

المحاضرة الثانية

الفصل الثاني

Analysis and Design Methods

طرق التحليل والتصميم

1.2 مقدمة: - تتضمن الهندسة الإنشائية فرعين أساسيين هما تحليل المنشأ وتصميم المنشأ . التحليل يعني إيجاد القوى لنهايات الأعضاء وازاحات المفاصل ورسم مخطط القص وعزم الانحناء للأعضاء لإيجاد القوى العظمى والتصميم على أساسها .

أما التصميم فيعني تحديد إبعاد المقطع وكميات وتقاصيل حديد التسليح للمقاطع الخرسانية. أن عمليتي التحليل والتصميم لا يمكن فصلهما ذلك لأن التحليل يحتاج إلى معرفة عزم القصور الذاتي والمساحة للمقاطع أي معرفة إبعاد المقطع وهذا يعني إننا لا يمكن أن نحلل المنشأ بدون تصميمه . أما التصميم فيتطلب معرفة القوى المؤثرة على الأعضاء . وهذا يعني إننا لا يمكن أن نصمم المنشأ بدون تحليله.

مما تبين في أعلاه فإن عملية التحليل - التصميم تمثل حلقة مغلقة لأجل الابتداء بها لا بد من إجراء تصميم أولي وذلك أما بتقدير إبعاد المقطع أو بفرض قيم نسبية لكل من مساحة المقطع وعزم القصور الذاتي . عند أكمال التصميم الأولي يحلل المنشأ للحصول على القوى والازاحات . وقد تستمر عملية التحليل - التصميم عدة مرات إلى أن نحصل على التصميم الجيد الذي يفي بالمتطلبات الأساسية وهي أن الاجهادات يجب أن تكون أقل من الاجهادات القصوى والازاحات يجب أن تكون أقل من الازاحات القصوى أما كلفة المنشأ فيجب أن تكون أقل ما يمكن .

وقبل عملية التحليل لا بد من تقدير الأحمال على المنشأ وهو ما سنوضحه في الفقرة التالية .

2.2 الأحمال Loads

إن تقدير الأحمال على المنشأ يعتبر من واجبات المهندس الأساسية . هناك عدة أنواع من الأحمال يمكن أن يتعرض لها المنشأ منها :-

1.2.2 الأحمال الميتة Dead Loads :- وهي تمثل وزن المنشأ وجميع الأحمال الإضافية التي تبقى مسيطرة طيلة عمر المنشأ كالاتجاهات وأوزان طبقات التسطیح ويتم حسابها من قبل المهندس وذلك بضرب الحجم في كثافة المادة . والجدول (1.2) يعطي قيم لكثافة بعض المواد المستعملة في المنشآت .

جدول 1.2 كثافة بعض المواد المستعملة في المنشآت

المادة	الكثافة KN/m^3
1. طابوق البناء	20
2. الاسمنت	14
3. الجبس	12
4. خرسانة غير مسلحة	23
5. خرسانة مسلحة	24
6. تراب جاف	16
7. بلوك مجوف	14
8. رمل	17
9. حديد	78
10. ثرمستون	9
11. مانع رطوبة (قير)	14
12. مونه الاسمنت	20
13. بياض الجص	20

2.2.2 الأحمال الحية Live Loads :- وهي تمثل كل حمل يتحرك أو يمكن تحريكه

مثل أوزان البشر أو الأثاث وغير ذلك . وتحدد حسب الكود المستخدم ويوحدات الوزن لكل متر مربع والجدول (2.2) يمثل الأحمال الحية لأنواع مختلفة من المنشآت .

3.2.2 أحمال الريح Wind load :- ويتم حسابها بوحدة قوة لكل متر مربع من

واجهة المبنى وفقاً للمعادلة التالية :-

$$q = KV^2 \dots\dots\dots(1.2)$$

حيث

q - ضغط الريح بوحدة (KN/m^2)

K - ثابت 0.0000473

V = سرعة الريح بوحدة Km/hr

وهناك أنواع أخرى من الأحمال حسب نوع المنشأ منها ضغط التربة وضغط السوائل والأحمال الحرارية وغير ذلك .

جدول 2.2 الأحمال الحية لأنواع مختلفة من المنشآت

الحمل (KN/m^2)	نوع المنشأ
2	1- الدور السكنية
1.5	أ - الطابق الأول ب - طابق ثاني
3	2- السلالم - الممرات
5	أ- أبنية خاصة ب- أبنية عامة
3	3- القاعات والصالات
5	أ- ذات المقاعد الثابتة ب- ذات المقاعد المتحركة
5	4- الدكاكين ومحلات البيع
6	5- مستودعات التخزين والبضائع
2	6- المدارس
4	أ- غرف الصفوف ب- الممرات
2	7- الفنادق
5	أ- غرف خاصة ومراتها ب- غرف عامة ومراتها
3	8- المستشفيات
2	أ- غرف العمليات ب- الغرف الخاصة ج- الأجنحة
2	9- العمارة السكنية
2	أ- شقق خاصة
5	ب- الغرف لعامة
3	ج- الممرات
5	0: - بنايات الدوائر الحكومية
5	أ- غرف الاضابير والملفات ب- المكاتب
2.5	

3.2 طرق التحليل Analysis Methods

هناك نوعان من المنشآت ، منشآت محددة يتم تحليلها باستخدام معادلات التوازن فقط ومنشآت غير محددة تحتاج إلى معادلات توافق الازاحات بالإضافة إلى معادلات التوازن لأجل تحليلها .

