

TRƯỜNG ĐẠI HỌC VĂN LANG  
KHOA XÂY DỰNG

**ĐỀ THI, ĐÁP ÁN/RUBRIC VÀ THANG ĐIỂM**  
**THI KẾT THÚC HỌC PHẦN**  
**Học kỳ 2, năm học 2023-2024**

**I. Thông tin chung**

Tên học phần:	Kết cấu nhà cao tầng		
Mã học phần:	DXD0371	Số tin chỉ:	02
Mã nhóm lớp học phần:	232_DXD0371_01,02		
Hình thức thi: <b>Tự luận</b>	Thời gian làm bài:	<b>90</b>	phút
<i>Thí sinh được tham khảo tài liệu:</i>	<input checked="" type="checkbox"/> Có	<input type="checkbox"/> Không	

**Cách thức nộp bài (Giảng viên ghi rõ yêu cầu):**

- **Làm trên giấy và nộp lại**

**II. Các yêu cầu của đề thi nhằm đáp ứng CLO**

*(Phần này phải phối hợp với thông tin từ đề cương chi tiết của học phần)*

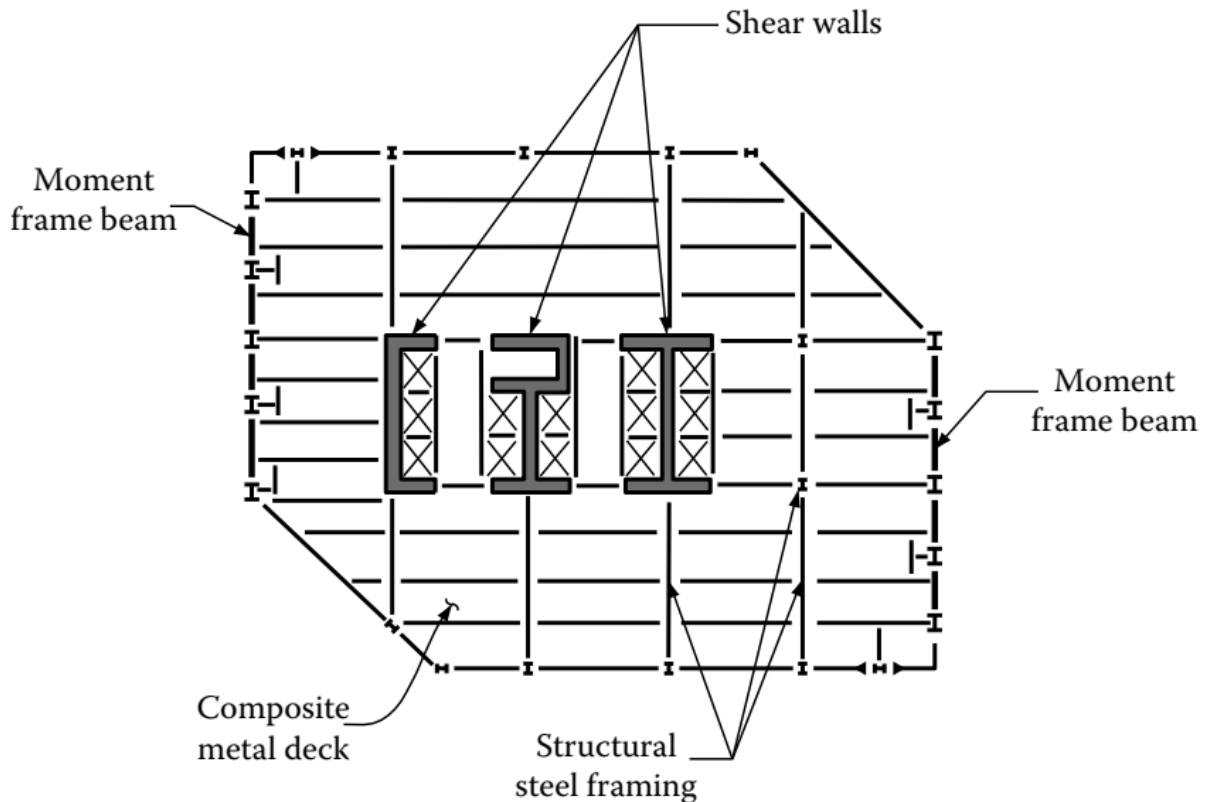
Ký hiệu CLO	Nội dung CLO	Hình thức đánh giá	Trọng số CLO trong thành phần đánh giá (%)	Câu hỏi thi số	Điểm số tối đa	Lấy dữ liệu đo lường mức đạt PLO/PI
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
<b>CLO2</b>	<b>Phân tích</b> ứng xử các hệ kết cấu chịu lực khác nhau (khung cứng, khung giằng, vách-khung, lõi, tổ hợp...) và <b>Thiết kế</b> các cấu kiện chịu lực cơ bản (sàn, vách, cột, dầm...) của NCT bằng BTCT, kết cấu thép.	Tự luận	30	1a 1b 1c 2a 2b 2c 3a 3b	0,5 0,5 1,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5	PLO3-M
<b>CLO3</b>	<b>Xác định thành thạo</b> các loại tải trọng, đặc biệt là tải trọng ngang (gió, động đất) tác dụng lên hệ kết cấu NCT	Tự luận	50	3c 3d 3e 3f 3g 3h 3i	1,5 0,5 0,5 0,5 0,5 1,0 0,5	PLO7-M PLO8-R

