

PHÂN TÍCH KẾT CẤU KHUNG THÉP CẤU KIỆN VÁT XÉT ĐẾN LIÊN KẾT NỬA CỨNG

Nguyễn Hồng Sơn

ABSTRACT

In this paper, the author presents one simple method to find stiffness of joints, the typical joints that uses a end-plate with bolts and weld, and under bending, axial and shear forces. Using the results of rotational stiffness value for analysis of single-storey, single-bay steel frame structure, with non-prismatic members and semi-rigid connections, to further clarify the influence of semi-rigid connections to the internal forces and displacement in structural frames. And then make recommendations for designers when designing structural steel frame.

Keywords: Structural steel frame, Non-prismatic members, semi-rigid connections

TS Nguyễn Hồng Sơn
Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội
Email: vanh_tvq@yahoo.com

1. Đặt vấn đề

Kết cấu khung thép được sử dụng rộng rãi làm kết cấu chịu lực cho các công trình xây dựng do tính ưu việt của vật liệu. Trong các công trình công nghiệp thông thường, kho xưởng, do đặc điểm làm việc và cần nhịp lớn nên tiết diện xà và cột thép thường thay đổi (cấu kiện vát như ở Hình 1), cách cấu tạo như vậy để phù hợp với biểu đồ nội lực trong kết cấu, nhằm giảm trọng lượng bản thân, tiết kiệm vật liệu và hạ giá thành công trình [6].



Hình 1. Khung thép nhà công nghiệp

Bên cạnh đó, kết cấu khung thép thường được lắp ghép, các cấu kiện liên kết với nhau thông qua bản bích mở rộng với các bulông và đường hàn [1]. Bài toán phân tích kết cấu khung thép thường giả thiết các liên kết trên là cứng tuyệt đối hoặc khớp lý tưởng. Tuy nhiên, qua nghiên cứu thực nghiệm đã cho thấy rằng, khi làm việc các phần tử cấu tạo nên liên kết đều bị biến dạng, bởi chúng có độ mềm nhất định, và liên kết như vậy gọi là liên kết nửa cứng [5, 6]. Do vậy, với các giả thiết như trên sẽ không phù hợp với sự làm việc thực tế của các liên kết trong

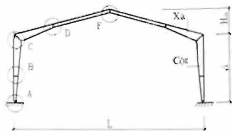
sơ đồ kết cấu.

Mặt khác, việc xác định độ cứng xoay của liên kết dầm-cột trong khung (dầm đặt ngang), người ta thường coi lực dọc trong dầm là nhỏ, không đáng kể, chỉ xét ảnh hưởng của thành phần mômen. Tuy nhiên, với kiểu khung nhà công nghiệp có cột vát, xà đặt nghiêng tạo độ dốc cho mái thì lực dọc trong liên kết với một số trường hợp là khá lớn, không thể bỏ qua khi xác định độ cứng xoay của liên kết [4].

Đồng thời, các bài toán phân tích kết cấu gần đây của nhiều tác giả trong và ngoài nước mới chỉ tập trung vào kết cấu khung thép các cấu kiện không đổi trong từng đoạn, mà chưa quan tâm đến dạng kết cấu có cấu kiện vát. Vì vậy, bài toán phân tích kết cấu khung thép có cấu kiện vát, xét đến liên kết nửa cứng, vừa làm phong phú hơn về sơ đồ tính khung, vừa là cần thiết và có ý nghĩa thực tiễn.

1.1. Phân nhóm liên kết trong kết cấu khung có cấu kiện vát

Kết cấu khung có cấu kiện vát, phổ biến hiện nay là khung nhà kho, nhà công nghiệp một tầng và một nhịp hoặc nhiều nhịp. Chẳng hạn, như nhà công nghiệp một tầng một nhịp cho ở Hình 1, có sơ đồ kết cấu như ở Hình 2, việc phân chia cấu kiện xà và cột để lắp ghép, xà đặt nghiêng tạo độ dốc cho mái, cột và xà có cấu tạo vát để phù hợp với biểu đồ nội lực.



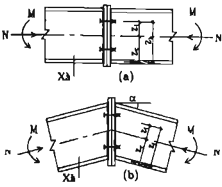
Hình 2. Sơ đồ kết cấu khung

Trong sơ đồ kết cấu này, các chi tiết liên kết được phân thành các nhóm như sau: xà-xà, xà-cột, cột-cột, cột-móng [7].

- Liên kết xà-xà (chỉ tiết D, E của Hình 2), có

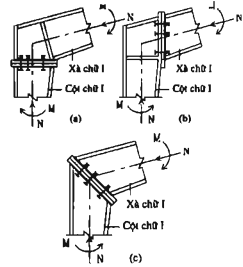
một số kiểu như ở Hình 3.

