

1. 調査概要

1.1. 調査目的

上越市では、平成29年度中に稼働予定である上越市新クリーンセンター（以下、「新クリーンセンター」）のDBO方式による整備及び運営事業を推進している。

平成29年度中の施設の供用開始を目的とし、施設整備、詳細設計資料とするため、事業地の敷地測量業務を実施するものである。

1.2. 業務概要

(1)業務名称：平成24年度 生環委第2401号

(仮称)上越市新クリーンセンター施設整備事業に係る地質調査業務委託

(2)業務箇所：新潟県上越市大字東中島地内

対象施設：(仮称)上越市新クリーンセンター(ごみ焼却施設)

(3)業務期間：平成24年7月23日～平成25年2月2日（委託日数：195日間）

(4)調査数量：次頁の表-1.2.1、1.2.2に示す。

孔内試験の試験深度については図-1.2.1に示す。

(5)発注者：上越市役所

(6)受注者：株式会社 興和 上越支店

新潟県上越市大字藤野新田字大割371

TEL：代) TEL:025-544-5566 直) TEL:025-544-5281

主任技術者：真島 淑夫（技術士：建設部門）

E-mail：y-mashima@kowa-net.co.jp

担当技術者：石黒 徹(RCCM：河川・砂防及び海岸、海洋部門)

