



جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا



كلية الهندسة

مدرسة الهندسة المدنية - قسم الإنشاءات

مشروع تخرج لنيل درجة البكالوريوس مرتبة الشرف الهندسة المدنية

بمعنوان:

مقارنة بين أنواع البلاطات الخرسانية

(المفرغة - المصمتة - المسطحة)

من حيث التحليل والتصميم

إعداد الطلاب :

1- طه محمد طه أحمد.

2- عبدالرحمن علي عبدالرحمن عيسى.

3- مختار موسى اسماعيل إبراهيم .

إشراف:

أ. مي عبد الرحيم سفيان

أكتوبر 2017م

الآية

قال تعالى:

{وَمَا أُوتِيتُمْ مِنَ الْعِلْمِ إِلَّا قَلِيلًا}

صدق الله العظيم

سورة الاسراء الآية (85)

الإهداء:-

الى معلم البشرية الاول....

الى الداعي الى العلم والعمل به.... الى روح الحبيب المصطفى

عليه الصلاة والسلام.

الى أمي الحبيبة...

الى أبي العزيز...

الى من علمنا أن معركة الحياة تحتاج منا الى صبر وقوة وعزيمة

وكفاح متواصل وبأن الاعتماد على النفس هو الطريق للوصول

لأعلى الدرجات.

الشكر والعرفان

الشكر لله أولاً وأخيراً على نعمته علينا بإتمام هذا البحث وشملنا
التوفيق والسداد فإنه أمل ورجاء ، أتوسل إليه أن يمني علينا أيضاً
بحسن الخاتمة

الحمد لله القائل (هل جزاء الإحسان إلا الإحسان) والصلاة والسلام على
نبيه القائل (من لم يشكر الناس لا يشكر الله) وتقتصر الأحرف
وتتناثر العبارات أمام قامات العطاء وأبقى أجمل في دواخلنا مساحات
من الشكر أجزه الأستاذة / مي عبد الرحيم سفيان

والشكر لكل من ساهم في هذا الجهد بالفكر والرأي والمعرفة

المستخلص

يتناول هذا المشروع المقارنة بين أنواع البلاطات الخرسانية (المفرغة – المصمتة – المسطحة) من حيث التحليل والتصميم (قوى القص – الإنحراف – كمية التسليح) ، وذلك لإختيار النوع المناسب من البلاطات حتى يعطي تكلفة مناسبة ومرونة معمارية وإنشائية حسب الغرض من المبنى .

تم التحليل اليدوي بإستخدام طريقة توزيع العزوم ببرنامج Excel وتم التصميم بإستخدام المدونة الأمريكية ACI-318M-11.

وتمت المقارنة بين نتائج التحليل اليدوي وبرنامج Safe للتأكد من صحة النتائج.

كما تم عمل مقارنة بين أنواع البلاطات الخرسانية الثلاثة من حيث كمية التسليح وقوى القص والإنحراف.

تبين الخلاصة أن برنامج Safe يعطي نتائج تحليل وتصميم متقاربة مع نتائج الحل اليدوي ، والمقارنة بين البلاطات الثلاثة توضح أن البلاطة المسطحة تعطي أكبر قيم لكمية التسليح وقوى القص والبلاطة المصمتة تعطي أقل قيم لكمية التسليح وقوى القص بينما البلاطة المفرغة تعطي كمية تسليح وقوى قص أكبر من البلاطة المصمتة وأقل من المسطحة .

Abstract

This research was done to make a comparison between three types of reinforced concrete slabs (Hollow block - Solid - Flat) with regard to reinforcing quantity, shear forces and deflection. To choose appropriate type to gives suitable cost and firmness of architectural and structural based on the purpose of building.

The manual analysis done using the moment distribution method by excel program, and the design done using American standard (ACI-318M-11).

And a comparison done between manual results and safe program results.

As such a comparison done between three types of reinforced concrete slabs with regard to reinforcing quantity, shear forces and deflection.

The conclusion show that the safe program gives acceptable results, and the flat slab gives higher values of reinforcing quantity and shear forces, and the solid slab gives minimum values, and the values of hollow block slab are smaller than the values of flat slab and greater than the values of solid slab.

قائمة المحتويات

البند	المحتوى	الصفحة
I	الاية	
II	الاهداء	
III	الشكر والعرفان	
IV	المستخلص	
V	Abstract	
VI	قائمة المحتويات	
VIII	قائمة الاشكال	
XIII	قائمة الجداول	
الباب الاول:		
1-1	مقدمة عامة	1
2-1	مشكلة البحث	2
3-1	أهمية البحث	2
4-1	أهداف البحث	2
5-1	منهجية البحث	2
6-1	هيكلية البحث	3
الباب الثاني:		
1-2	مقدمة	4
2-2	الخرسانة	4
3-2	الاحمال على المنشآت	8
4-2	التحليل الإنشائي	10
5-2	أنواع المنشآت	12
6-2	شروط التحميل	14
7-2	الاعضاء الخرسانية	14
8-2	البلاطات الخرسانية	15
9-2	الخيار الاقتصادي الاسقف الخرسانية	25
10-2	السلوك الإنشائي للبلاطة ثنائية الإتجاه	26
11-2	تسليح الإنكماش والحرارة	32

33	الإنحراف	12-2
34	تسليح الإنحناء للبلاطات ثنائية الإتجاه	13-2
36	تحديد السمك الأقل للبلاطة ثنائية الإتجاه	14-2
38	البلاطات ثنائية الإتجاه المرتكزة على الأعمدة	15-2
41	طرق التصميم	16-2
الباب الثالث:		
58	مقدمة	1-3
58	التحليل	2-3
58	تحليل البلاطة المفردة	1-2-3
114	تحليل البلاطة المصمتة	2-2-3
150	تحليل البلاطة المسطحة	3-2-3
173	التصميم	3-3
173	تصميم البلاطة المفردة	1-3-3
206	تصميم البلاطة المصمتة	2-3-3
215	تصميم البلاطة المسطحة	3-3-3
الباب الرابع		
217	المقدمة	1-4
217	البرنامج	2-4
217	تحليل وتصميم البلاطة المفردة	1-2-4
244	تحليل وتصميم البلاطة المصمتة	2-2-4
249	تحليل وتصميم البلاطة المسطحة	3-2-4
256	مناقشة النتائج	3-4
256	المقارنة بين الحل اليدوي والبرنامج	1-3-4
256	المقارنة بين أنواع البلاطات الثلاثة	2-3-4
الباب الخامس		
258	الخلاصة	1-5
259	التوصيات	2-5
260	المصادر والمراجع المعتمد عليها المشروع	3-5

قائمة الاشكال

رقم الصفحة	اسم الشكل	رقم الشكل
16	البلاطة المصمتة أحادية الاتجاه	1-2
17	البلاطة المعصبة أحادية الاتجاه	2-2
18	البلاطة المصمتة ثنائية الاتجاه	3-2
18	البلاطة المسطحة	4-2
20	البلاطة المسطحة العادية	5-2
20	البلاطة المسطحة ذات التيجان	6-2
21	البلاطة المسطحة ذات السقوط	7-2
22	البلاطة المسطحة ذات التيجان والسقوط	8-2
23	البلاطة المعصبة ثنائية الاتجاه	9-2
26	إنحناء البلاطة أحادية الاتجاه	10-2
27	إنحناء البلاطة ثنائية الاتجاه	11-2
30	تغير عزوم الانحناء نتيجة للاحمال المسلطة	12-2
32	التسليح الخاص لاركان البلاطات	13-2
35	أقل طول لاستمرار حديد التسليح للبلاطات بلا عارضات داخلية	14-2
38	البلاطات ثنائية الاتجاه المرتكزة على الاعمدة	15-2
40	العزوم في البلاطات المرتكزة على الأعمدة	16-2
41	جزء البلاطة الذي يجب أن تتضمنه العارضة	17-2
43	توزيع العزم التصميمي على المقاطع الحرجة للأنحناء	18-2
45	حالات تثبيت البحر الطرفي للبلاطة	19-2
48	مساحة القص للبلاطات المصمتة ثنائية الاتجاه	20-2
49	القص الثاقب في البلاطات المسطحة	21-2
51	بعض أنواع تسليح القص في البلاطات المسطحة	22-2
52	تقسيم البلاطة الى هياكل	23-2
53	حالات تحميل الهيكل المكافئ للحصول على العزوم القصوى	24-2
58	البلاطة المفرغة	1-3

60	الحوائط للطابق الأرض	2-3
61	مقطع البلاطة المفرغة	3-3
61	عدد الطوب في مساحة (520*1000) ملم ²	4-3
62	أبحر العصب الرئيسي	5-3
64	حالة التحميل رقم (1) للعصب	6-3
65	حالة التحميل رقم (2) للعصب	7-3
66	حالة التحميل رقم (3) للعصب	8-3
67	حالة التحميل رقم (4) للعصب	9-3
68	حالة التحميل رقم (5) للعصب	10-3
70	الهيكل المكافئ ل HB	11-3
72	حالة التحميل رقم (1) ل (HB1)	12-3
74	حالة التحميل رقم (2) ل (HB1)	13-3
75	حالة التحميل رقم (3) ل (HB1)	14-3
76	حالة التحميل رقم (4) ل (HB1)	15-3
78	حالة التحميل رقم (5) ل (HB1)	16-3
83	حالة التحميل رقم (1) ل (HB2)	17-3
84	حالة التحميل رقم (2) ل (HB2)	18-3
86	حالة التحميل رقم (3) ل (HB2)	19-3
87	حالة التحميل رقم (4) ل (HB2)	20-3
88	حالة التحميل رقم (5) ل (HB2)	21-3
93	حالة التحميل رقم (1) ل (HB3)	22-3
95	حالة التحميل رقم (2) ل (HB3)	23-3
96	حالة التحميل رقم (3) ل (HB3)	24-3
98	حالة التحميل رقم (4) ل (HB3)	25-3
99	حالة التحميل رقم (5) ل (HB3)	26-3
104	حالة التحميل رقم (1) ل (HB4)	27-3
106	حالة التحميل رقم (2) ل (HB4)	28-3
107	حالة التحميل رقم (3) ل (HB4)	29-3
109	حالة التحميل رقم (4) ل (HB4)	30-3
110	حالة التحميل رقم (5) ل (HB4)	31-3
113	البلاطة المصمتة	32-3

114	الرقعة الركنية للبلاطة المصمتة	33-3
115	مقطع العارضة الطرفية	34-3
115	مقطع العارضة الداخلية	35-3
116	مقطع البلاطة-العارضة الخارجية	36-3
117	مقطع البلاطة-العارضة الداخلية	37-3
118	الرقعة الطرفية للبلاطة المصمتة	38-3
121	الهيكل المكافئ للبلاطة المصمتة في إتجاه x-x	39-3
121	مقطع البلاطة العارضة	40-3
122	جزء البلاطة المتصل بالعارضة لمعامل الألتواء	41-3
123	جزء البلاطة المتصل بالعارضة لمعامل الألتواء	42-3
124	جزء البلاطة المتصل بالعارضة لمعامل الألتواء	43-3
124	جزء البلاطة المتصل بالعارضة لمعامل الألتواء	44-3
128	حالة التحميل (1) للبلاطة المصمتة في إتجاه x-x	45-3
129	حالة التحميل (2) للبلاطة المصمتة في إتجاه x-x	46-3
131	حالة التحميل (3) للبلاطة المصمتة في إتجاه x-x	47-3
132	حالة التحميل (4) للبلاطة المصمتة في إتجاه x-x	48-3
134	حالة التحميل (5) للبلاطة المصمتة في إتجاه x-x	49-3
136	الهيكل المكافئ للبلاطة المصمتة في إتجاه y-y	50-3
137	مقطع البلاطة-العارضة الداخلية في إتجاه y-y	51-3
140	حالة التحميل (1) للبلاطة المصمتة في إتجاه y-y	52-3
142	حالة التحميل (2) للبلاطة المصمتة في إتجاه y-y	53-3
143	حالة التحميل (3) للبلاطة المصمتة في إتجاه y-y	54-3
145	حالة التحميل (4) للبلاطة المصمتة في إتجاه y-y	55-3
146	حالة التحميل (5) للبلاطة المصمتة في إتجاه y-y	56-3
148	البلاطة المسطحة	57-3
149	الهيكل المكافئ للبلاطة المسطحة في إتجاه x-x	58-3
152	حالة التحميل (1) للبلاطة المسطحة في إتجاه x-x	59-3
154	حالة التحميل (2) للبلاطة المسطحة في إتجاه x-x	60-3
155	حالة التحميل (3) للبلاطة المسطحة في إتجاه x-x	61-3
156	حالة التحميل (4) للبلاطة المسطحة في إتجاه x-x	62-3
157	حالة التحميل (5) للبلاطة المسطحة في إتجاه x-x	63-3
159	الهيكل المكافئ للبلاطة المسطحة في إتجاه y-y	64-3

162	حالة التحميل (1) للبلاطة المسطحة في إتجاه y-y	65-3
164	حالة التحميل (2) للبلاطة المسطحة في إتجاه y-y	66-3
166	حالة التحميل (3) للبلاطة المسطحة في إتجاه y-y	67-3
168	حالة التحميل (4) للبلاطة المسطحة في إتجاه y-y	68-3
170	حالة التحميل (5) للبلاطة المسطحة في إتجاه y-y	69-3
217	تعريف النموذج	70-3
218	تعريف الوحدات	71-3
219	تعريف المواد (الخرسانة)	72-3
220	تعريف المواد (الفولاذ الرئيسي)	74-3
220	تعريف المواد (فولاذ القص)	75-3
221	تعريف الكمرات المخفية	76-3
222	تعريف البلاطة المعصبة في إتجاه X	77-3
223	تعريف البلاطة المعصبة في إتجاه Y	78-3
224	تعريف الكمرات الساقطة	79-3
224	تعريف أقطار فولاذ التسليح	80-3
225	تعريف الأعمدة	81-3
226	تعريف الحوائط	82-3
226	تعريف الأحمال	83-3
227	تعريف معاملات الأحمال	84-3
227	تصدير البلاطة من الأوتكاد	85-3
228	البلاطة المفرغة المصدرة من الأوتكاد	86-3
228	أختيار الأعمدة من الرسم المعماري	87-3
229	رسم الاعمدة	88-3
229	رسم الكمرات الساقطة	89-3
230	رسم الكمرات المخفية	90-3
230	رسم البلاطة المعصبة	91-3
231	رسم الحوائط	92-3
232	إدخال أحمال البلوكات	93-3
232	إدخال أحمال الحوائط على البلاطات	94-3
233	أحمال الحوائط على الكمرات الساقطة	95-3
233	إدخال احمال التغطية	96-3
234	إدخال الأحمال الحية	97-3

235	إدخال معامل الإلتواء للكمرات الساقطة	98-3
236	تحويل البلاطات المعصبة إلى بلاطات بسيطة الإسناد	99-3
236	تحويل البلاطات المعصبة في إتجاه X إلى Plate	100-3
237	تحويل البلاطات المعصبة في إتجاه y إلى Plate	101-3
237	رسم الشرائح للبلاطة المفرغة	102-3
238	إنحراف البلاطة المفرغة نتيجة للوزن الذاتي	103-3
238	عزوم الشرائح الأفقية للبلاطة المفرغة	104-3
239	عزوم الشرائح الرأسية للبلاطة المفرغة	105-3
240	إدخال متطلبات التصميم	106-3
241	إدخال تفاصيل التسليح للبلاطة المفرغة	107-3
242	تصدير تفاصيل التسليح إلى برنامج أوتكاد	108-3
242	ردود الأفعال للأعمدة للبلاطة المفرغة	109-3
244	رسم الشرائح للبلاطة المصمتة	110-3
245	إنحراف البلاطة المصمتة نتيجة للوزن الذاتي	111-3
245	عزوم شرائح العمود للبلاطة المصمتة	112-3
246	عزوم شرائح الوسط للبلاطة المصمتة	113-3
247	إدخال تفاصيل التسليح للبلاطة المصمتة	114-3
248	ردود الأفعال للأعمدة للبلاطة المصمتة	115-3
249	رسم الشرائح للبلاطة المسطحة	116-3
250	إنحراف البلاطة المسطحة نتيجة للوزن الذاتي	117-3
251	عزوم شرائح العمود للبلاطة المسطحة	118-3
252	عزوم شرائح الوسط للبلاطة المسطحة	119-3
253	إدخال تفاصيل التسليح للبلاطة المسطحة	120-3
254	ردود الأفعال للأعمدة للبلاطة المسطحة	121-3

قائمة الجداول

رقم الصفحة	اسم الجدول	رقم الجدول
33	النسبة الاقل لتسليح الانكماش والحرارة	1-2
37	اقل سمك للبلاطات ثنائية الاتجاه بلا عارضات داخلية	2-2
44	توزيع العزم التصميمي للبحر الطرقي	3-2
47	النسبة المثوية من العزم التصميمي لشريحة العمود	4-2
64	توزيع العزوم للأعصاب لحالة التحميل (1)	1-3
65	توزيع العزوم للأعصاب لحالة التحميل (2)	2-3
66	توزيع العزوم للأعصاب لحالة التحميل (3)	3-3
67	توزيع العزوم للأعصاب لحالة التحميل (4)	4-3
68	توزيع العزوم للأعصاب لحالة التحميل (5)	5-3
73	توزيع العزوم ل(HB1) لحالة التحميل (1)	6-3
74	توزيع العزوم ل(HB1) لحالة التحميل (2)	7-3
76	توزيع العزوم ل(HB1) لحالة التحميل (3)	8-3
77	توزيع العزوم ل(HB1) لحالة التحميل (4)	9-3
79	توزيع العزوم ل(HB1) لحالة التحميل (5)	10-3
84	توزيع العزوم ل(HB2) لحالة التحميل (1)	11-3
85	توزيع العزوم ل(HB2) لحالة التحميل (2)	12-3
87	توزيع العزوم ل(HB2) لحالة التحميل (3)	13-3
88	توزيع العزوم ل(HB2) لحالة التحميل (4)	14-3
89	توزيع العزوم ل(HB2) لحالة التحميل (5)	15-3
94	توزيع العزوم ل(HB3) لحالة التحميل (1)	16-3
96	توزيع العزوم ل(HB3) لحالة التحميل (2)	17-3
97	توزيع العزوم ل(HB3) لحالة التحميل (3)	18-3
99	توزيع العزوم ل(HB3) لحالة التحميل (4)	19-3
100	توزيع العزوم ل(HB3) لحالة التحميل (5)	20-3
105	توزيع العزوم ل(HB4) لحالة التحميل (1)	21-3
107	توزيع العزوم ل(HB4) لحالة التحميل (2)	22-3
108	توزيع العزوم ل(HB4) لحالة التحميل (3)	23-3

110	توزيع العزوم ل(HB4) لحالة التحميل(4)	24-2
111	توزيع العزوم ل(HB4) لحالة التحميل(5)	25-3
129	توزيع العزوم لحالة التحميل (1) في إتجاه x-x للمصمتة	26-2
130	توزيع العزوم لحالة التحميل (2) في إتجاه x-x للمصمتة	27-3
132	توزيع العزوم لحالة التحميل (3) في إتجاه x-x للمصمتة	28-3
133	توزيع العزوم لحالة التحميل (4) في إتجاه x-x للمصمتة	29-3
135	توزيع العزوم لحالة التحميل (5) في إتجاه x-x للمصمتة	30-3
141	توزيع العزوم لحالة التحميل (1) في إتجاه y-y للمصمتة	31-3
143	توزيع العزوم لحالة التحميل (2) في إتجاه y-y للمصمتة	32-3
144	توزيع العزوم لحالة التحميل (3) في إتجاه y-y للمصمتة	33-3
146	توزيع العزوم لحالة التحميل (4) في إتجاه y-y للمصمتة	34-3
147	توزيع العزوم لحالة التحميل (5) في إتجاه y-y للمصمتة	35-3
153	توزيع العزوم لحالة التحميل (1) في إتجاه x-x للمسطة	36-3
155	توزيع العزوم لحالة التحميل (2) في إتجاه x-x للمسطة	37-3
156	توزيع العزوم لحالة التحميل (3) في إتجاه x-x للمسطة	38-3
157	توزيع العزوم لحالة التحميل (4) في إتجاه x-x للمسطة	39-3
158	توزيع العزوم لحالة التحميل (5) في إتجاه x-x للمسطة	40-3
163	توزيع العزوم لحالة التحميل (1) في إتجاه y-y للمسطة	41-3
165	توزيع العزوم لحالة التحميل (2) في إتجاه y-y للمسطة	42-3
166	توزيع العزوم لحالة التحميل (3) في إتجاه y-y للمسطة	43-3
167	توزيع العزوم لحالة التحميل (4) في إتجاه y-y للمسطة	44-3
168	توزيع العزوم لحالة التحميل (5) في إتجاه y-y للمسطة	45-3
243	كمية التسليح للكمرات المخفية	46-3
243	كمية التسليح للأعصاب	47-3
244	كمية التسليح للكمرات الساقطة للبلاطة المفرغة	48-3
248	كمية التسليح للبلاطة المصمتة	49-3
249	كمية التسليح للكمرات الساقطة للبلاطة المصمتة	50-3
254	كمية التسليح للبلاطة المسطحة	51-3
255	كمية التسليح للكمرات الساقطة المحيطية	52-3
256	المقارنة بين الحل اليدوي والبرنامج	1-4
258	المقارنة بين أنواع البلاطات الثلاثة	23-4

قائمة الرموز والإختصارات

M_u	العزم التصميمي
d	العمق الفعال للمقطع الخرساني
R_n	معامل المقاومة الاسمية للعزوم
ρ	نسبة حديد التسليح
b_w	عرض المقطع التصميمي
A_s	مساحة حديد التسليح
ϕ	معامل تخفيض المقاومة الاسمية
M_n	المقاومة الاسمية
f_y	إجهاد الخضوع للفلولاذ
ϵ_t	إنفعال الخضوع لحديد الشد
c	عمق المحور المحايد
b_{ef}	عرض الشفة للمقطع T
M_{uf}	المقاومة القصوى للمقطع المستطيل
v_c	المقاومة الاسمية للقص
w_u	الحمل التصميمي
L_n	الطول الصافي للبحر الطويل
α_f	معامل جساءة العارضة والبلاطة
β	نسبة الطول الطويل الي القصير

معامل مقاومة الالتواء للعارضة	βt
الكمرة المخفية	HB
عصب توزيع عرضي	CR
عصب مزدوج	DR
سمك البلاطة	h
معايير المرونة	E
عزم المساحة الثاني	I
عزوم التثبيت	M^F
أحمال التغطية	F.C

الباب الاول

مقدمة

1-1 مقدمة عامة :

تقاس نهضة الأمم بتطور مواد الانشاء والتعمير فيها ،كما تقاس بقدر وفاء هذه المواد بحاجة شعوبها الحضارية من ضرورية وترفيهية.الخرسانة عماد مواد الانشاء والتعمير،وتطورها صورة تعكس تطور التفكير الهندسي في خدمة الحياة ورفاهية الانسان.

لكي تصل الخرسانة الي شكلها الحالي الذي يجعلها في المرتبة الاولى كمادة انشائية و معمارية مرت بعدة مراحل سواء في طرق الصناعة أو في طرق التشكيل ،حقيقة انها مادة حديثة من حيث الصناعة والانشاء الا ان لها اصولا عميقة عبر التاريخ ،فقدماء المصريين قد استعملوا الخرسانة في بعض مبانيهم ومعابدهم وإن كان ذلك بشكل بدائي فقد استعملوها في شكل كسر الحجارة كركام والطين كمادة لاحمة.اما الاغريق فقد دخلت في ابنيتهم ايضا ،ويدلنا كذلك تاريخ الرومان علي انهم استخدموا مادة مشابهة للخرسانة اسموها البوزلانا .

تطورت الخرسانة تطورا هائلا منذ أن استخدمت كمادة إنشائية وشمل هذا التطور كل جوانبها ، فقد تطورت اساليب التصميم والصناعة ونظرياته من المرونة الي اللدونة،كما تحسنت طرق الصناعة والتنفيذ .كذلك ظهرت احدث انواع الالات والمعدات المستعملة في صناعتها،وتعددت الانواع المختلفة للخرسانة ؛ تبعا لتنوع مكوناتها ومتطلباتها،بل إن التطور تعدى كل ذلك الي ثورة في نواحي التطبيق لم يسبق لها مثيل . فأخذت الخرسانة صورا واشكالا جديدة، معقدة ، وغير مألوفة ،تجدها في كل مكان وفي جميع المنشآت بتعدد انواعها .

لعبت الخرسانة في السنوات الخمسين الماضية دورا كبيرا في التشييد والبناء بل اصبحت المكون الاساسي لمعظم المنشآت الهندسية الحديثة من مساكن وطرق وجسور وسدود ومطارات ويتكون المبني من مجموعة عناصر مرتبطة ببعضها البعض ومن هذه العناصر البلاطات الخرسانية .

البلاطة الخرسانية هي عنصر انشائي يتواجد في اغلب الابنية الحديثة وهي التي تنقل الاحمال المسلطة عليها بطريقة آمنه الي الاعمدة الخرسانية.

1-2 مشكلة البحث:

1. نظرا للأنواع المختلفة لأنظمة البلاطات الخرسانية فلا بد من تحديد النوع المناسب للمنشأ سواء كان سكني أو تجاري أو خلافة ليعطي المرونة المعمارية والإنشائية .
2. تحديد النوع المناسب من البلاطات للمنشأة من الناحية الاقتصادية .

1-3 أهداف البحث :

1-3-1 أهداف عامة :

1. التعرف علي أنواع البلاطات الخرسانية .
2. التعرف علي مزايا و عيوب البلاطات الخرسانية المختلفة .

1-3-2 أهداف محددة :

1. تحليل وتصميم البلاطات الخرسانية المسلحة بإستخدام الكود الأمريكي (ACI 318-11).
2. تصميم البلاطات الخرسانية المسلحة بإستخدام برنامج (SAFE).
3. مقارنة نتائج التحليل والتصميم المتحصل عليها من الكود مع القيم الناتجة بإستخدام البرنامج.
4. مقارنة نتائج التحليل والتصميم بين أنواع البلاطات المختلفة (البلاطة المفرغة، البلاطة المصمتة، البلاطة المسطحة).

1-4 أهمية البحث:

- تكمن أهمية المشروع في أنه يقوم بعمل مقارنة بين أنواع البلاطات المختلفة (TWO WAY SLAB , RIBS SLAB , FLAT SLAB) من حيث:
- ✓ كمية حديد التسليح.
 - ✓ الانحراف.
 - ✓ القص.

1-5 منهجية البحث :

1. تم جمع البيانات والمعلومات من المصادر المختلفة من (المكتبات والأنترنيت والبحوث السابقة).
2. تم التحليل لأنواع البلاطات المختلفة بإستخدام طريقة توزيع العزوم
3. تم تصميم البلاطات المختلفة بإستخدام معادلات الكود الأمريكي (ACI318M-11) .
4. تم أستخدام برنامج (SAFE) لتحليل وتصميم البلاطات.

5. تم مقارنة النتائج المتحصل عليها من الحسابات اليدوية مع تلك التي تحصلنا عليها بإستخدام البرنامج .
6. تمت المقارنة بين أنواع البلاطات المختلفة من حيث كمية الحديد والانحراف والقص.

1-6 هيكلية البحث:

- تم تقسيم هذا البحث إلى الأبواب الآتية :
- الباب الأول :هذا الباب يحتوي على:المقدمة ومشكلة البحث وأهمية البحث وأهداف البحث ومنهجية البحث.
 - الباب الثاني :يتناول هذا الباب الآتي :الإطار النظري والدراسات السابقة ،طرق وخطوات تحليل وتصميم البلاطات الخرسانية بإستخدام المدونة الأمريكية (ACI318M-11) .
 - الباب الثالث:يتناول هذا الباب الآتي:تحليل أنواع البلاطات الخرسانية بإستخدام طريقة توزيع العزوم ،تصميم أنواع البلاطات الخرسانية بإستخدام المدونة الأمريكية (ACI318M-11) .
 - الباب الرابع : يتناول هذا الباب الآتي :تحليل وتصميم أنواع البلاطات الخرسانية بإستخدام برنامج (SAFE) ، مقارنة النتائج المتحصل عليها من الحسابات اليدوية مع تلك التي تحصلنا عليها بإستخدام البرنامج ، المقارنة بين أنواع البلاطات المختلفة من حيث كمية الحديد والانحراف والقص.
 - الباب الخامس: يحتوي هذا الباب على الخلاصة والتوصيات والخاتمة.
 - المراجع والملحقات.

الباب الثاني

الإطار النظري

1-2 مقدمة:

في هذا الباب تم التطرق الي تعريف الخرسانة المسلحة وانواع المنشآت وطرق التحليل والتصميم وأنواع البلاطات الخرسانية ومزايا وعيوب كل نوع وطرق تحليل وتصميم البلاطات الخرسانية باستخدام المدونة الامريكية (ACI-318-11).

2.2 الخرسانة :

هي تعبير انشائي يعني في جملة خليط من الركام (الحصى والرمل) والمترابطة حبيباته بواسطة مادة لاحمة، وهذه المواد الاحمة يمكن ان تكون مواد غير عضوية مثل الجير والاسمنت او مولد عضوية مثل الغار والبيتومين. وبالتالي امكن تسمية الخرسانة بالاسمنتية والاسفلتية وغيرها طبقا لنوع المادة اللاحمة بين حبيبات الركام، كما يمكن تسميتها طبقا لنوع الركام المستخدم مثل الخرسانة الخفيفة وغيرها، ويطلق اسم الخرسانة عادة علي الخرسانة الاسمنتية .

تختلف الخرسانة بشكل اساسي عن بقية المواد الجاهزة (كالطوب، والمعادن، والخشب، والبلاستيك التي يتم اختيار الملائم منها ووضعها في المكان المناسب بالمنشأ) في كونها تحتاج الي المهندس المشرف الذي يستطيع ان يصممه ويراقب تصنيعها ضمن الاشتراطات العديدة المختلفة بالنسبة لمكوناتها، لصناعتها، ولتشغيلها.

1-2-2 أنواع الخرسانة:

يوجد العديد من انواع الخرسانة ويمكن تصنيف اهم هذه الخرسانات كما يلي:-

1- الخرسانة العادية:

وهي خرسانة بدون أي حديد تسليح وتستخدم في اعمال الفرشات الخرسانية تحت الأساسات والأرصعة وعمل الكتل الخرسانية الغير معرضة لإجهادات شد وعمل الأرضيات والسدود . ومقاومتها تتراوح من 150 إلى 250 kg/cm² حسب الغرض المستخدمة من أجله.

2- الخرسانة المسلحة:

وهي خرسانة عادية ويشترك معها حديد تسليح لمقاومة إجهادات الشد وهذا النوع من الخرسانة هو الأكثر شيوعا واستخداما في العالم وذلك لسهولة تنفيذه ورخص تصنيعه .

3- الخرسانة سابقة الإجهاد:

وهي خرسانة عادية يتم إكسابها إجهادات ضغط قبل تحميلها وهذه الإجهادات تكون كفيلة بملاشاة إجهادات الشد الناتجة من تأثير الأحمال وبالتالي لا نحتاج إلى حديد تسليح حيث تكون المحصلة النهائية للإجهادات على طول القطاع الخرساني بعد التحميل هي غالبا إجهادات ضغط وبالتالي تكون الخرسانة كفيلة بتحملها .

4- الخرسانة الجاهزة (سابقة الصب):

تصب الخرسانة وتعالج حتى تمام تصلدها في المصنع ثم بعد ذلك تنقل إلى المنشأ ويمكن أن تكون خرسانة عادية أو مسلحة أو سابقة الإجهاد وتشمل البلاطات والأعمدة والحوائط والبلوكات الخرسانية والفلنكات ووحدات الأسوار والسلالم .

5- الخرسانة عالية المقاومة:

وهي خرسانة ذات مقاومة تزيد عن 600 kg/cm^2 وقد تصل أو تزيد عن 1400 kg/cm^2 إن الخرسانة عالية المقاومة تحتوي على إضافات حتى تمكننا من تقليل ماء الخلط إلى أقصى درجة مع الحصول على نفس القابلية للتشغيل وبالتالي الحصول على المقاومة العالية .

6- الخرسانة الليفية:

وهي الخرسانة المصنوعة من الأسمنت والركام والمحتوية على ألياف غير مستمرة وموزعة توزيعا عشوائيا في جميع الإتجاهات خلال الكتلة الخرسانية .

7- الخرسانة ذاتية الدمك:

هي الخرسانة التي لها درجة عالية من السيولة والإنسياب كما أن لها مقاومة عالية للإنفصال الحبيبي ويمكن صبها بنجاح في القطاعات الضيقة والمزدحمة بحديد التسليح وذلك بدون الإستعانة بأي وسيلة دمك خارجية .

8- الخرسانة المقذوفة (خرسانة الرش):

هي خرسانة (أو مونة) تقذف بضغط الهواء من فوهة القاذف بسرعة إلى السطح المراد تغطيته بالخرسانة .

9- الخرسانة البوليمرية:

البوليمر أو الراتنج هو إسم لمادة عضوية تتكون من الجزيئات المتشابهة ذات الوزن الجزيئي المرتفع والجزئ الواحد من هذه الجزيئات يسمى مونومر .

أما الخرسانة الراتنجية فهي خرسانة خاصة يتم الحصول عليها بمعاملة الخرسانة العادية بمواد البوليمر التي تعمل كمادة لاحمة أو مألئة للفراغات بين حبيبات الركام .

10- الخرسانة الخفيفة:

من أهم عيوب الخرسانة التقليدية كمادة إنشائية بالمقارنة مع الخشب والحديد أن الخرسانة التقليدية ثقيلة الوزن نسبيا ولذلك تم التفكير في إنتاج وإستخدام خرسانة خفيفة وزنها أقل من 2000 kg/m^3 وبالتالي تم تصنيع خرسانة إنشائية تزن 1400 إلى 1900 kg/m^3 بزيادة بسيطة في التكاليف. والغرض من إستخدام الخرسانة الخفيفة هو تقليل وزن المنشأ وبالتالي تقليل تكاليف الاساسات وكذلك لأغراض العزل الحراري والصوتي .

11- الخرسانة الثقيلة:

وهي خاصة بالوقاية من الإشعاع الذري والنووي حيث تتناسب قدرة الخرسانة لإمتصاص هذه الإشعاعات مع وزنها او كثافتها.

12- الخرسانة الكتلية :

وهي خرسانة ذات كتل كبيرة مثل خرسانة السدود والخزانات الأرضية أو أي خرسانة بحيث يكون حجمها كبير بحيث يتطلب ذلك أخذ الإحتياطات من تولد الحرارة الناتجة من إمالة الأسمنت وما يتبع ذلك من إنكماش وتشريح للخرسانة

2.2.2 الإضافات:

تتركب الخرسانة من الركام والأسمنت وماء الخلط وفي بعض الأحيان تستخدم بعض الإضافات مثل الملدنات وغيرها بغرض تحسين بعض الصفات المعينة في الخرسانة.

الإضافات هي مواد – غير الركام والأسمنت والماء – تضاف إلى الخلطة الخرسانية أثناء عملية الخلط بكميات صغيرة جدا بغرض إعطاء الخرسانة الطازجة أو الخرسانة المتصلدة خواص معينة.

2-2-3 خواص الخرسانة المتصلدة:

1- مقاومة الضغط :

إن مقاومة الضغط هي أهم خواص الخرسانة المتصلدة على الإطلاق وهي تعبر عن درجة جودتها وصلاحياتها ، ومقاومة الضغط هي المقاومة الأم للخرسانة حيث أن معظم الخواص

والمقاومات الأخرى مثل الشد والانحناء والقص والتماسك مع حديد التسليح تتحسن وتزيد بزيادة مقاومة الضغط والعكس صحيح .

2- مقاومة الشد :

إن العلاقة بين مقاومتي الشد والضغط تتمثل في أن الخرسانة العادية المتصلدة تتحمل مقاومة الضغط بدرجة كبيرة ولذلك يجرى تصميم الخرسانة بإعتبارها تقاوم إجهادات الضغط أساسا أما بالنسبة لمقاومتها لقوى الشد (سواء المباشر أو غير المباشر) فإنها تعتبر ضعيفة المقاومة للشد ويرجع هذا لكونها مادة قصفة وتتراوح ما بين 7 % إلى 14 % مقاومتها للضغط أي بنسبة متوسطة قدرها 10 % وتختلف هذه النسبة تبعا لعمر الخرسانة .

3- مقاومة الانحناء:

عندما تتعرض كمرة خرسانية للانحناء فإنه يمكن حساب مقاومة الانحناء (التي تعتبر أيضا مقياسا لمقاومة الشد غير المباشر) وتسمى معايير الكسر في الانحناء وتتراوح قيمه بين 12%-20% من مقاومة الضغط .

4- مقاومة القص :

لا يمكن تعيين القص في حالة الخرسانة بقيمة صحيحة تماما نظرا لأن قوى القص المباشرة (قوتين متساويتين ومتوازيتين تؤثران على مستويين على مسافة صغيرة جدا من بعضهما) تكون دائما مصحوبة بعزم إنحناء أي إجهادات شد وضغط لذلك فمن النادر إجراء اختبار مقاومة القص الخالص وإنما تتعرض للقص المصحوب بانحناء.

5- مقاومة التماسك :

هي مقاومة الخرسانة لإنزلاق سيخ التسليح الملتصق بها والموجود بداخلها ويعتبر تماسك اسياخ الحديد مع الخرسانة هو أساس فكرة التصميم الإنشائي للأعضاء الإنشائية من الخرسانة المسلحة ويتم هذا التماسك بواسطة الالتصاق مع الخرسانة وقوى الإحتكاك بين السيخ والخرسانة والتحميل على النتوءات البارزة في الأسياخ.

6- الإنكماش:

الإنكماش هو خاصية من خواص الخرسانة التي تتصلد في الهواء . ولايسبب الإنكماش مشاكل إلا إذا كان هناك قيда على الحركة حيث يسبب إجهادات شد داخل الخرسانة مما يؤدي إلى تشرخها ويمكن التقليل من الآثار الضارة للإنكماش عن طريق :

- المعالجة الصحيحة والمبكرة للخرسانة .

- عمل وصلات حركة .
- وضع أسياخ تسليح لمقاومة الإنكماش .

7- معايير المرونة :

هو التغير في الإجهاد بالنسبة إلى التغير في الإنفعال المرن . وهو يعبر عن صلابة المادة أي مقاومتها للتشكل .

ومعايير المرونة دالة في مقاومة الخرسانة للضغط ونظرا لان الخرسانة المتصلدة مادة ليست مرنة تماما فإن العلاقة بين الإجهاد والإنفعال تكون غالبا منحنى ويقل هذا الإنحناء كلما ارتفعت رتبة (grade) الخرسانة.

8- نسبة بواسون (v):

هي النسبة بين الإنفعال العرضي الى الإنفعال الطولي عندما يؤثر على الخرسانة إجهاد ضغط في حدود المرونة . وقيمة نسبة بواسون للخرسانة حوالي 0.20 في حالة الحمل المؤثر ببطء أما إذا كان الحمل متزايد فتصل نسبة بواسون إلى حوالي 0.22 كذلك فإن نسبة بواسون تكون أقل نسبيا في الخرسانة عالية المقاومة .

2-3 الاحمال على المنشآت :

• الأحمال الميتة (D):

وتعرف أيضا بالاحمال الدائمة وهي القوى الدائمة الناتجة عن الجاذبية الارضية كالأثقال على مختلف أنواعها، وتنتج الأحمال الميتة المطبقة على المنشأ من الوزن الذاتي للمنشأ ومن مركبات ما على المنشأ من أشياء دائمة . وبالتالي يمكن الإستنتاج بأن للأحمال الميتة نقط تأثير ومقادير محددة . نذكر من الأمثلة على الأحمال الميتة أوزان الأعضاء الإنشائية نفسها وأوزان سطوح الأسقف وبلاطات الأرضية وأوزان القواطع الدائمة المستندة على المنشأ .

• الأحمال الحية (L):

هي أحمال غير ثابتة من حيث المقدار والمساحة التي تشغلها على المنشأ ويكون سبب هذه الاحمال هو تواجد المستخدمين والأثاثات والمعدات وتحركها على المنشأ وكذلك أثقال وأحمال قد يتعرض لها المنشأ أثناء مراحل التنفيذ وهي أحمال مؤقتة مثل أوزان الشدات والأوناش والمعدات المستخدمة في التشييد ،كما تشمل أحمال الثلج والجليد التي يمكن أن تتعرض لها المنشأ في بعض المناطق الجغرافية وتشمل أيضا أحمال الصدم أو الأحمال المتحركة وهي أحمال تتسم فيها الصفة التحريكية

بوضوح تحدد قيمة الحمل الحي من كود البناء تبعاً للغرض الذي من أجله يتم بناء المنشأ.

• أحمال الرياح (W):

هي أحمال تؤثر على واجهات وأسطح المباني، وتعتمد على قوة ضغط الرياح أي على مكان المبنى وإرتفاعه ويكون تصميم المنشآت لمقاومة الرياح مهم جداً خصوصاً في المباني العالية.

معاملات الأحمال وفقاً للمدونة الأمريكية:

$$U = 1.2D + 1.6L$$

$$U = 1.4(D + F)$$

$$U = 1.2(D + F + T) + 1.6(L + H) + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$$

$$U = 1.2D + 1.6(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (1.0L \text{ or } 0.8W)$$

$$U = 1.2D + 1.6W + 1.0L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$$

$$U = 0.9D + 1.6W + 1.6H$$

$$U = 1.2D + 1.0E + 1.0L + 0.2S$$

$$U = 0.9D + 1.0E + 1.6H$$

حيث:

U : المقاومة التصميمية.

F : ضغط المياه.

E : أحمال الزلازل.

H : ضغط التربة الجانبي.

S : أحمال الجليد.

L_r : الحمل الحي على السقف.

R : أحمال الأمطار.

T : أحمال الحرارة.

2-4 التحليل الإنشائي :

المنشأ هو منظومة من اعضاء أو عناصر متصلة مع بعضها ويستخدم لحمل الأحمال ، ومنشآت الهندسة المدنية تشمل المباني والجسور والأبراج .

التحليل الإنشائي هو العلم الذي نستطيع بفضلله تحديد مقدار الأفعال الداخلية (القوى والعزوم) والتشوهات في شكل المنشأ بسبب الأحمال المؤثرة عليه وذلك لمنشأ معروف شكله والخصائص الفيزيائية لعناصره . إن عملية التحليل الإنشائي وعملية التصميم الإنشائي هما عمليتان مترابطتان في أي مشروع تصميم إنشائي ، فعملية التصميم الإنشائي تبدأ بوضع تصور للشكل الهندسي للمنشأ وتقدير الأحمال المؤثرة عليه ثم تحديد الأفعال الداخلية (القوى والعزوم) في عناصر الإنشائية بإستخدام أي من طرق التحليل الإنشائي ويمكننا في بعض المنشآت تحديد الأفعال الداخلية فيها بدون معرفة الخصائص الفيزيائية لكل عضو في المنشأ ، ويطلق على تلك المنشآت بأنها محددة ساكنة . ويوجد منشآت أخرى من المستحيل تحديد الأفعال الداخلية فيها بدون معرفة الخصائص الفيزيائية لكل عضو في المنشأ ، ويطلق على تلك المنشآت بأنها غير محددة ساكنة .

2-4-1 طرق التحليل الإنشائي :

عند عمل تحليل إنشائي لمنشأ حقيقي فإنه عادة يتم تمثيله بنموذج مبسط يتكون من أعضاء هيكلية مرتبطة معا عند عقد . بعض العقد تكون على أطراف المنشأ وقد يركز المنشأ على بعضها وتصبح ركائز مقيدة للحركة في بعض الاتجاهات . أما بقية العقد فتكون حرة الحركة ، لذلك فعند عمل تحليل للمنشأ يمكن بوجه عام إتباع أحد اتجاهين ، إتجاه يمكننا من تحديد القوى والعزوم الداخلية أولاً ثم يتم بعد ذلك تحديد مقدار التشوهات للعقد حرة الحركة ، وهذا الإتجاه يطلق عليه تحليل بإستخدام طريقة القوة . والإتجاه الآخر يمكننا من تحديد مقدار التشوهات عند العقد الحرة أولاً ثم يتم بعد ذلك تحديد القوى والعزوم الداخلية لعناصر المنشأ وهذا الإتجاه يطلق عليه التحليل الإنشائي بطريقة الإزاحة أو بطريقة التشوهات . كما يمكن مزج طريقة القوة مع طريقة الإزاحة لعدد محدود من الهياكل الإنشائية لتحديد مقدار القوى والعزوم الداخلية والتشوهات عند كل عقدة حرة الحركة في آن واحد .

لذلك يوجد عموماً طريقتان لتحليل المنشآت ، طريقة القوة وتهتم بتحديد القوى والعزوم الغير معروفة والتي يمكن من خلالها تحديد القوى والعزوم الداخلية والتشوهات لكل عضو إنشائي ، وعندما لا نستطيع تحديد القوى والعزوم الداخلية مباشرة من معادلات التوازن الساكن يطلق على المنشأ بأنه غير محدد ساكن . وتمثل درجة عدم التحديد الساكن عدد القوى والعزوم الغير معروفة والتي تتجاوز عدد معادلات التوازن الساكن . ومن أجل عمل تحليل إنشائي لمنشآت

غير محددة ساكنة يجب معرفة الخصائص الفيزيائية للعناصر الإنشائية وكيفية الترابط فيما بينها عند العقد المشتركة ، وينتج من شروط توافق التشوهات عند عقد الإتصال معادلات ذات معاملات تشوه لكل وحدة قوة أو وحدة عزم ويطلق عليها معاملات المرونة ولذلك يطلق على طريقة القوة أيضا اسم طريقة المرونة أو طريقة التشوهات المتوافقة أو طريقة التوافق .

وتهتم طريقة الإزاحة بتحديد مقدار التشوهات عند العقد حرة الحركة والتي يتم من خلالها تحديد مقدار الأفعال الداخلية في الأعضاء الإنشائية ، ونلاحظ أنه إذا تم تثبيت جميع عقد المنشأ لمنعها من الحركة فإن المنشأ يعتبر محدد الشكل ويطلق عليه اسم محدد حركي ، وفي هذه الحالة يمكن تحديد الأفعال الداخلية لكل عنصر في المنشأ من جداول الأفعال عند النهايات الثابتة . أما في حالة وجود عقد حرة الحركة كما هو الحال في معظم المنشآت فيتعرض المنشأ لتشوهات ولذلك يطلق عليه اسم منشأ غير محدد الحركة ويطلق على عدد التشوهات الغير معروفة بأنها درجة عدم التحديد الحركي أو درجة الحرية . ولتحديد الأفعال الداخلية في الأعضاء الإنشائية يجب إستخدام خصائصها الفيزيائية وشروط التوازن الساكن عند كل عقدة بين الأفعال الداخلية والأحمال الخارجية . ومعادلات التوازن الناتجة من تطبيق تلك الشروط لها معاملات فعل (قوة أو عزم) لكل وحدة تشوه ويطلق عليها اسم معاملات الصلابة وهذا هو السبب في أن يطلق على طريقة الإزاحة أيضا اسم طريقة الصلابة أو طريقة التوازن .

2-4-2 الطرق التقليدية وطرق المصفوفات للتحليل الإنشائي:

يوجد عدة طرق لتحليل المنشآت تنتمي جميعها إما إلى طريقة القوة أو طريقة الإزاحة . قبل ثلاثة عقود أو أكثر ، عندما كان الحاسوب غير واسع الإستخدام اعتمد المهندسون الإنشائيون على استعمال الآلات الحاسبة اليدوية ثم الإلكترونية . وقد توافرت عدة طرق خلال هذه الحقبة من الزمن من أجل تسهيل حل مسائل التحليل الإنشائي ويطلق عليها الطرق التقليدية . ومع الإستخدام واسع النطاق للحاسوب تم تطوير طرق التحليل الإنشائي التقليدية بإستخدام المصفوفات وأصبح بذلك من السهولة برمجتها على الحاسوب . وطرق القوة التقليدية والتي يطلق عليها أيضا اسم طريقة التشوهات المتوافقة أو طريقة المرونة فتشمل التشوهات المتوافقة بإستخدام طريقة وحدة التحميل وتطبيق نظرية كاستيجليانو الثانية ومعادلة العزوم الثلاث وطريقة مركز المرونة والعمود المشابه . أما الطرق التقليدية لإسلوب الإزاحة أو طريقة التوازن أو طريقة الصلابة فتشمل طريقة نظرية كاستيجليانو الأولى وطريقة معادلة الإنحدار والترخيم وطريقة توزيع العزم .

2-4-3 الطرق التقليدية مقابل الطرق الحديثة للتحليل الإنشائي :

صممت المنشآت الأولى بالإحساس المستند إلى الخبرة وتم قياس مدى لياقة التصميم بالطريقة التي يعمل بها المنشأ فإذا وجدت هناك أية نواقض تمت التغييرات اللازمة بعد بناء المنشأ .

أثرت الخبرة التي تم إكتسابها خلال هذا المنهج التجريبي بصورة كبيرة على التصاميم اللاحقة وهذا ربما ما تم إعتبره البداية المتعلقة بالتحليل الإنشائي .

أدى الطلب على وجود تحليل متقدم مع عدم وجود قدرة حسابية متطورة إلى إفساح المجال لطرق خاصة لحل مجموعة مطابقة من المشكلات الخاصة تسمى بالطرق التقليدية والتي تحتوي على أفكار رائعة قامت بخدمة إحتياجات المهندس الإنشائي لسنوات كثيرة . مهما يكن من أمر فإن ما حصل بقدم وتطور الحاسب الآلي من زيادة القدرات الحسابية عدة مرات من حيث المقدار أدى إلى إلغاء الحاجة للمناهج الخاصة حيث حلت التعميمات الجارفة للطرق المصفوفية الحديثة محل التخصصات الحاذقة للطرق التقليدية .

2-5 أنواع المنشآت :

يتكون أي منشأ من عناصر مترابطة ويمكن تصنيفها كعناصر أحادية الأبعاد أو ثنائية الأبعاد أو ثلاثية الأبعاد . والعناصر أحادية الأبعاد لها طول أكبر بكثير بالمقارنة مع البعدين الآخرين وتتواجد هذه العناصر في المنشآت الهيكلية مثل الإطارات والجسور والجمالونات والأقواس.

والعناصر ثنائية الأبعاد لها سمك صغير بالمقارنة مع البعدين الآخرين مثل عناصر الألواح والقباب والقشريات ، هذه العناصر تشكل منشآت تحتوي على البلاطات الخرسانية والمعدنية المصمتة والألواح المطوية والقباب والمنشآت القشرية .

أما العناصر ثلاثية الأبعاد فلها ثلاثة أبعاد متقاربة الأهمية كما هو الحال في عناصر المكعب والمنشور ورباعي الوجوه ، وهذه العناصر تتشكل منها المنشآت الصلبة مثل السدود وقواعد الأساسات والجدران الساندة .

من أجل عمل تحليل إنشائي لمبنى فإنه من الضروري تمثيله في نموذج هيكلي بسيط . وعادة يتم تمثيل العناصر أحادية الأبعاد بمحاورها الطولية وهي تمثل مركز ثقل قطاعاتها العرضية . ويتم تجميع العناصر الإنشائية معا في عقد أو وصلات إشتراك ، وينبغي تحديد نوع الركائز التي يرتكز عليها المبنى لتحديد أعداد القوى والعزوم المقيدة لحركة كل ركيزة وعادة يتلاقى عنصر إنشائي مع عنصر آخر في عقدة جامدة أو عقدة مفصلية أو عقدة حرة الحركة والركائز التي يرتكز عليها المنشأ قد تكون ثابتة عديمة الحركة في كل الإتجاهات وتسمى ركائز ثابتة ، وقد تسمح للعناصر المرتبطة معها بالدوران فقط ولكنها ممنوعة من الإزاحة وتسمى ركائز مفصلية ، ويوجد ركائز تسمح بالدوران والإزاحة في إتجاه محدد ولكنها تمنع الإزاحة في إتجاه آخر ويطلق عليها ركائز مدرجة .

يعتمد النموذج الإنشائي على إعتبرات كثيرة منها المتطلبات الوظيفية للمنشأ والتي غالبا ما تحد من إمكانيات إختيار النماذج قيد الإعتبار ومنها المتطلبات الجمالية ومتطلبات شروط

الأساس ومتطلبات وجود المواد والتقنيات الاقتصادية التي تلعب أدواراً مهمة في تحديد النموذج الإنشائي ، ومن النماذج الإنشائية المتوفرة ما يلي :

1- المنشآت المشدودة والمضغوطة :-

منشآت هذه الفصيلة تتألف من أعضاء معرضة للضغط الخالص أو للشد الخالص . يعطي ترتيب كهذا إستعمالاً فعالاً للمادة بسبب وجود مستوى ثابت للإجهاد على كافة سطح المقطع لكل عضو وذلك للعناصر المشدودة بصورة خاصة حيث يكون مستوى الإجهاد محدوداً فقط بمقاومة المادة مع وجود عنصر أمان . أما بالنسبة للعناصر المضغوطة فهي معرضة للتحنيب الذي يحد من مستوى الإجهاد لأقل مما تمليه إعتبارات المادة .

2- منشآت الجائز والمنشآت الهيكلية المنعطفة :

تتشكل المنشآت الهيكلية المنعطفة من تركيبة مؤلفة من عنصري الجائز والعمود حيث يتعرض بعض منها إلى إنعطاف خالص بينما يتعرض البعض الآخر إلى تركيبة مؤلفة من الإنعطاف بالإضافة إلى الشد والضغط .

3- منشآت السطح :

هي عبارة عن سطوح مستمرة ثلاثية الأبعاد ذات شكل فراغي حيث تتم مقاومة الحمولة في هذا النوع من المنشآت بواسطة هذه السطوح نفسها . تتحمل هذه المنشآت شداً وضغطاً وقصاً في المستوى وذلك كقوى غشائية ضمن السطح .

الأسقف المطوية والقشريات والقبة والأغشية المنفوخة هي منشآت تقع ضمن فصيلة منشآت السطح ، ويعطي هذا الصنف من المنشآت أكثر الأنظمة الإنشائية فعالية من حيث إستخدام المادة مما يؤدي إلى توفير محسوس . أما الميزة المهمة الأخرى للمنشآت السطحية فهي إعطاؤها المرونة الكبيرة للمصمم ليخلق بواسطتها منشأً جميل يسر الناظرين .

2-6 شروط التحميل :

يعتبر تحديد الأحمال المطبقة على المنشأ إحدى أهم وأصعب الخطوات العائدة للنهج التصميمي الشامل هذا ولقد أصبح بإمكان الحاسب الآلي تحليل منشآت لم يكن بالإمكان تحليلها منذ عقد من الزمن لكن دقة نتائج التحليل تعتمد بصورة مباشرة على دقة الأحمال المستعملة .

يقسم نظام الأحمال إلى ثلاثة أنواع أولها الأحمال المركزة التي تطبق على مساحة صغيرة نسبياً مثل حمولة الدولاب المفرد لعربة أو مثل الأحمال التي ينقلها عضو إلى آخر ، وثانيها الأحمال الخطية الموزعة على طول شريط من المنشأ مثل حمولة العضو نفسه أو حمولة

الحائط أو القاطع ، وثالثها الأحمال السطحية الموزعة على مساحة مثل الحمولة على أرضية مخزن أو مثل حمولة الثلج على السقف .

7-2 الاعضاء الخرسانية: Structural concrete Elements:

الخرسانة الانشائية يمكن استخدامها في جميع المباني سواء كانت ذات طابق واحد (Single story) او متعددة الطوابق (Multi story)، يتكون المبنى الخرساني من الاعضاء الخرسانية الاتية :

1- الاساسات (Foundation)

تعرف الاساسات بانها اول جزء من المنشأ الخرساني يتم صبه فوق تربة التأسيس وعادة يكون الاساس مطمورا بالتربة، ومهمته نقل الاحمال من العناصر الحاملة (اعمدة، جدران) الي تربة التأسيس .

2-الاعمدة (Columns)

هي عبارة عن اعضاء ضغط حرجة راسية تحمل احمال الالبيام او البلاطات لتنتقلها الي الاساسات ليتم توزيعها غلي التربة وتكون معرضة الاحمال الاتية :

- قوة محورية فقط.

- قوة محورية بالاضافة الي عزوم إنحناء في اتجاه واحد .

- قوة محورية بالاضافة الي عزوم إنحناء في اتجاهين.

وتأخذ الاعمدة الاشكال الدائرية والمربعة والمستطيلة، او اي شكل اخر بابعاد مقبولة .

3-العارضات (Beams)

هي عناصر طولية افقية او مائلة مع عرض او عمق محددان . الوظيفة الاساسية لها هي إسناد الاحمال من البلاطات الي لتنتقلها الي الاعمدة والتي بدورها تنتقلها الي الاساسات ثم تقوم الاساسات بتوزيعها في التربة.

4-الاطارات (Frames)

هي عبارة عن عناصر إنشائية تتالف من مجموعة من العارضات والاعمدة او البلاطات ،ويمكن ان تكون محددة استاتيكية او غير محددة استاتيكية .

5-حوائط الجاذبية(Gravity Walls)

وهي عبارة عن حوائط تتألف من الخرسانة او الطوب وتعتمد تماما علي وزنها الزاتي لتحمل القوي الخارجية وهذه الحوائط متناسقة الاجزاء وبالتالي لاتتأثر الخرسانة او الطوب باجهادات الشد نتيجة للقوي التي يتعرض لها الحائط، وارتفاعها لا يزيد عن عشرة اقدام .

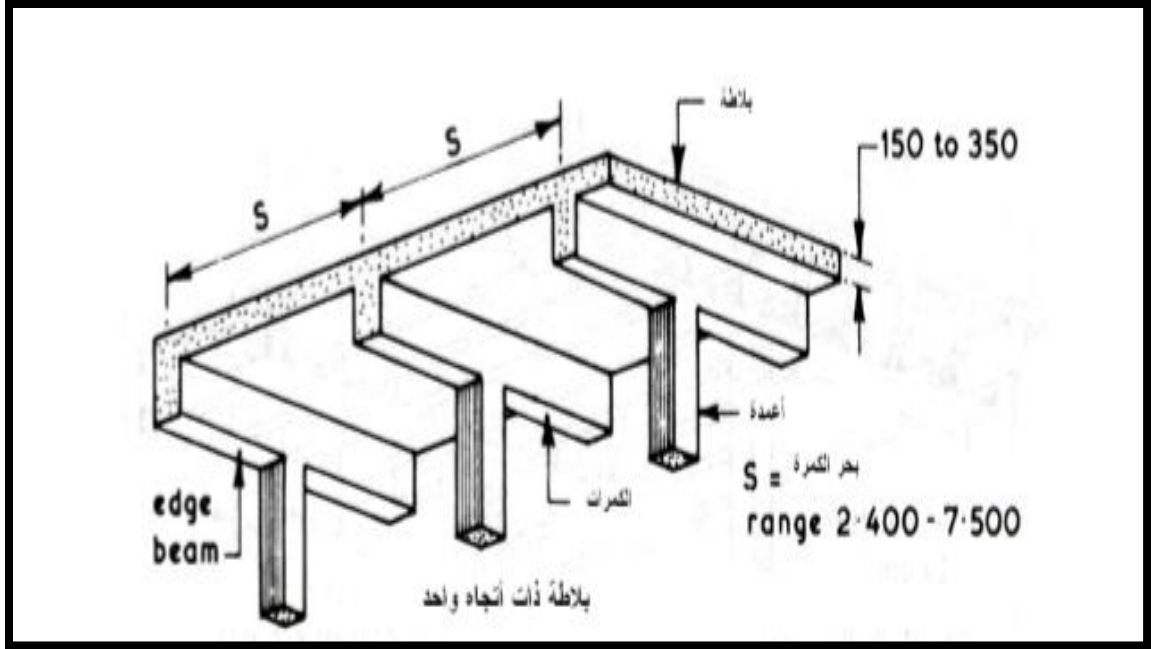
2-8البلاطات الخرسانية (Reinforced concrete Slabs)

البلاطات عناصر انشائية افقية في ارضيات المباني او الاسقف او الجسور.تحمل البلاطات احمال الجاذبية بالإضافة الى احمال جانبية .تشيد البلاطات الخرسانية لإحاطة المساحة المسطحة ويمكن ان تسند بالحوائط او العارضات الخرسانية المسلحة والتي تكون فى العاده متجانسة مع خرسانة البلاطة او يمكن ان تكون مستندة على عارضات فولاذية او تستند على اعمدة او على الارض مباشرة .سمك البلاطة يكون صغير مقارنة مع طولها او عرضها

يمكن تصنيف البلاطات الخرسانية الى الانواع الاتية:-

2-8-1 البلاطات احادية الاتجاه:

اذا كانت البلاطة مسنودة فقط في اتجاهين متقابلين فانها سوف تنحني او تنحرف في الاتجاه العمودي على الساندين .التأثير الانشائي يكون في اتجاه واحد والاحمال تكون محموله بواسطة البلاطة في الاتجاه المنحني القصير .هذا النوع من البلاطات يدعى بالبلاطات احادية الاتجاه .اذا كانت البلاطة مسنودة في الاربعة اتجاهات والنسبة بين الطول الطويل الى القصير اكبر من او تساوي 2 . و95%من الاحمال محموله في الاتجاه القصير والتأثير الانشائي مأخوذا في الاعتبار في جميع الاغراض الانشائية وكانت البلاطة شيدت بخرسانه مسلخه بدون فراغات عندها يطلق على هذه البلاطة البلاطة المصمتة احادية الاتجاه.



الشكل رقم (1.2) يبين البلاطة المصمتة أحادية الاتجاه (مرجع رقم 8)

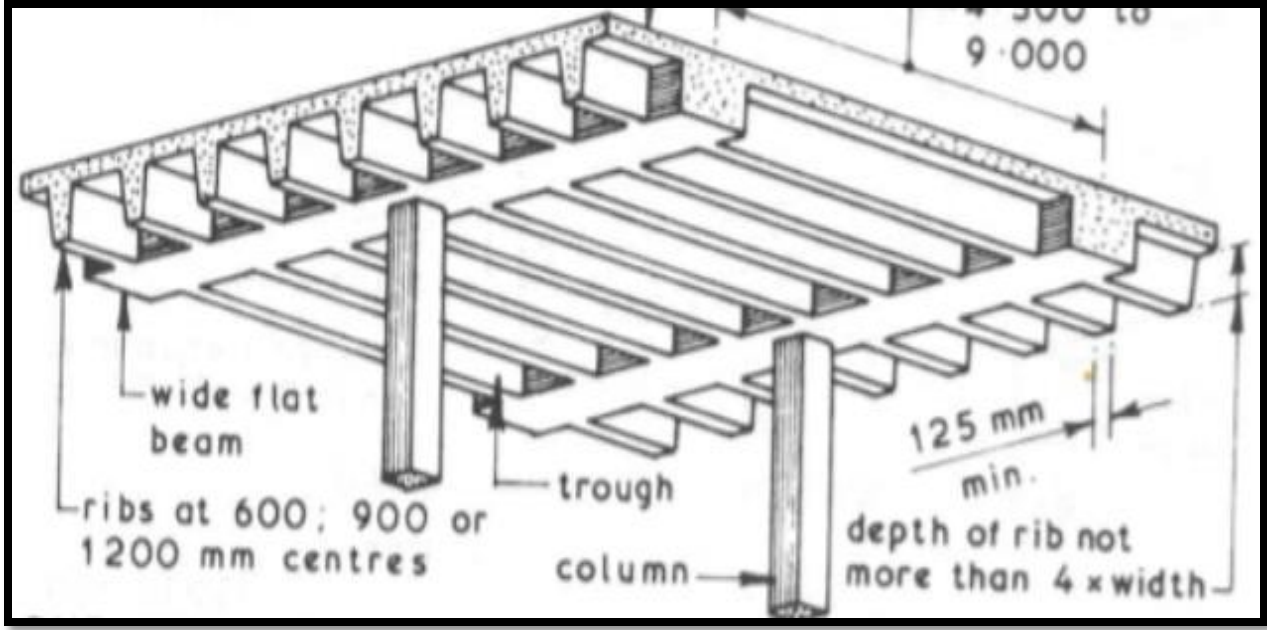
2-8-2 البلاطة المعصبة أحادية الاتجاه:-

إذا كانت البلاطة تستند على اعصاب (ribs) والنسبة بين الطول الطويل الى الطول القصير اكبر من او تساوي 2 تسمى بلاطه معصبة احادية الاتجاه (one way ribbed slab) وتحتوي على بلاطه سمكها (50-100) ملم تستند على اعصاب خرسانية مسلحة بحديد التسليح.

تكون الاعصاب في العاده مدببه وذات مسافات منتظمه والتي لا تتجاوز (750) ملم تستند الاعصاب (ribs) على عارضات ساقطة او عارضات مخفية .

ويستخدم عصب لتوزيع الاحمال الموازية للاعصاب الرئيسية يسمى (Cross Rib) عندما يزيد طول العصب عن (5) أمتار ، ويقل الانحراف لبلاطة التغطية .

يوضع التسليح السفلي للعصب المتقاطع أعلى الحديد السفلي للعصب الرئيسي وبالتالي يكون العصب المتقاطع مستندا على العصب الرئيسي.



الشكل رقم (2.2) يبين البلاطة المعصبة أحادية الاتجاه (مرجع رقم 8)

3-8-2 نظام البلاطات ثنائية الاتجاه:

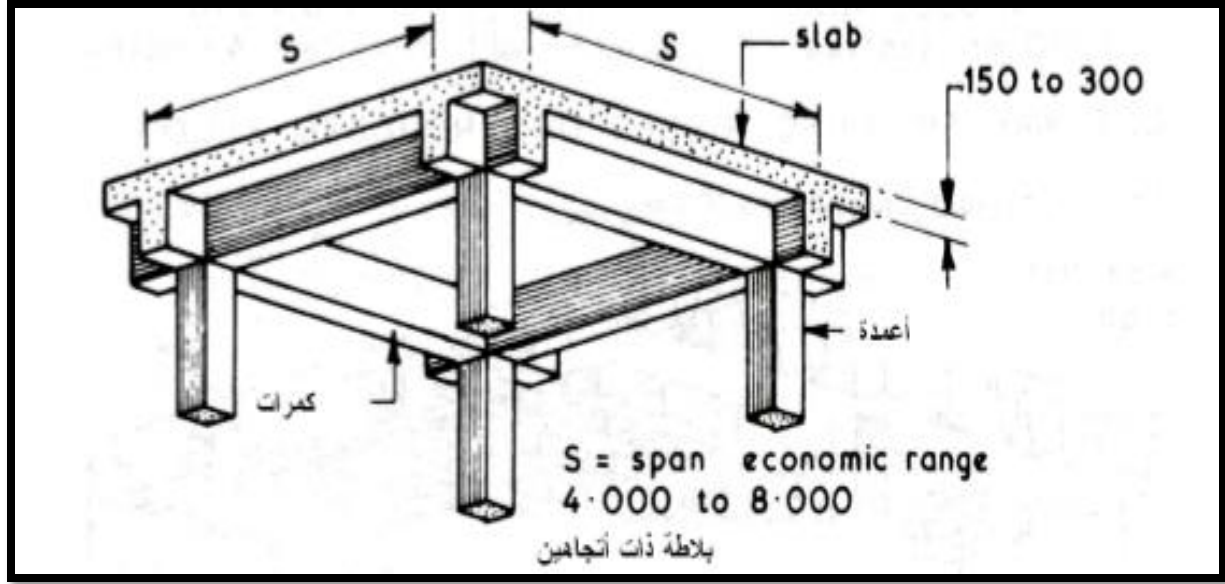
عندما تستند البلاطة على الأربعة اتجاهات وتكون النسبة بين الطول الطويل إلى الطول القصير أقل من (2)، سوف تتحبي البلاطة في الاتجاهين وتنتقل الأحمال من البلاطة إلى السواند الأربعة يطلق على هذا النوع من البلاطات بأنها ثنائية الاتجاه (Two way slab). عزوم الانحناء والانحراف في هذه البلاطة أقل من العزوم والانحراف في البلاطة أحادية الاتجاه والنوعين من البلاطات يمكن أن تحمل أحمالاً كبيرة في حالة اسناد البلاطة أحادية الاتجاه في الأربعة اتجاهات ولكن البلاطة ثنائية الاتجاه تحمل الأحمال في اتجاهين بينما في الأحادية تحمل في اتجاه واحد وكذلك عزوم الانحناء في الاتجاهين أقل من عزوم الانحناء في الحالة التي تسند الأحمال في اتجاه واحد.

❖ أنواع البلاطات ثنائية الاتجاه :

يمكن تقسيم البلاطات ثنائية الاتجاه إلى الآتي

1-البلاطة المصمتة ثنائية الاتجاه:

يطلق هذا الاسم على البلاطات التي تستند على الأبيام في الاتجاهات الأربعة حيث تنقل البلاطة الأحمال إلى الأبيام الأربعة والتي بدورها تنقل الأحمال إلى الأعمدة



الشكل رقم (3.2) يبين البلاطة المصمتة ثنائية الاتجاه (مرجع رقم 8)

2-البلاطات المسطحة :

هي بلاطة خرسانية مسلحة ثنائية الاتجاه لا تحتوي على عارضات داخلية حيث تستند مباشرة على الأعمد حيث تنقل الأحمال من البلاطة إلى الأعمد مباشرة .



الشكل رقم (4.2) يبين البلاطة المسطحة (مرجع رقم 8)

❖ يتم مقاومة القص الثاقب (punching shear) في حالة البلاطات المسطحة بعدة طرق:

- 1- عن طريق عمل سقوط (DroP Panel) من دون تاج عمود (Column CaPital).
 - 2- عن طريق عمل تاج عمود (Column CaPital) دون عمل سقوط وهذا الخيار غير شائع .
 - 3- عن طريق عمل سقوط مع عمل تاج عمود.
- في حالة البلاطة المسطحة المستندة على الاعمدة مباشرة ومن دون عمل تاج عمود او سقوط يتم مقاومة القص الثاقب بزيادة سمك البلاطة أو عن طريق تسليح خاص للقصص الثاقب وتسمى البلاطة في هذه الحالة البلاطة المسطحة العادية (Flat Plate).

• السقوط: DroP Panel:

يقلل السقوط الاجهادات الناتجة من القص الثاقب وعزوم الانحناء السالبة بالقرب من الاعمده والسقوط اما مربع او مستطيل بضلعين طولهما على الاقل (1/3) البحر . الكود الامريكي (ACI). حدد السمك الفعال للسقوط بأن لايزيد عن (1.5) مضروب في سمك البلاطة.

• تاج العمود: Column CaPital :

هو تكبير موضعي من فوق العمود يتم انشائه لزيادة مقاومة مقطع العمود لاحمال البلاطة ويحدد القطر الفعال (effective diameter) للتاج بقطر دائره عند خط يصنع زاويه (45) درجة من نقطة تقاطع قاعدة التاج مع أسفل البلاطة او السقوط

❖ يمكن تصنيف البلاطات المسطحة الى عدة انواع :

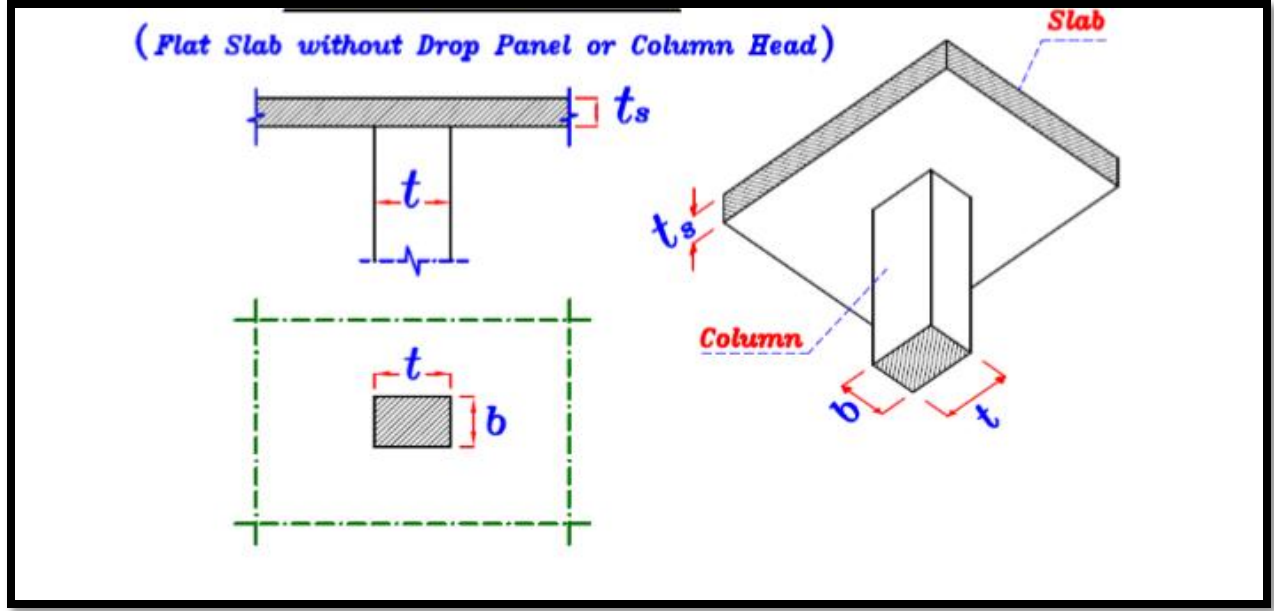
1-البلاطة المسطحة العادية: Flat Plate :

هذه البلاطة تركز مباشرة على الاعمده وتستخدم في الحالات الاتيه:

- هذا النظام يستخدم عندما يكون الحمل الحي اقل من 500 kg/cm^2 .

- أن لاتقل سماكة البلاطة عن (15) سم.

- هذا النظام يستخدم عندما يكون اقصى بحر بين الاعمده (5) متر.



الشكل رقم (5.2) يبين البلاطة المسطحة العادية (مصدر رقم 9)

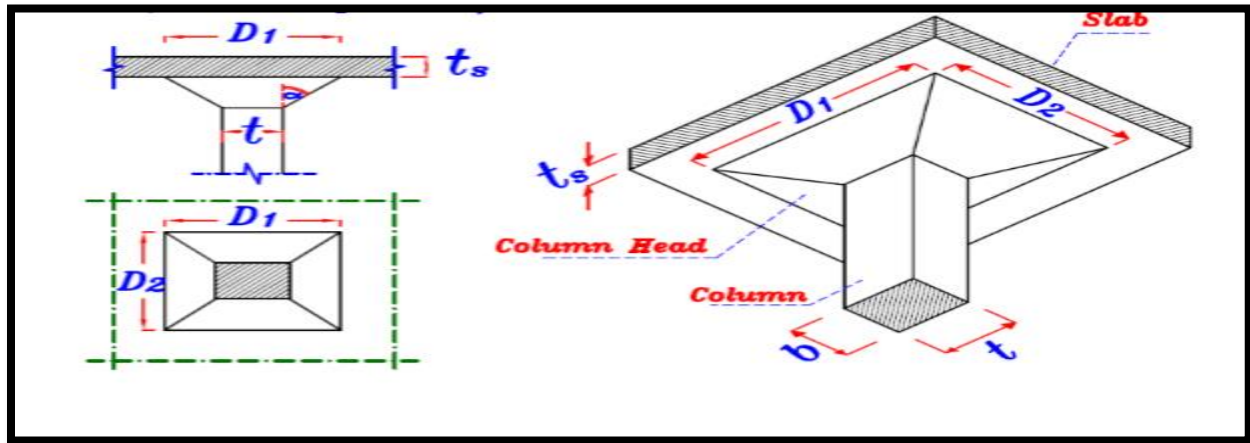
2-البلاطات المسطحة ذات التيجان : Flat slab with column capital :

يستخدم هذا النظام في الحالات الآتية :

-إذا تراوح الحمل الحي بين (500-1000) kg/cm^2 .

-بحر البلاطة في الاتجاهين في حدود (6) متر.

-يجب ان لا تزيد زاوية أقصى ميل للتاج في المحور الرأسي عن (45) درجة كما يجب الا يقل قطر الجزء الفعال عن ربع البحر.



الشكل رقم (6.2) يبين البلاطة المسطحة ذات التيجان (مصدر رقم 9)

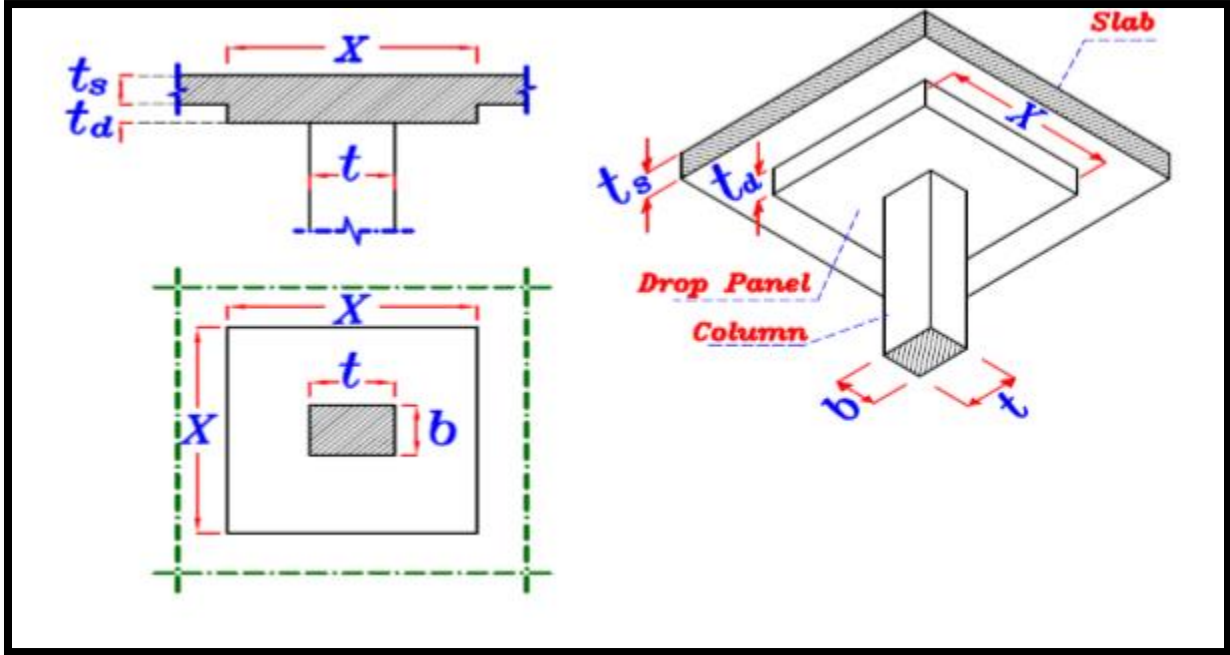
3-البلاطة المسطحة ذات السقوط: Flat slab with DroP Panel:

يستخدم هذا النظام في الحالات الآتية:-

-الحمل الحي يزيد عن 1000 kg/cm^2 .

-يستخدم لمقاومة العزوم السالبة المتولده بالقرب من الاعمده وكذلك لمقاومة القص الثاقب .

-اذا زادت الاحمال الحيه عن 1000 kg/cm^2 يتطلب ذلك زيادة سمك البلاطه فوق رأس العمود لمقاومة اجهادات القص الثاقب والاجهادات الناتجه عن عزم الانحناء السالب ويمكن زيادة البحر عن (6) متر في الاتجاهين وسمك السقوط لا يقل عن ربع سماكة البلاطه الاصليه وطول السقوط لا يقل عن سدس البحر ولا يزيد عن ربع البحر.

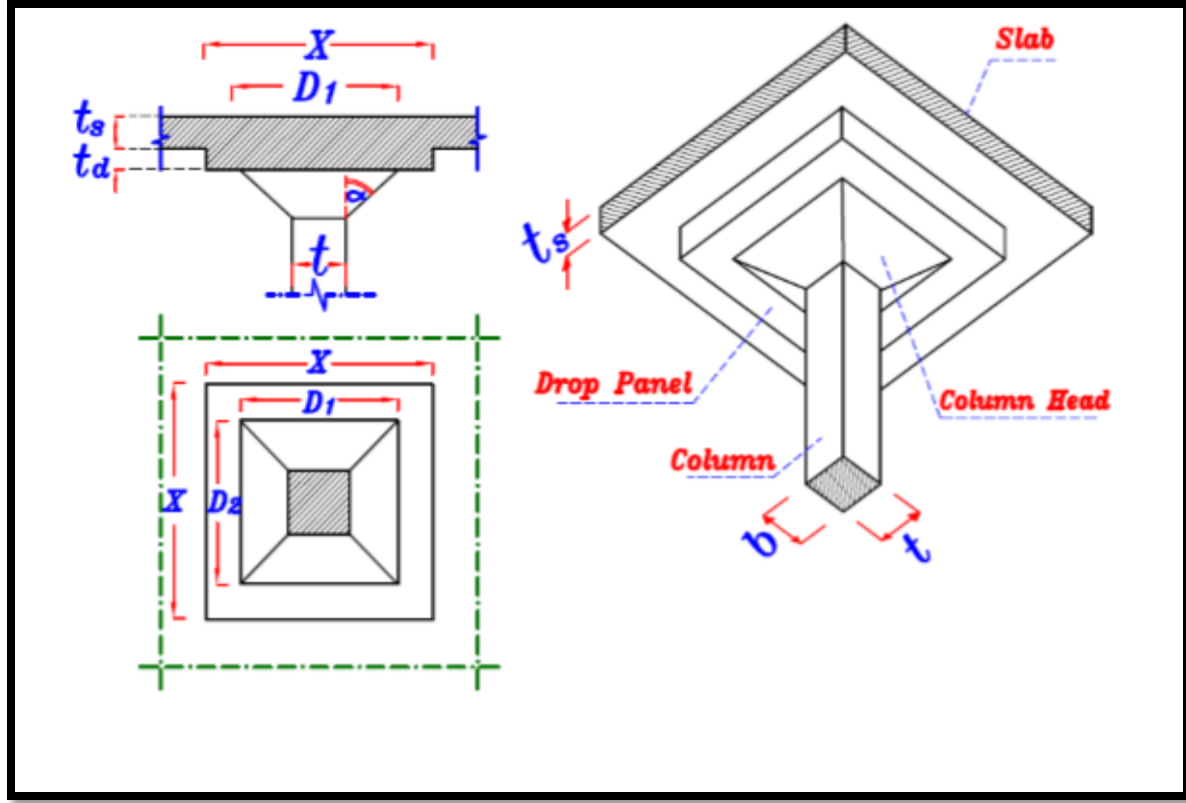


الشكل رقم (7.2) يبين البلاطة المسطحة ذات السقوط (مصدر رقم 9)

4-البلاطات المسطحة ذات السقوط والتاج: Flat slab with column capital And:

-:DroP Panel

-يستخدم هذا النوع في حالة زيادة الاحمال الحيه عن 1500 kg/cm^2 وزيادة البحور عن (6) متر.



الشكل رقم (8.2) يبين البلاطة المسطحة ذات التيجان والسقوط (مصدر رقم 9)

❖ مزايا البلاطة المسطحة:

- 1- اعطاء مرونة معمارية بسبب اختفاء الكمرات الخرسانية.
- 2- تقليل اعمال النجاره والحداده مقارنة بالبلاطات المصمتة.
- 3- تقليل زمن تركيب الفرمة.
- 4- تعطي منظرا معماريا حسنا حيث ان استواء السطح يعطي مستوى اضاءه افضل
- 5- يمكن ان يعمل على تقليل وتوفير الارتفاع الكلي للمبنى .
- 6- عدم وجود عوائق اعمال التكييف والكهرباء ومواسير الصرف الصحي .
- 7- توفير في اعمال الشدات الخشبية.
- 8- شد البلاطة المسطحة تأخذ وقت اقل من شد البلاطة المصمتة .

9- هذا النظام يعتبر اقتصادي في حين ان الاحمال الحيه تزيد عن 500 kg/cm^2 ويعتبر غير اقتصادي اذا كانت الاحمال الحيه اقل من 500 kg/cm^2

❖ عيوب البلاطة المسطحة :

من أهم عيوب البلاطة المسطحة :

-نسب حديد التسليح في البلاطة المسطحة تكون عالية جدا للمتر المكعب من الخرسانة مقارنة بالبلاطات المصممة مما يسبب زياده وزن البلاطة على الاساسات.

-تكون البلاطة ذات سماكه متساوية لكامل مساحتها وبدون كميرات لكن تكون قضبان التسليح متقاربه اكثر على أمتداد الخطوط بين الاعمده السانده وهذا ما يسبب اجهادات القص .

-لمقاومة ضغوط القص تستخدم في منطقة التقاء الاعمده مع البلاطه اعمده بسقوط او اعمده بتيجان وبالتالي الوزن الذاتي لهذه البلاطه كبير وبالتالي تكلفتها عاليه ولكن عمقها الكلي اقل فهي تحقق اقل عمق كلي للانشاء في المباني متعددة الطوابق.

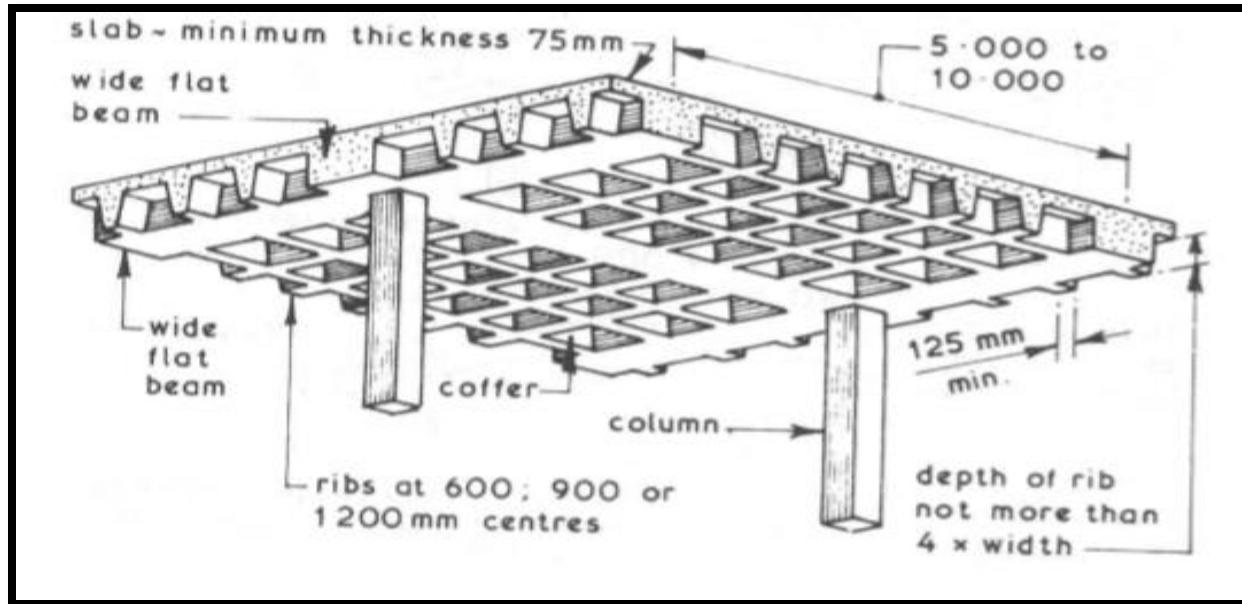
5- البلاطات المعصبة (Two way Ribbed and Waffle slabs)

يطلق هذا المصطلح على البلاطه التي تكون النسبه بين طولها الى عرضها اقل من (2)وسمكها يتراوح بين (50-100)ملم تستند على اعصاب (Ribs)في الاتجاهين

يتم ترتيب الاعصاب في كل الاتجاهات على مسافات تتراوح بين (500-750)ملم مكونه شكل مربع او مستطيل، وترتب الاعصاب بزاوية (45)او(60)درجة من مركز البلاطة بحيث تشكل شكلا معماريا داخل البلاطة.

عندما تكون البلاطة المعصبة تحتوي على فراغات بين الاعصاب يتم الحصول عليها عن طريق استخدام فرم قابله للنقل عند صب البلاطه، وكانت الاعصاب تستند في الاربعه اتجاهات عن طريق عارضات (Girders)والتي تستند على الاعمده، في هذه الحاله تدعى هذه البلاطة بالبلاطة المعصبة.

عندما تكون البلاطة المعصبة تحتوي على حشو (Fillers)وتكون تلك الحشو من خرسانة عاديه او خرسانة خفيفة الوزن او من اي ماده اخرى خفيفة الوزن مثل الطوب المفرغ وكانت البلاطه تستند على الاعصاب في الاتجاهات الاربعه بواسطة عارضات والتي تستند مباشرة على الاعمده، فهذا النوع يطلق عليه البلاطات المفرغة (Hollow Block slab).



الشكل رقم (9.2) يبين البلاطة المعصبة ثنائية الاتجاه (مرجع رقم 8)

❖ الطوب المفرغ : The Block :-

يمكن أن يكون الطوب من طين أو خرسانة أو أي مادة أخرى خفيفة الوزن، ويوضع الطوب في الاسقف الخرسانية لغرضين أساسيين هما:

- لزيادة مقدرة السقف على عزل الحرارة والصوت .
- لتخفيف وزن السقف مع زيادة مقاومته مع الاقتصاد في كميات الخرسانة والحديد المستهلكه ولا تتعدى مهمة في معظم الاحيان عن كونه حشو لادخل له في حساب المقاومة التي تترك كليا للخرسانة وهو الخيار الأكثر استخداما .