### III. Nội dung câu hỏi thi

#### Câu hỏi 1: (2,5 điểm)

Hệ kết cấu chịu tải trọng ngang của một toà nhà cao tầng có mặt bằng hệ chịu lực như Hình 1, trong đó sử dụng hệ thống sàn liên hợp thép-bê tông. Anh/ Chị hãy:

- Nêu số tầng cao hiệu quả tối đa (0,5 điểm);
- Trình bày ưu và nhược điểm của hệ kết cấu này (0,5 điểm)
- Phân tích ứng xử của hệ kết cấu khi chịu tải trọng ngang, vẽ hình minh hoạ. (1,5 điểm)

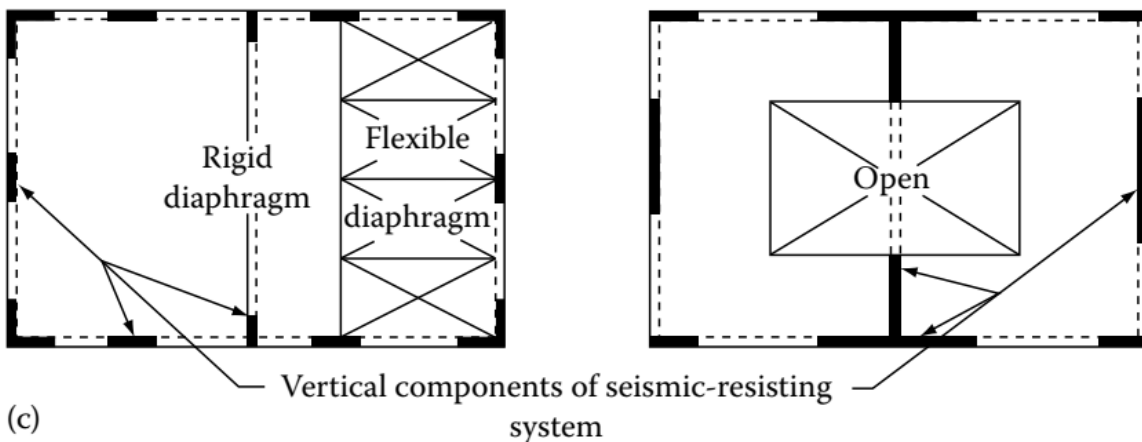
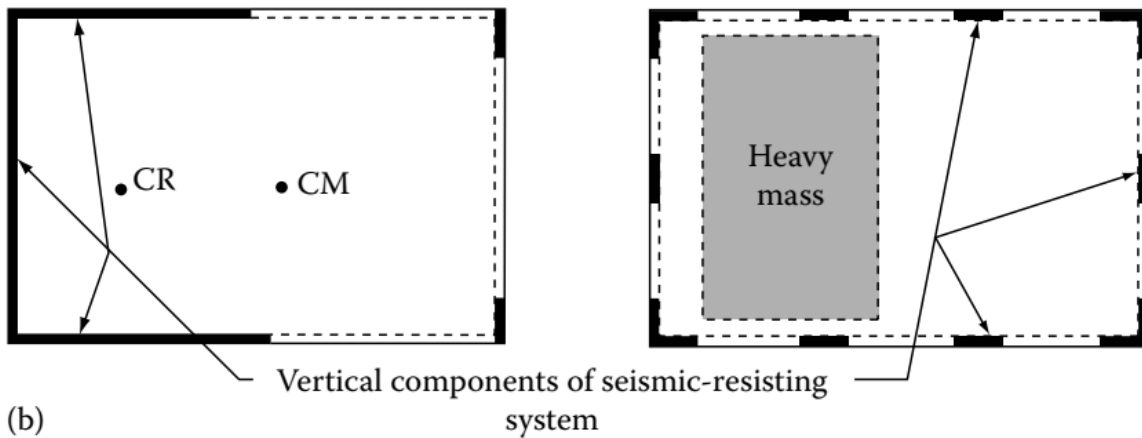
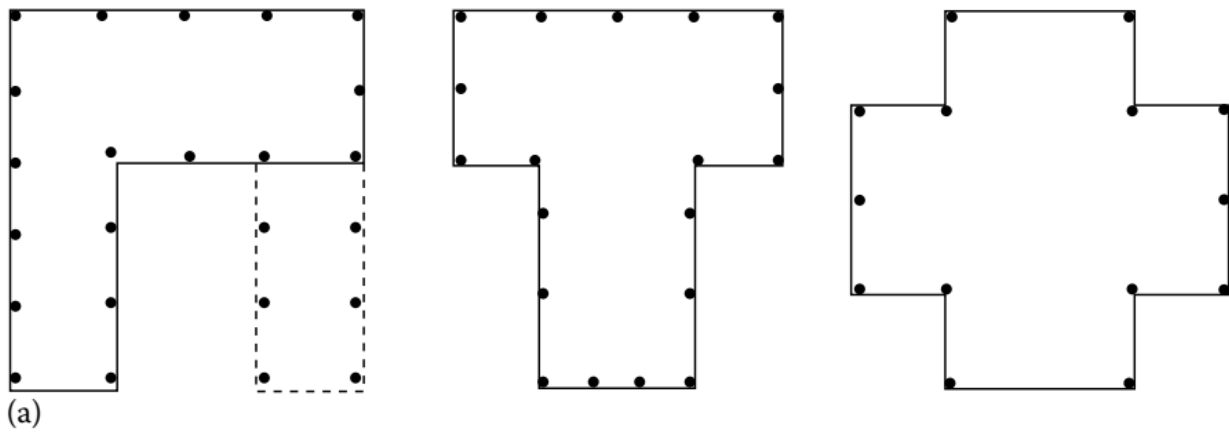


**Hình 1** Mặt bằng kết cấu chịu lực cho câu 1

#### Câu hỏi 2: (1,5 điểm)

Các công trình có mặt bằng không đều đặn như Hình 2. Anh/ Chị hãy:

- Phân tích đặc điểm không đều đặn của từng mặt bằng,
- Cho biết nguyên nhân bất lợi khi chịu tải trọng ngang và
- Biện pháp khắc phục chúng.



