

2. 調査方法

2.1 調査総則

本調査の実施に際しては、「特記仕様書」によるほか、東京都建設局制定の「設計委託標準仕様書」および「地盤調査委託標準仕様書」等にしたがった。特記仕様書とこれら標準仕様書に定めのない事項および疑義のある事項については、担当者と協議して業務を遂行した。

現地調査の実施にあたっては、関係各機関とは十分な打ち合わせをおこない、地元住民等第三者に対する言動には十分注意し、危害や無用の摩擦を生じないように留意し、円滑に調査を遂行した。

2.2 調査の流れ

今回実施した調査の流れ図を図 2.2.1 に示す。

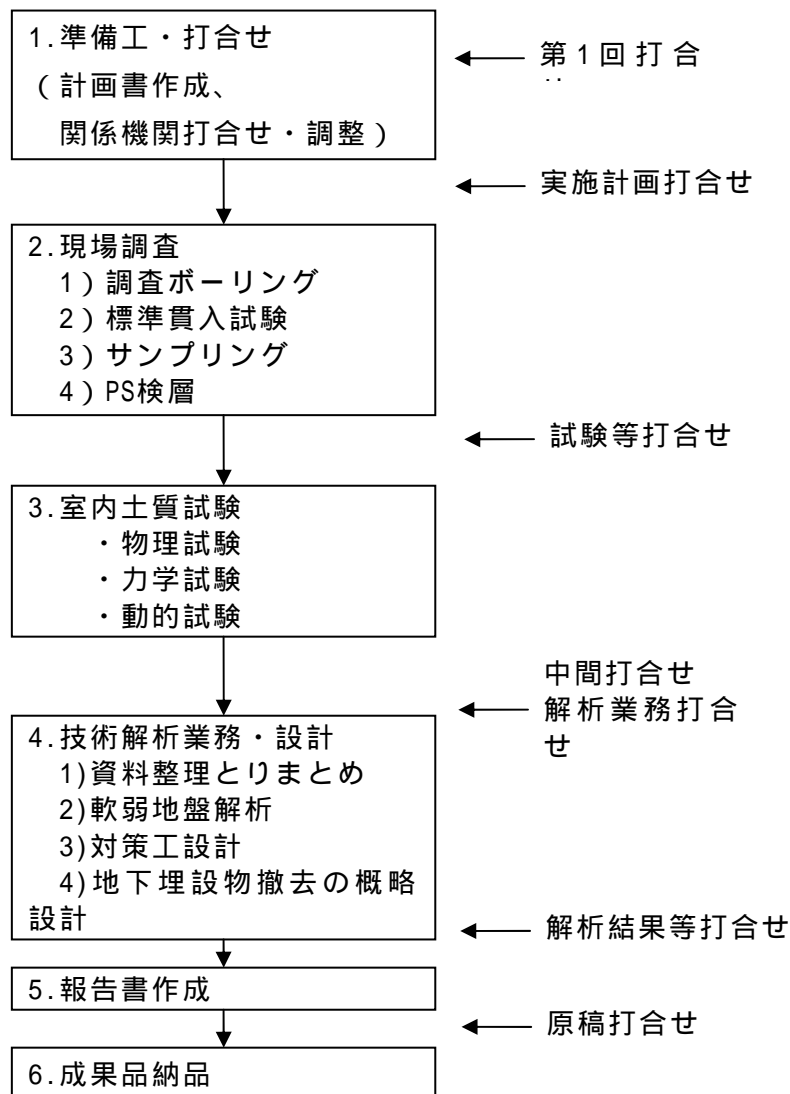


図 2.2.1 調査の流れ図

2.3 調査方法

以下、本業務の調査方法および調査要領を調査流れ図にしたがって述べる。

2.3.1 準備工・打合せ

今回実施する調査解析業務全体の打合せをおこない、併せて現地調査に必要な資料、資材や機材の準備をおこなった。また、作業計画書を提出した。

主な項目は次の通りである。

- ・ 調査打合せ（調査内容や地元関係機関との打ち合せ等）
- ・ 作業計画書の作成および提出
- ・ 資材や機材の準備（調査および探査機器や安全施設資材等の準備）

なお、打合せは、業務着手時、作業計画書提出時、現場作業終了時、中間打合せ、解析業務時、報告書原案作成時（成果品納入時）およびその他監督員の指示により5回以上おこない、主任技術者が出席した。