Kiểu liên kết này thường gặp ở chi tiết liên kết nối các đoạn xà hoặc nút nối xà đỉnh, nút xà đỉnh thường gặp khác.

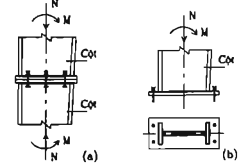


Hình 3. Kiểu liên kết xà-cột
- Liên kết xà-cột (chi tiết C của Hình 1), có một số kiểu như ở Hình 4.
- Liên kết xà-xà (chi tiết C của Hình 1), có một số kiểu như ở Hình 4.

Kiểu liên kết này rất đa dạng, chúng có nhiều hình thức khác nhau, bản bích mở rộng có thể đặt ngang, đứng hoặc xiên góc, tùy theo cách cấu tạo mối nối và biện pháp thi công.



Hình 4. Kiểu liên kết xà-cột hoặc cột-móng (chi tiết A, B của Hình 2), có một số kiểu như ở Hình 5.
- Liên kết xà-cột (chi tiết A của Hình 2), có một số kiểu như ở Hình 5.
- Liên kết cột-móng (chi tiết B của Hình 2), có một số kiểu như ở Hình 5.
- Liên kết xà-xà (chi tiết C của Hình 2), có một số kiểu như ở Hình 5.



Hình 5. Kiểu liên kết xà-cột và cột-móng
Qua một số kiểu liên kết xà-xà, xà-cột, cột-cột và cột-móng [7]. Ta thấy rằng, kiểu liên kết xà như ở Hình 3a hoặc kiểu liên kết xà-xà-cột như ở Hình 3b là tương đương với kiểu liên kết xà-xà-cột như ở Hình 3c.

Hình 5a là tương đương đặc biệt của kiểu liên kết xà-xà hoặc cột-khi góc $\alpha=0$. Như vậy, có thể nhóm thành 3 kiểu liên kết chính đó là:

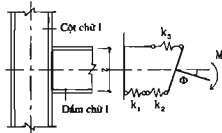
- (1) nhóm liên kết xà-xà hoặc cột-cột,
- (2) nhóm liên kết xà-cột, và
- (3) nhóm liên kết cột-móng [7].

Việc phân nhóm giúp cho quá trình phân tích ảnh hưởng của mỗi lực đến độ cứng xoay của nút để đánh, thuận tiện tính toán, đạt hiệu quả hơn.

1.2. Phương pháp tổ hợp xác định độ cứng xoay của nút liên kết

Theo EC3, khi lực dọc trục thanh nhỏ hơn 10% lực kháng dẻo của mối nối, ảnh hưởng của lực dọc trục đến độ cứng xoay của nút liên kết thường được bỏ qua [8]. Trong thực tế, do có nhiều kiểu liên kết nút với lực dọc có giá trị thay đổi lớn, thì cần thiết xét đến ảnh hưởng của chúng đối với độ cứng xoay và độ bền của liên kết. Hiện nay, có nhiều cách để xác định quan hệ giữa mômen-góc xoay nút ($M-\phi$), như sử dụng thực nghiệm, mô hình số, phân tích... Phương pháp lý thuyết sử dụng trong thực hành đó là phương pháp tổ hợp (component method). Theo đó, từ việc phân tích độ bền và biến dạng của các phần tử trong liên kết sẽ xác định được độ cứng xoay và độ bền của liên kết [4, 5].

Thường biến dạng xoay của nút liên kết chỉ do mômen uốn gây ra, quan hệ của chúng đã được đề cập trong các tài liệu [8], và phương pháp xác định độ cứng xoay ban đầu của liên kết thông qua độ cứng của các phần tử được thể hiện như ở Hình 6.



Hình 6. Mô hình cơ học cho nút liên kết hàn chịu mômen uốn [4].

Theo [4], quan hệ lực-biến dạng của phần tử thứ i , mô tả bằng lò xo cho bởi công thức:

$$F_i = k_i E_i \Delta_i \quad (1)$$

Trong đó:

- F_i - lực tác dụng ở lò xo thứ i ,
- k_i - hệ số độ cứng của lò xo thứ i ,
- Δ_i - biến dạng của lò xo thứ i , kNm ,
- E - mô đun đàn hồi của vật liệu thép,
- KH - góc xoay của nút được tính toán bởi công thức:

$$\phi = \sum \frac{\Delta_i}{z} \quad (2)$$

Trong đó:

$$\sum \Delta_i - \text{tổng biến dạng của phần tử tổ hợp.}$$

z - cánh tay đòn, là khoảng cách trọng tâm bản cánh trên và cánh dưới.

