



宅地地盤の品質評価に関する技術講習会

2. 地質・地形・地盤の調査

平成26年7月29日

服部地質調査株式会社

地盤品質判定士

小野 日出男

講演内容

1. 宅地造成等規制法で要求される地質・地形・地盤の調査
2. 調査・試験の方法
3. サンプルングと土質試験
4. 造成宅地に住宅等を建設する際の地盤調査
5. 参考文献集

1. 宅地の造成に関わる法令で要求される 地質・地形・地盤の調査

- ・ 宅地造成等規制法

 - 4条：測量又は調査のための土地の立入り

 - 5条：障害物の伐除及び土地の試掘等

- ・ 宅地造成等規制法施行令

 - 6条：擁壁の設置に関する技術的期基準

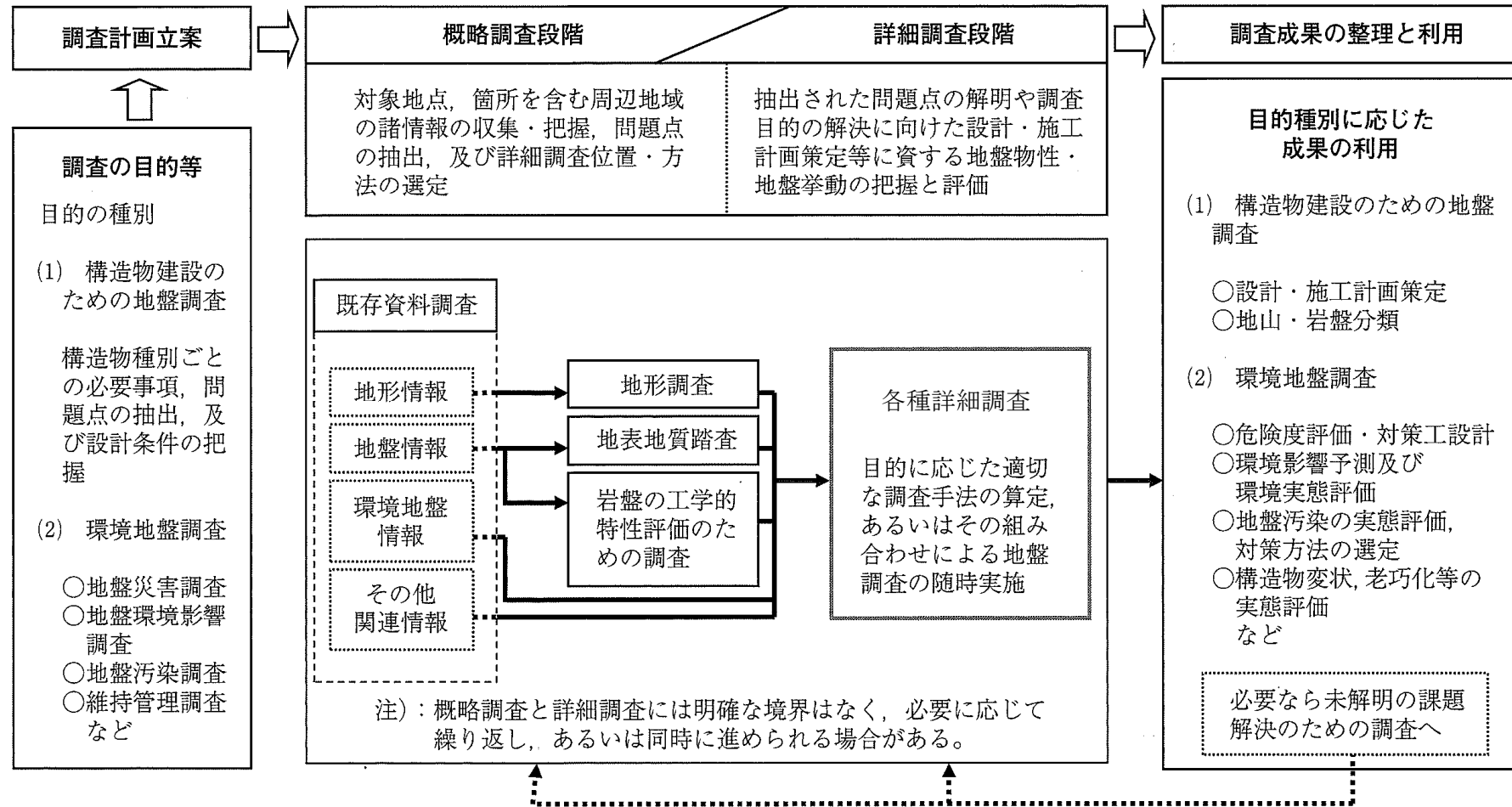
- ・ 宅地防災マニュアル

 - 開発事業区域の選定や開発事業の実施にあたり、
気象・地形・地質・地質構造・土質・環境・地盤条件等の
土地条件、過去の災害記録、各種公表された災害危険想定
地域の関係資料等の収集

- ・ 大規模盛土造成地の変動予測調査ガイドライン

 - 造成前後の地形図・空中写真、調査ボーリング、土質試験

地盤調査の一般的な流れ



出典：地盤工学会編 【改訂版】地盤調査の方法と解説、 p.3, 2013.3 (一部加筆)

| 調査方法 | 求める成果 | 地質構造 | 地盤構成 | 物理特性 | 化学特性 | 地下水特性 | 締め固め特性 | 圧密特性 | 強度特性 | 支持力特性 | 変形特性 |
|------------------|------------------|------------|--------|------|------|-------|--------|------|------|-------|------|
| | | 概略調査 | 既存資料調査 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 地形調査 | ○ | ○ | | | | | | | | |
| | 地表地質踏査 | ◎ | ◎ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 物理探査・検層 | 速度検層 | ○ | ○ | ◎ | | | | | ○ | ○ | ○ |
| | 電気検層 | ○ | ○ | ◎ | | ○ | ○ | | | | |
| | 弾性波探査(屈折法) | ○ | ○ | ◎ | | | | | ○ | ○ | ○ |
| | 電気探査 | ○ | ○ | ◎ | | ○ | ○ | | | | |
| | 地中レーダ | ○ | | ○ | | ○ | | | | | |
| ボーリング・サンプリング | | ◎ | ◎ | ○ | ○ | ◎ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| サウンディング | 標準貫入試験 | ○ | ○ | ○ | | | | | ○ | ○ | |
| | 動的コーン貫入試験 | ○ | ○ | ○ | | | | | ○ | ○ | |
| | スウェーデン式サウンディング試験 | ○ | ○ | ○ | | | | | ○ | ○ | |
| | ポータブルコーン貫入試験 | ○ | ○ | | | | | | ○ | ○ | |
| | 機械式コーン貫入試験 | ○ | ○ | | | | | | ○ | ○ | |
| | 電気式静的コーン貫入試験 | ○ | ○ | | | | | | ○ | ○ | |
| | 原位置ベーンせん断試験 | | | | | | | ◎ | | | |
| 地下水調査 | 地下水位, 間隙水圧の測定 | | | | | ◎ | | | | | |
| | 透水特性の試験 | | | | | ◎ | | | | | |
| | 地下水流動状況の調査 | | | | | ◎ | | | | | |
| 載荷試験 | 孔内載荷試験 | | | | | | | | △ | ○ | ◎ |
| | 平板載荷試験 | | | | | | | | ○ | ◎ | ○ |
| 現場密度試験 | 砂置換法, RI | | ○ | ◎ | | | | | | | |
| 環境化学分析のためのサンプリング | 土の採取 | | | | ○ | | | | | | |
| | 地下水の採取 | | | | ○ | ○ | | | | | |
| | 土中ガスの採取 | | | | ○ | | | | | | |
| 地盤環境調査 | 地盤災害調査 | 地盤災害の状況等 | | | | | | | | | |
| | 地盤環境に影響する調査 | 地盤環境の状況等 | | | | | | | | | |
| | 維持管理調査 | 構造物の状況等 | | | | | | | | | |
| 現地計測 | 地表面の変位測定 | 地表面の変位 | | | | | | | | | |
| | 地表面の傾斜変動量測定 | 地表面の傾斜変動量 | | | | | | | | | |
| | 地中の変位測定 | 地中の変位 | | | | | | | | | |
| | 土中土圧と間隙水圧の測定 | 土中土圧, 間隙水圧 | | | | | | | | | |

地盤調査で求められる成果と調査方法

凡例

◎: 直接求められる

○: 間接的に求められる

△: 手法による

出典:

地盤工学会編、

地盤調査-基本と手引き-【改訂版】

p.5, 2013.9(一部加筆)

主な既存資料の種類と特徴

| 主題図名 | 主な特徴 |
|---------|---|
| 地形図 | 一般的に利用されるものは、国土地理院発行の1/25,000と1/50,000のものである。地図の電子化が進み、各種の数値地図が市販されている。旧版地形図と比較することで、土地の改変などによる地形の変化を調べることができる。 |
| 空中写真 | 2枚の写真を立体視することにより、三次元的な画像として視覚的に認識し、地形図よりも詳細な微地形判読とその他の情報を迅速かつ広範囲に入手できる。国土地理院のホームページから閲覧可能なものがある。 |
| 地質図 | 岩種(地層)とその広がり、生成(堆積・噴出・貫入)時代、地層・岩石の重なり具合や接し方、新旧関係などの地質構造、岩石や岩盤の二次的な変質や破碎状況などを図示したものである。目的によって多種類発行されている。 |
| 地盤図 | 大都市や臨海工業地帯の第四紀層を対象に土質柱状図を多数収集し、統一ルールに基づいて図示したもの。①ボーリング位置、②地盤工学的・地質学的区分、③基盤や支持層の位置・状況、④地層の重なり具合、などが平面図・断面図・等深線図・地盤区分図などで表現されている。 |
| 土地利用図 | 土地の利用状態を分類し、色分け表示したもので、地域計画の基礎資料として利用されるほか、都市の機能や耕地の利用状態を知るうえでも有効である。 |
| 土地分類図 | 地形分類図と表層地質図、土壌図、水系・谷密度図、傾斜区分図の5図と付属説明書からなる。地域計画や環境アセスメントなどの基礎資料として活用される。 |
| 土地条件図 | 主な平野とその周辺について土地の微細な高低と表層地質によって地形分類を行ったもので、土地の成立ちや、災害に対する危険度を知ることができる。 |
| 火山土地条件図 | 活動中または将来活動が予想される火山及びその周辺地域を対象として作成され、過去の溶岩流出などの地形特性を中心に、火山の地形・地質や地誌的な内容、噴火による影響度の予測、並びに防災機関や防災施設の表示などがなされている。 |
| 土壌図 | 農耕地や未耕地・林地の土壌状態を把握・判別するためのもので、地形図上に土壌区分を境界線で色分けしている。 |
| 活断層図 | 日本全国を網羅した東京大学出版会の『新編日本の活断層』や国土地理院の『1:25000都市圏活断層図』が代表的なものである。活断層図類は新規の構造物計画や防災関連の調査の際に有効な資料となる。 |
| ハザードマップ | 火山や地震、津波、洪水、台風、斜面、土石流などを対象として、その現象や災害の実績図及び予想災害に対する災害危険範囲図を主体とする。監視体制や避難経路の検討を行う地域防災計画とリンクする。 |

