

← تبييه هام :-

- علغ من تغذر عليه حضر ال Quiz الأول أو التاني أو امتحان
ال Midterm في مادة ال Steel Structures الذهاب إلغ مكتب الدكتور

سعد الدين محمدي « علغ السلم الدور التاني بلوك 4 »

وذلك يوم الأحد الموافق 2016/5/15 من الساعة 10 صباحاً حتى

11 صباحاً ...

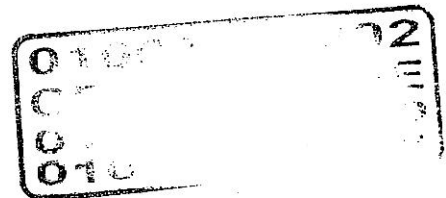
← ويعتبر هذا آخر موعد متاح لهم لاعادة الامتحان ... وذلك ليتمكنوا
من الحصول علغ درجات أعمال السنة ...

And ThanX :D

(Soil Mechanics)

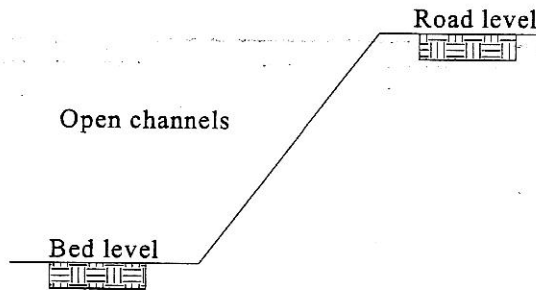
Stability of Slopes

Part (9)

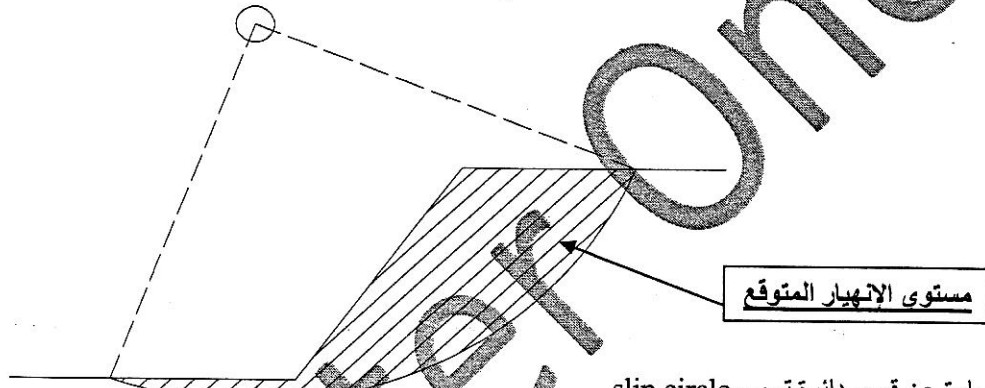


Stability of slopes

الغرض من الدراسة:
في المنشآت الترابية تتواجد الميول في حالات كثيرة منها :



- يهمننا في هذه الحالات دراسة إتزان وثبات هذه الميول ضد حدوث إنهيارات بها، حيث يحتفل حدوث إنهيار على الوضع التالي:



شكل الإنهيار عبارة عن قوس دائرة تسمى slip circle وفي هذه الدراسة ندرس القوي التي تسبب الإنهيار Disturbance force وكذلك القوي التي تحاول منع الإنهيار resistance forces

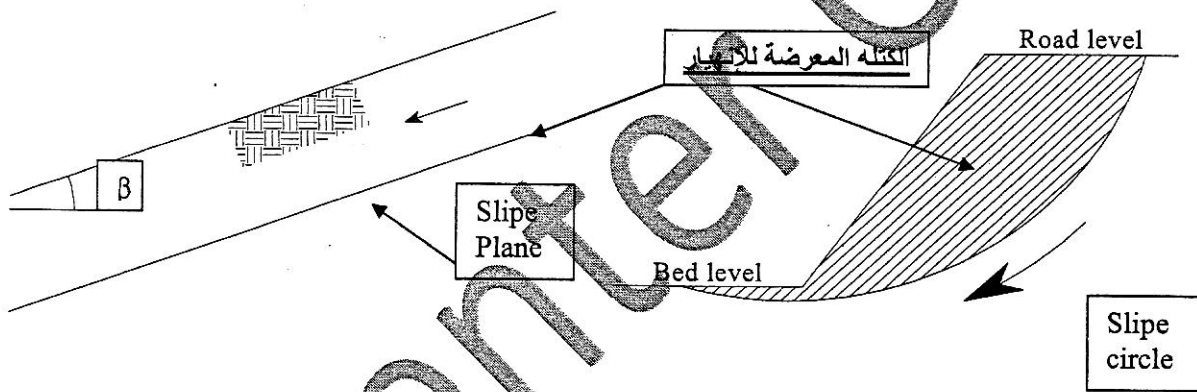
$$F.O.S = \frac{\text{Resistance forces}}{\text{Disturbance forces}}$$