عندما تحتوي البلاطة المعصبة على فراغات بين الاعصاب وكانت الاعصاب مستمرة في جميع الاتجاهات من دون ابيام سنده أي تستند مباشرة على الاعمدة، يسمى هذا النوع من البلاطات بنظام (Waffle slabs System).

ينقسم السقف في هذا النوع من البلاطات الى :

- 1- بلاطة عليا (Topping Slab) تعمل على أخذ الضغط الناتج من عزوم النحناء الموجبة لنقلها الى الكمرات ولا يقل سمك البلاطة عن (50) ملم.

2- عدة كمرات متراسه ويجب الاتزيد المسافه بين الكمره والاخرى عن (1.5) متر وعمق الكمرات لا يقل عن أربعة أضعاف عرضها.

❖ مزايا البلاطة المعصبة :

تمتاز البلاطة المعصبة بالاتي :

1-نسب الحديد فيها اقل من الحديد المستخدم في البلاطات المسطحة لكنه اعلى من البلاطات المصمتة .

2-يسمح بوجود فراغات لتمديدات الكهرباء او التكييف .

3-يعمل كعازل صوتي بصورة جيدة.

❖ عيوب البلاطات المعصبة :-

للبلطات المعصبة عدة عيوب:

1-صعوبة الصيانة والترميم.

2-يحدث شروخ عند اتصال البلاطات المفرغة مع البلاطات الرقيقة.

9-2 الخيار الاقتصادي الاسقف الخرسانية :

1-البلاطة المصمتة احادية الاتجاه:

تستخدم البلاطة المصمتة أحادية الاتجاه للابحر من (3)امتر الى (6)امتر والحمل الحي ما بين $5-3 \text{ kN/m}^2$ يمكن استخدامها في الابحر الطويله لكن يجب ذلك الزيادة النسبية للتحاليل وكذلك زيادة انحراف البلاطة، بالاضافه الى القرم واعمال الصب للاقسام فكل ذلك يؤدي الى زيادة التكلفة الكليه للبلاطة.

2-البلاطة المعصبة احادية الاتجاه :

تستخدم البلاطة المعصبة احادية الاتجاه للابحر من (6)امتر الى (9)امتر ويكون الحمل الحي ما بين $4-6 \text{ kN/m}^2$ نتيجة لعمق الاعصاب فإن كميات الخرسانه والحديد منخفضة نسبيا ولكن القرم واعمال الصب للخرسانه تكون تكلفتها عاليه

3-البلاطة المسطحة العادية :

تستخدم البلاطه المسطحه من دون عمل سقوط او تيجان للاعمده في الابحر من (6)امتر الى (8)امتر والحمل الحي يتراوح ما بين $3-5 \text{ kN/m}^2$ ومن مميزات هذ النوع هو رخص التكاليف وكذلك السمك الامن للبلاطه وسرعة التشييد ولكنها ضعيفة في مقاومة القص الثاقب اي لها سعة

تحمل قص منخفضه وذلك يمكن ان يسبب انحراف ملحوظ في البلاطة وهي تستخدم بكثرة في المباني سواء كانت من الخرسانه المسلحة او الخرسانة مسبقة الازجهاد

4-البلاطة المسطحة:

تستخدم البلاطة المسطحة مع عمل سقوط او تيجان للاعمده او الاثنين معا فيالابحر ما بين (6)امتر الى(9)امتر والحمل الحي يتراوح ما بين $(4-7) \text{ kN/m}^2$ ونحتاج فيها الى فرم واعمال صب اكثر من البلاطة العادية خاصة لتيجان الاعمده وفي معظم الاحيان يتم استخدام بلاطه مسطحه مع سقوط من دون تيجان اعمدة.

5-البلاطة المصمتة ثنائية الاتجاه :

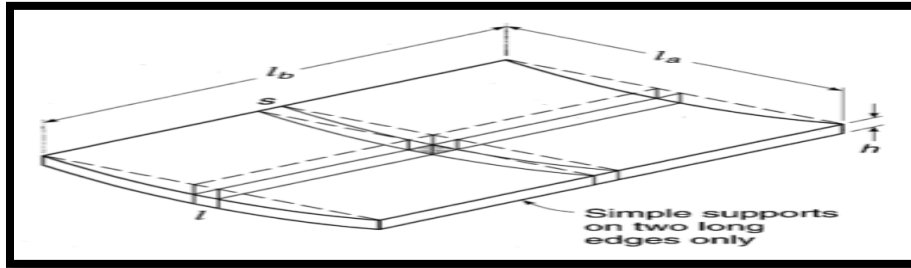
تستخدم البلاطة المصمتة ثنائية الاتجاه في الابحر ما بين (6)امتر الى (9)امتر، والحما الحي يتراوح ما بين $(3-6) \text{ kN/m}^2$ في هذا النظام تزيد الالبيام جساءة او صلابة البلاطه وينتج من ذلك انخفاض وتقليل الانحراف في البلاطه. ولكن يتم اضافة الفرمة واعمال الصب للالبيام الخرسانيه الى التكلفة

6-البلاطة المفرغة ثنائية الاتجاه:

تستخدم هذه البلاطه في الابحر التي تمتد لمسافة (9)امترا الى(15)مترا والحمل الحي يتراوح ما بين $(4-7) \text{ kN/m}^2$ وتحمل احمالاكثر من الاحمال التي تحملها البلاطه المسطحه العاديه وتحتاج الى الفرمة وملحقات الصب الاعصاب مما يزيد من تكلفتها .

10-2 السلوك الإنشائي للبلاطة ثنائية الإتجاه:

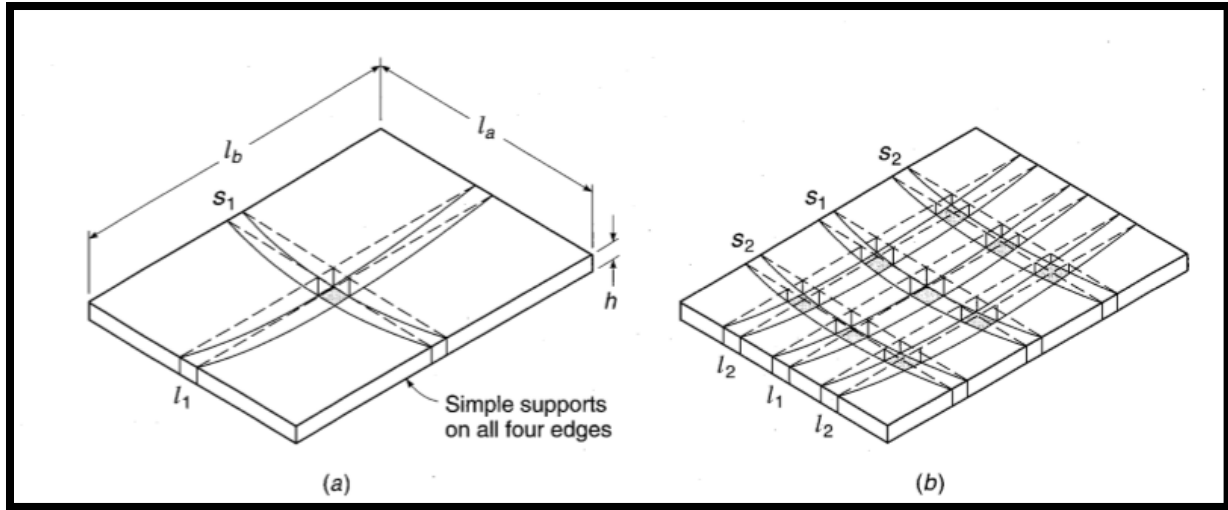
يصف الشكل (10.2) بلاطة احادية الإتجاه تحمل حملا موزعا بانتظام، ونتيجة ذلك التحميل حدث لها تشوه في شكل سطح اسطوانى تقريبا، التأثير الإنشائي في تلك البلاطة يكون في إتجاه واحد وذلك في الإتجاه العمودي على السواند .



الشكل رقم (10.2) يبين إنحناء البلاطة أحادية الاتجاه(مرجع رقم 3)

اما في حالة البلاطات المستطيلة التي تستند في اربعة إتجاهات فإنه ينتج فيها تأثير انشائي في اتجاهين، فعندما تسند البلاطة الأحمال تتحني على شكل سطح مقعر وذلك يعني أن أي نقطة في البلاطة تتحني في الإتجاهين الرئيسيين وتتناسب عزوم الإنحناء مع تقوسات تلك النقاط، ولمقاومة هذه العزوم يجب تسليح البلاطة في الإتجاهين ويكون التسليح من طبقتين على الأقل متعامدتين وذلك لكل زوجين من حواف البلاطة (الحواف السفلى والعلية) ويجب تصميم البلاطة على اساس مشاركة كل اتجاه في تحمل جزء من الحمل الكلي الذي تتعرض له البلاطة.

يوضح الشكل (11.2) تأثير الإنحناء على البلاطة ثنائية الإتجاه ذات بحر قصير (L_a) وبحر طويل (L_b) والتي تحتوي على شريحتي المركز بحيث كل شريحة توازي احد الإتجاهين للبلاطة وتتقاطع تلك الشريحتين مع بعضها في نقطة.



الشكل رقم (11.2) يبين إنحناء البلاطة ثنائية الاتجاه (مرجع رقم 3)

وإذا كان الحمل الكلي الموزع بانتظام هو (q) لكل متر مربع من البلاطة وباعتبار ان كلا من الشريحتين تمثل تقريبا عارضة بسيطة الإسناد، ينقسم الحمل الكلي إلى جزئين، وبما ان تلك الشريحتين في الحقيقة هي جزء من نفس البلاطة المتجانسة فإن انحراف الشريحتين في نقطة التقاطع يجب ان يتساوى، وعندها يكون الانحراف. للشريحة القصيرة والطويلة يمكن ان يعطى بالمعادلة :

$$\frac{5q_a l_a^4}{384EI} = \frac{5q_b l_b^4}{384EI} \quad (1.2)$$

حيث ان (q_a) يمثل جزء من الحمل الكلي الذي يحمله الإتجاه القصير، و(q_b) يمثل جزء من الحمل الكلي الذي يحمله الإتجاه الطويل وينتج :

$$\frac{q_a}{q_b} = \frac{l_b^4}{l_a^4} \quad (2.2)$$

ونلاحظ ان الجزء الأكبر من الحمل يكون محمولا في الإتجاه القصير وان نسبة الجزءين (q_a/q_b) من الحمل الكلي (q) تتناسب عكسيا مع نسبة الإتجاه القصير إلى الإتجاه الطويل مرفوعه للأس أربعة.

هذه النتيجة تقريبية وذلك بسبب ان السلوك الحقيقي للبلاطة مركب من اكثر من تلك الشريحتين المتقاطعتين ويتضح هذا في الشكل (b11.2) حيث نلاحظ ان شريحتي الوسط ($S1$) و($L1$) تنحني بإسلوب مشابه لذلك الذي في الشكل (a 11. 2)، اما الشرائح الخارجية ($L2$ و $S2$) لم تنحني فقط بل تعرضت للإلتفاف (twisting) حيث يلاحظ انه في التقاطع تكون الحافة الخارجية للشريحة ($L2$) مرتفعة بالنسبة للحافة الداخلية، بينما بالقرب من نهاية الشريحة ($L2$) تكون الحافتين ذات إرتفاع متساوي وذلك يوضح إلتفاف الشريحة، وينتج ذلك الإلتفاف إجهادات تعرف بإجهادات الإلتواء (torsional stresses) وعزوم تعرف بعزوم الإلتواء (torsional moment) ويتضح ذلك في أركان البلاطة. وبناءا على ذلك لاينتقل الحمل الكلي إلى البلاطة عن طريق عزوم إنحناء فقط، بل عن طريق عزوم إلتواء أيضا. وبناءا على ذلك المنطق فإن عزوم الإنحناء في البلاطات أقل من العزوم المحسوبة من الشرائح المحملة بأحمال (q_a, q_b). للبلاطة المربعة بسيطة الإسناد نجد أن ($q_a = q_b = q/2$) فإذا كان الإنحناء هو المؤثر الوحيد فإن أقصى عزم إنحناء في الشريحة يكون :

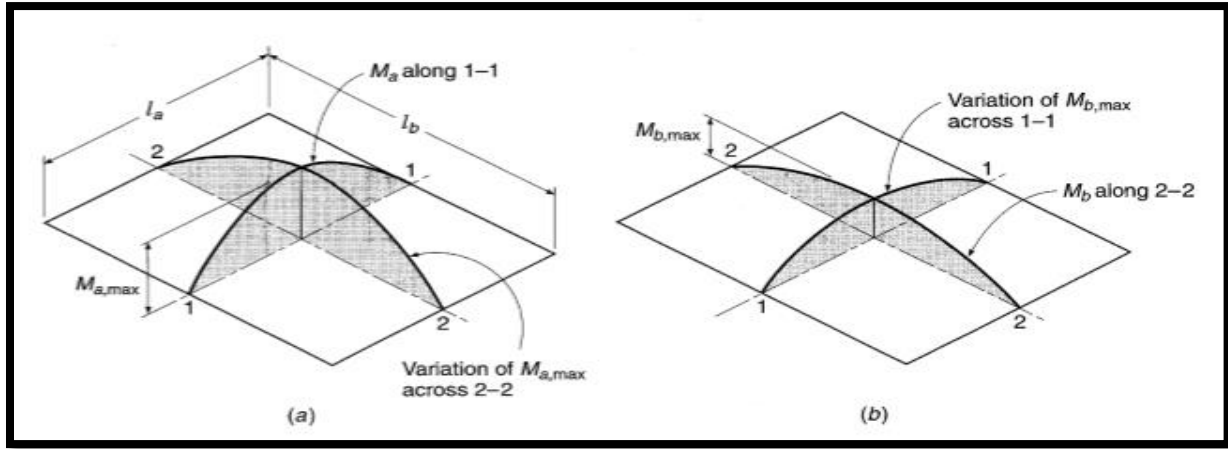
$$\frac{(q/2)l^2}{8} = 0.0625ql^2 \quad (3.2)$$

النظرية الدقيقة للعزوم للألواح المرنة توضح أن العزم الأقصى في البلاطة المربعة هو $(0.048ql^2)$ فقط، وبالتالي في هذه الحالة تكون عزوم الإلتواء حوالي 25% من عزوم الإنحناء.

تحدث عزوم الإنحناء القصوى عندما يكون التقوس شديد والشكل (12.2) يوضح أن هذه الحالة تكون في منتصف البحر للشريحة القصيرة (S_1) ، بافتراض أن الحمل يتزايد حتى ذلك الموضع (mid span) فإن الفولاذ في وسط الشريحة (S_1) يصل للخضوع ولو كانت هذه الشريحة كعارضة منفصلة فإنها ستنتهار في تلك اللحظة وبما أن البلاطة متجانسة ومتكاملة (أي بها عدد من الشرائح وليست مكونة من شريحة واحدة) فإنه لا يحدث إنهيار لحظي أو فوري لها، لذلك فإن الشريحة المجاورة (موازية أو عمودية على S_1) تأخذ الأحمال الإضافية التي لا يمكن للشريحة (S_1) أن تتحملها لفترة أطول لأنها بدأت في الخضوع، ويستمر هذا التحويل وإعادة التوزيع للأحمال حتى آخر شريحة في البلاطة عندها يصل كل حديد البلاطة في كل الاتجاهات إلى الخضوع وفي هذه الحالة فقط تصل البلاطة إلى مرحلة الإنهيار، وبناء على ذلك المنطق الذي تم إثباته بالتجارب فإن البلاطة لا تتطلب تصميمها على أساس العزوم القصوى في كل الاتجاهات ولكن فقط على أساس أقل متوسط للعزوم في منتصف البحر في الاتجاهين لشرائح البلاطة.

العزم الأقصى في البلاطة يوجد في منتصف البحر للشريحة القصيرة (S_1) كما موضح بالشكل (b 11.2) حيث نلاحظ أن التقوس وبالتالي العزم في منتصف البحر للشريحة (S_2) أقل من العزم في الموضع المماثل له في الشريحة (S_1) ، وبناء على ذلك فإن هنالك تغير في عزوم البحر القصير يحدث في الاتجاه الطويل وهذا التغير موضح في الشكل (a11.2).

مخطط عزوم إنحناء البحر القصير في الشكل (a12.2) موضح على طول شريحة المركز في الإتجاه (1-1) بحيث تتناقص العزوم بالتناسب مع التقوس حتى الأطراف، وفي أي موضع آخر تكون قيمة العزوم القصوى أقل من العزوم في شريحة المركز. وبالمثل مخطط عزوم البحر الطويل في الشكل (b 12.2) موضح على طول شريحة المركز في الإتجاه (2-2) وفي أي موضع آخر تتناقص العزوم وفقاً للتغير الموضح، ذلك التغير في العزوم القصوى خلال طول وعرض البلاطة المستطيلة يؤخذ في الاعتبار في معظم طرق التصميم التقريبية والعملية وذلك عن طريق التصميم بتخفيض العزوم في الأرباع الخارجية لأبهر البلاطة في كل الإتجاهات.



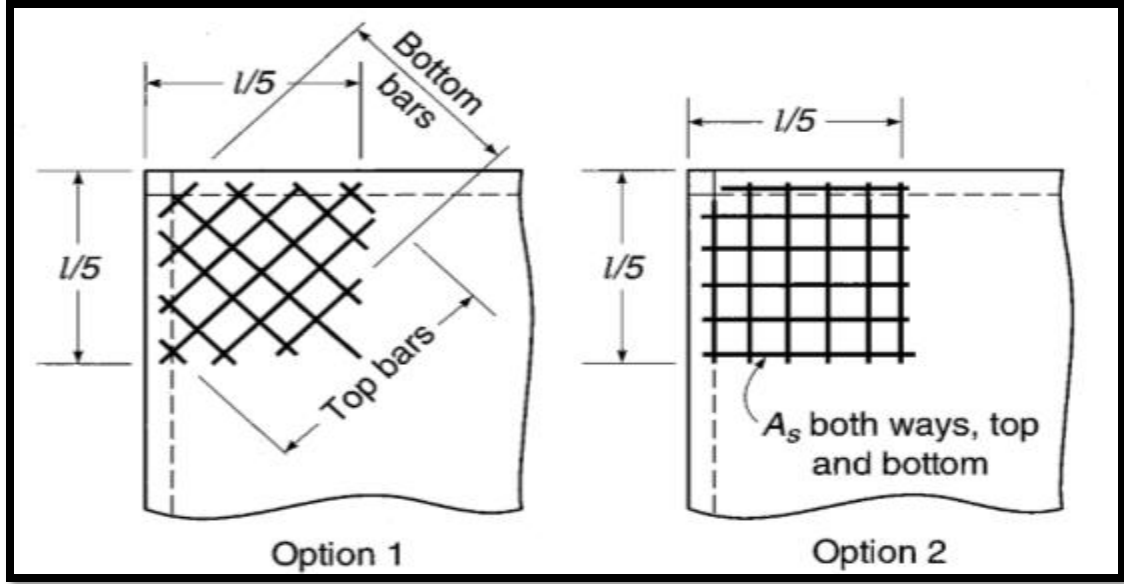
الشكل رقم (12.2) يبين تغير عزوم الانحناء نتيجة للاحمال المسطحة (مرجع رقم 3) بناءً على الإفتراضات المأخوذة في تحليل البلاطات ثنائية الإتجاه، يكون تسليح الإنحناء الرئيسي موضوع بوضع عمودي على قضبان التسليح الموازية للحواف الخارجية الساندة، ويوضع حديد تسليح العزوم الموجبة على طبقتين ويكون العمق الفعال (effective depth) للطبقة العلوية أقل من العمق الفعال للطبقة السفلية بقطر قضيب تسليح واحد، بسبب أن العزوم في الإتجاه الطويل أقل من العزوم في الإتجاه القصير يفضل وضع حديد تسليح الإتجاه الطويل فوق حديد تسليح الإتجاه القصير. أما

بالنسبة لتسليح العزوم السالبة فيوضع كطبقة علوية (topping) عموديا على السواند الطرفية.

حدد الكود الأمريكي (ACI 13.3.1) أن أقل مساحة لحديد التسليح في الإتجاهين للبلاطة ثنائية الإتجاه متضمنة تحقيق متطلبات الإنكماش والحرارة، هي كما معطى في الجدول (1.2) والتباعد بين حديد تسليح الإنحناء يجب أن لا يزيد عن ضعف سمك البلاطة أي $2h$

وكما ذكر سابقا أن البلاطة تتعرض للعزوم إلتواء بجانب عزوم الإنحناء خاصة في أركان البلاطة وتسبب تلك العزوم التشقق للبلاطة في الأسفل على طول الخط القطري للبلاطة وفي الأعلى عموديا على الخط القطري لرفع البلاطة، لذلك فإن هنالك تسليح خاص لأركان البلاطة في كلا من أعلى وأسفل البلاطة لمسافة تساوي خمس البحر الطويل من الركن للركنة الركنية في الإتجاهين كما موضح في الشكل (Option 13.2 (1))، وهنالك خيار آخر وذلك بوضع كلا من الحديد العلوي والسفلي على طبقتين موازية للإتجاهين للبلاطة ثنائية الإتجاه كما هو موضح بالشكل (Option 2 (13.2)).

وفي أي حالة من الحالات المختلفة للبلاطات يجب أن يكون قطر قضبان التسليح وكذلك التباعد المطلوب كما هو مبين في الكود الأمريكي (ACI code 13.3.6).



الشكل رقم (13.2) يبين التسليح الخاص لركان البلاطات (مرجع رقم 3)

11-2 تسليح الإنكماش والحرارة:

تتكماش الخرسانة نتيجة لعملية سحب المياه منها مما يؤدي الى انكماش الجفاف، ويستحسن ان يكون الإنكماش ضئيلاً ويمكن تحقيق ذلك بإستخدام خرسانة ذات أقل كميات ممكنة من الماء والاسمنت، نتيجة لإتصال البلاطات اتصالاً جاسئاً بالأجزاء الأخرى للمنشأ فلا يمكن أن تتكماش البلاطة بحرية مما يسبب ذلك إجهادات شد تعرف بإجهادات الإنكماش shrinkage stresses.

التناقص في درجة الحرارة بالنسبة لدرجة حرارة صب البلاطة يسبب إجهادات مماثلة لإجهادات الإنكماش، وبما أن الخرسانة ضعيفة في الشد فتلك الإجهادات الناشئة نتيجة للإنكماش والحرارة تسبب تشققات في البلاطة، وهذه التشققات ذات طبيعة غير ضارة عندما يكون مقاسها في حدود ما يعرف بتشققات الخط الدقيق hairline cracks، ويمكن تحقيق ذلك عن طريق تسليح موضعي في البلاطة لمواجهة التقلص والإنكماش وتوزيع التشققات بانتظام.

بما أن الخرسانة تميل للإنكماش فحديد التسليح يقاوم ذلك الإنكماش وبناء على ذلك يصبح الحديد معرضاً للإنضغاط. يتم زيادة التسليح في البلاطات احادية الإتجاه لمقاومة عزوم الانحناء ويشمل أيضاً ذلك التسليح المطلوب لتقليل تقلص الخرسانة وتوزيع التشققات، ومع ذلك يأخذ الإنكماش موضع متساوي في كل الاتجاهات وبالتالي فمن الضروري وضع تسليح خاص للحرارة والإنكماش ويكون ذلك في الاتجاه العمودي على التسليح الرئيسي ويعرف هذا التسليح المضاف بتسليح الحرارة

والإنكماش temperature and shrinkage reinforcement أو تسليح توزيع التشققات distribution steel.

تسليح الإنكماش والحرارة العمودي على التسليح الرئيسي ضروريا في البلاطة الإنشائية التي يمتد فيها التسليح الرئيسي في اتجاه واحد، حيث حدد الكود الأمريكي ACI code 7.12.2 النسخة الأقل لمساحة التسليح إلى المساحة الكلية للمقطع الخرساني (يعتمد ذلك على السمك الكلي للبلاطة) كما موضح في الجدول (1.2)، ولا توجد حالات توضع فيها قضبان تسليح الإنكماش والحرارة على تباعد أكبر من (5) مضروب في سمك البلاطة (h) أو أكبر من (450mm) ولا توجد حالة تكون فيها تلك النسبة اقل من (0.0014)، والتسليح المطلوب للإنكماش والحرارة للبلاطة أحادية الإتجاه المحدد في الكود الأمريكي يمثل أقل تسليح مسموح به في البحر لتحقيق متطلبات الإنكماش والحرارة وان أقل تسليح مطلوب للإنتهاء غير مطبق.

جدول رقم (1.2) يبين النسبة الاقل لتسليح الانكماش والحرارة (مرجع رقم 3)

Slabs where Grade 40 or 50 deformed bars are used	0.0020
Slabs where Grade 60 deformed bars or welded wire fabric (smooth or deformed) is used	0.0018
Slabs where reinforcement with yield strength exceeding 420 MPa measured at yield strain of 0.35 percent is used	$\frac{0.0018 \times 420}{f_y}$

12-2 الإنحراف:

يحدث الإنحراف في عناصر الإنحناء ويجب أن تكون العناصر المعرضة لعزوم إنحناء ذات صلابة كافية لمنع حدوث إنحرافات ضارة تؤثر على مقاومة هذه العناصر أو على صلاحيتها للإستخدام .

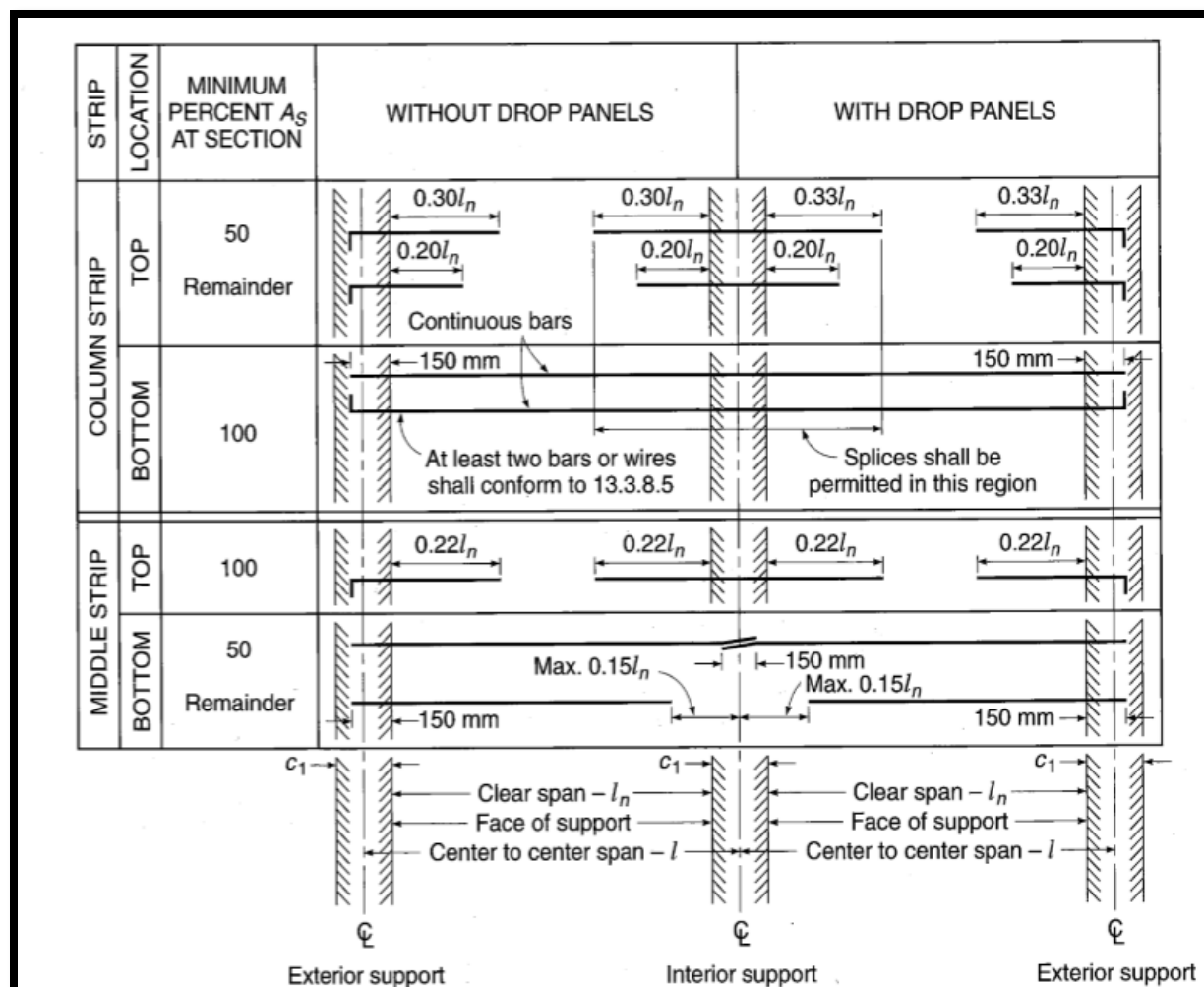
عند التصميم بطريقة الحد الأقصى فإن الخرسانة والفولاذ يعملان في مرحلة اللدونة ، ومع إستخدام خرسانة وفولاذ بمقاومات عالية تصبح المقاطع العرضية أصغر وبالتالي يتزايد أثر الإنحرافات ، وإذا وصل المنشأ أو العنصر الإنشائي إلى الوضعية الحدية حيث يتجاوز فيه الإنحراف قيما معينة يحددها الكود يخرج بعدها عن العمل

ويصبح غير قابلاً للإستخدام ، لذلك لابد من التحقق من الإنحراف وبشكل عام أي عنصر يصمم ضمن الحدود الإقتصادية سيكون الإنحراف فيه محققاً ، كما يؤثر الإنحراف على العناصر الإنشائية من أبواب وشبابيك وجدران وسقوف وأسطح .

2-13 تسليح الإنحناء للبلاطات ثنائية الإتجاه :

بناءً على الإفتراضات المأخوذة في تحليل البلاطات ثنائية الإتجاه فإن حديد تسليح الإنحناء الرئيسي يوضع على شكل شبكة عمودية بقضبان موازية للإتجاهين للبلاطة قطر قضبان التسليح وكذلك التباعد المطلوب كما تم توضيحه سابقاً ، وعندما يكون طول الحديد غير كافٍ يتم ربطه مع حديد آخر ويحدث هذا عادةً في حديد تسليح العزوم الموجبة، وأقصى تباعد بين قضبان التسليح يجب أن لا تزيد عن ضعف السمك الكلي للبلاطة ثنائية الإتجاه ($2h$) وذلك وفقاً للكوود الأمريكي (ACI code 13.3.2)، وأن أقل مساحة لحديد التسليح الرئيسي لتحقيق متطلبات الإنكماش والحرارة هي كما موضحة في القسم، وحماية الحديد من أضرار الحريق والتآكل يجب عمل غطاء خرساني لا يقل عن (20 ملم).

بالنسبة لرقعة من بلاطة تحتوي على شرائح العمود والوسط في الإتجاهين فالعزوم في الإتجاه الطويل تكون أكبر من العزوم في الإتجاه القصير وهذا يبدو واضحاً عند حساب العزم التصميمي M_o للإتجاهين لرقعة مستطيلة، حيث يتم تقسيم العزم التصميمي إلى العزم الموجب والعزم السالب ومن ثم توزيعها بين شريحتي العمود والوسط ويتضح أن العزوم الموجبة والسالبة لشريحتي العمود والوسط في الإتجاه الطويل أكبر من العزوم في الإتجاه القصير، وبناءً على هذه الأسس يضع المصمم قضبان تسليح العزوم السالبة والموجبة للإتجاه القصير لشريحتي العمود والوسط في أعلى وأسفل البلاطة بعمق فعال أكبر بقطر قضيب واحد من العمق الفعال للإتجاه الطويل.



الشكل رقم (14.2) يبين أقل طول لاستمرار حديد التسليح للبلاطات بلا عارضات داخلية (مرجع رقم 3)

إشترط الكود الأمريكي (ACI code 13.3.8.5) بالنسبة لقضبان تسليح الطبقة السفلية لسطح البلاطة لشريحة العمود، يجب أن يستمر على الأقل قضيبين من تلك القضبان لداخل المنطقة المحاطة بحديد التسليح الطولي الخاص للعمود أو يمكن عمل وصلات من النوع (class B) أو التوصيل الميكانيكي أو عمل وصلات لحام، واستمرار ذلك الحديد يعطي قدرة إضافية لنقل الأحمال إلى الساند الطرفي كما يزيد من مقاومة البلاطة لقص الإختراق الثاقب.

التسليح الخاص لأركان البلاطة ثنائية الإتجاه الموضح في الشكل (13.2)، يكون ذلك مطلوباً للبلاطة المصممة ثنائية الإتجاه عندما تكون قيمة المعامل (α_f) أكبر من الواحد.

14-2 تحديد السمك الأقل للبلاطة ثنائية الإتجاه :

لضمان أن يكون إنحراف البلاطة أثناء الفترة التشغيلية غير ضاراً، فهناك طرق تقريبية لحساب الإنحراف نتيجة للأحمال التشغيلية ثم مقارنة ذلك الإنحراف بالحدود المسموح بها التي تم إستنتاجها من الإختبارات ودراسة الإنحراف في المنشآت الحقيقية . وبدلاً من ذلك يمكن التحكم في الإنحراف بطريقة غير مباشرة ليكون في الحدود المسموح بها، وذلك بالالتزام بالسمك الأقل للبلاطة ثنائية الإتجاه، وحدد الكود الأمريكي أقل سمك للبلاطات كالاتي :

1- للبلاطات التي لا تحتوي على عارضات داخلية :

وفقاً للكود الأمريكي (ACI code 9.5.3.2) فإن أقل سمك للبلاطات ثنائية الإتجاه التي لا تحتوي على عارضات داخلية يجب أن لا يقل عن ذلك المحدد في الجدول (2.2). يتم إستخدام عارضات في الحواف الخارجية للبلاطات التي تتركز مباشرة على الأعمدة أو الحوائط لتقليل القص الثاقب في السواند الخارجية، وفي كل الحالات يجب أن لا يقل سمك البلاطة بلا عارضات داخلية عن :

• للبلاطات ذات السقوط (mm 125)

• للبلاطات بلا سقوط (mm 100).

جدول رقم (2.2) يبين اقل سمك للبلاطات ثنائية الاتجاه بلا عارضات داخلية (مرجع رقم 3)

Yield Stress f_y MPa	Without Drop Panels			With Drop Panels		
	Exterior Panels		Interior Panels	Exterior Panels		Interior Panels
	Without Edge Beams	With Edge Beams ^a		Without Edge Beams	With Edge Beams ^a	
280	$l_n/33$	$l_n/36$	$l_n/36$	$l_n/36$	$l_n/40$	$l_n/40$
420	$l_n/30$	$l_n/33$	$l_n/33$	$l_n/33$	$l_n/36$	$l_n/36$
520	$l_n/28$	$l_n/31$	$l_n/31$	$l_n/31$	$l_n/34$	$l_n/34$

2- للبلاطات ذات العارضات الداخلية في الإتجاهين :

المعامل الذي يعبر عن علاقة جساءة العارضة بجساءة البلاطة الممتدة في جميع الإتجاهات هو α_f وأما المعامل α_{fm} فهو متوسط قيم α_f لكل العارضات في رقعة معينة. وفقاً للكوود الأمريكي (ACI code 9.5.3.3) لقيم α_{fm} فيجب أن لا يقل سمك البلاطة عن ذلك المحدد في الجدول (2.2)، أما لقيم α_{fm} الأكبر من (0.2) والأقل من (2.0) فسمك البلاطة يجب أن لا يقل عن:

$$h = \frac{l_n(0.8+f_y/1400)}{36+5\beta(\alpha_{fm}-0.2)} \quad (4.2)$$

ولا يقل عن (mm 125)

لقيم (α_{fm}) الأكبر من (2.0) يجب أن لا يقل سمك البلاطة عن :

$$h = \frac{l_n(0.8+f_y/1400)}{36+9\beta} \quad (5.2)$$

ولا يقل عن (90 mm)

حيث :

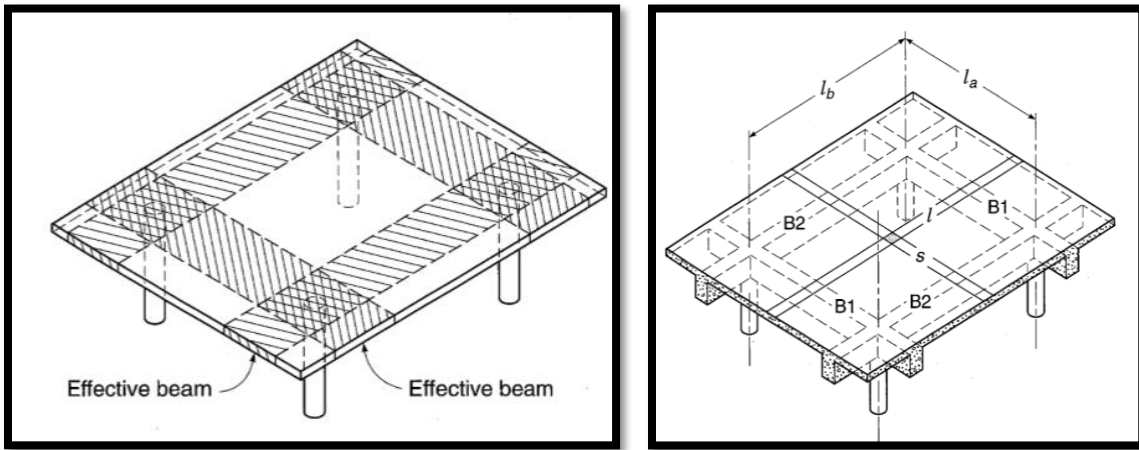
l_n : الطول الصافي للبحر الطويل (mm)

α_{fm} : متوسط قيم (α_f) للعروضات المحيطة بالرقعة .

β : نسبة الطول الصافي للبحر في الإتجاه الطويل إلى الطول الصافي للبحر في الإتجاه القصير .

15-2 البلاطات ثنائية الإتجاه المرتكزة على الأعمدة:

عندما تكون البلاطات مستندة على عارضات Solid Slabs، أو كانت تستند مباشرة على الأعمدة Flat Slabs، أو كانت تستند على أعصاب Ribbed Slabs، ففي كل الحالات لابد أن يستند السقف على أعمدة، حيث يوضح الشكل (15.2) جزء من سقف على شكل بلاطة مستطيلة تستند على عارضات في الإتجاهات الأربعة وتستند تلك الأبيام على الأعمدة في نقاط تقاطع محاورها. إذا طبق حمل سطحي (q) فإنه ينقسم بين شريحتي البلاطة l_a في الإتجاه القصير و l_b في الإتجاه الطويل كما تم شرحه ، الجزء من الحمل الكلي الذي تحمله الشريحة في الإتجاه الطويل l_b يكون عن طريق العارضات (B1) الممتدة في الإتجاه القصير، والجزء الذي تحمله الشريحة l_a في الإتجاه القصير يكون عن طريق العارضات (B2)، ولتحقيق الإتزان السكوني لأعمدة المنشأ يجب أن يحمل كل إتجاه من الإتجاهين (100%) من الحمل الكلي المطبق.



الشكل (15.2) يبين البلاطات ثنائية الاتجاه المرتكزة على الأعمدة (مرجع رقم 3)

للبلطة المسطحة التي تستند مباشرة على الأعمدة، أسلوب مشابه للبلطة المسطحة إذ أن الشرائح في محاور الأعمدة في كل الإتجاهات في الشكل (15.2) تقوم بنفس عمل العارضات في الشكل (15.2) وفي هذه الحالة يجب أن ينتقل الحمل الكلي المسلط إلى أي إتجاه من الإتجاهين ووجود سقوط في البلطة أو تيجان أعمدة لا يغير الإتزان الإستاتيكي.

يوضح الشكل (a 16.2) بلطة مسطحة عادية (Flat Plate) ترتكز على الأعمدة في (A، B، C، D)، ويوضح الشكل (b 16.2) مخطط عزوم الإنحناء في إتجاه البحر (l₁) وفي هذا الإتجاه يمكن اعتبار البلطة كعارضة خرسانية ذات عرض (l₂). وفقا لذلك يكون حمل البحر لكل متر هو (q * l₂)، وفي أي بحر للعارضات المستمرة يكون مجموع العزم الموجب في منتصف البحر ومتوسط العزوم السالبة عند السواند يساوي العزم الموجب في منتصف البحر لعارضة بسيطة الإسناد ويمكن كتابة ذلك كالآتي:

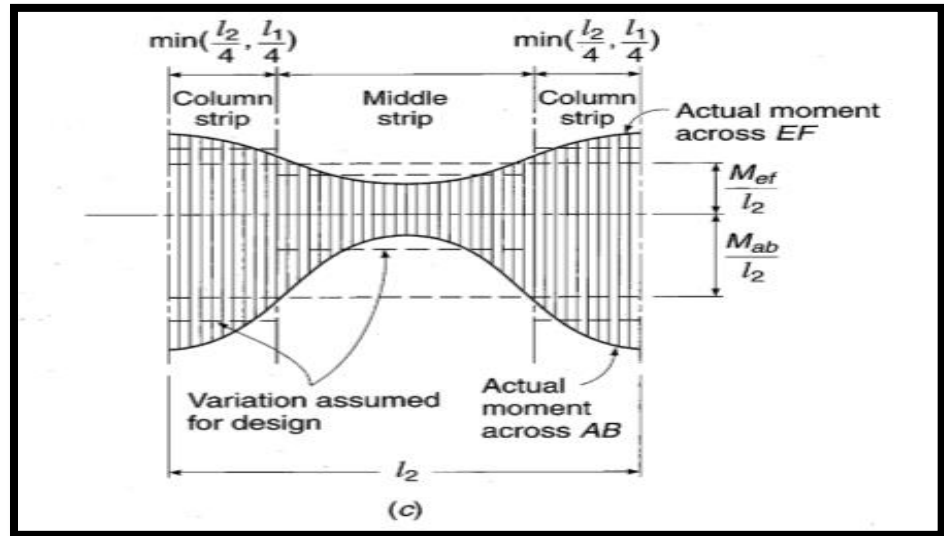
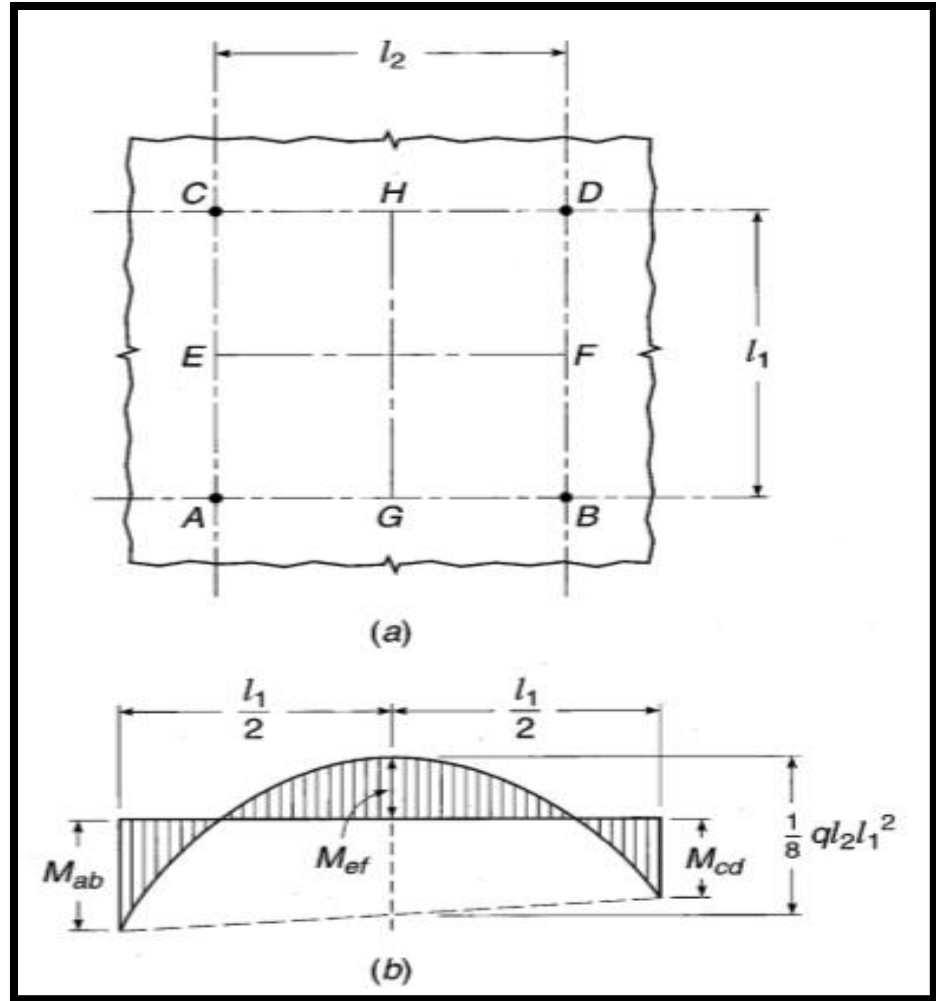
$$\frac{1}{2}(M_{ab} + M_{cd}) + M_{ef} = \frac{1}{8}ql_2l_1^2 \quad (6.2)$$

وبالمثل أيضا في الإتجاه العمودي على (l₁) تكون المعادلة أعلاه كالآتي:

$$\frac{1}{2}(M_{ac} + M_{bd}) + M_{gh} = \frac{1}{8}ql_1l_2^2 \quad (7.2)|$$

هذه النتائج لن توضح العلاقة بين قيم عزوم السواند وعزوم البحر، ويمكن إيجاد العزم الكلي في كل المقاطع الحرجة (critical sections) عن طريق التحليل المرن يأخذ في الإعتبار كلا من طول البحر في الرقع المجاورة وأسلوب التحميل وجساءة العارضات الساندة وكذلك الأعمدة الحاملة للسقف. بدلا من ذلك يمكن إيجاد طرق تجريبية محققة للشروط المحددة بحيث يمكن إعتمادها.

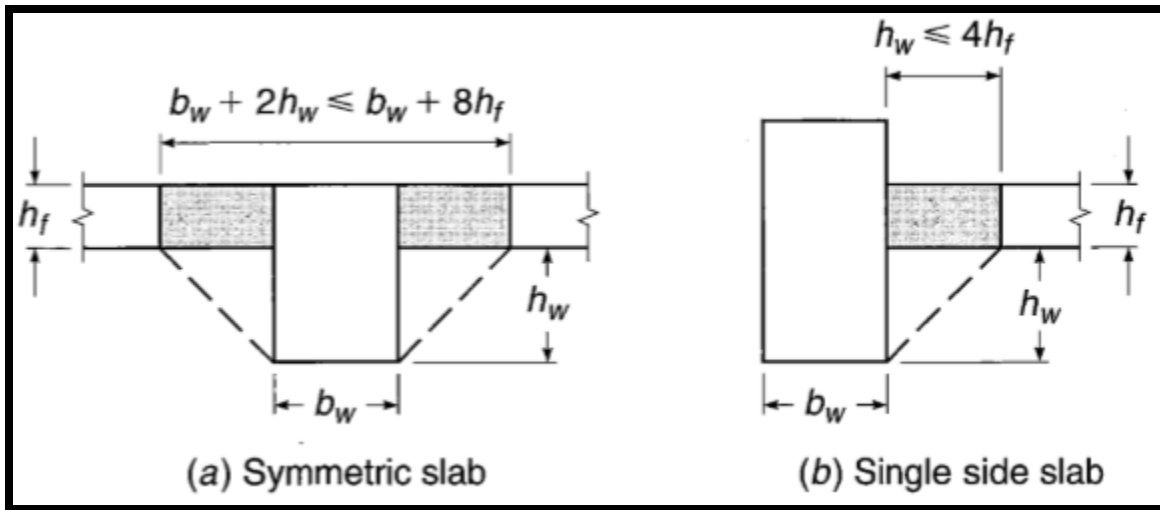
العزوم خلال عرض المقاطع الحرجة مثل AB أو EF غير ثابتة بل متغيرة كما موضح في الشكل (c 16.2) وذلك التغير يعتمد على وجود العارضات أو غيابها في خط الأعمدة، وعلى وجود سقوط في البلطة أو تيجان أعمدة وكذلك كثافة الحمل المطبق.



الشكل (16.2) يبين العزوم في البلاطات المرتكزة على الأعمدة (مرجع رقم 3)

لأغراض التصميم في كل الحالات يتم تقسيم رقع البلاطة إلى شرائح العمود (column Stripes) وشرائح الوسط (Stripes Middle)، وتعرف شريحة العمود بأنها ذلك القطاع من البلاطة ذو عرض في كل اتجاه من مراكز الأعمدة مساويا لربع الطول الأصغر لإبعاد الرقعة ، حتى في حالة وجود عارضات في خط الأعمدة أما شريحة الوسط فهي ذلك القطاع التصميمي المحاط بشريحتي عمود. وفي كل الحالات يعرف (l_1) بأنه طول البحر في الإتجاه المراد إيجاد العزوم فيه مقاسا من مركزي العمودين بينما (l_2) هو طول البحر في الإتجاه المعاكس العمودي على (l_1) مقاسا من مركزي العمودين.

في حالة المنشأ المتجانس يجب أن تتضمن العارضة جزء من البلاطة في أي اتجاه تمتد فيه العارضات لمسافة مساوية لعمق العارضة أسفل أو أعلى البلاطة (بروز العارضة أسفل أو أعلى البلاطة) أيهما أكبر، ويجب أن لا تزيد تلك المسافة عن ضعفي سمك البلاطة ($4h$) كما موضح في الشكل (17.2).



الشكل (17.2) يبين جزء البلاطة الذي يجب أن تتضمنه العارضة (مرجع رقم 3)

16-2 طرق التصميم:

هنالك عدة طرق لإيجاد العزوم في البلاطات ثنائية الاتجاه

1-16-2 الطريقة المباشرة:

وهي طريقة دليل التصميم الأمريكي (ACI) وتعتمد على معاملات لإيجاد العزوم السالبة والموجبة في البلاطات ولاستخدامها يجب استيفاء دليل التصميم وهي:

1- يجب ان تكون البلاطة مكونه من ثلاثة ابحر مستمره على الاقل في كل الاتجاهات .

2-اي رقعه في البلاطه يجب ان تكون مستطيله ونسبة الطول الاكبر الى الطول الاصغر اقل من او تساوي (2).

3-الابحر المتجاوره من مراكز السواند يجب الايزيد الاختلاف في اطوالها عن ثلث البحر الطويل .

4-يجب الاتزيد ازاحة العمود عن خط منتصف الاعمده المتتاليه بنسبه اكثر من (10%)من طول البحر في اتجاه الازاحة نفسها .

5-ان تكون كل الاحمال نتيجة للجاذبيه وموزعه بانتظام وألا يزيد الحمل الحي غير المعامل عن ضعف الحمل الميت غير المعامل.

6-اذا كانت الايام تستخدم في خط الاعمده تكون نسبة الجساءه في الايام في الاتجاهين المتعامدين ما بين (2-5).

- العزم التصميمي الكلي:

عند حساب العزم التصميمي الكلي يتم استخدام الطول الصافي للبحر في الإتجاه المراد إيجاد العزوم فيه، ويحدد الطول الصافي من وجه العمود إلى وجه العمود الآخر (أو من وإلى تيجان الأعمدة أو الحوائط) ولكن يجب أن لا يقل عن (0.65₁) ويحسب العزم التصميمي لأي في البلاطة في أي إتجاه بالمعادلة الآتية:

$$M_o = \frac{q_u l_2 l_n^2}{8} \quad (8.2)$$

- توزيع العزوم على المقاطع الحرجة :

للأبحر الداخلية تقسم العزوم التصميمية الكلية بين المقطع الحرج للعزم الموجب والمقطع الحرج للعزم السالب كما موضح في الشكل (18.2) حيث يؤخذ المقطع الحرج للانحناء السالب عند وجه الساند (عمود أو حائط) ويتم توزيع العزوم السالبة (Negative) والموجبة (positive) على النحو التالي:

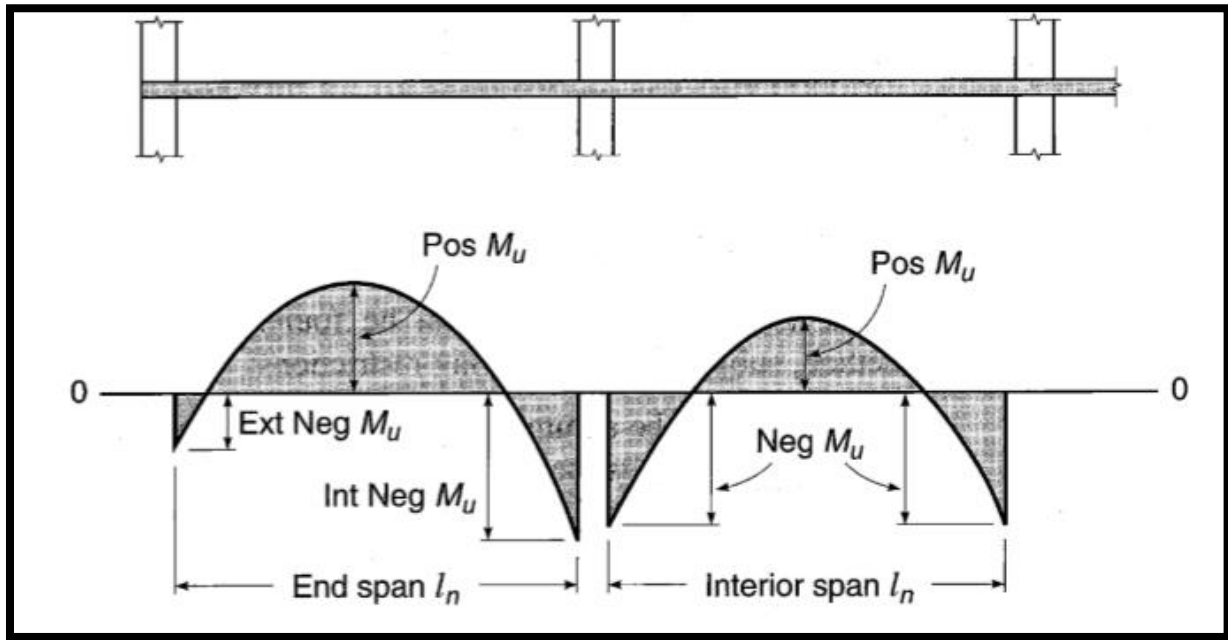
$$Neg M_u = 0.65 M_o \quad (9.2)$$

$$Pos M_u = 0.35 M_o \quad (10.2)$$

في حالة الأبحر الطرفية يتم توزيع العزم التصميمي الكلي على ثلاثة مقاطع حرجة: العزم السالب الداخلي Interior negative moment والعزم الموجب positive moment والعزم السالب الخارجي exterior negative moment كما موضح في الشكل (18.2) وذلك يعتمد على نوعية التثبيت عند السواند للبلاطة عن طريق

الأعمدة أو الحوائط ويعتمد أيضا على وجود أو غياب العارضات في محاور الأعمدة، و حدد الكود الأمريكي ACI code الفقرة رقم 13.6.3 معاملات توزيع العزوم للأبهر الطرفية كما هو موضح في الجدول (3.2).

في الحالة (a) لا توجد عزوم في الحافة الخارجية وذلك يكون عندما ترتكز البلاطة على حوائط الطوب (masonry wall) والتي توفر التقييد ضد الحركة الرأسية ولكن غير مثبتة ضد الدوران لذلك لا تتولد العزوم فيها.

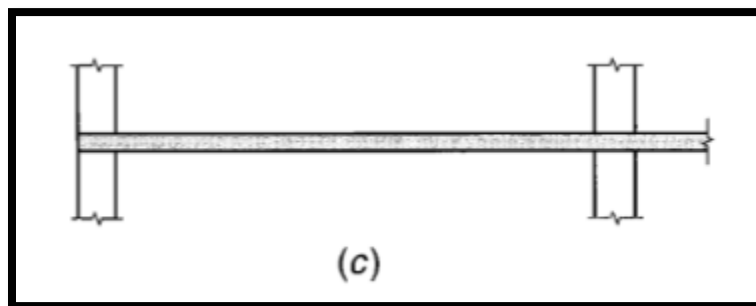
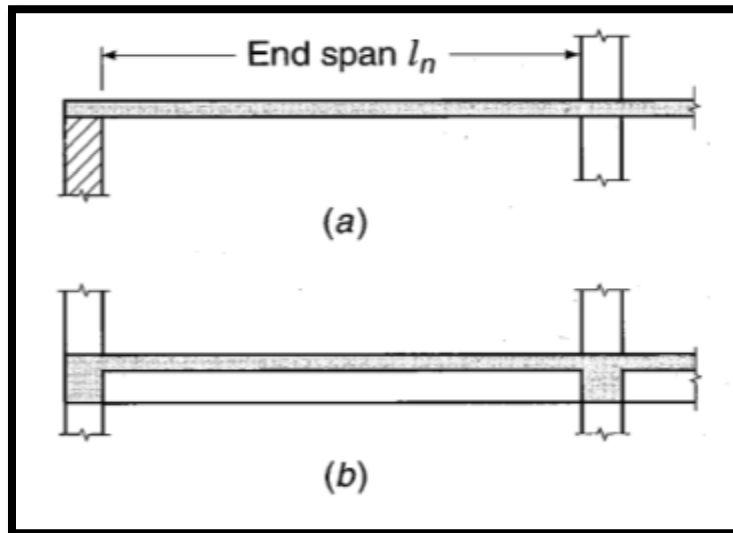


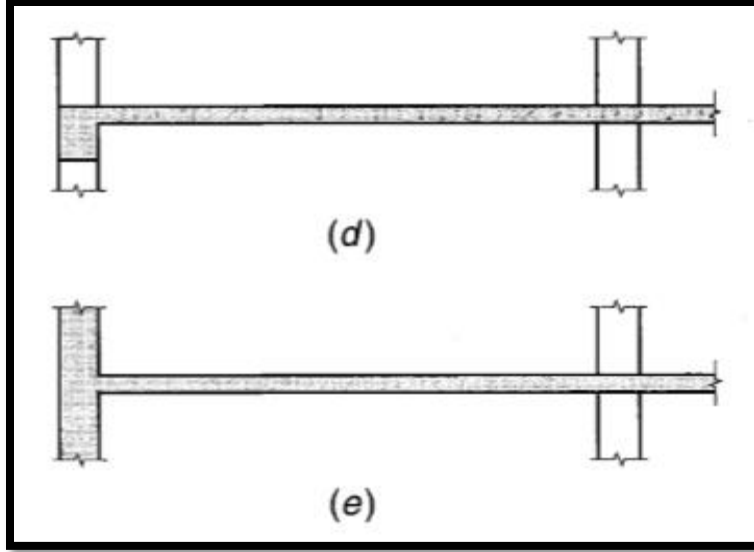
الشكل رقم (18.2) يبين توزيع العزم التصميمي على المقاطع الحرجة للأنحاء (مرجع رقم 3)

أما في الحالة (b) فهي للبلاطة المصمتة ثنائية الإتجاه التي ترتكز على العارضات في كل الإتجاهات، أما الحالة (c) فهي للبلاطة المسطحة (flat plate) التي لا تحتوي على عارضات في كل الإتجاهات، بينما الحالة (d) فهي للبلاطة المسطحة ذات عارضة طرفية في الحافة الخارجية، والحالة الأخيرة (e) فهي للبلاطة ذات الحواف الساندة المثبتة تثبيتاً كاملاً ضد الحركة والدوران ويكون ذلك عندما ترتكز البلاطة مباشرة على حائط من الخرسانة المسلحة المتجانسة مع خرسانة البلاطة. معاملات توزيع العزوم الموضحة لأي حالة من الحالات في الجدول (3.2) محددة على أساس التحليل المرن ثلاثي الأبعاد (three dimensional elastic analysis) فيها بعض التعديلات التي نتجت من التجارب والخبرات العملية.

الجدول رقم (3.2) يبين توزيع العزم التصميمي في البهر الطرفي (مرجع رقم 3)

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
	Exterior Edge Unrestrained	Slab with Beams between All Supports	Slab without Beams between Interior Supports		Exterior Edge Fully Restrained
			Without Edge Beam	With Edge Beam	
Interior negative moment	0.75	0.70	0.70	0.70	0.65
Positive moment	0.63	0.57	0.52	0.50	0.35
Exterior negative moment	0	0.16	0.26	0.30	0.65





الشكل رقم (19.2) يبين حالات تثبيت البحر الطرفي للبلاطة (مرجع رقم 3)

تختلف العزوم السالبة في السواند الداخلية (يمين ويسار الساند) في حالة الأبحر الغير متساوية، في مثل هذه الحالة يجب أن نصمم البلاطة لمقاومة العزم الأكبر من بين تلك العزوم. في حالة استخدام عارضة طرفية في الحافة الخارجية يجب أن تصمم تلك العارضة للإلتواء لتشارك في مقاومة العزوم السالبة الخارجية الموضحة في الجدول (3.2).

- التوزيع الجانبي للعزوم :

بعد توزيع العزم التصميمي الكلي إلى العزوم السالبة والموجبة، فلا يزال على المصمم توزيع تلك العزوم على بقية المقاطع الحرجة ولأغراض التصميم تظل العزوم ثابتة خلال محيط شريحتي العمود والوسط، بإستثناء وجود عارضات في خط الأعمدة ففي هذه الحالة ونتيجة للجساءة الكبيرة للعارضة فإنها تأخذ الجزء الأكبر من عزوم شريحة العمود مقارنة مع عزوم البلاطة المجاورة للعارضة. إن تقسيم العزوم السالبة أو الموجبة بين بلاطة شرائح العمود وبلاطة شرائح الوسط والعارضات يعتمد على النسبة $(L2/L1)$ والنسبة بين جساءة العارضة وجساءة البلاطة وكذلك درجة التقيد للإلتواء عن طريق العارضة الطرفية (edge beam). المعامل الذي يعبر عن العلاقة بين جساءة العارضة وجساءة البلاطة الممتدة في جميع الإتجاهات هو:

$$\alpha_f = \frac{E_{cb}I_b}{E_{cs}I_s} \quad (11.2)$$

حيث أن (E_{cb}) هو معاير المرونة للعارضة و(E_{cs}) هو معاير المرونة للبلاطة الخرسانية ، (في العادة يتساوى المعاييرين نتيجة لتجانس خرسانة البلاطة مع خرسانة العارضات). و I_s, I_b (هما عزمي القصور الذاتي للعارضة والبلاطة على الترتيب وأن (α_{f1}, α_{f2}) هما قيمتي المعامل (α_f) في الإتجاهين (L1 و L2) على الترتيب.

إن جساءة العارضة والبلاطة تعتمد على مساحة المقطع الخرساني بتجاهل التسليح والتشققات المتوقعة وتيجان الأعمدة والسقوط إن وجدت لذلك فإن (I_b) للعارضة تكون على أساس المقطع الفعال المعرف في الشكل (17.2)، أما (I_s) للبلاطة يؤخذ مساويا ل ($bh^3/12$) حيث (b) في هذه الحالة هي المسافة بين محاور الرقعة في أي إتجاه.

يتم التعبير عن مقاومة الإلتواء للعارضة الطرفية بالمعامل:

$$\beta_t = \frac{E_{cb}C}{2E_{cs}I_s} \quad (12.2)$$

حيث أن الثابت (c) يتعلق بجساءة الإلتواء للعارضة الطرفية ويعرف في الكود الأمريكي (ACI code 13.7.5) على أنه يؤخذ القيمة الأكبر من بين الآتي :

- قيمة (c) لذلك الجزء من البلاطة ذو عرض مساويا لعرض العمود أو تاج العمود في الإتجاه المراد حساب العزم فيه.
- لذلك الجزء من البلاطة المعرف أعلاه زائدا جزء فعال من العارضة الطرفية.
- لذلك المقطع الفعال الموضح في الشكل (17.2).

يتم حساب الثابت (c) عن طريق تقسيم المقطع إلى مستطيلات مكافئة ذات بعد أصغر (x) وبعد أكبر (y) ويعطى بالمعادلة :

$$c = \sum \left(1 - 0.63 \frac{x}{y}\right) \frac{x^3 y}{3} \quad (13.2)$$

باستخدام تلك المعاملات حدد الكود الأمريكي ACI code 13.6.4 توزيع العزوم السالبة والموجبة بين شريحتي العمود والوسط حيث يوضح الجدول (4.2) نسب العزوم السالبة والموجبة لشريحة العمود ويتم إستخدام الإستكمال الخطي للقيم الواقعة بين تلك القيم المعطاه في الجدول.

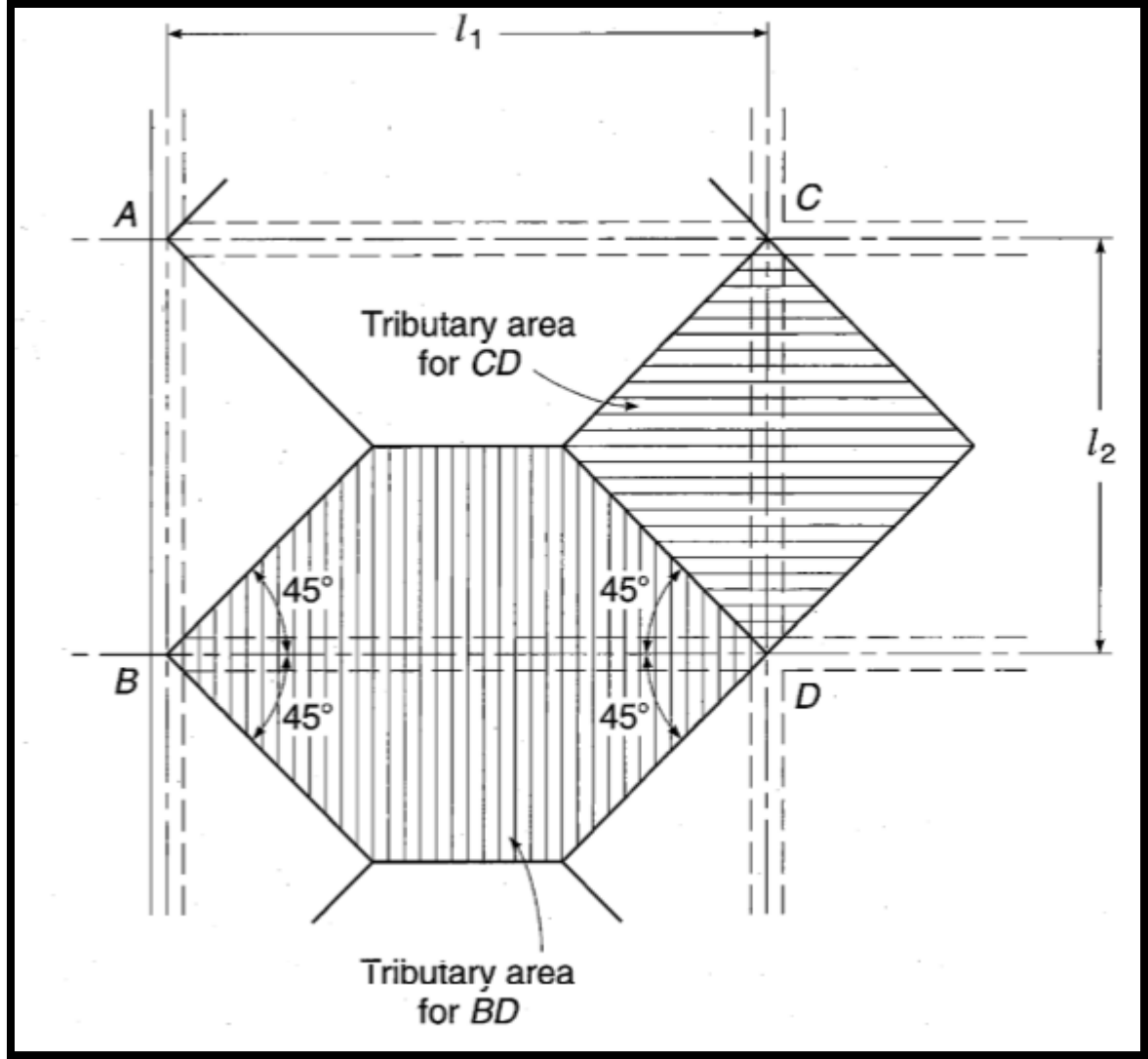
جدول رقم (4.2) يبين النسبة المئوية من العزم التصميمي لشريحة العمود (مرجع رقم 3)

		l_2/l_1		
		0.5	1.0	2.0
Interior negative moment				
$\alpha_f l_2/l_1 = 0$		75	75	75
$\alpha_f l_2/l_1 \geq 1.0$		90	75	45
Exterior negative moment				
$\alpha_f l_2/l_1 = 0$	$\beta_t = 0$	100	100	100
	$\beta_t \geq 2.5$	75	75	75
$\alpha_f l_2/l_1 \geq 1.0$	$\beta_t = 0$	100	100	100
	$\beta_t \geq 2.5$	90	75	45
Positive moment				
$\alpha_f l_2/l_1 = 0$		60	60	60
$\alpha_f l_2/l_1 \geq 1.0$		90	75	45

- تصميم القص :

❖ القص في البلاطات المرتكزة على عارضات :

يجب إعطاء إهتمام خاص لمقاومة القص في البلاطات بنفس أهمية العزوم عند التصميم، يجب أن يكون للبلاطة ثنائية الاتجاه سمكا كافيا لمقاومة عزوم الانحناء وقوى القص في المقاطع الحرجة. وفقا للكوود الأمريكي (ACI code 13.6.8) للعارضات ذات $\alpha_f l_2/l_1 \geq 1.0$ يجب أن تقاوم القص الذي تسببه الأحمال في المساحة المظللة المبينة في الشكل (20.2). أما للعارضات ذات قيم $\alpha_f l_2/l_1$ بين (0-1) يتم استخدام الإستكمال الخطي لإيجاد أحمال القص التي يجب أن تقاومها العارضة وذلك بافتراض أن العارضة لا تقاوم أي أحمال قص عندما ($\alpha_f=0$). الجزء من الأحمال خارج المساحة المظللة تنقل مباشرة عن طريق البلاطة إلى الأعمدة في الأركان الأربعة للرقعة.



الشكل رقم (20.2) يبين مساحة القص للبلاطات المصمتة ثنائية الاتجاه (مرجع رقم 3)

❖ القص في البلاطات المسطحة :

عندما تتركز البلاطة مباشرة على الأعمدة أو عندما تسند أحمالا مركزة فإنها تتعرض للقص بالقرب من الأعمدة وأظهرت التجارب للبلاطات المسطحة لمعظم الحالات العملية أن القص يتم التحكم فيه كالآتي:

1-البلاطات من دون تسليح خاص للقص:

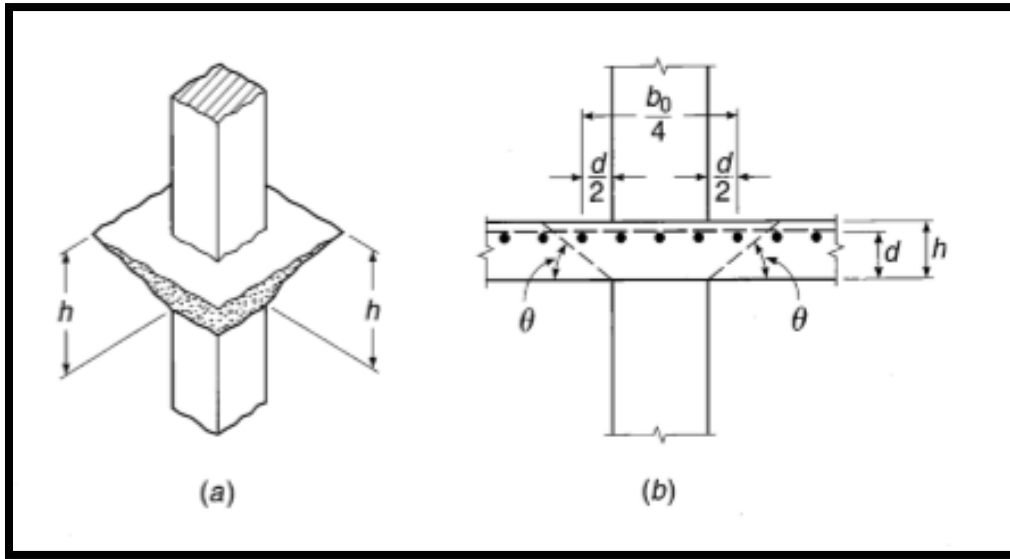
هنالك نوعان من تسليح القص في هذه الحالة، النوع الأول هو القص أحادي الإتجاه وفيه تعتبر البلاطة كعارضة ذات عرض مساويا لعرض الرقعة، ويؤخذ المقطع الحرج على بعد (d) من وجه العمود أو تاج العمود، والمقاومة التصميمية للقص يجب

أن لاتقل عن المقاومة المطلوبة V_u للأحمال التصميمية، المقاومة الإسمية V_c للقص تحسب من المعادلة :

$$V_c = 0.17\lambda\sqrt{f_c}b_wd \quad (14.2)$$

حيث (b_w) هو عرض الرقعة في هذه الحالة.

أما النوع الثاني فهو تصميم القص الثاقب (Punching shear) حيث يحدث بشكل هرم مقطوع حول العمود أو تاج العمود أو السقوط كما موضح في الشكل (21.2) حيث يمتد سطح الإنهيار من أسفل البلاطة في الساند ويمتد مائلا إلى الأعلى بزاوية (θ) حتى السطح العلوي للبلاطة، وتعتمد تلك الزاوية على طبيعة وكمية التسليح في البلاطة وتتراوح ما بين (20-45).



الشكل رقم (21.2) يبين القص الثاقب في البلاطات المسطحة (مرجع رقم 3)

ويؤخذ المقطع الحرج على بعد ($d/2$) من محيط الساند. وفقا للكود الأمريكي (ACI code 11.11.2) أن مقاومة القص الإسمية تؤخذ مساوية لـ

$$V_c = 0.33\lambda\sqrt{f_c}b_o d \quad (15.2)$$

حيث (b_0) هو محيط المقطع الحرج و(λ) هو معامل للخرسانة خفيفة الوزن يساوي (0.75) وللخرسانة العادية يساوي (1.0)

ويجب أن لا تقل عن:

$$V_c = \left(0.16 + \frac{0.33}{\beta}\right) \lambda \sqrt{f_c} b_o d \quad (16.2)$$

حيث أن (β) هي النسبة بين البعد الطويل للعمود إلى البعد القصير.

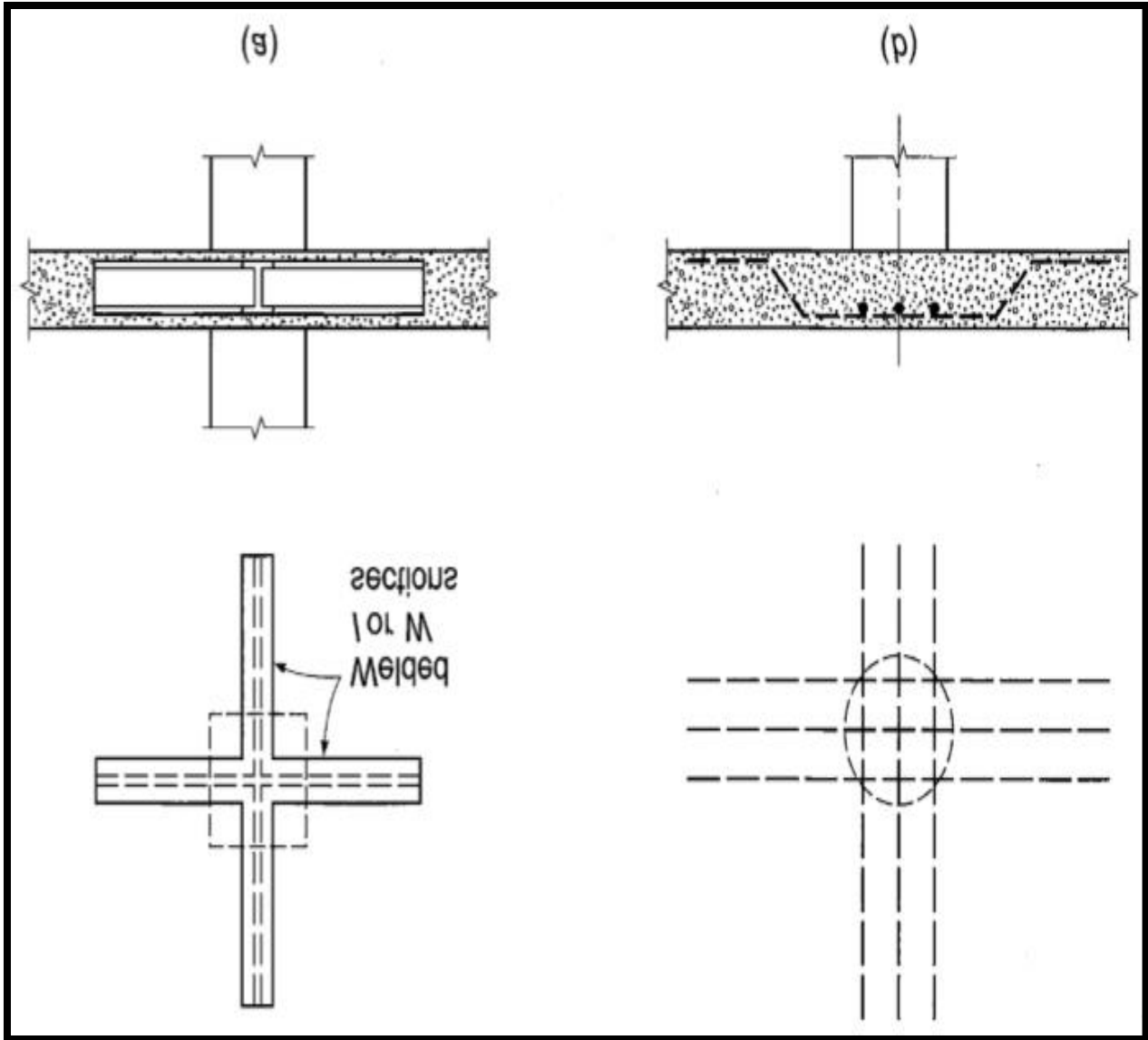
ويجب أن لا تقل (V_c) عن:

$$V_c = 0.083 \left(\frac{\alpha_s d}{b_o} + 2\right) \lambda \sqrt{f_c} b_o d \quad (17.2)$$

حيث (α_s) تساوي (40) للأعمدة الداخلية و(30) للأعمدة الطرفية و(20) للأعمدة الركنية. المقاومة التصميمية للقص تؤخذ مساوية ل($V_c \phi$) حيث ($\phi=0.75$) ويجب أن يتحقق شرط التصميم (V_u) اكبر من أو تساوي (V_c).

2-البلاطات ذات التسليح الخاص للقص:

يتم استخدام تسليح خاص للقص للبلاطة المسطحة العادية (Flat Plate) وأحياناً لأنواع المختلفة من البلاطات المسطحة عندما لم يتحقق الشرط التصميمي ، ويوضح الشكل (22.2) تسليح القص باستخدام مقاطع فولاذية تعمل على زيادة المحيط الحرج للقص (b_o) وهو تسليحاً خاصاً للأعمدة الخرسانية، ويوضح الكود الأمريكي (ACI Code 11.4.1) أنواع تسليح القص المختلفة.



الشكل رقم (22.2) يبين بعض أنواع تسليح القص في البلاطات المسطحة (مرجع رقم 3)

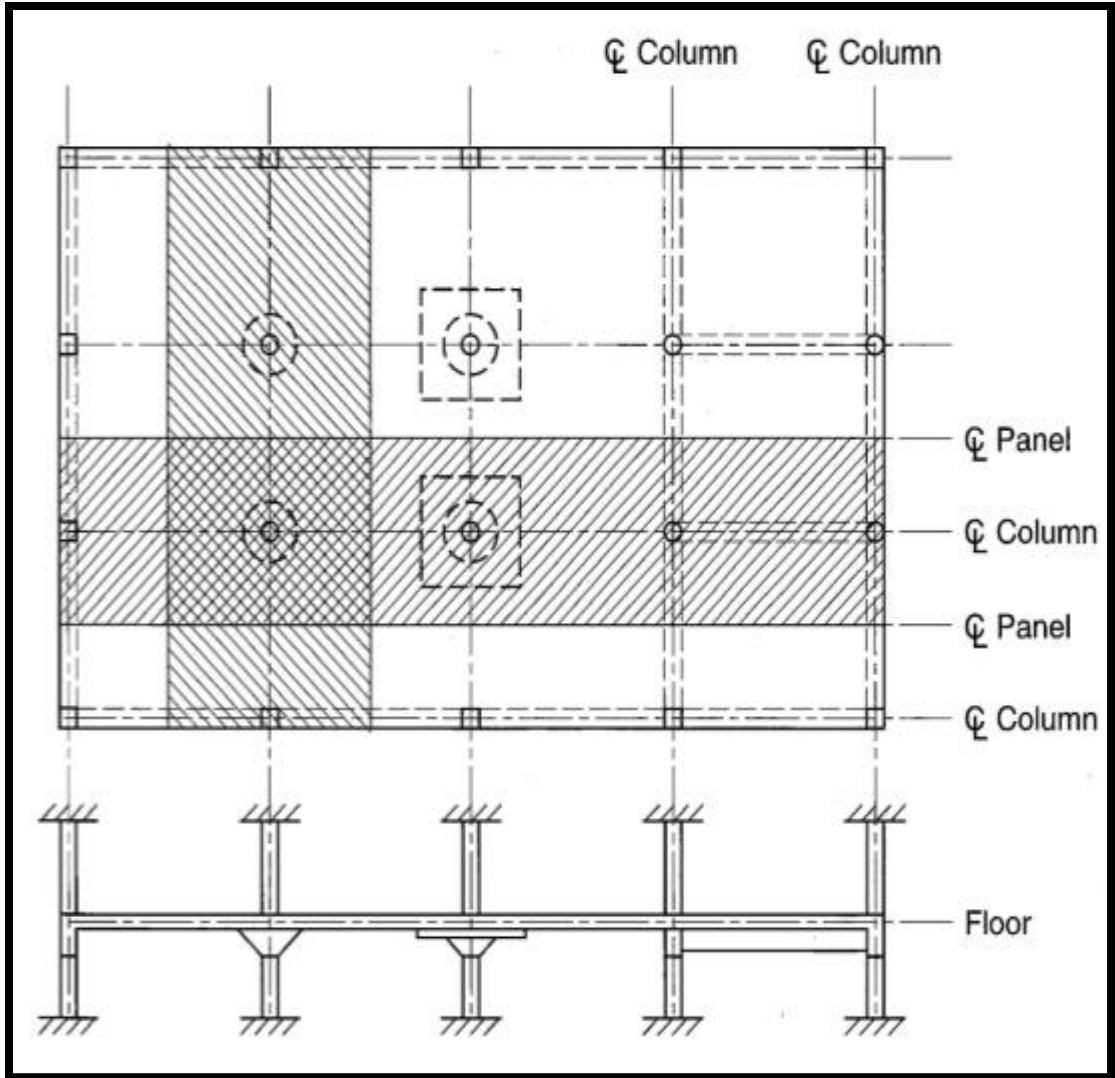
المساحة الكلية لتسليح القص وفقا للكود الأمريكي (ACI Code 11.11.3) يتم إيجادها بالمعادلة:

$$A_v = \frac{V_u - \phi V_c}{\phi f_v \sin \alpha} \quad (18.2)$$

حيث (α) هي الزاوية بين الحديد المائل والمحور الطولي للبلاطة.

2-16-2 طريقة الهيكل المكافئ:

طريقة التصميم المباشرة التي تم شرحها في القسم (1.14.2) تستخدم فقط في حالة تحقق شروط دليل التصميم الأمريكي (ACI code 13.6.1). وبالتالي نحتاج إلى طريقة أخرى إذا لم تستوفي البلاطة تلك الشروط. تعتمد طريقة الهيكل المكافئ على تقسيم المنشأ إلى هياكل مستمرة في مركز الأعمدة وتمتد طوليا وعرضيا كما موضح في الشرائح المظللة في الشكل (23.2).



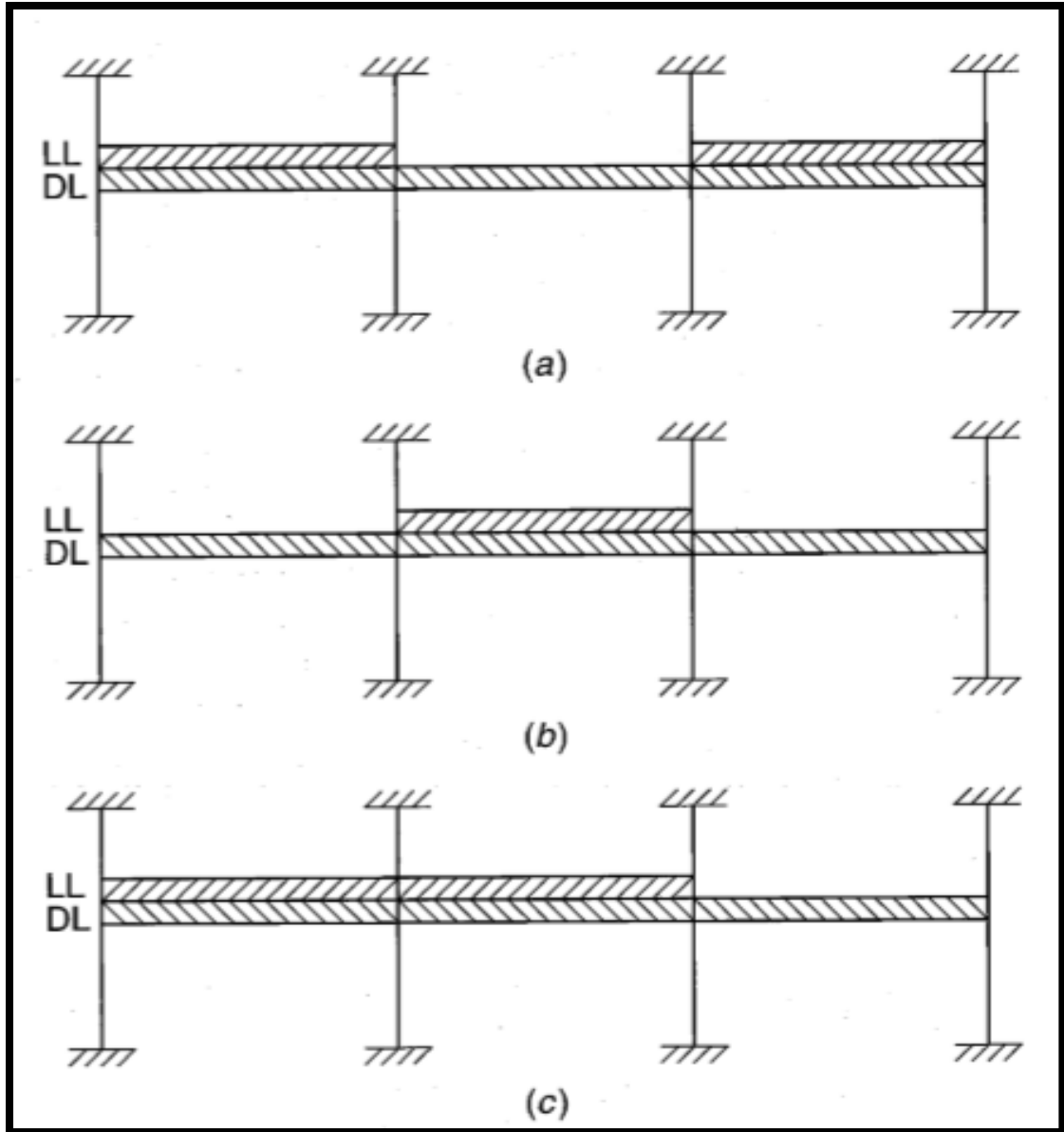
الشكل رقم (23.2) يبين تقسيم البلاطة الى هياكل (مرجع رقم 3)

كل هيكل مركب من صف من الأعمدة وعارضة طويلة مستمرة. وتتضمن العارضة جزء من البلاطة المحاطة بخطوط مراكز الأعمدة في أي اتجاه. ويتم تحليل الهيكل باستخدام أحد طرق تحليل المنشآت الغير محددة إستاتيكية مثل طريقة توزيع العزوم (moment distribution method). مع إفتراض أن الأعمدة مثبتة تثبيتها جاسئا (لايسمح بالدوران) في السقف العلوي و كذلك السفلي، وعزم القصور الذاتي الذي يستخدم في التحليل يحسب للمقطع الخرساني بتجاهل التسليح.

لتحقيق متطلبات الإلتزان السكوني يجب أن تحمل أي شريحة من شرائح العارضة المكافئة (100%) من الحمل المسلط في أي اتجاه من الإتجاهين. إذا كان الحمل الحي غير المعامل أقل من (3/4) من الحمل الميت غير المعامل تكون العزوم القصوى عندما يتم تحميل جميع أبحر العارضة المكافئة بالحمل المعامل (3/4) الحمل الحي المعامل+الحمل الميت المعامل) وذلك وفقاً للكوود الأمريكي (ACI code 13.7.6) وفي أي حالة أخرى فيتم إتباع أسلوب التحميل المختلف للأبحر لتحديد العزوم القصوى السالبة والموجبة، بحيث يتم إيجاد أقصى عزم موجب بالقرب من منتصف البحر وذلك بتحميل أبحر العارضة المكافئة بالحمل الحي المعامل بالتناوب (البحر المجاور يحمل الحمل الميت المعامل فقط) ويتم إيجاد أقصى عزم سالب في الساند وذلك بوضع الحمل الحي المعامل في البحرين المتجاورين. والعزوم التصميمية يجب أن لا تؤخذ أقل من تلك العزوم في حالة تحميل كل أبحر العارضة المكافئة بالحمل الكلي المعامل. وكل ذلك موضح في الشكل (24.2).

