

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG**

---

**NGUYỄN VIỆT HÙNG**

**ỔN ĐỊNH CỦA CÔNG TRÌNH  
CÓ XÉT ĐẾN YẾU TỐ NGẪU NHIÊN**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**

CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH DÂN DỤNG & CÔNG NGHIỆP

MÃ SỐ: 60.58.02.08

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

**GS. TS. TRẦN HỮU NGHỊ**

**Hải Phòng, 2017**

## MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN .....	4
LỜI CẢM ƠN .....	4
TỔNG QUAN VỀ ỔN ĐỊNH CÔNG TRÌNH .....	8
1.1. Khái niệm về ổn định công trình.....	8
1.2 Quan hệ giữa tải trọng ngang P và chuyển vị đặc trưng trong bài toán ổn định. ....	Error! Bookmark not defined.
CHƯƠNG 2 .....	8
ỔN ĐỊNH TỔNG THỂ CỦA CÔNG TRÌNH CAO.....	13
2.1.Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài .....	13
2.2 Tiêu chuẩn ổn định và mất ổn định tổng thể của công trình cao.....	13
2.3 Ổn định của công trình cao trên nền cứng.....	14
2.4 Ổn định của công trình cao trên nền đàn hồi .....	15
2.5 Ổn định của công trình trên nền đàn - dẻo .....	18
2.5.1 Mô hình nền đàn - dẻo và phương trình đàn - dẻo trong trường hợp móng hoàn toàn tiếp xúc với nền: .....	18
2.5.2. Phương trình đường đàn dẻo trong trường hợp móng hoàn toàn tiếp xúc với nền.....	19
2.5.3. Phương trình đường đàn dẻo trong trường hợp móng một phần nhấc lên khỏi nền: .....	23
2.5.4. Trường hợp nền làm việc theo mô hình đàn dẻo Prandtl ( $c_1=0$ ): ...	25
CHƯƠNG 3 .....	28
KIỂM TRA KHẢ NĂNG CHỐNG LẬT .....	28
CỦA MỘT SỐ NHÀ CAO CÓ CHIỀU NGANG HẸP Ở HÀ NỘI.....	28
3.1 Tóm tắt cách tính tải trọng gió (Trích TCVN 2737-1995).....	28
3.2 Tóm tắt cách tính tải trọng động đất (Trích TCXD224 - 2000).....	33
3.3 Hệ số chống lật của ngôi nhà số 476 - Đội Cấn - Hà Nội .....	39
3.3.1 Mô tả công trình .....	40
3.3.2 Xác định các thông số cơ bản: .....	40
3.3.3 Kiểm tra ổn định.....	41
3.3.4 Kiểm tra hệ số chống lật khi chịu tải trọng động đất. ....	42

3.4 Hệ số chống lật của ngôi nhà số 157 - Nguyễn Văn Cừ - Gia Lâm - Hà Nội. ....	44
3.4.1 Mô tả công trình : .....	44
3.4.2 Xác định các thông số cơ bản: .....	44
3.4.3 Kiểm tra ổn định.....	46
3.5 Hệ số chống lật của ngôi nhà số 17 - Nguyễn Văn Cừ - Gia Lâm - Hà Nội. ....	48
3.5.1 Mô tả công trình: .....	49
3.5.2 Xác định các thông số cơ bản .....	49
3.5.3 Kiểm tra ổn định.....	50
3.6 Hệ số chống lật ngôi nhà số 52 - Lê Văn Hưu - Hà Nội. ....	52
3.6.1 Mô tả công trình .....	53
3.6.2 Xác định các thông số cơ bản .....	53
3.6.3 Kiểm tra ổn định.....	54
3.7 Hệ số chống lật ngôi nhà số 4 - Thi sách - Hà Nội. ....	56
3.7.1 Mô tả công trình .....	57
3.7.2 Xác định các thông số cơ bản: .....	57
3.7.3 Kiểm tra ổn định.....	58
3.8 Kết luận chương: .....	60
CHƯƠNG IV: ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG CHỐNG LẬT KHI	
KÈ ĐẾN CÁC YẾU TỐ NGẪU NHIÊN	
4.1. Phương pháp giải.	
4.2. Các ví dụ tính toán.	
4.2.1 Ngôi nhà số 476 - Đội Cấn - Hà Nội	
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
TÀI LIỆU THAM KHẢO .....	67

## LỜI CẢM ƠN

Tác giả xin trân trọng cảm ơn GS. TS. NGUYỄN. Trần Hữu Nghị, đã hướng dẫn và tạo mọi điều kiện tốt nhất cho tác giả hoàn thành luận văn này.