E-mail：t-ishiguro@kowa-net.co.jp

池田 伸俊（技術士：応用理学部門）

E-mail：n-ikeda@kowa-net.co.jp

大塚 洋之（技術士補：応用理学部門）

E-mail：h-otsuka@kowa-net.co.jp

表-1.2.1. 数量一覧表

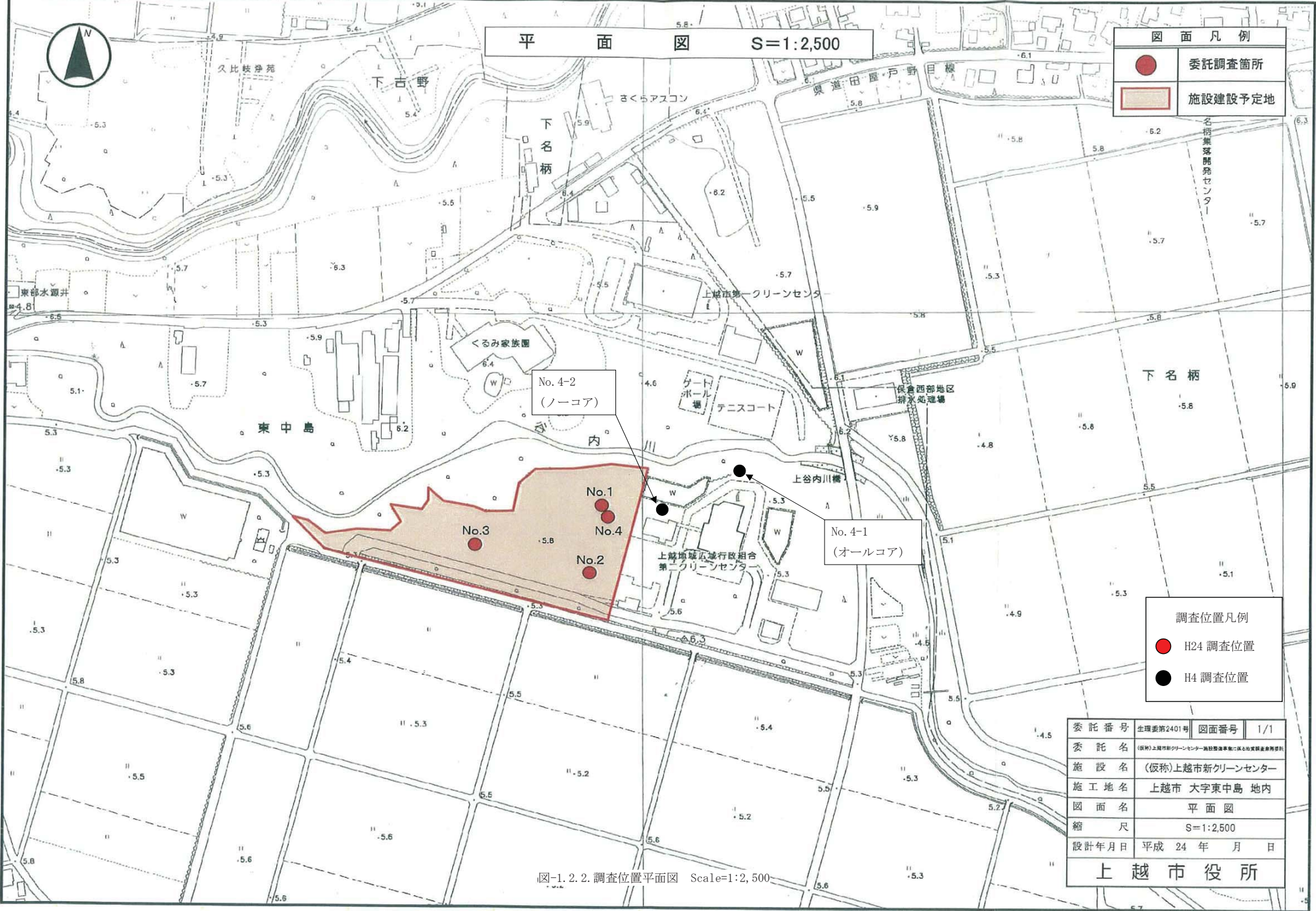
作業内容	細目	単位	当初数量	変更数量	備考
一般調査内容					
(1)ボーリング					
①ボーリング(本孔φ66mm)	φ66mm(ノンコア) 粘性土・シルト	m	165.0	150.05	オールコア
	φ66mm(ノンコア) 砂・砂質土	m	30.0	38.85	オールコア
	φ66mm(ノンコア) 礫混じり土砂	m	30.0	23.10	オールコア
②ボーリング(サンプリング孔)	φ86mm(ノンコア) 粘性土・シルト	m	55.0	2.60	
	φ86mm(ノンコア) 砂・砂質土	m	10.0	0.00	
	φ86mm(ノンコア) 礫混じり土砂	m	0.0	1.40	
	φ116mm(ノンコア) 粘性土・シルト	m	0.0	47.85	
	φ116mm(ノンコア) 砂・砂質土	m	0.0	12.15	
(2)標準貫入試験	粘性土・シルト	回	165	150	
	砂・砂質土	回	30	39	
	礫混じり土砂	回	30	23	
(3)現場透水試験	No.4	回	4	6	砂層・礫層対象
(4)孔内水平載荷試験	No.4	回	5	5	粘土層対象
(5)サンプリング	シンウォールサンプリング	本	1	8	粘土層対象
	デニソン→水圧式シンウォール	本	4	0	粘土層対象
(6)土質試験					
①土粒子の密度試験(比重)	粘土層5試料、砂層2試料、砂礫層2試料	試料	9	14	粘土:8 砂:5 砂礫:1
②含水比試験	粘土層5試料、砂層2試料、砂礫層2試料	試料	9	14	粘土:8 砂:5 砂礫:1
③粒度試験(沈降分析)	粘土層5試料	試料	5	8	粘土:8
④粒度試験(ふるい分析0.5kg以下)	砂層2試料	試料	2	5	砂:5
⑤粒度試験(ふるい分析0.5~2.0kg)	砂礫層2試料	試料	2	1	砂礫:1
⑥液性限界試験	粘土層5試料	試料	5	8	粘土:8
⑦塑性限界試験	粘土層5試料	試料	5	8	粘土:8
⑧単位体積重量(湿潤密度試験)	粘土層5試料、砂層2試料、砂礫層2試料	試料	9	14	粘土:8 砂:5 砂礫:1
⑨一軸圧縮試験	粘土層5試料	試料	5	8	粘土:8
⑩圧密試験	粘土層5試料	試料	5	8	粘土:8
(7)資料整理とりまとめ	ボーリング柱状図作成	業務	1	1	
(8)断面図等の作成	土質又は地質断面図の作成	業務	1	1	
解析等調査					
(1)既存資料の収集・現地調査		業務	1	1	
(2)資料整理とりまとめ		業務	1	1	
(3)断面図等の作成		業務	1	1	
(4)総合解析とりまとめ		業務	1	1	
(5)打合せ協議		業務	1	1	

