

# Sử dụng thép hình để nâng tầng cho công trình dân dụng từ hai tầng lên ba tầng

## Using shaped steel to increase from two to three-storey buildings

### > ĐỖ TRỌNG NGHĨA

Khoa Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Miền Tây

Email: [dotrongnghia@mtu.edu.vn](mailto:dotrongnghia@mtu.edu.vn)

### TÓM TẮT:

Ngày nay, với sự phát triển không ngừng về khoa học kỹ thuật, ngành Xây dựng được xem là có bước phát triển cao về công nghệ và vật liệu. Trong đó, kết cấu thép với ưu điểm thi công nhanh, tiết kiệm chi phí và đảm bảo về mặt thẩm mỹ đang trở thành xu hướng thi công được ưa chuộng cho nhiều công trình dân dụng tại nhiều nước trên thế giới. Ngoài ra, sử dụng thép hình để sửa chữa và nâng tầng cho công trình hiện tại cũng là một giải pháp được các nhà đầu tư lựa chọn. Đề tài nghiên cứu cho công trình văn phòng (CTVP) nâng từ hai tầng lên ba tầng. Kết cấu móng được tính toán và kiểm tra đủ khả năng chịu lực khi nâng tầng. Cột và dầm được thiết kế bằng thép chữ V và chữ I. Phương pháp này làm giảm tải trọng tác dụng lên móng so với kết cấu bê tông cốt thép và đáp ứng được nhu cầu của xã hội hiện nay.

**Từ khoá:** Thép hình; kết cấu; xây dựng; công nghệ; vật liệu.

### ABSTRACT:

Today, with the continuous development of science and technology, the construction industry is considered to have a high level of development in technology and materials. In particular, steel structures with the advantages of fast construction, cost saving and aesthetics are becoming a popular construction trend for many residential houses in many countries around the world. In addition, using shaped steel to repair and increase the storey for existing buildings is effectively chosen by investors. This research was conducted for office buildings to increase from two to three-storey buildings. The foundation structure was calculated and tested for sufficiently bearing capacity when raising storeys. Columns and beams were designed with V- and I-shaped steel. This method reduces the load on the foundation compared with reinforced concrete structures and meets the needs of today's society.

**Keywords:** Shaped steel; structure; construction; technology; material.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

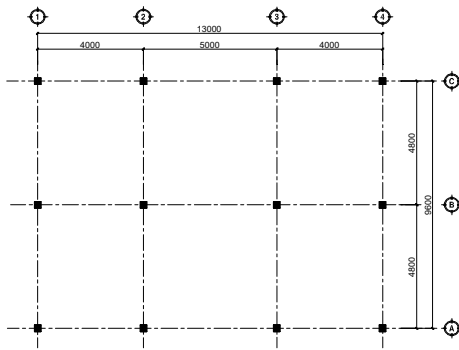
Với tốc độ phát triển của xã hội ngày càng nhanh thì nhu cầu về nhà ở, khu vui chơi giải trí của con người cũng tăng cao. Việc xây dựng mới một ngôi nhà hoặc nâng cấp công trình đang sử dụng để đáp ứng yêu cầu cuộc sống cũng quan trọng không kém. Hơn thế nữa, việc nâng cấp công trình dân dụng để phục vụ kinh doanh nhà hàng, khách sạn, văn phòng, ... đang là chủ đề được quan tâm hiện nay. Công việc này không những đem lại hiệu quả kinh tế mà còn đáp ứng nhu cầu sử dụng khác nhau cho nhà đầu tư. Kết cấu thép với ưu điểm thi công nhanh, tiết kiệm chi phí và đảm bảo về mặt thẩm mỹ đang trở thành xu hướng thi công được ưa chuộng cho nhiều nhà ở dân dụng tại nhiều nước trên thế giới. Shan Zhu và cộng sự [1] đã sử dụng kết cấu bê tông cốt thép hình trong nghiên cứu và cho thấy công nghệ này khắc phục các vấn đề như độ lệch lắp đặt của dầm và cột, xử lý thép không đúng cách ở các khớp của dầm và cột, và sự không đồng đều của bề mặt bê tông. Lượng thép giảm khoảng 10% khi thiết kế kết cấu bê tông cốt thép thường và tiết kiệm chi phí. Trong nghiên cứu ứng dụng thép hình I bị cắt bản cánh phía trên để thiết kế dầm bê tông, Bo Wu và cộng sự [2] cho thấy việc áp dụng thép hình I này đã tiết

