

# 傾斜計の目的と概要

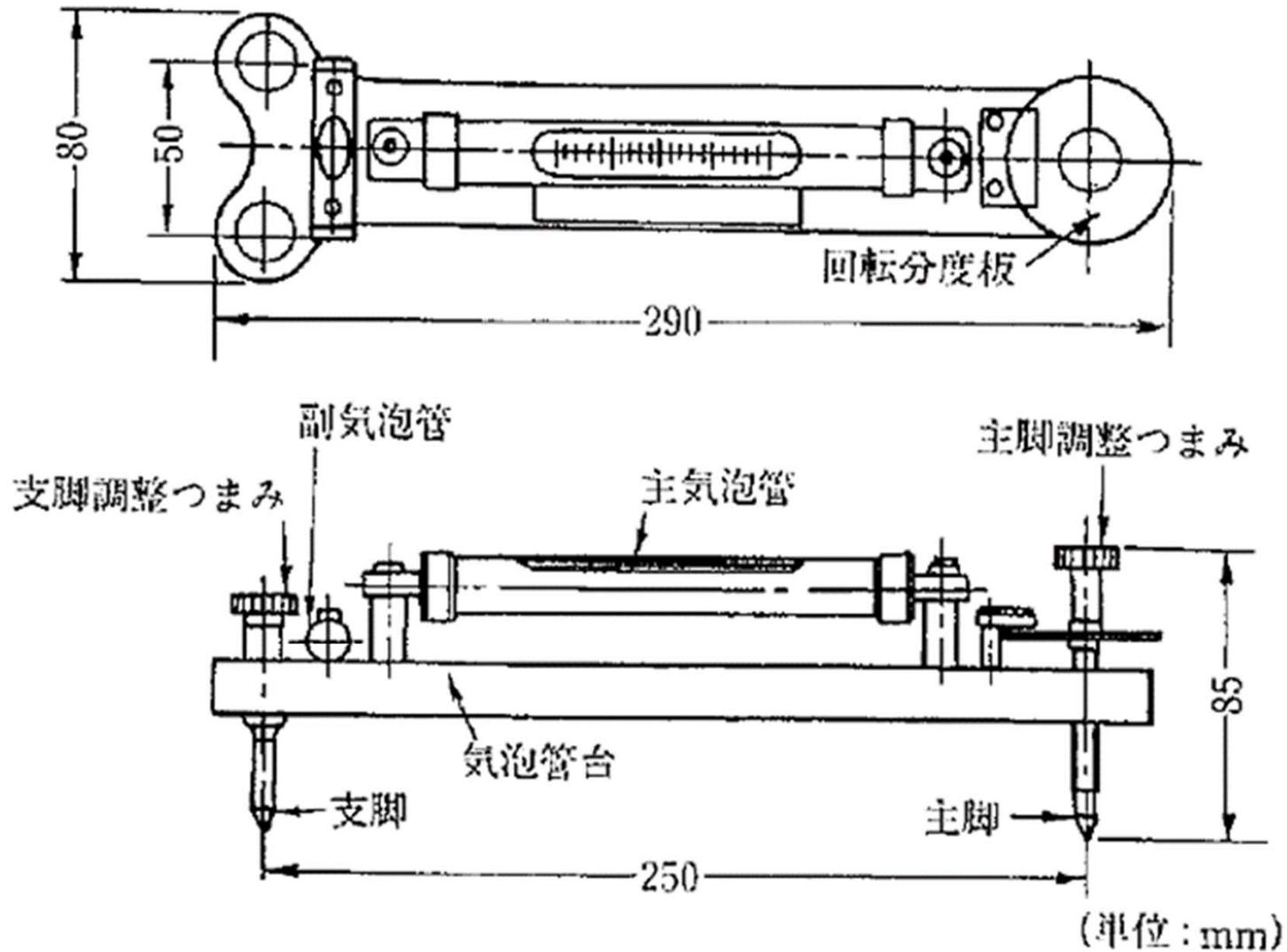
## 目的

- 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 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

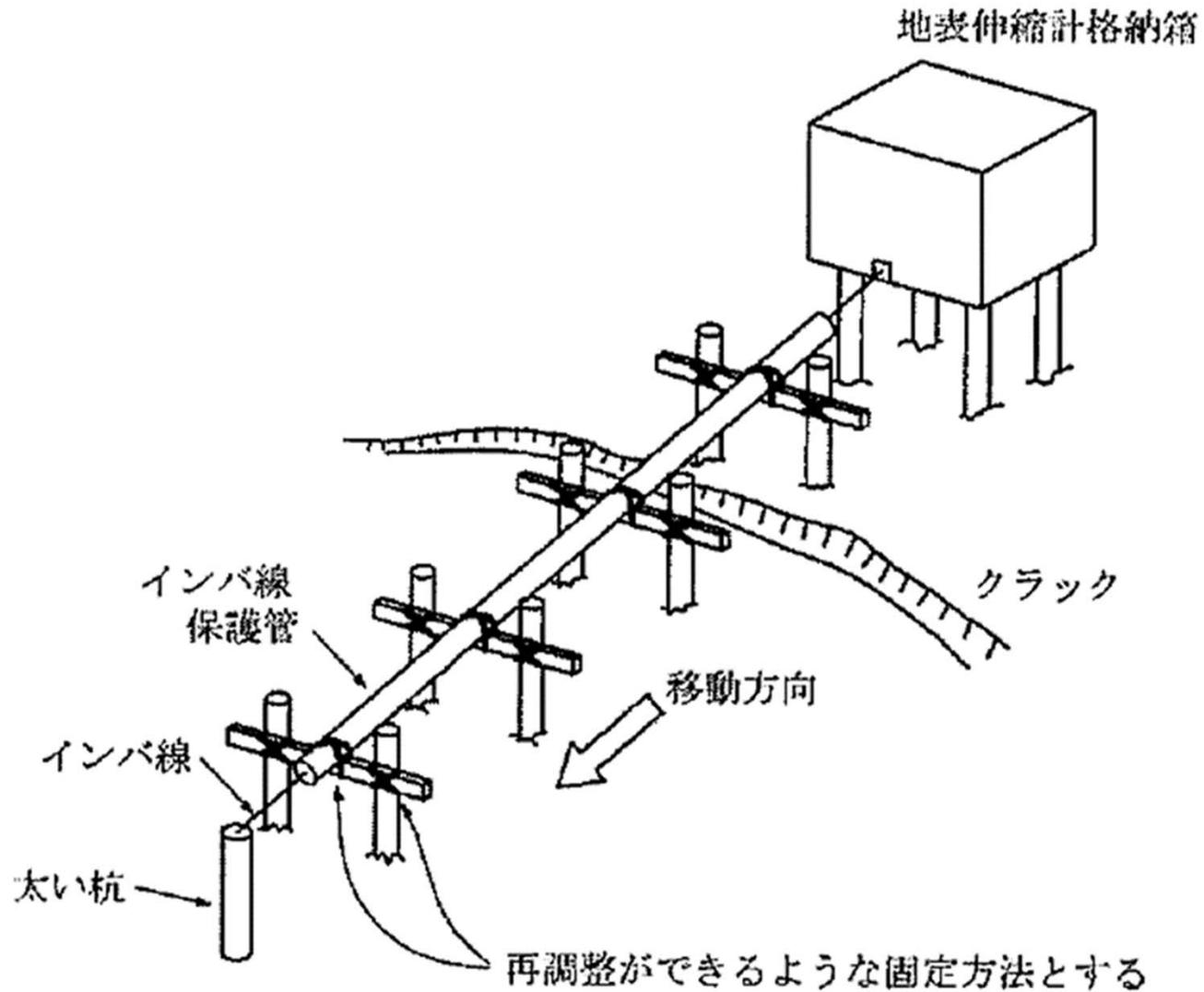
- 地すべり土塊の移動量の把握

## 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

『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 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