Xin chân thành cảm ơn toàn thể quý Thầy, Cô trong Khoa xây dựng của Trường Đại Học Dân lập Hải Phòng đã tận tình truyền đạt những kiến thức quý báu cũng như tạo mọi điều kiện thuận lợi nhất cho tôi trong suốt quá trình học tập, nghiên cứu và cho đến khi thực hiện đề tài luận văn này.

Cuối cùng, tôi xin chân thành bày tỏ lòng cảm ơn đến các anh chị và các bạn đồng nghiệp đã hỗ trợ cho tôi rất nhiều trong suốt quá trình học tập, nghiên cứu và cung cấp những tài liệu cũng như những góp ý quý báu để tôi có thể hoàn thành luận văn.

Xin chân thành cảm ơn!

*Hải Phòng, tháng 4 năm 2017*

Tác giả

**Nguyễn Việt Hưng**

## **LỜI CAM ĐOAN**

*Tôi xin cam đoan Luận văn này là công trình nghiên cứu của bản thân tôi, các số liệu nêu trong Luận văn là trung thực. Những kiến nghị đề xuất trong Luận văn là của cá nhân không sao chép của bất kỳ tác giả nào.*

**Nguyễn Việt Hưng**

## MỞ ĐẦU

Như đã được quy định trong các tiêu chuẩn thiết kế, đối với các công trình cao như các tháp nước, tháp truyền hình, cột điện cao, các nhà cao có một chiều của kích thước mặt bằng bé.v.v.. đều phải kiểm tra ổn định chống lật.

Hệ số ổn định chống lật

$$k_{CL} = \frac{M_{CL}}{M_L}$$

$k_{CL} > 1,5$  đối với nhà cao tầng.

$k_{CL} > 2,5$  đối với tháp truyền hình.

Khi xét ổn định chống lật thì coi bản thân công trình cứng tuyệt đối còn nền thì biến dạng.

Ổn định do biến dạng của bản thân công trình được xét riêng, đó là bài toán ổn định công trình được xét trong các giáo trình Cơ học kết cấu.

Trong phạm vi của luận văn chỉ xét đến ổn định tổng thể hay ổn định chống lật của công trình. Đối với công trình thông thường, khi chiều cao và các kích thước mặt bằng là tương đương thì bài toán ổn định chống lật không đặt ra, song khi tỷ số giữa chiều cao và các kích thước mặt bằng lớn hơn 5 thì bài toán trở nên cần thiết, khi đó vai trò của nền đất tham gia vào quá trình ổn định chống lật là rõ ràng.

Hiện nay do thiếu đất xây dựng ở các đô thị và do quản lý xây dựng không chặt chẽ, ở nhiều nơi đã mọc lên những ngôi nhà có chiều rộng nhỏ chiều cao lớn trong khi đó móng không cắm sâu vào lòng đất. Do đó khả năng chống lật rất thấp.

Nhiệm vụ của luận văn, sau khi xét quan niệm về ổn định tổng thể, cách tính lực tới hạn, đã áp dụng tính kiểm tra một số ngôi nhà cao có chiều ngang hẹp điển hình ở Hà Nội (Các nhà ở tư nhân). Do các đặc trưng của nền đất có biến động lớn cũng như tải trọng ngang có độ lệch đáng kể, luận văn đã đánh giá khả năng chống lật qua xác suất chống lật, sau đó so sánh với kết quả tính hệ số chống lật và đã đề xuất một số kiến nghị về xây dựng và quản lý xây dựng các

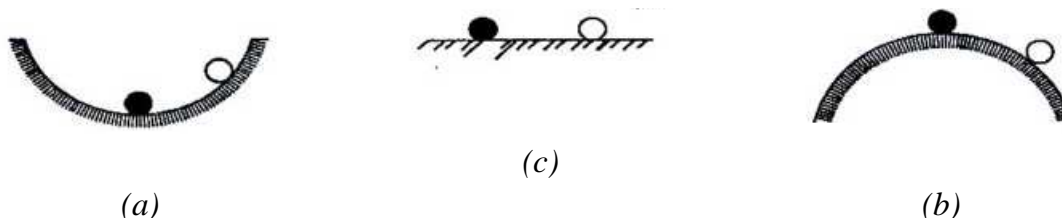
nhà cao có chiều ngang hẹp. Các trình bày trong luận văn là xét cho công trình cao. Nhà cao chỉ là ví dụ minh họa.

