

VIDEO 07 • HƯỚNG DẪN ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

NỘI LỰC, CỐT THÉP & KIỂM TRA TỔNG THỂ

Một mô hình chỉ đáng tin khi có phép kiểm chứng bằng tay

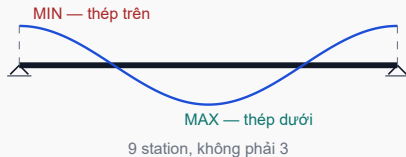
Giảng viên: **Nguyễn Phú Hoàng**

Khoa Kỹ thuật Xây dựng — Trường ĐH Sư phạm Kỹ thuật, ĐH Đà Nẵng

I Năm bước để lấy nội lực ra khỏi mô hình

Đây là bước nhiều em “đứng hình”: mô hình chạy xong rồi, nhưng không biết lấy số nào để tính thép. Năm bước, làm đúng thứ tự:

- 1 **Bật Envelope** của nhóm tổ hợp thiết kế — không xem từng tổ hợp.
- 2 **Show Tables** → *Element Forces – Frames*.
- 3 **Lọc** đúng các thanh thuộc khung đang tính (khung trục C).
- 4 Ít nhất **9 Station** dọc cầu kiện (hoặc Auto Station).
- 5 Xuất Excel, lấy **MAX/MIN** theo nhóm tầng — nhịp.



Biểu đồ bao M_3 : âm ở gối, dương ở nhịp.

MAX là thép lớp dưới, MIN là thép lớp trên ở hai gối.

Trích gì cho cấu kiện nào — và một lỗi làm sập kết cấu

Cấu kiện	Trích	Dùng để	Lưu ý
Dầm	M_3, V_2	Thép dọc, cốt đai	Bao riêng cho âm và dương
Cột	P, M_2, M_3	Nén — uốn hai phương	P và M phải cùng một tổ hợp
Vách	P, M_2, M_3, V_2, V_3	Thép vách, kiểm cắt	Theo Pier , không theo shell
Sàn	M_{11}, M_{22}	Thép sàn hai phương	kNm/m, lấy theo dải
Móng	F_z, M_x, M_y	Số cọc, kiểm đài	$\sum F_z$ khớp tổng tải tính tay

Bảng 6.2 — Trích nội lực gì cho cấu kiện nào.

⚠ Nhầm M_3 sang M_2 — lỗi duy nhất có thể làm sập kết cấu

Trong hệ trục địa phương của ETABS: trục 1 dọc dầm, trục 2 thẳng đứng, trục 3 nằm ngang. Mô men uốn do tải trọng đứng **luôn là M_3** , bất kể dầm chạy theo phương X hay Y. Lấy nhầm M_2 (uốn ngoài mặt phẳng) thì thép ra rất bé — và không có gì báo lỗi. Cách tự kiểm: biểu đồ M_3 phải **âm ở gối, dương ở nhịp**.

Bốn lỗi khi trích nội lực, lỗi đầu tiên là nặng nhất

⚠ 1. Trích nhầm trục nội lực

Lấy M_2 thay vì M_3 : thép ra nhỏ, dầm thiếu chịu uốn. Dấu hiệu: M_3 không âm ở gối.

⚠ 3. Ghép P và M của hai tổ hợp

Sai bản chất vật lý: hai giá trị đó **không xảy ra đồng thời**.

⚠ 2. Trích từng tổ hợp riêng lẻ

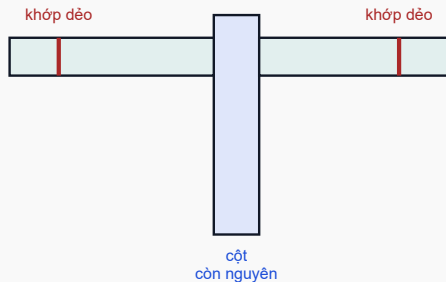
Chỉ được **một** giá trị, không phải bao: âm và dương lớn nhất có thể ở hai tổ hợp.

⚠ 4. Quên soát tổng tải

$\sum F_z$ chân cột phải xấp xỉ tổng tải đứng tính tay; lệch quá 5% là mô hình có lỗi.

Bốn lỗi này không sinh ra thông báo lỗi nào — chỉ có kết cấu là không đủ.

Dầm yếu — cột mạnh: nguyên tắc đứng sau mọi nút khung



Dầm chảy dẻo trước, cột giữ được — cơ chế phá hoại dẻo.

💡 Vì sao phải “dầm yếu — cột mạnh”

Dầm chảy dẻo thì khung còn đứng và báo hiệu trước; cột gãy thì sụp giong. Nên thép dầm **không được** khoẻ hơn cột cùng nút.