معظم المنشآت تكون غير محددة وتوجد عدة طرق لتحليلها لكل منها مزاياه الخاصة هذه الطرق :-

1.3.2 الطريقة التقليدية Classical Methods :- مثل طريقة التشوهات المتناسقة

(Consistent deformation method) وطريقة الميل - الانحراف (Slope deflection Method) وطريقة الشغل الاقل (Least work method) وكلها تؤدي الى نتائج دقيقة.

وهناك طرق تقريبية مثل طريقة توزيع العزوم (Moment distribution method) وقد كانت قبل عصر الحاسبات من الطرق المهمة جداً لأنها لا تحتاج إلى حل معادلات آتية حيث تحتاج الطرق الدقيقة أعلاه إلى حل عدد كبير من المعادلات الآتية .

وهناك طرق خاصة بالأحمال الجانبية (أحمال الريح) منها الطريقة البايية (Portal Method) والطريقة الحيدية (Cantilever Method) .

2.3.2 الطرق الحديثة Advanced Methods :- في هذه الطرق يتم تحليل

المنشآت باستخدام امصفوقات وتوجد طريقتان هما طريقة القوة (المرونة)

(Force or Flexibility Method) وطريقة الازاحة (الجبء) (Displacement or stiffness method)

لقد تطورت الطريقتان بعد عصر الحاسبات الالكترونية ذلك لأنهما تؤديان إلى عدد

من المعادلات الآتية عادة ما يكون كبيراً لا يمكن حلها إلا باستخدام الحاسبات .

وقد تم باستخدام طريقة الازاحة تطوير عدد من البرامج الممتازة في تحليل المنشآت

على اختلاف أنواعها منها برنامج (SAP) ويعني برنامج التحليل الإنشائي (Structural Analysis Program) . وكذلك برنامج التحليل والتصميم الإنشائي (STAAD) ويعني

(Structural Analysis And Design in 3- dimensions) وغيرها من البرامج التي

تعتبر أدوات مهمة للتحليل والتصميم لكنها لا تغني أبداً عن خبرة المهندس لأن استخدامها

بدون خبرة قد يكون ضاراً بدلاً من أن يكون نافعاً .

4.2 طريقة معاملات الكود ACI-Coefficient Method

وهي من الطرق المبسطة في تحليل العتبات المستمرة والسقوف أحادية الاتجاه ومدونة في الكود لفقرة (8.3.3) في هذه الطريقة يتم إيجاد العزم كما يلي:-

$$M_u = C W_u L_n^2 \dots\dots\dots(2.2)$$

حيث: C = معامل يتم الحصول عليه من الجدول (3.2) أو الشكل (1.2)

W_u = الحمل الأقصى الناتج عن ضرب الأحمال بمعاملات الأمان.

L_n = طول الفضاء الصافي من وجه المسند إلى وجه المسند للعوامد الموجبة ولقص ومعدل

طول الفضائين الصافيين المتجاورين في حالة العزم السالب.

أما القص فهو يساوي

$$V_u = C W_u L_n \dots\dots\dots(3.2)$$

حيث: V_u = القص الأقصى عند وجه المسند .

C = معامل يتم الحصول عليه من جدول (3.2) أو الشكل (1.2)

W_u و L_n لهما نفس التعريف أعلاه .

لاستخدام هذه الطريقة يجب توفر الشروط التالية :-

1. هناك فضائين على الأقل .
2. يجب أن تكون الفضاءات متساوية تقريباً على أن لا يزيد الفضاء الأطول عن الأقصر لفضائين متجاورين عن 20% .
3. الأحمال موزعة بصورة منتظمة .
4. الحمل الحي لا يزيد عن ثلاث مرات بقدر الحمل الميت .
5. الأعضاء ثابتة المقطع .

جدول 3.2 قيم العزوم والقص باستخدام طريقة معاملات الكود

أولاً :- العزوم الموجبة

أ - الفضاءات الخارجية:

$$W_u L_n^2 / 11$$

إذا كانت النهاية غير مفيدة

$$W_u L_n^2 / 14$$

إذا كانت النهاية مصبوبة سوية مع المسند

$$W_u L_n^2 / 16$$

ب- الفضاءات الداخلية

ثانياً :- العزوم السالبة

أ- العزم السالب للوجه الخارجي لأول مسند داخلي:-

$$W_u L_n^2 / 9$$

في حالة وجود فضاءين

$$W_u L_n^2 / 10$$

في حالة وجود أكثر من فضاءين

$$W_u L_n^2 / 11$$

ب- العزم السالب لباقي الأوجه للمساند الداخلية

ج - العزوم السالبة للأوجه الداخلية للمساند الخارجية

للأعضاء التي تصب سوية مع المساند :-

$$W_u L_n^2 / 24$$

في حالة كون المسند عتبة أو رافده جانبية

$$W_u L_n^2 / 11$$

في حالة كون المسند عمود

د- العزوم السالبة لجميع أوجه المساند في حالة

1- السقف التي لا يزيد طولها عن (3 m)

