

地質調査業が関連する主な法律

土砂災害基本法

- 貢献: 地形、地質、防災知識による

大深度地下利用法

- 活躍

土壌汚染対策法

- 必要: 地質、地下水技術

国土強靱化基本法

- 役割増大: 自然リスクの高まりによる

水循環基本法

- 重要な役割: 地下水に関する知見による

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

今後の地質調査業の動向

自然災害

- 貢献：各種調査により

維持管理

- 経験・知見活用：地質・物理探査技術者

情報化社会

- 育成：情報処理技術者

地質リスク

- 事業コスト縮減：不確実性の排除により

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

ボーリング作業 準備の基本(陸上)

目的、内容、調査方法、工程などを確認

発注者の意図を十分に理解

現地に適した作業方法検討

不安全隐患排除、安全法及び関連法規遵守

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

ボーリング作業 作業計画作成時の 主な考慮事項(陸上)

地形、地質、
土地利用、植
生、用地

資機材運搬距
離、運搬方法、
移動方法

資材仮設置場、
樹木伐採、整地

足場仮設方法、
給排水方法、

技術者の滞在、
通勤方法

安全対策

海象、気象

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

ボーリング作業 事前現地踏査時の 明確化事項(陸上)

地下構造物、
地下埋設物

爆発物

事前立入許可、
挨拶、提出書類

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

ボーリング作業 主要試錐機機材(陸上)①

ボーリングマシン

- ベルト、Vベルト、ウォークライン、チャックレンチ

ポンプ

- Vベルト、安全弁、圧力計、サクションホース

エンジン

- Vプーリー、分解工具、取付ボルト、油類

やぐら

- ヘッドプーリー、支柱パイプ、自在クランプ

取付用具

- パイプ杭、ターンパックル、ワイヤーロープ、ワイヤクリップ、マニラロープ

保持及び昇揚降器具

- ホイスチングススイベル、ロッドホルダー、つり具、チェーンブロック

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

ボーリング作業 主要試錐機機材(陸上)②

ロッド	• ロッド、ロッドカップリング
ケーシング	• ロ元ケーシング、シュー、その他ケーシング(段落とし用、予備)、ケーシングスイベル、ケーシングホルダー
コアチューブ	• シングル・ダブル及び予備部品、各種土質用サンプラー
各種原位置試験装置	• ハンマ、スプリットスポン、地下水測定器、水温測定器、その他
循環用水品	• ウォータースイベル、デリバリーホース
給水設備	• ポンプ、エンジン、パイプ、ホース、雑品

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

ボーリング作業 主要試錐機機材(陸上)③

掘削流体材

- ベントナイト、高分子吸水膨張剤、泡剤、泥水調整剤

回収用器具

- ロッドタップ、オイルジャッキ

工具

- シングル・ダブル及び予備部品、各種土質用サンプラー

雑用品

- 雨合羽、保安帽、安全靴(安全長靴)、油缶、シート、安全帯、救急箱

事務用品

- 日報、速報、経費報告、その他

コア用品

- コア箱、標本ビン、ラベル、ビニール袋、パラフィン材

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

ボーリング作業 主な小運搬方法(陸上)

運搬方法	運搬距離	道路	地形	能率	得失
人肩	短距離	～幅50cm	平地、緩傾斜地	極めて不良	危険伴う
テーラ	中距離	幅1.2m～	同上	良	道路あれば○
クローラ	短～中距離	—	傾斜地	良	道路なくてもok
トラック	長距離	幅2m～	平地	極めて良	積み降し不利
そり引き	短距離	—	急傾斜地	やや不良	地表、樹木に傷
モノレール	短～中距離	—	傾斜地	やや良	レール設置手間
簡易リフト	短距離	—	急傾斜地	やや良	直線的設置
索道	中距離	—	急傾斜地	良	準備手間
ヘリコプタ	長距離	—	急傾斜地	極めて良	空地必要、輸送量少ないと割高

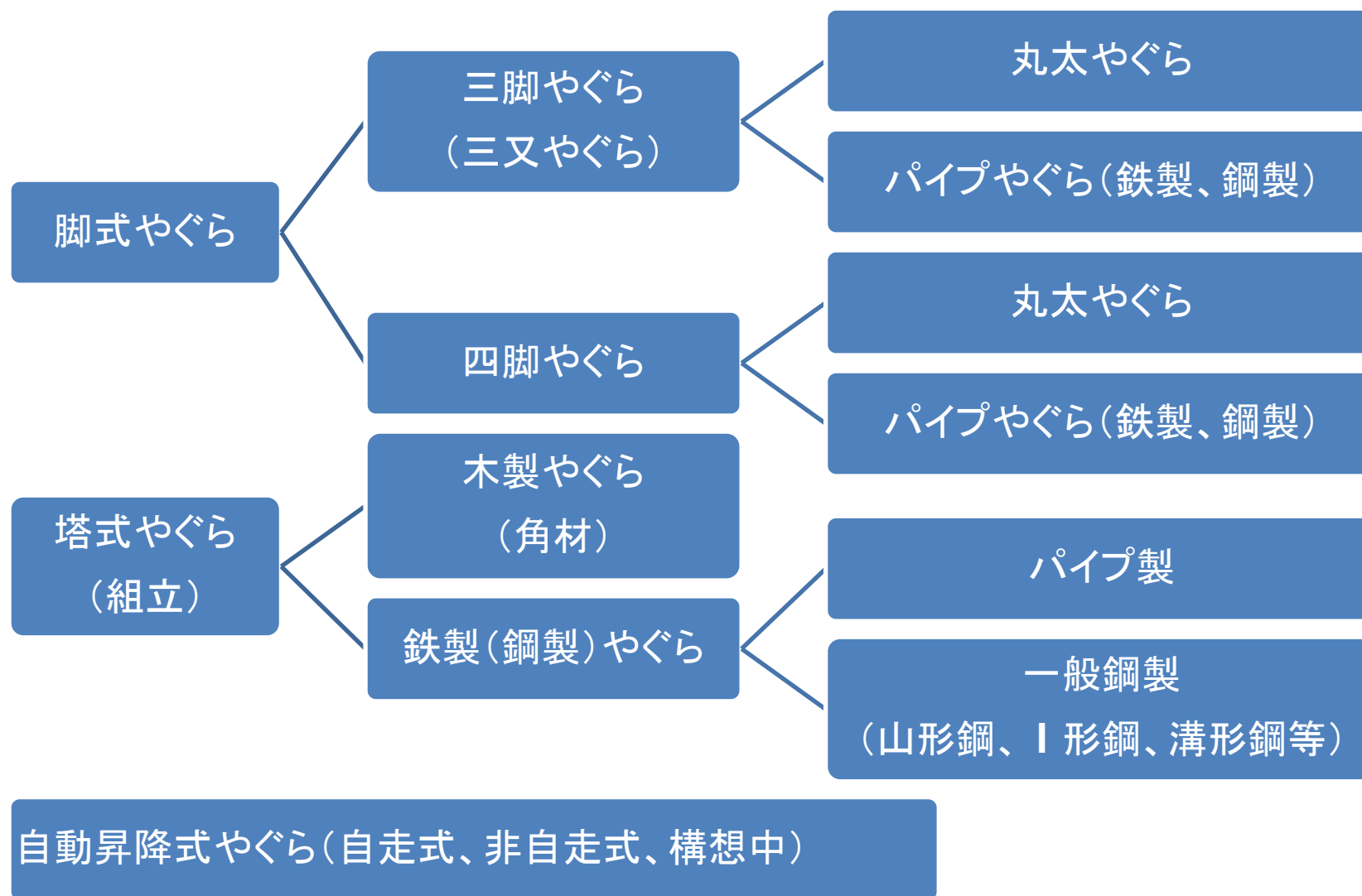
『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

ボーリング作業 足場の種類(陸上)

足場の種類		説明
直接足場(べた足場)		地面に直接角材などを設置
石積足場(ブロック足場)		石材、ブロック材などを敷設または積重ね
組立足場	パイプ足場	単管パイプを使用
	一般形鋼足場	等辺山形鋼(アングル)、溝形鋼使用
	H形鋼材足場	各サイズのH形鋼使用
車両搭載足場	トラック搭載足場	車両搭載式マシン(自走)、車両の荷台利用
	キャタピラ搭載足場	キャタピラ搭載式のマシン(自走)など
自動昇降式足場		鉄製(鋼製)、垂直昇降などを自動操作、構想中

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

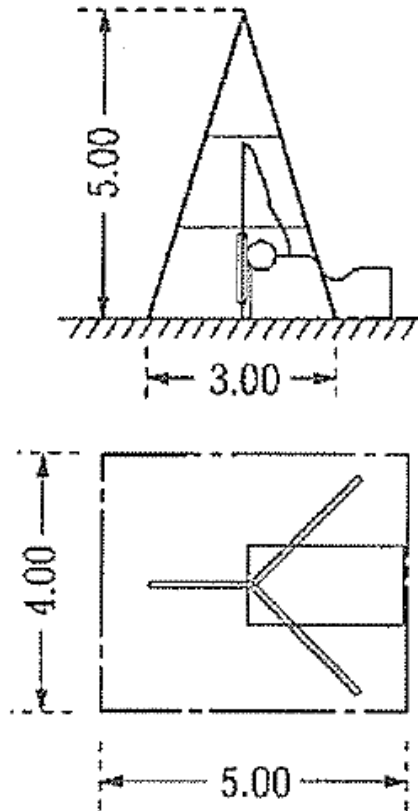
ボーリング作業 やぐらの種類(陸上)



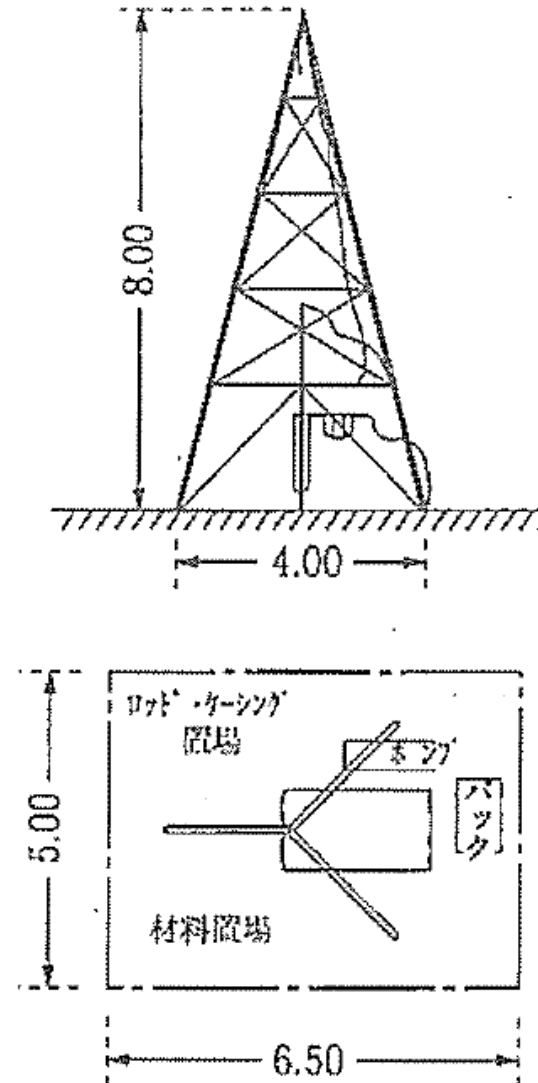
『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

ボーリング作業(陸上) 深度別やぐら①

深度0～75m ロッド 1 本切



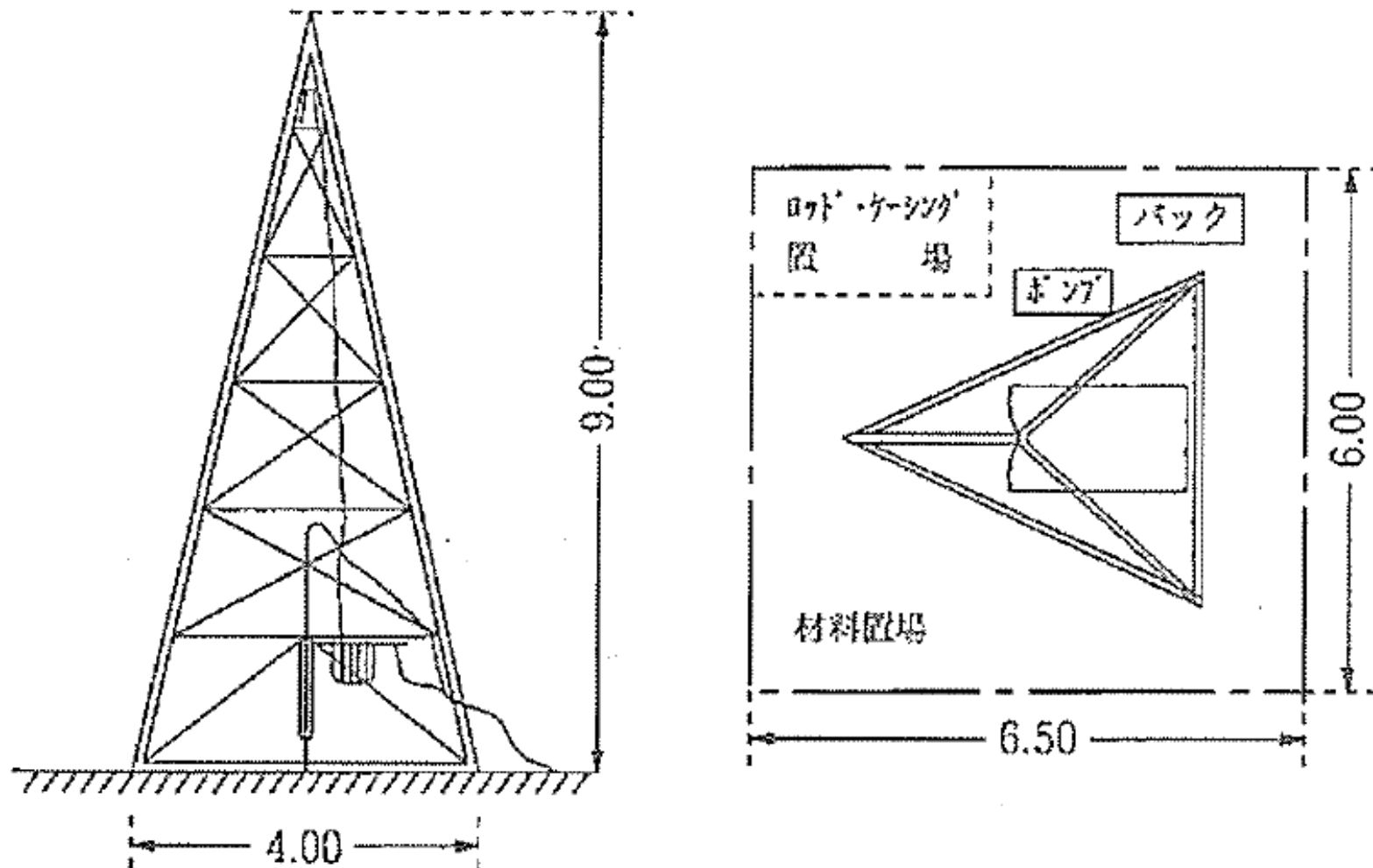
深度75～100m ロッド 2 本切



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

ボーリング作業(陸上) 深度別やぐら②

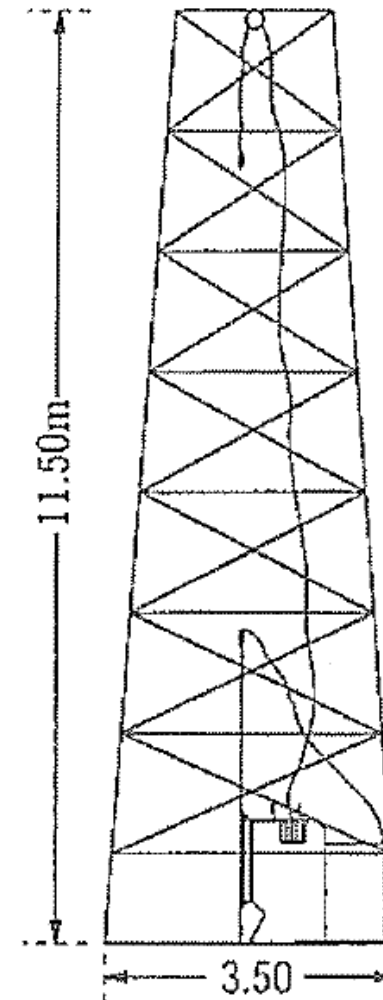
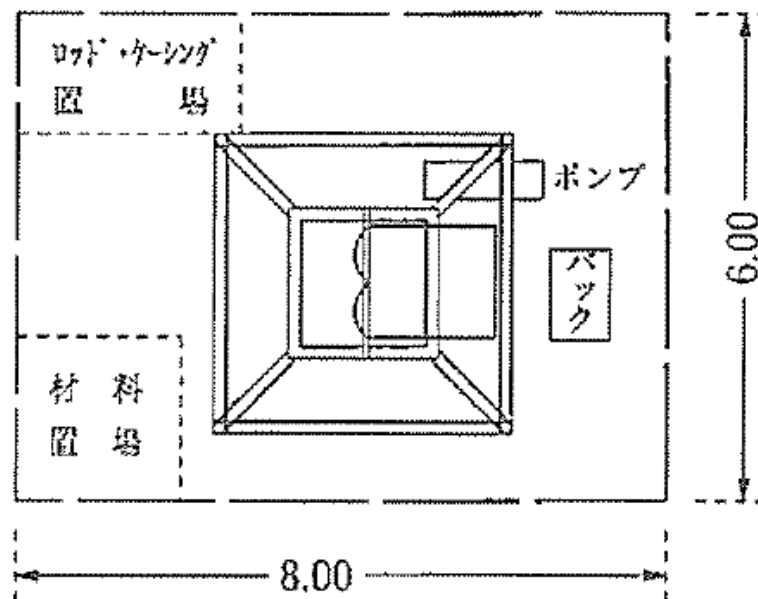
深度150～250m ロッド 2本切



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

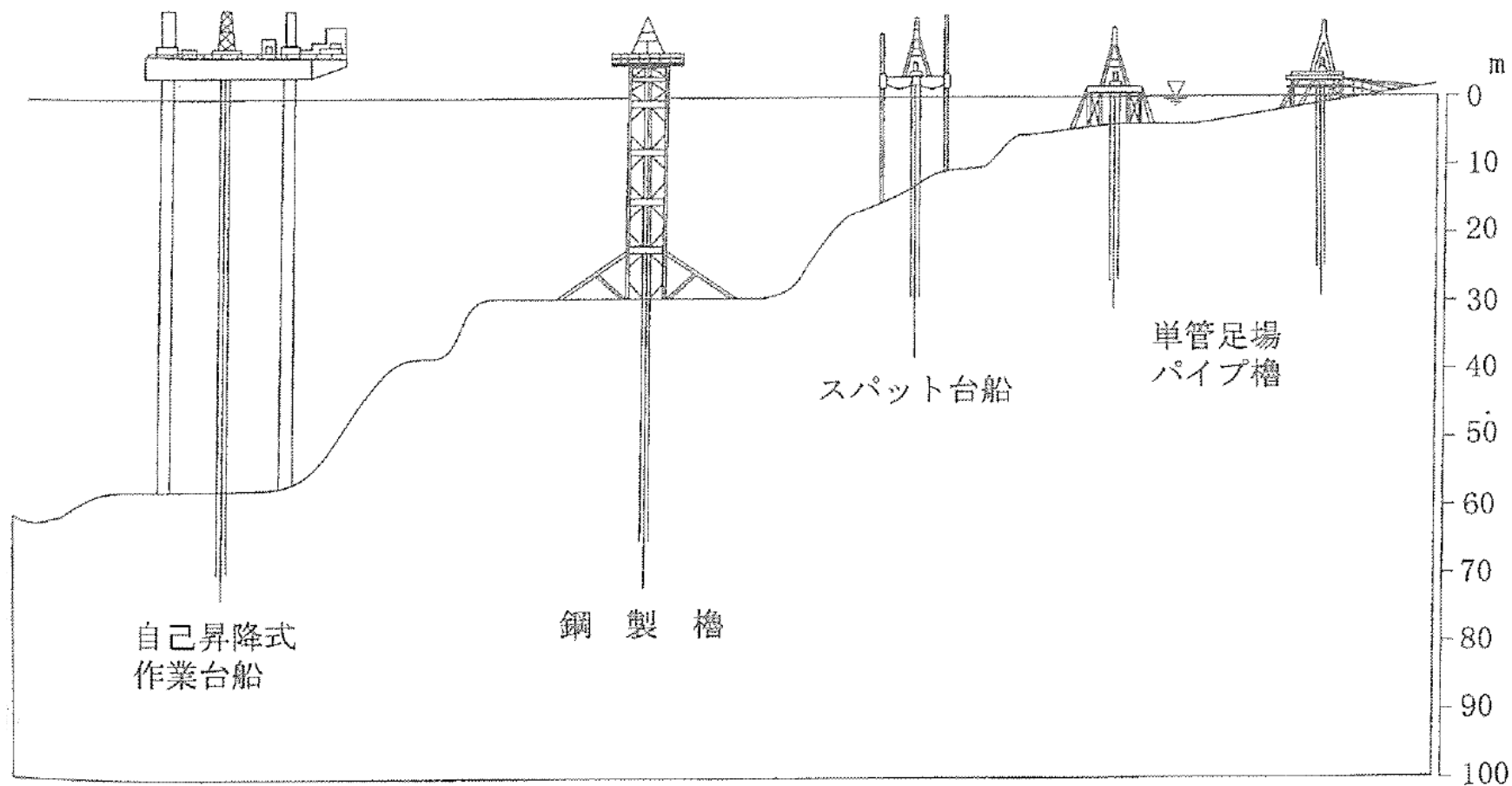
ボーリング作業(陸上) 深度別やぐら③

深度250～400m ロッド 3本切



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

標準的な足場形式(水上)



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

標準的な足場形式(水上)

足場形式	適応水深	仮設方法	摘要
単管足場	0～3m	現地組立	静かな内湾、岸から比較的近く場所向き
パイプやぐら	3～8m	現場組立、小型クレーン船により移動	静かな内湾、水深比較的浅く、水底が平坦な場所向き
鋼製やぐら	4～30m	杭打ち船より打設、現地組立解体	水底の傾斜、起伏が多い所では使用困難。うねり大きい水域ではアンカなどで安定化
鋼杭足場	4～30m		海底面の傾斜、起伏が大きい場合に適。水深が浅く波浪による洗掘がある場合に適。長期使用、継続使用に適
スパット台船	4～27m	現場組立、引船により移動	静かな内湾、水深比較的浅い場所向き。推定面に傾斜、起伏ある場合でも使用可。移動が簡便
自己昇降式台船	30～50m	工場組立	大深度、外洋での作業向き。製作費高く、回航必要で高費用

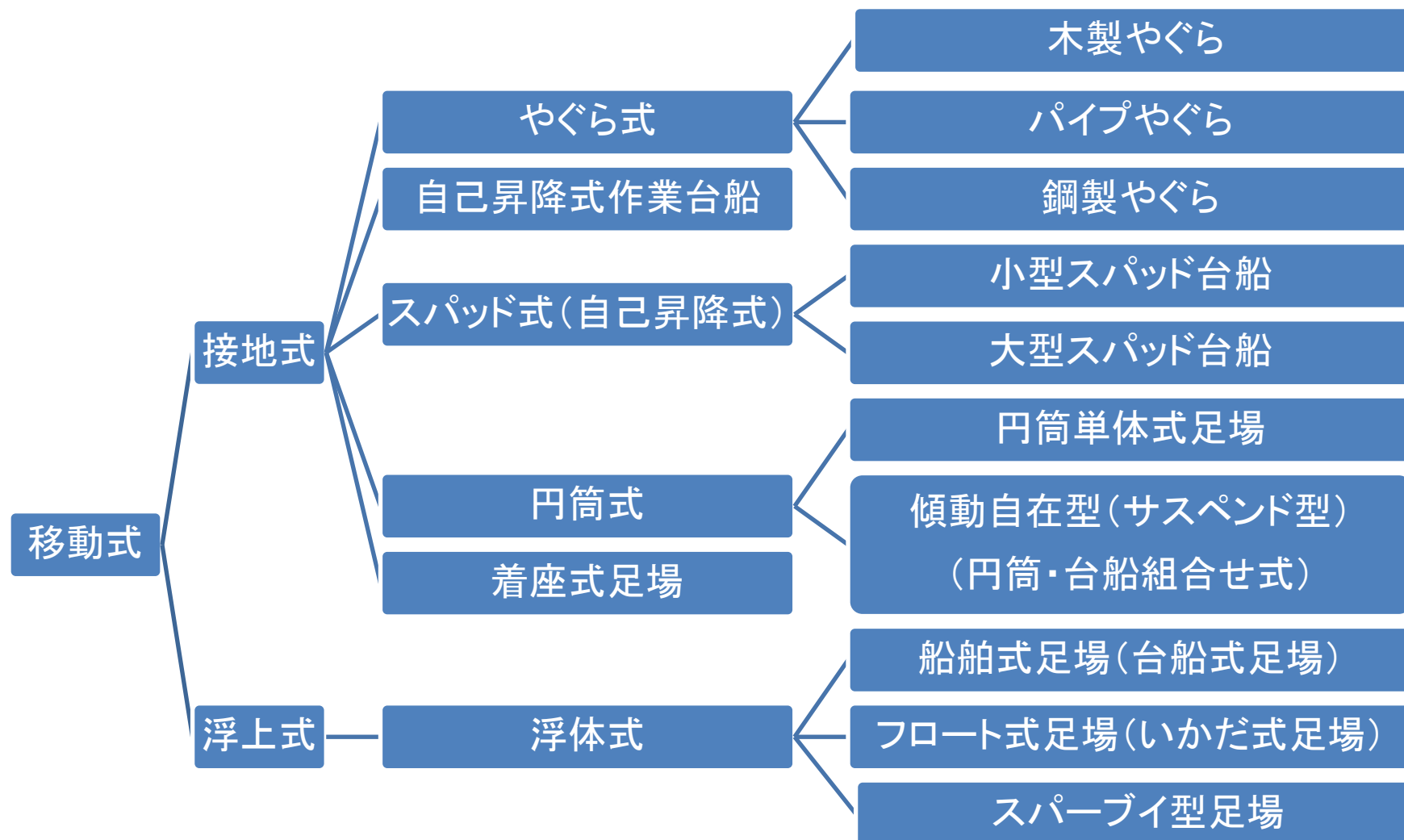
『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

ボーリング作業 足場やぐらの種類(水上:固定式)

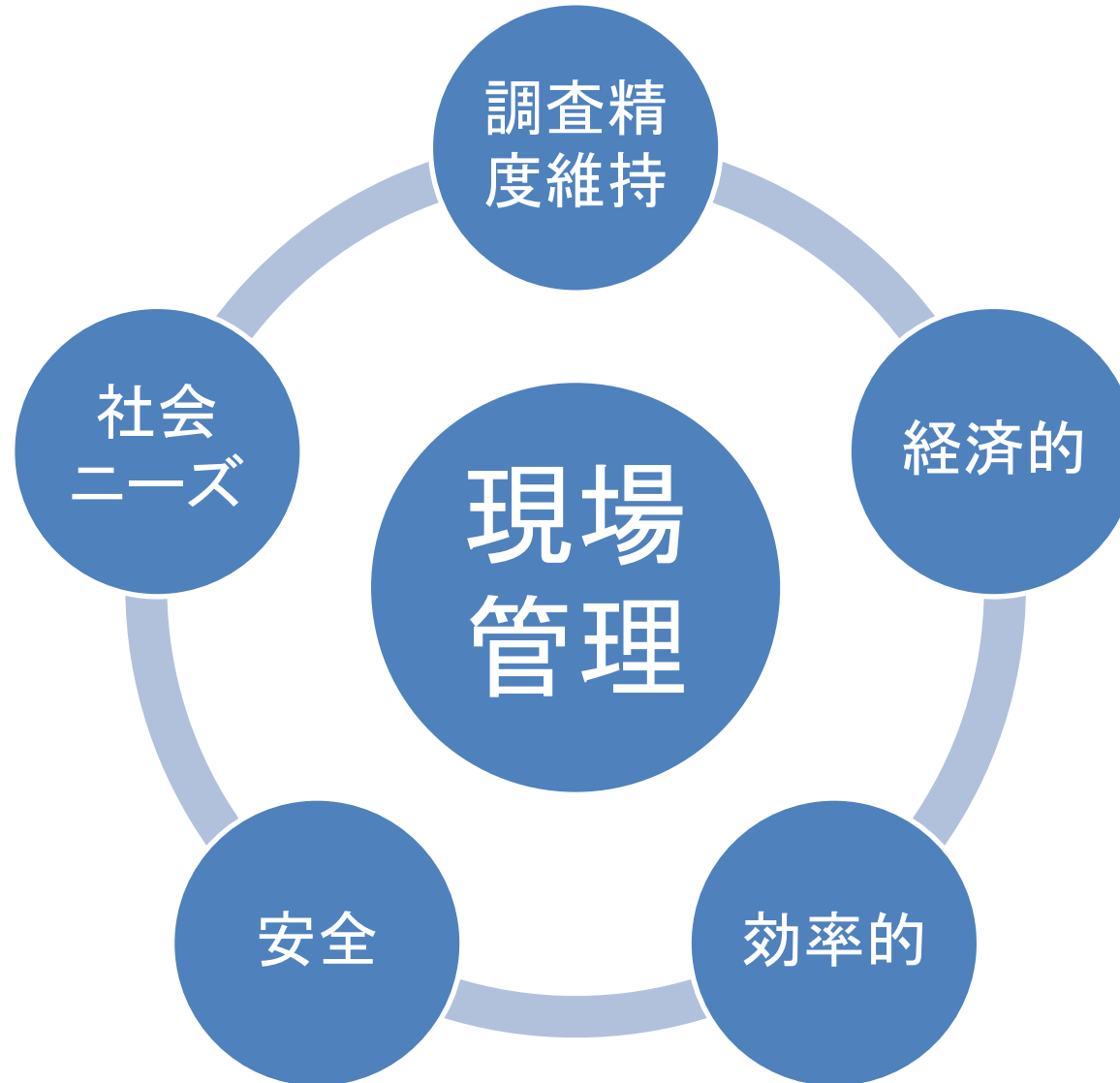


『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

ボーリング作業 足場やぐらの種類(水上:移動式)

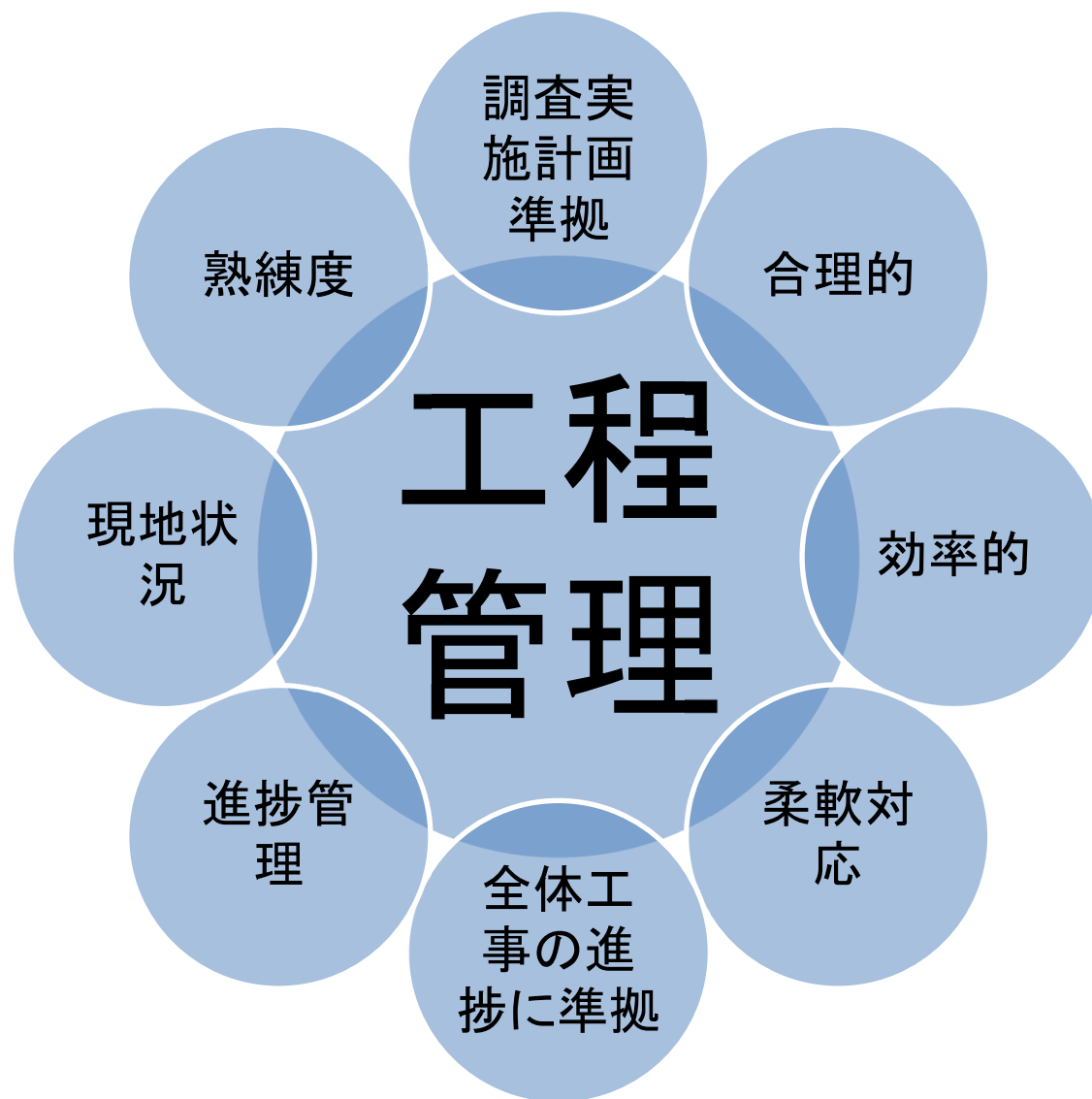


現場管理の心構え



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

工程管理の基本



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

安全管理の基本

安全が全てに優先

労働災害撲滅

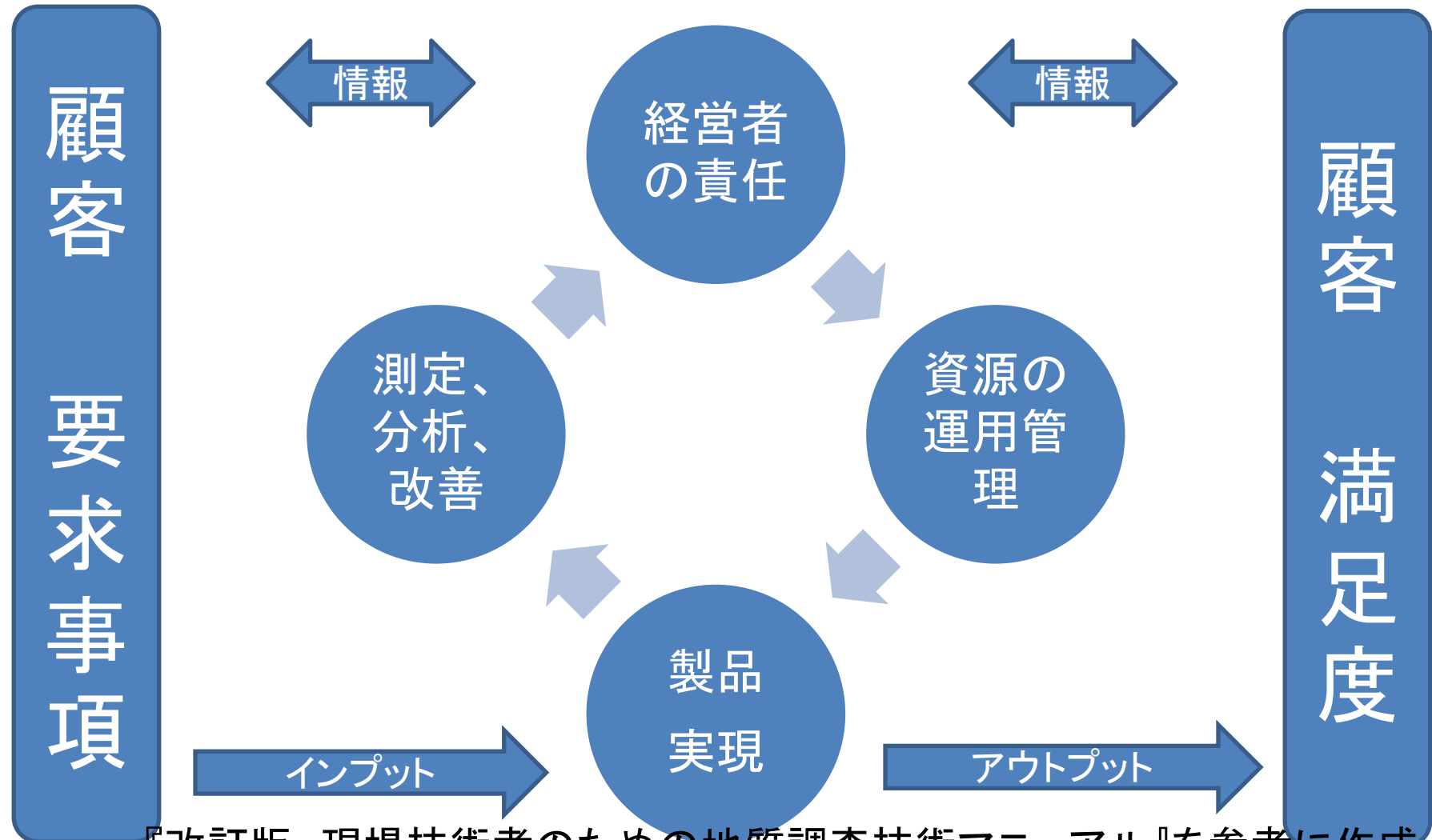
設備、環境、作業方法等整備

健康維持

関係法令遵守

品質管理の基本

システムの継続的改善



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

ボーリングの主目的

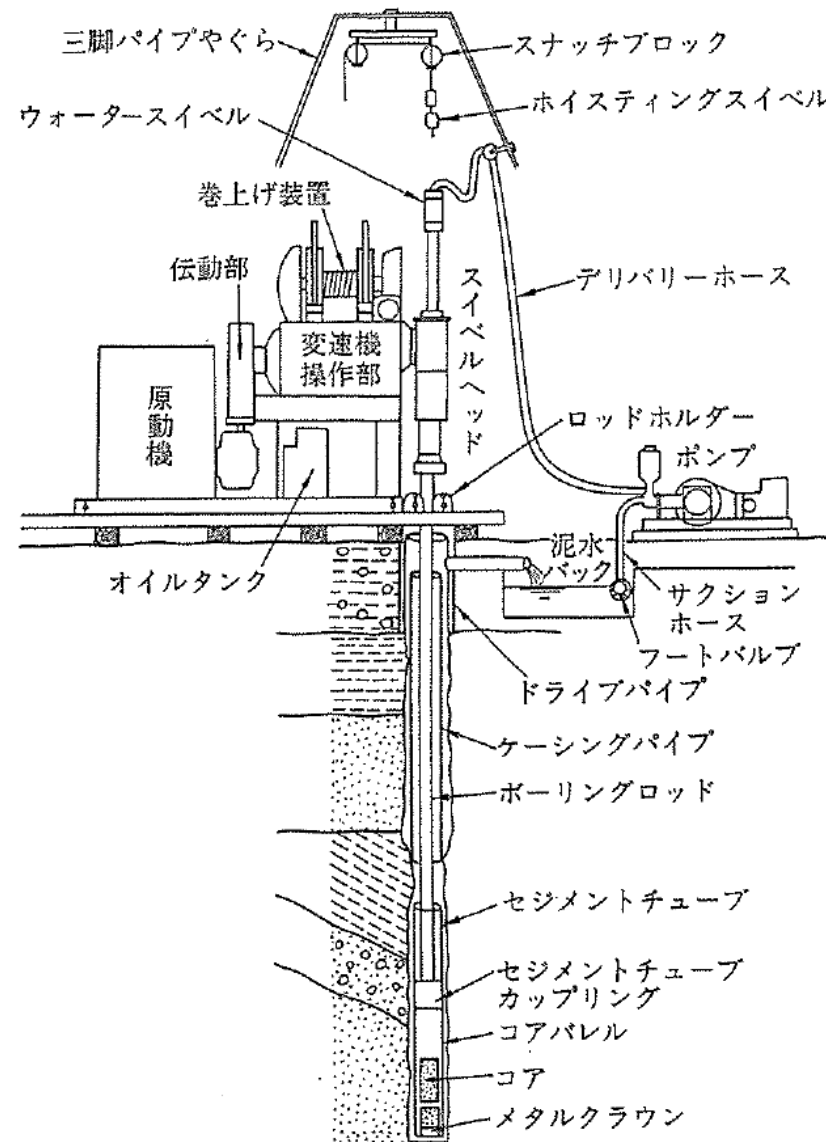
コア採取⇒地盤構成、基盤深度把握

室内試験用試料採取⇒地盤性状把握

原位置試験⇒地盤性状の把握

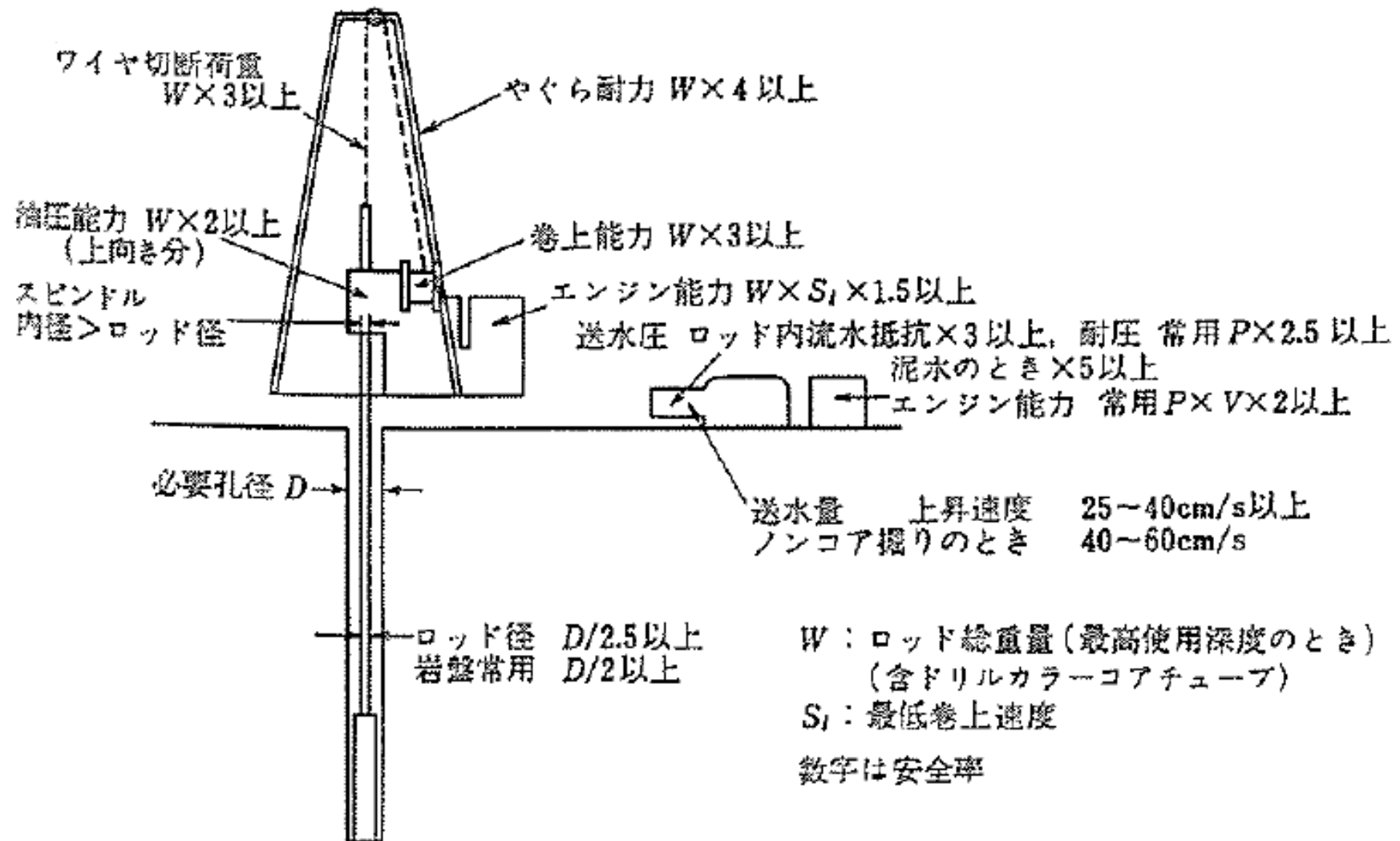
計測装置埋設孔提供⇒モニタリング

ボーリング装置全体図



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

ボーリング機材の選定条件(経験的)

