

## Phần 4 Bền trọng lực thùng chìm (Ban thảo cuối cùng)

Tháng 03, 2026

### 1. Chi dẫn kỹ thuật

Tham  
khảo

#### 1-1. Đặc điểm của tường bền trọng lực kiểu thùng chìm

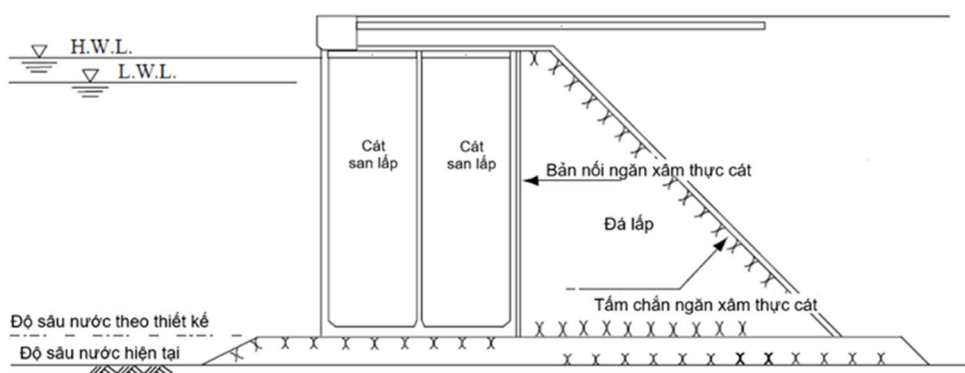
Tường bền trọng lực chống lại các tác động ngang như áp lực đất và nước nhờ vào trọng lượng bản thân của kết cấu tường. Đặc điểm kết cấu của tường bền trọng lực bao gồm:

- ✓ Thân tường tương đối chắc chắn và bền vững vì được xây dựng bằng bê tông hoặc vật liệu tương tự.
- ✓ Việc sử dụng các cấu kiện bê tông đúc sẵn trong thi công giúp quá trình thi công thuận tiện hơn, đồng thời hạn chế sai sót lặp lại và tai nạn.
- ✓ Các lực ngang như áp lực đất và nước tác động lên thân tường sẽ tăng khi độ sâu nước tại vị trí neo đầu lớn hơn, đòi hỏi trọng lượng thân tường lớn hơn đáng kể. Do đó, có thể cần cải tạo nền đất khi xây dựng tường bền trọng lực trên nền đất yếu có khả năng chịu tải hạn chế.
- ✓ Để ngăn chặn việc vật liệu lấp sau trôi ra qua các khe nối của thùng chìm, các tấm ngăn được lắp đặt giữa các thùng chìm và đá lấp sau, hoặc trải các tấm vải chống xâm thực cát lên đá lấp sau. Cần xem xét đến khả năng hư hỏng các biện pháp này vì chúng có thể dẫn đến hiện tượng lún võng của mái bên và khu vực đất đắp phía sau tường.
- ✓ Ảnh hưởng của chuyển động nền đất khi động đất lên thân tường tỷ lệ thuận với trọng lượng của chúng. Khi thiết kế để thân tường chịu được động đất mạnh bằng cách tăng bề rộng tường sẽ làm lực tác động tăng lên, khiến việc ngăn ngừa biến dạng trong động đất mạnh trở nên khó khăn. Tuy nhiên, tường bền trọng lực, đặc biệt là loại thùng chìm, nhìn chung vẫn giữ được ổn định ngay cả khi biến dạng, nên có ưu điểm về khả năng tiếp tục khai thác sau động đất.
- ✓ Tường bền trọng lực đòi hỏi nhiều mặt bằng thi công trên bờ, như bãi đúc thùng chìm, bãi đúc khối và các phương tiện chuyên dụng như xà lan cầu, tàu kéo. Vì vậy, việc xây dựng tường bền trọng lực quy mô nhỏ sẽ không kinh tế nếu không có sẵn các cơ sở này, nhất là trong trường hợp thi công không kéo dài.
- ✓ Khi xây dựng trên nền đất dính yếu, cần thiết kế cần trọng vì các lớp đất dính có thể xảy ra cổ kết, gây lún dần theo thời gian.

#### 1-2. Nguyên tắc cơ bản để xác minh tính năng chịu lực

Các cấu kiện phải đảm bảo an toàn, và thân tường phải duy trì ổn định trong cả trạng thái thường xuyên lẫn khi có động đất. Việc kiểm tra ổn định cho cả trạng thái thường xuyên và khi động đất được thực hiện theo phương pháp hệ số thành phần.

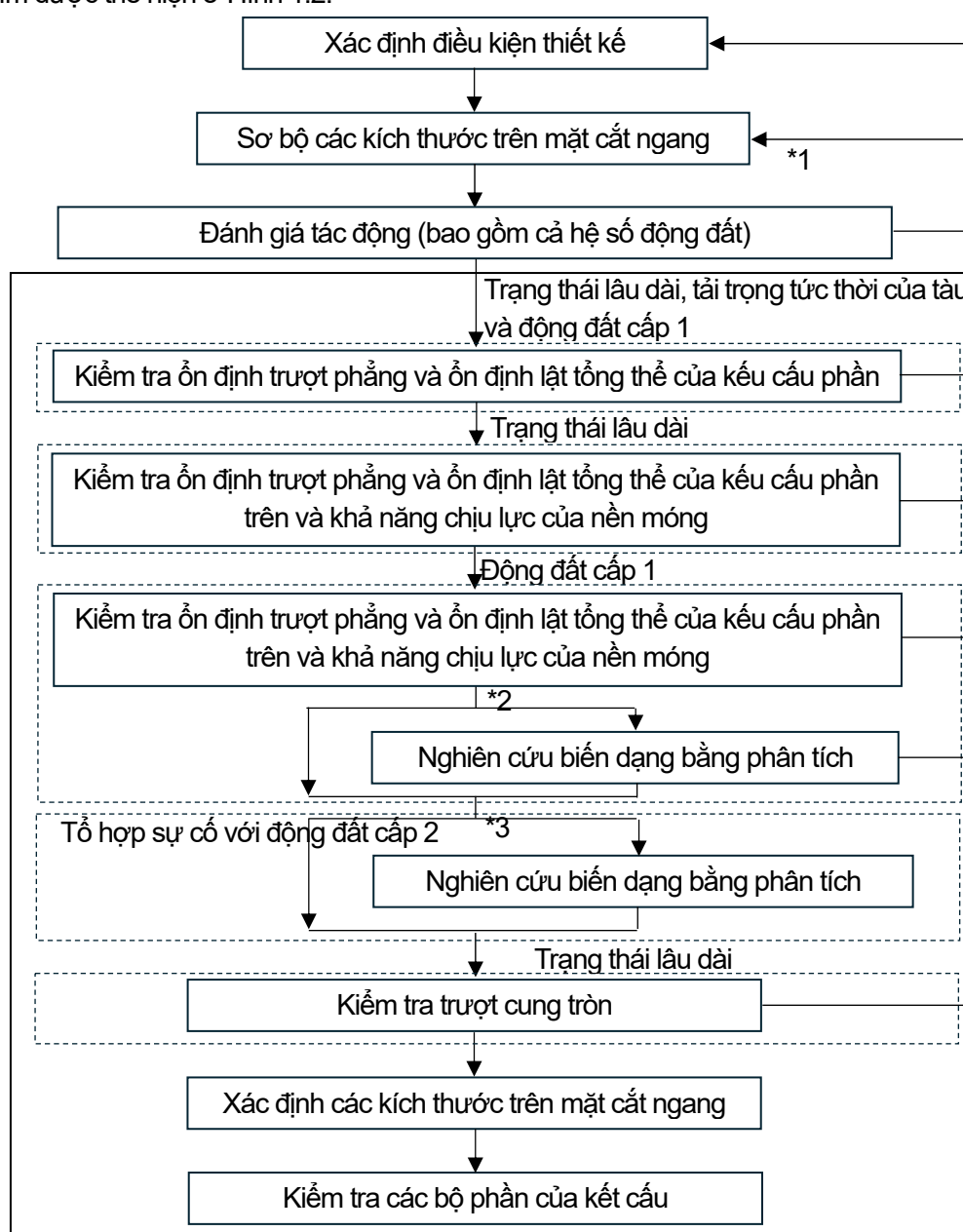
Phương pháp hệ số động đất dựa trên Công thức cân bằng tĩnh có thể được sử dụng để kiểm tra tường bền trọng lực trong điều kiện thay đổi liên quan đến chuyển động nền đất khi động đất. Ngược lại, đối với tường bền trọng lực được phân loại là công trình chịu động đất cao, nên xem xét lượng biến dạng bằng phân tích phản ứng động phi tuyến hoặc các phương pháp khác, có tính đến tương tác động giữa nền đất và kết cấu.



Nguồn: OCDI 2020

**Hình 1.1- Ví dụ mặt cắt ngang tường bển trọng lực dạng thùng chìm**

Trình tự xác minh tính năng chịu lực tổng thể của tường bển trọng lực kiểu thùng chìm được thể hiện ở Hình 1.2.



\*1 Vì các tác động của hóa lỏng, lún, v.v... không được tính đến trong quy trình này, nên cần xem xét riêng biệt.

\*2 Khi cần thiết, có thể nghiên cứu biến dạng bằng phân tích động đối với chuyển động nền đất động đất cấp độ 1. Đối với các công trình có khả năng chịu động đất cao, việc nghiên cứu biến dạng bằng phân tích động là ưu tiên.

\*3 Đối với các công trình có khả năng chịu động đất cao, việc kiểm tra đối với chuyển động nền đất động đất cấp độ 2 sẽ được thực hiện.

Nguồn: TCVN 11820-5-2021

## Hình 1.2- Trình tự xác minh tính năng tường bên trọng lực

### 1-3. Điều kiện thiết kế

#### (1) Thiết lập điều kiện thiết kế

Các điều kiện thiết kế cần thiết để xác minh tính năng chịu lực của công trình được xác định dựa trên tính chất của công trình và điều kiện lắp đặt. Các điều kiện thiết kế chính như sau:

- ✓ Điều kiện tự nhiên: Mức nước triều thiết kế, mực nước dư, hệ số động đất để kiểm tra, đặc tính đất nền, tốc độ gió, dòng triều, v.v..
- ✓ Đặc biệt, các đặc tính của nền móng là điều kiện quan trọng ảnh hưởng đến sự ổn định tổng thể của công trình, do đó cần được xác định dựa trên kết quả khảo sát thực địa kỹ lưỡng.
- ✓ Điều kiện khai thác: Chiều dài bến, độ sâu nước trước bến, cao trình mặt bến quy hoạch, thông số kỹ thuật của tàu mục tiêu, tốc độ cập bến, tải trọng hoạt động (hàng hóa xếp dỡ), tải trọng thiết bị xếp dỡ, lực neo buộc và tuổi thọ khai thác của kết cấu.
- ✓ Điều kiện thi công: Vị trí sản xuất thùng chìm, phương pháp sản xuất, phương pháp hạ thủy, năng lực của tàu thi công và khả năng cung ứng vật liệu.

#### (2) Cách tiếp cận để xác định thông số kết cấu

Thông số kết cấu được xác định dựa trên yêu cầu ổn định hoặc điều kiện thi công. Dưới đây là cách tiếp cận để xác định các thông số này.

##### 1) Chiều cao đỉnh bến và thùng chìm

- ✓ Chiều cao đỉnh của công trình neo buộc phải được xác định ở mức thích hợp, phù hợp với kích thước chính của tàu mục tiêu và điều kiện tự nhiên của khu vực xung quanh. Mực nước triều được sử dụng làm cơ sở xác định chiều cao đỉnh bến là mực nước cao trung bình hàng tháng lớn nhất. Đỉnh bến (CDMB) được định nghĩa theo cả hai quy định sau trong TCVN:

$$\begin{aligned} CDMB &= H_{1\%} + 1,5m \\ CDMB &= H_{50\%} + 2,0m \end{aligned} \quad (1.1)$$

Trong đó:

$H_{1\%}$  : mực nước quan trắc với đảm bảo vượt tần suất 1% và 50%  
và theo mực nước giờ, được xác định theo mục 5.3.2 của  
 $H_{50\%}$  TCVN 11820-2:2017

- ✓ Bảng 1.1 thường được sử dụng làm tài liệu tham khảo để xác định chiều cao đỉnh bến trong OCDI 2020. Tuy nhiên, mực nước triều tham chiếu nên là H.W.L. (Mực nước cao).

**Bảng 1.1- Cao độ đỉnh bến tiêu chuẩn**

	Biên độ triều 3,0m hoặc hơn	Biên độ triều dưới 3,0m
Cho tàu lớn (độ sâu 4,5m hoặc hơn)	+0,5 tới 1,5m	+1,0 tới 2,0m
Cho tàu bé	+0,3 tới 1,0m	+0,5 tới 1,5m

TCVN  
11820,  
Phần 5:  
2021,  
Công thức  
(1), (2)

OCDI  
2020  
Phần III  
Chương 5

(độ sâu dưới 4,5m)	
--------------------	--

Bảng 2.1.2

Nguồn: OCDI 2020

- ✓ Cao trình đỉnh thùng chìm được xác định có xét đến các điều kiện thi công, như công tác lấp đặt thùng chìm, rải cát lấp sau, đổ bê tông phủ đỉnh và đổ bê tông phần trên, cũng như các yếu tố kinh tế.

**2) Độ sâu nước thiết kế và giới hạn thi công**

- ✓ Khi sử dụng chân đế (footing), độ sâu nước thiết kế thường được xác định bằng cách cộng thêm chiều cao phần chân đế vào độ sâu nước thiết kế.
- ✓ Trong trường hợp không có chân đế, thường cộng thêm 10 cm vào độ sâu nước thiết kế để bù cho sai số san phẳng của móng.

**3) Đệm Móng (Foundation Mound)**

Độ dày của móng đệm có thể được xác định bằng cách xem xét các yếu tố: sự hỏng hóc do sức chịu tải của nền đất không đủ, độ phẳng của bề mặt móng nơi lắp đặt thân tường, và việc giảm tập trung ứng suất cục bộ trong nền đất. Các giá trị độ dày tối thiểu thường sử dụng được trình bày trong Bảng 1.2.

**Bảng 1.2- Chiều dày tối thiểu của lớp đệm móng**

	Chiều dày tối thiểu
Cho tàu lớn (độ sâu 4,5m hoặc hơn)	Tối thiểu 1,0m, nhưng không được nhỏ hơn 3 lần đường kính viên đá trung bình
Cho tàu bé (độ sâu dưới 4,5m)	Tối thiểu 0,5m, nhưng không được nhỏ hơn 3 lần đường kính viên đá trung bình

OCDI 2020  
Phần III  
Chương 5  
2.2.3

Nguồn: OCDI 2020

Chiều rộng vai của đệm móng cần đảm bảo đủ ổn định chống lại phá hoại sức chịu tải do tải trọng lệch tâm, ngăn chặn trượt tròn của nền móng, chống xói lở, giảm tập trung ứng suất và tính đến khả năng trượt của thân tường do động đất.

Độ dốc của móng đá học thường được đặt ở mức 1:2 phía biển và 1:1.5 phía cảng, nhằm hạn chế xói lở.

**4) Chiều rộng của thùng chìm**

Chiều rộng của thùng chìm được xác định dựa trên khả năng ổn định chống trượt, chống lật và phản lực tác động lên bản đáy. Đồng thời cũng phải đảm bảo ổn định trong điều kiện nổi.

Việc sử dụng chân đế giúp giảm độ sâu nước thiết kế của thùng chìm, đồng thời cho phép giảm chiều rộng thùng chìm. Điều chỉnh này không chỉ cải thiện ổn định chống lật mà còn giảm phản lực tác động lên bản đáy. Chiều dài của chân đế thường được đặt trong khoảng 1,0 đến 1,5 mét đối với thùng chìm bê tông cốt thép (RC), xét đến độ an toàn với mô men uốn và lực cắt.

**5) Chiều dài của thùng chìm**

Chiều dài của thùng chìm được xác định dựa trên các yếu tố: năng lực của thiết bị thi công, yêu cầu về jack-up hoặc nổi, khả năng chịu uốn và xoắn do lún không đều, và tổng chiều dài của bến.

Thông thường, việc tăng chiều dài thùng chìm giúp giảm số lượng thùng chìm cần lắp đặt, mang lại hiệu quả kinh tế hơn. Tuy nhiên, thùng chìm quá dài có thể gây bất lợi về khả năng chịu xoắn và độ nguyên khối kết cấu như một dầm. Tỷ số mảnh (slenderness ratio) thường được giữ dưới 1:2.

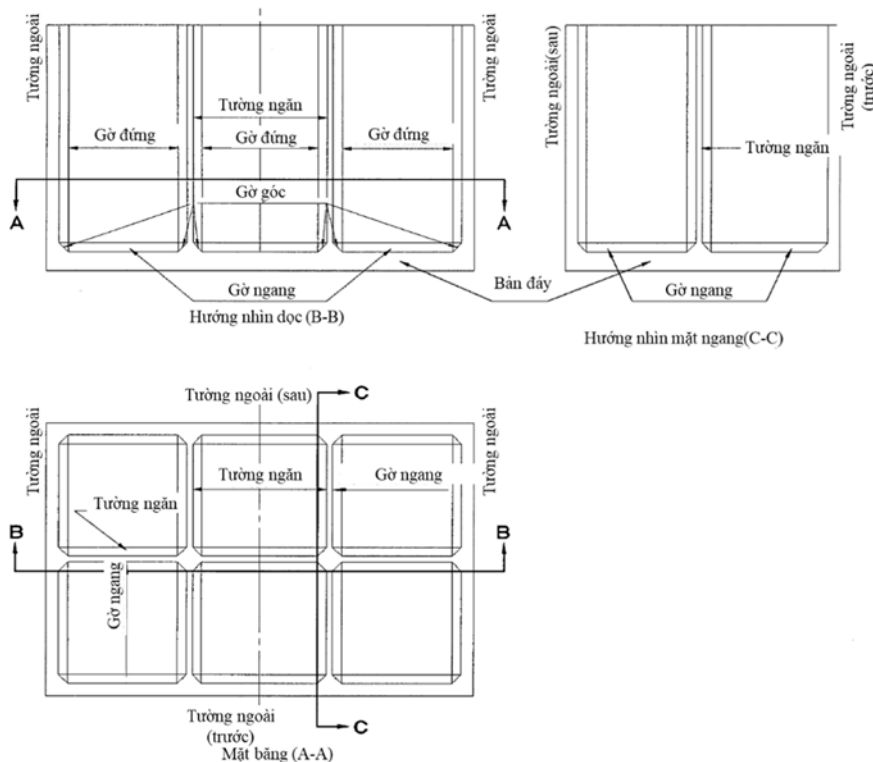
## 6) Hình dạng của thùng chìm

Kích thước và hình dạng của từng bộ phận thùng chìm được xác định để đảm bảo an toàn trước các lực bên ngoài, mô men uốn và xoắn do jack-up và lún không đều, áp lực nước khi hạ thủy, và tải trọng cục bộ khi nâng hạ.

Khi bố trí các thiết bị bốc xếp chạy trên ray như cầu container trên đỉnh thùng chìm, nên đặt chúng lên các vách dọc (bulkheads) để phân bố đều tải trọng bánh xe. Hình 1.3 chỉ ra tên gọi các bộ phận khác nhau của thùng chìm.

Độ dày các bộ phận thường được thiết kế như sau: Tường ngoài: 0,3 ~ 0,6 m (với khoảng cách vách ngăn trong 5 m). Bản đáy: 0,4 ~ 0,8 m. Vách ngăn: 0,2 ~ 0,3 m. Bù góc (haunch): 0,2 ~ 0,3 m

Nếu áp lực mũi chân (toe pressure) trên bản đáy quá lớn, có thể không khả thi khi sử dụng cốt thép tiêu chuẩn. Do đó, cần đặc biệt lưu ý đến áp lực mũi chân và độ dày bản đáy ngay từ giai đoạn thiết kế ban đầu.



OCDI  
2002  
Phần IV,  
Hình  
T-1.2.1

Nguồn: OCDI 2002

Hình 1.3- Tên các bộ phận khác nhau của thùng chìm

## 7) Kết cấu phần trên

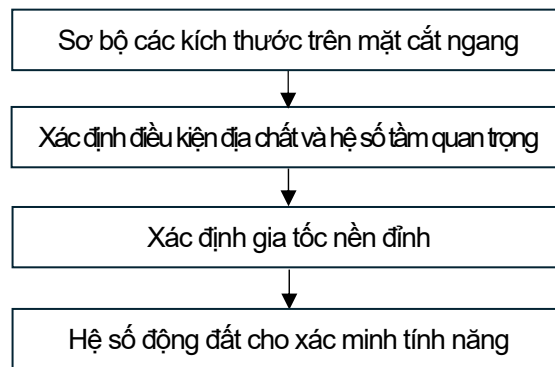
Hình dạng của kết cấu phần trên phải được thiết kế để đảm bảo an toàn trước lực neo buộc của tàu. Đặc biệt, khu vực lắp đặt bố bích neo (mooring bollards) thường được mở rộng cục bộ và gia cường để đảm bảo cố định chắc chắn các móc neo.

### 1-4. Xác định các lực tác dụng

#### (1) Lực động đất

Đối với các kết cấu như tường bến trọng lực, vồn tương đối cứng và biên độ dao động nhỏ so với chuyển động nền đất trong trận động đất, khả năng chịu động đất phải được xem xét bằng phương pháp hệ số động đất.

Hệ số động đất được xác định dựa trên điều kiện địa chất và gia tốc nền, theo tiêu chí phân loại động đất của TCVN 9386:2012 và TCVN 11820 Phần 2:2025.



**Hình 1.4- Ví dụ các bước xác định hệ số động đất**

Hệ số động đất thiết kế được tính toán dựa trên gia tốc cực đại, do đó giá trị tham chiếu  $a_gR$  trên nền loại A (đá gốc) được lấy từ bản đồ phân vùng gia tốc của lãnh thổ Việt Nam hoặc từ bản đồ phân vùng tại một số khu vực được cơ quan có thẩm quyền phê duyệt.

Lưu ý: Theo giá trị gia tốc nền thiết kế  $a_g = \gamma_i \times a_gR$ , chia thành ba trường hợp động đất:

- ✓ Động đất mạnh:  $a_g \geq 0,08g \rightarrow$  phải tính toán và thi công kháng chấn
- ✓ Động đất yếu:  $0,04g \leq a_g < 0,08g \rightarrow$  chỉ cần áp dụng các giải pháp giảm nhẹ, kháng chấn
- ✓ Động đất rất yếu:  $a_g < 0,04g \rightarrow$  không yêu cầu thiết kế kháng chấn

Hệ số động đất là hệ số động đất ngang, được xác định theo Công thức sau. Giá trị hệ số được làm tròn thành hai chữ số, nếu chữ số thứ ba  $\geq 5$  thì làm tròn lên,  $< 5$  thì bỏ qua.

Hệ số động đất ( $k_h$ ) = hệ số động đất vùng ( $k_{h1}$ )  $\times$  hệ số điều kiện đất nền ( $\gamma_s$ )  $\times$  hệ số tầm quan trọng ( $\gamma_i$ )

Hệ số động đất vùng: lấy theo các giá trị trong Hình 1.5. Hệ số điều kiện đất nền: lấy theo Bảng 1.3, tương ứng với loại đất nền trong Bảng 1.4. Hệ số tầm quan trọng: lấy theo Bảng 1.5, tương ứng với đặc điểm của công trình.

### 1) Hệ số động đất vùng

Hệ số động đất vùng được xác định theo công thức sau (1.2):

$$k_{h1} = a_gR/g \quad (1.2)$$

Trong đó:

- $a_gR$  : Đỉnh gia tốc nền tham chiếu (Hình 1.5)  
 $g$  : Gia tốc trọng trường

Gia tốc nền cực đại tham chiếu trên nền loại A,  $a_gR$ , được quy định trong TCVN 9386-1:2012, Phụ lục G, Phần 1 hoặc có thể lấy từ các bản đồ phân vùng ở một số khu vực đã được cơ quan có thẩm quyền phê duyệt.

Tuy nhiên, Hình 1.5 thể hiện gia tốc ứng với chu kỳ lặp lại 500 năm, trong khi đối với xác minh tính năng chịu lực Cấp độ 1 với chu kỳ lặp lại 75 năm, gia tốc có thể được giảm. Do hiện nay ở Việt Nam chưa có bản đồ gia tốc tương ứng với chu kỳ lặp lại 75 năm, nên các Tư vấn được khuyến nghị thiết lập gia tốc nền thiết kế sau khi xem xét cẩn trọng và/hoặc tham khảo ý kiến chuyên gia động đất.

TCVN  
11820  
Phần 2:  
2025,  
Công thức  
(72)

Tham khảo:

Báo cáo của PIANC WG34 “Hướng dẫn thiết kế kháng chấn cho các công trình cảng” khuyến nghị áp dụng tải trọng động đất ở hai mức:

✓ Cấp độ 1:

Công trình không được có biến dạng dư đáng kể sau động đất và phải có thể khai thác ngay lập tức. Chu kỳ lặp lại cho sự kiện Cấp độ 1 là 75 năm, tương ứng với xác suất vượt quá 50% trong vòng đời thiết kế 50 năm.

✓ Cấp độ 2:

Công trình phải có thể khai thác sau khi sửa chữa. Công trình không được cong vênh, sụp đổ hoặc lật. Chu kỳ lặp lại cho sự kiện Cấp độ 2 là 475 năm, tương ứng với xác suất vượt quá 10% trong vòng đời thiết kế 50 năm.

## 2) Hệ số điều kiện nền đất

**Bảng 1.3- Hệ số điều kiện nền đất  $\gamma_s$**

Loại nền	Loại A	Loại B	Loại C
Hệ số điều kiện động đất	0,8	1,0	1,2

Nguồn: TCVN 11820-2-2025

**Bảng 1.4- Phân loại nền đất**

Loại nền	Chiều dày các tầng trầm tích		
	Đất đá	Đất cát và đất dính thông thường	Đất yếu
5 m hoặc nhỏ hơn	Loại A	Loại A	Loại B
Lớn hơn 5 m và nhỏ hơn 25 m	Loại A	Loại B	Loại C
25 m hoặc lớn hơn	Loại B	Loại C	Loại C

Nguồn: TCVN 11820-2-2025

Lưu ý: Trong các bảng trên, “đất yếu” được hiểu là đất cát có giá trị  $N$  của thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn (SPT) nhỏ hơn 4 hoặc đất dính có cường độ nén ngang tự do nhỏ hơn 20 kN/m<sup>2</sup>. Khi nền đất gồm hai hoặc nhiều lớp, loại đất phải được xác định theo lớp có chiều dày lớn nhất. Nếu nền móng gồm hai hoặc nhiều lớp có chiều dày xấp xỉ nhau, loại đất phải được xác định theo lớp đất có giá trị hệ số điều kiện đất nền lớn nhất trong các lớp đó.

## 3) Hệ số tầm quan trọng

Sự phân biệt về độ tin cậy được thực hiện bằng cách phân loại công trình theo các cấp tầm quan trọng khác nhau. Hệ số tầm quan trọng  $\gamma_I$  được gán cho mỗi cấp tầm quan trọng. Trong điều kiện khả thi, hệ số này nên được lựa chọn sao cho phù hợp với giá trị lớn hơn hoặc nhỏ hơn của chu kỳ lặp lại của sự kiện động đất (so với chu kỳ lặp lại tham chiếu), sao cho phù hợp với thiết kế của loại công trình cụ thể.

Các thuật ngữ liên quan đến hệ số và hệ số tầm quan trọng được quy định tại TCVN 11820 Phần 2:2025 và TCVN 9386-1:2012 Phụ lục E, Phần 1.

**Bảng 1.5- Hệ số tầm quan trọng**

Loại kết cấu	Đặc trưng kết cấu	Hệ số tầm quan trọng $\gamma_I$
Công trình đặc biệt	Công trình có tầm quan trọng đặc biệt và không được phép hư hại do động đất	Thiết kế để chịu gia tốc lớn nhất do động đất
Loại I	Công trình có tầm quan trọng sống còn, bảo vệ cộng đồng, chức năng không được gián đoạn trong động đất	1,25

TCVN  
11820,  
Phần 2:  
2025,  
Bảng 13  
Bảng 14

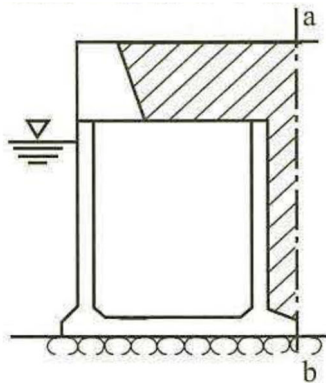
TCVN  
11820,  
Phần 2:  
2025,  
Bảng 15



### (3) Trọng lượng kết cấu tường

Trọng lượng kết cấu tường được tính là phần của tường nằm phía trước mặt phẳng đứng đi qua mép sau của chân đế (footing) (được minh họa trong Hình 1.6).

Trọng lượng này bao gồm toàn bộ các bộ phận kết cấu nằm phía trước mặt phẳng đó.



Nguồn: TCVN 11820-5-2021

Hình 1.6- Trọng lượng tường thùng chìm

TCVN  
11820  
Phần 5:  
2021,  
Hình 4

### (4) Mức nước dư

Mức nước dư thường được xem xét bằng một phần ba biên độ triều tính từ mức nước thấp (L.W.L), dựa trên giá trị trung bình của triều cường và triều kém.

Nói chung, tường bển kiểu trọng lực sử dụng vật liệu lấp sau như đá hộc để giảm mức nước và giảm áp lực đất theo thời gian. Do đó, một phần ba biên độ triều được sử dụng như giá định tiêu chuẩn cho độ thấm dài hạn.

Tuy nhiên, trong trường hợp dự kiến độ thấm ban đầu kém, hoặc dự đoán độ thấm giảm dần theo thời gian, cần tính đến mức nước dư phù hợp với điều kiện thực tế.

Lưu ý: Ở một số nơi, như Singapore, nơi sử dụng cát làm vật liệu lấp sau, thường áp dụng một nửa biên độ triều.

### (5) Áp lực nước động

Đối với các công trình chìm trong nước, hoặc có không gian bên trong được lấp đầy một phần hoặc hoàn toàn bằng nước, áp lực nước động cần được tính đến khi xảy ra động đất.

Áp lực nước động tác dụng lên tường được tính theo công thức sau:

$$p_{dwk} = \pm \frac{7}{8} c k_{hk} \gamma_w \sqrt{Hy} \quad (1.3)$$

Trong đó:

- $p_{dwk}$  : Áp lực nước động (kN/m<sup>2</sup>)
- $k_{hk}$  : Hệ số động đất
- $\gamma_w$  : Trọng lượng riêng của nước (kN/m<sup>3</sup>)
- $y$  : Chiều sâu từ mực nước tính đến điểm tính áp lực nước động (m)
- $H$  : Độ sâu nước (m), có thể được coi là độ sâu lấp đặt của thùng chìm
- $c$  : Hệ số điều chỉnh (khi  $L/H \leq 1,5$ ,  $c = L/1,5H$ ; khi  $L/H > 1,5$ ,  $c = 1,0$ )
- $L$  : Chiều dài của không gian chứa nước theo hướng dao động (m)

Đối với tường bển,  $c = 1,0$ , và hợp lực của áp lực nước động cùng với điểm tác dụng có thể được tính toán theo Công thức (1.4).

$$P_{dw} = \pm \frac{7}{12} k_{hk} \gamma_w h^2, \quad h_{dw} = \frac{3}{5} h \quad (1.4)$$

Trong đó:

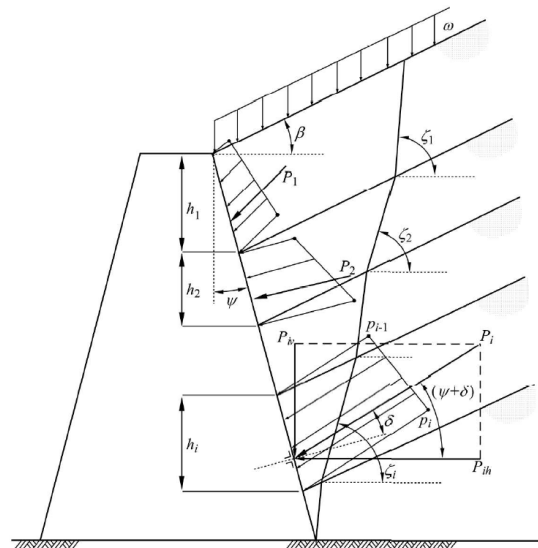
- $p_{dw}$  : Lực tổng hợp của áp lực nước động (kN/m)
- $h_{dw}$  : Chiều sâu của điểm tác dụng của hợp lực áp lực nước động tính từ mực nước tĩnh (m)

Áp lực nước động sinh ra từ nước lỗ rỗng trong các vật liệu lấp sau, như vật liệu lấp trong thùng chìm, đá hộc và đất lấp sau, nhìn chung không được xét đến.

### (6) Áp lực đất

Áp lực đất chủ động tác dụng lên tường bến được tính toán dựa trên cả trạng thái thường xuyên và trạng thái biến đổi do chuyển động động đất.

- Áp lực đất chủ động đối với đất cát trong trạng thái thường xuyên được tính theo lý thuyết áp lực đất của Coulomb.
- Trong khi động đất, áp lực đất được tính theo công thức do Mononobe và Okabe đề xuất.
- Áp lực đất dưới mực nước được đánh giá bằng hệ số động đất biểu kiến, theo Công thức (1.6).



Nguồn: TCVN 11820-4-1-2020

Hình 1.7- Áp lực đất

$$p_{ai} = K_{ai} \left[ \sum_{j=1}^i \gamma_j h_j + \frac{\omega \cos \psi}{\cos(\psi - \beta)} \right] \cos \psi$$

$$K_{ai} = \frac{\cos^2(\varphi_i - \psi - \theta)}{\cos \theta \cos^2 \psi \cos(\delta + \psi + \theta) \left[ 1 + \frac{\sin(\varphi_i + \delta) \sin(\varphi_i - \beta - \theta)}{\cos(\delta + \psi + \theta) \cos(\psi - \beta)} \right]^2} \quad (1.5)$$

Trong đó:

- $p_a$  : áp lực đất chủ động, tương ứng, tác dụng lên tường chắn tại lớp đất thứ i (kN/m<sup>2</sup>)
- $\varphi$  : Góc kháng cắt của lớp đất thứ i (°)

TCVN  
11820  
Phần 5:  
2021,  
Công thức  
(15)

TCVN  
11820  
Phần 4-1:  
2020,  
Hình 1

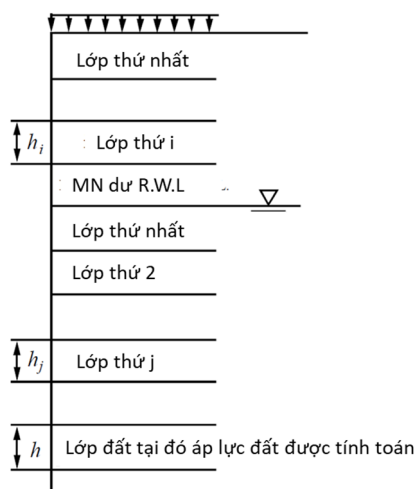
TCVN  
11820  
Phần 4-1:  
2020,  
Công thức  
(18), (19)

- $\gamma_i$  : Trọng lượng riêng của lớp đất  $i$  ( $\text{kN/m}^3$ )
- $h_i$  : Chiều dày lớp đất  $i$  (m)
- $K_a$  : Hệ số áp lực đất chủ động tương ứng với lớp  $i$
- $\beta$  : Góc mặt đất so với mặt phẳng ngang ( $^\circ$ )
- $\delta$  : Góc ma sát của tường ( $^\circ$ )
- $\omega$  : Tải trọng phân bố trên đơn vị bề mặt ( $\text{kN/m}^2$ )
- $\theta$  : góc động đất tổng hợp ( $^\circ$ )  
 $\theta = \tan^{-1}k$  or  $\theta = \tan^{-1}k'$   
 (trạng thái thường xuyên,  $\theta = 0$ )
- $k$  : Hệ số động đất
- $k'$  : Hệ số động đất biểu kiến

$$k' = \frac{2 \left( \sum \gamma_{ti} h_i + \sum \gamma_{sat j} h_j + \omega \right) + \gamma_{sat} h}{2 \left\{ \sum \gamma_{ti} h_i + \sum (\gamma_{sat j} - 10) h_j + \omega \right\} + (\gamma_{sat} - 10) h} k \quad (1.6)$$

Trong đó:

- $h_i$  : Chiều dày của lớp đất thứ  $i$  phía trên mực nước dư (m)
- $h_j$  : Chiều dày của lớp đất thứ  $j$  phía trên lớp đất đang được tính áp lực đất, nằm dưới mực nước dư (m)
- $h$  : Chiều dày của lớp đất đang được tính áp lực đất, nằm dưới mực nước dư (m)
- $\gamma_{ti}$  : Trọng lượng đơn vị của đất trong lớp thứ  $i$  phía trên mực nước dư ( $\text{kN/m}^3$ )
- $\gamma_{sat j}$  : Trọng lượng đơn vị bão hòa của đất trong lớp thứ  $j$  phía trên lớp đất đang được tính áp lực đất, nằm dưới mực nước dư ( $\text{kN/m}^3$ )
- $\omega$  : Tải trọng phân bố đều trên bề mặt đất ( $\text{kN/m}^2$ )
- $k$  : Hệ số động đất
- $k'$  : Hệ số động đất biểu kiến



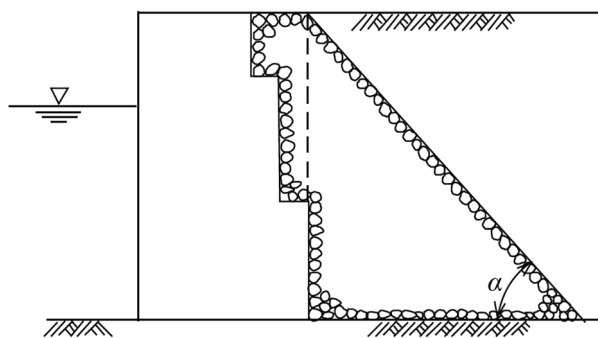
Nguồn: TCVN 11820-4-1-2020

**Hình 1.8- Ký hiệu của hệ số động đất biểu kiến**

Góc ma sát tường sử dụng trong tính toán cường độ áp lực đất thường được lấy không quá  $15^\circ$  cho cả trạng thái thường xuyên và khi xảy ra động đất.

TCVN  
11820  
Phần 4-1:  
2020,  
Công thức  
(36)

TCVN  
11820  
Phần 4-1:  
2020,  
Hình 3



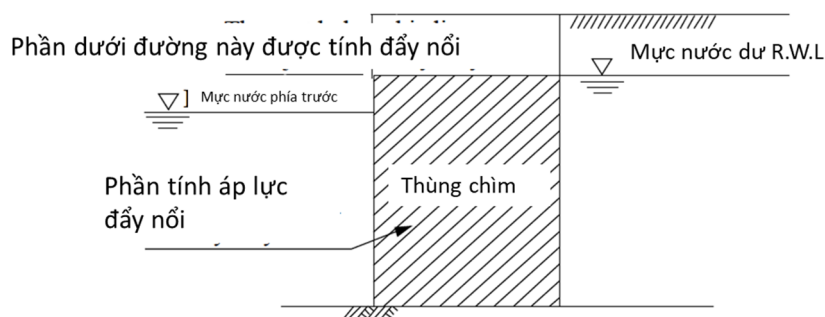
Nguồn: TCVN 11820-5-2021

**Hình 1.9- Hình dạng của đất đắp sau tường**

Trong trường hợp hình dạng của đất lấp sau, như minh họa trong Hình 1.9, được đắp với góc dốc thoải hơn góc nghỉ  $\alpha$  của vật liệu lấp, tính từ giao điểm của đường thẳng đứng đi qua chân tường và bề mặt đất (giả định là mặt ranh giới), thì có thể xem như đã được lấp đầy hoàn toàn bằng vật liệu lấp.

### (7) Áp lực đẩy nổi

Lực nổi được tính toán như minh họa trong Hình 1.10, giả định rằng phần tường nằm dưới mực nước dự bị ngập trong nước.



Nguồn: TCVN 11820-5-2021

**Hình 1.10- Giả định khi tính lực đẩy nổi**

### (8) Tổng hợp lực

Tổng lực đứng được tính bằng trọng lượng tường trừ đi tải trọng chất tải và lực nổi. Ngoài ra, thành phần đứng của các lực khác cũng được tính vào.

Tổng lực ngang bao gồm thành phần ngang của áp lực đất tác dụng lên mặt ranh giới giả định và áp lực nước dư.

Khi xác minh tính năng chịu lực trong điều kiện động đất, ngoài các lực trên, còn cộng thêm lực động đất tác dụng lên trọng lượng tường (không kể lực nổi).

Áp lực đất được xét đến thành phần ngang của áp lực đất trong trạng thái động đất.

Bên cạnh đó, nếu có tải trọng thiết bị, cần xem xét thêm lực ngang từ chân cầu trong quá trình vận hành (trạng thái thường xuyên), trong động đất và trong bão.

## 1-5. Phương pháp xác minh tính năng chịu lực

Yêu cầu về khả năng chịu lực, tiêu chí và các hạng mục xác minh tính năng chịu lực đối với tường chắn bên kiểu trọng lực được nêu trong “Phần 1: Cách tiếp cận thiết kế dựa trên tính năng” mục 8-5 (3) và (4).

### (1) Kiểm tra ổn định

Đối với mỗi điều kiện thiết kế, việc xác minh tính năng ổn định tổng thể của kết cấu

tường bên kiểu trọng lực được thực hiện dựa trên các Công thức cân bằng tĩnh.

Các hạng mục xác minh tính năng chịu lực được liệt kê trong Bảng 1.6, đóng vai trò hướng dẫn cho việc kiểm tra ổn định tổng thể (không tính các trường hợp sự cố).

**Bảng 1.6 - Các hạng mục xác minh tính năng chịu lực tương ứng với các điều kiện thiết kế khác nhau**

Trường hợp/trạng thái thiết kế	Trượt cung tròn	Trượt phẳng	Ổn định lật	Khả năng chịu lực của nền móng
Trạng thái thường xuyên liên quan tới trọng lượng bản thân	○			
Trạng thái thường xuyên liên quan đến động đất		○	○	○
Tải trọng tạm thời liên quan đến động đất cấp 1		○	○	○

**1) Xác minh tính năng ổn định tổng thể trong trạng thái thường xuyên**

Trong trạng thái thường xuyên, khi lực chính là trọng lượng bản thân của kết cấu tường bên và vật liệu lấp sau, việc xác minh tính năng ổn định tổng thể thường bao gồm kiểm tra sự phá hoại do trượt tròn.

Việc kiểm tra trượt tròn có thể được thực hiện theo Công thức (1.7).

Trong công thức này, các chỉ số k và d lần lượt chỉ các giá trị đặc trưng và giá trị thiết kế. Ngoài ra, các hệ số thành phần sử dụng trong công thức này được liệt kê trong Bảng 1.7.

Đối với các phần trong Bảng 1.7 được ký hiệu bằng dấu “-”, các giá trị trong ngoặc đơn có thể được sử dụng để thuận tiện khi thực hiện kiểm tra.

$$m \cdot \frac{S_d}{R_d} \leq 1,0 \quad R_d = \gamma_R R_k \quad S_d = \gamma_S S_k$$

$$S_k = \Sigma \{ (w'_k + q_k + q_{RWLk}) \sin \theta \} \tag{1.7}$$

$$R_k = \Sigma [ \{ c'_k s + (w'_k + q_k) \cos^2 \theta \cdot \tan \varphi'_k \} \sec \theta ]$$

Trong đó:

- $m$  : Hệ số điều chỉnh
- $S_d$  : Giá trị sử dụng để thiết kế của thành phần tải trọng (kN/m)
- $R_d$  : Giá trị sử dụng để thiết kế của thành phần sức kháng (kN/m)
- $S_k$  : Giá trị đặc trưng của thành phần tải trọng (kN/m)
- $R_k$  : Giá trị đặc trưng của thành phần sức kháng (kN/m)
- $\gamma_S$  : Hệ số thành phần nhân với thành phần tải trọng
- $\gamma_R$  : Hệ số thành phần nhân với thành phần sức kháng
- $w'_k$  : Giá trị đặc trưng của trọng lượng hữu hiệu của một phân đoạn (kN/m) (trọng lượng trong không khí khi nằm trên mực nước hoặc trọng lượng dưới nước khi nằm dưới mực nước)
- $q_k$  : Giá trị đặc trưng của tải trọng chất tải tác dụng lên một phân đoạn (kN/m)
- $q_{RWLk}$  : Giá trị đặc trưng của trọng lượng nước, tức là  $p_w \cdot (RWL - LWL)$  s, trong một phân đoạn tương ứng với chênh lệch mực nước giữa mực nước dư (RWL) ở phía sau công trình và mực nước triều

Cập nhật từ TCVN 11820 Phần 1: 2025, Công thức (I.102) (I.103)

Cập nhật từ TCVN 11820 Phần 4-1: 2020, Công thức (F.1)

(LWL) ở phía trước công trình trong trường hợp RWL cao hơn LWL (kN/m)

- $\theta$  : Góc giữa mặt đáy của một phân đoạn và mặt phẳng ngang (°)
- $c'_k$  : Giá trị đặc trưng của cường độ cắt không thoát nước đối với nền đất dính hoặc lực dính biểu kiến trong điều kiện thoát nước đối với nền đất cát (kN/m<sup>2</sup>)
- $s$  : Chiều rộng của một phân đoạn (m)
- $\varphi'_k$  : Giá trị đặc trưng của góc ma sát biểu kiến dựa trên ứng suất hữu hiệu (°)

**Bảng 1.7 – Các hệ số thành phần cho xác minh tính năng chịu lực đối với phá hoại trượt tròn**

Đối tượng kiểm tra	Hệ số biến thiên của đất dính trong lớp đất đại diện (CV)	Hệ số thành phần nhân với thành phần sức kháng $\gamma R$	Hệ số thành phần nhân với thành phần tác động $\gamma S$	Hệ số điều chỉnh $m$
Trượt cung tròn (trạng thái thường xuyên)	Đất không dính	0,83	1,01	(1,0)
	CV < 0,10	0,86	1,05	(1,0)
	0,10 ≤ CV < 0,15	0,85	1,04	(1,0)
	0,15 ≤ CV < 0,25	0,80	1,02	(1,0)
	0,25 ≤ CV	(1,0)	(1,0)	1,30

Nguồn: TCVN 11820-6-2023

TCVN  
11820  
Phần 6:  
2023,  
Bảng 6

## 2) Xác minh tính năng chịu lực chống trượt của tường bần

Khả năng ổn định chống trượt có thể được đánh giá theo Công thức (1.8). Trong công thức này, các chỉ số  $k$  và  $d$  lần lượt chỉ giá trị đặc trưng và giá trị thiết kế.

Các hệ số thành phần sử dụng trong công thức này có thể tham khảo trong Bảng 1.8.

Trong Bảng 1.8, các giá trị được đánh dấu bằng dấu “-” cho phép sử dụng các giá trị trong ngoặc đơn để kiểm tra nhằm thuận tiện.

$$m \cdot \frac{S_d}{R_d} \leq 1,0 \quad R_d = \gamma_R R_k \quad S_d = \gamma_S S_k \quad (1.8)$$

$$R_k = f_k (W_k + P_{V_k} - P_{B_k})$$

$$S_k = P_{H_k} + P_{W_k} + P_{d_{W_k}} + P_{F_k}$$

Trong đó:

- $m$  : Hệ số điều chỉnh
- $S_d$  : Giá trị sử dụng để thiết kế của thành phần tải trọng (kN/m)
- $R_d$  : Giá trị sử dụng để thiết kế của thành phần sức kháng (kN/m)
- $S_k$  : Giá trị đặc trưng của thành phần tải trọng (kN/m)
- $R_k$  : Giá trị đặc trưng của thành phần khả năng chịu lực (kN/m)
- $\gamma_S$  : Hệ số thành phần nhân với thành phần tải trọng
- $\gamma_R$  : Hệ số thành phần nhân với thành phần sức kháng
- $f_k$  : Giá trị đặc trưng của hệ số ma sát giữa mặt đáy của thân tường và nền móng
- $W_k$  : Giá trị đặc trưng của trọng lượng các vật liệu cấu thành thân tường (kN/m)

TCVN  
11820  
Phần 5:  
2021,  
Công thức  
(14)

- $P_{Vk}$  : Giá trị đặc trưng của hợp lực áp lực đất đứng tác dụng lên thân tường (kN/m)
- $P_{Bk}$  : Giá trị đặc trưng của lực nổi tác dụng lên thân tường (kN/m)
- $P_{Hk}$  : Giá trị đặc trưng của hợp lực áp lực đất ngang tác dụng lên thân tường (kN/m)
- $P_{wk}$  : Giá trị đặc trưng của hợp lực áp lực nước dư tác dụng lên thân tường (kN/m)
- $P_{dwk}$  : Giá trị đặc trưng của hợp lực áp lực nước động tác dụng lên thân tường (kN/m) (chỉ trong động đất)
- $P_{Fk}$  : Giá trị đặc trưng của lực quán tính tác dụng lên thân tường (kN/m) (chỉ trong động đất)

**Bảng 1.8 – Các hệ số thành phần cho xác minh tính năng chịu lực chống trượt của thân tường**

Điều kiện kiểm tra	Hệ số thành phần $\gamma_R$	Hệ số thành phần $\gamma_S$	Hệ số điều chỉnh $m$
Trượt phẳng (trạng thái thường xuyên)	0,87	1,06	- (1,00)
Trượt phẳng (trạng thái tạm thời động đất cấp 1)	- (1,00)	- (1,00)	1,00

Nguồn: TCVN 11820-5-2021

Ngoài ra, nếu thùng chìm có chân đế tiết diện chữ nhật ở cả phía biển và phía bờ, giá trị đặc trưng của lực nổi  $P_{Bk}$  có thể được tính theo công thức sau:

$$P_{Bk} = \rho_w \cdot g \cdot \{ (w_k + h) \cdot B_c + 2h_f \cdot B_f \} \quad (1.9)$$

Trong đó:

- $\rho_w$  : Trọng lượng riêng của nước biển (kN/m<sup>3</sup>)
- $w_k$  : Giá trị đặc trưng của mực triều (m)
- $h$  : Chiều sâu lấp đặt tường (m)
- $B_c$  : Chiều rộng thân tường (m)
- $h_f$  : Chiều cao chân đế (m)
- $B_f$  : Chiều rộng chân đế (m)

**3) Xác minh tính năng chịu lực chống lật của thân tường chắn sóng**

Khả năng ổn định chống lật của tường bến có thể được đánh giá theo Công thức (1.10).

Trong công thức này, các chỉ số "k" và "d" lần lượt chỉ giá trị đặc trưng và giá trị thiết kế. Các hệ số thành phần sử dụng trong công thức này có thể được chọn từ các giá trị trong Bảng 1.9. Đối với các giá trị được đánh dấu bằng dấu "-", nghĩa là có thể sử dụng các giá trị trong ngoặc đơn để kiểm tra một cách thuận tiện.

$$m \cdot \frac{S_d}{R_d} \leq 1,0 \quad R_d = \gamma_R R_k \quad S_d = \gamma_S S_k \quad (1.10)$$

$$R_k = (aW_k + cP_{Vk} - bP_{Bk})$$

$$S_k = dP_{Hk} + eP_{wk} + hP_{dwk} + iP_{Fk}$$

Trong đó:

- $m$  : Hệ số điều chỉnh

TCVN  
11820  
Phần 5:  
2021,  
Bảng 2

TCVN  
11820  
Phần 6:  
2023,  
Công thức  
(9)

TCVN  
11820  
Phần 5:  
2021,  
Công thức  
(18)

- $S_d$  : Giá trị sử dụng để thiết kế của thành phần tải trọng (kN/m)
- $R_d$  : Giá trị sử dụng để thiết kế của thành phần sức kháng (kN/m)
- $S_k$  : Giá trị đặc trưng của thành phần tải trọng (kN/m)
- $R_k$  : Giá trị đặc trưng của thành phần khả năng chịu lực (kN/m)
- $\gamma_S$  : Hệ số thành phần nhân với thành phần tải trọng
- $\gamma_R$  : Hệ số thành phần nhân với thành phần sức kháng
- $f_k$  : Giá trị đặc trưng của hệ số ma sát giữa mặt đáy của thân tường và nền móng
- $W_k$  : Giá trị đặc trưng của trọng lượng các vật liệu cấu thành thân tường (kN/m)
- $P_{V_k}$  : Giá trị đặc trưng của hợp lực áp lực đất đứng tác dụng lên thân tường (kN/m)
- $P_{B_k}$  : Giá trị đặc trưng của lực nổi tác dụng lên thân tường (kN/m)
- $P_{H_k}$  : Giá trị đặc trưng của hợp lực áp lực đất ngang tác dụng lên thân tường (kN/m)
- $P_{w_k}$  : Giá trị đặc trưng của hợp lực áp lực nước dư tác dụng lên thân tường (kN/m)
- $P_{dw_k}$  : Giá trị đặc trưng của hợp lực áp lực nước động tác dụng lên thân tường (kN/m) (chỉ trong động đất)
- $P_{F_k}$  : Giá trị đặc trưng của lực quán tính tác dụng lên thân tường (kN/m) (chỉ trong động đất)
- $a$  : Khoảng cách từ đường tác dụng của hợp lực trọng lượng tường đến mũi chân trước của thân tường (m)
- $b$  : Khoảng cách từ đường tác dụng của lực nổi đến mũi chân trước của thân tường (m)
- $c$  : Khoảng cách từ đường tác dụng của hợp lực áp lực đất đứng đến mũi chân trước của thân tường (m)
- $d$  : Khoảng cách từ đường tác dụng của hợp lực áp lực đất ngang đến đáy của thân tường (m)
- $e$  : Khoảng cách từ đường tác dụng của hợp lực áp lực nước dư đến đáy của thân tường (m)
- $h$  : Khoảng cách từ đường tác dụng của hợp lực áp lực nước động đến đáy của thân tường (m) (chỉ trong động đất)
- $i$  : Khoảng cách từ đường tác dụng của lực quán tính đến đáy của thân tường (m) (chỉ trong động đất)

**Bảng 1.9 – Các hệ số thành phần cho xác minh tính năng chịu lực chống lật của thân tường**

Điều kiện kiểm tra	Hệ số thành phần $\gamma_R$	Hệ số thành phần $\gamma_S$	Hệ số điều chỉnh $m$
Ổn định lật (trạng thái thường xuyên)	0,99	1,23	- (1,00)
Ổn định lật (trạng thái tạm thời động đất cấp 1)	- (1,00)	- (1,00)	1,10

Nguồn: TCVN 11820-5-2021

TCVN  
11820  
Phần 5:  
2021,  
Bảng 3

#### 4) Xác minh tính năng chịu lực nền móng

Để đánh giá khả năng ổn định của nền móng, có thể kiểm tra theo Công thức (1.11), được thiết lập dựa trên phương pháp Bishop đơn giản hóa.

Các hệ số thành phần trong Công thức (1.11) có thể tham khảo trong Bảng 1.10.

Đối với các phần trong Bảng 1.10 được đánh dấu bằng dấu "-", các giá trị trong ngoặc đơn có thể được sử dụng để thuận tiện khi kiểm tra.

Trong công thức này, các chỉ số "k" và "d" lần lượt chỉ giá trị đặc trưng và giá trị thiết kế.

Khi sử dụng Công thức (1.11), trước hết cần xác định tham số phụ  $F_f$  thông qua các phép tính lặp sao cho thỏa mãn điều kiện  $R_k = F_f \times S_k$  (lưu ý rằng  $R_k$  đã được đưa vào công thức). Khi đã xác định được  $R_k$  và  $S_k$  tiến hành kiểm tra ổn định khả năng chịu tải của nền móng dựa trên các giá trị này.

$$m \cdot \frac{S_d}{R_d} \leq 1,0 \quad R_d = \gamma_R R_k \quad S_d = \gamma_S S_k$$

$$F_f = \frac{R_k(F_f)}{S_k}$$

$$R_k = \sum \left[ \frac{\{c'_k \cdot s + (w'_k + q_k) \tan \varphi'_k\} \sec \theta}{\{(1 + \tan \theta \tan \varphi'_k) / F_f\}} \right]$$

$$S_k = \sum \left\{ (w'_k + q_k) \sin \theta \right\} + \frac{d P_{Hk}}{r}$$

TCVN  
11820  
Phần 6:  
2023,  
Công thức  
(11)

Trong đó:

- $m$  : Hệ số điều chỉnh
- $S_d$  : Giá trị sử dụng để thiết kế của thành phần tải trọng (kN/m)
- $R_d$  : Giá trị sử dụng để thiết kế của thành phần sức kháng (kN/m)
- $S_k$  : Giá trị đặc trưng của thành phần tải trọng (kN/m)
- $R_k$  : Giá trị đặc trưng của thành phần khả năng chịu lực (kN/m)
- $\gamma_S$  : Hệ số thành phần nhân với thành phần tải trọng
- $\gamma_R$  : Hệ số thành phần nhân với thành phần sức kháng
- $P_{Hk}$  : Giá trị đặc trưng của lực tác động ngang lên khối đất bên trong vòng trượt phá hoại (kN/m)
- $d$  : Khoảng cách từ tâm vòng trượt phá hoại đến vị trí tác dụng của lực  $P_H$  (m)
- $c'_k$  : Giá trị đặc trưng của cường độ cắt không thoát nước của nền đất dính hoặc lực dính biểu kiến trong điều kiện thoát nước của nền đất cát (kN/m<sup>2</sup>)
- $s$  : Chiều rộng của một phân đoạn (m)
- $w'_k$  : Giá trị đặc trưng của trọng lượng hữu hiệu của một phân đoạn (kN/m) (trọng lượng trong không khí khi nằm trên mực nước hoặc trọng lượng dưới nước khi nằm dưới mực nước)
- $q_k$  : Giá trị đặc trưng của tải trọng chất tải tác dụng lên một phân đoạn (kN/m)
- $\varphi'_k$  : Giá trị đặc trưng của góc kháng cắt biểu kiến dựa trên ứng suất hữu hiệu (°)
- $\theta$  : Góc giữa mặt đáy của một phân đoạn và mặt phẳng ngang (°)
- $F_f$  : Tham số phụ trợ biểu thị tỷ số giữa thành phần khả năng chịu lực và thành phần tải trọng
- $r$  : Bán kính của vòng trượt phá hoại (m)

**Bảng 1.10 – Các hệ số thành phần cho xác minh tính năng chịu lực của nền móng**

Điều kiện kiểm tra	Hệ số thành phần $\gamma_R$	Hệ số thành phần $\gamma_S$	Hệ số điều chỉnh $m$
Khả năng chịu lực của nền (trạng thái thường xuyên)	- (1,00)	- (1,00)	1,20
Khả năng chịu lực của nền (trạng thái tạm thời động đất cấp 1)	- (1,00)	- (1,00)	1,00

Nguồn: Cập nhật từ TCVN 11820-6-2023

**5) Xác minh khả năng ổn định nổi**

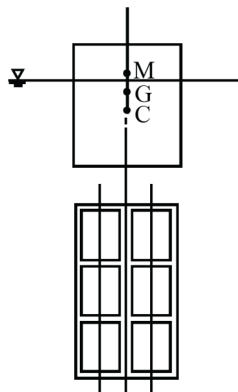
Trong quá trình thi công, kết cấu thùng chìm phải thỏa mãn Công thức (1.12) để đảm bảo duy trì trạng thái nổi và tự ổn định.

$$\frac{I}{V} - \overline{CG} = \overline{GM} \geq 0 \quad (1.12)$$

Trong đó:

- $V$  : Lượng dẫn nước (m<sup>3</sup>)
- $I$  : mô men quán tính hình học đối với trục dài tại mực nước (m<sup>4</sup>)
- $C$  : Tâm nổi
- $G$  : Trọng tâm thùng
- $M$  : Tâm định khuynh
- $\overline{CG}$  : Khoảng cách giữa trọng tâm và tâm lực nổi (m)
- $\overline{GM}$  : Khoảng cách giữa tâm định khuynh và trọng tâm (m)

Để an toàn, khoảng cách  $\overline{GM}$  (chiều cao định khuynh) tối thiểu bằng 5% mớn nước thùng chìm.



Nguồn: TCVN 11820-6-2023

**Hình 1.11- Ổn định thùng chìm**

Công thức (1.12) được áp dụng khi tiết diện của thùng chìm gần như đối xứng và khi thùng chìm chỉ chịu các độ nghiêng nhỏ.

Khi sử dụng đối trọng để kéo, Công thức sau được sử dụng:

- ✓ Khi sử dụng nước làm đối trọng:

TCVN  
11820  
Phần 6:  
2023  
Bảng 9

TCVN  
11820  
Phần 6:  
2023,  
Công thức  
(B.7)

TCVN  
11820  
Phần 6:  
2023,  
Hình B.2

$$\frac{1}{V'}(I' - \sum i) - \overline{C'G'} > 0 \quad (1.13)$$

✓ Khi sử dụng cát, đá, hoặc bê tông làm đối trọng:

$$\frac{I'}{V'} - \overline{C'G'} > 0 \quad (1.14)$$

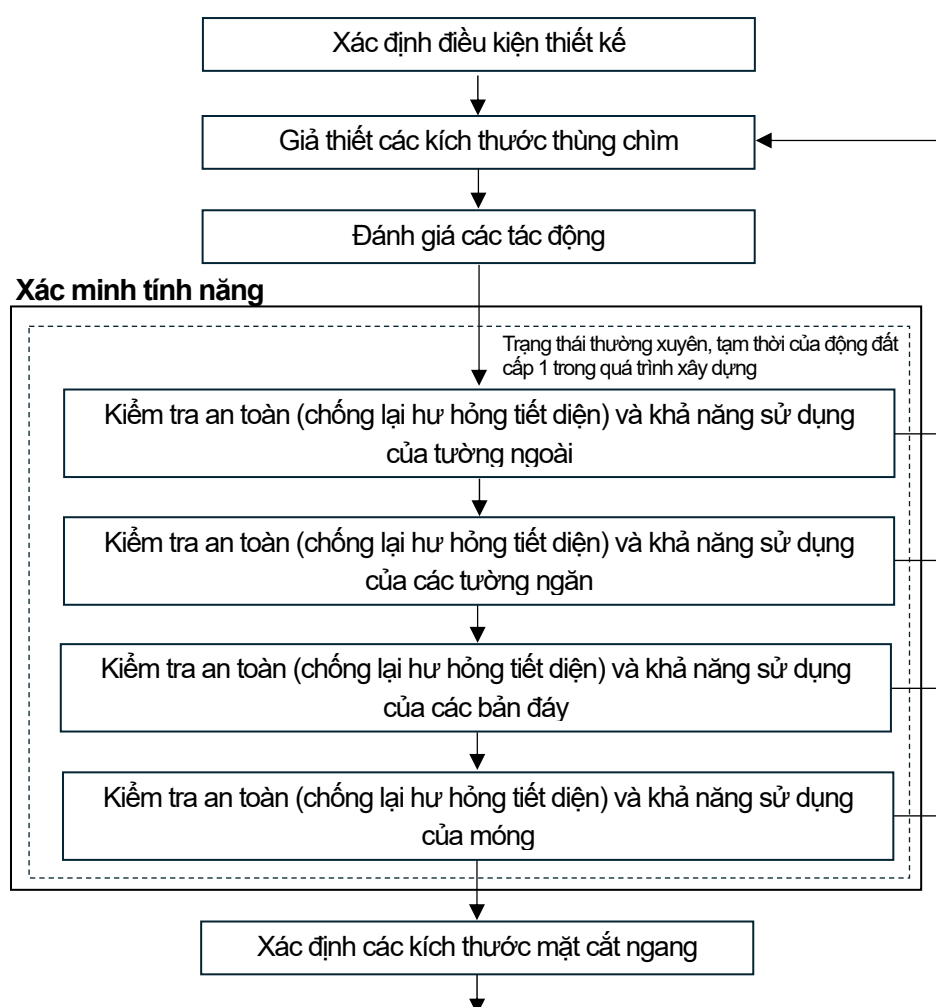
Trong đó:

- $V'$  : Thể tích chiếm chỗ của thùng chìm có đối trọng ( $m^3$ )
- $I'$  : Mô men quán tính hình học đối với trục dài tại mực nước của thùng chìm có đối trọng ( $m^4$ )
- $C'$  : Tâm lực nổi của thùng chìm có đối trọng
- $G'$  : Trọng tâm của thùng chìm có đối trọng
- $\overline{C'G'}$  : Khoảng cách giữa trọng tâm và tâm lực nổi của thùng chìm có đối trọng (m)
- $i$  : Mô men quán tính hình học đối với đường tim song song với trục quay của thùng chìm tại mực nước trong mỗi khoang ( $m^4$ )

## (2) Xác minh khả năng chịu lực của các bộ phận kết cấu

Việc xác minh khả năng chịu lực của các bộ phận kết cấu về cơ bản dựa trên các tiêu chuẩn tính năng được thiết lập theo yêu cầu về tính năng của công trình. Việc xây dựng các chỉ số kiểm tra phù hợp cho khả năng chịu lực của các bộ phận kết cấu là hết sức cần thiết.

