

建築物の地質調査：地質調査計画の手順

- 建物条件、地盤条件、敷地・周辺環境条件
- 基礎形式の想定、山留工法の想定
- 予想される土質・基礎工学上の問題点の抽出、検討項目の設定
- 必要な地盤情報の抽出
- 調査計画の立案

調査計画は、地盤条件、建物条件、設計手法のそれぞれに対して、必要となる十分な地盤情報が得られるように立案することが肝要

建築物の地質調査：地質調査計画の手順 主な建物条件

建物の規模・用途・重要度

地下工事の有無

基礎構造物への要求性能（構造設計手法の要求）

建築物の地質調査：地質調査計画の手順 主な地盤条件

地形の区分

土質構成の推定

- ・地盤図、近隣ボーリングデータから

建築物の地質調査：地質調査計画の手順

主な敷地・周辺環境条件

敷地の状況

- ・面積、高低差など

周辺環境

- ・騒音規制、道路状況など

建築物の地質調査：地質調査計画の手順 基礎形式と山留工法の想定（例えば・・・）

主な基礎形式

- ・ 直接基礎、杭基礎、地盤改良など

山留工法

- ・ 既存躯体の有無

建築物の地質調査

一般的な検討項目と必要な地盤情報主な建物条件

検討項目	必要な地盤情報
支持層の選定	N 値、土質構成
支持力	N 値、単位体積重量 γ_t 、粘着力 c または一軸圧縮強さ q_u 、内部摩擦角 ϕ
即時沈下量	N 値、地下水位、単位体積重量 γ_t 、変形係数 E
圧密沈下量	圧密特性、単位体積重量 γ_t
杭の水平抵抗	変形係数 E

建築物の地質調査：支持層の選定

N値、土質、土層の連続性から、規模に見合った支持層を選定

地盤情報に基づき、基礎形式、支持力、沈下量を検討

その上で、最も経済的な支持層を選択

必要な地盤情報は、相関式を使って、N値からも推定できる

相関式から推定する場合は、妥当性の判断が重要

妥当性の判断は、一般値との比較、原位置試験結果との対比などによる

建築物の地質調査：支持力

直接基礎、杭基礎の支持力は、支持力公式により算定

公式では、 N 値、単位体積重量 γ_t 、粘着力 c 、内部摩擦角 ϕ などを使用

直接基礎の場合は、平板載荷試験により原位置で支持力を確認することも多い

杭基礎について、急速載荷試験が地盤工学会基準に加えられた

この試験は、杭頭にハンマーを落下させることによる加重—沈下量曲線を使用

これにより、杭基礎の支持力を、省コストで試験時間の短縮が確認できるようになった

建築物の地質調査：即時沈下量

即時沈下量は、砂質土、粘性土で検討

即時沈下量は、変形係数 E 、ポアソン比 ν から算出

ポアソン比 ν は、一般値、経験値を使用

変形係数は、孔内水平載荷試験、平板載荷試験により測定。砂質土は N 値から、粘性土は一軸・三軸圧縮試験からも得ることは可能

ただし、算定する手法によって、換算率（ α ）を適用することが必要

PS検層による変形係数使用の場合には、ひずみレベルに応じた適切な低減が必要。微小なひずみ領域で測定されているため

建築物の地質調査：圧密沈下量

粘性土層に対する圧密沈下量は圧密試験の結果から算定

圧密試験では間隙比 e と荷重 P の関係が得られ、圧密降伏応力 p_c が判定できる

建物建設後の応力が p_c を下回る場合には、沈下計算を省略することもある

過圧密領域（ p_c 以下の荷重領域）での間隙比の変化が大きい場合には、沈下計算を行うことが望ましい

建築物の地質調査：杭の水平抵抗

杭の設計を行う場合には、地盤の水平方向地盤反力係数が必要

地盤の水平方向地盤反力係数は、杭の水平抵抗を検討するために必要

地盤の水平方向地盤反力係数を算出するためには、地盤の変形係数が必要

地盤の変形係数は、孔内載荷試験から求めることができる

地盤の変形係数は、N値から推定することもできる

地盤の変形係数は、粘性土では、一軸圧縮試験や三軸圧縮試験から算出することもできる。

建築物の地質調査

低地・埋立地での検討項目と必要な地盤情報

検討項目	必要な地盤情報	
液状化	簡易判定	N 値、地下水位、単位体積重量 γ_t 、細粒分含有率 F_c 、粘土分含有率、液性限界、塑性限界
	詳細判定	S波速度、P波速度、地下水位、単位体積重量 γ_t 、繰返し非排水三軸試験による液状化強度、動的変形特性
負の摩擦力	圧密降伏応力 p_c 、一軸圧縮強さ q_u 、 N 値、地下水位、単位体積重量 γ_t	

建築物の地質調査：液状化（簡易判定）

簡易判定は『建築基礎構造物設計指針』により、比較的簡単に行える液状化判定

建築の液状化検討方法は、『建築基礎構造物設計指針』によることがほとんど

同指針では、 N 値、細粒分含有率（ F_c ）を用いて液状化判定する方法を示している

対象土は、地下水位以下の沖積砂質土層

埋立土や盛土地盤の場合は $F_c \leq 35\%$ の土、あるいは $F_c > 35\%$ でも粘性土含有率が10%以下の土

細粒土を多く含む礫、透水性の低い土層に囲まれた礫層でも実施。これは液状化の可能性が否定できないため

建築物の地質調査：液状化（詳細判定）

詳細判定では、砂のサンプリング試料を用いた繰返し非排水三軸試験による液状化強度を使用

詳細判定では、地震応答解析で得られた地震波によるせん断応力も使用

試験結果は、砂資料のサンプリングの品質に左右される場合が多い

特に、緩い砂や密な砂に対してのサンプリング法、砂試料の取り扱いに注意が必要

地震応答解析に用いる動的変形特性は、繰返し三軸試験で求めることが一般的

できるだけ、既存資料からの転用はせず、計画地でサンプリングした試料を用いるべき。これは、動的変形特性によって地震応答が大きく変わるため

建築物の地質調査：負の摩擦力（1）

負の摩擦力は、広域地盤沈下地帯や若齡の埋立て・盛土地盤で考慮必要

沖積層の下層面が地表より15m以深にあり、年間の地盤変動量が2cm以上の地域が代表例（通達（1975）による）

具体的な検討方法は、『建築基礎構造設計指針』や『建築物の構造関係技術基準解説書』が参考になる

負の摩擦力の検討は、地盤沈下の際に発生する杭の押し込み力に対して、杭材料および地盤の安全性を検討するもの

建築物の地質調査：負の摩擦力（2）

まず、該当地一帯の年間の地盤変動量を調べて、負の摩擦力検討の必要性を判断

検討する必要がある場合には、沈下が進行していると思われる粘性土からサンプリングし、圧密試験によって圧密未了層を特定する

摩擦力は、砂質土ではN値、粘性土では一軸圧縮強さ q_u を用いて算定

正規圧密状態の粘性土では、有効土被り圧に強度増加率に相当する係数を乗じて q_u を検討する方法もある

建築物の地質調査

傾斜地での検討項目と必要な地盤情報（1）

傾斜地で建物を建設する際は、仮設時の斜面の安定性（建設中、最も不安定になる状態）を調べることが必要

斜面の安定性を検討する方法は、円弧すべり計算が多用されている

円弧すべり計算には、有効応力法と全応力法がある

- ・ 有効応力法：間隙水圧を考慮する方法。ただし、土の破壊時の間隙水圧を推定することは極めて難
- ・ 全応力法：間隙水圧を考慮しない方法。一般にはこの方法を用いることが多い