# 移動杭測定の目的と概要

## 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

# 雨量観測の目的と概要

## 目的

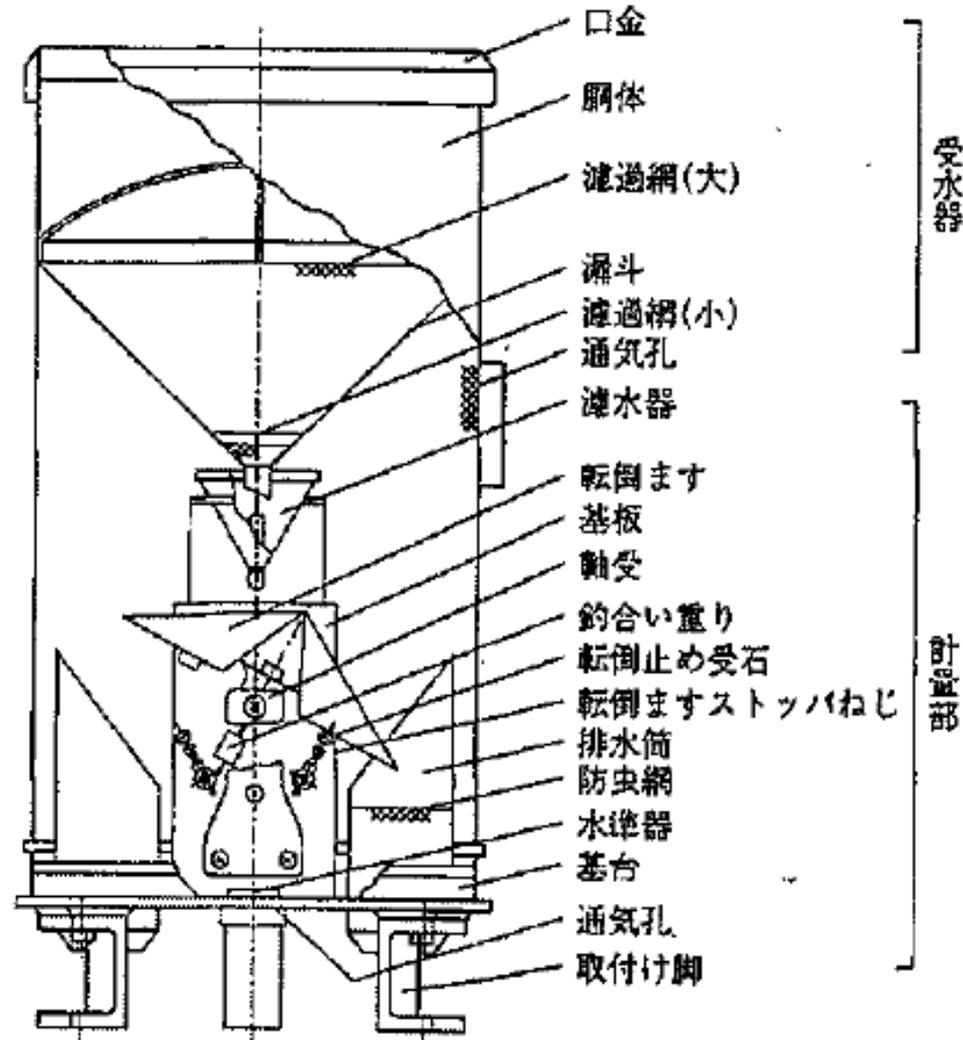
- 土砂災害に関係の深い降水量(雨量)を把握する

## 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 174

# 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	<ul style="list-style-type: none"> <li>●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</li> <li>●都市では下水管から雨水があふれる</li> </ul>
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)	<ul style="list-style-type: none"> <li>●都市部で地下室や地下街に雨水が流れ込む場合がある</li> <li>●マンホールから水が噴出する</li> <li>●土石流が起こりやすい</li> <li>●多くの災害が発生する</li> </ul>
80以上	猛烈な雨	息苦しくなるような圧迫感がある。恐怖を感ずる	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

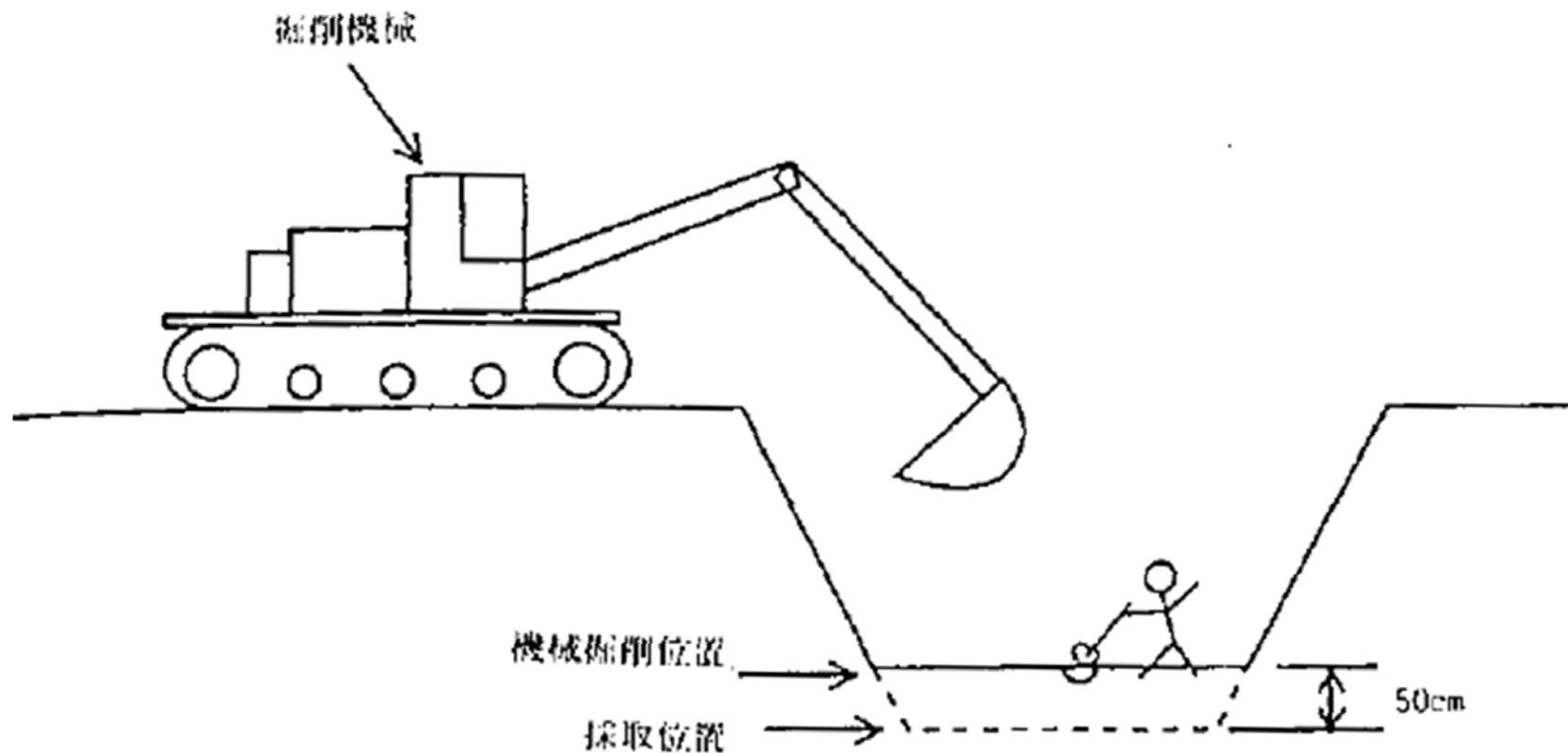
- 室内力学試験に供するための乱さない塊状の土質試料の採取

## 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

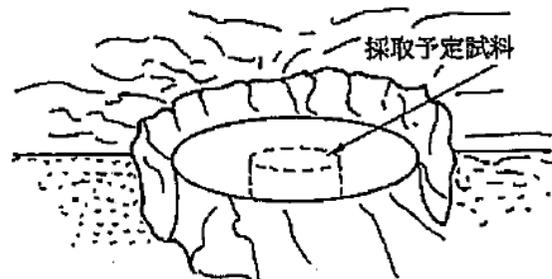
# ブロックサンプリングのイメージ (ピット掘削)