Ví dụ về quy trình xác minh tính năng cho thùng chìm được thể hiện trong Hình 1.12.



Ghi chú:

\*1 Khi tường thùng chìm chịu tác động của sóng trong thời gian dài, có thể bổ sung kiểm tra an toàn đối với hư hỏng do mỏi.

\*2 Đối với các công trình có yêu cầu chịu động đất cao, hoặc các công trình mà thiệt hại có thể gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến tính mạng con người, tài sản và hoạt động xã hội, nên thực hiện xác minh tính năng chịu lực trong các tình huống sự cố, khi cần thiết.

Nguồn: TCVN 11820-6-2023

### Hình 1.12 – Ví dụ về quy trình xác minh khả năng chịu lực của thùng chìm

#### 1) Xác minh an toàn của các bộ phận kết cấu

Việc xác minh an toàn của các bộ phận kết cấu phải xác định các chỉ số kiểm tra, có xét đến loại bộ phận kết cấu, tính chất vật liệu và các yếu tố khác, đồng thời so sánh phản ứng của chúng với các giá trị giới hạn tương ứng.

##### i) Xác minh hư hỏng tiết diện

Hư hỏng tiết diện được xác minh bằng cách đảm bảo rằng giá trị thu được khi nhân tỷ số giữa nội lực thiết kế  $S_d$  và khả năng chịu lực thiết kế của tiết diện  $R_d$  với hệ số kết cấu  $\gamma_i$  không vượt quá 1,0, tức là:

$$\gamma_i \cdot \frac{S_d}{R_d} \leq 1,0 \quad (1.15)$$

Nội lực thiết kế  $S_d$  có thể được xác định bằng cách tính nội lực  $S$  (là hàm của tải trọng thiết kế  $F_d$ ) sử dụng tải trọng thiết kế  $F_d$ , sau đó cộng tổng các giá trị của  $S$  đã nhân với hệ số phân tích kết cấu  $\gamma_a$ .

$$S_d = \sum \gamma_a \cdot S(F_d) \quad (1.16)$$

Khả năng chịu lực thiết kế của tiết diện  $R_d$  có thể được xác định bằng cách tính khả năng chịu lực  $R$  (là hàm của cường độ thiết kế  $f_d$ ) của tiết diện bộ phận kết cấu, sử dụng cường độ thiết kế  $f_d$ , sau đó chia cho hệ số bộ phận  $\gamma_b$ .

$$R_d = R(f_d) / \gamma_b \quad (1.17)$$

Khả năng chịu uốn thiết kế của tiết diện  $M_{ud}$  đối với mômen uốn của bê tông cốt thép có thể được tính bằng Công thức (1.18).

$$M_{ud} = A_s \cdot f_{yd} \cdot d \left( 1 - \frac{\rho_w \cdot f_{yd}}{1,7 f_{cd}} \right) / \gamma_b \quad (1.18)$$

Trong đó:

- $A_s$  : Diện tích cốt thép chịu kéo (mm<sup>2</sup>)
- $\rho_w$  : Tỷ số cốt thép ( $= A_s / (b_w \cdot d)$ )
- $f_{cd}$  : Cường độ chịu nén thiết kế của bê tông  $f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c$
- $f_{yd}$  : Cường độ chịu kéo uốn của cốt thép  $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$
- $d$  : Chiều cao hiệu dụng (mm)
- $\gamma_b$  : Hệ số cấu kiện (1,1)
- $\gamma_c$  : Hệ số vật liệu thép (1,3)
- $\gamma_s$  : Hệ số vật liệu bê tông (1,0)

TCVN  
11820  
Phần 11:  
2025,  
Công thức  
(12)

TCVN  
11820  
Phần 11:  
2025,  
Công thức  
(16)

Nếu giá trị thiết kế của mômen uốn được ký hiệu là  $M_d$ , có thể kiểm tra bằng Công thức (1.19).

$$\frac{Y_i \cdot M_d}{M_{ud}} \leq 1,0 \quad (1.19)$$

ii) Xác minh hư hỏng do mỏi

Hư hỏng do mỏi được xác minh bằng cách đảm bảo rằng giá trị thu được khi nhân tỷ số giữa cường độ mỏi thiết kế  $f_{rd}$  với ứng suất biến đổi thiết kế  $\sigma_{rd}$ , chia cho hệ số bộ phận  $\gamma_b$ , rồi nhân với hệ số kết cấu  $\gamma_i$ , không vượt quá 1,0:

$$\frac{Y_i \cdot \sigma_{rd}}{f_{rd}/\gamma_b} \leq 1,0 \quad (1.20)$$

Cường độ mỏi thiết kế  $f_{rd}$  sẽ được xác định bằng cách lấy giá trị đặc trưng của cường độ mỏi vật liệu  $f_{rk}$  chia cho hệ số vật liệu  $\gamma_m$ .

Sự phá hoại do mỏi cũng có thể được kiểm tra bằng cách xác nhận rằng giá trị thu được khi nhân tỷ số giữa lực biến đổi tiết diện thiết kế  $S_{rd}$  và sức chịu mỏi thiết kế  $R_{rd}$  với hệ số kết cấu  $\gamma_i$  nhỏ hơn hoặc bằng 1,0:

$$\frac{Y_i \cdot S_{rd}}{R_{rd}} \leq 1,0 \quad (1.21)$$

Lực biến đổi tiết diện thiết kế  $S_{rd}$  sẽ được xác định bằng cách lấy lực biến đổi tiết diện  $S_r(F_{rd})$  tính toán với tác động biến đổi thiết kế  $F_{rd}$  nhân với hệ số phân tích kết cấu  $\gamma_a$ .

Sức chịu mỏi thiết kế  $R_{rd}$  sẽ được xác định bằng cách lấy sức chịu mỏi tiết diện  $R_r(f_{rd})$  tính toán với cường độ mỏi thiết kế của vật liệu  $f_{rd}$  chia cho hệ số bộ phận  $\gamma_b$ .

Trong loại tường chắn bên kiểu trọng lực dạng thùng chìm điển hình, không có tải trọng lặp lại. Do đó, trừ khi trong quá trình thi công có sóng lặp lại tác động, việc kiểm tra an toàn đối với phá hoại do mỏi có thể được bỏ qua.

## 2) Xác minh tính năng sử dụng của các bộ phận kết cấu

Việc xác minh tính năng sử dụng của các bộ phận kết cấu phải xác định các chỉ số kiểm tra thích hợp như: ứng suất, vết nứt, độ dịch chuyển và biến dạng, đồng thời xét đến loại bộ phận kết cấu, tính chất vật liệu và các yếu tố khác, sau đó so sánh giá trị phản ứng của chúng với các giá trị giới hạn.

Ứng suất nén và độ rộng vết nứt của bê tông có thể được sử dụng làm chỉ số cho các bộ phận kết cấu bê tông trong các công trình cảng thông thường. Tuy nhiên, khi không thể tính toán chính xác giá trị phản ứng của độ rộng vết nứt, khả năng sử dụng có thể được kiểm tra bằng ứng suất của cốt thép. Khi có yêu cầu các chức năng đặc biệt khác, nên tiến hành kiểm tra bằng cách thiết lập chỉ số phù hợp tham khảo các hướng dẫn liên quan.

i) Kiểm tra ứng suất nén của bê tông ở trạng thái thường xuyên

Việc kiểm tra ứng suất nén của bê tông ở trạng thái thường xuyên có thể được thực hiện theo Công thức (1.22).

$$\sigma'_c \leq 0,4f'_{ck} \quad (1.22)$$

Trong đó:

$\sigma'_c$  : Ứng suất nén sinh ra trong bê tông do tác động thường xuyên

TCVN

11820

Phần 11:

2025

Công thức

(40)

TCVN

11820

Phần 11:

2025,

Công thức

(41)

TCVN

11820

Phần 11:

2025,

Công thức

$$f'_{ck} : \text{Giá trị đặc trưng của cường độ chịu nén của bê tông (N/mm}^2\text{)} \quad (42)$$

ii) Kiểm tra độ rộng vết nứt

Khi kiểm tra theo độ rộng vết nứt, cần xác nhận rằng giá trị thu được bằng cách nhân tỷ số giữa giá trị phản ứng thiết kế  $w_d$  của độ rộng vết nứt sinh ra trong bộ phận kết cấu và giá trị giới hạn thiết kế  $w_a$  của độ rộng vết nứt với hệ số kết cấu  $\gamma_i$ , nhỏ hơn hoặc bằng 1,0.

$$\gamma_i w_d / w_a \leq 1,0 \quad (1.23)$$

Giá trị phản ứng thiết kế của độ rộng vết nứt có thể được tính toán theo Công thức (1.24).

$$w = 1,1 \times k_1 \times k_2 \times k_3 \times \{4 \times c + 0,7 \times (c_s - \varphi)\} \times (\sigma_{se} / E_s + \varepsilon'_{csd}) \quad (1.24)$$

Trong đó:

- $w$  : Giá trị phản ứng thiết kế của độ rộng vết nứt (mm)
- $k_1$  : Hệ số biểu thị ảnh hưởng của hình dạng bề mặt cốt thép đến độ rộng vết nứt (khi dùng thép gân = 1,0)
- $k_2$  : Hệ số biểu thị ảnh hưởng của chất lượng bê tông đến độ rộng vết nứt,  $k_2 = 15 / (f'_c + 20) + 0,7$
- $f'_c$  : Cường độ chịu nén của bê tông (N/mm<sup>2</sup>). Thông thường có thể lấy bằng giá trị thiết kế của cường độ chịu nén  $f_{cd}$
- $k_3$  : Hệ số biểu thị ảnh hưởng của số lớp thép chịu kéo,  $k_3 = 5(n + 2) / (7n + 8)$
- $n$  : Số lớp thép chịu kéo
- $c$  : Chiều dày lớp bê tông bảo vệ (mm)
- $c_s$  : Khoảng cách giữa các thanh thép (mm)
- $\varphi$  : Đường kính cốt thép chịu kéo, hoặc đường kính danh nghĩa của thanh thép nhỏ nhất (mm)
- $E_s$  : Mô đun đàn hồi của cốt thép (200 kN/mm<sup>2</sup>)
- $\varepsilon'_{csd}$  : Giá trị xét đến sự gia tăng độ rộng vết nứt do co ngót và từ biến của bê tông, khoảng 0,00010
- $\sigma_{se}$  : Gia tăng ứng suất của cốt thép ở gần bề mặt

Gia tăng ứng suất của cốt thép  $\sigma_{se}$  có thể được tính toán theo Công thức (1.25), giả định rằng tiết diện làm việc trong miền đàn hồi.

$$\sigma_{se} = M_d / (A_s \cdot j \cdot d) \quad (1.25)$$

Trong đó:

- $M_d$  : Giá trị thiết kế của mô men uốn (N·mm)
- $A_s$  : Diện tích tiết diện ngang của cốt thép (mm<sup>2</sup>)
- $j$  :  $1 - k/3$
- $k$  : Tỷ số trục trung hòa  $(= \sqrt{2np_w + (np_w)^2} - np_w)$
- $n$  : Tỷ số mô đun đàn hồi  $(= E_s / E_c)$
- $p_w$  : Tỷ lệ cốt thép  $(= A_s / (b_w \cdot d))$
- $d$  : Chiều cao hữu hiệu (mm)
- $b_w$  : Chiều rộng dầm (mm)
- $A_s$  : Tổng diện tích cốt thép chịu lực (mm<sup>2</sup>)

TCVN  
11820  
Phần 11:  
2025,  
Công thức  
(43),  
(45)

TCVN  
11820  
Phần 11:  
2025,  
Công thức  
(49)

Giá trị giới hạn của độ rộng vết nứt  $w_a$  thường được lấy theo các giá trị nêu trong Bảng 1.11; tuy nhiên, bảng này chỉ áp dụng khi lớp bê tông bảo vệ không quá 100 mm. Đối với các bộ phận bê tông cốt thép trong môi trường biển, lớp bê tông bảo vệ nói chung nên lớn hơn các giá trị nêu trong Bảng 1.12.

**Bảng 1.11- Giá trị giới hạn của chiều rộng vết nứt  $w_a$**

Loại môi trường	Chiều rộng vết nứt (mm)
Môi trường ăn mòn nghiêm trọng	0,0035c
Môi trường ăn mòn	0,0040c
Môi trường bình thường	0,0050c
c là chiều dày lớp bê tông bảo vệ	

Nguồn: TCVN 11820-11-2025

TCVN  
11820  
Phần 11:  
2025,  
Bảng 3

**Bảng 1.12- Giá trị tiêu chuẩn của chiều dày bê tông bảo vệ**

Loại môi trường	Chiều dày bảo vệ, c (mm)	Ghi chú
Môi trường ăn mòn nghiêm trọng	70	Các bộ phận tiếp xúc trực tiếp với nước biển Các bộ phận bị rửa trôi bởi nước biển Các bộ phận chịu tác động của gió biển mạnh
Môi trường bình thường	50	Các bộ phận khác ngoài các bộ phận ở trên

Nguồn: TCVN 11820-11-2025

TCVN  
11820  
Phần 11:  
2025,  
Bảng 5

iii) Kiểm tra ứng suất cắt

Sức chịu cắt nén thiết kế có thể được tính toán theo Công thức (1.26).

$$V_{dd} = \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_a \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot d / \gamma_b \quad (1.26)$$

Trong đó:

$V_{dd}$  : Sức chịu cắt nén thiết kế tại trạng thái phá hoại (N)

$f_{cd}$  :  $0,19 \sqrt{f'_{cd}}$  (N/mm<sup>2</sup>)

$\beta_d$  :  $\sqrt[4]{1000/d}$ , đến 1,5 khi  $\beta_d > 1,5$

$\beta_p$  :  $(1 + \sqrt{100p_v})/2$ , đến 1,5 khi  $\beta_p > 1,5$

$\beta_a$  :  $5 / (1 + (a/d)^2)$

$b_w$  : Chiều rộng cánh (mm)

$d$  : Điểm đặt tải đối với dầm đơn giản; chiều sâu hữu hiệu (mm) tại gối tựa của dầm công xôn

$a$  : Khoảng cách từ mặt trước của gối tựa đến điểm đặt tải (mm)

$p_v$  :  $A_s / (b_w \cdot d)$

$A_s$  : Diện tích tiết diện ngang của cốt thép ở phía chịu kéo (mm<sup>2</sup>)

$f'_{cd}$  : Cường độ chịu nén thiết kế của bê tông (N/mm<sup>2</sup>)

$\gamma_b$  : thường có thể lấy bằng 1,3

TCVN  
11820  
Phần 11:  
2025,  
Công thức  
(29)

**3) Các hệ số thành phần**

Các hệ số thành phần có thể được sử dụng để kiểm tra các bộ phận kết cấu. Bảng này trình bày các giá trị tiêu chuẩn của các hệ số thành phần; tuy nhiên, các phương pháp khác có thể được áp dụng khi phù hợp để xác định các hệ số thành phần.

Đối với điều kiện nổi, thời gian tác dụng của tải ngắn hơn so với các trạng thái khác,

và chỉ xảy ra trong quá trình thi công. Do đó, các hệ số thành phần cho các trạng thái sử dụng có thể được lấy bằng 0,5.

**Bảng 1.13- Hệ số thành phần**

Hệ số thành phần		Phá hoại mặt cắt ngang	Phá hoại môi	Khác
Hệ số vật liệu $\gamma_m$	Bê tông	1,3	1,3	1,0
	Thép cốt và thép dự ứng lực	1,0	1,05	1,0
	Các kết cấu thép khác	1,05	1,05	1,0
Hệ số tải trọng $\gamma_f$	Tác dụng thường xuyên	1,0-1,1 (0,9-1,0)	1,0	1,0
	Tác dụng biến đổi			
	Lực sóng	1,2	1,0	1,0
	Các tác dụng khác ngoài lực sóng	1,0-1,2 (0,8-1,0)	1,0	1,0
	Tác dụng sự cố	1,0	-	-
	Tác dụng trong thi công	1,0	-	-
Hệ số phân tích kết cấu $\gamma_a$		1,0	1,0	1,0
Hệ số cấu kiện $\gamma_b$		1,1-1,3	1,0-1,3	1,0
Hệ số công trình $\gamma_i$		1,0-1,2	1,0-1,1	1,0

TCVN 11820 Phần 6: 2023, Bảng B.1

TCVN 11820 Phần 11: 2025, Bảng 1

Ghi chú 1: Những giá trị trong ngoặc được áp dụng khi tác dụng nhỏ gây rủi ro lớn.

Ghi chú 2: Khi xét phá hoại mặt cắt ngang, hệ số cấu kiện có thể là:

- Khi tính mômen uốn và lực dọc: 1,1
- Khi tính lực nén dọc lớn nhất: 1,3
- Khi tính khả năng chịu lực cắt bởi bê tông: 1,3
- Khi tính khả năng chịu lực cắt của thép chịu cắt: 1,1

Ghi chú 3: Đối với công trình cải tạo, cần tính đến biến động trong hư hại do môi, hệ số cấu kiện dùng trong phá hoại môi có thể từ 1,0 đến 1,3.

Ghi chú 4: Khi xét phá hoại mặt cắt ngang, hệ số công trình có thể dùng theo các giá trị trong bảng dưới đây:

		Trạng thái thường xuyên	Trạng thái tạm thời	Trạng thái sự cố
Kết cấu phía trên của cầu bến có cọc	Mặt sàn	1,2	1,2	1,0
	Dầm	1,1	1,1	1,0
Đê chắn sóng		1,0	1,1	1,0
Tường chắn (thùng chìm, v.v.)		1,0	1,1 (khi động đất: 1,0)	1,0
Khác (kết cấu phía trên bằng cọc ván thép...)		1,0	1,0	1,0

Nguồn: TCVN 11820-6-2023, 11820-11-2025

#### 4) Tác động

i) Tổ hợp tác động và hệ số tải trọng

Tổ hợp tác động cần xét trong xác minh tính năng chịu lực và các giá trị tiêu chuẩn của hệ số tải trọng dùng để nhân với các giá trị đặc trưng của tác động được trình bày trong Bảng 1.14. Ở đây, các giá trị sử dụng cho bản đáy cũng có thể áp dụng cho móng.

Giá trị ở hàng trên cùng trong mỗi ô của bảng là hệ số tải trọng dùng để kiểm tra an

toàn (chống lại phá hoại tiết diện); giá trị trong dấu ngoặc vuông ở hàng giữa là hệ số tải trọng dùng cho trường hợp tác động càng nhỏ thì tải thiết kế càng lớn. Các giá trị này được xác định có xét đến mối quan hệ với ổn định bên ngoài và các yếu tố khác dựa trên phân tích độ tin cậy.

Giá trị trong dấu ngoặc đơn ở hàng dưới cùng của mỗi ô là hệ số tải trọng dùng để xác minh tính năng sử dụng. Đối với các tình huống sự cố, có thể sử dụng hệ số tải trọng là 1,0.

Nếu độ chính xác san phẳng của lớp đá học bị giảm, phản lực tác động lên bản đáy thùng chìm sẽ lớn hơn so với trường hợp độ chính xác san phẳng bình thường ( $\pm 5$  cm), và trong trường hợp này, các giá trị trong Bảng 1.14 không thể áp dụng.

**Bảng 1.14- Tổ hợp tác động và hệ số tải trọng**

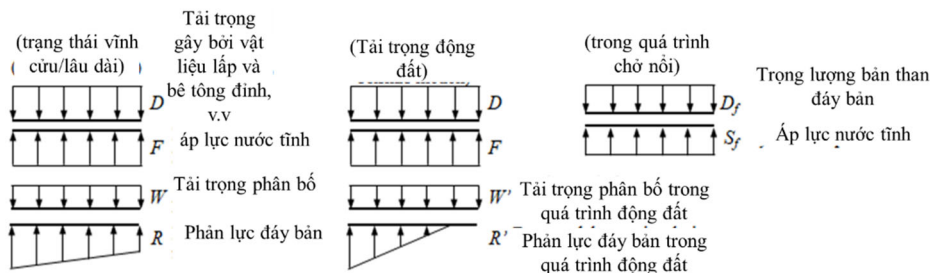
Tình huống	Trạng thái/trường hợp thiết kế	Trọng lượng bản thân	Áp lực nước tĩnh	Áp lực nước trong thùng	Áp lực đất trong thùng	Phản lực đáy	Tải phân bố	Áp lực nước động	Phản lực bản đáy trong quá trình động đất	Tải trọng trong quá trình xây dựng		Ghi chú
										Lắp đặt	Chờ nổi	
Khai thác	Trạng thái thường xuyên liên quan đến bản thân	0,9 (1,0)	1,1 (1,0)			1,1 (1,0)	0,8 (0,5)					Bản đáy (tải phân bố tương đương phản lực bản đáy)
	Trạng thái thường xuyên liên quan đến áp lực đất trong thùng			1,1 (1,0)	1,1 (1,0)							Tường ngoài
	Tải trọng tạm thời liên quan đến động đất	1,0 (-)	1,0 (-)				1,0 (-)		1,0 (-)			Bản đáy (tải phân bố trong quá trình động đất)
Quá trình xây dựng	Tải trọng tạm thời liên quan đến áp lực nước chờ nổi	0,9 (0,5)									1,1 (0,5)	Bản đáy khi chờ nổi
	Tải trọng tạm thời liên quan đến áp lực nước quá trình lắp đặt										1,1 (0,5)	Tường ngoài khi chờ nổi
												Vách ngăn khi chờ nổi

TCVN  
11820  
Phần 11:  
2025,  
Bảng 6

Nguồn: TCVN 11820-11-2025

ii) Hệ số tải trọng và tổ hợp tác động của bản đáy

Tải trọng thiết kế cho bản đáy của thùng chìm trong kết cấu tường chắn bến được thể hiện trong Hình 1.13. Hệ số tải trọng được nêu trong Bảng 1.15, và các hệ số này có thể được nhân với các giá trị tác động đặc trưng để xác định tải trọng thiết kế.



(trạng thái vĩnh cửu/lâu dài: trường hợp có tải trọng phân bố)

TCVN  
11820  
Phần 11:  
2025,  
Hình 14

Nguồn: TCVN 11820-11-2025

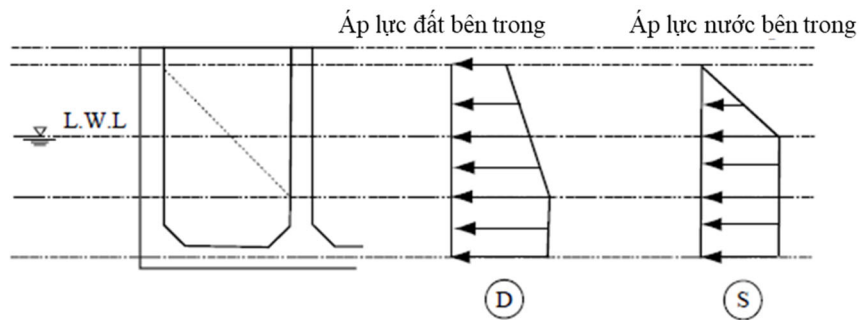
**Hình 1.13- Tải trọng tác động lên bản đáy**  
**Bảng 1.15- Tổ hợp tác động và hệ số tải trọng cho bản đáy**

Trường hợp/trạng thái thiết kế	An toàn (chống lại sự phá hoại trên mặt cắt ngang)	Khả năng sử dụng
Trạng thái thường xuyên	$0,9D+1,1Do+1,1F+0,8W$	$1,0D+1,0Do+1,0F+0,5W$
Tải trọng tạm thời gắn với động đất cấp 1	$1,0D+1,0F+1,0R+1,0W'$	Không kiểm tra
Tải trọng tạm thời gắn với áp lực nước trong quá trình xây dựng	$0,9D+1,1S_f$	$0,5D+0,5S_f$

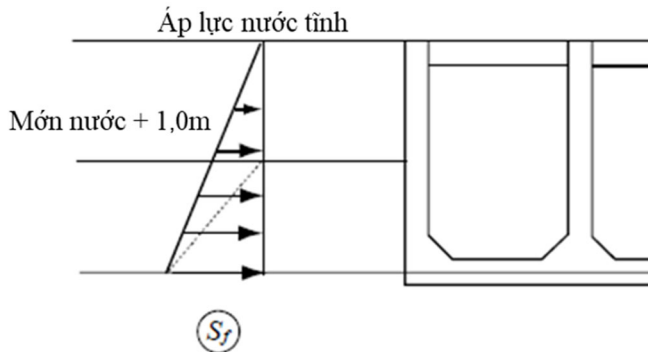
Nguồn: TCVN 11820-11-2025

iii) Hệ số tải trọng và trạng thái tác động của tường ngoài

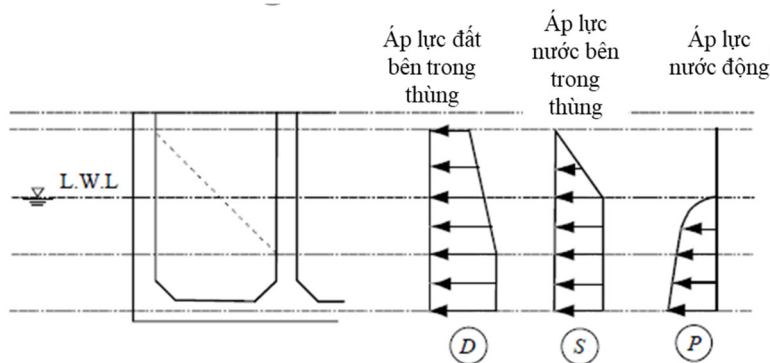
Tải trọng thiết kế cho tường ngoài của thùng chìm tường chắn bến được thể hiện trong Hình 1.14, với các hệ số tải trọng được liệt kê trong Bảng 1.16.



(a) trong điều kiện nước tĩnh (từ phía trong thùng chìm)



(b) trong khi kéo nổi (tác động từ phía ngoài)



(c) Tác động trong quá trình động đất (tác động về phía biển)

Nguồn: TCVN 11820-11-2025

**Hình 1.14- Tác động phía ngoài tường**

TCVN  
11820  
Phần 11:  
2025  
Bảng 8

TCVN  
11820  
Phần 11:  
2025,  
Hình 13

**Bảng 1.16- Trạng thái tác động và hệ số tải trọng tường ngoài**

Trường hợp/trạng thái thiết kế	Hướng tác động	An toàn (chống lại sự phá hoại trên mặt cắt ngang)	Khả năng sử dụng
Tải trọng tạm thời gắn với áp lực nước trong quá trình chở nổi	Phía ngoài thùng chìm	1,1S <sub>r</sub>	0,5S <sub>r</sub>
Tải trọng lâu dài gắn với áp lực đất	Phía trong thùng chìm	1,1D+1,1S	1,0D+1,0S
Tải trọng tạm thời gắn với động đất cấp 1		1,0D+1,0S+1,0P	Không kiểm tra

Nguồn: TCVN 11820-11-2025

iv) Các lực tác động bên ngoài trong quá trình thi công

Trong quá trình thi công trên bờ tại bãi lắp ráp, khi nâng bằng kích trên triển trượt hoặc các khối móng thùng chìm, hoặc khi đặt thùng chìm lên xe đẩy hạ thủy, thùng chìm được xem như một dầm chịu tải tập trung. Giả thiết này được sử dụng để đánh giá các lực tác động bên ngoài trong quá trình thi công.

v) Hệ số tải trọng và trạng thái tải trọng của tường ngăn

Các tải trọng cần xem xét trong quá trình xác minh tính năng chịu lực của tường ngăn của các thùng chìm chẵn sóng được trình bày trong Bảng 1.17.

**Bảng 1.17- Trạng thái tác động và hệ số tải trọng tường ngăn**

Trường hợp/trạng thái thiết kế	Hướng tác động	An toàn (chống lại sự phá hoại trên mặt cắt ngang)	Khả năng sử dụng
Tải trọng tạm thời liên quan đến áp lực nước trong quá trình chở nổi	Hướng tác động do chênh lệch cột nước giữa các khoang	1,1S <sub>r</sub>	0,5S <sub>r</sub>
Tải trọng lâu dài liên quan đến áp lực đất phía trong	Hướng ép trời của tường ngoài so với tường ngăn	Tải trọng thiết kế lớn nhất theo hướng ra ngoài tác dụng lên tường ngoài	Không kiểm tra
Trạng thái thường xuyên gắn với trọng lượng bản thân, tải trọng tạm thời liên quan tới sóng, và động đất cấp 1	Hướng ép trời của bản đáy so với tường ngăn	Tải trọng thiết kế lớn nhất theo hướng xuống tác dụng lên bản đáy	Không kiểm tra

Nguồn: TCVN 11820-11-2025

**5) Các lực tác động bên ngoài trong quá trình hạ thủy và nổi**

Đối với hạ thủy và nổi trong ụ khô, ụ nổi, hoặc triển trượt thông thường (bao gồm cả đường trượt và xe đẩy), tính toán các lực tác động bên ngoài trong quá trình hạ thủy và nổi xem xét áp lực nước tĩnh dựa trên mớn nước, có kể đến hệ số an toàn. Nếu có khả năng xuất hiện áp lực nước tĩnh cao hơn tạm thời trong quá trình hạ thủy, sẽ thực hiện phân tích riêng.

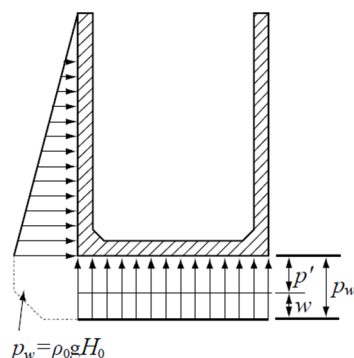
i) Bản đáy

Đối với các lực tác động lên bản đáy, giá trị được sử dụng là áp lực nước tĩnh tại vị trí bản đáy trừ đi trọng lượng của bản đáy (xem Hình 1.15).

$$p' = p_w - w = \rho_0 \cdot g \cdot H_0 - w \quad (1.27)$$

Trong đó:

- $p'$  : Lực tác động lên bản đáy (kN/m<sup>2</sup>)
- $p_w$  : Áp lực nước tĩnh tác dụng lên bản đáy, với một phần dự trữ khoảng 1,0m cộng thêm vào mớn nước thiết kế (kN/m<sup>2</sup>)
- $w$  : Tỷ trọng của bản đáy (bao gồm cả trọng lượng của các vật liệu đối trọng như cát lấp, không tính đến lực nổi) (kN/m<sup>2</sup>)
- $\rho_0 g$  : Trọng lượng riêng của nước biển (kN/m<sup>3</sup>)
- $H_0$  : Độ sâu nước với phần dự trữ khoảng 1,0m cộng thêm vào mớn nước thiết kế (m)

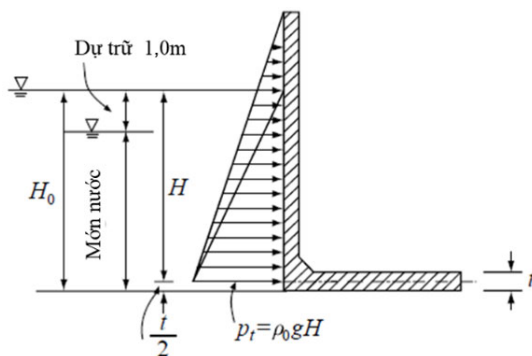


Nguồn: TCVN 11820-6-2023

**Hình 1.15- Tác động lên bản đáy**

ii) Tường ngoài

Áp lực nước tác dụng lên tường ngoài có thể được xem như một tải trọng hình tam giác, với chiều cao bằng áp lực nước tĩnh tại tim bản đáy và đáy của tam giác bằng khoảng cách từ đỉnh công trình đến đáy, như minh họa trong Hình 1.16. Khi tính toán cho tường ngoài, thường sử dụng bảng tính toán cho dầm cố định ba cạnh và tự do một cạnh. Trong trường hợp này, tải trọng từng phần có thể được xử lý thuận tiện dưới dạng tải trọng hình tam giác.



Nguồn: OCDI 2020

**Hình 1.16- Áp lực nước tác động lên tường ngoài**

Trong đó:

- $\rho_0 g$  : Trọng lượng riêng nước biển (kN/m<sup>3</sup>)
- $H$  : Chiều sâu tính toán áp lực nước tĩnh (m)  
 $H = H_0 - t/2$
- $H_0$  : Độ sâu nước, có cộng thêm một phần dự trữ khoảng 1,0m so với mớn nước thiết kế (m)
- $t$  : Chiều dày bản đáy (m)

iii) Tường ngăn

Thông thường, nếu bề dày của tường ngăn từ 20 cm trở lên, chúng đủ khả năng chịu

TCVN  
11820  
Phần 6:  
2023,  
Hình B.8

OCDI  
2020  
Phần III  
Chương 2  
Hình  
2.2.10

tải như các cột, do đó có thể bỏ qua việc kiểm tra chi tiết.

iv) Các lưu ý khác

Trong trường hợp độ dốc cuối cùng của triển trượt quá lớn trong quá trình hạ thủy, thùng chìm có thể bị ngập hoàn toàn, khi đó có thể cần lắp đặt các tấm che tạm thời. Khi sử dụng cần cẩu để nâng và hạ thủy thùng chìm, lực tác động lên tường ngoài của thùng chìm sẽ thay đổi tùy thuộc vào việc có hay không sử dụng thiết bị nâng. Do đó, cần đánh giá tải trọng dựa trên điều kiện cụ thể.

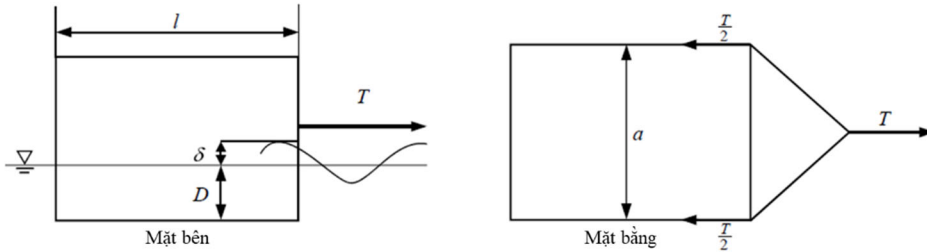
**6) Các lực tác động bên ngoài trong quá trình kéo dắt**

i) Lực sóng trong quá trình kéo dắt

Áp lực nước tĩnh, áp lực nước động và lực sóng trong quá trình kéo dắt có thể bỏ qua trong phân tích.

ii) Lực kéo dắt

Lực kéo tác dụng lên thùng chìm trong quá trình kéo dắt có thể được tính toán theo Công thức (1.28). Sơ đồ mô hình kéo dắt được minh họa trong Hình 1.17.



Nguồn: TCVN 11820-6-2023

**Hình 1.17- Lực căng trong quá trình kéo**

$$T = \frac{\rho_0 C_D V^2 A}{2} \quad (1.28)$$

Trong đó:

- $T$  : Giá trị thiết kế của lực kéo căng trong quá trình kéo dắt (kN); giá trị này có thể được tính toán với giả định hệ số riêng được sử dụng để nhân với đại lượng tải trọng bằng 1,0.
- $C_D$  : Hệ số cản
- $V$  : Vận tốc kéo (m/s)
- $A$  : Diện tích bề mặt ướt ở mặt trước của thùng chìm ( $m^2$ ),  $A = a \cdot (D + \delta)$
- $a$  : Chiều rộng thùng (m)
- $D$  : Mớn nước thùng (m)
- $\delta$  : Mực nước phía trước thùng (m)
- $\rho_0$  : Trọng lượng riêng nước biển ( $t/m^3$ )
- $l$  : Chiều dài thùng (m)

Vì thùng chìm không có phần Bên trên như tàu, và việc kéo dắt cũng không thực hiện trong điều kiện gió mạnh, nên chỉ cần xem xét lực cản của chất lỏng mà không cần tính đến lực cản gió.

Mặc dù hệ số cản thay đổi tùy thuộc vào hình dạng của bề mặt vuông góc với dòng chảy, nhưng hệ số cản của một tấm hình chữ nhật được sử dụng. Tốc độ kéo dắt thường khoảng 2 đến 3 hải lý/giờ.

iii) Áp lực nước trong quá trình kéo dắt

TCVN  
11820  
Phần 6:  
2023,  
Hình B.9

TCVN  
11820  
Phần 6:  
2023  
Công thức  
(B.11)

Nói chung, thùng chìm chịu lực cản áp suất và lực cản tạo sóng. Tuy nhiên, vì việc kéo dất không diễn ra trong điều kiện sóng lớn, nên việc chứa một phần dự trữ mớn nước 1,0m trong quá trình hạ thủy và nổi là đủ. Do đó, lực cản áp suất và lực cản tạo sóng không được xem xét.

## 7) Các lực tác động bên ngoài trong quá trình lắp đặt

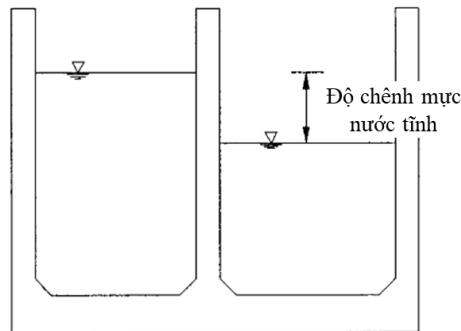
### i) Bản đáy và tường ngoài

Các lực tác động trong quá trình lắp đặt nhỏ hơn so với các lực tác động trong quá trình nổi và sau khi lắp đặt. Do đó, có thể bỏ qua việc phân tích bản đáy và tường ngoài trong giai đoạn lắp đặt.

### ii) Tường ngăn

Đối với tường ngăn, xét đến điều kiện thi công, chênh lệch cột nước giữa các khoang là 1,0m được tính làm tải trọng. Bản phác chênh lệch cột nước được minh họa trong Hình 1.18.

Khi lắp đặt thùng chìm, có thể áp dụng các phương pháp như dùng siphon hoặc bơm để bơm nước, hoặc dùng van để cho nước vào. Tuy nhiên, nếu chênh lệch cột nước vượt quá 1,0m, tường ngăn dày khoảng 20cm có thể không đủ nếu chỉ gia cố thép đơn. Vì vậy, cần quản lý thi công cẩn thận bằng cách di chuyển các ống thường xuyên, giữ chênh lệch cột nước trong mức 1,0m.



Nguồn: OCDI 2002

Hình 1.18- Độ chênh mực nước giữa hai ngăn

## 8) Các lực tác động bên ngoài sau khi hoàn thành

### i) Bản đáy

- ✓ Đối với phần cố định được bao quanh bởi tường ngoài và tường ngăn, các lực được xem xét bao gồm: phản lực bản đáy, áp lực nước tĩnh, áp lực nâng, trọng lượng vật liệu lấp, trọng lượng lớp bê tông bảo vệ, trọng lượng bản đáy và tải trọng tác động.
- ✓ Phân bố tải trọng tổng thường có hình dạng không đều, nên cho mục đích thiết kế có thể xấp xỉ phân bố này thành dạng tải trọng đều hoặc tam giác tương đương.
- ✓ Phản lực bản đáy: Lực phản ứng của bản đáy tác dụng lên kết cấu giữ hoặc tường nên tham khảo từ tính toán ổn định trong từng điều kiện thiết kế.
- ✓ Áp lực nước tĩnh: Là áp lực nước tĩnh tác dụng lên bản đáy của thùng chìm tại mực nước thiết kế.
- ✓ Trọng lượng vật liệu lấp: Trọng lượng riêng của vật liệu lấp thường được xác định thông qua thí nghiệm với vật liệu thực tế. Với cát tiêu chuẩn, giá trị điển hình trong khoảng 19–20 kN/m<sup>3</sup>.
- ✓ Trọng lượng bê tông bảo vệ: Được tính theo trọng lượng khô trong không khí, không xét đến lực nổi. Giá trị trọng lượng riêng điển hình: 22,6 kN/m<sup>3</sup> đối với bê

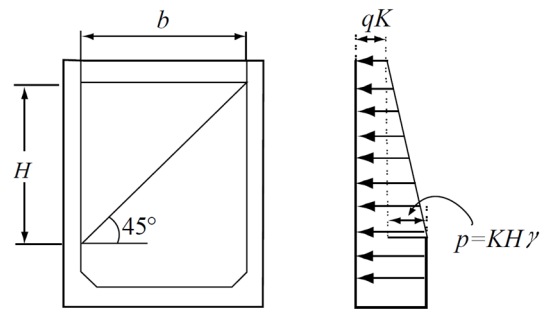
OCDI  
2002  
Phần IV  
Chương 1  
Hình  
T-1.4.11

tông thường và  $24,0 \text{ kN/m}^3$  đối với bê tông cốt thép.

- ✓ Trọng lượng bản đáy: Tính theo trọng lượng khô trong không khí, không xét lực nổi. Trọng lượng riêng tiêu chuẩn:  $24,0 \text{ kN/m}^3$ .
- ✓ Tải trọng tác động: Bao gồm trọng lượng lớp đất phủ phía trên thùng chìm và các tải trọng tác động khác. Tuy nhiên, nếu có lớp bê tông đổ tại chỗ phía trên thùng chìm và giả định rằng tải trọng tác động không ảnh hưởng đến bên trong thùng chìm, thì có thể bỏ qua tải trọng này.

ii) Tường ngoài

- ✓ Các lực tác động lên tường ngoài bao gồm áp lực đất từ vật liệu lấp và áp lực nước bên trong.
- ✓ Áp lực đất bên trong: Dự kiến áp lực đất sẽ giảm dần ở phần dưới do hiệu ứng vòm của cát. Tuy nhiên, để thuận tiện, vẫn sử dụng phương pháp truyền thống, tức là áp lực tăng theo độ sâu cho đến khi đạt độ sâu bằng với chiều rộng trong ( $b$ ) của tường, và sau đó giữ nguyên như minh họa ở Hình 1.19.
- ✓ Hệ số áp lực đất ( $K$ ): Thường sử dụng hệ số áp lực đất tĩnh cho cát tiêu chuẩn, giá trị điển hình là 0,6.



Nguồn: TCVN 11820-6-2023

**Hình 1.19- Phân bố áp lực đất phía trong thùng**

Trong đó:

- $q$  : Tải trọng truyền từ phía trên xuống lớp đất lấp ( $\text{kN/m}^2$ )
- $\gamma'$  : Trọng lượng riêng ngập nước của vật liệu đất lấp ( $\text{kN/m}^3$ ). Thông thường, giá trị đặc trưng của  $\gamma'$  được giả định là  $10,0 \text{ kN/m}^3$
- $K$  : Hệ số áp lực đất của lớp đất lấp ( $K = 0,6$ )
- $b$  : Chiều rộng trong của tường (m)

Nếu trên đỉnh thùng chìm có kết cấu bê tông đổ tại chỗ kiên cố và tải trọng tác động không ảnh hưởng đến bên trong thùng chìm, thì tải trọng này không được xét đến.

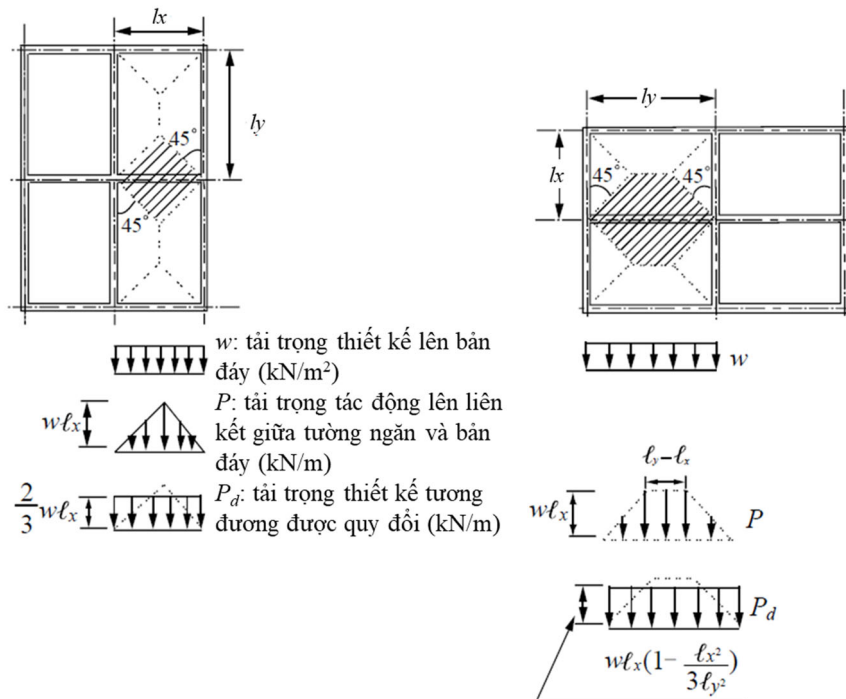
- ✓ Áp lực nước bên trong: Áp lực nước bên trong được xác định bởi chênh lệch cột nước giữa mực nước bên trong thùng chìm và mực nước thấp nhất (L.W.L).

iii) Tường ngăn

- ✓ Để ngăn bản đáy tách khỏi tường ngăn, cần xét đến các lực sau: trọng lượng đất lấp tác dụng lên bản đáy, tải trọng tác động, trọng lượng bản đáy, trọng lượng bê tông bảo vệ, phản lực bản đáy, áp lực nâng và áp lực nước tĩnh. Các lực này được giả định tác động tại mối nối giữa tường ngăn và bản đáy như minh họa ở Hình 1.20.
- ✓ Đối với tường ngoài, để ngăn chúng tách khỏi tường ngăn, cần xét đến áp lực đất

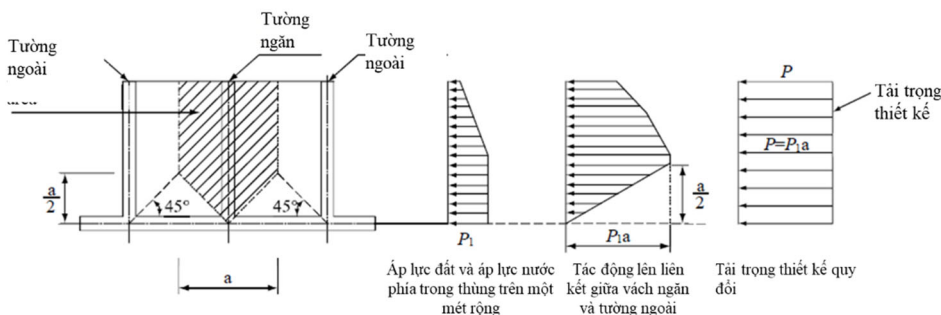
TCVN  
11820  
Phần 6:  
2023,  
Hình B.10

của lớp đất lấp và áp lực nước bên trong tác dụng lên tường ngoài, giả định các lực này tác động tại mỗi nối giữa tường ngoài và tường ngăn như minh họa ở Hình 1.21.



Nguồn: OCDI 2020

**Hình 1.20- Các tải trọng được sử dụng trong kiểm tra lực ép trời của bản đáy khỏi tường ngăn**



Nguồn: OCDI 2020

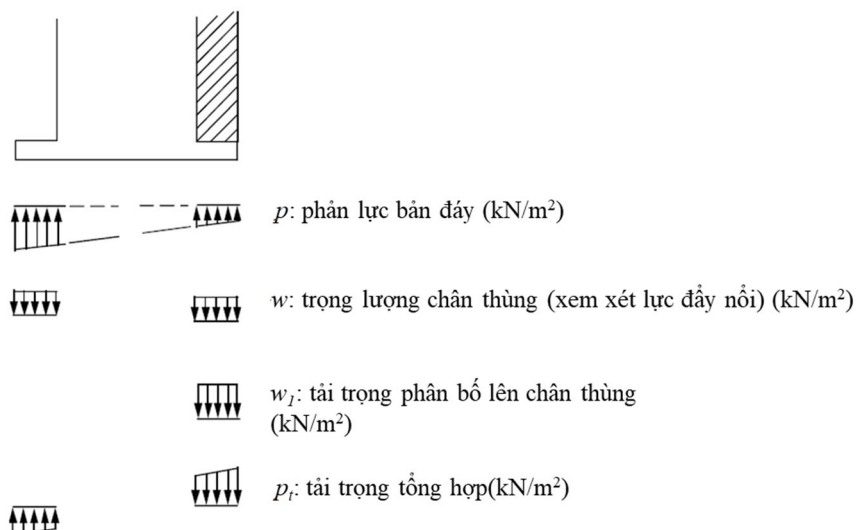
**Hình 1.21 – Các tải trọng được sử dụng trong kiểm tra lực ép trời của tường ngoài khỏi tường ngăn**

iv) Chân thùng

- ✓ Các tải trọng thiết kế tác dụng lên móng dựa trên phân bố tải trọng được thể hiện trong Hình 1.22.
- ✓ Phản lực bản đáy: Lực phản ứng của bản đáy tác dụng lên móng cần tham khảo phản lực bản đáy được tính toán từ phân tích ổn định trong từng điều kiện thiết kế.
- ✓ Trọng lượng móng: Trọng lượng của móng được tính theo trọng lượng ngập nước, có xét đến lực nổi. Giá trị đặc trưng của trọng lượng riêng của móng trong không khí có thể giả định là 24,0 kN/m<sup>3</sup>.
- ✓ Tải trọng tác động: Tải trọng tác động lên móng bao gồm trọng lượng lớp đất phủ ở phía đất liền của tường bên, cũng như các tải trọng tạm thời (live loads). Lực nổi tác động phía dưới mực nước thiết kế cũng cần được xem xét.

OCDI  
2020  
Phần III  
Chương 2  
Hình  
2.2.18

OCDI  
2020  
Phần III  
Chương 2  
Hình  
2.2.17



Nguồn: OCDI 2020

Hình 1.22- Tác động lên chân thùng

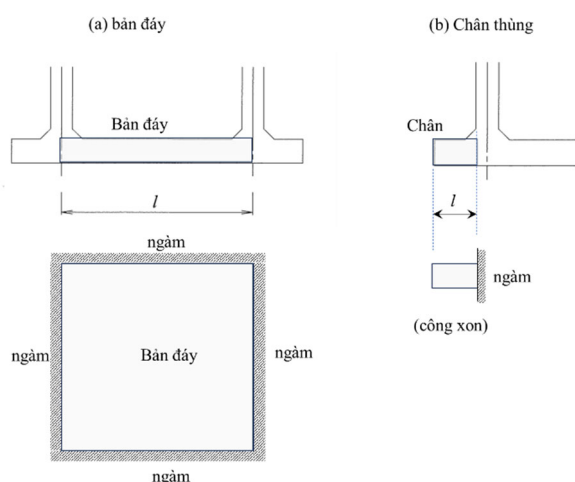
### 9) Nội lực trên mặt cắt ngang (Sectional Forces)

Các nội lực cắt ngang trong các bộ phận kết cấu thường được tính toán theo mô hình tấm cố định ba cạnh hoặc bốn cạnh, sử dụng các bảng tính mô men được cung cấp trong TCVN Phần 11:2025 và OCDI 2020. Thông thường, mô men uốn được tính toán theo các bảng này, nhưng cũng có thể sử dụng phân tích bằng phương pháp phần tử hữu hạn (FEM).

#### i) Bản đáy và móng

Phần bản đáy được bao quanh bởi tường ngoài và tường ngăn được xem xét theo mô hình tấm cố định bốn cạnh.

- ✓ Móng có thể được coi như các bản công xôn (cantilever slabs).
- ✓ Nhịp dùng để tính toán tấm cố định bốn cạnh là khoảng cách giữa các tim, như minh họa ở Hình 1.23.



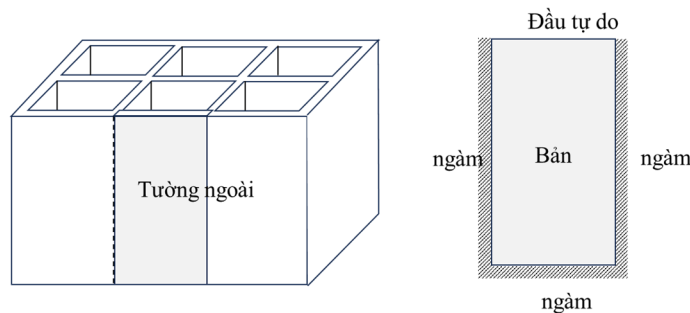
Nguồn: TCVN 11820-11-2025

Hình 1.23- Nhịp tính toán sử dụng cho thiết kế bản đáy và móng

#### ii) Tường ngoài

- ✓ Thiết kế tường ngoài được tính toán theo mô hình tấm cố định ba cạnh và tự do một cạnh, như minh họa ở Hình 1.24. Tuy nhiên, nhịp sử dụng cho tính toán này

- là khoảng cách giữa các tim.
- ✓ Đối với tường ngoài có tỷ lệ chiều dài : chiều cao  $\geq 1:5$ , có thể sử dụng giá trị tính toán cho tấm có tỷ lệ 1:5.
- ✓ Chính sửa mô men không cân bằng: Nếu xuất hiện mô men không cân bằng lớn tại các vị trí được coi là cố định giữa các tường ngoài, mô men tại đầu tường có thể được phân phối theo tỷ lệ độ cứng của tấm. Ngoài ra, đối với mô men nhịp, có thể cộng thêm một nửa giá trị mô men đã phân phối như một phần hiệu chỉnh.
- ✓ Đối với các gối tựa bên trong và các khu vực khác ngoài nhịp đầu tiên, ảnh hưởng của việc phân phối mô men không cân bằng là không đáng kể, do đó không cần phân phối cụ thể như minh họa ở Hình 1.25.
- ✓ Mô men phân phối cho mô men uốn của tường ngoài, được minh họa trong Hình 1.25, sau khi phân phối sẽ được tính theo Công thức (1.29).



Nguồn: TCVN 11820-11-2025

**Hình 1.24- Mô hình hóa tường ngoài**

$$\begin{aligned}
 M'_{BA} &= M_{BA} - (M_{BA} - M_{BC}) \frac{K_a}{K_a + K_b} \\
 M'_{BC} &= M_{BC} + (M_{BA} - M_{BC}) \frac{K_b}{K_a + K_b} \\
 M'_a &= M_a - \frac{1}{2} (M_{BA} - M_{BC}) \frac{K_a}{K_a + K_b} \\
 M'_b &= M_b + \frac{1}{2} (M_{BA} - M_{BC}) \frac{K_b}{K_a + K_b} \\
 M'_{AB} &= M_{AB} \\
 M'_{CB} &= M_{CB}
 \end{aligned}
 \tag{1.29}$$

Trong đó:

- $M'_{AB}, M'_{BA}, M'_{BC}, M'_{CB}, M'_a, M'_b$  : Mô men uốn sau khi phân phối mô men không cân bằng
- $M_{AB}, M_{BA}, M_{BC}, M_{CB}, M_a, M_b$  : Mô men uốn trước khi phân phối mô men không cân bằng
- $K_a, K_b$  : Độ cứng tương đối của các tường ngoài

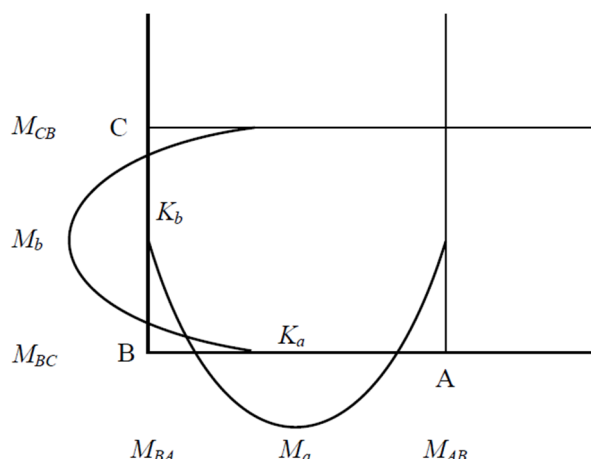
Lưu ý: Các mô men có cả dấu dương và dấu âm.

$$\begin{aligned}
 K_a &= EI_a/l_a; K_b = EI_b/l_b \\
 \text{If } EI_a &= EI_b \text{ then: } K_a = 1/l_a; K_b = 1/l_b
 \end{aligned}$$

Mô men không cân bằng giữa tường ngoài và bản đáy có thể được sử dụng nguyên trạng mà không cần phân phối lại.

TCVN  
11820  
Phần 11:  
2025,  
Hình 18

TCVN  
11820  
Phần 11:  
2025,  
Công thức  
(62-67)



Nguồn: TCVN 11820-11-2025

**Hình 1.25 - Phân phối mô men không cân bằng**

iii) Tường ngăn

- ✓ Tính toán trong quá trình lắp đặt: Tường ngăn nên được tính toán như tấm cố định ba cạnh, tự do một cạnh trong quá trình lắp đặt. Điều này có nghĩa là tường được giả định cố định ở ba cạnh và tự do ở một cạnh.
- ✓ Nhiệm vụ tính toán: Nhiệm vụ sử dụng cho tính toán là khoảng cách tìm giữa các tường.
- ✓ Xem xét sau khi lắp đặt: Sau khi lắp đặt, cần xác minh tính năng tường bị tách ra khỏi tường ngoài và bản đáy. Việc này quan trọng để đảm bảo độ bền của kết cấu theo thời gian.
- ✓ Lớp bảo vệ cốt thép: Lớp bảo vệ cho các thanh cốt thép chính nên tối thiểu là 5 cm để đảm bảo độ bền và chống ăn mòn.

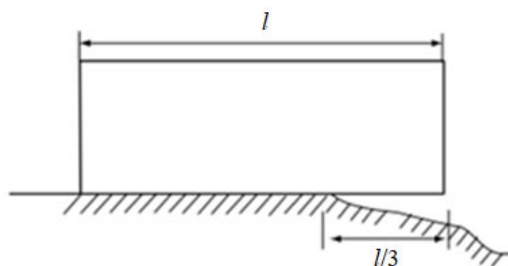
iv) Chân thùng

- ✓ Phần móng nên được tính toán như tấm công xôn (cantilever plate).
- ✓ Mặt cắt sử dụng cho tính toán uốn và cắt trong móng sẽ được lấy tại mặt trước của tường, như minh họa ở Hình 1.23, mặt cắt A-A. Tuy nhiên, để kiểm tra phá hoại do ứng suất cắt chéo (diagonal tension), có thể lấy mặt cắt tại phần góc của mặt trước tường. Khi đó, chiều cao cấu kiện tại mặt trước của tường sẽ xét phần có độ dốc thoải hơn 1:3 của phần công xôn.
- ✓ Khi tỷ số  $l/h' < 2$ , cường độ cắt của dầm sâu sẽ được đánh giá. Trong trường hợp này, mặt cắt kiểm tra sẽ ở mặt trước của tường (Hình 1.23 A-A). Giảm tải tác dụng trên móng sẽ không được tính đến. Ngoài ra, trong tài liệu cũng đề cập rằng “nói chung, đảm bảo an toàn (phá hoại mặt cắt) là đủ”, nhưng ở đây cũng sẽ tiến hành kiểm tra về khả năng sử dụng.
- ✓ Phân tích ứng suất tại mặt cắt A-A khi chịu áp lực đất lấp và phản lực nền là phức tạp. Tuy nhiên, vì thân thùng chìm được bao quanh bởi tường ngoài, tường ngăn và bản đáy nên nó hoạt động như một kết cấu khung. Do đó, thân thùng chìm được coi như khối cứng, giả định rằng mô men tác dụng lên móng không ảnh hưởng đến thân chính.
- ✓ Vì điều kiện gối tựa của móng rõ ràng là tấm công xôn, mặt cắt tính toán ở phần móng có thể được lấy tại mặt trước của tường ngoài.
- ✓ Tuy nhiên, nếu phản lực bản đáy lớn và chiều cao móng lớn, cần xem xét gia cường cho phần thân chính.

**10) Kiểm tra tác động do nền không đều**

Trong trường hợp xuất hiện nền không đều do lún không đều sau khi lắp đặt, thường

tiến hành kiểm tra độ nguyên vẹn của thùng chìm bằng cách giả định thùng chìm như một dầm công xôn, với chiều dài hoặc chiều rộng bằng 1/3 kích thước thùng chìm, như minh họa ở Hình 1.26.



TCVN  
11820  
Phần 6:  
2023,  
Hình B.16

Nguồn: TCVN 11820-6-2023

**Hình 1.26 - Kiểm tra các tác động do nền không đều**

Để kiểm tra an toàn của các bộ phận kết cấu trước hiện tượng lún không đều, có thể sử dụng Công thức (1.30). Công thức này giả định mô men uốn tác dụng lên mặt cắt kiểm tra chỉ được chịu bởi khả năng chịu uốn của bê tông.

$$\frac{\gamma_i \cdot M_d}{M_{ud}} \leq 1,0 \quad (1.30)$$

Trong đó:

- $\gamma_i$  : Hệ số kết cấu (1,0)
- $M_d$  : Giá trị thiết kế của mô men uốn
- $M_{ud}$  : Khả năng chịu mô men

Mô men uốn giới hạn  $M_{ud}$  được xác định theo Công thức (1.31):

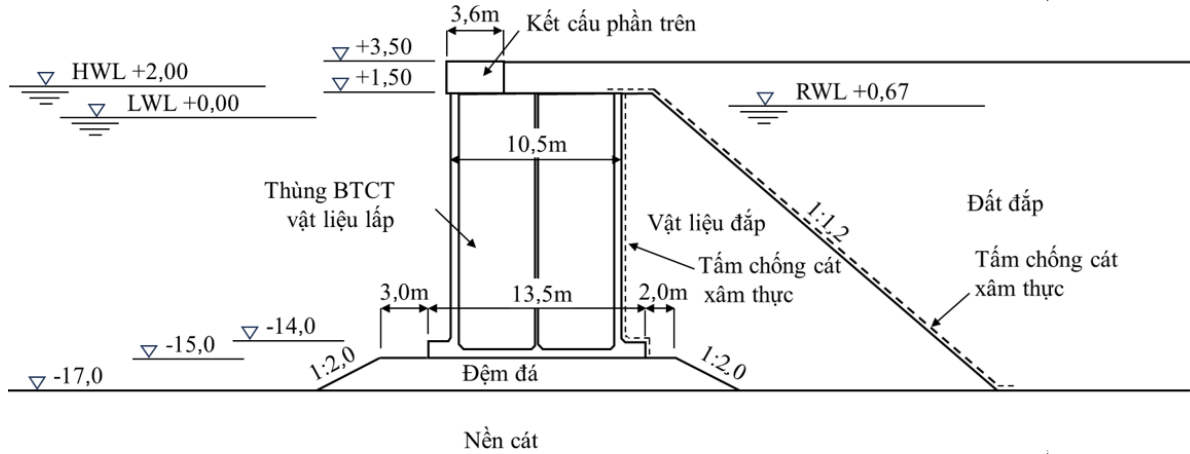
$$M_{ud} = f_{bk} Z / \gamma_b \quad (1.31)$$

Trong đó:

- $Z$  : Mô đùn kháng uốn của tiết diện thùng chìm
- $\gamma_b$  : Hệ số cấu kiện (1,1)
- $f_{bk}$  : Cường độ chịu uốn thiết kế của bê tông, được tính bằng  
 $f_{bk} = 0,42 f_{ck}^{2/3} / \gamma_c$
- $\gamma_c$  : Hệ số vật liệu (1,3)

Nếu kết quả kiểm tra theo phương pháp trên cho thấy không đủ cường độ, có thể tiến hành kiểm tra với giả định là tiết diện bê tông cốt thép.

## 2. Ví dụ thiết kế



Hình 2.1 – Mặt cắt điển hình của tường bến dạng thùng chìm

### 2-1. Điều kiện thiết kế

Trong các tiêu chuẩn thiết kế, cùng một ký hiệu  $\gamma$  được sử dụng cho cả hệ số thành phần và trọng lượng riêng. Lưu ý cần cẩn thận để tránh nhầm lẫn và đảm bảo sử dụng đúng trong từng trường hợp.

#### (1) Điều kiện dự kiến

##### 1) Tàu thiết kế

Tàu container, tàu hàng nặng (bến đa năng) 50.000 DWT

Vận tốc cập bến  $V = 0,10$  m/s

##### 2) Loại tường bến

Tường bến container tại cảng quốc tế

##### 3) Độ sâu nước và cao độ đỉnh

Độ sâu nước dự kiến: -14,00 m

Độ sâu nước thiết kế: -15,00 m (tính đến bề dày móng 1,0 m)

Cao độ đỉnh: +3,50 m (cao hơn 1,5 m so với mực nước cao H.W.L.)

##### 4) Tải trọng phân bố

Các giá trị sau đây được sử dụng làm tải trọng phân bố cho trạng thái thường xuyên và chuyển động nền do động đất (tình huống biến động).