Ba việc thực hành:

- 1 Thép dọc dầm tính như Chương 5, **chặn trên** hàm lượng.
- 2 Cột **đối xứng**, $\mu \leq 3\%$ (thực hành; TCVN 6%).
- 3 Đại **gia cường** ở đầu dầm, chân cột.

Ba lỗi tuyệt đối tránh: dầm console đặt thép sai lớp (mô men âm nên thép chịu lực ở **lớp trên**) · neo vào gối quá ngắn ($l_{neo} < l_{an}$) · nổi hơn 50% thép chịu kéo tại cùng một mặt cắt.

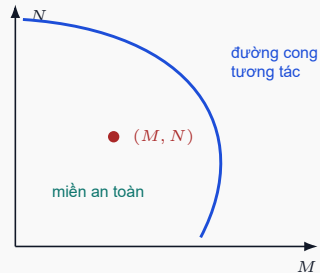
Cột chịu nén lệch tâm: đừng tra công thức, hãy vẽ biểu đồ

⚙️ Hai bước đầu, không được bỏ

$$e_0 = \frac{M}{N}$$

So với $e_{0,gh} \approx 0,3 h_0$:

- ▶ $e_0 \leq e_{0,gh}$: nén lệch tâm **bé**
- ▶ $e_0 > e_{0,gh}$: nén lệch tâm **lớn**



e_0 : khoảng cách từ trục dọc N tới trọng tâm tiết diện.

💡 Vì sao không dùng công thức rút gọn cho nén lệch tâm lớn

Với nén lệch tâm lớn, công thức rút gọn của nén lệch tâm bé cho **thiếu thép**. Phải kiểm tra trực tiếp bằng biểu đồ tương tác, kèm ảnh hưởng độ võng (TCVN 5574:2018, 8.4.4).

Ví dụ cột 500×500 : $8\phi 16$ mỗi bên, dư 1,45 lần

Bước	Việc làm	Công thức — thay số	Kết quả
1	Độ lệch tâm	$e_0 = M/N = 310/1500$	207 mm
2	Loại lệch tâm	$207 > 0,3 \times 450 = 135$	Nén lệch tâm lớn
3	Hàm lượng	Tra biểu đồ tương tác với cặp (M, N)	$\mu \approx 1,4\%$
4	Diện tích thép	$A_s = 0,014 \times 500 \times 450$	$3\,150 \text{ mm}^2$
5	Kiểm trên biểu đồ	$M_{cap}(1500) \approx 450 > 310$	ĐẠT, dư 1,45×
6	Chọn thép	$1\,575 \text{ mm}^2$ mỗi bên	$8\phi 16$ (1 608)

Số liệu: cột giữa tầng 18, tiết diện 500×500 ; B25; CB400-V; $h_0 = 450 \text{ mm}$.

⚠ Độ nhạy với N — điều phải nhớ khi kiểm cột

Cùng tiết diện và cùng $8\phi 16$: $M_{cap} \approx 450 \text{ kNm}$ khi $N = 1\,500 \text{ kN}$, nhưng chỉ còn $\approx 199 \text{ kNm}$ khi $N = 3\,800 \text{ kN}$. Lực dọc tăng 2,5 lần làm mô men chịu được **giảm hơn một nửa**. Phải xác định N đúng từ mặt bằng tải trước khi tra biểu đồ — đừng chỉnh N cho khớp.

Đối chiếu tính tay — ETABS: 5,3% là con số đẹp

TT	Dầm	Vị trí	Tính tay	ETABS	Sai số
1	Khung C — nhịp C–D	Gối C (trái)	285,0	268,4	6,2%
2	Khung C — nhịp C–D	Giữa nhịp	186,0	178,2	4,4%
3	Khung C — nhịp C–D	Gối D (phải)	246,0	259,1	5,1%
4	Khung 3 — nhịp B–C	Giữa nhịp	142,0	134,5	5,6%
Sai số trung bình					5,3%

Bảng 6.3 — Đơn vị kNm. Bốn mặt cắt là đủ để bảo vệ.

Ba ngưỡng đánh giá

- < 10%: rất tốt — mô hình và tính tay khớp.
- 10 ÷ 20%: chấp nhận được — **phải giải thích** nguyên nhân.
- > 20%: gần như chắc chắn có lỗi thật.

Câu trả lời ăn điểm nhất chương

“Em tính tay bốn mặt cắt dầm, sai số dưới 7%.” — Ngược lại, “em tin phần mềm” là câu trả lời bị trừ điểm nặng nhất.

