اللجنة الأكاديمية للهندسة المدنية

ملخص

مواد بناء

إياس حمد

Contact us :

Civilittee HU | لجنة المدني

Civilittee Hashemite

www.civilittee-hu.com

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

SUBJECT	Slides no.
cement	2-34
Aggregate	35-57
Sieve Analysis	58-83
Harmful material in aggregate	84
water	85
End first exam	2-86
Fresh Concrete	87 – 90
Workability Tests	91-104
Aggregate cement ratio	105
Density of fresh concrete	106
Air Content	107-110
STRENGTH OF CONCRETE	111-132
Years of second exam	133-147
End second exam	87-147
ADMIXTURES	149-155
Nondestructive tests	156-172
Production of Concrete	173-187
Curing of Concrete	188-193
Maturity of Concrete	194-200
Durability	201-216
Mix Design	217-241
End final exam	149-241

في اخر الدوسية بعد سلايد رقم 241 تم وضع امتحان الفاينال الفصل الثاني 2020 للتدرب على الحل

ملاحظة : قد تتغير كمية المواضيع الداخلة في كل إمتحان من فصل لفصل , يرجى التأكد لمعرفة المواضيع المطلوبة منك

Building Material
Eyas Hamad

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

قبل البدء بدراسة هذا الملخص يرجى العلم :

- ✓ **هذا الملخص يشمل سلايدات الدكتور إضافة لأبرز ملاحظاته أثناء المحاضرات إضافة لصور توضيحية لفهم الموضوع**

- ✓ قد ترد بعض المعلومات الإضافية أو المعلومات الناقصة وهذه المعلومات لا يتعدى نسبتها 2% من حجم المادة وذلك لإضافة أو حذف بعض المواضيع من فصل لاخر من قبل الدكتور لذلك **وضعت فهرس للمواضيع ليسهل الرجوع لها**

- ✓ هذا الملخص وتحديدا مادة الفيرست والسكند يحتوي العديد من أمثلة السنوات وتم دمجها بعد كل موضوع لمادة الفيرست ووضع أمثلة السنوات لمادة السكند بعد الشرح مباشرة

- ✓ ولذلك أي سؤال سنوات لم تفهمه أو تعرف حله أو قد أكون لم أصب في حله يرجى سؤال زميلك ((وليس الدكتور))

❑ **أسلوب الشرح :**

- ✓ مادة الفيرست : شرح أبرز النقاط ثم تبع كل موضوع بأمثلة السنوات
- ✓ مادة السكند : شرح كل موضوع بشكل تفصيلي وحسب ما ورد عن الدكتور ثم أمثلة سنوات في النهاية
- ✓ مادة الفاينال : شرح جميع سلايدات الدكتور بشكل تفصيلي وحسب ما ورد عنه

وأخيرا فإني أذكر هذا العمل هو محض عمل بشري , ليس للعصمة فيه سبيل , اذ الخطأ وارد , بل واقع , والعصمة ممنوعة , فمن وجد فيه خطأ فليصلحه , وليقدم واجب النصح لأخيه .

cement

Cement + water —(Hydration of cement (slow))→ عجينة اسمنتية cement past —(With time)→ hard material

- تفاعل الماء مع الإسمنت يسمى Hydration of cement
- يمنع إستخدامه في المنشئات : التكلفة العالية / يحدث تشققات في الخرسانة

(Causes shrinking cracking / causes heat cracking)

Cement + water + sand (fine aggregate) → ملاط إسمنتي (مونة) **cement mortar** —(With time)→ **hard material**

يستخدم في القصارة والتبليط

Cement + water + sand + coarse agg +optional material → **Fresh concret** —(With time)→ **hardned concret**

Standards and specification

1. ASTM
2. BR
3. EN

→ **JS**

يتم اضافة الجبس بنسبة 2-4 %
يجب أن لا يقل عن 2% ليكون فعال
ولا يزيد عن 4% لكي لايحدث تشققات

Concrete Materials

Concrete is widely used

- Ease of construction (Molding, mixing, …)
- Low cost
- Availability of ingredients
- Good durability

هذا السلايد من باب العلم فقط
وستشرح المكونات بلتفصيل
لاحقا

Physical properties of cement

1. Setting time زمن الشك
2. Soundness
3. Fineness of cement نعومة الإسمنت
4. Strength of cement

Physical properties of cement

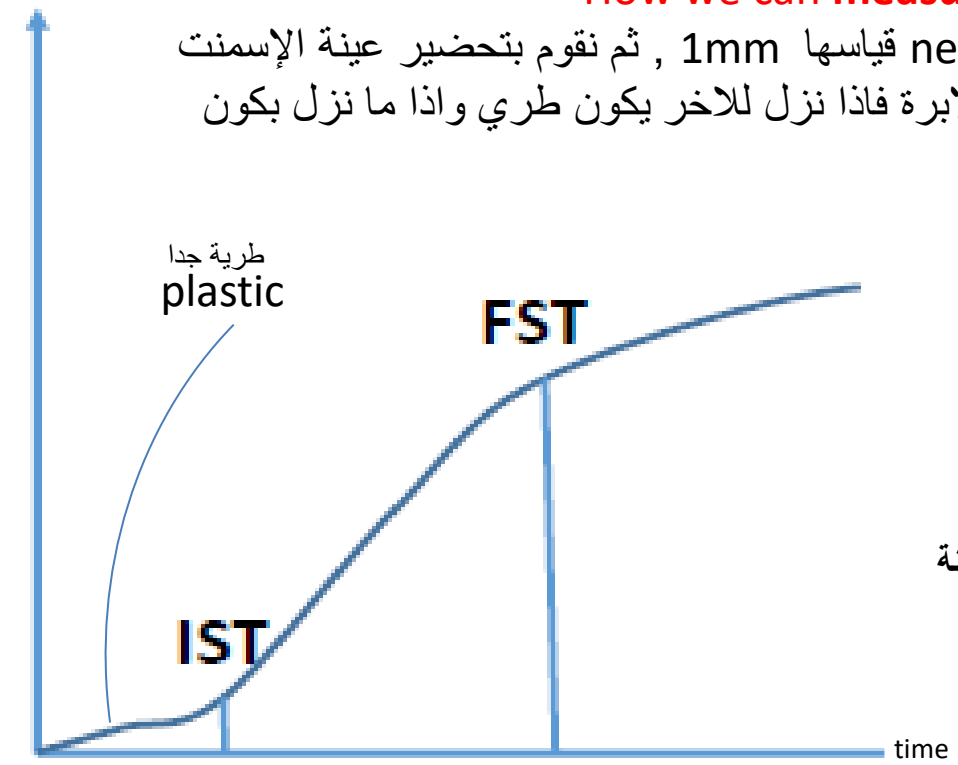
Setting time

❖ - اهمية قياس ال setting time ؟ (تحديد وقت الصب دون حدوث مشاكل)(سنوات)

1. تحديد صلاحية الإسمنت للاستخدام في المواقع
2. توجيه العمال للإستخدام الصحيح مع الاسمنت قبل وبعد الصب
3. ارتفاع الحرارة اثناء الصب تعمل على تشقق الخرسانة

❖ How we can **measure the setting time ?**

عن طريق جهاز يسمى vicat , يتكون من rod بنهايته nedel قياسها 1mm , ثم نقوم بتحضير عينة الإسمنت ونضعها داخل الوعاء المخصص في الجهاز ونقوم بإفلات الابرة فاذا نزل للاخر يكون طري واذا ما نزل بكون جامد



❖ **Dorment period: بنصب بهاي المرحلة**

❖ **plastic: تفاعلات كيميائية ضعيفة**

❖ **setting period :**

ممنوع تقرب على الخرسانة في هذه المرحلة لأنه يترك علامة ويشوه الخرسانة

❖ **صب الماء يحدث بعد FST**

❖ **- نسقي الخرسانة الماء حتى يستمر التفاعل**

Initial Setting Time (IST).

Final Setting Time (FST).

Physical properties of cement

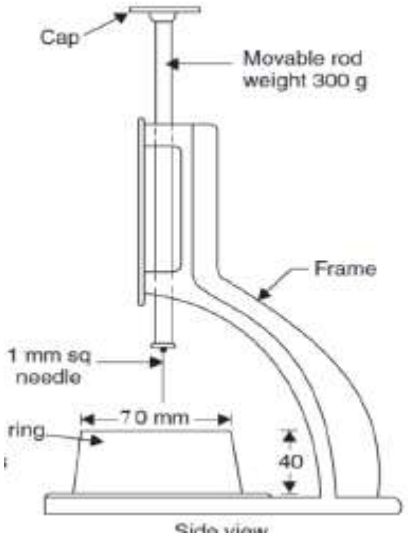
Vicat method for IST , FST

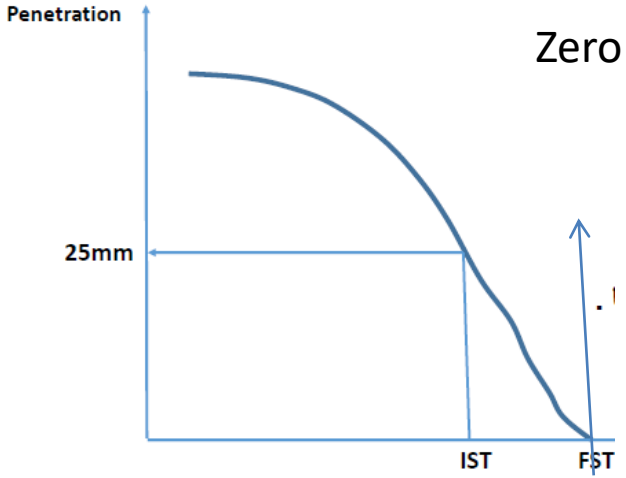
Apparatus Vicat

Determine the water content to produce a paste of standard consistence

Normal consistency
Plunger 10 mm diamter
Penetration = 10mm ± 1mm

Initial setting time
Needle 1 mm
Penetration = 25 mm





- يمنع الصب بعد 45 دقيقة (تعشيش)
- كل ما زاد الزمن قل الإختراق
- عندما تكون IST , يكون ال Penetration = 25mm
- عند فحص IST , FST نستخدم إبرة 1mm وتكون FST = 0
- عند فحص (W/C) , NC نستخدم إبرة 10mm
- كل ما كان الاختراق أقل القوة تكون اعلى

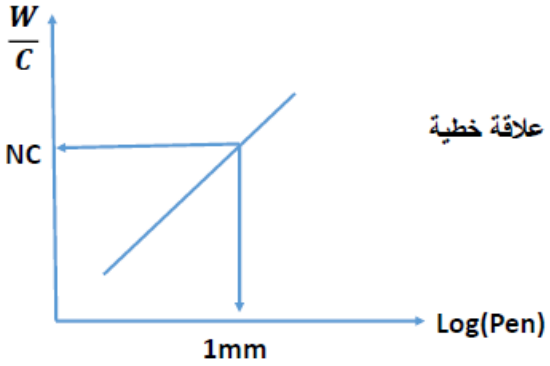
ليكون الاسمنت صالح للاستخدام
يجب أن يكون :

$$IST \geq 45\ min$$
$$FST \leq 6.25\ hour$$

Physical properties of cement

Normal consistency is the w/c ratio required for setting time test NC ❖

❖ يجب أن يتم تبديل الإبرة من 1mmالى 10 mm وذلك لأن ال cement past في البداية يكون طري

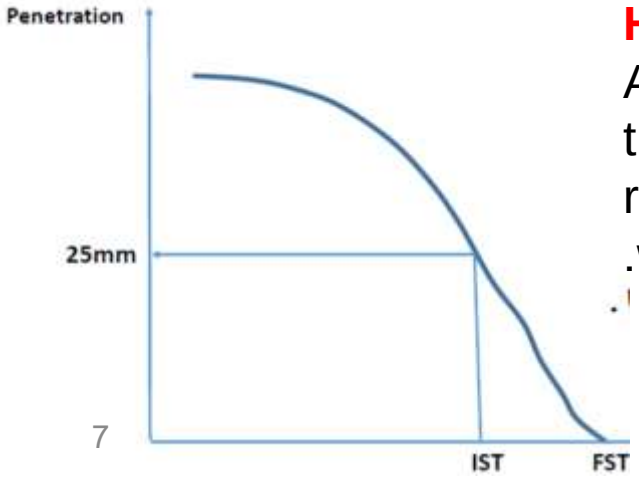


$$NC = \frac{w/c}{pentration}$$

❖ يجب إيجاد نسبة بين الإسمنت والماء $\frac{W}{C}$

❖ NC of Penetration = 10mm = Log 1

❖ قبل عمل **Setting time يجب تحديد** NC



•

How we can measure Normal Consistency(NC)? ❖

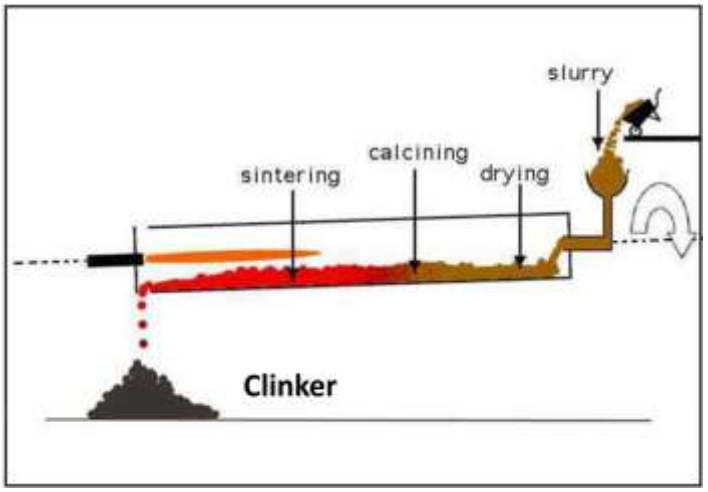
Ans. By using **Vicat apparatus** and make three reading then drawing the
relation between Log(penetration) and water cement ratio .w/c

Physical properties of cement

- ✓ للإسمنت تاريخ صلاحية (Expiry date)
- ✓ **Storage of cement -** : لازم كيس الإسمنت ما يجيه رطوبة ويرفع على خشب أو طوب
- ✓ يجب أن يستعمل الإسمنت للغرض المصنع لأجله وأن يكون صالح
- ✓ هناك في الأردن جهة رسمية تسمى دائرة المواصفات والمقايس تهتم بدخول انواع الإسمنت الصالحة فقط
- ✓ مرحلة ال **Harding** تبدأ بتصلب الإسمنت وتبقى للأبد
- ✓ **-مرحلة الشك** : في هذه المرحلة تبدأ عملة التصلب ولكن مع بقاء اللدونة
- ✓ يهمني معرفة IST لمعرفة اذا ما كانت فترة تصلبه كافية للقيام بلاعمال التي قبل الصب وتبدأ هذه الفترة عند خلط الإسمنت مع الماء
- ✓ يهمني معرفة FST لمعرفة متى يمكنني التحرك على الصبة
- ✓ أول من اخترع الاسمنت بريطانيا عام 1880
- ✓ عند توقف الإبرة عن الحركة نكون قد وصلنا الى **Harding period**

Manufacture of cement
صناعة الإسمنت

- الإسمنت مادة سهلة التصنيع وتمتاز بأنها من المواد الخام المتوفرة في كل دول العالم



المواد الخام الموجودة في الإسمنت :

1) الحجر الجيري - Calcite – **CaCo3**
2) (التراب)(**SiO2**) Clay
3) **Al2O3** الألمنيوم
4) الحديد **Fe2O3**

4+3 ⟸⟹ مواد طبيعية ثانوية موجودة في الطبيعة

- **Klinker** :يسمى المواد الخارجة من جهاز صناعة الإسمنت ب كلنكر
- يخرج الإسمنت على شكل كتل (يخرج خشن)
- درجة الحرارة = **1450** c

- يأتي الجهاز بزاوية = **10** , زاوية قليلة جدا وذلك لكي يتحرك حركة بطيئة للأسفل حتى ينصهر ويحدث التفاعل الكيميائي

- تكلفته عالية بسبب درجات الحرارة العالية التي تحتاج لكميات كبيرة من الوقود (البترول)

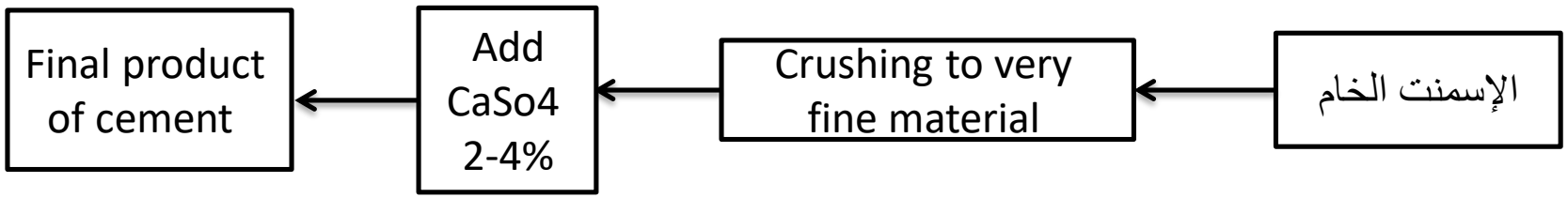
- يتم طحن الإسمنت عندما يخرج من الجهاز بعد أن يبرد ليصبح الإسمنت ناعم مثل ما نراه

Q: years

Clinker is Cooled
Ground to powder
Add 2 to 4% Gypsum $CaSO_4$?
Prevent flash set

- أثناء الطحن يتم إضافة الجبس **CaSo4** بنسبة تتراوح (2-4%)
يجب أن لا يقل عن 2% لكي يكون فعال , ولا يزيد عن 4% لكي لا يحدث تشققات

Manufacture of cement
صناعة الإسمنت



Basie components chemical Properties :
المركبات الكيميائة التي تدخل في تركيب الإسمنت

Name of compound	Oxide composition	Abbreviation	Ratio
Tricalcium silicate	$3CaO.SiO_2$	C_3S	**25-65 %**
Dicalcium silicate	$2CaO.SiO_2$	C_2S	**10-50 %**
Tricalcium aluminate	$3CaO.Al_2O_3$	C_3A	**3-15%**
Tetracalcium aluminoferrite	$4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$	C_4AF	**5-15%**
Gypsum alkhalis	CaSo4/Na2O/K2o		**2-4% or 0.5-1.5**

Chemical composition of cement

Main : (C3A / C2S / C3S / C4AF / GYPSUM)

Miner components :

1) Alkalin (Na2O / K2O)ترفع الPH وبلتالي تقلل الصدأ
2) (TiO2 / Mn2O3 / CrO2) ليس لها اي تأثير inert material

- **Alkalins: ترفع الPH وبلتالي تقلل الصدأ**

Alkalin + Sio2 + H2O ⟶ Alkalin – silicate hydrate (Etringite) -

*Aggregate : may contain SiO2 special type of aggregate Contains

*Free SiO2 : يكون قابل للذوبان في الماء بشكل بطيئ جدا وهذا يؤدي الى مشكلة خطيرة مع الزمن تسمى سرطان الخرسانة

C_3S and C_2S, are the most important compounds, are responsible for the strength of hydrated cement paste.

The presence of C_3A in cement is undesirable: it contributes little or nothing to the strength of cement except at early ages, and when hardened cement paste is attacked by sulfates, the formation of calcium sulfo-aluminate (ettringite) may cause disruption. However, C_3A is beneficial in the manufacture of cement in that it facilitates the combination of lime and silica.

C_4AF is also present in cement in small quantities, and, compared with the other three compounds, it does not affect the behaviour significantly; however, it reacts with gypsum to form calcium sulfoferrite and its presence may accelerate the hydration of the silicates.

Chemical composition of cement

C3A

- ✓ **أول المواد تفاعل** ويستهلك في ال 24 ساعة الأولى (quick reaction)
- ✓ **يعطي أعلى درجة حرارة** **وبلتالي لا تستخدم في المناطق الساخنة**
- ✓ نضيف الجبس ل تأخير التفاعل (2-4%)
- ✓ اذا زادت نسبة الجبس عن 4% يحدث تشققات في الخرسانة , لأن عند تفاعل الجبس مع الإسمنت المواد الناتجة حجمها أكبر من المواد المتفاعلة وبلتالي يحدث تشقق بلخرسانة
- ✓ أمّا اذا قلت نسبة الجبس عن 2 % لا توجد مشاكل في الخلطة الخرسانية

C3A + GYPS(caso4) + H2O ⟶ Ettringite(slow reaction) (حجم أكبر من حجم المواد المكونة لها)

- ✓ أمّا اذا قلت نسبة الجبس عن 2 % لا توجد مشاكل في الخلطة الخرسانية
- ✓ ***يستخدم في المناطق الباردة*** كل ما زادت درجة الحرارة زادت شدة التفاعل

C3A + WATER ⟶ Quick set (false set) (تحجر كاذب)

- ✓ لذلك يستخدم الجبس ليقلل من عملية التحجر الكاذب ويزيد من IST
- ✓ (تم تصنيع أنواع عدة من الإسمنت إعتمادا على تركيز المكونات الأساسية)
- ✓ CaSo4 mostly = 2-2.5%

C3S

- ✓ يحتل المرتبة الثانية بعد C3A
- ✓ يبدأ التفاعل بعد نصف ساعة **ويكون أبطأ بكثير من C3A** ولكن يبقى **يتفاعل لحوالي أسبوعين**

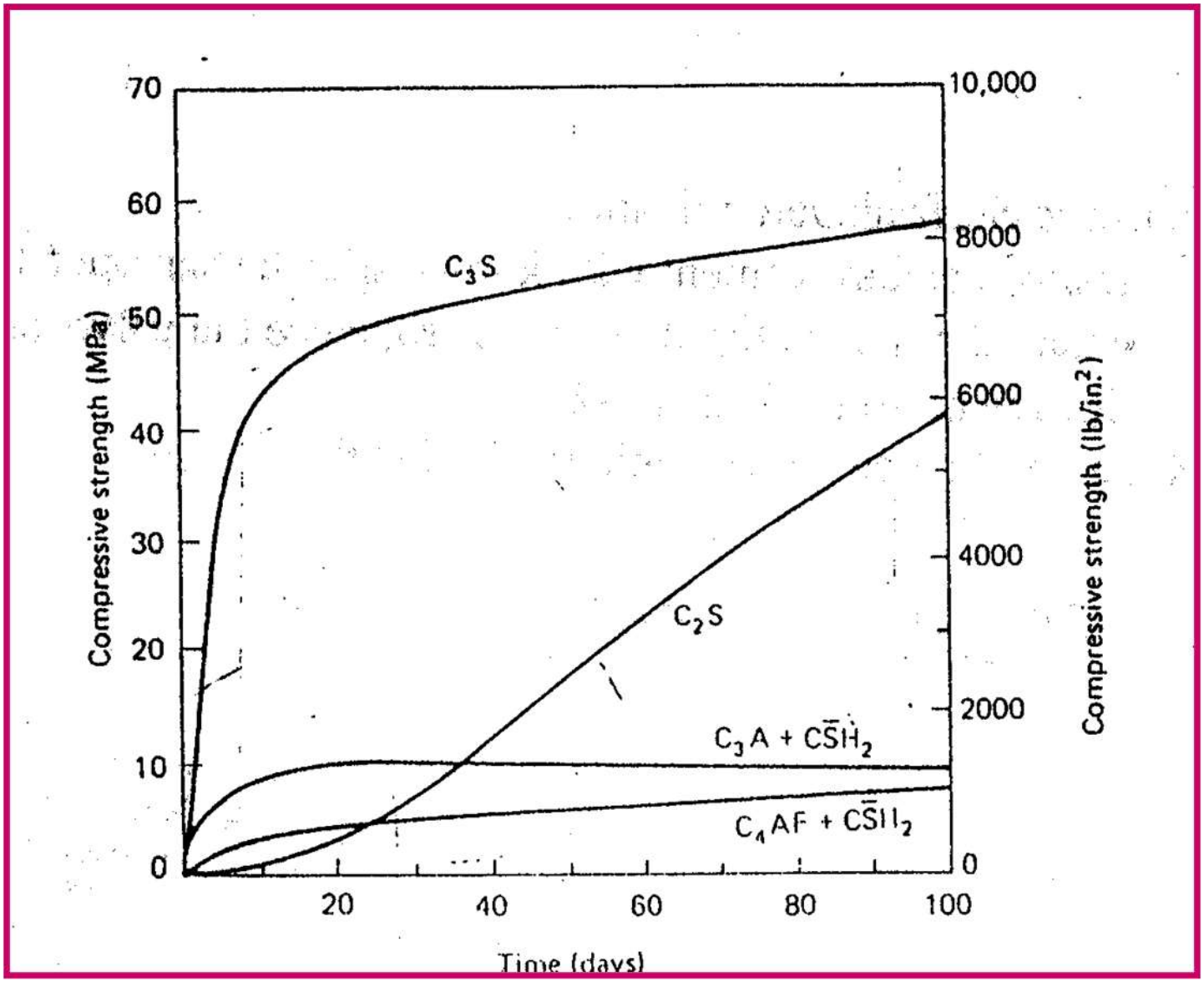
C2S

- ✓ **يستخدم في المناطق الساخنة , لأنه لا يعطي حرارة كبيرة**

C4AF

- ✓ دوره ثانوي ولا يهمنا كمدنين , لا يؤثر في قوة الخرسانة 3-4%

Chemical composition of cement



years

Q : Choose the most suitable answer :

1. Gypsum is added to cement in order to :

a. Increase setting time
b. Decrease setting times
c. Encourage flash set
d. prevent flash set

2. Ettringite is formed in concrete when…….are present

a. Sulfates
b. chlorides
c. Alkalias
c. carbon dioxides

3. Which of the following best describes PH of fresh concrete ? ⟵ سيرد لاحقا , حفظ

a. 5 b. 7 c. 9 **d. 13**

4. The strength at late ages is highly dependant on :

a. C2S b. C3S c. C3A d. C4AF

5. Which of the following is responsible for evolving the **highest amount of heat** ?

a. C2S b. C3S **c. C3A** d. C4AF

6. Concrete must be cast in place before the …….ends .

a. Dormant period
b. setting period
c. Haredning period
d. Mixing period

Bogue's Equations

$C_3S = 4.07\ (CaO) - 7.60\ (SiO_2) - 6.72\ (Al_2O_3) - 1.43\ (Fe_2O_3) - 2.85\ (SO_3)$

$C_2S = 2.87\ (SiO_2) - 0.754\ (C_3S)$

$C_3A = 2.65\ (Al_2O_3) - 1.69\ (Fe_2O_3)$

$C_4AF = 3.04\ (Fe_2O_3)$

هذه المعادلات ليست حفظ وتعطى في الإمتحان

*ملاحظة عند إعطاء مركبت كيميائية ويطلب حساب C3S, C2S
لا نأخذ نسب ال Free في المعادلات

Example

Calculate Bogue's composition of the cement with following composition

$SiO_2 = 22.4\%$ $CaO=68.2\%$ $Fe_2O_3= 0.3\%$

$AL_2O_3= 4.6\%$ $SO_3=2.4\%$ Free lime = 3.3%

Solution

$C_3S = 4.07\ (68.2) - 7.60\ (22.4) - 6.72(4.6) - 1.43(0.3) - 2.85(2.4) = 69.2\ \%$

$C_2S = 2.87\ (22.4) - 0.754(69.2) = 12.1\ \%$

$C_3A = 2.65(4.6) - 1.69(0.3) = 11.7\ \%$

$C_4AF = 3.04\ (0.3) = 0.91\%$

Type of cement

(1 Ordinary Portland cement (OPC)

-Type 1 / الأرخص ثمنا / الأكثر استخداما / يستخدم للأملاح المتوسطة

-يحتوي على C3A **بنسبة أقل من 15%** , بنسبة تتراوح عادة (12- 10 %)

(2 Sulfate resistaning portland cement (SRPC)

Used for

Concrete sewer pipes

Foundations on high sulfate soil

- المناطق التي يوجد فيها كبريتات جنب البحر(مقاوم للكبريتات)
- C3A ≤ 5 % and preferly to be < 4%
-يشبه ال opc في كل شيئ الا نسبة ال C3A
- تم صناعته بسبب عدم القدرة على السيطرة على كمية الكبريتات في التربة مما يؤدي الى زيادة ال **Etringat** وبلتالي يحدث تشققات في الخرسانة
- **تقليل ال C3A يقلل من Etringat**

This cement has a low C_3A content so as to avoid sulfate attack

- الأغلى ثمنا لان تخفيف كمية C3A تحتاج الى جهد كبير

(3 - Rapid hardening portland cement (RHPC)

Type III-

- C3A = 13 – 15 %
- اسمنت بورتلندي سريع التصلب
- **يستخدم في الأماكن الباردة** لزيادة سرعة التفاعل

- **high amount of C3S , low C2S**

High heat and strength at early age

- لا يستخدم اذا فيه كبريتات ويستخدم في حال وجود كلوريدات

-اذا وجد منطقة باردة وتربتها مالحة نستخدم النوع الأول **OPC** مع إضافة مواد كيميائية اخرى للتفاعل

Type of cement

Note :
C2S , C3S
مرتبطات ببعضهما أي
ارتفاع واحدة يعني إنخفاض
الأخرى

أخشن إسمنت

(4 **Low heat cement (LHC/LHPC)**

- Type IV-
- C3A < 5%
- يستخدم في المناطق الحارة لتقليل سرعة التفاعل + يستخدم في السدود
- High C2S , Low C3S
- عند تواجد CL يستخدم C3A عال Used for Mass concrete (Dams)

(5 **Moderate Sulfate Resisting Portlande cement (MSRPC)**

- C3A = 8%
- Used for modrate concentration (Sea water)
- يأتي لحل مشكلة تأثير الكلوريدات على حديد التسليح فهو لا يؤثر على الخرسانة لذلك نستخدم كمية عالية من C3A
- اذا فيه cl /CO4 نستخدم MSRPC يستخدم في حال وجود كلوريدات وكبريتات
  مادة خاملة مستقرة inert stable material cl + C3A +H2O
- متوسط نسبة C3A

C3S : Early ages
C2S :Late ages
C3A : heat

(6 **White portland cement (wpc)**

- China clay instead of ordinary clay
- يشبه ال OPC – (made from china clay)
- لونه أبيض ,وأغلى سعر , وأقل Strength, ويسبب إنكماش للخرسانة (shrinkage)
- يستخدم لأغراض معمارية فقط كلروبة بين البلاط لأنه يسبب shrinkage

Calsite + china clay ⟶ white cement

Type of cement

7) **Pozzolanic portland cement (ppc)**

Type IV

- Very slow reaction: عيوبه يحتاج الى ماء اكثر ووقت اكثر لفك الطوبار
- بنزل قيمة ال PH فيؤدي الى صدأ حديد التسليح بشكل أسرع
- يرفع قيمة ال strength على المدى البعيد
- تفاعله بطيئ very slow reaction
- يصنع من رماد البراكين الخاملة في منطقة تسمى بوزولانا هذا الرماد له القدرة على التفاعل مع CaoH2
- مصدره طبيعي type N
- تغلق الفراغات الي بتدخل O2 وبتعمل صدأ وبلتالي اذا انشغلت مزبوط ما بتأثر
- يمكن تصنيعه أيضا من رماد مداخن المصانع ويسمى في هذه الحالة Type F وتكون نسبة البولان أعلى من Type N
- Pozzolan + Ca(oH)2 + H2O ⟶ Solid inert material
- Fly ash (artificial) يسمى type F
- Fly ash (artificial) ويحتوي على Cao أعلى يسمى type N
- عند يوم 28 ال OPC أقوى من PPC وبعد 8 أسابيع 56 يوم يصبح PPC أقوى

- من نتائج التفاعل مادة تسمى Ca(Oh) 2 وهي عبارة عن مادة قلوية وجودها في الخرسانة يعطيها صفة قلوية
- Newly made fresh concrete (PH =12-13) في هذا الوسط القلوي لا يصدأ الحديد اما اذا نزلت القيمة يبدأ الصدأ

Type of cement

أنعم إسمنت

8) **Super RHPC**

- ✓ يمتاز بنعومته (Fineness of cement) ⟵ M2/kg (سنوات حفظ الوحدة)
- ✓ نفس RHPC
- ✓ اذا بدي أسرع التفاعل بنعم الإسمنت
- ✓ يستخدم في المناطق الباردة جدا / ويمنع استخدامه في المنطق الحارة

كيف يتم قياس نعومة الإسمنت ؟ (Fineness of cement)

Sum of surface area of the particles in unit weight

Opc = x m2/kg

الأنعم

RHPC = 2X - 2.5X

ERHPC = 1.25 RHPC

الأخشن

LHC = 2/3 OPC

---

9) **Coulor cement**

- ✓ يضاف وقت القصارة (للتزين فقط)
- ✓ صبغة (pig ments)
- ✓ بنزل ال strength 5% كحد أقصى
- ✓ يمنع منع بات خلط أنواع الإسمنت

الأنواع السابقة من 1- 8 هي portland
ومن 9 – 12 non - portland

Type of cement

10) **Slag cement (super sulfated)** (non- portland)

The advantages of supersulfated cement lie in a high resistance to sea water and to sulfate attack, as well as to peaty acids and oils. The use of this cement requires particular attention as its rate of strength development

- مكونه الرئيسي مخلفات مصانع الحديد
- قابل للتفاعل مع الماء فيعطي hard material
- **تفاعله بطيئ جدا جدا**
- **مقاوم للكبريتات (super sulfate cement)**
- **نسبة ال c3a ضئيلة جدا 2%**
- **صديق للبيئة** لأنه يتخلص من مخلفات المصانع
- يستعمل في المشاريع الضخمة التي يكون فيها الضغط عال جدا
- إذا كان لا يهمني ال Strength في الأيام الأولى فإنه أنسب نوع
- **يفضل إستخدامه في السدود** + الأساسات الكبيرة جدا
- ***بعد مرور 91 يوم هو أقوى أنواع الإسمنت***
- مادة ال Slag عبارة عن كتل كبيرة من cao أعلى من الطبيعة قابلة للتفاعل مع الماء

-ال slag الذي يتفاعل مع الماء يسمى : GGBFSC

(Granulated Ground Blast Furnace Slag Cement)

Slag(70-90%) + portland cement(10-30%)

Type of cement

11) **Expansive Cement (NSC)**(non - Portland)
(non – shrinking cement)

- ❖ **يمنع حدوث التشققات**
- ❖ **يستخدم لأغراض معمارية (اغراض الديكور)**
- ❖ **يستخدم لتثبيت أعمدة الكهرباء (فتمدده يسبب ثبات أكبر للعامود)**
- ❖ **يستخدم لإصلاح الثقوب في الخزانات**
- ❖ **يستخدم في الأماكن التي لا يجوز أن يصبح بها تشققات**
- ❖ **يتكون أساسا من CAO / لونه أبيض**

repairs of cavities in water retaining structure

---

12) **High alumina cement (non- Portland)**

- ❖ **أساسه من مشتقات الألمنيوم**
- ❖ **يمتاز بلسرعة الهائلة للتفاعل + لونه أبيض + يقلل العمال + اكتشف في بريطانيا**
- ❖ **نوع رائع بل strength خلال ال 24 ساعة الأولى لكنه يقلل ال strenght الى النصف**
- ❖ **بعد نصف ساعة فقط يعطي قوة الاسمنت العادي بعد 28 يوم**

HAC is manufactured from limestone or chalk and bauxite,

- ❖ **منع استخدامه في الانشائات**
- ❖ **لونه أبيض**

Type of cement

Notes :-

- ✓ يستخدم ال جبس لكي يزيد من setting time ويعيق عملية التحجر (to retired set)
- ✓ من المستحيل استخدام الإسمنت بدون **C3A ؟ لأنه المسؤول عن القوة**
- ✓
- ✓ الأساس استخدام نوع OPC الا اذا كان هناك سبب لاستخدام نوع اخر
- ✓ **الأسمنت المستخدم في حال وجود كلوريدات : (OPC / RHPC / MSRBC)**
- ✓ **- أكثر أنواع الإسمنت التي تصنع في الأردن : (OPC / SRPC / White cement / pozzolanic)**
- ✓ - عند درجة حرارة (11-)يتوقف تفاعل الاسمنت مع الماء
- ✓ **- يمنع الصب في الاردن اذا انخفضت درجة الحرارة عن 5 درجات**

- ✓ تربة فيها كبريتات نستخدم : SRPC
- ✓ تربة فيها كلوريدات : OPC
- ✓ تربة فيها كلوريدات وكبريتات نستخدم :MSRBC

❖ Notes :

1- Cement is **brittle** material

2- Cement is much more able to resist compression than tension

صدأ الحديد Corrosion

- من نتائج التفاعل مادة تسمى Ca(Oh) 2 وهي عبارة عن مادة قلوية وجودها في الخرسانة يعطيها صفة قلوية ونسبتها of solid material %25
- **Newly made fresh concret (PH =12-13)**
- في هذا الوسط القلوي لا يصدأ الحديد اما اذا نزلت القيمة عن 12 يبدأ الصدأ

- **عند PH =10.5 تنشأ طبقة من Fe(OH)3** هاي الطبقة غير قابلة للذوبان في الماء فبتأين الحديد مؤقتا ولكن هاي الطبقة **Break at PH = 9.5**
- **PH = 9.5 Corrasion starts**
- **PH ≤ 7 (very quick corrosion)**

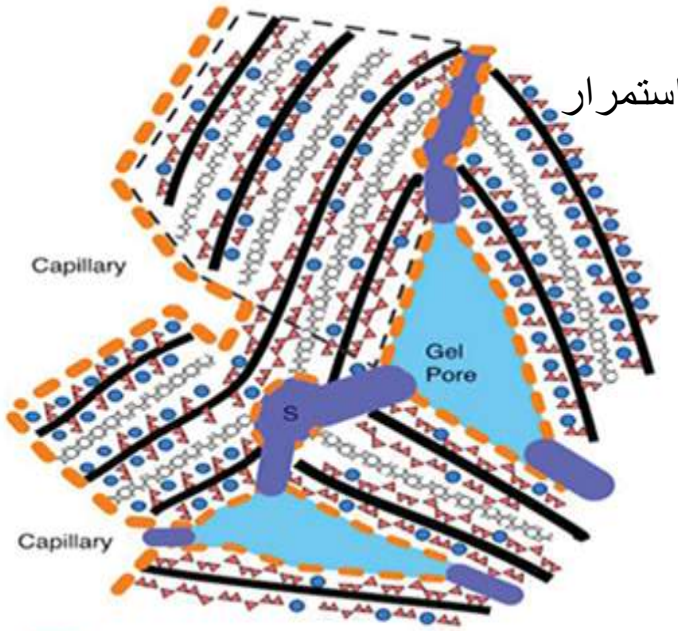
Fineness

Fineness = Surface area = Specific Surface Area

m^2/Kg or cm^2/g

Affect
Rate of hydration at early age
(Early strength)

Capillary pore



- ❖ **non capillary pore** - : الماء لا يدخل اليها ولا يخرج تضمن من خلالها استمرار التفاعل (لا تشكل خطر عللى الخرسانة)

- ❖ **capillary pore**:فجوة أو فراغ متصلة مع الخارج تسمح بدخول الماء وخروجه

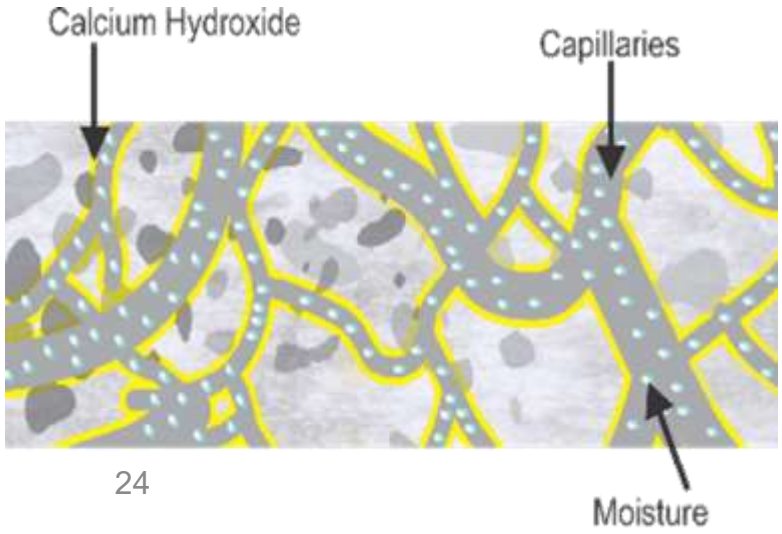
- ❖ **-لماذا تعد ال capillary pore: خطيرة ؟**
  - ✓ لأنها بتطلع المي الي فيها للخارج
  - ✓ بتدخل كبريتات في السطح مما يؤدي الى صدأ حديد التسليح

- ❖ المي تدخل الى الخرسانة عن طريق ال capillary pore والمي بتطلع ال Ca(Oh) 2

- ❖ بلصيف ال capillary pore أكبر يعني البناء الذي يتم بناءه في الشتاء راح يدوم فترة أطول

- ❖ درجات حرارة عالية تعني تفاعل أسرع وبلتالي تبخر للماء أسرع

- ❖ الكالسيوم هايدروكسايد بطلع وبترك ضعف (فراغ) مكانه



years

OPC / SRPC / MSRPC / LHC / HAC / RHPC / EXTRA RHPC /EXPASIVE / SLAG CEMENT / PPC

1.Which Portland cement contains the highest amount of C2S	**1. LHC**
2.Which Portland cement contains the recommended for concrete in an environment containing chlorides only	2. OPC RHPC
3.Which the cement is the best for severe cold weather ?	3.U RHPC
4.Which portland cement is the best for hot weather ?	4. LHC
5. Which non portland cement is the best for resisting sea water?	5. SLAG
6.Which cement requires the presence of calcium hydroxide in concrete ?	6. PPC
7. Which the cement is the best for repairs of cavities in water retaining structure ?	7.EXPASIVE
8. Which non portland cement has a white color ?	8.HAC/EXPANSIV
9. Which portland cement is the best concrete dams ?	9. LHC
10. Which cement can be manufactured using fly ash ?	10. PPC
11. Which cement that requires the maximum period curing ?	11.SLAG
12. Which cement decomposes with age and loses strength ?	12. HAC

years

	property	component
1	Highest temp per kg of the material	C3A
2	Responsible for concrete strength after 14 days	C2S
3	Lowest temp per kg of the material	C2S
4	Responsible for concrete strength up to 14 days	C3S
5	Responsible of grey color of opc	C4AF
6	Has the lowest amount in HRBC	C2S
7	Responsible for concrete cancer	K2O/NA2O
8	Must be high in RHBC.	C3A / C3S
9	Causes unsoundness in cement	Free Cao / Mgo
10	Prevents flash setting of cement	CASO4
11	Represents about two – thirds of cement composition	C3S

years

	Type of concrete	Best types of cement
1	Concrete exposed to seawater of medium concentrations of chlorides and sulfates	MSRBC
2	Concrete for a dam on Jordan river	LHC
3	Concrete in an environment containing high amounts of chlorides but no sulfates	RHPC
4	Concrete for foundations cast in soil containing sulfates and chlorides of **medium** concentrations	MSRPC
5	Concrete for a decorative element requiring high strength at the age of 24 hours	HAC
6	Concrete for foundations cast in soil containing sulfates and chlorides of **high** concentrations	SLAG
7	Concrete for repair of cavities in a water tank	Expansive cement
8	Decomposes with time resulting in loss of strength of concrete	HAC

years

Q : Fill in the blank spaces with the correct words :

1. ……. Apparatus is used to determine the consistency of the cement past .

2. The final setting time can be obtained by using …….

3. Any cement with initial setting time of …….. Minutes should not be used in concrete .

4. If high amount of gypsum are used in the cement , then the formation of …… is expected .

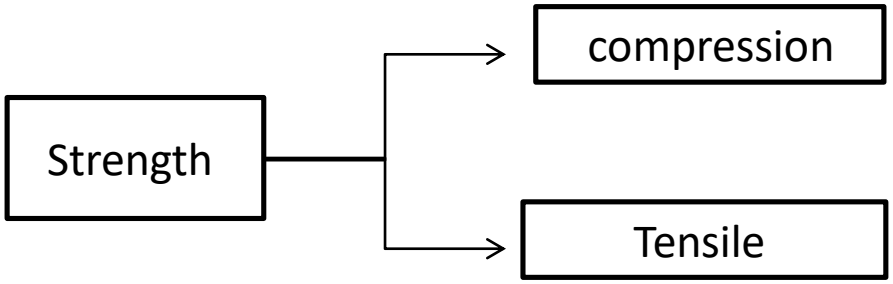
5. White cement differs from normal Portland cement is that in contains ……..as raw material .