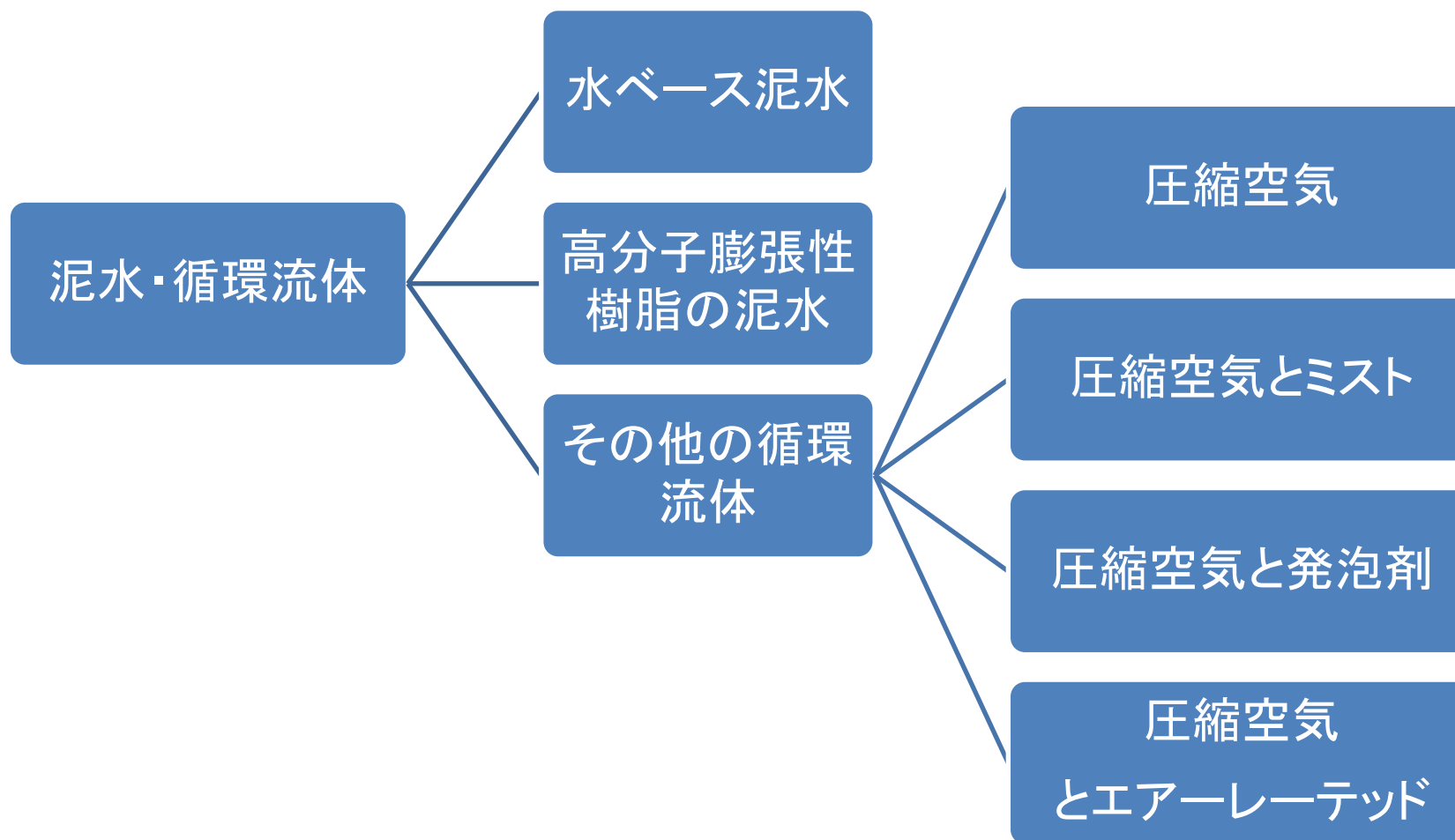


『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

ボーリング機械の特徴

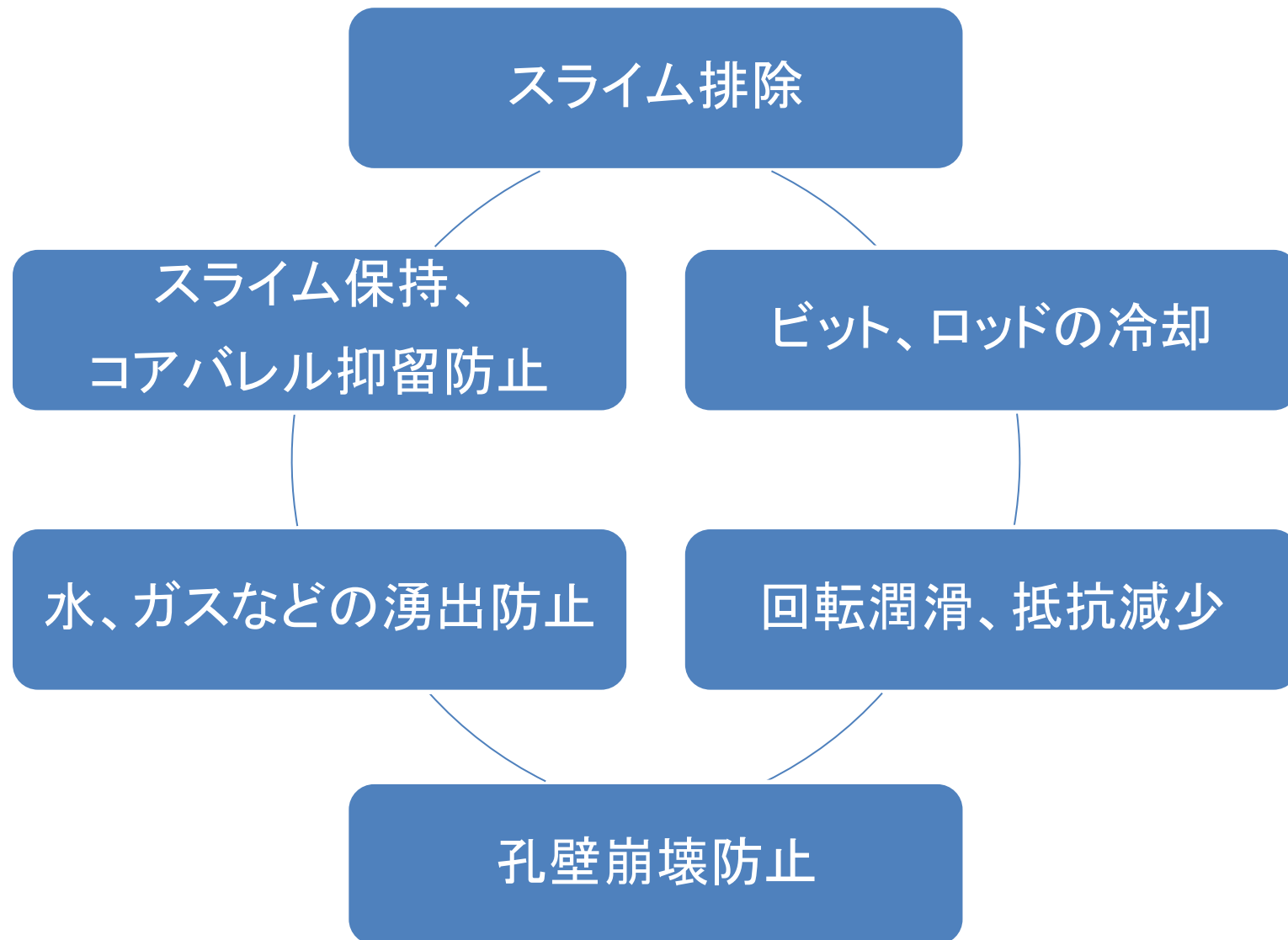
	ハンドフィード機	油圧フィード機
長所	○掘削中の土質の種類・状態の判断が可能 ○構造簡単、故障少ない、現場での修理可能 ○分解・組立容易、運搬便利	○ビット荷重給圧の操作が容易 ○給進油圧の変化で、地質変化察知可能 ○使用ビットの範囲が広い
短所	●ダイヤモンドビットの使用不向き ●深掘りの場合、ビット荷重給圧難	●重量重く、運搬移動の機動性劣る ●操作がやや複雑。多少の訓練必要
総括	○手動給圧型 ○軟岩程度が限度	○万能型の調査用ボーリング機械 ○油圧給圧型 ○硬岩削孔も可能

泥水（循環流体）の種類



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

泥水の役割



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

代表的な水系泥水と機能①

名称	ベントナイト	リボナイト	ローソリッドポリマー	テルコート	フレックス	イージードリル	パワー泥水	クイックマッド（海水用）
分類	分散系	分散系	非分散系	非分散系	非分散系	非分散系	非分散系	非分散系
粘土鉱物の抑制力	×	○	△	◎	◎	◎	○	○

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

代表的な水系泥水と機能②

(地質との適合性)

名称	ベントナイト	リボナイト	ローソリッドポリマー	テルコート	フレックス	イージードリル	パワー泥水	クイックマッド(海水用)
砂礫・礫岩	○	△	△	△	○	○	◎	○
砂・砂岩	○	◎	○	○	◎	○	○	○
粘土・凝灰岩・泥岩	△	◎	△	◎	◎	◎	○	○
火山岩	○	○	○	◎	◎	◎	○	◎

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

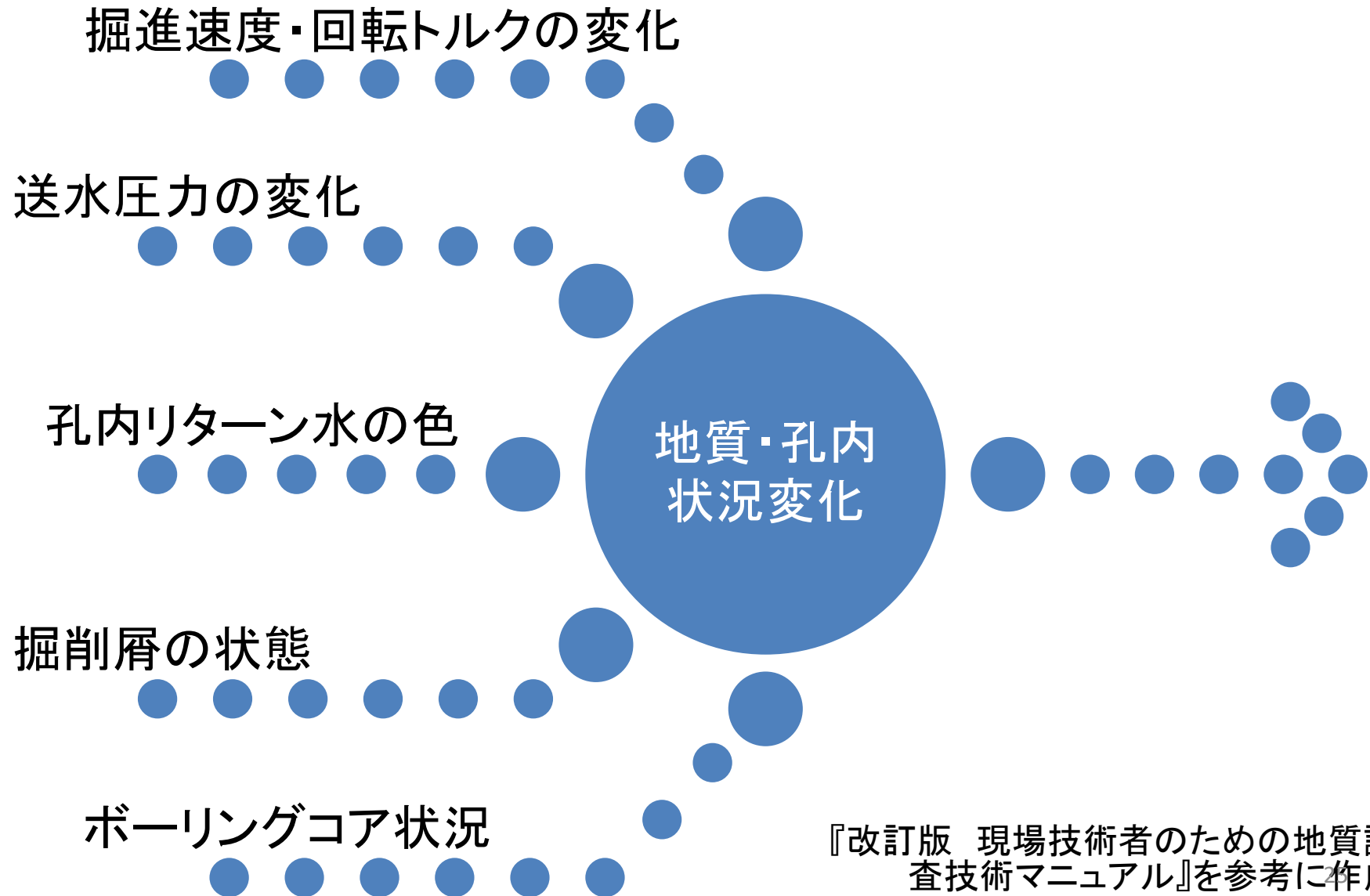
代表的な水系泥水と機能③

(化学・物理的性質の適合性)

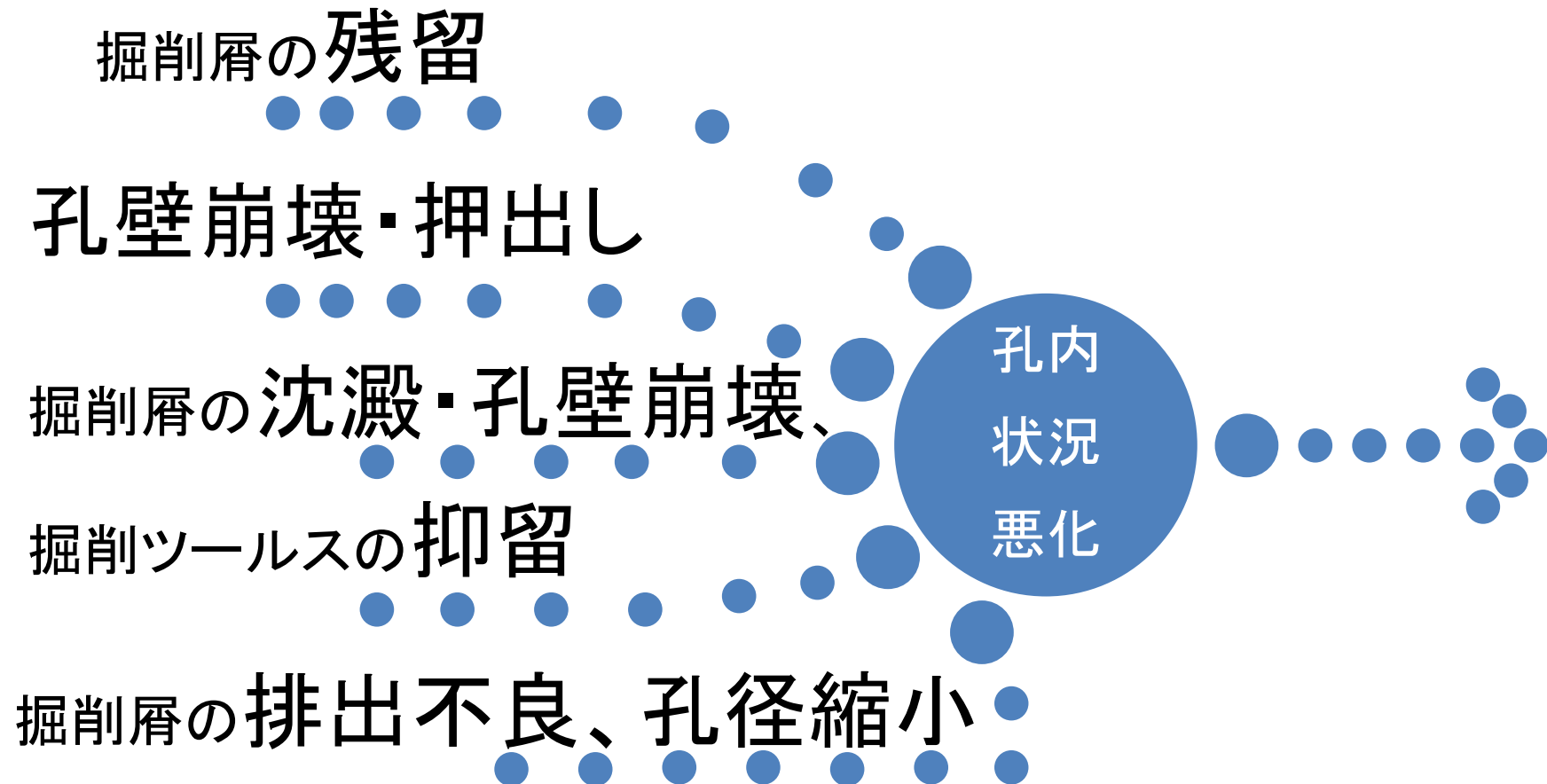
名称	ベントナイト	リボナイト	ローソリッドポリマー	テルコート	フレックス	イージードリル	パワー泥水	クイックマッド(海水用)
塩分、セメント	×	◎	×	○	○	○	◎	◎
高温(120℃±)	×	○	△	○	◎	○	○	○
高ソリッド汚染	×	◎	×	△	◎	△	○	○
泥水の色	無色	黒褐色	無色	無色	無色	無色	無色	無色

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

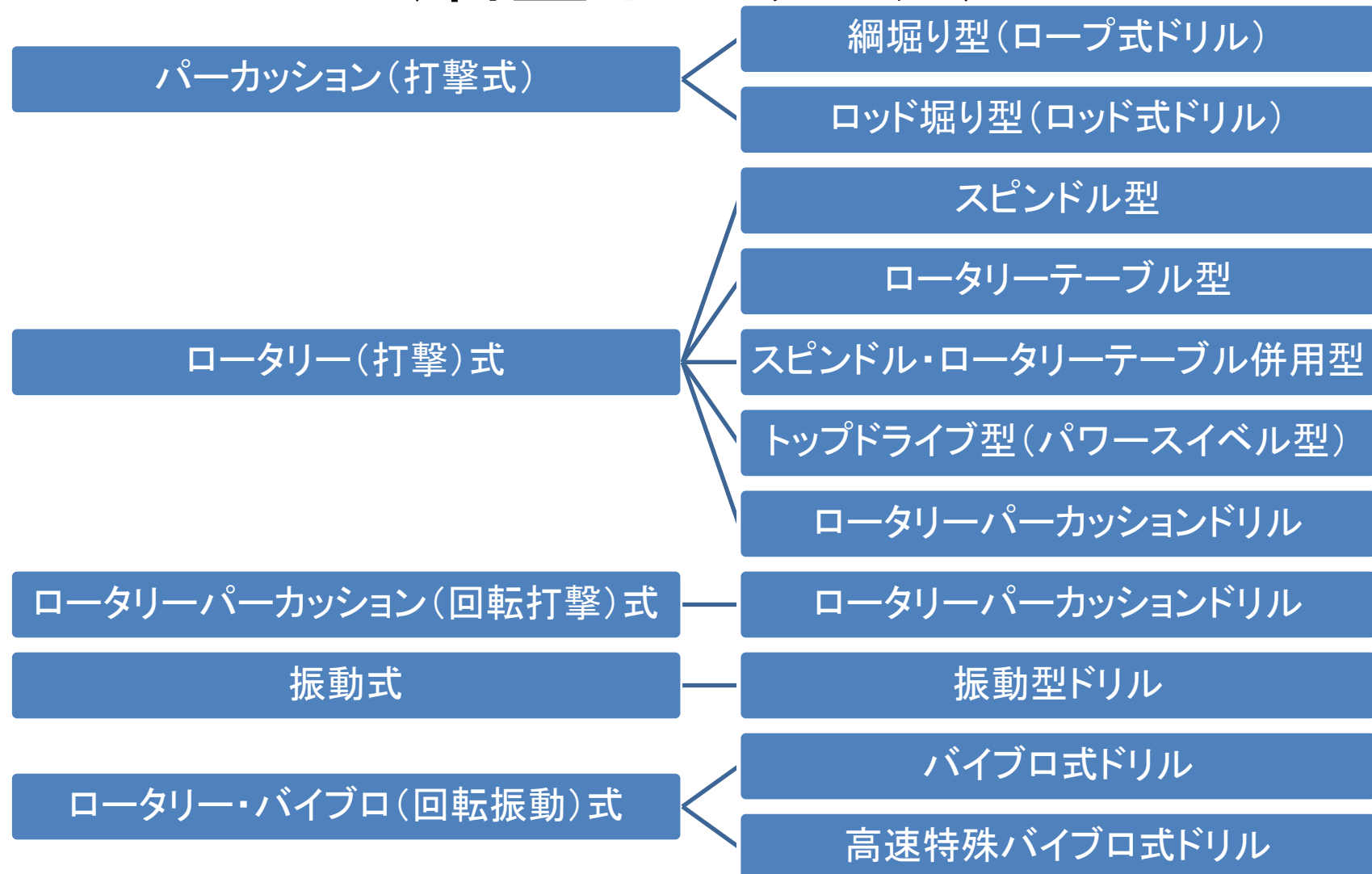
掘進時留意事項(発生状況)(1)



掘進時留意事項(発生状況)(2)



掘削方法と穿孔装置の形式による分類 (岩盤ボーリング)



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

主な保孔対策

泥水

- 孔壁の崩壊抑止
- 地層中の水、ガスなどの湧出抑止

ケーシング

- 崩壊防止
- 逸水、湧水防止

セメンテーション

- 崩壊防止
- 逸水、湧水防止

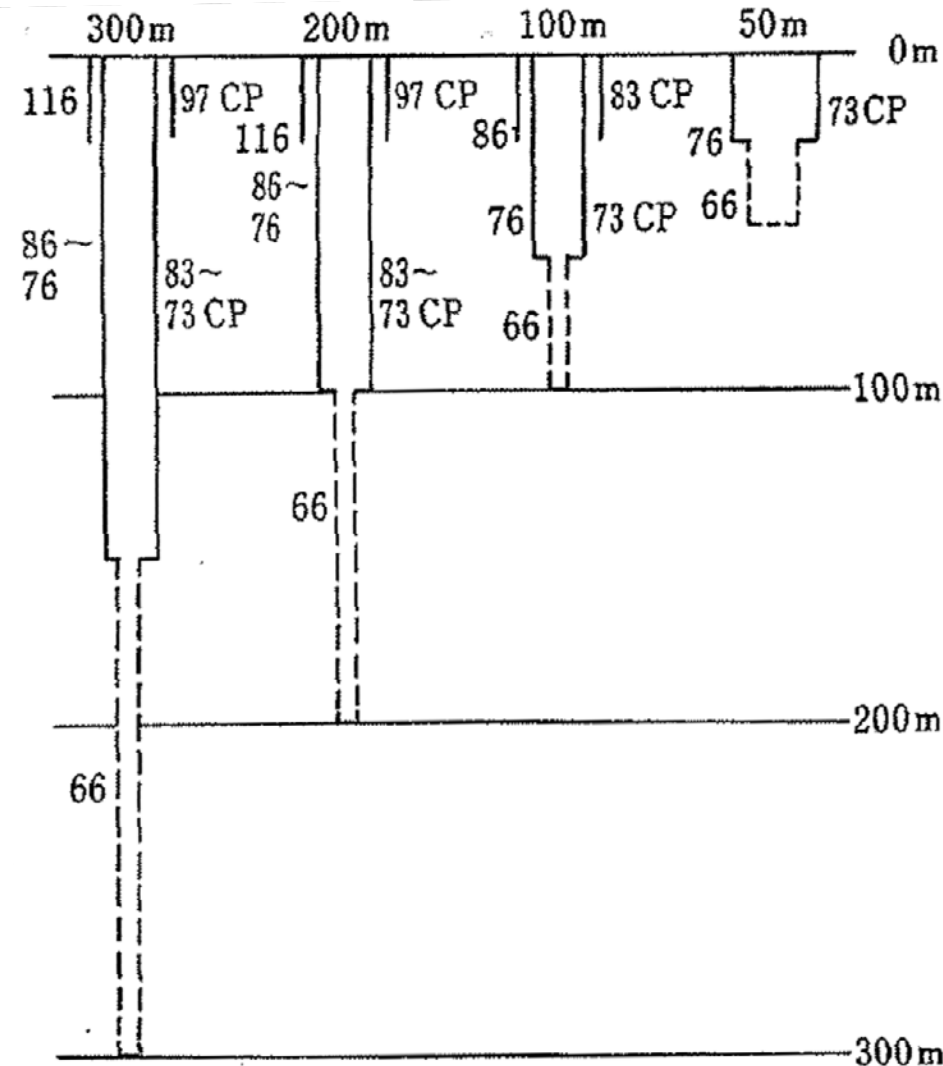
一般的なケーシング計画

段	主な目的	挿入深度
第1段	口元保護	3～15m
第2段	表層保護	10～50m
第3段	風化層保護	30～80m
第4段	崩壊層保護	50～500mごと

* 崩壊の激しい砂礫層、吸水膨張性の岩、破碎帯などが出現したい場合、段数増

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

標準的挿入ケーシング例 (土質調査対象、普通工法の場合)



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

主な孔内事故

コア詰まり

ジャミング

崩壊、押出し

スライム詰まり

落コア

ポンプ送水
圧上昇・低下

ロッド切断

孔曲り

湧水・逸水

ガス噴出

ロッド漏水

ケーシング事故

主な孔内事故と対策(1)

事故の種類	現象・兆候	原因	対策
コア詰まり	掘進速度低下▼ポンプ水圧上昇▼レバーゴツゴツ感	コアチューブ満杯▼コアが楔状にコアチューブに侵入	ロッド揚降▼ロッド上下▼レバー急激ショック
ジャミング	ロッド、コアチューブが孔内で不動状態	崩壊、押出し▼残スライム▼落下岩楔状に▼泥水張り付き	強引、急激に高荷重▼ジャッキで強引▼ロッド、コアチューブの被せ切り
崩壊、押出し	ツールス不動▼孔底に崩壊物溜まる	地層悪い	崩壊の位置判断▼セメント注入▼ケーシング挿入▼泥水使用
スライム詰まり	ベルトスリップ▼ジャミング▼ポンプ圧上昇	スライム排除できず孔底に溜まる	送水量増加▼セグメントチューブ使用▼ケーシング挿入▼泥水使用▼リバース工法採用
落コア	コアチューブ降下不能▼孔底に残コア	コアが切れない▼揚管中コア落下	コアリフター点検・交換▼ロッド孔底落下・突つき

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

主な孔内事故と対策(2)

事故の種類	現象・兆候	原因	対策
ポンプ送水圧上昇	送水圧の急激な上昇	粘土層になる▼旧圧過多▼スライム多く沈殿▼崩壊・押出し▼ポンプ・ホース・ロッド内異物混入▼コアチューブ満杯▼コアチューブコア詰まり	ケーシング挿入▼適正給圧▼スライム排除▼泥水使用▼異物排除▼コア取出し
ポンプ送水圧低下	送水圧の急激な下降	掘削ツールス切断▼岩盤亀裂を掘削▼逸水層掘削▼ポンプ空運転	慎重掘削▼給圧低減▼送水量確認
ロッド切断	急にロッドが軽くなる▼急にポンプの送水圧低下▼ロッド回転中音がする	古朽ロッドの使用▼硬岩掘削中の回転ショック▼ロッド屈曲▼ジャミングによる強引さ業	孔内状況熟知▼使用ロッドの摩耗度点検
孔曲り	鉄管類の激しい片減り▼ケーシングの押入れ不能	セメント硬化後の軟らかい地層に遭遇▼ガイドなし拡孔作業▼地質に起因	孔曲り修正(ウェッジ等)▼孔曲り測定

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

主な孔内事故と対策(3)

事故の種類	現象・兆候	原因	対策
湧水	ポンプ排水増加▼リターン水増加	湧水地帯を掘り込み	セメント注入▼ケーシング挿入▼バライト使用
逸水	ポンプ排水減少	逸水帯を掘削▼亀裂帯を掘削	セメント注入▼逸水防止剤の使用
ガス噴出	湧水噴出▼ガス噴出	ガス層掘削	バライト使用▼ケーシング使用▼口元噴出防止装置の使用
ロッド漏水	コア焼きつき▼ポンプ送水圧低下▼掘進不能	ロッド・ホース・コアチューブの破損	破損箇所の修理▼ロッドネジ部の点検
ケーシング事故	ケーシング落下▼ケーシング欠損▼ケーシングジャミング・張り付き	ケーシングネジ部薄い▼ケーシング破損し易い	ケーシングネジ部を点検して挿入

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

サンプリングの主目的

地中から観察用試料を取り出すこと

所定の深度から多くの種類の情報を得るための室内試験用試料を得ること

サンプリングの種類

ボーリング⇒孔底からサンプリング

ボーリングと同時にサンプリング

直接サンプラーを押し込んでサンプリング

露頭等からブロックサンプリング

地盤を凍結⇒コアリング

試料の保管と運搬における留意事項

現場における一時的保管場所の条件

- ボーリングマシンの振動が伝わらない
- 直射日光が当たらず、高温にならない
- 凍結のおそれがない

試料運搬時

- 衝撃や著しい温度変化を与えない
- クッション材使用
- 乱暴な運転しない
- 運搬箱を乱暴に扱わない

試料保管時

- シールの状況、サンプリングチューブの変形有無を点検
- 常温恒温を制御できる貯蔵室に保管
- 長時間保管は避ける

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

地下水採水の目的と 調査計画立案上の留意事項

目的

- 地下水の水質を調査する

調査計画立案上の留意事項

- 採水目的を理解
- 分析方法を理解
- 分析対象項目の特性を理解

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

地下水採取 井戸新設時の注意事項

井戸の径（採水器具の種類や水量を考慮）

井戸の深度

ストレーナー区間（対象滞水層の深度）

他の帯水層との遮断・隙間の充填方法

井戸の材質と接続法（接着剤の使用可否）

削孔方法、洗浄方法（ベントナイトの使用可否）

地下水採取 既設井戸利用時の主な把握事項

井戸の平面位置、標高の把握

ストレーナー設置深度の把握

採取帯水層の把握

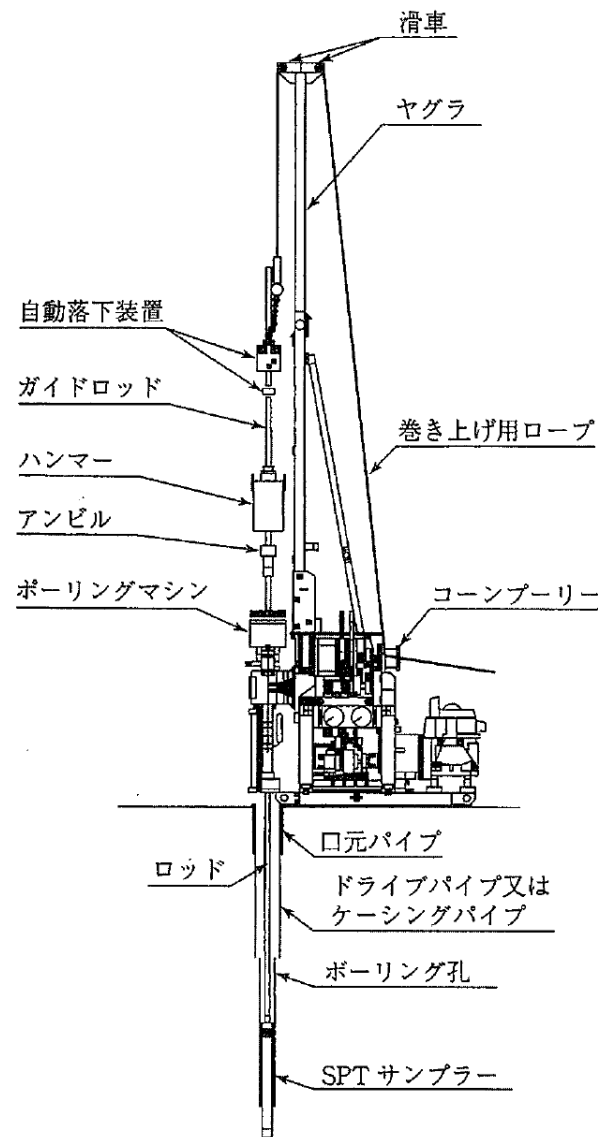
ストレーナーの構造、使用材料

標準貫入試験の主目的

地盤の硬軟・締まり具合の
把握（N値）

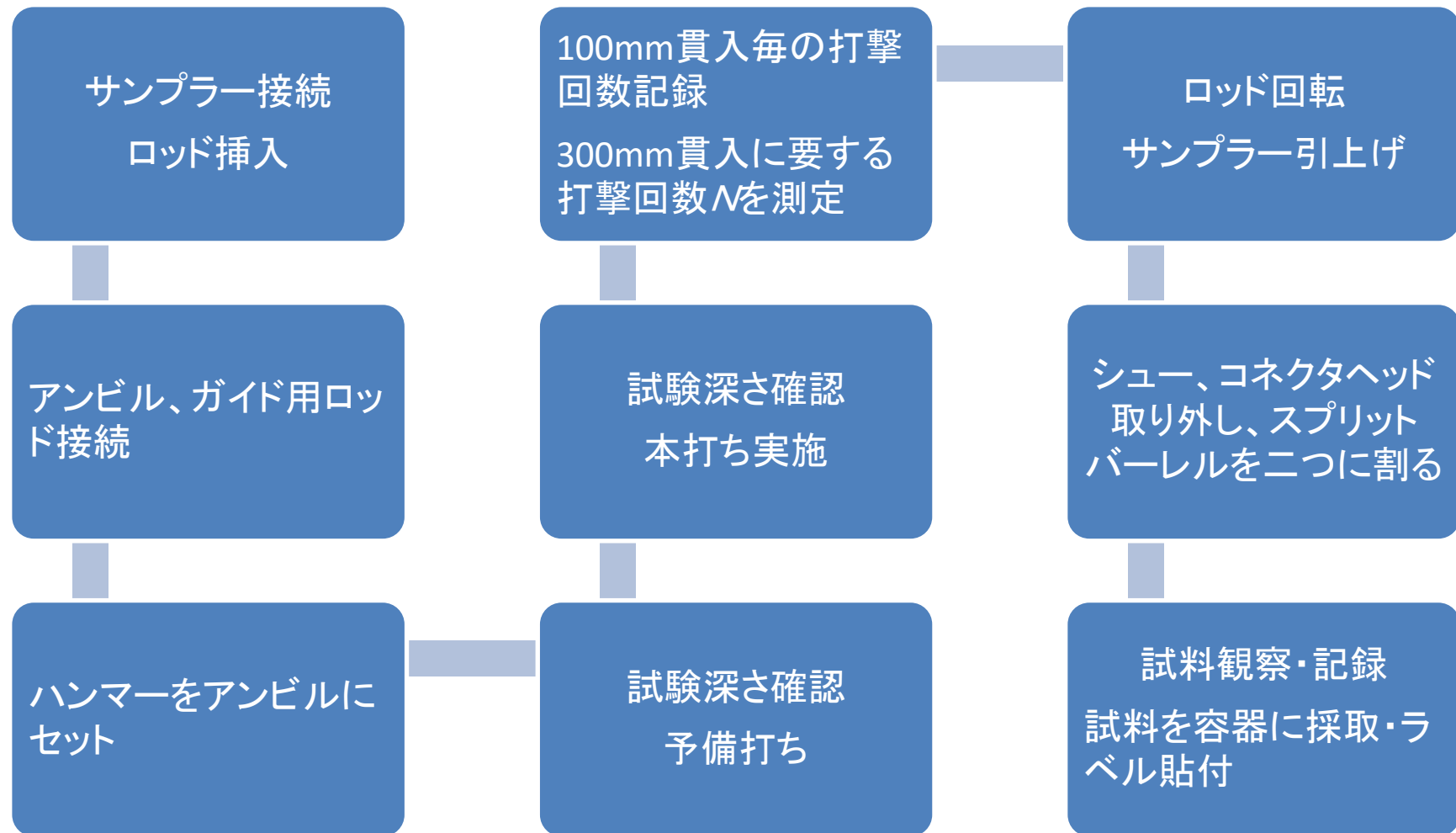
試料の採取と観察

標準貫入試験の器具の名称



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

標準貫入試験の実施手順



標準貫入試験試料の観察事項

土質種別

色調

粒度分布

粒径、形

含有量

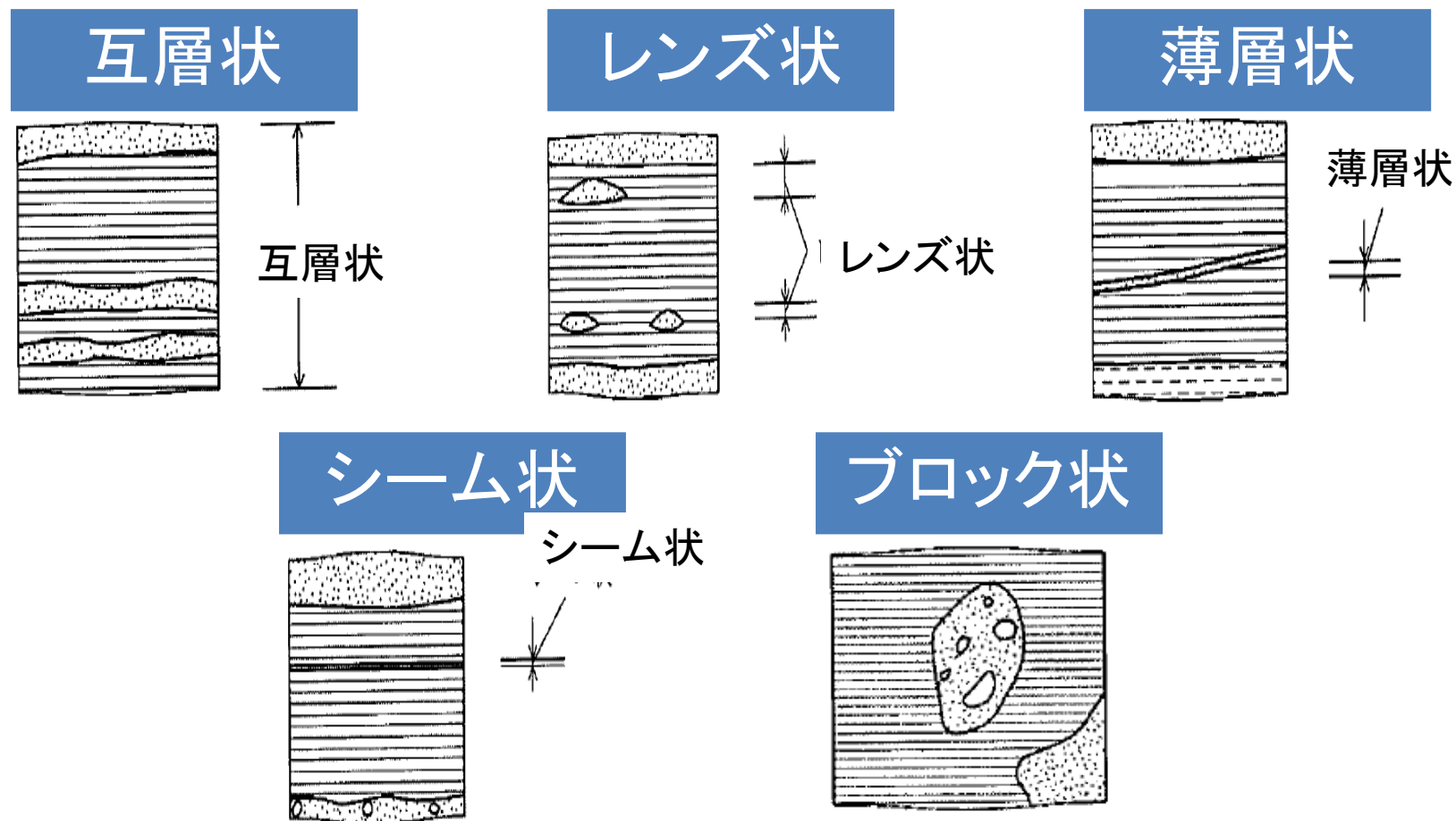
混入物の
種類と状態

含水状況

その他
特記事項

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

挟み層の分布状況と表現例



標準貫入試験時の主な事故

挟まれ

ハンマー
落下

サンプラー
孔内落下

サンプラー
抑留

採取試料
脱落

孔内水平載荷試験の目的と概要

目的

- 地盤の物性把握(変形特性、地盤の強さ)

概要

- ボーリング孔の壁面を加圧し、その時の圧力と壁面の変形量を測定する原位置試験

孔内水平載荷試験・試験孔 留意事項

理想的な試験孔：乱れ少、はらみ・変形少、円筒状

- 孔壁の仕上がりの良し悪しが結果の良否に影響する

掘削後直ちに試験を

- 掘削から試験までの時間が長いと孔壁の劣化が進む

循環流体（泥水）の圧力・水量を多くしない

- 孔壁の洗掘、攪乱、孔径拡大の原因になる

掘削後のスライム処理は短時間で

- 長時間の送水は孔壁を乱す可能性がある

コアチューブ等の引き上げはゆっくりと

- 急速に行うと、孔壁の乱れ・崩壊・洗掘の原因になる

孔内水の変動を少なく

- 孔壁の緩み・崩壊の原因になる

揚水試験の目的と概要

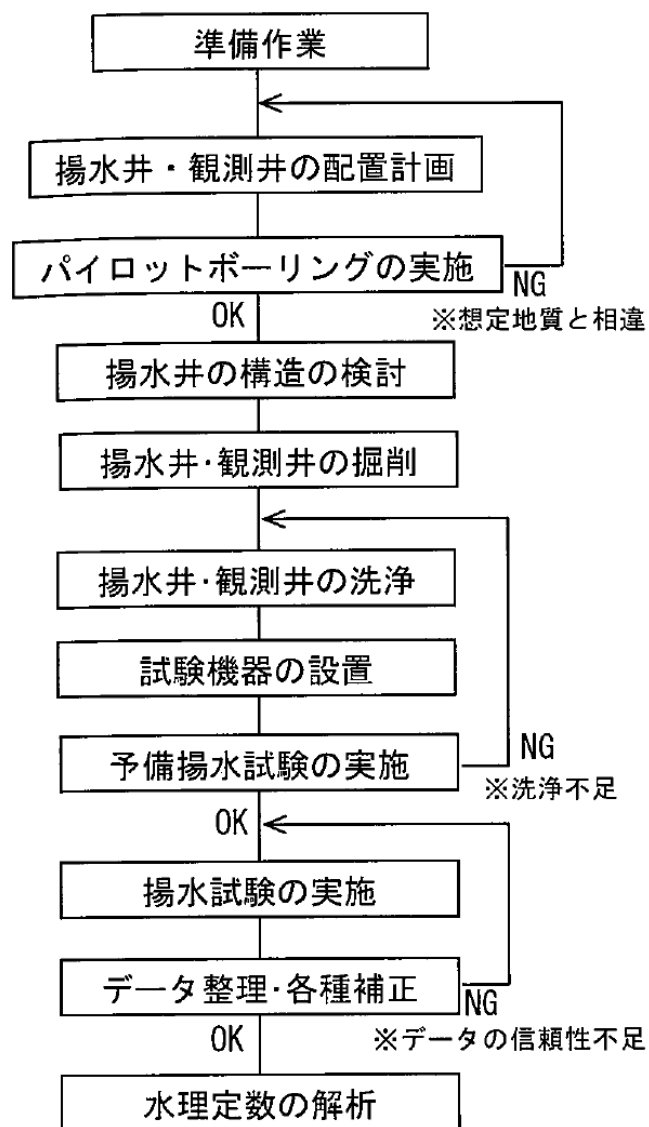
目的

- 地盤の帯水層特性の把握(マクロかつ正確に)

概要

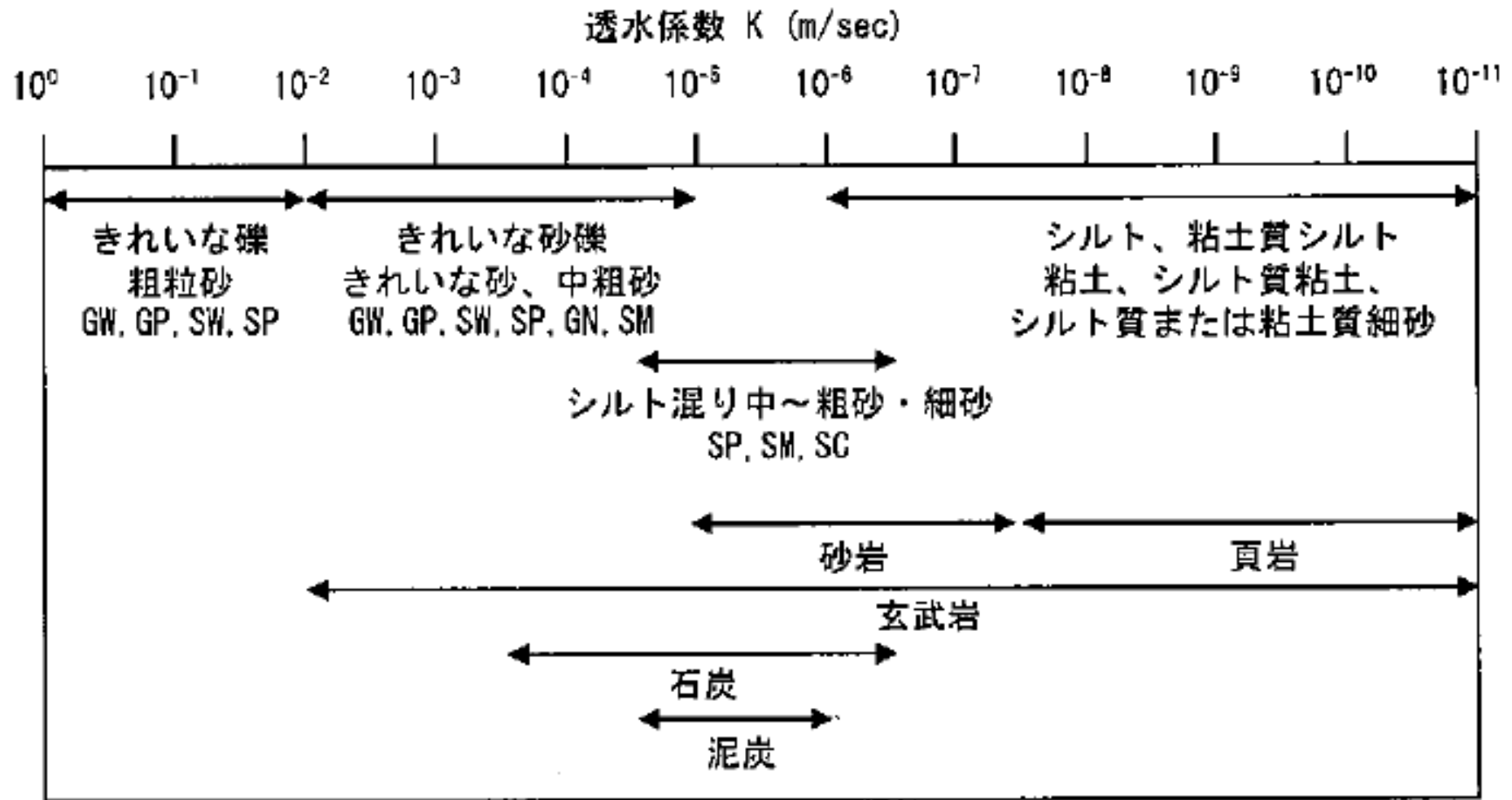
- 揚水井より地下水を汲み上げ、その周囲に設置した複数の観測井で、揚水量と地下水位低下の関係を経時的に測定する試験

揚水試験の手順



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

一般的な地質の透水係数



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

一般的な地質の比貯留率

地質	比貯留率 S_s (m^{-1})
塑性粘土	$2.0 \times 10^{-2} \sim 2.6 \times 10^{-3}$
しまった粘土	$2.6 \times 10^{-3} \sim 1.3 \times 10^{-3}$
やや硬い粘土	$1.3 \times 10^{-3} \sim 9.2 \times 10^{-4}$
ルーズな砂	$1.0 \times 10^{-3} \sim 4.9 \times 10^{-4}$
密な砂	$2.0 \times 10^{-4} \sim 1.3 \times 10^{-4}$
密な砂礫	$1.0 \times 10^{-4} \sim 4.9 \times 10^{-5}$
割れ目のある岩石	$6.9 \times 10^{-6} \sim 3.3 \times 10^{-5}$
固結した岩石	3.3×10^{-6} 以下

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

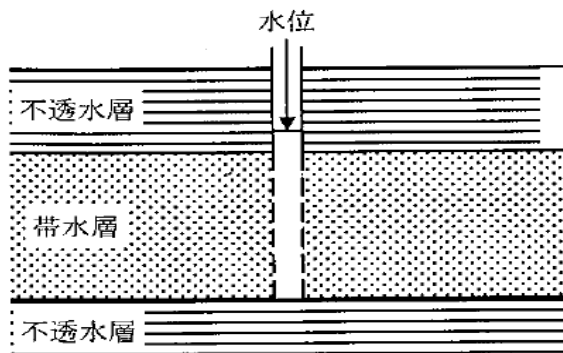
井戸径と揚水量の目安

揚水量(m ³ /日)	井戸径(mm)
550	150
400 ~ 1,000	200
800 ~ 1,900	250
1,600 ~ 3,800	300
2,700 ~ 5,400	350
4,300 ~ 9,800	400
6,500 ~ 16,000	500

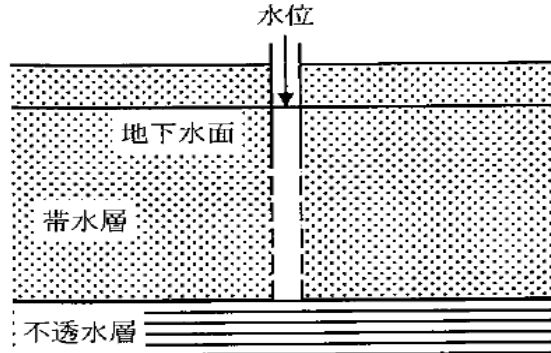
『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

主な帯水層の模式図

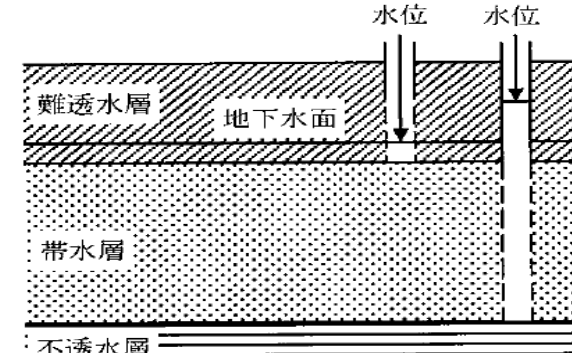
被圧帯水層



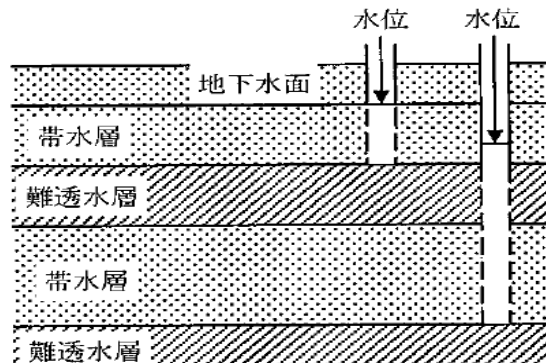
不圧帯水層



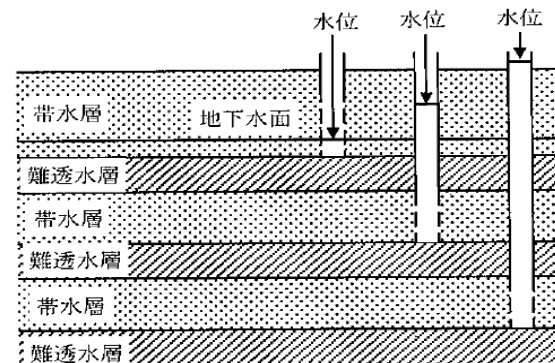
漏水性帯水層



漏水性帯水層



漏水性多層帯水層構造



揚水試験のトラブルと対策

揚水井の仕上げ

- 帯水層の上下に分布する不透水層・難透水層の遮水を確実に
- 井戸効率80%以上で仕上げ

観測井の仕上げ

- 帯水層の上下に分布する不透水層・難透水層の遮水を確実に
- 帯水層多層の場合、揚水対象層の水頭と、それ以外の帯水層の水頭の分離を確実に

ポンプ

- 排水状況を監視▼性能曲線範囲外での使用を避ける▼状況に合わせて揚水ポンプ変更

計測機器

- 設置前に確実に点検・整備▼水圧計はキャリブレーション▼バックアップ電源から電気供給

安全(特に電気)

- 有志格者が作業▼ケーブル接続しメインブレーカ切断▼ケーブル劣化チェック▼アース設置

その他

- 天候注意▼落雷による高電圧サージに注意▼天候によっては、試験中断して再試験・延期も

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

現場透水試験の目的と概要

目的

- 地下水情報の基本となる自然水位(被圧水頭)と透水係数 k を把握すること

概要

- ボーリング孔の先端に地下水が流入するストレナー一部分(試験区間)を設け、孔内の水位を人工的に変動させ、その後の水位状況を測定する。このときの時間と地下水位とから地盤の透水係数を求める試験。

