

## CHƯƠNG 2. LIÊN KẾT TRONG KẾT CẤU THÉP



1. Đại cương về liên kết trong KCT
2. Liên kết bu lông
3. Liên kết hàn
4. Tính toán liên kết phức tạp



## 2.1. ĐẠI CƯƠNG VỀ LIÊN KẾT TRONG KCT

### 2.1.1. Lý do phải thực hiện liên kết trong KCT

#### 2 lý do cơ bản:

- Do yêu cầu về cấu tạo;
- Do hạn chế về vật liệu, vận chuyển, lắp ráp,...

Vì vậy, liên kết trong KCT rất phổ biến và quan trọng. Nó cần được quan tâm đặc biệt.

#### Hình vẽ:



## 2.1. ĐẠI CƯƠNG VỀ LIÊN KẾT TRONG KCT

### 2.1.2. Các loại (hình thức, phương pháp) liên kết trong KCT

Cho đến nay, người ta đã sử dụng các loại liên kết sau:

- Liên kết đinh tán  $\Rightarrow$  hiện nay ít sử dụng;
  - Liên kết bu lông;
  - Liên kết hàn;
  - Liên kết khác (keo dán,...).
- } hiện nay được sử dụng phổ biến

Hình vẽ:



## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

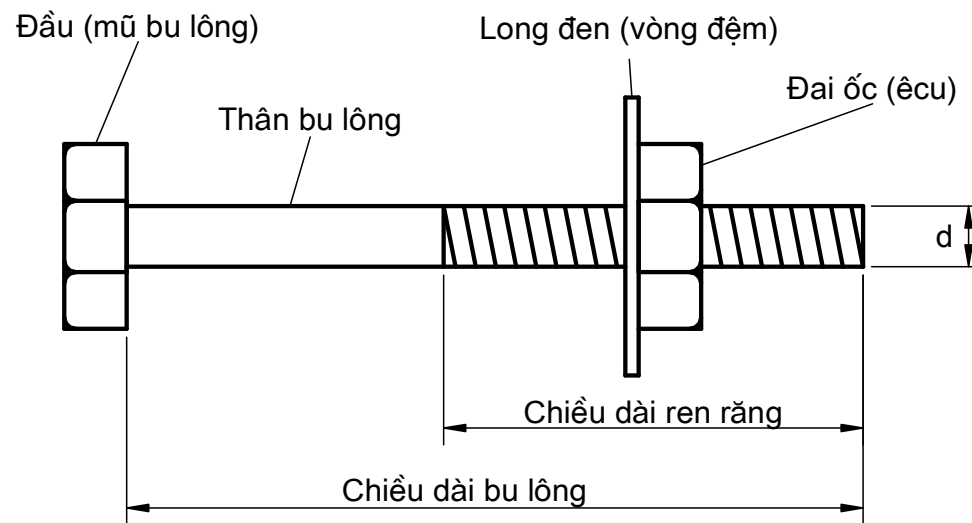
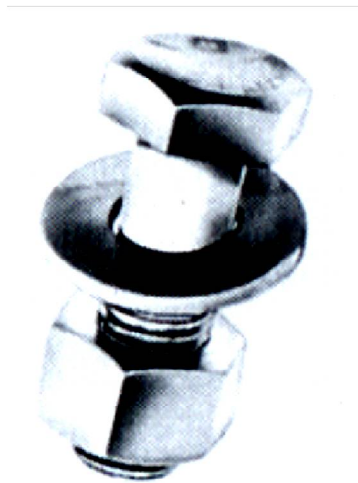
### 2.2.1. Cấu tạo bu lông (1/2)

Có 4 loại bu lông:

- Bu lông thường (thô);
- Bu lông tinh chế;
- Bu lông CĐC;
- Bu lông khác (neo,...).

hiện nay được sử dụng phổ biến

Bu lông thường và bu lông CĐC có hình dạng giống nhau:



## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.1. Cấu tạo bu lông (2/2)

Tuy vậy, bu lông thường và bu lông CĐC có những đặc điểm khác nhau như sau:

#### a) Bu lông thường

Được chế tạo theo ASTM A307. Thép làm bu lông là thép các bon thấp,  $F_{ub} = 420 \text{ MPa}$  (cấp A).

#### b) Bu lông CĐC

Được chế tạo theo ASTM A325/A325M hoặc A490/490M. Thép làm bu lông là thép CĐC. Theo A325M,  $F_{ub} = 830 \text{ MPa}$  (khi  $d = 16 \text{ mm}$  đến  $27 \text{ mm}$ ) và ,  $F_{ub} = 725 \text{ MPa}$  (khi  $d = 30 \text{ mm}$  đến  $36 \text{ mm}$ ).

⇒ Sự khác nhau giữa bu lông thường và bu lông CĐC.



## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.2. Cấu tạo liên kết bu lông (1/12)

#### a) Yêu cầu về ĐK bu lông cho KCT cầu

- Với những bộ phận chính:  $d_{\min} = 16 \text{ mm}$
- Với thép góc chịu lực chính thì  $d \leq 1/4$  chiều rộng cánh được liên kết.

#### b) Các loại lỗ bu lông và PVSD

Để thực hiện được LKBL  $\Rightarrow$  ta phải chế tạo các lỗ bu lông.

Có 4 loại lỗ theo TC 05 và kt của chúng được quy định như sau:



## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.2. Cấu tạo liên kết bu lông (2/12)

#### Kích thước lỗ bu lông lớn nhất

ĐK bu lông	Lỗ chuẩn	Lỗ quá cỡ	Lỗ ô van ngắn	Lỗ ô van dài
d (mm)	h (mm)	h (mm)	a x b (mm)	a x b (mm)
16	18	20	18 × 22	18 × 40
20	22	24	22 × 26	22 × 50
22	24	28	24 × 30	24 × 55
24	26	30	26 × 33	26 × 60
27	30	35	30 × 37	30 × 67
30	33	38	33 × 40	33 × 75
36	39	44	39 × 46	39 × 90



## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.2. Cấu tạo liên kết bu lông (3/12)

- **Lỗ chuẩn:** là loại lỗ tốt nhất, được sử dụng cho mọi loại liên kết, tuy vậy việc thi công rất khó khăn.
- **Lỗ quá cỡ:** có thể dùng trong liên kết bu lông chịu ma sát (CĐC), không dùng trong liên kết chịu ép mặt.
- **Lỗ ô van ngắn:** có thể dùng trong liên kết chịu ma sát hoặc ép mặt. Trong liên kết chịu chịu ép mặt, cạnh dài lỗ ô van cần vuông góc với phương tác dụng của tải trọng.
- **Lỗ ô van dài:** chỉ được dùng trong 1 lớp của cả liên kết chịu ma sát và liên kết chịu ép mặt. Trong liên kết chịu ép mặt, cạnh dài lỗ ô van cần vuông góc với phương tác dụng của tải trọng.



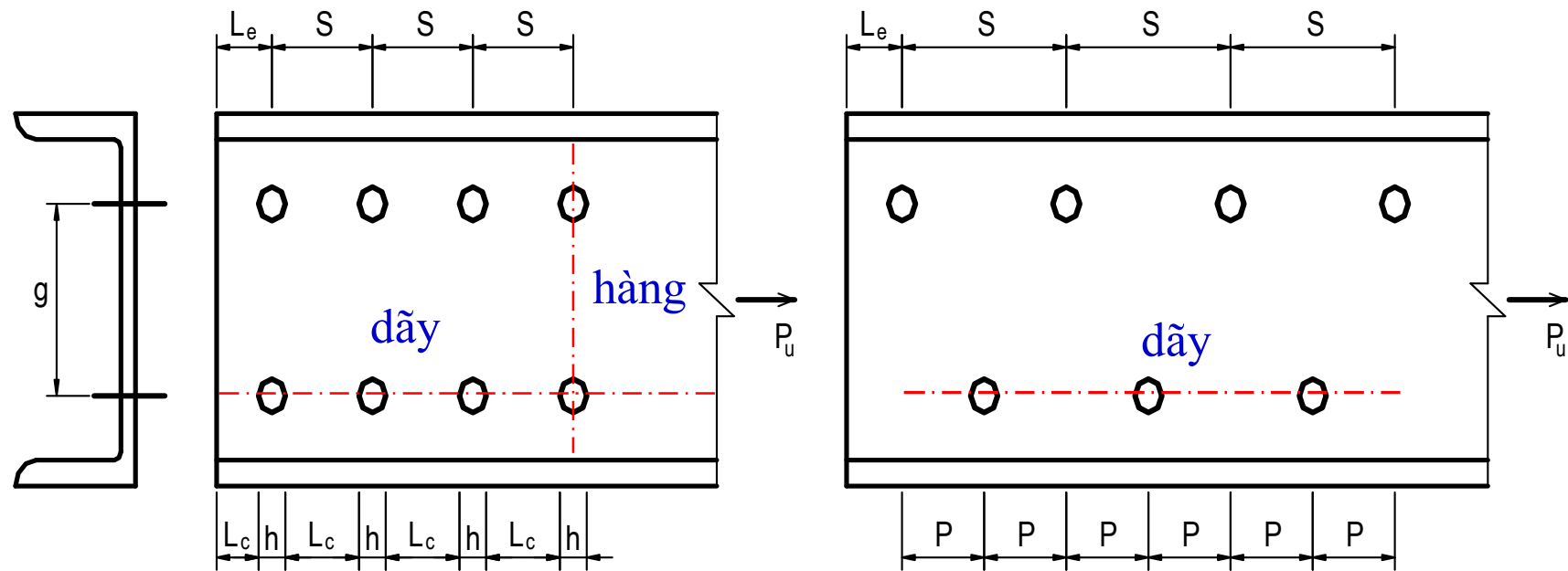


## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.2. Cấu tạo liên kết bu lông (4/12)

#### c) Các quy định về khoảng cách bu lông

- Các khái niệm: Xét 1 liên kết bu lông (bố trí đều hoặc so le) như sau:



Bố trí đều (//)

Bố trí so le (hoa mai)



## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.2. Cấu tạo liên kết bu lông (5/12)

#### c) Các quy định về khoảng cách bu lông

- Các quy định về khoảng cách:

+ **Khoảng cách tối thiểu:** Để thuận tiện cho việc thực hiện liên kết và tăng sức kháng của liên kết, TC 05 quy định:  $a_{\min} = 3d$  (lỗ chuẩn).

+ **Khoảng cách tối đa:** Để đảm bảo ép chặt và giảm kích thước liên kết, TC 05 quy định:

$S \leq (100 + 4t) \leq 175$  mm (dãy bu lông sát mép)

$S \leq (100 + 4t - 3g/4) \leq 175$  mm (khoảng cách so le với hàng liền kề có  $g \geq 38 + 4t$ ).



## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.2. Cấu tạo liên kết bu lông (6/12)

+ Khoảng cách đến mép:

Khoảng cách đến mép tối đa nên  $\leq 8t_{\min}$  hoặc 125 mm. Khoảng cách đến mép tối thiểu được quy định như bảng dưới đây.

Khoảng cách đến mép tối thiểu (A6.13.2.6.6-1)

d (mm)	Mép cắt	Mép được cán hoặc các mép được cắt bằng khí đốt
16	28	22
20	34	26
22	38	28
24	42	30
27	48	34
30	52	38
36	64	46



## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

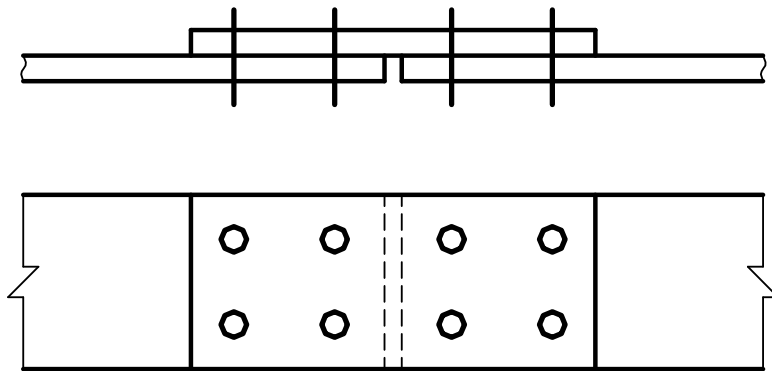
### 2.2.2. Cấu tạo liên kết bu lông (7/12)

#### d) Các hình thức cấu tạo của LKBL

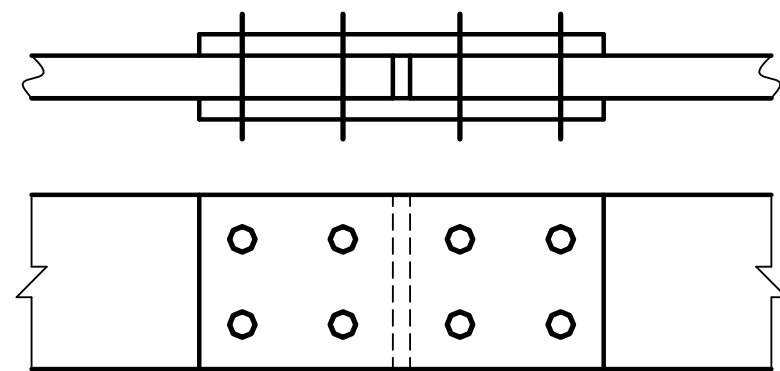
-Liên kết giữa thép bản và thép bản:

Có 2 kiểu là: LK bằng (đôi đầu)

LK chông



Lk bằng 1 bản ghép



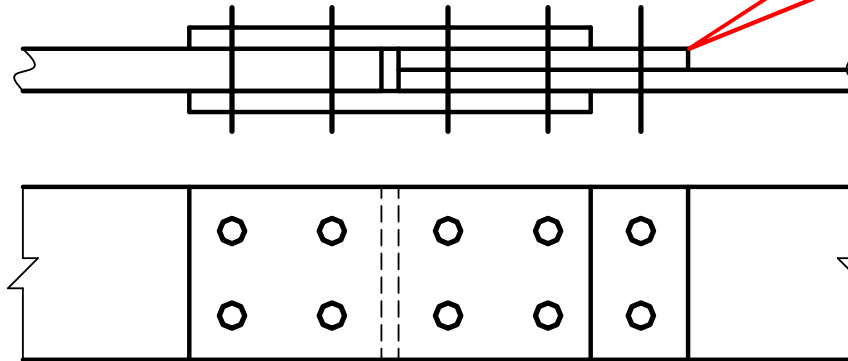
Lk bằng 2 bản ghép



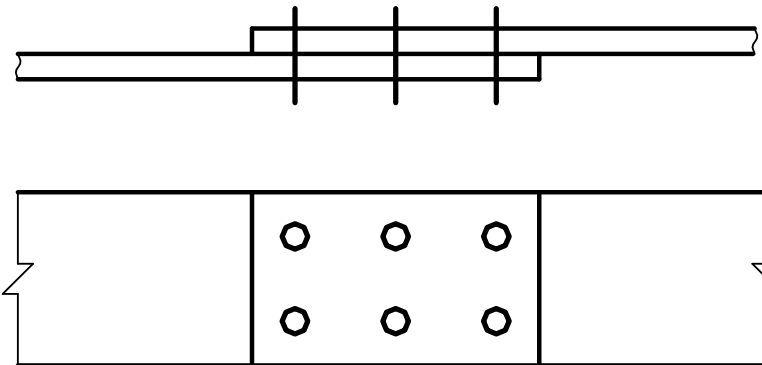
## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.2. Cấu tạo liên kết bu lông (8/12)

Bản dẹt  
được kéo  
dài ra



Lk bằng giữa 2 bản thép có chiều dày khác nhau



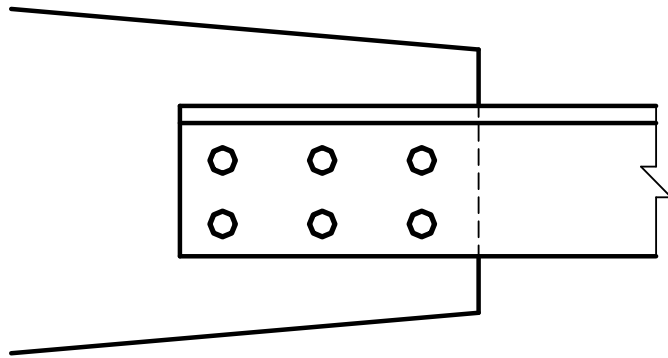
Lk chông giữa 2 bản thép



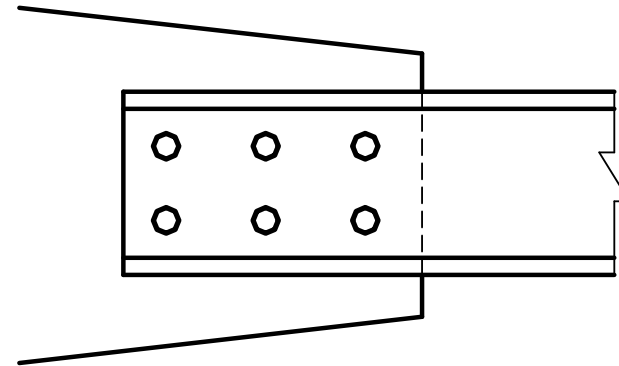
## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.2. Cấu tạo liên kết bu lông (9/12)

- Liên kết giữa thép hình và thép bản:



Lk giữa thép góc + thép bản



Lk giữa thép C + thép bản

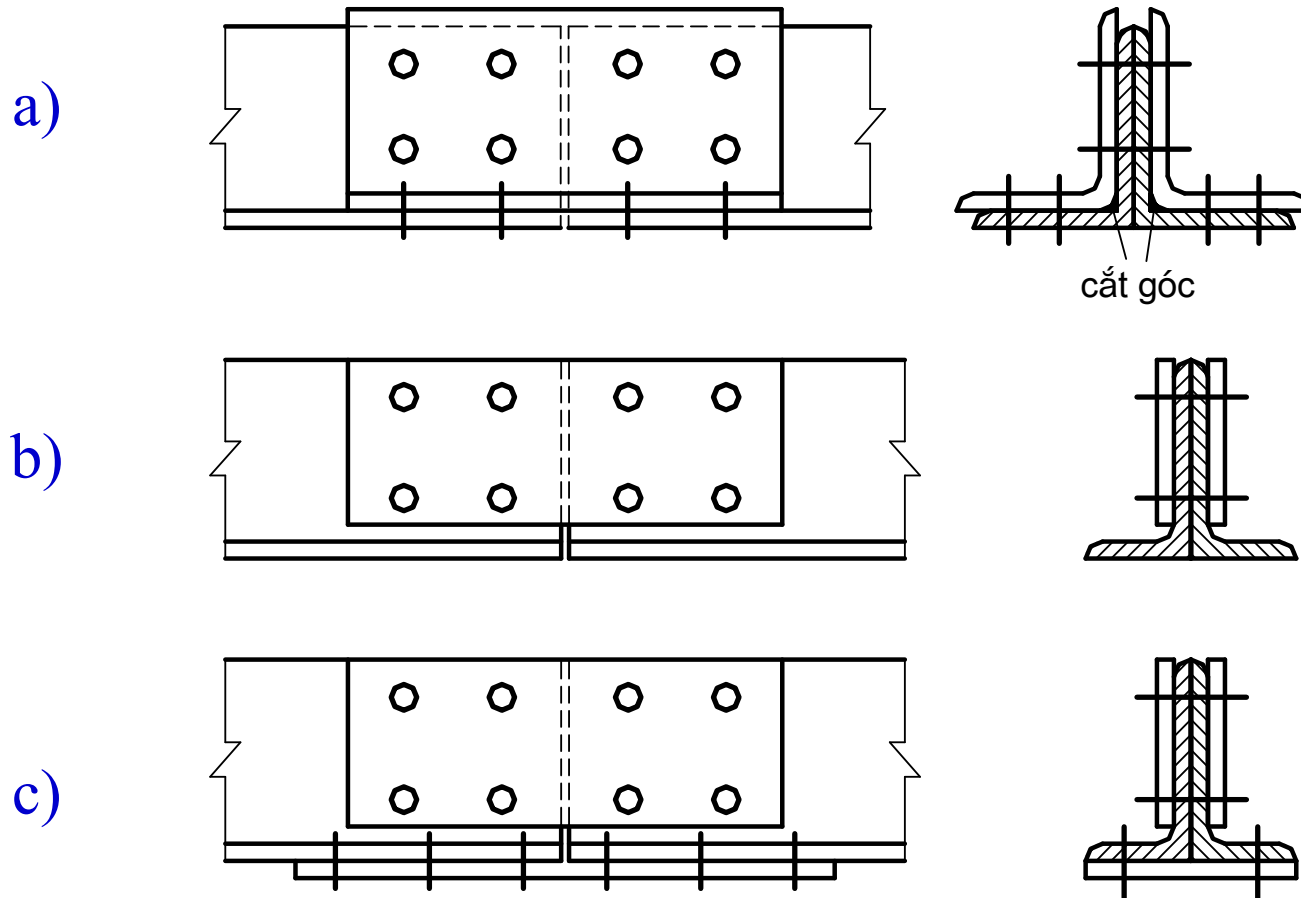
Chú ý cách sử dụng thép góc phụ.



## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.2. Cấu tạo liên kết bu lông (10/12)

- Liên kết giữa thép góc và thép góc:

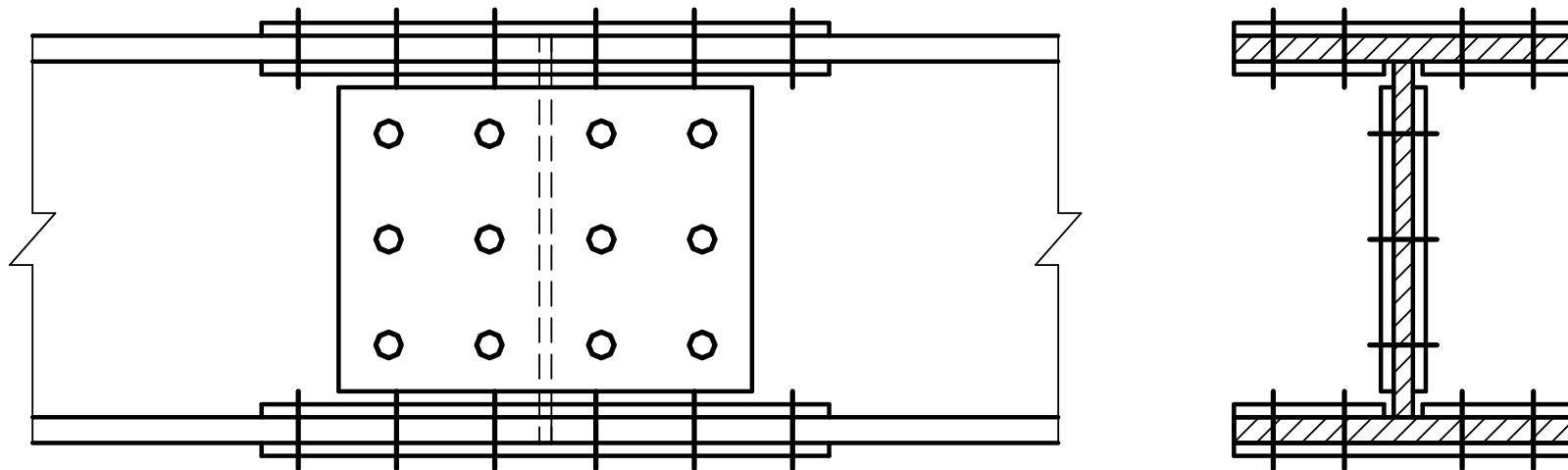


## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.2. Cấu tạo liên kết bu lông (11/12)

- Liên kết giữa thép I và thép I:

Coi tiết diện chữ I gồm 2 bản cánh và 1 bản bụng. Như vậy, ta có thể dùng thép bản để liên kết từng phần tiết diện với nhau.



LK giữa thép I & thép I





## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.2. Cấu tạo liên kết bu lông (12/12)

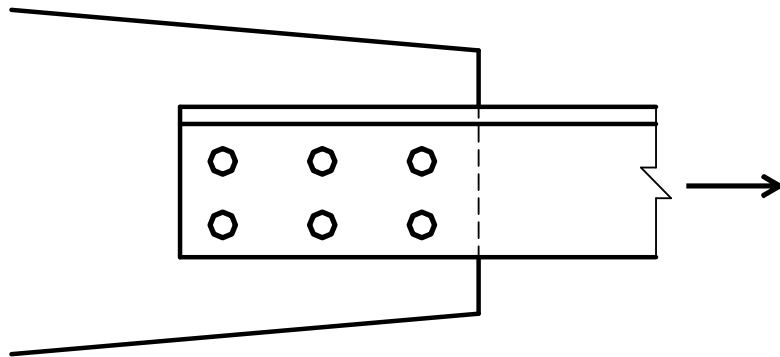
#### - Các chú ý khi thực hiện LKBL:

- +  $\Sigma A_{\text{bản ghép}} \geq A_{\text{bản được lk}}$  và sự phân bố của các bản thép cũng phải tương tự như tiết diện được LK.
- + Trong 1 liên kết chỉ nên sử dụng 1 loại BL.
- + Các bu lông bố trí càng đơn giản càng tốt  $\Rightarrow$  khoảng cách giữa các bu lông đều nhau thành dạng // hoặc so le.
- + Số BL trên 1 dãy đinh phải  $\geq 2$ .

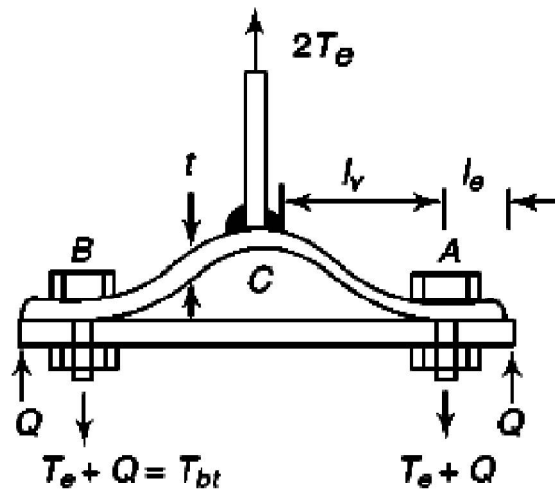
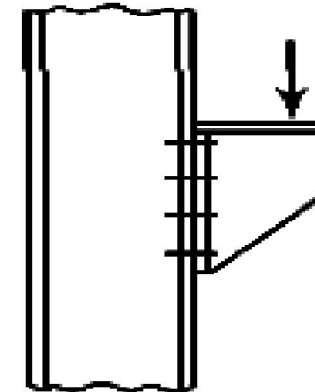
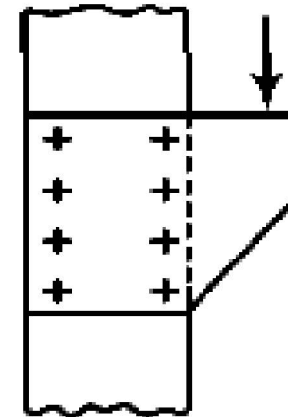


## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.3. Phân loại liên kết bu lông theo điều kiện chịu lực



LKBL chịu cắt



LKBL chịu kéo

LKBL chịu cắt + kéo

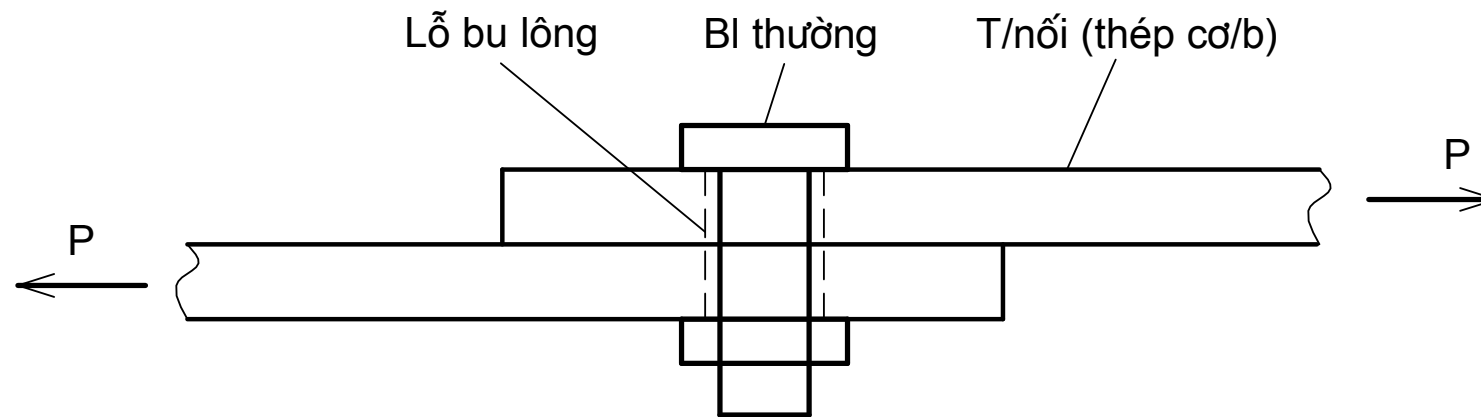


## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.4. Sự làm việc của LKBL chỉ chịu cắt (1/6)

#### a) LKBL thường

- Xét sự làm việc của 1 LKBL thường đơn giản như sau:



LKBL thường chỉ chịu cắt

- Cho  $P$  tăng từ 0 đến phá hoại  $\Rightarrow$  LK làm việc qua 4 GĐ sau:



## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.4. Sự làm việc của LKBL chỉ chịu cắt (2/6)

- + **GD1:**  $P \leq \text{Lực ma sát} \Rightarrow \text{chưa trượt} \Rightarrow \text{BL chưa chịu lực.}$
- + **GD2:**  $P > \text{Lực ma sát} \Rightarrow \text{trượt} \Rightarrow \text{Thân BL tỳ sát vào thành lỗ BL.}$
- + **GD3:**  $P \uparrow \Rightarrow \text{thân BL chịu cắt \& lỗ BL chịu ép mặt.}$
- + **GD4:**  $P \uparrow \text{ tới 1 trị số nào đó} \Rightarrow \text{LK bị phá hoại theo 2 TH:}$

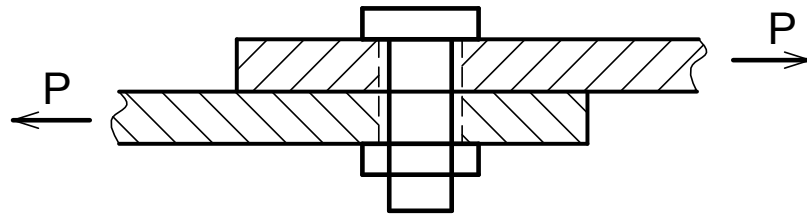
**TH1:** Thân BL bị cắt đứt  $\Rightarrow$  SK cắt của BL.

**TH2:** Lỗ BL bị xé rách  $\Rightarrow$  SK ép mặt của bản thép.

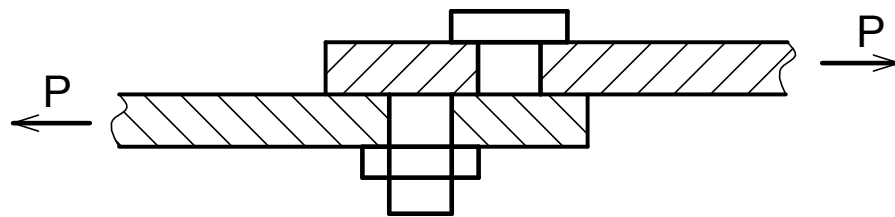
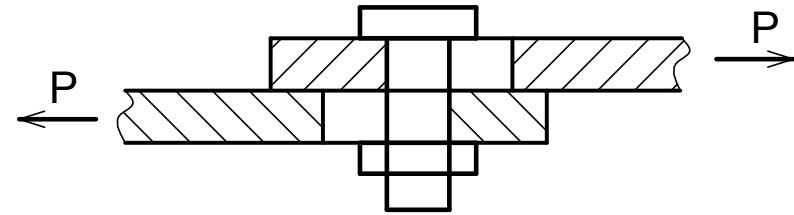


## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

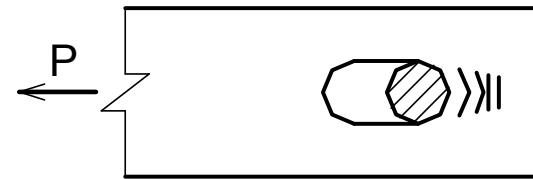
### 2.2.4. Sự làm việc của LKBL chỉ chịu cắt (3/6)



Gđ1: Khi  $P$  còn nhỏ



TH1: Thân bu lông bị cắt đứt



TH2: Lỗ bu lông bị xé rách

Hai TH phá hoại của LKBL thường chỉ chịu cắt



## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.4. Sự làm việc của LKBL chỉ chịu cắt (4/6)

#### b) LKBL CĐC

Khác với LKBL thường, khi thực hiện LKBL CĐC ta phải xiết chặt êcu sao cho trong thân BL có lực kéo theo quy định. Lực kéo này sẽ ép chặt các bản thép với nhau  $\Rightarrow$  lực ma sát giữa các bản thép rất lớn.

Lực ma sát giữa các bản thép phụ thuộc 2 yếu tố chính:

- Lực kéo trong thân BL = Lực ép các bản thép: Lực này được tạo ra theo 3 cách:

+ PP dùng clê đo lực ( $M = k.P.d$ );

+ PP quay thêm êcu (dùng clê đo lực xiết đến khoảng 50% lực yêu cầu, sau đó quay thêm êcu một góc theo thí nghiệm);

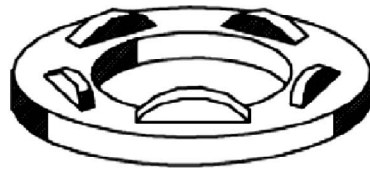
+ PP đo trực tiếp (dùng vòng đệm có vấu lồi);



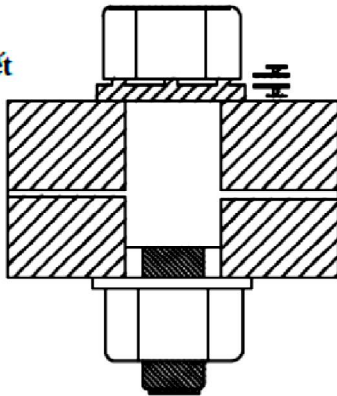
## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.4. Sự làm việc của LKBL chỉ chịu cắt (5/6)

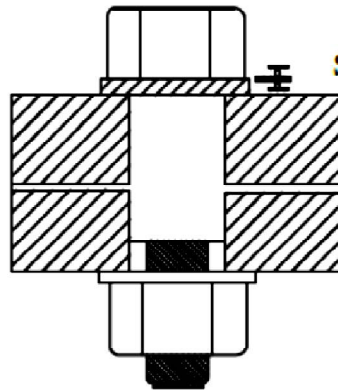
Vòng đệm có mấu lồi



Trước khi xiết



Sau khi xiết



GEK200-W36

NEW



GEK085-W36



GEK135-W36



GEK085-W36



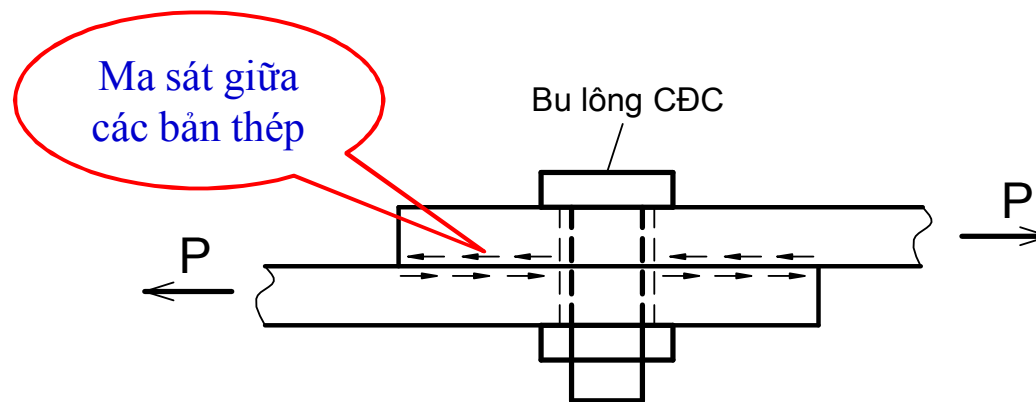
## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.4. Sự làm việc của LKBL chỉ chịu cắt (6/6)

- ĐK bề mặt giữa các bản thép. Chúng ta có thể làm sạch bề mặt các bản thép bằng các PP như: dùng bàn chải sắt, phun cát, lửa, hóa chất.

- Vì vậy, khi tính toán LKBL CĐC, ta cần xem xét 2 TH:

+ TH1: Không cho phép các bản thép trượt lên nhau (TTGHSD)  $\Rightarrow$  Khi lực trượt  $P >$  Lực ma sát, thì LK phá hoại  $\Rightarrow$  SK trượt hay ma sát của LKBL CĐC.



+ TH2: Cho các bản thép trượt lên nhau (TTGHCD)  $\Rightarrow$  LKBL thường.





## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.5. Ưu, nhược điểm và PVSD của LKBL (1/2)

#### a) Ưu điểm

- Tháo lắp được dễ dàng;
- Công việc, thiết bị đơn giản;
- Độ tin cậy cao.

#### b) Nhược điểm

- Tốn vật liệu và công chế tạo;
- Làm thu hẹp tiết diện thanh nối;
- Cấu tạo phức tạp, kích thước to;
- Là LK hở.



## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.5. Ưu, nhược điểm và PVSD của LKBL (2/2)

#### c) PVSD

- **LKBL thường:** Thường sử dụng cho những kết cấu nhỏ, nhẹ, tĩnh, các kết cấu tạm (tháo lắp được) và các kết cấu ở trên cao.
- **LKBL CĐC:** Xuất hiện muộn hơn, nhưng có nhiều ưu điểm  $\Rightarrow$  ngày nay nó được sử dụng thay thế cho LK đỉnh tán cho những kết cấu chịu tải trọng nặng, động, lớn.



## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.6. Sức kháng của LKBL chỉ chịu cắt (1/9)

#### a) Sức kháng cắt của 1 bu lông

- Khi  $L_{lk} \leq 1270$  mm ( $L_{lk}$  = k/c giữa 2 BL xa nhất trên 1 dãy BL)

+ SK cắt danh định của 1 BL thường:

$$R_{ns1} = 0,38 A_b F_{ub} N_s$$

+ SK cắt danh định của 1 BL CĐC:

$$R_{ns1} = 0,38 A_b F_{ub} N_s \text{ (nằm trong);}$$

$$R_{ns1} = 0,48 A_b F_{ub} N_s \text{ (nằm ngoài);}$$

- Khi  $L_{lk} > 1270$  mm:  $R_{ns1}$  giảm đi 20%.

- Với LKBL thường, khi  $\Sigma t_{bản\ nói} > 5d \Rightarrow R_{ns1} \downarrow 1\%$  cho 1,5 mm lớn hơn.

- SK cắt tính toán của 1 BL:  $R_{rs1} = \Phi_s R_{ns1}$  ( $\Phi_s = 0,65/0,8$  cho BL thường/CĐC).