表-1.2.2. ボーリング関係数量一覧表

孔番	区分	調査ボーリング(m)									標準貫入試験(回)				現場透水試験	孔内水平載荷試験	シンウォールサンプリング(本)	デニソンサンプリング(本)	
		φ66mm 粘性土・シルト	φ66mm 砂・砂質土	φ66mm 礫混じり土砂	φ116mm 粘性土・シルト	φ116mm 砂・砂質土	φ86mm 粘性土・シルト	φ86mm 砂・砂質土	φ86mm 礫混じり土砂	合計	粘性土・シルト	砂・砂質土	礫混じり土砂	合計					
No.1	当初	ノンコア	55.00	10.00	10.00	-	-	-	-	-	75.00	55	10	10	75	-	-	-	-
	変更	オールコア	50.95	12.15	7.90	-	-	-	-	-	71.00	52	11	8	71	-	-	-	-
No.2	当初	ノンコア	55.00	10.00	10.00	-	-	-	-	-	75.00	55	10	10	75	-	-	-	-
	変更	オールコア	48.55	14.65	6.80	-	-	-	-	-	70.00	48	15	7	70	-	-	-	-
No.3	当初	ノンコア	55.00	10.00	10.00	-	-	-	-	-	75.00	55	10	10	75	-	-	-	-
	変更	オールコア	50.55	12.05	8.40	-	-	-	-	-	71.00	50	13	8	71	-	-	-	-
No.4	当初	ノンコア	-	-	-	0.00	0.00	55.00	10.00	0.00	65.00	-	-	-	-	4	5	1	4
	変更	ノンコア	-	-	-	47.85	12.15	2.60	0.00	1.40	64.00	-	-	-	-	6	5	8	0
合計	当初		165.00	30.00	30.00	0.00	0.00	55.00	10.00	0.00	290.00	165	30	30	225	4	5	1	4
	変更		150.05	38.85	23.10	47.85	12.15	2.60	0.00	1.40	276.00	150	39	23	212	6	5	8	0

平面図 S=1:2,500

	委託調査箇所
	施設建設予定地



調査位置凡例	
	H24 調査位置
	H4 調査位置

委託番号	生環委第2401号	図面番号	1/1
委託名	(仮称)上越市新クリーンセンター施設整備事業に係る地質調査業務委託		
施設名	(仮称)上越市新クリーンセンター		
施工地名	上越市 大字東中島 地内		
図面名	平面図		
縮尺	S=1:2,500		
設計年月日	平成 24 年 月 日		
上越市役所			

図-1.2.2. 調査位置平面図 Scale=1:2,500

1.3. 調査方法と試験方法

1.3.1. 機械ボーリング

機械ボーリングは、地質構造や地下水位を確認するとともに、原位置試験を実施することを目的として行う。

本調査ではロータリー式ボーリングマシン（オイルフィード式）を用いて、削孔径 $\phi 66\text{mm}$ のコアボーリングと、 $\phi 86\text{mm}$ 、 $\phi 116\text{mm}$ のノンコアボーリングを実施する。掘進中は、地質状態の変化によりスライム除去、漏水防止、孔壁保護のため、泥水循環、ケーシング等による孔壁保護対策を適時施す。