kiệm chi phí rất nhiều vì có thể tái sử dụng cho công trình mới. Ngoài việc tiết kiệm chi phí thì việc sử dụng thép I còn cho thấy khả năng chịu lực thép I được liên kết từ bốn thép tấm khá tốt [3]. Ở Việt Nam, một số công trình thép như Tòa nhà văn phòng QH Plus ở Quận 7, TP.HCM, dự án Nhà khung thép bên hồ ở huyện Sóc Sơn, Hà Nội, công trình Văn phòng cũng áp dụng phương pháp này. Vì vậy, việc "sử dụng thép hình để sửa chữa và nâng tầng nhà ở từ một đến hai tầng" đã đem lại hiệu quả về khả năng chịu lực và tính kinh tế cao.

### 2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

#### 2.1. Đối tượng nghiên cứu

Sử dụng thép hình để thi công nâng tầng cho một công trình văn phòng đã xây dựng tại địa bàn TP Vinh Long. Công trình có kết cấu móng đã kiểm tra và đáp ứng để nâng lên thành ba tầng, cột có tiết diện 200x200 và có mặt bằng như Hình 1. Kết cấu cột, dầm sàn tầng 1 và tầng 2 được giữ nguyên khi nâng tầng. Tải trọng tính toán cho tầng 3 được qui đổi như sau: tính tải tính toán 4,023 kN/m<sup>2</sup> (tường xây được gán vào mô hình khung khi chạy), hoạt tải tính toán cho các phòng là 2,4 kN/m<sup>2</sup> [4].



Hình 1. Mặt bằng CTVP

**2.2. Phương pháp nghiên cứu**

Thực hiện phân tích và đánh giá công trình hiện trạng. Sau đó tiến hành tính toán và thiết kế kết cấu rồi lập biện pháp thi công cụ thể cho công trình.

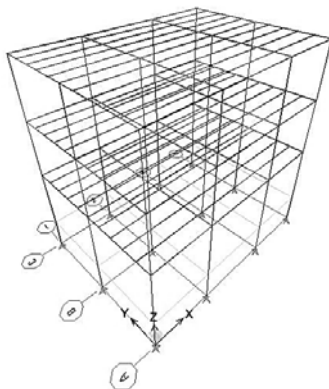
Sử dụng phần mềm Etabs 9.7.4 [5] để thiết kế kết cấu thép hình cho cột và dầm. Nghiên cứu cho trường hợp dầm thép I và cột là loại cột rỗng bản giằng.

Thực hiện giải pháp thi công theo TCVN 4453-1995 [6], kết cấu bê tông và bê tông cốt thép toàn khối - quy phạm thi công và nghiệm thu.

**3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU**

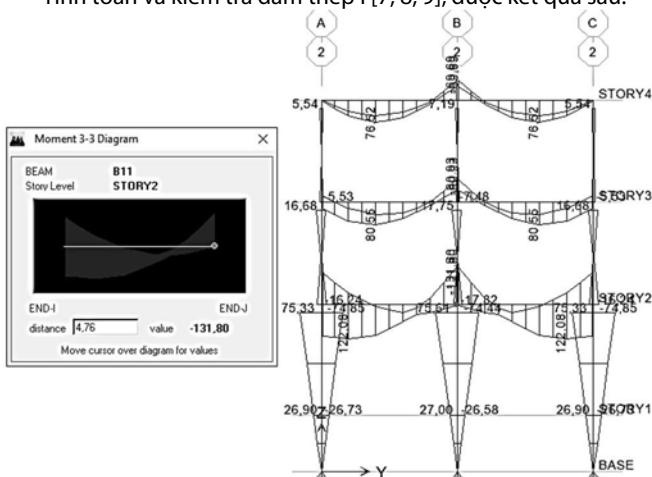
**3.1. Kết quả tính toán kết cấu cho công trình**

Công trình được mô hình và giải nội lực bằng phần mềm etabs thể hiện ở Hình 3, Hình 4, Hình 5 và Hình 6.