出典：地盤工学会編 地盤調査-基本と手引き-【改訂版】 pp. 22～25, 2013. 9

地形と特徴

| 中地形類の五大区分 | 地形と地質の概略的断面図 (日本の場合) | | | | | |
|--------------------|--|--|--|--|---|----|
| | 名称 | 火山 | 山地(狭義) | 丘陵 | 段丘(台地) | 低地 |
| 形態的特徴 | 火口(山頂部)を中心に対照的形態をもつ高まりまたは円形の凹地, 原形は山地より滑らかである。 | 主要な尾根と谷底の比高が約300m以上の大起伏地であり, 30度以上の急傾斜が多く, 平坦地はほとんどない。 | 付近の山地より低く, 主要な尾根の高さがほぼ揃っており, 主要な尾根と谷底の比高が約300m以下である。 | 低地より一段と高い高台で, 周囲または一方を急崖で囲まれた平坦地である。その平坦地は百年に一度起こる程度の出水・高潮でも冠水しない。 | 河川や海ぞいの低い平坦地で, 人工堤防がなければ百年に一度起こる程度の大規模な出水や高潮のときに冠水する。砂丘とサンゴ礁も低地に含まれる。 | |
| 地形災害・土工事で問題となる地形物質 | 非固結の火山砕屑物, 温泉余土。他は山地と同じ。 | 断層破砕帯, 風化岩, 崖錐堆積物, 蛇紋岩, 頁岩など。 | 山地と同じ。 | 厚い段丘堆積物, 段丘崖では山地と同じ。 | 軟弱地盤(厚い粘土, 泥炭層), 高含水比の中粒砂層。 | |
| 起こりやすい自然災害 | 活火山では噴火, 降灰。古い火山では山地と同じ。 | 地すべり, 崩落(落石), 土石流, 鉄砲水, 雪崩。 | 山地と同じ, 炭坑地域では落盤・沈下。 | 段丘面では比較的少ない, 段丘崖では山地と同じ。 | 洪水, 内水, 高潮, 津波, 漂砂, 地盤沈下, 地震時の砂の液状化。 | |
| 地下水のあり方 | 山地と同じ。ただし山麓に豊富で良質な湧水。火口・噴気孔付近では毒水。 | 裂か水, 洞穴水などのみで, 地下水は深く, 少ない。山地の内部では高圧の地下水がある。 | 山地と同じ。ただし被圧地下水があるが, 量は少ない。 | 丘陵と同じ。まれに宙水。 | 主に自由地下水で, まれに被圧地下水がある。扇状地や微高地以外では浅くて豊富, 海岸では塩水がある。 | |

V: 火山噴出物, P・M: 古生界・中生界, G: 深成岩類, T: 第三系, PI: 更新統(洪積層), HI: 完新統(沖積層), f: 断層, a: 火山灰層

図-2.3.1 日本における地形(中地形類)の5大区分とそれらの特徴(鈴木³⁾を一部削除)

出典: 地盤工学会編 地盤材料試験の方法と解説 p.82, 2009.11

地形・地質条件と建設工学上の問題事項(1/2)

(山地・丘陵地)

表-3.4.3 山地・丘陵地などの地形・地質条件と建設工学上の問題事項⁹⁾

| 地形・地質条件 | | 地形特徴 | 地質概要 | 問題事項 |
|---------|----------|------------------------|--------------------|---------------------------------|
| 山地 | 風化土 | 比較的緩傾斜の山地 | 岩塊, 玉石まじり土砂(まさ土など) | 豪雨などによる崩壊性, 硬軟不同 |
| | 崖錐 | 急崖下の30~40°斜面 | 未固結, 角礫, 土砂 | 斜面クリープ, 崩壊性, 湧水, 漏水 |
| | 地すべり | 地すべり地形 | 不均質崩壊土砂, 岩塊 | クリープ移動, 崩壊性 |
| | 断層 | 各種断層地形 | 破碎岩石, 断層粘土 | 崩壊性, 湧水, 漏水, 活断層のときは地震時相対変位の可能性 |
| | 膨張性岩 | 地すべり地形, ただし伏在しているときは不明 | 蛇紋岩, 変朽安山岩, 一部の泥岩 | 膨張性, 土圧 |
| | 石灰岩 | カルスト地形 | 石灰岩, テラロッサ, 地下空洞 | 硬軟急変, 地下空洞, 漏水 |
| 火山 | 火山岩地帯 | 火山地形, 火山侵食地形 | 火山岩類, 未固結火山砂礫, 火山灰 | 地質不均質, 多量の地下水伏在, 漏水, 温泉 |
| | 火山山ろく(麓) | 火山すそ野, 火山扇状地 | 火山砂礫, 火山灰層, 溶岩流 | 不均質な地質, 未固結土層, 高い被圧地下水 |
| 丘陵地 | 新期地層 | 200~300 m 程度の丘陵地 | 洪積層, 新第三紀層 | 崩壊性, 一部泥岩の膨張性 |
| | 古期地層 | 同上 | 厚い風化土層, 大玉石, 岩塊 | 崩壊性, 硬軟不同 |
| 台地 | 段丘層 | 河成段丘, 海成段丘 | 未固結砂礫 | 崩壊性 |

地形・地質条件と建設工学上の問題事項 (2/2) (沖積低地)

表-3.4.4 沖積低地の地形・地質条件と建設工学上の問題事項¹⁾

| 地形・地質条件 | | 地形特徴 | 地質概要 | 問題事項 |
|---------|-------|--------------------|-------------------|---------------------|
| 沖積低地 | 扇状地 | 偏平な半円錐状、網状流、伏流 | 粗大な分級不良な厚い砂礫層 | 流路不安定、被圧地下水、洗掘 |
| | 自然堤防 | 微高地の帯状配列 | 砂質土 | 地震時液状化の可能性 |
| | 後背湿地 | 自然堤防背後の低湿地（一般に水田化） | 軟弱な粘土、シルト、細砂、PEAT | 軟弱地盤、洪水帯水 |
| | 三角洲 | 静かな内湾の河口部 | 軟弱な細砂、粘土層の厚い堆積 | 深い軟弱地盤、表層砂質土の地震時液状化 |
| | 小おぼれ谷 | 丘陵、台地間などの狭長低平な谷地 | 極軟弱なPEAT、粘土、シルト | 極軟弱地盤 |
| | 潟湖跡 | 海岸砂州、背後の低湿地（水田化） | 軟弱なPEAT、シルト、粘土 | 極軟弱地盤 |
| | 海岸砂州 | 海岸に平行した帯状の微高地 | 砂、砂礫 | 地下水の高い箇所は地震時液状化 |
| | 海岸砂丘 | 海岸砂州上の風成砂丘 | 均等粒径の砂 | 均等粒径の砂、地形不安定 |

出典：地盤工学会編 【改訂版】地盤調査の方法と解説 p. 34, 2013. 3

断層の存在を示す空中写真上の特徴

表-4.2.4 断層の存在を示す空中写真上の特徴 (今村ら⁷⁾)

| 空中写真上の特徴 | |
|----------|--|
| 地形要素 | <ul style="list-style-type: none"> ・断層崖 (fault scarp) の存在 ・直線的な谷 (fault valley: 断層谷) の存在 ・ケルンコル (kern col: 断層鞍部), ケルンバット (kern but: 断層突起) の存在 ・特定方向に平行する地形の存在 ・稜線や川の流路にずれがある場合 ・山腹斜面の傾斜変換点が直線的に連続する場合 ・河川の流路が著しい直線状を示す場合 ・水系が格子状または直線状を示す場合 ・地形的急変部 ・水系異常 ・湖沼, 温泉, 火口, 湧水地点, 崩壊あるいは地すべりなどが一直線に配列している場合 ・扇状地にずれ (断層扇状地) がある場合 ・河成段丘が (一般には平坦面) 直線的境界をもって, 落差もしくは水平ずれを生じている場合 |
| 植生の特徴 | <ul style="list-style-type: none"> ・周囲に比べて植生に成長差が認められ, しかもそれが直線的な場合 ・樹生種 (樹種) や樹高が直線的に変化する場合 ・植生の分布そのものが直線的な場合 |
| 写真の階調 | <ul style="list-style-type: none"> ・土壤に覆われた部分で, 写真の階調や色調の変化が長く, 線状に現れる場合 ・ある直線的境界線をもって, 写真の階調や色調が変わっている場合 |

— 活断層の可能性がある地形 —

- ① 本来, 平滑であるべき扇状地や段丘面に連続する段差地形が認められる (低断層崖)。
- ② 尾根や河川の流路が横方向にずれている。
- ③ ある線を境に大きく地形の様相が異なる。
- ④ 道路やあぜ道などにずれがある (近年の地震断層)。

出典: 地盤工学会編 【改訂版】地盤調査の方法と解説 p. 42, 2013. 3

沖積平野地下の構造と地層の関係

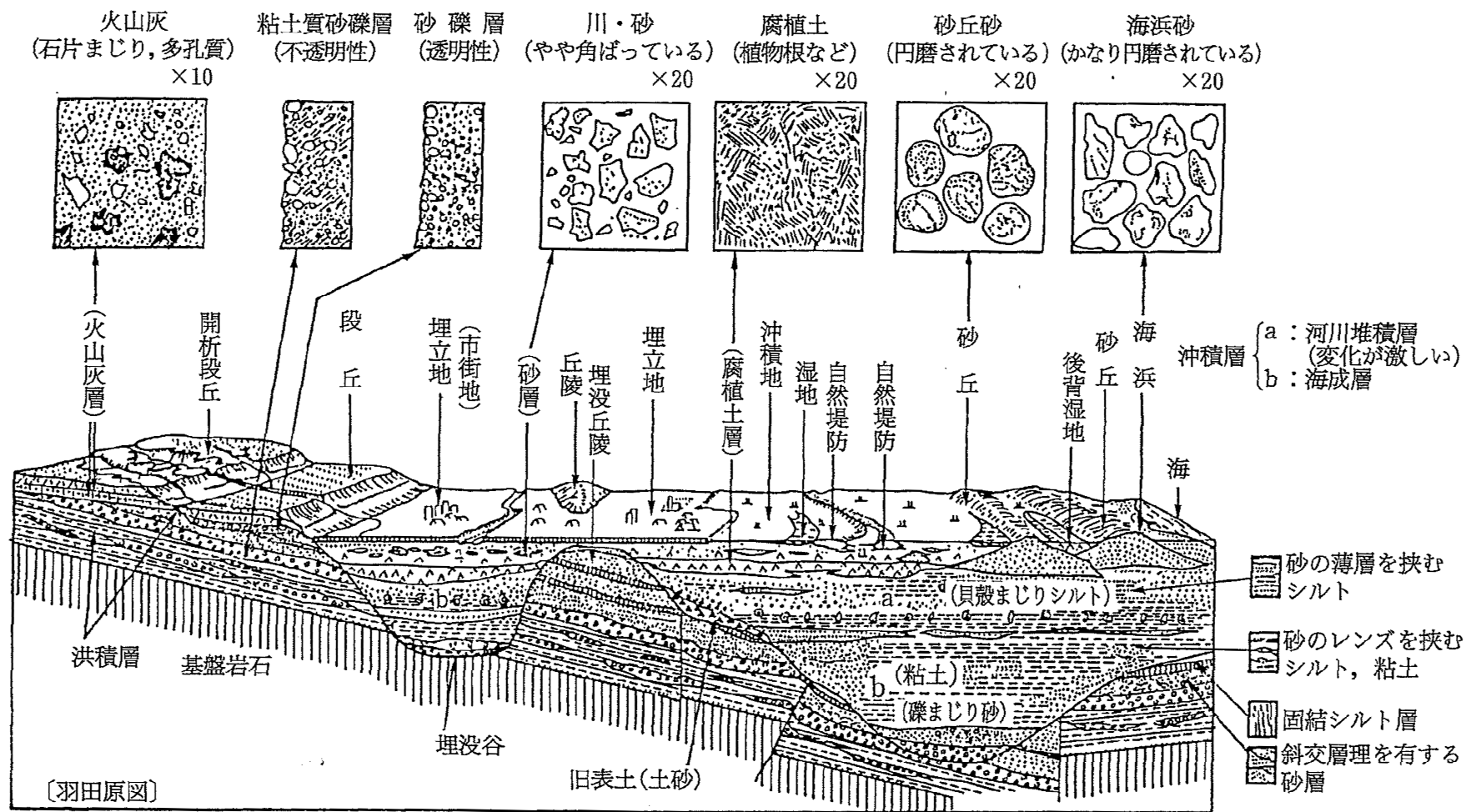


図-2.2.2 沖積平野地下の構造と地層のいろいろ (羽田²⁾)