2.3.2 現場調査

(1) 調査ボーリング

調査ボーリングは、孔径 66 mm ~ 116mm 以上で掘削し、標準貫入試験試料の採取をおこなうことによって、地層の構成、成層状態、相対的強度特性などを確認することを目的として実施した。また、掘削したボーリング孔を利用して原位置試験（標準貫入試験）や物理検層（PS検層）をおこなうことも目的としている。ボーリング機械の仮設状況の概要を図2.3.1に示す。

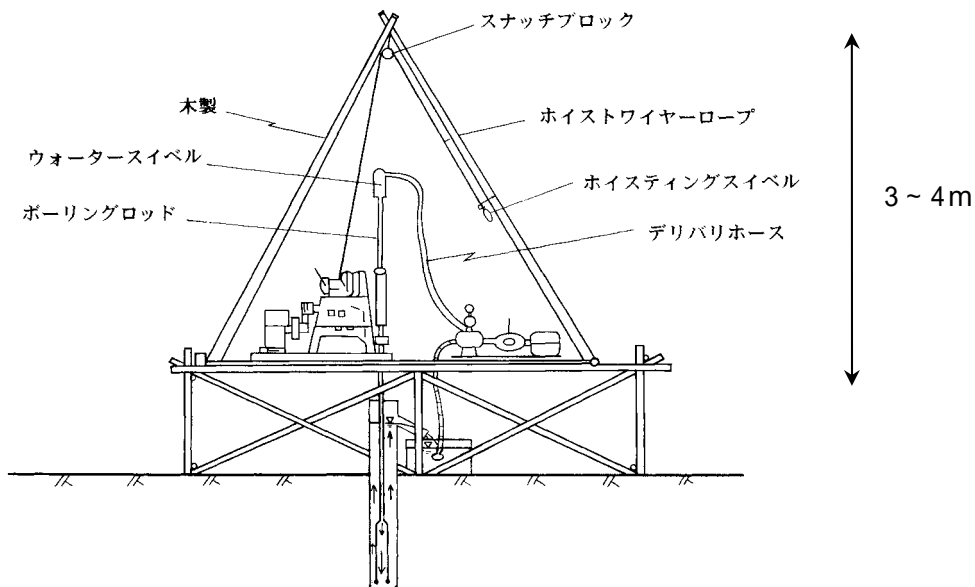


図 2.3.1 ボーリング機械の仮設状況（平坦地）

図 2.3.2 にロータリーボーリング（スピンドル型）の概要を示す。

調査手法	ロータリーボーリング（スピンドル型）
概念図 または モデル図	
原理	<p>ロッド先端に取り付けられたコアチューブに、スピンドルを経て回転と圧力を与えて土へ岩を掘進し、掘り屑は清水または泥水の循環で孔外に排除することを原則とする。掘進の際の圧力は人力による方法（ハンドフィード型）と油圧によるもの（ハイドロリックフィード型）がある。</p>
目的	<p>すべての土へ岩に任意の方向に掘進することが可能であり、地質調査の他に、各種現位置試験の試験孔や、水抜き孔、観測井等の多くの目的がある。土の試料の採取には最適である。</p> <p>掘削孔径は調査目的により任意に選定されるが、普通コアビットで 100mm、ノンコアビットで 250mm 以下で調査目的に使用されることが大部分である。</p>
適用上の問題点 および 今後の課題	<p>（ハンドフィード型）</p> <p>現在最も広く利用されている方式であり構造も簡単で分解、組立て、修理が容易である。掘進中の地質状態の変化が直ちにレバーに伝達され層の変化の判断が可能であり、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などの利点がある。しかし低速回転であるためダイヤモンドビットの使用には不適當であり、深度が深くなると給圧の調整が困難となる。従って適応するのは土へ軟岩が最適で、硬質岩盤には不適當であり深度も 100m 以浅が対象となる。掘進そのものを目的とすることは少なく、ボーリング孔を利用したサンプリング、標準貫入試験、現場透水試験、横方向K値試験等の現位置試験測定孔として利用される場合が多いので、試験目的に適した孔径の選定と孔壁の乱れがないようにする必要がある。</p> <p>（ハイドロリックフィード型）</p> <p>高速回転型であり、給圧は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る。またスピンドル径60mm以上の機種でワイヤライン工法も可能となる。しかし、機構が複雑で操作に熟練度が要求され、油圧機構の故障は現場での修理は困難である。また、高速回転のため、清水へ泥水の循環が掘進には不可欠であり、付帯設備の完備が必要である。</p>