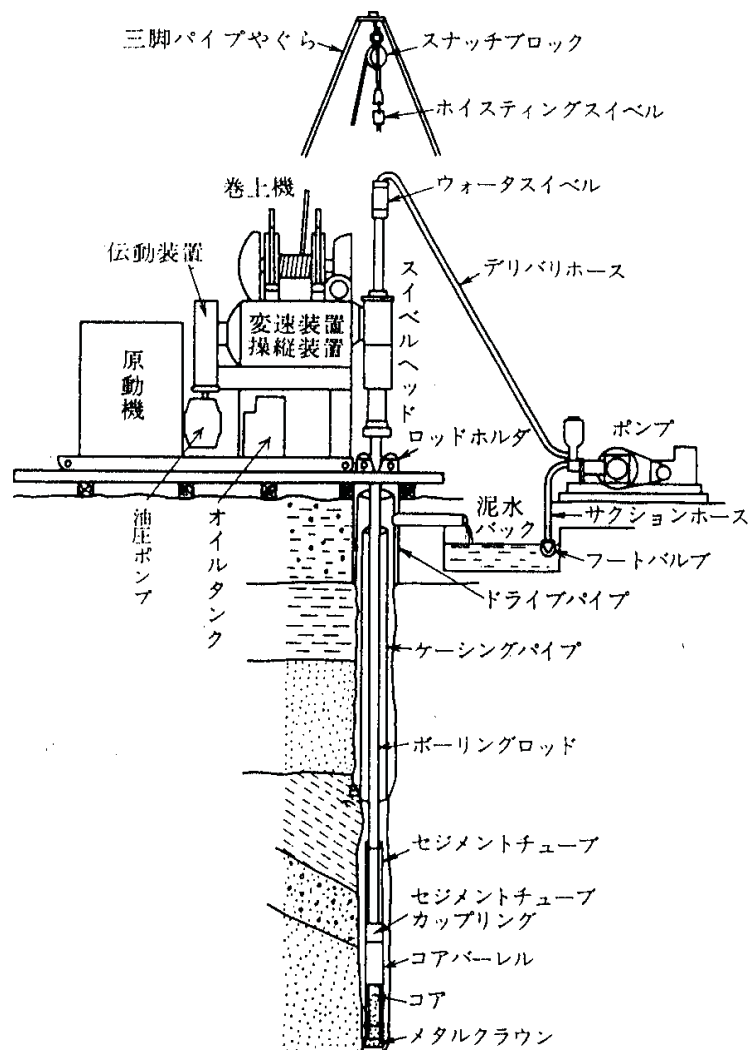


図-1.3.1.1. ボーリング機械の全体図

1.3.2. 標準貫入試験

原位置における土の硬軟、締まり具合、土層の構成などの判定資料とするN値の測定を目的に、深度1m毎に実施する。

N値とは質量63.5kg±0.5kgのハンマーを76cm±1cmの高さから自由落下させて、標準貫入試験サンプラーを30cm打ち込むのに要する打撃回数であり、試験に用いる試験用具、試験方法は日本工業規格 JIS A 1219-2001「標準貫入試験方法」に規定されており、それに準拠する。

○適用

適用地盤は、事実上硬質な岩盤を除くほとんど全ての土質地盤に適用されている。

○試験用具

主な試験用具は、標準試験用サンプラー、ロッド、ノッキングヘッド、ハンマーなどで構成されている。

・標準貫入試験用サンプラー

鋼鉄のシュー、二つ割りにできるスプリットバレル及びコネクターヘッドで構成される。

・ロッド

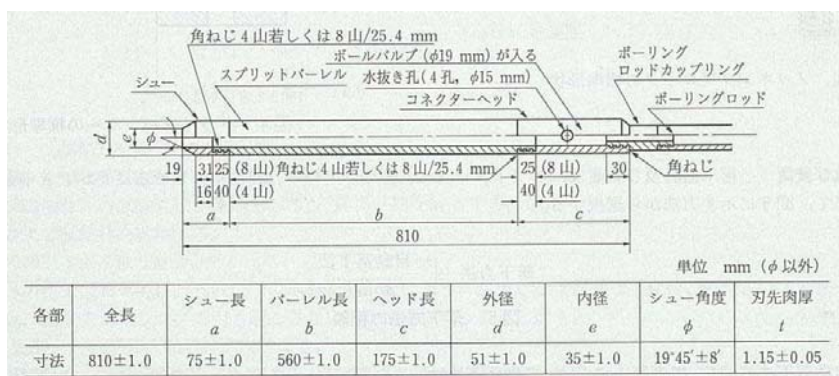
JIS M 1409, 1410「試錘用ロッド、同カップリング」に規定されている。

・ノッキングヘッド

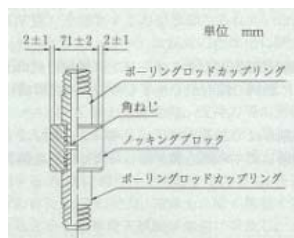
ハンマーの打撃を受ける装置。

・ハンマー

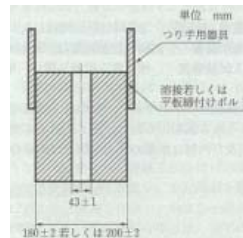
鎖部分を除いた質量が63.5kgで鋼鉄製のもの。



標準貫入試験用サンプラー



ノッキングヘッド



ハンマー

図-1.3.2.1. 標準貫入試験の主な用具

(地盤調査の方法と解説:地盤工学会より)

1.3.3. サンプリング

サンプリングは対象となる層の土質と硬軟に応じて、以下の通り使い分ける。

表-1.3.3.1. サンプリング方法の使い分け

サンプリングの種類	規格・基準	対象土質
シンウォールサンプリング ※水圧式の場合	JGS 1221-2003	粘性土 N値0～4程度 粘性土 N値0～8以上、砂質土 N値0以下(*水圧式の場合)
デニソン(ロータリー式二重管)サンプリング	JGS 1222-2003	粘性土 N値4～8程度以上
トリプル(ロータリー式二重管)サンプリング	JGS 1223-2003	粘性土、砂質土 N値4程度以上

表-1.3.3.2. 基準化されたサンプラーの構造と適用地盤の関係

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	エクステンションロッド式	単管	◎	○		○									
	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		-	◎	◎	◎	○	○	◎			○	○			
ロータリー式チューブサンプラー		多重管			○								◎	○	

◎ 最適, ○ 適

地盤調査の方法と解説、(社)地盤工学会より抜粋

調査地周辺にはN値 0～8 程度の軟質な粘性土が分布していることが既存データから確認されているため、当初はシンウォールサンプリングとデニソンサンプリングを実施する予定であったが、試料の採取率を考慮して協議の上でデニソンサンプリング箇所もシンウォールサンプリングで試料を採取した。

