Soil: branche of Science, Study the physical prop. of Soil and its behaviour when Supjected to variase typese of load
it's Geotechinical eng (science, practice)

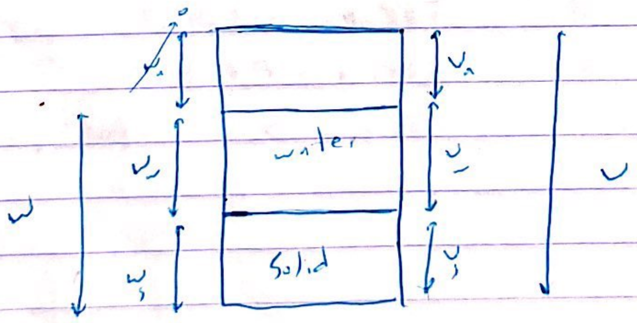
Branches of mechanics
① mechanics of material (deflection والعزوم والforces [illegible] يدرس ال prop. ال material
② fluid mechanics يدرس السوائل وال presure
③ Soil mechanics يدرس ال soil والخصائص الميكانيكية للسوائل

why the practice is important

بمقارنة ال soil بالحديد الحديد لا يوجد تغير كبير في نتائج الفحص وذلك لأنه manufacturing material أما ال soil فهي naturally accuring material لذلك في اختلاف كبير بالنتائج حيث ال soil جاي من عملية veathering للصخور سواء physical أو chemical لذلك توصف انها hetrogenous material يعني عكس homogenous يعني لو رحت ع أرض بلاقيها اول متر تراب ثم صخر ثم تراب يعني variation very heigh وأيضا بالصخور بنقدر نوخذ ال avg لكل جزء الجزء والعلم ساعدهم أخذ القرار

* Soil : uncemented aggregate of minerals and org. material together with gass and water

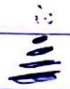
So Soil has 3 - phase material



3-phase material blocking diagram

Soil formation ⇒ under lying bed rock

Residual soil



transported soil
① Alluvial soil (running water)
② glacial soil (العامل الناقل الجليد)
③ Colluvial soil (gravity)
④ loess (aelean soil) (الرياح)
⑤ mariene (الخارجية التربة عند ترسب بالبحار، محيط أبحر)

Soil particle size : Gravel (G), Sand (S), silt (M), clay (C)

① AASHTO : American association of state highway and transportation officials. (ماحية مشاريع الطرق)

- grain size (mm)

Gravel (G) (76.2 - 2mm) (3" - #10)
Sand (S) (2mm - 0.075) (#10 - #200)
Silt (M) (0.075 - 0.002)
clay (C) (< 0.002)

② USCS : Unified Soil classification system.

- grain size (mm)

Gravel (G) (76.2 - 4.75) (3" - #4)
Sand (4.75 - 0.075) (#4 - #200)
silt and clay (fine) < 0.075

Clay

Mechanical analysis of soil:

To determine the grain size distribution of soil as a parcent of dry weight.

Two types: ① seive anylsis:

تصلح لغاية منخل رقم 200

① نأخذ representative sample

② نصغرها بجهاز Quartering وهو جهاز من فتحات متعاكسة وبنفس تقسم حتى نصل للحجم المناسب. والحجم المناسب يرتبط بـ max. size والعلاقة طردية

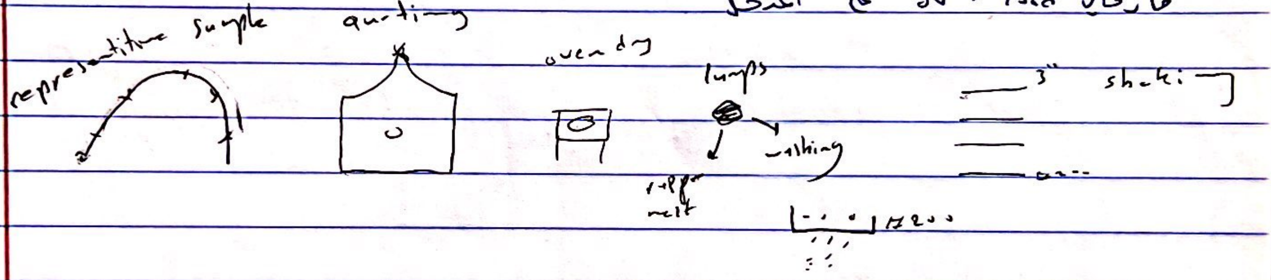
③ نضعها بالفرن لمدة 24 ساعة ونجففها oven dry وبنطلعها اسمها dry soil وهذا الـ dry weight هو الذي سنعتمد عليه بجميع الحسابات.

