تصميم الحصيرة

مقدمة :

سوف نعتمد في تحليل والحساب الإنشائي على الطريقة الصلبة وهي من أهم الطرق المعتمدة في التصميم وسوف نقوم بشرح مبدأها العام.

الطريقة الصلبة :

وهي مبينة مبنية على فرضيتين أساسيتين :

- تعد الحصيرة جسماً عالي الصلابة بالنسبة للتربة التي تستند إليها مما ينتج عن هذه الفرضية أن توزع الإجهادات في التربة لا تتأثر بمرونة الحصيرة .

- يتم توزيع إجهاد التربة بشكل مستقيم حيث يتطابق مركز الفعل (الأحمال + وزن الحصيرة) مع مركز رد الفعل (مركز مخطط الجهاد) .

تصميم الحصيرة العامة بالطريقة الصلبة :

يمكن تلخيص هذه الطريقة بالخطوات التالية :

1. حساب محصلة قوى الاعمدة $\sum V$ (وتحديد نقطة تاثيرها أي احداثياتها بالنسبة لمحاور مارة من مركز الحصيرة (e_x , e_y) .

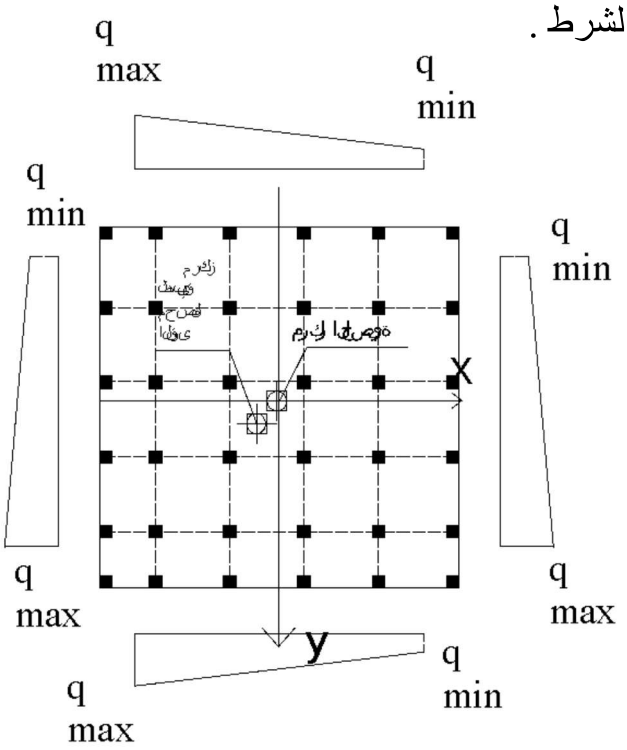
2. حساب العزم (M_x, M_y) .

3. حساب الاجهادات تحت زوايا الحصيرة .

4. اعتبار الحصيرة جسماً عالي الصلابة يتحرك كوحدة واحدة تحت تأثير المحصلة $(\sum V)$ وعزوم باتجاهي (M_x, M_y) وحساب الاجهادات تحت زوايا الحصيرة الأربع من المعادلة العامة .

$$q = \frac{\Sigma V}{B.L} \pm \frac{\Sigma V.e_x}{BL^2/6} \pm \frac{\Sigma V.e_y}{BL^2/6}$$

5. التحقق من أن الإجهاد الأعظمي في أية نقطة (q) لم يتجاوز الإجهاد الأعظمي المسموح به على التربة (q_a) وذلك بغية الانتقال إلى التصميم الإنشائي والا يجب اتخاذ التدابير اللازم لتحقيق هذا الشرط .



التصميم الإنشائي للحصيرة :

باعتبار الحصيرة مصمتة أي ذات سماكة ثابتة مع أو بدون تغيير في سماكة البلاطة عند نقطة استناد العمود على البلاطة :

- تقسم البلاطة إلى شرائح مجازية) لا تمر بالأعمدة) وشرائح مسندية)تمر بالأعمدة) .

● ***الشريحة المسندية:***

عرضها ثلاثة أمثال متوسط عرض الأعمدة المارة بها $b = 3b$.