○シンウォールサンプリング

シンウォールサンプリングは、固定ピストン式シンウォールサンプラーを用いN値 0～4 程度の粘性土、水圧式の場合はN値 0～8 以上の粘性土及びN値 10 以下の砂質土を対象に実施する。目的と方法の概要を図-1.3.3.1 に示す。

○デニソンサンプリング

デニソンサンプリングは、ロータリー式二重管サンプラーを用い、N値が 4～8 程度の粘性土を対象に実施する。目的と方法の概要を図-1.3.3.2 に示す。

名 称	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	
目的・適用範囲	<p>(目的)</p> <ul style="list-style-type: none"> ① N 値 0～4 程度の軟らかい粘性土の乱さない試料の採取 ② 力学試験用の供試体とする ③ 採取した試料の観察 <p>(適用範囲)</p> <ul style="list-style-type: none"> ① ボーリング径：$\phi 86\text{mm}$ 以上 ② 適応土質：主として N 値 3～4 以下の軟弱な粘性土。N 値 10 以下の細粒土を含んだ砂地盤にも適用可 (小孔径を採用することが望ましい)。水圧式サンプラーの場合には、N 値 15 程度までの砂地盤にも適用可能とされる ③ 有効深さ：ボーリング孔を利用するので適応土質の範囲で深さに関係なく可能 ④ サンプリング孔底のスライム排除を十分に行い、静かにサンプラーをおろす。孔底にスライムの沈積がある場合は再度排除する。サンプラー引上げは、押し込み後直ちに行う 	
測定原理・試験法	<p>エクステンションロッド式シンウォールサンプラーは、薄肉のサンプリ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たサンプラーを所定の深さの孔底におろし、ターンバックルなどにより、ピストンを地上に固定し、ボーリングロッドでサンプリングチューブを地盤に押し込んで乱さない試料を採取する。</p> <p>水圧式サンプラーは、ピストンをサンプラーヘッドで固定し、ボーリングロッドを継ぎ足しながらサンプラーを所定の深さの孔底におろしてボーリングロッドをボーリング機械に固定し、水圧を利用してサンプリングチューブを地盤に押し込むものである。</p>	
試験・測定装置モデル図	<div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div data-bbox="327 1771 707 1798">エクステンションロッド式サンプラーの例</div> <div data-bbox="924 1771 1128 1798">水圧式サンプラーの例</div> </div>	

図-1.3.3.1. シンウォールサンプリングの目的と方法

名 称	ロータリー式二重管サンプラーによる土の乱さない試料の採取方法	
目的・適用範囲	<p>(目的)</p> <ul style="list-style-type: none"> ① N 値が 4～20 程度の粘性土の乱さない試料の採取 ② 力学試験用の供試体とする ③ 採取した試料の観察 <p>(適用範囲)</p> <ul style="list-style-type: none"> ① ボーリング孔径：$\phi 116\text{mm}$ 以上 ② 適 応 土 質：比較的硬質な N 値 4～20 程度の粘性土 ③ 有 効 深 さ：ボーリング孔を利用するので適応土質の範囲で深さに関係なく可能 ④ ロータリー式二重管サンプラーは、従来デニソン式サンプラーと称されたものである ⑤ サンプラーの回転時における振動を、ダンパーによって吸収できる構造となっている ⑥ 逆流防止弁により、試料の脱落を防止している 	
測定原理・試験法	<p>内管と外管の二重管から構成されており、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削孔する。このとき内管の先端は、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>	
試験・測定装置モデル図	<p style="text-align: center;">ロータリー式二重管サンプラーの例</p>	

図-1.3.3.2. デニソンサンプリングの目的と方法

1.3.4. 現場透水試験

透水試験は、地盤工学会基準「JGS 1314-2003：単孔を利用した透水試験方法」に準じて実施する。

(1) 目的

透水試験は、地下水面下の飽和地盤の透水係数を求めることを目的とする。

(2) 試験方法

試験方法は、試験区間の形状を考慮して方法を選択する(図-1.3.4.1)。また、非定常法(変水位法)、定常法(定水位法)の2つがあり、どちらの試験方法を採用するかについては、試験区間に分布する地盤の透水性を考慮し決定する。試験方法及び概要を図-1.3.4.2～3に示す。