المقطع الحرج للانحناء السالب في السواند الداخلية في كلا من شريحتي العمود والوسط يؤخذ عند وجه العمود الساند أو تاج العمود (إن وجد) ولا يؤخذ لمسافة أكبر من $0.175l_1$ من مركز العمود وذلك وفقاً للكوود الأمريكي (ACI code 13.7.7)، أما للسواند الخارجية يكون المقطع الحرج للانحناء السالب في الإتجاه العمودي على الحافة لمسافة من وجه الساند لا تزيد عن نصف عرض تاج العمود.

بعد إيجاد العزوم السالبة والموجبة من التحليل فلا يزال على المصمم توزيع تلك العزوم على بقية المقاطع الحرجة حيث يتم توزيعها على شريحتي العمود والوسط وكذلك عزوم العارضات (إن وجدت) التي تحيط بالرقعة جانبيها ويتم ذلك باستخدام نفس معاملات طريقة التصميم المباشرة.



الشكل رقم (24.2) يبين حالات تحميل الهيكل المكافئ للحصول على العزوم القصوى (مرجع رقم 3)

2-16-3 التحليل والتصميم بالحاسوب بالبرامج الهندسية:

في هذه الطريقة يتم عمل نموذج في احد برامج الحاسوب الهندسيه ومن ثم عمل التحليل ومعظم البرامج الهندسيه تستخدم طريقة العناصر المحددة Finite Elements في التحليل وذلك لسهولة برمجتها. ومن البرامج المستخدمه في التحليل والتصميم:

برنامج (SAFE):

برنامج الSAFE هو برنامج متطور وسهل الاستخدام ، وبالرغم من ذلك فهو سهل الاستخدام يخدم غرض معين وهو التحليل والتصميم الانشائي وقد تم تطويره خصوصا من اجل أنظمة البلاطات الخرسانية .

يعمل برنامج السيف علي تدعيم أدوات النمذجة القوية القائمة علي الكائنات أوالمجسمات بواجهة استخدام رسومية حدسية (Intuitive) مما يسمح للمستخدم سريعا وبكفاءة عالية بعمل نماذج البلاطات الخرسانية المختلفة،والتصميم يكون متكاملا وبشكل مستمر مع عملية النمذجة

ويعمل البرنامج علي توفير نظام شامل وكامل لانتاج تقارير عن التسليح المطلوب الذي يحسب بواسطة البرنامج بناءا علي اختيار المستخدم لكود التصميم .

تاريخ ومميزات البرنامج :

أنظمة البلاطات عبارة عن صنف خاص جدا من المنشآت . وهي تتصف ببساطتها في كل من الشكل الهندسي لها(Geometry) والتحميل . فهي في الاصل عبارة عن الواح أفقية مرتكزة في الاتجاه الرأسي بكرمات أو أعمدة أو حوائط .

لقد عمل برنامج الSAFE علي توفير تقنيات الادخال وتقنيات الاخراج وتقنيات الخل الرقمي والتي أخذت في الاعتبار احتياجات كل من النمذجة والتحليل الخاصة بالبلاطات الخرسانية ،

ويعمل أيضا علي توظيف أحدث التطورات في التقنيات الرقمية ومخططات الحل الرياضية .

يمكن للبرنامج أن يعالج الانظمة التالية :

- البلاطات المسطحة .

- البلاطات ذات الاعصاب .
- البلاطات ذات الاتجاهين .
- البلاطات المسطحة المشتملة علي كمرات محيطية .
- البلاطات المستطيلة أو الدائرية .
- الاساسات الحصيرية .

الباب الثالث

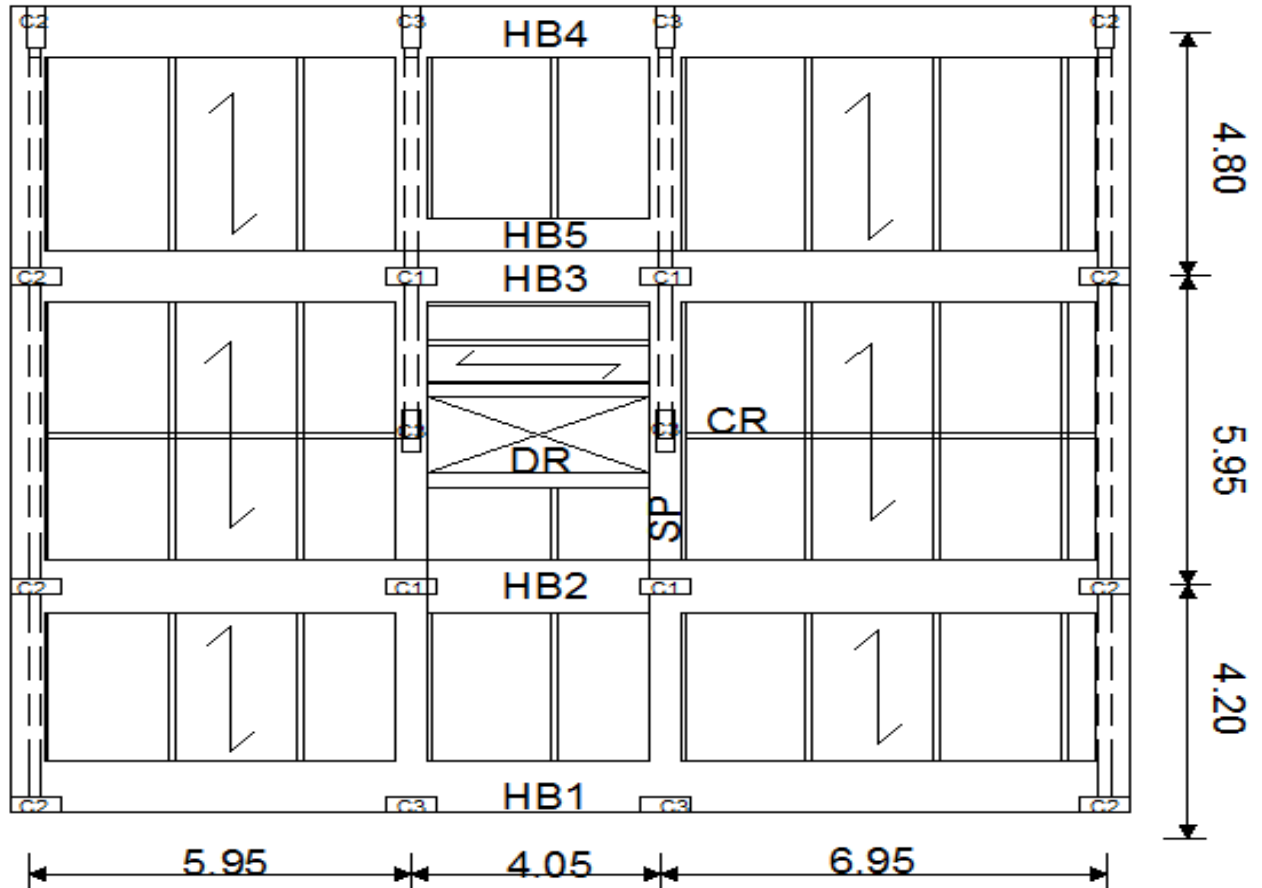
الحسابات اليدوية

1-3 مقدمة:

في هذا الباب تم التطرق لتحليل أنواع البلاطات الخرسانية (البلاطة المفرغة، البلاطة المصمتة، البلاطة المسطحة) باستخدام طريقة توزيع العزوم وتصميمها باستخدام المدونة الأمريكية (ACI318M-11) وذلك لبلاطة الطابق الأرضي (Suspended Slab) بنفس المساحة والتباعد بين الأعمدة للأنواع الثلاثة وبافتراض ارتفاع الأعمدة القصيرة 2 متر وارتفاع الطابق 3.2 متر.

2-3 التحليل:

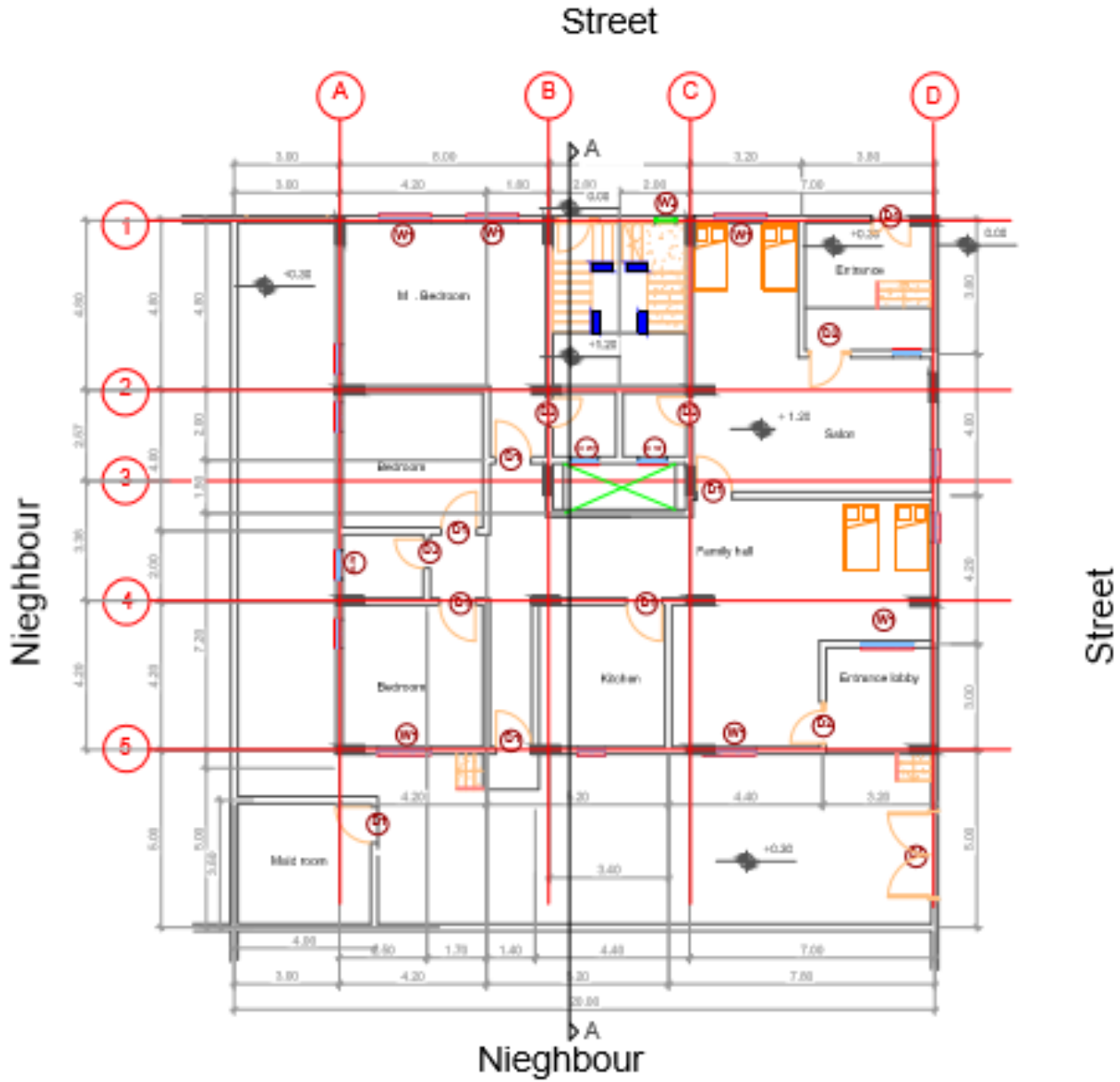
1-2-3 تحليل البلاطة المفرغة Analysis of One Way Hollow Block Slab:



الشكل رقم (1-3): يوضح البلاطة المفرغة .

حيث :

- الكمرة المخفية (HB)(Hidden Beam)
- الجزء المصمت (SP)(Solid part)
- عصب التوزيع (CR)(Cross Rib)
- عصب مزدوج (DR)(Double Rib)
- أبعاد الأعمدة :
 $C1=0.8*0.3m^2$
 $C2=0.9*0.3m^2$
 $C3=0.8*0.25m^2$
- يوضح السهم إتجاه إنتقال الاحمال.
- جميع الابعاد بالامتار.
- الخطوط المتقطعة تتمثل الكمرات الساقطة.



الشكل رقم (2-3): يوضح الحوائط للطابق الأرض

سمك البلاطة:

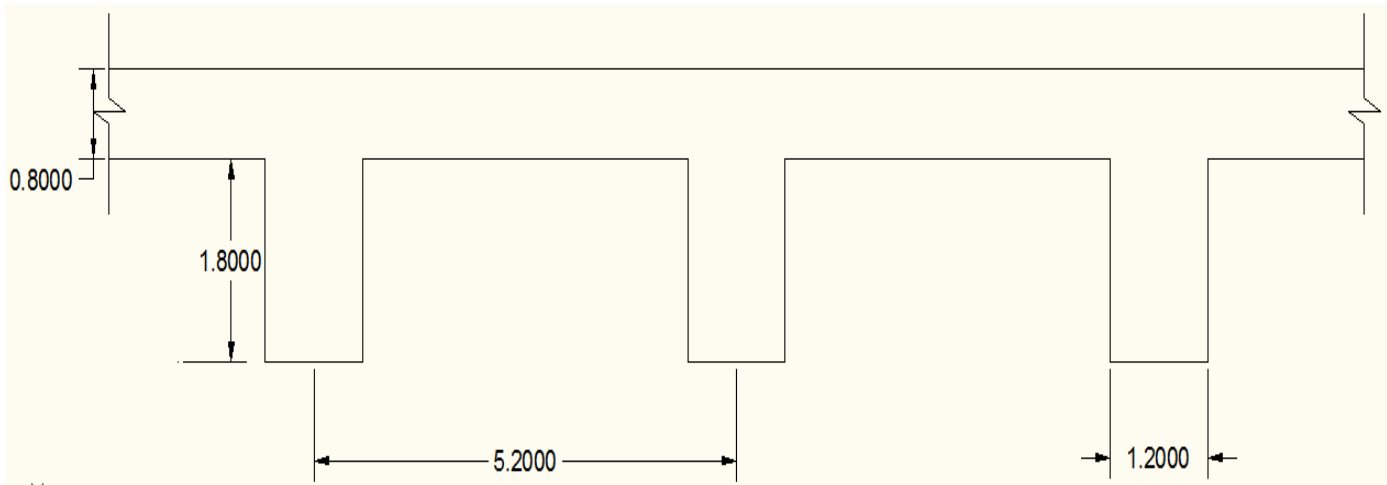
من جدول 9.5(a) الموجود في (ACI-318)

$$h_{min} = \frac{l_n}{18.5} = \frac{4800 - 300}{18.5} = 243.243mm$$

Take $h=260mm$

Analysis of Ribs:

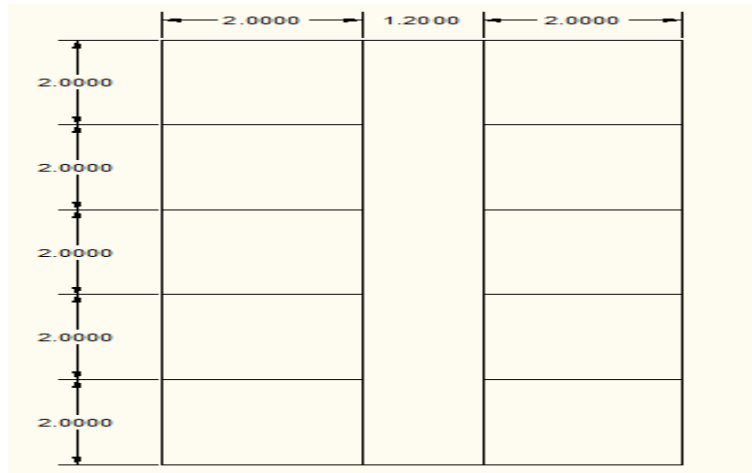
Loading:



الشكل رقم (3-3): يوضح مقطع البلاطة المفرغة .

1-1 Dead load for 1.0 m Strip:

Assume the Weight of block = 16 kg , (40*20*18)cm



الشكل رقم (4-3): يوضح عدد الطوب في مساحة (520*1000) ملم².

Number of blocks = 5 blocks/m

Self – weight of block = $5 \times 0.16 = 0.8 \text{ KN/m}^2$

flat slab weight = $0.08 \times 24 = 1.92 \text{ KN/m}$

Floor Cover weight:

$$\text{Self - weight of mortor} = 22 \times 0.025 = 0.55 \text{KN/m}^2$$

$$\text{Self - weight of tiles} = 24 \times 0.025 = 0.6 \text{KN/m}^2$$

$$\text{Self - weight of Plaster} = 22 \times 0.025 = 0.55 \text{KN/m}^2$$

$$\text{Total weights} = 1.7 \text{KN/m}^2$$

$$\text{Self - weight of Ribs} = 24 \times 0.12 \times 0.18 = 0.518 \text{KN/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Dead load Pre Ribs} &= 0.518 + 0.8 + 0.52(1.92 + 1.7) \\ &= 3.2 \text{KN/m} \end{aligned}$$

1-2 live load:

$$l.l = 1.92 \rightarrow \text{Say} = 2 \text{KN/m}^2$$

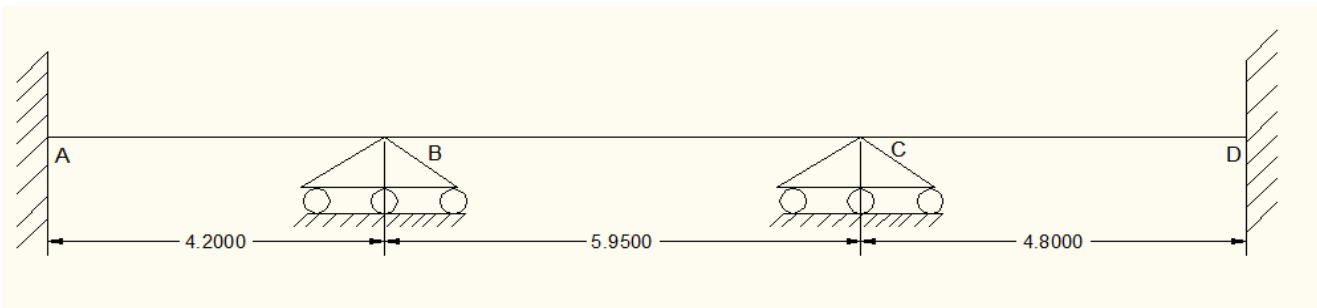
$$l.l \text{ per Ribs} = 2 \times 0.52 = 1.04 \text{KN/m}$$

$$\text{Design Dead load} = 1.2 \times 3.2 = 3.84 \text{KN/m}$$

$$\text{Design live load} = 1.6 \times 1.04 = 1.67 \text{KN/m}$$

$$\text{weight/ Ribs} = 5.51 \text{KN/m}$$

Load cases:



الشكل رقم (5-3): يوضح أبحر العصب الرئيسي.

Stiffness:

$$K_{AB} = \frac{EI}{L} = \frac{EI}{4.2} = K$$

$$K_{BC} = \frac{EI}{5.95} = 0.706K$$

$$K_{CD} = \frac{EI}{4.8} = 0.875K$$

Distribution Factors:

$$D_{AB} = 0$$

$$D_{BA} = \frac{K_{AB}}{K_{AB} + K_{BC}} = \frac{K}{K + 0.706K} = 0.586$$

$$K_{BC} = 1 - 0.586 = 0.414$$

$$D_{CB} = \frac{K_{BC}}{K_{BC} + K_{CD}} = \frac{0.706K}{0.706 + 0.875K} = 0.447$$

$$D_{CD} = 1 - 0.447 = 0.553$$

$$D_{DC} = 0$$

Check ACI requirement:

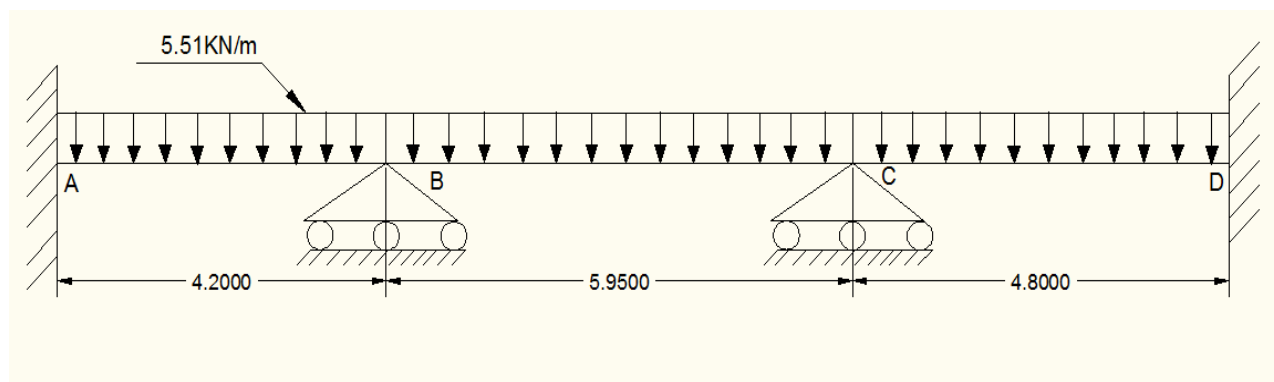
$$\frac{L.L}{D.L} = \frac{1.04}{3.2} = 0.33 < 3 \rightarrow ok$$

$$\frac{L_2 - L_1}{L_1} = \frac{5.95 - 4.2}{4.2} \times 100 = 41.67\% > 20\% \rightarrow not ok$$

Cannot use ACI coefficients

Analyze by moment Distribution method→

Case1:



الشكل رقم (6-3): يوضح حالة التحميل رقم (1) للعصب

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{5.51 \times 4.2^2}{12} = -8.1 \text{ kN.m}$$

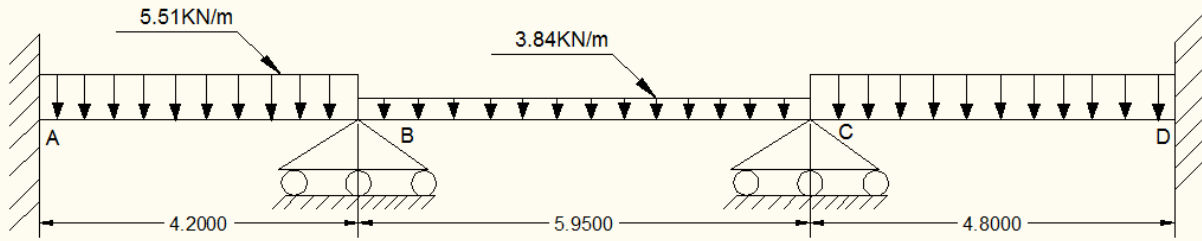
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{5.51 \times 5.95^2}{12} = -16.3 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{5.51 \times 4.8^2}{12} = -10.6 \text{ kN.m}$$

جدول رقم (1-3) يوضح توزيع العزوم للأعصاب لحالة التحميل رقم (1):

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0	0.586	0.414	0.447	0.553	0
F.E.M	-8.1	8.1	-16.3	16.3	-10.6	10.6
BA	0	4.8052	3.3948	-2.5479	-3.1521	0
CO	2.4026	0	-1.27395	1.6974	0	-1.57605
BA	0	0.746535	0.527415	-0.75874	-0.93866	0
CO	0.373267	0	-0.37937	0.263708	0	-0.46933
BA	0	0.22231	0.157059	-0.11788	-0.14583	0
CO	0.111155	0	-0.05894	0.078529	0	-0.07292
BA	0	0.034538	0.024401	-0.0351	-0.04343	0
CO	0.017269	0	-0.01755	0.0122	0	-0.02171
BA	0	0.010285	0.007266	-0.00545	-0.00675	0
CO	0.005143	0	-0.00273	0.003633	0	-0.00337
BA	0	0.001598	0.001129	-0.00162	-0.00201	0
CO	0.000799	0	-0.00081	0.000564	0	-0.001
BA	0	0.000476	0.000336	-0.00025	-0.00031	0
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
FM	-5.18977	13.92094	-13.9209	14.88909	-14.8891	8.455612
REACTION	9.492	13.65	16.229	16.555	14.561	11.884

Case2:



الشكل رقم (7-3): يوضح حالة التحميل رقم (2) للعصب

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{5.51 \times 4.2^2}{12} = -8.1 \text{ kN.m}$$

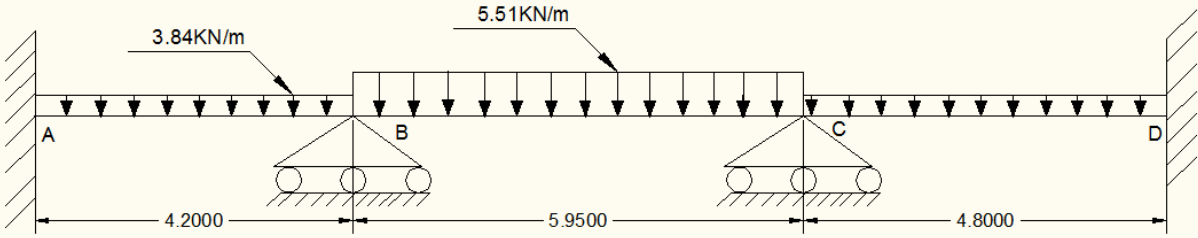
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{3.84 \times 5.95^2}{12} = -11.4 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{5.51 \times 4.8^2}{12} = -10.6 \text{ kN.m}$$

جدول رقم (2-3) يوضح توزيع العزوم للأعصاب لحالة التحميل رقم (2):

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0	0.586	0.414	0.447	0.553	0
F.E.M	-8.1	8.1	-11.4	11.4	-10.6	10.6
BA	0	1.9338	1.3662	-0.3576	-0.4424	0
CO	0.9669	0	-0.1788	0.6831	0	-0.2212
BA	0	0.104777	0.074023	-0.30535	-0.37775	0
CO	0.052388	0	-0.15267	0.037012	0	-0.18888
BA	0	0.089466	0.063207	-0.01654	-0.02047	0
CO	0.044733	0	-0.00827	0.031603	0	-0.01023
BA	0	0.004847	0.003425	-0.01413	-0.01748	0
CO	0.002424	0	-0.00706	0.001712	0	-0.00874
BA	0	0.004139	0.002924	-0.00077	-0.00095	0
CO	0.00207	0	-0.00038	0.001462	0	-0.00047
BA	0	0.000224	0.000158	-0.00065	-0.00081	0
CO	0.000112	0	-0.00033	7.92E-05	0	-0.0004
BA	0	0.000191	0.000135	-3.5E-05	-4.4E-05	0
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
FM	-7.03137	10.23745	-10.2374	11.4599	-11.4599	10.17007
REACTION	10.808	12.334	11.218	11.63	13.493	12.955

Case3:



الشكل رقم (3-8): يوضح حالة التحميل رقم (3) للعصب

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{3.84 \times 4.2^2}{12} = -5.65 \text{ kN.m}$$

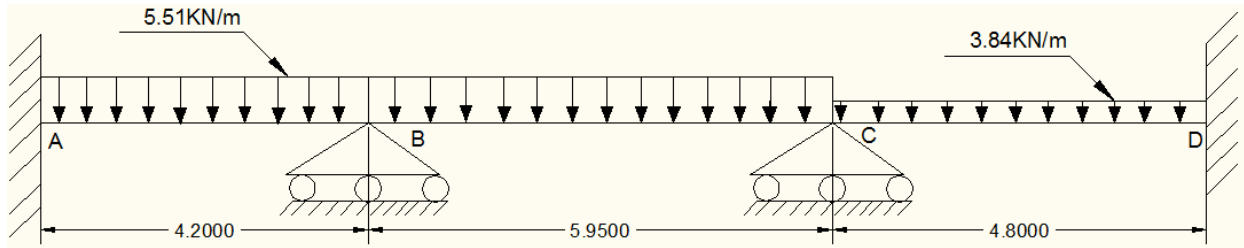
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{5.51 \times 5.95^2}{12} = -16.3 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{3.84 \times 4.8^2}{12} = -7.4 \text{ kN.m}$$

جدول رقم (3-3) يوضح توزيع العزوم للأعصاب لحالة التحميل رقم (3):

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0	0.586	0.414	0.447	0.553	0
F.E.M	-5.65	5.65	-16.3	16.3	-7.4	7.4
BA	0	6.2409	4.4091	-3.9783	-4.9217	0
CO	3.12045	0	-1.98915	2.20455	0	-2.46085
BA	0	1.165642	0.823508	-0.98543	-1.21912	0
CO	0.582821	0	-0.49272	0.411754	0	-0.60956
BA	0	0.288732	0.203985	-0.18405	-0.2277	0
CO	0.144366	0	-0.09203	0.101992	0	-0.11385
BA	0	0.053928	0.038099	-0.04559	-0.0564	0
CO	0.026964	0	-0.0228	0.01905	0	-0.0282
BA	0	0.013358	0.009437	-0.00852	-0.01053	0
CO	0.006679	0	-0.00426	0.004719	0	-0.00527
BA	0	0.002495	0.001763	-0.00211	-0.00261	0
CO	0.001247	0	-0.00105	0.000881	0	-0.0013
BA	0	0.000618	0.000437	-0.00039	-0.00049	0
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
FM	-1.76747	13.41567	-13.4157	13.83855	-13.8385	4.180969
REACTION	5.29	10.838	16.321	16.463	11.228	7.204

Case4:



الشكل رقم (3-9): يوضح حالة التحميل رقم (4) للعصب

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{5.51 \times 4.2^2}{12} = -8.1 \text{ kN.m}$$

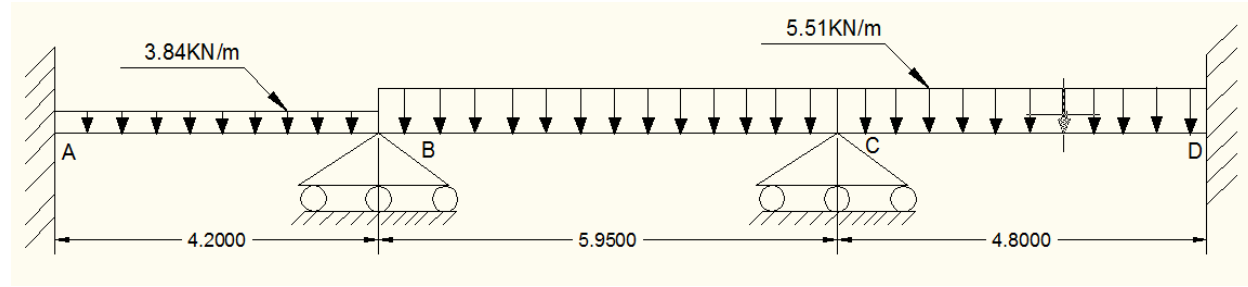
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{5.51 \times 5.95^2}{12} = -16.3 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{3.84 \times 4.8^2}{12} = -7.4 \text{ kN.m}$$

جدول رقم (3-4) يوضح توزيع العزوم للأعصاب لحالة التحميل رقم (4):

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0	0.586	0.414	0.447	0.553	0
F.E.M	-8.1	8.1	-16.3	16.3	-7.4	7.4
BA	0	4.8052	3.3948	-3.9783	-4.9217	0
CO	2.4026	0	-1.98915	1.6974	0	-2.46085
BA	0	1.165642	0.823508	-0.75874	-0.93866	0
CO	0.582821	0	-0.37937	0.411754	0	-0.46933
BA	0	0.22231	0.157059	-0.18405	-0.2277	0
CO	0.111155	0	-0.09203	0.078529	0	-0.11385
BA	0	0.053928	0.038099	-0.0351	-0.04343	0
CO	0.026964	0	-0.01755	0.01905	0	-0.02171
BA	0	0.010285	0.007266	-0.00852	-0.01053	0
CO	0.005143	0	-0.00426	0.003633	0	-0.00527
BA	0	0.002495	0.001763	-0.00162	-0.00201	0
CO	0.001247	0	-0.00081	0.000881	0	-0.001
BA	0	0.000476	0.000336	-0.00039	-0.00049	0
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
FM	-4.97007	14.36034	-14.3603	13.54452	-13.5445	4.327984
REACTION	9.335	13.807	16.529	16.255	11.138	7.294

Case5:



الشكل رقم (10-3): يوضح حالة التحميل رقم (4) للعصب

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{3.84 \times 4.2^2}{12} = -5.65 \text{ kN.m}$$

$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{5.51 \times 5.95^2}{12} = -16.3 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{5.51 \times 4.8^2}{12} = -10.6 \text{ kN.m}$$

جدول رقم (5-3) يوضح توزيع العزوم للأعصاب لحالة التحميل رقم (5):

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0	0.586	0.414	0.447	0.553	0
F.E.M	-5.65	5.65	-16.3	16.3	-10.6	10.6
BA	0	6.2409	4.4091	-2.5479	-3.1521	0
CO	3.12045	0	-1.27395	2.20455	0	-1.57605
BA	0	0.746535	0.527415	-0.98543	-1.21912	0
CO	0.373267	0	-0.49272	0.263708	0	-0.60956
BA	0	0.288732	0.203985	-0.11788	-0.14583	0
CO	0.144366	0	-0.05894	0.101992	0	-0.07292
BA	0	0.034538	0.024401	-0.04559	-0.0564	0
CO	0.017269	0	-0.0228	0.0122	0	-0.0282
BA	0	0.013358	0.009437	-0.00545	-0.00675	0
CO	0.006679	0	-0.00273	0.004719	0	-0.00337
BA	0	0.001598	0.001129	-0.00211	-0.00261	0
CO	0.000799	0	-0.00105	0.000564	0	-0.0013
BA	0	0.000618	0.000437	-0.00025	-0.00031	0
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
FM	-1.98717	12.97628	-12.9763	15.18312	-15.1831	8.308598
REACTION	5.448	10.68	16.021	16.763	14.656	11.792

Final Design Moments:

Mid span AB:

$$M_u = \frac{5.51 \times 5.95^2}{8} - 0.5(13.4157 + 13.8386) = 10.75 \text{ kN.m}$$

$$\text{Max negative } M_u = 15.831 \text{ kN.m}$$

$$V_u = 16.763 \text{ kN}$$

Hidden Beams analysis:

1-Hidden Beam1:

Loading:

Dead load:

$$\text{Own weight} = 24 \times 1.0 \times 0.26 = 6.24 \text{ kN/m}$$

$$\text{Wall} = 18 \times 0.2 \times 2.94 = 10.22 \text{ kN/m}$$

$$F.c = 1.7(1 - 0.2) = 1.36 \text{ kN/m}$$

$$W_{rib} = \frac{3.2}{0.52} \times \frac{4.2}{2} = 12.92 \text{ kN/m}$$

$$\text{Total D.L} = 30.74 \text{ kN/m}$$

Live Load:

$$L.L = 2 \times \frac{4.2}{2} = 4.2 \text{ kN/m}$$

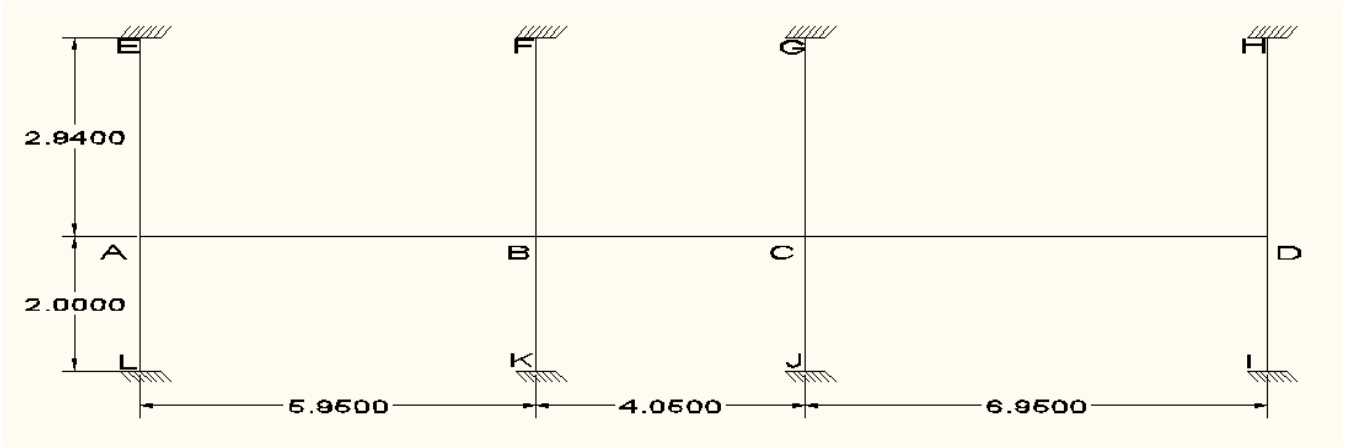
$$\text{Design D.L} = 36.888 \text{ kN/m}$$

$$\text{Design L.L} = 6.72 \text{ kN/m}$$

$$W_u = 36.888 + \frac{3}{4} \times 6.72 = 41.928 \text{ kN/m}$$

Stiffness:

$$K = \frac{EI}{L}$$



الشكل رقم (11-3): يوضح الهيكل المكافئ ل HB

$$I_{AL} = I_{AE} = \frac{0.8 \times 0.3^3}{12} = 1.8 \times 10^{-3} m^4$$

$$I_{BF} = I_{BK} = \frac{0.8 \times 0.25^3}{12} = 1.042 m^4$$

$$I_{CG} = I_{CJ} = \frac{0.8 \times 0.25^3}{12} = 1.042 m^4$$

$$I_{DH} = I_{DI} = \frac{0.8 \times 0.3^3}{12} = 1.8 \times 10^{-3} m^4$$

$$I_{slab} = \frac{2.1 \times 0.26^3}{12} = 3.076 \times 10^{-3} m^4$$

$$K_{AB} = \frac{3.076 \times 10^{-3}}{5.95} E = 0.517 E$$

$$K_{BC} = \frac{3.076 \times 10^{-3}}{4.05} E = 0.76 E$$

$$K_{CD} = \frac{3.076 \times 10^{-3}}{6.95} E = 0.443 E$$

$$K_{AE} = \frac{1.8 \times 10^{-3}}{2.94} = 0.612 \times 10^{-3} E$$

$$K_{AL} = \frac{1.8 \times 10^{-3}}{2} = 0.9 \times 10^{-3} E$$

$$K_{BF} = \frac{1.042 \times 10^{-3}}{2.94} = 0.354 \times 10^{-3} E$$

$$K_{BK} = \frac{1.042 \times 10^{-3}}{2} = 0.521 \times 10^{-3} E$$

$$K_{CG} = \frac{1.042 \times 10^{-3}}{2.94} E = 0.354 \times 10^{-3} E$$

$$K_{CJ} = \frac{1.042 \times 10^{-3}}{2} E = 0.521 \times 10^{-3} E$$

$$K_{DH} = \frac{1.8 \times 10^{-3}}{2.94} E = 0.612 \times 10^{-3} E$$

$$K_{DI} = \frac{1.8 \times 10^{-3}}{2} E = 0.9 \times 10^{-3} E$$

Distribution factors:

$$D_{AB} = \frac{K_{AB}}{K_{AB} + K_{AE} + K_{AL}} = \frac{0.517}{0.517 + 0.612 + 0.9} = 0.255$$

$$D_{BA} = \frac{K_{AB}}{K_{AB} + K_{BC} + K_{BF} + K_{BK}} = \frac{0.517}{0.517 + 0.354 + 0.521 + 0.76} = 0.222$$

$$D_{BC} = \frac{K_{BC}}{K_{BC} + K_{AB} + K_{BF} + K_{BK}} = \frac{0.76}{0.76 + 0.517 + 0.521 + 0.354} = 0.326$$

$$D_{CB} = \frac{K_{BC}}{K_{BC} + K_{CD} + K_{CG} + K_{CJ}} = \frac{0.76}{0.76 + 0.443 + 0.521 + 0.354} = 0.366$$

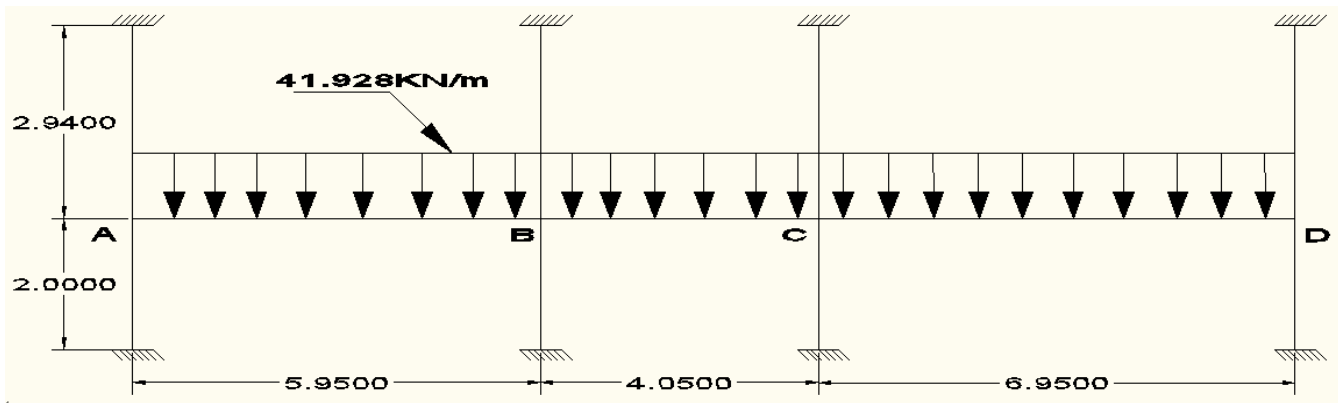
$$D_{CD} = \frac{K_{CD}}{K_{CD} + K_{CB} + K_{CG} + K_{CJ}} = \frac{0.76}{0.76 + 0.443 + 0.521 + 0.354} = 0.213$$

$$D_{DC} = \frac{K_{CD}}{K_{CD} + K_{DI} + K_{DH}} = \frac{0.443}{0.443 + 0.612 + 0.9} = 0.227$$

Load cases:

$$W_u = 36.888 + \frac{3}{4} \times 6.72 = 41.928 \text{ kN/m}$$

Case1:



الشكل رقم (12-3): يوضح حالة التحميل رقم (1) ل (HB1)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{41.928 \times 5.95^2}{12} = -123.696 \text{ kN.m}$$

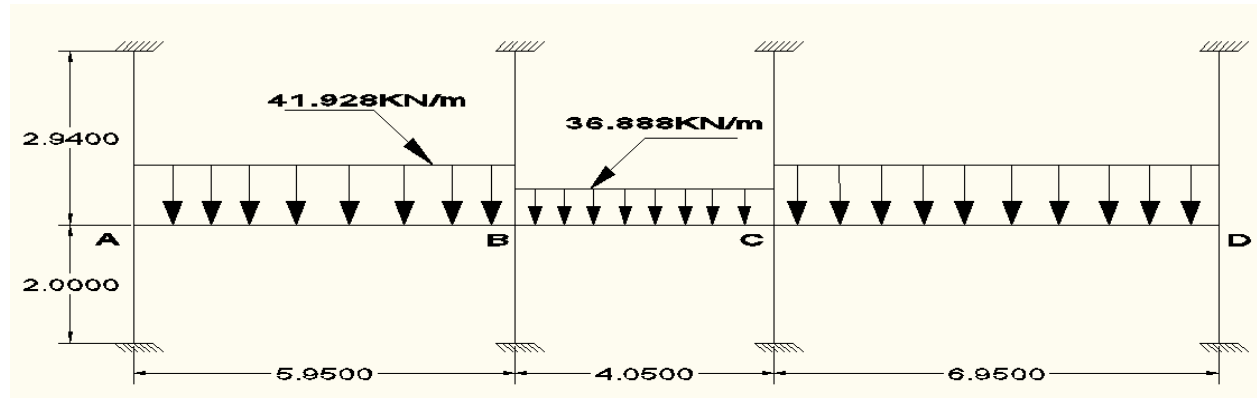
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{41.928 \times 4.05^2}{12} = -57.31 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{41.928 \times 6.95^2}{12} = -168.769 \text{ kN.m}$$

جدول رقم (6-3) يوضح توزيع العزوم ل(HB1) لحالة التحميل رقم(1):

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.255	0.222	0.326	0.366	0.213	0.227
F.E.M	-123.696	123.696	-57.31	57.31	-168.769	168.769
BA	31.54248	-14.7377	-21.6418	40.79399	23.74077	-38.3106
CO	-7.36885	15.77124	20.397	-10.8209	-19.1553	11.87038
BA	1.879056	-8.02935	-11.7908	10.97129	6.38493	-2.69458
CO	-4.01467	0.939528	5.485645	-5.89542	-1.34729	3.192465
BA	1.023742	-1.42639	-2.09461	2.650832	1.542697	-0.72469
CO	-0.71319	0.511871	1.325416	-1.0473	-0.36234	0.771349
BA	0.181865	-0.40788	-0.59896	0.515931	0.300255	-0.1751
CO	-0.20394	0.090932	0.257966	-0.29948	-0.08755	0.150128
BA	0.052004	-0.07746	-0.11374	0.141651	0.082437	-0.03408
CO	-0.03873	0.026002	0.070826	-0.05687	-0.01704	0.041218
BA	0.009876	-0.0215	-0.03157	0.027051	0.015743	-0.00936
CO	-0.01075	0.004938	0.013525	-0.01578	-0.00468	0.007871
BA	0.002741	-0.0041	-0.00602	0.007489	0.004358	-0.00179
CO	-0.00205	0.00137	0.003744	-0.00301	-0.00089	0.002179
BA	0.000523	-0.00114	-0.00167	0.001428	0.000831	-0.00049
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-101.356	116.3364	-66.0351	94.28088	-157.672	142.854
REACTION	122.218	127.253	77.93	91.879	147.832	143.568

Case2:



الشكل رقم (3-13): يوضح حالة التحميل رقم (2) ل (HB1)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{41.928 \times 5.95^2}{12} = -123.696 \text{ kN.m}$$

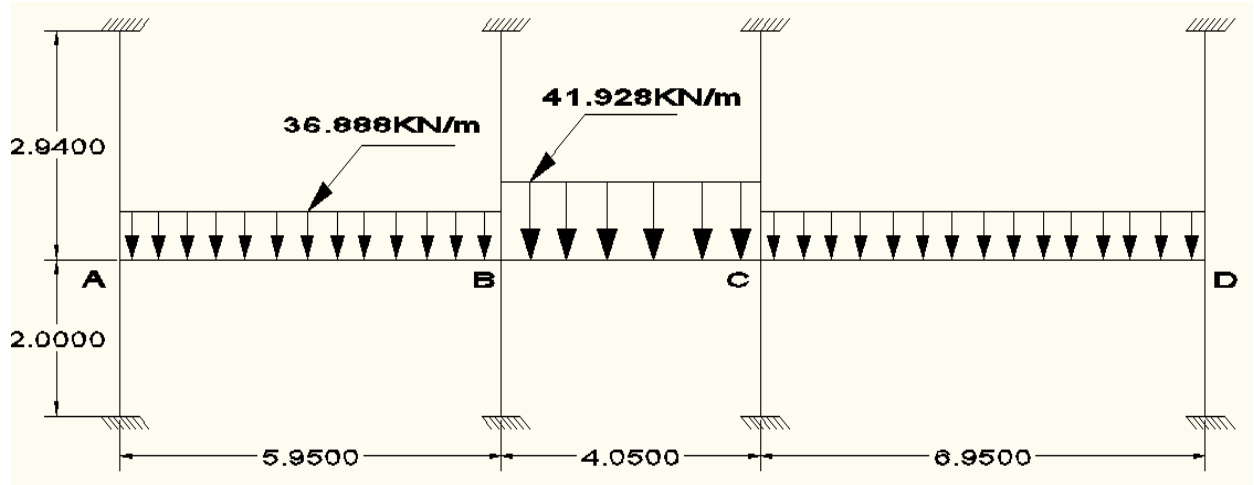
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{36.888 \times 4.05^2}{12} = -50.421 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{41.928 \times 6.95^2}{12} = -168.769 \text{ kN.m}$$

جدول رقم (3-7) يوضح توزيع العزوم ل (HB1) لحالة التحميل رقم (2):

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.255	0.222	0.326	0.366	0.213	0.227
F.E.M	-123.696	123.696	-50.421	50.421	-168.769	168.769
BA	31.54248	-16.2671	-23.8877	43.31537	25.20812	-38.3106
CO	-8.13353	15.77124	21.65768	-11.9438	-19.1553	12.60406
BA	2.074049	-8.30922	-12.2018	11.38227	6.62411	-2.86112
CO	-4.15461	1.037024	5.691136	-6.10091	-1.43056	3.312055
BA	1.059426	-1.49365	-2.19338	2.75652	1.604204	-0.75184
CO	-0.74683	0.529713	1.37826	-1.09669	-0.37592	0.802102
BA	0.190441	-0.42357	-0.622	0.538975	0.313666	-0.18208
CO	-0.21178	0.09522	0.269487	-0.311	-0.09104	0.156833
BA	0.054005	-0.08097	-0.11889	0.147146	0.085634	-0.0356
CO	-0.04048	0.027003	0.073573	-0.05945	-0.0178	0.042817
BA	0.010323	-0.02233	-0.03279	0.028273	0.016454	-0.00972
CO	-0.01116	0.005162	0.014136	-0.01639	-0.00486	0.008227
BA	0.002847	-0.00428	-0.00629	0.007779	0.004527	-0.00187
CO	-0.00214	0.001423	0.003889	-0.00315	-0.00093	0.002264
BA	0.000546	-0.00118	-0.00173	0.001493	0.000869	-0.00051
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-102.062	114.5605	-60.3974	89.06741	-155.988	143.5441
REACTION	122.635	126.836	67.619	81.777	147.499	143.909

Case3:



الشكل رقم (3-14): يوضح حالة التحميل رقم (3) ل (HB1)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{36.888 \times 5.95^2}{12} = -108.827 \text{ kN.m}$$

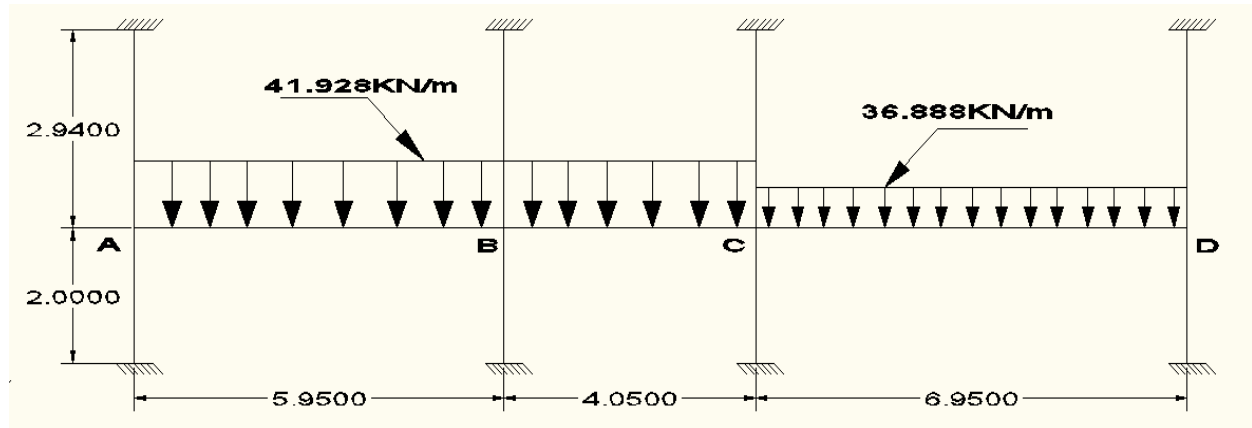
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{41.928 \times 4.05^2}{12} = -57.31 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{36.888 \times 6.95^2}{12} = -148.482 \text{ kN.m}$$

جدول رقم (8-3) يوضح توزيع العزوم ل(HB1) لحالة التحميل رقم(3):

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.255	0.222	0.326	0.366	0.213	0.227
F.E.M	-108.827	108.827	-57.31	57.31	-148.482	148.482
BA	27.75089	-11.4368	-16.7945	33.36895	19.41964	-33.7054
CO	-5.71839	13.87544	16.68448	-8.39727	-16.8527	9.709818
BA	1.458189	-6.7843	-9.96253	9.241492	5.378245	-2.20413
CO	-3.39215	0.729094	4.620746	-4.98127	-1.10206	2.689123
BA	0.864998	-1.18766	-1.74405	2.226499	1.29575	-0.61043
CO	-0.59383	0.432499	1.11325	-0.87202	-0.30522	0.647875
BA	0.151427	-0.34316	-0.50391	0.43087	0.250752	-0.14707
CO	-0.17158	0.075714	0.215435	-0.25196	-0.07353	0.125376
BA	0.043752	-0.06463	-0.09491	0.11913	0.06933	-0.02846
CO	-0.03232	0.021876	0.059565	-0.04746	-0.01423	0.034665
BA	0.008241	-0.01808	-0.02655	0.022578	0.013139	-0.00787
CO	-0.00904	0.00412	0.011289	-0.01327	-0.00393	0.00657
BA	0.002305	-0.00342	-0.00502	0.006299	0.003666	-0.00149
CO	-0.00171	0.001153	0.003149	-0.00251	-0.00075	0.001833
BA	0.000436	-0.00096	-0.0014	0.001192	0.000694	-0.00042
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-88.4658	104.1279	-63.735	88.16125	-140.403	124.992
REACTION	107.11	112.374	78.873	90.935	130.403	125.968

Case4:



الشكل رقم(3-15): يوضح حالة التحميل رقم (4) ل(HB1)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{41.928 \times 5.95^2}{12} = -123.696 \text{ kN.m}$$

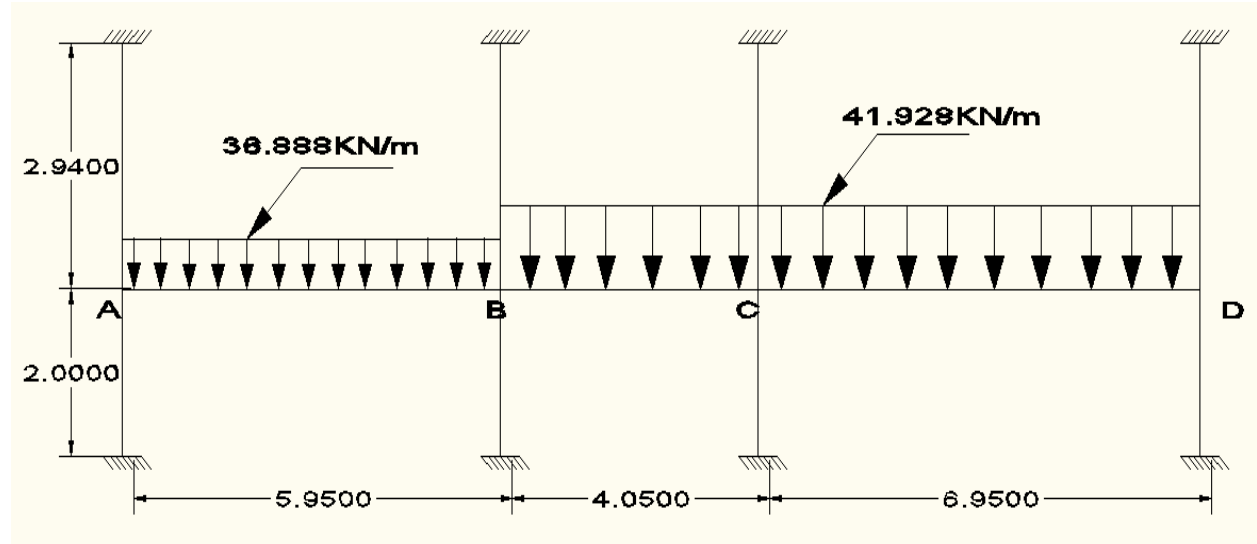
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{41.928 \times 4.05^2}{12} = -57.31 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{36.888 \times 6.95^2}{12} = -148.482 \text{ kN.m}$$

جدول رقم (9-3) يوضح توزيع العزوم ل(HB1) لحالة التحميل رقم (4):

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.255	0.222	0.326	0.366	0.213	0.227
F.E.M	-123.696	123.696	-57.31	57.31	-148.482	148.482
BA	31.54248	-14.7377	-21.6418	33.36895	19.41964	-33.7054
CO	-7.36885	15.77124	16.68448	-10.8209	-16.8527	9.709818
BA	1.879056	-7.20517	-10.5806	10.12855	5.894482	-2.20413
CO	-3.60258	0.939528	5.064273	-5.29028	-1.10206	2.947241
BA	0.918659	-1.33284	-1.95724	2.339599	1.36157	-0.66902
CO	-0.66642	0.45933	1.169799	-0.97862	-0.33451	0.680785
BA	0.169938	-0.36167	-0.5311	0.480606	0.279697	-0.15454
CO	-0.18083	0.084969	0.240303	-0.26555	-0.07727	0.139849
BA	0.046112	-0.07221	-0.10604	0.125471	0.07302	-0.03175
CO	-0.03611	0.023056	0.062736	-0.05302	-0.01587	0.03651
BA	0.009207	-0.01905	-0.02797	0.025215	0.014674	-0.00829
CO	-0.00952	0.004603	0.012607	-0.01398	-0.00414	0.007337
BA	0.002428	-0.00382	-0.00561	0.006635	0.003861	-0.00167
CO	-0.00191	0.001214	0.003317	-0.00281	-0.00083	0.001931
BA	0.000487	-0.00101	-0.00148	0.001332	0.000775	-0.00044
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-100.994	117.2465	-68.9243	86.36118	-139.822	125.2302
REACTION	122.004	127.467	80.599	89.21	130.285	126.086

Case5:



الشكل رقم (3-16): يوضح حالة التحميل رقم (5) ل (HB1)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{36.888 \times 5.95^2}{12} = -108.827 \text{ kN.m}$$

$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{41.928 \times 4.05^2}{12} = -57.31 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{41.928 \times 6.95^2}{12} = -168.769 \text{ kN.m}$$

جدول رقم (10-3) يوضح توزيع العزوم ل(HB1) لحالة التحميل رقم(5):

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.255	0.222	0.326	0.366	0.213	0.227
F.E.M	-108.827	108.827	-57.31	57.31	-168.769	168.769
BA	27.75089	-11.4368	-16.7945	40.79399	23.74077	-38.3106
CO	-5.71839	13.87544	20.397	-8.39727	-19.1553	11.87038
BA	1.458189	-7.60848	-11.1728	10.08423	5.868694	-2.69458
CO	-3.80424	0.729094	5.042117	-5.58641	-1.34729	2.934347
BA	0.970081	-1.28121	-1.88141	2.537733	1.476877	-0.6661
CO	-0.6406	0.485041	1.268866	-0.94071	-0.33305	0.738439
BA	0.163354	-0.38937	-0.57177	0.466195	0.27131	-0.16763
CO	-0.19468	0.081677	0.233097	-0.28589	-0.08381	0.135655
BA	0.049644	-0.06988	-0.10262	0.13531	0.078746	-0.03079
CO	-0.03494	0.024822	0.067655	-0.05131	-0.0154	0.039373
BA	0.00891	-0.02053	-0.03015	0.024414	0.014208	-0.00894
CO	-0.01026	0.004455	0.012207	-0.01507	-0.00447	0.007104
BA	0.002618	-0.0037	-0.00543	0.007153	0.004163	-0.00161
CO	-0.00185	0.001309	0.003576	-0.00272	-0.00081	0.002081
BA	0.000472	-0.00108	-0.00159	0.001289	0.00075	-0.00047
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-88.8278	103.2178	-60.8458	96.08095	-158.254	142.6157
REACTION	107.324	112.16	76.204	93.604	147.95	143.45

Final Design Moments:

Mid span AB:

$$M_u = \frac{41.928 \times 5.95^2}{8} - 0.5(102.062 + 114.561) = 77.233 \text{ kN.m}$$

Mid span BC:

$$M_u = \frac{41.928 \times 4.05^2}{8} - 0.5(63.735 + 88.161) = 10.018 \text{ kN.m}$$

Mid span CD:

$$M_u = \frac{41.928 \times 6.95^2}{8} - 0.5(155.988 + 143.544) = 103.387 kN.m$$

Face of support A:

$$M_u = -102.062 - \frac{41.928 \times 0.4^2}{2} + 122.635 \times 0.4 = -56.362 kN.m$$

Face of support B:

$$M_u = -117.246 - \frac{41.928 \times 0.4^2}{2} + 127.467 \times 0.4 = -69.614 kN.m$$

Face of support C:

$$M_u = -158.254 - \frac{41.928 \times 0.4^2}{2} + 147.95 \times 0.4 = -102.428 kN.m$$

Face of support D:

$$M_u = -143.544 - \frac{41.928 \times 0.4^2}{2} + 143.909 \times 0.4 = -89.335 kN.m$$

2-Hidden Beam2:

Loading:

Dead load:

$$\text{Own weight} = 24 \times 1.0 \times 0.26 = 6.24 kN/m$$

$$\text{Wall} = 18 \times 0.2 \times 2.94 = 10.22 kN/m$$

$$F.c = 1.7(1 - 0.2) = 1.36 kN/m$$

$$W_{rib} = \frac{3.2}{0.52} \times \frac{4.2 + 5.95}{2} = 31.23 kN/m$$

$$\text{Total D.L} = 49.051 \text{ kN/m}$$

Live Load:

$$L.L = 2 \times \frac{4.2 + 5.95}{2} = 10.16 \text{ kN/m}$$

$$\text{Design D.L} = 58.861 \text{ kN/m}$$

$$\text{Design L.L} = 16.256 \text{ kN/m}$$

Stiffness:

$$K = \frac{EI}{L}$$

$$I_{AL} = I_{AE} = \frac{0.8 \times 0.3^3}{12} = 1.8 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$I_{BF} = I_{BK} = \frac{0.9 \times 0.25^3}{12} = 2.055 \text{ m}^4$$

$$I_{CG} = I_{CJ} = \frac{0.8 \times 0.25^3}{12} = 1.8 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$I_{DH} = I_{DI} = \frac{0.8 \times 0.25^3}{12} = 1.8 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$I_{slab} = \frac{(4.2 + 5.95) \times 0.26^3}{2 \times 12} = 7.433 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$K_{AB} = \frac{7.433 \times 10^{-3}}{5.95} = 1.249 \times 10^{-3} E$$

$$K_{BC} = \frac{7.433 \times 10^{-3}}{4.05} = 1.835 \times 10^{-3} E$$

$$K_{CD} = \frac{7.433 \times 10^{-3}}{6.95} E = 1.069 \times 10^{-3} E$$

$$K_{AE} = \frac{1.8 \times 10^{-3}}{2.94} = 0.612 \times 10^{-3} E$$

$$K_{AL} = \frac{1.042 \times 10^{-3}}{2} = 0.9 \times 10^{-3} E$$

$$K_{BF} = \frac{2.025 \times 10^{-3}}{2.94} = 0.687 \times 10^{-3} E$$

$$K_{BK} = \frac{2.025 \times 10^{-3}}{2} = 1.013 \times 10^{-3} E$$

$$K_{CG} = \frac{2.025 \times 10^{-3}}{2.94} E = 0.687 \times 10^{-3} E$$

$$K_{CJ} = \frac{2.025 \times 10^{-3}}{2} = 1.013 \times 10^{-3} E$$

$$K_{DH} = \frac{1.8 \times 10^{-3}}{2.94} E = 0.612 \times 10^{-3} E$$

$$K_{DI} = \frac{1.8 \times 10^{-3}}{2} E = 0.9 \times 10^{-3} E$$

Distribution factors:

$$D_{AB} = \frac{K_{AB}}{K_{AB} + K_{AE} + K_{AL}} = \frac{1.249 \times 10^{-3}}{(1.249 + 0.612 + 0.9) \times 10^{-3}} = 0.452$$

$$D_{BA} = \frac{K_{AB}}{K_{AB} + K_{BC} + K_{BF} + K_{BK}} = \frac{1.249}{1.249 + 1.835 + 0.687 + 1.013} = 0.261$$

$$D_{BC} = \frac{K_{BC}}{K_{BC} + K_{AB} + K_{BF} + K_{BK}} = \frac{1.835}{1.835 + 1.249 + 0.687 + 1.013} = 0.384$$

$$D_{CB} = \frac{K_{BC}}{K_{BC} + K_{CD} + K_{CG} + K_{CJ}} = \frac{0.76}{1.835 + 1.069 + 0.687 + 1.013} = 0.399$$

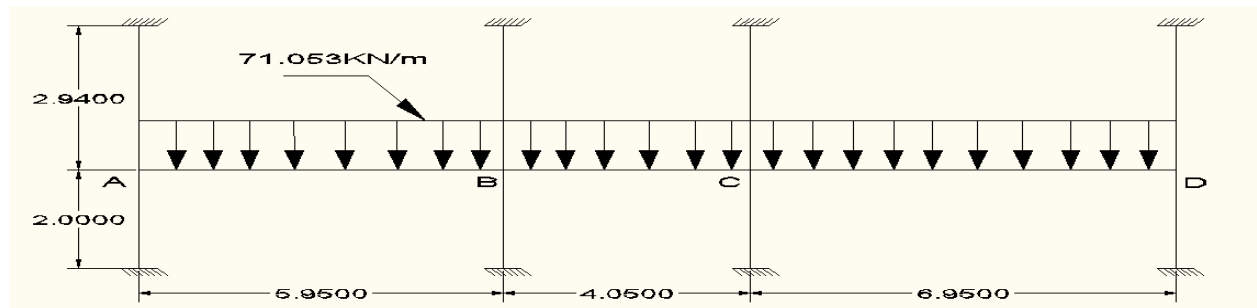
$$D_{CD} = \frac{K_{CD}}{K_{CD} + K_{CB} + K_{CG} + K_{CJ}} = \frac{1.069}{1.835 + 1.069 + 0.687 + 1.013} = 0.232$$

$$D_{DC} = \frac{K_{CD}}{K_{CD} + K_{DI} + K_{DH}} = \frac{1.069}{1.069 + 0.612 + 0.9} = 0.414$$

Load cases:

$$W_u = 58.861 + \frac{3}{4} \times 16.256 = 71.053 \text{ kN/m}$$

Case1:



الشكل رقم (3-17): يوضح حالة التحميل رقم (1) ل (HB2)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{71.053 \times 5.95^2}{12} = -209.621 \text{ kN.m}$$

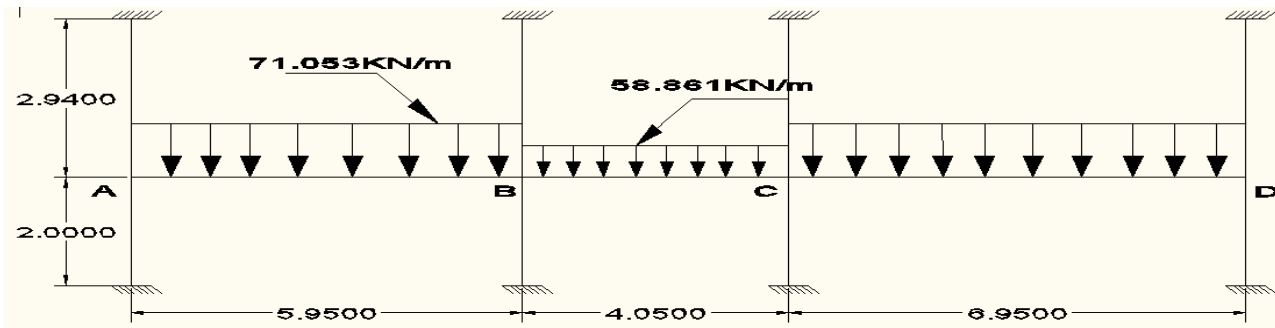
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{71.053 \times 4.05^2}{12} = -97.121 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{71.053 \times 6.95^2}{12} = -286.003 \text{ kN.m}$$

جدول رقم (11-3) يوضح توزيع العزوم ل (HB2) لحالة التحميل رقم (1):

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.452	0.261	0.384	0.399	0.232	0.414
F.E.M	-209.621	209.621	-97.121	97.121	-286.003	286.003
BA	94.74869	-29.3625	-43.2	75.36392	43.82062	-118.405
CO	-14.6813	47.37435	37.68196	-21.6	-59.2026	21.91031
BA	6.635925	-22.1997	-32.6616	32.24025	18.74621	-9.07087
CO	-11.0998	3.317963	16.12012	-16.3308	-4.53543	9.373104
BA	5.017131	-5.07334	-7.46422	8.325632	4.840969	-3.88047
CO	-2.53667	2.508566	4.162816	-3.73211	-1.94023	2.420484
BA	1.146575	-1.74123	-2.56181	2.263266	1.315984	-1.00208
CO	-0.87062	0.573287	1.131633	-1.28091	-0.50104	0.657992
BA	0.393518	-0.44498	-0.65469	0.710996	0.413411	-0.27241
CO	-0.22249	0.196759	0.355498	-0.32734	-0.1362	0.206706
BA	0.100566	-0.14414	-0.21207	0.184956	0.107543	-0.08558
CO	-0.07207	0.050283	0.092478	-0.10603	-0.04279	0.053772
BA	0.032575	-0.03726	-0.05482	0.05938	0.034527	-0.02226
CO	-0.01863	0.016288	0.02969	-0.02741	-0.01113	0.017263
BA	0.008421	-0.012	-0.01766	0.015378	0.008941	-0.00715
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-131.039	204.6433	-124.374	172.8802	-283.084	187.8966
REACTION	199.012	223.753	131.906	155.859	260.605	233.209

Case2:



الشكل رقم (18-3): يوضح حالة التحميل رقم (2) ل (HB2)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{71.053 \times 5.95^2}{12} = -209.621 \text{ kN.m}$$

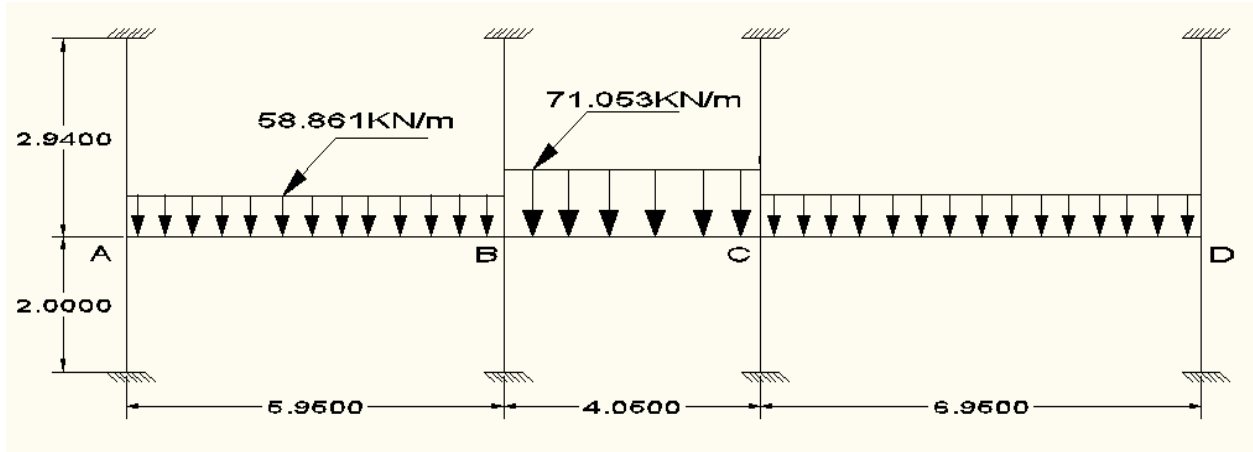
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{58.861 \times 4.05^2}{12} = -80.456 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{71.053 \times 6.95^2}{12} = -286.003 \text{ kN.m}$$

جدول رقم (12-3) يوضح توزيع العزوم لـ (HB2) لحالة التحميل رقم (2):

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.452	0.261	0.384	0.399	0.232	0.414
F.E.M	-209.621	209.621	-80.456	80.456	-286.003	286.003
BA	94.74869	-33.7121	-49.5994	82.01325	47.6869	-118.405
CO	-16.856	47.37435	41.00663	-24.7997	-59.2026	23.84345
BA	7.618927	-23.0674	-33.9383	33.51692	19.48853	-9.87119
CO	-11.5337	3.809463	16.75846	-16.9691	-4.93559	9.744267
BA	5.21324	-5.36823	-7.89808	8.739992	5.0819	-4.03413
CO	-2.68411	2.60662	4.369996	-3.94904	-2.01706	2.54095
BA	1.213219	-1.8209	-2.67902	2.380476	1.384136	-1.05195
CO	-0.91045	0.60661	1.190238	-1.33951	-0.52598	0.692068
BA	0.411523	-0.46898	-0.68999	0.744329	0.432793	-0.28652
CO	-0.23449	0.205761	0.372165	-0.34499	-0.14326	0.216396
BA	0.105989	-0.15084	-0.22192	0.194813	0.113275	-0.08959
CO	-0.07542	0.052994	0.097406	-0.11096	-0.04479	0.056637
BA	0.03409	-0.03925	-0.05775	0.062147	0.036135	-0.02345
CO	-0.01963	0.017045	0.031073	-0.02888	-0.01172	0.018068
BA	0.008872	-0.01256	-0.01848	0.0162	0.009419	-0.00748
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-132.58	199.6536	-111.733	160.5819	-278.651	189.3453
REACTION	200.11	222.655	107.132	131.255	259.759	234.059

Case3:



الشكل رقم (3-19): يوضح حالة التحميل رقم (3) ل (HB2)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{58.861 \times 5.95^2}{12} = -173.652 \text{ kN.m}$$

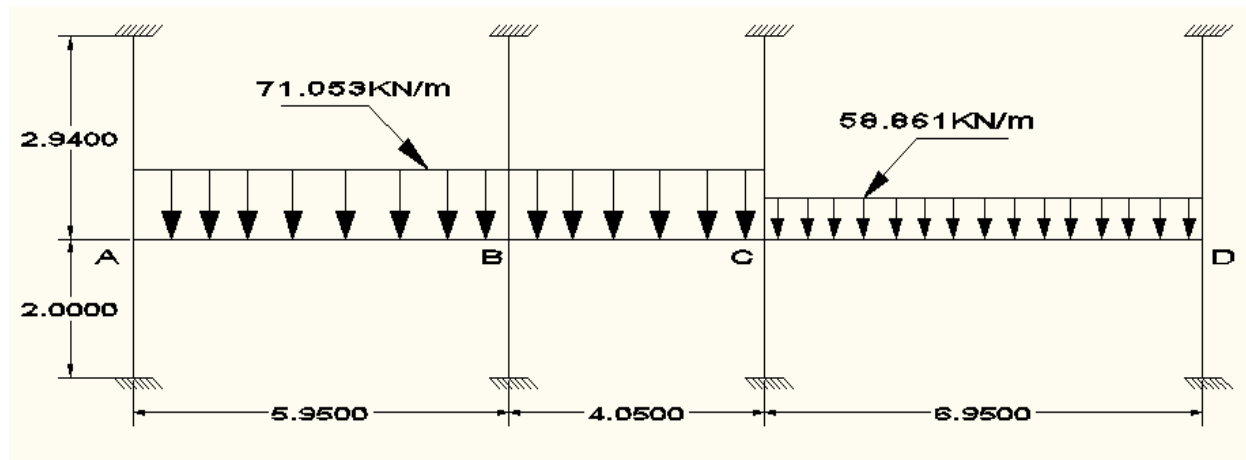
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{71.053 \times 4.05^2}{12} = -97.121 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{58.861 \times 6.95^2}{12} = -236.928 \text{ kN.m}$$

جدول رقم (13-3) يوضح توزيع العزوم ل (HB2) لحالة التحميل رقم (3):

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.452	0.261	0.384	0.399	0.232	0.414
F.E.M	-173.652	173.652	-97.121	97.121	-236.928	236.928
BA	78.4907	-19.9746	-29.3879	55.78299	32.43522	-98.0882
CO	-9.9873	39.24535	27.8915	-14.694	-49.0441	16.21761
BA	4.514258	-17.5227	-25.7805	25.43148	14.78723	-6.71409
CO	-8.76136	2.257129	12.71574	-12.8903	-3.35705	7.393614
BA	3.960134	-3.90792	-5.74958	6.482681	3.769378	-3.06096
CO	-1.95396	1.980067	3.24134	-2.87479	-1.53048	1.884689
BA	0.88319	-1.36279	-2.00502	1.757702	1.022022	-0.78026
CO	-0.68139	0.441595	0.878851	-1.00251	-0.39013	0.511011
BA	0.30799	-0.34464	-0.50705	0.555664	0.323093	-0.21156
CO	-0.17232	0.153995	0.277832	-0.25353	-0.10578	0.161546
BA	0.077888	-0.11271	-0.16582	0.143363	0.083359	-0.06688
CO	-0.05635	0.038944	0.071681	-0.08291	-0.03344	0.041679
BA	0.025472	-0.02887	-0.04248	0.046424	0.026993	-0.01726
CO	-0.01444	0.012736	0.023212	-0.02124	-0.00863	0.013497
BA	0.006525	-0.00938	-0.0138	0.011917	0.006929	-0.00559
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-107.013	174.5182	-115.673	155.514	-238.943	154.2069
REACTION	163.766	186.457	134.045	153.72	216.734	192.35

Case4:



الشكل رقم (20-3): يوضح حالة التحميل رقم (4) ل (HB2)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{71.053 \times 5.95^2}{12} = -209.621 \text{ kN.m}$$

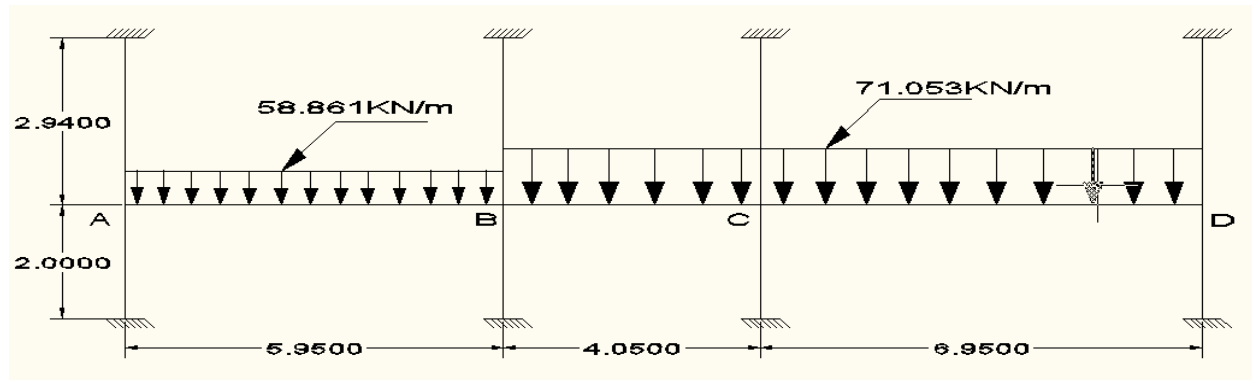
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{71.053 \times 4.05^2}{12} = -97.121 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{58.861 \times 6.95^2}{12} = -236.928 \text{ kN.m}$$

جدول رقم (14-3) يوضح توزيع العزوم ل (HB2) لحالة التحميل رقم (4):

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.452	0.261	0.384	0.399	0.232	0.414
F.E.M	-209.621	209.621	-97.121	97.121	-236.928	236.928
BA	94.74869	-29.3625	-43.2	55.78299	32.43522	-98.0882
CO	-14.6813	47.37435	27.8915	-21.6	-49.0441	16.21761
BA	6.635925	-19.6444	-28.9021	28.18699	16.38943	-6.71409
CO	-9.82219	3.317963	14.0935	-14.451	-3.35705	8.194715
BA	4.439631	-4.54439	-6.686	7.105427	4.131476	-3.39261
CO	-2.2722	2.219815	3.552713	-3.343	-1.69631	2.065738
BA	1.027032	-1.50663	-2.21665	2.010683	1.169119	-0.85522
CO	-0.75332	0.513516	1.005342	-1.10833	-0.42761	0.58456
BA	0.340498	-0.39642	-0.58324	0.612837	0.356337	-0.24201
CO	-0.19821	0.170249	0.306419	-0.29162	-0.121	0.178168
BA	0.089591	-0.12441	-0.18304	0.164637	0.095729	-0.07376
CO	-0.06221	0.044796	0.082319	-0.09152	-0.03688	0.047864
BA	0.028117	-0.03318	-0.04881	0.051232	0.029789	-0.01982
CO	-0.01659	0.014058	0.025616	-0.02441	-0.00991	0.014895
BA	0.007498	-0.01036	-0.01523	0.013691	0.007961	-0.00617
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-130.11	207.6535	-131.999	150.1396	-237.006	154.8397
REACTION	198.35	224.415	139.403	148.362	216.364	192.72

Case5:



الشكل رقم (21-3): يوضح حالة التحميل رقم (5) ل (HB2)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{58.861 \times 5.95^2}{12} = -173.652 \text{ kN.m}$$

$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{71.053 \times 4.05^2}{12} = -97.121 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{71.053 \times 6.95^2}{12} = -286.003 \text{ kN.m}$$

جدول رقم (15-3) يوضح توزيع العزوم لـ (HB2) لحالة التحميل رقم (5):

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.452	0.261	0.384	0.399	0.232	0.414
F.E.M	-173.652	173.652	-97.121	97.121	-286.003	286.003
BA	78.4907	-19.9746	-29.3879	75.36392	43.82062	-118.405
CO	-9.9873	39.24535	37.68196	-14.694	-59.2026	21.91031
BA	4.514258	-20.078	-29.5401	29.48473	17.144	-9.07087
CO	-10.039	2.257129	14.74237	-14.77	-4.53543	8.572002
BA	4.537634	-4.43687	-6.52781	7.702886	4.478871	-3.54881
CO	-2.21843	2.268817	3.851443	-3.2639	-1.7744	2.239435
BA	1.002732	-1.59739	-2.35018	2.010285	1.168887	-0.92713
CO	-0.79869	0.501366	1.005142	-1.17509	-0.46356	0.584444
BA	0.36101	-0.3932	-0.5785	0.653823	0.380168	-0.24196
CO	-0.1966	0.180505	0.326911	-0.28925	-0.12098	0.190084
BA	0.088863	-0.13244	-0.19485	0.163682	0.095173	-0.07869
CO	-0.06622	0.044431	0.081841	-0.09742	-0.03935	0.047587
BA	0.02993	-0.03296	-0.04849	0.054572	0.031731	-0.0197
CO	-0.01648	0.014965	0.027286	-0.02424	-0.00985	0.015865
BA	0.007448	-0.01103	-0.01622	0.013604	0.00791	-0.00657
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-107.942	171.5081	-108.048	178.2546	-285.022	187.2638
REACTION	164.428	158.795	126.548	161.217	260.975	232.843

Final Design Moments:

Mid span AB:

$$M_u = \frac{71.053 \times 5.95^2}{8} - 0.5(132.58 + 199.654) = 148.315 kN.m$$

Mid span BC:

$$M_u = \frac{71.053 \times 4.05^2}{8} - 0.5(115.673 + 155.514) = 10.087 kN.m$$

Mid span CD:

$$M_u = \frac{71.053 \times 6.95^2}{8} - 0.5(278.651 + 189.345) = 195.007 kN.m$$

Face of support A:

$$M_u = -132.584 - \frac{71.053 \times 0.4^2}{2} + 222.656 \times 0.4 = -58.22 kN.m$$

Face of support B:

$$M_u = -207.653 - \frac{71.053 \times 0.4^2}{2} + 224.415 \times 0.4 = -123.571 kN.m$$

Face of support C:

$$M_u = -285.022 - \frac{71.053 \times 0.4^2}{2} + 260.975 \times 0.4 = -186.316 kN.m$$

Face of support D:

$$M_u = -189.345 - \frac{71.053 \times 0.4^2}{2} + 234.059 \times 0.4 = -101.406 kN.m$$

3-Hidden Beam3:

Loading:

Dead load:

$$\text{Own weight} = 24 \times 1.0 \times 0.26 = 6.24 \text{ kN/m}$$

$$\text{Wall} = 18 \times 0.2 \times 2.94 = 10.22 \text{ kN/m}$$

$$F.c = 1.7(1 - 0.2) = 1.36 \text{ kN/m}$$

$$W_{rib} = \frac{3.2}{0.52} \times \frac{4.8 + 5.95}{2} = 33.077 \text{ kN/m}$$

$$\text{Total D.L} = 50.897 \text{ kN/m}$$

Live Load:

$$L.L = 2 \times \frac{4.8 + 5.95}{2} = 10.75 \text{ kN/m}$$

$$\text{Design D.L} = 61.076 \text{ kN/m}$$

$$\text{Design L.L} = 17.2 \text{ kN/m}$$

Stiffness:

$$K = \frac{EI}{L}$$

$$I_{AL} = I_{AE} = \frac{0.8 \times 0.3^3}{12} = 1.8 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$I_{BF} = I_{BK} = \frac{0.9 \times 0.25^3}{12} = 2.055 \text{ m}^4$$

$$I_{CG} = I_{CJ} = \frac{0.9 \times 0.3^3}{12} = 2.025 \text{ m}^4$$

$$I_{DH} = I_{DI} = \frac{0.8 \times 0.3^3}{12} = 1.8 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$I_{slab} = \frac{(5.95 + 4.8) \times 0.26^3}{2 \times 12} = 7.887 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$K_{AB} = \frac{7.887 \times 10^{-3}}{5.95} = 1.326 \times 10^{-3} E$$

$$K_{BC} = \frac{7.887 \times 10^{-3}}{4.05} = 1.947 \times 10^{-3} E$$

$$K_{CD} = \frac{7.887 \times 10^{-3}}{6.95} E = 1.135 \times 10^{-3} E$$

$$K_{AE} = \frac{1.8 \times 10^{-3}}{2.94} = 0.612 \times 10^{-3} E$$

$$K_{AL} = \frac{1.8 \times 10^{-3}}{2} = 0.9 \times 10^{-3} E$$

$$K_{BF} = \frac{2.025 \times 10^{-3}}{2.94} = 0.689 \times 10^{-3} E$$

$$K_{BK} = \frac{2.025 \times 10^{-3}}{2} = 1.013 \times 10^{-3} E$$

$$K_{CG} = \frac{2.025 \times 10^{-3}}{2.94} E = 0.689 \times 10^{-3} E$$

$$K_{CJ} = \frac{2.025 \times 10^{-3}}{2} = 1.013 \times 10^{-3} E$$

$$K_{DH} = \frac{1.8 \times 10^{-3}}{2.94} E = 0.612 \times 10^{-3} E$$

$$K_{DI} = \frac{1.8 \times 10^{-3}}{2} E = 0.9 \times 10^{-3} E$$

Distribution factors:

$$D_{AB} = \frac{K_{AB}}{K_{AB} + K_{AE} + K_{AL}} = \frac{1.326}{(1.326 + 0.612 + 0.9)} = 0.467$$

$$D_{BA} = \frac{K_{AB}}{K_{AB} + K_{BC} + K_{BF} + K_{BK}} = \frac{1.326}{1.326 + 1.947 + 0.689 + 1.013} = 0.267$$

$$D_{BC} = \frac{K_{BC}}{K_{BC} + K_{AB} + K_{BF} + K_{BK}} = \frac{1.947}{1.947 + 1.326 + 0.689 + 1.013} = 0.391$$

$$D_{CB} = \frac{K_{BC}}{K_{BC} + K_{CD} + K_{CG} + K_{CJ}} = \frac{1.947}{1.947 + 1.135 + 0.689 + 1.013} = 0.407$$

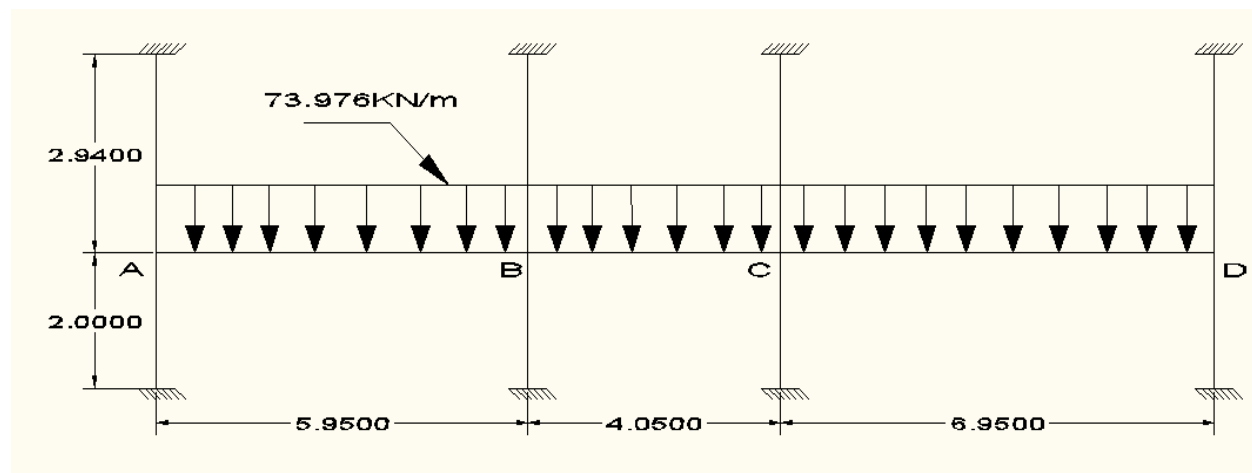
$$D_{CD} = \frac{K_{CD}}{K_{CD} + K_{CB} + K_{CG} + K_{CJ}} = \frac{1.135}{1.135 + 1.947 + 0.689 + 1.013} = 0.237$$

$$D_{DC} = \frac{K_{CD}}{K_{CD} + K_{DI} + K_{DH}} = \frac{1.135}{1.135 + 0.612 + 0.9} = 0.429$$