現場透水試験精度向上のポイント

項目	精度向上のポイント
試験実施	①ピエゾメータ法(強制水位低後の水位回復を測定)が基本 ②孔内水位s_0を下げ過ぎない(1m以内) ③試験孔周辺の水位を下げないように努める ④孔内水位を下げるのにベアラは極力避ける ⑤透水部分(L区間)の形状を確保 ⑥透水区間にはストレーナ管を用いることが好ましい ⑦透水区間長Lを、試験孔径$2r_w$に対して十分長くとる ⑧試験時の初期水位(自然水位)をきちんと把握する
試験結果解析	⑨ケーシング径は水位変動区間の$2R_w$(内径)と透水区間の$2r_w$(外径D)を区別する ⑩$t\text{-log}h$の作図は、縦軸に$\log h$をとる ⑪透水係数kを求める$t\text{-log}h$の勾配は立ち上がりの直線部分を取る

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

透水係数を求める方法

大区分	手法区分	中区分	対象	試験の名称・方法
直接法	原位置試験	単孔式透水試験	地盤	単孔を利用した透水試験方法
			岩盤	孔内水位回復による岩盤の透水試験方法
				注水による岩盤の透水試験方法
				ルジオン試験方法
		多孔式揚水試験	帯水層	揚水試験方法
		その他	盛土	締め固めた地盤の透水試験方法
	室内試験	定水位透水試験	供試体	土の透水試験方法
		変水位透水試験		
		不飽和透水試験	不飽和	不飽和土の透水試験方法
間接法	推定手法	粒度から推定	粗粒土	クレーガーの方法、ハーゼンの方法
	解析的手法	数値解析	地盤・岩盤	逆解析

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

透水係数と試験方法

← 非定常法 定常法 →											
透水係数 k (m/s)											
	10^{-11}	10^{-10}	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1} 10^0
透 水 性	実質上不透水		非常に低い		低 い		中 位		高 い		
対応する土の種類	粘性土 {C}		微細砂, シルト 砂-シルト-粘土混合土 {SF}{S-F}{M}				砂および礫 {GW}{GP} {SW}{SP} {G-M}			清浄な礫 {GW}{GP}	
透水係数を直接測定する方法	特殊な変水位 透水試験		変水位透水試験				定水位透水試験		特殊な変水位 透水試験		
透水係数を間接的に推定する方法	圧密試験結果から計算			なし			清浄な砂と礫は粒度と間隙比から計算				

現場透水試験の方法と種類

区分	保孔方法		地下水状態	透水区間	慣用的呼称	水位変動促進	土質状態	適用
非定常法	保孔なし		自由水	L区間	オーガー法	揚水 注水	砂質土 孔壁自立	地下水位 浅い
	ケーシング	一重管	自由水	L区間	ピエゾメータ法	揚水 注水	砂質土 孔壁崩壊	
				孔底	チューブ法			地下水位 深い
		一重管	被圧水	L区間	ピエゾメータ法	揚水 注水	砂質土 透水層存在	
				孔底	チューブ法			
		二重管	被圧水	L区間	ピエゾメータ法	揚水 注水	砂質土 多層系地盤	
定常法	パッカー		被圧水 自由水	L区間	パッカー法	注水	砂質土	
	ケーシング		被圧水 自由水	L区間	揚水法	揚水	砂質土	

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

主な透水試験算定式

試験名称	透水試験算定式	特徴
ピエゾメータ法	$k = \frac{(2.3)^2 \cdot R_w^2}{2L(t_2 - t_1)} \log\left(\frac{\alpha \cdot L}{r_w}\right) \log\left(\frac{h_1}{h_2}\right)$ ただし, $L > 8r_w$ 近傍に難透水層なしの場合: $\alpha = 1$ 近傍に難透水層有りの場合: $\alpha = 2$	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。近傍に難透水層なしがいわゆる不圧層, 近傍に難透水層有りがいわゆる被圧層に相当。
チューブ法	$k = \frac{2 \times 2.3 \pi R_w}{11(t_2 - t_1)} \log\left(\frac{h_1}{h_2}\right)$	透水係数の大きい場合に適用。孔底法
パッカー法	$k = \frac{2.3 \cdot Q}{2 \pi h p L} \log\left(\frac{L}{r_w}\right)$ ただし, $L > 8r_w$	岩盤のルジオン試験と同じ原理。定常法。必ずしもパッカーを用いなくてもよい。
オーガー法	$k = \frac{\pi 2 r_w}{16DCa} \cdot \left(\frac{h_2 - h_1}{t_2 - t_1}\right)$ ただし, $D < 50r_w$, Ca は一般的には 1~3 の範囲で 1.5 程度。	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。

透水係数への影響因子

影響因子例	影響例
土質	礫⇒ k 大、砂⇒ k 中、粘土⇒ k 小
粒径	分級された粒度の場合 粒径大⇒ k 大、粒径小⇒ k 小
粒度	分級された(均等)⇒ k 大 粒径幅広い⇒ k 小
粒形	丸み⇒ k 大、角張る⇒ k 小
密度	密度低い(緩い)⇒ k 大 密度高い(よく締まった)⇒ k 小
異方性	水平堆積層の場合 水平方向⇒ k 大、鉛直方向⇒ k 小

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

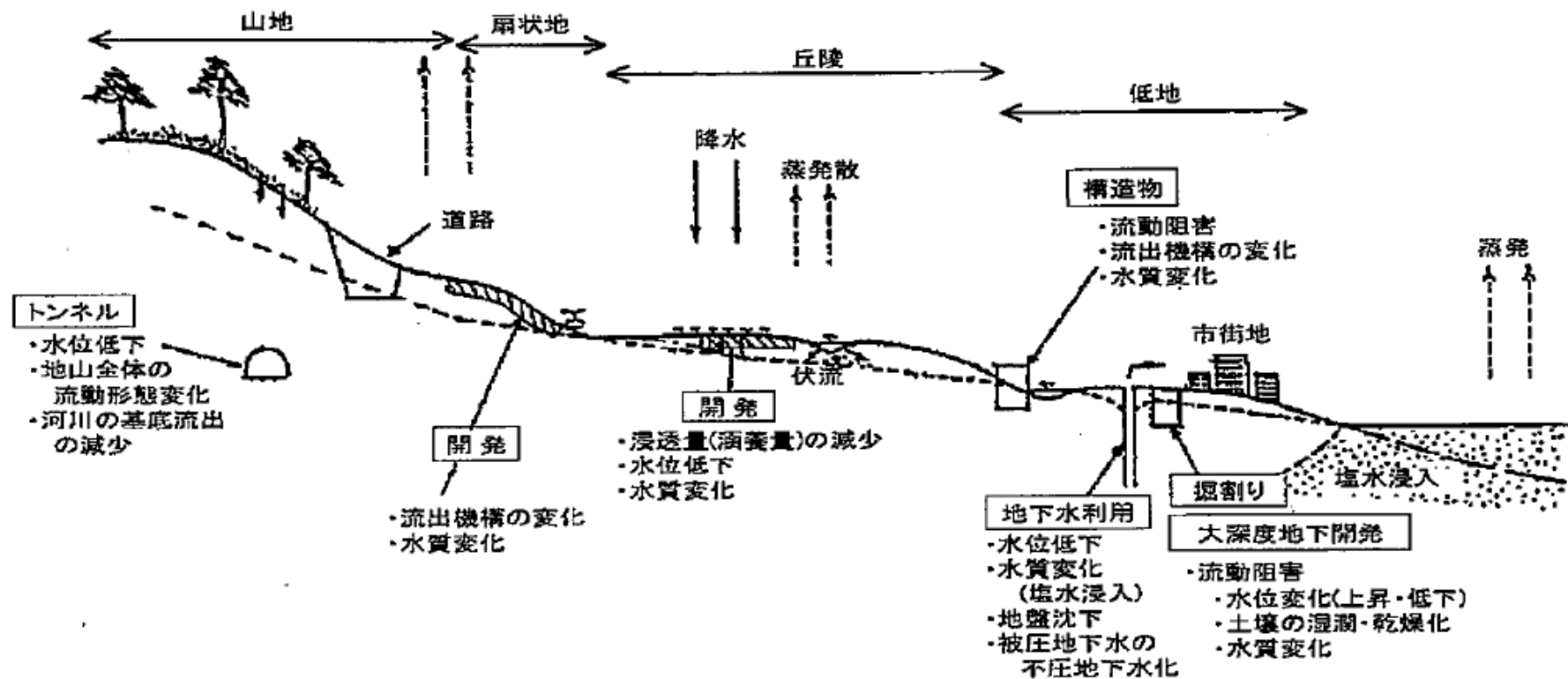
クレーガーによるD₂₀とkの関係

D_{20} (mm)	k (m/s)	土質分類
0.005	3.00×10^{-8}	粗粒粘土
0.01	1.05×10^{-7}	細粒シルト
0.02	4.00×10^{-7}	粗粒シルト
0.03	8.50×10^{-7}	
0.04	1.75×10^{-6}	
0.05	2.80×10^{-6}	
0.06	4.60×10^{-6}	極微粒砂
0.07	6.50×10^{-6}	
0.08	9.00×10^{-6}	
0.09	1.40×10^{-5}	
0.10	1.75×10^{-5}	
0.12	2.60×10^{-5}	細粒砂
0.14	3.80×10^{-5}	
0.16	5.10×10^{-5}	
0.18	6.85×10^{-5}	
0.20	8.90×10^{-5}	
0.25	1.40×10^{-4}	
0.30	2.20×10^{-4}	中粒砂
0.35	3.20×10^{-4}	
0.40	4.50×10^{-4}	
0.45	5.80×10^{-4}	
0.50	7.50×10^{-4}	
0.60	1.10×10^{-3}	粗粒砂
0.70	1.60×10^{-3}	
0.80	2.15×10^{-3}	
0.90	2.80×10^{-3}	
1.00	3.60×10^{-3}	
2.00	1.80×10^{-2}	細礫

比較的精度悪い

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

水循環とさまざまな問題



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

現場透水試験におけるトラブルと対策

試験孔設置中のトラブル

- 孔内洗浄不備⇒泥壁の通水性の確保を意識して慎重に洗浄
- 孔底ボイリング⇒先端透水区間の孔壁をストレーナ管で保護し、孔内水位と自然水位とに大きな水位差をつけずに洗浄

試験実施中のトラブル

- 上位層との遮水不完全で漏水⇒ケーシング打ち直し、二重ケーシング法、パッカー法
- 目詰まり⇒洗浄の問題
- 初期水位がつかめない⇒試験孔内を気密にして間隙水压計で計測
- 自然水位が深い⇒工夫必要(小型の水中ポンプ使用▼孔内を気密にして空気圧で強制的に孔内水位を下げる等)
- 水位回復が早すぎる⇒自動計測

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

間隙水圧測定の実施と概要

目的

- 粘性土地盤の圧密進行度合いの検討
- 斜面安定性検討：切土、盛土
- 掘削地盤の安定性検討（ボーリング、ヒービング）：根切り工事
- 地中掘削時の安全性検討：シールド工事など
- 地すべり地の安定性検討
- 地下水位（水圧）の確認や有効土被り厚の推定 等

概要

- ケーシングまたは地中に計器を設置して、土粒子間の間隙水が持つ圧力を測定する

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

間隙水圧計の測定方法

タイプ	名称	先端集水部	計測対象	方式	計測期間	適合性		
						粘性土	砂質土	
開放型	ケーシング法	ストレーナ	水位面	触針式水位計	短期	×	○	
				フロート式水位計 超音波式水位計	長期			
			水圧	電気式間隙水圧計				
		裸孔	水位面	触針式水位計	短期			
	シングルチューブ法		水位面	触針式水位計	長期	△	○	
			水圧	マノメータ式	長期	○	△	
閉鎖型	ダブルチューブ法			フィルター				水圧
	電気式		カールソン式					
		摺動抵抗式						
		差動トランス式						
		振動弦式						
半導体式								

○:最適 △:適 ×:不適

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

地下水流向流速測定の実施と概要

目的

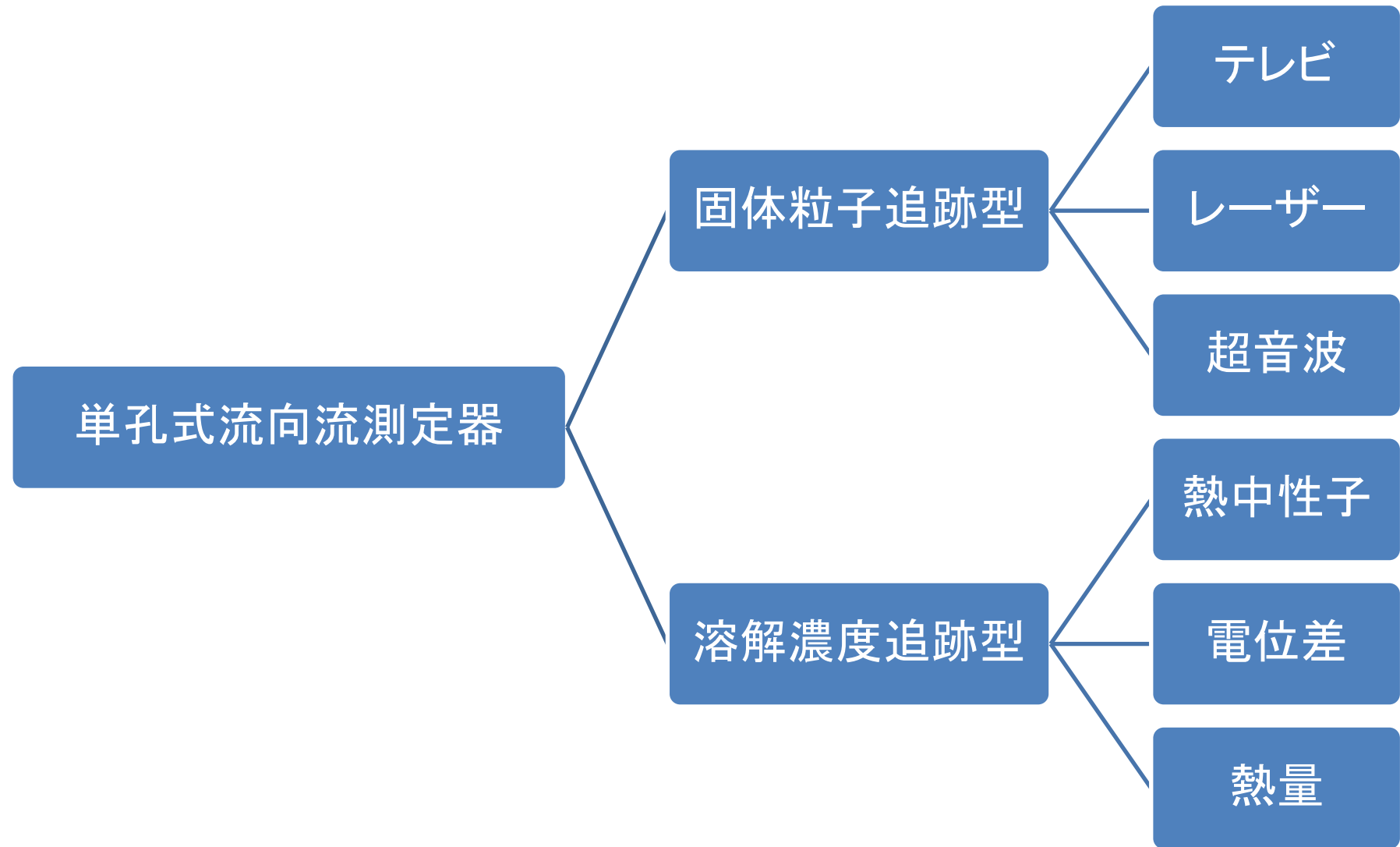
- 地下水の流れる方向と流れる速さを求める

概要

- 単孔または複数孔で測定
- 地下水の流向と流速は、建設工事の計画、水源の確保、地すべり、堤防漏水の対策、土壌・地下水汚染等の検討で活用
- 現在の主流は単孔式

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

単孔式流向流測定器の分類

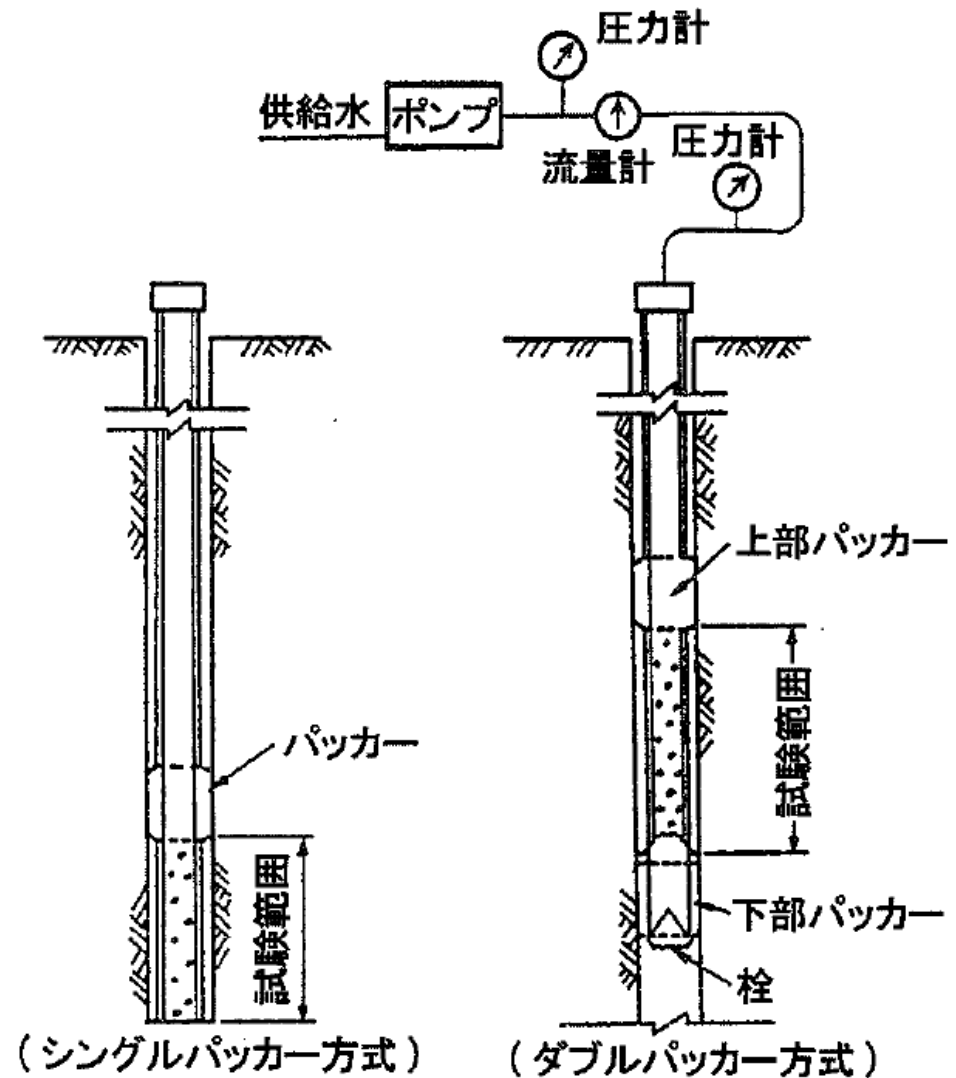


『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

岩盤透水試験（ルジオンテスト）の目的

目的

- ダム基礎岩盤の透水性評価
- グ라우チングの計画、施工結果の判定



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成・引用

各種パッカーの適用性

	エアー パッカー	メカニカルパッカー			レーザー パッカー
		押込み式	二重管式	スクリー 式	
軟岩・風化岩	○	△	△	×	×
断層・破碎帯	○	×	△	×	×
孔壁が乱れているとき	○	×	○	△	×
深い位置	△	○	△	○	○

○:適 △:使用可能 ×:不適

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

ルジオン試験のトラブルと対策

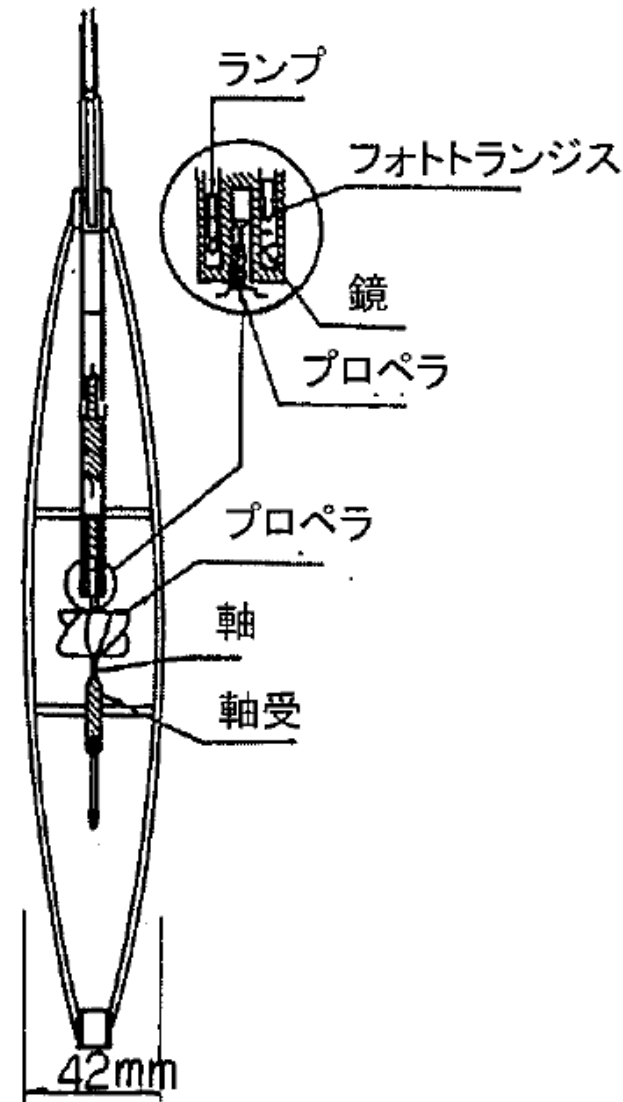
事故現象	原因	対策例
パッカーが測定深度まで下らない	測定孔の孔壁崩壊	測定孔の掘り直し、ケーシング工法採用
	スライムの沈澱	孔内の洗浄、スライム排出
パッカー位置からの漏水 孔内水位の上昇	パッカーの不良、効きが悪い	パッカー位置の変更 パッカー予定位置にセメンテーション
	パッカー位置の孔壁拡大	位置の変更、セメンテーション エアパッカー法の採用
	パッカー位置に開口割れ目	パッカー位置変更
注入圧力が上昇しない	パッカー位置からの漏水	セメンテーション、位置変更
	ポンプの容量不足	容量十分なポンプ準備 試験区間長を短く、ポンプの並列運転 ロッド等接続部からの漏水対策
	限界圧力より高く圧入し、地盤を崩壊した	注入圧力パターン変更、低圧側へ
圧力計の脈動	ポンプからのリップル	スクリーumpの採用 エアチャンバーの改良

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

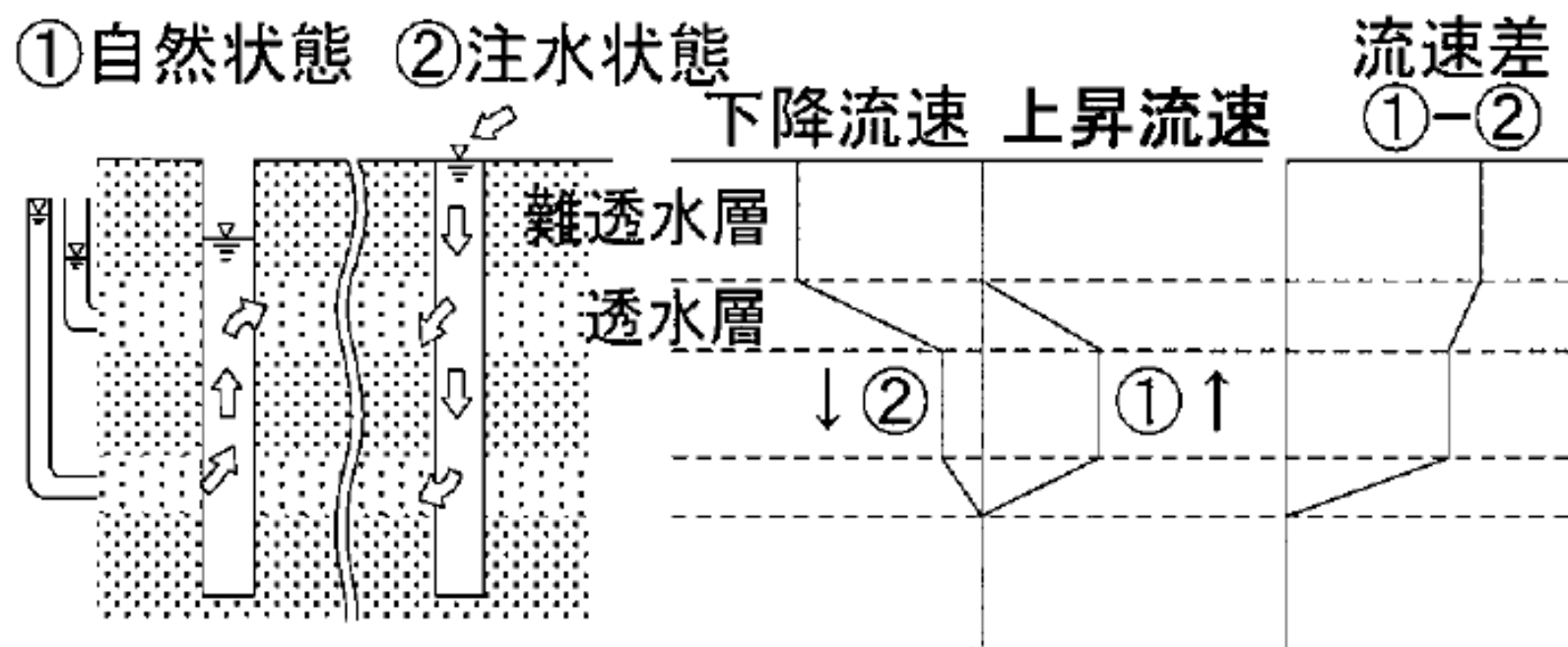
孔内微流速測定の実験装置の目的と概要

目的

- 比較的高い透水性を示す地盤の透水係数を把握する



孔内微流速測定概念図



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

孔内微流速測定の問題と対策

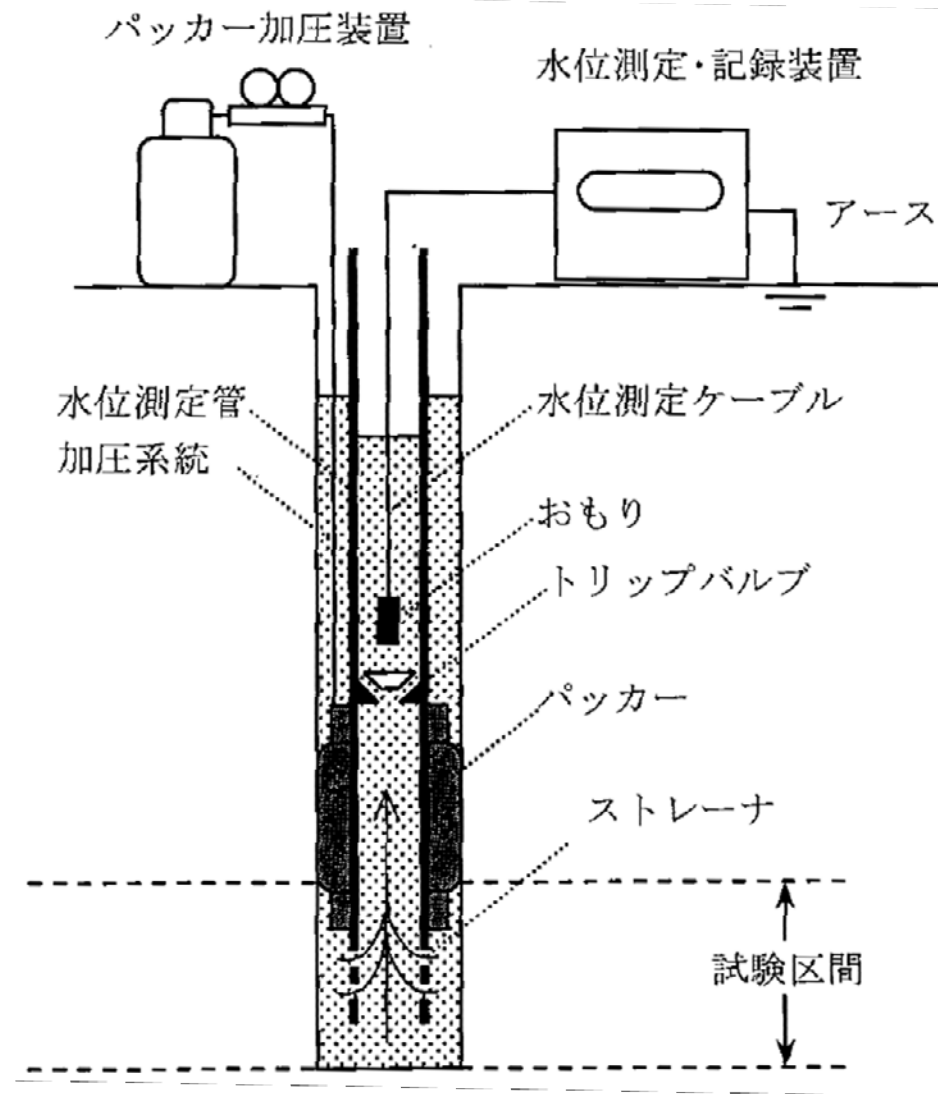
主なトラブル	対策
プロペラの回転不良	・機器マニュアルを理解 ・プロペラを適度な強さで固定 ・事前に回転状況確認
深度計測用シーブの深度ズレ	・出来るだけゆっくりと行う(2,3m/min程度)
孔内水位の一定保持困難	・孔口からオーバーフロー状態にする (水供給容易な場合) ・孔内からポンプにより揚水する (水供給困難な場合)
孔内水の濁りによる流速カウントエラー	・清水に置き換える ・電磁式の流速計やヒートパルス式の流速計の使用を検討する
孔壁の崩れ	・丁寧に掘削する ・適切なストレーナ加工を行った塩ビパイプ内で測定する

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

湧水圧試験の目的と概要

目的

- 岩盤の透水係数を把握する



湧水圧試験のトラブルと対策

トラブル・原因			対策
水位測定系	水位上昇なし	地下水位がない	—
		トリップバルブが解放されていない、トリップバルブの目詰まり	機器回収、調整、再測定
		掘削泥水による亀裂の目詰まり	孔内洗浄
	水位測定装置の異常	ケーブル・コネクタ断線、表示装置異常、電源電圧不足	確認
		ノイズ	アース処置
パッカー系	水位測定管と孔壁との間の地下水の、トリップバルブ開放直後の急激な低下		パッカー効果確認、送気系統の設定等確認
	類似地質のデータに比べて水位上昇が著しく速い		再測定
測定管系	降下中のトリップバルブの開放		トリップバルブ調整、再測定
	継ぎ目からの漏水		測定管継ぎ目にシール材巻き再測定

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

ボアホールスキナーの目的と概要

目的

- ボーリング孔壁の地質の状態、地質構造観察

概要

- ボーリング孔内に専用のゾンデを挿入し、孔壁を直接的に観察する

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

ボアホールスキナーのトラブルと対策

トラブル・原因		対策
ボーリング孔	孔内洗浄不十分、孔内水の濁り	清水で十分な時間をかけて洗浄、沈澱剤使用
	プローブセンタリングの問題	センタライザに使用
装置	(カラー撮影の場合)色合いの違い	あらかじめ照明ランプの照度と色温度との関係を調べておく
	(超音波を使用する場合)画像不鮮明	岩盤の堅さに見合った周波数の超音波の選択

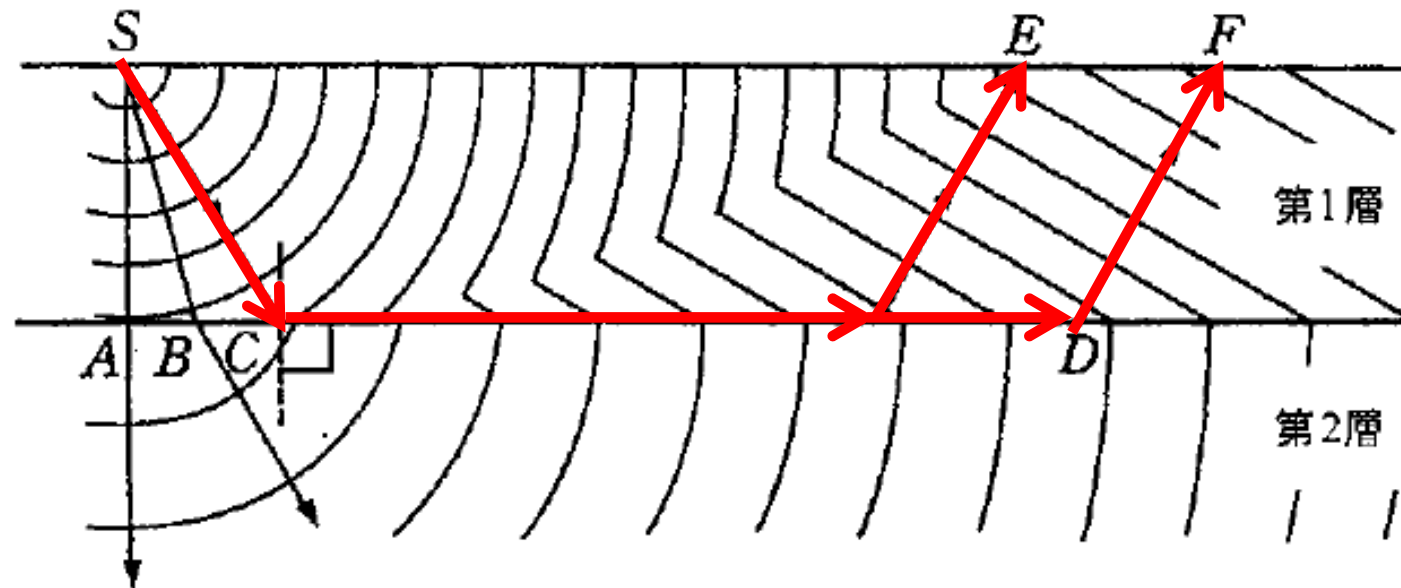
屈折法弾性波探査の目的と概要

目的

- 地下構造の推定

概要

- 地表付近で発破やカケヤ等によって人工的に発生させた弾性波(地震波)を用いて地下構造を推定する。利用するのは弾性波のうちの屈折波



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成・引用・加筆

屈折法弾性波探査 探査計画時の留意点

測線配置計画

- 測線は、速度層構造を求めたい地点の直上に直線状に配置
- 測線は、なるべく等高線に直交するように設定
- 測線長は、探査深度の5倍～10倍以上
- 調査対象構造物の計画線が直線でない場合には、測線を分割
- 測線を分割する際には交差部を作り、それぞれの測線を十分長くする
- 想定される断層や地質構造にはなるべく直交するようにする
- 想定される断層や地質構造に斜交、平行になる場合には、副測線を設ける

発破計画（受振点・起振点計画）

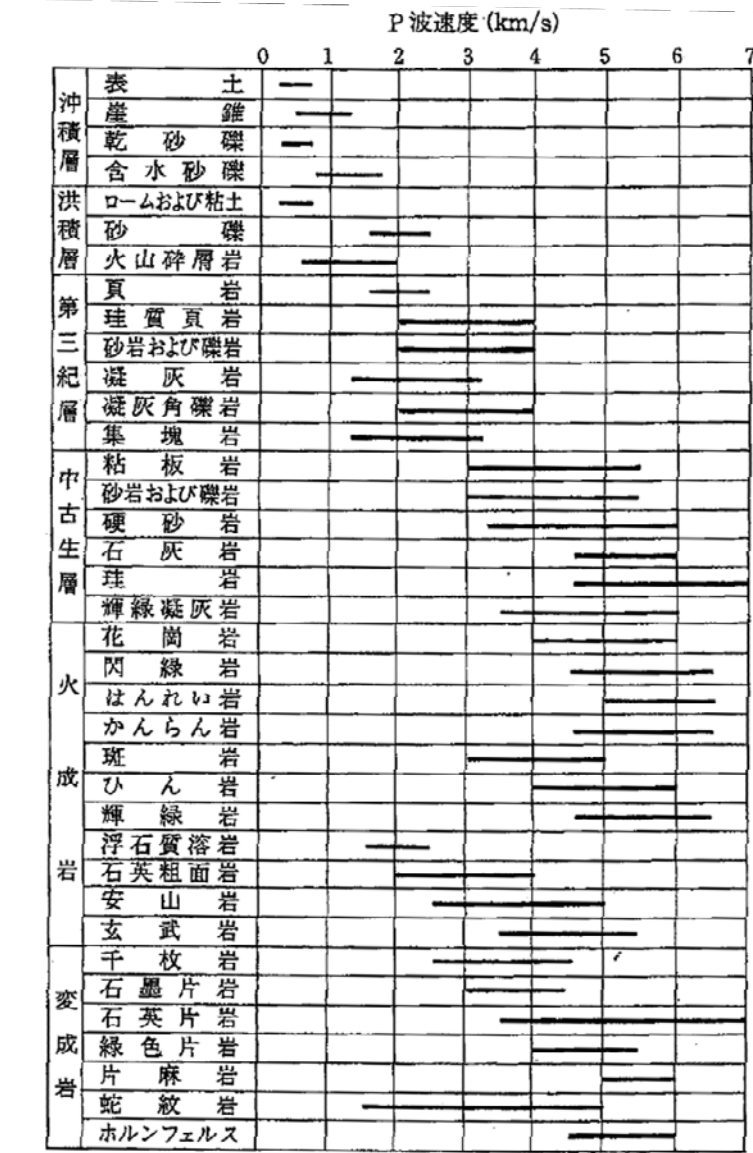
- 測線の両端、展開の両端付近に起振点を配置する
- 1展開の中の、ほぼ等間隔に起振点を配置する
- 地形の変化点（尾根、谷）等に起振点を設ける
- 測線長が長く取れない場合には、遠隔起振点を設ける

起振方法

- 探査深度、測線長を踏まえて、適切な起振方法を選択する

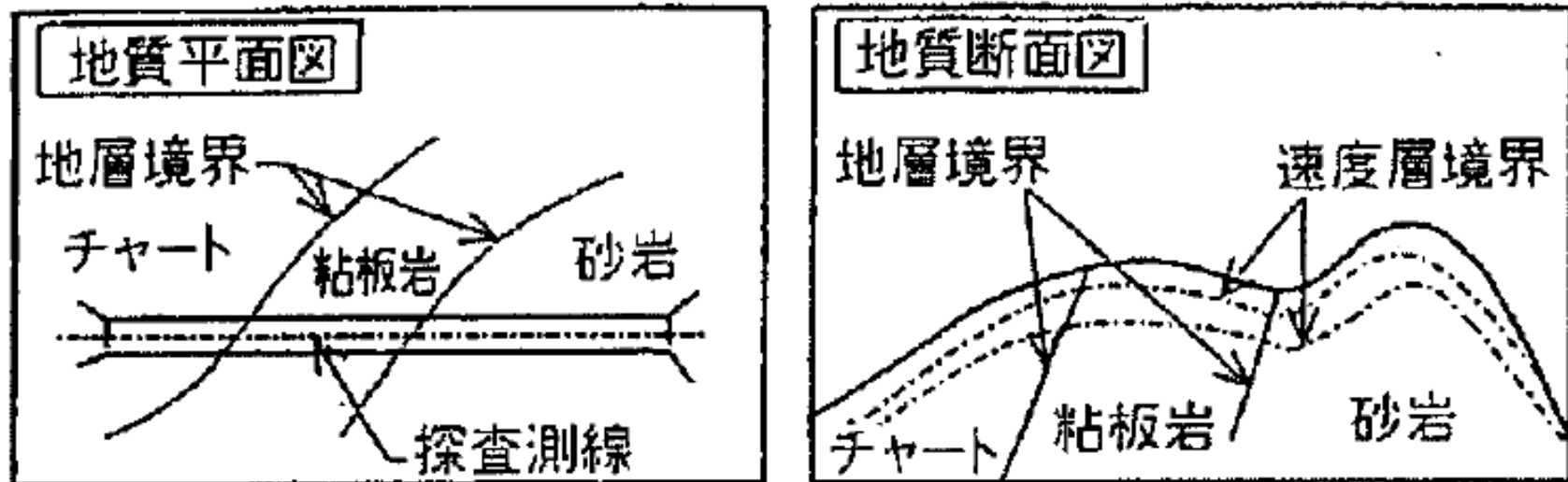
『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

主要地質・岩石の原位置弾性波伝播速度



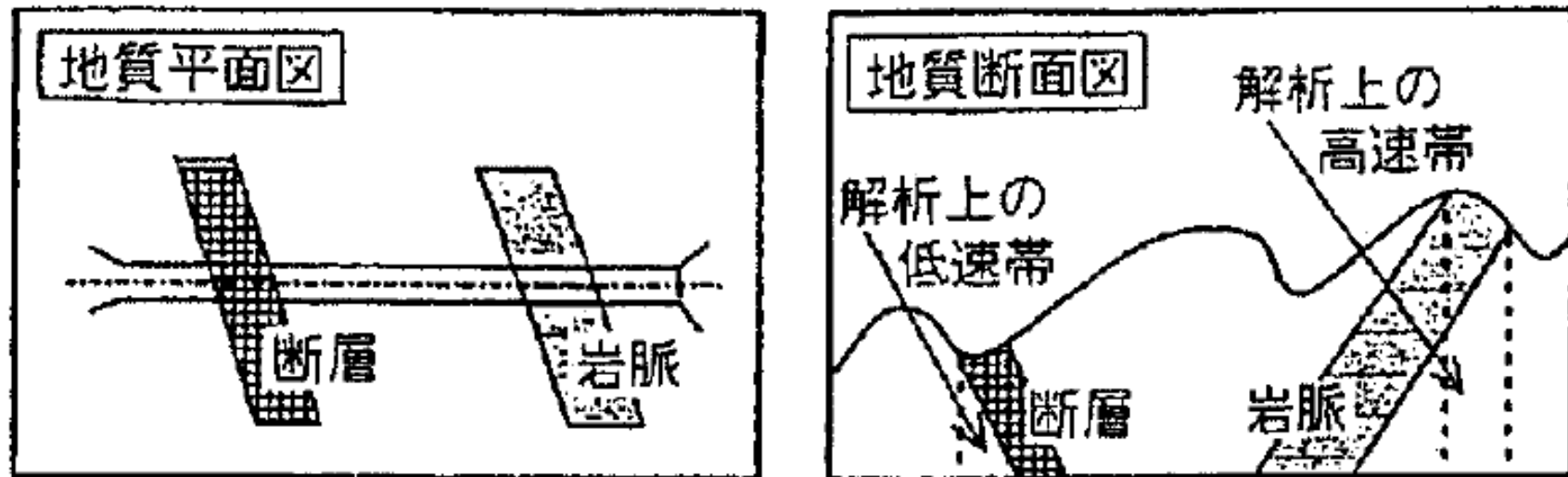
『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

屈折法弾性波探査における解析が困難な事例(1)



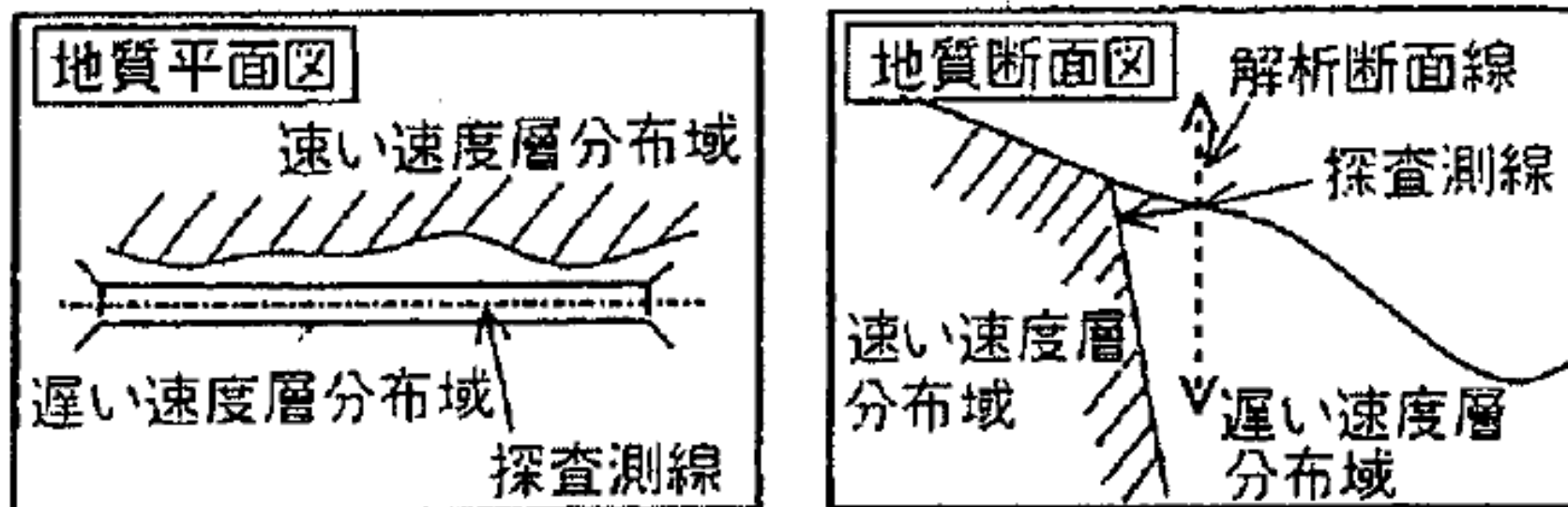
地層の境界と弾性波の速度境界は異質なものの

屈折法弾性波探査における解析が困難な事例(2)



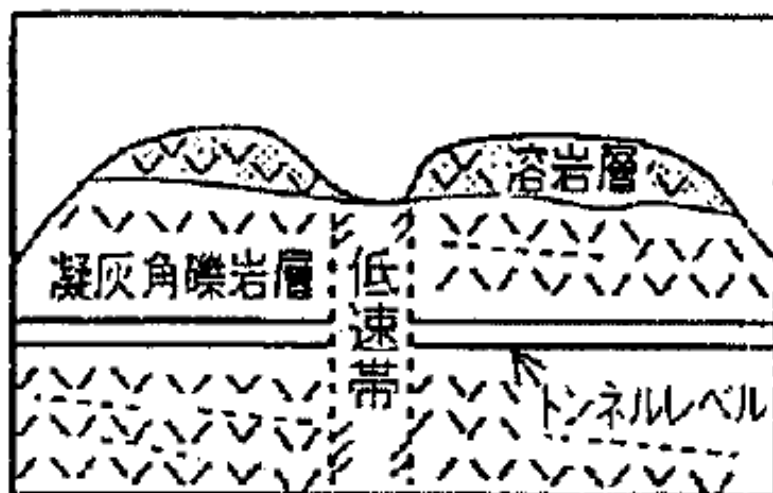
断層や岩脈の傾斜角・傾斜方向は解析できない

屈折法弾性波探査における解析が困難な事例(3)



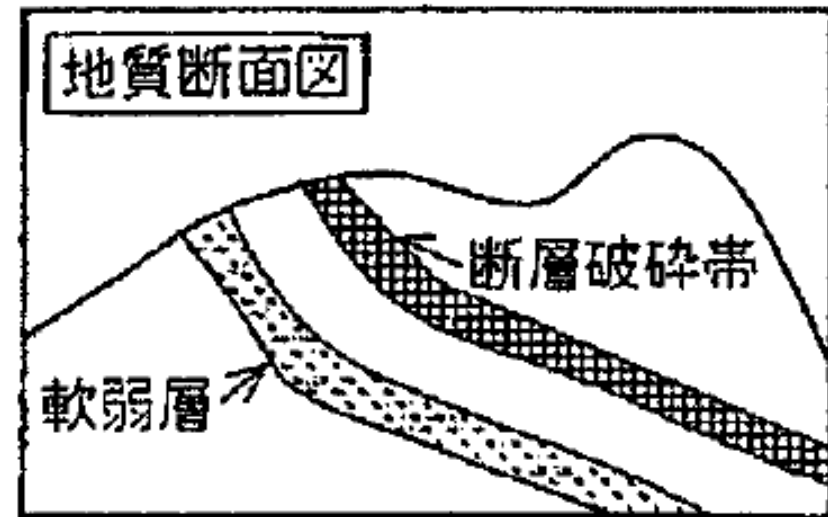
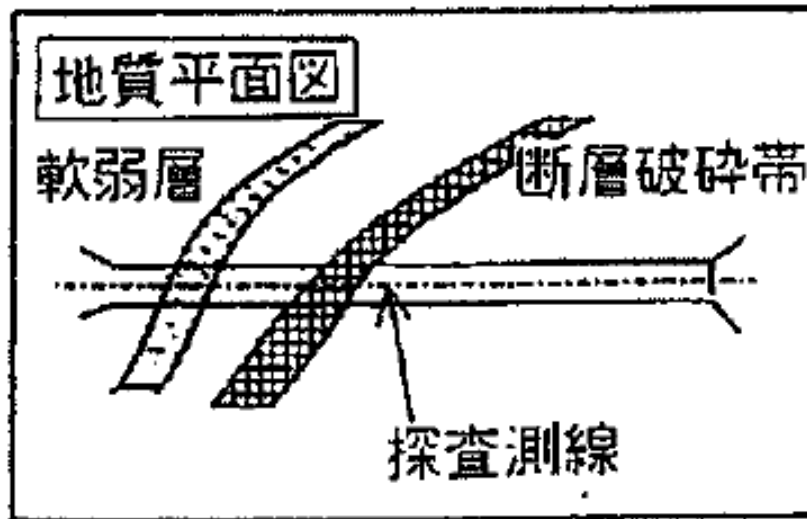
測線下の遅い速度層より測線近くの速い速度層を検出する

