

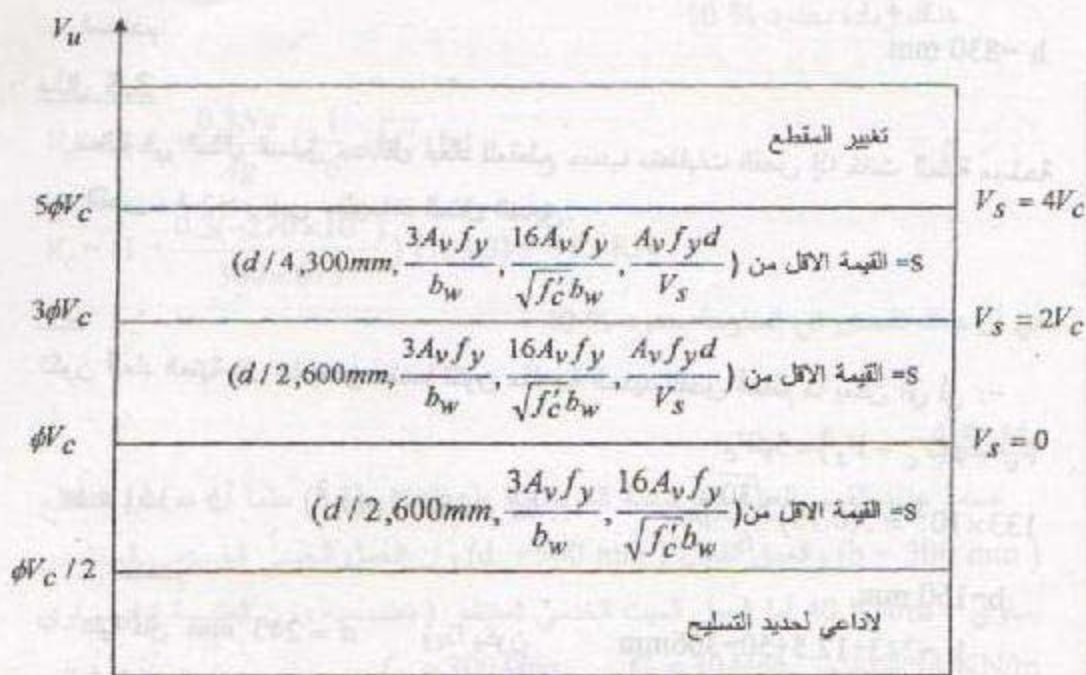
المحاضرة الحادية والعشرون

5-6 خطوات تصميم تسليح القص

Design Procedure for Web Reinforcement

يمكن تلخيص خطوات التصميم بما يلي:-

- 1- تحليل العتبة ورسم مخطط قوة القص التسميمية.
- 2- حساب قوة القص التصميمية عند المقطع الحرج (V_{ud}) وحساب (ϕV_c) من المعادلات (12.5) أو (13.5) أو (14.5) حسب حالة التحميل.
- 3- إذا كانت $V_{ud} \leq \phi V_c / 2$ فلا داعي لحديد القص وإذا كانت $\phi V_c / 2 < V_{ud} \leq \phi V_c$ فإن العتبة تسليح بالحد الأدنى ، إذ يتم حساب المسافات العظمى حسب المعادلة (26.5) وتُسَتر الأتاري لحد $V_u = \phi V_c / 2$ عندئذ لا داعي لتسليح القص. (2.22)
- 4- إذا كانت ($V_{ud} > \phi V_c$) نحسب قوة القص التصميمية للحديد (ϕV_s) فإذا كانت أكبر من ($4\phi V_c$) فإن المقطع يجب أن يغير وإلا نصب المسافة العظمى للأتاري من المعادلات (26.5) أو (27.5) وهذا يعتمد على قيمة V_s .
- 5- حساب المسافة بين الأتاري عند المقطع الحرج (s_o) فإذا كانت أكبر أو تساوي (s_{max}) يتم حساب المسافة من وجه المسند حتى النقطة التي عندها ($V_u = \phi V_c / 2$)، وتسلح بالمسافة العظمى (s_{max}) أما إذا كانت ($s_o < s_{max}$) فإنتا نحسب المسافة التي بعدها تسليح بالحد الأدنى ونحسب المسافة التي لا نحتاج بعدها إلى تسليح قص.
- 6- حساب المسافة البينية للأتاري بين المقطع الحرج ونقطة الحد الأدنى باستخدام المعادلة (23.5) ويتم تغيير المسافات البينية بأحد الطريقتين (المذكورة في الفقرة السابقة) وعند كون المسافة بين الأتاري قليلة يتم اختيار قطر أكبر أو استخدام أتاري على شكل (L). (2.23)
- 7- توضيح موقع ونوع وقطر الأتاري على مخطط العتبة.
هذا ويمكن اختصار الخطوات أعلاه بالشكل (7.5) أدناه.



