

### 3. 調 査

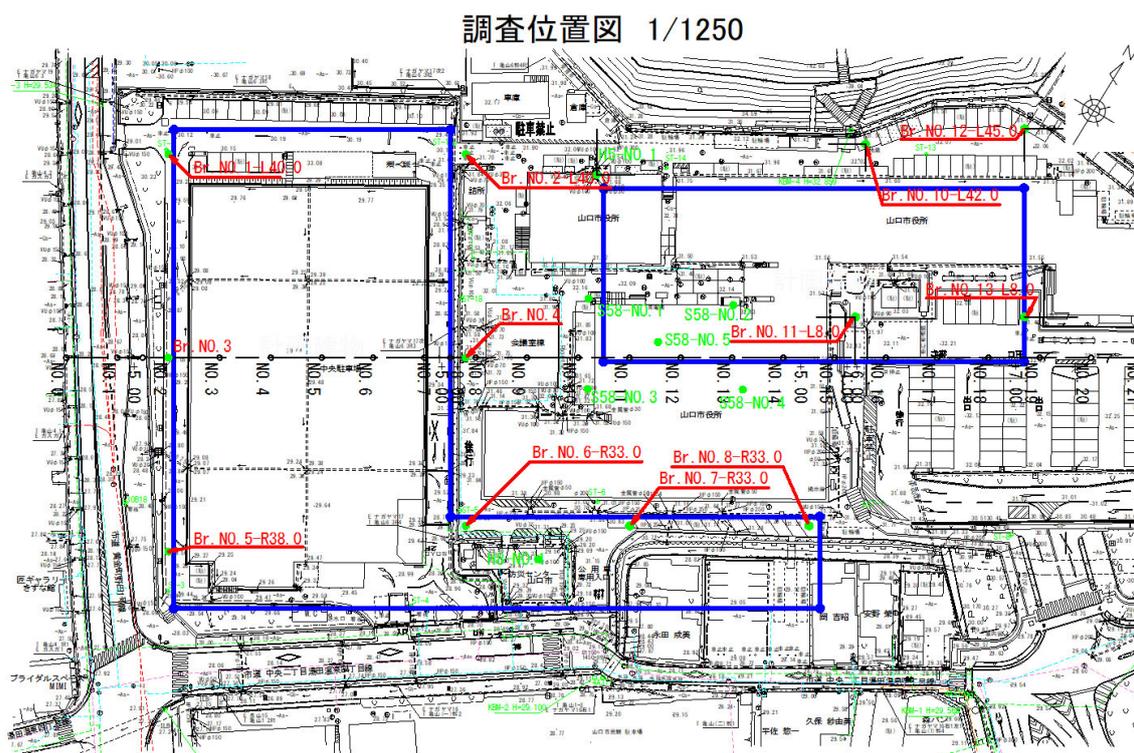
## 3.1 調査概要

### 3. 調査

#### 3.1 調査概要

新本庁舎建築計画地の土質状況を把握するために、ボーリング調査、原位置試験（標準貫入試験、透水試験、PS 検層、キャリパー検層、密度検層）、ボーリング試料を用いた土質試験（物理試験・力学試験）、岩石試験、模擬地震波作成のための常時微動測定、長周期常時微動測定、地盤液状化の検討を実施した。

各調査位置を下記に示す。



注：図でのボーリング調査地点は、赤色が今回実施分、緑色が既往の実施地点である。

ここでは、本庁舎建設計画地の地質状況を把握するため以下の調査を実施した。

- 1) 調査ボーリング・ボーリング掘削での岩盤土質試料（コア）の目視観察と柱状図作成
- 2) 原位置試験
  - ①標準貫入試験・・・基礎地質の強度測定
  - ②現場透水試験・・・堆積層の透水性の把握
  - ③PS 検層・・・基礎地盤の弾性波伝搬特性の把握
  - ④キャリパー検層・・・ボーリング孔径測定

⑤密度検層・・・基礎地盤の密度測定

3) 室内土質試験＝物理（密度、含水比、粒度試験）・・・堆積層の密度、液状化の検討

4) 室内土質試験＝力学（繰返し三軸試験、三軸圧縮試験、圧密試験）・・・

堆積層の弾性波伝搬特性、地盤強度定数の把握・圧密特性

5) 常時微動測定、長周期常時微動測定・・・弾性波伝搬特性

6) 地盤液状化の検討・・・簡便法による室内土質試験試料を用いた液状化の検討

調査ボーリングおよび標準貫入試験は、地盤工学会編「地盤調査法」、全国地質調査業協会編「ボーリングポケットブック」を基本として実施した。標準貫入試験により算出されるN値から、以下のような事柄を判定もしくは推定可能である。

表 3.1.1 標準貫入試験による調査結果から判明する事項（地盤工学会、土の調査実習書）

区分	判定・推定事項	
調査結果一覧図から総合判定する事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>・構成土層、深さ方向の強度変化</li> <li>・支持層の位置（地表からの深さと配列）</li> <li>・軟弱層の有無（圧密沈下計算の対象となる土層の厚さ）</li> <li>・排水条件 ・液状化対象層の有無</li> </ul>	
N値から直接推定される事項	砂地盤	<ul style="list-style-type: none"> <li>・相対密度、せん断抵抗角 ・沈下に対する許容支持力</li> <li>・支持力係数、弾性係数 ・液状化強度</li> </ul>
	粘土地盤	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンシステンシー、一軸圧縮強さ（粘着力）</li> <li>・破壊に対する極限及び許容支持力</li> </ul>

ボーリングコア区分は、岩盤等級区分はNEXCO（旧日本道路公団）等でも採用されている「田中の分類」をもとに、ボーリングコア鑑定用に編集された（応用地質学会編「岩盤分類」）（表 3.2.3.3）やJACIC様式（表 3.2.3.4）を参考にした。

ボーリング調査深度に関しては、（社）日本道路協会 道路橋示方書・同解説によると、「調査すべき深さは基礎の支持力、すべり、沈下などに影響する範囲について行わなければならないが、支持層に圧密沈下を生じる地層がないと予想される場合には一般に良質な支持層が基礎底面からその最小幅程度の深さまで連続して存在することが確認されればよい。」とされており、本調査ではN値60以上を5m以上確認することにより調査深度を決定した。

## 3.2 調査方法

## 3.2 調査方法

### 3.2.1 調査ボーリング

調査機械ボーリングは、前記した調査地点の No. 1～No. 8、No. 10～No. 13 の位置で実施した。

なお、あらかじめの計画地点 No. 9 については過去にボーリングを実施しているため欠番とした。

ボーリング掘進に際しては孔壁を乱さないように努めた。機械ボーリングは、オイルフィード式のスピンドル型ロータリー式ボーリング機械を用い、標準貫入試験区間以外は鉛直下方にて孔径φ66mmのオールコア採取を行った。

掘進中は地下水の状況・逸水等に注意し、深度とともに記録し、また、孔壁崩壊で保孔が困難となった場合は、ケーシングパイプ挿入によって孔壁の保護を行った。

ボーリングにより採取されたコアは地質標本としてコア箱に納めた。

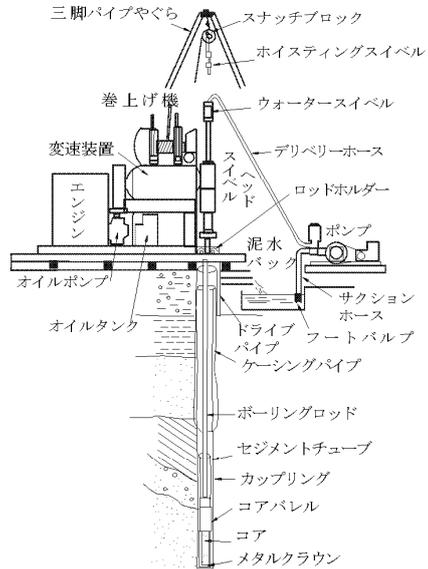
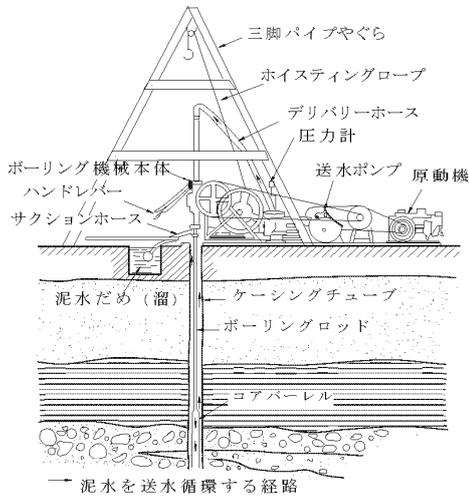
図3.2.1.1に、ロータリー式機械ボーリングの概要を、表3.2.1.1に使用機械一覧を示す。

表 3.2.1.1 使用ボーリング機械一覧

種 類	数 量	名 称 ・ 形 式	能 力
試 錐 機	2 台	吉田製作所製 YSO-1H 東邦地下工機 D-1	掘進能力 100m 掘進能力 150m
ポ ン プ	2 台	吉田製作所製 SP-40 東邦地下工機 BG-3	吐出力 40～50l/min
エ ン ジ ン	2 台	ヤンマー NFD-12 ヤンマー NFD-10	8 馬力
掘 削 用 具	1 式	ロッド、シングルコアチューブ (φ66～86) 軟岩用ダブルコアチューブ (φ66～86) 硬岩用ダブルコアチューブ (φ86) メタルクラウン (φ66～86)、ダイヤモンドビット (φ66～86) ケーシングチューブ その他備品	

図 3.2.1.1 ロータリー式機械ボーリングの概要

1 説明図



ハンドフィード式機械の全体図

ハイドロリックフィード式機械の全体図

(出典：地盤調査法 地盤工学会編 P.129に加筆修正)

(出典：地盤調査法 地盤工学会編 P.129に加筆修正)

2 概要

コアパーレルの先端に取り付けられたビットに回転と給圧を与えて土砂～岩を掘進し、掘り屑(スライム)は清水(主に岩の場合)またはベントナイト泥水(主に土砂の場合)で孔外に排除することを基本的機構とする。給圧を与える方法は、人力(ハンドフィード式)と油圧(ハイドロリックフィード式)の2種類があり、機械の機構もそれぞれ異なる。

