خطوت حل مسائلة ال Layered Section

١- في حال عدم إعطاء قطاع الكمرة مقسم الي طبقات يتم تقسم القطاع الي طبقات مع مراعاة طبقات الحديد- الغطاء الخرساني – الفتحات ان وجدت- التغير في العرض ويفضل ان يكون سمك الطبقات صغير في الجزء السفلي والعلوي من القطاع (عادة يتم إعطاء القطاع مقسم الي طبقات وفي بعض الأحيان تكون الطبقات مرقمة).

٢- في حالة عدم إعطاء ترقيم للطبقات فيمكنك ترقيم الطبقات من أسفل الي اعلي او من اعلي الي أسفل وهذا لا يفرق في الحل ويجب اتباع ما تم شرحه في المحاضرة عن الترقيم (ويفضل الترقيم من أسفل الي اعلي في حالة استخدام الاكسل في رسم توزيع الاجهادات والانفعالات على قطاع الكمرة- ام الحل اليدوي لا يفرق فيه طريقة الترقيم في الرسم) ولكن يراعي عند الرسم رقم الطبقة والاجهاد والانفعال عليها وأسلوب الترقيم. (**اول خانة** في جدول الحل)

٣- **في الخانة الثانية** يتم تحديد حالة المادة (خرسانة او حديد).(Concrete or Steel)

٤- **في الخانة الثالثة** يتم كتابة سمك الطبقة طبقا للمعطي في القطاع.

٥- **في الخانة الرابعة** يتم كتابة عرض الطبقة طبقا لنوعها (وفي الحالات الخاصة مثل الطبقات التي تمر بها فتحة فان عرض الطبقة هو عرض الطبقة مطروح منه بعد الفتحة وفي حالة طبقات الحديد فان عرض الطبقة = مساحة الحديد الموجود في هذه الطبقة مقسوم علي سمك الطبقة سواء كان الحديد شد او ضغط).

٦- **في الخانة الخامسة** يتم حساب الاحداثي الراسي لمنتصف الطبقة وعادة يتم اعطاء ان الاحداثي الراسي Z_i يكون موجب فوق محور منتصف القطاع Reference Axis ويكون سالب اسفله الا إذا اعطي في المسائلة خلاف ذلك بتحديد الاتجاه الموجب او السالب للقياس (وعادة يتم تحديد اتجاه محور Z بواسطة الأستاذ بناءا على قيم ε_0 and Φ واشاراتهما بحث تعطي انفعال Strain موجب جهة حديد الشد وانفعال strain سالب جهة حديد الضغط).

٧- **في الخانة السادسة** يتم حساب الانفعال strain في منتصف كل طبقة باستخدام المعادلة $\varepsilon_i = \varepsilon_0 - Z_i * \Phi$ معطي ε_0 ,Φ

(Φ هو ال slope of the strain distribution in the cross section بإشارتها)

(ε_0 هو الانفعال عند منتصف ارتفاع القطاع بإشارته وليس ε_0 لمنحي الخرسانة في الضغط والتي تساوي 0.003).

٨- **الخانة السابعة** يتم تحديد حالة الطبقة شد ام ضغط (الضغط للطبقات التي فيها الانفعال ve- والشد للطبقات التي فيها الانفعال + ve) سوآءا كانت الطبقة حديد ام خرسانة.

٩- **في الخانة الثامنة** يتم كتابة ال Equivalent Coefficient وهو =١ لطبقات الخرسانة وساوي (n-1) لطبقات الحديد في الضغط ويساوي n لطبقات الحديد في الشد حيث n = modular ratio $=E_s/E_c$) E_s للحديد تعطي في المسائلة وهي عادة E_c) (2000 t/cm^2 = 2000000 kg/cm^2= 2*10^5 MPa) اما تعطي في المسائلة او معادلة حسابها او هي تفاضل معادلة الاجهاد والانفعال للخرسانة في الضغط والتعويض في التفاضل بانفعال =صفر $E_c= 2*f_c`/\varepsilon_0$ لمنحني الضغط للخرسانة في الضغط المتعارف عليه) الغرض من استخدام ال Equivalent Coefficient هو تحويل الحديد في الشد والضغط الي خرسانة مكافئة وحساب الخواص لهذا القطاع المكافئ.

١٠- **في الخانة التاسعة** يتم حساب الاجهاد الفعلي actual لكل طبقة باستخدام الانفعال ε_i **بدون إشارة** واستخدام منحني الخرسانة في الضغط اذا كانت الطبقة خرسانة مضغوطة أي الانفعال ve- واستخدام منحني الخرسانة في الشد اذا كان الانفعال ve+ والطبقة خرسانة. واستخدام منحني الحديد إذا كانت الطبقة حديد والانفعال باي قيمة سالبة او موجبة (يجب استخدام الانفعال بدون إشارة). بعد حساب الاجهاد من المعادلات يتم وضع إشارة سالبة امام اجهادات الطبقات المضغوطة.

