الأساسات الحصائرية

1.6 مقدمة

الحصيرة عبارة عن أساس مشترك لمجموعة أعمدة باتجاهين, تشغل إما كامل البناء أو جزء منه وتستخدم في الحالات التالية :

1- حمولات الأعمدة كبيرة

2- قدرة تحمل التربة منخفضة بحيث تشغل الأساسات اللازمة معظم مساحة المبنى

3- في حالة الترب غير المتجانسة أفقياً حيث يخشى من فرق الهبوط

4- عندما تكون الهبوطات وفرق الهبوطات كبيرة

5- عندما يكون منسوب المياه الجوفية مرتفعاً, حيث يمكن أن تمنع الحصيرة رشح الماء إلى المبنى

6- عند الشك بوجود تكهفات في التربة

7- في المنشآت ذات الحساسية الكبيرة لفرق الهبوط

8- في المنشآت ذات الكتلة الواحدة, كصوامع الحبوب والاسمنت والمداخن و المآذن والخزانات والأبراج.

2.6 أنواع الحصائر

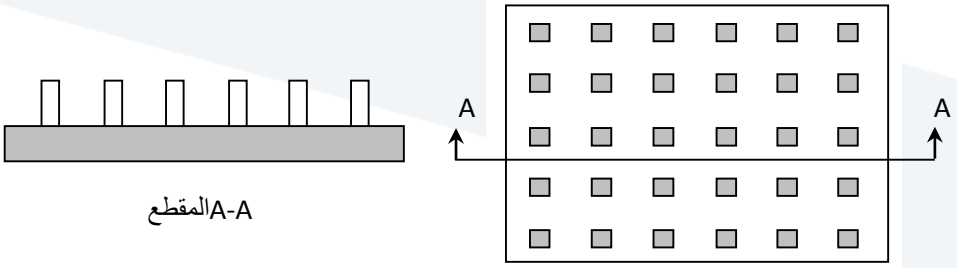
هناك أنواع عديدة للحصائر أهمها :

1- الحصيرة العامة (Flat raft) : هي بلاطة مسلحة غير جائزية منتظمة السطح, سماكتها كبيرة عادة, وهي أكثر أنواع الحصائر استخداماً وتستخدم عندما تكون حمولات الأعمدة متوسطة (الشكل 6. 1).

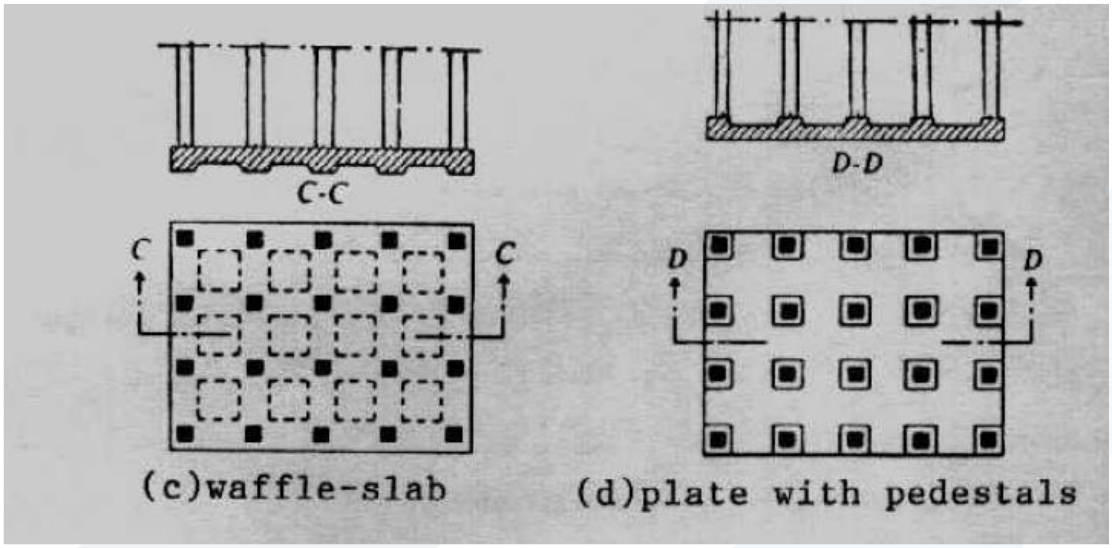
2- الحصيرة العامة المقواة تحت الأعمدة (Flat raft thickened under columns) : وهي بلاطة مسلحة غير جائزية شبيهة بالحصيرة العامة مع التقوية بزيادة السماكة تحت بعض الأعمدة ذات الأحمال الكبيرة وذلك لمقاومة قوى القص وعزوم الانعطاف أسفل هذه الأعمدة، وقد تكون الزيادة في السماكة من الأسفل أو من الأعلى (الشكل 6. 2)

3- الحصيرة الجائزية (Beams and slab raft) : يشبه هذا النوع من الحصائر السقف المقلوب, حيث تتكون من جوائز باتجاهين ومن بلاطات متصلة بتلك الجوائز. تستخدم الحصائر الجائزية عندما تكون حمولات الأعمدة مرتفعة حيث يصبح استخدام الحصائر العامة غير اقتصادي (الشكل 6. 3).