Do vậy, độ cứng xoay ban đầu của nút liên kết xác định bởi công thức:

$$S_{xnt} = \frac{M}{\phi} = \frac{F \cdot z}{\sum \frac{\Delta_i}{z}} = \frac{F \cdot z^2}{\sum \frac{1}{k_i}} = \frac{E z^3}{\sum \frac{1}{k_i}} \quad (3)$$

Tổ hợp yếu nhất của nút được xác định qua sức kháng của liên kết:

$$F_{nt} = \min\{F_{nti}\} \quad (4)$$

Trong đó:

F_{nti} - sức kháng của tổ hợp thứ i ,

Sức kháng mômen của liên kết được xác định:

$$M_{nt} = F_{nt} \cdot z \quad (5)$$

Độ tin cậy của phương pháp tổ hợp đã được kiểm chứng qua thực nghiệm, chẳng hạn với kiểu liên kết nút hàn như ở Hình 5, sai số về độ cứng xoay của liên kết theo phương pháp tổ hợp và kết quả thực nghiệm chênh lệch nhau dưới 1% [8].

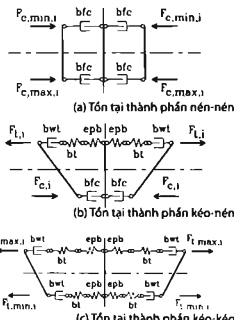
2. Xác định độ cứng xoay của liên kết khi xét cả lực dọc, lực cắt và mômen uốn

2.1. Phương pháp tổ hợp xác định độ cứng xoay của liên kết xà-xà, cột-cột hoặc xà-cột

Như đã biết, tại nút liên kết bao giờ cũng tồn tại các thành phần nội lực, gồm mômen, lực dọc và lực cắt. Với nút liên kết nút như ở Hình 3 đến Hình 5, mô hình cơ học của nút liên kết được thể hiện như ở Hình 7. Ta xem xét mô hình cơ học của nút liên kết cho ba trường hợp sau [4]:

- (1) Cả hai cánh của tiết diện đều chịu nén;
- (2) Một cánh của cấu kiện chịu nén còn cánh kia chịu kéo;
- (3) Cả hai cánh của tiết diện đều chịu kéo,

Tương ứng cho các trường hợp trên, mô hình cơ học của liên kết như ở các Hình 7a, 7b và 7c.



Hình 7. Mô hình cơ học của nút liên kết [4].

Theo mô hình này, biến dạng của bản bụng xà chịu kéo (bwt), cánh xà chịu nén (bfc) là không đáng kể và tổ hợp này cần là cứng-dẻo (mô hình hóa là piston) và chúng chỉ ảnh hưởng đến độ bền kháng của nút. Còn các biến dạng khác như biến dạng uốn (ebp), biến dạng chịu kéo (bt) được xem là đàn-dẻo (mô hình hóa là lò xo) và chúng ảnh hưởng đến độ cứng xoay của nút. Các biến dạng của phần tử được mô hình thành các piston hoặc lò xo, chúng có đặc trưng cơ học được xác định theo tài liệu [8].

Dưới tác dụng của lực dọc, ứng xử của nút liên kết thay đổi bởi chúng làm tăng thêm hoặc giảm đi ảnh hưởng của mômen uốn. Nếu lực dọc là nén, thì lực nén trong tổ hợp sẽ tăng lên và ngược lại. Dưới đây sẽ xem xét ảnh hưởng của lực dọc đến độ cứng xoay của liên kết cho các trường hợp:

a) Khi cả hai phía của mối nối chịu nén [4]

Khi cả hai phía của mối nối chịu nén, như ở Hình 7a, khi đó lực nén lớn nhất trong tổ hợp được xác định:

$$F_{Lmax} = \frac{M}{2z_c} - \frac{N}{2} \quad (6)$$

Trong đó:

N - lực nén dọc trục (lấy dấu âm),

M - mômen uốn tại liên kết,

z_c - khoảng cách trọng tâm tiết diện đến trọng tâm cánh vùng nén,

Trường hợp biến dạng do lực kéo bằng không, biến dạng của liên kết cũng bằng không, có nghĩa liên kết có cứng tuyệt đối.

b) Khi một hai phía của mối nối chịu nén, còn phía kia chịu kéo [4]

Trong tổ hợp có tồn tại lực kéo lực nén, như ở Hình 7b, khi đó một phần của mối nối chịu kéo và phần còn lại chịu nén và chúng được xác định theo công thức:

$$F_u = \frac{M}{z} - \frac{N \cdot \cos \alpha}{z}$$

$$F_n = \frac{M}{z} - \frac{N \cdot \cos \alpha}{z} \quad (7)$$

Trong đó:

z - cánh tay đòn,

z_c - khoảng cách trọng tâm tiết diện đến trọng tâm cánh vùng kéo.

