

Engineering Geology First Year	LECTURE NO. (8)	Civil Eng. Dept. Sunday, April 24, 2016
-----------------------------------	-----------------	--

### تكملة محاضرة (7)

عند وجود المياه في الطبقة الصخرية او التربة فان الاجهاد العمودي ( $\sigma_n$ ) يقل بسبب ضغط ماء المسام (Pore water pressure) وتصبح المعادلة كالآتي:

$$\tau = C + (\sigma_n - P_w) \tan \phi$$

وان المقدار ( $\sigma_n - P_w$ ) يسمى الاجهاد العمودي الفعال (effective normal stress).  
تجدر الاشارة الى ان هنالك فحوصات اخرى لتحديد مقاومة القص في الصخور والتربة كفحص صندوق القص المباشر (Direct shear box test) والفحص على مكعبات الصخور (Cube shear test).

#### Example 1:

The results of triaxial load test for a limestone rock at a spesified depth in rock stratum, showed that:

# the normal stress=13.49 Mpa.

#shear stress=9.75 Mpa.

# cohesion =1.17 Mpa.

# angle of internal friction =40°

If itsintendedto constructed an gravity dam in this site, what is the water pressure and the effective normal stress?

#### Solution:

$$\tau = C + (\sigma_n - P_w) \tan \phi$$

$$9.75 = 1.17 + (13.49 - P_w) \tan 40$$

$$9.75 = 1.17 + 11.318 - 0.839(P_w)$$

$$P_w = 3.26 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{\text{eff.}} = (\sigma_n - P_w) = 13.49 - 3.26 = 10.23 \text{ Mpa.}$$

Engineering Geology First Year	LECTURE NO. (8)	Civil Eng. Dept. Sunday, April 24, 2016
-----------------------------------	-----------------	--

## 8-1 Engineering Rock Mass Classification التصنيف الهندسي للصخور

الغرض من تصنيف الصخور:

- 1- معرفة انواع الصخور المتكونة في الطبيعة.
  - 2- عمر الصخور أي الفترة الزمنية لتكون الصخور.
  - 3- تحمل الصخور للأحمال المسلطة عليها.
- يعرف التصنيف الهندسي للصخور على انه تقسيم دراسة سلوك الصخور تحت تأثير الاحمال ويكون على نوعين:

1-According to Rock Strength and Modulus of Elasticity.

تتبعاً لمقاومة الصخور ومعامل المرونة:

يتم ذلك عن طريق عمل اختبار الضغط احادي المحور غير المحصور Uniaxial compressive load test على عينة صخرية اسطوانية الشكل قطرها (D) وطولها (L=2D) بحيث يكون قطر الاسطوانة (D=35 mm, 50mm or 75 mm)، يتم تسليط حمل بمقدار (P) ويحسب قيمة الحمل المسلط المرافق لحدوث الفشل أي (P<sub>Max.</sub>) وفي هذه الحالة فأن:

$$\sigma_{ult.} = \frac{P_{Max.}}{A}$$

بعد ذلك يتم حساب نسبة المعامل (Modulus Ratio)MR من العلاقة:

$$MR = \frac{E_{t50}}{\sigma_{ult.}}$$

In which;

E<sub>t50</sub> is the tangential modulus at 50% of compression stress.

معامل المماس عند 50% من اجهاد الضغط.