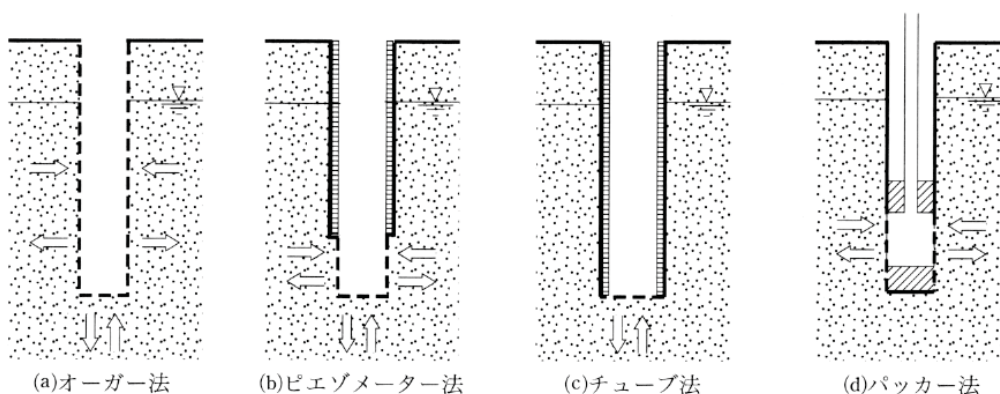


図-1.3.4.1. 試験孔仕様による試験法の分類

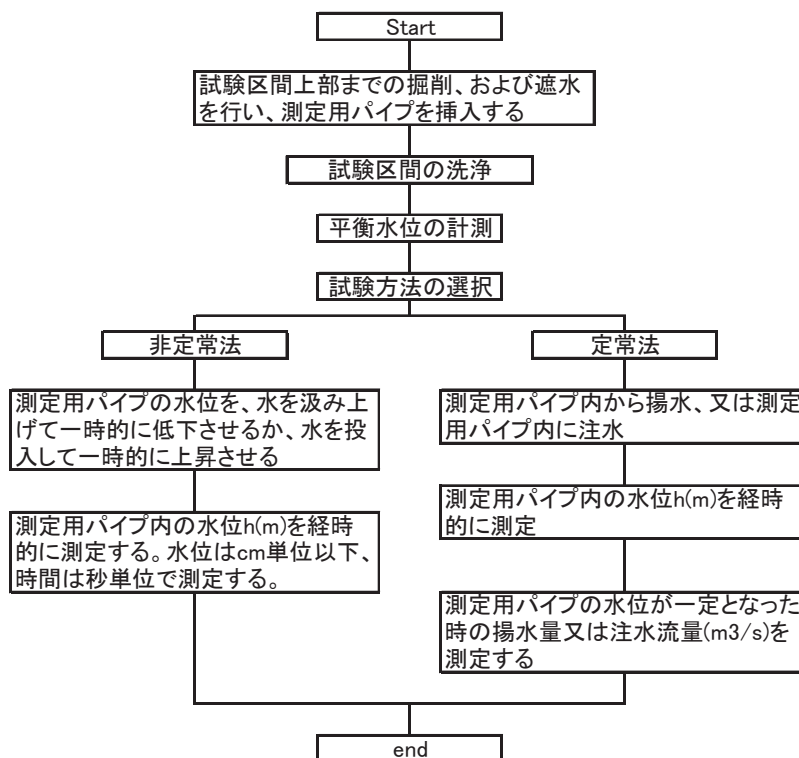


図-1.3.4.2. 透水試験（ケーシング法）試験方法

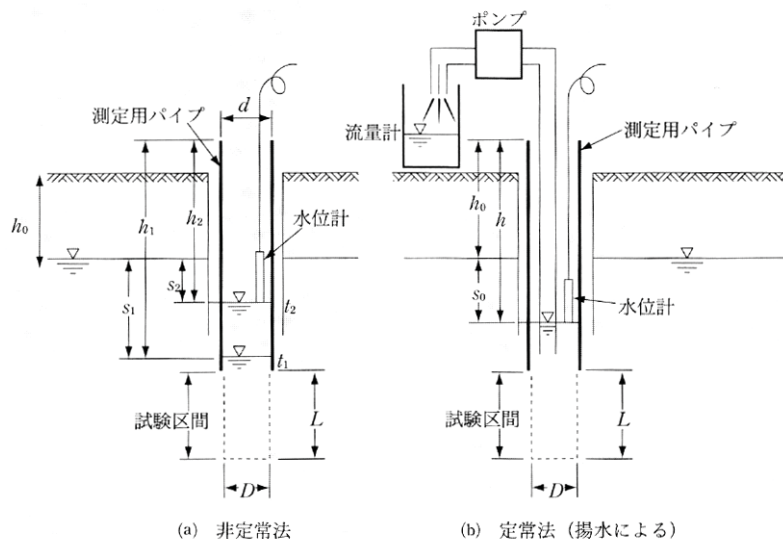


図-1.3.4.3. 透水試験方法概要図

(3) 結果の整理

ピエゾメータ法は、ケーシングパイプの下部に試験区間を削孔し、孔内水位を一時的に低下または上昇させ、その水位変化を経時的に測定して、地盤の透水係数を求める方法である。また、チューブ法はケーシングパイプの下部の孔底で、同様な試験を行うものである。今回の調査では全区間ピエゾメータ法で試験をした。この透水係数は、次式で求められる。