建築物の地質調査

傾斜地での検討項目と必要な地盤情報（２）

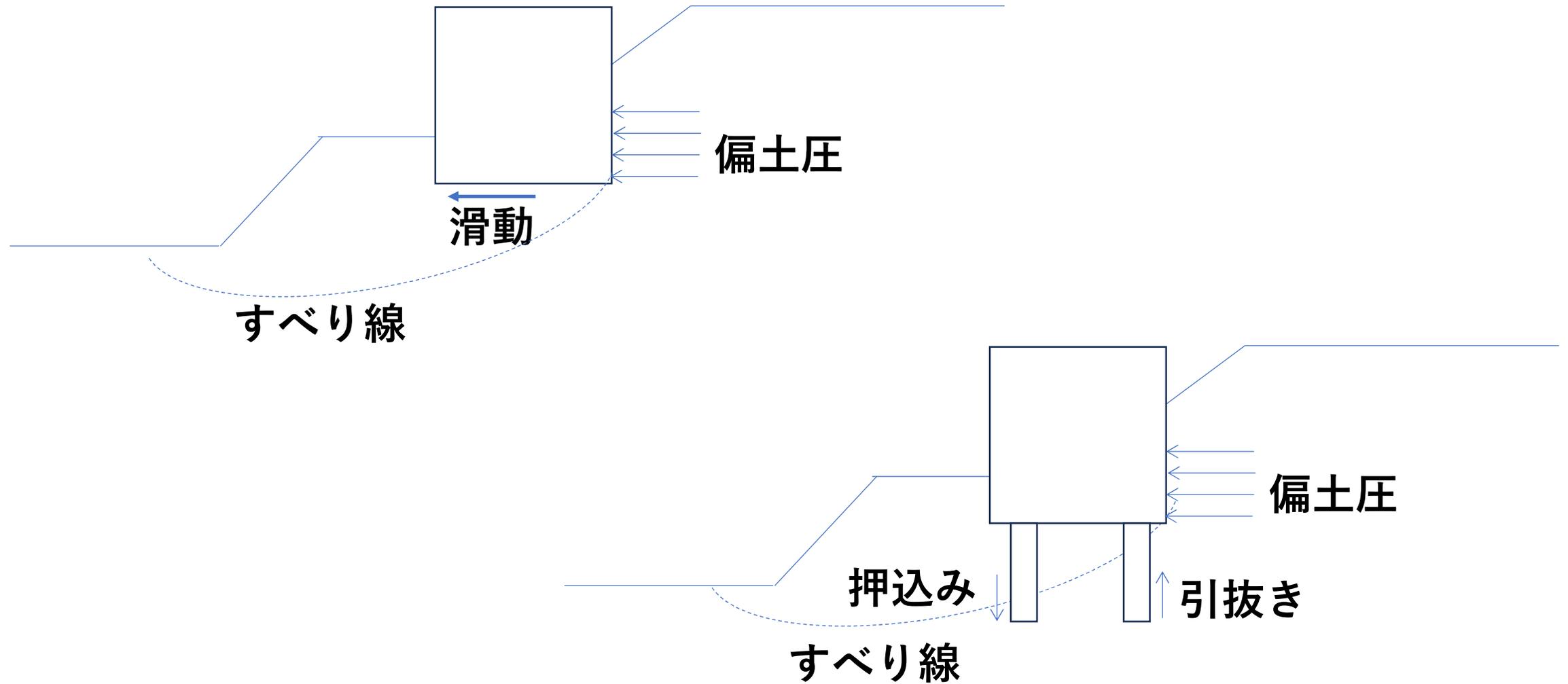
- ・ 傾斜地では、建物外壁を擁壁として使用していることが多い
- ・ この場合、外壁に土圧（偏土圧）が常に作用
- ・ 地震時には、この土圧がさらに増大
- ・ 直接基礎では、建物の滑動が重要な検討事項
- ・ 杭基礎・アンカーでは、引抜き抵抗などが重要な検討事項
- ・ 検討方法は、『建設基礎構造設計指針』、『横浜市斜面地建築物技術指針』などを参照

建築物の地質調査

傾斜地での検討項目と必要な地盤情報 (3)

検討項目	必要な地盤情報
斜面の安定	粘着力 c または一軸圧縮強さ q_u 内部摩擦角 ϕ 地下水位 単位体積重量 γ_t
建物の滑動	基礎地盤の摩擦係数 μ (ϕ) 粘着力 c または一軸圧縮強さ q_u
杭・アンカーの引抜き抵抗	粘着力 c または一軸圧縮強さ q_u 内部摩擦角 ϕ

建築物の地質調査：傾斜地での検討項目



建築物の地質調査

高層・免震建物の建物条件と地震時安全確認方法

建物条件	安全確認
超高層ビル 高さ60m超（大臣認定）	地震応答解析 （時刻歴応答解析）
建物高さ31m超60m以下 （限界耐力計算による安全確認の場合）	限界耐力計算 （仕様規定免除）
免震建築物（大臣認定） （3種地盤相当）	地震応答解析 （時刻歴応答解析）
免震建築物（告示免震） （1,2種地盤相当）	応答スペクトル法 （限界耐力計算相当）

建築物の地質調査

高層・免震建物建設に必要な動的地盤情報

工学基盤確認 ($V_s \geq 400\text{m/s}$) 少なくとも5m以上確認

弾性波速度 (S波速度、P波速度)

$G/G_0 \sim \gamma$ 、 $h \sim \gamma$ 曲線 (動的変形試験)

液状化判定

地盤の種別 (地盤の卓越周期)

*** 詳細は、『建築物の構造関係技術基準解説書』参照**

『改訂3版 地質調査要領 効率的な地質調査を実施するために』を参考に作成

建築物の地質調査

高層・免震建物建設に必要な動的地盤情報：補足

限界耐力計算、告示免震では、N値から推定できる情報も多い

長周期成分や、2種、3種近傍の卓越周期が予想される場合や液状化発生が予想される場合には、PS検層、常時微動測定の実施が望ましい

建設地のサイト波（模擬地震波）の検討において、深い地質構造を特定するための既往試料のない地域では、地震基盤推定のためのアレー観測も必要

*** 詳細は、『建築物の構造関係技術基準解説書』参照**

『改訂3版 地質調査要領 効率的な地質調査を実施するために』を参考に作成

建築物の地質調査

高層・免震建物建設に必要な動的試験

機械ボーリング（N値）

PS検層

常時微動測定

動的変形試験：変形特性を求めるための繰返し三軸試験

簡易液状化判定

必要に応じて：液状化試験（有効応力解析など）

*** 詳細は、『建築物の構造関係技術基準解説書』参照**

『改訂3版 地質調査要領 効率的な地質調査を実施するために』を参考に作成

建築物の地質調査

地下工事がある建物の検討項目と地盤情報

重要な検討項目

山留め工法

根切り底面
の安定性

地下水処理

*** 検討方法の詳細は、『山留め設計施工指針』などを参照**

『改訂3版 地質調査要領 効率的な地質調査を実施するために』を参考に作成

建築物の地質調査

地下工事がある建物の検討項目と地盤情報

山留め工法

<p>地下水の有無が非常に重要 ⇒地下水調査は不可欠</p>	<p>建築物の床付け面深さ、対象地の土質、排水計画で問題となる帯水層を考慮</p>	<p>帯水層の連続性と、透水性、地下水圧力を平面的、深度方向に把握</p>	<p>地下水位、透水性を調査して、地下水の排水計画における問題点を抽出</p>	<p>地下水が豊富な場合には止水壁や排水工法を採用、施工性、周辺への影響も検討</p>
------------------------------------	---	---------------------------------------	---	---

建築物の地質調査

地下工事がある建物の検討項目と地盤情報

根切り工事

土圧のバランスが崩れる⇒根切り面、地盤（背面土）の安定性を図ることが重要

砂質土では、ボーリングを検討

粘性土では、ヒービングと被圧水による盤膨れを検討

建築物の地質調査

地下工事がある建物の検討項目と地盤情報

地下水処理

根切り時の必要
排水量を算出⇒
適切な排水工法
を選択

必要排水量は、
単孔式現場透水
試験から求まる
透水係数を使用

大規模な工事では、
多孔式の揚水試験を行う場合あり

建築物の地質調査

地下工事がある建物の検討項目と地盤情報

検討項目	必要な地盤情報	
山留め工法	工法選定	帯水層厚 地下水位
	土圧・側圧	地下水位 粘着力 c または一軸圧縮強さ q_u 内部摩擦角 ϕ N 値 単位体積重量 γ_t
	アンカーの引抜き抵抗	粘着力 c または一軸圧縮強さ q_u 内部摩擦角 ϕ N 値
根切底面の安定性	ボーリング	地下水位、単位体積重量 γ_t
	ヒービング	粘着力 c または一軸圧縮強さ q_u 単位体積重量 γ_t
	被圧水による盤膨れ	被圧水頭 単位体積重量 γ_t
地下水処理	必要排水量の計算	透水係数 k (透水量係数 T) 貯留係数 S 帯水層厚 D

建築物の地質調査

基礎設計における検討項目と基礎の種別・対象土質に対する必要な地盤情報（1）

検討項目	基礎種別	対象土質	必要な地盤情報
支持層選定	直接杭	砂質土 粘性土	N 値 土質 地層の連続性
支持力	直接	砂質土	N 値 内部摩擦角 ϕ 単位体積重量 γ_t 地下水位
		粘性土	粘着力 c または一軸圧縮強さ q_u 単位体積重量 γ_t 地下水位 圧密特性
	杭	砂質土	N 値
		粘性土	一軸圧縮強さ q_u N 値

* 必要に応じて、妥当性を検討したうえで、推定値、一般値、経験値などを採用

建築物の地質調査

基礎設計における検討項目と基礎の種別・対象土質に対する必要な地盤情報（2）

検討項目	基礎種別	対象土質	必要な地盤情報
即時沈下量	直接杭	砂質土	N 値または変形係数 単位体積重量 γ_t 地下水位 ポアソン比
		粘性土	変形係数 単位体積重量 γ_t 地下水位 ポアソン比
圧密沈下量	直接杭	粘性土	圧密特性 単位体積重量 γ_t 地下水位
杭の水平抵抗	杭	砂質土 粘性土	N 値または変形係数