Chuyển vị đỉnh và lệch tầng: hai chỉ tiêu, hai cách xử lý

Bước	Việc làm	Công thức — thay số	Kết quả
1	Giới hạn chuyển vị đỉnh	$[f] = H/500 = 66\,000/500$	132,0 mm
2	Chuyển vị thực tế	$\Delta_X = 75,2; \Delta_Y = 48,5$	ĐẠT cả hai
3	Giới hạn lệch tầng	$[\Delta_i] = h_i/300 = 3\,300/300$	11,0 mm
4	Lệch tầng thực tế	$\Delta_{i,X} = 8,5; \Delta_{i,Y} = 5,4$	ĐẠT cả hai
5	Kết luận	Kết cấu đủ độ cứng ngang	Sang thiết kế móng

$H = 66\text{ m}$ (20 tầng $\times$ 3,3 m). Đơn vị mm.

💡 Hai chỉ tiêu khác bản chất

Chuyển vị đỉnh là chỉ tiêu **tổng thể** — chỉ cần một số. Lệch tầng là chỉ tiêu **cục bộ** — phải xem **phân bố theo chiều cao**.

⚠ Hai bệnh khác nhau, hai cách chữa

Lệch **đều** ở mọi tầng: hệ quá mềm $\Rightarrow$ thêm vách suốt chiều cao. Lệch **vọt** ở một tầng: **tầng mềm** — nguy hiểm nhất khi động đất.

Động đất: quên nhân q là sai bản chất chống chấn

⚙ Hai công thức, hai lỗi

$$d_s = q \cdot d_e$$

d_e : chuyển vị đàn hồi ETABS cho ra; q : hệ số ứng xử đã khai báo ở phổ.

$$d_r \cdot \nu \leq 0,005 h_i$$

$\nu = 0,5$ với công trình cấp I, II; $0,005h_i$ cho vật liệu giòn, $0,0075h_i$ cho dẻo.

⚠ Hai lỗi bị trừ điểm rất nặng

1. Quên nhân q : ETABS cho d_e , không phải d_s .
2. Lấy $h_i/300$ của gió để áp cho động đất — sai bản chất, vì giới hạn động đất không phải để chống nứt mà để hạn chế hư hỏng phi kết cấu.

💡 Một nghịch lý hoàn toàn bình thường

Tổ hợp động đất có thể **không** nguy hiểm bằng tổ hợp gió. Đà Nẵng có a_g không cao trong khi gió bão ven biển rất lớn; tổ hợp động đất lại dùng ψ nhỏ hơn. Câu trả lời đúng: “tổ hợp gió quyết định, nhưng động đất vẫn được kiểm tra” — và phải có bằng chứng.

Không đạt thì tăng vách — nhưng đúng thứ tự

⚙️ Vách chịu bao nhiêu phần trăm lực cắt

$$V_{t\text{ổng}} = V_{k\text{hung}} + V_{v\text{ách}}$$

$$V_{v\text{ách}} = V_{t\text{ổng}} \cdot \frac{K_v}{K_v + K_{k\text{h}}}$$

Sàn tuyệt đối cứng nên khung và vách cùng chuyển vị — tỷ lệ lực cắt bằng tỷ lệ độ cứng. Trong ETABS, so lực cắt nhóm **Pier** với nhóm **Frame** ở cùng tầng.

Vách không phải “cột phình to”: phải có thép biên và thép cắt trong mặt phẳng.

Thứ tự gỡ lỗi — từ rẻ đến đắt:

- 1 **Dữ liệu nhập:** tiết diện, mác, đơn vị. Miễn phí, và chiếm tỷ lệ lỗi cao nhất.
- 2 **Mô hình:** hệ số nứt, Mass Source, liên kết chân cột, Release.
- 3 **Thiết kế:** thêm vách → tăng mác → tăng tiết diện cột.

⚠️ Đừng bắt đầu bằng tăng tiết diện cột

Tăng cột rất tốn vật liệu mà ít cải thiện chuyển vị ngang. Tăng vách hiệu quả hơn trên mỗi đồng. Và nêu **cả** những biện pháp đã loại, đừng chỉ nêu biện pháp đã chọn.

Mang theo ba câu hỏi này đến lớp

Ba câu dưới đây là ba câu hỏi đồng thời đúng ở chương này — chuẩn bị trước, đừng nghĩ tại chỗ.

Câu 1 — về trích nội lực

“Em lấy nội lực ở đâu?” — Em lấy bao nhiêu vị trí Station, ở chế độ nào, và vì sao dầm phương X lần phương Y đều lấy M_3 ?

Câu 3 — về tổng thể

Chuyển vị đỉnh của em là bao nhiêu, giới hạn là bao nhiêu, và nếu không đạt thì em làm gì **trước tiên**?

Câu 2 — về kiểm chứng

“Kết quả ETABS của em kiểm chứng bằng cách nào?” — Tính tay mấy mặt cắt, sai số bao nhiêu phần trăm, và vì sao chênh lệch đó chấp nhận được?

Video sau

Video 08: **Thiết kế kết cấu móng** — đọc trụ địa chất, chọn mũi cọc, tính sức chịu tải, thiết kế đài và giằng móng.