④ عادة ما تكون الـ soil ملتصقة ببعضها (stick) مع تشكل lumps يعني كتل ومن أجل تحليلها صح لازم أفككها وذلك بطريقتين الأولى هي استخدام

ع rupper mallet وقد تكون غير كافية لذلك نلجأ للطريقة الثانية وهي

ع washing عم منخل رقم 200 طبعاً بلا بزت بديه ايا ما بكتبا.

⑤ ما تحت نضعها بالمناخل ونعمل shaking لمدة 8 دقائق ونعتبر أ مازحال load = ov عم المنخل



② wet analysis: hydrometer any. passing #200

→ (Sedenantation) يعمل على مبدأ الترسيب

المبدأ هو أن مقدار الترسيب يعتمد على الـ dim للـ particle حيث الحجم الأكبر ينزل أول

أما بالنسبة للـ Stuck حكما إذا كان عندي spherese (جز الماده كره) وطبيعيا بحال رح يصير ترسيب وتنزل حسب حجم الـ Shpere وسرعة الترسيب

$$* V = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{18\eta} D^2$$

V : سرعة الترسيب

γ_s : Specific gravity of Solid

γ_w : " " of —

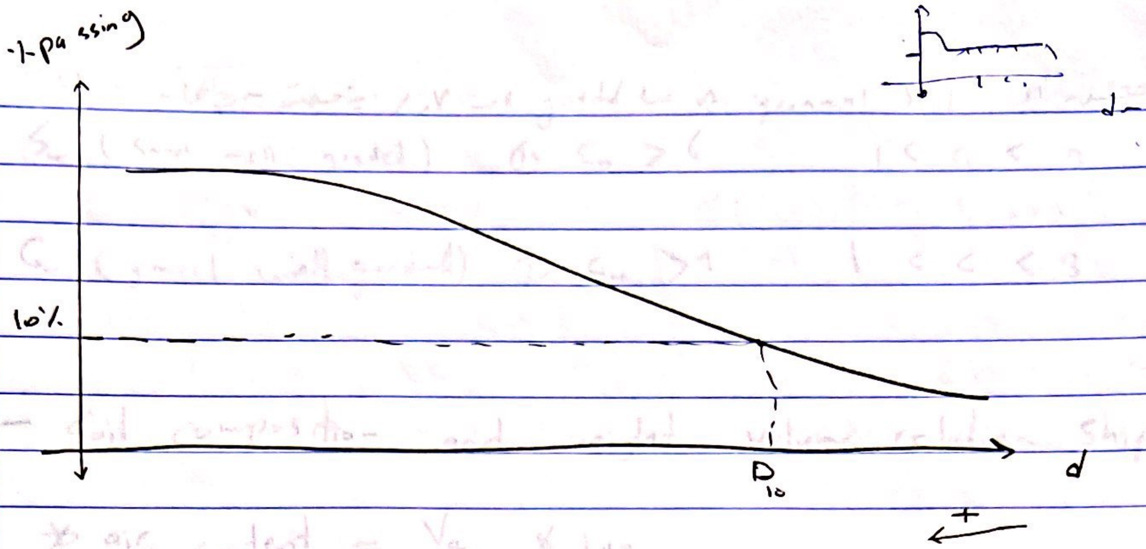
D : Diameter

η : vesecosity اللزوجة

$\sqrt{V} = \sqrt{\frac{L}{t}}$ بنقدر نخلي D موضوع القانون و V بنحسبها من انه

لكن القانون ل sphere لكن حبيبات السويل ال fine من mgc
وال clay ليس sphere او plate ولذلك هنا error