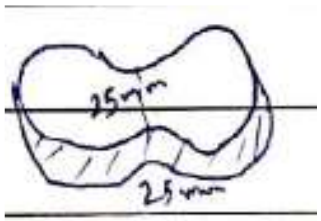
6. The cement that are produced in Jordan are ……

ANSWER :

1. vicat's
2. vicat's
3. 45 min
4. Ettringite
5. china clay
6. ppc

Strength of cement

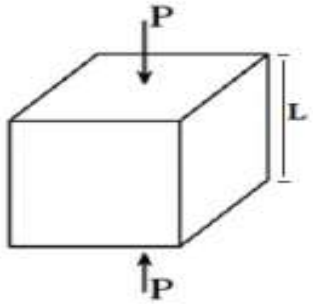




Briquette

حجم مكعب الإختبار

25mm*25mm



حجم مكعب الإختبار

50mm*50mm

Cement + water + sand ⟶ cement mortar

هذه الخلطة التي تستخدم في المختبر لقياس ال Strength للإسمنت , لأنه من الصعب عمل المكعب من العجينة الأسمنتية cement past

لتكون التجربة مقبولة تم الإتفاق على عوامل standard:

1. تثبيت حجم المكعب 50*50
2. درجة حرارة ثابتة وهي درجة حرارة الغرفة 22 ± 2
3. تثبيت العمر الذي يتم كسر المكعب فيه
4. تجريب ثلاث مكعبات ك حد أدنى
5. توحيد نسبة المواد

إذا أردنا أن تكون النتائج ثابتة في أي مكان يجب علينا **توحيد الظروف** وهي :

1- Temperature .

2- Distilled water (**we** use Tab water) .

3- Type of the sand (**Ottawa** sand) .

4- $\frac{Cement}{Sand}$ Ratio .

5- Quantity of the water .

Strength of cement

- دائما يجب ان نسقي الخرسانة الماء , حتى نمنع الماء من التبخر حيث يشكل طبقة عازلة تمنع الماء بلداخل من التبخر , فتبخرالماء يؤدي الى تشقق الخرسانة ولا يتم التفاعل بشكل كامل .
- يتم إخراج العجينة من القالب ووضعها تحت الماء .
- يجب على الأقل اختبار 3 مكعبات لكل عمر ومقارنة النتائج بلجدول
- هناك أعمار محددة لكسر العينة , والقيام بلتجربة تحدد حسب نوع الاسمنت من خلال هذا الجدول

Table 4.3: ASTM C 150-05 requirements for minimum strength of cement (MPa (Psi))

Age (Days)	ASTM C 150 – 05 (mortar cube), cement type (table 4.4)							
	I	IA	II[#]	IIA[#]	III	IIIA	IV	V
1	-	-	-	-	12.0	10.0	-	-
	-	-	-	-	(1740)	(1450)	-	-
3	12.0	10.0	10.0	8.0	24.0	19.0	-	8.0
	(1740)	(1450)	(1450)	(1160)	(3480)	(2760)	-	(1160)
7	19.0	16.0	17.0	14.0	-	-	7.0	15.0
	(2760)	(2320)	(2470)	(2030)	-	-	(1020)	(2180)
28	28.0[a]	22.0[a]	28.0[a]	22[a]	-	-	17.0	21.0
	(4060)	(3190)	(4080)	(3190)	-	-	(2470)	(3050)

الحد الأدنى من القوة ننظر إلى ما بين القوسين

يوضح هذا الجدول:
عمر العينات وأنواع الإسمنت والحد الأدنى من القوة ل الإسمنت

Table 4.4: Cement Types

Appreviation	Cement Type
I	Ordinary Portland Cement
IA	Air Entrained Type A
II	Modefied Portland Cement
IIA	Air Entrained Type II
III	Rapid Hardening Portland Cement
IIIA	Air Entrained Type III
IV	Low Heat Portland Cement
V	Sulphate Resistance Portland Cement

يوضح هذا الجدول: أسماء الإسمنت الموجودة أعلاه

Strength of cement

✓Then calculate the **Average** then **Accepted Range .**

علينا حساب المتوسط ومن ثم حساب المتوسط المقبول .

✓If the value **fall** (تقع)in the range , we **accepted** the sample ,

If the value **don't fall** in the range . We **reject**(رفض) the sample (not accepted)

إذا كان الرقم يقع بين المدى يتم قبوله وخلاف ذلك يتم رفضه

✓Then calculate the **final average** of the samples .

بعد الرفض والقبول يتم حساب المتوسط النهائي .

Age and Strength :
علاقة طردية

Compression Calculation

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

P:kN

σ:MPa

[50mm*50mm]

$$\sigma_{avg} = \frac{\Sigma P}{number\ of\ values}$$

1-Chek the units

2-Take the **Average** of the Samples = $\frac{\Sigma compressive\ strength}{number\ of\ values}$

3- Calculate the **Accepted Range**

4- Check the samples , **Accepted** if the reading in the range

Not Accepted if the reading **out of the range .**

5- Calculate the New Average

Accepted Range = $\sigma_{avg} \pm 0.1\sigma_{avg}$

Tensile Calculation

$$\sigma_t = \frac{P_t}{A}$$

P:kN

σ:MPa

Pt: التي عملت الكسر

[25mm×25mm]

$$\sigma_{avgt} = \frac{\Sigma P_t}{number\ of\ values}$$

نفس خطوات الحل

Accepted Range = $\sigma_{avg} \pm 0.15\sigma_{avg}$

Example1 (Compression) :

σ_1=30MPa

σ_2=32MPa

σ_3=36MPa

$\boldsymbol{\sigma_{avg}}$ = 35MPa

1-Chek the units

2-Take the **Average** of the Samples = $\frac{\Sigma compressive\ strength}{number\ of\ values}$

3- Calculate the **Accepted Range**

4- Check the samples , **Accepted** if the reading in the range **Not Accepted** if the reading **out of the range .**

5- Calculate the New Average

Accepted Range = $\sigma_{avg} \pm 0.1\sigma_{avg}$

35+0.1*35=31.5MPa

35-0.1*35=38.5MPa

Range = (31.5-38.5)

σ_{avgnew}= $\frac{32+36}{2}$= 34

Age (Day)	Compressive Force (KN)	Compressive Strength (MPa)
3		
7		
28		

20

Example2 (Tensile) :

σ_1=3.2MPa

σ_2=3.0MPa

σ_3=3.6 MPa

σ_4=4.2MPa

$\boldsymbol{\sigma_{avg}}$ = **3.5**MPa

1-Chek the units

2-Take the **Average** of the Samples = $\frac{\Sigma tensile\ strength}{number\ of\ values}$

3- Calculate the **Accepted Range**

4- Check the samples , **Accepted** if the reading in the range **Not Accepted** if the reading **out of the range .**

5- Calculate the New Average

Accepted Range = $\sigma_{avg} \pm 0.15\sigma_{avg}$

3.5+0.15*3.5=2.975MPa

3.5-0.15*3.5=4.025MPa

Range = (2.975-4.025) MPa

- $\boldsymbol{\sigma_{avgnew}}$= $\frac{3.2+3.6+3.0}{3}$=3.26 MPa

Age (Day)	Tensile Force (KN)	Tensile Strength (MPa)
3		
7		
28		

21

Concrete cancer

الحلول اذا اضريت أعمل بمنطقة فيها free silica

To prevent Concrete Cancer :

1) Don`t use aggregate with free silica (Sio2)
2) Prevent water reacting concrete
3) Use cement with low alkalin (Na2o + 2/3 K2O < 1%)
4) Total alklin in concrete must be ≤ 3 kg / m3

- ✓ Map Cracking
- ✓ ينتشر داخل الخرسانة لذلك فهو خطير جدا
- ✓ لا يمكن علاجه نهائيا
- ✓ بطيئ جدا وينتشر في كل البناية
- ✓ - في مشكلة الكبريتات يكون الضرر خارجي فيمكن علاجه عن طريق الترميم , اما في ال concrete cancer
- ✓ لا يمكن علاجه Map Cracking

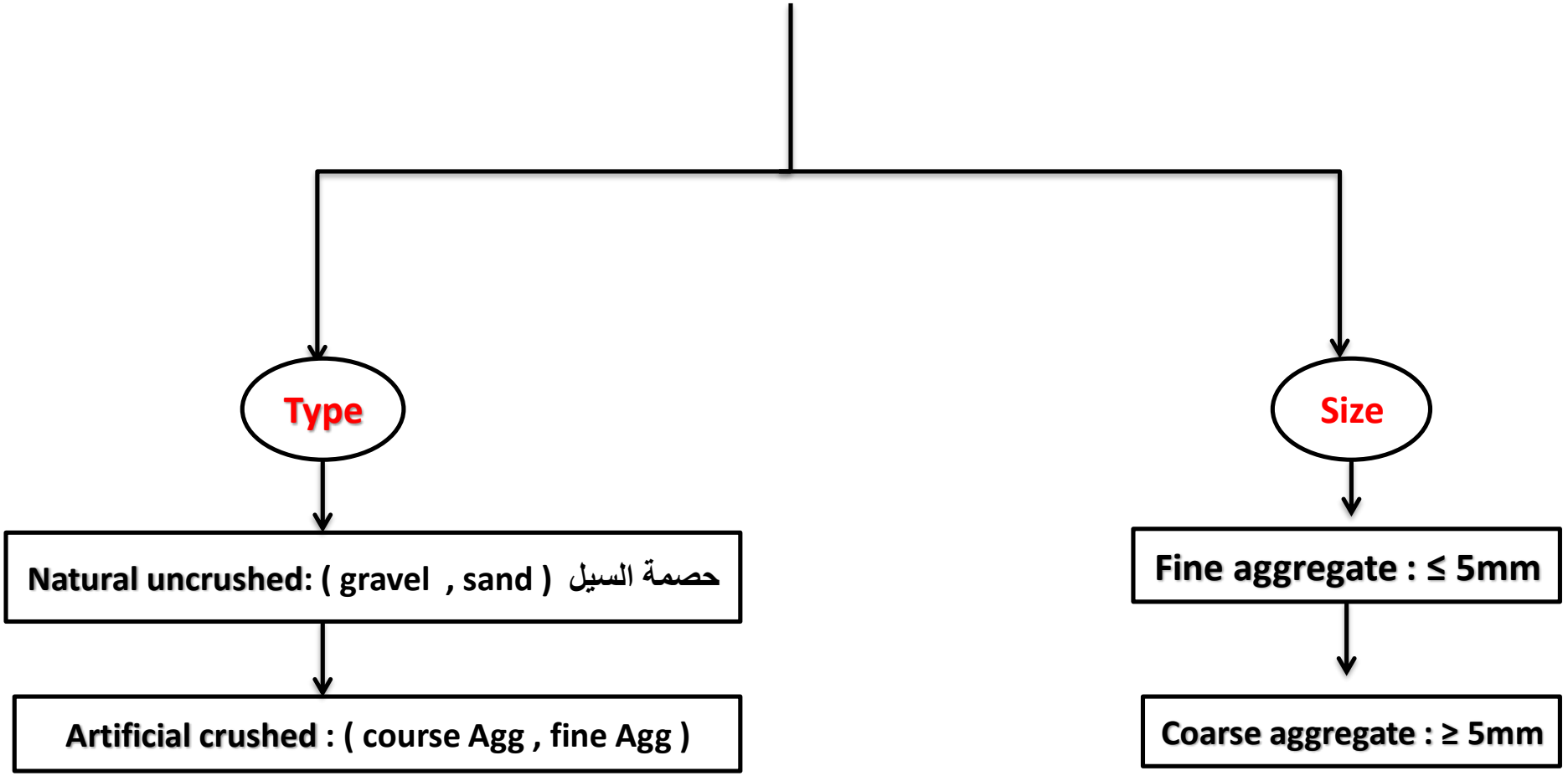
Sand cement : هو إسمنت قوي غير قابل للإنتفاخ فيه نسبة عالية من free silica+Mgo

Unsound cement: هو الذي يحوي نسبة عالية من Free Cao + Mgo
بنسبة تتجاوز 5% (اذا اقل من هاي النسبة يعتبر طبيعي) اذا زادت النسبة يحدث تنفخ في الخرسانة ويكسر الخرسانة

- ✓ نسبة عالية من Free Cao + Mgo بنسبة تتجاوز 5% تؤدي الى expansive materialوبلتالي تؤدي الى cracks

Aggregate

Classification Aggregate



لماذا يضاف ال aggregate لل concrete ؟

1. تكلفة أقل
2. لأنها مواد خاملة لا تتفاعل (يقلل ال shrinkige)
3. زيادة ال strength

Properties of Aggregate

1) Specific Gravity : (S.G)

S.G = 3.10 – 3.15
OPC = 3.14

- Weight of certain volume of material **over** Weaight of the same volume of water
(وزن حجم معين من المادة على وزن نفس الحجم من الماء)

$$SG = \frac{\gamma(mat)\, v}{\gamma(water)\, v} = \frac{\gamma(mat)}{\gamma(water)} = \frac{\rho(mat)}{\rho(water)}$$

$\gamma(water)$ = 1000kg/m3

- Types of (S.G) :

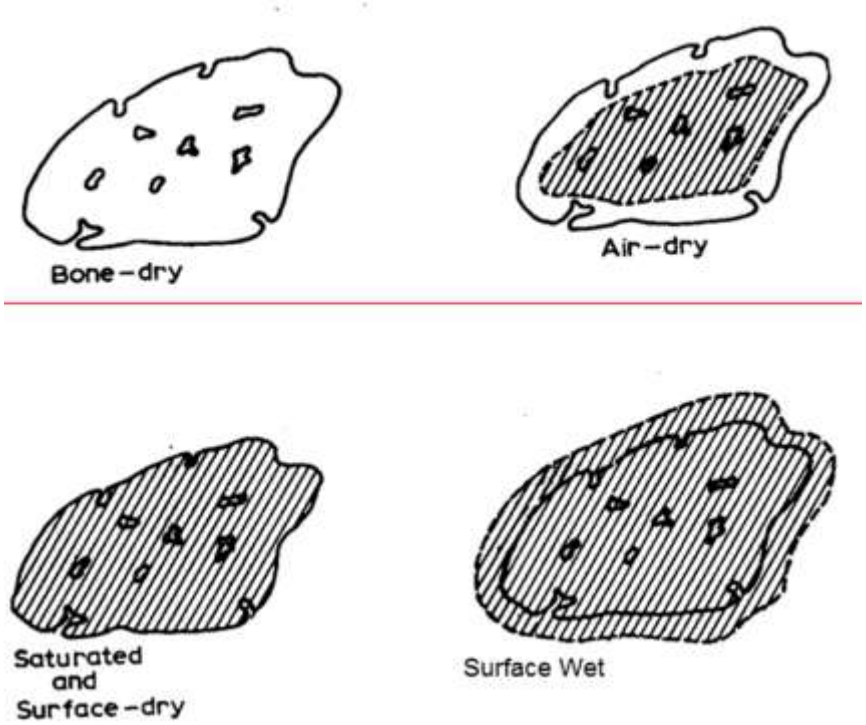
1) **True SG (Actual) : tot dry material**

2) **Apparent SG : based on oven dry material**

3) **Bulk SG : based on satrurated surface dry (SSD)**

4) **Bulk density , Bulk unit weight**

5) **Air dried aggregate : NO SG**



Properties of Aggregate

three weights :

1-Weight of SSD(مشبع بالماء والسطح جاف , لا يعطي ولا يأخذ) = B

2-Weight in water(مشبعة بالماء وسطح مملوء) =C

3-Weight of oven-dried(لا يوجد ماء فقط يوجد مواد صلبة) = A

Also we have Two S.G :

1- **Bulk** S.G= $\frac{B}{B-C}$

2- **Apparent** S.G = $\frac{A}{A-C}$

❖ Absorption : The increase in mass due to water in the pores of the material

$=\left[\frac{B-A}{A}\right] * 100\%$

Q(Years). If the absorption of aggregate is zero , then the apparent specific gravity **is equal to** bulk specific gravity .

- S.G **inverse** relation with density

Water to be added = Free water + absorption – moisture

Moisture content = $\frac{weight\ of\ agg\ in\ air - oven\ dried\ weight}{oven\ dried\ weight}$

➢How we can know if its SSD or not ?

We fill the cone with Sand then we take the rod and dropped slowly on the surface then we remove the cone and we expected **three results** :

1- **Very dried**

هبوط العينة **مرة واحده** وهذا يدل على أنها ناشفة بشكل كبير

2- **No effect**

المحافظة على شكلها وكأن شيئا لم يحدث وهو أنه مبلول بشكل كبير

3- **Maintain on the sample but the sides slowly dropped (SSD)**

المحافظة على شكله لكن الأطراف تنزل بشكل بسيط وعند ضربه باصبعك يقع

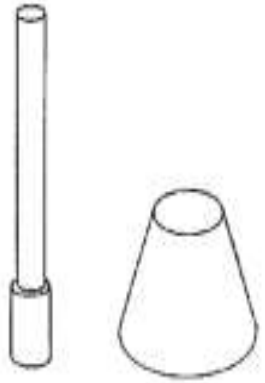


Fig 7.1: Metal Mold and Tamper

Example

Weight (SSD) in air = 2000 g

Weight (SSD) in water = 1250 g

Weight (D) in an Oven = 1940 g

$$BSG_{SSD} = \frac{2000}{2000 - 1250} = 2.67$$

$$ASG = \frac{1940}{1940 - 1250} = 2.81$$

$$Abs = \frac{2000 - 1940}{1940} * 100 = 3.1\%$$

years

Q: Calculate the bulk specific gravity if apparent specific gravity is 2 and the absorption is 10 % ?

Sol :

Absorption = $\frac{B-A}{A} * 100\%$

10 % = $\frac{B-A}{A}$ * 100%

0.1 = $\frac{B-A}{A}$

2 = $\frac{A}{A-C}$

0.5 = $\frac{A-C}{A}$

Bulk S.G = $\frac{1.1A}{0.6A} = 1.833$

Also we have Two S.G :

1- **Bulk** S.G= $\frac{B}{B-C}$

2- **Apparent** S.G = $\frac{A}{A-C}$

1-Weight of SSD(مشبع بالماء والسطح جاف , لا يعطي ولا يأخذ) = B

2-Weight in water(مشبعة بالماء وسطح مملوء) =C

3-Weight of oven-dried(لا يوجد ماء فقط يوجد مواد صلبة) = A

0.5 A = A - C

0.1A = B – A

0.6 A = B - C

B = 1.1 A

Properties of Aggregate

Example : **Find amount of water to be added to mixer per 1m3** ? If

C=400 , W =200 , CA = 1000 , FA = 800 , Absorbtion CA = 3% , FA = 2% , mositure CA = 5% , FA = 1%

SOL : **Water to be added = Free water + absorption – moisture**

$= 200 + (3\% * 1000 + 2\% * 800) - (5\% * 1000 + 1\% * 800) = 192KG$

- Aggregate condition : -

1) Totally dry : capillary pores all are filled with air

2) Oven Dry : capillary pores are filled with air

- Workability : Easinass to produced Concrete (سهولة صب الخرسانة)

If W/C ratio increases then strength decreases -

- **Pecnometer** : to measure specific gravity and absorbtion of aggregate (fine agg) -

Bulk density

$$\gamma_{Loose} = \frac{w\,(lose)}{V}$$

$$\gamma_{compacted} = \frac{w\,(comp)}{V}$$

SG WATER =

لحساب V :

طريقة 1) $V = \frac{\pi}{4} d^2 \; l$

طريقة 2) الأدق

$$V = \frac{Ww}{\gamma(water)}$$

(تعوض حسب المطلوب في السؤال)bulk or compact

هناك نوعان لل Bulk density

1) Loose bulk density: يوضع ال aggregate بهدوء وعن ارتفاع ≥ 5 cm

2) Compacted bulk density :

-هنا الرص يكون قوي وعلى ثلاث طبقات ,

- يتم ضرب كل طبقة 25 ضربة , 15 ضربة فى الأطراف و 10 ضربات في النص ,

- ارتفاع كل طبقة يكون ثلث ارتفاع القالب ,

- يجب مراعاة الضربة لكي ما تنكسر ال aggregate

لمعرفة حجم الفراغات :

$$V(void) = V(tot) - V(solid) = V - \text{weight}\ \frac{\text{weight}}{S.G \quad \gamma(water)}$$

$$\frac{V(void)}{V} = \quad e = \left\{1 - \frac{\gamma}{S.G * \gamma_{water}}\right\} * 100\%$$

Voids Min Ratio : $\gamma_{compacted}$

Voids Max Ration : γ_{Loose}

- Voids ratio : The **space** between the aggregate particles that is not occupied by solid mineral matter.

years

The table below shows the results of aggregate , having apparent S.G = 2.7 , tested for unit weight (bulk) density :

	Moled weight	Moled filled with compacted agg	Moled filled with loose agg	Moled filled with water
aggregate	**3.3 kg**	**13.7 kg**	**11.6 kg**	**9.3 kg**

A. Calculate the compacted unit weight of the aggregate ?
B. Calculate the maximum (loose) packing voids in the aggregate ?
C. Calculate the angularity number of aggregate ?
D. If the absorption of the aggregate is 2% find the Bulk specific gravity ?

A . SOL :

$V = \frac{W\ (water)}{\gamma_{water}} = \frac{9.3-3.3}{1000} = 6 * 10^{-3}\ m^3$

$\boldsymbol{\gamma_{compacted}} = \frac{W\ (compacted)}{V} = \frac{13.7-3.3}{6 * 10^{-3}} = 1733.33\ kg / m^3$

B. SOL :

$V(voids) = v - \frac{w}{S.G * \boldsymbol{\gamma}} = 6 * 10^{-3} - \frac{11.6-3.3}{2.7 * 1000} = 2.92 * 10^{-3}$

C. SOL :

$AN = 67\% - \frac{1383.33}{2.7 * 1000} * 100\% = 15.76\%$ (Rejected)

D. SOL :

$Absorption = \frac{B-A}{A} * 100\%$ $\quad 2\% = \frac{B-A}{A} * 100\%$ $\quad B = 3A$

$Apparent\ S.G = \frac{A}{A-C}$ $\quad 2.7 = \frac{A}{A-C}$ $\quad c = 0.63A$

$Bulk\ S.G = \frac{B}{B-C} = \frac{3A}{3A-0.63A} = 1.265$

Properties of Aggregate

- **Angularity Number(AN) :** is used to give an indication of **shape** of aggregate.
- $= 67 - \frac{\gamma}{S.G * \gamma_{water}} * 100\%$

$\gamma \approx \gamma_{compacted}$

AN $\leq$ 11%

- **AN inverse with rounded shape**
- **Density inverse with voids**

Aggregate Type	Specific Gravity
Heavy weight	$\geq$ 3
Normal weight	2.8 – 2.2
Light weight	$\leq$ 2
Absorption%	$\leq$ 5%

AN ↑ ➔ More angular ➔ Workability ↓

	Absorption
Water tanks	≤ 3 %
Buildings	≤ 5 %
Low quality concrete	≤ 8 %

years

Q: Calculate the angularity number if the weight of sample is 25 kg . The specific gravity is 2.50 and the mold is a cube with a side length of 0.25 m ?

- **Angularity Number(AN) :** is used to give an indication of **shape** of aggregate.
- $= 67 - \frac{\gamma}{S.G * \gamma_{water}} * 100\%$

$\gamma \approx \gamma_{compacted}$

- AN inverse with rounded shape
- Density inverse with voids

$AN \leq 11\%$

$$\gamma_{compacted} = \frac{w\,(comp)}{V}$$

$V(voids) = v - \frac{w}{S.G * \gamma} = (0.25)^3 - \frac{25}{2.5 * 1000} = 5.625 * 10^{-3}$

$V\ ratio = \frac{v\ vodis}{v} = \frac{5.625 * 10^{-3}}{(0.25)^3} = 0.36$

$AN = 67\% - \frac{25/(0.25)^3}{2.5 * 1000} * 100\% = 3\%$ (heavy weight)

Shape classification

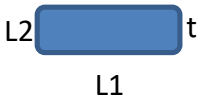
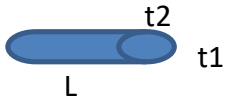
Classification	Effect on properties of concrete
Rounded	Higher workability سهولة الصب less cohesion تماسكهم مع الخرسانة ضعييف less abrasion resistance مقاومة الإحتكاك والتاكل قليلة
Angular	**Low workability** **High cohesion** **Higher abrasion resistance** **تستخدم في المنشئات التي تتعرض للإحتكاك مثل المطارات والبلاط والطرق**
Irregular	Medium workability Medium cohesion Medium abrasion resistance
Flaky 	Usually not used وجودها غير مرغوب في الخرسانة $\frac{L1}{t}$ & $\frac{L2}{t}$ > 3
Elongated 	Usually not used $\frac{L}{t1}$ & $\frac{L}{t2}$ > 3
Flaky & Elongated	Usually not used **غير مرغوب وجودها في الخرسانة ويجب أن تكون نسبتها اقل من 10-15 %** $\frac{L1}{t}$ & $\frac{l1}{l2}$ > 3

Table 3.2: **Particle shape classification of aggregates with examples**

Classification	Description	Examples
Rounded	Fully water-worn or completely shaped by attrition	River or seashore gravel; desert, seashore and wind-blown sand
Irregular	Naturally irregular, or partly shaped by attrition and having rounded edges	Other gravels; land or dug flint
Flaky	Material of which the thickness is small relative to the other two dimensions	Laminated rock
Angular	Possessing well-defined edges formed at the intersection of roughly planar faces	Crushed rocks of all types; talus; crushed slag
Elongated	Material, usually angular, in which the length is considerably larger than the other two dimensions	—
Flaky and Elongated	Material having the length considerably larger than the width, and the width considerably larger than the thickness	—

years

1. The shape that should be used in airport runways …….

2. The shape that should be used for high workability …….

3. The shape that should not be used in concrete ……..

ANSWER :

1. Angular

2. Rounded

3. Flaky & elongated

Surface texture classification

Table 3.3: **Surface texture classification of aggregates with examples**

Group	Surface Texture	Characteristics	Examples
1	Glassy ناعم	Conchoidal fracture	Black flint, vitreous slag
2	Smooth	Water-worn, or smooth due to fracture of laminated or fine-grained rock	Gravels, chert, slate, marble, some rhyolites
3	Granular خشن	Fracture showing more or less uniform rounded grains	Sandstone, oolite
4	Rough قاسي يجرح	Rough fracture of fine- or medium-grained rock containing no easily visible crystalline constituents	Basalt, felsite, porphyry, limestone
5	Crystalline بلورات	Containing easily visible crystalline constituents	Granite, gabbro, gneiss
6	Honeycombed في فراغات هوائية لا يصلح للبناء	With visible pores and cavities	Brick, pumice, foamed slag, clinker, expanded clay

تزداد نعومة

تزداد تماسك

years

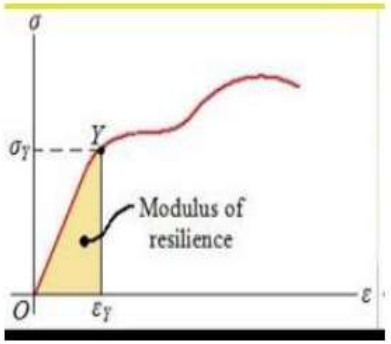
Q : Relate the tow columns using (higher than (>) , lower than (<) , equal (=) , or no relation (no)

Workability of concrete with angular aggregate	<	Workability of the same concrete but with irregular agg
Workability of concrete with flaky aggregate	<	Workability of the same concrete but with rounded agg
Cohesion of concrete with angular aggregate	>	Cohesion of concrete with rough aggregate
Voids ratio in loose unit weight test	>	Angularity number of the same aggregate
Bulk specific gravity	<	apparent specific gravity the same aggregate
Bulk specific gravity	<	True specific gravity the same aggregate
Tensile strength of concrete	<	¼ of compressive strength of the same concrete
specific gravity of CA	<	specific gravity of FA
FM of sand in zone A in BS	=	FM of sand in zone C in BS
specific gravity of agg X in the unit Weight of water	=	Bulk density of the same aggregate
Strength of concrete made with OPC at 28 days	>	Strength of the same concrete but made with PPC at 28 days
Increases in volume of cement 3% mgo and free cao	=	Increases in volume of unsound cement

MODULUS OF RESILIENCE

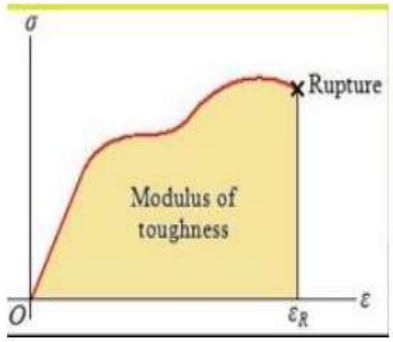
❖ **Modulus of Resilience** = $\frac{Area\ under\ elastic\ region\ in\ \boldsymbol{P-\Delta L\ curve}}{Volume\ (Lo*Ao)}$

Or Use = Area under elastic region of **stress – strain curve** .



❖ **Modulus of Toughness** = $\frac{Area\ under\ in\ \boldsymbol{P-\Delta L\ curve}}{Volume\ (Lo*Ao)}$

Or Use =Area under elastic region of **stress – strain curve** .



Unit : (MJ/m^3)

✓ **Note :**

الفائده منها هو معرفة مدى إمتصاصها للطاقة أم لا

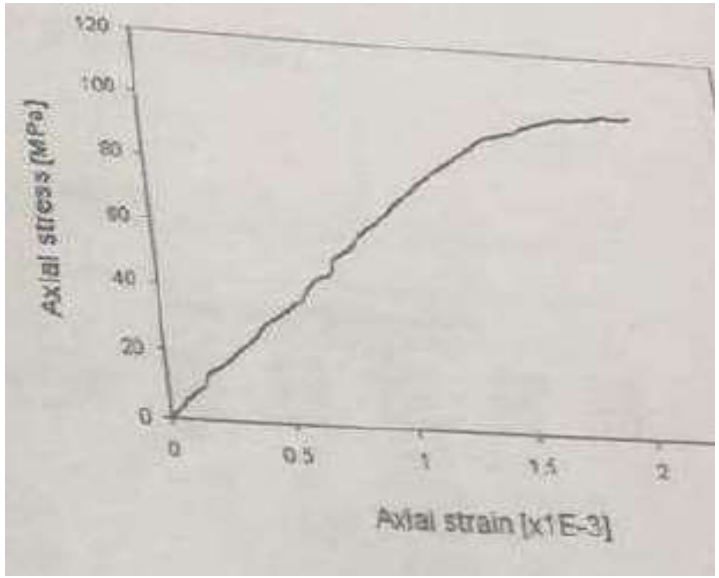
مثل الزجاج ينكسر مباشرة ليس لديه القدره على الإحتفاظ بالطاقة بينما الحديد إذا تعرض لظروف لا ينكسر مباشره , يعطي مؤشرات قبل الكسر ومن ثم الكسر.

years

Q : The figure shows the stress strain curve of marble . Calculate the moudulus of toughness . Consider the plot consists of two straight lines , the first between strains 0 and 1.5 and the other between 1.5 and the end of the plot the sample is cylindrical with diameter of 0.1m and length of 0.2 m

$$Mt = \frac{Area\ in\ the\ P-\Delta\ curve}{v} = \text{Area in stress- strain curve}$$

$$V = A * L$$



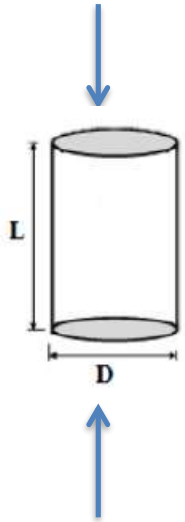
Sol :

A1 = Area of triangle = ½ * 1.5 * 100 = 75 kpa

A2 = Area of square = 0.5 *100 = 50 kpa

MT = Area in a curve = 50+75 = 125 kpa

Strength of Aggregate



L=2D

ρ rock > ρ *conc*

$$\frac{\rho \text{ rock}}{\rho \ conc} > 1$$

FS (2 – 3)

Aggregate Crushing value

$$ACV = \frac{W \ passed \ sive \ 2.4mm}{W \ original}$$

Must be ≤ 35%

Thermal properties

لايوجد مشكلة ⟶ ρ bound > ρT

α aggregate = α paste ± 5×10^{-6}

Testing of Concrete

US ASTM → Cylinders

10 x 20 cm 15 x 30cm

British → Cubes (Standard 15 cm)

10 cm 20 cm 30 cm

Jordan ➔ 15 cm cubes

Hardness of Aggregate

- **Hardness**: Resistance to degradation and wearing (abrasion)

❖ We put the aggregate in the cylinder with steel balls and then the machine starts and the steel balls hits the sample by apply (dynamic load) and we are crush the aggregate .

❖ نضع الحصمى في الإسطوانه مع الكرات المعدنية ومن ثم تطبيق الحمل إلى أن تتفتت الحصمى .

So if we want to know how amount of the sample is crushed we sieve the sample by standard **sieve #12 .**

✓ **Note :** If the sample is not hardened(طرى) its will be over crushed (تفتت أكثر) **so**

LA value is High .

Steel balls

Before

After

Hardness of Aggregate

- Abrasion $\% = \left\{\frac{W_1 - W_2}{W_1}\right\} * 100\%$

Note : $W_2 < W_1$

✓Indication about its **quality** as shown in the table .

- W_1: Weight of aggregate **before testing** (g)
- W_2:Weight of aggregate **retained** on sieve #12 after testing (g)
- $W_1 - W_2$= weight of **passing** sieve #12

LA	Quality	Strength (MPa)	Uses
> 45	Don't use it		
35-45	Low quality	< 20	Non-structural
25-35	Medium quality	25-40	Houses + structural using
15-25	High quality	45-60	Houses + structural using
Very high	very high quality	> 65	Bridges
< 15	Ultra quality	> 70	

Speed and LA values is inverse relation .

Steel Balls decrease LA values decrease .

LA and Strength is inverse relation .

Note:

الأرقام ليست بالدقة ويوجد هناك **مراحل انتقالية**

Civilittee
اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

years

Q(Years).The following are the results of LA test :

The initial weight of sample before sieving = 5400gm

The weight after sieving and before test = 5000gm

The weight after testing and sieving = 4000gm

Calculate LA value ?

Ans.

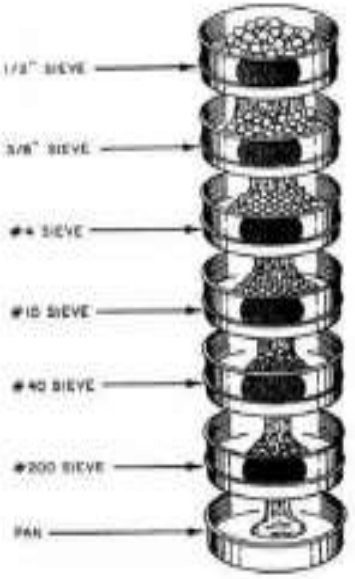
$$\text{Abrasion \%} = \left\{\frac{W_1 - W_2}{W_1}\right\} * 100\%$$

$$\frac{5000-4000}{5000} * 100\% = \mathbf{20\%}$$

Sieve Analysis

- Aggregate its two types CA and FA and the line(الفاصل) is **5 mm**
- **Smaller than** 5mm its FA and **larger than** 5mm its CA .
- We know we have voids in aggregate and when we make a compaction the voids will decrease but it still .
- يوجد فراغات هوائية في الحصمى لذلك نقوم بالرص لكي نتخلص منها والفراغات تقل لكنها تبقى

Sieve 5mm



Sieve Analysis

- If we take the aggregate all of them for the same size

what will happen ??

نريد عمل الخرسانة ونفرض أننا قد أحضرنا حصمى من نفس الحجم وسوف نحتاج كمية اسمنت مكافئة ل كمية الفراغات لتعبئتها والإحاطة بالسطح الخارجي ل الحصمى

فإذا كانت الحصمى من حجم مختلف منها الكبير والصغير ف الصغير سوف يملأ الفراغات الهوائية وسيقلل كمية الإسمنت المستخدمة وسيقلل حجم الفراغات الهوائية مما يؤدي إلى ترابط الحصمى مع بعضها البعض إذن نستطيع ان نقول الحصمى المستخدمة يجب أن لا تكون من حجم واحد ويجب ان تكون متدرج .

فوائد أن يكون **متدرج** ؟

أن يكون تماسك أكبر وقوة أعلى والفراغات الهوائية اقل و يقلل التكلفة ويكون من أحد الاسباب لقبوله ومعرفة مدى الصلاحيه وتقليل التكلفة وتحسين خصائص الخرسانة

Sieve Analysis

Civilittee
اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

- How we can know if the aggregate **graded or not** ?
- If we want to know if the aggregate coarse or fine we have to bring a **sieve 5 mm** and if the material pass its fine and if not its coarse .
- إذا أحضرنا مجموعه من المناخل فوق بعضها البعض كما هو موضح سنعرف بالتأكيد تدرج حجم جزيئات الحصمى سواء كانت ناعمة أو خشنة و الذي يدعي ب التحليل المنخلي أو التوزيع الحجمي ل الحصمى .
- ومن هنا نعرف أن هناك **مناخل قياسية** تم إعتمادها من الجميع ولكن قد يكون الإختلاف هو **الوحدات** ومنهم ب الميلي متر ومنهم بالإنش .

✓If the aggregate its **not graded** it will be classified **single sized** .

- Standard sieves(المناخل القياسية) :

BS (البريطاني)	ASTM(الأمريكي)
160mm (أكبر حجم ل الحصمى الخشنة)	6 inch ≈ 156mm
80mm	3inch
40mm	1.5inch
20mm	$\frac{3}{4}$inch
10mm	$\frac{3}{8}$inch
5mm	$\frac{3}{16}$inch = #4 (الحد الفاصل بين الناعم والخشن)

BS	ASTM
2.4mm	#8
1.2	#16
0.6	#30
0.3	#50
0.15	#100
0.075 **(Not Standard)**	#200

CA

يوجد 4 فتحات في الإنش الطولي = #4
16 opening in each **squared inch**

FA

معنى هذه الأرقام # أن في الإنش الواحد عدد من المربعات الفتحات وتساوي عدد الفتحات هذا الرقم

Sieve Analysis

- Example on **Fine Aggregate** :
- سؤال سهل جدا ومضمون ولديه ثلاث إشارات للتأكد من صحة الحل وسنشرحه بالتفصيل الممل
- First , you must to know you are solve this question on **fine aggregate .**
- عليك الإنتباه **للمناخل القياسية** والغير القياسية جدا مهم
- العمود الأول فيه أحجام المناخل ويكون **معطى والعمود الثاني كذلك** ويجب أن يكون مجموع العمود الثاني هو نفس وزن العينة .

❖ **Notes :**

✓ **Percent Retained (%)**= $\frac{\text{Weight Retained}}{Sample\ weight} * 100\%$

✓ **Loss%**= $\frac{Sample\ weight - total\ weight\ retained}{Sample\ weight} * 100\%$

Accepted if ≤ 0.3

✓ **Cumulative presently retained** : المجموع التجميعي ل العمود الثالث
وسيكون موضح في الجدول ويجب ان يكون المجموع لهذا الصف 100

✓ **Cumulative passing** = 100- Cumulative presently retained
ويجب أن يكون مجموع أخر العمود يساوي 0

Sieve	Weight Retained (g)	Percent Retained (%)	Cumulative presently retained (%)	Cumulative passing (%)
10mm (للإحتياط)	0	0	0	100-0 =100
5mm	50	5	0+5=5	100-5=95
2.4mm	100	10	0+5+10=15	100-15=85
1.2mm	230	23	0+5+10+23=38	100-38=62
0.6mm	270	27	0+5+10+23+27=65	100-65=35
0.3mm	300	30	0+5+10+23+27+30=95	100-95=5
0.15mm	30	3	0+5+10+23+27+30+3=98	100-98=2
0.075mm	10	1	0+5+10+23+27+30+3+1=99	100-99=1
Pan	10	1	0+5+10+23+27+30+3+1+1=100	0 (**Third Check)**
$\Sigma Column$	**1000g (First check) (Sample weight)**	**100% (Second check)**	**No need**	**No need**

❑ : **Sieve 0.075**

غير موجود من ضمن المواصفات وهو موجود لمعرفة كمية المواد الناعمة جدا(الطمي) وهو **غير قياسي** و موجود من ضمن المواصفات الأردنية

وضعنا منخل 10 **للإحتياط** في وجود مواد **أخشن** ❑) Clayالطمي$5\% >$(

بعد الحل يجب أن نقارن هذا الجدول بالمواصفات للتأكد من قبول هذه العينات من ضمن المواصفات الاردنية والأمريكية والبريطانية أم لا فكل مواصفة لها جدول ويجب أن نعرف كيفية الإستخدام لكل واحدة منهم .

• ASTM(الأمريكي) :

يوجد في الجدول حجم المنخل وهذا لا يوجد أي مشكلة به لأننا ننظر إلى حجم المنخل بالوحدات الأمريكية وعند العمل بالبريطاني ننظر للوحدات البريطانية .

• Percentage by mass passing sieve :

النسبة المارة من المنخل وهي موجودة في الجدول الذي قد أجرينا عليه الحسابات ويجب أن تقع ضمن المدى الموجود في المواصفة .

ملاحظة هامة : لكي نقبل الحصمى يجب على **جميع** المناخل أن تقع الارقام التي قد حسبناها من ضمن المدى الموجود في المواصفات .

Table 9.4: BS and ASTM grading requirements for fine aggregate

Sieve size		Percentage by mass passing sieve				
		BS 882: 1992				ASTM
BS	ASTM No.	Overall limits	Additional limits* C	M	F	C 33-92a
10 mm	$\frac{3}{8}$ in.	100	-	-	-	100
5 mm	$\frac{3}{16}$ in.	89 – 100	-	-	-	95 – 100
2.36 mm	8	60 – 100	60 – 100	65 – 100	80 – 100	80 – 100
1.18 mm	16	30 – 100	30 – 90	45 – 100	70 – 100	50 – 85
600 µm	30	15 – 100	15 – 54	25 – 80	55 – 100	25 – 60
300 µm	50	5 – 70	5 – 40	5 – 48	5 – 70	10 – 30
150 µm	100	0 – 15 ‡	-	-	-	2 – 10

* C = coarse; M = medium; F = fine.

‡ For crushed rock sands the permissible limit is increased to 20 percent, except when used for heavy duty floors.

Sieve Analysis

2- **BS :**

❖Overall limits : مثل الأمريكي ويجب أن تتحقق الأرقام كاملة في الجدول مع المدى الموجود في المواصفات

لديه **ثلاث تقسيمات** ولا يكتفوا مثل المواصفات الأمريكية فلا يكفي معرفة أنه رمل بل يجب تحديد إذا **كان الرمل ناعم أو متوسط أو خشن** .

نبدأ ب الخشن فإذا كان الخشن مقبولا فننهي السؤال وإن لم يكن مقبولا نذهب للمتوسط وهكذا .

❖(-) : أي أنها مثل الرقم الذي بجانبها عل يسار

والمواصفة الأردنية مثل فكرة المواصفة البريطانية .

Table 9.4: BS and ASTM grading requirements for fine aggregate

Sieve size		Percentage by mass passing sieve				
		BS 882: 1992				ASTM
BS	ASTM No.	Overall limits	Additional limits* C	M	F	C 33-92a
10 mm	$\frac{3}{8}$ in.	100	-	-	-	100
5 mm	$\frac{3}{16}$ in.	89 – 100	-	-	-	95 – 100
2.36 mm	8	60 – 100	60 – 100	65 – 100	80 – 100	80 – 100
1.18 mm	16	30 – 100	30 – 90	45 – 100	70 – 100	50 – 85
600 μm	30	15 – 100	15 – 54	25 – 80	55 – 100	25 – 60
300 μm	50	5 – 70	5 – 40	5 – 48	5 – 70	10 – 30
150 μm	100	0 – 15 ‡	-	-	-	2 – 10

* C = coarse; M = medium; F = fine.