● ***تصميم الشريحة على الانعطاف كما يلي:***

- الحمولة المكافئة للانعطاف بالمتر الطولي

$$W_m = \frac{2}{3} q_n \times S$$

- يحسب عزم الانعطاف من القانون:

$$M = \frac{W_n . S^2}{12}$$

- يحدد الارتفاع الموافق لعزم الانعطاف من القانون:

$$d = \gamma \sqrt{\frac{M}{b}}$$

● ***تصميم الشريحة على القص كما يلي :***

- الحمولة المكافئة للقص بالمتر الطولي

$$W_s = \frac{1}{2} q_n \times S$$

- الحمولة الكلية للقص

$$V = 0.6 \times W_s \times S$$

- يحسب الارتفاع الموافق للقص من

$$d = \frac{V}{0.9 \times \tau \times_c b}$$

● تصميم الشريحة على الثقب :

- نعتمد الارتفاع الأكبر الناتج عن الانعطاف أو القص .
- نحسب قوة الثقب من القانون:

$$V_p = \Sigma V - q(b + \frac{2}{3}d)^2$$

- نتحقق من إجهاد الثقب المطبق لعد اعتماد الارتفاع المذكور من القانون التالي :

$$q_p = \frac{V_p}{2d(l + b + 1.33d)}$$

- في حال عدم كفاية الارتفاع المعتمد لمقاومة الثقب تزاد السماكة بمساحة أكبر من مساحة ارتكاز العمود ومتناسبة مع شكله وبسماكة ثابتة أو متدرجة.

- يجب أن نتحقق من أن الارتفاع المحسوب نتيجة للخطوات السابقة موافق للشرط العام الذي ينص أن يكون ارتفاع الحصيرة

$$h = \frac{S}{6} \rightarrow \frac{S}{8}$$

- يحسب تسليح الشريحة المسندية العلوي العامل على الشد من القانون :

$$A_s = \frac{M}{j\, f_s\, d}$$

- يحسب تسليح الشريحة السفلي بنسبة (0.8%) من المقطع البيتوني .

● الشريحة المجازية:

- يعتمد للشريحة المجازية الارتفاع نفسه للشريحة المسندية.
- يحدد تسليح الشريحة المجازية بنسبة (0.8%) من المقطع البيتوني .

أولاً : حساب محصلة الحمولات المنقولة الى الأساس وتعيين موقع تأثيرها:

تم إنشاء الجدول التالي والذي يوضح قيمة الحمولات التصميمية للحصيرة وا لخاصة بكل عمود من الاعمدة والحمولات الخاصة بجدران بيت الدرج :

العمود	الحمولة المنقولة	Yi (m)	Xi (m)	Fi*Yi	Fi*Xi
c1	93.34	0	0	0	0
c2	46.04	5	0	230.2	0
c3	40.06	8.375	0	335.5025	0
c4	25.24	11.575	0	292.153	0
c5	53.39	14.775	0	788.83725	0
c6	42.22	17.975	0	758.9045	0
c7	49.85	21.805	0	1086.97925	0
c8	51.06	25.635	0	1308.9231	0
c9	33.81	29.415	0	994.52115	0
c10	79.13	0	3.2	0	253.216
c11	103.18	5	3.2	515.9	330.176
c12	81.6	8.375	3.2	683.4	261.12
c13	47.37	11.575	3.2	548.30775	151.584
c14	127.13	14.775	3.2	1878.34575	406.816
c15	112.02	17.975	3.2	2013.5595	358.464