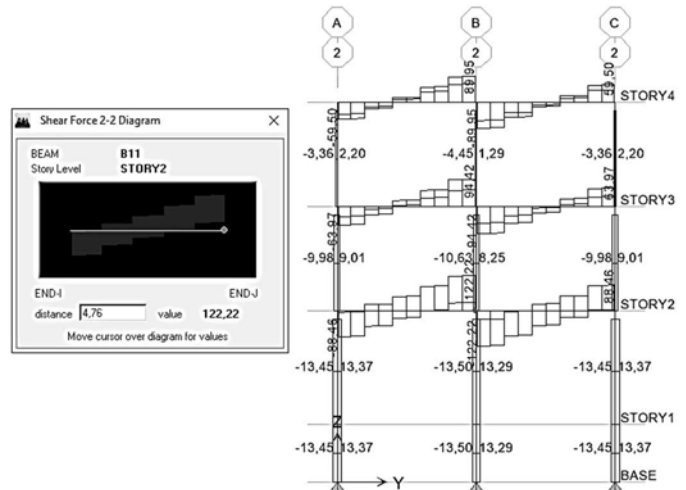


Hình 2. Mô hình tính toán cho CTVP

- Tính toán và kiểm tra dầm thép I [7, 8, 9], được kết quả sau:



Hình 3. Giá trị moment để kiểm dầm 1300x150x18,5 cho CTVP



Hình 4. Giá trị lực dọc để kiểm dầm 1300x150x18,5 cho CTVP

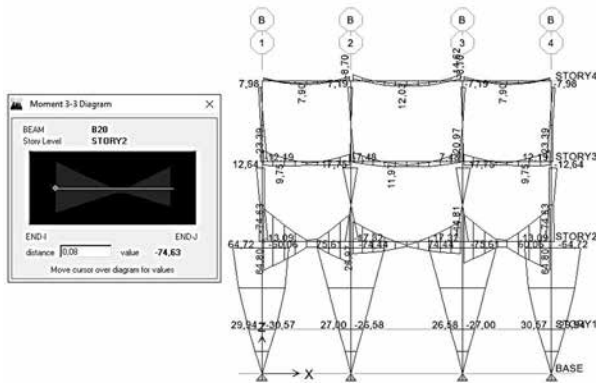
Bảng 1. Số liệu kiểm tra dầm 1300x150x18,5 cho CTVP

M (kN.cm)	W <sub>nx</sub> (cm <sup>3</sup> )	f (kN/cm <sup>2</sup> )	γ <sub>c</sub>	C <sub>1</sub>	V (kN)
13180	849	21	0,95	1,0682	122,22
φ <sub>b</sub>	W <sub>c</sub>	σ <sub>1</sub>	τ <sub>1</sub>	Δ/l	
0,9112	849	13,594	8,14	0,006	

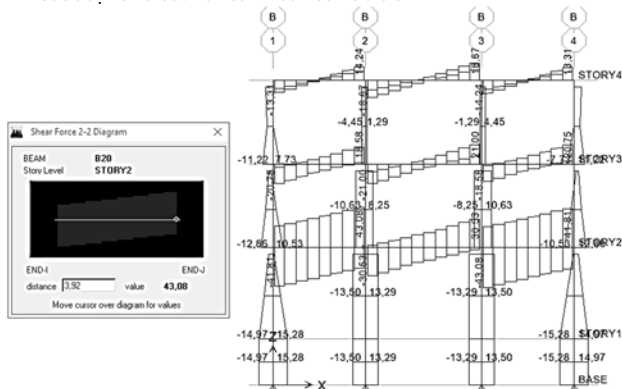
S (cm <sup>3</sup> )	I <sub>x</sub> (cm <sup>4</sup> )	t <sub>w</sub> (cm)	f <sub>v</sub> (kN/cm <sup>2</sup> )	t <sub>r</sub> (cm)	f <sub>y</sub> (kN/cm <sup>2</sup> )	γ <sub>M</sub>
846,667	12700	1	14,036	1,85	22	1,1
CCT34:1300x150x10x18,5			A <sub>f</sub>	27,75	1,06	
	h =	30 (cm)	A <sub>w</sub>	26,30		
	b =	15 (cm)				