孔壁は表層部での崩壊を防ぐため、ケーシングチューブを挿入するが、ケーシングチューブ挿入深度以深についてはベントナイト泥水で保護を行う。

3 目的

- ① 地層判別(掘進時のスライムの状況, 給圧, ポンプ圧)。
- ② サプリング, 各種孔内の原位置試験孔の設置。
- ③ 水抜き孔, 揚水井などの削孔。

4 注意事項・その他

地盤に適したピットを選択することができるため、土から岩まで適用の範囲が広く、任意の方向に掘進することが可能である。また、コアパーレルを用いて土または岩のコアが採取できる。

掘削孔径は、孔内での原位置試験等によって選定されるが、通常の調査においては大部分はφ66～116mmである。

ハンドフィード式は、構造が簡単で、現場での分解組立、修理が容易であること、掘進中の地質状態の変化が直ちにレバーに伝達され、地層境界の判断が可能であること、孔内条件の急変に際してハンドル操作が簡単で、事故防止が可能である。

適応地質は土砂～軟岩であり、硬質岩盤には不相当である。また、適用深度も100 m以浅が対象となる。

ハイドロリックフィード式は、高速回転が可能であり、給圧も油圧により任意に調整できるのでダイヤモンドビットの使用には最適であり岩掘削に適していること、スピンドル径60mm以上の機種ではワイヤーライン工法が可能である。

### 3.2.2 標準貫入試験

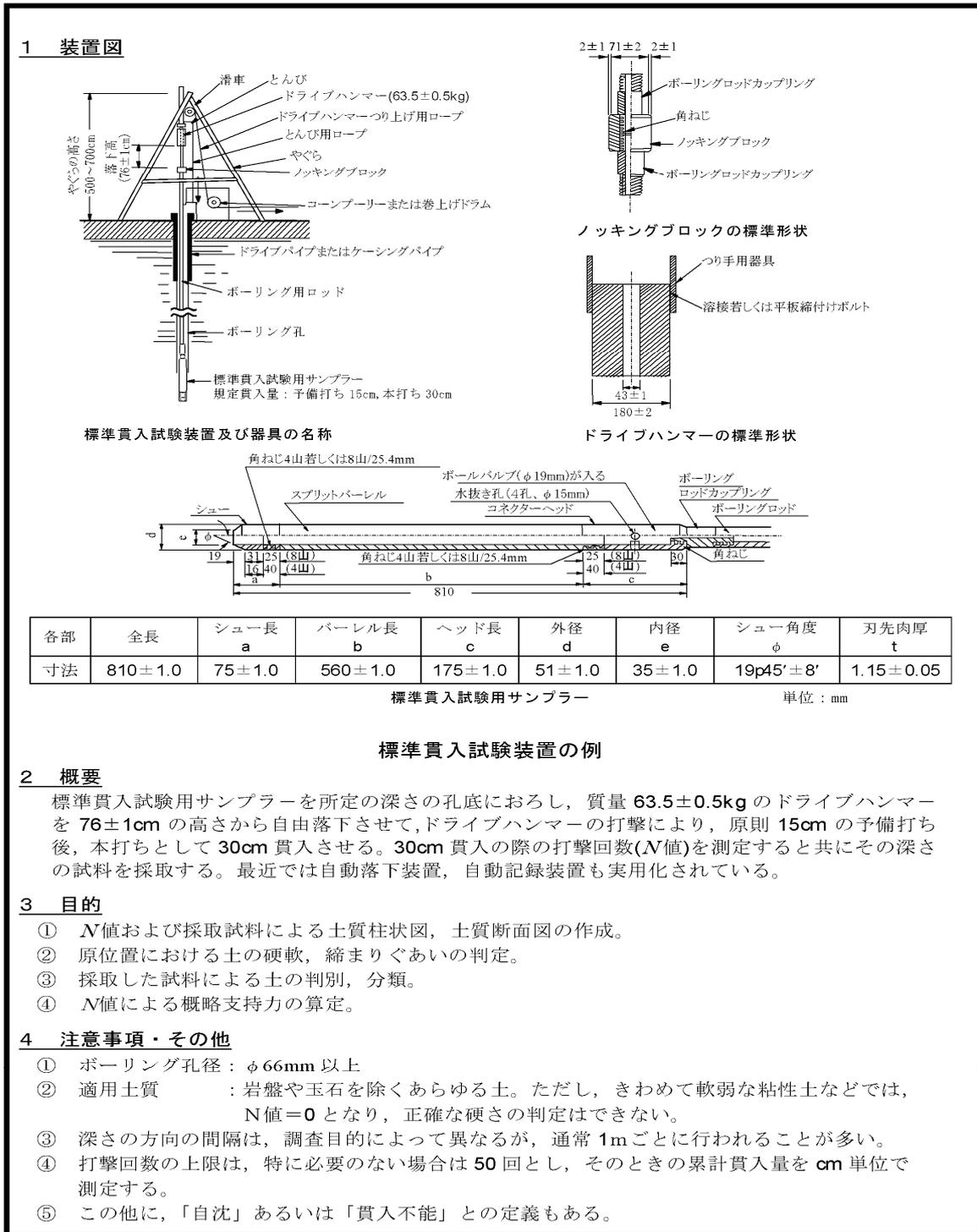
標準貫入試験は土層・地層の締り具合を判定するために JIS A 1219 の規定に従い、土砂から軟岩を対象に掘進長 1m 毎に 1 回行うことを標準として実施した。

標準貫入試験は、ボーリングロッドの先端に試験用サンプラーを取り付けて孔底に降ろし、ロッド天端にノッキングヘッドを装着し、ハンマーの打撃により試験用サンプラーを地盤中に貫入させるものである。

試験用サンプラーの貫入は、15cm の予備打ち、ハンマー落下高さ 76cm による 30cm の本打ち、及び、5cm の後打ちの 3 段階からなる。このうち、本打ちによってサンプラーを 30cm 打込むのに要する打撃回数を N 値としている。その際、貫入量 10cm ごとの打撃回数を記録する。また、30cm 貫入が困難な場合は、60 回の打撃を限度とし、その貫入量を記録した。

試験の際にサンプラー内に採取された試料は、地表に引揚げて土質・混入物・色調などの特徴を観察した後、試料袋に入れてコア箱に納め整理した。

図 3.2.2.1 標準貫入試験の概要



### 3.2.3 土質分類

ボーリング調査等によって得られた試料については、以下の表 3.2.3.1~3.2.3.5 を用いて分類した。

表 3.2.3.1 土質材料の工学的分類体系

(a) 粗粒土の工学的分類体系

大分類		中分類		小分類	
土質材料区分	土質区分	主に観察による分類		三角座標上の分類	
粗粒土 Cm 粗粒分 > 50%	礫質土 [G] 礫分 > 砂分	細粒分 < 15%	礫 [G]	礫	(G)
				砂まじり礫	(G-S)
				細粒分まじり礫	(G-F)
		15% ≤ 細粒分	砂 礫 [GS]	砂質礫	(GS)
				細粒分まじり砂質礫	(GS-F)
				細粒分砂まじり礫	(G-FS)
	砂質土 [S] 砂分 ≥ 礫分	細粒分 ≤ 15%	砂 [S]	砂	(S)
				礫まじり砂	(S-G)
				細粒分まじり砂	(S-F)
		15% ≤ 細粒分	礫質砂 [SG]	礫質砂	(SG)
				細粒分まじり礫質砂	(SG-F)
				細粒分礫まじり砂	(S-FG)
15% ≤ 細粒分	細粒分まじり礫 [GF]	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)		
	細粒分まじり砂 [SF]	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)		

表 3.2.3.2 土質材料の工学的分類体系

(b) 主に細粒土の工学的分類体系

大分類		中分類	小分類		
土質材料区分	土質区分	観察・塑性図上の分類	観察・液性限界等に基づく分類		
細粒土 Fm 細粒分 $\geq 50\%$	粘性土 [Cs]	シルト [M] 塑性図上で分類	$W_L < 50\%$	シルト (低液性限界)	(ML)
			$W_L \geq 50\%$	シルト (高液性限界)	(MH)
		粘土 [Cl] 塑性図上で分類	$W_L < 50\%$	粘土 (低液性限界)	(CL)
			$W_L \geq 50\%$	粘土 (高液性限界)	(CH)
	有機質土 [O] 有機質, 暗色で有機臭あり	有機質土 [O]	$W_L < 50\%$	有機質粘土 (低液性限界)	(OL)
			$W_L \geq 50\%$	有機質粘土 (高液性限界)	(OH)
			有機質で火山灰質	有機質火山灰土	(OV)
	火山灰質粘性土 [V] 地質的要素	火山灰質粘性土 [V]	$W_L < 50\%$	火山灰質粘性土 (低液性限界)	(VL)
			$50\% \leq W_L < 80\%$	火山灰質粘性土 (I型)	(VH <sub>1</sub> )
			$W_L \geq 80\%$	火山灰質粘性土 (II型)	(VH <sub>2</sub> )
高有機質土 Pm - 高有機質土 [Pt] 有機物を多く含むもの	高有機質土 [Pt]	未分解で繊維質	泥炭	(Pt)	
		分解が進み黒色	黒泥	(Mk)	
人工材料 Am - 人工材料 [A]	人工材料 [A]	廃棄物 [Wa]	廃棄物	(Wa)	
		改良土 [I]	改良土	(I)	

