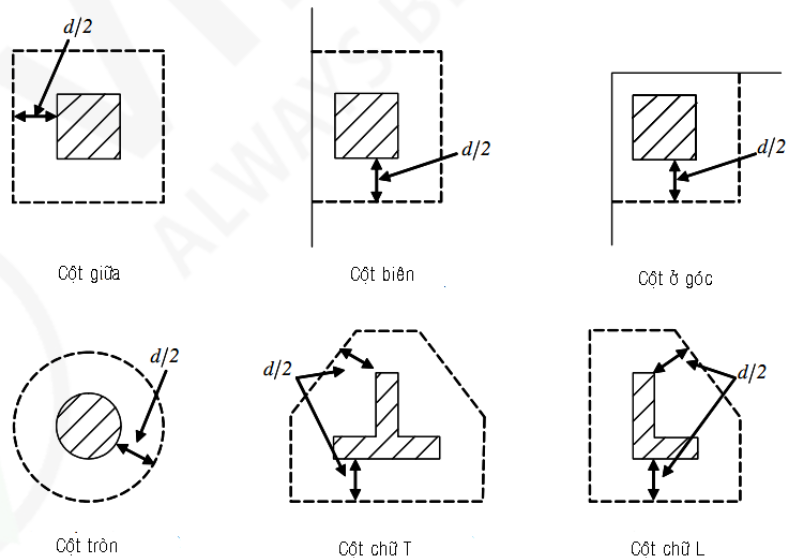
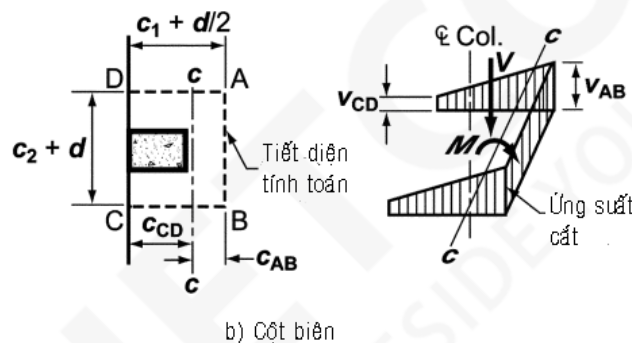
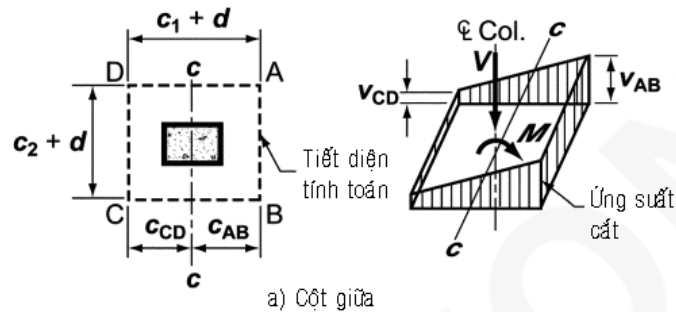


## CHƯƠNG 9: KIỂM TRA ĐIỀU KIỆN CHỌC THÙNG

### 9.1 THEO TIÊU CHUẨN ACI 318 – 2011

Tiết diện tính toán kiểm tra chọc thủng cách mép cột khoảng cách  $d/2$  (với  $d$  là chiều dày sàn hoặc mũ cột) (**ACI 11.11.1.2**).



