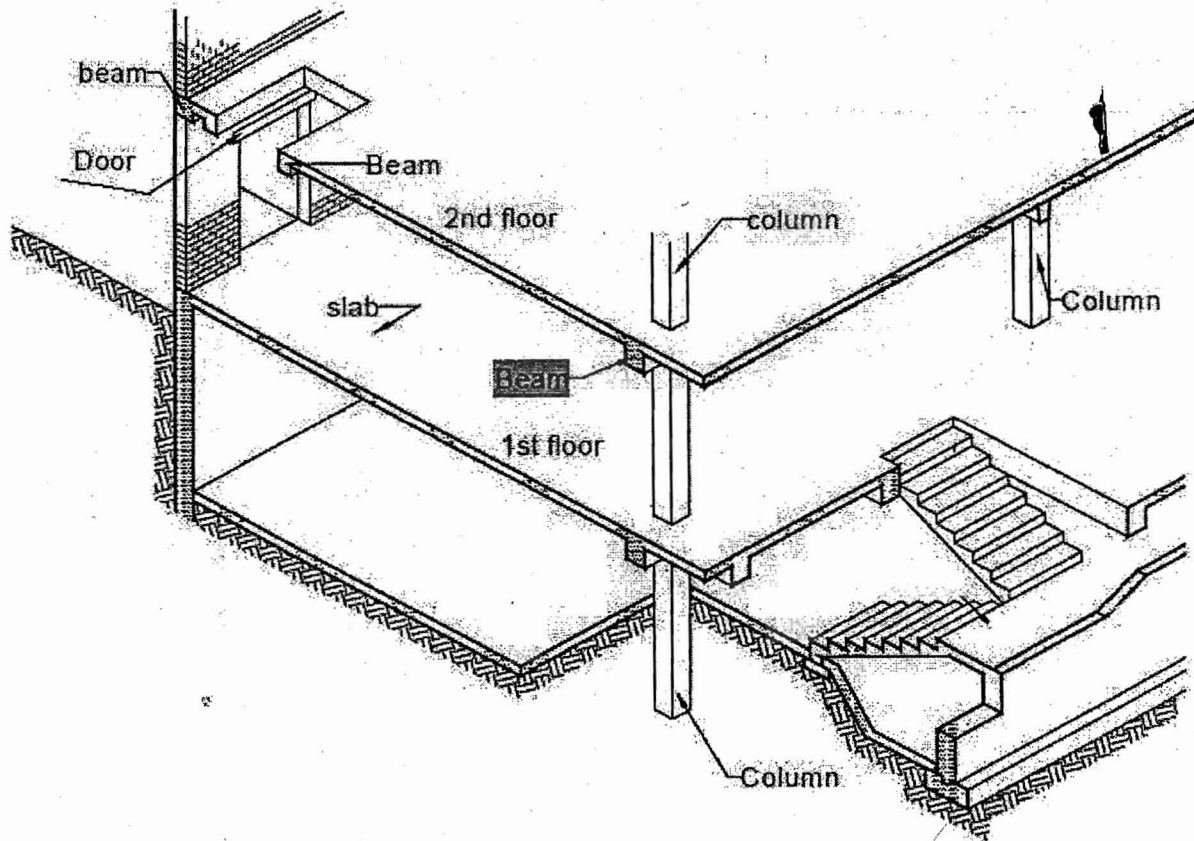


2nd year civil Engineering 2

275



Reinforced concrete

نظری **No: 1**

خرسانة مسلحة

Reinforced Concrete

* مقدمات *

تعتبر الخرسانات المسلحة، إحدى أهم المواد المتاحة للإنشاء في العالم وتستخدم في جميع المنشآت

" مباني - كبارى - أنفاق - خزانات - حوايط حاملة "

تتكون من " رمل + شن أو زلط + أسمنت + إضافات "

ناثة لإضافات: لتحقق خصائص معينة " حسن الـ Workability - تعجل أو تؤخر زمن الشد "

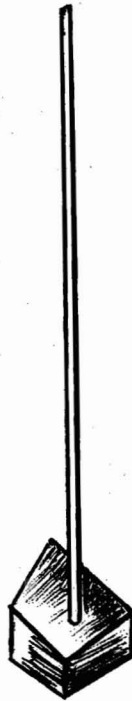
هناك فرق بين

* خرسانات عادية *

تتكون من مكونات سابقة بدون حديد تسليح

⑤ لها مقاومة عالية في الضغط

ولكن لها مقاومة منخفضة في الشد



* خرسانات مسلحة *

① تتكون من مكونات سابقة

+ حديد تسليح

⑤ لها مقاومة عالية في الضغط

وأيضا مقاومة عالية في الشد

مميزات الخرسانة المسلحة

- 1- لا تحتاج إلى صيانة .
- 2- مقاومة عالية جداً للحريق لوجود غطاء خرسانة .
- 3- يمكن صب الخرسانة لتكوين العديد من الأشكال .
نموذج مكعب ٤
- 4- لا تحتاج إلى عمالة ماهرة في التنفيذ عكس المنشآت المعدنية .
- 5- تتوفر أسعار مكونات الخرسانة بشكل معقول .

عيوب الخرسانة المسلحة

- 1- تحتاج إلى فترة لتشكيل الخرسانة وأحياناً تكون مكلفة .
- 2- العناصر الخرسانية تكون بحجم كبير في الكبارى والمنشآت العالية .
- 3- تختلف خصائصها باختلاف مكوناتها وحسب الخلط وطرقيات الصب والدك .

① البلاطات تنقل الأحمال للعمارات .

② الكمرات تنقل الأحمال للأعمدة .

③ الأعمدة تنقل الأحمال للقواعد .

العناصر الخرسانية المسلحة :

ملحوظة : بعض المباني لا توجد بها كمرات أي بلاطة تنقل الحمل على الأعمدة مباشرة
تسمى بلاطات لا كمرات ← flat slab

" Notes on R.C "

- ① مقاومة إشد الخرسانة = $\frac{1}{10}$ مقاومة الضغط للخرسانة
لذلك عند تولد شد على الخرسانة تحدث شروخ نعالجها بوضع حديد في أماكن إشد
- ② مقاومة قوى الشد للحديد = (100 ~ 140) مرة للخرسانة
- ③ وجود الخرسانة حول الحديد تحميه من الحريق
الصدأ
- ④ التجارب العملية أثبتت تماسك جيد بين الحديد والخرسانة فلا يرتب انفراق بينهما
- ⑤ المادتين يعملوا جيداً في تغير درجات الحرارة لأن معامل التمدد الحراري لكل منهما قريب جداً .
الحديد
الخرسانة

* Mechanical properties of Concrete:

الخصائص الميكانيكية للخرسانة:

① Compressive strength

1. جهد الضغط

هو أهم خصائص الخرسانة لأننا أساساً نتقدم بها لكونه تقاوم الضغط وهي

تتأثر بالعوامل التالية: ① نسبة المياه للأسمنت

Water Cement Ratio

② نوع وصحبة الأسمنت

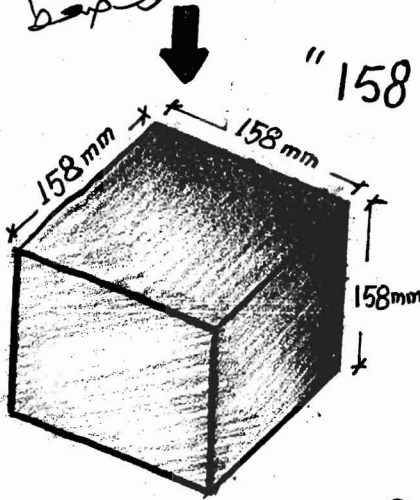
④ عمر الخرسانة

③ خصائص الأسمنت

سؤال للفهم * إذا كان هناك خرسانة ويراد تحديد جهد الضغط لها؟؟

عازي بيرغرف هي تشيل ضغط أداسير؟؟

قوة ضغط



في مصر يتم عمل مكعبات أبعادها "158 * 158 * 158 mm"

ويعرض لقوة ضغط حتى ينكسر

وعند الانهيار كند القوة $P_{failure}$ "القوة التي كسرت المكعب"

وتحدد جهد كسر المكعب " f_{cu} "