**Hình 2** Các mặt bằng kết cấu không đều dẫn cho *Câu 2*

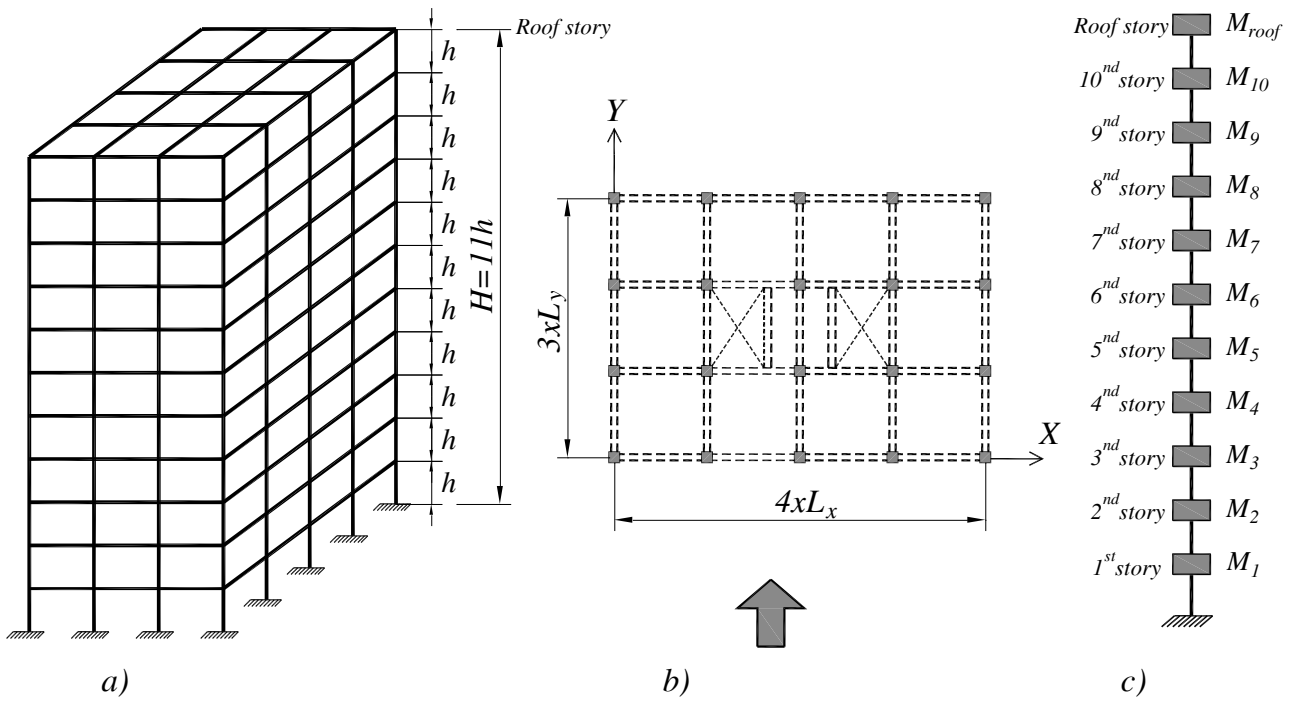
**Câu hỏi 3: (6,0 điểm)**

Một công trình nhà gồm 10 tầng + tầng mái, có sơ đồ không gian như **Hình 3a**, mặt bằng chịu lực như **Hình 3b**, trong đó  $L_x = 7,5\text{m}$ ;  $L_y = 8,0\text{ m}$ ; kích thước nhà  $3L_x \times 4L_y = 24 \times 30\text{m}$ , chiều cao mỗi tầng nhà  $h = 3,6\text{m}$ , tổng chiều cao công trình tính từ mặt đất (cao độ  $\pm 0.000$ ) là  $H = 39,6\text{m}$  (**Hình 3a**). Biết công trình thuộc thể loại nhà văn phòng, được xây dựng tại phường Bến Nghé, quận 1, Tp Hồ Chí Minh, với giả thiết đất nền loại E. Hệ kết cấu chịu lực bê tông cốt thép, cấp dầm trung bình DCM. Anh/ Chị hãy tính tải trọng động đất theo phương Y (hướng mũi tên trên **Hình 3b**) tác dụng lên tâm khối lượng sàn mỗi tầng  $F_{kY}$  ( $F_{1Y}, F_{2Y}, \dots, F_{10Y}, F_{\text{roof}}$ ) theo **TCVN 9386:2012** [19]. Công trình được mô hình như một thanh công-xôn gồm 11 khối lượng tập trung như **Hình 3c**. Bao gồm:

- Cho biết ưu nhược điểm của hệ thống kết cấu sàn (0,5 điểm)
- Chọn sơ bộ chiều dày sàn và kích thước dầm cho công trình (0,5 điểm)