*** 必要に応じて、妥当性を検討したうえで、推定値、一般値、経験値などを採用**

『改訂3版 地質調査要領 効率的な地質調査を実施するために』を参考に作成

建築物の地質調査

基礎設計における検討項目と基礎の種別・対象土質に対する必要な地盤情報（3）

検討項目	基礎種別	対象土質	必要な地盤情報
地震時応答 (時刻歴応答)	直接杭 (高層免震)	砂質土 粘性土	弾性波速度 V_s 、 V_p 地盤の卓越周期 T_g 単位体積重量 γ_t 地下水位 動的変形特性
液状化	直接杭	砂質土	N 値 細粒分含有率 粘土分含有率 塑性指数 単位体積重量 γ_t 地下水位
負の摩擦力	杭	砂質土	N 値 単位体積重量 γ_t
		粘性土	一軸圧縮強さ q_u 単位体積重量 γ_t 圧密特性

* 必要に応じて、妥当性を検討したうえで、推定値、一般値、経験値などを採用

建築物の地質調査

基礎設計における検討項目と基礎の種別・対象土質に対する必要な地盤情報（４）

検討項目	基礎種別	対象土質	必要な地盤情報
斜面の安定性	直接杭	砂質土	N 値または内部摩擦角 ϕ 単位体積重量 γ_t 地下水位
		粘性土	粘着力 c または一軸圧縮強さ q_u 地下水位
建物の滑動	直接杭	砂質土	N 値 内部摩擦角 ϕ
		粘性土	粘着力 c または一軸圧縮強さ q_u

* 必要に応じて、妥当性を検討したうえで、推定値、一般値、経験値などを採用

『改訂3版 地質調査要領 効率的な地質調査を実施するために』を参考に作成

建築物の地質調査

基礎設計における検討項目と基礎の種別・対象土質に対する必要な地盤情報 (5)

検討項目	基礎種別	対象土質	必要な地盤情報
山留め工法	—	砂質土	N 値 内部摩擦角 ϕ 単位体積重量 γ_t 地下水位
		粘性土	粘着力 c または一軸圧縮強さ q_u 単位体積重量 γ_t 地下水位 変形係数
根切り底面の安定性	直接杭	砂質土	自由水位 被圧水頭
		粘性土	粘着力 c または一軸圧縮強さ q_u
排水量の計算	直接杭	砂質土	透水係数 k 貯留係数 S 帯水層厚 D (透水量係数 T)

* 必要に応じて、妥当性を検討したうえで、推定値、一般値、経験値などを採用

建築物の地質調査：留意すべき地盤

地盤の種類	問題点
有機質土地盤	▼地下水の揚水による周辺地盤の沈下
広域地盤沈下地帯	▼建物外構部の沈下
汚染地盤	▼汚染の地下への拡散 ▼建設発生土処理
造成地盤	▼支持層出現深度の変化 ▼盛土層厚の変化
解体跡地	▼瓦礫などの混入や残存基礎による基礎工法の制約
礫質地盤	▼玉石の混入による杭工法の制約
埋没谷が存在する地盤	▼支持層出現深度の変化
活断層に近接する地盤	▼地震力