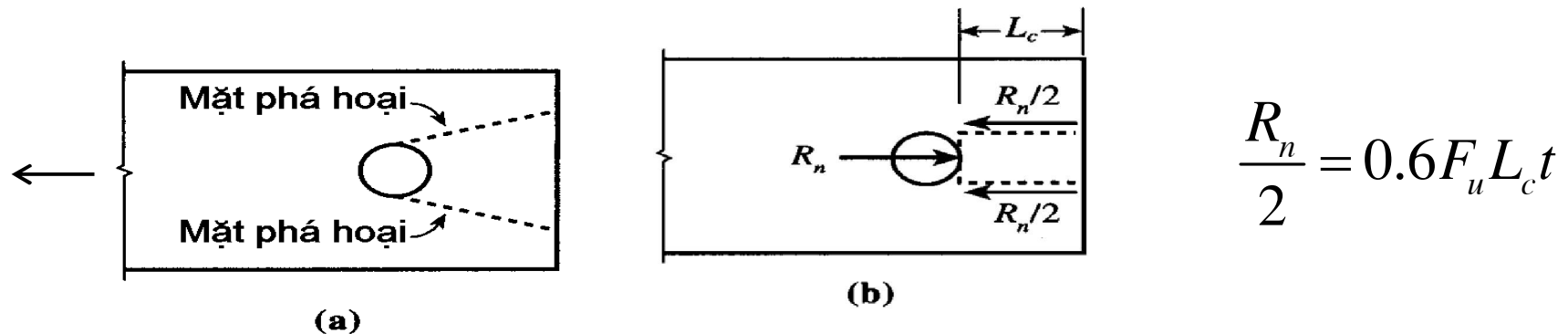


## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.6. Sức kháng của LKBL chỉ chịu cắt (2/9)

#### b) Sức kháng ép mặt của bản thép cho 1 BL

- Sự ép mặt của thân BL lên bản thép được lý tưởng như sau:



$$\frac{R_n}{2} = 0.6 F_u L_c t$$

⇒ SK ép mặt danh định của bản thép cho 1 BL (lỗ chuẩn):

$$R_{nbb1} = 1,2 L_c t F_u \text{ khi } L_c \leq 2d;$$

$$R_{nbb1} = 2,4 d t F_u \text{ khi } L_c > 2d.$$



## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.6. Sức kháng của LKBL chỉ chịu cắt (3/9)

$L_c$  = Chiều dài chịu ép mặt của bản thép;

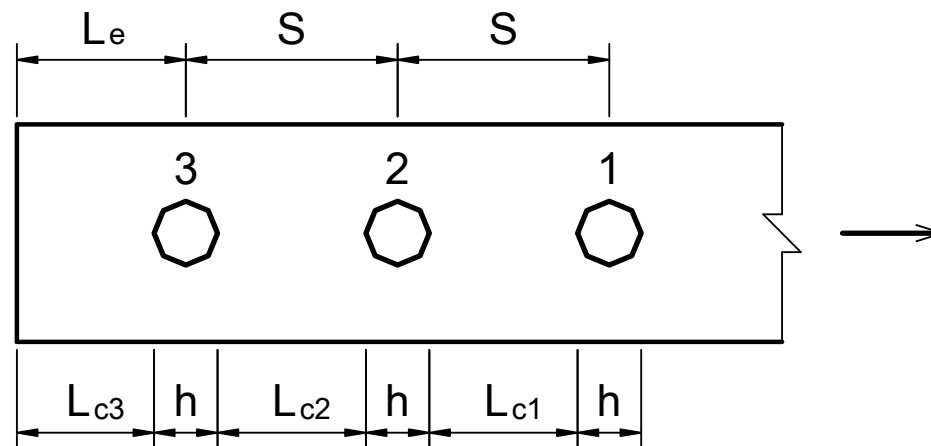
$t$  = Chiều dày của bản thép bị ép mặt;

$F_u$  = Cường độ chịu kéo của bản thép bị ép mặt.

- SK ép mặt tính toán của bản thép cho 1 bu lông:

$$R_{rbb1} = \Phi_{bb} R_{nbb1} = 0,8 R_{nbb1}$$

- Chú ý cách XD  $L_c$  cho mỗi bu lông:



## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.6. Sức kháng của LKBL chỉ chịu cắt (4/9)

#### c) Sức kháng trượt (ma sát) của 1 BL CĐC

- Ở TTGHSD, SK trượt của BL CĐC phải được kiểm tra. SK trượt của 1 BL CĐC được XD như sau:

$$R_r = R_n = K_h K_s N_s P_t$$

Trong đó:

$K_h, K_s$  = hệ số phụ thuộc vào kích thước lỗ BL, điều kiện bề mặt giữa các bản thép (tra bảng);

$N_s$  = số mặt phẳng ma sát = số mp chịu cắt của BL;

$P_t$  = Lực kéo tối thiểu yêu cầu (tra bảng).



## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.6. Sức kháng của LKBL chỉ chịu cắt (5/9)

#### A6.13.2.8-1. Lực kéo tối thiểu yêu cầu của bu lông

d (mm)	Lực kéo tối thiểu yêu cầu trong bu lông $P_t$ (kN)	
	Bu lông A325M	Bu lông A490M
16	91	114
20	142	179
22	176	221
24	205	257
27	267	334
30	326	408
36	475	595



## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.6. Sức kháng của LKBL chỉ chịu cắt (6/9)

#### A6.13.2.8-2. Các trị số của $K_h$

Cho các lỗ chuẩn	1,0
Cho các lỗ quá cỡ và khía rãnh ngắn	0,85
Cho các lỗ khía rãnh dài với rãnh vuông góc với phương của lực	0,70
Cho các lỗ khía rãnh dài với rãnh song song với phương của lực	0,60

#### A6.13.2.8-3. Các trị số của $K_s$

Cho các điều kiện bề mặt loại A	0,33
Cho các điều kiện bề mặt loại B	0,50
Cho các điều kiện bề mặt loại C	0,33





## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.6. Sức kháng của LKBL chỉ chịu cắt (7/9)

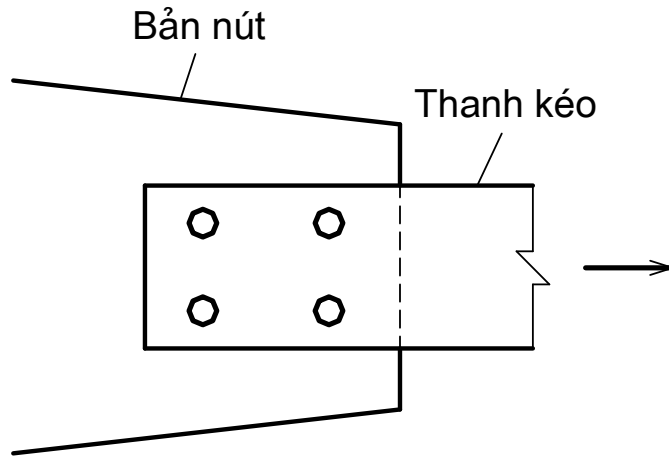
#### d) Sức kháng phá hoại cắt khối

- **Khái niệm:** Phá hoại cắt khối là gì? Đó là hiện tượng LK bị p/h do 1 phần của thanh nối (**1 khối**) bị bật ra khỏi LK. Để đơn giản cho tính toán, TC 05 chỉ xem xét t/hợp khối vật liệu thanh nối bị bật ra khỏi LK do bị p/h trên các mp // và  $\perp$  phương t/d của tải trọng. VD:

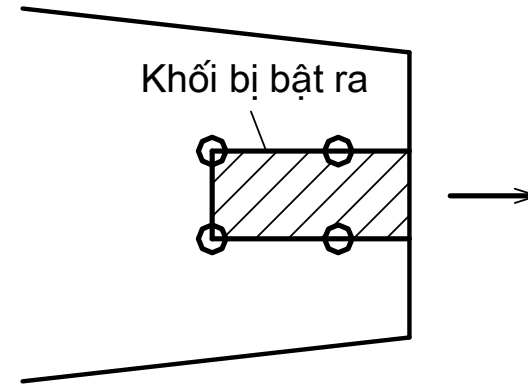


## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

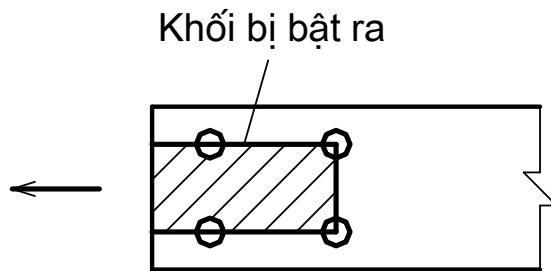
### 2.2.6. Sức kháng của LKBL chỉ chịu cắt (8/9)



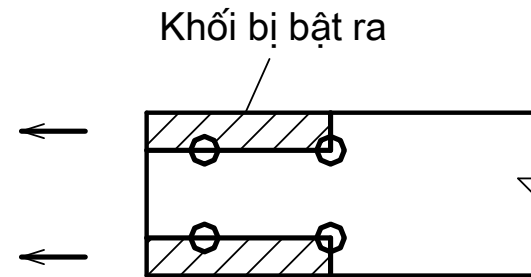
Sơ đồ chịu lực của liên kết



Th1: Phá hoại cắt khối xảy ra với bản nút



Th2: Phá hoại cắt khối xảy ra với thanh kéo



Th3: Phá hoại cắt khối xảy ra với thanh kéo

Sơ đồ ph cắt khối cho một LKBL đơn giản



## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.6. Sức kháng của LKBL chỉ chịu cắt (9/9)

- SK ph cắt khối danh định:

$$R_{nbs} = 0,58 F_y A_{vg} + F_u A_{tn} \quad , \text{ khi } A_{tn} \geq 0,58 A_{vn}$$

$$0,58 F_u A_{vn} + F_y A_{tg} \quad , \text{ khi } A_{tn} \leq 0,58 A_{vn}$$

- Trong đó:

$F_y, F_u$  = cường độ chảy, chịu kéo của bản thép bị cắt khối;

$A_{vg}, A_{vn}$  = diện tích nguyên, thực của mp chịu cắt;

$A_{tg}, A_{tn}$  = diện tích nguyên, thực của mp chịu kéo.

- SK ph cắt khối tính toán:

$$R_{rbs} = \Phi_{bs} R_{nbs} = 0,8 R_{nbs}$$



## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.7. Một số dạng bài toán (1/12)

#### a) Bài toán tính duyệt (kiểm tra)

Cho chi tiết kích thước 1 LKBL, loại thép, loại BL, ĐK BL và (tải trọng tác dụng). Yêu cầu tính duyệt LK? Hoặc

XĐ cường độ thép của LK?;

XĐ SK của LK?

XĐ k/năng chịu lực của LK?

XĐ tải trọng lớn nhất LK có thể chịu được?

#### b) Bài toán thiết kế

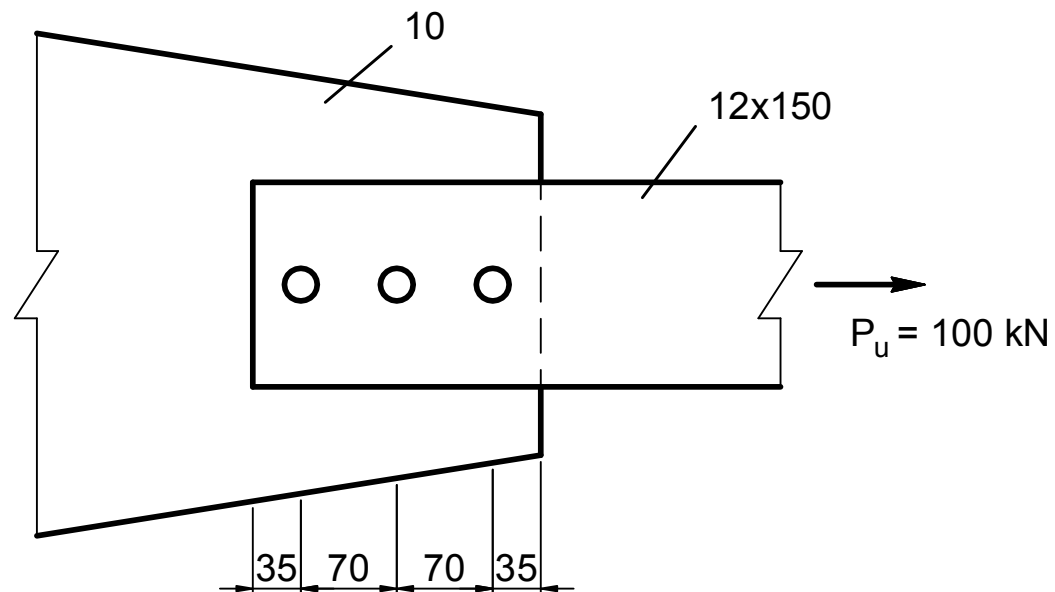
Cho dạng 1 LKBL, (loại thép, loại BL, ĐK BL) và tải trọng tác dụng. Yêu cầu XĐ số bu lông và bố trí cho LK?



## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.7. Một số dạng bài toán (2/12)

**VD1:** Cho 1 LK như h/vẽ. Thép k/c dùng loại M270M cấp 250. BL dùng loại A307 cấp A, có  $d = 22$  mm. Lực dọc tác dụng có hệ số ở TTGHCD là  $P_u = 100$  kN. Hãy tính duyệt LK theo cắt, ép mặt và cắt khối?



## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.7. Một số dạng bài toán (3/12)

#### a) XD SK của LK theo cắt

- Tính cho 1 BL:

$$\begin{aligned} R_{rs1} &= \Phi_s R_{ns1} = 0,65 (0,38 A_b F_{ub} N_s) = 0,65 \left( 0,38 \cdot \frac{3,14 \cdot 22^2}{4} \cdot 420 \cdot 1 \right) \\ &= 39,4 \cdot 10^3 \text{ N} = 39,4 \text{ kN.} \end{aligned}$$

- Tính cho cả LK:

$$R_{rs} = 3 \cdot R_{rs1} = 3 \cdot 39,4 = 118,2 \text{ kN.}$$

#### b) XD SK của LK theo ép mặt

- N/xét: Ta thấy chiều dài chịu ép mặt ( $L_c$ ) của thanh kéo và bản nút giống nhau, nhưng  $t_{bn} = 10 \text{ mm} < t_{tk} = 12 \text{ mm} \Rightarrow$  SK ép mặt của LK = SK ép mặt của bản nút.

- Tính cho 1 bu lông sát mép:

$$\Rightarrow L_c = L_e - h/2 = 35 - 24/2 = 23 \text{ mm} < 2d = 2 \cdot 22 = 44 \text{ mm.}$$



## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.7. Một số dạng bài toán (4/12)

$$\begin{aligned}\Rightarrow R_{rbb1} &= \Phi_{bb} R_{nbb1} = 0,8 (1,2 L_c t F_u) = 0,8. (1,2. 23. 10. 400) \\ &= 88,3. 10^3 \text{ N} = 88,3 \text{ kN.}\end{aligned}$$

- Tính cho 1 BL khác:

$$\Rightarrow L'_c = S - h = 70 - 24 = 46 \text{ mm} > 2d = 2.22 = 44 \text{ mm.}$$

$$\begin{aligned}\Rightarrow R'_{rbb1} &= \Phi_{bb} R'_{nbb1} = 0,8 (2,4 d t F_u) = 0,8. (2,4. 22. 10. 400) \\ &= 168,9. 10^3 \text{ N} = 168,9 \text{ kN.}\end{aligned}$$

- Tính cho cả LK:

$$\Rightarrow R_{rbb} = 1. R_{nbb1} + 2. R'_{nbb1} = 1. 88,3 + 2. 168,9 = 426,1 \text{ kN.}$$

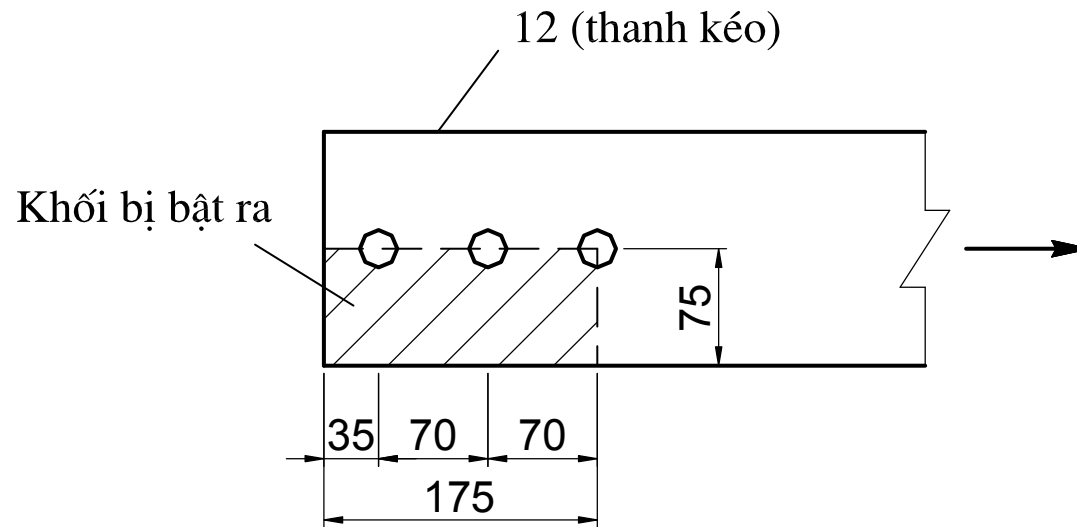
c) XD SK của LK theo cắt khối

- Sơ đồ p/h cắt khối bất lợi nhất của LK như sau.



## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.7. Một số dạng bài toán (5/12)



Sơ đồ PHCK của LK

- Từ h.vẽ, ta có:

$$A_{vg} = (70 + 70 + 35) \cdot 12 = 2100 \text{ mm}^2;$$

$$A_{vn} = (70 + 70 + 35 - 2,5 \cdot 24) \cdot 12 = 1138 \text{ mm}^2;$$





## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.7. Một số dạng bài toán (6/12)

$$A_{tg} = 75 \cdot 12 = 900 \text{ mm}^2;$$

$$A_{tn} = (75 - 24/2) \cdot 12 = 756 \text{ mm}^2.$$

$$\Rightarrow 0,58 A_{vn} = 0,58 \cdot 1380 = 800,4 \text{ mm}^2 > A_{tn} = 756 \text{ mm}^2.$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow R_{rbs} &= 0,8 (0,58 F_u A_{vn} + F_y A_{tg}) \\ &= 0,8 \cdot (0,58 \cdot 400 \cdot 1380 + 250 \cdot 900) = 436 \cdot 10^3 \text{ N} = 436 \text{ kN}. \end{aligned}$$

Vậy SK của LK theo cắt, ép mặt và cắt khối là:

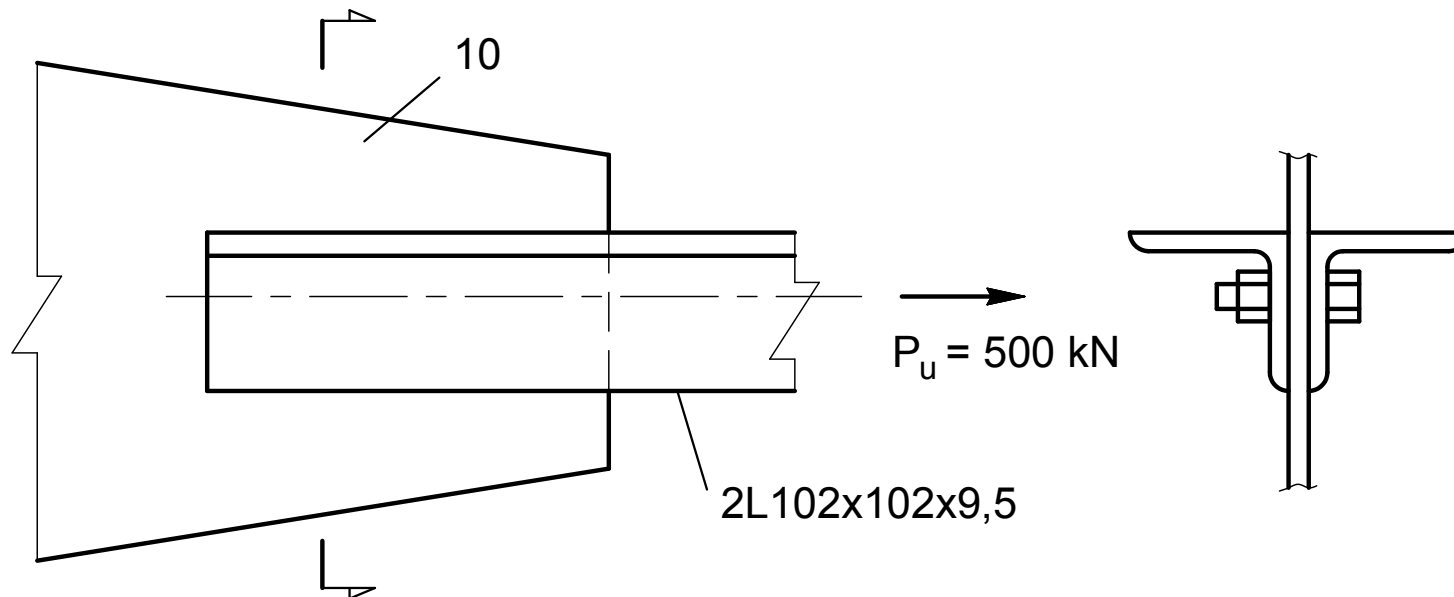
$$R_r = \min(R_{rs}, R_{rbb}, R_{rbs}) = \min(118,2; 426,1; 436) = 118,2 \text{ kN} > P_u = 100 \text{ kN} \Rightarrow \text{Đạt (LK đã cho đủ khả năng chịu lực)}.$$



## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.7. Một số dạng bài toán (7/12)

**VD2:** Cho 1 LK có dạng như h/vẽ. Thép k/c dùng loại M270M cấp 250, BL dùng loại A307 cấp A. Lực dọc tác dụng có hệ số ở TTGHCD là  $P_u = 500$  kN. Xác định số BL và bố trí theo cắt, ép mặt và cắt khối?



## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.7. Một số dạng bài toán (8/12)

**Bài giải:**

- Xác định SK cắt của 1 BL:

Chọn ĐK BL  $d = 24 \text{ mm} \Rightarrow$

$$\begin{aligned} R_{rs1} &= \Phi_s R_{ns1} = 0,65 (0,38 A_b F_{ub} N_s) = 0,65 \left( 0,38 \cdot \frac{3,14 \cdot 24^2}{4} \cdot 420 \cdot 2 \right) \\ &= 93,7 \cdot 10^3 \text{ (N)} = 93,7 \text{ (kN)}. \end{aligned}$$

- Xác định số BL cần thiết theo SK cắt:

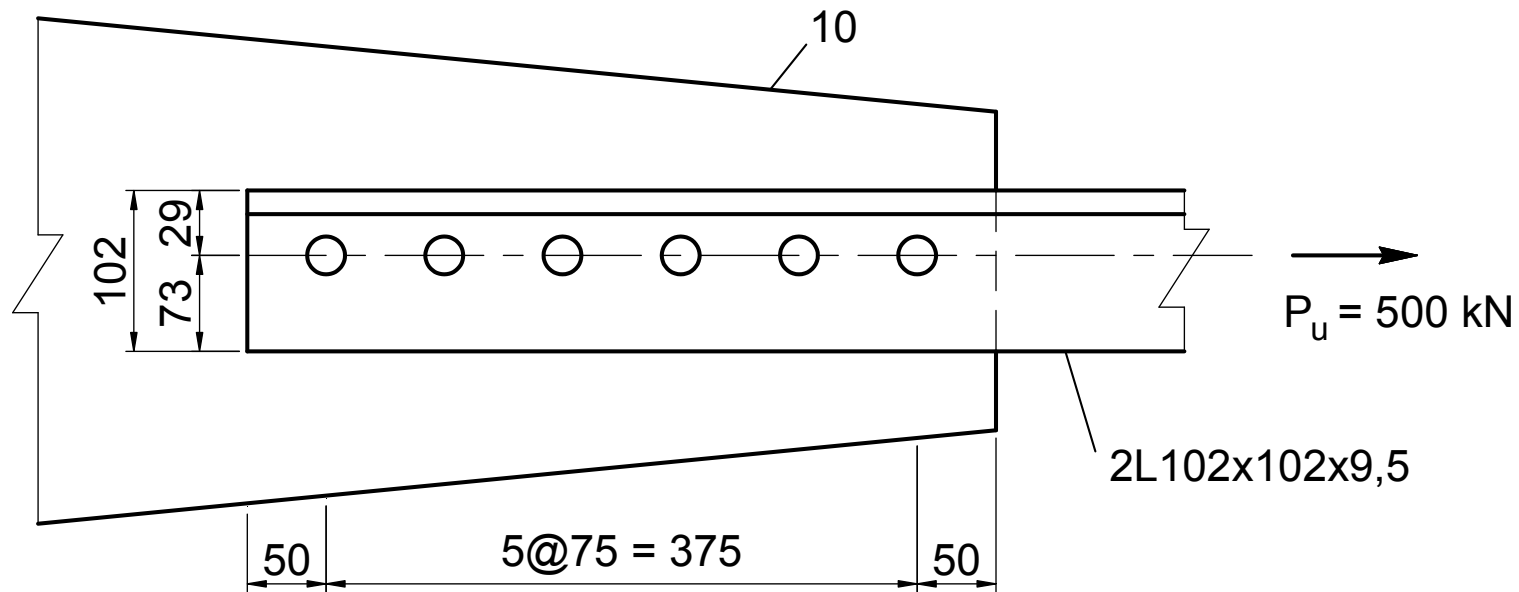
$$n \geq P_u / R_{rs1} = 500 / 93,7 = 5,3 \text{ (bu lông)} \Rightarrow \text{Chọn } n = 6 \text{ (bu lông) và bố trí}$$

như sau:



## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.7. Một số dạng bài toán (9/12)



- Tra tra lại LK theo SK ép mặt:

+ N/xét: Ta thấy chiều dài chịu ép mặt ( $L_c$ ) của thanh kéo và bản nút giống nhau, nhưng  $t_{bn} = 10$  mm <  $t_{tk} = 9,5 \cdot 2 = 19$  mm  $\Rightarrow$  SK ép mặt của LK = SK ép mặt của bản nút.



## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.7. Một số dạng bài toán (10/12)

+ Tính cho 1 bu lông sát mép:

$$\Rightarrow L_c = L_e - h/2 = 50 - 26/2 = 37 \text{ mm} < 2d = 2 \cdot 24 = 48 \text{ mm.}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow R_{rbb1} &= \Phi_{bb} R_{nbb1} = 0,8 (1,2 L_c t F_u) = 0,8 \cdot (1,2 \cdot 37 \cdot 10 \cdot 400) \\ &= 142 \cdot 10^3 \text{ (N)} = 142 \text{ (kN)}. \end{aligned}$$

+ Tính cho 1 BL khác:

$$\Rightarrow L'_c = S - h = 75 - 26 = 49 \text{ mm} > 2d = 2 \cdot 24 = 48 \text{ mm.}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow R'_{rbb1} &= \Phi_{bb} R'_{nbb1} = 0,8 (2,4 d t F_u) = 0,8 \cdot (2,4 \cdot 24 \cdot 10 \cdot 400) \\ &= 184,3 \cdot 10^3 \text{ (N)} = 184,3 \text{ (kN)}. \end{aligned}$$

- Tính cho cả LK:

$$\Rightarrow R_{rbb} = 1 \cdot R_{rbb1} + 5 \cdot R'_{rbb1} = 1 \cdot 142 + 5 \cdot 184,3 = 1063 \text{ (kN)} > P_u = 500 \text{ (kN)} \Rightarrow \text{Đạt (LK đủ khả năng chịu lực theo SK ép mặt)}.$$

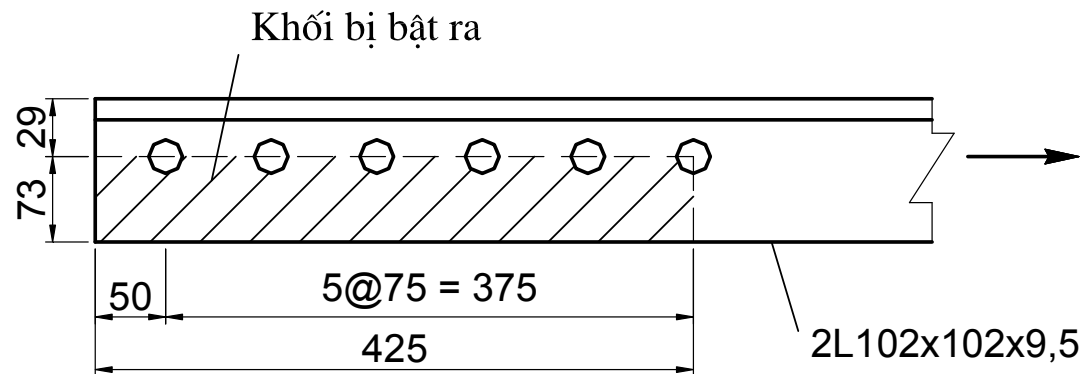


## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.7. Một số dạng bài toán (11/12)

- Kiểm tra lại LK theo SK phá hoại cắt khối:

+ Sơ đồ p/h cắt khối bất lợi nhất của LK như sau:



+ Từ h/vẽ, ta có:

$$A_{vg} = 425 \cdot 9,5 \cdot 2 = 8075 \text{ mm}^2;$$

$$A_{vn} = (425 - 5,5 \cdot 26) \cdot 9,5 \cdot 2 = 5358 \text{ mm}^2;$$

$$A_{tg} = 73 \cdot 9,5 \cdot 2 = 1387 \text{ mm}^2;$$

$$A_{tn} = (73 - 26/2) \cdot 9,5 \cdot 2 = 1140 \text{ mm}^2;$$



## 2.2. LIÊN KẾT BU LÔNG

### 2.2.7. Một số dạng bài toán (12/12)

$$\Rightarrow 0,58 A_{vn} = 0,58 \cdot 5358 = 3107 \text{ mm}^2 > A_{tn} = 1140 \text{ mm}^2$$

$$\Rightarrow R_{rbs} = \Phi_{bs} R_{nbs} = 0,8 (0,58 F_u A_{vn} + F_y A_{tg}) = \dots$$

$$= 1271 \cdot 10^3 \text{ (N)} = 1271 \text{ (kN)} > P_u = 500 \text{ (kN)}$$

$\Rightarrow$  Đạt (LK đã chọn đủ khả năng chịu lực theo SKPHCK).



## 2.3. LIÊN KẾT HÀN

### 2.3.1. Giới thiệu các PP hàn trong KCT (1/5)

**Khái niệm:** Hàn là việc đặt sát 2 thanh KL cần liên kết (thanh hàn – KL cơ bản) với nhau, dùng n/độ cao đốt nóng cục bộ làm cho KL chỗ tiếp xúc chảy lỏng hoặc mềm ra, đồng thời có thể dùng sức ép hoặc cho thêm KL lỏng vào. Các KL lỏng này sẽ kết hợp với nhau, để nguội tạo thành đường hàn LK 2 thanh KL với nhau.

Có 2 PP hàn chủ yếu: Hàn điện  
Hàn xì

→ Hàn hồ quang điện (phổ biến)  
→ Hàn điện trở

#### 1) Hàn hồ quang điện

3 loại: Hàn tay;  
Hàn tự động  
Hàn bán tự động.

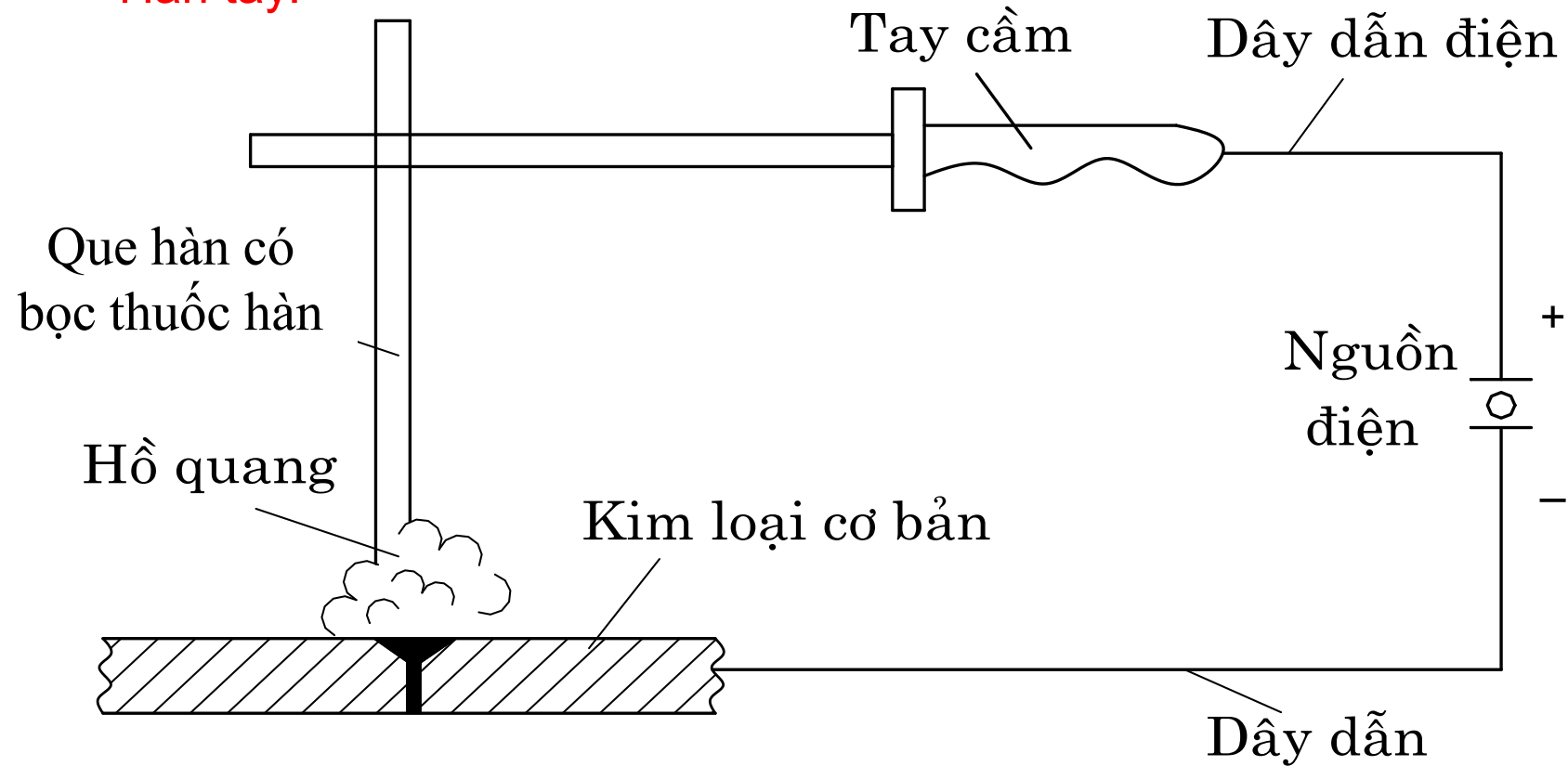




## 2.3. LIÊN KẾT HÀN

### 2.3.1. Giới thiệu các PP hàn trong KCT (2/5)

+ Hàn tay:



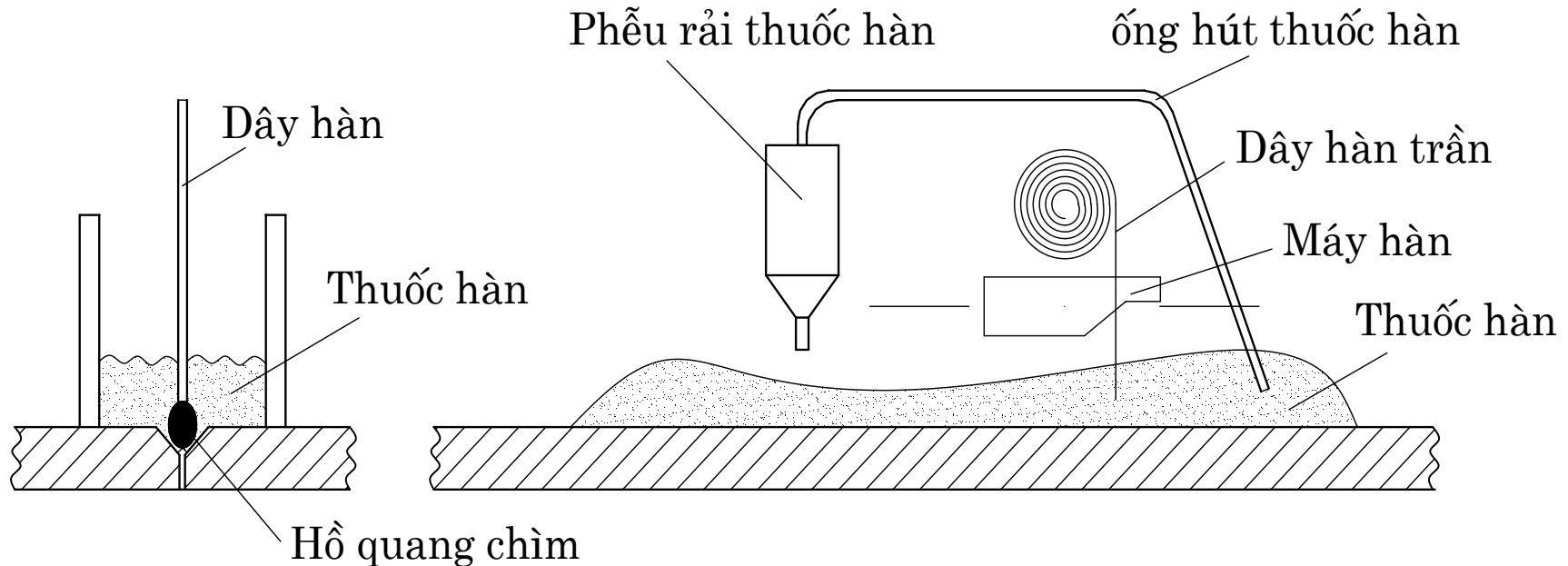
Nguyên lý của hàn hồ quang điện tay



## 2.3. LIÊN KẾT HÀN

### 2.3.1. Giới thiệu các PP hàn trong KCT (3/5)

+ Hàn tự động và bán tự động:



### Nguyên lý của hàn hồ quang điện máy

Chú ý: Trong PP hàn tự động và bán tự động, người ta còn sd các PP hàn khác như: PP hàn hồ quang trong khí bảo vệ, hàn dây lõi thuốc,...



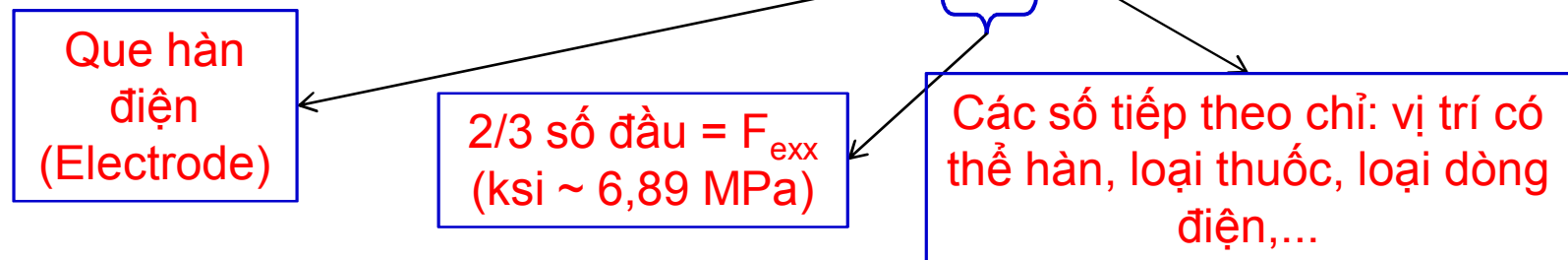
## 2.3. LIÊN KẾT HÀN

### 2.3.1. Giới thiệu các PP hàn trong KCT (4/5)

#### + Que hàn:

Trong q/trình hàn, que hàn vừa là 1 đầu của điện cực, vừa là KL để lấp đầy đ/hàn. Que hàn có thể dưới dạng trần hoặc có bọc thuốc hàn. Thuốc hàn có tác dụng giữ cho KL lỏng khi hàn không bị ảnh hưởng trực tiếp của kk. Nó cũng có thể có thêm các KL khác để nâng cao chất lượng đ/hàn.

Theo AWS, mỗi que hàn có 1 mã số: **EXXXXX**



Ví dụ: E70XX  $\Rightarrow F_{exx} = 70 \text{ ksi} \approx 485 \text{ MPa}$ .

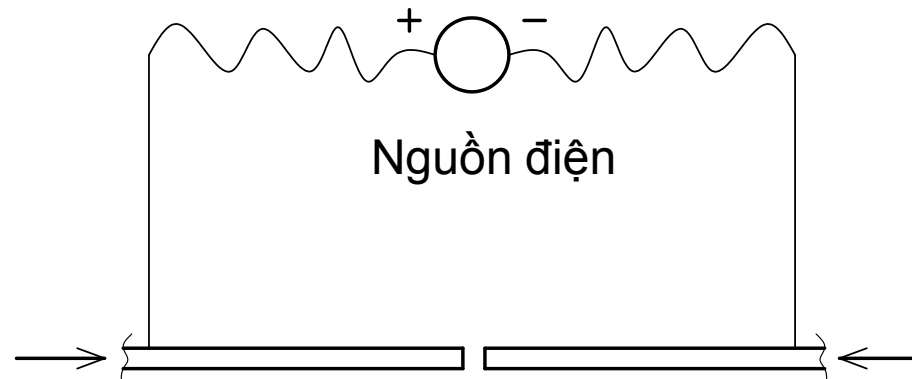


## 2.3. LIÊN KẾT HÀN

### 2.3.1. Giới thiệu các PP hàn trong KCT (5/5)

#### 2) Hàn điện trở

TT hàn hồ quang điện, nhưng không sử dụng que hàn.



Nguyên lý của hàn điện trở

#### 3) Hàn hơi (xì)

Khí  $O_2$  và Axetylen ( $C_2H_2$ ) được dẫn ra vòi hàn với áp suất cao  $\Rightarrow$  cháy tạo thành ngọn lửa có n/độ lên tới  $3000^{\circ}C \Rightarrow$  nóng chảy KL thanh hàn và KL phụ  $\Rightarrow$  đường hàn.