- Xác định các đặc trưng cần thiết tính toán tải trọng động đất như: tính đều đặn/không đều đặn, gia tốc nền thiết kế, hệ số tầm quan trọng, hệ số ứng xử của kết cấu và các tham số mô tả phổ phản ứng đàn hồi của nền đất. (1,5 điểm)
- Tính chu kỳ dao động cơ bản  $T_1$ . Kiểm tra điều kiện áp dụng <Phương pháp tĩnh lực ngang tương đương> (0,5 điểm)
- Xác định khối lượng công trình tham gia giao động:  $M_1, M_2, \dots, M_n$  và  $\sum M_i$ . Giả thiết trọng lượng các tầng (gồm TLBT kết cấu sàn, dầm, cột, các bộ phận phi kết cấu và hoạt tải tính toán dao động) như sau: tầng mái  $W_{\text{roof}} = 2746,8\text{kN}$ , các tầng từ 1 đến 10:  $W_{1,2,\dots,10} = 3727,8\text{ kN}$  (0,5 điểm)
- Tính tung độ phổ phản ứng đàn hồi thiết kế  $S_d(T_1)$  theo phương ngang (0,5 điểm)
- Xác định lực cắt đáy  $F_b$  (0,5 điểm)
- Phân bố lực cắt đáy lên cao độ các tầng, vẽ hình minh họa (1,0 điểm)
- Vẽ biểu đồ lực cắt đáy cho tải trọng động đất (0,5 điểm)

**Lưu ý:**

*Giả thiết các chuyển vị ngang găng tuyến dọc theo chiều cao công trình  
Kết quả tính toán cần lập thành **Bảng** cho dễ kiểm soát.*