表 3.2.3.3 ボーリングコア鑑定についての岩盤等級区分基準

岩盤等級	対象岩盤の一般的な目安としては、新鮮な岩石のテストピースの自然乾燥一軸圧縮強度が <u>800kg/cm</u> 以上のもの。新鮮岩の露頭部における岩石のハンマーの打撃によって、一般に金属音が発生する。	
	岩盤の一般的性状	ボーリングコアの状態
A	岩盤はきわめて新鮮で、火成岩の造岩鉱物あるいは堆積岩の構成粒子は全く変質しておらず、また節理はほとんど分布していない。岩盤として極めて堅牢、緻密である。	コアは 100cm 以上の棒状をなし岩質極めて新鮮で、コアの表面は非常になめらかであり、節理はみとめられない。(すなわち、コア箱 1m においては、割れ目の見られない intact rock である。) コアの採取率は極めてよい。
B	岩質は新鮮で、火成岩の造岩鉱物あるいは堆積岩構成粒子はほとんど風化変質していない。また節理の分布はまばらであり、密着している。岩盤としては堅牢、緻密である。	コアは 40~50cm 前後の長柱状が主体をなし、岩質は新鮮で、コアの表面はなめらかである。節理の分布は少なく密着している。節理面は稀に汚染されていることもある。コアの採取率は極めてよい。
CH	岩質は概ね新鮮、堅硬であるが、火成岩では造岩鉱物裏中、長石類および雲母、角閃石などの有色鉱物がわずかに風化変質している場合もあり、また堆積岩類では構成粒子として二次的に存在する長石類および有色鉱物がわずかに風化変質している場合もある。節理はかなり分布しており、また節理面は風化変質をうけて変色汚染されている場合が多く、ときには風化物質がうすく付着していることもあるが、一般には概ね密着している。岩盤としては堅固である。	コアは 10~30cm 前後の柱状は主体をなし、岩質は概ね新鮮で、コアの表面はおおむねなめらかである。節理はやや発達し、節理面はしばしば淡褐色に風化変質しているが、風化変質は内部まで進んでいない。時に節理面には薄く風化物質が付着することもある。コアの採取率はよい。
CM	岩質は一般にやや風化変質している。このうち火成岩では石英を除き、長石類および有色鉱物は風化を受けしばしば褐色あるいは赤褐色を呈している。また堆積岩類では構成粒子として二次的に存在する長石類および有色鉱物が風化変質し、火成岩の場合と同様、しばしば褐色あるいは赤褐色を呈している。節理は開口し、しばしば粘土あるいは風化物質を挟在している。このクラスの岩石中には細やかな毛髪状割れ目は多量に胚胎していることが多い。その他、岩質は新鮮であっても、開口節理の分布が著しく、クラッキーな状態を示すものもこのクラスに含まれている。	コアは 10cm 程度の短柱状が主体をなし、岩片状をなす場合でも組み合わせると円柱状になる。岩質はやや風化変質しておりコアの表面は概ね粗面を呈する。節理面は風化汚染され、内部まで風化が進んでいる。コアバレルからコアを抜いたとき新たな割れ目が生じる。コアの採取率は概ね 80% 以上。岩質が新鮮でも開口亀裂が発達し、コア長の短いものはこの岩級に含まれる。
CL	火成岩の造岩鉱物あるいは堆積岩の構成粒子は著しく風化を受けているために、岩石全体としても一般に褐色あるいは赤褐色を呈する。節理は開口し、粘土および風化物質の挟在が著しい。このクラスの岩石では細かな毛髪状割れ目の分布が著しく、さらにこの割れ目に沿って風化も進んでいる。その他、岩質は新鮮であっても、開口亀裂の分布が著しく、石積状の産状を示すものもこのクラスに含まれる。	コアがおおむね岩片状が主体をなし、組合わせても円柱状にすることは難しい。岩質は風化している為、コアの表面はザラザラし、一般に褐~茶褐色を呈する。風化物質は節理のみならず全体に進んでいる。コアバレルからコアを抜いたとき崩壊し易い。採取率は概ね 80% 以下。短柱状コアと砂~粘土状コアが繰り返す場合もこの岩級に含まれる。
D	火成岩の造岩鉱物あるいは堆積岩の構成粒子は著しく風化を受け、しばしば砂状および粘土状を呈する部分が見られる。このクラスの岩盤では節理の分布はむしろ不明瞭である。	コアはおおむね砂~粘土状を呈し、一見岩盤被覆層との区別は難しいが、相対的に締り度よい。通常の清水掘りでは、ダブルコアチューブを用いてもコア採取率は著しく悪い。

(菊池・藤枝・岡・小林、ダム基礎岩盤の耐荷性に関する地質工学的総合評価；  
日本応用地質学会編、「岩盤分類」107 頁)

表 3.2.3.4 の岩級区分表において、C 級が CH 級、CM 級、CL 級の 3 階級に区分された形となっているが、これは岩盤等級区分基準設定の歴史的な経緯から命名されたものであり、実際的な内容は CH 級、CM 級、CL 級それぞれの区分方の等級区分と同等の意味を持つと考えてよいものである。

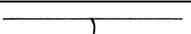
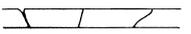
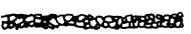
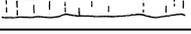
表 3.2.3.4 JACIC 様式

① 硬軟

記号	硬 軟 区 分
A	極硬、ハンマーで容易に割れない。
B	硬、ハンマーで金属音。
C	中硬、ハンマーで容易に割れる。
D	軟、ハンマーでボロボロに砕ける。
E	極軟、まさ状、粘土状。

\* 岩種により判定基準は多少異なるが、ハンマーでの打撃音（澄んだ音・鈍い音）、割れ方（なかなか割れない・容易に割れる）、指でつぶせるなどで何段階か分けて判定する。

② コア形状

記号	模 式 図	コ ア 形 状
I		長さ 50cm 以上の棒状コア。
II		長さが 50～15cm の棒状コア。
III		長さが 15～5cm の棒状～片状コア。
IV		長さが 5cm 以下の棒状～片状コアでかつコアの外周の一部が認められるもの。
V		主として角礫状のもの。
VI		主として砂状のもの。
VII		主として粘土状のもの。
VIII		コアの採取ができないもの。スライムも含む。 (記事欄に理由を書く。)

\* 採取されたコアの形状は地質状況を知るための手掛かりとして重要なものである。しかし、この基準は初生的に均質で異方性に乏しい塊状岩盤（深成岩など）には適用できるが、著しい異方性を持つ岩盤（千枚岩、結晶片岩など）の場合は、基準そのものを変えたほうが岩盤状況の正しい記録となる場合もある。コアの形状は割れ目の頻度と割れ目の状況によって決まる。割れ目の状況には、割れ目の密着度（開口度）、割れ目の流入物や充填物の有無と、有る場合、その性状、割れ目の粗さ、地下水の流動跡の有無、割れ目沿いの風化の状況などを読み取って記載するが、取り扱いの際に作ってしまった割れ目と地盤の中に存在した割れ目と区分することが重要である。

### ③ 割れ目状態

記号	割れ目状態区分
a	密着する、あるいは分離しているが割れ目沿いの風化・変質は認められない。
b	割れ目沿いの風化・変質は認められるが、岩片はほとんど風化・変質していない。
c	割れ目沿いの岩片に風化・変質が認められ軟質となっている。
d	割れ目として認識できない角礫状、砂状、粘土状コア。

### ④ 風化の程度

記号	風化の程度
$\alpha$	非常に新鮮である。
$\beta$	新鮮である。層理面、片理面に沿ってわずかに変色があり割れやすい。
$\gamma$	弱風化している。層理面、片理面に沿って風化している。
$\delta$	風化している。岩芯まで風化している。ハンマーで簡単に崩せる。
$\epsilon$	強風化している。黄褐色化し、指先で簡単に壊すことができる。

### ⑤ 変質区分

記号	変質区分	変質状況
1	非変質	肉眼的に変質鉱物の存在が認められないもの。
2	弱変質	原岩組織を完全に残し、変質程度（脱色）が低いもの、あるいは非変質部の割合が高いもの。（肉眼で50%以上。）
3	中変質	肉眼で変質が進んでいると判定できるが、原岩組織を明らかに残し、原岩判定が容易なもの、または非変質部を残すものおよび、網状変質部。
4	強変質	構成鉱物、岩片などが変質鉱物で完全に置換され、原岩組織をまったく～ほとんど残さないもの。

\* 岩石の風化とは、新鮮な岩石が物理的・化学的に変化し土壌となるまでの過程をいう。コアの観察で重要な項目を④・⑤に示す。変質とは、地表からの外的営力の及ばない深所で、温度や圧力または科学的な変化で岩石を構成する鉱物そのものが変化することを言う。広い意味では、前記の風化作用も含むので、一括して記録することが多い。変質作用も受けた岩石には粘土鉱物や黄鉄鉱などが生じることが多く、土木施工の上でも重要な影響がある。変質のあり方は肉眼観察だけでは不十分で、顕微鏡鑑定、X線分析など室内試験を必要とする場合もあり、その結果は記事欄に記録する。

((財) 日本建設情報総合センター；ボーリング柱状図作成要領（案）解説書より)

### 3.2.4 現場透水試験

#### 1) 現場透水試験の方法

現場透水試験法には、代表的なものとして図3.2.4.1および表3.2.4.1に示すように、ピエゾメータ法、チューブ法、パッカー法、オーガー法がある。

図 3.2.4.1 単孔式現場透水試験の種類

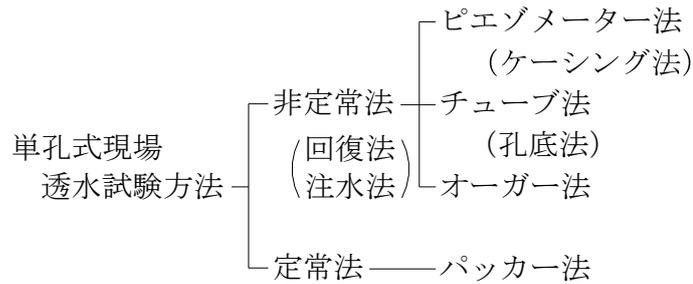


表 3.2.4.1 試験方法選定の目安

試験方法 の種類 試験条件		ピエゾメータ法		チューブ法		パッカー法	オーガー法	
		回	注	回	注	注	回	注
土質 ・ 水性	礫・大	△	×	○	△	○	×	×
	砂・中	○	△	△	△	○	△	△
	粘土・小	△	△	×	×	○	×	×
孔壁 自立性	する	○	○	△	△	○	○	○
	しない	○	○	×	×	△	×	×
地下水 量	少ない	○	○	△	△	○	△	△
	多い	○	○	○	○	○	×	×
試験 深度	浅い	○	○	○	○	○	△	△
	深い	○	○	○	○	○	×	×
自然 水位	浅い	○	○	○	○	○	△	△
	深い	△	△	△	△	○	×	×
異 方性	水平	○	○	※	※	○	○	○
	鉛直	×	×	△	△	×	×	×