屈折法弾性波探査における解析が困難な事例(4)



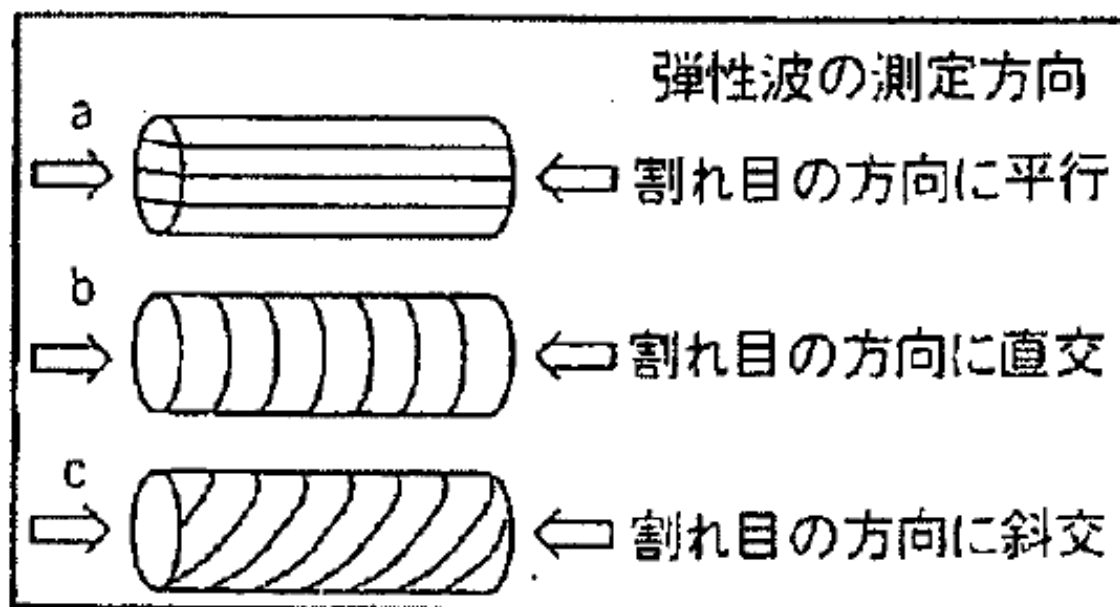
水平に近い緩い地質構造をなす場合で、上位に密度の大きい地層(溶岩層など)が分布し、下位に密度の小さい地層(凝灰角礫岩など)が分布するような地層構成の場合には、トンネルレベルの弾性波速度は解析できない。図の例のように、溶岩層が途切れていたりすると、低速帯として解析される。

屈折法弾性波探査における解析が困難な事例(5)



破碎帯や軟弱層が緩やかな傾斜をなす場合には、
その傾斜角・傾斜方向は解析できない

屈折法弾性波探査における解析が困難な事例(6)



異方性の強い岩盤の場合、割れ目に対する測定方向によって検出される速度値には差がある。
速度値 $= a > c > b$ の順で解析されてくる。

屈折法弾性波探査測定時の主なトラブルと対策

トラブル・原因	対策
受振器の設置不良	地盤にしっかり固定 ある程度掘って設置 急傾斜地等では接続部を固定 接続部を杭にのせる等
ケーブル類の接続不良	測定前のノイズモニタ等で状態を確認
断線やリーク	測定前のノイズモニタ等で状態を確認 雨天時の測定は避ける(リーク) ケーブルを木に掛ける 接続部をビニール等で覆う
発破の不発	発破母線、電気雷管の脚線の接続状態を確認 確認時には発破母線を発破器から外して末端を短絡
飛石	薬量を少なく。分散発破 発破作業前に警戒作業をする 防爆シートを使用する

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

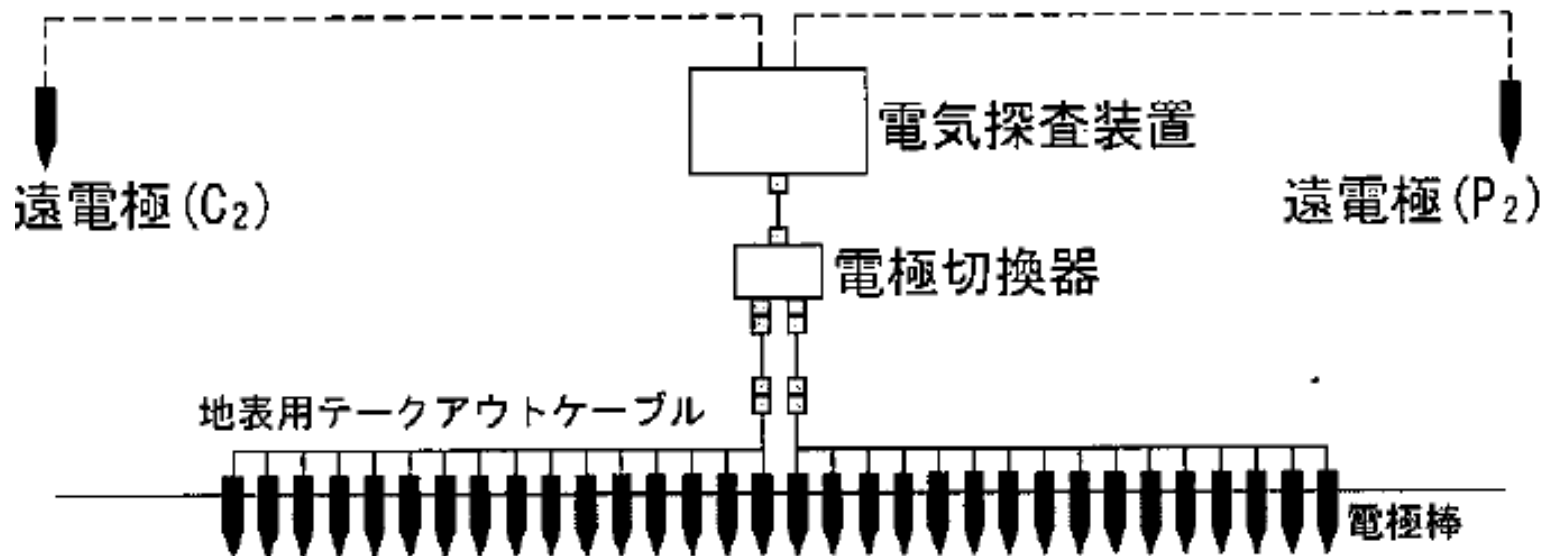
電気探査（比抵抗法二次元探査）の目的と概要

目的

- 地下の比抵抗分布を求めること

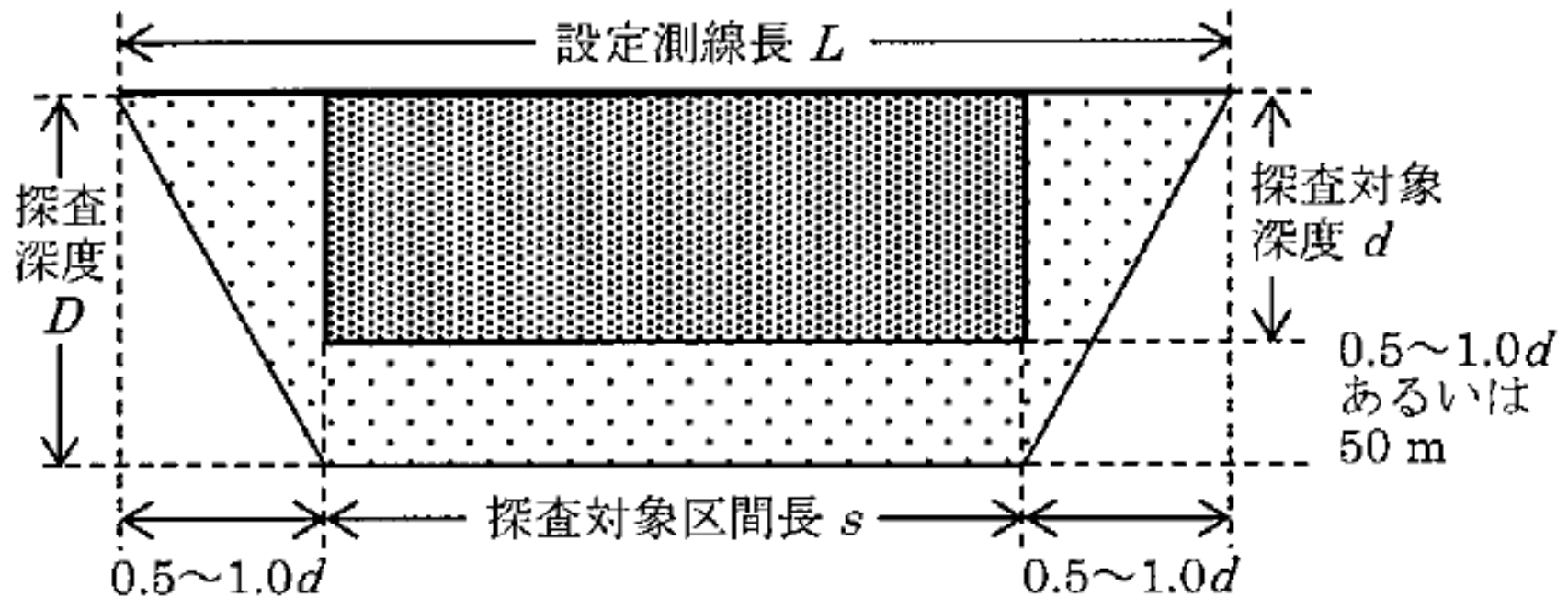
概要

- 地表に設置した電極から電気を流し、地下の電気的性質を把握する



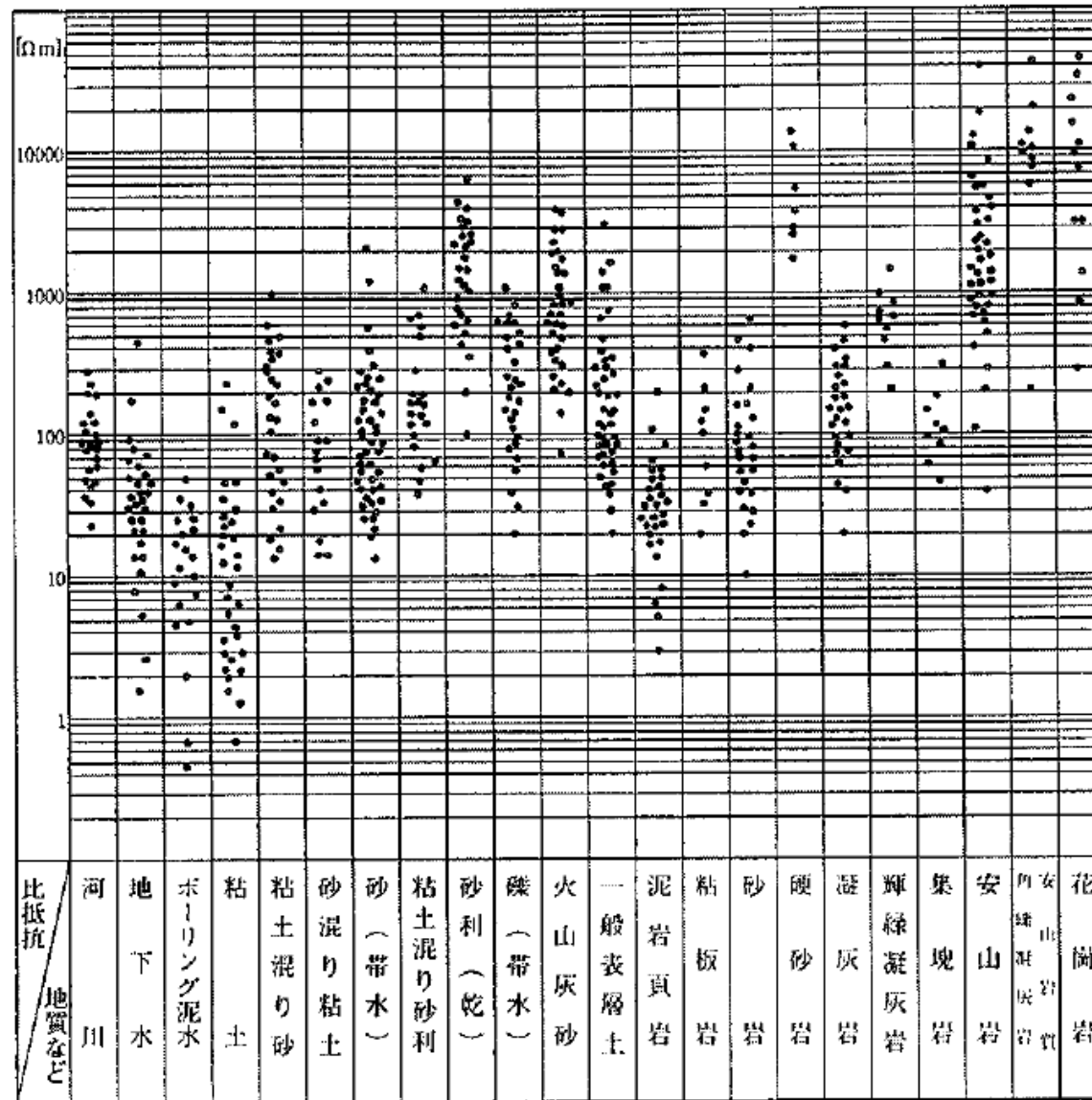
『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成・引用

測線長と探査領域の目安



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

代表的な地質・土質の比抵抗

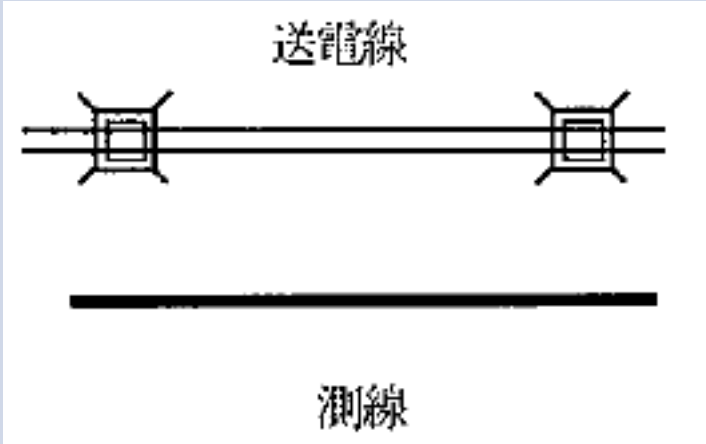
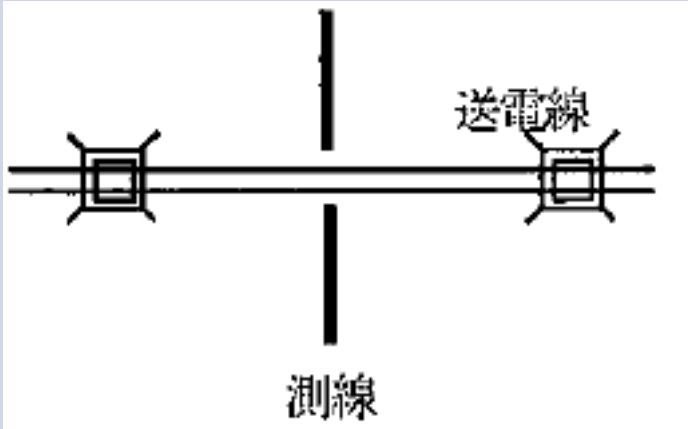


『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

地盤の状態と比抵抗変化の傾向

地盤の状態	地盤の比抵抗変化 低 ← → 高
間隙率(飽和状態) 水飽和度 粘土鉱物含有量 風化・変質の程度	大 ← → 小 多 ← → 少
地下水の比抵抗 間隙水の比抵抗	低 ← → 高
温度	高 ← → 低

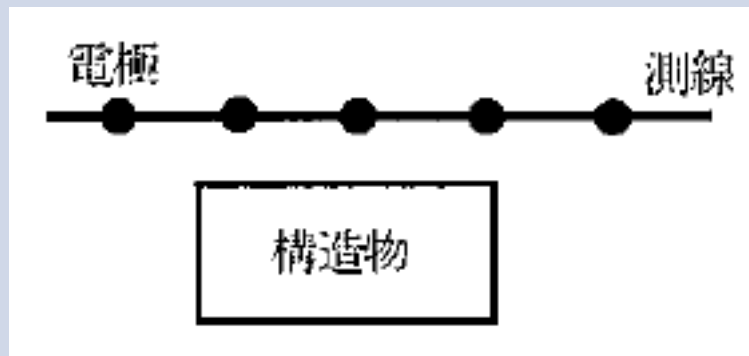
電気探査 障害物周辺での 測線、測点の設定と要領例(1)

避けたい	望ましい
	

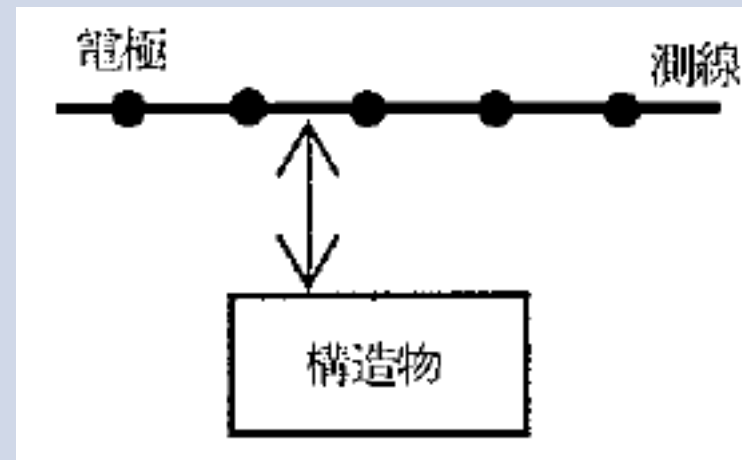
できるだけ送電線に直交させる
鉄塔を避ける

電気探査 障害物周辺での 測線、測点の設定と要領例(2)

避けたい



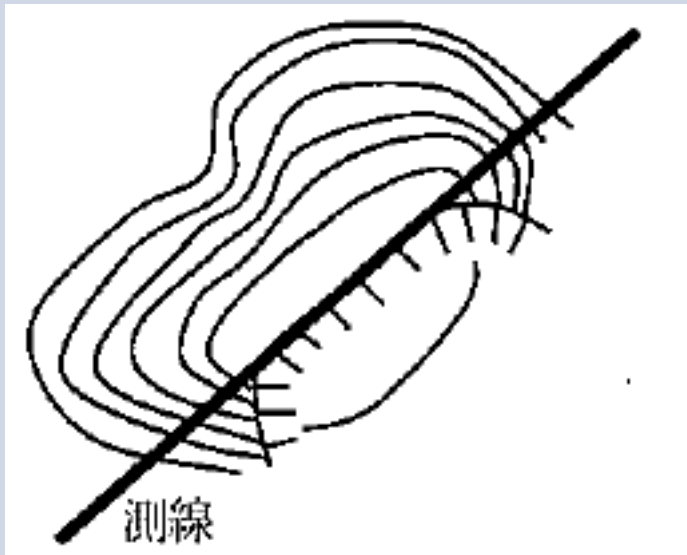
望ましい



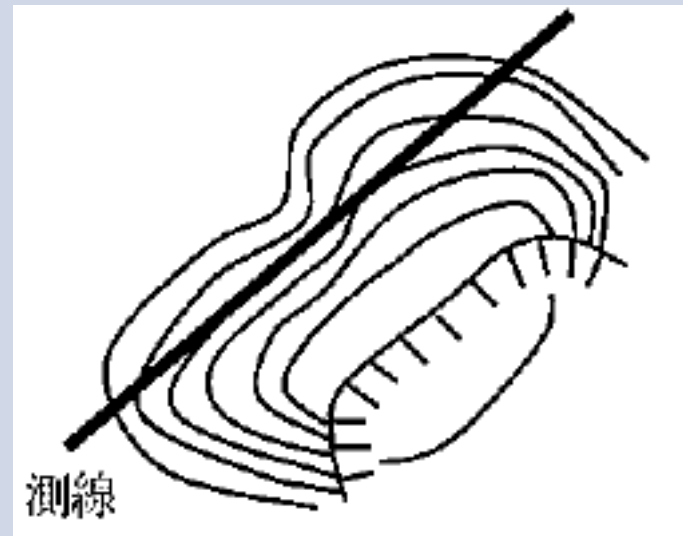
測線を、構造物から探査深度以上に離す

電気探査 障害物周辺での 測線、測点の設定と要領例(3)

避けたい



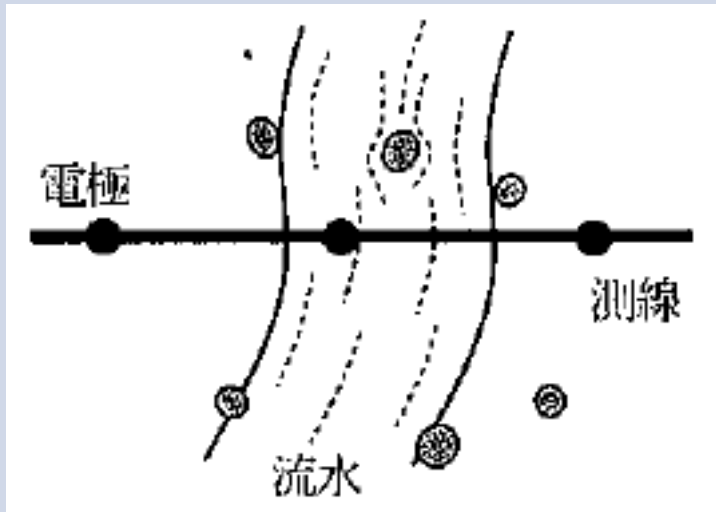
望ましい



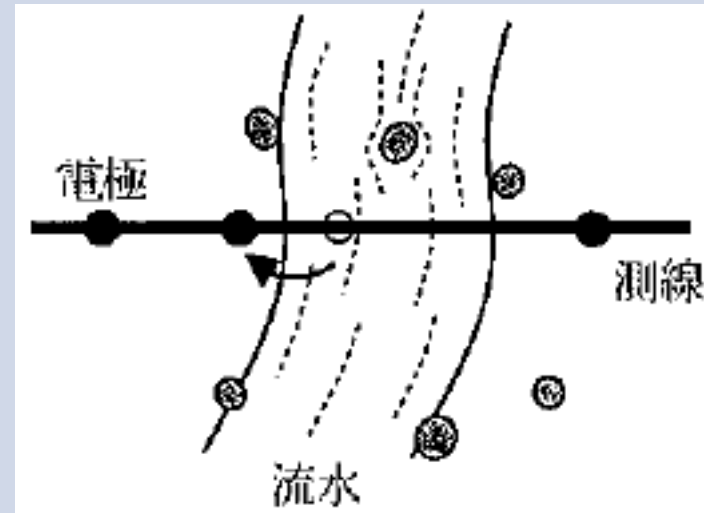
測線は、できるかぎり地形の急変部を避ける

電気探査 障害物周辺での 測線、測点の設定と要領例(4)

避けたい



望ましい



小川などの流水部に電極を設置することを避ける

電気探査 実施上の留意点

測定対象、目的を明確に

探査深度と調査地の比抵抗値を勘案して、測定装置を選択

電極を設置できない箇所(岩盤等)では粘土などを利用

電極間隔を小さくした場合には、電極の長さ、太さに留意

雨天時は測定中止(雨天時の測定はトラブルのもと)

荒天候時(雷等)は測定中止

測定データの品質チェックは現場で実施し、必要に応じて再測定

解析範囲は広くとる(測線・断面の端部の解釈には注意必要)

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

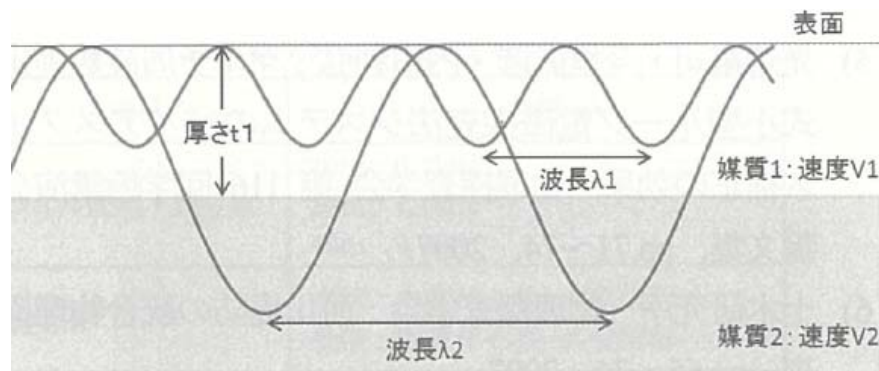
表面波探査の目的と概要

目的

- 表層地盤のS波速度構造を推定する

概要

- 地表付近を伝播する波動を観測し、表面波の分散曲線からS波速度構造を推定する。
- S波速度分布は、概略の土質構成や強度特性の推定に用いる。



表面波伝播のイメージ

表面波は波長に応じた深度内で運動しながら伝播していく。不均質な層状構造では、波長（周波数）によって伝播速度が異なる分散現象が起きる。

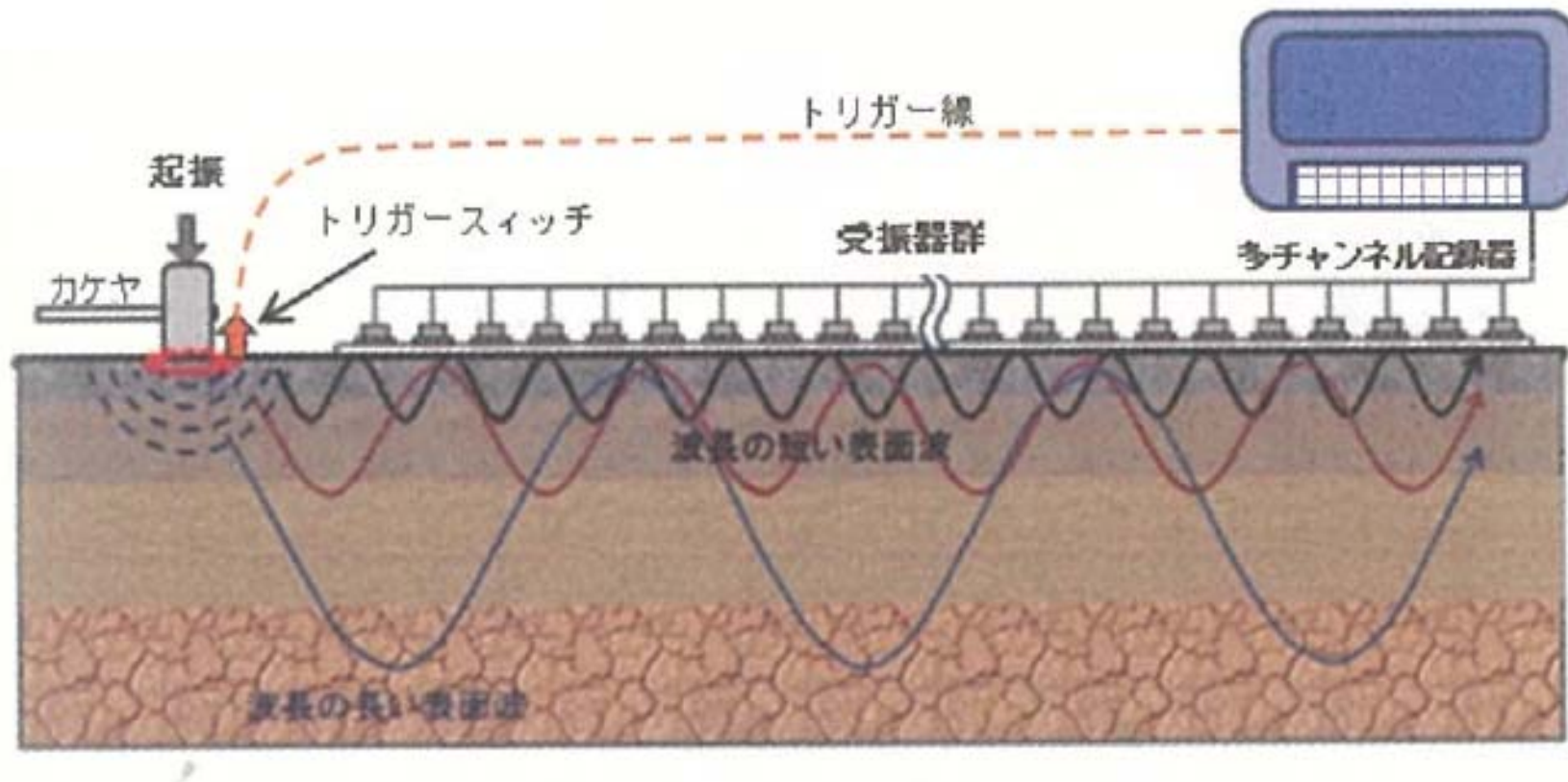
厚さ t_1 の媒質 1 内を伝わる波長 λ_1 の表面波は速度 V_1 で伝わるが、 t_1 よりも長い波長 λ_2 の表面波は、媒質 V_1 と媒質 V_2 の両方の速度の影響を受けながら伝わる。

主な表面波探査法の種類と特徴

大分類	能動的手法		受動的手法
探査手法の名称	2次元表面波探査	定常式表面波探査	微動アレイ探査
振源	カケヤ、重錘、 起振器等 測線上で起振	専用振源 (周波数制御) 測線上で起振	常時微動利用
受信器配置 ・数	直線配置 24個以上	直線配置 2個以上	アレイ配置 4個以上
対象深度	20～30m程度	20～30m程度	数m～数km 地震計固有周期・ アレイサイズによる
解析結果	疑似2次元 S波速度構造	1次元/1測線 S波速度構造	1次元/1アレイ S波速度構造

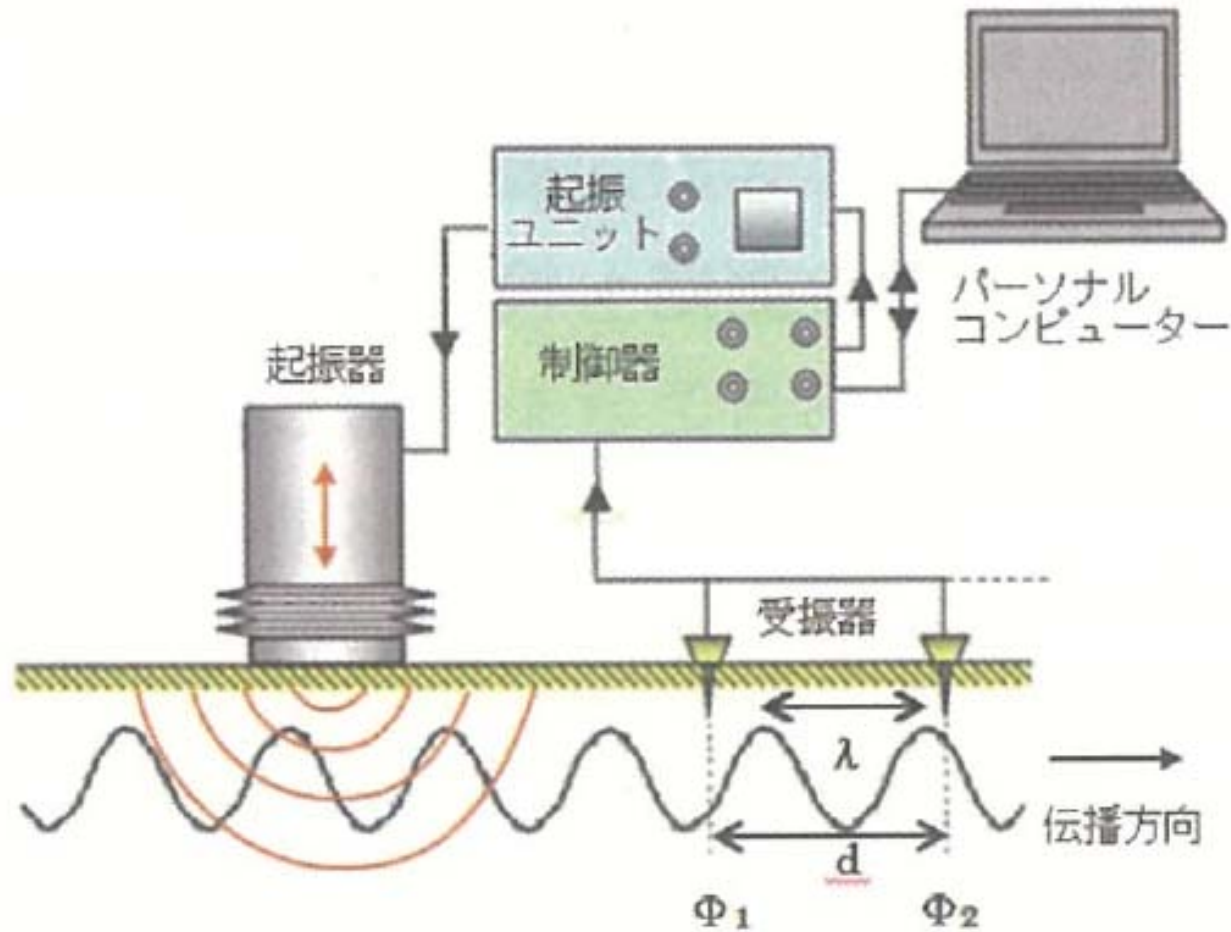
『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

2次元表面波探査イメージ



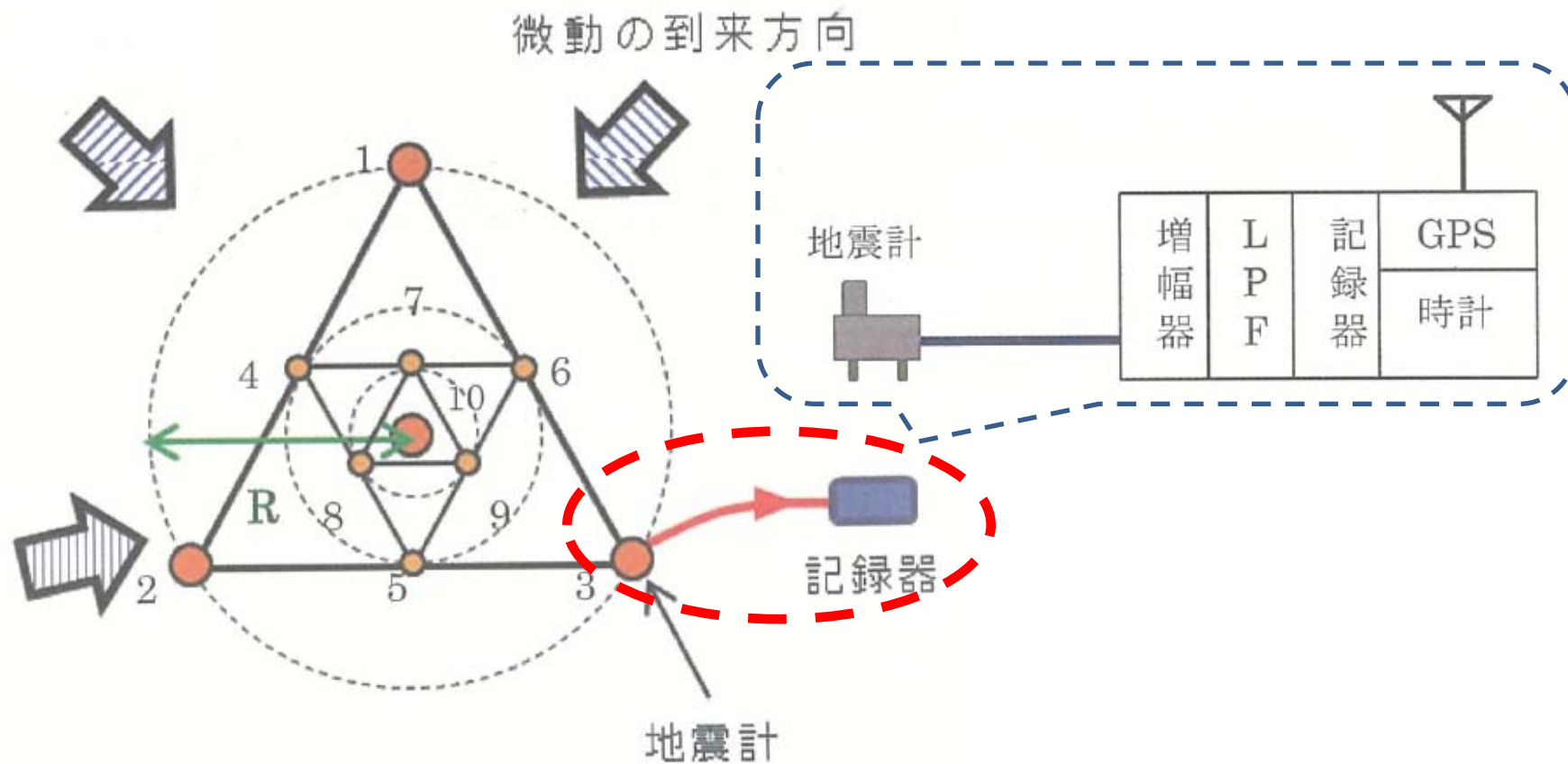
『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

定常式表面波探査イメージ



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

微動アレイ探査イメージ



典型的な3重同心円正三角アレイ
アレイの外側から微動が伝播する配置が望ましい。

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

表面波探査 実施上の主な留意点

計画段階

- 構造が急変する場所には向かない【1次元探査、2次元探査】
- 岩盤が浅い場合には向かない(表面波が発生し難いため)【能動的探査】
- 軟弱層が厚い場合には目的の深度まで把握できない場合あり(探査に使用する地震計の適用限界)【能動的探査】

実施段階

- 地震計の設置状況重要(浮かないように、他者に触られないように)
- ノイズ側に振源を配置▼交通ノイズ大きい場合には夜間作業を検討▼工事ノイズが大きい場合には工事業者と調整▼定常的にノイズが大きい場合には、起振方法を工夫したりスタッキングしたりする【能動的探査】
- アレイ内部に振動源がないように。地震計設置位置近傍には振動源がないように【微動探査】

解析段階

- 観測分散曲線と理論分散曲線の誤差が小さいものが最適モデルとは限らない
- 他の調査結果なども検討して総合的に説明できるモデルが良い など

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

ジオトモグラフィの概要

概要

- 地下の調査対象領域を取り囲むように測定して、調査対象領域内部の物性分布を可視化する手法

主な種類

- 弾性波トモグラフィ
- 音響透水トモグラフィ
- 比抵抗トモグラフィ
- 電磁気トモグラフィ
- 電磁波トモグラフィ

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

ジオトモグラフィの種類①

種別		概要	得られる物性値	測定ジオメトリ
弾性波	走時	弾性波の初動走時を用いる	弾性波速度	孔(坑)－孔(坑) 地表－孔(坑)
	振幅	弾性波の初動部分の振幅を用いる	減衰率	孔(坑)－孔(坑) 地表－孔(坑)
	屈折	屈折法弾性波探査で得られた初動走時を用いる	弾性波速度	地表－地表
	反射	反射法弾性波探査で得られた反射波の走時を用いる	弾性波速度	地表－地表
	表面波	表面波の位相速度または群速度を用いる	弾性波速度 (S波)	地表－地表
	回折	初動以降の波動の回折・散乱現象による散乱場が解析対象	弾性波速度	孔(坑)－孔(坑) 地表－孔(坑)
	フルウェーブ	弾性波の波形全体を用いる	弾性波速度 (P波、S波)、 密度、減衰率	孔(坑)－孔(坑) 地表－孔(坑)

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

ジオトモグラフィの種類②

種別		概要	得られる物性値	測定ジオメトリ
音響透水		高周波の音響波の初動走時、最大振幅を用いる	弾性波速度 減衰率 透水係数 間隙率	孔(坑)－孔(坑)
比抵抗	比抵抗	電流電極対から電流を流し、電位電極対で測定した電位差データを用いる	比抵抗	孔(坑)－孔(坑) 地表－孔(坑)
	IP	電流切断後の電位の減衰を用いる	比抵抗 充電率	孔(坑)－孔(坑) 地表－孔(坑)
電磁気		送信源より発生させた幅広い周波数帯域における磁場を、受信点で測定・使用する	比抵抗 帯磁率	孔(坑)－孔(坑) 地表－孔(坑)
電磁波		電磁波の初動走時や振幅を用いる	電磁波速度 減衰率	孔(坑)－孔(坑) 地表－孔(坑)

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

ジオトモグラフィ 実施上の留意点

共通的事項

- 調査目的、調査対象、既存資料を十分把握・検討、概略の地質構造・対象深度を想定
- 直交方向に地質構造の変化がないよう測線設定
- 現地測定前に現地踏査し、現地状況把握
- 孔内水の状況把握、ジャミングに注意、探査手法に応じた保孔対策実施
- ケーブル類、測定機器の保護、作業員の安全対策を実施、落雷注意、現地でデータバックアップ

弾性波トモグラフィ

- 騒音、振動状況把握した対策実施（測定時日、昼間/夜間など）
- 起振、受振座標等を正確に記録、機器パラメータ設定確認、気象状況によるノイズ注意（電氣的ノイズの混入、リーク）
- 現場で波動チェック

比抵抗トモグラフィ

- 電氣的ノイズ発生源把握、影響少ないような測線設定
- 遠電極・電線類の養生、結線チェック、接地抵抗下げる、気象状況によるノイズに注意（電氣的ノイズの混入、漏電）
- 現場で測定データの品質チェック

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

電気検層の目的と概要

目的

- 地層の厚さ、連続性、地層の対比
- 帯水層の検出、難透水性の判定等

概要

- ボーリング孔内の孔壁周辺における地層の電気比抵抗、自然電位を測定

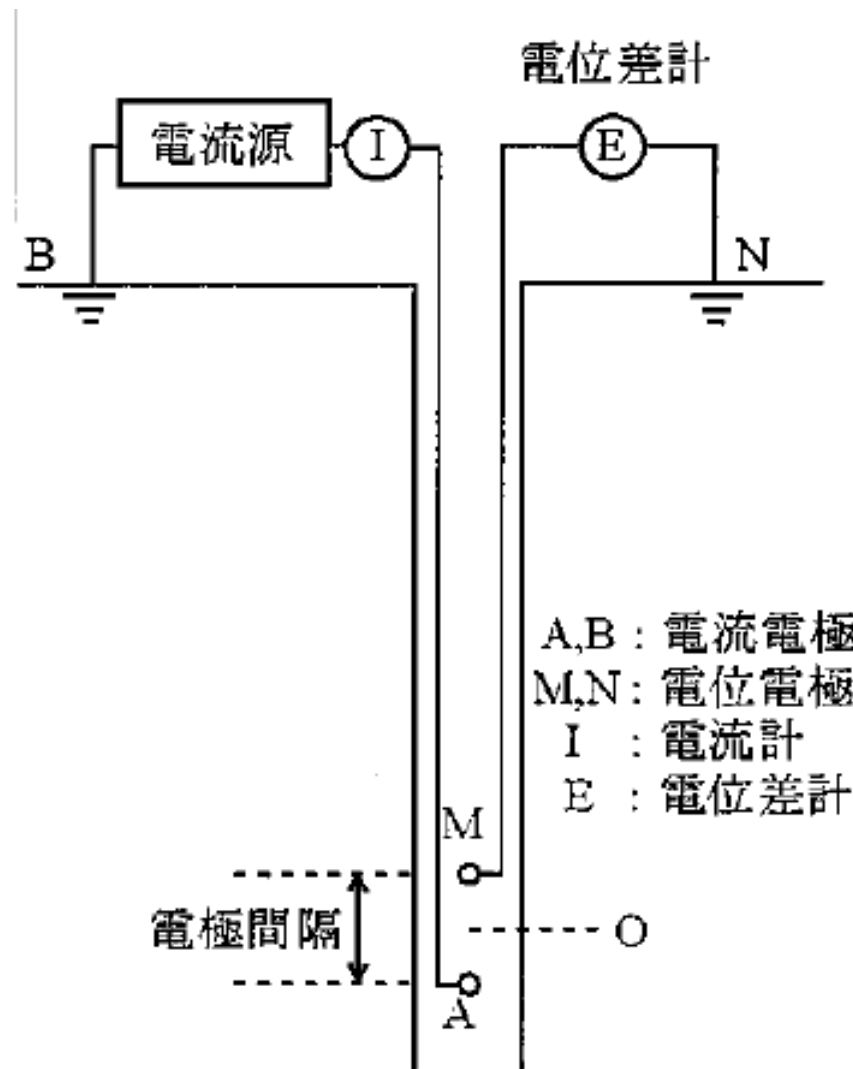
『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

比抵抗検層の種類

種別名	測定方法
ノルマル検層	●電流電極から矩形波電流を四方に流す ↓ ●近接の電位電極で電位差を測定する
ラテラル検層	●電流に指向性を持たせて流し込む方式 ●泥水比抵抗の低い泥水（例えば海水泥水等）の場合に有効
マイクロ検層	●ノルマル検層の電極間隔を極く短くし、電極をゴム製パッドに埋め込み、これを孔壁に圧着して測定する
マイクロラテラル検層	●ラテラル検層の電極間隔を極く短くし、マイクロ検層と同様の手法で測定する
インダクション検層	●電流電極に相当する発信コイルにより地層内に磁界を作る ↓ ●この磁界で発生する2次磁界が地層の比抵抗に応じて受信コイルに誘起する微小電流を測定する

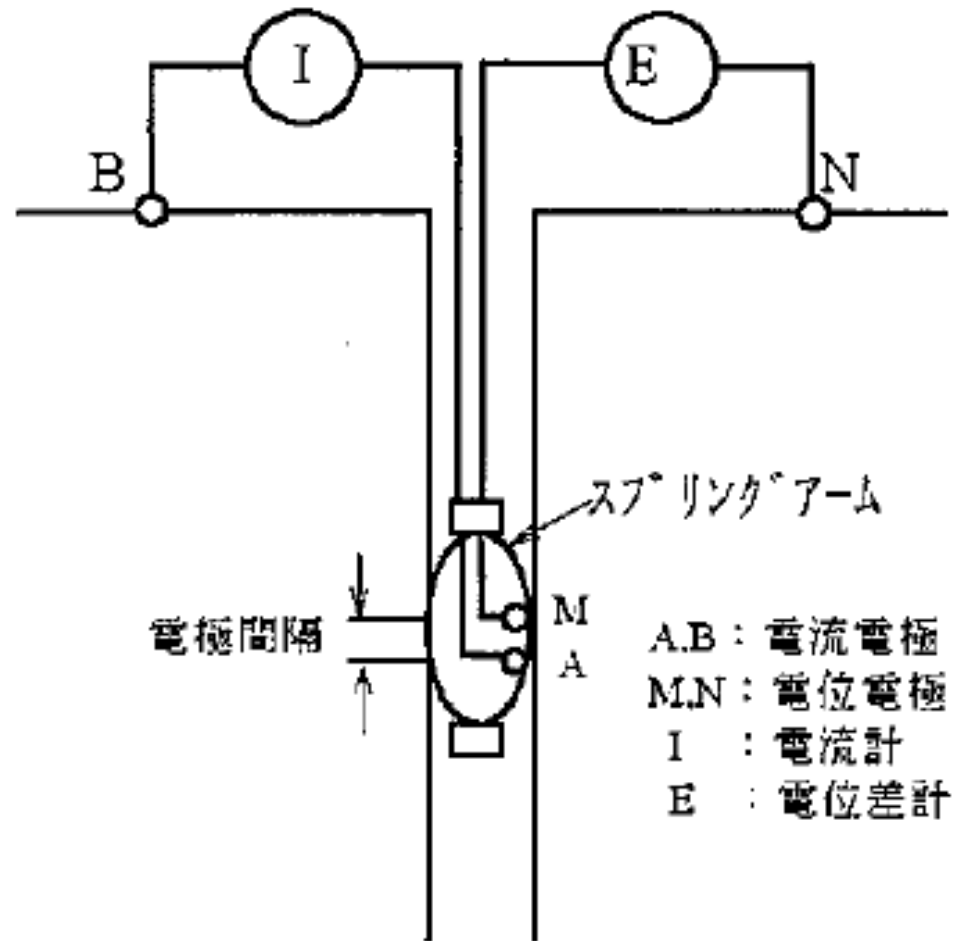
『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