**Hình 9.1** Tiết diện tính toán quy ước khi kiểm tra cắt của sàn phẳng

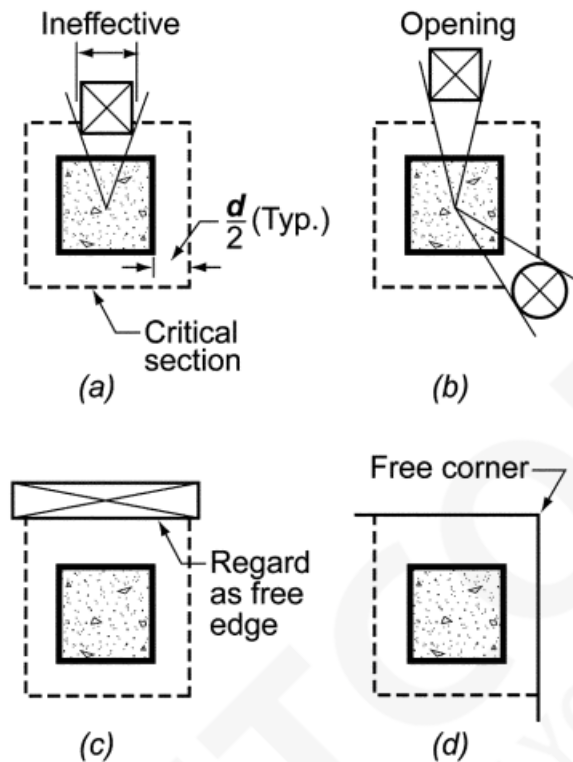


Fig. R11.11.6—Effect of openings and free edges (effective perimeter shown with dashed lines).

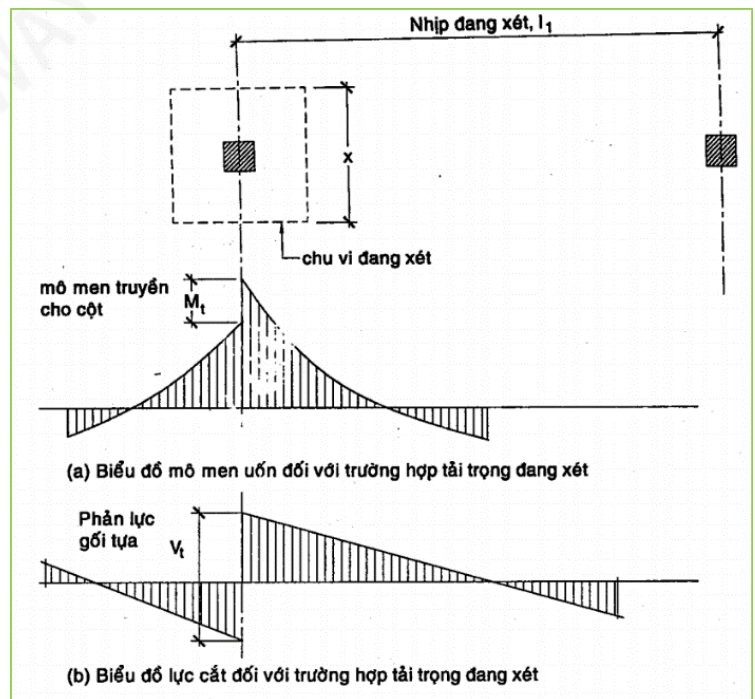
**Hình 9.2** Tiết diện tính toán quy ước khi có lỗ mở gần cột

**Trình tự các bước kiểm tra chọc thủng trong sàn theo tiêu chuẩn ACI 318 - 2011**

**Bước 1:** Tính  $V_u$  và  $M_u$

Mômen  $M_u$  không cân bằng được truyền từ bản vào cột, lấy bề rộng bằng bề rộng cột cộng thêm 1,5 lần chiều dày hữu hiệu của bản ( $d=0,85h$ ) hoặc chiều drop panel ( $1,5h$ ) lấy về hai phía mép cột (**ACI 13.5.3.2**).

Lực cắt  $V_u$  chính là lực gây chọc thủng tại tim cột (phản lực trong SAFE) trừ đi diện tích nằm trong chu vi tiết diện tối hạn hay lực cắt tại tiết diện cách mép cột  $d/2$ .



**Hình 9.3** Xác định momen truyền vào cột

**Bước 2:** Xác định các thông số  $A_c$ ,  $J_c$ ,  $C_{AB}$ ,  $C_{CD}$  (**ACI R11.11.7.2**)

$A_c$  – diện tích tiết diện tính toán quy ước -  $A_c = 2d(c_1 + c_2 + 2d)$ ;

