土質工学を勉強する前の概論

1　土質力学、地盤工学

2　土質力学

土質材料

透水性

圧密

土の強さ

地盤の破壊

3　地盤調査の概要

- **原位置試験**
  - サウンディング
    - 静的サウンディング
      - オランダ式二重管コーン貫入試験
      - スウェーデン式サウンディング
      - ポータブルコーン貫入試験
      - 三成分コーン貫入試験
      - ベーン試験
    - 動的サウンディング
      - 標準貫入試験
      - 動的コーン（円錐）貫入試験
  - 現場透水試験
    - 単孔式透水試験
    - 多孔式透水試験
  - 地下水調査
    - 地下水位・間隙水圧の測定（ボーリング孔利用）
  - 間隙水圧の測定
  - 物理探査法
    - 地表探査法
      - 地震（弾性波）探査法
      - 音波探査法
      - 電気探査法
    - 孔内探査法
      - 速度検層法
      - PS 検層法
      - 電気検層法
      - 放射能検層法
  - 載荷試験
    - 平板載荷試験
    - 孔内載荷試験
    - 杭の載荷試験
  - 現場密度試験
    - 砂置換による土の密度試験
    - 水置換による土の密度試験
    - コアカッターによる土の密度試験
    - RI（ラジオアイソトープ）計器による土の密度試験
- **現地計測**
  - 現地計測
    - 地表面の変位・変形測定
    - 地中の変位測定
    - 土中土圧と間隙水圧の測定
- **ボーリング**
  - ボーリング
    - ウオッシュボーリング
    - ロータリーボーリング
    - オーガーボーリング
    - パーカッションボーリング
- **サンプリング**
  - サンプリング
    - 標準貫入試験用サンプラー
    - 固定ピストン式シンウォールサンプラー
    - デニソン型サンプラー
    - フォイルサンプラー

（2） 土質調査および試験

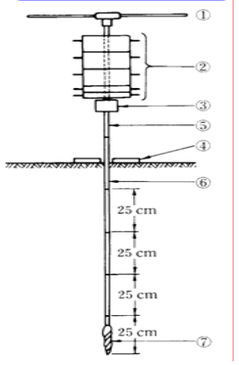
土質調査及び試験

調査区分･目的 → 主要な調査手法概要 → 実施する調査および試験 → 求められる値 → 結果の利用例

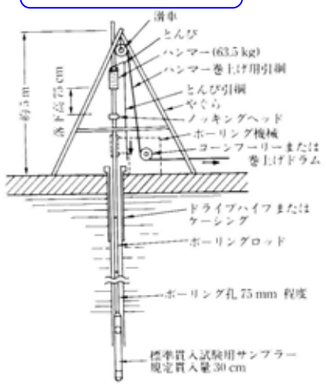
参考文献；土質地盤の調査・試験とその応用　H4．3　理工図書
地盤の調査実習書　H8．3　(社)地盤工学会

サウンディング

スウェーデン式サウンディング



標準貫入試験



サウンディング

土の硬軟など基本特性の推定
ボーリング調査を補間する簡易的な土層判別

パイプまたはロッドの先端に取り付けた抵抗体を，それぞれに決められた試験法により地盤中に貫入し，そのときの抵抗から土の硬軟などを推定する．

静的サウンディング	オランダ式二重管コーン貫入試験	P10 参照	コーン貫入抵抗　q_C	土の硬軟・締まり具合 土層構成・非排水強度
	スウェーデン式サウンディング	P11 参照	静的貫入抵抗 Wsw(錘の重量)と Nsw（半回転数）	土の硬軟・締まり具合 土層構成・N 値・qu
	ポータブルコーン貫入試験	P12 参照	コーン貫入抵抗　q_C	軟弱土層構成・qu 粘着力・ﾄﾗﾌｨｶﾋﾞﾃｨｰ
	電気式静的コーン試験(三成分コーン貫入試験)	P13 参照	先端抵抗　q_t 間隙水圧　u	土の硬軟・締まり具合 土層構成・非排水強度
	ベーンせん断試験	P14 参照	せん断強さ　τv	地盤の粘着力
動的SD	標準貫入試験	P15 参照	打撃回数　N値 土試料の採取	土の硬軟・各種地盤定数の推定・支持層等
	簡易動的コーン(円錐)貫入試験	P16 参照	打撃回数　Nd値	土の硬軟・締まり具合 N 値・風化層調査