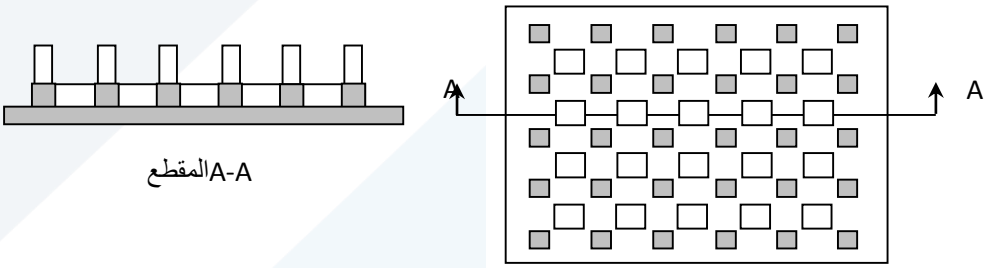
4- الحصيرة الصندوقية (Box raft) : يستخدم هذا النوع من الحصائر عندما تكون حمولات الأعمدة كبيرة جداً، وتكون على شكل صندوق صلب مكون من بلاطتين وجدران (الشكل 6. 4)



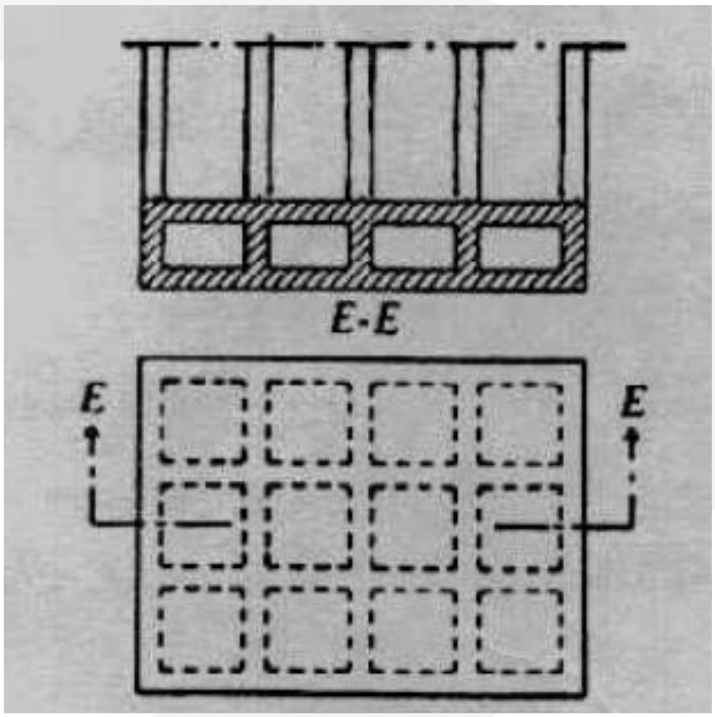
الشكل 6. 1 : الحصيرة العامة



الشكل 6. 2 : الحصيرة العامة المقواة تحت الأعمدة



الشكل 6. 3 : الحصيرة الجائزية



الشكل 6. 4 : الحصيرة الصندوقية

6. 3 تصميم الحصيرة العامة

يمكن أن تصمم الحصيرة العامة إما باعتبارها جسماً مرناً أو صلباً, وتكون فرضية الحصيرة منشأً صلباً صحيحة في الحالات التالية :

1- ارتفاع الحصيرة كبير وتسليحها كثيف
2- تربة التأسيس غير صلبة
3- لامركزية القوى صغيرة

أما في الحالات المخالفة لهذه الشروط فإنه يجب دراسة الحصيرة باعتبارها جسماً مرناً.

تصمم الحصائر إما بالطرق التقريبية وذلك باعتبارها جسماً صلباً كما ذكر أعلاه، أو بطرق أكثر دقة تعتمد في معظمها على التحليل العددي ويمكن بواسطتها دراسة جميع أنواع الحصائر الصلبة والمرنة.

سوف نتطرق في هذا الفصل إلى دراسة الطرق التقريبية فقط لدراسة الحصيرة ونذكر منها :

1- تصميم الحصيرة باعتبارها قاعدة مستمرة (Continious Footing Raft)

2- تصميم الحصيرة باعتبارها بلاطة فطرية (Slab Flat Raft)

3-الطريقة التقليدية

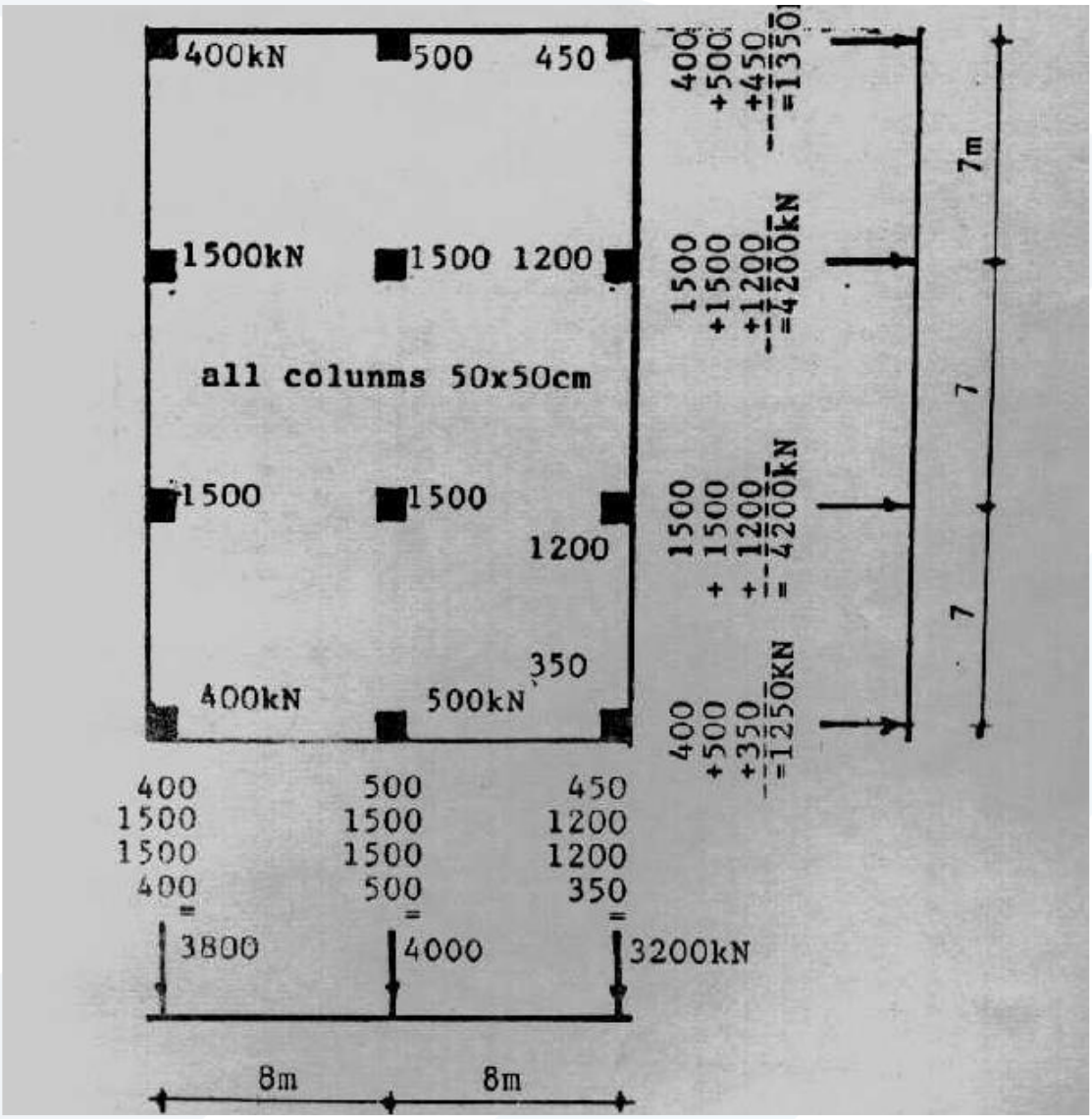
6. 3. 1 تصميم الحصيرة باعتبارها قاعدة مستمرة