$J_c$  – đặc trưng của tiết diện tính toán quy ước, được tính như mômen quán tính cực đối với trục đi qua trọng tâm tiết diện. Giá trị của  $J_c$  có thể xác định theo công thức sau:

$$\text{Đối với cột giữa: } J_c = \frac{d(c_1 + d)^3}{6} + \frac{d^3(c_1 + d)}{6} + \frac{d(c_2 + d)(c_1 + d)^2}{2}$$

$$\text{Đối với cột biên: } J_c = \frac{d^3(c_1 + d/2)}{6} + \frac{2d}{6}(C_{AB}^3 + C_{CD}^3) + (c_2 + d).d.C_{AB}^2$$

**Bước 3:** Xác định hệ số phân phối momen không cân bằng làm tăng ứng suất cắt (**ACI 11.11.7.1**)

$$\text{Theo lực cắt: } \gamma_v = 1 - \frac{1}{1 + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{b_1}{b_2}}}$$

Trong đó,

$b_2$  – bề rộng của mặt chịu mômen của tiết diện tính toán quy ước;

$b_1$  – bề rộng của mặt vuông góc với  $b_2$  của tiết diện tính toán quy ước;

$d$  - khoảng cách từ tâm của thép ULT tới mặt nén trong phương truyền mômen, nhưng không nhỏ hơn  $0,8h$ , trong đó  $h$  là bề dày của bản.

**Ghi chú:** Đơn giản trong tính toán có thể xem 60% momen không cân bằng còn 40% tăng ứng suất cắt cho cột (**ACI R11.11.7.1**).

**Bước 4:** Xác định ứng suất trên các mặt cột (**ACI R11.11.7.2**)

$$V_{u(AB)} = \frac{V_u}{A_c} + \frac{\gamma_v M_u}{J_c} C_{AB}$$

$$V_{u(CD)} = \frac{V_u}{A_c} - \frac{\gamma_v M_u}{J_c} C_{CD}$$

**Bước 5:** Xác định khả năng chịu cắt của bản xung quanh cột (**ACI 11.11.2.2**)

$$v_c = \beta_p \sqrt{f_c} + 0,3f_{pc} + \frac{V_p}{b_0 d}$$

Trong đó:

$$\beta_p = \min \left( 3,5 \text{ and } 0,083 \left( \frac{\alpha_s d}{b_0} + 1,5 \right) \right) \text{ với } \alpha_s = \begin{cases} 40 \text{ interior columns} \\ 30 \text{ edge columns} \\ 20 \text{ coner columns} \end{cases}$$

$b_o$  – chu vi của tiết diện tính toán quy ước;

+  $f_{pc}$ - giá trị trung bình của ứng suất nén hiệu quả cho ULT gây ra theo hai phương (**lấy giá trị trung bình cho 2 phương**);  $f_{pc}$  lấy theo mỗi phương không nhỏ hơn 0,9MPa và không lớn hơn 3,5MPa.

+  $\sqrt{f'_c}$  không vượt quá 5,8 Mpa.

+  $V_p$ - thành phần thẳng đứng của lực nén trước hiệu quả đi qua tiết diện cắt nguy hiểm. Trong trường hợp áp ứng lực trước được bố trí đều trên suốt bề rộng sàn, đại lượng  $V_p$  thường được bỏ qua vì lý do an toàn;

**Bước 6:** Kiểm tra điều kiện chọc thủng

$$v_u \leq \phi v_c$$

$\phi$  - hệ số giảm độ bền chống cắt,  $\phi = 0,75$  (**ACI 9.3.2.3**)

**Bước 7:** Tính cốt thép chịu cắt

- Nếu **bước 6** không thỏa thì có thể tăng chiều dày sàn hoặc drop panel hoặc đặt cốt thép chịu cắt.
- Trường hợp 1:  $v_c \leq 0,17\sqrt{f'_c}$  tính thép đai chịu cắt – shear links (**ACI 11.11.3.1**)
- Trường hợp 2:  $v_c \leq 0,25\sqrt{f'_c}$  tính đinh chống cắt – shear studs (**ACI 11.11.5.1**)
- Công thức kiểm tra:  $V_u \leq \phi V_n = \phi(V_c + V_s)$   
 Trong đó:
  - +  $V_c$  khả năng chịu cắt của bê tông,
  - +  $V_s$  là khả năng chịu cắt của thép chịu cắt.