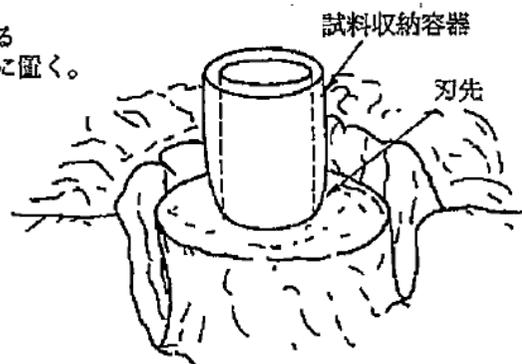
『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用

# ブロックサンプリングのイメージ (押切り式)

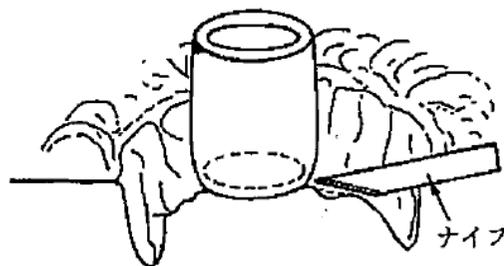
(a) 試料の粗削り



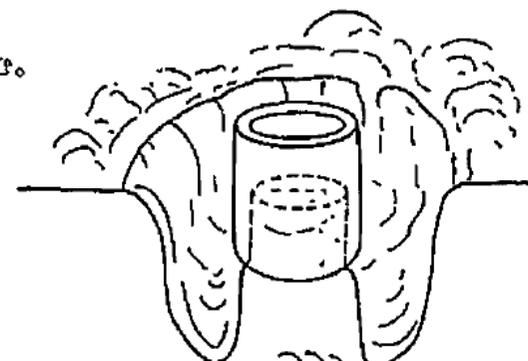
(b) 採取面の整形  
上面を平滑に仕上げる  
試料収納容器を垂直に置く。



(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。

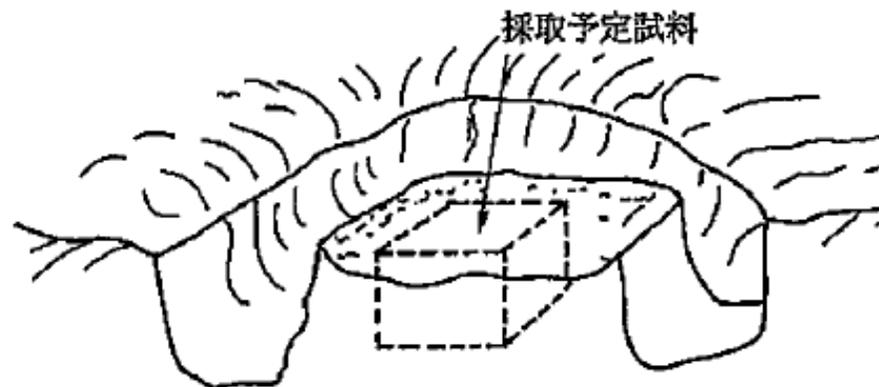


(e) 地盤からの切離し

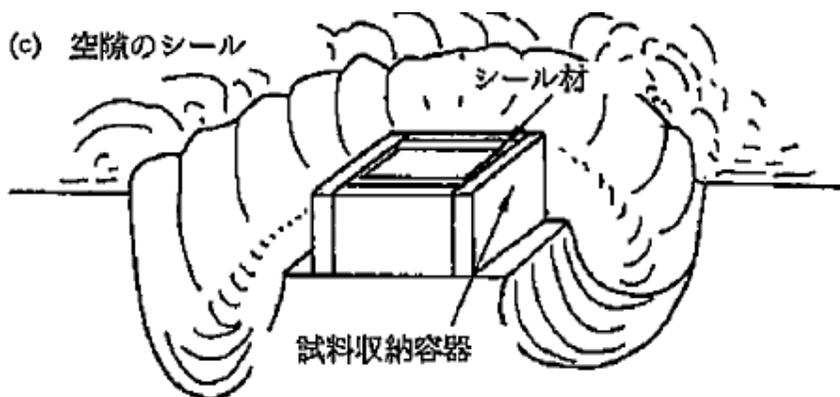


# ブロックサンプリングのイメージ (切出し式)

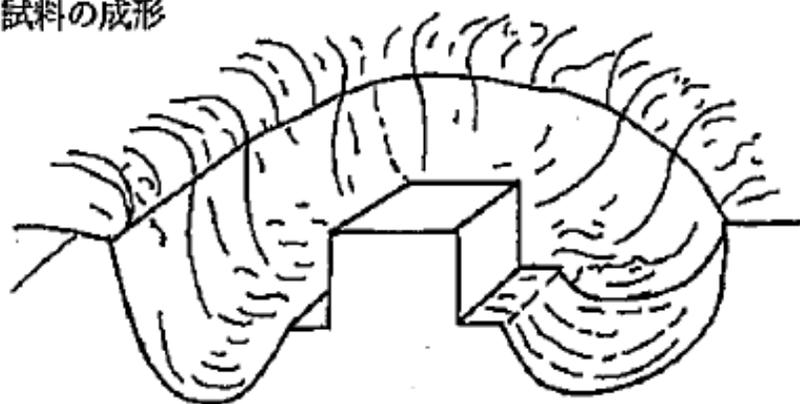
(a) 試料の粗削り