ノルマル電気検層のイメージ



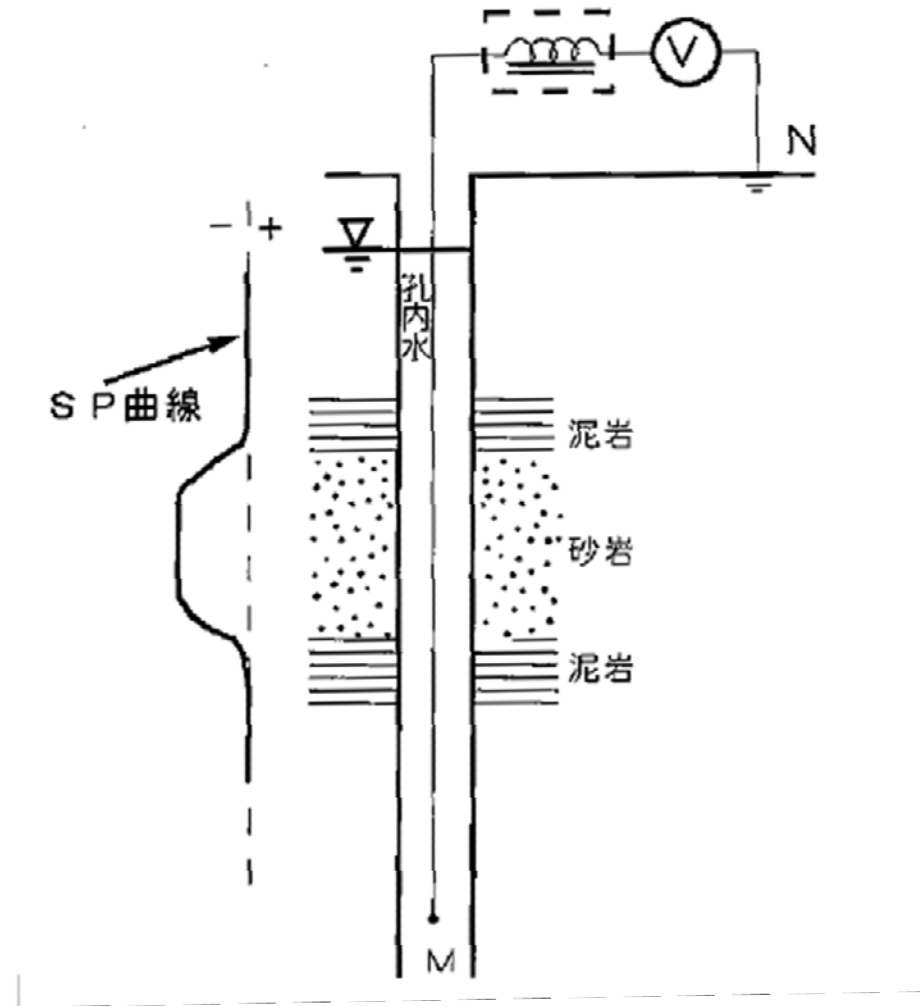
『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

マイクロ電気検層のイメージ



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

自然電位検層のイメージ



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

電気検層実施時の留意事項

測定関係

- 地表の電流電極、電位電極は最大電極間隔の20倍以上を孔口からそれぞれ反対方向に離して設置
- 地表の電位電極は、電気機器の近辺、高圧送電線の下方、水の流れている場所などを避ける
- ジャミング防止のため、プローブの孔底着底時間を極力短縮する

その他

- プローブ、ケーブルヘッド等は使用後に清掃する
- プローブ、ケーブルヘッドの電氣的絶縁度を確認しておく
- 出来るだけ直射日光に当てない など

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

速度検層・PS検層の目的と概要

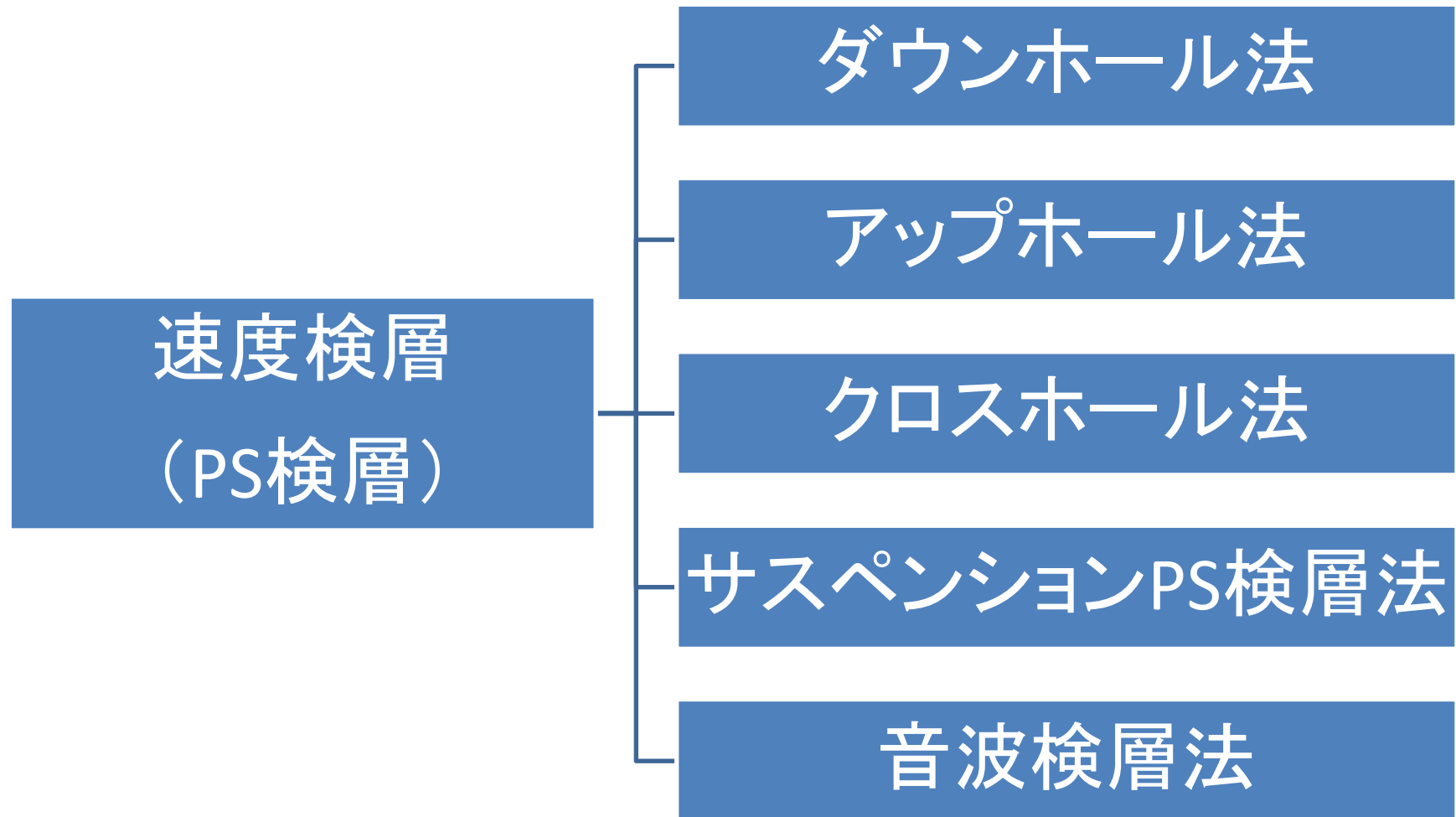
目的

- 地震時の建物建造物応答の把握、地盤評価

概要

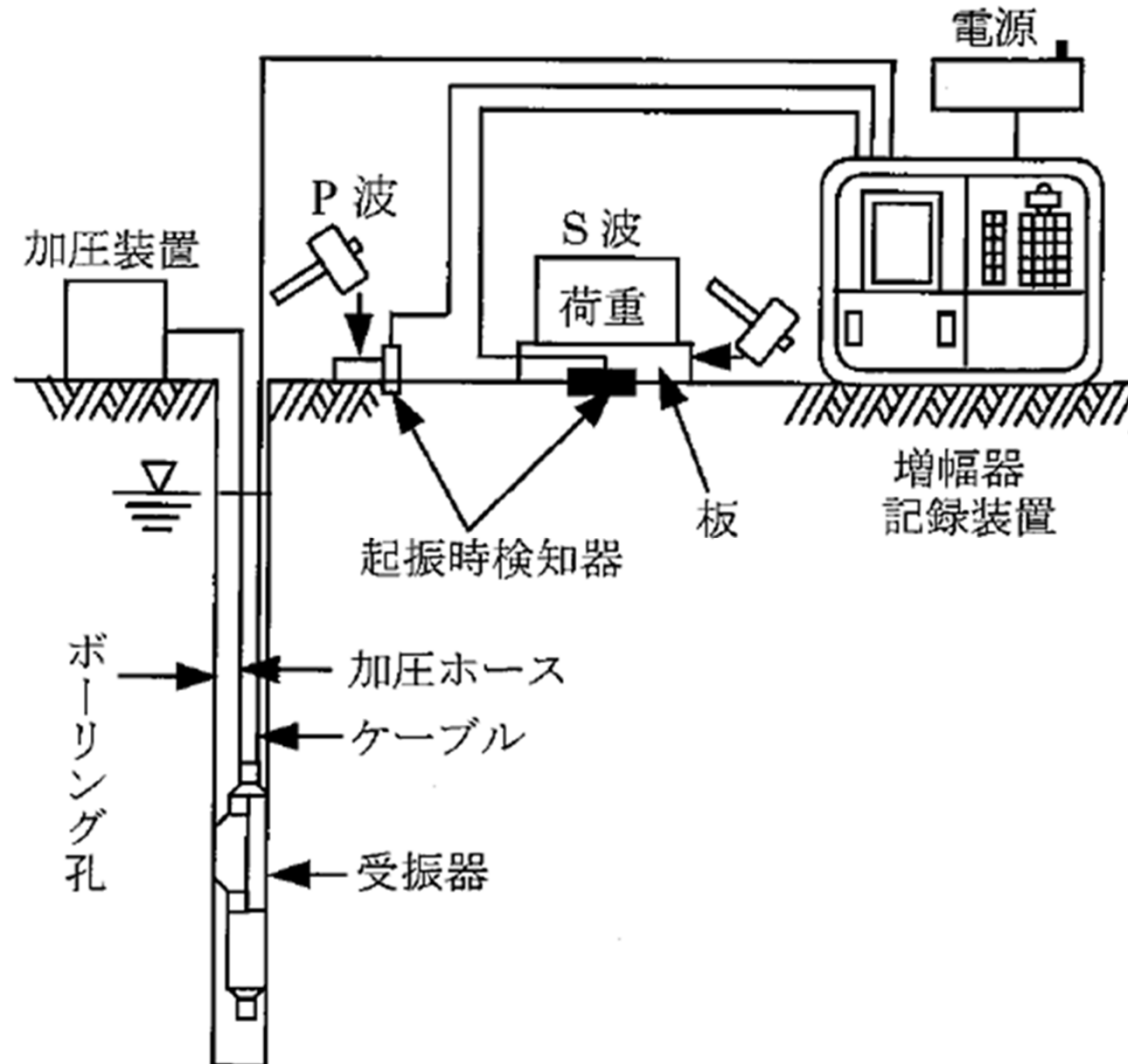
- ボーリング孔を利用して、弾性波が地中を伝播する速度を求める

速度検層・PS検層の種類



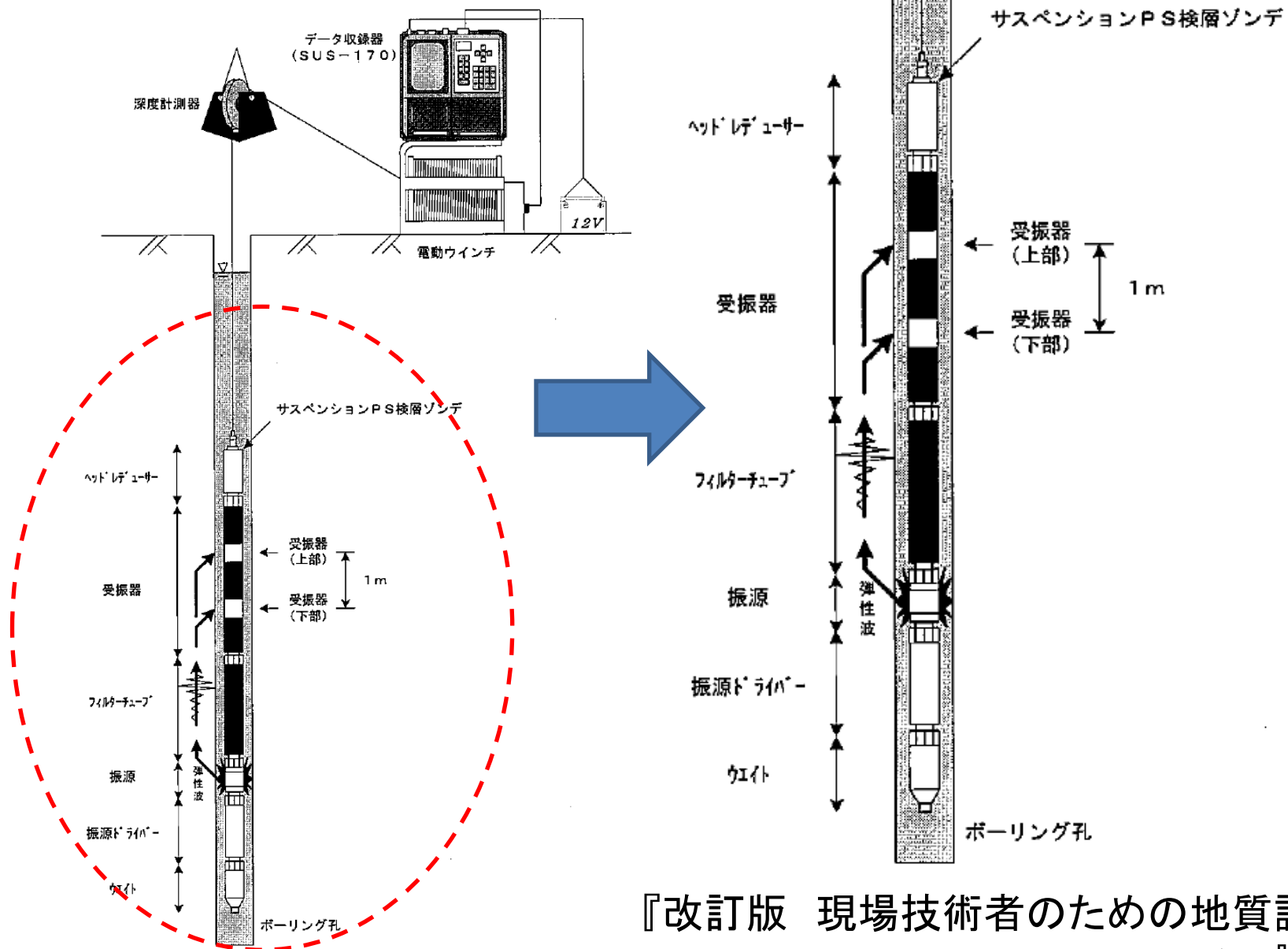
『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

PS検層のイメージ



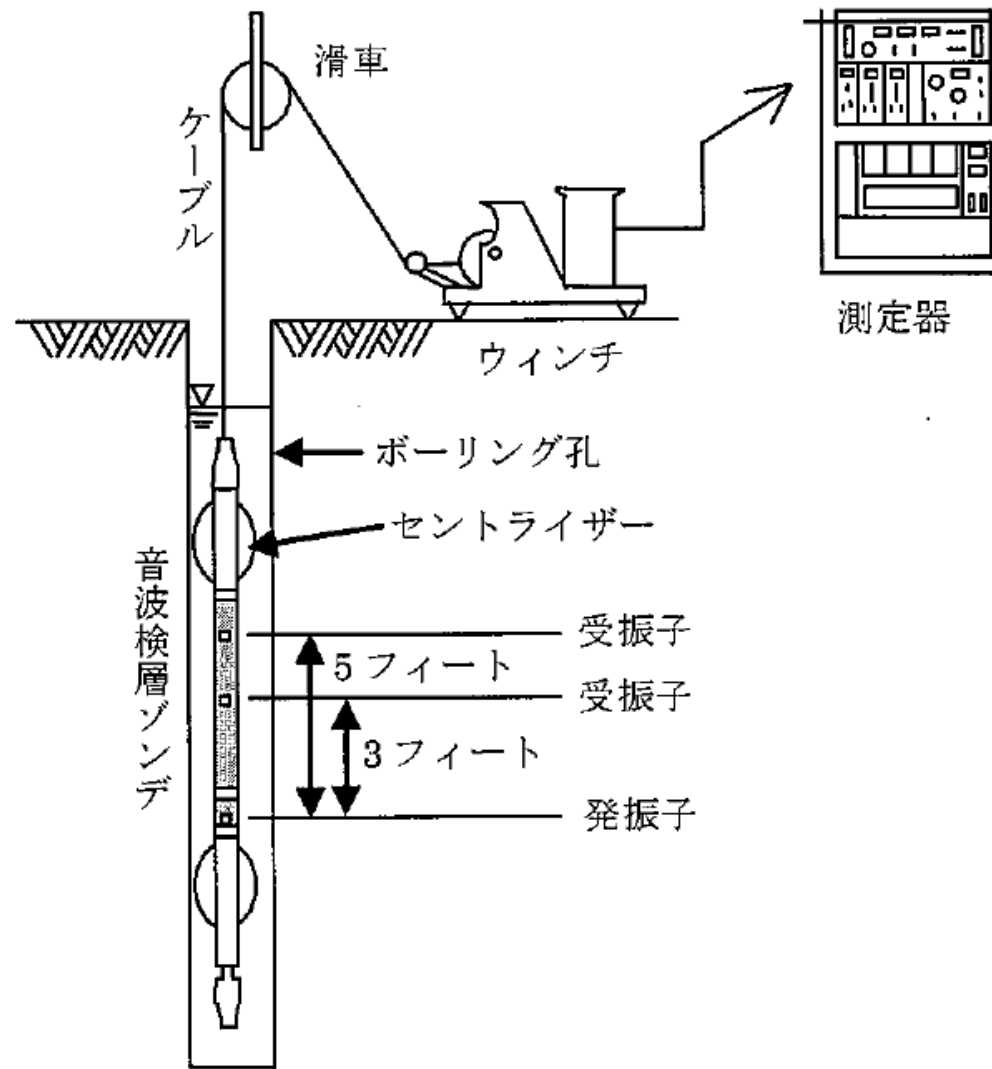
『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

サスペンションPS検層のイメージ



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術
マニュアル』より引用

音波検層のイメージ



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

速度検層・PS検層の測定上の注意事項

ジャミング

- 孔内状況確認、不安があれば孔内洗浄
- プロブを長時間、孔内に存置しない
- プロブの昇降はゆっくりと

パッカー破損(PS検層)

- 孔壁拡大している箇所で、無理に圧着しない(圧着深度移動)
- 移動の際には、十分に収縮させる

波形不良(PS検層)

- 振源の位置変える、荷重を増やす、振源板と地盤を密着させる(S波振源)
- プロブの孔壁への固着確認

リーク、切断(サスペンションPS検層)

- プロブ、ネジ部、Oリング、フィルターチューブを手入れする
- プロブのケーブルヘッドを使用後常に清掃する

明瞭な波形が取得できない(サスペンションPS検層)

- ゲイン調整、スタッキングなどを行う(特に軟弱地盤)

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

密度検層の目的と概要

目的

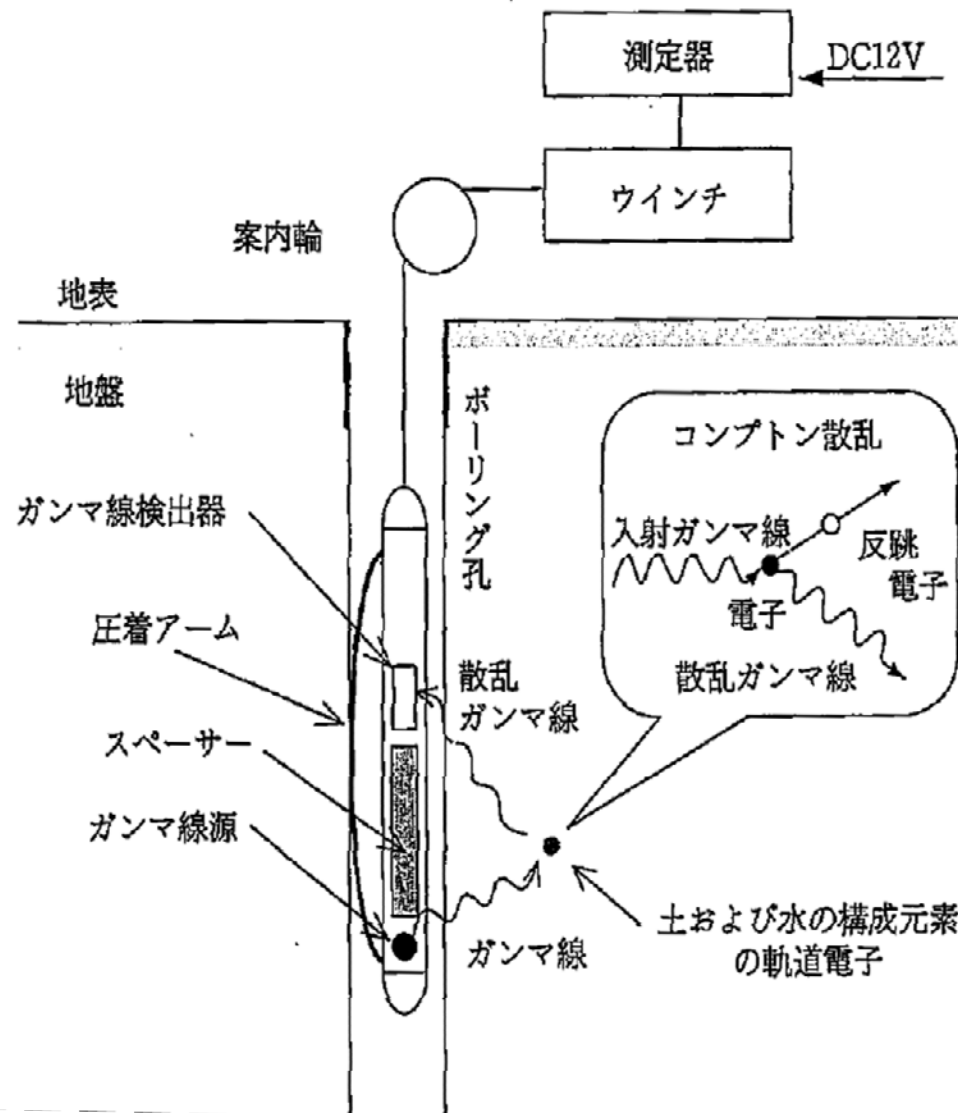
- 地山密度の把握

概要

- ガンマ線の散乱強度が物質の密度と関係があることを利用するもの。人口ガンマ線の放射線源を装着したプローブを孔内に挿入し、放射能を測定する

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

密度検層のイメージ



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

密度検層 実施上の留意点

孔内状況の把握

- ロッドを孔底まで降下させ十分に泥水循環
- 孔内のスライムの除去、押出し箇所の確認

ケーシングの挿入

- 孔壁崩壊が懸念される場合に挿入

プローブの気密性

- ネジの締め付けを確実に。Oリング部分にはシリコングリスを塗布

線源の保安

- 「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律」等の関係法令遵守
- 線源の取扱いは短時間で行う。
- 線源をできるだけ遠ざける
- 使用が終了した線源は速やかに廃棄

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

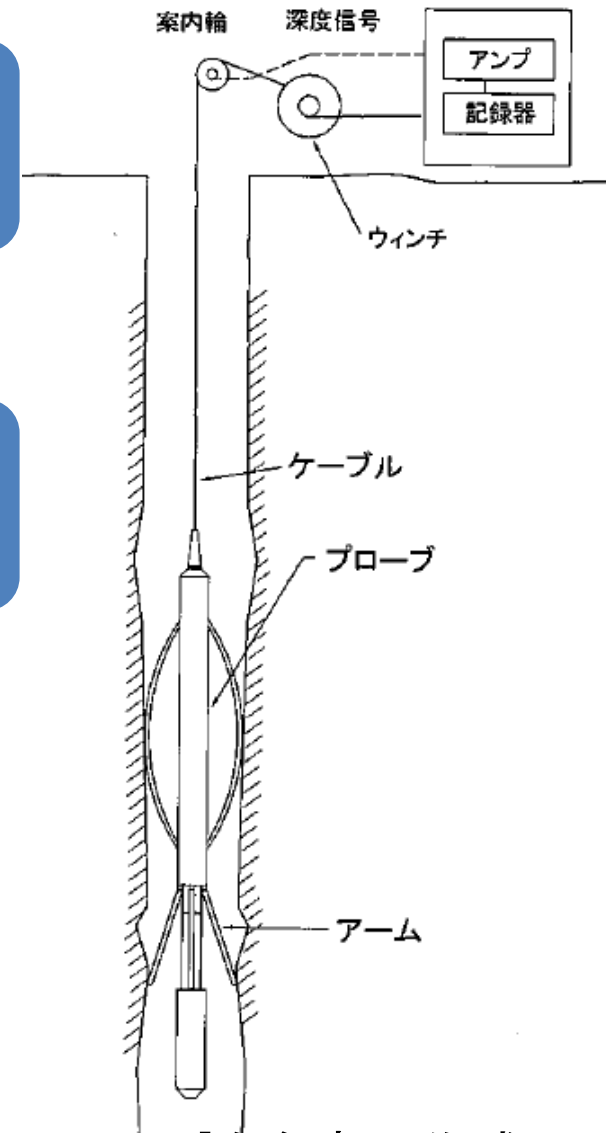
キャリパー検層の目的と概要

目的

- ボーリング孔の孔径の把握

概要

- ボーリング孔内にプローブを挿入して、孔壁変化を深度方向に連続的に把握する



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成・引用

キャリパー検層 実施上の留意事項

測定値が掘削孔径に対して著しく小さい

- 引っかかり原因の異物の除去、アームスプリングの交換、スライム排除

測定値のふらつき

- 電気量変換部故障、絶縁不良により外部電場のノイズを拾っている可能性あり

ある周期をもった孔径変化が現れる

- ウインチスリップスプリングの接触不良発生の可能性あり

測定値が変化しない、測定値が単調に変化する

- アームが開放していない、アームが徐々に開放している、孔径が測定範囲を越えている

孔内水以深で異常な信号が入る

- リークの可能性あり。プローブ、ケーブルヘッド、ケーブルの絶縁不良をチェック

自然放射能検層の目的と概要

目的

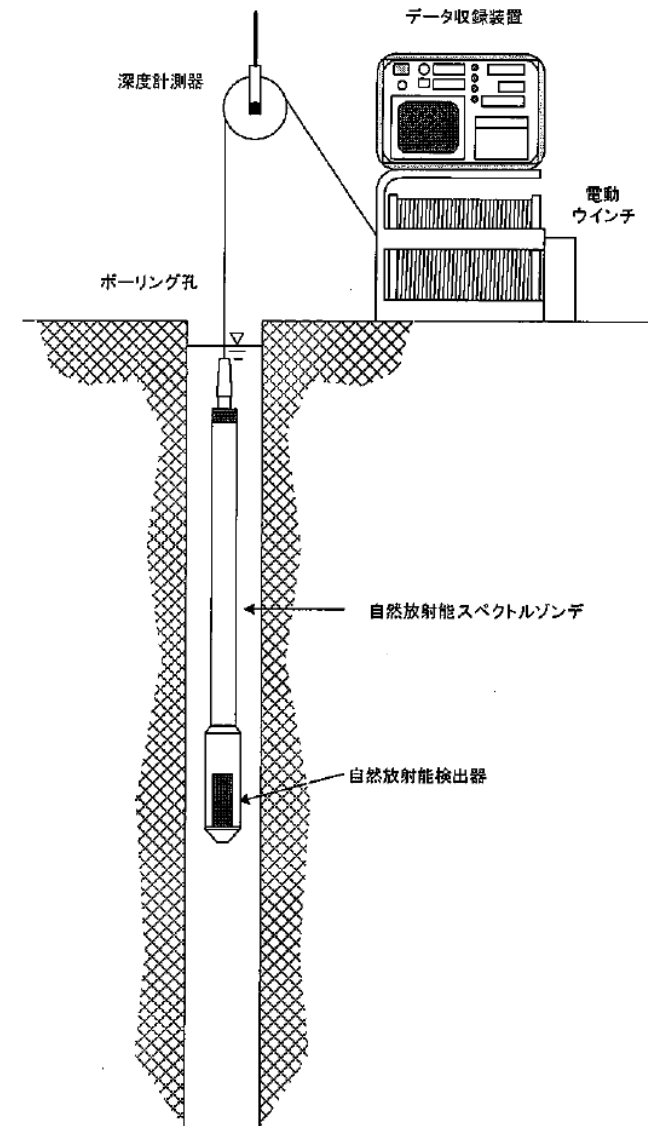
- 砂層と粘土層あるいは砂岩、石灰岩と泥岩、頁岩の識別
- ウラン、トリウム鉱床探査、温泉調査

概要

- 地盤から自然に発生する γ 線を測定する

実施上の注意点

- プローブの中にある放射線センサー(光電子増倍管)のガラス部分は割れやすいので、運搬や取扱いに注意
- 抑留事故(ジャミング)に注意



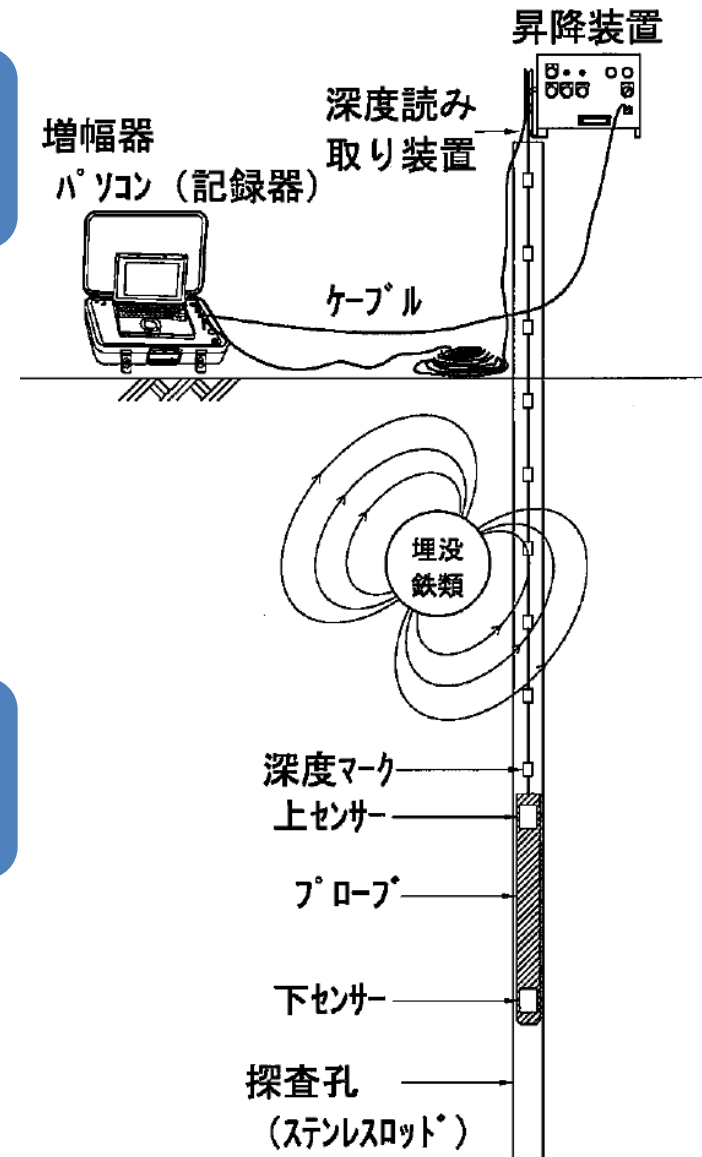
磁気検層の目的と概要

目的

- 地盤状態の推定
- 埋没鉄類(杭、埋設管、不発弾など)の存在状況の把握

概要

- ボーリング孔内における磁場の強さや傾度を測定する



磁気検層 実施上の留意事項

磁気異常が検知されない

- 磁気検層で磁気異常を検知できる距離は通常1～2m程度⇒事前に対象物の位置を吟味
- 杭の場合、下端部で顕著な異常を生じ、中間部で異常が弱い場合、探査深度が足りないことにより検知できないことあり⇒削孔深度を掘り増して再度探査

所定の深度が確保できない場合あり

- 孔底の地盤が緩い砂地盤の場合、削孔後に砂が巻き上がることが原因⇒あらかじめ深めに削孔

ノイズの少ない良好な記録を取得する

- 日々の探査機器のメンテナンスをしっかりと
- 探査孔の口径が大きい場合、動揺ノイズが生じる可能性あり⇒プローブにセンタライザをつけて動揺をノイズを抑える
- 車道上、鉄道近傍では漏洩電流による磁気ノイズ(時間的に変動する磁気ノイズ)が生じる可能性あり⇒ノイズが生じない時間帯に測定する、複数回の測定を実施し、ノイズの少ない記録を取得する

対象物の以外の磁性体がある場合あり

- 事前の埋没鉄類がないことを確認しておく
- 複数孔の探査を実施して、それらの記録を比較検討する
- 対象物になるべく近づく
- 場合によっては、孔曲りを測定し、それを考慮した解析結果を算出する

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

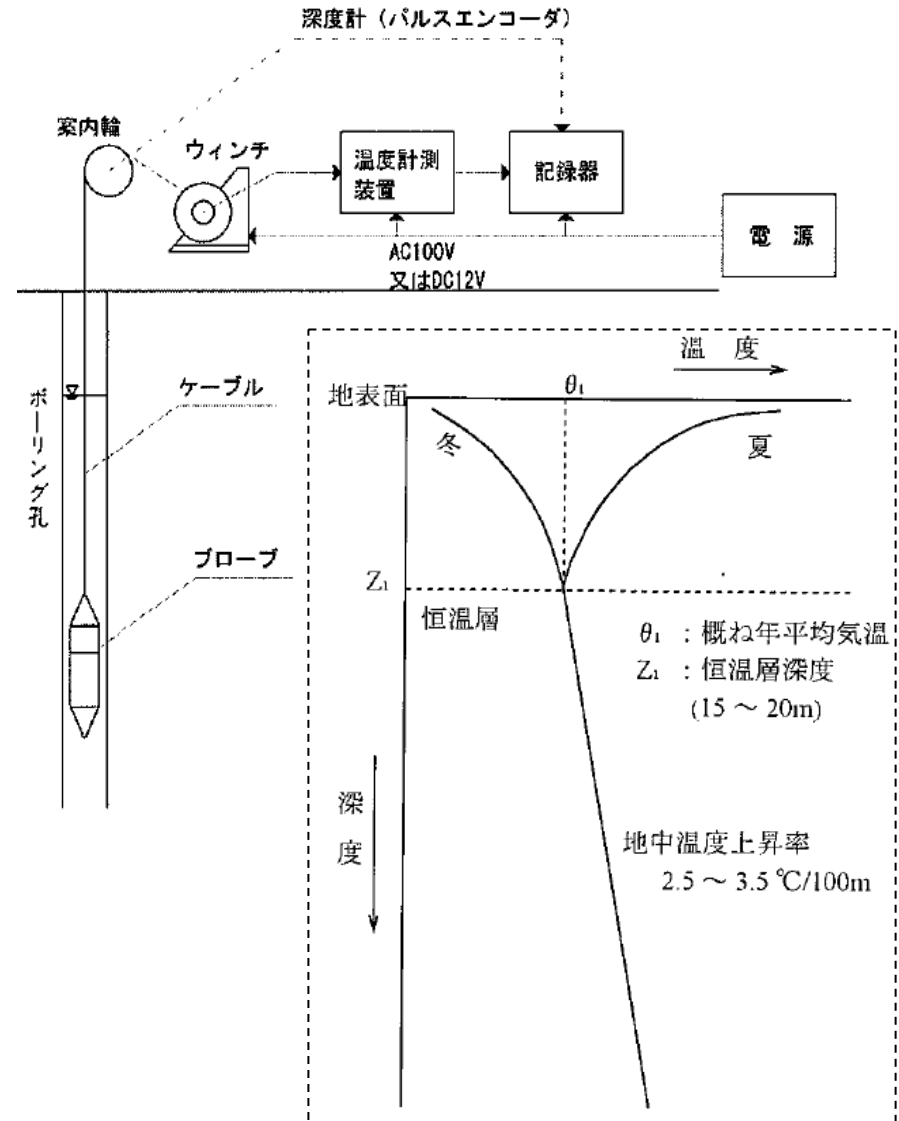
温度検層の目的と概要

目的

- 地下の熱的、水理的構造をボーリング孔内の温度分布という熱情報の観点から解明する

概要

- ボーリング孔にプローブを挿入し、孔内水温を測定する
- 目的によって、孔内水の静止状態(回復状態を見る)、注水状態(温度勾配の変化を見る)、自噴中と静止状態を測定する場合あり



温度検層 実施上の注意事項

サーミスタ型素子の場合、端子間の高絶縁が要求される

- コネクターの水漏れに注意

センサー、ケーブルを変えるときは・・・

- 自身で調整またはメーカーに調整依頼する

現場において調整が狂った場合は・・・

- 色々な水温で測定し、校正曲線を作成する

測定終了後は・・・

- 器材の洗浄、清掃を必ず行い、感受部の泥詰まりを取り除く

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

常時微動測定の目的と概要

目的

- 地盤種別の判定、マイクロゾーニング、地盤増幅測特性の推定など

概要

- 地表、ボーリング孔内などで、常時微動(地盤の微小な振動)を測定する

注意事項

- 風が強い時は、長周期の振動が卓越する恐れあり⇒測定を避ける
- 降水時の測定は避ける
- 地表面が凍っている場合は、短周期の振動が卓越し易い
- 近くに人工的振動ノイズがあるよう場所は避ける
- モニター記録を常時チェックし、特殊な振動を測定しないように注意する
- 人や車などの人工雑振動の影響を避けるため、深夜に測定を行い
- ノイズ源が工場の機械であれば、その休止時間を狙って測定する
- 誘導電流の心配がある高圧線の近くは避ける

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

スウェーデン式サウンディングの目的と概要

目的

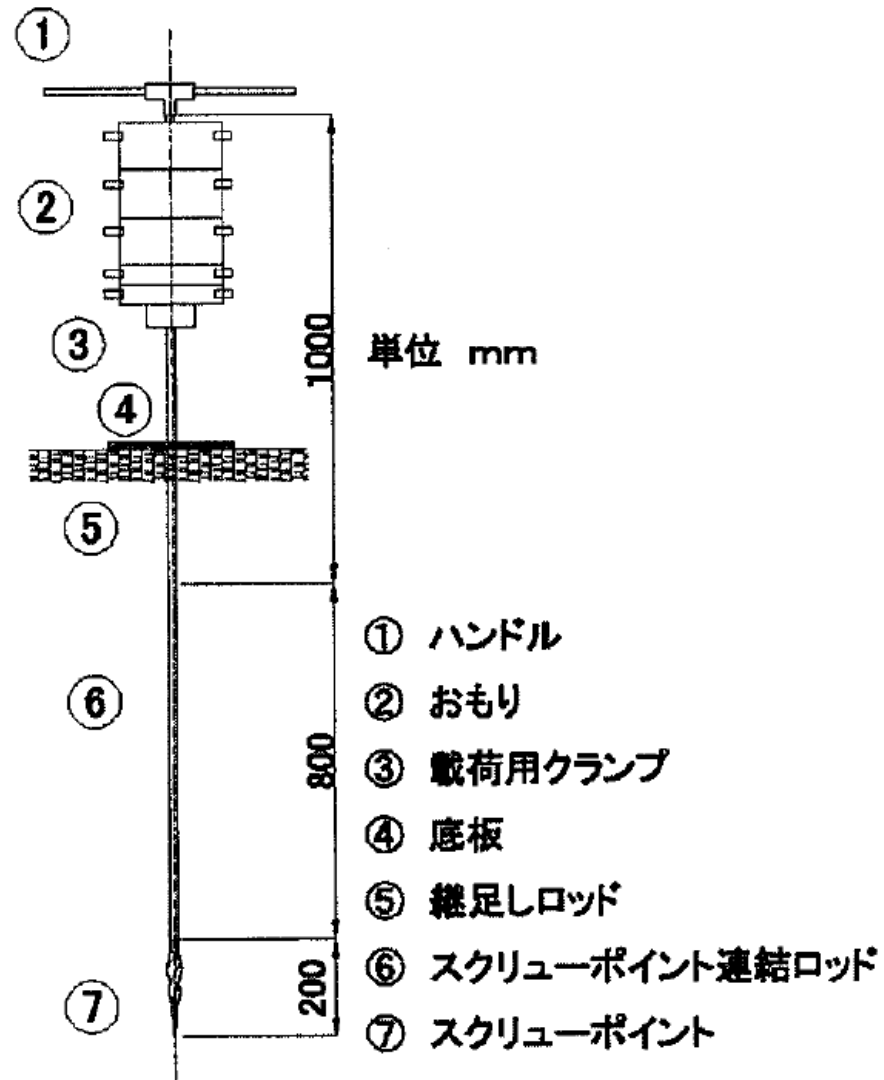
- 土の硬軟、締まり具合の判定
- 土層構成の把握

概要

- 荷重による貫入と回転による貫入を併用した原位置試験
- 土の静的貫入抵抗を測定する

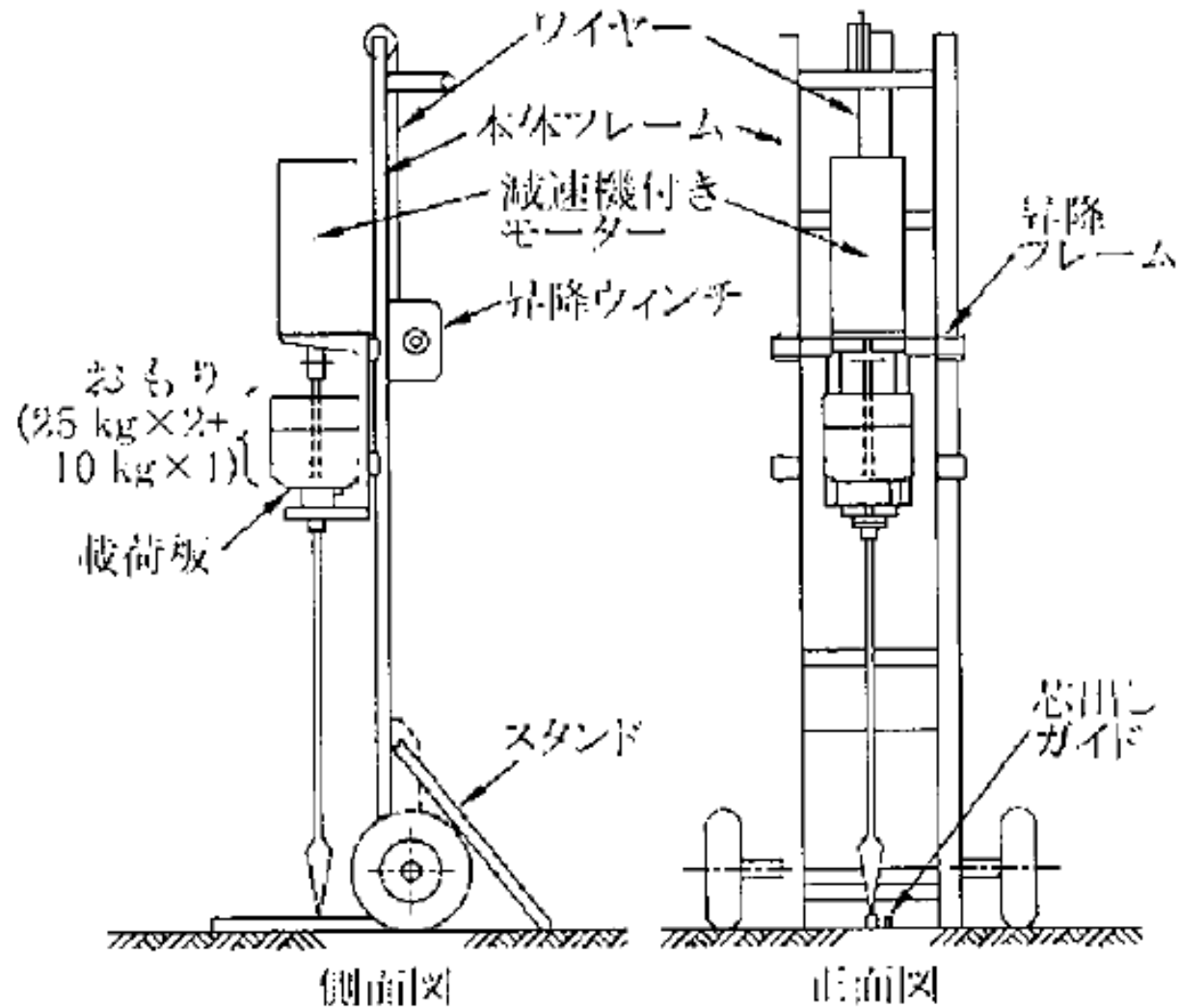
『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

スウェーデン式サウンディング 測定イメージ(手動)



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

スウェーデン式サウンディング 測定イメージ(自動)



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

スウェーデン式サウンディングの留意事項

適用地盤

- 深さ10m程度の軟弱地盤向き
- 密な砂層地層、礫層、玉石層、固結地盤には不向き

スクリーポイントが、砂や砂礫層に咬んでしまって抜けない場合

- ハンドルを右に回して引き抜く
- 三又とチェーンブロックを用いる
- 数回、おもりなどで下方に打撃し、一度押し込んでから引き抜く
- ロッドをハンマーなどで打撃し、スクリーポイントに振動を与えて、引き抜く
- クランプなどでロッドを固定し、油圧ジャッキにより引き抜く

スクリーポイントを地中に置いてきてしまった場合

- 1～1.5m程度の深さの場合にはスコップ等で掘り下げて回収
- 深度が大きい場合には、油圧シャベルを用いて開削して回収
- 深度が大きい場合には、ボーリング機械のコアチューブや回収ツールを用いて回収

無理な調査は行わない

日頃の整備により摩耗・破損した器具の使用は控える

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

機械式コーン貫入試験の目的と概要

目的

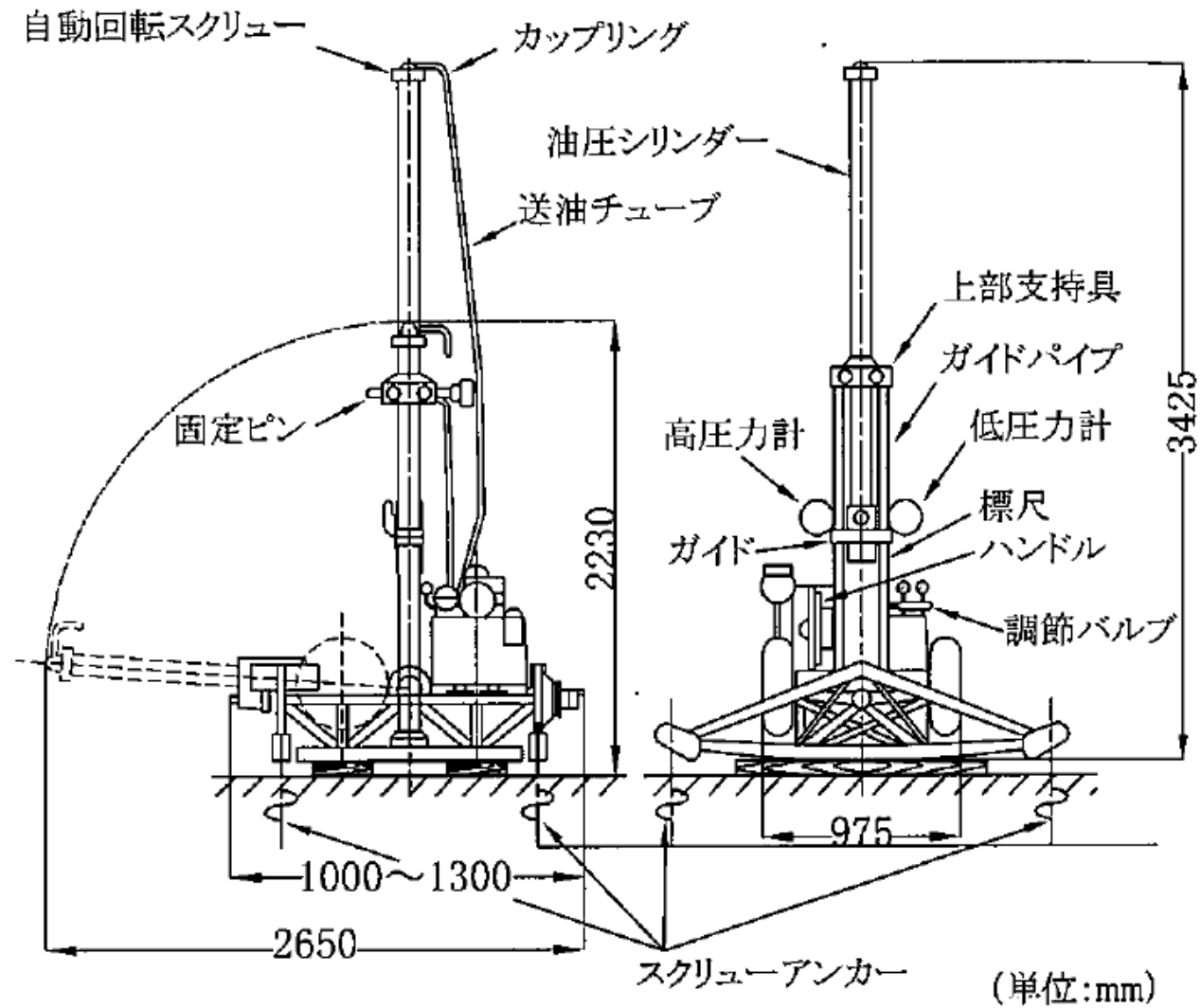
- 原位置における土の種類、地盤構成、地盤定数の推定

概要

- 地盤中にアンカー若しくは試験機の自重により反力を得て、貫入先端を静的かつ連続的に圧入して貫入抵抗を測定する
- ボーリング、標準貫入試験などによる先行調査の補完調査、精密調査にも利用