図 2.3.2 ロータリーボーリング（日本道路公団：土質地質調査要領）

・結果の整理

ボーリング結果や試料の観察の結果等は、ボーリング柱状図としてまとめ、記載した。

なお、柱状図は図2.3.3に示すJACIC様式で作成した。
また、主な土質柱状図記号を図 2.3.5 に示す。

ボーリング柱状図

調 査 名										ボーリングNo. 									
事業・工事名										シートNo.									
ボーリング名					調査位置					北 緯									
発注機関					調査期間					東 経									
調査業者名					主任技師					ボーリング責任者									
電話 ()					現 場 代 理 人					コ ン 定 者									
角 度					地 盤 勾 配					ハンマー 落下用具									
孔 口 標 高					使 用 機 種					ボ ン プ									
総 掘 進 長					試 錐 根					エ ン ジ ン									

標 尺 (m)	層 厚 (m)	深 度 (m)	柱 状 図	土 質 区 分	色 調	相 対 密 度	相 対 稠 度	記 事	孔内水位 (m) / 測定月日	標準貫入試験				原 位 置 試 験 名 および結果	試 料 採 取 深 度 (m)	試 料 採 取 方 法	室 内 試 験 ()	撮 影 日
										深 度 (m)	10m 打撃回数	20m 打撃回数	30m 打撃回数					
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
0																		

図 2.3.3 JACIC 様式の柱状図 (一例)

第 1 分類			第 2 分類			第 3 分類		
区分	分 類 名	図模様	区分	分 類 名	図模様	区分	分 類 名	図模様
土 質 材 料	礫 (G)	○ ○ ○ ○	補 助 記 号	砂 質 (S)	岩 石 材 料	硬 岩 (HR)	|||||
	礫 質 土 (GF)	○ ○ ○ ○		シルト 質 (M)		中 硬 岩 (MR)	|||||
	砂 (S)	● ● ● ●		粘 土 質 (C)	.....	軟 岩, 風 化 岩 (WR)	|||||	
	砂 質 土 (SF)	● ● ● ●		有 機 質 (O)	.....	玉 石 (B)	○ ○ ○ ○
	シルト (M)	.....		火 山 灰 質 (V)	.....	浮 石 (軽 石) (Pm)	△ △ △ △
	粘 性 土 (C)	.....		玉 石 混 り (-B)	.....	特 殊 土 材 料	.....
	有 機 質 土 (O)	.....		砂 利・礫 混 り (-G)	.....	シ ラ ス (Si)	.....
	火 山 灰 質 粘 性 土 (V)	.....		砂 混 り (-S)	.....	ス コ リ ア (Sc)	.....
高 有 機 質 物 (腐 植 土) (Pi)	.....	シルト 混 り (-M)		.....	火 山 灰 (VA)	.....	
		粘 土 混 り (-C)		.....	ロ ー ム (Lm)	.....	
		有 機 質 土 混 り (-O)	.....	黒 ボ ク (Kb)	.....		
		火 山 灰 混 り (-V)	.....	マ サ (WG)	.....		
		貝 殻 混 り (-Sh)	.....	表 土 (Ss)	.....		
				埋 土 (FI)	.....		
				腐 棄 物 (W)	.....		

図 2.3.4 土質柱状図記号

(2)標準貫入試験

標準貫入試験は、ボーリング孔を利用して、土の硬軟、締まり具合等の土の力学的な特性を把握するためにおこなった。

試験器具及び方法は、JIS A 1219 に基づき、重さ 63.5kg のハンマーを 76 ± 1 cm の高さから自由落下させレイモンドサンプラーを打ち込み、予備打ち 15cm の後、貫入量 10cm 毎の打撃回数を記録し、累計 30cm 貫入時の総打撃回数 (N値) を測定した。

