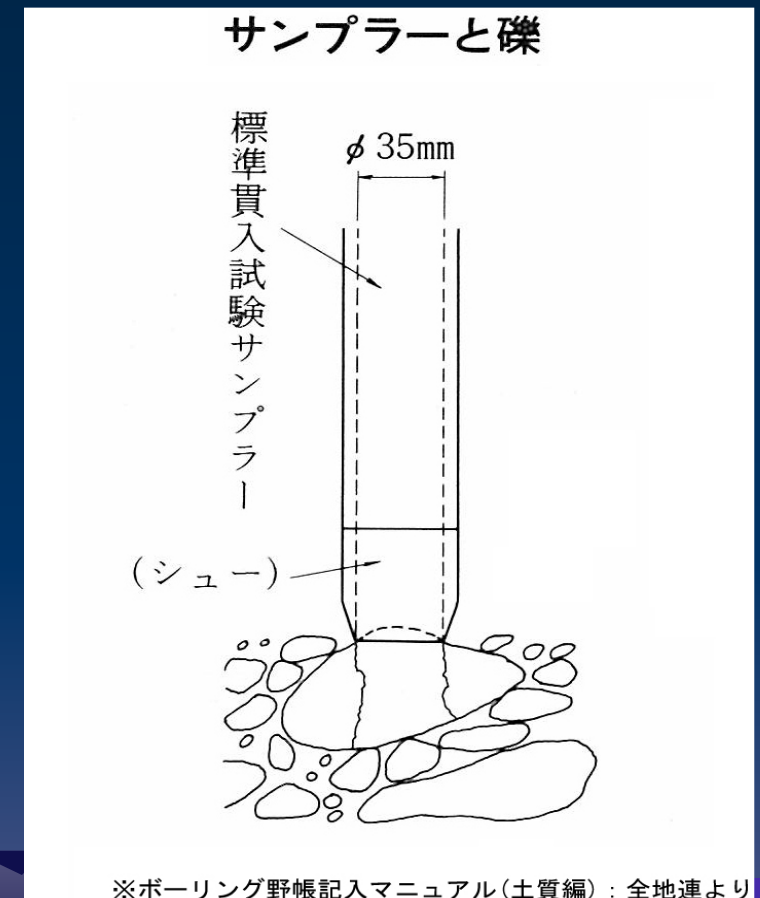
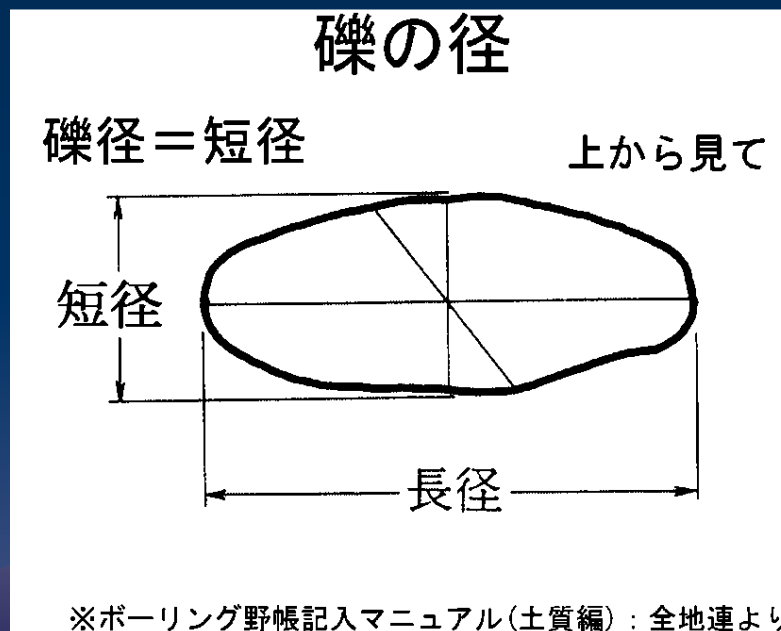