**Hình 3** Nhà 11 tầng cho Câu 3



### ĐÁP ÁP VÀ THANG ĐIỂM

Phần câu hỏi	Nội dung đáp án	Thang điểm	Ghi chú
<b>Câu 1</b>		<b>2,5</b>	
a)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mô tả hệ thống kết cấu: Shear wall + Steel rigid frames, thuộc hệ tương tác vách – khung.</li> <li>Số tầng cao tối đa hiệu quả: 70.</li> </ul>	0,5	
b)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ưu điểm: Chống lại tải trọng ngang hiệu quả bằng cách tạo ra hệ thống tương tác khung- tường chịu cắt</li> <li>Nhược điểm: Hạn chế bố trí nội thất bên trong do các bức tường chịu cắt.</li> </ul>	0,5	
c) Phân tích ứng xử	<ul style="list-style-type: none"> <li>Khung thuần túy có chuyển vị do biến dạng cắt là chủ yếu (shear mode, linear sway) trong khi vách thuần túy thì có biến dạng uốn kiểu như công-xon (bending mode, parabolic sway). Khi kết hợp vách và khung, chúng sẽ tương tác với nhau để bảo đảm sự tương thích về chuyển vị ngang.</li> <li>Do vách biến dạng uốn giống công-xon nên nó khá cứng ở tầng dưới, chuyển vị lệch tầng tại đó sẽ nhỏ hơn phân nửa của tầng gần đỉnh nhà. Chuyển vị của vách tăng rất nhanh ở các tầng trên cùng.</li> <li>Khung cứng thì lại có biến dạng cắt là chủ yếu, chuyển vị tầng phụ thuộc vào giá trị lực cắt tại tầng đó. Mặc dù so với vách thì khung sẽ có chuyển vị lớn hơn ở tầng dưới và nhỏ hơn ở tầng trên, nhưng chuyển vị lệch tầng của nó thì lại phân bố khá đều theo chiều cao.</li> <li>Khi khung và vách kết hợp với nhau thông qua hệ thống sàn thì ứng suất cắt không đều sẽ phát sinh giữa khung và vách, hình thành nên một hệ kết cấu kinh tế hơn. Sự tương tác này làm gia tăng độ cứng của hệ vì khung sẽ làm giảm chuyển vị của vách ở các tầng trên trong khi vách sẽ cản trở chuyển vị của khung ở các tầng dưới.</li> </ul>	1,0	
c) Vẽ hình minh họa	<p style="text-align: center;"><b>Hình 3.64 Tương tác Vách - Khung</b></p>	0,5	
<b>Câu 2</b>		<b>1,5</b>	
a)	<p>Hình 2(a): không đều đặn về mặt hình học</p> <p>Hình 2(d): không đều đặn về phân phối độ cứng</p> <p>Hình 2(c): không đều đặn về màng cứng ngăn</p>	0,5	

b)	Bất lợi khi chịu tải ngang: Làm tâm hình học, tâm khối lượng, tâm cứng không trùng nhau, khi dao động chịu tải ngang công trình dễ bị phá hoại do xoắn.	0,5											
c)	Hình (a): dùng khe kháng chấn để tách mỗi mặt bằng thành các mặt bằng chữ nhật đơn giản. Hình (b): bố trí vách cứng đối xứng qua tâm hình học của ngôi nhà Hình (c): giảm diện tích khoét lỗ, khi cần thiết nên bố trí lỗ khoét đối xứng và có biện pháp tăng cường độ cứng xung quanh các lỗ khoét như giằng trời, thanh bộ, thanh máy... để đảm bảo vai trò màng cứng ngang trong việc truyền tải trọng ngang vào các cấu kiện thẳng đứng.	0,5											