表-3.1.1 既存資料から読み取ることのできる地形・地質・地盤情報（島ら¹⁾に一部加筆修正）

| 資料 | | 一般図 | | 画像 | | 主題図 | | | | | | 文献・記録 | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---------------|----------------------------------|-------|------|---------|-----|-----|-------|-------|-------|-----|---------|-------------------|------|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 地形図 | 地形分類図 | 空中写真 | リモートセンタ | 地質図 | 地盤図 | 土地利用図 | 土地分類図 | 土地条件図 | 土壌図 | ハザードマップ | 地盤調査資料 ボーリングなど | 工事記録 | 災害記録 | | | | | | | | | | |
| 地形 | 形態 | 中 | 地 | 形 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | | | | | | | | | | | | | |
| | | 小 | 地 | 形 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | | | | | | | | | | | | | |
| | | 微 | 地 | 形 | ○ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | | | ○ | | | | | | | | | | |
| | | 傾斜・起伏量 | | | ◎ | ○ | ◎ | ○ | | | ○ | ◎ | | | | | | | | | | | | | |
| 災害地形 | 地すべり地形 | ◎ | ◎ | } | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | | | | | | | | | | |
| | 崩壊地形 | ○ | ◎ | | | | | | | | | | | | | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 土石流地形(扇状地微地形) | ○ | ◎ | | | | | | | | | | | | | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 洪水地形(平野の微地形) | ○(大縮尺) | ◎ | | | | | | | | | | | | | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 被災状況 | ○ | ◎ | | | | | | | | | | | | | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| 地質 | 岩相(岩種) | | ○ | | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | | | ◎ | | | | | | | | | | | | | | |
| | 未固結堆積物タイプ | | ○ | | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | | | ◎ | | | | ○ | | | | | | | | | | |
| | 地質構造 | 地層の走向・傾斜 | ○ | | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | | | ◎ | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 断層・破碎帯 その他の割れ目系 不整合などの不連続性 | ○ | | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | | | ◎ | | | | | | | | | | | | | | |
| 風化・変質状況 | | | ○ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | | | | ◎ | | | | | | | | | | | | | | |
| 地盤 | 土質のタイプ | | | ◎ | } | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | | | | | | | | | | |
| | 土の力学的・物理的性質 | | | ◎ | | | | | | | | | | | | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | |
| | 地表の含水状況 | | | ◎ | | | | | | | | | | | | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 軟弱地盤の分布やタイプ | | ○ | ◎ | | | | | | | | | | | | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |

◎：よく把握できる ○：ある程度は把握できる、あるいは参考になる 無印：ほとんど把握できない

地表地質踏査

地表に露出している地質に関する情報を観察し、収集した事実を総合的に判断して地下の地質・地盤の性質と分布を形成過程も含めて明らかにする作業である。

開発計画における地表地質踏査は、上記の理学的視点に加えて、土木地質的な視点で現地の地形や岩質状況、地下水その他の関連情報もあわせて観察・整理することが要求される。

この結果は、後続の調査計画や調査結果の解釈に大きな影響を及ぼすことになるので、最も基本となる調査項目である。

開発計画だけでなく、環境保全や維持管理、各種自然災害対策やその防災対応などは、地域的かつ局所的な地形や地質、地下水などと密接に絡むため、現地踏査によって地形・地質などを適切に把握することは重要である。

一般に、①準備、予察、調査計画、②現地踏査、③取りまとめの三段階の手順で行われる。

2. 調査・試験の方法

- ・ 調査ボーリング
- ・ 標準貫入試験
- ・ スウェーデン式サウンディング試験
- ・ オートマチックラムサウンディング試験
- ・ ポータブルコーン貫入試験
- ・ 機械的コーン貫入試験
- ・ 原位置ベーンせん断試験
- ・ 平板載荷試験
- ・ 現場密度試験
- ・ 速度検層
- ・ 電気検層
- ・ 弾性波探査
- ・ 電気探査
- ・ 地中レーダー

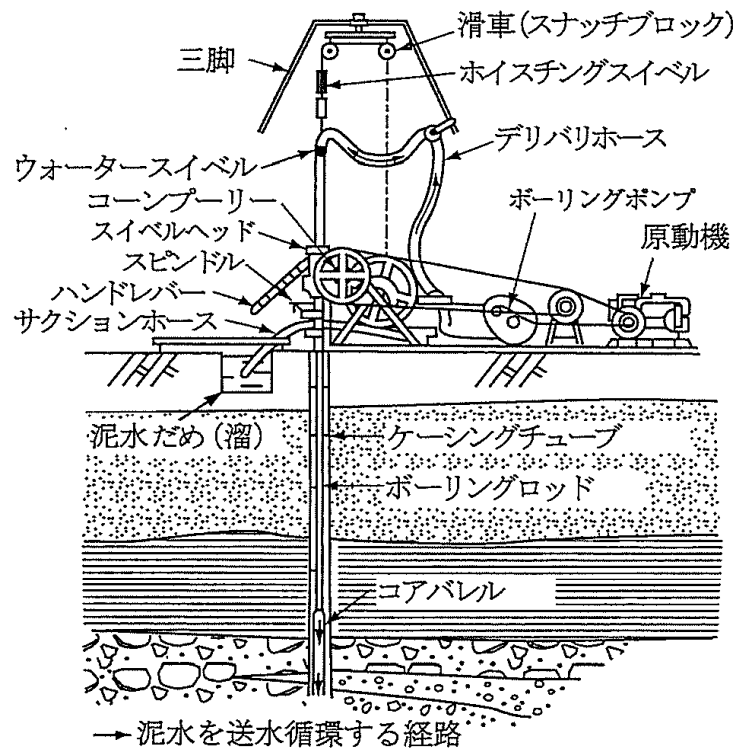
調査ボーリング(主な種類) (1/2)

表-11.1 ボーリング方法の主な種類

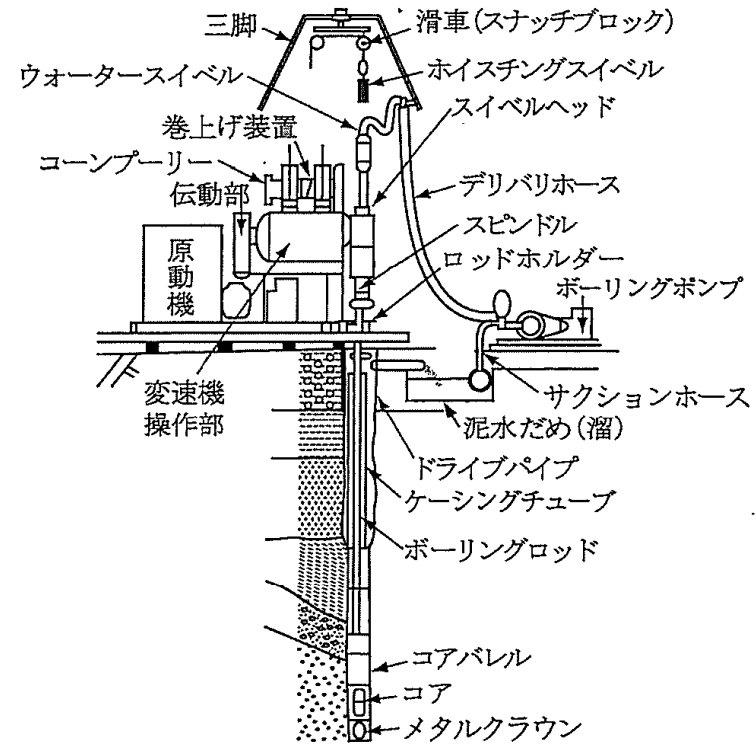
| 分類名称 | | 掘削方法 | 層変わりの確認方法 | 適用地盤 |
|------------|---------------|-------------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| ボーリング式 | コアボーリング | ロッドの先端のコアバーレルを回転させて掘削し、コアを採取する。 | 採取したコアの観察 | 土から岩盤まで可能。しかし、礫や玉石は不適。 |
| | ノンコアボーリング | ロッドの先端のビットを回転させて地盤を破碎しながら掘削する。 | 掘削速度や給進圧の変化、スライムの観察 | 土から岩まで可能。しかし、巨礫や玉石には不適。 |
| | ワイヤーライン式ボーリング | ワイヤーラインロッド先端のビットを回転させて掘削する。コア採取も可能。 | 掘削速度や給進圧の変化、スライム又はコアの観察 | 土から岩盤まで可能。しかし、礫や玉石には不適。 |
| オーガー式ボーリング | | 人力又は機械でオーガーを回転させながら圧入して掘削する。 | 掘り出した試料の観察 | 軟らかい～中位の硬さの粘性土及び砂質土まで可能。 |
| 式ボーリング | アンカードリル式 | 機械による打撃力で地盤を破碎して掘削する。コア採取も可能。 | 掘削速度や給進圧の変化、スライム又はコアの観察 | 軟弱地盤から硬質な岩盤まで可能。 |
| | ダウンザホールハンマー式 | ビット直上の打撃装置による打撃力で地盤を破碎して掘削する。 | 掘削速度の変化、スライムの観察 | 土から硬質な岩盤まで可能。しかし、軟弱地盤には不適。 |
| 振動式ボーリング | | 機械による振動で地盤を破碎又は流動化させて掘削する。コア採取も可能。 | 掘削速度や給進圧の変化、スライム又はコアの観察 | 軟弱地盤から岩まで可能。 |

出典：地盤工学会編、地盤調査-基本と手引き-【改訂版】 p. 73, 2013. 9

調査ボーリング（ボーリングマシン）（2/2）



(a) ハンドフィード式



(b) ハイドロリックフィード式

図-11.2 ボーリングマシンと主な掘削用具

出典：地盤工学会編、地盤調査-基本と手引き-【改訂版】 p. 74, 2013. 9

標準貫入試験 (1/2)

JIS A 1219

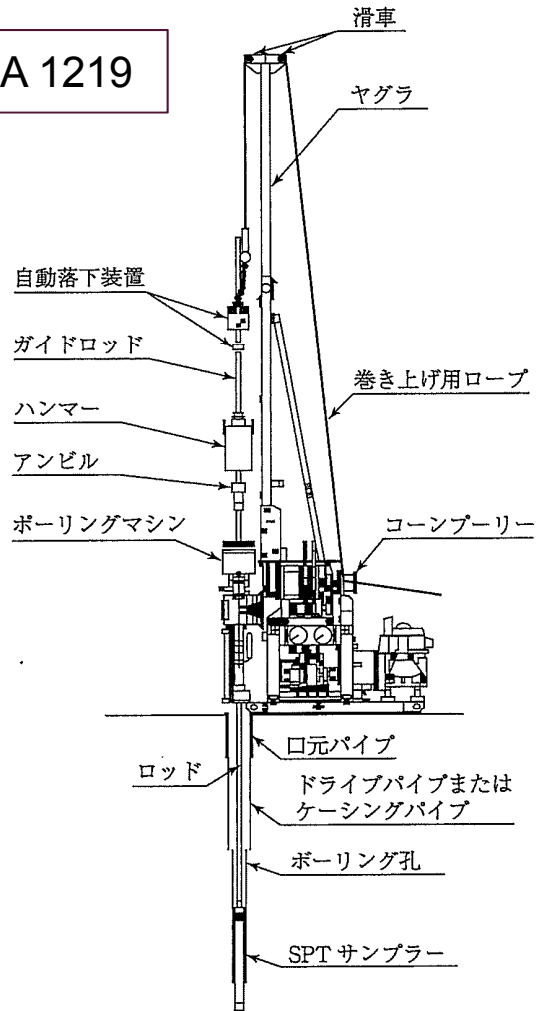
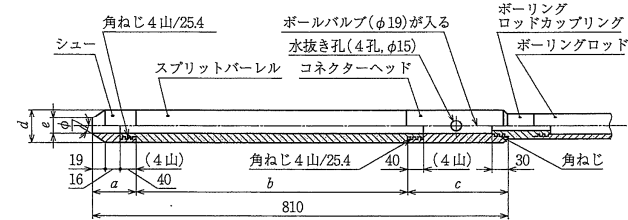


図-15.2 標準貫入試験装置及び器具の名称²⁾



| 各部 | 全長 | シユ長 <i>a</i> | バレル長 <i>b</i> | ヘッド長 <i>c</i> | 外径 <i>d</i> | 内径 <i>e</i> | シユ角度 ϕ | 刃先肉厚 <i>t</i> |
|----|---------|-----------------|------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
| 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 |

図-15.3 SPT サンプラー

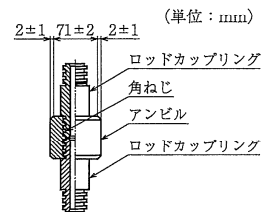


図-15.4 アンビルの形状

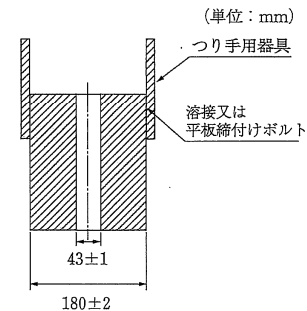


図-15.5 ハンマーの形状

⇒アンビルとハンマーの打撃面は、打撃の衝撃で摩耗しやすい。これらの摩耗は打撃エネルギーの伝達に影響を及ぼすため、平滑性を常に点検し、摩耗、変形などが生じたものは使用してはならない。