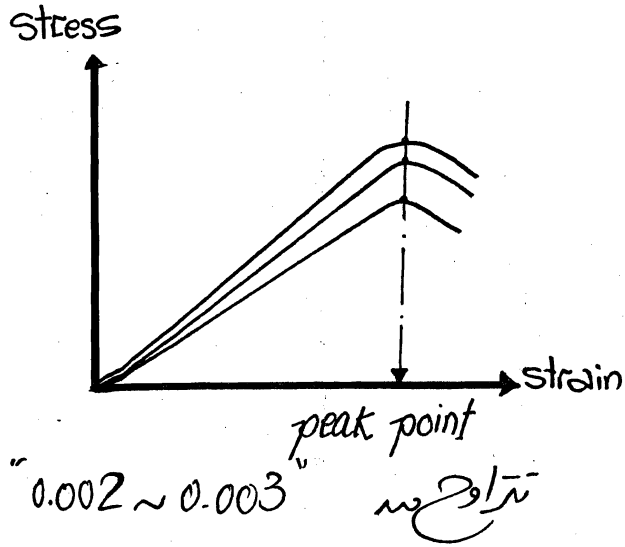
يتم صب المكعب ولكن يتم اختياره بعد 28 يوم

ملاحظة * أهمية جداً
* جهد كسر المكعب أبعاده 158 * 158 * 158 ملم
بعد 28 يوم
: f_{cu}

* في بعض الدول تستخدم اسطوانات بأبعاد أخرى "100 * 100 * 100 mm"

الكود المصري حدد أقل قيم f_{cu}

- * خرسانة عادية f_{cu} لا يقل عن 15 نيوتن/مم²
- * خرسانة مسلحة f_{cu} لا يقل عن 18 ~ 20 نيوتن/مم²
- * خرسانة سابقة الاجراء f_{cu} لا يقل عن 30 نيوتن/مم²



ويكون شكله "stress-strain Curve"

هو علاقة بين الاجراء الذي تتعرض له العينة

والانفعال "إتشكل"

* أي كل ما تضاف عليه حجمها يتغير وتشكل
إلى أن تنكسر

② Tensile Strength :

اجهاد الشد

معروف ان مقاومة الخرسانة للشد ضعيفة. اذا ما قورنت بمقاومتها للضغط

* مقاومة الشد تساوي 8 ~ 12 % مقاومة الضغط

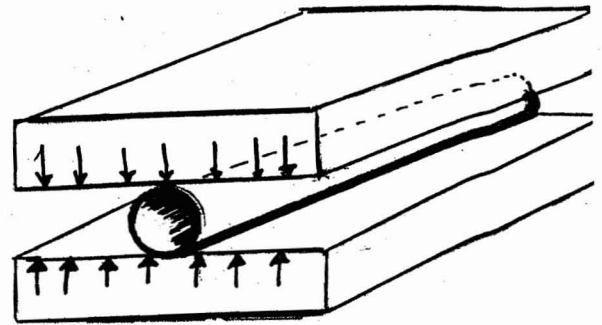
وسيقم بتحديد اجراءات الشد للخرسانة التالية :

1. Direct tension (f_t) :



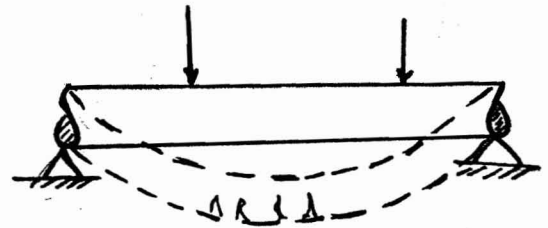
2. splitting tensile test (f_{tsp}) :

$$F_t = 0.8 F_{tsp}$$



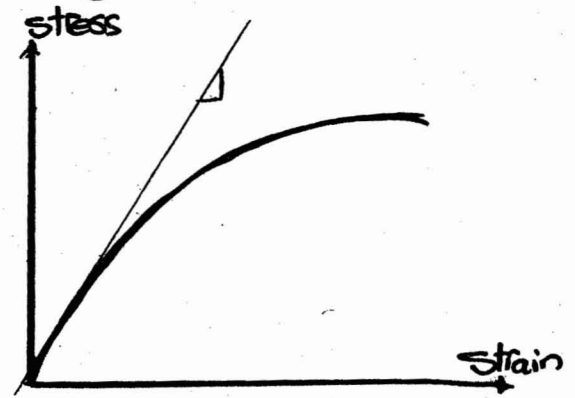
3. flexural tension test: (f_{tp})

$$f_t = 0.6 f_{tp}$$



③ Modulus of Elasticity : معيار المرونة

" E_c " معيار المرونة هو
ميل الخط المستقيم الأول



ويمكن حسابات من معادلات الكود المصري :

$$E_c = 4400 \sqrt{f_{cu}} \quad \text{N/mm}^2$$

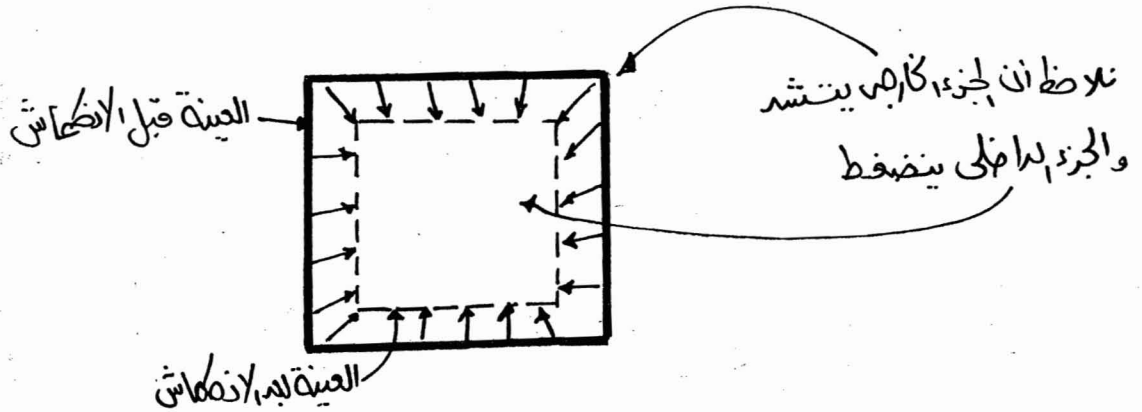
④ Shrinkage :

الانكماش

تعريفه : نقص أبعاد الخرسانة نتيجة فقد المياه وليسمى "انفعال الانكماش"

شرح : عند خروج المياه من الخرسانة يحدث لها انكماش فتتعرض الأجزاء الخارجية إلى شد ويحدث قوى ضغوط للأجزاء الداخلية

يعتمد على : ① كمية مياه الخلط ② مكونات الخرسانة ③ رطوبة الجو ④ أشكال العناصر الخرسانية



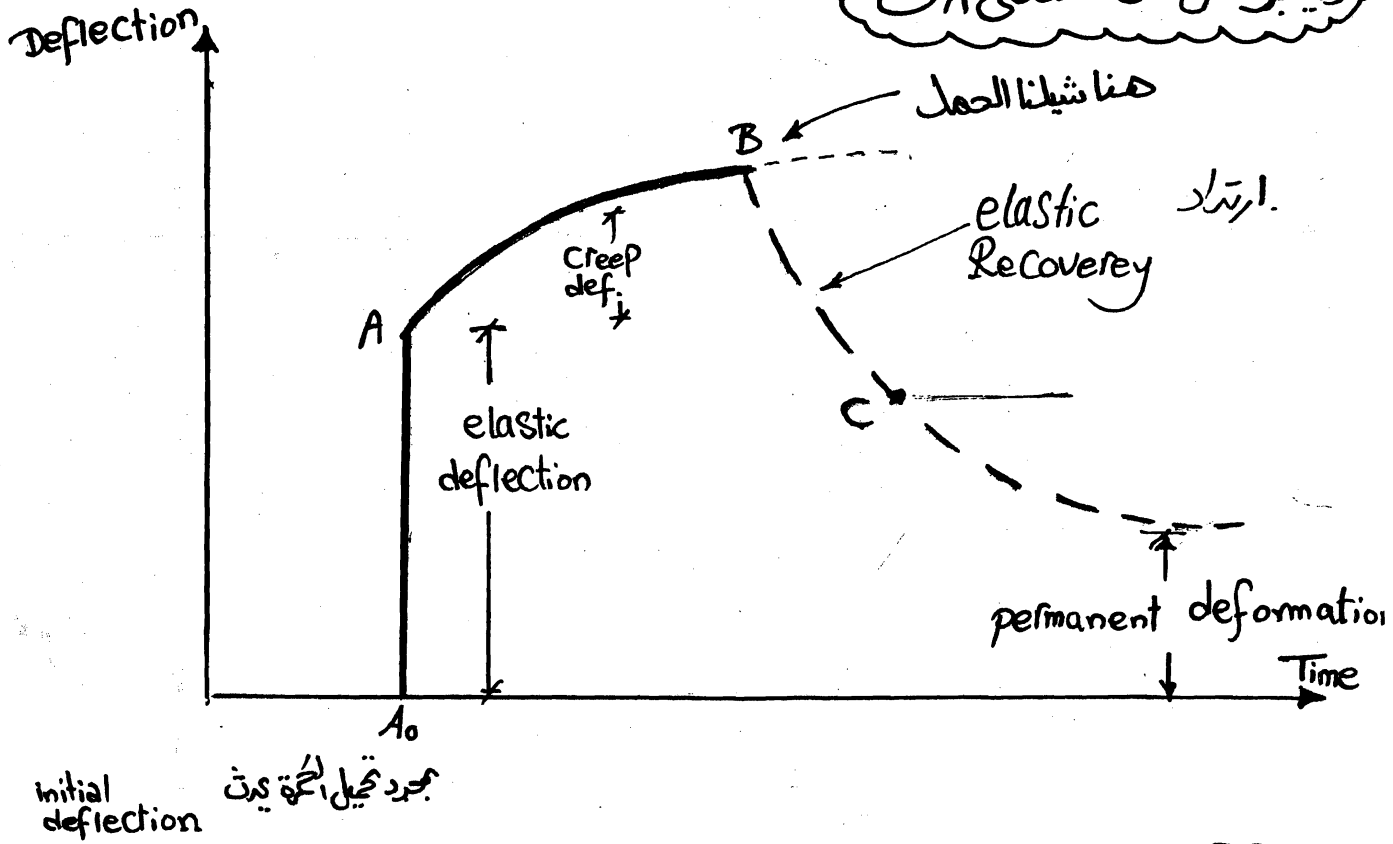
5 Creep:

الزحف.

تعريفه: هو زيادة الـ "deflection" مع مرور الزمن عن الـ initial deflection مع ثبوت الحمل.

* يعني إيه؟!!
يعني لو مديك كمره عليها حمل كالاتي
مجرد وضع الحمل بيث ترخيم أولي "initial deflection" مثلاً 1cm
المفروض بعد 10 سنوات لو تم قياس الترخيم فيه لآه 1cm لكننا نتيجة الزحف فيه
ان الترخيم أصبح 1.5cm مثلاً أي يزيد الترخيم مع الزمن حتى مع ثبوت الحمل.

ويجب عزف عن المنحنى الاتي



① من A → A₀ هي مرحلة وضع الحمل فبيث تشكل في اكل . elastic def.

② ثم مع مرور الزمن من A → B هي مرحلة حدوث زيادة في الترخيم نتيجة الزحف.

③ من B → C شيلنا الحمل فبيث ارتداد مره للترخيم

ولكن فلي بالك ليس كل الترخيم كادث بيث له. ارتداد ليتبقى جزء ترخيم دائمة.

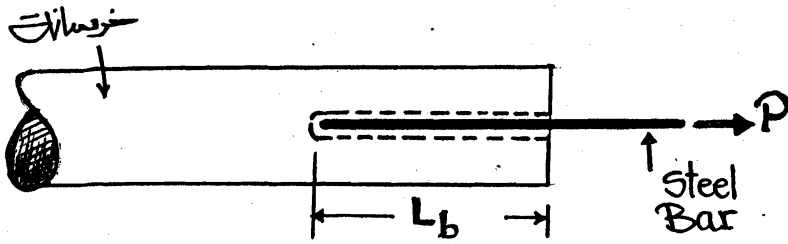
⑥ Bond:

التماسك

من أهم الخصائص حيث أن الأحمال تنتقل بين الحديد والخرسانة عن طريق التماسك

لذلك يجب التأكد من وجود تماسك بين الحديد والخرسانة **مقياس: انزلاق**

* pull-out test :



* خضعة عينة بأكملها في محورها
وغرضه لقوة شد P حتى ينزله ويخرج
من العينة.

أياد الطول L_b الذي يقاوم لقوة P
القوة " P "

$$P = A_s \times f_s$$

* " A_s ": مساحة إسطبق قطره " ϕ " * " f_s ": Tensile strength حيث

$$A_s = \frac{\pi}{4} \phi^2$$

القوة التي تقاوم
انزلاق الإسطبق = المساحة الجانبية * إجهاد التماسك
بين الحديد والخرسانة لتلاصق الإسطبق مع الخرسانة

$$f_b \times \pi \times \phi \times L_b =$$

بمساواة القوة " P " مع القوة المقاومة أي بمساواة ① مع ②

$$\frac{\pi}{4} \times \phi^2 \times f_s = \pi \times \phi \times L_b \times$$

$$L_b = \frac{\phi \times f_s}{4 f_b}$$

-8-

* Reinforcing Steel: * حديد التسليح *

هناك نوعان من حديد التسليح

(a) ordinary Mild steel:

" حديد أملس "

رمزه " ϕ "



$$f_u = 350 \text{ N/mm}^2$$

اجهد الخضوع له $f_y = 240 \text{ N/mm}^2$ فقط

(b) High tensile steel:

" حديد مشرقتر "

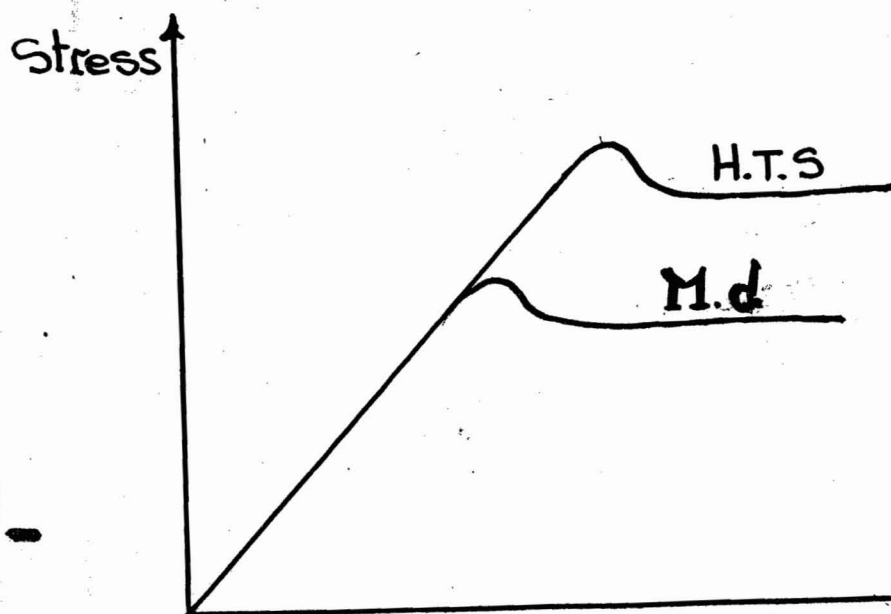
رمزه " $\#$ "

$$f_y = 360 \text{ N/mm}^2$$

$$f_u = 520 \text{ N/mm}^2$$



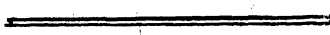
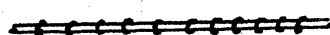



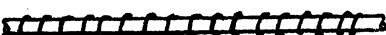


ويكون إشدالذي يتحمله ليسف إشدقشر < إشدالذي يتحمل ليسف إملس



لا حظ ان ال Strength
عند ال H.T.S اعلى
من ال M.d

ويكون الحديد المستخدم في السوق المصرية

بالأقطار التالية :

* 8 mm		فقط mild
* 10 mm		
* 12 mm		
* 16 mm		
* 18 mm		
* 22 mm		
* 25 mm		
* 28 mm		
* - - -		

*Combination of loads :

«تجميع الأحمال»

● يقصد بها عند تعرض منشأ لعدة أنواع من الأحمال من الأحمال
Dead
live
lateral

كيف يتم جمعهم؟؟ «لا يتم جمعهم بالكامل على بعض»

● أولاً : حالة أن المنشأ يتعرض لأحمال
Dead فقط
live
؟

$$U = 1.4 \text{ Dead} + 1.6 \text{ Live} \rightarrow \text{مجموع الأحمال}$$

أي يتم ضرب الأحمال الميتة * 1.4

يتم ضرب الأحمال الحية * 1.6

أما إذا كان الحمل الحى أقل من 75% من الحمل الميت

$$live < 0.75D$$

$$U = 1.5 [Dead + live]$$

● ثانياً : حالة أن المنشأ يتعرض لأحمال
Dead
live
lateral
؟

$$U = 0.8 [1.4 \text{ Dead} + 1.6 \text{ live} + 1.6 \text{ wind or earthquake}] \rightarrow \text{مجموع الأحمال}$$

→ "Factors of Safety" ← محاملات الأمان

نعتقد طرق التصميم على استنادهم نوعين من محاملات الأمان :

- (1) محامل أمان في المواد المستعملة . " تقليل مقاومة المواد "
- (2) محامل أمان في الأحمال . " زيادة الأحمال "

⊕ " (1) محامل أمان في المواد المستعملة " ⊕

* مثلاً، اننا مثلاً نستعمل خرسانة تتحمل فعلياً اجراء ضغط مثلاً 1 ton/m^2

أي أنها تنكسر وتنهار لو زاد الحمل عن 1 ton/m^2

لذلك عند التصميم نصمم على أن الخرسانة تتحمل 0.5 ton/m^2 فقط فقط ← وذلك بقسمة اجزائها على محامل أمان .

