

■ 単位体積重量

➤ 単位体積重量とは

- ◇ 単位体積重量 $\gamma_t = \text{重量} \div \text{体積}$
- ◇ 湿潤密度 $\rho_t \neq \text{単位体積重量 } \gamma_t$ (質量 \neq 重量)
 $\gamma_t = \rho_t \times \text{重力加速度 } g$

➤ 単位体積重量の求め方

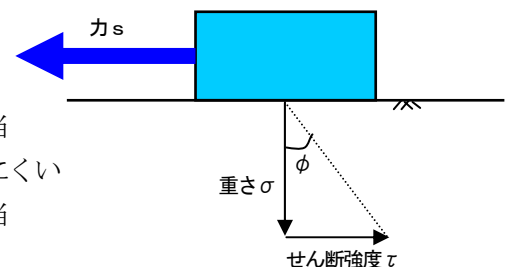
- ◇ 湿潤密度試験で ρ_t を求め、これから単位体積重量を算出 → 実測
 - 飽和土なら $\gamma_{t_{sat}} = \rho_t \times g$ 、 $\gamma_t' = \gamma_{t_{sat}} - \gamma_w$ ($= g$)、 $\gamma_t = \gamma_t' + \gamma_w$
 - 不飽和土なら $\gamma_t = \rho_t \times g$ 、 $\gamma_t' = \gamma_t - \gamma_w$
 - 不攪乱試料採取が必要 → 粘性土以外は適用不可
- ◇ 物理試験結果より理論式で換算
 - $\rho_t = \frac{\rho_s \times (1 + Wn/100)}{1 + \rho_s \times Wn/100}$
 - 飽和土に限定
 - 砂質土にも適用可
 - 含水比が正しいか検証を要する (特に砂質土)
- ◇ 類似土質の他土層より引用
 - 含水状態、色調、粘性、混入物 (特に有機物) などで判断
 - 単純に近い層準のものがいいというわけではない
- ◇ 一般値を引用
 - 道路橋示方書、JH 設計要領、建築基礎構造設計指針など
 - ！注意！ ①基礎・押さえ土塊として安全側の値になっている
 - ②小浜周辺は中間土多いので、粘性土は一般値より重め、砂質土は軽め

■ 粘着力と内部摩擦角 ~特に全応力と有効応力の区別、様々なせん断形態

➤ 土のせん断強度 → 基本的には 内部摩擦角 ϕ

◇ 机の上に物体を置いた状態 (右図) で、物体と机の全体を土塊に例える

- 物体と机の面の間に摩擦力が働く
→ 摩擦力 → せん断強度 τ
- これを上回る力で引っ張ると物体が動く
→ 土が破壊した状態 (せん断破壊) に相当
- 机の表面がザラザラしていたほうが動きにくい
→ ザラザラの度合いが内部摩擦角 ϕ に相当
- 物体が重いほど物体は動きにくくなる
→ 上載圧・土被り圧に相当 → τ は重さ σ に比例する
- $\tau = \sigma \tan \phi$ → $\phi = 45^\circ$ で $\tau = \sigma$ → $\tau > \sigma$ にはなり得ない



∴ ϕ は 45 度以上にはなり得ない

砂時計のようなきれいな砂やパチンコ玉などは 安息角 $\cong \phi$

? なぜお城の石垣は 45° 以上で安定しているのか?

? なぜ砂で屹立した塔が作れるのか?

◇ 圧密理論では、せん断強度は土粒子間の摩擦力（真の内務摩擦角 ϕ ）によってのみ構成される

- τ が ϕ のみによって構成されるということは……

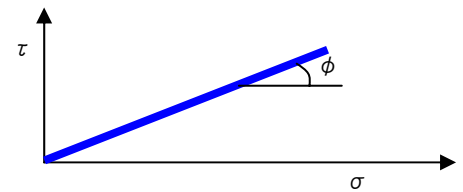
切片がゼロ、傾き $\tan \phi$ (ϕ°) の一次式

$$\sigma = 0 \text{ だと } \tau = 0 \times \tan \phi = 0$$

→土被りがないと、せん断力はゼロ

→支持力もゼロ

→海底の浮遊ヘドロの状態



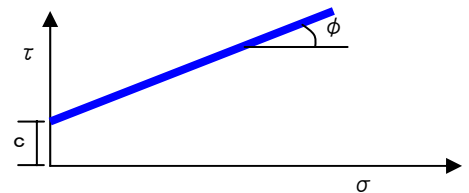
➤ 粘着力は膠着力

◇ もし机と物体の間にノリをつけたら……

- 物体の重さに関係なく（重さゼロでも）発生する τ が出てくる→粘着力 c
→ 真の粘着力 → 岩盤や洪積層の膠着力（固結力）

- 圧密理論では、膠着力は見込まない

- 膠着力の中身→イオン結合、晶出物質
など→続成作用の中で生成



◇ 膠着力が見込める土では、 $\tau = c + \sigma \tan \phi$

- 正比例の一次式（ σ に比例して τ 増大）
- ϕ は傾き、 c は切片
- ϕ や c が大きいほど τ 大きくなる

➤ 以上は、すべての土粒子に共通

◇ 粘土も砂も、膠着がなければ $\tau = \sigma \tan \phi$ ($c = 0$)