هذه الطريقة تقريبية وبدائية لدراسة الحصيرة العامة (حصيرة لا جائزية) ، تستخدم كحل أولي وتتم الدراسة بهذه الطريقة وفق الخطوات التالية :

1- حساب جميع القوى في اتجاهي الحصيرة الطويل والقصير، حيث تعتبر الحصيرة جائز مستمر في الاتجاه الطولاني وجائز مستمر في الاتجاه العرضاني، ويحمل كل جائز بكامل حمولات الأعمدة وتركز على الجائز في مكان تأثير كل صف من الأعمدة.
2- تحديد محصلة القوى وموقع المحصلة في كل اتجاه
3- حساب الاجهادات تحت الأساس في الاتجاهين
4- حساب ورسم مخططات العزم والقص في الاتجاهين
5- التحقق من القص وحساب التسليح في الاتجاهين

مثال

احسب الاجهادات تحت الحصيرة المبينة بالشكل وذلك بافتراض أن الحصيرة عبارة عن قاعدة مستمرة ، مع العلم أن جميع الأعمدة مربعة المقطع، أبعادها 50cm*50cm



الحل

1- الاتجاه الطولاني

P_1=400+500+350=1250 kN

P_2=1500+1500+1200=4200 kN

P_3=1500+1500+1200=4200 kN

P_4=400+500+450=1350 kN

$R=P_1+P_2+P_3+p_4$=11000 kN

Y=(4200*7+4200*14+1350*21)/11000=10.595m

e=L/2-Y=10.5-10.595=0.095m

$q_{max,min}$=11000/(16.5*21.5)*(1±6*0.095/21.5)=(31.83, 30.19)kN/m2

$q_{L,max}$=31.83*16.5=525.195 kN/m

$q_{L,min}$=30.19*16.5=498.135 kN/m

2-الاتجاه العرضاني

P_5=400+1500+1500+400=3800 kN

P_6=500+1500+1500+500=4000 kN

P_7=450+1200+1200+350=3200 kN

R=P_5+P_6+P_7 =11000 kN

X=(4000*8+3200*16)/11000=7.564m

e=B/2-X=8-7.564=0.436m