Bảng 2. Kết quả tính toán của dầm 1300x150x18,5 cho CTVP

Các điều kiện kiểm tra	Kết quả tính toán	Kết luận
a. Kiểm tra điều kiện bền chịu moment: $\frac{M}{C_1 W_{nx}} \leq f_y \gamma_c$	14,516 < 19,95	Thỏa
b. Kiểm tra điều kiện bền chịu cắt: $\tau = \frac{VS}{I_x t_w} \leq f_v \gamma_c$	8,137 < 13,334	Thỏa
c. Kiểm tra độ cứng (độ võng của dầm): $\frac{\Delta}{l} \leq \left[ \frac{\Delta}{l} \right]$	0,006 < 0,02	Thỏa
d. Kiểm tra ổn định tổng thể của dầm: $\frac{M}{\phi_b W_c} \leq f_y \gamma_c$	17,017 < 19,95	Thỏa



Hình 5. Giá trị moment để kiểm dầm I200x100x16 cho CTVP



Hình 6. Giá trị lực dọc để kiểm dầm I200x100x16 cho CTVP

Bảng 3. Số liệu kiểm tra dầm I200x100x16 cho CTVP

M (kN.cm)	W <sub>nx</sub> (cm <sup>3</sup> )	f (kN/cm <sup>2</sup> )	γ <sub>c</sub>	C <sub>1</sub>	V (kN)
7463	446	21	0,95	1,0682	43,08
φ <sub>b</sub>	W <sub>c</sub>	σ <sub>1</sub>	τ <sub>1</sub>	$\frac{\Delta}{l}$	
0,9473	446	14,667	4,79	0,003	

S (cm <sup>3</sup> )	I <sub>x</sub> (cm <sup>4</sup> )	t <sub>w</sub> (cm)	f <sub>v</sub> (kN/cm <sup>2</sup> )	t <sub>r</sub> (cm)	f <sub>y</sub> (kN/cm <sup>2</sup> )	γ <sub>M</sub>
446	4460	0,9	14,036	1,6	22	1,1
CCT34:I200x100x9x16			A <sub>f</sub>	16	1,06	
h =		20 (cm)	A <sub>w</sub>	15,12		
b =		10 (cm)				

Bảng 4. Kết quả tính toán của dầm I200x100x16 cho CTVP

Các điều kiện kiểm tra	Kết quả tính toán	Kết luận
a. Kiểm tra điều kiện bền chịu moment: $\frac{M}{C_1 W_{nx}} \leq f_y$	15,663 < 19,95	Thỏa
b. Kiểm tra điều kiện bền chịu cắt: $\tau = \frac{VS}{I_x t_w} \leq f_v$	4,787 < 13,334	Thỏa
c. Kiểm tra độ cứng (độ võng của dầm): $\frac{\Delta}{l} \leq \left[ \frac{\Delta}{l} \right]$	0,003 < 0,02	Thỏa

Các điều kiện kiểm tra	Kết quả tính toán	Kết luận
d. Kiểm tra ổn định tổng thể của dầm: $\frac{M}{\phi_b W_c} \leq f_y$	17,662 < 19,95	Thỏa