打撃回数は 50 回を上限とし、その場合は測定開始深度と貫入量を記録した。

レイモンドサンプラーで採取した試料は、土質、色、硬軟及び地層の変化、含有物の有無を観察・記録し、標本用試料として標本ビンに入れ土質標本として整理した。

試験概略図および試験用具を図 2.3.5 に示す。

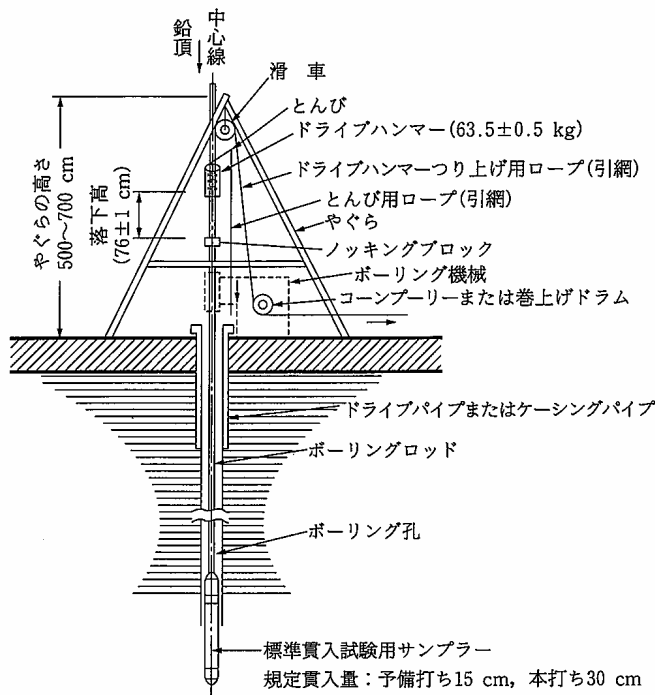
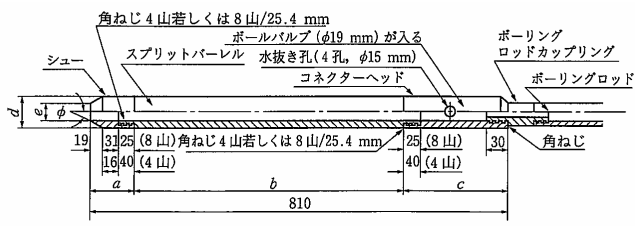
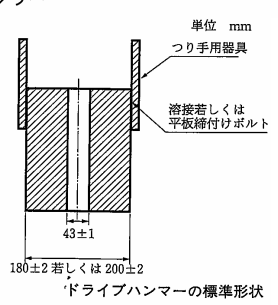
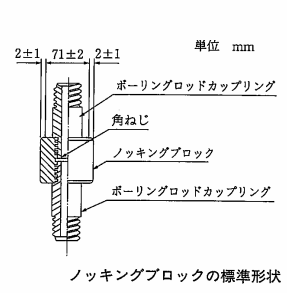


図 2.3.5
標準貫入試験概略図
および試験用具(例)
(地盤工学会「地盤調査法」)



単位 mm (φ以外)

各部	全長	シュー長 a	パーレル長 b	ヘッド長 c	外径 d	内径 e	シュー角度 φ	刃先肉厚 t
寸法	810 ± 1.0	75 ± 1.0	560 ± 1.0	175 ± 1.0	51 ± 1.0	35 ± 1.0	19°45' ± 8'	1.15 ± 0.05



(3) サンプルング (乱れの少ない試料採取)

調査地に分布する土の力学特性、動的特性、物理特性等、土質工学的性質の把握に必要な室内土質試験用の試料を採取するためにサンプルングを実施した。サンプルングに用いる固定ピストン式シンウォールサンプラーは N 値が3~4以下程度のやわらかい粘性土を対象にし、 N 値が5~8程度の中位の硬さの粘性土の場合にはロータリー二重管式(デニソン式)サンプラー、 N 値8~10以上の硬い粘性土および砂質土に対してはロータリー式三重管サンプラーを用いた。