F.O.S: معامل الأمان المراد حسابه والذي على اساسه يتم تحديد مدى امان الميل

Types of slopes

Infinite slopes

Finite slopes



01007122002
CENTER ① NE
01144450660
01066994048

Finite slopes:

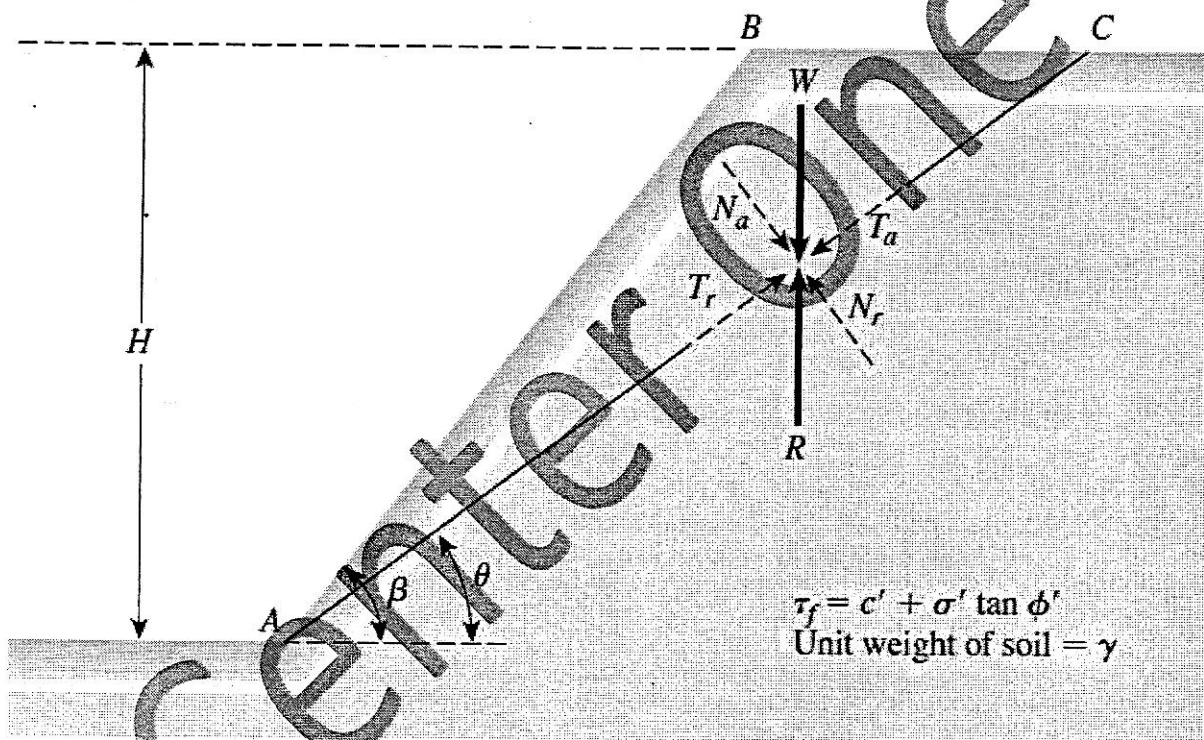
- 1- Stability of finite slopes with plane failure surface (Culmann's method).

في هذه الطريقة يتم فرض أن مستوي الإنهيار خط مستقيم مائل

- 2- Stability of finite slopes with circular failure surface

في هذه الطريقة يتم فرض أن مستوي الإنهيار على شكل دائرة

1- Stability of finite slopes with plane failure surface (Culmann's method).



لحساب أقصى إرتفاع يمكن تنفيذه دون حدوث الإنهيار يتم التعويض في المعادلة التالية:

$$H_{cr} = \frac{4c'}{\gamma} \left[\frac{\sin \beta \cos \phi'}{1 - \cos(\beta - \phi')} \right]$$

Where:

H_{cr} : أقصى إرتفاع يمكن تنفيذه دون حدوث الإنهيار

C' : cohesion of soil

β : زاوية ميل الميل عن الأفقي



زاوية الاحتكاك الداخلي للتربة : Φ

In order to get the safe slope height, you should divide both of c' and $\tan \Phi'$ by the given safety factor.

