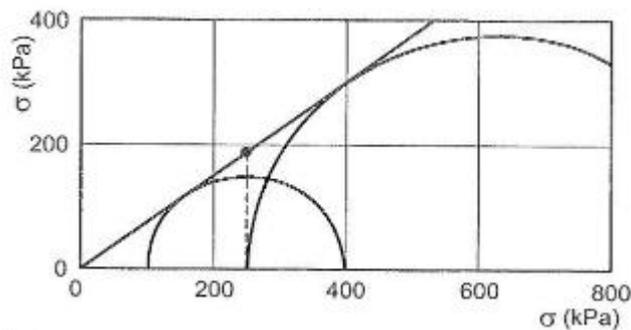


PEF 3310 - Lista II – Resistência dos solos arenosos

- 1- Dois ensaios de compressão triaxial foram feitos com uma areia, com os seguintes resultados: ensaio 1: $\sigma_3 = 100 \text{ kPa}$, $(\sigma_1 - \sigma_3) = 300 \text{ kPa}$; ensaio 2: $\sigma_3 = 250 \text{ kPa}$, $(\sigma_1 - \sigma_3) = 750 \text{ kPa}$. Fazendo-se um ensaio de cisalhamento direto nessa areia, com a mesma compacidade, e com uma tensão normal aplicada de 250 kPa, com que tensão de cisalhamento deve ocorrer a ruptura?

R: Os dois círculos de Mohr correspondentes ao estado de tensões na ruptura indicam uma envoltória de resistência passando pela origem e definindo um ângulo de atrito de 37° . Admitindo-se que a envoltória de resistência determinada em ensaios de cisalhamento direto igual à envoltória de resistência dos ensaios de compressão triaxial (o que é geralmente aceito, ainda que por motivos de distribuição de tensões e de detalhes operacionais dos ensaios ocorram pequenas diferenças), da envoltória determinada se constata que no ensaio de cisalhamento direto a ruptura deve ocorrer para uma tensão cisalhante de 188 kPa.



O problema poderia ser revolido analiticamente. Como nos dois ensaios a relação entre a tensão desviadora na ruptura e a tensão confinante é igual a $(300/100=750/250)$, conclui-se que a envoltória passa pela origem. O ângulo de atrito pode ser determinado pela equação:

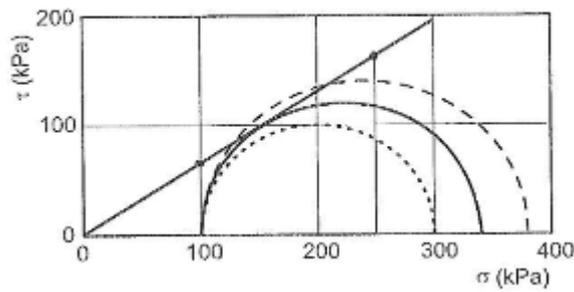
$$\varphi = \arcsen\left(\frac{(\sigma_1 - \sigma_3)_r}{(\sigma_1 + \sigma_3)_r}\right) = \arcsen\frac{300}{500} = 37^\circ$$

No ensaio de cisalhante direto, $s' = \sigma' \cdot tg\phi'$. No caso, $\tau = 250 \cdot tg37^\circ = 250 \cdot 0,75 = 188 \text{ kPa}$.

- 2- Dois ensaios de cisalhamento direto foram realizados com uma areia, obtendo-se os seguintes resultados: ensaio 1: tensão normal = 100 kPa; tensão

cisalhante na ruptura = 65 kPa; ensaio 2: tensão normal = 250 kPa; cisalhante na ruptura = 162,5 kPa. Fazendo-se um ensaio de compressão triaxial drenado, com essa areia no mesmo estado de compactidade, e com pressão confinante 100 kPa, com que tensão desviadora ocorrerá a ruptura?