建築物の地質調査：留意すべき地盤 地盤のトラブルの主な要因

地盤の
不均質性

地震時の
地盤の挙動

基礎施工の
精度

支持層の
不陸

想定荷重と
実際の差異

建築物の地質調査：留意すべき地盤 重要な情報

地盤の
不均質性

地震時の
地盤の挙動

基礎施工の
精度

支持層の
不陸

想定荷重と
実際の差異

瓦礫や汚染土
の分布

盛土造成の施
工精度の優劣

工事記録

土地利用履歴

建築物の地質調査：留意すべき地盤 地盤条件による建築物の被害の主な要因

有機質土の分布から発生する地盤沈下

- ・ 調査不足、有機質土層の過小評価が主な原因

予想外の埋没谷の分布による地盤変状

- ・ 調査不足が主な原因

建築物の地質調査：留意すべき地盤 有機質土地盤

この地盤の多くは、土ではなく枯死した藁のような植物の集合体

建物荷重を載荷することで、杭の抜け上がり、不同沈下が発生

有機質土上の造成盛土地盤では、通常、地盤改良や杭基礎を採用

この地盤が存在する場合には、現地踏査による周辺地盤の沈下状況の把握が重要

若齢な盛土地盤などでは、沈下計による沈下観測、圧密試験による沈下予測が不可欠

建築物の地質調査：留意すべき地盤 広域地盤沈下地帯

ここに建設された杭基礎建物では、建物本体と外構部に段差が生じる

これは、周辺地盤の沈下のため

一般に、有機質土層より圧密進行が遅い

特に深い部分で未圧密粘土が過剰間隙水圧を有していることもあり

この場合には、ゆっくりとした水圧消散が沈下の長期化の原因になる

建築物の地質調査：留意すべき地盤 汚染地盤

工場跡地等に建物を建設する際にしばしば直面

汚染の可能性がある場合に調査（土壌・地下水汚染調査）が必要

建設発生土処分には、処分地の定めた土の分析や土質試験の実施が必要

混入物によっては、建設作業に対する危険性などの検討が必要

建築物の地質調査：留意すべき地盤 造成地盤

盛土層厚や支持層出現深度が、場所により、大きく変化していることが多い

平面及び深度方向に、地盤強度、密度が不均一なケースも多い

造成以前の地形・地質状況の把握し、効果的な調査計画の立案必要

- ・ 造成計画図や、旧地形図を入手

敷地面積が広い場合には、調査を2段階で実施

- ・ 一次調査（概査）：メッシュ状に実施
- ・ 二次調査（精査）：具体的な計画建物情報に基づき実施

建築物の地質調査：留意すべき地盤 解体跡地

瓦礫、残存基礎が、杭や地盤改良の障害になる

既存建築物基礎は、再利用が可能な場合あり。劣化状態による

この再利用では、設計図書、工事記録、監査済み証があることが前提

杭基礎の劣化の程度は、健全度試験（IT試験、中性化試験）で把握可能

杭基礎の支持力性能は、載荷試験などで把握可能

再利用に当たっては、申請時に協議必要

地質調査時の、瓦礫の種類や分布の把握は重要（掘削工事における障害把握のため）

建築物の地質調査：留意すべき地盤 礫質地盤

Φ200mm超の玉石の存在は、杭工法の制約になる

分布する巨礫の礫径、硬さが非常に重要

各種基礎工法の適用性と、周辺の施工実績が判断の目安になる

地質調査時には、的確な礫径の把握が重要な目的になる

建築物の地質調査：留意すべき地盤 埋没谷が存在する地盤

沖積低地で支持層出現深度が異なる場合、埋没谷がある可能性あり

状況に応じて、追加ボーリング必要

埋没谷の規模は様々。調査間隔によっては小規模なものを見逃す場合も

この場合には、谷の付近で地盤沈下が著しく、建物に影響を与える場合も

建築物の地質調査：留意すべき地盤 活断層に近接する地盤

想定される地震の規模と再現間隔の推定必要

これを踏まえて、建物全体の計画に及ぼす影響を考える必要あり

影響が大きい場合には、計画を再検討

建築物の地質調査：環境に対する配慮事項 建設工事が周辺環境に与える影響

近接する井戸や湧水池の水量変化

汚染物質の拡散（汚染地盤の場合）

近接構造物への影響

建築物の地質調査：環境に対する配慮事項 井戸や湧水池が近接する場合

地下水を供給している帯水層位置の把握必要

- ・ 既往文献の収集など

各帯水層の水位、水頭、流向、流速の把握必要

- ・ 地下水位（自由水位、被圧水頭）測定、流向・流速の測定

工事中の地下水位の変動量に留意すること必要

- ・ 観測井戸設置、自記水位観測

ボーリング調査では、特に注意必要（泥水の拡散等）

- ・ 井戸のPh、濁度、色度などを工事の初期値として測定

建築物の地質調査：環境に対する配慮事項 汚染地盤

概況調査（表層調査）実施

化学分析により、汚染物質を特定

ボーリングによる汚染範囲拡散防止対策を検討

建築物の地質調査：環境に対する配慮事項 近接構造物への影響

軟弱地盤での掘削による地盤変状に注意

工事排水に伴う漏水から発生する地盤変状に注意

特に排水による周辺地盤の沈下は、わずかな漏水でも発生

盛土に伴う引き込沈下、側方流動に注意

地質調査時には、圧密試験により軟弱層の圧密状況の的確な把握必要

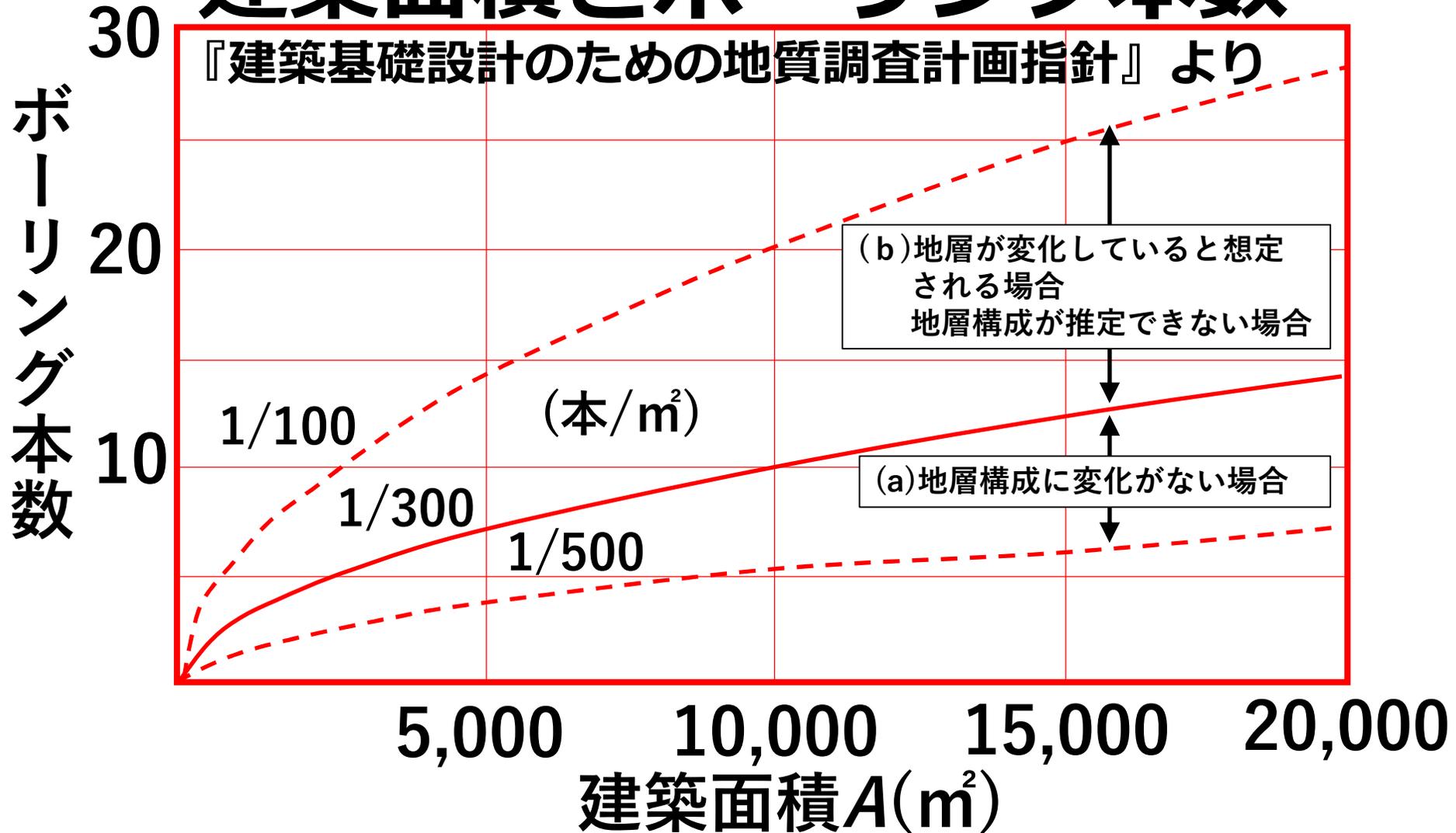
建築物の地質調査：調査計画・手法

調査・試験の数量及び深さ：原位置試験（1）

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 建築面積からの目安：別図	事前調査で想定した支持層が確認できるまで
標準貫入試験	深さ1mごとが標準 地層が変化する場合は50cmごと	
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）
孔内載荷試験	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盤面上面

建築物の地質調査：調査計画・手法

建築面積とボーリング本数



建築物の地質調査：調査計画・手法

調査・試験の数量及び深さ：原位置試験（2）

調査試験法	数量	深さ
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 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 透水試験	地下掘削に影響する砂質土ごと	地下掘削に影響する砂質土層まで

建築物の地質調査：調査計画・手法

調査・試験の数量及び深さ：原位置試験（3）

調査試験法	数量	深さ
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

建築物の地質調査：調査計画・手法

調査・試験の数量及び深さ：土質試験

調査試験法	数量	深さ
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	
粒度試験	少なくとも1箇所 of 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

建築物の地質調査：調査計画・手法

主な調査・試験と得られる主な地盤情報：現地調査（1）

調査・試験	得られる主な地盤情報	備考
ボーリング	土層構成	複数本の実施で二次元から三次元の評価
標準貫入試験	N 値、土質	各地盤定数との相関式がある
孔内載荷試験	変形係数 E_s	室内試験とも対比される
単孔式 現場透水試験	自由水位、被圧水頭、透 水係数 k	透水係数は算定式により算定
サンプリング	乱れの少ない試料の採取	固定ピストン式シンウォールサンプラー、 ロータリー式三重管サンプラーなどあり
揚水試験	貯留係数 S 、透水量係数 T	いずれも算定式により算定

* 詳細は、『地盤調査の方法と解説』や『地盤材料試験の方法と解説』などを参照

『改訂3版 地質調査要領 効率的な地質調査を実施するために』を参考に作成

建築物の地質調査：調査計画・手法

主な調査・試験と得られる主な地盤情報：現地調査（2）

調査・試験	得られる主な地盤情報	備考
PS検層	弾性波速度 V_p 、 V_s	相関式により動的変形係数、ポアソン比 ν 、せん断剛性率 G などが算定可能
常時微動測定	地盤の卓越周期	地盤種別の判定に利用
平板載荷試験	極限支持力 q_u 、変形係数 E	最終的な地耐力の確認の手段

* 詳細は、『地盤調査の方法と解説』や『地盤材料試験の方法と解説』などを参照

『改訂3版 地質調査要領 効率的な地質調査を実施するために』を参考に作成

建築物の地質調査：調査計画・手法

主な調査・試験と得られる主な地盤情報：現地調査（3）

調査・試験	得られる主な地盤情報	備考
オートマチック ラムサウンディング	N_d 値	N 値相当
スウェーデン式 サウンディング試験	W_{sw} 、 N_{sw}	N 値、一軸圧縮強さ q_u に換算可能
オランダ式 二重管コーン貫入試験	q_c	

* 詳細は、『地盤調査の方法と解説』や『地盤材料試験の方法と解説』などを参照

『改訂3版 地質調査要領 効率的な地質調査を実施するために』を参考に作成

建築物の地質調査：調査計画・手法

主な調査・試験と得られる主な地盤情報：室内土質試験（1）

調査・試験	得られる主な地盤情報	備考
粒度試験	土質の分類	相関式により透水係数の算定も可能
含水比試験	含水比 w_n	間隙比 e 、飽和度 S_r の計算にも利用
土粒子の密度試験	土粒子の密度 ρ_t	間隙比 e 、飽和度 S_r の計算、粒度試験における粘土分含有率の計算にも利用
液性限界・塑性限界試験	液性限界 w_l 、塑性限界 w_p	塑性指数 I_p による液状化の有無の判断が可
湿潤密度試験	単位体積重量 γ_t	支持力、沈下、安定、液状化判定などの各種計算に不可欠

* 詳細は、『地盤調査の方法と解説』や『地盤材料試験の方法と解説』などを参照

『改訂3版 地質調査要領 効率的な地質調査を実施するために』を参考に作成

建築物の地質調査：調査計画・手法

主な調査・試験と得られる主な地盤情報：室内土質試験（2）

調査・試験	得られる主な地盤情報	備考
一軸圧縮試験	一軸圧縮強さ q_u 変形係数 $E50$	一般には、 $c=q_u/2$ として利用
三軸圧縮試験 (UU)	粘着力 c_u 内部摩擦角 ϕ_u	非圧密非排水条件：粘性土に適用
三軸圧縮試験 (CU)	粘着力 c_{cu} 内部摩擦角 ϕ_{cu}	圧密非排水条件：粘性土に適用
三軸圧縮試験 ($\bar{C}U$)	粘着力 c' 内部摩擦角 ϕ'	圧密非排水条件：粘性土に適用 間隙水圧を測定 有効応力の関する強度定数を求める
三軸圧縮試験 (CD)	粘着力 c_{cd} 内部摩擦角 ϕ_{cd}	圧密排水条件：砂質土に適用 有効応力に関する強度定数