Example

A cut is to be made in a soil having $\gamma = 16.5 \text{ kN/m}^3$, $c' = 28.75 \text{ kN/m}^2$, and $\phi' = 15^\circ$. The side of the cut slope will make an angle of 45° with the horizontal. What should be the depth of the cut slope that will have a factor of safety (F_s) of 3?

Solution

Given: $\phi' = 15^\circ$; $c' = 28.75 \text{ kN/m}^2$. If $F_s = 3$, then $F_{c'}$ and $F_{\phi'}$ should both be equal to 3.

$$F_{c'} = \frac{c'}{c'_d}$$

or

$$c'_d = \frac{c'}{F_{c'}} = \frac{c'}{F_s} = \frac{28.75}{3} = 9.58 \text{ kN/m}^2$$

Similarly,

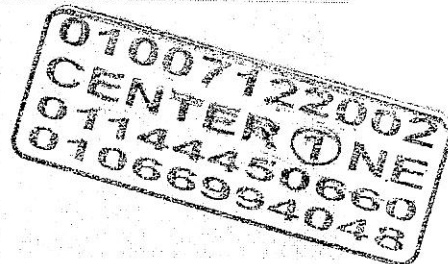
$$\begin{aligned} F_{\phi'} &= \frac{\tan \phi'}{\tan \phi'_d} \\ \tan \phi'_d &= \frac{\tan \phi'}{F_{\phi'}} = \frac{\tan \phi'}{F_s} = \frac{\tan 15}{3} \end{aligned}$$

<http://www.ebook-free.com>

$$\phi'_d = \tan^{-1} \left[\frac{\tan 15}{3} \right] = 5.1^\circ$$

Substituting the preceding values of c'_d and ϕ'_d in Eq. (15.40),

$$\begin{aligned} H &= \frac{4c'_d \left[\frac{\sin \beta \cdot \cos \phi'_d}{1 - \cos(\beta - \phi'_d)} \right]}{\gamma} \\ &= \frac{4 \times 9.58 \left[\frac{\sin 45 \cdot \cos 5.1}{1 - \cos(45 - 5.1)} \right]}{16.5} \\ &= 7.03 \text{ m} \end{aligned}$$



2- Stability of finite slopes with circular failure surface

- دراسة إتزان الميول وفي هذا النوع من المسائل لابد من الرسم بـ Scale
- يحدث الانهيار في حاله وجود ميل علي شكل جزء من دائرة تسمى بـ Slip circle

- Slip circle properties:

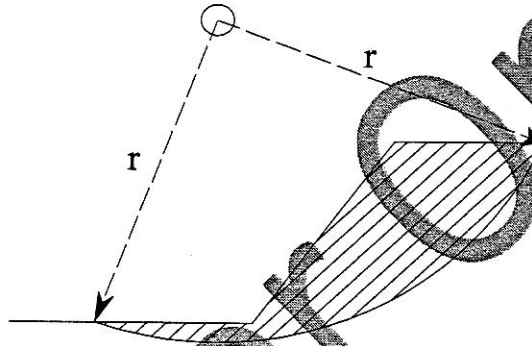
1- Center of slip circle :

مركز الدائرة وهذا يكون معطي ومحدد مكانه

2- Radius of circle:

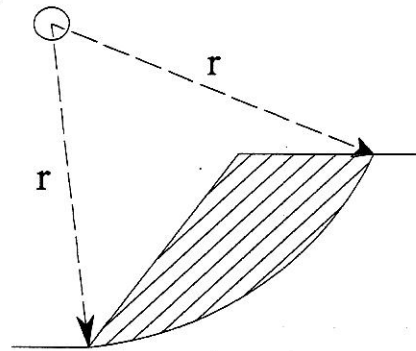
نصف قطر الدائرة وهذا قد يكون معطي أو لا.

- if radius is given:



- if radius is not given:

إذا لم يعطي نصف القطر فإن دائرة الإنزلاق تبدأ من نقطة بداية الميل.