出典：地盤工学会編、地盤調査-基本と手引き-【改訂版】

pp. 110~111, 2013. 9

標準貫入試験 試験結果から得られるもの (2/2)

表-15.2 標準貫入試験による調査結果から判明する事項

| 区 分 | 判定・推定事項 |
|-------------------------|--|
| ボーリング柱状図や地質断面図から判定できる事項 | <ul style="list-style-type: none"> ・構成土層, 深さ方向の強度変化 ・支持層の位置 (地表からの深さと分布状況) ・軟弱層の有無 (圧密沈下計算の対象となる土層の厚さ) ・排水条件 ・液状化対象層の有無 |
| N 値から直接推定される事項 | 砂地盤 <ul style="list-style-type: none"> ・相対密度, せん断抵抗角 ・支持力係数, 弾性係数 |
| | 粘土地盤 <ul style="list-style-type: none"> ・沈下に対する許容支持力 ・液状化強度 ・コンシステンシー, 一軸圧縮強さ (粘着力) ・破壊に対する極限及び許容支持力 |

表-15.1 N 値と相対密度, 一軸圧縮強さ, コンシステンシーの関係¹⁾

| (a) 砂の場合 | | | (b) 粘土の場合 | | |
|----------|--------------------|-------------------------------------|-----------|----------------------------|----------|
| N 値 | 相対密度 | 現場判別法 | N 値 | q_u (kN/m ²) | コンシステンシー |
| 0 ~ 4 | 非常に緩い (very loose) | 鉄筋が容易に手で貫入 | 0 ~ 2 | 0.0 ~ 24.5 | 非常に軟らかい |
| 4 ~ 10 | 緩い (loose) | ショベル (スコップ) で掘削可能 | 2 ~ 4 | 24.5 ~ 49.1 | 軟らかい |
| 10 ~ 30 | 中位の (medium) | 鉄筋を 5 ポンドハンマで打込み容易 | 4 ~ 8 | 49.1 ~ 98.1 | 中位の |
| 30 ~ 50 | 密な (dense) | 同上, 30 cm 程度貫入 | 8 ~ 15 | 98.1 ~ 196.2 | 硬い |
| > 50 | 非常に密な (very dense) | 同上, 5 ~ 6 cm 貫入, 掘削につるはし必要, 打込み時金属音 | 15 ~ 30 | 196.2 ~ 392.4 | 非常に硬い |
| | | | 30 ~ | 392.4 ~ | 固結した |

注) 鉄筋は $\phi 13$ mm

1) Terzaghi, K. and Peck, R.B. : Soil Mechanics in Engineering Practice, John Wiley & Sons, 1948.

スウェーデン式サウンディング試験

JIS A 1221

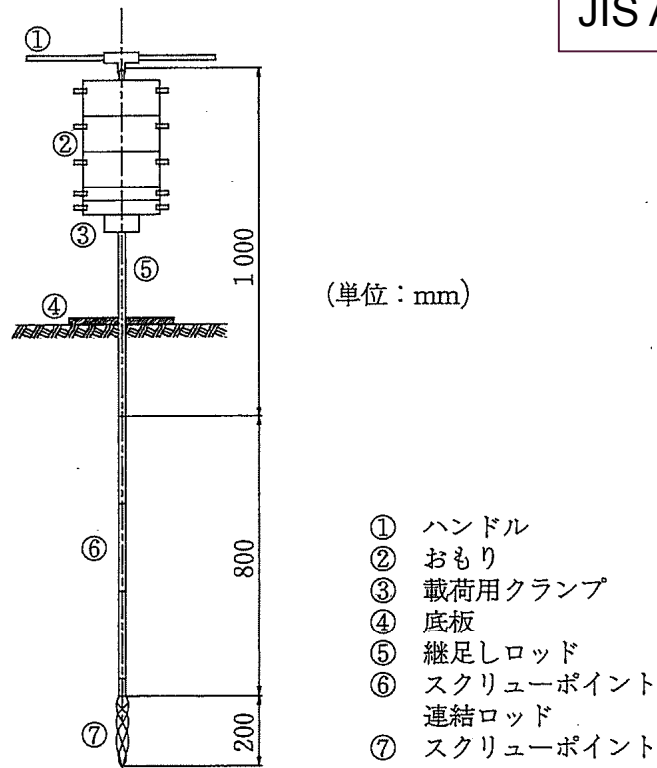


図-17.2 手動による試験装置の例

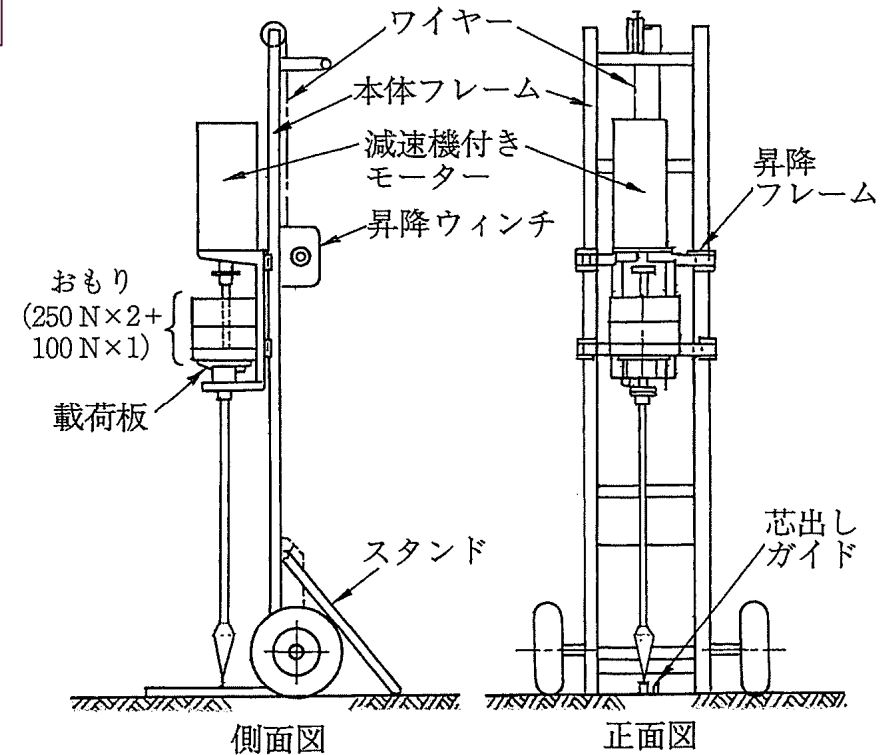
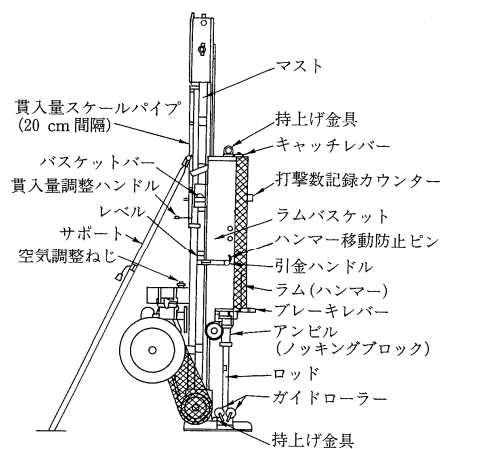


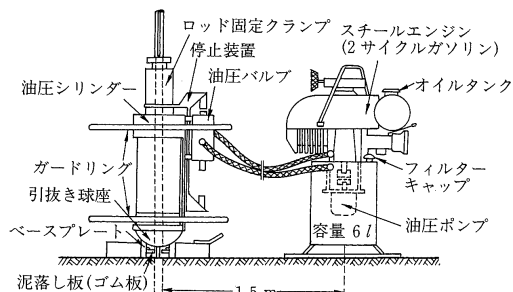
図-17.3 自動試験機の例

土の硬軟や締まり具合の判定、軟弱地盤の厚さや分布の把握に利用される。戸建住宅などの小規模構造物の支持力の概略判定に利用される。

オートマチックラムサウンディング試験 (動的コーン貫入試験)



(a) 自動連続貫入装置

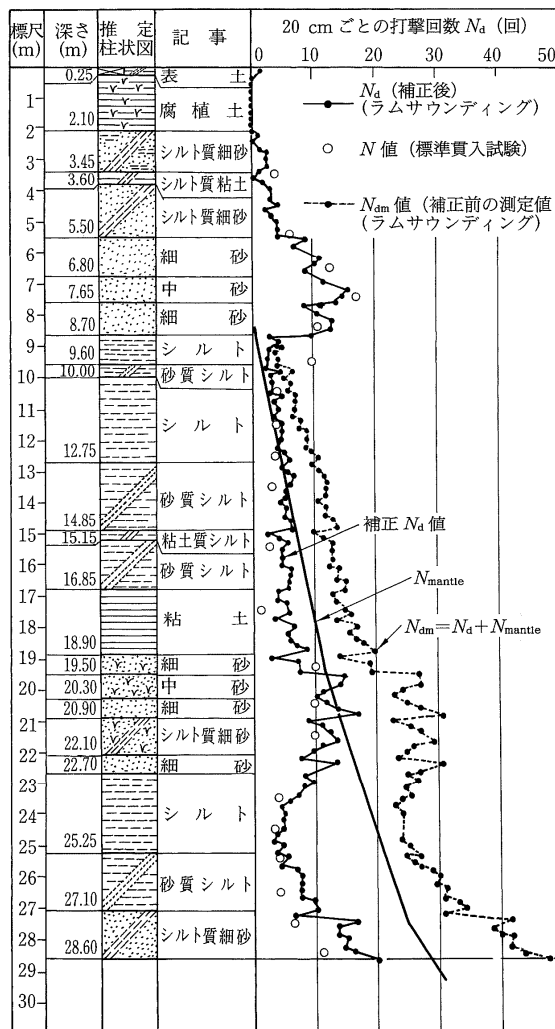


(b) 油圧装置と引抜き装置



1. ロッド (φ32 mm×1000 mm, 質量 5 kg)
2. カップリング
3. 先端コーン (先端角90°, 外径45 mm, 内径32 mm, 円筒部長90 mm, 質量0.4 kg, 標準ロッドにさし込み)

(c) ロッド、カップリング及び先端コーン



得られた N_d 値は N 値とほぼ等しいため、調査ボーリングの補完としても利用される。

出典：地盤工学会編【改訂版】
地盤調査の方法と解説
pp. 461~463, 2013. 3

ポータブルコーン貫入試験

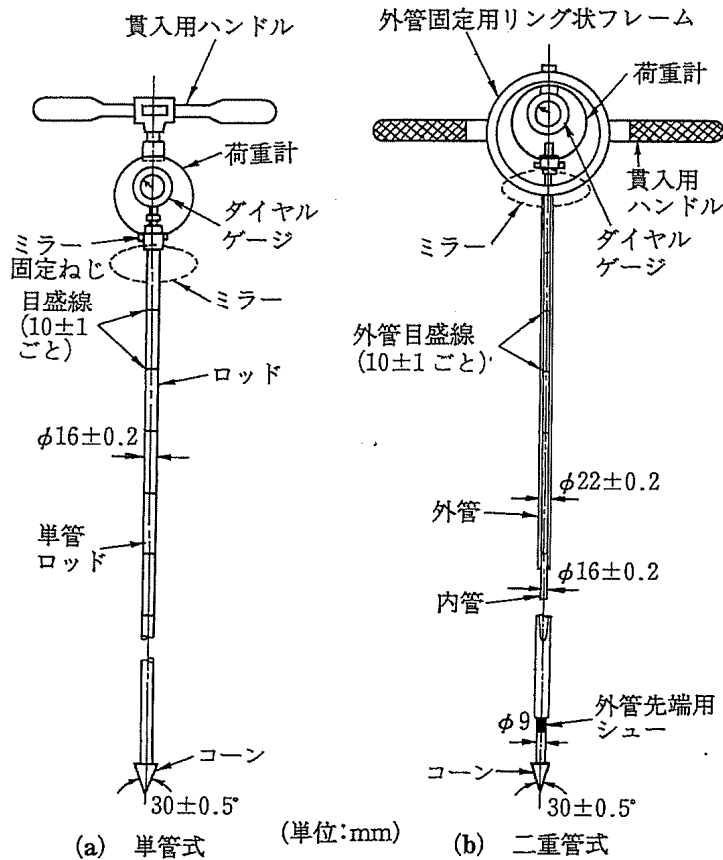
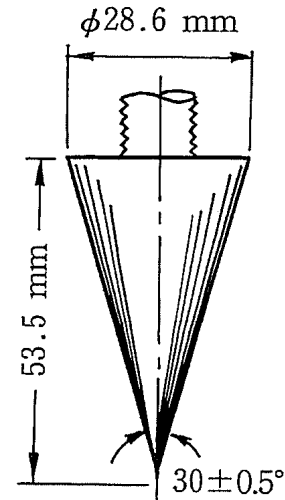