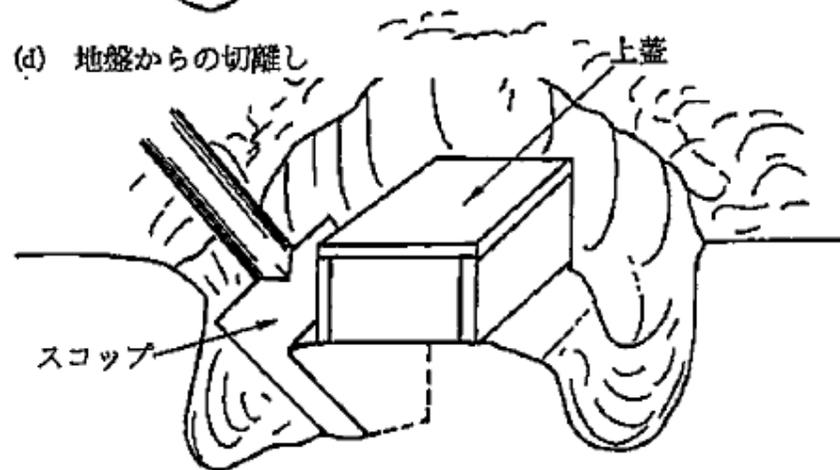
(c) 空隙のシール



(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

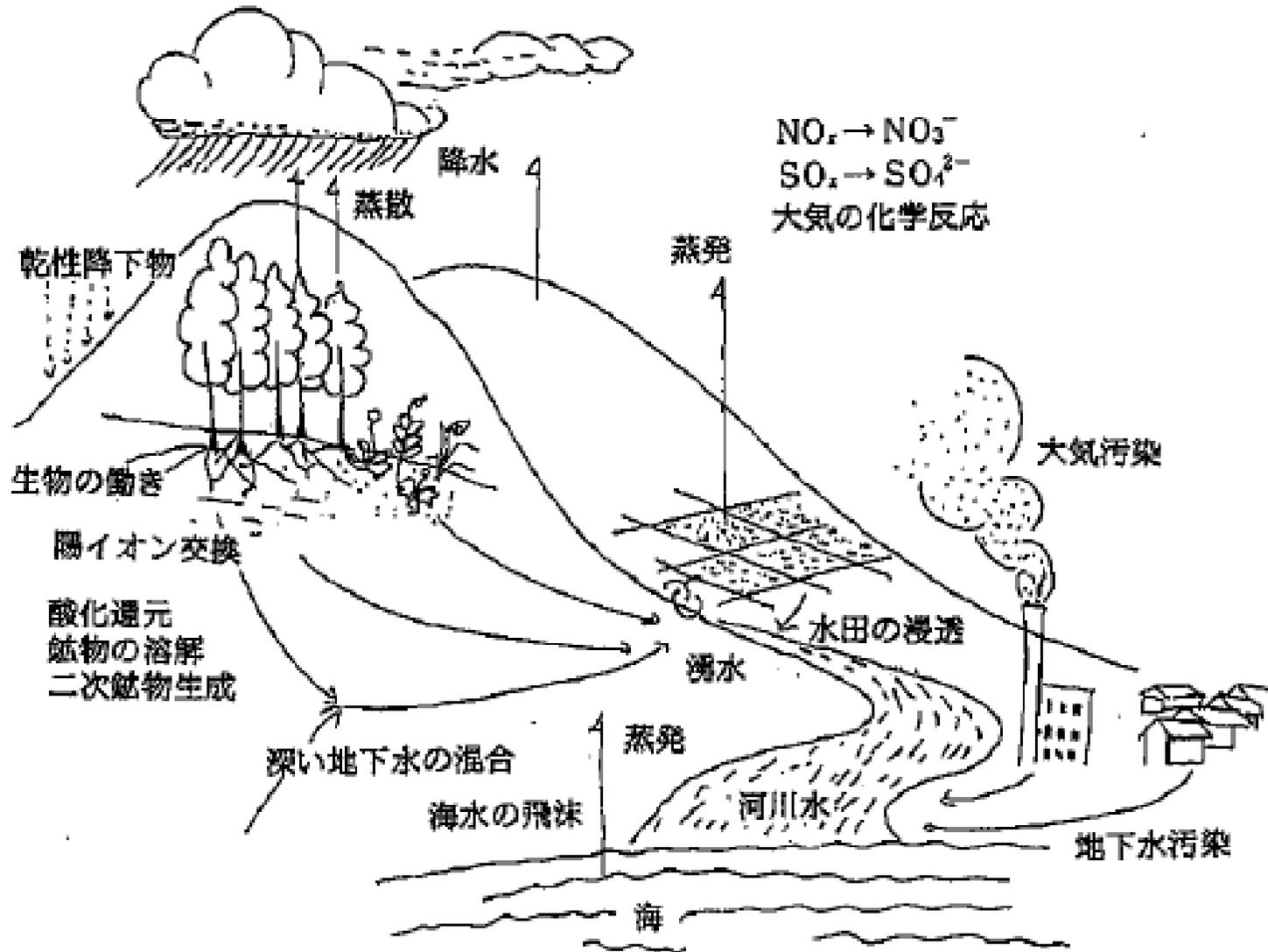
- 表流水や地下水の水質の把握
- 地下水の涵養・流動機構の把握・解明
- (地すべりの場合)すべり面に働く間隙水圧に關与している地下水の区分、水系(流動機構)の把握

## 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關与している
- 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

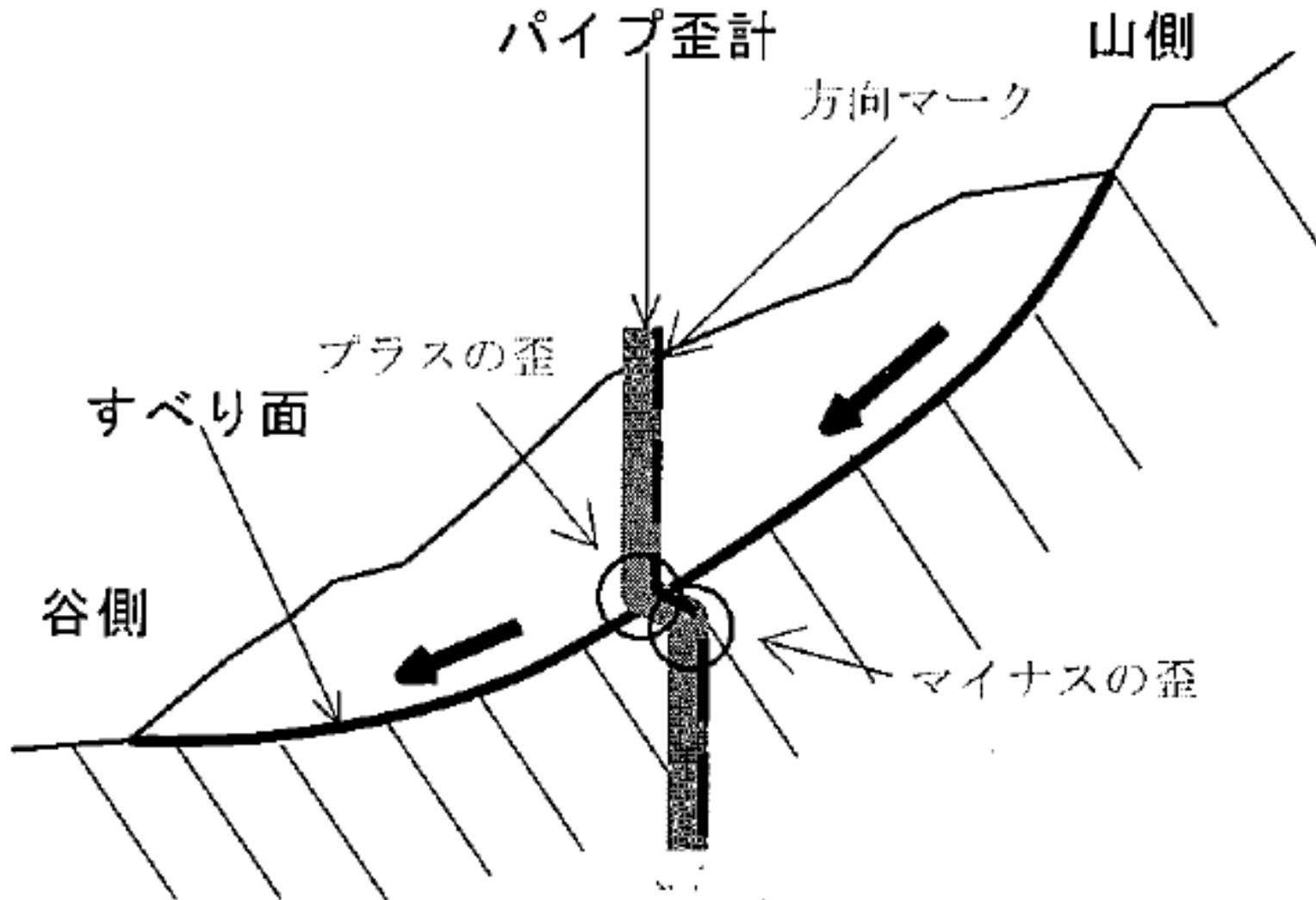
## 目的

- 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 ( $\mu$ )	累積変動 ( $\mu$ /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