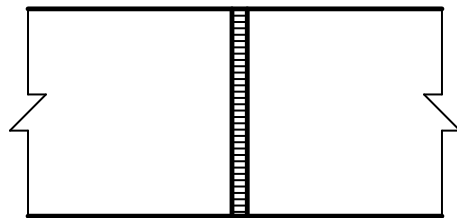


## 2.3. LIÊN KẾT HÀN

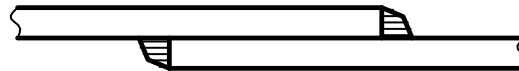
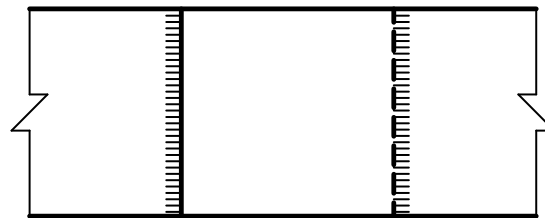
### 2.3.2. Cấu tạo của LK hàn (1/7)

#### a) Các hình thức LK bằng đường hàn

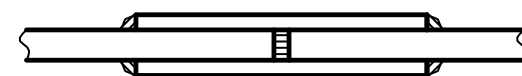
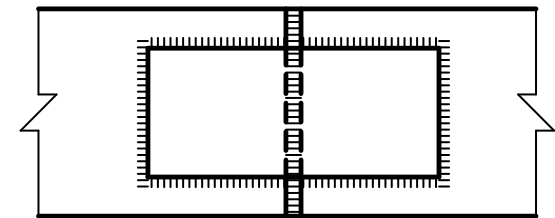
3 loại: LK bằng (ĐH đối đầu, rãnh);  
LK chông (ĐH góc);  
LK hỗn hợp (ĐH rãnh và góc).



Đường hàn rãnh



Đường hàn góc



Đường hàn hỗn hợp

#### Các hình thức LK bằng đường hàn



## 2.3. LIÊN KẾT HÀN

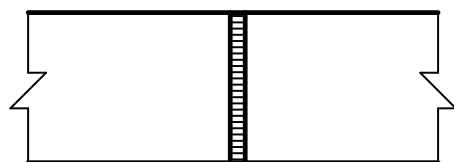
### 2.3.2. Cấu tạo của LK hàn (2/7)

#### b) Phân loại ĐH

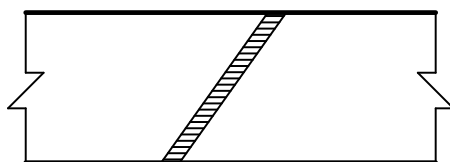
- PL theo cấu tạo ĐH:

2 loại: ĐH đối đầu { thẳng  
xiên

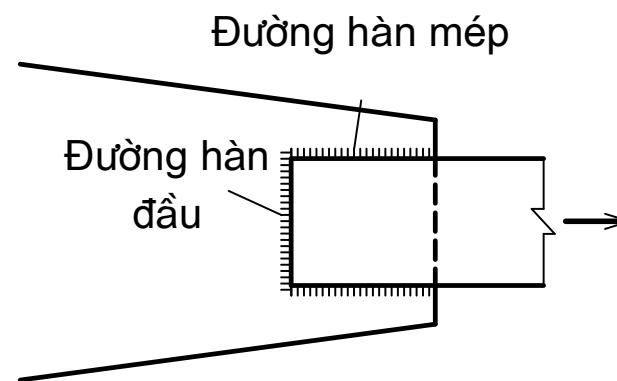
ĐH góc { ĐH đầu  
ĐH mép



Đối đầu thẳng



Đối đầu xiên



Đường hàn góc

Phân loại ĐH theo cấu tạo

## 2.3. LIÊN KẾT HÀN

### 2.3.2. Cấu tạo của LK hàn (3/7)

#### -PL theo chiều dài ĐH

ĐH liên tục;

ĐH không liên tục (gián đoạn).

#### - PL theo vị trí trong không gian

ĐH nằm (tốt nhất);

ĐH ngược;

ĐH đứng;

#### - PL theo vị trí chế tạo

ĐH nhà máy (công xưởng);

ĐH công trường.



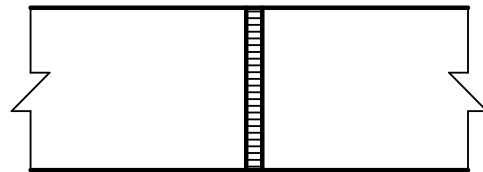
## 2.3. LIÊN KẾT HÀN

### 2.3.2. Cấu tạo của LK hàn (4/7)

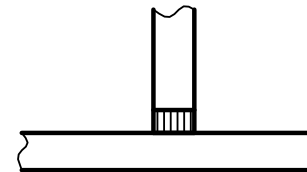
#### c) Cấu tạo của ĐH rãnh và ĐH góc

##### \*) ĐH rãnh (đối đầu)

- Chiếm khoảng 15%. Nó được sử dụng để nối 2 tấm thép trong cùng 1 mp (ĐH rãnh đối đầu) hoặc theo kiểu chữ T (ĐH rãnh chữ T).



Đường hàn rãnh đối đầu



Đường hàn rãnh chữ T

#### Hai kiểu ĐH rãnh

- Để nâng cao chất lượng ĐH  $\Rightarrow$  phải gia công mép cấu kiện trước khi hàn. Có nhiều kiểu gia công mép, chúng được đặt tên theo hình mép được gia công.





## 2.3. LIÊN KẾT HÀN

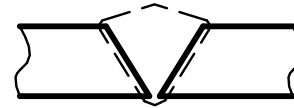
### 2.3.2. Cấu tạo của LK hàn (5/7)



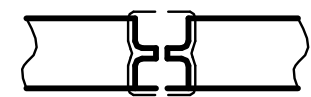
Thẳng góc



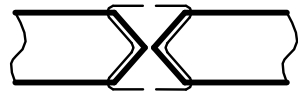
Vát đơn



Chữ V



Chữ U kép



Chữ X



Chữ K



Chữ U đơn



J đơn

### Các kiểu gia công mép

- Nếu không gia công mép (hoặc gia công mép không đúng cách)  $\Rightarrow$  ngẫu không hoàn toàn (từng phần)  $\Rightarrow$  kém.



Ngẫu từng phần (ngẫu không hoàn toàn)

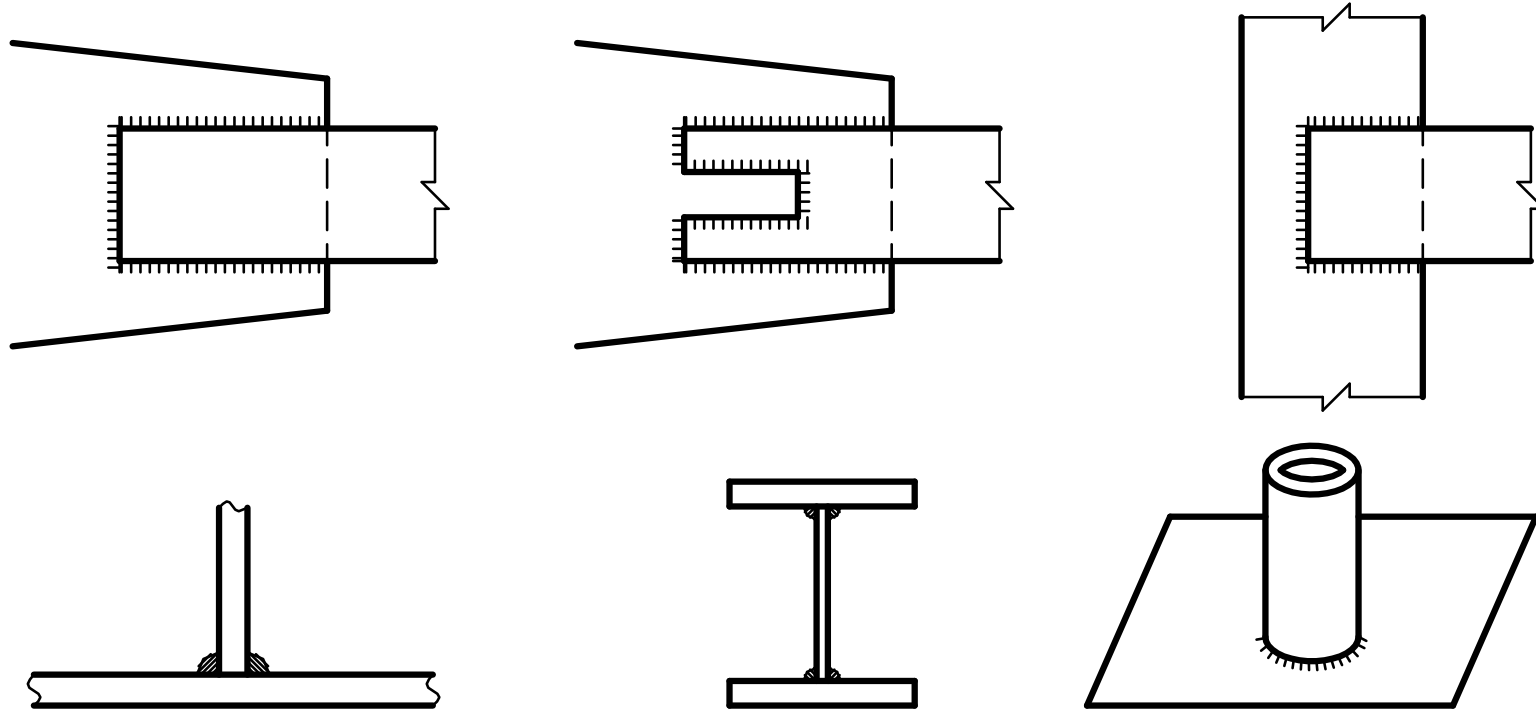


## 2.3. LIÊN KẾT HÀN

### 2.3.2. Cấu tạo của LK hàn (6/7)

#### \*) ĐH góc

- Chiếm khoảng 80%. Loại này rất phổ biến trong thực tế do dễ chế tạo



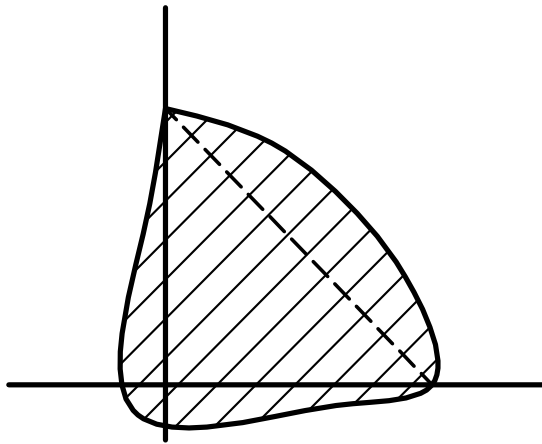
Các kiểu ĐH góc



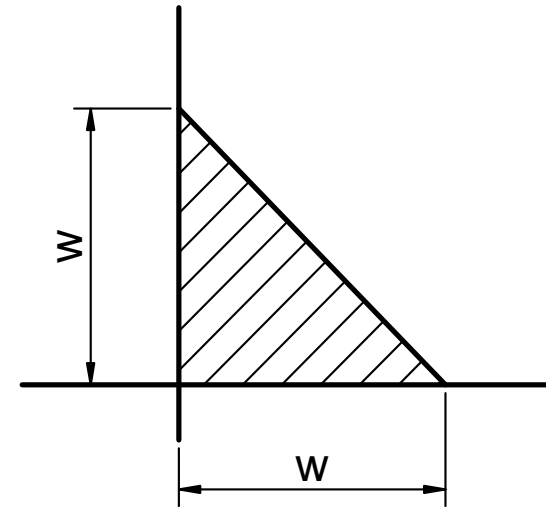
## 2.3. LIÊN KẾT HÀN

### 2.3.2. Cấu tạo của LK hàn (7/7)

- MCN ĐH góc thường có dạng tam giác vuông cân. Cạnh của tam giác gọi là **kích thước (chiều cao, chiều dày) đường hàn**, ký hiệu là  $w$ .



Tiết diện ngang thực tế



Tiết diện quy ước

MCN ĐH góc



## 2.3. LIÊN KẾT HÀN

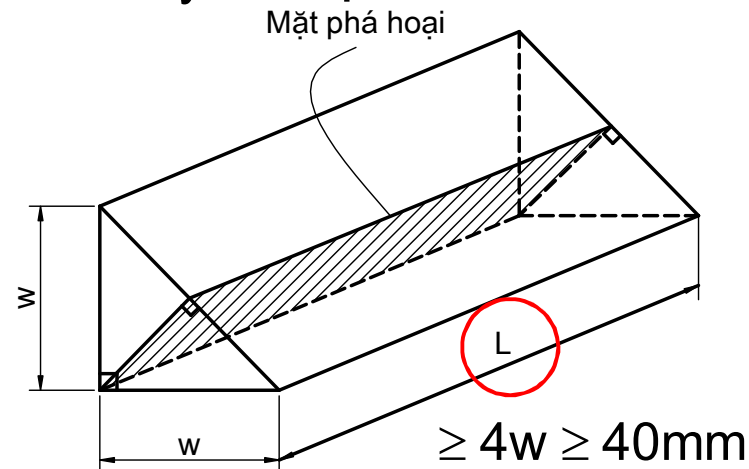
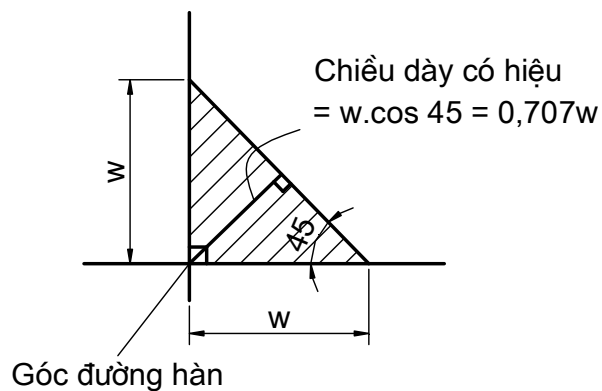
### 2.3.3. Giới hạn kích thước của ĐH góc

#### a) Kích thước lớn nhất và nhỏ nhất yêu cầu

$$\begin{aligned} W_{\max} &= t && , \text{ khi } t < 6 \text{ mm;} \\ &= t - 2 \text{ mm} && , \text{ khi } t \geq 6 \text{ mm;} \\ W_{\min} &= 6 \text{ mm} && , \text{ khi } t \leq 20 \text{ mm;} \\ &= 8 \text{ mm} && , \text{ khi } t > 20 \text{ mm.} \end{aligned}$$

#### b) Diện tích có hiệu của ĐH góc

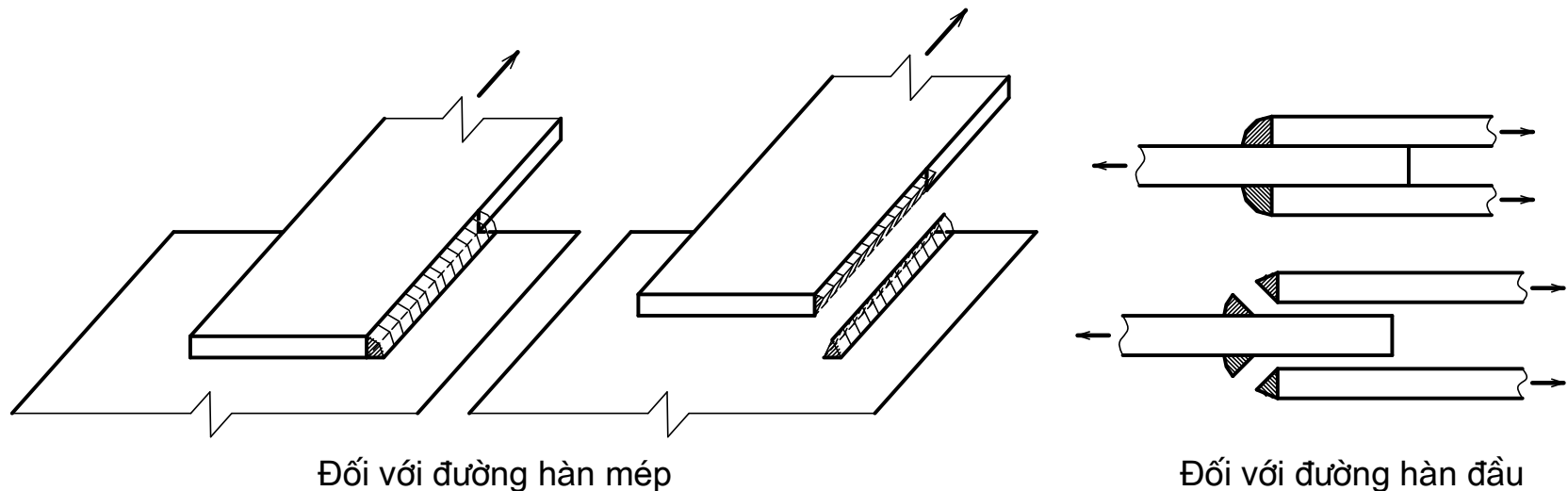
- Diện tích có hiệu = chiều dài x chiều dày có hiệu



## 2.3. LIÊN KẾT HÀN

### 2.3.4. Sự phá hoại của ĐH góc chỉ chịu cắt

Khi chất lượng ĐH được đảm bảo  $\Rightarrow$  ĐH sẽ bị phá hoại trên MP hữu hiệu như sau:



Sự PH của ĐH góc chỉ chịu cắt



## 2.3. LIÊN KẾT HÀN

### 2.3.5. Ưu, nhược điểm và PVSD của LK hàn

#### a) Ưu điểm

- Giảm công chế tạo và tiết kiệm vật liệu;
- Hình thức LK đơn giản, nhỏ;
- Không làm triệt giảm mặt cắt thanh nối;
- LK kín.

#### b) Nhược điểm

- Không tháo lắp được;
- Công việc và thiết bị phức tạp;
- Độ tin cậy không cao do khó kiểm tra chất lượng;
- Gây US hàn và BD hàn.

#### c) PVSD

Đây là hình thức LK chủ yếu trong KCT. Nó được sử dụng nhiều trong các công trình nhà cửa và các cấu kiện được chế tạo trong nhà máy.



## 2.3. LIÊN KẾT HÀN

### 2.3.6. Sức kháng của liên kết hàn góc

#### a) Sức kháng cắt của đường hàn góc

- Sức kháng cắt của ĐH góc,  $R_{rv}$  được xác định như sau:

$$R_{rv} = \min \left\{ \begin{array}{l} R_{rw} = \text{sức kháng cắt của KL đường hàn;} \\ R_{rb} = \text{sức kháng cắt của KL cơ bản.} \end{array} \right.$$

- SK cắt của 1 mm chiều dài KL đường hàn:

$$R_{rw1} = \phi_{e2} R_{nw1} = 0,8. (0,6. F_{exx}. 0,707. w. 1) = 0,8. (0,6. F_{exx}. 0,707. w)$$

- SK cắt của 1 mm chiều dài KL cơ bản:

$$R_{rb1} = \phi_v R_{nb1} = 1,0. (0,58. F_y. t. 1) = 1,0. (0,58. F_y. t)$$

$\phi_{e2}, \phi_v$  = hệ số sk khi KL que hàn, KL cơ bản chịu cắt (tra bảng);

$F_{exx}$  = cường độ chịu kéo của KL que hàn (tra bảng);

$F_y$  = cường độ chảy của KL cơ bản (tra bảng);

$t$  = chiều dày của KL cơ bản = chiều dày của tấm mỏng hơn.

#### b) Sức kháng PHCK của LK hàn góc (Tương tự LK bu lông).



## 2.3. LIÊN KẾT HÀN

### 2.3.7. Một số dạng bài toán

#### a) Bài toán tính duyệt

Cho chi tiết kích thước 1 LK hàn góc, loại que hàn ( $F_{exx}$ ), kt đường hàn ( $w$ ), loại thép kc ( $F_y$ ), tải trọng tác dụng ( $P_u$ ). Tính duyệt LK theo sức kháng cắt, sức kháng PHCK của LK?

#### b) Bài toán thiết kế

Cho dạng 1 LK hàn góc, (loại que hàn, loại thép kc), tải trọng tác dụng ( $P_u$ ). Xác định kích thước ĐH và bố trí?