図-18.2 ポータブルコーン貫入試験機の例

地質断面図の作成、建設機械のトラフィカビリティ、盛土の締固め管理、戸建住宅などの軽量構造物の支持力の概略判定などに利用される。

JGS 1431

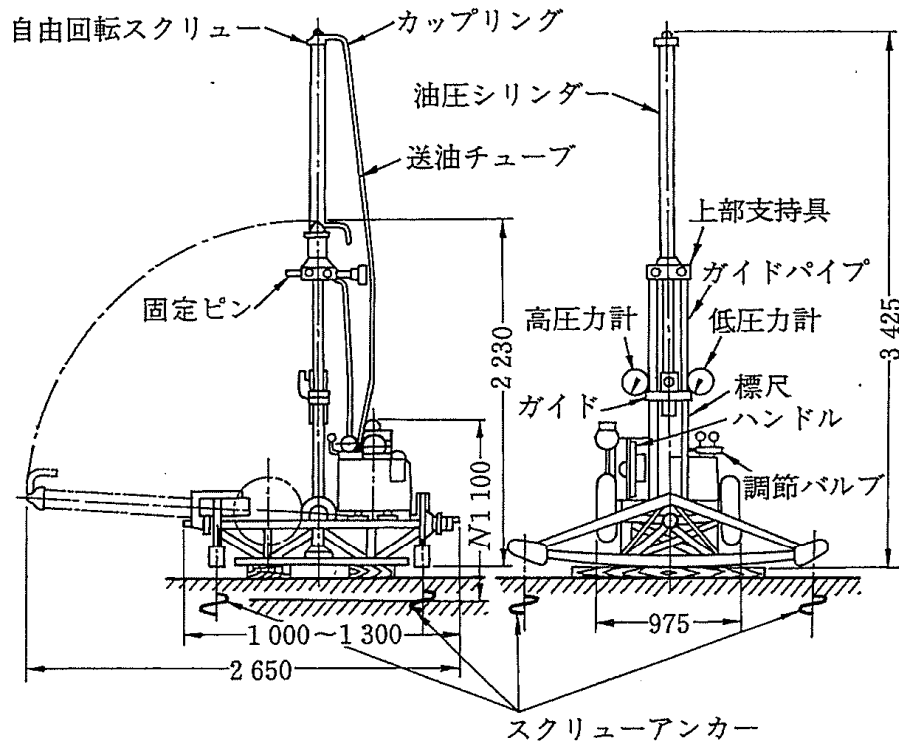


(底面積 $645 \pm 15 \text{ mm}^2$)
図-18.3 コーンの形状

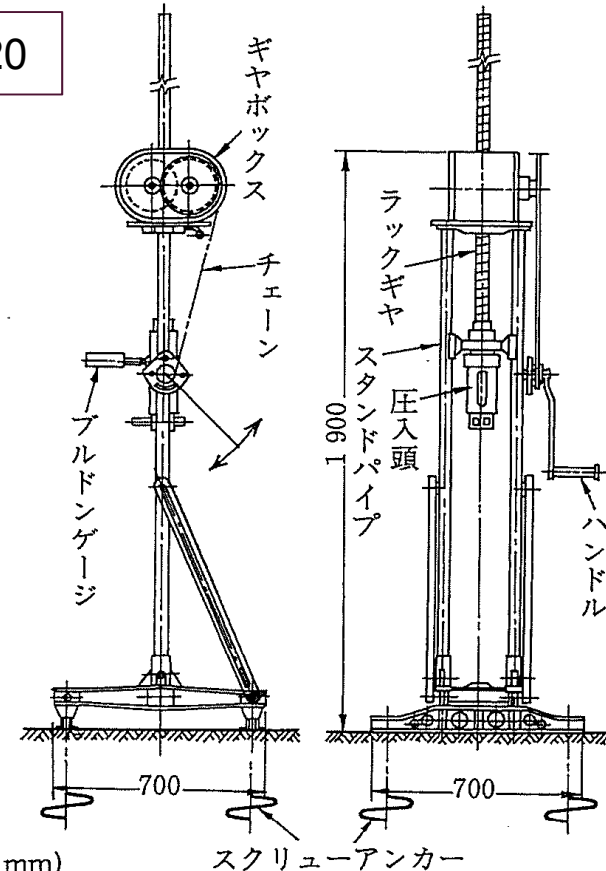
機械式コーン貫入試験

(旧称：オランダ式二重管コーン貫入試験)

JIS A 1220



(a) 100 kN 型測定機



(b) 20 kN 型測定機

(単位:mm)

図-18.6 機械式コーン貫入試験機の例

出典：地盤工学会編、地盤調査-基本と手引き-【改訂版】 pp. 129~140,

2013.9

土の硬軟、締まり具合、土層構成の推定のほか、基礎の支持力の分布、土の力学的性質、杭の施工性と支持力の調査に利用される。

原位置ベーンせん断試験

回転時のトルクから、地盤のせん断強さを求める。

JGS 1411

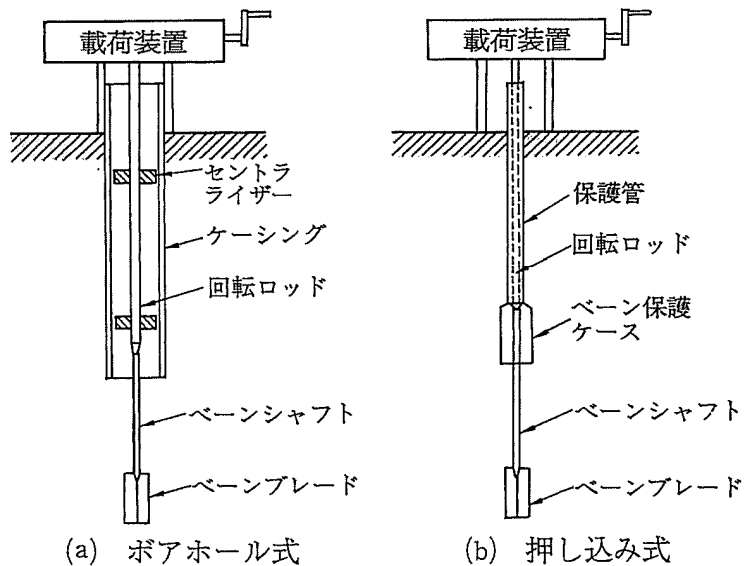


図-19.2 原位置ベーンせん断試験概略図

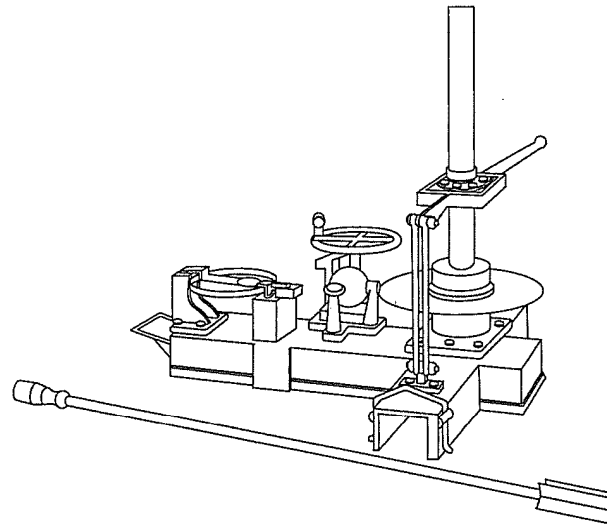


図-19.3 ひずみ制御式载荷装置の例

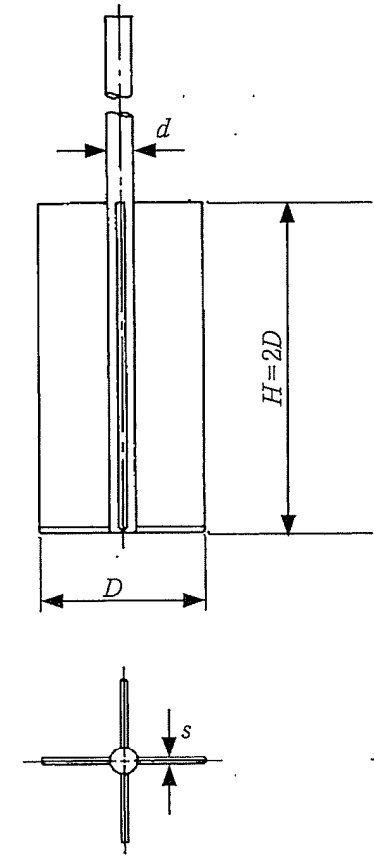
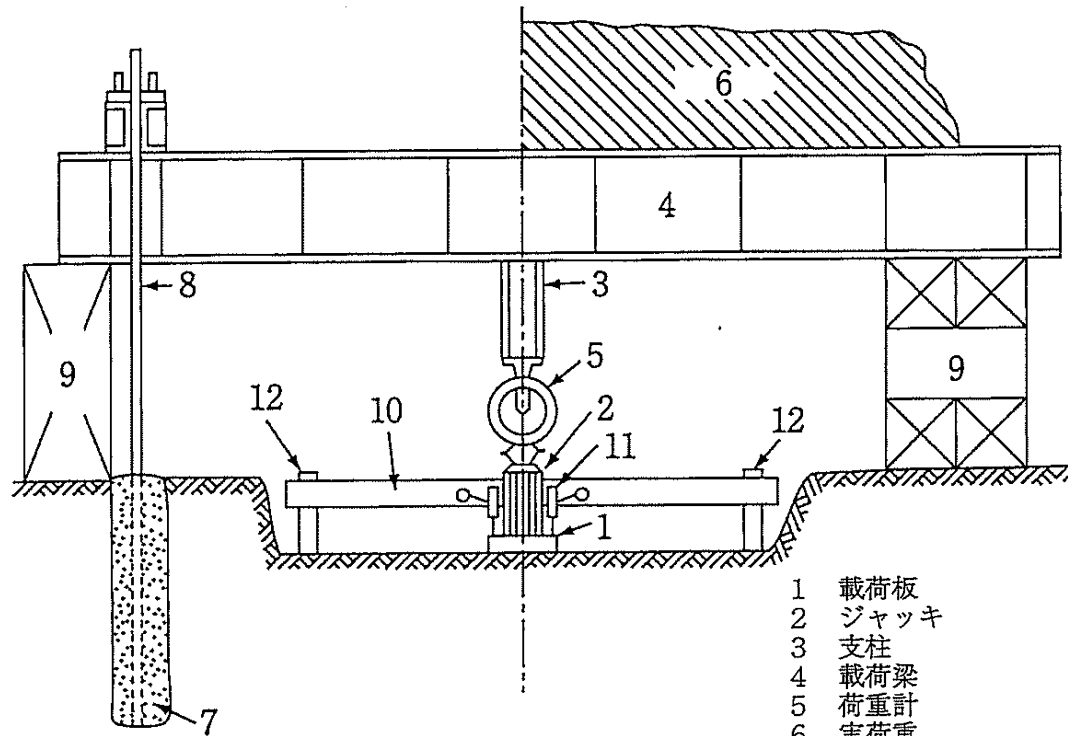