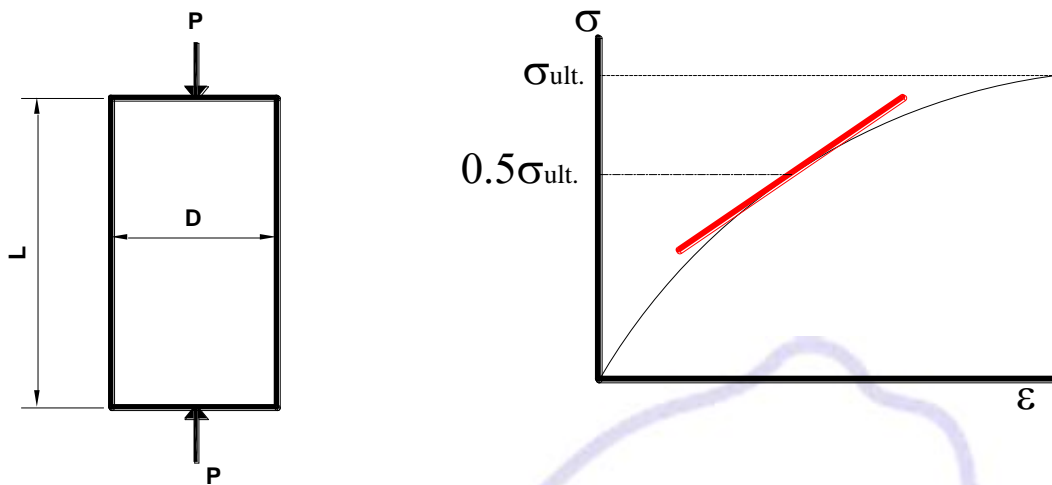


Figure (8-1): Rock Strength and Modulus of Elasticity Test

اعتمادا على قيمة ( $\sigma_{ult.}$ ) و (MR) يمكن تحديد صنف الصخر من حيث قابلية التحمل (Rock Strength) من الجدولين (8-1 و 8-2) على التوالي.

**Table(8-1)**

Class	A	B	C	D	E
Description	Very High Strength	High Strength	Medium Strength	Low Strength	Very Low Strength
$\sigma_{ult.}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	>2250	1125-2250	562.5-1125	281.25-562.5	<281.5

**Table(8-2)**

Class	Description	MR
H	High	> 500
M	Medium	200-500
L	Low	<200

➤ Describe a rock with (AM) index.

The rock is very high strength [According to Table (8-1) ...Class A with  $\sigma_{ult.} > 2250 \text{ kg/cm}^2$ ] and the medium modulus ratio [According to Table (8-2)..... Class M with MR(200-500)].

Engineering Geology First Year	LECTURE NO. (8)	Civil Eng. Dept. Sunday, April 24, 2016
-----------------------------------	-----------------	--

## 2-Rock Quality Designation Index (RQD):

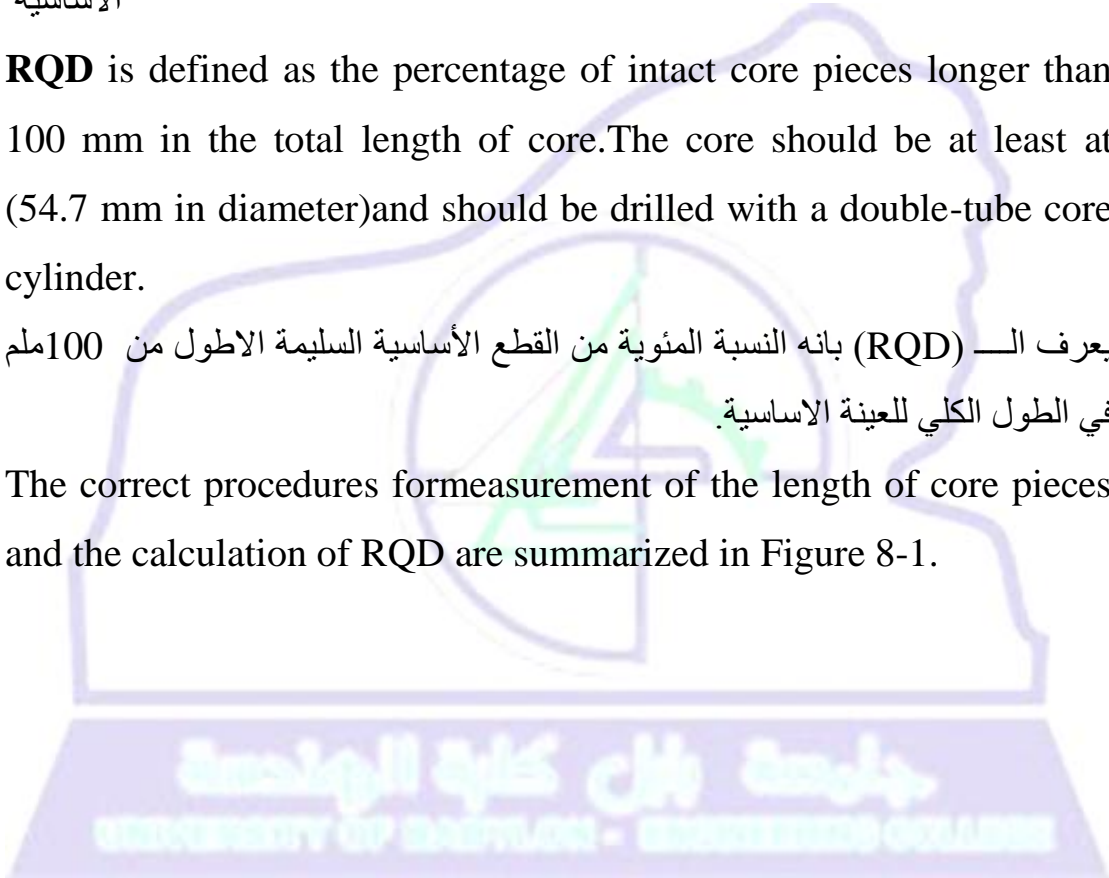
### ☒ مؤشر تعيين جودة الصخرة (RQD)