本調査では、土質条件に合わせてこれらのサンプラーを適宜使用した。

図2.3.6~図2.3.8に各サンプラーの概要を示す。

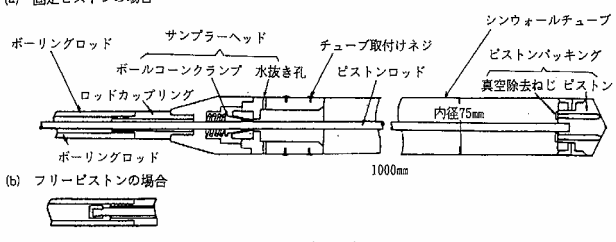
調査手法	シンウォールサンプラー (ピストン式シンウォールサンプラー)	
概念図 または モデル図	 <p>(a) 固定ピストンの場合</p> <p>(b) フリーピストンの場合</p> <p>ピストン式サンプラー</p>	
原理	<p>薄肉のサンプルングチューブとサンプラーヘッド、固定ピストンで構成されるサンプラーであり、これを地盤に押し込んで乱さない試料を採取するものである。</p> <p>固定ピストン式シンウォールサンプラーは、外管のボーリングロッドで人力やウインチ、ボーリング機のスピンドルなどで押し込むのに対し、水圧固定式ピストンサンプラーは、アウターチューブを装置し、サンプラーヘッドをピストン化したもので試験ポンプの水圧で押し込む方法である。</p>	
目的	<ol style="list-style-type: none"> ① 土の物理試験、力学試験あるいは土壌試験などに供する乱さない試料の採取。 ② 採取した試料の観察による地層の確認。 ③ 土質試験結果により土を分類し地盤の総合判定などにより設計施工の資料とする。 	
調査方法	解析方法	
適用上の問題点 および 今後の課題	<p>適応土質：軟弱な粘性土 N 値=0~4、採取土層中に含まれる貝殻片や礫等には特に注意が必要。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① ボーリング孔の掘削はサンプラーがスムーズに降下できるようにまた孔底より下位の土を乱さないように注意する。 ② サンプラー押し込み後直ちに引き上げる。この時縁を切るための回転は試料を乱す原因となるので行わない。 ③ 試料採取後の管理では、チューブの両端のソール、運搬中の振動、保管中の直射日光、凍結などに注意する。 	

図 2.3.6 シンウォールサンプラー (日本道路公団：土質地質調査要領)

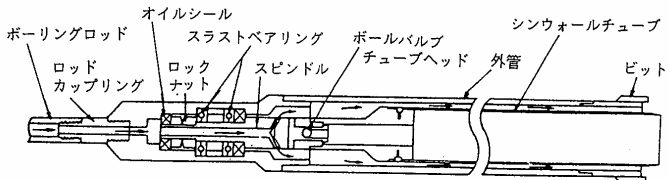
調査手法	デニソン型サンプラー	
概念図 または モデル図	 <p style="text-align: center;">デニソン型サンプラーの例</p>	
原理	<p>内管と外管の二重管から出来ており、外管はボーリングロッドと連結し、送水しながら回転することによって地盤を掘削する。この時内管の先端は、外管の先端より下に突き出て土の中に押し込まれる。内管と外管はボールベアリングによって分離されているので外管の回転は内管には伝わらない。内管の突き出し量は地盤の硬軟により調節できるようになっている。</p>	
目的	<ol style="list-style-type: none"> ① 比較的硬質の粘性土、N値が4～10程度の乱さない試料の採取。 ② 採取した試料の観察による地層の確認。 ③ 土質試験結果により土を分類し、地盤の総合的判定など設計施工への利用。 	
調査方法	解析方法	
調査方法	解析方法	
適用上の問題点 および 今後の課題	<p>適応土質：比較的硬質のN値が4～10程度の粘性土に最も適す。粘性のある砂質土（N値4～10）にも適用可。 有効深さ、ボーリング孔を利用するので適応土質（N値=4～10）の範囲は可能である。</p> <p>サンプラーの降下に際しては孔壁を削ったり、サンプラー先端下の土を圧縮しないようにすること。サンプラーのベアリングは常に点検する。送水は土質により調整し、また押し込み圧力を一定に保ち掘進中のサンプラーの上下はさげなければならない。</p> <p>採取した試料は、チューブの両端をシールし運搬中の振動、保管中の直射日光、凍結等に注意する。</p>	