⇐ مبدأ الهيدروميتر ع مبدأ ال Sedimentation وهو تطبيق لقانون Stokes



*** Well graded :** كل الحجوم موجودة وبالتالي ال curve لما نرسمه بكون نعتبر ع range كبير وواسع.

*** poorly graded :** ال range الذي بتوزع عليه الحبيبات هو range ضيق حيث بعض الأحجام غير موجودة تقريبا كلها حبيبات كبيرة أو كلها حبيبات صغيرة

*** Gap graded** لما نيجي نتدخل بكون أحد المناطق فاضي لا يوجد عليه مواد.

Some parameteres required to classify granlur soil by using USCS

→ D_{10} : effective size (dia) ال dia المقابل ل 10% نسبة مار passing

→ C_u (uniformity coefficient) $= \frac{D_{60}}{D_{10}}$ → ليس له وحدة وذلك أبعاده بساوي واحد

اذا = 1 معناها كل الحبيبات ع بعض [illegible] هو يعطي مقدار ال variation

→ C_c (concavity coeff)
(coeff of gradation) $= \frac{D_{30}^2}{D_{60}\, D_{10}}$

حتى تعتبر الـ Soil gravel أو sand well graded لازم تحقق شرطين

S_w (sand well graded) ① $C_u > 6$ $\quad 1 < C_c < 3$

G_w (gravel well graded) ① $C_u > 4$ $\quad 1 < C_c < 3$

– Soil composition and weight volume relationship

① * air content $= \frac{V_a}{V} \times 100$

② * $G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w}$, $\gamma_s = \frac{W_s}{V_s}$

$\gamma_w = 10\ kN/m^3$, $62.44\ lb/ft^3$

$$\rho_w = \begin{cases} 1000\ kg/m^3 \\ 1\ g/cc\ (سم^3) \\ 1\ ton/m^3 \end{cases}$$

③ * G_m (mass specific gravity) $= \frac{\gamma}{\gamma_w} \rightsquigarrow \gamma$ (unit weight) $\equiv \gamma_{bulk} = \gamma_{Total} \equiv \gamma_{moist}$

④ * Void ratio $(e) = \frac{V_v}{V_s} = \frac{n}{1-n}$ حسب توفر أي قيمة

⑤ porosity $(n) = \frac{V_v}{V} = \frac{e}{e+1}$ طـ ١٠٠

⑥ degree of saturation $(S_r, S) = \frac{V_w}{V_v} \times 100$ طـ ١٠٠

⑦ $w\%$ (moisture content) $= \frac{W_w}{W_s} \times 100$ أي قيمة

⑧ γ_{dry} (dry unit weight) $= \frac{W_s}{V}$

$\gamma = \frac{W}{V} = \gamma_d [1 + w]$ / $(S)(e) = (w)(G_s)$

⑨ $\rho = \frac{m}{V}$

Relative Density (D_r)

it used to indicate the insitue denseness or looseness of granular soil

وصف حالة ال soil

D_r%	0 → 15	15 → 50	50 → 70	70 → 85	85 → 100
Describtion of the soil	v.loose	loose	med	dense	v.dense

$$D_r = \frac{e_{max} - e^*}{e_{max} - e_{min}} = \left(\frac{\gamma_{d\,max}}{\gamma_d}\right)\left[\frac{\gamma_d - \gamma_{d\,min}}{\gamma_{d\,max} - \gamma_{d\,min}}\right]$$

→ e : void ratio = volume of void / volume of solid

e_{max} : أكبر void ratio ممكن تتواجد عليه العينة

أكبر void ratio رح يقابلها أقل density (ρ) (γ)

حالات خاصة توجد خلال التجربة

e_{max} = max void ratio ⇝ $\gamma_{d\,min}$ = loosest معكوسة

e_{min} = min void ratio ⇝ $\gamma_{d\,max}$: densest متشابهة

e^* أو γ هم العاديات اللي بتواجد عليها الحالة.