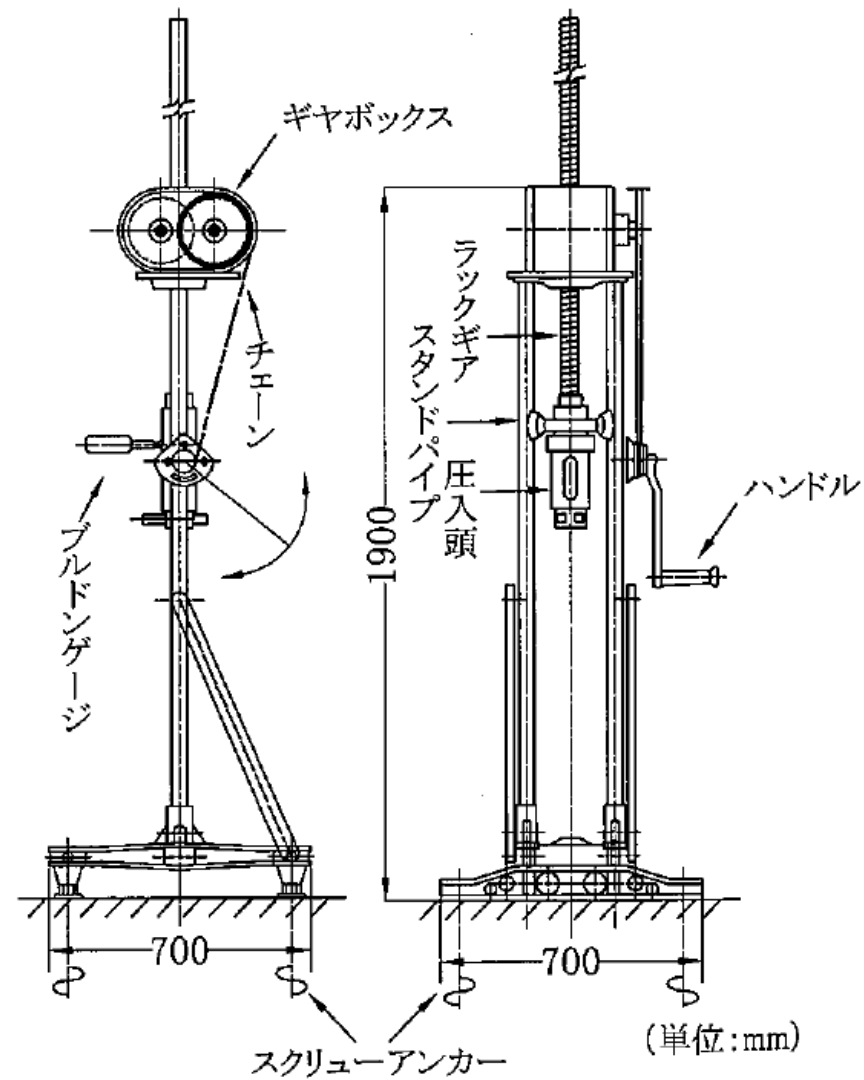
『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

機械式コーン貫入試験 測定イメージ(100kN型)



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

機械式コーン貫入試験 測定イメージ(20kN型)



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

機械式コーン貫入試験の留意事項

直接的な土層の確認はできない、極めて密な砂層、砂礫層、玉石層などには不向き

搬出入時に機械に手足を挟まれる

- 無理な移動計画を立てない

qc 値が同様な傾向の地層は区分できない

- 直接的に土を観察（ハンドオーガーボーリングなど）

測定装置の整備不良により、正確な計測値が得られない

- 貫入先端・ロッドは摩耗しにくく、錆びにくい材料を用いる
- 貫入先端は調査1回ごとに分解掃除する、深度計・圧力計は、定期的に点検、校正する

ロッドの湾曲により、計測値が過大となる

- 測定前に不良なロッドを省く。力装置はぐらつきがないように再調整し、装置の平坦性を保つ

計測中に装置が浮き上がる

- 十分な反力が得られないことが原因。再設置または仮設を含めて調査法、試験装置の再検討を行う

ロッドの引き抜きが困難

- 終了後は速やかに引き抜く

ロッドの本数誤り

- 確実な記録、試験者の相互確認により、正確な把握に努める

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

ポータブルコーン貫入試験の目的と概要

目的

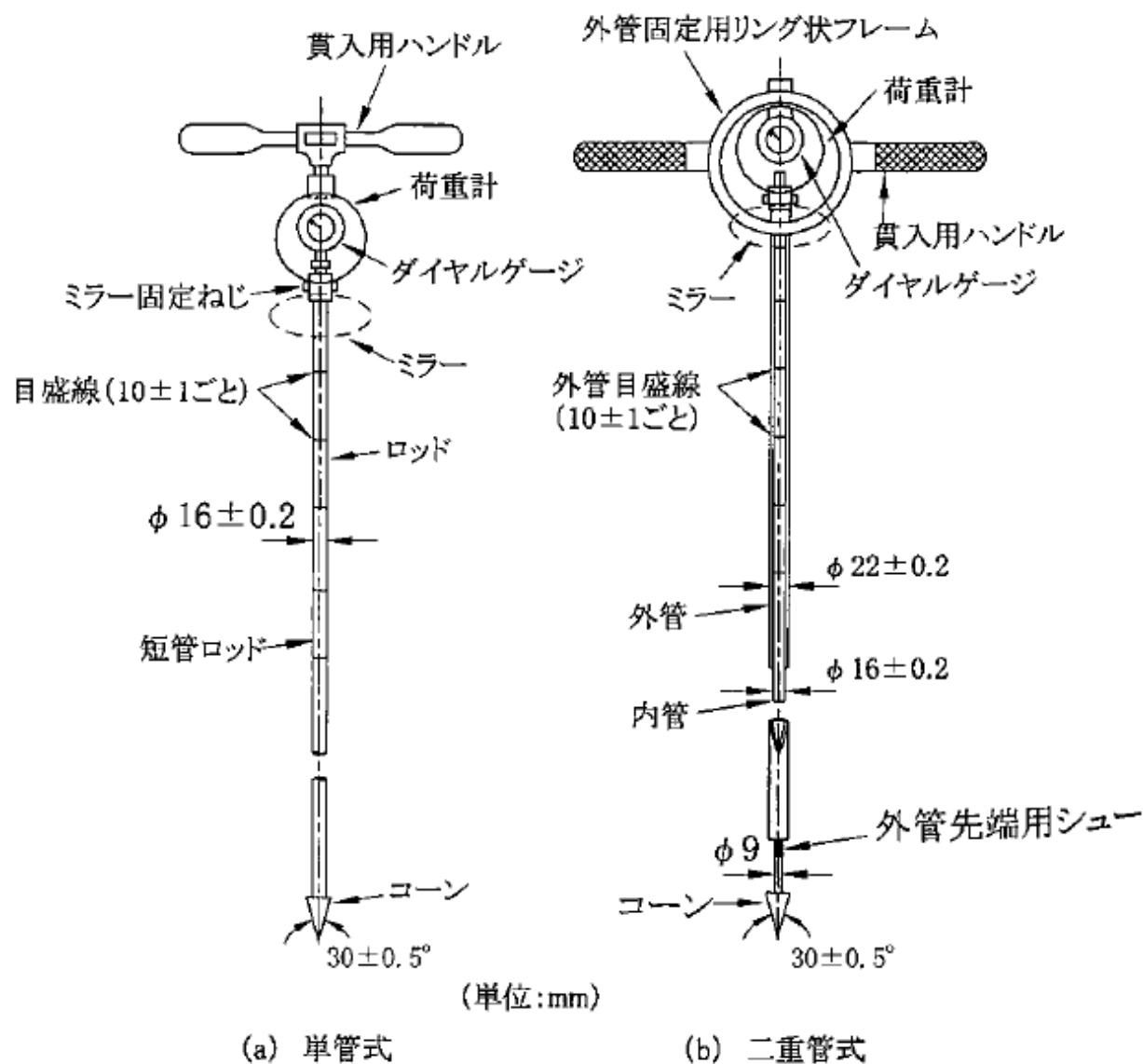
- コーン貫入抵抗から、深さ方向の硬軟、軟弱層の地盤構成や厚さ、粘性土の粘着力などを簡便かつ迅速の推定

概要

- 粘性土や腐植土などの軟弱地盤委人力で静的コーンを貫入させ、コーン貫入抵抗を求める
- 貫入深さは、3～5mが限界（単管式）
- これ以上の深さの場合には、二重管式を用いる場合がある

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

ポータブルコーン貫入試験 測定イメージ



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

ポータブルコーン貫入試験 適用範囲の目安

適用地盤	軟弱な粘性土・腐植土 (軟弱地盤の目安: N 値 < 4程度)
適用深さ	単管式: 3~5m程度 二重管式: 10m程度
連続性	通常断続測定: 10cm毎
測定値	コーン貫入抵抗 q_c
測定値からの推定量	土の硬軟、土層構造、せん断強さ
備考	・非常に軽量で携行性・作業性に優れている ・対象は軟弱地盤に限定(貫入が人力のため)

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

ポータブルコーン貫入試験 トラブルと対策

試験機携行時に転倒

- 移動ルートを確認する、安易な計画準備としない

整備不良などにより、正確な計測値が得られない

- コーン・ロッドには、摩耗しにくく、錆びにくい材料を用いる ▼コーンの取替は、径の約3%（径28.6mmに対して摩耗量1mm弱） ▼荷重計は定期的に点検・校正する ▼コーン・ロッドのネジ部などはこまめに清掃する

ロッドの湾曲により、計測値が過大になる

- 測定中は、常にロッドの直線性を保持する ▼測定前に不良ロッドを省く ▼内管が外管中を滑らかに動かないロッドは使用しない（二重管式の場合）

コーンの貫入速度が早くなり過ぎ、計測値が過大になる

- 1cm/sが標準 ▼1～2.5cm/sの範囲では測定値に及ぼす影響は少ない ▼感覚に頼らず、ストップウォッチなどにより適宜調整する

ロッドの本数を誤り、測定深さが不明となる

- 確実な記録、試験者の相互確認に努める

貫入が困難な状況に遭遇し、2人がかりで押し込み、正確な計測値が得られない

- 原則、コーン貫入担当1人、記録担当1人の2名体制で行う ▼2人がかりでの無理な押し込みは避ける ▼調査地点を小移動して再貫入してみる ▼それでも貫入不能の場合には他の調査手法を検討する

測定終了後、ロッドの引き抜きが困難になる

- 終了後は速やかに引き抜く

土性が異なる複数の地層（腐植土と粘性土等）の堆積が想定されるが、 q_c 値が同様な傾向のため、区分ができない

- ハンドオーガーなどにより直接的に土を観察する

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

動的円錐貫入試験 目的と概要

目的

- 貫入量と打撃回数から地盤の硬軟、締まり具合を調べる

概要

- 貫入先端(ドライブポイント)をつけたロッドを三又などの支持装置を使って地盤に直立させ、順次、ロッドを継ぎ足しながらハンマーの打撃で打込んでいく試験
- 種々の形式のものあり

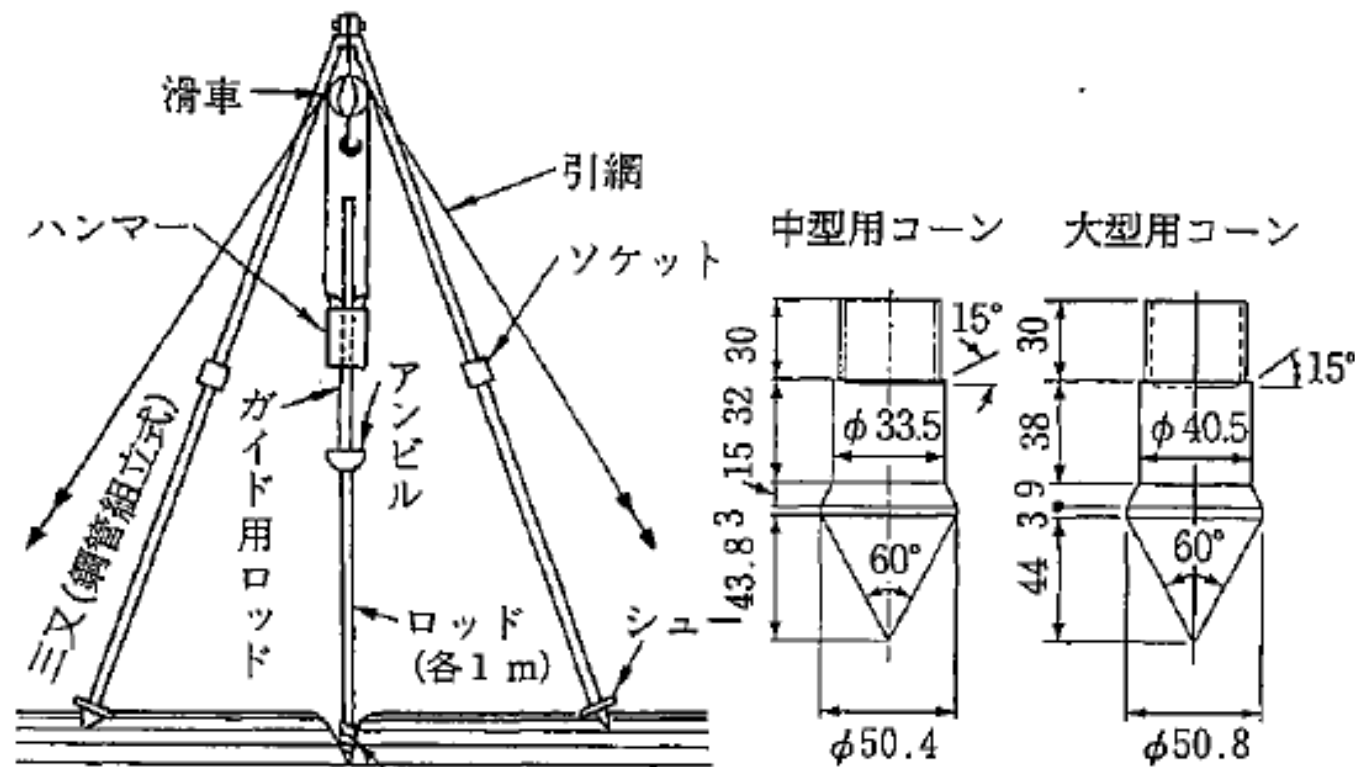
『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

動的貫入試験の主な種類

試験名	貫入長さ (mm)	打撃数 の記号	適用深さの 目安(m)	適用性
鉄研式大型動的コーン貫入試験	300	N_d	15	標準貫入試験の補助に利用
〃 中型 〃	100	$N_{d35/10}$	10	〃
オートマチックラムサウンディング	200	N_d	30	〃
ミニラムサウンディング	200	N_d	20	〃 宅地地盤の調査に利用
液状化ポテンシャルサウンディング	—	—	—	液状化強度の把握に有効
ポータブル動的コーン貫入試験	5-10	q_d	5	急傾斜地に有効 締固め地盤の評価に有効
動的回転式サウンディング試験	250	N_d	20	湖水上や狭い場所の調査に有効
簡易動的コーン貫入試験	100	N_d	3	急傾斜地に有効

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

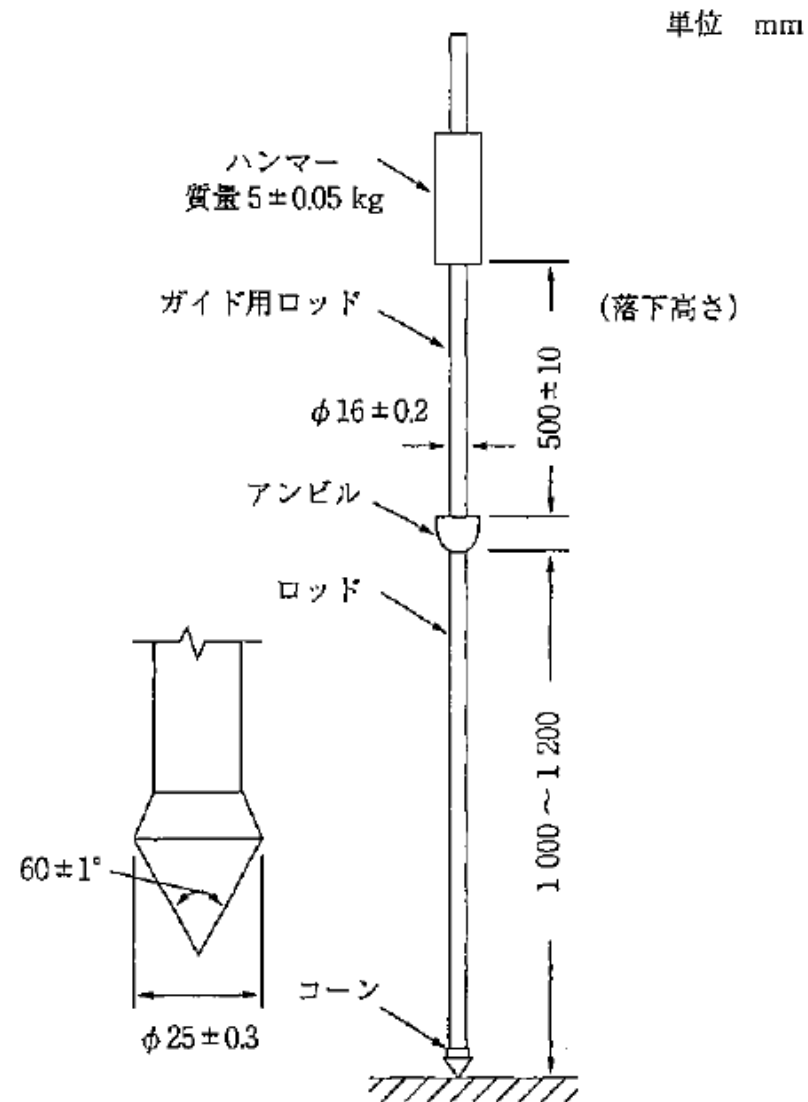
鉄研式大型動的コーン貫入試験 測定イメージ



形式	ロッド径 (mm)	ハンマー 質量(kg)	落下高 (mm)	貫入量 (mm)	回数記号
大型	40.5	63.5	750	300	N_d
中型	33.5	30	350	100	$N_{d35/10}$

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

簡易動的コーン貫入試験 測定イメージ



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

簡易動的コーン貫入試験 注意事項

試験機

- 測定時にはロッドの鉛直性を保つ
- 斜面上での実施の場合、ロッドが傾斜しがち
- 傾斜状態で貫入すると、ロッドは曲がり易く、抜けなくなることあり
- 礫に当たった場合や適用深度以上に貫入すると、ロッドを曲げるなどの破損原因になる

安全作業の確保

- 指をけがする事故が多い
- 急斜面の狭隘場所での滑落、落石に注意
- 調査地、特に急傾斜地は事前に斜面の状態を確認
- 浮石などがある場合には、調査地点をずらすか、浮石を取り除く
- 調査員はお互いの役割を明確にし、合図を徹底
- 常に作業がし易い状態にロッドを継ぎ足しながら試験する
- 調査地点の足場は平坦に地面を均し、足を取られないようにする

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

電気式コーン貫入試験（多成分コーン貫入試験）

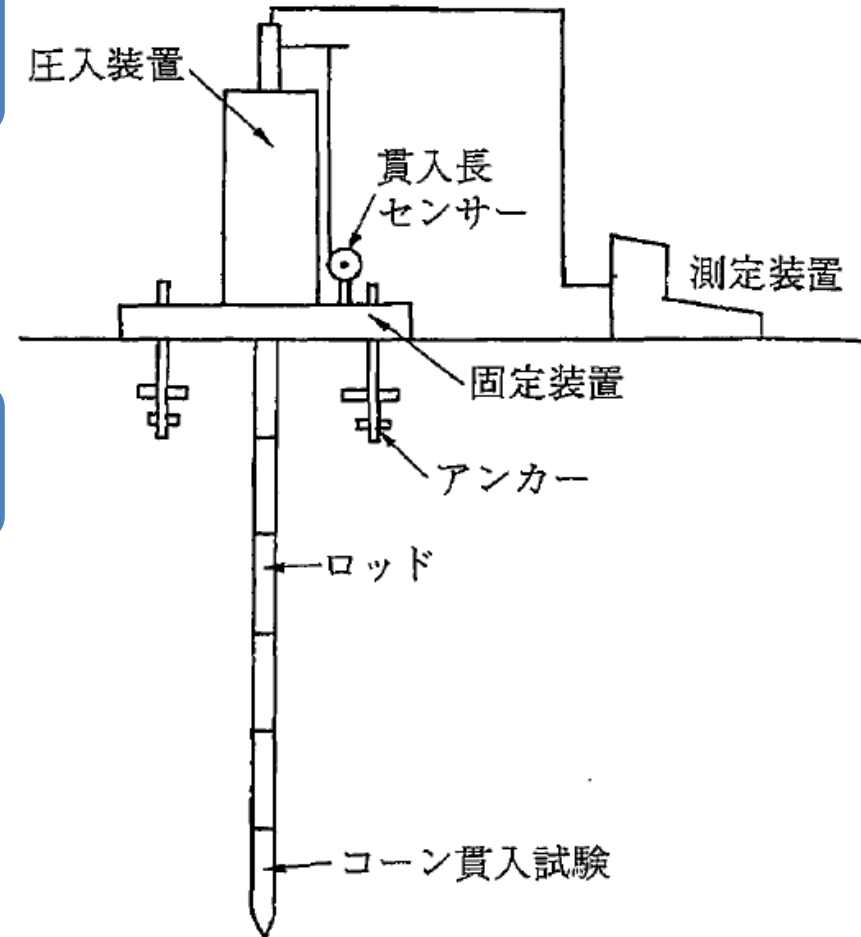
目的と概要

目的

- 原位置地盤の、コーン貫入抵抗、周面摩擦、間隙水圧を把握する

概要

- コーン先端部にロードセルや水圧計を用いた三成分貫入試験器を、地盤内に一定速度で貫入し、原位置で多くの地盤特性を連続的に把握する



電気式コーン貫入試験 注意事項

機材の故障

- 部品の間隙部に細かい土砂が入り込むと故障の原因になる
- 試験実施前に、コーン貫入試験器内部のグリス塗布やこまめな清掃・整備が必要

点検項目

- コーン清掃やケーブル損傷、劣化の確認
- 電氣的な作動、絶縁抵抗などの確認
- 押込み期の油漏れや異常音

コーンの傾斜と曲り

- 曲がった状態で貫入を行うと、データの信頼性の低下、試験器の損傷に繋がる
- 使用に当たっては、傾斜の許容値を定めて運用する(5° 程度で破損することあり)

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

オートマチックラムサウンディング

目的と概要

目的

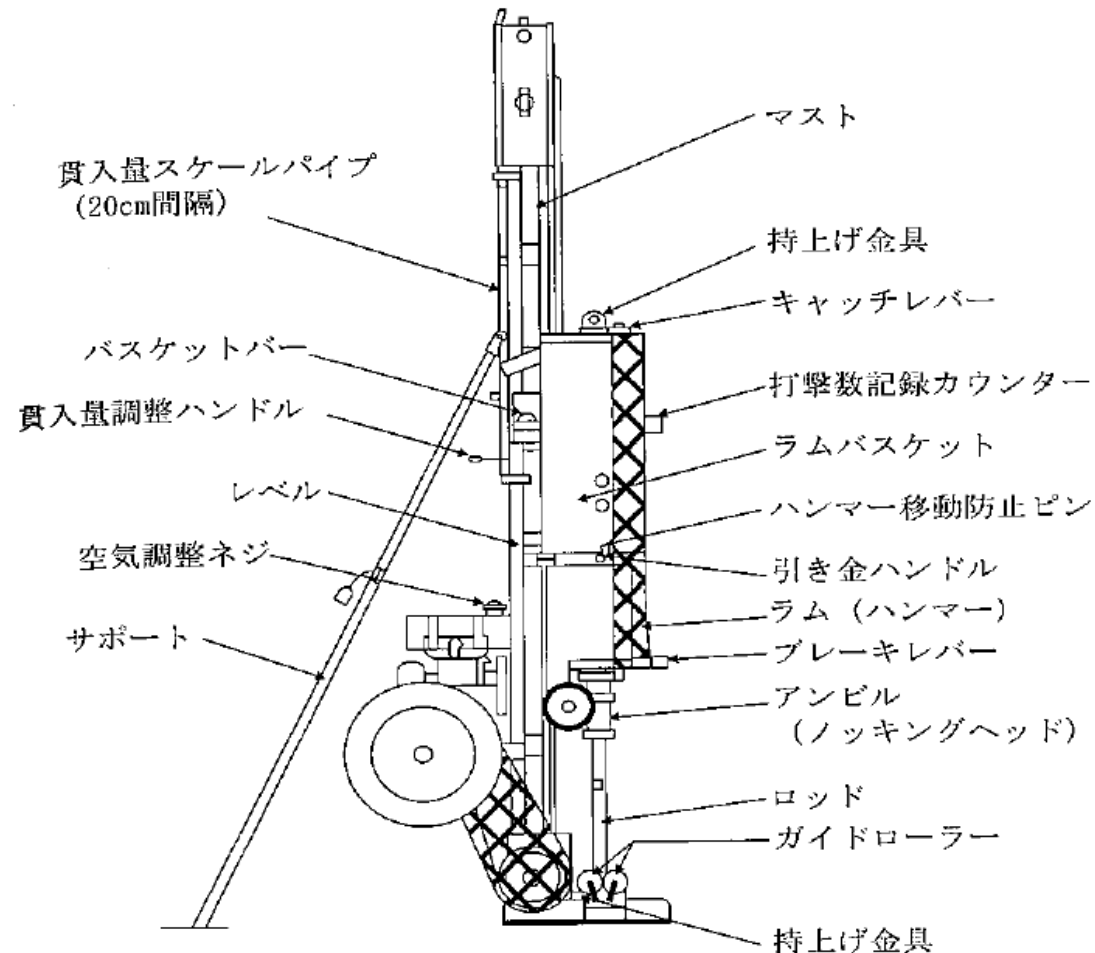
- 貫入量と打撃回数の関係から地盤の硬軟、締まり具合を調べる。

概要

- ロッド先端に取り付けたコーンをハンマーの打撃により地盤に打ち込み、地盤の貫入抵抗 N_d 値を求める。
- 大型、中型あり。砂地盤、粘土地盤で適用。
- 調査深度の目安は、大型で20～30m、中型で10～20m。
- 予備的な調査、補助的な調査、施工管理的な調査、広範囲な調査などで広く利用されている。

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

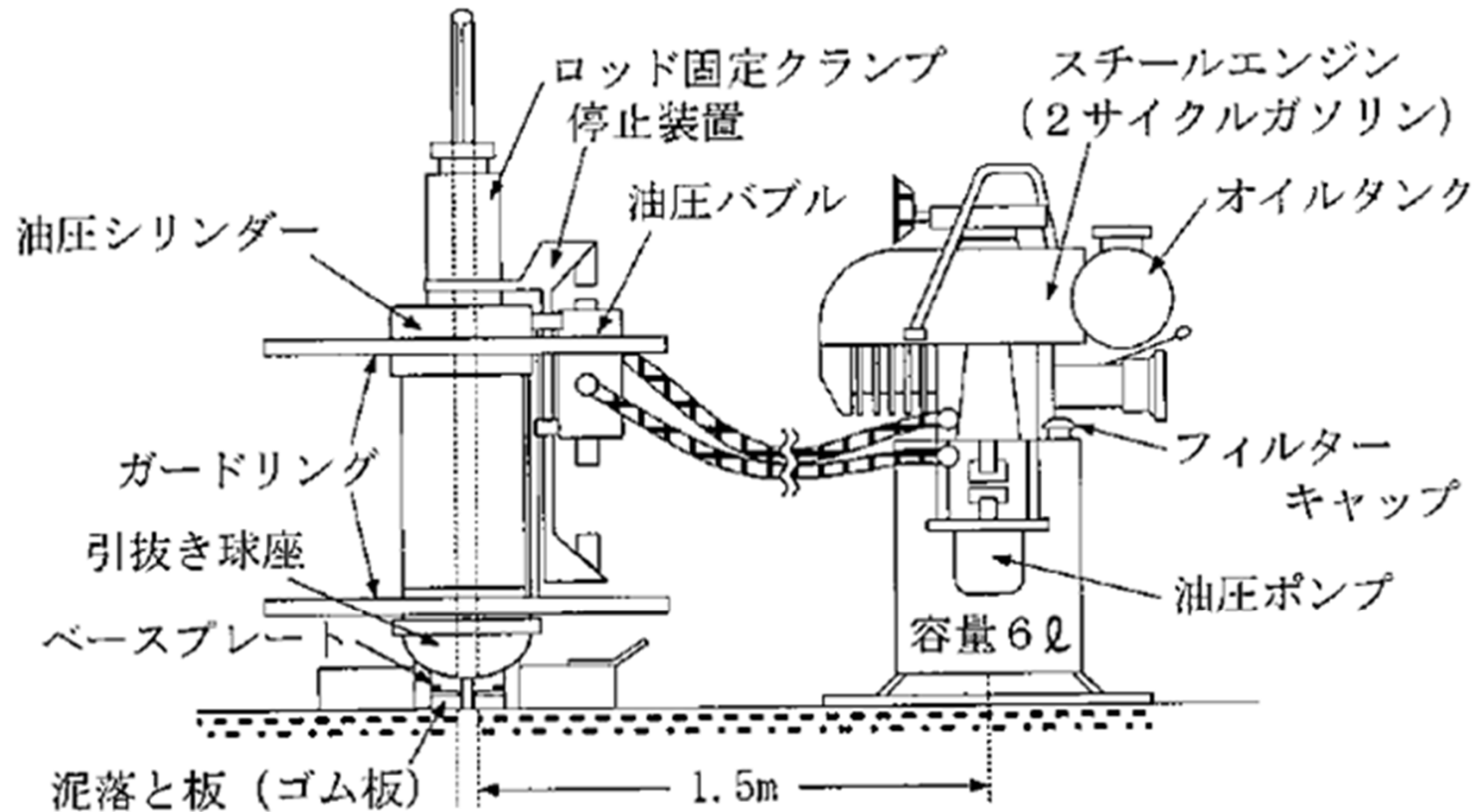
オートマチックラムサウンディング(半自動) 測定イメージ



(a) 自動連続貫入装置 (打撃装置)

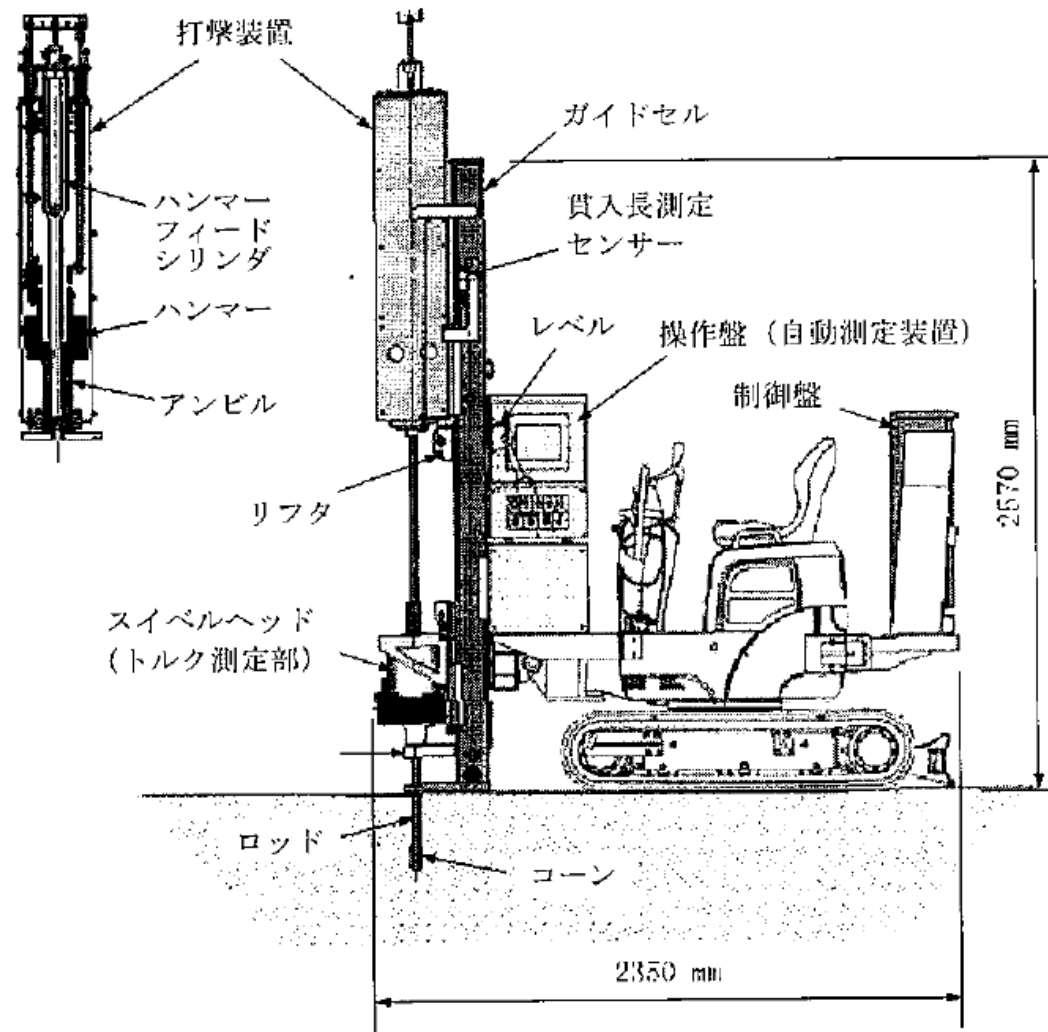
『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

オートマチックラムサウンディング(半自動) 測定イメージ



(b) 油圧装置と引抜き装置

オートマチックラムサウンディング(全自動) 測定イメージ



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

オートマチックラムサウンディング 実施上の留意点

試験前の試掘

- 地下枚埋設物事故防止、ロッドの傾斜による品質低下防止のため、試掘の実施が望まれる

試験時のトルク測定

- 回転当初に慎重に計測

試験終了判断

- 所定深度の達した時点で試験終了とするのが理想
- 打撃回数100回でも貫入量が20cmに達しない場合には終了してよい
- 貫入量20cmに達する打撃回数50回以上が5区間(1m区間)連続した場合には終了してよい

現場での保守点検、定期的なメンテナンスを実施

- 振動によるボルトの緩みや部品の疲労・損傷を避けられないため

打撃装置の鉛直性を確保する、設置・撤去は複数人で対応する

- 打撃装置の転倒・挟まれ事故防止のため

試験時に、打撃回数やトルク値が急激に大きくなる場合には注意

- ロッドの傾斜、ロッド曲りの可能性あり。場合によっては、試験中止、地点変更直も必要

ロッド継ぎ足し段階よりロッド上端で作業を行わない

- ロッドとアンビルの間に手を挟む事故が発生しやすいため

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

傾斜計の目的と概要

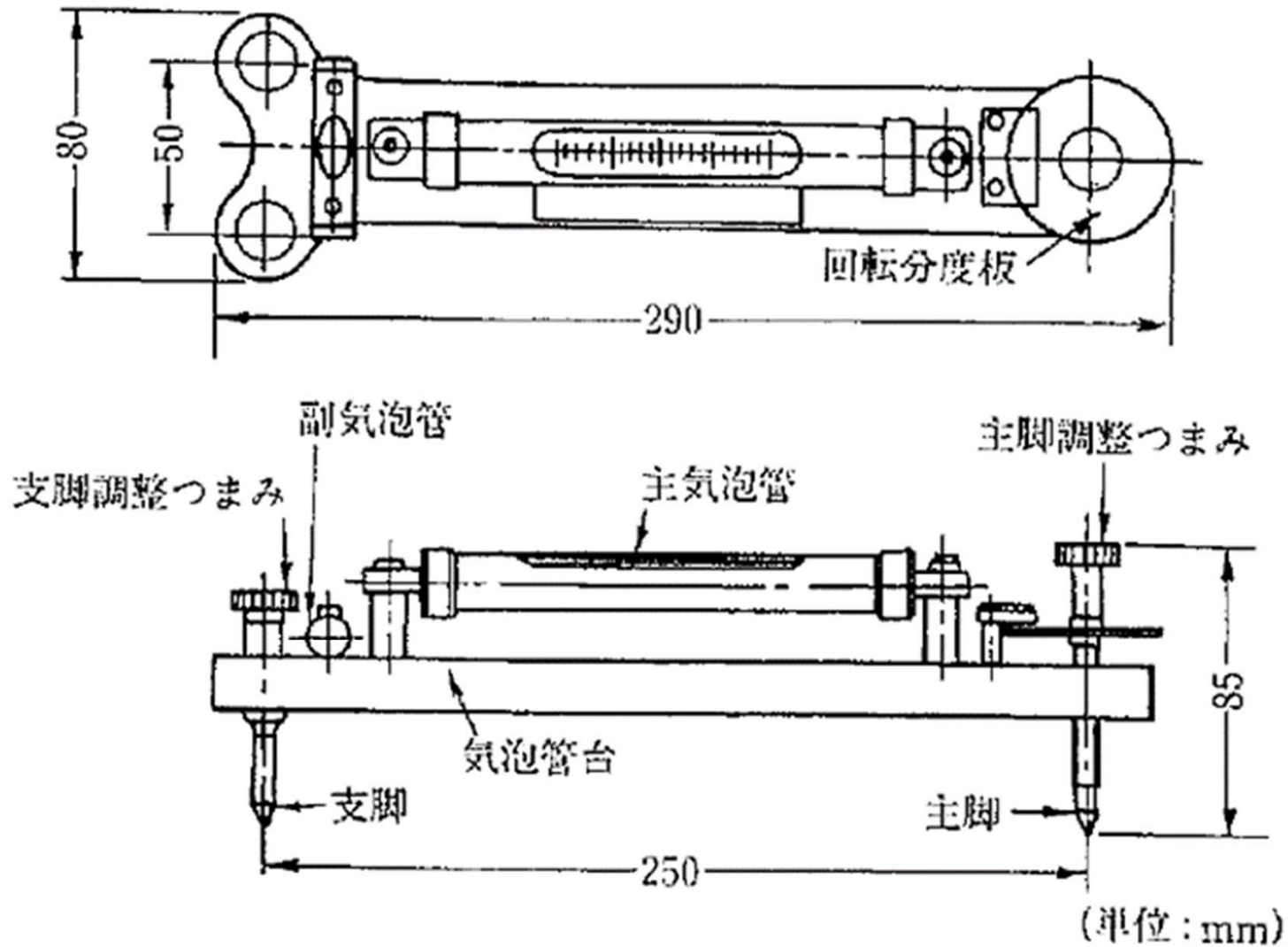
目的

- 地すべり地表面の微小な傾斜変動を経時的に把握する

概要

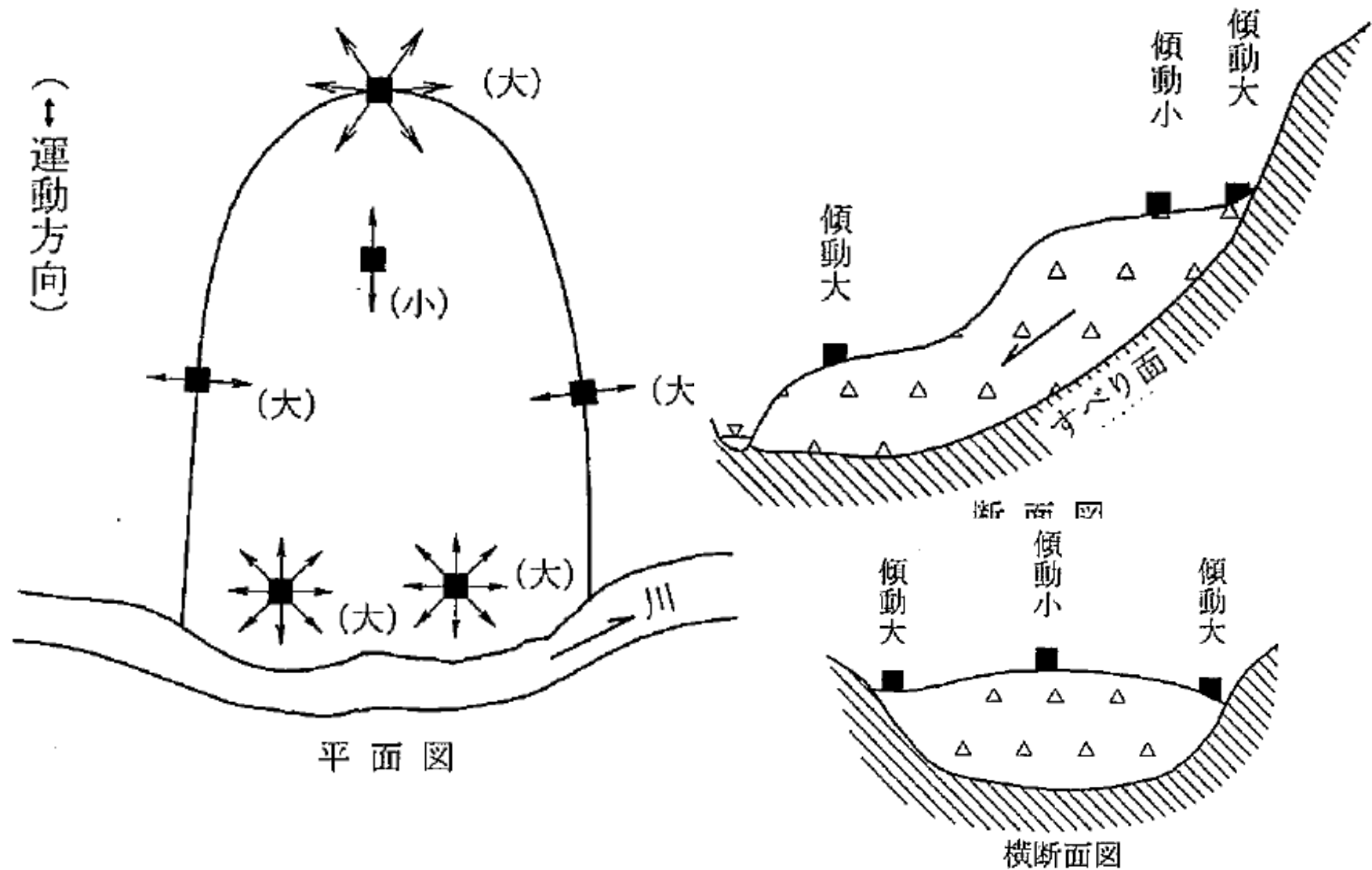
- 地盤上に2本の気泡管をたがいに直交するように固定し、それらの気泡管で計測される傾斜変動量を合成して、地表面の傾斜変動量を把握する

水管式地盤傾斜計 イメージ



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

傾斜計 設置場所イメージ(地すべりの場合)



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

傾斜計 実施上の留意事項

設置場所

- 観測目的によって設置場所(配置・箇所数)を選定
- 不動点にも設置(バックグラウンドの挙動を把握するため)
- 地すべり変動以外の傾斜変動が観測される恐れがある箇所は極力回避

測定開始時期

- 設置台が地盤に対し安定してから測定を行う(設置後10～15日程度経過後が目安)

保守・点検

- 測定時に気泡管の点検を行う(脚軸のずれ、副気泡管の変位、設置台周辺のクラックなど)。

適用限界

- 変動量の大きい地すべりの観測には向かない(早期に観測範囲を超えるため)
- 観測結果は、他の調査結果と合わせて総合的に判断

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

伸縮計の目的と概要

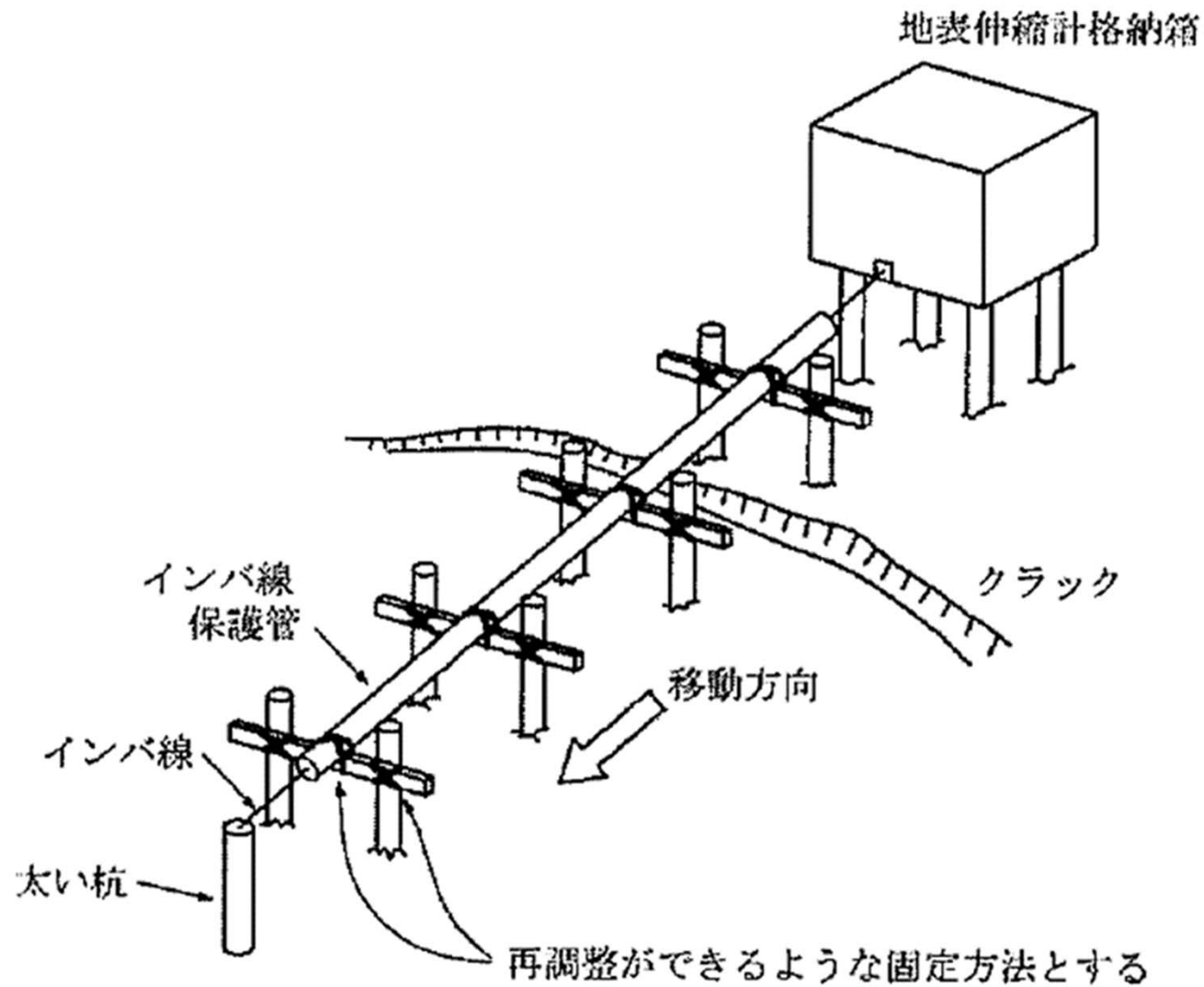
目的

- 地すべり土塊の移動量の把握

概要

- 地表の2点間のなどの相対距離の経時変化を測定・記録する

伸縮計 測定イメージ



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

伸縮計 実施上の留意事項

記録にノイズが生じる場合の対応

- 保護用塩ビ管が屈曲し、インバー線に触れている ⇒ インバー線に触れないよう、保護管の屈曲を直す
- 保護管の引抜けや脱落により急激にインバー線に負荷がかかる ⇒ 保護管補修、支柱補強などを実施
- インバー線に異物(小枝など)が接触 ⇒ 触れているものを除去、立入防止策設置、小動物の巣の撤去などを実施