‡ For crushed rock sands the permissible limit is increased to 20 percent, except when used for heavy duty floors.

Table 9.8: Grading requirements for fine aggregate according to J.S. (Jordanian Standards)

Sieve size		Percentage by mass passing sieve		
		Nominal size of graded aggregate		
mm	No.	9.5 mm ($\frac{3}{8}$ in.)	4.75 mm (No. 4)	1.18 mm (No. 8)
9.5mm	$\frac{3}{8}$ in.	95 – 100	100	-
4.75 mm	4	80 – 100	90 – 100	-
2.36 mm	8	50 – 80	75 – 100	100
1.18 mm	16	20 – 70	55 – 90	90 – 100
600 µm	30	10 – 35	35 – 59	60 – 90
300 µm	50	5 – 15	8 – 30	20 – 60
150 µm	100	0 – 5	0 – 10	0 – 20
75 µm	200	0 – 5	0 – 5	0 – 10

- Fineness modulus (FM) = $\frac{\Sigma \text{ cumulative retained on the } \textbf{all} \text{ standard sieves}}{100}$
- $= \frac{5+15+38+65+95+98}{100} = 3.16 < 5$ **always** (يفيد في معرفة **نعومة** الرمل)
- If the FM in between , 2.1 or 2.9 we can say its medium and coarse sand .
- So its Coarse Sand **not** Coarse aggregate .
- Maximum Size of Aggregate : %100 يمرر منخل **أصغر**
- Nominal Maximum Size of Aggregate (NMSA) : المنخل الذي يمرر 85% وفي حال لم نجد الرقم بالضبط فنأخذ رقم المنخل **الأكبر**

عند حساب FM نأخذ فقط قيم ال STANDERD

< 5

Coarse Sand	Medium Sand	Fine Sand
≥ 3	2.8 – 2.2	≤ 2

- Example on **Coarse aggregate :**
- الموضوع هنا **أصعب** لكن إن أتبعت الشرح ستكون الأمور سهلة .
- طريقة حل الجدول مماثلة تماما ل ما سبق ولا يوجد أي إختلاف
- First , you must to know you are solve this question on **coarse aggregate**
- عليك الإنتباه **للمناخل القياسية** والغير القياسية جدا مهم
- العمود الأول فيه أحجام المناخل ويكون **معطى والعمود الثاني كذلك** ويجب أن يكون مجموع العمود الثاني هو نفس وزن العينة .

- **Percent Retained (%)=** $\frac{\text{Weight Retained}}{sample\ weight} * 100\%$

- **Cumulative presently retained** : المجموع التجميعي ل العمود الثالث
  وسيكون موضح في الجدول ويجب ان يكون المجموع لهذا الصف 100

- **Cumulative passing** = 100- Cumulative presently retained
  ويجب أن يكون مجموع أخر العمود يساوي 0

Sieve	Weight Retained (g)	Percent Retained (%)	Cumulative presently retained (%)	Cumulative passing (%)
40	50	5	5	100-5=95
25 (غير قياسي)	150	15	5+15=20	100-20=80
20	400	40	5+15+40=60	100-60=40
10	350	35	5+15+40+35=95	100-95=5
5	30	3	5+15+40+35+3=98	100-98=2
2.4 (للإحتياط)	10	1	5+15+40+35+3+1=99	100-99=1
pan	10	1	5+15+40+35+3+1+1=100	100-100=0 **(Third Check)**
$\Sigma Column$	1000g **(First Check)** (Sample Weight)	100 **(Second Check)**	No need	No need

وضعنا منخل 2.4 إحتياطا في حال وجدنا مواد أنعم

- بعد حل الجدول يجب مقارنته بالمواصفات الأردنية والبريطانية والأمريكية كما فعلنا مسبقا لكن يوجد بعض الإختلافات ويجب أن ننتبه لها جيدا .
- We have **two types** :

1- Singled Sized

2- Graded Sized

- How we can know ?

ننظر إلى الكمية الماره التجميعية وننظر إلى **الفرق بينها** وبين القيمة للمنخل التي أسفلها وبشرط أن يكون المنخل قياسي ف إذا تجاوز 67% فهو يكون من حجم واحد و إذا لم يتجاوز 67% فهو يكون متدرج وكلما زاد الرقم كلما كان أقرب ل الحجم الواحد .

ونكمل المقارنة كما اعتدنا ولكن في الحسابات سيكون بعض التغيرات .

➢ASTM(المواصفات الأمريكية) :

أول **خطوة** يجب معرفة إذا كان الحجم واحد أو متدرج و قلنا عن الطريقة مسبقا .

➢**Second step:** We must to know the **NMSA** in ASTM and JS we can take **non-standard sieves** .

ومن ثم نكمل كما اعتدنا سابقا علينا أن نقارن ويجب أن يكون الجميع مقبول .

وفي المواصفة الاردنية نكون مثل المواصفة الأمريكية لكن في المواصفة البريطانية لنا كلام أخر **والفرق الوحيد أن يكون المنخل قياسي فقط .**

• We have graded and singled sizes and the **Graded have three types** :

1- Well graded (يقع ضمن المواصفة) .

2- Poor graded (يقع ضمن خارج المواصفة) .

3- Gap graded (الفرق بين الرقمين يكون صفر أي هناك حجم ناقص) .

Table 9.5: Some of the grading requirements for coarse aggregate according to ASTM C 33-92a

Sieve size		Percentage by mass passing sieve				
		Nominal size of graded aggregate			Nominal size of single-sized aggregate	
mm	in.	37.5-4.75mm ($1\frac{1}{2}$ to $\frac{3}{16}$ in.)	19 – 4.75mm ($\frac{3}{4}$ to $\frac{3}{16}$ in.)	12.5-4.75mm ($\frac{1}{2}$ to $\frac{3}{16}$ in.)	63 mm ($2\frac{1}{2}$ in.)	37.5 mm ($1\frac{1}{2}$ in.)
75.0	3	-	-	-	100	-
63.0	$2\frac{1}{2}$	-	-	-	90 – 100	-
50.0	2	100	-	-	35 – 70	100
38.1	$1\frac{1}{2}$	95 – 100	-	-	0 – 15	90 – 100
25.0	1	-	100	-	-	20 – 55
19.0	$\frac{3}{4}$	35 – 70	90 – 100	100	0 – 5	0 – 15
12.5	$\frac{1}{2}$	-	-	90 – 100	-	-
9.5	$\frac{3}{8}$	10 – 30	20 – 55	40 – 70	-	0 – 5
4.75	$\frac{3}{16}$	0 – 5	0 – 10	0 – 15	-	-
2.36	No. 8	-	0 – 5	0 – 5	-	-

Table 9.7: Grading requirements for coarse aggregate according to J.S. (Jordanian Standards)

Sieve size		Percentage by mass passing sieve			
		Nominal size of graded aggregate			
mm	in.	40 mm ($1\frac{1}{2}$ in.)	25 mm (1 in.)	20 mm ($\frac{3}{4}$ in.)	12 mm ($\frac{1}{2}$ in.)
51	2	100	-	-	-
38	$1\frac{1}{2}$	80 – 100	100	-	-
25.4	1	20 – 50	95 – 100	100	-
19	$\frac{3}{4}$	10 – 30	40 – 80	95 – 100	100
12.7	$\frac{1}{2}$	-	5 – 50	50 – 80	90 – 100
9.5	$\frac{3}{8}$	0 – 10	0 – 15	25 – 60	80 – 100
4.75	$\frac{3}{16}$	0 – 5	0 – 5	0 – 10	5 – 50
2.36	#8	0 – 2	0 – 5	0 – 10	0 – 25
0.075	#200	0 – 2	0 – 2	0 – 2	0 – 2

Table 9.6: Grading requirements for coarse aggregate according to BS 882: 1992

Sieve size		Percentage by mass passing BS sieve							
		Nominal size of graded aggregate			Nominal size of single-sized aggregate				
mm	in.	40–5mm ($1\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{16}$ in)	20–5mm ($\frac{3}{4}$ - $\frac{3}{16}$ in)	14–5mm ($\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{16}$ in)	40 mm ($1\frac{1}{2}$ in.)	20 mm ($\frac{3}{4}$ in.)	14 mm ($\frac{1}{2}$ in.)	10 mm ($\frac{3}{8}$ in)	5 mm ($\frac{3}{16}$ in)
50	2	100	-	-	35 – 70	100	-	-	-
37.5	$1\frac{1}{2}$	95 - 100	-	-	0 – 15	90 – 100	-	-	-
20	$\frac{3}{4}$	35 – 70	90 – 100	100	0 – 5	0 – 15	100	-	-
14	$\frac{1}{2}$	-	-	90 – 100	-	-	85 – 100	100	-
10	$\frac{3}{8}$	10 – 30	20 – 55	40 – 70	-	0 – 5	0 – 50	85 - 100	100
5	$\frac{3}{16}$	0 – 5	0 – 10	0 – 15	-	-	0 – 10	0 – 25	50–100
2.36	#7	-	0 – 5	0 – 5	-	-	-	0 – 5	0 – 30

$$\text{Fineness modulus (FM)} = \frac{\Sigma\, Cumulative\ retained\ on\ the\ all\ standard\ sieves}{100}$$

- $= \frac{5+60+95+98+99+4*(100)}{100} = 7.57$ and its **always** larger than 5 .

4*100 :

لو لم نريد أن نضعها سيكون حلنا **خاطئ** لماذا ؟ لأن هناك مناخل قياسية ونحن لم نقم بوضعها وهي أربعة مناخل قياسية ويكون المتبقي عليها هو 100

Types of Grading

Types of Grading :

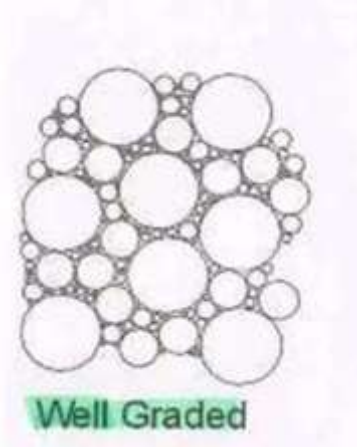
1) Well – graded :

ال agg الي بجمع جميع الأحجام وتكون موزعة بإنتظام

Well graded = wide range of aggregate size exist from max to min to fill most voids

2) poor graded

سيئ التدرج وغير موزع بإنتظام



3) Single sized

معظمه يتكون من جسم واحد

4) Gap graded

عبارة عن agg بنقصه حجم معين

Gap graded = one size is missing

5) Open graded

years

Sieve	Cumulative retained % (A)	Cumulative passing%(B)
#4 (5mm)	5	100
#8(2.4mm)	8	100
#16(1.2mm)	27	95
#30(0.6mm)	45	10
#50(0.3mm)	65	8
#100(0.15mm)	79	6
#200(0.075mm)	97	4
Pan	100	0

سؤال دوائر
أسئلة سابقه للاب ولكن
تم وضعه للمارسة

Q1.What is the maximum size of aggregate B ? **2.4mm**

Q2.What is the NMSA of aggregate A ? **2.4mm**

Q3.What is the FM of aggregate A ? **2.29**

Q4.Classify aggregate B according to BS standard limits ? **Not within BS**

Q5.Regarding gradation aggregate B can be described as ? **Single size**

Example
SAND

Sieve Analysis

Sieve	Weight retained الوزن المتبقي على الفتحات	Percentage retained نسبة الوزن المتبقي على الفتحات	Cumulative percentage Retained النسبة المئوية للمتبقي التجميعي	Cumulative percentage Passing كم بطلع من المنخل
10	0	0	0	100%
5	50 g	(50/1000) * 100% = 5%	5%	95%
2.4	150 g	15%	20%	80%
1.2	250 g	25%	45%	55%
0.6	300 g	30%	75%	25%
0.3	150 g	15%	90%	10%
0.15	50 g	5%	95%	5%
0.075	30 g	3%	98%	2%
pan	20 g	2%	100%	0

المجموع لازم يكون 100%

الرقمين هذول لازم يطلعو هيك بجميع الأسئلة , وهيك بكون حلك صح

Comulative percentage **Passing = 100%** - Comulative percentage retained

Maximum size of agg : 10
أصغر منخل بمرر 100%

Nominal maxiumum size of agg : 5 mm
المنخل يلي بمرر 85% من الجدول اما بين 2.4 / 5 نختار الأكبر

Fineness modulus (FM) = $\frac{\varepsilon\ of\ comulative\ retuired\ on\ all\ standerd}{100}$

Example : coarse agg

Sieve Analysis

Sieve	Weight retained الوزن المتبقي على الفتحات	Percentage retained نسبة الون المتبقي على الفتحات	Comulative percentage Retained النسبة المئوية للمتبقي التجميعي	Comulative percentage Passing كم بطلع من المنخل
40	0	0	0	100
25	100	10	10	90
20	300	30	40	60
10	400	90	80	20
5	150	15	95	5
2.4	30	3	98	2
0.075	10	1	99	1
PAN	10	1	100	0

Max size of agg = 40 mm

Nominal maximum size in astm and bs = 2.4 mm

FM = هذا الحل خطأ لأن في السؤال مناخل ناقصة
0+40+80+95+98/100 = 3.13

الحل الصحيح نضيف عدد المناخل الناقصة * 100
FM = 40 + 80 +98 +95 +400 / 100 = 7.13

لمعرفة ال CA مطابق للمواصفات أم لا ؟
- من اخر عمود في الجدول نأخذ الفرق بين كل رقمين
اذا كان الفرق أكبر من 67% معناها Graded فبقارنه بلجدول مع ال Graded ,
- بلأردن يقسم ال CA الى عده اقسام :
1. جوزية 40mm
2. فولية 25 ← Nominal size
3. حمصية
4. عدسية
5. سمسمية FA

years

Q : The table shows the results of a solve analysis test :

Sieve(mm)	Weight retained (gm)	Percentage retained	Cumulative percentage Retained	Cumulative percentage Passing
50	0	0	0	100%
40	0	0	0	100%
25	180	$\frac{180}{4000}$*100% = 4.5%	4.5%	95.5
20	1160	29%	33.5	66.5
10	1880	47%	80.5	19.5
5	460	11.5%	92	8
2.40	180	4.5%	96.5	3.5
1.20	40	1%	97.5	2.5
0.60	40	1%	98.5	1.5
0.075	40	1%	99.5	0.5
Pan	20	0.5%	100%	0

years

Q : The table shows the results of a solve analysis test :

1. The fineness mouduls is ?

$$\text{Fineness modulus (FM)} = \frac{\varepsilon \text{ of comulative retuired on all standerd}}{100}$$

المناخل الناقصة عددها 2
ولكل منخل نسبة 100

=(33.5+80.5+92+96.5+97.5+98.5+200)/100 = 6.98

2. The max size of aggragate ? 40 mm

3. Nominal maxiumum size of agg ? 2.4 mm

4. Describe the grading of aggregate ? poor grading

Harmful material in aggregate

1) Free silika :

تعرف عن طريق جهاز يسمى : petrographic examination

تسبب concrete cancer

2) Clay :

Should be < 5%

For good quality con < 3%

يقلل من الترابط بين ال cement and aggregate

لإختبار وجود ال clay نستخدم 200# sieve

(0.075mm)

Strength > 70 mpa

3) Organic matter

4) salts(cl/so4)

5)Oils

يشكل طبقة عازلة فما بتماسك agg مع ال concrete

6) Other material

بكيت دخان / بلاستك.....

water

1) Tab water ground water

Ph = 8- 8.5

مي الحنفية صالحة للشرب زي الي بنستخدمها في الصب

2) Cleansed sea water

مياه البحر المحلاة

PH = 7.5

3) Distilled water

PH = 7

المياه المحلاة

Can we use sea water ? no

تستخدم في حالة الخرسانة **غير المسلحة** بشرط استخدام نوع اسمنت **مقاوم للكبريتات**

-لا تستخدم مياه البحر حتى مع الخرسانة التي تحوي اسمنت مقاوم للكبريتات

END FIRST EXAM

Fresh Concrete

- The fresh concrete should be **Workability**
- **Workability : easiness to produced concrete** سهولة الصب ⟶ years

Workability : عبارة عن مجموعة من العمليات

1. **Batching :** تحضير الكميات
2. **Mixing :** خلط الكميات
3. **Dispatching :** تنزيل من الخلاطة
4. **Transporting :** نقل الخرسانة
5. **Casting:** صب الخرسانة
6. **Compacting :** رص الخرسانة
7. **Finishing :** تسوية السطح

Bleeding

- ✓ Some water of the mix rise to the surface.
- ✓ Slabs & floors :
- ✓ خروج الماء من الخرسانة مصطحبا معه بعض من الخلطة الناعمة ويسمى ب نزيف الخرسانة
- ✓ cases : low strength , low durability

Bleeding Increase with

Water content (Higher w/c)

Temperature (Increase rate only)

Segregation

Separation of concrete mixture into aggregate and mortar

- **وهي انفصال ال coarse aggregate عن ال mortar بسبب زيادة كمية المياه**
- مما يؤدي الى خرسانة ضعيفة , يوجد بها فراغات هوائية ثم تمتلئ الفراغات بلأملاح وتسبب مشاكل

حفظ

أسباب التعشيش :

- ✓ زيادة كمية الماء للخلطة
- ✓ عملية الدمك (الرص) تتم بشكل خاطئ
- ✓ صب العامود على ارتفاع أكبر من 1.5 متر

Fresh Concrete

From engineering point of view (Workability Divided to :)

1. **Mobility** : الإنسيابية : Ability of concrete to flow , fill the form work and coat steel bars

- ✓ Ability of concrete to flow , fill the form work and coat steel bars
- ✓ Within : (segregation and bleeding)

2. **Stability** : الثبات

- ✓ Ability of concrete to remain cohesive and homogenouse during production with out segregation and bleeding
- ✓ (no segregation , no bleeding)

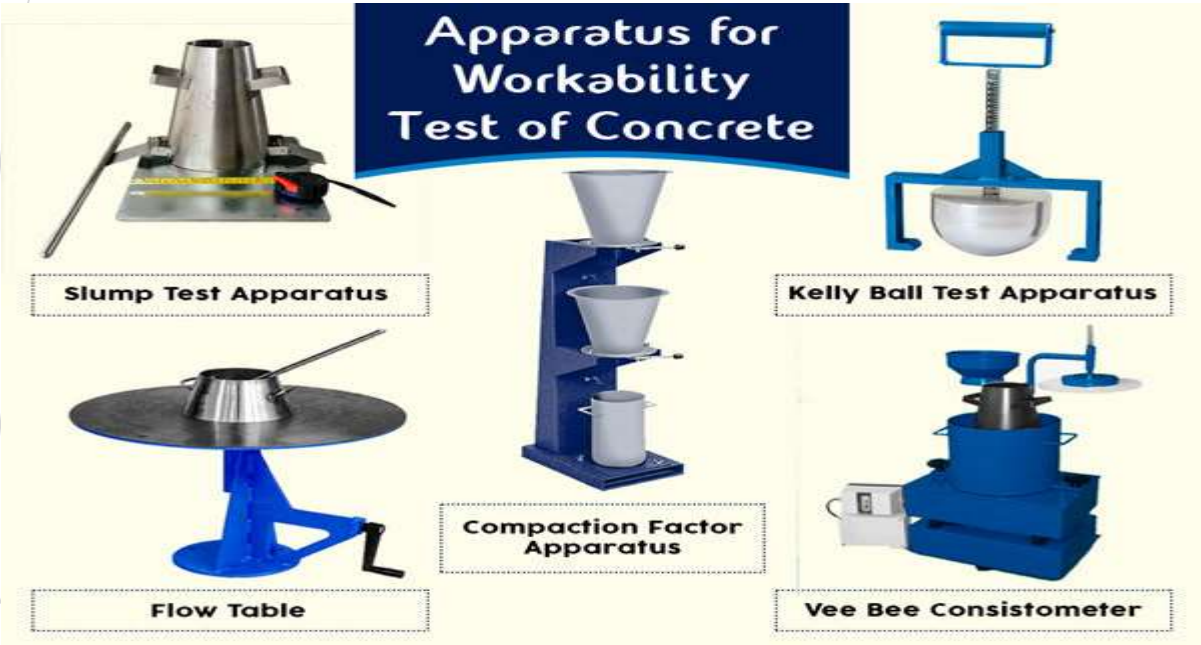
3. **Compactatability** : الدمك أو الرص وهي عملية طرد الهواء عن طريق الرجاج

- ✓ Ability of concrete to be Compacted to minimum volume
- ✓ (no segregation , no bleeding)

4. **Finishability** : سهولة انهاء السطح وعمل السطح ناعم
- ✓ Easiness to produced to final shape of concrete

Workability Tests

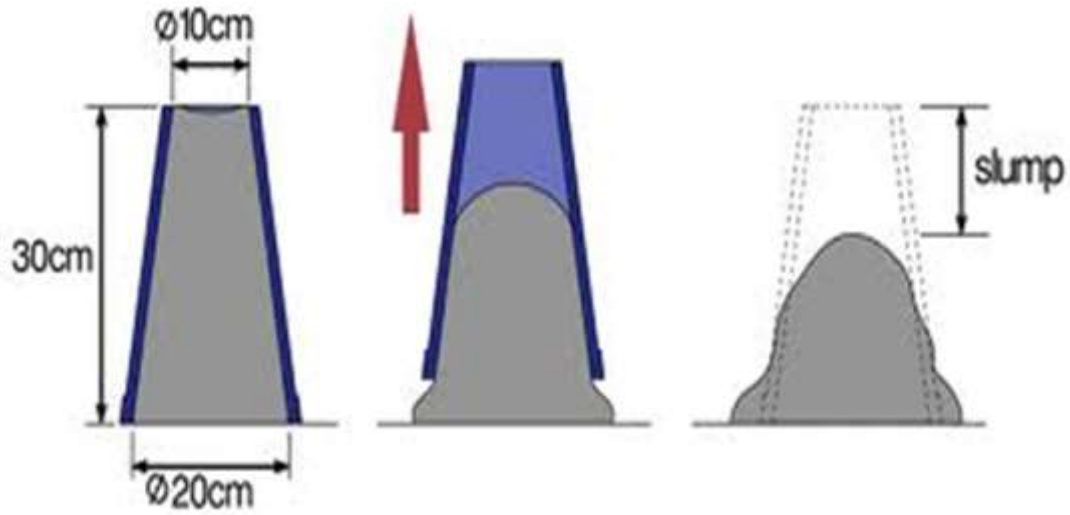
- Slump
- Flow Table
- Vebe
- Compacting factor
- Ball penetration

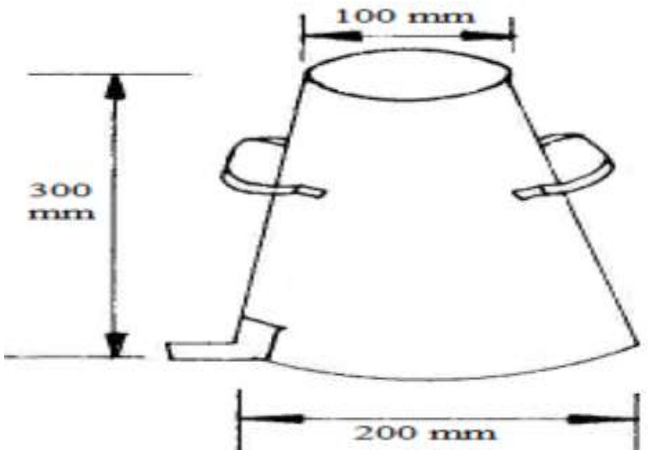


Slump Test

اختبار مقدار الهبوط

نحضر القالب ونصبه على **ثلاثة طبقات** وفي كل طبقة نعبي **ثلث** الحجم تقريبا ومن ثم نعمل الرص **25** ضربة ومن ثم الطبقة الثانية وننزل مسافة مقدراها تقريبا **1 سم** بين الطبقتين ونفعلها لكي يزيد التماسك بين الطبقتين ولا تكون ضعيفة ونضرب 25 ضربة والطبقة الثالثة نفس الشئ ومن ثم نرفع القالب ولا بد من **نزول الخرسانة مقدار معين** وسنوضحه بالتفصيل .





Slump Test

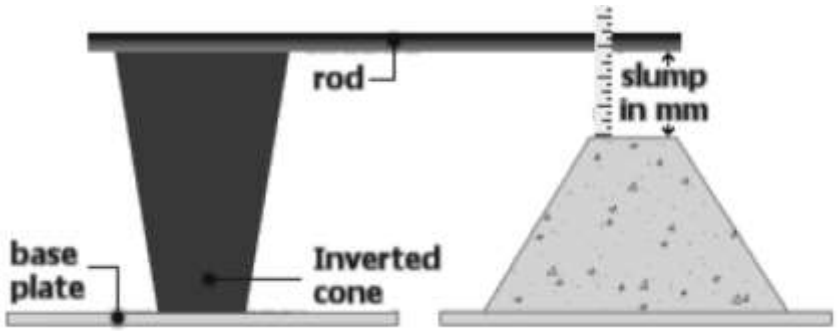
❖**Slump**: Difference between height of the concrete before removing slump cone (mold) and height of the concrete after removing of slump cone .

ما الذي **يهمني** من هذا الرقم ؟؟

1- كلما زاد الرقم كلما زاد حركة الخرسانة وهذا هو المطلوب لانه يعبر عن الخاصية الأولى (الموبيلتي)

2- يعطيني درجة **تصنيف** التشغلية .

Slump	Workability (التشغيلية)
Very Low	<2cm
Low	(3-5) cm
Medium	(8-10) cm
Height	(12-15) cm
Very high	> 18 cm



Slump Test

❖**Types of Slump :**

1- **Zero** Slump : جافة جدا ولا يوجد بها ماء ويحدث عندما تكون التشغيلية قليلة جدا

2- **True** Slump : خلطة متجانسة و ثابتة وهذا هو الشكل المتوقع

3- **Shear** Slump : وجوده دلالة على **خطأين**

الضرب على طرف **وإهمال** الطرف الأخر / أن تكون الخرسانة نفسها **ضعيفة** أو يوجد **تعشيش** بها

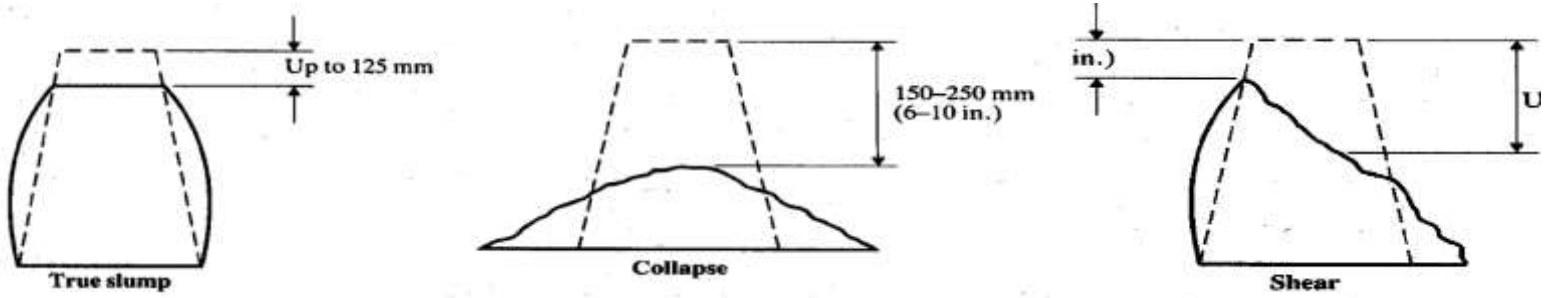
ويجب إعادة الفحص للتأكد ويمنع الصب .

واذا كانت الخلطة صغيرة يمكن معالجة المشكلة بزيادة كمية الإسمنت لزيادة امتصاص الماء ، اما اذا كانت سيارة باطون فلا يمكن اصلاح المشكلة

4- **Collapse** Slump : **إنهيار** الخرسانة وتكون قيمة **التشغيلية** عالية جدا او فيها كمية مياه كبيرة أي ضعيفة جدا ويمنع ان تصب إلا في **حالة واحدة** :

أن تكون **قاصدا** الحصول على هذا النوع عن طريق إضافة **مادة مميعة تسمى super plasicizer**

فهي تزيد التشغلية وإثبات أنه لا يوجد تعشيش وهذا يتم عن **طريق الاختبار الثاني ويجب الإنتقال له لإثبات عدم وجود تعشيش في الخرسانة**.



Slump Test

❑Notes :

- If the workability high this mean we can do these steps (production) easy but also that mean its very high probability to be a segregation or bleeding .

إذا كانت التشغيلية عالية فهذا دليل على سهولة إنتاج الخرسانة لكنه قد يدل على وجود التعشيش ايضا .

- Slump test cant determine the stability, only we know indication about it and if is there segregation or not so we will use **another device** and we will talk about it in the next slide .

الإختبار الأول يحدد الثبات فقط ولكن تحديد وجود التعشيش فهو غير قادر على تحديده ونستخدم جهاز ثاني .

Slump Test

- **Superplasticizer"FlocreteSP95"** : **Increase** the workability of concrete without **any effect** on the strength and the water-cement ratio must be preserved with no change .

المادة المميعة تزيد التشغيلية دون التأثير على القوة و نسبة الماء إلى الإسمنت

- **Slump test** is **not useful** for concrete of very low and very high workability.

الإختبار الأول غير ملائم ل التشغيلة العالية جدا و القليلة جدا .

- In **Jordan** we preferred the slump number from **(8-12) cm .**
- **Q.** concrete of very high workability containing (**Superplasticizer)** give usually gives collapse slump .

Q(Years).This apparatus is called ?

This apparatus is most suitable for concrete of the **medium workability .** ■

Flow Table test

This test is for measure stability (No-segregation and Cohesive)

هذا الجهاز مخصص ل قياس **الثبات** أي وجود تماسك وعدم وجود تعشيش

- Test for collapse

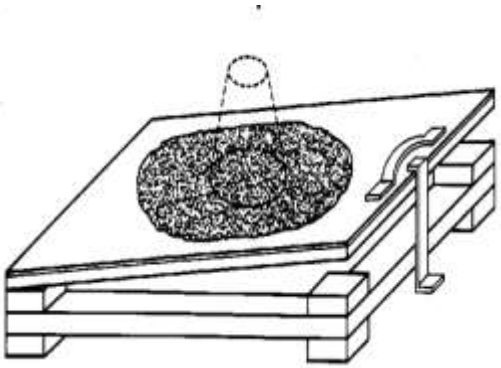
يقيس ال :

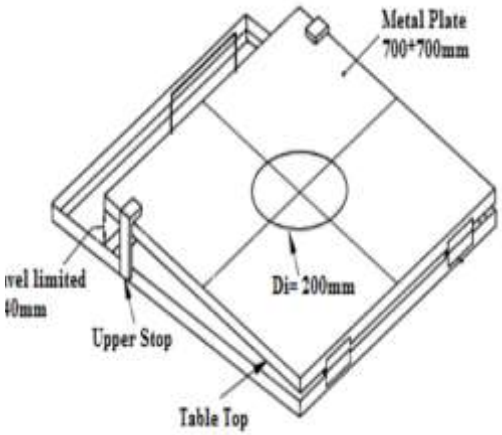
1. **Stability**
2. **Mobility**

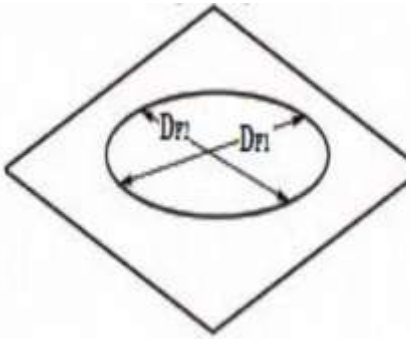
مبدأ العمل :

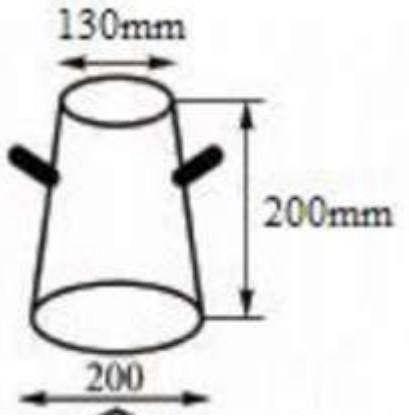
قالب فيه خرسانة ومقاساته مختلفة عن المستخدم في الإختبار الأول فنصب الخرسانة على طاولة وهي مثبتة والمسموح فقط هو الحركة الرأسية بمقدار 1 انش فنرفع الطاولة ومن ثم نسقطها فجأة وبعد 15ضربة نجد أن الخرسانة قد انتشرت على هذه الطاولة ، ناخذ قطرين متعامدين

هو **أفضل إختبار** ل معرفة وجود التعشيش أم لا .









Flow Table test

➢ **Flow**= $D_{avg}=\frac{D_1+D_2}{2}$ in (mm units) Flow and Workability **(علاقة طردية)**

➢ **In DIN(** المواصفة الألمانية) :

➢ **Flow** = $(\frac{Df-Di}{Di})*100\%$ D_i= diameter of cone

$D_f=\frac{D1+D2}{2}$

- 300 mm: **Low** workability .
- 400 mm: **Medium** workability .
- 500 mm :**High** workability.

إذا وجدنا أن الحصمى موجودة على الأطراف فهذا **دليل على وجود التعشيش** .

▪ **Q(Years).** concrete of very high workability containing **Superplasticizer** give collapse slump it should be tested for possible (workability) using (flow table test) .

Vebe Test

مبدأ العمل :

طاولة قابلة للإهتزاز , نعمل الفحص الأول كما فعلناه سابقا بالضبط

صب الخرسانة في ثلاثة طبقات وفي كل طبقه الضرب 25 ضربة وتكون النتائج كما تم أخذها مسبقا , ثم نضع شفرة بلاستيكية فيضغط على الخرسانة ومن ثم تشغيل الجهاز ونبدء بالتوقيت وعندما نجد أن الخرسانة قد تحولت إلى شكل إسطواني نوقف المؤقت .

- VB time and Workability (علاقة عكسية)
- VB time and Compaction (علاقة طردية)

هذا الفحص له **ميزيتين:**

1- يقوم بعمل الجهاز الأول

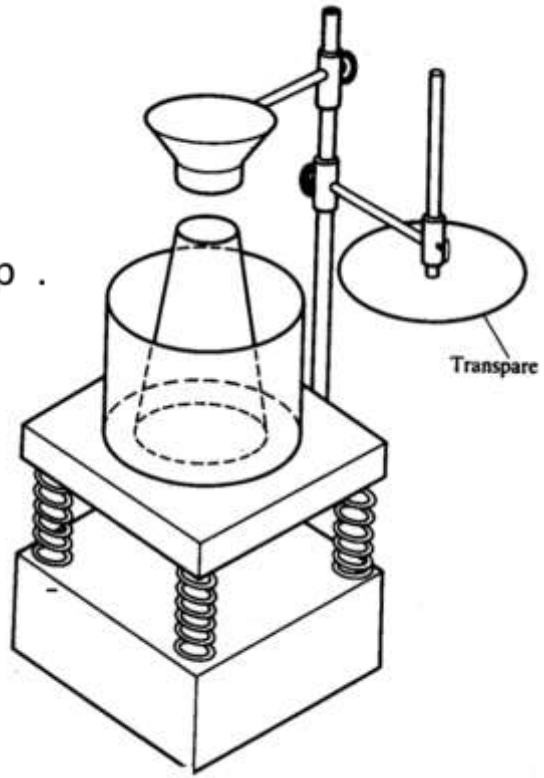
2- يفرق بين عينيتين لديهما **التشغيلية قليلية جدا** من خلال الزمن

- ✓ **Cant be used** for High and Very high Workability and Collapse slump .
- ✓ Its **very good** for Low and very low workability

عيوبه :

يحتاج كهرباء و سعره غالي و أصعب في العمل و لا يقيس strength

- عندما تكون العينة zero slump فهذا الجهاز أفضل لمعرفة ال workability
- هذا الجهاز لا يصلح لل collapse slump وايضا لا يصلح لل very high workability
- كل ما زاد الزمن كانت ال workability أقل
- يستخدم هذا الجهاز للخلطات very low workability



Compacting Factor

مبدأ العمل :

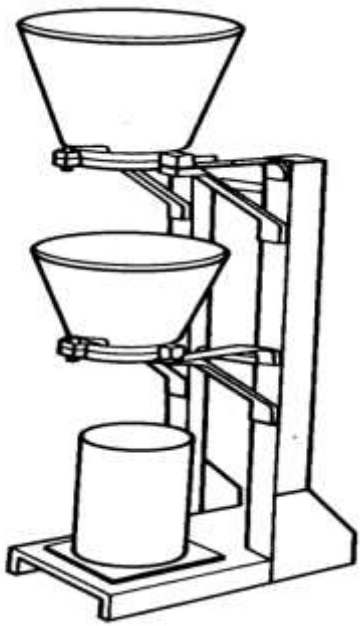
يتكون من ثلاثة أجزاء : قالب كبير ومن ثم قالب أصغر ومن ثم إسطوانة ومن ثم نضع الخرسانة في هذه القوالب وعند هذا القالب له **باب** يمكن فتحه وفي حال تم فتح الباب تنزل الخرسانة إلى القالب الأوسط ومن ثم نعمل تسوية ل السطح بعد ذلك نفتح الباب وتنزل الخرسانة إلى الإسطوانه ونعمل تسويه ونقوم بتوزينها فارغة ونوزنها وهي ممتلئة ب الخرسانه وإذا كنا نعلم وزن الإسطوانه فنستطيع معرفة وزن الخرسانة لوحدها ويكون الوزن هنا **وزن غير مرصوص .**

ثم نضع الإسطوانه على **طاولة الإهتزاز** فتهتز العينة وكأننا قمنا بعملية الرص وكلما قل المستوى نضع بدل النقص حتى يصبح وزن كامل مرصوص

- Compacting Factor(CF) = $\frac{W_{uncompacted}}{W_{compacted}} = \frac{unit\ weight(density)\mathbf{uncompacted}}{unit\ weight(density)\mathbf{compacted}}$

- **Same Volume** and its sure < 1

- CF number and workability (علاقة **طردية**)



Compacting Factor

Q(Years). A concrete made of 500kg cement , 200 water , 900 CA and 900 FA per cubic meter of concrete has an uncompacted density2000 $\frac{kg}{m^3}$ what is the CF ?

Compacting Factor(CF) = $\frac{W_{uncompacted}}{W_{compacted}} = \frac{unit\ weight(density)\boldsymbol{uncompacted}}{unit\ weight(density)\boldsymbol{compacted}}$

$= \frac{2000}{2500} = 0.8$

Ball (Kelly) Penetration Test

مبدأ العمل :

عند نزول الخرسانة من الخلاطة ، نقوم بتسوية السطح ومن ثم وضع الكرة على سطح الخرسانة ، عندما وضع وزن ثقيل وهو 7.5 كيلو غرام تقريبا وهي الكرة على سطح طري فسينزل السطح ونقيس المسافة **وكلما زادت المسافة يعني أن workability أعلى** .

ميزاته :

سريع جدا

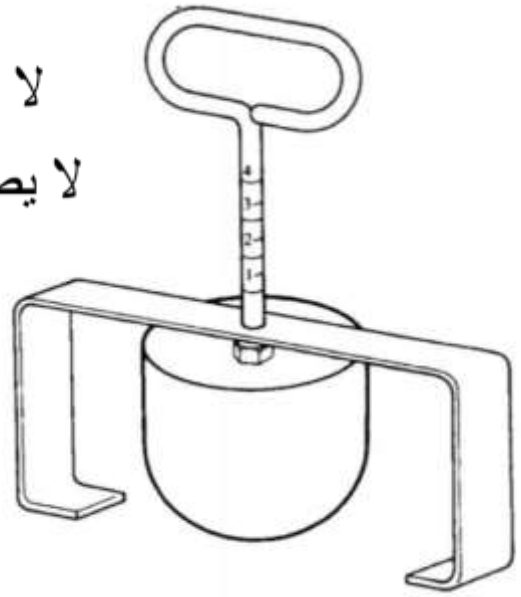
الجهاز الوحيد الذي يقيس **workability** بعد الصب

عيوبه :

لا يصلح ل **workability** العالية لانه سوف يغطس

لا يصلح ل **workability** القليلة لأنه لن ينزل في العينة

دقة قليلة ولا يمكن الإعتماد عليه



Ball (Kelly) Penetration Test

- Q. The apparatus shown in the figure is called (**Kelly Ball ,Ball penetration**) and is used to measure the **workability** of concrete .

- Q. Compared to the other four apparatus what is the main advantage of this apparatus ?
- Can test workability after casting .

- Q. What are the main problems that may be encountered using this apparatus ?

لا يصلح ل **workability** العالية لانه سوف يغطس

لا يصلح ل **workability** القليلة لأنه لن ينزل في العينة

دقة قليلة ولا يمكن الإعتماد عليه

Q. The value of the test are reported in **cm units .**

Q(Years). Indicate the most suitable workability in each of the following case :

1- Concrete of very low workability **: Vb test**

2- Concrete of expected segregation : **Flow table test**

3- Fresh concrete already placed in large forms : **Kelly ball test**

4- Mostly used for site concrete of medium workability : **Slump test**

Q(Years). If a concrete of CF=1 is tested in the slump test the value will be **very high** .

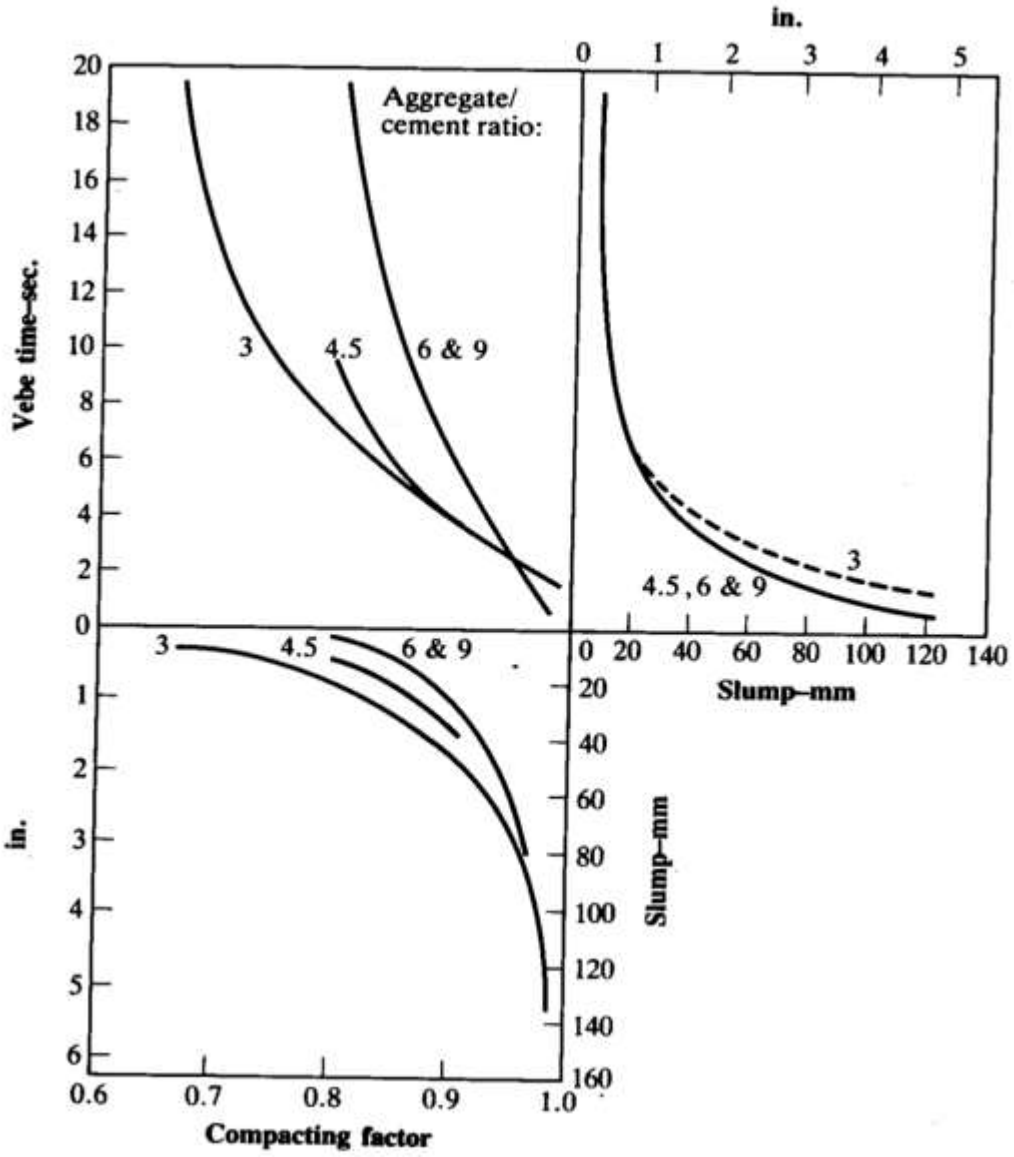
Q(Years). concrete of very high workability containing **Superplasticizer** give () it should be tested for possible () using () .

