

### 3.5 建築構造物を対象とした地質調査

#### (1) 建築構造物基礎設計時の課題

一般的な建築物を建設する場合に必要な検討項目としては、支持層の選定、支持力、即時沈下量、圧密沈下量、杭の水平抵抗などがある。これらの内容は建設地や建築物の形態の違いによらずほぼ共通の基本事項となります。

地質調査の計画にあたっては、計画構造物規模・用途・重要度などの建物条件を基礎設計のインプット情報とし、地盤に関する予備調査（既存文献、地質図、近隣データなど机上調査）を行い、土質・基礎工学上の問題点を抽出や検討すべき項目を明かします。

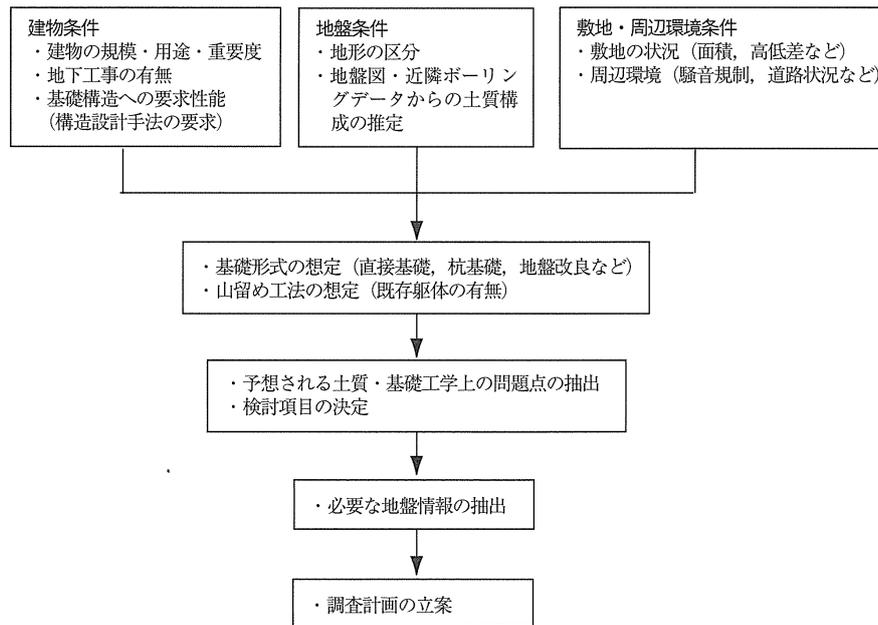


図 2-1-1 地質調査計画の手順

「改定 地質調査要領 全国地質調査業協会連合会編」より

表 2-1-1 建築物の一般的な検討項目と必要な地盤情報

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

表 2-1-2 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 $\gamma$ ・ 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 $\gamma$ ・ 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 $\gamma$

「改定 地質調査要領 全国地質調査業協会連合会編」より

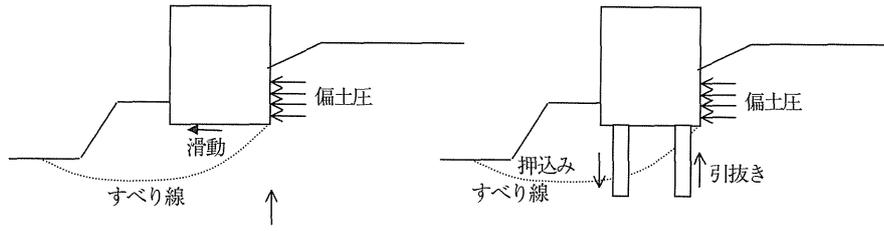


図 2-1-2 傾斜地での検討項目

表 2-1-3 傾斜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
斜面の安定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・粘着力 <math>c</math> または一軸圧縮強さ <math>q_u</math></li> <li>・内部摩擦角 <math>\phi</math></li> <li>・地下水位</li> <li>・単位体積重量 <math>\gamma</math></li> </ul>
建物の滑動	<ul style="list-style-type: none"> <li>・基礎地盤の摩擦係数 <math>\mu</math> (<math>\phi</math>)</li> <li>・粘着力 <math>c</math> または一軸圧縮強さ <math>q_u</math></li> </ul>
杭・アンカーの引抜き抵抗	<ul style="list-style-type: none"> <li>・粘着力 <math>c</math> または一軸圧縮強さ <math>q_u</math></li> <li>・内部摩擦角 <math>\phi</math></li> </ul>