Trạng thái thường xuyên	Trường hợp tạm thời với động đất
30 kN/m <sup>2</sup>	15 kN/m <sup>2</sup>

#### (2) Điều kiện tự nhiên

##### 1) Mực triều

Mực nước cao (H.W.L.): +2,00 m

Mực nước thấp (L.W.L.): ±0,00 m

Mực nước trung bình (R.W.L.): +0,67 m (1/3 chênh lệch mực triều)

## 2) Điều kiện nền

Cao độ mặt đất	+3,50
Đất đắp	$\varphi = 30^\circ$ $\gamma_t = 18 \text{ kN/m}^3, \gamma_{sat} = 20 \text{ kN/m}^3$ $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$ $\bar{N} = 9$
Lớp đất gốc	-17,00
Đất cát	$\varphi = 35^\circ$ $\gamma_t = 18 \text{ kN/m}^3, \gamma_{sat} = 20 \text{ kN/m}^3$ $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$ $\bar{N} = 25$
	-30,00

- Đá  
 $\varphi = 40^\circ$   
 $\gamma_{sat} = 20 \text{ kN/m}^3, \gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$
- Đá san lấp  
 $\varphi = 40^\circ$   
 $\gamma_t = 18 \text{ kN/m}^3, \gamma_{sat} = 20 \text{ kN/m}^3$   
 $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$

### (3) Hệ số ma sát giữa thùng chìm và lớp đá hạch

$$f = 0,6$$

### (4) Hệ số động đất để kiểm tra

Hệ số động đất vùng giả định là 0,08 đối với chuyển động nền động đất cấp 1. Hệ số điều kiện đất là 1,2 cho nền loại C, và hệ số tầm quan trọng là 1,0 đối với kết cấu bến cảng.

Hệ số động đất (kh) được tính như sau:

Hệ số động đất (kh) = hệ số động đất vùng (kh1) × hệ số điều kiện địa chất ( $\gamma_s$ ) × hệ số tầm quan trọng ( $\gamma_i$ ) =  $0,08 \times 1,2 \times 1,0 = 0,096$

Trong ví dụ thiết kế này, giả định hệ số động đất là 0,10.

### (5) Trọng lượng riêng

**Bảng 2.1- trọng lượng riêng**

Vật liệu	Trọng lượng riêng (kN/m <sup>3</sup> )
Bê tông cốt thép	24,0
Bê tông không cốt thép	22,6
Cát bão hòa nước	20,0
Nước biển	10,1

Lưu ý: Giá trị của cát lấp nên được xác định dựa trên kết quả thử nghiệm trọng lượng thể tích.

### (6) Hệ số thành phần

#### 1) Trạng thái thường xuyên

##### i) Trượt phẳng đáy thùng

$$\gamma_R = 0,87 \text{ (thành phần kháng)}$$

$$\gamma_S = 1,06 \text{ (thành phần tải trọng)}$$

$$m = 1,00 \text{ (hệ số điều chỉnh)}$$

ii) Lật thùng chìm

$$\gamma_R = 0,99 \text{ (thành phần kháng)}$$

$$\gamma_S = 1,23 \text{ (thành phần tải trọng)}$$

$$m = 1,00 \text{ (hệ số điều chỉnh)}$$

iii) Khả năng chịu nén lệch tâm của nền

$$\gamma_R = 1,0 \text{ (thành phần kháng)}$$

$$\gamma_S = 1,0 \text{ (thành phần tải trọng)}$$

$$m = 1,2 \text{ (hệ số điều chỉnh)}$$

iv) Trượt cung tròn (cho đất cát)

$$\gamma_R = 0,83 \text{ (thành phần kháng)}$$

$$\gamma_S = 1,01 \text{ (thành phần tải trọng)}$$

$$m = 1,00 \text{ (hệ số điều chỉnh)}$$

**2) Trạng thái tạm thời: động đất cấp một**

i) Trượt phẳng đáy thùng

$$\gamma_R = 1,0 \text{ (thành phần kháng)}$$

$$\gamma_S = 1,0 \text{ (thành phần tải trọng)}$$

$$m = 1,0 \text{ (hệ số điều chỉnh)}$$

ii) Lật thùng chìm

$$\gamma_R = 1,0 \text{ (thành phần kháng)}$$

$$\gamma_S = 1,0 \text{ (thành phần tải trọng)}$$

$$m = 1,1 \text{ (hệ số điều chỉnh)}$$

iii) Khả năng chịu nén lệch tâm của nền

$$\gamma_R = 1,0 \text{ (thành phần kháng)}$$

$$\gamma_S = 1,0 \text{ (thành phần tải trọng)}$$

$$m = 1,1 \text{ (hệ số điều chỉnh)}$$

**2-2. Yêu cầu thiết kế**

**(1) Xác định cao độ đỉnh thùng chìm**

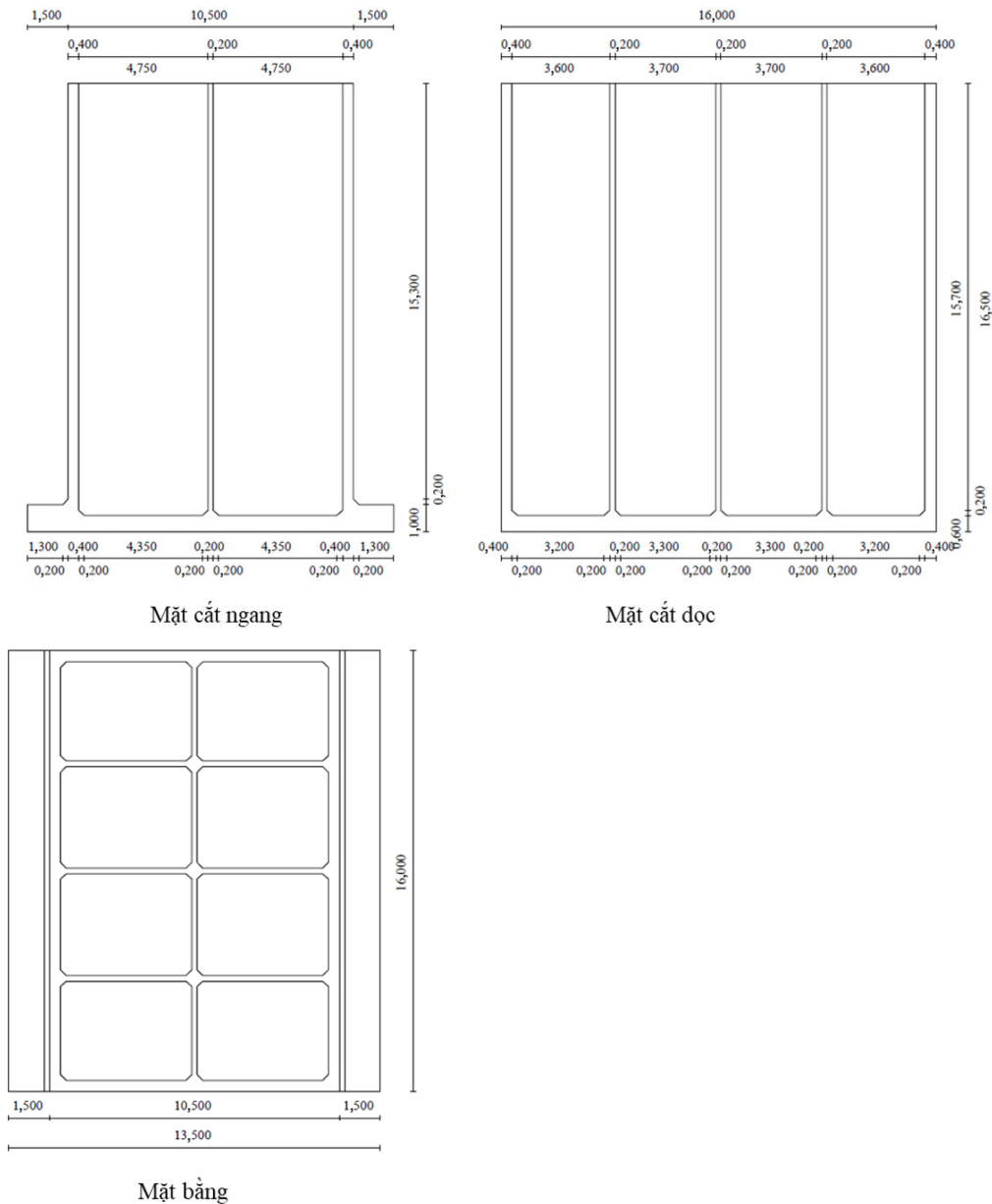
Cao độ đỉnh của thùng chìm ở khu vực ven bờ sẽ được lấy là D.L. + 1,50 m, vì sự yên tĩnh bên trong cảng được duy trì trong suốt thời gian thi công.

**(2) Bề dày lớp bê tông bảo vệ**

Vì sự yên tĩnh sẽ được duy trì trong cảng trong thời gian thi công, nên bề dày lớp bê tông bảo vệ được lấy là 0,3 m.

### 2-3. Giả định về mặt cắt thiết kế

Giả định mặt cắt thiết kế của thùng chìm như minh họa ở Hình 2.2.



Hình 2.2- Kích thước Thùng chìm (Đơn vị: m)

### 2-4. Giá trị đặc trưng của tải trọng thiết kế

#### (1) Tự trọng và mô men

##### 1) Kết cấu bên trên

Trọng lượng và mô men của kết cấu bên trên được trình bày trong Bảng 2.2.

Bảng 2.2- Giá trị đặc trưng của trọng lượng và mô men kết cấu bên trên

Tên	Kích thước (m)	SL.	V (m <sup>3</sup> ) W (kN)	x (m) y (m)	W·x (kN·m) W·y (kN·m)
Kết cấu bên trên 1	0,100 × 1,900 × 16,000	1	3,040 68,704	1,450 17,550	99,621 1.205,755
Kết cấu bên trên 2	0,100 × 0,100 × 16,000 ×1/2	1	0,080 1,808	1,467 16,567	2,652 29,953

Kết cấu bên trên 3	3,500 × 2,000 × 16,000	1	112,000 2.531,200	3,250 17,500	8.226,400 44.296,000
Tổng			115,120 2.601,712	3,201 17,501	8.328,673 45.531,708
Trọng lượng / mét dài $W(kN/m)$ ( $L=16,000m$ )			162,607		

Lưu ý:  $\gamma=22,6$  (kN/m<sup>3</sup>)

## 2) Thùng chìm

Trọng lượng và mô men của thùng chìm được trình bày trong Bảng 2.3.

**Bảng 2.3- Giá trị đặc trưng của trọng lượng và mô men thùng chìm**

Tên	Kích thước (m)	SL	V (m <sup>3</sup> ) W (kN)	x (m) y (m)	W·x (kN·m) W·y (kN·m)
Bản đáy	10,500 × 16,000 × 0,600	1	100,800 2.419,200	6,750 0,300	16.329,600 725,760
Tường bên Đọc	0,400 × 16,000 × 15,900	2	203,520 4.884,480	6,750 8,550	32.970,240 41.762,304
Tường bên Vuông góc	9,700 × 0,400 × 15,900	2	123,384 2.961,216	6,750 8,550	19.988,208 25.318,397
Vách ngăn Đọc	0,200 × 15,200 × 15,900	1	48,336 1.160,064	6,750 8,550	7.830,432 9.918,547
Vách ngăn Vuông góc	9,500 × 0,200 × 15,900	3	90,630 2.175,120	6,750 8,550	14.682,060 18.597,276
Gờ đứng	0,200 × 0,200 × 15,900 ×1/2	32	10,176 244,224	6,750 8,550	1.648,512 2.088,115
Gờ ngang Đọc	0,200 × 13,000 × 0,200 ×1/2	4	1,040 24,960	6,750 0,667	168,480 16,648
Gờ ngang Vuông góc	8,700 × 0,200 × 0,200 ×1/2	8	1,392 33,408	6,750 0,667	225,504 22,283
Gờ góc	0,200 × 0,200 × 0,200 ×1/3	32	0,085 2,040	6,750 0,675	13,770 1,377
chân	1,500 × 16,000 × 1,000	2	48,000 1.152,000	6,750 0,500	7.776,000 576,000
chân góc	0,200 × 16,000 × 0,200 ×1/2	2	0,640 15,360	6,750 1,067	103,680 16,389
Tổng			628,003 15.072,072	6,750 6,571	101.736,486 99.043,096
Trọng lượng / mét dài $W(kN/m)$ ( $L=16,000m$ )			942,005		

Lưu ý:  $\gamma=24,0$  (kN/m<sup>3</sup>)

## 3) Bê tông bảo vệ

Trọng lượng và mô men của lớp bê tông bảo vệ được trình bày trong Bảng 2.4.

**Bảng 2.4- Giá trị đặc trưng của trọng lượng và mô men lớp bê tông bảo vệ**

Tên	Kích thước (m)	SL	V (m <sup>3</sup> ) W (kN)	x (m) y (m)	W·x (kN·m) W·y (kN·m)
Lớp bảo vệ	4,750 × 3,600 × 0,300	4	20,520 463,752	6,750 16,350	3.130,326 7.582,345
Lớp bảo vệ	4,750 × 3,700 × 0,300	4	21,090 476,634	6,750 16,350	3.217,280 7.792,966
Gờ đứng	0,200 × 0,200 × 0,300 ×1/2	32	-0,192 -4,339	6,750 16,350	-29,288 -70,943
Tổng			41,418 936,047	6,750 16,350	6.318,318 15.304,368
Trọng lượng / mét dài $W(kN/m)$ ( $L=16,000m$ )			58,503		

Lưu ý:  $\gamma=22,6$  (kN/m<sup>3</sup>)

#### 4) Vật liệu đắp

Trọng lượng và mô men của vật liệu đắp được trình bày trong Bảng 2.5.

**Bảng 2.5- Giá trị đặc trưng của trọng lượng và mô men vật liệu đắp**

Tên	Kích thước (m)	SL	V (m <sup>3</sup> ) W (kN)	x (m) y (m)	W·x (kN·m) W·y (kN·m)
Vật liệu bên trong	4,750 × 3,600 × 15,600	4	1.067,040 21.340,800	6,750 8,400	144.050,400 179.262,720
Vật liệu bên trong	4,750 × 3,700 × 15,600	4	1.096,680 21.933,600	6,750 8,400	148.051,800 184.242,240
Gờ đứng	0,200 × 0,200 × 15,600 ×1/2	32	-9,984 -199,680	6,750 8,400	-1.347,840 -1.677,312
Gờ ngang Vuông góc	4,350 × 0,200 × 0,200 ×1/2	16	-1,392 -27,840	6,750 0,667	-187,920 -18,569
Gờ ngang Đọc	0,200 × 3,200 × 0,200 ×1/2	8	-0,512 -10,240	6,750 0,667	-69,120 -6,830
Gờ ngang Đọc	0,200 × 3,300 × 0,200 ×1/2	8	-0,528 -10,560	6,750 0,667	-71,280 -7,044
Gờ góc	0,200 × 0,200 × 0,200 ×1/3	32	-0,085 -1,700	6,750 0,667	-11,475 -1,134
<b>Tổng</b>			2.151,219 43.024,380	6,750 8,409	290.414,565 361.794,071
Trọng lượng / mét dài W(kN/m) (L=16,000m)			2.689,024		

Lưu ý:  $\gamma_{sat}=20,0$  (kN/m<sup>3</sup>)

#### 5) Đất phủ

Trọng lượng và mô men của lớp đất phủ được trình bày trong Bảng 2.6.

**Bảng 2.6- Giá trị đặc trưng của trọng lượng và mô men lớp đất phủ**

Tên	Kích thước (m)	SL	V (m <sup>3</sup> ) W (kN)	x (m) y (m)	W·x (kN·m) W·y (kN·m)
Đất phủ	8,500 × 2,000 × 16,000	1	272,000 4.896,000	9,250 17,500	45.288,000 85.680,000
<b>Tổng</b>			272,000 4.896,000	9,250 17,500	45.288,000 85.680,000
Trọng lượng / mét dài W(kN/m) (L=16,000m)			306,000		

Lưu ý:  $\gamma_t=18,0$  (kN/m<sup>3</sup>)

#### 6) Vật liệu lấp sau tường (backfill)

Trọng lượng và mô men của vật liệu lấp sau được trình bày trong Bảng 2.7.

**Bảng 2.7- Giá trị đặc trưng của trọng lượng và mô men vật liệu lấp sau**

Tên	Kích thước (m)	SL	V (m <sup>3</sup> ) W (kN)	x (m) y (m)	W·x (kN·m) W·y (kN·m)
Loại 1	1,500 × 0,830 × 16,000	1	19,920 358,560	12,750 16,085	4.571,640 5.767,438
Loại 2	0,200 × 14,470 × 16,000	1	46,304 926,080	12,100 8,435	11.205,568 7.811,485
Loại 3	0,200 × 0,200 × 16,000 ×1/2	1	0,320 6,400	12,133 1,133	77,651 7,251
Loại 4	1,300 × 14,670 × 16,000 ×1/2	1	152,568 6.102,720	12,850 8,335	78.419,952 50.866,171
<b>Tổng</b>			219,112 7.393,760	12,751 8,717	94.274,811 64.452,345
Trọng lượng / mét dài W(kN/m) (L=16,000m)			462,110		

Lưu ý:  $\gamma_t=18,0$  (kN/m<sup>3</sup>),  $\gamma_{sat}=20,0$  (kN/m<sup>3</sup>)

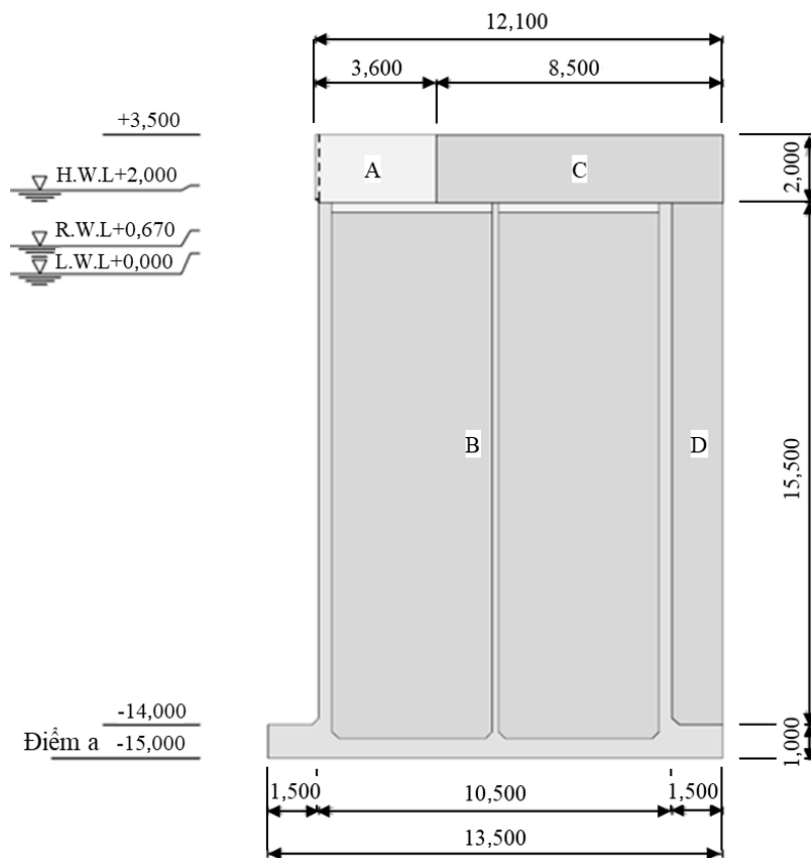
### (3) Giá trị đặc trưng của tải trọng thiết kế

#### 1) Trọng lượng và mô men thân tường bến

Giá trị đặc trưng của trọng lượng và mô men của thân tường bến trên mỗi 1,0 mét chiều dài được trình bày trong Bảng 2.8 và Hình 2.3.

**Bảng 2.8- Giá trị đặc trưng của trọng lượng và mô men thân tường bến**

STT	Tên	W (kN/m)	x (m)	W·x (kN·m/m)
A	Kết cấu phần trên	162,607	3,201	520,505
B	Thùng chìm	942,005	6,750	6.358,534
B	Lớp phủ bê tông	58,503	6,750	394,895
B	Vật liệu trong thùng	2.689,024	6,750	18.150,912
C	Vật liệu phủ	306,000	9,250	2.830,500
D	Đất đắp sau tường	462,110	12,751	5.892,365
Điểm a (-15,000m)		4.620,249		34.147,711



**Hình 2.3- Giả định kích thước thùng**

#### 2) Lực quán tính và mô men trong điều kiện động đất

Giá trị đặc trưng của lực quán tính và mô men trong điều kiện động đất được trình bày trong Bảng 2.9.

**Bảng 2.9- Giá trị đặc trưng của lực quán tính và mô men trong điều kiện động đất**

STT	Tên	W (kN/m)	$k_h$	$P_E$ (kN/m)	y (m)	$P_E \cdot y$ (kN·m/m)
A	Kết cấu phần trên	162,607	0,100	16,261	17,501	284,584
B	Thùng chìm	942,005	0,100	94,201	6,571	618,995
B	Lớp phủ bê tông	58,503	0,100	5,850	16,350	95,648
B	Vật liệu trong thùng	2.689,024	0,100	268,902	8,409	2.261,197
C	Vật liệu phủ	306,000	0,100	30,600	17,500	535,500
D	Đất đắp sau tường	462,110	0,100	46,211	8,717	402,821
Điểm a (-15,000m)				462,025		4.198,745

### 3) Lực nổi và mô men

Giá trị đặc trưng của lực nổi và mô men dưới mực nước còn lại (RWL) được trình bày trong Bảng 2.10.

**Bảng 2.10- Giá trị đặc trưng của lực nổi và mô men**

B: Thùng chìm

Tên	Kích thước (m)	Nos	$P_B$ (kN/m)	x (m)	$P_B \cdot x$ (kN·m/m)
Thùng chìm	10,500 × 15,670 × 10,100	1	1.661,804	5,250	8.724,471
Chân thùng	1,500 × 1,000 × 10,100	2	30,300	5,250	159,075
Gờ chân thùng	0,200 × 0,200 × 10,100 × 1/2	2	0,404	5,250	2,121
Tổng			1.692,508	5,250	8.885,667

D: đất đắp sau tường

STT	Bê × chiều cao × trọng lượng riêng	$P_B$ (kN/m)	x (m)	$P_B \cdot x$ (kN·m/m)
1	0,200 × 14,470 × 16,000 × 10,100	467,670	10,600	4.957,302
2	1/2 × 0,200 × 0,200 × 16,000 × 10,100	3,232	10,633	34,366
3	1,300 × 14,670 × 16,000 × 10,100	3.081,874	11,350	34.979,270
Tổng		3.552,776	11,251	39.970,938
Trọng lượng / mét dài W(kN/m) (L=16,000m)		222,049		

Lực đẩy nổi có kể đến chiều rộng chân

STT	Tên	$P_B$ (kN/m)	x (m)	$P_B \cdot x$ (kN·m/m)
B	Thùng chìm	1.692,508	6,750	11.424,429
D	Vật liệu đắp	222,049	12,751	2.831,347
	Điểm a (-15,000m)	1.914,557		14.255,776

### 4) Tải trọng phân bố (surcharge) và mô men

Giá trị đặc trưng của tải trọng phân bố và mô men được trình bày trong Bảng 2.11.

**Bảng 2.11- Giá trị đặc trưng của tải trọng phân bố và mô men**

Trạng thái thường xuyên

	Số	Tải × chiều rộng tác động $w$ (kN/m <sup>2</sup> ) × $b$ (m)	$P_{Vs}$ (kN/m)	x (m)	$P_{Vs} \cdot x$ (kN·m/m)
Điểm a (-15,000m)	1	30,000 × 12,100	363,000	7,450	2.704,350

Trạng thái tạm thời: Động đất cấp 1 – tải trọng đứng

	Số	Tải × chiều rộng tác động $w$ (kN/m <sup>2</sup> ) × $b$ (m)	$P_{Vs}$ (kN/m)	x (m)	$P_{Vs} \cdot x$ (kN·m/m)
Điểm a (-15,000m)	1	15,000 × 12,100	181,500	7,450	1.352,175

Trạng thái tạm thời: Động đất cấp 1 – lực quán tính

	Số	$V_j$ $k_h$ (kN/m)	$P_{HS}$ (kN/m)	y (m)	$P_{HS} \cdot y$ (kN·m/m)
Điểm a (-15,000m)	1	181,500 × 0,100	18,150	18,500	335,775

### (4) Áp lực đất và mô men

#### 1) Công thức tính áp lực đất

Áp lực đất được tính theo công thức sau.

$$P_a = K_a \left[ \sum y_i h_i + \frac{\omega}{\cos \beta} \right]$$

$$K_a = \frac{\cos^2(\varphi - \theta)}{\cos\theta \cos(\delta + \theta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \theta) \sin(\varphi - \beta - \theta)}{\cos(\delta + \theta) \cos\beta}} \right]^2}$$

Trong đó:

- $P_a$  : Cường độ áp lực đất chủ động ( $kN/m^2$ )
- $\varphi$  : Góc kháng cắt của đất ( $^\circ$ )
- $\gamma_i$  : Trọng lượng riêng của đất ( $kN/m^3$ )
- $h_i$  : Chiều dày của một lớp (m)
- $K_a$  : Hệ số áp lực đất chủ động
- $\beta$  : Góc nghiêng của bề mặt đất so với phương ngang ( $^\circ$ )
- $\delta$  : Góc ma sát tường ( $^\circ$ )
- $\omega$  : Tải trọng phân bố trên bề mặt đất ( $kN/m^2$ )
- $\theta$  : Góc động đất tổng hợp ( $^\circ$ )  
 $\theta = \tan^{-1}k$  hoặc  $\theta = \tan^{-1}k'$  (trạng thái thường xuyên,  $\theta = 0$ )
- $k$  : Hệ số động đất
- $k'$  : Hệ số động đất biểu kiến

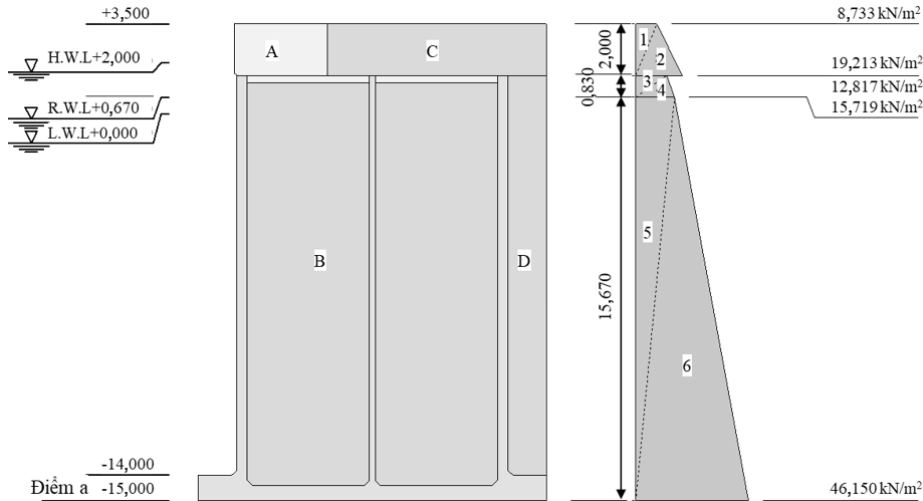
Hệ số động đất biểu kiến dưới mực nước được cho bởi công thức sau:

$$k' = \frac{2 \left( \sum \gamma_{ti} h_i + \sum \gamma_{satj} h_j + \omega \right) + \gamma_{sat} h}{2 \left\{ \sum \gamma_{ti} h_i + \sum (\gamma_{satj} - 10) h_j + \omega \right\} + (\gamma_{sat} - 10) h} k$$

Trong đó:

- $h_i$  : Chiều dày của lớp đất thứ i phía trên mực nước còn lại (m)
- $h_j$  : Chiều dày của lớp đất thứ j phía trên lớp đất nằm dưới mực nước còn lại (m)
- $h$  : Chiều dày của một lớp đất dưới mực nước còn lại, nơi cần tính toán (m)
- $\gamma_{ti}$  : Trọng lượng riêng của đất phía trên mực nước còn lại ( $kN/m^3$ )
- $\gamma_{satj}$  : Trọng lượng riêng trong không khí của đất bão hòa nước ( $kN/m^3$ )
- $\omega$  : Tải trọng phân bố trên bề mặt đất ( $kN/m^2$ )
- $k$  : Hệ số động đất
- $k'$  : Hệ số động đất biểu kiến

## 2) Giá trị đặc trưng của áp lực đất và mô men (trạng thái thường xuyên)



Hình 2.4- Áp lực đất chủ động (trạng thái thường xuyên)

Bảng 2.12- Giá trị đặc trưng của áp lực đất chủ động (trạng thái thường xuyên)

Cao độ (m)	$h$ (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma h$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\Sigma \gamma h$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\psi$ (deg)	$\omega \cos \psi / \cos(\psi - \beta)$	$K_a \cos(\delta + \psi)$	$P_a$ (kN/m <sup>2</sup> )
3,500	0,000	18,0	0,000	0,000	0,0	30,000	0,2911	8,733
1,500	2,000	18,0	36,000	36,000	0,0	30,000	0,2911	19,213
1,500	2,000	18,0	36,000	36,000	0,0	30,000	0,1942	12,817
0,670	0,830	18,0	14,940	50,940	0,0	30,000	0,1942	15,719
0,670	0,830	10,0	14,940	50,940	0,0	30,000	0,1942	15,719
-15,000	15,670	10,0	156,700	207,640	0,0	30,000	0,1942	46,150

Bảng 2.13- Giá trị đặc trưng của tổng áp lực đất và mô men (trạng thái thường xuyên)

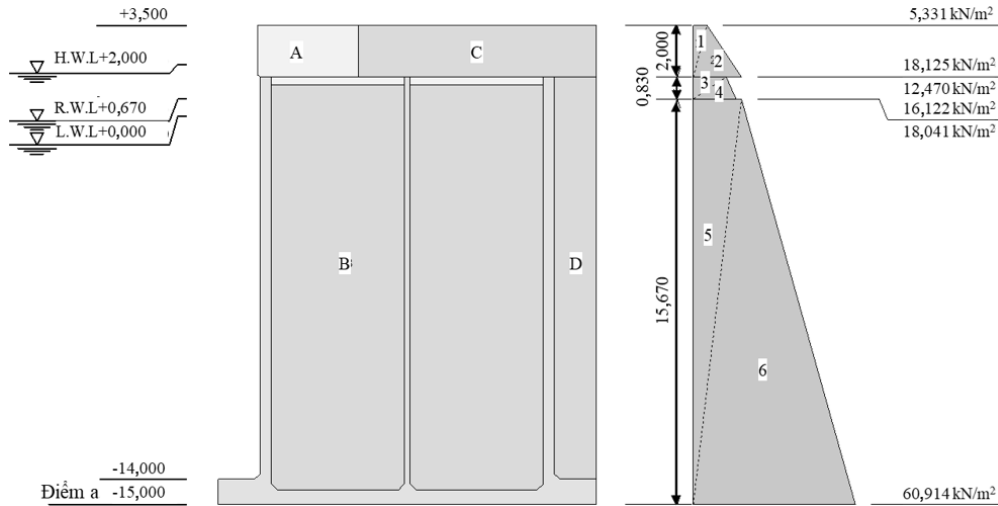
Lực ngang và mô men

No.	Công thức tính $P_a$ (kN/m <sup>2</sup> ) $h$ (m)	$P_H$ (kN/m)	Cánh tay đòn $y$ (m)	Mô men $M_{PH}$ (kN·m/m)
1	$1/2 \times 8,733 \times 2,000$	8,733	17,833	155,736
2	$1/2 \times 19,213 \times 2,000$	19,213	17,167	329,830
3	$1/2 \times 12,817 \times 0,830$	5,319	16,223	86,290
4	$1/2 \times 15,719 \times 0,830$	6,523	15,947	104,022
5	$1/2 \times 15,719 \times 15,670$	123,158	10,447	1.286,632
6	$1/2 \times 46,150 \times 15,670$	361,585	5,223	1.888,558
Tổng		524,531		3.851,068

Lực đứng và mô men

No.	Lực ngang $P_H$ (kN/m)	$\tan(\psi + \delta)$	Lực đứng $P_V$ (kN/m)	Cánh tay đòn $x$ (m)	Mô men $M_{PV}$ (kN·m/m)
1	8,733	0,268	2,340	13,500	31,590
2	19,213	0,268	5,149	13,500	69,512
3	5,319	0,268	1,425	13,500	19,238
4	6,523	0,268	1,748	13,500	23,598
5	123,158	0,268	33,006	13,500	445,581
6	361,585	0,268	96,905	13,500	1.308,218
Tổng			140,573		1.897,737

### 3) Giá trị đặc trưng của áp lực đất và mô men (động đất cấp 1)



Hình 2.5- Áp lực đất chủ động (động đất cấp 1)

Bảng 2.14- Giá trị đặc trưng của áp lực đất chủ động (trạng thái tạm thời: động đất cấp 1)

Hệ số áp lực đất

Cao độ (m)	$\beta$ (degree)	$\varphi$ (degree)	$\delta$ (degree)	$\psi$ (degree)	$k$ or $k'$	$\theta$ (degree)	$K_a$
3,500 tới 1,500	0,0	30,0	15,0	0,0	0,10	5,71	0,3679
1,500 tới 0,670	0,0	40,0	15,0	0,0	0,10	5,71	0,2531
0,670 tới -15,000	0,0	40,0	15,0	0,0	0,15	8,53	0,2833

Áp lực đất

Cao độ (m)	$h$ (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma h$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\Sigma \gamma h$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\psi$ (deg)	$w \cos \psi / \cos(\psi - \beta)$	$K_a \cos(\delta + \psi)$	$P_a$ (kN/m <sup>2</sup> )
3,500	0,000	18,0	0,000	0,000	0,0	15,000	0,3554	5,331
1,500	2,000	18,0	36,000	36,000	0,0	15,000	0,3554	18,125
1,500	2,000	18,0	36,000	36,000	0,0	15,000	0,2445	12,470
0,670	0,830	18,0	14,940	50,940	0,0	15,000	0,2445	16,122
0,670	0,830	10,0	14,940	50,940	0,0	15,000	0,2736	18,041
-15,000	15,670	10,0	156,700	207,640	0,0	15,000	0,2736	60,914

Bảng 2.15- Giá trị đặc trưng của tổng áp lực đất và mô men (động đất cấp 1)

Lực ngang và mô men

No.	Công thức tính $P_a$ (kN/m <sup>2</sup> ) $h$ (m)	$P_H$ (kN/m)	Cánh tay đòn $y$ (m)	Mô men $M_{PH}$ (kN-m/m)
1	$1/2 \times 5,331 \times 2,000$	5,331	17,833	95,068
2	$1/2 \times 18,125 \times 2,000$	18,125	17,167	311,152
3	$1/2 \times 12,470 \times 0,830$	5,175	16,223	83,954
4	$1/2 \times 16,122 \times 0,830$	6,691	15,947	106,701
5	$1/2 \times 18,041 \times 15,670$	141,351	10,447	1.476,694
6	$1/2 \times 60,914 \times 15,670$	477,261	5,223	2.492,734
Total		653,934		4.566,303

Lực đứng và mô men

No.	Lực ngang $P_H$ (kN/m)	$\tan(\psi + \delta)$	Lực đứng $P_V$ (kN/m)	Cánh tay đòn $x$ (m)	Mô men $M_{PV}$ (kN-m/m)
1	5,331	0,268	1,429	13,500	19,292
2	18,125	0,268	4,858	13,500	65,583
3	5,175	0,268	1,387	13,500	18,725
4	6,691	0,268	1,793	13,500	24,206

5	141,351	0,268	37,882	13,500	511,407
6	477,261	0,268	127,906	13,500	1.726,731
Total			175,255		2.365,944

#### 4) Áp lực nước còn lại và mô men

Áp lực nước còn lại xét đến áp lực nước do chênh lệch mực nước giữa mực nước thấp trung bình hàng tháng (L.W.L.) và mực nước còn lại (R.W.L.).

$$p_w = \gamma_w h_w$$

trong đó:

$p_w$  : Áp lực nước dư (kN/m<sup>2</sup>)

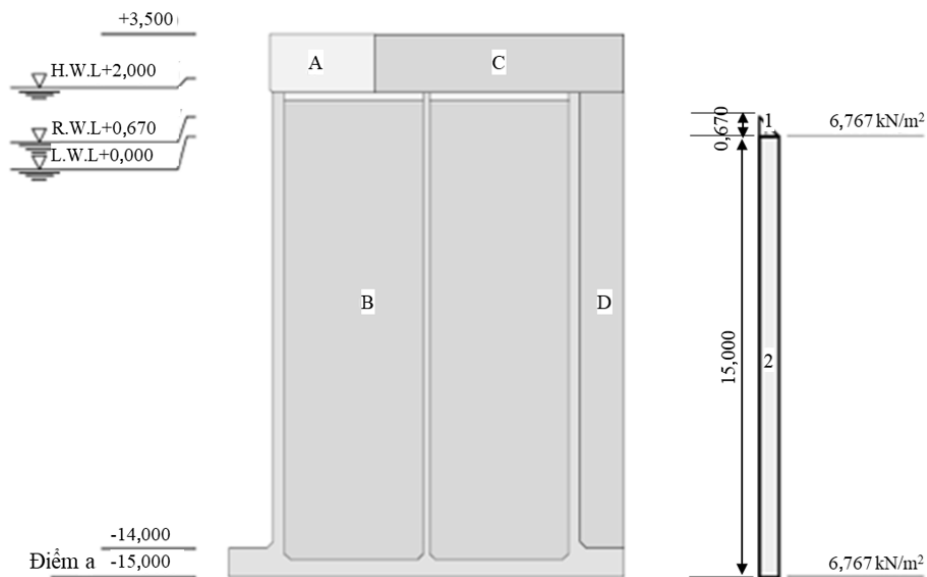
$h_w$  : Mực nước dư: trong trường hợp mực nước trong vật liệu lấp hoặc đất lấp cao hơn mực nước ở phía trước công trình, thì sử dụng chênh lệch mực nước lớn nhất tại thời điểm đó (m).

$\gamma_w$  : Trọng lượng riêng của nước (kN/m<sup>3</sup>)

$$\gamma_w = \rho_0 g = 10,1 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

Độ chênh mực nước = 0,670 - 0,000 = 0,670 (m)

Độ lực nước dư  $p_w = 10,100 \times 0,670 = 6,767 \text{ (kN/m}^2\text{)}$



Hình 2.6- Áp lực nước dư

Bảng 2.16- Giá trị đặc trưng của áp lực nước còn lại và mô men

No	Công thức tính	$P_w$ (kN/m)	$y$ (m)	Mô men $M_{wh}$ (kN·m/m)
1	$1/2 \times 6,767 \times 0,670$	2,267	15,223	34,511
2	$6,767 \times 15,000$	101,505	7,500	761,288
Điểm a (-15.000m)		103,772		795,799

#### 5) Áp lực nước động và mô men

Trong trạng thái liên quan đến chuyển động động đất, áp lực nước động ở phía trước tường bến hướng ra biển. Áp lực nước động được tính theo công thức sau (công thức xấp xỉ của Westergaard).

$$p_{dw} = \frac{7}{8} k \gamma_w \sqrt{Hy}$$

$$P_{dw} = \pm \frac{7}{12} k \gamma_w H^2, \quad h_{dw} = \frac{3}{5} H$$

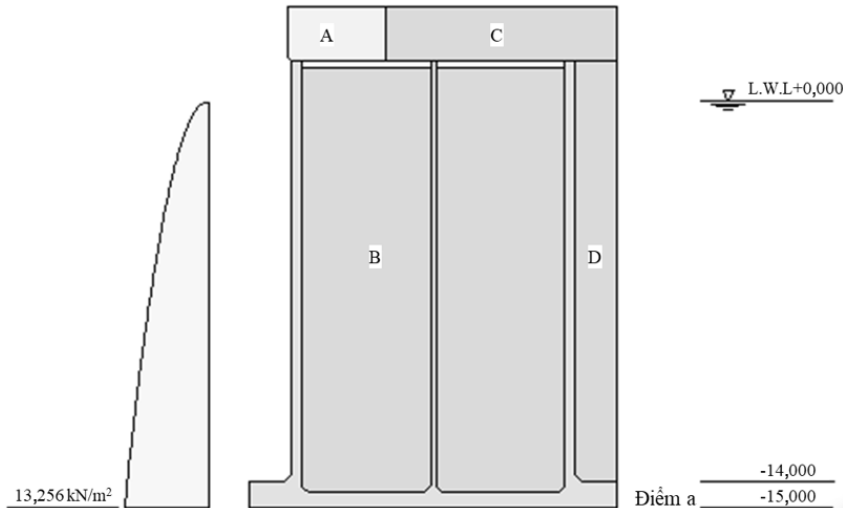
Trong đó:

- $p_{dw}$  : Áp lực nước động (kN/m<sup>2</sup>)
- $k$  : Hệ số động đất ngang = 0,10
- $\gamma_w$  : Trọng lượng riêng nước biển (seawater) (kN/m<sup>3</sup>)
- $H$  : Chiều cao kết cấu dưới mực nước tĩnh (m) (độ sâu lắp đặt thùng chìm tại L.W.L.) = 15,0 m
- $y$  : Độ sâu của cao trình tính toán áp lực nước động tính từ mực nước tĩnh (m)
- $P_{dwk}$  : Lực tổng hợp của áp lực nước động (kN/m)
- $h_{dw}$  : Độ sâu của điểm tác dụng lực tổng hợp áp lực nước động tính từ mực nước tĩnh (m)

$$P_{dwk} = 7 / 12 \times 0,10 \times 10,1 \times 15,00^2 = 132,563 \text{ (kN/m)}$$

$$h_{dw} = 3 / 5 \times 15,00 = 9,00 \text{ (m) (cao độ -9,00 m)}$$

$$P_{dwk} \cdot y = 132,563 \times (15,00 - 9,00) = 795,378 \text{ (kN}\cdot\text{m/m)}$$



Hình 2.7- Áp lực nước động

## 2-5. Kiểm tra ổn định

### (1) Kiểm tra trượt/lật của thân tường

#### 1) Trạng thái thường xuyên (không tính tải phân bố)

Điểm a (-15,000m)

	V (kN/m)	H (kN/m)	M <sub>v</sub> (kN·m/m)	M <sub>H</sub> (kN·m/m)
Áp lực đất	140,573	524,531	1.897,737	3.851,068
Áp lực nước dư	—	103,772	—	795,799
Trọng lượng tường	4.620,249	—	34.147,711	—
Đẩy nổi	-1.914,557	—	-14.255,776	—
Tổng	2.846,265	628,303	21.789,672	4.646,867

#### i) Kiểm tra trượt phẳng

$$\text{thành phần kháng } R_d = \gamma_R \cdot f \cdot V = 0,87 \times 0,60 \times 2.846,265 = 1.485,750 \text{ (kN/m)}$$

$$\text{thành phần tải trọng } S_d = \gamma_S \cdot H = 1,06 \times 628,303 = 666,001 \text{ (kN/m)}$$

$$m \cdot S_d / R_d = 1,00 \times 666,001 / 1.485,750 = 0,449 \leq 1,00 \quad \text{O.K}$$

ii) Kiểm tra ổn định lật

Thành phần kháng  $R_d = \gamma_R \cdot M_V = 0,99 \times 21.789,672 = 21.571,775$  (kN·m/m)

Thành phần tải trọng  $S_d = \gamma_S \cdot M_H = 1,23 \times 4.646,867 = 5.715,646$  (kN·m/m)

$m \cdot S_d / R_d = 1,00 \times 5.715,646 / 21.571,775 = 0,265 \leq 1,00$  O.K

**2) Trạng thái thường xuyên (với tải phân bố)**

Điểm a (-15,000m)

	V (kN/m)	H (kN/m)	M <sub>V</sub> (kN·m/m)	M <sub>H</sub> (kN·m/m)
Áp lực đất	140,573	524,531	1.897,737	3.851,068
Áp lực nước dư	—	103,772	—	795,799
Trọng lượng tường	4.620,249	—	34.147,711	—
Đẩy nổi	-1.914,557	—	-14.255,776	—
Tải phân bố	363,000	—	2.704,350	—
Tổng	3.209,265	628,303	24.494,022	4.646,867

i) Kiểm tra trượt phẳng

Thành phần kháng  $R_d = \gamma_R \cdot f \cdot V = 0,87 \times 0,60 \times 3.209,265 = 1.675,236$  (kN/m)

Thành phần tải trọng  $S_d = \gamma_S \cdot H = 1,06 \times 628,303 = 666,001$  (kN/m)

$m \cdot S_d / R_d = 1,00 \times 666,001 / 1.675,236 = 0,398 \leq 1,00$  ĐẠT

ii) Kiểm tra ổn định lật

Thành phần kháng  $R_d = \gamma_R \cdot M_V = 0,99 \times 24.494,022 = 24.249,082$  (kN·m/m)

Thành phần tải trọng  $S_d = \gamma_S \cdot M_H = 1,23 \times 4.646,867 = 5.715,646$  (kN·m/m)

$m \cdot S_d / R_d = 1,00 \times 5.715,646 / 24.249,082 = 0,236 \leq 1,00$  ĐẠT

**3) Trạng thái tạm thời: Động đất cấp độ 1 (không có tải trọng)**

Điểm a (-15,000m)

	V (kN/m)	H (kN/m)	M <sub>V</sub> (kN·m/m)	M <sub>H</sub> (kN·m/m)
Áp lực đất	175,255	653,934	2.365,944	4.566,303
Áp lực nước dư	—	103,772	—	795,799
Trọng lượng tường	4.620,249	—	34.147,711	—
Lực nổi	-1.914,557	—	-14.255,776	—
Lực quán tính	—	462,025	—	4.198,745
Áp lực nước động	—	132,563	—	795,378
Tổng	2.880,947	1.352,294	22.257,879	10.356,225

i) Kiểm tra ổn định chống trượt

Giá trị kháng lực  $R_d = \gamma_R \cdot f \cdot V = 1,00 \times 0,60 \times 2.880,947 = 1.728,568$  (kN/m)

Giá trị tải trọng  $S_d = \gamma_S \cdot H = 1,00 \times 1.352,294 = 1.352,294$  (kN/m)

$m \cdot S_d / R_d = 1,00 \times 1.352,294 / 1.728,568 = 0,783 \leq 1,00$  ĐẠT

ii) Kiểm tra ổn định chống lật

Giá trị kháng lực  $R_d = \gamma_R \cdot M_V = 1,00 \times 22.257,879 = 22.257,879$  (kN·m/m)

Giá trị tải trọng  $S_d = \gamma_S \cdot M_H = 1,00 \times 10.356,225 = 10.356,225$  (kN·m/m)

$m \cdot S_d / R_d = 1,00 \times 10.356,225 / 22.257,879 = 0,512 \leq 1,00$  ĐẠT

**4) Trạng thái tạm thời: Động đất cấp độ 1 (có tải trọng chất thêm)**

Điểm a (-15,000m)

	V (kN/m)	H (kN/m)	M <sub>V</sub> (kN·m/m)	M <sub>H</sub> (kN·m/m)
Áp lực đất	175,255	653,934	2.365,944	4.566,303
Áp lực nước dư	—	103,772	—	795,799

Trọng lượng tường	4.620,249		34.147,711	
Lực nổi	-1.914,557		-14.255,776	
Lực quán tính		462,025		4.198,745
Áp lực nước động		132,563		795,378
Tải trọng chất tải	181,500	18,150	1.352,175	335,775
Tổng	3.062,447	1.370,444	23.610,054	10.692,000

i) Kiểm tra ổn định chống trượt

$$\text{Giá trị kháng lực } R_d = \gamma_R \cdot f \cdot V = 1,00 \times 0,60 \times 3.062,447 = 1.837,468 \text{ (kN/m)}$$

$$\text{Giá trị tải trọng } S_d = \gamma_S \cdot H = 1,00 \times 1.370,444 = 1.370,444 \text{ (kN/m)}$$

$$m \cdot S_d / R_d = 1,00 \times 1.370,444 / 1.837,468 = 0,746 \leq 1,00 \text{ ĐẠT}$$

ii) Kiểm tra ổn định chống lật

$$\text{Giá trị kháng lực } R_d = \gamma_R \cdot M_V = 1,00 \times 23.610,054 = 23.610,054 \text{ (kN}\cdot\text{m/m)}$$

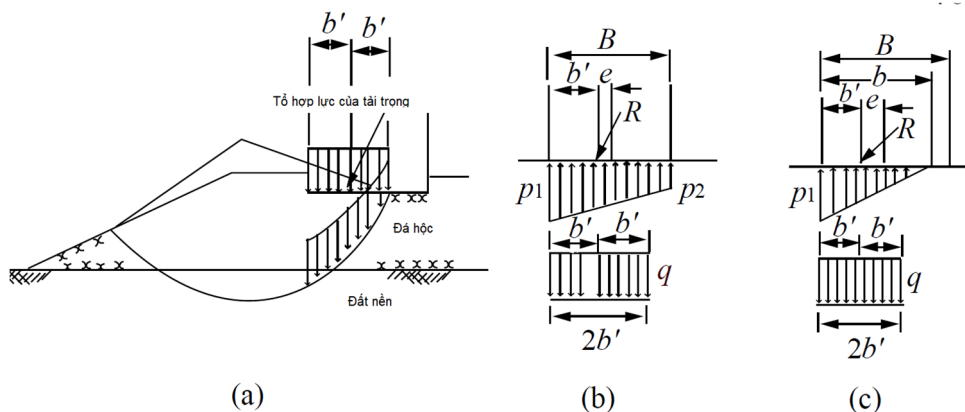
$$\text{Giá trị tải trọng } S_d = \gamma_S \cdot M_H = 1,00 \times 10.692,000 = 10.692,000 \text{ (kN}\cdot\text{m/m)}$$

$$m \cdot S_d / R_d = 1,00 \times 10.692,000 / 23.610,054 = 0,499 \leq 1,00 \text{ ĐẠT}$$

**(2) Kiểm tra ổn định chống phá hoại do sức chịu tải của nền móng**

Việc kiểm tra phá hoại sức chịu tải của nền móng được thực hiện theo phương pháp Bishop.

Khi phản lực nền có dạng phân bố hình thang	$q = -\frac{(p_1+p_2)}{4 b'} B$
Khi phản lực nền có dạng phân bố tam giác	$q = -\frac{p_1 b}{4 b'}$



**Hình 2.8- Phân tích sức chịu tải trong trường hợp lực lệch tâm và nghiêng**

**1) Tham số sức kháng trong phương pháp Bishop**

Theo báo cáo của Viện Nghiên cứu Cảng và Sân bay Nhật Bản, việc sử dụng các tham số sức kháng trượt được xác định thông qua thí nghiệm nén 3 trục cho vật liệu đắp và đất nền trong phân tích mặt trượt tròn bằng phương pháp Bishop cho kết quả có độ chính xác cao.

Trong trường hợp không tiến hành thí nghiệm, các giá trị điển hình được sử dụng cho tham số sức kháng của vật liệu đắp là: Lực dính  $C=20,0 \text{ kN/m}^2$  và góc ma sát trong  $\varphi=35^\circ$ . Đối với đất nền, giá trị tiêu chuẩn sử dụng  $\varphi=40^\circ$  cho đất cát có giá trị  $N$  nhỏ hơn 10, và  $\varphi=45^\circ$  cho đất có giá trị  $N$  từ 10 trở lên. Nếu đất nền là đất dính, các tham số sức kháng phải được xác định dựa trên đặc tính cốt của đất.

TCVN  
11820  
Phần 4-1:  
2020,  
Hình B.4

**Bảng 2.17- Giá trị đặc trưng của điều kiện nền sử dụng trong kiểm tra sức chịu tải (cho phương pháp Bishop)**

	Trọng lượng bão hòa $\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	Trọng lượng trong nước $\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	Góc kháng trượt $\varphi'_k$ (°)	Lực dính	
				$c'_k$ (kN/m <sup>2</sup> )	Hệ số dính kết cơ bản
Móng đá học	20,00	10,00	35,00 (tan $\varphi'_k=0,700$ )	20,00	0,00
Đất cát	20,00	10,00	40,00 (tan $\varphi'_k=0,839$ )	0,00	0,00

## 2) Trạng thái tải trọng

Trạng thái tải trọng nguy hiểm nhất tại Trạng thái tạm thời không xét tải trọng chất thêm được thể hiện như sau:

Trạng thái tạm thời: Động đất cấp độ 1 (không có tải trọng chất thêm)

	V (kN/m)	H (kN/m)	M <sub>V</sub> (kN·m/m)	M <sub>H</sub> (kN·m/m)
Áp lực đất	175,255	653,934	2.365,944	4.566,303
Áp lực nước dư	—	103,772	—	795,799
Trọng lượng tường	4.620,249	—	34.147,711	—
Lực nổi	-1.914,557	—	-14.255,776	—
Lực quán tính	—	462,025	—	4.198,745
Áp lực nước động	—	132,563	—	795,378
Tổng	2.880,947	1.352,294	22.257,879	10.356,225

Hình dạng phân bố tải của phản lực nền theo phương đứng tại bản đáy thùng chìm

$$x = \frac{\sum M}{\sum V} = \frac{\sum M_V - \sum M_H}{\sum V} = \frac{22.257,879 - 10.356,225}{2.880,947} = 4,131 \text{ (m)}$$

$$e = B/2 - x = 13,500/2 - 4,131 = 2,619 \text{ (m)}$$

$$e > B/6 = 13,500 / 6 = 2,250 \text{ (m)}$$

Do đó, dạng phân bố phản lực nền là tam giác, và

$$p_1 = \frac{2\sum V}{3(B/2 - e)} = \frac{2 \times 2.880,947}{3 \times (13,500/2 - 2,619)} = 464,932 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$\text{Chiều rộng vùng phân bố } b' = 3(B/2 - e) = 3 \times (13,500/2 - 2,619) = 12,393 \text{ (m)}$$

Tính chiều rộng tổng vùng chịu tải

$$2b' = \frac{2\sum M}{\sum V} = \frac{2(\sum V \cdot x - \sum H \cdot y)}{\sum V} = \frac{2 \times (22.257,879 - 10.356,225)}{2.880,947} = 8,262 \text{ (m)}$$

Tính giá trị trung bình của tải phân bố đều tương đương

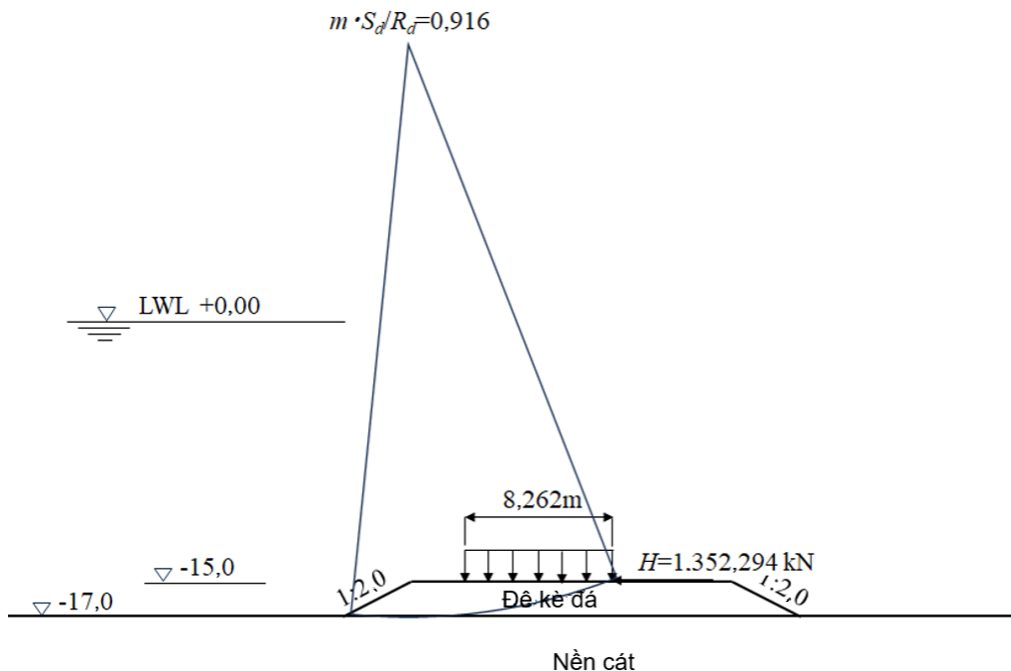
$$q = \frac{\sum V}{2b'} = \frac{2.880,947}{8,262} = 348,698 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Tải trọng ngang

$$H = 1.352,294 \text{ (kN/m)}$$

### 3) Kết quả kiểm tra

Trong kiểm tra sức chịu tải của nền móng, hệ số hiệu chỉnh  $m$  đã được xem xét. Bảng 2.18 trình bày các trạng thái tải trọng và kết quả kiểm tra tương ứng. Hình 2.9 thể hiện kết quả kiểm tra trong trường hợp Trạng thái tạm thời có xét đến động đất cấp độ 1 nhưng không xét tải trọng chất thêm, đây là trường hợp nguy hiểm nhất.



**Hình 2.9- Kiểm tra sức chịu tải bằng phương pháp Bishop (Trạng thái tạm thời: Động đất cấp độ 1 không chất thêm tải)**

**Bảng 2.18- Trạng thái tải trọng và kết quả kiểm tra sức chịu tải của nền móng**

Trạng thái / Tình huống		Tải phân bố đều quy đổi $q$ (kN/m <sup>2</sup> )	Chiều rộng tải $2b'$ (m)	Tải trọng ngang $H$ (kN)	Giá trị kháng lực $R_d$ (kN·m)	Giá trị tải trọng $S_d$ (kN·m)	Hệ số hiệu chỉnh $m$	tỷ số tải trọng – kháng lực $m \cdot S_d / R_d$
Trạng thái thường xuyên	Không có chất tải thêm	236,284	12,046	628,303	95.926,0	55.995,0	1,20	0,584
	Có chất tải thêm	259,482	12,368	628,303	104.949,2	59.859,1	1,20	0,570
Trạng thái tạm thời: Động đất cấp 1	Không có chất tải thêm	348,698	8,262	1.352,294	70.550,5	64.599,5	1,00	0,916
	Có chất tải thêm	363,022	8,436	1.370,444	85.132,6	75.610,6	1,00	0,888

### (3) Kiểm tra phá hoại trượt tròn của nền móng

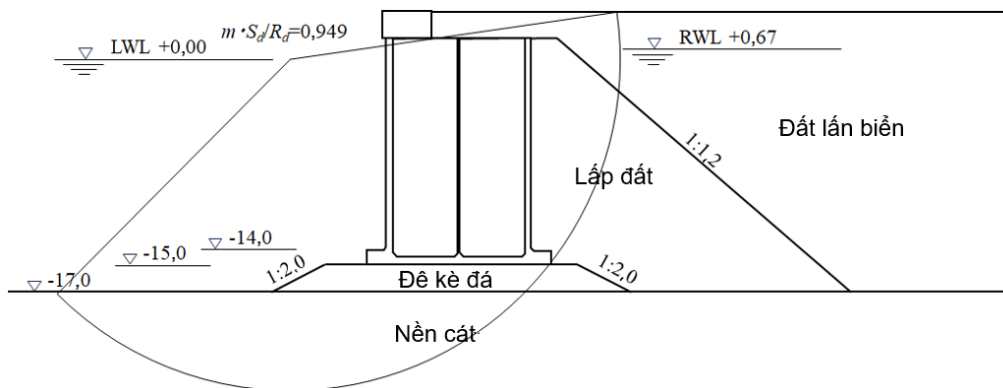
Việc kiểm tra được thực hiện đối với phá hoại theo mặt trượt tròn của nền móng trong trạng thái thường xuyên.

**Bảng 2.19- Giá trị đặc trưng của điều kiện nền phục vụ kiểm tra phá hoại trượt tròn của nền móng**

	Trọng lượng bão hòa $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Trọng lượng tự nhiên $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	Trọng lượng trong nước $\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	Góc kháng trượt $\varphi'_k$ (°)	Lực dính	
					$c'_k$ (kN/m <sup>2</sup> )	Hệ số dính kết cơ bản
Nền đá học	20,00	18,00	10,00	40,00	0,00	0,00
Đất cát	20,00	18,00	10,00	35,00	0,00	0,00
Thân tường	20,93	20,93	10,93	40,00	0,00	0,00
Kết cấu bên trên	22,60	22,60	-	40,00	0,00	0,00
Đá đắp sau	20,00	18,00	10,00	40,00	0,00	0,00
Đất đắp sau	20,00	18,00	10,00	40,00	0,00	0,00

**Bảng 2.20- Xác minh tính năng phá hoại trượt tròn của nền móng**

Trạng thái		Giá trị kháng lực $R_d$ (kN.m)	Giá trị tải trọng $S_d$ (kN.m)	Hệ số hiệu chỉnh $m$	Tỷ số tải trọng – kháng lực $m \cdot S_d / R_d$
Trạng thái thường xuyên	Không có chất tải thêm	79.494,6	72.417,7	1,0	0,911
	Có chất tải thêm	84.886,6	80.552,5	1,0	0,949



**Hình 2.10- Kiểm tra ổn định phá hoại trượt tròn của nền móng (Trạng thái thường xuyên, Có chất tải thêm)**

#### (4) Kiểm tra ổn định trong điều kiện nổi

Do ổn định chống lực nổi không được đảm bảo với hình dạng của thùng chìm hiện tại, vật liệu lớp đắp gia tải (cát đắp thêm) được sử dụng để tăng cường và tiến hành kiểm tra.

##### 1) Trọng lượng và mô men của lớp đắp gia tải

Chiều dày lớp đắp gia tải  $t = 1,51$  (m)

Trọng lượng riêng của cát đắp trong điều kiện nổi  $\gamma_t = 18,0$  kN/m<sup>3</sup>

**Bảng 2.21- Giá trị đặc trưng của trọng lượng và mô men lớp đắp gia tải**

Mục	Kích thước (m)	Số	V (m <sup>3</sup> ) W (kN)	x (m) y (m)	W·x (kN·m) W·y (kN·m)
Cát đắp gia tải	4,750 × 3,600 × 1,510	4	103,284	6,750	12.549,006

			1.859,112	1,355	2.519,097
	4,750 × 3,700 × 1,510	4	106,153	6,750	12.897,590
			1.910,754	1,355	2.589,072
Gờ đứng	0,200 × 0,200 × 1,510 ×1/2	32	-0,966	6,750	-117,369
			-17,388	1,355	-23,561
Gờ ngang	4,350 × 0,200 × 0,200 ×1/2	16	-1,392	6,750	-169,128
			-25,056	0,667	-16,712
Gờ ngang & đứng	0,200 × 3,200 × 0,200 ×1/2	8	-0,512	6,750	-62,208
			-9,216	0,667	-6,147
	0,200 × 3,300 × 0,200 ×1/2	8	-0,528	6,750	-64,152
			-9,504	0,667	-6,339
Gờ góc	0,200 × 0,200 × 0,200 ×1/3	32	-0,085	6,750	-10,328
			-1,530	0,675	-1,033
Tổng			205,954	6,750	25.023,411
			3.707,172	1,363	5.054,377

## 2) Tổng trọng lượng, trọng tâm và mô men

**Bảng 2.22- Giá trị đặc trưng của tổng trọng lượng và mô men**

	W (kN)	x (m)	y (m)	W·x (kN·m)	W·y (kN·m)
Thùng chìm	15.072,072	6,750	6,571	101.736,486	99.043,096
Lớp đắp gia tải	3.707,172	6,750	1,363	25.023,411	5.054,377
Tổng	18.779,244	6,750	5,543	126.759,897	104.097,473

## 3) Tính toán móng nước

$$d = \frac{W - V_f \times \gamma_w}{B \times L \times \gamma_w} = \frac{18.779,244 - 48,640 \times 10,1}{10,5 \times 16 \times 10,1} = 10,778 \text{ (m)}$$

Trong đó:

- $d$  : móng nước (m)
- $W$  : Tổng trọng lượng của thùng chìm và lớp đắp gia tải (kN)
- $V_f$  : Thể tích nổi của đáy móng ( $m^3$ )
- $\gamma_w$  : Trọng lượng riêng nước biển ( $kN/m^3$ )
- $B$  : Chiều rộng thùng chìm (m)
- $L$  : Chiều dài thùng chìm (m)

Chiều cao phần nổi ( $f$ ) trên mực nước:

$$f = H - d = 16,500 - 10,778 = 5,722 \geq 1,00 \text{ (m) ĐẠT}$$

## 4) Kiểm tra ổn định trong điều kiện nổi

**Bảng 2.23- Giá trị đặc trưng của lực nổi và mô men**

Mục	Kích thước (m)	SL	V ( $m^3$ ) W (kN)	x (m) y (m)	W·x (kN·m) W·y (kN·m)
Thùng chìm	10,500 × 16,000 × 10,778	1	1.810,704 18.288,110	6,750 5,389	123.444,743 98.554,625
Đáy móng	1,500 × 16,000 × 1,000	2	48,000 484,800	6,750 0,500	3.272,400 242,400
Gờ móng	0,200 × 16,000 × 0,200 ×1/2	2	0,640 6,464	6,750 1,067	43,632 6,897
Tổng			1.859,344 18.779,374	6,750 5,261	126.760,775 98.803,922

$$\frac{I'}{V'} - \overline{C'G'} > 0$$

Trong đó:

- $V$  : thể tích nổi ( $m^3$ )
- $I$  : mô men quán tính hình học theo phương trục dọc tại mặt nước ( $m^4$ )
- $C$  : Trọng tâm lực nổi
- $G$  : Trọng tâm khối chìm
- $V', I', C', G'$  : Các giá trị hoặc vị trí tương ứng trong quá trình áp dụng lớp đắp gia tải đối trọng

$$I = L \times B^3 / 12 = 16,000 \times 10,500^3 / 12 = 1.543,500 \text{ (m}^4\text{)}$$

$$\overline{GM} = I/V - \overline{CG} = 1.543,500 / 1.859,344 - (5,543 - 5,261) = 0,548 \text{ (m)} \geq 0$$

Vì lý do an toàn, chiều cao metacentric (GM) nên lớn hơn tối thiểu 5% của mớn nước.

$$\overline{GM} = 0,548 \text{ (m)} \geq 0,05d = 0,539 \text{ (m)} \quad \text{ĐẠT}$$

## 2-6. Tổng hợp Tỷ số tải trọng – sức kháng

Bảng 2.24 trình bày tỷ số tải trọng – sức kháng thu được từ quá trình kiểm tra ổn định có xét đến các hệ số thành phần theo phân tích ở trên.