Biến dạng của tổ hợp thứ i, dưới tác dụng lực kéo có thể tìm được bởi biểu thức:

$$\Delta_{ui} = \frac{M}{E k_{i,1}} - \frac{N \cdot \cos \alpha}{E k_{i,1}} = \frac{M + N \cdot \cos \alpha}{E k_{i,1}} \quad (8)$$

Góc xoay của nút, phụ thuộc vào biến dạng của các tổ hợp chịu kéo thứ i:

$$\Phi = \sum \Delta_{ui} \quad (9)$$

Độ cứng xoay ban đầu của liên kết xác định bằng tỷ số giữa mômen uốn và góc xoay của nút:

$$S_{jnt} = \frac{M}{\Phi} = \sum \Delta_{ui} \quad (10)$$

c) Khi cả hai phía của mối nối chịu kéo [4]

Khi hai phía của liên kết chịu lực kéo, như ở Hình 7c, lực kéo lớn nhất và nhỏ nhất trong tổ hợp được xác định theo công thức:

$$F_{Lmax} = \frac{N}{2} + \frac{M}{2z_c}$$

$$F_{Lmin} = \frac{N}{2} - \frac{M}{2z_c} \quad (11)$$

Biến dạng của tổ hợp có thể xác định theo công thức sau:

$$\Delta_{Lmax} = \frac{\frac{N \cdot \cos \alpha}{2} + \frac{M}{2z_c}}{E k_{1, Lmax}} = \frac{N \cdot \cos \alpha + \frac{M}{z_c}}{2 E k_{1, Lmax}}$$

$$\Delta_{Lmin} = \frac{\frac{N \cdot \cos \alpha}{2} - \frac{M}{2z_c}}{E k_{1, Lmin}} = \frac{N \cdot \cos \alpha - \frac{M}{z_c}}{2 E k_{1, Lmin}} \quad (12)$$

Trong đó:

Δ_{Lmax} - biến dạng kéo lớn nhất của tổ hợp thứ i,

Δ_{Lmin} - biến dạng kéo nhỏ nhất của tổ hợp thứ i.

Do vậy, độ cứng xoay ban đầu của nút liên kết theo các phân tích, xác định bởi công thức:

$$S_{jnt} = \frac{M}{\Phi} = \sum \Delta_{Lmax} - \sum \Delta_{Lmin} \quad (13)$$

* Trường hợp đặc biệt:

- Liên kết các cấu kiện có trục thành thẳng góc, chỉ cần thay giá trị góc $\alpha=0$ vào các công thức trên.

- Các công thức chỉ tính đến tác dụng của lực dọc và mômen, khi tồn tại cả lực cắt trong liên kết thì trong các công thức chỉ cần thay thành phần "+" thành "-". Ở đây, chúng nhận giá trị dương "+" hoặc âm "-" phụ thuộc vào hướng của lực cắt so với lực dọc.

Theo đó, tài liệu [4] đã tính được độ cứng xoay của nút liên kết xét ảnh hưởng của mômen uốn và lực dọc, với góc của trục thành là α . Chẳng hạn với liên kết như ở Hình 2, nút xà-cột (nút C) và xà-xà (nút E), độ cứng xoay ban đầu (S_{jnt}) của nút liên kết (kN.m/rad) phụ thuộc vào chiều dài bản bích và góc nghiêng mái α , được ghi ở Bảng 1.

Bảng 1. Độ cứng xoay ban đầu [4]

STT		Chiều dày bản bích (mm)			
Mặt	α	26	20	16	12
C	0°	238000	170700	114000	59000
E		96700	69300	46350	24000
C	15°	192000	138000	92600	48240
E		112800	80830	54040	28040
C	30°	164700	119000	79740	41275
E		176960	126800	84300	42610
C	45°	152000	111348	75160	40150
E		450000	320000	220000	130000

2.2. Phương pháp tổ hợp xác định độ cứng

xoay của liên kết cột-móng

Với kiểu liên kết cột-móng như ở Hình 5b, kiểu liên kết này tồn tại thành phần nén hoặc kéo-nén, thành phần kéo do các bulông ở chân móng chịu. Cũng bằng phương pháp tổ hợp để xác định độ cứng xoay của liên kết cột-móng, kết quả biểu thức xác định [7]:

$$S_{jnt} = \frac{M}{\Phi} = \frac{e}{e + e_0} \mu \sum \frac{1}{k_i} \quad (14)$$

Trong đó:

μ - hệ số hình dạng, phụ thuộc vào mômen uốn và lực dọc trong liên kết, và tỷ số giữa mômen ngoài và mômen kháng của nút liên kết, M/M_{kh} ,

e - độ lệch tâm, $e=M/N$,

e_0 - hệ số, xác định theo biểu thức (15),

$$e_0 = \frac{z_{c1} k_{c1} - z_{c2} k_{c2}}{k_{c1} + k_{c2}} \quad (15)$$

Các ký hiệu khác trong công thức (15), tham khảo tài liệu [7].