「改定 地質調査要領 全国地質調査業協会連合会編」より

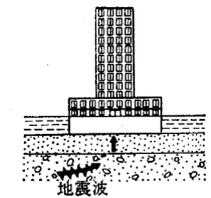
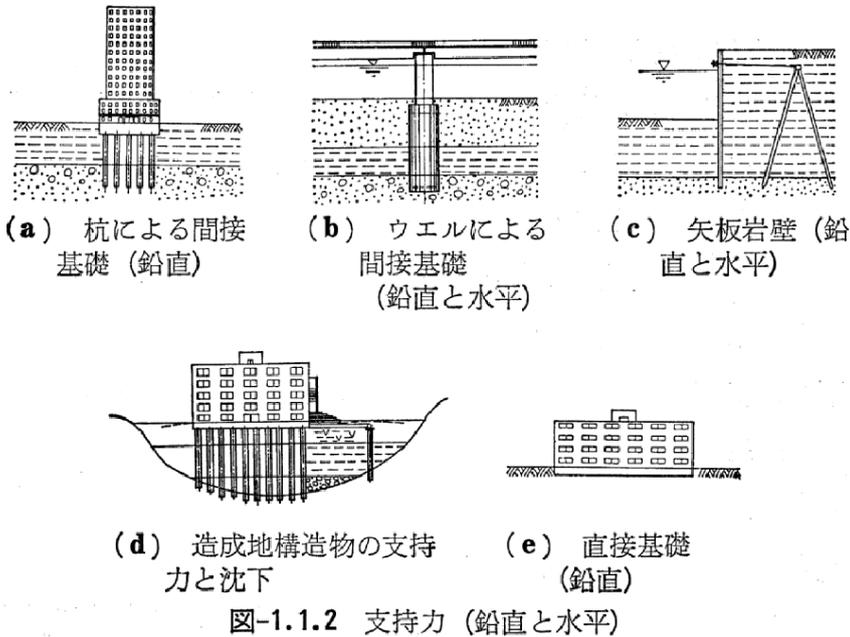


図-1.1.4 超高層ビルの支持力と耐震

(2) 建築構造物基礎設計時の調査頻度

構造物の規模により最低限必要な調査箇所数が想定されます。地形、地質が複雑な場合には、追加の調査が必要となります。

建築ボーリング調査頻度

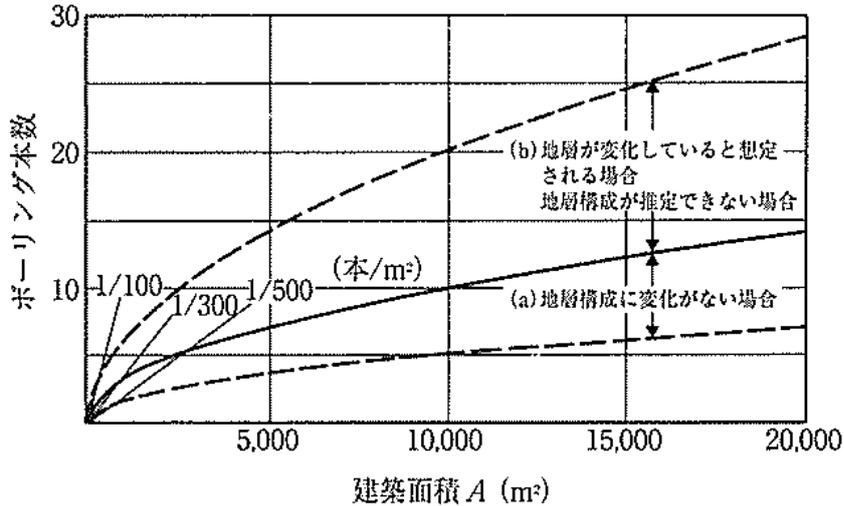


図 2-1-3 建築面積とボーリング本数<sup>9)</sup>

「建築基礎設計のための地質調査計画指針」日本建築学会より

橋梁ボーリング調査頻度

表 2-5-9 一次調査のボーリング箇所数<sup>9)</sup>

地形	調査実施地点	
	橋長50m以上の長大橋または高架橋	橋長50m未満の中小橋または高架橋
低地	両橋台部で各1箇所および100~200m間隔に1箇所	どちらかの橋台で1箇所
台地・丘陵地	両橋台部で各1箇所および50~100m間隔に1箇所	両橋台部で各1箇所
山岳地	両橋台部で各1箇所およびおよそ50~100m間隔に1箇所	両橋台部で各1箇所
	(注)山岳地においては、地質が著しく変化したり、崩壊地、断層破砕帯、熱水変質部などが存在する場合がありますので、調査地点は適宜追加する	