Aggregate cement ratio

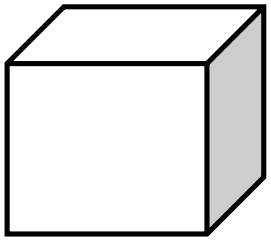
- Example : (C = 400 , CA= 1000 , W = 200 , FA = 800)

$\frac{Aggregate}{cement} = \frac{1000+800}{400} = 4.5$

Slump = 80 mm
CF = ??
Vebe time = ?? ⟵ نجدهم من المنحنى



Density of fresh concrete



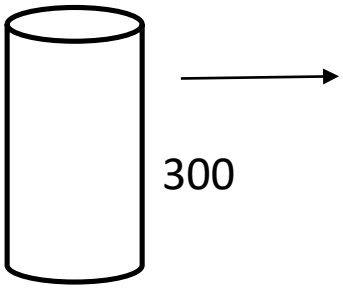
150mm

$Wemp$ = وزن العينة وهي فاضية

$Wfull$= وزنها مع الخرسانة

$\boldsymbol{Wconcrete = Wfull - Wemp}$

يستخدمه البريطانين , بحد ادنى 3 مكعبات اختبار ويتم الكسر في اليوم 28 لاختبار str للخرسانة



300

150

يستخدمه الأمريكان , ويعبئ على 3 طبقات عكس المكعب الذي يعبئ على طبقتين

حفظ $\gamma water = 1000$

Density(unit weight) $\gamma concrete = \frac{Wconcrete}{v\ of\ mold} = \frac{W\ concrete}{S.G * \gamma_w}$ (Kg / m³)

$\boldsymbol{\gamma\ normal\ concrete}$ **≈ (2200 -2500) (Kg / m³)**

Light weight < 2000 (Kg / m³)

Heavy weight > 2600 (Kg / m³)

Air Content

المحتوى الهوائي

- فراغات هوائية داخل الخرسانة ووجودها بنسبة اكبر من معدلها المسموح يسبب خطر على الخرسانة فتقلل ال str و durability

Types of Air Content :

1. Entrapped Air :

- هواء محصور ومحجوز لا يمكن التخلص منه بشكل كامل
- يكون كمية بسيطة من الهواء داخل الخرسانة
- لا يضر وجوده بلخرسانة اذا لم تتعدى نسبته النسبة المسموحة ووجوده كل ما كان بنسبة أقل كل ما كان أفضل

2. Entrained Air :

- هواء احنا بنضيفه لغرض معين ، مثلا **يضاف في المناطق الباردة لمقاومة السقيع** لان :
- في حالة السقيع : يكون في الخرسانة cracks صغيرة جدا تسمح بدخول الماء وعند دخول الماء فإنه يتجمد وبذلك يتمدد مسببا توسع ال cracks وعندما تتبخر المياه يصبح مكانها فراغات كبيرة ،
فكلما زادت عملية التبخر والتجمد تنضر الخرسانة أكثر وتسمى هذه العملية ب Freeze and thaw effect
هذه المشكلة غير موجودة في الأردن

حل المشكلة : **وضع هواء بكميات تنتشر داخل الخرسانة بانتظام حجمها أقل من 0.2 mm**
والمسافات بينها متقاربة والفراغات تكون مغلقة مما يمنع دخول الماء

Air entrained concrete :

يتخلص من مشكلة التجمد والتقلص و التبخر ولكن على حساب strength يعني في هاي الحالة يجب ان تكون المقاومة عالية ونحن نخلطها بأدوات معينة وتسمى Air entrained admixture

How to measure Air Content

1. Pressure method (compression method)

- ❑ - جهاز يتكون من cylinder , يتم في البداية صب الخرسانة على ثلث طبقات كل طبقة 25 ضربة ثم توضع الخرسانة ويوضع الماء فوق الخرسانة الى ان تمتلئ الأسطوانة
- ❑ عن طريق المفتاح نضغط على الماء حتى نصل الى اكبر قيمة للضغط
- ❑ - يصبح بدل الماء هواء ويصعد الهواء الموجود بلخرسانة للاعلى بعد أن يصل الماء ويحل محله
- ❑ - الجهاز يعطي قيمة ال air content جاهزة

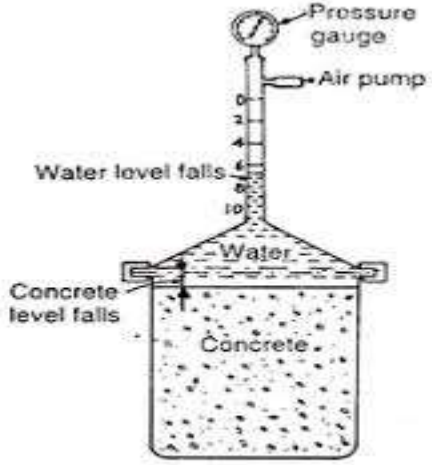


Fig. 6.11. Pressure type air meter

اسم الجهاز :

air compessometer

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta p}{p}$$

How to measure Air Content

2. Volumetic Method

- ✓ نضع الخرسانة على طبقتين كل طبقة 25 ضربة
- ✓ ثم يضاف الماء حتى تصل القراءة الى zero
- ✓ ثم نغلقه ونقلب الجهاز أي خلط الخرسانة بلمياه ويدحرج لضمان اختلاط الخرسانة بلمياه
- ✓ يترك الجهاز ومباشرة من ال scale تكون القيمة النهائية لل air

How to measure Air Content

3. Gravimetric Method (Absolute volume method)

Absolute volume method : Sum of volumes of all per cubic meter of concrete = 1m³

$$\Sigma V\ Concrete = 1 = V\ water + V\ cement + V\ FA + V\ CA + V\ AIR\%$$

$$\text{Air free density} = \frac{Density\ with\ air}{1 - Air\ content}$$

$$v = \frac{W}{S.G * \gamma_w}$$

STRENGTH OF CONCRETE

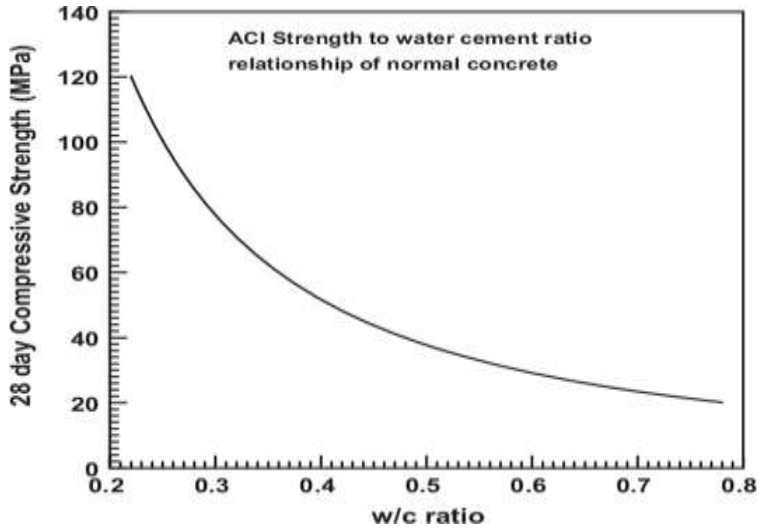
Effect of age and Curing :

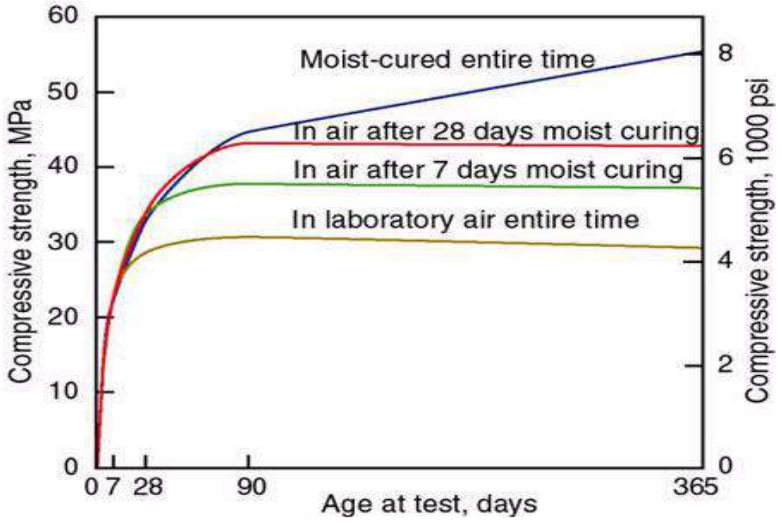
- Concrete strength increases with time.
- Once curing stops, concrete strength will not increase.

عندما تتوقف المعالجة تتوقف الزيادة في المقاومة وطالما المعالجة شغالة المقاومة تزداد

Effect of W/C ratio :

- Strength decreases by the increase in w/c ratio.
- Note that strength sharply increases when w/c<0.50.





GENERAL FACTORS AFFECTING MEASURED COMPRESSIVE STRENGTH

1. Rate of loading: High rates increases strength.

عند كسر عينة ما , يجب الكسر وفق ما هو محدد بلمواصفات ويتم الكسر عند ال standard rate (28dayes)

2. Specimen Shape شكل العينة . $\sigma_{cube}=(1.15\text{-}1.25)\ \sigma_{cylinder}$ نستخدم 1.15

شكل العينة اما ان تكون اسطوانة او مكعب , والمكعب يعطي قيمة أعلى من الأسطوانة

3. Water cement ratio W/C ↑ → strength ↓

عندما تكون النسبة أقل من 0.5 كل ما كانت أفضل لأني استطيع ضبط الكثير من العوامل مثل str , durability , burability

4.Temperature at Testing. Higher Temperature → lower strength

نختبر دائما على نفس درجة حرارة الغرفة 2±22

5. Air content

وجود الهواء المحصور يؤدي الى نقص في ال str فاذا زادت نسبة الهواء عن الحد المسموح يصبح هناك نقص حاد في str

6. Cement: Type, chemical; composition, temperature of curing

زيادة درجة الحرارة تؤدي الى رفع ال str في الأيام الأولى ولكن تقللها في الأيام الأخيرة

أفضل درجة حرارة للحصول على long term str هي عند درجة حرارة 5c ولكنها بطيئة جدا جدا

حسب المواصفات والمقايس الأردنية فإن أقل درجة حرارة يسمح الصب بها هي عند 5c

7. Age of concrete

8. Curing → أهم عاملين

مهما اختلفت درجة الحرارة من منطقة الى منطقة درجة ال curing ثابتة لا تتغير

9. Production of concrete: Seggregation and bleeding lowers the strength

اذا كان خطأ في الخلطة أو في التنفيذ فسوق تؤدي الى Segregation or Bleeding وبتالي سوف تقل المقاومة الى درجة كبيرة وتصبح ضعيفة جدا

10. Condition at test: SSD or dry?

العينة التي يجب أن يتم اختبارها SSD اما اذا تم اختبار عينة DRY ف النتائج سوف تكون خاطئة لانها تؤدي الى زيادة ظاهرية غير حقيقية في النتائج

Strength of Concrete

Types of Strength

- Compressive strength
  - الأساس الذي تصمم الخرسانة المسلحة عليه
- Tensile strength
  - Direct tensile strength
  - Indirect tensile strength (Splitting)
  - Flexural tensile strength
    - يعتبر ايضا من أنواع ال indirect

Standard Samples

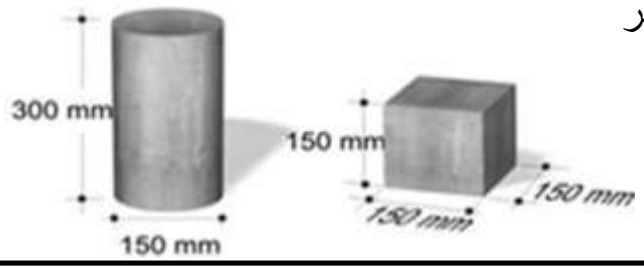
C 30 / 37

- cylinder's strength f_{ck}=30 MPa
- cube's strength f_{ck}=37 MPa

$\sigma_{cube} = 1.15\ \sigma_{cylinder}$

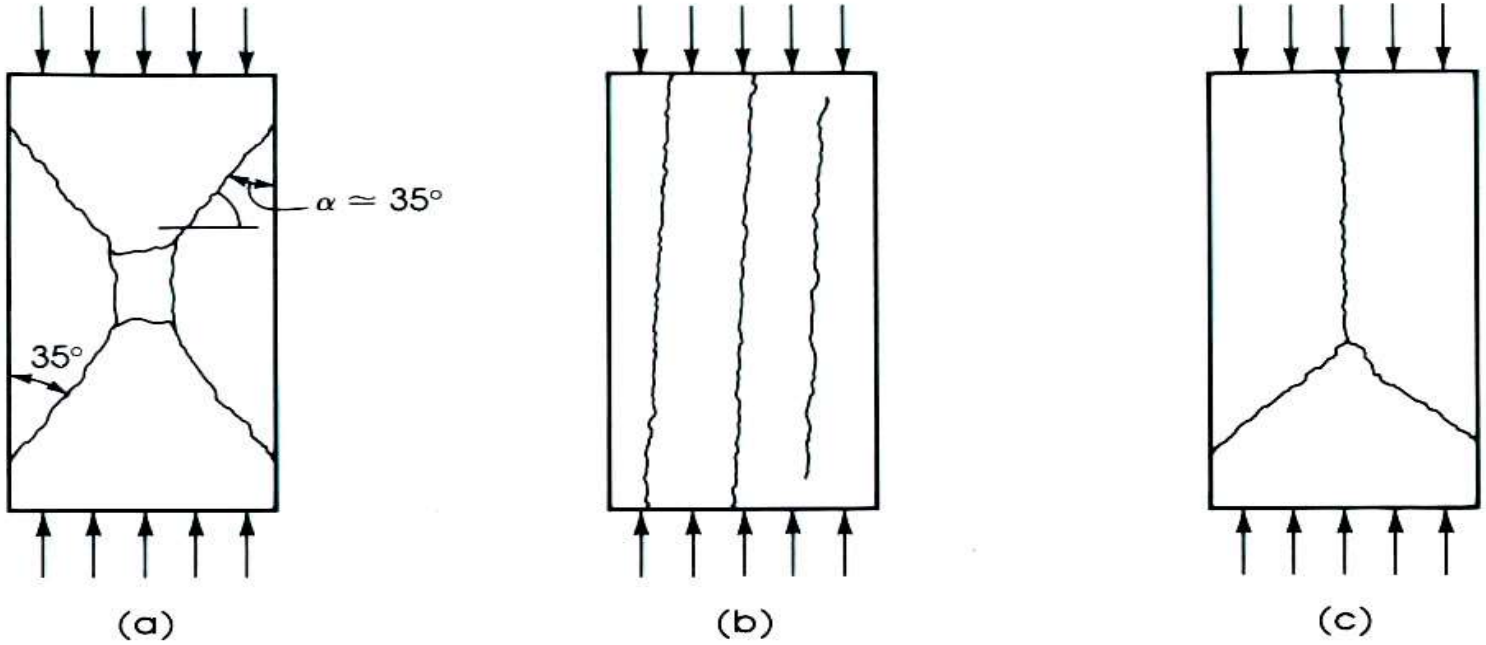
نعتمد دائما في الحل 1.15

ارتفاع الأسطوانة= ضعف القطر



TYPES OF **COMPRESSION** FAILURE

WHEN CYLINDERS ARE BROKEN IN COMPRESSION:



Shear failar	Splitting failar	Splitting + Shear

كسر على سطح مائل على زاوية 45 نظريا

theoretically : 45°

Practically : 35° - 40°

تشققات تمتد من أول
الى اخر الأسطوانة

COMPRESSIVE STRENGTH

Cylinder : ASTM C470

- ***Cubes : British standard 150x150x150 mm³***
- ***Other sizes:***

  Cylinder: 100 × 200 or 150 × 300 mm

  Cubes: 100 × 100 × 100 mm³ or 150 mm

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

FAILURE MODES OF COMPRESSION TESTING – 3D

مهم جدا ذكر نوع العينة عند تعريف قوة الخرسانة

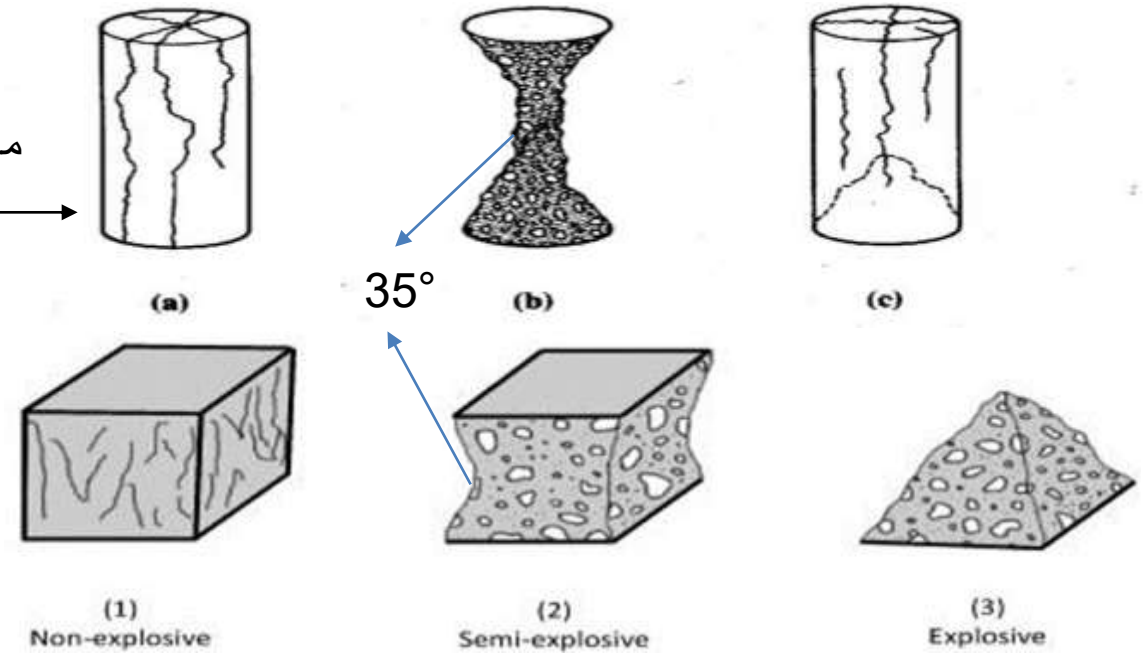
$\sigma_{cube} = 1.15\ \sigma_{cylinder}$

- $\sigma = \frac{P}{A} = \frac{P}{L^2} \bullet = \frac{P}{\pi r^2}$

σ : compressive strength (MPa)

L: dimension of cube (mm)

P: Maximum Applied Load (N)



STRENGTH AGE RELATIONSHIB

- The standard strength test generally uses a cylindrical or cubical sample.
- It is tested after 28 days to test for strength, f_c.
- The concrete will continue to harden with time and for a normal Portland cement will increase with time as follows

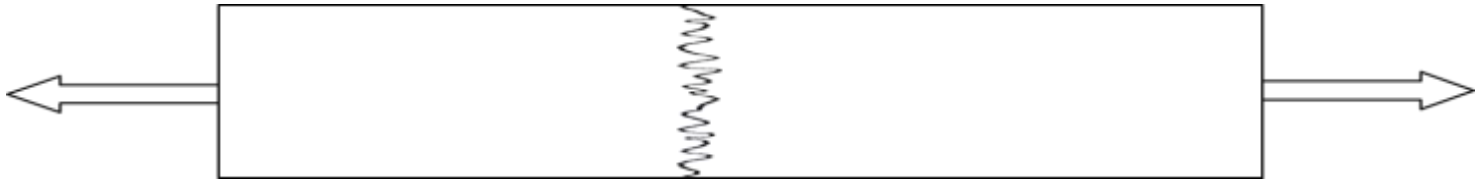
(approximate for OPC only cured under water):

Age	7 days	14 days	28 days	3 months	6 months	1 year	2 years	5 years
Strength ratio	0.67	0.86	1.0	1.17	1.23	1.27	1.31	1.35

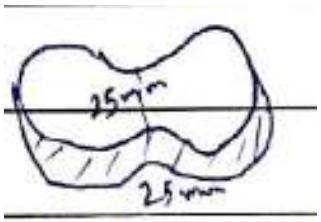
STRENGTH OF CONCRETE

DIRECT TENSILE STRENGTH

$$f_{ct} = \frac{Force\ (T)}{Cross\text{–}sectional\ area\ (A)}$$



- لا تستخدم عمليا و هي طريقة not standard
- من الصعب عمل اختبار مباشر على ال **Briquette** ويصعب استخدامه في تجربة ال tensile لصغر حجمه



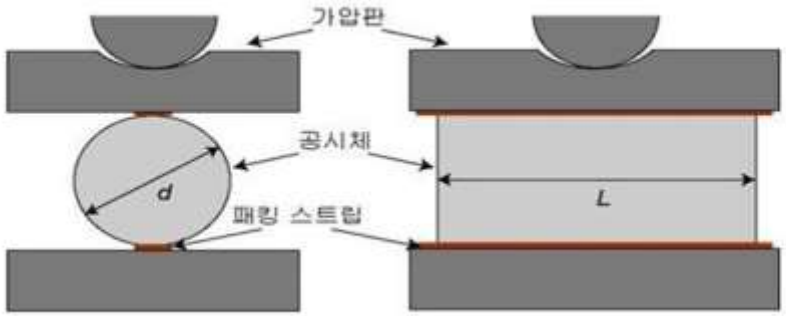
TENSILE STRENGTH

The Two point loading (third-point) is more accurate because failure occurs due to pure bending.

Shear in the middle = 0.

One point loading, (centre point) is used only if the other is not available

Splitting tensile strength test

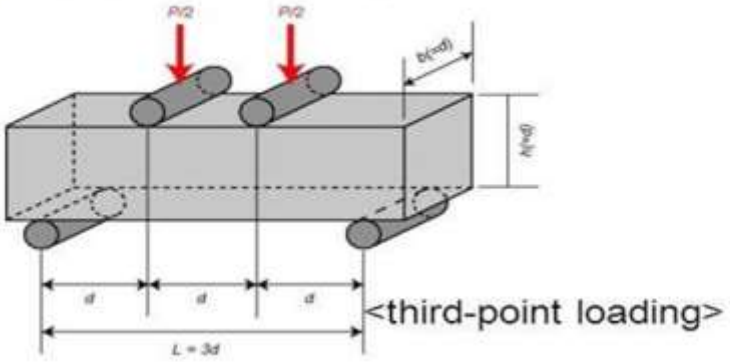


✓ Calculation of splitting tensile strength

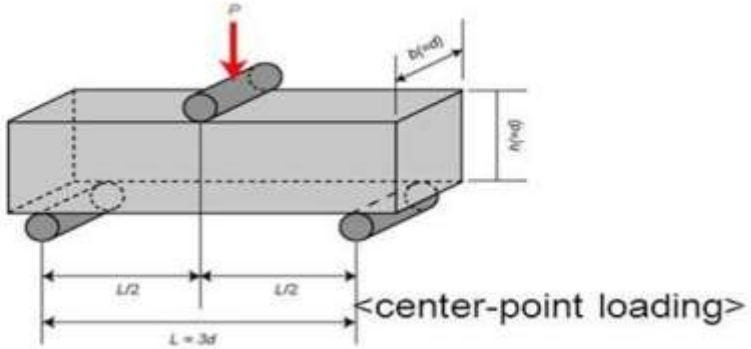
$$f_{sp} = \frac{2P}{\pi d L}$$

where, P : maximum load
d : diameter of specimen
L : length of specimen

Flexural tensile strength test



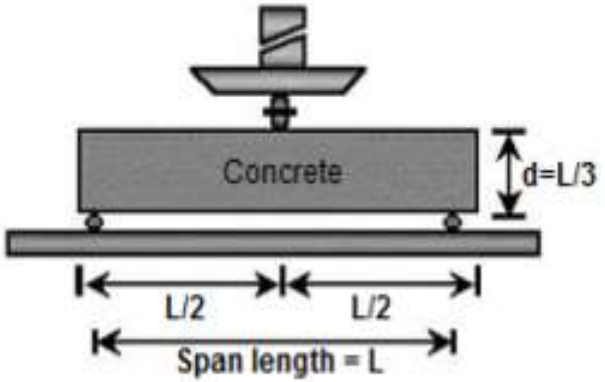
<third-point loading>

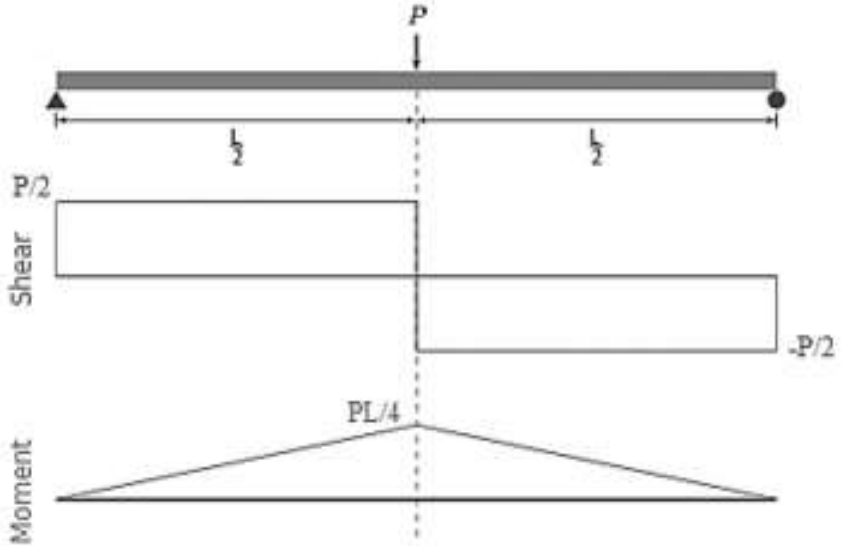


<center-point loading>

FLEXURAL TENSILE STRENGTH
ONE-POINT LOADING

❖ **Flexural strength** of Hardened Concrete Specimens **(One-Point):**

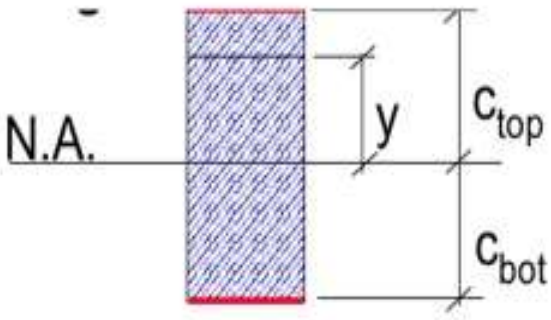




$$\sigma = \frac{Mc}{I}$$

$$I = \frac{1}{12} bh^3$$

C: Distance from N.A to extreme fiber **(Tension)**



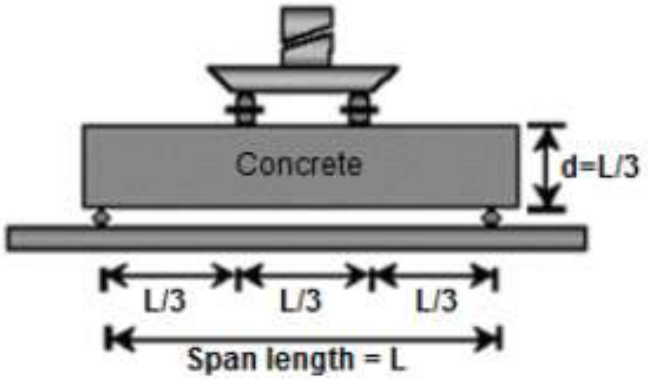
غير دقيقة لوجود

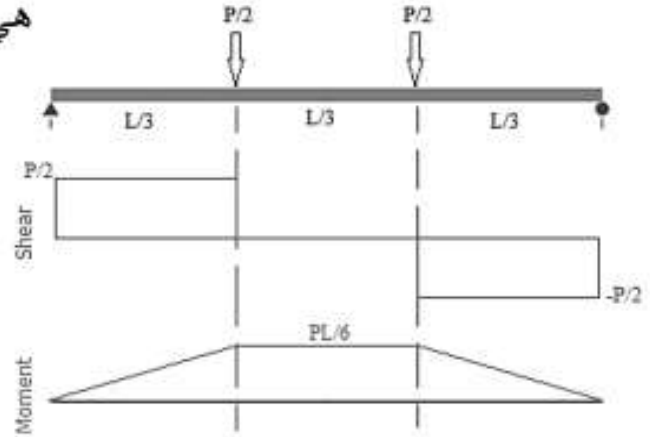
Combined bending and shear .

FLEXURAL TENSILE STRENGTH
TOW-POINT LOADING

❖ **Flexural strength** of Hardened Concrete Specimens **(Two-Point):**

هي **الأفضل** ونستخدمها إلا إذا كانت غير متوفرة نستخدم الطريقة الاولى .



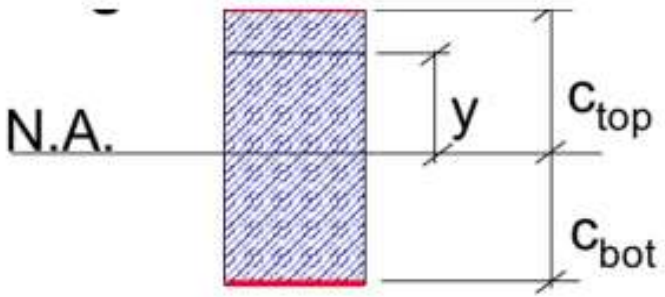


Pure bending and shear don't affect in the value

$$\sigma\left(\text{Modulus of rupture}\right) = \frac{Mc}{I}$$

$$I = \frac{1}{12}bh^3$$

C: Distance from N.A to extreme fiber **(Tension)**



$$M_{max} = P/2*a$$

A: المسافة من الركيزة الى each of the 2 force

m: المومنت

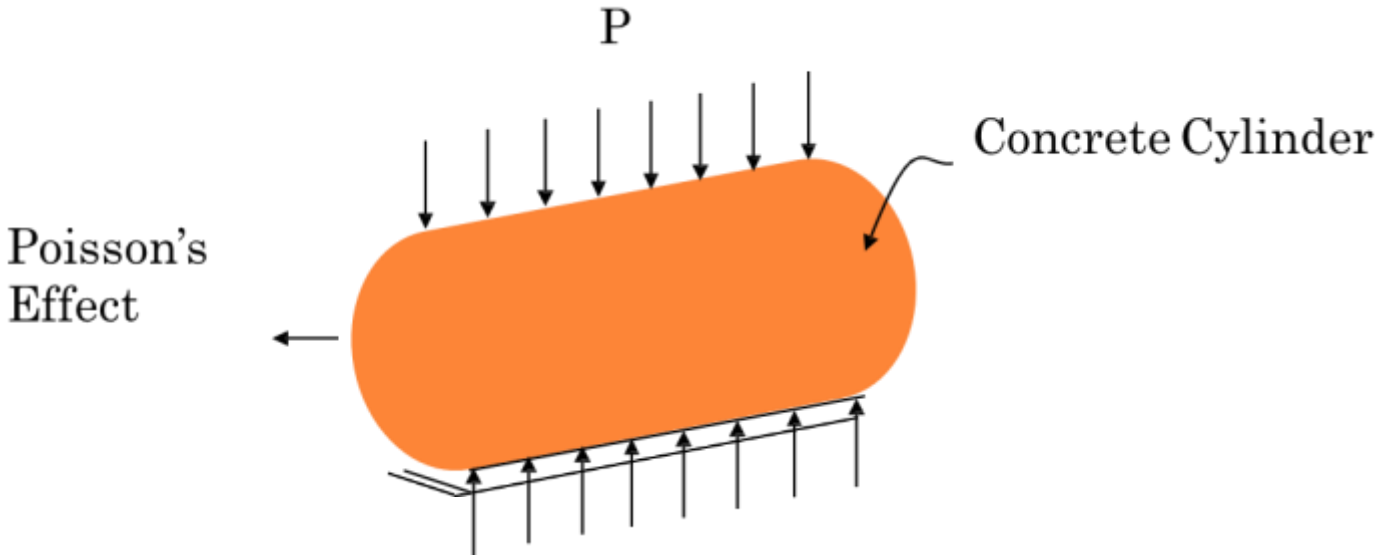
c: أعلى نقطة في البيم $\frac{h}{2}$

$$f_r = \frac{Mc}{I} = \frac{6M}{bh^2}$$

- Tensile strength ~ 8% to 15% of f `c
- Modulus of Rupture, f_r

INDIRECT TENSILE STRENGTH (SPLITTING)

- Splitting Tensile Strength, f_{ct}
- Split Cylinder Test (Brazilian Test)



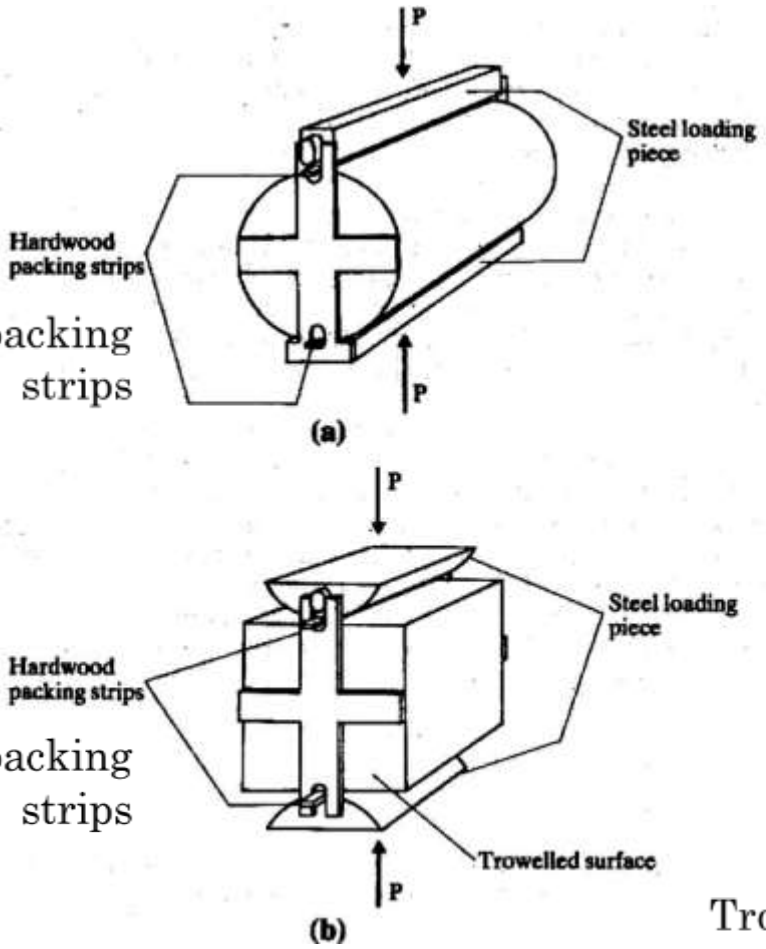
- عندما تؤثر قوة بمقدار p تضغط على الأسطوانة (استطالة قطرية تسمى poisons stress) تؤدي الى tensile strength فتنكسر العينة

Direct : تؤثر شد وتكسر شد
Indirect : تؤثر ضغط ولكن تكسر شد

- Q. a concrete cylinder of 200mm diameter and 400 length was tested , the load that caused failure was 500kN find
- 1- indirect tensile strength
- 2- give an estimation for the direct tensile strength

- Ans. $\sigma = \frac{2P}{\pi DL} = \frac{2*500*1000}{\pi*0.4*0.2}$ =3.98MPa
- Direct tensile strength =0.9*3.98 = 3.6 MPa

Splitting Tensile Test
Test arrangement



Special loading pieces

Hardwood packing strips

Special loading pieces

Troweled surface

CYLINDRICAL SPLITTING TENSILE STRENGTH *FAILURE*

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi l d}$$

where, P : maximum load
d : diameter of specimen
L : length of specimen

In the case of cube, use
d=l= Cube length

The tensile strength of concrete is approximately equal to 10% of its compressive strength.
Indirect ≈ 1.1 Direct
Flexural ≈ (1.15-1.25) Direct

$\sigma t = (\frac{1}{7} - \frac{1}{11})\,\sigma c$

σ flexural > σ splitting > σ direct tensile

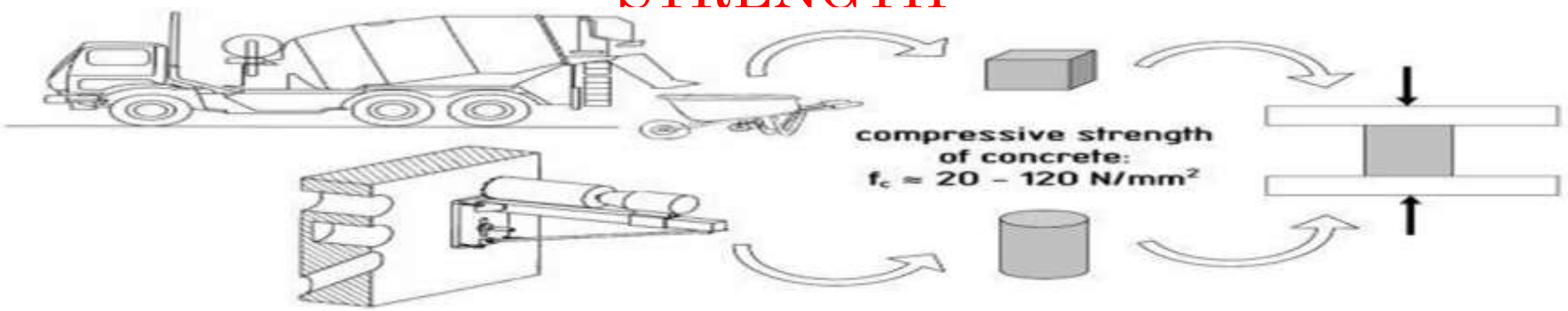
- What is the strength in theses cases ?
- A- **Standard** cylinder was tested for compressive strength , load was 663kN .
- B- **Standard** cube was tested for compressive strength , load was 1080kN .
- C- **Standard** cylinder was tested for brazilian test, load recorded was 848kN .
- Ans.

A- $\sigma = \frac{P}{A} = \frac{663}{\pi * 75^2 * 10^{-3}} = 37.5\text{MPa}$

B- $\sigma = \frac{P}{A} = \frac{1080}{150 * 150 * 10^{-3}} = 48\text{MPa}$

C- $\sigma = \frac{2P}{\pi DL} = \frac{2848}{\pi * 150 * 300 * 10^{-3}} = 12\ \text{MPa}$

SAMPLES FOR EVALUATING CONCRETE STRENGTH



كيف نعرف إن كانت الخرسانة مناسبة للصب أم لا ؟

- ✓ يجب تثبيت العينات وأن تكون قياسية مكعب 150*150 او السطوانة 150*300 , نعتمد النظام البريطاني
- ✓ نأخذ عينات عشوائية حسب عدد السيارات أو اذا كانت كلها تحمل نفس الخرسانة نأخذ عينة
- ✓ نأخذ عينات عشوائية : خرسانة بعيدة عن أطراف السيارة , ويجب أخذ ثلاث عينات كحد أدنى
- ✓ بعد أخذ العينات نأتي نحن ك ممثل اشراف للموقع ونكون مسؤولين عن ضبط الجودة , ونعلم العينات بطريقة معينة لضمان عدم تغير العينات .
- ✓ تغطى العينات سواء مكعب أو اسطوانة بلنايلون لمنع تبخر الماء , بعد أن يمرfst يتم فك القوالب ونضع العينات بتنك يسمى curing tank يكون مزود بثيرموستات للمحافظة على درجة الحرارة
- ✓ - نضع العينات داخل الماء وهي الطريقة القياسية للمحافظة على العينات واستمرارية التفاعل الكيميائي
- ✓ - الحرارة كما ذكر سابقا تتراوح بين 22 ± 2 , ثم يغلق تنك الماء بإحكام , ثم نضضعها مدة العمر المنصوص عليه بلعقد وحسب المواصفات
- ✓ - عند العمر المحدد ومثلا 28 , نأخذ العينات للفحص ونراعي تغليفها جيدا لتكون العينة ssd ويتم الفحص عن طريق ال rate of loading نضعه علة الماكينة ويتم الكسر ونقرأ مقدار اللود على الماكينة ونطبق المعادلة $\sigma = \frac{p}{a}$

EVALUATION OF STRENGTH

3-Samples → minimum

$$\sigma_{avg} = \frac{\sum \sigma}{n}$$

$$\sigma_{avg} \geq \sigma_{required}$$

$$\frac{\sigma_{min}}{\sigma_{req}} \geq 85\%$$

Example:

Results of testing 3 samples:σ1=30MPa, σ2=27MPa, σ3=18MPa and σreq=25MPa is this concrete acceptable?

$$\sigma_{avg} = \frac{30 + 27 + 18}{3} = 25\,MPa$$

$$\sigma_{avg} \geq \sigma_{req}$$

$$\frac{\sigma_{min}}{\sigma_{req}} = \frac{18}{25} = 72\% < 85\%$$

Rejected

عند فشل العينات نلجأ الى الختبار التالي في السلايد القادم مباشرة

CORE TEST

- هو اختبار لقياس قوة الخرسانة المصبوبة يتم اللجوء اليه بعد فشل مكعبات الاختبار
- وله نوعين (أفقي يتم أخذ العينة من سطح الأرض vertical)(عامودي يتم أخذ العينة من الحيط horizontal)

$$f_{cube} = \frac{D}{1.5 + \frac{1}{\lambda}} \times f_{core}$$

D=2.3 OR 2.5

3-Samples ➔ minimum

$\sigma_{cube} = 1.15\ \sigma_{cylinder}$

$$\sigma_{avg} = \frac{\sum \sigma}{n}$$

$$\sigma_{avg} \geq 0.85\ \sigma_{required}$$

$$\frac{\sigma_{min}}{\sigma_{req}} > 75\%$$

f_{core} is the tested core strength

f_{cube} os the equivalent cube strength

λ is L/d

D = 2.5 if the core is taken horizontally such as walls

D = 2.3 if the core is taken verticallysuch as ground slabs

STEPS OF CORE EVALUATION

- 1. **Prepare the ends of the cores to ensure horizontal smooth surface. Use capping or sawing.**

على أساس أن ال core نهايته وبدايته ليست مستوية فبنعمل cab قص بمقص خاص ونستعمل جهاز ال cabing apparatus الذي يستخدم الكبريت على درجة حرارة 250 فتسيح الخرسانة

Sawing منشار يقص العينة من الأطراف ويعتبر طريقة أسهل

- Calculate the dimensions of the cores (L and d).
- 2. Rupture the cores and record the max loads P.
- 3. Calculate the strength of each core

A is the area of the circular area.

$$f_{core} = \frac{P}{A}$$

- 4. Calculate cube for each cube.
- 5. Calculate the average.
- 6. Compare with the required.
  - Average > 85% of the required strength
  - Min > 75% of the required. → يجب أكبر بدون مساواة

Compare f_{cube} with minimum concrete strength

f_{cube} (single core) $\geq 75\% f_{min}$

f_{cube} (average) $\geq 85\% f_{min}$

Core Test

Example on acceptance

- After calculating the core strength using P /A equation, the results were calculated using $f_{cube} = \frac{D}{1.5 + \frac{1}{\lambda}} \times f_{core}$
- Final results are: fcube1 =30MPa
- , fcube2=27MPa, fcube 3=18MPa and σreq=25MPa is this concrete acceptable?

$$fcub_{avg} = \frac{30 + 27 + 18}{3} = 25MPa$$

$$0.85\sigma_{req} > fcube_{avg}$$

$$\frac{fcube_{\min}}{\sigma_{req}} = \frac{18}{25} = 72\% < 85\%$$

CORE TEST

Example :

Assume that a core in extracted from a wall ,

The length of the core = 150 mm

The diameter of the core = 100 mm

The load is 250 KN

Calculate the cube strength ?