Để tin cậy của phương pháp tổ hợp để xác định độ cứng góc xoay nút xà-xà, xà-cột và cột-móng đã được các tác giả kiểm chứng bằng hàng loạt thí nghiệm, cho thấy kết quả thu được bằng phương pháp tổ hợp phù hợp với kết quả cho bởi thực nghiệm [4, 7, 8].

3. Phân tích kết cấu khung thép cấu kiện vát, xét đến liên kết nửa cứng

Như trên đã đề cập, bài toán phân tích kết cấu khung thép có tiết diện đều đã được nhiều tác giả trong và nước ngoài tìm, và đã xây dựng được các phần tử mẫu với mô hình liên kết nửa cứng một lò xo hoặc ba lò xo, có kể đến ảnh hưởng của vùng chuyển (rigid zone). Tuy nhiên, với các cấu kiện xà và cột trong khung có tiết diện thay đổi (cấu kiện vát) thì các phần tử mẫu và chương trình tính lập sẵn sẽ không sử dụng được. Trong trường hợp này, phần mềm thương mại SAP 2000 cũng đã đưa vào phần tử có tiết diện thay đổi đều (Non-prismatic) [9] và chỉ cần khai báo tiết diện ở đầu và cuối phần tử bằng lệnh như [3]:

- Trước tiên vào → Define → Section Property

> Frame Sections > Add new Property,

- Vào Assign > Frame > Frame sections >

Import Frame section Property > Frame section Property Type,

- Chọn Other → Add Nonprismatic.

Ngoài ra, trong tính toán thực hành, để kiểm tra việc nhập tiết diện vát, có thể vào View > Set Display Options → General > Extrude View [3]. Chẳng hạn, với khung như ở Hình 2, thì kết quả hiện ra trên màn hình của SAP 2000, như ở Hình 8.

Bên cạnh đó, việc xét liên kết nửa cứng, phần mềm thương mại SAP 2000, phiên bản V14 cũng đã đề cập, việc thực hiện khai báo độ cứng liên kết cũng đơn giản, thông qua việc

chọn đối tượng gán [3]. Các bước tiến hành:

- Chọn phần tử → Từ menu Assign > Frame
- > Release Partial Fixity > Assign Frame Releases:
- Momen 33 Release: End [✓]
- Frame Partial Fixity Spring: Start: 138000

End: 200000 > OK

(Giá trị 138000 hoặc 200000 chính là giá trị độ cứng xoay của nút liên kết, kN.m/rad, khi chọn hệ đơn vị kN, m)



Hình 8. Sơ đồ khung có tiết diện và

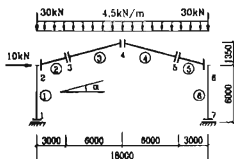
4. Ví dụ tính toán

4.1. Số liệu đầu vào

Khảo sát chuyển vị-nội lực đối với kết cấu khung thép một tầng, một nhịp có cấu kiện cột và đoạn đầu xà vát và đoạn xà đỉnh tiết diện đều, liên kết các cấu kiện xét cho hai trường hợp:

- (1) Liên kết cứng tuyệt đối, và
- (2) Liên kết nửa cứng.

Kích thước hình học, sơ đồ tính và tải trọng tác dụng lên khung như ở Hình 9.



Hình 9. Sơ đồ tính và tải trọng tác dụng

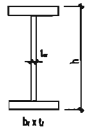
- Xà và cột có kích thước tiết diện ở đầu mỗi đoạn (đơn vị, mm), được ghi ở Bảng 2.

Bảng 2. Tiết diện và các cột thép

CX	Xà	Cột
Nút	2; 6	3; 5
h	600	300
t_w	10	10
t_f	180	180
t_r	14	14

Ghi chú:

- Chiều cao tiết diện h.
- Chiều dày bản bụng t_w .
- Bề rộng bản cánh t_f .
- Chiều dày bản cánh t_r .



- Vật liệu thép có môđun đàn hồi $E=2.1.10^4$ kN/cm², hệ số Poisson $\nu=0.3$, cường độ tính toán $f=21$ kN/cm².

- Số liệu ban đầu về độ cứng xoay của một số kiểu liên kết (xà-cột, xà-xà gãy khúc) được lấy sơ bộ theo phương pháp tổ hợp, ứng với giá trị ghi trong Bảng 1, với độ dày bản bích 20mm và góc nghiêng má 15°. Độ cứng xoay của các kiểu liên kết còn lại được xác định, và chúng ghi ở dưới đây:

- + Liên kết chân cột-móng (nút số 1; 7), có độ cứng liên kết bằng 10.000 kN.m/rad;
- + Liên kết xà-cột (nút số 2; 6), có độ cứng liên kết bằng 138.000 kN.m/rad;
- + Liên kết xà-xà (nút số 3; 5), có độ cứng liên kết bằng 200.000 kN.m/rad;
- + Liên kết xà-xà gãy khúc (nút số 4), có độ cứng liên kết bằng 80.830 kN.m/rad.