表 2-5-10 二次調査の調査間隔の目安<sup>9)</sup>

基礎形式		直接基礎	杭基礎	ケーソン基礎	鋼管矢板基礎	深基礎	備考
地形・地質条件							
低地・台地	基盤平坦	A	A~B	A	A	A	記号凡例 A: 1基につき1点以上 B: 1基につき2点以上 C: 1基につき4隅に4点
	基盤傾斜	B~C	B	B~C	B	B	
丘陵地	基盤平坦	A	A~B	A	—	A	
	基盤傾斜	B~C	B	B~C	—	B	
山岳地	地質単調	B	B	—	—	B	
	地質複雑 <sup>(注)</sup>	C	B	—	—	C	

(注) 破砕帯、熱水変質などの場合を含む。

「東日本/中日本/西日本高速道路(株) 土質地質調査要領」より

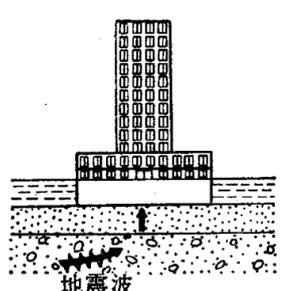
橋梁調査土質試験頻度

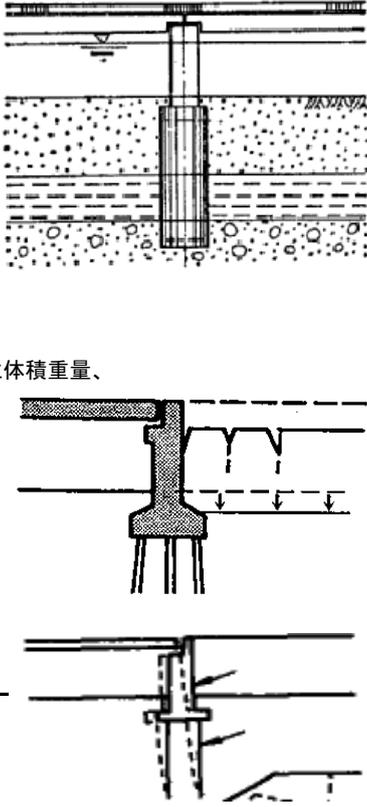
表 2-5-13 調査・試験数量<sup>2)</sup> (一部加筆)

試験項目	対象地盤		
	土質部	軟岩部 (風化岩部)	硬岩部 (岩盤部)
サンプリング (乱れの少ない試料採取)	・ 軟弱な粘性土に対して 1 本 / 3 ~ 5 m ・ その他, 代表的な地層で各 1 本	・ 可能な限りコア採取	・ 可能な限りコア採取
標準貫入試験	1 回 / m を原則とする	1 回 / m を原則とする	実施しない (原則としてコアボーリング)
孔内水平載荷試験	直接基礎: 基礎底面から基礎幅の 1 ~ 1.5 倍程度までの範囲で 2 ~ 3 回 杭基礎・鋼管矢板基礎: 基礎頭部位置から 5 ~ 10m 程度までの範囲 (1/β を目安とする) で 2 ~ 3 回 ケーソン基礎・深礎基礎: 基礎頭部位置から支持地盤までの代表的な各層を対象にして各 1 ~ 2 回		
SBIFT (原位置せん断摩擦試験)	直接基礎: 基礎底面から基礎幅の 1 ~ 1.5 倍程度までの範囲で 2 ~ 3 回 杭基礎・鋼管矢板基礎: 基礎頭部位置から 5 ~ 10m 程度までの範囲 (1/β を目安とする) で 2 ~ 3 回, 杭先端までの代表層で各 1 ~ 2 回 ケーソン基礎・深礎基礎: 基礎頭部位置から支持地盤までの代表的な各層を対象として各 1 ~ 2 回		
現場透水試験 (または間隙水圧測定)	直接基礎: 基礎底面深度までに帯水層がある場合に実施 その他の基礎: 支持地盤までに被圧帯水層がある場合に実施		
土質試験	土粒子の密度	1 個 / 3 ~ 5 m または 1 個 / 各層	
	含水比	1 個 / 3 ~ 5 m または 1 個 / 各層	
	粒度	1 個 / 3 ~ 5 m または 1 個 / 各層	
	液性・塑性限界	同上 (粘性土のみ)	
	湿潤密度	1 個 / 3 ~ 5 m または 1 個 / 各層	
	一軸圧縮	同上 (粘性土のみ)	
	三軸圧縮	適宜	
	圧密	1 個 / 3 ~ 5 m (主として軟弱粘性土)	
岩石試験	含水比	1 個 / 5 m 程度	
	湿潤密度	1 個 / 5 m 程度	
	一軸圧縮	1 個 / 5 m 程度	
	三軸圧縮	適宜	