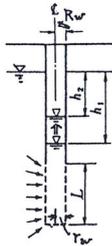
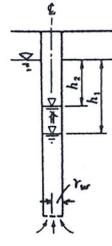
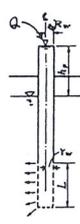
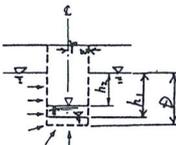
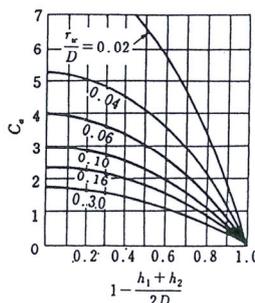
- a) ピエゾメータ法（ケーシング法）は、通常のボーリング設備と孔内水位を測る器具があれば簡易に試験ができることから、最も標準的な試験方法で、先端試験区間の長さを調節することにより対象とする土質に幅を持たせることができる。
- b) チューブ法（孔底法）は、先端試験部分の面積が小さいことから、地下水量の多い砂礫層に適用される。

c) パッカー法は定常法試験で、上記 a、b が非定常法試験であるのと異なっている。岩盤を対象に行われているルジオンテストと同じ原理である。

d) オーガー法は、試験深度が浅く、かつ自然水位も浅く存在し、裸孔で自立できる地盤に適用する。

本調査においては、特に崩壊等もなかったため、標準的な試験方法であるピエゾメータ法を用いて現場透水試験を行った。また表 3.2.4.2 に単孔式現場透水試験の算定式一覧を示す。

表 3.2.4.2 単孔式現場透水試験の算定式一覧

試験名称	透水係数算定式	式No.	試験条件概念図	特 徴
ピエゾメータ法	$k = \frac{(2.3)^2 R_w^2}{2L(t_2 - t_1)} \log\left(\frac{L}{r_w}\right) \log\left(\frac{h_1}{h_2}\right)$ <p>ただし、<math>L &gt; 8r_w</math></p>	7.7		標準的な試験方法、おもに水平透水係数を計測、ケーシング法
チューブ法	$k = \frac{2 \times 2.3 \pi R_w}{11(t_2 - t_1)} \log\left(\frac{h_1}{h_2}\right)$	7.8		透水係数の大きい場合に適用、孔底法
パッカー法	$k = \frac{2.3Q}{2\pi h_p L} \log\left(\frac{L}{r_w}\right)$ <p>ただし、<math>L = 8r_w</math></p>	7.9		岩盤のルジオンテストと同じ原理、定常法、必ずしもパッカーを用いなくても良い
オーガー法	$k = \frac{\pi^2 r_w}{16DC_a} \left(\frac{h_2 - h_1}{t_2 - t_1}\right)$ <p>ただし、<math>D &lt; 50r_w</math>、<math>C_a</math>は下図より求めるが、一般には1~3の範囲で1.5程度。</p>	7.10	 	試験深度が浅く、かつ地下水位が高く、裸孔で自立できる地盤に適用

### 3.2.5 孔内検層

#### 1) PS 検層

PS 検層は、ボーリング孔を利用して地盤内を伝播する弾性波（P 波・S 波）の深さ方向の速度分布を測定するもので、その結果並びに湿潤密度から耐震設計や地震時応答解析に用いる地盤のモデル化に必要となる動的弾性係数、ポアソン比、剛性率等を求めるために行った。

地盤工学会基準(JGS 1122-2012)に準拠する測定方法には孔口付近で起振を行う「ダウンホール法」と、孔内で起振する「孔内起振受振方式（サスペンション法）」があり、それぞれの特徴を表 3.2.5.1 に示す。

表 3.2.5.1 PS 検層方法別特徴

方法	ダウンホール法	孔内起振受振（サスペンション）法
長所	<ul style="list-style-type: none"><li>・装置が比較的単純で簡易。</li><li>・ゾンデを圧着固定するため、孔内水が無い場合でも測定可。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・水上などでも測定可能。</li><li>・大深度でもシグナルの減衰を考慮する必要が無い。</li><li>・ダウンホールと比較して精度の高い測定が可能。</li></ul>
短所	<ul style="list-style-type: none"><li>・大深度ではシグナルが減衰する。</li><li>・孔口付近に起振する作業場が必要で、海上などでは測定不可。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・孔内水が無いと測定不可。</li><li>・4m 程度の余掘りが必要。</li><li>・機器が多くやや頻雑。</li></ul>

当該試験孔（No. 4）は GL-20m までケーシングパイプが挿入してあったため、GL-21m までダウンホール法、GL-20m 以深の裸孔部分ではサスペンション法を採用し、解析は両者をつなぎ合わせる形で行った。

## 【ダウンホール法】

図 3.2.5.1 にダウンホール法の測定概略図を示す。

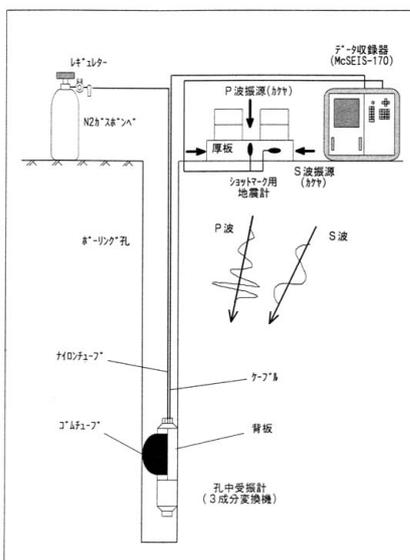


図 3.2.5.1 ダウンホール法による PS 検層測定概要図

ダウンホール法による PS 検層は、地表面を起振した時に生じる波動（P 波・S 波）を孔内の所定深度に設置した受振器（上下方向 1 成分、水平方向 2 成分）で観測した。その波の伝播時間と伝播距離の関係から、P 波速度・S 波速度値を算出して地盤の速度分布を把握した。その手順は次のとおりである。

- ①孔内の所定の深度に受振器を圧着設置した。
- ②P 波は孔口近傍に杭を地表面に設置し、その杭を垂直方向に打撃して波を発生させ波形を記録した。（ノイズが多くシグナルが不鮮明の場合はスタッキングを行った。）
- ③S 波はまくら木等の板を地表面に密着設置し、その板の側面を打撃して波を発生させ波形を記録した。（ノイズが多くシグナルが不鮮明の場合はスタッキングを行った。）その際、打撃方向を板の左右双方から行うことにより、S 波の振動方向が反転することを確認した。
- ④P 波及び S 波の観測を終えたら、受振器を次の深度に移動し、この①～④の作業を繰返した。

### 【サスペンション法】

図 3.2.5.2 にサスペンション法の測定概略図を示す。

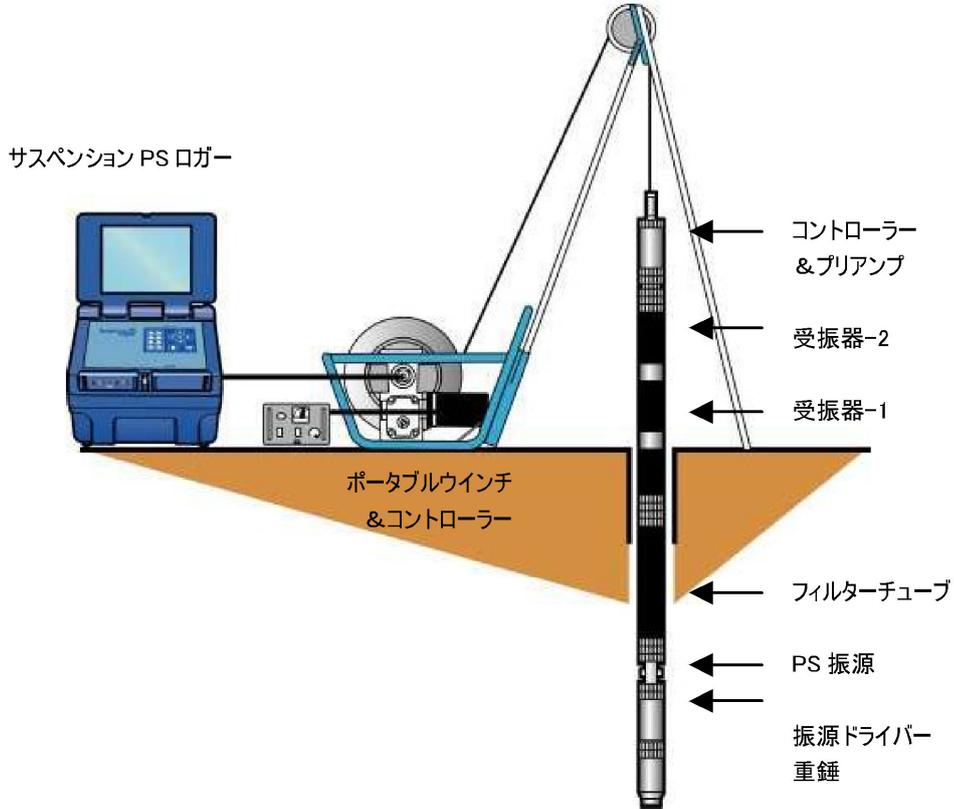


図 3.2.5.2 サスペンション法による PS 検層測定概要図

サスペンション法による PS 検層は、ゾンデ下部で起振した時に生じる波動（P 波・S 波）をゾンデ上部に 1m 間隔に設置した受振器（上下方向 1 成分、水平方向 1 成分）で観測した。1m 間の波の伝播時間から、P 波速度・S 波速度値を算出して地盤の速度分布を把握した。その手順は次のとおりである。

