

2015年6月23日
平成27年度 公共調達スキルアッププログラム
「測量・地質調査研修」

1

地質調査の方法と計画 —地質調査の基礎と事例—

山形県地質土壌調査業協会

技術委員 中臺直之（技術士:建設部門・応用理学部門）

本講習の内容

2

1. 地質調査の概要
2. 地質調査の種類と方法
3. 山形県の地質的問題
4. 調査事例
 - 4.1 建築物の地質調査
 - 4.2 橋梁・高架構造物の地質調査
 - 4.3 上下水道等の地質調査
5. DVD放映

1. 地質調査の概要

3

① 地質調査の目的

- ▶ 構造物の計画・設計・施工のための調査
土質ボーリングは構造物調査など最もポピュラーなボーリングで、主にノンコア仕様（標準貫入試験併用が基本）。岩盤ボーリングは軟岩や中硬岩以上の地盤を対象とし、土質と同様に構造物支持地盤確認や、構造物設計に必要な地盤の各種物性値を求めるための調査。
- ▶ 構造物の維持管理のための調査
土構造物をはじめとした既設人工構造物の劣化原因、度合いを調べ、対処方法を考えるための調査。
- ▶ 地盤環境保全のための調査
地下水汚染や土壌汚染など人類の営みが周辺環境に与える影響度合いを調べ、対処方法を考えるための調査。
- ▶ 災害（防災）調査
地盤災害が生活環境や構造物に与える外力規模、影響規模を求めるための調査。トンネル、構造物基礎、地すべりなどで行う、オールコア仕様で計画。

1. 地質調査の概要

4

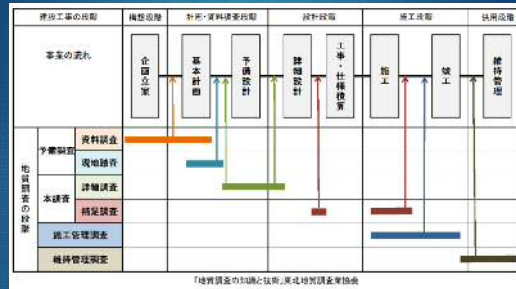
② 地質調査の重要性

地質調査の目的	地質調査を十分に行わない場合		留意点
	時期	懸念される事象	
安全で長期の使用性や耐久性に優れた構造物を築造するために必要となる設計・施工条件を明らかにする。	施工初期	構造物の不安定化	地質調査の範囲・内容・数量・方法等について慎重に検討し、適切に設計・施工条件を設定できるだけの地質調査を実施する。
	施工時	予期しない補助工法の導入	
		工法の変更	
	供用後	沈下や変形	

1. 地質調査の概要

5

③ 事業段階と地質調査



- ▶ 予備調査：大局的、既存資料や現地踏査から調査重点箇所や調査方針を計画
- ▶ 本調査・解析：高い精度、設計用の地盤構成や地盤定数の設定
設計業務を伴う地すべりや軟弱地盤の解析・対策工設計
- ▶ 施工管理調査：品質管理や動態観測
- ▶ 維持管理調査：定期的観測（地下水位観測、地盤沈下観測、地すべり動態観測等）

2. 地盤調査の種類と方法

6

2. 1 機械ボーリング

- ① ボーリングマシン
- ② 土質ボーリング・岩盤ボーリング
- ③ ボーリングの掘削孔径
- ④ 仮設時の積算
2. 2 標準貫入試験
2. 3 位置、数量、深さ
2. 4 室内土質試験
2. 5 ボーリングに代わる調査方法
2. 6 サンプルング

2.1 機械ボーリング

7

① ボーリングマシン

- ▶ ボーリングは、地中に孔をあけて掘り進み、土や岩の試料を採取・観察したり、孔内試験を行って土の強度などを調査するために行う。ボーリング孔を利用した調査は、計測や試験の種類によっては掘削孔径が異なる。

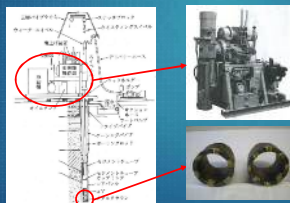


図2.1 ボーリングマシンの設備例

(出典：地盤調査の方法と解説P183, 186, 193)



現場例（掘削中）

2.1 機械ボーリング

8

② 土質ボーリング・岩盤ボーリング

表2.1 せん孔深度、せん孔方向による補正

補正の区分	土質ボーリング		岩盤ボーリング	
	適用基準	補正係数	適用基準	補正係数
せん孔深度	0～50m	1.00	0～50m	1.00
	50～80m	1.10	50～80m	1.10
	80～100m	1.15	80～120m	1.15
			120m～	1.25
せん孔方向	鉛直下方	1.00	鉛直下方	1.00
	斜め下方	1.15	斜め下方	1.15
	水平	1.20	水平	1.20
	斜め上方	1.40	斜め上方	1.40