<ピエゾメータ法>

$$k = \frac{R^2}{2L(t_2 - t_1)} \cdot \left(\frac{L}{R}\right) \cdot \left(\frac{h_1}{h_2}\right)$$

ただし、 $L/R > 8$ であること

<チューブ法>

$$k = \frac{2\pi R}{11(t_2 - t_1)} \cdot \ln\left(\frac{h_1}{h_2}\right)$$

ただし、 $15\text{cm} \leq d \leq 150\text{cm}$

- k : 透水係数 (cm/sec)
- R : ケーシングの半径 (cm)
- L : 透水試験区間の長さ (cm)
- t1, t2 : 直線部の任意2点の経過時間 (sec)
- h1, h2 : 時間 t1, t2 における平衡水位との水位差 (cm)
- π : 円周率
- d : 自然水位からケーシング先端までの距離 (cm)

1.3.5. 孔内水平載荷試験

孔内水平載荷試験は、水平方向地盤反力係数を求めるために、No.4号孔のφ86mmノンコアボーリング孔を利用して試験を行う。

(1) 試験の目的

この試験は、ボーリング孔内において孔壁を加圧することによって地盤の変形係数、降伏圧力および極限圧力を求めることを目的とする。

(2) 試験装置

今回の試験装置は次頁の図-1.3.5.1に示すL.L.Tを使用した。基本的な構成は、以下のようになる。

- ・ボーリング孔内へ挿入して孔壁を加圧する測定管。
- ・地上においてこの測定管に加える圧力や変位量を制御しながら測定する制御・測定部。
- ・両者の連結部からなっている。L.L.Tの仕様概要を表-1.3.5.1に示す。

表-1.3.5.1. 孔内水平載荷試験機仕様概要

装置名	測定管					加圧 方法	最大加圧力 (MPa)	変位量の 測定法
	載荷板	形状	直径(mm)	長さ(mm)	室構成			
L.L.T	厚肉弾 性ゴム	円筒	80	900(測定 部は600)	1	ポンペ貯蔵 の窒素ガス	2.5	測定管流入水量 による

(3) 試験方法

1) 試験孔の削孔

L.L.Tによる結果は基本的にボーリング孔壁面の仕上がり精度に依存する。試験の信頼性を高めるために、試験孔の削孔に際しては、乱れの少ない孔壁に仕上げる。

2) 測定管および連結管の気泡の除去

L.L.Tにおいては測定管およびその地上測定部との連結管中の気泡は測定前に除去しておく。

3) キャリブレーション

ゴムチューブの張力補正を各変位量（または体積量）に対して実施し、補正量を求めておく。

4) 測定管の挿入および設置

- ① 挿入前に測定管をゴムチューブのたるみのない状態で地表面上に置き、スタンドパイプ、圧力計などの値を記録し、これを初期値とする。
- ② 測定管を試験孔中に挿入し、測定深さに達した後、スタンドパイプ、圧力計などの値を記録する。

5) 加圧および測定

- ① 測定管を段階的に加圧する。各圧力段階で一定圧力を一定時間保持し、圧力と変位量を測定する。加重増分は予想最大加圧力の 1/10 以下とする。測定時間は加圧後 15 秒、30 秒、1 分、2 分とする。
- ② 測定終了後、速やかに次の圧力段階へ移行する。
- ③ 極限圧力が確認できればその時点で試験を終了する。
- ④ 加圧力を開放し、測定管に圧入した水あるいは油を元の状態に戻し測定管を回収する。