← لايجاد $\gamma_{d\,min}$ أو $\gamma_{d\,max}$ أو e_{min} أو e_{max} يجب عمل تجربة لأنه جربت العادة نشتغل على γ وليس e لأنه أسهل حيث e تطلب استخدام الزئبق عشان نطلعها واستخدام الزئبق خطير لأنه سام

~~الخطوات~~

6

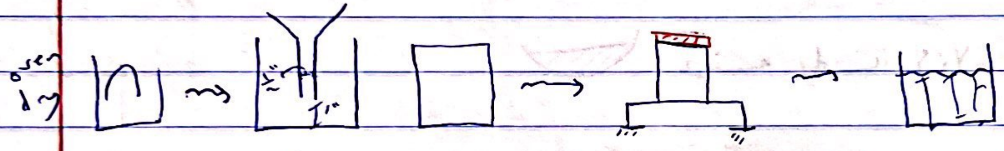
* الخطوات

1) بنوخذ ال sand ونحطها oven dry لأن كلشي لل dry بنسب
2) يلزمنا M_s (ثابت) و V ولحد هنا لأنه min بدو V max

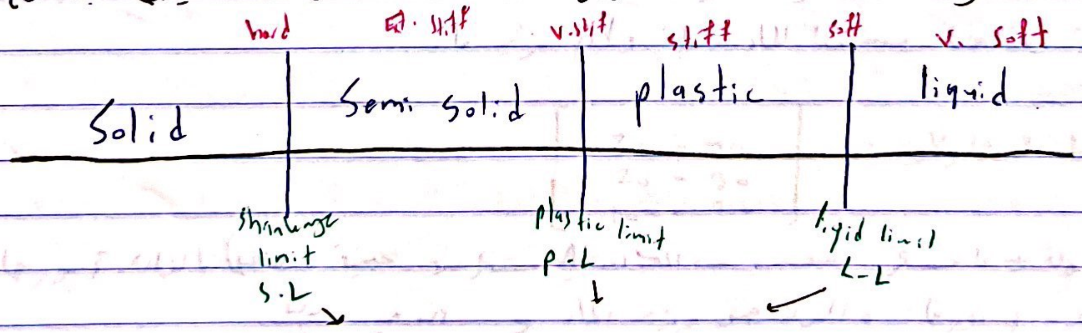
$$\gamma_{d\,min} = M_s / V_{max}$$

← عادة الوزن والحجم للوعاء معلومات ونعبي الرمل داخله ووزن الرمل يكون (in the loosest case) والقالب. إنه نجيب funnel (قمع) وال dia له $\frac{1}{2}$" ومع ارتفاع 1" من القاعدة بنصير نعبي فيه ثم نمسحه من الأعلى ونزن ال mass والحجم للرمل هو حجم الوعاء. وحطينه حسبنا ρ_d

← بالنسبة لـ $\rho_{d\,max}$ الوزن نفسه لكن الحجم بدنا نقلل ونصل لل min بالتالي بنجيب clender ونعبيها بنفس الطريقة ثم نضع على السطح surcharge وزنها 2 lb/in² ثم مربوط مع ال vibration ويكون مركب عليها ماطور وحسب المواصفة سرعة ال vibration هي 3600 cy/min ونشغل الجهاز لمدة ثمانية دقائق
ثم بعد ما نخلص وزن الرمل صحيح ما تغير والحجم من حجم الوعاء لكن أقل بس عادي حسب القانون نحيط القاعدة بالارتفاع لحد الارتفاع متغير لذلك ناخذ ال avg



Consistency of Soil : جاء عالم إسمه Atterberg ودرس تأثير نسبة الماء على ال consistency لل soil وتوصل الى أن المادة يمكن تقسيمها الى أربع حالات


hard
M. stiff
V. stiff
stiff
soft
V. soft
Solid
Semi solid
plastic
liquid
Shrinkage limit
S.L
plastic limit
P.L
liquid limit
L.L

حدود اسمها consistency limit - Atterberg limit وهي دل نسب ماء

← حيث لو نوصف الحالة بنحكي أن ال liquid هي V.soft وكل ما نرجع للوراء تقل الماء وتقوى المادة.

L.L : w% required to close ½" (12 mm) along the bottom of the groove after 25 blows in casagrandee device.