**Bảng 2.24- Tổng hợp Tỷ số tải trọng – sức kháng**

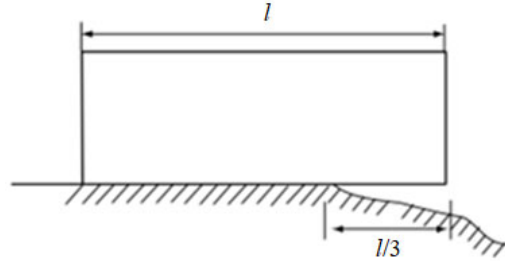
\* Các ô tô màu thể hiện tỷ số nguy hiểm nhất trong từng mục kiểm tra.

Trạng thái / Tình huống	Đơn vị	Giá trị kháng lực	Giá trị tải trọng	Hệ số hiệu chỉnh	Tỷ số tải – kháng	
Trạng thái thường xuyên (không có tải trọng chất thêm)	Trượt thân tường	kN/m	1.485,750	666,001	1,0	0,45 ≤ 1,0
	Lật thân tường	kN·m/m	21.571,775	5.715,646	1,0	0,27 ≤ 1,0
	Phá hoại sức chịu tải nền	kN·m	95.926,000	55.995,000	1,2	0,58 ≤ 1,0
	Phá hoại trượt tròn nền	kN·m	74.494,600	72.417,700	1,0	0,91 ≤ 1,0
Trạng thái thường xuyên (có tải trọng chất thêm)	Trượt thân tường	kN/m	1.675,236	666,001	1,0	0,40 ≤ 1,0
	Lật thân tường	kN·m/m	24.249,082	5.715,646	1,0	0,24 ≤ 1,0
	Phá hoại sức chịu tải nền	kN·m	104.949,200	59.859,100	1,2	0,39 ≤ 1,0
	Phá hoại trượt tròn nền	kN·m	84.886,600	80.552,500	1,0	0,95 ≤ 1,0
Trạng thái tạm thời: Động đất cấp độ 1 (không có tải trọng chất thêm)	Trượt thân tường	kN/m	1.728,568	1.352,294	1,0	0,78 ≤ 1,0
	Lật thân tường	kN·m/m	22.257,879	10.356,225	1,0	0,51 ≤ 1,0
	Phá hoại sức chịu tải nền	kN·m	70.550,500	64.599,500	1,0	0,92 ≤ 1,0
Trạng thái khác: Động đất cấp độ 1 (có tải trọng chất thêm)	Trượt thân tường	kN/m	1.837,468	1.370,444	1,0	0,75 ≤ 1,0
	Lật thân tường	kN·m/m	23.610,054	10.692,000	1,0	0,50 ≤ 1,0
	Phá hoại sức chịu tải nền	kN·m	85.132,600	75.610,600	1,0	0,89 ≤ 1,0

## 2-7. Kiểm tra ổn định với nền không đồng đều

### (1) Tính toán mô men uốn

- Chiều dài công xôn:  $l/3 = 16,0/3 = 5,33$  (m)
- Tải trọng thùng chìm: 3.209,27 (kN/m)
- Mô men uốn:  $1/2 \times 3.209,27 \times 5,33^2 = 45.585,92$  (kN·m)



Hình 2.11- Kiểm tra tác động do nền không đồng đều

### (2) Mô men kháng tiết diện

#### 1) Trục trung hòa tiết diện ngang

Khoảng cách  $y$  từ đáy thùng chìm đến trọng tâm được tính trong Bảng 2.25.

Bảng 2.25- Trục trung hòa tiết diện ngang

Mục	Diện tích $A$ (m <sup>2</sup> )	Khoảng cách $y$ (m)	$A \cdot y$ (m <sup>3</sup> )
Bản đáy	$10,50 \times 0,60 = 6,30$	$1/2 \times 0,60 = 0,30$	1,89
Đáy móng	$1,50 \times 1,00 \times 2 = 3,00$	$1/2 \times 1,00 = 0,50$	1,50
Gờ móng	$1/2 \times 0,20 \times 0,20 \times 2 = 0,04$	$1,00 + 1/3 \times 0,20 = 1,07$	0,04
Gờ	$1/2 \times 0,20^2 \times 4 = 0,08$	$0,60 + 1/3 \times 0,20 = 0,67$	0,05
Tường bên	$0,40 \times 15,90 \times 2 = 12,72$	$0,60 + 1/2 \times 15,90 = 8,55$	108,76
Tường ngăn	$0,20 \times 15,90 \times 1 = 3,18$	$0,60 + 1/2 \times 15,90 = 8,55$	27,19
Tổng	25,32		139,43

$$y_c = A \cdot y / A = 139,43 / 25,32 = 5,51 \text{ (m)}, y_t = 16,50 - 5,51 = 10,99 \text{ (m)}$$

#### 2) Mô men kháng tiết diện quanh trục trung hòa

Mô men kháng tiết diện quanh trục trung hòa được trình bày trong Bảng 2.26.

Bảng 2.26- Mô men kháng tiết diện quanh trục trung hòa

Mục	$I_0$ (m <sup>4</sup> )	$A$ (m <sup>2</sup> )	$y_0 = y_c - y$ (m)	$A \cdot y_0^2$ (m <sup>4</sup> )	$I = I_0 + A \cdot y_0^2$ (m <sup>4</sup> )
Bản đáy	$1/12 \times 10,50 \times 0,60^3 = 0,19$	6,30	$5,51 - 0,30 = 5,21$	171,01	171,20
Đáy móng	$1/12 \times 1,50 \times 1,00^3 \times 2 = 0,25$	3,00	$5,51 - 0,50 = 5,01$	75,30	75,55
Gờ móng	$1/36 \times 0,20 \times 0,20^3 \times 2 = 0,00$	0,04	$5,51 - 1,07 = 4,44$	0,79	0,79
Gờ	$1/36 \times 0,20^4 \times 4 = 0,00$	0,08	$5,51 - 0,67 = 4,84$	1,87	1,87
Tường bên	$1/12 \times 0,40 \times 15,90^3 \times 2 = 267,98$	12,72	$5,51 - 8,55 = -3,04$	117,55	385,53
Tường ngăn	$1/12 \times 0,20 \times 15,90^3 \times 1 = 66,99$	3,18	$5,51 - 8,55 = -3,04$	29,39	96,38
Tổng		25,32			731,32

i) Trường hợp nén

$$y = y_c = 5,51 \text{ (m)}$$

$$Z_c = 731,32 / 5,51 = 132,73 \text{ (m}^3\text{)}$$

ii) Trường hợp kéo

$$y = y_t = 10,99 \text{ (m)}$$

$$Z_t = 731,32 / 10,99 = 66,54 \text{ (m}^3\text{)}$$

### 3) Kiểm tra an toàn

Mô men kháng tiết diện quanh trục trung hòa được trình bày tại Bảng 2.26.

$$\frac{\gamma_i \cdot M_d}{M_{ud}} \leq 1,0$$

Trong đó:

- $\gamma_i$  : hệ số kết cấu (1,0)
- $M_d$  : giá trị thiết kế của mô men uốn (kN·m)
- $M_{ud}$  : khả năng chịu mô men uốn thiết kế (kN·m)
  - $M_{udc}$ : khả năng chịu mô men uốn =  $f_{bk} \cdot Z / \gamma_b$
  - $M_{udt}$ : khả năng chịu mô men uốn =  $f_{tk} \cdot Z / \gamma_b$
- $Z$  : Mô men kháng tiết diện of thùng chìm (m<sup>3</sup>)
- $\gamma_b$  : hệ số tiết diện (1,1)
- $f_{bk}$  : cường độ chịu uốn của bê tông (N/mm<sup>2</sup>), được tính là  $f_{bk} = 0,42 f_{ck}^{2/3} / \gamma_c$
- $f_{ck}$  : cường độ nén đặc trưng của bê tông (N/mm<sup>2</sup>)
- $\gamma_c$  : hệ số vật liệu (1,3)
- $f_{tk}$  : cường độ chịu kéo của bê tông (N/mm<sup>2</sup>), được tính là  $f_{tk} = 0,23 f_{ck}^{2/3} / \gamma_c$

i) Trường hợp nén

$$\begin{aligned} f_{bk} &= 0,42 \times f_{ck}^{2/3} / \gamma_c \\ &= 0,42 \times 30,00^{2/3} / 1,30 = 3,12 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{udc} &= f_{bk} \times Z_c / \gamma_c \\ &= 3,12 \times 132,73 / 1,10 = 376,38 \times 10^3 \text{ (kN·m)} \end{aligned}$$

$$\gamma_i M_d / M_{udc} = 1,00 \times 455.585,92 / (376,38 \times 10^3) = 0,12 \leq 1,0 \quad \text{ĐẠT}$$

ii) Trường hợp kéo

$$\begin{aligned} f_{tk} &= 0,23 \times f_{ck}^{2/3} / \gamma_c \\ &= 0,23 \times 30,00^{2/3} / 1,30 = 1,71 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{udt} &= f_{tk} \times Z_t / \gamma_c \\ &= 1,71 \times 66,54 / 1,10 = 103,33 \times 10^3 \text{ (kN·m)} \end{aligned}$$

$$\gamma_i M_d / M_{udt} = 1,00 \times 455.585,92 / (103,33 \times 10^3) = 0,44 \leq 1,0 \quad \text{ĐẠT}$$

## 2-8. Kiểm tra các bộ phận kết cấu

### (1) Điều kiện thiết kế

#### 1) Điều kiện vật liệu

Do vật liệu sử dụng có thể thay đổi tùy theo điều kiện thi công, nên trong sổ tay này áp dụng các vật liệu được quy định trong OCDI 2020. Vì vậy, đơn vị tư vấn cần kiểm tra tính phù hợp của vật liệu áp dụng.

i) Bê tông

- Cường độ đặc trưng thiết kế  $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
- Cường độ chịu nén thiết kế  $f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 30/1,3 = 23,1 \text{ N/mm}^2$
- Mô đun đàn hồi  $E_c = 28 \text{ kN/mm}^2$

ii) Thép chịu lực (SD345)

- Giới hạn chảy thiết kế  $f_{yd} = 345 \text{ N/mm}^2$
- Mô đun đàn hồi  $E_s = 200 \text{ kN/mm}^2$

## 2) Trạng thái tải trọng và hệ số tải

i) Bản đáy

**Bảng 2.27- Trạng thái tải trọng tác dụng lên bản đáy và hệ số tải**

Trạng thái thiết kế / Tình huống	Tính toán giới hạn chịu lực	Tính toán giới hạn sử dụng
Trạng thái thường xuyên	$0,9D+1,1D_o+1,1F+0,8W$	$1,0D+1,0D_o+1,0F+0,5W$
Trạng thái tạm thời (Động đất cấp độ 1)	$1,0D+1,0F+1,0R'+1,0W'$	Không xét tới
Trạng thái tạm thời (áp lực nước khi nổi trong thi công)	$0,9D+1,1S_f$	$0,5D+0,5S_f$

Trong đó:

- $D$  : tĩnh tải bản thân ( $\text{kN/m}^2$ )
- $D_o$  : phản lực đáy ở trạng thái thường xuyên ( $\text{kN/m}^2$ )
- $F$  : áp lực nước ( $\text{kN/m}^2$ )
- $W$  : tải trọng chất thêm ở trạng thái thường xuyên ( $\text{kN/m}^2$ )
- $R'$  : phản lực đáy ở Trạng thái tạm thời ( $\text{kN/m}^2$ )
- $W'$  : tải trọng chất thêm ở trạng thái ngắn hạn ( $\text{kN/m}^2$ )
- $D_f$  : Tải trọng riêng bản đáy ( $\text{kN/m}^2$ )
- $S_f$  : áp lực thủy tĩnh khi nổi ( $\text{kN/m}^2$ )

ii) Tường ngoài

**Bảng 2.28- Trạng thái tải trọng tác dụng lên tường ngoài và hệ số tải**

Trạng thái / Tình huống thiết kế	Hướng tác dụng	An toàn (chống phá hoại tiết diện)	Giới hạn sử dụng
Trạng thái tạm thời với áp lực nước khi nổi trong quá trình xây dựng	Từ phía ngoài thủng chìm	$1,1S_f$	$0,5S_f$
Trạng thái thường xuyên với áp lực đất bên trong	Từ phía trong thủng chìm	$1,1D+1,1S$	$1,0D+1,0S$
Trạng thái tạm thời với động đất cấp độ 1		$1,0D+1,0S+1,0P_{dw}$	Không xét tới

Trong đó:

- $D$  : áp lực đất bên trong ( $\text{kN/m}^2$ )
- $S$  : áp lực nước bên trong ( $\text{kN/m}^2$ )
- $S_f$  : áp lực thủy tĩnh khi nổi ( $\text{kN/m}^2$ )
- $P_{dw}$  : Áp lực nước động ( $\text{kN/m}^2$ )

iii) Tường ngăn

**Bảng 2.29- Trạng thái tải trọng và hệ số tải của tường ngăn**

Trạng thái / Tình huống thiết kế	Hướng tác dụng	An toàn (chống phá hoại tiết diện)	Giới hạn sử dụng
Trạng thái tạm thời với áp lực nước khi nổi trong quá trình xây dựng	Do chênh lệch mực nước giữa các khoang	1,1S <sub>r</sub>	0,5S <sub>r</sub>
Trạng thái thường xuyên với áp lực đất bên trong	Tác dụng đẩy ra ngoài từ tường ngăn lên tường ngoài	Tải trọng thiết kế lớn nhất tác dụng lên tường ngoài	Không xét tới
Trạng thái tạm thời với động đất cấp độ 1	Tác dụng đẩy xuống từ bản đáy lên tường ngăn	Tải trọng thiết kế lớn nhất tác dụng lên bản đáy	Không xét tới

Trong đó:

S<sub>r</sub> : chênh lệch áp lực thủy tĩnh giữa các khoang (kN/m<sup>2</sup>)

**3) Giới hạn độ rộng vết nứt**

**Bảng 2.30- Giới hạn độ rộng vết nứt**

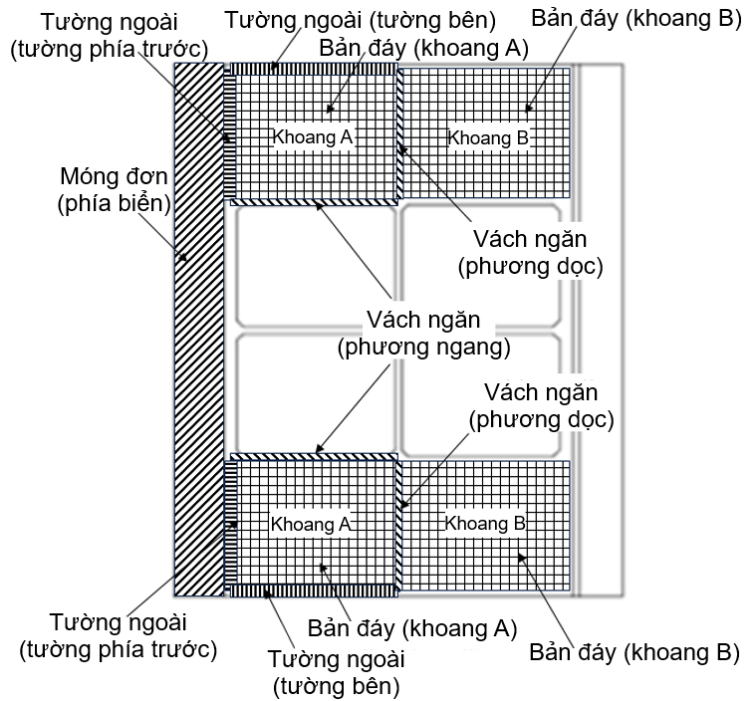
Vị trí cốt thép	Giới hạn độ rộng vết nứt (mm)	Lớp bảo vệ bê tông tối thiểu (mm)
Phần dưới bản đáy, mặt ngoài tường ngoài, đáy móng	0,0035c	70
Phần trên bản đáy, mặt trong tường ngoài, tường ngăn	0,0040c	50

Trong đó:

c : lớp bê tông bảo vệ (mm)

**4) Xác minh cấu kiện trong thiết kế kết cấu**

Trong sổ tay này, việc xác minh kết cấu sẽ được thực hiện đối với các cấu kiện nguy hiểm nhất, bao gồm: bản đáy, tường ngoài, tường ngăn, và đáy móng. Các cấu kiện được chọn để kiểm tra được minh họa tại Hình 2.11. Trong quá trình xác minh, cốt thép được xác định dựa trên điều kiện sử dụng đối với tải trọng tác dụng từ phía trong tường ngoài. Do đó, việc xác minh giới hạn chịu lực tiết diện có thể được bỏ qua đối với cấu kiện này.



Hình 2.12- Các cấu kiện mục tiêu cần xác minh kết cấu

## (2) Tải trọng thiết kế

### 1) Bản đáy

#### i) Trong điều kiện nổi

Tải trọng thiết kế được xác định là áp lực thủy tĩnh tại đáy của thùng chìm, trừ đi trọng lượng bản đáy và lớp đắp gia tải.

$$S_f = (10,778 + 1,000 - 0,000) \times 10,10 = 118,96 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

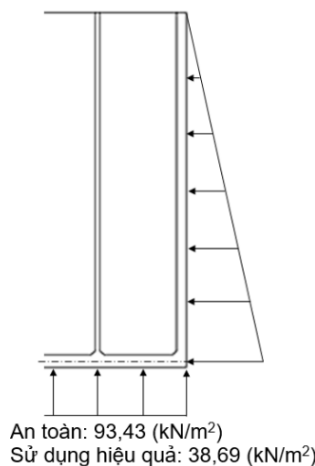
$$D_f = (-0,600 \times 24,00) + (-1,510 \times 18,00) = -41,58 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

- An toàn (chống phá hoại tiết diện)

$$P = 1,1 \times S_f + 0,9 \times D_f = 93,43 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

- Trạng thái sử dụng

$$P = 0,5 \times S_f + 0,5 \times D_f = 38,69 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$



Hình 2.13- Phân bố tải trọng thiết kế trong điều kiện nổi

ii) Sau khi hoàn thành công trình

- ✓ Tính toán tải trọng trong trạng thái thường xuyên
- Tải trọng riêng của mỗi khoang:  $D$

$D$  = tải trọng lớp bê tông bọc + tải trọng riêng của lớp Cát đắp gia tải + tải trọng riêng Bản đáy

$$= 0,300 \times 22,60 + 15,600 \times 20,00 + 0,600 \times 24,00 = 333,18 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

- Tải trọng riêng của Đáy móng:  $D$

$$D = 1,000 \times (22,60 - 10,10) = 13,90 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

- Phản lực đáy:  $D_0$

Phía biển:  $D_0 = 278,96 \text{ (kN/m}^2\text{)}$ , Phía đất liền:  $D_0 = 142,71 \text{ (kN/m}^2\text{)}$ , Chiều rộng:  $B = 13,5 \text{ (m)}$

- Áp lực nước:  $F$

$$F = (\text{Mức nước vận hành} - \text{Độ sâu lấp đặt}) \times \gamma_w$$

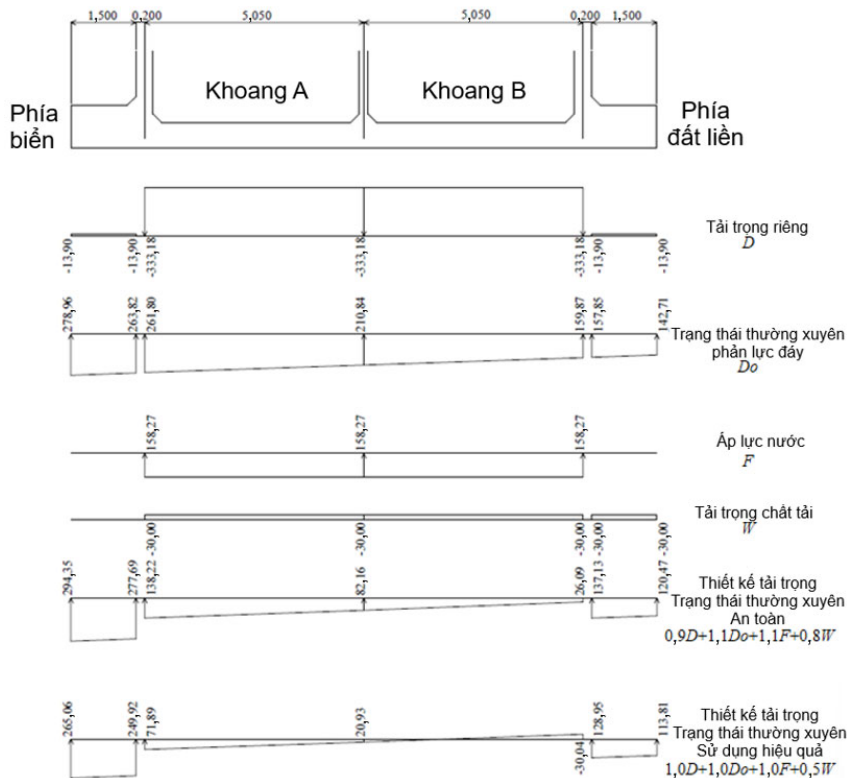
$$= (0,670 - (-15,000)) \times 10,10 = 158,27 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

- Tải trọng chất tải:  $W$

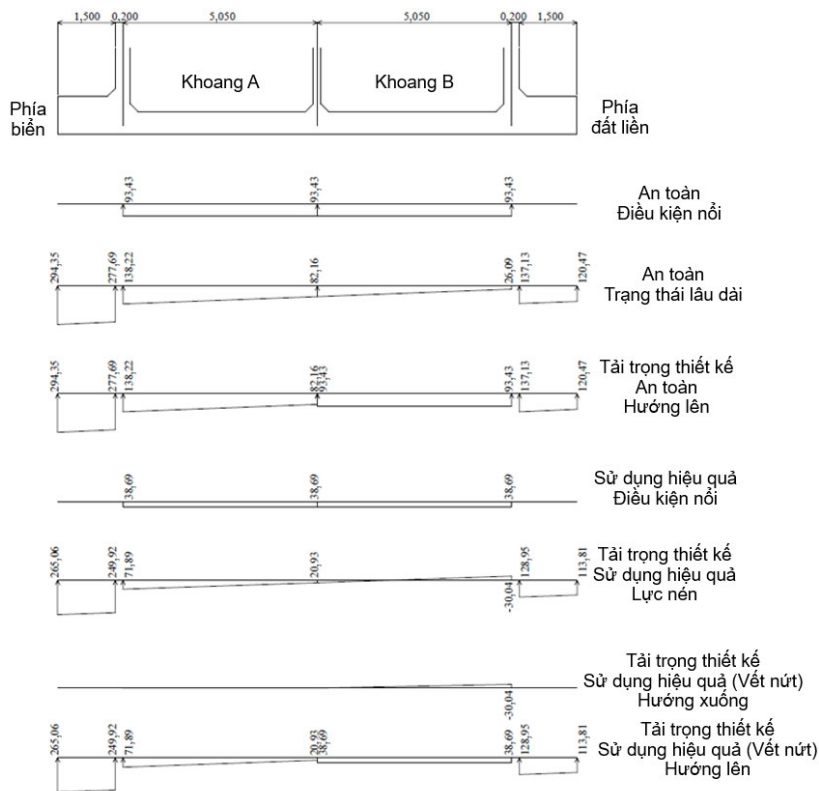
$$W = 30,00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

- ✓ Tải trọng thiết kế trong trạng thái thường xuyên

Trạng thái tải trọng trong trạng thái thường xuyên được tính theo Bảng 2.27 và được phân bố như thể hiện tại Hình 2.14. Tải trọng thiết kế trong trạng thái thường xuyên, xét đến cả điều kiện nổi trong giai đoạn thi công, được thể hiện trong Hình 2.15. đơn vị chiều dài (m) và đơn vị tải trọng là (kN/m<sup>2</sup>) trong Hình 2.14 và 2.15.



Hình 2.14- Trạng thái tải trọng trong Trạng thái thường xuyên



**Hình 2.15- Tải trọng thiết kế trong Trạng thái thường xuyên và Điều kiện nổi**

- ✓ Tính toán tải trọng trong điều kiện động đất cấp độ 1
- Tải trọng riêng của từng khoang:  $D$

$D$  = tải trọng lớp bê tông bảo vệ + tải trọng riêng của lớp Cát đắp gia tải + tải trọng riêng Bản đáy =  $0,300 \times 22,60 + 15,600 \times 20,00 + 0,600 \times 24,00 = 333,18$  (kN/m<sup>2</sup>)

- Tải trọng riêng của Đáy móng:  $D$

$$D = 1,000 \times (22,60 - 10,10) = 13,90 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

- Phản lực đáy:  $D_0$

Phía biển:  $R' = 464,93$  (kN/m<sup>2</sup>), Phía đất liền:  $R' = 0,00$  (kN/m<sup>2</sup>), Width:  $B = 12,393$  (m)

- Áp lực nước:  $F$

$$F = (\text{Mức nước vận hành} - \text{Độ sâu lấp đặt}) \times \gamma_w$$

$$= (0,670 - (-15,000)) \times 10,10 = 158,27 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

- Tải trọng chất tải:  $W$

$$W = 15,00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Trong điều kiện động đất cấp độ 1, để tính toán nội lực, các phân bố tải không đều sẽ được quy đổi thành mô hình tải trọng đều và tam giác tương đương

- Tính  $\Sigma A$

$$1/2 \times (-14,160 - 28,900) \times 0,393 = -8,46 \text{ (kN/ m}^2\text{)}$$

$$1/2 \times (-28,900 - 28,900) \times 1,017 = -31,99 \text{ (kN/ m}^2\text{)}$$

$$\Sigma A = -40,45 \text{ (kN/ m}^2\text{)}$$

- Tải trọng tương đương

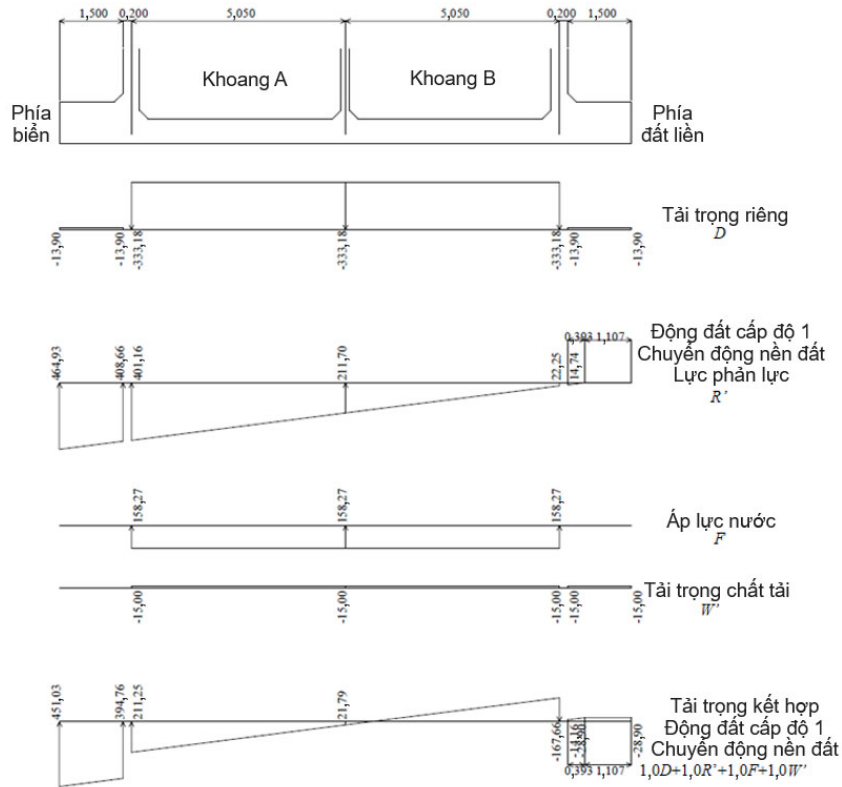
$$P_1 = -28,90 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$P_2 = (2 \times \sum A / L) - P_1$$

$$= 2 \times (-40,45) / 1,500 - (-28,90) = -25,03 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

- ✓ Tải trọng thiết kế trong điều kiện Động đất cấp độ 1

Trạng thái tải trọng trong điều kiện Động đất cấp độ 1 được tính toán theo Bảng 2.27 và được phân bố như thể hiện tại Hình 2.16.



Hình 2.16- Tải trọng thiết kế trong điều kiện Động đất cấp độ 1

## 2) Tường ngoài

- i) Điều kiện nổi (tường trước, tường sau và tường bên)

Tải trọng thiết kế là áp lực thủy tĩnh tính theo mớn nước cộng thêm 1,0 m.

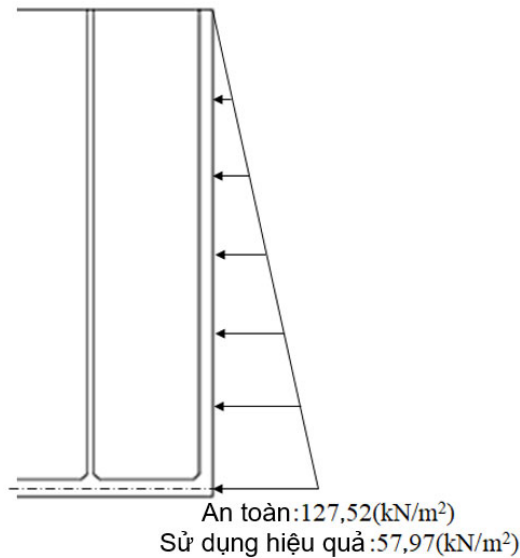
$$S_f = (10,778 + 1,000 - 0,600 / 2) \times 10,10 = 115,93 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

- Kiểm tra an toàn (chống phá hoại tiết diện)

$$P = 1,1 \times S_f = 127,52 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

- Kiểm tra trạng thái sử dụng

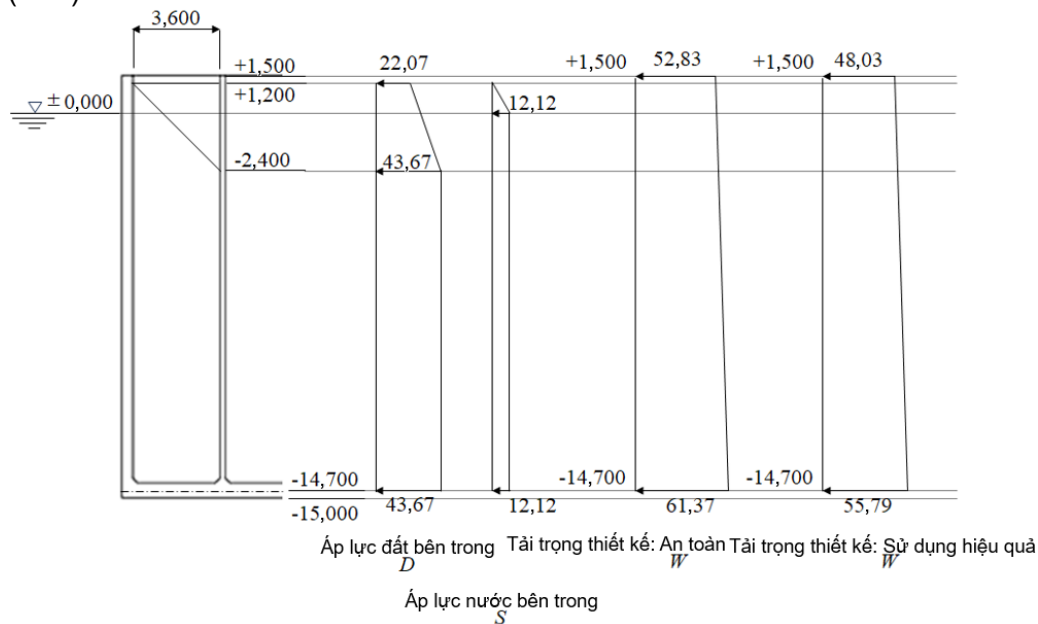
$$P = 0,5 \times S_f = 57,97 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$



**Hình 2.17- Tải trọng thiết kế trong điều kiện nổi**

ii) Sau khi hoàn thành (Tường bên)

Sau khi hoàn thành, áp lực đất bên trong sẽ tăng đến độ cao tương ứng với chiều cao trong của tường và không tăng sâu hơn. Hệ số áp lực đất của cát đắp gia tải là  $K = 0,6$ , và trọng lượng thể tích đơn vị là  $\gamma = 10,0$  (kN/m<sup>3</sup>). Áp lực nước bên trong được xác định theo độ chênh lệch mực nước từ đáy lớp bê tông bảo vệ đến mực nước thiết kế (LWL).



**Hình 2.18- Tải trọng thiết kế sau khi hoàn thành (Tường bên)**

✓ Tính toán tải trọng trong trạng thái thường xuyên

- Áp lực đất bên trong:  $D$

$$P_1 = (\text{Tải trọng hoạt tải} + \text{tải trọng thiết bị} + \text{tải trọng lớp bê tông bảo vệ}) \times K$$

$$P_2 = P_1 + \text{Kích thước bên trong} \times \text{tải trọng đơn vị của Cát đắp gia tải} \times K$$

$K$  : Hệ số áp lực đất ở trạng thái nghỉ của lớp cát đắp gia tải

$$P_1 = (30,00 + 0,00 + 0,300 \times 22,60) \times 0,60 = 22,07 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$P_2 = 22,07 + (3,600 \times 10,00) \times 0,60 = 43,67 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$D = 1/2 \times (22,07 + 43,67) \times 3,600 + 43,67 \times 12,300 = 655,47 \text{ (kN/m)}$$

- Áp lực nước bên trong:  $S$

$$P = 1,200 \times 10,10 = 12,12 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$S = 1/2 \times 12,12 \times 1,200 + 12,12 \times 14,700 = 185,44 \text{ (kN/m)}$$

✓ Tải trọng thiết kế

Tổng tải trọng sẽ được quy đổi thành phân bố đều và phân bố tam giác sao cho diện tích tải trọng tương đương với tổng tải trọng ban đầu

- Kiểm tra an toàn (chống phá hoại tiết diện)

$$\Sigma P = 1,1 \times D + 1,1 \times S = 925,00 \text{ (kN/m)}$$

Tải trọng hình thang (đáy)

$$P_1 = 43,67 \times 1,1 + 12,12 \times 1,1 = 61,37 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Tải trọng hình thang (đỉnh)

$$P_2 = (2 \times \Sigma P / L) - P_1$$

$$= 2 \times 925,00 / 16,200 - 61,37 = 52,83 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

- Kiểm tra trạng thái sử dụng

$$\Sigma P = 1,0 \times D + 1,0 \times S = 840,91 \text{ (kN/m)}$$

Tải trọng hình thang (đáy)

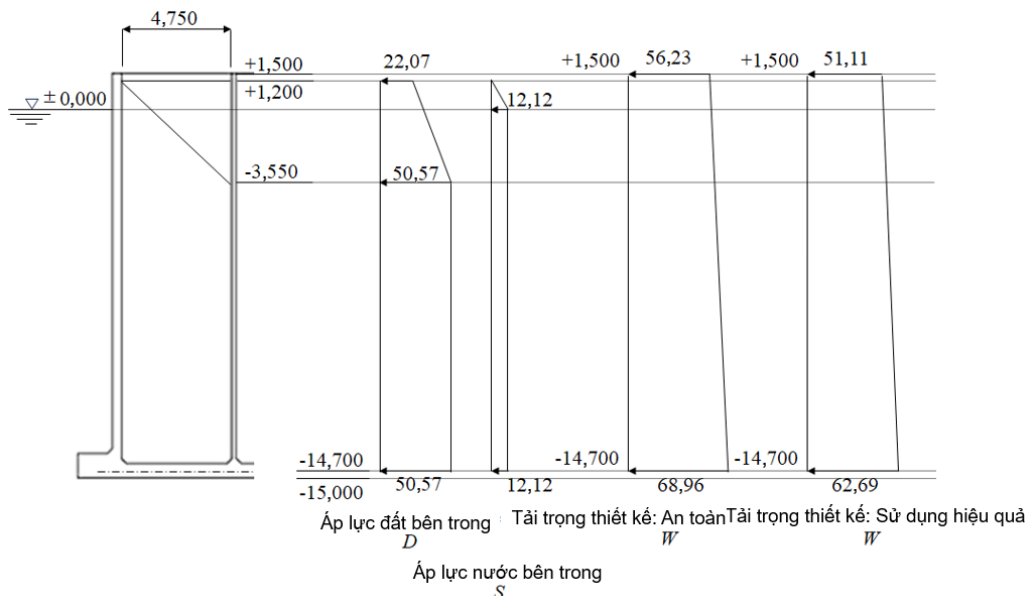
$$P_1 = 43,67 \times 1,0 + 12,12 \times 1,0 = 55,79 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Tải trọng hình thang (đỉnh)

$$P_2 = (2 \times \Sigma P / L) - P_1$$

$$= 2 \times 840,91 / 16,200 - 55,79 = 48,03 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

iii) Tường ngoài (Tường trước và Tường sau)



**Hình 2.19- Tải trọng thiết kế sau khi hoàn thành (Tường trước và tường sau)**

✓ Tính toán tải trọng ở trạng thái thường xuyên

- Áp lực đất bên trong:  $D$

$$P_1 = (\text{Tải trọng hoạt tải} + \text{tải trọng thiết bị} + \text{tải trọng lớp bê tông bảo vệ}) \times K$$

$$P_2 = P_1 + \text{Kích thước bên trong} \times \text{tải trọng đơn vị của Cát đắp gia tải} \times K$$

$K$  : Hệ số áp lực đất ở trạng thái nghỉ của lớp cát đắp gia tải

$$P_1 = (30,00 + 0,00 + 0,300 \times 22,60) \times 0,60 = 22,07 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$P_2 = 22,07 + (4,750 \times 10,00) \times 0,60 = 50,57 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$D = 1/2 \times (22,07 + 50,57) \times 4,750 + 50,57 \times 11,150 = 736,38 \text{ (kN/m)}$$

- Áp lực nước trong:  $S$

$$P = 1,200 \times 10,10 = 12,12 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$S = 1/2 \times 12,12 \times 1,200 + 12,12 \times 14,700 = 185,44 \text{ (kN/m)}$$

- ✓ Tải trọng thiết kế

Tải trọng thiết kế được xác định bằng cách quy đổi tổng tải trọng thành tải trọng phân bố đều và tải trọng phân bố tam giác sao cho diện tích biểu diễn tải trọng bằng tổng tải trọng thực tế.

- Kiểm tra an toàn (chống phá hoại tiết diện)

$$\Sigma P = 1,1 \times D + 1,1 \times S = 1,014,00 \text{ (kN/m)}$$

Tải trọng hình thang (đáy)

$$P_1 = 50,57 \times 1,1 + 12,12 \times 1,1 = 68,96 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Tải trọng hình thang (đỉnh)

$$P_2 = (2 \times \Sigma P / L) - P_1 \\ = 2 \times 1014,00 / 16,200 - 68,96 = 56,23 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

- Kiểm tra trạng thái sử dụng

$$\Sigma P = 1,0 \times D + 1,0 \times S = 921,82 \text{ (kN/m)}$$

Tải trọng hình thang (đáy)

$$P_1 = 50,57 \times 1,0 + 12,12 \times 1,0 = 62,69 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Tải trọng hình thang (đỉnh)

$$P_2 = (2 \times \Sigma P / L) - P_1 \\ = 2 \times 921,82 / 16,200 - 62,69 = 51,11 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

### 3) Vách ngăn

Khi cấp nước vào các khoang, yêu cầu duy trì chênh lệch mực nước tối đa giữa các khoang là 1,0 m. Do đó, tải trọng thiết kế của vách ngăn phải tính đến chênh lệch mực nước này.

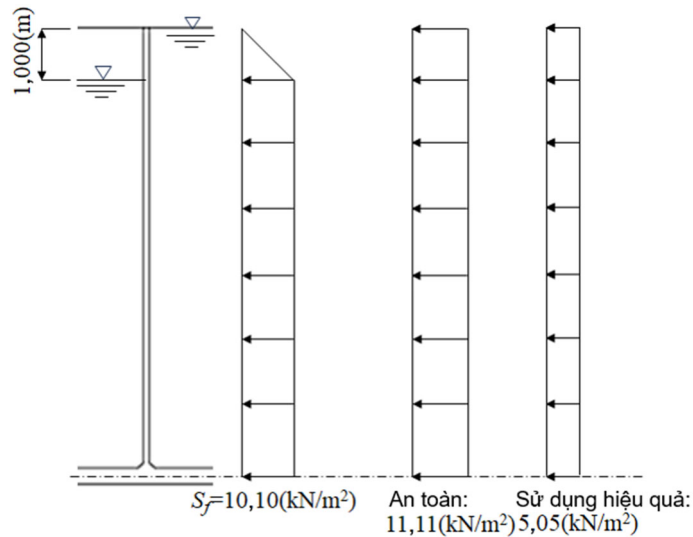
$$S_f = 1,000 \times 10,10 = 10,10 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

- Kiểm tra an toàn (chống phá hoại tiết diện)

$$Q = 1,1 \times S_f = 11,11 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

- Kiểm tra trạng thái sử dụng

$$Q = 0,5 \times S_f = 5,05 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$



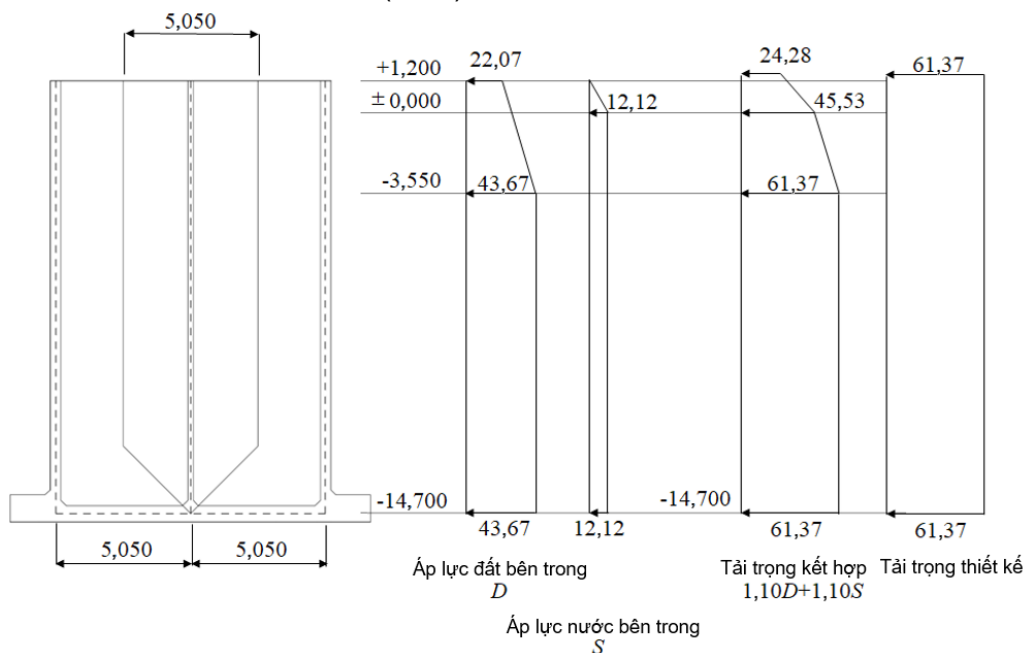
**Hình 2.20- Tải trọng thiết kế trong điều kiện lấp đất**

- ✓ Lực kéo bật vách ngăn và tường bên

Đối với lực kéo bật của tường bên, sử dụng cường độ lớn nhất của trạng thái tải trọng trên một đơn vị chiều dài, đã được xác định trong phần thiết kế tường bên. Việc phân tích được thực hiện cho tường bên theo phương dọc; phần tính toán theo phương ngang được bỏ qua tại đây.

$$L = (5,050 + 5,050) / 2 = 5,050 \text{ (m)}$$

$$T_d = 61,37 \times 5,050 = 309,92 \text{ (kN/m)}$$



**Hình 2.21- Tải trọng thiết kế ở trạng thái thường xuyên (vách ngăn và tường bên)**

Lực kéo bật vách ngăn và tường bên theo phương dọc

$$T_d = 268,94 \text{ (kN/m)}$$

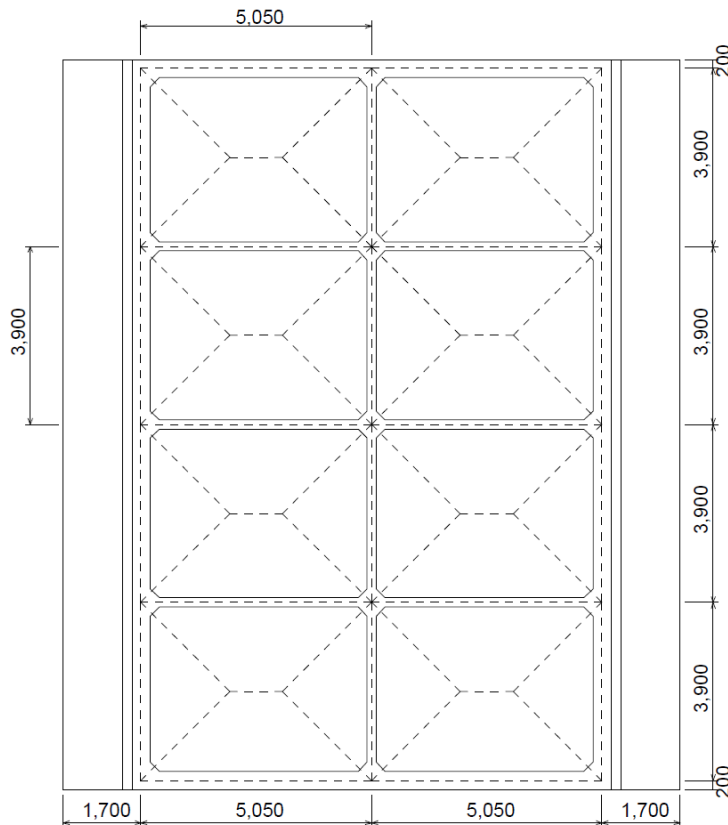
- ✓ Lực kéo bật vách ngăn và bản đáy

Tải trọng thẳng đứng lớn nhất tác động lên bản đáy trong Hình 2.22 được sử dụng làm tải trọng kéo bật tại vị trí tiếp giáp giữa vách ngăn và bản đáy.

$$W = (167,66 + 0,000) / 2 = 83,830 \text{ (kN/ m}^2\text{)}$$

$$L_x = 3,900 \text{ (m)}$$

$$L_y = 5,050 \text{ (m)}$$



**Hình 2.22- Tải trọng thiết kế trong động đất cấp độ 1 (vách ngăn và bản đáy)**

- Tải trọng thiết kế tại tiếp giáp giữa vách ngăn và bản đáy theo phương ngang

$$P_1 = W \cdot L_x \cdot (1 - L_x^2 / (3 \times L_y^2))$$

$$= 83,830 \times 3,900 \times (1 - 3,900^2 / (3 \times 5,050^2)) = 261,940 \text{ (kN/m)}$$

- Tải trọng thiết kế tại tiếp giáp giữa vách ngăn và bản đáy theo phương dọc

$$P_2 = 2 / 3 \cdot W \cdot L_x$$

$$= 2 / 3 \times 83,830 \times 3,900 = 217,960 \text{ (kN/m)}$$

### (3) Lực tiết diện dùng để kiểm tra an toàn

#### 1) Bảng số liệu cho bản

Mỗi bảng số liệu của bản có ba cạnh được đỡ và một cạnh tự do được thiết lập dựa trên một lưới điểm biểu diễn bằng tọa độ x, y, trong đó phương y tương ứng với hướng của ba cạnh được đỡ, và phương x tương ứng với hướng vuông góc với cạnh tự do. Cạnh theo phương y được chia làm 4 phần bằng nhau, và cạnh theo phương x được chia làm 6 hoặc 8 phần bằng nhau như thể hiện trong Hình 2.23 và 2.24. Mỗi bảng số liệu của bản có bốn cạnh được đỡ được thiết lập dựa trên một lưới điểm biểu diễn bằng tọa độ x, y, trong đó các phương x và y được xác định như thể hiện trong Hình 2.25. Mô men uốn tại mỗi điểm lưới được xác định bằng Công thức (2.1) và (2.2).

Khi  $\lambda \leq 1$

$$M_x = X \cdot q \cdot l_x^2 \tag{2.1}$$

$$M_y = Y \cdot q \cdot l_x^2$$

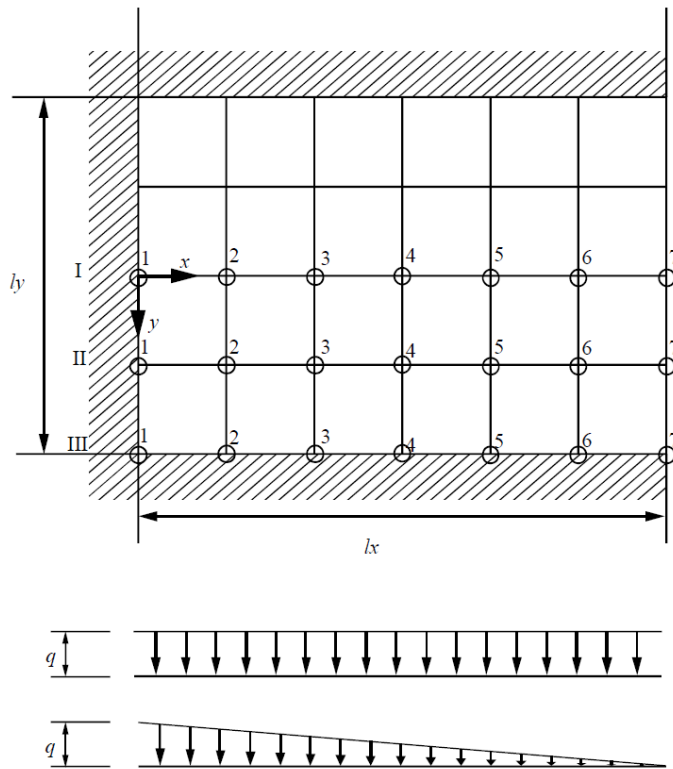
Khi  $\lambda > 1$

$$M_x = X \cdot q \cdot l_y^2$$
$$M_y = Y \cdot q \cdot l_x^2$$

(2.2)

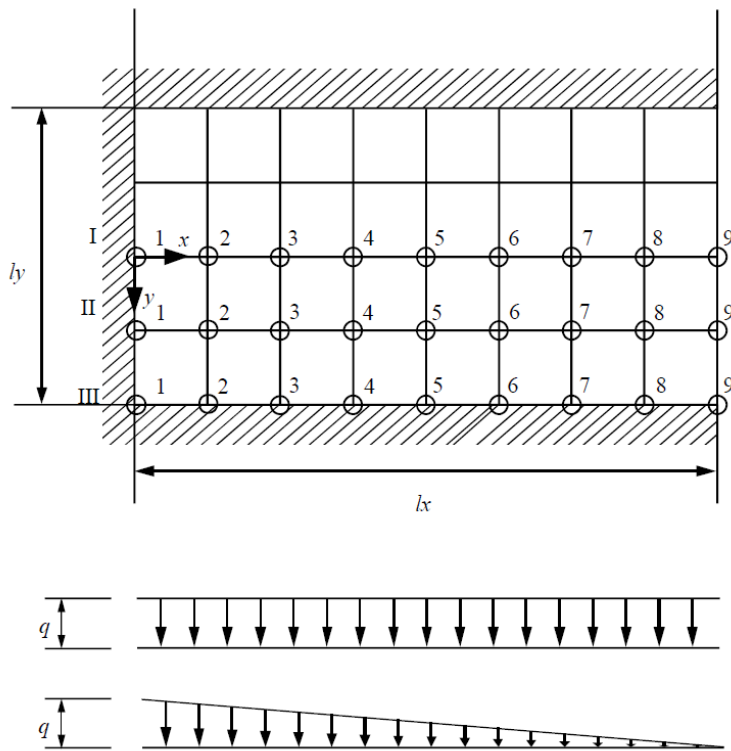
Trong đó:

- $\lambda$  : tỷ số giữa chiều dài hai cạnh  $\lambda = l_x / l_y$
- $M_x, M_y$  : Mô men uốn theo phương x hoặc y tại một điểm (kN·m/m)
- $X, Y$  : Hệ số mô men uốn theo phương x hoặc y tại một điểm
- $l_x, l_y$  : Chiều dài theo phương x hoặc y (m)
- $q$  : Cường độ tải trọng đối với tải trọng phân bố đều hoặc giá trị lớn nhất đối với tải trọng phân bố hình tam giác (kN/m<sup>2</sup>)

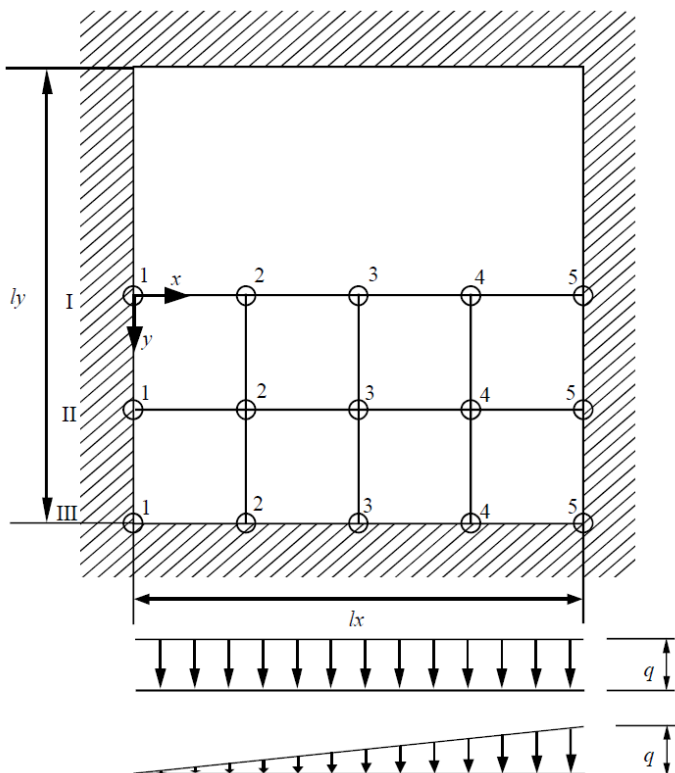


OCDI  
2020  
Phần VI  
Chương 4  
Bảng 2.1.1  
Bảng 2.1.2  
Bảng 2.1.3

Hình 2.23- Bản được ngàm ba cạnh và tự do một cạnh (chia 6 phần bằng nhau)

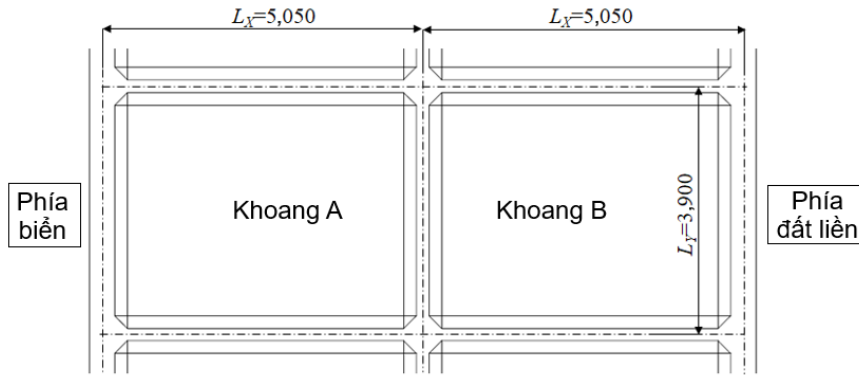


Hình 2.24- Bản được ngàm ba cạnh và tự do một cạnh (chia 8 phần bằng nhau)



Hình 2.25- Bản được ngàm bốn cạnh (chia 4 phần bằng nhau)

## 2) Kiểm tra an toàn bản đáy



**Hình 2.26- Nhíp thiết kế của bản đáy**

Nội lực tiết diện của bản đáy được ước tính theo mô hình bản đỡ bốn cạnh dựa trên điều kiện ràng buộc và được tính toán dựa trên bảng số liệu.

i) Khoang A: Trạng thái thường xuyên (tải trọng hướng lên)

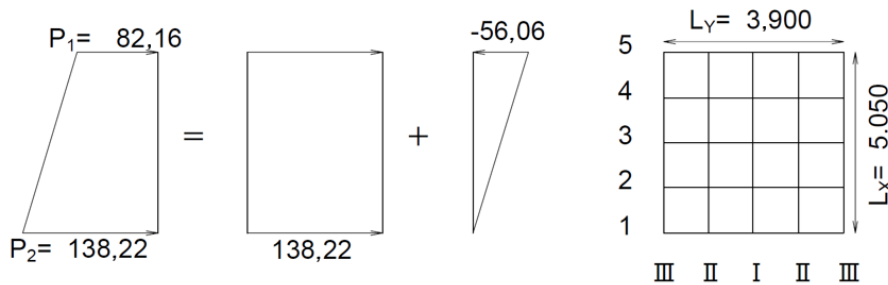
$$P_1 = 82,16 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$P_2 = 138,22 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$L_x = 5,050 \text{ (m)}$$

$$L_y = 3,900 \text{ (m)}$$

$\lambda = 5,050/3,900 = 1,29$ , Áp dụng bảng hệ số cho  $\lambda = 1,25$  để tính toán.



**Hình 2.27- Mô hình thiết kế để tính toán lực tiết diện**

- Lực tiết diện do tải trọng phân bố đều gây ra

$$P = 138,22 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_x = P \cdot L_y^2 \cdot X = 138,22 \times 3,900^2 \times X = 2.102,33 \times X \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_y = P \cdot L_x^2 \cdot Y = 138,22 \times 5,050^2 \times Y = 3.500,00 \times Y \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

**Bảng 2.31- Hệ số và lực tiết diện**

		Hệ số, X	$M_x$ (kN·m)	Hệ số, Y	$M_y$ (kN·m)
I	5	-0,0559	-117,52	-0,0093	-19,55
	4	0,0119	25,02	0,0181	38,05
	3	0,0189	39,73	0,0285	62,02
	2	0,0119	25,02	0,0181	38,05
	1	-0,0559	-117,52	-0,0093	-19,55
II	5	-0,0343	-72,11	-0,0057	-11,98
	4	0,0067	14,09	0,0074	15,56
	3	0,0097	20,39	0,0108	22,71
	2	0,0067	14,09	0,0074	15,56
	1	-0,0343	-72,11	-0,0057	-11,98
III	5	0,0000	0,00	0,0000	0,00

	4	-0,0074	-15,56	-0,0442	-92,92
	3	-0,0111	-23,34	-0,0664	-139,59
	2	-0,0074	-15,56	-0,0442	-92,92
	1	0,0000	0,00	0,0000	0,00

- Lực tiết diện do tải trọng phân bố hình tam giác gây ra

$$P = -56,06 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_x = P \cdot L \cdot Y^2 \cdot X = -56,06 \times 3,900^2 \times X = -852,67 \times X \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_y = P \cdot L \cdot X^2 \cdot Y = -56,06 \times 3,900^2 \times Y = -852,67 \times Y \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

**Bảng 2.32- Hệ số và lực tiết diện (tải trọng tam giác)**

		Hệ số, X	$M_x$ (kN·m)	Hệ số, Y	$M_y$ (kN·m)
I	5	-0,0389	33,17	-0,0065	5,54
	4	0,0102	-8,70	0,0111	-9,46
	3	0,0095	-8,10	0,0147	-12,53
	2	0,0017	-1,45	0,0069	-5,88
	1	-0,0171	14,58	-0,0029	2,47
II	5	-0,0251	21,40	-0,0042	3,58
	4	0,0061	-5,20	0,0053	-4,52
	3	0,0048	-4,09	0,0054	-4,60
	2	0,0006	-0,51	0,0021	-1,79
	1	-0,0092	7,84	-0,0015	1,28
III	5	0,0000	0,00	0,0000	0,00
	4	-0,0049	4,18	-0,0291	24,81
	3	-0,0055	4,69	-0,0332	28,31
	2	-0,0025	2,13	-0,0151	12,88
	1	0,0000	0,00	0,0000	0,00

- Nội lực tổng hợp do tải trọng phân bố đều và hình tam giác

**Bảng 2.33- Tóm tắt lực tiết diện (Khoang A, trạng thái thường xuyên, (tải trọng hướng lên))**

		$M_x$ (kN·m)	$M_y$ (kN·m)
I	5	-84,35	-14,01
	4	16,32	28,59
	3	31,63	49,49
	2	23,57	32,17
	1	-102,94	-17,08
II	5	-50,71	-8,40
	4	8,89	11,04
	3	16,30	18,11
	2	13,58	13,77
	1	-64,27	-10,70
III	5	0,00	0,00
	4	-11,38	-68,11
	3	-18,65	-111,28
	2	-13,43	-80,04
	1	0,00	0,00

ii) Khoang B: Trạng thái nổi (tải trọng hướng lên)

$$P_1 = 93,43 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$P_2 = 93,43 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$L_x = 5,050 \text{ (m)}$$

$$L_y = 3,900 \text{ (m)}$$

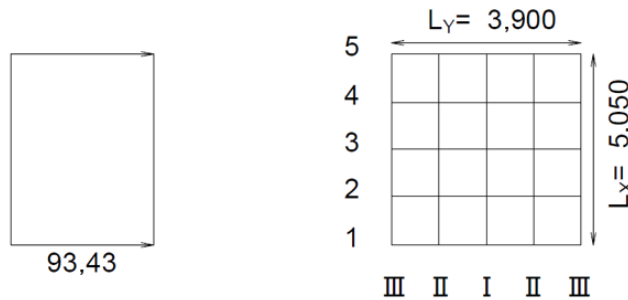
$\lambda = 5,050/3,900 = 1,29$ , Áp dụng bảng hệ số cho  $\lambda = 1,25$  để tính toán.

- Lực tiết diện do tải trọng phân bố đều gây ra

$$P = 93,43 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_x = P \cdot L_y^2 \cdot X = 93,43 \times 3,900^2 \times X = 1.421,07 \times X \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_y = P \cdot L_x^2 \cdot Y = 93,43 \times 5,050^2 \times Y = 1.421,07 \times Y \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$



Hình 2.28- Mô hình thiết kế để xác định lực tiết diện

Bảng 2.34- Hệ số và nội lực tiết diện (Khoang B, điều kiện nổi – tải trọng hướng lên)

		Hệ số, X	$M_x$ (kN·m)	Hệ số, Y	$M_y$ (kN·m)
I	5	-0,0559	-79,44	-0,0093	-13,22
	4	0,0119	16,91	0,0181	25,72
	3	0,0189	26,86	0,0285	41,92
	2	0,0119	16,91	0,0181	25,72
	1	-0,0559	-79,44	-0,0093	-13,22
II	5	-0,0343	-48,74	-0,0057	-8,10
	4	0,0067	9,52	0,0074	10,52
	3	0,0097	13,78	0,0108	15,35
	2	0,0067	9,52	0,0074	10,52
	1	-0,0343	-48,74	-0,0057	-8,10
III	5	0,0000	0,00	0,0000	0,00
	4	-0,0074	-10,52	-0,0442	-62,81
	3	-0,0111	-15,77	-0,0664	-94,36
	2	-0,0074	-10,52	-0,0442	-62,81
	1	0,0000	0,00	0,0000	0,00

iii) Khoang A: Động đất cấp độ 1 (tải trọng hướng lên)

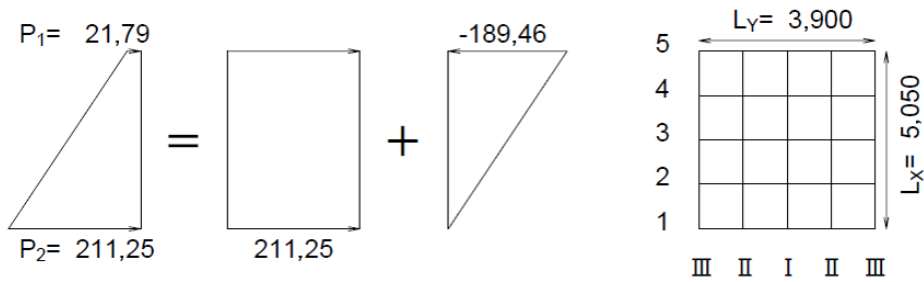
$$P_1 = 21,79 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$P_2 = 211,25 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$L_x = 5,050 \text{ (m)}$$

$$L_y = 3,900 \text{ (m)}$$

$\lambda = 5,050/3,900 = 1,29$ , Áp dụng bảng hệ số cho  $\lambda = 1,25$  để tính toán.