記録が欠測している場合の対応

- 記録ペンの送り不良、浮き上がり、インク切れ ⇒ 記録ペンと時計軸との噛み合わせ部分を清掃、ペンをセットし直す、ペンも定期的に交換
- 地すべり移動量が大きく、伸縮計の測定ストローク超過 ⇒ 地すべりの移動速度に見合った巡回点検を実施、インバー線張り直し
- 測定器の時計の停止(故障、電池切れなどによる) ⇒ 1～2回/年程度の頻度で定期点検、電池交換
- インバー線の切れ ⇒ 1回/年程度の頻度で定期点検

耐用年数と点検頻度

- 伸縮計の耐用年数3～5年。1回/月程度の頻度での点検が望ましい

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

伸縮計による挙動監視 管理基準例

変動種別	日変位量 (mm)	累積 変位量 (mm/月)	一定方向 への累積 傾向	変動 形態	変動 判定	活動性
変動A	1以上	10以上	顕著	引張り	確定	活発に運動中、表層・深層地すべり
// B	0.1～1	2～10	やや顕著	引張り 及び断続変動	準確定	緩慢に運動中、粘質土・崩積土すべり
// C	0.02～0.1	0.5～2	ややあり	引張り 及び圧縮	潜在	継続観測必要
// D	0.1以上	なし (断続変動)	なし	規則性 なし	異常	局所的な地盤変動・その他

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

移動杭測定の実施と概要

目的

- 地すべりの安定度の確認
- 地すべり活動の特徴把握

概要

- 地表に設置した観測点の座標を、時間を追って測定する
- 移動量の大きな地すべり運動特性の把握に有効
- GPSを用いた自動観測システムでは移動量の小さな地すべり活動の把握も可能となった（活動初期、あるいは緩慢な地すべり活動等）

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

移動杭測定 結果活用上の留意事項

観測点周辺の局所的な地盤の動きを反映する可能性がある

杭の傾動によって、変位量が過大あるいは過小に測定される可能性がある（観測点を杭頭に設置した場合）

測定作業の中で発生する誤差を総合的に評価し、測定精度を判断する必要がある

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

雨量観測の目的と概要

目的

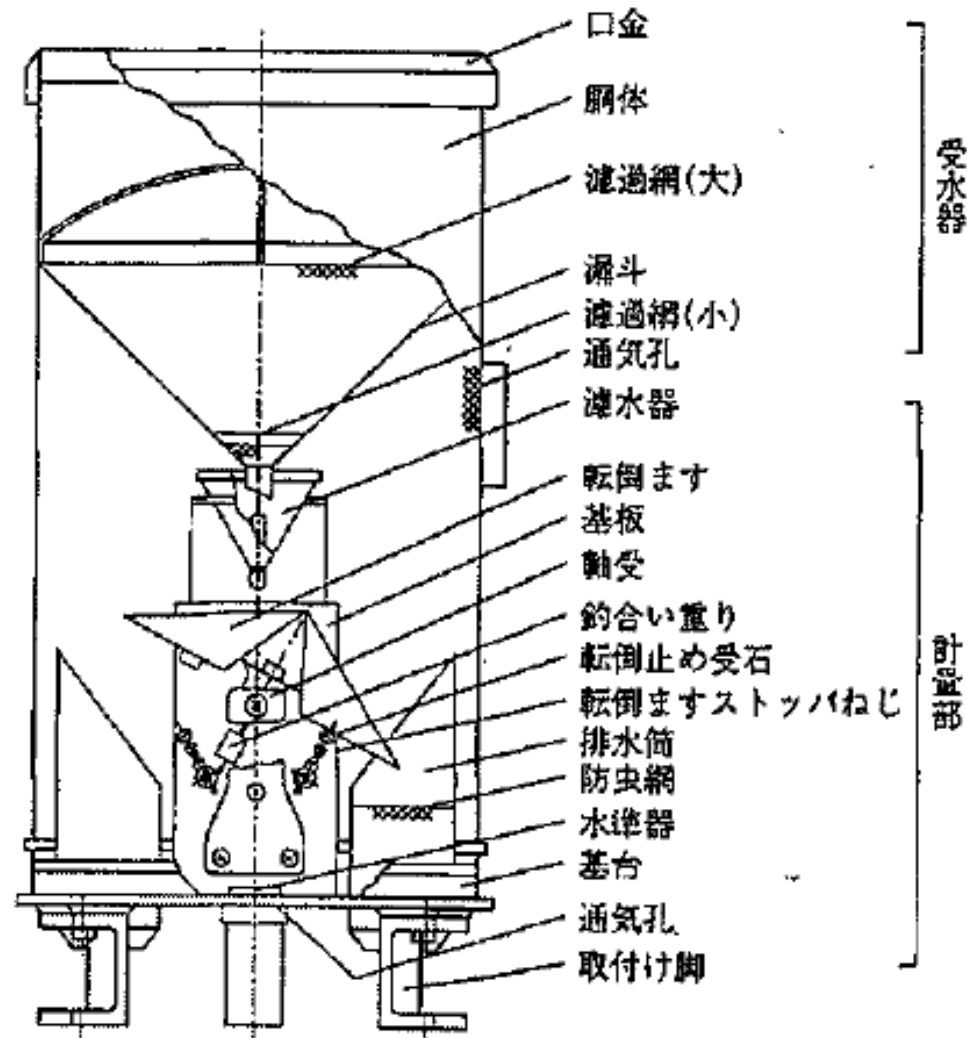
- 土砂災害に関係の深い降水量(雨量)を把握する

概要

- 通常は雨量計で測定する
- 地上での観測に使われる雨量計には、指示雨量計、転倒ます雨量計、感雨計、積雪計などがある
- 降水の強さを計る降水強度計や、広域の雨量を計るレーダ雨量計、ドップラーレーダ雨量計、二重偏波レーダ雨量計、垂直スキャンレーダ雨量などもある

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

雨量観測のイメージ(転倒ます雨量計)



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

雨量観測 実施上の留意事項

設置・観測環境

- 雨量計の受水口を水平にする
- 地面や周辺器物による雨の跳ね返りを防止する（周辺1m程度に芝や砂利を敷く）
- 樹木や建物から、高さの2～4倍以上離す
- 吹き上げ風の影響を受ける場所は避ける（屋上、崖上など）
- 寒冷地・積雪地では、温水式や溢水式雨量計を設置する

その他

- 定期的に清掃を行う
- 凍結、小動物の侵入（蜘蛛等）、植物の生育、人為的な影響に注意する
- 点検時には、時刻のチェックも忘れずに行う

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

雨の強さと降り方

1時間雨量 (mm)	予報用語	人の受ける イメージ	災害発生状況
10以上～ 20未満	やや強い 雨	ザーザーと降る	長く続くときは注意が必要
20以上～ 30未満	強い雨	どしゃ降り	側溝や下水、小さな川があふれ、小規模のがけ崩れが始まる
30以上～ 50未満	激しい雨	バケツをひっくり返したように降る	●山崩れ、崖崩れが起きやすくなり危険地帯では避難の準備が必要 ●都市では下水管から雨水があふれる
50以上～ 80未満	非常に激しい雨	滝のように降る (ゴーゴーと降り続く)	●都市部で地下室や地下街に雨水が流れ込む場合がある ●マンホールから水が噴出する ●土石流が起こりやすい ●多くの災害が発生する
80以上	猛烈な雨	息苦しくなるような圧迫感がある。恐怖を感じる	雨による大規模な災害の発生する恐れが強く、厳重な警戒が必要

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

降水量を測定している主な機関

気象庁

国土交通省

自治体

NEXCO

消防署

JR

電力会社

学校

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

ブロックサンプリング

目的

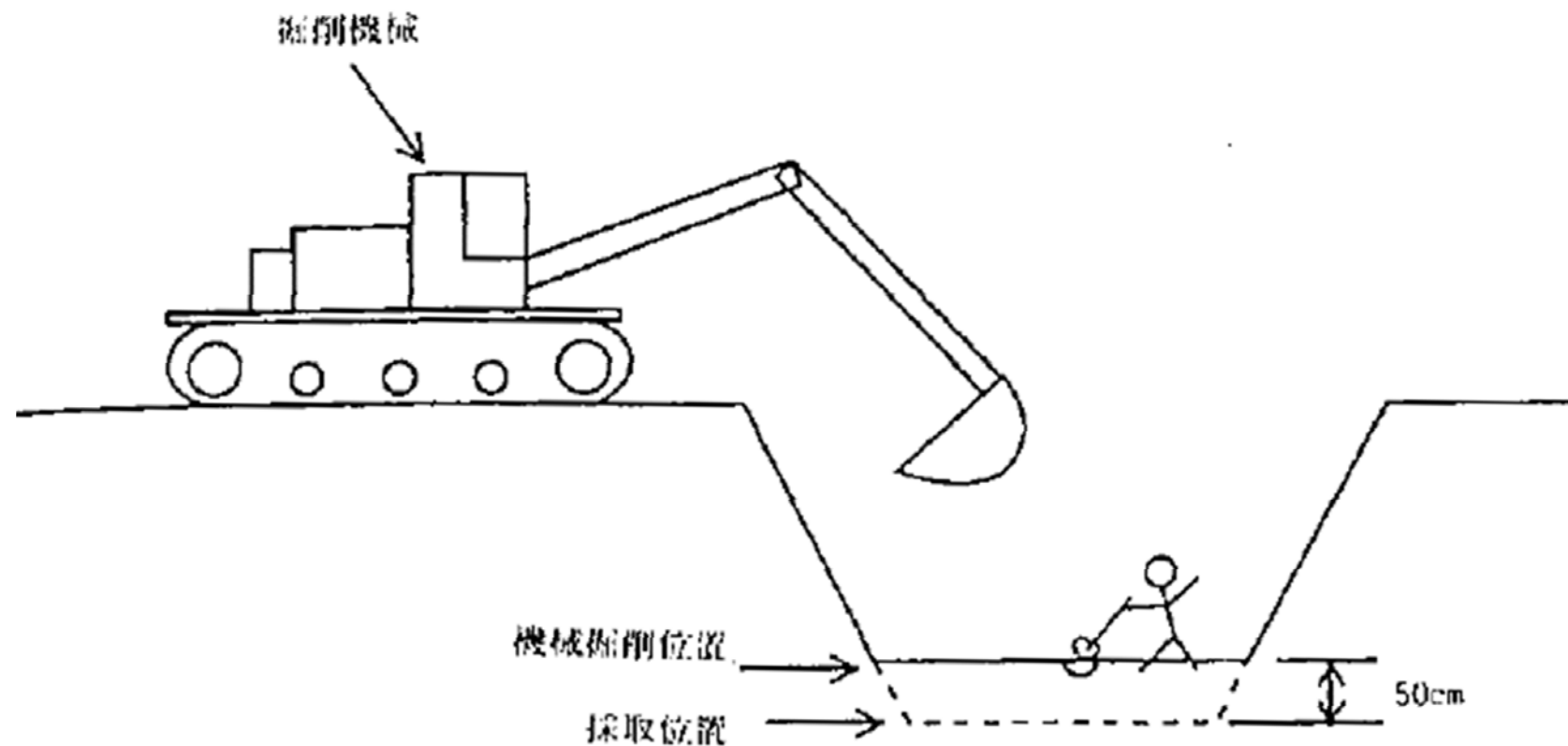
- 室内力学試験に供するための乱さない塊状の土質試料の採取

概要

- 手堀により塊状の土を地盤から切り出す試料採取方法
- “押切り式”と”“切出し式”がある
- 押切り式：自立性の低い地盤が対象
- 切出し式：自立性の高い地盤が対象

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

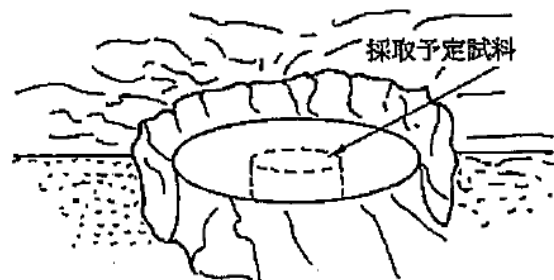
ブロックサンプリングのイメージ (ピット掘削)



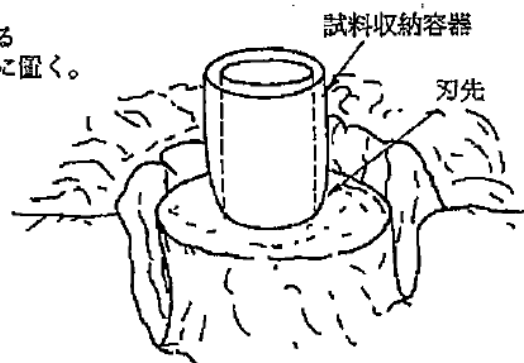
『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

ブロックサンプリングのイメージ (押切り式)

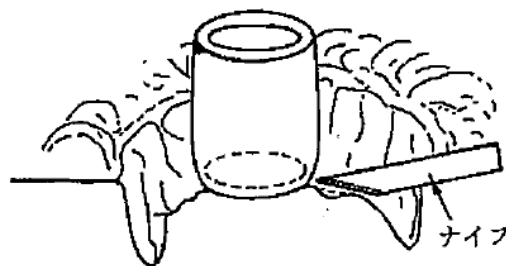
(a) 試料の粗削り



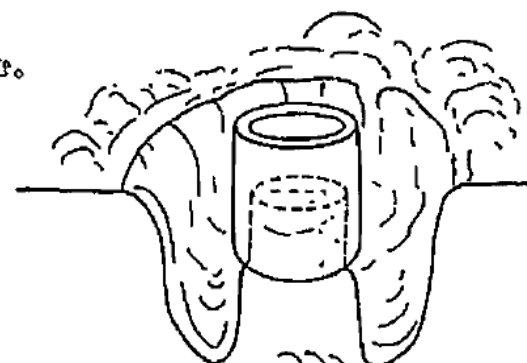
(b) 採取面の整形
上面を平滑に仕上げる
試料収納容器を垂直に置く。



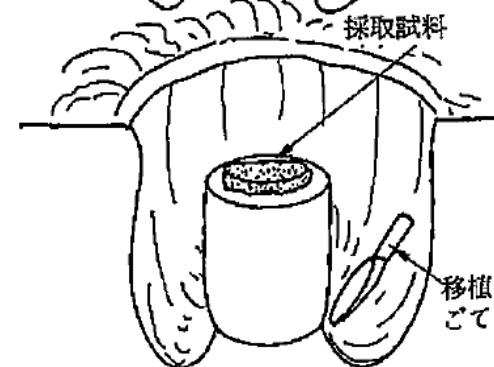
(c) 試料の成形
容器内径に沿って
数 mm ずつ削る。



(d) 試料の押切り
容器に垂直に押し込む。

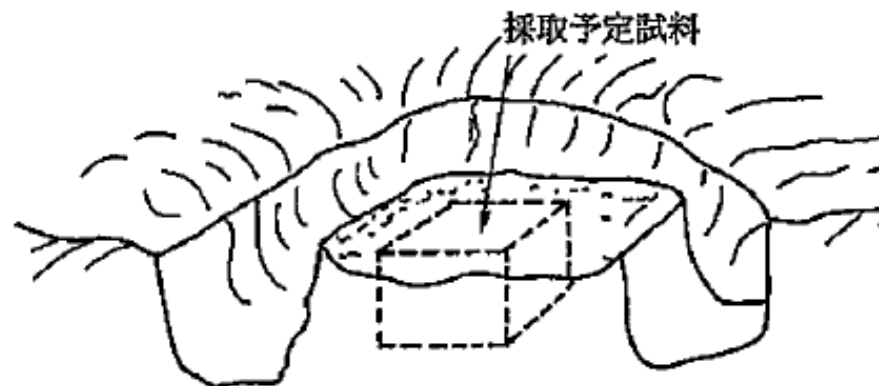


(e) 地盤からの切離し

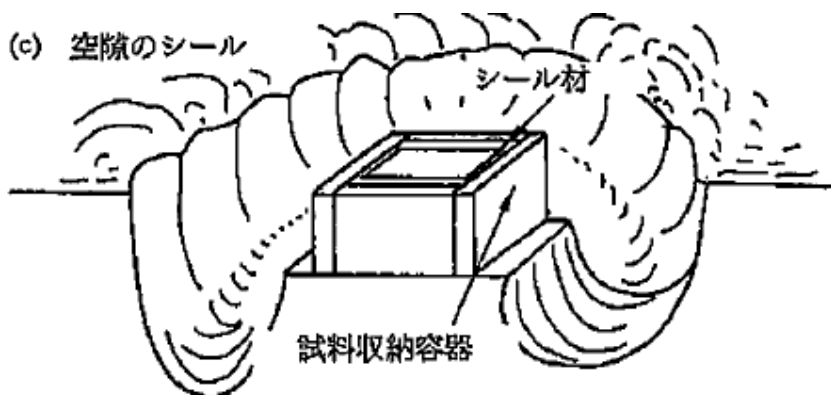


ブロックサンプリングのイメージ (切出し式)

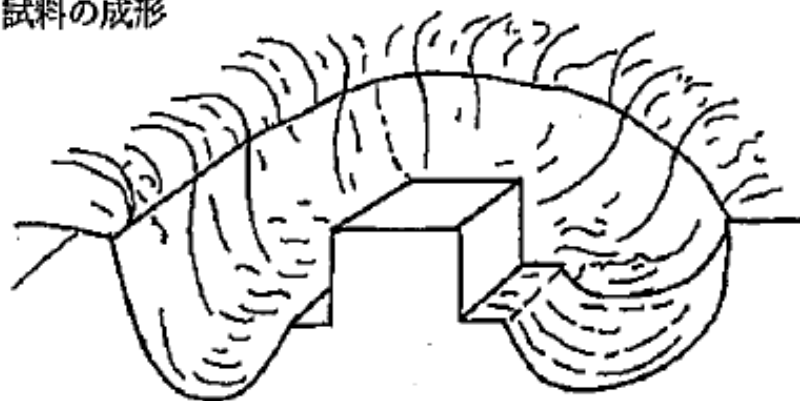
(a) 試料の粗削り



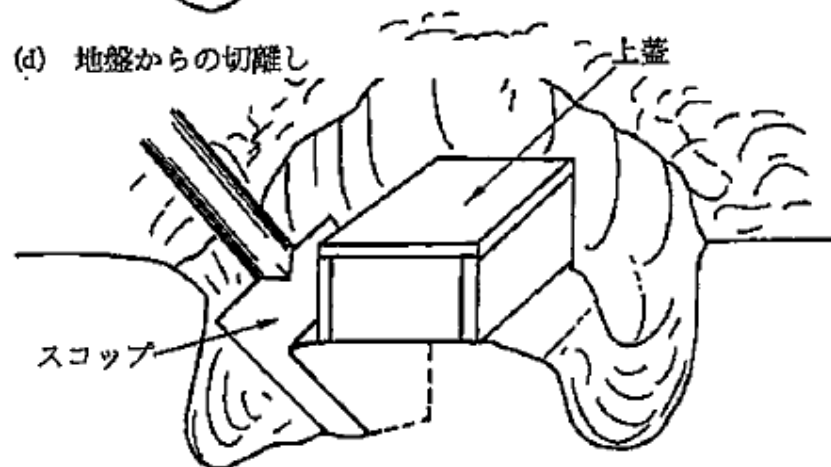
(c) 空隙のシール



(b) 試料の成形



(d) 地盤からの切離し



地下水追跡

目的

- 地下水の流動方向や流動速度を知る

概要

- 地下水ポテンシャルを測定したり、人工的なトレーサーあるいは環境トレーサーを地下水中に投入し、対象地域内でトレーサーを検出する調査
- 地下水ポテンシャルの測定による調査：測定した地下水位から等ポテンシャル分布図を作成し、流動方向を求める
- トレーサーによる地下水追跡調査：トレーサー物質を投入して調査する

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

地下水追跡 トレーサー

トレーサーの条件

- 水の密度や粘度を大きく変化させない
- 化学的に安定(分解・反応しにくい)
- 自然状態の濃度が低い
- 無害
- 取扱い及び濃度の観測・分析が容易
- 入手が容易で低廉

人工トレーサーによる方法

- 自然勾配法
- 人工勾配法: 単孔パルス試験、二孔トレーサー試験、注入試験・用水試験など

主な人工トレーサー

- 水溶性化学物質(塩化ナトリウム、塩化アンモニウム、塩化カリウム、塩化マグネシウムなど)
- 蛍光色素・塗料(ウラニン、フクシン、サフラニン、コンゴーロート、エスキュリンなど)
- アクチバブルトレーサー(インジウム、ユウロビウム、ジスプロシウム、ホルミウム「など」)

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

水質分析

目的

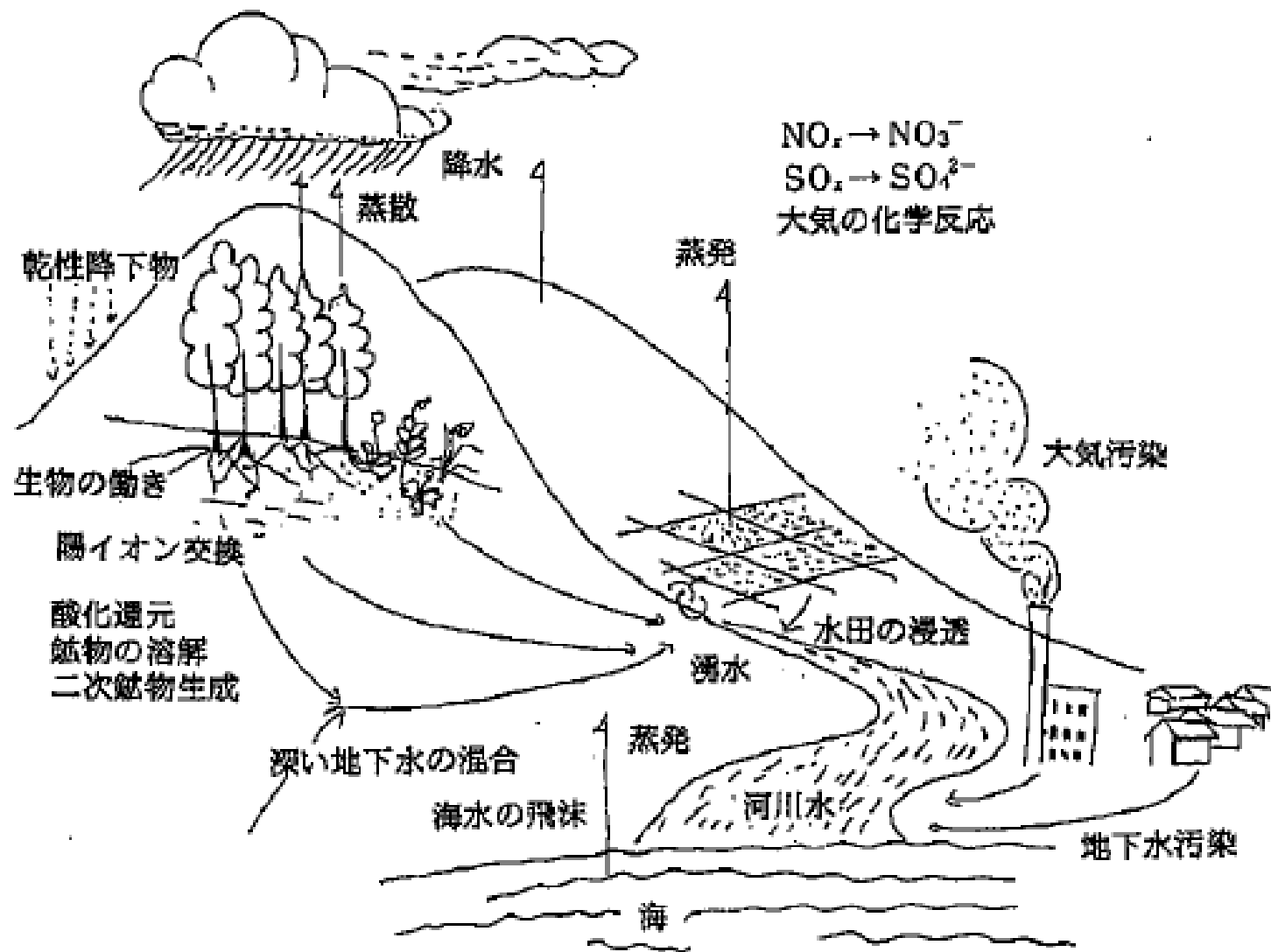
- 表流水や地下水の水質の把握
- 地下水の涵養・流動機構の把握・解明
- (地すべりの場合)すべり面に働く間隙水圧に関与している地下水の区分、水系(流動機構)の把握

概要

- 地下水の水質形成には、降水、蒸発と蒸散、植物・微生物により影響、地中での化学反応、汚染、河川・湖沼での水質変化などが関与している
- 湧水箇所、地表水、河川、ボーリング孔、井戸等で採水し、目的に応じて分析項目を選定して分析する

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

地下水形成過程



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

水質分析の留意事項

事前に既存データや地形図を参考に採水計画を立てる

現地水質分析で計画と矛盾が生じた場合は修正する

採水時には採水瓶を採水する水で繰り返し洗浄する

人為的な影響を受けないように注意する

採水瓶に空気を入れないように満水状態で採水する

現地水質分析で概要を把握しておき、分析結果と比較・検討する

必要に応じて湧水量や流量を測定し、降水量との関係を見る簡単な水収支を行う

イオンバランス等で分析結果を評価し、必要に応じて、再度、採水・分析し直す

他のデータと合わせ、総合的に解釈・提案を行う

パイプ歪計 目的と概要

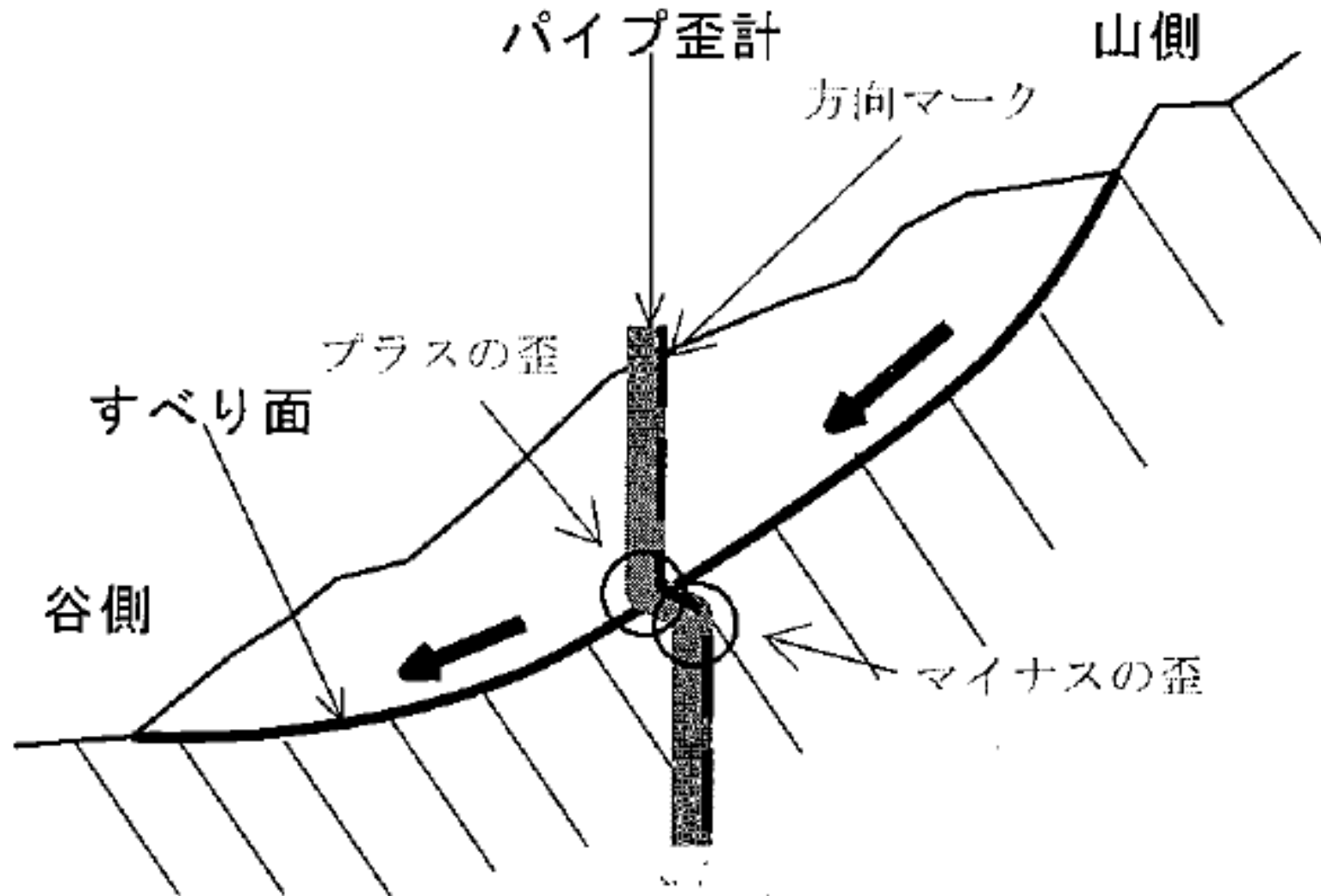
目的

- 地すべり面、変動形態（地すべりの変動量や変動方向）、変動速度の把握

概要

- ボーリング孔内にグラウトや砂詰めによって固定した塩ビ管（VP）の屈曲（たわみ）を測定する

パイプ歪計のたわみイメージ



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

パイプ歪計 歪変動種別

変動種別	ひずみ変動の絶対値		変動形態		地すべり面の確度
	日変動 (μ)	累積変動 (μ /月)	累積傾向	変動形態	
確定変動	100以上	5000以上	顕著	累積	確定
準確定変動	100以上	1000以上	やや顕著		準確定
潜在変動	100以下	100以上	ややあり	累積 断続 攪乱 回帰	潜在
異常変動	100以上	1000以上	なし	断続 攪乱 回帰	地すべり 以外

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

孔内傾斜計 目的と概要

目的

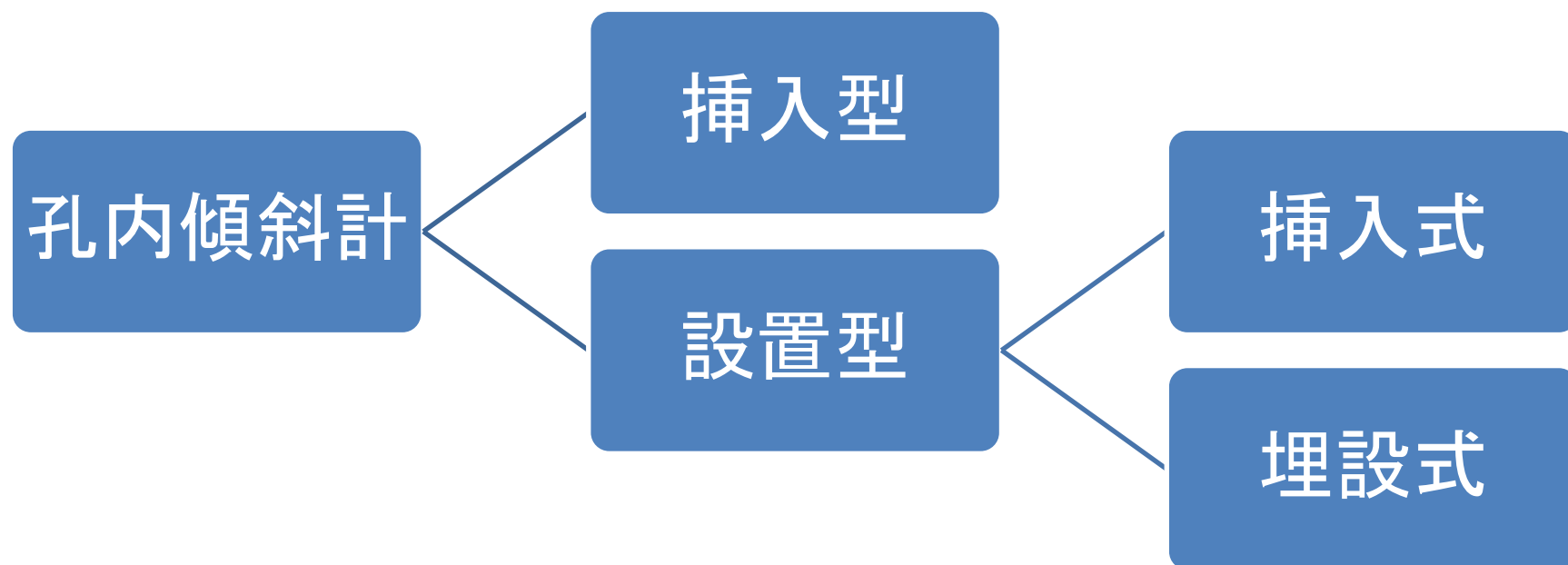
- 地すべり面、変動形態（地すべりの変動量や変動方向）、変動速度の把握

概要

- 挿入型と設置型がある
- ボーリング孔にガイドパイプを建て込み、地すべりによるパイプのたわみに伴う屈曲を傾斜角の変化として計測する

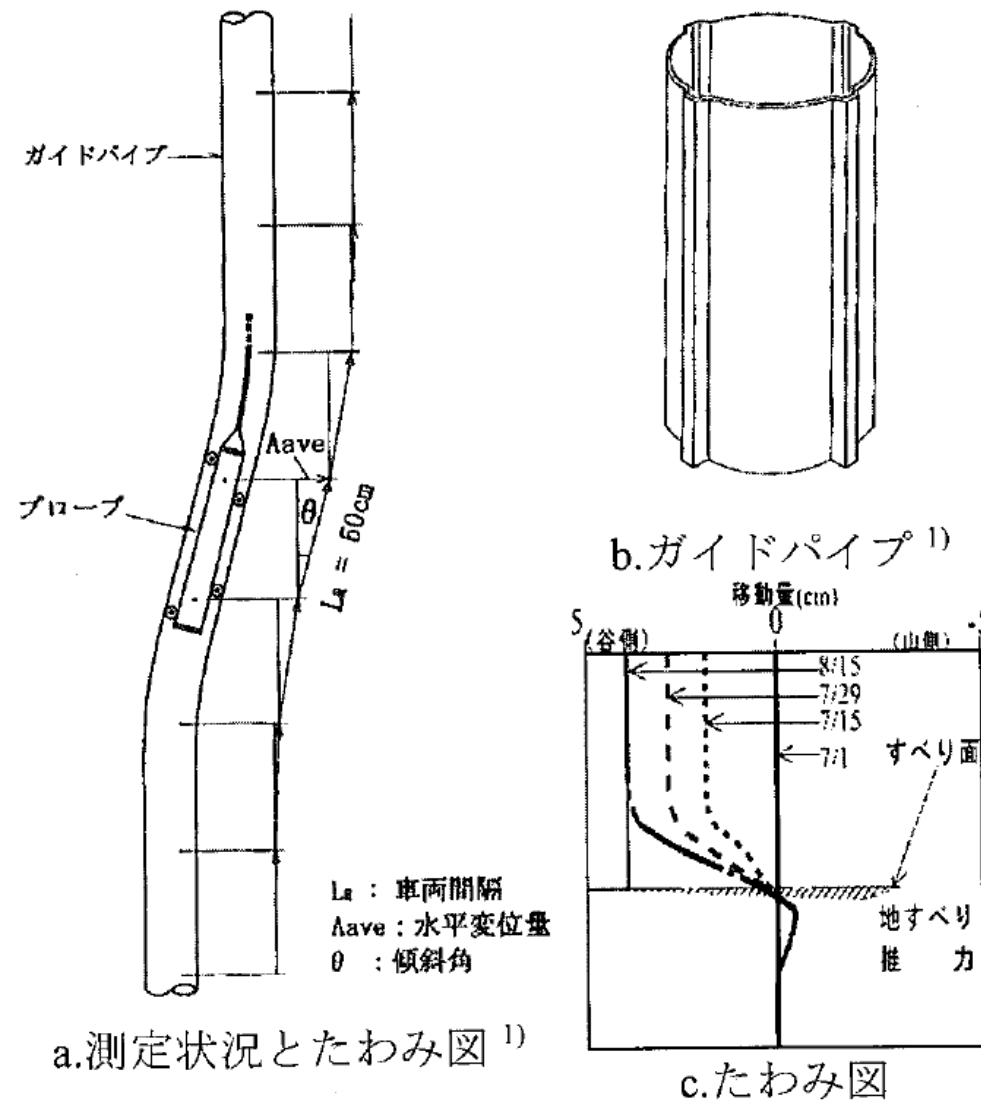
『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

孔内傾斜計の区分



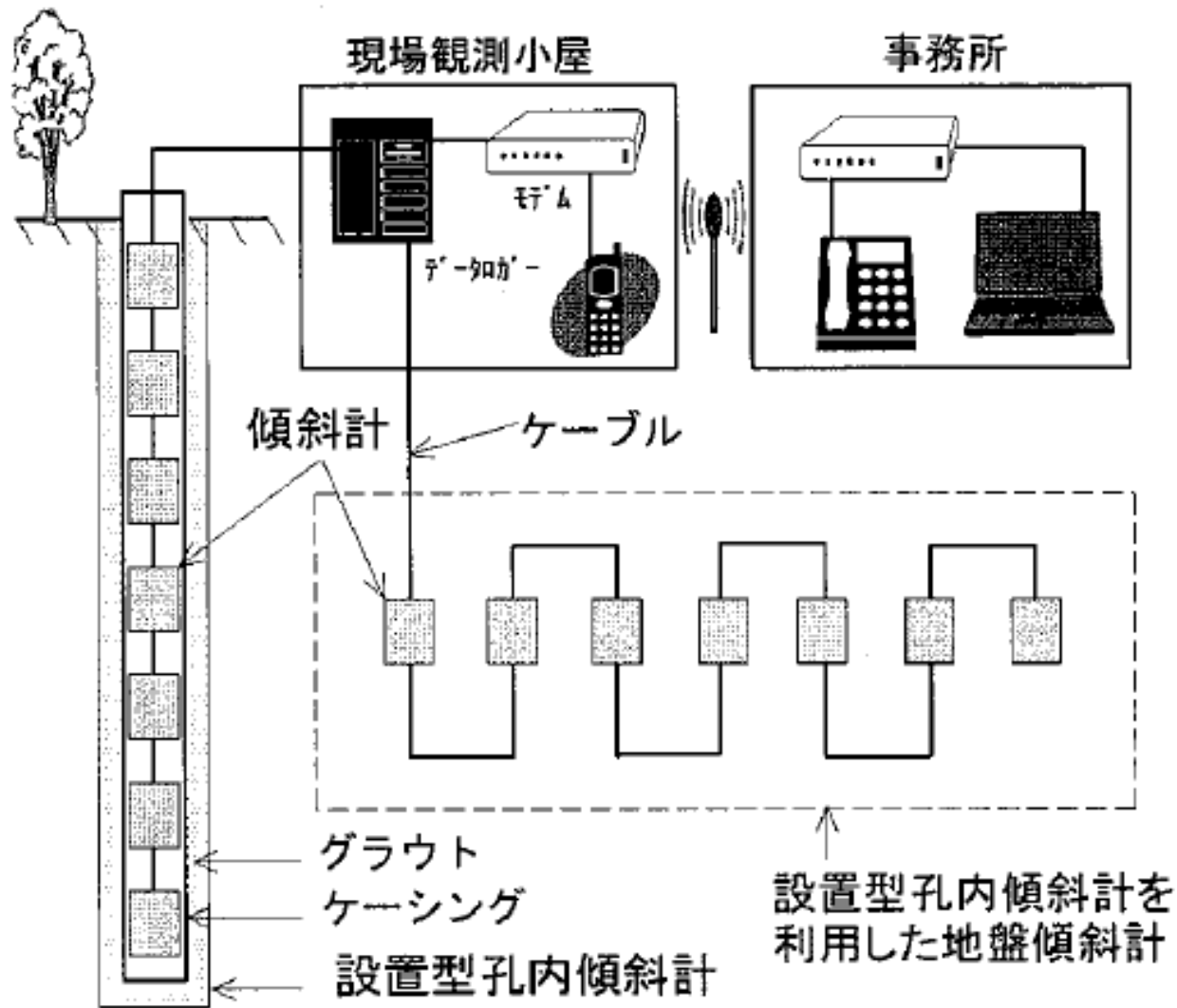
『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

挿入型孔内傾斜計のイメージ



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

設置型孔内傾斜計のイメージ



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

多層移動量計の目的と概要

目的

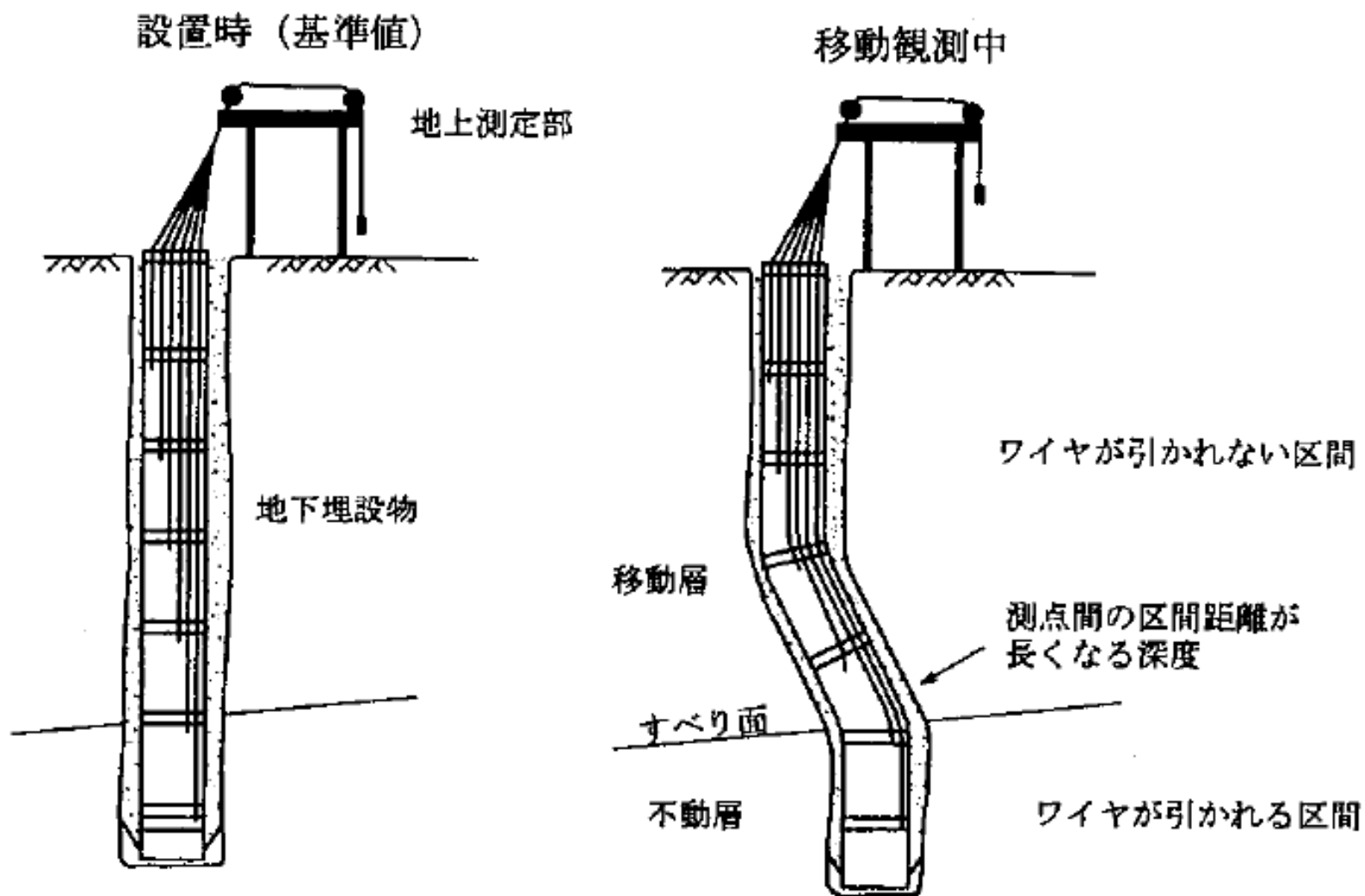
- 地すべりのすべり面ならびにすべり面における移動量の把握

概要

- ボーリング孔の各深度に固定したワイヤーを地上部に誘導し、ワイヤーの伸縮量を直接測定する
- 地中伸縮計を単一のボーリング孔内に多段に設置したもの
- 大変位の測定に有効
- 測定深度は40mまでが一般的
- 測定点間隔は0.5～2mで選定可能

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

多層移動量計のイメージ



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

多層移動量計の留意事項

沈下に気を付ける

- 観測開始は設置後1週間程度を経てから実施（自重及び地表面付近の沈下等に配慮）
- 設置点が軟弱な地盤の場合⇒接地面積を広くする（基礎コンクリート等を打設）

地表の変形による傾倒対策

- 地上測定部が傾いた場合には、地上測定部を水平に戻す

ワイヤーの補充

- 地すべりの累積移動量が10mに近づくとワイヤーの補充が必要

維持点検（定期的）

水位計 目的と概要

目的

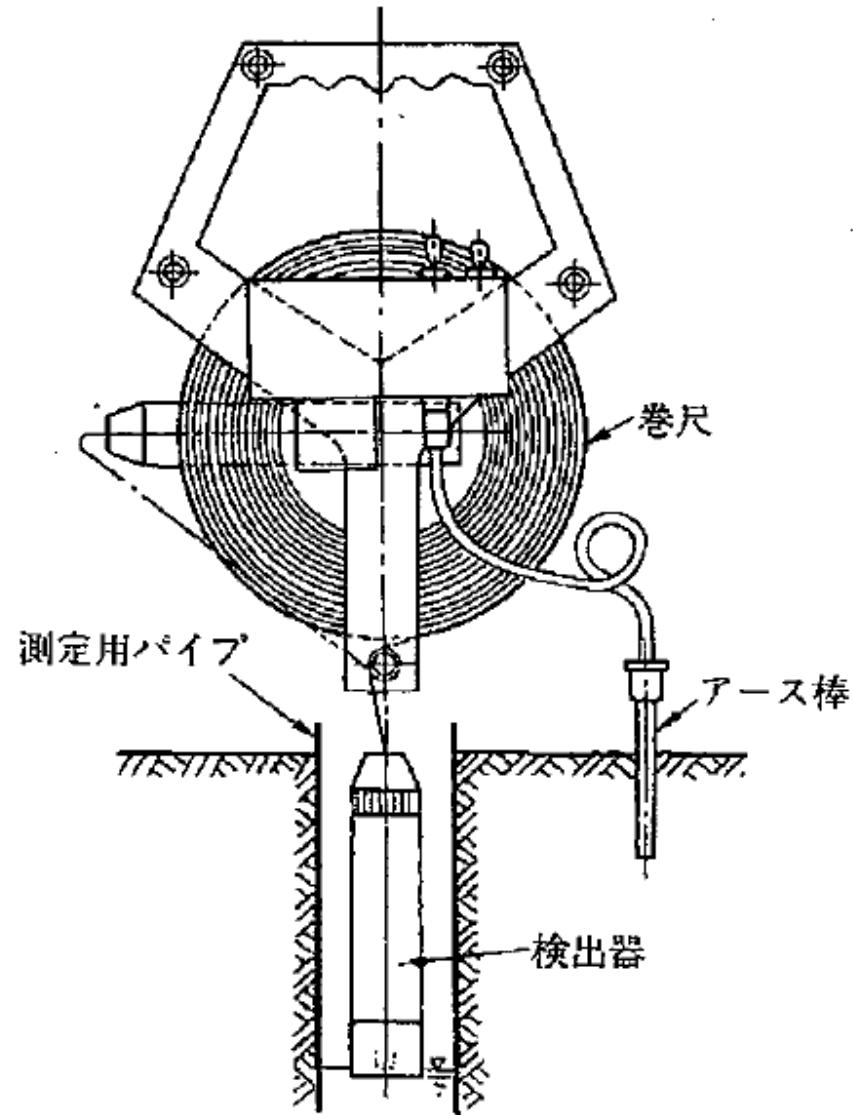
- 地下水位の把握（構造物の設計の基礎資料、水頭把握）

概要

- 観測方法には手観測と自記式水位計あり
- 手観測：直接測定、触針式水位計
- 自記式水位計：フロート式、水圧式水位計

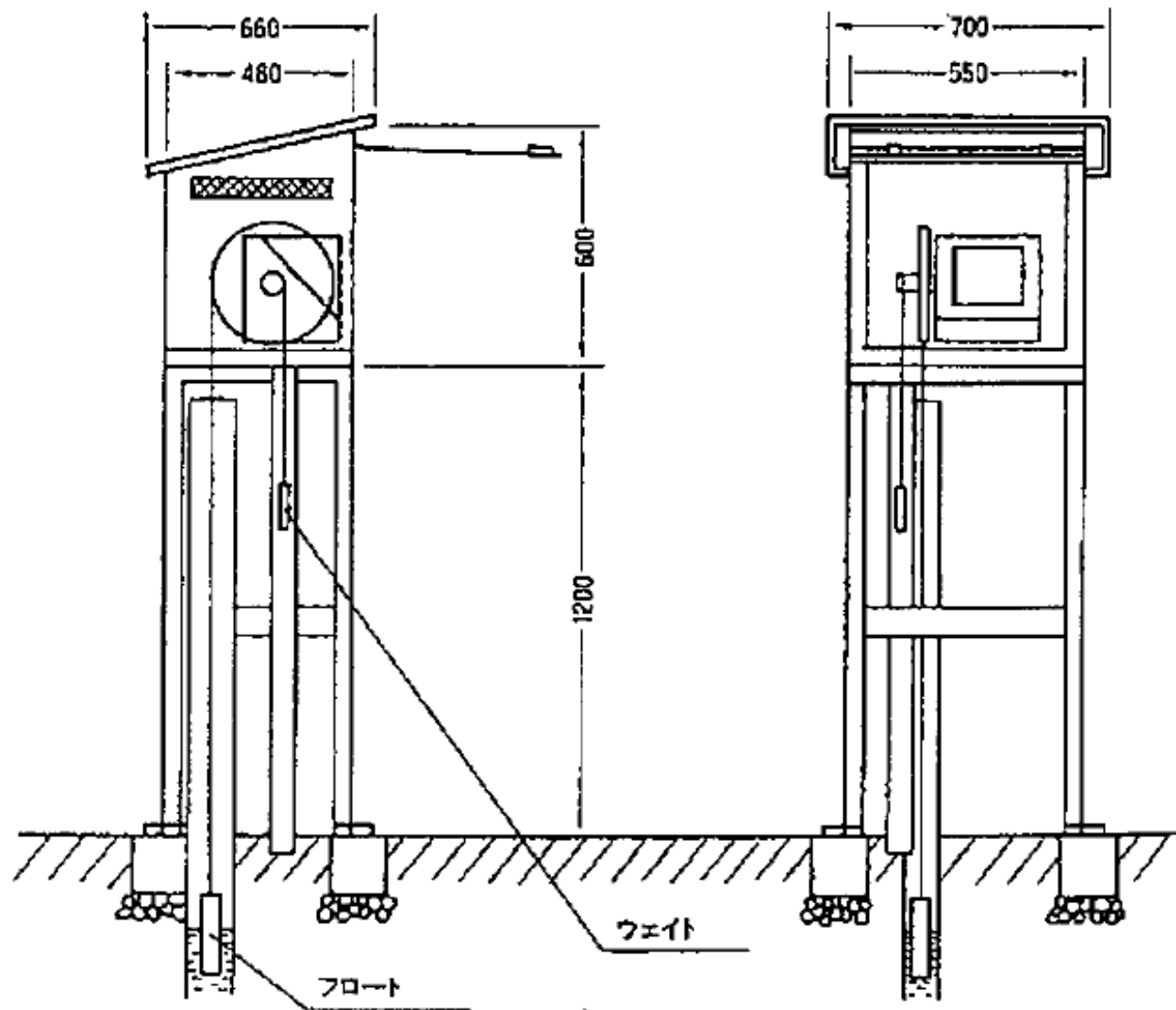
『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