物理探査法

電話線(連絡およびショットマーク伝送用)　データ収録装置　中継線
発火器
テイクアウトケーブル
ダイナマイト
受振器

地震(弾性波)探査

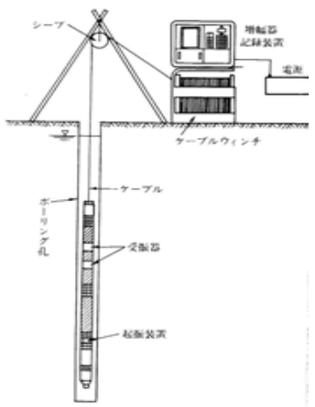
物理探査法

物理的なパラメータを介して地下構造の推定する．
地表探査法は，点の調査であるボーリングと併用するなどして，地下構造の広がりを推定する．
孔内探査法は，ボーリング孔を利用して各種物性値を把握する．

弾性波，電位差・電流，音波，電磁波，放射能などを地中に入射し，その応答から地下構造や物性値を推定する．

地表探査法	地震(弾性波)探査法	P17 参照	P波速度 S波速度	地下構造の推定・岩盤分類・斜面安定評価
	音波探査法	P18 参照	デジタル処理	海上での石油探査・海岸構造物の地盤調査
	電気探査法	P19 参照	見掛け比抵抗　ρa	滞水層・概略地質・地質構造の推定・管理
孔内探査法	弾性波速度検層法（PS 検層法）	P20 参照	P波速度・S波速度 ポアソン比	地盤の分類・動的定数の把握・地震時挙動のモデル化
	電気検層法	P21 参照	見掛け比抵抗　ρa	地層の区分・変質部の検出資料・施工管理
	放射能検層法（密度・水分検層）	P22 参照	γ線強度 熱中性子数	地盤の密度 含水量