ولدراسة إتزان الميول لابد من حساب قيمة معامل الأمان

$$F.S = \frac{M_R}{M_d}$$

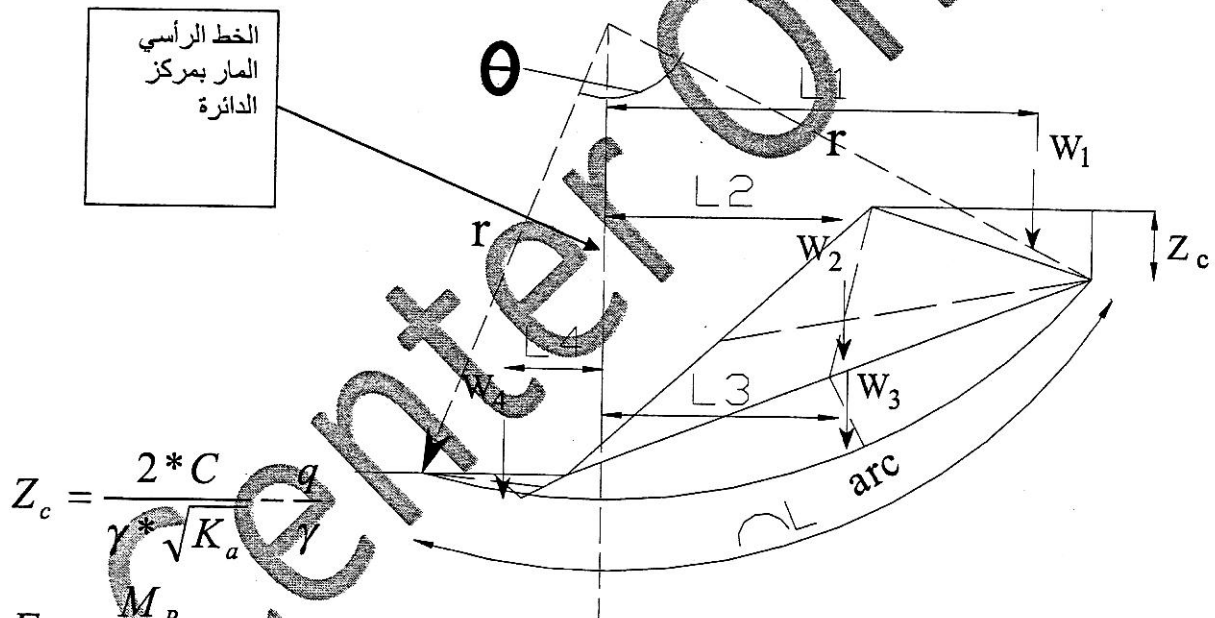
Where:

- M_R : Resistance Moment محصلة العزوم التي تقاوم الإنهيار
 - M_d : disturbance Moment محصلة العزوم التي تسبب الإنهيار
 ولحساب M_R ، M_d فهذا يتوقف على نوع التربة من كونها :

- 1- C – soil (clay)
 2- C - Φ – soil (Silt) and Φ – soil (Sand)

1- C – Soil (Clay soil) :

Mass Procedure—Slopes in Homogeneous Clay Soil with $\Phi=0$



$$Z_c = \frac{2 * C}{\gamma * \sqrt{K_a}} - \frac{q}{\gamma}$$

$$F.S = \frac{M_R}{M_d}$$

$$-M_R = C * L_{arc} * r$$

$$-M_d = W_1 * L_1 + W_2 * L_2 - W_3 * L_3 = \sum W_i * L_i$$

Where:

- C : cohesion of soil
 - q: قيمة ال Surchage على سطح الأرض

$$K_a = \frac{1 - \sin(\phi)}{1 + \sin(\phi)}$$

for..clay.. $\rightarrow \phi = 0.0 \rightarrow \therefore K_a = 1.0$



- r : نصف قطر دائرة الإنهيار
- L_{arc} : طول القوس الذي يحدث عليه الإنهيار

$$L_{arc} = \theta * \frac{\pi}{180} * r$$

هي الزاوية المحصورة ما بين بداية ونهاية دائرة الإنهيار: θ

Radian

$$F.S = \frac{M_R}{M_d} = \frac{C * L_{arc} * r}{\sum W_i * L_i} = \frac{C * \theta * r^2}{\sum W_i * L_i}$$

ويمكن تلخيص ما سبق في الجدول التالي:

Part	Area	$W_i = \text{Area} * \gamma_s$	L_i	$W_i * L_i$
1	A_1	W_1	L_1	$W_1 * L_1$
2	A_2	W_2	L_2	$W_2 * L_2$
3	A_3	W_3	L_3	$W_3 * L_3$
4	A_4	W_4	L_4	$W_4 * L_4$
				$\sum W_i * L_i$

ونلاحظ أن الشرائح الواقعة على يسار الخط الرأسي المار بمركز دائرة الإنزلاق تصنع عزوم في عكس اتجاه باقي الشرائح.