Trong bài toán thiết kế, bước đầu cần thiết là định kích thước cấu kiện và kích thước hình học của liên kết (độ cứng góc xoay của liên kết), sau khi xong tính toán sẽ kiểm tra lại và cập nhật cho bước tính mới. Ở bước tính sau cùng ta tìm được kích thước tiết diện và liên kết với sai số chấp nhận được.

Ở đây, chỉ đề cập đến việc phân tích kết cấu với kích thước tiết diện và độ cứng xoay của liên kết ở bước tính đầu tiên, mục đích để làm rõ ảnh hưởng của liên kết nửa cứng đến trạng thái chuyển vị và nội lực trong khung có cấu kiện vát.

4.2. Kết quả khảo sát

Sau khi phân tích kết cấu khung thép đã cho bằng phần mềm SAP2000, với liên kết các cấu kiện là:

- (1) Liên kết cứng tuyệt đối;
- (2) Liên kết nửa cứng.

Ta có kết quả nội lực và chuyển vị nút như sau:

a) Kết quả nội lực nút

Bao gồm mômen M (KN.m), lực dọc N (kN) và lực cắt V (kN) tại các nút của phần tử.

- Với liên kết giữa các cấu kiện xà và cột trong khung là cứng tuyệt đối, kết quả nội lực được ghi ở các Bảng 3.

Bảng 3. Kết quả nội lực kết cấu khung

PT	Nút	Giá trị nội lực		
		M	N	V
1	1	-29,47	-69,69	-21,62
	2	100,24	-69,69	-21,62
2	2	66,65	-72,22	31,62
	3	-123,06	-72,22	31,62
3	3	100,24	-69,69	-21,62
	4	-15,89	-35,13	-21,06
4	4	-15,89	-35,13	-21,06
	5	29,95	-31,46	-3,44
5	5	29,95	-31,08	5,94
	6	-31,11	-35,51	23,56
6	6	-31,11	-35,51	23,56
	7	-123,06	-37,53	37,06

- Với liên kết giữa các cấu kiện xà và cột

trong khung là nửa cứng, kết quả nội lực được ghi ở các Bảng 4.

Bảng 4. Kết quả nội lực kết cấu khung

PT	Nút	Giá trị nội lực		
		M	N	V
1	1	-23,23	-69,59	-20,46
	2	99,50	-69,59	-20,46
2	2	58,74	-72,31	30,46
	3	-123,99	-72,31	30,46
3	3	99,50	-69,59	-20,46
	4	-14,91	-33,97	-21,14
4	4	-14,91	-33,97	-21,14
	5	31,43	-30,32	-3,17
5	5	31,43	-29,92	5,86
	6	-31,23	-34,37	23,83
6	6	-31,23	-34,37	23,83
	7	-123,99	-36,40	37,33

- Kết quả chênh lệch về nội lực ở các cấu kiện cho hai trường hợp liên kết là cứng tuyệt đối và nửa cứng, ghi ở Bảng 5.

Bảng 5. Kết quả chênh lệch về nội lực

PT	Nút	Chênh lệch về nội lực (%)		
		M	N	V
1	1	21,170	0,133	5,380
	2	0,740	0,133	5,380
2	2	11,870	-0,129	3,678
	3	-0,756	-0,129	3,678
3	3	0,740	0,133	5,380
	4	6,208	3,313	-0,380
4	4	6,208	3,313	-0,380
	5	-4,929	3,614	7,710
5	5	-4,929	3,745	1,346
	6	-0,412	3,202	-1,125
6	6	-0,412	3,202	-1,125
	7	-0,756	3,029	-0,715

b) Kết quả chuyển vị nút

Kết quả chuyển vị nút, gồm chuyển vị ngang, chuyển vị đứng và chênh lệch (chênh) chuyển vị ngang, chuyển vị đứng tại nút 2, và nút 4 ở sơ đồ tính khung (Hình 9) cho hai trường hợp liên kết, cứng tuyệt đối (cứng) và nửa cứng (mềm), được ghi ở Bảng 5.

Bảng 5. Giá trị chuyển vị và chênh lệch

Trường hợp liên kết	Giá trị chuyển vị nút (m)			
	Nút 2		Nút 4	
	Đứng	Ngang	Đứng	Ngang
Cứng	0,00217	0,0075	0,0461	0,2718
Mềm	0,00216	0,0121	0,0534	0,2893
Chênh	0,461	-61,33	-15,83	-6,439

4.3. Nhận xét kết quả

Từ các kết quả của bài toán phân tích, ta có các nhận xét như sau:

- Về nội lực, có biết có chênh lệch lớn về mômen nút tới 21,17%, còn chênh lệch về lực dọc và lực cắt thay đổi không đáng kể, dưới 7,7%.

