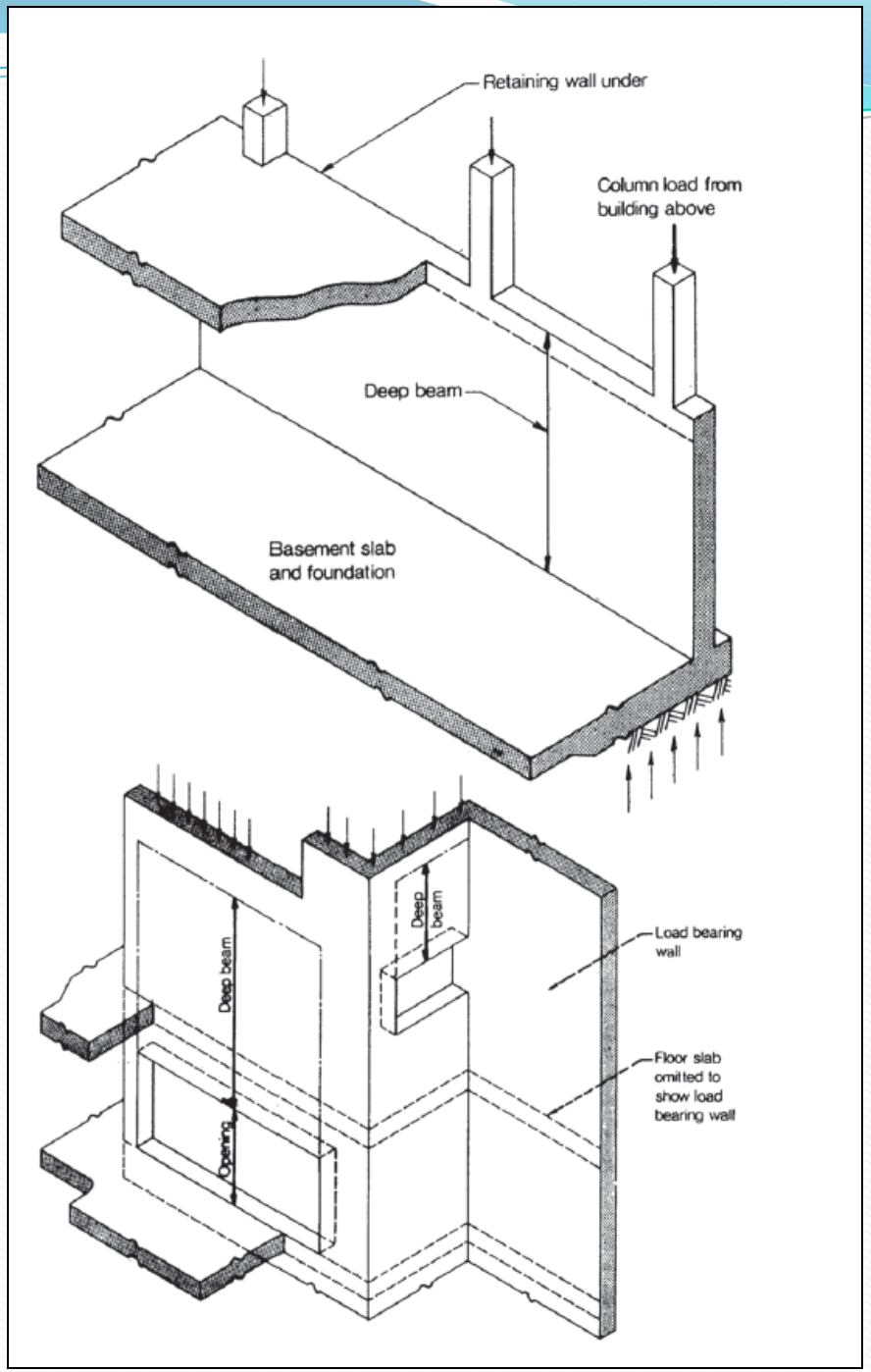
Design of Reinforced Concrete Deep beams

By
Dr.Islam M. El-Habbal

2011


Retaining wall under
Column load from building above
Deep beam
Basement slab and foundation
Deep beam
Deep beam
Opening
Load bearing wall
Floor slab omitted to show load bearing wall

Design of Deep Beams According to Egyptian Code of Practice (ECP 203-2007)

Design For Flexure

أ – تسرى طريقة التصميم الواردة في هذا البند إذا توافر فيها الشرط التالى :

$L/d \leq 1.25$ للكمرات بسيطة الارتكاز

$L/d \leq 2.5$ للكمرات المستمرة

ب – يقدر ذراع العزم y_{ct} في الكمرات العميقة التي تحقق الاشتراطات الواردة في (أ) طبقا لما يلي على ألا يزيد على 0.87 من العمق الفعال d .