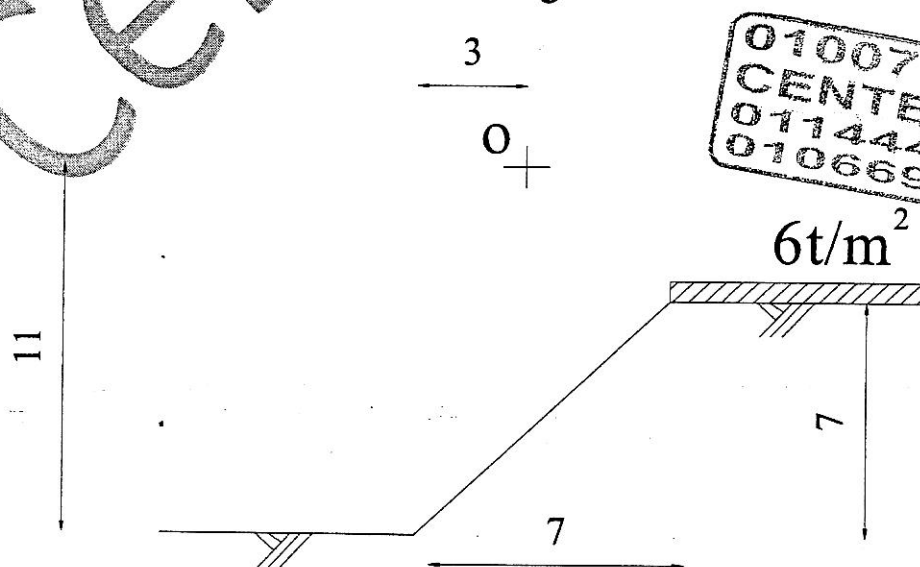
Ex(2010-2011) :

Check the stability of the earth cut shown in figure?

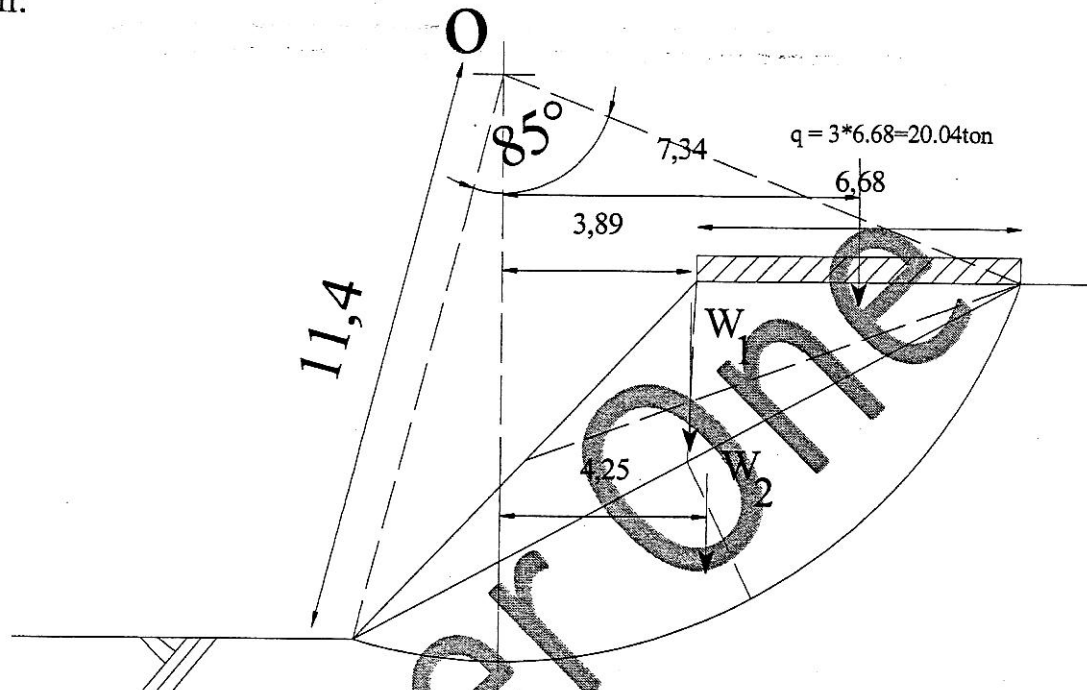
- Where :

$$C = 3.0 \text{ t/m}^2$$

$$\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$$



Solution:



$$Z_c = \frac{2 * C}{\gamma * \sqrt{K_a}} - \frac{q}{\gamma} = \frac{2 * 3}{1.8 * \sqrt{1}} - \frac{6}{1.8} = 0.0$$