触診式水位計イメージ



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

フロート式水位計イメージ



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

水位計 留意事項

直接及び触針式水位計

- 事前に、電池残量、ブザーやメーターの作動状況、電極やアース端子などを確認

フロート式水位計

- フロートやワイヤーの孔壁への張り付きに注意
- 急激な水位変化によるワイヤーの絡みや記録装置の作動状況の確認必要（特に豪雨が予想される場合）
- 1ヶ月に1度は、保守点検、記録紙の交換を実施

水圧式水位計

- 観測間隔と記録容量を確認して、データ回収やバッテリー交換間隔を確認する
- 豪雨がなくても、1ヶ月に1度は巡視、データ回収を行う

地下水検層の目的と概要

目的

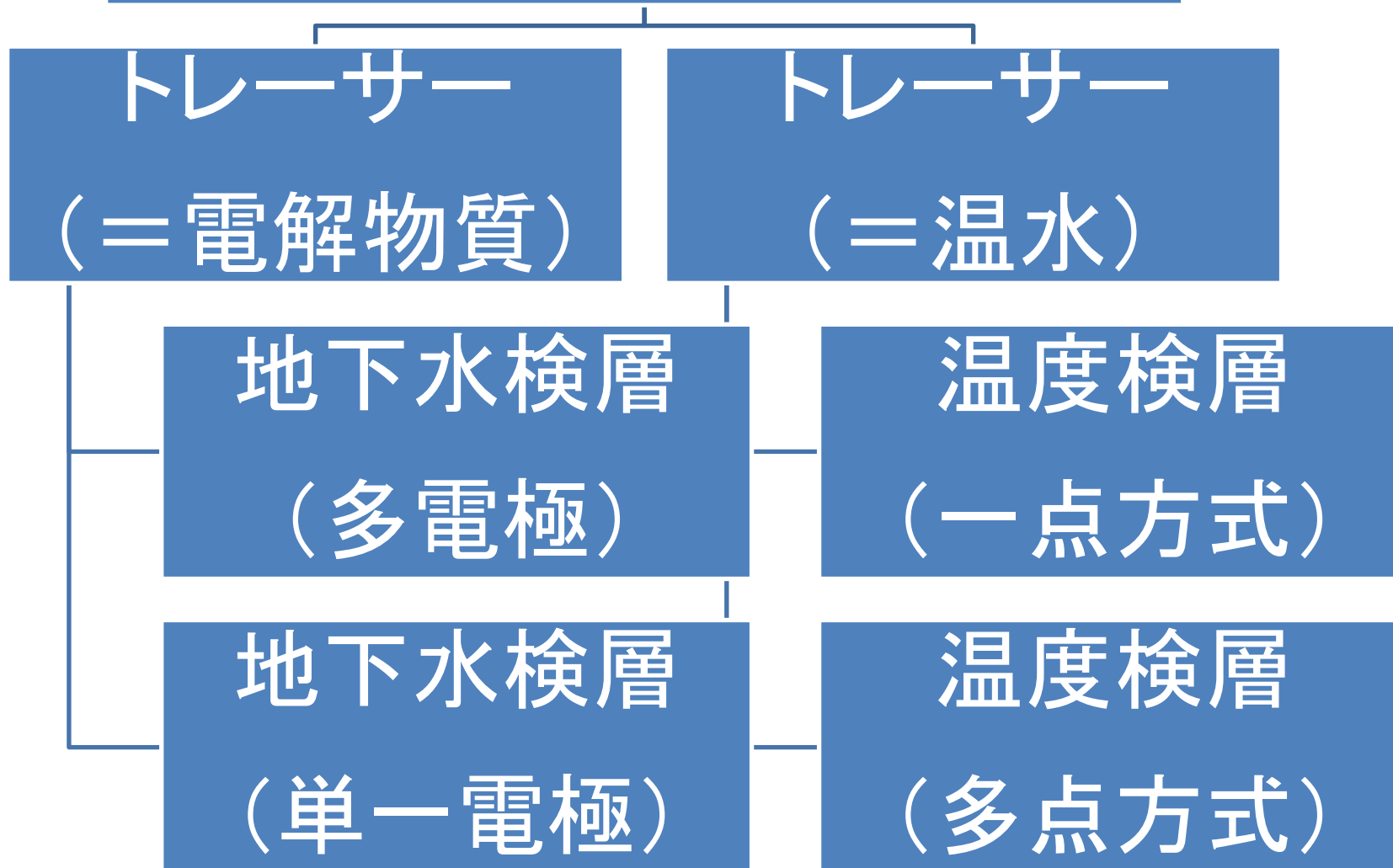
- 地下水の流動層と流動状態の把握

概要

- ボーリング孔内に投入されたトレーサーの経時的な希釈状態の変化を測定する
- トレーサーは、一般的には、塩水や温水

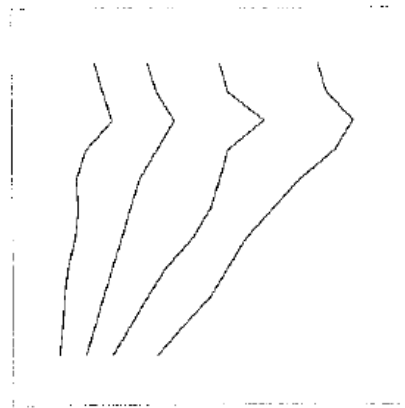
地下水流動層検層の大局的分類

地下水流動層検層

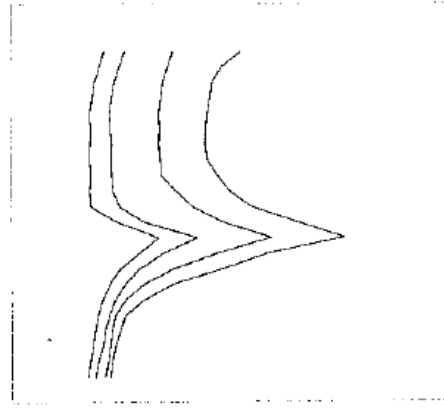


『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

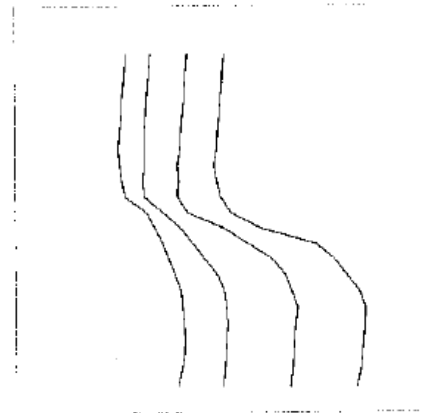
地下水検層 経時変化の代表的パターン



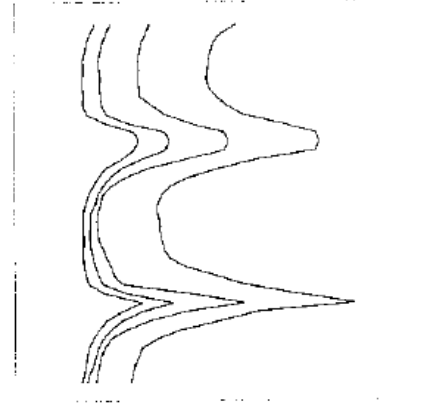
全体に高透水性を示すが、
上部ほど透水性が高い場合



中間部に高透水性の地層を
挟む場合



上部はやや高い透水性
を有し、下部には高透水
層が分布する場合



中間部に2層の高透水層
が分布する場合

地下水検層の留意事項

ボーリング孔壁の状態

- ボーリング掘削後に地下水検層を実施する場合には、試験実施前に清水による孔内洗浄を行う（泥水使用時には特に）

ボーリング孔壁が自立しない場合

- ケーシング抜管前にストレーナ加工した塩ビ管を挿入し、清水で孔内洗浄
- 地下水検層が計画されているボーリング孔では最初から清水掘りが望ましい

電解物質の濃度調整

- 濃度の目安は0.5%程度。投入後には孔内の濃度が一様になるよう十分攪拌

地下水流動の解釈

- ボーリングコアの状態と照らし合わせて透水層を想定（特に、透水層と難透水層が互層状に分布する場合）

自然水位法と汲み上げ法の特徴を理解して使い分ける

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

簡易揚水試験の目的と概要

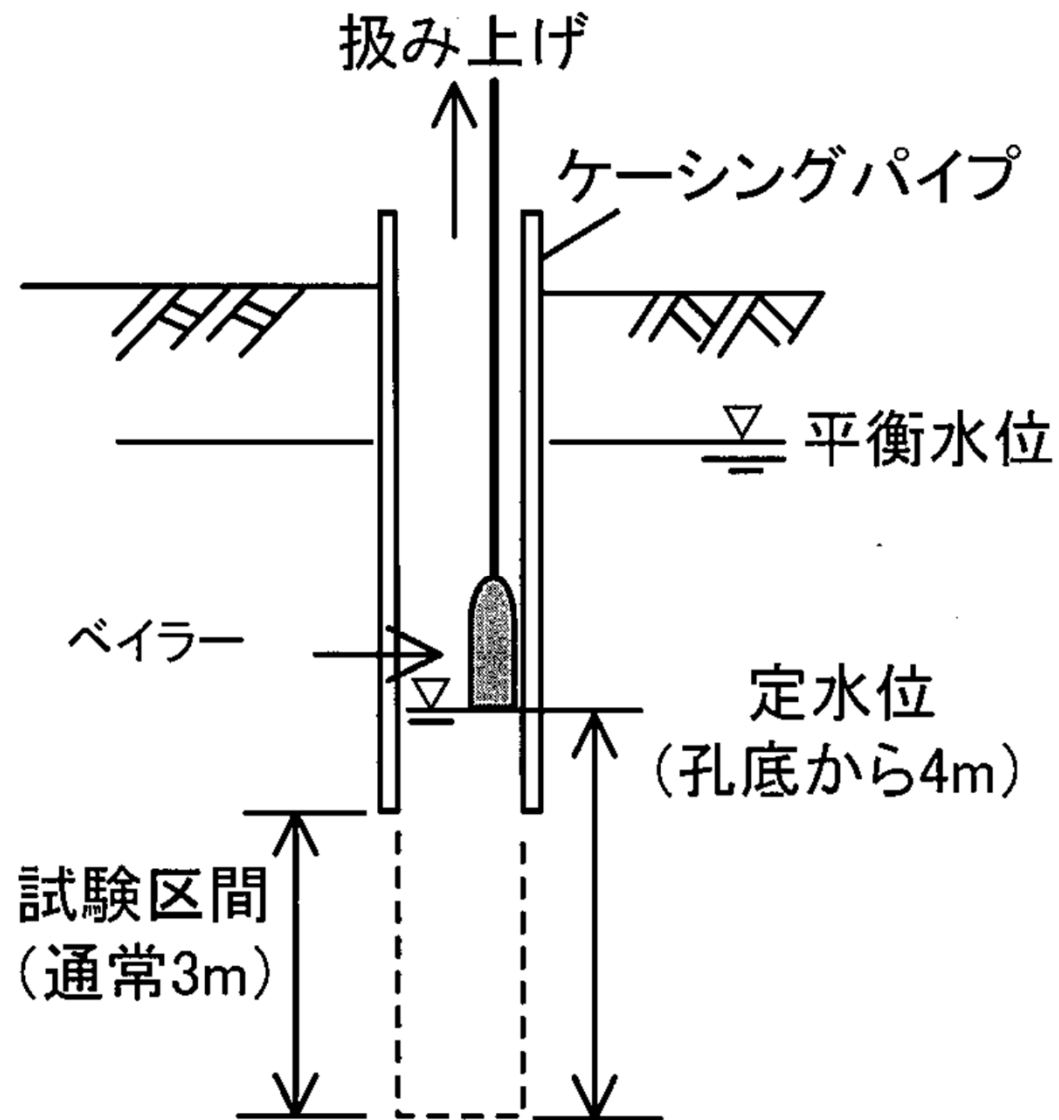
目的

- 地層の透水性の把握

概要

- ボーリング孔を利用して、簡易な揚水器（ベイラー等）により揚水し、揚水量と水位を測定する
- 試験区間長は2～5mの裸孔部。通常は3mとして、3m毎に実施することが多い

簡易揚水試験イメージ



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

簡易揚水試験 留意事項

試験精度の改善・揚水時における孔内水位の保持

- 可能であれば揚水を工夫して、水位を一定に保つ

揚水時間の検討

- 揚水時間の設定は地盤状況に合わせて

孔内水位の測定

- 測定には触針式水位計を用いるのが一般的
- 透水性が高い場合には、自記水位計を使用することがある。ケーブルの損傷やジャミングに注意

平衡水位の確認

- 回復法においては、安定した水位を平衡水位としている
- できれば、翌朝水位を平衡水位としたい
- 地下水位の経時変化から予測する場合もある

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

自動計測の概要

概要

- センシング技術、通信インフラの発達により、自動計測が可能に
- 機器毎に観測結果をデータとして集約しデータ表示・記録・蓄積する
- 連続性、即時性あり
- 観測を省力化できるが、初期コストが高くなる
- 即時的なグラフ化、解析作業が可能
- 観測範囲が広い場合、リアルタイム観測が必要な場合、保全対象の重要度が高い場合に適する

主なセンサー

- 雨量計、地表面伸縮計、地盤傾斜計、パイプひずみ計、孔内傾斜計、多層移動量計、地下水位計、間隙水圧計など

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

自動計測のトラブル防止上の留意事項

計測現場の自然環境、人的環境条件から、あらかじめ予想されるトラブルを抽出する

トラブルに対応可能な機器の性能や設置方法を検討し、計画に盛り込む

運用開始後は、定期的なメンテナンスを実施

主なトラブルには、機器破損、現地ブレーカの遮断、通信回線の輻輳、動物・人によるいたずらなど

現場密度試験 目的と概要

目的

- 現場における土の密度の把握

概要

- 盛土等の締固め管理に広く利用
- 質量を直接、体積を間接的に測定する：砂置換法、突き砂法、水置換法
- 定体積の容器を土に圧入し、質量・体積を直接測定する：コアカッター法
- 他の物理量で密度を間接的に測定する：RI測定

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

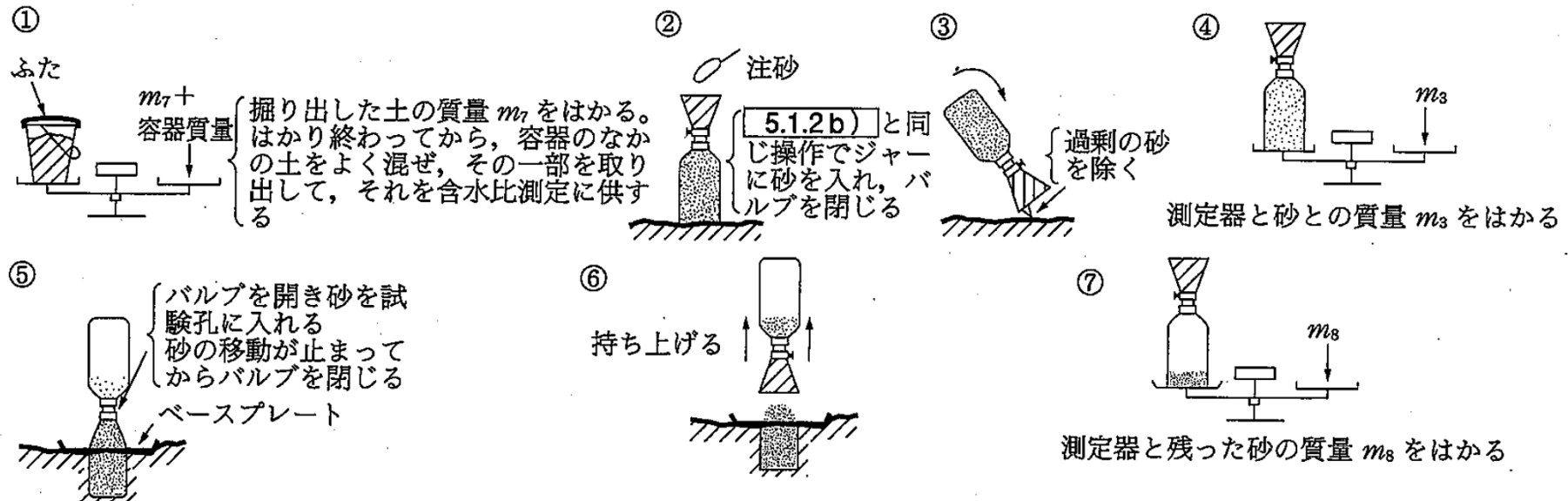
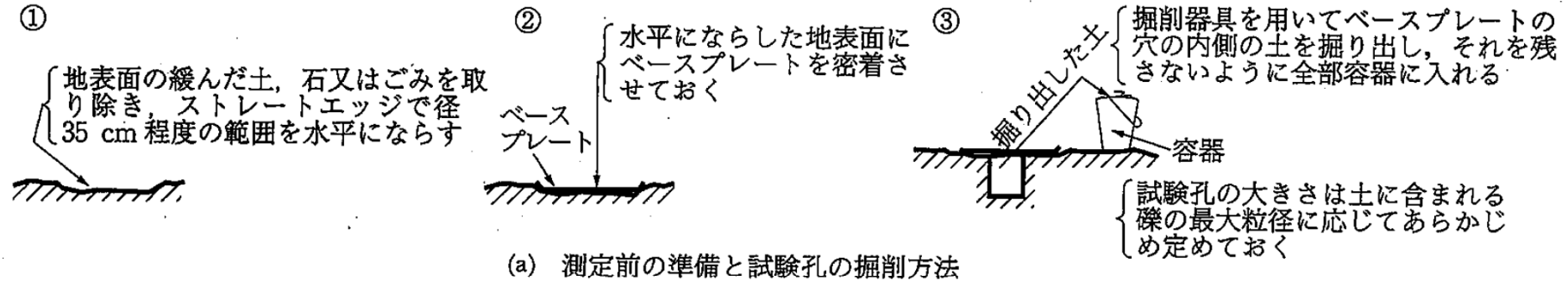
現場密度試験方法の比較

規格・基準	試験法名 ＜通称＞	適用範囲				試験孔		特徴*
		石	礫	砂	シルト 粘土	径	深さ	
JIS A 1214	砂置換法による土の 密度試験方法 ＜砂置換法＞			最大粒径が 53 mm		162 mm	10～15 cm 程度	- 標準的な手法であり、広い分野で用いられている。 - 特定の測定器具と粒度調整した置換用の砂を準備し、両者に対して体積や密度の検定が必要になる。 - 測定器具は比較的安価。 - 孔壁が乱さないように、試験孔（置換孔）を慎重に作製する必要がある。 - 孔壁がはらみ出すような自立性の低い地盤には不適。
JGS 1611	突き砂法による土の 密度試験方法 ＜突き砂法＞			最大粒径が 150 mm		150, 250, 300 mm	150, 200, 300 mm	- 砂置換法よりも迅速性に優れ、高速道路やフィルダムなどに用いられている。 - 粒度調整した置換用の砂に対して密度の校正が必要である。 - 測定器具に特殊なものはない（安価）。 - 砂置換法と同様に、試験孔の慎重な作製と地盤の自立性が重要。含水比の高い砂質土や礫が多く空隙の大きな土には不適。
JGS 1612	水置換法による土の 密度試験方法 ＜水置換法＞			砂置換法等が困難な土		最大粒径の 3 倍以上	孔径の0.6 ～0.7倍	- 石分を含む土に適しており、フィルダムで主に採用されている。 - 測定器具は安価。 - 測定孔を慎重に作製すること、シートを孔壁に密着させることが重要。
JGS 1613	コアカッターによる 土の密度試験方法 ＜コアカッター法＞			コアカッターが 貫入可能な土		コアカッター 内径 50～ 150 mm	内径の0.8～ 1.3倍程度	- 上記の各工法と比べ、試験孔を必要としないので迅速性に優れる。高速道路や宅地造成などで用いられている。 - 測定器具は安価。 - コアカッターが支障なく貫入できることが要件。
JGS 1614	RI 計器による土の 密度試験方法 ＜RI 法＞			すべての土質材料と RI 計器が設置可能な材料		—	—	- 密度・含水比ともに短時間に測定できるので、即座に乾燥密度が求められる。 - 高速道路をはじめ、広い分野で利用されている。近年、岩石質材料に対応可能な手法も登場。 - 測定器具は上記の各工法と比べて非常に高価であり、取り扱いにも注意を要する。 - 非破壊検査法であり、技巧や熟練度による影響が少ない。

* RI 法を除き、測定とは密度測定のことを指す。また、RI 法以外は含水比測定に約 1 日要する（炉乾燥法）。

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

砂置換法のイメージ



(b) 試験孔から掘り出した土の質量及び試験孔の体積の測定

砂置換法の特徴

砂や細粒土に適用

標準的で、簡便

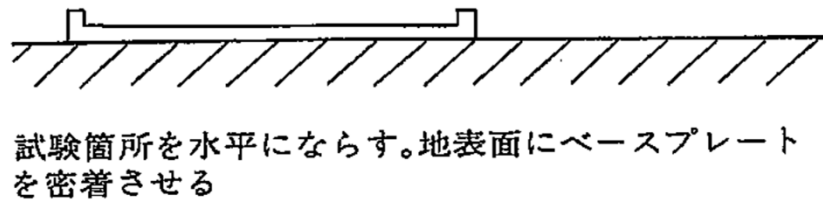
掘削にやや熟練を要する

容器や乾燥砂の検定が必要

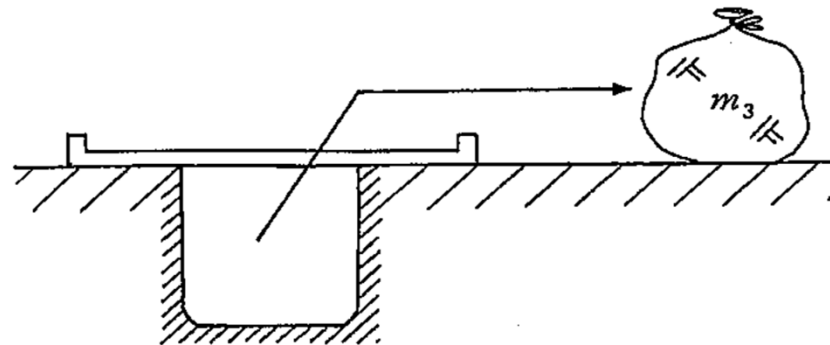
乾燥砂の取り扱いに注意が必要

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

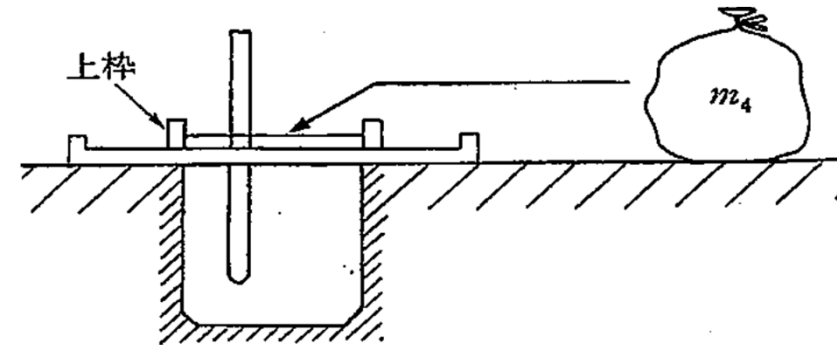
突き砂法のイメージ



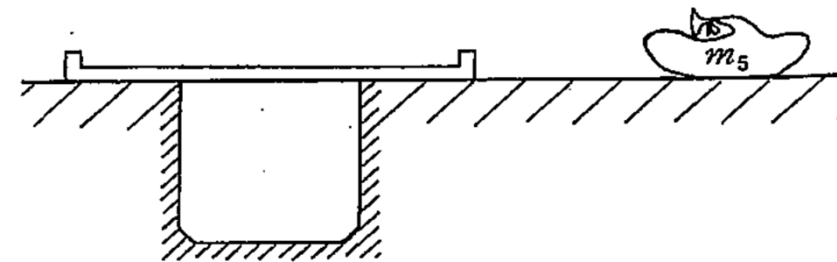
(a)



(b)



(c)



(d)

突き砂法の特徴

砂置換法に比べて、礫混じり土にも適用できる

高含水の砂や空隙の大きな土には不適

高速道路やフィルダムで採用

置換用の砂の検定が必要

突き砂には熟練を要する

水置換法の特徴

岩石質材料に適用

主にフィルダムで採用

試験孔壁とビニールを密着させることが重要

測定誤差はやや大きい

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

コアカッター法の特徴

自立性のある細粒土や土混じり砂に適用

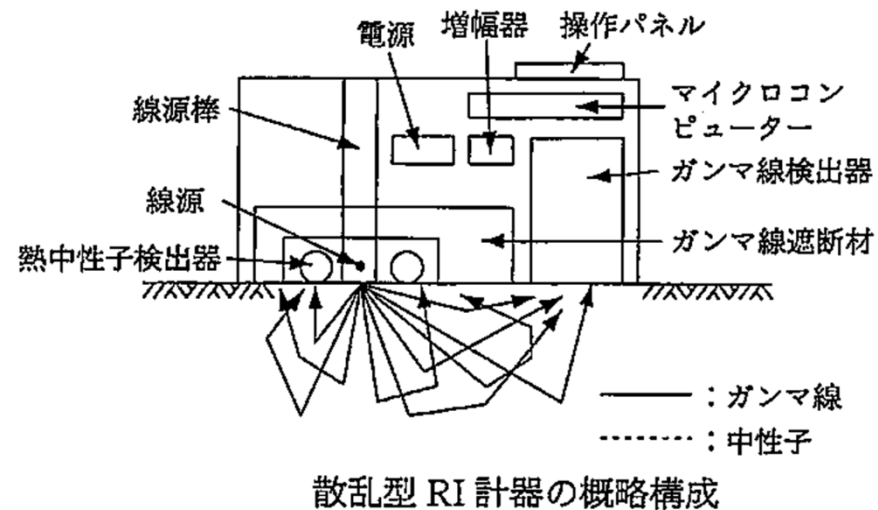
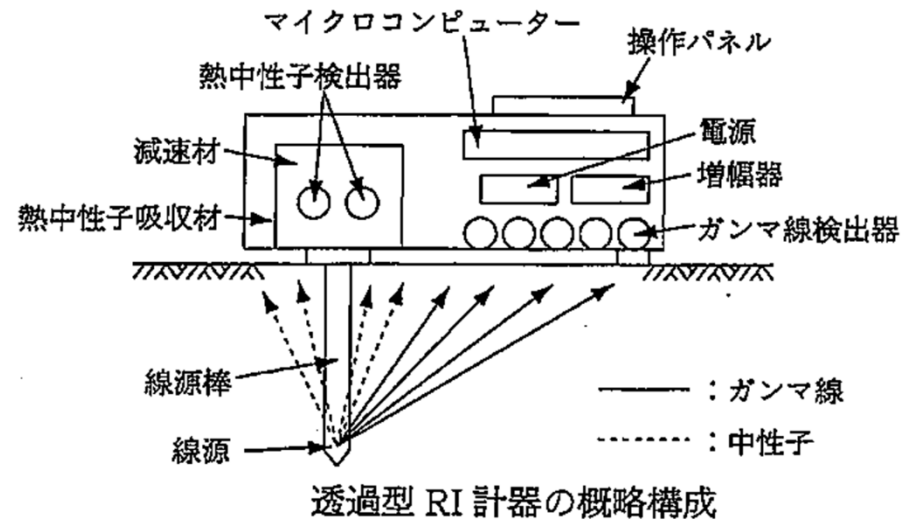
コアカッターの圧入に、やや熟練を要す

圧入が困難な硬質土には適用できない

安価で、迅速

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

ラジオアイソトープ (RI) 法のイメージ



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

ラジオアイソトープ(RI)法の特徴

すべての土質に適用(巨礫以外)

密度と含水比を短時間に測定可能

技巧や熟練による影響少ない

測定用具は高価

放射線利用のため、安全への配慮必要

地盤の平板載荷試験の目的と概要

目的

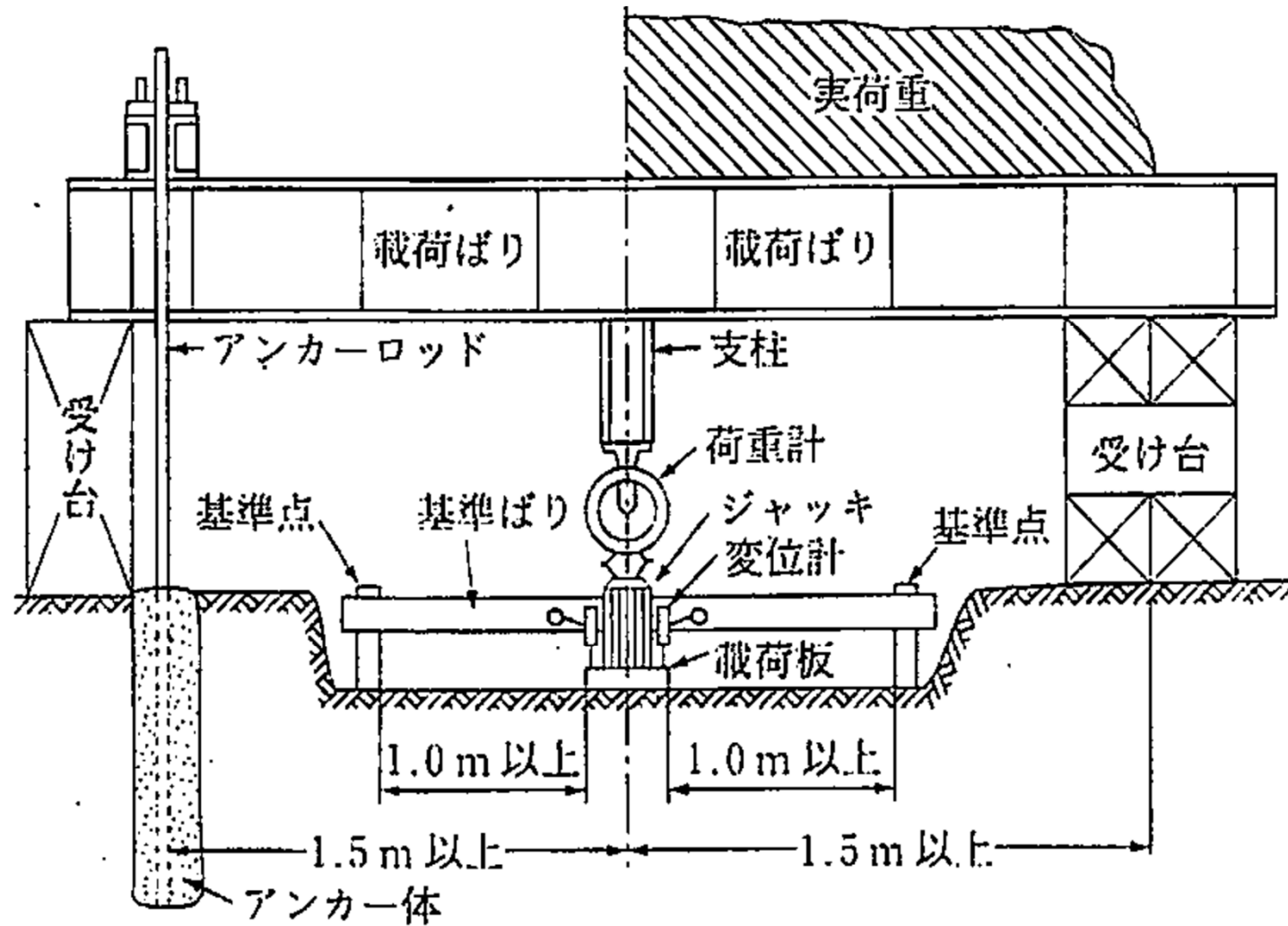
- 地盤の変形やせん断強さなどの支持力特性を調べる

概要

- 地盤の平板載荷試験、道路の平板載荷試験、現場CBR試験、剛体載荷板による岩盤の平板載荷試験、岩盤のせん断試験、ベンケルマンビームによるたわみ量試験、小型FWD簡易支持力測定器による動的載荷試験、深層載荷試験などがある

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

地盤の平板載荷試験イメージ



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

地盤の平板載荷試験の概要

対象地盤

- 構造物基礎(岩盤を除く)

試験方法の主な適用

- 構造物の直接基礎設計に用いる地盤反力係数、極限支持力調査
- 施工段階における支持力管理(直接基礎・深礎・ケーソンなど)

載荷方法

- 直径30cm以上の載荷板を用いた段階式載荷または段階式繰り返し載荷
- 荷重制御方式

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

道路の平板載荷試験の概要

対象地盤

- 道路、滑走路、鉄道ならびにタンク基礎

試験方法の主な適用

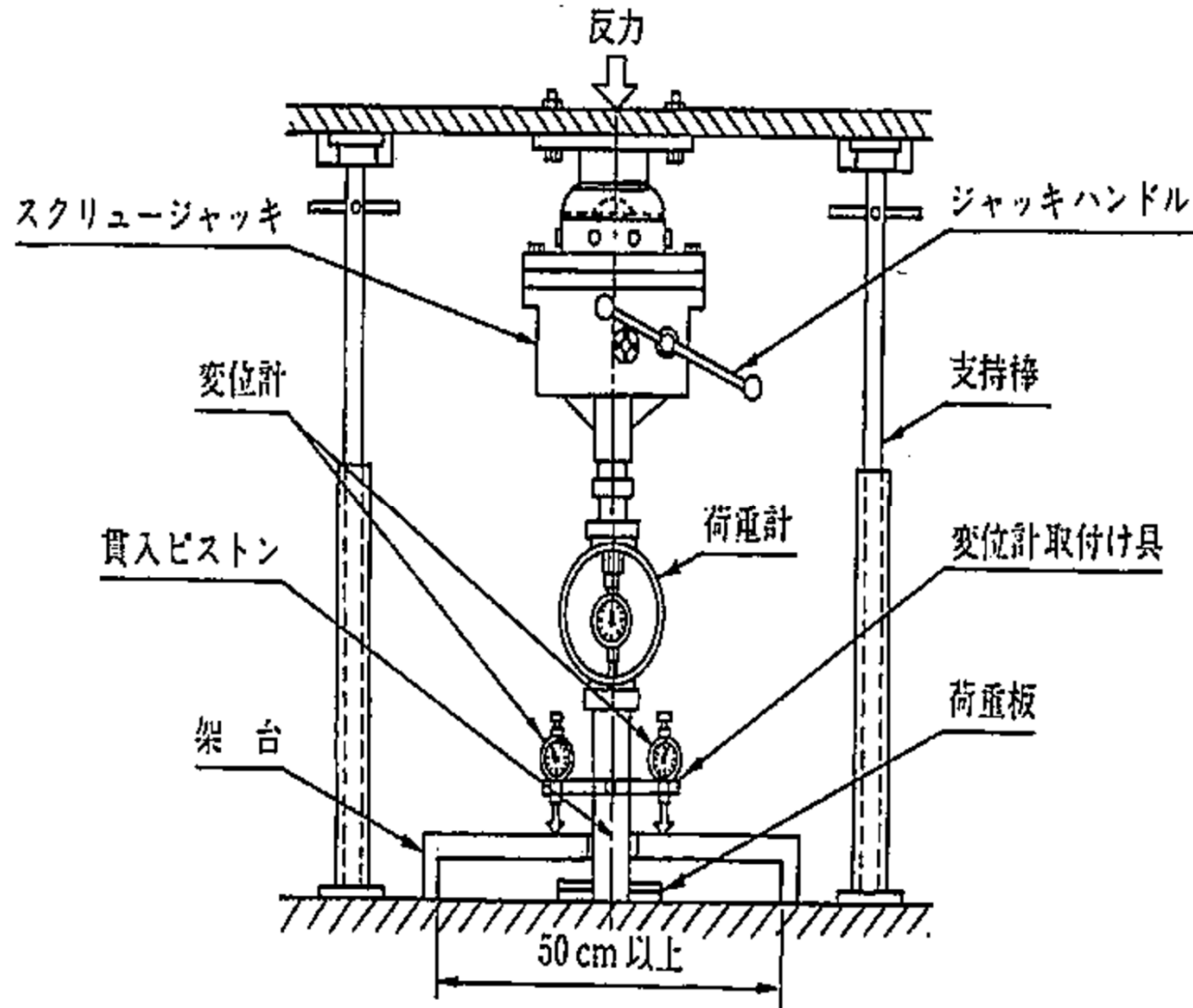
- 道路舗装の損傷調査
- セメントコンクリート舗装の路盤設計及び多層弾性理論解析に用いる路盤・路床の支持力係数調査
- 空港滑走路・鉄道盛土の路床・路盤の品質管理、タンク基礎の支持力管理

載荷方法

- 直径30、40、70cmの載荷板を用いた段階式載荷
- 荷重制御方式

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

現場CBR試験のイメージ



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

現場CBR試験の概要

対象地盤

- 道路、滑走路

試験方法の主な適用

- 道路の自然地盤を対象とした路床支持力調査
- 道路、滑走路の路床・路盤の品質管理

載荷方法

- 直径5cmの貫入ピストンによる連続載荷
- 変位制御方式

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

剛体載荷板による岩盤の平板載荷試験

対象地盤

- 軟岩から硬岩までの原位置岩盤

試験方法の主な適用

- 岩盤の変形特性を求める試験
- ダム、橋梁、原子力発電所等の基礎岩盤、地下発電所等の地下空洞の対象岩盤の変形特性を把握

載荷方法

- 直径30cm以上の剛体載荷板を用いた載荷
- 予備荷重、階段荷重、最大荷重の繰り返し、持続荷重を組み合わせた載荷
- 載荷速度制御方式

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

岩盤の平板載荷試験の概要

対象地盤

- 軟岩から硬岩までの原位置岩盤

試験方法の主な適用

- 岩盤のせん断強度特性を求める試験
- ダム、橋梁、原子力発電所等の基礎岩盤、地下発電所等の地下空洞の対象岩盤のせん断強度特性を把握

載荷方法

- ブロックせん断試験とロックせん断試験があり
- 縦60cm×横60cmの想定せん断面に載荷
- 載荷は所定の垂直荷重を載荷・保持した後、破壊に至るまで傾斜荷重を漸増載荷

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

ベンケルマンビームによるたわみ量試験の概要

対象地盤

- 道路、滑走路、浅い基礎

試験方法の主な適用

- 道路舗装の損傷調査
- 道路舗装のオーバーレイ設計及び簡易舗装設計のためのたわみ量測定
- 道路、滑走路の路床・路盤の品質管理

載荷方法

- ダンプトラックによる一定荷重載荷

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

小型FWD簡易支持力測定器による動的載荷試験の概要

対象地盤

- 道路、滑走路、浅い基礎

試験方法の主な適用

- 地盤の弾性係数、締固め度、一軸圧縮強さ、CBRなどの推定

載荷方法

- 重錘落下による動的載荷

深層載荷試験の概要

対象地盤

- 深い基礎

試験方法の主な適用

- 杭、ケーソン及び大規模構造物などの深い基礎地盤における鉛直方向の支持特性調査

載荷方法

- ボーリング孔底に設置した載荷板（直径9cm、30～100 cm）による段階式載荷または段階式繰り返し載荷
- 荷重制御方式

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

地中レーダの目的と概要

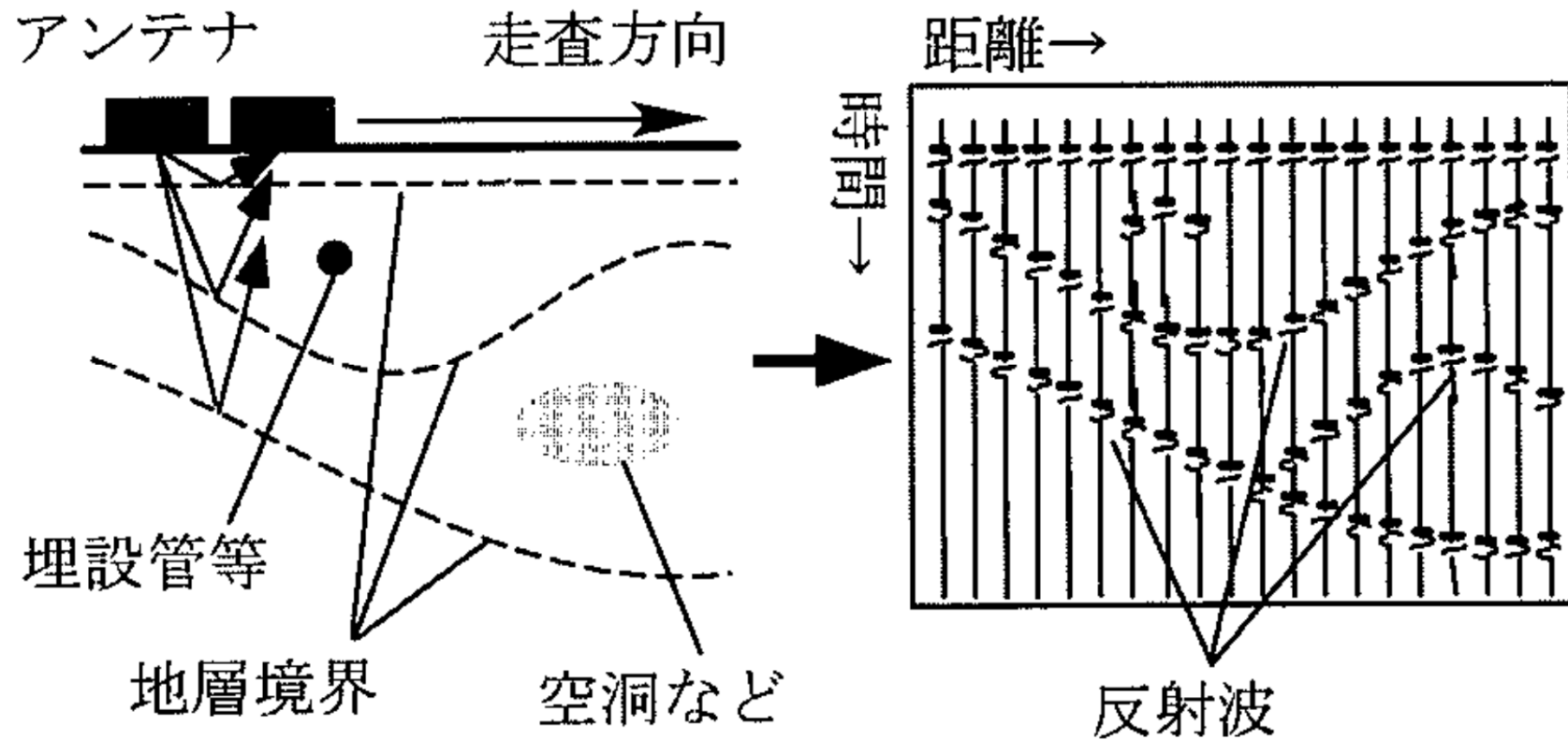
目的

- 地下構造の把握

概要

- 地表面から地中に向かって放射された電磁波が、電気特性の異なる(境界地層境界や埋設物など)で反射する現象を利用
- 電気特性の異なる主なものは、空洞、埋設管・埋設物、地層境界、亀裂や破碎帯、構造物や人工地盤、廃棄物など

地中レーダのイメージ



『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

1m深地温探査の目的と概要

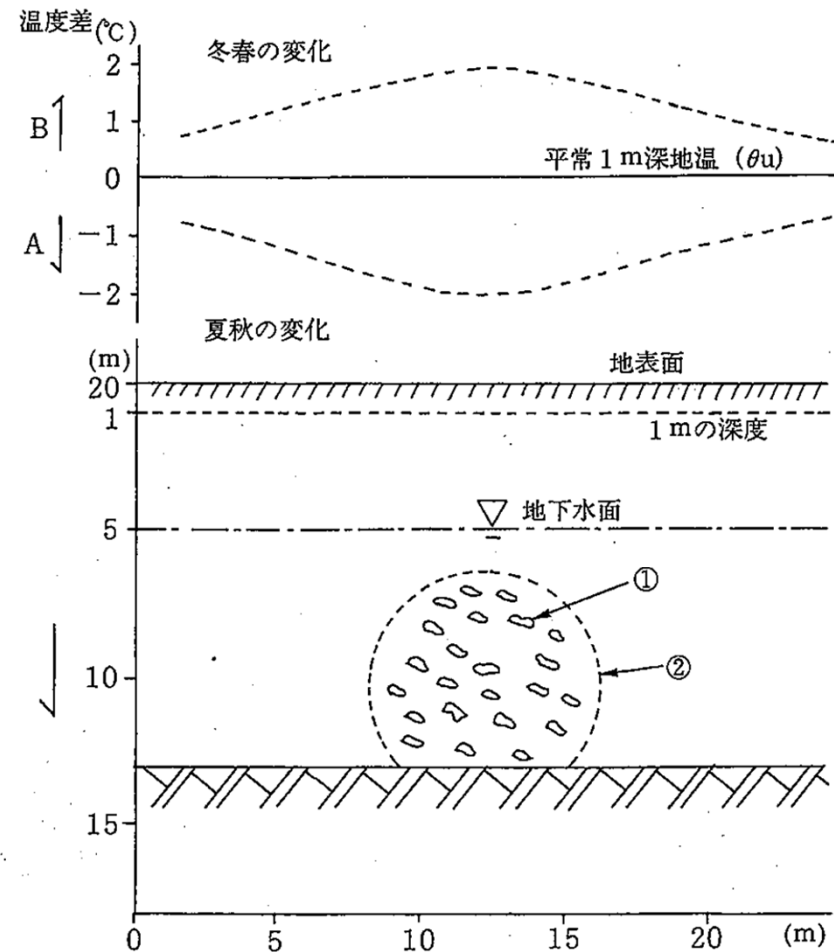
目的

- 浅層地下水脈の平面的な分布の推定

概要

- 季節変化する地温と季節変化の少ない流動地下水温との温度差を利用
- 流動地下水付近での1m深地温は、平常1m深地温に比べ、夏秋で低く、冬春で高くなる
- 平常1m深地温とは、流動地下水の影響のない1m深の地温のこと

流動地下水の存在による1m深地温の変化例



破線は水ミチの影響による温度変化 (θ_u は年変化あり)

①は浸透速度の速い地下水が存在する部分

②は①により一定温度に保たれている範囲

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用