図-19.4 ベーンの形状

地盤の平板載荷試験

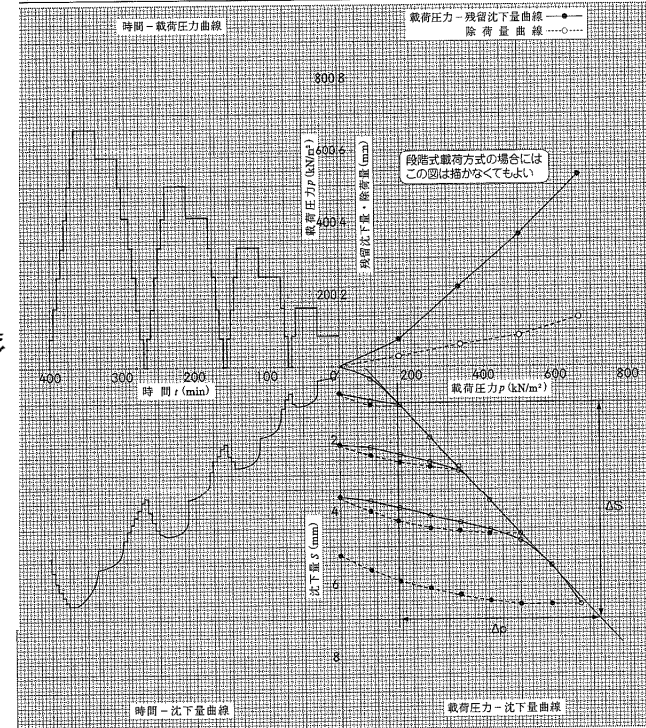


- 1 載荷板
- 2 ジャッキ
- 3 支柱
- 4 載荷梁
- 5 荷重計
- 6 実荷重
- 7 アンカー
- 8 アンカーロッド
- 9 受け台
- 10 基準梁
- 11 変位計
- 12 基準梁支持台

地盤の支持特性や変形特性を求めることができる。

JGS 1521

| | | |
|--|-----------------------|--|
| JGS 1521 | 平板載荷試験(時間-載荷圧力-沈下量曲線) | |
| 調査件名 | 〇〇建設計画に伴う平板載荷試験 | 試験年月日 2012.6.6 |
| 地点番号(地盤高) | LT-1(T.P.+4.24m) | 試験者 大嶋 優二 |
| 試験地盤の観察結果 | 試験深さGL-2.5m, 礫混じり砂 | 地下水の状況 地下水なし |
| 単位面積当たりの荷重変化量 Δp kN/m ² | 560.0 | 地盤反力係数 $k_p = \Delta p / \Delta S$ MN/m ² |
| Δp に対応する沈下量 Δs mm | 6.00 | 極限支持力 kN/m ² |
| | | 666.1 |



特記事項
 第4サイクルで周辺地盤の盛り上がりが大きくなったので載荷を終了し、その最大圧力を極限支持力とした。
 [1kN/m² = 0.0102 kgf/cm²]
 [1MN/m² = 0.102 kgf/cm²]

現場密度試験

JIS A 1214

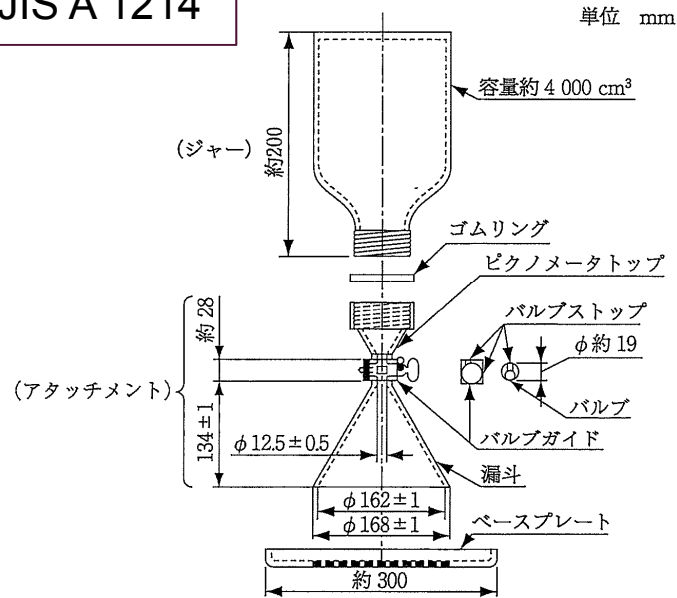


図-27.2 密度測定器, ベースプレート及びガラス板

砂置換法による土の密度試験

盛土の密度を測定し、その締固め度を判定して、盛土の品質管理に利用される。

JGS 1614

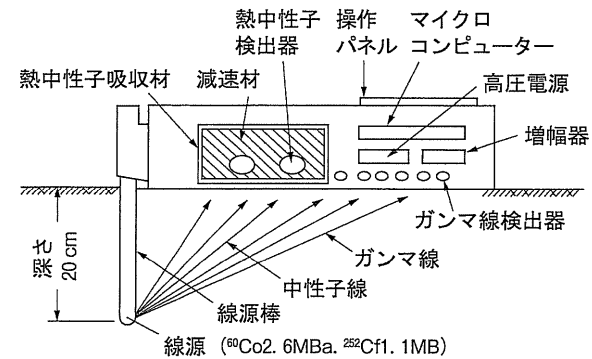


図-28.2 RI 計器 (透過型) の概略図

R I 計器による土の密度試験

速度検層

JGS 1122

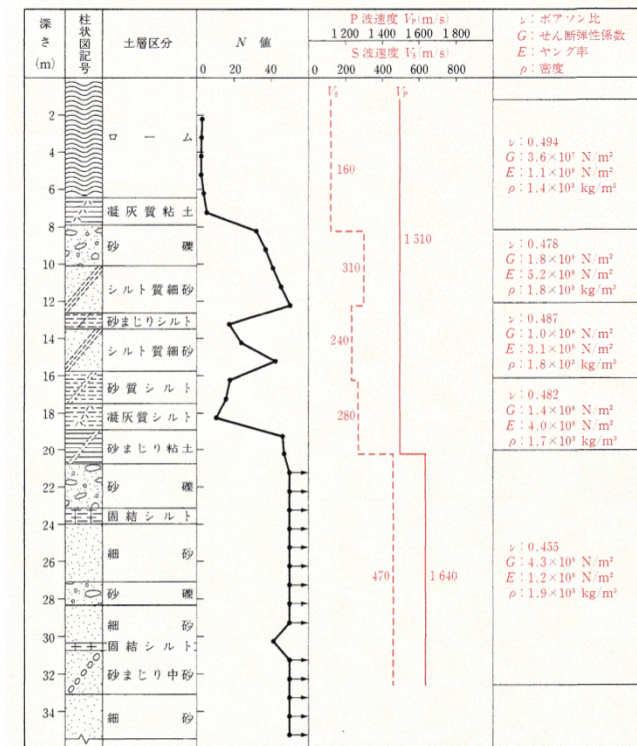
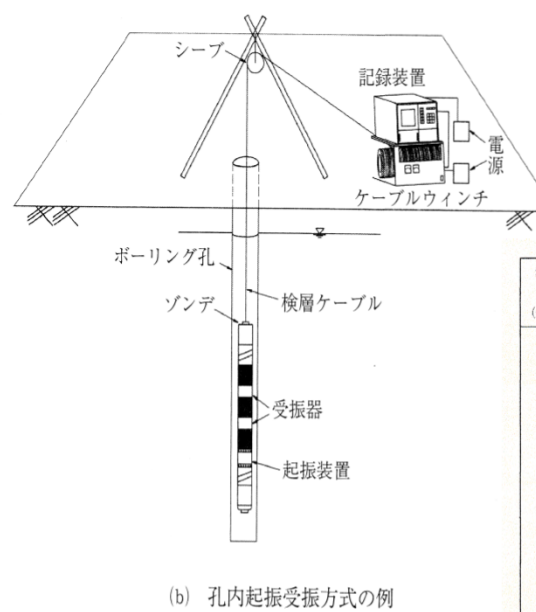
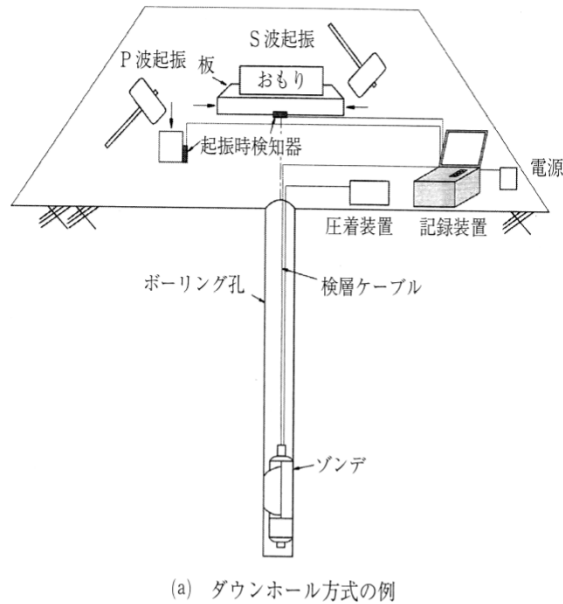


図-5.12 速度検層結果の表示例 (総合柱状図)