◇ 粘土も砂も、膠着があれば $\tau = c + \sigma \tan \phi$

◇ 「粘土のせん断力は粘着力、砂のせん断力は内部摩擦角」というのは間違い

- 「真のせん断力は、粘土でも砂でも内部摩擦角で、膠着があれば粘着力も加わる」
- 「見掛けのせん断力は、粘土では粘着力、砂では内部摩擦角として現れる」

- **真の粘着力 c ……上載圧に関係なく、一定なせん断強度**
 - 膠着による力
 - まったく固結していない土ではゼロ
- **真の内部摩擦角 ϕ ……上載圧に比例して変化するせん断強度**
 - 土粒子間の摩擦による力
 - どんな土にもある ($\max 45^\circ$)

➤ 全応力と有効応力

◇ 水を含んだスポンジをつぶすと、水が出て、スポンジがつぶれる→圧密排水

- スポンジをラップで完全にくるむ→力を加えてもつぶれない、反力を感じる
→水圧が反力として力を押し返している→間隙水圧

◇ ラップなしの場合 → 力を加える→間隙水圧上昇→排水

→かけた力がそのままスポンジ内部に伝わる

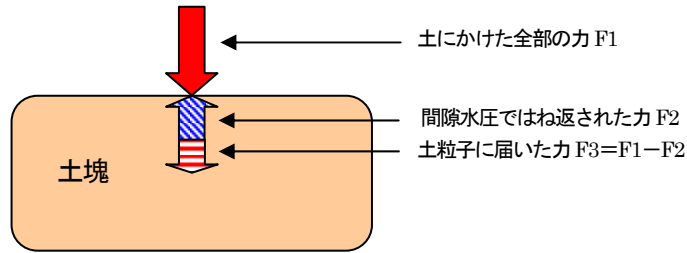
→すぐに排水できる土→透水係数が高い→砂、礫

◇ ラップありの場合 → 力を加える→間隙水圧上昇→排水できない→押し返す

→かけた力が押し返され、スポンジ内部に伝わっていない

→排水の遅い土→透水係数が低い→粘性土

- ◇ 土にかけた全部の力 $F_1 \rightarrow$ 全応力
- ◇ 間隙水圧ではね返された分 F_2 を差し引いた、土粒子に有効に働いた力 $F_3 \rightarrow$ 有効応力



- ◇ 10 の力を土にかけても、間隙水圧で戻される分があるので、実際に土粒子には 10 の力はかかっていない

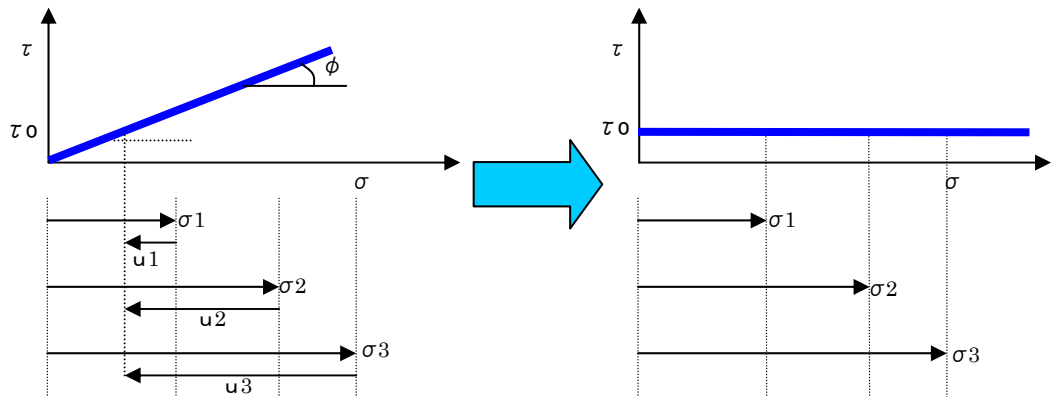
➤ 見掛けのせん断強度

- ◇ 排水の良い土なら……

- 上載圧 σ_1 をかける $\rightarrow \tau_1 = \sigma_1 \cdot \tan \phi$ だけのせん断強度が得られる
- もっと大きい $\sigma_2 \rightarrow \tau_2 = \sigma_2 \cdot \tan \phi$ だけの、もっと大きいせん断強度が得られる
- 間隙水圧が発生するが、排水に伴って直ちに消散 \rightarrow 全応力 = 有効応力となる

- ◇ 排水の悪い土なら……

- σ_1 をかける \rightarrow 間隙水圧 u_1 が発生 $\rightarrow \sigma_1 - u_1$ しか有効に伝わらない
- もっと大きい $\sigma_2 \rightarrow$ もっと大きい u_2 が発生 $\rightarrow \sigma_2 - u_2$ しか有効に伝わらない



- ① σ_1 の力を加えるが、 u_1 戻されて τ_0 の力になった
- ② σ_2 " u_2 " "
- ③ σ_3 " u_3 " "

- 切片 = τ 、傾きゼロの関係に見える \rightarrow 切片 = 粘着力 $\rightarrow c = \tau_0$
- 傾き = $\tan \phi = 0 \rightarrow \phi = 0$

- この c 、 ϕ を、見掛けの粘着力、見掛けの内部摩擦角 という

- 土の強度 \rightarrow ① 土粒子同士が膠着している (続成) \rightarrow 真の c
- ② 土粒子がしまっている (圧密) \rightarrow ● 排水良 \rightarrow 真の ϕ
- \rightarrow ● 排水難 \rightarrow 見掛けの c
- 見掛けの ϕ