وذلك لكل من الخرسانة والحديد :

الخرسانة
 f_{cu} الخرسانة تتحمل
 ولكننا نقول أنها تتحمل

$$\frac{f_{cu}}{\gamma_c}$$
 اجزاء كسر المكعب
 محامل
 مفض
 الاجهاد
 $\gamma_c = 1.5$ صففا

الحديد
 الحديد يتحمل اجزاء الضغط
 f_y
 ولكننا نحمله

$$\frac{f_y}{\gamma_s}$$
 اجزاء ضغط الحديد
 محامل
 مفضل
 الاجهاد
 $\gamma_s = 1.15$

(2) محامل أمان في الأحمال

* معناها مثلاً أن الحمل الـ Dead مثلاً 1 ton/m^2
وحمل الـ Live مثلاً 0.5 ton/m^2

* عند التصميم لاستخدام الأحمال بالقيم الفعلية

← ولكننا نضربها في معاملتي "مثل طرقات التخميل"

$$U = 1.4 \text{ Dead} + 1.6 \text{ Live}$$

ملحوظات: إذا استخدمت الأحمال بالقيم الفعلية تسمى Working loads
إذا استخدمت الأحمال بعد ضربها في معاملات تسمى Ultimate loads

فائدة باستخدام معاملات الأمان.

① يغطي أي حدوث لزيادة الأحمال في المستقبل
"أي لو كانت صممت على أنه الحمل زيادة عن الفعلي سبب الباري يكون أكثر أماناً"

② يغطي اختلاف مقاومة المواد عن إلقاءات التصميميات

"أي لو كانت صممت لمادة على أن تتحمل 1 t/m^2 وعند خلط الخرسانة بحال عملت خصائص

تتحمل 0.8 t/m^2 فقط تكون أنت عملت حسابك وصممت أنها تقبل أقل من ذلك ملامه"

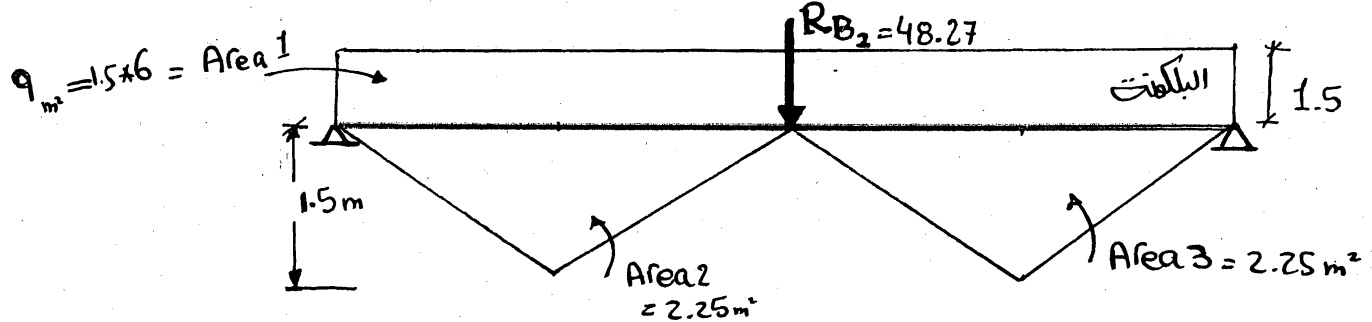
③ تغطي أخطاء التنفيذ

④ التبسيط في الحساب والتقريب

ثالثاً: حل الكمرية B₁ ودوائر / دفتلها على العود C₁

حل كالأ = 4.84 kN/m

حل الكمرية = 2.5 kN/m



$$R_{B_1} = \frac{1}{2} \left[4.84 \times 6 + 2.5 \times 6 + 48.27 + 5.7 (2.25 + 2.25) \right]$$

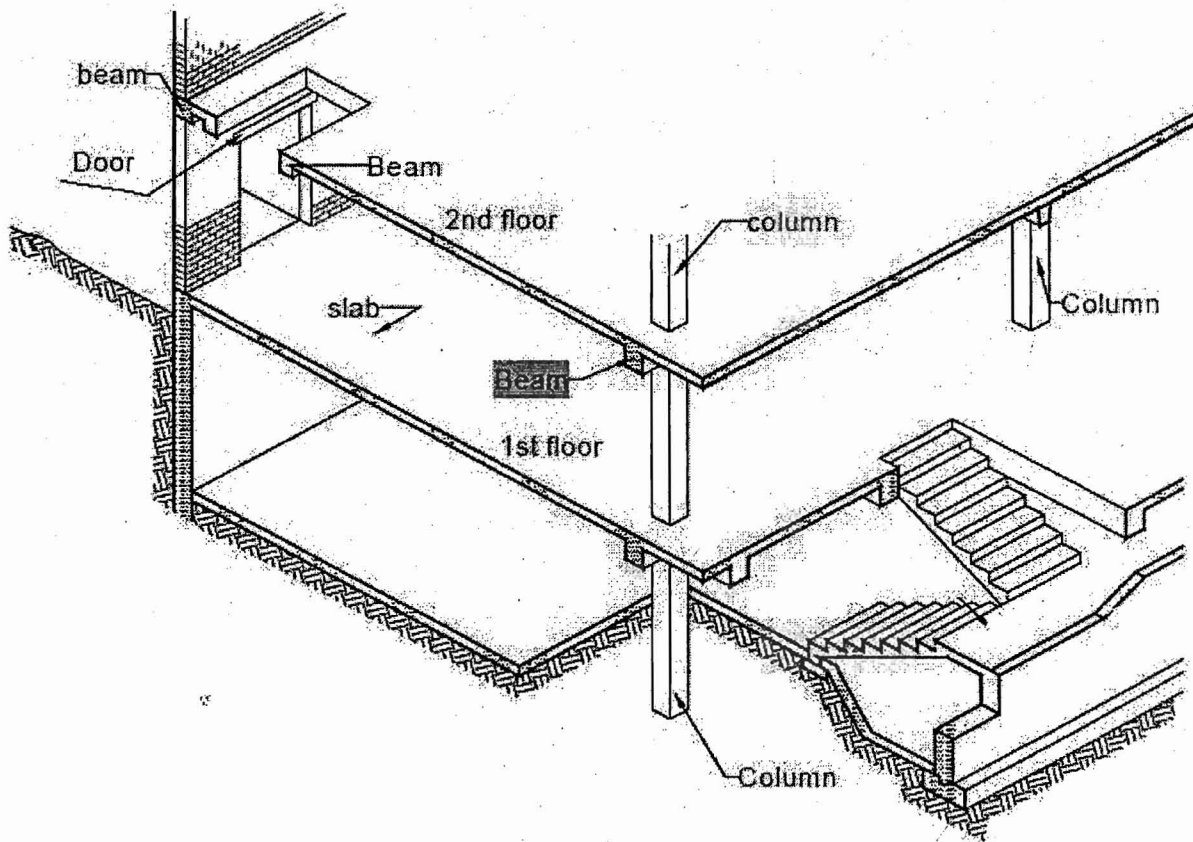
$$= 58.98 \text{ KN}$$

حل في العود الكلي = $[R_{B_1} + R_{B_2}] * \text{عدد الأدوار} * 1.1$

$$= [58.98 + 48.27] * 3 * 1.1$$

$$= 353.92 \text{ KN}$$

2nd year civil Engineering



Reinforced concrete

'Sheet No : 1'

Alexandria University

2nd year Civil

Faculty of Engineering

Reinforced Concrete

Structural Engineering Dept.

Exercise(1)

The figure shows a plan of :

-A building consists of ground floor and four typical floors

-All the inside walls are 10 cm thick. and outside walls are 20 cm thick. .

-Slab thickness $t = 100$ mm and beam depth $= 600$ mm
 $\rightarrow t_s = 100$ $\rightarrow h_{beam} = 600$ mm

-Weight of covering material on slabs $= 1.5$ KN/m² \rightarrow Cover $= 1.5$ KN/m²

-Live load on all floors $= 2.5$ KN/m² \rightarrow live load $= 2.5$ KN/m²

-Weight of brick walls $= 2.5$ KN/m², for 100 mm thick. wall $2.5 =$ وزن من حائط سمك 10 سم
 $= 4.0$ KN/m², for 200 mm thick. wall $4 =$ وزن من حائط سمك 20 سم

It is required to:

المطلوب

1-Draw architectural plan (scale 1:50)

* مسقط أفقي معماري *

2-Draw structural plan (scale 1:50) showing the arrangement of columns and beams

* مسقط أفقي إنشائي *

3-Calculate the load on three columns in all floors

* حساب الحمل على ثلاث أعمدة في جميع الطوابق *

Sheet No:1

هناك مطلوبين في Sheet1:.