## CHƯƠNG 1

### TỔNG QUAN VỀ ỔN ĐỊNH CÔNG TRÌNH

#### 1.1. Khái niệm về ổn định công trình

Một cách hình dung tốt nhất về khái niệm ổn định là ta xét các trường hợp viên bi cứng trên các mặt phẳng cứng, mặt cầu cứng lõm và lồi (hình 1.1)



Hình 1.1.

Trong trường hợp a: Mặt cầu lõm, sự cân bằng của viên bi là ổn định bởi vì kích nó ra khỏi vị trí cân bằng ban đầu (đáy cầu) rồi thả ra thì nó sẽ trở về vị trí đáy cầu hoặc lân cận vị trí đó (nếu có ma sát).

Trong trường hợp b: Mặt cầu lồi, sự cân bằng là không ổn định, bởi vì kích viên bi ra khỏi vị trí cân bằng ban đầu rồi thả bi ra thì viên bi sẽ không trở lại vị trí ban đầu nữa.

Trong trường hợp c: Kích viên bi ra khỏi vị trí cân bằng ban đầu thì nó lăn trên mặt ngang đến khi ngừng chuyển động, nó có vị trí cân bằng mới khác với trạng thái cân bằng ban đầu. Trong trường hợp này ta nói rằng trạng thái cân bằng ban đầu là phiếm định (không phân biệt).

Ở trên ta đã nói trạng thái cân bằng của viên bi. Suy rộng ra ta cũng có thể nói như vậy đối với các trạng thái cân bằng của cơ hệ phức tạp, ví dụ trạng thái ứng suất và biến dạng, trạng thái nội lực và chuyển vị hoặc là trạng thái năng lượng.

Trở lại (hình 1.1a). Khi lệch khỏi vị trí cân bằng, trọng tâm của viên bi lên cao, thế năng của nó tăng. Trạng thái cân bằng ổn định là trạng thái có thế năng tối thiểu. Ở (hình 1.1b), khi lệch với trị số nhỏ, trọng tâm của viên bi giảm, thế năng của nó giảm. Trạng thái cân bằng không ổn định ứng với thế năng lớn. Ở (hình 1.1c) khi lệch ra khỏi vị trí cân bằng, trọng tâm của viên bi không thay đổi, trạng thái cân bằng là phiếm định hoặc không phân biệt.

Như hình 1.1, để biết được trạng thái cân bằng của cơ hệ có ổn định hay không thì ta kích thích nó ra khỏi vị trí cân bằng ban đầu. Phương pháp chung để đánh giá sự mất ổn định của cơ hệ là: Đưa hệ ra khỏi vị trí cân bằng ban đầu của



nó và kiểm tra xem nó có tồn tại trạng thái cân bằng mới không. Nếu như tìm được trạng thái cân bằng mới khác với trạng thái cân bằng ban đầu thì hệ là mất ổn định và lực giữ cho hệ ở trạng thái cân bằng mới này gọi là lực tới hạn, trường hợp ngược lại là hệ ổn định.

Nói đến ổn định của cơ hệ là nói đến ổn định của trạng thái cân bằng, mà trạng thái cân bằng là nghiệm của phương trình vi phân, cho nên nói đến ổn định của cơ hệ là nói đến ổn định của nghiệm của các phương trình vi phân. Như vậy khi nghiệm của phương trình vi phân cân bằng là ổn định thì trạng thái cân bằng là ổn định, còn nghiệm của phương trình vi phân cân bằng không ổn định thì trạng thái cân bằng là không ổn định.

Cách xây dựng bài toán ổn định là đưa hệ ra khỏi vị trí cân bằng và xem có tồn tại trạng thái cân bằng mới không, nếu tồn tại trạng thái cân bằng mới thì trạng thái cân bằng ban đầu là không ổn định. Trong trường hợp không cần giải bài toán ổn định đến cùng chúng ta vẫn có thể biết được hệ có ổn định hay không ổn định thông qua các tiêu chí về sự cân bằng ổn định sau:

- Tiêu chí ổn định dưới dạng tĩnh học [8, 17]: Trong tĩnh học, sự cân bằng của kết cấu được thể hiện bằng các phương trình cân bằng tĩnh học song điều kiện cân bằng đó không nói nên được dạng cân bằng đó là ổn định hay không ổn định. Để khẳng định vấn đề này ta cần khảo sát hệ ở trạng thái lệch khỏi dạng cân bằng đang nghiên cứu. Giả sử trạng thái lệch này sự cân bằng có thể thực hiện được về nguyên tắc có thể tìm giá trị  $P^*$  của lực từ điều kiện cân bằng tĩnh học của hệ ở trạng thái lệch để đối chiếu với giá trị  $P$  của lực đã cho ở trạng thái ban đầu.