- ▶ 土質ボーリングは構造物調査など最もポピュラーなボーリングで、主にフンコア仕様（標準貫入試験併用が基本）
- ▶ 岩盤ボーリングはトンネル、構造物基礎、地すべりなどで行う、オールコア仕様で計画
- ▶ オールコアボーリングは岩盤ボーリングは標準であるが、土質ボーリングはこれまでフンコアボーリング単価で対応していた。
現在は市場単価に土質のオールコア単価が存在する。

2.1 機械ボーリング

9

③ ボーリングの掘削孔径

表2.2 ボーリングの掘削孔径

種別・規格	必要な口径	備考
標準貫入試験	φ 66mm	
シンワオール サンプリング	軟弱な粘性土 (0 ≤ N値 ≤ 4)	φ 86mm
デニソン サンプリング	硬質な粘性土 (4 < N値)	φ 116mm
現場透水試験	φ 86mm	一軸圧縮試験 三軸圧縮試験 圧密試験等
孔内水平載荷試験	φ 66mm、φ 86mm	

- ▶ 計画する孔内試験や、サンプリング方法によって必要な孔径が異なる
→ 機械ボーリングの孔径は上表の**最大孔径として積算**
- ▶ 地盤構成が不明な場合のサンプリングでは、サンプリング精度、試験試料と試験値の品質を確保することが問題となる → **一発取りは難しい**
- ▶ 現実には**調査孔(φ66mm)**をパイロットとして、**別孔(φ86mm)**を掘削して採取している

2.1 機械ボーリング

10

④ 仮設等の積算

表2.3 現場内小運搬 表2.4 仮設足場 表2.5 その他の間接費

種別・規格	種別・規格	種別・規格
人員運搬	平坦地足場	準備・撤片付け
0～50m	0～15度	
50～100m	15～30度	撤入路伐採
特装车運搬	傾斜地足場	遮障保全
0～100m	30～45度	仮囲い
100～500m	45～60度	調査孔閉塞
500～1000m	水深1m以下	給水費
モノレール運搬	水上足場	20m～150m
0～100m	水深3m以下	
100～500m	水深5m以下	
500～1000m	水深10m以下	

(出典：設計業務等標準積算基準書 国土交通省大臣官房技術調査課監修)

- ▶ 運搬仮設は現場の地形、勾配、距離などの諸条件を考慮して決める
- ▶ 山地ではモノレール運搬が主体となるが、積算は架設・撤去費、運搬費に加えて、機械器具損料費の計上を要望 → 建設物価では別途計上することが明記

2.2 標準貫入試験

11

- (1) 質量63.5kgのハンマーを760mmの高さからアンビルに自動落下させSPTサンプラーを打ち込む。
- (2) N値はSPTサンプラーを300mm打ち込むのに要する打撃回数。

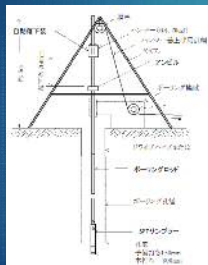
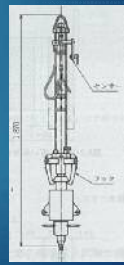


図2.2 標準貫入試験装置の例



写真2.3 自動落下装置の例



12

- (1) N値と相対密度やせん断抵抗角などの地盤定数との関係が提案されているが、N値はあくまでも土の硬軟、締まり具合を間接的に表す相対的な指標であることに注意。
- (2) 参考にN値で表現される相対密度とコンシステンシーを示す。

表2.6 N値と砂の相対密度

N値	相対密度 Terzaghi and Peck	現場判別法
0～4	非常に緩い(very loose)	鉄筋が容易に手で貫入
4～10	緩い(loose)	スコップで掘削可能
10～30	中位の(medium)	鉄筋を5ポンドハンマーで打込み容易
30～50	密な(dense)	同上、30cm程度貫入
>50	非常に密な(very dense)	同上、5～6cm貫入、掘削には し必要、打込み時金属腐食

表2.7 N値とコンシステンシー、
一軸圧縮強さ

N値	一軸圧縮強さ qu(kN/m ²)	コンシステンシー
0～2	0.0～24.5	非常に柔らかい
2～4	24.5～49.1	柔らかい
4～8	49.1～98.1	中位の
8～15	98.1～196.2	硬い
15～30	196.2～392.4	非常に硬い
30<	392.4<	固結した

(出典：地盤調査の方法と解説 P305, 308)

2.3 位置、数量、深さ

13

ボーリング位置の選定は、調査において重要である

必要な箇所、必要な数量、必要な深さまで実施する

各構造物毎に地盤の支持力やすべり、基礎の沈下や水平変位の影響する深さまで(地質状況・規模等により増減)