- ①試験孔の掘削深度・掘削径・孔内水位・孔壁保護状況等を事前に把握し、ゾンデが所定の深度まで挿入できるかどうか等を確認した。
- ②孔内の所定深度にゾンデを設置した。
- ③試験的に起振を行い、記録装置の増幅利得、記録長、サンプリング間隔など、走時を読取るのに適切な設定に調整した。
- ④ゾンデに内蔵した起振装置により P 波と S 波を発生させ、P 波と S 波の波形記録を測定・記録した。ノイズが多くシグナルが不鮮明の場合はスタッキングを行うとともに、S 波の振動方向が反転することも併せて確認した。

- ⑤P波及びS波の観測を終えたら、ウインチによりゾンデを次の深度に移動し、この  
②～⑤の作業を繰り返した。

## 2) キャリパー検層

キャリパー検層は、ボーリング孔の孔径変化を深度方向に連続的かつ直接的に測定する方法である。孔径を把握することは、ボーリング孔を利用した他の検層など、原位置試験の測定データの信頼性について検討する際に重要である。また、崩壊性地層など地層状況の直接把握を目的として行うこともある。

測定装置の概要は図 3. 2. 5. 3 に示すとおりであり、ボーリング孔内に降下させて感知するプローブと、ケーブルを通して孔径の信号を入力して記録する地上装置とによって構成される。プローブはアームと呼ばれる受感部が孔壁に接触することによって機械的に孔径を感知し、これを電気信号に変換して地上へ伝送する。地上装置はプローブからの電気信号を孔径に再変換し深度と対応させて記録する。キャリパー検層の測定にあたっては、アームを閉じたままのプローブを孔底まで降下させ、次に孔底付近でアームを開放し、プローブを上昇させながら孔径を測定した。

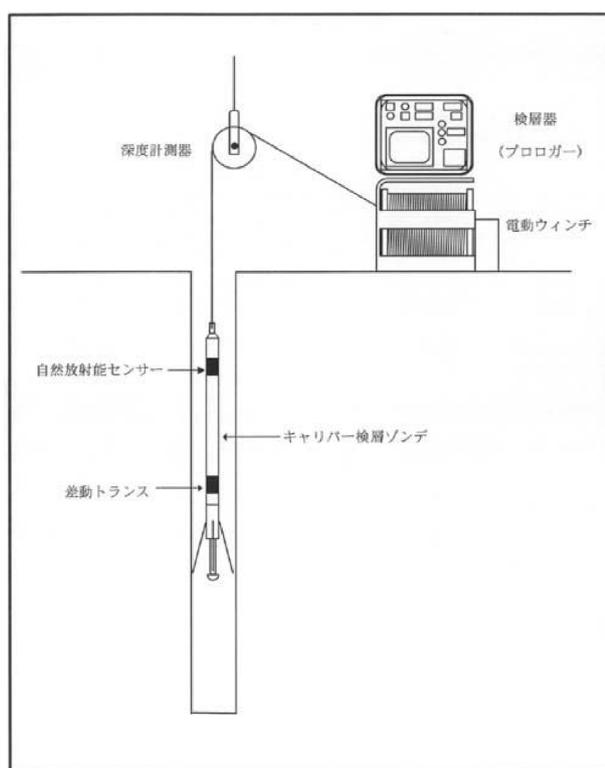


図 3. 2. 5. 3 キャリパー検層の概念図

測定手順は次のとおりである。

- ①測定装置の接続・組み立てを行った。
- ②プローブの較正試験を行い、アームの開度と実測値を整合させた。

- ③プローブを測定深度下端まで挿入した。途中でアームが開放しないように静かに降下させた。
- ④プローブが測定深度下端に到着してからアームを開放させた。
- ⑤プローブを静かに上昇させながら測定を行った。測定時の引き上げ速度は 5～10m/分程度の等速度で行った。
- ⑥モニタ記録を記録媒体等に出力した。

### 3) 密度検層

密度検層は、放射線物質（ラジオアイソトープ）から出る  $\gamma$ （ガンマ）線を地盤の中に放射させ、その散乱量を計量することで地盤の密度を測定するものである。

放射線の一つである  $\gamma$  線は、土層を構成する原子の殻外電子によって散乱・吸収される。（コンプトン散乱）この  $\gamma$  線の散乱率は、土層を構成する原子の原子番号、すなわち土層の密度の値と関係が大きいので、地盤の密度を把握するために利用されている。放射線を出す物質（線源）はコバルト 60 を用いる。なお、この測定で使用した放射線物質の強さは、使用にあたっての法規制の対象となる基準以下の弱いものである。

電子密度の高い原子により散乱された  $\gamma$  線は、その散乱量が大きく、線源から離れたところにある検出器（シンチレーションカウンター）にまで到達してくる確率が小さくなる。逆に、電子密度の低い原子では散乱が小さくなり、その確率は大きくなる。この電子密度の高い原子で構成される土層は密度の大きなことを示し、その逆では小さくなる。検出器に到達する  $\gamma$  線量と土層の密度との関係式を示すと、次のとおりである。

$$N = N_0 e^{(-\alpha\rho)} \dots\dots\dots \text{式(3.2.5.1)}$$

- ただし、
- N : 検出器で測定されるガンマ線強度
  - $N_0$  : 線源より放出されるガンマ線強度
  - $\alpha$  : 地盤によって異なる質量吸収係数
  - $\rho$  : 地盤の密度(g/cm<sup>3</sup>)

散乱された  $\gamma$  線を検出して電気信号に変換するために使われるシンチレーションカウンターには、通常 NaI（ヨウ化ナトリウム）などの結晶などが使用される。 $\gamma$  線がこの結晶中に吸収されると、その量に応じた発光現象が生じる。その発光量は、光電子倍增管により電気量へと変換される。放射線量に対応した電気信号は地上の測定機器に送られ、検出器に到達した  $\gamma$  線の量に比例したカウンター量として記録される。この測定記録に密度に変換するための較正係数を乗じて土層の密度の値に変換する。

図 3.2.5.4 に密度検層の概要を示す。

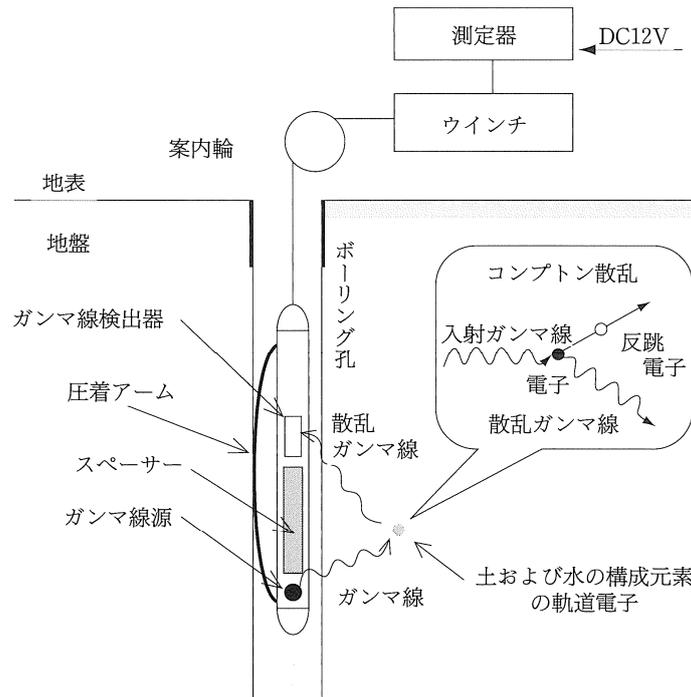


図 3.2.5.4 密度検層の概念図

使用する測定器は(株)応用地質製のジオロガー3030システムで、測定装置の概要を図3.2.5.5に示した。密度検層の測定にあたっては、はじめに密度検層用プローブの中に線源を入れて測定機器の調整・準備を行った後、それを孔底に降ろした。プローブが孔底まで降ろした後、本体を孔壁に押しつけるためのアームのストッパーを解除して、プローブを孔壁に押しつけた。プローブを吊り下げているケーブルは、約1~2m/分の移動速度で巻き上げた。

測定データ(カウント数)と測定深度は、シーブに内蔵されたエンコーダーの回転数をカウントすることで確認され、全て信号として送られる。測定記録はフロッピーディスクや内蔵ハードディスクに収められるとともに記録紙上にも記録した。

なお、測定には以下の線源を使用した。

核種:60Co(コバルト60)

放射能:3.7MBq(=100 $\mu$ Ci)

一方、今回の測定で用いる測定計では $\gamma$ 線の計数値を測定するので、地盤の密度値を知るために線源強度における校正曲線を作成した。測定される $\gamma$ 線量は、土層の密度の変化によるほか、散乱される $\gamma$ 線量の確率的な変動などで細かく変動する。したがって、結果図作成にあたっては、こうした影響による測定値の変動幅を極力小さくするために、平滑化処理（移動平均処理）を行い、記録の細かな変動を小さくしている。