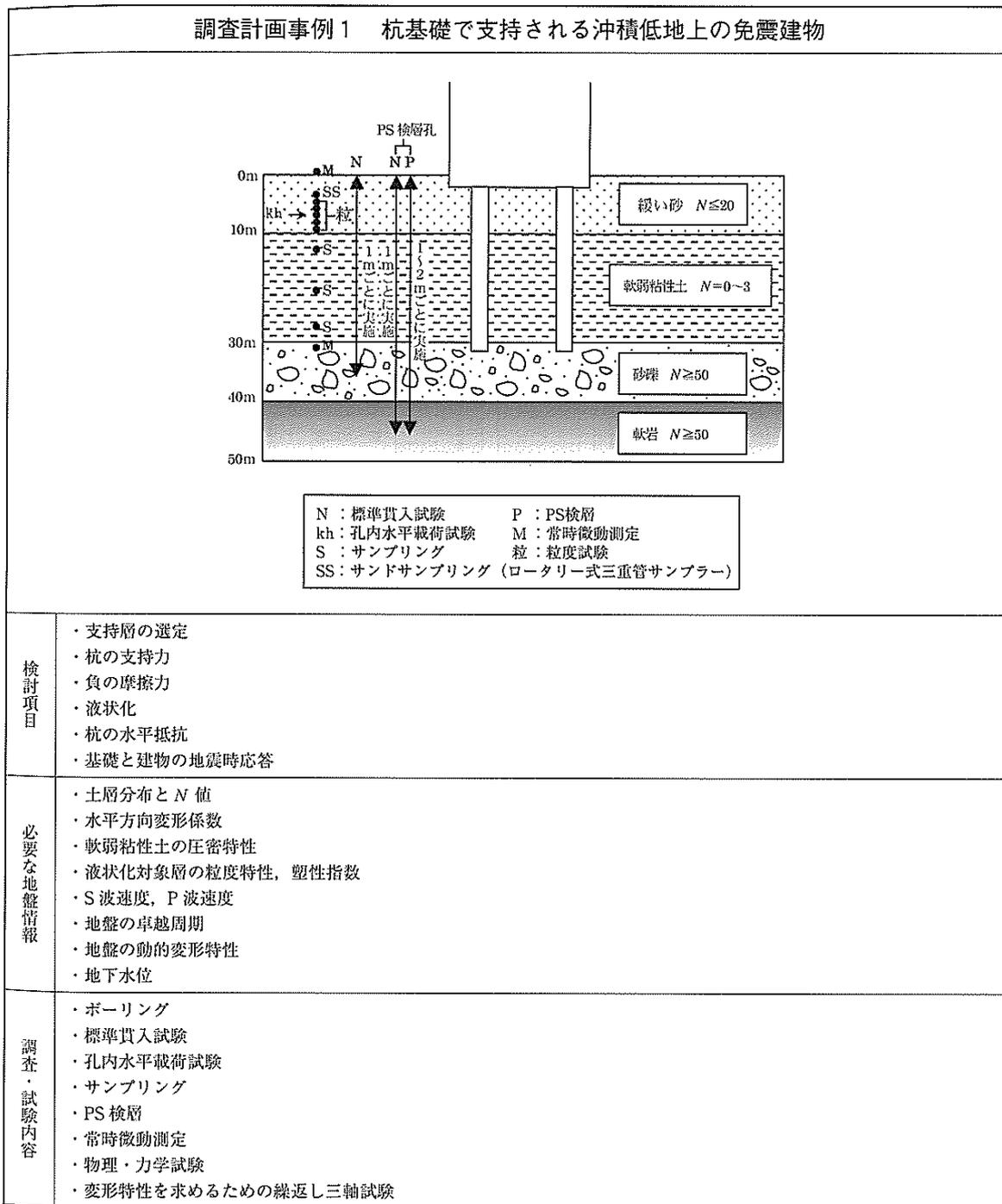
「東日本/中日本/西日本高速道路 (株) 土質地質調査要領」より

(3) 建築構造物基礎設計に必要な検討項目と地質調査

対象物	建築物	
	一般	高層・免震建築
必要検討地盤的情と報	<p><b>支持層選定</b> N値、土層構成</p> <p><b>支持力検討</b> N値、単位体積重量、粘着力c、内部摩擦角φ</p> <p><b>即時沈下量</b> N値、地下水位、単位体積重量、変形係数E</p> <p><b>圧密沈下量</b> 圧密特性、単位体積重量</p> <p><b>杭の水平抵抗</b> 変形係数E</p> <p>必要に応じて検討する事項 <b>液状化(簡易判定の場合)</b> N値、地下水位、単位体積重量、細粒部含有率、粘土分含有率、塑性指数</p> <p><b>液状化(詳細判定の場合)</b> S波速度、P波速度、地下水位、単位体積重量、繰り返し非配位水三軸試験(液状化試験)、動的変形特性(地震応答解析を行う場合)</p> <p><b>負の摩擦力</b> 圧密降伏応力、一軸圧縮強さ、N値、地下水位、単位体積重量</p>	