١١- **في الخانة العاشرة** يتم قسمة الاجهاد على Equivalent Coefficient للحصول علي الاجهاد المكافئ $f_{ci\ Equivalent}$.

١٢- **في الخانة الحادية عشر** يتم حساب ال E . في حالة $E_{i\ secant}$ فأنها تساوي $E_{i\ secant}=f_{i\ actual}/\varepsilon_{i=\ Stress/Strain}$ بدون إشارات . في حالة ال $E_{tangent}$ يتم عمل تفاضل للمنحني بالنسبة للانفعال ثم التعويض بقيم الانفعال في التفاضل.

مثال علي ذلك منحني الخرسانة في الضغط علي الصورة $f_{ci}=f_c*[2*(\varepsilon_i/\varepsilon_0)-(\varepsilon_i/\varepsilon_0)^2)]$

فيكون التفاضل بالنسبة للانفعال $E_{i\ tangent} = \sigma f_i/\sigma\varepsilon_i = f_c*[2*(1/\varepsilon_0)-(2\varepsilon_i/(\varepsilon_0)^2)]$

مع ملاحظة انه في كلا من حالتي ال Secant and Tangent يتم استخدام معادلات الاجهاد – الانفعال بدون أي تعديل كما هي.

يلاحظ انه بالتعويض في معادلة $E_{i\ tangent}$ فنحصل $E_{i\ tangent}$ بإشارة سالبة بعد قمة المنحني (أي في حالة $\varepsilon_i > \varepsilon_0$) أي في ال Descending Branch أي في الجزء الهابط من المنحني في هذه الحالة اما يتم وضع قيمة $E_{i\ tangent}$ =صفر او استخدام $E_{i\ secant}$ في هذا الجزء وهذا من عيوب $E_{tangent}$ ويجب ملاحظة ان E_i للطبقة لا تكون سالبة نهائي. بالمثل معادلات منحنيات الخرسانة في الشد والحديد.

١٣- **في الخانة الثانية عشر** يتم حساب $N_i = b_i*t_i*f_{i\ actual}$ وفي اخر خانة في نفس العمود يتم تجميع N_i لكل الطبقات (Normal Force) N_{total} بالإشارة (الإشارة السالبة تعني قوة ضغط والموجبة تعني قوة شد) ويتم القسمة علي ١٠٠٠ للحصول علي القوة بالطن.

١٤- **في الخانة الثالثة عشر** يتم حساب $M_i = N_i * Z_i$ وفي اخر خانة في نفس العمود يتم تجميع M_i لكل الطبقات نحصل علي (Moment) M_{total} بالإشارة ويتم القسمة علي ١٠٠ للحصول علي العزوم بالطن٠متر.

١٥- **في الخانة الرابعة عشر** يتم حساب $A_{i\ Equivalent}$

$A_{i\ Equivalent} = B_i * t_i *$ Equivalent Coefficient وفي اخر خانة في نفس العمود يتم تجميع $Area_i$ لكل الطبقات نحصل علي $A_{Equivalent}$

١٦- **في الخانة الخامسة عشر** يتم حساب ال

Axial Stiffness $(Ai) = Area_{i\ Equivalent} * E_i$ وفي اخر خانة في نفس العمود يتم تجميع Axial Stiffness $(Ai)_i$ لكل الطبقات نحصل علي Axial Stiffness للقطاع.

١٧- **في الخانة السادسة عشر** يتم حساب ال

Coupling Stiffness $(B_i) = A_i * Z_i$ (Ai من الخانة ١٥) في اخر خانة في نفس العمود يتم تجميع Coupling Stiffness (B_i) لكل الطبقات نحصل علي Coupling Stiffness للقطاع مع ضرب الناتج في (٠.٥٠).

١٨- **في الخانة السابعة عشر** يتم حساب ال

Bending Stiffness (D_i)= B_i * Z_i (Bi من الخانة ١٦) في اخر خانة في نفس العمود يتم تجميع Bending Stiffness (D_i) لكل الطبقات نحصل علي Bending Stiffness للقطاع مع ضرب الناتج في (٣/١).

ملاحظات عامة:

الثوابت التي يمكن فرضها في حالة عدم اعطاءها

$\varepsilon_0 = 0.003$

$\varepsilon_{cu} = 0.004$

$f`_c = 0.8 * f_{cu}$

$f_t = 0.1 * f`_c$

$\varepsilon_{cr} = 0.1 * \varepsilon_0$

$E_c = 2 * f`_c / \varepsilon_0$ للخرسانة في الضغط في بداية المنحني

$E_t = f_t / \varepsilon_{cr}$ للخرسانة في الشد

$\varepsilon_a = 3\ \varepsilon_{cr}$ لمنحني الخرسانة في الشد

$\varepsilon_b = 10\ \varepsilon_{cr}$ لمنحني الخرسانة في الشد

$E_s = 2000000\ kg/cm^2$ للحديد

$\varepsilon_y = f_y / E_s$ للحديد

$n = E_s / E_c$