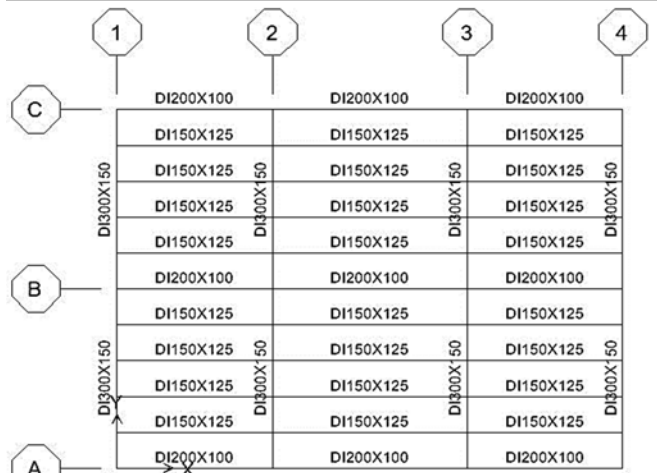
Bảng 5. Số liệu kiểm tra dầm I150 x 125x14 cho CTVP

M (kN.cm)	W <sub>nx</sub> (cm <sup>3</sup> )	f (kN/cm <sup>2</sup> )	γ <sub>c</sub>	C <sub>1</sub>	V (kN)
2482	235	21	0,95	1,0493	17,69
φ <sub>b</sub>	W <sub>c</sub>	σ <sub>1</sub>	τ <sub>1</sub>	$\frac{\Delta}{l}$	
0,9825	235	9,259	2,77	0,018	

S (cm <sup>3</sup> )	I <sub>x</sub> (cm <sup>4</sup> )	t <sub>w</sub> (cm)	f <sub>v</sub> (kN/cm <sup>2</sup> )	t <sub>r</sub> (cm)	f <sub>y</sub> (kN/cm <sup>2</sup> )	γ <sub>M</sub>
234,667	1760	0,85	14,036	1,4	22	1,1
CCT34:I150x125x 8,5x14			A <sub>f</sub>	17,5	1,69	
h =		15 (cm)	A <sub>w</sub>	10,37		
b =		12,5 (cm)				

Bảng 6. Kết quả tính toán của dầm I150x125x14 cho CTVP

Các điều kiện kiểm tra	Kết quả tính toán	Kết luận
a. Kiểm tra điều kiện bền chịu moment: $\frac{M}{C_1 W_{nx}} \leq f_y$	10,066 < 19,95	Thỏa
b. Kiểm tra điều kiện bền chịu cắt: $\tau = \frac{VS}{I_x t_w} \leq f_v$	2,775 < 13,334	Thỏa
c. Kiểm tra độ cứng (độ võng của dầm): $\frac{\Delta}{l} \leq \left[ \frac{\Delta}{l} \right]$	0,018 < 0,02	Thỏa
d. Kiểm tra ổn định tổng thể của dầm: $\frac{M}{\phi_b W_c} \leq f_y$	10,75 < 19,95	Thỏa



Hình 7. Tiết diện dầm thép bố trí cho CTVP

Thực hiện thiết kế cột rỗng [7, 8, 9], kết quả chọn tiết diện thép V đều cạnh để thực hiện bố trí. Kết cấu cột chọn 4V70x70x8, bản giằng là thép V70x70x8 khoảng cách 800. Sử dụng thép CCT34, hàn thủ công và que hàn N42.

**Bảng 7. Thông số tính toán**

$f$ (kN/cm <sup>2</sup> )	$N$ (kN)	$l$ (cm)	$n$	$l_x=l_y$ (cm)	$\gamma_c$	$z_0$ (cm)	$t_b$ (cm)
21	647,9	13	4	590	1	2,14	0,8
$d_b$ (cm)	$I_{x0}$ (cm <sup>4</sup> )	$I_{y0}$ (cm <sup>4</sup> )	$A_f$ (cm <sup>2</sup> )	$n_l, n_r$	$(\beta f)_{min}$ (kN/cm <sup>2</sup> )	$E$ (kN.cm)	
12	59,1	2,27	11,4	0,5	12,6	$2,1 \times 10^4$	

**Bảng 8. Kết quả tính toán**

Kiểm tra khả năng chịu lực	Kiểm tra độ mảnh tổng	Kiểm tra độ mảnh của nhánh	Thiết kế chiều cao đường hàn (hr)
$\frac{N}{\phi_y A} \leq \gamma_c f$	$\lambda_{max} < [\lambda]$	$\lambda_{nh} < 40$	$h_r \geq \frac{1}{l_w (\beta f)_{min}} \sqrt{Q_b^2 + \left(\frac{6M_b}{l_w}\right)^2}$
14,99 < 19,95 (thỏa)	55,61 < 120 (thỏa)	37,44 < 40 (thỏa)	$h_r > 0,8$ (cm)

Chọn sàn có chiều dày 100, thực hiện bố thép phi 6 khoảng cách 200 theo hai phương.