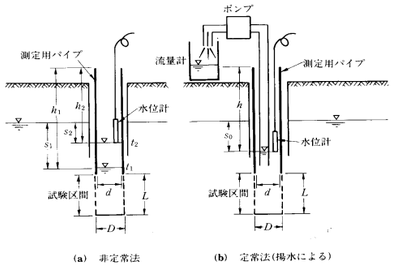
弾性波速度検層法（PS 検層法）
孔内起振受信方式



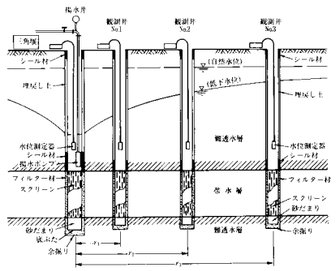
土質調査及び試験

地下水調査

ボーリング孔を利用した透水試験

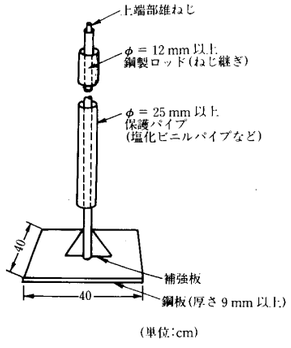


揚　水　試　験

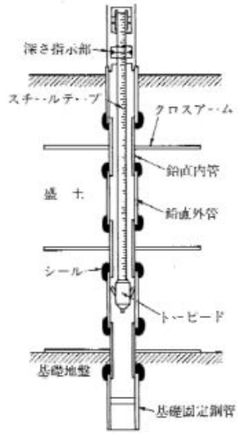


現地計測

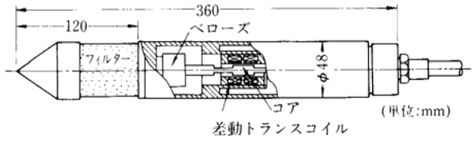
沈下板を用いた地表面沈下量測定



クロスアーム式沈下計を用いた盛土内鉛直変位測定



電気式間隙水圧計



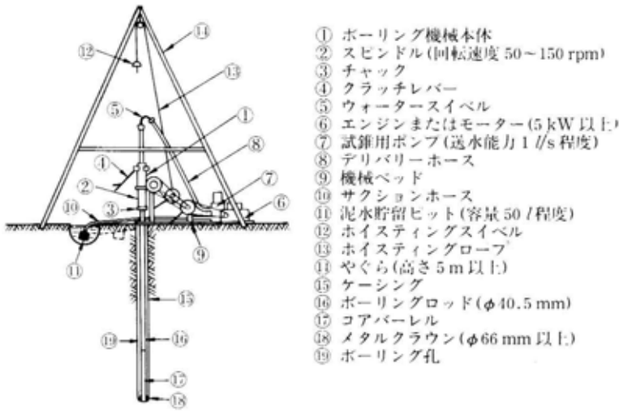
調査区分･目的	主要な調査手法概要	実施する測定および試験		求められる値	結果の利用例
地下水調査 地下水の分布状況や透水係数などの物性値を把握する.	ボーリング孔を利用して地下水位を計測したり，水頭差を与えたときの地下水位回復状況から透水係数を求める.	ボーリング孔を利用したもの	砂質地盤の地下水位測定 P23 参照	地下水位	地盤沈下・掘削時の底盤安定性の検討
			電気式間隙水圧計による間隙水圧の測定 P24 参照	間隙水圧　pw	盛土・構造物の沈下 掘削時の排水・地辷り
			透水試験 P25 参照	透水係数　・	掘削時の湧水量・水位低下量・薬液注入効果
			ルジオン試験 P26 参照	ルジオン値　Lu	グラウチング計画等
			湧水圧による岩盤の透水試験 P27 参照	透水係数　・	トンネル湧水量・排水量・薬液注入効果
		観測井による砂質地盤の地下水位測定 P28 参照		長期的な地下水位	地下水保全・地盤沈下 地すべり・斜面安定
		揚　水　試　験 P29 参照		透水量係数　T 貯留係数　S	地下水圧の軽減・湧水防止等の排水工設計
現地計測 施工中，施工後の管理 地すべり等挙動計測 設計条件確認のための変位・土圧計測など	各種計測機器を設置・埋設し，これらを長期的に計測することで，構造物や地山の挙動を把握する.	地表面の変位・変形測定 P30 参照	沈下板を用いた地表面沈下量測定	地表面沈下量	長期沈下量の推定・沈下土量の把握
			変位杭を用いた軟弱地盤の地表面変位測定	地表面の鉛直変位 地表面の水平変位	盛土工事や掘削に伴う周辺地盤変形管理
			伸縮計を用いた地表面移動量測定	地表面移動量	斜面のすべり破壊の予知
			水管式地盤傾斜計を用いた地表面の傾斜変動量測定	地表面傾斜変動量	地すべり発生の早期検知・地すべり発生範囲の把握
		地中の変位測定 P31 参照	クロスアーム式沈下計を用いた盛土内鉛直変位測定	盛土内鉛直変位量	盛土の沈下・破壊の把握（主に高盛土）
			地中ひずみ計を用いた地すべり面測定	地中ひずみ計の変動量	地すべり面および地すべりの滑動状況の把握
		土中土圧と間隙水圧測定 P32 参照	土中土圧の測定	土中土圧	設計の妥当性や適用限界の検証・施工中，施工後の安全管理
			間隙水圧の測定	間隙水圧	施工中，施工後の安全管理