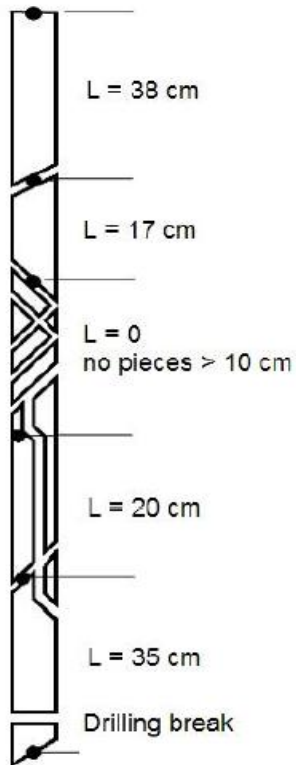
The Rock Quality Designation index (RQD) was developed by Deere (**Deere et al 1967**) to provide a quantitative estimate تقدير كمي للكتل الصخرية من سجلات الحفر الأساسية

**RQD** is defined as the percentage of intact core pieces longer than 100 mm in the total length of core. The core should be at least at (54.7 mm in diameter) and should be drilled with a double-tube core cylinder.

يعرف الـ (RQD) بأنه النسبة المئوية من القطع الأساسية السليمة الأطول من 100 ملم في الطول الكلي للعينات الأساسية.

The correct procedures for measurement of the length of core pieces and the calculation of RQD are summarized in Figure 8-1.





Total length of core run = 200 cms

$$RQD = \frac{\sum \text{Length of core pieces} > 10 \text{ cm length}}{\text{Total length of core run}} \times 100$$

$$RQD = \frac{38 + 17 + 20 + \dots}{200} \times 100 = 55 \%$$

نستخدم الجدول (8-3) لتعيين جودة الصخرة.

**Table (8-3)**

RQD %	Description
0- 25	Very poor
25-50	Poor
50-75	Fair
75-90	Good
90-100	Excellent

### Example <2>

The following data represent the uni-axial load test for rock specimen:

Diameter of rock core = 5cm

Height of rock core = 10cm

<b>Load (kg)</b>	<b>1200</b>	<b>2000</b>	<b>3006</b>	<b>4002</b>	<b>4002</b>	<b>4805</b>	<b>3803</b>
<b>Strain</b>	<b>0.05</b>	<b>0.08</b>	<b>0.13</b>	<b>0.20</b>	<b>0.28</b>	<b>0.32</b>	<b>0.37</b>

Plot [ $\sigma$ (kg/cm<sup>2</sup>) vs.  $\epsilon$ %] curve, and calculate:

- 1-  $\sigma_{ult.}$  (kg/cm<sup>2</sup>) مقاومة الضغط القصوى
- 2- Modulus initial tangent معامل المرونة المماس الابتدائي
- 3-classify the rock according to rock strength and modulus of elasticity.