+ Nếu  $P > P^*$ : lực cần giữ cho hệ ở trạng thái lệch không thể giữ hệ ở trạng thái lệch mà còn làm tăng độ lệch, hệ không thể trở về trạng thái cân bằng ban đầu, nghĩa là cân bằng không ổn định.

+ Nếu  $P < P^*$ : lực cần giữ cho hệ ở trạng thái lệch có thể giữ hệ ở trạng thái lệch được, hệ phải trở về trạng thái cân bằng ban đầu, nghĩa là cân bằng ổn định.

+ Nếu  $P = P^*$ : lực cần giữ cho hệ ở trạng thái lệch bằng lực đã cho thì sự cân bằng là phiếm định.

Trong trường hợp khi sự cân bằng ở trạng thái lệch không thể thực hiện được về nguyên tắc ta cần căn cứ vào lực tác dụng trên hệ để phán đoán cách thức chuyển động của hệ. Nếu độ lệch tăng thì sự cân bằng là không ổn định còn nếu độ lệch giảm thì sự cân bằng là không ổn định.

- Tiêu chí ổn định dưới dạng động lực học [8, 17]: Tiêu chí của sự cân bằng ổn định dưới dạng động học được xây dựng trên cơ sở khuynh hướng chuyển động của hệ sau khi lệch khỏi dạng cân bằng ban đầu bằng một nhiễu loạn nào đó rồi bỏ nhiễu loạn đó đi. Nếu sau khi nhiễu loạn mất đi, hệ dao động tắt dần hay trở về trạng thái cân bằng ban đầu không dao động thì cân bằng là ổn định. Ngược lại là cân bằng không ổn định.

Để thực hiện ta cần khảo sát chuyển động bé của hệ ở lân cận vị trí cân bằng:

+ Nếu chuyển động tắt dần hoặc điều hòa (khi không kể đến lực cản) thì cân bằng là ổn định.

+ Nếu chuyển động không tuần hoàn (xa dần trạng thái ban đầu), mang đặc trưng dẫn đến sự tăng dần của biên độ chuyển động thì cân bằng là không ổn định.

- Tiêu chí ổn định dưới dạng năng lượng [8, 17]: Ngoại lực có khuynh hướng sinh công dương, do đó nếu ở trạng thái lệch, thế năng biến dạng của hệ được tích lũy lớn hơn công của ngoại lực thì năng lượng tích lũy đó có khả năng đưa hệ về trạng thái cân bằng ban đầu tức là hệ ổn định. Ngược lại thì hệ mất ổn định. Để áp dụng tiêu chuẩn ổn định về năng lượng, ta thường vận dụng nguyên lý Lejeune-Dirichlet: *“Nếu hệ ở trạng thái cân bằng ổn định thì thế năng toàn phần đạt giá trị cực tiểu so với tất cả vị trí của hệ ở lân cận vị trí cân bằng ban đầu với những chuyển vị vô cùng bé. Nếu hệ ở trạng thái cân bằng không ổn định thì thế năng toàn phần đạt giá trị cực đại. Nếu hệ ở trạng thái cân bằng phiếm định thì thế năng toàn phần không đổi”*.

Theo nguyên lý Lejeune-Dirichlet, nếu gọi  $U$  là thế năng toàn phần và  $T$  là công của ngoại lực thì:

+ Nếu  $\delta U > \delta T$  hệ ở trạng thái cân bằng ổn định

+ Nếu  $\delta U < \delta T$  hệ ở trạng thái cân bằng không ổn định

+ Nếu  $\delta U = \delta T$  hệ ở trạng thái cân bằng phiếm định

Ngoài ra tiêu chí về năng lượng cũng có thể diễn đạt theo điều kiện cực trị của thế năng toàn phần [8].

