

Chương 5

TÍNH TOÁN CHỊU UỐN THEO BS 8110:1997

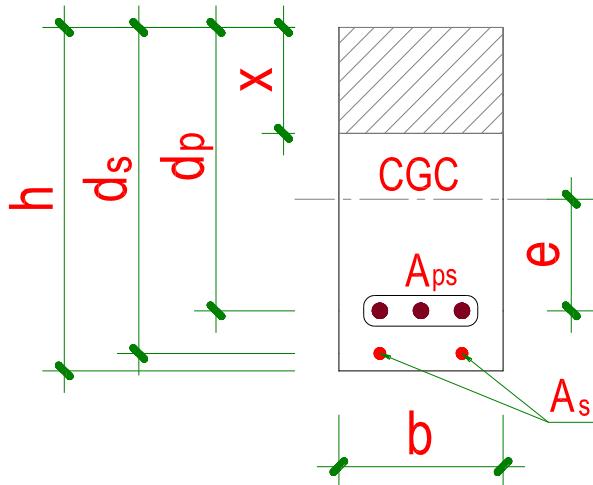
- 5.1 Khái niệm chung
- 5.2 Tiết diện và tổ hợp tính toán
- 5.3 Ứng suất tính toán
- 5.4 Yêu cầu về lượng thép tối thiểu
- 5.5 Tính toán cấu kiện chịu uốn ULT có tiết diện chữ nhật

5.1. KHÁI NIỆM CHUNG

- Theo BS 8110:1997, cấu kiện BTULT cần được thiết kế chịu uốn ở TTGH về độ bền (ULS)
- ❖ Mục đích: Xác định lượng thép bổ sung A_s nhằm đảm bảo điều kiện về độ bền kháng uốn

5.2. TIẾT DIỆN VÀ TỔ HỢP TÍNH TOÁN

□ Tiết diện tính toán:



➤ Trong đó:

- ✓ A_{ps} – diện tích cáp ULT
- ✓ A_s – diện tích thép thường bổ sung
- ✓ d_p – chiều cao làm việc của BT đến trọng tâm cáp ULT
- ✓ d_s – chiều cao làm việc của BT đến trọng tâm thép thường
- ✓ x – chiều cao của vùng BT chịu nén.

5.2. TIẾT DIỆN VÀ TỔ HỢP TÍNH TOÁN

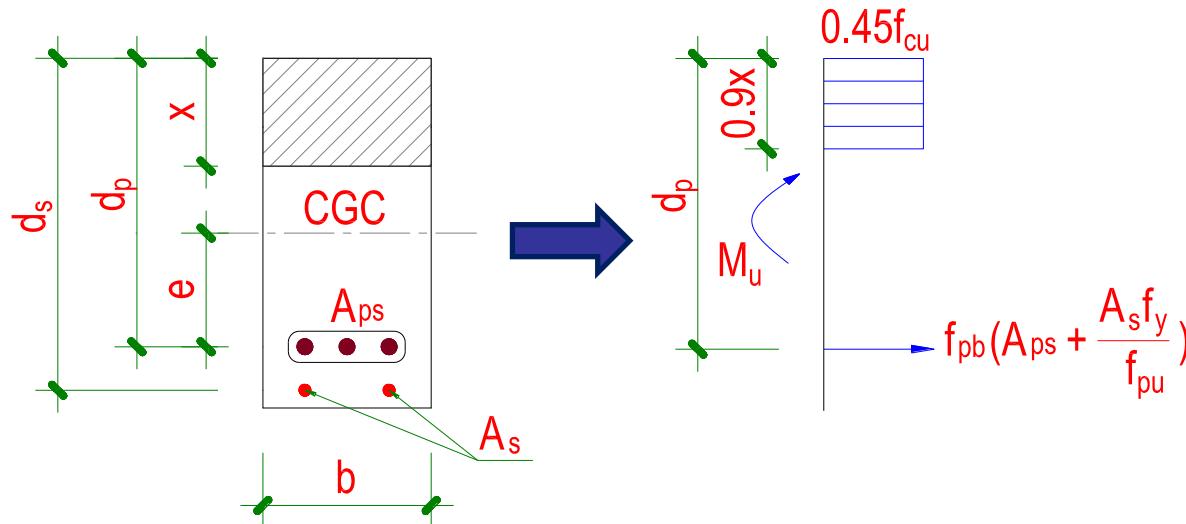
□ Tổ hợp tính toán theo BS 8110:1997:

No.	Load Combination
1	1.4 SW + 1.4 SDL + 1.6 LL + 1.0 Hyperstatic
2	1.4 SW + 1.4 SDL + 1.4 WIND + 1.0 Hyperstatic
3	1.2 SW + 1.2 SDL + 1.2 LL + 1.2 WIND + 1.0 Hyperstatic

5.3. ỦNG SUẤT TÍNH TOÁN

❑ Các giả thiết tính toán:

- Tiết diện sau khi chịu lực là *tiết diện phẳng*.
- Bỏ qua BT chịu kéo.
- *Ứng suất thực* trong BT chịu nén được thay thế bằng *khối u/s chữ nhật* tương đương, có chiều cao vùng BT chịu nén tương đương là *a*, với $a = 0.9x$.



✓ Ứng suất kéo thiết kế trong cáp ULT f_{pb} xác định từ *bảng 5.1*.

5.3. ÚNG SUẤT TÍNH TOÁN

- ☐ Theo **BS 8110:1997**, giá trị ứng suất kéo trong cáp f_{pb} và chiều cao chiều cao x có thể xác định theo bảng sau:

$\frac{f_{pu}A_{ps}}{f_{cu}bd}$	Design stress in tendons as a proportion of the design strength, $f_{pb}/0.95f_{pu}$			Ratio of depth of neutral axis to that of the centroid of the tendons in the tension zone, x/d		
	f_{pe}/f_{pu}			f_{pe}/f_{pu}		
	0.6	0.5	0.4	0.6	0.5	0.4
0.05	1.00	1.00	1.00	0.12	0.12	0.12
0.10	1.00	1.00	1.00	0.23	0.23	0.23
0.15	0.95	0.92	0.89	0.33	0.32	0.31
0.20	0.87	0.84	0.82	0.41	0.40	0.38
0.25	0.82	0.79	0.76	0.48	0.46	0.45
0.30	0.78	0.75	0.72	0.55	0.53	0.51
0.35	0.75	0.72	0.70	0.62	0.59	0.57
0.40	0.73	0.70	0.66	0.69	0.66	0.62
0.45	0.71	0.68	0.62	0.75	0.72	0.66
0.50	0.70	0.65	0.59	0.82	0.76	0.69

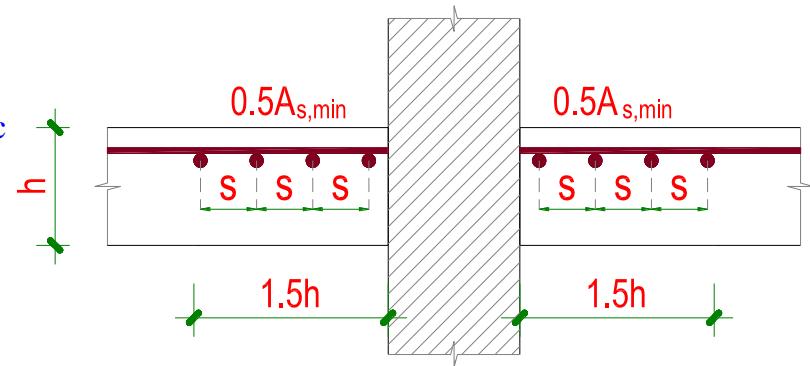
Bảng 5.1. Giá trị f_{pb} và x trong cáp ULT dính kết

➤ Trong đó:

✓ f_{pe} – ứng suất căng hữu hiệu của cáp ULT

5.4. YÊU CẦU VỀ LUỢNG THÉP TỐI THIỂU

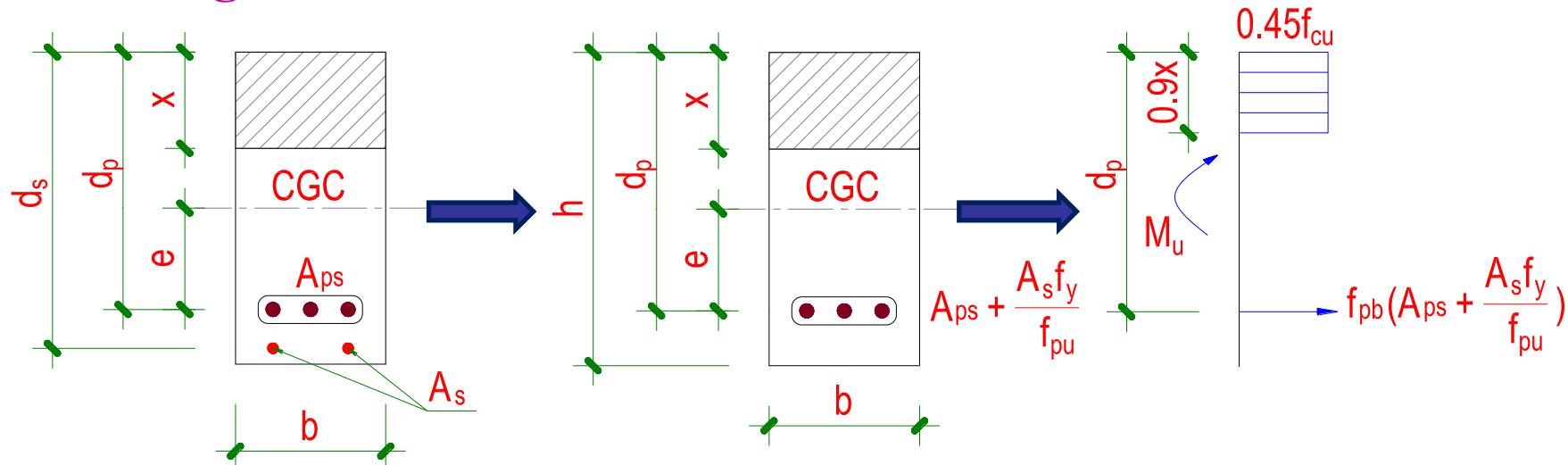
- Trong cấu kiệnULT, lượng thép thường A_s cần được bổ sung nhằm:
 - Tăng khả năng chịu uốn của cấu kiện.
 - Chống nứt.
 - Đảm bảo yêu cầu về cấp chống cháy.
- Xác định lượng thép thường tối thiểu $A_{s,min}$:
 - Tại vùng gối tựa:
 - $A_{s,min} = 0.075\%A_c = 0.00075A_c$
 - Bố trí cách mép cột $\leq 1.5h$
 - Khoảng cách $s \leq 300\text{mm}$
 - Tại vùng nhịp:
 - Không yêu cầu $A_{s,min}$.



Hình 5.1. Bố trí thép thường tại gối tựa

5.5. TÍNH TOÁN CKCU ULT TIẾT DIỆN CHỮ NHẬT

□ Phương trình tính toán cơ bản:



➤ Momen kháng uốn của tiết diện:

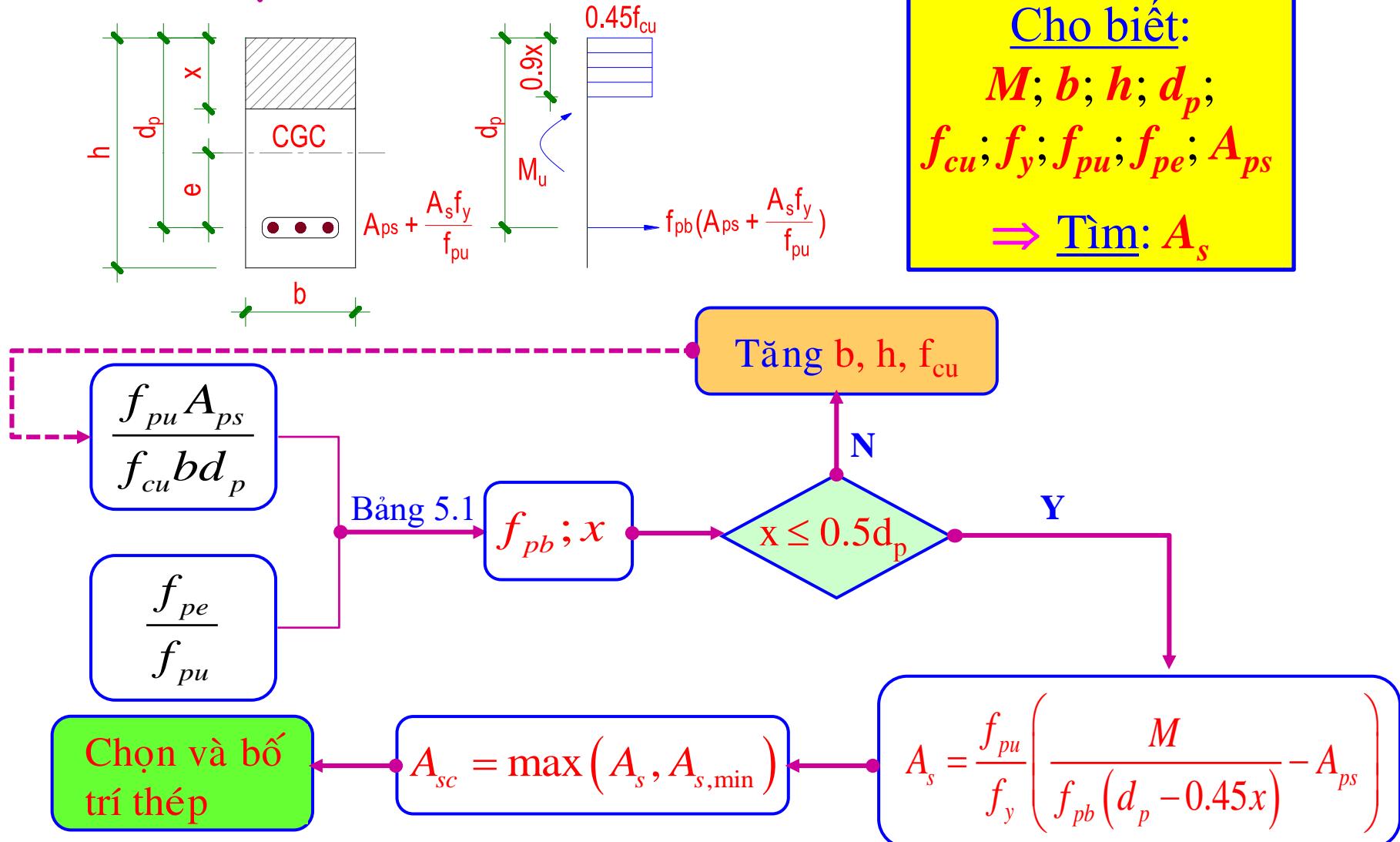
$$M_u = f_{pb} \times \left(A_{ps} + \frac{A_s f_y}{f_{pu}} \right) \times d_p - 0.45x \quad (5.1)$$

➤ Điều kiện về độ bền kháng uốn:

$$M \leq M_u \quad (5.2)$$

5.5. TÍNH TOÁN CKCU ULT TIẾT DIỆN CHỮ NHẬT

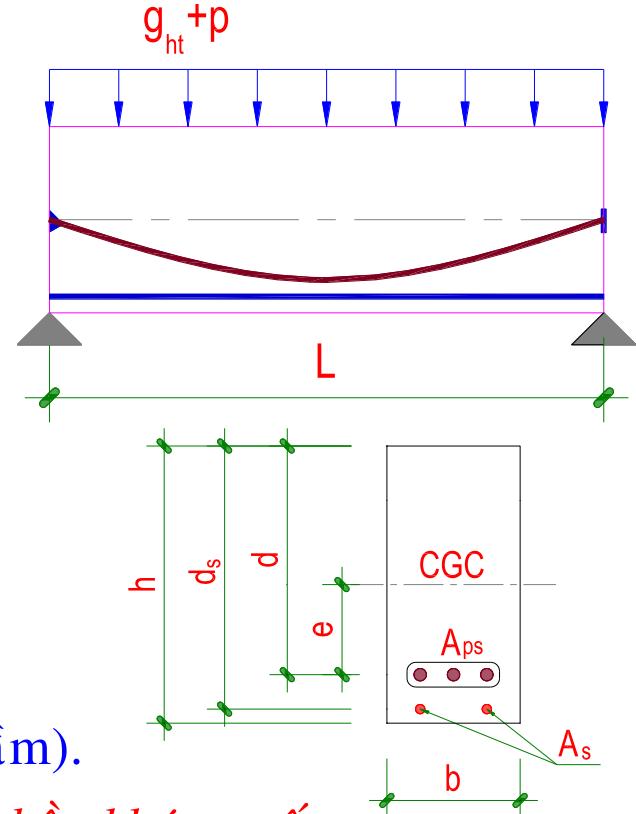
□ Trình tự tính toán:



5.5. TÍNH TOÁN CKCU ULT TIẾT DIỆN CHỮ NHẬT

❑ **Ví dụ 5.1:** Cho dầm BTULT cảng sau có các thông số sau:

- $b=600\text{mm}$, $h=600\text{mm}$, $d=500\text{mm}$.
- Dầm đơn giản có nhịp dầm $L=15\text{m}$.
- Bê tông: C40.
- Thép thường: CB400V
- Cáp ULT: ASTM A416 Grade 1860.
- Cáp ULT bố trí 1xST13-5.
- Ứng suất căng ban đầu $f_{po}=80\%f_{pu}$.
- Tổn hao ứng suất ngắn hạn: $10\%f_{po}$.
- Tổn hao ứng suất dài hạn: $10\%f_{po}$.
- $g_{ht} = 12\text{kN/m}$, $p = 9\text{kN/m}$ (chưa xét TLBT dầm).



Xác định lượng thép A_s để đảm bảo điều kiện độ bền kháng uốn.

Trình tự thực hiện

❖ Bước 1: Xác định dữ liệu đề bài

- Bê tông C40 $\Rightarrow f_{cu} = 40 \text{ MPa} \Rightarrow f_{ci} = 0.7 * f_{cu} = 28 \text{ MPa}$
- Thép thường CB400V $\Rightarrow f_y = 400 \text{ MPa}$
- Cáp ASTM A416 Gr1860 $\Rightarrow f_{pu} = 1860 \text{ MPa}$
- Ứng suất căng ban đầu của cáp: $f_{po} = 0.8 * f_{pu} = 1488 \text{ MPa}$
- Ứng suất căng hữu hiệu của cáp:

$$f_{pe} = f_{po} - 0.2 \times f_{po} = 1488 - 0.2 \times 1488 = 1190.4 \text{ MPa}$$

- Diện tích tiết diện ngang của cáp:

$$A_{ps} = n \times A_{Ips} = 1 \times 5 \times 98.71 = 493.55 \text{ mm}^2$$

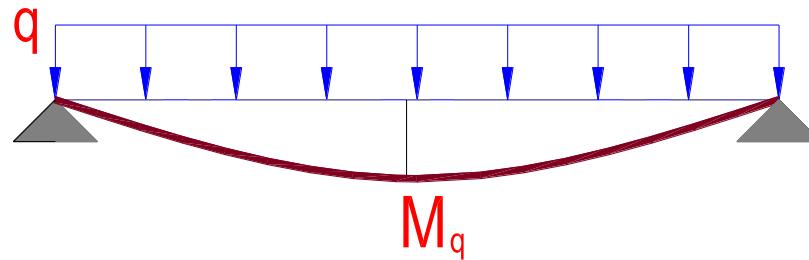
- Tải trọng bản thân đầm: $g_{bt} = \gamma_{bt} * b * h = 25 * 0.6 * 0.6 = 9 \text{ kN/m}$

❖ Bước 2: Xác định momen tính toán do tải tác dụng lên đầm

- Tổng tải tác dụng lên đầm:

$$q = 1.4 g_{bt} + 1.4 g_{ht} + 1.6 p = 1.4 \times 9 + 1.4 \times 12 + 1.6 \times 9 = 43.8 \text{ kN/m}$$