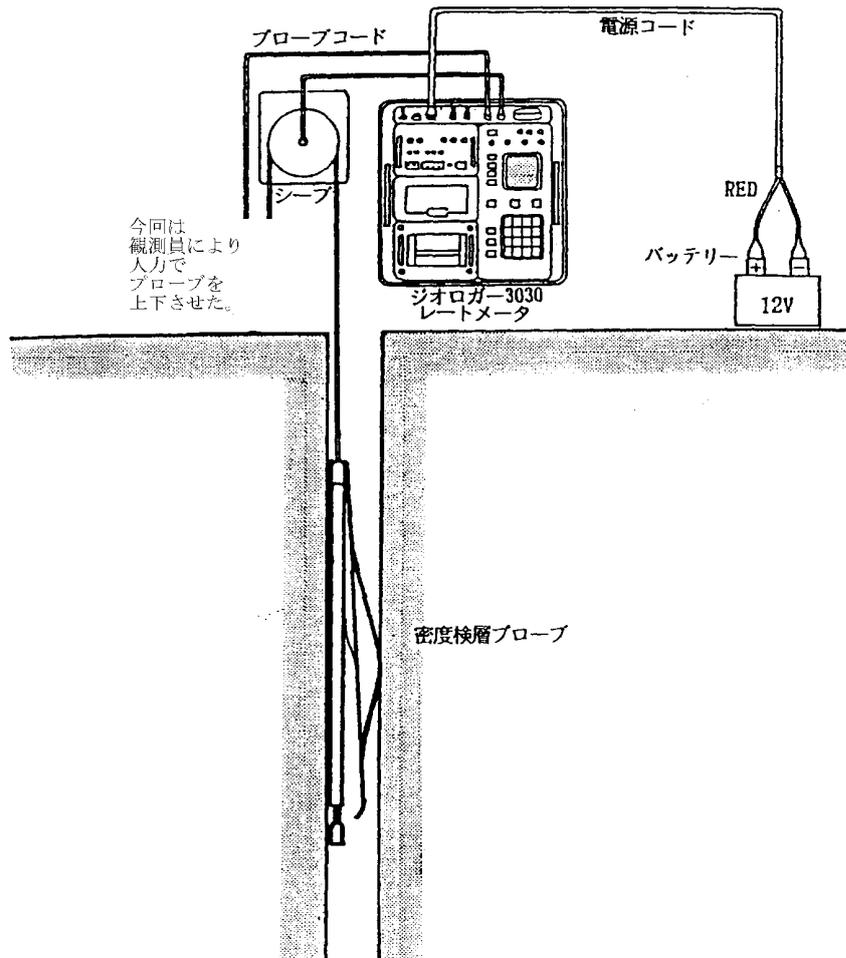


図 3.2.5.5 密度検層測定装置の概要図

### 3.2.6 常時微動測定、長周期常時微動測定

通常の地盤では、地震や近隣に振動源が存在しなくても、数 $\mu\text{m}$ 以下の微小な振動が絶えず間なく続いており、その周期は数秒のものから数十分程度のものまでである。この周期のうち、数秒以上の周期の波を脈動、2秒位より短い周期の波の集合体を総じて“常時微動”と呼び、区別している。この常時微動は、主として工場の運転機械や交通機関等の不特定多数の人工振動が、あらゆる方向から伝播してきた自然地盤振動と考えられており、また、その地盤固有の振動性状が現われ、その性質は地震時においても現われることが多い。

常時微動の振幅は、同一構造の地盤では繁華な場所ほど大きく、閑静な場所ほど小さい。また、堅固な地盤では振幅は小さく、軟弱な地盤では大きい傾向にある。

常時微動の卓越周期は、山岳地では0.1～0.2秒位、洪積台地では0.2～0.4秒位、沖積平野では0.4～0.8秒位というように、一般的に堅固な地盤では短周期側、軟弱地盤では長周期側に現れることが多い。また、特に厚い沖積地盤や軟弱地盤上では、0.1秒位から1秒以上にわたる周期の波が含まれており、ある特定の卓越した周期は現われ難い。また、新鮮な岩盤上、ずい道の中、地下の基盤上等では比較的長周期の波が含まれており、周期特性としては最軟弱地盤の特性に近いが振幅は小さい。

測定装置の概要はNo.4地点を例にすると図3.2.6.1に示すとおりであり、他のNo.2地点、No.3地点、No.6地点では地表面のみの測定を実施した。

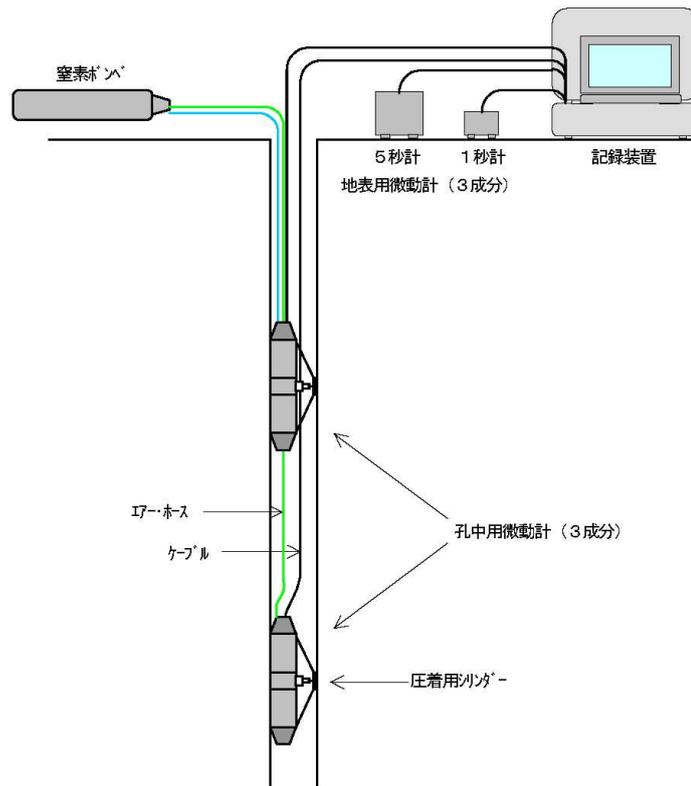


図 3.2.6.1 常時微動測定概念図

測定方法は次のとおりである。(No.4 地点の例)

- ①平面据え置き型および孔中設置型の非減衰（可動線輪式）固有周期 1 秒の 3 成分微動計（以下「1 秒計」と呼ぶ）を、それぞれ 1 台ずつ用いて、所定ボーリング孔近傍の地表面 1 点と、ボーリング孔中の所定深度 1 点に設置した。
- ②調査位置一帯を振動している“やや長周期微動”の確認を目的として、平面据え置き型固有周期 5 秒の 3 成分微動計（以下「5 秒計」と呼ぶ）を用いて、地表面 1 点に設置した。
- ③測定に先立ち、使用機器の調整を行った。これは、複数の微動計を用いた同時測定を実施するため、それぞれの測定系統に、測定波形の振幅差、位相差等が生じていないことを確認するためである。
- ④はじめに、基準となる据え置き型 1 秒計を、ボーリング孔口付近の地表面に、水平 X 成分を N-S 方向、水平 Y 成分を E-W 方向になるよう、方位磁石などで確認しながら水平に設置した。また、5 秒計についても据え置き型 1 秒計に合わせる形で設置した。
- ⑤次に、孔中設置型 1 秒計を、信号ケーブルとガスホースを接続した状態にして、

人力で慎重にボーリング孔中を降下させた。この孔中設置型 1 秒計が所定深度まで到達したことを、信号ケーブルに記してある深度マークで確認した後、窒素ガスを注入して伸幅装置を拡げて、孔壁にしっかりと固定させた。

⑥全ての微動計の端末は、データ収録装置（GEODAS）に接続し、モニタ上でノイズの比較的混ざらない解析に適した波形が十分に得られているか、確認しながら測定した。

⑦微動計設置後は、調査位置の周辺環境のノイズを考慮して、1 回 10～20 分間の測定を複数回実施した。

⑧測定後は、GEODAS に内蔵されたハードディスクにデジタル値で保存した。

### 3.3 室内土質試験

### 3.3 室内土質試験

#### 3.3.1 試料採取

ボーリング孔を利用して、土質試験に供する試料を採取する。

物理試験に供する試料は、標準貫入試験で採取した試料を利用する。

また、力学試験に供する試料は、No. 4 孔(別孔)でφ116mmボーリングを行って以下に示すサンプラーで採取する。

##### 1) シンウォールサンプラー（固定ピストン式シンウォールサンプラー）

シンウォールサンプラーとは、ピストンを固定しサンプリングチューブを連続的に地盤に押し込み、土を採取し、表 3.3.1 に示すように粘性土を対象とする。

##### ・目的

この方法は、土質試験に供する堤体盛土の乱れの少ない試料を採取することを目的とし、このサンプラーを適用する地盤は、粘性土で N 値 0~4 の非常に柔らかい~柔らかい、砂質土で細粒分を多く有する N 値 0~8 の非常に緩い~緩い範囲のものを対象とする。

##### ・用具

##### A. 削孔装置

削孔装置は試料採取位置の地盤を乱すことなく、所定の深さまで削孔できるボーリングマシンと削孔用具。

##### B. サンプラー

サンプラーはサンプラーヘッド、ピストン、ピストンロッドおよびサンプリングチューブで構成される。

以下にサンプラーの例を示す。

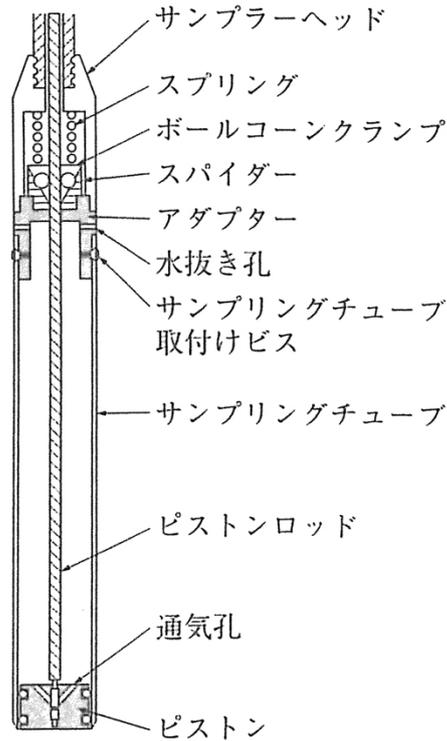


図 3.3.1 シンウォールサンプラーの例

2) トリプルサンプラー

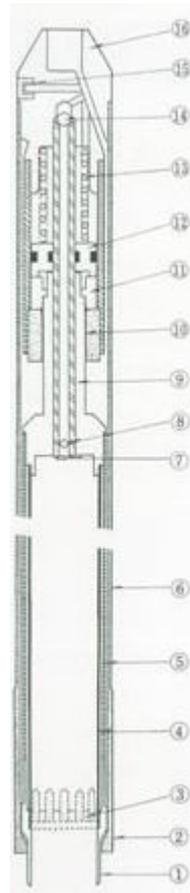
表 3.3.1 に示すように、少し締まった粘性土および砂質土を対象に採取する手法である。