1 – لكمرات بسيطة الارتكاز

$$y_{ct} = 0.86\ L$$

2 – للكمرات المستمرة

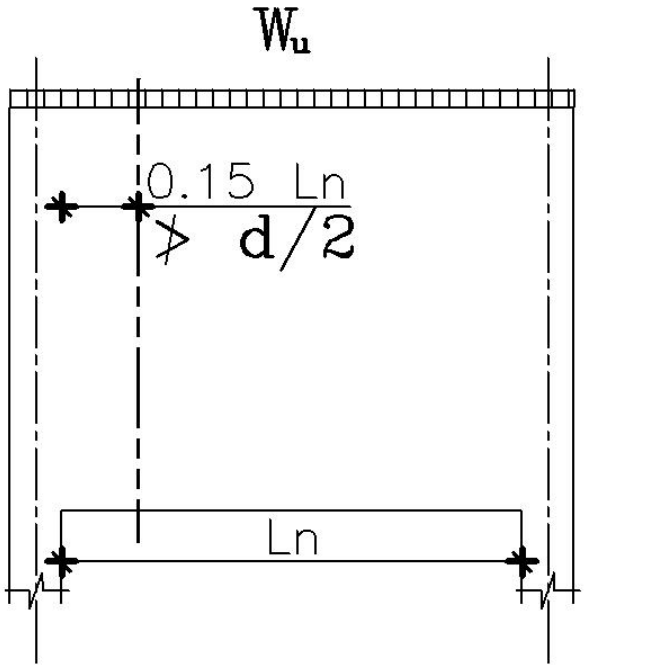
أ – عند منتصف البحر:

$$y_{ct} = 0.43\ L$$

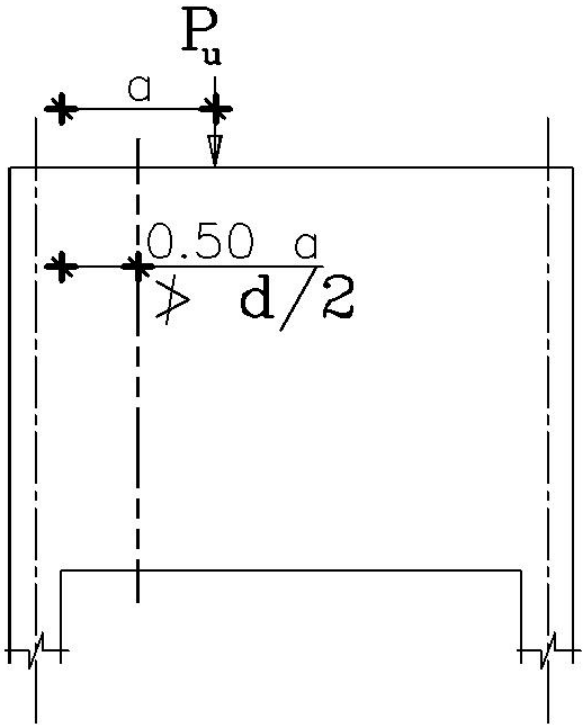
ب – عند الارتكاز الداخلي:

$$y_{ct} = 0.37\ L$$

Design For Shear



Critical Section for Distributed loads



Critical Section for Concentrated loads

$$q_u = \frac{Q_u}{(b \cdot g)}$$

حيث:

g = العمق الفعال أو بحر الكمرة الخالص أيهما أقل

د- لا يجوز في أي حالة أن تزيد قيمة q_u على القيمة المعطاة في المعادلة (4-16) مضروبة في المعامل δ_d التالي:

$$\delta_d = \left(\frac{1}{3}\right)\left[2 + \left(\frac{0.4 L_n}{d}\right)\right]$$

هـ- تُحسب مقاومة الخرسانة القصوى للقص بضرب مقاومة الخرسانة القصوى المعطاة في المعادلة (4-18) في الكمرات العادية في المعامل δ_{dc} التالي:

$$\delta_{dc} = 3.5 - 2.5\left[\frac{M_u}{Q_u \cdot d}\right]$$

حيث:

$1 < \delta_{dc} < 1.9$ وحيث M_u هي قيمة العزم عند المقطع الحرج في القص

على ألا تزيد قيمة q_{cu} في الكمرات العميقة على:

$$q_{cu} \le 0.46\sqrt{\frac{f_{cu}}{\gamma_c}} \qquad N/mm^2$$

و- في حالة زيادة إجهادات القص القصوى على مقاومة الخرسانة تُحسب مقاومة صلب التسليح الجذعي للقص طبقاً لما يلي:

$$q_{su} = q_u - 0.5\, q_{cu}$$

حيث يُحسب صلب التسليح الجذعي طبقاً للفقرة (ح) التالية.

ز- يتكون صلب التسليح الجذعي من كانات عمودية على محور الكمرة و كانات موازية للتسليح الرئيسي.

ح- يُصمم صلب التسليح الجذعي من العلاقة التالية:

$$q_{su} = \delta_v \cdot q_{suv} + \delta_h \cdot q_{suh}$$

حيث:

q_{suv}, q_{suh} يتم حسابهما كما يلي:

$$q_{suh} = \left(\frac{A_h}{s_h}\right)\left(\frac{f_y}{b.\gamma_s}\right)$$

$$q_{suv} = \left(\frac{A_v}{s_v}\right)\left(\frac{f_y}{b.\gamma_s}\right)$$

ويتم تحديد المعاملين δ_h , δ_v كما يلي:

$$\delta_h = \frac{11 - \left(\frac{L_n}{d}\right)}{12}$$

$$\delta_v = \frac{1 + \left(\frac{L_n}{d}\right)}{12}$$

ك- يجب ألا تقل النسب الدنيا لصلب التسليح الجذعى في الكمرات العميقة للحالات التي تنطبق عليها شروط هذا البند (4-2-2-6 -1) عما يلي :

1- صلب التسليح (الرأسي) العمودي على محور الكمرة:

- صلب طرى 240/350 $\frac{A_v}{b.s_v} \geq 0.0020$

بحيث لا تتعدى قيمة s_v 200 مم

- صلب عالي المقاومة $\frac{A_v}{b.s_v} \geq 0.0015$

بحيث لا تتعدى قيمة s_v 200 مم

2- صلب التسليح (الأفقي) الموازي لمحور الكمرة:

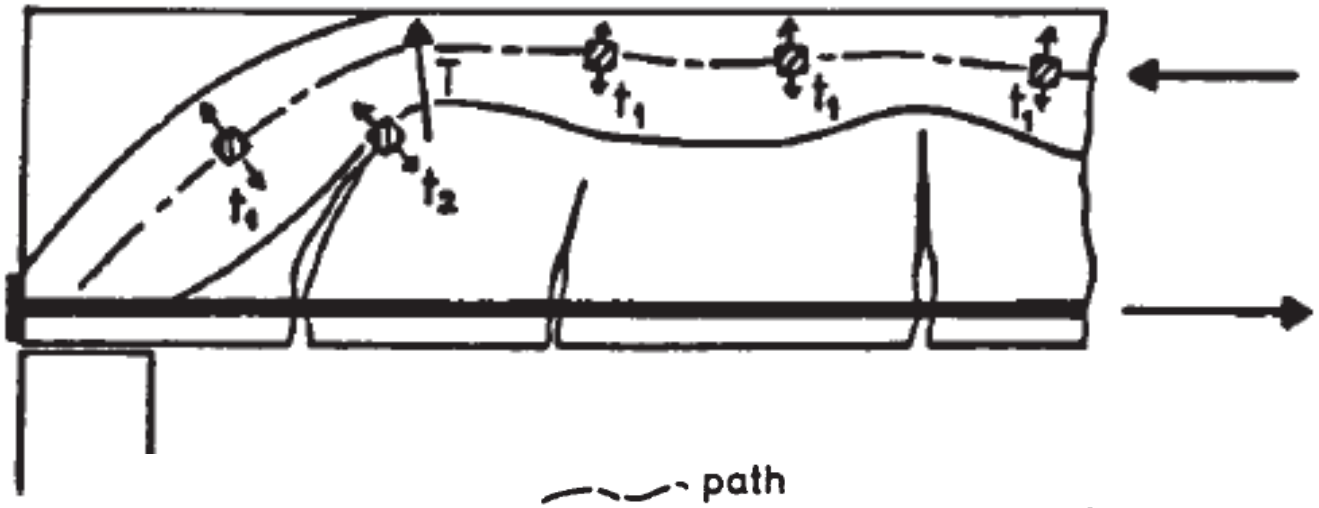
- صلب طرى 240/350 $\frac{A_h}{b.s_h} \geq 0.003$

بحيث لا تتعدى قيمة s_h 200 مم

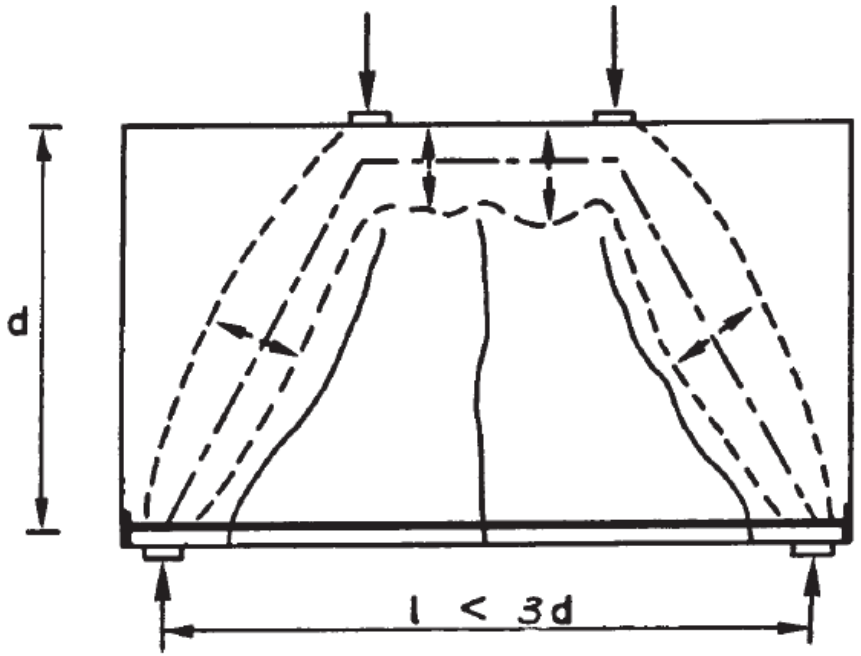
- صلب عالي المقاومة $\frac{A_h}{b.s_h} \geq 0.0025$