Load cases:

$$W_u = 61.076 + \frac{3}{4} \times 17.2 = 73.976 \text{ kN/m}$$

Case1:



الشكل رقم (22-3): يوضح حالة التحميل رقم (1) ل (HB3)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{73.976 \times 5.95^2}{12} = -218.245 \text{ KN.m}$$

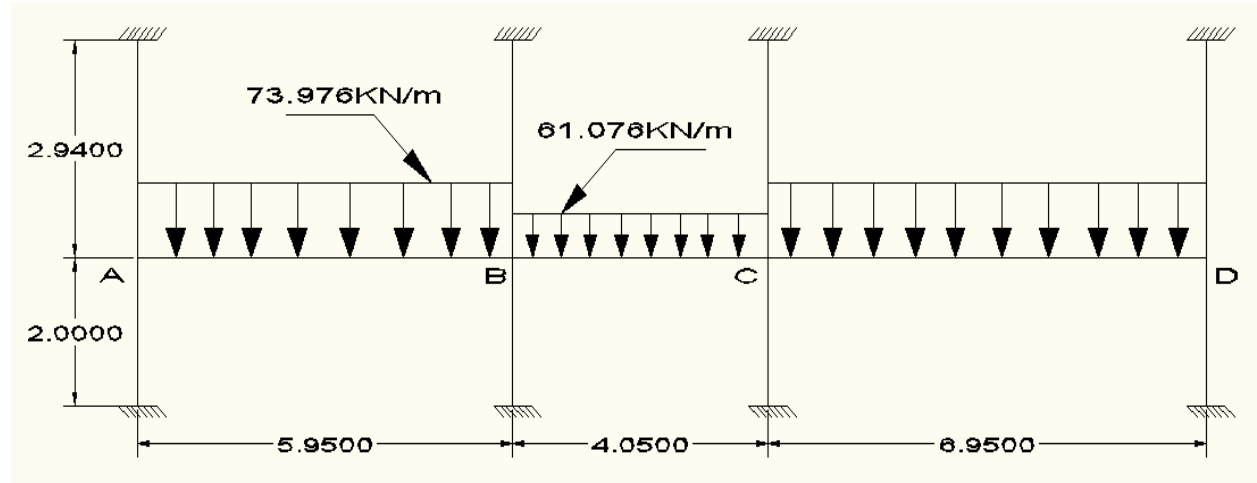
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{73.976 \times 4.05^2}{12} = -101.116 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{73.976 \times 6.95^2}{12} = -297.767 \text{ kN.m}$$

جدول رقم (16-3) يوضح توزيع العزوم ل (HB3) لحالة التحميل رقم (1):

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.467	0.267	0.391	0.407	0.237	0.429
F.E.M	-218.245	218.245	-101.116	101.116	-297.767	297.767
BA	101.9204	-31.2734	-45.7974	80.03696	46.60629	-127.742
CO	-15.6367	50.96021	40.01848	-22.8987	-63.871	23.30314
BA	7.302349	-24.2913	-35.5727	35.31528	20.56443	-9.99705
CO	-12.1457	3.651174	17.65764	-17.7863	-4.99852	10.28221
BA	5.672021	-5.68945	-8.33175	9.273437	5.400011	-4.41107
CO	-2.84473	2.83601	4.636718	-4.16587	-2.20553	2.700006
BA	1.328488	-1.99522	-2.92184	2.593163	1.510024	-1.1583
CO	-0.99761	0.664244	1.296582	-1.46092	-0.57915	0.755012
BA	0.465884	-0.52354	-0.76668	0.830308	0.483497	-0.3239
CO	-0.26177	0.232942	0.415154	-0.38334	-0.16195	0.241748
BA	0.122247	-0.17304	-0.25341	0.221934	0.129234	-0.10371
CO	-0.08652	0.061123	0.110967	-0.1267	-0.05186	0.064617
BA	0.040405	-0.04595	-0.06729	0.072673	0.042318	-0.02772
CO	-0.02297	0.020203	0.036337	-0.03364	-0.01386	0.021159
BA	0.010729	-0.0151	-0.02211	0.019334	0.011258	-0.00908
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-133.378	212.6639	-130.677	182.6236	-294.902	191.362
REACTION	206.117	234.04	144.038	155.565	271.964	242.169

Case2:



الشكل رقم (23-3): يوضح حالة التحميل رقم (2) ل (HB3)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{73.976 \times 5.95^2}{12} = -218.245 \text{ kN.m}$$

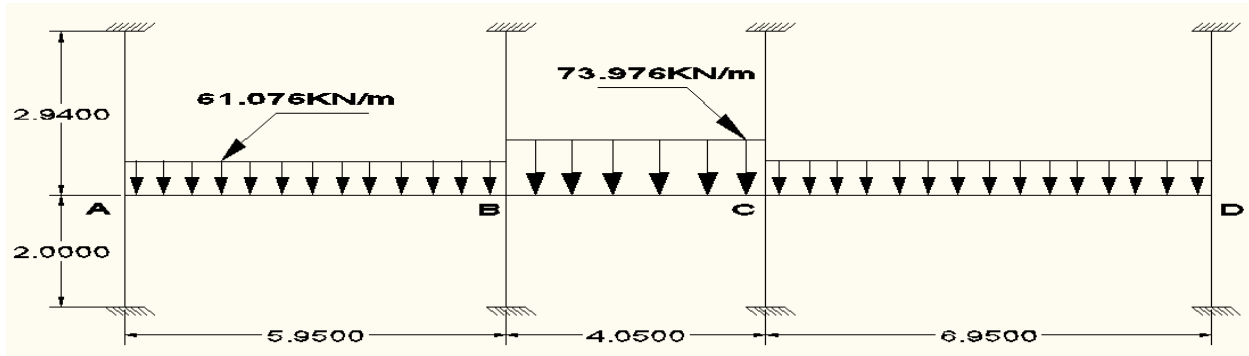
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{61.076 \times 4.05^2}{12} = -83.483 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{73.976 \times 6.95^2}{12} = -297.767 \text{ kN.m}$$

جدول رقم (17-3) يوضح توزيع العزوم ل(HB3) لحالة التحميل رقم(2):

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.467	0.267	0.391	0.407	0.237	0.429
F.E.M	-218.245	218.245	-83.483	83.483	-297.767	297.767
BA	101.9204	-35.9815	-52.6919	87.21359	50.78531	-127.742
CO	-17.9907	50.96021	43.60679	-26.346	-63.871	25.39265
BA	8.40167	-25.2494	-36.9757	36.71832	21.38143	-10.8934
CO	-12.6247	4.200835	18.35916	-18.4878	-5.44672	10.69071
BA	5.895732	-6.02352	-8.82096	9.741371	5.672494	-4.58632
CO	-3.01176	2.947866	4.870686	-4.41048	-2.29316	2.836247
BA	1.406491	-2.08755	-3.05705	2.72838	1.588762	-1.21675
CO	-1.04378	0.703246	1.36419	-1.52853	-0.60837	0.794381
BA	0.487444	-0.55201	-0.80837	0.869719	0.506446	-0.34079
CO	-0.276	0.243722	0.43486	-0.40418	-0.17039	0.253223
BA	0.128893	-0.18118	-0.26533	0.233853	0.136175	-0.10863
CO	-0.09059	0.064447	0.116927	-0.13266	-0.05432	0.068088
BA	0.042306	-0.04843	-0.07092	0.0761	0.044314	-0.02921
CO	-0.02421	0.021153	0.03805	-0.03546	-0.0146	0.022157
BA	0.011308	-0.01581	-0.02315	0.020376	0.011865	-0.00951
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-135.013	207.2471	-117.406	169.7396	-290.099	192.8978
REACTION	207.297	232.86	117.877	129.48	271.04	243.094

Case3:



الشكل رقم(24-3):يوضح حالة التحميل رقم (3) ل(HB3)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{61.076 \times 5.95^2}{12} = -180.187 \text{ kN.m}$$

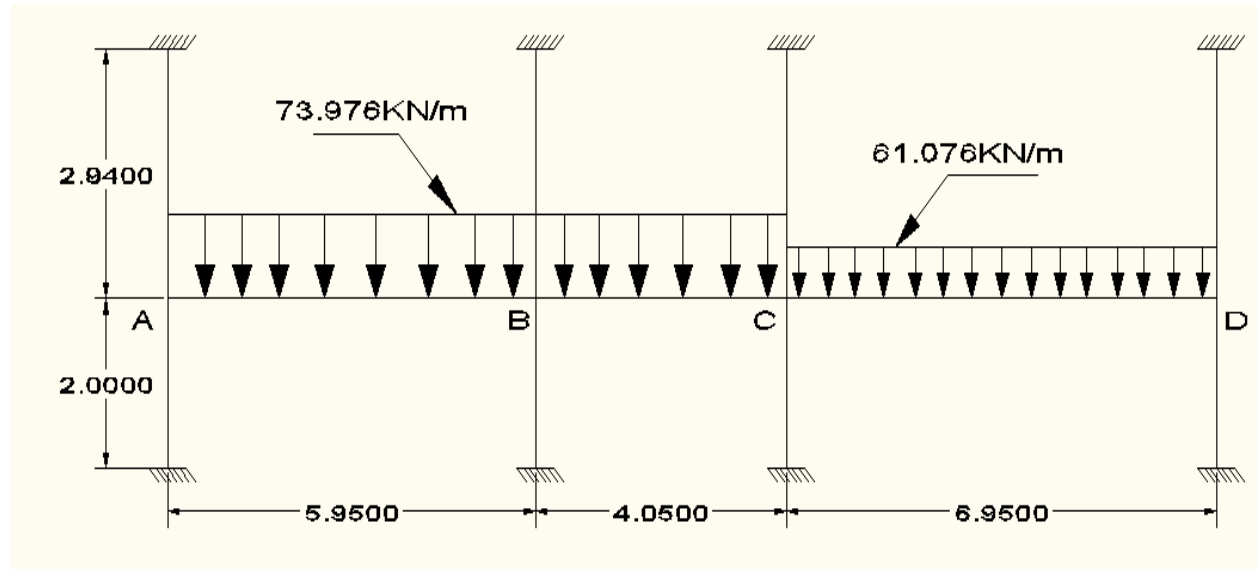
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{73.976 \times 4.05^2}{12} = -101.116 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{61.076 \times 6.95^2}{12} = -245.844 \text{ kN.m}$$

جدول رقم (18-3) يوضح توزيع العزوم ل(HB3) لحالة التحميل رقم (3):

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.467	0.267	0.391	0.407	0.237	0.429
F.E.M	-180.187	180.187	-101.116	101.116	-245.844	245.844
BA	84.14733	-21.112	-30.9168	58.9043	34.30054	-105.467
CO	-10.556	42.07366	29.45215	-15.4584	-52.7335	17.15027
BA	4.929642	-19.0974	-27.9666	27.75411	16.16148	-7.35746
CO	-9.5487	2.464821	13.87706	-13.9833	-3.67873	8.080742
BA	4.459241	-4.36328	-6.38967	7.188446	4.185901	-3.46664
CO	-2.18164	2.229621	3.594223	-3.19484	-1.73332	2.09295
BA	1.018826	-1.55497	-2.27712	2.00576	1.167973	-0.89788
CO	-0.77748	0.509413	1.00288	-1.13856	-0.44894	0.583986
BA	0.363085	-0.40378	-0.59131	0.646112	0.376237	-0.25053
CO	-0.20189	0.181542	0.323056	-0.29565	-0.12527	0.188119
BA	0.094283	-0.13473	-0.1973	0.171314	0.099758	-0.0807
CO	-0.06736	0.047142	0.085657	-0.09865	-0.04035	0.049879
BA	0.031459	-0.03546	-0.05192	0.056573	0.032943	-0.0214
CO	-0.01773	0.015729	0.028287	-0.02596	-0.0107	0.016472
BA	0.008279	-0.01175	-0.01721	0.014921	0.008689	-0.00707
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-108.486	180.9956	-121.161	163.6622	-248.281	156.4577
REACTION	168.995	194.408	145.082	154.521	225.451	199.027

Case4:



الشكل رقم (3-25): يوضح حالة التحميل رقم (4) ل (HB3)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{73.976 \times 5.95^2}{12} = -218.245 \text{ kN.m}$$

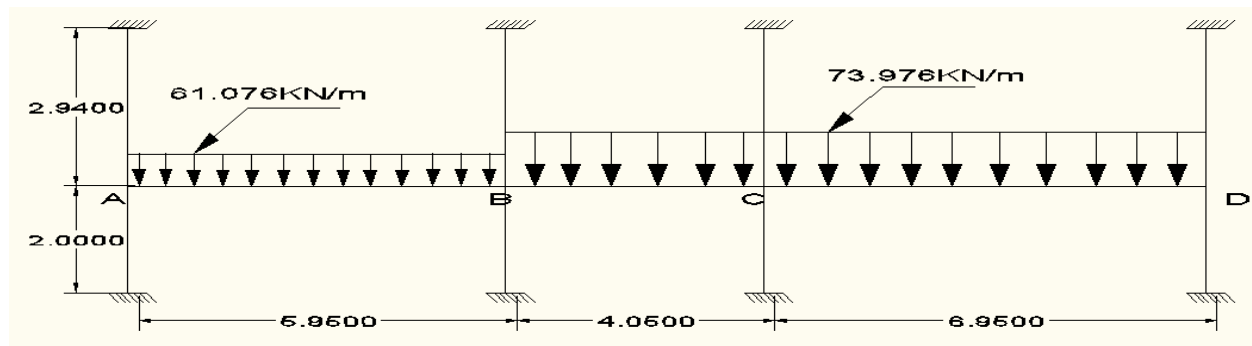
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{73.976 \times 4.05^2}{12} = -101.116 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{61.076 \times 6.95^2}{12} = -245.844 \text{ kN.m}$$

جدول رقم (3-19) يوضح توزيع العزوم ل(HB3) لحالة التحميل رقم(4):

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.467	0.267	0.391	0.407	0.237	0.429
F.E.M	-218.245	218.245	-101.116	101.116	-245.844	245.844
BA	101.9204	-31.2734	-45.7974	58.9043	34.30054	-105.467
CO	-15.6367	50.96021	29.45215	-22.8987	-52.7335	17.15027
BA	7.302349	-21.4701	-31.4412	30.78233	17.92485	-7.35746
CO	-10.735	3.651174	15.39116	-15.7206	-3.67873	8.962423
BA	5.013268	-5.0843	-7.44555	7.895535	4.597645	-3.84488
CO	-2.54215	2.506634	3.947767	-3.72278	-1.92244	2.298823
BA	1.187185	-1.72333	-2.52367	2.297603	1.337916	-0.98619
CO	-0.86166	0.593593	1.148802	-1.26184	-0.4931	0.668958
BA	0.402396	-0.46522	-0.68128	0.714258	0.415919	-0.28698
CO	-0.23261	0.201198	0.357129	-0.34064	-0.14349	0.20796
BA	0.108629	-0.14907	-0.21831	0.197041	0.114739	-0.08921
CO	-0.07454	0.054314	0.09852	-0.10915	-0.04461	0.057369
BA	0.034809	-0.04081	-0.05976	0.06258	0.036441	-0.02461
CO	-0.0204	0.017404	0.03129	-0.02988	-0.01231	0.018221
BA	0.009528	-0.013	-0.01904	0.017169	0.009998	-0.00782
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-132.37	216.0103	-138.875	157.9032	-246.134	157.1438
REACTION	205.499	234.658	150.904	148.699	225.043	199.435

Case5:



الشكل رقم(3-26): يوضح حالة التحميل رقم (5) ل(HB3)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{61.076 \times 5.95^2}{12} = -180.187 \text{ kN.m}$$

$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{73.976 \times 4.05^2}{12} = -101.116 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{73.976 \times 6.95^2}{12} = -297.767 \text{ kN.m}$$

جدول رقم (20-3) يوضح توزيع العزوم ل(HB3) لحالة التحميل رقم (5):

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.467	0.267	0.391	0.407	0.237	0.429
F.E.M	-180.187	180.187	-101.116	101.116	-297.767	297.767
BA	84.14733	-21.112	-30.9168	80.03696	46.60629	-127.742
CO	-10.556	42.07366	40.01848	-15.4584	-63.871	23.30314
BA	4.929642	-21.9186	-32.098	32.28707	18.80107	-9.99705
CO	-10.9593	2.464821	16.14353	-16.049	-4.99852	9.400534
BA	5.117994	-4.96843	-7.27587	8.566348	4.988267	-4.03283
CO	-2.48422	2.558997	4.283174	-3.63793	-2.01641	2.494133
BA	1.160129	-1.82686	-2.67529	2.30132	1.34008	-1.06998
CO	-0.91343	0.580064	1.15066	-1.33764	-0.53499	0.67004
BA	0.426572	-0.4621	-0.67671	0.762163	0.443815	-0.28745
CO	-0.23105	0.213286	0.381081	-0.33836	-0.14372	0.221907
BA	0.107901	-0.1587	-0.2324	0.196207	0.114253	-0.0952
CO	-0.07935	0.053951	0.098103	-0.1162	-0.0476	0.057127
BA	0.037056	-0.0406	-0.05945	0.066666	0.03882	-0.02451
CO	-0.0203	0.018528	0.033333	-0.02973	-0.01225	0.01941
BA	0.00948	-0.01385	-0.02028	0.017086	0.009949	-0.00833
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-109.495	177.6492	-112.962	188.3826	-297.049	190.6759
REACTION	169.613	193.79	138.217	161.385	272.372	241.761

Final Design Moments:

Mid span AB:

$$M_u = \frac{73.976 \times 5.95^2}{8} - 0.5(134.132 + 210.173) = 155.214 \text{ kN.m}$$

Mid span BC:

$$M_u = \frac{73.976 \times 4.05^2}{8} - 0.5(121.161 + 163.662) = 9.207 \text{ kN.m}$$

Mid span CD:

$$M_u = \frac{73.976 \times 6.95^2}{8} - 0.5(290.009 + 192.897) = 205.165 \text{ kN.m}$$

Face of support A:

$$M_u = -134.132 - \frac{73.976 \times 0.4^2}{2} + 207.299 \times 0.4 = -57.13 \text{ kN.m}$$

Face of support B:

$$M_u = -218.313 - \frac{73.976 \times 0.4^2}{2} + 234.657 \times 0.4 = -130.448 \text{ kN.m}$$

Face of support C:

$$M_u = -297.049 - \frac{73.976 \times 0.4^2}{2} + 272.372 \times 0.4 = -193.999 \text{ kN.m}$$

Face of support D:

$$M_u = -192.898 - \frac{73.976 \times 0.4^2}{2} + 243.094 \times 0.4 = -101.59 \text{ kN.m}$$

4-Hidden Beam4:

Loading:

Dead load:

$$\text{Own weight} = 24 \times 1.0 \times 0.26 = 6.24 \text{ kN/m}$$

$$\text{Wall} = 18 \times 0.2 \times 2.94 = 10.22 \text{ kN/m}$$

$$F.c = 1.7(1 - 0.2) = 1.36 \text{ kN/m}$$

$$W_{rib} = \frac{3.2}{0.52} \times \frac{4.8}{2} = 14.769 \text{ kN/m}$$

$$\text{Total D.L} = 32.589 \text{ kN/m}$$

Live Load:

$$L.L = 2 \times \frac{4.8}{2} = 4.8 \text{ kN/m}$$

$$\text{Design D.L} = 39.107 \text{ kN/m}$$

$$\text{Design L.L} = 7.68 \text{ kN/m}$$

Stiffness:

$$K = \frac{EI}{L}$$

$$I_{AL} = I_{AE} = \frac{0.3 \times 0.8^3}{12} = 12.8 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$I_{BF} = I_{BK} = \frac{0.25 \times 0.8^3}{12} = 10.667 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$I_{CG} = I_{CJ} = \frac{0.25 \times 0.8^3}{12} = 10.667 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$I_{DH} = I_{DI} = \frac{0.3 \times 0.8^3}{12} = 12.8 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$I_{slab} = \frac{4.8 \times 0.26^3}{2 \times 12} = 3.515 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$K_{AB} = \frac{3.515 \times 10^{-3}}{5.95} = 0.591 \times 10^{-3} E$$

$$K_{BC} = \frac{3.515 \times 10^{-3}}{4.05} = 0.868 \times 10^{-3} E$$

$$K_{CD} = \frac{3.515 \times 10^{-3}}{6.95} = 0.506 \times 10^{-3} E$$

$$K_{AE} = \frac{12.8 \times 10^{-3}}{2.94} = 4.354 \times 10^{-3} E$$

$$K_{AL} = \frac{12.8 \times 10^{-3}}{2} = 6.4 \times 10^{-3} E$$

$$K_{BF} = \frac{10.667 \times 10^{-3}}{2.94} = 3.626 \times 10^{-3} E$$

$$K_{BK} = \frac{10.667 \times 10^{-3}}{2} = 5.334 \times 10^{-3} E$$

$$K_{CG} = \frac{10.667 \times 10^{-3}}{2.94} = 3.626 \times 10^{-3} E$$

$$K_{CJ} = \frac{10.667 \times 10^{-3}}{2} = 5.334 \times 10^{-3} E$$

$$K_{DH} = \frac{12.8 \times 10^{-3}}{2.94} E = 4.354 \times 10^{-3} E$$

$$K_{DI} = \frac{12.8 \times 10^{-3}}{2} = 6.4 \times 10^{-3} E$$

Distribution factors:

$$D_{AB} = \frac{K_{AB}}{K_{AB} + K_{AE} + K_{AL}} = \frac{0.591}{0.591 + 4.354 + 6.4} = 0.052$$

$$D_{BA} = \frac{K_{AB}}{K_{AB} + K_{BC} + K_{BF} + K_{BK}} = \frac{0.591}{0.591 + 0.868 + 3.628 + 5.334} = 0.057$$

$$D_{BC} = \frac{K_{BC}}{K_{BC} + K_{AB} + K_{BF} + K_{BK}} = \frac{0.868}{0.591 + 0.868 + 3.628 + 5.334} = 0.083$$

$$D_{CB} = \frac{K_{BC}}{K_{BC} + K_{CD} + K_{CG} + K_{CJ}} = \frac{0.868}{0.506 + 0.868 + 3.628 + 5.334} = 0.084$$

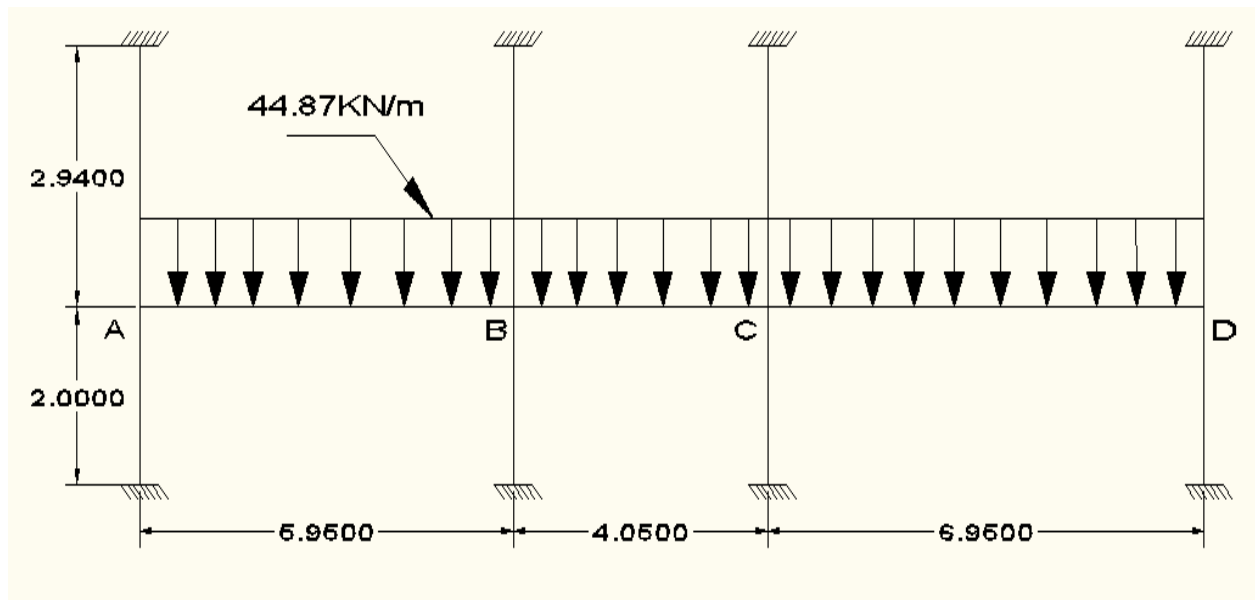
$$D_{CD} = \frac{K_{CD}}{K_{CD} + K_{CB} + K_{CG} + K_{CJ}} = \frac{0.506}{0.506 + 0.868 + 3.628 + 5.334} = 0.049$$

$$D_{DC} = \frac{K_{CD}}{K_{CD} + K_{DI} + K_{DH}} = \frac{0.506}{0.506 + 6.4 + 4.354} = 0.07$$

Load cases:

$$W_u = 39.107 + \frac{3}{4} \times 7.68 = 44.87 \text{ kN/m}$$

Case1:



الشكل رقم (27-3): يوضح حالة التحميل رقم (1) ل (HB4)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{44.87 \times 6.95^2}{12} = -132.376 \text{ kN.m}$$

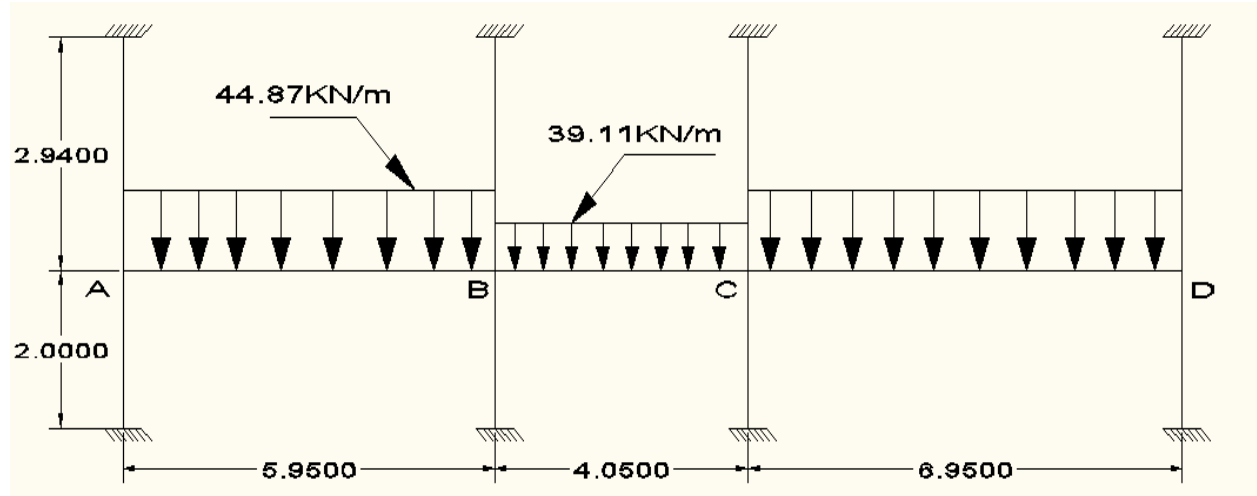
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{44.87 \times 4.05^2}{12} = -61.332 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{44.87 \times 6.95^2}{12} = -180.611 \text{ kN.m}$$

جدول رقم (21-3) يوضح توزيع العزوم ل(HB4) لحالة التحميل رقم(1):

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.052	0.057	0.083	0.084	0.049	0.07
F.E.M	-132.376	132.376	-61.332	61.332	-180.611	180.611
BA	6.883552	-4.04951	-5.89665	10.01944	5.844671	-12.6428
CO	-2.02475	3.441776	5.009718	-2.94833	-6.32139	2.922336
BA	0.105287	-0.48174	-0.70147	0.778656	0.454216	-0.20456
CO	-0.24087	0.052644	0.389328	-0.35074	-0.10228	0.227108
BA	0.012525	-0.02519	-0.03668	0.038054	0.022198	-0.0159
CO	-0.0126	0.006263	0.019027	-0.01834	-0.00795	0.011099
BA	0.000655	-0.00144	-0.0021	0.002208	0.001288	-0.00078
CO	-0.00072	0.000328	0.001104	-0.00105	-0.00039	0.000644
BA	3.75E-05	-8.2E-05	-0.00012	0.000121	7.05E-05	-4.5E-05
CO	-4.1E-05	1.87E-05	6.04E-05	-5.9E-05	-2.3E-05	3.52E-05
BA	2.12E-06	-4.5E-06	-6.6E-06	6.88E-06	4.02E-06	-2.5E-06
CO	-2.3E-06	1.06E-06	3.44E-06	-3.3E-06	-1.2E-06	2.01E-06
BA	1.17E-07	-2.6E-07	-3.7E-07	3.79E-07	2.21E-07	-1.4E-07
CO	-1.3E-07	5.86E-08	1.9E-07	-1.9E-07	-7E-08	1.11E-07
BA	6.67E-09	-1.4E-08	-2.1E-08	2.16E-08	1.26E-08	-7.7E-09
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-127.653	131.3191	-62.5498	68.85196	-180.721	170.9082
REACTION	132.872	134.104	89.305	92.418	157.335	154.511

Case2:



الشكل رقم (28-3): يوضح حالة التحميل رقم (2) ل (HB4)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{44.87 \times 5.95^2}{12} = -132.376 \text{ kN.m}$$

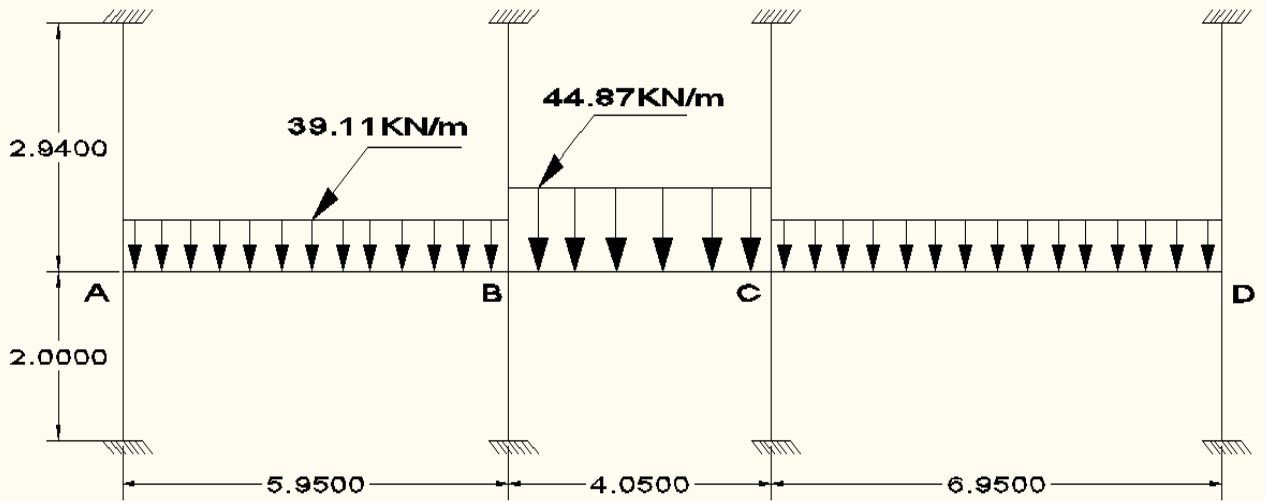
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{39.11 \times 4.05^2}{12} = -53.458 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{44.87 \times 6.95^2}{12} = -180.611 \text{ kN.m}$$

جدول رقم (22-3) يوضح توزيع العزوم ل (HB4) لحالة التحميل رقم (2):

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.052	0.057	0.083	0.084	0.049	0.07
F.E.M	-132.376	132.376	-53.458	53.458	-180.611	180.611
BA	6.883552	-4.49833	-6.55019	10.68085	6.230497	-12.6428
CO	-2.24916	3.441776	5.340426	-3.2751	-6.32139	3.115249
BA	0.116956	-0.50059	-0.72892	0.806104	0.470228	-0.21807
CO	-0.25029	0.058478	0.403052	-0.36446	-0.10903	0.235114
BA	0.013015	-0.02631	-0.03831	0.039774	0.023201	-0.01646
CO	-0.01315	0.006508	0.019887	-0.01915	-0.00823	0.011601
BA	0.000684	-0.0015	-0.00219	0.0023	0.001342	-0.00081
CO	-0.00075	0.000342	0.00115	-0.0011	-0.00041	0.000671
BA	3.91E-05	-8.5E-05	-0.00012	0.000126	7.36E-05	-4.7E-05
CO	-4.3E-05	1.96E-05	6.31E-05	-6.2E-05	-2.3E-05	3.68E-05
BA	2.21E-06	-4.7E-06	-6.9E-06	7.17E-06	4.18E-06	-2.6E-06
CO	-2.4E-06	1.11E-06	3.59E-06	-3.4E-06	-1.3E-06	2.09E-06
BA	1.22E-07	-2.7E-07	-3.9E-07	3.96E-07	2.31E-07	-1.5E-07
CO	-1.3E-07	6.12E-08	1.98E-07	-1.9E-07	-7.3E-08	1.16E-07
BA	6.95E-09	-1.5E-08	-2.2E-08	2.25E-08	1.31E-08	-8.1E-09
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-127.875	130.8563	-55.0132	61.32729	-180.325	171.0955
REACTION	132.987	133.989	77.638	80.757	157.251	154.595

Case3



الشكل رقم (29-3): يوضح حالة التحميل رقم (3) ل (HB4)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{39.11 \times 5.95^2}{12} = -115.383 \text{ kN.m}$$

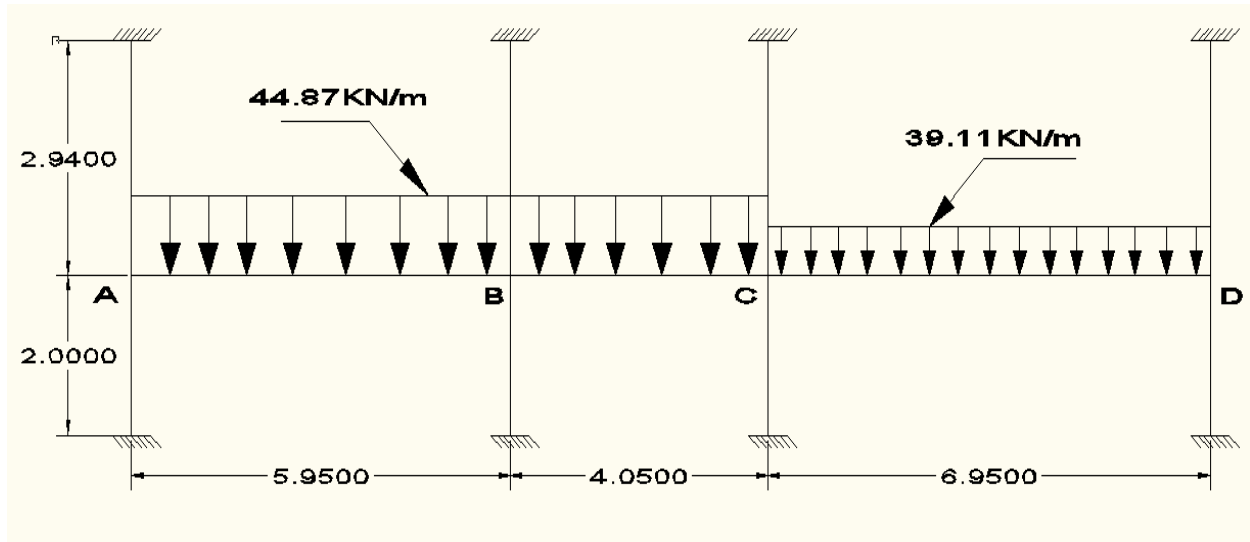
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{44.87 \times 4.05^2}{12} = -61.332 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{39.11 \times 6.95^2}{12} = -157.426 \text{ kN.m}$$

جدول رقم (23-3) يوضح توزيع العزوم ل(HB4) لحالة التحميل رقم(3):

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.052	0.057	0.083	0.084	0.049	0.07
F.E.M	-115.383	115.383	-61.332	61.332	-157.426	157.462
BA	5.999916	-3.08091	-4.48623	8.071896	4.708606	-11.0223
CO	-1.54045	2.999958	4.035948	-2.24312	-5.51117	2.354303
BA	0.080104	-0.40105	-0.58398	0.65136	0.37996	-0.1648
CO	-0.20052	0.040052	0.32568	-0.29199	-0.0824	0.18998
BA	0.010427	-0.02085	-0.03036	0.031449	0.018345	-0.0133
CO	-0.01042	0.005214	0.015724	-0.01518	-0.00665	0.009173
BA	0.000542	-0.00119	-0.00174	0.001833	0.00107	-0.00064
CO	-0.0006	0.000271	0.000917	-0.00087	-0.00032	0.000535
BA	3.1E-05	-6.8E-05	-9.9E-05	1E-04	5.83E-05	-3.7E-05
CO	-3.4E-05	1.55E-05	5E-05	-4.9E-05	-1.9E-05	2.92E-05
BA	1.76E-06	-3.7E-06	-5.4E-06	5.71E-06	3.33E-06	-2E-06
CO	-1.9E-06	8.8E-07	2.86E-06	-2.7E-06	-1E-06	1.67E-06
BA	9.71E-08	-2.1E-07	-3.1E-07	3.14E-07	1.83E-07	-1.2E-07
CO	-1.1E-07	4.85E-08	1.57E-07	-1.6E-07	-5.8E-08	9.16E-08
BA	5.54E-09	-1.2E-08	-1.7E-08	1.79E-08	1.05E-08	-6.4E-09
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-111.044	114.9244	-62.0561	67.53744	-157.919	148.8149
REACTION	115.7	117.004	89.508	92.215	137.217	134.597

Case4:



الشكل رقم (30-3): يوضح حالة التحميل رقم (4) ل (HB4)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{44.87 \times 5.95^2}{12} = -132.376 \text{ kN.m}$$

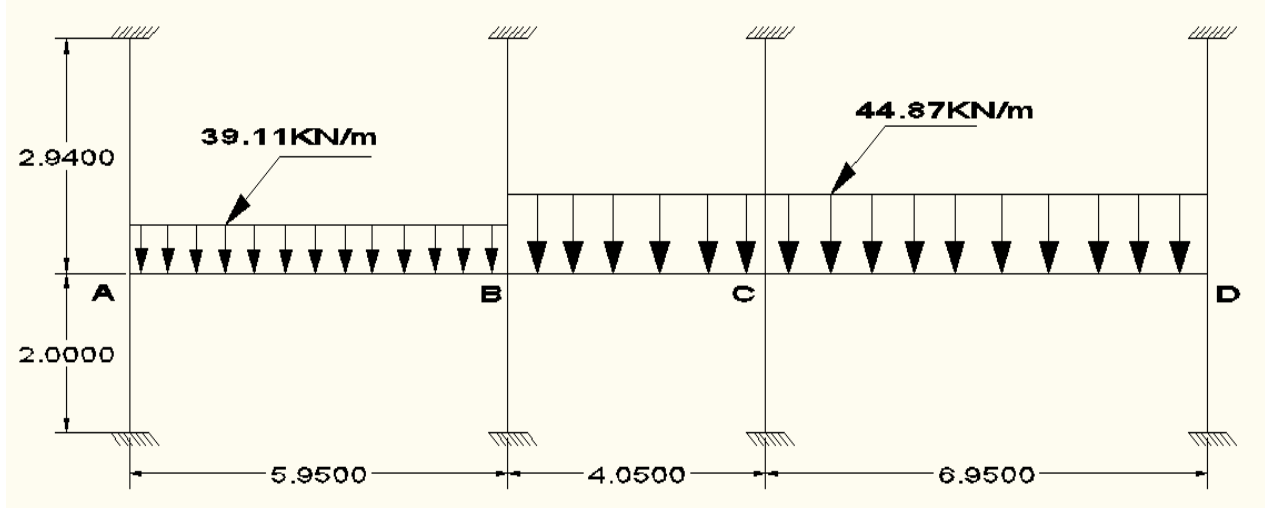
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{44.87 \times 4.05^2}{12} = -61.332 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{44.87 \times 6.95^2}{12} = -157.426 \text{ kN.m}$$

جدول رقم (24-3) يوضح توزيع العزوم ل (HB4) لحالة التحميل رقم (4):

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.052	0.057	0.083	0.084	0.049	0.07
F.E.M	-132.376	132.376	-61.332	61.332	-157.426	157.426
BA	6.883552	-4.04951	-5.89665	8.071896	4.708606	-11.0198
CO	-2.02475	3.441776	4.035948	-2.94833	-5.50991	2.354303
BA	0.105287	-0.42623	-0.62065	0.710492	0.414454	-0.1648
CO	-0.21312	0.052644	0.355246	-0.31033	-0.0824	0.207227
BA	0.011082	-0.02325	-0.03385	0.032989	0.019244	-0.01451
CO	-0.01162	0.005541	0.016494	-0.01693	-0.00725	0.009622
BA	0.000604	-0.00126	-0.00183	0.002031	0.001185	-0.00067
CO	-0.00063	0.000302	0.001016	-0.00091	-0.00034	0.000592
BA	3.27E-05	-7.5E-05	-0.00011	0.000105	6.13E-05	-4.1E-05
CO	-3.8E-05	1.63E-05	5.26E-05	-5.5E-05	-2.1E-05	3.07E-05
BA	1.95E-06	-3.9E-06	-5.7E-06	6.34E-06	3.7E-06	-2.1E-06
CO	-2E-06	9.77E-07	3.17E-06	-2.9E-06	-1.1E-06	1.85E-06
BA	1.02E-07	-2.4E-07	-3.4E-07	3.3E-07	1.93E-07	-1.3E-07
CO	-1.2E-07	5.1E-08	1.65E-07	-1.7E-07	-6.5E-08	9.63E-08
BA	6.14E-09	-1.2E-08	-1.8E-08	1.99E-08	1.16E-08	-6.7E-09
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-127.626	131.376	-63.4763	66.87297	-157.882	148.7979
REACTION	132.858	134.119	90.023	91.701	137.214	134.6

Case5:



الشكل رقم (31-3): يوضح حالة التحميل رقم (5) ل (HB4)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{39.11 \times 5.95^2}{12} = -115.383 \text{ kN.m}$$

$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{44.87 \times 4.05^2}{12} = -61.332 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{44.87 \times 6.95^2}{12} = -180.611 \text{ kN.m}$$

جدول رقم (25-3) يوضح توزيع العزوم ل(HB4) لحالة التحميل رقم(5):

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.052	0.057	0.083	0.084	0.049	0.07
F.E.M	-115.383	115.383	-61.332	61.332	-180.611	180.611
BA	5.999916	-3.08091	-4.48623	10.01944	5.844671	-12.6428
CO	-1.54045	2.999958	5.009718	-2.24312	-6.32139	2.922336
BA	0.080104	-0.45655	-0.6648	0.719418	0.419661	-0.20456
CO	-0.22828	0.040052	0.359709	-0.3324	-0.10228	0.20983
BA	0.01187	-0.02279	-0.03318	0.036513	0.021299	-0.01469
CO	-0.01139	0.005935	0.018257	-0.01659	-0.00734	0.01065
BA	0.000592	-0.00138	-0.00201	0.00201	0.001173	-0.00075
CO	-0.00069	0.000296	0.001005	-0.001	-0.00037	0.000586
BA	3.59E-05	-7.4E-05	-0.00011	0.000116	6.75E-05	-4.1E-05
CO	-3.7E-05	1.79E-05	5.78E-05	-5.4E-05	-2.1E-05	3.37E-05
BA	1.93E-06	-4.3E-06	-6.3E-06	6.26E-06	3.65E-06	-2.4E-06
CO	-2.2E-06	9.64E-07	3.13E-06	-3.1E-06	-1.2E-06	1.83E-06
BA	1.12E-07	-2.3E-07	-3.4E-07	3.63E-07	2.12E-07	-1.3E-07
CO	-1.2E-07	5.61E-08	1.82E-07	-1.7E-07	-6.4E-08	1.06E-07
BA	6.07E-09	-1.4E-08	-2E-08	1.96E-08	1.15E-08	-7.4E-09
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-111.071	114.8676	-61.1296	69.51633	-180.756	170.8916
REACTION	115.714	116.99	88.791	92.932	157.343	154.504

Final Design Moments:

Mid span AB:

$$M_u = \frac{44.87 \times 5.95^2}{8} - 0.5(127.875 + 130.856) = 69.198 kN.m$$

Mid span BC:

$$M_u = \frac{44.87 \times 4.05^2}{8} - 0.5(62.056 + 67.537) = 27.2 kN.m$$

Mid span CD:

$$M_u = \frac{44.87 \times 6.95^2}{8} - 0.5(180.325 + 171.096) = 95.206 kN.m$$

Face of support A:

$$M_u = -127.875 - \frac{44.87 \times 0.15^2}{2} + 132.987 \times 0.15 = -78.27 kN.m$$

Face of support B:

$$M_u = -131.376 - \frac{44.87 \times 0.15^2}{2} + 134.119 \times 0.15 = -111.73 kN.m$$

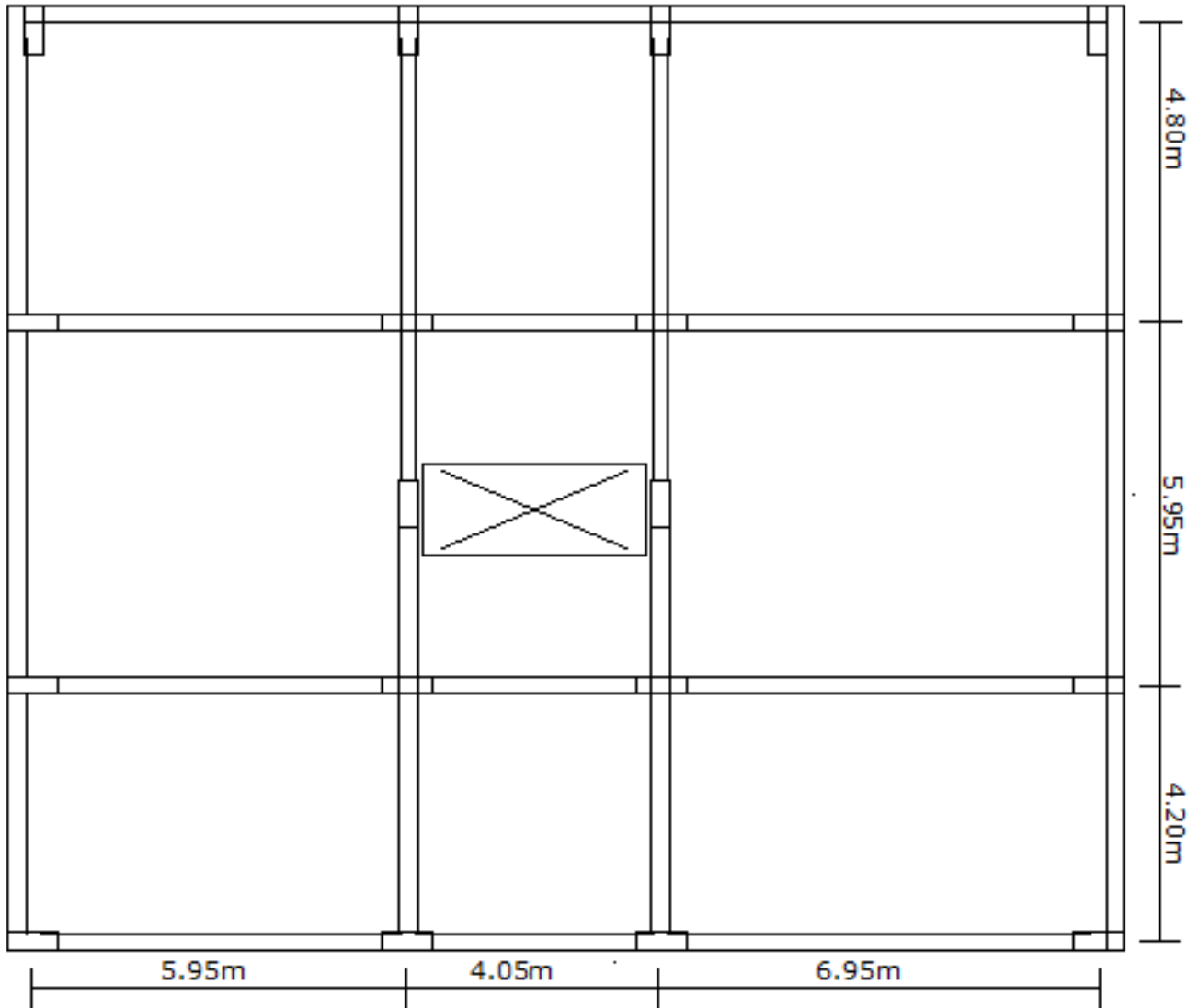
Face of support C:

$$M_u = -180.756 - \frac{44.87 \times 0.15^2}{2} + 157.343 \times 0.15 = -157.659 kN.m$$

Face of support D:

$$M_u = -171.096 - \frac{44.87 \times 0.15^2}{2} + 154.595 \times 0.15 = -82.667 kN.m$$

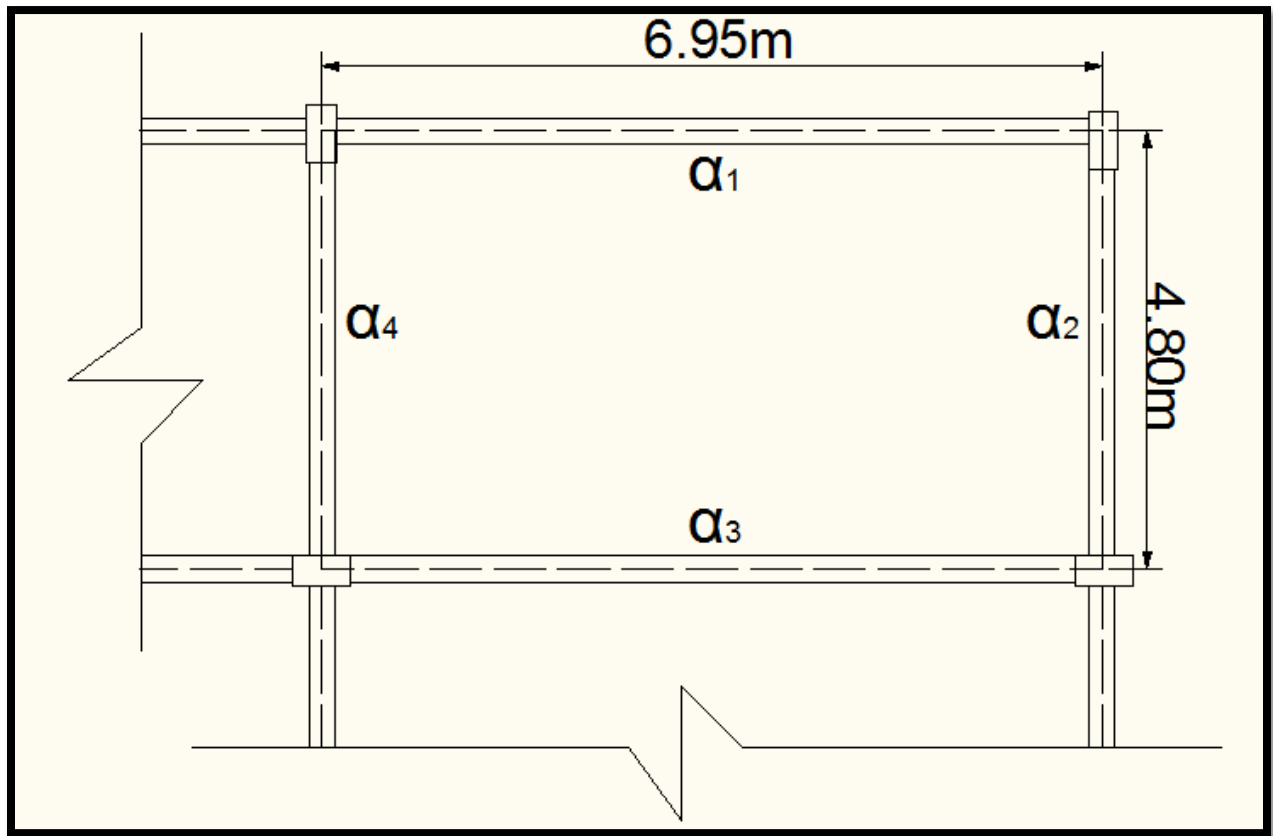
2-2-3 تحليل البلاطة المصمتة :Analysis of Tow Way Solid Slab



الشكل رقم (32-3): يوضح البلاطة المصمتة

Corner panel:

First Trial thick:



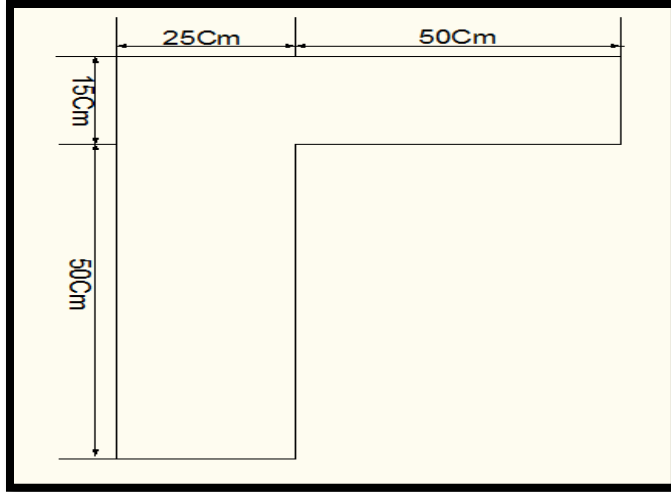
الشكل رقم (33-3): يوضح الرقعة الزاوية للبلاطة المصمتة

$$h = 2 \frac{(6.65 + 4.25)}{180} = 0.121m = 121mm$$

take $h_{min} = 150mm$

Check for minimum thick:

1-Exterior Beams:



الشكل رقم (34-3): يوضح مقطع العارضة الطرفية

$$h_w = 50 \text{ cm}$$

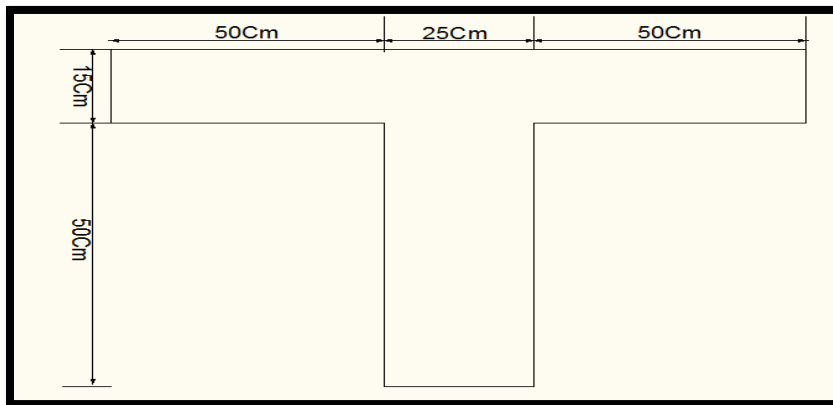
$$4h_s = 4 \times 15 = 60 \text{ cm}$$

$$h_w < 4h_s \rightarrow \text{ok}$$

$$y_c = \frac{(75 \times 15) \times 57.5 + (50 \times 25) \times 25}{(75 \times 15) + (50 \times 25)} = 40.39 \text{ cm}$$

$$I_{bex} = \frac{75 \times 24.61^3}{3} - \frac{50 \times 9.61^3}{3} + \frac{25 \times 40.39^3}{3} = 906921.65 \text{ cm}^4$$

2-Interior Beam:



الشكل رقم (35-3): يوضح مقطع العارضة الداخلية

$$b_w + 2h_w = 25 + 2 \times 50 = 125 \text{ cm}$$

$$b_w + 8h_s = 25 + 8 \times 15 = 145 \text{ cm}$$

$$b_w + 2h_w < b_w + 8h_s \rightarrow \text{ok}$$

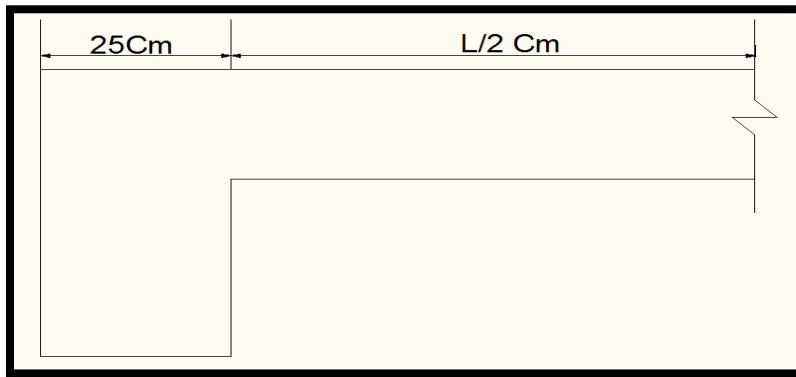
$$y_c = \frac{(125 \times 15) \times 57.5 + (25 \times 50) \times 25}{(125 \times 15) + (25 \times 50)} = 44.5 \text{ cm}$$

$$I_{bin} = \frac{125 \times 20.5^3}{3} - 2 \frac{50 \times 5.5^3}{3} + \frac{25 \times 44.5^3}{3} = 1087760.42 \text{ cm}^4$$

Slab section for Exterior Beam:

Short Direction:

$$I_{sex} = \left(\frac{425}{2} + 25 \right) \times \frac{15^3}{12} = 66796.875 \text{ cm}^4$$

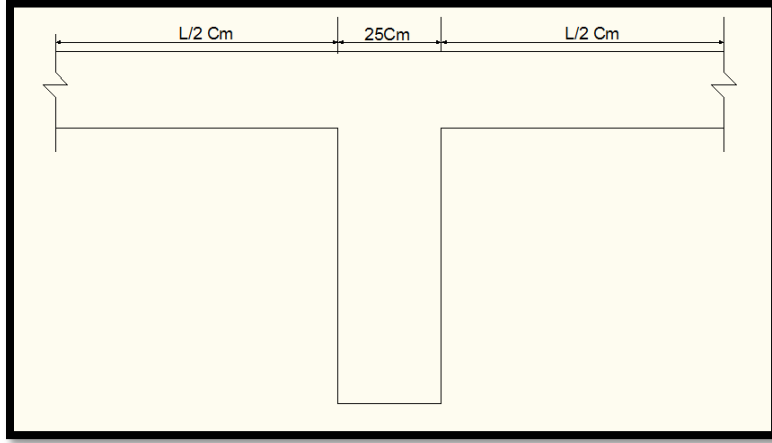


الشكل رقم (36-3): يوضح مقطع (البلاطة-العارضة) الخارجية

Long Direction:

$$I_{sex} = \left(\frac{665}{2} + 25 \right) \times \frac{15^3}{12} = 100546.875 \text{ cm}^4$$

Slab section for Interior Beam:



الشكل رقم (37-3): يوضح مقطع (البلاطة-العارضة) الداخلية

Short Direction:

$$I_{sin} = (425 + 25) \times \frac{15^3}{12} = 126562.5 \text{ cm}^4$$

Long Direction:

$$I_{sin} = (625 + 25) \times \frac{15^3}{12} = 194062.5 \text{ cm}^4$$

$$\alpha_1 = \frac{I_{bex}}{I_{sex}} = \frac{906921.65}{66796.875} = 13.577$$

$$\alpha_2 = \frac{I_{bex}}{I_{sex}} = \frac{906921.65}{100546.875} = 9.02$$

$$\alpha_3 = \frac{I_{bin}}{I_{sin}} = \frac{1087760.42}{126562.5} = 8.595$$

$$\alpha_4 = \frac{I_{bin}}{I_{sin}} = \frac{1087760.42}{194062.5} = 5.605$$

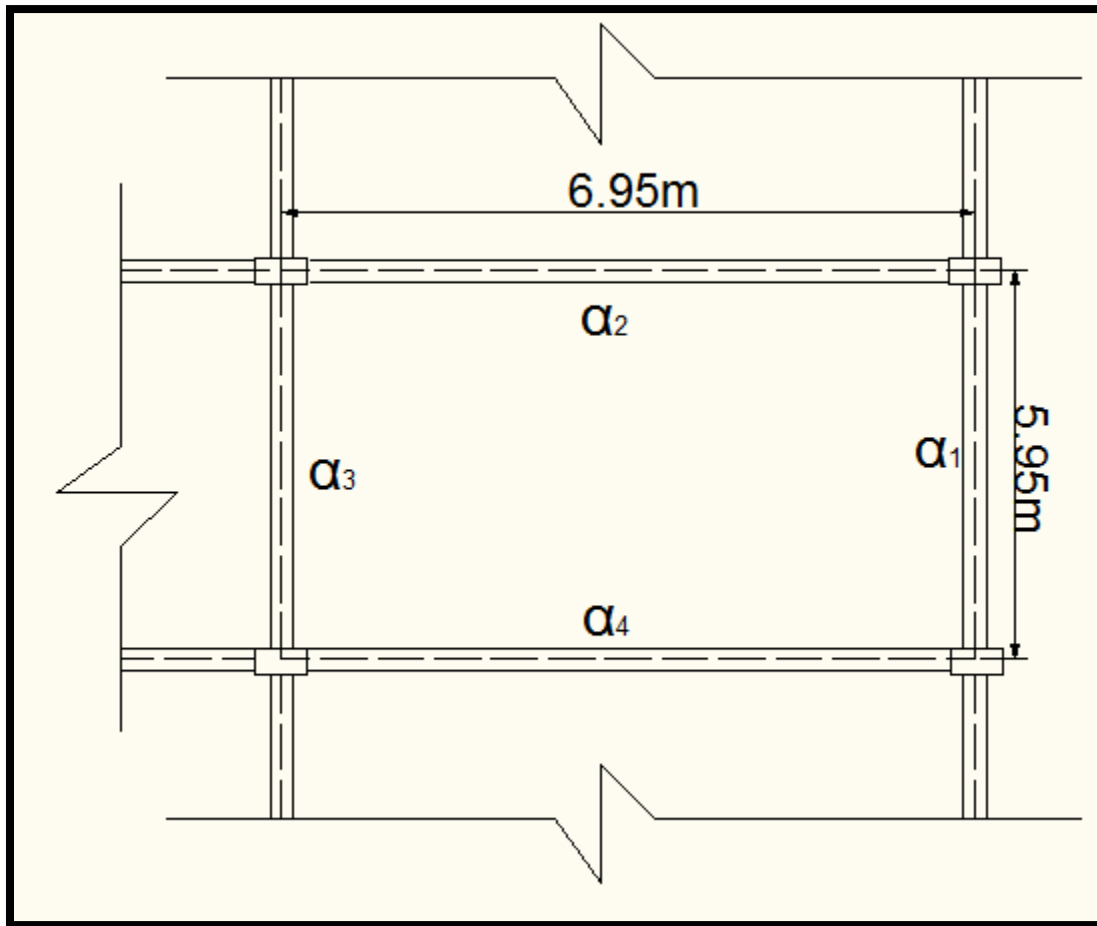
$$\alpha_m = \frac{13.577 + 9.02 + 8.595 + 5.605}{4} = 9.199 > 2$$

$$\beta = \frac{l_b}{l_a} = \frac{6.65}{4.25} = 1.565$$

$$h_{s_{min}} = \frac{6650(0.8 + \frac{460}{1400})}{36 + 9 \times 1.565} = 149.845mm$$

Edge Panel:

First Trial thick:



الشكل رقم (38-3): يوضح الرقعة الطرفية للبلاطة المصمتة

$$h = 2 \frac{(6.15 + 5.65)}{180} = 0.131m = 131mm$$

take $h_{min} = 150mm$

Chick for minimum thick:

1-Exterior Beam:

$$h_w = 50cm$$

$$4h_s = 4 \times 15 = 60cm$$

$$h_w < 4h_s \rightarrow ok$$

$$y_c = \frac{(75 \times 15) \times 57.5 + (50 \times 25) \times 25}{(75 \times 15) + (50 \times 25)} = 40.39cm$$

$$I_{b_{ex}} = \frac{75 \times 24.61^3}{3} - \frac{50 \times 9.61^3}{3} + \frac{25 \times 40.39^3}{3} = 906921.65 \text{ cm}^4$$

2-Interior Beam:

$$b_w + 2h_w = 25 + 2 \times 50 = 125cm$$

$$b_w + 8h_s = 25 + 8 \times 15 = 145cm$$

$$b_w + 2h_w < b_w + 8h_s \rightarrow ok$$

$$y_c = \frac{(125 \times 15) \times 57.5 + (25 \times 50) \times 25}{(125 \times 15) + (25 \times 50)} = 44.5cm$$

$$I_{b_{in}} = \frac{125 \times 20.5^3}{3} - 2 \frac{50 \times 5.5^3}{3} + \frac{25 \times 44.5^3}{3} = 1087760.42 \text{ cm}^4$$

Slab section for Exterior Beam:

Short Direction:

$$I_{s_{ex}} = \left(\frac{565}{2} + 25 \right) \times \frac{15^3}{12} = 86484.375 \text{ cm}^4$$

Long Direction:

$$I_{s_{ex}} = \left(\frac{615}{2} + 25 \right) \times \frac{15^3}{12} = 93515.625 \text{ cm}^4$$

Slab section for Interior Beam:

Short Direction:

$$I_{sin} = (565 + 25) \times \frac{15^3}{12} = 165937.5 cm^4$$

Long Direction:

$$I_{sin} = (615 + 25) \times \frac{15^3}{12} = 180000 cm^4$$

$$\alpha_1 = \frac{I_{bex}}{I_{sex}} = \frac{906921.65}{93515.625} = 9.698$$

$$\alpha_2 = \frac{I_{bex}}{I_{sex}} = \frac{1087760.42}{165937.5} = 6.555$$

$$\alpha_3 = \frac{I_{bin}}{I_{sin}} = \frac{1087760.42}{180000} = 6.043$$

$$\alpha_4 = \frac{I_{bin}}{I_{sin}} = \frac{1087760.42}{165937.5} = 6.555$$

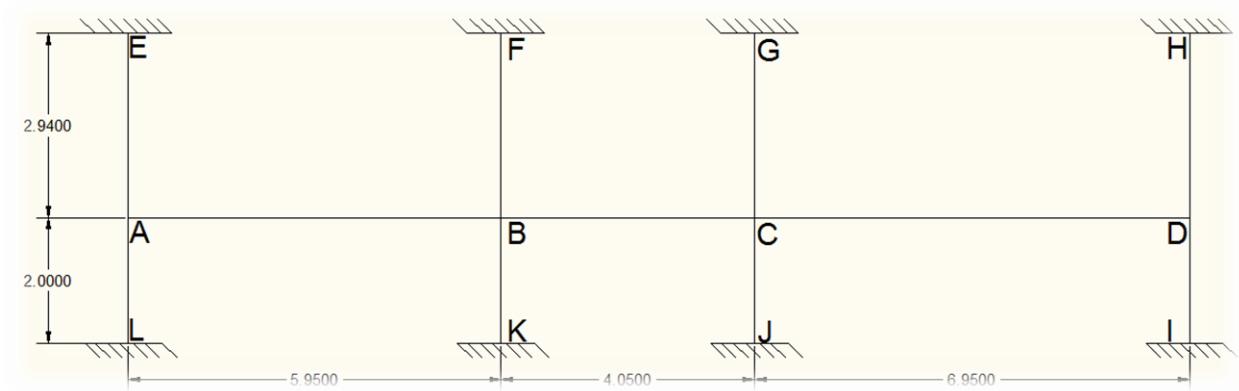
$$\alpha_m = \frac{9.698 + 6.555 + 6.043 + 6.555}{4} = 7.213 > 2$$

$$\beta = \frac{l_b}{l_a} = \frac{6.15}{5.65} = 1.088$$

$$h_{smin} = \frac{6150(0.8 + \frac{460}{1400})}{36 + 9 \times 1.088} = 151.57 mm$$

Take $h_{slab} = 160 mm$

X-X Direction:



الشكل رقم (39-3): يوضح الهيكل المكافئ للبلاطة المصمتة في إتجاه (X-X)

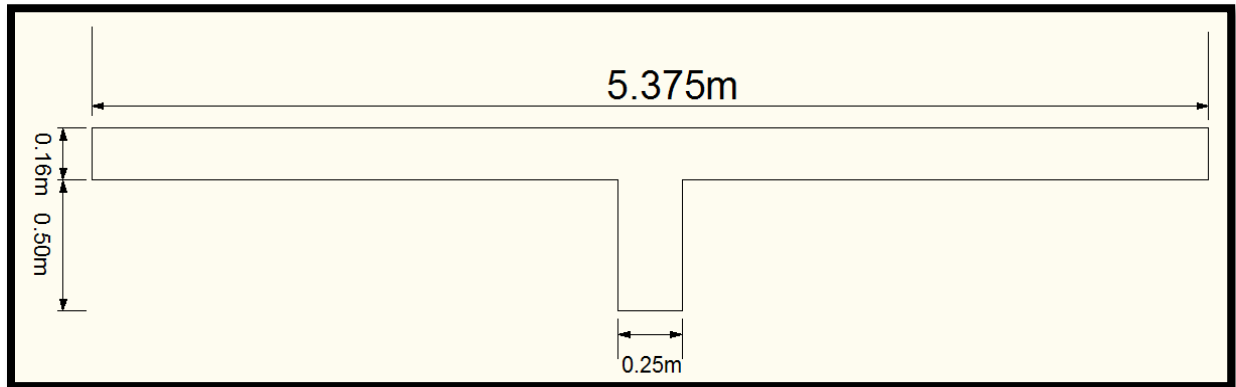
$$I_s = \frac{bh^3}{12} = \frac{5.375 \times 0.16^3}{12} = 1.835 \times 10^{-3} m^4$$

$$I_{column} = \frac{0.8 \times 0.3^3}{12} = 1.8 \times 10^{-3} m^4$$

$$k_{AL} = k_{BK} = k_{CJ} = k_{DI} = \frac{1.8 \times 10^{-3} E}{2} = 0.9 \times 10^{-3} E$$

$$k_{AE} = k_{BF} = k_{CG} = k_{DH} = \frac{1.8 \times 10^{-3} E}{2.94} = 0.612 \times 10^{-3} E$$

$$k_{sb} = \frac{EI_{sb}}{L}$$



الشكل رقم (40-3): يوضح مقطع (البلاطة-العارضة)

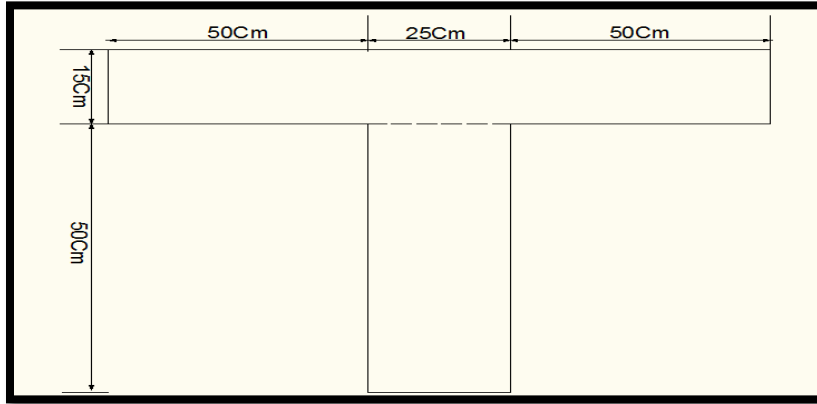
$$y_c = \frac{(5.375 \times 0.16) \times 0.58 + (0.5 \times 0.25) \times 0.25}{(5.375 \times 0.16) + (0.5 \times 0.25)} = 0.538m$$

$$I_{sb} = \frac{5.375 \times 0.122^3}{3} + \frac{5.375 \times 0.038^3}{3} + \frac{0.25 \times 0.5^3}{12} + (0.25 \times 0.5) \times 0.288^2 = 0.01632 m^4$$

$$k_{sb} = \frac{EI_{sb}}{L} = \frac{0.01632E}{L}$$

Torsional stiffness:

Interior column:



الشكل رقم (3-41): يوضح جزء البلاطة المتصل بالعارضة لإيجاد معامل الالتواء

$$x_1 = 0.25m$$

$$y_1 = 0.5m$$

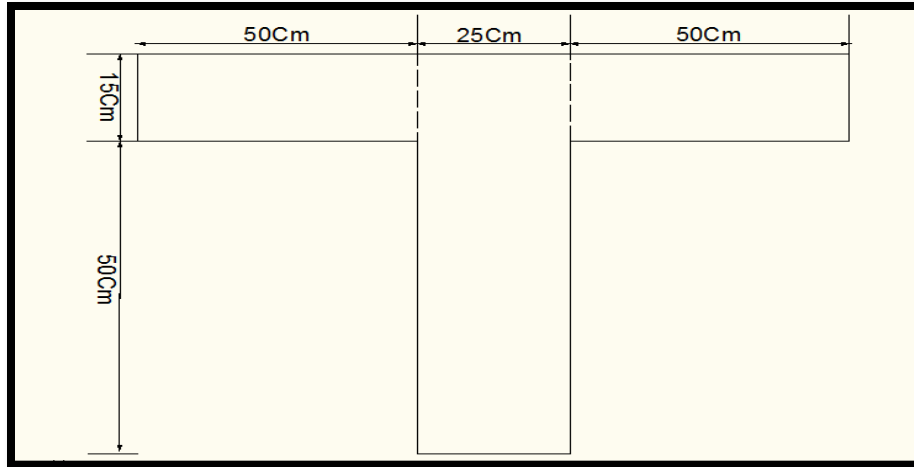
$$c_1 = \left(1 - 0.63 \times \frac{0.25}{0.5}\right) \left(\frac{0.25^3 \times 0.5}{3}\right) = 1.784 \times 10^{-3} m^4$$

$$x_2 = 0.16m$$

$$y_2 = 1.25m$$

$$c_2 = 1.569 \times 10^{-3} m^4$$

$$\sum c = 3.353 \times 10^{-3} m^4$$



الشكل رقم (3-42): يوضح جزء البلاطة المتصل بالعارضة لايجاد معامل الالتواء

$$x_1 = 0.25m$$

$$y_1 = 0.66m$$

$$c_1 = 2.617 \times 10^{-3} m^4$$

$$x_2 = 0.16m$$

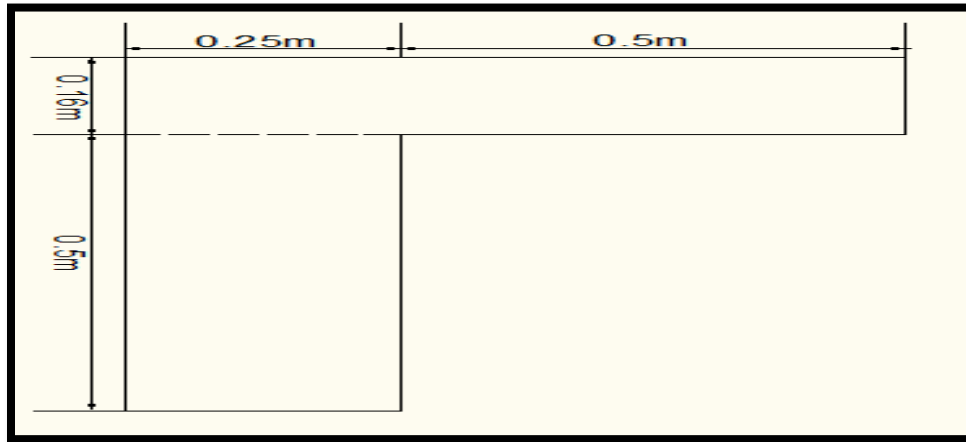
$$y_2 = 0.5m$$

$$c_2 = 5.45 \times 10^{-4} m^4$$

$$\sum c = 2.617 \times 10^{-3} + 2 \times 5.45 \times 10^{-4} = 3.707 \times 10^{-3} m^4$$

$$\text{Take } \sum c = 3.707 \times 10^{-3} m^4$$

Exterior column:



الشكل رقم (3-43): يوضح جزء البلاطة المتصل بالعارضة لإيجاد معامل الالتواء

$$x_1 = 0.16m$$

$$y_1 = 0.75m$$

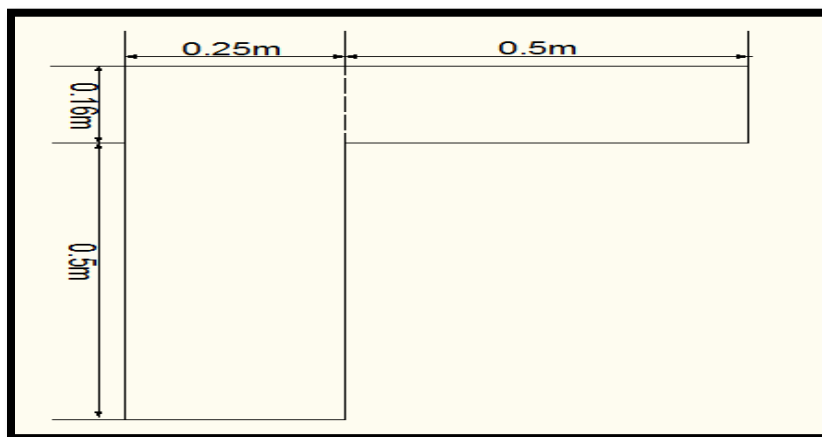
$$c_1 = 8.864 \times 10^{-4} m^4$$

$$x_2 = 0.25m$$

$$y_2 = 0.5m$$

$$c_2 = 1.784 \times 10^{-3} m^4$$

$$\sum c = 2.67 \times 10^{-3} m^4$$



الشكل رقم (3-44): يوضح جزء البلاطة المتصل بالعارضة لإيجاد معامل الالتواء

$$x_1 = 0.25m$$

$$y_1 = 0.66m$$

$$c_1 = 2.617 \times 10^{-3} m^4$$

$$x_2 = 0.16m$$

$$y_2 = 0.5m$$

$$c_2 = 5.45 \times 10^{-4} m^4$$

$$\Sigma c = 3.1622 \times 10^{-3} m^4$$

$$\text{Take } \Sigma c = 3.1622 \times 10^{-3} m^4$$

$$k_t = \frac{9Ec}{(l_2 \left(1 - \frac{c_2}{l_2}\right)^3)}$$

For interior column:

$$1 - \frac{c_2}{l_2} = \left(1 - \frac{0.3}{5.375}\right) = 0.944$$

$$k_t = \frac{9 \times 3.707 \times 10^{-3} E}{5.375 (0.944)^3} = 7.379 \times 10^{-3} E$$

For exterior column:

$$k_t = \frac{9 \times 3.1622 \times 10^{-3} E}{5.375 (0.944)^3} = 6.294 \times 10^{-3} E$$

Increased Torsional stiffness due to Beam:

$$k_{ta} = \frac{k_t I_{sb}}{I_s} \quad , \quad I_{sb} = 0.01632 m^4$$

$$I_s = \frac{5.375 \times 0.16^3}{12} = 1.835 \times 10^{-3} m^4$$

For exterior column:

$$k_{ta} = \frac{6.294 \times 10^{-3} E \times 0.01632}{1.835 \times 10^{-3}} = 0.056E$$

Equivalent column stiffness:

$$k_{ec} = \frac{\sum k_c \times \sum k_{ta}}{\sum k_c + \sum k_{ta}}$$

$$k_{ec} = \frac{(0.612 + 0.9) \times 10^{-3} E \times (2 \times 0.056E)}{(0.612 + 0.9) \times 10^{-3} E + (2 \times 0.056E)} = 1.492 \times 10^{-3} E$$

For interior column:

$$k_{ta} = \frac{7.379 \times 10^{-3} E \times 0.01632}{1.835 \times 10^{-3}} = 0.066E$$

$$k_{ec} = \frac{(0.612 + 0.9) \times 10^{-3} E \times (2 \times 0.066E)}{(0.612 + 0.9) \times 10^{-3} E + (2 \times 0.066E)} = 1.495 \times 10^{-3} E$$

$$k_{sbAB} = \frac{0.01632 \times E}{5.95} = 2.743 \times 10^{-3} E$$

$$k_{sbBC} = \frac{0.01632 \times E}{4.05} = 4.03 \times 10^{-3} E$$

$$k_{sbCD} = \frac{0.01632 \times E}{6.95} = 2.348 \times 10^{-3} E$$

Distribution factors:

$$D_{AB} = \frac{k_{AB}}{k_{AB} + k_{ec}} = \frac{2.743 \times 10^{-3}}{(2.743 + 1.492) \times 10^{-3}} = 0.648$$

$$D_{BA} = \frac{k_{AB}}{k_{BC} + k_{AB} + k_{ecin}} = \frac{2.743}{2.743 + 4.03 + 1.495} = 0.332$$

$$D_{BC} = \frac{k_{BC}}{k_{BC} + k_{AB} + k_{ec_{in}}} = \frac{4.03}{2.743 + 4.03 + 1.495} = 0.487$$

$$D_{CB} = \frac{k_{CB}}{k_{BC} + k_{CD} + k_{ec_{in}}} = \frac{4.03}{2.348 + 4.03 + 1.495} = 0.512$$

$$D_{CD} = \frac{k_{CD}}{k_{CD} + k_{CB} + k_{ec_{in}}} = \frac{2.348}{2.348 + 4.03 + 1.495} = 0.298$$

$$D_{DC} = \frac{k_{CD}}{k_{CD} + k_{ec_{ex}}} = \frac{2.348}{2.348 + 1.492} = 0.611$$

Loading:

Dead load:

$$\text{own weight of beam} = 24 \times 0.25 \times 0.5 = 3 \text{ kN/m}$$

$$\text{own weight of slab} = 24 \times 0.16 \times 5.375 = 20.64 \text{ kN/m}$$

$$F.C = 1.7 \times 5.375 = 9.138 \text{ kN/m}$$

$$\text{wall} = 18 \times 0.2 \times 2.94 = 10.22 \text{ kN/m}$$

$$\text{assume partitions } \left(\frac{2 \text{ kN}}{\text{m}} \right) = 2 \times 5.375 = 10.75 \text{ kN/m}$$

$$\text{Total D.l} = 3 + 20.64 + 9.138 + 10.22 + 10.75 = 53.748 \text{ kN/m}$$

Live load:

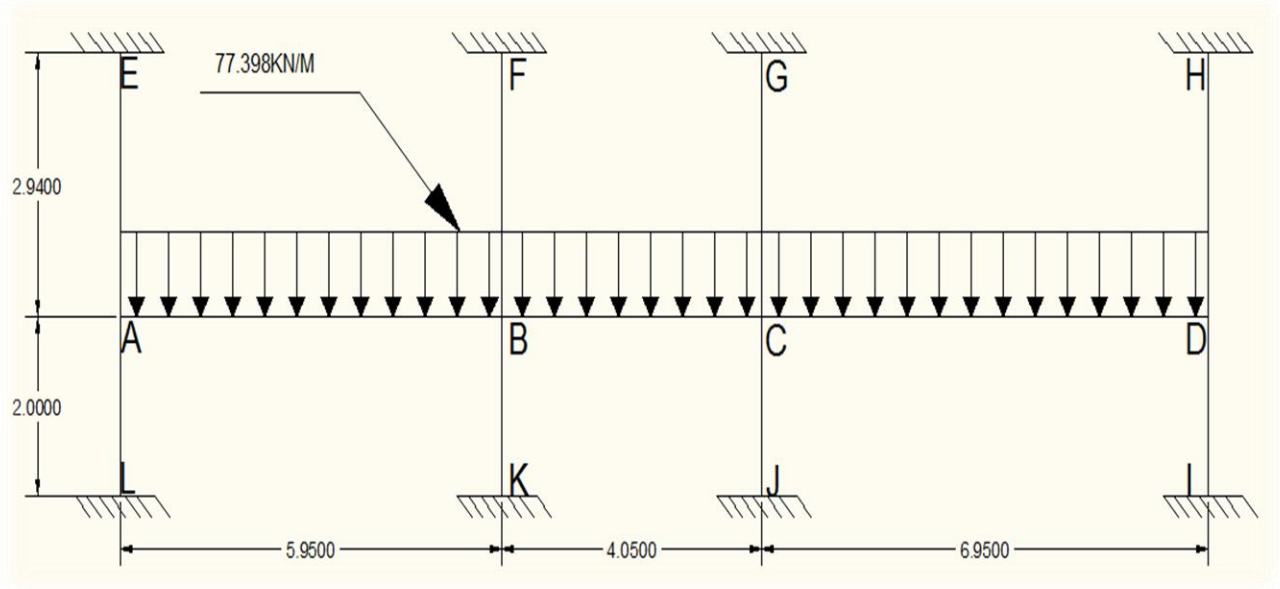
$$L.L = 2 \times 5.375 = 10.75 \text{ kN/m}$$

$$\text{Design D.l} = 1.2 \times 53.748 = 64.498 \text{ kN/m}$$

$$\text{Design L.L} = 1.6 \times 10.75 = 17.2 \text{ kN/m}$$

$$w_u = 64.498 + \frac{3}{4} \times 17.2 = 77.398 \text{ kN/m}$$

Case1:



الشكل رقم (3-45): يوضح حالة التحميل رقم (1) للبلطة المصمتة في إتجاه (X-X)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{77.398 \times 5.95^2}{12} = -228.34 \text{ kN.m}$$

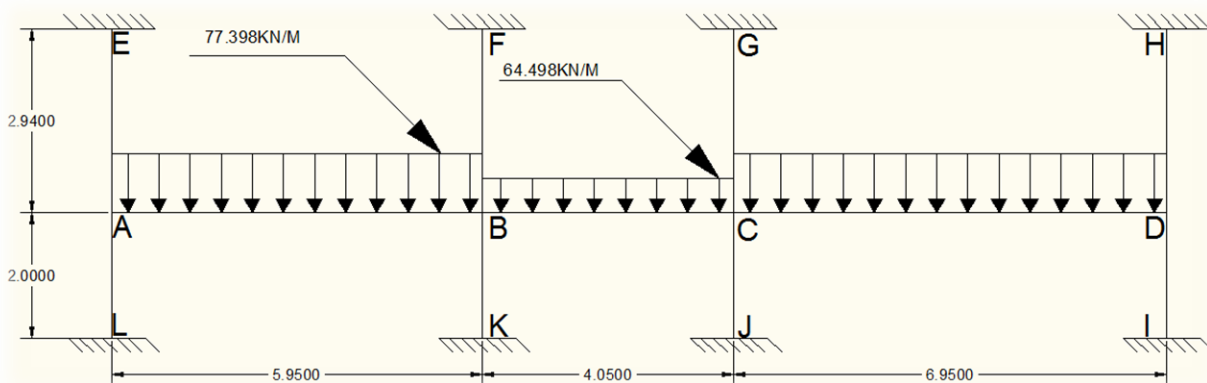
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{77.398 \times 4.05^2}{12} = -105.793 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{77.398 \times 6.95^2}{12} = -311.54 \text{ kN.m}$$

الجدول رقم (3-26): يوضح توزيع العزوم لحالة التحميل رقم (1) في إتجاه (X-X) للبلطة المصمتة

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.648	0.332	0.487	0.512	0.298	0.611
F.E.M	-228.34	228.34	-105.79	105.79	-311.54	311.54
BA	147.96	-40.686	-59.68	105.34	61.313	-190.35
CO	-20.343	73.982	52.671	-29.84	-95.175	30.656
BA	13.182	-42.049	-61.68	64.008	37.255	-18.731
CO	-21.024	6.5911	32.004	-30.84	-9.3655	18.627
BA	13.624	-12.814	-18.796	20.585	11.981	-11.381
CO	-6.4068	6.8119	10.293	-9.3979	-5.6907	5.9906
BA	4.1516	-5.6787	-8.3299	7.7253	4.4964	-3.6603
CO	-2.8394	2.0758	3.8627	-4.165	-1.8301	2.2482
BA	1.8399	-1.9716	-2.892	3.0695	1.7865	-1.3736
CO	-0.9858	0.92	1.5347	-1.446	-0.6868	0.8933
BA	0.6388	-0.815	-1.1954	1.092	0.6356	-0.5458
CO	-0.4075	0.3194	0.546	-0.5977	-0.2729	0.3178
BA	0.264	-0.2873	-0.4215	0.4458	0.2594	-0.1942
CO	-0.1437	0.132	0.2229	-0.2107	-0.0971	0.1297
BA	0.0931	-0.1178	-0.1728	0.1576	0.0917	-0.0793
CO	-0.0589	0.0465	0.0788	-0.0864	-0.0396	0.0459
BA	0.0382	-0.0416	-0.061	0.0645	0.0376	-0.028
CO	-0.0208	0.0191	0.0323	-0.0305	-0.014	0.0188
BA	0.0135	-0.0171	-0.025	0.0228	0.0133	-0.0115
CO	-0.0085	0.0067	0.0114	-0.0125	-0.0057	0.0066
BA	0.0055	-0.006	-0.0088	0.0093	0.0054	-0.0041
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-98.764	214.76	-157.8	231.69	-306.84	144.11
Reaction	210.76	249.76	138.49	174.98	279.77	245.54