$q_{max,min}$=11000/(16.5*21.5)*(1±6*0.436/16.5)=(35.92, 26.09)kN/m^2

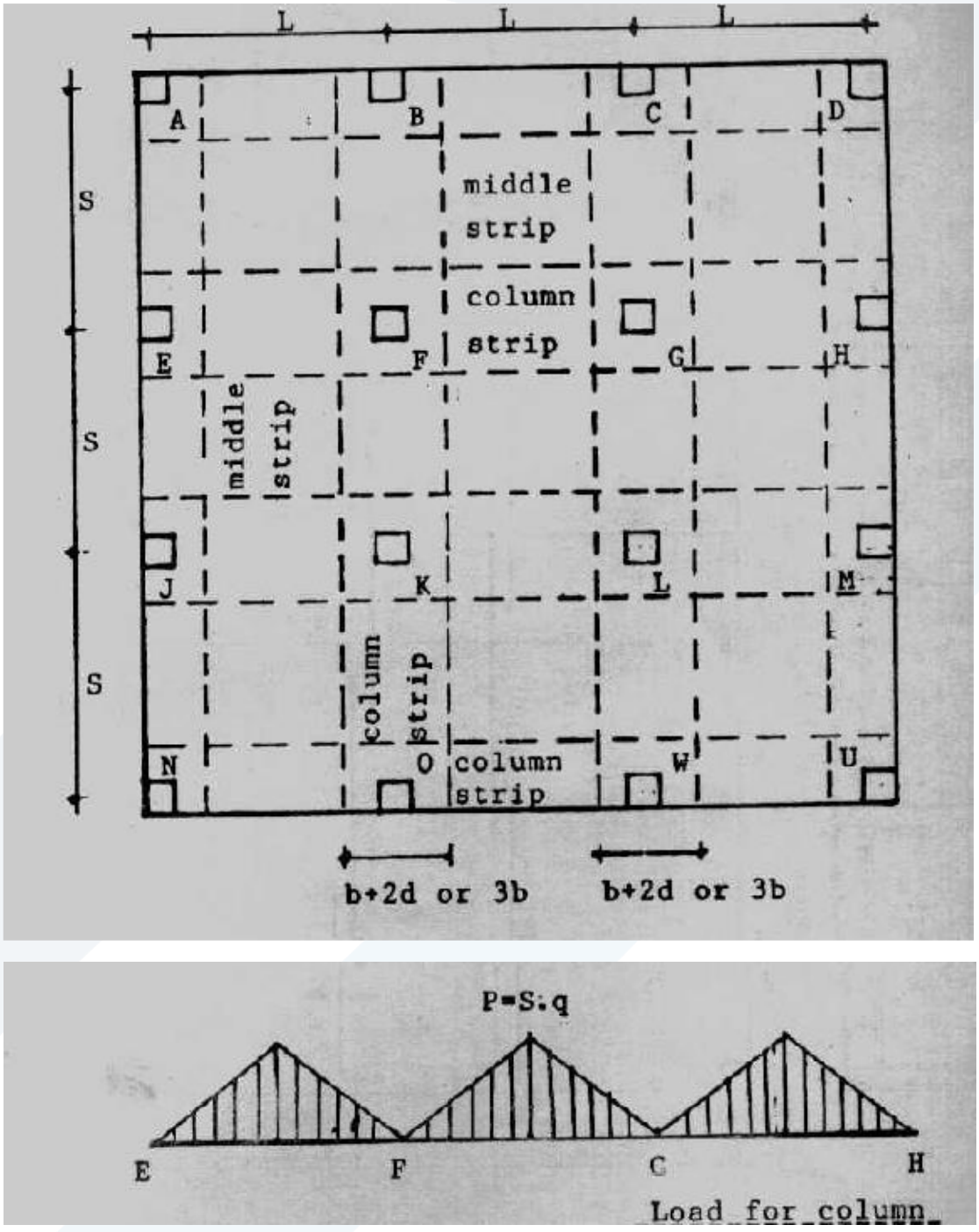
$q_{L,max}$=35.92*21.5=772.28 kN/m

$q_{L,min}$=26.09*21.5=560.935 kN/m

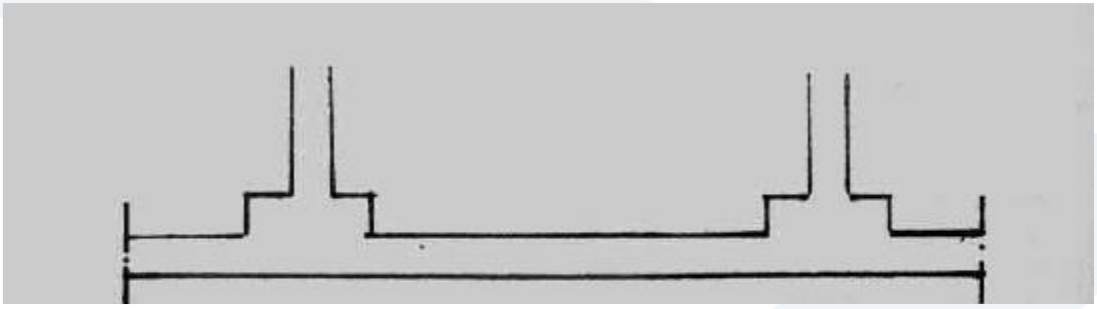
6. 3. 2 تصميم الحصيرة باعتبارها بلاطة فطرية

تستخدم هذه الطريقة لدراسة الحصيرة العامة (حصيرة لا جائزية) ويمكن استخدامها إذا كانت حمولات الأعمدة والمسافات بينها متقاربة، وتتم الدراسة بهذه الطريقة كالتالي :

تقسيم الحصيرة إلى شرائح أعمدة وشرائح بلاطات. شرائح الأعمدة بعرض يساوي (b+h) للشرائح الداخلية، حيث b عرض العمود و h ارتفاع الحصيرة الفعال ويمكن فرضه مساوياً 1/10 البحر الصافي للشريحة، وعرض (b+h/2) للشرائح الواقعة على حدود الملكية، كما يمكن اعتبار عرض شريحة الأعمدة مساوية إلى 3b. أما شرائح البلاطات فعرضها يساوي المسافة المتبقية بين شريحتي أعمدة. تصمم شرائح الوسط كبلاطات عاملة باتجاهين (Two way slab) محملة برد فعل التربة ويؤخذ العزم مساوياً لـــ $qL^2/12$. أما شرائح الأعمدة فتحسب كجوائز محملة برد فعل التربة بالإضافة إلى حمولات شرائح الوسط التي تنقل لشرائح الأعمدة على شكل مثلثات وأشباه منحرف (الشكل 6. 5)، وتؤخذ العزوم مساوية لـــ $q_L.L^2/12$ ، حيث تمثل q_L حمولة شريحة العمود بالمتر الطولي، ويمكن تقوية شرائح الأعمدة عن طريق زيادة ارتفاعها (الشكل 6. 6)، ، ويمكن للسهولة ولزيادة الأمان اعتبار حمولة شرائح الأعمدة موزعة بانتظام حيث ينتقل لكل شريحة رد فعل التربة حتى منتصف شرائح الوسط.