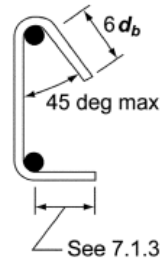
**Xác định cốt đai chống cắt:**

**Trường hợp 1:**

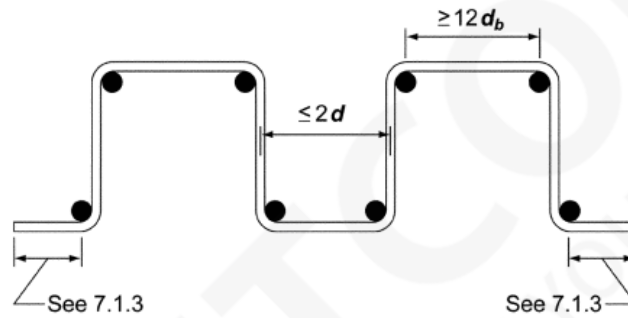
- Khả năng chịu cắt của bê tông:
- Khả năng chịu cắt của đai chống cắt  $V_s = \frac{A_v f_{yt} d}{s}$

$$\rightarrow \frac{A_v}{s} = \frac{V_u - \phi V_c}{\phi f_{yt} d} \quad (\text{ACI R11.4.7})$$

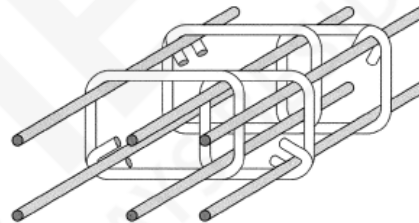
**Chú ý cần kiểm tra:**  $V_n \leq 0,5\sqrt{f'_c} b_o d$  trường hợp không thỏa phải tăng chiều dày sàn hoặc drop panel.



(a) single-leg stirrup or bar



(b) multiple-leg stirrup or bar



(c) closed stirrups

Fig. R11.11.3(a)-(c): Single- or multiple-leg stirrup-type slab shear reinforcement.

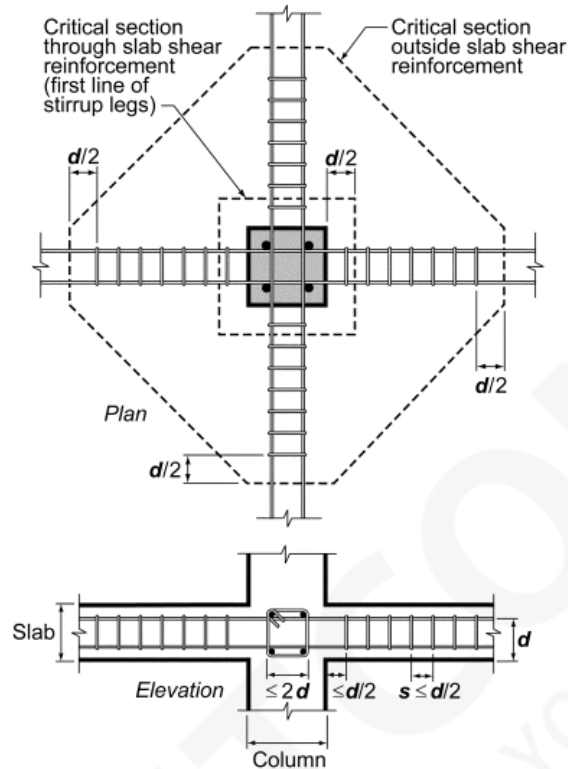


Fig. R11.11.3(d)—Arrangement of stirrup shear reinforcement, interior column.