Case2:



الشكل رقم (3-46): يوضح حالة التحميل رقم (2) للبلطة المصمتة في إتجاه (X-X)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{77.398 \times 5.95^2}{12} = -228.34 \text{ kN.m}$$

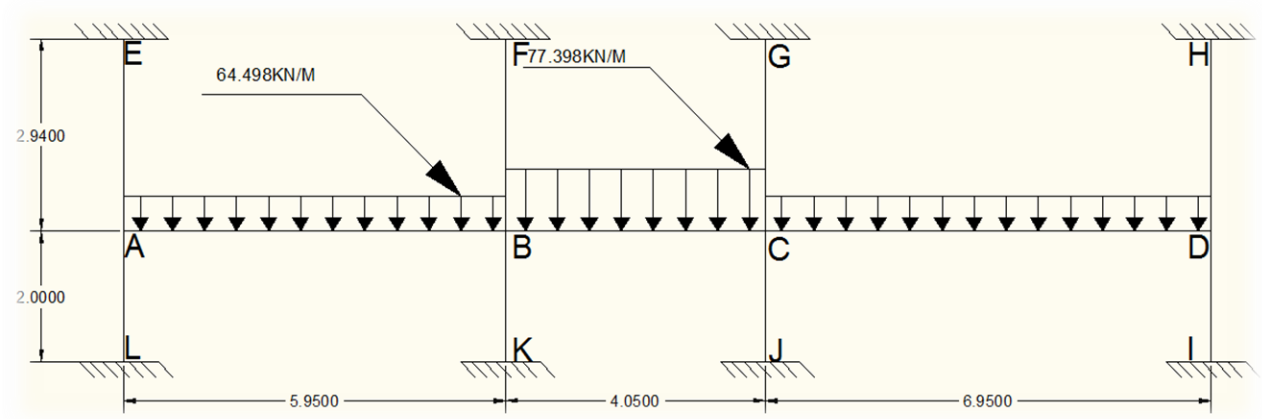
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{64.498 \times 4.05^2}{12} = -88.161 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{77.398 \times 6.95^2}{12} = -311.54 \text{ kN.m}$$

الجدول رقم (27-3): يوضح توزيع العزوم لحالة التحميل رقم (2) في إتجاه (X-X) للبلابة المصمتة

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.648	0.332	0.487	0.512	0.298	0.611
F.E.M	-228.34	228.34	-88.161	88.161	-311.54	311.54
BA	147.9643	-46.5394	-68.2672	114.37	66.56694	-190.351
CO	-23.2697	73.98216	57.18502	-34.1336	-95.1755	33.28347
BA	15.07877	-43.5475	-63.8784	66.20624	38.5341	-20.3362
CO	-21.7738	7.539387	33.10312	-31.9392	-10.1681	19.26705
BA	14.10939	-13.4933	-19.7929	21.55894	12.54798	-11.7722
CO	-6.74666	7.054696	10.77947	-9.89645	-5.88608	6.273989
BA	4.371833	-5.92094	-8.68524	8.080657	4.703195	-3.83341
CO	-2.96047	2.185917	4.040329	-4.34262	-1.9167	2.351598
BA	1.918386	-2.06711	-3.03218	3.204774	1.865278	-1.43683
CO	-1.03356	0.959193	1.602387	-1.51609	-0.71841	0.932639
BA	0.669745	-0.85044	-1.24749	1.144066	0.665882	-0.56984
CO	-0.42522	0.334872	0.572033	-0.62374	-0.28492	0.332941
BA	0.275544	-0.30109	-0.44166	0.465237	0.270782	-0.20343
CO	-0.15055	0.137772	0.232618	-0.22083	-0.10171	0.135391
BA	0.097554	-0.12297	-0.18038	0.165143	0.096118	-0.08272
CO	-0.06148	0.048777	0.082572	-0.09019	-0.04136	0.048059
BA	0.039842	-0.04361	-0.06397	0.067355	0.039203	-0.02936
CO	-0.0218	0.019921	0.033677	-0.03198	-0.01468	0.019601
BA	0.014129	-0.01779	-0.0261	0.023893	0.013906	-0.01198
CO	-0.0089	0.007064	0.011946	-0.01305	-0.00599	0.006953
BA	0.005765	-0.00631	-0.00926	0.009748	0.005674	-0.00425
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-100.247	207.6992	-146.143	220.6493	-300.544	145.5606
Reaction	212.199	248.318	112.212	149.005	291.258	245.963

Case3:



الشكل رقم (3-47): يوضح حالة التحميل رقم (3) للبلطة المصمتة في إتجاه (X-X)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{64.498 \times 5.95^2}{12} = -190.283 \text{ kN.m}$$

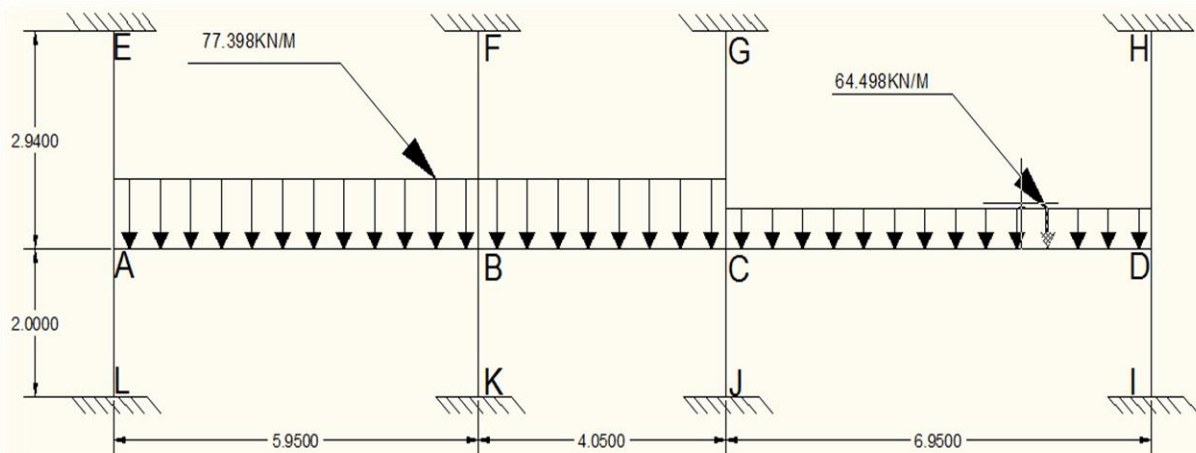
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{77.398 \times 4.05^2}{12} = -105.793 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{64.498 \times 6.95^2}{12} = -259.618 \text{ kN.m}$$

الجدول رقم (3-28): يوضح توزيع العزوم لحالة التحميل رقم (3) في إتجاه (X-X) للبلطة المصمتة

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.648	0.332	0.487	0.512	0.298	0.611
F.E.M	-190.283	190.283	-105.793	105.793	-259.618	259.618
BA	123.3034	-28.0507	-41.1466	78.7584	45.83985	-158.627
CO	-14.0253	61.65169	39.3792	-20.5733	-79.3133	22.91993
BA	9.08842	-33.5423	-49.202	51.14195	29.76621	-14.0041
CO	-16.7711	4.54421	25.57097	-24.601	-7.00204	14.88311
BA	10.86769	-9.99824	-14.6661	16.18077	9.417712	-9.09358
CO	-4.99912	5.433845	8.090383	-7.33305	-4.54679	4.708856
BA	3.23943	-4.49004	-6.5863	6.082476	3.540191	-2.87711
CO	-2.24502	1.619715	3.041238	-3.29315	-1.43856	1.770096
BA	1.454774	-1.54744	-2.26988	2.422633	1.410048	-1.08153
CO	-0.77372	0.727387	1.211317	-1.13494	-0.54076	0.705024
BA	0.501369	-0.64365	-0.94415	0.857962	0.49936	-0.43077
CO	-0.32182	0.250685	0.428981	-0.47207	-0.21538	0.24968
BA	0.208542	-0.22565	-0.331	0.351979	0.204863	-0.15255
CO	-0.11282	0.104271	0.17599	-0.1655	-0.07628	0.102431
BA	0.07311	-0.09305	-0.13649	0.123789	0.072049	-0.06259
CO	-0.04652	0.036555	0.061895	-0.06824	-0.03129	0.036025
BA	0.030147	-0.03269	-0.04795	0.050963	0.029662	-0.02201
CO	-0.01634	0.015074	0.025481	-0.02397	-0.01101	0.014831
BA	0.01059	-0.01346	-0.01975	0.017909	0.010423	-0.00906
CO	-0.00673	0.005295	0.008954	-0.00988	-0.00453	0.005212
BA	0.004362	-0.00473	-0.00694	0.007376	0.004293	-0.00318
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-80.8198	186.0298	-143.156	204.1141	-262.003	118.6501
Reaction	147.199	209.564	141.679	171.782	244.757	203.504

Case4:



الشكل رقم (3-48): يوضح حالة التحميل رقم (4) للبلطة المصمتة في إتجاه (X-X)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{77.398 \times 5.95^2}{12} = -228.34 \text{ kN.m}$$

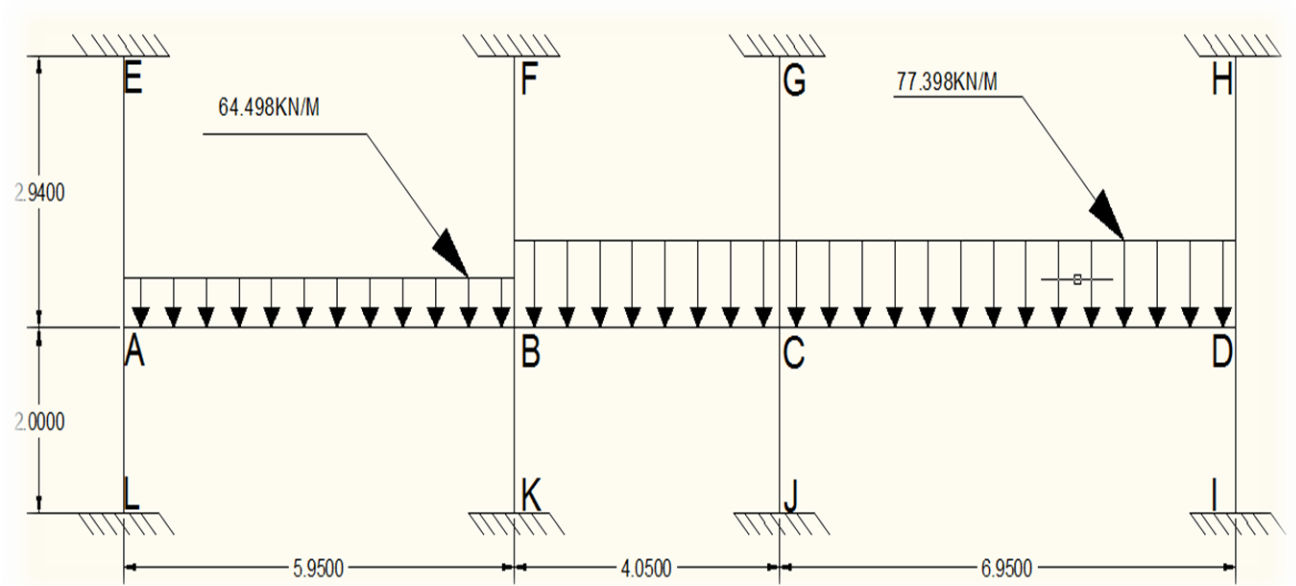
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{77.398 \times 4.05^2}{12} = -105.793 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{64.498 \times 6.95^2}{12} = -259.618 \text{ kN.m}$$

الجدول رقم (3-29): يوضح توزيع العزوم لحالة التحميل رقم (4) في إتجاه (X-X) للبلاطة المصمتة

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.648	0.332	0.487	0.512	0.298	0.611
F.E.M	-228.34	228.34	-105.793	105.793	-259.618	259.618
BA	147.9643	-40.6856	-59.6804	78.7584	45.83985	-158.627
CO	-20.3428	73.98216	39.3792	-29.8402	-79.3133	22.91993
BA	13.18214	-37.636	-55.207	55.88659	32.52774	-14.0041
CO	-18.818	6.591068	27.94329	-27.6035	-7.00204	16.26387
BA	12.19405	-11.4654	-16.8182	17.71803	10.31245	-9.93722
CO	-5.7327	6.097027	8.859015	-8.40912	-4.96861	5.156224
BA	3.714792	-4.96541	-7.28359	6.849398	3.986563	-3.15045
CO	-2.4827	1.857396	3.424699	-3.6418	-1.57523	1.993282
BA	1.608792	-1.75366	-2.57238	2.671116	1.554673	-1.2179
CO	-0.87683	0.804396	1.335558	-1.28619	-0.60895	0.777336
BA	0.568184	-0.71046	-1.04216	0.97031	0.564751	-0.47495
CO	-0.35523	0.284092	0.485155	-0.52108	-0.23748	0.282376
BA	0.230191	-0.25539	-0.37462	0.38838	0.226049	-0.17253
CO	-0.1277	0.115095	0.19419	-0.18731	-0.08627	0.113025
BA	0.082746	-0.10268	-0.15062	0.140072	0.081526	-0.06906
CO	-0.05134	0.041373	0.070036	-0.07531	-0.03453	0.040763
BA	0.033269	-0.03699	-0.05426	0.056238	0.032732	-0.02491
CO	-0.01849	0.016635	0.028119	-0.02713	-0.01245	0.016366
BA	0.011984	-0.01486	-0.0218	0.020266	0.011795	-0.01
CO	-0.00743	0.005992	0.010133	-0.0109	-0.005	0.005898
BA	0.004814	-0.00535	-0.00785	0.008139	0.004737	-0.0036
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-97.5579	220.5035	-167.276	197.6574	-258.319	119.4958
Reaction	209.596	250.922	149.229	164.232	244.105	204.156

Case5:



الشكل رقم (49-3): يوضح حالة التحميل رقم (5) للبلاطة المصمتة في إتجاه (X-X)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{64.498 \times 5.95^2}{12} = -190.283 \text{ kN.m}$$

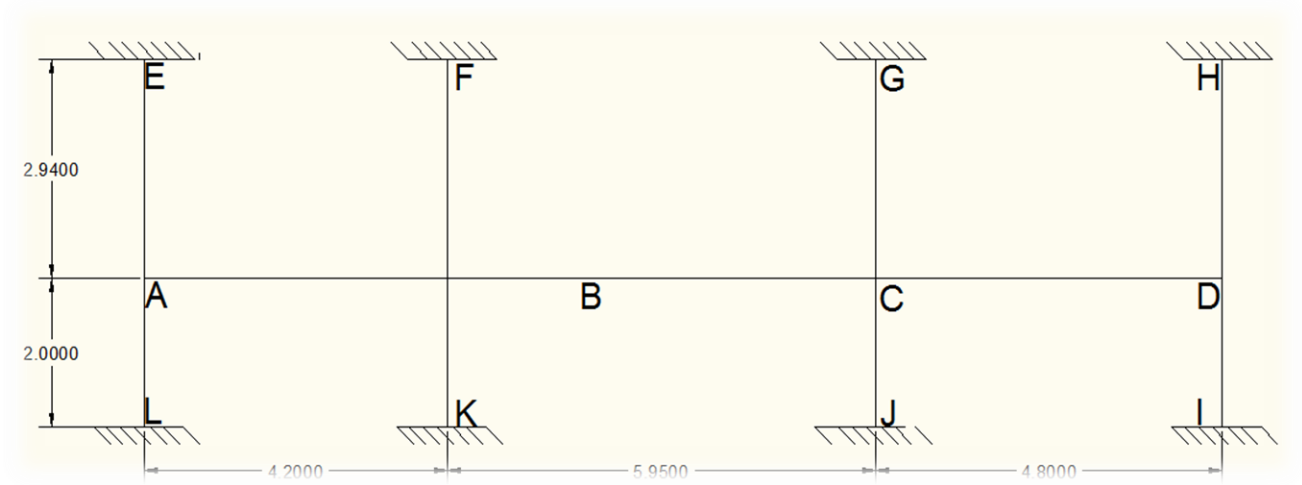
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{77.398 \times 4.05^2}{12} = -105.793 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{77.398 \times 6.95^2}{12} = -311.54 \text{ kN.m}$$

الجدول رقم (30-3): يوضح توزيع العزوم لحالة التحميل رقم (5) في إتجاه (X-X) للبلاطة المصمتة

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.648	0.332	0.487	0.512	0.298	0.611
F.E.M	-190.283	190.283	-105.793	105.793	-311.54	311.54
BA	123.3036	-28.0507	-41.1466	105.3425	61.31261	-190.351
CO	-14.0253	61.65182	52.67123	-20.5733	-95.1755	30.6563
BA	9.08842	-37.9553	-55.6753	59.26338	34.49314	-18.731
CO	-18.9776	4.54421	29.63169	-27.8377	-9.3655	17.24657
BA	12.2975	-11.3464	-16.6437	19.04802	11.08654	-10.5377
CO	-5.6732	6.148751	9.52401	-8.32183	-5.26883	5.543271
BA	3.676233	-5.20336	-7.63263	6.958417	4.050016	-3.38694
CO	-2.60168	1.838117	3.479209	-3.81632	-1.69347	2.025008
BA	1.685888	-1.76535	-2.58954	2.821011	1.641916	-1.23728
CO	-0.88268	0.842944	1.410505	-1.29477	-0.61864	0.820958
BA	0.571974	-0.74815	-1.09743	0.979665	0.570196	-0.50161
CO	-0.37407	0.285987	0.489833	-0.54871	-0.2508	0.285098
BA	0.242399	-0.25757	-0.37782	0.409353	0.238256	-0.17419
CO	-0.12879	0.1212	0.204677	-0.18891	-0.0871	0.119128
BA	0.083453	-0.10819	-0.1587	0.141317	0.082251	-0.07279
CO	-0.0541	0.041727	0.070658	-0.07935	-0.03639	0.041125
BA	0.035054	-0.03731	-0.05473	0.059261	0.034492	-0.02513
CO	-0.01866	0.017527	0.029631	-0.02737	-0.01256	0.017246
BA	0.012089	-0.01566	-0.02297	0.020444	0.011899	-0.01054
CO	-0.00783	0.006045	0.010222	-0.01148	-0.00527	0.00595
BA	0.005073	-0.0054	-0.00792	0.008577	0.004992	-0.00364
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-82.0256	180.288	-133.679	238.1452	-310.528	143.269
Reaction	175.367	208.396	130.937	182.525	293.024	244.892

Y-Y Direction:



الشكل رقم (50-3): يوضح الهيكل المكافئ للبلاطة المصمتة في اتجاه (Y-Y)

$$I_{column(A,B,C)} = \frac{0.3 \times 0.8^3}{12} = 0.0128 m^4$$

$$I_{column(D)} = \frac{0.8 \times 0.3^3}{12} = 1.8 \times 10^{-3} m^4$$

$$k_{AE} = k_{BF} = k_{CG} = \frac{0.0128E}{2.94} = 4.354 \times 10^{-3} E$$

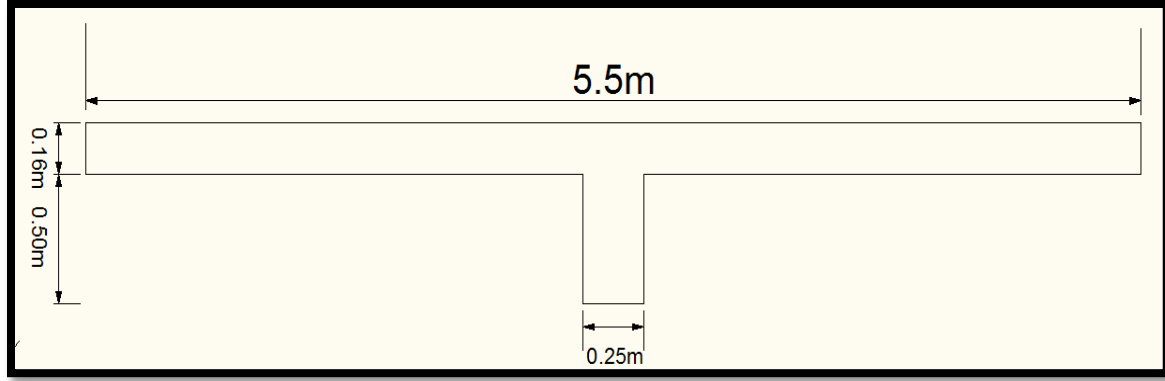
$$k_{AL} = k_{BK} = k_{CJ} = \frac{0.0128E}{2} = 6.4 \times 10^{-3} E$$

$$k_{DH} = \frac{1.8 \times 10^{-3} E}{2.94} = 0.612 \times 10^{-3} E$$

$$k_{DI} = \frac{1.8 \times 10^{-3} E}{2} = 0.9 \times 10^{-3} E$$

Stiffness of slab-beam:

$$k_{sb} = \frac{EI_{sb}}{L}$$



الشكل رقم (51-3): يوضح مقطع (العارضة - البلاطة) في إتجاه (Y-Y)

$$y_c = \frac{(5.5 \times 0.16) \times 0.58 + (0.5 \times 0.25) \times 0.25}{(5.5 \times 0.16) + (0.5 \times 0.25)} = 0.539m$$

$$I_{sb} = \frac{5.5 \times 0.121^3}{3} + \frac{5.5 \times 0.039^3}{3} + \frac{0.25 \times 0.5^3}{12} + (0.25 \times 0.5) \times 0.289^2$$

$$= 0.0164 m^4$$

$$k_{sb} = \frac{EI_{sb}}{L} = \frac{0.0164E}{L}$$

Torsional stiffness:

For interior column:

$$1 - \frac{c_2}{l_2} = \left(1 - \frac{0.8}{5.5}\right) = 0.855$$

$$k_t = \frac{9 \times 3.707 \times 10^{-3} E}{5.5 (0.855)^3} = 9.705 \times 10^{-3} E$$

For exterior column A:

$$1 - \frac{c_2}{l_2} = \left(1 - \frac{0.8}{5.5}\right) = 0.855$$

$$k_t = \frac{9 \times 3.1622 \times 10^{-3} E}{5.5(0.855)^3} = 8.279 \times 10^{-3} E$$

For exterior column D:

$$1 - \frac{c_2}{l_2} = \left(1 - \frac{0.3}{5.5}\right) = 0.945$$

$$k_t = \frac{9 \times 3.1622 \times 10^{-3} E}{5.5(0.945)^3} = 6.132 \times 10^{-3} E$$

Equivalent columns stiffness:

For interior columns:

$$k_{ta} = \frac{k_t I_{sb}}{I_s} = \frac{9.705 \times 0.0164 \times 10^{-3} E}{1.877 \times 10^{-3}} = 0.085 E$$

$$I_{sb} = 0.0164 m^4$$

$$I_s = \frac{5.5 \times 0.16^3}{12} = 1.877 \times 10^{-3} m^4$$

$$k_{ec} = \frac{\sum k_c \times \sum k_{ta}}{\sum k_c + \sum k_{ta}}$$

$$k_{ec} = \frac{(4.354 + 6.4) \times 10^{-3} E \times (2 \times 0.085 E)}{(4.354 + 6.4) \times 10^{-3} E + (2 \times 0.085 E)} = 0.01 E$$

For Exterior column at A:

$$k_{ta} = \frac{8.279 \times 10^{-3} E \times 0.0164}{1.877 \times 10^{-3}} = 0.072 E$$

$$k_{ec} = \frac{(4.354 + 6.4) \times 10^{-3} E \times (2 \times 0.072 E)}{(4.354 + 6.4) \times 10^{-3} E + (2 \times 0.072 E)} = 0.01 E$$

For Exterior column at D:

$$k_{ta} = \frac{6.132 \times 10^{-3} E \times 0.0164}{1.877 \times 10^{-3}} = 0.054E$$

$$k_{ec} = \frac{(0.612 + 0.9) \times 10^{-3} E \times (2 \times 0.054E)}{(0.612 + 0.9) \times 10^{-3} E + (2 \times 0.054E)} = 1.491 \times 10^{-3} E$$

Stiffness of slab-beam:

$$k_{(S)AB} = \frac{EI_{sb}}{l} = \frac{0.01632E}{4.2} = 3.905 \times 10^{-3} E$$

$$k_{(S)BC} = \frac{0.164E}{5.95} = 2.756 \times 10^{-3} E$$

$$k_{(S)CD} = \frac{0.164E}{4.8} = 3.417 \times 10^{-3} E$$

Distribution factors:

$$D_{AB} = \frac{k_{AB}}{k_{AB} + k_{ec}} = \frac{3.905 \times 10^{-3}}{(3.905 + 10)10^{-3}} = 0.281$$

$$D_{BA} = \frac{k_{AB}}{k_{BC} + k_{AB} + k_{ecin}} = \frac{3.905}{3.905 + 2.756 + 10} = 0.234$$

$$D_{BC} = \frac{k_{BC}}{k_{BC} + k_{AB} + k_{ecin}} = \frac{2.756}{2.756 + 3.905 + 10} = 0.165$$

$$D_{CB} = \frac{k_{CB}}{k_{BC} + k_{CD} + k_{ecin}} = \frac{2.756}{2.756 + 3.417 + 10} = 0.17$$

$$D_{CD} = \frac{k_{CD}}{k_{CD} + k_{CB} + k_{ecin}} = \frac{3.417}{3.417 + 2.756 + 10} = 0.211$$

$$D_{DC} = \frac{k_{CD}}{k_{CD} + k_{ecex}} = \frac{3.417}{3.417 + 1.491} = 0.696$$

loading:

Dead load:

$$\text{own weight of beam} = 24 \times 0.25 \times 0.5 = 3 \text{ kN/m}$$

$$\text{own weight of slab} = 24 \times 0.16 \times 5.5 = 21.12 \text{ kN/m}$$

$$F.C = 1.7 \times 5.5 = 9.35 \text{ kN/m}$$

$$\text{wall} = 18 \times 0.2 \times 2.94 = 10.22 \text{ kN/m}$$

$$\text{assume partitions } \left(\frac{2 \text{ kN}}{\text{m}} \right) = 2 \times 5.5 = 11 \text{ kN/m}$$

$$\text{Total D.l} = 3 + 21.12 + 9.35 + 10.22 + 11 = 54.69 \text{ kN/m}$$

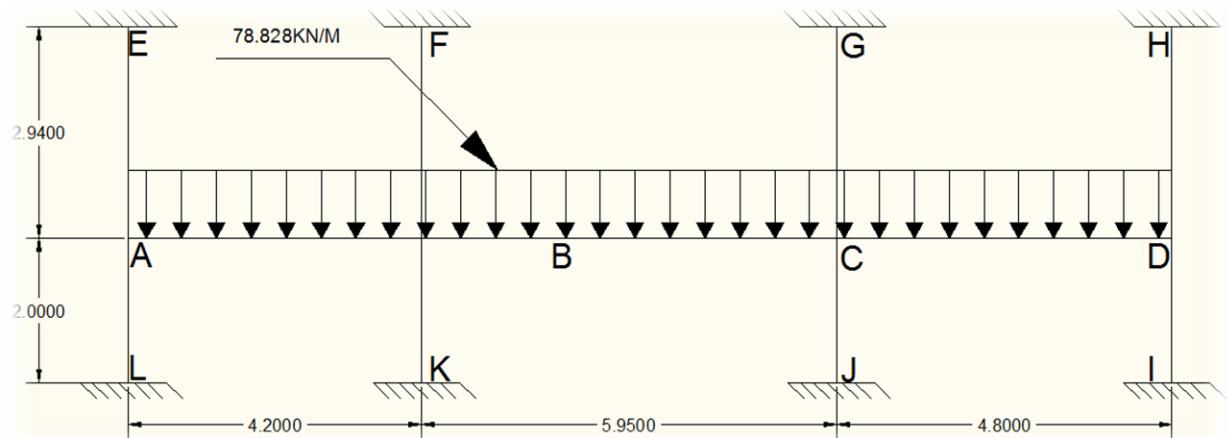
Live load:

$$L.L = 2 \times 5.5 = 11 \text{ kN/m}$$

$$\text{Design D.l} = 1.2 \times 54.69 = 65.628 \text{ kN/m}$$

$$\text{Design L.L} = 1.6 \times 11 = 17.6 \text{ kN/m}$$

$$w_u = 65.628 + \frac{3}{4} \times 17.6 = 78.828 \text{ kN/m}$$

Case1:

الشكل رقم (52-3): يوضح حالة التحميل رقم (1) للبلطة المصمتة في إتجاه (Y-Y)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{78.828 \times 4.2^2}{12} = -115.877 \text{ kN.m}$$

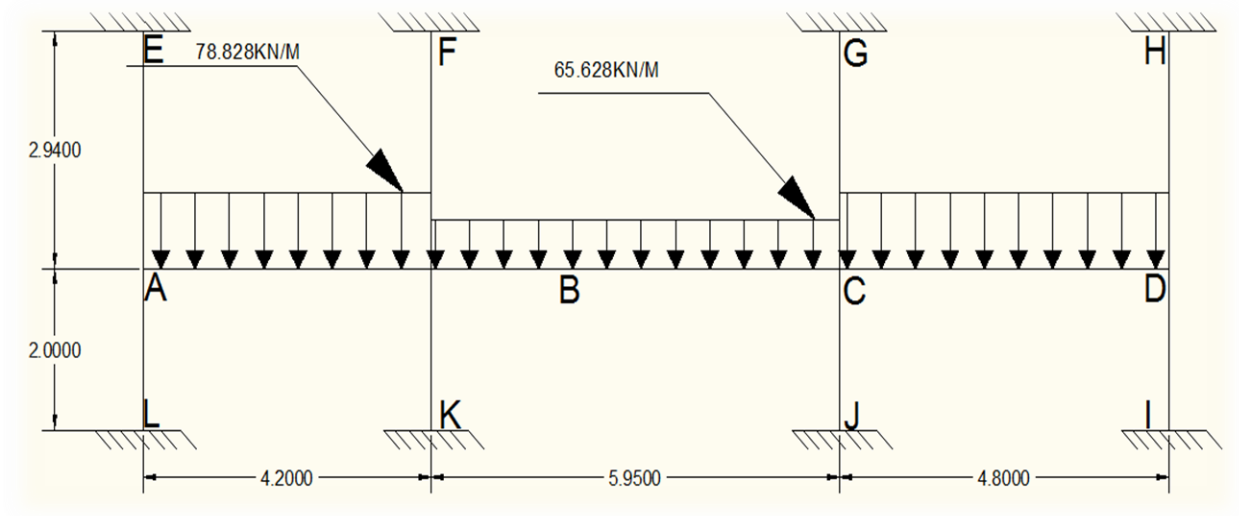
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{78.828 \times 5.95^2}{12} = -232.559 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{78.828 \times 4.8^2}{12} = -151.35 \text{ kN.m}$$

الجدول رقم (31-3): يوضح توزيع العزوم لحالة التحميل رقم (1) في إتجاه (Y-Y) للبلاطة المصمتة

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.281	0.234	0.165	0.17	0.211	0.696
F.E.M	-115.877	115.877	-232.559	232.559	-151.35	151.35
BA	32.56144	27.30359	19.25253	-13.8055	-17.1351	-105.34
CO	13.65179	16.28072	-6.90277	9.626265	-52.6698	-8.56755
BA	-3.83615	-2.19444	-1.54736	7.317401	9.082186	5.963014
CO	-1.09722	-1.91808	3.6587	-0.77368	2.981507	4.541093
BA	0.308319	-0.40731	-0.2872	-0.37533	-0.46585	-3.1606
CO	-0.20365	0.154159	-0.18767	-0.1436	-1.5803	-0.23293
BA	0.057226	0.00784	0.005528	0.293063	0.363743	0.162116
CO	0.00392	0.028613	0.146532	0.002764	0.081058	0.181872
BA	-0.0011	-0.04098	-0.0289	-0.01425	-0.01769	-0.12658
CO	-0.02049	-0.00055	-0.00712	-0.01445	-0.06329	-0.00884
BA	0.005758	0.001796	0.001266	0.013216	0.016403	0.006155
CO	0.000898	0.002879	0.006608	0.000633	0.003077	0.008202
BA	-0.00025	-0.00222	-0.00157	-0.00063	-0.00078	-0.00571
CO	-0.00111	-0.00013	-0.00032	-0.00078	-0.00285	-0.00039
BA	0.000312	0.000103	7.29E-05	0.000618	0.000767	0.000272
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-74.4473	155.093	-218.451	234.6847	-210.757	44.77052
Reaction	146.337	184.74	231.785	237.241	232.768	154.607

Case2:



(Y-Y) الشكل رقم (53-3): يوضح حالة التحميل رقم (2) للبلاطة المصمتة في إتجاه

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{78.828 \times 4.2^2}{12} = -115.877 \text{ kN.m}$$

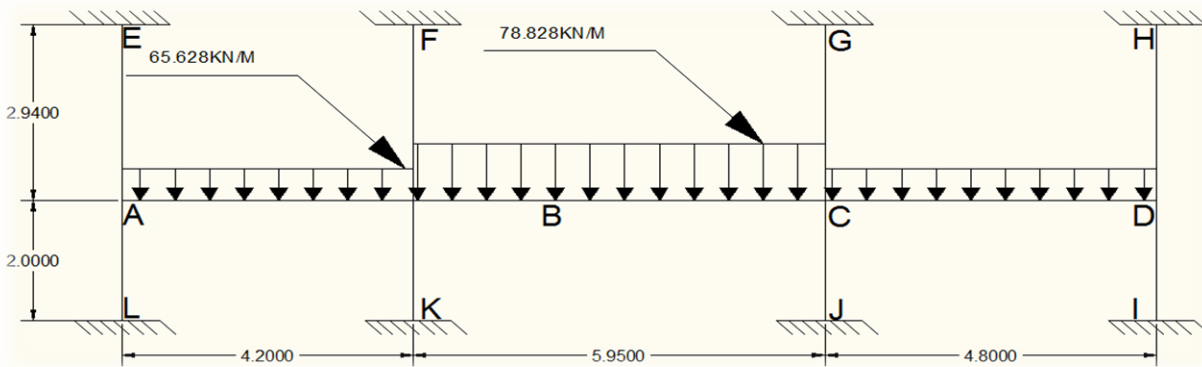
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{65.628 \times 5.95^2}{12} = -193.616 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{78.828 \times 4.8^2}{12} = -151.35 \text{ kN.m}$$

الجدول رقم (32-3): يوضح توزيع العزوم لحالة التحميل رقم (2) في إتجاه (Y-Y) للبلطة المصمتة

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.281	0.234	0.165	0.17	0.211	0.696
F.E.M	-115.877	115.877	-193.616	193.616	-151.35	151.35
BA	32.56144	18.19093	12.82694	-7.18522	-8.91813	-105.34
CO	9.095463	16.28072	-3.59261	6.413468	-52.6698	-4.45906
BA	-2.55583	-2.96902	-2.09354	7.863577	9.760086	3.103508
CO	-1.48451	-1.27791	3.931788	-1.04677	1.551754	4.880043
BA	0.417147	-0.62101	-0.43789	-0.08585	-0.10655	-3.39651
CO	-0.3105	0.208573	-0.04292	-0.21894	-1.69825	-0.05328
BA	0.087251	-0.03876	-0.02733	0.325924	0.404529	0.03708
CO	-0.01938	0.043626	0.162962	-0.01367	0.01854	0.202265
BA	0.005446	-0.04834	-0.03409	-0.00083	-0.00103	-0.14078
CO	-0.02417	0.002723	-0.00041	-0.01704	-0.07039	-0.00051
BA	0.006792	-0.00054	-0.00038	0.014863	0.018448	0.000358
CO	-0.00027	0.003396	0.007432	-0.00019	0.000179	0.009224
BA	7.59E-05	-0.00253	-0.00179	1.96E-06	2.43E-06	-0.00642
CO	-0.00127	3.8E-05	9.8E-07	-0.00089	-0.00321	1.22E-06
BA	0.000356	-9.1E-06	-6.4E-06	0.000698	0.000866	-8.5E-07
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-78.099	145.6489	-182.918	199.6651	-203.063	46.18632
Reaction	149.455	181.622	192.429	198.058	221.87	156.504

Case3:



الشكل رقم (32-54): يوضح حالة التحميل رقم (3) للبلطة المصمتة في إتجاه (Y-Y)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{65.628 \times 4.2^2}{12} = -96.473 \text{ kN.m}$$

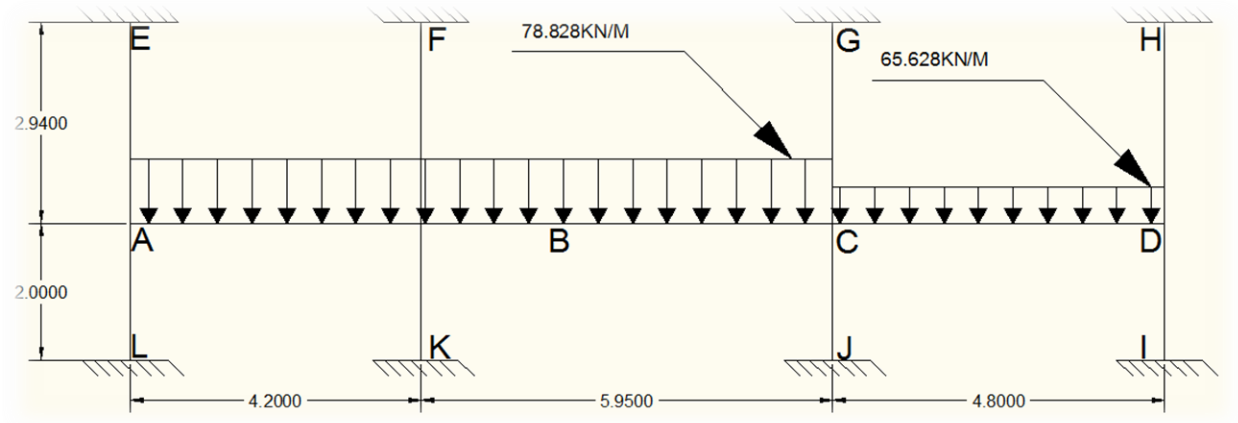
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{78.828 \times 5.95^2}{12} = -232.559 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{65.628 \times 4.8^2}{12} = -126.006 \text{ kN.m}$$

الجدول رقم (33-3): يوضح توزيع العزوم لحالة التحميل رقم (3) في إتجاه (Y-Y) للبلاطة المصمتة

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.281	0.234	0.165	0.17	0.211	0.696
F.E.M	-96.473	96.473	-232.559	232.559	-126.006	126.006
BA	27.10891	31.84412	22.45419	-18.114	-22.4827	-87.7002
CO	15.92206	13.55446	-9.05701	11.2271	-43.8501	-11.2413
BA	-4.4741	-1.0524	-0.74208	5.545909	6.883452	7.823974
CO	-0.5262	-2.23705	2.772954	-0.37104	3.911987	3.441726
BA	0.147863	-0.1254	-0.08842	-0.60196	-0.74714	-2.39544
CO	-0.0627	0.073931	-0.30098	-0.04421	-1.19772	-0.37357
BA	0.017619	0.05313	0.037463	0.211129	0.262048	0.260005
CO	0.026565	0.008809	0.105564	0.018732	0.130002	0.131024
BA	-0.00746	-0.02676	-0.01887	-0.02528	-0.03138	-0.09119
CO	-0.01338	-0.00373	-0.01264	-0.00944	-0.0456	-0.01569
BA	0.00376	0.003832	0.002702	0.009355	0.011612	0.010921
CO	0.001916	0.00188	0.004678	0.001351	0.005461	0.005806
BA	-0.00054	-0.00153	-0.00108	-0.00116	-0.00144	-0.00404
CO	-0.00077	-0.00027	-0.00058	-0.00054	-0.00202	-0.00072
BA	0.000216	0.000198	0.00014	0.000435	0.00054	0.0005
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-58.3292	138.5662	-217.403	230.4054	-183.159	35.85778
Reaction	118.715	156.923	232.328	236.699	188.195	126.819

Case4:



الشكل رقم (55-3): يوضح حالة التحميل رقم (4) للبلطة المصمتة في إتجاه (Y-Y)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{78.828 \times 4.2^2}{12} = -115.877 \text{ kN.m}$$

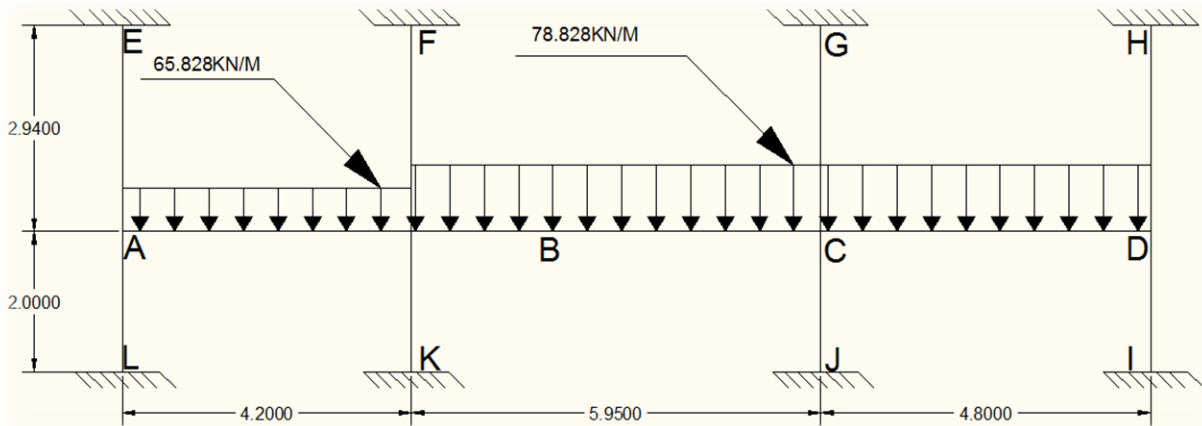
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{78.828 \times 5.95^2}{12} = -232.559 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{65.628 \times 4.8^2}{12} = -126.006 \text{ kN.m}$$

الجدول رقم (34-3): يوضح توزيع العزوم لحالة التحميل رقم (4) في إتجاه (Y-Y) للبلاطة المصمتة

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.281	0.234	0.165	0.17	0.211	0.696
F.E.M	-115.877	115.877	-232.559	232.559	-126.006	126.006
BA	32.56144	27.30359	19.25253	-18.114	-22.4827	-87.7002
CO	13.65179	16.28072	-9.05701	9.626265	-43.8501	-11.2413
BA	-3.83615	-1.69035	-1.19191	5.81805	7.221227	7.823974
CO	-0.84517	-1.91808	2.909025	-0.59596	3.911987	3.610613
BA	0.237494	-0.23188	-0.16351	-0.56373	-0.69968	-2.51299
CO	-0.11594	0.118747	-0.28186	-0.08175	-1.25649	-0.34984
BA	0.032579	0.038169	0.026914	0.227502	0.28237	0.243489
CO	0.019085	0.01629	0.113751	0.013457	0.121745	0.141185
BA	-0.00536	-0.03043	-0.02146	-0.02298	-0.02853	-0.09826
CO	-0.01521	-0.00268	-0.01149	-0.01073	-0.04913	-0.01426
BA	0.004275	0.003317	0.002339	0.010176	0.012631	0.009928
CO	0.001658	0.002138	0.005088	0.001169	0.004964	0.006315
BA	-0.00047	-0.00169	-0.00119	-0.00104	-0.00129	-0.0044
CO	-0.00085	-0.00023	-0.00052	-0.0006	-0.0022	-0.00065
BA	0.000238	0.000177	0.000124	0.000475	0.00059	0.00045
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-74.1876	155.7648	-220.978	228.8653	-182.821	35.92004
Reaction	146.116	184.962	233.188	235.839	188.112	126.903

Case5:



الشكل رقم (34-5): يوضح حالة التحميل رقم (5) للبلاطة المصمتة في إتجاه (Y-Y)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{65.628 \times 4.2^2}{12} = -96.473 \text{ kN.m}$$

$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{78.828 \times 5.95^2}{12} = -232.559 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{78.828 \times 4.8^2}{12} = -151.35 \text{ kN.m}$$

جدول رقم (35-3): يوضح توزيع العزوم لحالة التحميل رقم (5) في إتجاه (Y-Y) للبلطة المصمتة

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.281	0.234	0.165	0.17	0.211	0.696
F.E.M	-96.473	96.473	-232.559	232.559	-151.35	151.35
BA	27.10891	31.84412	22.45419	-13.8055	-17.1351	-105.34
CO	15.92206	13.55446	-6.90277	11.2271	-52.6698	-8.56755
BA	-4.4741	-1.5565	-1.09753	7.04526	8.744411	5.963014
CO	-0.77825	-2.23705	3.52263	-0.54876	2.981507	4.372205
BA	0.218688	-0.30083	-0.21212	-0.41357	-0.51331	-3.04305
CO	-0.15041	0.109344	-0.20678	-0.10606	-1.52153	-0.25665
BA	0.042266	0.022801	0.016077	0.27669	0.343421	0.178631
CO	0.0114	0.021133	0.138345	0.008039	0.089316	0.171711
BA	-0.0032	-0.03732	-0.02631	-0.01655	-0.02054	-0.11951
CO	-0.01866	-0.0016	-0.00828	-0.01316	-0.05976	-0.01027
BA	0.005243	0.002311	0.00163	0.012395	0.015384	0.007149
CO	0.001156	0.002622	0.006198	0.000815	0.003574	0.007692
BA	-0.00032	-0.00206	-0.00146	-0.00075	-0.00093	-0.00535
CO	-0.00103	-0.00016	-0.00037	-0.00073	-0.00268	-0.00046
BA	0.00029	0.000125	8.83E-05	0.000579	0.000718	0.000322
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-58.589	137.8944	-214.875	236.2248	-211.095	44.70827
Reaction	118.937	156.701	230.925	238.102	223.851	154.523

Maximum Design Moment:

Mid span CD:

$$M_u = \frac{77.398 \times 6.95^2}{8} - 0.5(300.544 + 145.5606) = 244.28 \text{ kN.m}$$

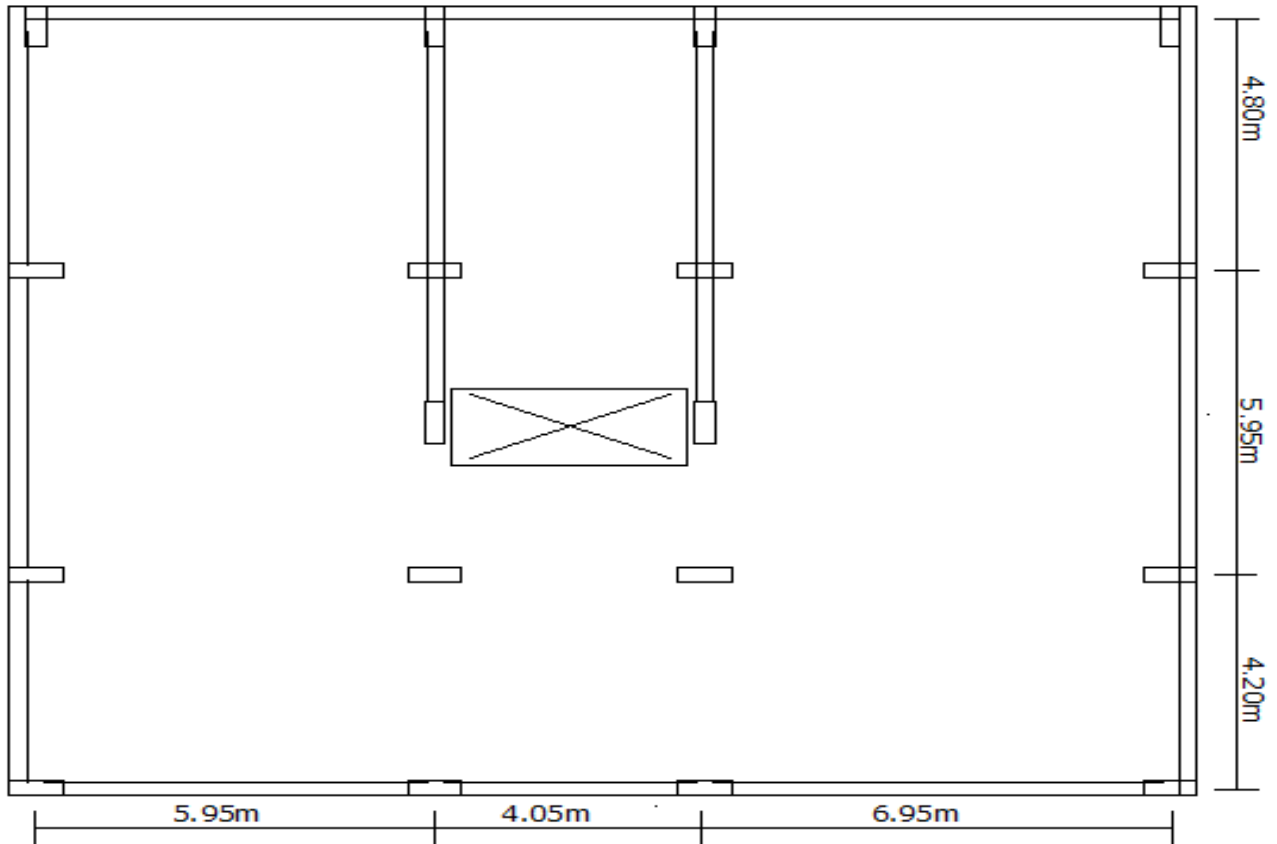
Face of support D:

$$M_u = -145.5606 - \frac{77.398 \times 0.4^2}{2} + 245.963 \times 0.4 = -53.1 \text{ kN.m}$$

Face of support C:

$$M_u = -310.528 - \frac{77.398 \times 0.4^2}{2} + 293.024 \times 0.4 = -199.51 \text{ kN.m}$$

3-2-3 تحليل البلاطة المسطحة :Analysis of Two-way Flat slab



الشكل رقم (3-57): يوضح البلاطة المسطحة

Slab Thickness:

From Table 9.5(c)

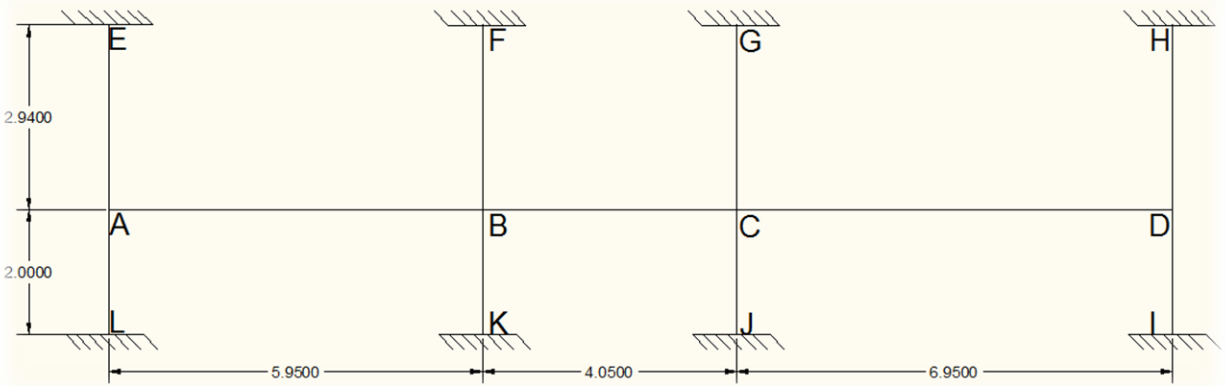
$$f_y = 420 \text{ Mp} \rightarrow h_{min} = \frac{l_n}{33} = \frac{6650}{33} = 201.515 \text{ mm}$$

$$\text{where } l_n = 6950 - 300 = 6650 \text{ mm}$$

$$f_y = 520 \text{ Mp} \rightarrow h_{min} = \frac{l_n}{31} = \frac{6650}{31} = 214.516 \text{ mm}$$

$$f_y = 460 \text{ Mp} \rightarrow h_{min} = 206.72 \text{ mm}$$

X-X Direction:



الشكل رقم (58-3): يوضح الهيكل المكافئ للبلاطة المسطحة في إتجاه (X-X)

$$I_{column} = \frac{0.8 \times 0.3^3}{12} = 1.8 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$k_{AL} = k_{BK} = k_{CJ} = k_{DI} = \frac{1.8 \times 10^{-3} E}{2} = 0.9 \times 10^{-3} E$$

$$k_{AE} = k_{BF} = k_{CG} = k_{DH} = \frac{1.8 \times 10^{-3} E}{2.94} = 0.612 \times 10^{-3} E$$

Stiffness of Slab:

$$I_s = \frac{bh^3}{12} = \frac{5.375 \times 0.22^3}{12} = 4.769 \times 10^{-3} m^4$$

Torsional Stiffness:

Interior Column:

$$c = \left(1 - 0.63 \times \frac{0.22}{0.8}\right) \left(\frac{0.22^3 \times 0.8}{3}\right) = 2.348 \times 10^{-3} m^4$$

$$k_t = \frac{9 \times 2.348 \times 10^{-3} E}{5.375 (0.944)^3} = 4.674 \times 10^{-3} E$$

$$\text{where: } 1 - \frac{c_2}{l_2} = \left(1 - \frac{0.3}{5.375}\right) = 0.944$$

Exterior Column:

$$x_1 = 0.2m$$

$$y_1 = 0.5m$$

$$c_1 = 9.973 \times 10^{-4} m^4$$

$$x_2 = 0.22m$$

$$y_2 = 0.28m$$

$$c_2 = 5.019 \times 10^{-4} m^4$$

$$\sum c = 1.499 \times 10^{-3} m^4$$

$$k_t = \frac{9 \times 1.499 \times 10^{-3} E}{5.375 (0.944)^3} = 2.984 \times 10^{-3} E$$

Equivalent column stiffness:

For exterior column:

$$k_{ec} = \frac{\sum k_c \times \sum k_{ta}}{\sum k_c + \sum k_{ta}}$$

$$k_{ec} = \frac{(0.612 + 0.9) \times 10^{-3} E \times (2 \times 2.984 \times 10^{-3} E)}{(0.612 + 0.9) \times 10^{-3} E + (2 \times 2.984 \times 10^{-3} E)} = 1.206 \times 10^{-3} E$$

For interior column:

$$k_{ec} = \frac{(0.612 + 0.9) \times 10^{-3} E \times (2 \times 4.674 E)}{(0.612 + 0.9) \times 10^{-3} E + (2 \times 4.674 E)} = 1.301 \times 10^{-3} E$$

Slab stiffness:

$$k_{SAB} = \frac{4.769 \times 10^{-3} E}{5.95} = 0.802 \times 10^{-3} E$$

$$k_{SBC} = \frac{4.769 \times 10^{-3} E}{4.05} = 1.178 \times 10^{-3} E$$

$$k_{SCD} = \frac{4.769 \times 10^{-3} E}{6.95} = 0.686 \times 10^{-3} E$$

Distribution factors:

$$D_{AB} = \frac{k_{AB}}{k_{AB} + k_{ec_{ex}}} = \frac{0.802 \times 10^{-3}}{(0.802 + 1.206) \times 10^{-3}} = 0.399$$

$$D_{BA} = \frac{k_{AB}}{k_{BC} + k_{AB} + k_{ec_{in}}} = \frac{0.802}{0.802 + 1.178 + 1.301} = 0.244$$

$$D_{BC} = \frac{k_{BC}}{k_{BC} + k_{AB} + k_{ec_{in}}} = \frac{1.178}{1.178 + 0.802 + 1.301} = 0.359$$

$$D_{CB} = \frac{k_{CB}}{k_{BC} + k_{CD} + k_{ec_{in}}} = \frac{1.178}{1.178 + 0.686 + 1.301} = 0.372$$

$$D_{CD} = \frac{k_{CD}}{k_{CD} + k_{CB} + k_{ec_{in}}} = \frac{0.686}{0.686 + 1.178 + 1.301} = 0.217$$

$$D_{DC} = \frac{k_{CD}}{k_{CD} + k_{ec_{ex}}} = \frac{0.686}{0.686 + 1.206} = 0.3626$$

Loading:

Dead load:

$$\text{own weight of slab} = 24 \times 0.22 \times 5.375 = 28.38 \text{ kN/m}$$

$$F.C = 1.7 \times 5.375 = 9.138 \text{ kN/m}$$

$$\text{Total length of wall} = 152.15 \text{ m}$$

$$\text{wall D.L} = \frac{\gamma_{red} \times \text{volume of wall}}{A_{slab}} = \frac{18 \times 2.94 \times 152.15 \times 0.2}{(16.95 \times 14.95) - (1.5 \times 4.05)} \\ = 6.511 \text{ kN/m}^2$$

$$D.L_{wall} = 6.511 \times 5.375 = 34.997 \text{ kN/m}$$

$$\text{Total D.l} = 28.38 + 9.138 + 34.997 = 72.515 \text{ kN/m}$$

Live load:

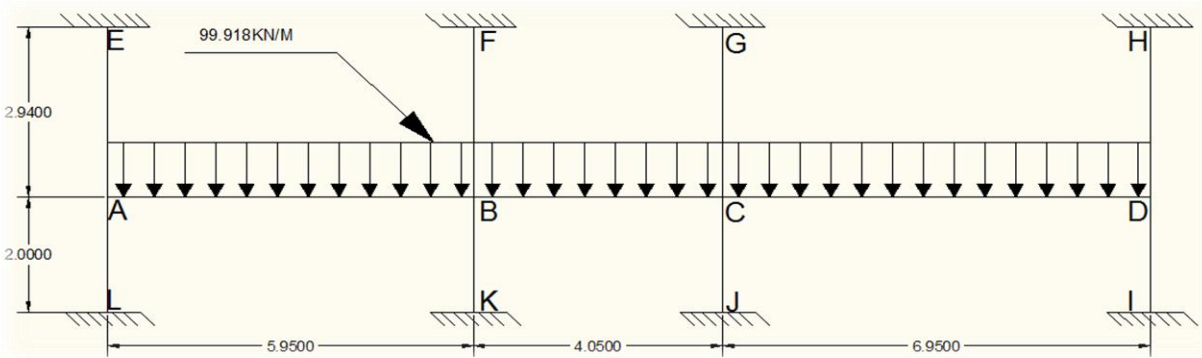
$$L.L = 2 \times 5.375 = 10.75 \text{ kN/m}$$

$$\text{Design D.l} = 1.2 \times 72.515 = 87.018 \text{ kN/m}$$

$$\text{Design L.L} = 1.6 \times 10.75 = 17.2 \text{ kN/m}$$

$$w_u = 87.018 + \frac{3}{4} \times 17.2 = 99.918 \text{ kN/m}$$

Case1:



الشكل رقم (3-59): يوضح حالة التحميل رقم (1) للبلطة المسطحة في إتجاه (X-X)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{99.918 \times 5.95^2}{12} = -294.779 kN.m$$

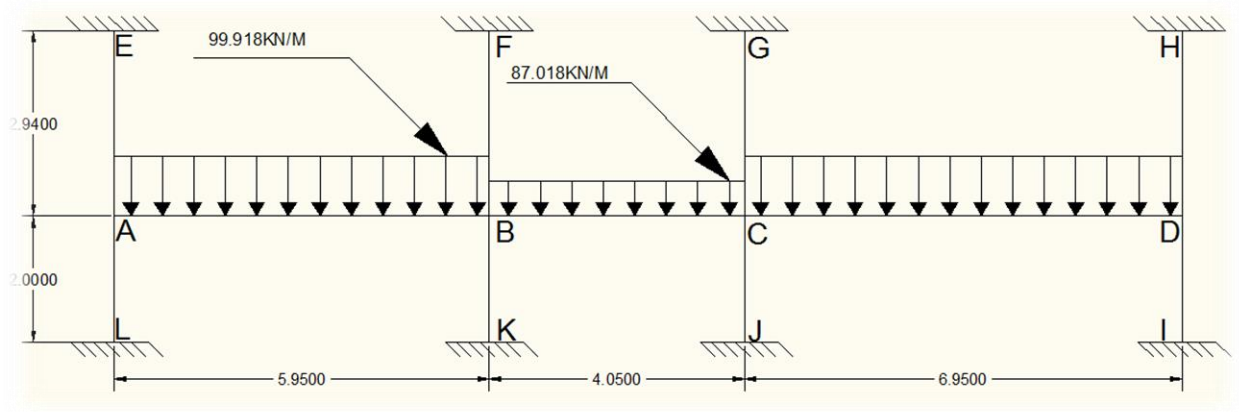
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{99.918 \times 4.05^2}{12} = -136.575 kN.m$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{99.918 \times 6.95^2}{12} = -402.191 kN.m$$

الجدول رقم (36-3): يوضح توزيع العزوم لحالة التحميل رقم (1) في إتجاه (X-X) للبلطة المسطحة

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.399	0.244	0.359	0.372	0.217	0.363
F.E.M	-294.779	294.779	-136.575	136.575	-402.191	402.191
BA	117.6168	-38.6018	-56.7952	98.80915	57.63867	-145.995
CO	-19.3009	58.80841	49.40458	-28.3976	-72.9977	28.81934
BA	7.701054	-26.404	-38.8485	37.71905	22.00278	-10.4614
CO	-13.202	3.850527	18.85952	-19.4242	-5.23071	11.00139
BA	5.267592	-5.54125	-8.15291	9.171638	5.350122	-3.9935
CO	-2.77063	2.633796	4.585819	-4.07645	-1.99675	2.675061
BA	1.10548	-1.76159	-2.59184	2.259233	1.317886	-0.97105
CO	-0.88079	0.55274	1.129616	-1.29592	-0.48552	0.658943
BA	0.351436	-0.41049	-0.60397	0.662697	0.386573	-0.2392
CO	-0.20525	0.175718	0.331349	-0.30198	-0.1196	0.193287
BA	0.081894	-0.12372	-0.18204	0.156828	0.091483	-0.07016
CO	-0.06186	0.040947	0.078414	-0.09102	-0.03508	0.045742
BA	0.024683	-0.02912	-0.04285	0.046909	0.027364	-0.0166
CO	-0.01456	0.012342	0.023455	-0.02143	-0.0083	0.013682
BA	0.00581	-0.00873	-0.01285	0.011059	0.006451	-0.00497
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-199.06	287.9728	-169.392	231.8029	-396.243	283.8462
Reaction	282.313	312.199	186.924	217.744	363.387	331.043

Case2:



الشكل رقم (3-60): يوضح حالة التحميل رقم (2) للبلطة المسطحة في إتجاه (X-X)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{99.918 \times 5.95^2}{12} = -294.779 \text{ kN.m}$$

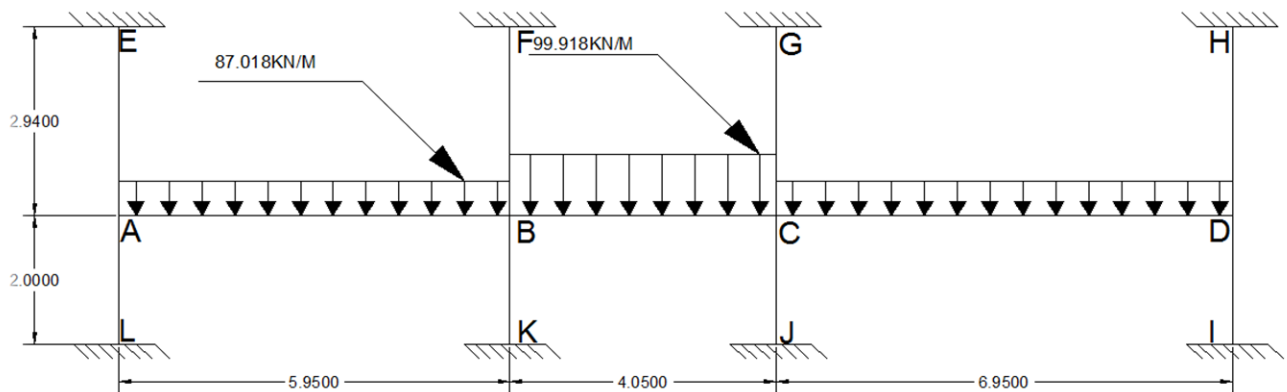
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{87.018 \times 4.05^2}{12} = -118.943 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{99.918 \times 6.95^2}{12} = -402.191 \text{ kN.m}$$

الجدول رقم (3-37): يوضح توزيع العزوم لحالة التحميل رقم (2) في إتجاه (X-X) للبلاطة المسطحة

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.399	0.244	0.359	0.372	0.217	0.363
F.E.M	-294.779	294.779	-118.943	118.943	-402.191	402.191
BA	117.6168	-42.904	-63.1251	105.3683	61.46482	-145.995
CO	-21.452	58.80841	52.68413	-31.5626	-72.9977	30.73241
BA	8.559345	-27.2042	-40.0258	38.89641	22.68957	-11.1559
CO	-13.6021	4.279672	19.4482	-20.0129	-5.57793	11.34478
BA	5.427234	-5.7896	-8.51831	9.519793	5.553213	-4.11816
CO	-2.8948	2.713617	4.759897	-4.25915	-2.05908	2.776606
BA	1.155025	-1.82354	-2.68299	2.350382	1.371056	-1.00791
CO	-0.91177	0.577513	1.175191	-1.3415	-0.50395	0.685528
BA	0.363796	-0.42766	-0.62922	0.686507	0.400463	-0.24885
CO	-0.21383	0.181898	0.343254	-0.31461	-0.12442	0.200231
BA	0.085318	-0.12814	-0.18853	0.163321	0.09527	-0.07268
CO	-0.06407	0.042659	0.08166	-0.09426	-0.03634	0.047635
BA	0.025563	-0.03033	-0.04463	0.048586	0.028342	-0.01729
CO	-0.01517	0.012782	0.024293	-0.02232	-0.00865	0.014171
BA	0.006052	-0.00905	-0.01331	0.011518	0.006719	-0.00514
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-200.694	283.0791	-155.654	218.3805	-391.89	285.3711
Reaction	283.41	311.102	160.724	191.699	362.542	331.889

Case3:



الشكل رقم (3-61): يوضح حالة التحميل رقم (3) للبلاطة المسطحة في إتجاه (X-X)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{87.018 \times 5.95^2}{12} = -256.721 \text{ kN.m}$$

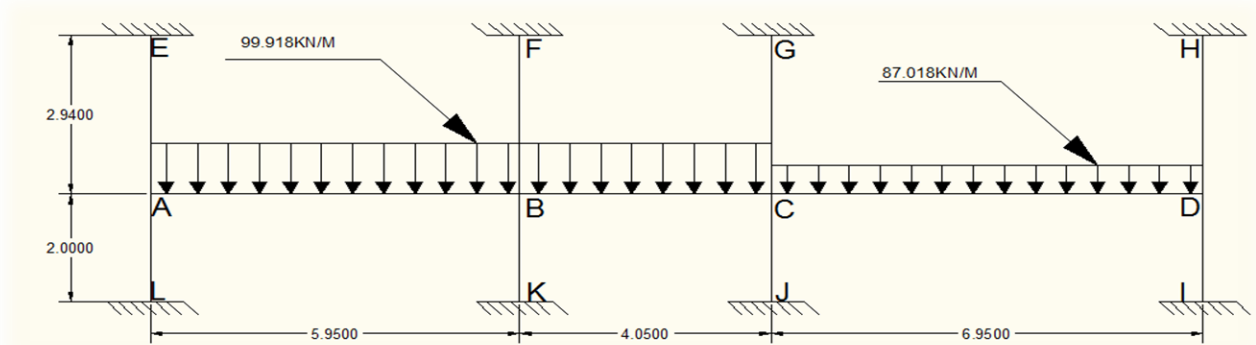
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{99.918 \times 4.05^2}{12} = -136.575 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{87.018 \times 6.95^2}{12} = -350.266 \text{ kN.m}$$

الجدول رقم (3-38): يوضح توزيع العزوم لحالة التحميل رقم (3) في إتجاه (X-X) للبلطة المسطحة

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.399	0.244	0.359	0.372	0.217	0.363
F.E.M	-256.721	256.721	-136.575	136.575	-350.266	350.266
BA	102.4317	-29.3156	-43.1324	79.49305	46.37095	-127.147
CO	-14.6578	51.21584	39.74653	-21.5662	-63.5733	23.18547
BA	5.848467	-22.1948	-32.6555	31.67189	18.47527	-8.41633
CO	-11.0974	2.924233	15.83594	-16.3277	-4.20816	9.237634
BA	4.427866	-4.57748	-6.7349	7.639358	4.456292	-3.35326
CO	-2.28874	2.213933	3.819679	-3.36745	-1.67663	2.228146
BA	0.913208	-1.4722	-2.16607	1.876399	1.094566	-0.80882
CO	-0.7361	0.456604	0.938199	-1.08303	-0.40441	0.547283
BA	0.293704	-0.34033	-0.50073	0.553328	0.322775	-0.19866
CO	-0.17017	0.146852	0.276664	-0.25037	-0.09933	0.161387
BA	0.067896	-0.10334	-0.15204	0.130088	0.075885	-0.05858
CO	-0.05167	0.033948	0.065044	-0.07602	-0.02929	0.037942
BA	0.020616	-0.02415	-0.03554	0.039176	0.022853	-0.01377
CO	-0.01208	0.010308	0.019588	-0.01777	-0.00689	0.011426
BA	0.004819	-0.00729	-0.01073	0.009172	0.00535	-0.00415
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-171.727	255.6875	-161.261	215.2989	-349.44	245.6752
Reaction	244.768	272.989	188.991	215.677	317.318	287.457

Case4:



الشكل رقم (3-62): يوضح حالة التحميل رقم (4) للبلطة المسطحة في إتجاه (X-X)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{99.918 \times 5.95^2}{12} = -294.779 \text{ kN.m}$$

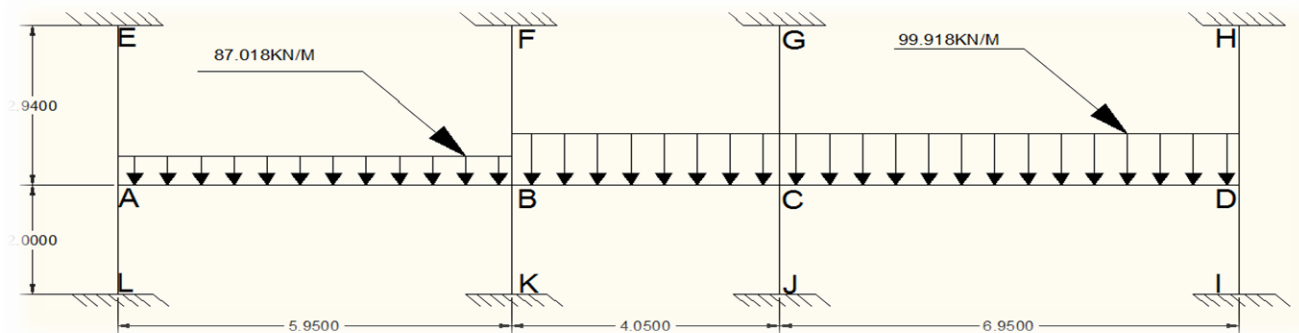
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{99.918 \times 4.05^2}{12} = -136.575 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{87.018 \times 6.95^2}{12} = -350.266 \text{ kN.m}$$

الجدول رقم (39-3): يوضح توزيع العزوم لحالة التحميل رقم (4) في إتجاه (X-X) للبلاطة المسطحة

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.399	0.244	0.359	0.372	0.217	0.363
F.E.M	-294.779	294.779	-136.575	136.575	-350.266	350.226
BA	117.6168	-38.6018	-56.7952	79.49305	46.37095	-127.132
CO	-19.3009	58.80841	39.74653	-28.3976	-63.566	23.18547
BA	7.701054	-24.0474	-35.3812	34.21047	19.95611	-8.41633
CO	-12.0237	3.850527	17.10524	-17.6906	-4.20816	9.978055
BA	4.797457	-5.11321	-7.52312	8.146344	4.752034	-3.62203
CO	-2.5566	2.398729	4.073172	-3.76156	-1.81102	2.376017
BA	1.020085	-1.57914	-2.32341	2.072998	1.209249	-0.86249
CO	-0.78957	0.510042	1.036499	-1.16171	-0.43125	0.604625
BA	0.315039	-0.37736	-0.55521	0.592579	0.345671	-0.21948
CO	-0.18868	0.15752	0.296289	-0.2776	-0.10974	0.172835
BA	0.075283	-0.11073	-0.16292	0.144092	0.084054	-0.06274
CO	-0.05536	0.037641	0.072046	-0.08146	-0.03137	0.042027
BA	0.022091	-0.02676	-0.03938	0.041972	0.024484	-0.01526
CO	-0.01338	0.011045	0.020986	-0.01969	-0.00763	0.012242
BA	0.005339	-0.00782	-0.0115	0.010162	0.005928	-0.00444
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-198.154	290.6887	-177.016	209.8964	-347.683	246.2625
Reaction	281.704	312.808	194.215	210.452	316.98	287.795

Case5:



الشكل رقم (63-3): يوضح حالة التحميل رقم (5) للبلاطة المسطحة في إتجاه (X-X)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{87.018 \times 5.95^2}{12} = -256.721 \text{ kN.m}$$

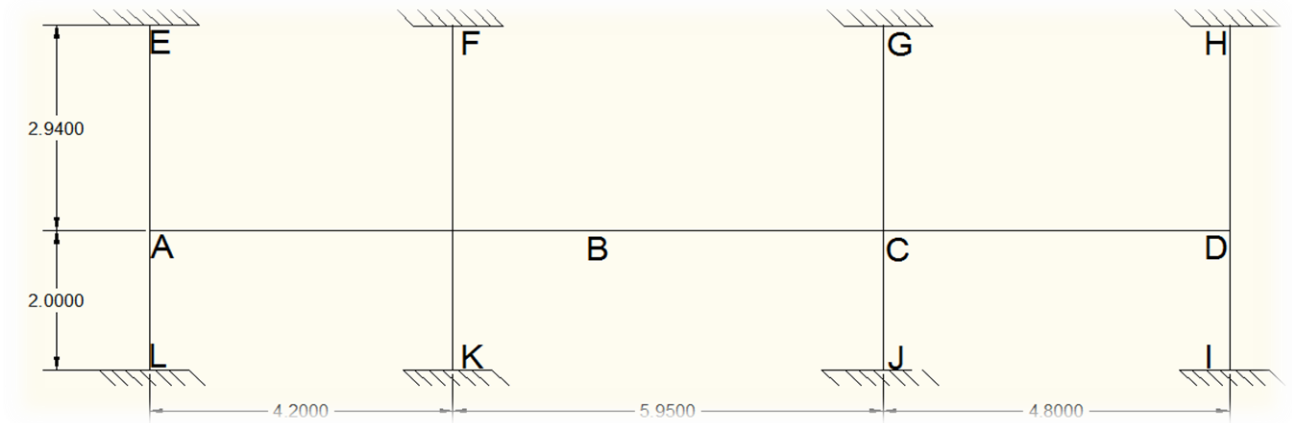
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{99.918 \times 4.05^2}{12} = -136.575 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{99.918 \times 6.95^2}{12} = -402.191 \text{ kN.m}$$

الجدول رقم (3-40): يوضح توزيع العزوم لحالة التحميل رقم (5) في إتجاه (X-X) للبلاطة المسطحة

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.399	0.244	0.359	0.372	0.217	0.363
F.E.M	-256.721	256.721	-136.575	136.575	-402.191	402.191
BA	102.4317	-29.3156	-43.1324	98.80915	57.63867	-145.995
CO	-14.6578	51.21584	49.40458	-21.5662	-72.9977	28.81934
BA	5.848467	-24.5514	-36.1227	35.17776	20.52036	-10.4614
CO	-12.2757	2.924233	17.58888	-18.0614	-5.23071	10.26018
BA	4.898001	-5.0052	-7.36421	8.664652	5.05438	-3.72445
CO	-2.5026	2.449	4.332326	-3.6821	-1.86222	2.52719
BA	0.998537	-1.65464	-2.4345	2.06249	1.203119	-0.91737
CO	-0.82732	0.499269	1.031245	-1.21725	-0.45868	0.601559
BA	0.330101	-0.37345	-0.54945	0.623447	0.363677	-0.21837
CO	-0.18672	0.165051	0.311724	-0.27473	-0.10918	0.181839
BA	0.074502	-0.11633	-0.17116	0.142815	0.083309	-0.06601
CO	-0.05817	0.037251	0.071407	-0.08558	-0.033	0.041654
BA	0.023208	-0.02651	-0.03901	0.044114	0.025733	-0.01512
CO	-0.01326	0.011604	0.022057	-0.0195	-0.00756	0.012866
BA	0.005289	-0.00821	-0.01208	0.010068	0.005873	-0.00467
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-172.633	252.9719	-153.638	237.2028	-397.995	283.2329
Reaction	245.376	272.381	181.701	222.967	363.728	330.703

Y-Y Direction:



الشكل رقم (64-3): يوضح الهيكل المكافئ للبلاطة المسطحة في إتجاه (Y-Y)

$$I_{column(A,B,C)} = \frac{0.3 \times 0.8^3}{12} = 0.0128 m^4$$

$$I_{column(D)} = \frac{0.8 \times 0.3^3}{12} = 1.8 \times 10^{-3} m^4$$

$$k_{AE} = k_{BF} = k_{CG} = \frac{0.0128E}{2.94} = 4.354 \times 10^{-3} E$$

$$k_{AL} = k_{BK} = k_{CJ} = \frac{0.0128E}{2} = 6.4 \times 10^{-3} E$$

$$k_{DH} = \frac{1.8 \times 10^{-3} E}{2.94} = 0.612 \times 10^{-3} E$$

$$k_{DI} = \frac{1.8 \times 10^{-3} E}{2} = 0.9 \times 10^{-3} E$$

$$I_s = \frac{5.5 \times 0.22^3}{12} = 4.88 \times 10^{-3} m^4$$

Torsional stiffness:

For interior column:

$$c = \left(1 - 0.063 \times \frac{0.22}{0.3}\right) \times \frac{0.22^3 \times 0.3}{3} = 5.729 \times 10^{-3} m^4$$

$$k_t = \frac{9 \times 5.729 \times 10^{-4} E}{5.5(0.855)^3} = 1.5 \times 10^{-3} E$$

$$\text{where: } 1 - \frac{c_2}{l_2} = \left(1 - \frac{0.8}{5.5}\right) = 0.855$$

For exterior column A:

$$1 - \frac{c_2}{l_2} = \left(1 - \frac{0.8}{5.5}\right) = 0.855$$

$$c = 1.499 \times 10^{-3} m^4$$

$$k_t = \frac{9 \times 1.499 \times 10^{-3} E}{5.5(0.855)^3} = 3.924 \times 10^{-3} E$$

For exterior column D:

$$1 - \frac{c_2}{l_2} = \left(1 - \frac{0.3}{5.5}\right) = 0.945$$

$$k_t = \frac{9 \times 1.499 \times 10^{-3} E}{5.5(0.945)^3} = 2.907 \times 10^{-3} E$$

Equivalent columns stiffness:

For interior columns:

$$k_{ec} = \frac{(4.354 + 6.4) \times 10^{-3} E \times (2 \times 1.5 \times 10^{-3} E)}{(4.354 + 6.4) \times 10^{-3} E + (2 \times 1.5 \times 10^{-3} E)} = 2.346 \times 10^{-3} E$$

For Exterior column at A:

$$k_{ec} = \frac{(4.354 + 6.4) \times 10^{-3} E \times (2 \times 3.924 \times 10^{-3} E)}{(4.354 + 6.4) \times 10^{-3} E + (2 \times 3.924 \times 10^{-3} E)} = 6.572 \times 10^{-3} E$$

For Exterior column at D:

$$k_{ec} = \frac{(0.612 + 0.9) \times 10^{-3} E \times (2 \times 2.907 \times 10^{-3} E)}{(0.612 + 0.9) \times 10^{-3} E + (2 \times 2.907 \times 10^{-3} E)} = 1.2 \times 10^{-3} E$$

Stiffness of slab:

$$k_{(S)AB} = \frac{EI}{l} = \frac{4.88 \times 10^{-3} E}{4.2} = 1.162 \times 10^{-3} E$$

$$k_{(S)BC} = \frac{4.88 \times 10^{-3} E}{5.95} = 0.82 \times 10^{-3} E$$

$$k_{(S)CD} = \frac{4.88 \times 10^{-3} E}{4.8} = 1.017 \times 10^{-3} E$$

Distribution factors:

$$D_{AB} = \frac{k_{AB}}{k_{AB} + k_{ec_{ex}}} = \frac{1.162 \times 10^{-3}}{(1.162 + 6.572) \times 10^{-3}} = 0.15$$

$$D_{BA} = \frac{k_{AB}}{k_{BC} + k_{AB} + k_{ec_{in}}} = \frac{1.162}{1.162 + 0.82 + 2.346} = 0.268$$

$$D_{BC} = \frac{k_{BC}}{k_{BC} + k_{AB} + k_{ec_{in}}} = \frac{0.82}{1.162 + 0.82 + 2.346} = 0.189$$

$$D_{CB} = \frac{k_{CB}}{k_{BC} + k_{CD} + k_{ec_{in}}} = \frac{0.82}{0.82 + 1.017 + 2.346} = 0.196$$

$$D_{CD} = \frac{k_{CD}}{k_{CD} + k_{CB} + k_{ec_{in}}} = \frac{1.017}{1.017 + 0.82 + 2.346} = 0.243$$

$$D_{DC} = \frac{k_{CD}}{k_{CD} + k_{ec_{ex}}} = \frac{1.017}{1.017 + 1.2} = 0.459$$

Loading:

Dead load:

$$\text{own weight of slab} = 24 \times 0.22 \times 5.5 = 29.04 \text{ kN/m}$$

$$F.C = 1.7 \times 5.5 = 9.35 \text{ kN/m}$$

$$D.L_{wall} = 6.511 \times 5.5 = 35.811 \text{ kN/m}$$

$$\text{Total } D.l = 29.04 + 9.35 + 35.811 = 74.201 \text{ kN/m}$$

Live load:

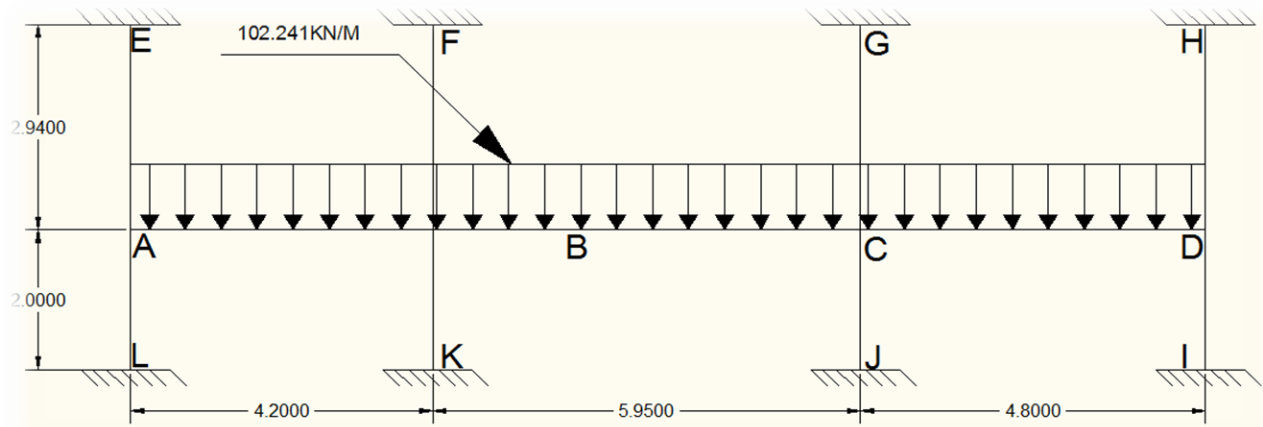
$$L.L = 2 \times 5.5 = 11 \text{ kN/m}$$

$$\text{Design } D.l = 1.2 \times 74.201 = 89.041 \text{ kN/m}$$

$$\text{Design } L.L = 1.6 \times 11 = 17.6 \text{ kN/m}$$

$$w_u = 89.041 + \frac{3}{4} \times 17.6 = 102.241 \text{ kN/m}$$

Case1:



الشكل رقم (65-3): يوضح حالة التحميل رقم (1) للبلطة المسطحة في إتجاه (Y-Y)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{102.241 \times 4.2^2}{12} = -150.294 \text{ kN.m}$$

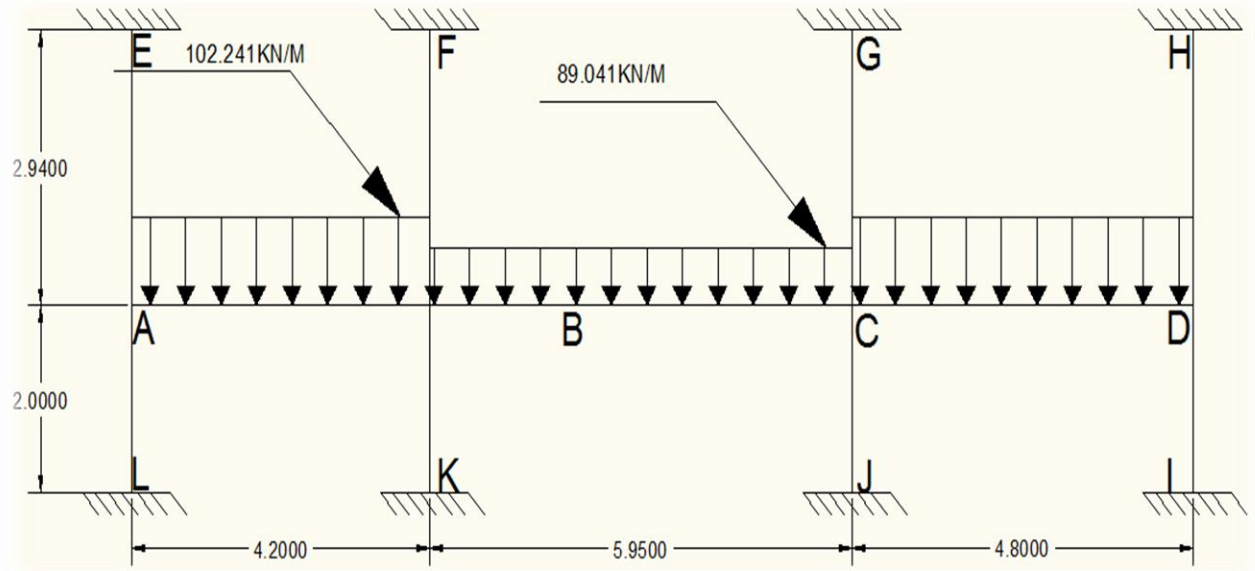
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{102.241 \times 5.95^2}{12} = -301.632 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{102.241 \times 4.8^2}{12} = -196.303 \text{ kN.m}$$

الجدول رقم (3-41): يوضح توزيع العزوم لحالة التحميل رقم (1) في إتجاه (Y-Y) للبلاطة المسطحة

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.15	0.268	0.189	0.196	0.243	0.459
F.E.M	-150.294	150.294	-301.632	301.632	-196.303	196.303
BA	22.5441	40.55858	28.60288	-20.6445	-25.5949	-90.1031
CO	20.27929	11.27205	-10.3222	14.30144	-45.0515	-12.7975
BA	-3.04189	-0.25455	-0.17951	6.027019	7.472274	5.87404
CO	-0.12727	-1.52095	3.01351	-0.08976	2.93702	3.736137
BA	0.019091	-0.40001	-0.28209	-0.55806	-0.69188	-1.71489
CO	-0.2	0.009546	-0.27903	-0.14105	-0.85744	-0.34594
BA	0.030001	0.072222	0.050933	0.195704	0.242633	0.158788
CO	0.036111	0.015	0.097852	0.025466	0.079394	0.121317
BA	-0.00542	-0.03024	-0.02133	-0.02055	-0.02548	-0.05568
CO	-0.01512	-0.00271	-0.01028	-0.01066	-0.02784	-0.01274
BA	0.002268	0.00348	0.002454	0.007547	0.009357	0.005848
CO	0.00174	0.001134	0.003774	0.001227	0.002924	0.004679
BA	-0.00026	-0.00132	-0.00093	-0.00081	-0.00101	-0.00215
CO	-0.00066	-0.00013	-0.00041	-0.00046	-0.00107	-0.0005
BA	9.86E-05	0.000144	0.000102	0.000301	0.000374	0.000231
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-110.772	200.0163	-280.956	300.7249	-257.81	101.1716
Reaction	193.458	235.955	300.844	307.489	278.011	212.745

Case2:



الشكل رقم (66-3): يوضح حالة التحميل رقم (2) للبلاطة المسطحة في إتجاه (Y-Y)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{102.241 \times 4.2^2}{12} = -150.294 \text{ kN.m}$$

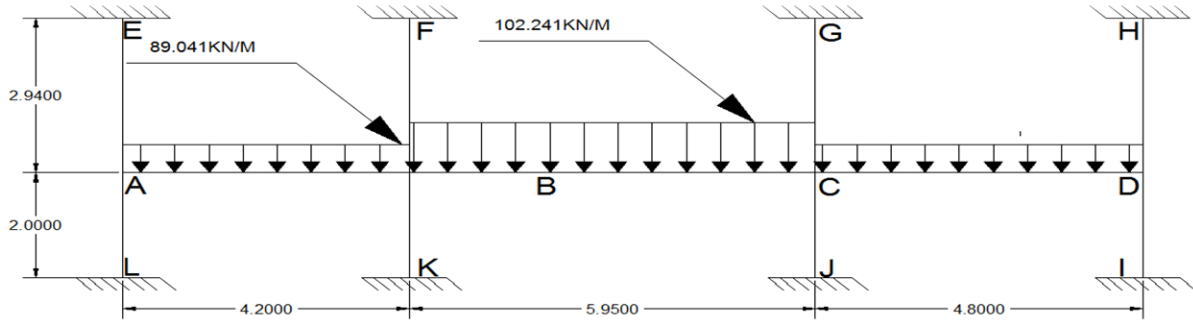
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{89.041 \times 5.95^2}{12} = -262.69 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{102.241 \times 4.8^2}{12} = -196.303 \text{ kN.m}$$