c16	102.49	21.805	3.2	2234.79445	327.968
c17	91.11	25.635	3.2	2335.60485	291.552
c18	80.85	0	3.2	0	258.72
c19	110.6	29.415	6.35	3253.299	702.31
c20	86.4	5	6.35	432	548.64
c21	38.5	8.375	6.35	322.4375	244.475
c22	68.2		6.35	0	433.07
c23	68.2	14.775	6.35	1007.655	433.07
c24	66.8	17.975	6.35	1200.73	424.18
c25	52.2	21.805	6.35	1138.221	331.47
c26	112.57	25.635	6.35	2885.73195	714.8195
c27	77.7	29.415	6.35	2285.5455	493.395
c28	83.7	0	10.15	0	849.555
c29	98	5	10.15	490	994.7
c30	51.8	8.375	10.15	433.825	525.77
c31	59.5	21.805	10.15	1297.3975	603.925
c32	92.88س	25.635	10.15	2380.9788	942.732
c33	79.88	29.415	10.15	2349.6702	810.782
c34	64.52	0	13.45	0	867.794
c35	113.75	5	13.45	568.75	1529.938
c36	48.8	8.375	13.45	408.7	656.36
c37	34.6	21.805	13.45	754.453	465.37
c38	68	0	16.15	0	1098.2
c39	121.13	5	16.15	605.65	1956.25
c40	53.9	8.375	16.15	451.4125	870.485
c41	34.6	21.805	16.15	754.453	558.79
c42	71.83	0	19.45	0	1397.094
c43	61.78	5	19.45	308.9	1201.621
c44	36.3	8.375	19.45	304.0125	706.035
c45	36.3	11.575	19.45	420.1725	706.035
c46	38.2	14.775	19.45	564.405	742.99
c47	51	17.975	19.45	916.725	991.95
c48	64.5	21.805	19.45	1406.4225	1254.525
c49	83.27	25.635	19.45	2134.62645	1619.602
c50	88.16	29.415	19.45	2593.2264	1714.712
c51	57.48	0	22.75	0	1307.67
c52	51.52	5	22.75	257.6	1172.08
c53	92.24	21.805	22.75	2011.2932	2098.46
c54	93.42	25.635	22.75	2394.8217	2125.305
c55	58.22	29.415	22.75	1712.5413	1324.505

c56	72.84	0	26.03	0	1896.025
c57	88.2	5	26.03	441	2295.846
c58	44.76	21.805	26.03	975.9918	1165.103
c59	102.16	25.635	26.03	2618.8716	2659.225
c60	66.5	29.415	26.03	1956.0975	1730.995
c61	64.2	0	29.35	0	1884.27
c62	93.1	5	29.35	465.5	2732.485
c63	47.41	8.375	29.35	397.05875	1391.484
c64	75.86	11.575	29.35	878.0795	2226.491
c65	67.7	14.775	29.35	1000.2675	1986.995
c66	77.42	17.975	29.35	1391.6245	2272.277
c67	86.81	21.805	29.35	1892.89205	2547.874
c68	76.84	25.635	29.35	1969.7934	2255.254
c69	33.38	29.415	29.35	981.8727	979.703
c70	103.73		24.38	0	2528.937
c71	125.87	11.575	24.38	1456.94525	3068.711
c72	123.07	14.775	24.38	1818.35925	3000.447
c73	67.12	17.975	24.38	1206.482	1636.386
اعمدة المثمن المركزي	172.4	15.09	12.85	2601.516	2215.34
جدران بيت الدرج الأول	696.96	25.61	14.8	17849.1456	10315.01
جدران بيت الدرج الثاني	476.19	7.63	21.93	3633.3297	10442.85
∑f =	6592.86			97586.41665	99289.98

ويعطى احداثيات مركز تأثير المحصلة بالنسبة لمبدأ الأحداثيات المعتبر)في الزاوية اليسارية السفلية من المسقط) بالعلاقة التالية :

$$Y_m = \frac{\Sigma F_y . Y_i}{\Sigma F}$$

$$X_m = \frac{\Sigma F_x . X_i}{\Sigma F}$$

وبالتعويض نجد :

Y_m=	14.802 m
X_m=	15.060 m

حساب أبعاد الحصيرة:

- الحمولة الكلية المطبقة Σf 6592.86 = ton
- تعيين أبعاد الحصيرة

- المساحة الدنيا للحصيرة

$$A = \frac{\Sigma V}{q_{soil}}$$

وعلى افتراض بأن q_{soil} 1 = kg/cm^2 = 10 t/ m^2

$$A = \frac{6592.86}{10} = 659.286\ m^2$$

وباعتبار أن الحصيرة مربعة تكون أبعادها هي B=L = 25.677 m

وهي اصغر من أبعاد المبنى وبالتالي نأخذ أبعاد المبنى وهي $B=L = 29.4\ m$
وتضاف لها ظفر من الطرفين بطول يساوي إلى $1m$ وبالتالي تكون الأبعاد النهائية للحصيرة هي $B=L= 30.4\ m$.