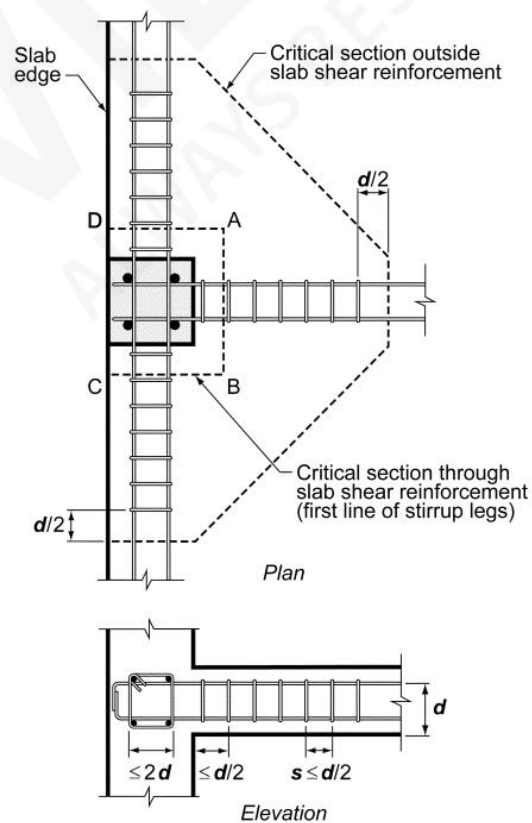


Fig. R11.11.3(e)—Arrangement of stirrup shear reinforcement, edge column.

### Trường hợp 2:

- Khả năng chịu cắt của bê tông:  $V_c \leq 0,25\sqrt{f'_c} b_0 d$
- Khả năng chịu cắt của đai chống cắt:  $V_s = \frac{A_v \times f_{yt}}{s}$

$$v_s = \frac{A_v \times f_{yt}}{b_0 \times s} \geq 0,17\sqrt{f'_c} \quad (\text{ACI 11.11.5.1})$$

$$\rightarrow \frac{A_v}{s} = \frac{V_u - \phi V_c}{\phi f_{yt} b_0}$$

Trong đó:  $A_v$  là tổng diện tích đai chống cắt trên 1 đường chu vi song song với chu vi tiết diện quy đổi.

**Kiểm tra:**  $V_n \leq 0,66\sqrt{f'_c} b_0 d$  (ACI 11.11.5.1) trường hợp không thỏa phải tăng chiều dày sàn hoặc drop panel.

### **Cấu tạo đai chống cắt (ACI 11.11.5.1) và (SAFE PT design mục 6.8.3.4)**

- Khoảng cách từ mép cột đến hàng đai đầu tiên không được lớn hơn  $d/2$  và không được nhỏ hơn  $0,35d$  (SAFE PT);
- Khoảng cách đo từ đường chu vi chứa các đai đến các mặt của cột là không đổi và các đai chứa đai phải vuông góc với mặt cột;
- Khoảng cách giữa 2 đai  $s \leq 0,75d$  cho sàn dự ứng lực trước và móng, trường hợp còn lại

phụ thuộc vào ứng suất cắt: 
$$\begin{cases} s \leq 0,75d & \text{khi } v_u = \frac{V_u}{d.b_0} \leq 0,5\phi\sqrt{f'_c} \\ s \leq 0,5d & \text{khi } v_u = \frac{V_u}{d.b_0} > 0,5\phi\sqrt{f'_c} \end{cases}$$
 trong đó  $b_0$  là chu vi đầu

tiên cách mép cột  $d/2$ .

⇒ **Thực hành tính toán thiên về an toàn** chọn  $s \leq 0,5d$ .

- Theo hướng song song với mặt cột, khoảng cách giữa các đai thép neo không được lớn hơn 2 lần chiều cao tính toán của bản sàn ( $d$ ), trong trường hợp cột hình tròn thì góc hợp giữa 2 đai thép không vượt quá  $60^\circ$ .
- Đầu các chốt thép phải neo bằng các tấm thép hình tròn hoặc chữ nhật với diện tích ít nhất bằng 10 lần diện tích tiết diện thân chốt.
- Chiều dày đai thanh thép neo cố định các chốt thép ở phía dưới có chiều dày không đổi và chiều dày của nó phải lớn hơn hoặc bằng đường kính của chốt thép.
- Chiều rộng của đai thép neo phía dưới phải lớn hơn hoặc bằng 2,5 lần đường kính chốt thép;
- Chiều dày tối thiểu của lớp bê tông bảo vệ ở phía trên và phía dưới đai chốt thép được quy định giống như cốt thép bình thường trong bản sàn và không được lớn hơn chiều dày tối thiểu của lớp bảo vệ cộng với  $\frac{1}{2}$  đường kính thanh thép chịu momen uốn.