D = 2.5 because extracted from wall

$\lambda = L/d = 150/100$

- $f_{core} = \frac{P}{A} = \frac{250 * 10^3}{\frac{\pi}{4} x\ 100^2} = 31.83$ Mpa

$$f_{cube} = \frac{D}{1.5 + \frac{1}{\lambda}} \times f_{core} = \frac{2.50}{1.5 + \frac{1}{1.5}} = 36.73 \text{ Mpa}$$

Note :

عند حساب λ نعوض ال diameter المعطاة بلسؤال

اما عند حساب في القانون العام ل f cube نعوض D اما

2.3 او 2.5 حسب ان كان افقي او عامودي

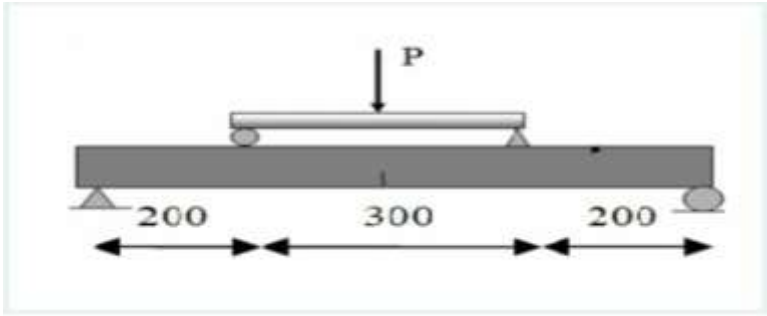
years

Quiz in strength of concrete

1. Which of the following increases the 28-day standard strength of concrete?

A. Using cylinders instead of cubes
B. Increasing air in concrete
C. Curing at 5 deg, C.
D. Decreasing water to cement ratio (w/c).
E. Decreasing rate of loading

2. The beam shown in figure is ready to measure :



A. splitting tensile strength
B. indirect compressive strength
C. direct tensile strength
D. Flexural tensile strength by one point loading
E. Flexural tensile strength by tow point loading

3. In the figure , the correct formula to calculate the strength is :

A. P/A
B. $P/2\pi DL$
C. Mc/I
D. $P/\pi DL$

years

Quiz in strength of concrete

4. If the direct tensile strength of concrete is 10 MPa, then the splitting tensile strength approximately is …….. Mpa ?

A. **11**
B. 9
C. 12.5
D. 8
E. 100

Sol :Splitting = 1.1 indirect

10*1.1=11

5. Four cores were tested to evaluate the ' strength of concrete, if the required strength (structural) is 40MPa, then the lowest value of any tested cube must be above …..mpa

A. 40
B. **30**
C. 25.5
D. 50
E. 34

$$\frac{min}{required} > 75\%$$

40*0.75 = 30

6 . Three cubes were tested to evaluate the strength of concrete, if the required strength (structural) is 40MPa, then the lowest value of any tested cube must be above …… Mpa .

A. 40
B. 30
C. 25.5
D. 50
E. **34**

$$\frac{min}{required} > 85\%$$

40*0.85 = 34

years

Quiz in strength of concrete

7. If the concrete cylinder is tested in the Barazilian test , then the stresses that cause failure are …… stresses .

A. Direct compressive
B. Splitting tensile
C. Flexural tensile
D. Indirect compressive
E. shear

8 . If a standard cylinder resisted a load of 550 kN before failure in compressing, what is the strength (to the nearest whole number) ?

A. 124
B. 70
C. 24
D. 0.10
E. 31

SOL:
P/A

9 . If the strength of a standard concrete cube is 40MPa, which of the following can be the strength of a standard cylinder?

A. 34
B. 4
C. 50
D. 44
E. 400

CUBE =1.15 SYLINDER
40/1.15 = 34

years

Q : Answer questions in the table :
Fill in the blanks with (increases , decreases , no effect)

1. **Increases water cement ……. The segregation of concrete mix**
2. **Increases rate of loading ……. Strength of concrete**
3. **Increases temperature ……..the strength at early ages**
4. **Increases w/c ratio ……. The strength of concrete**
5. **Presence of carbonation ……. The exposed length in Windsor probe test**
6. **Presence of carbonation ……. The rebound number**
7. **Curing by Distilled water instead of tabwater ……. The strength of concrete .**

	ANSWERS
1	Increases
2	Increases
3	Increases
4	decreases
5	Increases
6	Increases
7	Increases

years

Q : Fill in the blank spaces with the correct words :

1. **In concrete mixes , tap water is preferred to distilled water because ……**
2. **Ability of concrete to flow easily and coat steel bars during production is called ……..**
3. **Roll-A-meter is used to measure ……**
4. **Concrete mixing of possibility of segregation must be tested using …….**

SHOW THE FEGURE FOR 5+6+7

5. **This apparatus shown in figure is called …….**
6. **Among the five workability test studied , this is the best to test concrete ……**
7. **The values of the test are reported in ……(units)**

ANSWER :

1. Ph = 7 , It contains less salts which prevent Corrasion steal bars
2. mobility
3. Air contact
4. Flow table test
5. Kelly ball , for ball penetration test
6. This test can be performed in the field. وهو الجهاز الوحيد الذي يستخدم بعد الصب
7. CM

years

Q : Fill in the blank spaces with the correct words :

1. Concrete of very workability containing superplastieizers usually gives ……..
Slump (type) it should be tested for possible ……. , using …….test

2. The apparatus shown in figure is called ……and using to mesure ……of concrete

3. Compared to the other four apparatus . What is the mean advantage of this apparatus (in figure)

4. What are the main problems that may be encountered using this apparatus in figure ?

ANSWER :

1. Collapse , workability , flow table
2. Ball penetration , workability
3. can test workability after casting : نستطيع أن نقيس التشغيلية بعد الصبة
4. إما أن تدخل الصبة الى اخرها / عدم دخولها الصبة

years

	Type of concrete	Best test(s)
1	Concrete of very low workability	Vebe test
2	Concrete of expected segregation	Flow table test
3	Concrete lacking stability	Flow table / V.b
4	Concrete already placed in forms	Kelly ball test
5	Compactability of concrete	Compacting factor/V.B
6	Mobility of concrete	Slump/flow table/V.B
7	Self-compacting concrete	Flow table
8	Stability of concrete	Slump/flow table
9	Concrete of very medium workability	slump
10	Concrete of 230mm slump	Flow table test

years

Q : Fill in the blank spaces with the correct words :

1. **Roller compacted concrete gives a slump of ….. mm . The type of slump will be**

2. **Concrete of very low workability should be tested using …….**

3. **The compacting factor of self compacting concrete is …….**

4. **The apparatus shown in figure measured the ..of concrete . It uses the …. Principle in measurement the value given is expressed in ….. (units)**

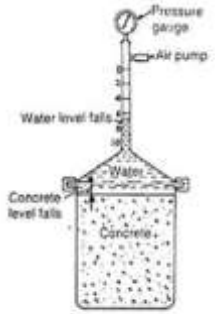


Fig. 6.11. Pressure type air meter

5. **The best method of compaction for small-size precast beams is ……**

6. **The best method of compaction for preparing samples in lab is ……..**

7. **The workability test that can be used after placing concrete forms is …..**

8. **If the compressive strength of concrete (fc) is 25 Mpa ,then the modules of elasticity is ….and the tensile strength is …….**

9. **Self curing concrete obtains its water from …….**

years

ANSWERD :

1. **Up to 120 mm , true slump**
2. **v.b (vebe test)**
3. **Very high almost 1**
4. **Air content , pressure ,**
5. **Vibration table**
6. **Vibration table**
7. **Kelly ball**
8. **23.6 mpa , 3.3 mpa**
9. **Certain aggregate that absorbed water and replace in the concrete from inside**

years

A concrete mix has the following proportions : cement 400kg/m³, water 200kg /m³ , CA 1000 kg /m³ , FA 750kg /m³ . The net weight of the uncompacted concrete that cylinder filled with is 10.6 kg the cylinder is 0.15m diameter and 0.30m height
calculate the compacting factor .

Density = $\frac{weight}{volume}$

Density = 400+200+1000+750 = 2350

Volume = πhr^2 = 5.3 *10^{-3}

Weight =2350 *5.3 *10^{-3} = 12.455kg

W uncompacted = 10.6

W compacted = 12.455

CF = $\frac{\text{W uncompacted}}{\text{W compacted}} = \frac{10.6}{12.455} = 0.85 = 85\%$

years

Q : A concrete mix has the following proportions
Cement 360 kg/m³ , water 180 kg/m³ , CA 1060 KG/M³ , FA 800 kg/m³ .
The specific gravity of CA=FA . The air content is 3% , Calculate :

A. The density of fresh concrete ?

Density = 360+180+1060+800 = 2400 kg/m³

B. The air free density ?

Air free density = $\frac{density}{1-air\ content} = \frac{2400}{1-0.03} = 2400$ kg/m³

C. The specific gravity of aggregate

Sum of V = 1

$$\frac{360}{3.15 * 1000} + \frac{180}{1000} + \frac{1060}{S.G\ * 1000} + \frac{800}{S.G\ * 1000} + 0.03 = 1$$

S.G = 2.75

years

Q: The following are the mix proportions of concrete mix per cubic meter of concrete the density of is 2400 kg/m .obtain the weight of cement values in Kg .

Cement	W/C	CA	FA	Air content	Air entranining
c	0.55	1000	800	10%	30

Density = sum of weight = Wc + Ww + Wcf + Wfa

2400 = Wc + Ww + 1000 +800

Wc + Ww = 600 kg/m³ …….(1)

w/c =0.55

Wc = $\frac{Ww}{0.55}$ ……..(2)

2 in 1

Wc = 367.741 kg/m³

years

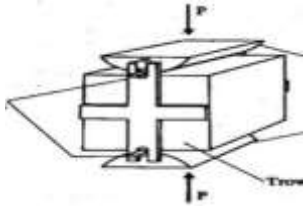
Q : Solve the following simple . The final answer only is consider . Write the answer in the shown position . Show equations and method of calculations .

1. A standard cylinder was tested for compressive strength . The load was 795.6 KN . What is the strength ?

- $= \frac{P}{\pi r^2} = \frac{795.6*10^3}{\pi*\left(\frac{150}{2}\right)^2*10^{-6}}$ = 45.02 Mpa

2. A standard cube was tested as shown in figure .The load was 212.2 KN . What is the strength

$$\frac{2P}{\pi*a*a} = \frac{2*212.2*10^3}{\pi*150*10^{-3}*150*10^{-3}} = 6.004 \text{ Mpa}$$



3. If the air free density of a certain type of concrete is 2560 kg/m³ and the fresh density is 2304 kg/m³ . What is the air contant .

$$\text{Air free density} = \frac{Density\ with\ air}{1 - Air\ content\%} = 2560 = \frac{2304}{1 - Air\ content} = 0.1 = 10\%$$

4. Concrete made of 500 kg cement , 200 water , 900 CA , And 900 FA per cubic meter of concrete has an uncompacted density of 2000kg/m³ . What is the compacting factor ?

$$CF = \frac{W(uncompacted)}{W(compacted)} = \frac{2000}{2500} = 0.8$$

years

Q : A concrete beam of a rectangular cross-section of height =40mm , width = 120 mm is tested for flexure *using the tow point loading method* . The beam has a spam of 600mm and each of the loads is located at a distance of 200mm from supports .
at failure each of the loads was 480 N calculate :

1. **The flexural tensile strength**
2. **Give an estimate for compressive ,direct and indirect tensile strength .**

Sol : 1)

P = 480 n

A = 40mm * 120 mm

$\sigma = \frac{MC}{I} = \frac{6m}{bh^2} = \frac{6*96}{0.12*(0.04)^2}$ = 3 Mpa

2)

σ Tensile strength = σ compressive strength * 10%

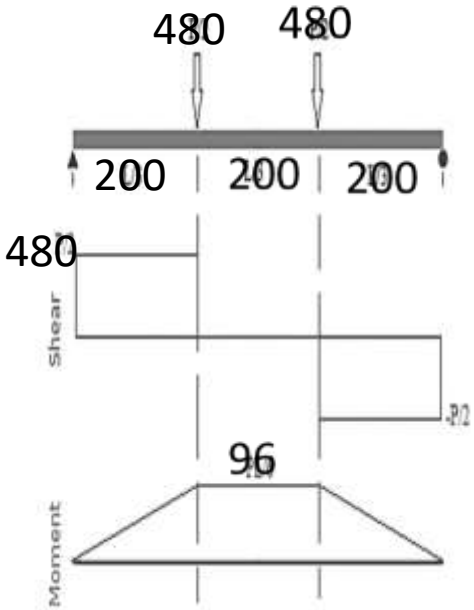
3 Mpa = 10% * σ compressive

σ comp = 30 Mpa

σ flexural = 1.15 σ direct

3 mpa = 1.15 σ direct

σ direct = 2.6 Mpa

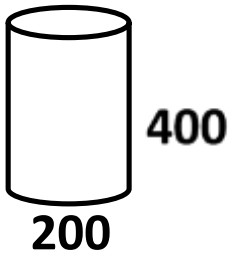


M max = 96

years

Q : A concrete cylinder of 200 mm diameter and 400 mm length was tested in the barazilian test. The load that caused failure was 500 KN .

1. **Calculate the indirect tensile strength**
2. **Give an estimation for the direct tensile strength .**



1. Sol :

$$\sigma_t = \frac{2p}{\pi DL} = \frac{2 * 500 * 10^3}{\pi * 0.4 * 0.2} = 3.97 \text{ Mpa}$$

2. Sol :

Indirect(barazilian) = 1.1 direct

3.97 Mpa /1.1 = direct = 3.6 Mpa

END SECOND EXAM

ADMIXTURES

Admixture : materials added to concrete to improve one ore more of properties
مواد تضاف الى الخرسانة من أجل تحسين صفة أو أكثر من الخصائص

□ Retarding admixtures

Using to delays setting time of concrete.

تستخدم لتأخير زمن الشك في **درجات الحرارة العالية** أو في **سيارات الخرسانة الجاهزة** نظرا لأنها تتاخرفي الوصول من المصنع الى الموقع فنضيف هذه المادة

□ Accelerators

Reduces setting time and accelerates hardening or the development of early strength of concrete

تستخدم في **المناطق الباردة** , لتقلل من مدة عملية الشك

□ Water-reducing admixtures

reduces amount of water for the same workability

مواد تقلل الماء مع المحافظة على ال workability , وذلك لأنه عندما تقل كمية الماء تقل w/c وبلتالي تزداد strength

□ High-range Water-reducing admixtures

highly reduces amount of water for the same workability

تقلل كمية المياه في الخلطة الخرسانية بنسبة أكبر من الي فوق وبلتالي تقل كمية الماء تقل w/c مسببة زيادة في مقدار ال strength

ADMIXTURES

Plasticizers

Increases workability for the same water content.

ترفع ال workability دون إضافة ماء وبلتالي لا تتغير ال strength , نفس التركيب الكيميائي Water-reducing لكن تختلف طريقة الإستخدام

Super plasticizers

highly increases workability for the same water content. Collapse slump may be observed..

نفس التركيب الكيميائي ل High-range Water-reducing لكن تختلف طريقة الإستخدام

(يستخدم في سيارات الخرسانة الجاهزة)

Air-entraining agents

increase resistance to frost. Reduces strength

مواد تعطي هواء محبوس داخل الخرسانة , فترفع مقاومة الخرسانة للسقيع ولكن تقلل القوة

Water-proofing agents

Reduces movement of water through concrete. Some helps to block capillary pores

دقائق صغيرة تمتص الماء وتتمد وتغلق الفراغات فتقلل من نفاذية الماء للخرسانة , عن طريق اغلاق ال capillary pores لكن لا تغلق بنسبة 100%

تستعمل في أسطح البنايات , وتستعمل في خزانات المياه

ADMIXTURES

Coloring admixtures

مواد ملونة تلون الخرسانة تستخدم على الأسطح الخارجية فقط , وتستخدم لأغراض معمارية وليس لها أي فائدة إنشائية

Bonding agents

Bonds old concrete to new one. Example plastering. Bonds steel bars to concrete.

هي مواد تسمح بتلاصق شيئين معا مثل : صب خرسانة جديدة على خرسانة قديمة , تستخدم في القصارة للتماسك الخرسانة مع الطوب , وتستخدم لربط طابق في طابق في حال عدم وجود شروش وذلك عن طريق عمل hold بلأعمدة 30-40 سم حسب قطر حديد التسليح ثم نزرع حديد التسليح بل hold ونضع Bonding agents

Admixtures with combined effect

مادة واحدة تعمل تأثرين بنفس الوقت لتوفير الكلفة بدل من الشراء مرتين او في بعض الأحيان نحتاج التأثيرين معا

Examples :

- Plasticizing – retarding
- Plasticizing – accelerating
- Plasticizing – air-entraining
- Plasticizing – waterproofing
- Plasticizing – waterproofing-retarding
- Accelerating – air-entraining مفيد في المناطق الباردة

ADMIXTURES

Viscosity modifying agents

These are used in self compacting concrete with high quality superplasticizers..

خرسانة ذاتية الدمك , لا تحتاج ل Compacted , نذهب نصبها مباشرة وتنتشر مباشرة في القالب وتلتف حول الحديد .

هذه المادة تخلصني من مشكلة ال segregation لأنها تعمل على تماسك ال concrete mortar و ال CA

Bacteria for self-healing concrete

خرسانة ذاتية العلاج

Paccillace bacteria نوع من أنواع البكتيريا تعيش في الوسط القاعدي

يتم وضعها مع الخلطة الخرسانية, **تنشط عندما يصل ال ph الى 10.5 ,**

تتكاثر عند توفر الماء والأكسجين فتنتج CaCo3

CaCo3 تعمل على اغلاق ال cracks بحد أقصى 0.2mm ولا تستطيع اغلاق ال cracks الكبيرة

ADMIXTURES

Suitability of Admixtures for Use in Concrete

ASTM

- Ensure that the admixture used satisfies the minimum requirements specified in ASTM C494.

BS

- Ensure that the admixture used satisfies the minimum requirements specified in BS 5075: Part 1.

لمعرفة ال admixtures تصلح أو لا تصلح للإستخدام :

نرجع للمواصفات ويجب أن يكون مكتوب على غلاف العلبة المراد استخدامها احدى ال نصين :

BS 5075: Part 1.

ASTM C494.

أو شهادة من المصنع تثبت أنها مناسبة للإستخدام

ADMIXTURES

What to check before use ?

1. Method of Use

اما تنرش بعد الخلط على الخلطة الخرسانية او يتم وضعها في الماء ويتم خلطها خلطها مع الخلطة الخرسانة

2. Expiry date

تاريخ الصلاحية ويجب الانتباه له لانه ممكن يسبب مشاكل

3. Dosage

الكمية , وتكون نسبة معينة من وزن الإسمنت

4. Chloride free (don’t use CaCl2 in reinforced concrete)

يجب تجنب صب الخرسانة المسلحة في حال وجود كلوريدات لأنها تؤدي الى صدأ حديد التسليح (corrasion steal bars)

5. Alkalis » if there is free silica Should be Alkali-free

(يفضل) دائما عدم استخدامه لأنه كما ذكر سابقا يسبب سرطان الخرسانة **concrete cancer**

ويمكن ان يستخدم في حالة FA لا يوجد فيه Free silica

years

	Type of concrete	Best admixture
1	Concrete in aqaba prepared in summer far away from the sea	Pozzolans , Plasticizers Retarding
2	Mortar that will be used for plastering	Bacteria for self-healing concrete
3	Concrete in Moscow placed in winter	Air-entraining agents Accelerators
4	Self compacting concrete	High-range Water-reducing Viscosity modifying agents Super plasticizers
5	Ready mixed concrete that will be transported for 75 minutes	Plasticizers Retarding
6	Ready mixed concrete that will be transported for 180 minutes	Plasticizers Retarding
7	Concrete of green color	Coloring admixtures
8	Concrete exposed to sulfates and chlorides and placed in normal conditions	pozzolans
9	Concrete for water tank cast in zarqa in summer	Water-proofing agents Plasticizers

Nondestructive tests

- Nondestructive tests are those tests that are used to measure a property of concrete without destroying it.

اختبارات غير اتلافية للخرسانة يقاس فيها خصائص الخرسانة

- They should not affect the structural behavior and must keep the structure in acceptable to the client

يجب أن لا يؤثر الإختبار على التصرف الإنشائي للمبنى وأن يبقى المبنى مقبول لصاحبه

- The most important property is the strength of concrete.

أهم خاصية لهذا الإختبار أنه يقيس ال strength بدون إتلاف المبنى

Rebound Hammer (Shcmidt Hammier)

- ❑ **مطرقة الإرتداد , طريقة تقريبية وغير دقيقة (hardness test)**
- ❑ **كلما زادت قوة الإرتداد كانت ال hardness أعلى وبلتالي ال strength أعلى**
- ❑ **مسافة الإرتداد تعتمد على قساوة السطح فكلما كانت المسافة عالية فكلما كانت المسافة أكبر**
- ❑ **هذه الطريقة فاشلة لتحديد ال strength في الخرسانة لأسباب عدة :**

✓ لاتستطيع معرفة ال segregation داخل الخرسانة وهي بلأصل لا تستطيع الكشف عن ما هو موجود داخل الخرسانة كما في الشكل رقم a

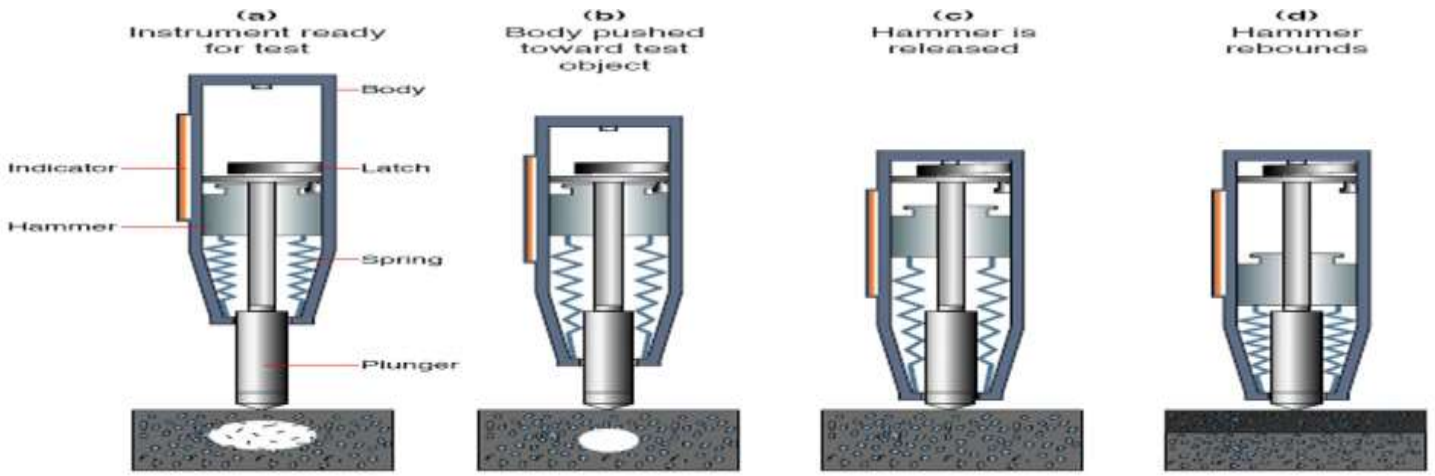
✓ تقيس السطح الخارجي فقط :

✓ فمثلا الضربة (الإرتداد) قد تكون على حصى aggregate أو على حديد التسليح فتعطي strength أعلى أو قد تكون على فراغات هوائية فتعطي strength أقل كما في الشكل رقم b

✓ في حالة كان السطح الخارجي للخرسانة أصلب من السطح الداخلي فسوف تعطي قرائة خاطئة بشكل أكبر من القيمة الحقيقية كما في الشكل رقم d

✓ الخرسانة مع الزمن تتعرض ل Co2 وعند تفاعله مع الماء ينتج كالسيت الحجر الجيري فيعطي قيمة أعلى ايضا

- ❑ **لحل المشاكل أعلاه نأخذ قراءات عديدة على الأقل 10 قراءات وبحد 25-25 قراءة ونأخذ المتوسط للقرائات ونحذف القراءات الغير منطقية(الكبيرة والصغيرة)**



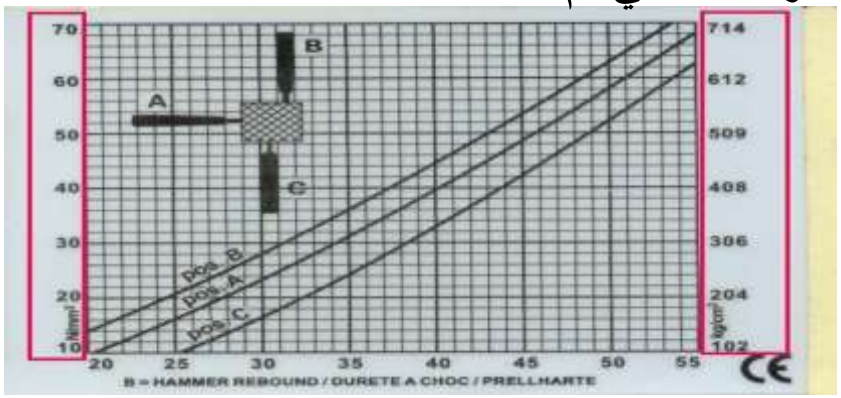
تكون القراءة في والوضع الطبيعي ومقبولة كما الشكل رقم c

Rebound Hammer

- ال scaler الذي في الجهاز يعطي رقم ويسمى ب rebound number
- في الرسم البياني أدناه توضح العلاقة بين rebound number و str
  وهو الجدول الذي أستطيع منه معرفة ال strength
- القراءة تختلف حسب نوع وقوة الضربة فمثلا

اذا ضربت الضربة أفقيا وزن الجهاز لا يساعد في الضربة , اما اذا ضربت عاموديا فلوزن سوف يساعد

- في المنحنى تدرج الأرقام على محورx-axis هو متوسط القراءات التي تم اخذها AVG
- الرموز التالية الموجودة في المنحنى :

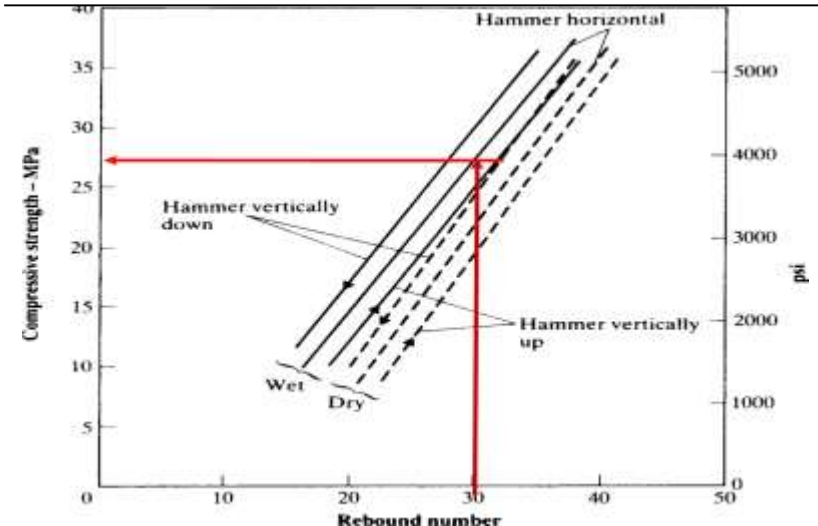


A : سطح أفقي Horizontal hammer

B : سطح عامودي Vertical down wards الأرضية

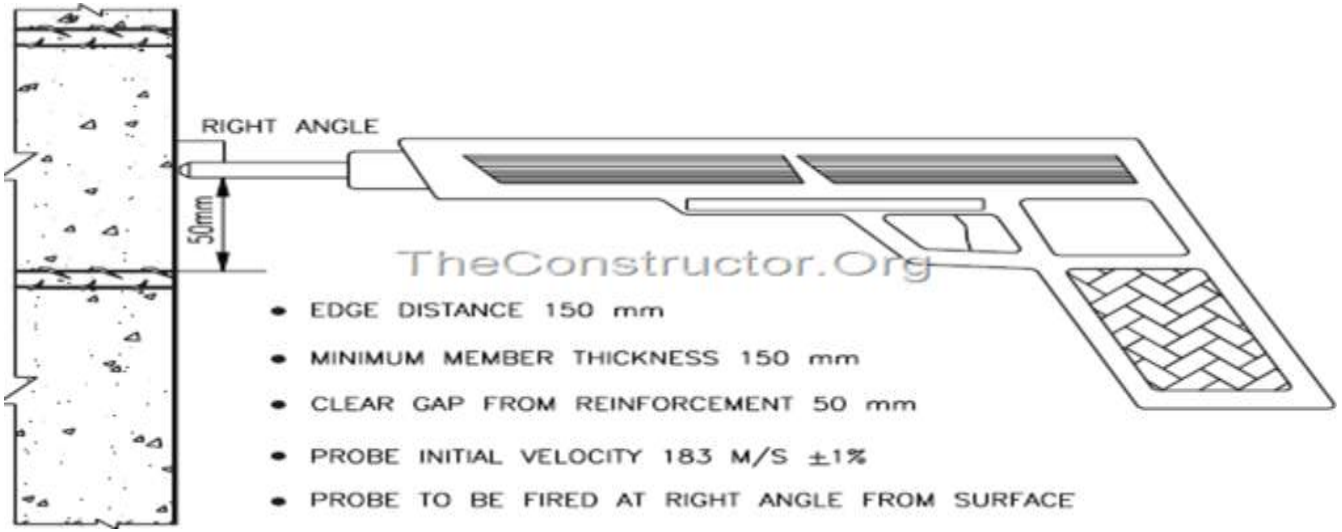
C : Vertical down wards السقف

يجب معرفة وين بدي أقيس a/b/c لمعرفة أي منحنى سوف استخدم



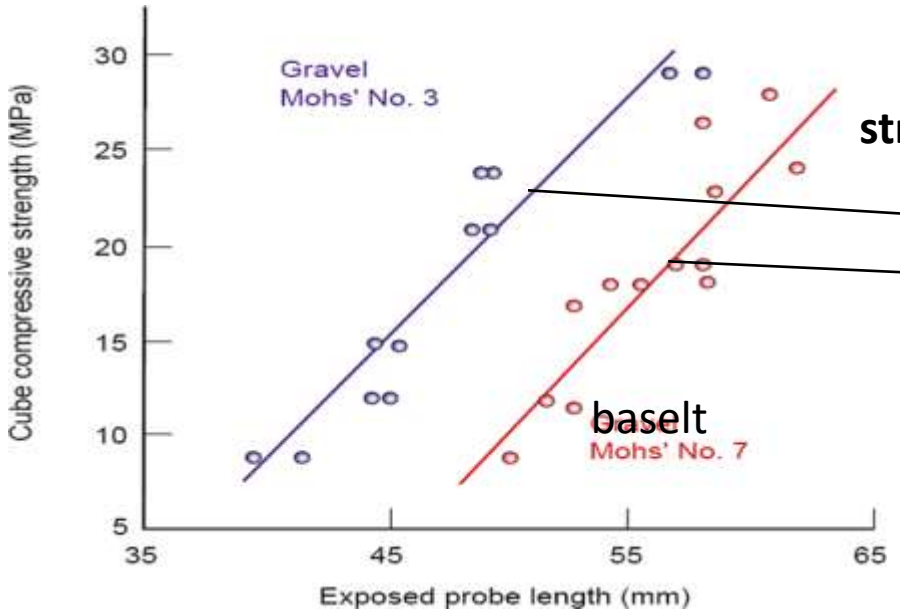
- من العوامل المهمة التي تؤثر في الحالة الخرسانة إن كانت الخرسانة Dry or Wet حيث أنها تؤثر على الإرتداد والنتائج
  فمثلا لو كانت العينة Wet الجواب 27
  ولو كانت العينة Dry الجواب 22 تقريبا
- هذه الطريقة غير معتمدة للقبول أو الرفض بل الطريقة المعتمدة هي طريقة ال core
- من فوائد هذا الإختبار : check for quality

Windsor Probe Penetration Resistance



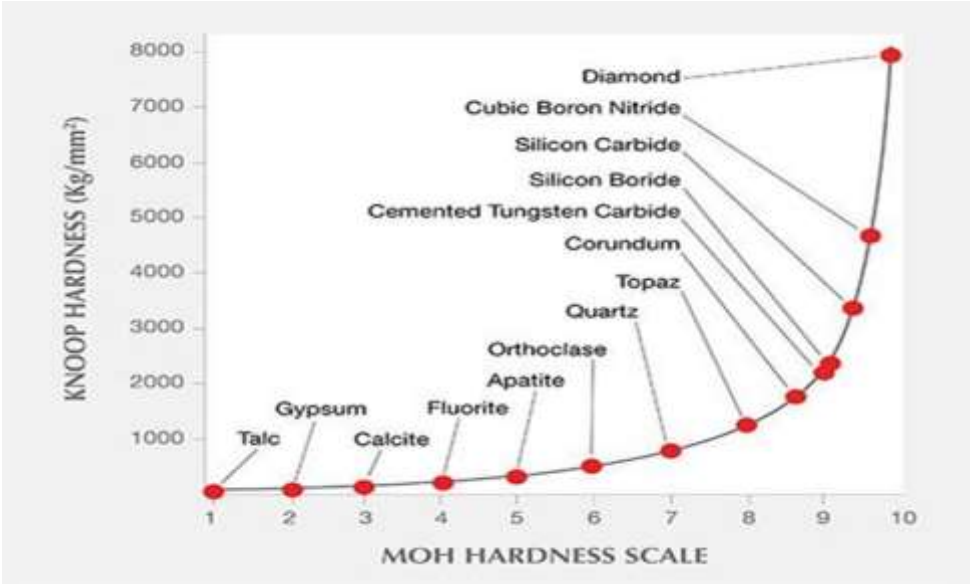
- ❑ أكثر دقة من Rebound Hammer ولكنه أخطر لذلك فهو نادر الإستخدام
- ❑ جهاز يشبه المسدس يطلق مسمار يدخل الخرسانة وكل ما كانت الخرسانة أقوى يدخل مسافة أقل
- ❑ وبعدها نقيس طول الجزء الخارج ويسمى الطول الظاهري (Exposed length) ويكون طوله بلعادة 100mm
- ❑ كل ما زاد الطول الظاهري كانت ال strength أعلى
- ❑ يجب أخذ الحيطة والحذر عند الإستخدام فمثلا :
  - ✓ عند اطلاق المسمار من الممكن ان يركب على حديد التسليح
  - ✓ اذا كانت الخرسانة ضعيفة فإن المسمارسيخرج من الجهة الثانية

Windsor Probe Penetration Resistance



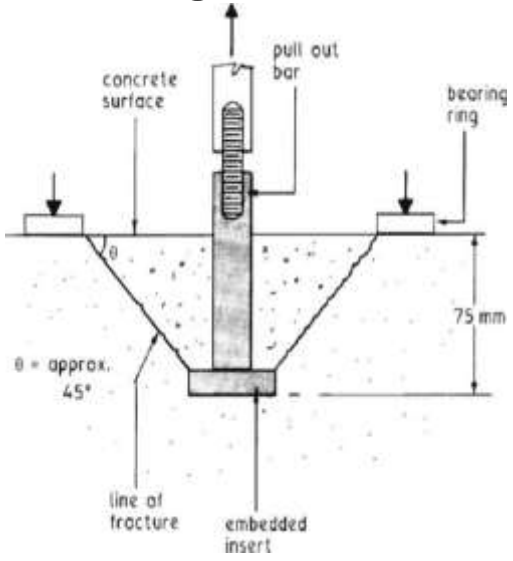
- ✓ عن طريق المنحنى على اليسار أستطيع قياس ال strength
- **ويوجد نوعين :** لونين للمحنى ووضعت أسهم في حالة الأبيض والأسود
- **Blue : soft aggregate**
- **Red : hard aggregate**
- **العلاقة طردية في الجدول**

الجداول التالية ليست للحفظ

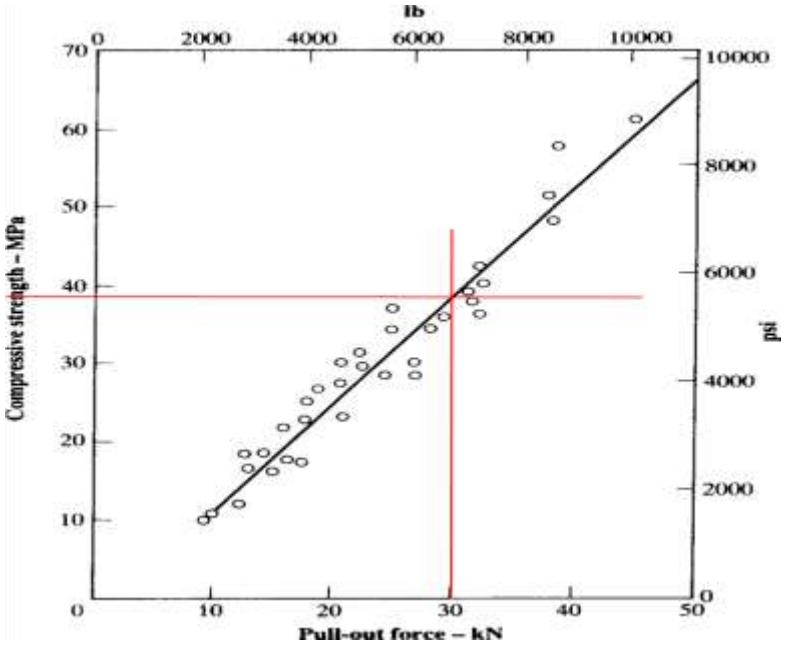


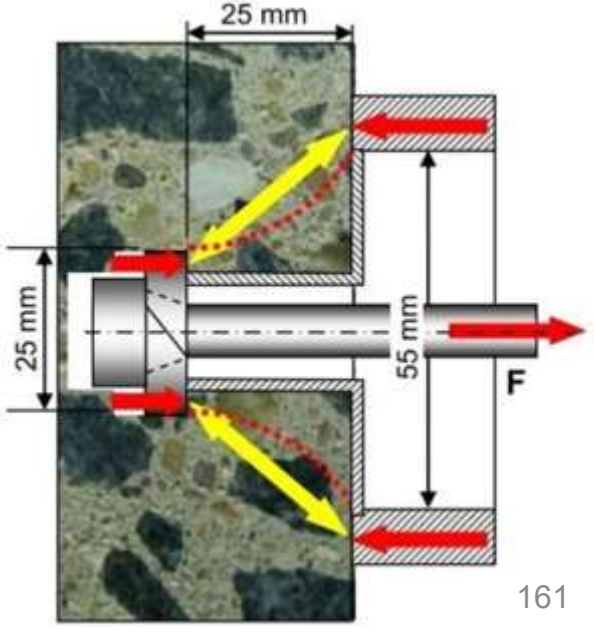
Pull-out Test

- Embedded insert : قطعة دائرية من ال steal ملحومة مع pull out bar تكون مصبوبة داخل الخرسانة ويكون هناك برغي ليربط داخل الخرسانة بلخارج كما هو موضح في الصورة
- ثم نؤثر بقوة تسمى pull out force تبقى تسحب من الخارج حتى تنكسر (تنخلع) الخرسانة على زاوية 45 تقريبا
- ثم نقرء من المؤشر مقدار ال force التي كسرت الخرسانة ونقارنها بلجدول لنعرف مقدار strength
- أكثر دقة من Rebound Hammer & windsor



- عيوبه :
- ✓ بخرب الخرسانة جزئيا (partially destructive)
- ✓ يجب أن تثبت Embedded insert بشكل عامودي وتكون مصبوبة صب





Steel Pull-off Test

يستخدم هذا الإختبار لقياس تماسك حديد التسليح مع الخرسانة

❖ **يتم عمل هذا الإختبار لغرضين :**

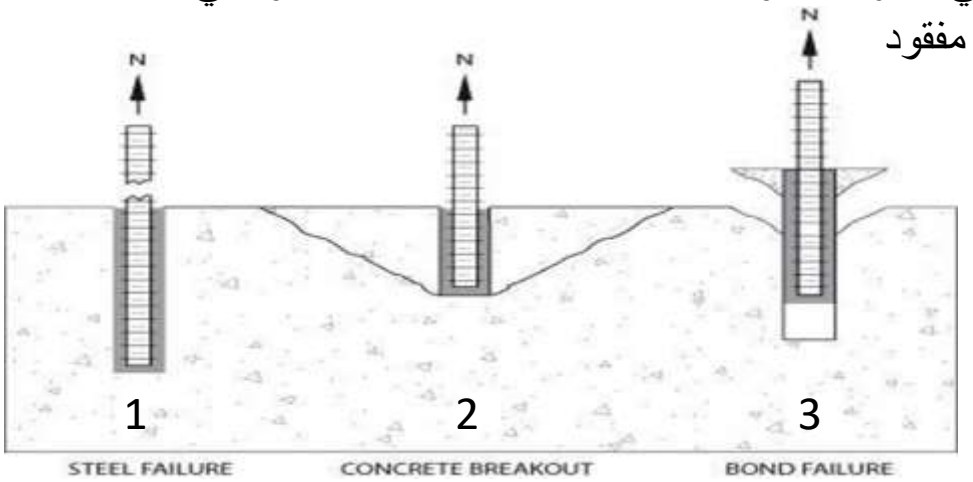
1. من اجل عمل الشروش يجب معرفة كم المسافة التي تلزم لغرس حديد التسليح في الخرسانة فنجري الإختبار واذا كانت النتيجة مثل الشكل 1,2 فلا يوجد مشكلة والنتيجة مقبولة
2. عند استخدام حديد غير طبيعي في البناء وأريد أن أعرف development length الطول الأقل الذي يلزم لغرس الحديد ليكون امن نستخدم هذا الإختبار

❖ طريقة الإستخدام :

نفس الطريقة السابقة ولكن يصب الخرسانة حولين حديد التسليح وبخلع الحديد من الخرسانة

❖ سوف ينتج ينتج ثلاث أنواع من الكسر : (أنظر للشكل)

1. حديد داخل في الخرسانة بلطول الكافي وقوة التماسك صحصحة 100% (steel failure) وتعني أن ال bound قوي فينكسر السيخ
2. يكسر جزء من الخرسانة والجزء الاخر يبقى في الخرسانة قوة التماسك صحصحة 100 % وتعني أن ال bound قوي
3. ينسحب سيخ الحديد بلكامل ويعني أن التماسك مفقود



Cover meter / pachometer / R-meter

- MAGNATIC
- Locates the position of steel bars.
- Measures spacing.
- Measures the cover to steel bars.
- Get approximate value for the diameter.