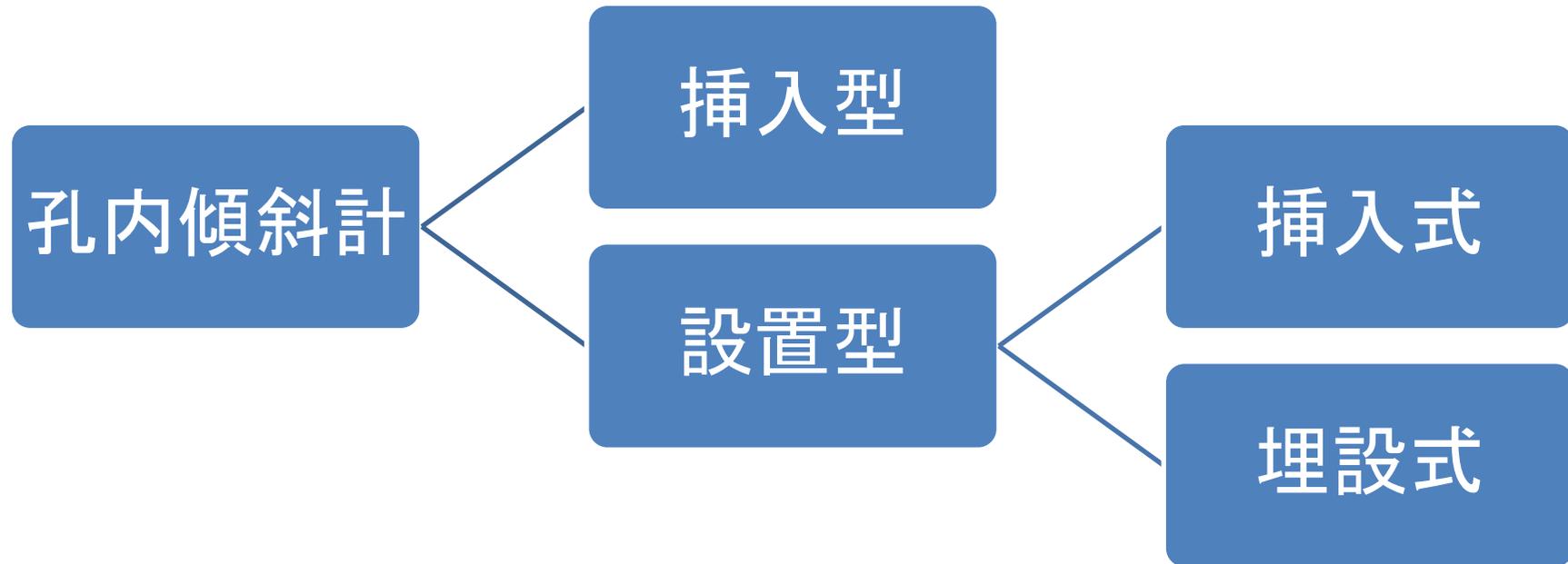
- 地すべり面、変動形態（地すべりの変動量や変動方向）、変動速度の把握

## 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

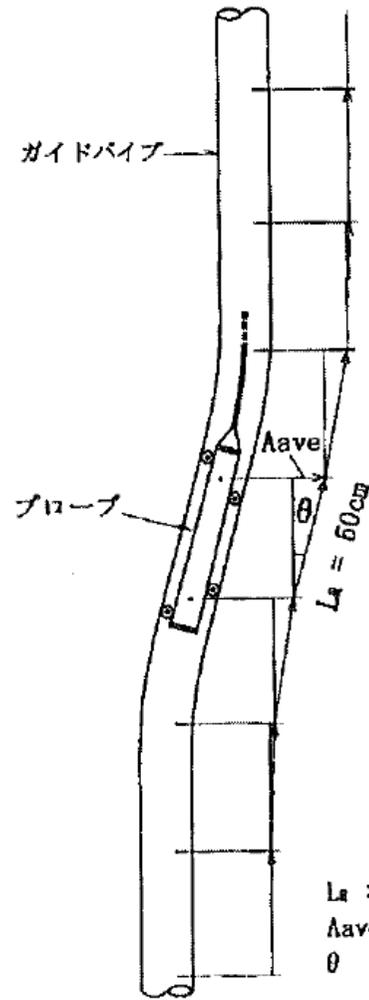
『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