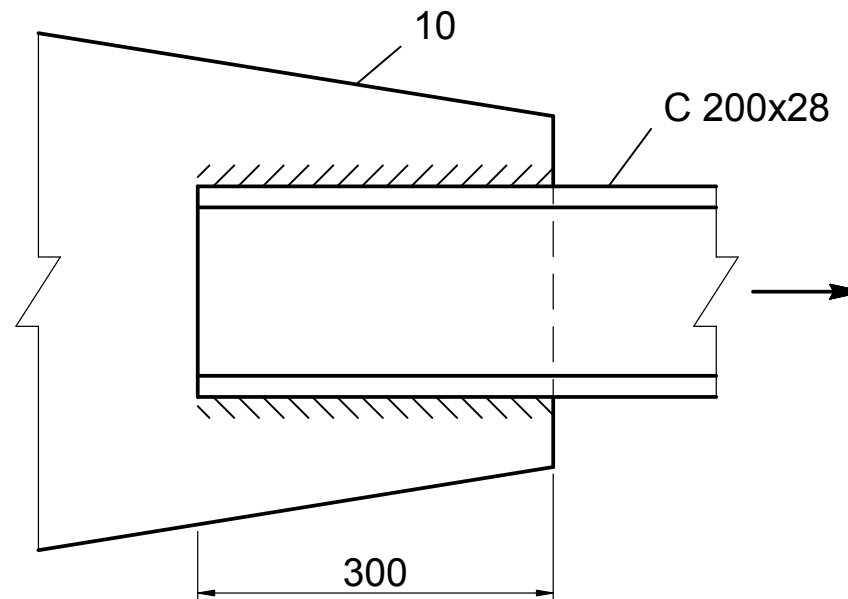


## 2.3. LIÊN KẾT HÀN

### 2.3.8. Các ví dụ (1/9)

#### Ví dụ 1

Cho LK hàn góc như hình vẽ. Thanh kéo dẹt loại M270M cấp 485W, bản nút dẹt loại M270M cấp 250. ĐH có chiều dày 6 mm, que hàn loại E70XX. Xác định sức kháng của LK theo sk cắt, cắt khối?



## 2.3. LIÊN KẾT HÀN

### 2.3.8. Các ví dụ (2/9)

---

#### a) Xác định sk cắt của LK

Sk cắt của 1 mm chiều dài KL que hàn (đường hàn):

$$\begin{aligned}R_{rw1} &= \phi_{e2} R_{nw1} = 0,8. (0,6. F_{exx}. 0,707. w) \\ &= 0,8. (0,6. 485. 0,707. 6) = 987,5 \text{ N/mm}\end{aligned}$$

Sk cắt của 1 mm chiều dài KL cơ bản:

$$\begin{aligned}R_{rb1} &= \phi_v R_{nb1} = 1,0. (0,58. F_y. t) \\ &= \min \left\{ \begin{array}{l} R_{rb1 (bn)} = (0,58. 250. 10) = 1450 \text{ N/mm} \\ R_{rb1 (tk)} = (0,58. 485. 12,4) \\ \end{array} \right. \\ &= 1450 \text{ N/mm}.\end{aligned}$$

Sk cắt của 1 mm chiều dài ĐH là:

$$R_{rv1} = \min (R_{rw1}, R_{rb1}) = 987,5 \text{ N/mm}.$$

Sk cắt của LK là:

$$R_{rv} = 2. 300. R_{rv1} = 2. 300. 987,5 = 651. 10^3 \text{ N} = 651 \text{ kN}.$$

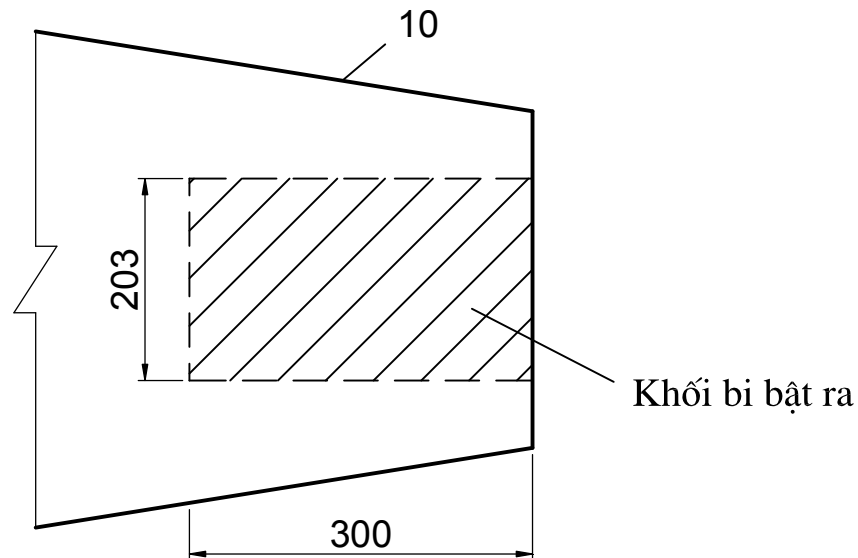


## 2.3. LIÊN KẾT HÀN

### 2.3.8. Các ví dụ (3/9)

#### b) Xác định sk PHCK của LK

- **Nhận xét:** Sơ đồ PHCK bất lợi nhất như sau:



- Từ HV, ta có:

$$A_{vg} = A_{vn} = 300 \cdot 10 \cdot 2 = 6000 \text{ mm}^2;$$

$$A_{tg} = A_{tn} = 203 \cdot 10 = 2030 \text{ mm}^2.$$



## 2.3. LIÊN KẾT HÀN

### 2.3.8. Các ví dụ (4/9)

$\Rightarrow 0,58 A_{vn} = 0,58 \cdot 6000 = 3480 \text{ mm}^2 > A_{tn} = 2030 \text{ mm}^2 \Rightarrow$  Sức kháng

PHCK của Lk là:

$$\begin{aligned} R_{rbs} &= \phi_{bs} R_{nbs} = 0,8 \cdot (0,58 F_u A_{vn} + F_y A_{tg}) \\ &= 0,8 \cdot (0,58 \cdot 400 \cdot 6000 + 250 \cdot 2030) = 1519 \cdot 10^3 \text{ N} = 1519 \text{ kN}. \end{aligned}$$

Vậy SK của LK theo cắt và cắt khối là:

$$R_s = \min(R_{rv}, R_{rbs}) = 651 \text{ kN}.$$

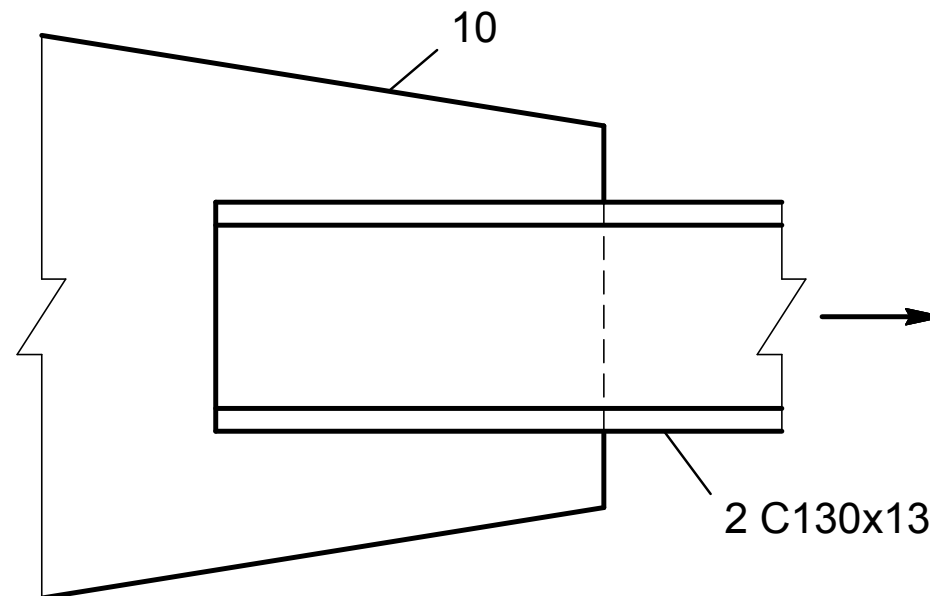


## 2.3. LIÊN KẾT HÀN

### 2.3.8. Các ví dụ (5/9)

#### Ví dụ 2

Cho 1 LK hàn góc có dạng như hình vẽ. Tải trọng ở TTGHCD là  $P_u = 500$  kN. Thép kc sử dụng loại M270M cấp 250, que hàn loại E70XX. Hãy thiết kế LK trên theo theo sk cắt & cắt khối?



## 2.3. LIÊN KẾT HÀN

### 2.3.8. Các ví dụ (6/9)

---

**Giải:**

- Chọn chiều dày ĐH  $w = 6$  mm. Giả sử bố trí 2 ĐH song song, dọc theo 2 mép thanh kéo  $\Rightarrow$  Ta phải đi xác định chiều dài ĐH?

- Sk cắt của 1 mm chiều dài KL que hàn:

$$\begin{aligned} R_{rw1} &= \phi_{e2} R_{nw1} = 0,8. (0,6. F_{exx}. 0,707. w) \\ &= 0,8. (0,6. 485. 0,707. 6. 2) = 1975 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

- Sk cắt của 1 mm chiều dài KL cơ bản:

$$\begin{aligned} R_{rb1} &= \phi_v R_{nb1} = 1,0. (0,58. F_y. t) \\ &= \min \begin{cases} R_{rb1 (bn)} = (0,58. 250. 10) = 1450 \text{ N/mm} \\ R_{rb1 (tk)} = (0,58. 250. 8,1. 2) \end{cases} \\ &= 1450 \text{ N/mm.} \end{aligned}$$



## 2.3. LIÊN KẾT HÀN

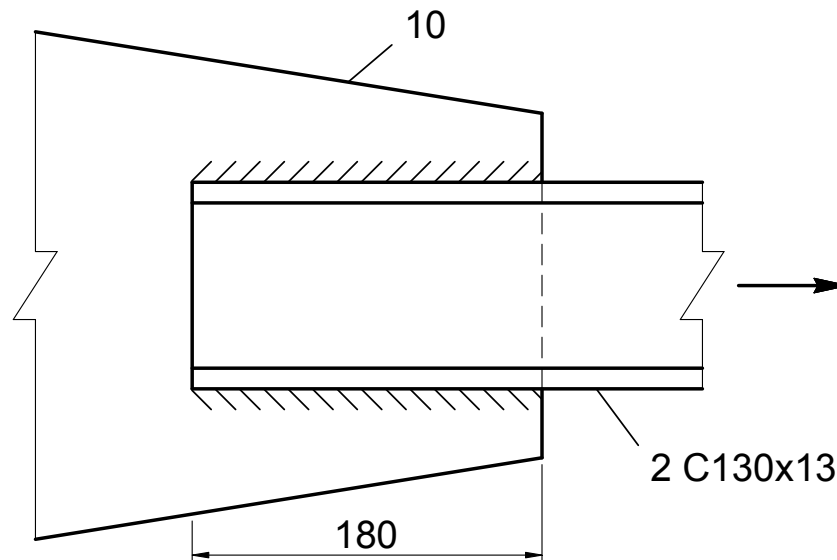
### 2.3.8. Các ví dụ (7/9)

⇒ Sk cắt của 1 mm chiều dài ĐH là:

$$R_{rv1} = \min (R_{rw1}, R_{rb1}) = 1450 \text{ N/mm.}$$

⇒ Chiều dài cần thiết của ĐH theo cắt là:

$$\Sigma L_{ct} = P_u / R_{rv1} = 500 \cdot 10^3 / 1450 = 345 \text{ mm} \Rightarrow \text{Chọn mỗi ĐH có chiều dài } L = 180 \text{ mm và bố trí như hình vẽ bên dưới} \Rightarrow \Sigma L = 2L = 360 \text{ mm} > \Sigma L_{ct} = 345 \text{ mm (Đạt)}$$

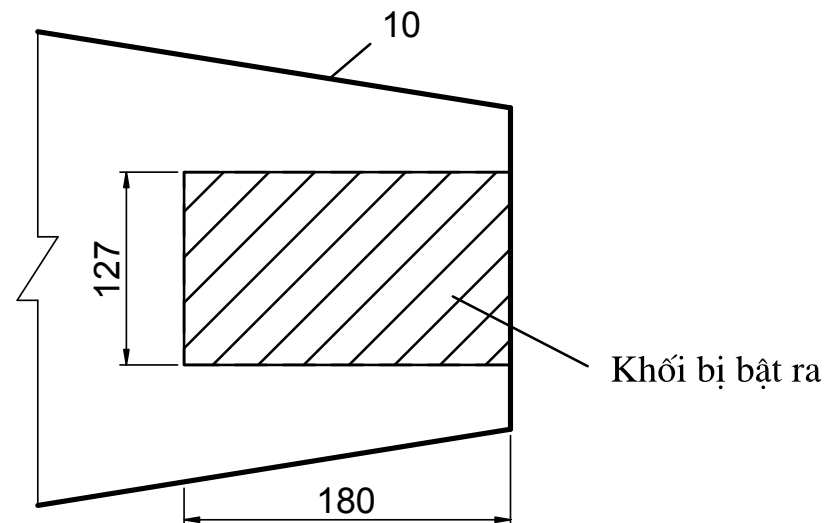


## 2.3. LIÊN KẾT HÀN

### 2.3.8. Các ví dụ (8/9)

- Kiểm tra lại LK theo sức kháng PHCK:

**Nhận xét:** Sơ đồ PHCK bất lợi nhất của LK như sau:



- Từ HV, ta có:

$$A_{vg} = A_{vn} = 180 \cdot 10 \cdot 2 = 3600 \text{ mm}^2;$$

$$A_{tg} = A_{tn} = 127 \cdot 10 = 1270 \text{ mm}^2.$$





## 2.3. LIÊN KẾT HÀN

### 2.3.8. Các ví dụ (9/9)

$\Rightarrow 0,58 A_{vn} = 0,58 \cdot 3600 = 2088 \text{ mm}^2 > A_{tn} = 1270 \text{ mm}^2 \Rightarrow$  Sức kháng

PHCK của Lk là:

$$\begin{aligned} R_{rbs} &= \phi_{bs} R_{nbs} = 0,8 \cdot (0,58 F_u A_{vn} + F_y A_{tg}) \\ &= 0,8 \cdot (0,58 \cdot 400 \cdot 3600 + 250 \cdot 1270) = 922 \cdot 10^3 \text{ N} = 922 \text{ kN} > \end{aligned}$$

$P_u = 500 \text{ kN}$  (Đạt)

Vậy liên kết đã chọn có  $L = 180 \text{ mm}$ ,  $w = 6 \text{ mm}$  như hình vẽ trên là thỏa mãn yêu cầu của bài toán đã cho.



## 2.4. TÍNH TOÁN LIÊN KẾT PHỨC TẠP

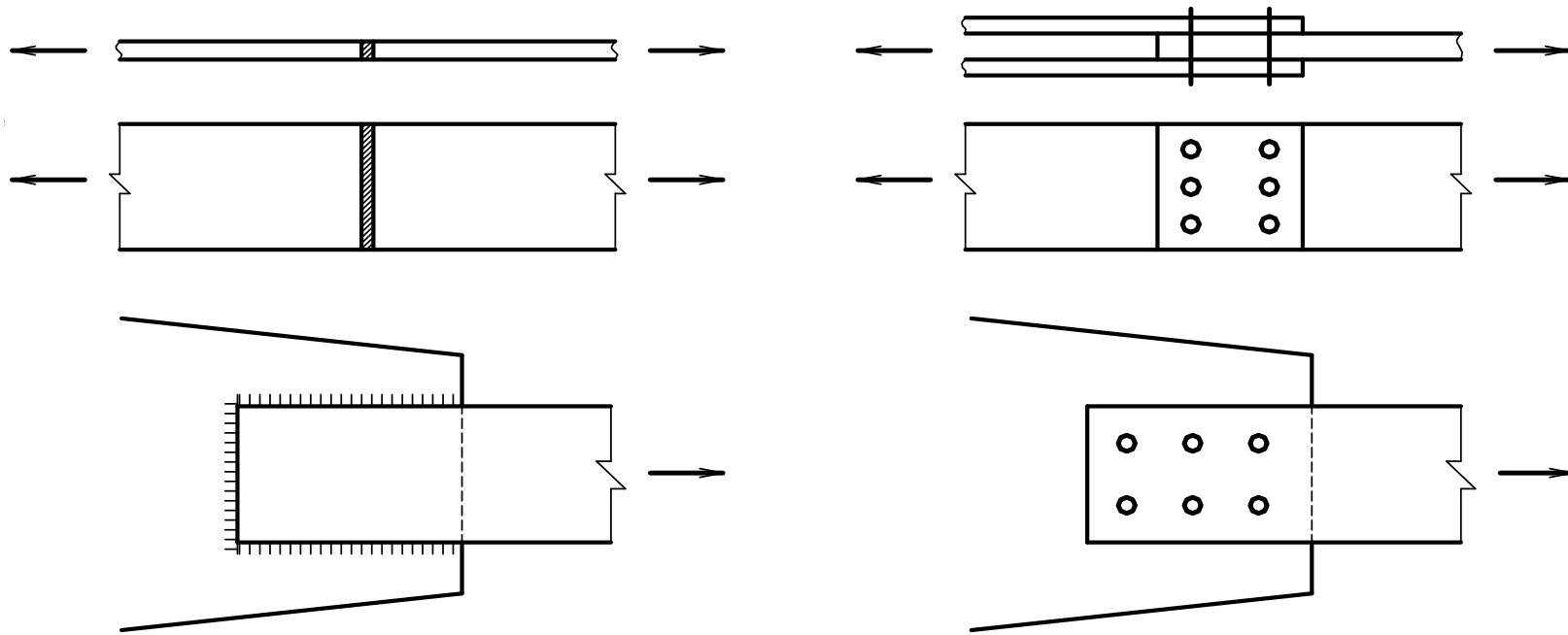
### 2.4.1. Phân loại LK theo vị trí tác dụng của tải trọng

Tùy theo vị trí tác dụng của tải trọng, LK được chia thành 2 loại:

- **Liên kết đơn giản:** là Lk có lực tác dụng đi qua trọng tâm của LK (LK chịu lực đúng tâm);
- **Liên kết phức tạp:** là Lk có lực tác dụng không đi qua trọng tâm của LK (LK chịu lực lệch tâm);



### a) Liên kết đơn giản



### b) Liên kết phức tạp

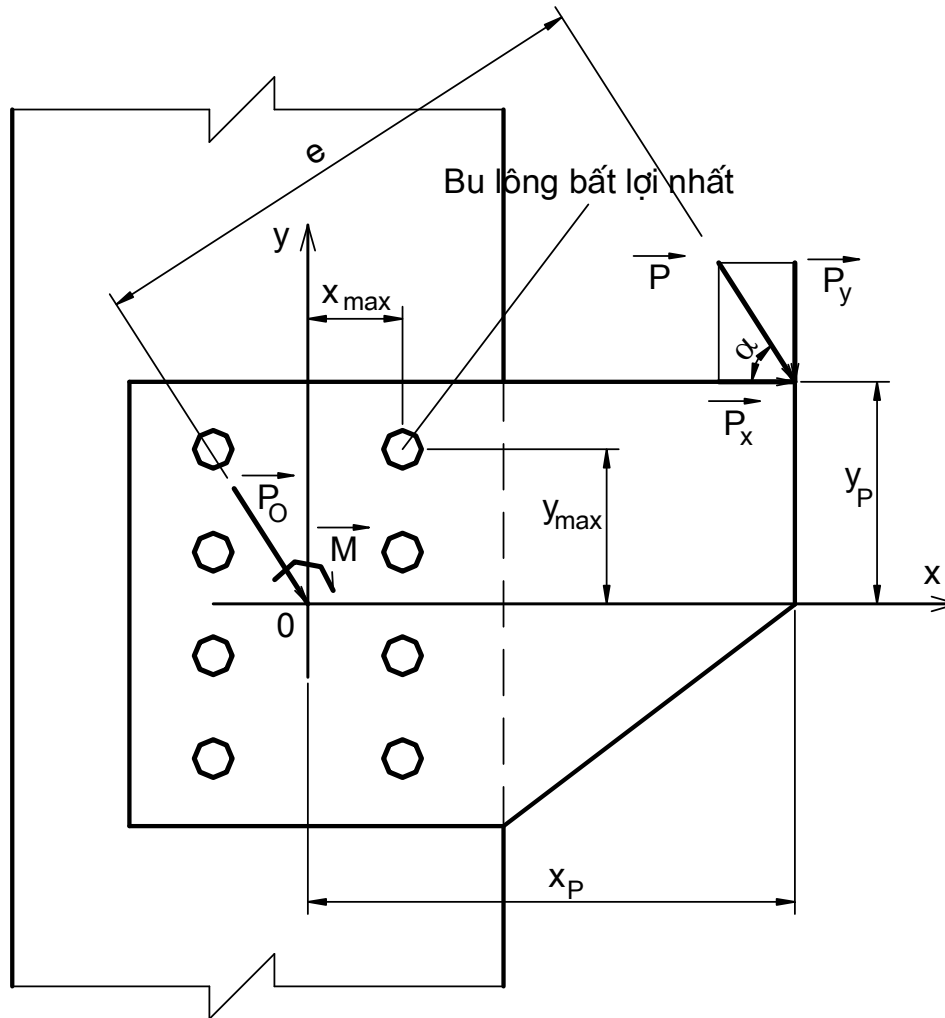


## Phân loại liên kết



## 2.4. TÍNH TOÁN LIÊN KẾT PHỨC TẠP

### 2.4.2. Tính toán LK bu lông phức tạp chỉ chịu cắt (1/5)



O = trọng tâm của LK;

$\vec{P}$  = tải trọng tác dụng lệch tâm;

e = độ lệch tâm của  $\vec{P}$ .