## 1.4. Các phương pháp xây dựng bài toán ổn định công trình hiện nay

### 1.4.1 Phương pháp tĩnh học

Khi giải bài toán ổn định theo phương pháp tĩnh có thể thực hiện qua các bước như sau [8, 15, 17, 18, 19]:

**Bước 1:** Tạo cho hệ nghiên cứu một dạng cân bằng lệch khỏi dạng cân bằng ban đầu.

**Bước 2:** Xác định trị số lực tới hạn (trị số lực cần thiết giữ cho hệ ở dạng cân bằng mới, lệch khỏi dạng cân bằng đầu). Lực tới hạn xác định từ phương trình đặc trưng (hay còn gọi là phương trình ổn định).

Người nghiên cứu có thể vận dụng nội dung nói trên khi áp dụng: Phương pháp thiết lập và giải phương trình vi phân; Phương pháp thông số ban đầu; Phương pháp lực; Phương pháp chuyển vị; Phương pháp hỗn hợp; Phương pháp sai phân hữu hạn; Phương pháp dây xích; Phương pháp nghiệm đúng tại từng điểm; Phương pháp Bubnov-Galerkin; Phương pháp giải đúng dần.

Trong thực tế, áp dụng các phương pháp tĩnh học để tìm nghiệm chính xác của bài toán ổn định thường gặp nhiều khó khăn và đôi khi không thể thực hiện được [8].

### 1.4.2 Phương pháp động lực học

Khi giải bài toán ổn định theo phương pháp động có thể thực hiện qua các bước như sau [8, 15, 17, 18, 19]:

**Bước 1:** Lập và giải phương trình dao động riêng của hệ.

**Bước 2:** Xác định lực tới hạn bằng cách biện luận tính chất nghiệm của chuyển động: nếu dao động của hệ có biên độ tăng không ngừng theo thời gian thì dạng cân bằng ban đầu là không ổn định; ngược lại, nếu hệ luôn dao động bé quanh vị trí cân bằng ban đầu hoặc tắt dần thì dạng đó là ổn định.

### 1.4.3 Phương pháp năng lượng

Khi giải bài toán ổn định theo phương pháp năng lượng có thể thực hiện qua các bước như sau [8, 15, 17, 18, 19]:

**Bước 1:** Giả thiết trước dạng biến dạng của hệ ở trạng thái lệch khỏi dạng cân bằng ban đầu.

**Bước 2:** Xuất phát từ dạng biến dạng đã giả thiết, lập biểu thức thế năng biến dạng và công của ngoại lực để viết điều kiện tới hạn của hệ.

**Bước 3:** Từ điều kiện tới hạn, xác định giá trị của lực tới hạn.

Có thể vận dụng các phương pháp năng lượng bằng cách áp dụng: Trực tiếp nguyên lý Lejeune-Dirichlet; Phương pháp Rayleigh-Ritz; Phương pháp Timoshenko.

Do giả thiết trước biến dạng của hệ nên kết quả lực tới hạn tìm được thường là gần đúng và cho kết quả lớn hơn giá trị của lực tới hạn chính xác. Như vậy mức độ chính xác của kết quả theo các phương pháp năng lượng phụ thuộc vào khả năng phán đoán biến dạng của hệ ở trạng thái lệch: hàm chuyển vị được chọn càng gần với đường đàn hồi thực của thanh thì kết quả càng chính xác. Theo cách làm này thì hàm chuyển vị chọn trước thỏa mãn càng nhiều điều kiện biên hình học và tĩnh học càng tốt nhưng ít nhất phải thỏa mãn điều kiện biên tĩnh học[8, 15, 17, 18, 19].

Đường lối của ba loại phương pháp (phương pháp tĩnh; phương pháp động; phương pháp năng lượng) tuy khác nhau nhưng cho cùng một kết quả đối với hệ bảo toàn. Đối với hệ không bảo toàn, các phương pháp tĩnh và các phương pháp năng lượng dẫn đến kết quả không chính xác, người ta phải sử dụng các phương pháp động lực học[8, 15, 17, 18, 19].

Hệ bảo toàn tức là những hệ chịu lực bảo toàn. Lực bảo toàn có tính chất sau đây [8]:

- Độ biến thiên công của lực bằng vi phân toàn phần của thế năng.
- Công sinh ra bởi các lực trên các chuyển vị hữu hạn không phụ thuộc vào đường đi chuyển của lực mà chỉ phụ thuộc vào vị trí điểm đặt đầu và điểm đặt cuối của lực.
- Tuân theo nguyên lý bảo toàn năng lượng.