الجدول رقم (3-42): يوضح توزيع العزوم لحالة التحميل رقم (2) في إتجاه (Y-Y) للبلاطة المسطحة

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.15	0.268	0.189	0.196	0.243	0.459
F.E.M	-150.294	150.294	-262.69	262.69	-196.303	196.303
BA	22.5441	30.12213	21.24284	-13.0119	-16.132	-90.1031
CO	15.06106	11.27205	-6.50593	10.62142	-45.0515	-8.06602
BA	-2.25916	-1.27732	-0.9008	6.748303	8.366518	3.702303
CO	-0.63866	-1.12958	3.374151	-0.4504	1.851152	4.183259
BA	0.095799	-0.60155	-0.42422	-0.27455	-0.34038	-1.92012
CO	-0.30077	0.0479	-0.13727	-0.21211	-0.96006	-0.17019
BA	0.045116	0.023952	0.016892	0.229745	0.284837	0.078118
CO	0.011976	0.022558	0.114873	0.008446	0.039059	0.142419
BA	-0.0018	-0.03683	-0.02597	-0.00931	-0.01154	-0.06537
CO	-0.01842	-0.0009	-0.00466	-0.01299	-0.03269	-0.00577
BA	0.002762	0.001488	0.00105	0.008952	0.011098	0.002649
CO	0.000744	0.001381	0.004476	0.000525	0.001325	0.005549
BA	-0.00011	-0.00157	-0.00111	-0.00036	-0.00045	-0.00255
CO	-0.00078	-5.6E-05	-0.00018	-0.00055	-0.00127	-0.00022
BA	0.000118	6.35E-05	4.48E-05	0.000358	0.000444	0.000103
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-115.752	188.7377	-245.936	266.3356	-248.279	104.0841
Reaction	197.328	232.084	261.468	268.326	275.419	215.338

Case3:



الشكل رقم (3-67): يوضح حالة التحميل رقم (3) للبلطة المسطحة في إتجاه (Y-Y)

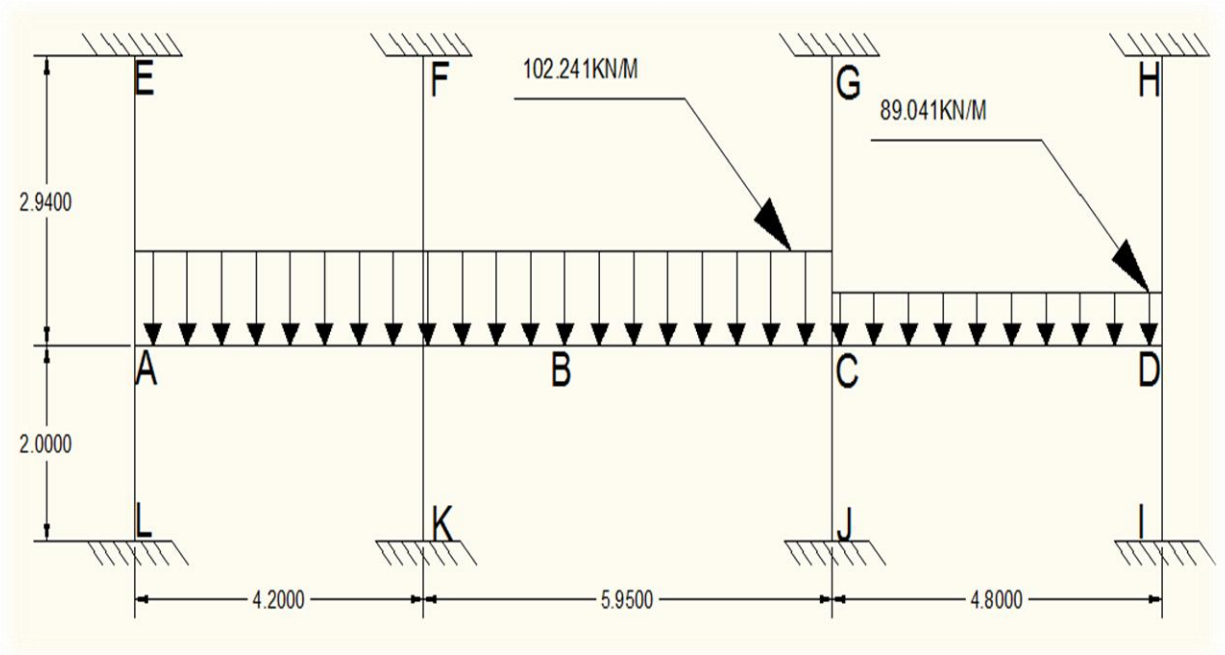
$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{89.041 \times 4.2^2}{12} = -130.89 \text{ kN.m}$$

$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{102.241 \times 5.95^2}{12} = -301.632 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{89.041 \times 4.8^2}{12} = -170.959 \text{ kN.m}$$

الجدول رقم (3-43): يوضح توزيع العزوم لحالة التحميل رقم (3) في إتجاه (Y-Y) للبلطة المسطحة

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.15	0.268	0.189	0.196	0.243	0.459
F.E.M	-130.89	130.89	-301.632	301.632	-170.959	170.959
BA	19.6335	45.75886	32.27024	-25.6119	-31.7535	-78.4702
CO	22.87943	9.81675	-12.806	16.13512	-39.2351	-15.8768
BA	-3.43191	0.801107	0.56496	4.527594	5.613293	7.287437
CO	0.400553	-1.71596	2.263797	0.28248	3.643719	2.806647
BA	-0.06008	-0.14682	-0.10354	-0.76953	-0.95407	-1.28825
CO	-0.07341	-0.03004	-0.38477	-0.05177	-0.64413	-0.47703
BA	0.011012	0.111169	0.078399	0.136396	0.169103	0.218958
CO	0.055584	0.005506	0.068198	0.039199	0.109479	0.084551
BA	-0.00834	-0.01975	-0.01393	-0.02914	-0.03613	-0.03881
CO	-0.00988	-0.00417	-0.01457	-0.00696	-0.0194	-0.01806
BA	0.001481	0.005022	0.003542	0.005168	0.006408	0.008292
CO	0.002511	0.000741	0.002584	0.001771	0.004146	0.003204
BA	-0.00038	-0.00089	-0.00063	-0.00116	-0.00144	-0.00147
CO	-0.00045	-0.00019	-0.00058	-0.00031	-0.00074	-0.00072
BA	6.68E-05	0.000206	0.000145	0.000206	0.000255	0.00033
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-91.4903	185.4715	-279.704	296.2891	-234.057	85.19712
Reaction	164.609	209.363	301.379	306.954	244.711	182.686



الشكل رقم (3-68): يوضح حالة التحميل رقم (4) للبلاطة المسطحة في إتجاه (Y-Y)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{102.241 \times 4.2^2}{12} = -150.294 \text{ kN.m}$$

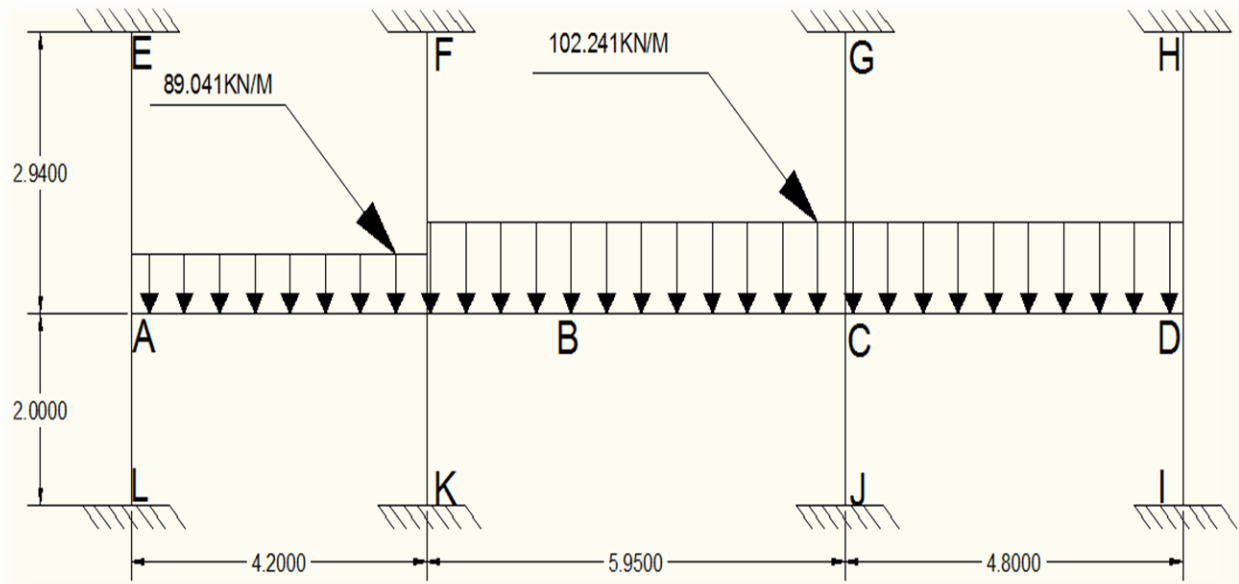
$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{102.241 \times 5.95^2}{12} = -301.632 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{89.041 \times 4.8^2}{12} = -170.959 \text{ kN.m}$$

الجدول رقم (3-44): يوضح توزيع العزوم لحالة التحميل رقم (4) في إتجاه (Y-Y) للبلابة المسطحة

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.15	0.268	0.189	0.196	0.243	0.459
F.E.M	-150.294	150.294	-301.632	301.632	-170.959	170.959
BA	22.5441	40.55858	28.60288	-25.6119	-31.7535	-78.4702
CO	20.27929	11.27205	-12.806	14.30144	-39.2351	-15.8768
BA	-3.04189	0.411086	0.289908	4.886995	6.058877	7.287437
CO	0.205543	-1.52095	2.443498	0.144954	3.643719	3.029438
BA	-0.03083	-0.24724	-0.17436	-0.74258	-0.92065	-1.39051
CO	-0.12362	-0.01542	-0.37129	-0.08718	-0.69526	-0.46032
BA	0.018543	0.103637	0.073087	0.153358	0.190132	0.211289
CO	0.051819	0.009272	0.076679	0.036544	0.105644	0.095066
BA	-0.00777	-0.02303	-0.01624	-0.02787	-0.03455	-0.04364
CO	-0.01152	-0.00389	-0.01393	-0.00812	-0.02182	-0.01728
BA	0.001728	0.004776	0.003368	0.005868	0.007275	0.00793
CO	0.002388	0.000864	0.002934	0.001684	0.003965	0.003638
BA	-0.00036	-0.00102	-0.00072	-0.00111	-0.00137	-0.00167
CO	-0.00051	-0.00018	-0.00055	-0.00036	-0.00083	-0.00069
BA	7.63E-05	0.000196	0.000138	0.000234	0.00029	0.000315
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-110.407	200.8427	-283.523	294.684	-233.612	85.33306
Reaction	193.173	236.238	302.291	306.042	244.59	182.807

Case5:



الشكل رقم (69-3): يوضح حالة التحميل رقم (5) للبلطة المسطحة في إتجاه (Y-Y)

$$M_{AB}^F = -M_{BA}^F = -\frac{89.041 \times 4.2^2}{12} = -130.89 \text{ kN.m}$$

$$M_{BC}^F = -M_{CB}^F = -\frac{102.241 \times 5.95^2}{12} = -301.632 \text{ kN.m}$$

$$M_{CD}^F = -M_{DC}^F = -\frac{102.241 \times 4.8^2}{12} = -196.303 \text{ kN.m}$$

الجدول رقم (3-45): يوضح توزيع العزوم لحالة التحميل رقم (5) في إتجاه (Y-Y) للبلاطة المسطحة

joint	A	B		C		D
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
D.F	0.15	0.268	0.189	0.196	0.243	0.459
F.E.M	-130.89	130.89	-301.632	301.632	-196.303	196.303
BA	19.6335	45.75886	32.27024	-20.6445	-25.5949	-90.1031
CO	22.87943	9.81675	-10.3222	16.13512	-45.0515	-12.7975
BA	-3.43191	0.135472	0.095538	5.667618	7.02669	5.87404
CO	0.067736	-1.71596	2.833809	0.047769	2.93702	3.513345
BA	-0.01016	-0.29958	-0.21127	-0.58502	-0.7253	-1.61263
CO	-0.14979	-0.00508	-0.29251	-0.10564	-0.80631	-0.36265
BA	0.022469	0.079754	0.056244	0.178742	0.221604	0.166457
CO	0.039877	0.011234	0.089371	0.028122	0.083229	0.110802
BA	-0.00598	-0.02696	-0.01901	-0.02182	-0.02706	-0.05086
CO	-0.01348	-0.00299	-0.01091	-0.00951	-0.02543	-0.01353
BA	0.002022	0.003726	0.002628	0.006848	0.00849	0.00621
CO	0.001863	0.001011	0.003424	0.001314	0.003105	0.004245
BA	-0.00028	-0.00119	-0.00084	-0.00087	-0.00107	-0.00195
CO	-0.00059	-0.00014	-0.00043	-0.00042	-0.00097	-0.00054
BA	8.91E-05	0.000154	0.000108	0.000273	0.000339	0.000246
member	AB	BA	BC	CB	CD	Dc
F.M	-91.8552	184.6451	-277.138	302.33	-258.255	101.0356
Reaction	164.893	209.079	299.933	308.401	278.132	212.624

Maximum Design Moment:

Mid span CD:

$$M_u = \frac{99.918 \times 6.95^2}{8} - 0.5(391.89 + 285.371) = 264.456 kN.m$$

Face of support D:

$$M_u = -285.371 - \frac{99.918 \times 0.4^2}{2} + 331.889 \times 0.4 = -160.614 \text{ kN.m}$$

Face of support C:

$$M_u = -397.995 - \frac{99.918 \times 0.4^2}{2} + 363.728 \times 0.4 = -260.502 \text{ kN.m}$$

Refrence	Calculations	Out Put
ACI-318-13.6.16	: Design of solid slab تصميم البلاطة المصمتة 2-3-3 1-check ACI requirement $0.2 \leq \frac{\alpha_{f1} l_2^2}{\alpha_{f2} l_1^2} \leq 5.0$ For corner panel: $\alpha_{f1} = 13.577, l_1 = 6.95m$ $\alpha_{f2} = 9.02, l_2 = 4.8m$ $\frac{\alpha_{f1} l_2^2}{\alpha_{f2} l_1^2} = \frac{13.577 \times 4.8^2}{9.02 \times 6.95^2} = 0.718 \rightarrow ok$ For edge panel: $\alpha_{f1} = 6.555, l_1 = 6.95m$ $\alpha_{f2} = 9.69, l_2 = 5.95m$ $\frac{\alpha_{f1} l_2^2}{\alpha_{f2} l_1^2} = \frac{6.555 \times 5.95^2}{9.698 \times 6.95^2} = 0.495 \rightarrow ok$ Use ACI coefficients to distribution moments critical sections The value of l_2/l_1: For corner panel $= \frac{l_2}{l_1} = \frac{4.8}{6.95} = 0.69$ For edge panel $= \frac{l_2}{l_1} = \frac{5.95}{6.95} = 0.86$ The value of $\alpha_{f1} \times l_2/l_1$: For corner panel $= \alpha_{f1} \times \frac{l_2}{l_1} = \frac{6.555 \times 5.95}{6.95} = 5.61$ > 1 For edge panel $= \alpha_{f1} \times \frac{l_2}{l_1} = \frac{13.577 \times 4.8}{6.95} = 9.38 > 1$ Take $l_2/l_1 = 0.86$ and $\alpha_{f1} \times \frac{l_2}{l_1} = 9.38 > 1$ Column stripe moment: Percent of interior negative moment: From table 13.6.4.1 Use linear interpolation:	

Reference	Calculations	Out Put
ACI-318-13.6.4.1	$l_2/l_1 = 0.5 \rightarrow 90\%$ $l_2/l_1 = 1.0 \rightarrow 75\%$ $l_2/l_1 = 0.86 \rightarrow 79.2\%$ Percent of exterior negative moment: From table 13.6.4.2 $\beta_t = \frac{c}{2I_s} = \frac{3.707 \times 10^{-3}}{2 \times 1.835 \times 10^{-3}} = 1.01$	
ACI-318-13.6.4.2	$\beta_t = 0 \rightarrow 100\%$ $\beta_t = 2.5 \rightarrow 79.2\%$ $\beta_t = 1.01 \rightarrow 91.6\%$ Percent of positive moment:	
ACI-318-13.6.4.4	$l_2/l_1 = 0.5 \rightarrow 90\%$ $l_2/l_1 = 1.0 \rightarrow 75\%$ $l_2/l_1 = 0.86 \rightarrow 79.2\%$	

Refrence	Calculations	Out Put
----------	--------------	---------

جدول رقم (3-46) يوضح العزوم التصميمية للبلاطة المصمتة

	Column stripe					Middle stripe
	Factored moment	Percent	Moment Kn.m	Beam moment	Column stripe	
exterior negative	53.1	91.6%	48.64	41.34	7.4	4.5
Positive	244.28	79.2%	193.47	165.45	29.02	50.81
interior negative	199.51	79.2%	158.01	134.31	23.7	41.5

Column stripe width = $4.8/2 - 0.25 = 2.15\text{m}$

Middle stripe width = $4.8 = 4.8/2 = 2.4\text{m}$

$d = 160 - 20 - 10/2 = 135\text{mm}$

جدول رقم (3-47) يوضح تصميم الشرائح للبلاطة المصمتة

	Column stripe			Middle stripe		
	exterior negative	Positive	interior negative	exterior negative	Positive	interior negative
M_u	7.4	29.02	23.7	4.5	50.81	41.5
B	2.15	2.15	2.15	2.4	2.4	2.4
M_u/B	3.442	13.50	11.023	1.88	21.171	17.292
d(mm)	135	135	135	135	135	135
b(mm)	1000	1000	1000	1000	1000	1000

R_n	0.21	0.823	0.672	0.115	1.291	1.054
ρ	0.0005	0.0018	0.0015	0.0002	0.0029	0.0024
A_s	62	247	201	34	392	318
A_{smin}	288	288	288	288	288	288
No.of.b	4Ø10	4Ø10	4Ø10	4Ø10	5Ø10	5Ø10
A_{spro}	315	315	315	315	394	394
Spacing	250	250	250	250	200	200

Refrence	Calculations	Out Put
ACI-318-Table (9.5.a) ACI-318-10-5-1 ACI-318-10-2-7-1	Design of project beams: 1-Design interior negative moment $M_u = -41.34 \text{ KN.m}$ $d = 660 - 20 - \frac{16}{2} = 632 \text{ mm}$ $R_n = \frac{M_u}{\phi b_w d^2} = \frac{41.34 \times 10^6}{0.9 \times 250 \times 632^2} = 0.46 \text{ Mpa}$ Minimum depth of beam: $h_{min} = \frac{l}{18.5} = \frac{6950}{18.5} = 376 \text{ mm} < 660 \rightarrow \text{ok}$ $\rho = \frac{0.85 f_c}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 R_n}{0.85 f_c}} \right]$ $= \frac{0.85 \times 25}{460} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.46}{0.85 \times 25}} \right] = 0.001$ $A_s = \rho b d = 0.001 \times 250 \times 632 = 158 \text{ mm}^2$ $A_{s \min} = \frac{1.4}{f_y} \times b_w \times d = \frac{1.4}{460} \times 250 \times 632 =$ provid 3Ø16, $A_s =$ Check Section Resistances: $M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$ $a = \frac{A_s f_y}{0.85 \hat{f}_c b_e} = \frac{603 \times 460}{0.85 \times 25 \times 250} = 52.213 \text{ mm}$ $M_n = 603 \times 460 \left(632 - \frac{52.213}{2} \right) \times 10^{-6}$ $= 168.06 \text{ KN.m}$ $M_n > \frac{M_u}{\phi} = 45.933 \text{ KN.m}$ $c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{52.231}{0.85} = 61.427 \text{ mm}$	481mm² 603mm²

Reference	Calculations	Out Put
ACI-318-10-3-4	$\varepsilon_t = .003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = \frac{0.003(632 - 61.427)}{61.427} = 0.028$ $> \varepsilon_t, is Ok$ 2- Design for Positive moment: $M_u = 164.45 \text{ KN.m}$ Effective Width b_{ef}:	
ACI-318-8-12-2	$b_{ef} \leq \left\{ \begin{array}{l} \frac{6950}{4} \\ b_w + 16h_f = 1000 + 16 \times 80 = 2280 \text{ mm} \\ \text{Beam Spacing} \rightarrow \text{Not Applicable} \end{array} \right\}$ $b_{ef} = 1737 \text{ mm}$ $M_{uf} = 0.9 \times 0.85 \times 25 \times 160 \times 1737 \times 10^{-6} \left(632 - \frac{160}{2} \right)$ $= 2934 \text{ KN.m} > M_u, (164.45 \text{ KN.m})$ $R_n = \frac{M_u}{\phi b_w d^2} = \frac{164.45 \times 10^6}{0.9 \times 1737 \times 632^2} = 0.263 \text{ Mpa}$ $\rho = \frac{0.85 \hat{f}_c}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85 \hat{f}_c}} \right]$ $= \frac{0.85 \times 25}{460} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.263}{0.85 \times 25}} \right] = 0.0006$	
ACI-318-10-5-1	$A_s = \rho b_e d = 0.0006 \times 1737 \times 632 =$ $A_{s \min} = \frac{1.4}{f_y} \times b_w \times d = \frac{1.4}{460} \times 250 \times 632 = 481 \text{ mm}^2$ provid 4Ø16, $A_s =$ Check Section Resistances: $M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$	659 mm² 804 mm²

Refrence	Calculations	Out Put
ACI-318-10-2-7-1 ACI-318-10-3-4	$M_n > \frac{M_u}{\phi} = 149.233 \text{KN.m}$ $c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{52.231}{0.85} = 61.427 \text{mm}$ $\varepsilon_t = .003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = \frac{0.003(632 - 61.427)}{61.427} = 0.028$ $> \varepsilon_t, \text{ is Ok}$ Shear design: $\text{max shear force} = 293.03 \text{kN}$ $v_{ud} = v - w_u d = 293 - 77.398 \times 0.632$ $= 244.114 \text{kN}$	
ACI-318-11-2-1-1	$\phi v_c = \phi \times 0.17 \times \sqrt{f_c} \times b_w \times d$ $\phi v_c = 0.75 \times 0.17 \times \sqrt{25} \times 250 \times 632 \times 10^{-3}$ $= 100.725 \text{kN}$	
ACI-318-11-1-1	$v_u > 0.5 \phi v_c = 50.363 \text{kN}$ $v_s = \frac{v_u - \phi v_c}{\phi} = \frac{244.114 - 100.725}{0.75} = 191.185 \text{kN}$	
ACI-318-11-4-7-2	$A_v = \frac{2\pi 10^2}{4} = 157.08 \text{ mm}^2$ $S_{max} \leq \left[\begin{array}{l} \frac{A_v f_y d}{v_s} = \frac{157.08 \times 460 \times 632}{191.185 \times 1000} = 239 \text{mm} \\ \frac{A_v f_y}{0.35 b_w} = \frac{157.08 \times 460}{0.35 \times 250} = 826 \text{mm} \end{array} \right]$ Use $\phi 10$ at 200mm c/c Additional slab reinforcement at columns for moment transfer Between slab and Exterior column.	
ACI-318-13-5-3-2	$M_u = \gamma_f M_u$ $\gamma_f = \frac{1}{1 + \left(\frac{2}{3}\right) \sqrt{\frac{b_1}{b_2}}}$	

Refrence	Calculations	Out Put
ACI-318-7-12-2-1	$b_1 = c_1 + \frac{d}{2} = 800 + \frac{632}{2} = 1116mm$ $b_2 = c_2 + d = 300 + 632 = 932mm$ $\gamma_f = \frac{1}{1 + \left(\frac{2}{3}\right)\sqrt{\frac{1116}{932}}} = 0.578$ Effective slab width $b_b = c_2 + 3h$ 13.5.3.2 $b_b = 300 + 3 \times 160 = 780mm$ $M_u = 145.532 \times 0.578 = 84.117kN.m$ $R_n = \frac{M_u}{\phi b_w d^2} = \frac{84.117 \times 10^6}{0.9 \times 780 \times 632^2} = 0.3Mpa$ $\rho = \frac{0.85 \hat{f}_c}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85 \hat{f}_c}} \right]$ $= \frac{0.85 \times 25}{460} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.3}{0.85 \times 25}} \right] = 0.0007$ $A_s = \rho b_e d = 0.0007 \times 780 \times 632 =$ $A_{s \min} = 0.0018 \times b_w \times d = 0.0018 \times 250 \times 632$ $= 285mm^2$ $A_s > A_{s \min}$ provid $2\phi 16, A_s =$ Shear capacity of slab: $w_u = \frac{77.398}{5.375} = 14.4 kN/m^2$ Shear capacity Based on tributary area: $v_u = 14.4 \left(5.375 - \frac{0.25}{2} - 0.135 \right) = 73.656kN/m$	346 mm² 402mm²
ACI-318-11-2-1-1	$\phi v_c = \phi \times 0.17 \times \sqrt{\hat{f}_c} \times b_w \times d$ $\phi v_c = 0.75 \times 0.17 \times \sqrt{25} \times 1000 \times 135 \times 10^{-3}$ $= 86.063kN/m$	

Refrence	Calculations	Out Put
	$v_u < \phi v_c$ <i>→ the thickness at slab adequate enough</i>	

Refrence	Calculations	Out Put
	3-3-3 تصميم البلاطة المسطحة: Design of flat slab Column stripe moment: Percent of interior negative moment: ACI-318-13-6-4-1 $l_2/l_1 = 0.86 \rightarrow 79.2\%$ The value of $\alpha_{f1} = l_2/l_1 = 0$ ACI-318-13-6-4-2 $\beta_t = \frac{c}{2I_s} = \frac{1.499 \times 10^{-3}}{2 \times 4.769 \times 10^{-3}} = 0.157$ Use linear interpolation: $\beta_t = 0 \rightarrow 100\%$ $\beta_t = 2.5 \rightarrow 75\%$ $\beta_t = 0.157 \rightarrow 98.43\%$ ACI-318-13-6-4-4 Percent of positive moment $\rightarrow 60\%$ Percent of Interior negative moment $\rightarrow 75\%$	

Refrence	Calculations	Out Put
----------	--------------	---------

جدول رقم (3-48) يوضح العزوم التصميمية للبلاطة المسطحة

	Factored moment	Column stripe		Middle stripe
		Percent	Moment KN.m	Moment KN.m
exterior negative	160.614	98.43%	158.092	2.522
Positive	264.456	60%	158.674	105.782
interior negative	260.502	75%	195.377	65.126

Column stripe width = $4.8/2=2.4\text{m}$

Middle stripe width = $4.8- 4.8/2=2.4\text{m}$

$d=220-20-10/2=195\text{mm}$

جدول رقم (3-49) يوضح تصميم الشرائح للبلاطة المسطحة

	Column stripe			Middle stripe		
	exterior negative	Positive	interior negative	exterior negative	Positive	interior negative
M_u	2.522	105.782	65.126	158.092	158.674	195.377
B	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
M_u/B	1.051	44.076	27.136	65.872	66.114	81.407
d(mm)	195	195	195	195	195	195
b(mm)	1000	1000	1000	1000	1000	1000

R_n	0.031	1.288	0.793	1.925	1.932	2.379
ρ	0.00001	0.0029	0.0018	0.0044	0.00441	0.0055
A_s	13	564	343	857	861	1073
A_{smin}	396	396	396	396	396	396
No.of.b	6Ø10	8Ø10	6Ø10	11Ø10	11Ø10	14Ø10
A_{spro}	472	629	472	864	864	1100
Spacing	150	100	150	80	80	70

Reference	Calculations	Out Put
	Design of Ribs and HB: تصميم البلاطة المفرغة 1-3-3 1- Design for negative moment: $M_u = -15.831 \text{ KN.m}$ $d = 260 - 20 - \frac{16}{2} - 8 = 224 \text{ mm}, \phi = 0.9$ $R_n = \frac{M_u}{\phi b_w d^2} = \frac{15.831 \times 10^6}{0.9 \times 120 \times 224^2} = 2.921 \text{ Mpa}$ $\rho = \frac{0.85 \hat{f}_c}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85 \hat{f}_c}} \right]$ $= \frac{0.85 \times 25}{460} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 2.921}{0.85 \times 25}} \right] = 0.007$ $A_s = \rho b_w d = 0.007 \times 120 \times 224 =$ $A_{smin} = \frac{1.4}{f_y} b_w d = \frac{1.4}{460} \times 120 \times 224 = 81.8 \text{ mm}^2 < A_s$ provid $2\phi 16, A_s =$ Check Section Resistances: $M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$ $a = \frac{A_s f_y}{0.85 \hat{f}_c b_e} = \frac{402 \times 460}{0.85 \times 25 \times 120} = 72.518 \text{ mm}$ $M_n = 402 \times 460 \left(232 - \frac{72.518}{2} \right) \times 10^{-6} =$ $M_n > \frac{M_u}{\phi} = \frac{15.831}{0.9} =$ $c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{72.518}{0.85} = 85.315 \text{ mm}, \beta_1 = 0.85$ $\varepsilon_t = .003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = \frac{0.003(224 - 85.315)}{85.315} = 0.005$ $> \varepsilon_t, is Ok$ 2- Design for positive moment: Effective Width b_{ef}:	189 mm² 402mm² 34.717KN.m 17.59KN.m

Reference	Calculations	Out Put
ACI-318-B-1	Spacing = $\frac{1000}{3} = 333mm$ Use 1Ø8mm /block Design of Hidden Beam: <u>Hidden Beam One (HB1):</u> Section for Bending: Support(A): $M_u = -56.36 \text{ KN.m}$ $R_n = \frac{M_u}{\phi b_w d^2} = \frac{56.36 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 232^2} = 1.164 \text{ Mpa}$ $\rho = \frac{0.85 \hat{f}_c}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85 \hat{f}_c}} \right]$ $= \frac{0.85 \times 25}{460} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1.164}{0.85 \times 25}} \right] = 0.0026$ $\rho_{max} = \frac{0.85 \hat{f}_c \beta_1}{f_y} \left(\frac{0.003}{0.003 + \varepsilon_t} \right), \beta_1 = 0.85, \varepsilon_t = 0.005$ $= \frac{0.85 \times 25 \times 0.85}{460} \left(\frac{0.003}{0.003 + 0.005} \right) = 0.0147$ $> \rho$	
ACI-318-10.5.1	Single Reinforcement $\rho_{min} = \frac{1.4}{f_y} = \frac{1.4}{460} = 0.003$ Use $\rho = 0.003$ $A_s = \rho b d = 0.003 \times 1000 \times 232 =$ provid 4Ø16, $A_s =$ Check Section Resistances: $M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$ $a = \frac{A_s f_y}{0.85 \hat{f}_c b_e} = \frac{804 \times 460}{0.85 \times 25 \times 1000} = 17.4 \text{ mm}$ $M_n = 804 \times 460 \left(232 - \frac{17.4}{2} \right) \times 10^{-6} =$	706 mm² 804mm² 82.59KN.m

Reference	Calculations	Out Put
ACI-318-10.3.4	$M_n > \frac{M_u}{\phi} = \frac{56.363}{0.9} =$ $c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{17.4}{0.85} = 20.471mm$ $\varepsilon_t = .003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = \frac{0.003(232 - 20.471)}{20.471} = 0.031$ $> \varepsilon_t, is Ok$ Section at mid Span(AB) Effective Width b_{ef}: $b_{ef} \leq \left\{ \begin{array}{l} \frac{5950}{4} \\ b_w + 16h_f = 1000 + 16 \times 80 = 2280mm \\ \text{Beam Spacing} \rightarrow \text{Not Applicable} \end{array} \right\}$ $b_{ef} = 1487mm$ $M_{uf} = 0.85\phi f_c h_f b_f \left(d - \frac{h_f}{2} \right)$ $M_{uf} = 0.9 \times 0.85 \times 25 \times 80 \times 1487 \times 10^{-6} \left(232 - \frac{80}{2} \right)$ $= 436.821KN.m > M_u, (77.2333KN.m)$ $\rightarrow d = 260 - 20 - \frac{16}{2} = 232mm$ The section design as a Rectangular Section. $R_n = \frac{M_u}{\phi b_w d^2} = \frac{77.233 \times 10^6}{0.9 \times 1487 \times 232^2} = 1.072Mpa$ $\rho = \frac{0.85\hat{f}_c}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{.85\hat{f}_c}} \right]$ $= \frac{0.85 \times 25}{460} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1.072}{0.85 \times 25}} \right] = 0.0024$	62.624KN.m

Refrence	Calculations	Out Put
ACI-318-10.2.7.1 ACI-318-10.3.4	$\rho_{max} > \rho$ Single Reinforcement Use $\rho = 0.0024$ $A_s = \rho b_e d = 0.0024 \times 1787 \times 232 =$ $A_{s\ min} = \frac{1.4}{f_y} \times b_w \times d = \frac{1.4}{460} \times 1000 \times 232 = 706 mm^2$ provid $5\emptyset 16, A_s =$ Check Section Resistances: $M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$ $a = \frac{A_s f_y}{0.85 f_c b_e} = \frac{1005 \times 460}{0.85 \times 25 \times 1487} = 14.63\ mm$ $M_n = 1005 \times 460 \left(232 - \frac{14.63}{2} \right) \times 10^{-6} =$ $M_n > \frac{M_u}{\phi} = \frac{77.233}{0.9} =$ $c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{14.63}{0.85} = 17.212 mm$ $\epsilon_t = .003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = \frac{0.003(232 - 17.212)}{17.212} = 0.037$ $> \epsilon_t, is Ok$ Support(B): $M_u = -69.614\ KN.m$ $R_n = \frac{69.614 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 232^2} = 1.437 Mpa$ $\rho = \frac{0.85 \times 25}{460} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1.437}{0.85 \times 25}} \right] = 0.0032$ $\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$ Single Reinforcement Use $\rho = 0.0032$ $A_s = 0.0032 \times 1000 \times 232 =$ provid $4\emptyset 16, A_s =$ Check Section Resistances:	827.96 mm ² 1005mm ² 103.872KN.m 85.814KN.m 742.4 mm ² 804mm ²

Reference	Calculations	Out Put
ACI-318-10.3.4	$M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$ $a = \frac{804 \times 460}{0.85 \times 25 \times 1000} = 17.4 \text{ mm}$ $M_n = 804 \times 460 \left(232 - \frac{17.4}{2} \right) \times 10^{-6} =$ $M_n > \frac{M_u}{\phi} = \frac{69.614}{0.9} =$ $c = \frac{17.4}{0.85} = 20.471 \text{ mm}$ $\epsilon_t = .003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = \frac{0.003(232 - 20.471)}{20.471} = 0.031$ $> \epsilon_t, \text{ is Ok}$ Section at mid Span(BC) Effective Width b_{ef}: $b_{ef} \leq \left\{ \begin{array}{l} \frac{4050}{4} \\ b_w + 16h_f = 1000 + 16 \times 80 = 2280 \text{ mm} \\ \text{Beam Spacing} \rightarrow \text{Not Applicable} \end{array} \right\}$ $b_{ef} = 1012 \text{ mm}$ $M_{uf} = 0.9 \times 0.85 \times 25 \times 80 \times 1012 \times 10^{-6} \left(232 - \frac{80}{2} \right)$ $= 297.285 \text{ KN.m} > M_u, (10.018 \text{ KN.m})$ The section design as a Rectangular Section. $R_n = \frac{10.018 \times 10^6}{0.9 \times 1012 \times 232^2} = 0.204 \text{ Mpa}$ $\rho = \frac{0.85 \times 25}{460} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.204}{0.85 \times 25}} \right] = 0.0005$ $\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$ Single Reinforcement Use $\rho = 0.0005$ $A_s = 0.0005 \times 1012 \times 232 =$	82.59 KN.m 77.35 KN.m
ACI-318-8.12.2		117.892 mm ²

Refrence	Calculations	Out Put
ACI-318-10.5.1	$A_{s \min} = \frac{1.4}{460} \times 1000 \times 232 =$ provid 4Ø16, $A_s =$ Check Section Resistances: $M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$ $a = \frac{804 \times 460}{0.85 \times 25 \times 1000} = 17.2 \text{ mm}$ $M_n = 804 \times 460 \left(232 - \frac{17.2}{2} \right) \times 10^{-6} =$ $M_n > \frac{M_u}{\phi} = \frac{10.018}{0.9} =$ $c = \frac{17.2}{0.85} = 20.235 \text{ mm}$ $\varepsilon_t = .003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = \frac{0.003(232 - 20.235)}{20.235} = 0.031$ $> \varepsilon_t$, is Ok Support(C): $M_u = -102.428 \text{ KN.m}$ $R_n = \frac{102.428 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 232^2} = 2.114 \text{ Mpa}$ $\rho = \frac{0.85 \times 25}{460} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 2.114}{0.85 \times 25}} \right] = 0.0049$ $\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$ Single Reinforcement Use $\rho = 0.0049$ $A_s = 0.0049 \times 1000 \times 232 =$ provid 6Ø16, $A_s =$ Check Section Resistances: $M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$ $a = \frac{1206 \times 460}{0.85 \times 25 \times 1000} = 26.106 \text{ mm}$ $M_n = 1206 \times 460 \left(232 - \frac{26.106}{2} \right) =$	706mm² 804mm² 82.62KN.m 11.131KN.m 1136.8 mm² 1206mm² 121.46KN.m

Reference	Calculations	Out Put
ACI-318-10.3.4	$M_n > \frac{M_u}{\phi} = \frac{102.428}{0.9} =$ $c = \frac{26.106}{0.85} = 30.713mm$ $\varepsilon_t = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = \frac{0.003(232 - 30.713)}{20.471} = 0.02$ $> \varepsilon_t, is Ok$	113.81KN.m
ACI-318-8.12.2	Section at mid Span(CD) Effective Width b_{ef}: $b_{ef} \leq \left\{ \begin{array}{l} \frac{6950}{4} \\ b_w + 16h_f = 1000 + 16 \times 80 = 2280mm \\ \text{Beam Spacing} \rightarrow \text{Not Applicable} \end{array} \right\}$ $b_{ef} = 1737mm$ $M_{uf} = 0.9 \times 0.85 \times 25 \times 80 \times 1737 \times 10^{-6} \left(232 - \frac{80}{2} \right)$ $= 510.261KN.m > M_u, (103.387KN.m)$ $R_n = \frac{M_u}{\phi b_w d^2} = \frac{103.387 \times 10^6}{0.9 \times 1737 \times 232^2} = 1.229Mpa$ $\rho = \frac{0.85 \dot{f}_c}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85 \dot{f}_c}} \right]$ $= \frac{0.85 \times 25}{460} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1.229}{0.85 \times 25}} \right] = 0.0028$ $\rho_{max} = 0.0147 > \rho$ Single Reinforcement Use $\rho = 0.0028$ $A_s = \rho b_e d = 0.0028 \times 1737 \times 232 =$	1129 mm ²
ACI-318-10.5.1	$A_{s min} = \frac{1.4}{f_y} \times b_w \times d = \frac{1.4}{460} \times 1000 \times 232 = 706mm^2$ provid 6Ø16, $A_s =$	1206mm ²

Refrence	Calculations	Out Put
ACI-318-10.3.4	Check Section Resistances: $M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$ $a = \frac{A_s f_y}{0.85 f_c b_e} = \frac{1206 \times 460}{0.85 \times 25 \times 1737} = 15.03 \text{ mm}$ $M_n = 1206 \times 460 \left(232 - \frac{15.03}{2} \right) \times 10^{-6} =$ $M_n > \frac{M_u}{\phi} = \frac{103.387}{0.9} =$ $c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{15.03}{0.85} = 17.682 \text{ mm}$ $\varepsilon_t = .003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = \frac{0.003(232 - 17.682)}{17.682} = 0.036$ $> \varepsilon_t$, is Ok Support(D): $M_u = -89.335 \text{ KN.m}$ $R_n = \frac{89.335 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 232^2} = 1.844 \text{ Mpa}$ $\rho = \frac{0.85 \times 25}{460} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1.844}{0.85 \times 25}} \right] = 0.0042$ $\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$ Single Reinforcement Use $\rho = 0.0042$ $A_s = 0.0042 \times 1012 \times 232 =$ $A_{s \min} = \frac{1.4}{460} \times 1000 \times 232 = 706 \text{ mm}^2$ provid 5Ø16, $A_s =$ Check Section Resistances: $M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$ $a = \frac{1005 \times 460}{0.85 \times 25 \times 1000} = 21.755 \text{ mm}$ $M_n = 1005 \times 460 \left(232 - \frac{21.755}{2} \right) \times 10^{-6} =$	124.535 KN.m 114.874 KN.m 975 mm² 1005 mm² 102.625 KN.m

Reference	Calculations	Out Put
ACI-318-10.2.7.1 ACI-318-10.3.4	$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{17.4}{0.85} = 20.471mm$ $\varepsilon_t = .003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = \frac{0.003(232 - 20.471)}{20.471} = 0.031$ $> \varepsilon_t, is Ok$ Section at mid Span(AB) Effective Width b_{ef}: $b_{ef} \leq \left\{ \begin{array}{l} \frac{5950}{4} \\ b_w + 16h_f = 1000 + 16 \times 80 = 2280mm \\ \text{Beam Spacing} \rightarrow \text{Not Applicable} \end{array} \right\}$ $b_{ef} = 1487mm$ $M_{uf} = 0.85 \phi f_c h_f b_f \left(d - \frac{h_f}{2} \right)$ $= 0.9 \times 0.85 \times 25 \times 80 \times 1487 \times 10^{-6} \left(232 - \frac{80}{2} \right)$ $= 436.821 KN.m > M_u, (77.2333 KN.m)$ $\rightarrow d = 260 - 20 - \frac{16}{2} = 232mm$ The section design as a Rectangular Section. $R_n = \frac{M_u}{\phi b_w d^2} = \frac{148.315 \times 10^6}{0.9 \times 1487 \times 232^2} = 2.059 Mpa$ $\rho = \frac{0.85 \hat{f}_c}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{.85 \hat{f}_c}} \right]$ $= \frac{0.85 \times 25}{460} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 2.059}{0.85 \times 25}} \right] = 0.0047$ $\rho_{max} = 0.0147 > \rho$	

Reference	Calculations	Out Put
ACI-318-10.3.4	$a = \frac{1407 \times 460}{0.85 \times 25 \times 1000} = 30.457 \text{ mm}$ $M_n = 1407 \times 460 \left(232 - \frac{30.457}{2} \right) \times 10^{-6} =$ $M_n > \frac{M_u}{\phi} = \frac{123.571}{0.9} =$ $c = \frac{30.457}{0.85} = 35.832 \text{ mm}$ $\varepsilon_t = .003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = \frac{0.003(232 - 35.832)}{35.832} = 0.0164$ $> \varepsilon_t, \text{ is Ok}$ Section at mid Span(BC) Effective Width b_{ef}: $b_{ef} \leq \left\{ \begin{array}{l} \frac{4050}{4} \\ b_w + 16h_f = 1000 + 16 \times 80 = 2280 \text{ mm} \\ \text{Beam Spacing} \rightarrow \text{Not Applicable} \end{array} \right\}$ $b_{ef} = 1012 \text{ mm}$ $= 0.9 \times 0.85 \times 25 \times 80 \times 1012 \times 10^{-6} \left(232 - \frac{80}{2} \right)$ $= 297.285 \text{ KN.m} > M_u, (10.018 \text{ KN.m})$ The section design as a Rectangular Section. $R_n = \frac{10.018 \times 10^6}{0.9 \times 1012 \times 232^2} = 0.204 \text{ Mpa}$ $\rho = \frac{0.85 \times 25}{460} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.204}{0.85 \times 25}} \right] = 0.0005$ $\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$ Single Reinforcement Use $\rho = 0.0005$ $A_s = 0.0005 \times 1012 \times 232 = 117.892 \text{ mm}^2$	140.3KN.m 137.3KN.m

Refrence	Calculations	Out Put
ACI-318-10.3.4	$A_{s \min} = \frac{1.4}{460} \times 1000 \times 232 =$ provid 4Ø16, $A_s =$ Check Section Resistances: $M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$ $a = \frac{804 \times 460}{0.85 \times 25 \times 1000} = 17.2 \text{ mm}$ $M_n = 804 \times 460 \left(232 - \frac{17.2}{2} \right) \times 10^{-6} =$ $M_n > \frac{M_u}{\phi} = \frac{10.018}{0.9} =$ $c = \frac{17.2}{0.85} = 20.235 \text{ mm}$ $\epsilon_t = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = \frac{0.003(232 - 20.235)}{20.235} = 0.031$ $> \epsilon_t$, is Ok Support(C): $M_u = -186.316 \text{ KN.m}$ $R_n = \frac{186.316 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 232^2} = 3.846 \text{ Mpa}$ $\rho = \frac{0.85 \times 25}{460} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 3.846}{0.85 \times 25}} \right] = 0.0093$ $\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$ Single Reinforcement Use $\rho = 0.0049$ $A_s = 0.0093 \times 1000 \times 232 =$ provid 11Ø16, $A_s =$ Check Section Resistances: $M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$ $a = \frac{2211 \times 460}{0.85 \times 25 \times 1000} = 47.862 \text{ mm}$ $M_n = 2211 \times 460 \left(232 - \frac{47.862}{2} \right) \times 10^{-6} =$	706mm² 804mm² 82.62KN.m 11.207KN.m 2157 mm² 2211mm² 211.619KN.m

Refrence	Calculations	Out Put
ACI-318-10.3.4	$M_n > \frac{M_u}{\phi} = \frac{186.316}{0.9} = 47.862$ $c = \frac{47.862}{0.85} = 56.31mm$ $\varepsilon_t = .003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = \frac{0.003(232 - 56.31)}{56.31} = .009$ $> \varepsilon_t, is Ok$	207.02KN.m
ACI-318-8.12.2	Section at mid Span(CD) Effective Width b_{ef}: $b_{ef} \leq \left\{ \begin{array}{l} \frac{6950}{4} \\ b_w + 16h_f = 1000 + 16 \times 80 = 2280mm \\ \text{Beam Spacing} \rightarrow \text{Not Applicable} \end{array} \right\}$ $b_{ef} = 1737mm$ $= 0.9 \times 0.85 \times 25 \times 80 \times 1737 \times 10^{-6} \left(232 - \frac{80}{2} \right)$ $= 510.261KN.m > M_u, (195.007KN.m)$ The section design as a Rectangular Section. $R_n = \frac{195.007 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 232^2} = 2.318Mpa$ $\rho = \frac{0.85 \times 25}{460} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 2.318}{0.85 \times 25}} \right] = 0.0054$ $\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$ Single Reinforcement Use $\rho = 0.0054$ $A_s = 0.0054 \times 1737 \times 232 =$ provid 11Ø16, $A_s =$ Check Section Resistances:	2156 mm ² 2211mm ²

Refrence	Calculations	Out Put
ACI-318-10.3.4	$M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$ $a = \frac{2211 \times 460}{0.85 \times 25 \times 1000} = 27.554 \text{ mm}$ $M_n = 2211 \times 460 \left(232 - \frac{27.554}{2} \right) \times 10^{-6} =$ $M_n > \frac{M_u}{\phi} = \frac{195.007}{0.9} =$ $c = \frac{27.554}{0.85} = 32.416 \text{ mm}$ $\epsilon_t = .003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = \frac{0.003(232 - 32.416)}{32.416} = 0.0185$ $> \epsilon_t, \text{ is Ok}$ Support(D): $M_u = -101.406 \text{ KN.m}$ $R_n = \frac{101.406 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 232^2} = 2.09 \text{ Mpa}$ $\rho = \frac{0.85 \times 25}{460} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 2.09}{0.85 \times 25}} \right] = 0.00479$ $\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$ Single Reinforcement Use $\rho = 0.00479$ $A_s = 0.00479 \times 1000 \times 232 =$ $A_{s \min} = \frac{1.4}{460} \times 1000 \times 232 = 706 \text{ mm}^2$ provid 6Ø16, $A_s =$ Check Section Resistances: $M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$ $a = \frac{1206 \times 460}{0.85 \times 25 \times 1000} = 26.11 \text{ mm}$ $M_n = 1206 \times 460 \left(232 - \frac{26.11}{2} \right) \times 10^{-6} =$	221.946 KN.m 216.67 KN.m 1111 mm² 1206 mm² 121.46 KN.m

Refrence	Calculations	Out Put
ACI-318-10.2.7.1 ACI-318-10.3.4	$M_n > \frac{M_u}{\phi} = \frac{57.13}{0.9} =$ $c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{17.4}{0.85} = 20.471mm$ $\varepsilon_t = .003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = \frac{0.003(232 - 20.471)}{20.471} = 0.031$ $> \varepsilon_t, is Ok$ Section at mid Span(AB) Effective Width b_{ef}: $b_{ef} \leq \left\{ \begin{array}{l} \frac{5950}{4} \\ b_w + 16h_f = 1000 + 16 \times 80 = 2280mm \\ \text{Beam Spacing} \rightarrow \text{Not Applicable} \end{array} \right\}$ $b_{ef} = 1487mm$ $M_{uf} = 0.85f_c h_f b_f \left(d - \frac{h_f}{2} \right)$ $M_{uf} = 0.9 \times 0.85 \times 25 \times 80 \times 1487 \times 10^{-6} \left(232 - \frac{80}{2} \right)$ $= 436.821KN.m > M_u, (155.214KN.m)$ $\rightarrow d = 260 - 20 - \frac{16}{2} = 232mm$ The section design as a Rectangular Section. $R_n = \frac{M_u}{\phi b_w d^2} = \frac{155.214 \times 10^6}{0.9 \times 1487 \times 232^2} = 2.155Mpa$ $\rho = \frac{0.85f_c}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{.85f_c}} \right]$	63.478KN.m

Reference	Calculations	Out Put
ACI-318-10.5.1	$\rho = \frac{0.85 \times 25}{460} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 2.155}{0.85 \times 25}} \right] = 0.005$ $\rho_{max} = 0.0147 > \rho$ Single Reinforcement Use $\rho = 0.005$ $A_s = \rho b_e d = 0.005 \times 1487 \times 232 =$ $A_{s \min} = \frac{1.4}{f_y} \times b_w \times d = \frac{1.4}{460} \times 1000 \times 232 = 706 \text{ mm}^2$ provid 9Ø16, $A_s =$ Check Section Resistances: $M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$ $a = \frac{A_s f_y}{0.85 f_c b_e} = \frac{1809 \times 460}{0.85 \times 25 \times 1487} = 26.335 \text{ mm}$ $M_n = 1809 \times 460 \left(232 - \frac{26.335}{2} \right) \times 10^{-6} =$ $M_n > \frac{M_u}{\phi} = \frac{155.214}{0.9} =$ $c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{26.335}{0.85} = 30.98 \text{ mm}$ $\epsilon_t = .003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = \frac{0.003(232 - 30.98)}{30.98} = 0.019$ $> \epsilon_t$, is Ok Support(B): $M_u = -130.448 \text{ KN.m}$ $R_n = \frac{130.448 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 232^2} = 2.693 \text{ Mpa}$ $\rho = \frac{0.85 \times 25}{460} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 2.693}{0.85 \times 25}} \right] = 0.006$ $\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$ Single Reinforcement	1708 mm² 1809 mm² 182.099 KN.m 172.46 KN.m

Reference	Calculations	Out Put
	Use $\rho = 0.006$ $A_s = 0.006 \times 1000 \times 232 =$ <i>provid 8Ø16</i>, $A_s =$ Check Section Resistances: $M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$ $a = \frac{1608 \times 460}{0.85 \times 25 \times 1000} = 34.81 \text{ mm}$ $M_n = 1608 \times 460 \left(232 - \frac{34.81}{2} \right) \times 10^{-6} =$ $M_n > \frac{M_u}{\phi} = \frac{130.448}{0.9} =$ $c = \frac{34.81}{0.85} = 40.953 \text{ mm}$ $\epsilon_t = .003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = \frac{0.003(232 - 40.953)}{40.953} = 0.014$ $> \epsilon_t$, is Ok Section at mid Span(BC) Effective Width b_{ef}:	1458 mm² 1608mm²
ACI-318-10.3.4	$\epsilon_t = .003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = \frac{0.003(232 - 40.953)}{40.953} = 0.014$ $> \epsilon_t$, is Ok Section at mid Span(BC) Effective Width b_{ef}:	158.732KN.m 144.942KN.m
ACI-318-8.12.2	$b_{ef} \leq \left\{ \begin{array}{l} \frac{4050}{4} \\ b_w + 16h_f = 1000 + 16 \times 80 = 2280 \text{ mm} \\ \text{Beam Spacing} \rightarrow \text{Not Applicable} \end{array} \right\}$ $b_{ef} = 1012 \text{ mm}$ $M_{uf} = 0.9 \times 0.85 \times 25 \times 80 \times 1012 \times 10^{-6} \left(232 - \frac{80}{2} \right)$ $= 297.285 \text{ KN.m} > M_u, (9.207 \text{ KN.m})$ The section design as a Rectangular Section. $R_n = \frac{9.207 \times 10^6}{0.9 \times 1012 \times 232^2} = 0.188 \text{ Mpa}$ $\rho = \frac{0.85 \times 25}{460} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.188}{0.85 \times 25}} \right] = 0.001$	

Refrence	Calculations	Out Put
ACI-318-10.3.4	$\rho < \rho_{max}$ Single Reinforcement Use $\rho = 0.001$ $A_s = 0.001 \times 1012 \times 232 = 234.78 \text{ mm}^2$ $A_{s \min} = \frac{1.4}{460} \times 1000 \times 232 =$ provid $4\emptyset 16, A_s =$ Check Section Resistances: $M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$ $a = \frac{804 \times 460}{0.85 \times 25 \times 1000} = 17.2 \text{ mm}$ $M_n = 804 \times 460 \left(232 - \frac{17.2}{2} \right) \times 10^{-6} =$ $M_n > \frac{M_u}{\phi} = \frac{9.207}{0.9} =$ $c = \frac{17.2}{0.85} = 20.235 \text{ mm}$ $\epsilon_t = .003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = \frac{0.003(232 - 20.235)}{20.235} = 0.031$ $> \epsilon_t$, is Ok Support(C): $M_u = -193.999 \text{ KN.m}$ $R_n = \frac{193.999 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 232^2} = 4.005 \text{ Mpa}$ $\rho = \frac{0.85 \times 25}{460} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 4.005}{0.85 \times 25}} \right] = 0.0097$ $\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$ Single Reinforcement Use $\rho = 0.0097$ $A_s = 0.0097 \times 1000 \times 232 =$ provid $12\emptyset 16, A_s =$ Check Section Resistances:	706mm² 804mm² 82.62KN.m 10.231KN.m 2251 mm² 2412mm²

Reference	Calculations	Out Put
-----------	--------------	---------

ACI-318-10.3.4	$M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$ $a = \frac{2412 \times 460}{0.85 \times 25 \times 1000} = 52.213 \text{ mm}$ $M_n = 2412 \times 460 \left(232 - \frac{52.213}{2} \right) \times 10^{-6} =$ $M_n > \frac{M_u}{\phi} = \frac{193.999}{0.9} =$ $c = \frac{52.212}{0.85} = 61.425 \text{ mm}$ $\varepsilon_t = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = \frac{0.003(232 - 61.425)}{61.425} = 0.008$ $> \varepsilon_t, \text{ is Ok}$ Section at mid Span(CD) Effective Width b_{ef}: $b_{ef} \leq \left\{ \begin{array}{l} \frac{6950}{4} \\ b_w + 16h_f = 1000 + 16 \times 80 = 2280 \text{ mm} \\ \text{Beam Spacing} \rightarrow \text{Not Applicable} \end{array} \right\}$ $b_{ef} = 1737 \text{ mm}$ $M_{uf} = 0.9 \times 0.85 \times 25 \times 80 \times 1737 \times 10^{-6} \left(232 - \frac{80}{2} \right)$ $= 510.261 \text{ KN.m} > M_u, (205.165 \text{ KN.m})$ $R_n = \frac{M_u}{\phi b_w d^2} = \frac{205.165 \times 10^6}{0.9 \times 1737 \times 232^2} = 2.438 \text{ Mpa}$ $\rho = \frac{0.85 \hat{f}_c}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85 \hat{f}_c}} \right]$ $= \frac{0.85 \times 25}{460} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 2.438}{0.85 \times 25}} \right] = 0.0056$	228.44 KN.m 215.55 KN.m
----------------	--	---------------------------------------

Refrence	Calculations	Out Put
ACI-318-10.3.4	provid $6\phi 16, A_s =$ Check Section Resistances: $M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$ $a = \frac{1206 \times 460}{0.85 \times 25 \times 1000} = 26.11 \text{ mm}$ $M_n = 1206 \times 460 \left(232 - \frac{26.11}{2} \right) \times 10^{-6} =$ $M_n > \frac{M_u}{\phi} = \frac{101.59}{0.9} =$ $c = \frac{26.11}{0.85} = 30.718 \text{ mm}$ $\epsilon_t = .003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = \frac{0.003(232 - 30.718)}{30.718} = 0.02$ $> \epsilon_t$, is Ok Hidden Beam four (HB4): Section for Bending: Support(A): $M_u = -78.27 \text{ KN.m}$ $R_n = \frac{M_u}{\phi b_w d^2} = \frac{78.27 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 232^2} = 1.616 \text{ Mpa}$ $\rho = \frac{0.85 \times 25}{460} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1.616}{0.85 \times 25}} \right] = 0.0037$ $\rho_{max} = 0.0147 > \rho$ Single Reinforcement $\rho_{min} = \frac{1.4}{f_y} = \frac{1.4}{460} = 0.003$ Use $\rho = 0.0037$ $A_s = \rho b d = 0.0037 \times 1000 \times 232 =$ provid $5\phi 16, A_s =$ Check Section Resistances:	1206 mm^2 121.462 KN.m 112.88 KN.m 849 mm^2 1005 mm^2
ACI-318-10.5.1	Use $\rho = 0.0037$ $A_s = \rho b d = 0.0037 \times 1000 \times 232 =$ provid $5\phi 16, A_s =$ Check Section Resistances:	849 mm^2 1005 mm^2

Reference	Calculations	Out Put
-----------	--------------	---------

ACI-318-10.3.4	$M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$ $a = \frac{A_s f_y}{0.85 \hat{f}_c b_e} = \frac{1005 \times 460}{0.85 \times 25 \times 1000} = 21.76 \text{ mm}$ $M_n = 1005 \times 460 \left(232 - \frac{21.76}{2} \right) \times 10^{-6} =$ $M_n > \frac{M_u}{\phi} = \frac{78.27}{0.9} =$ $c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{21.76}{0.85} = 25.6 \text{ mm}$ $\varepsilon_t = .003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = \frac{0.003(232 - 25.6)}{25.6} = 0.024$ $> \varepsilon_t, \text{ is Ok}$ Section at mid Span(AB) Effective Width b_{ef}: $b_{ef} \leq \left\{ \begin{array}{l} \frac{5950}{4} \\ b_w + 16h_f = 1000 + 16 \times 80 = 2280 \text{ mm} \\ \text{Beam Spacing} \rightarrow \text{Not Applicable} \end{array} \right\}$ $b_{ef} = 1487 \text{ mm}$ $M_{uf} = 0.85 \hat{f}_c h_f b_f \left(d - \frac{h_f}{2} \right)$ $= 0.9 \times 0.85 \times 25 \times 80 \times 1487 \times 10^{-6} \left(232 - \frac{80}{2} \right)$ $= 436.821 \text{ KN.m} > M_u, (69.198 \text{ KN.m})$ The section design as a Rectangular Section. $R_n = \frac{M_u}{\phi b_w d^2} = \frac{69.198 \times 10^6}{0.9 \times 1487 \times 232^2} = 0.961 \text{ Mpa}$ $\rho = \frac{0.85 \hat{f}_c}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{.85 \hat{f}_c}} \right]$	102.223 KN.m 86.97 KN.m
----------------	--	---------------------------------------

Reference	Calculations	Out Put
ACI-318-10.5.1	$\rho = \frac{0.85 \times 25}{460} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.961}{0.85 \times 25}} \right] = 0.0022$ $\rho_{max} = 0.0147 > \rho$ Single Reinforcement Use $\rho = 0.0022$ $A_s = \rho b_e d = 0.0022 \times 1487 \times 232 = 759 \text{ mm}^2$ $A_{s \min} = \frac{1.4}{f_y} \times b_w \times d = \frac{1.4}{460} \times 1000 \times 232 = 706 \text{ mm}^2$ provid $4\phi 16, A_s = 804 \text{ mm}^2$ Check Section Resistances: $M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$ $a = \frac{A_s f_y}{0.85 f_c b_e} = \frac{804 \times 460}{0.85 \times 25 \times 1487} = 11.7 \text{ mm}$ $M_n = 804 \times 460 \left(232 - \frac{11.7}{2} \right) \times 10^{-6} = 83.64 \text{ KN.m}$ $M_n > \frac{M_u}{\phi} = \frac{69.198}{0.9} = 76.887 \text{ KN.m}$	
ACI-318-10.2.7.1	$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{11.7}{0.85} = 13.76 \text{ mm}$	
ACI-318-10.3.4	$\epsilon_t = .003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = \frac{0.003(232 - 13.76)}{13.76} = 0.047$ $> \epsilon_t, \text{ is Ok}$ Support(B): $M_u = -111.73 \text{ KN.m}$ $R_n = \frac{111.73 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 232^2} = 2.31 \text{ Mpa}$ $\rho = \frac{0.85 \times 25}{460} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 2.31}{0.85 \times 25}} \right] = 0.0053$ $\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$ Single Reinforcement Use $\rho = 0.0053$	

Refrence	Calculations	Out Put
ACI-318-10.3.4	$A_s = 0.0053 \times 1000 \times 232 =$ provid 7ϕ16, $A_s =$ Check Section Resistances: $M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$ $a = \frac{1407 \times 460}{0.85 \times 25 \times 1000} = 30.457 \text{ mm}$ $M_n = 1407 \times 460 \left(232 - \frac{30.457}{2} \right) \times 10^{-6} =$ $M_n > \frac{M_u}{\phi} = \frac{111.73}{0.9} =$ $c = \frac{30.457}{0.85} = 35.832 \text{ mm}$ $\epsilon_t = .003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = \frac{0.003(232 - 35.832)}{35.832} = 0.0164$ $> \epsilon_t$, is Ok Section at mid Span(BC) Effective Width b_{ef}: $b_{ef} \leq \left\{ \begin{array}{l} \frac{4050}{4} \\ b_w + 16h_f = 1000 + 16 \times 80 = 2280 \text{ mm} \\ \text{Beam Spacing} \rightarrow \text{Not Applicable} \end{array} \right\}$ $b_{ef} = 1012 \text{ mm}$ $= 0.9 \times 0.85 \times 25 \times 80 \times 1012 \times 10^{-6} \left(232 - \frac{80}{2} \right)$ $= 297.285 \text{ KN.m} > M_u, (27.2 \text{ KN.m})$ The section design as a Rectangular Section. $R_n = \frac{27.2 \times 10^6}{0.9 \times 1012 \times 232^2} = 0.555 \text{ Mpa}$ $\rho = \frac{0.85 \times 25}{460} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.555}{0.85 \times 25}} \right] = 0.0012$ $\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$ Single Reinforcement	1230 mm^2 1407 mm^2 140.3 KN.m 124.14 KN.m

Refrence	Calculations	Out Put
ACI-318-10.3.4	Use $\rho = 0.0012$ $A_s = 0.0012 \times 1012 \times 232 =$ $A_{s \min} = \frac{1.4}{460} \times 1000 \times 232 =$ provid $4\emptyset 16, A_s =$ Check Section Resistances: $M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$ $a = \frac{804 \times 460}{0.85 \times 25 \times 1000} = 17.2 \text{ mm}$ $M_n = 804 \times 460 \left(232 - \frac{17.2}{2} \right) \times 10^{-6} =$ $M_n > \frac{M_u}{\phi} = \frac{27.2}{0.9} =$ $c = \frac{17.2}{0.85} = 20.23 \text{ mm}$ $\epsilon_t = .003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = \frac{0.003(232 - 20.23)}{20.235} = 0.031$ $> \epsilon_t$, is Ok Support(C): $M_u = -157.659 \text{ KN.m}$ $R_n = \frac{157.659 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 232^2} = 3.255 \text{ Mpa}$ $\rho = \frac{0.85 \times 25}{460} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 3.255}{0.85 \times 25}} \right] = 0.0077$ $\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$ Single Reinforcement Use $\rho = 0.0077$ $A_s = 0.0077 \times 1000 \times 232 =$ provid $9\emptyset 16, A_s =$ Check Section Resistances: $M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$ $a = \frac{1809 \times 460}{0.85 \times 25 \times 1000} = 39.16 \text{ mm}$	282 mm^2 706 mm^2 804 mm^2 82.62 KN.m 30.22 KN.m 1792 mm^2 1809 mm^2

Reference	Calculations	Out Put
ACI-318-10.3.4	$\varepsilon_t = .003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = \frac{0.003(232 - 25.594)}{25.594} = 0.024$ $> \varepsilon_t, is Ok$	
	Shear design: max shear force = 261.272kN $v_{ud} = v - w_u d = 261.272 - 73.976 \times 0.232 =$	244.11kN
ACI-318-11.2.1.1	$\phi v_c = \phi \times 0.17 \times \sqrt{f_c} \times b_w \times d$ $\phi v_c = 0.75 \times 0.17 \times \sqrt{25} \times 1000 \times 232 \times 10^{-3}$ $= 147.9kN$	
ACI-318-11.1.1	$v_u > 0.5 \phi v_c = 0.5 \times 147.9 =$ $v_s = \frac{v_u - \phi v_c}{\phi} = \frac{244.11 - 147.9}{0.75} = 128.28kN$	73.95kN
	$A_v = \frac{2\pi 8^2}{4} = 100.531 mm^2$	
ACI-318-11.4.7.2	$S_{max} \leq \left[\begin{array}{l} \frac{A_v f_y d}{v_s} = \frac{100.531 \times 460 \times 232}{128.28 \times 1000} = 83.635mm \\ \frac{A_v f_y}{0.35 b_w} = \frac{100.531 \times 460}{0.35 \times 1000} = 132.13mm \end{array} \right]$	
	Use $\phi 8$ at 60mm c/c	$\phi 8$ at 60mm
	Check for punching shear: $w_u = \frac{71.053}{1} = 71.053kN/m^2$ $B = 800 + 232 = 1032mm$ $H = 300 + 232 = 532mm$ $b_o = 2(1032 + 532) = 3128mm$ $v_u = 71.053(5.5 \times 1 - 1.032 \times 0.532) =$ ϕv_c the smaller of:	351.78kN
ACI-318-11.11.2.1	$\phi v_c = \phi \times 0.17 \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) \times \lambda \times \sqrt{f_c} \times b_o \times d$ $\beta = \frac{800}{300} = 2.667$	

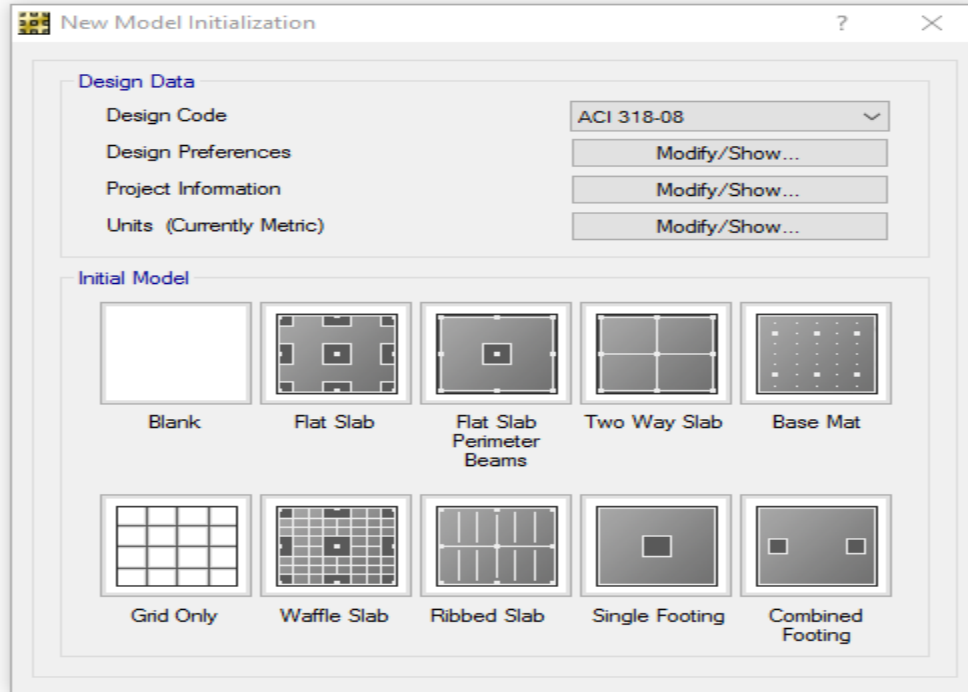
Reference	Calculations	Out Put
ACI-318-11.11.2.1	$\phi v_c = 0.75 \times 0.17 \times \left(1 + \frac{2}{2.667}\right) \times \sqrt{f_c} \times b_o \times d$ $= 0.223 \sqrt{f_c} \times b_o \times d$ $\phi v_c = \phi \times 0.083 \left(\frac{\alpha_s d}{b_o} + 2\right) \times \lambda \times \sqrt{f_c} \times b_o \times d$ $\alpha_s = 40$ $\phi v_c = 0.75 \times 0.083 \left(\frac{40 \times 232}{3128} + 2\right) \times 1 \times \sqrt{f_c} \times b_o \times d$ $\phi v_c = 0.309 \sqrt{f_c} \times b_o \times d$	
ACI-318-11.11.2.1	$\phi v_c = \phi \times 0.33 \times \lambda \times \sqrt{f_c} \times b_o \times d$ $\phi v_c = 0.75 \times 0.33 \times 1 \times \sqrt{f_c} \times b_o \times d$ $\phi v_c = 0.25 \sqrt{f_c} \times b_o \times d$ The smallest is $0.25 \sqrt{f_c} \times b_o \times d$ $\phi v_c = 0.25 \sqrt{25} \times 3128 \times 232 \times 10^{-3} =$ $\phi v_c > v_u \rightarrow \text{is ok}$	907.12kN

4-3 البرنامج:

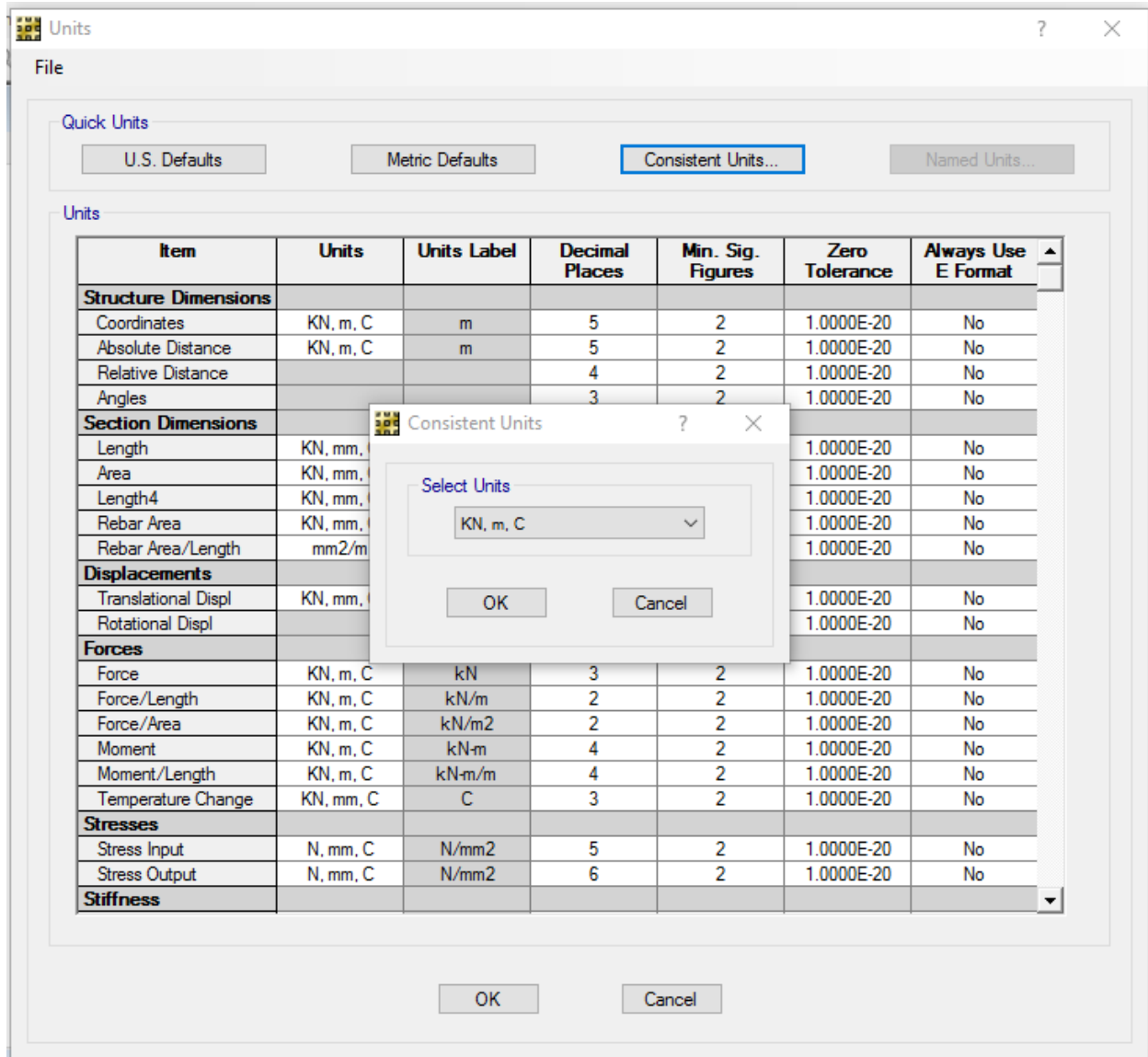
1-4-3 تحليل وتصميم البلاطة المفرغة:

1- تعريف النموذج:

File⇒ New model⇒ choose design code ⇒modify show ⇒sit
units⇒ Blank.



الشكل رقم (3-70): يوضح تعريف النموذج



الشكل رقم (3-71): يوضح تعريف الوحدات

2- تعريف المواد:

❖ الخرسانة :

Define ⇒ material ⇒ C30 ⇒ modify

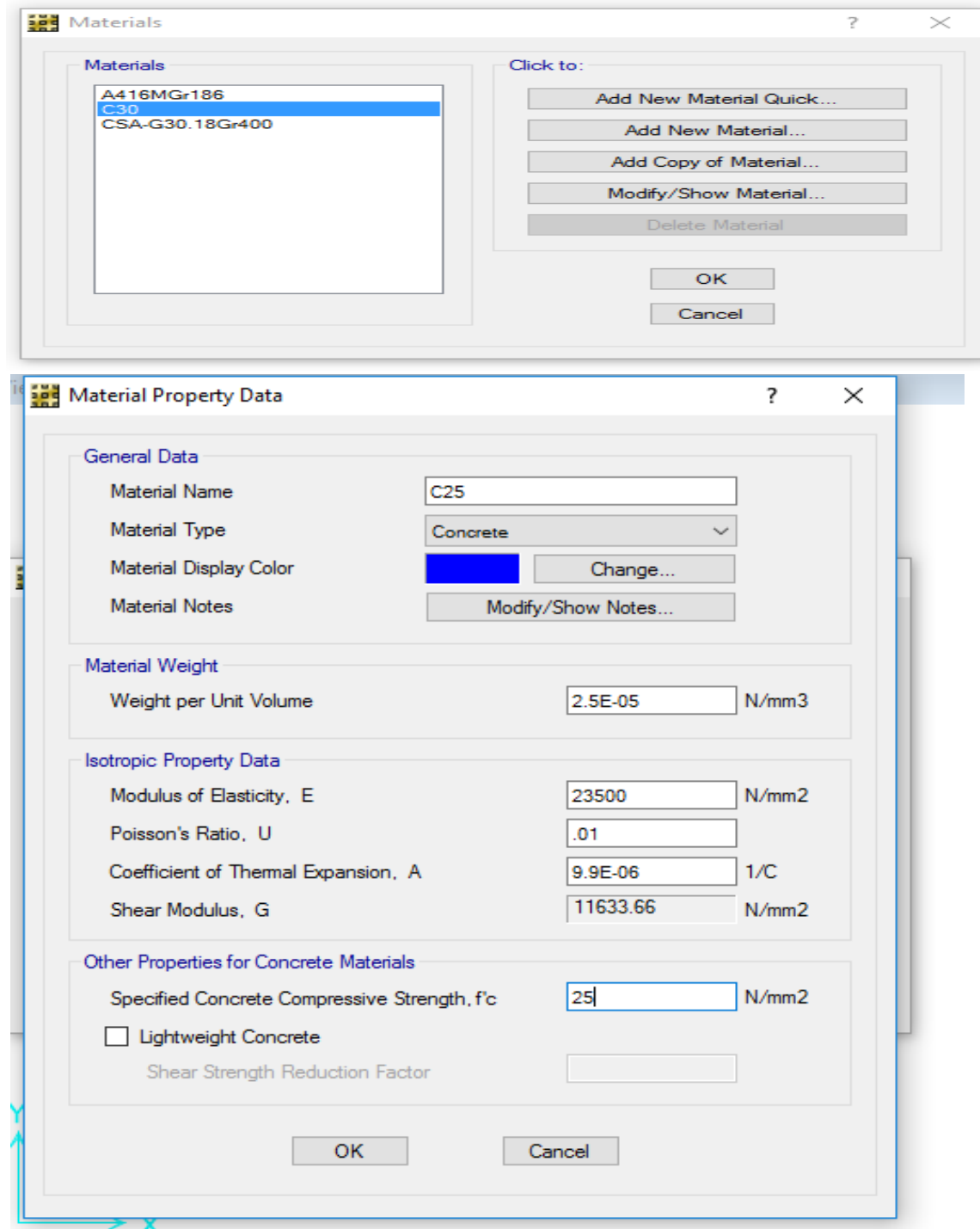
Material name C25.

Weight per unit volume=25Kn/m³

Modules of elasticity=4700*(25)^{0.5}=23500 N/mm²

Poisson's ratio, u=0.01

Specified concrete compressive strength = 25 N/mm²



الشكل رقم (3-72): يوضح تعريف المواد (الخرسانة)

❖ فولاذ التسليح الرئيسي:

⇒ Define ⇒ material ⇒ CSA -C30-Gr400 ⇒ modify

The dialog box is titled "Material Property Data". It contains several sections: "General Data" with fields for Material Name (reber), Material Type (Rebar), Material Display Color (cyan), and Material Notes; "Material Weight" with Weight per Unit Volume (7.6973E-05 N/mm3); "Uniaxial Property Data" with Modulus of Elasticity, E (199947.98 N/mm2); and "Other Properties for Rebar Materials" with Minimum Yield Stress, Fy (460 N/mm2) and Minimum Tensile Stress, Fu (575 N/mm2). There are OK and Cancel buttons at the bottom.

الشكل رقم (3-74): يوضح تعريف المواد (الفولاذ الرئيسي)

❖ فولاذ التسليح للقص:

⇒ Define ⇒ material ⇒ rebar ⇒ Add Coby

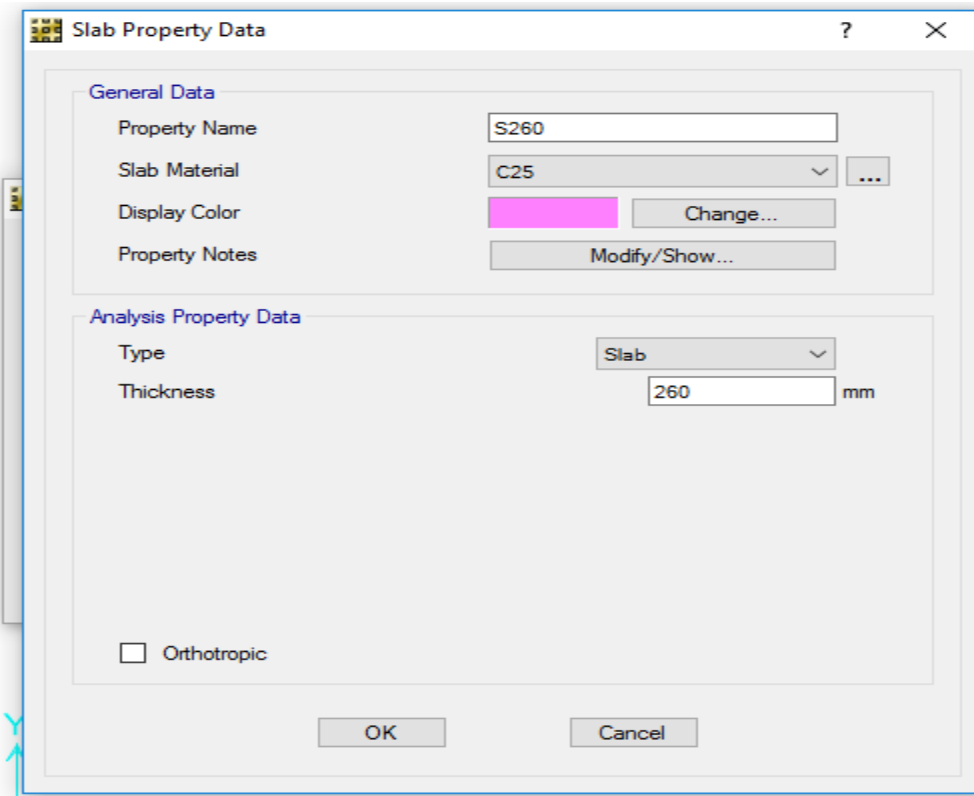
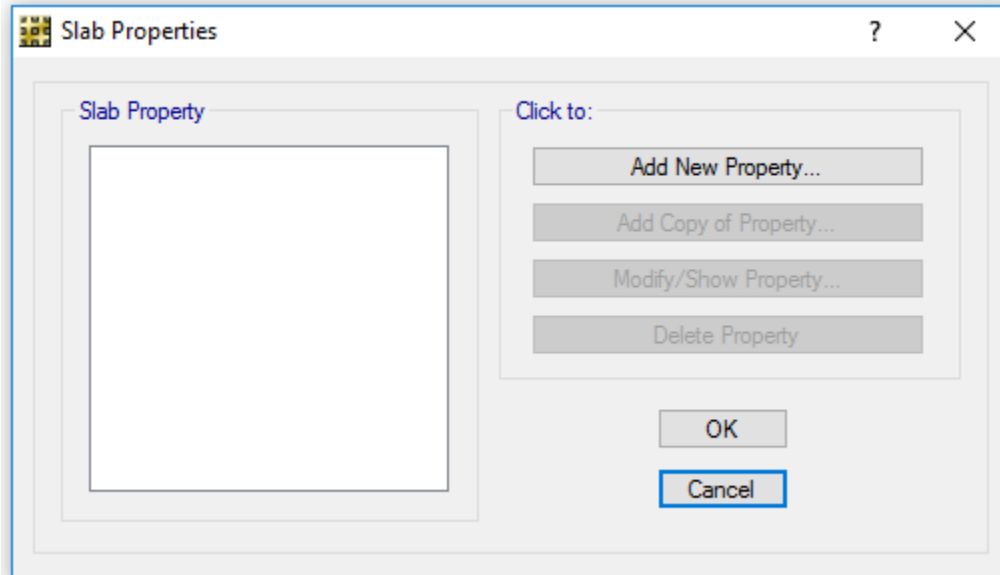
The dialog box is titled "Material Property Data". It contains several sections: "General Data" with fields for Material Name (stirup), Material Type (Rebar), Material Display Color (cyan), and Material Notes; "Material Weight" with Weight per Unit Volume (7.6973E-05 N/mm3); "Uniaxial Property Data" with Modulus of Elasticity, E (199947.98 N/mm2); and "Other Properties for Rebar Materials" with Minimum Yield Stress, Fy (360 N/mm2) and Minimum Tensile Stress, Fu (450 N/mm2). There are OK and Cancel buttons at the bottom.

الشكل رقم (3-75): يوضح تعريف المواد (فولاذ القص)

3-تعريف البلاطات :

❖ بلاطة مسطحة بسمك 260 mm (الكمرات المخفية):

⇒ Define ⇒ slab properties ⇒ Add New property



الشكل رقم(3-76):يوضح تعريف الكمرات المخفية

❖ البلاطة المعصبة في اتجاه (x)

⇒ Define ⇒ slab properties ⇒ Add copy

Slab Property Data

General Data

Property Name: HB-X

Slab Material: C25

Display Color: Change...

Property Notes: Modify/Show...

Analysis Property Data

Type: Ribbed

Overall Depth: 260 mm

Slab Thickness: 80 mm

Stem Width at Top: 120 mm

Stem Width at Bottom: 120 mm

Rib Spacing (Perpendicular to Rib Direction): 520 mm

Rib Direction is Parallel to: Local 1

OK Cancel

الشكل رقم (3-77): يوضح تعريف البلاطة المعصبة في اتجاه (x)

❖ البلاطة المعصبة في اتجاه (y):

⇒ Define ⇒ slab properties ⇒ Add copy

Slab Property Data

General Data

Property Name: HB-Y

Slab Material: C25

Display Color: Change...

Property Notes: Modify/Show...

Analysis Property Data

Type: Ribbed

Overall Depth: 260 mm

Slab Thickness: 80 mm

Stem Width at Top: 120 mm

Stem Width at Bottom: 120 mm

Rib Spacing (Perpendicular to Rib Direction): 520 mm

Rib Direction is Parallel to: Local 2

OK Cancel

الشكل رقم (3-78): يوضح تعريف البلاطة المعصبة في اتجاه (y)

4-تعريف الكمرات الساقطة :

⇒ Define ⇒ Beam properties ⇒ Add New property

Beam Property Data

General Data

Property Name: B50*20

Beam Material: C25

Rebar Material: reber

Rebar Material Shear: stirup

Display Color: Change...

Property Notes: Modify/Show...

Analysis Property Data

Beam Shape Type: T Beam

Web Width at Top: 200 mm

Web Width at Bottom: 200 mm

Depth: 500 mm

Flange Width: 200 mm

Slab Depth: 260 mm

Show Properties...

☐ Inverted Beam

Design Property Data

☐ Flange Dimensions from Analysis Property Data

☒ Flange Dimensions Automatic from Slab Property

☐ Flange Dimensions User Specified

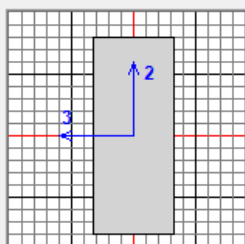
Flange Width:

Slab Depth:

Cover Top (to Centroid): 50 mm

Cover Bottom (to Centroid): 50 mm

☐ No Design

Analysis Property: 

Design Property: Automatic from Slab Property

OK Cancel

الشكل رقم (3-79): يوضح تعريف الكمرات الساقطة

5- تعريف أقطار فولاذ التسليح:

⇒ Define ⇒ reinforcing bar size

Reinforcing Bar Sizes

Current Bar Set

Bar ID	Bar Area (mm ²)	Bar Diameter (mm)
6	28.3	6
8	50.3	8
10	78.5	10
12	113.1	12
14	153.9	14
16	201.1	16
18	254.5	18
20	314.2	20
22	380.1	22
25	490.9	25
26	530.9	26
28	615.8	28

Click To:

Clear All Bars

Sort Bars By Area

Add Common Bar Set

Add Bar Set

OK Cancel

الشكل رقم (3-80): يوضح تعريف اقطار فولاذ التسليح

6-تعريف الاعمدة:

⇒ Define ⇒ column properties ⇒ Add New property

Column Property Data

General Data

Property Name: C800*300

Material: C25

Display Color: [Red Box] Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Column Section Dimensions

Column Shape: Rectangular

Parallel to 2-Axis: 0.8 m

Parallel to 3-Axis: 0.3 m

☐ Include Automatic Rigid Zone Area Over Column

Show Properties...