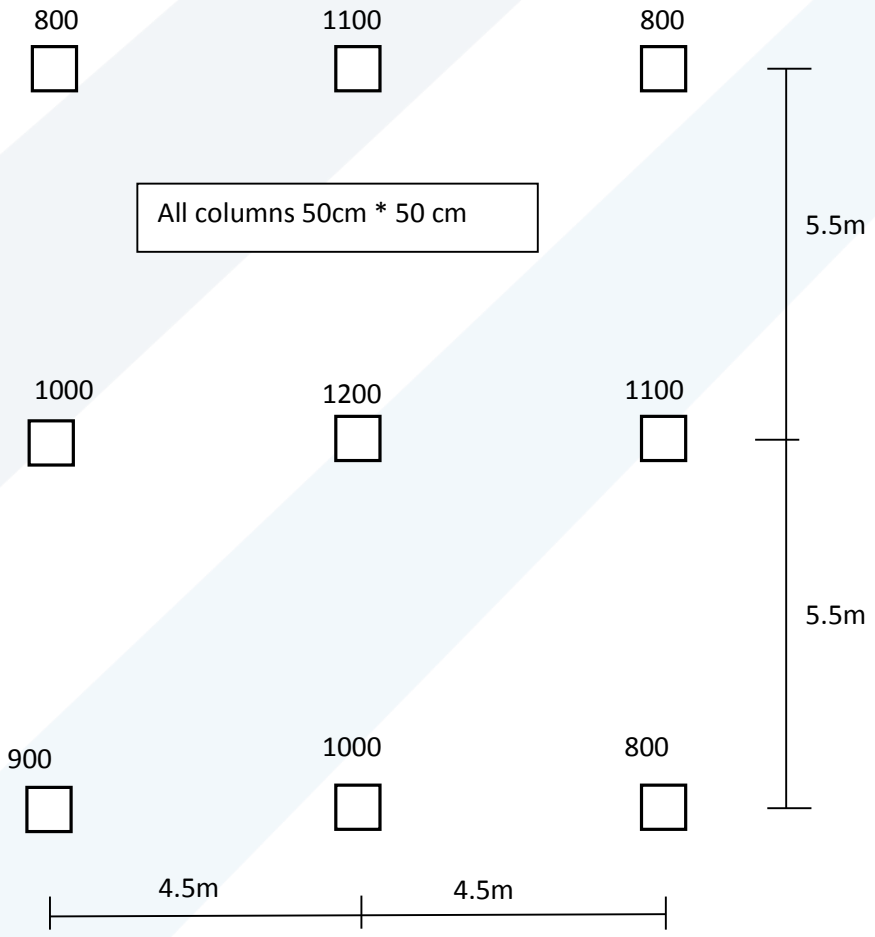
الشكل 6. 5 : تصميم الحصيرة كبلاطة فطرية



الشكل 6. 6 : تقوية شرائح الأعمدة بزيادة سماكتها

مثال

يطلب تصـميم حصـيرة للأعمدة المبينة بالشـكل وذلك باعتبار الحصـيرة عبارة عن بلاطة فطرية علماً بأن قدرة تحمل التربة المسموحة الصافية $q_{a\text{-}net}$=52kN/m^2 وأن $f_y = 400\,MPa$ $f'_c = 18\,MPa,$



الحل

محصلة حمولات الأعمدة : $P = \sum P_i = 3*800 + 2*(1000+1100) + 900 + 1200 = 8700\ kN$

مساحة الحصيرة :

$$A = \frac{P}{q_{a-net}} = \frac{8700}{52} = 167.31\ m^2$$

نختار أبعاد الحصيرة 14.3m*11.7m فتكون البروزات C_1=1.1m, C_2=1.4m ،وتكون الاجهادات تحت الحصيرة

$$q = \frac{8700}{14.3*11.7} = 52\ kN/m^2$$

دراسة الحصيرة بالاتجاهين الطولاني والعرضاني

1- الاتجاه الطولاني

- **شرائح الأعمدة :**

-الشرائح الوسطية :

عرض الشريحة = 3b=1.5m

حمولة الشريحة =4.5*52= 234 kN/m

طول الفتحة = 5.5m

عزم الانعطاف :

$$M = 234 * \frac{5.5^2}{12} = 590\ kN.m$$

الارتفاع الأصغري :

$$h_{min} = 2.4 * \sqrt{\frac{590}{0.55 * 18000 * 1.5}} = 0.48\ m$$

نفرض H=0.6m and h=0.52m

الشرائح الطرفية :

عرض الشريحة = 0.5+0. 5+1.1=2.1m

عرض الحمولة المنقولة الى الشريحة =2.25+0.25+1.1=3.6m

حمولة الشريحة =3.6*52= 187.2 kN/m

طول الفتحة = 5.5m

عزم الانعطاف :

$$M = 187.2 * \frac{5.5^2}{12} = 472kN.m$$

الارتفاع الأصغري :

$$h_{min} = 2.4 * \sqrt{\frac{472}{0.55 * 18000 * 2.1}} = 0.3\ m$$

- **شرائح البلاطات**

عرض الشريحة = 4.5-1.5=3m

حمولة الشريحة =52 kN/m^2

طول الفتحة = 5.5m

عزم الانعطاف :

$$M = 52 * \frac{5.5^2}{12} = 131.1kN.m/m$$

2- الاتجاه العرضاني

- **شرائح الأعمدة :**

-الشرائح الوسطية :

عرض الشريحة = 1.5m

حمولة الشريحة =5.5*52= 286 kN/m

طول الفتحة = 4.5m

عزم الانعطاف :

$$M = 286 * \frac{4.5^2}{12} = 482.6\ kN.m$$

-الشرائح الطرفية :

عرض الشريحة = 0.5+0. 5+1.4=2.4m

عرض الحمولة المنقولة الى الشريحة =2.75+0.25+1.4=4.4m

حمولة الشريحة =4.4*52= 228.8 kN/m

طول الفتحة = 5.5m

عزم الانعطاف :

$$M = 228.8 * \frac{4.5^2}{12} = 386.1kN.m$$

- **شرائح البلاطات**

عرض الشريحة = 5.5-1.5=4m

حمولة الشريحة =52 kN/m^2

طول الفتحة = 5.5m

عزم الانعطاف :

$$M = 52 * \frac{4.5^2}{12} = 87.8kN.m/m$$

نلاحظ أن شـــريحة الأعمدة الوســـطية في الاتجاه الطولاني قد أعطت أكبر عزم انعطاف وبالتالي فإن جميع المقاطع محققة على الانعطاف.