Scale
1:50

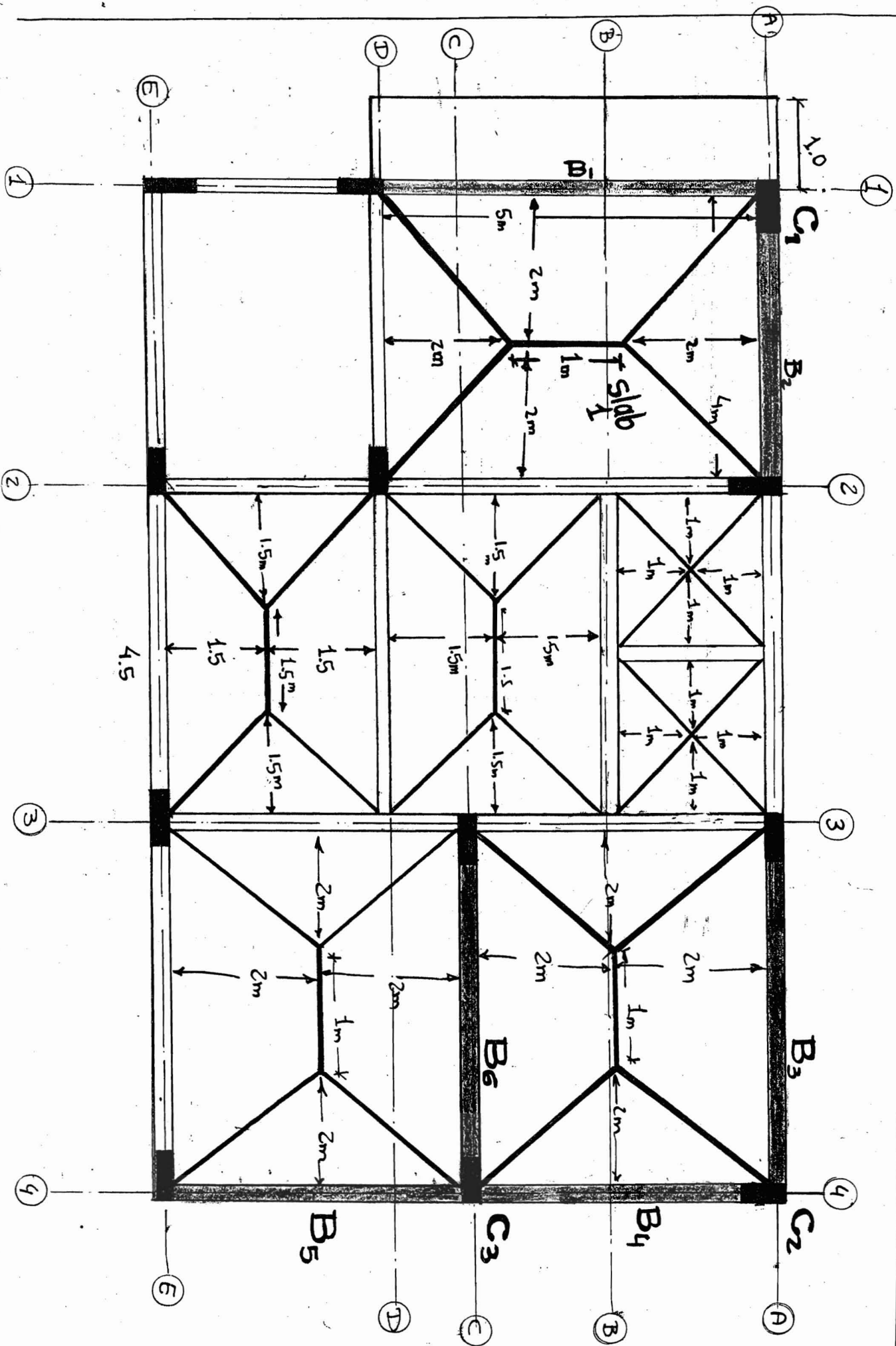
١ رسم لوحات

(١) اللوحة المعمارية

(2) اللوحة الإنشائية

(3) لوحة المحاور والأعمدة

٢ حساب الحمل على ثلاث أعمدة مختلفة.



- Sheet 1 -

أولاً: حساب الحمل على العود "C₁" :

- تجربة أن العود "C₁" تتركز عليها الكمرات B₁ .
- الكمرات B₂ .

- لذلك يجب حل الكمرات B₁ = B₂ أولاً .

الكمرات B₂

يرتكز عليها

تلك من البلاطات Slab1

الكمرات B₁

يرتكز عليها

شبه منرف
من Slab1
البلونة

* جزم الأحمال أولاً *

$$\text{Slab wt} = t_s * \gamma_{RC} + \text{Cover} + \text{Live load}$$

$$= 0.1 * 25 + 1.5 + 2.5$$

$$= 6.5 \text{ kN/m}^2$$

Wt of Beam

كمرات عرض 200mm

$$\text{wt. of beam} = b * (h_{\text{beam}} - t_s) * \gamma_{RC}$$

$$= 0.2 * (0.6 - 0.1) * 25 = 2.5 \text{ kN/m}$$

كمرة عرض 120^{mm}

$$\begin{aligned} \text{Wt of beam} &= b * (h_{\text{beam}} - t_s) * \gamma_{RC} \\ &= 0.12 * (0.6 - 0.1) * 25 = 1.5 \text{ KN/m} \end{aligned}$$

Wall weight

حائط سمك 20^{cm}

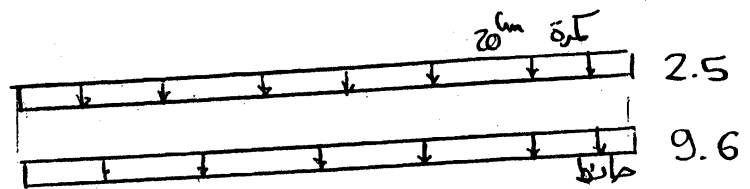
$$\begin{aligned} \text{Wt of wall} &= \frac{1m^2 \text{ وزن من الحائط سمك } 20^{cm}}{20^{cm}} * h_{\text{wall}} \\ &= 4 * (3 - 0.6) = 9.6 \text{ KN/m} \end{aligned}$$

\downarrow \downarrow
 h_{floor} h_{beam}

حائط سمك 10^{cm}

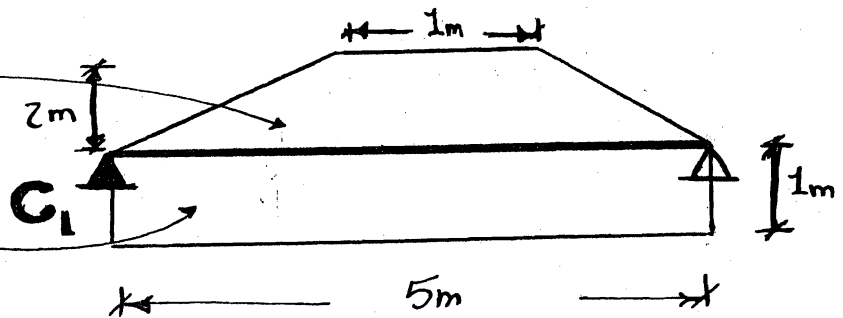
$$\begin{aligned} \text{Wt of wall} &= \frac{1m^2 \text{ وزن من الحائط سمك } 10^{cm}}{10^{cm}} * h_{\text{wall}} \\ &= 2.5 * (3 - 0.6) = 6 \text{ KN/m} \end{aligned}$$

Beam 1



$$6 = 2 \times \left(\frac{5+1}{2}\right) = \text{Area 1}$$

$$5 = 1 \times 5 = \text{Area 2}$$

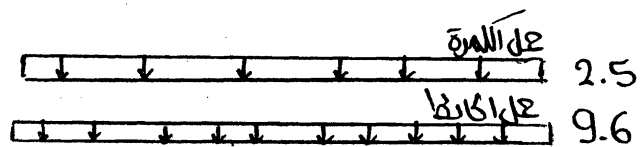


∞ load on C_1 from Beam 1 :