### Solution:

$$A = \frac{\pi}{4} D^2$$

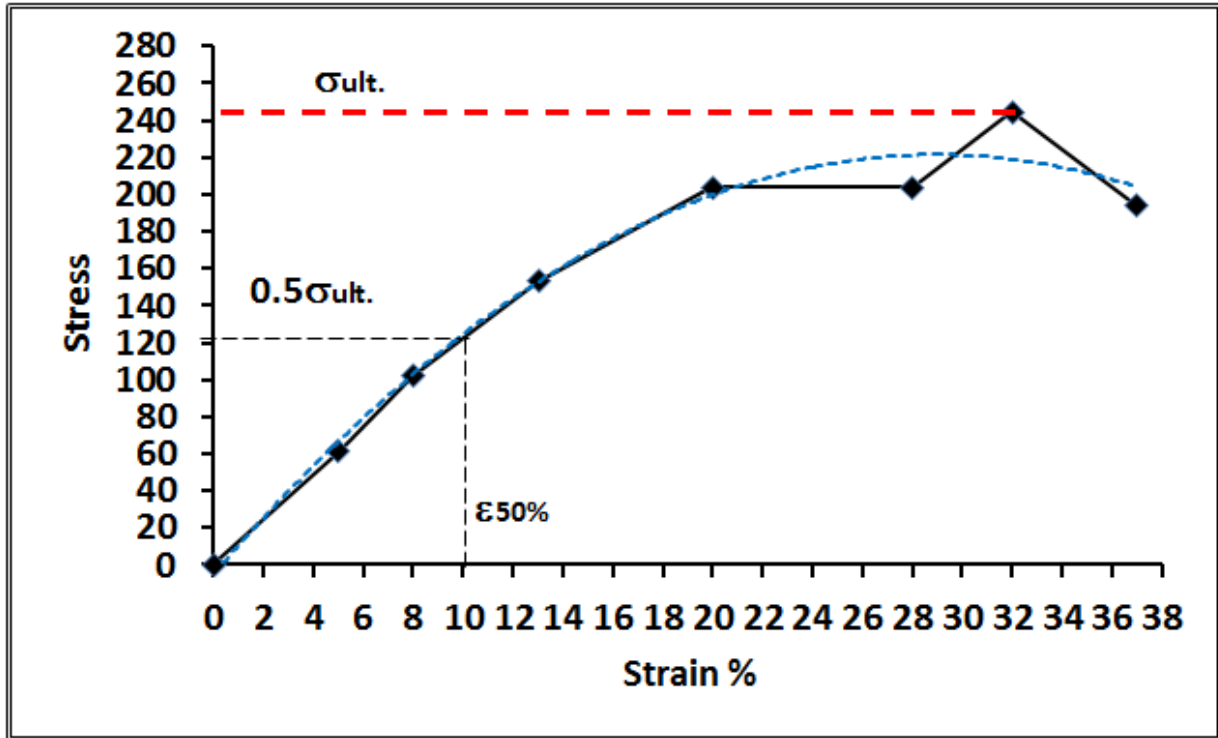
$$A = \frac{\pi}{4} (5)^2 = 19.63 \text{ cm}^2$$

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

$$\text{For } P=1200 \text{ kg} \Rightarrow \sigma = \frac{P}{A} = \frac{1200}{19.63} = 61.13 \text{ kg/cm}^2.$$

<b>Stress, <math>\sigma</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Strain, <math>\epsilon</math> %</b>
<b>61.13</b>	<b>5</b>
<b>101.88</b>	<b>8</b>
<b>153.13</b>	<b>13</b>
<b>203.87</b>	<b>20</b>
<b>203.87</b>	<b>28</b>
<b>244.78</b>	<b>32</b>
<b>193.73</b>	<b>37</b>

نقوم برسم مخطط (الاجهاد-الانفعال) من البيانات المبينة في الجدول اعلاه وكما مبين في الشكل التالي:



$$\sigma_{ult.} = 244.78 \text{ kg/cm}^2$$

لإيجاد معامل المرونة المماس الابتدائي (Modulus of initial tangent):

$$E = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon}$$

$$E = \frac{61.13 - 0}{0.05 - 0} = 1222.6 \text{ kg/cm}^2$$

لإيجاد معامل المرونة المماس (Modulus of tangent) عند 50% من المقاومة

القصوى ( $E_{t50\%}$ ):

$$E_{t50} = \frac{0.5\sigma_{ult.}}{\varepsilon_{50\%}}$$

$$E_{t50} = \frac{0.5(244.78)}{0.1} = 1223.85 \text{ kg/cm}^2$$

Engineering Geology First Year	LECTURE NO. (8)	Civil Eng. Dept. Sunday, April 24, 2016
-----------------------------------	-----------------	--

$$MR = \frac{Et_{50}}{\sigma_{ult.}} = \frac{1223.85}{244.78} = 5$$

For  $\sigma_{ult.} = 244.78 \text{ kg/cm}^2 < 281.5 \text{ kg/cm}^2 \Rightarrow$  (from Table 8-1) the rock is class (E) very low strength.

For  $MR = 5 < 200 \Rightarrow$  (from Table 8-2) the rock is class (L) low modulus ratio.

$\therefore$  the rock is classify as **(EL)**