良質な支持層を基礎底面から基礎の最小幅程度の深さまで連続して存在することの確認

＜良質な支持層とは？＞

粘性土：N値が20程度以上（一軸圧縮強度 q_u が0.4N/mm²程度以上）

砂質土：N値が30程度以上

ただし、層厚が薄い、その下に圧密層が分布等は要注意

地すべりなどでは、不動岩盤と判断される地層を5.0m程度確認できる深さ

2.4 室内土質試験

14

表2.8 室内土質試験の方法一覧表（出典：土質試験の方法と解説）

区分	試験項目	試験方法	試験結果から得られる主な値	試験結果の利用	試料
物理的性質試験	土粒子の密度	土粒子の密度	土粒子の密度	土の基本的性質(孔隙比、飽和度等)程度の沈降分析	乱れた試料
	含水比	含水比	含水比	土の基本的性質の計算	
	粒度	ふるい分析	最大粒径	土の工学的分類	
		沈降分析	粒径加減曲線と各粒径	液状化の検討	
	コンシステンシー	液性限界試験	液性限界、塑性限界、塑性指数	土の工学的分類	
		塑性限界試験	コンシステンシー指数	粘性土の安定性の判定	
力学的性質試験	稠度土の密度	ノギス法	稠度密度	土の基本的性質の計算	乱れの少ない試料 (サンプリング) (φ86~116mm)
	圧密試験	段階載荷 定ひずみ速度載荷	e -log P 、 f -log P 直線 圧縮指数、圧密降伏応力 体積圧縮係数、圧密係数	粘性土地盤の圧密沈下量の計算 粘性土地盤の圧密沈下時間の計算	
	一軸圧縮試験	土の一軸圧縮試験	一軸圧縮強度、破壊歪み 数値係数	粘性土地盤の基礎、斜面の安定 安定計算、横方向支持力	
	三軸圧縮試験	非圧密-排水水(UU) 圧密-排水水(CU) 圧密-排水(CD)	圧縮強度(粘着力、せん断抵抗角) 変形係数	粘性土地盤の基礎、斜面の安定 安定計算、横方向支持力 圧密促進工法等の地盤改良の設計	

赤字は「乱れの少ない試料」が必要、ボーリング孔径は最低φ86mmとなる

2.5 ボーリングに代わる調査方法

15

① スウェーデン式サウンディング試験

- * ボーリング位置の補間や地耐力調査に利用され、比較的安価
- * コア採取はできず、試験時の感覚で地層を判断する
- * 主に軟弱地盤(粘性土4~6以下、砂質土10以下)に適用
- * 原則として、砂礫地盤には適用しづらい

② コーン貫入試験

- * **ポータブル貫入試験**とも呼ばれ、粘性土や腐食土などの軟弱地盤を対象とした調査に用いられる。
- * 動的(簡易)貫入試験 → 急傾斜・地すべりなど(N値との相関)
- * **三成分コーン試験**(先端抵抗・周面摩擦抵抗・間隙水圧)
→ 軟弱地盤中の砂層の検知、ボーリングより安価
- * オランダ式コーン貫入試験 → 軟弱地盤を対象

③ 小型動的コーン貫入試験(ミニラムサウンディング)

- * N値との相関が良く、N値30回程度までの砂礫層にも適用可能
- * ボーリング孔間の補充調査や予備調査に活用
- * コア採取できないが、貫入抵抗やトルクによって大まかな土質判定は可能
- * ボーリングより安価

2.5 ボーリングに代わる調査方法

16



スウェーデン式サウンディング試験(自動式)



小型動的コーン貫入試験(ミニラム)

2.5 ボーリングに代わる 調査方法

17

＜主なサウンディング方法の一覧＞

方法	管	径	長さ	材料	用途	特徴	適用土質	適用深度	適用範囲	適用土質	適用深度	適用範囲	適用土質	適用深度	適用範囲
ボーリング	鋼管	φ100mm	10m	鋼管	ボーリング	ボーリング	ボーリング	ボーリング	ボーリング	ボーリング	ボーリング	ボーリング	ボーリング	ボーリング	ボーリング
サウンディング	鋼管	φ100mm	10m	鋼管	サウンディング	サウンディング	サウンディング	サウンディング	サウンディング	サウンディング	サウンディング	サウンディング	サウンディング	サウンディング	サウンディング
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

2.6 サンプルング

18

① 乱れの少ない試料の採取

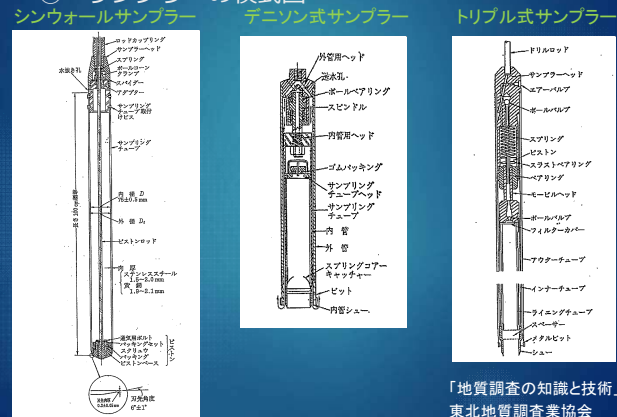
サンプルングは主に力学試験(一軸・三軸・圧密)に供する、乱れの少ない試料の採取を目的とし、手法は、大きく4つに分類される。