図2.3.7 ローター式二重管サンプラー（日本道路公団：土質地質調査要領）

代表的なトリプル（三重管）式サンプラーの例を図2.3.8に示す。

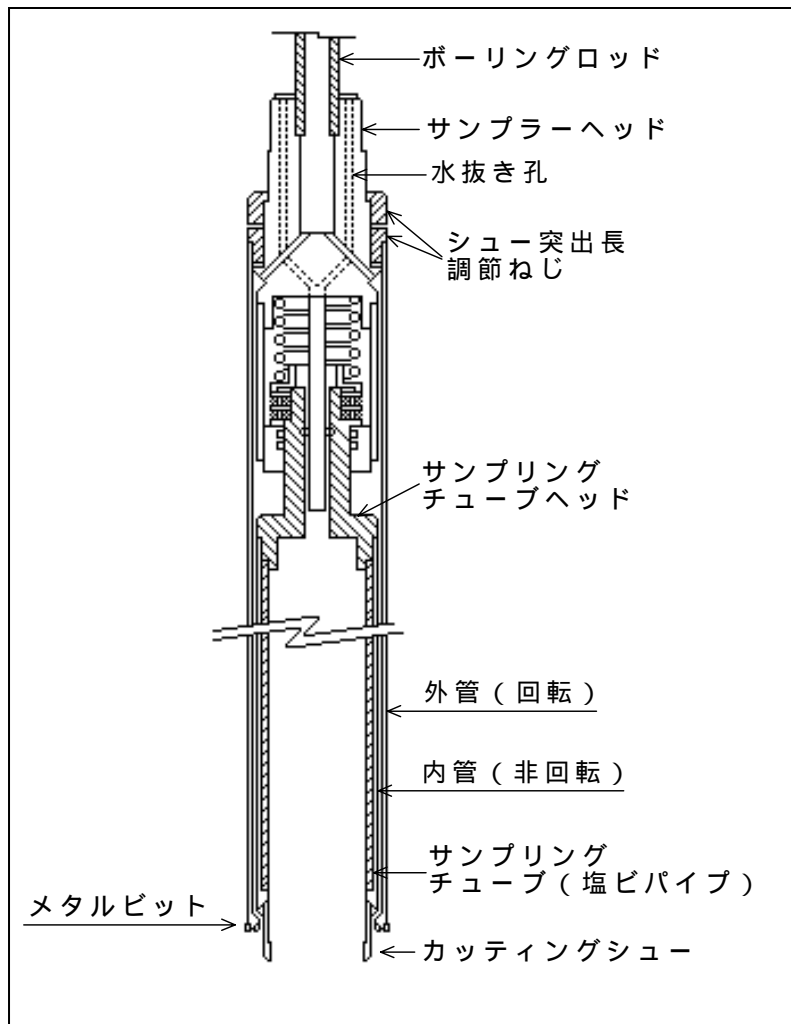


図 2.3.8 ロータリー式三重管サンプラー(地盤工学会「地盤調査法」)

今回の乱れの少ない試料の採取は、地盤工学会基準 JGS 1221-2003「固定ピストン式シンウォールサンプラーによる土の乱さない試料の採取方法」、JGS 1222-2003「ロータリー式二重管サンプラーによる土試料の採取方法」、JGS 1223-2003「ロータリー式三重管サンプラーによる土試料の採取方法」に従っておこなった。

(4) P S 検層

P S 検層は、地盤工学会基準 JGS 1122-2003「地盤の弾性波速度検層方法」にしたがって実施し、孔内起振受振方式（サスペンション法）によっておこなった。

サスペンション法 P S 検層は、ボーリング地点の縦波（P 波）および横波（S 波）の速度分布を測定するものであり、浮遊型の発振器と受振器を一連のプロープに組み込み、ボーリング孔内の各深度で区間伝播時間を測定するものである。

発振にはコイルに電流を流すことにより可動部の鉄芯が水平に動くソレノイド電磁振源を採用しており、受振には圧着を必要としない漂遊型が用いられている。

測定した記録波形はデジタル値として収録し、このデータを室内に持ち帰り、S 波と P 波に分けて読み取り作業をおこなった。

発振器は受振器の下方にフィルターチューブを挟んであり、2つの受振器の間隔は 1m であるので、上方、下方の受振波形を並べて対応する位相の時間を読み取り、1m を両者の時間差で割ることにより 2 点間の区間伝播速度値が計算できる。

なお、測定深度としては 1m 間隔の上下 2 つの受振器の中間の深度としているので、算出される速度値 V_p 及び V_s は、測定深度の上下 0.5m 間の平均値を意味している。