参考文献；土質地盤の調査・試験とその応用　H4．3　理工図書
地盤の調査実習書　H8．3　(社)地盤工学会

土質調査及び試験

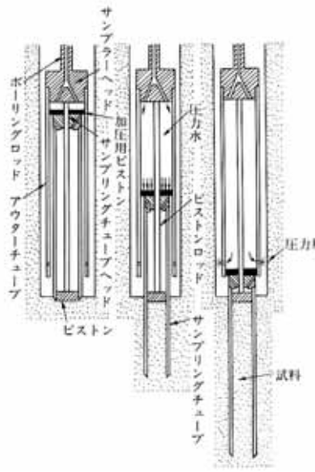
ボーリング

ロータリー式機械ボーリング

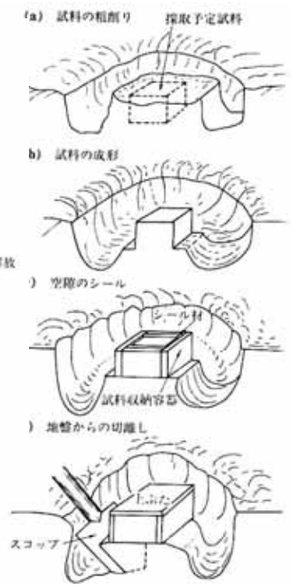


サンプリング

固定ピストン式シンウォールサンプラー（水圧式サンプラー）



ブロックサンプリング

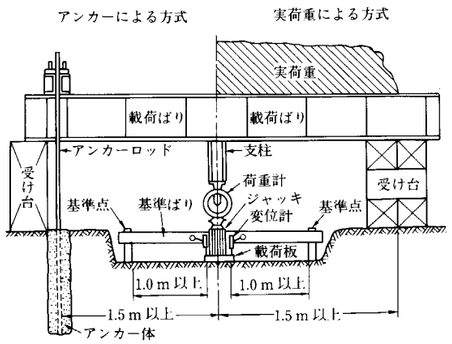


調査区分･目的	主要な調査手法概要	実施する調査および試験		求められる事項	結果の利用例
ボーリング 地下の土質・地質構造を直接的に確認し，設計のための地盤条件のモデル化を行う． サンプリングおよび各種の孔内原位置試験孔として利用する．	手動または機械（通常は機械）によって地中を削孔して，採取されたボーリングコアから土層・地層の判別を行う． サンプリングや原位置試験の内容に応じ必要な孔径で掘削する．	ハンドオーガボーリング	ハンドオーガボーリングは，未固結な表層地盤の概略土質調査に適し，資料の採取と土質構成の調査をする．	土層構成 地下水位 乱した試料の採取	道路の路床調査 滑走路の路床調査 山地の表土層調査 農地の土壌分布調査
		ロータリー式機械ボーリング	ロータリー式機械ボーリングは，地中に孔をあけ地層変化の把握・資料採取，孔内原位置試験等のための所要条件を満たすための調査をする．	土層構成 岩盤構成 地下水位 試料の採取	ﾎﾞｰﾘﾝｸﾞ孔を利用する各種地盤調査 計測器の埋設 グラウト孔設置工事
サンプリング 地盤の物理・力学的物性値を把握するため，室内試験用の乱さない試料を採取する．	地表から採取するときは，ブロックサンプリングを行うが，砂質土や礫質土では，凍結するなどの工夫がいる． ボーリング孔を利用するときは，対象の土質にあったサンプラーを選定し，必要な孔径を確保する．	粘性土のサンプリング P35 参照	ブロックサンプリング 固定ピストン式シンウォールサンプラー ロータリー式二重管サンプラー	乱さない試料の採取	室内土質試験の結果より，地盤の安定や沈下問題，透水性などを検討
		砂質土のサンプリング P36 参照	三重管サンプラー スリーブ内臓二重管サンプラー 凍結サンプリング 礫層サンプラー	乱さない試料の採取	室内土質試験の結果より，土の強度・変形特性・動的特性，透水性を把握