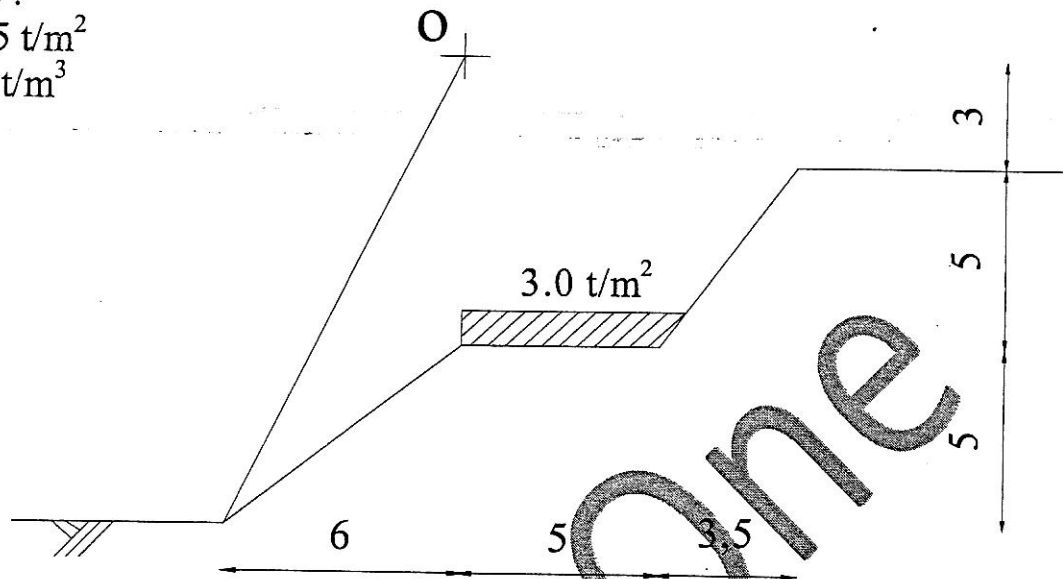
Part	Area	$W_i = \text{Area} * \gamma_s$	L_i	$W_i * L_i$
1	23.34	42.02	3.89	163.46
2	30.52	54.93	4.25	233.45
				$\Sigma = 396.91$

$$L_{arc} = \theta * \frac{\pi}{180} * r = 85 * \frac{\pi}{180} * 11.4 = 16.91$$

$$F.S = \frac{M_R}{M_d} = \frac{C * L_{arc} * r}{\sum W_i * L_i + q * x} = \frac{3 * 16.91 * 11.4}{396.91 + 20.04 * 7.34} = 1.06 > 1.0$$

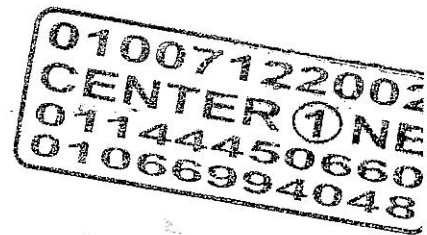
Then safe

Check the stability of the earth cut shown in figure?

$$\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$$


Technical drawing of a dome structure. The dome is defined by a circular arc with a radius $r = 14.32$. A horizontal force $W_1 = 4.83$ acts at the top right. A vertical force $W_2 = 8.76$ acts at a horizontal distance of 11.72 from the center. A distributed load $q = 15 \text{ ton}$ acts over a horizontal width of 2.5 . A point load $W_3 = 4.29$ acts at a horizontal distance of 0.33 from the center. A point load $W_4 = 0.33$ acts at the base. A vertical dimension of 2.22 is shown on the right. A large watermark "Centre" is visible across the drawing.

$$Z_c = \frac{2^*c}{\gamma^* \sqrt{K_a}} - \frac{q}{\gamma} = \frac{2^*2}{1.8^* \sqrt{1}} - 0.0 = 2.22m$$



Part	Area	$W_i = \text{Area} * \gamma_s$	Li	$W_i * Li$
1	5.36	9.65	11.72	113.1
2	18.5	33.3	8.76	291.71
3	62.5	112.5	4.29	482.63
4	13.50	24.32	-0.33	-8.02
				$\Sigma = 879.4$

