

* Chapter (6) *

* Properties of Hardened Concrete *

→ Properties of hardened concrete:

* خواص الخرسانة المتصلدة:

- Strength. ^{القوة}
- Stress-strain characteristics. ^{منحنى الإجهاد - الانفعال}
- Shrinkage & creep deformation. ^{التشوه والتشكل}
- Permeability ^{النفاذية}
- Durability ^{المعمرية}

* أهم خاصية للخرسانة المتصلدة هي «Strength» ليه ؟

← لأن جودة الخرسانة تقاس بمقاومتها

* Water-Retaining structures need:

- خزانات المياه تحتاج:

→ [low permeability & low shrinkage]

طيب ايه الفرق بين Stress و Strength ؟

* Stress: Load per unit Area.

* Strength: absolute stress. (أقصى حمل ممكن تتحمله المادة (أعلى نقطة في المنحنى))

* ملحوظة قلوطة: كلما زادت قوة تحمل الخرسانة للأحمال، دل ذلك على جودة خواصها مثل (عدم تساهيل للنفاذية - زيادة مقاومة الانكماش).

* Compressive strength: → max. compressive load it can carry per unit Area.

* أشكال عينات اختبار الضغط:

- مكعب ← طول ضلعه 10 cm أو 15 cm
- أسطوانة ← قطرها 15 cm ، ارتفاعها 30 cm
- منشور ← (50 x 10 x 10 cm)

* When cylinders are used, they have to suitably capped

- اختلاف أشكال العينة ، يعطي قيم مختلفة لمقاومة الضغط

- مقاومة ضغط الاسطوانة 75 : 85 % من مقاومة الضغط للمكعب .

* Flexural strength;

- مقاومة الشد بالانحناء

← من الصعب اختبار مقاومة الشد لعينة من الخرسانة مباشرة ، لذلك يتم حساب

مقاومة الشد من طريق مقاومة الشد بالانحناء إذا لزم الأمر لذلك ؛ مثل :

① design of pavement slabs

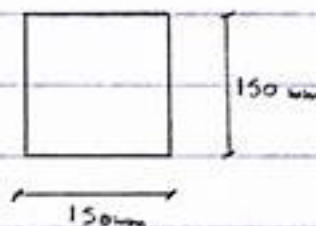
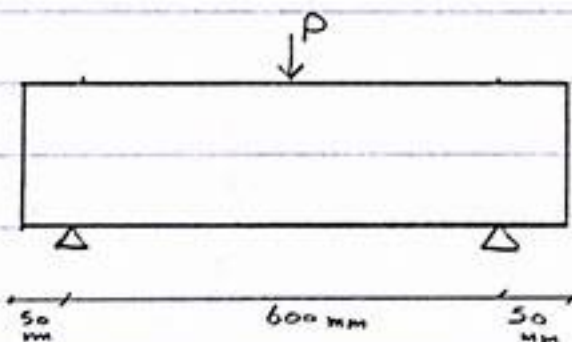
② Air field runway as flexure tension is critical in this case .

* اختبار مقاومة الشد بالانحناء :

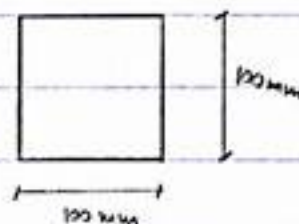
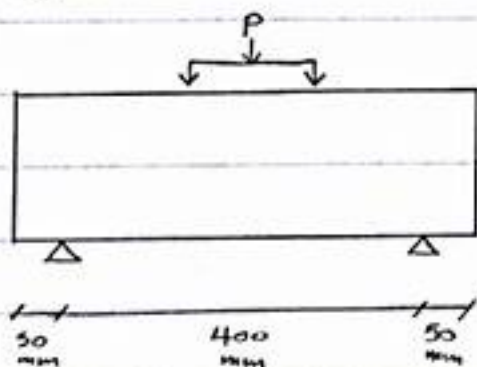
[15x15x70 cm]