* 詳細は、『地盤調査の方法と解説』や『地盤材料試験の方法と解説』などを参照

建築物の地質調査：調査計画・手法

主な調査・試験と得られる主な地盤情報：室内土質試験（3）

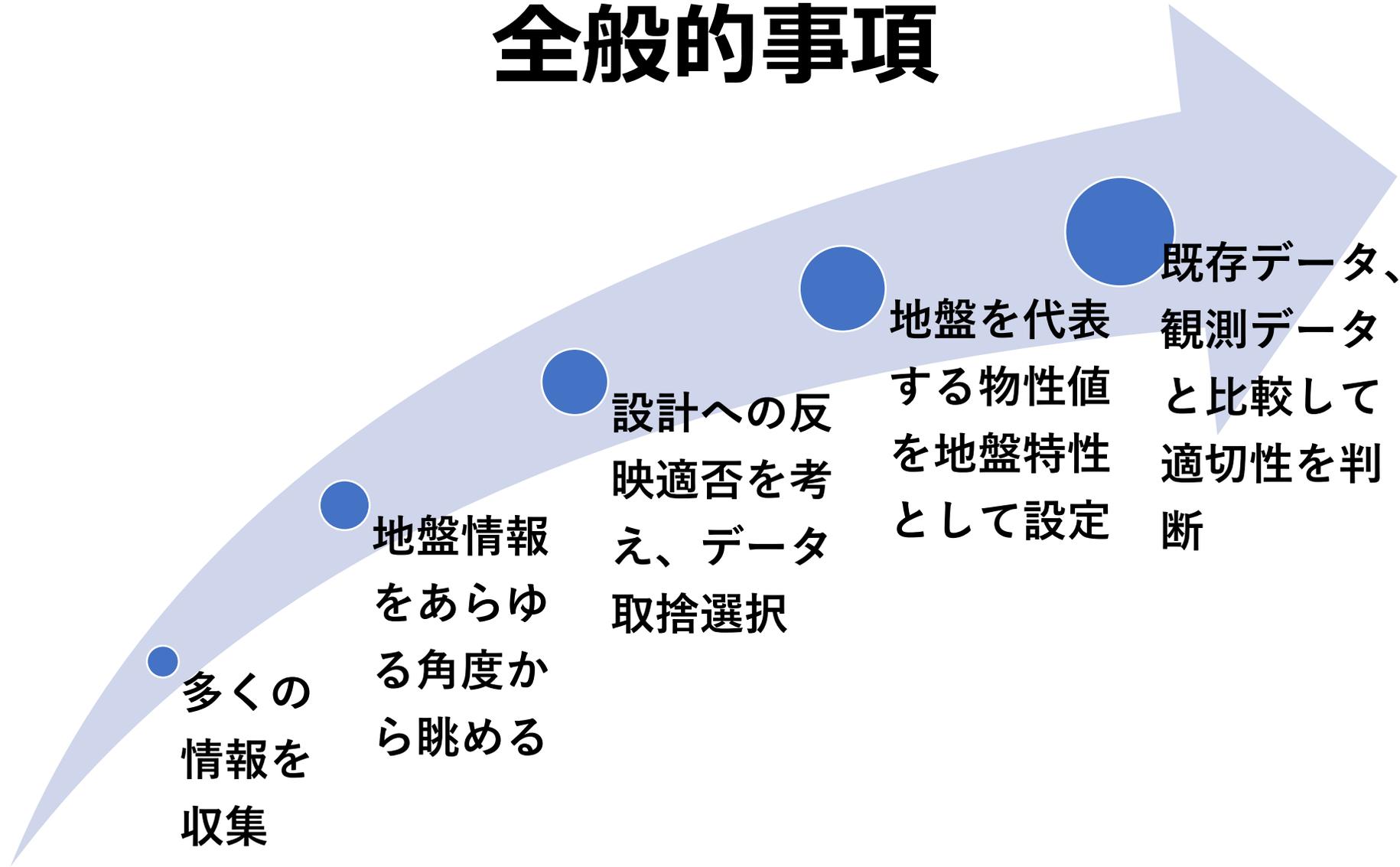
調査・試験	得られる主な地盤情報	備考
圧密試験	圧密降伏応力 P_c 、圧縮指数 C_c 圧密係数 C_v 、体積圧縮係数 m_v	圧密沈下計算に利用
変形特性を 求めるため の繰返し三 軸試験	せん断剛性率 G 減衰定数 h	変形特性を求めるための繰返し三 軸試験、変形特性を求めるための 中空円筒供試体による繰返しねじ りせん断試験による
繰返し非排 水三軸試験	液状化強度	繰返し非排水三軸試験による

* 詳細は、『地盤調査の方法と解説』や『地盤材料試験の方法と解説』などを参照

『改訂3版 地質調査要領 効率的な地質調査を実施するために』を参考に作成

建築物の地質調査：調査手法の合理的な組合せ

全般的事項



建築物の地質調査：調査手法の合理的な組合せ 留意事項（1）

事前に、近隣ボーリング、地盤図などで、地質構成を把握

地質状況、敷地面積、建設レイアウトなど応じて、一次調査と二次調査に分ける

調査の段階で、設計者と地盤技術者で、調査の方向性を確認

支持層5m以浅で、表層部が軟弱地盤の場合、サウンディングの利用を検討

敷地の要所では深いボーリングを実施し、支持層以深の地盤構成も把握

建築基礎幅分の影響範囲、あるいは根切深度の2倍程度までを深い調査対象範囲とする

建築物の地質調査：調査手法の合理的な組合せ 留意事項（2）

建物の基礎設計と地下工事の設計者が異なる時は、双方の立場に立って、

- ・ 調査の必要性を説明する
- ・ 両者が満足するような調査を提案する

コスト、解析精度を考慮して、一般値、相関式の利用も必要

建築物の地質調査：積算時の留意事項

1m当たりの掘削単価

- ・掘削深度が50m未満と50m以深では、1m当たりの掘削単価が異なる

掘削孔径

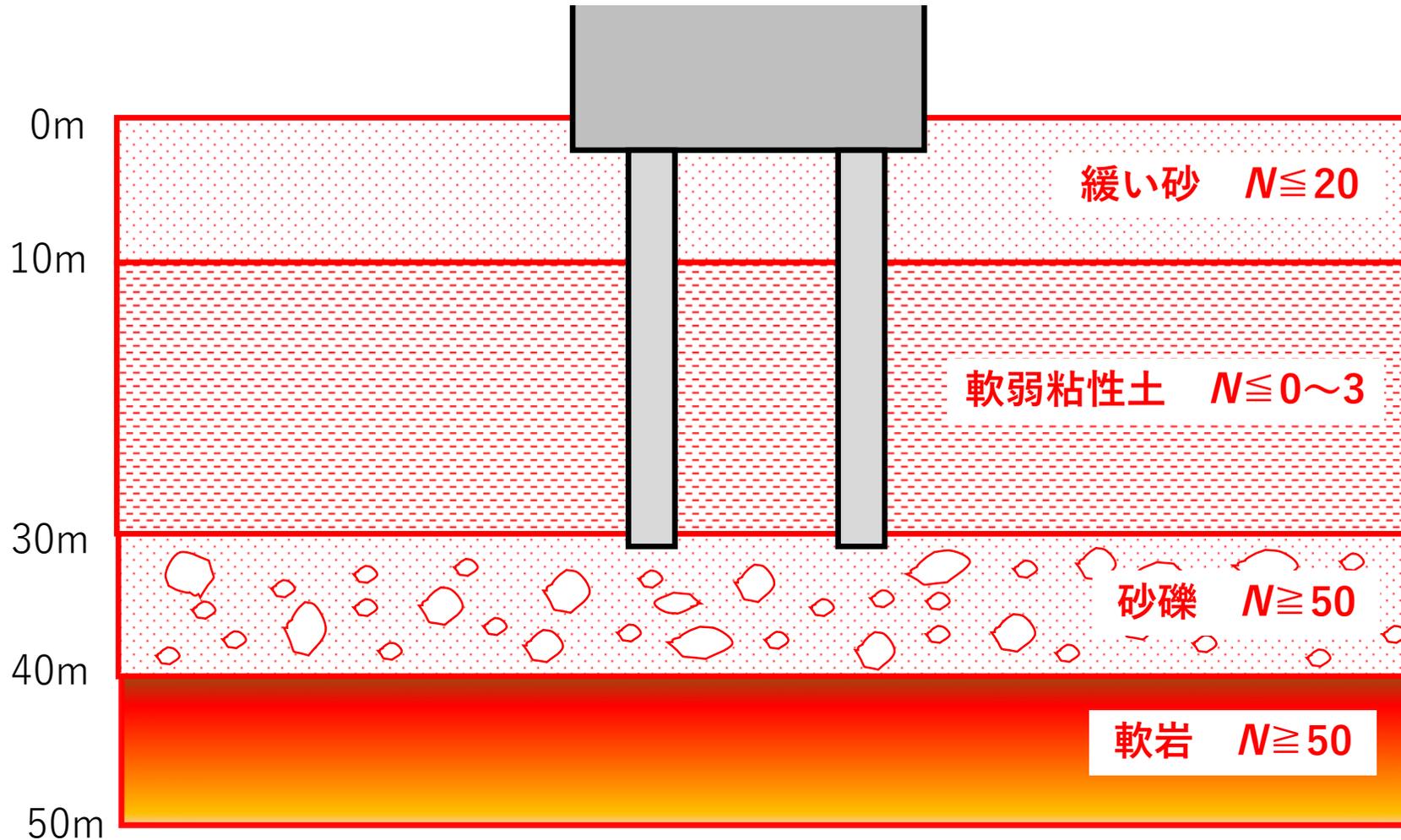
- ・杭基礎の支持層調査では、通常、1mピッチで標準貫入試験、 $\phi 66$ 野孔径で掘削
- ・支持層下位に粘性土層がある場合、この粘性土をサンプリングして室内試験実施
- ・この場合、サンプリング深度までは、サンプラーに応じた孔径で積算