- الوضع الميكانيكي للحصيرة

يتولد لدينا عزوم بالاتجاهين X,Y وذلك لعدم انطباق نقطة تطبيق المحصلة مع مركز ثقل الحصيرة وهو :

$$Xc = 15.2\ m$$
$$Yc = 15.2\ m$$

ويكون الإجهاد الناتج على التربة نتيجة الحمولات غير موزع بانتظام.

- إيجاد اللامركزية :

$$e_x = 15.06 - 15.2 = -0.14\ m$$
$$e_y = 14.082 - 15.2 = -1.118\ m$$

- حساب الاجهادات :

$$q = \frac{\Sigma V}{B.L} \pm \frac{\Sigma V.e_x}{BL^2/6} \pm \frac{\Sigma V.e_y}{BL^2/6}$$

$$q = \frac{6592.86}{30.4*30.4} \pm \frac{6592.86*(-0.14)}{30.4^3/6} \pm \frac{6592.86*(-1.118)}{30.4^3/6}$$

$$q_{max} = 8.877\ t/m^2$$
$$q_{min} = 5.334\ t/m^2$$

ونلاحظ بأن

$q_{max} = 8.877 > q_a = 10$ وبالتالي فأبعاد الحصيرة محققة ويمكننا البدء بالتحليل الإنشائي .

أولاً الشريحة المسندية بالاتجاه X:

- نحسب عرض الشريحة وهو ثلاثة امثال متوسط أبعاد الأعمدة المارة منها:

وبالحساب

$$bx = 3*35=105\ cm$$

❖ تصميم الشريحة على الانعطاف :

- الحمولة المكافئة للانعطاف بالمتر الطولي

$$Wx_m = \frac{2}{3} * q_{\max} * S_x$$

$$Wx_m = \frac{2}{3} * 8.877 * 3.8 = 22.488\ t/m'$$

- يحسب عزم الانعطاف من القانون:

$$M_x = \frac{W_n . S_x^{\ 2}}{12}$$

$$M_x = \frac{22.488 * 3.8^2}{12} = 27.061\ t.m$$

- الارتفاع اللازم لعزم الانعطاف يحسب من العلاقة:

$$d = \gamma \sqrt{\frac{M}{b}}$$

وبالتعويض نجد :

$$\varepsilon = 1 - \frac{\alpha}{3} \quad \gamma = \sqrt{\frac{2}{\varepsilon \cdot \alpha \cdot \overline{\sigma c}}}$$

$$\alpha = \frac{15}{15 + \frac{1980}{90}} = 0.405 \quad \varepsilon = 0.865 \quad \gamma = 0.252$$

ويكون الارتفاع الحسابي:

$$d = 0.252 * \sqrt{\frac{27.061 * 10^5}{105}} = 40.456\ cm$$

❖ تصميم الشريحة على القص:

- الحمولة المكافئة للقص بالمتر الطولي

$$W_s = \frac{1}{2} q_n \times S = \frac{1}{2} \times 8.877 \times 3.8 = 16.866\ t/m'$$

- الحمولة الكلية للقص

$$V = 0.6 \times W_s \times S = 0.6 \times 16.866 \times 3.8 = 38.454\ t$$

- تحسب الارتفاع الموافق للقص من

$$d = \frac{V}{0.9 \times \tau_c \times b}$$

$$\tau = 0.72\sqrt{f'c} = 0.72 * \sqrt{200} = 10.182\ kg/cm^2$$

$$d = \frac{38.454 * 10^3}{0.9 * 10.182 * 105} = 40.059\ cm$$

ثانياً الشريحة المسندية بالاتجاه Y:

by = 3*44 = 132 cm

Sy = 5 m

❖ تصميم الشريحة على الانعطاف :