P S 検層の概要を図 2.3.9 に示す。

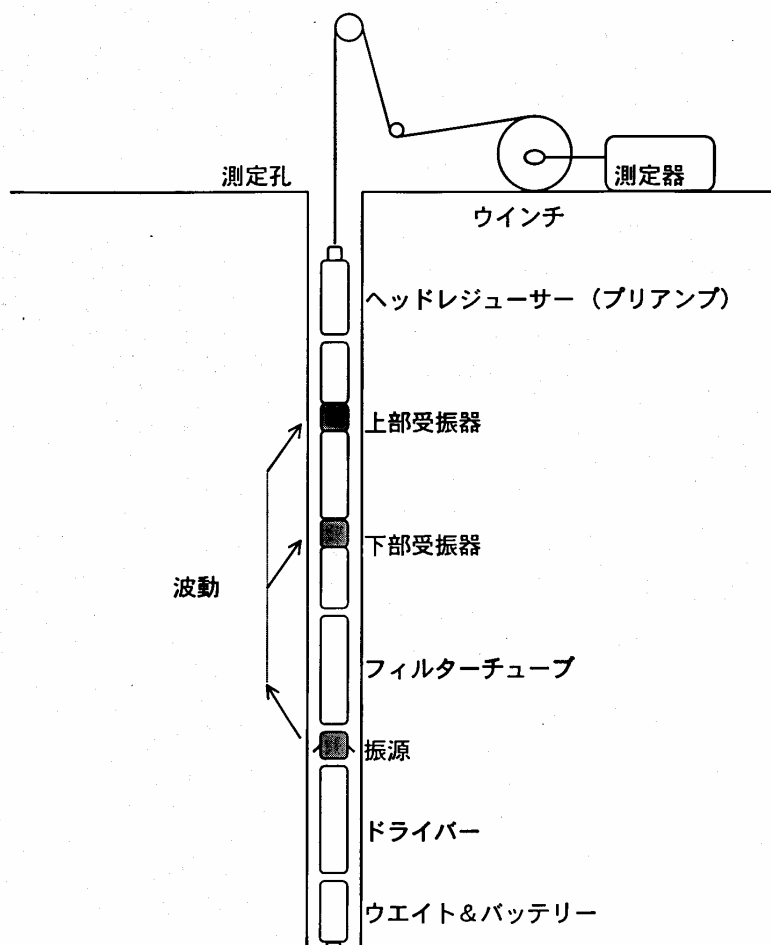


図 2.3.9 P S 検層概要図（孔内起振受振方式：サスペンション法）

2.3.3 主要機械器具および設備

現場調査に用いた主な資材を表 2.3.1～表 2.3.6 に示す。

(1)調査ボーリング

表 2.3.1 調査ボーリング使用資材一覧表

種類	名称	性能	数量
油圧式ロータリー ボーリング機械	TOHO製 D0 - D	掘削能力100m	2台
	YBM製 YSO - 1	掘削能力100m	2台
	YBM製 YBM - 05D	掘削能力50～100m	1台
試錐ポンプ	TOHO製 DG - 3	吐出量 30 l/min	2台
	カノ製 V - 6型	吐出量 40～60 l/min	2台
	YBM製 GP - 5	吐出量 30～50 l/min	1台
送水ポンプ	鉦研製 MG - 10型	吐出量 50～120 l/min	2台
原動機	ヤママー製 NFD9	最大出力 9 P s	4台
掘削用具	ロッド, ケーシング, メタルクラ ウン, ダイヤモンドビット他	66, 86, 116mm	一式
コアチューブ	シングルコアチューブ	66～126mm	一式
その他	スイベル, 給水ホース, ベントナイト, 櫓, 工具類など		一式

(2)原位置試験

表 2.3.2 原位置試験使用資材一覧表

使用区分	名称	形式	性能等	数量
標準貫入試験	レイント サンプラー	JIS A 1219による。		5
	ハンマ (モック)	JIS A 1219による。	質量63.5kg	5
	ノッキングヘッド	JIS A 1219による。		5

(3)サンプリング

表 2.3.3 サンプリング使用機材

使用区分	名称	形式・性能等	数量
サンプリング	シンウォール サンプラー	JGS1221-2003「固定ピストン式シンウォール サンプラーによる土試料の採取方法」による	5
	デニソン サンプラー	JGS1222-2003「ロータリー式二重管サンプラ ーによる土試料の採取方法」による	5
	トリプル サンプラー	JGS1223-2003「ロータリー式三重管サンプラ ーによる土試料の採取方法」による	5
	サンプリングチューブ (ライナー)	ステンレス製、塩ビ管製ライナー	一式