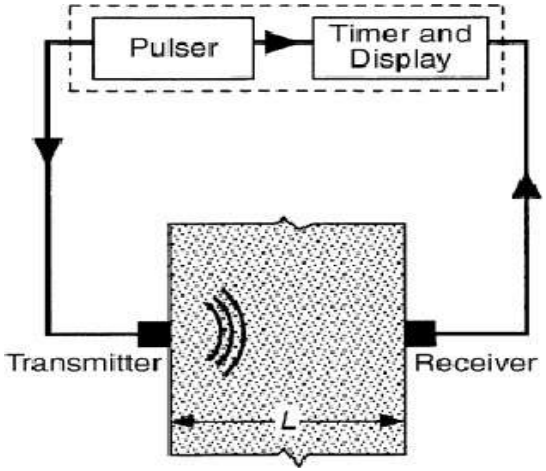
- ✓ جهاز يوضع على الخرسانة يطلق موجات مغناطيسية بمجرد وجود حديد تسليح راح نمشي هذه الموجات داخل الحديد
- ✓ يحتوي الجهاز على مستقبل يستقبل الموجات ومرسل يرسل الموجات
- ✓ الجهاز يحتوي على مؤشر يعطي مقدار القوة المغناطيسية التي التقطها
- ✓ كل ما كانت مسافة المرسل والمستقبل الى حديد التسليح أقرب كانت مقدار القوة المغناطيسية أعلى وهكذا نستطيع معرفة مكان حديد التسليح
- ✓ عندما يكون المؤشر أكبر ما يمكن هذا يعني أن الجهاز فوق الحديد مباشرة
- ✓ أهم فائدة له هي معرفة مكان حديد التسليح
- ✓ نستطيع معرفة المسافات بين كل حديد تسليح لكنها طريقة تقريبية فيها نسبة زيادة أو نقصان 0.2 mm

Ultrasonic Pulse Velocity Test

- جهاز كهربائي يرسل موجات فوق صوتية تمر عبر الخرسانة
- ويكون لدينا مؤقت لقياس الزمن الذي تستغرقه الموجات للمرور عبر الخرسانة بوحدة micro second ثم نقوم بحساب السرعة وبعد ذلك نجد قوة الخرسانة من خلال منحنى
- أكثر الأجهزة دقة لأنها تمر من خلال الخرسانة أي يعني قد مرت عبر الفراغات الهوائية .

$$\text{Velocity} = \frac{L(Between\ Transducer)}{T(\mu sec)}$$

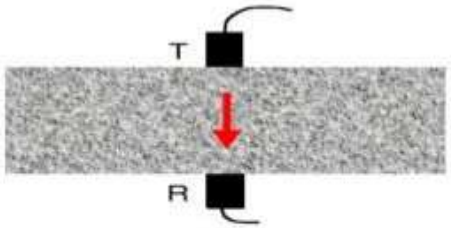
- Higher velocities indicate good quality and continuity of the material, while slower velocities may indicate concrete with many cracks or voids .
- Pluses are transferred through concrete.
- The higher the velocity, the denser the material and the higher the strength



Ultrasonic Pulse Velocity Test

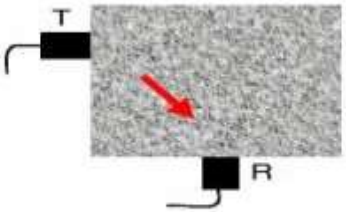
Direction of measurement

Velocity = distance/time (V=L/T)



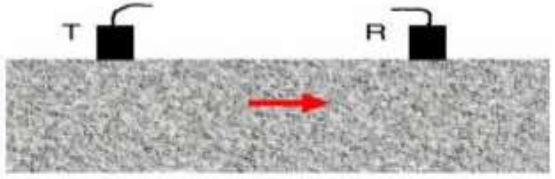
direct

1



semi-direct

2



indirect (surface)

3

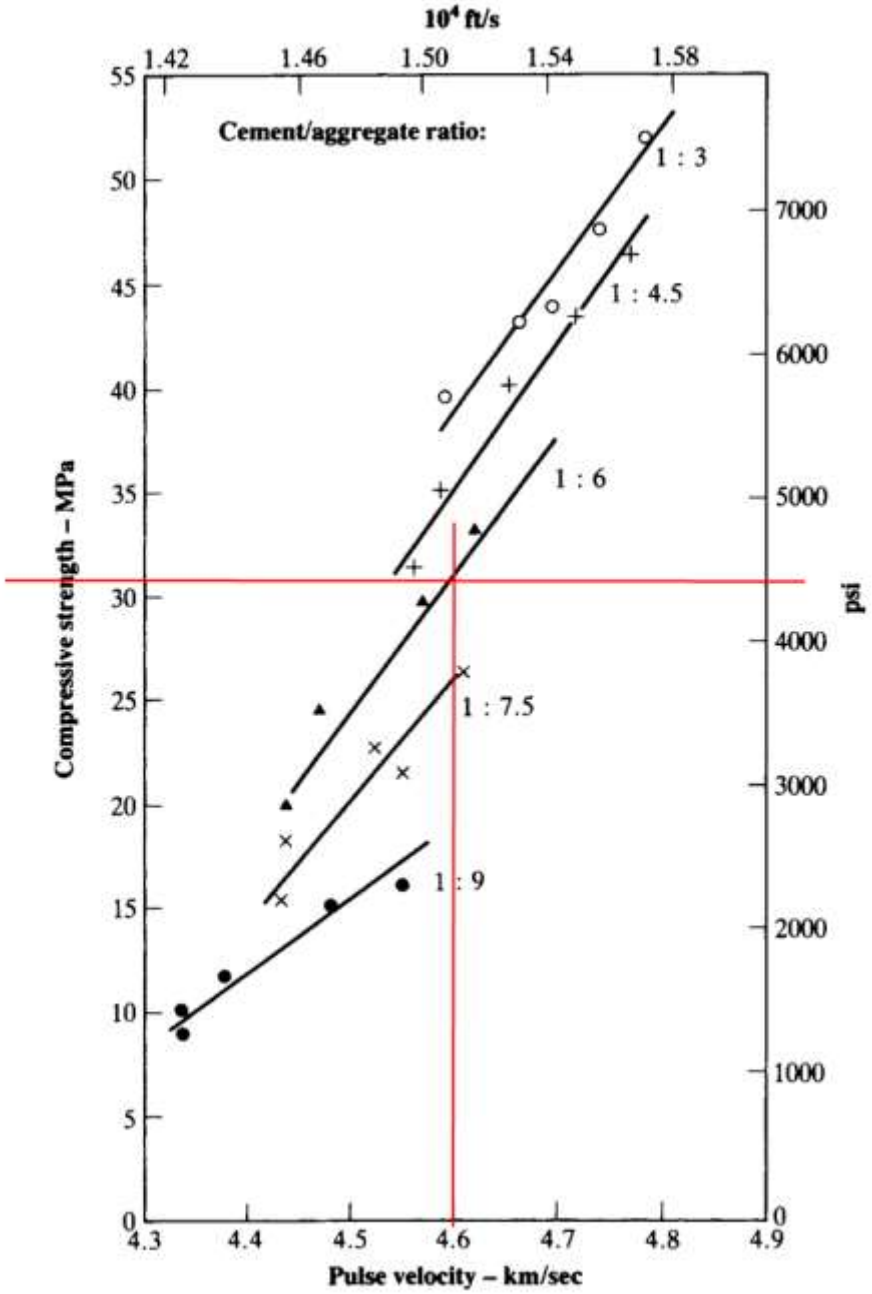
❖ **في الأشكال التالية أعلاه :**

1. **Direct** : تمر الموجات بطريقة مباشرة من خلال الخرسانة كلها بما فيها التعشيش (**الأكثر دقة**)
2. **semi-direct** :أحيانا لا نستطيع وضع ال t,r بشكل متقابل فنضعهم بهذا الشكل مثل في حالات الخزانات (**دقة متوسطة**)
3. **Indirect** : في بعض الحالات كلسطح لا أستطيع وضع ال t,r الى بهذا الشكلفتمثل قراءة السطح فقط **(الأقل دقة)**

❖ **النتائج تتأثر :**

1. نوع العينة SSD or Dry
2. نوع ال aggregate
3. وجود حديد التسليح فمثلا عند مرور الموجات من الحديد فتكون القراءة خاطءة لأن قراءة الحديد أكبر من الخرسانة فنستعين بجهاز ال cover meter لمعرفة مكان حديد التسليح ونبعد عنه

Ultrasonic Pulse Velocity Test



Example

v = 4.6

Calculate cement/aggregate ratio as follows:

Example: Mix proportions per cubic meter of concrete are:

Water 180 kg

Cement 300 kg

Coarse aggregate 1000 kg

Fine aggregate 800 kg

cement/aggregate ratio is

300 /(1000+800) =

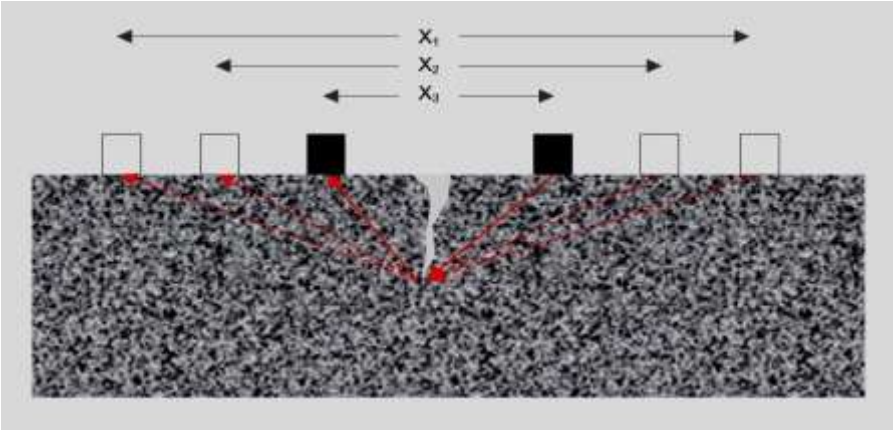
1/6

Ultrasonic Pulse Velocity Test

Depth of Crack

Depth of crack = d, diagonal = L

يستخدم الجهاز في قياس مقدار عمق ال cracks , فنضع t,r حول cracks ثم نستخدم العلاقات الرياضية وفيثاغورس



To simplify calculations, the crack is in the middle of the distances x.

If the depth extends to the end of the concrete, no measurement will be recorded.

Ultrasonic Pulse Velocity Test

Calculations

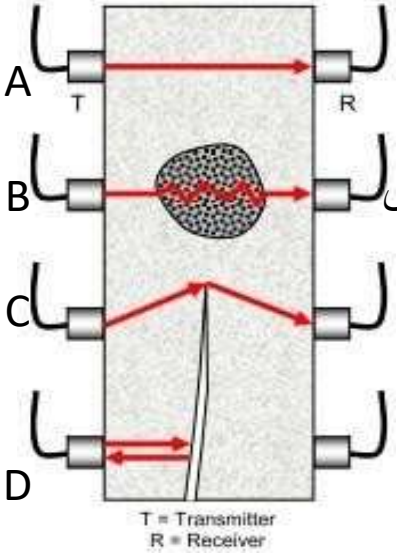
$$V = \frac{2L}{T} = \frac{2\sqrt{d^2 + (\frac{x}{2})^2}}{T}$$

- T in microseconds.
- d is the depth of crack.
- L is the diagonal distance travelled by the waves.
- V is the same in the two measurements.
- You have two equations:
  x = x1 then x = x2 or x3
  Get d.

Ultrasonic Pulse Velocity Test

Check internal voids or cracks.

- **Velocity is highest when it passes through solid concrete.**
- **Internal honeycombing (تعشيش)can be located and repaired.**
- **If the crack is wide, there will be no measurements.**



كيف أستطيع معرفة ان كان في الخرسانة تعشيش أو Cracks ؟ انظر للشكل

A) السرعة تكون عالية أي لا يوجد تعشيش يخرب على قراءة الجهاز

B) عندما تمر الموجات خلال الفراغات الهوائية السرعة سوف تبطئ وبلتالي وقت أكبر وقراءة أقل

C) يوجد Cracks وبلتالي وقت أكبر وسرعة أقل

D) لا يوجد قراءة وهنا نستنتج أن حجم Cracks كبيرة

Ultrasonic Pulse Velocity Test

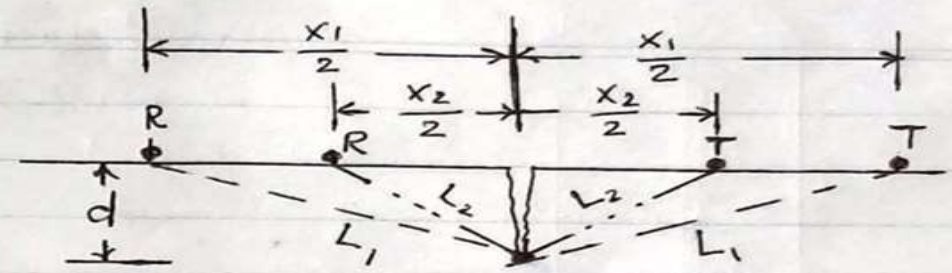
Example dr hisham

Determine crack depth (d)

T = transmitter

R = receiver

x_1, x_2 are measured



$$L_1 = \sqrt{d^2 + \left(\frac{x_1}{2}\right)^2} \quad , \quad L_2 = \sqrt{d^2 + \left(\frac{x_2}{2}\right)^2}$$

Assume that T_1 = Time measured in readings 1 ($x = x_1$)

" " T_2 = " " " " " 2 ($x = x_2$)

$$V = \frac{\text{Length}}{\text{time}}$$

Then $$V_1 = \frac{2L_1}{T_1} = \frac{2\sqrt{d^2 + \left(\frac{x_1}{2}\right)^2}}{T_1}$$

and $$V_2 = \frac{2L_2}{T_2} = \frac{2\sqrt{d^2 + \left(\frac{x_2}{2}\right)^2}}{T_2}$$

As concrete is the same in the two measurements,

then $V_1 = V_2$

Get d.

Ultrasonic Pulse Velocity Test

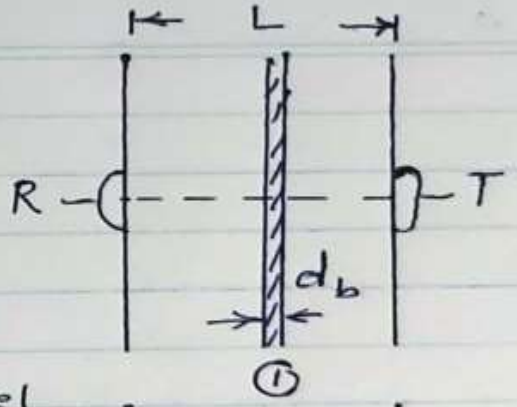
Determine diameter of steel bar:

In ③ $V_c = \frac{L}{t_c}$ t_c = time in concrete free of steel

In ① $t = t_{conc} + t_{steel}$

$= \frac{L - d_b}{V_c} + \frac{d_b}{V_{steel}}$

Get d_b ; V_{steel} ≅ velocity in steel

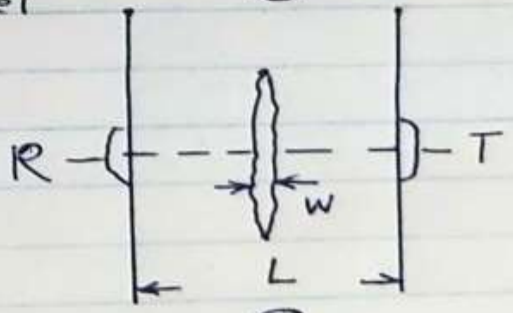


Determine width of crack (w)

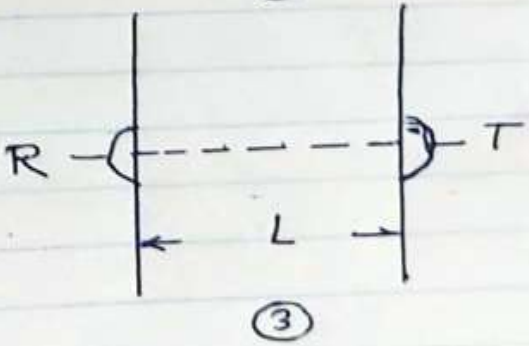
In ③ $V_c = \frac{L}{t_c}$

In ② $t = t_{conc} + t_{crack}$

$= \frac{L - w}{V_c} + \frac{w}{V_w}$



V_w is the velocity in air if the crack is fill with air (dry concrete) and is the velocity in water if the concrete is SSD.



H. Qasrawi

Hisham Qasrawi

Ultrasonic Pulse Velocity Test

Questions for Discussion (USPV)

- How are the results of the USPV measurements are affected in each of the following cases:
- **1. Presence of steel bars in the path of waves ?**

Decreases time , increases velocity

- **2. Difference in results when the same concrete is measured dry and saturated surface dry ?**

If the measured SSD the velocity increases than Dry

- **3. The use of basalt aggregate instead of limestone in the same concrete ?**

The hardness for basalt more than from limestone so the velocity will be increases

- **4. Presence of honeycombed areas in the path of waves ?**

honeycombed areas increases then in water and decreases than in concrete

Production of Concrete

Production Steps

BATCHING
تحضير الكميات

MIXING
خلط الكميات

DISPATCHING
(HANDLING)
التوصيل

TRANSPORTING
النقل

POURING
صب الخرسانة

COMPACTING
رج الخرسانة

FINISHING
الانتهاء من السطح

CURING
المعالجة (الري)

NOTE : Concrete must be workable during all the steps of production.

Batching

يمكن تحضير الكميات بطريقتين :

- ❑ **في الموقع at site**
  Weight method : عن طريق الوزن kg (الطريقة الأدق)
  Volume method : عن طريق الحجم (بلتنكة)

- ❑ **في المصنع خرسانة جاهزة ready mixed concrete**
  Weight method

- ✓ Volume method : طريقة التنكة هي طريقة فاشلة لأن ال aggregate ليست متساوية فلخلطة تصبح غير متجانسة

- ✓ في حال عدم توفر ميزان نستطيع إستخدام طريقة التنكة ولكن بطرق هندسية فمثلا نثبت حجم التنكة وليكن 20 لتر , والعمال يعبي التنكة على أساس lose
  حسب المواصفات الأردنية :
- ✓ يمنع تحضير الخرسانة عن طريقة التنكة اذا كانت strength أكبر من 25 MPA

- ❖ **Generally, volume batching should not be allowed in structural concrete, i.e. strength above 25MPa according to Jordanian code for reinforced concrete.**
- ❖ **In Jordan, you can use it only for nonstructural concrete (Volume method) of strength below 20MPa.**

Batching

Example on volume batching :

Assume that the mix proportions are :

Cement 400 kg , water 200kg , CA 1000 kg , FA 800kg , per each cubic meter of concrete

Assume that the workers use 20 litre measures

The sack of cement weight 50 kg (حفظ 50 كيلو) شوال الإسمنت

For each sack of cement :

$\frac{50}{400} = \frac{1}{8}$ (ratio of 1 sack to total)

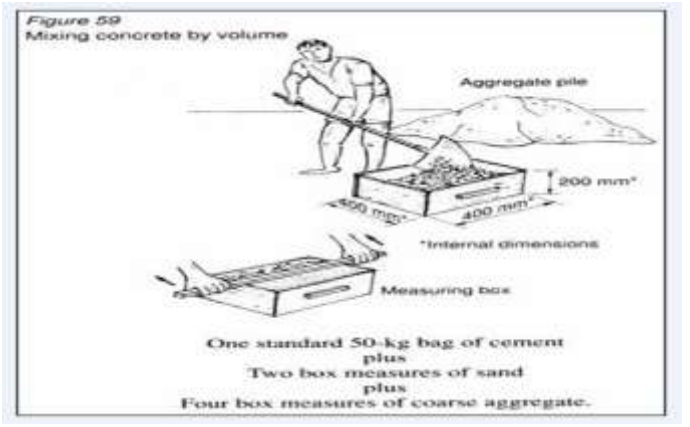
Then the weights per 1 sack are : نضرب الريشيو الناتج بلارقام المعطاة

Water : $\frac{1}{8}$ * 200 = 25 kg

FA : $\frac{1}{8}$ * 800 =100 kg

CA : $\frac{1}{8}$ * 100 = 125 kg

The mixer will include that weight



Assume lose density for CA =1250 kg/m³ , FA =1400

Water = $\frac{25}{20}$= 1.25

Volume CA = $\frac{125}{1250}$ = 0.1 m³ = 100 liter measures = $\frac{100}{20} = 5$ تنكات

Volume FA = $\frac{100}{1400} = 0.071$ = 71 liter measures = $\frac{71}{20}$ = 3.5 تنكة

نقرب الأقرب الى 0.5 وبلعادة ←
نقرب الى أصغر وليس أكبر

Mixing

- While mixer is running on,
  - ✓ start with coarse aggregate, followed by fine aggregate, then add some water for absorption.
  - ✓ then gradually add cement and finally add water gradually to the mix while the mixer is rotating .
- Mix for the correct time
- Standard ideal mixing (ideal for labs and experiments):
  - ✓ Mix for 3 minutes, stop the mixer and rest for 3 minuets. Start the mixer and continue for 2 minutes.
- ✓ In sites, mix until the mix is homogeneous and uniform.

Minimum mixing time

Capacity of mixer		Mixing time, min
m^3	yd^3	
0.8	up to 1	1
1.5	2	$1\frac{1}{4}$
2.3	3	$1\frac{1}{2}$
3.1	4	$1\frac{3}{4}$
3.8	5	2
4.6	6	$2\frac{1}{4}$
7.6	10	$3\frac{1}{4}$

ACI 304R–00 and ASTM C 94–05.

- ✓ أقل زمن مسموح للخلط هو دقيقة
- ✓ كل ما كانت ال workability أعلى زمن الخلط أقل
- ✓ كل ما قل الزمن كل ما قلت التكلفة

الخلط اليدوي :

- ✓ غير مسموح للأغراض الإنشائية
- ✓ مسموح للأعمال غير الإنشائية

- الهدف منها هو جعل الخرسانة تصبح homogenous & uniform
- وقت الخلط يكون كلاتي :

3 minutes (mixing) then 3 minutes (stop) then 2 minutes (mixing)

ثم نكرر هذه الالية حتا تصبح الخرسانة متناسقة

- الية الخلط :

1. نضيف المواد الخشنة في الخلاط CA
2. نضيف المواد الناعمة FA
3. نضع الماء الذي تم حسابه لغاية ال absorption
4. نضيف الإسمنت تدريجيا حتى لا يصبح كتل
5. نضيف الماء تدريجيا
6. نبدأ عملية الخلط بمجرد الإنتهاء من اضافة الكميات

- الذي يحدد تجانس الخرسانة هو فحص workability (slump)
- كل خلاطتين يكون لهم خلاطة احتياطية في الموقع (ثلاث خلاطات لهم خلاطتين احتياط)

Mixing

Uniformity of Mixing

لمعرفة كفائة الخلطة الخرسانية : ويجب تحقق الشروط الستة لتكون الخلطة مقبولة

(a) density of concrete: 16 kg/m^3 (1 lb/ft^3)
(b) air content: 1 per cent
(c) slump: 25 mm (1 in.) when average is less than 100 mm (4 in.), and 40 mm (1.5 in.) when average is 100 to 150 mm (4 to 6 in.)
(d) percentage of aggregate retained on 4.75 mm ($\frac{3}{16}$ in.) sieve: 6 per cent
(e) density of air-free mortar: 1.6 per cent
(f) compressive strength (average 7-day value of 3 cylinders): 7.5 per cent.

A) Density of concrete :

الكثافة يجب أن تكون أقل من 16 نأخذ كثافة الربع الأول d1 وكثافة الربع الأخير d2 ويجب أن يكون d1-d2 أقل من 16

B) air content :

يجب أن تكون air content لا تتجاوز 1% والهواء الذي نقيسه هو entrained

C) slump :

لها ثلاث حالات : اذا كانت الخلطة low الفرق المسموح 1cm , اذا كانت الخلطة meduim الفرق المسموح(-+) 2cm , اذا كانت الخلطة high الفرق المسوح 3cm

D) percentage of aggregate retained :

نأخذ عينتين من الربع الأول والأخير ونضعهم على المنخل 4.75 mm , الفرق بين العينتين يجب أن لا يتجاوز نسبة 6 %

E) density of air free mortar :

نإخذ عينتين من الربع الأول والأخير والفرق بينهم لا يجب أن يزيد عن 1.6%

F) comp strength :

نأخذ عينتين من الربع الأول والأخير ثلاث عيانات لكل ربع ونضعهم في قوالب استطوانية وعند اليوم السابع نكسرهم ونأخذ المتوسط ويجب أن لا يزيد الفرق بين المتوسطين عن 7.5%(الإختبار الوحيد الذي يطبق علىhard concrete)

Mixing
Batch plant
ready mixed concrete

❖ مميزات سيارات الخرسانة الجاهزة :

✓ أكثر دقة في تحديد الكميات لأنها تستخدم طريقة الوزن

✓ توفر الوقت

✓ تكون الخلطة متجانسة

✓ مساحة العمل أقل

❖ في كل سيارة الحد الأعلى لكمية الخرسانة هو 8 متر والأدنى هو 3 متر

❖ تبقى الخلاطة شغالة لغاية الوصول للموقع

❖ يجب أن لايزيد وقت بقاء الخرسانة في الخلاطة عن ساعة ونصف

❖ اذا كان الموقع بعيد يتم وضع الكميات في السيارة كما هي وعند الوصول للموقع يتم اضافة الماء ويبدأ الخلط

❖ أي خرسانة تنهي زمن IST يمنع صبها

❖ قد تواجه مشاكل في سيارات الخرسانة الجاهزة :

✓ المشكلة الأولى زمن الشك setting time ولحل هذه المشكلة نضيف admixture(retarder) فيعمل على تأخير زمن الشك

✓ المشكلة الثانية مع طول المدة على الطريق فنضيف Super plasticizers وذلك لزيادة workability

Transporting

- ❖ يجب أن يكون الصب سريع ومستمر
- ❖ يجب ضمان عدم حدوث segregation & bleeding
- ❖ عملية النقل ممكن أن تؤدي الى تبخر الماء مسببة نقص ال workability

- ❖ طرق نقل الخرسانة :

1) By hand : عن طريق التنكة ويجب أن توصل بشكل سريع وهي غير امنة وخطرة على العمال
2) By Buggies: (العربة) يجب أن تكون حركتها على ارض مستوية حتى لا يحدث segregation
3) Belt conveyor : (حزام ناقل) يستخدم في المشاريع الكبيرة والضخمة وهو غالي الثمن ويستخدم للمسافات البعيدة مثل *سد الوحدة* (حفظ)
4) By chute : يوصل الخرسانة من مكان عالي الى مكان منخفض أقل من 1.5 متر ثم تتحرك الخرسانة

Hand

buggies

conveyor

chute

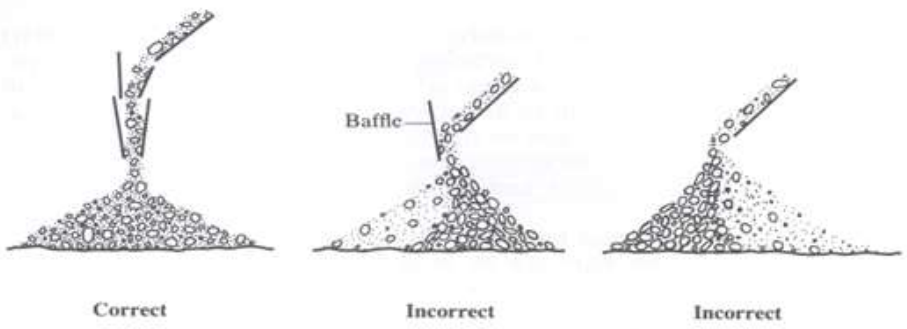
Dispatching

- **Ensure there is no segregation or bleeding.**
- **Concrete must not be allowed to drop freely more than 1.20m according to ACI or 1.50 m according to Jordanian.**

- هناك ارتفاع معين حسب المواصفات الأردنية يتم إنزال الخرسانة منه هو 1.5 والهدف كي لا يحصل

segregation or bleeding

- **حسب المواصفات البريطانية الارتفاع 1.20 والأمريكية 4ft**
- يجب أن يكون ميلان عند أي خلطة مستخدمة ميلان أفقي أو عامودي والزاوية يتم تحديدها حسب التشغيلية
- **يمكن الخلط بعدة طرق :**
  - ✓ **خلط يدوي**
  - ✓ **خلاطة عادية**
  - ✓ **السيارات الجاهزة**



Pouring(casting)

- ❖ شروط الصب : no segregation , no bleeding
- ❖ يجب أن يكون سماكة الطبقات متماثلة مع الرج
- ❖ يجب أن يكون الصب سريع ومتواصل
- ❖ بمجرد البدء يجب الإستمرارية في الصب حتى النهاية ؟ لعدم حدوث فاصل صب (cold joint)
- ❖ واذا اطريت أصب لتجنب cold joint نخشن الطبقة القديمة ونستخدم bonding admixture بحيث تساعد على التصاق الطبقتين
- ❖ بعد إنتهاء الصب اذا رجعت صبيت لا يلتحم الباطون وتسمى (construction joint)
- ❖ لا يتم الصب على ارتفاع أكثر من 1.5 حسب المواصفات الأردنية أو 1.2 حسب المواصفات البريطانية

- Make sure
  - No segregation
  - No bleeding
  - Layers thickness should sufficient for compaction
  - No cold joints during

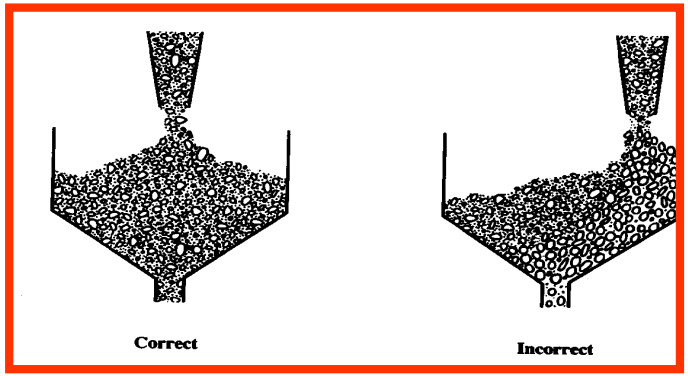
Pouring(casting)

طرق الصب :

1. By hand

- أغلب الأعمدة (columns) يكون ارتفاعها 3 متر
- الصب من هذا الإرتفاع غير مقبول لأنه يسبب segregation
- لتجنب هذه المشكلة:
  - ✓ يتم الصب على طبقتين عن طريق عمل شباك (فتحة صغيرة) 0.5*0.5 على ارتفاع 1.5 متر
  - ✓ ويتم صب الطبقة السفلى ثم نغلق الفتحة ونصب نصب العامود من الأعلى
- ولكن عمل الفتحة بلخشب (الشباك) طريقة غير مقبولة ايضا
  - ✓ لذلك نستعمل flexible drop chute يكون لها قطر مناسب تختلف باختلاف ال workability
  - ✓ يجب أن يكون الصب بشكل عامودي

Pouring(casting)



طرق الصب :

By chutes (2

يتم اختيار الزاوية حسب ال workability

By Pumps (3

عند استخدام المضخات يجب مراعات الإرتفاع أن لا يزيد عن 1.5 متر لكي لا يحدث تعشيش , واذا حدث تعشيش يصبح العامود يشبه خلية النحل honey comped

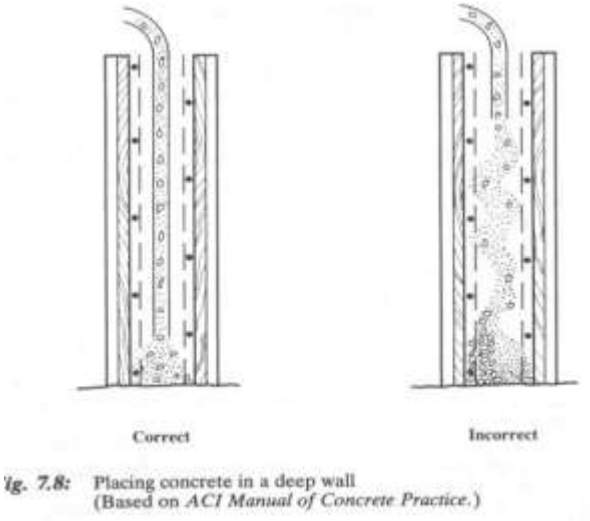
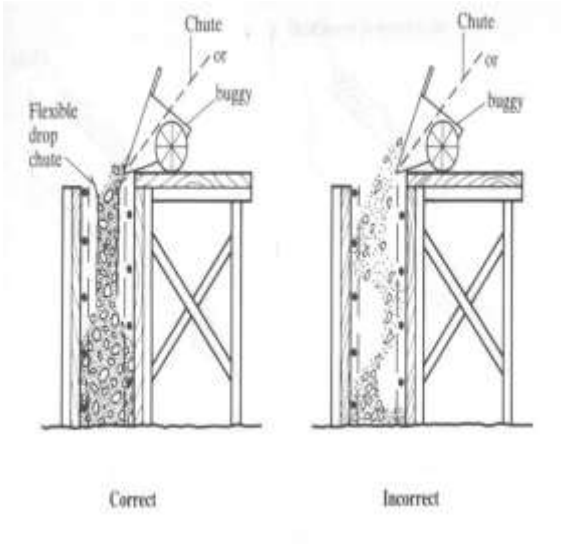


Fig. 7.8: Placing concrete in a deep wall (Based on *ACI Manual of Concrete Practice.*)



Compacting

Used to get rid of entrapped air and force the particles into closer configuration. This concrete will have

High strength , High durability , Low permeability

- ❖ **هي عملية طرد الهواء من الخرسانة للحصول على كثافة أعلى وهي من أهم العمليات**
- ❖ **عند طرد الهواء (air entrained) تزداد كثافة الخرسانة وبلتالي تزداد القوة وتقل النفاذية مما يمنع صدأ الحديد**
- ❖ **هناط طريقتين للدمك (الرج) :**

✓ **Manual compaction :**

يتم بواسطة اليد بإستخدام (rod) قطره 25 mm ويتم توزيع الخرسانة على شكل طبقات وضرب كل طبقة 25 ضربة

✓ **Mechanical compaction :**

ينقسم الى قسمين

- **Internal vibrators**
- **external vibrators**

Divided to :

1) External FORM vibrators

يستخدم للأعمدة والجدران وتتم عن طريق وضع جهاز رج على العامود أو الجدار من الخارج

2) External TABLE vibrators

يستخدم في حالة خرسانة مسبقة الصب (pre cast concrete) وتمم عن طريق طاولة عليها رجاج

ويستخدم في مصانع الخرسانة الجاهزة سابقة الصب

Compacting

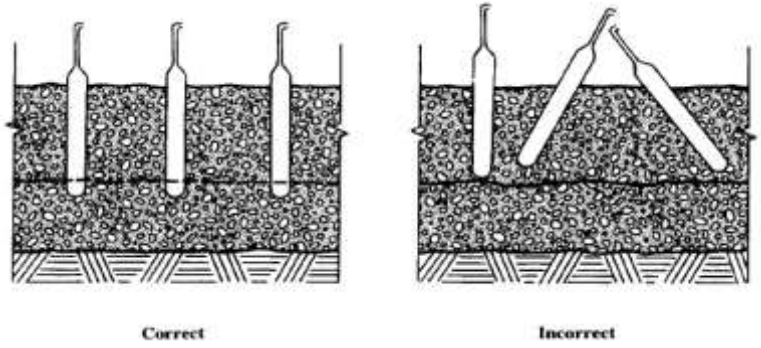
Internal vibrators

- يستخدم في هذه الطريقة جهاز يسمى (poker vibrator) وهو جهاز رجاج له خرطوم يوضع داخل الخرسانة وعند تشغيله تبدأ فقاعات الهواء بلخروج ويدخل الماء مكانه ويكون تأثيره على شكل دائري

- وقت الرص يعتمد على ال workability لذلك يجب أن يزيد وقت الرص كثيرا كي لا يحدث segregation
- يكون ارتفاع الرص بلعادة من (5-10 cm) ويجب أن تكون طبقة الخرسانة المراد رصها أصغر من ارتفاع رأس الرجاج
- يجب أن يكون الرجاج موضوع بشكل عامودي بزاوية 90
- يكون الرص على طبقات لذلك عند رص أول طبقة والبدأ برص الطبقة الثانية نجعل الجهاز يدخل في الطبقة الثلنية بمقدار 2 cm حتى يمنع تكون فاصل صب
- يجب الإنتباه عند الإنتهاء من خروج اخر فقاعة هواء يجب ازالة الجهاز مباشرة لانه يبدا يخرج اسمنت ويدخل ماء
- يجب سحبه تدريجيا وليس مباشرة كي لا يترك فراغات مكانه
- كل رجاجين لهم رجاج احتياطي واحد

- Ensure that compacting time is correct. Watch air bubbles going out.
- Stop once air bubbles stops and water starts to raise up.
- Start the new position.
- Compaction more than required leads to bleeding and segregation.

>2 cm



Compacting

Special Types of Concrete Based on Compaction

1) Self-compacting concrete

- Concrete of very high fluidity (mobility) and compactability.
- Contains very high quality superplasicizers in addition to viscosity modifying admixtures.

✓ نوع من أنواع الخرسانة تكون ال workability عالية جدا جدا وقد تصل الى zero slump

✓ تتم صناعتها عن طريق اضافة Super plasticizers

✓ عند اضافة Super plasticizers حدث عندي segregation وذلك تم اختراع viscosity modifying

وتعمل على جذب أجزاء الخرسانة عن طريق الشحنات

✓ يكون ال maximum size aggregate يساوي 20 mm

✓ لا تحتاج رج

2) Roller compacted concrete

- Concrete of very low workability. It is constructed and compacted
- using pavement construction equipment. (example)

✓ نوع من أنواع الخرسانة تكون ال workability قليلة جدا وقد تصل الى zero slump

✓ يمكن رصها على مراحل

✓ تستخدم في المشاريع الكبيرة مثل سد الوحدة

Finishing

- **The surface should be as required**

يجب أن يتم إنهاء السطح كما هو في المخططات

- **Rough surface if concrete is to be used for further construction.**

اذا كنت بدي أبني فوق السطح لازم يكون السطح خشن (rough)

- **Smooth surface where required. Do not use dry cement.**

يمنع استخدام الإسمنت الجاف (Using dry cement leads to cracking: Crazing)

- **الغرض منها جعل سطح الخرسانة ناعم ومستوي**
- **اذا كنت بدي أبني فوق السطح لازم يكون السطح خشن (rough)**
- **في حال ما كنت راح أبني أو أصب فوقهم بخليه ناعم (smooth)**
- **هناك عدة طرق لعمل التسوية :**

1) **Hand finishing :** باستخدام المالج
2) **wood beam :** قطعة خشب طويلة ومستقيمة
3) **trowel machine** : ماكينة تسمى (helicopter) لديها مقابض ولديها من الأسفل مراوح تعمل على تسوية السطح ويمكن استخدامها بعد ساعتين أو ثلاث من صب الخرسانة
4) **Exposed aggregate surface** : حصمة ملونة عند انتهاء زمن الشك نضربها (نرشها)بلرمل والماء يقشر الطبقة الخارجية فتظهر الحصمة الملونة
5) **Brush Finish** : تستخدم أثناء IST وتستخدم فرشاة لجعل سطح الخرسانة خشن

Curing of Concrete

- Curing is the process used to continue hydration of concrete and block capillary pores to produce high quality concrete with
- High strength , High durability , Low permeability

- الهدف من هذه العملية :
  - ✓ هي ضمان وصول الخرسانة للقوة المطلوبة بعد 28 يوم عن طريق استمرارية التفاعل بين الإسمنت والماء
  - ✓ لأن الخرسانة بعد صبها تنشف ولذلك تحتاج الى ماء
  - ✓ وحتى تغلق ال capillary pores
- يجب أن تكون المياه المستخدمة في المعالجة صالحة للشرب ول w/c أقل من 0.70
- هناك بعض العوامل التي تزيد من تبخر مياه الخرسانة مما يؤدي الى جفاف الخرسانة : (temperature , wind , humidity)

اذا صار عندي جفاف راح يصير عندي تشققات في الخرسانة (shrinkage) :

- أنواع التشققات :
  - ❑ Autogenous shrinkage cracks :
    - ✓ تشققات طبيعية
    - ✓ تحدث نتيجة تقلص الحجم بسبب تفاعل الإسمنت مع الماء وبلتالي تنخفض كمية المياه في الخرسانة
  - ❑ plastic shrinkage cracks :
    - ✓ تكون عامودية ومتوازية على اتجاه الرياح
    - ✓ تحدث في حال عدم سقي الخرسانة لمدة أكثر من 24 ساعة بعد انتهاء FST
    - ✓ سمكها يتراوح من 1-3 cm وهي غير خطرة ولكن تصليحها مكلف
  - ❑ Drying shrinkage :
    - ✓ تظهر خلال 3 أشهر
    - ✓ سببها مرور مع الجفاف
    - ✓ تمتد من بداية السطح حتى نهايته big cracks / صعبة ومكلفة في التصليح

Curing methods

1) Sprinkle with water :

- **رش المياه**
- **الطريقة الأكثر شيوعا**
- تعتمد على الجو فاذا كان الجو حارا فإن لون الخرسانة سيصبح فاتح وبلتالي الخرسانة جافة
- **من عيوبها :**
- ✓ تحتاج الى كميات كبيرة من المياه
- ✓ وتحتاج الى مراقبة حيث كل ما جفت الخرسانة نعيد عملية السقي

2) Cover with burlap :

نقوم بتغطية الخرسانة **بلخيش** ومن ثم نشبعها بلماء مما يجعل عملية التبخر صعبة

3) Cover with wet sand :

- Useful in hot weather.
- Sand can be reused in construction

- **التغطية بلرمل المبلول**
- طبقة من الرمل سمكها 5-10 سم
- يكون الرمل مشبع بلماء وخالي من الأملاح
- لا تصلح الا للأسطح الأفقية
- يستخدم في المناطق الحارة مثل الكويت

4) Cover with sawdust

- Make sure that it does not contain tanic acid or oxalic acid.
- Not used in Jordan

- **نشارة الخشب**
- طريقة بريطانية الأصل غير مستعملة في الأردن
- بعض الأنواع تحتوي على أحماض ضارة للخرسانة

Curing methods

5) Cover with impermeable membrane:

- التغطية **بلنايلون مثلا**
- يتم رش الخرسانة بلماء ثم نغطيها بلنايلون هكذا نمنع تبخر الماء
- **من عيوبها أنها تسبب تشققات (cracks) في المناطق الحارة لأنها عازلة**

6) Cover with impermeable – curing paints

- تتم باستخدام نوع معين من الدهانات ليشكل طبقة عازلة Form impermeable membranes on the surface of concrete.
- يستخدم في المباني العالية عشان ما ارجع اسقيها Correct application is a must.

7) Pooling :

- عمل بركة عن طريق عمل حواف من الرمل وصب الماء بكميات كبيرة حتى يصبح بركة
- تصلح للأسطح الأفقية

8) Immerse in water :

- الإغراق بلماء
- هي أفضل طريقة
- يتم استعمالها في الخرسانة مسبقة الصب (Precast concrete elements.)