**Hình 2.29- Mô hình thiết kế để tính toán lực tiết diện**

- Lực tiết diện do tải trọng phân bố đều gây ra

$$P = 211,25 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_x = P \cdot L_y^2 \cdot X = 211,25 \times 3,900^2 \times X = 3.213,11 \times X \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_y = P \cdot L_y^2 \cdot Y = 211,25 \times 3,900^2 \times Y = 3.213,11 \times Y \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

**Bảng 2.35- Hệ số và lực tiết diện**

		Hệ số, X	$M_x$ (kN·m)	Hệ số, Y	$M_y$ (kN·m)
I	5	-0,0559	-179,61	-0,0093	-29,88
	4	0,0119	38,24	0,0181	58,16
	3	0,0189	60,73	0,0285	94,79
	2	0,0119	38,24	0,0181	58,16
	1	-0,0559	-179,61	-0,0093	-29,88
II	5	-0,0343	-110,21	-0,0057	-18,31
	4	0,0067	21,53	0,0074	23,78
	3	0,0097	31,17	0,0108	34,70
	2	0,0067	21,53	0,0074	23,78
	1	-0,0343	-110,21	-0,0057	-18,31
III	5	0,0000	0,00	0,0000	0,00
	4	-0,0074	-23,78	-0,0442	-142,02
	3	-0,0111	-35,67	-0,0664	-213,35
	2	-0,0074	-23,78	-0,0442	-142,02
	1	0,0000	0,00	0,0000	0,00

- Lực tiết diện do tải trọng phân bố hình tam giác gây ra

$$P = -189,46 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_x = P \cdot L_y^2 \cdot X = -189,46 \times 3,900^2 \times X = -2.881,69 \times X \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_y = P \cdot L_y^2 \cdot Y = -189,46 \times 3,900^2 \times Y = -2.881,69 \times Y \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

**Bảng 2.36- Hệ số và lực tiết diện**

		Hệ số, X	$M_x$ (kN·m)	Hệ số, Y	$M_y$ (kN·m)
I	5	-0,0389	112,10	-0,0065	18,73
	4	0,0102	-29,39	0,0111	-31,99
	3	0,0095	-27,38	0,0147	-42,36
	2	0,0017	-4,90	0,0069	-19,88
	1	-0,0171	49,28	-0,0029	8,36
II	5	-0,0251	72,33	-0,0042	12,10
	4	0,0061	-17,58	0,0053	-15,27
	3	0,0048	-13,83	0,0054	-15,56

	2	0,0006	-1,73	0,0021	-6,05
	1	-0,0092	26,51	-0,0015	4,32
III	5	0,0000	0,00	0,0000	0,00
	4	-0,0049	14,12	-0,0291	83,86
	3	-0,0055	15,85	-0,0332	95,67
	2	-0,0025	7,20	-0,0151	43,51
	1	0,0000	0,00	0,0000	0,00

- Nội lực tổng hợp do tải trọng phân bố đều và hình tam giác

**Bảng 2.37- Tóm tắt lực tiết diện (Khoang A, Động đất cấp độ 1 (tải trọng hướng lên))**

		$M_x$ (kN·m)	$M_y$ (kN·m)
I	5	-67,51	-11,15
	4	8,85	26,17
	3	33,35	52,43
	2	-33,34	38,28
	1	-130,33	-21,52
II	5	-37,88	-6,21
	4	3,95	8,51
	3	17,34	19,14
	2	19,80	17,73
	1	-83,70	-13,99
III	5	0,00	0,00
	4	-9,66	-58,16
	3	-19,82	-117,68
	2	-16,58	-98,51
	1	0,00	0,00

iv) Khoang B: Động đất cấp độ 1 (tải trọng hướng lên)

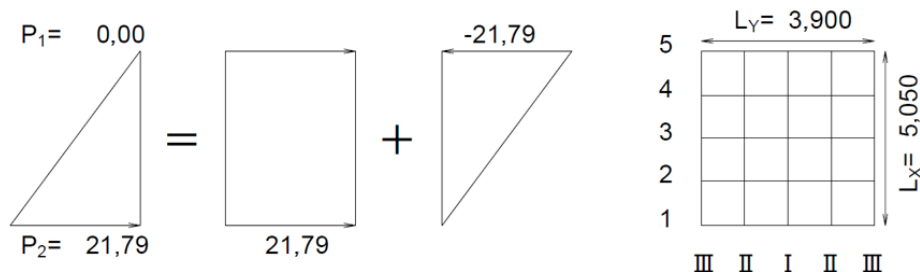
$$P_1 = 0,00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$P_2 = 21,79 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$L_x = 5,050 \text{ (m)}$$

$$L_y = 3,900 \text{ (m)}$$

$\lambda = 5,050/3,900 = 1,29$ , Áp dụng bảng hệ số cho  $\lambda = 1,25$  để tính toán.



**Hình 2.30- Mô hình thiết kế để xác định lực tiết diện**

- Lực tiết diện do tải trọng phân bố đều gây ra

$$P = 21,79 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_x = P \cdot L_y^2 \cdot X = 21,79 \times 3,900^2 \times X = 331,43 \times X \text{ (kN·m)}$$

$$M_y = P \cdot L_x^2 \cdot Y = 21,79 \times 5,050^2 \times Y = 550,43 \times Y \text{ (kN·m)}$$

**Bảng 2.38- Hệ số và lực tiết diện**

		Hệ số, X	$M_x$ (kN·m)	Hệ số, Y	$M_y$ (kN·m)
I	5	-0,0559	-18,53	-0,0093	-3,08
	4	0,0119	3,94	0,0181	6,00
	3	0,0189	6,26	0,0285	9,78
	2	0,0119	3,94	0,0181	6,00
	1	-0,0559	-18,53	-0,0093	-3,08
II	5	-0,0343	-11,37	-0,0057	-1,89
	4	0,0067	2,22	0,0074	2,45
	3	0,0097	3,21	0,0108	3,58
	2	0,0067	2,22	0,0074	2,45
	1	-0,0343	-11,37	-0,0057	-1,89
III	5	0,0000	0,00	0,0000	0,00
	4	-0,0074	-2,45	-0,0442	-14,65
	3	-0,0111	-3,68	-0,0664	-22,01
	2	-0,0074	-2,45	-0,0442	-14,65
	1	0,0000	0,00	0,0000	0,00

- Lực tiết diện do tải trọng phân bố hình tam giác gây ra

$$P = -21,79 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_x = P \cdot L \cdot Y^2 \cdot X = -21,79 \times 3,900^2 \times X = -331,43 \times X \text{ (kN} \cdot \text{m)}$$

$$M_y = P \cdot L \cdot Y^2 \cdot Y = -21,79 \times 3,900^2 \times Y = -331,43 \times Y \text{ (kN} \cdot \text{m)}$$

**Bảng 2.39- Hệ số và lực tiết diện**

		Hệ số, X	$M_x$ (kN·m)	Hệ số, Y	$M_y$ (kN·m)
I	5	-0,0389	12,89	-0,0065	2,15
	4	0,0102	-3,38	0,0111	-3,68
	3	0,0095	-3,15	0,0147	-4,87
	2	0,0017	-0,56	0,0069	-2,29
	1	-0,0171	5,67	-0,0029	0,96
II	5	-0,0251	8,32	-0,0042	1,39
	4	0,0061	-2,02	0,0053	-1,76
	3	0,0048	-1,59	0,0054	-1,79
	2	0,0006	-0,20	0,0021	-0,70
	1	-0,0092	3,05	-0,0015	0,50
III	5	0,0000	0,00	0,0000	0,00
	4	-0,0049	1,62	-0,0291	9,64
	3	-0,0055	1,82	-0,0332	11,00
	2	-0,0025	0,83	-0,0151	5,00
	1	0,0000	0,00	0,0000	0,00

- Nội lực tổng hợp do tải trọng phân bố đều và hình tam giác

**Bảng 2.40- Tóm tắt lực tiết diện (Khoang B, Động đất cấp độ 1 (tải trọng hướng lên))**

		$M_x$ (kN·m)	$M_y$ (kN·m)
I	5	-5,64	-0,93
	4	0,56	2,32

	3	3,11	4,91
	2	3,38	3,71
	1	-12,86	-2,12
II	5	-3,05	-0,50
	4	0,20	0,69
	3	1,62	1,79
	2	2,02	1,75
	1	-8,32	-1,39
III	5	0,00	0,00
	4	-0,83	-5,01
	3	-1,86	-11,01
	2	-1,62	-9,65
	1	0,00	0,00

v) Khoang B: Động đất cấp độ 1 (tải trọng hướng xuống)

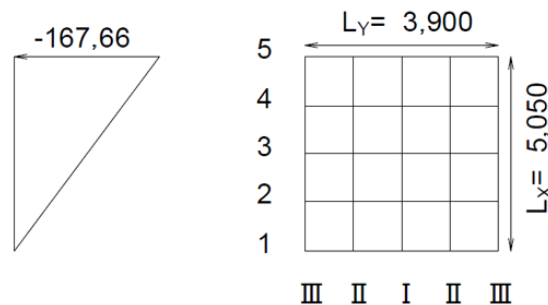
$$P_1 = -167,66 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$P_2 = 0,00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$L_x = 5,050 \text{ (m)}$$

$$L_y = 3,900 \text{ (m)}$$

$\lambda = 5,050/3,900 = 1,29$ , Áp dụng bảng hệ số cho  $\lambda = 1,25$  để tính toán.



**Hình 2.31- Mô hình thiết kế để xác định lực tiết diện**

- Lực tiết diện do tải trọng phân bố hình tam giác gây ra

$$P = -167,66 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_x = P \cdot L_y^2 \cdot X = -167,66 \times 3,900^2 \times X = -2.550,11 \times X \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_y = P \cdot L_x^2 \cdot Y = -167,66 \times 5,050^2 \times Y = -4.280,11 \times Y \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

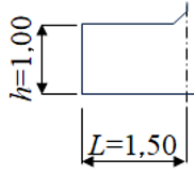
**Bảng 2.41- Hệ số và lực tiết diện**

		Hệ số, X	$M_x$ (kN·m)	Hệ số, Y	$M_y$ (kN·m)
I	5	-0,0389	99,20	-0,0065	16,58
	4	0,0102	-26,01	0,0111	-28,31
	3	0,0095	-24,23	0,0147	-37,49
	2	0,0017	-4,34	0,0069	-17,60
	1	-0,0171	43,61	-0,0029	7,40
II	5	-0,0251	64,01	-0,0042	10,71
	4	0,0061	-15,56	0,0053	-13,52
	3	0,0048	-12,24	0,0054	-13,77
	2	0,0006	-1,53	0,0021	-5,36
	1	-0,0092	23,46	-0,0015	3,83
III	5	0,0000	0,00	0,0000	0,00
	4	-0,0049	12,50	-0,0291	74,21

3	-0,0055	14,03	-0,0332	84,66
2	-0,0025	6,38	-0,0151	38,51
1	0,0000	0,00	0,0000	0,00

### 3) Kiểm tra an toàn của Đáy móng

Lực tiết diện tác động lên Đáy móng được tính toán bằng cách mô phỏng nó như một dầm công xôn được ngàm tại mặt trước của tường trước.



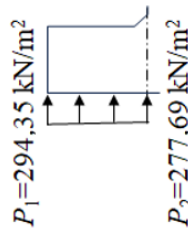
- Mô men uốn

$$M_d = 1/6 \cdot L^2 \cdot (2 \cdot P_1 + P_2)$$

- Lực cắt

$$V_d = 1/2 \cdot L \cdot (P_1 + P_2)$$

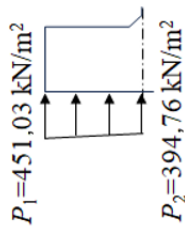
- i) Trạng thái thường xuyên



$$M_d = 1/6 \times 1,50^2 \times (2 \times 294,35 + 277,69) = 324,90 \text{ (kN}\cdot\text{m/m)}$$

$$V_d = 1/2 \times 1,50 \times (294,35 + 277,69) = 429,03 \text{ (kN/m)}$$

- ii) Động đất cấp độ 1



$$M_d = 1/6 \times 1,50^2 \times (2 \times 451,03 + 394,76) = 486,31 \text{ (kN}\cdot\text{m/m)}$$

$$V_d = 1/2 \times 1,50 \times (451,03 + 394,76) = 634,34 \text{ (kN/m)}$$

### 4) Kiểm tra an toàn của Tường ngoài

Lực tiết diện tác động lên tường ngoài được ước lượng bằng mô hình bản kê ba cạnh, tự do một cạnh theo điều kiện liên kết, sử dụng bảng số liệu.

- i) Trạng thái nổi (Tường bên)

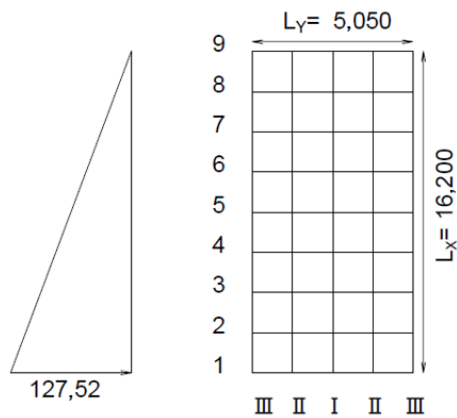
$$P_1 = 0,00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$P_2 = 127,52 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$L_x = 16,200 \text{ (m)}$$

$$L_y = 5,050 \text{ (m)}$$

$$\lambda = 16,200/5,050 = 3,21, \text{ Áp dụng bảng hệ số cho } \lambda = 3,25 \text{ để tính toán.}$$



**Hình 2.32- Mô hình thiết kế để xác định lực tiết diện**

- Lực tiết diện do tải trọng phân bố hình tam giác gây ra

$$P = 127,52 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_x = P \cdot L_y^2 \cdot X = 127,52 \times 5,050^2 \times X = 3.252,08 \times X \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_y = P \cdot L_y^2 \cdot Y = 127,52 \times 5,050^2 \times Y = 3.252,08 \times Y \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

**Bảng 2.42- Hệ số và lực tiết diện**

		Hệ số, X	$M_x$ (kN·m)	Hệ số, Y	$M_y$ (kN·m)
I	9	0,0000	0,00	0,0029	9,43
	8	0,0004	1,30	0,0057	18,54
	7	0,0017	5,53	0,0105	34,15
	6	0,0026	8,46	0,0156	50,73
	5	0,0035	11,38	0,0209	67,97
	4	0,0048	15,61	0,0261	84,88
	3	0,0085	27,64	0,0293	95,29
	2	0,0122	39,68	0,0212	68,94
	1	-0,0496	-161,30	-0,0083	-26,99
II	9	0,0000	0,00	0,0003	0,98
	8	-0,0001	-0,33	0,0013	4,23
	7	0,0004	1,30	0,0026	8,46
	6	0,0006	1,95	0,0039	12,68
	5	0,0008	2,60	0,0052	16,91
	4	0,0014	4,55	0,0066	21,46
	3	0,0034	11,06	0,0082	26,67
	2	0,0064	20,81	0,0077	25,04
	1	-0,0302	-98,21	-0,0050	-16,26
III	9	0,0000	0,00	-0,0008	-2,60
	8	-0,0019	-6,18	-0,0112	-36,42
	7	-0,0037	-12,03	-0,0224	-72,85
	6	-0,0054	-17,56	-0,0325	-105,69
	5	-0,0071	-23,09	-0,0428	-139,19
	4	-0,0086	-27,97	-0,0516	-167,81
	3	-0,0096	-31,22	-0,0578	-187,97
	2	-0,0080	-26,02	-0,0479	-155,77
	1	0,0000	0,00	0,0000	0,00

ii) Trạng thái nổi (Tường trước)

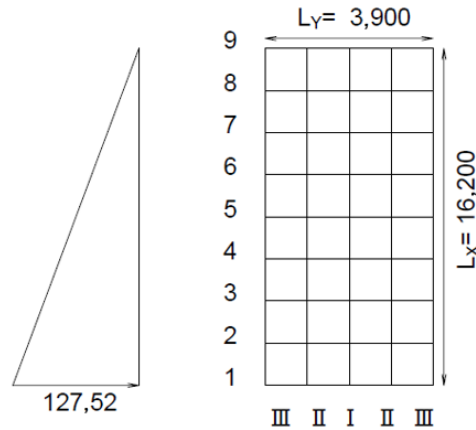
$$P_1 = 0,00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$P_2 = 127,52 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$L_x = 16,200 \text{ (m)}$$

$$L_y = 3,900 \text{ (m)}$$

$\lambda = 16,200/3,900 = 4,15$ , Áp dụng bảng hệ số cho  $\lambda = 4,25$  để tính toán.



**Hình 2.33- Mô hình thiết kế để xác định lực tiết diện**

- Lực tiết diện do tải trọng phân bố hình tam giác gây ra

$$P = 127,52 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_x = P \cdot L_y^2 \cdot X = 127,52 \times 3,900^2 \times X = 1.939,58 \times X \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_y = P \cdot L_y^2 \cdot Y = 127,52 \times 3,900^2 \times Y = 1.939,58 \times Y \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

**Bảng 2.43- Hệ số và lực tiết diện**

		Hệ số, X	$M_x$ (kN·m)	Hệ số, Y	$M_y$ (kN·m)
I	9	0,0000	0,00	0,0022	4,27
	8	0,0006	1,16	0,0054	10,47
	7	0,0018	3,49	0,0105	20,37
	6	0,0027	5,24	0,0157	30,45
	5	0,0034	6,59	0,0209	40,54
	4	0,0043	8,34	0,0261	50,62
	3	0,0064	12,41	0,0309	59,93
	2	0,0123	23,86	0,0274	53,14
	1	-0,0507	-98,34	-0,0085	-16,49
II	9	0,0000	0,00	0,0004	0,78
	8	0,0000	0,00	0,0012	2,33
	7	0,0003	0,58	0,0027	5,24
	6	0,0005	0,97	0,0039	7,56
	5	0,0007	1,36	0,0052	10,09
	4	0,0011	2,13	0,0065	12,61
	3	0,0023	4,46	0,0080	15,52
	2	0,0059	11,44	0,0088	17,07
	1	-0,0301	-58,38	-0,0050	-9,70
III	9	0,0000	0,00	0,0018	3,49
	8	-0,0018	-3,49	-0,0108	-20,95
	7	-0,0039	-7,56	-0,0234	-45,39
	6	-0,0056	-10,86	-0,0334	-64,78

5	-0,0072	-13,96	-0,0434	-84,18
4	-0,0085	-16,49	-0,0507	-98,34
3	-0,0097	-18,81	-0,0580	-112,50
2	-0,0097	-18,81	-0,0580	-112,50
1	0,0000	0,00	0,0000	0,00

iii) Trạng thái thường xuyên (Tường bên)

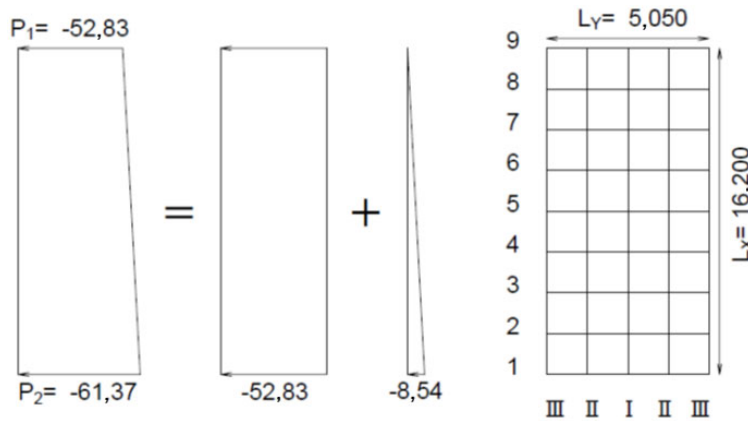
$$P_1 = -52,83 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$P_2 = -61,37 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$L_x = 16,200 \text{ (m)}$$

$$L_y = 5,050 \text{ (m)}$$

$\lambda = 16,200/5,050 = 3,21$ , Áp dụng bảng hệ số cho  $\lambda = 3,25$  để tính toán.



**Hình 2.34- Mô hình thiết kế để xác định lực tiết diện**

- Lực tiết diện do tải trọng phân bố đều gây ra

$$P = -52,83 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_x = P \cdot L_y^2 \cdot X = -52,83 \times 5,050^2 \times X = -1.347,30 \times X \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_y = P \cdot L_y^2 \cdot Y = -52,83 \times 5,050^2 \times Y = -1.347,30 \times Y \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

**Bảng 2.44- Hệ số và lực tiết diện**

		Hệ số, X	$M_x$ (kN·m)	Hệ số, Y	$M_y$ (kN·m)
I	9	0,0000	0,00	0,0432	-58,20
	8	0,0064	-8,62	0,0414	-55,78
	7	0,0071	-9,57	0,0416	-56,05
	6	0,0070	-9,43	0,0417	-56,18
	5	0,0070	-9,43	0,0418	-56,32
	4	0,0075	-10,10	0,0417	-56,18
	3	0,0104	-14,01	0,0395	-53,22
	2	0,0128	-17,25	0,0256	-34,49
	1	-0,0565	76,12	-0,0094	12,66
II	9	0,0000	0,00	0,0105	-14,15
	8	0,0014	-1,89	0,0103	-13,88
	7	0,0019	-2,56	0,0104	-14,01
	6	0,0019	-2,56	0,0104	-14,01
	5	0,0017	-2,29	0,0105	-14,15
	4	0,0019	-2,56	0,0106	-14,28
	3	0,0039	-5,25	0,0108	-14,55
	2	0,0067	-9,03	0,0088	-11,86

	1	-0,0338	45,54	-0,0056	7,54
III	9	0,0000	0,00	-0,0872	117,48
	8	-0,0140	18,86	-0,0837	112,77
	7	-0,0136	18,32	-0,0816	109,94
	6	-0,0137	18,46	-0,0823	110,88
	5	-0,0141	19,00	-0,0846	113,98
	4	-0,0141	19,00	-0,0845	113,85
	3	-0,0132	17,78	-0,0791	106,57
	2	-0,0092	12,40	-0,0553	74,51
	1	0,0000	0,00	0,0000	0,00

- Lực tiết diện do tải trọng phân bố hình tam giác gây ra

$$P = -8,54 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_X = P \cdot L \cdot Y^2 \cdot X = -8,54 \times 5,050^2 \times X = -217,79 \times X \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_Y = P \cdot L \cdot Y^2 \cdot Y = -8,54 \times 5,050^2 \times Y = -217,79 \times Y \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

**Bảng 2.45- Hệ số và lực tiết diện**

		Hệ số, X	$M_X$ (kN·m)	Hệ số, Y	$M_Y$ (kN·m)
I	9	0,0000	0,00	0,0029	-0,63
	8	0,0004	-0,09	0,0057	-1,24
	7	0,0017	-0,37	0,0105	-2,29
	6	0,0026	-0,57	0,0156	-3,40
	5	0,0035	-0,76	0,0209	-4,55
	4	0,0048	-1,05	0,0261	-5,68
	3	0,0085	-1,85	0,0293	-6,38
	2	0,0122	-2,66	0,0212	-4,62
	1	-0,0496	10,80	-0,0083	1,81
II	9	0,0000	0,00	0,0003	-0,07
	8	-0,0001	0,02	0,0013	-0,28
	7	0,0004	-0,09	0,0026	-0,57
	6	0,0006	-0,13	0,0039	-0,85
	5	0,0008	-0,17	0,0052	-1,13
	4	0,0014	-0,30	0,0066	-1,44
	3	0,0034	-0,74	0,0082	-1,79
	2	0,0064	-1,39	0,0077	-1,68
	1	-0,0302	6,58	-0,0050	1,09
III	9	0,0000	0,00	-0,0008	0,17
	8	-0,0019	0,41	-0,0112	2,44
	7	-0,0037	0,81	-0,0224	4,88
	6	-0,0054	1,18	-0,0325	7,08
	5	-0,0071	1,55	-0,0428	9,32
	4	-0,0086	1,87	-0,0516	11,24
	3	-0,0096	2,09	-0,0578	12,59
	2	-0,0080	1,74	-0,0479	10,43
	1	0,0000	0,00	0,0000	0,00

**Bảng 2.46- Tóm tắt lực tiết diện (Tường bên, Trạng thái thường xuyên)**

		$M_x$ (kN·m)	$M_y$ (kN·m)
I	9	0,00	-58,83
	8	-8,71	-57,02
	7	-9,94	-58,34
	6	-10,00	-59,58
	5	-10,19	-60,87
	4	-11,15	-61,86
	3	-15,86	-59,60
	2	-19,91	-39,11
	1	86,92	14,47
II	9	0,00	-14,22
	8	-1,87	-14,16
	7	-2,65	-14,58
	6	-2,69	-14,86
	5	-2,46	-15,28
	4	-2,86	-15,72
	3	-5,99	-16,34
	2	-10,42	-13,54
	1	52,12	8,63
III	9	0,00	117,65
	8	19,27	115,21
	7	19,13	114,82
	6	19,64	117,96
	5	20,55	123,30
	4	20,87	125,09
	3	19,87	119,16
	2	14,14	84,94
	1	0,00	0,00

iv) Trạng thái thường xuyên (Tường trước và tường sau)

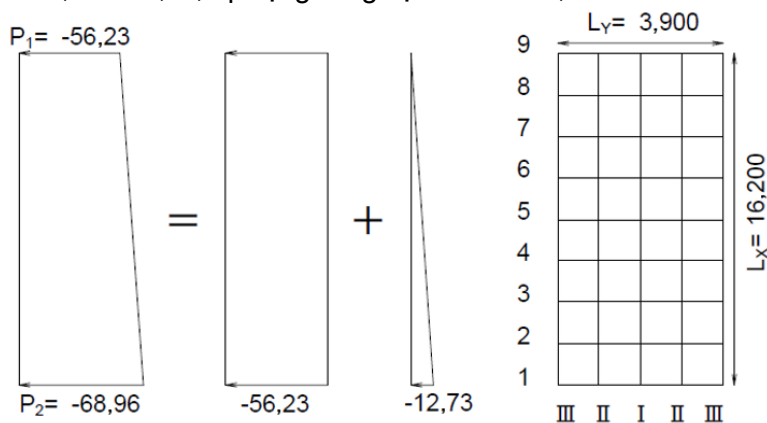
$$P_1 = -56,23 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$P_2 = -68,96 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$L_x = 16,200 \text{ (m)}$$

$$L_y = 3,900 \text{ (m)}$$

$\lambda = 16,200/3,900 = 4,15$ , Áp dụng bảng hệ số cho  $\lambda = 4,25$  để tính toán.



**Hình 2.35- Mô hình thiết kế để xác định lực tiết diện**

- Lực tiết diện do tải trọng phân bố đều gây ra

$$P = -56,23 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_x = P \cdot L_y^2 \cdot X = -56,23 \times 3,900^2 \times X = -855,26 \times X \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_y = P \cdot L_x^2 \cdot Y = -56,23 \times 3,900^2 \times Y = -855,26 \times Y \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

**Bảng 2.47- Hệ số và lực tiết diện**

		Hệ số, X	$M_x$ (kN·m)	Hệ số, Y	$M_y$ (kN·m)
I	9	0,0000	0,00	0,0433	-37,03
	8	0,0068	-5,82	0,0415	-35,49
	7	0,0072	-6,16	0,0416	-35,58
	6	0,0071	-6,07	0,0417	-35,66
	5	0,0069	-5,90	0,0417	-35,66
	4	0,0068	-5,82	0,0418	-35,75
	3	0,0081	-6,93	0,0413	-35,32
	2	0,0134	-11,46	0,0321	-27,45
	1	-0,0560	47,89	-0,0093	7,95
II	9	0,0000	0,00	0,0105	-8,98
	8	0,0016	-1,37	0,0104	-8,89
	7	0,0022	-1,88	0,0105	-8,98
	6	0,0020	-1,71	0,0104	-8,89
	5	0,0015	-1,28	0,0104	-8,89
	4	0,0015	-1,28	0,0104	-8,89
	3	0,0026	-2,22	0,0106	-9,07
	2	0,0065	-5,56	0,0101	-8,64
	1	-0,0325	27,80	-0,0054	4,62
III	9	0,0000	0,00	-0,0891	76,20
	8	-0,0141	12,06	-0,0844	72,18
	7	-0,0135	11,55	-0,0807	69,02
	6	-0,0136	11,63	-0,0816	69,79
	5	-0,0142	12,14	-0,0852	72,87
	4	-0,0141	12,06	-0,0848	72,53
	3	-0,0133	11,37	-0,0801	68,51
	2	-0,0108	9,24	-0,0651	55,68
	1	0,0000	0,00	0,0000	0,00

- Lực tiết diện do tải trọng phân bố hình tam giác gây ra

$$P = -12,73 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_x = P \cdot L_y^2 \cdot X = -12,73 \times 3,900^2 \times X = -193,62 \times X \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_y = P \cdot L_x^2 \cdot Y = -12,73 \times 3,900^2 \times Y = -193,62 \times Y \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

**Bảng 2.48- Hệ số và lực tiết diện**

		Hệ số, X	$M_x$ (kN·m)	Hệ số, Y	$M_y$ (kN·m)
I	9	0,0000	0,00	0,0022	-0,43
	8	0,0006	-0,12	0,0054	-1,05
	7	0,0018	-0,35	0,0105	-2,03
	6	0,0027	-0,52	0,0157	-3,04
	5	0,0034	-0,66	0,0209	-4,05

	4	0,0043	-0,83	0,0261	-5,05
	3	0,0064	-1,24	0,0309	-5,98
	2	0,0123	-2,38	0,0274	-5,31
	1	-0,0507	9,82	-0,0085	1,65
II	9	0,0000	0,00	0,0004	-0,08
	8	0,0000	0,00	0,0012	-0,23
	7	0,0003	-0,06	0,0027	-0,52
	6	0,0005	-0,10	0,0039	-0,76
	5	0,0007	-0,14	0,0052	-1,01
	4	0,0011	-0,21	0,0065	-1,26
	3	0,0023	-0,45	0,0080	-1,55
	2	0,0059	-1,14	0,0088	-1,70
	1	-0,0301	5,83	-0,0050	0,97
III	9	0,0000	0,00	0,0018	-0,35
	8	-0,0018	0,35	-0,0108	2,09
	7	-0,0039	0,76	-0,0234	4,53
	6	-0,0056	1,08	-0,0334	6,47
	5	-0,0072	1,39	-0,0434	8,40
	4	-0,0085	1,65	-0,0507	9,82
	3	-0,0097	1,88	-0,0580	11,23
	2	-0,0097	1,88	-0,0580	11,23
	1	0,0000	0,00	0,0000	0,00

**Bảng 2.49- Tóm tắt lực tiết diện (Tường bên, Trạng thái thường xuyên)**

		$M_x$ (kN·m)	$M_y$ (kN·m)
I	9	0,00	-37,46
	8	-5,94	-36,54
	7	-6,51	-37,61
	6	-6,59	-38,70
	5	-6,56	-39,71
	4	-6,65	-40,80
	3	-8,17	-41,30
	2	-13,84	-32,76
	1	57,71	9,60
II	9	0,00	-9,06
	8	-1,37	-9,12
	7	-1,94	-9,50
	6	-1,81	-9,65
	5	-1,42	-9,90
	4	-1,49	-10,15
	3	-2,67	-10,62
	2	-6,70	-10,34
	1	33,63	5,59
III	9	0,00	75,85
	8	12,41	74,27
	7	12,31	73,55
	6	12,71	76,26
	5	13,53	81,27
	4	13,71	82,35

	3	13,25	79,74
	2	11,12	66,91
	1	0,00	0,00

v) Phương pháp hiệu chỉnh Mô men uốn không cân bằng giữa các Tường ngoài

Tại vị trí giao nhau giữa Tường bên và Tường trước/sau (tức là tại góc ngoài của kết cấu), các Mô men uốn ngang không cân bằng. Sự không cân bằng này xảy ra do mô hình tấm sàn được giả định là tấm được ngàm ba cạnh và tự do một cạnh. Do đó, Mô men uốn tại góc phải được phân phối lại và hiệu chỉnh dựa trên tỷ số độ cứng giữa các tấm liền kề. Cụ thể, các hiệu chỉnh được thực hiện tại trục III (cạnh) và trục I (giữa nhịp) như sau:

- Tỷ số độ cứng

Vì mô đun độ cứng (EI) của Tường bên, Tường trước và Tường sau là như nhau, nên tỷ số độ cứng  $K_1$  và  $K_2$  là:

$$K_1 = 1 / L_{y1} = 1 / 5,050 = 0,198$$

$$K_2 = 1 / L_{y2} = 1 / 3,900 = 0,256$$

- Tỷ số phân phối lại

$$\text{Hướng Tường bên: } \alpha = K_1 / (K_1 + K_2) = 0,198 / (0,198 + 0,256) = 0,436$$

$$\text{Hướng Tường trước/sau: } \beta = K_2 / (K_1 + K_2) = 0,256 / (0,198 + 0,256) = 0,564$$

- Hiệu chỉnh Mô men tại góc (trục III)

$$\Delta M = M_1 - M_2$$

Khi  $M_1 > M_2$

$$M_1' = M_1 - \alpha \Delta M = M_1 - 0,436 \times \Delta M$$

$$M_2' = M_2 + \beta \Delta M = M_2 + 0,564 \times \Delta M$$

Tuy nhiên, đối với thép lớp ngoài, không áp dụng hiệu chỉnh mà sử dụng giá trị mô men lớn hơn.

Đối với thép lớp trong, nếu mô men hiệu chỉnh nhỏ hơn mô men gốc thì sử dụng mô men gốc để đảm bảo an toàn.

- Hiệu chỉnh Mô men tại giữa nhịp (trục I)

Mức hiệu chỉnh tại giữa nhịp bằng 50% mức hiệu chỉnh tại trục III. Tuy nhiên, nếu mô men hiệu chỉnh nhỏ hơn mô men ban đầu thì sử dụng lại mô men ban đầu để đảm bảo an toàn.

Mô men hiệu chỉnh

$$M_1' = M_1 - 1/2 \cdot \Delta M \cdot e_1 = M_1 - 0,218 \times \Delta M$$

$$M_2' = M_2 + 1/2 \cdot \Delta M \cdot e_2 = M_2 + 0,282 \times \Delta M$$

vi) Mô men được hiệu chỉnh trong điều kiện nổi

- Mô men được hiệu chỉnh tại góc tấm bản (trục III)

TT	Tường bên			Mô men mất cân bằng	Tường trước		
	Mô men hiệu chỉnh	$\Delta M \cdot \alpha$	Mô men gốc		Mô men gốc	$\Delta M \cdot \beta$	Mô men hiệu chỉnh
9	-2,60	2,66	-2,60	6,09	3,49	-3,43	3,49
8	-36,42	6,74	-36,42	15,47	-20,95	-8,73	-36,42

7	-72,85	11,97	-72,85	27,46	-45,39	-15,49	-72,85
6	-105,69	17,84	-105,69	40,91	-64,78	-23,07	-105,69
5	-139,19	23,98	-139,19	55,01	-84,18	-31,03	-139,19
4	-167,81	30,29	-167,81	69,47	-98,34	-39,18	-167,81
3	-187,97	32,90	-187,97	75,47	-112,50	-42,57	-187,97
2	-155,77	18,87	-155,77	43,27	-112,50	-24,40	-155,77
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

- Mô men được hiệu chỉnh tại giữa nhịp (trục I)

TT	Tường bên			Mô men mất cân bằng	Tường trước		
	Mô men hiệu chỉnh	$1/2 \cdot \Delta M \cdot \alpha$	Mô men gốc		Mô men gốc	$1/2 \cdot \Delta M \cdot \beta$	Mô men hiệu chỉnh
9	10,76	1,33	9,43	6,09	4,27	-1,72	4,27
8	21,91	3,37	18,54	15,47	10,47	-4,36	10,47
7	40,14	5,99	34,15	27,46	20,37	-7,74	20,37
6	59,65	8,92	50,73	40,91	30,45	-11,54	30,45
5	79,96	11,99	67,97	55,01	40,54	-15,51	40,54
4	100,02	15,14	84,88	69,47	50,62	-19,59	50,62
3	111,74	16,45	95,29	75,47	59,93	-21,28	59,93
2	78,37	9,43	68,94	43,27	53,14	-12,20	53,14
1	-26,99	0,00	-26,99	0,00	-16,49	0,00	-16,49

vii) Mô men được hiệu chỉnh tại Trạng thái thường xuyên

- Mô men được hiệu chỉnh tại góc tấm bản (trục III)

TT	Tường bên			Mô men mất cân bằng	Tường trước		
	Mô men hiệu chỉnh	$\Delta M \cdot \alpha$	Mô men gốc		Mô men gốc	$\Delta M \cdot \beta$	Mô men hiệu chỉnh
9	117,65	-18,22	117,65	41,80	75,85	23,58	99,43
8	115,21	-17,85	115,21	40,94	74,27	23,09	97,36
7	114,82	-17,99	114,82	41,27	73,55	23,28	96,83
6	117,96	-18,18	117,96	41,70	76,26	23,52	99,78
5	123,30	-18,33	123,30	42,03	81,27	23,70	104,97
4	125,09	-18,63	125,09	42,74	82,35	24,11	106,46
3	119,16	-17,19	119,16	39,42	79,74	22,23	101,97
2	84,94	-7,86	84,94	18,03	66,91	10,17	77,08
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

- Mô men được hiệu chỉnh tại giữa nhịp (trục I)

TT	Tường bên			Mô men mất cân bằng	Tường trước		
	Mô men hiệu chỉnh	$1/2 \cdot \Delta M \cdot \alpha$	Mô men gốc		Mô men gốc	$1/2 \cdot \Delta M \cdot \beta$	Mô men hiệu chỉnh
9	-67,94	-9,11	-58,83	41,80	-37,46	11,79	-37,46
8	-65,94	-8,92	-57,02	40,94	-36,54	11,55	-36,54
7	-67,34	-9,00	-58,34	41,27	-37,61	11,64	-37,61
6	-68,67	-9,09	-59,58	41,70	-38,70	11,76	-38,70

5	-70,03	-9,16	-60,87	42,03	-39,71	11,85	-39,71
4	-71,18	-9,32	-61,86	42,74	-40,80	12,05	-40,80
3	-68,19	-8,59	-59,60	39,42	-41,30	11,12	-41,30
2	-43,04	-3,93	-39,11	18,03	-32,76	5,08	-32,76
1	14,47	0,00	14,47	0,00	9,60	0,00	9,60

### 5) Kiểm tra an toàn tường ngăn

Lực tiết diện của tường ngăn được xác định theo mô hình bản kê ba cạnh và tự do một cạnh, theo điều kiện ràng buộc và tính toán dựa trên các bảng số. Quy ước dấu cho Mô men uốn như sau:

- Dương (+) khi xuất hiện lực kéo ở phía trong,
- Âm (-) khi xuất hiện lực kéo ở phía ngoài.

#### i) Phương ngang

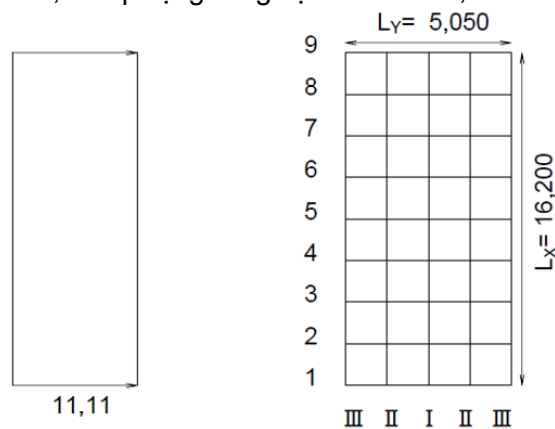
$$P_1 = 11,11 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$P_2 = 11,11 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$L_x = 16,200 \text{ (m)}$$

$$L_y = 5,050 \text{ (m)}$$

$$\lambda = 16,200/5,050 = 3,21. \text{ Áp dụng bảng hệ số cho } \lambda = 3,25.$$



Hình 2.36- Mô hình thiết kế để xác định lực tiết diện

- Lực tiết diện do tải trọng phân bố đều gây ra

$$P = 11,11 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_x = P \cdot L_y^2 \cdot X = 11,11 \times 5,050^2 \times X = 283,33 \times X \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_y = P \cdot L_x^2 \cdot Y = 11,11 \times 16,200^2 \times Y = 283,33 \times Y \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

Bảng 2.50- Hệ số và lực tiết diện

		Hệ số, X	$M_x$ (kN·m)	Hệ số, Y	$M_y$ (kN·m)
I	9	0,0000	0,00	0,0432	12,24
	8	0,0064	1,81	0,0414	11,73
	7	0,0071	2,01	0,0416	11,79
	6	0,0070	1,98	0,0417	11,81
	5	0,0070	1,98	0,0418	11,84
	4	0,0075	2,12	0,0417	11,81
	3	0,0104	2,95	0,0395	11,19
	2	0,0128	3,63	0,0256	7,25
	1	-0,0565	-16,01	-0,0094	-2,66
II	9	0,0000	0,00	0,0105	2,97

	8	0,0014	0,40	0,0103	2,92
	7	0,0019	0,54	0,0104	2,95
	6	0,0019	0,54	0,0104	2,95
	5	0,0017	0,48	0,0105	2,97
	4	0,0019	0,54	0,0106	3,00
	3	0,0039	1,10	0,0108	3,06
	2	0,0067	1,90	0,0088	2,49
	1	-0,0338	-9,58	-0,0056	-1,59
III	9	0,0000	0,00	-0,0872	-24,71
	8	-0,0140	-3,97	-0,0837	-23,71
	7	-0,0136	-3,85	-0,0816	-23,12
	6	-0,0137	-3,88	-0,0823	-23,32
	5	-0,0141	-3,99	-0,0846	-23,97
	4	-0,0141	-3,99	-0,0845	-23,94
	3	-0,0132	-3,74	-0,0791	-22,41
	2	-0,0092	-2,61	-0,0553	-15,67
	1	0,0000	0,00	0,0000	0,00

ii) Phương dọc

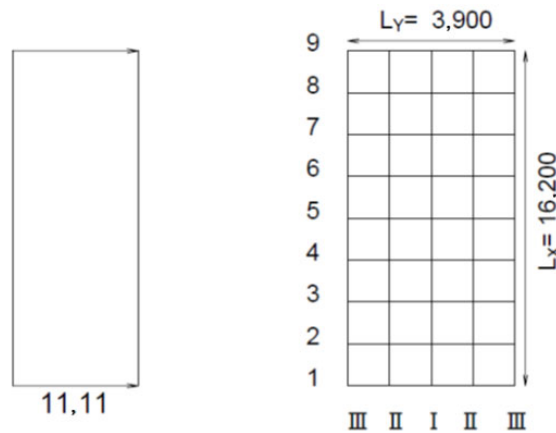
$$P_1 = 11,11 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$P_2 = 11,11 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$L_x = 16,200 \text{ (m)}$$

$$L_y = 3,900 \text{ (m)}$$

$\lambda = 16,200/3,900 = 4,15$ , Áp dụng bảng hệ số cho  $\lambda = 4,25$ .



Hình 2.37- Mô hình thiết kế để xác định lực tiết diện

- Lực tiết diện do tải trọng phân bố đều gây ra

$$P = 11,11 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_x = P \cdot L_y^2 \cdot X = 11,11 \times 3,900^2 \times X = 168,98 \times X \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_y = P \cdot L_x^2 \cdot Y = 11,11 \times 16,200^2 \times Y = 291,12 \times Y \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

Bảng 2.51- Hệ số và lực tiết diện

		Hệ số, X	$M_x$ (kN·m)	Hệ số, Y	$M_y$ (kN·m)
I	9	0,0000	0,00	0,0433	7,32
	8	0,0068	1,15	0,0415	7,01
	7	0,0072	1,22	0,0416	7,03
	6	0,0071	1,20	0,0417	7,05

	5	0,0069	1,17	0,0417	7,05
	4	0,0068	1,15	0,0418	7,06
	3	0,0081	1,37	0,0413	6,98
	2	0,0134	2,26	0,0321	5,42
	1	-0,0560	-9,46	-0,0093	-1,57
II	9	0,0000	0,00	0,0105	1,77
	8	0,0016	0,27	0,0104	1,76
	7	0,0022	0,37	0,0105	1,77
	6	0,0020	0,34	0,0104	1,76
	5	0,0015	0,25	0,0104	1,76
	4	0,0015	0,25	0,0104	1,76
	3	0,0026	0,44	0,0106	1,79
	2	0,0065	1,10	0,0101	1,71
	1	-0,0325	-5,49	-0,0054	-0,91
III	9	0,0000	0,00	-0,0891	-15,06
	8	-0,0141	-2,38	-0,0844	-14,26
	7	-0,0135	-2,28	-0,0807	-13,46
	6	-0,0136	-2,30	-0,0816	-13,79
	5	-0,0142	-2,40	-0,0852	-14,40
	4	-0,0141	-2,38	-0,0848	-14,33
	3	-0,0133	-2,25	-0,0801	-13,54
	2	-0,0108	-1,82	-0,0651	-11,00
	1	0,0000	0,00	0,0000	0,00

#### (4) Lực tiết diện cho kiểm tra điều kiện sử dụng

##### 1) Kiểm tra điều kiện sử dụng của bản dầm

Lực tiết diện của bản dầm được xác định theo mô hình bản được ngàm bốn cạnh, tùy theo điều kiện ràng buộc. Việc tính toán được thực hiện dựa trên bảng số liệu. Quy ước dấu của mô men uốn:

Dương (+): khi ứng suất kéo xuất hiện ở mặt trên của bản,

Âm (-): khi ứng suất kéo xuất hiện ở mặt dưới của bản.

i) Khoảng A: Trạng thái thường xuyên (tải trọng hướng lên)

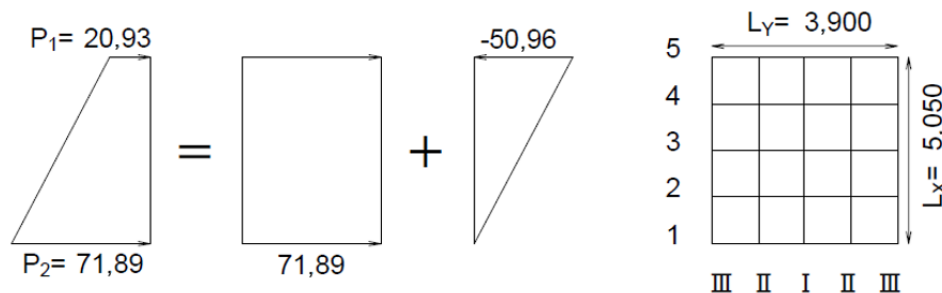
$$P_1 = 20,93 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$P_2 = 71,89 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$L_x = 5,050 \text{ (m)}$$

$$L_y = 3,900 \text{ (m)}$$

$\lambda = 5,050/3,900 = 1,29$ , Áp dụng bảng hệ số cho  $\lambda = 1,25$  để tính toán.



Hình 2.38- Mô hình thiết kế để xác định lực tiết diện

- Lực tiết diện do tải trọng phân bố đều gây ra

$$P = 71,89 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_X = P \cdot L_Y^2 \cdot X = 71,89 \times 3,900^2 \times X = 1.093,45 \times X \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_Y = P \cdot L_X^2 \cdot Y = 71,89 \times 3,900^2 \times Y = 1.093,45 \times Y \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

**Bảng 2.52- Hệ số và lực tiết diện**

		Hệ số, X	$M_X$ (kN·m)	Hệ số, Y	$M_Y$ (kN·m)
I	5	-0,0559	-61,12	-0,0093	-10,17
	4	0,0119	13,01	0,0181	19,79
	3	0,0189	20,67	0,0285	32,26
	2	0,0119	13,01	0,0181	19,79
	1	-0,0559	-61,12	-0,0093	-10,17
II	5	-0,0343	-37,51	-0,0057	-6,23
	4	0,0067	7,33	0,0074	8,09
	3	0,0097	10,61	0,0108	11,81
	2	0,0067	7,33	0,0074	8,09
	1	-0,0343	-37,51	-0,0057	-6,23
III	5	0,0000	0,00	0,0000	0,00
	4	-0,0074	-8,09	-0,0442	-48,33
	3	-0,0111	-12,14	-0,0664	-72,61
	2	-0,0074	-8,09	-0,0442	-48,33
	1	0,0000	0,00	0,0000	0,00

- Lực tiết diện do tải trọng phân bố hình tam giác gây ra

$$P = -50,96 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_X = P \cdot L_Y^2 \cdot X = -50,96 \times 3,900^2 \times X = -775,10 \times X \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_Y = P \cdot L_X^2 \cdot Y = -50,96 \times 3,900^2 \times Y = -775,10 \times Y \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

**Bảng 2.53- Hệ số và lực tiết diện**

		Hệ số, X	$M_X$ (kN·m)	Hệ số, Y	$M_Y$ (kN·m)
I	5	-0,0389	30,15	-0,0065	5,04
	4	0,0102	-7,91	0,0111	-8,60
	3	0,0095	-7,36	0,0147	-11,39
	2	0,0017	-1,32	0,0069	-5,35
	1	-0,0171	13,25	-0,0029	2,25
II	5	-0,0251	19,46	-0,0042	3,26
	4	0,0061	-4,73	0,0053	-4,11
	3	0,0048	-3,72	0,0054	-4,19
	2	0,0006	-0,47	0,0021	-1,63
	1	-0,0092	7,13	-0,0015	1,16
III	5	0,0000	0,00	0,0000	0,00
	4	-0,0049	3,80	-0,0291	22,56
	3	-0,0055	4,26	-0,0332	25,73
	2	-0,0025	1,94	-0,0151	11,70
	1	0,0000	0,00	0,0000	0,00

- Nội lực tổng hợp do tải trọng phân bố đều và hình tam giác

**Bảng 2.54- Tóm tắt lực tiết diện (Khoang A, Trạng thái thường xuyên (tải trọng hướng lên))**

		$M_x$ (kN·m)	$M_y$ (kN·m)
I	5	-30,97	-5,13
	4	5,10	11,19
	3	13,31	20,87
	2	11,69	14,44
	1	-47,87	-7,92
II	5	-18,05	-2,97
	4	2,60	3,98
	3	6,89	7,62
	2	6,86	6,46
	1	-30,38	-5,07
III	5	0,00	0,00
	4	-4,29	-25,77
	3	-7,88	-46,88
	2	-6,15	-36,63
	1	0,00	0,00

ii) Khoang B: Điều kiện nổi (tải trọng hướng lên)

$$P_1 = 38,69 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$P_2 = 38,69 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$L_x = 5,050 \text{ (m)}$$

$$L_y = 3,900 \text{ (m)}$$

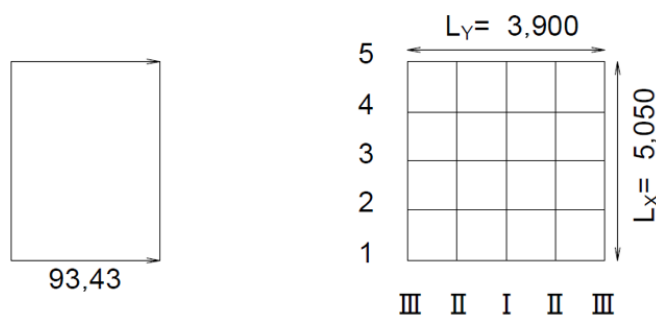
$\lambda = 5,050/3,900 = 1,29$ , Áp dụng bảng hệ số cho  $\lambda = 1,25$  để tính toán.

- Lực tiết diện do tải trọng phân bố đều gây ra

$$P = 38,69 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_x = P \cdot L_y^2 \cdot X = 38,69 \times 3,900^2 \times X = 588,47 \times X \text{ (kN·m)}$$

$$M_y = P \cdot L_x^2 \cdot Y = 38,69 \times 5,050^2 \times Y = 988,47 \times Y \text{ (kN·m)}$$



**Hình 2.39- Mô hình thiết kế để xác định lực tiết diện**

**Bảng 2.55- Hệ số và lực tiết diện (Khoang B, Điều kiện nổi (tải trọng hướng lên))**

		Hệ số, X	$M_x$ (kN·m)	Hệ số, Y	$M_y$ (kN·m)
I	5	-0,0559	-32,90	-0,0093	-5,47
	4	0,0119	7,00	0,0181	10,65
	3	0,0189	11,12	0,0285	17,36
	2	0,0119	7,00	0,0181	10,65

	1	-0,0559	-32,90	-0,0093	-5,47
II	5	-0,0343	-20,18	-0,0057	-3,35
	4	0,0067	3,94	0,0074	4,35
	3	0,0097	5,71	0,0108	6,36
	2	0,0067	3,94	0,0074	4,35
	1	-0,0343	-20,18	-0,0057	-3,35
III	5	0,0000	0,00	0,0000	0,00
	4	-0,0074	-4,35	-0,0442	-26,01
	3	-0,0111	-6,53	-0,0664	-39,07
	2	-0,0074	-4,35	-0,0442	-26,01
	1	0,0000	0,00	0,0000	0,00

iii) Khoang B: Trạng thái thường xuyên (tải trọng hướng xuống)

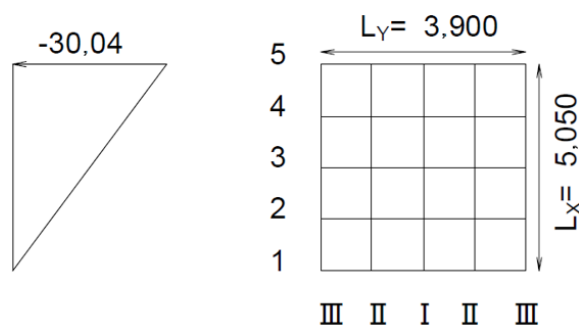
$$P_1 = -30,04 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$P_2 = 0,00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$L_x = 5,050 \text{ (m)}$$

$$L_y = 3,900 \text{ (m)}$$

$\lambda = 5,050/3,900 = 1,29$ , Áp dụng bảng hệ số cho  $\lambda = 1,25$  để tính toán.



**Hình 2.40- Mô hình thiết kế để xác định lực tiết diện**

- Lực tiết diện do tải trọng phân bố hình tam giác gây ra

$$P = -30,04 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_x = P \cdot L_y^2 \cdot X = -30,04 \times 3,900^2 \times X = -456,91 \times X \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_y = P \cdot L_x^2 \cdot Y = -30,04 \times 5,050^2 \times Y = -760,91 \times Y \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

**Bảng 2.56- Hệ số và lực tiết diện**

		Hệ số, X	$M_x$ (kN·m)	Hệ số, Y	$M_y$ (kN·m)
I	5	-0,0389	17,77	-0,0065	2,97
	4	0,0102	-4,66	0,0111	-5,07
	3	0,0095	-4,34	0,0147	-6,72
	2	0,0017	-0,78	0,0069	-3,15
	1	-0,0171	7,81	-0,0029	1,33
II	5	-0,0251	11,47	-0,0042	1,92
	4	0,0061	-2,79	0,0053	-2,42
	3	0,0048	-2,19	0,0054	-2,47
	2	0,0006	-0,27	0,0021	-0,96
	1	-0,0092	4,20	-0,0015	0,69
III	5	0,0000	0,00	0,0000	0,00
	4	-0,0049	2,24	-0,0291	13,30

	3	-0,0055	2,51	-0,0332	15,17
	2	-0,0025	1,14	-0,0151	6,90
	1	0,0000	0,00	0,0000	0,00

## 2) Kiểm tra điều kiện sử dụng của bản dầy (ứng suất nén)

Lực tiết diện của bản dầy được xác định theo mô hình bản đặt trên bốn cạnh cố định, dựa theo điều kiện ràng buộc thực tế và được tính toán thông qua các bảng số liệu. Quy ước dấu của mô men uốn như sau:

Dương (+): khi ứng suất kéo xuất hiện ở mặt trên của bản,

Âm (-): khi ứng suất kéo xuất hiện ở mặt dưới của bản.

i) Khoảng A: Trạng thái thường xuyên (tải trọng hướng lên)

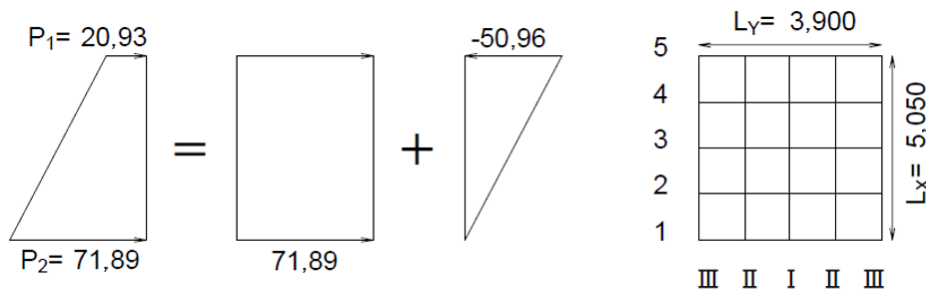
$$P_1 = 20,93 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$P_2 = 71,89 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$L_x = 5,050 \text{ (m)}$$

$$L_y = 3,900 \text{ (m)}$$

$\lambda = 5,050/3,900 = 1,29$ , Áp dụng bảng hệ số cho  $\lambda = 1,25$  để tính toán,



Hình 2.41- Mô hình thiết kế để xác định lực tiết diện

- Lực tiết diện do tải trọng phân bố đều gây ra

$$P = 71,89 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_x = P \cdot L_y^2 \cdot X = 71,89 \times 3,900^2 \times X = 1.093,45 \times X \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_y = P \cdot L_x^2 \cdot Y = 71,89 \times 5,050^2 \times Y = 1.093,45 \times Y \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

Bảng 2.57- Hệ số và lực tiết diện

		Hệ số, X	$M_x$ (kN·m)	Hệ số, Y	$M_y$ (kN·m)
I	5	-0,0559	-61,12	-0,0093	-10,17
	4	0,0119	13,01	0,0181	19,79
	3	0,0189	20,67	0,0285	32,26
	2	0,0119	13,01	0,0181	19,79
	1	-0,0559	-61,12	-0,0093	-10,17
II	5	-0,0343	-37,51	-0,0057	-6,23
	4	0,0067	7,33	0,0074	8,09
	3	0,0097	10,61	0,0108	11,81
	2	0,0067	7,33	0,0074	8,09
	1	-0,0343	-37,51	-0,0057	-6,23
III	5	0,0000	0,00	0,0000	0,00
	4	-0,0074	-8,09	-0,0442	-48,33
	3	-0,0111	-12,14	-0,0664	-72,61
	2	-0,0074	-8,09	-0,0442	-48,33
	1	0,0000	0,00	0,0000	0,00

- Lực tiết diện do tải trọng phân bố hình tam giác gây ra

$$P = -50,96 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_x = P \cdot L_y^2 \cdot X = -50,96 \times 3,900^2 \times X = -775,10 \times X \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_y = P \cdot L_y^2 \cdot Y = -50,96 \times 3,900^2 \times Y = -775,10 \times Y \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

**Bảng 2.58- Hệ số và lực tiết diện**

		Hệ số, X	$M_x$ (kN·m)	Hệ số, Y	$M_y$ (kN·m)
I	5	-0,0389	30,15	-0,0065	5,04
	4	0,0102	-7,91	0,0111	-8,60
	3	0,0095	-7,36	0,0147	-11,39
	2	0,0017	-1,32	0,0069	-5,35
	1	-0,0171	13,25	-0,0029	2,25
II	5	-0,0251	19,46	-0,0042	3,26
	4	0,0061	-4,73	0,0053	-4,11
	3	0,0048	-3,72	0,0054	-4,19
	2	0,0006	-0,47	0,0021	-1,63
	1	-0,0092	7,13	-0,0015	1,16
III	5	0,0000	0,00	0,0000	0,00
	4	-0,0049	3,80	-0,0291	22,56
	3	-0,0055	4,26	-0,0332	25,73
	2	-0,0025	1,94	-0,0151	11,70
	1	0,0000	0,00	0,0000	0,00

- Trạng thái tải trọng phân bố đều và tải trọng phân bố hình tam giác

**Bảng 2.59- Tóm tắt lực tiết diện (Khoang A, Trạng thái thường xuyên (tải trọng hướng lên))**

		$M_x$ (kN·m)	$M_y$ (kN·m)
I	5	-30,97	-5,13
	4	5,10	11,19
	3	13,31	20,87
	2	11,69	14,44
	1	-47,87	-7,92
II	5	-18,05	-2,97
	4	2,60	3,98
	3	6,89	7,62
	2	6,86	6,46
	1	-30,38	-5,07
III	5	0,00	0,00
	4	-4,29	-25,77
	3	-7,88	-46,88
	2	-6,15	-36,63
	1	0,00	0,00

- ii) Khoang B: Trạng thái thường xuyên (tải trọng hướng lên)

$$P_1 = 0,00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$P_2 = 20,93 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$L_x = 5,050 \text{ (m)}$$

$$L_Y = 3,900 \text{ (m)}$$

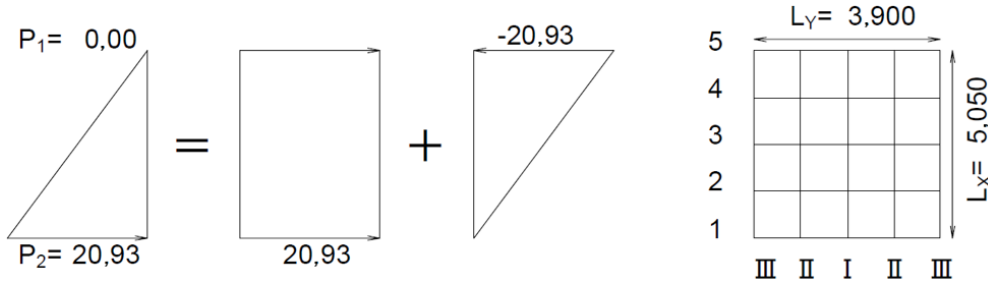
$\lambda = 5,050/3,900 = 1,29$ , Áp dụng bảng hệ số cho  $\lambda = 1,25$  để tính toán.

- Lực tiết diện do tải trọng phân bố đều gây ra

$$P = 20,93 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_X = P \cdot L_Y^2 \cdot X = 20,93 \times 3,900^2 \times X = 318,35 \times X \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_Y = P \cdot L_Y^2 \cdot Y = 20,93 \times 3,900^2 \times Y = 318,35 \times Y \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$



**Hình 2.42- Mô hình thiết kế để xác định lực tiết diện**

**Bảng 2.60- Hệ số và lực tiết diện (Khoang B, Trạng thái thường xuyên (tải trọng hướng lên))**

		Hệ số, X	$M_X$ (kN·m)	Hệ số, Y	$M_Y$ (kN·m)
I	5	-0,0559	-17,80	-0,0093	-2,96
	4	0,0119	3,79	0,0181	5,76
	3	0,0189	6,02	0,0285	9,39
	2	0,0119	3,79	0,0181	5,76
	1	-0,0559	-17,80	-0,0093	-2,96
II	5	-0,0343	-10,92	-0,0057	-1,81
	4	0,0067	2,13	0,0074	2,36
	3	0,0097	3,09	0,0108	3,44
	2	0,0067	2,13	0,0074	2,36
	1	-0,0343	-10,92	-0,0057	-1,81
III	5	0,0000	0,00	0,0000	0,00
	4	-0,0074	-2,36	-0,0442	-14,07
	3	-0,0111	-3,53	-0,0664	-21,14
	2	-0,0074	-2,36	-0,0442	-14,07
	1	0,0000	0,00	0,0000	0,00

- Lực tiết diện do tải trọng phân bố hình tam giác gây ra

$$P = -20,93 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_X = P \cdot L_Y^2 \cdot X = -20,93 \times 3,900^2 \times X = -318,35 \times X \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_Y = P \cdot L_Y^2 \cdot Y = -20,93 \times 3,900^2 \times Y = -318,35 \times Y \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

**Bảng 2.61- Hệ số và lực tiết diện**

		Hệ số, X	$M_X$ (kN·m)	Hệ số, Y	$M_Y$ (kN·m)
I	5	-0,0389	12,38	-0,0065	2,07
	4	0,0102	-3,25	0,0111	-3,53
	3	0,0095	-3,02	0,0147	-4,68
	2	0,0017	-0,54	0,0069	-2,20
	1	-0,0171	5,44	-0,0029	0,92
II	5	-0,0251	7,99	-0,0042	1,34

	4	0,0061	-1,94	0,0053	-1,69
	3	0,0048	-1,53	0,0054	-1,72
	2	0,0006	-0,19	0,0021	-0,67
	1	-0,0092	2,93	-0,0015	0,48
III	5	0,0000	0,00	0,0000	0,00
	4	-0,0049	1,56	-0,0291	9,26
	3	-0,0055	1,75	-0,0332	10,57
	2	-0,0025	0,80	-0,0151	4,81
	1	0,0000	0,00	0,0000	0,00

- Tải trọng phân bố đều kết hợp và tải trọng phân bố tam giác

**Bảng 2.62- Tóm tắt lực cắt ngang (Khoang B, Trạng thái thường xuyên (tải trọng hướng lên))**

		$M_x$ (kN·m)	$M_y$ (kN·m)
I	5	-5,42	-0,89
	4	0,54	2,23
	3	3,00	4,71
	2	3,25	3,56
	1	-12,36	-2,04
II	5	-2,93	-0,47
	4	0,19	0,67
	3	1,56	1,72
	2	1,94	1,69
	1	-7,99	-1,33
III	5	0,00	0,00
	4	-0,80	-4,81
	3	-1,78	-10,57
	2	-1,56	-9,26
	1	0,00	0,00

iii) Khoang B: Trạng thái thường xuyên (tải trọng hướng xuống)

$$P_1 = -30,04 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$P_2 = 0,00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$L_x = 5,050 \text{ (m)}$$

$$L_y = 3,900 \text{ (m)}$$

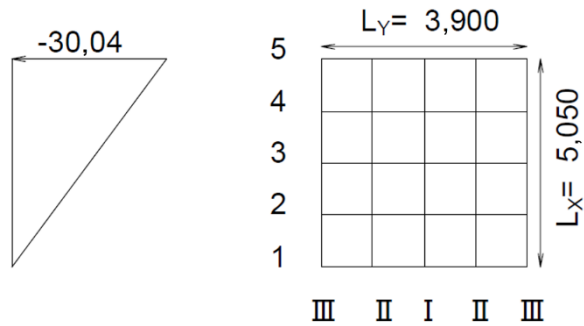
$\lambda = 5,050/3,900 = 1,29$ , Áp dụng bảng hệ số cho  $\lambda = 1,25$  để tính toán.