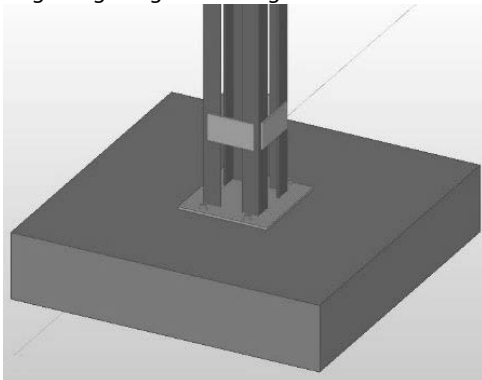
**3.2 Giải pháp thi công**

**3.2.1. Thi công liên kết chân cột với đài móng [10,11]**

Theo TCVN 5575-2012: Với cột liên kết khớp, bu lông neo lấy theo cấu tạo từ hai đến bốn chiếc, đường kính không nhỏ hơn 16 mm. Chọn 4 bu lông neo đường kính 16 mm để liên kết chân cột vào móng. Dưới chân cột, sử dụng thép tấm dày 8 mm làm bản đế liên kết 4 thanh thép V của cột rỗng và khoan lỗ sẵn theo đường kính của bu lông neo.

Móng cũ được vệ sinh sạch, sau đó dùng khoan bê tông với đường kính mũi 20mm và khoan tạo lỗ để bắt bu lông liên kết bản đế cột vào đài móng.

Sau khi định vị đúng vị trí bu lông liên kết vào đài móng, tiến hành dùng Sikadur 731 đã trộn cho vào trong lỗ khoan (tốt nhất là khô, sạch và không dính bụi) bằng súng bơm. Để yên cho Sikadur 731 khô cứng trong vòng ít nhất 12 giờ.



**Hình 8. Liên kết chân cột với đài móng**

Liên kết bản đế chân vào đài móng thông qua bu lông neo đã chờ sẵn.

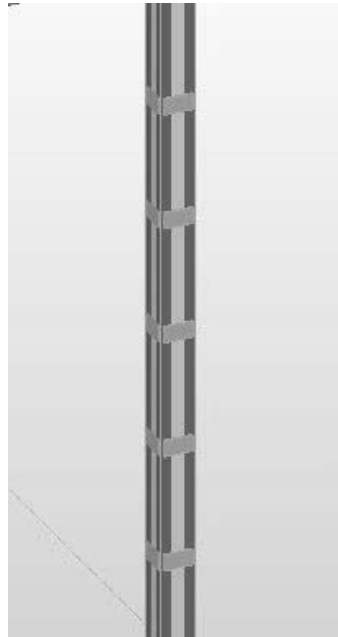
Để bảo vệ cho thép bản đế và bu lông không bị ăn mòn, sử dụng bê tông đá 1x2 có mác cao hơn mác bê tông đài móng

khoảng 20% để đổ lên phần đài móng (dày 100-200mm). Lớp bê tông cũ và mới sẽ sử dụng Sikadur 732 để liên kết.

**3.2.2. Thi công cột thép [9,12]**

Sử dụng cột rỗng bốn nhánh có các nhánh bằng thép góc (chữ V) liên kết với nhau bằng các bản giằng, có tiết diện không đổi. Chúng thường được dùng khi tiết diện của cột được quyết định bởi yêu cầu về độ mảnh, thường là cột có tải trọng không lớn. Ưu điểm lớn của tiết diện rỗng bốn nhánh là kết hợp tốt với xây tường. Biện pháp thực hiện như sau:

- Khi thi công cùng với cột bê tông hiện trạng: Các nhánh thép chữ V được tính toán và thiết kế trước được ốp vào 4 góc cột bê tông. Liên kết các nhánh thép lại với nhau bằng loại bản giằng được thiết kế trước (liên kết hàn).