Automatic Drop Panel Dimensions

☐ Include Automatic Drop Panel Over Column

Parallel to 2-Axis: [Empty Box]

Parallel to 3-Axis: [Empty Box]

Slab Property: [Empty Box]

Automatic Column Capital (Drop Cap) Dimensions

☐ Include Automatic Column Capital (Drop Cap)

Parallel to 2-Axis: [Empty Box]

Parallel to 3-Axis: [Empty Box]

Height: [Empty Box]

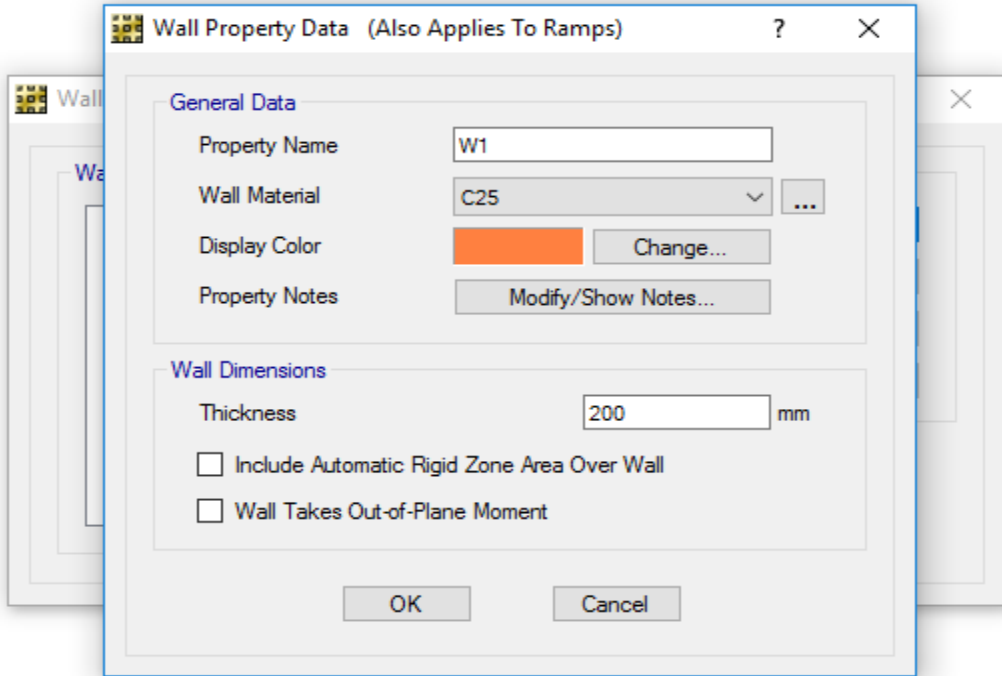
OK

Cancel

الشكل رقم(3-81):يوضح تعريف الاعمدة

7-تعريف الحوائط :

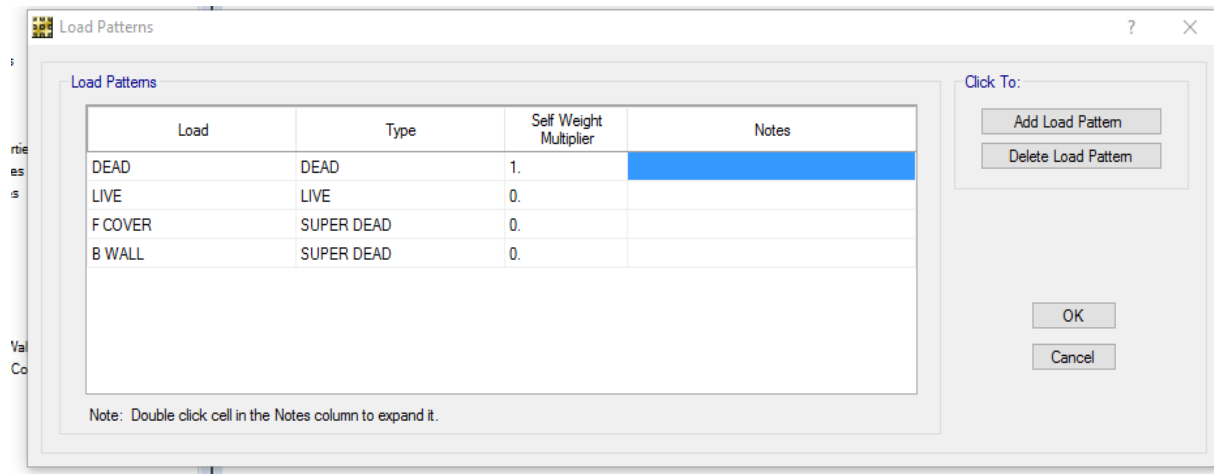
⇒ Define ⇒ wall properties ⇒ Add New property



الشكل رقم (3-82): يوضح تعريف الحوائط

8-تعريف الاحمال :

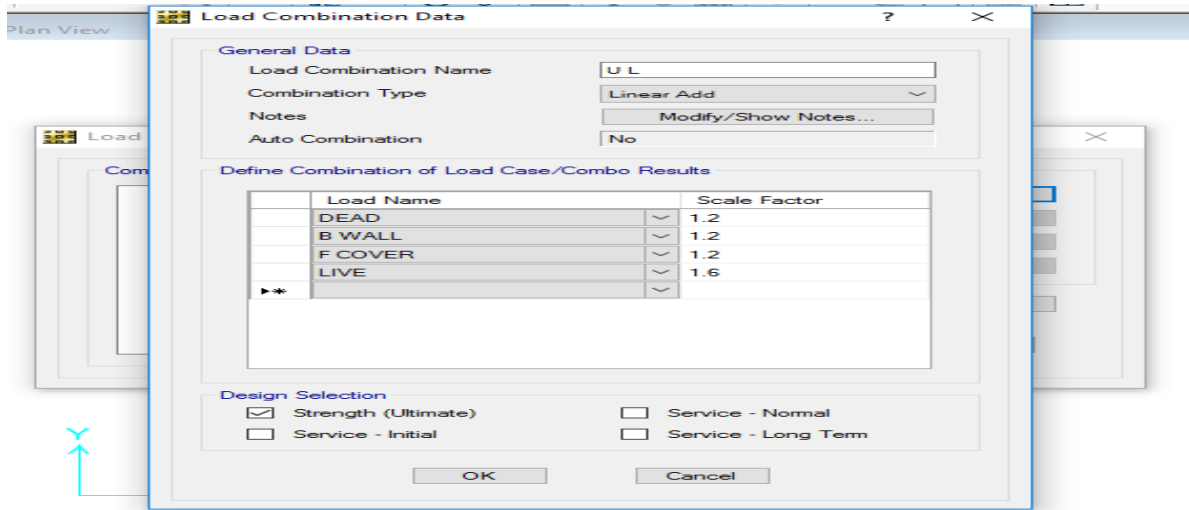
⇒ Define ⇒ load patterns ⇒ Add load patterns



الشكل رقم (3-83): يوضح تعريف الاحمال

9-تعريف معاملات الاحمال :

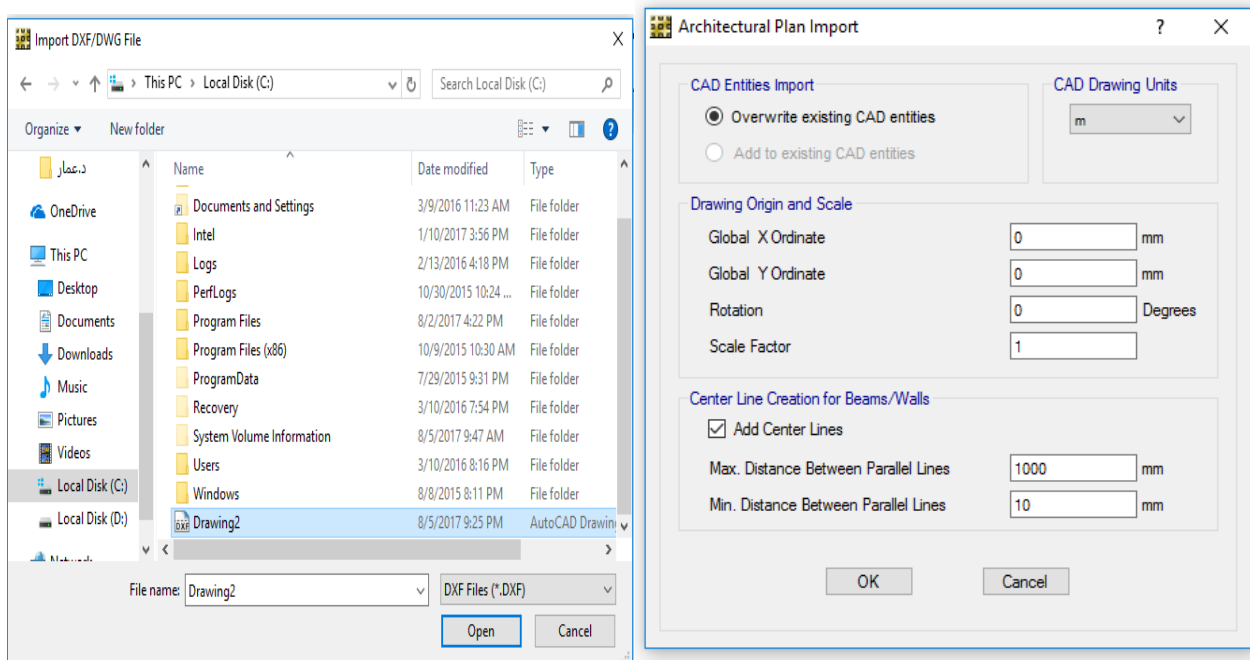
⇒ Define ⇒load combination ⇒ Add new comb



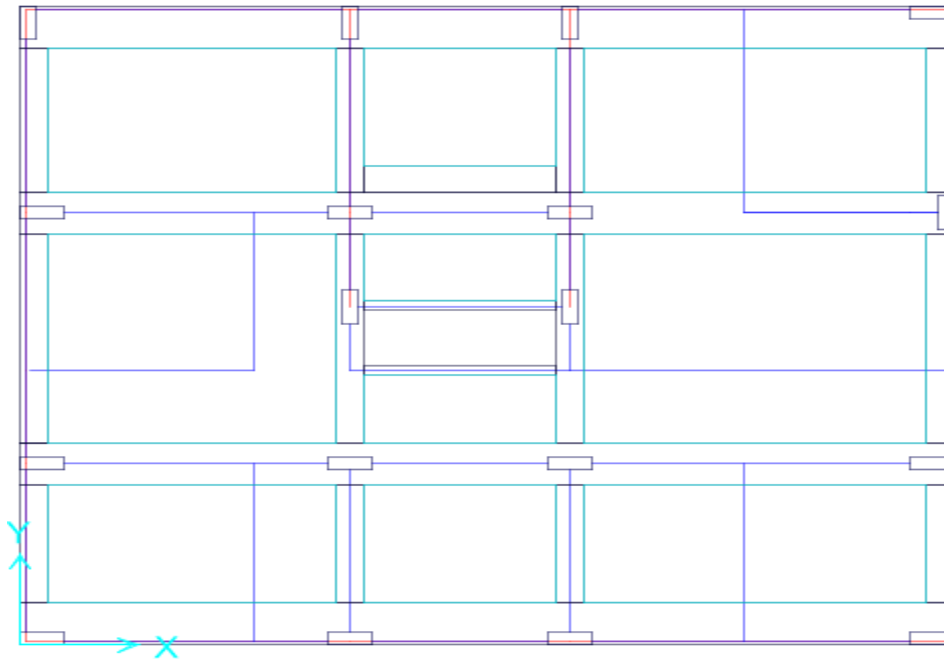
الشكل رقم(3-84):يوضح تعريف معاملات الاحمال

10-تصدير البلاطة من الاوتوكاد :

File⇒ import ⇒ DXF / DWG Architectural



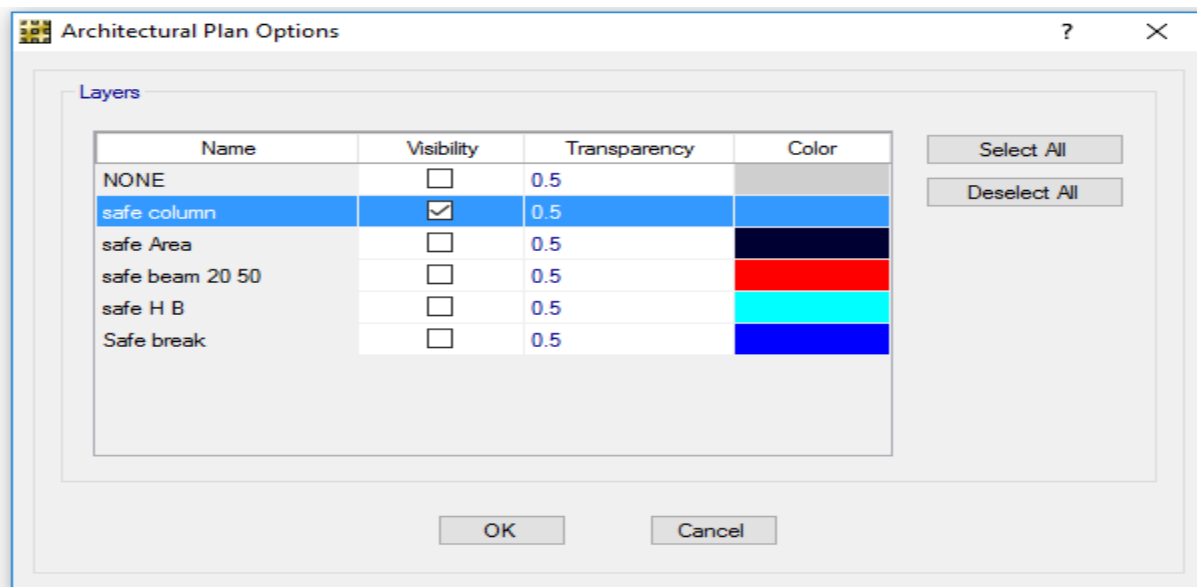
الشكل رقم(3-85):يوضح تصدير البلاطة من الأوتوكاد



الشكل رقم(3-86):يوضح شكل البلاطة المفرغة المصدرة من الاوتكاد

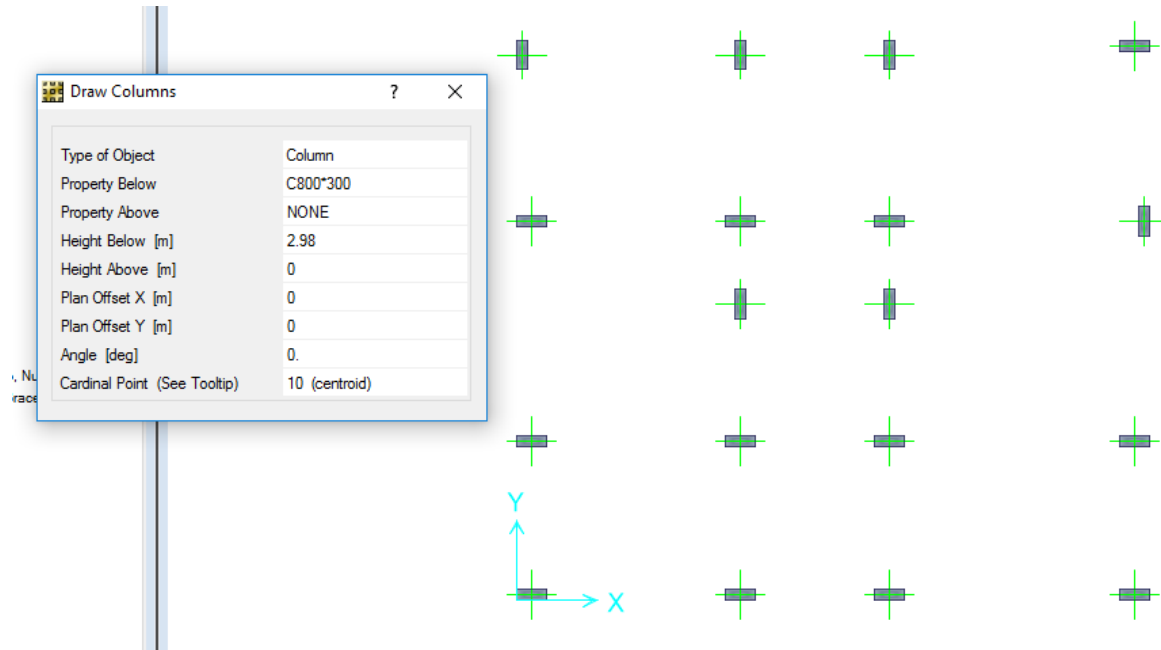
11-رسم الاعمدة :

Option ⇒Architectural plan Options ⇒Delete all ⇒select safe column



الشكل رقم(3-87):يوضح إختيار الأعمدة من الرسم المعماري

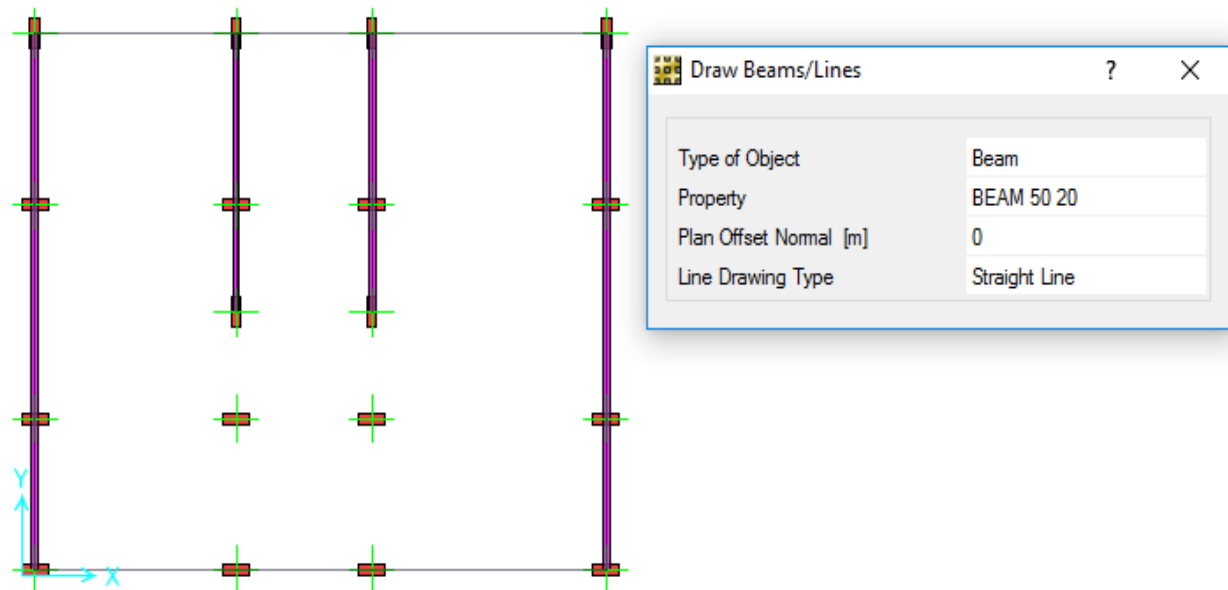
Draw ⇒ draw columns



الشكل رقم (3-88): يوضح رسم الأعمدة

12-رسم الكمرات الساقطة:

Draw ⇒ draw beams

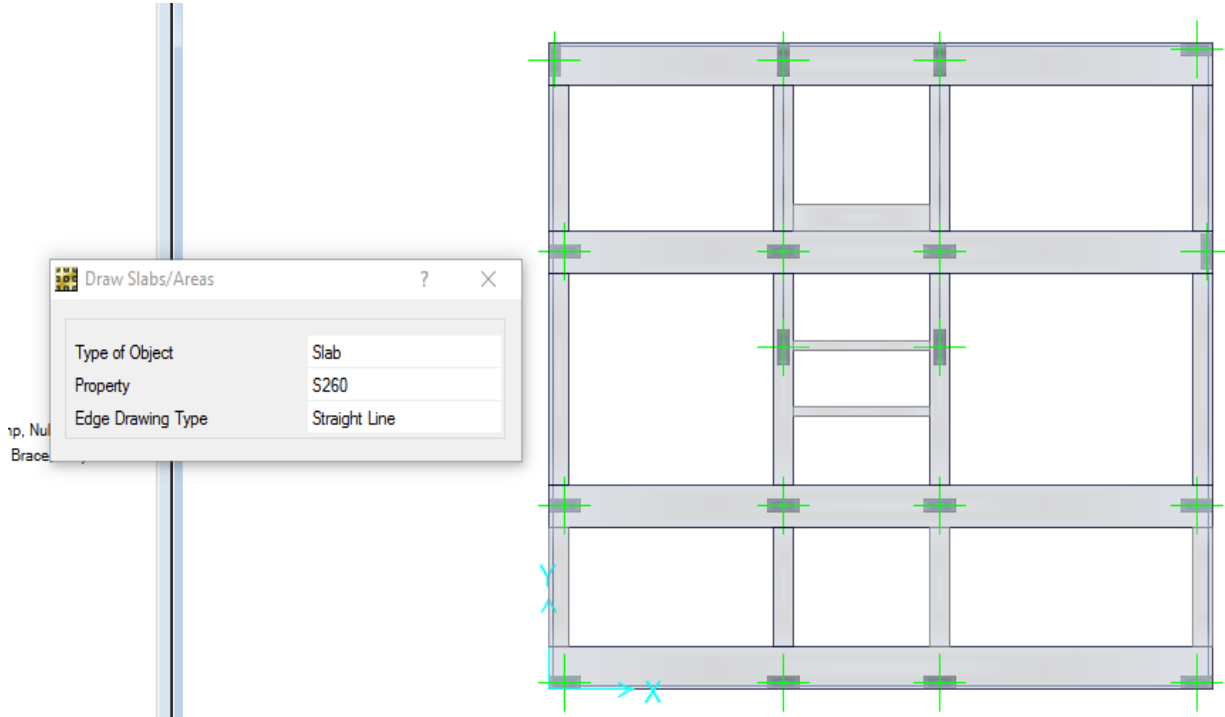


الشكل رقم (3-89): يوضح رسم الكمرات الساقطة

13-رسم البلاطات:

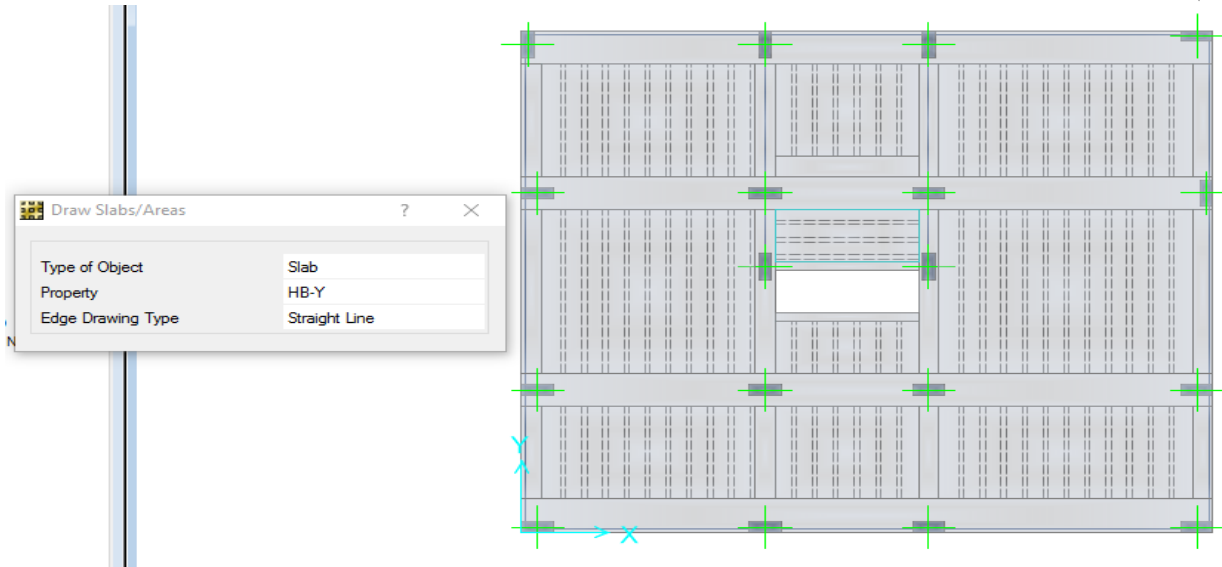
Draw ⇒ draw slabs /areas

❖ رسم الكمرات المخفية:



الشكل رقم (3-90):يوضح رسم الكمرات المخفية

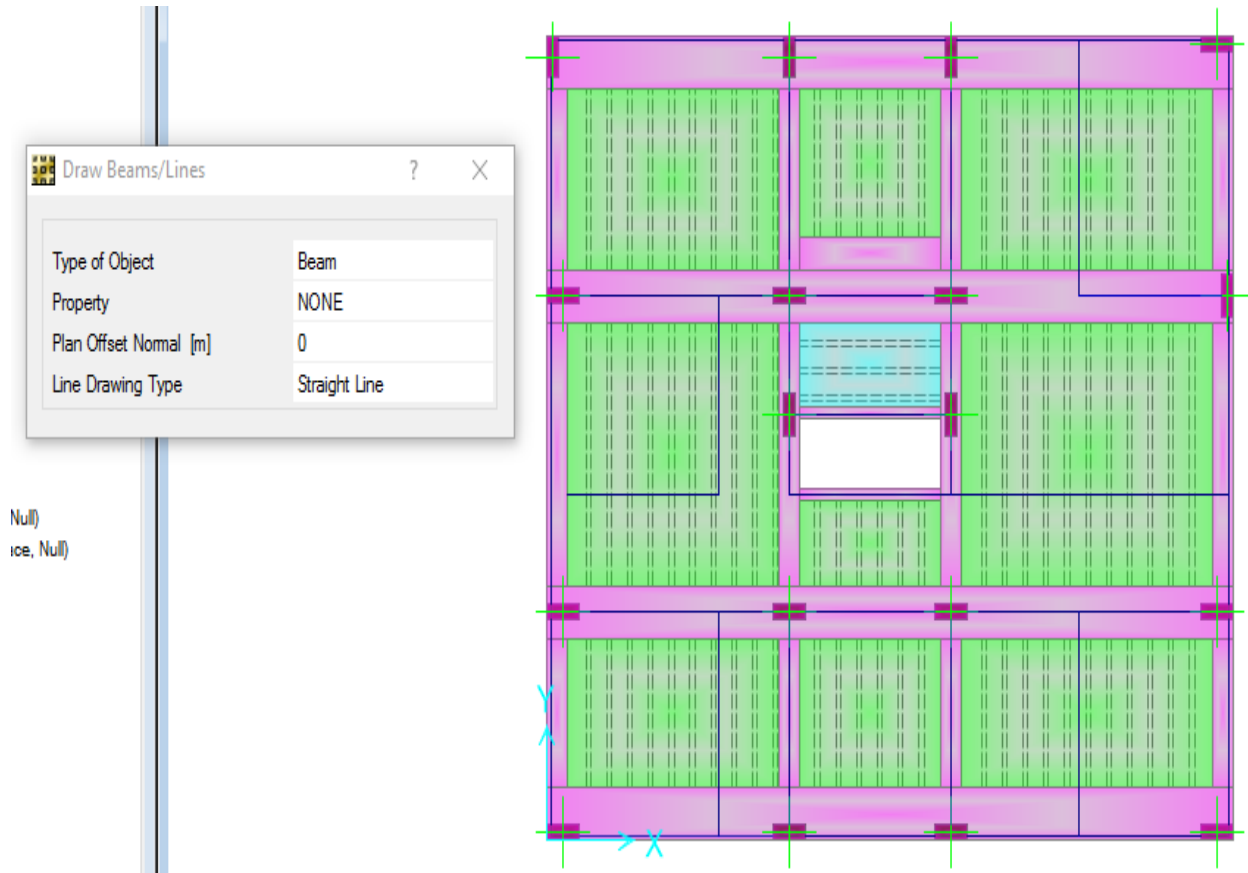
❖ رسم البلاطة المعصبة



الشكل رقم (3-91):يوضح رسم البلاطة المعصبة

14-رسم الحوائط :

Draw ⇒ draw beams ⇒ None



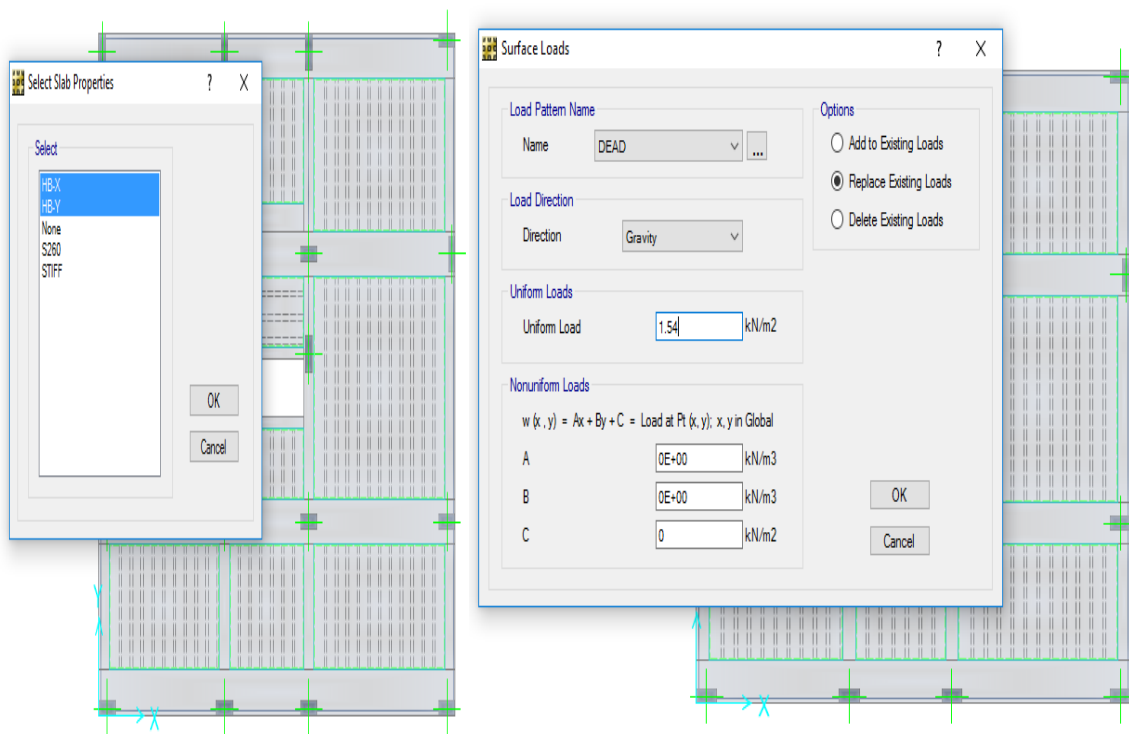
الشكل رقم (3-92): يوضح رسم الحوائط

15- إدخال الاحمال:

❖ احمال البلوكات:

Select ⇒ Select ⇒ properties ⇒ Slab properties

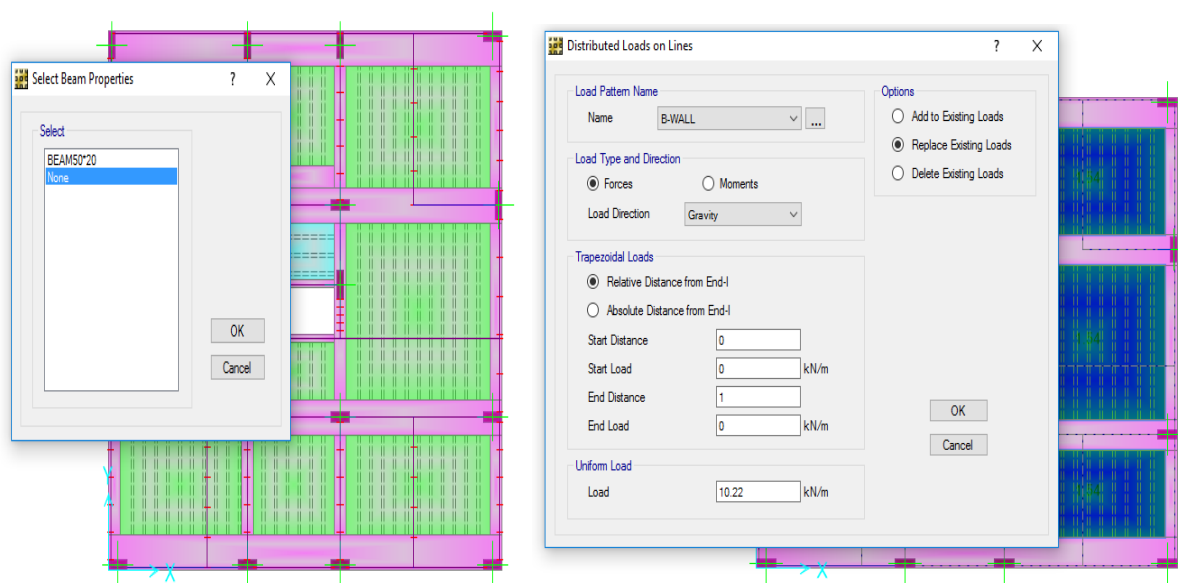
$$D.L_{block} = \frac{0.8}{0.52 \times 1} = 1.54 kN/m^2$$



الشكل رقم(3-93):يوضح إدخال أحمال البلوكات

❖ أحمال الحوائط على البلاطات:

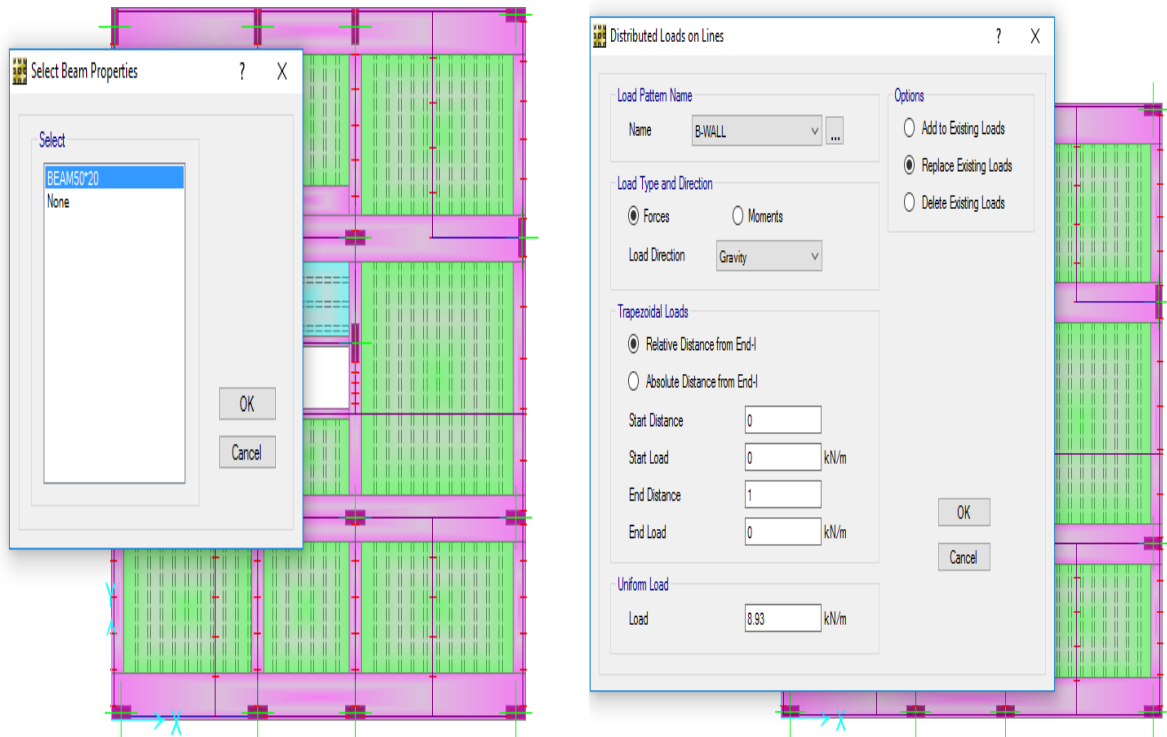
Select⇒ Select⇒ properties⇒ Beam properties



الشكل رقم(3-94):يوضح إدخال أحمال الحوائط على البلاطات

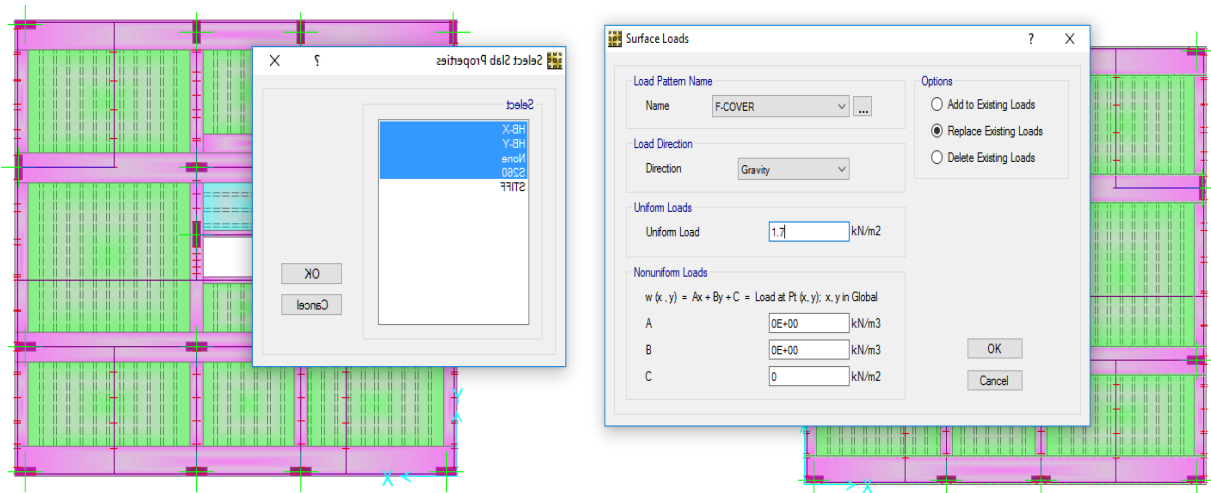
❖ أحمال الحوائط على الكمرات الساقطة:

Select⇒ Select⇒ properties⇒ Beam properties



الشكل رقم (3-95): يوضح أحمال الحوائط على الكمرات الساقطة
❖ أحمال التغطية:

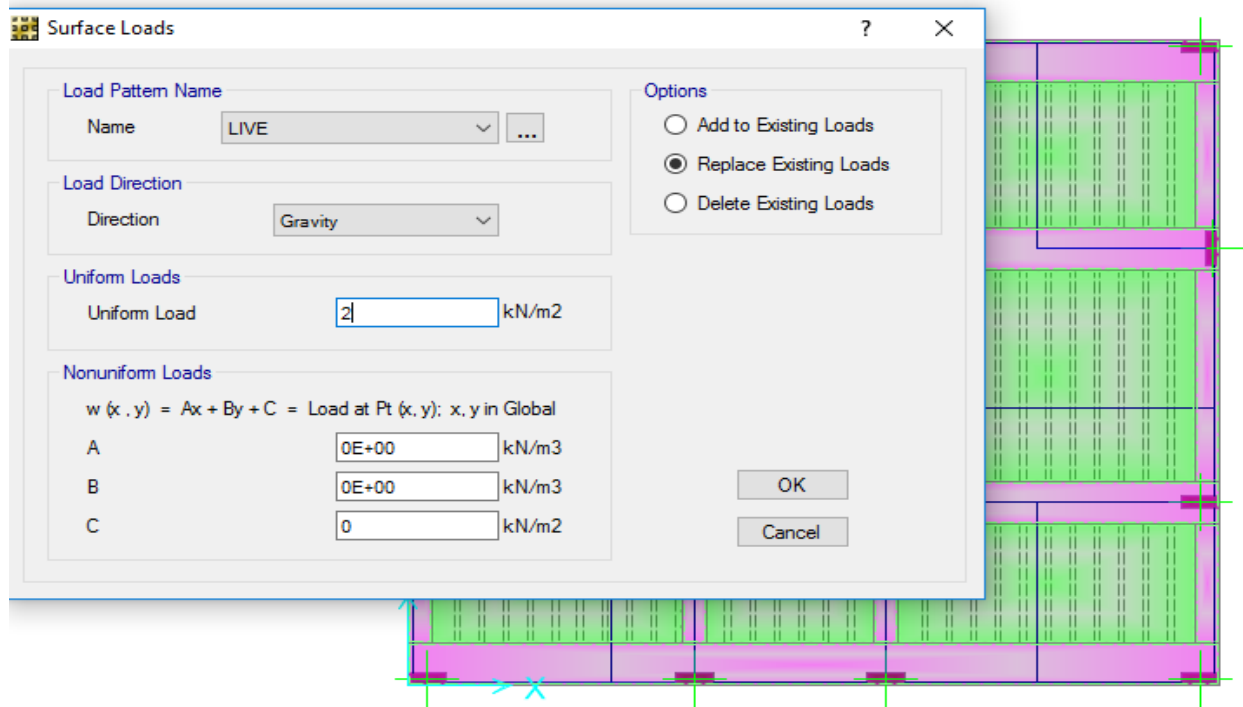
Select⇒ Select⇒ properties⇒ Slab properties



الشكل رقم (3-96): يوضح إدخال أحمال التغطية

❖ الأحمال الحية:

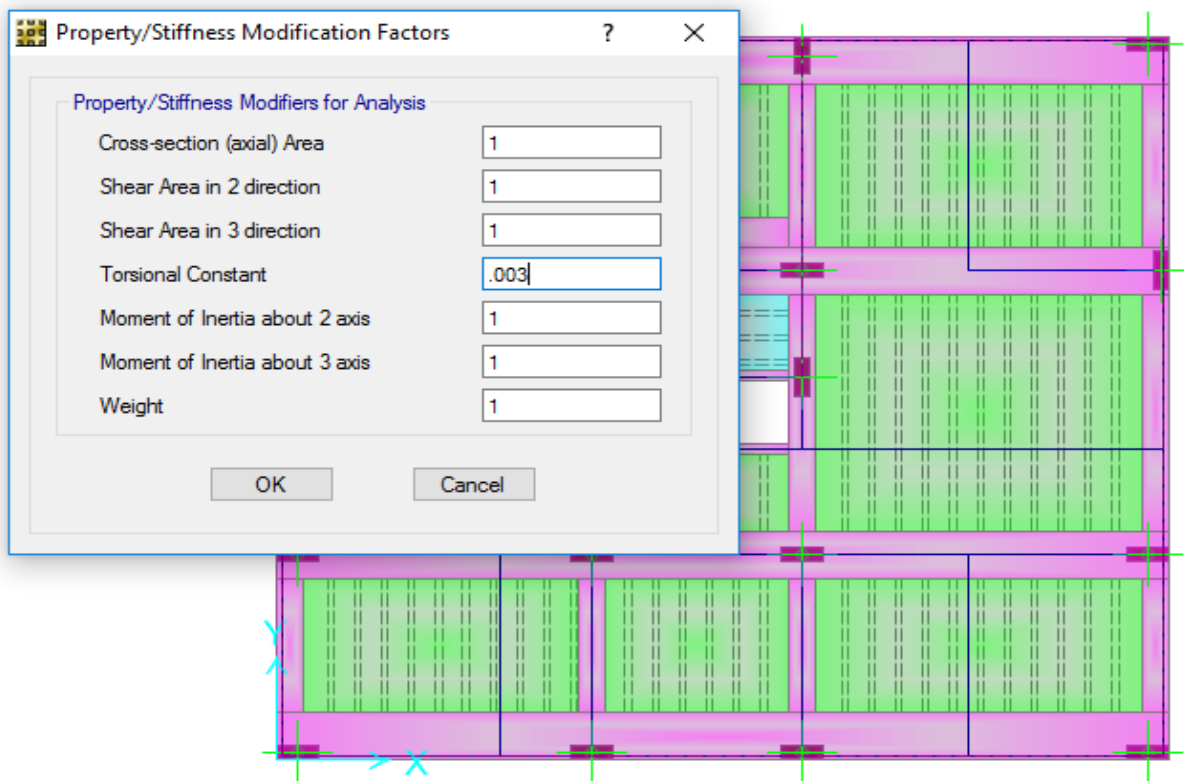
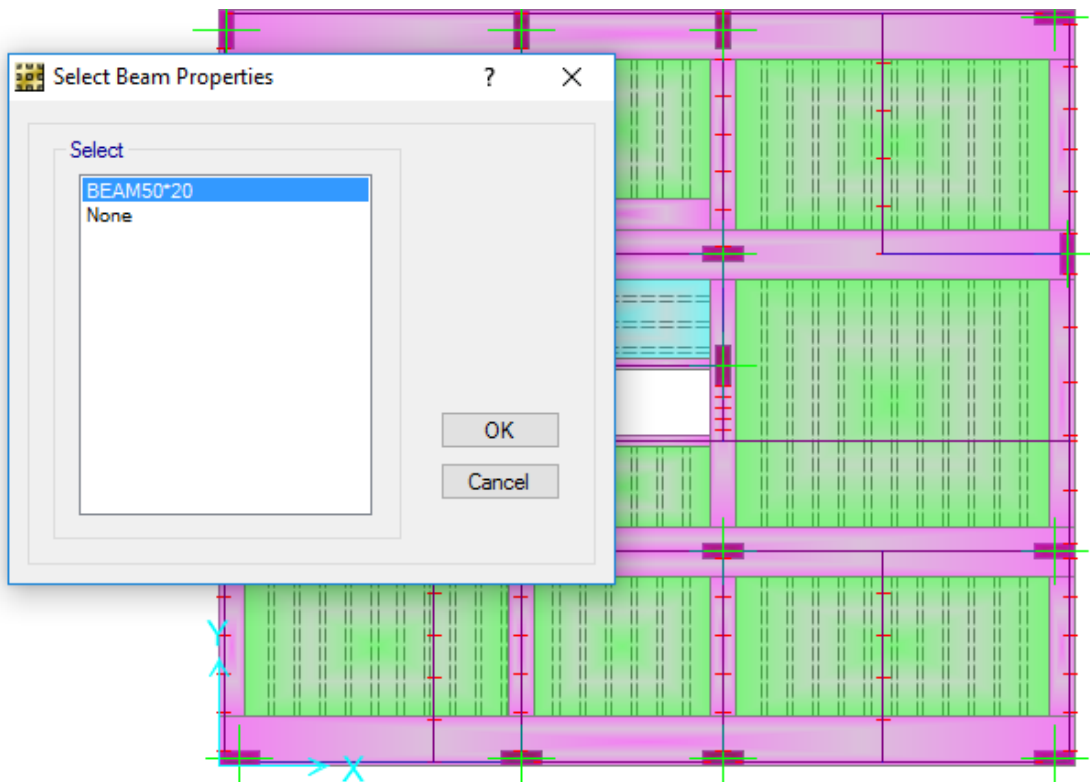
Select⇒ Select⇒ properties⇒ Slab properties



الشكل رقم (3-97): يوضح إدخال الأحمال الحية

16- معامل الإلتواء للكمرات:

Select⇒ Select⇒ properties⇒ Beam properties



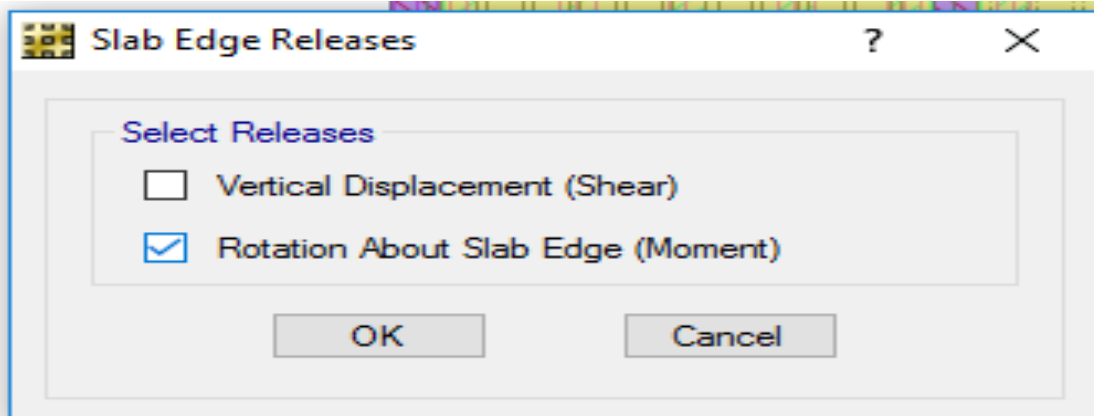
الشكل رقم (3-98): يوضح إدخال معامل الإلتواء للكمرات الساقطة

17- تعريف الكمرات المخفية:

❖ تحويل البلاطات المعصبة الى بلاطات بسيطة الاسناد على الكمرات المخفية:

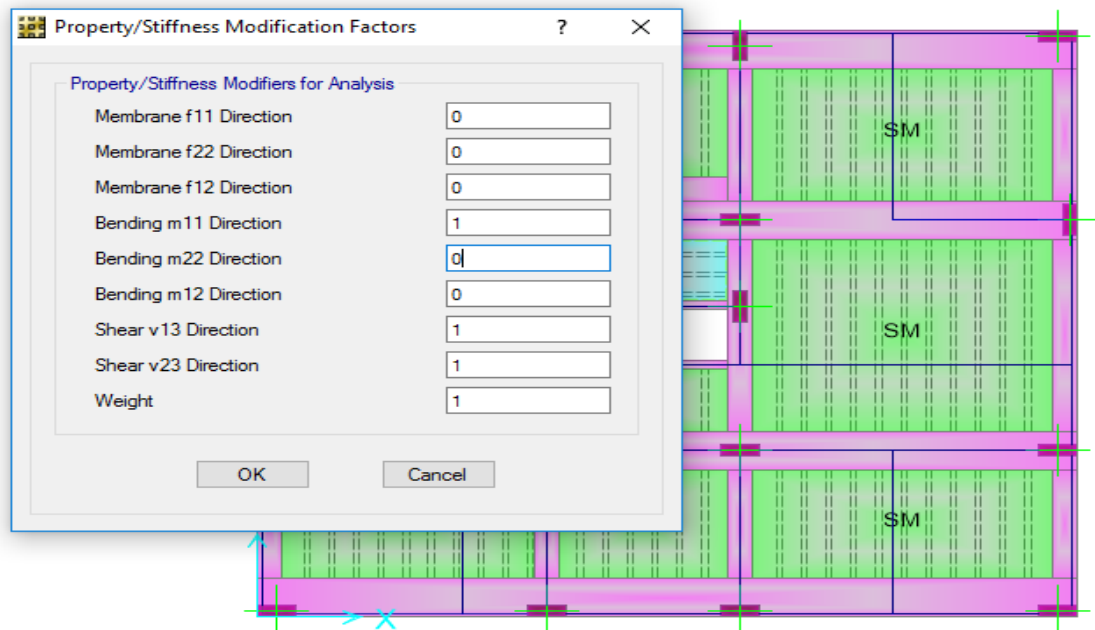
Select⇒ Select⇒ properties⇒ Slab properties⇒ HB-x, HB-y

Assign ⇒ slab data ⇒ edge release



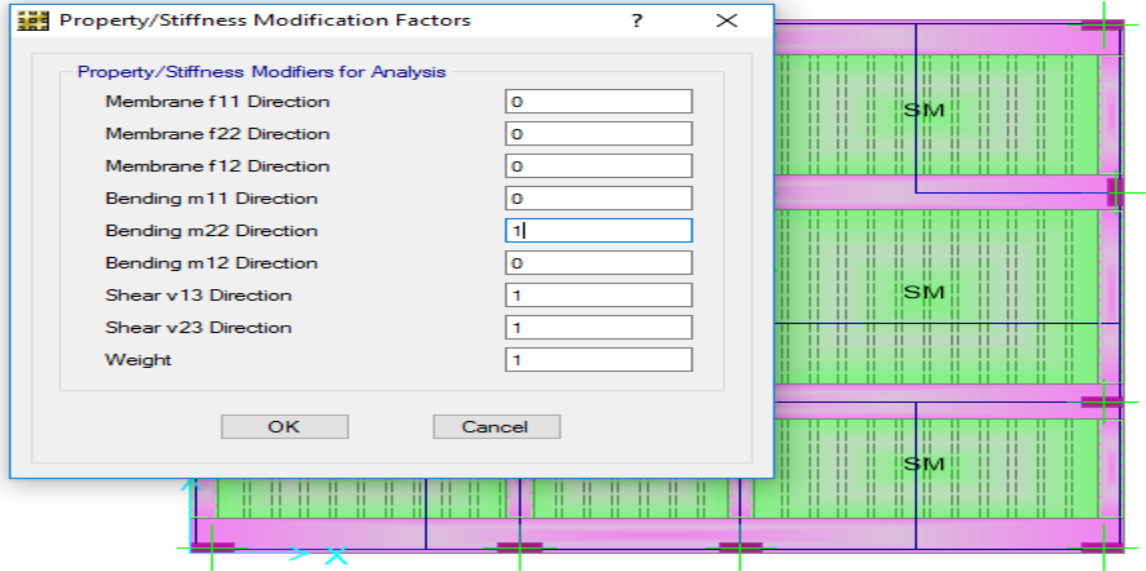
الشكل رقم(3-99):يوضح تحويل البلاطات المعصبة الى بلاطات بسيطة الإسناد

❖ تحويل البلاطات المعصبة في اتجاه x الى plate:



الشكل رقم(3-100):يوضح تحويل البلاطات المعصبة في اتجاه x الى plate

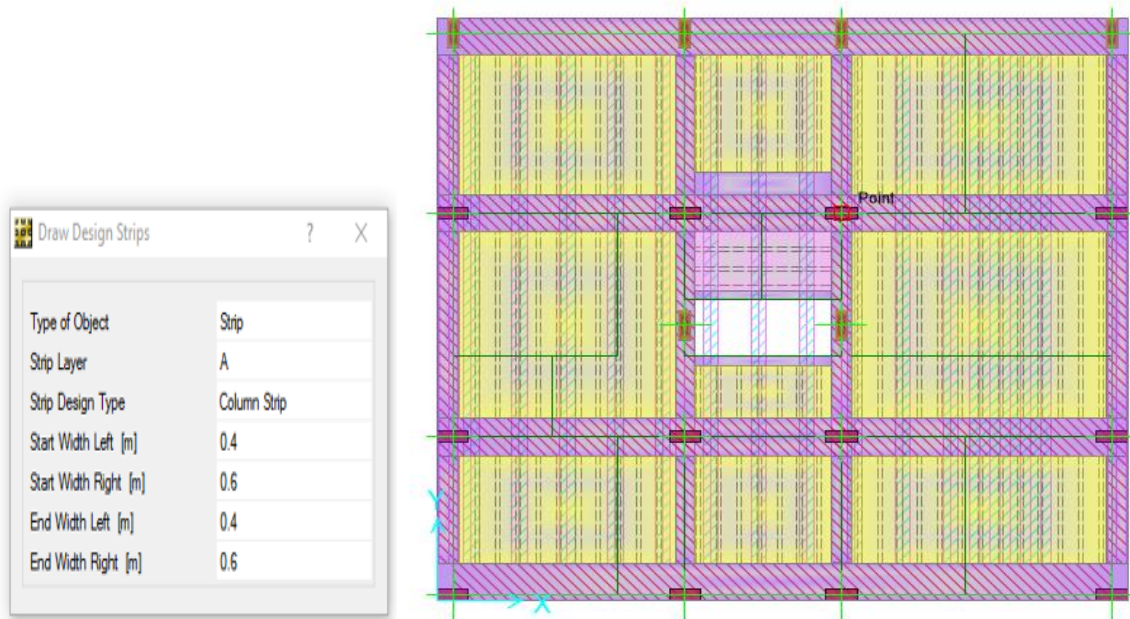
❖ تحويل البلاطات المعصبة في اتجاه y الى plate:



الشكل رقم (3-101): يوضح تحويل البلاطات المعصبة في اتجاه y الى plate

18- رسم الشرائح :

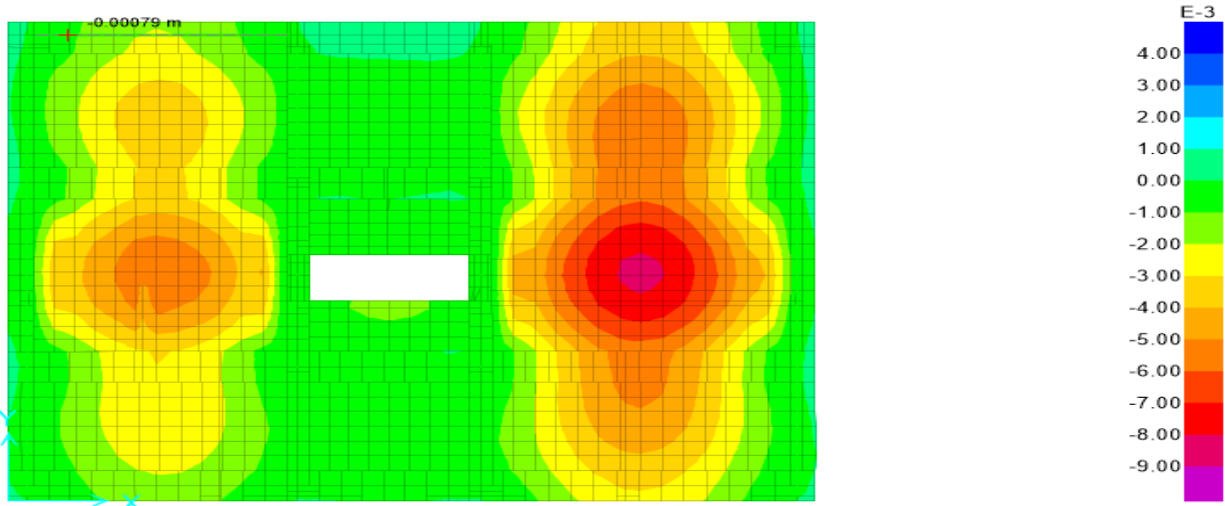
Draw ⇒ draw stripes



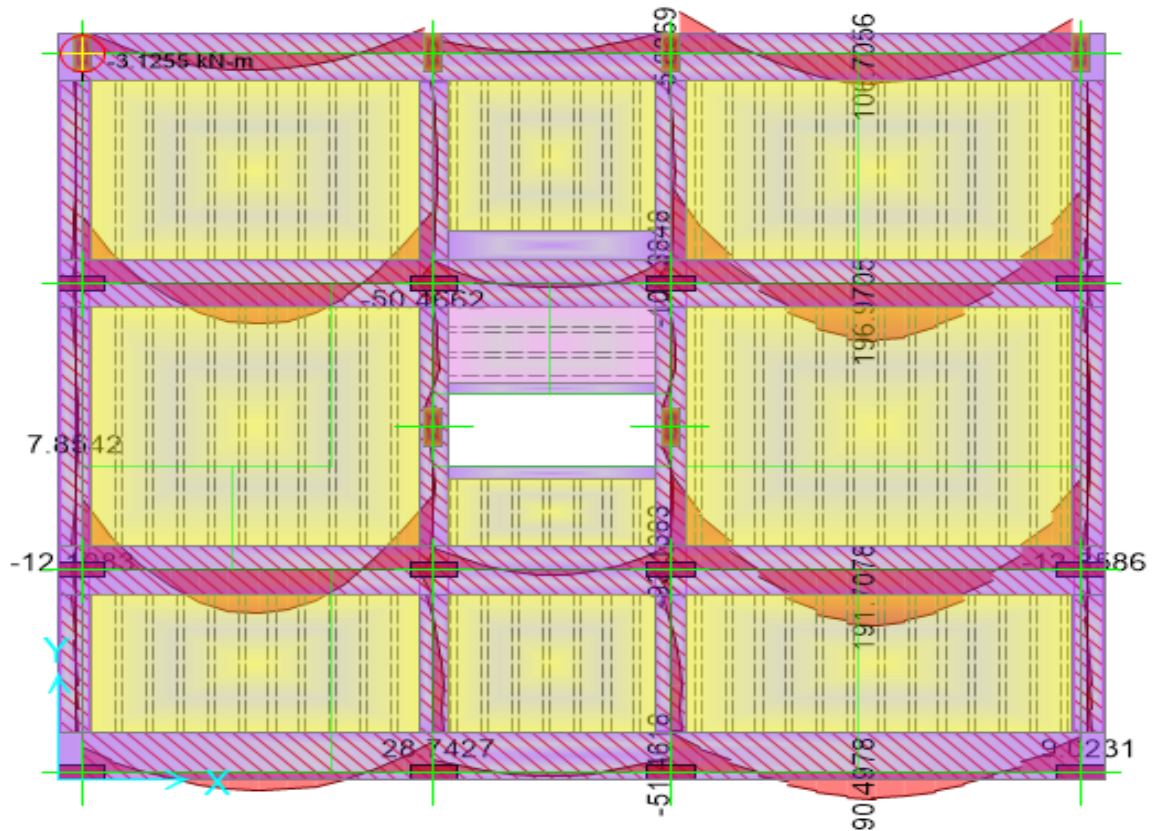
الشكل رقم (3-102): يوضح رسم الشرائح للبلاطة المفرغة

19- التحليل والتصميم :

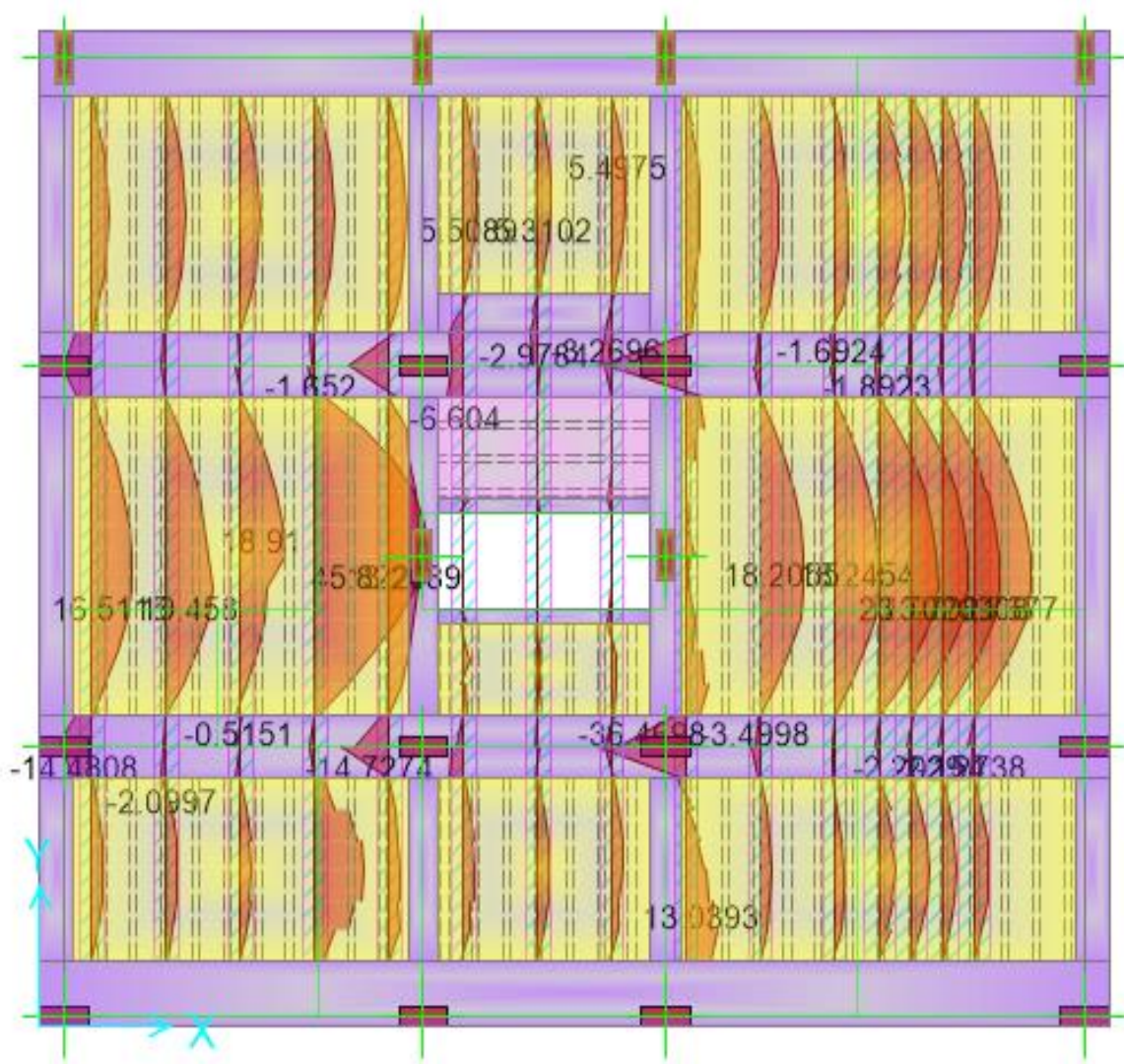
Run ⇒ Run analysis and design



الشكل رقم(3-103):يوضح إنحراف البلاطة المفرغة للوزن الذاتي

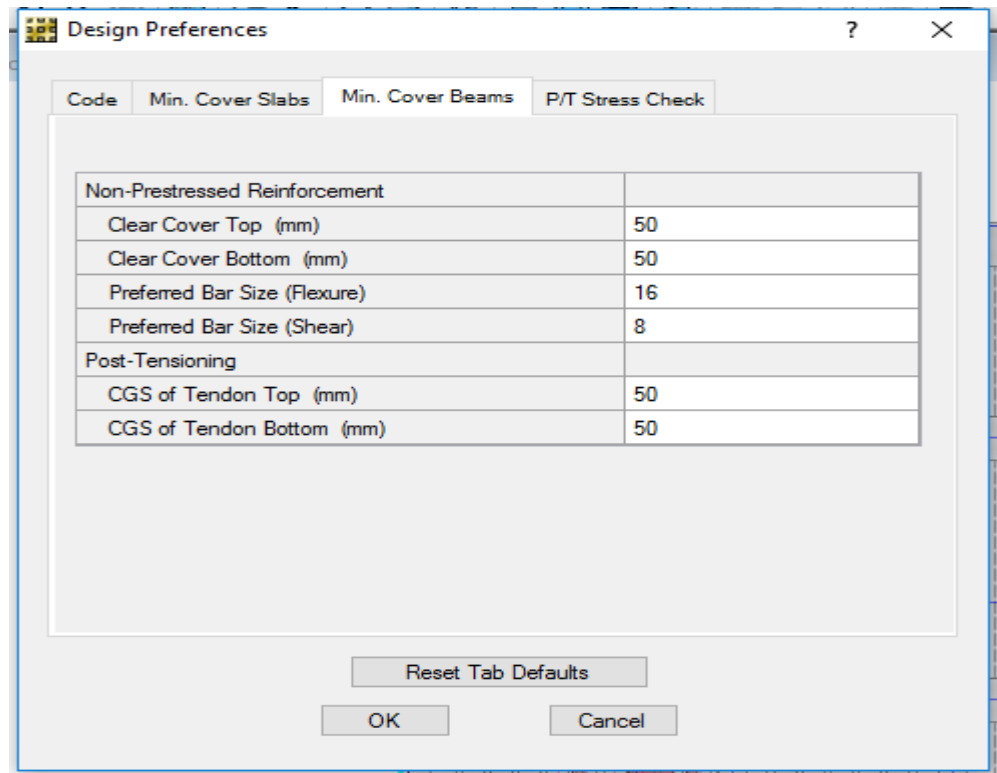
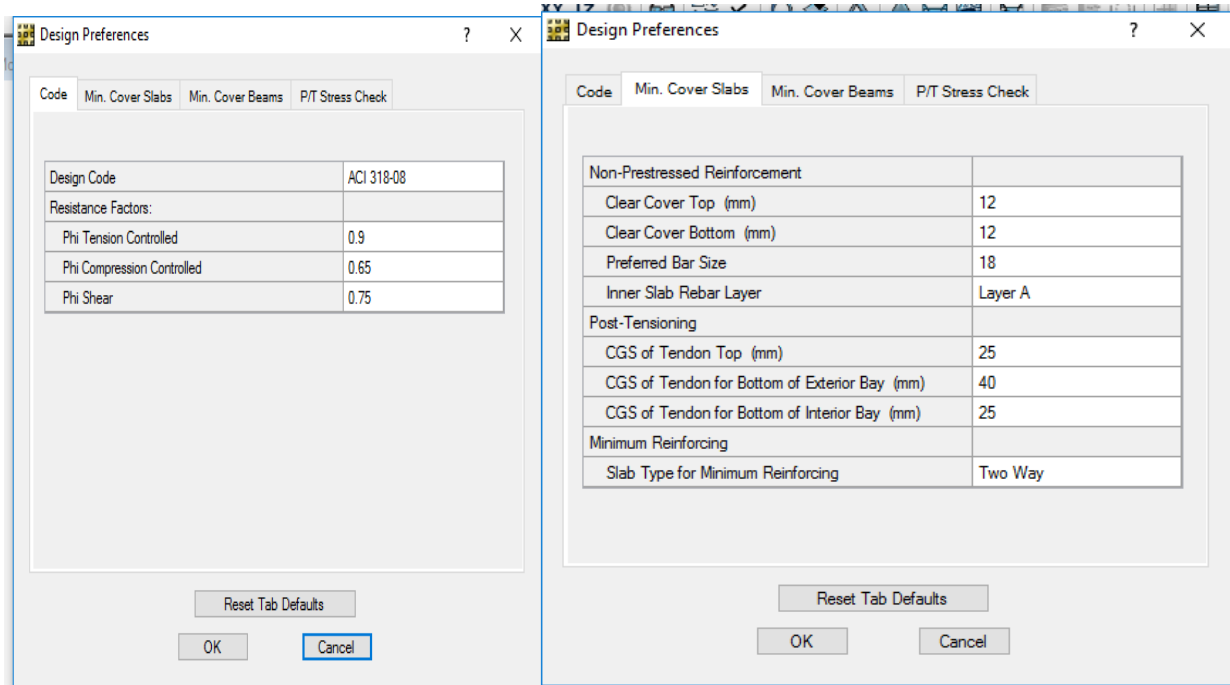


الشكل رقم(3-104):يوضح عزوم الشرائح الأفقية للبلاطة المفرغة



الشكل رقم (3-105): يوضح عزوم الشرائح الرأسية للبلاطة المفرغة

design $\Rightarrow$ design preference



الشكل رقم (3-106): يوضح إدخال متطلبات التصميم

21- تفاصيل التسليح :

Detailing ⇒ Slab Detailing preference:

The screenshot shows the 'Slab/Mat Detailing Preferences' dialog box with the 'Rebar Selection' tab selected. The 'General and Display' sub-tab is also active. The 'Rebar Selection Rules' section includes settings for bar sizes (8 to 16 mm), number of bars (2), and spacing (50 to 450 mm). The 'Preferred Rebar Sizes' section shows column strip (8 mm) and middle strip (8 mm) preferences. The 'User Minimum Reinforcement' section is checked, with values for column and middle strips (0.18%). The 'User Minimum Reinforcement-Waffles and Ribs' section shows top slab rebar size (8 mm) and spacing (450 mm), and rib rebar size (10 mm) and spacing (120 mm). The 'Rebar Around Openings' section shows bar size (12 mm), number of bars (2), and extension length (600 mm). A diagram of a slab with a rectangular opening and rebar layout is shown on the right.

Detailing ⇒ beam Detailing preference:

The screenshot shows the 'Beam Detailing Preferences' dialog box with the 'Rebar Selection' tab selected. The 'General and Display' sub-tab is also active. The 'Longitudinal Bars' section includes settings for bar sizes (12 to 16 mm), number of bars (2), and spacing (50 to 450 mm). The 'Preferred Rebar Sizes' section shows top reinforcement (25 mm), bottom reinforcement (18 mm), and stirrups (10 mm) preferences. The 'Stirrup Bars' section shows stirrup size (8 mm), spacing (100 to 450 mm), and type (135 Deg Bend, One End). The 'User Minimum Reinforcement' section is checked, with values for top (0.4%) and bottom (0.6%) reinforcement.

الشكل رقم (3-107): يوضح إدخال تفاصيل التسليح للبلاطة المفردة

24-إظهار كمية التسليح :

Detailing⇒show Detailing⇒ Bill Quantities

جدول رقم(3-46) يوضح كمية التسليح للكمرات المخفية

SR. NO	BAR SIZE	LENGTH(M)	WEIGHT(KG)
1	16	913.900	1,442.54
2	TOTAL		1,442.54

جدول رقم(3-47) يوضح كمية التسليح للاعصاب

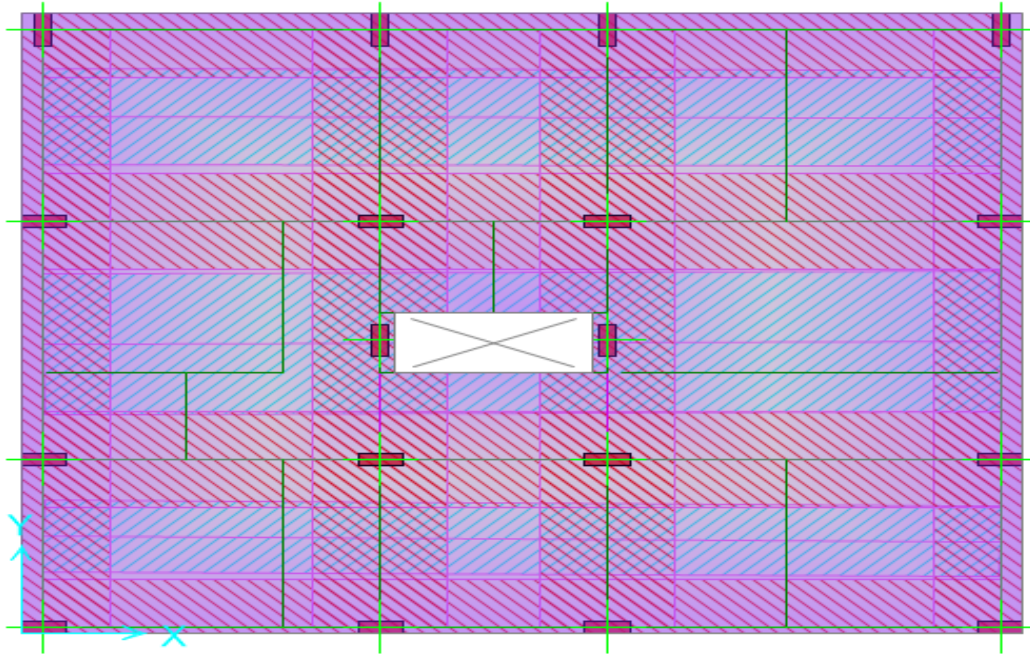
SR. NO	BAR SIZE	LENGTH(M)	WEIGHT(KG)
1	10	634.760	391.10
2	16	749.240	1,182.62
3	TOTAL		1,573.72

جدول رقم(3-48) يوضح كمية التسليح للكمرات الساقطة للبلاطة المفرغة

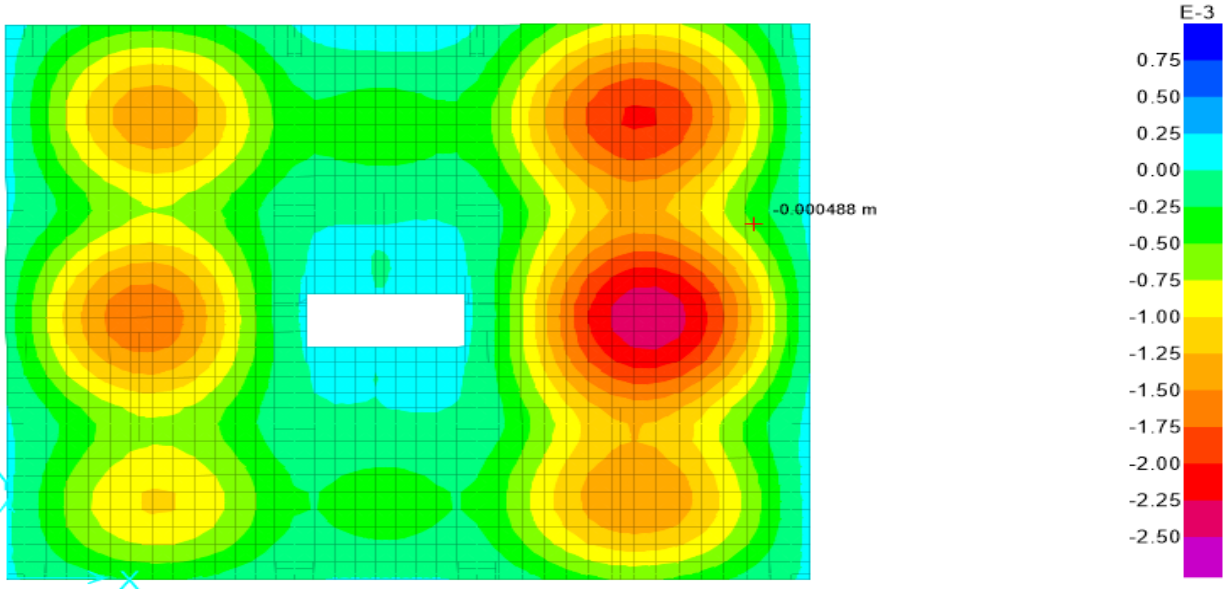
SR. NO	BAR SIZE	LENGTH(M)	WEIGHT(KG)
1	8	200.640	79.22
2	12	89.000	79.02
3	16	86.420	136.42
4	TOTAL		294.65

3-4-2 تحليل وتصميم البلاطة المصمتة:

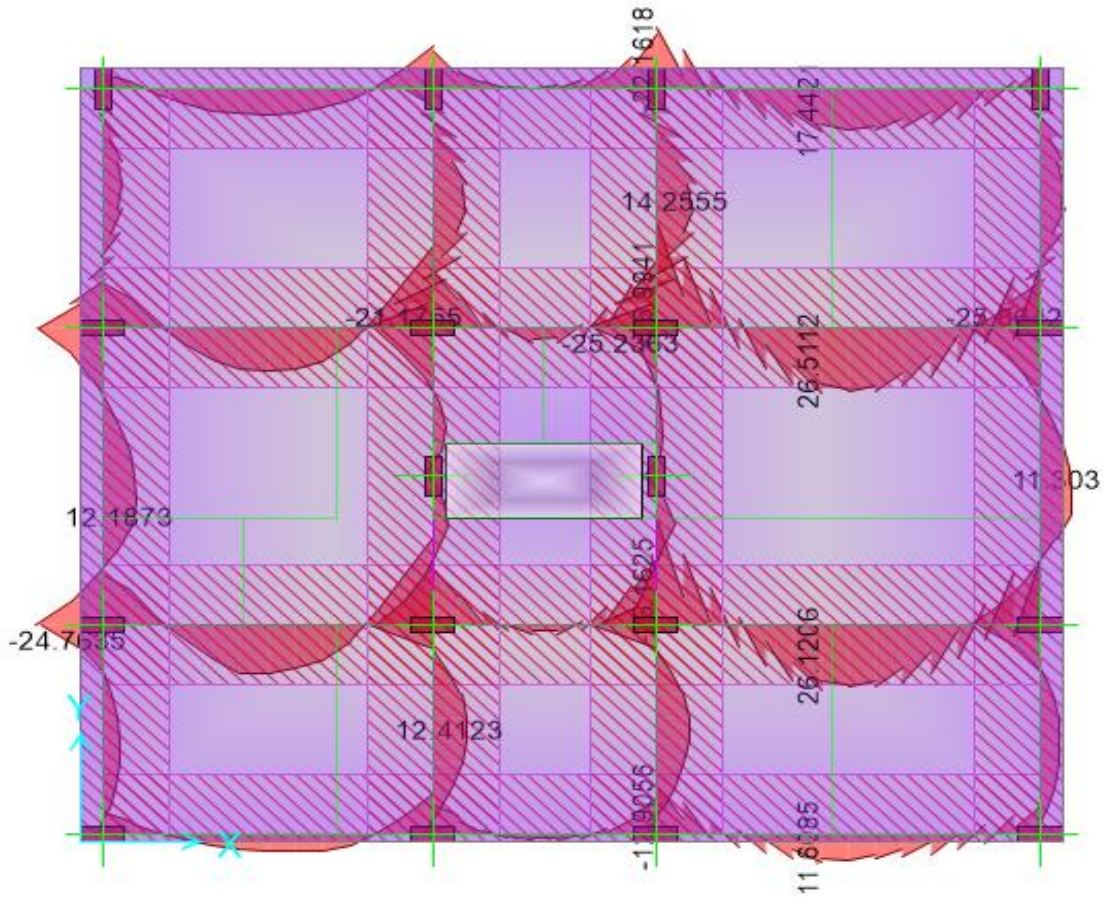
تم استخدام نفس الخطوات السابقة لتعريف المواد ،ورسم الأعمدة والكمرات الساقطة والبلاطة وكذلك خطوات التحليل والتصميم.



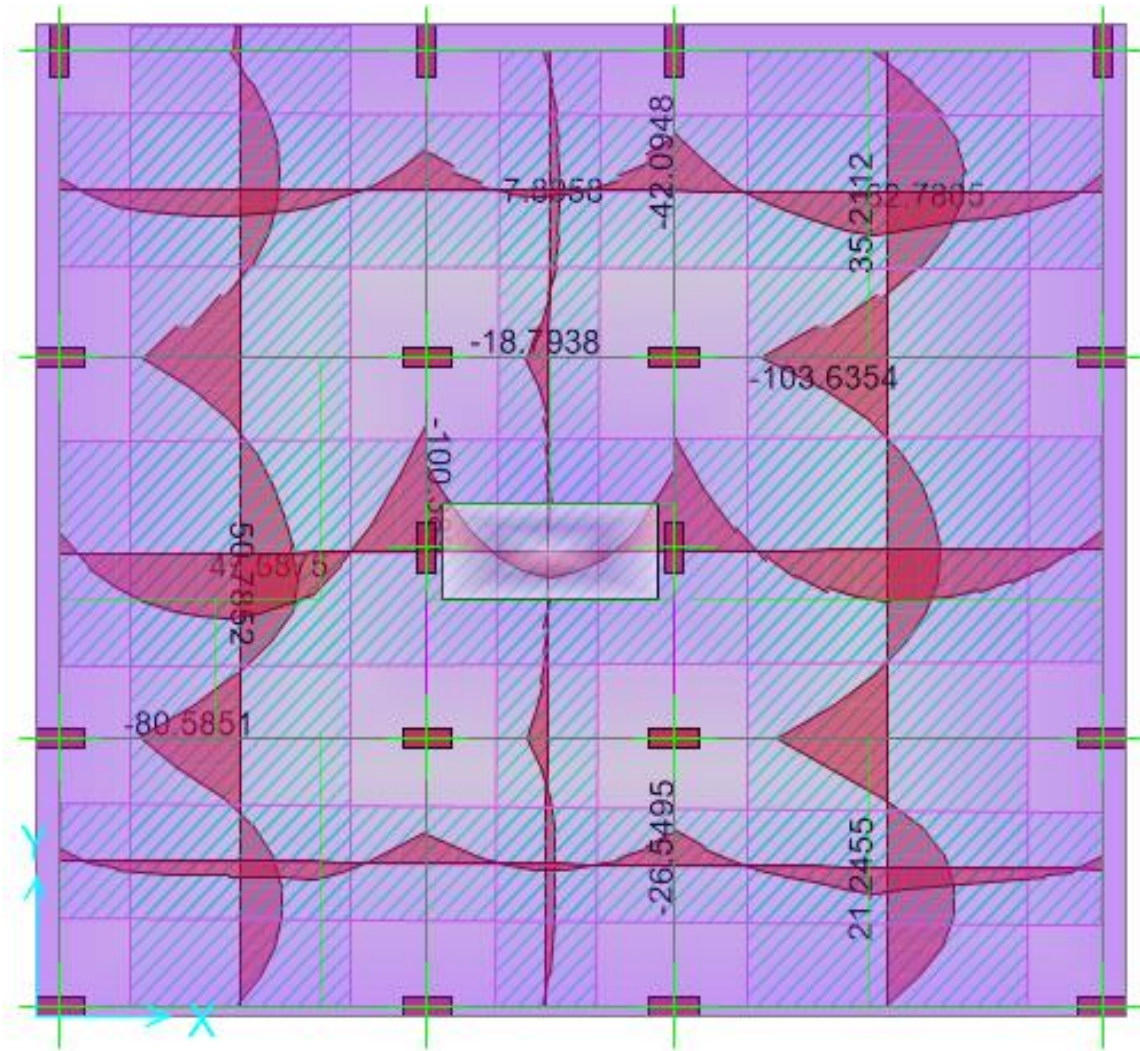
الشكل رقم(3-110):يوضح رسم الشرائح للبلاطة المصمتة



الشكل رقم (3-111): يوضح انحراف البلاطة المصمتة نتيجة للوزن الذاتي



الشكل رقم (3-112): يوضح عزوم شرائح العمود للبلاطة المصمتة



الشكل رقم (3-113): يوضح عزوم شرائح الوسط للبلاطة المصمتة

Slab/Mat Detailing Preferences

General and Display Rebar Selection

Rebar Selection Rules

Smallest Bar Size: 10
Largest Bar Size: 10
Min. Number of Bars: 2
Max. Excess Area (%): 15
Min. Spacing of Bars: 50 mm
Max. Spacing of Bars: 450 mm
Smallest Rebar Length: 900 mm

Preferred Rebar Sizes

Column Strip, Top: 10
Column Strip, Bot: 10
Middle Strip, Top: 10
Middle Strip, Bot: 10

☐ Enforce User Minimum Reinforcement

User Minimum Reinforcement-Slab

Column Strip, Top (%): 0.18
Middle Strip, Top (%): 0.18
Column Strip, Bot (%): 0.18
Middle Strip, Bot (%): 0.18

User Minimum Reinforcement-Waffles and Ribs

Top Slab Rebars

Bar Size: 10
Spacing: 450 mm

Rib Rebars

Top Bars: 10
Bot Bars: 16
Min. Number: 2
Min. Number: 2
Spacing: 300 mm

☐ Stirrups: 10

Rebar Around Openings

Bar Size: 12
No. of Bars at Each Edge: 2
Bar Extension Into Slab: 600 mm

OK Cancel

Beam Detailing Preferences

General and Display Rebar Selection

Longitudinal Bars

Smallest Bar Size: 16
Largest Bar Size: 16
Max. Excess Area (%): 15
Smallest Rebar Length: 900 mm
Minimum Lap Length: 300 mm

Stirrup Bars

Smallest Size of Stirrups: 10
Largest Size of Stirrups: 10
Minimum Spacing of Bars: 100 mm
Maximum Spacing of Bars: 600 mm
Stirrup Type: 135 Deg Bend, One End

Preferred Rebar Sizes

Top Reinforcement: 16
Bottom Reinforcement: 16
Stirrups: 10

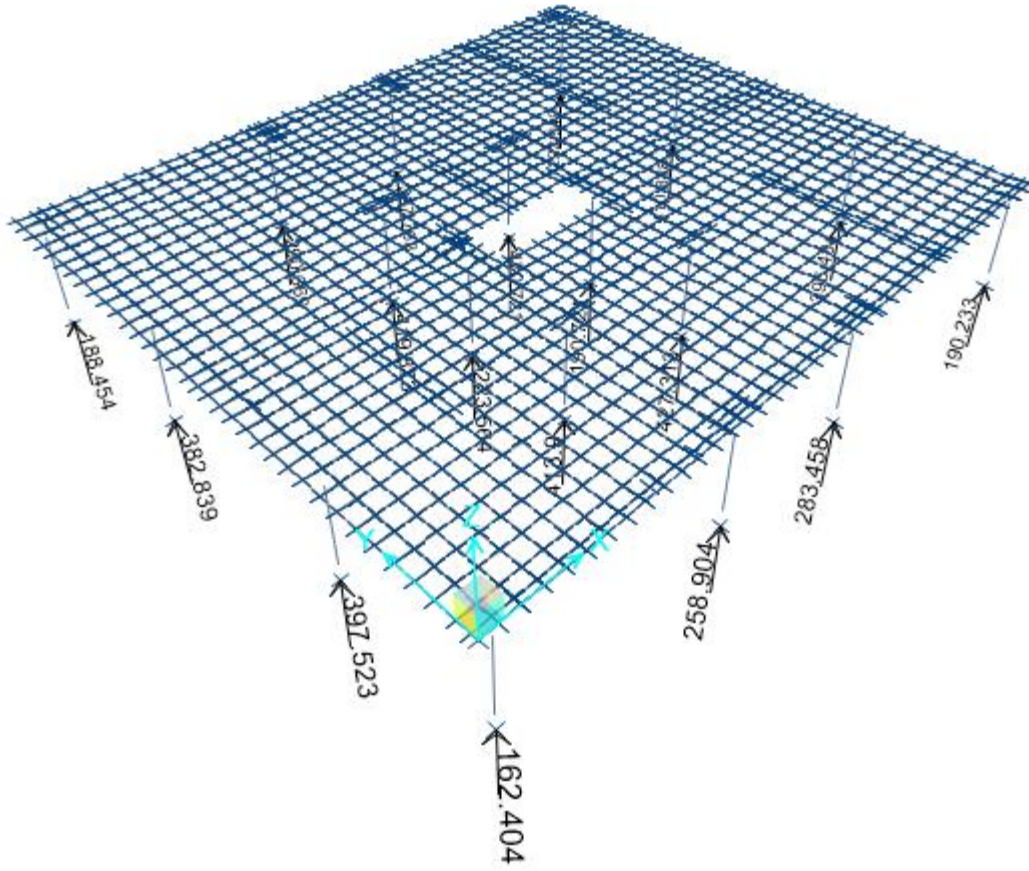
User Minimum Reinforcement

☐ Enforce Minimum Ast Limits

Top Reinforcement (%): 0.5
Bottom Reinforcement (%): 0.5

OK Cancel

الشكل رقم (3-114): يوضح ادخال تفاصيل التسليح للبلاطة المصمتة



الشكل رقم (3-115): يوضح ردود الافعال للاعمدة للبلاطة المصمتة

جدول رقم (3-49) يوضح كمية التسليح للبلاطة المصمتة

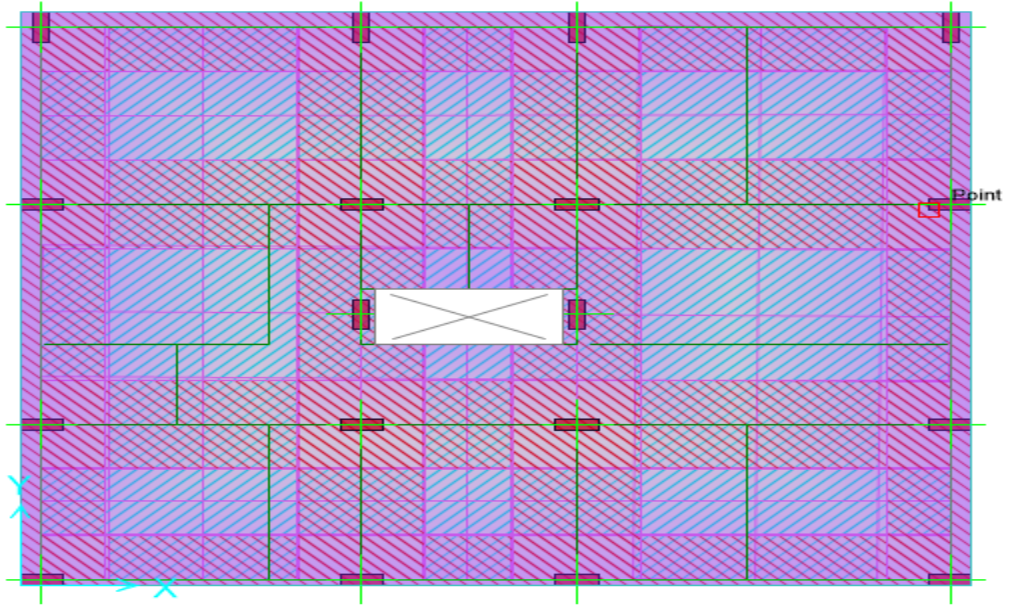
SR. NO	BAR SIZE	LENGTH(M)	WEIGHT(KG)
1	10	1813.400	1,117.33
2	TOTAL		1,117.33

جدول رقم(3-50) يوضح كمية التسليح للكمرات الساقطة للبلاطة المصمتة

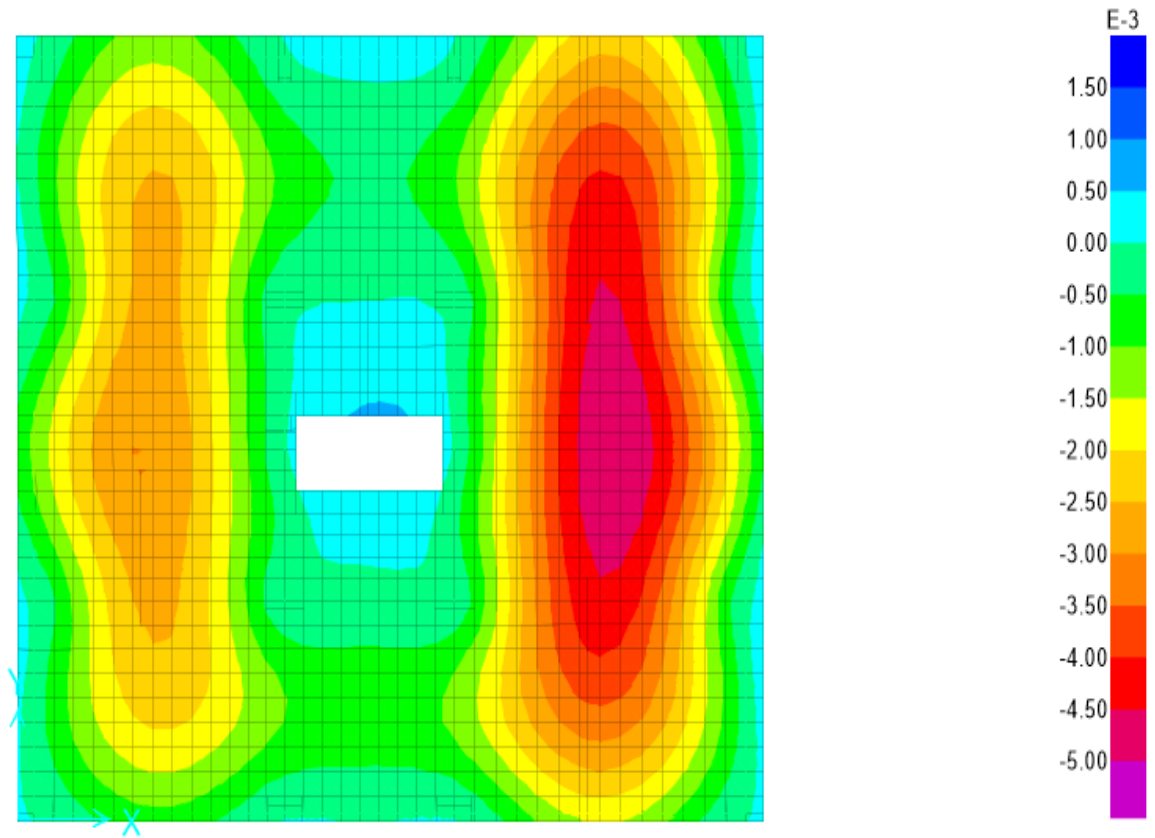
SR. NO	BAR SIZE	LENGTH(M)	WEIGHT(KG)
1	10	634.760	391.10
2	16	727.120	1,147.72
3	TOTAL		1,538.82

3-4-3 تحليل وتصميم البلاطة المسطحة:

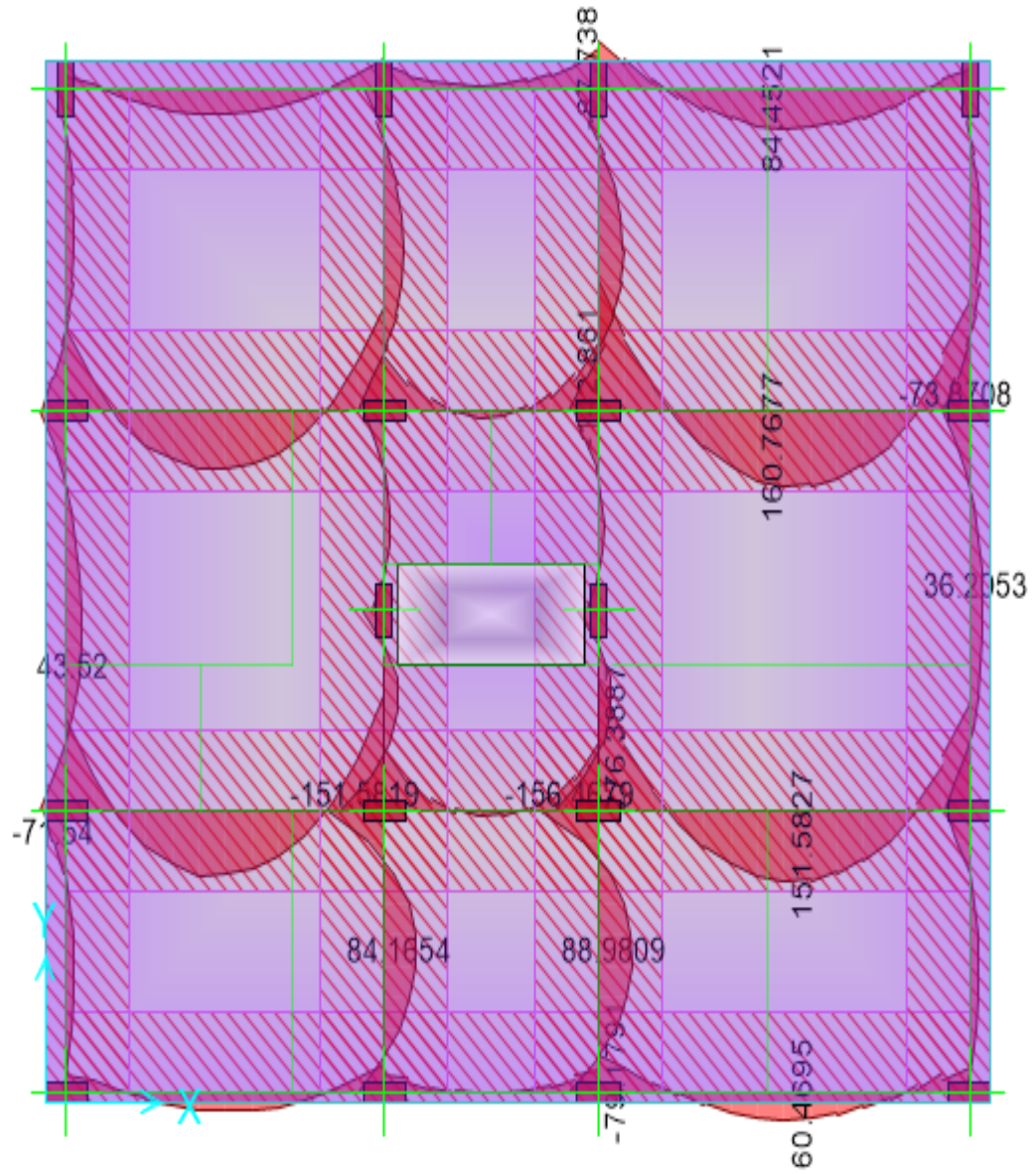
تم إستخدام نفس الخطوات السابقة لتعريف المواد ،ورسم الأعمدة والكمرات الساقطة المحيطة والبلاطة وكذلك خطوات التحليل والتصميم.