← هناك عينة الاختبار عبارة عن كمرية أبعادها

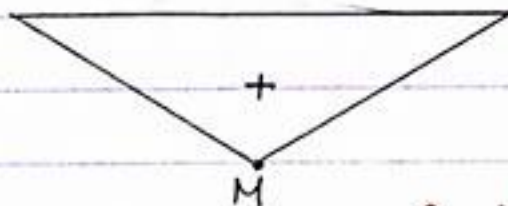
والمسافة بين الدعامتين = 60 cm



* حل واحد في المنتصف



* حل ثلاثي



* Modulus of ~~determine~~ Rupture

$$f_r = \frac{M}{Z} = \frac{M \cdot y}{I}$$

معيار الكسر

* Result of test affected by:

1- size of specimen

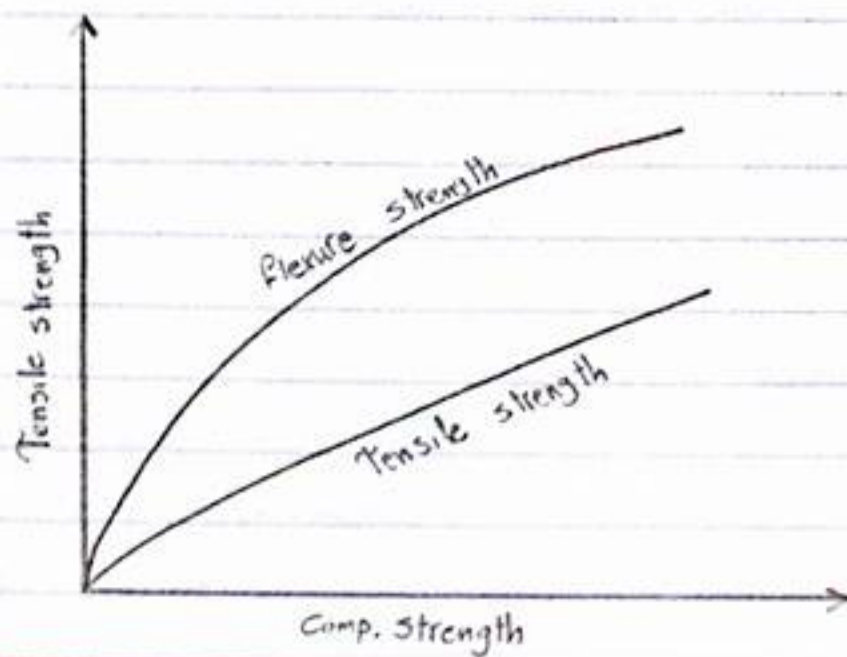
4- manner of loading

2- Casting - curing

5- Rate of loading.

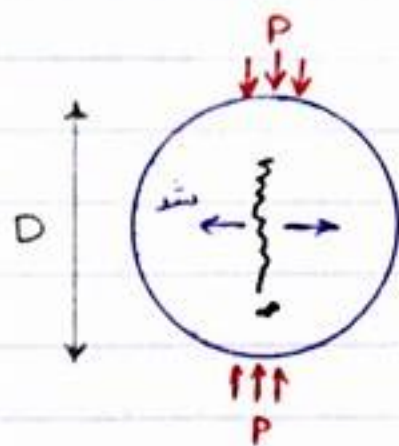
3- Moisture condition

* ملحوظة قلبية :- اختبار مقاومة الشد بالانحناء يعطي قيمة أكبر من مقاومة الخرسانة للشد نتيجة لدخول عزم الانحناء ، ~~ولذلك لا يجب استخدامه~~ .



* Tensile strength.

← منفذ عمل اختبار شد مباشر للخرسانة عشان الجهاز لما يجي بمسك في اسطوانة الاختبار هيعصرها ، وبالتالي تبوظ الخرسانة .