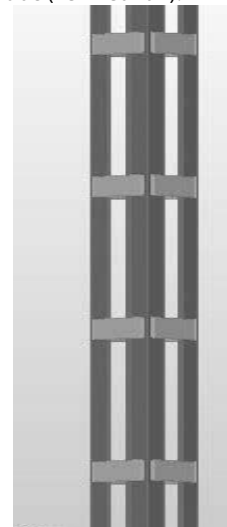
(a) Vẽ mô hình



(b) Hình ảnh thi công thực tế

**Hình 9. Thép V được ốp vào 4 góc cột**

- Khi thi công không có cột bê tông hiện trạng: Các nhánh thép chữ V phía trên được liên kết hàn với các nhánh thép đã lắp đặt ở phần dưới. Các nhánh thép cũng liên kết lại với nhau bằng loại bản giằng được thiết kế trước (liên kết hàn).



**Hình 10. Thi công cột rỗng bằng 4 thanh thép V**

- Phần phía trong cột rỗng sử dụng bê tông mác thấp hoặc bê tông nhẹ để đổ vào.

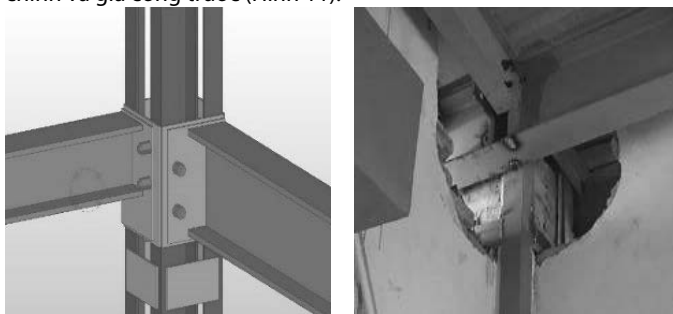
### 3.2.3. Thi công dầm thép [8,9,12]

Dầm thép hình chữ I sau khi thiết kế được gia công trước và vận chuyển đến công trình để tiến hành lắp đặt như sau:

**Bước 1.** Đối với các công trình thấp tầng dùng tời hoặc ròng rọc để vận chuyển dầm thép I lên và đưa vào vị trí lắp đặt.

**Bước 2.** Tính toán bu lông cho dầm chính theo TCVN 5575 – 2012 sử dụng 4 bu lông cấu tạo đường kính 20 mm. Lắp dầm chính trước, dầm được liên kết với cột bằng bu lông (Hình 8).

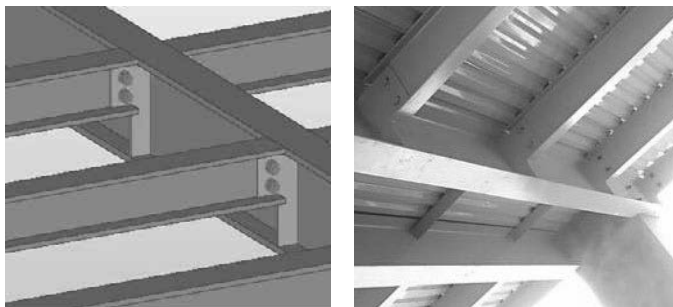
**Bước 3.** Lắp dầm thép phụ liên kết với dầm chính bằng 2 bu lông cấu tạo (đường kính 20 mm) thông qua bản thép dày 8 mm được gia công theo hình sẵn. Bản thép này liên kết hàn với dầm chính và gia công trước (Hình 11).