(4) 結果の整理

測定結果は、測定機自体の特性から決まる圧力補正、体積補正を行い、実際に孔壁に作用している圧力と、実際の孔壁での変形量を求める。

この結果、ボーリング孔壁での圧力と変形量がわかるので、これから地盤の変形特性や強度特性の指標が得られる。

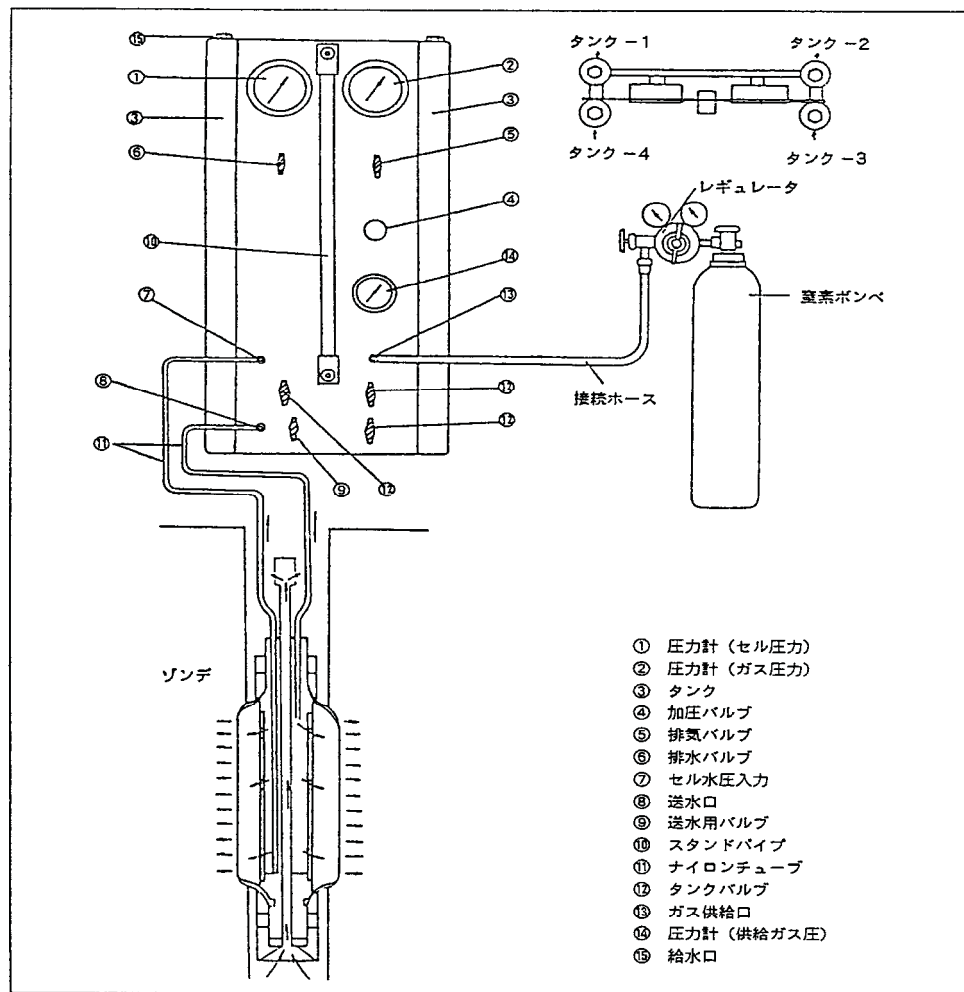


図-1.3.5.1. LLT の装置図

1.3.6. 室内土質試験

室内物理試験は、日本工業規格（JIS）及び地盤工学会基準（JGS）に準じて実施する。試験項目と規格番号を以下に示す。

今回の調査では、以下の表-1.3.6.1 に示す物理試験一式を全て実施する。

表-1.3.6.1. 室内物理試験の規格・基準

試験分類	試験名	規格・基準番号
物理試験	土粒子の密度試験	JIS A 1202-2009
	土の含水比試験	JIS A 1203-2009
	土の粒度試験（沈降分析）	JIS A 1204-2009
	土の粒度試験（フルイ分析0.5kg以下） （フルイ分析0.5～2kg）	
	土の液性限界試験	JIS A 1205-2009
	土の塑性限界試験	JIS A 1205-2009
	土の湿潤密度試験	JIS A 1225-2009

また、室内力学試験は、日本工業規格（JIS）及び地盤工学会基準（JGS）に準じて実施する。試験項目と規格番号を以下に示す。

今回の調査では、一軸圧縮試験と圧密試験を実施する。また、Ac2-1・Ac2-2・Apt の中部沖積層の粘性土や有機質土については、分布深度が深いことから、応力解放の影響を受けやすく、一軸圧縮試験では試験結果を過小評価する可能性が高いと考えられる。このため、上記の3層については一軸圧縮試験と併せて三軸圧縮試験(UU)も実施した。

表-1.3.6.2. 室内力学試験の規格・基準

試験分類	試験名	規格・基準番号	
力学試験	土の一軸圧縮試験	JIS A 1216-2009	
	土の圧密試験(段階载荷)	JIS A 1217-2009	
	三軸圧縮試験	UU	JGS 0521-2009
		CD	JGS 0524-2009
		CU	JGS 0522-2009
		$\overline{\text{CU}}$	JGS 0523-2009