- ▶ ① 固定ピストン式シンウォールサンプラー (水圧式もある)
単管式・Φ86mm・N値4回までの粘性土
- ▶ ② デニソン式サンプラー
二重管式・Φ116mm・N値10回程度粘性土(まれに軟岩)
- ▶ ③ トリプル式サンプラー
三重管・Φ116mm・硬質な粘土、砂質土全般・軟岩
- ▶ ④ ブロックサンプルング (露頭・集水井内より直接採取)
採取対象に限られ、試料は掘削による応力開放影響を受け易い

2.6 サンプルング

19

② サンプラーの模式図



「地質調査の知識と技術」より
東北地質調査業協会

2.6 サンプルング

20

③ サンプルング計画

- ▶ 得るべき情報は何か → 何に対する検討を行うのか?
- ▶ どのような試料が必要となるのか → 試験項目の選定
- ▶ どのような採取方法が良いか → サンプルング方法、必要孔径

* 乱れの少ない試料でしかできない試験項目
土の湿潤密度 (ノギス法), 力学試験(一軸・三軸・圧密), 動的試験
・対象となる地層の性状にあったサンプルング方法を計上する
・土の原位置における特性を求める

* 乱れの少ない試料および標準貫入試験試料でできる試験項目
土粒子の密度, 含水比, 粒度分析 (フルイ, フルイ+沈降), 液性限界, 塑性限界
・土の一般的な物理特性の把握に適用
・粒度は、(1)がフルイ+沈降分析で、試験対象土は粘性土であり、(2)はフルイ分析で、試験対象土は砂質土である

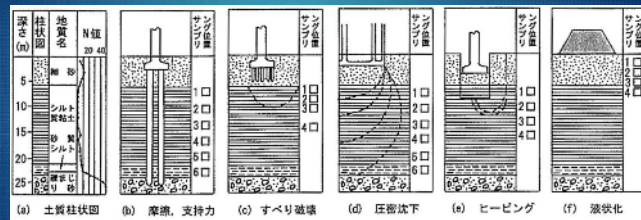
2.6 サンプルング

21

④ サンプルングの数量、深さ

- 対象となる構造物と検討項目に応じて、サンプルングの深さと頻度を決定する。

< サンプルング計画の一例 >



「地質調査の知識と技術」より 東北地質調査業協会

3. 山形県の地質的問題点

22

と留意点

- ▶ 奥羽山脈、出羽丘陵、越後山脈と内陸盆地群、庄内平野で構成。
- ▶ 奥羽山脈、越後山脈は古い地層で急峻地形。
- ▶ 出羽丘陵は地質が上記より新しく軟らかい岩盤。地すべり多発。
- ▶ 扇状地は砂礫や玉石で支持力が問題になることは少ない。
- ▶ 扇状地の先端部は礫・砂・シルトの互層。支持層の決定に留意必要。被圧地下水の存在。
- ▶ 低地は軟弱地盤であることが多い。砂地盤であれば液状化の懸念。



山形県の地質と留意点(出典：山形県の地すべりに加筆)

4.調査事例

23

▶ 4.1 建築物の地質調査

支持層の選定と支持力、沈下量、水平抵抗力、液状化etc

▶ 4.2 橋梁・高架構造物の地質調査

支持層や地層構成、圧密沈下、液状化、地下水etc

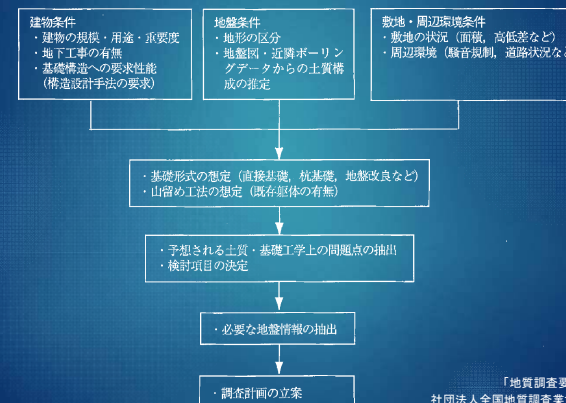
▶ 4.3 上下水道等の地質調査

支持層、透水係数、液状化、仮設etc

4.1 建築物の地質調査

24

① 地質調査計画の手順



「地質調査要領」(H21)より
社団法人全国地質調査業協会連合会編集

4.1 建築物の地質調査

25

② 一般的な検討項目と必要な地盤情報

建設地や建築物の形態の違いによらずほぼ共通の基本的な事項である。

- ▶ ① 支持層の選定
建築規模に応じN値、土層構成や連続性から支持層を選定。
- ▶ ② 支持力
基礎形式(直接基礎、杭基礎)に応じてN値、単位体積重量 γ_t 、一軸圧縮強さ q_u 、粘着力 c 、内部摩擦角 ϕ より試算する。
- ▶ ③ 沈下量
砂質土の即時沈下、粘性土は即時沈下と圧密沈下を検討する。
N値、地下水位、単位体積重量 γ_t 、変形係数 E 、圧密特性より公式を用いて試算。
- ▶ ④ 杭の水平抵抗値
地盤の水平方向地盤反力係数を孔内水平載荷試験
またはN値の相関式から求める。
- ▶ ⑤ 液状化判定
建築基礎構造設計指針に基づく「簡易判定」が主流。N値、地下水位、単位体積重量 γ_t 、細粒分含有率 F_c 、液性限界・塑性限界。

