

مقاومة الشد للمواد (Tensile Strength of materials)

تختلف مقاومة الشد للمواد بدرجة كبيرة حيث أن مقاومة الشد للعينات الصخرية والبيتون ضعيفة نسبياً ويتم تحديدها عن طريق تجارب مخبرية من أشهرها التجربة البرازيلية:

- التجربة البرازيلية Brazilian Test: الاختبار البرازيلي هو اختبار معلمي يتم إجراؤه في ميكانيك المواد والصخور لتحديد قوة الشد للمواد المختلفة. يتم إجراء الاختبار البرازيلي على عينات اسطوانية منتقاة بعناية يتم قطعها وتنعيمها بحيث يكون قطرها يساوي ضعف عرضها.

لا يقل قطر العينة عن 5cm بينما يوصى أن لا يقل طول العينة عن قطرها (L/D=1 عموماً) يتم تطبيق حمولة ضغط كما هو موضح بالشكل حتى الانهيار على عينات اسطوانية. تعطى بالنتيجة مقاومة الشد بالعلاقة:

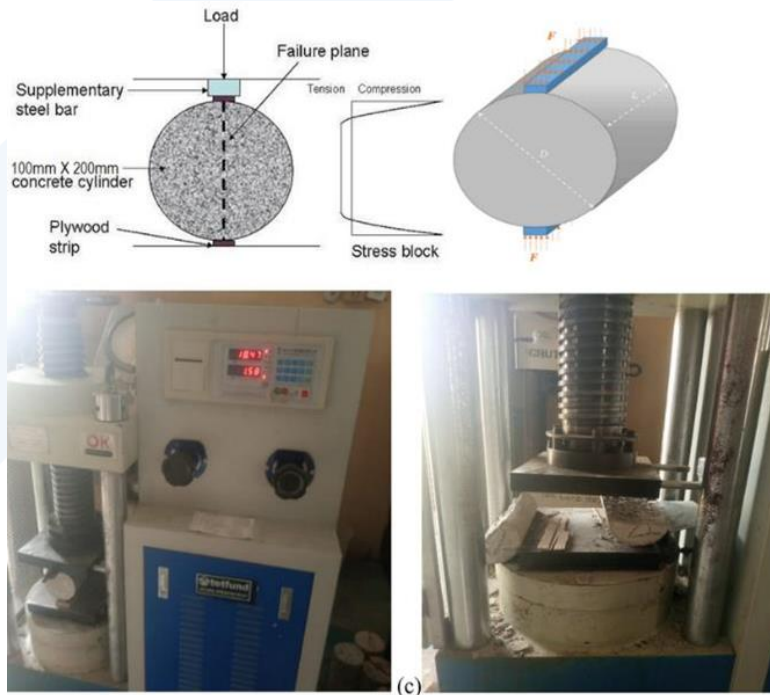
$$\sigma_t = \frac{2P}{\pi \cdot D \cdot L}$$

P : حمولة الانهيار

D : قطر العينة

L : طول العينة أو سماكتها.

(عموماً طول العينة أو السماكة تساوي القطر بتجربة الشد)



مسألة 1:

أجريت 10 تجارب شد بالطريقة البرازيلية على عينات من الخرسانة لتحديد مقاومة الشد فكانت النتائج كما هو موضح بالجدول.

احسب مقاومة الشد الوسطية للعيينة

Sample	Diameter D (cm)	Length L(cm)	L/D	Maximum Load P (kN)
1	15.11	15.13	1.001	105.7
2	15.13	15.19	1.004	97.8
3	15.12	15.17	1.003	101.3
4	15.15	15.16	1.001	99.6
5	15.18	15.22	1.003	102.1
6	15.17	15.19	1.001	91.4
7	15.14	15.18	1.003	104.5
8	15.12	15.24	1.008	98.9
9	15.17	15.21	1.003	103.7
10	15.11	15.13	1.001	97.8

الحل:

1. نقوم أولاً بحساب مقاومة الشد لكل عينة من العينات العشرة المختبرة باستخدام العلاقة الآتية:

$$\sigma_t = \frac{2P}{\pi \cdot D \cdot L}$$

2. نقوم بعدها بأخذ المتوسط الحسابي لنتائج مقاومات الشد المحسوبة للعينات العشرة كما هو موضح بالجدول الآتي:

Sample	Diameter D (cm)	Length L (cm)	L/D	Maximum Load P (kN)	Tensile Strength σ_{ti} (kN/cm ²)	Tensile Strength σ_t (MPa)
1	15.11	15.13	1.001	105.7	0.294	2.94
2	15.13	15.19	1.004	97.8	0.271	2.71
3	15.12	15.17	1.003	101.3	0.281	2.81
4	15.15	15.16	1.001	99.6	0.276	2.76
5	15.18	15.22	1.003	102.1	0.281	2.81
6	15.17	15.19	1.001	91.4	0.253	2.53
7	15.14	15.18	1.003	104.5	0.289	2.89
8	15.12	15.24	1.008	98.9	0.273	2.73
9	15.17	15.21	1.003	103.7	0.286	2.86
10	15.11	15.13	1.001	97.8	0.272	2.72