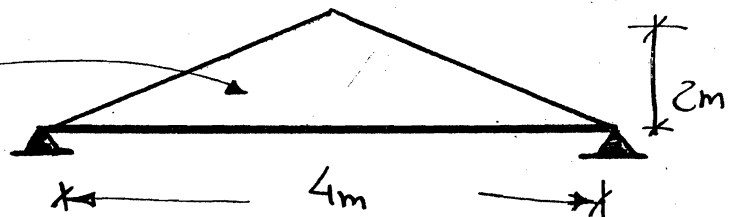
$$= \frac{1}{2} \left[2.5 \times 5 + 9.6 \times 5 + 6.5 (\text{Area 1} + \text{Area 2}) \right]$$

$$= 66 \text{ kN}$$

Beam 2



$$4 = 2 \times 4 \times \frac{1}{2} = \text{Area}$$



∞ load on C_1 from Beam 2 :

$$= \frac{1}{2} \left[2.5 \times 4 + 9.6 \times 4 + 6.5 \times (4) \right]$$

$$= 37.2 \text{ kN}$$

ويكون الحمل الكلي على العود

$$* \text{ load on } C_1 = \left[\begin{array}{c} \text{الحمل من} \\ B_1 \end{array} + \begin{array}{c} \text{الحمل من} \\ B_2 \end{array} \right] * \begin{array}{c} \text{عدد} \\ \text{الدوار} \end{array} * 1.1$$


$$\text{عدد الدوار} = 4 \text{ الدوار} + 1 \text{ دوار} = 5 \text{ دوار}$$

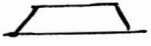
$$\begin{aligned} \therefore \text{load} &= [66 + 37.2] * 5 * 1.1 \\ &= 567.6 \text{ KN} \end{aligned}$$

ثانياً : حساب الحمل على العود C_2 :

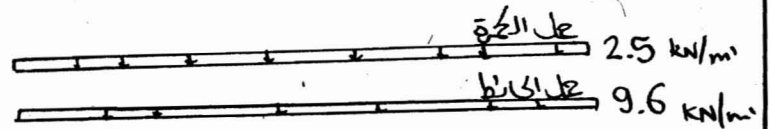
● نبدأ من العود C_2 يرتكز عليها
 Beam 3 ←
 Beam 4 ←

● لذلك يجب حل الكمية

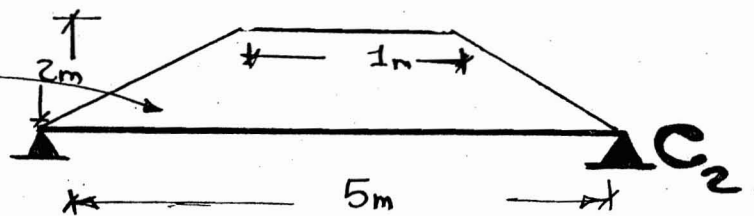
B_4
 يرتكز عليها مثلث


B_3
 يرتكز عليها شبه منحرف


Beam No: 3



$$6 = 2 * \left(\frac{5+1}{2} \right) = \text{Area}$$



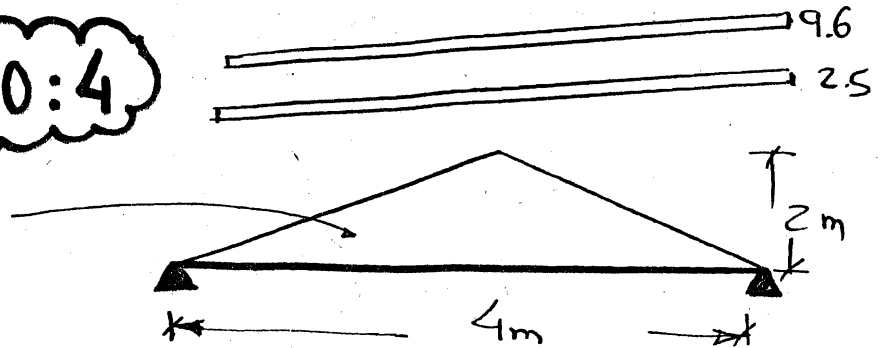
* load on C_2 from Beam 3

$$= \frac{1}{2} \left[\underset{\substack{\downarrow \\ \text{beam} \\ \text{wt}}}{2.5 * 5} + \underset{\substack{\downarrow \\ \text{الجور}}}{9.6 * 5} + \underset{\substack{\downarrow \\ \text{Wall} \\ \text{wt}}}{6 * \underset{\substack{\downarrow \\ \text{Area}}}{(6.5)}} \right]$$

$$= 49.75 \text{ kN}$$

Beam No: 4

$$4 = 4 \times 2 \times \frac{1}{2} = \text{Area}$$



∅ load on C_2 from Beam 4

$$= \frac{1}{2} \left[9.6 \times 4 + 2.5 \times 4 + 6.5 \times 4 \right]$$

\downarrow Slab wt \downarrow Area

$$= 37.2 \text{ KN}$$

Total Load on C_2 :

$$= \left[\frac{\text{الحمولة}}{3} + \frac{\text{الكتلة}}{4} \right] \times \frac{\text{مساحة}}{\text{الارتفاع}} \times 1.1$$

$$= [49.75 + 37.2] \times 5 \times 1.1$$

$$= 478.225 \text{ KN}$$

ثالثاً ، حساب حمل العمود C_3 :

● نبدأ من العمود (C_3) يتركز عليه B_4
 B_5
 B_6

● لذلك يجب حل هذه الكمرات أولاً :

Beam 6

يتركز عليها 2 شبه مخزن



Beam 5

يتركز عليها مثلث



Beam 4

يتركز عليها مثلث



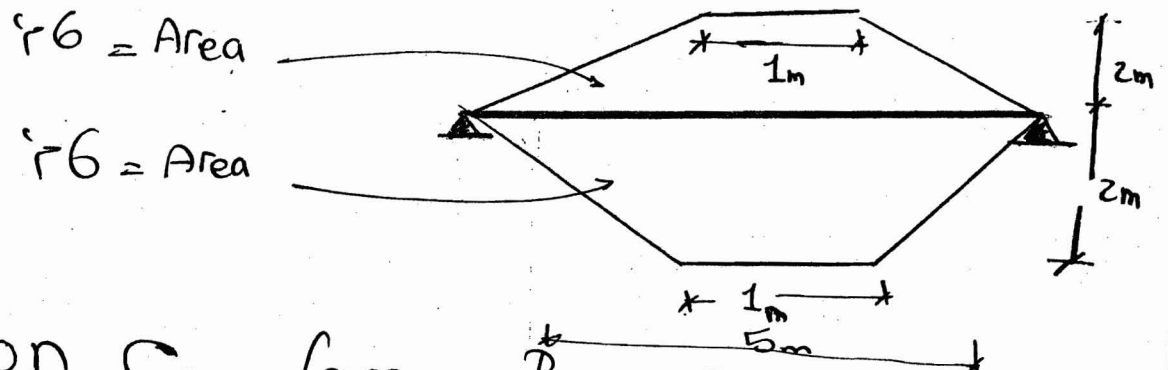
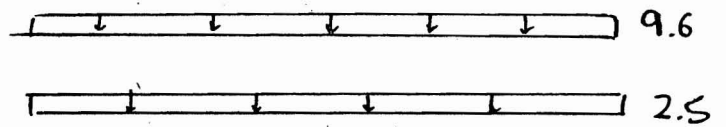
Beam 4 = Beam 5