<p>下記の解析に必要な調査を追加する</p> <p>高さ60m超(大臣認定): <b>地震応答解析(時刻歴応答解析)</b></p> <p>高さ31~60m(限界耐力計算による場合): <b>限界耐力計算(仕様規定免除)</b></p> <p>免震建築物(大臣認定)(3種地盤相当): <b>地震応答解析(時刻歴応答解析)</b></p> <p>免震建築物(告示免震)(1,2種地盤相当): <b>応答スペクトル法</b></p>
	<p>(支持層が浅い、直接基礎) 平板載荷試験</p> <p>(支持層が深い、杭基礎) 機械ボーリング 標準貫入試験 孔内載荷試験 乱れの少ない試料採取(サンプリング) 室内土質試験 土粒子密度、含水比、粒度、液性限界・塑性限界試験 湿潤密度試験、一軸圧縮試験or三軸圧縮試験、 圧密試験</p> <p>詳細液状化判定の場合 PS検層 液状化試験、 動的変形試験</p> <p>(補足調査) サウンディング等</p>	<p>検討に必要な地盤情報 工学的基盤(<math>V_s \geq 400\text{m/s}</math>)5m以上確認 弾性波速度(S波速度、P波速度) 動的変形特性(<math>G/G_0 - \gamma, h - \gamma</math> 曲線) 地盤種別(地盤の卓越周期)</p>  <p>機械ボーリング 標準貫入試験 PS検層 常時微動測定 乱れの少ない試料採取(サンプリング) 室内土質試験 土粒子密度、含水比、粒度、液性限界・塑性限界試験 湿潤密度試験、 動的変形試験</p>
調査項目		