شكل (7.5) مخطط تسليح القص حسب المقاومة التصميمية للقص (V_u).

مثال 1.5

عتبة خرسانية مستطيلة المقطع يسلم عليها قوة قص تصميمية مقدارها (133KN) ، جد اقل أبعاد للعتبة حسب متطلبات القص إذا كانت العتبة غير مسلحة ضد القص وكانت مقاومة الخرسانة للانضغاط $f'_c = 30 \text{ Mpa}$. استخدم $d = 1.5b$.

الحل :-

هنا يجب أن تكون قوة القص التصميمية مساوية إلى $(\phi V_c / 2)$

$$V_u = \frac{\phi}{2} \left(\frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b d \right)$$

$$133 \times 10^3 = \frac{0.75}{2} \left(\frac{1}{6} \sqrt{30} b d \right) \quad \therefore b d = 388.52 \times 10^3 \text{ mm}^2$$

$$\therefore b = 509 \text{ mm}$$

استخدم ($b = 500 \text{ mm}$) كثيفة عملية عليه فان $d = 777 \text{ mm}$

العمق الكلي (بفرض قطر الحديد الرئيسي يساوي 25 mm) يكون :

$$h = 777 + \frac{25}{2} + 40 = 829.5$$

$$h = 830 \text{ mm}$$

استخدم

مثال 2.5

للعتبة في المثال السابق جد أقل أبعاد للمقطع حسب متطلبات القص إذا كانت العتبة مسلحة ضد القص ، استخدم نفس معلومات المثال السابق.

الحل

تكون أبعاد العتبة أقل ما يمكن عندما تكون مقاومة الحديد للقص أعظم ما يمكن أي أن :-

$$V_u = \phi(V_c + V_s) = 5\phi V_c$$

$$133 \times 10^3 = 5(0.75) \frac{\sqrt{30}}{6} bd \quad \therefore bd = 38852 \text{ mm}^2 \quad b = 161 \text{ mm}$$

$$b = 160 \text{ mm}$$

استخدم

$$h = 243 + 12.5 + 50 = 306 \text{ mm} \quad \text{وبذا يكون} \quad d = 243 \text{ mm}$$

$$h = 310 \text{ mm} \quad \text{للمتطلبات العملية استخدم}$$

مثال 3.5

عتبة خرسانية مستطيلة عرض مقطعها $b = 300 \text{ mm}$ ، العمق الفعال $d = 600 \text{ mm}$ الكلي

$f'_c = 30 \text{ Mpa}$ ، $h = 675 \text{ mm}$ جد مقاومة الخرسانة للقص للحالات التالية :-

أ- لا توجد قوة محورية.

ب- يسلط على العتبة قوة انضغاط مقدارها 270 KN .

ج- يسلط على العتبة قوة شد محورية مقدارها 270 KN

الحل

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} bd = \frac{1}{6} \sqrt{30} \times 300 \times 600 \times 10^{-3} = 164.3 \text{ KN} \quad \text{أ-}$$

$$V_c = \left(1 + \frac{N_u}{14A_g}\right) \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} bd \quad \text{ب-}$$

$$V_c = \left(1 + \frac{270 \times 10^3}{14 \times 300 \times 675}\right) (164.3) = 180 \text{ KN}$$

هناك زيادة بحدود 10 %

$$V_c = \left(1 + \frac{0.3Nu}{Ag} \right) \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} bd$$

$$V_c = \left(1 + \frac{0.3(-270 \times 10^3)}{300 \times 675} \right) (164.3) = 98.6 \text{ KN}$$

أي أن هناك نقصان في المقاومة بحدود 40 % .

مثال 4.5

صمم حديد القص للعتبة الخرسانية الموضحة على الشكل (8.5) علماً أن عرض المقطع $(b = 300 \text{ mm})$ والعمق الفعال $(d = 500 \text{ mm})$ وإن الحمل الحي الخدمي المنتشر يساوي 40 KN/m أما الحمل الميت الخدمي المنتشر (بضمنه وزن العتبة) فيساوي 34 KN/m استخدم $f_y = 300 \text{ Mpa}$ $f'_c = 30 \text{ Mpa}$

الحل:

$$W_u = 1.6 \times 40 + 1.2 \times 34 = 104.8 \text{ KN/m} \quad \text{1- نحسب } W_u$$

ثم نحسب قوة القص عند وجه المسند V_{us} .

$$V_{us} = 104.8 \times 5.5/2 = 288.2 \text{ KN}$$

2- نحسب قوة القص عند المقطع الحرج V_{ud} .