- Về chuyển vị, chênh lệch chuyển vị ngang của nút đầu cột khung khá lớn, đến 61,33%, còn chuyển vị đứng tại đỉnh khung đến 15,83%.

Chênh lệch chuyển vị ngang tại đầu cột khung lớn, có thể giải thích rằng với kiểu khung thép như trên thì kết cấu đã bị "mềm" đi, do có các biến dạng của phần tử trong liên kết khi xét liên kết nửa cứng, và dẫn tới việc tăng chuyển vị cho khung. Đồng thời thực tế cũng cho thấy rằng, ảnh hưởng của biến dạng khung thép cho một số trường hợp đã quyết định kích thước tiết diện của các cấu kiện và cột. Điều này là cần thiết, nhằm nhấn mạnh hơn cho các nhà thiết kế khi thiết kế khung thép ngoài yêu cầu đảm bảo về biến dạng, nhưng không chênh lệch nhiều về ứng suất so với cường độ của tiết diện, đặc biệt đối với kết cấu khung thép do các cấu kiện lắp ghép, sử dụng mối nối bằng bulông và bản xích.

5. Kết luận

- Việc tính toán kết cấu khung thép tiết diện vát được giải quyết dễ dàng thông qua việc tiếp cận phương pháp tổ hợp của Eurocode 3 (tính toán biến dạng và độ bền của các phần tử trong liên kết). Bởi theo phương pháp này để đảm bảo xác định được độ cứng xoay và mômen bền của liên kết cho các bài toán phân tích kết cấu khi không/chưa có số liệu thực nghiệm, hoặc sử dụng trong giai đoạn chọn sơ bộ các cấu kiện trong kết cấu khung.

- Sau khi dùng phần mềm thương mại SAP 2000, thực hiện khảo sát kết cấu khung thép một tầng, một nhịp với trường hợp liên kết cứng tuyệt đối và trường hợp liên kết nửa cứng, đã làm rõ ảnh hưởng của độ cứng góc xoay đến trạng thái chuyển vị-nội lực trong kết cấu khung thép cấu kiện vát, mà các nghiên cứu trước đây chưa thấy đề cập.

- Trên cơ sở chuyển vị-nội lực của kết cấu khung thép, khuyến cáo nhà thiết kế, khi thiết kế cần quan tâm hơn đến việc kiểm tra biến dạng của khung, do khung bị "mềm" đi do ảnh hưởng của liên kết nửa cứng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phạm Minh Hà, Đoàn Tuyết Ngọc, Thiết kế khung thép nhà công nghiệp một tầng một nhịp, Nhà Xuất bản Xây dựng, Hà Nội, 2009.
2. Nguyễn Hồng Sơn, "Một cách xác định đường đặc tính của liên kết dầm-cột trong liên kết cấu khung thép", Chuyên đề Nghiên cứu khoa học - Đại học Kiến trúc Hà Nội, 2007.
3. Nguyễn Hữu Anh Tuấn, Đào Đình Nhân, "SAP 2000 Ver 10, Thúc Khích Phân tích và Thiết kế kết cấu", Nhà Xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2010.
4. Alfonso Danikans, Kestutis Urbonas, "Component Method Extension to Steel Beam-to-Beam and Beam-to-Column Knee Joints under Bending and Axial Forces", and "Characteristic of the Semi-rigid Bolted Steel Joints under Bending and Axial Forces and its Influence on the Frame Behaviour" Journal of Civil Engineering and Management, ISSN 1392-3730, Vol XI, No 3, pp 217-224, 2005
5. CEN (1992): Eurocode 3, Design of Steel Structures-Part 1-1-General Rules and Rules for Building, CEN ENV, 1992
6. Gus-Qiang Li, Jin-Jun Li, Advance Analysis and Design of Steel Frames, John Wiley & Sons, Ltd, 2007.
7. Wald F., Sobol Z., Steenhuis M., Jaspard J.P., "Component Method for Steel Column Base".
8. Faella C., Piluso V., Rizzano G., Structural Steel Semi-Rigid Connections Theory, Design and Software, CRC Press, Boca Raton, FL, 2000.
9. SAP2000, Three Dimensional Static and Dynamic Analysis of Structures, Computer and Structures, Inc. Berkeley California USA, 2002.

Khi nghiên cứu, phân tích dự án đầu tư phải đưa ra được kết luận dự án đầu tư có hiệu quả hay không? phương án nào hiệu quả nhất? nên đầu tư vào phương án nào? Để trả lời được câu hỏi trên một công việc vô cùng quan trọng là phải có phân tích hiệu quả kinh tế và hiệu quả tài chính của dự án đầu tư. Để phân tích được hiệu quả tài chính của dự án, ngoài việc lựa chọn phương pháp tính và đánh giá dự án hợp lý, còn có một công việc hết sức quan trọng đó là xác định các yếu tố đầu vào cho dự án, trong đó có chi tiêu giá trị tài sản có định để tính khấu hao.