<b>Câu 3</b>		<b>6,0</b>											
a) Nêu ưu, nhược điểm	<b>Ưu điểm:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Có thể vượt nhịp lớn</li> <li>Tổng trọng lượng đứng của sàn nhẹ hơn hệ sàn phẳng</li> </ul> <b>Nhược điểm:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ván khuôn phức tạp hơn so với sàn không dầm</li> <li>Chiều cao hệ dầm sàn lớn</li> <li>Tăng chiều cao tầng nhà</li> <li>Có thể phải tạo lỗ xuyên qua dầm khi bố trí đường ống</li> </ul>	0,5											
b) chọn kích thước	Chiều dày sàn: $D_s = L_1/45 = 7,5/45 = 0,166\text{m} \rightarrow$ Chọn $D_s = 170\text{mm}$ Chiều cao dầm $D_b = (1/15 \div 1/20)L = 533 \div 400 \rightarrow$ Chọn $D_b = 400\text{mm}$ Bề rộng dầm : $B_b = (0,5 \div 0,8)D_b \rightarrow$ Chọn $B_b = 300$	0,5											
c)	<b>Step 1. Xác định các đặc trưng tính toán động đất</b> (i) Công trình thỏa các tiêu chí đều đặn theo mặt bằng và mặt đứng. (ii) Công trình là văn phòng, chiều cao 9÷19 tầng nên thuộc cấp quan trọng cấp II (Phụ lục E,F[19]), hệ số tầm quan trọng $\gamma = 1,0$ ; (iii) Ta có đỉnh gia tốc nền tham chiếu cho công trình xây dựng tại quận Bình Thạnh, TP.HCM: $a_{gR} = 0,0853g$ (Mục 2, Phụ lục H [19]); (iv) Gia tốc nền thiết kế cho công trình theo (6.20) : $a_g = 0,0853g \times 1,0 = 0,0853g$ (v) Hệ khung thép chịu mômen, cấp dẻo DCM nên hệ số ứng xử: $q = 4,0$ (Bảng 6.16[3]) (vi) Xác định các tham số mô tả các phổ phản ứng đàn hồi cho loại đất nền <b>E</b> (Bảng 6.20[3]): <table border="1" data-bbox="338 1608 1193 1720"> <thead> <tr> <th>Loại nền đất</th> <th>S</th> <th><math>T_B</math> (s)</th> <th><math>T_C</math> (s)</th> <th><math>T_D</math> (s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>E</b></td> <td>1,4</td> <td>0,15</td> <td>0,5</td> <td>2,0</td> </tr> </tbody> </table>	Loại nền đất	S	$T_B$ (s)	$T_C$ (s)	$T_D$ (s)	<b>E</b>	1,4	0,15	0,5	2,0	1,5	
Loại nền đất	S	$T_B$ (s)	$T_C$ (s)	$T_D$ (s)									
<b>E</b>	1,4	0,15	0,5	2,0									
d)	<b>Step 2. Xác định chu kỳ dao động cơ bản <math>T_1</math></b> Công trình có chiều cao $H=18\text{m}$ , nhỏ hơn 40m, cho phép xác định $T_1$ gần đúng theo (6.39[3]): $T_1 = C_t H^{3/4} = 0,075 \times 39,6^{3/4} = 1,184 \text{ (s)}$ Trong đó: $C_t = 0,075$ với khung thép chịu mômen; $H = 39,6\text{m}$ . Kiểm tra điều kiện áp dụng phương pháp tĩnh lực ngang tương đương:	0,5											