**Mục tiêu: Xác định lực cắt tác dụng vào mỗi bu lông  $\Rightarrow$  Lực cắt trong bu lông bất lợi nhất?**



## 2.4. TÍNH TOÁN LIÊN KẾT PHỨC TẠP

### 2.4.2. Tính toán LK bu lông phức tạp chỉ chịu cắt (2/5)

- Đưa  $\vec{P}$  về trọng tâm O  $\Rightarrow \vec{P} \Leftrightarrow \begin{cases} \vec{P}_0 : \text{có P/C như HV, } P_0 = P; \\ \vec{M} : \text{có P/C như HV, } M = P.e. \end{cases}$

- Dưới tác dụng của  $\vec{P}_0$ , giả thiết các BL chịu lực như nhau và có hướng của  $\vec{P}_0$ . Gọi  $\vec{f}_p$  là lực cắt trong 1 BL do  $\vec{P}_0$  gây ra  $\Rightarrow \vec{f}_p$  có hướng của  $\vec{P}_0$ , độ lớn:  $f_p = P_0/N = P/N$  (N = tổng số BL).

- Dưới tác dụng của  $\vec{M}$ , giả thiết:

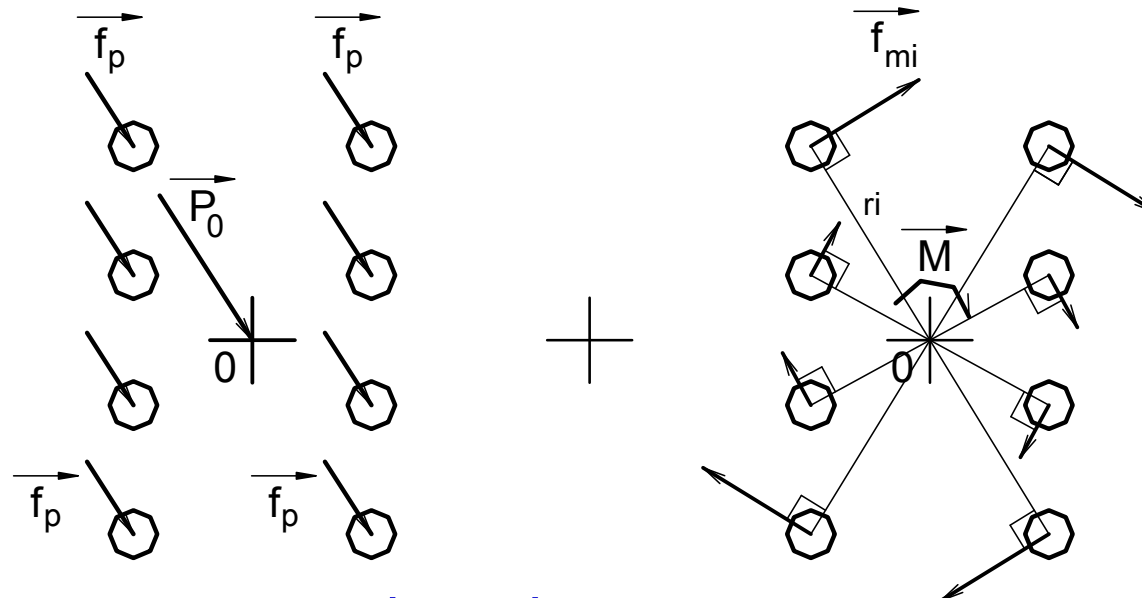
+ LK làm việc trong gđ đàn hồi;

+ Các bản nối là tuyệt đối cứng và khi chịu t/d của  $\vec{M}$ , sẽ quay quanh O  $\Rightarrow$  Lực cắt t/d lên mỗi BL sẽ TLT với k/c từ nó đến đến O, có phương  $\perp$  k/c đó và chiều theo chiều quay của  $\vec{M}$ .



## 2.4. TÍNH TOÁN LIÊN KẾT PHỨC TẠP

### 2.4.2. Tính toán LK bu lông phức tạp chỉ chịu cắt (3/5)



Sự phân bố lực cắt trong mỗi bu lông

- Ta có: 
$$\frac{f_{m1}}{r_1} = \frac{f_{m2}}{r_2} = \dots = \frac{f_{mi}}{r_i} \Rightarrow f_{mi} = \frac{f_{m1}}{r_1} \cdot r_i$$

$$M = f_{m1} \cdot r_1 + f_{m2} \cdot r_2 + \dots + f_{mi} \cdot r_i + \dots = \sum f_{mi} \cdot r_i = \sum \frac{f_{m1}}{r_1} r_i^2$$



## 2.4. TÍNH TOÁN LIÊN KẾT PHỨC TẠP

### 2.4.2. Tính toán LK bu lông phức tạp chỉ chịu cắt (4/5)

$$\Rightarrow f_{m1} = \frac{M.r_1}{\sum r_i^2} \quad . \text{ Tương tự, ta có: } f_{m\max} = \frac{M.r_{\max}}{\sum r_i^2}$$

Vậy, lực cắt tổng cộng (do  $\vec{P}_0$  và  $\vec{M}$  ) gây trong BL xa nhất là:

$$\vec{f}_{\max} = \vec{f}_p + \vec{f}_{m\max} \Rightarrow f_{\max}$$

Chú ý: Để đơn giản, ta đặt hệ  $x0y$  như hình vẽ, ta có:

$$\vec{P} = \vec{P}_x + \vec{P}_y \Rightarrow \begin{cases} P_x = P \cos \alpha \\ P_y = P \sin \alpha \end{cases}$$

$$M = P.e = P_x.y_p + P_y.x_p$$



## 2.4. TÍNH TOÁN LIÊN KẾT PHỨC TẠP

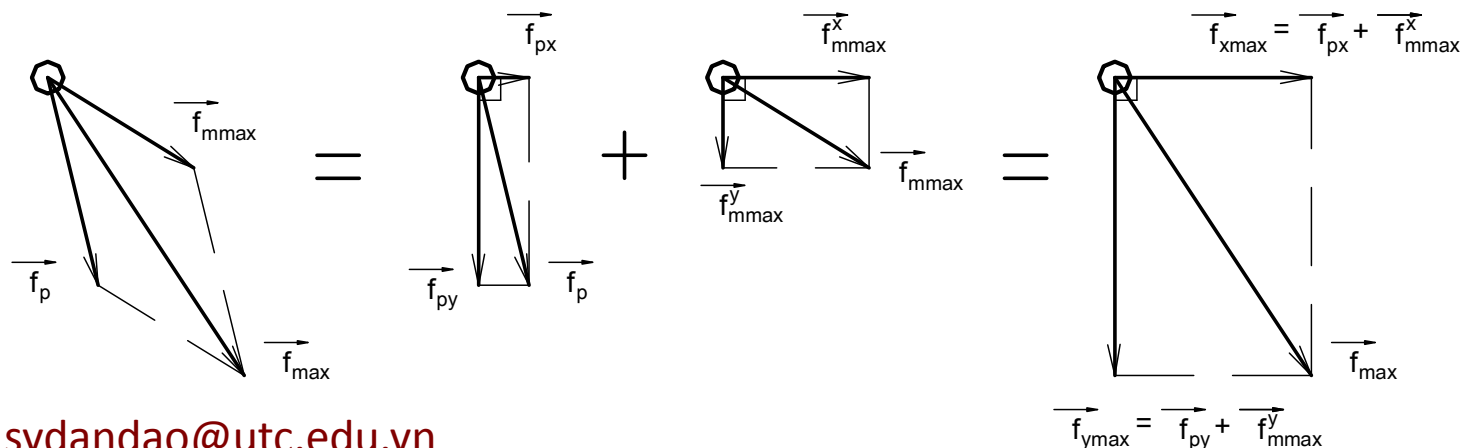
### 2.4.2. Tính toán LK bu lông phức tạp chỉ chịu cắt (5/5)

$$\vec{f}_p = \vec{f}_{px} + \vec{f}_{py} \Rightarrow \begin{cases} f_{px} = P_x / N \\ f_{py} = P_y / N \end{cases} ; \vec{f}_{mmax} = \vec{f}_{mmax}^x + \vec{f}_{mmax}^y \Rightarrow \begin{cases} f_{mmax}^x = \frac{M \cdot y_{max}}{\sum (x_i^2 + y_i^2)} \\ f_{mmax}^y = \frac{M \cdot x_{max}}{\sum (x_i^2 + y_i^2)} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \vec{f}_{max} = \vec{f}_p + \vec{f}_{mmax} = \vec{f}_{px} + \vec{f}_{py} + \vec{f}_{mmax}^x + \vec{f}_{mmax}^y$$

$$\Rightarrow f_{max} = \sqrt{(f_{px} + f_{mmax}^x)^2 + (f_{py} + f_{mmax}^y)^2}$$

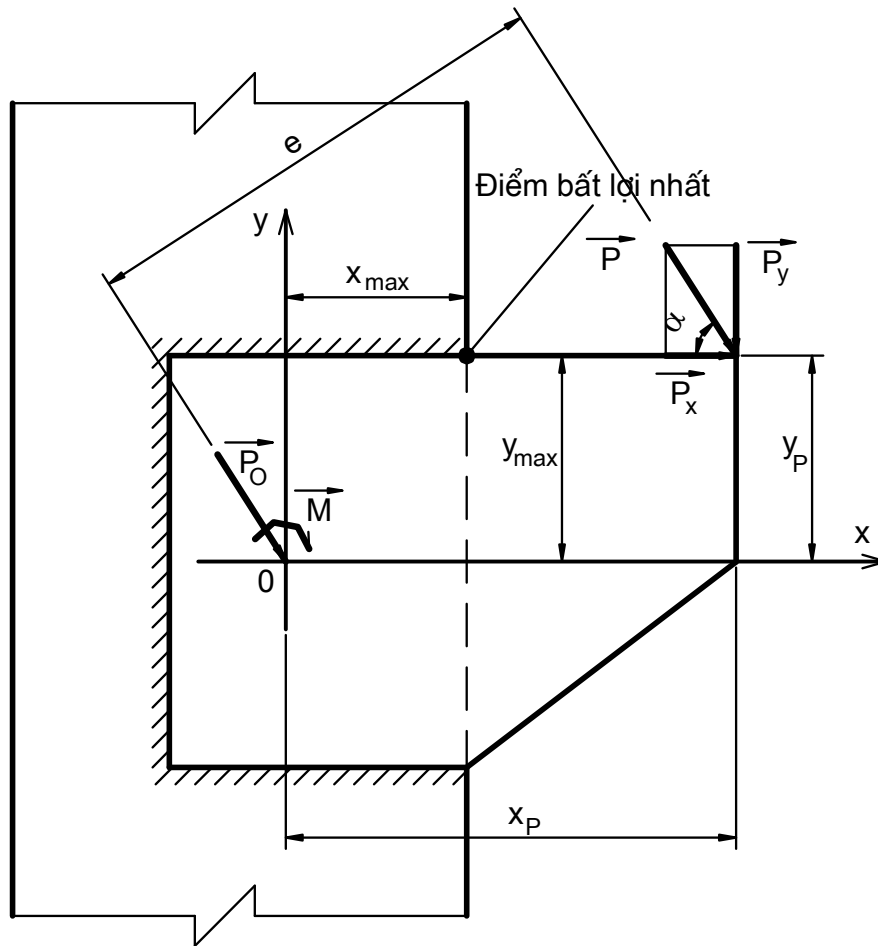
Biết  $f_{max}$ , ta sẽ ktra được LK





## 2.4. TÍNH TOÁN LIÊN KẾT PHỨC TẠP

### 2.4.3. Tính toán LK hàn phức tạp chỉ chịu cắt (1/5)



O = trọng tâm của LK;  
 $\vec{P}$  = tải trọng tác dụng lệch tâm;

$e$  = độ lệch tâm của  $\vec{P}$ .

**Mục tiêu: Xác định lực cắt tác dụng vào mỗi mm chiều dài ĐH  $\Rightarrow$  Lực cắt trong mỗi mm chiều dài ĐH bất lợi nhất?**



## 2.4. TÍNH TOÁN LIÊN KẾT PHỨC TẠP

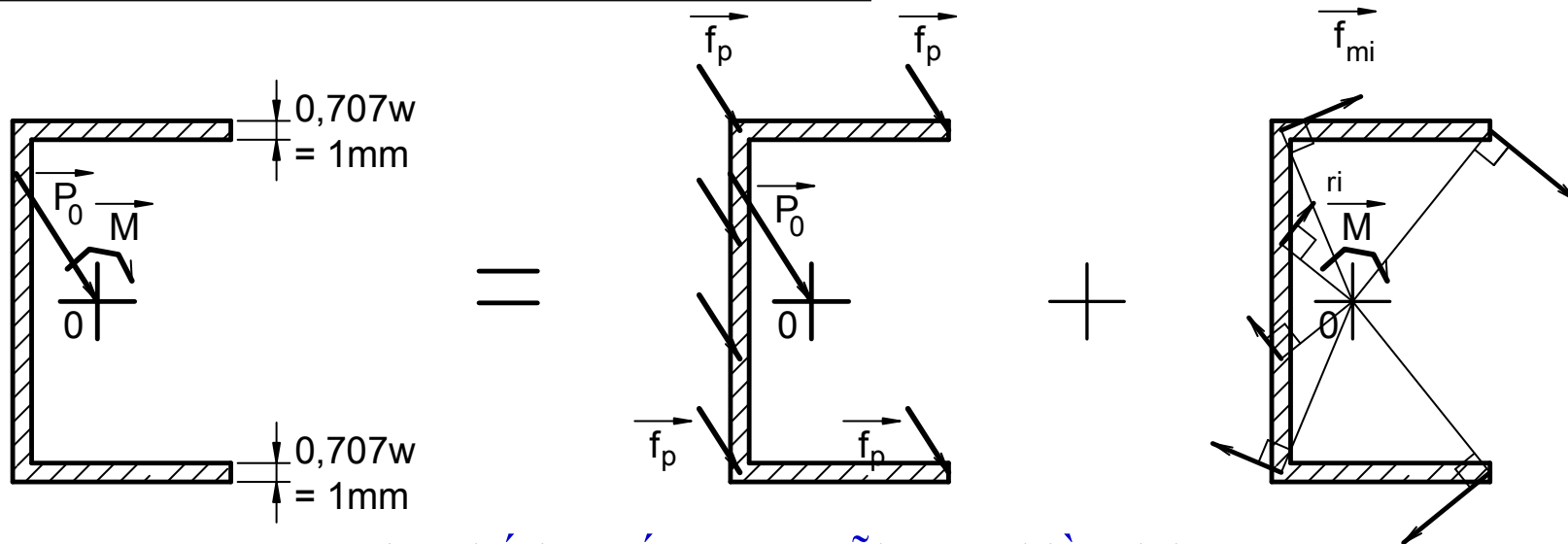
### 2.4.3. Tính toán LK hàn phức tạp chỉ chịu cắt (2/5)

- Đưa  $\vec{P}$  về trọng tâm O  $\Rightarrow \vec{P} \Leftrightarrow \begin{cases} \vec{P}_0 : \text{có P/C như HV, } P_0 = P; \\ \vec{M} : \text{có P/C như HV, } M = P.e. \end{cases}$
- Dưới tác dụng của  $\vec{P}_0$ , giả thiết mỗi mm chiều dài ĐH sẽ chịu lực như nhau và có hướng của  $\vec{P}_0$ . Gọi  $\vec{f}_p$  là lực cắt trong 1 mm chiều dài ĐH do  $\vec{P}_0$  gây ra  $\Rightarrow \vec{f}_p$  có hướng của  $\vec{P}_0$ , độ lớn:  $f_p = P_0/\Sigma L = P/\Sigma L$  ( $\Sigma L =$  tổng chiều dài các ĐH).
- Dưới tác dụng của  $\vec{M}$ , giả thiết:
  - + LK làm việc trong gđ đàn hồi;
  - + Các bản nối là tuyệt đối cứng và khi chịu t/d của  $\vec{M}$ , sẽ quay quanh O  $\Rightarrow$  US cắt tại mỗi điểm trên ĐH sẽ TLT với k/c từ nó đến đến O, có phương  $\perp$  k/c đó và chiều theo chiều quay của  $\vec{M}$ .



## 2.4. TÍNH TOÁN LIÊN KẾT PHỨC TẠP

### 2.4.3. Tính toán LK hàn phức tạp chỉ chịu cắt (3/5)



Sự phân bố lực cắt trong mỗi mm chiều dài ĐH

- Ta có:

$$\frac{\tau_1}{r_1} = \frac{\tau_2}{r_2} = \dots = \frac{\tau}{r} \Rightarrow \tau = \frac{\tau_1}{r_1} \cdot r$$

$$M = \int_A \tau \cdot r \cdot dA = \frac{\tau_1}{r_1} \int_A r^2 dA = \frac{\tau_1}{r_1} I_0$$



## 2.4. TÍNH TOÁN LIÊN KẾT PHỨC TẠP

### 2.4.3. Tính toán LK hàn phức tạp chỉ chịu cắt (4/5)

$$\Rightarrow \tau_1 = \frac{M.r_1}{I_0} \quad . \text{ Tương tự, ta có: } \tau_{\max} = \frac{M.r_{\max}}{I_0} = f_{m\max}$$

Vậy, lực cắt tổng cộng (do  $\vec{P}_0$  và  $\vec{M}$  ) gây trong 1 mm c/d ĐH xa nhất là:

$$\vec{f}_{\max} = \vec{f}_p + \vec{f}_{m\max} \Rightarrow f_{\max}$$

Chú ý: Để đơn giản, ta đặt hệ  $xOy$  như hình vẽ, ta có:

$$\vec{P} = \vec{P}_x + \vec{P}_y \Rightarrow \begin{cases} P_x = P \cos \alpha \\ P_y = P \sin \alpha \end{cases}$$

$$M = P.e = P_x.y_p + P_y.x_p$$



## 2.4. TÍNH TOÁN LIÊN KẾT PHỨC TẠP

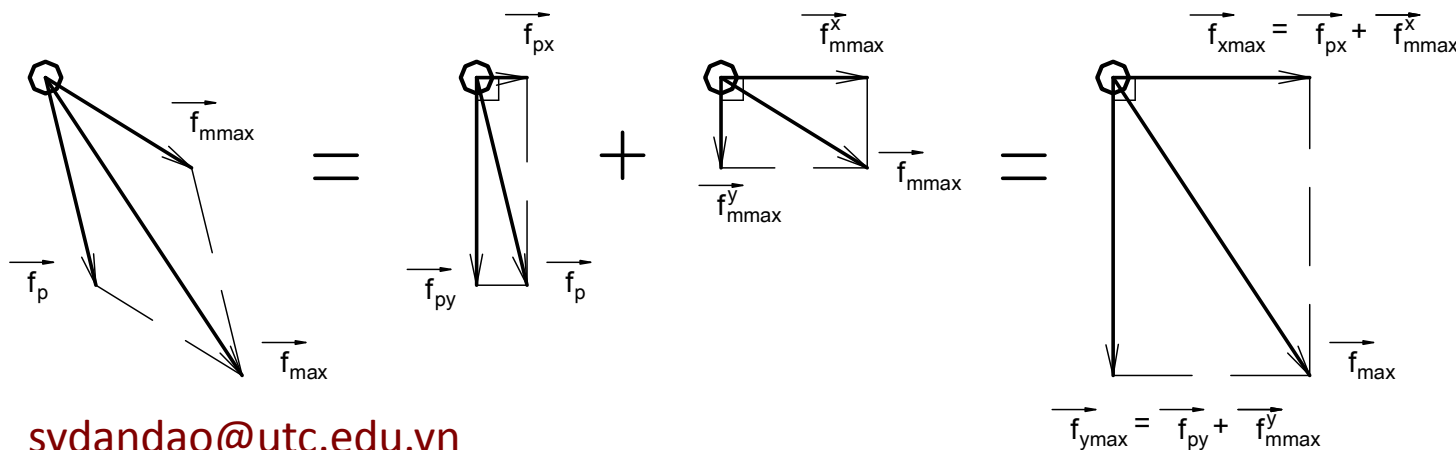
### 2.4.3. Tính toán LK hàn phức tạp chỉ chịu cắt (5/5)

$$\vec{f}_p = \vec{f}_{px} + \vec{f}_{py} \Rightarrow \begin{cases} f_{px} = P_x / \sum L \\ f_{py} = P_y / \sum L \end{cases} ; \vec{f}_{mmax} = \vec{f}_{mmax}^x + \vec{f}_{mmax}^y \Rightarrow \begin{cases} f_{mmax}^x = \frac{M \cdot y_{max}}{I_x + I_y} \\ f_{mmax}^y = \frac{M \cdot x_{max}}{I_x + I_y} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \vec{f}_{max} = \vec{f}_p + \vec{f}_{mmax} = \vec{f}_{px} + \vec{f}_{py} + \vec{f}_{mmax}^x + \vec{f}_{mmax}^y$$

$$\Rightarrow f_{max} = \sqrt{(f_{px} + f_{mmax}^x)^2 + (f_{py} + f_{mmax}^y)^2}$$