$$V_{ud} = V_{us} - W_u d = 288.2 - 0.5 \times 104.8 = 235.8$$

$$\phi V_c = 0.75 \left(\frac{1}{6} \sqrt{30} \times 300 \times 500 \right) \times 10^{-3} = 102.7$$

4- بما أن $V_{ud} > \phi V_c$ عليه نحتاج إلى تسليح قص .

$$\phi V_s = V_{ud} - \phi V_c = 235.8 - 102.7 = 133.1$$

نحسب

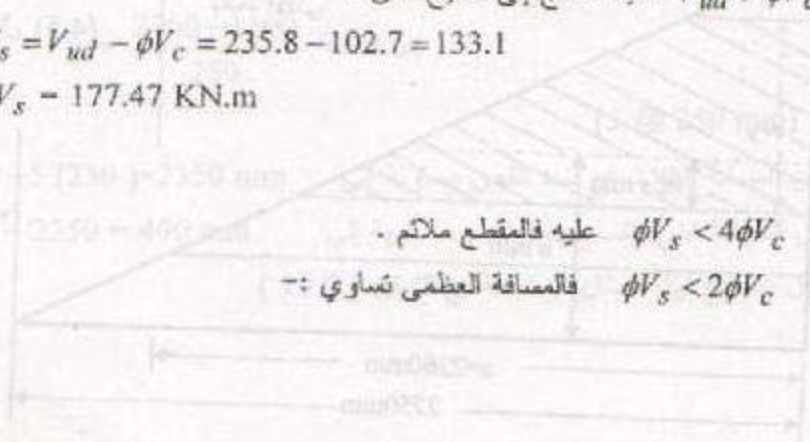
$$\therefore V_s = 177.47 \text{ KN.m}$$

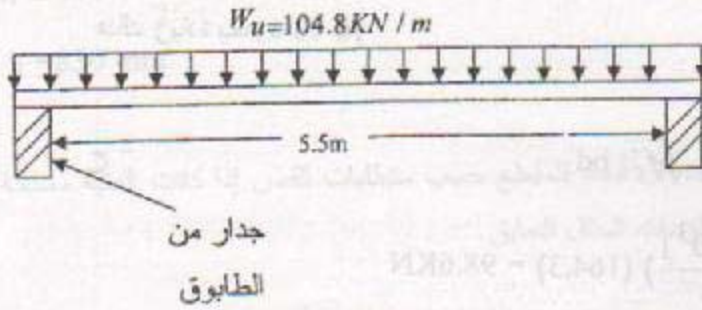
بما أن $\phi V_s < 4\phi V_c$ عليه فالمقطع ملائم .

بما أن

فالمسافة العظمى تساوي :- $\phi V_s < 2\phi V_c$

بما أن





شكل (8.5)

تفاصيل العتبة المثال

$$(4.5)$$

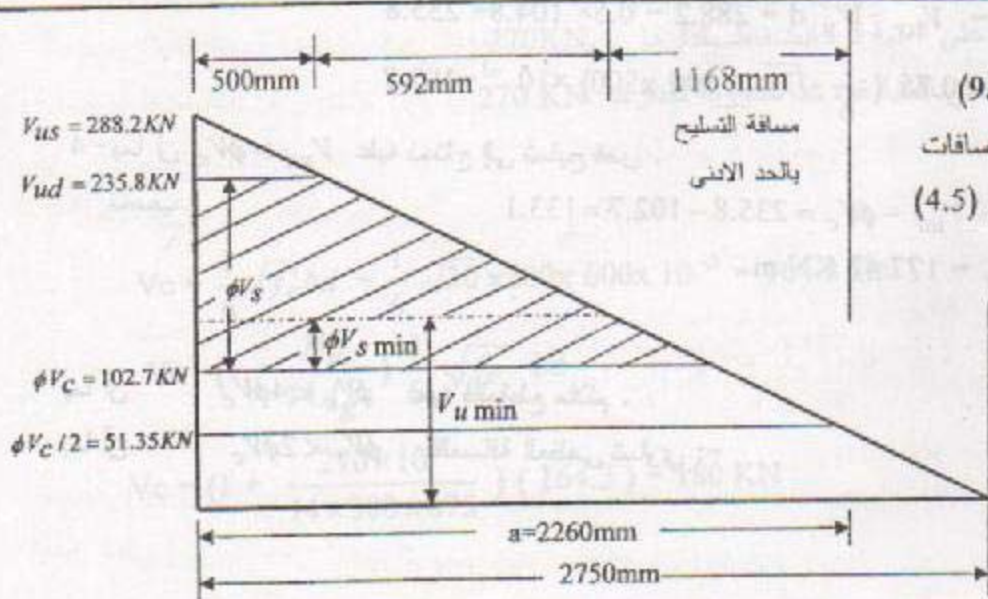
$$s_{\max} \leq \begin{cases} d/2 = 250 \text{ mm} \\ 600 \text{ mm} \\ \frac{3A_v f_y}{b_w} = \frac{3 \times 2 \times 79 \times 300}{300} = 474 \text{ mm} \\ \frac{16A_v f_y}{\sqrt{f'_c} b_w} = \frac{16 \times 2 \times 79 \times 300}{\sqrt{30} \times 300} = 461 \end{cases}$$