Sự xuất hiện của ma sát nội do quan hệ phi đàn hồi hay ma sát ngoại sẽ dẫn đến hệ lực không bảo toàn.

## CHƯƠNG 2

### ỔN ĐỊNH TỔNG THỂ CỦA CÔNG TRÌNH CAO

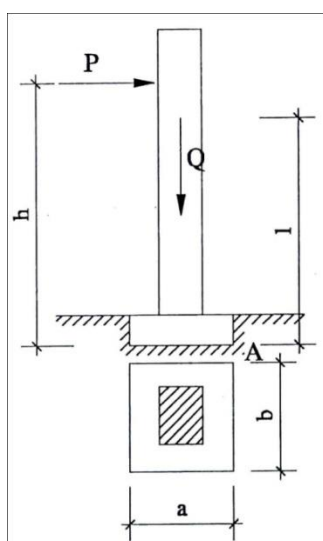
#### 2.1. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài

Ngày nay việc dùng độ tin cậy trong các tiêu chuẩn thiết kế đã ngày càng trở nên thông dụng vì nó cho ta kết quả chính xác hơn với sự làm việc của công trình. Hiện nay, yêu cầu phát triển kinh tế đòi hỏi phải xây dựng những công trình lớn, mặt khác do công nghệ vật liệu ngày càng phát triển cho phép ta xây dựng những công trình cao hơn đem lại rất nhiều lợi ích cho xã hội. Tuy nhiên công trình càng cao, to bao nhiêu thì bài toán ổn định phải càng được quan tâm nhiều hơn.

Ổn định tổng thể đã được quy định trong tiêu chuẩn thiết kế song nó phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố có tính ngẫu nhiên như: Tải trọng ngang (gió), tính chất của nền. Do số liệu của nền đất và tải trọng trong thực tế có những sai lệch nhất định (phương sai) cho nên xét đến xác suất an toàn của ổn định chống lật là điều cần thiết và chưa được nghiên cứu chi tiết.

#### 2.2 Tiêu chuẩn ổn định và mất ổn định tổng thể của công trình cao

Giả sử công trình có trọng lượng  $Q$  (kể cả trọng lượng móng), móng hình chữ nhật chiều dài  $a$ , chiều rộng  $b$ , chịu tải trọng ngang  $P$  ở chiều cao  $h$  và phản lực nền dưới đế móng là  $r$ , chuyển vị đặc trưng là góc nghiêng  $\varphi$  ( hình 5).



Hình 4

Ở vị trí cân bằng bất kỳ thì mô men lật  $M_L$  và mô men chống lật  $M_{CL}$  phải thoả mãn:

$$M_{CL} \geq M_L \quad (2.1)$$

Các mô men này do tải trọng ngang, trọng lượng bản thân và phản lực nền gây ra.

Trong trường hợp nền cứng tuyệt đối công trình có thể bị lật xung quanh điểm A. Trong trường hợp này mô men gây lật do tải trọng ngang P gây ra còn trọng lượng bản thân gây ra mô men chống lật. Từ (2.1) ta sẽ tìm được tải trọng tới hạn  $P_{th}$ .

Trong trường hợp nền đàn hồi công trình có thể bị lật xung quanh điểm O (Tâm của đáy móng). Trong trường hợp này mô men lật do tải trọng ngang P và trọng lượng bản thân Q gây ra còn phản lực nền gây ra mô men chống lật. Từ (2.1) ta lập quan hệ giữa P và  $\varphi$  và sử dụng quan niệm ổn định như hình 3b ta tìm được  $c_{p(th)}$  và  $P_{th}$ .

### 2.3 Ổn định của công trình cao trên nền cứng

Với trường hợp nền tuyệt đối cứng, dưới tác dụng của tải trọng, công trình có thể bị lật xung quanh điểm A ( hình 6 )

Phản lực nền:

$$r_0 = \frac{Q}{ab}$$

Phương trình cân bằng mômen với điểm A là:

$$P.h = Q \frac{a}{2} \quad (2.2)$$

Mô men gây lật:  $M_L = Ph$

Mô men chống lật:  $M_{CL} = \frac{Qa}{2}$

Giá trị tới hạn của tải trọng ngang:  $P_{th} = \frac{Q.a}{2h}$  (2.3)