表 3.3.1 サンプラーの構造と適用地盤

◎ 最適, ○ 適

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	中くらい	硬質	ゆるい	中くらい	密な	ゆるい	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	エキステンションロッド式	◎	○		○							
	水圧式	◎	◎		○							
ロータリー式二重管サンプラー	二重管		◎	○								
ロータリー式三重管サンプラー	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		○	○				○		◎	◎	◎
ブロックサンプリング	—	◎	◎	◎	○	○	◎		○	○		

(地盤工学会編「土質試験—基本と手引き—」)



①	シュー
②	メタルビット
③	スペーサー
④	ライニングチューブ
⑤	インナーチューブ
⑥	アウターチューブ
⑦	フィルターカバー
⑧	ボールバルブ
⑨	モービルヘッド
⑩	ベアリング
⑪	ストラストベアリング
⑫	ピストン
⑬	スプリング
⑭	ボールバルブ
⑮	エアーバルブ
⑯	サンプラーヘッド

図 3.3.2 トリプルサンプラーの例

### 3.3.2 土質試験

#### (1) 物理試験

##### a) 土粒子の密度試験・含水比試験・湿潤密度試験

土の硬さや圧縮性などの諸性状は、以下の3要素に依存する。

水の含み具合、締まり具合、すき間の量

これらの要素は、以下の諸量によって表示される。

水の含み具合 →

$$\text{含水比 } w = m_w / m_s \times 100 (\%)$$

締まり具合 →

$$\text{土粒子の密度 } \rho_s = m_s / V_s \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

$$\text{湿潤密度 } \rho_t = m / V \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

$$\text{乾燥密度 } \rho_d = m_s / V \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

すき間の量 →

$$\text{間隙比 } e = V_v / V_s$$

$$\text{飽和度 } S_r = V_w / V_v \times 100(\%)$$

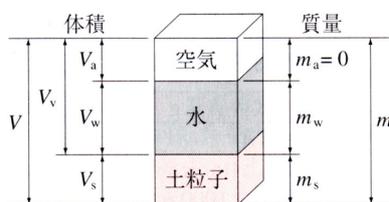


図 3.3.2.1 土の構成模式図（地盤工学会「土質試験－基本と手引き」）

これらの諸量を求めるためには、以下の試験を実施する必要がある。

①土の含水比試験

試料を炉乾燥させ水を蒸発させ、その前後の質量を測ることで、土粒子の質量に対する間隙に含まれる水の質量の割合を求める試験である。炉乾燥は  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  で行われ、結果は 100 分率表示する。作業工程は以下のとおりとなる。

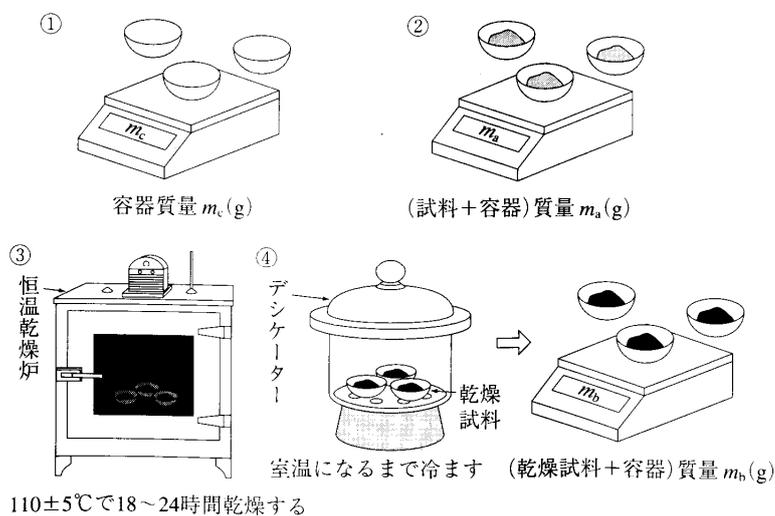


図 3.3.2.2 土の含水比試験作業工程（地盤工学会編「土質試験－基本と手引き」）

## ②土粒子の密度試験

土粒子のみの単位体積質量を求める。土粒子質量は炉乾燥して求め、体積はピクノメーターを用いて、同体積の水の質量を測定し求める。作業工程は、以下のとおりである。

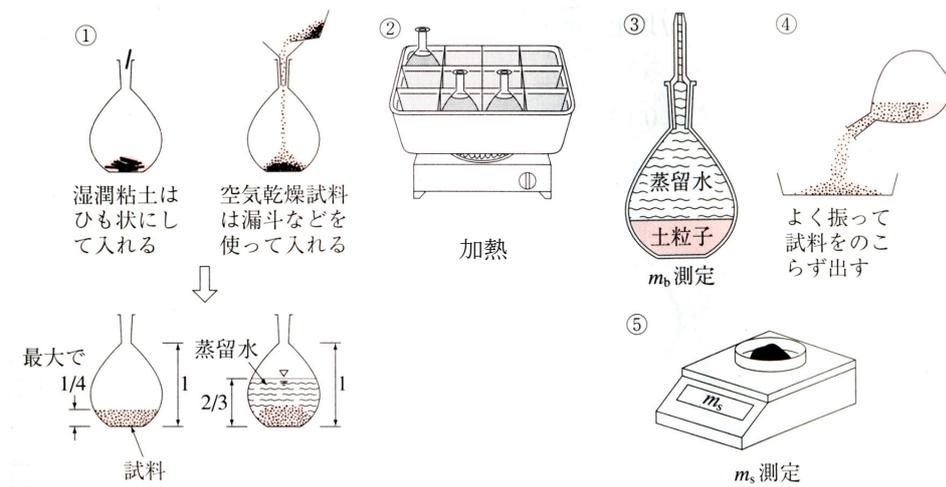


図 3.3.2.3 土粒子の密度試験作業工程（地盤工学会編「土質試験—基本と手引き」）

### ③ 湿潤密度試験

湿潤密度  $\rho_t$  は、土全体の単位体積重量であり、自立する塊状の土を対象とし、その体積と質量を測定して求める。体積の求め方は、ノギス法とパラフィン法の2種類あるが、礫の含有量によって、ノギス法・パラフィン法を使い分ける。

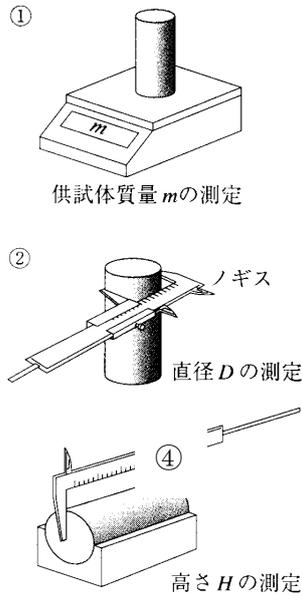


図 3.3.2.4 ノギス法（地盤工学会編「土質試験—基本と手引き」）

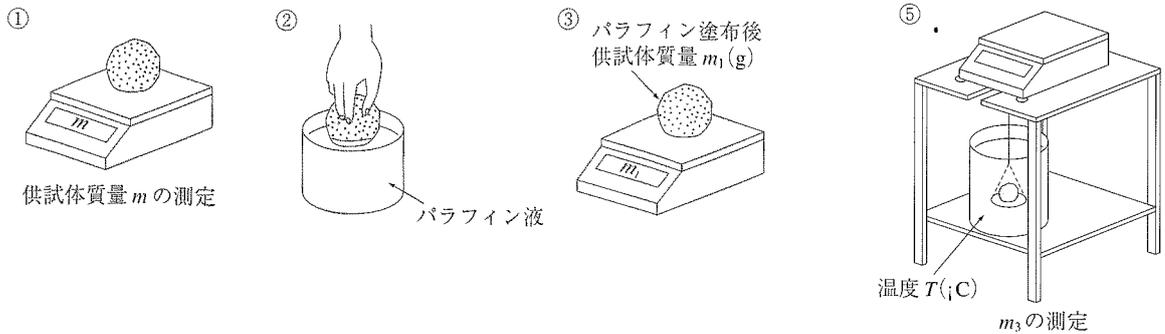


図 3.3.2.5 パラフィン法（地盤工学会編「土質試験—基本と手引き」）

◎結果の目安

表 3.3.2.1 土層毎の目安

土の種類	沖積粘土	洪積粘土	砂質土	関東ローム	泥炭	まさ土	しらす	黒ぼく
含水比 $w$ (%)	50~80	30~60	10~30	80~150	120~1300	5~20	40~130	30~270
土粒子密度 $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	2.65	2.67	2.70	2.78	1.50	2.6~2.7	2.3~2.6	2.3~2.4
湿潤密度 $\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.2~1.8	1.6~2.0	1.6~2.0	1.2~1.5	0.8~1.3	2.0~2.3	1.2~1.5	1.0~1.2

(地盤工学会編「土質試験－基本と手引き－」)

④土の粒度試験

◎粒度とは・・・土を構成する土粒子の粒径の分布状態。

◎土粒子の粒径区分と呼び名

表 3.3.2.2 土粒子の粒径区分と呼び名

		粒 径 (mm)								
		0.005	0.075	0.25	0.85	2	4.75	19	75	300
粘土	シルト	細砂	中砂	粗砂	細礫	中礫	粗礫	粗石(コブル)	巨石(ボルダー)	
		砂			礫			石		
細粒分		粗粒分					石分			

(地盤工学会編「土質試験－基本と手引き－」)