← هيفعل اختبارات شد غير مباشرة ; (splitting test)

← هتضغط على الاسطوانة من الجانب

فيحصل شرخ في اتجاه الضغط ، لكنه نتيجة

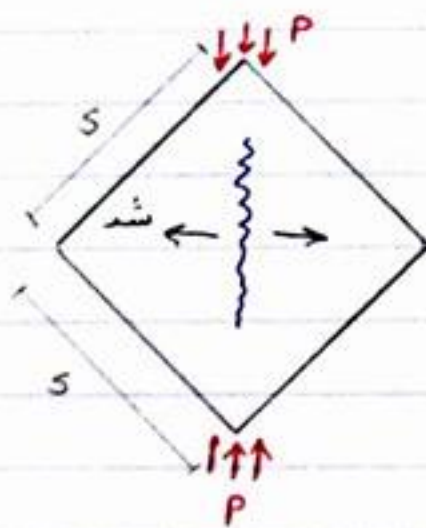
شد في الاتجاه العمودي .

$$\sigma_{sp} = \frac{2P}{\pi DL}$$

↓ diameter ↓ length

- ممكن نعمل كده مع الكعب ، بس تخليه

على سبفه



$$\sigma_{sp} = \frac{0.519 P}{s^2}$$

* مقاومة الشد بالانحناء = (8 ; 12 %) من مقاومة الضغط .

* Advantages of splitting test:

- 1- اختبار سهل لتنفيذ ويطي نتائج منتظمة أكثر من اختبارات الشد الأخرى.
- 2- المقارنة المصوبة مع الاختبار أقرب ما تكون للمقارنة الحقيقية.

* Factors influencing the strength of concrete :-

• أفضل مقاومة هي المقاومة الأعلى
• أفضل Workability هي المناسبة (من الأعلى)

- 1- Constituent materials.
- 2- mix proportions.
- 3- Curing.
- 4- Method of preparation.
- 5- Test conditions.

→ Constituent materials :

- [1] Water :
- كمية الماء من شأنها في المقاومة ، لكن تأثيرها كبير في الـ Workability .
 - نوع الماء المستخدم يتم اختياره بناءً على مواصفات الكود .
 - جودة المياه تناسب طردياً مع المقاومة .
 - w/c تناسب عكسياً مع المقاومة .

[2] Cement :

* Content : المحتوى الاسمنتي

← تناسب المقاومة طردياً مع محتوى الاسمنت ، لكن إذا زاد المحتوى عم الحد الأمثل تقل المقاومة

* Fineness : النعومة

← تناسب المقاومة طردياً مع نعومة الاسمنت عشان زيادة النعومة بتزيد من

كفاءة الهيدرة ومنه معدل تفاعل الاسمنت بالماء ، وبالتالي تزيد مقاومة الخرسانة المبكرة

← نعومة الاسمنت من شأنها بشكل كبير على المقاومة المتأخرة (عند سنة) .

* Chemical composition: (Fig 6.11)

← C_3A , C_3S : زيادتهم تؤدي لزيادة مقاومة الضغط المبكرة .
في المراحل المتأخرة ، بزيادة C_3A , C_3S ، يكون التأثير غير ملحوظ .

← C_2S : مسؤول عن المقاومة في المراحل المتأخرة .

[3] Aggregate:

* ← مقاومة الضغط للركام ← مقاومة ضغط الخرسانة

← مقاومة الركام ليس متأثر بـ بسيط على مقاومة الخرسانة

← الرابطة بين الركام والمونة هي العامل الأساسي المحدد لمقاومة الخرسانة .

* الشكل : ① crushed : يعني رابطة قوية مع المونة .
② uncrushed : يعني رابطة ضعيفة مع المونة .

* حالة السطح : الـ crushed سطحه خشن ، وبالتالي مساحة سطحه أعلى ، هيدروكسي تماسك ومقاومة أعلى .

ملحوظة تليوطة : الشكل وحالة السطح يؤثران على مقاومة الشد أكثر من مقاومة الضغط

* الحجم : كل ما المقاس يزيد ، تقل المقاومة ، عشان المساحة السطحية قليلة ، وبالتالي التماسك قليل .

* التدرج : لازم يكون تدرجه جيد وفيه كل المقاسات لتقليل الفراغات ، وبالتالي زيادة المقاومة .