- Momen do tải q tác dụng lên đầm:



$$M = \frac{qL^2}{8} = \frac{43.8 \times 13^2}{8} = 925.275 kNm$$

❖ **Bước 3:** Xác định diện tích cốt thép thường bổ sung

- Tra f_{pb} và x :

$$\left. \begin{aligned} \frac{f_{pu}A_{ps}}{f_{cu}db} &= \frac{1860 \times 493.55}{40 \times 500 \times 600} = 0.077 \\ \frac{f_{pe}}{f_{pu}} &= \frac{1190.4}{1860} = 0.64 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{aligned} \frac{f_{pb}}{0.95 f_{pu}} &= 1 \\ \frac{x}{d} &= 0.1794 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{aligned} f_{pb} &= 1767 MPa \\ x &= 89.7 mm \end{aligned} \right.$$

- Tính thép yêu cầu bổ sung A_s :

$$A_s = \frac{f_{pu}}{f_y} \left(\frac{M}{f_{pb}(d - 0.45x)} - A_{ps} \right)$$

$$\Rightarrow A_s = \frac{1860}{400} \times \left(\frac{925.275 \times 10^6}{1767 \times (500 - 0.45 \times 89.7)} - 493.55 \right) = 3003 \text{mm}^2$$

- Tính hàm lượng cốt thép:

$$\mu = \frac{A_s}{bd} = \frac{3003}{600 \times 500} = 1\% > 0.075\%$$

- Chọn 7φ25 có diện tích thép chọn:

$$A_{sc} = 7 \times \frac{\pi \times 25^2}{4} = 3436 \text{mm}^2$$

$$I \leq SF = \frac{A_{sc}}{A_s} = \frac{3436}{3003} = 1.14 \leq 1.3$$

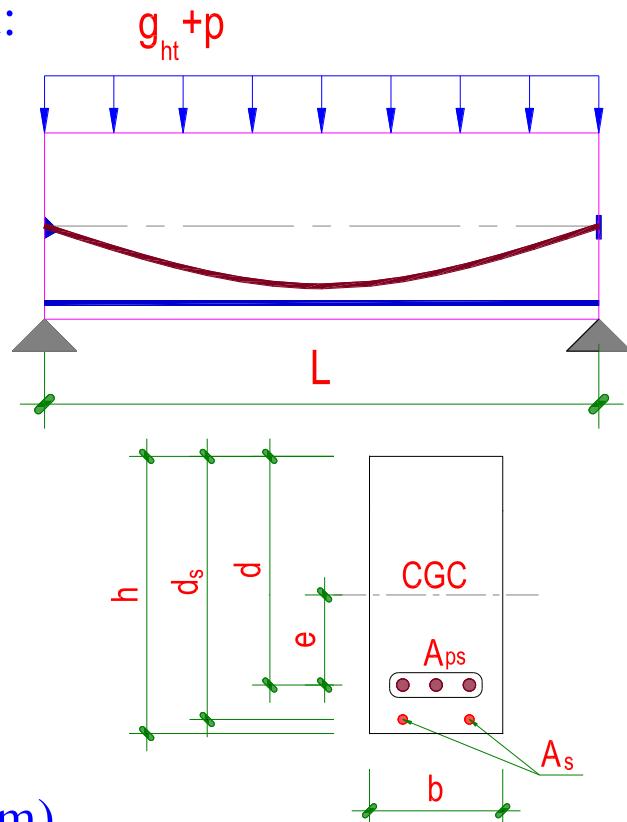
5.5. TÍNH TOÁN CKCU ULT TIẾT DIỆN CHỮ NHẬT

❑ Ví dụ 5.2:

Cho dầm BTULT cảng sau có các thông số sau:

- $b=800\text{mm}$, $h=500\text{mm}$, $d=400\text{mm}$.
- Dầm đơn giản có nhịp dầm $L=15\text{m}$.
- Bê tông: C40.
- Thép thường: CB400V
- Cáp ULT: ASTM A416 Grade 1860.
- Cáp ULT bố trí 1xST13-10.
- Ứng suất cảng ban đầu $f_{po}=80\%f_{pu}$.
- Tổn hao ứng suất ngắn hạn: $10\%f_{po}$.
- Tổn hao ứng suất dài hạn: $8\%f_{po}$.
- $g_{ht} = 6\text{kN/m}$, $p = 8\text{kN/m}$ (chưa xét TLBT dầm).

Đáp số: $A_s = 3344\text{mm}^2$



Xác định lượng thép A_s để đảm bảo điều kiện độ bền kháng uốn.