# 孔内傾斜計の区分

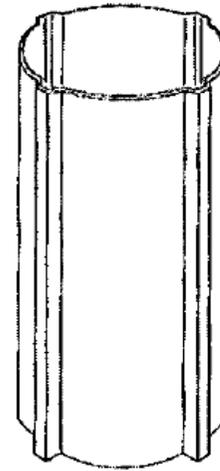


『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

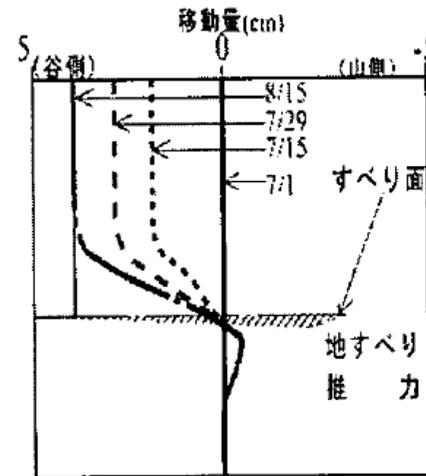
# 挿入型孔内傾斜計のイメージ



a.測定状況とたわみ図<sup>1)</sup>



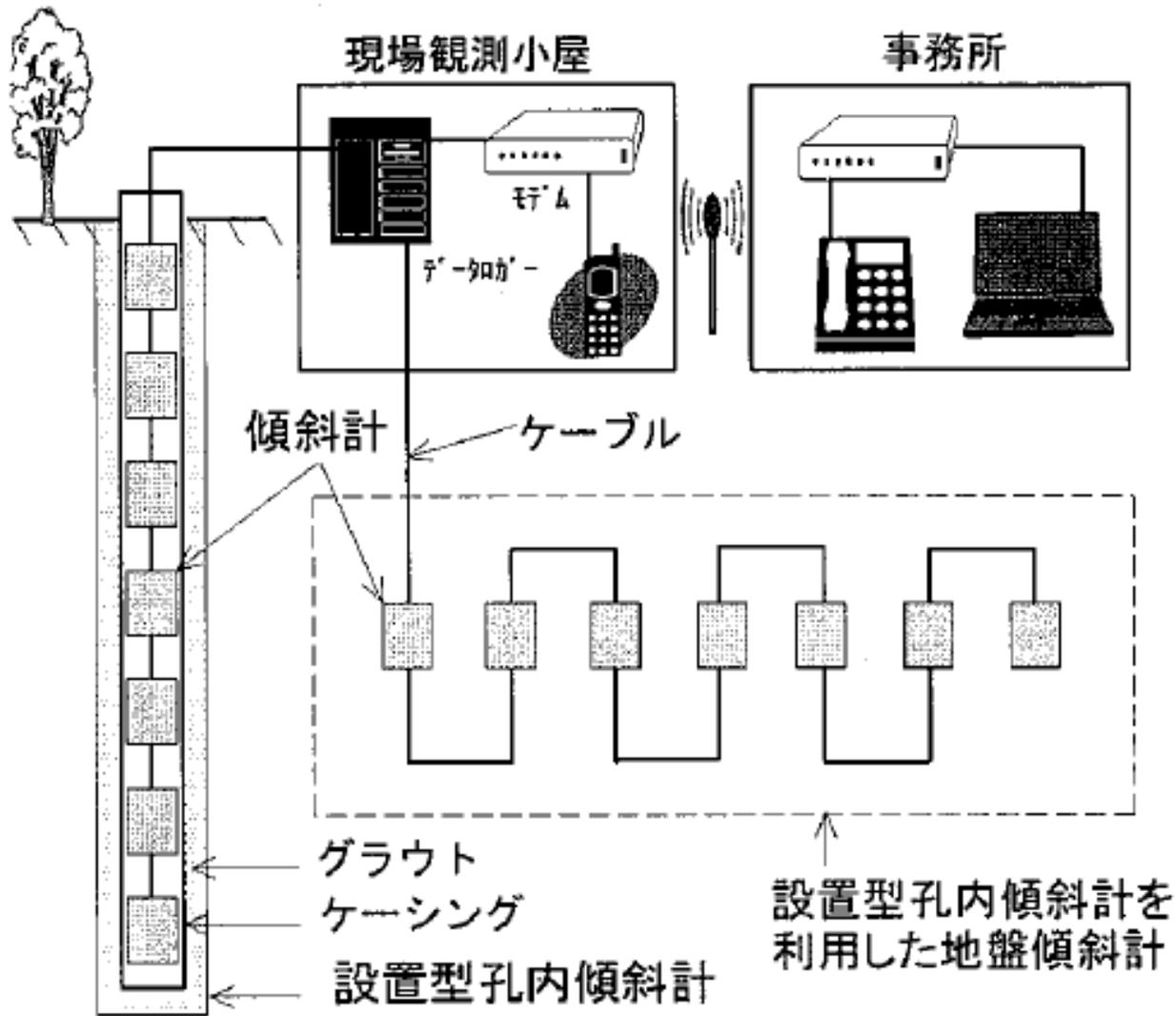
b.ガイドパイプ<sup>1)</sup>



c.たわみ図

『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

# 設置型孔内傾斜計のイメージ



# 多層移動量計の目的と概要

## 目的

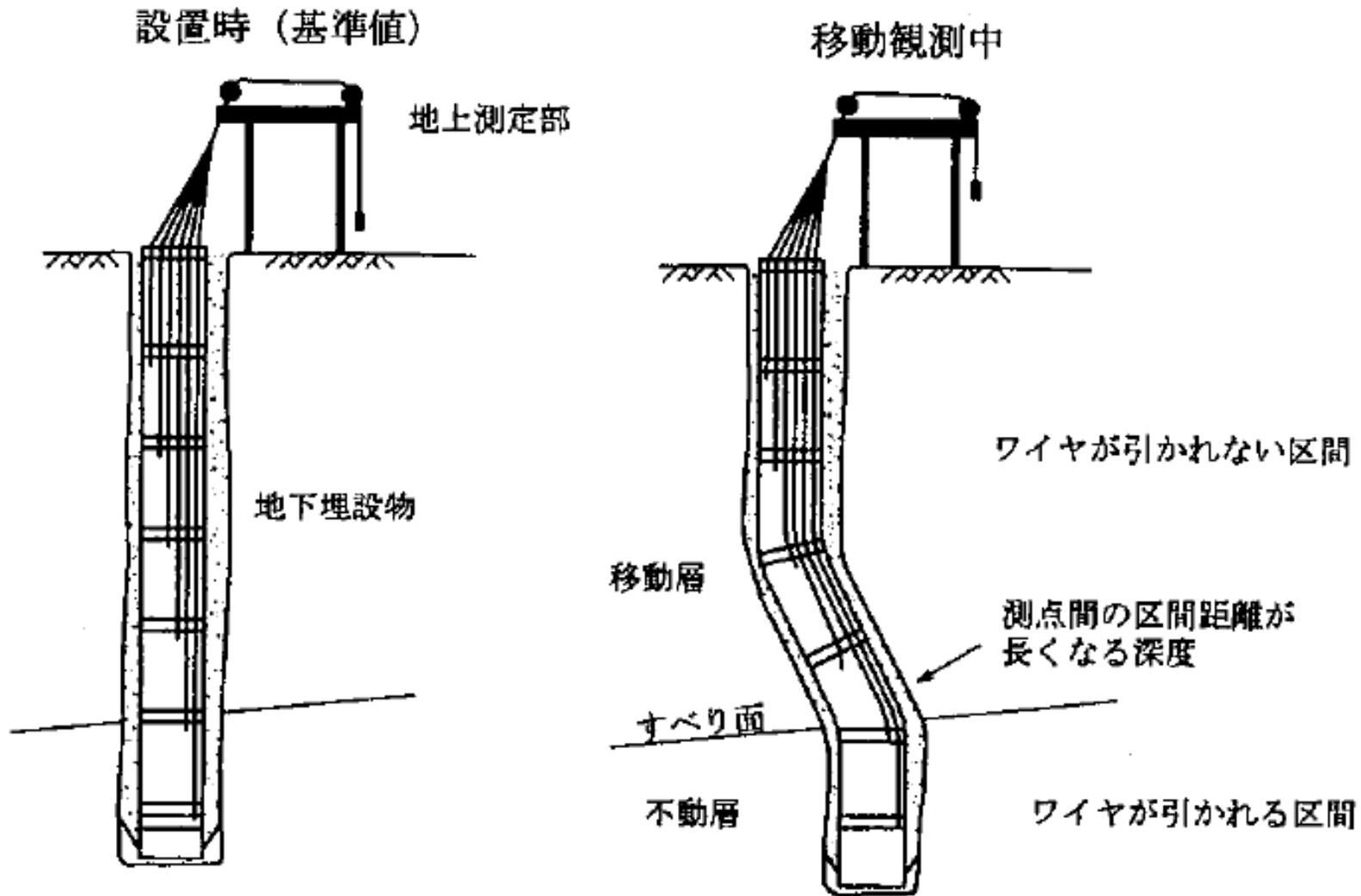