التحقق من القص باتجاهين (الثقب) :

$$Q = 1200 - 52 * (0.5 + 0.52)^2 = 1146\ kN$$

$$P_c = 4(0.5 + 0.52) = 4.08m$$

$$\tau = \frac{1146}{0.85 * 4.08 * 0.52} = 635.5\frac{kN}{m^2} < 5.5\sqrt{f_c'} = 5.5\sqrt{18000} = 738\ kN/m^2$$

حساب التسليح :

3- الاتجاه الطولاني

- **شرائح الأعمدة :**

-الشرائح الوسطية :

عزم الانعطاف :

$$M = 590\ kN.m$$

$$A_s = \frac{590}{0.85 * 0.52 * 0.55 * 400000} = 0.00607m^2 = 60.7\ cm^2/1.5m \rightarrow 40.3cm^2/m \rightarrow 8.5T25/m$$

-الشرائح الطرفية :

عزم الانعطاف :

$$M = 472kN.m$$

$$A_s = \frac{472}{0.85 * 0.52 * 0.55 * 400000} = 0.0049m^2 = 49\ cm^2/2.1m$$
$$\rightarrow 5T25/m$$

- **شرائح البلاطات**

عزم الانعطاف :

$$M = 131.1kN.m/m$$

$$A_s = \frac{131.1}{0.85 * 0.52 * 0.55 * 400000} = 0.00135m^2/m = 13.5\ cm^2/m$$
$$\rightarrow 7T16/m$$

4- الاتجاه العرضاني

- **شرائح الأعمدة :**

-الشرائح الوسطية :

عزم الانعطاف :

$$M = 482.6\ kN.m$$

$$A_s = \frac{482.6}{0.85 * 0.52 * 0.55 * 400000} = 0.005m^2 = 50\ cm^2/1.5m$$
$$\rightarrow 7T25/m$$

-الشرائح الطرفية :

عزم الانعطاف :

$$M = 386.1kN.m$$

$$A_s = \frac{386.1}{0.85 * 0.52 * 0.55 * 400000} = 0.004m^2 = 40\ cm^2/2.4m$$
$$\rightarrow 20T16$$

- **شرائح البلاطات**

عزم الانعطاف :

$$M = 87.8kN.m/m$$

$$A_s = \frac{87.8}{0.85 * 0.52 * 0.55 * 400000} = \frac{0.0009m^2}{m} = 9\frac{cm^2}{m} < A_{s,min}$$

$$\rightarrow Take\ A_s = 10.4\ \frac{cm^2}{m} \rightarrow 5.5T16/m$$

$$A_{s,min} = 0.002 * 52 * 100 = 10.4\ cm^2/m$$

6. 3. 3 تصميم الحصيرة العامة باستخدام الطريقة التقليدية

يمكن تلخيص خطوات تصميم الحصيرة العامة الصلبة وفق هذه الطريقة بالتالي :

1- حساب حمولات الأعمدة V_i (القوى الشاقولية) عند منسوب سطح الحصيرة
2- حساب موقع محصلة القوى الشاقولية ولامركزية المحصلة وعزوم الانعطاف بالاتجاهين.
3- دراسة تأثير الزلازل على المنشأ, وحساب القوى الأفقية (قوى القص) والعزوم الناتجة عن الزلازل عند مستوى سطح الحصيرة.
4- تقسيم الحصيرة إلى شرائح بالاتجاهين وذلك بتنصيف المسافة بين محاور تاعناصر الانشائية الحاملة (الأعمدة والجدران الحاملة) بالاتجاهين.
5- حساب الاجهادات الكلية تحت زوايا الشرائح (الناتجة عن حمولات الأعمدة وقوى الزلازل). من أجل ذلك يتم دراسة تراكب الاجهادات الناتجة عن الزلازل مع الاجهادات الناتجة عن حمولات المنشأ واعتماد الحالة التي تعطي الاجهادات الأعظمية (الضاغطة والشادة).
6- يؤخذ الاجهاد الوسطي (أو الأعظمي) تحت كل شريحة ويعتبر موزعاً بانتظام.
7- تحسب وترسم مخططات العزم والقص لكل شريحة بالطرق المعروفة في حساب الانشاءات، وفي حال كانت الفتحات متقاربة ولا تختلف عن بعضها بأكثر من 20% فيمكن اعتماد القيم التقريبية التالية لعزوم الانعطاف :

- إذا كانت الشريحة تحمل عمودين أو ثلاثة أعمدة :

$$M = q_L \frac{L^2}{8}$$

- إذا كانت الشريحة تحمل أكثر من ثلاثة أعمدة :

$$M = q_L \frac{L^2}{10}$$

8- فرض ارتفاع للحصيرة وتحقيق شروط القص والعزم.
9- حساب التسليح بالاتجاهين.