4.1 建築物の地質調査

26

③ 調査試験の数量及び深さ(1)

「地質調査要領」(H21)より
社団法人全国地質調査業協会連合会編集

調査試験法	数 量	深 さ
ボーリング	地層が傾斜と想定：2箇所以上 その他：1箇所以上 図2-1-3参照	事前調査で想定した支持層を確認できる深さまで
標準貫入試験	深さ1mごとを標準とするが、地層が変化する場合は50cmごと	事前調査で想定した支持層を確認できる深さまで
サウンディング	ボーリングの補足程度	調査可能深さ ($N \approx 20$ 程度)
ボーリング孔内水平載荷試験	代表ボーリング孔の各土層につき1箇所以上	杭の水平抵抗の検討：杭頭から深さ約5m、または杭径の5倍程度 沈下の検討：床付け面または支持層直下から基礎層上面
平板載荷試験	1～2箇所以上、床付け面が深い場合は基礎根切り施工時に支持力・変形係数の確認を目的とする	予定床付け面深さ
杭の載荷試験	必要に応じて	必要とする地層深さ
PS検層	必要に応じて	必要とする地層深さ
地下水位測定	代表的ボーリング孔で設計・施工に影響する砂質土層ごと	地表面から予定支持層
地下水調査	地下掘削に影響する砂質土層ごと	地下掘削に影響する砂質土層まで
透水試験	地下掘削に影響する砂質土層ごと	地下掘削に影響する砂質土層まで
サンプリング	土質試験に必要な数	地表面から予定支持層、または支持層直下の粘性土層まで
常時微動測定	必要に応じて	地表面と地中

4.1 建築物の地質調査

27

④ 調査試験の数量及び深さ(2)

「地質調査要領」(H21)より
社団法人全国地質調査業協会連合会編集

土質試験	物理試験 (砂質土)	代表的ボーリング孔の各砂質土層で深さ1mごと	地表面から予定支持層、または支持層直下の粘性土層まで
	物理試験(粘性土)	代表的ボーリング孔の各粘性土層につき1試料	地表面から予定支持層、または支持層直下の粘性土層まで
	粒度試験	少なくとも1箇所のボーリング孔の標準貫入試験採取全試料	ボーリング深さに準じる
	力学試験 (粘性土)	代表的ボーリング孔の粘性土層の層厚2～5mにつき1試料	地層構成・基礎工法を考慮して決定

4.1 建築物の地質調査

28

⑤ (事例)杭基礎で支持される免震構造物(1)

- ▶ ① 建築規模：SRC造、地上10Fの免震建築物。
- ▶ ② 敷地面積：2500m²
- ▶ ③ 基礎工法：杭基礎
- ▶ ④ 立地条件：沖積低地
- ▶ ⑤ 設計条件：免震建物として地震応答解析を予定。
- ▶ ⑥ 調査数量
 - ・ボーリング 5孔(掘止条件：N値50以上5m確認)
 - ・標準貫入試験 1m毎(打撃回数上限は60回(基準による))
 - ・サンプリング 軟弱粘性土を対象に3箇所
 - ・土質試験 細粒分含有率試験及び液性限界・塑性限界試験
 - ・原位置試験 孔内水平載荷試験 2箇所
PS検層(1～2m毎) 常時微動

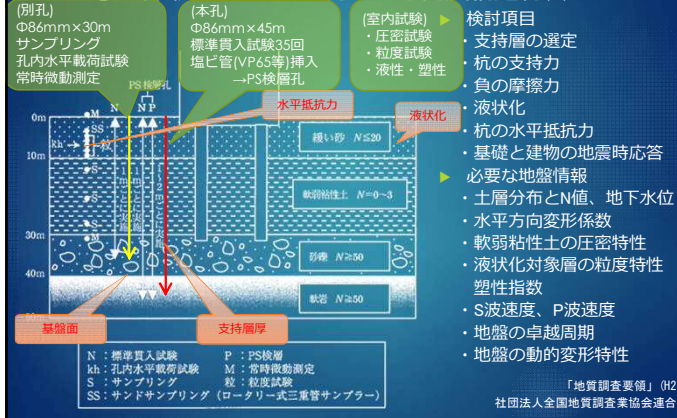


「地質調査要領」(H21)より
社団法人全国地質調査業協会連合会編集

4.1 建築物の地質調査

29

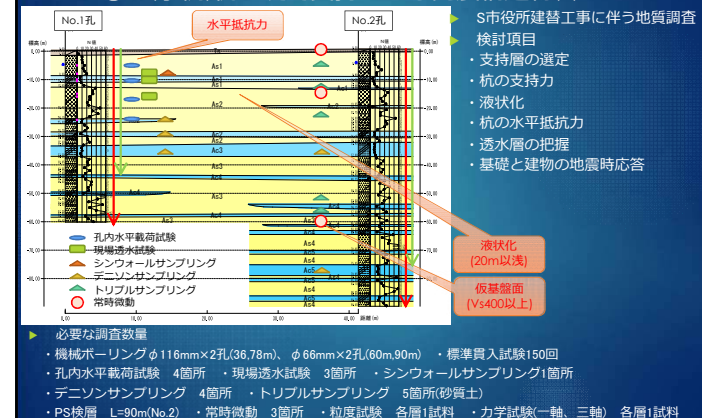
⑥ (事例)杭基礎で支持される免震構造物(1)