Hiện nay khi phân tích dự án đầu tư đã có 2 phương pháp xác định giá trị tài sản để tính khấu hao. Tuy nhiên, do trình độ phát triển không ngừng của kinh tế - kỹ thuật, phương pháp xác định giá trị tài sản có định khi lắp và phân tích dự án đầu tư hiện có tỏ ra không phù hợp với bản chất của giá trị tài sản để tính khấu hao. Tác giả sẽ hoàn thiện phương pháp xác định giá trị để tính khấu hao khi phân tích dự án đầu tư xây dựng nhằm mục đích kinh doanh.

1. Cách xác định giá trị tài sản có định để tính khấu hao khi phân tích dự án đầu tư hiện hành

Vốn có định của dự án được xác định theo các thành phần chi phí được tính theo công thức sau:

$$V_{CD} = G_{10} + G_{11} + G_{11,TC} + G_{10A} + G_{11} + G_{11} + G_{11} \quad (1)$$

Trong đó:

- V_{CD} : Vốn có định của dự án đầu tư xây dựng công trình;
- G_{10} : chi phí xây dựng
- G_{11} : chi phí thiết bị
- $G_{11,TC}$: chi phí bồi thường, hỗ trợ và tái định cư
- G_{10A} : chi phí quản lý dự án
- G_{11} : chi phí tư vấn đầu tư xây dựng
- G_{11} : chi phí khác không bao gồm vốn lưu động của dự án
- G_{11} : chi phí dự phòng, chi phí dự phòng bao gồm: chi phí dự phòng cho yếu tố khối lượng công việc phát sinh chưa lường trước được khi lập dự án và chi phí dự phòng cho yếu tố trượt giá trong thời gian thực hiện dự án.

Các chi phí trên gồm các nội dung, thành phần chi phí theo quy định hiện hành (Thông tư 04/2010 của Bộ Xây dựng)

Vốn có định của dự án đầu tư được tính toán được lập thành bảng 1:

Tài sản được hình thành phân ra theo các loại sau (bảng 2):

Qua việc tính toán trên, ta có nhận xét về việc xác định giá trị tài sản có định tính khấu hao khi phân tích dự án đầu tư hiện nay như sau:

- Xác định giá trị tài sản để tính khấu hao tài sản hợp lý đảm bảo việc xác định chi phí khấu hao cho các năm sản xuất kinh doanh cho các năm vận hành hợp lý
- Tài sản là phần xây dựng và phí thiết bị khi hết tuổi thọ kỹ thuật sẽ được tái đầu tư nếu tuổi thọ kỹ thuật của tài sản ngắn hơn thời gian phân tích dự án đầu tư. Tuy nhiên, hiện nay khi tái đầu tư tài sản lại chi tái đầu tư riêng chi phí xây dựng và chi phí thiết bị mà không tái đầu tư các khoản chi phí khác theo khi thực chuẩn bị thực hiện đầu tư như chi phí đầu tư, chi phí giám sát, chi phí quản lý, chi phí không đúng; vì để tái đầu tư được nó phải chi thêm các khoản nằm trong chi phí quản lý, chi phí tư vấn và chi phí khác thì mới có thể tái đầu tư lại tài sản.
- Khi xác định dòng tiền phải cân đối giữa thu và chi, vấn đề này phải quan tâm vì dòng tiền theo mặt bằng giá có định hay có tính đến trượt giá, lạm phát; và thời điểm để quy đổi dòng tiền về hiện tại cũng ảnh hưởng đến giá trị của tài sản dùng để tính khấu hao khi phân tích dự án đầu tư.

Do đó ta phải xác định rõ giá trị của các tài sản có định dùng để tính khấu hao cho từng loại tài sản là bao nhiêu hợp lý là cần thiết. Việc làm này sẽ được đề tài hoàn thiện mục 2

2. Hoàn thiện phương pháp xác định giá trị tài sản có định tính khấu hao khi lập dự án đầu tư xây dựng

Việc xác định giá trị tài sản để tính khấu hao khi phân tích dự án đầu tư được tiếp cận với 3 nội dung sau:

2.1. Nguyên tắc trích khấu hao TSCĐ khi phân tích dự án đầu tư

Tất cả TSCĐ của dự án đều phải trích khấu hao, trừ những TSCĐ sau đây:

- TSCĐ đã khấu hao hết giá trị nhưng vẫn đang sử dụng vào hoạt động sản xuất kinh doanh.
- TSCĐ sử dụng trong các hoạt động phúc lợi phục vụ người lao động của doanh nghiệp.