土質試験の実施数量

- ・試験の数量や実施に要否は、地盤の状態による
- ・このため、近隣の既往調査を確認するなどにより、試験の仕様を適切に決定

建築物の地質調査：調査計画事例 1

杭基礎で支持される沖積低地上の免震建物



建築規模：SRC造

地上10階の免震建物

(オフィスビル：基礎免震)

敷地面積：2,500㎡

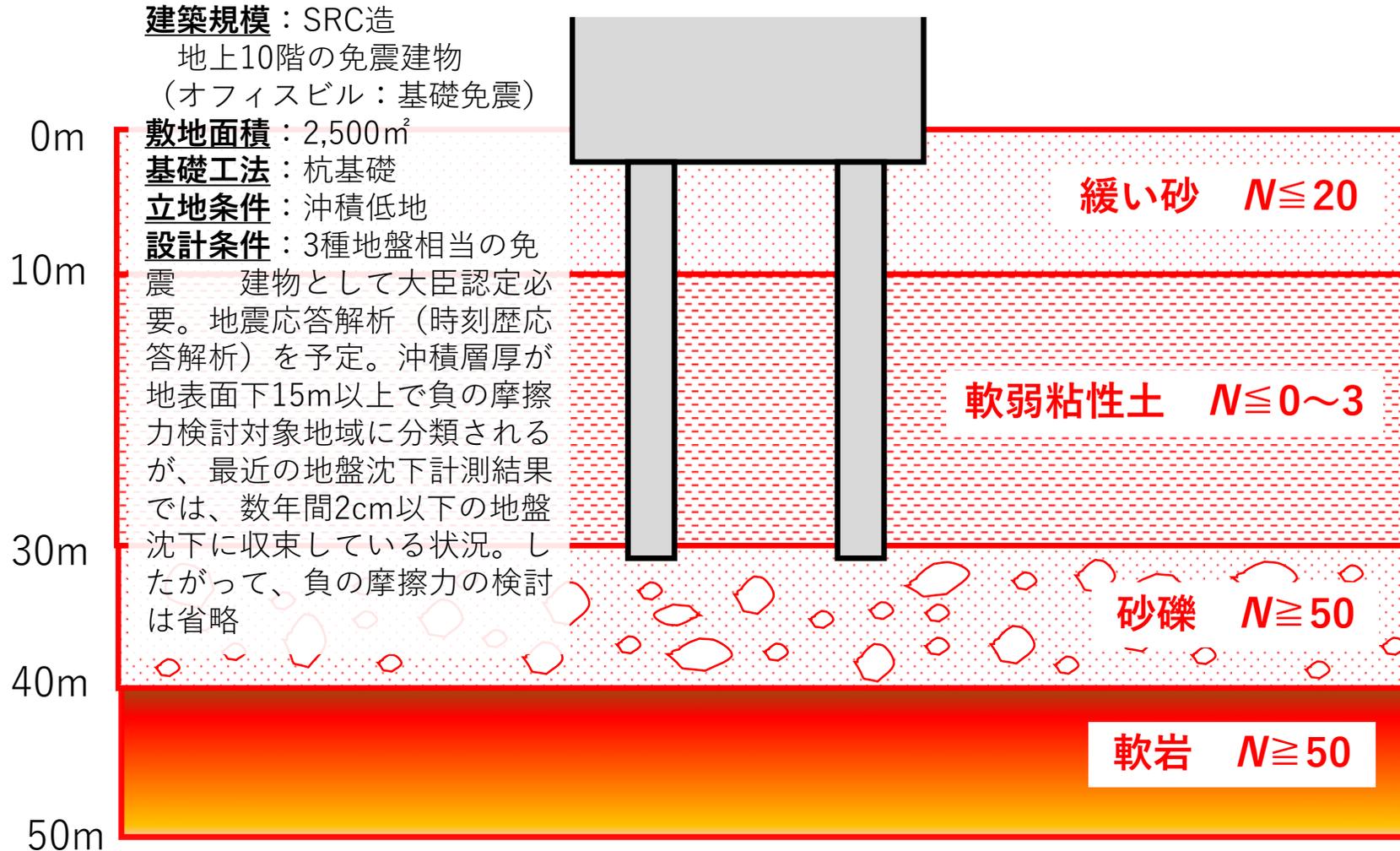
基礎工法：杭基礎

立地条件：沖積低地

設計条件：3種地盤相当の免震建物として大臣認定必要。地震応答解析（時刻歴応答解析）を予定。沖積層厚が地表面下15m以上で負の摩擦力検討対象地域に分類されるが、最近の地盤沈下計測結果では、数年間2cm以下の地盤沈下に収束している状況。したがって、負の摩擦力の検討は省略

建築物の地質調査：調査計画事例 1

杭基礎で支持される沖積低地上の免震建物



検討項目

- ・ 支持層の選定
- ・ 杭の支持力
- ・ 負の摩擦力
- ・ 液状化
- ・ 杭の水平抵抗
- ・ 基礎と建物の地震時応答



必要な地盤情報

- ・ 土層分布と N 値
- ・ 水平方向変形係数
- ・ 軟弱粘性土の圧密特性
- ・ 液状化対策層の粒度特性、塑性指数
- ・ S波速度、P波速度
- ・ 地盤の卓越周期
- ・ 地盤の動的変形特性
- ・ 地下水位

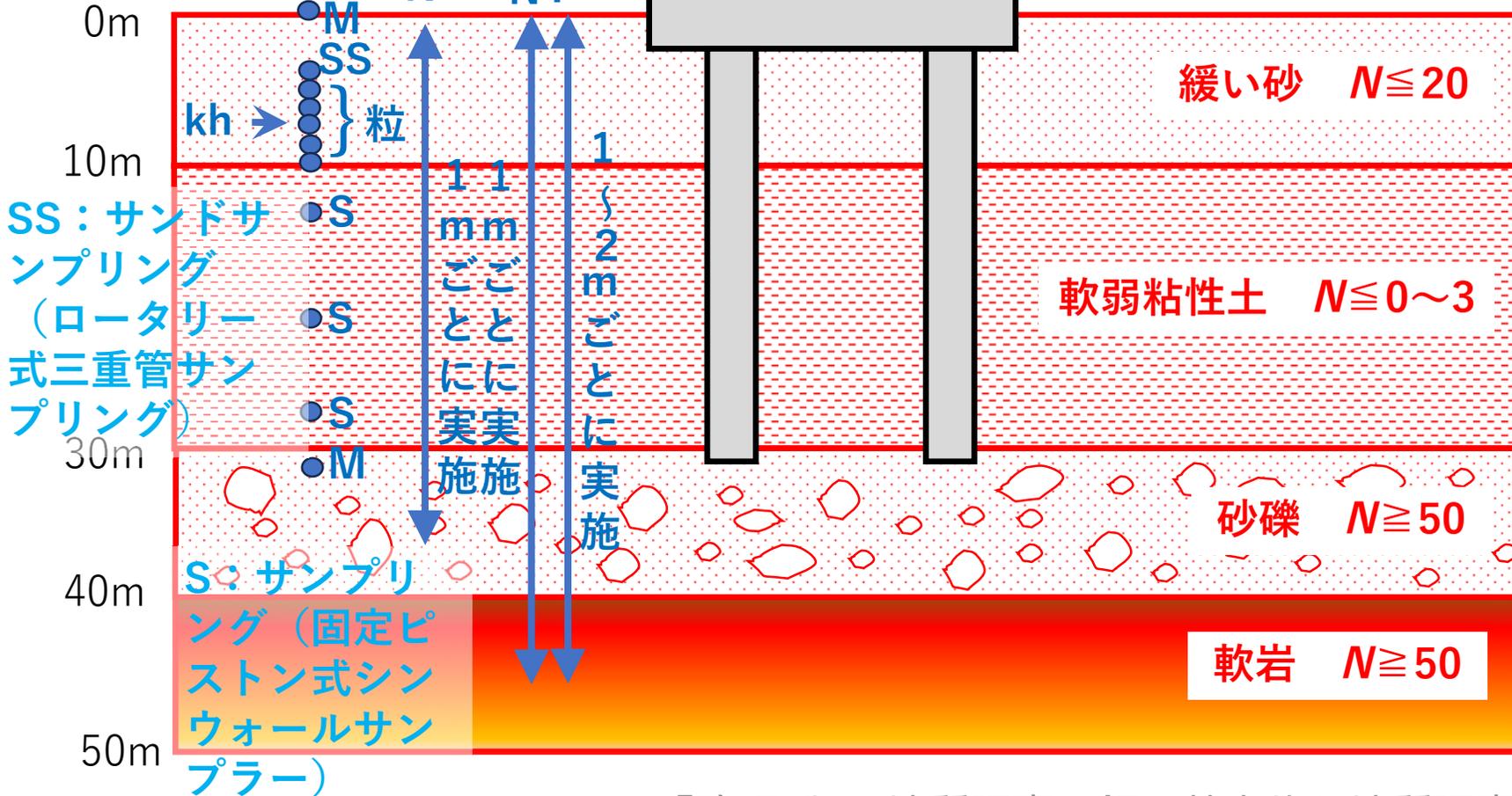
建築物の地質調査：調査計画事例 1

杭基礎で支持される沖積低地上の免震建物

N：標準貫入試験
 kh：孔内載荷試験
 P：PS検層

PS検層孔

M：常時微動測定
 粒：粒度試験



必要な地盤情報

- ・土層分布と N 値
- ・水平方向変形係数
- ・軟弱粘性土の圧密特性
- ・液状化対策層の粒度特性、塑性指数
- ・S波速度、P波速度
- ・地盤の卓越周期
- ・地盤の動的変形特性
- ・地下水位