- 地すべりのすべり面ならびにすべり面における移動量の把握

## 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)

『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

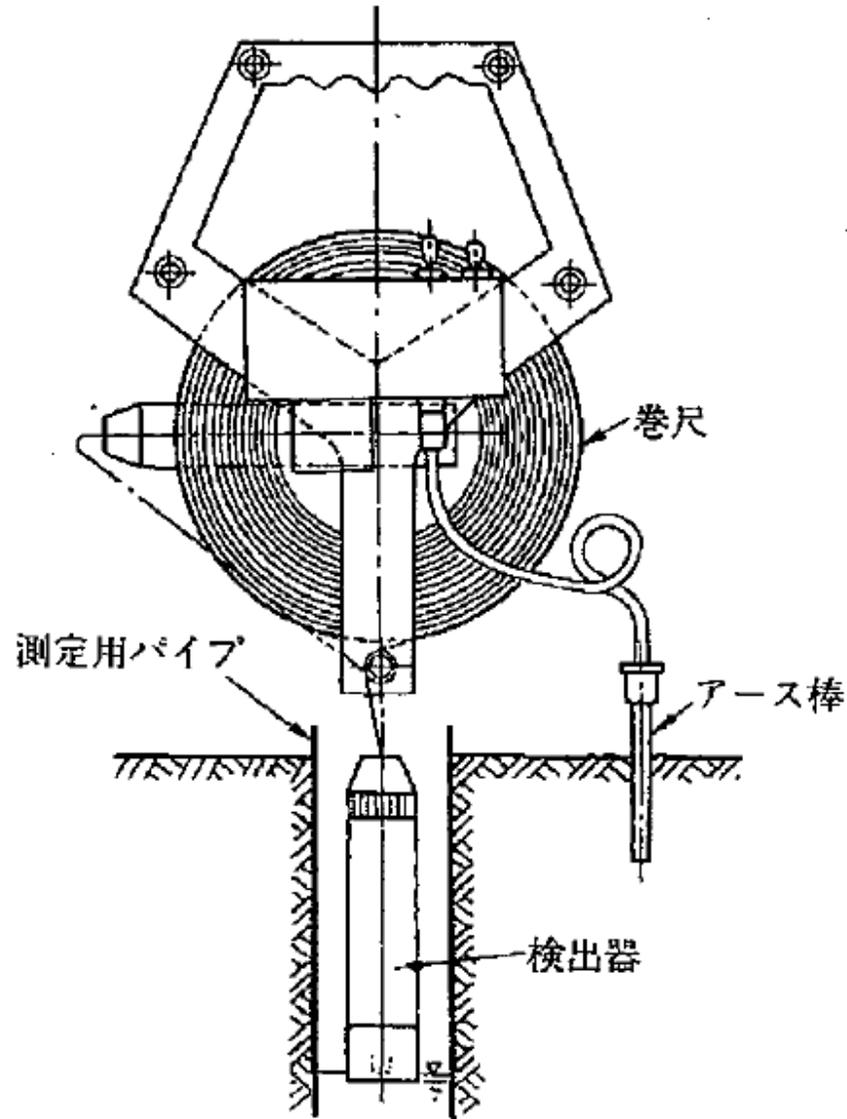
## 目的

- 地下水位の把握（構造物の設計の基礎資料、水頭把握）

## 概要

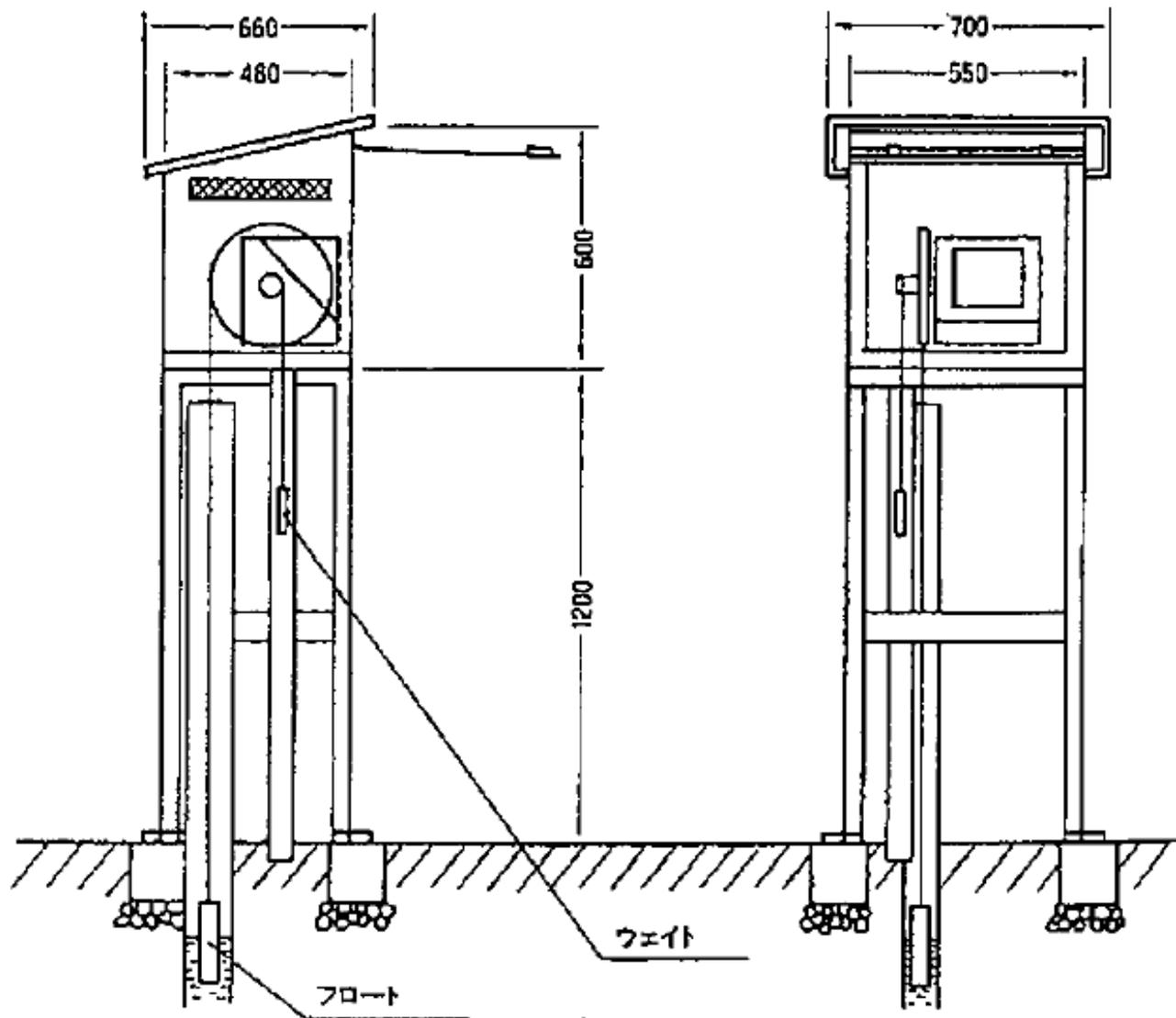
- 観測方法には手観測と自記式水位計あり
- 手観測：直接測定、触針式水位計
- 自記式水位計：フロート式、水圧式水位計