※ボーリング野帳記入マニュアル(土質編):全地連より

(4) 礫径および最大礫径

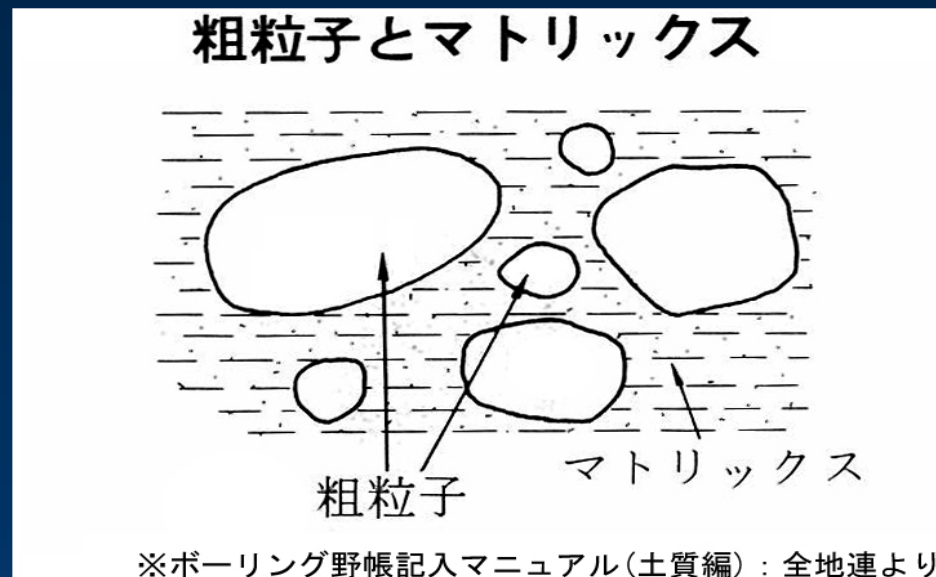
- ・ ボーリングで礫径を判断することは非常に難しい。
- ・ 標準貫入試験のサンプルは、35mm以下に割られて入ってくる。
- ・ 実際には掘進時の感触やコアバレル内に詰まってきた礫片やコア長、形状などから推定しており、あまり正確ではない。

※土質調査で表される礫径とは、楕円形の短径の長さで表されており、粒度分析でフルイ目を礫が通過する際の幅に一致している。



(5) マトリックス

- ・ マトリックスとは、主体となる粗粒土の間隙を埋めている充填物。
- ・ 砂礫等の土質状態を表現するときによく用いられる言葉で、礫の間隙を埋めている土砂を指している。



砂礫の表現例

一般礫径 $\phi 2 \sim 25\text{mm}$; ϕ_{AV}

最大礫径 $\phi 40\text{mm}$ 位; ϕ_{MAX}

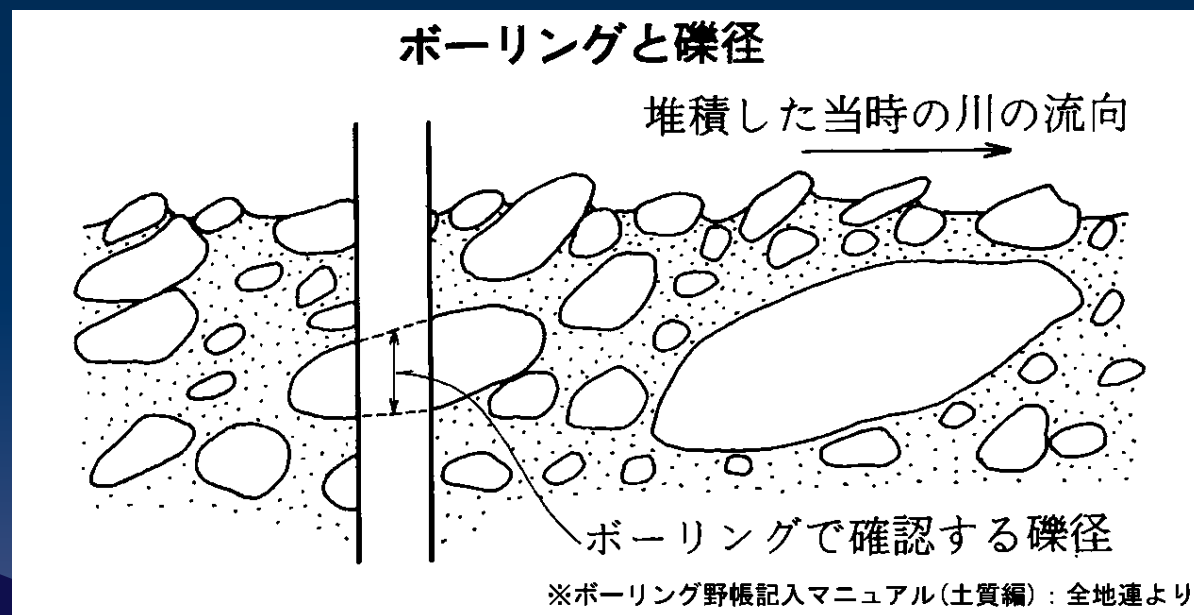
礫径; 亜円～円礫

硬質砂岩礫が主体

マトリックスはシルト混じり砂で、細砂～中砂分が多い。

(6) 玉石や転石の径

- ・ 削孔に際して玉石とは30cm程度のものまでを指し、それより大きいものは転石と呼んでいる。
- ・ ボーリングで採取したコア **長の3～5倍を推定径**としており、柱状図への記録には、**推定径・・・mm**という表現をする。
- ・ 玉石や転石の大きさは、付近の**地形や露頭などを観察して判断**すべきである。