(4) 検層

表 2.3.4 検層使用機材一覧表

区分	名称	形式	仕様	数量		
P S 検 層	測定器	McSEIS-170 SUSPENSION LOG	MODEL-3331 (OYO製)	人カインピーダンス 600 利得 10,20,50,100,200,1K,2K ローカット 1K,20KHz バイカッド 1K,20KHz A/Dコンバータ 12Bit(±5V,FS) サンプリングレンジ 2,5,10,20,50,100,200 スタック機能 1-9回 μsec チャージパルス 0,4,0.8,1.6 深度カウンター 0~999.9m ディスプレイ 5.5インチCRT(橙色) フロッピーディスク 3.5インチ 成分数 6ch インターフェイス GP-1B,RS-232C トリガディレイ 1~99msec プロッター 感熱式 7ドット/mm	1	
	プローブ	ヘッド レギュレー ー	MODEL-3302R (OYO製)	水平動、上下動成分(各2成分)の切替機能 付き 信号出力、トランス出力 1k 内蔵電池 UM-3×8個(±6V) 重量 4.6kg	1	
		受振器	MODEL-3385 (OYO製)	プリアンプ数 4 利得 約500倍 周波数特性 200~5KHz 受振素子 電磁型4個 固有周波数 28Hz コイル抵抗 570 感度(受振素子) 0.1V/Kine 電源 ±6V 消費電流 10mA(M触) 重量 9.2kg 寸法 54X1000mm/ 54×2000mm	1	
		フィルター チューブ	MODEL-3385 -3387A (OYO製)	寸法 54X1000mm/ 54×2000mm 重量 4.2kg/6.0kg (MODEL-3387 / MODEL-3387A)	1	
		PS起源	MODEL-3382A (OYO製)	形式 ソレノイドコイル型打撃板衝突式 重量 2.5kg	1	
		ドライバー	MODEL-3386 (OYO製)	低圧電源 +4.5~6.5v 消費電流 5mA以下 充電コンデンサ 400μF 入力トリガパルス TTLレベル トリガ遅延時間 約4msec 重量 5Kg	1	
		ウェイト		内蔵電池 UM-3×4本(+6V) 重量 4.6kg	1	
		ウィンチ	ケーブル	MODEL-3612 (OYO製)	型式 4芯アーマードケー ブル 外径 4.67mm 空中重量 85kg/km 破断強度 1260kg 直流抵抗 84.3 /km 電気容量 180Pf/m	1
			ケーブル ヘッド	MODEL-3385 (OYO製)	型式 4芯ゲアパルトオーエン型 外径 26mm 耐水圧 200kg/c m ² 使用ケーブル 4芯アーマードケーブル	1

(5)運搬・移動用

表 2.3.5 運搬・移動用資材一覧表

名 称	形 式・性 能 等	数 量
不整地運搬車 (クローラ式)	NK40, 全長1.50m, 全幅0.60m, 全高0.99m	2 台
	BFC613, 全長2.45m, 全幅1.15m, 全高1.25m	1 台
その他	2.5~2tfトラック, ライトバン	一式

(6)仮設構造物用

表 2.3.6 仮設足場資材一覧表

名 称	形 式・性 能 等	数 量
鋼製パイプ	48.6mm, 長さ1m~5.5m (JISA8951)	一式
木製~鋼製矢板	厚さ3cm, 長さ2m~5m	一式
その他	クランプ(自在・直角), パンセン等	一式

2.3.4 室内土質試験

土質試験は、土の物理特性、力学特性、動的特性などの土質工学的性質を把握するためにおこなった。

土質試験は、サンプリングで得られた土の乱れの少ない試料および標準貫入試験で採取した乱した試料を用いておこなった。

今回実施した室内土質試験の基準を表 2.3.7 に示す。

表 2.3.7 室内土質試験基準

試 験 項 目	試 験 基 準
土粒子の密度試験	JIS A 1202
土の含水比試験	JIS A 1203
土の粒度試験(ふるい分析)	JIS A 1204
土の粒度試験(ふるい+沈降分析)	JIS A 1204
土の液性限界・塑性限界試験	JIS A 1205
砂の最小密度・最大密度試験	JIS A 1224
土の湿潤密度試験	JIS A 1225
土の一軸圧縮試験	JIS A 1216
土の段階載荷による圧密試験	JIS A 1217
土の繰返し非排水三軸試験	JGS 0541
土の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	JGS 0543

JGS は地盤工学会基準