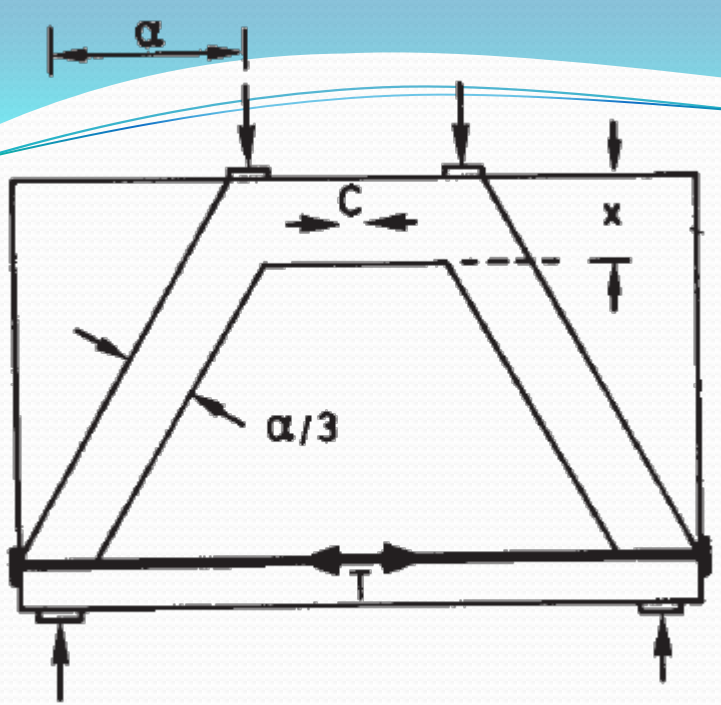
بحيث لا تتعدى قيمة s_h 200 مم

Concept of Strut-and-Tie Model

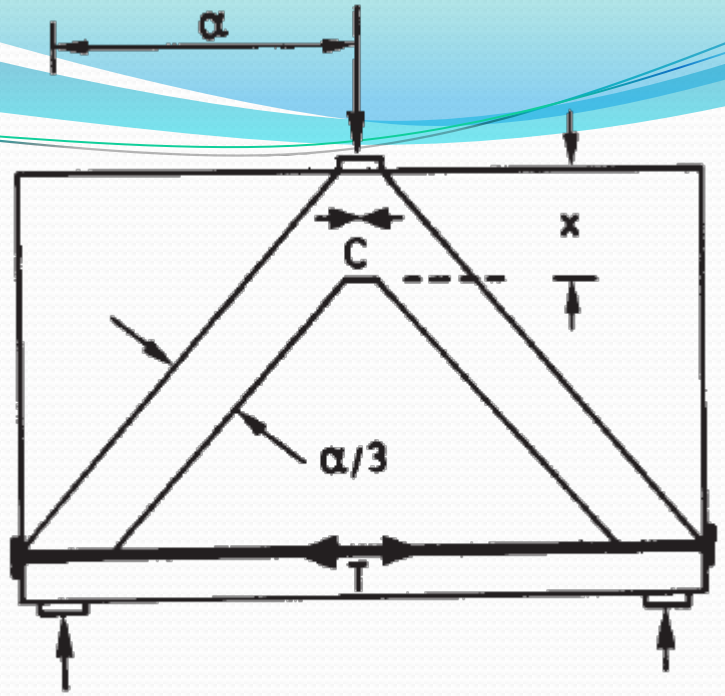


path