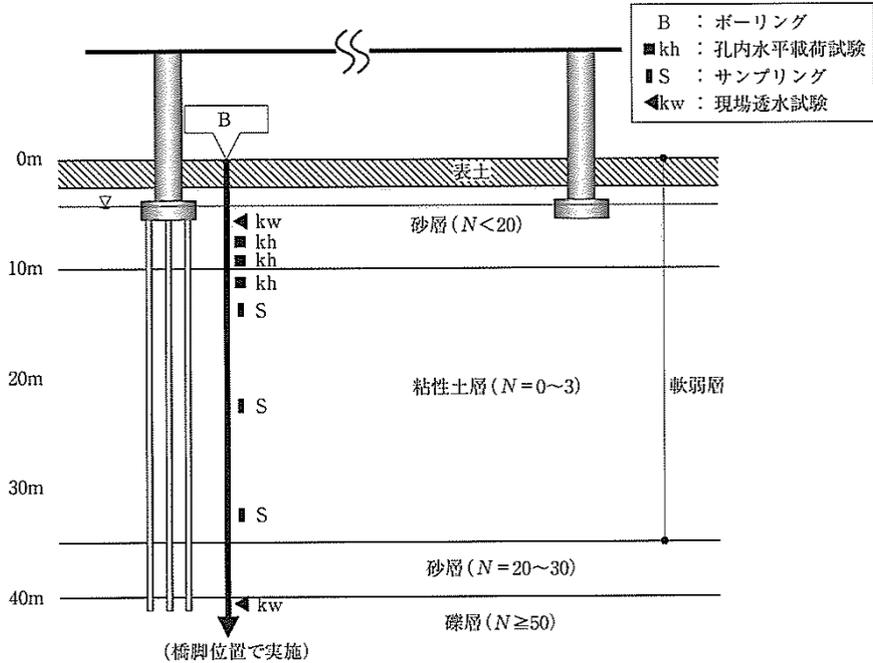
対象物	<h2 style="margin: 0;">橋梁(構造物)</h2>
<b>必要検討 地盤的情 報</b>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 65%;"> <p><b>支持層の選定</b> 地盤の成層状態 N値</p> <p><b>支持力・変形量の検討</b> N値、粘着力C、内部摩擦角<math>\phi</math> 地盤反力係数 極限支持力</p> <p><b>圧密沈下・負の摩擦力の検討</b> N値、圧密特性、粘着力C、内部摩擦角<math>\phi</math></p> <p><b>液状化の検討</b> N値、地下水位、粒度特性、塑性指数、単位体積重量、 液状化強度</p> <p><b>地震応答解析</b> 工学的基盤層(<math>V_s \geq 300\text{m/s}</math>)の確認 弾性波速度(P波速度、S波速度)、 動的変形特性(<math>G/G_0 - \gamma</math>、<math>h - \gamma</math>曲線)</p> <p><b>地下水の状況</b> 地下水位、被圧地下水、透水係数、 流向と流速</p> </div> <div style="width: 30%; text-align: center;">  </div> </div>
<b>調査項目</b>	<p>(支持層が浅い直接基礎) 平板載荷試験</p> <p>(支持層が深い杭基礎・ケーソン基礎等) 機械ボーリング 標準貫入試験 孔内載荷試験 現場透水試験 PS検層(地震応答解析を行う場合) 孔内流向流速測定(地下水の流向流速が必要な場合) 乱れの少ない試料採取(サンプリング) 室内土質試験 土粒子密度、含水比、粒度、液性限界・塑性限界試験 湿潤密度試験 一軸圧縮試験or三軸圧縮試験 圧密試験 液状化試験(詳細液状化判定を行う場合) 動的変形試験(地震応答解析を行う場合)</p>

(4) 調査計画事例



「改訂 地質調査要領 全国地質調査業協会連合会編」より

調査計画事例 1 構造物等基礎調査を参考にした調査計画例：低地  
(軟弱層の分布が厚い沖積地盤)



検討項目	<ul style="list-style-type: none"> <li>・支持層の検討</li> <li>・支持力の検討</li> <li>・水平力の検討</li> <li>・圧密沈下の検討 (負の摩擦力の検討)</li> <li>・液状化の検討</li> <li>・地下水の状態</li> <li>・(掘削工の検討)</li> </ul>
必要な地盤情報	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地層の成層状態と <math>N</math> 値</li> <li>・杭頭周辺地盤の横方向変形特性</li> <li>・軟弱粘性土の強度定数と圧密特性</li> <li>・緩い砂層の粒度特性と透水性</li> <li>・自由地下水位と各帯水層 (砂層, 砂礫層) の地下水水頭 (液状化の詳細検討のためには、各層の弾性波速度と緩い砂層の液状化強度が必要)</li> </ul>
調査・試験内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ボーリング (<math>N</math> 値50以上の支持層を 5 m 以上確認)</li> <li>・標準貫入試験 (深度 1 m ごとに実施)</li> <li>・孔内水平載荷試験 (杭頭10m ほどの範囲で各層 1 ~ 3 回)</li> <li>・サンプリング (軟弱粘性土を対象として深さ方向に 2 ~ 4 試料)</li> <li>・現場透水試験 (浅層の緩い砂層を対象)</li> <li>・室内土質試験 (物理試験, 一軸圧縮試験, 圧密試験) (軟弱粘性土のサンプリング試料を対象)</li> <li>・緩い砂層の粒度試験 (標準貫入試験試料を用いて 1 m ごとに実施) (液状化の詳細検討の場合は、PS 検層と緩い砂層の液状化強度試験が必要)</li> </ul>