参考文献；土質地盤の調査・試験とその応用　H4．3　理工図書
地盤の調査実習書　H8．3　(社)地盤工学会

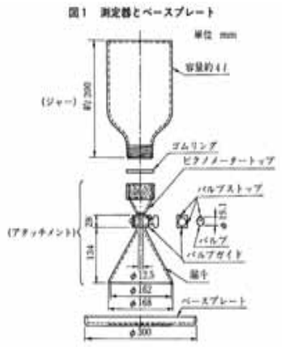
土質調査及び試験

載荷試験



現場密度試験

砂置換による土の密度試験



調査区分･目的	主要な調査手法概要	実施する測定および試験		求められる値	結果の利用例
載荷試験 地表，基礎支持面の地盤反力係数，支持力を確認する．	地盤状に剛な載荷板を設置して荷重を段階的に加え，その荷重強さと沈下量の関係から，地盤反力係数や極限支持力などの支持力特性を求める．	地盤の平板載荷試験	地盤の平板載荷試験は，構造物基礎の変形特性や支持力特性を求めるための試験	P37 参照 地盤反力係数 極限支持力	構造物の直接基礎設計 施工段階における支持力管理
		道路の平板載荷試験	道路の平板載荷試験は，路床・路盤などの地盤反力係数を求めるための試験	P38 参照 地盤反力係数	道路・空港滑走路の路盤の設計 鉄道盛土地盤や空港滑走路地盤の品質管理
現場密度試験 土の締り具合の推定． 盛土品質管理などのための密度測定．	測定土に孔をあけ，その体積と重量から湿潤密度，乾燥密度などを求める．	砂置換による土の密度試験		P39 参照 湿潤密度，乾燥密度 含水比	路床･路盤・土構造物の締り具合の推定 盛土の品質管理
		突き砂による土の密度試験		P39 参照	
		水置換よる土の密度試験		P39 参照	
		コアカッターによる土の密度試験		P39 参照	
		RI 計器による土の密度試験		P39 参照	

参考文献；土質地盤の調査・試験とその応用　H4. 3　理工図書
地盤の調査実習書　H8. 3　(社)地盤工学会

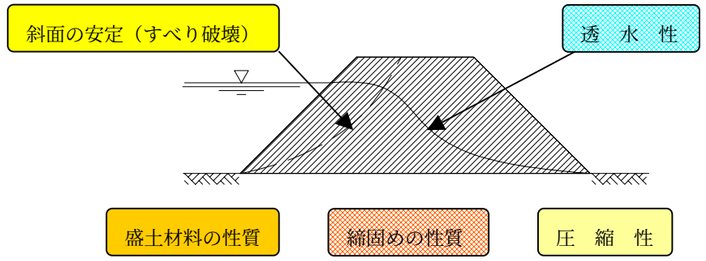
(3) 室内土質試験

地盤に関わる問題 → 調査・計算項目 → 設計施工に必要な土の性質 / 土の性質を求める試験の分類 → 試験の目的 → 実施する試験 → 求められる値

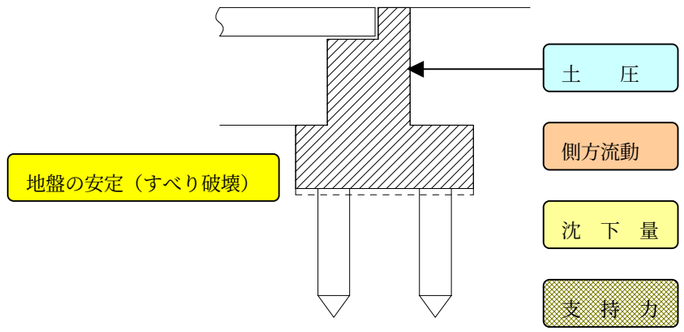
参考文献；土質試験　基本と手引き　H13. 3　(社)地盤工学会
土質試験のてびき　H 4. 2　(社)土木学会