ملاحظة :

إن محصلة رد فعل التربة على الشريحة لا تساوي مجموع حمولات أعمدة الشريحة ولذلك تكون كخططات العزم والقص للشريحة مفتوحة. يمكن تعديل حمولات الأعمدة ورد فعل التربة الطريقة التالية :

1-حساب معدل الحمولة :

$$Average\ load = \frac{1}{2}(q_{av} * L * B + \sum P_i)$$

q_{av} رد فعل التربة الوسطي تحت الشريحة

2-حساب عامل تعديل الحمولة F (Modification Factor) والذي يساوي نسبة معدل الحمولة إلى محصلة قوى جميع أعمدة الشريحة (أو محصلة رد فعل التربة تحت الشريحة):

$$F = \frac{Average\ load}{(Column\ loads\ \sum P_i) or\ (Load\ soil\ reaction\ q_{av} * L * B)}$$

3-حساب رد فعل التربة المعدل $q_{av,m}$:

$$q_{av,m} = q_{av} * F$$

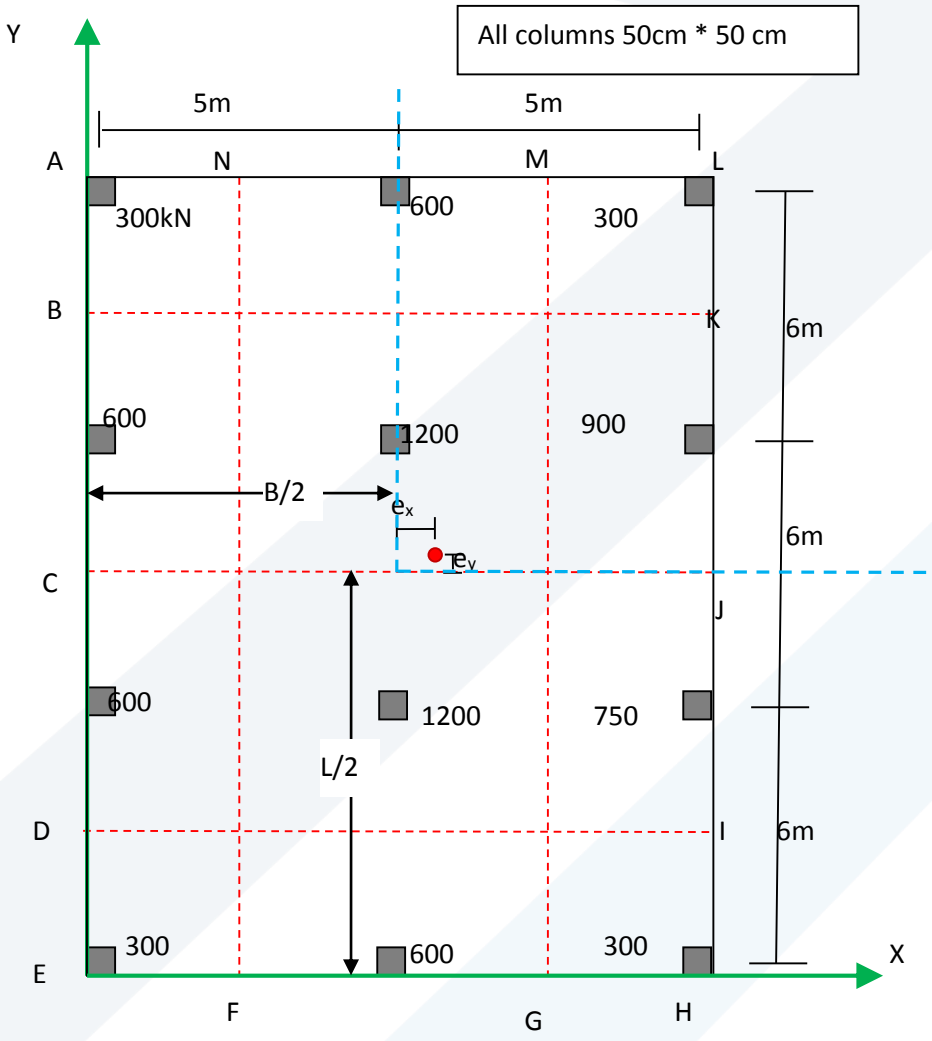
q_{av} رد فعل التربة الوسطي

4- حساب حمولات الأعمدة المعدلة $P_{i,m}$:

$$P_{i,m} = P_i * F$$

مثال

يطلب تصميم الحصيرة المبينة بالشكل الطريقة التقليدية علماً بأن أبعاد الحصيرة هي 10.5m*18.5m وأن الأعمدة مربعة المقطع أبعادها 50cm*50cm. قدرة تحمل التربة المسموحة الصافية $q_{a\text{-}net}$=60kN/m^2 وخواص البيتون وفولاذ التسليح f'_c=18MPa , f_y=400MPa.


All columns 50cm * 50 cm
Y
5m
5m
A
N
M
L
300kN
600
300
B
K
6m
600
1200
900
B/2
e_x
e_y
6m
C
J
600
1200
750
L/2
D
I
6m
300
600
300
E
X
F
G
H

الحل

- **حساب محصلة القوى (حمولات الأعمدة) :**

$P=\Sigma pi=4*300+4*600+900+2*1200+750=7650$ kN

- **حساب موقع محصلة القوى :**

$$X_p = \frac{\sum P_i \,.\, X_i}{P} \qquad Y_p = \frac{\sum P_i \,.\, Y_i}{P}$$

$X_p=[(2*300+2*600)*0.25+(2*600+2*1200)*5.25+(2*300+900+750)*10.25]/7650=5.54$m

$Y_p=[(2*300+600)*0.25+(600+1200+750)*6.25+(600+1200+900)*12.25+(2*300+600)*18.25]/7650=9.31$m