← كلما زادت نسبة الركام ~~للإسمنت~~ إلى نسبة الإسمنت ، تزداد المقاومة إلى ان تصل للقيمة المثلى .

← لكم في قيمة مثلى للركام بالنسبة للإسمنت ، إذا زادت عن هذا تؤثر عكسياً على المقاومة وتقللها ← القيمة دي = (2.5)

[4] Admixture

• Accelerators : معجلات الشك.

← تزداد معدل الإمالة والمقاومة المبكرة ، بسبب تقليل مدة المقاومة النهائية .
لأنه أحياناً تزداد معدل الإمالة بعمل شروخ داخلية .

• Retarders : مؤخرات الشك .

← يقلل المقاومة المبكرة بشأن بتأخر زمن الشك

• الهواد المحبوس : يقلل المقاومة في جميع المراحل .

• النشاط الكيميائي يمكنه يؤثر على المقاومة ، ليس أنهم حاجة إلى التحكم في التخمير كوسيلة .

→ Method of preparation:

1- Affect of Curing:-

- معالجة الخرسانة بغيرها في الماء لضمان ~~تمام~~ انتمام تفاعل الاسمنت بالماء ،
وتعتمد على : (الوقت - الرطوبة - الحرارة) .

• الوقت :

- زيادة فترة معالجة الخرسانة بالماء ، تؤدي لزيادة المقاومة النهائية للضغط .

• الرطوبة :

- تترك الخرسانة في الهواء الطلق على مقاومة قليلة في جميع مراحل عمر الخرسانة

(الحرارية) - أعلى مقاومة ينتجها لما تعالج الخرسانة بالماء ، ثم تترك فترة لتختبر وهي رطبة

- أقل مقاومة : لما تعالج الخرسانة في هواء طلق ، واختبارها وهي رطبة .

- المقاومة الحقيقية : تعالج الخرسانة بالماء ، وتختبر وهي رطبة .

* الحرارة :

- معدل الحصول على المقاومة للخرسانة المصنوعة من الاسمنت البورتلاندي يزداد بزيادة الحرارة (في المراحل المبكرة) .

- لكن عندئذ تلاقى مقاومة بنيوية كوسية ، تعالج الخرسانة في درجة حرارة منخفضة .

- زيادة حرارة الخرسانة تدي مقاومة مبكرة كوسية ومقاومة بنيوية قليلة ، والعكس صحيح .

→ Test conditions :

* حجم وشكل العينة :

- كل ما حجم العينة قل ، تدني مقاومة أعلى

* محتوى الرطوبة : - العينة الجافة تدي مقاومة أعلى من المبتلة في الضغط

- العينة المبتلة تدي مقاومة شد بالانحناء أكبر من الجافة .

* النسبة بين ارتفاع العينة وقطرها :

- لو النسبة أقل من (2) ، تزيد المقاومة بسرعة .

- لو النسبة بين (2 : 2.5) ، المقاومة يتلون ثابتة تقريباً وتقل

بدرجة بسيطة .

* حالة السطح : - لازم يحصل تطابق بين سطح المكينة و سطح العينة ، وده هيسهل قوى وقص

مائلة ، هيسهل توزيع الاجهادات ويدني مقاومة ظاهرية أعلى

- السطح لو متعرج ، هيسهل اجهاد رأسي .

* طرق التحميل : (Method of loading) :

- مقاومة الضغط بتزيد ، بزيادة الضغط العرضي .

- المقاومة بتتأثر بمعدل التحميل ، خصوصاً الخرسانة المبتلة .

- لو معدل التحميل سريع ، يدني مقاومة أعلى (خراسية)

* Fatigue Load :-

- هذا النوع من الاحمال ، يقلل المقاومة ، وعنده رجوعية كوسية .
- يعتمد على :

- 1- تردد التحميل .
- 2- نوع الخرسانة .
- 3- Stress-strain Ratio .

- يصمم الكباري على ال Fatigue load . وكمان قضايا السكك الحديدية .