室内土質試験

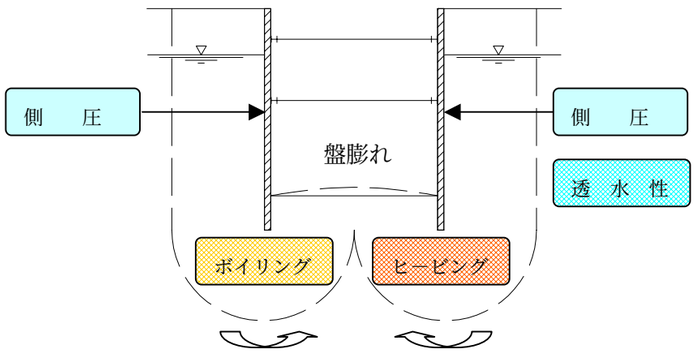
アースダムや河川堤防



橋梁構造物の基礎



土留工の基礎



- 地盤・地山の土の状態
- 地盤・地山の土の種類
- 裏込材料・盛土材料の性質
  路床・路盤材料の性質
- 締固めの性質
- 環境問題の検討
- 透水性
- ボイリング
- ヒービング
- 沈下量・圧縮性
- 側方移動
- 土圧・側圧
- 支持力
- 地盤の安定
  背面土の安定
  斜面の安定（すべり破壊）

土の物理的性質

土の状態

土の状態を表す諸量を求め，現場の土の状態をつかむ．

- 土の含水比試験 P41 参照 — 含水比　w
- 土粒子の密度試験 P42 参照 — 土粒子の密度　ρ_s
- 土の湿潤密度試験 P43 参照 — 湿潤密度 ρ_t　乾燥密度 ρ_d

土の分類

土の力学的性質の推定などに役立てる．土を工学的に分類し，材料土としての判別に役立てる

- 土の粒度試験 P44 参照 — 粒径加積曲線，有効径　D_{10}
  均等係数 U_c 曲率係数 U'_c
- 土の液性限界・塑性限界試験 P45 参照 — 液性限界　w_L
  塑性限界　w_P
  塑性指数　I_P

土のpH

土の酸性・アルカリ性の判定

- 土のpH試験 P46 参照 — 土のpH値　pH

土の力学的性質

締固の性質

土工の施工条件の決定や施工管理の基準として利用する．締固めた土の強さの判定やたわみ性舗装の設計に用いる．

- 突固めによる土の締固め試験 P47 参照 — 最適含水比　w_{OPT}
  最大乾燥密度　$\rho_{d\ max}$
- CBR 試験 P48 参照 — CBR 値
  設計 CBR
  修正 CBR

土の圧縮性

土の圧縮性を調べ，地盤の将来の沈下量や沈下に要する時間の推定に役立てる．

- 土の圧密試験 P49 参照 — e－logp曲線
  圧縮指数　C_C
  体積圧縮係数　m_v
  圧密係数　C_v

土の透水性

土の透水性を求める．
浸透水量の計算などに役立てる．

- 土の透水試験
  定水位透水試験
  変水位透水試験 P50 参照 — 透水係数　k

土の強さ

土の強度や変形の性質を調べ，土の強度定数を求める．土圧や支持力など基礎の設計や斜面の安定計算に用いる．

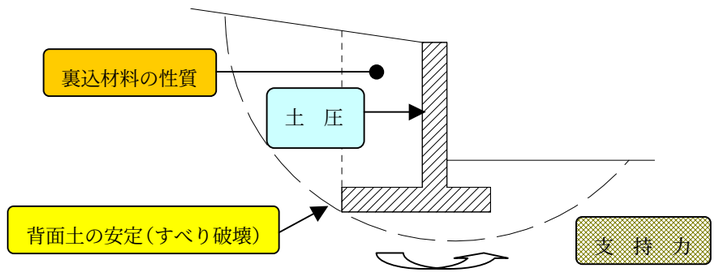
- 土の一面剪断試験 P51 参照 — 内部摩擦角　φ
  粘着力　c
- 土の三軸圧縮試験 P52 参照 — 内部摩擦角　φ
  粘着力　c
- 土の一軸圧縮試験 P53 参照 — 粘性土の粘着力Cu
  鋭敏比　St

室内土質試験

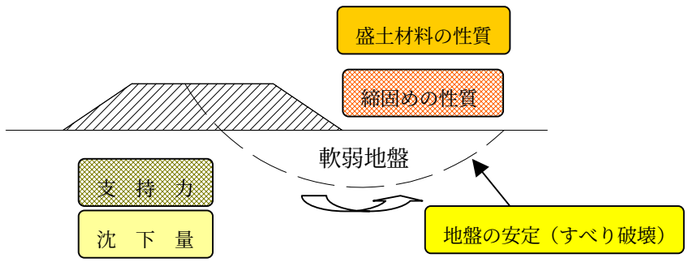
地盤に関わる問題	調査・計算項目	設計施工に必要な土の性質	土の性質を求める試験の分類	試験の目的	実施する試験	求められる値