2- للعتبات والروافد التي تزيد فيها النسبة بين مجموع جساءات الأعمدة إلى جساءة العتبة عن

$$W_u L_n^2 / 12$$

ثمانتي مرات لكل نهاية من نهايات الفضاءات.

ثالثاً :- القص.

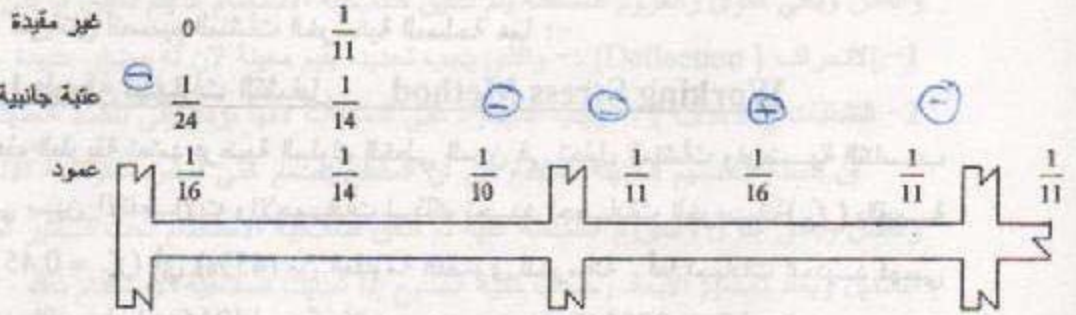
$$1.15 \frac{W_u L_n}{2}$$

أ- القص للوجه الخارجي لأول مسند داخلي .

$$\frac{W_u L_n}{2}$$

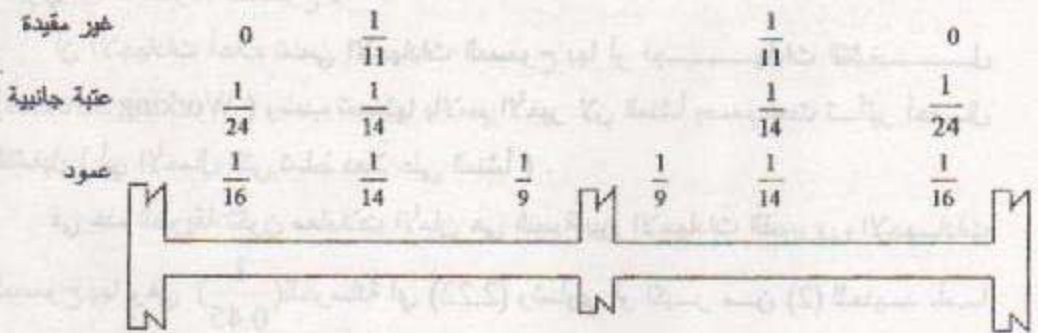
ب- القص لباقي الأوجه للمساند

نهاية العتبة :-

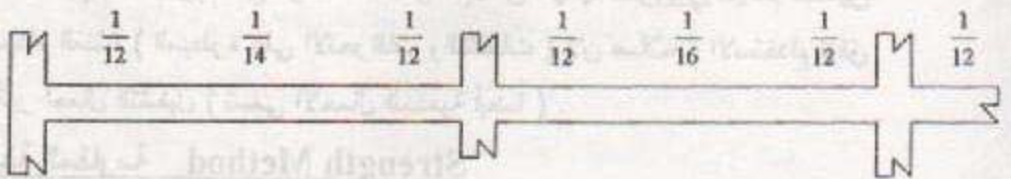


أ- أكثر من فضائين

نهاية العتبة :-

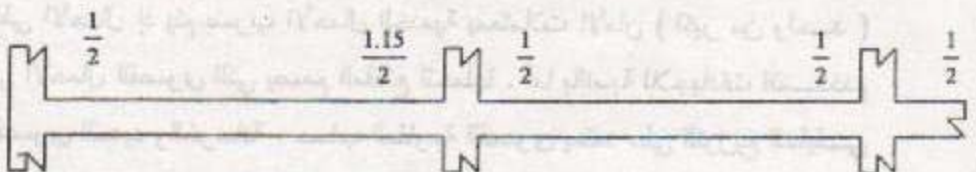


ب- فضائين



ج- حالة كون نسبة مجموع جساءات الأعمدة الى جساءة العتبة لكل نهاية اكبر من 8 وحالة

البلاطات ذات فضاءات أقل من 3m



د - القص

شكل (1.2) معاملات الكود لحساب العزوم والقص