$$q = 3.0 * 5.0 = 15 \text{ ton}$$

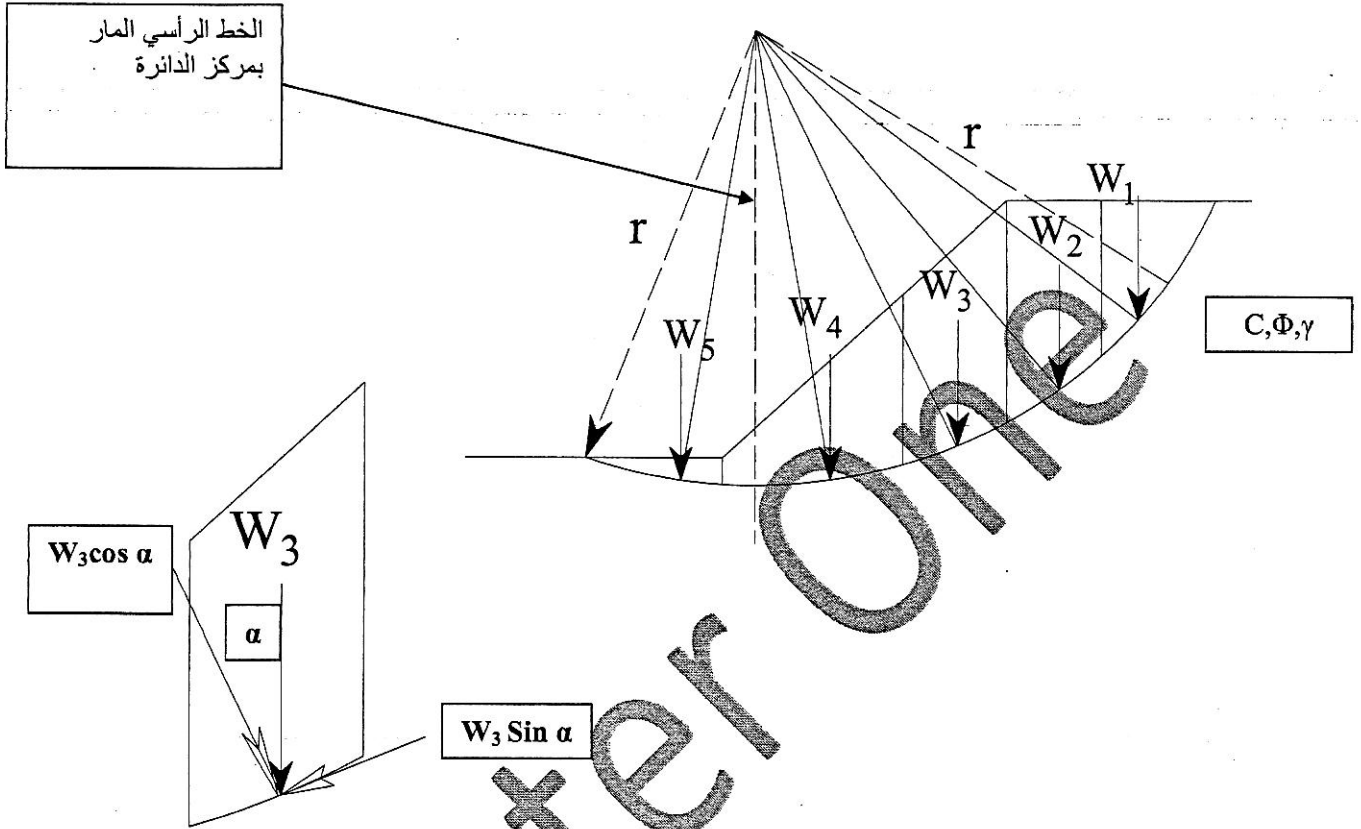
$$L_{arc} = \theta * \frac{\pi}{180} * r = 93 * \frac{\pi}{180} * 14.32 = 23.24$$

$$F.S = \frac{M_R}{M_d} = \frac{C * L_{arc} * r}{\sum W_i * L_i + q * x} = \frac{2 * 23.24 * 14.32}{879.4 + 15 * 2.5} = 0.73 < 1.0$$

Then unsafe

2- C- Φ Soil and Φ Soil (Sand soil) :

يتم الحل باستخدام طريقة ال method of slices



- يتم تقسيم الشكل إلى مجموعة من الشرائح الرأسية " بعدد من ٥-١٠ شرائح "
- يتم حساب مساحة كل شريحة ومنها حساب الوزن ووضع الوزن في C.g كل مساحة
- يتم تحليل وزن كل شريحة في إتجاهين:
- ١- إتجاه مماس لدائرة الإنهيار عند نقطة تأثير الوزن علي دائرة الإنهيار.
- ٢- إتجاه عمودي علي المماس.