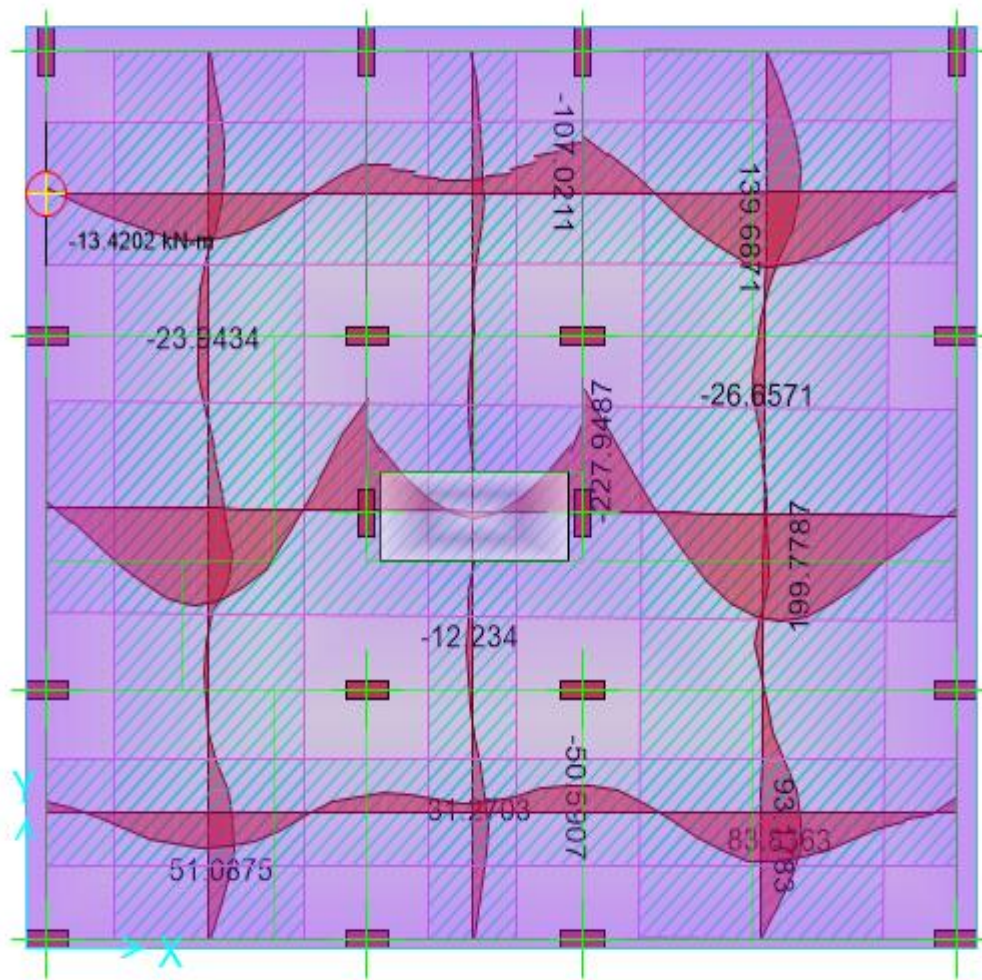
الشكل رقم(3-116):يوضح رسم الشرائح للبلاطة المسطحة



الشكل رقم (3-117): يوضح انحراف البلاطة المسطحة نتيجة للوزن الذاتي



الشكل رقم (3-118): يوضح عزوم شرائح العמוד للبلاطة المسطحة



الشكل رقم (3-119): يوضح عزوم شرائح الوسط للبلاطة المسطحة

Slab/Mat Detailing Preferences

General and Display | Rebar Selection

Rebar Selection Rules

Smallest Bar Size: 10
Largest Bar Size: 10
Min. Number of Bars: 2
Max. Excess Area (%): 15
Min. Spacing of Bars: 50 mm
Max. Spacing of Bars: 450 mm
Smallest Rebar Length: 900 mm

Preferred Rebar Sizes

Column Strip, Top: 10
Column Strip, Bot: 10
Middle Strip, Top: 10
Middle Strip, Bot: 10

☐ Enforce User Minimum Reinforcement

User Minimum Reinforcement-Slab

Column Strip, Top (%): 0.18
Column Strip, Bot (%): 0.18
Middle Strip, Top (%): 0.18
Middle Strip, Bot (%): 0.18

User Minimum Reinforcement-Waffles and Ribs

Top Slab Rebars

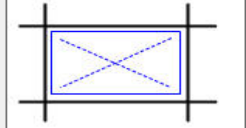
Bar Size: 10
Spacing: 450 mm

Rib Rebars

Top Bars: 10
Bot Bars: 16
Stirrups: 10
Min. Number: 2
Min. Number: 2
Spacing: 300 mm

Rebar Around Openings

Bar Size: 12
No. of Bars at Each Edge: 2
Bar Extension Into Slab: 600 mm



OK Cancel

Beam Detailing Preferences

General and Display | Rebar Selection

Longitudinal Bars

Smallest Bar Size: 16
Largest Bar Size: 16
Max. Excess Area (%): 15
Smallest Rebar Length: 900 mm
Minimum Lap Length: 300 mm

Preferred Rebar Sizes

Top Reinforcement: 16
Bottom Reinforcement: 16
Stirrups: 10

Stirrup Bars

Smallest Size of Stirrups: 10
Largest Size of Stirrups: 10
Minimum Spacing of Bars: 100 mm
Maximum Spacing of Bars: 600 mm
Stirrup Type: 135 Deg Bend, One End

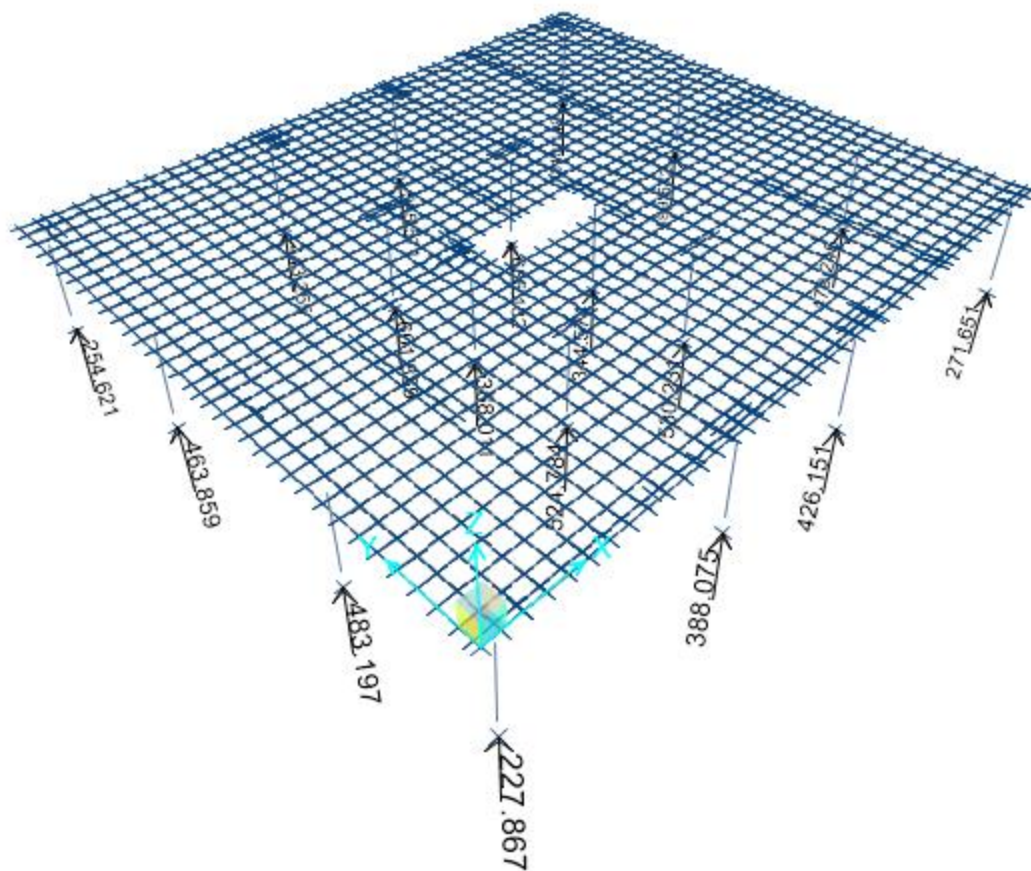
User Minimum Reinforcement

☐ Enforce Minimum Ast Limits

Top Reinforcement (%): 0.5
Bottom Reinforcement (%): 0.5

OK Cancel

الشكل رقم (3-120): يوضح تفاصيل التسليح للبلاطة المسطحة



الشكل رقم (3-121): يوضح ردود الافعال للاعمدة للبلاطة المسطحة

جدول رقم (3-51) يوضح كمية التسليح للبلاطة المسطحة

SR. NO	BAR SIZE	LENGTH(M)	WEIGHT(KG)
1	10	4727.720	2,912.99
2	TOTAL		2,912.99

جدول رقم (3-52) يوضح كمية التسليح للكمرات الساقطة المحيطية

SR. NO	BAR SIZE	LENGTH(M)	WEIGHT(KG)
1	6	55.600	12.35
2	8	426.360	168.33
3	16	546.340	862.35
4	TOTAL		1,043.04

الباب الرابع

مناقشة النتائج

1-4 مقدمة:

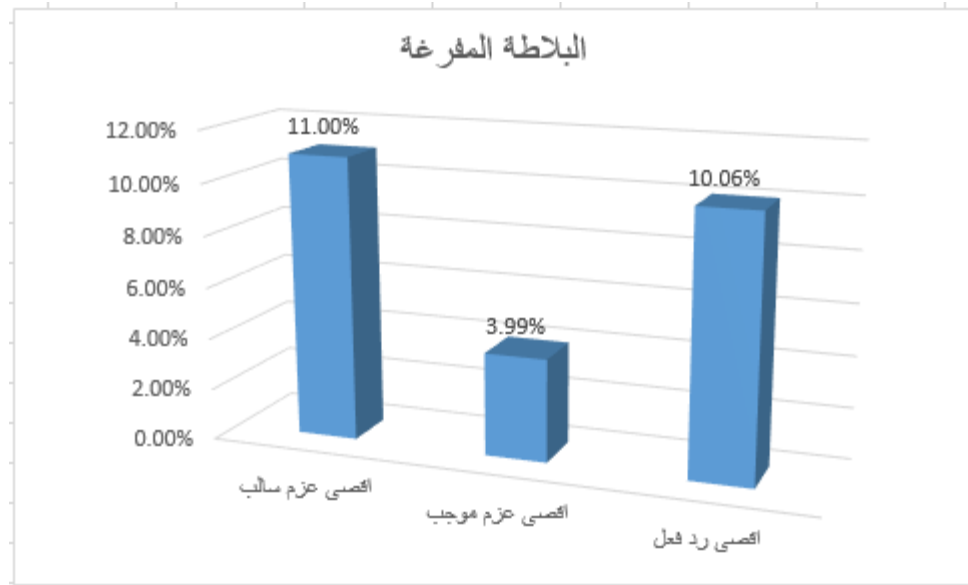
في هذا الباب تمت المقارنة بين التحليل اليدوي والبرنامج للبلاطات الثلاثة ، كما تمت المقارنة بين أنواع البلاطات الثلاثة من حيث كميات التسليح وقوى القص والانحراف.

2-4 المقارنة بين الحل اليدوي والبرنامج:

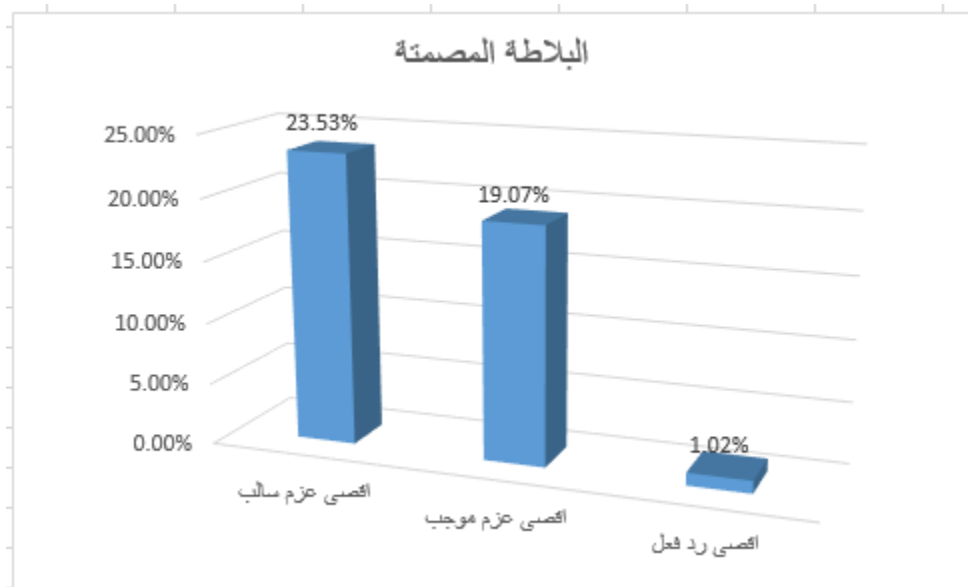
جدول رقم(1-4) يوضح المقارنة بين الحل اليدوي والبرنامج

نوع البلاطة	الحل اليدوي	البرنامج	نسبة الاختلاف (%)
البلاطة المفرغة	سالب	333.785	11
	موجب	196.972	3.99
	أقصى رد فعل (kN)	482.291	10.06
البلاطة المصمتة	سالب	103.635	23.53
	موجب	62.781	19.07
	أقصى رد فعل (kN)	470.721	1.02
البلاطة المسطحة	سالب	156.460	19.92
	موجب	199.778	20.57
	أقصى رد فعل (kN)	655.132	10.45

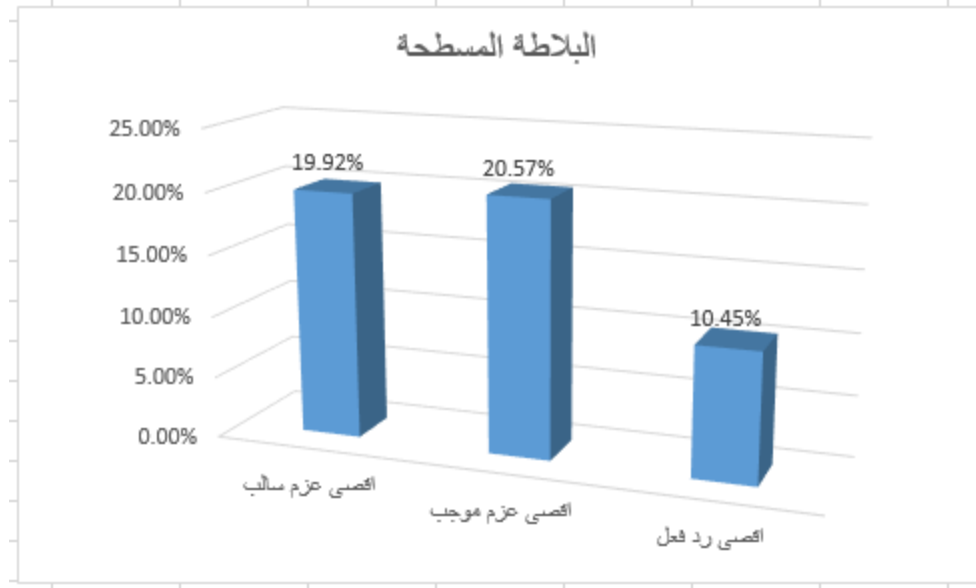
من الجدول رقم(1-4) نلاحظ أن أكبر فرق بين نتائج التحليل اليدوي وبرنامج (Safe) تقريبا (23.53%).



الشكل رقم (1-4) يوضح النسبة المئوية للفرق بين التحليل اليدوي والبرنامج للبلاطة المفرغة



الشكل رقم (2-4) يوضح النسبة المئوية للفرق بين التحليل اليدوي والبرنامج للبلاطة المصمتة



الشكل رقم (3-4) يوضح النسبة المئوية للفرق بين التحليل اليدوي والبرنامج للبلاطة المسطحة

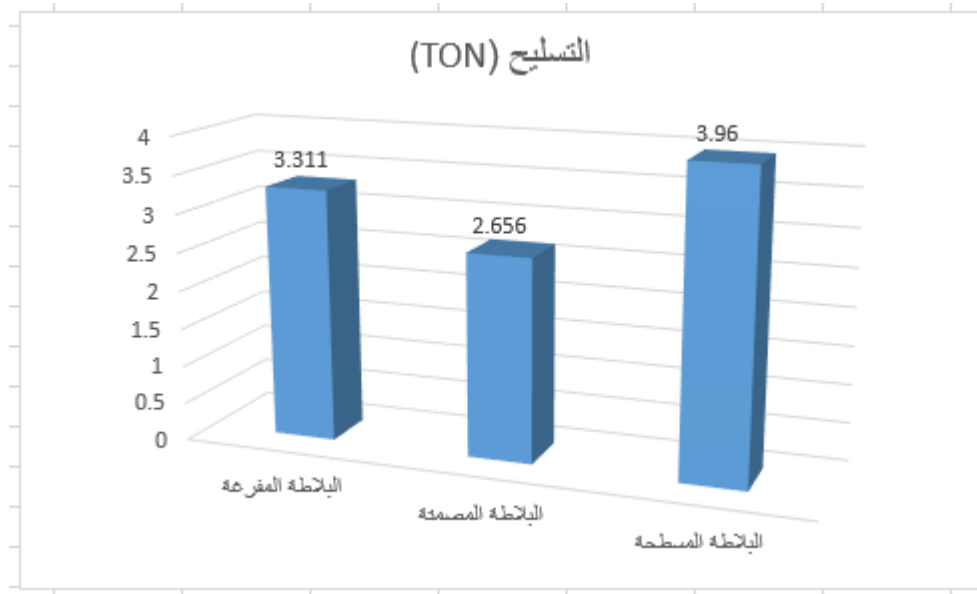
2-4 المقارنة بين أنواع البلاطات الثلاثة:

جدول رقم (2-4) يوضح المقارنة بين أنواع البلاطات الثلاثة

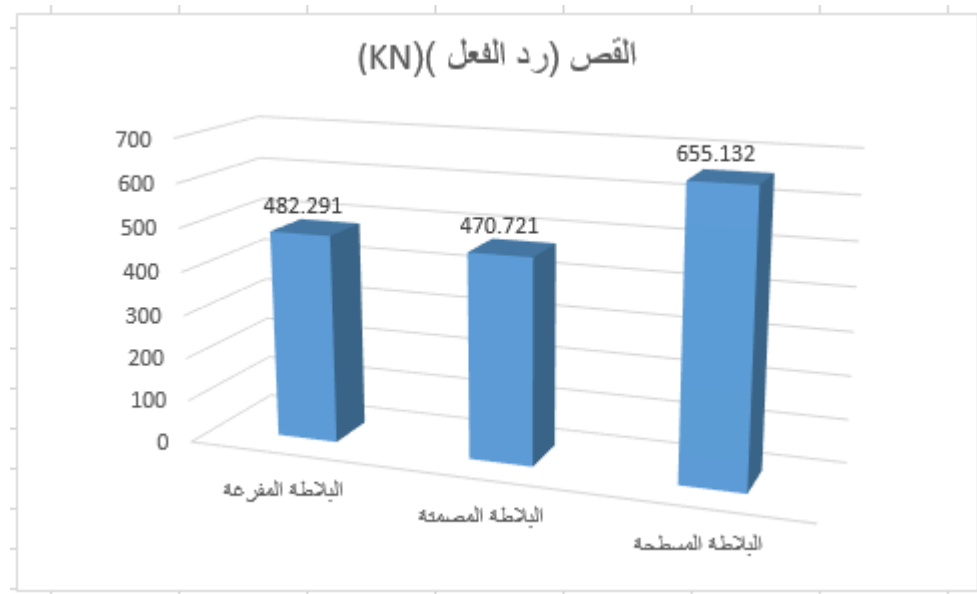
نسبة الاختلاف من البلاطة المسطحة (%)		البلاطة المسطة	البلاطة المصمتة	البلاطة المفرغة	نوع البلاطة
المصمتة	المفرغة				الاثر الانشائي
32.93	16.39	3.960	2.656	3.311	التسليح (Ton)
28.15	26.38	655.132	470.721	482.291	القص (رد الفعل) (kN)
50	44.44	5	2.5	9	الانحراف (mm)

من الجدول رقم (2-4) نلاحظ أن البلاطة المفرغة توفر حوالي 16.39% من كمية تسليح البلاطة المسطحة، والفرق في قوة القص حوالي 26.4%، أما بالنسبة للانحراف فإنه يتم استخدام عصب توزيع متقاطع في حالة زيادة طول البحر عن 5 متر ولكن لا يمكن ادخاله في البرنامج لان عصب التوزيع يستند على العصب الرئيسي وبالتالي يكون الانحراف 9mm للبلاطة المفرغة في الواقع أقل.

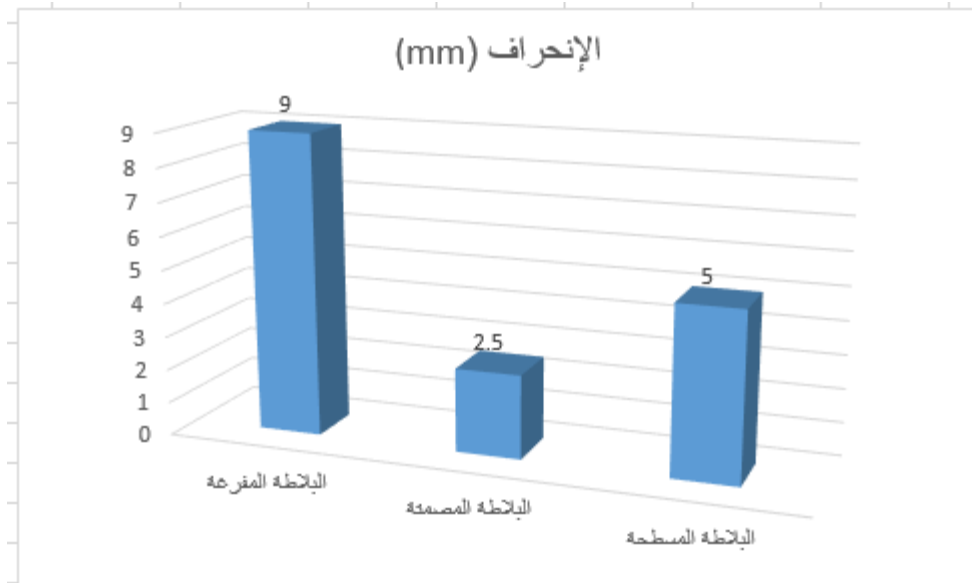
ونلاحظ أن البلاطة المصمتة توفر حوالي 32.93% من كمية تسليح البلاطة المسطحة ، والفرق في قوة القص حوالي 28.15% ، والفرق في الإنحراف حوالي 50% .



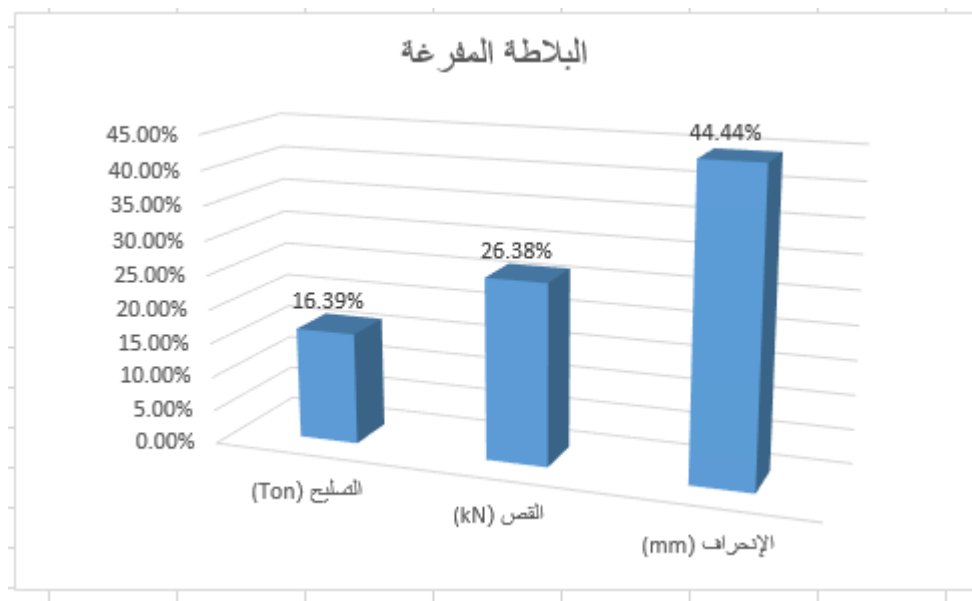
الشكل رقم (4-4) يوضح كميات التسليح للبلاطات الثلاثة



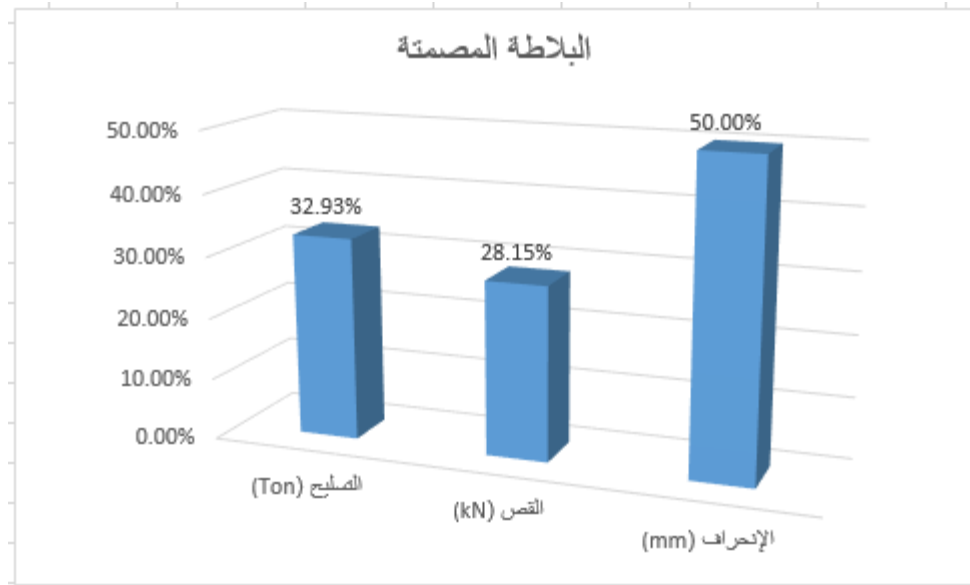
الشكل رقم (5-4) يوضح أقصى قوى قص للبلاطات الثلاثة



الشكل رقم (4-6) يوضح الإنحراف نتيجة للوزن الذاتي للبلاطات الثلاثة



الشكل رقم (4-7) يوضح النسب المئوية لإختلاف البلاطة المفردة من البلاطة المسطحة



الشكل رقم (8-4) يوضح النسب المئوية لإختلاف البلاطة المصمتة من البلاطة المسطحة

الباب الخامس

الخلاصة والتوصيات

1-5 الخلاصة

1. وجد أن أكبر فرق بين النتائج المتحصل عليها من التحليل اليدوي وبرنامج (Safe) تقريبا 23.53%.
2. بالنسبة للبلاطة المفرغة وجد أن البرنامج أعطى قيم أقل للعزوم الموجبة بنسبة إختلاف حوالي 3.99% وقيم أكبر للعزوم السالبة بنسبة إختلاف حوالي 11% والسبب في ذلك أنه في التحليل اليدوي تم إفتراض أن احمال الأعصاب موزعة بانتظام على الطول الكلي للكمرة المخفية بينما أن هنالك جزء مصمت عمودي على الكمرة المخفية في كل عمود ، والبرنامج يقوم بحساب رد فعل كل عصب على الكمرة المخفية التي يستند عليها والأعصاب توجد فقط في المساحة المحصورة بين الأجزاء المصمتة.
3. وجد أن البلاطة المفرغة توفر حوالي 16.39% من كمية تسليح البلاطة المسطحة ، وقوة القص أقل بنسبة 26.4%.
4. وجد أن إنحراف البلاطة المفرغة أكبر من إنحراف البلاطة المسطحة بنسبة 44.44% وذلك بسبب أنه يتم إستخدام عصب توزيع متقاطع في حالة زيادة طول البحر عن 5 أمتار ولكن لايمكن إدخاله في البرنامج لان عصب التوزيع يستند علي العصب الرئيسي وبالتالي يكون أنحراف البلاطة المفرغة في الواقع أقل .
5. وجد أن البلاطة المصمتة توفر حوالي 32.93% من كمية تسليح البلاطة المسطحة ، وقوة القص أقل بنسبة 28.15%، وإنحراف أقل بنسبة 50%.

2-5 التوصيات :

- 1- حساب التكلفة الكلية لأي نوع من البلاطات الثلاثة والمقارنة بينها.
- 2- تحليل وتصميم سقف خرساني يحتوي على جميع الانواع الثلاثة للبلاطات (المفرغة ،المصمتة ،المسطحة) وذلك حسب طول كل بحر والمقارنة بينها وبين سقف يحتوي على نوع واحد من البلاطات الثلاثة.
- 3- حساب الإنحراف قصير الأجل وطويل الأجل لأنواع البلاطات الثلاثة والمقارنة بينها.

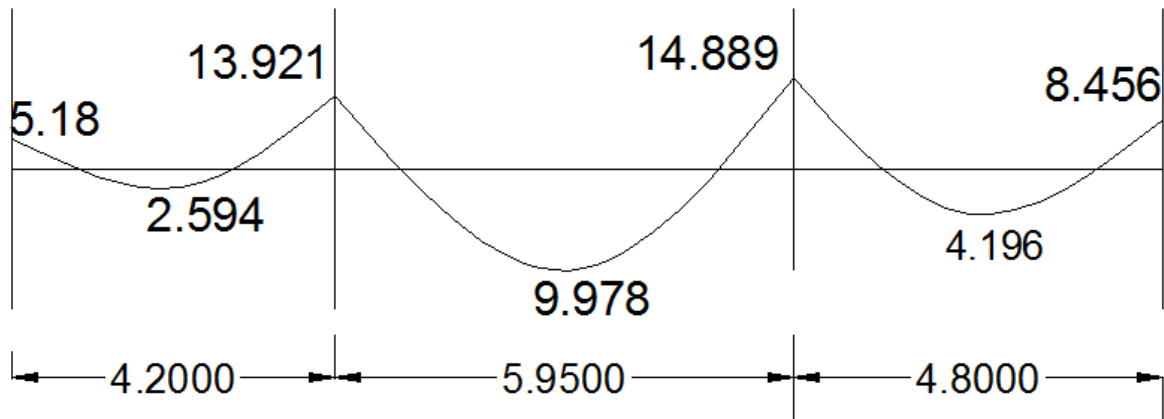
3-5 المصادر والمراجع المعتمد عليها المشروع:

- 1- أحمد علي العريان ، عبد الكريم عطا ، 1990م ، تكنولوجيا الخرسانة ، الإصدار الاول ، القاهرة ، دار عالم للنشر.
 - 2- محمود إمام ، 1998م ، الخرسانة المسلحة ، القاهرة ، دار الكتب العلمية.
 - 3- Arthur H. Nilson, David Darwin , Charles W. Dolan, 2008, Design of Concrete Structures, fourteenth edition, Singapore.
 - 4- Jack C. McCormack, Russell H. Brown, 1997, Design of Reinforced Concrete, fifth edition, United states of America.
 - 5- شريف فتحي الشافعي ، 2007م ، الدليل العملي للتحليل والتصميم الإنشائي من خلال برنامج (SAFE 8.0) ، القاهرة ، دار الكتب العلمية.
 - 6- شريف فتحي الشافعي ، 2006م ، المرجع الكامل للتحليل والتصميم الإنشائي ، القاهرة ، دار الكتب العلمية.
 - 7- خليل إبراهيم واكد ، 2007م ، تصميم البلاطات الخرسانية ، الطبعة الأولى ، القاهرة ، دار الكتب العلمية.
 - 8- رفع محمد عبدالوهاب ، 2009م ، إنشاءات خرسانية ، الرياض ، دار الكتاب الجامعي.
- Internet: www.wikibidia.com, 8/2/2017 -9

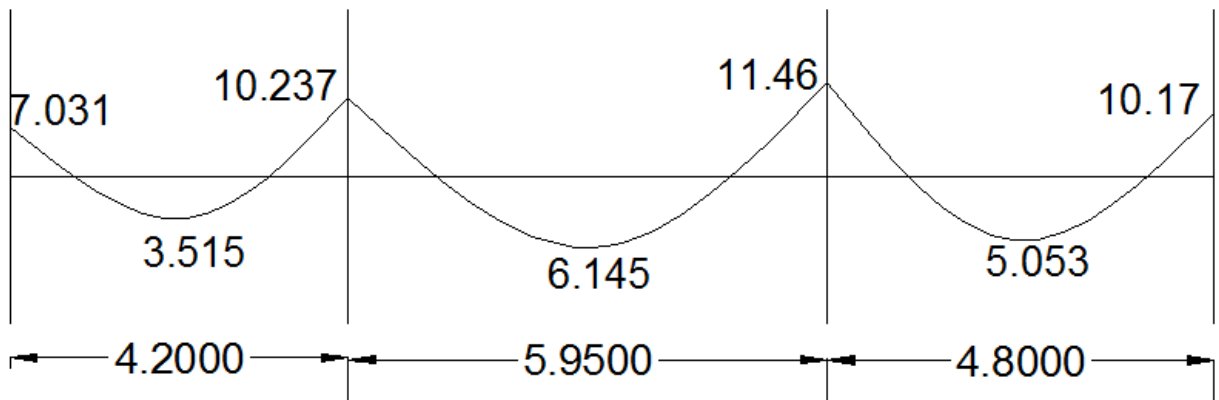
الملحق رقم 1

Ribs slab:

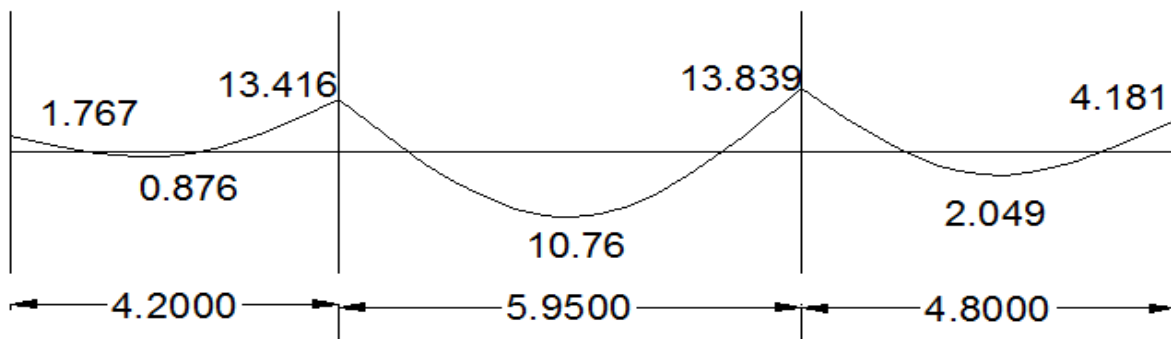
Case 1



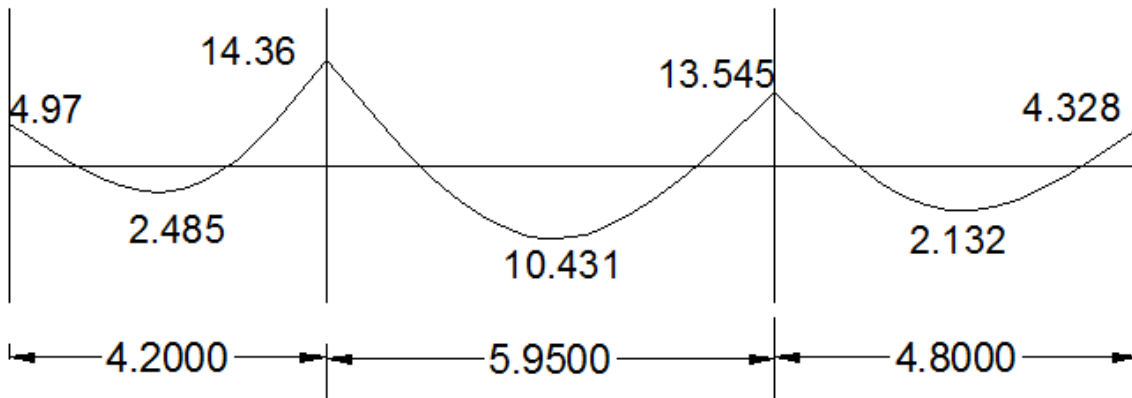
Case 2



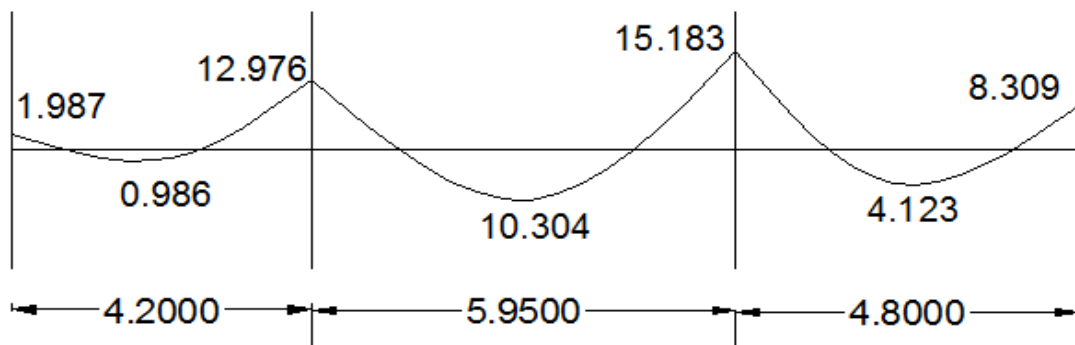
Case 3



Case 4

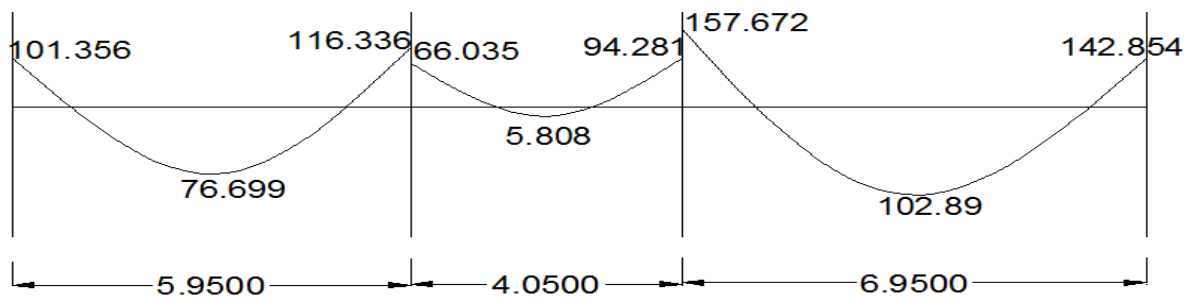


Case 5

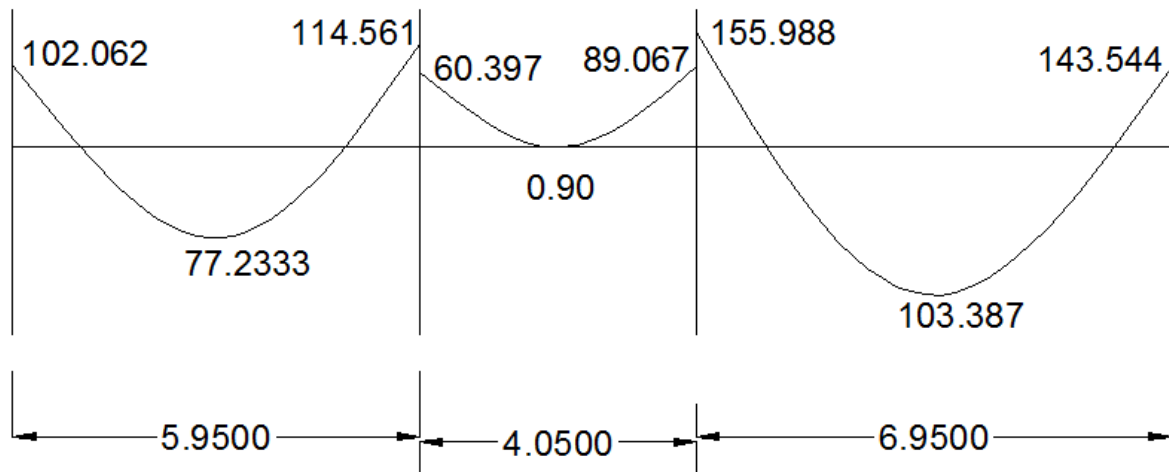


HB1:

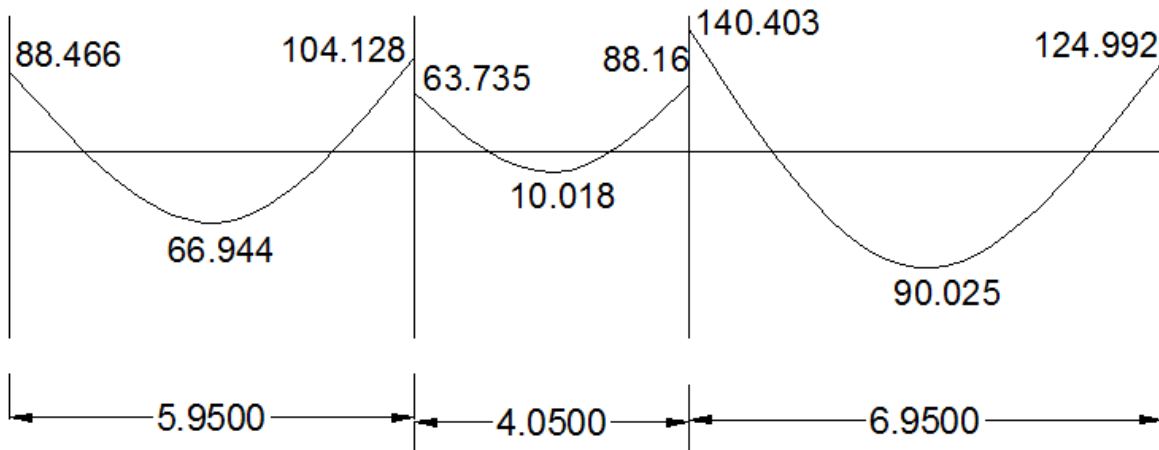
Case 1



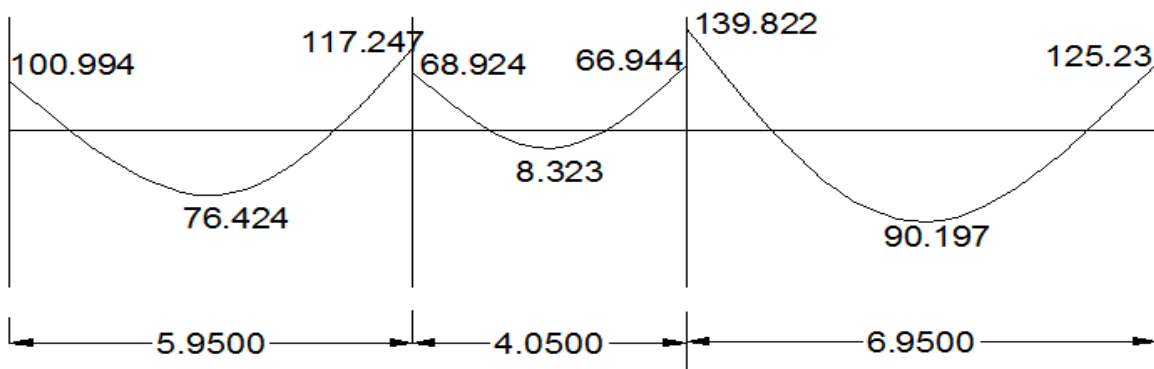
Case 2



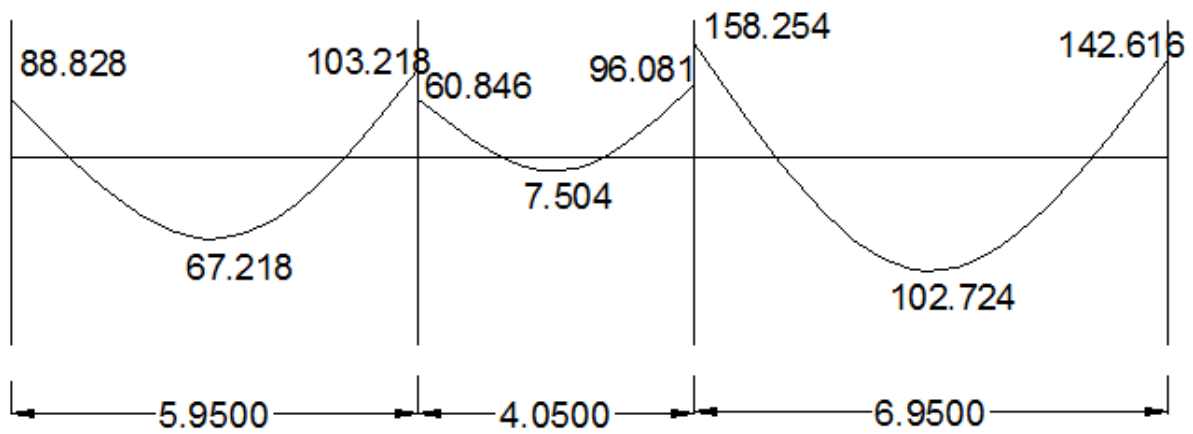
Case 3



Case 4

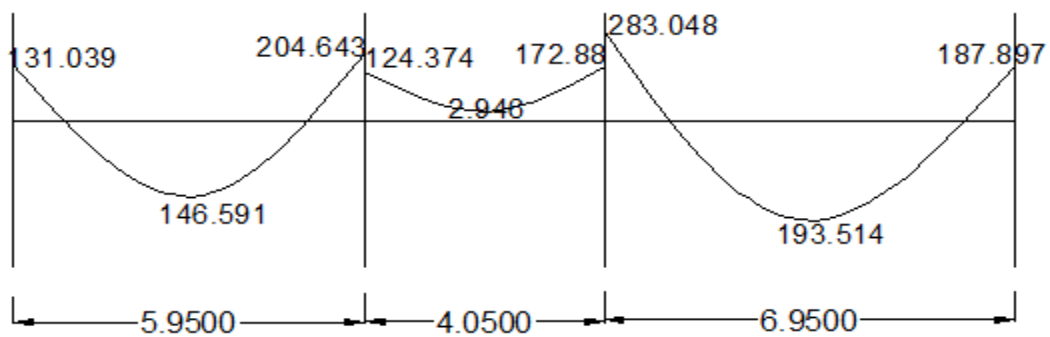


Case 5

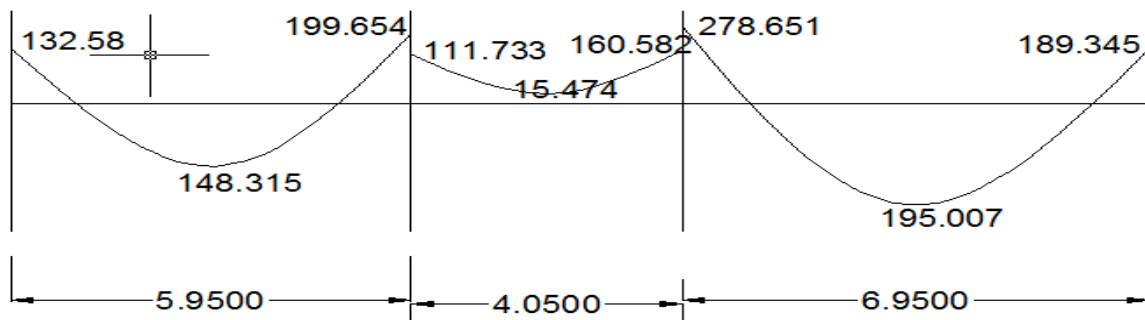


HB2:

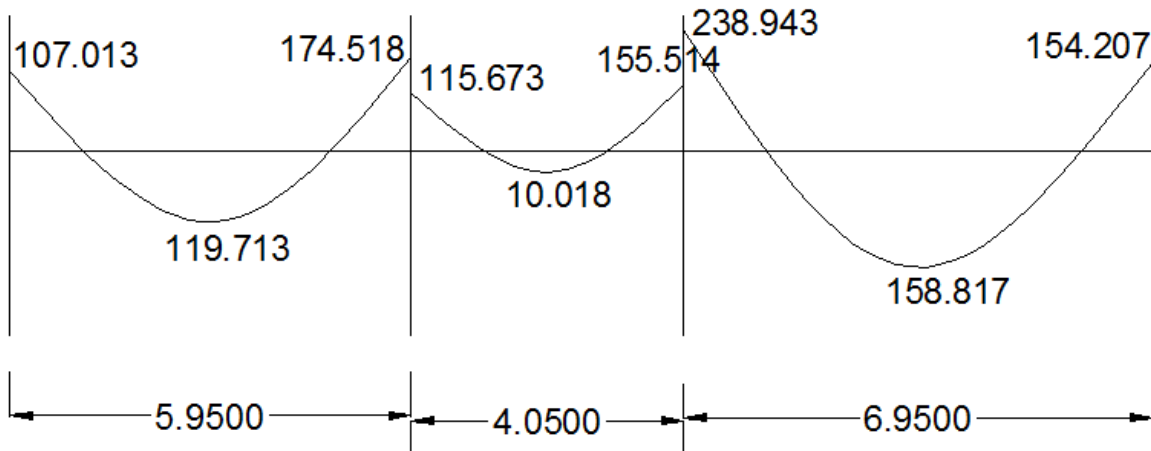
Case 1



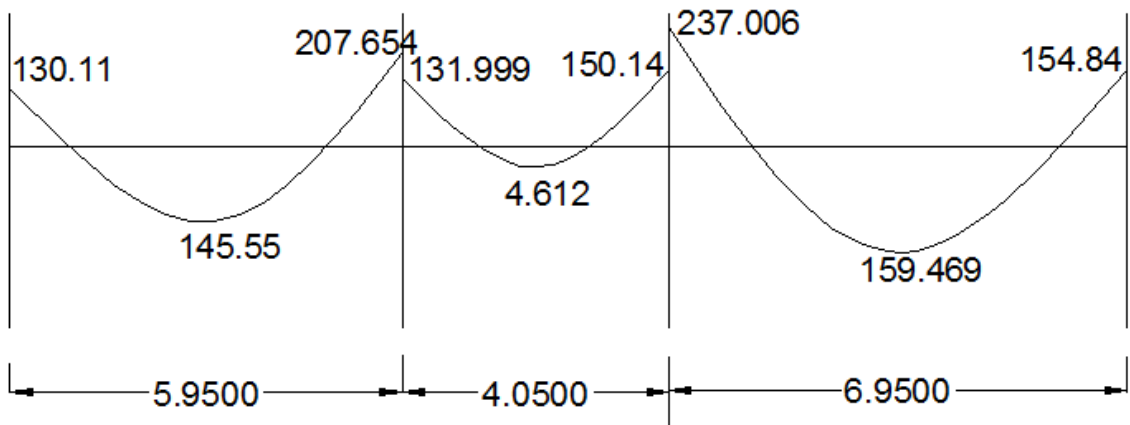
Case 2



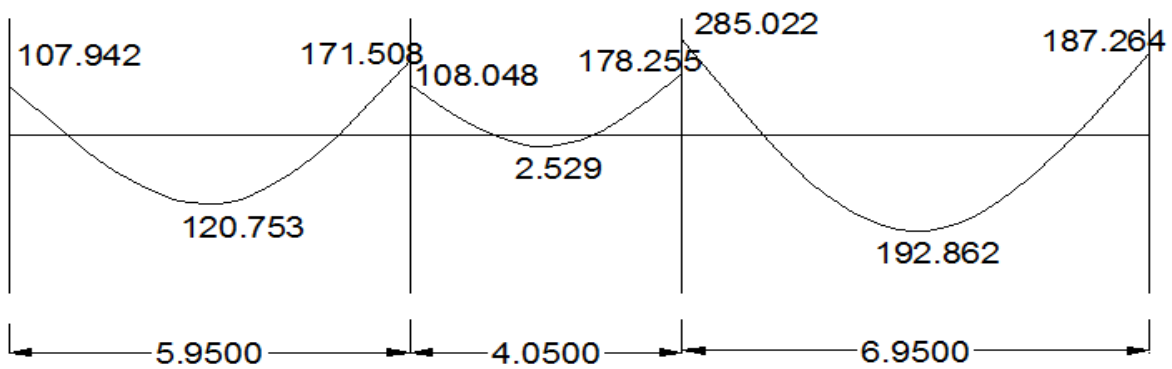
Case 3



Case 4

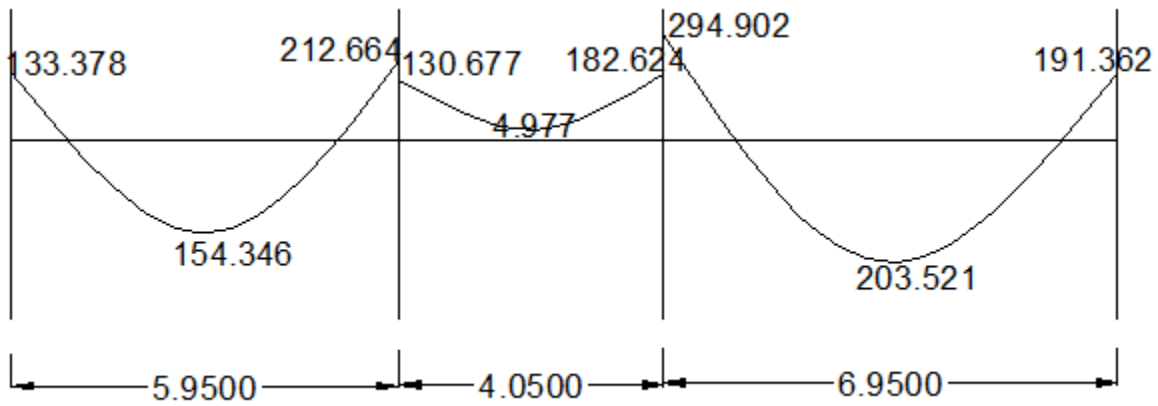


Case 5

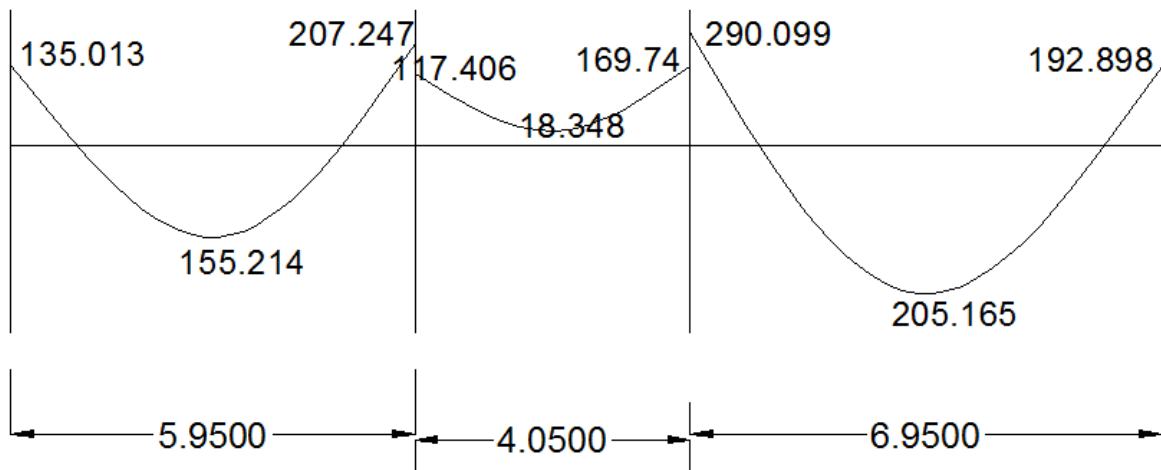


HB3:

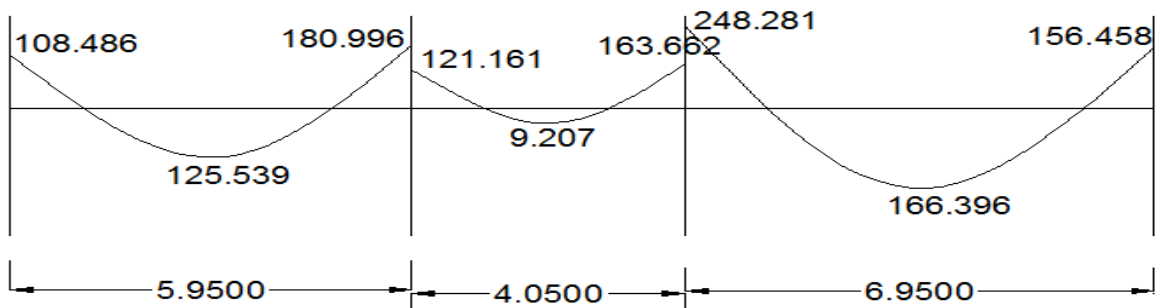
Case 1



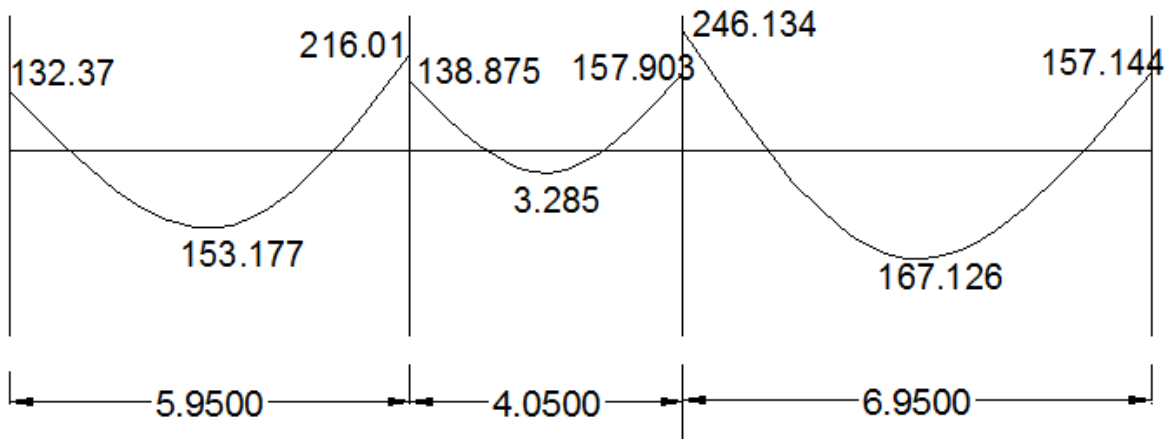
Case 2



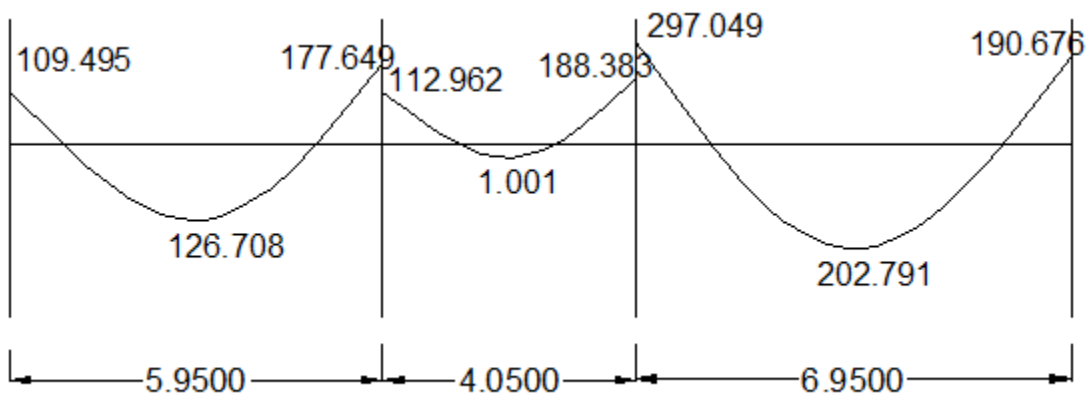
Case 3



Case 4

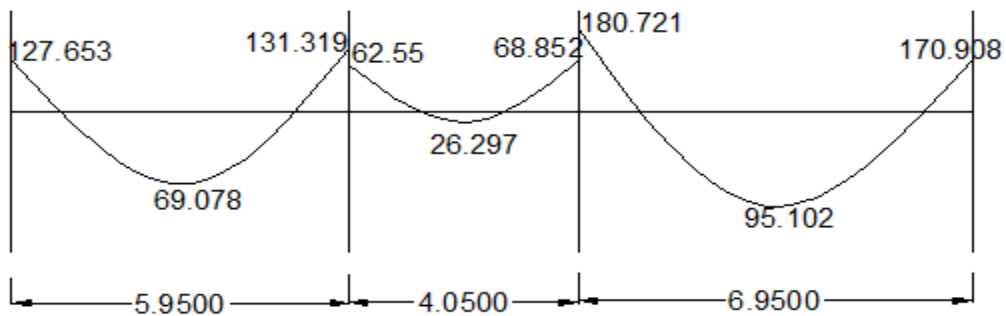


Case 5

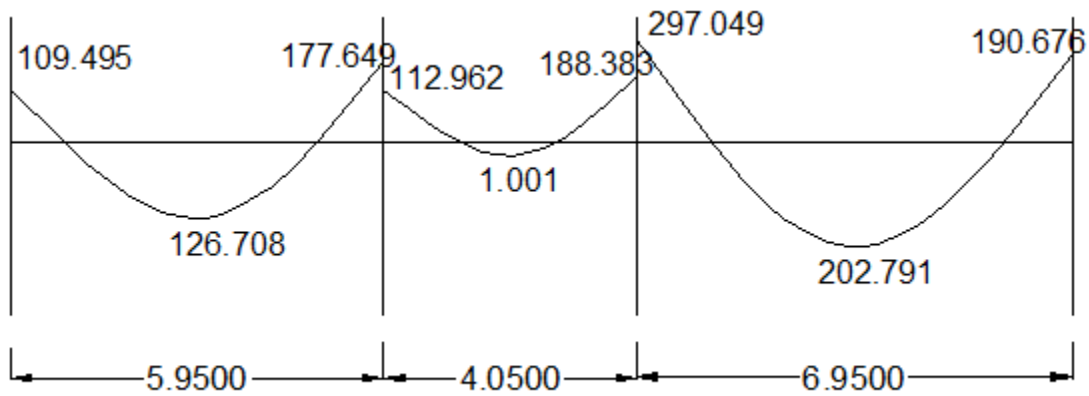


HB4:

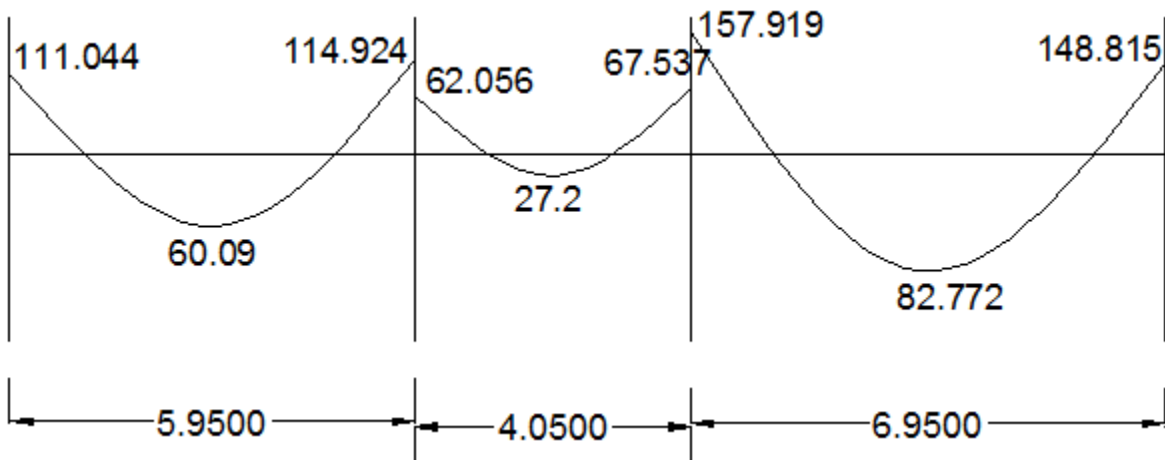
Case 1



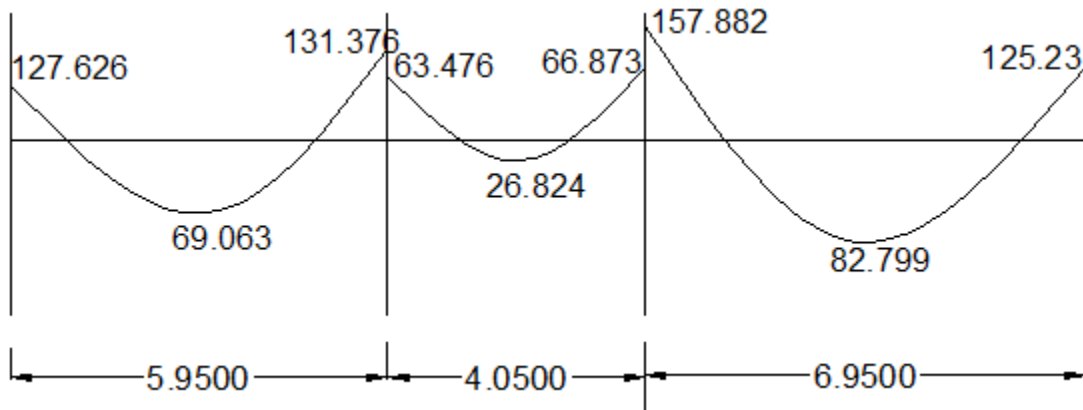
Case 2



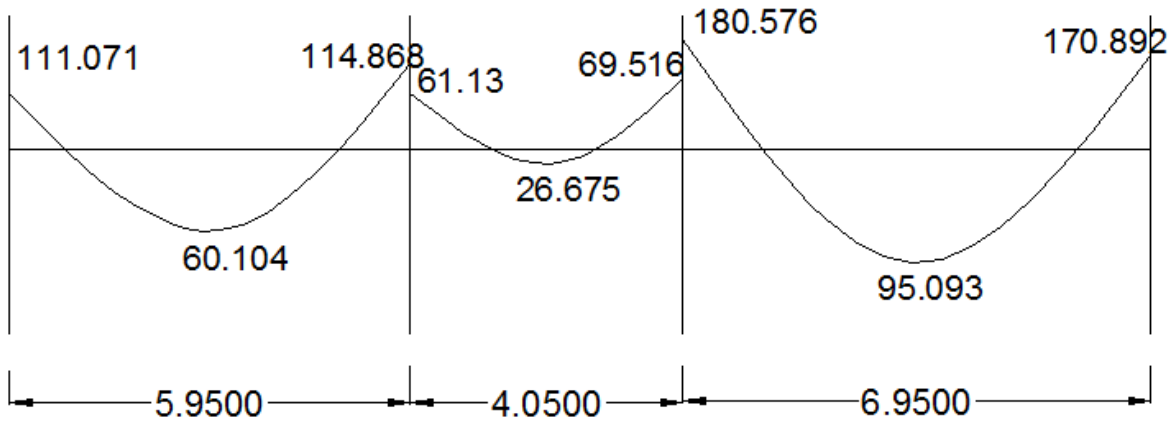
Case 3



Case 4

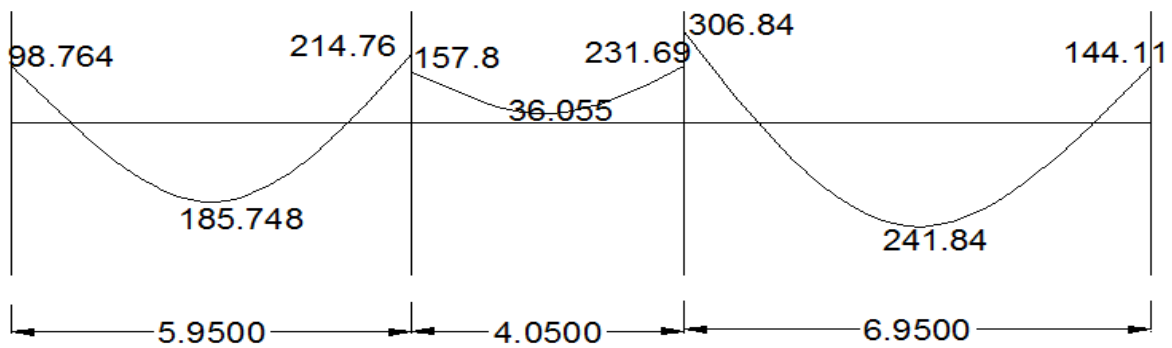


Case 5

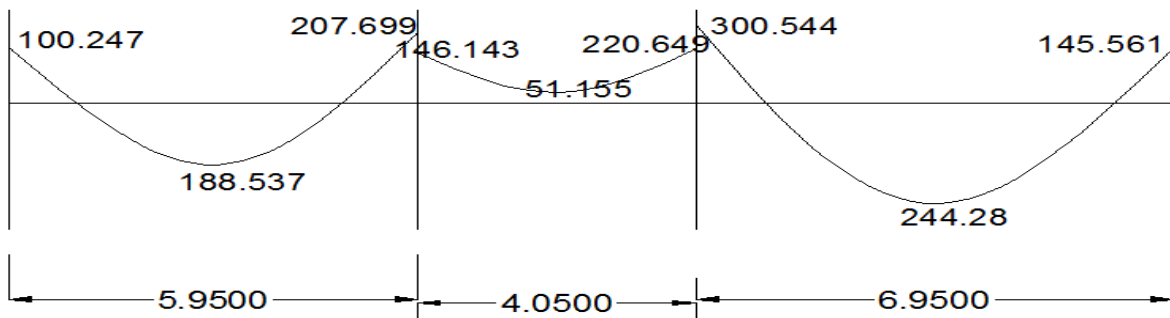


Solid slab:

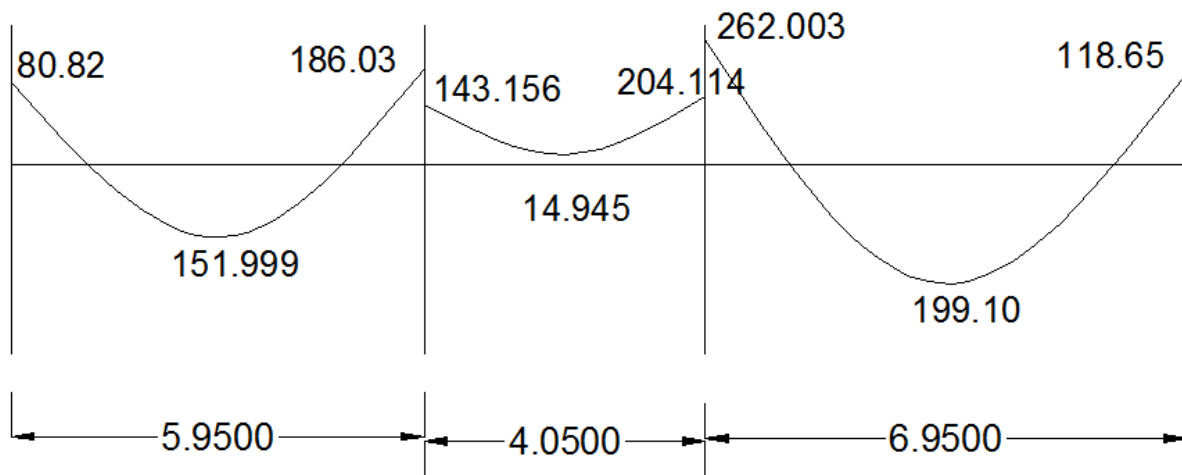
Case 1



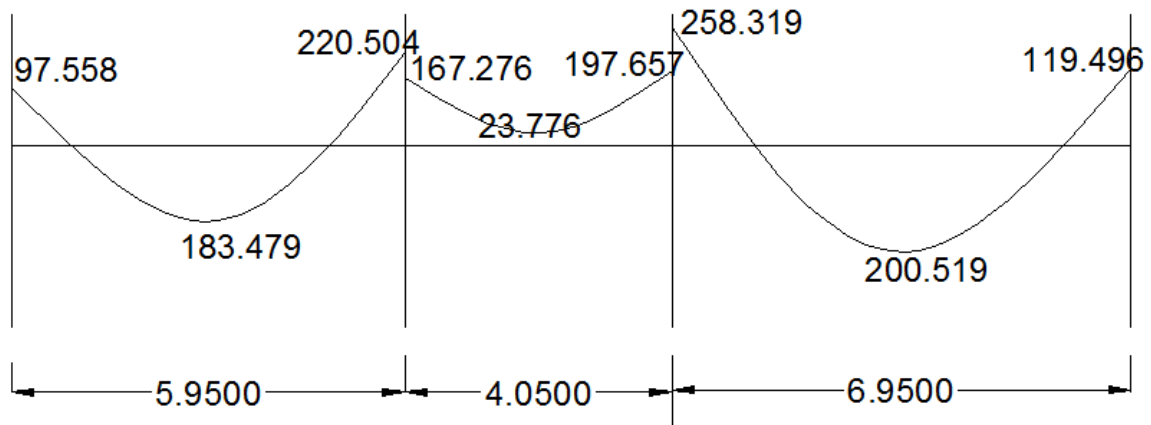
Case 2



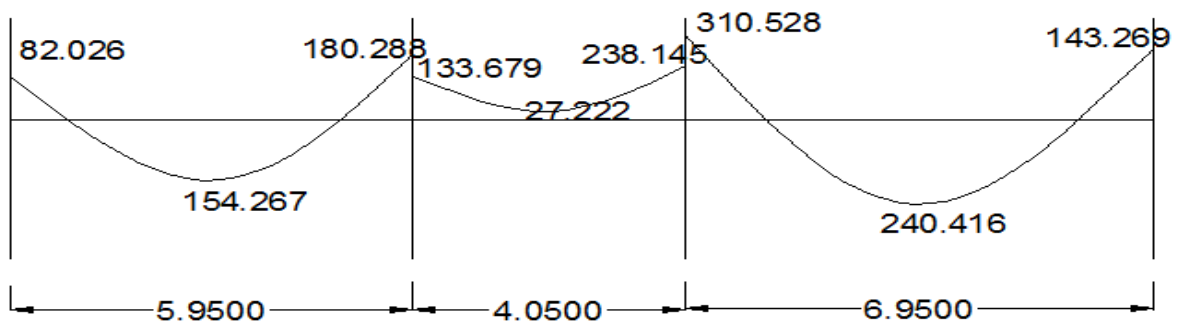
Case 3



Case 4

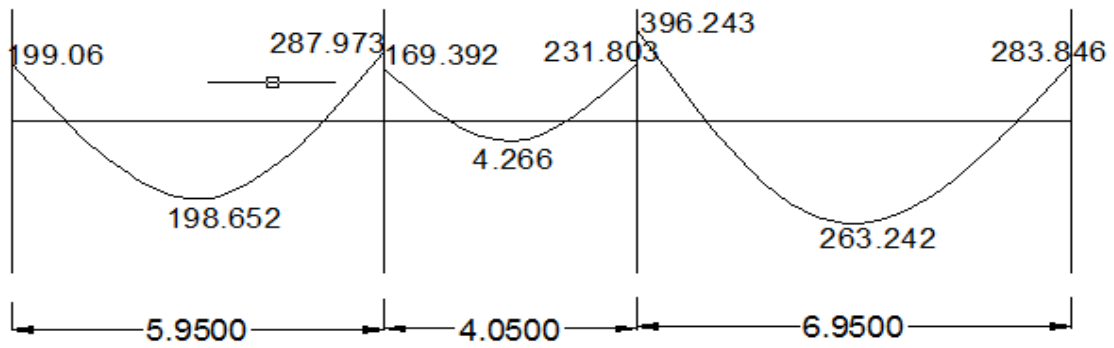


Case 5

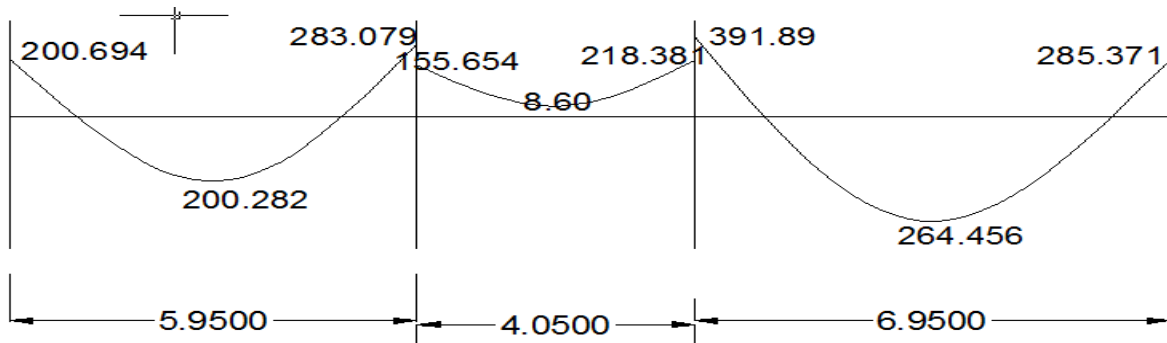


Flat slab:

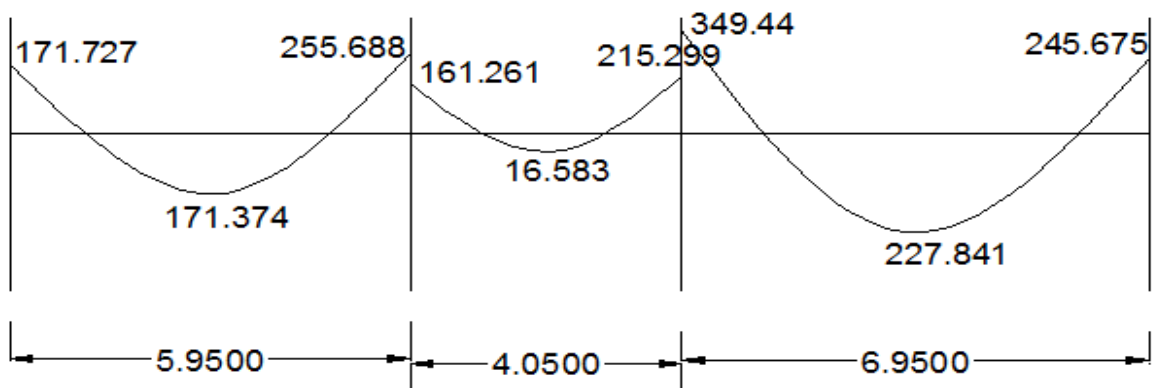
Case 1



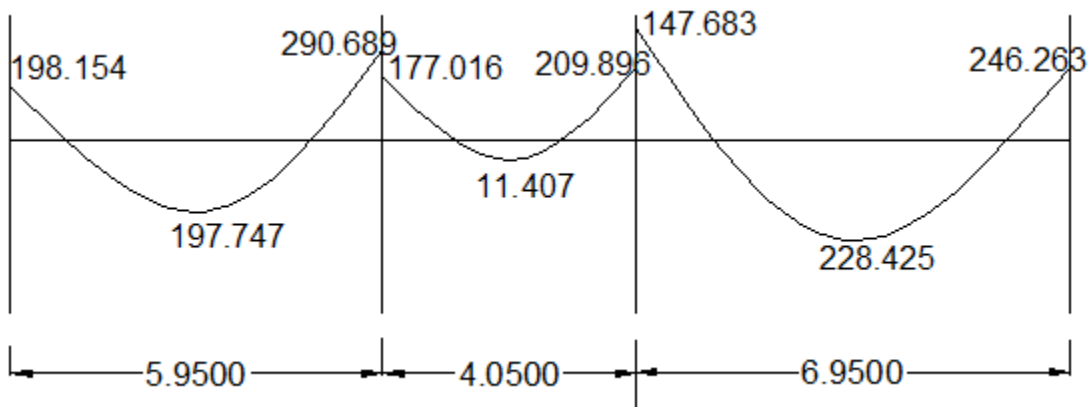
Case 2



Case 3



Case 4



Case 5