参考文献；土質試験　基本と手引き　H13．3　(社)地盤工学会
土質試験のてびき　H 4．2　(社)土木学会

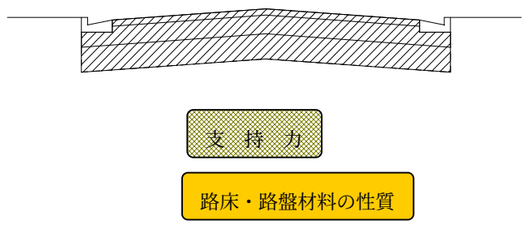
擁壁構造物



軟弱地盤上の道路の盛土



アスファルト舗装の構築



- 地盤・地山の土の状態
- 地盤・地山の土の種類
- 裏込材料・盛土材料の性質
  路床・路盤材料の性質
- 締固めの性質
- 環境問題の検討
- 透　水　性
- ボ　イ　リ　ン　グ
- ヒ　ー　ビ　ン　グ
- 沈下量・圧縮性
- 側　方　移　動
- 土　圧・側　圧
- 支　持　力
- 地盤の安定
  背面土の安定
  斜面の安定（すべり破壊）

土の物理的性質

土の状態

土の状態を表す諸量を求め，現場の土の状態をつかむ．

- 土の含水比試験 P41 参照 ― 含　水　比　w
- 土粒子の密度試験 P42 参照 ― 土粒子の密度　ρ_s
- 土の湿潤密度試験 P43 参照 ― 湿潤密度 ρ_t　乾燥密度 ρ_d

土の分類

土の力学的性質の推定などに役立てる．土を工学的に分類し，材料土としての判別に役立てる

- 土の粒度試験 P44 参照 ― 粒径加積曲線，有効径　D_{10}　均等係数 U_c 曲率係数 U'_c
- 土の液性限界・塑性限界試験 P45 参照 ― 液性限界　w_L　塑性限界　w_p　塑性指数　I_p

土のpH

土の酸性・アルカリ性の判定

- 土のpH試験 P46 参照 ― 土のpH値　pH

土の力学的性質

締固の性質

土工の施工条件の決定や施工管理の基準として利用する．締固めた土の強さの判定やたわみ性舗装の設計に用いる．

- 突固めによる土の締固め試験 P47 参照 ― 最適含水比　w_{OPT}　最大乾燥密度　$\rho_{d\ max}$
- CBR 試験 P48 参照 ― CBR 値　設計 CBR　修正 CBR

土の圧縮性

土の圧縮性を調べ，地盤の将来の沈下量や沈下に要する時間の推定に役立てる．

- 土の圧密試験 P49 参照 ― e－logp曲線　圧縮指数　C_c　体積圧縮係数　m_v　圧密係数　C_v

土の透水性

土の透水性を求める．浸透水量の計算などに役立てる．

- 土の透水試験　定水位透水試験　変水位透水試験 P50 参照 ― 透水係数　k

土の強さ

土の強度や変形の性質を調べ，土の強度定数を求める．土圧や支持力など基礎の設計や斜面の安定計算に用いる．

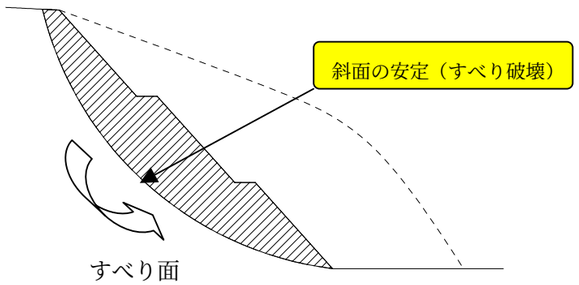
- 土の一面剪断試験 P51 参照 ― 内部摩擦角　φ　粘　着　力　c
- 土の三軸圧縮試験 P52 参照 ― 内部摩擦角　φ　粘　着　力　c
- 土の一軸圧縮試験 P53 参照 ― 粘性土の粘着力Cu　鋭　敏　比　St