- Lực cắt ngang do tải trọng phân bố tam giác

$$P = -30,04 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_x = P \cdot L_y^2 \cdot X = -30,04 \times 3,900^2 \times X = -456,91 \times X \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_y = P \cdot L_x^2 \cdot Y = -30,04 \times 5,050^2 \times Y = -762,91 \times Y \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$



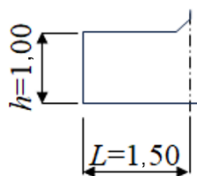
Hình 2.43- Mô hình thiết kế để ước tính lực cắt ngang

Bảng 2.63- Hệ số và lực cắt ngang

		Hệ số, X	$M_x$ (kN·m)	Hệ số, Y	$M_y$ (kN·m)
I	5	-0,0389	17,77	-0,0065	2,97
	4	0,0102	-4,66	0,0111	-5,07
	3	0,0095	-4,34	0,0147	-6,72
	2	0,0017	-0,78	0,0069	-3,15
	1	-0,0171	7,81	-0,0029	1,33
II	5	-0,0251	11,47	-0,0042	1,92
	4	0,0061	-2,79	0,0053	-2,42
	3	0,0048	-2,19	0,0054	-2,47
	2	0,0006	-0,27	0,0021	-0,96
	1	-0,0092	4,20	-0,0015	0,69
III	5	0,0000	0,00	0,0000	0,00
	4	-0,0049	2,24	-0,0291	13,30
	3	-0,0055	2,51	-0,0332	15,17
	2	-0,0025	1,14	-0,0151	6,90
	1	0,0000	0,00	0,0000	0,00

### 3) Xác minh tính năng sử dụng của móng

Các lực cắt ngang tác dụng lên móng được tính toán bằng cách mô hình hóa nó như một dầm cantilever cố định tại mặt trước của tường trước.



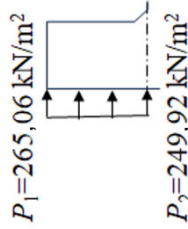
- Mô men uốn

$$M_d = 1/6 \cdot L^2 \cdot (2 \cdot P_1 + P_2)$$

- Lực cắt

$$V_d = 1/2 \cdot L \cdot (P_1 + P_2)$$

i) Vết nứt, lực cắt và ứng suất nén



$$M_d = 1/6 \times 1,50^2 \times (2 \times 265,06 + 249,92) = 292,52 \text{ (kN}\cdot\text{m/m)}$$

$$V_d = 1/2 \times 1,50 \times (265,06 + 249,92) = 386,24 \text{ (kN/m)}$$

#### 4) Xác minh tính năng sử dụng của tường ngoài

Lực cắt ngang của tường ngoài được ước tính bằng mô hình các tấm cố định ở ba cạnh và tự do ở một cạnh theo các điều kiện ràng buộc, với các tính toán dựa trên bảng số liệu.

i) Điều kiện nổi (Tường bên)

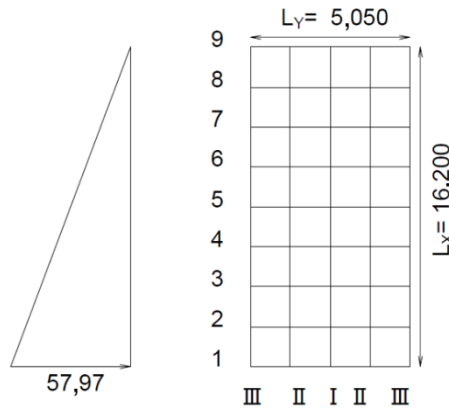
$$P_1 = 0,00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$P_2 = 57,97 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$L_x = 16,200 \text{ (m)}$$

$$L_y = 5,050 \text{ (m)}$$

$\lambda = 16,200/5,050 = 3,21$ , Bảng hệ số cho  $\lambda = 3,25$  được áp dụng.



Hình 2.44- Mô hình thiết kế để ước tính lực cắt ngang

- Lực cắt ngang do tải trọng phân bố tam giác

$$P = 57,97 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_x = P \cdot L_y^2 \cdot X = 57,97 \times 5,050^2 \times X = 1.478,38 \times X \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_y = P \cdot L_y^2 \cdot Y = 57,97 \times 5,050^2 \times Y = 1.478,38 \times Y \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

Bảng 2.64- Hệ số và lực cắt ngang

		Hệ số, X	$M_x$ (kN·m)	Hệ số, Y	$M_y$ (kN·m)
I	9	0,0000	0,00	0,0029	4,29
	8	0,0004	0,59	0,0057	8,43
	7	0,0017	2,51	0,0105	15,52
	6	0,0026	3,84	0,0156	23,06
	5	0,0035	5,17	0,0209	30,90
	4	0,0048	7,10	0,0261	38,59
	3	0,0085	12,57	0,0293	43,32
	2	0,0122	18,04	0,0212	31,34

	1	-0,0496	-73,33	-0,0083	-12,27
II	9	0,0000	0,00	0,0003	0,44
	8	-0,0001	-0,15	0,0013	1,92
	7	0,0004	0,59	0,0026	3,84
	6	0,0006	0,89	0,0039	5,77
	5	0,0008	1,18	0,0052	7,69
	4	0,0014	2,07	0,0066	9,76
	3	0,0034	5,03	0,0082	12,12
	2	0,0064	9,46	0,0077	11,38
	1	-0,0302	-44,65	-0,0050	-7,39
III	9	0,0000	0,00	-0,0008	-1,18
	8	-0,0019	-2,81	-0,0112	-16,56
	7	-0,0037	-5,47	-0,0224	-33,12
	6	-0,0054	-7,98	-0,0325	-48,05
	5	-0,0071	-10,50	-0,0428	-63,27
	4	-0,0086	-12,71	-0,0516	-76,28
	3	-0,0096	-14,19	-0,0578	-85,45
	2	-0,0080	-11,83	-0,0479	-70,81
	1	0,0000	0,00	0,0000	0,00

ii) Điều kiện nổi (Tường trước)

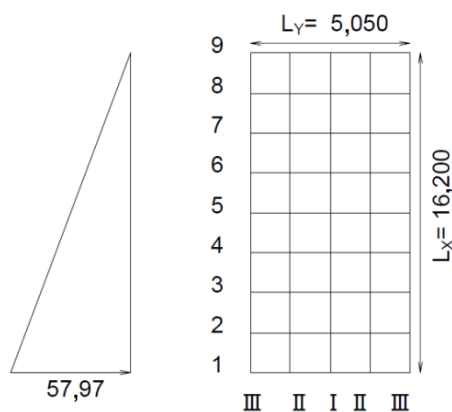
$$P_1 = 0,00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$P_2 = 57,97 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$L_x = 16,200 \text{ (m)}$$

$$L_y = 3,900 \text{ (m)}$$

$\lambda = 16,200/3,900 = 4,15$ , Bảng hệ số cho  $\lambda = 4,25$  được áp dụng.



**Hình 2.45- Mô hình thiết kế để ước tính lực cắt ngang**

- Lực cắt ngang do tải trọng phân bố tam giác

$$P = 57,97 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_x = P \cdot L_y^2 \cdot X = 57,97 \times 3,900^2 \times X = 881,72 \times X \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_y = P \cdot L_y^2 \cdot Y = 57,97 \times 3,900^2 \times Y = 881,72 \times Y \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

**Bảng 2.65- Hệ số và lực cắt ngang**

		Hệ số, X	$M_x$ (kN·m)	Hệ số, Y	$M_y$ (kN·m)
I	9	0,0000	0,00	0,0022	1,94
	8	0,0006	0,53	0,0054	4,76
	7	0,0018	1,59	0,0105	9,26

	6	0,0027	2,38	0,0157	13,84
	5	0,0034	3,00	0,0209	18,43
	4	0,0043	3,79	0,0261	23,01
	3	0,0064	5,64	0,0309	27,25
	2	0,0123	10,85	0,0274	24,16
	1	-0,0507	-44,70	-0,0085	-7,49
II	9	0,0000	0,00	0,0004	0,35
	8	0,0000	0,00	0,0012	1,06
	7	0,0003	0,26	0,0027	2,38
	6	0,0005	0,44	0,0039	3,44
	5	0,0007	0,62	0,0052	4,58
	4	0,0011	0,97	0,0065	5,73
	3	0,0023	2,03	0,0080	7,05
	2	0,0059	5,20	0,0088	7,76
	1	-0,0301	-26,54	-0,0050	-4,41
III	9	0,0000	0,00	0,0018	1,59
	8	-0,0018	-1,59	-0,0108	-9,52
	7	-0,0039	-3,44	-0,0234	-20,63
	6	-0,0056	-4,94	-0,0334	-29,45
	5	-0,0072	-6,35	-0,0434	-38,27
	4	-0,0085	-7,49	-0,0507	-44,70
	3	-0,0097	-8,55	-0,0580	-51,14
	2	-0,0097	-8,55	-0,0580	-51,14
	1	0,0000	0,00	0,0000	0,00

iii) Trạng thái thường xuyên (Tường bên)

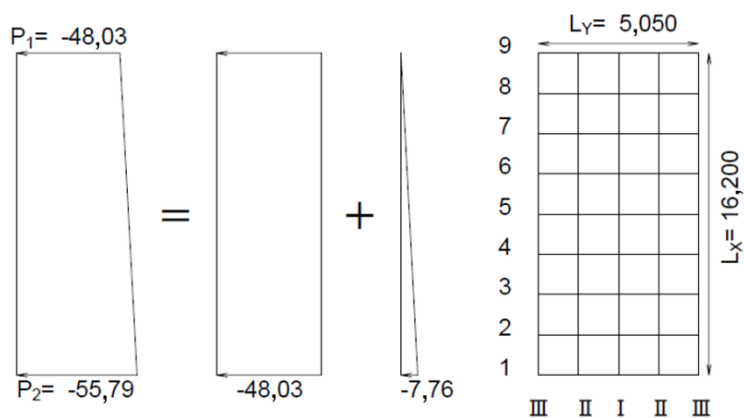
$$P_1 = -48,03 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$P_2 = -55,79 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$L_x = 16,200 \text{ (m)}$$

$$L_y = 5,050 \text{ (m)}$$

$\lambda = 16,200/5,050 = 3,21$ , Bảng hệ số cho  $\lambda = 3,25$  được áp dụng.



Hình 2.46- Mô hình thiết kế để ước tính lực cắt ngang

- Lực cắt ngang do tải trọng phân bố đều

$$P = -48,03 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_x = P \cdot L_y^2 \cdot X = -48,03 \times 5,050^2 \times X = -1.224,89 \times X \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_y = P \cdot L_x^2 \cdot Y = -48,03 \times 16,200^2 \times Y = -1.224,89 \times Y \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

**Bảng 2.66- Hệ số và lực cắt ngang**

		Hệ số, X	$M_x$ (kN·m)	Hệ số, Y	$M_y$ (kN·m)
I	9	0,0000	0,00	0,0432	-52,92
	8	0,0064	-7,84	0,0414	-50,71
	7	0,0071	-8,70	0,0416	-50,96
	6	0,0070	-8,57	0,0417	-51,08
	5	0,0070	-8,57	0,0418	-51,20
	4	0,0075	-9,19	0,0417	-51,08
	3	0,0104	-12,74	0,0395	-48,38
	2	0,0128	-15,68	0,0256	-31,36
	1	-0,0565	69,21	-0,0094	11,51
II	9	0,0000	0,00	0,0105	-12,86
	8	0,0014	-1,71	0,0103	-12,62
	7	0,0019	-2,33	0,0104	-12,74
	6	0,0019	-2,33	0,0104	-12,74
	5	0,0017	-2,08	0,0105	-12,86
	4	0,0019	-2,33	0,0106	-12,98
	3	0,0039	-4,78	0,0108	-13,23
	2	0,0067	-8,21	0,0088	-10,78
	1	-0,0338	41,40	-0,0056	6,86
III	9	0,0000	0,00	-0,0872	106,81
	8	-0,0140	17,15	-0,0837	102,52
	7	-0,0136	16,66	-0,0816	99,95
	6	-0,0137	16,78	-0,0823	100,81
	5	-0,0141	17,27	-0,0846	103,63
	4	-0,0141	17,27	-0,0845	103,50
	3	-0,0132	16,17	-0,0791	96,89
	2	-0,0092	11,27	-0,0553	67,74
	1	0,0000	0,00	0,0000	0,00

- Lực cắt ngang do tải trọng phân bố tam giác

$$P = -7,76 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_x = P \cdot L \cdot Y^2 \cdot X = -7,76 \times 5,050^2 \times X = -197,90 \times X \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_y = P \cdot L \cdot Y^2 \cdot Y = -7,76 \times 5,050^2 \times Y = -197,90 \times Y \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

**Bảng 2.67- Hệ số và lực cắt ngang**

		Hệ số, X	$M_x$ (kN·m)	Hệ số, Y	$M_y$ (kN·m)
I	9	0,0000	0,00	0,0029	-0,57
	8	0,0004	-0,08	0,0057	-1,13
	7	0,0017	-0,34	0,0105	-2,08
	6	0,0026	-0,51	0,0156	-3,09
	5	0,0035	-0,69	0,0209	-4,14
	4	0,0048	-0,95	0,0261	-5,17
	3	0,0085	-1,68	0,0293	-5,80
	2	0,0122	-2,41	0,0212	-4,20
	1	-0,0496	9,82	-0,0083	1,64
II	9	0,0000	0,00	0,0003	-0,06
	8	-0,0001	0,02	0,0013	-0,26

	7	0,0004	-0,08	0,0026	-0,51
	6	0,0006	-0,12	0,0039	-0,77
	5	0,0008	-0,16	0,0052	-1,03
	4	0,0014	-0,28	0,0066	-1,31
	3	0,0034	-0,67	0,0082	-1,62
	2	0,0064	-1,27	0,0077	-1,52
	1	-0,0302	5,98	-0,0050	0,99
III	9	0,0000	0,00	-0,0008	0,16
	8	-0,0019	0,38	-0,0112	2,22
	7	-0,0037	0,73	-0,0224	4,43
	6	-0,0054	1,07	-0,0325	6,43
	5	-0,0071	1,41	-0,0428	8,47
	4	-0,0086	1,70	-0,0516	10,21
	3	-0,0096	1,90	-0,0578	11,44
	2	-0,0080	1,58	-0,0479	9,48
	1	0,0000	0,00	0,0000	0,00

**Bảng 2.68- Tóm tắt lực cắt ngang (Tường bên, Trạng thái thường xuyên)**

		$M_x$ (kN·m)	$M_y$ (kN·m)
I	9	0,00	-53,49
	8	-7,92	-51,84
	7	-9,04	-53,04
	6	-9,08	-54,17
	5	-9,26	-55,34
	4	-10,14	-56,25
	3	-14,42	-54,18
	2	-18,09	-35,56
	1	79,03	13,15
II	9	0,00	-12,92
	8	-1,69	-12,88
	7	-2,41	-13,25
	6	-2,45	-13,51
	5	-2,24	-13,89
	4	-2,61	-14,29
	3	-5,45	-14,85
	2	-9,48	-12,30
	1	47,38	7,85
III	9	0,00	106,97
	8	17,53	104,74
	7	17,39	104,38
	6	17,85	107,24
	5	18,68	112,10
	4	18,97	113,71
	3	18,07	108,33
	2	12,85	77,22
	1	0,00	0,00

iv) Trạng thái thường xuyên (Tường trước và tường sau)

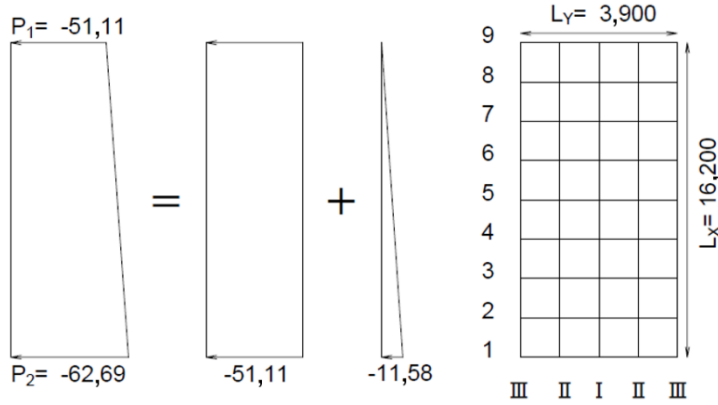
$$P_1 = -51,11 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$P_2 = -62,69 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$L_x = 16,200 \text{ (m)}$$

$$L_y = 3,900 \text{ (m)}$$

$\lambda = 16,200/3,900 = 4,15$ , Bảng hệ số cho  $\lambda = 4,25$  được áp dụng.



**Hình 2.47- Mô hình thiết kế để ước tính lực cắt ngang**

- Lực cắt ngang do tải trọng phân bố đều

$$P = -51,11 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_x = P \cdot L_y^2 \cdot X = -51,11 \times 3,900^2 \times X = -777,38 \times X \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_y = P \cdot L_x^2 \cdot Y = -51,11 \times 16,200^2 \times Y = -132,38 \times Y \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

**Bảng 2.69- Hệ số và lực cắt ngang**

		Hệ số, X	$M_x$ (kN·m)	Hệ số, Y	$M_y$ (kN·m)
I	9	0,0000	0,00	0,0433	-33,66
	8	0,0068	-5,29	0,0415	-32,26
	7	0,0072	-5,60	0,0416	-32,34
	6	0,0071	-5,52	0,0417	-32,42
	5	0,0069	-5,36	0,0417	-32,42
	4	0,0068	-5,29	0,0418	-32,49
	3	0,0081	-6,30	0,0413	-32,11
	2	0,0134	-10,42	0,0321	-24,95
	1	-0,0560	43,53	-0,0093	7,23
II	9	0,0000	0,00	0,0105	-8,16
	8	0,0016	-1,24	0,0104	-8,08
	7	0,0022	-1,71	0,0105	-8,16
	6	0,0020	-1,55	0,0104	-8,08
	5	0,0015	-1,17	0,0104	-8,08
	4	0,0015	-1,17	0,0104	-8,08
	3	0,0026	-2,02	0,0106	-8,24
	2	0,0065	-5,05	0,0101	-7,85
	1	-0,0325	25,26	-0,0054	4,20
III	9	0,0000	0,00	-0,0891	69,26
	8	-0,0141	10,96	-0,0844	65,61
	7	-0,0135	10,49	-0,0807	62,73
	6	-0,0136	10,57	-0,0816	63,43
	5	-0,0142	11,04	-0,0852	66,23

4	-0,0141	10,96	-0,0848	65,92
3	-0,0133	10,34	-0,0801	62,27
2	-0,0108	8,40	-0,0651	50,61
1	0,0000	0,00	0,0000	0,00

- Lực cắt ngang do tải trọng phân bố tam giác

$$P = -11,58 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_x = P \cdot L \cdot Y^2 \cdot X = -11,58 \times 3,900^2 \times X = -176,13 \times X \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_y = P \cdot L \cdot X^2 \cdot Y = -11,58 \times 3,900^2 \times Y = -176,13 \times Y \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

**Bảng 2.70- Hệ số và lực cắt ngang**

		Hệ số, X	$M_x$ (kN·m)	Hệ số, Y	$M_y$ (kN·m)
I	9	0,0000	0,00	0,0022	-0,39
	8	0,0006	-0,11	0,0054	-0,95
	7	0,0018	-0,32	0,0105	-1,85
	6	0,0027	-0,48	0,0157	-2,77
	5	0,0034	-0,60	0,0209	-3,68
	4	0,0043	-0,76	0,0261	-4,60
	3	0,0064	-1,13	0,0309	-5,44
	2	0,0123	-2,17	0,0274	-4,83
	1	-0,0507	8,93	-0,0085	1,50
II	9	0,0000	0,00	0,0004	-0,07
	8	0,0000	0,00	0,0012	-0,21
	7	0,0003	-0,05	0,0027	-0,48
	6	0,0005	-0,09	0,0039	-0,69
	5	0,0007	-0,12	0,0052	-0,92
	4	0,0011	-0,19	0,0065	-1,14
	3	0,0023	-0,41	0,0080	-1,41
	2	0,0059	-1,04	0,0088	-1,55
	1	-0,0301	5,30	-0,0050	0,88
III	9	0,0000	0,00	0,0018	-0,32
	8	-0,0018	0,32	-0,0108	1,90
	7	-0,0039	0,69	-0,0234	4,12
	6	-0,0056	0,99	-0,0334	5,88
	5	-0,0072	1,27	-0,0434	7,64
	4	-0,0085	1,50	-0,0507	8,93
	3	-0,0097	1,71	-0,0580	10,22
	2	-0,0097	1,71	-0,0580	10,22
	1	0,0000	0,00	0,0000	0,00

**Bảng 2.71- Tóm tắt lực cắt ngang (Tường bên, Trạng thái thường xuyên)**

		$M_x$ (kN·m)	$M_y$ (kN·m)
I	9	0,00	-34,05
	8	-5,40	-33,21
	7	-5,92	-34,19
	6	-6,00	-35,19
	5	-5,96	-36,10
	4	-6,05	-37,09

	3	-7,43	-37,55
	2	-12,59	-29,78
	1	52,46	8,73
II	9	0,00	-8,23
	8	-1,24	-8,29
	7	-1,76	-8,64
	6	-1,64	-8,77
	5	-1,29	-9,00
	4	-1,36	-9,22
	3	-2,43	-9,65
	2	-6,09	-9,40
	1	30,56	5,08
III	9	0,00	68,94
	8	11,28	67,51
	7	11,18	66,85
	6	11,56	69,31
	5	12,31	73,87
	4	12,46	74,85
	3	12,05	72,49
	2	10,11	60,83
	1	0,00	0,00

v) Mô men hiệu chỉnh trong điều kiện nổi

- Hiệu chỉnh Mô men tại các góc (trục III)

STT.	Tường bên			Mô men mất cân bằng	Tường trước		
	Mô men hiệu chỉnh	$\Delta M \cdot \alpha$	Mô men ban đầu		Mô men ban đầu	$\Delta M \cdot \beta$	Mô men hiệu chỉnh
9	-1,18	1,21	-1,18	2,77	1,59	-1,56	1,59
8	-16,56	3,07	-16,56	7,04	-9,52	-3,97	-16,56
7	-33,12	5,45	-33,12	12,49	-20,63	-7,04	-33,12
6	-48,05	8,11	-48,05	18,60	-29,45	-10,49	-48,05
5	-63,27	10,90	-63,27	25,00	-38,27	-14,10	-63,27
4	-76,28	13,77	-76,28	31,58	-44,70	-17,81	-76,28
3	-85,45	14,96	-85,45	34,31	-51,14	-19,35	-85,45
2	-70,81	8,58	-70,81	19,67	-51,14	-11,09	-70,81
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

- Hiệu chỉnh Mô men tại giữa nhịp (trục I)

STT.	Tường bên			Mô men mất cân bằng	Tường trước		
	Mô men hiệu chỉnh	$1/2 \cdot \Delta M \cdot \alpha$	Mô men ban đầu		Mô men ban đầu	$1/2 \cdot \Delta M \cdot \beta$	Mô men hiệu chỉnh
9	4,89	0,60	4,29	2,77	1,94	-0,78	1,94
8	9,96	1,53	8,43	7,04	4,76	-1,99	4,76
7	18,24	2,72	15,52	12,49	9,26	-3,52	9,26
6	27,11	4,05	23,06	18,60	13,84	-5,25	13,84
5	36,35	5,45	30,90	25,00	18,43	-7,05	18,43
4	45,47	6,88	38,59	31,58	23,01	-8,91	23,01

3	50,80	7,48	43,32	34,31	27,25	-9,68	27,25
2	35,63	4,29	31,34	19,67	24,16	-5,55	24,16
1	-12,27	0,00	-12,27	0,00	-7,49	0,00	-7,49

vii) Mô men hiệu chỉnh trong trạng thái thường xuyên

- Hiệu chỉnh Mô men tại các góc (trục III)

STT.	Tường bên			Mô men mát cân bằng	Tường trước		
	Mô men hiệu chỉnh	$\Delta M \cdot \alpha$	Mô men ban đầu		Mô men ban đầu	$\Delta M \cdot \beta$	Mô men hiệu chỉnh
9	106,97	-16,58	106,97	38,03	68,94	21,45	90,39
8	104,74	-16,23	104,74	37,23	67,51	21,00	88,51
7	104,38	-16,36	104,38	37,53	66,85	21,17	88,02
6	107,24	-16,54	107,24	37,93	69,31	21,39	90,70
5	112,10	-16,67	112,10	38,23	73,87	21,56	95,43
4	113,71	-16,94	113,71	38,86	74,85	21,92	96,77
3	108,33	-15,63	108,33	35,84	72,49	20,21	92,70
2	77,22	-7,15	77,22	16,39	60,83	9,24	70,07
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

- Hiệu chỉnh Mô men tại giữa nhịp (trục I)

STT.	Tường bên			Mô men mát cân bằng	Tường trước		
	Mô men hiệu chỉnh	$1/2 \cdot \Delta M \cdot \alpha$	Mô men ban đầu		Mô men ban đầu	$1/2 \cdot \Delta M \cdot \beta$	Mô men hiệu chỉnh
9	-61,78	-8,29	-53,49	38,03	-34,05	10,72	-34,05
8	-59,96	-8,12	-51,84	37,23	-33,21	10,50	-33,21
7	-61,22	-8,18	-53,04	37,53	-34,19	10,58	-34,19
6	-62,44	-8,27	-54,17	37,93	-35,19	10,70	-35,19
5	-63,67	-8,33	-55,34	38,23	-36,10	10,78	-36,10
4	-64,72	-8,47	-56,25	38,86	-37,09	10,96	-37,09
3	-61,99	-7,81	-54,18	35,84	-37,55	10,11	-37,55
2	-39,13	-3,57	-35,56	16,39	-29,78	4,62	-29,78
1	13,15	0,00	13,15	0,00	8,73	0,00	8,73

### 5) Xác minh khả năng sử dụng của tường ngăn

Lực cắt ngang của tường ngăn được ước tính bằng mô hình các tấm cố định ở ba cạnh và tự do ở một cạnh theo các điều kiện ràng buộc, với các tính toán dựa trên bảng số liệu. Quy ước dấu cho Mô men uốn như sau:

Dương (+) khi xuất hiện lực kéo ở phía trong,

Âm (-) khi xuất hiện lực kéo ở phía ngoài.

i) Hướng ngang

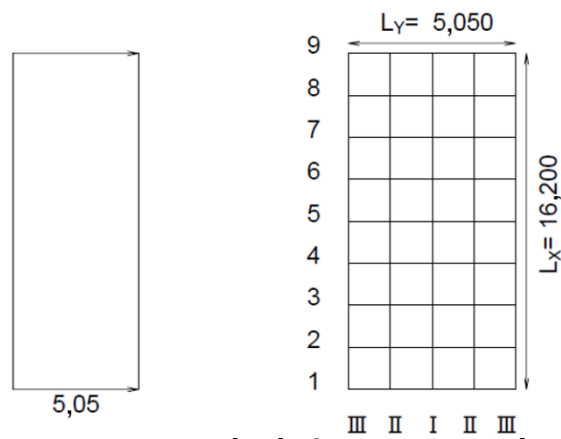
$$P_1 = 5,05 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$P_2 = 5,05 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$L_x = 16,200 \text{ (m)}$$

$$L_y = 5,050 \text{ (m)}$$

$$\lambda = 16,200/5,050 = 3,21, \text{ Bảng hệ số cho } \lambda = 3,25 \text{ được áp dụng.}$$



**Hình 2.48- Mô hình thiết kế để ước tính lực cắt ngang**

- Lực cắt ngang do tải trọng phân bố đều

$$P = 5,05 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_X = P \cdot L_Y^2 \cdot X = 5,05 \times 5,050^2 \times X = 128,79 \times X \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_Y = P \cdot L_Y^2 \cdot Y = 5,05 \times 5,050^2 \times Y = 128,79 \times Y \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

**Bảng 2.72- Hệ số và lực cắt ngang**

		Hệ số, X	$M_X$ (kN·m)	Hệ số, Y	$M_Y$ (kN·m)
I	9	0,0000	0,00	0,0432	5,56
	8	0,0064	0,82	0,0414	5,33
	7	0,0071	0,91	0,0416	5,36
	6	0,0070	0,90	0,0417	5,37
	5	0,0070	0,90	0,0418	5,38
	4	0,0075	0,97	0,0417	5,37
	3	0,0104	1,34	0,0395	5,09
	2	0,0128	1,65	0,0256	3,30
	1	-0,0565	-7,28	-0,0094	-1,21
II	9	0,0000	0,00	0,0105	1,35
	8	0,0014	0,18	0,0103	1,33
	7	0,0019	0,24	0,0104	1,34
	6	0,0019	0,24	0,0104	1,34
	5	0,0017	0,22	0,0105	1,35
	4	0,0019	0,24	0,0106	1,37
	3	0,0039	0,50	0,0108	1,39
	2	0,0067	0,86	0,0088	1,13
	1	-0,0338	-4,35	-0,0056	-0,72
III	9	0,0000	0,00	-0,0872	-11,23
	8	-0,0140	-1,80	-0,0837	-10,78
	7	-0,0136	-1,75	-0,0816	-10,51
	6	-0,0137	-1,76	-0,0823	-10,60
	5	-0,0141	-1,82	-0,0846	-10,90
	4	-0,0141	-1,82	-0,0845	-10,88
	3	-0,0132	-1,70	-0,0791	-10,19
	2	-0,0092	-1,18	-0,0553	-7,12
	1	0,0000	0,00	0,0000	0,00

ii) Hướng dọc

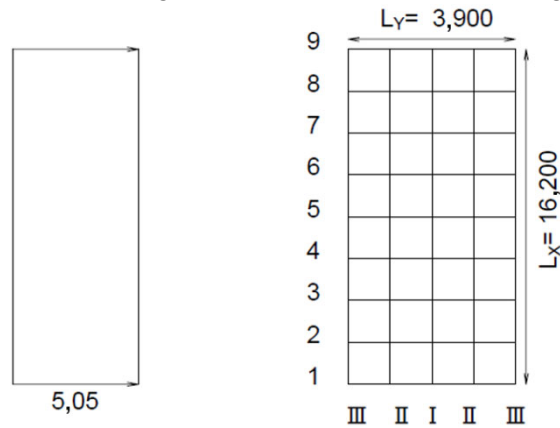
$$P_1 = 5,05 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$P_2 = 5,05 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$L_x = 16,200 \text{ (m)}$$

$$L_y = 3,900 \text{ (m)}$$

$\lambda = 16,200/3,900 = 4,15$ , Bảng hệ số cho  $\lambda = 4,25$  được áp dụng.



**Hình 2.49- Mô hình thiết kế để ước tính lực cắt ngang**

- Lực cắt ngang do tải trọng phân bố đều

$$P = 5,05 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_x = P \cdot L_y^2 \cdot X = 5,05 \times 3,900^2 \times X = 76,81 \times X \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_y = P \cdot L_x^2 \cdot Y = 5,05 \times 16,200^2 \times Y = 131,25 \times Y \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

**Bảng 2.73- Hệ số và lực cắt ngang**

		Hệ số, X	$M_x$ (kN·m)	Hệ số, Y	$M_y$ (kN·m)
I	9	0,0000	0,00	0,0433	3,33
	8	0,0068	0,52	0,0415	3,19
	7	0,0072	0,55	0,0416	3,20
	6	0,0071	0,55	0,0417	3,20
	5	0,0069	0,53	0,0417	3,20
	4	0,0068	0,52	0,0418	3,21
	3	0,0081	0,62	0,0413	3,17
	2	0,0134	1,03	0,0321	2,47
	1	-0,0560	-4,30	-0,0093	-0,71
II	9	0,0000	0,00	0,0105	0,81
	8	0,0016	0,12	0,0104	0,80
	7	0,0022	0,17	0,0105	0,81
	6	0,0020	0,15	0,0104	0,80
	5	0,0015	0,12	0,0104	0,80
	4	0,0015	0,12	0,0104	0,80
	3	0,0026	0,20	0,0106	0,81
	2	0,0065	0,50	0,0101	0,78
	1	-0,0325	-2,50	-0,0054	-0,41
III	9	0,0000	0,00	-0,0891	-6,84
	8	-0,0141	-1,08	-0,0844	-6,48
	7	-0,0135	-1,04	-0,0807	-6,20
	6	-0,0136	-1,04	-0,0816	-6,27
	5	-0,0142	-1,09	-0,0852	-6,54

4	-0,0141	-1,08	-0,0848	-6,51
3	-0,0133	-1,02	-0,0801	-6,15
2	-0,0108	-0,83	-0,0651	-5,00
1	0,0000	0,00	0,0000	0,00

## (5) Kiểm tra thiết kế bê tông cốt thép

### 1) Kiểm tra an toàn của các cấu kiện kết cấu

#### i) Mô men uốn

Cần kiểm tra rằng khả năng chịu tải của mặt cắt thiết kế ( $M_{ud}$ ) lớn hơn hoặc bằng giá trị thiết kế của Mô men uốn ( $M_d$ ) theo Công thức (1.19).

$$\frac{\gamma_i \cdot M_d}{M_{ud}} \leq 1,0$$

Khả năng chịu tải của mặt cắt thiết kế  $M_{ud}$  đối với mômen uốn của bê tông cốt thép có thể được tính toán.

$$M_{ud} = A_s \cdot f_{yd} \cdot d \left( 1 - \frac{\rho_w \cdot f_{yd}}{1,7 f'_{cd}} \right) / \gamma_b$$

trong đó:

- $A_s$  : Diện tích cốt thép chịu kéo ( $\text{mm}^2$ )
- $\rho_w$  : Tỷ lệ cốt thép ( $= A_s / (b_w \cdot d)$ )
- $f'_{cd}$  : Cường độ chịu nén thiết kế của bê tông  
 $f'_{cd} = f'_{ck} / \gamma_c = 30,0 / 1,30 = 23,1$  ( $\text{N/mm}^2$ )
- $f_{yd}$  : Cường độ chảy thiết kế của cốt thép chịu kéo  
 $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 345,0 / 1,00 = 345$  ( $\text{N/mm}^2$ )
- $d$  : Chiều cao hữu hiệu (mm)
- $\gamma_i$  : Hệ số kết cấu (1,0)
- $\gamma_b$  : Hệ số cấu kiện (1,1)
- $\gamma_c$  : Hệ số vật liệu cho thép (1,3)
- $\gamma_s$  : b (1,0)

### 2) Xác minh tính năng sử dụng của các cấu kiện kết cấu

#### i) Chiều rộng vết nứt

Cần kiểm tra rằng giá trị phản ứng thiết kế của chiều rộng vết nứt ( $w$ ) nhỏ hơn hoặc bằng giá trị giới hạn thiết kế của chiều rộng vết nứt ( $w_a$ ).

$$\gamma_i w_d / w_a \leq 1,0$$

Giá trị phản ứng thiết kế của chiều rộng vết nứt có thể được tính toán.

$$w = 1,1 \times k_1 \times k_2 \times k_3 \times \{4 \times c + 0,7 \times (c_s - \varphi)\} \times (\sigma_{se} / E_s + \varepsilon'_{csd})$$

trong đó:

- $w$  : Giá trị phản ứng thiết kế của chiều rộng vết nứt (mm)
- $k_1$  : Hệ số biểu thị ảnh hưởng của hình dạng bề mặt cốt thép lên chiều rộng vết nứt (thanh vằn = 1,0)
- $k_2$  : Hệ số biểu thị ảnh hưởng của chất lượng bê tông lên chiều rộng vết nứt,  $k_2 = 15 / (f'_c + 20) + 0,7$
- $f'_c$  : Cường độ chịu nén của bê tông ( $\text{N/mm}^2$ ), thường dùng giá trị thiết kế  $f'_{cd}$
- $k_3$  : Hệ số biểu thị ảnh hưởng của số lớp cốt thép chịu kéo,  $k_3 = 5(n$

- + 2) (7n + 8)
- $n$  : Số lớp cốt thép chịu kéo
- $c$  : Lớp bảo vệ bê tông (mm)
- $c_s$  : Khoảng cách giữa tâm các thanh cốt thép (mm)
- $\varphi$  : Đường kính thanh cốt thép chịu kéo, hoặc đường kính danh nghĩa của thanh nhỏ nhất (mm)
- $E_s$  : Mô đun đàn hồi của cốt thép (200 kN/mm<sup>2</sup>)
- $\varepsilon'_{csd}$  : Giá trị tính đến sự gia tăng chiều rộng vết nứt do co ngót và từ biến, khoảng 0,00010
- $\sigma_{se}$  : Gia tăng ứng suất của cốt thép gần bề mặt

**Bảng 2.74- Giá trị giới hạn của chiều rộng vết nứt  $w_a$**

Cốt thép	Phân loại môi trường	Giá trị giới hạn chiều rộng vết nứt (mm)
Ngoài Cốt thép phía dưới (ngoài)	Môi trường ăn mòn nghiêm trọng	0,0035c
Cốt thép phía trên (trong)	Môi trường ăn mòn thông thường	0,0040c

ii) Ứng suất nén của bê tông trong trạng thái thường xuyên

Được kiểm tra bằng Công thức sau.

$$\sigma'_c \leq 0,4f'_{ck}$$

trong đó:

- $\sigma'_c$  : Ứng suất nén sinh ra trong bê tông do tác dụng thường xuyên (N/mm<sup>2</sup>)
- $f'_{ck}$  : Giá trị đặc trưng của cường độ chịu nén của bê tông (N/mm<sup>2</sup>)

iii) Kiểm tra ứng suất cắt

Khả năng chịu tải cắt thiết kế có thể được tính bằng Công thức sau.

$$V_{dd} = \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_a \cdot f_{dd} \cdot b_w \cdot d / \gamma_b$$

trong đó:

- $V_{dd}$  : Khả năng chịu lực cắt và nén thiết kế khi phá hoại (N)
- $f_{dd}$  :  $0,19 \sqrt{f'_{cd}}$  (N/mm<sup>2</sup>)
- $\beta_d$  :  $\sqrt[4]{1000/d}$ , đặt là 1,5 khi  $\beta_d > 1,5$
- $\beta_p$  :  $(1 + \sqrt{100\rho_v})/2$ , đặt là 1,5 khi  $\beta_p > 1,5$
- $\beta_a$  :  $5 / (1 + (a/d)^2)$
- $b_w$  : Chiều rộng bụng dầm (mm)
- $d$  : Điểm đặt tải với dầm đơn giản; chiều cao hữu hiệu tại gối của dầm công xôn
- $a$  : Khoảng cách từ mặt trước của gối đến điểm đặt tải (mm)
- $\rho_v$  :  $A_s / (b_w \cdot d)$
- $A_s$  : Diện tích mặt cắt của cốt thép phía chịu kéo (mm<sup>2</sup>)
- $f'_{cd}$  : Cường độ chịu nén thiết kế của bê tông (N/mm<sup>2</sup>)
- $\gamma_b$  : Giá trị thường được đặt là 1,3

### 3) Tấm dầy (Khoang A)

i) Kiểm tra an toàn (Trạng thái thường xuyên / Khoang A / Hướng ngang / Cốt thép trên)

$B=100\text{cm}$

STT.	$M_d$ (kN·m)	$d$ (cm)	$A_{sn}$ (cm <sup>2</sup> )	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$M_{ud}$ (kN·m)	$\gamma_i$	$\gamma_i \cdot M_d$ $M_{ud}$	
I	5	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	4	16,32	52,0	1,00	D13	20,0	6,34	102,291	1,00	0,16
	3	31,63	52,0	1,95	D13	20,0	6,34	102,291	1,00	0,31
	2	23,57	52,0	1,45	D13	20,0	6,34	102,291	1,00	0,23
	1	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
II	5	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	4	8,89	52,0	0,55	D13	20,0	6,34	102,291	1,00	0,09
	3	16,30	52,0	1,00	D13	20,0	6,34	102,291	1,00	0,16
	2	13,58	52,0	0,83	D13	20,0	6,34	102,291	1,00	0,13
	1	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
III	5	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	4	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	3	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	2	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	1	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00

ii) Kiểm tra an toàn (Động đất cấp 1 / Khoang A / Hướng ngang / Cốt thép trên)

$B=100\text{cm}$

STT.	$M_d$ (kN·m)	$d$ (cm)	$A_{sn}$ (cm <sup>2</sup> )	Đường kính cốt thép. (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$M_{ud}$ (kN·m)	$\gamma_i$	$\gamma_i \cdot M_d$ $M_{ud}$	
I	5	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	4	8,85	52,0	0,54	D13	20,0	6,34	102,291	1,00	0,09
	3	33,35	52,0	2,05	D13	20,0	6,34	102,291	1,00	0,33
	2	33,34	52,0	2,05	D13	20,0	6,34	102,291	1,00	0,33
	1	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
II	5	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	4	3,95	52,0	0,24	D13	20,0	6,34	102,291	1,00	0,04
	3	17,34	52,0	1,07	D13	20,0	6,34	102,291	1,00	0,17
	2	19,80	52,0	1,22	D13	20,0	6,34	102,291	1,00	0,19
	1	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
III	5	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	4	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	3	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	2	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	1	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00

iii) Chiều rộng vết nứt khi xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Khoang A / Hướng ngang / Cốt thép trên)

Tỷ số mô đun đàn hồi  $N=7,1$ ,  $B=100\text{cm}$

STT.	$M_s$ (kN·m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{se}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Chiều rộng vết nứt thực tế $w$ (cm)	Giới hạn chiều rộng vết nứt cho phép $w_a$	$w / w_a$
I	5	0,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,000	$0,0040 \times 7,0 = 0,0280$	0,16
	4	5,10	52,0	D13	20,0	6,34	16,132		0,29
	3	13,31	52,0	D13	20,0	6,34	42,102		0,50
	2	11,69	52,0	D13	20,0	6,34	36,978		0,46
	1	0,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,000		0,16
II	5	0,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,000	$0,0040 \times 7,0 = 0,0280$	0,16
	4	2,60	52,0	D13	20,0	6,34	8,224		0,23
	3	6,89	52,0	D13	20,0	6,34	21,794		0,34
	2	6,86	52,0	D13	20,0	6,34	21,699		0,34
	1	0,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,000		0,16
III	5	0,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,000	$0,0040 \times 7,0 = 0,0280$	0,16
	4	0,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,000		0,16
	3	0,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,000		0,16
	2	0,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,000		0,16
	1	0,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,000		0,16

iv) Ứng suất nén trong xác minh khả năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Khoang A / Hướng ngang / Cốt thép trên)

$\gamma_f=1,00$ ,  $N=7,1$ ,  $B=100\text{cm}$

STT.	$M_s$ (kN·m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$J$	$\gamma_f \cdot \sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$0,4 \cdot f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )
I	5	0,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,00 ≤ 12,00
	4	5,10	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,32 ≤ 12,00
	3	13,31	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,83 ≤ 12,00
	2	11,69	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,73 ≤ 12,00
	1	0,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,00 ≤ 12,00
II	5	0,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,00 ≤ 12,00
	4	2,60	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,16 ≤ 12,00
	3	6,89	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,43 ≤ 12,00
	2	6,86	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,43 ≤ 12,00
	1	0,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,00 ≤ 12,00
III	5	0,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,00 ≤ 12,00
	4	0,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,00 ≤ 12,00
	3	0,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,00 ≤ 12,00
	2	0,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,00 ≤ 12,00
	1	0,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,00 ≤ 12,00

iv) Xác minh an toàn (Trạng thái thường xuyên / Khoang A / Hướng ngang / Cốt thép dưới)

B=100cm

STT.		$M_d$ (kN·m)	$d$ (cm)	$A_{sn}$ (cm <sup>2</sup> )	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$M_{ud}$ (kN·m)	$\gamma_i$	$\gamma_i \cdot M_d$ $M_{ud}$
I	5	84,35	56,6	4,79	D13	20,0	6,34	111,439	1,00	0,76
	4	0,00	50,0	0,00	D13	20,0	6,34	98,313	—	0,00
	3	0,00	50,0	0,00	D13	20,0	6,34	98,313	—	0,00
	2	0,00	50,0	0,00	D13	20,0	6,34	98,313	—	0,00
	1	102,94	56,6	5,85	D16	20,0	9,93	173,565	1,00	0,59
II	5	50,71	56,6	2,87	D13	20,0	6,34	111,439	1,00	0,46
	4	0,00	50,0	0,00	D13	20,0	6,34	98,313	—	0,00
	3	0,00	50,0	0,00	D13	20,0	6,34	98,313	—	0,00
	2	0,00	50,0	0,00	D13	20,0	6,34	98,313	—	0,00
	1	64,27	56,6	3,64	D13	20,0	6,34	111,439	1,00	0,58
III	5	0,00	56,6	0,00	D13	20,0	6,34	111,439	—	0,00
	4	11,38	56,6	0,64	D13	20,0	6,34	111,439	1,00	0,10
	3	18,65	56,6	1,05	D13	20,0	6,34	111,439	1,00	0,17
	2	13,43	56,6	0,76	D13	20,0	6,34	111,439	1,00	0,12
	1	0,00	56,6	0,00	D13	20,0	6,34	111,439	—	0,00

v) Xác minh an toàn (Động đất cấp 1 / Khoang A / Hướng ngang / Cốt thép dưới)

B=100cm

NO.		$M_d$ (kN·m)	$d$ (cm)	$A_{sn}$ (cm <sup>2</sup> )	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$M_{ud}$ (kN·m)	$\gamma_i$	$\gamma_i \cdot M_d$ $M_{ud}$
I	5	67,51	56,6	3,83	D13	20,0	6,34	111,439	1,00	0,61
	4	0,00	50,0	0,00	D13	20,0	6,34	98,313	—	0,00
	3	0,00	50,0	0,00	D13	20,0	6,34	98,313	—	0,00
	2	0,00	50,0	0,00	D13	20,0	6,34	98,313	—	0,00
	1	130,33	56,6	7,43	D16	20,0	9,93	173,565	1,00	0,75
II	5	37,88	56,6	2,14	D13	20,0	6,34	111,439	1,00	0,34
	4	0,00	50,0	0,00	D13	20,0	6,34	98,313	—	0,00
	3	0,00	50,0	0,00	D13	20,0	6,34	98,313	—	0,00
	2	0,00	50,0	0,00	D13	20,0	6,34	98,313	—	0,00
	1	83,70	56,6	4,75	D13	20,0	6,34	111,439	1,00	0,75
III	5	0,00	56,6	0,00	D13	20,0	6,34	111,439	—	0,00
	4	9,66	56,6	0,54	D13	20,0	6,34	111,439	1,00	0,09
	3	19,82	56,6	1,12	D13	20,0	6,34	111,439	1,00	0,18
	2	16,58	56,6	0,94	D13	20,0	6,34	111,439	1,00	0,15
	1	0,00	56,6	0,00	D13	20,0	6,34	111,439	—	0,00

vi) Chiều rộng vết nứt trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Khoang A / Hướng ngang / Cốt thép dưới)

Tỷ số mô đun đàn hồi  $N=7,1, B=100\text{cm}$

NO.	$M_s$ (kN.m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{se}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Chiều rộng vết nứt thực tế $w$ (cm)	Giới hạn chiều rộng vết nứt cho phép $w_a$	$w/w_a$	
I	5	30,97	56,6	D13	20,0	6,34	89,851	0,0297	0,0035 × 9,0 = 0,0315	0,94
	4	0,00	50,0	D13	20,0	6,34	0,000	0,0054		0,17
	3	0,00	50,0	D13	20,0	6,34	0,000	0,0054		0,17
	2	0,00	50,0	D13	20,0	6,34	0,000	0,0054		0,17
	1	47,87	56,6	D16	20,0	9,93	89,520	0,0294		0,93
II	5	18,05	56,6	D13	20,0	6,34	52,367	0,0195	0,0035 × 9,0 = 0,0315	0,62
	4	0,00	50,0	D13	20,0	6,34	0,000	0,0054		0,17
	3	0,00	50,0	D13	20,0	6,34	0,000	0,0054		0,17
	2	0,00	50,0	D13	20,0	6,34	0,000	0,0054		0,17
	1	30,38	56,6	D13	20,0	6,34	88,140	0,0292		0,93
III	5	0,00	56,6	D13	20,0	6,34	0,000	0,0054	0,0035 × 9,0 = 0,0315	0,17
	4	4,29	56,6	D13	20,0	6,34	12,446	0,0088		0,28
	3	7,88	56,6	D13	20,0	6,34	22,862	0,0116		0,37
	2	6,15	56,6	D13	20,0	6,34	17,843	0,0102		0,32
	1	0,00	56,6	D13	20,0	6,34	0,000	0,0054		0,17

vii) Ứng suất nén trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Khoang A / Hướng ngang / Cốt thép dưới)

$\gamma_f=1,00, N=7,1, B=100\text{cm}$

STT.	$M_s$ (kN.m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$J$	$\gamma_f \cdot \sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$0,4 \cdot f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )
I	5	30,97	56,6	D13	20,0	6,34	0,961	1,70 ≤ 12,00
	4	0,00	50,0	D13	20,0	6,34	0,958	0,00 ≤ 12,00
	3	0,00	50,0	D13	20,0	6,34	0,958	0,00 ≤ 12,00
	2	0,00	50,0	D13	20,0	6,34	0,958	0,00 ≤ 12,00
	1	47,87	56,6	D16	20,0	9,93	0,951	2,16 ≤ 12,00
II	5	18,05	56,6	D13	20,0	6,34	0,961	0,99 ≤ 12,00
	4	0,00	50,0	D13	20,0	6,34	0,958	0,00 ≤ 12,00
	3	0,00	50,0	D13	20,0	6,34	0,958	0,00 ≤ 12,00
	2	0,00	50,0	D13	20,0	6,34	0,958	0,00 ≤ 12,00
	1	30,38	56,6	D13	20,0	6,34	0,961	1,67 ≤ 12,00
III	5	0,00	56,6	D13	20,0	6,34	0,961	0,00 ≤ 12,00
	4	4,29	56,6	D13	20,0	6,34	0,961	0,24 ≤ 12,00
	3	7,88	56,6	D13	20,0	6,34	0,961	0,43 ≤ 12,00
	2	6,15	56,6	D13	20,0	6,34	0,961	0,34 ≤ 12,00
	1	0,00	56,6	D13	20,0	6,34	0,961	0,00 ≤ 12,00

viii) Xác minh an toàn (Trạng thái thường xuyên / Khoang A / Hướng dọc / Cốt thép trên)

B=100cm

STT.	$M_d$ (kN·m)	$d$ (cm)	$A_{sn}$ (cm <sup>2</sup> )	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$M_{ud}$ (kN·m)	$\gamma_i$	$\gamma_i \cdot M_d$ $M_{ud}$	
I	5	0,00	54,0	0,00	D13	20,0	6,34	106,273	—	0,00
	4	28,59	54,0	1,69	D13	20,0	6,34	106,273	1,00	0,27
	3	49,49	54,0	2,94	D13	20,0	6,34	106,273	1,00	0,47
	2	32,17	54,0	1,91	D13	20,0	6,34	106,273	1,00	0,30
	1	0,00	54,0	0,00	D13	20,0	6,34	106,273	—	0,00
II	5	0,00	54,0	0,00	D13	20,0	6,34	106,273	—	0,00
	4	11,04	54,0	0,65	D13	20,0	6,34	106,273	1,00	0,10
	3	18,11	54,0	1,07	D13	20,0	6,34	106,273	1,00	0,17
	2	13,77	54,0	0,81	D13	20,0	6,34	106,273	1,00	0,13
	1	0,00	54,0	0,00	D13	20,0	6,34	106,273	—	0,00
III	5	0,00	54,0	0,00	D13	20,0	6,34	106,273	—	0,00
	4	0,00	54,0	0,00	D13	20,0	6,34	106,273	—	0,00
	3	0,00	54,0	0,00	D13	20,0	6,34	106,273	—	0,00
	2	0,00	54,0	0,00	D13	20,0	6,34	106,273	—	0,00
	1	0,00	54,0	0,00	D13	20,0	6,34	106,273	—	0,00

ix) Xác minh an toàn (Động đất cấp 1 / Khoang A / Hướng dọc / Cốt thép trên)

B=100cm

STT.	$M_d$ (kN·m)	$d$ (cm)	$A_{sn}$ (cm <sup>2</sup> )	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$M_{ud}$ (kN·m)	$\gamma_i$	$\gamma_i \cdot M_d$ $M_{ud}$	
I	5	0,00	54,0	0,00	D13	20,0	6,34	106,273	—	0,00
	4	26,17	54,0	1,55	D13	20,0	6,34	106,273	1,00	0,25
	3	52,43	54,0	3,11	D13	20,0	6,34	106,273	1,00	0,49
	2	38,28	54,0	2,27	D13	20,0	6,34	106,273	1,00	0,36
	1	0,00	54,0	0,00	D13	20,0	6,34	106,273	—	0,00
II	5	0,00	54,0	0,00	D13	20,0	6,34	106,273	—	0,00
	4	8,51	54,0	0,50	D13	20,0	6,34	106,273	1,00	0,08
	3	19,14	54,0	1,13	D13	20,0	6,34	106,273	1,00	0,18
	2	17,73	54,0	1,05	D13	20,0	6,34	106,273	1,00	0,17
	1	0,00	54,0	0,00	D13	20,0	6,34	106,273	—	0,00
III	5	0,00	54,0	0,00	D13	20,0	6,34	106,273	—	0,00
	4	0,00	54,0	0,00	D13	20,0	6,34	106,273	—	0,00
	3	0,00	54,0	0,00	D13	20,0	6,34	106,273	—	0,00
	2	0,00	54,0	0,00	D13	20,0	6,34	106,273	—	0,00
	1	0,00	54,0	0,00	D13	20,0	6,34	106,273	—	0,00

x) Chiều rộng vết nứt trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Khoang A / Hướng dọc / Cốt thép trên)

Tỷ số mô đun đàn hồi  $N=7,1$ ,  $B=100\text{cm}$

STT.	$M_s$ (kN·m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{se}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Chiều rộng vết nứt thực tế $w$ (cm)	Giới hạn chiều rộng vết nứt cho phép $w_a$	$w/w_a$	
I	5	0,00	54,0	D13	20,0	6,34	0,000	0,0040 × 5,0 = 0,0200	0,18	
	4	11,19	54,0	D13	20,0	6,34	34,057		0,0098	0,49
	3	20,87	54,0	D13	20,0	6,34	63,518		0,0152	0,76
	2	14,44	54,0	D13	20,0	6,34	43,949		0,0116	0,58
	1	0,00	54,0	D13	20,0	6,34	0,000		0,0036	0,18
II	5	0,00	54,0	D13	20,0	6,34	0,000	0,0040 × 5,0 = 0,0200	0,18	
	4	3,98	54,0	D13	20,0	6,34	12,113		0,0058	0,29
	3	7,62	54,0	D13	20,0	6,34	23,192		0,0079	0,40
	2	6,46	54,0	D13	20,0	6,34	19,661		0,0072	0,36
	1	0,00	54,0	D13	20,0	6,34	0,000		0,0036	0,18
III	5	0,00	54,0	D13	20,0	6,34	0,000	0,0040 × 5,0 = 0,0200	0,18	
	4	0,00	54,0	D13	20,0	6,34	0,000		0,0036	0,18
	3	0,00	54,0	D13	20,0	6,34	0,000		0,0036	0,18
	2	0,00	54,0	D13	20,0	6,34	0,000		0,0036	0,18
	1	0,00	54,0	D13	20,0	6,34	0,000		0,0036	0,18

xi) Ứng suất nén trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Khoang A / Hướng dọc / Cốt thép trên)

$\gamma_f=1,00$ ,  $N=7,1$ ,  $B=100\text{cm}$

STT.	$M_s$ (kN·m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$J$	$\gamma_f \cdot \sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$0,4 \cdot f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )
I	5	0,00	54,0	D13	20,0	6,34	0,960	0,00 ≤ 12,00
	4	11,19	54,0	D13	20,0	6,34	0,960	0,66 ≤ 12,00
	3	20,87	54,0	D13	20,0	6,34	0,960	1,23 ≤ 12,00
	2	14,44	54,0	D13	20,0	6,34	0,960	0,85 ≤ 12,00
	1	0,00	54,0	D13	20,0	6,34	0,960	0,00 ≤ 12,00
II	5	0,00	54,0	D13	20,0	6,34	0,960	0,00 ≤ 12,00
	4	3,98	54,0	D13	20,0	6,34	0,960	0,24 ≤ 12,00
	3	7,62	54,0	D13	20,0	6,34	0,960	0,45 ≤ 12,00
	2	6,46	54,0	D13	20,0	6,34	0,960	0,38 ≤ 12,00
	1	0,00	54,0	D13	20,0	6,34	0,960	0,00 ≤ 12,00
III	5	0,00	54,0	D13	20,0	6,34	0,960	0,00 ≤ 12,00
	4	0,00	54,0	D13	20,0	6,34	0,960	0,00 ≤ 12,00
	3	0,00	54,0	D13	20,0	6,34	0,960	0,00 ≤ 12,00
	2	0,00	54,0	D13	20,0	6,34	0,960	0,00 ≤ 12,00
	1	0,00	54,0	D13	20,0	6,34	0,960	0,00 ≤ 12,00

xii) Xác minh an toàn (Trạng thái thường xuyên / Khoang A / Hướng dọc / Cốt thép dưới)

B=100cm

STT.		$M_d$ (kN·m)	$d$ (cm)	$A_{sn}$ (cm <sup>2</sup> )	Đường kính cốt thép. (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$M_{ud}$ (kN·m)	$\gamma_i$	$\gamma_i \cdot M_d$ $M_{ud}$
I	5	14,01	58,6	0,76	D13	20,0	6,34	115,418	1,00	0,12
	4	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	3	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	2	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	1	17,08	58,6	0,93	D13	20,0	6,34	115,418	1,00	0,15
II	5	8,40	58,6	0,46	D13	20,0	6,34	115,418	1,00	0,07
	4	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	3	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	2	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	1	10,70	58,6	0,58	D13	20,0	6,34	115,418	1,00	0,09
III	5	0,00	58,6	0,00	D13	20,0	6,34	115,418	—	0,00
	4	68,11	58,6	3,73	D13	20,0	6,34	115,418	1,00	0,59
	3	111,28	58,6	6,11	D16	20,0	9,93	179,795	1,00	0,62
	2	80,04	58,6	4,38	D16	20,0	9,93	179,795	1,00	0,45*
	1	0,00	58,6	0,00	D13	20,0	6,34	115,418	—	0,00

\*: cốt thép được xác định bằng xác minh tính năng sử dụng

xiii) Xác minh an toàn (Động đất cấp 1 / Khoang A / Hướng dọc / Cốt thép dưới)

B=100cm

STT.		$M_d$ (kN·m)	$d$ (cm)	$A_{sn}$ (cm <sup>2</sup> )	Đường kính cốt thép. (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$M_{ud}$ (kN·m)	$\gamma_i$	$\gamma_i \cdot M_d$ $M_{ud}$
I	5	11,15	58,6	0,61	D13	20,0	6,34	115,418	1,00	0,10
	4	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	3	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	2	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	1	21,52	58,6	1,17	D13	20,0	6,34	115,418	1,00	0,19
II	5	6,21	58,6	0,34	D13	20,0	6,34	115,418	1,00	0,05
	4	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	3	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	2	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	1	13,99	58,6	0,76	D13	20,0	6,34	115,418	1,00	0,12
III	5	0,00	58,6	0,00	D13	20,0	6,34	115,418	—	0,00
	4	58,16	58,6	3,18	D13	20,0	6,34	115,418	1,00	0,50
	3	117,68	58,6	6,47	D16	20,0	9,93	179,795	1,00	0,65
	2	98,51	58,6	5,40	D16	20,0	9,93	179,795	1,00	0,55*
	1	0,00	58,6	0,00	D13	20,0	6,34	115,418	—	0,00

\*: cốt thép được xác định bằng xác minh tính năng sử dụng

xiv) Chiều rộng vết nứt trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Khoang A / Hướng dọc / Cốt thép dưới)

Tỷ số mô đun đàn hồi  $N=7,1$ ,  $B=100\text{cm}$

STT	$M_s$ (kN·m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{se}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Chiều rộng vết nứt thực tế $w$ (cm)	Giới hạn chiều rộng vết nứt cho phép $w_a$	$w/w_a$	
I	5	5,13	58,6	D13	20,0	6,34	14,365	0,0078	0,0035 × 7,0 = 0,0245	0,32
	4	0,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,000	0,0045		0,18
	3	0,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,000	0,0045		0,18
	2	0,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,000	0,0045		0,18
	1	7,92	58,6	D13	20,0	6,34	22,178	0,0095		0,39
II	5	2,97	58,6	D13	20,0	6,34	8,317	0,0064	0,0035 × 7,0 = 0,0245	0,26
	4	0,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,000	0,0045		0,18
	3	0,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,000	0,0045		0,18
	2	0,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,000	0,0045		0,18
	1	5,07	58,6	D13	20,0	6,34	14,197	0,0077		0,31
III	5	0,00	58,6	D13	20,0	6,34	0,000	0,0045	0,0035 × 7,0 = 0,0245	0,18
	4	25,77	58,6	D13	20,0	6,34	72,163	0,0208		0,85
	3	46,88	58,6	D16	20,0	9,93	84,607	0,0235		0,96
	2	36,63	58,6	D16	20,0	9,93	66,109	0,0194		0,79
	1	0,00	58,6	D13	20,0	6,34	0,000	0,0045		0,18

xv) Ứng suất nén trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Khoang A / Hướng dọc / Cốt thép dưới)

$\gamma_f=1,00$ ,  $N=7,1$ ,  $B=100\text{cm}$

NO.	$M_s$ (kN·m)	$d$ (cm)	Dia. (mm)	Pitch (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$J$	$\gamma_i \cdot \sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$0,4 \cdot f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )
I	5	5,13	58,6	D13	20,0	6,34	0,961	0,27 ≤ 12,00
	4	0,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,00 ≤ 12,00
	3	0,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,00 ≤ 12,00
	2	0,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,00 ≤ 12,00
	1	7,92	58,6	D13	20,0	6,34	0,961	0,41 ≤ 12,00
II	5	2,97	58,6	D13	20,0	6,34	0,961	0,15 ≤ 12,00
	4	0,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,00 ≤ 12,00
	3	0,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,00 ≤ 12,00
	2	0,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,00 ≤ 12,00
	1	5,07	58,6	D13	20,0	6,34	0,961	0,26 ≤ 12,00
III	5	0,00	58,6	D13	20,0	6,34	0,961	0,00 ≤ 12,00
	4	25,77	58,6	D13	20,0	6,34	0,961	1,34 ≤ 12,00
	3	46,88	58,6	D16	20,0	9,93	0,952	2,00 ≤ 12,00
	2	36,63	58,6	D16	20,0	9,93	0,952	1,56 ≤ 12,00
	1	0,00	58,6	D13	20,0	6,34	0,961	0,00 ≤ 12,00

#### 4) Tấm dầy (Khoang B)

i) Xác minh an toàn (Trạng thái thường xuyên / Khoang B / Hướng ngang / Cốt thép trên)