(7) 地下水位

- ・ 土質ボーリングでは特に支障がない限り、**初期水位が認められるまでは、無水掘り**を実施する。
- ・ 地下水位が認められたら削孔を一時中止して、水位が安定してから計測し孔内水位として記録する。
- ・ やむを得ず泥水を使用した場合の対応としては、ケーシングなどにより孔壁の崩壊防止をほどこしてから、孔内に溜まった泥水をくみ出し、後日作業前にくみ出した泥水位よりも孔内水位が高くなっていれば孔内水位として記録する方法がある。その際には最上位の帯水層において実施し、不透水層までケーシングを設置しないように注意する。
- ・ 時間的余裕があれば、調査完了後に上部帯水層までストレーナ加工した塩ビ管などを挿入して水位を観測する。

(8) 標準貫入試験結果

- ① 本打ちの開始深度と完了深度を記入する。
- ② 10cm貫入ごとの打撃回数を累積貫入量30cmまで記録する。
(0～10cm貫入の回数、10～20cm貫入の回数、20～30cm貫入の回数)。
 - ・ ちょうど10cmにならない場合は、分子に打撃回数、分母に貫入量を記録する。
- ③ 試験結果を、**打撃回数／貫入量**で記録する。
 - ・ 最大打撃回数に達しても30cm貫入しない場合は、最大打撃回数で貫入した量を記録する。
 - ・ 最大打撃回数(50または60)／貫入量(cm)
- ④ 予備打ち過程でN値が50以上になると予測される場合は、予備打ちを省略し本打ちとする。
- ⑤ 分母が30でない場合は、30に換算した時の分子の値が換算N値となる。

土砂のN値の上限は50または60であるが、軟岩や風化岩のような岩盤の場合には、換算N値で300までの関係を用いた地盤定数の推定も試みられている。

標準貫入試験結果の例-1

◎軟弱な場合

本打ち開始深度:4.15m

- ・ 1回打撃、13cm貫入(4.15~4.28m)=1/13
- ・ 1回打撃、11cm貫入(4.28~4.39m)=1/11…累積貫入量24cm
- ・ 1回打撃、9cm貫入(4.15~4.48m)=1/9…累積貫入量33cm

合計=3回打撃/33cm貫入=3/33

貫入量を30cmに換算=2.7/30

N値=2.7

本打ち完了深度:4.48m

標準貫入試験									
深 度 (m)	10cmごとの 打撃回数			打撃 回数 / 貫入 量 (cm)	N 値				
	0	10	20						
	10	20	30						
4.15	1/13	1/11	1/9	3/33	2.7				
4.48									