9) Use curing admixture :

- يتم إضافة مواد تعمل على إغلاق ال Capillary pores فتمنع تبخر الماء وتكون فعاليتها 80% تقريبا من فعالية Immerse in water

10) Keep form work in place

- إبقاء الطوبار
- بخلي الطوبار موجود وما بزيله وبغطيه
- فعالة لكن مكلفة

Curing methods

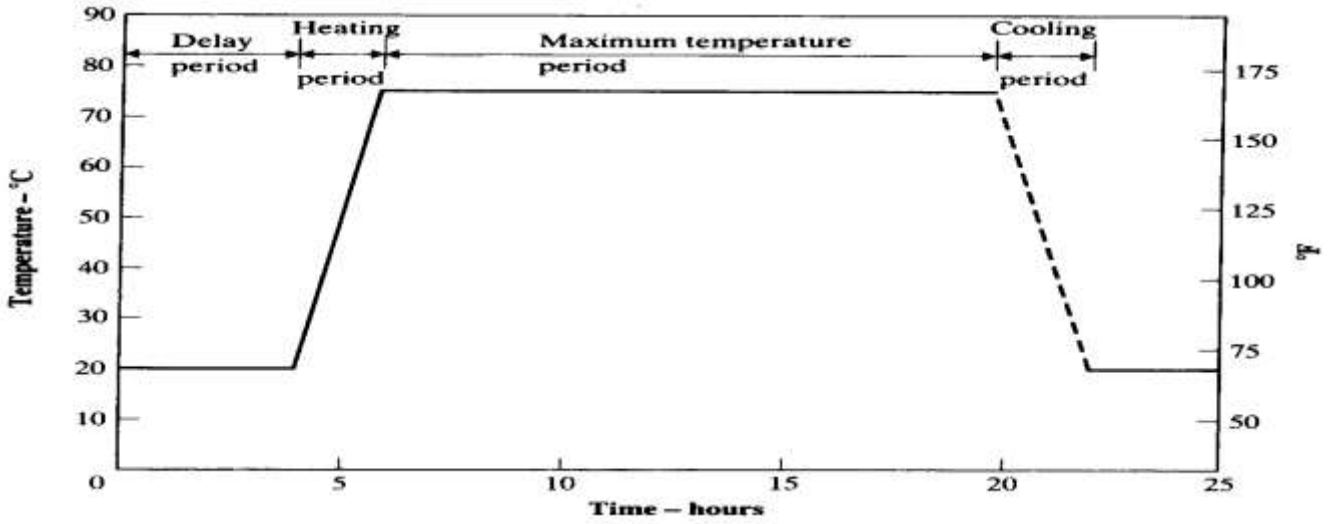
11) Electric Concrete Curing Blankets

- **Useful in cold weather or precast concrete**

غير متوفرة بلأردن , عبارة عن أغطية نغطي بها الخرسانة هذه الأغطية بها أسلاك داخلية قابلة أن تنقل الحرارة بها نظام تدفئة داخلي ونضبط درجة الحرارة كما نريد , فعالة جدا في الأجواء الباردة أو الخرسانة مسبقة الصب

12) Steam curing :

- **السقاية باستخدام البخار**
- تعمل على تسريع التفاعل الكيميائي عن طريق رفع حرارة الخرسانة باستخدام البخار
- تزيد قوة الخرسانة في الأيام الأولى لكنها تقل مع الزمن
- تستخدم في الخرسانة مسبقة الصب Precast
- يجب أن تكون السقاية باستخدام البخار بلتدريج حيث ترتفع درجة الحرارة بلتدريج كي لا يحدث تشققات cracks



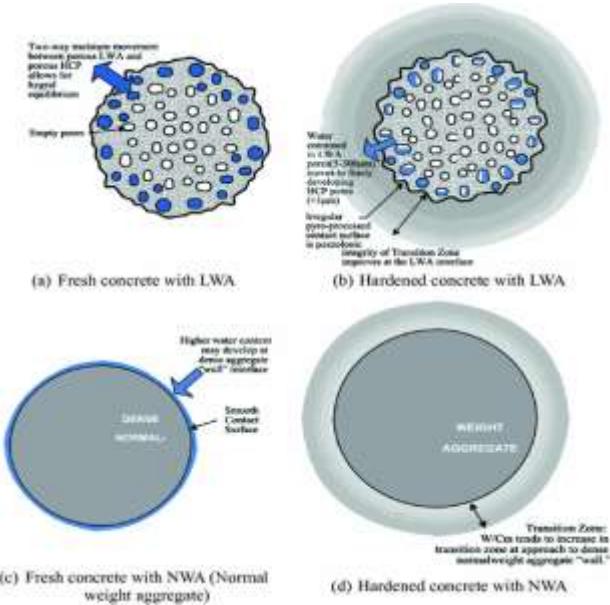
Curing methods

13) Self – curing concrete :

- **خرسانة ذاتية السقي**
- طريقة حديثة تعتمد على إستعمال aggregate درجة امتصاص عالية جدا أو special admixture
- تكون درجة الإمتصاص تتراوح (25 -20 %)
- وبذلك تحتفظ الحصمة بلماء كخزان مياه لأن الإسمنت يمتص أفضل من الحصمة وبلتالي سوف يأخذ الماء منه
- ميزتها :لا تحتاج سقية ولا مي ولا خيش ولا اشي بتصب وبتروح

- Self curing concrete allows ‘internal curing’
  - by allowing for curing ‘from the inside to outside’ through the internal reservoirs: *saturated lightweight aggregates,*
  - *super absorbent polymers, or*
  - *saturated wood fibers (for special concretes)*

- High absorbent light weight Aggregate
- Special admixtures



Curing methods

14) Microwave curing

- A new method for precast concrete elements.
- Microwaves have the potential to deeply penetrate a material, which enables heating from within the material.
- The current technology is suitable for heating medium- thick products.
- concrete can be cured in less than six hours without the use of chemical accelerants. This is almost three times faster than conventional steam and other heating methods, which can take between 12-24 hours

4 Photo of 100 mm concrete cube cast in PEEK mould in microw

- طريقة حديثة جدا
- تستخدم في مصانع الخرسامة الجاهزة **Precast**
- يعتبر أسرع من **steam**
- **24** ساعة **steam** تعادل **6** ساعات **Microwave**

Maturity of Concrete

نضوج الخرسانة

- نضوج الخرسانة ويعني وصولها للقوة المطلوبة دون أي مشاكل
- تعتمد بشكل رئيسي على الحرارة
- الهدف من هذه العملية معرفة الوقت الذي نحتاجه في سقاية الخرسانة
- اذا كانت درجة حرارة الجو أقل من 5 يمنع الصب
- عند درجة حرارة -11 لا يوجد تفاعل
- اذا كانت درجة الحرارة بين -11 الى 5 نضيف admixture (accelerator)

- **The maturity method is a technique for approximately predicting concrete strength based on the temperature history of the placed concrete**
- **Strength increases as cement hydrates.**
- **Higher curing temperatures accelerates hydration and results in higher strength at early ages.**
- **Maturity is a measure of how far hydration has progressed.**
- **Maturity is a time-age relationship**
- **Important to determine when to strike formwork**

Maturity of Concrete

- **The simplest common expression for maturity is**

$$M(t) = \sum (T_a - T_0)\Delta t$$

- where:
  - T_a= average concrete temperature during each time interval

    درجة الحرارة الذي تتم عليها السقاية
  - T_0= temperature below which cement hydration is ceases (stops); mostly taken (-11 C°) DATUM.

    درجة الحرارة التي عندها التفاعل الكيميائي يتوقف وهذه الدرجة هي - 11
  - Δt = time intervals, days or hours
  - Σ = summation of all the intervals of time multiplied by temperature.

Maturity of Concrete

The simple relation between compressive strength and maturity

Strength = A +B log M

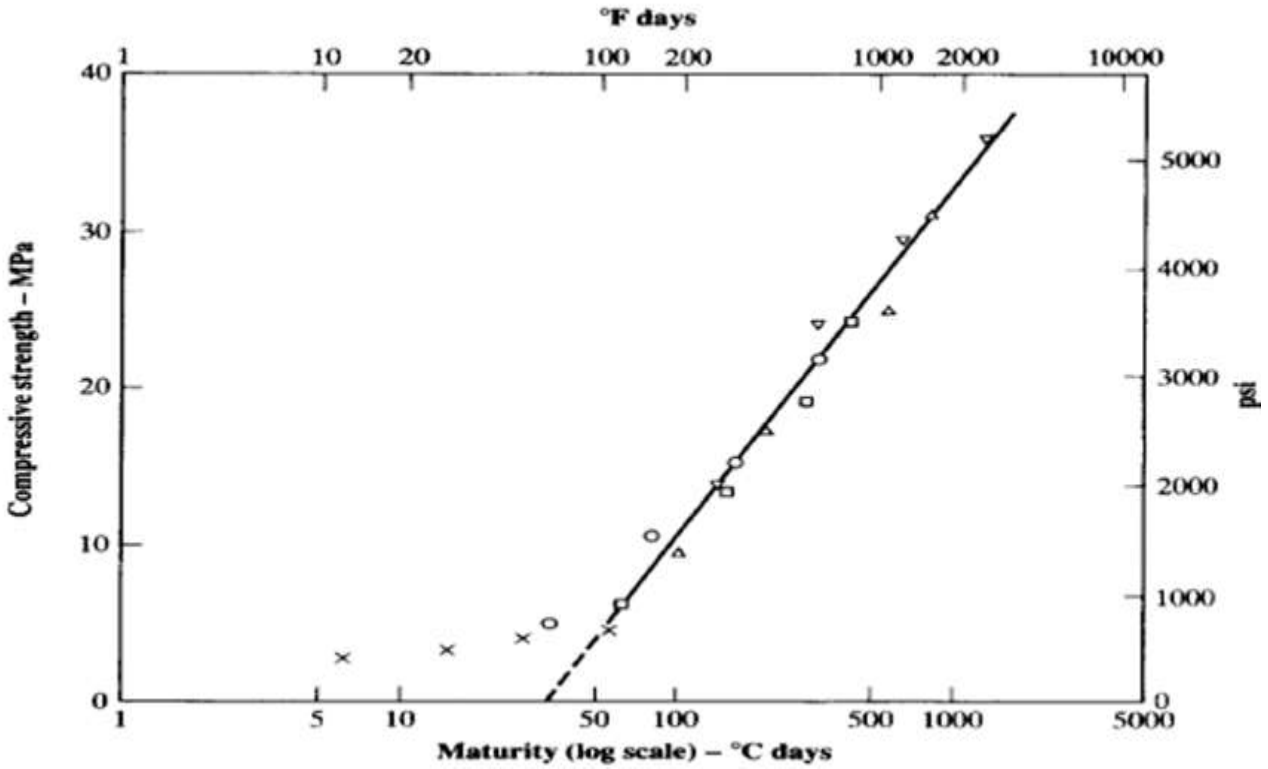
Where:

A: y-intercept , B: slope,

M: maturity (unit) (c . days) حفظ

A and B are constants that value vary according to concrete

اذا طلب السؤال كم يوم نسقي
نستعمل العلاقة أعلاه
وتكون m = temp * age
لا تنسى ضرب العمر



Maturity of Concrete

Example :

- A. Assume that the relationship between strength and concrete is $f'_c = -33+21 \log M$

- B. If the concrete is cured at 27°C, calculate the age when strength reaches 17MPa.

•Assume the cement hydration will cease at - 11°C.

- **Calculate the standard strength.**

A. $f'_c = -33+21 \log M$

$17 = -33+21 \log_{10} M$

$M = 240.4$ °C.days

$M = \sum(Ta-Datum)\Delta t$

$240.4 = (27-(-11)) \times \Delta t$

$\Delta t = 6.32$ days

B. $M = (22+11) \times (28) = 924$ °C.days

It is acceptable to use 20 instead of 22.

$f'_c = -33+21 \log 924 = 29.28$MPa

Maturity of Concrete

Example:

1 Calculate the strength when the concrete is cured at 30°C for 7 day.

2 What temperature is required to reach a strength of 30MPa at 28 days?

$f'_c = -33+21 \log M$

1-Strength

- $f'_c = -33+21 \log_{10} M$
- $M=7(30+11) = 287\ C^\circ$ days
- $f'_c = -33+21 \log_{10} 287 = 18.6$ MPa

2- Temperature

- $f'_c = -33+21 \log_{10} M$
- $30 = -33+21 \log_{10} M$
- $M=1000\ C^\circ$ days
- $M=28(Ta+11) = 1000\ C^\circ$ days
- $Ta=24.7\ C^\circ \sim 25\ C^\circ$

Maturity of Concrete

When to strike formwork ? متى نفك الطوبار

- In addition to maturity, depends on type of structural element (column, footing, slabs and beams, walls,….etc)

- Unless special recommendations are required, ordinary formwork can be stripped when the following are satisfied :
  - The strength is at least n% of the standard strength.
  - The shrinkage is at least m% of the final shrinkage.

❖ تعتمد على عاملين :

✓ أن نكون وصلنا **maturity** المطلوبة

✓ نوع ال **structural element** أن يكون هل هو عامود أو سلابس

❖ متى ينفك الطوبار ؟

✓ اذا وصلت **strength** 75% من القوة المطلوبة

✓ اذا وصلت **shrinkage** 75 %

حفظ

فهم ليس حفظ

Maturity of Concrete

حتى نوقف السقاية يجب أن نحقق شرطين :

شرط **Maturity** وأن لا يقل عن القيم الموجودة بلجدول هنا

يؤخذ في هذا الجدول ال **Maturity** الأكبر

Curing condition	Type of cement	Minimum period of curing and protection (days) for average surface temperature of concrete:	
		between 5 and 10 °C (41 and 50 °F)	any temperature, t* between 10 and 25 °C (50 and 77 °F)
Good: damp and protected (relative humidity > 80 per cent, protected from sun and wind)	All types	No special requirements	
Average: between good and poor	Portland, class 42.5 or 52.5 and Sulfate-resisting Portland, class 42.5	4	60/(t + 10)
	All types except those above	6	80/(t + 10)
Poor: dry or unprotected (relative humidity < 50 per cent, not protected from sun and wind)	Portland, class 42.5 or 52.5 and Sulfate-resisting Portland, class 42.5	6	80/(t + 10)
	All types except those above	10	140/(t + 10)

في هذه الحالة يحكمنا ال **Maturity**

* t = temperature (°C) in the formula to calculate the minimum period of protection in days

Durability and Deterioration of Concrete

ديمومية & تلف الخرسانة

What is durability?

- Durability is the ability of concrete to withstand the conditions for which it is designed for without deterioration for a long period of years.

- Durability of concrete may be defined as the ability of concrete to resist various deteriorating factors in its environment.

مقاومة الخرسانة للظروف البيئية الموجودة فيها

Chemical factors :

- Sulfates
- Acids
- Alkali-silicate reaction
- Carbonation
- Chlorides
- Corrosion of steel

تنقسم الظروف المحيطة في الخرسانة الى أربع أقسام :

- Chemical factors ✓
- Physical factors ✓
- Mechanical factors ✓
- Biological factors ✓

Durability : Chemical factors

- **Sulfates :** سريعة تظهر خلال سنتين

ممكن يأتي من مصدرين :

A) External sources :

❖ **تأتي من البيئة الموجود فيها الخرسانة :**

✓ مثلا خرسانة مصبوبة جنب البحر فممكن يتعرض لأملاح كبريتات البحر

✓ أو مبنى أساساته في تربة فيها كبريتات فهنا يصبح الجزء المدفون تحت الأرض فيها كبريتات

❖ **بكسرها من برا وبتغلل جوا**

B) Internal sources

تأتي اذا استخدمنا **aggregate** فيه كبريتات وهاي خطيرة جدا وشبيه بسرطان الخرسانة

- $SO_4^{=} + C_3A + H_2O + Ca(OH)_2 \longrightarrow$ **Ettringite;**

Ettringite is **a high-sulfate calcium sulfoaluminate hydrate mineral**

Aggressive Sulfates :

1. **Magnesium**
2. **Sodium**
3. **Potassium**
4. **Calcium**

هذه الكبريتات تسبب Map cracking

الأخطر من 1 إلى 4

❖ **How to avoid or reduce sulfate attack on concrete? (Discussion)**

1. نفحص التربة لنستخدم الإسمنت المناسب حسب نسبة الكبريتات
2. **have the quality of concrete at a low permeability**
3. **Sulphate** resisting cements can also be used to **prevent attacks**.
4. Also ensure an adequate **concrete** thickness, high **cement** content, low water to **concrete** ratio

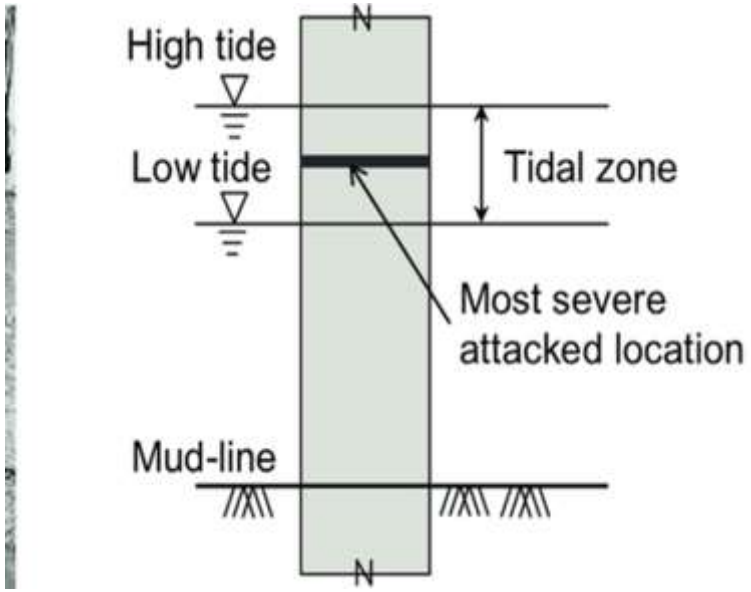
Durability : Chemical factors

Effect of sea-water

The most dangerous is the tidal zone

يستثنى من هنا مياه البحر الميت

- خطورته : يحوي كبريتات وكلوريدات بكميات متوسطة (contain chlorides & sulfate in medium value)
- وجود الكبريتات والكلوريدات فيه : تأثيرها الرئيسي يكون في منطقة ال tidal zone (منطقة المد) وهي أخطر منطقة
- المنطقة التي تحت tidal zone تكون الكبريتات ذائبة وخطورتها ليست وهي ذائبة
  بل عندما تنشف فتتحول الكبريتات الى بلورات كريستال تسبب تكسر الخرسانة
- بشكل رئيسي الذي يكسر الخرسانة بسبب مياه البحر هو sulfate attack
- الكلوريات هنا لا تكسر الخرسانة لكنها تؤدي الى صدأ حديد التسليح cohesion steal bars



Durability : Chemical factors

Acids

- **Effect on Ca(OH)2 :** الخرسانة وسط قاعدي أي حمض يدخل الخرسانة يتفاعل مع
- **Concrete becomes soft material :** الخرسانة أول ما تذوب بتصير تشبه المعجون
- **Very dangerous when reaches steel** اذا وصلت الحديد فهي مصيبة

Most Dangerous Acids

- **Non organic**
  - **Nitric Acid** (HNO3)
  - **Sulfuric acid** (H2So4)
  - **Hydrochloric Acid** (HCL)
- **Organic**
  - **Acetic Acid**
  - **Tonic acid**

Carbonation of Concrete

- Carbon dioxide (CO_2) dissolves in pore water (H_2O) to produce carbonic acid
  - (H_2CO_3): $CO_2 + H_2O \leftrightarrow H_2CO_3$
- Carbonic acid (H_2CO_3) reacts with calcium hydroxide ($Ca(OH)_2$) to produce calcium carbonate ($CaCO_3$) and water (H_2O):
  - $H_2CO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + 2H_2O$
- Carbonation reduces pH value encouraging steel corrosion

Durability : Chemical factors

Alkali-Silicate Reaction (ASR)
Alkali-Aggregate Reaction (AAR)
Concrete Cancer

- **Alkali from cement or any other source + Water + free silica from aggregate → Alkali silicate hydrate gel**
- **Expansive and disruptive causing cracks**

هذه التفاعل خطير جدا ويسمى سرطان الخرسانة :

We can't be stopped ✓

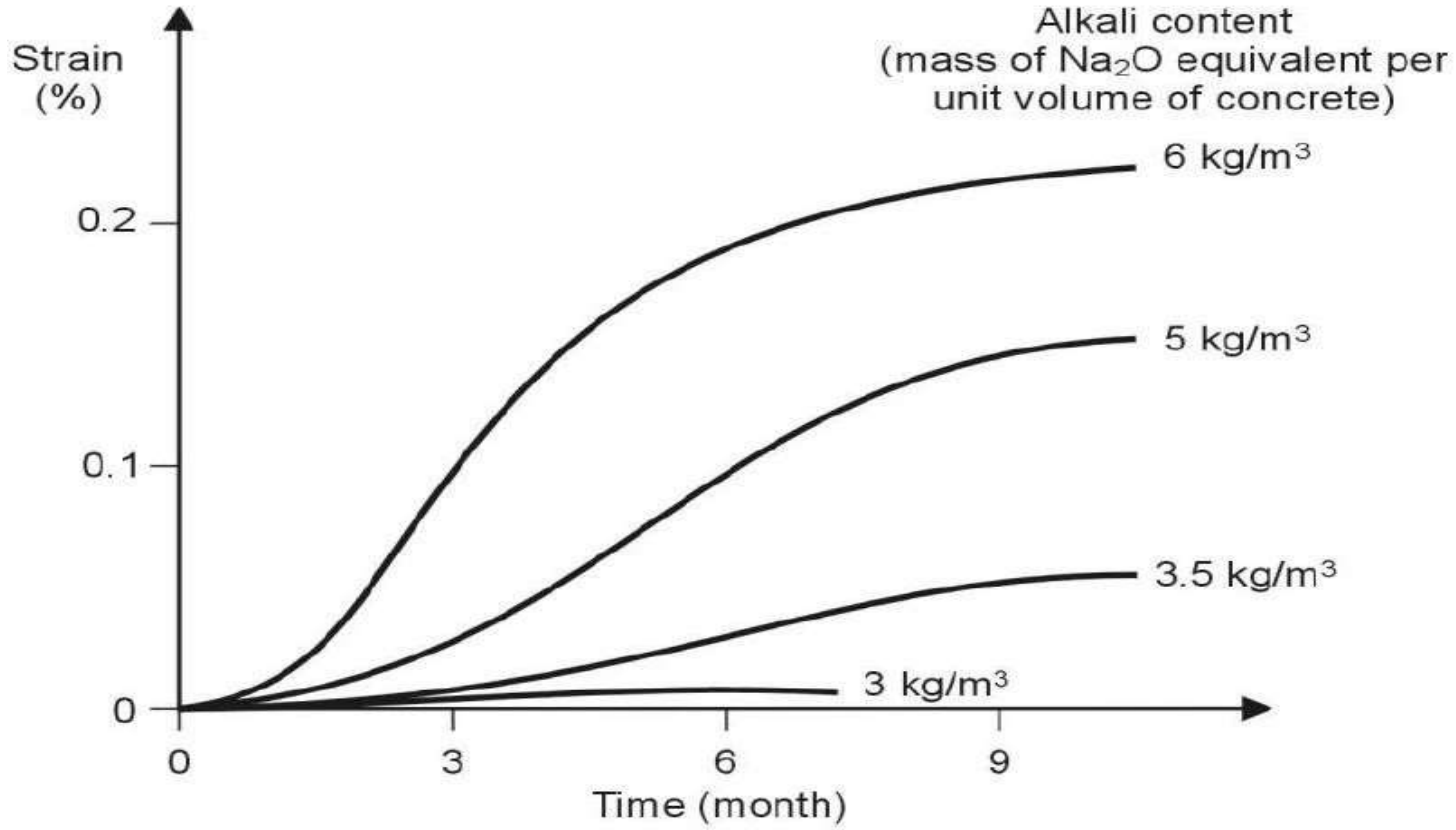
We can't be repaired ✓

Very slow reaction until 10 years ✓

How to reduce ASR ?

- **Avoid high alkali content :**
  - **use low alkali Portland cement ($\approx Na_2O+2/3K_2O \leq 1\%$)**
  - **replace cement with pozzolanic materials.**
- **Avoid reactive aggregate with free silica (amorphous silica)**
- **Control access to water**
- **Use lithium additives prior to placement of concrete or as a treatment in already existing concrete.** نوع من انواع الادمكسشر
- **Limit total amount of alkalis in concrete to a max of 3kg/m³.**

Alkali-Silica Reaction
Effect of Total Alkali content



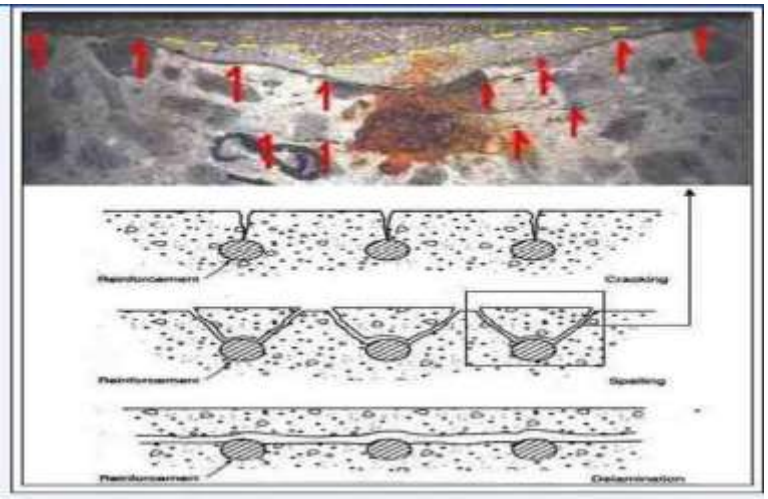
جميع ما ورد في هذا السلايد هو نص حرفي لما قاله الدكتور

Durability : Chemical factors

Corrosion of Reinforcement

The corrosion of steel bars and effect of pH value.

- ✓ نصب الخرسانة الحديثة PH = 13 وجود PH بهذه النسبة يعطي حماية لحديد التسليح من التلف
- ✓ فيكون حديد التسليح في السنوات الأولى من عمر الخرسانة غير معرض للتلف لأنه محمي بسبب PH عالية
- ✓ لكن PH بقل مع الزمن
- ✓ $Ca(oH)_2$ احد العوامل التي تجعل PH عالية اضافة الى وجود القلويات
- ✓ مثل CaO / free MgO / K_2O او القلويات الموجودة داخل الاسمنت هاي العوامل بتخلي PH عالية
- ✓ بضل الحديد محمي لحد ما يصير الحديد 10.5PH
- ✓ عند PH=10.5 يبدأ الحديد يصدي وهنا التفاعل ينتج CaoH3 وهاي طبقة غير ذائبة فبتشكل protective layer حول حديد التسليح
- ✓ لكن عند تقريبا 9.5 طبقة الحماية هاي تنكسر فبصير تفاعل الحديد مع الاوكسجين وبخار المي سريع جدا
- ✓ بنتهي انه يتشكل مواد الصدأ حجمها اكبر بكثير من حجم المواد الأصلية فتتمد تؤدي الى تكسير الخرسانة
- ✓ وصول الاوكسجين وبخار الماء الي حديد التسليح فيبدأ حديد التسليح يصدي ثم يكبر حجمه فيؤدي الى تكسر الخرسانة



- ➢ **كيف تميز هذا المبنى حديده مصدي ؟**
- ✓ بتشوف Crakes اذا طالع منه لون احمر وجود اللون الاحمر هذا هو لون الصدأ
- ➢ **حتى يصدي الحديد لازم تتوفر مجموعة من العوامل ؟**

1. تكون PH اقل من 10.5
2. يتوفر الاوكسجين الازم لعملية الصدأ
3. يتوفر الماء الازم او بخار الماء اللازم لعملية الصدأ

- ✓ المنشات المعرضة للمي اكثر عرضة للصدا من المنشئات المعرضة للجفاف
- ✓ مثلا الصدأ على سطح البناية الي فوق أكثر من العقدة الي تحت
- ✓ البي اتش فاليو طول ما هي فوق 9.5 لا يوجد خطر للتكسر في الخرسانة
- ✓ كل ما زادت سماكة cover نحمي حديد التسليح بشكل أكبر
- ✓ المنشئات التي تحت الأرض يجب أن تؤخذ cover أكبر ليس من أجل الصدأ بل من أجل الكبريتات

Durability : Chemical factors

Presence and Effect of Chlorides

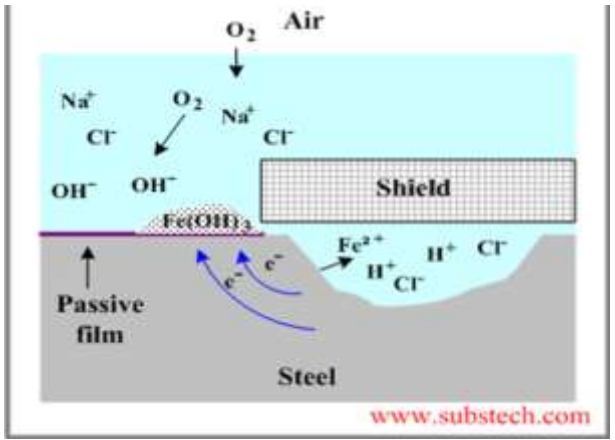
Tow types :

- **Internal sources: Mainly sand (Sand or aggregate)**
- **External sources : see water**
- **Chlorides causes : Provokes(تحث)corrosion (Pitting corrosion)**

➢ **Results of Corrosion of Rebars Pitting corrosion due to alkalis :**

Reduction in Cross-Sectional Area and Pitting Corrosion

- ✓ من العوامل التي تزيد الصدأ هو وجود الكلوريدات
- ✓ وجود الكلوريدات يساعد على صدأ حديد التسليح وهي قاتل كبير للخرسانات التي يوجد بها حديد تسليح
- ✓ اما بلخرسانات غير المسلحة لا يؤثر بلعكس يتفاعل C3A
- ✓ في الاردن تكون نسبة الكلوريدات في الرمل اكثر
- ✓ حتى نستخدم الإسمنت بكفاءة يجب أن نستخدم رمل مغسول
- ✓ في الأردن في عننا رمل سيل وحصمة سيل بتاخذ من كسارات قريبة من البحر الميت لذلك يجب ان اشتريه مغسول
- ✓ **Pitting corrosion :** عبارة عن خروج الايونات والالكترونات من المكان الموجود في كلوريدات الى المكان المجاور



How can we reduce corrosion of steel in concrete?

1. نستخدم agg مغسول
2. نستخدم نوع اسمنت opc ولكن نضبط الكبريتات ايضا
3. نعمل عزل (مثل دهان يعزل الحديد)
4. نستخدم اسمنت فيه C3A عالية

Durability : Physical factors

Main Physical factors :

- **Plastic settlement**

✓ يحصل كراك من عدم تساوي ارتفاع حديد التسليح **وهي تشققات موازية لحديد التسليح** (خطيرة لانها تسهل عملية الصدأ)

✓ السبب الرئيسي هو مي زيادة في الخلطة ويحدث في ساعات مبكرة بعد عملية الصب

- **Shrinkage : (types)**
  - **Autogenous shrinkage**

✓ يحدث طالما التفاعل الكيميائي شغال

  - **Plastic shrinkage**

✓ تحدث والخرسانة طرية **وهي تشققات عامودية** على اتجاه الرياح عند تأخر ال **curing**

✓ يحدث في الساعات الأولى بعد صب الخرسانة

✓ ويحدث بعد انتهاء **FST**

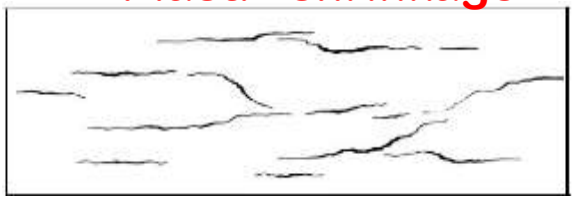
  - **Drying shrinkage**

✓ يمتد من أول الخرسانة الى اخرها وعلى كل عمقها وهو كراك يظهر بعد مرور أيام أو اشهر من عمر الخرسانة وهي نتيجة الحرارة وهو استمرارية التفاعل الكيميائي

- **Temperature effects**
- **Freeze and thaw**

- **Plastic settlement**

– **Plastic shrinkage**



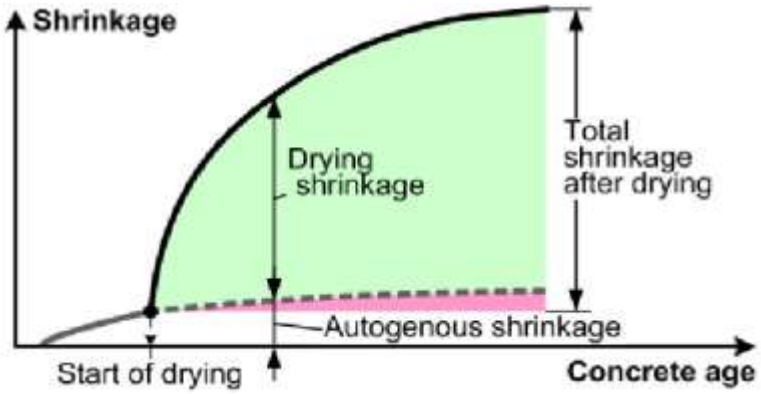
Durability : Physical factors

Autogenous shrinkage

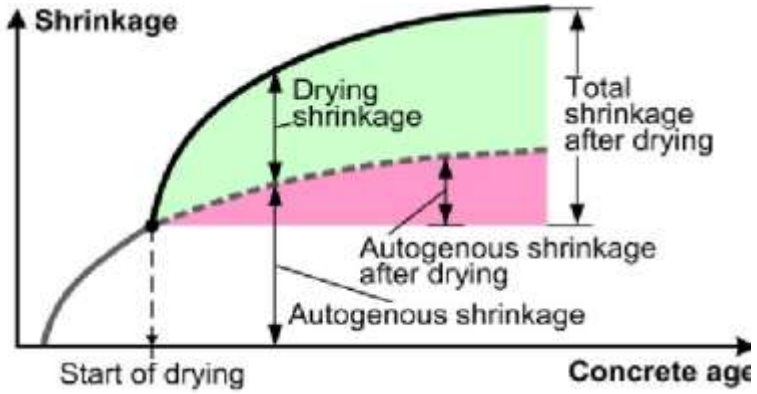
- **Autogenous shrinkage, also known as "basic shrinkage," is the shrinkage due to chemical reactions (hydration) between cement with water.**

- **Its magnitude is usually ignored in low strength concretes.**
- **It is important in high strength concrete with w/c more than 0.40.**

تكون كميته صغيرة عادة للخرسانة العادية اما اذا كانت قوة الخرسانة عالية تكون قيمته عالية



Less than w/c 0.4



Durability : Physical factors

Temperature Cracking

When does cracking occur?

- When temperature and shrinkage act together, then
  - Total strain = temperature strain + shrinkage strain.
  - Stress = strain x modulus of elasticity
  - If the stress exceeds tensile strength of concrete, then concrete cracks

Note that temperature strain can be + or -

Temperature and Drying Shrinkage Cracking :

The stress will be:

✓ **(Temperature strain + shrinkage strain) Multiplied by the modulus of elasticity**

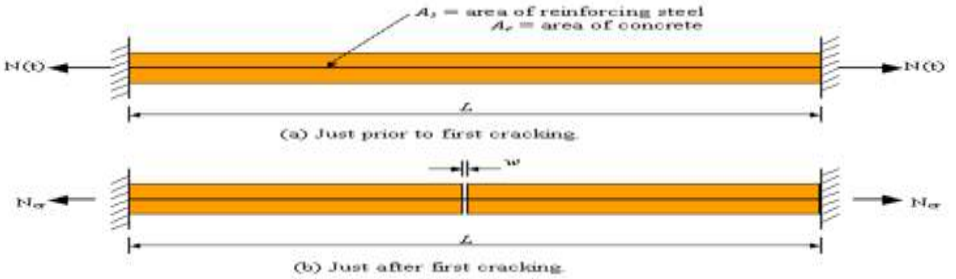
✓ ***If the stress exceeds concrete tensile strength, concrete will crack***

Main Temperature Effects

- **Elongation & shortening**

- **Heat of hydration**

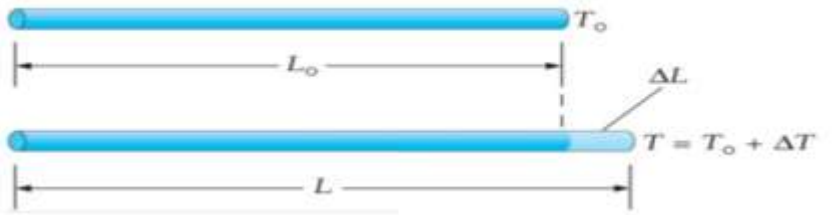
حرارة عالية تؤدي الى تمدد غير منتظم نتغلب عليه باضافة (LHC)



Linear Expansion

$$\frac{\Delta L}{L_o} = \alpha \Delta T \qquad L = L_o(1 + \alpha \Delta T)$$

α – thermal coefficient of linear expansion



Durability : Physical factors

Freeze and Thaw (Frost action)

❖ **Use Air-entrained concrete to avoid such deterioration**

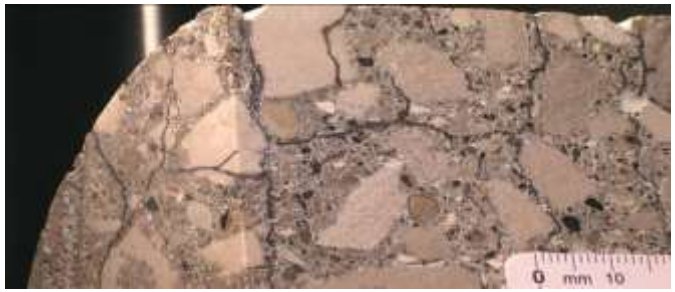
❖Solve problem:

1. **use air entrained concrete**
2. **use air entrained admixture**
3. **w/c ratio should be less than 0.5**

- ✓ لما تشتي المي بتنزل على الخرسانة
- ✓ كون cracks بلخرسانة فبتتعما مي
- ✓ على اثره لما تنزل الحرارة عن الصفر فبتزيد حجمها فبتكسر الخرسانة
- ✓ فلما تتبخر المي cracks بتكون كبرت وتتكرر هذه العملية مؤدية الى تكسر الخرسانة وبتطلع قطع صغيره

❖ **تاثيرFrost action بشكل رئيسي :**

- ✓ في المنشئات المعرضة للبرد الشديد مثل الجسور والأرضيات



Durability : Mechanical factors

- **Abrasion**: الإحتكاك أو التاكل

Angular aggregate decrease of abrasion or wear

Add Harding material on surface

✓ **خطر في الخرسانة التي تتعرض للإحتكاك : مثل البلاط مثل المطارات مثل الطرق الإسفلتية**

❖ لحل المشكلة :

✓ نستخدم aggregate مقاوم للإحتكاك مثل Angular aggregate

✓ نستخدم مادة تقسي السطح الخرسانة تسمى Hardned material ويستخدم في المصانع بشكل خاص

- **Erosion:** الحت والتعرية

✓ تحدث نتيجة السطح الخرساني لرياح شديدة في منطقة معينة أو جريان مياه في منطقة معينه فتحدث عملية الحت والتعرية

✓ في الخرسانة الحت والتعرية أسهل من الصخور لأن العجينة الإسمنتية تبدأ تتفت بشكل سريع

- **Cavitations :** التكهفات

✓ يظهر بشكل كبير في المنشئات المائية وبلذات المجاري المائية

✓ تلف يحدث في الخرسانة عن طريق حفر عميق بسبب حدث مفاجئ في منطقة معينة مثل عملية التعرية

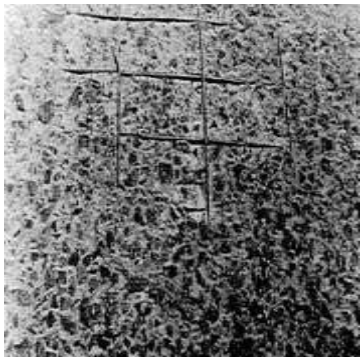
- **Impact**

✓ يحدث بسبب حمل مفاجئ مثل ارتطام سيارة (صدمات خارجية)

- **Vibration**

Erosion

Cavitations



Abrasion

Durability : Biological Effects

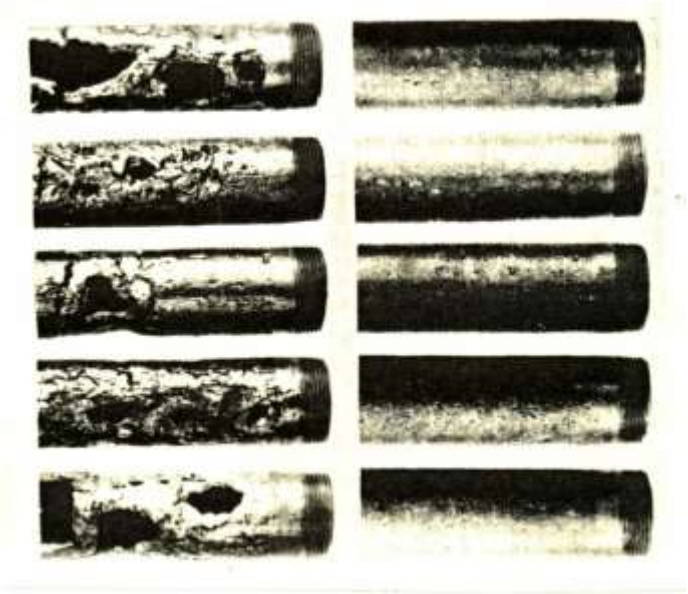
شرط الباكتيريا للتأثر في الخرسانة : أن تتوافر الظروف المناسبة للحياة لذلك يجب توفر الشروط هذه للتأثير :
البكتيريا كائن حي تحتاج الى الماء والغذاء ودرجة حرارة مناسبة

- **Types of bacteria**
  - **Sulfate-reducing bacteria (SRB)**
    - ✓ بكتيريا اذا وجدت فتأكل عن طريق أخذ ال **sulfate(so4)** وتخرج بدالها **H2S**
    - ✓ اذا تواجد **H2S** يتفاعل مع **CaOH2** في الخرسانة في المرحلة الأولى , في المرحلة الثانية تنتج كبريتات تسبب تكسير الخرسانة
    - ✓ تعيش هذه البكتيريا في قاع المجاري ومعظمها بكتيريا لا هوائية تتخذى بدون وجود هواء**(anaerobic)**
  - **Sulfur-oxidizing bacteria (SOB)**
    - ✓ تؤخذ عنصر الكبريت الموجود في أكلها وتحوله الى كبريتات (بكتيريا هوائية **erobic**)
  - **Iron-oxidizing bacteria (IOB)**
    - ✓ تمتاز بأنها تأخذ الحديد للتتغذى من حديد التسليح وبتحوله الى مواد أخرى
    - ✓ هذه الظاهرة تسمى بمرض سل الأنابيب **tuber clowzer**
  - **Oil-oxidizing bacteria (OOB)**
    - ✓ عبارة عن بكتيريا تعيش في منشئات النفط وتحديدا في قعر الخزان وهي لا هوائية **anaerobic**
    - ✓ تمتاز بأنها تستطيع أخذ الهايدرو كاربون من مشتقات النفط عن طريق أكل النفط وتنتج غاز**H2S** وهي ميزة نادرة في الكائنات الحية
  - ***Self-healing bacteria (SHB)***

Durability : Biological Effects

Steel Biocorrosion Tuberculosis (TB) of Pipes

Iron-oxidizing bacteria (IOB)



- ✓ هي عبارة عن باكتيريا تستطيع أخذ الحديد الازم لنموها من حديد التسليح
- ✓ هذه الظاهرة تسمى بمرض سل الأنابيب **tuber clowzer**
- ✓ البكتيريا بتضل تاكل في الحديد حتى تخزقه
- ❖ لتجنب هذه المشكلة يجب أخذ الحيطة والحذر فمثلا :

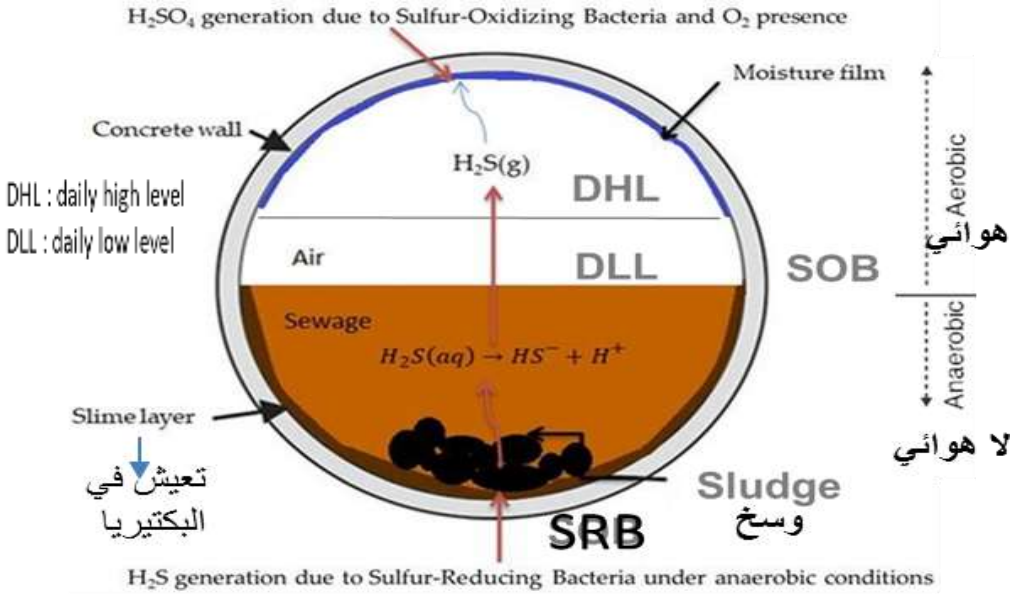
مواسير الماء المعدنية نتجب :

- ✓ طمرها بلتراب بل نستخدم العدسية كي لا تتستطيع البكتيريا من الوصول الى الحديد
- ✓ اما بلنسبة للخرسانة فان وجد هذا النوع من البكتريا فيمكن يدخل من الكراك ويدخل الى حديد التسليح

Durability : Biological Effects

Concrete Biodeterioration Mechanism in Sewers(المجاري)

الإسمنت المستخدم في المجاري SRPC



Summary

- Anaerobic SRB in the bottom of pipe produces H_2S.
- H_2S is a mild acid that produces H_2SO4 causing acid attack in all upper parts of the pipe.
- SOB that are found in the DHL and LDL consumes H_2S and forms sulfuric acid in this zone.