4.1 建築物の地質調査

30

⑦ (事例)杭基礎で支持される免震構造物(2)



4.2 橋梁・高架構造物

31

① 留意すべき地盤に関する課題

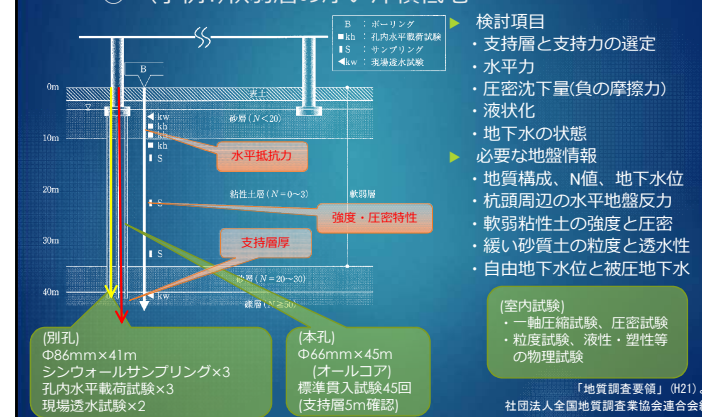
橋梁・高架構造物の設計において留意すべき地盤に関する課題は次のような事項である。

- ▶ ① 支持層の選定
N値、土層構成や連続性から支持層を選定。
- ▶ ② 地盤強度
地盤の強度・変形特性を把握する。
N値、単位体積重量、一軸圧縮強さ q_u 、粘着力 c 、内部摩擦角 ϕ 、変形係数 E 。
- ▶ ③ 沈下量
砂質土の即時沈下、粘性土は即時沈下と圧密沈下を検討する。
橋台背面のアプローチ盛土によって圧密沈下が発生する軟弱粘性土地盤では、橋台の側方移動や基礎杭に作用する負の摩擦力が問題になる。
- ▶ ④ 地下水および被圧地下水の有無
地下水の賦存状況、被圧地下水の有無が施工条件へ影響あり。
- ▶ ⑤ 地すべり・崩壊地形が産生堆積物の有無
山岳地において地すべり地形や崩壊地形がある場合、施工時に掘削面の変形や崩落のおそれ