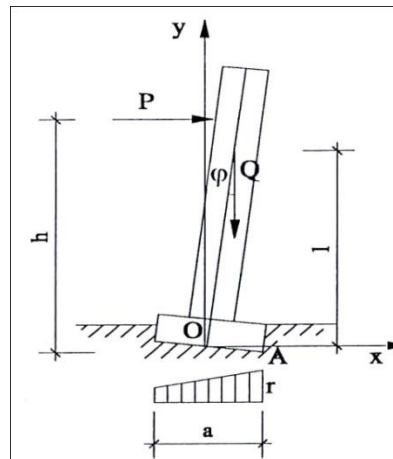
## 2.4 Ổn định của công trình cao trên nền đàn hồi

Chọn mô hình nền Winkle ta có liên hệ sau:

$$r = c.y \quad (2.4)$$

Với: hệ số nền

$y$  = độ lún của nền



Hình 5

Theo quan hệ hình học ta có:

$$y = x.tg \varphi$$

do  $\varphi$  nhỏ nên  $tg\varphi \approx \varphi$

$$\Rightarrow y = x.\varphi$$

Chọn gốc tọa độ là tâm O của móng với:

$$r_0 = \frac{Q}{F} = \frac{Q}{ab}$$

Ta có:

- Phương trình cân bằng lực theo phương thẳng đứng:

$$Q = r_0 a.b$$

- Phương trình cân bằng mômen đối với tâm O của móng :

$$Q.l.\varphi + \int_F r.b.x.dx = 0$$

$$\Leftrightarrow -Q.l.\varphi + \int_F (r_0 + c.x.\varphi).x.dF = 0$$

$$\Leftrightarrow -Q.l.\varphi + \int_F r_0 + x.dx + \int_F c.x^2.\varphi.ds = 0$$

$$\Leftrightarrow -Q.l.\varphi + c.\varphi.ds = 0$$

$$\Leftrightarrow -Q.l.\varphi + c.\varphi.J = 0$$

với  $J = \int_F x^2 .d.F$  mômen chống uốn của móng.

Khi có lực tác dụng theo phương ngang phương trình cân bằng mômen được viết thành:

$$P.h + Q.l.\varphi - c.\varphi.J = 0 \quad (2.6)$$

$$\Rightarrow P = \frac{1}{h} (c.J - Q.l).\varphi \quad (2.7)$$

Khi móng bắt đầu bị nhấc lên khỏi mặt nền, tức là tại  $x = -\frac{a}{2} \Rightarrow r = 0$

$$\Leftrightarrow r_0 + c\left(-\frac{a}{2}\right).\varphi = 0 \quad (2.8)$$

$$\Leftrightarrow \frac{Q}{ab} = c.\frac{a}{2}.\varphi \Rightarrow \varphi_1 = \frac{2Q}{ca^2b}$$

Thay (2.8) vào (2.7)

$$P_1 = \frac{1}{h} (c.J - Q.l).\varphi \quad (2.9)$$

$$\Rightarrow P_1 = \frac{Q.a}{6h} \left(1 - \frac{Q.l}{c.J}\right)$$

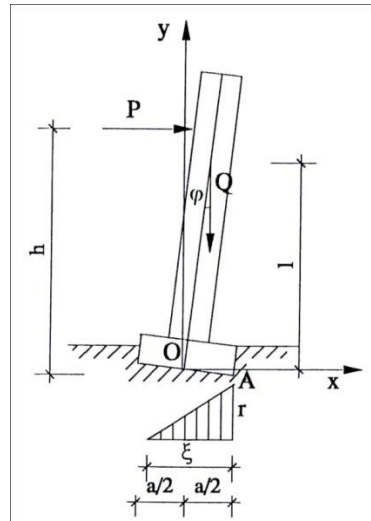
Khi móng bị nhấc lên khỏi mặt nền :

Gọi chiều dài của đoạn phân bố phản lực nền là  $\xi$  (chiều dài của phần đế móng chưa bị nhấc lên khỏi mặt nền).

$\Rightarrow$  Phản lực nền có giá trị lớn nhất ở A là:

$$r(a/2) = c.\varphi.\xi$$





Hình 6

- Phương trình cân bằng lực theo phương thẳng đứng:

$$Q = \frac{1}{2} \cdot b \cdot c \cdot \varphi \cdot \xi$$

$$\Rightarrow \xi = \sqrt{\frac{2Q}{b \cdot c \cdot \varphi}}$$
(2.10)

Mômen của phản lực nền đối với điểm O

$$M = Q \left( \frac{a}{2} - \frac{\xi}{3} \right) = \frac{1}{2} \cdot b \cdot c \cdot \varphi \cdot \xi \cdot \left( \frac{a}{2} - \frac{\xi}{3} \right).$$