أكثر منطقة تاكل بين DHL & DLL لأنه يحدث فيها تكسير

- This zone becomes a putty-like material.
- A greenish color may be observed

Mix Design

Based on ACI 211.1

❖ هو خلط وتصميم الخلطة الخرسانية وهي اختيار الكميات المناسبة للمواد بحيث تحقق الشروط المناسبة للخرسانة

Step 1: Choice of slump : أول قرار يتخذه المهندس

- Generally, the slump depends on the main site conditions and requirements.
  - Usually, the slump is specified in the project requirements.
  - Take care for section sizes.

  Narrow sections المقاطع الضيقة (such as ribs in slabs) require high workability while wide sections (such as foundations) require low workability.
  - Take care for environmental conditions. كم درجة الحرارة كم الرطوبة كم الرياح

Step 2: Choice of NMSA

- Take care for section sizes. Narrow sections (such as ribs in slabs) require small NMSA while large sections (such as foundations) require high NMSA.
- The higher the NMSA, the lower the costs.

Step 1 +2 decision an engineer

- ممكن تتراوح من 10 – 150 مم
- في السدود تصل 150 مم
- في المباني العادية أكثر شيوعا من 20-25
- في الأردن شائع 20 مم للعقدات
- في تصميم الخلطات كل ما زاد NMSA الكلفة حيث بتقل كمية الإسمنت وكمية الإسمنت هي التي تتحكم بلتكلفة

Mix Design

Step 3: Determine the strength of concrete

- **Strength (mix design) = Structural strength + Margin**
- ➔If standard deviation is known , then the strength is the higher of:
- $F_{MD} = F_{STRUC} + 1.34\ s$ MPa
- $F_{MD} = F_{STRUC} + 2.33\ s - 3.5$ MPa
- If s ➔ unknown ➔ Margin from Table

❑ قد يأتي السؤال على شكلين في الإمتحان : ضروري حفظ الشكلين :

✓ الشكل الأول :

يكون معطي في السؤال قيمة الإنحراف المعياري standard deviation

في هذه الحالة نلجأ الى استخدام المعادلتين ونعتمد الرقم الأكبر وهذه المعادلات ليست حفظ وتعطى بلإمتحان :

$F_{MD} = F_{STRUC} + 1.34\ s$ MPa

$F_{MD} = F_{STRUC} + 2.33\ s - 3.5$ MPa

✓ الشكل الثاني :

يعطي معامل الأمان ال **Margin** **فنذهب للجدول ونأخذ قيمة معامل الأمان وهنا نستخدم المعادلة التالية مباشرة**

Strength (mix design) = Structural strength + Margin

❑ **يمكن أن يعطي في السؤال قيمة الإنحراف المعياري ومعامل الأمان ليخربطك**

في هذه الحالة نستخدم حالة الإنحراف المعياري ونعوض في المعادلتين ونختار القيمة الأكبر ولا يتم اللجوء للجدول

F md = القوة المطلوبة

F struc = القوة التي تم تصميمها

Margin = معامل الأمان

Table 17.3: **Required increase in strength for specified compressive strength when no tests records are available, according to ACI 318–05**

Specified compressive strength		Required increase in strength	
MPa	psi	MPa	psi
less than 21	less than 3000	7	1000
21 to 35	3000 to 5000	8.5	1200
35 or more	5000 or more	10.0	1400

Mix Design

Example **Step 3: Determine the strength of concrete**

- Assume that a concrete mix will be designed for concrete columns at HU campus. The cylinder strength is 25MPa at 28days and the standard deviation is not known.

❖متى يكون الإنحراف المعياري **معروف** ؟

1- حالة بناء عمارة سكنية ومن ثم بناء عمارة ثانية بجوارها

2- نتائج كسر المكعبات خلال بداية المشروع

في هذه الحالة يجب الرجوع للجدول لأن الانحراف المعياري غير معروف

F struc = 25 mpa

نذهب للجدول بما أن القوة 25 فمعامل الأمان هو 8.5

Strength (mix design) = Structural strength + Margin

- The design strength is 25+8.5=33.5MPa.

ملاحظة هامة جدا جدا جدا :
بما أننا نصمم على النظام الأمريكي فمن الطبيعي أن تكون القوة المحسوبة هي قوة الأسطوانة فإذا تم في السؤال اعطاء F struc بدلالة المكعب يجب أن نقسم على 1.25
لأننا نصمم حسب المواصفات الأمريكية

Table 17.3: **Required increase in strength for specified compressive strength when no tests records are available, according to ACI 318–05**

Specified compressive strength		Required increase in strength	
MPa	psi	MPa	psi
less than 21	less than 3000	7	1000
21 to 35	3000 to 5000	8.5	1200
35 or more	5000 or more	10.0	1400

Mix Design

Step 4: Determine the w/c ratio : العامل **الرئيسي** المؤثر على قوة الخرسانة

- The w/c ratio is the lowest of

يجب حسابة هذه الخطوة بدقة
لأنها مسؤولة عن كثير من
الخصائص وأهمها المقاومة

1. That required for strength (from table)
2. That required for durability:
   - W/C ≤ 0.5 for moderate sulfate attack (use SRPC or MSRPC)

   (use SRPC or MSRPC)
   - W/C ≤ 0.45 for severe sulfate attack (use SRPC)
   - W/C ≤ 0.5 to resist severe cold weather. Concrete must be air-entrained.
3. That required for durability:

   W/C ≤ 0.5 for permeability.

TABLE A1.5.3.4(a) — RELATIONSHIPS BETWEEN WATER-CEMENT RATIO AND COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE (SI)

Compressive strength at 28 days, MPa*	Water-cement ratio, by mass	
	Non-air-entrained concrete	Air-entrained concrete
40	0.42	—
35	0.47	0.39
30	0.54	0.45
25	0.61	0.52
20	0.69	0.60
15	0.79	0.70

N.B: Although ACI allows the use of OPC and reduce w/c by 0.05, long term studies showed that concrete remains less durable

كل ما كانت قيمة w/c أقل من 0.5 كل ما
كان أفضل وأستطيع ضبط خصائص أكثر

Use this non -entrained

Mix Design

Example

Step 4: Determine the w/c ratio

- **For strength 28.5 MPa, then the w/c ratio is between 0.54 and 0.47 ? Find w/c**

في هذه الحالة لا نستطيع معرفة القيمة مباشرة لذلك نلجأ لعملية رياضية سوف يتم أو تم أخذها في مادة الإحصاء وهي كلاتي :

نأخذ الفرق بين مقدار قوة القيمتين أعلاه كما في الجدول(القوة الأكبر ناقص الأصغر)

المعطيات في السؤال ثم نساوي الجهة الأخرى بناتج القوة التي وجدناها ناقص القوة الأقل منها ونقسمها على فرق w/c الخاص بهم ونقسمهم على مقدار الw/c ونجد المطلوب :

$$\frac{35-30}{0.47-0.54}=\frac{33.5-30}{x-0.54}$$

- Interpolation will give that the w/c ratio is **approximately** 0.50

Since there are no special durability requirements, the strength will control and the w/c is 0.50.

TABLE A1.5.3.4(a) — RELATIONSHIPS BETWEEN WATER-CEMENT RATIO AND COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE (SI)

Compressive strength at 28 days, MPa*	Water-cement ratio, by mass	
	Non-air-entrained concrete	Air-entrained concrete
40	0.42	—
35	0.47	0.39
30	0.54	0.45
25	0.61	0.52
20	0.69	0.60
15	0.79	0.70

Mix Design

Step 5: Determine water content

Step 6: Determine the air content

TABLE A1.533 — APPROXIMATE MIXING WATER AND AIR CONTENT REQUIREMENTS FOR DIFFERE
SLUMPS AND NOMINAL MAXIMUM SIZES OF AGGREGATES (SI)

Slump, mm	Water, Kg/m³ of concrete for indicated nominal maximum sizes of aggregate							
	10	12	20	25	40	50	75	150
	Non-air-entrained concrete							
25 to 50	207	199	190	179	166	154	130	113
75 to 100	228	216	205	193	181	169	145	124
150 to 175	243	228	216	202	190	178	160	—
Approximate amount of entrapped air in non-air-entrained concrete, percent	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
	Air-entrained concrete							
25 to 50	181	175	168	160	150	142	122	107
75 to 100	202	193	184	175	165	157	133	119
150 to 175	216	205	197	184	174	166	154	—
Recommended average total air content, percent for level of exposure:								
Mild exposure	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5**††	1.0**
Moderate exposure	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5**††	3.0**
Extreme exposure‡‡	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5**††	4.0**

❖ Water content :

✓ تعني كمية الماء التي يجب اضافتها مع الخلطة الخرسانية للتفاعل مع الإسمنت

✓ وتعتمد على قيمة (slump+ NMSA) ويجب اعطائهم في السؤال

❖ **لإيجاد قيمة المحتوى المائي :**

✓ نذهب للجدول ونقارن قيمة ال (slump+ NMSA) فمثلا كان slump = 100مم / NMSA = 20مم

✓ يكون الجواب 205 وعرفته من الجدول

Air content :

تعتمد على مقدار Water content فلا يمكن معرفة المقدار الهوائي بدونه

يتم استخراجها من الجدول أعلاه فحسب المثال السابق يكون الجواب 2% من الجدول ووضعت دائرة في الجدول للتميز ولا ننسى أننا نصمم على أساس non-entrained

Mix Design

Step 7: Cement content

$$weight\ of\ cement = \frac{weight\ of\ water}{w/c}$$

water content هيWeight of water

- Example:
- Cement content = 205/0.50=410kg/m³

Step 8: The coarse aggregate content

يكون معطى في السؤال

معامل النعومة (Fineness modulus) + NMSA

وباستخدام الجدول أستطيع ايجاد حجم CA

نجد الحجم من الجدول ثم نضربه بكثافة CA وتكون معطاة في السؤال فنجد الوزن

Amount of coarse dry aggregate (kg/m³) =Volume x density= $V \times \rho_{bulk}$

TABLE A1.5.3.6 — VOLUME OF COARSE AGGREGATE PER UNIT OF VOLUME OF CONCRETE (SI)

Nominal maximum size of aggregate, mm	Volume of dry-rodded coarse aggregate* per unit volume of concrete for different fineness moduli† of fine aggregate			
	2.40	2.60	2.80	3.00
10	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
20	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
40	0.75	0.73	0.71	0.69
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.82	0.80	0.78	0.76
150	0.87	0.85	0.83	0.81

Example

- Assume that the FM of sand is 2.5 NMSA = 20
- USE Interpolation Then Volume of coarse aggregate = 0.65m³.

- Assume that the dry rodded unit weight is 1400kg/m³
- Then the weight of coarse aggregate is 0.65 x 1400 = 910 kg/m³

Mix Design

Step 9: Fine Aggregate Content

- Apply absolute volume method
- Note that y% air is written as y/100 in the equation. Note that $\rho_W = 1000 kg/m^3$

S.G Cement = 3.15
S.G water = 1

$$\sum V_{Concrete} = 1 = V_W + V_C + V_{CA} + V_{FA} + V_{AIR}$$

$$V_{FA} = 1 - \left(\frac{M_W}{1\times1000} + \frac{M_C}{3.15\times1000} + \frac{M_{CA}}{S.G_{CA}\times\rho_W} + AIR\%\right)$$

$$FA = V_{FA} \times S.G_{FA} \times \rho_W$$

- Volume = $\frac{W}{S.G * \gamma_w}$

Example

➢ Assume S.G for C.A and F.A =2.5 and 2.8

$$\frac{410}{3.15(\text{حفظ})*1000} + \frac{205}{1*1000} + \frac{910}{2.5*1000} + \frac{W_{FA}}{2.8*1000} + 0.02 = 1$$

- W_{FA}= 786 Kg

Mix Design

Step 10: Adjustment for absorption

- **Required water= free water+ absorption – moisture**
  = free Water+(CA*abs_{CA}+FA*abs_{FA}) - (CA*m_{CA}+FA*m_{FA})
- **Where:**
  - ✓ **CA: coarse aggregate content**
  - ✓ **FA: Fine aggregate content**
  - ✓ **Abs: absorption**
  - ✓ **m: moisture content**

قد ترد فكرة في الإمتحان يعطي فيها admixture
بنسبة معينة ويطلب كمية new water
في هذه الحالة نستخدم هذا القانون
New water = free water - admix

Example

	Absorption	Moisture content
CA	2%	4%
FA	3%	1%

- Then the adjusted water will *Approximately* be

  205 + (910 x 0.02 + 786x0.03) – (910 x 0.04 + 786 x 0.01)

Mix Design

Step 11: Adjust for practical values

- 1) Add 2 kg of water to increase slump by 1 cm and vice versa
- 2) Add 3 kg of water to reduce air by 1% and vice versa

  USE THE HIGHER OF 1 or 2.
- After adjustment of water you have to recalculate cement content according to step 9 and then fine aggregate content as described in steps
- **Case "Vice Versa" :**

We will take the **smaller value** not larger .

- ***Note that the coarse aggregate does not change.***

Example

- Assume that slump is 70mm and air content is 3.5%.
- Old slump 100mm old air content 2%Then
  - For slump, add (10-7)x2 = 6kg
  - For air, add (3.5-2)x3 = 4.5 kg
  - **Choose 6 kg.**
  - New water will be 205+6=211kg
  - New cement will be 211/0.50=422kg
  - The CA does not change
  - Find FA from volume method

Mix Design

EXAMPLE : 1

A. Design a normal concrete mix using ACI absolute volume method satisfying the following :

1- slump is 50mm

2- structural strength = 30MPa

3- NMSA=40mm

4- FM=2.5

5- SG for CA, FA, cement = 2.5 , 2.7 , 3.15

Assume γ_{roded}-unit weight = 1500 kg/ m^3

B. Adjust for absorption satisfying the following :

Absorption of CA = 3% and FA = 4% and both are oven dried before used in the mix .

C. If practical measurements showed that the slump is 100mm adjust the weigh of water for the next trial .

Mix Design

SOL EXAMPLE : 1

- F_{MD}=30+**8.5** = **38.5 Mpa**
- $\frac{40-38.5}{38.5-35}=\frac{0.42-x}{x-0.47}$ $\frac{w}{c}$ =0.435

Slump = 50mm NMSA = 40

water = 165 ($\frac{Kg}{m^3}$) and Air-content = 1%

- Cement= $\frac{W}{(\frac{W}{C})}=\frac{165}{0.435}=\mathbf{379.31}\frac{Kg}{m^3}$

F.M = 2.5

Volume coarse aggregate =$0.74m^3$

Weight of CA= Volume * γ_{roded}-unit weight

W_{CA}=0.74*1500=**1110Kg**

$$\frac{379.31}{3.15*1000}+\frac{165}{1*1000}+\frac{1110}{2.5*1000}+\frac{W_{FA}}{2.7*1000}+0.01=1$$

- W_{FA} = 703.57
- Density = 703.57+379.31+165+1110 =

Mix Design

SOL EXAMPLE : 1

Absorption of CA = 3% and FA = 4% and both are oven dried before used in the mix (**Moisture content = 0%)**

$$W_{new} = 165 + \left[\frac{3}{100} * 1110 + \frac{4}{100} * 703.57\right] = \mathbf{226.44}$$

the slump is 100mm

❖**Adjust for practical values (ACI) :**

- Add **2kg** of water to **increase** slump by **1 cm** .
- **Slump(الفرض) :**

(10-5)*2 = 10kg for slump

New water =165(Free water not adjusted)-10= 155

Mix Design

EXAMPLE : 2

A. Design a concrete mix to satisfy the following requirements :

1- slump is 4cm

2- structural strength = 27MPa and the standard deviation is 6MPa

3- NMSA=40mm

4- FM=2.55

5- SG for CA, FA= 2.5 , 2.7 Assume γ_{roded}-unit weight = 1400 $\frac{Kg}{m^3}$

B. If practical measurements showed that the slump is 1cm and air content is 4% , adjust the weigh of water and cement for the next trial ?

Mix Design

SOL EXAMPLE : 2

- Margin = 1.34**S** Mpa = 1.34*6 = 8.04

or Margin =2.33**S**-3.5 Mpa = 2.33*6-3.5 = **10.48**

- F_{MD}=27+10.48= 37.48
- $\frac{40-37.48}{37.48-35} = \frac{0.42-x}{x-0.47}$ $\frac{w}{c}$ =0.445

Slump = 40mm NMSA = 40

water = 165 ($\frac{Kg}{m^3}$) and Air-content = 1%

- Cement= $\frac{W}{(\frac{W}{C})} = \frac{165}{0.445} = \mathbf{370.78}\frac{\boldsymbol{Kg}}{\boldsymbol{m^3}}$ F.M = 2.55

Volume coarse aggregate =$0.735m^3$

Weight of CA= Volume * γ_{roded}-unit weight

W_{CA}=0.735*1400=**1029Kg**

$$\frac{370.78}{3.15*1000} + \frac{165}{1*1000} + \frac{1029}{2.5*1000} + \frac{W_{FA}}{2.7*1000} + 0.01 = 1$$

- W_{FA} = 798.36
- Density = 798.36+370.78+165+1029 =

Mix Design

SOL EXAMPLE : 2

the slump is 40mm

❖**Adjust for practical values (ACI) :**

- Add **2kg** of water to **increase** slump by **1 cm** .
- **Slump(الفرض) :**

(4-1)*2 = 6 kg for slump

Add **3kg** of water to **reduce** air content by **1 %** .

(4-1)*3= 9 kg for air content

New water =165(Free water not adjusted)+9= 174

Cement= $\frac{W}{(\frac{W}{C})} = \frac{174}{0.445} = \mathbf{391.01}\,\frac{\boldsymbol{Kg}}{\boldsymbol{m^3}}$

Project (Dr Hisham) 20 marks

Mix Design

Hashemite University Civil Engineering	Building Materials PROJECT	Date: *15/4/2020*
Hisham Qasrawi		الاسم : إياس [redacted]
Section : 1		الرقم : [redacted]
USE YOUR OWN DIMENSIONS		الرقم المتسلسل : 22

اكتب اسمك باللغة العربية كما يظهر في ملفات الجامعة

REQUIRED

Design a normal concrete mix to satisfy all the requirements mentioned beside your name.

Concrete is **non air-entrained**. OPC is used.

No special durability or permeability requirements.

DATA

Copy your own data in this table

Absorption Of CA (%)	Absorption Of FA (%)	Rodded Unit Weight of CA kg/m³	FM of FA	SG of FA	SG of CA	NMSA mm	Standard deviation	Strength MPa	Slump mm
1	2	1350	2.8	2.4	2.8	25	3	28	160

DEAD LINE FOR SUBMITTING PROJECT IS 23/4/2020.

الجداول التي تلزم لحل السؤال

TABLE A1.5.3.3 — APPROXIMATE MIXING WATER AND AIR CONTENT REQUIREMENTS FOR DIFFERE SLUMPS AND NOMINAL MAXIMUM SIZES OF AGGREGATES (SI)

	Water, Kg/m³ of concrete for indicated nominal maximum sizes of aggregate							
Slump, mm	10	12	20	25	40	50	75	150
	Non-air-entrained concrete							
25 to 50	207	199	190	179	166	154	130	113
75 to 100	228	216	205	193	181	169	145	124
150 to 175	243	228	216	202	190	178	160	—
Approximate amount of entrapped air in non-air-entrained concrete, percent	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
	Air-entrained concrete							
25 to 50	181	175	168	160	150	142	122	107
75 to 100	202	193	184	175	165	157	133	119
150 to 175	216	205	197	184	174	166	154	—
Recommended average§ total air content, percent for level of exposure:								
Mild exposure	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5**††	1.0**
Moderate exposure	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5**††	3.0**
Extreme exposure‡‡	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5**††	4.0**

الجداول التي تلزم لحل السؤال

TABLE A1.5.3.4(a) – RELATIONSHIPS BETWEEN WATER-CEMENT RATIO AND COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE (SI)

Compressive strength at 28 days, MPa*	Water-cement ratio, by mass	
	Non-air-entrained concrete	Air-entrained concrete
40	0.42	—
35	0.47	0.39
30	0.54	0.45
25	0.61	0.52
20	0.69	0.60
15	0.79	0.70

Table 17.3: **Required increase in strength for specified compressive strength when no tests records are available, according to ACI 318–05**

Specified compressive strength		Required increase in strength	
MPa	psi	MPa	psi
less than 21	less than 3000	7	1000
21 to 35	3000 to 5000	8.5	1200
35 or more	5000 or more	10.0	1400

TABLE A1.5.3.6 – VOLUME OF COARSE AGGREGATE PER UNIT OF VOLUME OF CONCRETE (SI)

Nominal maximum size of aggregate, mm	Volume of dry-rodded coarse aggregate* per unit volume of concrete for different fineness moduli† of fine aggregate			
	2.40	2.60	2.80	3.00
10	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
20	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
40	0.75	0.73	0.71	0.69
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.82	0.80	0.78	0.76
150	0.87	0.85	0.83	0.81

Mix Design

STEPS

1. The mix design strength:

Strength (mix design) = Structural strength + Margin

FMD = FSTRUC + 1.34 s MPa

FMD = FSTRUC + 2.33 s - 3.5 MPa

F md = 28 + (1.34 * 3) = **32.02 mpa**

F md = 28 + (2.33 * 3) - 3.5 = **31.49 mpa**

We take the large number : F md = 32.02 mpa

2. The w/c ratio

$$\frac{35-30}{0.47-0.54}=\frac{32.02-30}{x-0.54}$$

x = 0.51 approximately = 0.5

يجب التعويض بنفس القيمة الي
بتطلع وليس 0.5 انا كملت حل على
اساس 0.5 لازم 0.51

Interpolation will give that the w/c ratio is approximately 0.50

there are no special durability requirements, the strength will control and the w/c is 0.50.

Mix Design

3. The water content

A slump of 160mm will be suitable for the structure.
NMSA is 25mm
The water content is 202kg/m3

4. The air content

The air content is 1.5% from table

5. The cement content

Weight of cement = $\frac{weight\ of\ water}{w/c}$

Weight of cement = $\frac{202}{0.5} = 404$ **Kg/m3**

Mix Design

6. The amount of coarse aggregate

The FM of FA is 2.8.

Then Volume of coarse aggregate = 0.67m3. From table

The dry rodded unit weight is 1350kg/m3

Then the weight of coarse aggregate is Volume x density

0.67 x 1350 = 904.5 kg/m3

7. The amount of fine aggregate (Use the absolute volume method)

$$\rho W = 1000 kg/m3$$

$$SV\ Concrete = 1 = Vw + Vc + V\,FA + V\,CA + V\,AIR$$

$$V = \frac{weight}{Density}$$

$$\frac{VFA}{2.4 \times 1000} = 1 - \left(\frac{MW}{1 \times 1000} + \frac{MC}{3.15 \times 1000} + \frac{MCA}{2.8 \times 1000} + AIR\ \%\right)$$

$$\frac{VFA}{2.4 \times 1000} = 1 - \left(\frac{202}{1 \times 1000} + \frac{404}{3.15 \times 1000} + \frac{904.5}{2.8 \times 1000} + 1.5\ \%\right)$$

$$WFA = 796.104\ kg/m3$$

Mix Design

8. The amount of absorbed water

The amount of absorbed water= absorption = (CA × absCA + FA × absFA)

(904.5 × 1%) + (928.78 × 2%) = 27.62 kg/m3

9. The approximate density

Approximate Density =

Ww + Wc + W (coarse) + W (fine) + W (any other ingredient) =

202 + 404 + 904.5 + 928.788 = 2439.288 kg/m3

Mix Design

10. If practical measurements showed that the actual slump is 2cm less than required and the air content is 2% more than required. Adjust the mix for the next trial.

For slump : 2 × 2 = 4 kg

For air: 2 × 3 = 6 kg

Choose 6 kg. (the large number)

A.The new water content

New water content = 202 + 6 = 208 kg/m3

B.The new cement content

Weight of cement = $\frac{weight\ of\ water}{w/c}$

Weight of cement = $\frac{208}{0.5} = 416$ Kg/m3

Mix Design

C. The new coarse aggregate content

The coarse aggregate will not change (904.5 kg /m3)

D. The new fine aggregate content.

$$\text{S}V\ Concrete = 1 = Vw + Vc + V\,\text{FA} + V\,\text{CA} + V\,\text{AIR}$$

$$\frac{\text{VFA}}{2.4 \times 1000} = 1 - \left(\frac{MW}{1 \times 1000} + \frac{MC}{3.15 \times 1000} + \frac{MCA}{2.8 \times 1000} + \text{AIR \%} \right)$$

$$\frac{\text{VFA}}{2.4 \times 1000} = 1 - \left(\frac{208}{1 \times 1000} + \frac{404}{3.15 \times 1000} + \frac{904.5}{2.8 \times 1000} + 1.5\ \% \right)$$

WFA = 781.704 kg/m3

THE END : EYAS HAMAD .

3

A cube of side length = 200 is tested in the Brazilian test. The load that caused failure was 503 kN. The strength will be.....N/mm2 (MPa)
(2 Points)

- 4
- 0.0628
- 12.575
- 8
- 16

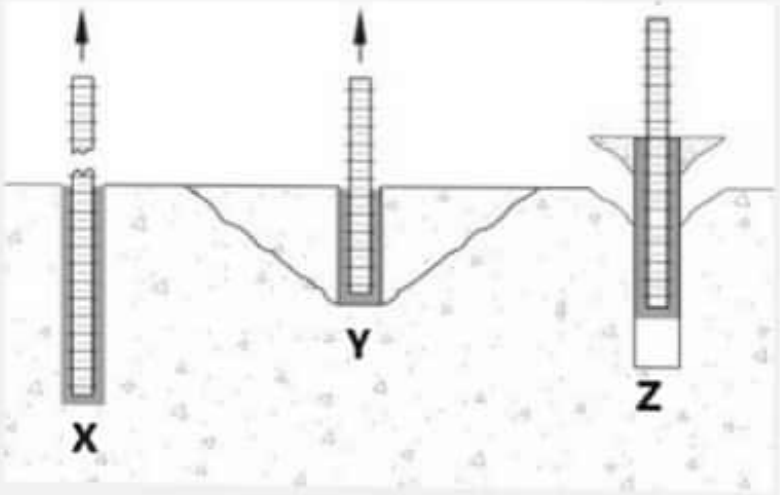
Scanned with CamScanner

5

Which of the following Portland cements is the most suitable for concrete dams (السدود)? (2 Points)

- ○ MSRPC
- ○ RHPC
- ○ SRPC
- ◉ LHPC
- ○ OPC

Scanned with CamScanner



A pull-off test was made to test the effectiveness (كفاءة) of a bonding admixture to steel. The figure shows the possible types of failure. The bonding admixture is considered unacceptable (غير مقبول) if failure is like the one in
(2 Points)

- ○ Y
- ○ X
- ○ Y and Z
- ○ X and Y
- ◉ Z

Scanned with CamScanner

(2 Points)

- ○ Plastic shrinkage
- ◉ Plastic settlement
- ○ Drying shrinkage
- ○ Autogenous shrinkage
- ○ Rupture due to compression

Scanned with CamScanner

9

31. Al-Wehda dam (سد الوحدة) is made of.....
(2 Points)

- (●) Roller compacted concrete
- ( ) Air-entrained concrete of slump 2 to 3 cm.
- ( ) Ultra high strength concrete
- ( ) Self-compacting concrete
- ( ) High strength concrete

10

Which of the following methods of compaction is the best and the quickest for compacting

Scanned with CamScanner

10

Which of the following methods of compaction is the best and the quickest for compacting precast (سابق الصب) concrete beams in factories (في المصانع)?
(2 Points)

- (●) Table vibrators
- ( ) Form vibrator
- ( ) Poker vibrator
- ( ) Roller vibrators
- ( ) Hand vibrators

Scanned with CamScanner

11

Which of the following does NOT affect the results of rebound hammer test?
(2 Points)

- Presence of hard coarse aggregate on the surface
- Presence of air voids on the surface
- Seggregation on the surface
- Presence of carbonation on the surface
- Presence of a cavity at 120mm below the surface

12

Biodeterioration (التلف البكتيري) of plain concrete sewers (مجاري خرسانية غير مسلحة) is related to.....

Scanned with CamScanner

12

Biodeterioration (التلف البكتيري) of plain concrete sewers (مجاري خرسانية غير مسلحة) is related to.....
(2 Points)

- (●) Both SRB and SOB
- ( ) IOB only
- ( ) SOB only
- ( ) SRB only
- ( ) IOB, SRB and SOB

Scanned with CamScanner

14

Which of the following can be the units for the fineness of cement?
(2 Points)

- (●) m2/kg (squared meter/kg)
- ( ) kg/m3 (kg/cubic meter)
- ( ) m3/kg (cubic meter/kg)
- ( ) kg/m2 (kg/squared meter)
- ( ) m/kg (meter/kg)

15

Scanned with CamScanner

15

Concrete containing superplasticizers and with possibility of segregation must be tested using .....test before it in construction.
(2 Points)

- ○ Vebe
- ◉ Flow table
- ○ Compacting factor
- ○ Slump
- ○ Kelly ball

16

Concrete must be placed and compacted before .....
(2 Points)

Scanned with CamScanner

16

Concrete must be placed and compacted before .....
(2 Points)

- ○ Cement reaches initial setting time
- ○ 1.5 hours
- ◉ 45 minutes
- ○ Concrete cracks
- ○ Cement reaches final setting time

Scanned with CamScanner

17

Roller compacted concrete will give .....when tested in the slump test
(2 Points)

- (●) True slump = 0
- ( ) True slump between 2 and 3 cm
- ( ) Collapse slump
- ( ) Any type of slump depending on water in the mix
- ( ) Shear slump

18

14. Which of the following types of water is the best for reinforced concrete footings (اساسات مسلحة)?
(2 Points)

Scanned with CamScanner

17

Roller compacted concrete will give .....when tested in the slump test
(2 Points)

- (●) True slump = 0
- ( ) True slump between 2 and 3 cm
- ( ) Collapse slump
- ( ) Any type of slump depending on water in the mix
- ( ) Shear slump

Scanned with CamScanner

16

Concrete must be placed and compacted before .....
(2 Points)

- ○ Cement reaches initial setting time
- ○ 1.5 hours
- ◉ 45 minutes
- ○ Concrete cracks
- ○ Cement reaches final setting time

Scanned with CamScanner

19

If the strength of a concrete cylinder is 34 MPa, the strength of cube made of the same concrete is expected to be.....MPa approximately.
(2 Points)

- ○ 3.4
- ○ 45.33
- ○ 28
- ◉ 42.5
- ○ 340

Scanned with CamScanner

21

Which of the following sands is the finest (الانعم)?
(2 Points)

- ○ Sand classified as C according to BS grading limits
- ◉ Sand with a fineness modulus of about 5
- ○ Sand classified as F according to BS grading limits
- ○ Sand within ASTM grading limits
- ○ Sand classified as M according to BS grading limits

22

The relationship between strength and maturity is given as: Strength = -36+28 log M.
Calculate the age at which concrete reaches 20 MPa if the curing temperature is 29 degrees C.
The age in days is

Scanned with CamScanner

25

Extra Rapid hardening Portland cement contains high amounts of.....
(2 Points)

- ○ C3A only
- ◉ C3A and C3S
- ○ C2S only
- ○ C3S only
- ○ C3S and C2S

26

Which of the following curing methods is the BEST for very high concrete walls very difficult to reach (حوائط الوصول لها صعب)?
(2 Points)

Scanned with CamScanner

H2SO4 (Sulfuric Acid)

CaCO3 (Calcium Carbonate)

24

In a sieve analysis test, all the aggregate passed sieve 25mm and retained on sieve 20mm. The fineness modulus is.....
(2 Points)

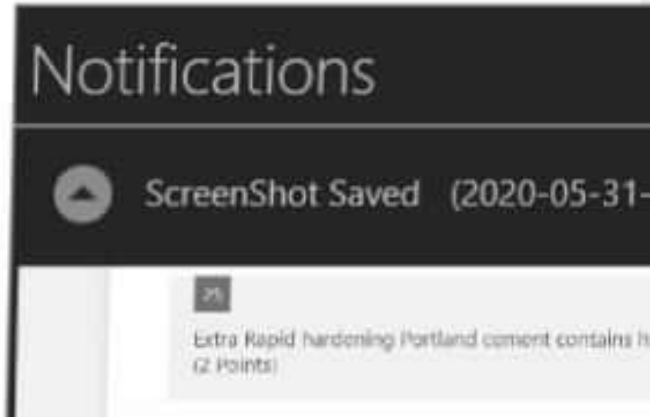
1

7

3

8

2

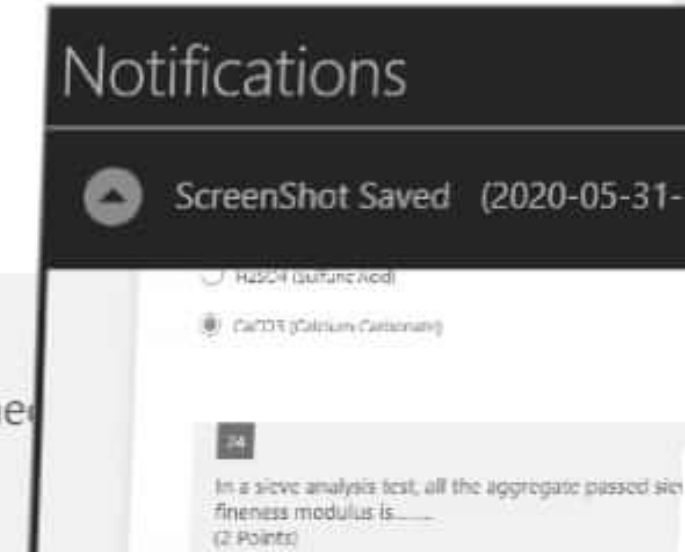


Scanned with CamScanner

23

Self-healing concrete, uses bacteria that produces .....and fills the cracks
(2 Points)

- ○ Ca(OH)2 (calcium Hydroxide)
- ○ CaSO4 (Calcium Sulfates)
- ○ H2S (Hydrogen Sulfide)
- ○ H2SO4 (Sulfuric Acid)
- ◉ CaCO3 (Calcium Carbonate)



24

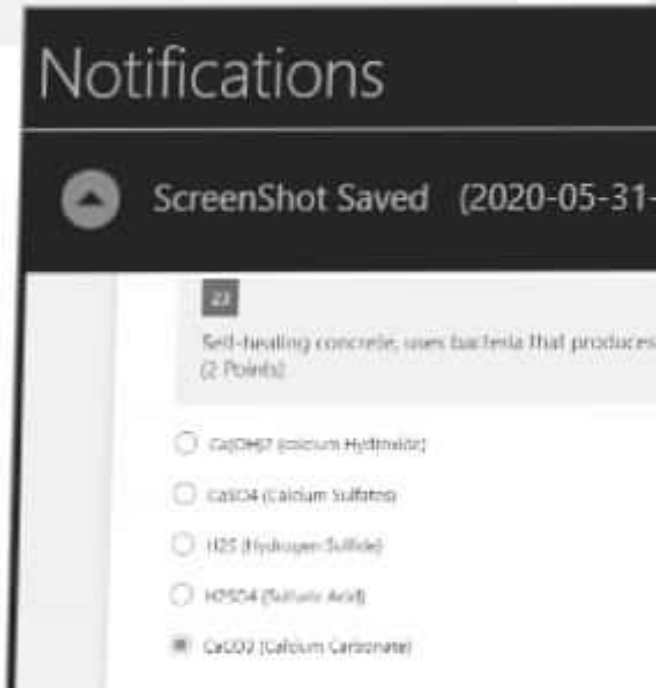
In a sieve analysis test, all the aggregate passed sieve 25mm and retaine
fineness modulus is.....
(2 Points)

Scanned with CamScanner

22

The relationship between strength and maturity is given as: Strength = -36+28 log M. Calculate the age at which concrete reaches 20 MPa if the curing temperature is 29 degrees C. The age in days is.....
(2 Points)

- ○ 3.448
- ○ 0.254
- ○ 0.093
- ◉ 2.5
- ○ 0.184



Scanned with CamScanner

- 340

20

Biocement is a cement that.....
(2 Points)

- can resist bacteria in concrete
- causes biocorrosion (صدأ بكتيري) of steel in concrete
- can resist biocorrosion of steel in concrete
- causes biodeterioration (تلف بكتيري) of concrete
- contains bacteria for self-healing concrete

Scanned with CamScanner

19

If the strength of a concrete cylinder is 34 MPa, the strength of cube made of the same concrete is expected to be.....MPa approximately.
(2 Points)

- 3.4
- 45.33
- 28
- 42.5
- 340

Scanned with CamScanner

18

14. Which of the following types of water is the best for reinforced concrete footings (اساسات مسلحة)?
(2 Points)

- ○ Seawater
- ○ Tap water from underground sources (مياه الحنفية من المياه الجوفية).
- ◉ Distilled water
- ○ Any drinking water
- ○ Tap water from water desalination sources (مياه الحنفية من مصادر تحلية المياه).

Scanned with CamScanner

17

Roller compacted concrete will give .....when tested in the slump test
(2 Points)

- (●) True slump = 0
- ( ) True slump between 2 and 3 cm
- ( ) Collapse slump
- ( ) Any type of slump depending on water in the mix
- ( ) Shear slump

Scanned with CamScanner

26

Which of the following curing methods is the BEST for very high concrete walls very difficult to reach (حوائط الوصول لها صعب)?
(2 Points)

- ○ Curing blankets
- ◉ Self-curing
- ○ Curing paints
- ○ Steam curing
- ○ Cover with wet burlap (خيش)

27

Scanned with CamScanner

27

When calculating the main components using Bogue's equations, which of the following should be used in the equations for the term CaO?
(2 Points)

- ○ The total of the combined CaO and free CaO
- ◉ C3A+C2S+C3S+C4AF
- ○ Free CaO only
- ○ CaO in Ca(OH)2
- ○ Combined CaO only

Scanned with CamScanner

27

When calculating the main components using Bogue's equations, which of the following should be used in the equations for the term CaO?
(2 Points)

- ○ The total of the combined CaO and free CaO
- ○ C3A+C2S+C3S+C4AF
- ○ Free CaO only
- ○ CaO in Ca(OH)2
- ◉ Combined CaO only

Scanned with CamScanner

28

The cracks that are observed in HU ground slabs (الارضيات الخرسانية في الجامعة الهاشمية) are due to.....
(2 Points)

- ○ Combined shrinkage and temperature effects
- ○ Autogenous shrinkage
- ○ Temperature effects
- ○ Drying shrinkage only
- ◉ Plastic shrinkage

Scanned with CamScanner

29

In order to check the uniformity of a mix, an engineer took two samples and measured the retained on sieve #4. The first value was 2400 g. The second value must be..... in order to accept the uniformity of the mixer.
(2 Points)

- (●) 2400 ± 6
- ( ) 2400 ± 180
- ( ) 2400 ± 7.5
- ( ) 2400 ± 144
- ( ) 2400 ± 16

Scanned with CamScanner

30

Which of the following cements is manufactured using 70% to 85% of the by-products of the steel industry (مخلفات صناعة الحديد)?
(2 Points)

- ○ Pozzolanic cements
- ○ Portland cements
- ○ White cements
- ○ Expansive cements
- ◉ Slag cements

Scanned with CamScanner

31

Which of the following cause concrete cancer?
(2 Points)

- ○ Reaction from free silica in aggregate and water
- ○ Reaction from C3A from cement, sulfates and water
- ○ Reaction from Alkalis from cement and free silica in aggregate
- ◉ Reaction from Alkalis from cement, free silica in aggregate and water
- ○ Reaction from Alkalis from cement and water

Scanned with CamScanner

30

Which of the following cements is manufactured using 70% to 85% of the by-products of the steel industry (مخلفات صناعة الحديد)?
(2 Points)

- ○ Pozzolanic cements
- ○ Portland cements
- ○ White cements
- ○ Expansive cements
- ◉ Slag cements

Notifications

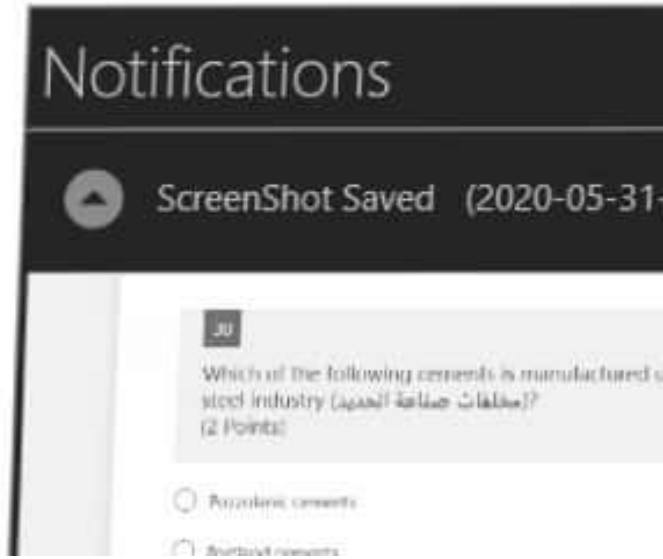
ScreenShot Saved (2020-05-3

Scanned with CamScanner

29

In order to check the uniformity of a mix, an engineer took two samples and measured the retained on sieve #4. The first value was 2400 g. The second value must be..... in order to accept the uniformity of the mixer.
(2 Points)

- ○ 2400 ± 6
- ○ 2400 ± 180
- ○ 2400 ± 7.5
- ◉ 2400 ± 144
- ○ 2400 ± 16



Scanned with CamScanner

32

Ability of concrete to stay cohesive and homogenous during production s called the.....of concrete.
(2 Points)

- ○ Compactability
- ◉ Stability
- ○ Finishability
- ○ Mobility
- ○ Total workability

Scanned with CamScanner

33

Among the following admixtures, which answer is the BEST for a concrete bridge cast in Canada in cold Winter?
(2 Points)

- ○ Air-entraining admixture
- ◉ Combined air-entraining admixture and accelerator
- ○ Combined air entraining admixture and plasticizer
- ○ Accelerator
- ○ Plasticizer

34

Scanned with CamScanner

Question on Density of Concrete:
The following are the proportions of a concrete mix per cubic meter of concrete:
Cement = 400 kg
w/c ratio = 0.50
Coarse aggregate 1000 kg
Fine aggregate 700 kg
Admixture 30 kg
Air content 10 %.
Estimate the density of concrete. All the aggregate is saturated surface dry.
(2 Points)

- ○ 2340
- ○ 2300
- ◉ 2330.10
- ○ 2330
- ○ 2130.5

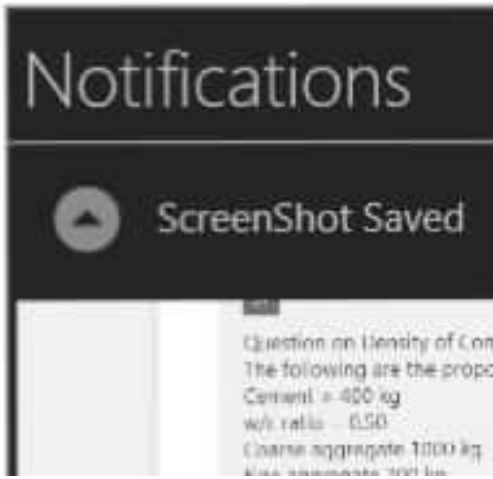
Scanned with CamScanner

- [x] The strength of concrete.
- [ ] The approximate diameter of steel bars.

36

An aggregate has specific gravity of 3.2 and rodded unit weight of 2000 kg/m3. The angularity number is.....
(2 Points)

- [ ] 0.375
- [ ] 67
- [ ] 65.4
- [x] 4.5
- [ ] 66.375



Scanned with CamScanner

35

Which of the following CANNOT be obtained using the cover meter?
(2 Points)

- ○ The spacing (تباعد) of steel bars.
- ○ The position of steel bars.
- ○ The distance between steel bars and surface of concrete
- ◉ The strength of concrete.
- ○ The approximate diameter of steel bars.

Scanned with CamScanner