* Primary load;

- هو الحمل الدائم والاساسي والاكثر تأثيرا على المنشأ .

* Secondary load;

- احمال ليست دائمة (الزلازل) .

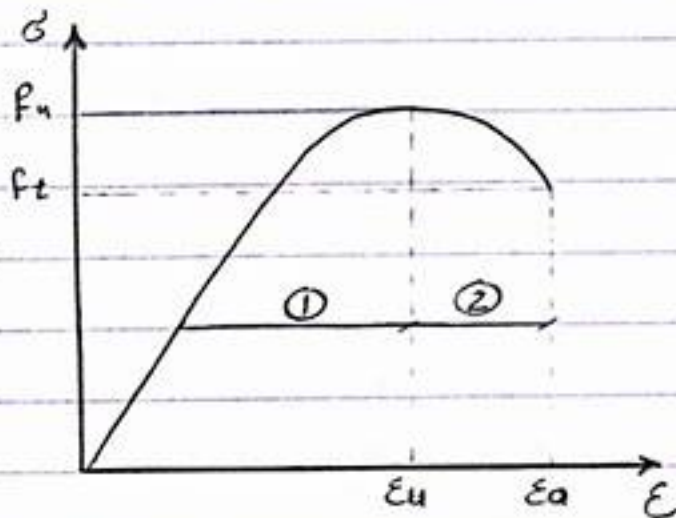
في معدل تحميل معين لكل عينة من العينات لازم الخلطة عشان اوصل لمقاومة الضغط القصوية بناعت العينة .

- معدل التحميل في الضغط = 12 : 24 N/mm

- معدل التحميل في الشد = 1.2 : 2.4 N/mm

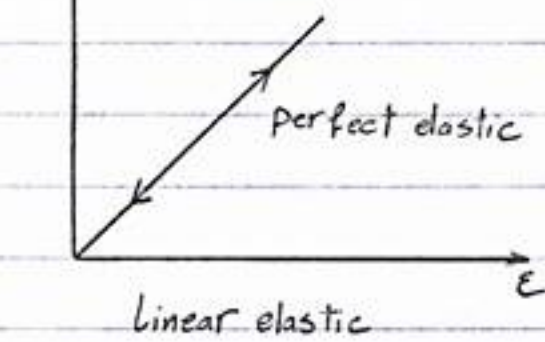
* Stress & Strain characteristics of concrete ;

→ Behavior of concrete under static compressive load.