الحمل من كمر 4 على العمود C_3 = $\frac{1}{4}$ حمل من كمر 5 على
العمود C_3

لذا حساب حمل من قبل

$$= 37.2 \text{ kN}$$

Beam 6



∞ Load on C_3 from Beam 6

$$= \frac{1}{2} [9.6 \times 5 + 2.5 \times 5 + 6.5(6+6)]$$

$$= 69.25 \text{ kN}$$

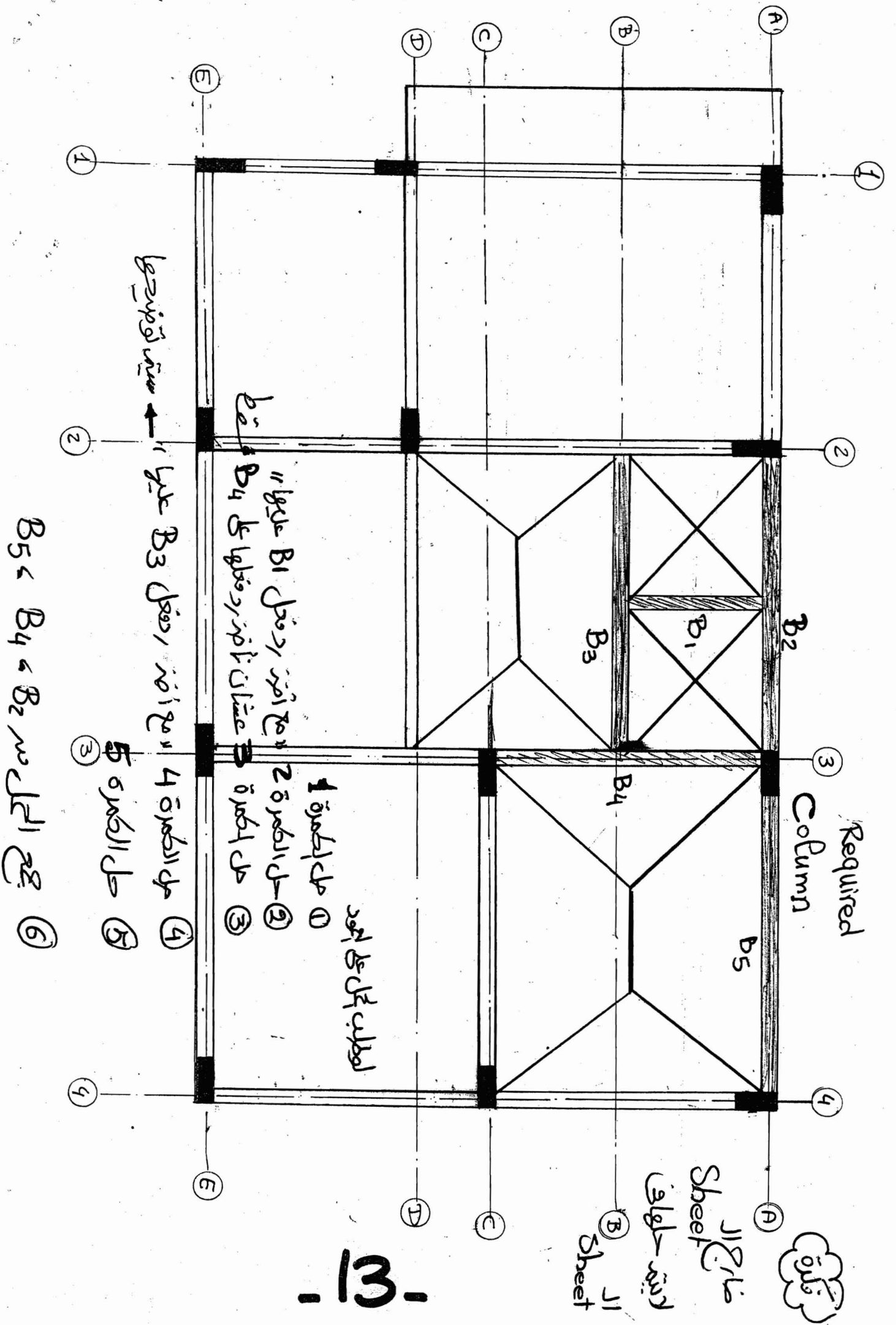
Total load on C_3

$$= \left[\begin{matrix} \text{الكمية} \\ B_4 \end{matrix} + \begin{matrix} \text{الكمية} \\ B_5 \end{matrix} + \begin{matrix} \text{الكمية} \\ B_6 \end{matrix} \right] \times \frac{\text{المساحة}}{\text{المساحة}} \times 1.1$$

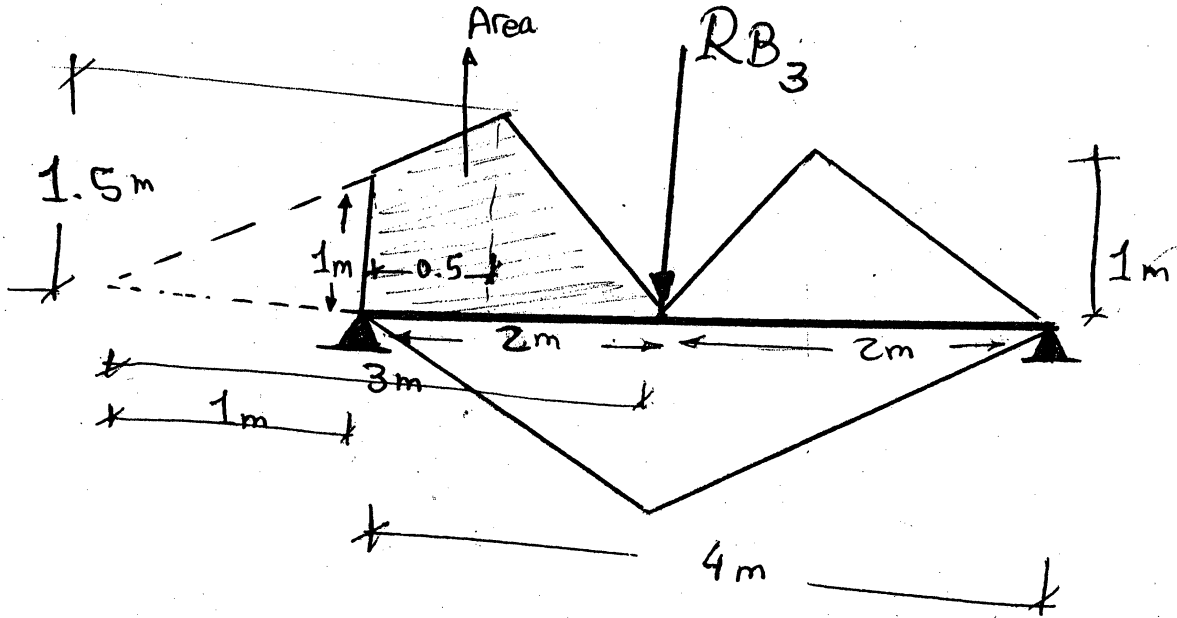
$$= [37.2 + 37.2 + 69.25] \times 5 \times 1.1$$

" Sheet 11 " = 790.075 kN

الكمية في الجدول



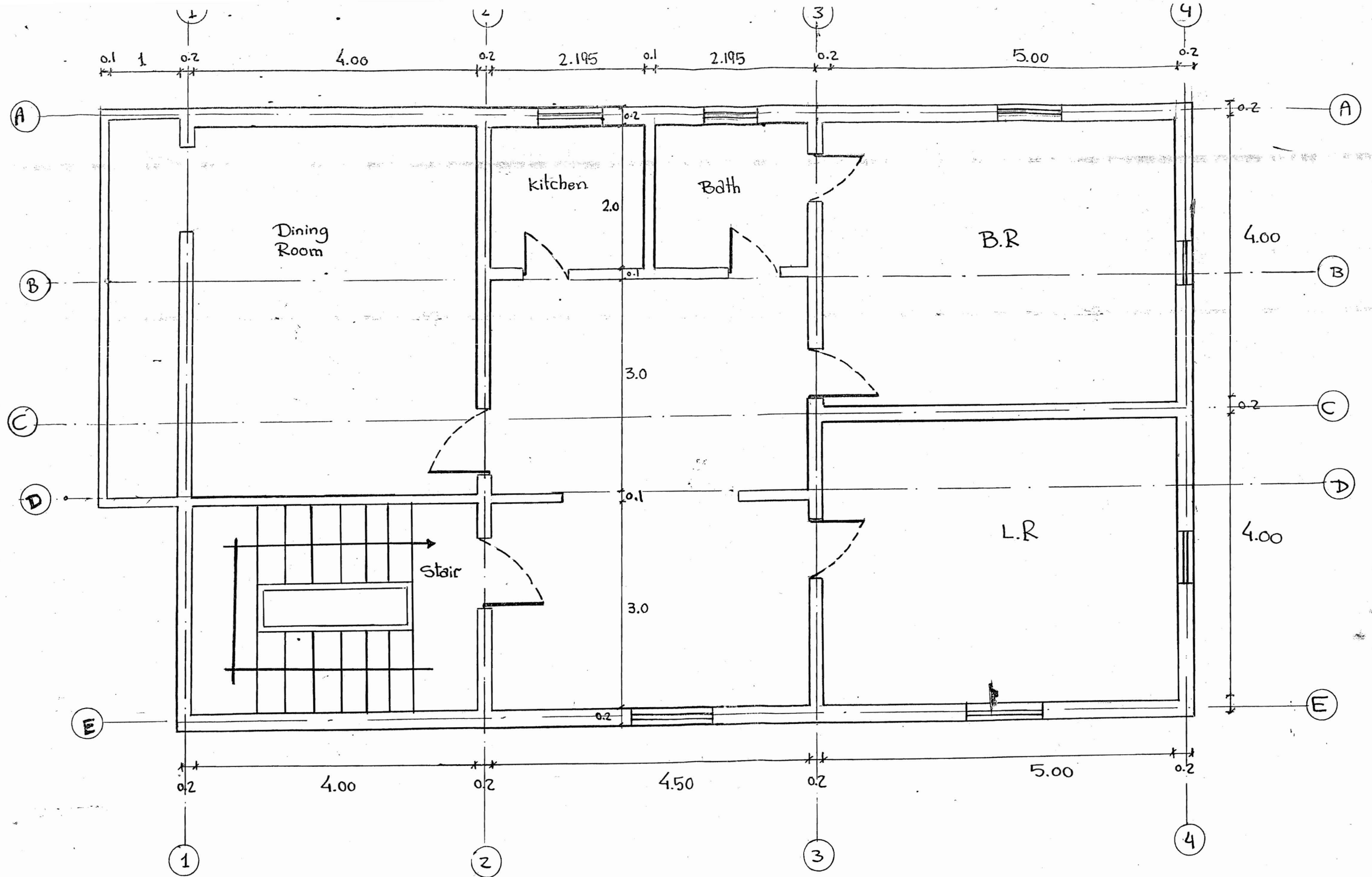
* شكل الحمل على B4 :



$$\text{Area} = \frac{1}{2} \times 3 \times 1.5 - \frac{1}{2} \times 1 \times 1$$