(a) Vẽ mô hình

(b) Hình ảnh thi công thực tế

**Hình 11.** Chi tiết liên kết dầm chính vào cột



(a) Vẽ mô hình

(b) Hình ảnh thi công thực tế

**Hình 12.** Chi tiết liên kết dầm phụ vào dầm chính

### 3.2.4. Thi công sàn bê tông cốt thép [12,13,14]

Sử dụng sàn bê tông cốt thép (sàn giả) được thi công theo trình tự sau:

**Bước 1.** Đầu tiên thi công hệ kết cấu dầm thép đã được tính toán.

**Bước 2.** Lắp tấm tole hình dày 5mm lên và cố định bằng vít. Tấm tole đóng vai trò như ván khuôn trong quá trình thi công.

**Bước 3.** Tiến hành gia công và lắp đặt cốt thép sàn.

**Bước 4.** Sau đó vệ sinh và đổ bê tông sàn.

## 4. KẾT LUẬN

Khi thiết kế cột rỗng bốn nhánh (bốn thép chữ V) làm giải pháp gia cố cho cột hiện trạng đem lại ưu điểm lớn về biện pháp thi công. Dầm thép chữ I được sử dụng làm kết cấu đỡ sàn kết hợp với ván khuôn vĩnh cửu để thi công sàn đã cho kết quả tốt khi cải tạo và nâng tầng cho công trình.

Việc cải tạo và nâng cấp các công trình dân dụng từ hai đến ba tầng (nhịp từ 4m - 6m) với thiết kế cột rỗng bằng bốn thép chữ V70x70x8, dầm chính sử dụng thép I300x150x10x18,5 và dầm phụ là thép I200x100x9x16 và I150x125x8,5x14 đã đáp ứng được khả

năng chịu lực cho công trình. Vì vậy, sử dụng thép hình thay thế cho kết cấu bê tông cốt thép toàn khối trong việc cải tạo và nâng tầng cho các công trình dân dụng sẽ giảm thời gian thi công và vẫn đảm bảo tính thẩm mỹ cho công trình.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Z. Shan, Z. Zimeng, L. Lengjing and B. Fangming, "Research on construction technology of shaped steel reinforced concrete beam and column," in *The 3rd International Conference on Energy Materials and Environment Engineering, Series: Earth and Environmental Science, Materials and Environment Engineering*, Bangkok, Thailand, 2017, pp.012-123.

[2] W. Bo and J. Simin, I-shaped steel with discontinuous top flange reinforced compound concrete beam containing demolished concrete lumps and construction process of such beam, *Patent Application Publication*, 2017.

[3] Z. Yiyun and Z. Jincheng, Experimental and numerical study on member Classification of I-section plate girders, *Journal of Constructional Steel Research*, Vol 137, pp. 192-200, 2017.

[4] TCVN 2737:1995. *Tài trọng và tác động - Tiêu chuẩn thiết kế*. Bộ Xây dựng, Việt Nam.

[5] Trần Hành, Nguyễn Khánh Hùng (2011). *Ứng dụng etabs và safe trong thiết kế kết cấu công trình*. Nhà xuất bản Lao động, TP.HCM..

[6] TCVN 4453:1995. *Kết cấu BT và BTCT toàn khối, Quy phạm thi công và nghiệm thu*. Bộ Xây dựng, Việt Nam.

[7] Đoàn Đình Kiến, Nguyễn Văn Tấn, Phạm Văn Hội (2006). *Kết cấu thép - cấu kiện cơ bản*. Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.

[8] TCVN 5575:2012. *Kết cấu thép-Tiêu chuẩn thiết kế*. Bộ Xây dựng, Việt Nam.

[9] Nguyễn Tiến Thu (2007). *Kết cấu thép*. Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.

[10] Đỗ Đình Đức, Lê Kiều (2004). *Kỹ thuật thi công (Tập 1)*. Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.

[11] Bùi Mạnh Hùng (2011). *Công nghệ ván khuôn và giàn giáo trong xây dựng*. Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.

[12] Giang Chính Vinh (2010). *Sổ tay công trình sư thi công*. Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.

[13] Võ Bá Tâm (2007). *Kết cấu bê tông cốt thép - Tập 1&2*. Nhà xuất bản Đại học quốc gia, TP.HCM.

[14] TCVN 5574:2018. *Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép-Tiêu chuẩn thiết kế*. Bộ Xây dựng, Việt Nam.