$\therefore s_{\max} = 250 \text{ mm}$

الشكل (9.5) يوضح قيم القص ومسافات التسليح .

5- نحسب المسافة البينية عند المقطع الحرج

$$s_o = \frac{A_v f_y d}{V_s} = \frac{2 \times 79 \times 300 \times 500}{177.74 \times 10^3} = 133.5 \text{ mm} < s_{\max}$$



شكل (9.5)

قيم القص ومسافات

التسليح للمثال (4.5)

$$s_o = 130 \text{ mm}$$

وعمليا نستخدم

نحسب المسافة التي لاحتياج فيها إلى تسليح قص (a) إما من تناسب المثلثات أو توازن القوى.

$$V_{us} - W_u a = \phi V_c / 2$$

$$288.2 - 104.8 a = 51.35 \quad \therefore a = 2260 \text{ mm}$$

حساب المسافة التي بعدها نسلح بالحد الأدنى :-

$$\phi V_{s \min} = \frac{\phi A_v f_y d}{s_{\max}} = \frac{0.75 \times 2 \times 79 \times 300 \times 500}{250} \times 10^{-3} = 71.1 \text{ KN}$$

$$V_{u \min} = \phi V_{s \min} + \phi V_c = 71.1 + 102.7 = 173.8 \text{ KN}$$

$$V_{us} - W_u b = 173.8$$

من توازن القوى :

$$288.2 - 104.8 b = 173.8$$

$$b = 1092 \text{ mm}$$

6- ولان المسافة بين المقطع الحرج ونقطة التسليح بالحد الأدنى قليلة فهي تساوي :-

$$e = b - 500 = 1092 - 500 = 592 \text{ mm}$$

عليه فلا داعي لتغيير المسافات البينية في هذه المنطقة وبذا تكون تفاصيل تسليح القص كما

يلي :

أ - نضع الأتربة الأولى على بعد (65 mm) من وجه المسند وعمليا نوضع على بعد

(60mm) من وجه المسند .

ب - عدد الأتاري التي تكون المسافات فيها (130 mm) هو :-

$$n = \frac{1092 - 60}{130} = 7.94$$

استخدم (8 @ 130mm)

ج - وبذا تكون المسافة التي تم تسليحها

$$60 + 8 \times 130 = 1100 \text{ mm}$$

∴ عدد الأتاري التي تكون المسافة بينها (250 mm) هو :-

$$n = \frac{2260 - 1100}{250} = 4.64$$

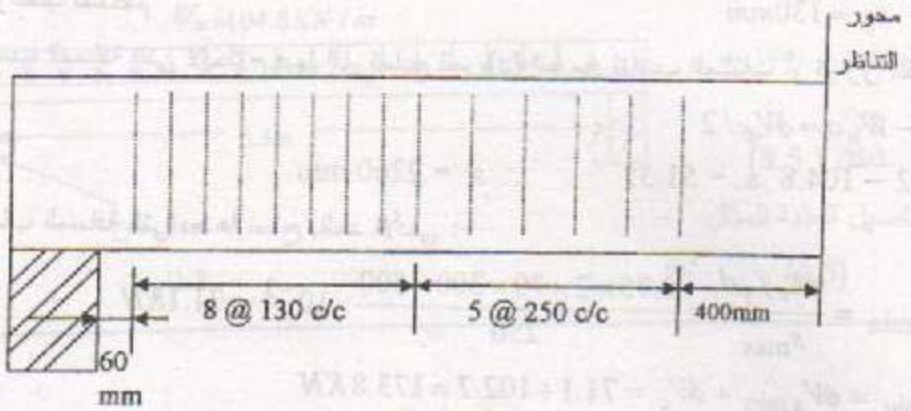
استخدم (5 @ 250 mm)

عليه تكون المسافة التي نسلح ضد القص مساوية إلى

وبذا تكون المسافة التي لاسلح ضد القص مساوية إلى

$$2750 - 2350 = 400 \text{ mm}$$

إن تفاصيل التسليح لهذا المثال موضحة في الشكل (10.5)



شكل 10.5

تفاصيل تسليح القص للمثال (4.5)