$B=100\text{cm}$

STT.	$M_d$ (kN·m)	$d$ (cm)	$A_{sn}$ (cm <sup>2</sup> )	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$M_{sd}$ (kN·m)	$\gamma_i$	$\gamma_i \cdot M_d$ $M_{sd}$	
I	5	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	4	16,91	52,0	1,14	D13	20,0	6,34	102,291	1,10	0,18
	3	26,86	52,0	1,82	D13	20,0	6,34	102,291	1,10	0,29
	2	16,91	52,0	1,14	D13	20,0	6,34	102,291	1,10	0,18
	1	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
II	5	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	4	9,52	52,0	0,64	D13	20,0	6,34	102,291	1,10	0,10
	3	13,78	52,0	0,93	D13	20,0	6,34	102,291	1,10	0,15
	2	9,52	52,0	0,64	D13	20,0	6,34	102,291	1,10	0,10
	1	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
III	5	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	4	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	3	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	2	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	1	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00

ii) Xác minh an toàn (Động đất cấp 1 / Khoang B / Hướng ngang / Cốt thép trên)

$B=100\text{cm}$

STT.	$M_d$ (kN·m)	$d$ (cm)	$A_{sn}$ (cm <sup>2</sup> )	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$M_{sd}$ (kN·m)	$\gamma_i$	$\gamma_i \cdot M_d$ $M_{sd}$	
I	5	99,20	52,0	6,15	D13	20,0	6,34	102,291	1,00	0,97
	4	0,56	52,0	0,03	D13	20,0	6,34	102,291	1,00	0,01
	3	3,11	52,0	0,19	D13	20,0	6,34	102,291	1,00	0,03
	2	3,38	52,0	0,21	D13	20,0	6,34	102,291	1,00	0,03
	1	43,61	52,0	2,69	D13	20,0	6,34	102,291	1,00	0,43
II	5	64,01	52,0	3,95	D13	20,0	6,34	102,291	1,00	0,63
	4	0,20	52,0	0,01	D13	20,0	6,34	102,291	1,00	0,00
	3	1,62	52,0	0,10	D13	20,0	6,34	102,291	1,00	0,02
	2	2,02	52,0	0,12	D13	20,0	6,34	102,291	1,00	0,02
	1	23,46	52,0	1,44	D13	20,0	6,34	102,291	1,00	0,23
III	5	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	4	12,50	52,0	0,77	D13	20,0	6,34	102,291	1,00	0,12
	3	14,03	52,0	0,86	D13	20,0	6,34	102,291	1,00	0,14
	2	6,38	52,0	0,39	D13	20,0	6,34	102,291	1,00	0,06
	1	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00

iii) Chiều rộng vết nứt trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Khoang B / Hướng ngang / Cốt thép trên)

Tỷ số mô đun đàn hồi  $N=7,1$ ,  $B=100\text{cm}$

STT.	$M_s$ (kN.m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{se}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Chiều rộng vết nứt thực tế $w$ (cm)	Giới hạn chiều rộng vết nứt cho phép $w_a$	$w / w_a$	
I	5	17,77	52,0	D13	20,0	6,34	56,210	0,0172	0,0040 × 7,0 = 0,0280	0,61
	4	7,00	52,0	D13	20,0	6,34	22,142	0,0095		0,34
	3	11,12	52,0	D13	20,0	6,34	35,175	0,0125		0,45
	2	7,00	52,0	D13	20,0	6,34	22,142	0,0095		0,34
	1	7,81	52,0	D13	20,0	6,34	24,704	0,0101		0,36
II	5	11,47	52,0	D13	20,0	6,34	36,282	0,0127	0,0040 × 7,0 = 0,0280	0,45
	4	3,94	52,0	D13	20,0	6,34	12,463	0,0073		0,26
	3	5,71	52,0	D13	20,0	6,34	18,062	0,0086		0,31
	2	3,94	52,0	D13	20,0	6,34	12,463	0,0073		0,26
	1	4,20	52,0	D13	20,0	6,34	13,285	0,0075		0,27
III	5	0,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,000	0,0045	0,0040 × 7,0 = 0,0280	0,16
	4	2,24	52,0	D13	20,0	6,34	7,086	0,0061		0,22
	3	2,51	52,0	D13	20,0	6,34	7,940	0,0063		0,23
	2	1,14	52,0	D13	20,0	6,34	3,606	0,0053		0,19
	1	0,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,000	0,0045		0,16

iv) Ứng suất nén trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Khoang B / Hướng ngang / Cốt thép trên)

$\gamma=1,00$ ,  $N=7,1$ ,  $B=100\text{cm}$

STT.	$M_s$ (kN.m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$J$	$\gamma \cdot \sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$0,4 \cdot f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )
I	5	17,77	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	1,11 ≤ 12,00
	4	0,54	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,03 ≤ 12,00
	3	3,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,19 ≤ 12,00
	2	3,25	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,20 ≤ 12,00
	1	7,81	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,49 ≤ 12,00
II	5	11,47	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,72 ≤ 12,00
	4	0,19	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,01 ≤ 12,00
	3	1,56	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,10 ≤ 12,00
	2	1,94	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,12 ≤ 12,00
	1	4,20	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,26 ≤ 12,00
III	5	0,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,00 ≤ 12,00
	4	2,24	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,14 ≤ 12,00
	3	2,51	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,16 ≤ 12,00
	2	1,14	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,07 ≤ 12,00
	1	0,00	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,00 ≤ 12,00

iv) Xác minh an toàn (Trạng thái thường xuyên / Khoang B / Hướng ngang / Cốt thép dưới)

B=100cm

STT.	$M_d$ (kN·m)	$d$ (cm)	$A_{sn}$ (cm <sup>2</sup> )	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$M_{ud}$ (kN·m)	$\gamma_i$	$\gamma_i \cdot M_d$ $M_{ud}$	
I	5	79,44	56,6	4,96	D13	20,0	6,34	111,439	1,10	0,78
	4	0,00	50,0	0,00	D13	20,0	6,34	98,313	—	0,00
	3	0,00	50,0	0,00	D13	20,0	6,34	98,313	—	0,00
	2	0,00	50,0	0,00	D13	20,0	6,34	98,313	—	0,00
	1	79,44	56,6	4,96	D13	20,0	6,34	111,439	1,10	0,78
II	5	48,74	56,6	3,03	D13	20,0	6,34	111,439	1,10	0,48
	4	0,00	50,0	0,00	D13	20,0	6,34	98,313	—	0,00
	3	0,00	50,0	0,00	D13	20,0	6,34	98,313	—	0,00
	2	0,00	50,0	0,00	D13	20,0	6,34	98,313	—	0,00
	1	48,74	56,6	3,03	D13	20,0	6,34	111,439	1,10	0,48
III	5	0,00	56,6	0,00	D13	20,0	6,34	111,439	—	0,00
	4	10,52	56,6	0,65	D13	20,0	6,34	111,439	1,10	0,10
	3	15,77	56,6	0,98	D13	20,0	6,34	111,439	1,10	0,16
	2	10,52	56,6	0,65	D13	20,0	6,34	111,439	1,10	0,10
	1	0,00	56,6	0,00	D13	20,0	6,34	111,439	—	0,00

v) Xác minh an toàn (Động đất cấp 1 / Khoang B / Hướng ngang / Cốt thép dưới)

B=100cm

STT.	$M_d$ (kN·m)	$d$ (cm)	$A_{sn}$ (cm <sup>2</sup> )	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$M_{ud}$ (kN·m)	$\gamma_i$	$\gamma_i \cdot M_d$ $M_{ud}$	
I	5	5,64	56,6	0,32	D13	20,0	6,34	111,439	1,00	0,05
	4	26,01	50,0	1,66	D13	20,0	6,34	98,313	1,00	0,26
	3	24,23	50,0	1,55	D13	20,0	6,34	98,313	1,00	0,25
	2	4,34	50,0	0,28	D13	20,0	6,34	98,313	1,00	0,04
	1	12,86	56,6	0,73	D13	20,0	6,34	111,439	1,00	0,12
II	5	3,05	56,6	0,17	D13	20,0	6,34	111,439	1,00	0,03
	4	15,56	50,0	0,99	D13	20,0	6,34	98,313	1,00	0,16
	3	12,24	50,0	0,78	D13	20,0	6,34	98,313	1,00	0,12
	2	1,53	50,0	0,10	D13	20,0	6,34	98,313	1,00	0,02
	1	8,32	56,6	0,47	D13	20,0	6,34	111,439	1,00	0,07
III	5	0,00	56,6	0,00	D13	20,0	6,34	111,439	—	0,00
	4	0,83	56,6	0,05	D13	20,0	6,34	111,439	1,00	0,01
	3	1,86	56,6	0,10	D13	20,0	6,34	111,439	1,00	0,02
	2	1,62	56,6	0,09	D13	20,0	6,34	111,439	1,00	0,01
	1	0,00	56,6	0,00	D13	20,0	6,34	111,439	—	0,00

vi) Chiều rộng vết nứt trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Khoang B / Hướng ngang / Cốt thép dưới)

Tỷ số mô đun đàn hồi  $N=7,1$ ,  $B=100\text{cm}$

STT.	$M_s$ (kN·m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{se}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Chiều rộng vết nứt thực tế $w$ (cm)	Giới hạn chiều rộng vết nứt cho phép $w_a$	$w/w_a$	
I	5	32,90	56,6	D13	20,0	6,34	95,451	0,0312	0,0035 × 9,0 = 0,0315	0,99
	4	4,66	50,0	D13	20,0	6,34	15,343	0,0095		0,30
	3	4,34	50,0	D13	20,0	6,34	14,289	0,0093		0,30
	2	0,78	50,0	D13	20,0	6,34	2,568	0,0061		0,19
	1	32,90	56,6	D13	20,0	6,34	95,451	0,0312		0,99
II	5	20,18	56,6	D13	20,0	6,34	58,547	0,0212	0,0035 × 9,0 = 0,0315	0,67
	4	2,79	50,0	D13	20,0	6,34	9,186	0,0079		0,25
	3	2,19	50,0	D13	20,0	6,34	7,210	0,0073		0,23
	2	0,27	50,0	D13	20,0	6,34	0,889	0,0056		0,18
	1	20,18	56,6	D13	20,0	6,34	58,547	0,0212		0,67
III	5	0,00	56,6	D13	20,0	6,34	0,000	0,0054	0,0035 × 9,0 = 0,0315	0,17
	4	4,35	56,6	D13	20,0	6,34	12,620	0,0088		0,28
	3	6,53	56,6	D13	20,0	6,34	18,945	0,0105		0,33
	2	4,35	56,6	D13	20,0	6,34	12,620	0,0088		0,28
	1	0,00	56,6	D13	20,0	6,34	0,000	0,0054		0,17

vii) Ứng suất nén trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Khoang B / Hướng ngang / Cốt thép dưới)

$\gamma_f=1,00$ ,  $N=7,1$ ,  $B=100\text{cm}$

STT.	$M_s$ (kN·m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$J$	$\gamma_f \cdot \sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$0,4 \cdot f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )
I	5	5,42	56,6	D13	20,0	6,34	0,961	0,30 ≤ 12,00
	4	4,66	50,0	D13	20,0	6,34	0,958	0,31 ≤ 12,00
	3	4,34	50,0	D13	20,0	6,34	0,958	0,29 ≤ 12,00
	2	0,78	50,0	D13	20,0	6,34	0,958	0,05 ≤ 12,00
	1	12,36	56,6	D13	20,0	6,34	0,961	0,68 ≤ 12,00
II	5	2,93	56,6	D13	20,0	6,34	0,961	0,16 ≤ 12,00
	4	2,79	50,0	D13	20,0	6,34	0,958	0,19 ≤ 12,00
	3	2,19	50,0	D13	20,0	6,34	0,958	0,15 ≤ 12,00
	2	0,27	50,0	D13	20,0	6,34	0,958	0,02 ≤ 12,00
	1	7,99	56,6	D13	20,0	6,34	0,961	0,44 ≤ 12,00
III	5	0,00	56,6	D13	20,0	6,34	0,961	0,00 ≤ 12,00
	4	0,80	56,6	D13	20,0	6,34	0,961	0,04 ≤ 12,00
	3	1,78	56,6	D13	20,0	6,34	0,961	0,10 ≤ 12,00
	2	1,56	56,6	D13	20,0	6,34	0,961	0,09 ≤ 12,00
	1	0,00	56,6	D13	20,0	6,34	0,961	0,00 ≤ 12,00

viii) Xác minh an toàn (Trạng thái thường xuyên / Khoang B / Hướng dọc / Cốt thép trên)

B=100cm

STT.	$M_d$ (kN·m)	$d$ (cm)	$A_{sn}$ (cm <sup>2</sup> )	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$M_{ud}$ (kN·m)	$\gamma_i$	$\gamma_i \cdot M_d$ $M_{ud}$	
I	5	0,00	54,0	0,00	D13	20,0	6,34	106,273	—	0,00
	4	25,72	54,0	1,68	D13	20,0	6,34	106,273	1,10	0,27
	3	41,92	54,0	2,73	D13	20,0	6,34	106,273	1,10	0,43
	2	25,72	54,0	1,68	D13	20,0	6,34	106,273	1,10	0,27
	1	0,00	54,0	0,00	D13	20,0	6,34	106,273	—	0,00
II	5	0,00	54,0	0,00	D13	20,0	6,34	106,273	—	0,00
	4	10,52	54,0	0,68	D13	20,0	6,34	106,273	1,10	0,11
	3	15,35	54,0	1,00	D13	20,0	6,34	106,273	1,10	0,16
	2	10,52	54,0	0,68	D13	20,0	6,34	106,273	1,10	0,11
	1	0,00	54,0	0,00	D13	20,0	6,34	106,273	—	0,00
III	5	0,00	54,0	0,00	D13	20,0	6,34	106,273	—	0,00
	4	0,00	54,0	0,00	D13	20,0	6,34	106,273	—	0,00
	3	0,00	54,0	0,00	D13	20,0	6,34	106,273	—	0,00
	2	0,00	54,0	0,00	D13	20,0	6,34	106,273	—	0,00
	1	0,00	54,0	0,00	D13	20,0	6,34	106,273	—	0,00

ix) Xác minh an toàn (Động đất cấp 1 / Khoang B / Hướng dọc / Cốt thép trên)

B=100cm

STT.	$M_d$ (kN·m)	$d$ (cm)	$A_{sn}$ (cm <sup>2</sup> )	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$M_{ud}$ (kN·m)	$\gamma_i$	$\gamma_i \cdot M_d$ $M_{ud}$	
I	5	16,58	54,0	0,98	D13	20,0	6,34	106,273	1,00	0,16
	4	2,32	54,0	0,14	D13	20,0	6,34	106,273	1,00	0,02
	3	4,91	54,0	0,29	D13	20,0	6,34	106,273	1,00	0,05
	2	3,71	54,0	0,22	D13	20,0	6,34	106,273	1,00	0,03
	1	7,40	54,0	0,44	D13	20,0	6,34	106,273	1,00	0,07
II	5	10,71	54,0	0,63	D13	20,0	6,34	106,273	1,00	0,10
	4	0,69	54,0	0,04	D13	20,0	6,34	106,273	1,00	0,01
	3	1,79	54,0	0,11	D13	20,0	6,34	106,273	1,00	0,02
	2	1,75	54,0	0,10	D13	20,0	6,34	106,273	1,00	0,02
	1	3,83	54,0	0,23	D13	20,0	6,34	106,273	1,00	0,04
III	5	0,00	54,0	0,00	D13	20,0	6,34	106,273	—	0,00
	4	74,21	54,0	4,41	D13	20,0	6,34	106,273	1,00	0,70
	3	84,66	54,0	5,04	D13	20,0	6,34	106,273	1,00	0,80
	2	38,51	54,0	2,28	D13	20,0	6,34	106,273	1,00	0,36
	1	0,00	54,0	0,00	D13	20,0	6,34	106,273	—	0,00

x) Chiều rộng vết nứt trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Khoang B / Hướng dọc / Cốt thép trên)

Tỷ số mô đun đàn hồi  $N=7,1$ ,  $B=100\text{cm}$

STT.	$M_s$ (kN.m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{se}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Chiều rộng vết nứt thực tế $w$ (cm)	Giới hạn chiều rộng vết nứt cho phép $w_a$	$w/w_a$	
I	5	2,97	54,0	D13	20,0	6,34	9,039	0,0053	0,0040 × 5,0 = 0,0200	0,27
	4	10,65	54,0	D13	20,0	6,34	32,414	0,0095		0,48
	3	17,36	54,0	D13	20,0	6,34	52,836	0,0133		0,67
	2	10,65	54,0	D13	20,0	6,34	32,414	0,0095		0,48
	1	1,33	54,0	D13	20,0	6,34	4,048	0,0044		0,22
II	5	1,92	54,0	D13	20,0	6,34	5,844	0,0047	0,0040 × 5,0 = 0,0200	0,24
	4	4,35	54,0	D13	20,0	6,34	13,239	0,0061		0,31
	3	6,36	54,0	D13	20,0	6,34	19,357	0,0072		0,36
	2	4,35	54,0	D13	20,0	6,34	13,239	0,0061		0,31
	1	0,69	54,0	D13	20,0	6,34	2,100	0,0040		0,20
III	5	0,00	54,0	D13	20,0	6,34	0,000	0,0036	0,0040 × 5,0 = 0,0200	0,18
	4	13,30	54,0	D13	20,0	6,34	40,479	0,0110		0,55
	3	15,17	54,0	D13	20,0	6,34	46,170	0,0121		0,61
	2	6,90	54,0	D13	20,0	6,34	21,000	0,0075		0,38
	1	0,00	54,0	D13	20,0	6,34	0,000	0,0036		0,18

xi) Ứng suất nén trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Khoang B / Hướng dọc / Cốt thép trên)

$\gamma_f=1,00$ ,  $N=7,1$ ,  $B=100\text{cm}$

STT.	$M_s$ (kN.m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$J$	$\gamma_f \cdot \sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$0,4 \cdot f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )
I	5	2,97	54,0	D13	20,0	6,34	0,960	0,18 ≤ 12,00
	4	2,23	54,0	D13	20,0	6,34	0,960	0,13 ≤ 12,00
	3	4,71	54,0	D13	20,0	6,34	0,960	0,28 ≤ 12,00
	2	3,56	54,0	D13	20,0	6,34	0,960	0,21 ≤ 12,00
	1	1,33	54,0	D13	20,0	6,34	0,960	0,08 ≤ 12,00
II	5	1,92	54,0	D13	20,0	6,34	0,960	0,11 ≤ 12,00
	4	0,67	54,0	D13	20,0	6,34	0,960	0,04 ≤ 12,00
	3	1,72	54,0	D13	20,0	6,34	0,960	0,10 ≤ 12,00
	2	1,69	54,0	D13	20,0	6,34	0,960	0,10 ≤ 12,00
	1	0,69	54,0	D13	20,0	6,34	0,960	0,04 ≤ 12,00
III	5	0,00	54,0	D13	20,0	6,34	0,960	0,00 ≤ 12,00
	4	13,30	54,0	D13	20,0	6,34	0,960	0,79 ≤ 12,00
	3	15,17	54,0	D13	20,0	6,34	0,960	0,90 ≤ 12,00
	2	6,90	54,0	D13	20,0	6,34	0,960	0,41 ≤ 12,00
	1	0,00	54,0	D13	20,0	6,34	0,960	0,00 ≤ 12,00

xii) Xác minh an toàn (Trạng thái thường xuyên / Khoang B / Hướng dọc / Cốt thép dưới)

B=100cm

STT.		$M_d$ (kN·m)	$d$ (cm)	$A_{sn}$ (cm <sup>2</sup> )	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$M_{ud}$ (kN·m)	$\gamma_i$	$\gamma_i \cdot M_d$ $M_{ud}$
I	5	13,22	58,6	0,79	D13	20,0	6,34	115,418	1,10	0,13
	4	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	3	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	2	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	1	13,22	58,6	0,79	D13	20,0	6,34	115,418	1,10	0,13
II	5	8,10	58,6	0,49	D13	20,0	6,34	115,418	1,10	0,08
	4	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	3	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	2	0,00	52,0	0,00	D13	20,0	6,34	102,291	—	0,00
	1	8,10	58,6	0,49	D13	20,0	6,34	115,418	1,10	0,08
III	5	0,00	58,6	0,00	D13	20,0	6,34	115,418	—	0,00
	4	62,81	58,6	3,78	D13	20,0	6,34	115,418	1,10	0,60
	3	94,36	58,6	5,70	D16	20,0	9,93	179,795	1,10	0,58*
	2	62,81	58,6	3,78	D13	20,0	6,34	115,418	1,10	0,60
	1	0,00	58,6	0,00	D13	20,0	6,34	115,418	—	0,00

\*: cốt thép được xác định bằng xác minh tính năng sử dụng

xiii) Xác minh an toàn (Động đất cấp 1 / Khoang B / Hướng dọc / Cốt thép dưới)

B=100cm

STT.		$M_d$ (kN·m)	$d$ (cm)	$A_{sn}$ (cm <sup>2</sup> )	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$M_{ud}$ (kN·m)	$\gamma_i$	$\gamma_i \cdot M_d$ $M_{ud}$
I	5	0,93	58,6	0,05	D13	20,0	6,34	115,418	1,00	0,01
	4	28,31	52,0	1,74	D13	20,0	6,34	102,291	1,00	0,28
	3	37,49	52,0	2,31	D13	20,0	6,34	102,291	1,00	0,37
	2	17,60	52,0	1,08	D13	20,0	6,34	102,291	1,00	0,17
	1	2,12	58,6	0,12	D13	20,0	6,34	115,418	1,00	0,02
II	5	0,50	58,6	0,03	D13	20,0	6,34	115,418	1,00	0,00
	4	13,52	52,0	0,83	D13	20,0	6,34	102,291	1,00	0,13
	3	13,77	52,0	0,85	D13	20,0	6,34	102,291	1,00	0,13
	2	5,36	52,0	0,33	D13	20,0	6,34	102,291	1,00	0,05
	1	1,39	58,6	0,08	D13	20,0	6,34	115,418	1,00	0,01
III	5	0,00	58,6	0,00	D13	20,0	6,34	115,418	—	0,00
	4	5,01	58,6	0,27	D13	20,0	6,34	115,418	1,00	0,04
	3	11,01	58,6	0,60	D16	20,0	9,93	179,795	1,00	0,06*
	2	9,65	58,6	0,53	D13	20,0	6,34	115,418	1,00	0,08
	1	0,00	58,6	0,00	D13	20,0	6,34	115,418	—	0,00

\*: cốt thép được xác định bằng xác minh tính năng sử dụng

xiv) Chiều rộng vết nứt trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Khoang B / Hướng dọc / Cốt thép dưới)

Tỷ số mô đun đàn hồi  $N=7,1$ ,  $B=100\text{cm}$

STT.	$M_s$ (kN·m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{se}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Chiều rộng vết nứt thực tế $w$ (cm)	Giới hạn chiều rộng vết nứt cho phép $w_a$	$w / w_a$	
I	5	5,47	58,6	D13	20,0	6,34	15,317	0,0080	$0,0035 \times 7,0 = 0,0245$	0,33
	4	5,07	52,0	D13	20,0	6,34	16,037	0,0081		0,33
	3	6,72	52,0	D13	20,0	6,34	21,257	0,0093		0,38
	2	3,15	52,0	D13	20,0	6,34	9,964	0,0068		0,28
	1	5,47	58,6	D13	20,0	6,34	15,317	0,0080		0,33
II	5	3,35	58,6	D13	20,0	6,34	9,381	0,0066	$0,0035 \times 7,0 = 0,0245$	0,27
	4	2,42	52,0	D13	20,0	6,34	7,655	0,0063		0,26
	3	2,47	52,0	D13	20,0	6,34	7,813	0,0063		0,26
	2	0,96	52,0	D13	20,0	6,34	3,037	0,0052		0,21
	1	3,35	58,6	D13	20,0	6,34	9,381	0,0066		0,27
III	5	0,00	58,6	D13	20,0	6,34	0,000	0,0045	$0,0035 \times 7,0 = 0,0245$	0,18
	4	26,01	58,6	D13	20,0	6,34	72,835	0,0210		0,86
	3	39,07	58,6	D16	20,0	9,93	70,512	0,0204		0,83
	2	26,01	58,6	D13	20,0	6,34	72,835	0,0210		0,86
	1	0,00	58,6	D13	20,0	6,34	0,000	0,0045		0,18

xv) Ứng suất nén trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Khoang B / Hướng dọc / Cốt thép dưới)

$\gamma_f=1,00$ ,  $N=7,1$ ,  $B=100\text{cm}$

STT.	$M_s$ (kN·m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$J$	$\gamma_f \cdot \sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$0,4 \cdot f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )
I	5	0,89	58,6	D13	20,0	6,34	0,961	0,05 ≤ 12,00
	4	5,07	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,32 ≤ 12,00
	3	6,72	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,42 ≤ 12,00
	2	3,15	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,20 ≤ 12,00
	1	2,04	58,6	D13	20,0	6,34	0,961	0,11 ≤ 12,00
II	5	0,47	58,6	D13	20,0	6,34	0,961	0,02 ≤ 12,00
	4	2,42	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,15 ≤ 12,00
	3	2,47	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,15 ≤ 12,00
	2	0,96	52,0	D13	20,0	6,34	0,959	0,06 ≤ 12,00
	1	1,33	58,6	D13	20,0	6,34	0,961	0,07 ≤ 12,00
III	5	0,00	58,6	D13	20,0	6,34	0,961	0,00 ≤ 12,00
	4	4,81	58,6	D13	20,0	6,34	0,961	0,25 ≤ 12,00
	3	10,57	58,6	D16	20,0	9,93	0,952	0,45 ≤ 12,00
	2	9,26	58,6	D13	20,0	6,34	0,961	0,48 ≤ 12,00
	1	0,00	58,6	D13	20,0	6,34	0,961	0,00 ≤ 12,00

## 5) Móng (Phía biển)

### i) Xác minh an toàn về Mô men uốn (Trạng thái thường xuyên)

STT.	$M_d$ (kN·m)	$d$ (cm)	$A_{sn}$ (cm <sup>2</sup> )	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$M_{ed}$ (kN·m)	$\gamma_i$	$\gamma_i \cdot M_d$ $M_{ed}$
Phía trên	0,00	92,0	0,00	D13	20,0	6,34	181,829	—	0,00
Phía dưới	324,90	98,6	11,68	D19, D19	10,0	28,65	863,338	1,10	0,41*

$B=100\text{cm}$ , \*: cốt thép được xác định bằng xác minh tính năng sử dụng

### ii) Xác minh an toàn về mômen uốn (Động đất cấp 1)

STT.	$M_d$ (kN·m)	$d$ (cm)	$A_{sn}$ (cm <sup>2</sup> )	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$M_{ed}$ (kN·m)	$\gamma_i$	$\gamma_i \cdot M_d$ $M_{ed}$
Phía trên	0,00	92,0	0,00	D13	20,0	6,34	181,829	—	0,00
Phía dưới	486,31	98,6	15,95	D19, D19	10,0	28,65	863,338	1,10	0,56*

$B=100\text{cm}$ , \*: cốt thép được xác định bằng xác minh tính năng sử dụng

### iii) Chiều rộng vết nứt trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên)

Tỷ số mô đun đàn hồi  $N=7,1$ ,  $B=100\text{cm}$

STT.	$M_s$ (kN·m)	$d$ $c$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{se}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Chiều rộng vết nứt thực tế $w$ (cm)	Giới hạn chiều rộng vết nứt cho phép $w_a$	$w / w_a$
Phía trên	0,00	92,0 7,0	D13	20,0	6,34	0,00	0,0045	$0,0035 \times$ 7,0	0,18
Phía dưới	292,52	98,6 7,0	D19, D19	10,0	28,65	110,304	0,0241	= 0,0245	0,98

### iv) Ứng suất nén của xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên)

$\gamma=1,00$ ,  $N=7,1$ ,  $B=100\text{cm}$

STT.	$M_s$ (kN·m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$J$	$\gamma_i \cdot \sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$0,4 \cdot f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )
Phía trên	0,00	92,0	D13	20,0	6,34	0,969	0,00	$\leq$ 12,00
Phía dưới	292,52	98,6	D19, D19	10,0	28,65	0,939	3,49	$\leq$ 12,00

### v) Xác minh an toàn về lực cắt (Trạng thái thường xuyên)

STT.	$V_d$ (kN/m)	$d$ (cm)	$\gamma_i$	$\gamma_b$	$\beta_d$	$\beta_p$	$\beta_a$	$f_{ctd}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$V_{cd}$ (kN/m)	$\gamma_i \cdot V_d /$ $V_{cd}$
Phía trên	0,00	92,0	1,10	1,30	1,02106	0,63134	5,00000	0,913	2082,57	0,00
Phía dưới	429,03	98,6	1,10	1,30	1,00353	0,76972	3,14487	0,913	1682,17	0,28

v) Xác minh an toàn về lực cắt (Động đất cấp 1)

STT.	$V_d$ (kN/m)	$d$ (cm)	$\gamma_i$	$\gamma_b$	$\beta_d$	$\beta_p$	$\beta_a$	$f_{cd}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$V_{cd}$ (kN/m)	$\gamma_i \cdot V_d / V_{cd}$
Phía trên	0,00	92,0	1,00	1,30	1,02106	0,63134	5,00000	0,913	2082,57	0,00
Phía dưới	634,34	98,6	1,00	1,30	1,00353	0,76972	3,11615	0,913	1666,81	0,38

vi) Xác minh tính năng sử dụng về lực cắt (Trạng thái thường xuyên)

STT.	$V_d$ (kN/m)	$d$ (cm)	$\gamma_i$	$\gamma_b$	$\beta_d$	$\beta_p$	$\beta_a$	$f_{cd}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$V_{cd}$ (kN/m)	$\gamma_i \cdot V_d / V_{cd}$
Phía trên	0,00	92,0	—	1,00	1,02106	0,63134	5,00000	1,041	3086,90	0,00
Phía dưới	386,24	98,6	—	1,00	1,00353	0,76972	3,14468	1,041	2493,26	0,15

## 6) Tường ngoài (Tường bên)

i) Xác minh an toàn (Trạng thái thường xuyên / Tường bên / Khoang A/ Cốt thép ngang / Cốt thép trong)

$B=100\text{cm}$

STT.	$M_d$ (kN·m)	$d$ (cm)	$A_{sn}$ (cm <sup>2</sup> )	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$M_{ud}$ (kN·m)	$\gamma_i$	$\gamma_i \cdot M_d$ $M_{ud}$	
I'	9	10,76	34,0	1,11	D13	20,0	6,34	66,503	1,10	0,18
	8	21,91	34,0	2,27	D13	20,0	6,34	66,503	1,10	0,36
	7	40,14	34,0	4,19	D13	20,0	6,34	66,503	1,10	0,66
	6	59,65	34,0	6,25	D16	20,0	9,93	103,173	1,10	0,64*
	5	79,96	34,0	8,43	D13, D13	10,0	12,67	130,681	1,10	0,67*
	4	100,02	34,0	10,61	D13, D13	10,0	12,67	130,681	1,10	0,84
	3	111,74	34,0	11,89	D13, D16	10,0	16,27	166,196	1,10	0,74*
	2	78,37	34,0	8,26	D13, D13	10,0	12,67	130,681	1,10	0,66*
	1	14,47	34,0	1,36	D13	20,0	6,34	66,503	1,00	0,22
II	9	0,98	34,0	0,10	D13	20,0	6,34	66,503	1,10	0,02
	8	4,23	34,0	0,44	D13	20,0	6,34	66,503	1,10	0,07
	7	8,46	34,0	0,87	D13	20,0	6,34	66,503	1,10	0,14
	6	12,68	34,0	1,31	D13	20,0	6,34	66,503	1,10	0,21
	5	16,91	34,0	1,75	D13	20,0	6,34	66,503	1,10	0,28
	4	21,46	34,0	2,23	D13	20,0	6,34	66,503	1,10	0,35
	3	26,67	34,0	2,77	D13	20,0	6,34	66,503	1,10	0,44
	2	25,04	34,0	2,60	D13	20,0	6,34	66,503	1,10	0,41
	1	8,63	34,0	0,81	D13	20,0	6,34	66,503	1,00	0,13
III	9	117,65	34,0	11,37	D19, D19	10,0	28,65	282,887	1,00	0,42*
	8	115,21	34,0	11,12	D19, D19	10,0	28,65	282,887	1,00	0,41*
	7	114,82	34,0	11,08	D19, D19	10,0	28,65	282,887	1,00	0,41*
	6	117,96	34,0	11,40	D16, D22	10,0	29,29	288,712	1,00	0,41*
	5	123,30	34,0	11,93	D13, D25	10,0	31,67	310,095	1,00	0,40*
	4	125,09	34,0	12,11	D13, D25	10,0	31,67	310,095	1,00	0,40*
	3	119,16	34,0	11,52	D13, D25	10,0	31,67	310,095	1,00	0,38*
	2	84,94	34,0	8,14	D16, D19	10,0	24,26	242,472	1,00	0,35*
	1	0,00	34,0	0,00	D13	20,0	6,34	66,503	-	0,00
III'	9	117,65	34,0	11,37	D19, D19	10,0	28,65	282,887	1,00	0,42*
	8	115,21	34,0	11,12	D19, D19	10,0	28,65	282,887	1,00	0,41*
	7	114,82	34,0	11,08	D19, D19	10,0	28,65	282,887	1,00	0,41*
	6	117,96	34,0	11,40	D16, D22	10,0	29,29	288,712	1,00	0,41*
	5	123,30	34,0	11,93	D13, D25	10,0	31,67	310,095	1,00	0,40*
	4	125,09	34,0	12,11	D13, D25	10,0	31,67	310,095	1,00	0,40*
	3	119,16	34,0	11,52	D13, D25	10,0	31,67	310,095	1,00	0,38*
	2	84,94	34,0	8,14	D16, D19	10,0	24,26	242,472	1,00	0,35*
	1	0,00	34,0	0,00	D13	20,0	6,34	66,503	-	0,00

\*: cốt thép được xác định bằng xác minh tính năng sử dụng

I', III': Mô men hiệu chỉnh tại các góc

ii) Chiều rộng vết nứt trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Tường bên / Khoảng A / Cốt thép ngang / Cốt thép trong)

Tỷ số mô đun đàn hồi  $N=7,1$ ,  $B=100\text{cm}$

STT.	$M_s$ (kN·m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{se}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Chiều rộng vết nứt thực tế $w$ (cm)	Giới hạn chiều rộng vết nứt cho phép $w_a$	$w/w_a$	
I'	9	4,89	34,0	D13	20,0	6,34	23,878	0,0080	0,0040 × 5,0 = 0,0200	0,40
	8	9,96	34,0	D13	20,0	6,34	48,635	0,0125		0,63
	7	18,24	34,0	D13	20,0	6,34	89,066	0,0199		1,00
	6	27,11	34,0	D16	20,0	9,93	85,543	0,0191		0,96
	5	36,35	34,0	D13,D13	10,0	12,67	90,576	0,0159		0,80
	4	45,47	34,0	D13,D13	10,0	12,67	113,301	0,0191		0,96
	3	50,80	34,0	D13,D16	10,0	16,27	99,422	0,0172		0,86
	2	35,63	34,0	D13,D13	10,0	12,67	88,782	0,0156		0,78
1	13,15	34,0	D13	20,0	6,34	64,211	0,0153	0,77		
II	9	0,44	34,0	D13	20,0	6,34	2,149	0,0040	0,0040 × 5,0 = 0,0200	0,20
	8	1,92	34,0	D13	20,0	6,34	9,375	0,0053		0,27
	7	3,84	34,0	D13	20,0	6,34	18,751	0,0071		0,36
	6	5,77	34,0	D13	20,0	6,34	28,175	0,0088		0,44
	5	7,69	34,0	D13	20,0	6,34	37,550	0,0105		0,53
	4	9,76	34,0	D13	20,0	6,34	47,658	0,0123		0,62
	3	12,12	34,0	D13	20,0	6,34	59,182	0,0144		0,72
	2	11,38	34,0	D13	20,0	6,34	55,568	0,0138		0,69
1	7,85	34,0	D13	20,0	6,34	38,331	0,0106	0,53		
III	9	106,97	34,0	D19,D19	10,0	28,65	121,623	0,0200	0,0040 × 5,0 = 0,0200	1,00
	8	104,74	34,0	D19,D19	10,0	28,65	119,087	0,0196		0,98
	7	104,38	34,0	D19,D19	10,0	28,65	118,678	0,0196		0,98
	6	107,24	34,0	D16,D22	10,0	29,29	119,378	0,0198		0,99
	5	112,10	34,0	D13,D25	10,0	31,67	115,822	0,0195		0,98
	4	113,71	34,0	D13,D25	10,0	31,67	117,486	0,0197		0,99
	3	108,33	34,0	D13,D25	10,0	31,67	111,927	0,0189		0,95
	2	77,22	34,0	D16,D19	10,0	24,26	102,943	0,0175		0,88
1	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,000	0,0036	0,18		
III'	9	106,97	34,0	D19,D19	10,0	28,65	121,623	0,0200	0,0040 × 5,0 = 0,0200	1,00
	8	104,74	34,0	D19,D19	10,0	28,65	119,087	0,0196		0,98
	7	104,38	34,0	D19,D19	10,0	28,65	118,678	0,0196		0,98
	6	107,24	34,0	D16,D22	10,0	29,29	119,378	0,0198		0,99
	5	112,10	34,0	D13,D25	10,0	31,67	115,822	0,0195		0,98
	4	113,71	34,0	D13,D25	10,0	31,67	117,486	0,0197		0,99
	3	108,33	34,0	D13,D25	10,0	31,67	111,927	0,0189		0,95
	2	77,22	34,0	D16,D19	10,0	24,26	102,943	0,0175		0,88
1	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,000	0,0036	0,18		

I', III': Mô men hiệu chỉnh tại các góc

iii) Ứng suất nén trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Tường bên / Khoảng A / Cốt thép ngang / Cốt thép trong)

$$\gamma = 1,00, N = 7,1, B = 100\text{cm}$$

STT.	$M_s$ (kN.m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$J$	$\gamma_i \cdot \sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$0,4 \cdot f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )
I'	9	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	8	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	7	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	6	0,00	34,0	D16	20,0	9,93	0,939	0,00 ≤ 12,00
	5	0,00	34,0	D13, D13	10,0	12,67	0,932	0,00 ≤ 12,00
	4	0,00	34,0	D13, D13	10,0	12,67	0,932	0,00 ≤ 12,00
	3	0,00	34,0	D13, D16	10,0	16,27	0,924	0,00 ≤ 12,00
	2	0,00	34,0	D13, D13	10,0	12,67	0,932	0,00 ≤ 12,00
1	13,15	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	1,60 ≤ 12,00	
II	9	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	8	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	7	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	6	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	5	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	4	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	3	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	2	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
1	7,85	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,95 ≤ 12,00	
III	9	106,97	34,0	D19, D19	10,0	28,65	0,903	7,04 ≤ 12,00
	8	104,74	34,0	D19, D19	10,0	28,65	0,903	6,89 ≤ 12,00
	7	104,38	34,0	D19, D19	10,0	28,65	0,903	6,87 ≤ 12,00
	6	107,24	34,0	D16, D22	10,0	29,29	0,902	7,00 ≤ 12,00
	5	112,10	34,0	D13, D25	10,0	31,67	0,899	7,11 ≤ 12,00
	4	113,71	34,0	D13, D25	10,0	31,67	0,899	7,21 ≤ 12,00
	3	108,33	34,0	D13, D25	10,0	31,67	0,899	6,87 ≤ 12,00
	2	77,22	34,0	D16, D19	10,0	24,26	0,909	5,41 ≤ 12,00
1	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00	
III'	9	106,97	34,0	D19, D19	10,0	28,65	0,903	7,04 ≤ 12,00
	8	104,74	34,0	D19, D19	10,0	28,65	0,903	6,89 ≤ 12,00
	7	104,38	34,0	D19, D19	10,0	28,65	0,903	6,87 ≤ 12,00
	6	107,24	34,0	D16, D22	10,0	29,29	0,902	7,00 ≤ 12,00
	5	112,10	34,0	D13, D25	10,0	31,67	0,899	7,11 ≤ 12,00
	4	113,71	34,0	D13, D25	10,0	31,67	0,899	7,21 ≤ 12,00
	3	108,33	34,0	D13, D25	10,0	31,67	0,899	6,87 ≤ 12,00
	2	77,22	34,0	D16, D19	10,0	24,26	0,909	5,41 ≤ 12,00
1	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00	

I', III': Mô men hiệu chỉnh tại các góc

iv) Xác minh an toàn (Trạng thái thường xuyên / Tường bên / Khoang A / Cốt thép ngang / Cốt thép ngoài)

B=100cm

STT.	$M_d$ (kN·m)	$d$ (cm)	$A_{sn}$ (cm <sup>2</sup> )	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$M_{ud}$ (kN·m)	$\gamma_i$	$\gamma_i \cdot M_d$ $M_{ud}$	
I'	9	67,94	32,0	6,90	D16, D16	10,0	19,86	188,448	1,00	0,36*
	8	65,94	32,0	6,69	D16, D16	10,0	19,86	188,448	1,00	0,35*
	7	67,34	32,0	6,84	D16, D16	10,0	19,86	188,448	1,00	0,36*
	6	68,67	32,0	6,98	D16, D16	10,0	19,86	188,448	1,00	0,36*
	5	70,03	32,0	7,12	D16, D16	10,0	19,86	188,448	1,00	0,37*
	4	71,18	32,0	7,24	D16, D16	10,0	19,86	188,448	1,00	0,38*
	3	68,19	32,0	6,93	D16, D16	10,0	19,86	188,448	1,00	0,36*
	2	43,04	32,0	4,34	D13, D13	10,0	12,67	122,737	1,00	0,35*
	1	26,99	38,6	2,47	D13	20,0	6,34	75,648	1,10	0,39
II	9	14,22	32,0	1,42	D13	20,0	6,34	62,524	1,10	0,23
	8	14,16	32,0	1,42	D13	20,0	6,34	62,524	1,10	0,23
	7	14,58	32,0	1,46	D13	20,0	6,34	62,524	1,10	0,23
	6	14,86	32,0	1,49	D13	20,0	6,34	62,524	1,10	0,24
	5	15,28	32,0	1,53	D13	20,0	6,34	62,524	1,10	0,24
	4	15,72	32,0	1,57	D13	20,0	6,34	62,524	1,10	0,25
	3	16,34	32,0	1,64	D13	20,0	6,34	62,524	1,10	0,26
	2	13,54	32,0	1,35	D13	20,0	6,34	62,524	1,10	0,22
	1	16,26	38,6	1,48	D13	20,0	6,34	75,648	1,00	0,24
III	9	2,60	38,6	0,24	D13	20,0	6,34	75,648	1,00	0,04
	8	36,42	38,6	3,33	D13	20,0	6,34	75,648	1,00	0,53
	7	72,85	38,6	6,72	D13, D13	10,0	12,67	148,968	1,00	0,54*
	6	105,69	38,6	9,82	D13, D13	10,0	12,67	148,968	1,00	0,78*
	5	139,19	38,6	13,03	D13, D16	10,0	16,27	189,668	1,00	0,81*
	4	167,81	38,6	15,82	D16, D16	10,0	19,86	229,554	1,00	0,80*
	3	187,97	38,6	17,80	D16, D19	10,0	24,26	277,496	1,00	0,75*
	2	155,77	38,6	14,64	D16, D16	10,0	19,86	229,554	1,00	0,75*
	1	0,00	38,6	0,00	D13	20,0	6,34	75,648	-	0,00
III'	9	2,60	38,6	0,24	D13	20,0	6,34	75,648	1,00	0,04
	8	36,42	38,6	3,33	D13	20,0	6,34	75,648	1,00	0,53
	7	72,85	38,6	6,72	D13, D13	10,0	12,67	148,968	1,00	0,54*
	6	105,69	38,6	9,82	D13, D13	10,0	12,67	148,968	1,00	0,78*
	5	139,19	38,6	13,03	D13, D16	10,0	16,27	189,668	1,00	0,81*
	4	167,81	38,6	15,82	D16, D16	10,0	19,86	229,554	1,00	0,80*
	3	187,97	38,6	17,80	D16, D19	10,0	24,26	277,496	1,00	0,75*
	2	155,77	38,6	14,64	D16, D16	10,0	19,86	229,554	1,00	0,75*
	1	0,00	38,6	0,00	D13	20,0	6,34	75,648	-	0,00

\*: cốt thép được xác định bằng xác minh tính năng sử dụng

I', III': Mô men hiệu chỉnh tại các góc

v) Chiều rộng vết nứt trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Tường bên / Khoảng A / Cốt thép ngang / Cốt thép ngoài)

Tỷ số mô đun đàn hồi  $N=7,1$ ,  $B=100\text{cm}$

STT.	$M_s$ (kN.m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ ( $\text{cm}^2$ )	$\sigma_{se}$ ( $\text{N/mm}^2$ )	Chiều rộng vết nứt thực tế $w$ (cm)	Giới hạn chiều rộng vết nứt cho phép $w_a$	$w / w_a$	
I'	9	61,78	32,0	D16, D16	10,0	19,86	106,285	0,0235	0,0035 × 7,0 = 0,0245	0,96
	8	59,96	32,0	D16, D16	10,0	19,86	103,154	0,0230		0,94
	7	61,22	32,0	D16, D16	10,0	19,86	105,322	0,0234		0,96
	6	62,44	32,0	D16, D16	10,0	19,86	107,421	0,0237		0,97
	5	63,67	32,0	D16, D16	10,0	19,86	109,537	0,0241		0,98
	4	64,72	32,0	D16, D16	10,0	19,86	111,343	0,0245		1,00
	3	61,99	32,0	D16, D16	10,0	19,86	106,647	0,0236		0,96
	2	39,13	32,0	D13, D13	10,0	12,67	103,802	0,0232		0,95
	1	12,27	38,6	D13	20,0	6,34	52,618	0,0164		0,67
II	9	12,92	32,0	D13	20,0	6,34	67,134	0,0197	0,0035 × 7,0 = 0,0245	0,80
	8	12,88	32,0	D13	20,0	6,34	66,926	0,0197		0,80
	7	13,25	32,0	D13	20,0	6,34	68,848	0,0201		0,82
	6	13,51	32,0	D13	20,0	6,34	70,199	0,0204		0,83
	5	13,89	32,0	D13	20,0	6,34	72,174	0,0208		0,85
	4	14,29	32,0	D13	20,0	6,34	74,252	0,0213		0,87
	3	14,85	32,0	D13	20,0	6,34	77,162	0,0220		0,90
	2	12,30	32,0	D13	20,0	6,34	63,912	0,0190		0,78
	1	7,39	38,6	D13	20,0	6,34	31,691	0,0117		0,48
III	9	1,18	38,6	D13	20,0	6,34	5,060	0,0057	0,0035 × 7,0 = 0,0245	0,23
	8	16,56	38,6	D13	20,0	6,34	71,015	0,0206		0,84
	7	33,12	38,6	D13, D13	10,0	12,67	72,398	0,0173		0,71
	6	48,05	38,6	D13, D13	10,0	12,67	105,033	0,0235		0,96
	5	63,27	38,6	D13, D16	10,0	16,27	108,587	0,0241		0,98
	4	76,28	38,6	D16, D16	10,0	19,86	108,013	0,0239		0,98
	3	85,45	38,6	D16, D19	10,0	24,26	99,812	0,0223		0,91
	2	70,81	38,6	D16, D16	10,0	19,86	100,267	0,0224		0,91
	1	0,00	38,6	D13	20,0	6,34	0,000	0,0045		0,18
III'	9	1,18	38,6	D13	20,0	6,34	5,060	0,0057	0,0035 × 7,0 = 0,0245	0,23
	8	16,56	38,6	D13	20,0	6,34	71,015	0,0206		0,84
	7	33,12	38,6	D13, D13	10,0	12,67	72,398	0,0173		0,71
	6	48,05	38,6	D13, D13	10,0	12,67	105,033	0,0235		0,96
	5	63,27	38,6	D13, D16	10,0	16,27	108,587	0,0241		0,98
	4	76,28	38,6	D16, D16	10,0	19,86	108,013	0,0239		0,98
	3	85,45	38,6	D16, D19	10,0	24,26	99,812	0,0223		0,91
	2	70,81	38,6	D16, D16	10,0	19,86	100,267	0,0224		0,91
	1	0,00	38,6	D13	20,0	6,34	0,000	0,0045		0,18

I', III': Mô men hiệu chỉnh tại các góc

vi) Ứng suất nén trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Tường bên / Khoảng A / Cốt thép ngang / Cốt thép ngoài)

$\gamma=1,00, N=7,1, B=100\text{cm}$

STT.	$M_s$ (kN·m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$J$	$\gamma_i \cdot \sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$0,4 \cdot f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )
I'	9	61,78	32,0	D16, D16	10,0	19,86	0,915	5,15 ≤ 12,00
	8	59,96	32,0	D16, D16	10,0	19,86	0,915	5,00 ≤ 12,00
	7	61,22	32,0	D16, D16	10,0	19,86	0,915	5,10 ≤ 12,00
	6	62,44	32,0	D16, D16	10,0	19,86	0,915	5,20 ≤ 12,00
	5	63,67	32,0	D16, D16	10,0	19,86	0,915	5,31 ≤ 12,00
	4	64,72	32,0	D16, D16	10,0	19,86	0,915	5,39 ≤ 12,00
	3	61,99	32,0	D16, D16	10,0	19,86	0,915	5,17 ≤ 12,00
	2	39,13	32,0	D13, D13	10,0	12,67	0,930	3,90 ≤ 12,00
	1	0,00	38,6	D13	20,0	6,34	0,953	0,00 ≤ 12,00
II	9	12,92	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	1,72 ≤ 12,00
	8	12,88	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	1,72 ≤ 12,00
	7	13,25	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	1,77 ≤ 12,00
	6	13,51	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	1,80 ≤ 12,00
	5	13,89	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	1,85 ≤ 12,00
	4	14,29	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	1,91 ≤ 12,00
	3	14,85	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	1,98 ≤ 12,00
	2	12,30	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	1,64 ≤ 12,00
	1	0,00	38,6	D13	20,0	6,34	0,953	0,00 ≤ 12,00
III	9	0,00	38,6	D13	20,0	6,34	0,953	0,00 ≤ 12,00
	8	0,00	38,6	D13	20,0	6,34	0,953	0,00 ≤ 12,00
	7	0,00	38,6	D13, D13	10,0	12,67	0,935	0,00 ≤ 12,00
	6	0,00	38,6	D13, D13	10,0	12,67	0,935	0,00 ≤ 12,00
	5	0,00	38,6	D13, D16	10,0	16,27	0,928	0,00 ≤ 12,00
	4	0,00	38,6	D16, D16	10,0	19,86	0,921	0,00 ≤ 12,00
	3	0,00	38,6	D16, D19	10,0	24,26	0,914	0,00 ≤ 12,00
	2	0,00	38,6	D16, D16	10,0	19,86	0,921	0,00 ≤ 12,00
	1	0,00	38,6	D13	20,0	6,34	0,953	0,00 ≤ 12,00
III'	9	0,00	38,6	D13	20,0	6,34	0,953	0,00 ≤ 12,00
	8	0,00	38,6	D13	20,0	6,34	0,953	0,00 ≤ 12,00
	7	0,00	38,6	D13, D13	10,0	12,67	0,935	0,00 ≤ 12,00
	6	0,00	38,6	D13, D13	10,0	12,67	0,935	0,00 ≤ 12,00
	5	0,00	38,6	D13, D16	10,0	16,27	0,928	0,00 ≤ 12,00
	4	0,00	38,6	D16, D16	10,0	19,86	0,921	0,00 ≤ 12,00
	3	0,00	38,6	D16, D19	10,0	24,26	0,914	0,00 ≤ 12,00
	2	0,00	38,6	D16, D16	10,0	19,86	0,921	0,00 ≤ 12,00
	1	0,00	38,6	D13	20,0	6,34	0,953	0,00 ≤ 12,00

I', III': Mô men hiệu chỉnh tại các góc

vii) Xác minh an toàn (Trạng thái thường xuyên / Tường bên / Khoang A / Cốt thép dọc / Cốt thép trong)

B=100cm

STT.	$M_d$ (kN·m)	$d$ (cm)	$A_{sn}$ (cm <sup>2</sup> )	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$M_{ud}$ (kN·m)	$\gamma_i$	$\gamma_i \cdot M_d$ $M_{ud}$	
I	9	0,00	32,0	0,00	D13	20,0	6,34	62,524	—	0,00
	8	1,30	32,0	0,14	D13	20,0	6,34	62,524	1,10	0,02
	7	5,53	32,0	0,61	D13	20,0	6,34	62,524	1,10	0,10
	6	8,46	32,0	0,93	D13	20,0	6,34	62,524	1,10	0,15
	5	11,38	32,0	1,25	D13	20,0	6,34	62,524	1,10	0,20
	4	15,61	32,0	1,72	D13	20,0	6,34	62,524	1,10	0,27
	3	27,64	32,0	3,06	D13	20,0	6,34	62,524	1,10	0,49
	2	39,68	32,0	4,40	D13	20,0	6,34	62,524	1,10	0,70
	1	86,92	32,0	8,88	D16, D19	10,0	24,26	227,268	1,00	0,38*
II	9	0,00	32,0	0,00	D13	20,0	6,34	62,524	—	0,00
	8	0,00	32,0	0,00	D13	20,0	6,34	62,524	—	0,00
	7	1,30	32,0	0,14	D13	20,0	6,34	62,524	1,10	0,02
	6	1,95	32,0	0,21	D13	20,0	6,34	62,524	1,10	0,03
	5	2,60	32,0	0,29	D13	20,0	6,34	62,524	1,10	0,05
	4	4,55	32,0	0,50	D13	20,0	6,34	62,524	1,10	0,08
	3	11,06	32,0	1,22	D13	20,0	6,34	62,524	1,10	0,19
	2	20,81	32,0	2,30	D13	20,0	6,34	62,524	1,10	0,37
	1	52,12	32,0	5,27	D13, D13	10,0	12,67	122,737	1,00	0,42*
III	9	0,00	32,0	0,00	D13	20,0	6,34	62,524	—	0,00
	8	19,27	32,0	1,93	D13	20,0	6,34	62,524	1,00	0,31
	7	19,13	32,0	1,92	D13	20,0	6,34	62,524	1,00	0,31
	6	19,64	32,0	1,97	D13	20,0	6,34	62,524	1,00	0,31
	5	20,55	32,0	2,06	D13	20,0	6,34	62,524	1,00	0,33
	4	20,87	32,0	2,09	D13	20,0	6,34	62,524	1,00	0,33
	3	19,87	32,0	1,99	D13	20,0	6,34	62,524	1,00	0,32
	2	14,14	32,0	1,41	D13	20,0	6,34	62,524	1,00	0,23
	1	0,00	32,0	0,00	D13	20,0	6,34	62,524	—	0,00

\*: cốt thép được xác định bằng xác minh tính năng sử dụng

viii) Chiều rộng vết nứt trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Tường bên / Khoảng A / Cốt thép dọc / Cốt thép trong)

Tỷ số mô đun đàn hồi  $N=7,1$ ,  $B=100\text{cm}$

STT.	$M_s$ (kN·m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{se}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Chiều rộng vết nứt thực tế $w$ (cm)	Giới hạn chiều rộng vết nứt cho phép $w_a$	$w / w_a$	
I	9	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	0,0040 × 7,0 = 0,0280	0,16	
	8	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949		0,19	
	7	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949		0,27	
	6	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949		0,32	
	5	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949		0,38	
	4	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949		0,46	
	3	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949		0,69	
	2	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949		0,92	
	1	79,03	32,0	D16,D19	10,0	24,26	0,907		6,11	0,88
II	9	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	0,0040 × 7,0 = 0,0280	0,16	
	8	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949		0,16	
	7	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949		0,19	
	6	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949		0,20	
	5	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949		0,21	
	4	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949		0,25	
	3	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949		0,37	
	2	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949		0,56	
	1	47,38	32,0	D13,D13	10,0	12,67	0,930		4,72	0,98
III	9	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	0,0040 × 7,0 = 0,0280	0,16	
	8	17,53	32,0	D13	20,0	6,34	0,949		2,34	0,90
	7	17,39	32,0	D13	20,0	6,34	0,949		2,32	0,89
	6	17,85	32,0	D13	20,0	6,34	0,949		2,38	0,91
	5	18,68	32,0	D13	20,0	6,34	0,949		2,49	0,95
	4	18,97	32,0	D13	20,0	6,34	0,949		2,53	0,96
	3	18,07	32,0	D13	20,0	6,34	0,949		2,41	0,92
	2	12,85	32,0	D13	20,0	6,34	0,949		1,71	0,70
	1	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949		0,00	0,16

ix) Ứng suất nén trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Tường bên / Khoảng A / Cốt thép dọc / Cốt thép trong)

$\gamma_f=1,00, N=7,1, B=100\text{cm}$

STT.	$M_s$ (kN.m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$J$	$\gamma_f \cdot \sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$0,4 \cdot f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )
I	9	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	8	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	7	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	6	0,00	34,0	D16	20,0	9,93	0,939	0,00 ≤ 12,00
	5	0,00	34,0	D13,D13	10,0	12,67	0,932	0,00 ≤ 12,00
	4	0,00	34,0	D13,D13	10,0	12,67	0,932	0,00 ≤ 12,00
	3	0,00	34,0	D13,D16	10,0	16,27	0,924	0,00 ≤ 12,00
	2	0,00	34,0	D13,D13	10,0	12,67	0,932	0,00 ≤ 12,00
	1	13,15	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	1,60 ≤ 12,00
II	9	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	8	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	7	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	6	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	5	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	4	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	3	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	2	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	1	7,85	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,95 ≤ 12,00
III	9	106,97	34,0	D19,D19	10,0	28,65	0,903	7,04 ≤ 12,00
	8	104,74	34,0	D19,D19	10,0	28,65	0,903	6,89 ≤ 12,00
	7	104,38	34,0	D19,D19	10,0	28,65	0,903	6,87 ≤ 12,00
	6	107,24	34,0	D16,D22	10,0	29,29	0,902	7,00 ≤ 12,00
	5	112,10	34,0	D13,D25	10,0	31,67	0,899	7,11 ≤ 12,00
	4	113,71	34,0	D13,D25	10,0	31,67	0,899	7,21 ≤ 12,00
	3	108,33	34,0	D13,D25	10,0	31,67	0,899	6,87 ≤ 12,00
	2	77,22	34,0	D16,D19	10,0	24,26	0,909	5,41 ≤ 12,00
	1	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00

x) Xác minh an toàn (Trạng thái thường xuyên / Tường bên / Khoang A / Cốt thép dọc / Cốt thép ngoài)

B=100cm

STT.	$M_d$ (kN·m)	$d$ (cm)	$A_{sn}$ (cm <sup>2</sup> )	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$M_{ud}$ (kN·m)	$\gamma_i$	$\gamma_i \cdot M_d$ $M_{ud}$	
I	9	0,00	30,0	0,00	D13	20,0	6,34	58,548	—	0,00
	8	8,71	30,0	0,93	D13	20,0	6,34	58,548	1,00	0,15
	7	9,94	30,0	1,06	D13	20,0	6,34	58,548	1,00	0,17
	6	10,00	30,0	1,07	D13	20,0	6,34	58,548	1,00	0,17
	5	10,19	30,0	1,09	D13	20,0	6,34	58,548	1,00	0,17
	4	11,15	30,0	1,19	D13	20,0	6,34	58,548	1,00	0,19
	3	15,86	30,0	1,69	D13	20,0	6,34	58,548	1,00	0,27
	2	19,91	30,0	2,13	D16	20,0	9,93	90,715	1,00	0,22*
	1	161,30	36,6	16,08	D16, D16	10,0	19,86	217,099	1,10	0,82*
II	9	0,00	30,0	0,00	D13	20,0	6,34	58,548	—	0,00
	8	1,87	30,0	0,20	D13	20,0	6,34	58,548	1,00	0,03
	7	2,65	30,0	0,28	D13	20,0	6,34	58,548	1,00	0,05
	6	2,69	30,0	0,29	D13	20,0	6,34	58,548	1,00	0,05
	5	2,46	30,0	0,26	D13	20,0	6,34	58,548	1,00	0,04
	4	2,86	30,0	0,30	D13	20,0	6,34	58,548	1,00	0,05
	3	5,99	30,0	0,64	D13	20,0	6,34	58,548	1,00	0,10
	2	10,42	30,0	1,11	D13	20,0	6,34	58,548	1,00	0,18
	1	98,21	36,6	9,63	D13, D13	10,0	12,67	141,019	1,10	0,77*
III	9	0,00	36,6	0,00	D13	20,0	6,34	71,671	—	0,00
	8	6,18	36,6	0,59	D13	20,0	6,34	71,671	1,10	0,09
	7	12,03	36,6	1,16	D13	20,0	6,34	71,671	1,10	0,18
	6	17,56	36,6	1,69	D13	20,0	6,34	71,671	1,10	0,27
	5	23,09	36,6	2,22	D13	20,0	6,34	71,671	1,10	0,35
	4	27,97	36,6	2,70	D13	20,0	6,34	71,671	1,10	0,43
	3	31,22	36,6	3,01	D13	20,0	6,34	71,671	1,10	0,48
	2	26,02	36,6	2,51	D13	20,0	6,34	71,671	1,10	0,40
	1	0,00	36,6	0,00	D13	20,0	6,34	71,671	—	0,00

\*: cốt thép được xác định bằng xác minh tính năng sử dụng

xi) Chiều rộng vết nứt trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Tường bên / Khoảng A / Cốt thép dọc / Cốt thép ngoài)

Tỷ số mô đun đàn hồi  $N=7,1$ ,  $B=100\text{cm}$

STT.	$M_s$ (kN·m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{se}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Chiều rộng vết nứt thực tế $w$ (cm)	Giới hạn chiều rộng vết nứt cho phép $w_a$	$w / w_a$	
I	9	0,00	30,0	D13	20,0	6,34	0,000	0,0035 × 9,0 = 0,0315	0,17	
	8	7,92	30,0	D13	20,0	6,34	43,967		0,0173	0,55
	7	9,04	30,0	D13	20,0	6,34	50,185		0,0190	0,60
	6	9,08	30,0	D13	20,0	6,34	50,407		0,0190	0,60
	5	9,26	30,0	D13	20,0	6,34	51,406		0,0193	0,61
	4	10,14	30,0	D13	20,0	6,34	56,291		0,0206	0,65
	3	14,42	30,0	D13	20,0	6,34	80,051		0,0270	0,86
	2	18,09	30,0	D16	20,0	9,93	64,937		0,0228	0,72
	1	73,33	36,6	D16, D16	10,0	19,86	109,728		0,0299	0,95
II	9	0,00	30,0	D13	20,0	6,34	0,000	0,0035 × 9,0 = 0,0315	0,17	
	8	1,69	30,0	D13	20,0	6,34	9,382		0,0079	0,25
	7	2,41	30,0	D13	20,0	6,34	13,379		0,0090	0,29
	6	2,45	30,0	D13	20,0	6,34	13,601		0,0091	0,29
	5	2,24	30,0	D13	20,0	6,34	12,435		0,0088	0,28
	4	2,61	30,0	D13	20,0	6,34	14,489		0,0093	0,30
	3	5,45	30,0	D13	20,0	6,34	30,255		0,0136	0,43
	2	9,48	30,0	D13	20,0	6,34	52,627		0,0196	0,62
	1	44,65	36,6	D13, D13	10,0	12,67	103,107		0,0285	0,90
III	9	0,00	36,6	D13	20,0	6,34	0,000	0,0035 × 9,0 = 0,0315	0,17	
	8	2,81	36,6	D13	20,0	6,34	12,724		0,0088	0,28
	7	5,47	36,6	D13	20,0	6,34	24,770		0,0121	0,38
	6	7,98	36,6	D13	20,0	6,34	36,136		0,0152	0,48
	5	10,50	36,6	D13	20,0	6,34	47,547		0,0182	0,58
	4	12,71	36,6	D13	20,0	6,34	57,555		0,0209	0,66
	3	14,19	36,6	D13	20,0	6,34	64,256		0,0228	0,72
	2	11,83	36,6	D13	20,0	6,34	53,570		0,0199	0,63
	1	0,00	36,6	D13	20,0	6,34	0,000		0,0054	0,17

xii) Ứng suất nén trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Tường bên / Khoảng A / Cốt thép dọc / Cốt thép ngoài)