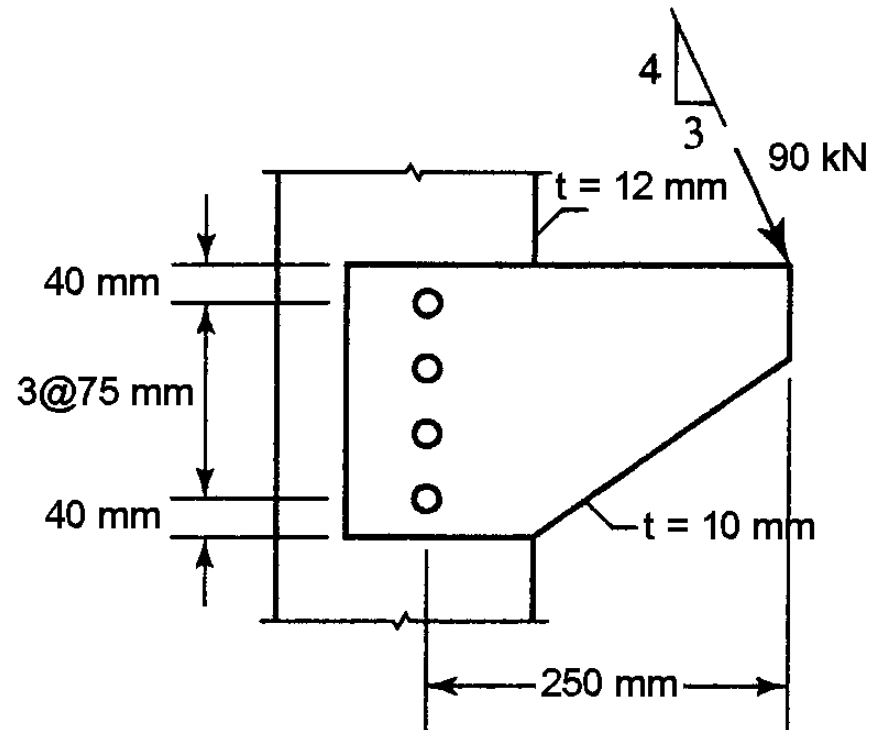
Biết  $f_{max}$ , ta sẽ ktra được LK



## 2.4. TÍNH TOÁN LIÊN KẾT PHỨC TẠP

### 2.4.4. Các ví dụ (1/9)

**Ví dụ 1:** Tính duyệt LK sau theo cắt và ép mặt, biết: Thép kết cấu dùng loại M270M cấp 250. Bu lông dùng loại A 307 cấp A,  $d = 22$  mm.

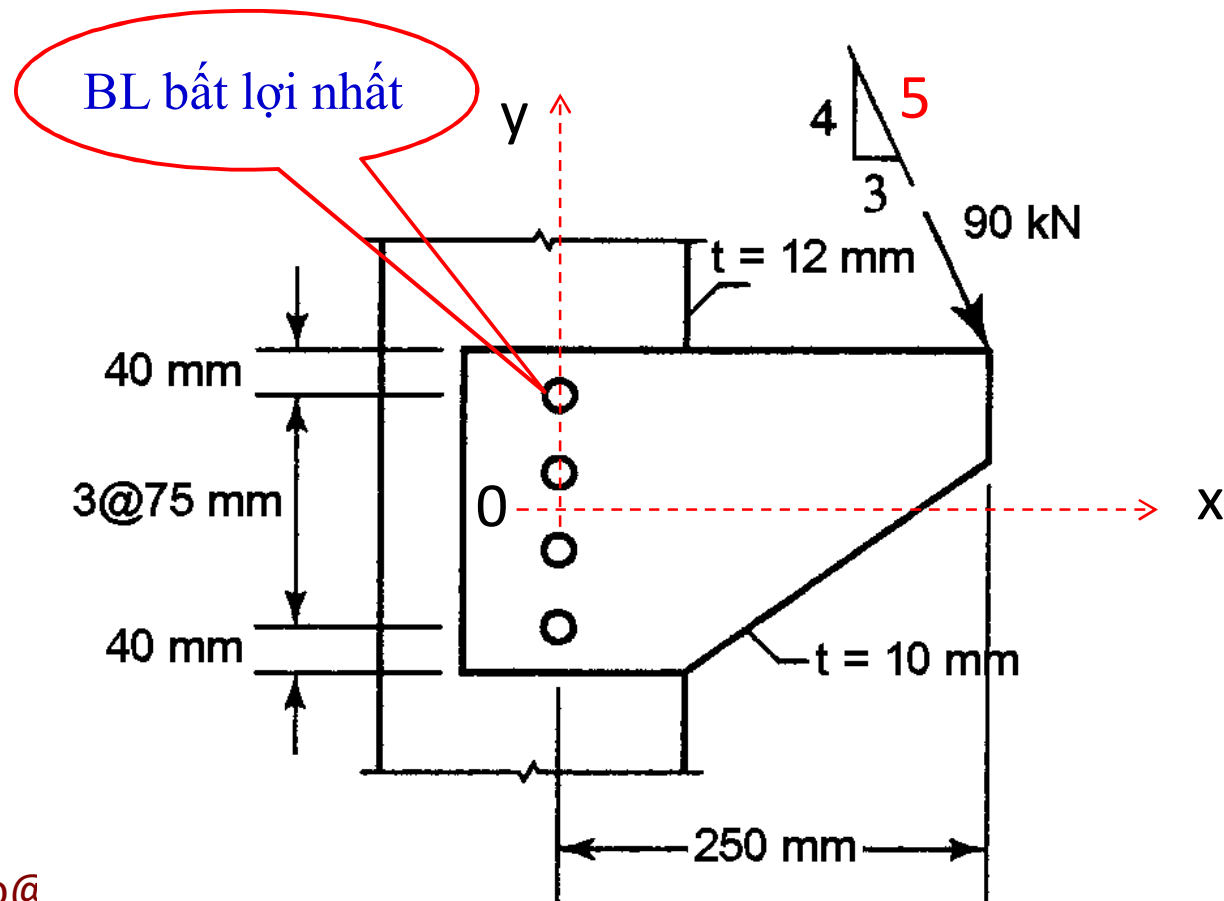


## 2.4. TÍNH TOÁN LIÊN KẾT PHỨC TẠP

### 2.4.4. Các ví dụ (2/9)

Giải:

- Đặt hệ trục  $x0y$  như hình vẽ:



## 2.4. TÍNH TOÁN LIÊN KẾT PHỨC TẠP

### 2.4.4. Các ví dụ (3/9)

- Lực cắt trong bu lông bất lợi nhất được XĐ như sau:

$$f_{\max} = \sqrt{\left(f_{px} + f_{m\max}^x\right)^2 + \left(f_{py} + f_{m\max}^y\right)^2}$$

$$P_x = P \cdot \cos \alpha = 90 \cdot (3/5) = 54(kN); P_y = P \cdot \sin \alpha = 90 \cdot (4/5) = 72(kN)$$

$$M = P_x \cdot y_p + P_y \cdot x_p = 54 \cdot (40 + 75 + 75/2) + 72 \cdot 250 = 26235(kN \cdot mm)$$

$$f_{px} = \frac{P_x}{N} = \frac{54}{4} = 13,5(kN); f_{py} = \frac{P_y}{N} = \frac{72}{4} = 18(kN)$$

$$f_{m\max}^x = \frac{M \cdot y_{\max}}{\sum (x_i^2 + y_i^2)} = \frac{26235 \cdot (75/2 + 75)}{\left(\left(\frac{75}{2}\right)^2 + \left(\frac{75}{2} + 75\right)^2\right) \cdot 2} = 104,9(kN)$$

$$\Rightarrow f_{\max} = \sqrt{(13,5 + 104,9)^2 + (18)^2} = 119,7(kN)$$





## 2.4. TÍNH TOÁN LIÊN KẾT PHỨC TẠP

### 2.4.4. Các ví dụ (4/9)

---

- Xác định sức kháng cắt của 1 BL:

$$\begin{aligned}R_{rs1} &= \Phi_s R_{ns1} = 0,65 (0,38 A_b F_{ub} N_s) \\ &= 0,65 [0,38. (3,14. 22^2/4). 420. 1] = 39,4. 10^3 \text{ N} \\ &= 39,4 \text{ kN} < f_{\max} = 119,7 \text{ kN} \Rightarrow \text{Không Đạt!}\end{aligned}$$

- Xác định sức kháng ép mặt của LK ứng với 1 bu lông:

$$\begin{aligned}L_{\text{cmin}} &= 40 - 24/2 = 28 \text{ mm} < 2d = 44 \text{ mm} \Rightarrow \\ R_{rbb1} &= \Phi_{bb} R_{nbb1} = 0,8 (1,2 L_c F_u t) = 0,8 (1,2. 28. 400. 10) \\ &= 107,5. 10^3 \text{ N} = 107,5 \text{ kN} < f_{\max} = 119,7 \text{ kN} \Rightarrow \text{Không Đạt!}\end{aligned}$$

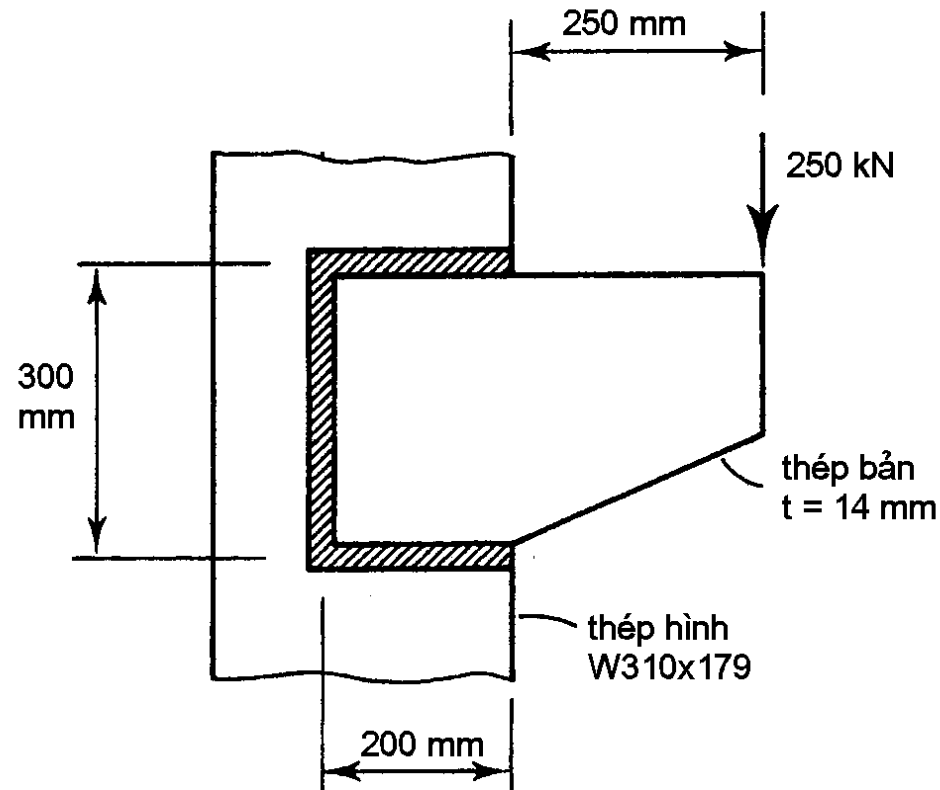
**Vậy LK đã cho Không đủ khả năng chịu lực theo cắt và ép mặt!**



## 2.4. TÍNH TOÁN LIÊN KẾT PHỨC TẠP

### 2.4.4. Các ví dụ (5/9)

**Ví dụ 2:** Tính duyệt LK sau theo SK cắt của ĐH, biết: Thép kết cấu dùng loại M270M cấp 250. Que hàn dùng loại E70XX,  $w = 12 \text{ mm}$ .

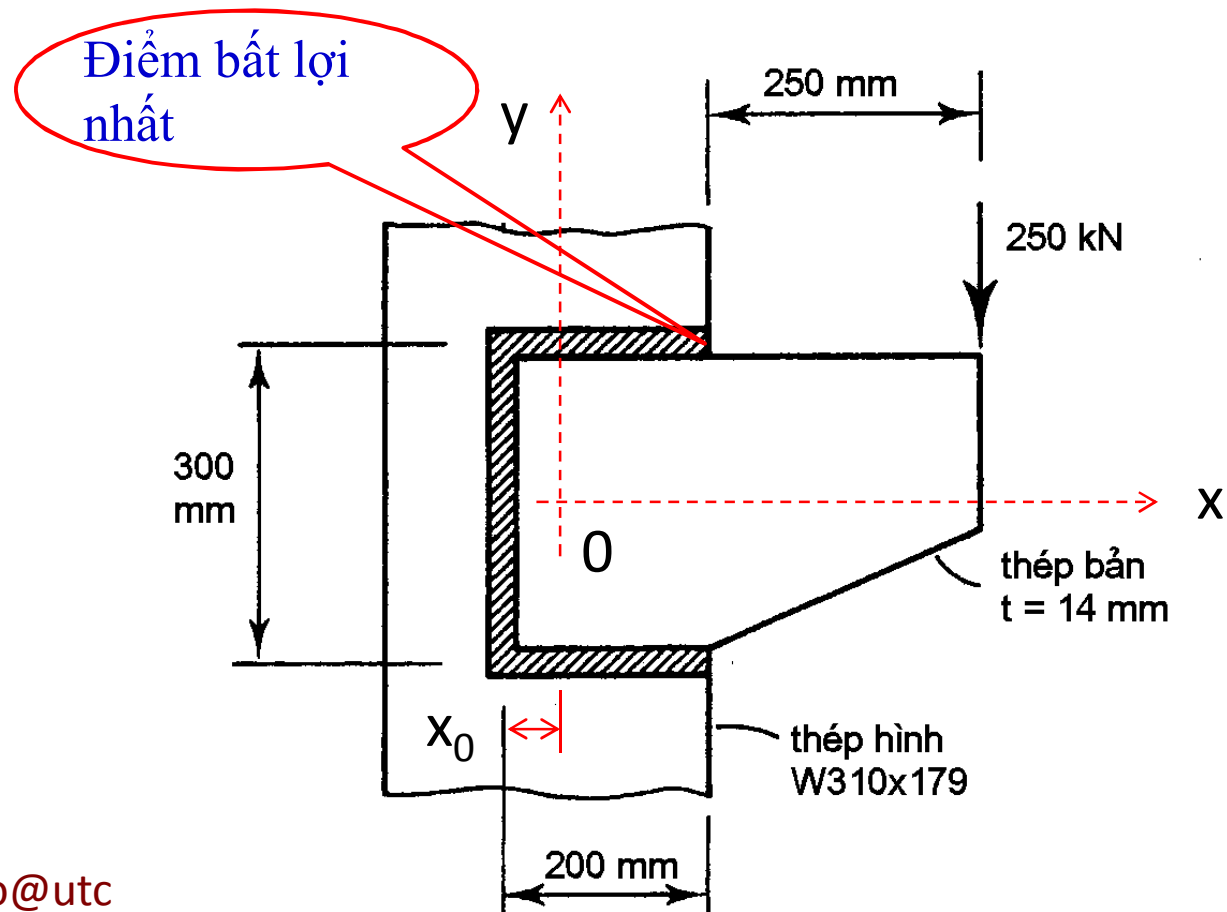


## 2.4. TÍNH TOÁN LIÊN KẾT PHỨC TẠP

### 2.4.4. Các ví dụ (6/9)

Giải:

- Đặt hệ trục  $x_0y_0$  như hình vẽ:



## 2.4. TÍNH TOÁN LIÊN KẾT PHỨC TẠP

### 2.4.4. Các ví dụ (7/9)

---

- Xác định vị trí của O:

$$x_0 = (\sum L_i \cdot x_i) / \sum L_i = (300 \cdot 0 + 2 \cdot 200 \cdot 200/2) / (300 + 2 \cdot 200) = 57 \text{ mm}$$

- XĐ lực cắt trên 1 mm chiều dài ĐH tại vị trí bất lợi nhất (tính với chiều dày hữu hiệu của ĐH  $0,707 w = 1 \text{ mm}$ ):

$$f_{\max} = \sqrt{(f_{px} + f_{m\max}^x)^2 + (f_{py} + f_{m\max}^y)^2}$$

$$P_x = P \cdot \cos \alpha = 0; P_y = P \cdot \sin \alpha = 250 \text{ (kN)}$$

$$M = P_x \cdot y_p + P_y \cdot x_p = 0 + 250 \cdot (250 + 200 - 57) = 98250 \text{ (kN.mm)}$$

$$f_{px} = \frac{P_x}{\sum L} = 0; f_{py} = \frac{P_y}{\sum L} = \frac{250 \cdot 10^3}{(300 + 200 \cdot 2)} = 357 \text{ (N / mm)}$$



## 2.4. TÍNH TOÁN LIÊN KẾT PHỨC TẠP

### 2.4.4. Các ví dụ (8/9)

$$I_x = \frac{1.300^3}{12} + \left[ \frac{2001^3}{12} + (1.200) \cdot \left( \frac{300}{2} \right)^2 \right] \cdot 2 = 11,25 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_y = \left[ \frac{3001^3}{12} + (1.300) \cdot 57^2 \right] + \left[ \frac{1.200^3}{12} + (1.200) \cdot \left( \frac{200}{2} - 57 \right)^2 \right] \cdot 2 = 3,048 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$f_{m\max}^x = \frac{M \cdot y_{\max}}{I_x + I_y} \cdot 1 = \frac{9825010^3 \cdot (300/2)}{(11,25 + 3,048) \cdot 10^6} \cdot 1 = 1030 \text{ (N/mm)}$$

$$f_{m\max}^y = \frac{M \cdot x_{\max}}{I_x + I_y} \cdot 1 = \frac{9825010^3 \cdot (200 - 57)}{(11,25 + 3,048) \cdot 10^6} \cdot 1 = 982 \text{ (N/mm)}$$

$$\Rightarrow f_{\max} = \sqrt{(0 + 1030)^2 + (357 + 982)^2} = 1689 \text{ (N/mm)}$$



## 2.3. LIÊN KẾT HÀN

### 2.4.4. Các ví dụ (9/9)

- Sk cắt của 1 mm chiều dài KL que hàn (đường hàn):

$$\begin{aligned} R_{rw1} &= \phi_{e2} R_{nw1} = 0,8. (0,6. F_{exx}. 0,707. w) \\ &= 0,8. (0,6. 485. 0,707. 12) = 1975 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

- Sk cắt của 1 mm chiều dài KL cơ bản:

$$\begin{aligned} R_{rb1} &= \phi_v R_{nb1} = 1,0. (0,58. F_y. t) \\ &= \min \begin{cases} R_{rb1 (tb)} = (0,58. 250. 14) = 2030 \text{ N/mm} \\ R_{rb1 (th)} = (0,58. 250. 28,1) \end{cases} \\ &= 2030 \text{ N/mm.} \end{aligned}$$

Sk cắt của 1 mm chiều dài ĐH là:

$$R_{rv1} = \min (R_{rw1}, R_{rb1}) = 1975 \text{ N/mm} > f_{\max} = 1689 \text{ N/mm} \Rightarrow \text{Đạt!}$$

**Vậy LK đã cho đủ khả năng chịu lực theo sk cắt của ĐH!**