outline of compressive stress trajectories

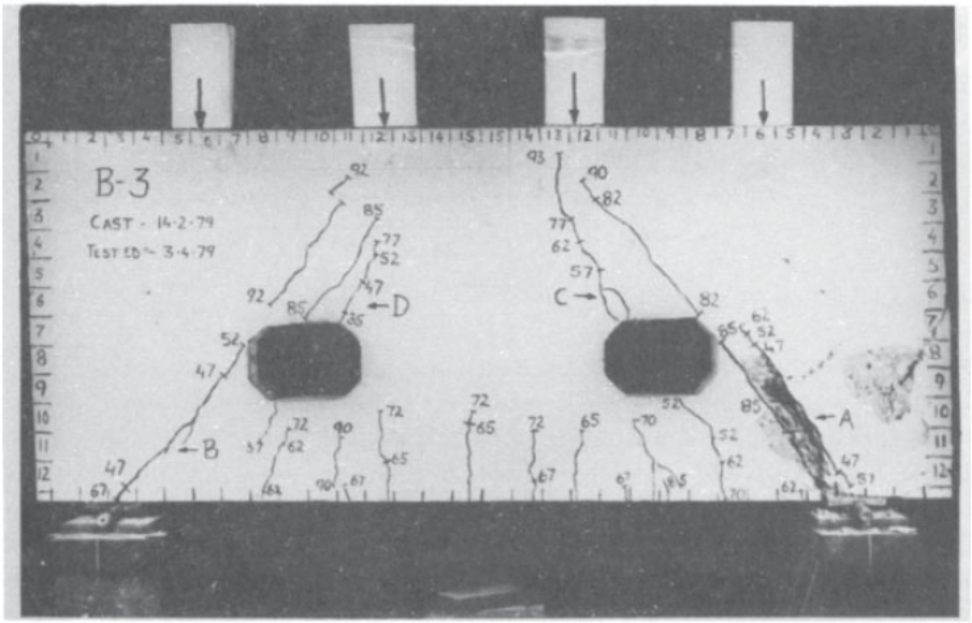


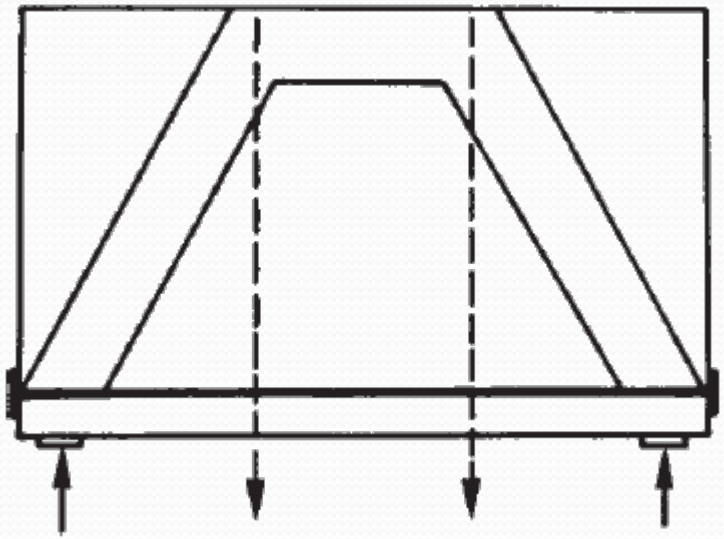


(b)



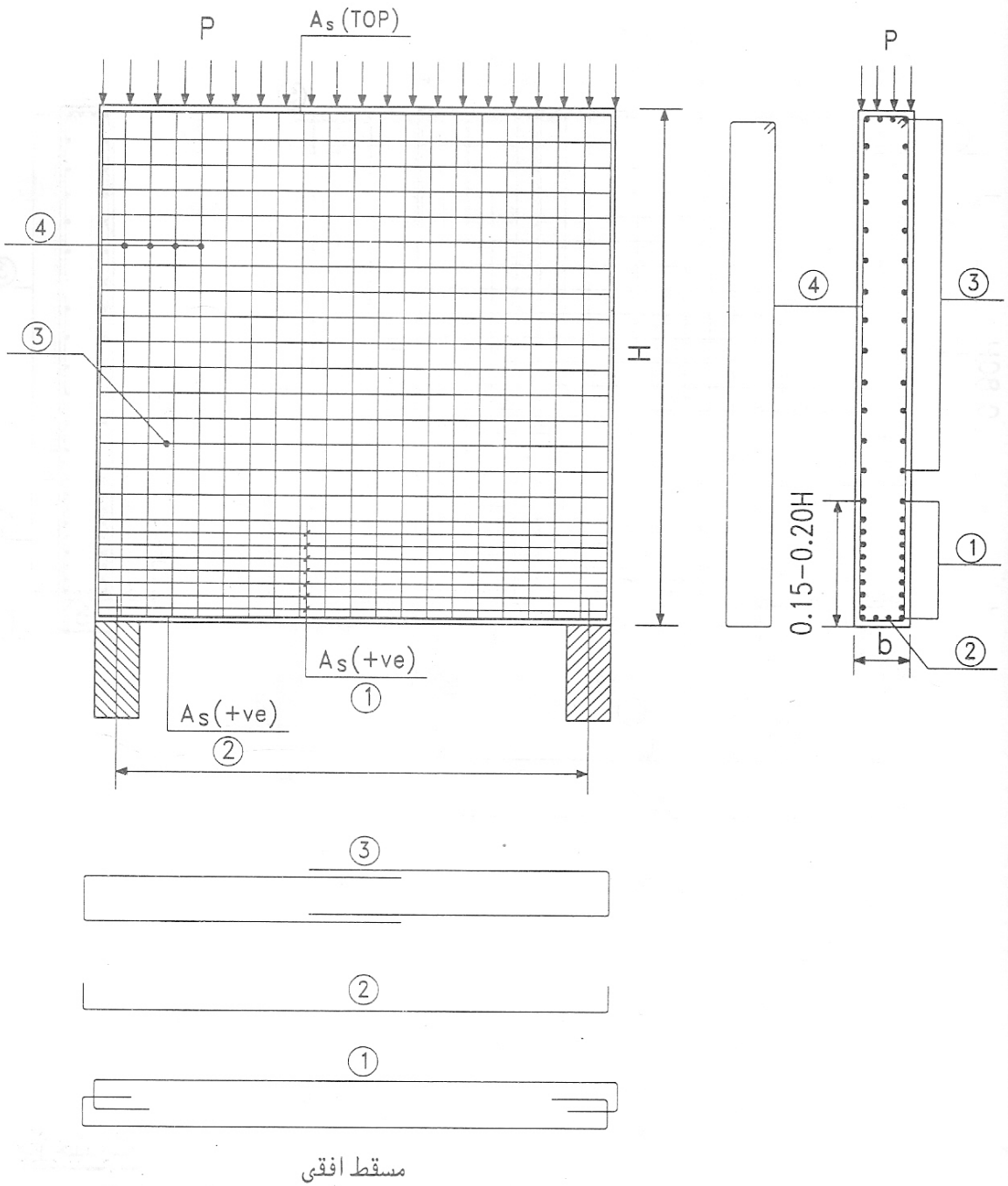
(α)