$\gamma=1,00, N=7,1, B=100\text{cm}$

STT.	$M_s$ (kN·m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$J$	$\gamma_i \cdot \sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$0,4 \cdot f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )
I	9	0,00	30,0	D13	20,0	6,34	0,947	0,00 ≤ 12,00
	8	7,92	30,0	D13	20,0	6,34	0,947	1,17 ≤ 12,00
	7	9,04	30,0	D13	20,0	6,34	0,947	1,34 ≤ 12,00
	6	9,08	30,0	D13	20,0	6,34	0,947	1,34 ≤ 12,00
	5	9,26	30,0	D13	20,0	6,34	0,947	1,37 ≤ 12,00
	4	10,14	30,0	D13	20,0	6,34	0,947	1,50 ≤ 12,00
	3	14,42	30,0	D13	20,0	6,34	0,947	2,13 ≤ 12,00
	2	18,09	30,0	D16	20,0	9,93	0,935	2,21 ≤ 12,00
	1	0,00	36,6	D16, D16	10,0	19,86	0,919	0,00 ≤ 12,00
II	9	0,00	30,0	D13	20,0	6,34	0,947	0,00 ≤ 12,00
	8	1,69	30,0	D13	20,0	6,34	0,947	0,25 ≤ 12,00
	7	2,41	30,0	D13	20,0	6,34	0,947	0,36 ≤ 12,00
	6	2,45	30,0	D13	20,0	6,34	0,947	0,36 ≤ 12,00
	5	2,24	30,0	D13	20,0	6,34	0,947	0,33 ≤ 12,00
	4	2,61	30,0	D13	20,0	6,34	0,947	0,39 ≤ 12,00
	3	5,45	30,0	D13	20,0	6,34	0,947	0,81 ≤ 12,00
	2	9,48	30,0	D13	20,0	6,34	0,947	1,40 ≤ 12,00
	1	0,00	36,6	D13, D13	10,0	12,67	0,934	0,00 ≤ 12,00
III	9	0,00	36,6	D13	20,0	6,34	0,952	0,00 ≤ 12,00
	8	0,00	36,6	D13	20,0	6,34	0,952	0,00 ≤ 12,00
	7	0,00	36,6	D13	20,0	6,34	0,952	0,00 ≤ 12,00
	6	0,00	36,6	D13	20,0	6,34	0,952	0,00 ≤ 12,00
	5	0,00	36,6	D13	20,0	6,34	0,952	0,00 ≤ 12,00
	4	0,00	36,6	D13	20,0	6,34	0,952	0,00 ≤ 12,00
	3	0,00	36,6	D13	20,0	6,34	0,952	0,00 ≤ 12,00
	2	0,00	36,6	D13	20,0	6,34	0,952	0,00 ≤ 12,00
	1	0,00	36,6	D13	20,0	6,34	0,952	0,00 ≤ 12,00

**7) Tường ngoài (Tường trước)**

i) Xác minh an toàn (Trạng thái thường xuyên / Cốt thép ngang / Cốt thép trong)

$B=100\text{cm}$

STT.	$M_d$ (kN·m)	$d$ (cm)	$A_{sn}$ (cm <sup>2</sup> )	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$M_{ud}$ (kN·m)	$\gamma_f$	$\gamma_f \cdot M_d / M_{ud}$	
I	9	4,27	34,0	0,44	D13	20,0	6,34	66,503	1,10	0,07
	8	10,47	34,0	1,08	D13	20,0	6,34	66,503	1,10	0,17
	7	20,37	34,0	2,11	D13	20,0	6,34	66,503	1,10	0,34
	6	30,45	34,0	3,17	D13	20,0	6,34	66,503	1,10	0,50
	5	40,54	34,0	4,23	D16	20,0	9,93	103,173	1,10	0,43*
	4	50,62	34,0	5,29	D16	20,0	9,93	103,173	1,10	0,54*
	3	59,93	34,0	6,28	D16	20,0	9,93	103,173	1,10	0,64*
	2	53,14	34,0	5,56	D16	20,0	9,93	103,173	1,10	0,57*
	1	9,60	34,0	0,90	D13	20,0	6,34	66,503	1,00	0,14
II	9	0,78	34,0	0,08	D13	20,0	6,34	66,503	1,10	0,01
	8	2,33	34,0	0,24	D13	20,0	6,34	66,503	1,10	0,04
	7	5,24	34,0	0,54	D13	20,0	6,34	66,503	1,10	0,09
	6	7,56	34,0	0,78	D13	20,0	6,34	66,503	1,10	0,13
	5	10,09	34,0	1,04	D13	20,0	6,34	66,503	1,10	0,17
	4	12,61	34,0	1,31	D13	20,0	6,34	66,503	1,10	0,21
	3	15,52	34,0	1,61	D13	20,0	6,34	66,503	1,10	0,26
	2	17,07	34,0	1,77	D13	20,0	6,34	66,503	1,10	0,28
	1	5,59	34,0	0,52	D13	20,0	6,34	66,503	1,00	0,08
III	9	75,85	34,0	7,25	D16, D16	10,0	19,86	200,914	1,00	0,38*
	8	74,27	34,0	7,09	D16, D16	10,0	19,86	200,914	1,00	0,37*
	7	73,55	34,0	7,02	D16, D16	10,0	19,86	200,914	1,00	0,37*
	6	76,26	34,0	7,29	D16, D16	10,0	19,86	200,914	1,00	0,38*
	5	81,27	34,0	7,78	D16, D16	10,0	19,86	200,914	1,00	0,40*
	4	82,35	34,0	7,88	D13, D19	10,0	20,66	208,543	1,00	0,39*
	3	79,74	34,0	7,63	D16, D16	10,0	19,86	200,914	1,00	0,40*
	2	66,91	34,0	6,38	D13, D16	10,0	16,27	166,196	1,00	0,40*
	1	0,00	34,0	0,00	D13	20,0	6,34	66,503	—	0,00
I'	9	4,27	34,0	0,44	D13	20,0	6,34	66,503	1,10	0,07
	8	10,47	34,0	1,08	D13	20,0	6,34	66,503	1,10	0,17
	7	20,37	34,0	2,11	D13	20,0	6,34	66,503	1,10	0,34
	6	30,45	34,0	3,17	D13	20,0	6,34	66,503	1,10	0,50
	5	40,54	34,0	4,23	D16	20,0	9,93	103,173	1,10	0,43*
	4	50,62	34,0	5,29	D16	20,0	9,93	103,173	1,10	0,54*
	3	59,93	34,0	6,28	D16	20,0	9,93	103,173	1,10	0,64*
	2	53,14	34,0	5,56	D16	20,0	9,93	103,173	1,10	0,57*
	1	9,60	34,0	0,90	D13	20,0	6,34	66,503	1,00	0,14
III'	9	99,43	34,0	9,56	D13, D22	10,0	25,69	255,754	1,00	0,39*
	8	97,36	34,0	9,36	D16, D19	10,0	24,26	242,472	1,00	0,40*
	7	96,83	34,0	9,30	D16, D19	10,0	24,26	242,472	1,00	0,40*
	6	99,78	34,0	9,59	D13, D22	10,0	25,69	255,754	1,00	0,39*
	5	104,97	34,0	10,11	D19, D19	10,0	28,65	282,887	1,00	0,37*
	4	106,46	34,0	10,26	D19, D19	10,0	28,65	282,887	1,00	0,38*
	3	101,97	34,0	9,81	D13, D22	10,0	25,69	255,754	1,00	0,40*
	2	77,08	34,0	7,37	D16, D16	10,0	19,86	200,914	1,00	0,38*
	1	0,00	34,0	0,00	D13	20,0	6,34	66,503	—	0,00

\*: cốt thép được xác định bằng xác minh tính năng sử dụng

I', III': Mô men hiệu chỉnh tại các góc

ii) Chiều rộng vết nứt trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Cốt thép ngang / Cốt thép trong)

Tỷ số mô đun đàn hồi  $N=7,1, B=100\text{cm}$

STT.	$M_s$ (kN·m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{se}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Chiều rộng vết nứt thực tế $w$ (cm)	Giới hạn chiều rộng vết nứt cho phép $w_a$	$w / w_a$
I	9	1,94	34,0	D13	20,0	6,34	9,473	0,0040 × 5,0 = 0,0200	0,27
	8	4,76	34,0	D13	20,0	6,34	23,243		0,40
	7	9,26	34,0	D13	20,0	6,34	45,216		0,60
	6	13,84	34,0	D13	20,0	6,34	67,581		0,80
	5	18,43	34,0	D16	20,0	9,93	58,154		0,71
	4	23,01	34,0	D16	20,0	9,93	72,606		0,84
	3	27,25	34,0	D16	20,0	9,93	85,985		0,96
	2	24,16	34,0	D16	20,0	9,93	76,234		0,87
	1	8,73	34,0	D13	20,0	6,34	42,628		0,57
II	9	0,35	34,0	D13	20,0	6,34	1,709	0,0040 × 5,0 = 0,0200	0,20
	8	1,06	34,0	D13	20,0	6,34	5,176		0,23
	7	2,38	34,0	D13	20,0	6,34	11,622		0,29
	6	3,44	34,0	D13	20,0	6,34	16,797		0,34
	5	4,58	34,0	D13	20,0	6,34	22,364		0,39
	4	5,73	34,0	D13	20,0	6,34	27,980		0,44
	3	7,05	34,0	D13	20,0	6,34	34,425		0,50
	2	7,76	34,0	D13	20,0	6,34	37,892		0,53
	1	5,08	34,0	D13	20,0	6,34	24,806		0,41
III	9	68,94	34,0	D16, D16	10,0	19,86	111,358	0,0040 × 5,0 = 0,0200	0,94
	8	67,51	34,0	D16, D16	10,0	19,86	109,048		0,92
	7	66,85	34,0	D16, D16	10,0	19,86	107,982		0,91
	6	69,31	34,0	D16, D16	10,0	19,86	111,955		0,94
	5	73,87	34,0	D16, D16	10,0	19,86	119,321		0,99
	4	74,85	34,0	D13, D19	10,0	20,66	116,406		0,98
	3	72,49	34,0	D16, D16	10,0	19,86	117,092		0,98
	2	60,83	34,0	D13, D16	10,0	16,27	119,051		1,00
	1	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,000		0,036
I'	9	1,94	34,0	D13	20,0	6,34	9,473	0,0040 × 5,0 = 0,0200	0,27
	8	4,76	34,0	D13	20,0	6,34	23,243		0,40
	7	9,26	34,0	D13	20,0	6,34	45,216		0,60
	6	13,84	34,0	D13	20,0	6,34	67,581		0,80
	5	18,43	34,0	D16	20,0	9,93	58,154		0,71
	4	23,01	34,0	D16	20,0	9,93	72,606		0,84
	3	27,25	34,0	D16	20,0	9,93	85,985		0,96
	2	24,16	34,0	D16	20,0	9,93	76,234		0,87
	1	8,73	34,0	D13	20,0	6,34	42,628		0,57
III'	9	90,39	34,0	D13, D22	10,0	25,69	114,068	0,0040 × 5,0 = 0,0200	0,97
	8	88,51	34,0	D16, D19	10,0	24,26	117,994		0,98
	7	88,02	34,0	D16, D19	10,0	24,26	117,340		0,98
	6	90,70	34,0	D13, D22	10,0	25,69	114,459		0,97
	5	95,43	34,0	D19, D19	10,0	28,65	108,502		0,91

	4	96,77	34,0	D19, D19	10,0	28,65	110,025	0,0184	0,92
	3	92,70	34,0	D13, D22	10,0	25,69	116,983	0,0197	0,99
	2	70,07	34,0	D16, D16	10,0	19,86	113,183	0,0190	0,95
	1	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,000	0,0036	0,18

I', III': Mô men hiệu chỉnh tại các góc

iii) Ứng suất nén trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Cốt thép ngang / Cốt thép trong)

$\gamma = 1,00, N = 7,1, B = 100\text{cm}$

STT.	$M_s$ (kN·m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$J$	$\gamma \cdot \sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$0,4 \cdot f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )
I	9	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	8	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	7	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	6	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	5	0,00	34,0	D16	20,0	9,93	0,939	0,00 ≤ 12,00
	4	0,00	34,0	D16	20,0	9,93	0,939	0,00 ≤ 12,00
	3	0,00	34,0	D16	20,0	9,93	0,939	0,00 ≤ 12,00
	2	0,00	34,0	D16	20,0	9,93	0,939	0,00 ≤ 12,00
	1	8,73	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	1,06 ≤ 12,00
II	9	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	8	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	7	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	6	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	5	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	4	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	3	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	2	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
1	5,08	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,62 ≤ 12,00	
III	9	68,94	34,0	D16, D16	10,0	19,86	0,917	5,21 ≤ 12,00
	8	67,51	34,0	D16, D16	10,0	19,86	0,917	5,11 ≤ 12,00
	7	66,85	34,0	D16, D16	10,0	19,86	0,917	5,06 ≤ 12,00
	6	69,31	34,0	D16, D16	10,0	19,86	0,917	5,24 ≤ 12,00
	5	73,87	34,0	D16, D16	10,0	19,86	0,917	5,59 ≤ 12,00
	4	74,85	34,0	D13, D19	10,0	20,66	0,915	5,58 ≤ 12,00
	3	72,49	34,0	D16, D16	10,0	19,86	0,917	5,48 ≤ 12,00
	2	60,83	34,0	D13, D16	10,0	16,27	0,924	4,97 ≤ 12,00
	1	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
I'	9	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	8	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	7	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	6	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00 ≤ 12,00
	5	0,00	34,0	D16	20,0	9,93	0,939	0,00 ≤ 12,00
	4	0,00	34,0	D16	20,0	9,93	0,939	0,00 ≤ 12,00
	3	0,00	34,0	D16	20,0	9,93	0,939	0,00 ≤ 12,00
	2	0,00	34,0	D16	20,0	9,93	0,939	0,00 ≤ 12,00
	1	8,73	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	1,06 ≤ 12,00
III'	9	90,39	34,0	D13, D22	10,0	25,69	0,907	6,19 ≤ 12,00
	8	88,51	34,0	D16, D19	10,0	24,26	0,909	6,20 ≤ 12,00
	7	88,02	34,0	D16, D19	10,0	24,26	0,909	6,17 ≤ 12,00

	6	90,70	34,0	D13, D22	10,0	25,69	0,907	6,22	≤	12,00
	5	95,43	34,0	D19, D19	10,0	28,65	0,903	6,28	≤	12,00
	4	96,77	34,0	D19, D19	10,0	28,65	0,903	6,37	≤	12,00
	3	92,70	34,0	D13, D22	10,0	25,69	0,907	6,35	≤	12,00
	2	70,07	34,0	D16, D16	10,0	19,86	0,917	5,30	≤	12,00
	1	0,00	34,0	D13	20,0	6,34	0,950	0,00	≤	12,00

I', III': Mô men hiệu chỉnh tại các góc

iv) Xác minh an toàn (Trạng thái thường xuyên / Cốt thép ngang / Cốt thép ngoài)

B=100cm

STT.	$M_d$ (kN·m)	$d$ (cm)	$A_{sn}$ (cm <sup>2</sup> )	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$M_{ud}$ (kN·m)	$\gamma_i$	$\gamma_i \cdot M_d$ $M_{ud}$	
I	9	37,46	32,0	3,77	D13, D13	10,0	12,67	122,737	1,00	0,31*
	8	36,54	32,0	3,68	D13, D13	10,0	12,67	122,737	1,00	0,30*
	7	37,61	32,0	3,79	D13, D13	10,0	12,67	122,737	1,00	0,31*
	6	38,70	32,0	3,90	D13, D13	10,0	12,67	122,737	1,00	0,32*
	5	39,71	32,0	4,00	D13, D13	10,0	12,67	122,737	1,00	0,32*
	4	40,80	32,0	4,11	D13, D13	10,0	12,67	122,737	1,00	0,33*
	3	41,30	32,0	4,16	D13, D13	10,0	12,67	122,737	1,00	0,34*
	2	32,76	32,0	3,29	D13, D13	10,0	12,67	122,737	1,00	0,27*
	1	16,49	38,6	1,50	D13	20,0	6,34	75,648	1,10	0,24
II	9	9,06	32,0	0,90	D13	20,0	6,34	62,524	1,00	0,14
	8	9,12	32,0	0,91	D13	20,0	6,34	62,524	1,00	0,15
	7	9,50	32,0	0,95	D13	20,0	6,34	62,524	1,00	0,15
	6	9,65	32,0	0,96	D13	20,0	6,34	62,524	1,00	0,15
	5	9,90	32,0	0,99	D13	20,0	6,34	62,524	1,00	0,16
	4	10,15	32,0	1,01	D13	20,0	6,34	62,524	1,00	0,16
	3	10,62	32,0	1,06	D13	20,0	6,34	62,524	1,00	0,17
	2	10,34	32,0	1,03	D13	20,0	6,34	62,524	1,00	0,17
1	9,70	38,6	0,88	D13	20,0	6,34	75,648	1,10	0,14	
III	9	0,00	38,6	0,00	D13	20,0	6,34	75,648	—	0,00
	8	20,95	38,6	1,91	D13	20,0	6,34	75,648	1,10	0,30
	7	45,39	38,6	4,16	D16	20,0	9,93	117,502	1,10	0,42*
	6	64,78	38,6	5,97	D16	20,0	9,93	117,502	1,10	0,61*
	5	84,18	38,6	7,79	D13, D13	10,0	12,67	148,968	1,10	0,62*
	4	98,34	38,6	9,12	D13, D13	10,0	12,67	148,968	1,10	0,73*
	3	112,50	38,6	10,47	D13, D16	10,0	16,27	189,668	1,10	0,65*
	2	112,50	38,6	10,47	D13, D16	10,0	16,27	189,668	1,10	0,65*
	1	0,00	38,6	0,00	D13	20,0	6,34	75,648	—	0,00
I'	9	37,46	32,0	3,77	D13, D13	10,0	12,67	122,737	1,00	0,31*
	8	36,54	32,0	3,68	D13, D13	10,0	12,67	122,737	1,00	0,30*
	7	37,61	32,0	3,79	D13, D13	10,0	12,67	122,737	1,00	0,31*
	6	38,70	32,0	3,90	D13, D13	10,0	12,67	122,737	1,00	0,32*
	5	39,71	32,0	4,00	D13, D13	10,0	12,67	122,737	1,00	0,32*
	4	40,80	32,0	4,11	D13, D13	10,0	12,67	122,737	1,00	0,33*
	3	41,30	32,0	4,16	D13, D13	10,0	12,67	122,737	1,00	0,34*
	2	32,76	32,0	3,29	D13, D13	10,0	12,67	122,737	1,00	0,27*
	1	16,49	38,6	1,50	D13	20,0	6,34	75,648	1,10	0,24
III'	9	0,00	38,6	0,00	D13	20,0	6,34	75,648	—	0,00
	8	36,42	38,6	3,33	D13	20,0	6,34	75,648	1,10	0,53

	7	72,85	38,6	6,72	D13, D13	10,0	12,67	148,968	1,10	0,54*
	6	105,69	38,6	9,82	D13, D13	10,0	12,67	148,968	1,10	0,78*
	5	139,19	38,6	13,03	D13, D16	10,0	16,27	189,668	1,10	0,81*
	4	167,81	38,6	15,82	D16, D16	10,0	19,86	229,554	1,10	0,80*
	3	187,97	38,6	17,80	D16, D19	10,0	24,26	277,496	1,10	0,75*
	2	155,77	38,6	14,64	D16, D16	10,0	19,86	229,554	1,10	0,75*
	1	0,00	38,6	0,00	D13	20,0	6,34	75,648	—	0,00

\*: cốt thép được xác định bằng xác minh tính năng sử dụng

I', III': Mô men hiệu chỉnh tại các góc

v) Chiều rộng vết nứt trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Cốt thép ngang / Cốt thép ngoài)

Tỷ số mô đun đàn hồi  $N=7,1, B=100\text{cm}$

STT.	$M_s$ (kN·m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{se}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Chiều rộng vết nứt thực tế $w$ (cm)	Giới hạn chiều rộng vết nứt cho phép $w_a$	$w / w_a$	
I	9	34,05	32,0	D13,D13	10,0	12,67	90,326	0,0207	0,0035 × 7,0 = 0,0245	0,84
	8	33,21	32,0	D13,D13	10,0	12,67	88,098	0,0203		0,83
	7	34,19	32,0	D13,D13	10,0	12,67	90,698	0,0208		0,85
	6	35,19	32,0	D13,D13	10,0	12,67	93,351	0,0213		0,87
	5	36,10	32,0	D13,D13	10,0	12,67	95,765	0,0217		0,89
	4	37,09	32,0	D13,D13	10,0	12,67	98,391	0,0222		0,91
	3	37,55	32,0	D13,D13	10,0	12,67	99,611	0,0224		0,91
	2	29,78	32,0	D13,D13	10,0	12,67	78,999	0,0186		0,76
	1	7,49	38,6	D13	20,0	6,34	32,120	0,0118		0,48
II	9	8,23	32,0	D13	20,0	6,34	42,764	0,0142	0,0035 × 7,0 = 0,0245	0,58
	8	8,29	32,0	D13	20,0	6,34	43,076	0,0143		0,58
	7	8,64	32,0	D13	20,0	6,34	44,894	0,0147		0,60
	6	8,77	32,0	D13	20,0	6,34	45,570	0,0148		0,60
	5	9,00	32,0	D13	20,0	6,34	46,765	0,0151		0,62
	4	9,22	32,0	D13	20,0	6,34	47,908	0,0154		0,63
	3	9,65	32,0	D13	20,0	6,34	50,142	0,0159		0,65
	2	9,40	32,0	D13	20,0	6,34	48,843	0,0156		0,64
	1	4,41	38,6	D13	20,0	6,34	18,912	0,0088		0,36
III	9	0,00	38,6	D13	20,0	6,34	0,000	0,0045	0,0035 × 7,0 = 0,0245	0,18
	8	9,52	38,6	D13	20,0	6,34	40,825	0,0138		0,56
	7	20,63	38,6	D16	20,0	9,93	57,130	0,0173		0,71
	6	29,45	38,6	D16	20,0	9,93	81,554	0,0228		0,93
	5	38,27	38,6	D13,D13	10,0	12,67	83,655	0,0194		0,79
	4	44,70	38,6	D13,D13	10,0	12,67	97,711	0,0221		0,90
	3	51,14	38,6	D13,D16	10,0	16,27	87,769	0,0202		0,82
	2	51,14	38,6	D13,D16	10,0	16,27	87,769	0,0202		0,82
	1	0,00	38,6	D13	20,0	6,34	0,000	0,0045		0,18
I'	9	34,05	32,0	D13,D13	10,0	12,67	90,326	0,0207	0,0035 × 7,0 = 0,0245	0,84
	8	33,21	32,0	D13,D13	10,0	12,67	88,098	0,0203		0,83
	7	34,19	32,0	D13,D13	10,0	12,67	90,698	0,0208		0,85
	6	35,19	32,0	D13,D13	10,0	12,67	93,351	0,0213		0,87
	5	36,10	32,0	D13,D13	10,0	12,67	95,765	0,0217		0,89
	4	37,09	32,0	D13,D13	10,0	12,67	98,391	0,0222		0,91
	3	37,55	32,0	D13,D13	10,0	12,67	99,611	0,0224		0,91

III'	2	29,78	32,0	D13,D13	10,0	12,67	78,999	0,0186	0,0040 × 5,0 = 0,0200	0,76
	1	7,49	38,6	D13	20,0	6,34	32,120	0,0118		0,48
	9	0,00	38,6	D13	20,0	6,34	0,000	0,0045		0,18
	8	16,56	38,6	D13	20,0	6,34	71,015	0,0206		0,84
	7	33,12	38,6	D13, D13	10,0	12,67	72,398	0,0173		0,71
	6	48,05	38,6	D13, D13	10,0	12,67	105,033	0,0235		0,96
	5	63,27	38,6	D13, D16	10,0	16,27	108,587	0,0241		0,98
	4	76,28	38,6	D16, D16	10,0	19,86	108,013	0,0239		0,98
	3	85,45	38,6	D16, D19	10,0	24,26	99,812	0,0223		0,91
	2	70,81	38,6	D16, D16	10,0	19,86	100,267	0,0224		0,91
	1	0,00	38,6	D13	20,0	6,34	0,000	0,0045		0,18

I', III': Mô men hiệu chỉnh tại các góc

vi) Ứng suất nén trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Cốt thép ngang / Cốt thép ngoài)

$\gamma_f = 1,00$ ,  $N = 7,1$ ,  $B = 100\text{cm}$

STT.	$M_s$ (kN.m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$J$	$\gamma_f \cdot \sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$0,4 \cdot f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )
I	9	34,05	32,0	D13, D13	10,0	12,67	0,930	3,39 ≤ 12,00
	8	33,21	32,0	D13, D13	10,0	12,67	0,930	3,31 ≤ 12,00
	7	34,19	32,0	D13, D13	10,0	12,67	0,930	3,41 ≤ 12,00
	6	35,19	32,0	D13, D13	10,0	12,67	0,930	3,51 ≤ 12,00
	5	36,10	32,0	D13, D13	10,0	12,67	0,930	3,60 ≤ 12,00
	4	37,09	32,0	D13, D13	10,0	12,67	0,930	3,70 ≤ 12,00
	3	37,55	32,0	D13, D13	10,0	12,67	0,930	3,74 ≤ 12,00
	2	29,78	32,0	D13, D13	10,0	12,67	0,930	2,97 ≤ 12,00
	1	0,00	38,6	D13	20,0	6,34	0,953	0,00 ≤ 12,00
II	9	8,23	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	1,10 ≤ 12,00
	8	8,29	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	1,11 ≤ 12,00
	7	8,64	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	1,15 ≤ 12,00
	6	8,77	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	1,17 ≤ 12,00
	5	9,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	1,20 ≤ 12,00
	4	9,22	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	1,23 ≤ 12,00
	3	9,65	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	1,29 ≤ 12,00
	2	9,40	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	1,25 ≤ 12,00
	1	0,00	38,6	D13	20,0	6,34	0,953	0,00 ≤ 12,00
III	9	0,00	38,6	D13	20,0	6,34	0,953	0,00 ≤ 12,00
	8	0,00	38,6	D13	20,0	6,34	0,953	0,00 ≤ 12,00
	7	0,00	38,6	D16	20,0	9,93	0,942	0,00 ≤ 12,00
	6	0,00	38,6	D16	20,0	9,93	0,942	0,00 ≤ 12,00
	5	0,00	38,6	D13, D13	10,0	12,67	0,935	0,00 ≤ 12,00
	4	0,00	38,6	D13, D13	10,0	12,67	0,935	0,00 ≤ 12,00
	3	0,00	38,6	D13, D16	10,0	16,27	0,928	0,00 ≤ 12,00
	2	0,00	38,6	D13, D16	10,0	16,27	0,928	0,00 ≤ 12,00
	1	0,00	38,6	D13	20,0	6,34	0,953	0,00 ≤ 12,00
I'	9	34,05	32,0	D13, D13	10,0	12,67	0,930	3,39 ≤ 12,00
	8	33,21	32,0	D13, D13	10,0	12,67	0,930	3,31 ≤ 12,00
	7	34,19	32,0	D13, D13	10,0	12,67	0,930	3,41 ≤ 12,00
	6	35,19	32,0	D13, D13	10,0	12,67	0,930	3,51 ≤ 12,00
	5	36,10	32,0	D13, D13	10,0	12,67	0,930	3,60 ≤ 12,00

	4	37,09	32,0	D13, D13	10,0	12,67	0,930	3,70	≤	12,00
	3	37,55	32,0	D13, D13	10,0	12,67	0,930	3,74	≤	12,00
	2	29,78	32,0	D13, D13	10,0	12,67	0,930	2,97	≤	12,00
	1	0,00	38,6	D13	20,0	6,34	0,953	0,00	≤	12,00
III'	9	0,00	38,6	D13	20,0	6,34	0,953	0,00	≤	12,00
	8	0,00	38,6	D13	20,0	6,34	0,953	0,00	≤	12,00
	7	0,00	38,6	D13, D13	10,0	12,67	0,935	0,00	≤	12,00
	6	0,00	38,6	D13, D13	10,0	12,67	0,935	0,00	≤	12,00
	5	0,00	38,6	D13, D16	10,0	16,27	0,928	0,00	≤	12,00
	4	0,00	38,6	D16, D16	10,0	19,86	0,921	0,00	≤	12,00
	3	0,00	38,6	D16, D19	10,0	24,26	0,914	0,00	≤	12,00
	2	0,00	38,6	D16, D16	10,0	19,86	0,921	0,00	≤	12,00
	1	0,00	38,6	D13	20,0	6,34	0,953	0,00	≤	12,00

I', III': Mô men hiệu chỉnh tại các góc

vii) Xác minh an toàn (Trạng thái thường xuyên / Cốt thép dọc / Cốt thép trong)

$B=100\text{cm}$

STT.	$M_d$ (kN·m)	$d$ (cm)	$A_{sn}$ (cm <sup>2</sup> )	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$M_{ud}$ (kN·m)	$\gamma_i$	$\gamma_i \cdot M_d$ $M_{ud}$	
I	9	0,00	32,0	0,00	D13	20,0	6,34	62,524	—	0,00
	8	1,16	32,0	0,13	D13	20,0	6,34	62,524	1,10	0,02
	7	3,49	32,0	0,38	D13	20,0	6,34	62,524	1,10	0,06
	6	5,24	32,0	0,58	D13	20,0	6,34	62,524	1,10	0,09
	5	6,59	32,0	0,72	D13	20,0	6,34	62,524	1,10	0,12
	4	8,34	32,0	0,92	D13	20,0	6,34	62,524	1,10	0,15
	3	12,41	32,0	1,37	D13	20,0	6,34	62,524	1,10	0,22
	2	23,86	32,0	2,63	D13	20,0	6,34	62,524	1,10	0,42
	1	57,71	32,0	5,84	D13, D16	10,0	16,27	156,004	1,00	0,37*
II	9	0,00	32,0	0,00	D13	20,0	6,34	62,524	—	0,00
	8	0,00	32,0	0,00	D13	20,0	6,34	62,524	—	0,00
	7	0,58	32,0	0,06	D13	20,0	6,34	62,524	1,10	0,01
	6	0,97	32,0	0,11	D13	20,0	6,34	62,524	1,10	0,02
	5	1,36	32,0	0,15	D13	20,0	6,34	62,524	1,10	0,02
	4	2,13	32,0	0,23	D13	20,0	6,34	62,524	1,10	0,04
	3	4,46	32,0	0,49	D13	20,0	6,34	62,524	1,10	0,08
	2	11,44	32,0	1,26	D13	20,0	6,34	62,524	1,10	0,20
	1	33,63	32,0	3,38	D16	20,0	9,93	96,947	1,00	0,35*
III	9	0,00	32,0	0,00	D13	20,0	6,34	62,524	—	0,00
	8	12,41	32,0	1,24	D13	20,0	6,34	62,524	1,00	0,20
	7	12,31	32,0	1,23	D13	20,0	6,34	62,524	1,00	0,20
	6	12,71	32,0	1,27	D13	20,0	6,34	62,524	1,00	0,20
	5	13,53	32,0	1,35	D13	20,0	6,34	62,524	1,00	0,22
	4	13,71	32,0	1,37	D13	20,0	6,34	62,524	1,00	0,22
	3	13,25	32,0	1,33	D13	20,0	6,34	62,524	1,00	0,21
	2	11,12	32,0	1,11	D13	20,0	6,34	62,524	1,00	0,18
	1	0,00	32,0	0,00	D13	20,0	6,34	62,524	—	0,00

\*: cốt thép được xác định bằng xác minh tính năng sử dụng

viii) Chiều rộng vết nứt trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Cốt thép dọc / Cốt thép trong)

Tỷ số mô đun đàn hồi  $N=7,1$ ,  $B=100\text{cm}$

STT.	$M_s$ (kN·m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{se}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Chiều rộng vết nứt thực tế $w$ (cm)	Giới hạn chiều rộng vết nứt cho phép $w_a$	$w/w_a$
I	9	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,000	$0,0040 \times 7,0 = 0,0280$	0,16
	8	0,53	32,0	D13	20,0	6,34	2,754		0,18
	7	1,59	32,0	D13	20,0	6,34	8,262		0,23
	6	2,38	32,0	D13	20,0	6,34	12,367		0,26
	5	3,00	32,0	D13	20,0	6,34	15,588		0,29
	4	3,79	32,0	D13	20,0	6,34	19,693		0,32
	3	5,64	32,0	D13	20,0	6,34	29,306		0,40
	2	10,85	32,0	D13	20,0	6,34	56,378		0,62
	1	52,46	32,0	D13, D16	10,0	16,27	109,322		0,87
II	9	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,000	$0,0040 \times 7,0 = 0,0280$	0,16
	8	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,000		0,16
	7	0,26	32,0	D13	20,0	6,34	1,351		0,17
	6	0,44	32,0	D13	20,0	6,34	2,286		0,18
	5	0,62	32,0	D13	20,0	6,34	3,222		0,19
	4	0,97	32,0	D13	20,0	6,34	5,040		0,20
	3	2,03	32,0	D13	20,0	6,34	10,548		0,25
	2	5,20	32,0	D13	20,0	6,34	27,020		0,38
	1	30,56	32,0	D16	20,0	9,93	102,637		0,99
III	9	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,000	$0,0040 \times 7,0 = 0,0280$	0,16
	8	11,28	32,0	D13	20,0	6,34	58,612		0,64
	7	11,18	32,0	D13	20,0	6,34	58,092		0,63
	6	11,56	32,0	D13	20,0	6,34	60,067		0,65
	5	12,31	32,0	D13	20,0	6,34	63,964		0,68
	4	12,46	32,0	D13	20,0	6,34	64,743		0,69
	3	12,05	32,0	D13	20,0	6,34	62,613		0,67
	2	10,11	32,0	D13	20,0	6,34	52,533		0,59
	1	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,000		0,16

ix) Ứng suất nén trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Cốt thép dọc / Cốt thép trong)

$\gamma_f=1,00$ ,  $N=7,1$ ,  $B=100\text{cm}$

STT.	$M_s$ (kN·m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$J$	$\gamma_f \cdot \sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$0,4 \cdot f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )
I	9	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	0,00 ≤ 12,00
	8	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	0,00 ≤ 12,00
	7	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	0,00 ≤ 12,00
	6	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	0,00 ≤ 12,00
	5	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	0,00 ≤ 12,00

	4	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	0,00	≤	12,00
	3	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	0,00	≤	12,00
	2	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	0,00	≤	12,00
	1	52,46	32,0	D13,D16	10,0	16,27	0,922	4,73	≤	12,00
II	9	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	0,00	≤	12,00
	8	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	0,00	≤	12,00
	7	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	0,00	≤	12,00
	6	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	0,00	≤	12,00
	5	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	0,00	≤	12,00
	4	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	0,00	≤	12,00
	3	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	0,00	≤	12,00
	2	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	0,00	≤	12,00
	1	30,56	32,0	D16	20,0	9,93	0,937	3,37	≤	12,00
III	9	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	0,00	≤	12,00
	8	11,28	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	1,51	≤	12,00
	7	11,18	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	1,49	≤	12,00
	6	11,56	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	1,54	≤	12,00
	5	12,31	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	1,64	≤	12,00
	4	12,46	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	1,66	≤	12,00
	3	12,05	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	1,61	≤	12,00
	2	10,11	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	1,35	≤	12,00
	1	0,00	32,0	D13	20,0	6,34	0,949	0,00	≤	12,00

x) Xác minh an toàn (Trạng thái thường xuyên / Cốt thép dọc / Cốt thép ngoài)

$B=100\text{cm}$

STT.	$M_d$ (kN·m)	$d$ (cm)	$A_{sn}$ (cm <sup>2</sup> )	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$M_{sd}$ (kN·m)	$\gamma_i$	$\gamma_i \cdot M_d$ $M_{sd}$	
I	9	0,00	30,0	0,00	D13	20,0	6,34	58,548	—	0,00
	8	5,94	30,0	0,63	D13	20,0	6,34	58,548	1,00	0,10
	7	6,51	30,0	0,69	D13	20,0	6,34	58,548	1,00	0,11
	6	6,59	30,0	0,70	D13	20,0	6,34	58,548	1,00	0,11
	5	6,56	30,0	0,70	D13	20,0	6,34	58,548	1,00	0,11
	4	6,65	30,0	0,71	D13	20,0	6,34	58,548	1,00	0,11
	3	8,17	30,0	0,87	D13	20,0	6,34	58,548	1,00	0,14
	2	13,84	30,0	1,48	D13	20,0	6,34	58,548	1,00	0,24
	1	98,34	36,6	9,65	D13, D13	10,0	12,67	141,019	1,10	0,77*
II	9	0,00	30,0	0,00	D13	20,0	6,34	58,548	—	0,00
	8	1,37	30,0	0,15	D13	20,0	6,34	58,548	1,00	0,02
	7	1,94	30,0	0,21	D13	20,0	6,34	58,548	1,00	0,03
	6	1,81	30,0	0,19	D13	20,0	6,34	58,548	1,00	0,03
	5	1,42	30,0	0,15	D13	20,0	6,34	58,548	1,00	0,02
	4	1,49	30,0	0,16	D13	20,0	6,34	58,548	1,00	0,03
	3	2,67	30,0	0,28	D13	20,0	6,34	58,548	1,00	0,05
	2	6,70	30,0	0,71	D13	20,0	6,34	58,548	1,00	0,11
	1	58,38	36,6	5,67	D16	20,0	9,93	111,274	1,10	0,58*
III	9	0,00	36,6	0,00	D13	20,0	6,34	71,671	—	0,00

	8	3,49	36,6	0,33	D13	20,0	6,34	71,671	1,10	0,05
	7	7,56	36,6	0,73	D13	20,0	6,34	71,671	1,10	0,12
	6	10,86	36,6	1,04	D13	20,0	6,34	71,671	1,10	0,17
	5	13,96	36,6	1,34	D13	20,0	6,34	71,671	1,10	0,21
	4	16,49	36,6	1,59	D13	20,0	6,34	71,671	1,10	0,25
	3	18,81	36,6	1,81	D13	20,0	6,34	71,671	1,10	0,29
	2	18,81	36,6	1,81	D13	20,0	6,34	71,671	1,10	0,29
	1	0,00	36,6	0,00	D13	20,0	6,34	71,671	—	0,00

\*: cốt thép được xác định bằng xác minh tính năng sử dụng

xi) Chiều rộng vết nứt trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Cốt thép dọc / Cốt thép ngoài)

Tỷ số mô đun đàn hồi  $N=7,1$ ,  $B=100\text{cm}$

STT.	$M_s$ (kN.m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{se}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Chiều rộng vết nứt thực tế $w$ (cm)	Giới hạn chiều rộng vết nứt cho phép $w_a$	$w/w_a$
I	9	0,00	30,0	D13	20,0	6,34	0,000	0,0035 × 9,0 = 0,0315	0,17
	8	5,40	30,0	D13	20,0	6,34	29,978		0,43
	7	5,92	30,0	D13	20,0	6,34	32,864		0,45
	6	6,00	30,0	D13	20,0	6,34	33,308		0,46
	5	5,96	30,0	D13	20,0	6,34	33,086		0,45
	4	6,05	30,0	D13	20,0	6,34	33,586		0,46
	3	7,43	30,0	D13	20,0	6,34	41,247		0,52
	2	12,59	30,0	D13	20,0	6,34	69,892		0,77
	1	44,70	36,6	D13, D13	10,0	12,67	103,222		0,285
II	9	0,00	30,0	D13	20,0	6,34	0,000	0,0035 × 9,0 = 0,0315	0,17
	8	1,24	30,0	D13	20,0	6,34	6,884		0,23
	7	1,76	30,0	D13	20,0	6,34	9,770		0,25
	6	1,64	30,0	D13	20,0	6,34	9,104		0,25
	5	1,29	30,0	D13	20,0	6,34	7,161		0,23
	4	1,36	30,0	D13	20,0	6,34	7,550		0,23
	3	2,43	30,0	D13	20,0	6,34	13,490		0,29
	2	6,09	30,0	D13	20,0	6,34	33,808		0,46
	1	26,54	36,6	D16	20,0	9,93	77,627		0,262
III	9	0,00	36,6	D13	20,0	6,34	0,000	0,0035 × 9,0 = 0,0315	0,17
	8	1,59	36,6	D13	20,0	6,34	7,200		0,23
	7	3,44	36,6	D13	20,0	6,34	15,577		0,30
	6	4,94	36,6	D13	20,0	6,34	22,370		0,36
	5	6,35	36,6	D13	20,0	6,34	28,755		0,42
	4	7,49	36,6	D13	20,0	6,34	33,917		0,46
	3	8,55	36,6	D13	20,0	6,34	38,717		0,50
	2	8,55	36,6	D13	20,0	6,34	38,717		0,50
	1	0,00	36,6	D13	20,0	6,34	0,000		0,0054

xii) Ứng suất nén trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Cốt thép dọc / Cốt thép ngoài)

$\gamma_f=1.00, N=7.1, B=100\text{cm}$

STT.	$M_s$ (kN.m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$J$	$\gamma_i \cdot \sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$0.4 \cdot f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )
I	9	0,00	30,0	D13	20,0	6,34	0,947	0,00 ≤ 12,00
	8	5,40	30,0	D13	20,0	6,34	0,947	0,80 ≤ 12,00
	7	5,92	30,0	D13	20,0	6,34	0,947	0,88 ≤ 12,00
	6	6,00	30,0	D13	20,0	6,34	0,947	0,89 ≤ 12,00
	5	5,96	30,0	D13	20,0	6,34	0,947	0,88 ≤ 12,00
	4	6,05	30,0	D13	20,0	6,34	0,947	0,89 ≤ 12,00
	3	7,43	30,0	D13	20,0	6,34	0,947	1,10 ≤ 12,00
	2	12,59	30,0	D13	20,0	6,34	0,947	1,86 ≤ 12,00
	1	0,00	36,6	D13, D13	10,0	12,67	0,934	0,00 ≤ 12,00
II	9	0,00	30,0	D13	20,0	6,34	0,947	0,00 ≤ 12,00
	8	1,24	30,0	D13	20,0	6,34	0,947	0,18 ≤ 12,00
	7	1,76	30,0	D13	20,0	6,34	0,947	0,26 ≤ 12,00
	6	1,64	30,0	D13	20,0	6,34	0,947	0,24 ≤ 12,00
	5	1,29	30,0	D13	20,0	6,34	0,947	0,19 ≤ 12,00
	4	1,36	30,0	D13	20,0	6,34	0,947	0,20 ≤ 12,00
	3	2,43	30,0	D13	20,0	6,34	0,947	0,36 ≤ 12,00
	2	6,09	30,0	D13	20,0	6,34	0,947	0,90 ≤ 12,00
	1	0,00	36,6	D16	20,0	9,93	0,941	0,00 ≤ 12,00
III	9	0,00	36,6	D13	20,0	6,34	0,952	0,00 ≤ 12,00
	8	0,00	36,6	D13	20,0	6,34	0,952	0,00 ≤ 12,00
	7	0,00	36,6	D13	20,0	6,34	0,952	0,00 ≤ 12,00
	6	0,00	36,6	D13	20,0	6,34	0,952	0,00 ≤ 12,00
	5	0,00	36,6	D13	20,0	6,34	0,952	0,00 ≤ 12,00
	4	0,00	36,6	D13	20,0	6,34	0,952	0,00 ≤ 12,00
	3	0,00	36,6	D13	20,0	6,34	0,952	0,00 ≤ 12,00
	2	0,00	36,6	D13	20,0	6,34	0,952	0,00 ≤ 12,00
	1	0,00	36,6	D13	20,0	6,34	0,952	0,00 ≤ 12,00

## 8) Tường ngăn

i) Lực kéo ra của tường ngăn và tường bên theo hướng ngang

$B=100\text{cm}$

Hướng	$T_d$ (kN/m)	$\gamma_i$	$\gamma_i$	$A_{sn}$ (cm <sup>2</sup> )	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$N_{td}$ (kN/m)	$\gamma_i \cdot T_d$ / $N_{td}$
Ngang	268,94	1,10	1,10	9,43	D13, D13	10,0	12,67	397,377	0,74
Đọc	261,94	1,10	1,10	8,35	D16	20,0	9,93	311,441	0,84

ii) Lực kéo ra của tường ngăn và tường bên theo hướng dọc

B=100cm

Hướng	$T_d$ (kN/m)	$\gamma_i$	$\gamma_i$	$A_{sn}$ (cm <sup>2</sup> )	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$N_{td}$ (kN/m)	$\gamma_i \cdot T_d / N_{td}$
Ngang	309,92	1,10	1,10	10,87	D13, D13	10,0	12,67	397,377	0,86
Dọc	217,96	1,10	1,10	6,95	D16	20,0	9,93	311,441	0,70

iii) Xác minh an toàn (Trạng thái thường xuyên / Cốt thép ngang / Hướng ngang)

B=100cm

STT.	$M_d$ (kN·m)	$d$ (cm)	$A_{sn}$ (cm <sup>2</sup> )	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$M_{td}$ (kN·m)	$\gamma_i$	$\gamma_i \cdot M_d / M_{td}$	
I	9	12,24	10,0	4,47	D16	20,0	9,93	28,427	1,10	0,47
	8	11,73	10,0	4,27	D16	20,0	9,93	28,427	1,10	0,45
	7	11,79	10,0	4,30	D16	20,0	9,93	28,427	1,10	0,46
	6	11,81	10,0	4,30	D16	20,0	9,93	28,427	1,10	0,46
	5	11,84	10,0	4,32	D16	20,0	9,93	28,427	1,10	0,46
	4	11,81	10,0	4,30	D16	20,0	9,93	28,427	1,10	0,46
	3	11,19	10,0	4,07	D16	20,0	9,93	28,427	1,10	0,43
	2	7,25	10,0	2,60	D16	20,0	9,93	28,427	1,10	0,28
	1	2,66	10,0	0,94	D16	20,0	9,93	28,427	1,10	0,10
II	9	2,97	10,0	1,05	D16	20,0	9,93	28,427	1,10	0,11
	8	2,92	10,0	1,03	D16	20,0	9,93	28,427	1,10	0,11
	7	2,95	10,0	1,04	D16	20,0	9,93	28,427	1,10	0,11
	6	2,95	10,0	1,04	D16	20,0	9,93	28,427	1,10	0,11
	5	2,97	10,0	1,05	D16	20,0	9,93	28,427	1,10	0,11
	4	3,00	10,0	1,06	D16	20,0	9,93	28,427	1,10	0,12
	3	3,06	10,0	1,08	D16	20,0	9,93	28,427	1,10	0,12
	2	2,49	10,0	0,88	D16	20,0	9,93	28,427	1,10	0,10
	1	1,59	10,0	0,56	D16	20,0	9,93	28,427	1,10	0,06
III	9	24,71	10,0	9,45	D13, D13	10,0	12,67	35,315	1,10	0,77*
	8	23,71	10,0	9,03	D13, D13	10,0	12,67	35,315	1,10	0,74*
	7	23,12	10,0	8,79	D13, D13	10,0	12,67	35,315	1,10	0,72*
	6	23,32	10,0	8,87	D13, D13	10,0	12,67	35,315	1,10	0,73*
	5	23,97	10,0	9,14	D13, D13	10,0	12,67	35,315	1,10	0,75*
	4	23,94	10,0	9,13	D13, D13	10,0	12,67	35,315	1,10	0,75*
	3	22,41	10,0	8,49	D16	20,0	9,93	28,427	1,10	0,87
	2	15,67	10,0	5,79	D16	20,0	9,93	28,427	1,10	0,61
	1	0,00	10,0	0,00	D16	20,0	9,93	28,427	—	0,00

\*: cốt thép được xác định bằng xác minh tính năng sử dụng

iv) Chiều rộng vết nứt trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Cốt thép ngang / Hướng ngang)

Tỷ số mô đun đàn hồi  $N=7,1$ ,  $B=100\text{cm}$

STT.	$M_s$ (kN.m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{se}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Chiều rộng vết nứt thực tế $w$ (cm)	Giới hạn chiều rộng vết nứt cho phép $w_a$	$w / w_a$	
I	9	5,56	10,0	D16	20,0	9,93	62,481	0,0240	0,0040 × 10,0 = 0,0400	0,60
	8	5,33	10,0	D16	20,0	9,93	59,897	0,0232		0,58
	7	5,36	10,0	D16	20,0	9,93	60,234	0,0233		0,58
	6	5,37	10,0	D16	20,0	9,93	60,346	0,0234		0,59
	5	5,38	10,0	D16	20,0	9,93	60,458	0,0234		0,59
	4	5,37	10,0	D16	20,0	9,93	60,346	0,0234		0,59
	3	5,09	10,0	D16	20,0	9,93	57,200	0,0225		0,56
	2	3,30	10,0	D16	20,0	9,93	37,084	0,0166		0,42
	1	1,21	10,0	D16	20,0	9,93	13,598	0,0098		0,25
II	9	1,35	10,0	D16	20,0	9,93	15,171	0,0102	0,0040 × 10,0 = 0,0400	0,26
	8	1,33	10,0	D16	20,0	9,93	14,946	0,0102		0,26
	7	1,34	10,0	D16	20,0	9,93	15,058	0,0102		0,26
	6	1,34	10,0	D16	20,0	9,93	15,058	0,0102		0,26
	5	1,35	10,0	D16	20,0	9,93	15,171	0,0102		0,26
	4	1,37	10,0	D16	20,0	9,93	15,396	0,0103		0,26
	3	1,39	10,0	D16	20,0	9,93	15,620	0,0104		0,26
	2	1,13	10,0	D16	20,0	9,93	12,699	0,0095		0,24
	1	0,72	10,0	D16	20,0	9,93	8,091	0,0082		0,21
III	9	11,23	10,0	D13,D13	10,0	12,67	100,101	0,0305	0,0040 × 10,0 = 0,0400	0,76
	8	10,78	10,0	D13,D13	10,0	12,67	96,090	0,0294		0,74
	7	10,51	10,0	D13,D13	10,0	12,67	93,683	0,0288		0,72
	6	10,60	10,0	D13,D13	10,0	12,67	94,486	0,0290		0,73
	5	10,90	10,0	D13,D13	10,0	12,67	97,160	0,0297		0,74
	4	10,88	10,0	D13,D13	10,0	12,67	96,981	0,0297		0,74
	3	10,19	10,0	D16	20,0	9,93	114,511	0,0391		0,98
	2	7,12	10,0	D16	20,0	9,93	80,012	0,0291		0,73
	1	0,00	10,0	D16	20,0	9,93	0,000	0,0058		0,15

v) Xác minh an toàn (Trạng thái thường xuyên / Cốt thép dọc / Hướng ngang)

$B=100\text{cm}$

STT.	$M_d$ (kN·m)	$d$ (cm)	$A_{sn}$ (cm <sup>2</sup> )	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$M_{ed}$ (kN·m)	$\gamma_i$	$\gamma_i \cdot M_d$ $M_{ed}$	
I	9	0,00	10,0	0,00	D13	20,0	6,34	18,777	—	0,00
	8	1,81	10,0	0,64	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,11
	7	2,01	10,0	0,71	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,12
	6	1,98	10,0	0,70	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,12
	5	1,98	10,0	0,70	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,12
	4	2,12	10,0	0,75	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,12
	3	2,95	10,0	1,04	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,17
	2	3,63	10,0	1,29	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,21
	1	16,01	10,0	5,92	D16	20,0	9,93	28,427	1,10	0,62
II	9	0,00	10,0	0,00	D13	20,0	6,34	18,777	—	0,00
	8	0,40	10,0	0,14	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,02
	7	0,54	10,0	0,19	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,03
	6	0,54	10,0	0,19	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,03
	5	0,48	10,0	0,17	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,03
	4	0,54	10,0	0,19	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,03
	3	1,10	10,0	0,39	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,06
	2	1,90	10,0	0,67	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,11
	1	9,58	10,0	3,47	D16	20,0	9,93	28,427	1,10	0,37
III	9	0,00	10,0	0,00	D13	20,0	6,34	18,777	—	0,00
	8	3,97	10,0	1,41	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,23
	7	3,85	10,0	1,37	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,23
	6	3,88	10,0	1,38	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,23
	5	3,99	10,0	1,42	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,23
	4	3,99	10,0	1,42	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,23
	3	3,74	10,0	1,33	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,22
	2	2,61	10,0	0,92	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,15
	1	0,00	10,0	0,00	D16	20,0	9,93	28,427	—	0,00

\*: cốt thép được xác định bằng xác minh tính năng sử dụng

vi) Chiều rộng vết nứt trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Cốt thép dọc / Hướng ngang)

Tỷ số mô đun đàn hồi  $N=7,1$ ,  $B=100\text{cm}$

STT.	$M_s$ (kN.m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{se}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Chiều rộng vết nứt thực tế $w$ (cm)	Giới hạn chiều rộng vết nứt cho phép $w_a$	$w/w_a$	
I	9	0,00	10,0	D13	20,0	6,34	0,000	0,0040 × 10,0 = 0,0400	0,15	
	8	0,82	10,0	D13	20,0	6,34	14,153		0,0100	0,25
	7	0,91	10,0	D13	20,0	6,34	15,706		0,0104	0,26
	6	0,90	10,0	D13	20,0	6,34	15,533		0,0104	0,26
	5	0,90	10,0	D13	20,0	6,34	15,533		0,0104	0,26
	4	0,97	10,0	D13	20,0	6,34	16,742		0,0107	0,27
	3	1,34	10,0	D13	20,0	6,34	23,128		0,0126	0,32
	2	1,65	10,0	D13	20,0	6,34	28,478		0,0142	0,36
	1	7,28	10,0	D16	20,0	9,93	81,810		0,0296	0,74
II	9	0,00	10,0	D13	20,0	6,34	0,000	0,0040 × 10,0 = 0,0400	0,15	
	8	0,18	10,0	D13	20,0	6,34	3,107		0,0067	0,17
	7	0,24	10,0	D13	20,0	6,34	4,142		0,0071	0,18
	6	0,24	10,0	D13	20,0	6,34	4,142		0,0071	0,18
	5	0,22	10,0	D13	20,0	6,34	3,797		0,0070	0,18
	4	0,24	10,0	D13	20,0	6,34	4,142		0,0071	0,18
	3	0,50	10,0	D13	20,0	6,34	8,630		0,0084	0,21
	2	0,86	10,0	D13	20,0	6,34	14,843		0,0102	0,26
	1	4,35	10,0	D16	20,0	9,93	48,884		0,0200	0,50
III	9	0,00	10,0	D13	20,0	6,34	0,000	0,0040 × 10,0 = 0,0400	0,15	
	8	1,80	10,0	D13	20,0	6,34	31,067		0,0149	0,37
	7	1,75	10,0	D13	20,0	6,34	30,204		0,0147	0,37
	6	1,76	10,0	D13	20,0	6,34	30,377		0,0147	0,37
	5	1,82	10,0	D13	20,0	6,34	31,412		0,0150	0,38
	4	1,82	10,0	D13	20,0	6,34	31,412		0,0150	0,38
	3	1,70	10,0	D13	20,0	6,34	29,341		0,0144	0,36
	2	1,18	10,0	D13	20,0	6,34	20,366		0,0118	0,30
	1	0,00	10,0	D16	20,0	9,93	0,000		0,0058	0,15

vii) Xác minh an toàn (Trạng thái thường xuyên / Cốt thép ngang / Hướng dọc)

$B=100\text{cm}$

STT.	$M_d$ (kN·m)	$d$ (cm)	$A_{st}$ (cm <sup>2</sup> )	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$M_{ud}$ (kN·m)	$\gamma_i$	$\gamma_i \cdot M_d$ $M_{ud}$	
I	9	7,32	10,0	2,63	D13, D13	10,0	12,67	35,315	1,10	0,23
	8	7,01	10,0	2,51	D13, D13	10,0	12,67	35,315	1,10	0,22
	7	7,03	10,0	2,52	D13, D13	10,0	12,67	35,315	1,10	0,22
	6	7,05	10,0	2,53	D13, D13	10,0	12,67	35,315	1,10	0,22
	5	7,05	10,0	2,53	D13, D13	10,0	12,67	35,315	1,10	0,22
	4	7,06	10,0	2,53	D13, D13	10,0	12,67	35,315	1,10	0,22
	3	6,98	10,0	2,50	D13, D13	10,0	12,67	35,315	1,10	0,22
	2	5,42	10,0	1,93	D13, D13	10,0	12,67	35,315	1,10	0,17
	1	1,57	10,0	0,55	D13, D13	10,0	12,67	35,315	1,10	0,05
II	9	1,77	10,0	0,62	D13, D13	10,0	12,67	35,315	1,10	0,06
	8	1,76	10,0	0,62	D13, D13	10,0	12,67	35,315	1,10	0,05
	7	1,77	10,0	0,62	D13, D13	10,0	12,67	35,315	1,10	0,06
	6	1,76	10,0	0,62	D13, D13	10,0	12,67	35,315	1,10	0,05
	5	1,76	10,0	0,62	D13, D13	10,0	12,67	35,315	1,10	0,05
	4	1,76	10,0	0,62	D13, D13	10,0	12,67	35,315	1,10	0,05
	3	1,79	10,0	0,63	D13, D13	10,0	12,67	35,315	1,10	0,06
	2	1,71	10,0	0,60	D13, D13	10,0	12,67	35,315	1,10	0,05
	1	0,91	10,0	0,32	D13, D13	10,0	12,67	35,315	1,10	0,03
III	9	15,06	10,0	5,55	D13, D13	10,0	12,67	35,315	1,10	0,47
	8	14,26	10,0	5,24	D13, D13	10,0	12,67	35,315	1,10	0,44
	7	13,64	10,0	5,00	D13, D13	10,0	12,67	35,315	1,10	0,42
	6	13,79	10,0	5,06	D13, D13	10,0	12,67	35,315	1,10	0,43
	5	14,40	10,0	5,30	D13, D13	10,0	12,67	35,315	1,10	0,45
	4	14,33	10,0	5,27	D13, D13	10,0	12,67	35,315	1,10	0,45
	3	13,54	10,0	4,97	D13, D13	10,0	12,67	35,315	1,10	0,42
	2	11,00	10,0	4,00	D13, D13	10,0	12,67	35,315	1,10	0,34
	1	0,00	10,0	0,00	D13, D13	10,0	12,67	35,315	—	0,00

\*: cốt thép được xác định bằng xác minh tính năng sử dụng

viii) Chiều rộng vết nứt trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Cốt thép ngang / Hướng dọc)

Tỷ số mô đun đàn hồi  $N=7,1$ ,  $B=100\text{cm}$

STT.	$M_s$ (kN·m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{se}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Chiều rộng vết nứt thực tế $w$ (cm)	Giới hạn chiều rộng vết nứt cho phép $w_a$	$w/w_a$	
I	9	3,33	10,0	D13, D13	10,0	12,67	29,683	0,0126	0,0040 × 10,0 = 0,0400	0,32
	8	3,19	10,0	D13, D13	10,0	12,67	28,435	0,0123		0,31
	7	3,20	10,0	D13, D13	10,0	12,67	28,524	0,0123		0,31
	6	3,20	10,0	D13, D13	10,0	12,67	28,524	0,0123		0,31
	5	3,20	10,0	D13, D13	10,0	12,67	28,524	0,0123		0,31
	4	3,21	10,0	D13, D13	10,0	12,67	28,613	0,0123		0,31
	3	3,17	10,0	D13, D13	10,0	12,67	28,257	0,0122		0,31
	2	2,47	10,0	D13, D13	10,0	12,67	22,017	0,0107		0,27
	1	0,71	10,0	D13, D13	10,0	12,67	6,329	0,0067		0,17
II	9	0,81	10,0	D13, D13	10,0	12,67	7,220	0,0069	0,0040 × 10,0 = 0,0400	0,17
	8	0,80	10,0	D13, D13	10,0	12,67	7,131	0,0069		0,17
	7	0,81	10,0	D13, D13	10,0	12,67	7,220	0,0069		0,17
	6	0,80	10,0	D13, D13	10,0	12,67	7,131	0,0069		0,17
	5	0,80	10,0	D13, D13	10,0	12,67	7,131	0,0069		0,17
	4	0,80	10,0	D13, D13	10,0	12,67	7,131	0,0069		0,17
	3	0,81	10,0	D13, D13	10,0	12,67	7,220	0,0069		0,17
	2	0,78	10,0	D13, D13	10,0	12,67	6,953	0,0068		0,17
	1	0,41	10,0	D13, D13	10,0	12,67	3,655	0,0060		0,15
III	9	6,84	10,0	D13, D13	10,0	12,67	60,970	0,0205	0,0040 × 10,0 = 0,0400	0,51
	8	6,48	10,0	D13, D13	10,0	12,67	57,761	0,0197		0,49
	7	6,20	10,0	D13, D13	10,0	12,67	55,265	0,0191		0,48
	6	6,27	10,0	D13, D13	10,0	12,67	55,889	0,0192		0,48
	5	6,54	10,0	D13, D13	10,0	12,67	58,296	0,0199		0,50
	4	6,51	10,0	D13, D13	10,0	12,67	58,028	0,0198		0,50
	3	6,15	10,0	D13, D13	10,0	12,67	54,819	0,0190		0,48
	2	5,00	10,0	D13, D13	10,0	12,67	44,569	0,0164		0,41
	1	0,00	10,0	D13, D13	10,0	12,67	0,000	0,0051		0,13

ix) Xác minh an toàn (Trạng thái thường xuyên / Cốt thép dọc / Hướng dọc)

$B=100\text{cm}$

STT.	$M_d$ (kN·m)	$d$ (cm)	$A_{sn}$ (cm <sup>2</sup> )	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$M_{ud}$ (kN·m)	$\gamma_i$	$\gamma_i \cdot M_d$ $M_{ud}$	
I	9	0,00	10,0	0,00	D13	20,0	6,34	18,777	—	0,00
	8	1,15	10,0	0,40	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,07
	7	1,22	10,0	0,43	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,07
	6	1,20	10,0	0,42	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,07
	5	1,17	10,0	0,41	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,07
	4	1,15	10,0	0,40	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,07
	3	1,37	10,0	0,48	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,08
	2	2,26	10,0	0,80	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,13
	1	9,46	10,0	3,42	D16	20,0	9,93	28,427	1,10	0,37
II	9	0,00	10,0	0,00	D13	20,0	6,34	18,777	—	0,00
	8	0,27	10,0	0,09	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,02
	7	0,37	10,0	0,13	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,02
	6	0,34	10,0	0,12	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,02
	5	0,25	10,0	0,09	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,01
	4	0,25	10,0	0,09	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,01
	3	0,44	10,0	0,15	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,03
	2	1,10	10,0	0,39	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,06
	1	5,49	10,0	1,96	D16	20,0	9,93	28,427	1,10	0,21
III	9	0,00	10,0	0,00	D13	20,0	6,34	18,777	—	0,00
	8	2,38	10,0	0,84	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,14
	7	2,28	10,0	0,81	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,13
	6	2,30	10,0	0,81	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,13
	5	2,40	10,0	0,85	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,14
	4	2,38	10,0	0,84	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,14
	3	2,25	10,0	0,79	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,13
	2	1,82	10,0	0,64	D13	20,0	6,34	18,777	1,10	0,11
	1	0,00	10,0	0,00	D16	20,0	9,93	28,427	—	0,00

\*: cốt thép được xác định bằng xác minh tính năng sử dụng

x) Chiều rộng vết nứt trong xác minh tính năng sử dụng (Trạng thái thường xuyên / Cốt thép dọc / Hướng dọc)

Tỷ số mô đun đàn hồi  $N=7,1$ ,  $B=100\text{cm}$

STT.	$M_s$ (kN.m)	$d$ (cm)	Đường kính cốt thép (mm)	Bước cốt thép (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{se}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Chiều rộng vết nứt thực tế $w$ (cm)	Giới hạn chiều rộng vết nứt cho phép $w_a$	$w / w_a$	
I	9	0,00	10,0	D13	20,0	6,34	0,000	0,0040 × 10,0 = 0,0400	0,15	
	8	0,52	10,0	D13	20,0	6,34	8,975		0,0085	0,21
	7	0,55	10,0	D13	20,0	6,34	9,493		0,0086	0,22
	6	0,55	10,0	D13	20,0	6,34	9,493		0,0086	0,22
	5	0,53	10,0	D13	20,0	6,34	9,147		0,0085	0,21
	4	0,52	10,0	D13	20,0	6,34	8,975		0,0085	0,21
	3	0,62	10,0	D13	20,0	6,34	10,701		0,0090	0,23
	2	1,03	10,0	D13	20,0	6,34	17,777		0,0110	0,28
	1	4,30	10,0	D16	20,0	9,93	48,322		0,0199	0,50
II	9	0,00	10,0	D13	20,0	6,34	0,000	0,0040 × 10,0 = 0,0400	0,15	
	8	0,12	10,0	D13	20,0	6,34	2,071		0,0064	0,16
	7	0,17	10,0	D13	20,0	6,34	2,934		0,0067	0,17
	6	0,15	10,0	D13	20,0	6,34	2,589		0,0066	0,17
	5	0,12	10,0	D13	20,0	6,34	2,071		0,0064	0,16
	4	0,12	10,0	D13	20,0	6,34	2,071		0,0064	0,16
	3	0,20	10,0	D13	20,0	6,34	3,452		0,0069	0,17
	2	0,50	10,0	D13	20,0	6,34	8,630		0,0084	0,21
	1	2,50	10,0	D16	20,0	9,93	28,094		0,0140	0,35
III	9	0,00	10,0	D13	20,0	6,34	0,000	0,0040 × 10,0 = 0,0400	0,15	
	8	1,08	10,0	D13	20,0	6,34	18,640		0,0113	0,28
	7	1,04	10,0	D13	20,0	6,34	17,950		0,0111	0,28
	6	1,04	10,0	D13	20,0	6,34	17,950		0,0111	0,28
	5	1,09	10,0	D13	20,0	6,34	18,813		0,0113	0,28
	4	1,08	10,0	D13	20,0	6,34	18,640		0,0113	0,28
	3	1,02	10,0	D13	20,0	6,34	17,605		0,0110	0,28
	2	0,83	10,0	D13	20,0	6,34	14,325		0,0100	0,25
	1	0,00	10,0	D16	20,0	9,93	0,000		0,0058	0,15

-Hết-