4.2 橋梁・高架構造物

32

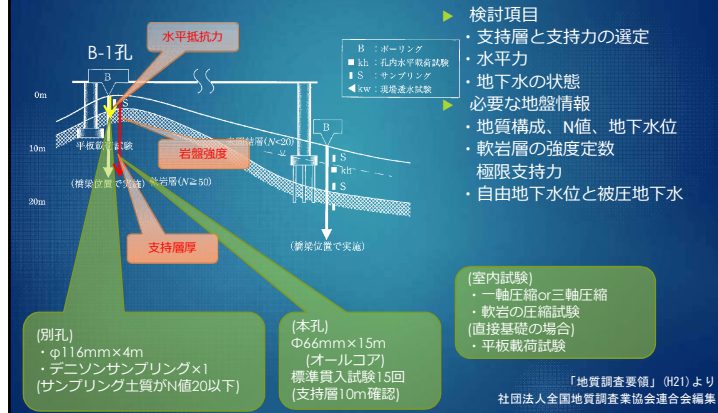
② (事例1)軟弱層の厚い沖積低地



4.2 橋梁・高架構造物

33

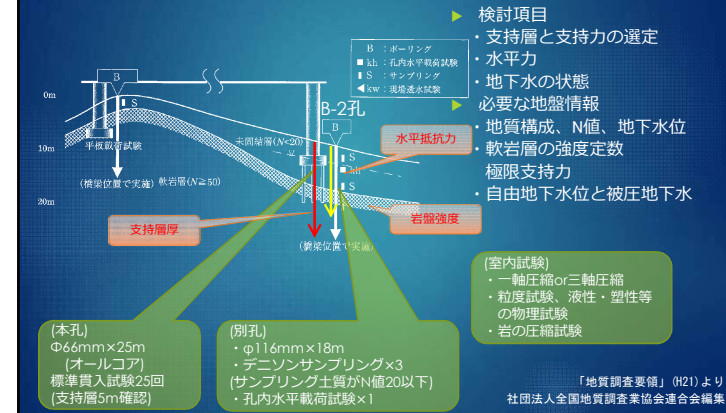
③ (事例2)浅層部に良質地盤が分布する地盤



4.2 橋梁・高架構造物

34

④ (事例2)浅層部に良質地盤が分布する地盤



4.2 橋梁・高架構造物

35

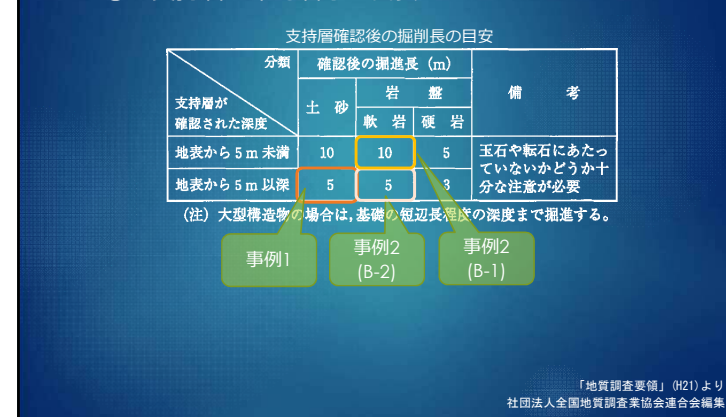
⑤ ボーリング箇所数



4.2 橋梁・高架構造物

36

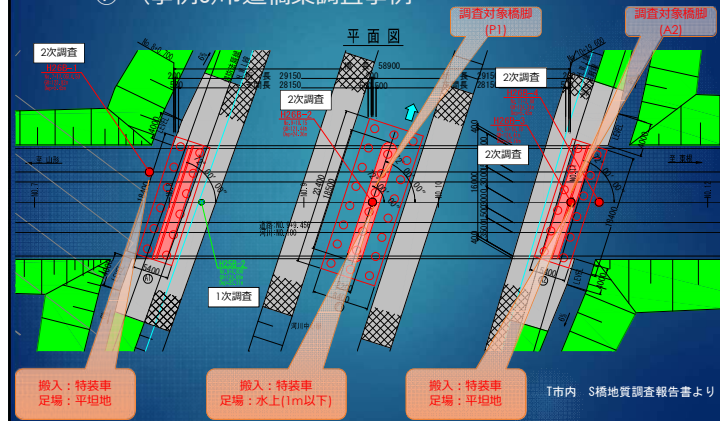
⑥ 支持層の確認層厚の目安



4.2 橋梁・高架構造物

37

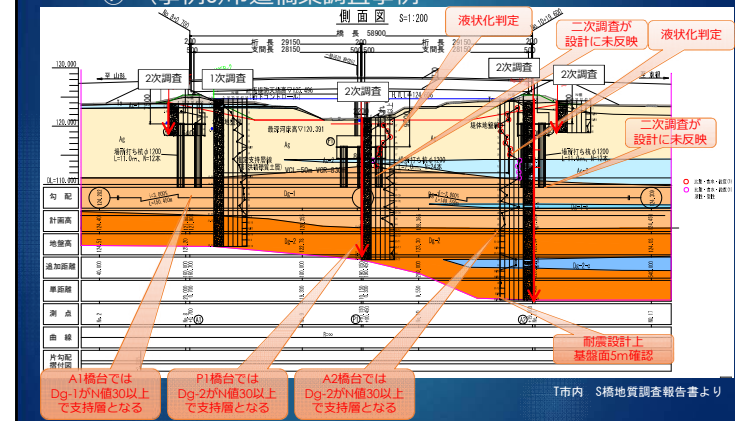
⑦ (事例3)市道橋梁調査事例



4.2 橋梁・高架構造物

38

⑦ (事例3)市道橋梁調査事例



4.3 上下水道等の地質調査

39

① 施工方法の種類と地質調査関連の検討項目

- ▶ ① 開削工法(立坑含む)
 - ・土留め壁の長さ・応力・変形
 - ・掘削底面の安定の検討
 - ・支持力
- ▶ ② 推進工法
 - ・管に作用する外力、地盤変状の検討
 - ・湧水対策
- ▶ ③ 耐震設計
 - ・耐震基盤面の確認
 - ・液状化の検討(道路橋示方書・同解説 耐震設計編)
- ▶ ④ 関連施設
 - ・基礎構造の検討
 - ・液状化の検討(建築基礎構造設計指針)

4.3 上下水道等の地質調査

40

② 開削工法の検討項目と必要とする地盤情報

検討項目	必要とする地盤情報	調査試験方法
土留め壁の掘入れ長、応力、変形	土層縦断面図(土層構成・地下水位) 単位体積重量 γ 変形係数 E 粘着力 c 、内部摩擦角 ϕ	ボーリング・地下水位測定 湿潤密度試験 孔内水平応荷試験または一軸圧縮試験 三軸圧縮試験 (UU・CD 条件)
掘削底面の安定 (ヒービング・ボーリング・龍ぶくれ)	土層縦断面図(土層構成・地下水位) 単位体積重量 γ 間隙比 e 、土粒子の密度 G_s 粘着力 c	ボーリング・地下水位測定 湿潤密度試験 物理試験 三軸圧縮試験 (UU 条件)、一軸圧縮試験
支持力 (土留め壁および中間杭)	土層縦断面図(土層構成・地下水位) N 値 粘着力 c 、内部摩擦角 ϕ	ボーリング・地下水位測定 標準貫入試験 三軸圧縮試験 (UU・CD 条件)、一軸圧縮試験
地下水対策	土層縦断面図(土層構成・地下水位) 透水係数 粒度特性	ボーリング・地下水位測定 現場透水試験 粒度試験