◎粒径を求める方法

粒径 0.075 mm以上の粗粒分の粒径・・・

その粒子が通過できる試験用網ふるいの開き目の寸法。

粒径 0.075 mm未満の細粒分の粒径・・・

水中を降下する速度が同じである球形粒子の直径。

◎試験方法の概略

試験は、高有機質土以外で直径 75 mm未満の土を対象。

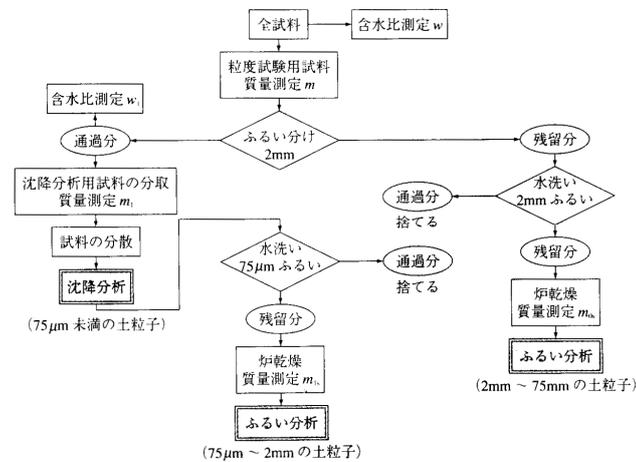
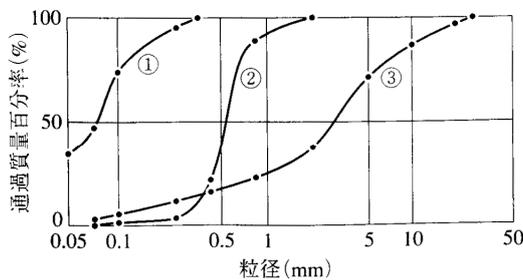


図 3.3.2.6 粒度試験手順

(地盤工学会編「土質試験－基本と手引き－」)

◎結果の利用

結果は粒径加積曲線で表される。



粒度による土の一般的特徴

- ①：細粒分が多い土
- ②：粒径がせまい範囲に集中している（分級された）  
締固め特性の悪い土
- ③：粒径が広い範囲にわたって分布する（粒径幅の  
広い）締固め特性の良い土

図 3.3.2.7 粒径加積曲線の例

(地盤工学会編「土質試験－基本と手引き－」)

## ⑤土の液性限界・塑性限界試験

### ◎コンシステンシー

コンシステンシー：土の含水量の変化による状態の変化や変形に対する抵抗の大小

液性限界  $w_L$  (%) . . . . .  
土が塑性状から液状に移るときの境界の含水比

塑性限界  $w_p$  (%) . . . . .  
土が塑性状から半固体状に移るときの境界の含水比

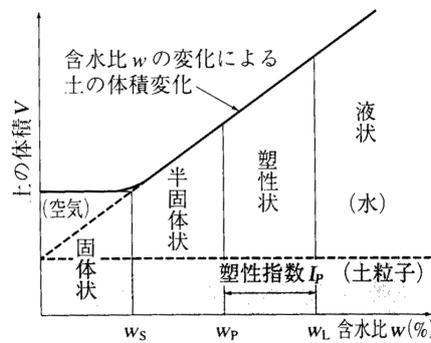


図 3.3.2.8 コンシステンシー

(地盤工学会編「土質試験－基本と手引き－」)

### ◎液性限界試験方法の概略

試料を入れた黄銅皿を、1 cmの高さから1秒間に2回の割合で落下させ、落下回数が25回の時、二分した溝の底部が長さ1.5 cmにわたり合流するときの含水費を求める。

### ◎塑性限界試験方法の概略

液性限界試験で用いた同じ試料の塊を、ガラス板上で手のひらで転がしながら、直径3 mmにしたとき、ちょうど切れぎれになるときの含水費を求める。

◎ 結果の目安

表 3.3.2.3 液性・塑性限界の目安

土の種類	液性限界 $w_L$ (%)	塑性限界 $w_p$ (%)
粘土 (沖積層)	50~130	30~60
シルト (沖積層)	30~80	20~50
粘土 (洪積層)	35~90	20~50
関東ローム	80~150	40~80

(地盤工学会編「土質試験－基本と手引き－」)

(2) 力学試験

①三軸圧縮試験

モールの破壊基準を用いて、土のせん断強さを用いる。今回は、全応力を求めることが可能な UU 試験を実施する。

◎モールの破壊基準

破壊時の拘束圧と圧縮強さ（主応力差の最大値）に基づいて決定されるモール円に対して、モールの破壊理論を適用し、その包括線を破壊基準としたもの。粘着力  $c$  とせん断抵抗各  $\phi$  は、それぞれこの破壊基準線の切片と傾きをそれぞれ示している。

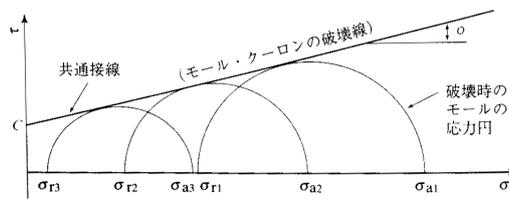


図 3.3.2.9 モールの破壊基準

(地盤工学会編「土質試験－基本と手引き－」)

◎作業の流れ

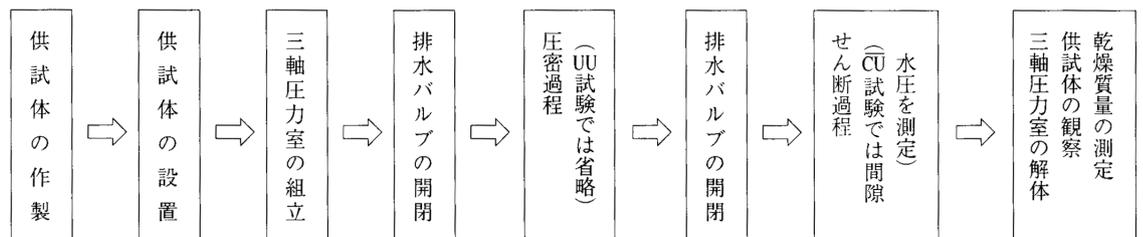


図 3.3.2.10 三軸圧縮試験における作業の流れ

(地盤工学会編「土質試験－基本と手引き－」)

◎求められる強度定数

表 3.3.2.4 三軸圧縮試験における排水バルブの状態と求められる強度定数

試験の種類	排水バルブの状態		せん断過程での 間隙水圧の測定	求められる強度定数	
	圧密過程	せん断過程			
非圧密非排水 (UU) 試験	閉じる	閉じる	測定しない	$c_u, \phi_u$	
圧密非排水 (CU) 試験	開ける	閉じる	測定しない	$c_{cu}, \phi_{cu}, s_u/p$	$c', \phi'$
圧密非排水 (CU) 試験	開ける	閉じる	測定する		
圧密排水 (CD) 試験	開ける	開ける	測定しない	$c_d, \phi_d$	

注) CU 試験と  $\overline{CU}$  試験では、間隙水圧の測定の有無と軸ひずみ速度が異なる (CU 試験では 1%/min)。

(地盤工学会編「土質試験－基本と手引き－」)

◎試験結果の利用例と適用土質

表 3.3.2.5 試験結果の利用例と適用土質

試験の種類	試験結果の利用例	適用土質
UU 試験	非排水強度の推定, 粘性土地盤の支持力, 斜面安定, 土圧などの算定に用いる。	飽和した粘性土
CU 試験	粘性土地盤の強度増加率 $s_u/p$ の推定	飽和した粘性土
$\overline{CU}$ 試験	上記および有効応力に基づく強度定数 (有効応力解析用)	
CD 試験	砂質土などの透水性のよい地盤の安定問題, 盛土の緩速施工の安定検討, 長期安定問題 (粘土地盤の掘削など) の検討	飽和した土, (最大粒径が 20mm を越える飽和していない粗粒土)

(地盤工学会編「土質試験－基本と手引き－」)

②圧密試験

JIS A 1217 (JGS0411) により粘性土を対象とし、一定圧力  $P$  を載荷した後に  $P$  と同じ圧力増加分  $\Delta P$  を 8~10 段階追加載荷し、各荷重段階ごとに決められた時間での沈下量 (圧縮変位) を測定し、沈下速度および沈下量の計算に必要な圧密係数  $C_v$ 、体積圧縮係数  $m_v$ 、圧縮指数  $C_c$ 、透水係数  $k$  を求める。また粘性土が弾性域から塑性域に移動する境界圧力である圧密降伏応力  $P_c$  を求め、圧密状態 (過圧密、正規圧密) を判断する。

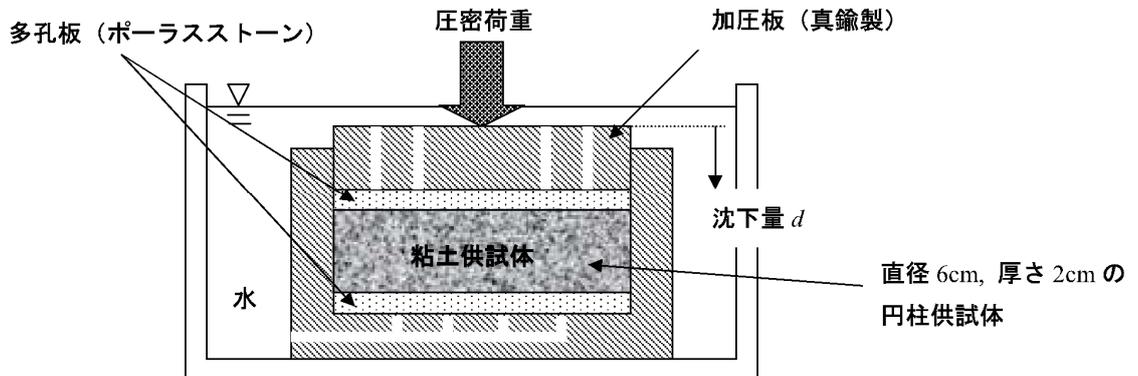


図 3.3.2.11 圧密試験の概要図

### ③繰り返し三軸圧縮試験

JGS 0541 等あるいは異方応力状態にある地盤材料に対して、三軸試験機を用いて排水、または非排水条件で比較的小さいレベルでの繰り返し载荷のもとでの変形特性を求める試験で、試料はトリプルサンプリングで採取した砂質土、粘性土を対象とする。

得られる結果は、繰り返し载荷段階での 5、10 回目の繰り返しサイクルにおける等価ヤング率  $E_{eq}$ 、せん断剛性定数  $G_0$  および履歴減衰率  $h$  と片振幅軸ひずみ  $(\epsilon_a)_{SA}$  の対数との関係を求める事ができる。

また、得られた結果は土の非線形を等価線形モデルで表現し、周波数応答法等で地震応答等を解析するのに利用する。

必要量：不攪乱試料長 20cm～30cm

必要条件：有効土かぶり圧