	$T_1 = 1,184 \text{ (s)} < 4T_C = 4 \times 0,5 = 2,0 \text{ (s)}$ & $T_1 < 2 \text{ (s)}$ và công trình thỏa tính đều đặn → <b>Tính động đất theo phương pháp tính lực ngang tương đương.</b>																																																		
e)	<b>Step 3. Xác định khối lượng công trình</b> Khối lượng (Mass) tầng mái: $M_4 = W_4/g = 280 \text{ (kN.s}^2/m)$ Khối lượng (Mass) sàn 1,2,3,...,10 : $M_1 = M_2 = \dots = M_{10} = W_{1,2,\dots,10}/g = 380 \text{ (kN.s}^2/m)$ Khối lượng toàn bộ công trình tham gia dao động: $M = M_1 + M_2 + \dots + M_{10} + M_{\text{roof}} = 160 \times 10 + 120 = 4080 \text{ (kN.s}^2/m)$	0,5																																																	
f)	<b>Step 4. Tính tung độ phổ phản ứng đàn hồi thiết kế <math>S_d(T_1)</math> theo phương ngang</b> Ta thấy : $T_C=0,5(s) \leq T_1 = 1,314s \leq T_D= 2,0s$ nên tung độ phổ thiết kế xác định theo (6.36[3]): $\left\{ \begin{array}{l} S_d(T_1) = a_g S \frac{2,5}{q} \left[ \frac{T_C}{T_1} \right] = \\ 0,0853g \times 1,4 \times \frac{2,5}{4,0} \times \frac{0,5}{1,314} = 0,0321g = 0,3153 \text{ (m/s}^2) \\ \text{và } S_d(T_1) = 0,0321g \geq \beta \times a_g = 0,2 \times 0,0853g = 0,017g \text{ (OK)} \end{array} \right.$	0,5																																																	
g)	<b>Step 5. Xác định lực cắt đáy <math>F_b</math></b> $F_b = S_d(T_1) \times M \times \lambda = 0,3153 \times 4080 \times 1,0 = 1286 \text{ kN}$ Trong đó : $\lambda = 1,0$ do $T_1 = 1,184 > 2T_C$ ;	0,5																																																	
h)	<b>Step 6. Phân bố lực cắt đáy lên cao độ các tầng</b> Do dao động cơ bản được tính toán với giả thiết các chuyển vị ngang gãy tuyến dọc theo chiều cao công trình nên lực động đất phân phối lên các tầng được xác định gần đúng theo (6.47[3]): $F_k = F_b \frac{z_k m_k}{\sum_{j=1}^{n=11} z_j m_j}$ $\sum_{j=1}^{n=11} z_j m_j = z_1 m_1 + z_2 m_2 + \dots + z_{10} m_{10} + z_{11} m_{11}$ $= (3,5 + 7 + \dots + 35) \times 380 + 39,6 \times 280 = 86328 \text{ (kN.m)}$ Kết quả tính toán trình bày ở <b>Bảng 1.</b> <table border="1" data-bbox="300 1713 1232 2056"> <thead> <tr> <th>Tầng</th> <th><math>z_k \text{ (m)}</math></th> <th><math>m_k \text{ (kN.s}^2/m)</math></th> <th><math>z_k m_k</math></th> <th><math>\sum z_k m_k</math></th> <th><math>F_{kY} \text{ (kN)}</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>3,6</td> <td>380</td> <td>1368</td> <td>86328</td> <td>20,38</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>7,2</td> <td>380</td> <td>2736</td> <td>86328</td> <td>40,77</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>10,8</td> <td>380</td> <td>4104</td> <td>86328</td> <td>61,15</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>14,4</td> <td>380</td> <td>5472</td> <td>86328</td> <td>81,54</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>18,0</td> <td>380</td> <td>6840</td> <td>86328</td> <td>101,92</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>21,6</td> <td>380</td> <td>8208</td> <td>86328</td> <td>122,31</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>25,2</td> <td>380</td> <td>9576</td> <td>86328</td> <td>142,69</td> </tr> </tbody> </table>	Tầng	$z_k \text{ (m)}$	$m_k \text{ (kN.s}^2/m)$	$z_k m_k$	$\sum z_k m_k$	$F_{kY} \text{ (kN)}$	1	3,6	380	1368	86328	20,38	2	7,2	380	2736	86328	40,77	3	10,8	380	4104	86328	61,15	4	14,4	380	5472	86328	81,54	5	18,0	380	6840	86328	101,92	6	21,6	380	8208	86328	122,31	7	25,2	380	9576	86328	142,69	1,0	
Tầng	$z_k \text{ (m)}$	$m_k \text{ (kN.s}^2/m)$	$z_k m_k$	$\sum z_k m_k$	$F_{kY} \text{ (kN)}$																																														
1	3,6	380	1368	86328	20,38																																														
2	7,2	380	2736	86328	40,77																																														
3	10,8	380	4104	86328	61,15																																														
4	14,4	380	5472	86328	81,54																																														
5	18,0	380	6840	86328	101,92																																														
6	21,6	380	8208	86328	122,31																																														
7	25,2	380	9576	86328	142,69																																														



	8	28,8	380	10944	86328	163,08		
	9	32,4	380	12312	86328	183,46		
	10	36,0	380	13680	86328	203,85		
	11 (mái)	39,6	280	11088	86328	165,22		
					<b>Tổng =</b>	<b>1286,37</b>		
j)	<b>Vẽ biểu đồ lực cắt đáy</b>						0,5	
	<p>(a)</p>			<p>(b)</p>				

TP. Hồ Chí Minh, ngày 25 tháng 03 năm 2024

Người duyệt đề

Giảng viên ra đề

TS. Nguyễn Hoàng Tùng