- ▶ 留意点① 「地質調査要領」(H21)より 社団法人全国地質調査業協会連合会編集
ガスや電力、水道等の埋設物の有無。
- ▶ 留意点② 軟弱粘性土はサンプリングし土質試験(圧密試験や一軸圧縮試験)を実施する。
液状化の疑われる砂質土の液状化判定を実施する。

4.3 上下水道等の地質調査

41

③ 推進工法の検討項目と必要とする地盤情報

検討項目	必要とする地盤情報	調査試験方法
管に作用する外力 推進力 立坑および支圧壁	土層縦断面図(土層構成、地下水位) 単位体積重量 γ 粘着力 c 、内部摩擦角 ϕ N 値	ボーリング、地下水位測定 湿潤密度試験 三軸圧縮試験(UU-CD 条件)、一軸圧縮試験 標準貫入試験
地盤変状	土層横断面図、縦断面図(土層構成、地下水位) 単位体積重量 γ 圧密特性 変形係数 E	ボーリング、地下水位測定 湿潤密度試験 圧密試験 孔内水平載荷試験または一軸圧縮試験
溜材の選定	管敷設位置の土の粒度組成	粒度試験・土質判定
推進機種選定の	土層縦断面図(土層構成、地下水位) N 値 管通過位置の粒度 コンシステンシー 管敷設位置の含水比(粘性土の場合)	ボーリング、地下水位測定 標準貫入試験 ボーリングコア判定、粒度試験 液性限界・塑性限界試験 含水比試験

- ▶ 留意点① 「地質調査要領」(H21)より 社団法人全国地質調査業協会連合会編集
切羽の自立が困難な軟弱地盤や湧水の多い砂・礫質地盤。地盤改良が必要となる場合も。
- ▶ 留意点②
礫径の大きい礫質地盤。礫径を誤ると掘削不能や機械入れ替えの必要となる場合もあり。

4.3 上下水道等の地質調査

42

④ 数値で見抜く危険な土質

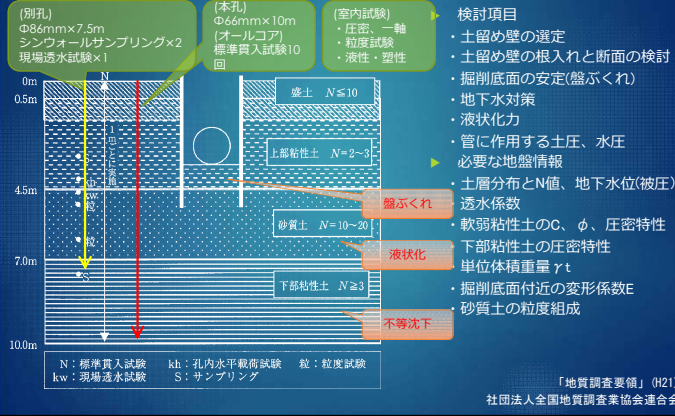
土質	試験項目	危険な数値	予想されるトラブル
砂質土	均等係数 砂粒含有率 最大粒径 地下水压 透水係数	$U_r < 5 \sim 8$ 10~20%以下 100mm 以下 50~100kN/m ² 以上 10 ⁻³ cm/s 以上	自立性の欠如→切羽の崩壊 粘着力の欠如→切羽の崩壊 掘削効率の低下、自立性の欠如 多量の湧水→切羽の崩壊 透水性大→多量の湧水
粘性土	液性指数 含水比 含水比 一軸圧縮強さ	$W_L > 0.8$ $W > 80\%$ $W > 200\%$ $q_u > 100\text{kN/m}^2$ 以上	塑性流動化→沈下・崩壊 圧密性大→沈下 腐植土→沈下、有害ガス 粘着力大→スリット、カッターチャンバー閉塞

「地質調査要領」(H21)より 社団法人全国地質調査業協会連合会編集
スリット：面盤式シールド機のカッター開口部で、掘削土砂の取込み口
チャンバー：シールド機のカッターと隔壁との間に掘削土砂を充満させる空間

4.3 上下水道等の地質調査

43

⑤ 下水道管を開削工法で敷設するケース



5. DVD放映

44

「建築設計のための地盤調査」

(日刊工業新聞社 発行)

調査報告書の読み方 編(13:19)

- ▶ ① 調査報告書の構成
- ▶ ② 結果の表示と解釈
- ▶ ③ 調査結果に基づく工学的検討
- ▶ ④ 設計・施工に際しての留意点

謝 辞

45

- ▶ 長時間にわたり、ご静聴いただき誠にありがとうございました。
- ▶ 本日の内容が、実際の業務に少しでもお役に立てば幸いです。
- ▶ 本日の内容で、ご不明点がございましたら、当協会のホームページでご確認いただくか、メールでお問い合わせいただければと思います。
- ▶ 山形県地質土壤調査業協会
- ▶ <http://www.yamagata-geo.jp>