ويمكن تلخيص ما سبق في الجدول التالي:

Part	Area	$W_i = \text{Area} * \gamma_s$	α	$W \sin \alpha$	$W \cos \alpha$
1	A_1	W_1	α_1	$W_1 \sin \alpha$	$W_1 \cos \alpha$
2	A_2	W_2	α_2	$W_2 \sin \alpha$	$W_2 \cos \alpha$
3	A_3	W_3	α_3	$W_3 \sin \alpha$	$W_3 \cos \alpha$
4	A_4	W_4	α_4	$W_4 \sin \alpha$	$W_4 \cos \alpha$
5	A_5	W_5	$-\alpha_5$	$-W_5 \sin \alpha$	$W_5 \cos \alpha$
				$\Sigma W \sin \alpha$	$\Sigma W \cos \alpha$

$$F.S = \frac{C * L_{arc} + \left(\sum W_i \cos \alpha \right) * \tan \phi}{\left(\sum W_i \sin \alpha \right)} \geq 1.5$$

- In case of sand soil :

$$\therefore C = 0.0$$

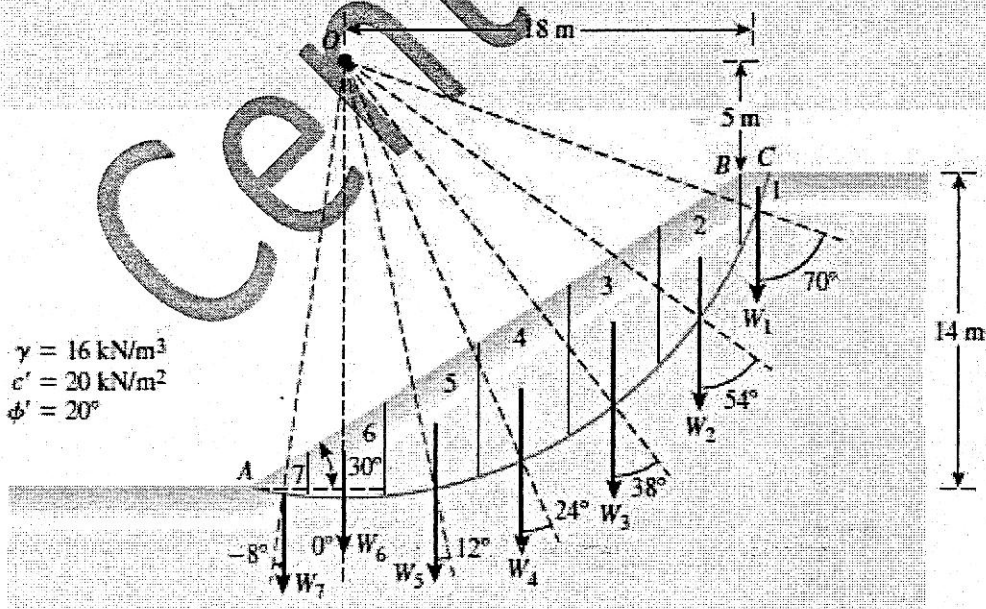
$$\therefore F.S = \frac{\left(\sum W_i \cos \alpha \right) * \tan \phi}{\left(\sum W_i \sin \alpha \right)} \geq 1.5$$

Example

For the slope shown in Figure 15.31, find the factor of safety against sliding for the trial slip surface AC. Use the ordinary method of slices.

Solution

The sliding wedge is divided into seven slices. Now the following table can be prepared:



<http://www.ebook-freee.com>

Slice no. (1)	W (kN/m) (2)	α_n (deg) (3)	$\sin \alpha_n$ (4)	$\cos \alpha_n$ (5)	ΔL_n (m) (6)	$W_n \sin \alpha_n$ (kN/m) (7)	$W_n \cos \alpha_n$ (kN/m) (8)
1	22.4	70	0.94	0.342	2.924	21.1	7.66
2	294.4	54	0.81	0.588	6.803	238.5	173.1
3	435.2	38	0.616	0.788	5.076	268.1	342.94
4	435.2	24	0.407	0.914	4.376	177.1	397.8
5	390.4	12	0.208	0.978	4.09	81.2	381.8
6	268.8	0	0	1	4	0	268.8
7	66.58	-8	-0.139	0.990	3.232	-9.25	65.9
					$\Sigma \text{ Col. 6} =$	$\Sigma \text{ Col. 7} =$	$\Sigma \text{ Col. 8} =$
					30.501 m	776.75 kN/m	1638 kN/m

$$F_s = \frac{(\Sigma \text{ Col. 6})(c') + (\Sigma \text{ Col. 8}) \tan \phi'}{\Sigma \text{ Col. 7}}$$

$$= \frac{(30.501)(20) + (1638)(\tan 20)}{776.75} = 1.55$$

01007122002
 CENTER ① NE
 01144450660
 01066994048