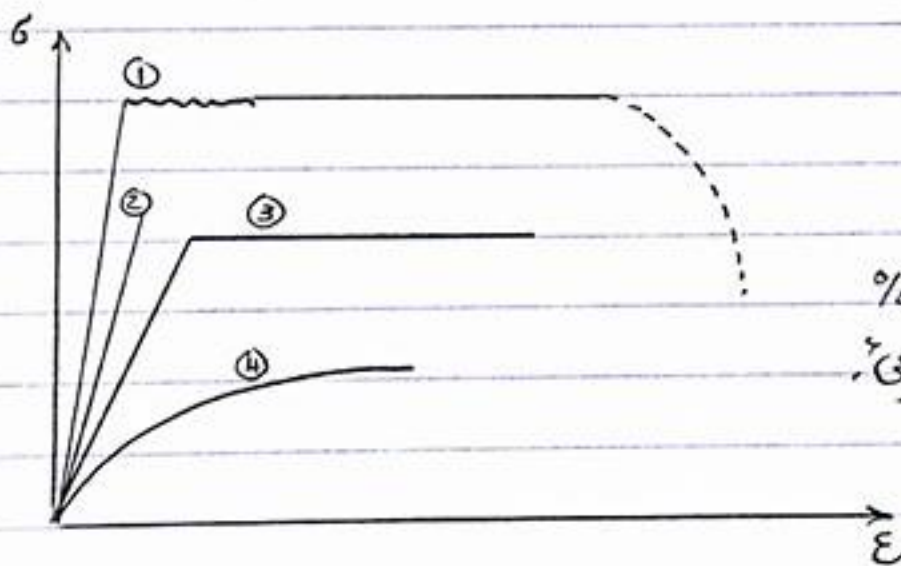
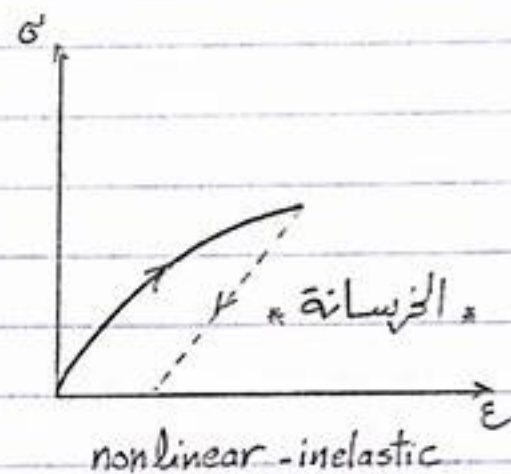
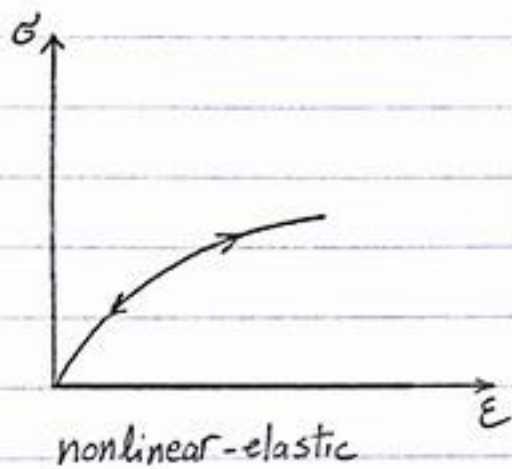
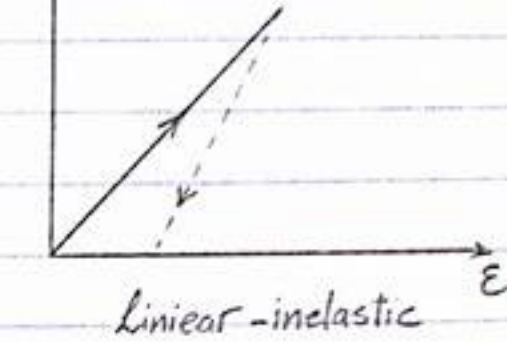


* الخرسانة تبقى elastic لحد 30% من (f_u)
* وجود ال curve بعد ال (f_u) يقول ان الخرسانة
في حالة ductility .

- فطاعات كبيرة ومقابل امان عالي
- عمر اول



- هنتوقع انه الحبل هيزيد بنسبة معينة
- مع الحمل الاقصى.



①, ③ → Ductile materials.
(plateau)

- تفضل Ductile الحد ما تنزل 30%
من ال f_u ، وبتدين يحصل انهيار مفاجئ.

* Creep:

- حمل قصير (شايخوخة الخرسانة)

* ممكن ان يكون ناتج من طول فترة التحميل الزائد ، والذي يؤدي لتشوخر الخرسانة ، وعند ازالة هذا الحمل ، لا يعود المنشأ لشكله الطبيعي ، بل يحدث له تشوخر دائم .

* Shrinkage:

→ Plastic shrinkage:

- تفاعلات الإماهة بنسبة قليلة حجم الماء والاسمنت ، والنقصان ده بيزيد أكثر لما يحصل تبخر للمياه من السطح . الكلام ده كله بيحصل شروخ سطحية .

→ Drying shrinkage:

- الانكماش اللي بيحصل بعد تصلد الخرسانة .
- جزء من الانكماش بيتعالج بفخر الخرسانة في المياه .

العوامل المؤثرة على الانكماش :

- | | |
|-------------------|--------------------|
| 1- w/c | 5- شكل وحجم العينة |
| 2- محتوى الاسمنت | 6- الإضافات |
| 3- الظروف المحيطة | 7- نوع الاسمنت . |
| 4- نوع الركام | |