# 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

『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

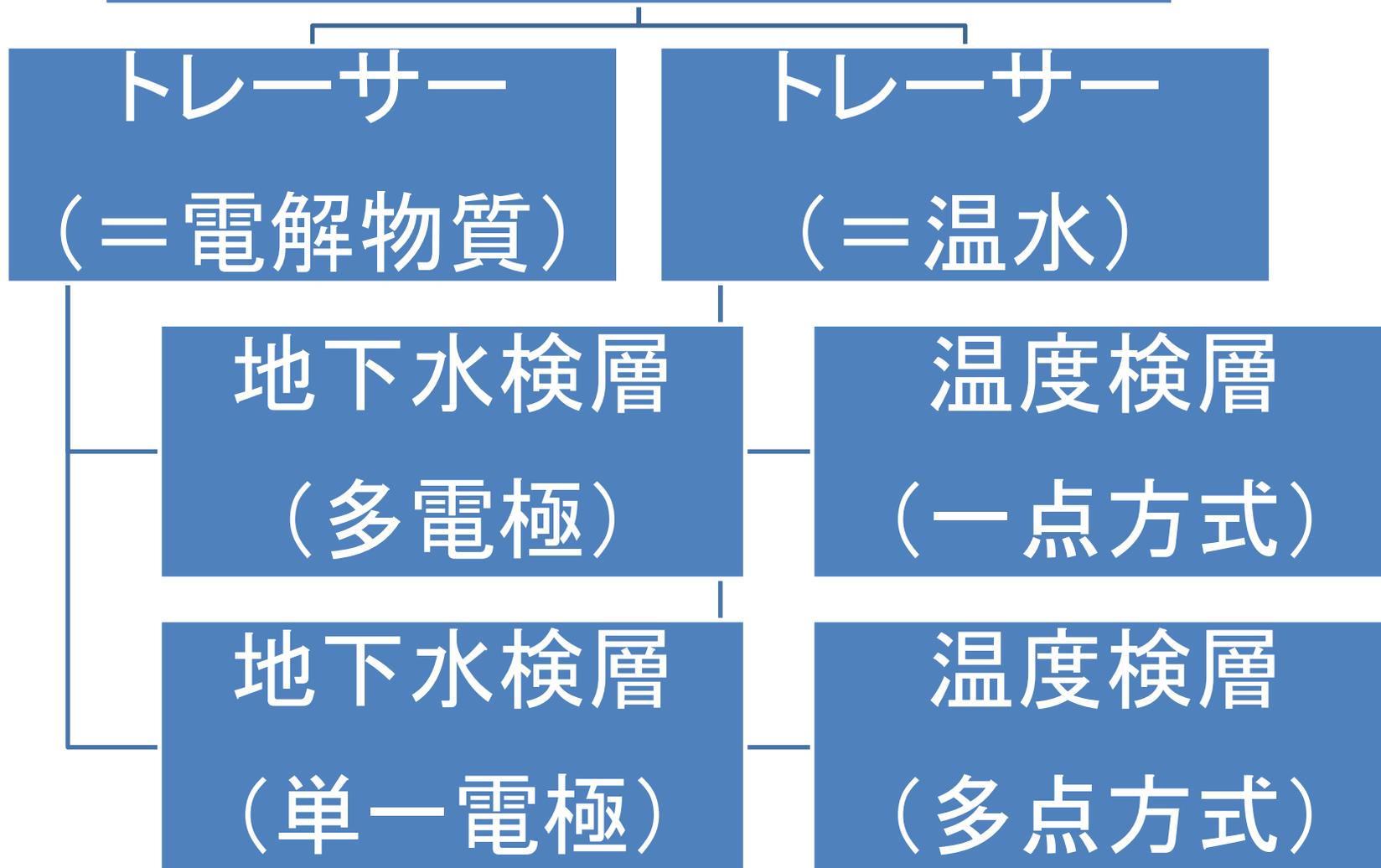
- 地下水の流動層と流動状態の把握

## 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

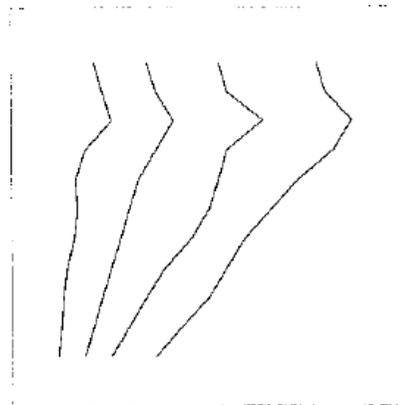
# 地下水流動層検層の大局的分類

## 地下水流動層検層

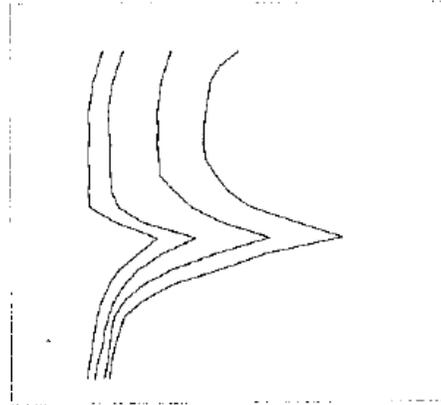


『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

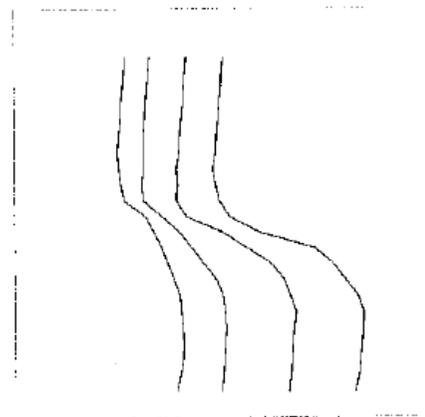
# 地下水検層 経時変化の代表的パターン



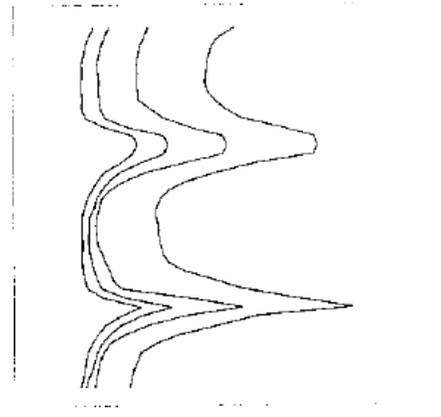
全体に高透水性を示すが、  
上部ほど透水性が高い場合



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

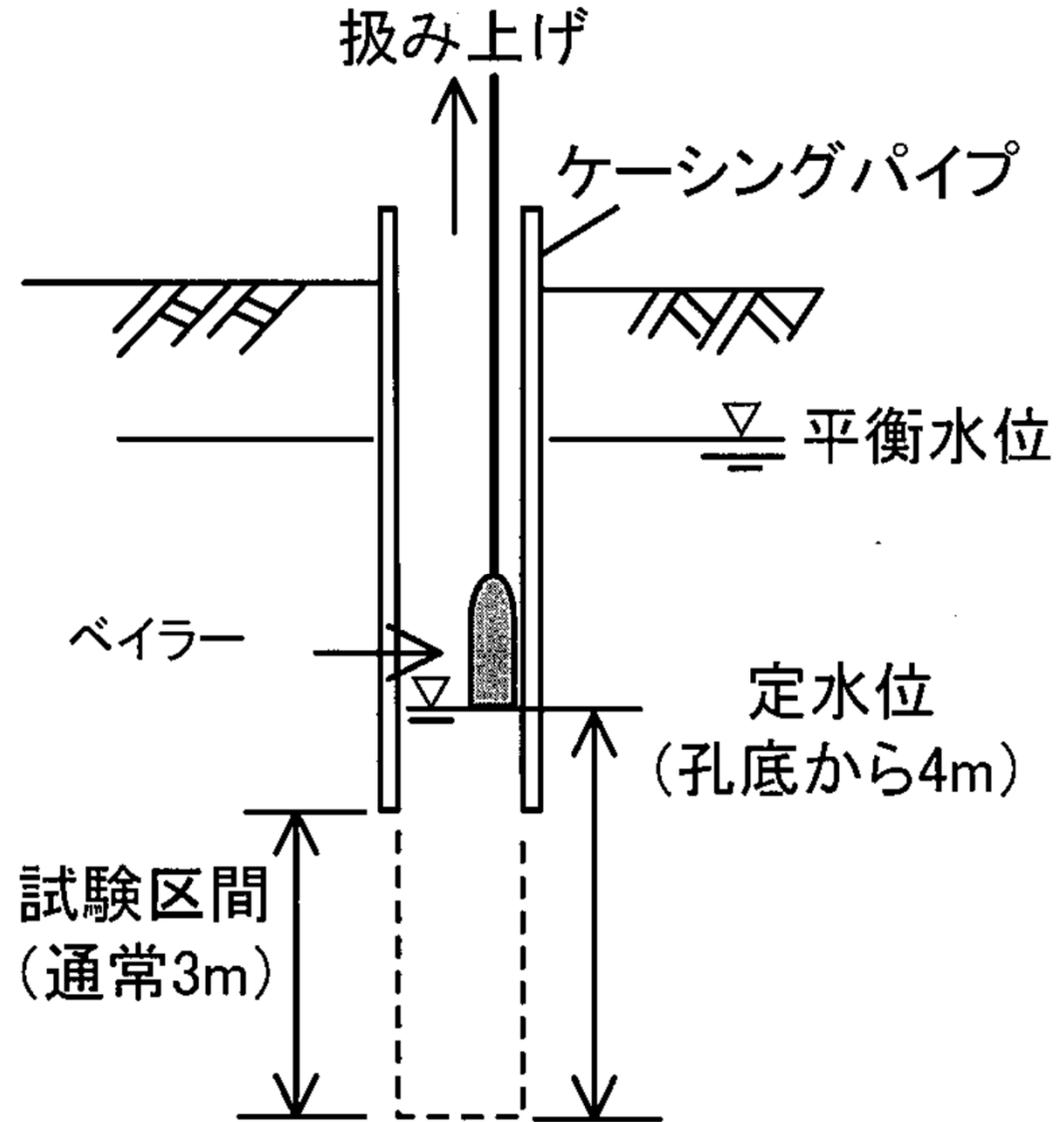
## 目的

- 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