室内土質試験

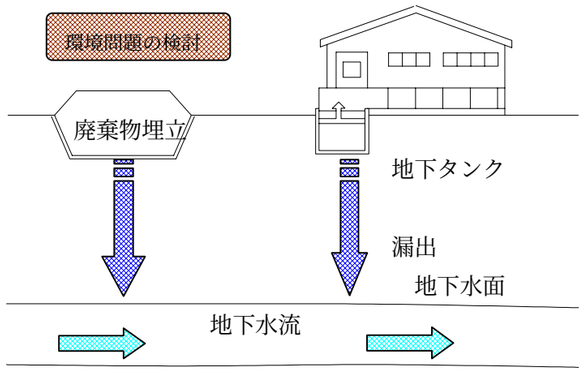
地盤に関わる問題 → 調査・計算項目 → 設計施工に必要な土の性質 / 土の性質を求める試験の分類 → 試験の目的 → 実施する試験 → 求められる値

参考文献；土質試験　基本と手引き　H13. 3　(社)地盤工学会
土質試験のてびき　H 4. 2　(社)土木学会

掘削･切土



地盤の環境



- 地盤・地山の土の状態
- 地盤・地山の土の種類
- 裏込材料・盛土材料の性質
  路床・路盤材料の性質
- 締固めの性質
- 環境問題の検討
- 透水性
- ボイリング
- ヒービング
- 沈下量・圧縮性
- 側方移動
- 土圧・側圧
- 支持力
- 地盤の安定
  背面土の安定
  斜面の安定（すべり破壊）

土の物理的性質

土の状態

土の状態を表す諸量を求め，現場の土の状態をつかむ．

- 土の含水比試験 P41 参照　含水比　w
- 土粒子の密度試験 P42 参照　土粒子の密度　ρ_s
- 土の湿潤密度試験 P43 参照　湿潤密度 ρ_t　乾燥密度 ρ_d

土の分類

土の力学的性質の推定などに役立てる．土を工学的に分類し，材料土としての判別に役立てる

- 土の粒度試験 P44 参照　粒径加積曲線，有効径　D_{10}　均等係数 U_c 曲率係数 U'_c
- 土の液性限界・塑性限界試験 P45 参照　液性限界　w_L　塑性限界　w_P　塑性指数　I_P

土のpH

土の酸性・アルカリ性の判定

- 土のpH試験 P46 参照　土のpH値　pH

土の力学的性質

締固の性質

土工の施工条件の決定や施工管理の基準として利用する．締固めた土の強さの判定やたわみ性舗装の設計に用いる．

- 突固めによる土の締固め試験 P47 参照　最適含水比　w_{OPT}　最大乾燥密度　$\rho_{d\ max}$
- CBR 試験 P48 参照　CBR 値　設計 CBR　修正 CBR

土の圧縮性

土の圧縮性を調べ，地盤の将来の沈下量や沈下に要する時間の推定に役立てる．

- 土の圧密試験 P49 参照　e－logp曲線　圧縮指数　C_C　体積圧縮係数　m_v　圧密係数　C_v

土の透水性

土の透水性を求める．浸透水量の計算などに役立てる．

- 土の透水試験　定水位透水試験　変水位透水試験 P50 参照　透水係数　k

土の強さ

土の強度や変形の性質を調べ，土の強度定数を求める．土圧や支持力など基礎の設計や斜面の安定計算に用いる．

- 土の一面剪断試験 P51 参照　内部摩擦角　φ　粘着力　c
- 土の三軸圧縮試験 P52 参照　内部摩擦角　φ　粘着力　c
- 土の一軸圧縮試験 P53 参照　粘性土の粘着力Cu　鋭敏比　St

４　地形・地質との関わり

基盤岩の成り立ち

侵食・運搬・堆積作用

火山と火山砕屑物(かざんさいせつぶつ)

断層

地形図を読む

地質図を読む