- الحمولة المكافئة للانعطاف بالمتر الطولي

$$Wy_m = \frac{2}{3} * q_{\max} * S_y$$

$$Wx_m = \frac{2}{3} * 8.877 * 5 = 29.59\ t/m'$$

- يحسب عزم الانعطاف من القانون:

$$M_y = \frac{W_n . S_y^{\ 2}}{12}$$

$$M_x = \frac{29.59 * 5^2}{12} = 61.646\ t.m$$

- الارتفاع اللازم لعزم الانعطاف يحسب من العلاقة:

$$d = \gamma \sqrt{\frac{M}{b}}$$

$$d = 0.252 * \sqrt{\frac{61.646 * 10^5}{132}} = 54.459\ cm$$

❖ تصميم

الشريحة على القص:

- الحمولة المكافئة للقص بالمتر الطولي

$$W_s = \frac{1}{2} q_n \times S = \frac{1}{2} \times 8.877 \times 5 = 22.193\ t/m'$$

- الحمولة الكلية للقص

$$V = 0.6 \times W_s \times S = 0.6 \times 22.193 \times 5 = 66.578\ t$$

- تحسب الارتفاع الموافق للقص من

$$d = \frac{V}{0.9 \times \tau_c \times\ b}$$

$$\tau = 0.72\sqrt{f'c}\ = 0.72 * \sqrt{200} = 10.182\ kg/cm^2$$

$$d = \frac{66.578 * 10^3}{0.9 * 10.182 * 132} = 55.04\ cm$$

- ***نختار الارتفاع الأكبر ليعتمد في التنفيذ لذلك نختار:***

H = 60 cm

ثالثاً تصميم الشرائح المسندية على الثقب :

- نعتمد الارتفاع الأكبر الناتج عن القص d = 55 cm

- قوة الثقب

$$V_p = \Sigma V - q(b + \frac{2}{3}d)^2$$

نطبق هذه العلاقة على العمود الذي ينقل أكبر حمولة وهو العمود C14 والحمولة هي 127.13 ton .
وللأمان نأخذ الأبعاد الخاصة بالشريحة المسندية بالاتجاه X .

$$V_p = 127.13 - 8.877 * (1.05 + \frac{2}{3} * 0.55)^2 = 109.314 \quad ton$$

- إجهاد الثقب

$$q_p = \frac{V_p}{2d(l + b + 1.33d)}$$

$$q_p = \frac{109314}{2 * 55 * (60 + 25 + 1.33 * 55)} = 6.284\ kg/cm^2 < 10.182 \quad ok$$

ويكون بالتالي الارتفاع محقق على الثقب .
وبالتالي نعتمد ارتفاعا فعالاً d = 55 cm وارتفاعاً كلياً قدره 60 cm .
ونقارنه بالشرط العام

$$\frac{500}{55} = 9.091 \qquad (h = \frac{S}{6} \rightarrow \frac{S}{8}) \qquad oK$$

❖ حساب تسليح الشريحة المسندية :

<u>أولاً الشرائح بالاتجاه X :</u>

- الحديد العلوي على الشد :

$$A_s = \frac{M}{j\ f_s\ d} = \frac{27.061 * 10^5}{0.9 * 1980 * 55} = 27.61\ cm^2$$

نختار 9 H 18 mm / ml = 28.27 cm²
نكسح منها 4H 18 و نمد 5H18 .

- الحديد السفلي على الضغط:

يحدد من النسبة

$$A'_{S1} = 0.3\%\ Ac = 0.003 * 100 * 60 = 18 \quad cm^2$$

نأخذ 9H16 mm / ml =18.1 cm^2

ثانياً الشرائح بالاتجاه Y:

- التسليح العلوي :

$$A_s = \frac{M}{j\ f_s\ d} = \frac{61.646 * 10^5}{0.9 * 1980 * 55} = 62.898\ cm^2$$

نختار = 63.2 mm / ml 14H24 cm^2

- التسليح السفلي :

يؤخذ نفس التسليح السفلي للاتجاه الآخر وهو 9H16 mm / ml =18.1 cm^2

تسليح الشريحة الوسطية :

يحدد من النسبة

$$A'_{S1} = 0.3\%\ Ac = 0.003 * 100 * 60 = 18 \quad cm^2$$

وبالتالي نختار 9H16 mm / ml =18.1 cm^2