R: Representando-se os dados dos ensaios num gráfico cisalhamento x tensão normal, observa-se que os pontos definem uma envoltória passando pela origem, com a seguinte equação de resistência: $s' = \sigma \cdot tg33^\circ$. Neste gráfico, procura-se, por tentativas, o círculo de Mohr que, partindo de $\sigma_3 = 100 \text{ kPa}$, tangencie a envoltória de resistência. Dele se determina a tensão axial na ruptura, como se mostra na figura: $\sigma_{1r} = 340 \text{ kPa}$; donde $(\sigma_1 - \sigma_3)_r = 240 \text{ kPa}$.



A solução também pode ser obtida analiticamente. Observa-se que nos dois ensaios a relação $\frac{\tau_r}{\sigma_r}$ é constante e igual a 0,65. O ângulo cuja tangente é 0,65 é 33° . A tensão desviadora na ruptura, num carregamento triaxial com σ_3 pode ser determinada pela equação:

$$(\sigma_1 - \sigma_3)_r = \sigma_3 \frac{2 \operatorname{sen} \phi}{1 - \operatorname{sen} \phi} = 100 \frac{2 \cdot 0,545}{1 - 0,545} = 240 \text{ kPa}$$

3- Uma areia média, de grãos angulares, de compactidade média, apresenta $e_{\text{mín}} = 0,67$ e $e_{\text{máx}} = 1,03$. Foi determinado, por uma série de ensaios triaxiais drenados, com pressão confinante de 200 kPa, um índice de vazios crítico de 0,82. Preparou-se, a seguir, outro corpo de prova, com índice de vazios igual a 0,77, e, com ele, será realizado um ensaio triaxial drenado, com pressão confinante de 100 kPa. Escolha uma das opções abaixo e justifique:

- Pode-se afirmar que na ruptura o corpo de prova terá diminuído de volume.
- Pode-se afirmar que na ruptura o corpo de prova terá dilatado.
- Com os dados disponíveis, não é possível afirmar se o corpo de prova irá dilatar ou se comprimir durante o carregamento.

R: Se o novo corpo de prova fosse compactado com índice de vazios igual ao crítico e ensaiado com a pressão confinante de 100 kPa, ele apresentaria dilatação no carregamento axial, pois estaria compacto por estar com pressão confinante menor do que a crítica. Por outro lado, como ele, na realidade, já se encontra com índice de vazios ($e=0,77$) abaixo do índice de vazios crítico, ele certamente apresentará dilatação para romper.

Em outras palavras, para a pressão confinante de 100 kPa, o índice de vazios crítico é maior do que 0,88. Estando nesta pressão confinante e com o índice de vazios de 0,77, certamente o comportamento é dilatante.

4- Duas areias apresentam partículas com igual formato. A areia A tem coeficiente de não uniformidade $CNU = 5,5$ e a areia B tem $CNU = 2,7$, ou seja, a areia A é mais bem graduada que a areia B. Quando compactadas com a mesma energia:

- a) Qual das duas fica com maior peso específico?
- b) Qual das duas apresenta maior ângulo de atrito interno?

R: A areia A fica com maior peso específico que a areia B porque os grãos menores se encaixam nos vazios dos maiores, provocando um entrosamento. Por causa desse mesmo entrosamento, o ângulo de atrito das areias mais bem graduadas é maior.

5- Duas areias apresentam aproximadamente a mesma granulometria. A areia A tem grãos arredondados e a areia B tem grãos angulares. Quando compactadas com a mesma energia:

- a) Qual das duas fica com maior peso específico?
- b) Qual das duas apresenta maior ângulo de atrito interno?

R: As areias de grãos arredondados ficam com maior peso específico do que as areias de grão angulares, pois o formato arredondado permite maior acomodação. Entretanto, apesar disso, as areias de grãos arredondados apresentam menor ângulo de atrito interno, pois os grãos rolam, uns em relação aos outros, com maior facilidade.