الخطوات : (Casagrande)

١. بنعمل للعينة air dry وليس oven dry واذا اضطريت بنغليها ب 60° وليس مثل العادة ب 110 ∓ 5 ولا يحبذ استخدام ال oven أو الاستخدام لحد 60°
لأنه اذا درجة الحرارة أكثر بعض المكونات رح تتزود أو يتغير التركيب.

٢. بنعملها sieving من منخل رقم ٤٠ وبنوخذ كمية كافية

٣. نخلطها بالماء حتى تصبح paste (عجينة)

ملاحظة : جهاز casagrande يجب ان يكون معاير بحيث يرتفع عن أسفل القاعدة مسافة تساوي ارتفاع ال grooving tool وهي أداة بنعمل فيها شق.

٤. بنعبي ال cup ولازم السطح مستوى

٥. نقسم العينة باستخدام ال grooving tool يعني شق بالنص

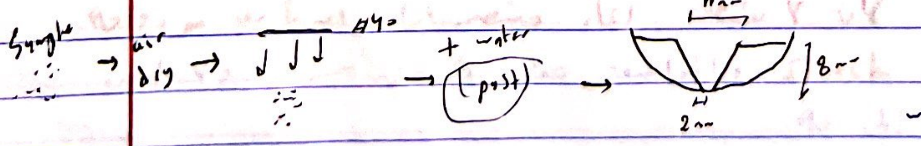
٦. بعد كم ضربة بلزم حتى يتسكر الشق [المواصفة : ضربتين كل دقيقة]

هون اذا سكر الشق وعدد الضربات 25 ممتاز اذا لا، بنشوف اذا عدد الضربات أكثر معناها نسبة الماء قليلة ولازم نزيد ماء.

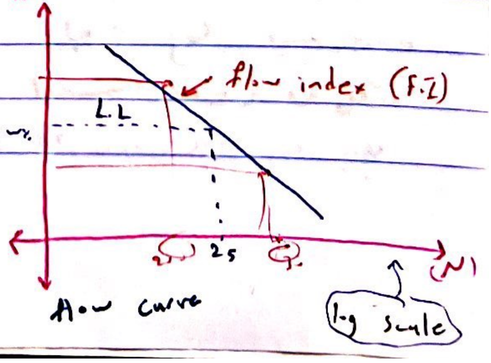
بنعمل 3 محاولات :

$$\begin{bmatrix} 30 - 40 \\ 20 - 30 \\ 10 - 20 \end{bmatrix}$$

بكل محاولة بعد ما تسكر بنجيب من الشق بالمنتصف عينة ونضعها بالعلبة ثم نوزنها ثم بالفرن ثم بنوزنها والفرق هو وزن الماء و ال $w = \frac{W_w}{W_s}$ وهو w% .
ثم نرسم منحنى



٤-٢
١١



الخطوات (fall cone) ← L.L هي نسبة الماء عندما ينزل بعد 5 ثواني مسافة 20 mm

١. air dry

٢. Seiving على منخل ٤٠

٣. بنجيب cone وهو std ووزن معروف وله زاوية رأس محددة ثم بنخليه ينزل ونشغل ال stop watch وبعد 5 ثواني بنشوف ال d (مسافة النزول)

* [لما ينزل كتير معناها فاطين ماء كتير]

* العلاقة بين d وكمية الماء هي linear ومتزايدة

* تبين ان كل ضربة بالنسبة حق كاسجراند تمثل ($1\ g/cm^2$) يعني نزلها حوالي 35 ضربة وبذلك قوة ال تزيد بـ $35\ g/cm^2$ وكل ما زدنا الماء قلت الضربات

← النتيجة / بزيادة نسبة الماء بيقل ال Strength
وأيضاً كل ال Soil عند ال L.L لها نفس ال Strength

ك ادا trial واحد نستخدم القانون

$$\text{One point } L.L = W_n \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

نسبة الماء يلي بصير عندها الكاسو

عدد الضربات

عليها شروط ::
← ال trial يلي بنستخدمها لازم L.L تطلع من 20 إلى 30
٢- الجواب الصح 25