$e_x=X_p-B/2=5.54-10.5/2=0.29$m

$e_y=Y_p-L/2=9.31-18.5/2=0.06$m

- **حساب العزوم**

$Mx=P.e_y=7650*0.06=459$ kN.m

$My=P.e_x=7650*0.29=2218.5$ kN.m

- **حساب الاجهادات تحت الحصيرة**

$$I_x = \frac{B \,.\, L^3}{12} = \frac{10.5 * 18.5^3}{12} = 5540.17 \text{ m}^4$$

$$I_y = \frac{L \,.\, B^3}{12} = \frac{18.5 * 10.5^3}{12} 1784.67\ m^4$$

$$q = \frac{P}{L.B} + \frac{M_y}{I_y} X + \frac{M_x}{I_x} Y$$

$$q = \frac{7650}{18.5 * 10.5} + \frac{2218.5}{1784.67} X + \frac{459}{5540.17} Y$$

point	X	Y	q kN/m^2
A	-5.25	9.25	33.6
B	-5.25	6	33.4
C	-5.25	0	32.9
D	-5.25	-6	32.4
E	-5.25	-9.25	32.1
F	-2.5	-9.25	35.5
G	2.5	-9.25	41.7
H	5.25	-9.25	45.1
i	5.25	-6	45.4
J	5.25	0	45.9
K	5.25	6	46.4
L	5.25	9.25	46.7
M	2.5	9.25	43.3
N	-2.5	9.25	37.0

نلا حظ من الجدول أن الاجهاد الأعظمي تحت الحصيرة أصغر من قدرة تحمل التربة المسموحة الصافية

.($q_{a\text{-}net}$=60kN/m^2)

- حساب عزوم الشرائح

	الشريحة	qav	L	$M=q_{av}.L^2/10$ or $q_{av}.L^2/8$ kN.m/m
الاتجاه الطولاني	AEFN	34.57	6	124.4
	NFGM	39.38	6	141.8
	MGHL	44.20	6	159.1
الاتجاه العرضاني	ABKL	40.01	5	125.0
	BCJK	39.63	5	123.8
	CDIJ	39.13	5	122.3
	DEHI	38.75	5	121.1

-حساب الارتفاع الأصغري من شرط العزم

$$h_{min} = 2.4 * \sqrt{\frac{159.1}{0.55 * 18000}} = 0.3\ m$$

وهو ارتفاع صغير ولذلك نفرض الارتفاع الفعال = 1/10 البحر الصافي للشريحة : h=1/10*5.5=0.55m

نفرض h=0.65m and h=0.58m

التحقق من القص باتجاهين

بما أن تغير الاجهادات طفيف فيمكن اعتبار الاجهاد تحت الشريحة يساوي الاجهاد الوسطي qav

$$\tau = \frac{Q}{0.85\ P_c\ h} \leq 5.5\sqrt{f_c'} = 5.5\sqrt{18000} = 737.9\ kN/m^2$$

$$Q = 1200 - 39.13(0.5 + 0.58)^2 = 1154kN$$

$$P_c = 4(0.5 + 0.58) = 4.32m$$

$$\tau = \frac{1154}{0.85 * 4.32 * 0.58} = 541.8\frac{kN}{m^2} < 737.9\frac{kN}{m^2}\ OK$$

حساب التسليح

	الشريحة	M(kN.m/m)	As(m^2/m) الحسابي	A_{smin}(m^2/m)	As(m^2/m) الفعلي (المعتمد)	التسليح
الاتجاه الطولاني	AEFN	34.57	0.00115	0.00116	0.00116	6T16/m
	NFGM	39.38	0.00131		0.00131	7T16/m
	MGHL	44.20	0.00147		0.00147	7.5T16/m
الاتجاه العرضاني	ABKL	40.01	0.00115		0.00116	6T16/m
	BCJK	39.63	0.00114		0.00116	6T16/m
	CDIJ	39.13	0.00113		0.00116	6T16/m
	DEHI	38.75	5		121.1	

ملاحظة

يمكن تعديل حمولات الأعمدة ورد فعل التربة كالتالي :

	الشريحة	qav	الأبعاد	محصلة قوى الأعمدة	معدل الحمولة	عامل تعديل رد الفعل	عامل تعديل حمولات الأعمدة
الاتجاه الطولاني	AEFN	34.57	18.5*2.75	1800	1779.374	1.012	0.989
	NFGM	39.38	18.5*5	3600	3621.325	0.994	1.006
	MGHL	44.20	18.5*5	2250	3169.25	0.775	1.409
الاتجاه العرضاني	ABKL	40.01	10.5*3.25	1200	1282.671	0.939	1.069
	BCJK	39.63	10.5*6	2700	2598.345	1.041	0.962

0.983	1.017	2507.595	2550	10.5*6	39.13	CDIJ	
1.051	0.954	1261.172	1200	10.5*3.25	38.75	DEHI	

Pi-modif				Pi				q_{av-mod}	qav	الشريحة	
296.6	593.1	593.1	296.6	300	600	600	300	35.0	34.57	AEFN	الاتجاه الطولاني
603.6	1207.1	1207.1	603.6	600	1200	1200	600	39.1	39.38	NFGM	
422.6	1267.7	1056.4	422.6	300	900	750	300	34.3	44.20	MGHL	
	320.7	641.3	320.7		300	600	300	37.6	40.01	ABKL	الاتجاه العرضاني
	577.4	1154.8	866.1		600	1200	900	41.2	39.63	BCJK	
	590.0	1180.0	737.5		600	1200	750	39.8	39.13	CDIJ	
	315.3	630.6	315.3		300	600	300	37.0	38.75	DEHI	

4 .6 تصميم الحصيرة الجائزية

تصمم الحصيرة الجائزية بنفس طريقة تصميم الأسقف, ويمكن تلخيصها بالتالي :

1- اتباع نفس الخطوات من 1 إلى 3 لتصميم الحصيرة العامة باستخدام الطريقة التقليدية
2- حساب الاجهادات الاجهادات الأعظمية (الضاغطة والشادة) الناتجة عن حمولات الأعمدة وقوى الزلازل تحت زوايا الحصيرة.
3- تصميم البلاطات المحصورة بين الجوائز تحت تأثير حمولة موزعة بانتظام مساوية للاجهاد الأعظمي تحت كل بلاطة.
4- حساب تسليح البلاطات
5- حساب الحمولات المنقولة من البلاطات إلى الجوائز
6- تصميم الجوائز تحت تأثير الحمولات المنقولة من البلاطات.