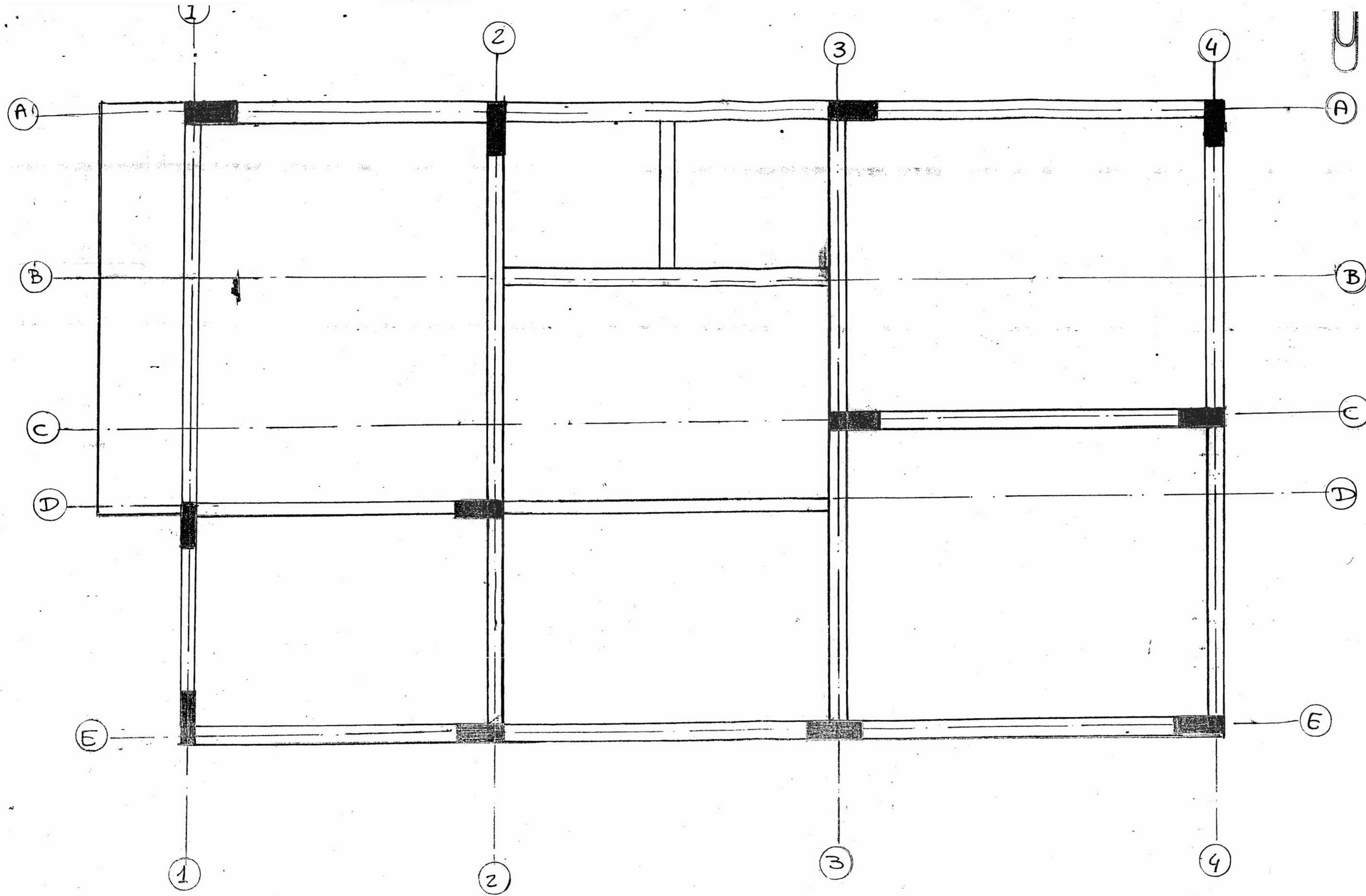
$$= 1.75 \text{ m}^2$$

تكرار السؤال



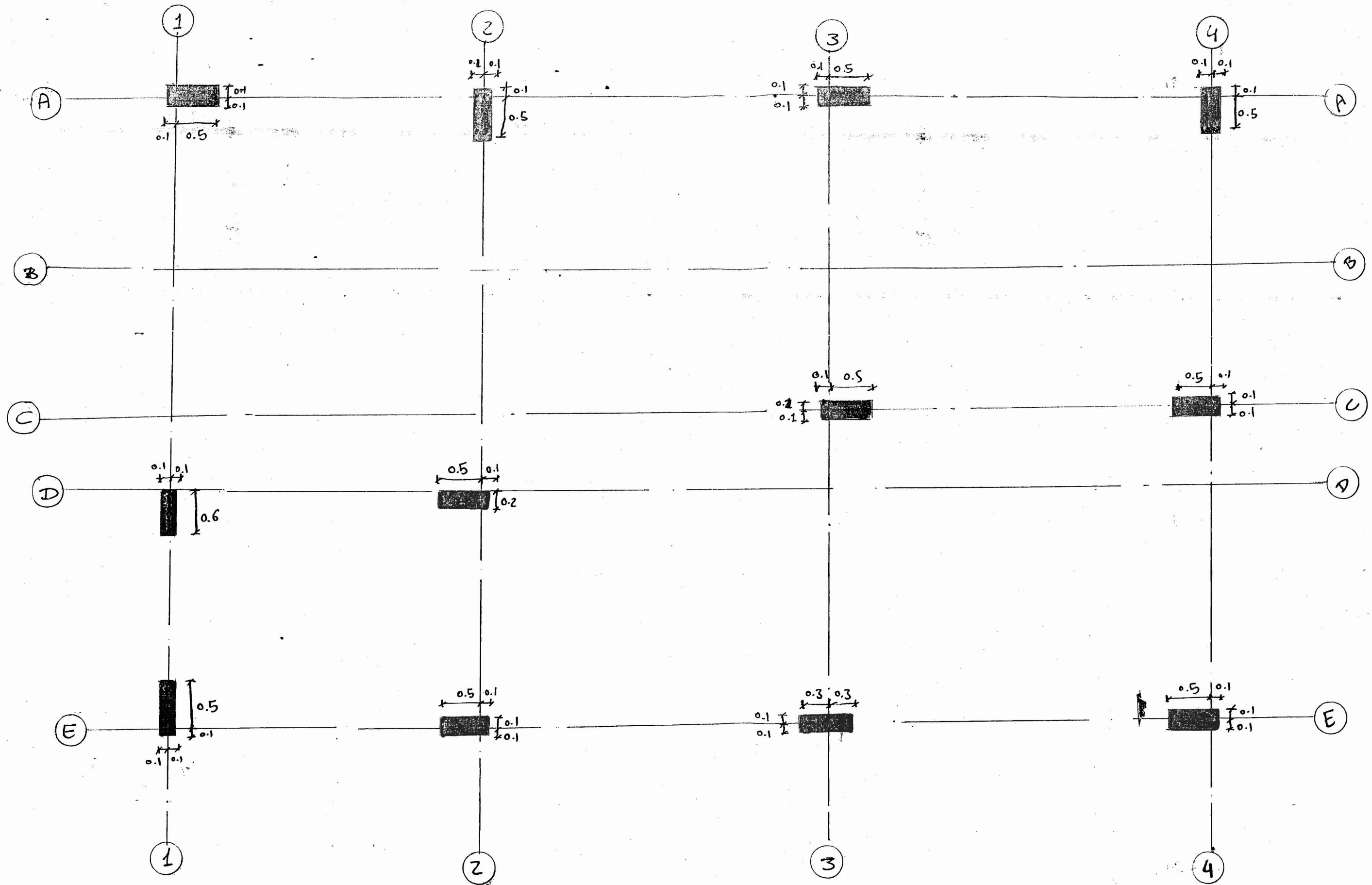
Sheet 1-

المحلوب الأول: المسقط المتأري Scale 1:50



- Sheet 1 -

المطابق الثاني: مسقط الإنشائي Scale 1:50



Sheet 1

Scale 1:50

• لوحة المحور والأعمدة •