標準貫入試験結果の例-2

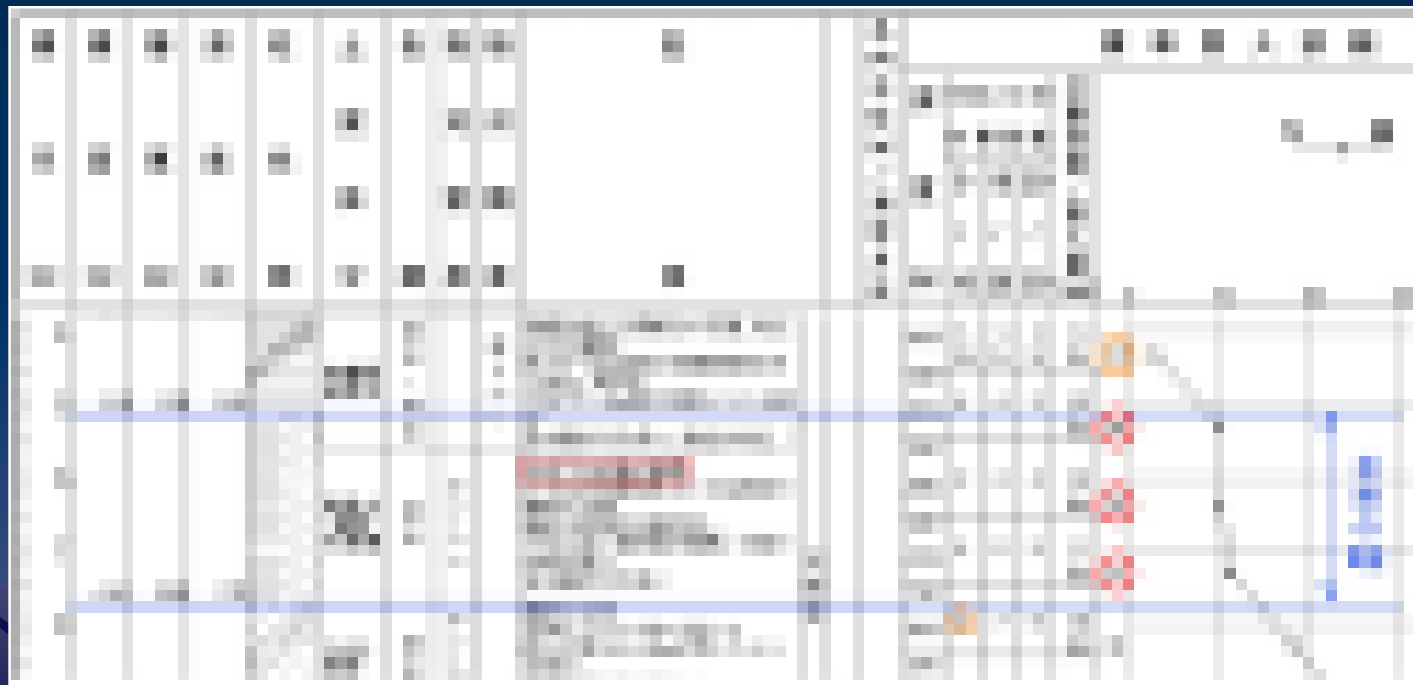
◎互層(粘性土・細砂)の場合(確認深度:5.1~7.7m)

土質判定は、

- ・ 観察記事から互層全体では砂層が優勢であるため、砂質土層とする。
- ・ 採取サンプルで粒度試験を行い判定する。

N値は、

- ・ 測定N値は10,10,11であり、この互層全体を代表N値10の砂質土層とする。
- ・ 各深度の測定N値をそのまま採用した砂質土層として、内部摩擦角のみを推定する方が安全側で妥当と判断する。



標準貫入試験結果の例-3

◎非常に密な場合

本打ち開始深度: 15.00m (予備打ちでN値50以上が予測)

・ 43回打撃、10cm貫入 (6.00~6.10m) = $43/10 = 43$

・ 7回打撃、1cm貫入 (6.10~6.11m) = $7/1$ ← 最大50の残り回数 (7回) を打撃

合計 = 50回打撃 / 11cm貫入 = $50/11$

N値 = 50以上 (貫入量を30cmに換算 = $136/30$)

本打ち完了深度: 15.11m

標準貫入試験									
深 度 (m)	10cmごとの 打撃回数			打撃 回数 / 貫入 量 (cm)	N 値				
	0	10	20						
	10	20	30						
15.00	43	7		50					
15.11		1		11	136.4				

4-3. 土質柱状図とN値の利用

標準貫入試験を伴う土質調査を整理した土質柱状図からは、次のようなことが明らかにされる。

- ①地盤を構成する土砂の土質および堆積状況
(複数のボーリングで地質断面図を作成)
- ②構造物に対する支持層の分布深度
(一般的な支持層は砂質土でN値30以上、粘性土でN値20以上)
- ③軟弱層の有無
(一般的にN値4以下の粘性土層)

4-4. N値の適用上の注意

土質に対する標準貫入試験の適用範囲はかなり広いが、直径1cm程度以上の径の礫層では正確な判定は困難である。

地盤工学会「礫質土の力学特性についての研究委員会」の報告では、「礫質土に対する標準貫入試験の適用性には限界があり、90%粒径がサンプラー外径(51mm)を越える礫質土への適用は避けるのが望ましい」としている。適用せざるを得ない場合は、打撃数と貫入量の関係を吟味し、礫・岩片などを打撃したような異常値の取扱いや、**測定N値の補正**を検討する必要がある。

柱状図に記載されているN値は測定N値であるため、異質の土砂の値(互層のN値)や礫打撃の影響を受けた値(砂礫のN値)がそのまま記録されている。したがって測定N値を設計に採用する場合は、土質の状態を把握し、層全体のN値分布や各N値の内訳(10cm貫入の値)などを参考にして、適切に補正したN値を採用すべきである。

ご清聴ありがとうございました。