P.L : w% at which the soil when rolled into thread, of 3 mm ($\frac{1}{8}$") it will crumbles

الخطوات :

١. لازم تكون كمية الماء الأولى قليلة لأنه اذا كانت كثيرة رح نصير نرجع رجوع يعني ننشفها بنفردها على الطاولة --

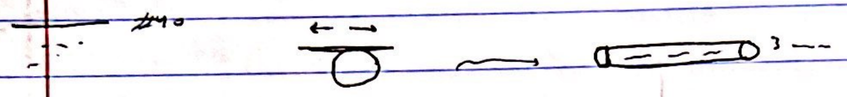
٢. بنوخذ جزء وبنعجنه تا يصير شكل elebie وبنحطه على الطاولة وبنجيب لوح زجاج لأنه لا يمتص الماء ونصير براحة ايدنا نفرد دحرجة وكل مرة روحة ورجعة اسمها Struck والمواصفة تقول ما تكون سريعة ولا بطيئة يعني عدد المرات من 80 الى 90

طبعاً لما نفل دحرجة و تطول ونوقف لما يصير الـ dia لما 3mm هذا الشرط الأول والشرط الثاني إنه عند هذا الـ dia يطلع عليها crack

ازا تحقق الشرطين بكون نسبة الماء هي الـ plastic limit

ازا وصلنا لـ 3mm و 2mm وما في crack معناها ما طينة ما زيادة لذلك لازم ننشفها

و لو قبل هـ 5mm بصير crack يعني ما في ماء والحل نحط ماء



$$P.I \text{ (plastic index)} = L.L - P.L$$

وصف
Fine soil ↘

P.I	0	1 → 5	5 – 10	10 – 20	20 – 40	> 40
Description	non-plastic	slight	low	med	high	very heigh

non plastic بتصنف بسبب: ① يعني L.L ما بزبط و P.L ما بزبط
② بحل L.L و P.L لكن بطلع الـ L.L أقل من P.L بيطلع P.I سالب

الـ non plastic مش مهم إشي لأنه ما بيعمل

$$(L.I) \text{ liquidity index} = \frac{W_n - P.L}{P.I} \quad \Bigg\} \quad (C.I) \text{ consistency index} = \frac{L.L - W_n}{L.L - P.I}$$

من جدول القانونين بنقدر نتوقع حالة السويل مثلا

✗ اذا L.I طلع صفر معناها W_n = P.L يعني هي بحالة الـ plastic

✗ اذا C.I طلع صفر معناها W_n = L.L يعني هي بحالة الـ liquid

✗ اذا L.I = 1 معناها بنعوض بنفس القانون و P.I = LL - P.L نعوض لازم W_n = L.L يعني liquid

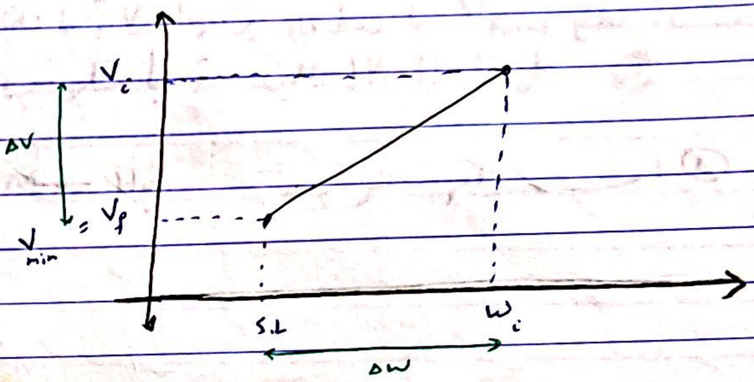
S.L : ① w% at which no volume change happen even the water content decrease

② w% just sufficient the voids when the ~~[illegible]~~ solid at the min volume.