調査・試験内容

- ・ボーリング
- ・標準貫入試験
- ・孔内載荷試験
- ・サンプリング
- ・PS検層
- ・常時微動測定
- ・物理・力学試験
- ・変形特性を求めるための繰返し三軸試験

建築物の地質調査：調査計画事例 1

杭基礎で支持される沖積低地上の免震建物

ボーリング

- ・ 敷地4隅と中央部で実施
- ・ 杭基礎が予想されるため、掘削深度は、N値50以上の地層を5m以上確認できるまで
- ・ 敷地中央については、工学的基盤層（ $V_s \geq 400\text{m/s}$ ）を確認するため、GL-45mの軟岩部まで調査

標準貫入試験

- ・ サンプルング深度を除き、1mごとに実施
- ・ 打撃回数の上限は60回

孔内載荷試験

- ・ 杭頭付近の変形係数が必要となるため、GL-8m付近（砂層）で実施

建築物の地質調査：調査計画事例 1

杭基礎で支持される沖積低地上の免震建物

地下水に関する調査

- ・地下水を確認するまでは無水掘りとし、地下水位を確認
- ・地下水位が高く、基礎施工時の排水対策を検討する必要がある場合には現場透水試験を実施

サンプリング

- ・軟弱粘性土のせん断強さの確認のため、GL-12m、GL-20m、GL-28mでサンプリングし物理・力学試験を実施
- ・サンプリングは敷地中央での実施が望ましいが、PS検層を建物中心位置で行うため、別孔または他位置で実施
- ・これは、1つの孔で様々な原位置試験やサンプリングを行うと孔壁が悪化し、PS検層結果に影響するため

粒度試験

- ・GL-10m以浅の緩い砂層に対して1~2mピッチで粒度試験を実施し、液状判定を実施
- ・細粒分含有率が35%を超える場合には、液性限界・塑性限界試験を併せて実施し、液状化対象層か否かを判断
- ・試料は、敷地对角線上の2地点で標準貫入試験時に採取したものを使用

建築物の地質調査：調査計画事例 1

杭基礎で支持される沖積低地上の免震建物

PS検層

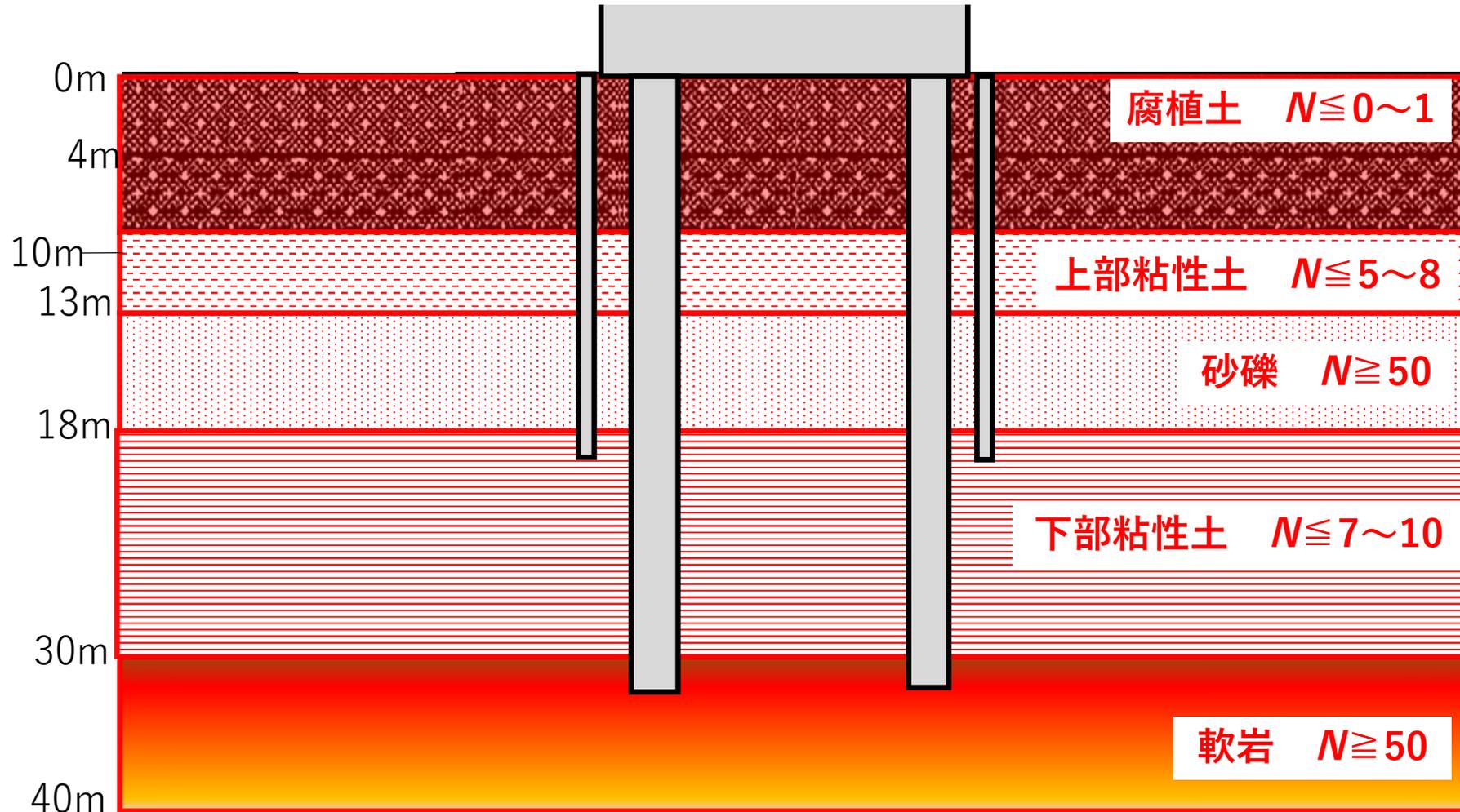
- 動的地盤モデルを作成するために実施
- 敷地中央部で地表より1~2mごとに実施し、土層の弾性波速度 V_s を求める
- 測定深さは、工学的基盤層 ($V_s \geq 400\text{m/s}$) を確認するため、GL-45mまで
- 試験手法は、地表の状況により、ダウンホール法（板たたき法）またはサスペンション法（孔内起振法）を選択

常時微動測定

- 地表部においては、主に地盤種別を判定するために実施
- 1秒計及び長周期用に5秒計の測定が必要
- 地中（孔内）の測定は、1秒計を用いて、基盤底面（杭の場合は先端部）で実施