弾性波速度 (V_p 、 V_s) から、岩盤区分、風化の程度、土質区分 (粘土・砂礫)、強度、耐震設計の設計入力値などを求めている。

出典：地盤工学会編、地盤調査-基本と手引き-【改訂版】 pp. 33~40, 2013. 9

電気検層

JGS 1121

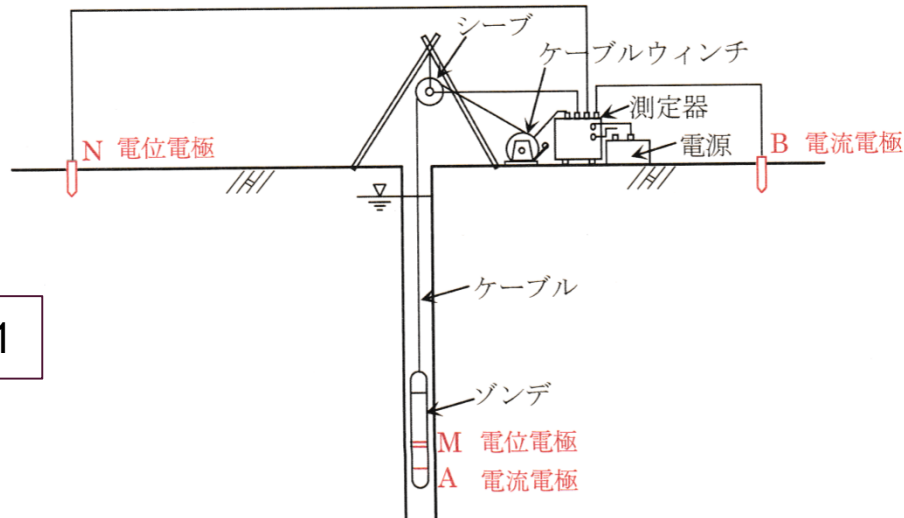


図-6.3 一般的な電気検層装置の例

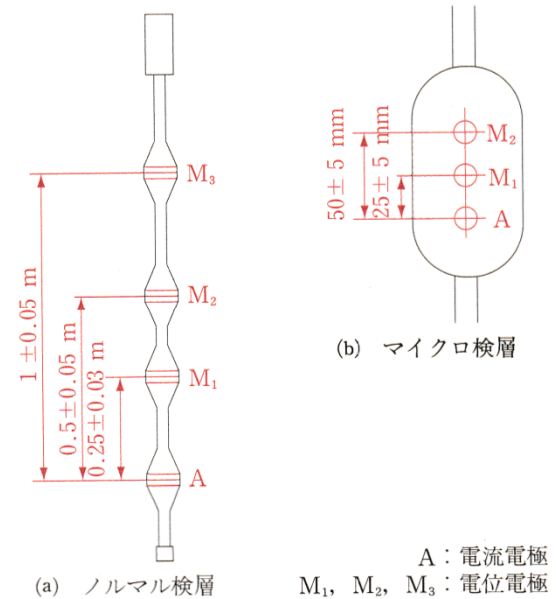


図-6.4 電気検層のゾンデ

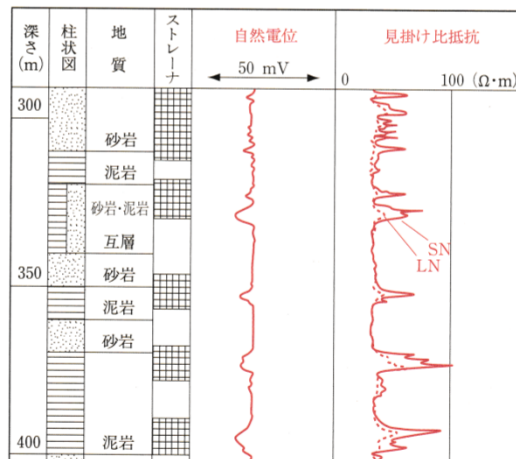


図-6.9 電気検層測定結果の例

電気検層の結果は、地層の層厚分布、挟み層の検出、帯水層の検出、不透水層の判定、亀裂帯・粘土化帯などの弱層の判定、地層の連続性の判定などに用いられている。

出典：地盤工学会編、地盤調査-基本と手引き-【改訂版】 pp. 41~46, 2013. 9

電気探査

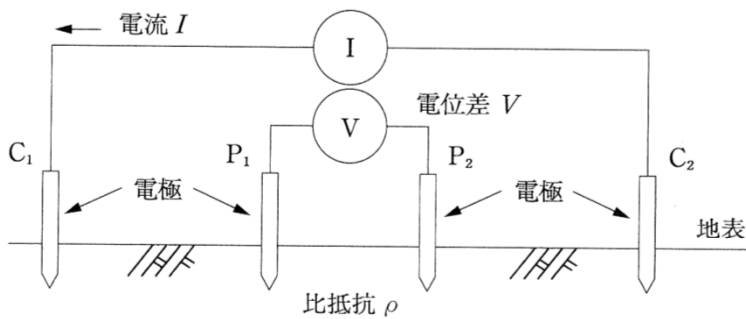


図-8.1 代表的な電気探査比抵抗法の測定模式図

見掛けの比抵抗から、地下水資源調査、岩盤中の高透水部や変質部の把握などの利用される。

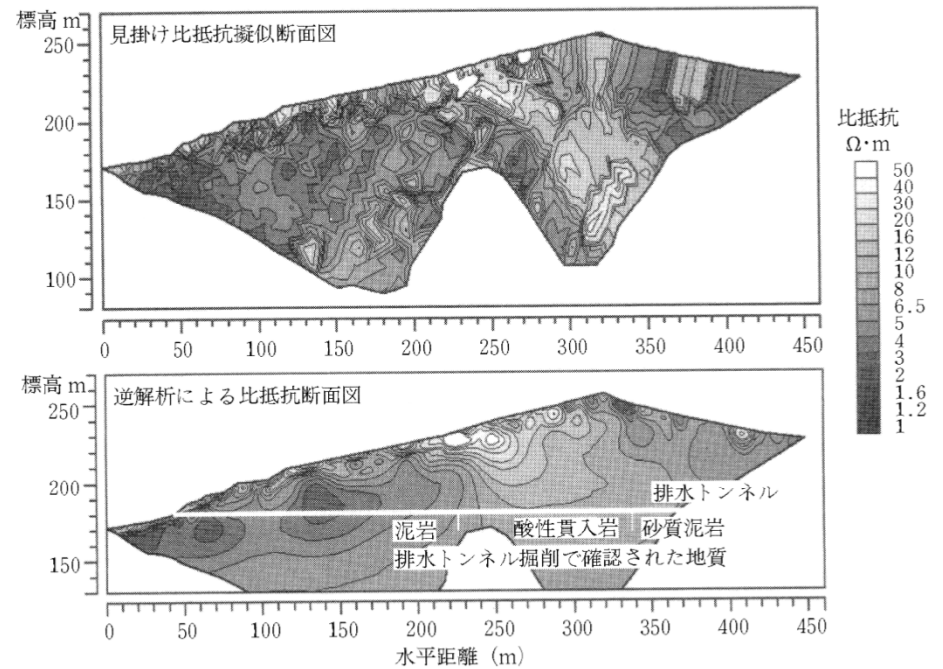


図-8.15 比抵抗二次元探査の測定例
(ダイポール・ダイポール法電極配置による)

表面波探査

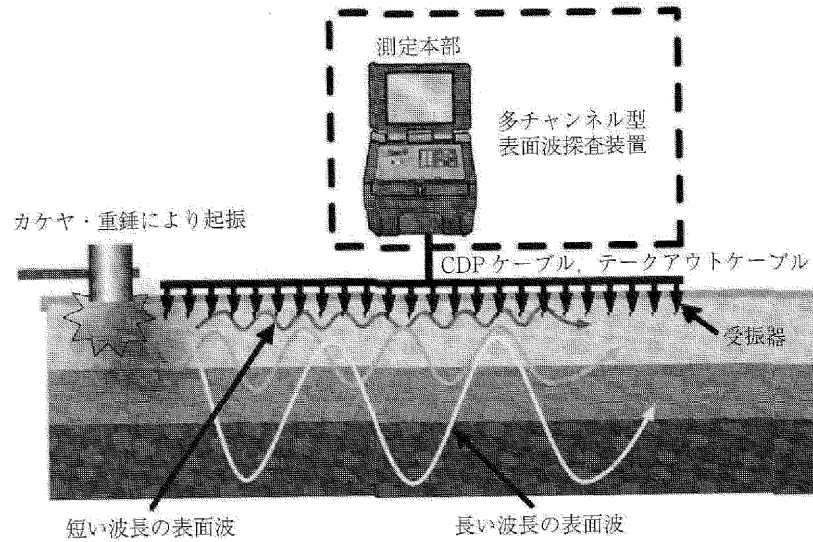


図-7.4 表面波探査測定概念図

求められたS波速度から換算N値を計算し、地盤中に相対的な緩み箇所や硬質ゾーンの検出に利用される。

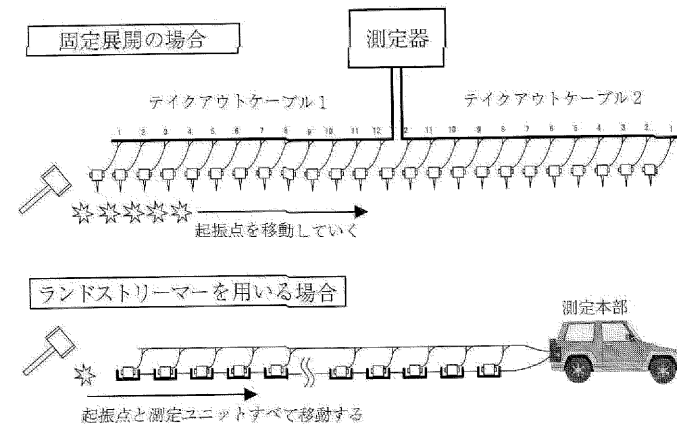


図-7.5 表面波探査の測定方法

3. サンプルングと土質試験

- 固定ピストン式シンウォールサンプラー
- 多重管サンプラー
- 室内土質試験の区分

固定ピストン式シンウォールサンプラー (1/2)

JGS 1221

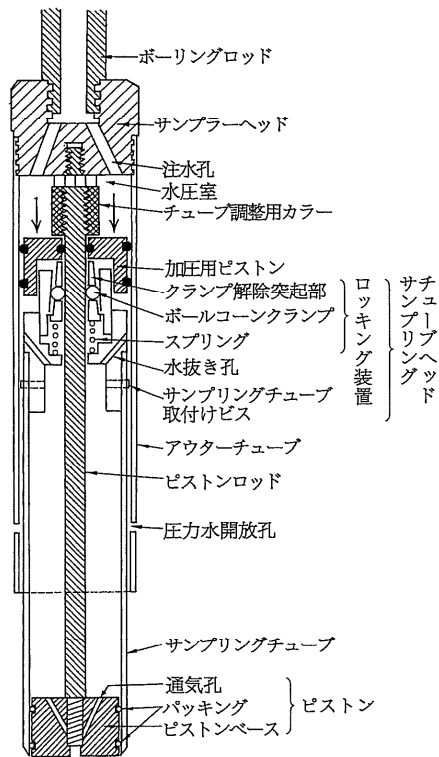


図-12.2 水圧式サンプラーの例

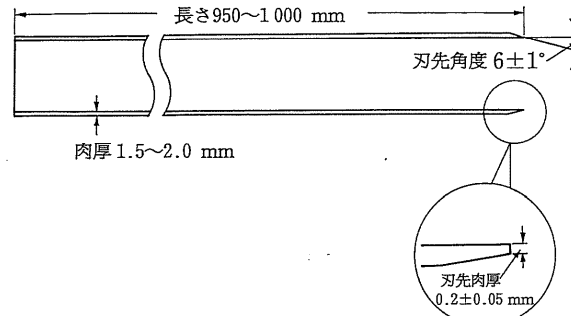


図-12.3 サンプリングチューブの形状の例

表-12.2 サンプリングチューブの寸法の例

| | |
|---------|---------------------------------|
| 内径 mm | 75.0~75.5 |
| 肉厚 mm | 1.5~2.0 |
| 刃先角度 ° | 6±1 |
| 刃先肉厚 mm | 0.2±0.05 |
| 長さ mm | 950~1000 |
| 扁平度 mm | $D_{e(max)} - D_{e(min)} < 1.5$ |

注記 $D_{e(max)}$ と $D_{e(min)}$ は、それぞれ任意の断面における最大外径と最小外径

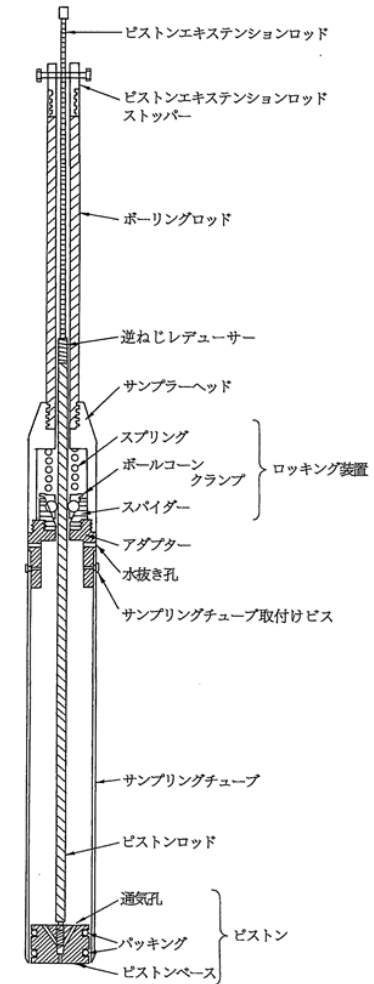


図-12.4 エクステンションロッド式サンプラーの例

固定ピストン式シンウォールサンプラー (2/2)

表-12.1 固定ピストン式シンウォールサンプラーの種類と適用地盤

| サンプラー | 採取試料の品質 | 構造 | 地盤の種類 | | | | | |
|------------------|---------|----|-------|------|--------------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| | | | 粘性土 | | | 砂質土 | | |
| | | | 軟質 | 中くらい | 硬質 | ゆるい | 中くらい | 密な |
| | | | N値の目安 | | | | | |
| | | | 0~4 | 4~8 | 8以上 | 10以下 | 10~30 | 30以上 |
| 水圧式 | A | 単管 | ◎ | ◎ | ○, ◎ ¹⁾ | ○, ◎ ¹⁾ | ◎ ¹⁾ | ◎ ¹⁾ |
| エクステンション ロッド式 | A | 単管 | ◎ | ○ | | ○ | | |