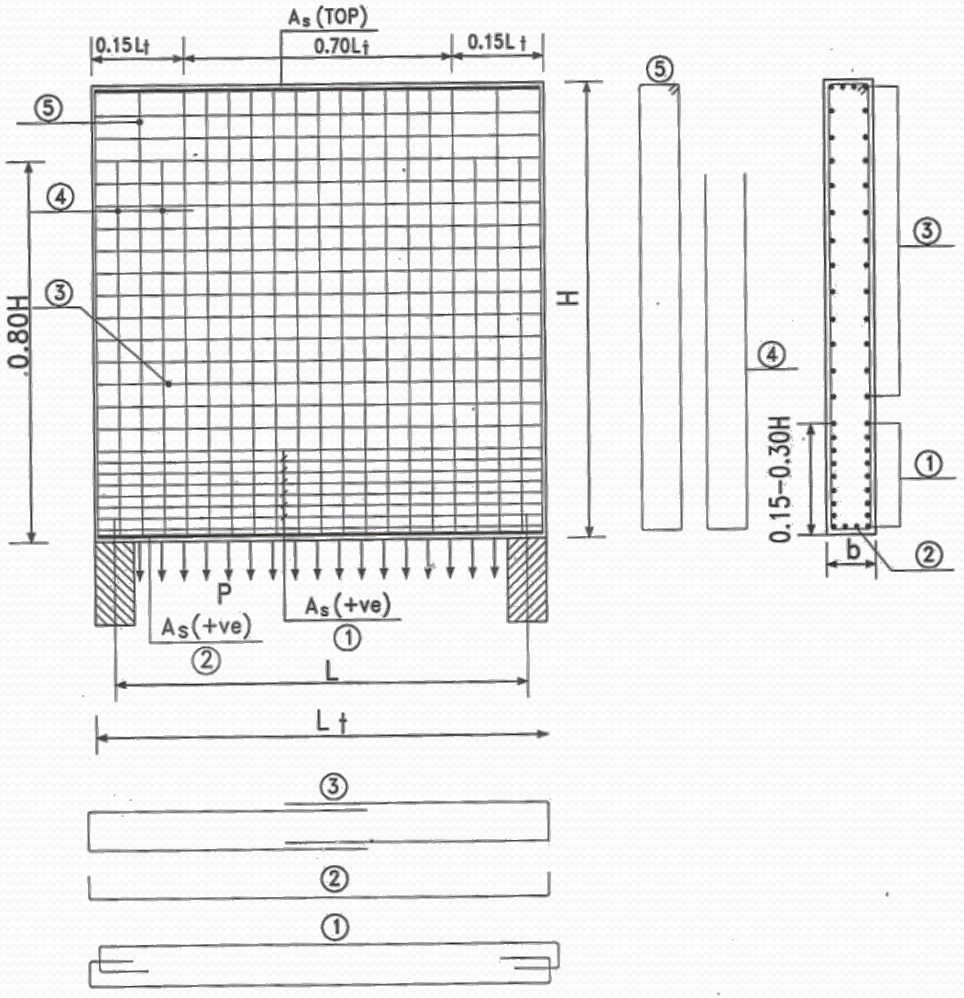


Reinforcement Details of Deep Beams

Simple beams Top loaded



Simple beams bottom loaded

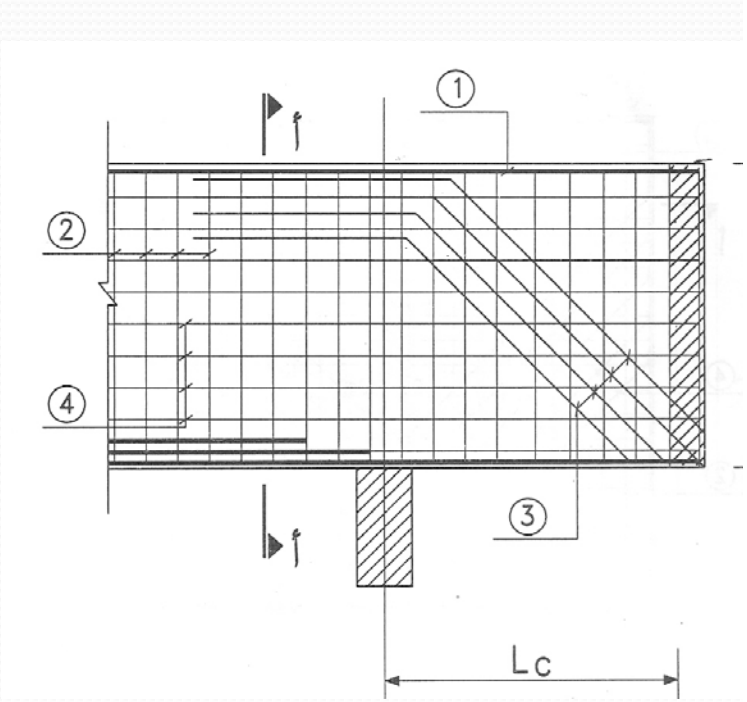


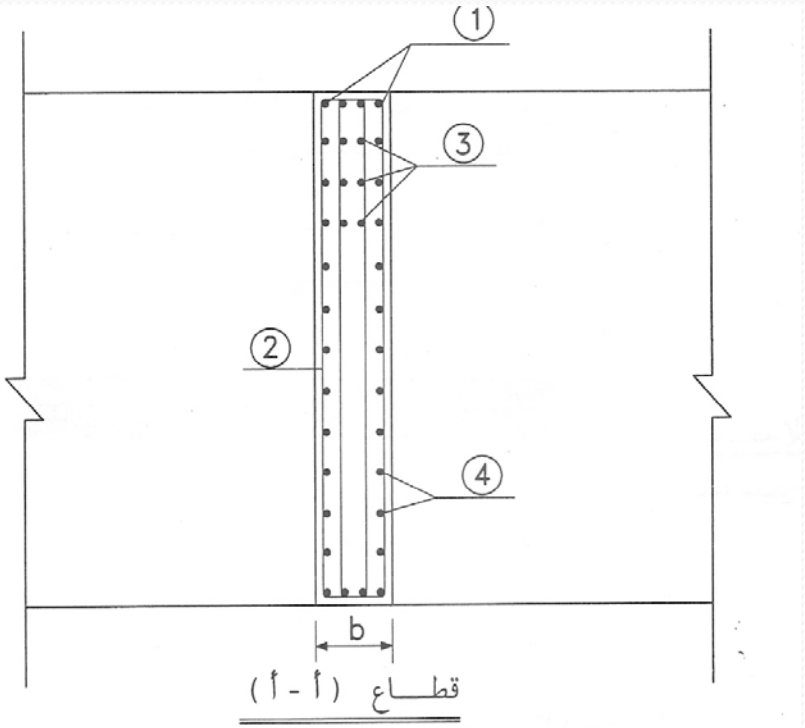
مسقط افقى

ملاحظات

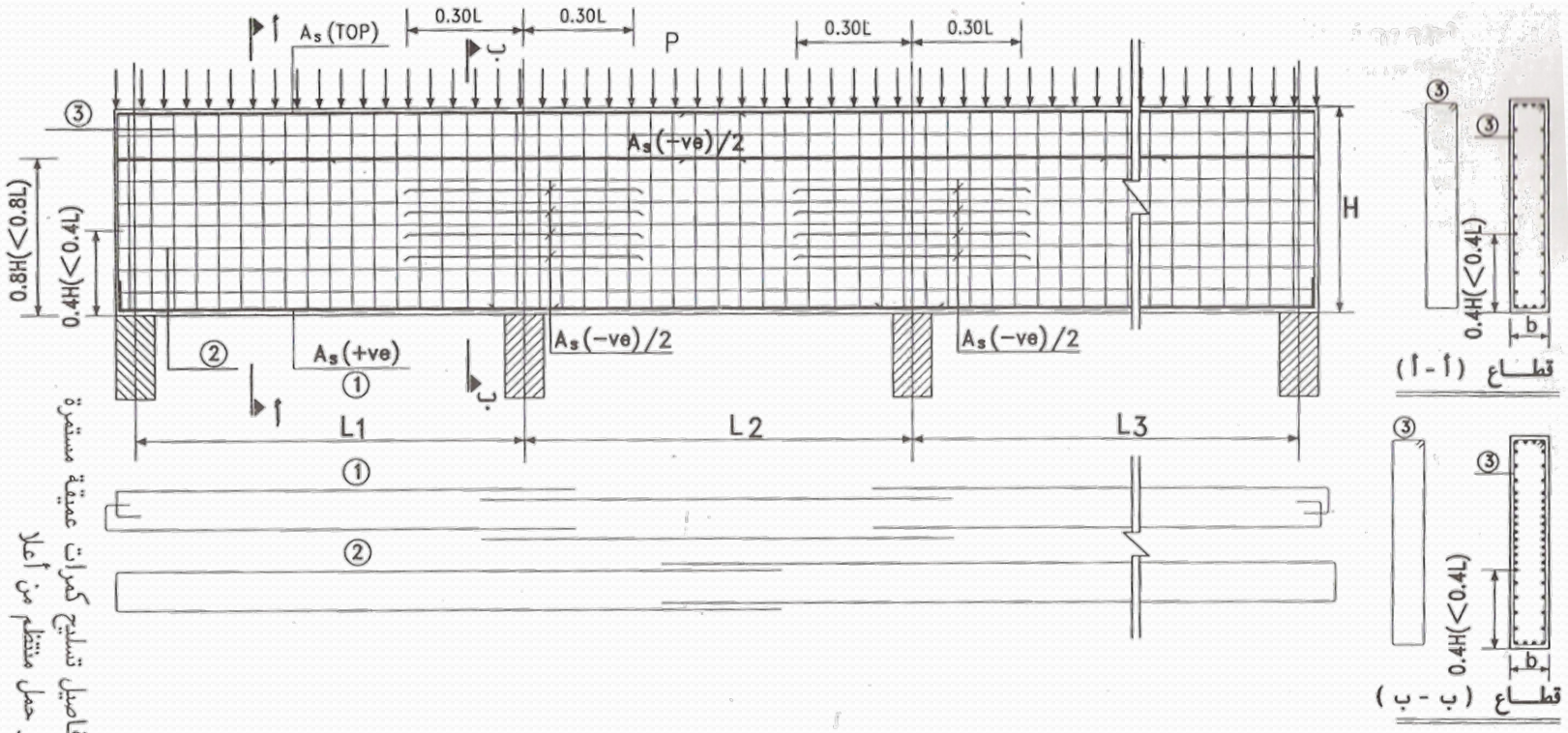
-يصمم التسليح الرأسى على كامل الحمل و يمتد بكامل الارتفاع لمسافة $0.70L_T$

Deep beam with cantilever





Continuous Deep Beam Top Loaded



شكل رقم (١٢-٥) تفاصيل تسليح كمرات عميقة مستمرة تحت تأثير حمل منتظم من أعلا

ملاحظات

-يمتد التسليح السفلى الرئيسى بكامل بحر الكمرة و يراعى عدم عمل وصلات لأكثر من ٢٠٪ من التسليح فى القطاع فى المكان الواحد

-يمتد نصف التسليح العلوى الرئيسى بكامل طول الكمرة على ارتفاع [0.8H(<0.8L)].