建築物の地質調査：調査計画事例2

沖積低地上に建つ地下がある建物



建築規模：SRC造
地上5階、地下2階のオフィスビル

敷地面積：800㎡

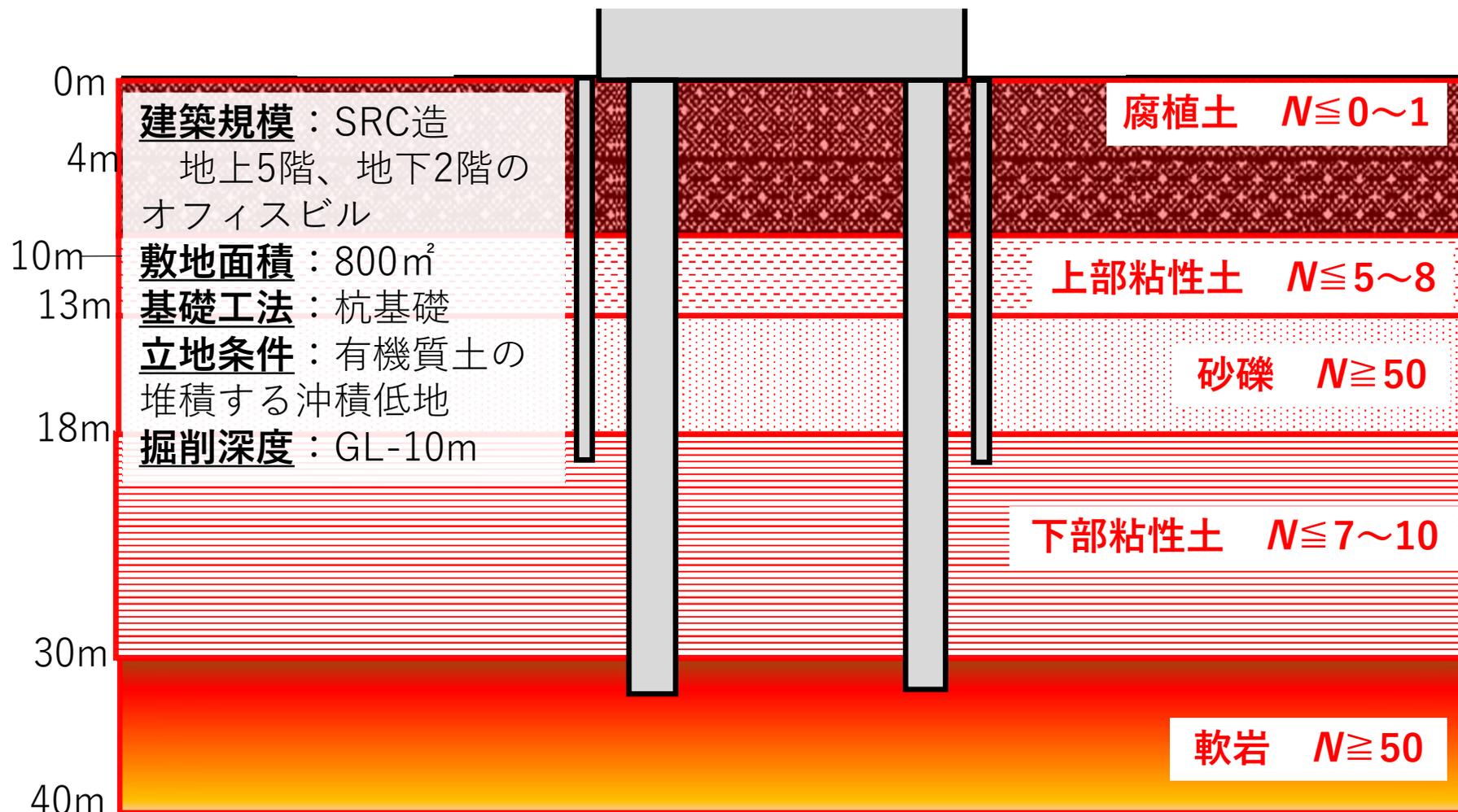
基礎工法：杭基礎

立地条件：有機質土の堆積する沖積低地

掘削深度：GL-10m

建築物の地質調査：調査計画事例2

沖積低地上に建つ地下がある建物



検討項目

- ・支持層の選定
- ・直接基礎の支持力・沈下
- ・杭基礎の支持力
- ・被圧地下水位による盤膨れ
- ・山留工法の選定
- ・周辺地盤の沈下

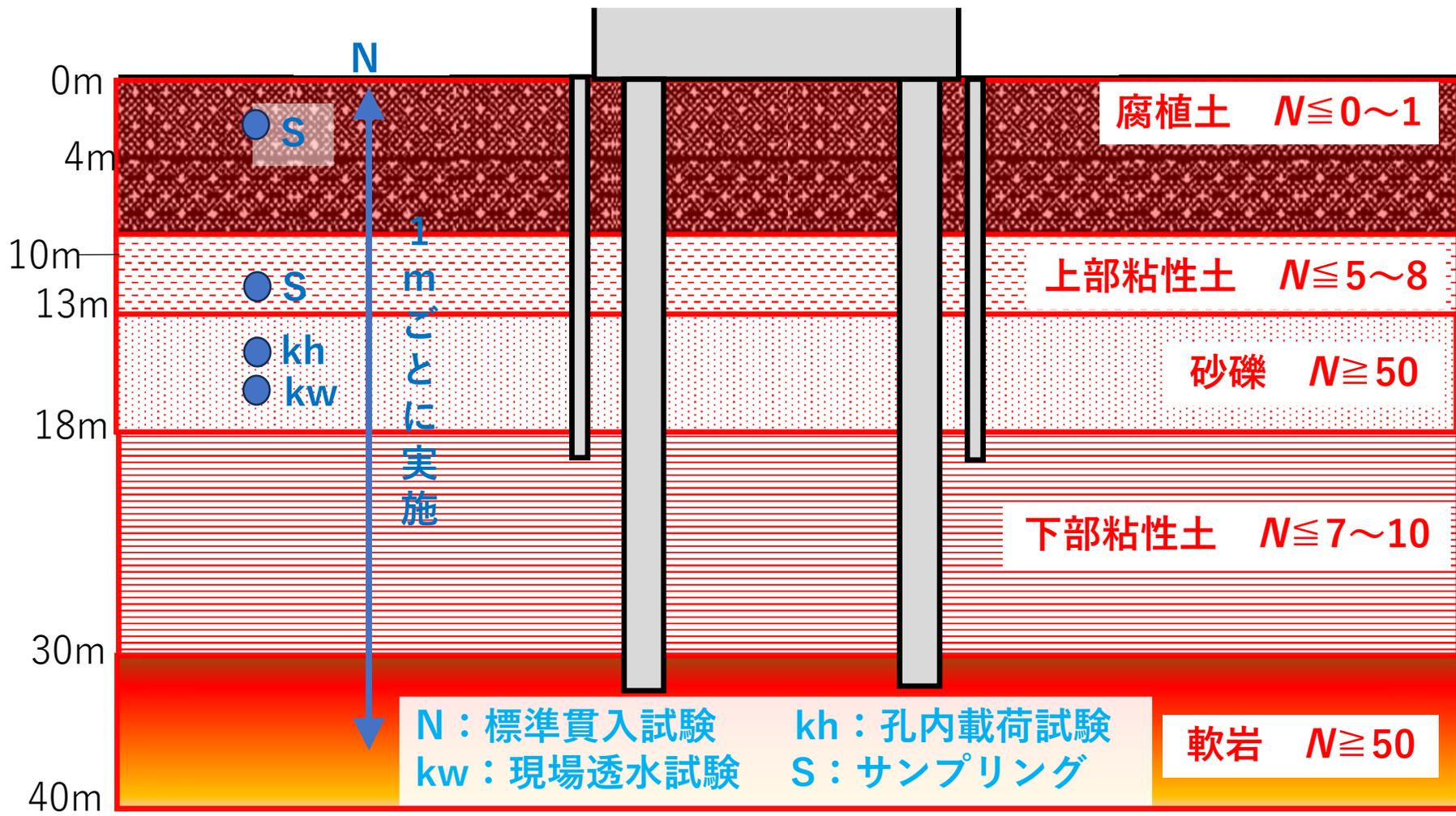


必要な地盤情報

- ・土層分布とN値
- ・水平方向変形係数
- ・腐植土の圧密特性
- ・腐植土と上部粘性土の c 、 ϕ
- ・地下水

建築物の地質調査：調査計画事例2

沖積低地上に建つ地下がある建物



必要な地盤情報

- ・土層分布とN値
- ・水平方向変形係数
- ・腐植土の圧密特性
- ・腐植土と上部粘性土の c , ϕ
- ・地下水



調査・試験内容

- ・ボーリング
- ・標準貫入試験
- ・孔内載荷試験
- ・サンプルング
- ・PS検層
- ・現場透水試験

建築物の地質調査：調査計画事例2

沖積低地上に建つ地下がある建物

ボーリング

- ・ 敷地対策線上の2箇所を実施
- ・ 掘削長は、N値50以上の地層を5m以上確認できるまで

標準貫入試験

- ・ サンプルング深度を除き、1mごとに実施

孔内載荷試験

- ・ GL-8m（上部粘性土）、GL-14m（砂層）付近で実施

建築物の地質調査：調査計画事例2

沖積低地上に建つ地下がある建物

地下水に関する調査

- ・地下水を確認するまでは無水掘りとし、地下水位を確認
- ・砂層の被圧水頭を確認するため、GL-15m付近で現場透水試験を実施
- ・これは、掘削時に砂層の被圧地下水により、上部粘性土に盤膨れが発生する懸念があるため

サンプリング

- ・基礎形式は、直接基礎、杭基礎のいずれの可能性もある
- ・そのため、直接基礎の支持力検討の目的で、GL-10m付近の粘土層を対象にサンプリングを実施
- ・サンプラーはロータリー式二重管サンプラーを使用
- ・表層部に有機質土が分布。周辺地盤への影響や外構部の支持力・沈下を検討するため有機質土からも1試料サンプリングを実施
- ・サンプラーは固定ピストン式新ウォールサンプラーを使用

室内試験

- ・サンプリング試料を用いて、物理・力学試験（三軸圧縮試験・圧密試験）を実施

『改訂3版 地質調査要領 効率的な地質調査を実施するために』を参考に作成