◎適している, ○適用可能, ¹⁾小径倍圧型水圧式サンプラー

採取試料の品質A:土・岩などの構造に乱れが無い,ほとんど無い試料。そして,含水比や間隙比が原位置のそれらと等しく,土・岩等の構成や化学成分の変化も無い試料。

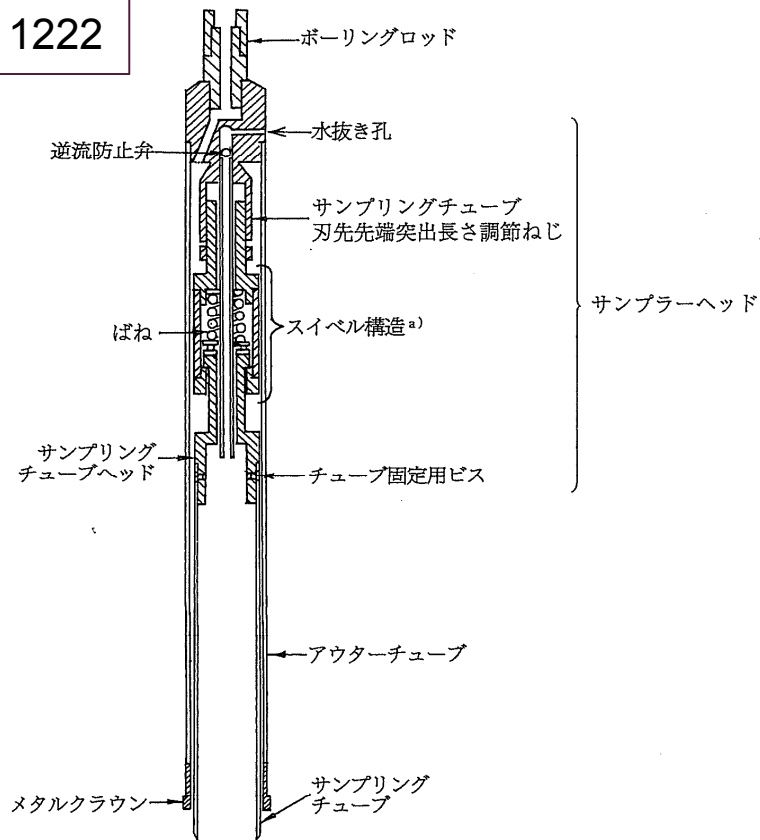
採取試料の品質B:土・岩などの構造は乱れているが,含水比や構成は原位置のそれらと同じであり,土層やその構成も特定できる試料。

採取試料の品質C:土・岩などの構造が全体的に変化し,土層やその構成が原位置の状態から変化して正確に特定できない試料。また,含水比も原位置のそれと異なる試料。

多重管サンプラー (1/3)

ロータリー式二重管/三重管サンプラー

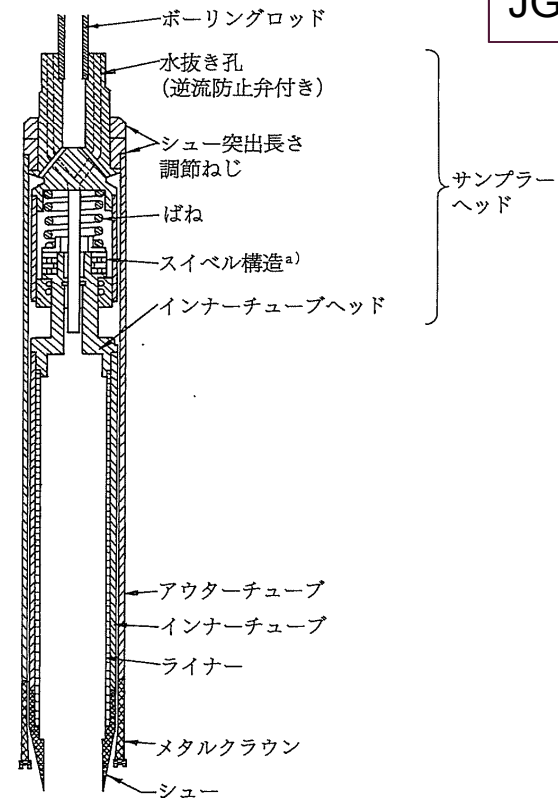
JGS 1222



注^{a)} スイベル構造とは、2.3(1)①を満たす構造の一種である。

図-13.2 ロータリー式二重管サンプラーの例

JGS 1223



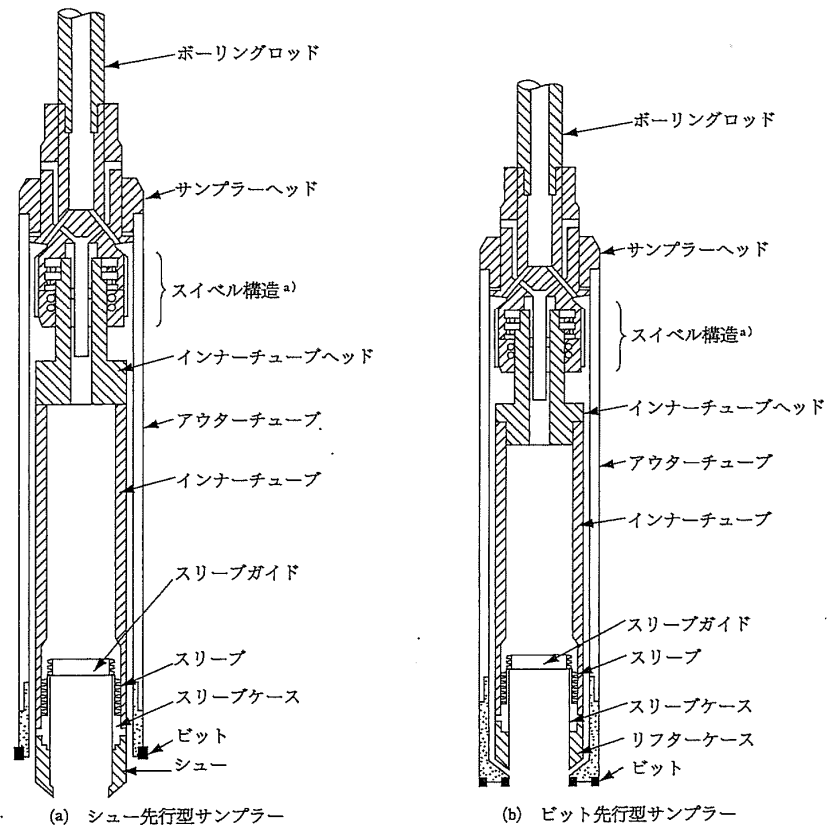
注^{a)} スイベル構造とは、2.4(1)①を満たす構造の一種である。

図-13.3 ロータリー式三重管サンプラーの例

多重管サンプラー (2/3)

ロータリー式スリーブ内蔵二重管サンプラー

JGS 1224



注^{a)} スイベル構造とは、2.5(1)①を満たす構造の一種である。

図-13.5 ロータリー式スリーブ内蔵二重管式サンプラーの例

多重管サンプラー (3/3)

表-13.1 多重管サンプラーの種類と適用地盤

| サンプラー 又は サンプリング法 | 採取試料の品質 | 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 | | | | | | | |
| ロータリー式二重管サンプラー | A | 二重管 | | ◎ | ○ | | | | | | | | | |
| ロータリー式三重管サンプラー | A | 三重管 | | ◎ | ◎ | ○ | ◎ | ◎ | | | ○ | | | |
| ロータリー式スリーブ内蔵二重管サンプラー | A, B | 二重管 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ◎ | ◎ | ◎ |
| ロータリー式チューブサンプリング | A | 多重管 | | | ○ | | | | | | | ◎ | ○ | |

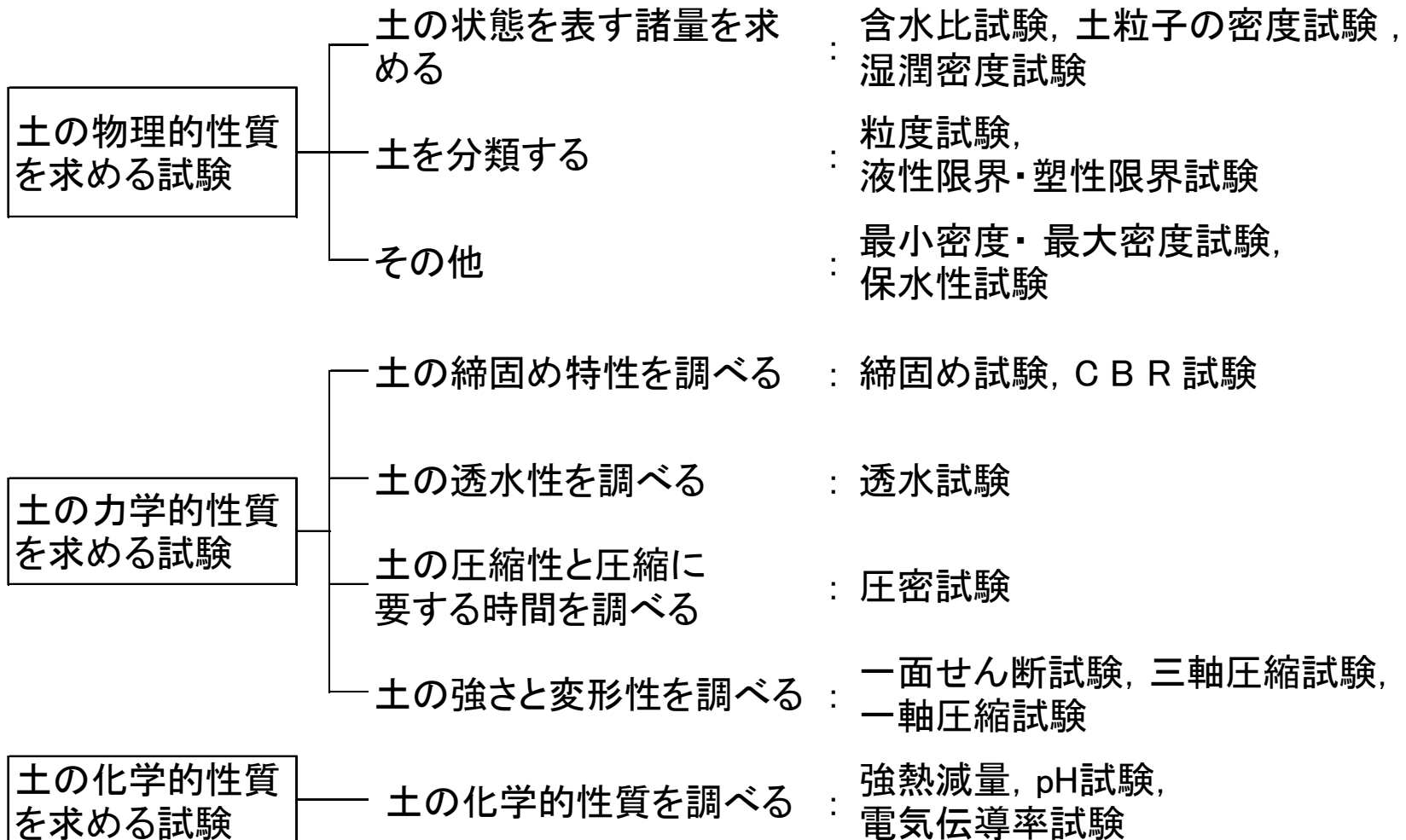
◎適している, ○適用可能

採取試料の品質 A: 土・岩などの構造に乱れが無い、ほとんど無い試料。そして、含水比や間隙比が原位置のそれらと等しく、土・岩等の構成や化学成分の変化も無い試料。

採取試料の品質 B: 土・岩などの構造は乱れているが、含水比や構成は原位置のそれらと同じであり、土層やその構成も特定できる試料。

採取試料の品質 C: 土・岩などの構造が全体的に変化し、土層やその構成が原位置の状態から変化して正確に特定できない試料。また、含水比も原位置のそれと異なる試料。

室内土質試験の区分



参考文献集

- ・ 宅地造成等規制法
- ・ 宅地造成等規制法施行令
- ・ 宅地防災マニュアル
- ・ 大規模盛土造成地に変動予測調査ガイドライン
- ・ 大規模盛土造成地に変動予測調査ガイドラインの解説
(以上、国土交通省のホームページ <http://www.mlit.go.jp/toshi/web/index.html>)
- ・ 宅地防災マニュアルの解説<第二次改訂版>、ぎょうせい、2007.12
- ・ 宅地地盤調査マニュアル2014、全国地質調査業協会連合会、2014.4
- ・ 小規模建築物基礎設計指針、日本建築学会、2008.2
- ・ 【改訂版】地盤調査の方法と解説、地盤工学会、2013.3
- ・ 地盤材料試験の方法と解説、地盤工学会、2009.11
- ・ 地盤調査－基本と手引き－【改訂版】、地盤工学会、2013.9
- ・ 土質試験－基本と手引き－〔第2回改訂版〕、地盤工学会、2010.3
- ・ 技術者に必要な地盤災害と対策の知識、正垣孝晴著、鹿島出版会、2013.8
- ・ 戸建て住宅の地盤調査におけるスウェーデン式サウンディング試験の本質
中村裕昭氏講演資料、2014.3