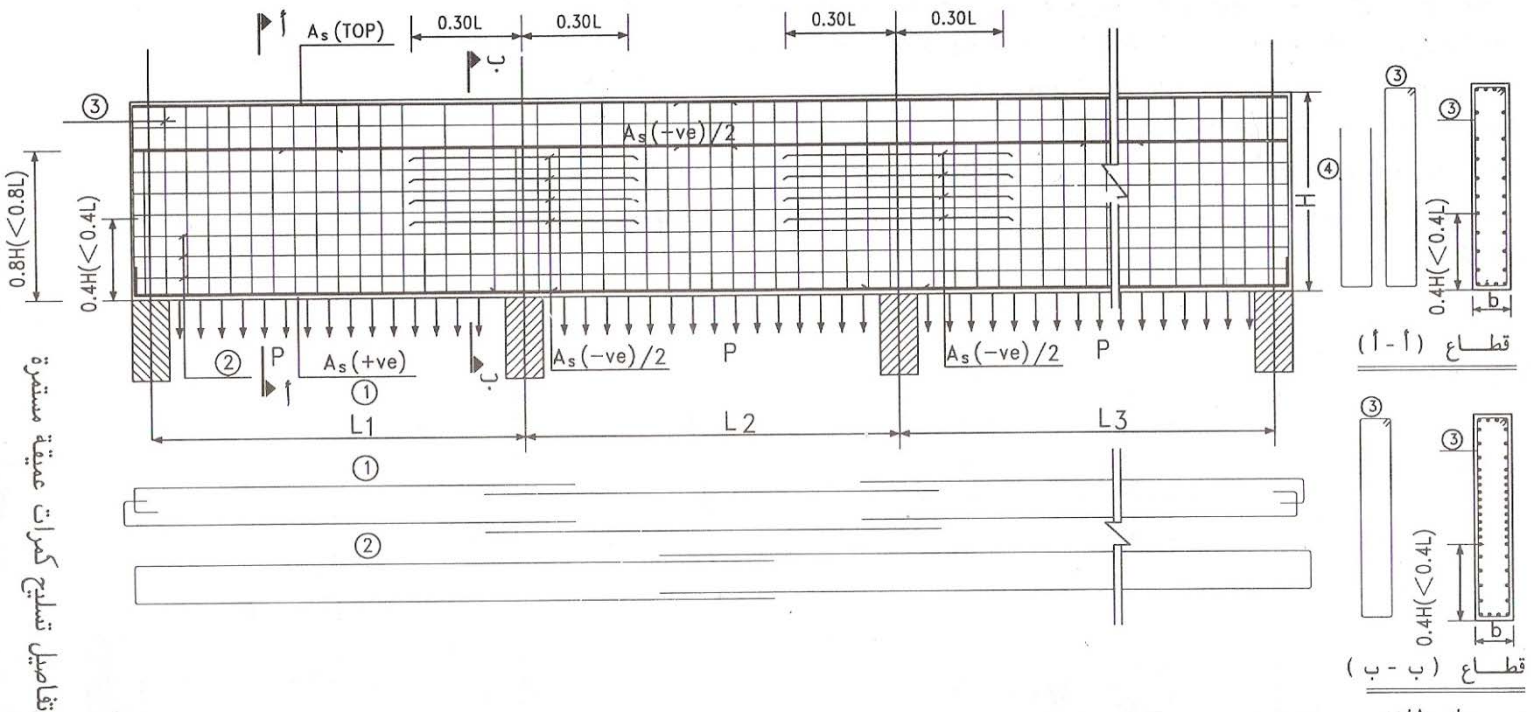
-يتم توزيع نصف التسليح العلوى على ارتفاع [0.4H-0.8H]

-فى حالة الكمرات غير متساوية البحور تكون (L) هى البحر الأكبر .

-يسرى هذا النموذج على الكمرات التى لا تزيد فيها فروق البحور و كذلك فروق الأحمال عن ٢٠٪.

وخلاف ذلك يتم اتباع جميع اشتراطات الكود و طبقا للأحمال و العزوم المؤثرة على هذه الكمرات

Continuous Deep Beam Bottom Loaded



شكل رقم (١٢-٦) تفاصيل تسليح كمرات عميقة مستمرة

ملاحظات

-يمتد التسليح السفلى الرئيسى بكامل بحر الكمرة و يراعى عدم عمل وصلات لأكثر من ٢٠٪ من التسليح فى القطاع فى المكان الواحد

-يمتد نصف التسليح العلوى الرئيسى بكامل طول الكمرة على ارتفاع [0.8H(<0.8L)].

-يتم توزيع نصف التسليح العلوى على ارتفاع [0,4H-0.8H]

-فى حالة الكمرات غير متساوية البحور تكون (L) هى البحر الأكبر .

-يتم تصميم التسليح الرأسى على كامل الحمل من أسفل و يمتد التسليح بارتفاع لا يقل عن ½ المسافة

-يسرى هذا النموذج على الكمرات التى لا تزيد فيها فروق البحور و كذلك فروق الأحمال عن ٢٠٪.

وخلاف ذلك يتم اتباع جميع اشتراطات الكود و طبقا للأحمال و العزوم المؤثرة على هذه الكمرات