③ Smallest w% at which a soil can be completely saturated.

at S.L $S_r = 100\%$

$S.L = W_i - \Delta W$



$W_i = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100\%$

$m_1 =$ وزن العينة + وزن الماء

$m_2 =$

ح. الانكماش $= V_i - V_f = \Delta V$

وزن الماء $= \Delta V \rho_w$

$\Delta W = \frac{\Delta V \rho_w}{m_2} \times 100\%$

So $S.L = \frac{m_1 - m_2}{m_2} - \frac{\Delta V \rho_w}{m_2}$

$V_i =$ حجم الوعاء، حيث حجم الـ ا.د.ك هو حجم الوعاء لأن الـ اندك عم يتشكل paste
وباحكم بطلع أدق سهل التعامل معها.

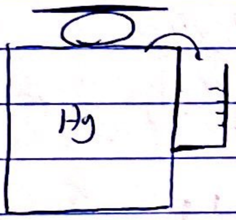
الخطوات :

1. بنجيب عينة ونخلطها بالماء، ونزيد ال كمية الماء زيادة، ونجيب وعاء حجمه ووزنه معروفات ونحط العينة بالوعاء لكن ::
حتى نضمن إنه ما تلزق العينة ندهن الوعاء بالزيت (طبقة خفيفة)

4 نضعها بالفرن لمدة 24 ساعة طبعاً رح تنكمش وبالتالي :
ⓐ بالنسبة لل mass رح يكون m_{dry} لأنه فش ماء
ⓑ الحجم وهو V_{min} هذا ليس حجم ال S.L لحال انما حجم ال S.L وأقل حجم للزلزلات.

عشان نطلع V_{final} ما بنطلع حجم الوعاء لأنها ما أخذت شكله إنما انكمشت لذلك عندك ~~[illegible]~~
طريقة لإيجاد الي بتم بأسلوبين :

① استخدام الزئبق Mer. Hg



② استخدام الماء : لكن بهر إذا حطيناها بالماء مباشرة رح تمتص ماء لذلك لازم نغلفها باستخدام الشمع السائل ~~[illegible]~~ طبعاً بعد ما نحط الشمع لازم نوزنها ونطلع عشان نوجد وزن الشمع وكثافته معروفة بنعرف حجمه

[illegible]

Shrinkage ratio $(S_R) = \dfrac{m_2}{V_f \, \rho_w} \rightarrow \dfrac{\rho_d}{\rho_w}$ ~ final dry density

بنسميها ال final dry density وهي ال max مقارنة ع بين قبلها

$$\text{Volumetric Shrinkage} = \frac{V_1 - V_d}{V_d} \times 100\%$$

$V_1 = V_i$

$V_d = V_f$

$$G.s = \frac{1}{\frac{1}{S.R} - \frac{S.L}{100}}$$

ال S.L نستخدم لتحديد ال swelling potential for soil حيث يعطي indication عن ال swelling

* كل ما زاد ال clay mineral تزداد ال L.L وال P.L

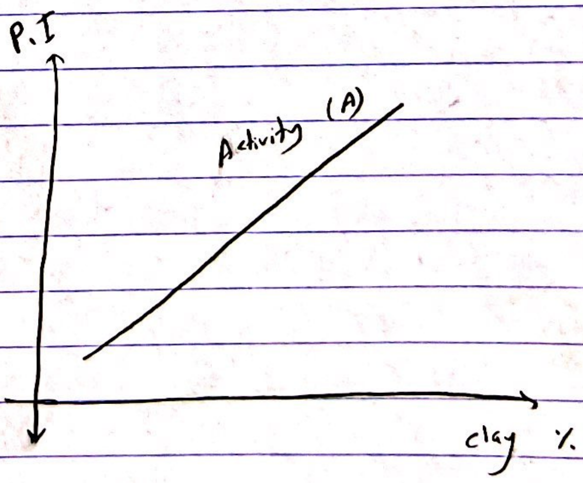
اجا عالم اسمه Skempton درس تأثير نسبة ال clay ع L.L و P.L ووجد ال العلاقة طردية (خطية) وال slope اسمه activity (A)

ال clay بنمثل ع شكل نسبة عن اذا العينة ~1000g وفيها 20gm من ال clay نسبة ال clay 2%

$A \le 0.7$ non active

$0.7 < A \le 1.2$ normal active

$A > 1.2$ active



15