وبالتالي باستخدام المتوسط الحسابي نجد مقاومة الشد الوسطية:

$$\sigma_t = \frac{\sum_{i=1}^{10} \sigma_{ti}}{10} = 2.78 \text{ MPa}$$

مسألة 2:

بينت التحاليل المخبرية الكيميائية لعينات من التربة والماء مأخوذة من منطقة الهلولية في محافظة اللاذقية

النتائج التالية:

Chemical element	Water	Soil
Sulfate mg/l	400-1400	90-181
Chlorides mg/l	50-120	22-75

علماً أن وحدة القياس (mg/l) تعد مكافئة للوحدة المستخدمة من قبل الكيميائيين (PPm) والتي تعني جزء من مليون

(Parts per million)

فإذا علمت أن تصنيف الخطورة حسب محتوى الكلوريدات يعطى وفق الجدول الآتي:

التعرض للكلوريد	النسبة المئوية للكلوريد (Cl ⁻) - القابلة للذوبان في الماء - في التربة	كمية الكلوريد (Cl ⁻) في الماء، ppm	نوع الإسمت	الحد الأعلى لنسبة وزن الماء إلى وزن المواد الإسمتية
غير مؤثر	إلى ٠,٠٥	إلى ٥٠٠	-	-
معتدل	٠,٠٥ إلى ٠,١	٥٠٠ إلى ٢,٠٠٠	-	٠,٥٠
شديد+	٠,١ إلى ٠,٥	٢,٠٠٠ إلى ١٠,٠٠٠	I	٠,٤٥
شديد جداً +	أكثر من ٠,٥	أكثر من ١٠,٠٠٠	I وإضافة المواد البوزولانية+	٠,٤٠

وأن تصنيف الخطورة حسب محتوى الكبريتات يعطى في الجدول اللاحق:

التعرض للكبريتات	كمية الكبريتات (SO ₄) في التربة القابلة للذوبان في الماء (نسبة مئوية من الوزن)	كمية الكبريتات (SO ₄) في الماء، ppm	نوع الإسمت	الحد الأعلى لنسبة وزن الماء إلى وزن المواد الإسمتية
غير مؤثر	٠,٠٠ ≤ SO ₄ < ٠,١٠	٠ ≤ SO ₄ < ١٥٠	-	-
معتدل	٠,١٠ ≤ SO ₄ < ٠,٢٠	١٥٠ ≤ SO ₄ < ١٥٠٠	II	٠,٥٠
شديد+	٠,٢٠ ≤ SO ₄ ≤ ٢,٠٠	١٥٠٠ ≤ SO ₄ < ١٠,٠٠٠	V	٠,٤٥
شديد جداً +	SO ₄ > ٢,٠٠	SO ₄ > ١٠,٠٠٠	V وإضافة المواد البوزولانية++	٠,٤٥

ما صنف التعرض (exposure category) للموقع بحسب نسبة الكبريتات والكلوريدات المقاسة في

المياه المستخرجة من الموقع الدروس؟

الحل:

نلاحظ من الجدول المعتمد وفق الكود الأمريكي (ACI-318) خطورة الكلوريدات في الموقع من الصنف (غير مؤثر)

التعرض للكلورايد	النسبة المئوية للكلورايد (Cl ⁻) - القابلة للذوبان في الماء - في التربة	كمية الكلورايد (Cl ⁻) في الماء، ppm	نوع الإسمنت	الحد الأعلى لنسبة وزن الماء إلى وزن المواد الإسمنتية
غير مؤثر	إلى ٠,٠٥	إلى ٥٠٠	-	-
معتدل	٠,٠٥ إلى ٠,١	٥٠٠ إلى ٢,٠٠٠	-	٠,٥٠
شديد+	٠,١ إلى ٠,٥	٢,٠٠٠ إلى ١٠,٠٠٠	I	٠,٤٥
شديد جداً +	أكثر من ٠,٥	أكثر من ١٠,٠٠٠	I وإضافة المواد البوزولانية++	٠,٤٠

في حين أن خطورة الكبريتات في الموقع من الصنف (معتدل) ونلاحظ أن الاسمنت التقليدي (النوع الأول) لا يجوز استخدامه وإنما يجب استخدام اسمنت مقاوم للكبريتات من النوع (II)

التعرض للكبريتات	كمية الكبريتات (SO ₄) في التربة القابلة للذوبان في الماء (نسبة مئوية من الوزن)	كمية الكبريتات (SO ₄) في الماء، ppm	نوع الإسمنت	الحد الأعلى لنسبة وزن الماء إلى وزن المواد الإسمنتية
غير مؤثر	٠,٠٠ ≤ SO ₄ < ٠,١٠	٠ ≤ SO ₄ < ١٥٠	-	-
معتدل	٠,١٠ ≤ SO ₄ < ٠,٢٠	١٥٠ < SO ₄ < ١٥٠٠	II	٠,٥٠
شديد+	٠,٢٠ ≤ SO ₄ ≤ ٢,٠٠	١٥٠٠ ≤ SO ₄ < ١٠,٠٠٠	V	٠,٤٥
شديد جداً +	SO ₄ > ٢,٠٠	SO ₄ > ١٠,٠٠٠	V وإضافة المواد البوزولانية++	٠,٤٥