Mômen của lực ngoài đối với điểm O:

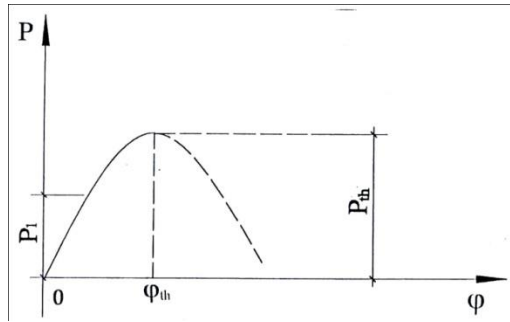
$$M = P \cdot h + Q \cdot l \cdot \varphi$$

Ta có phương trình cân bằng mômen đối với O là:

$$-P \cdot h - Q \cdot l \cdot \varphi + \frac{1}{2} \cdot b \cdot c \cdot \varphi \cdot \xi^2 \cdot \left( \frac{a}{2} - \frac{\xi}{3} \right) = 0$$

$$\Leftrightarrow -P \cdot h - Q \cdot l \cdot \varphi + Q \left( \frac{a}{2} - \frac{1}{3} \cdot \sqrt{\frac{2Q}{b \cdot c \cdot \varphi}} \right) = 0$$
(2.11)

$$\Rightarrow P = \frac{Q}{h} \left[ \frac{a}{2} - \frac{1}{3} \sqrt{\frac{2Q}{b \cdot c \cdot \varphi}} - l \cdot \varphi \right]$$



Hình 7

Khảo sát P theo  $\varphi$  ta có:

$$\text{Khi } \varphi = \left( \frac{1}{6l} \sqrt{\frac{2 \cdot Q}{b \cdot c}} \right)^{\frac{3}{2}} = \varphi_{th} \quad (2.12)$$

Thì  $\frac{dP}{d\varphi} = 0$  từ đó ta có:

$$P_{th} = \frac{Q \cdot a}{2h} \left( 1 - 3 \sqrt{\frac{Q \cdot l}{c \cdot J}} \right) \quad (2.13)$$

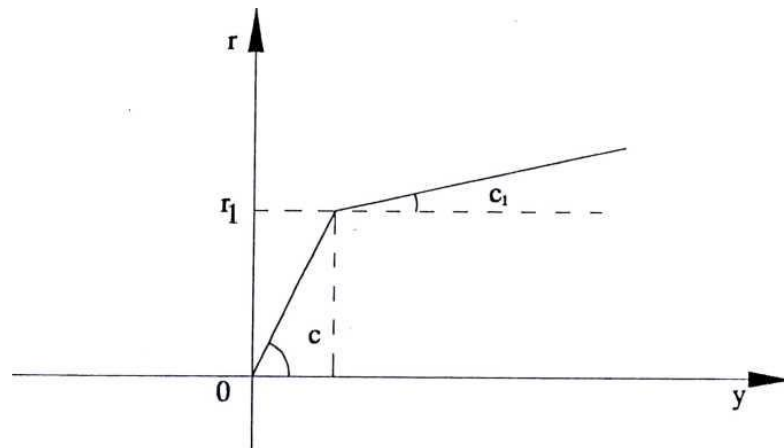
## 2.5. Ổn định của công trình trên nền đàn - dẻo

### 2.5.1. Mô hình nền đàn - dẻo và phương trình đàn - dẻo trong trường hợp móng hoàn toàn tiếp xúc với nền:

Chọn mô hình nền có dạng:

$$r = c \cdot y \text{ khi } 0 \leq y \leq y_1 \quad (2.14)$$

$$r = r_1 + c_1(y - y_1) \text{ khi } y > y_1 \quad (2.15)$$



Hình 8

Sở dĩ ta chọn mô hình nền như vậy là vì:

- Khi  $c = c_1$  nền làm việc theo mô hình đàn hồi.
- Khi  $c = 0$  nền làm việc theo mô hình đàn dẻo Prandtl.

Vậy trong trường hợp nền làm việc theo mô hình đàn dẻo có dạng đường cong quay bề lõm xuống dưới, ta có thể mô tả gần đúng bằng đường gấp khúc như trên (Hình 9).

Ta biểu diễn phương trình đường đàn dẻo theo hoành độ  $x$ .

Theo (2.14), (2.15) và quan hệ(2.5) ta có:

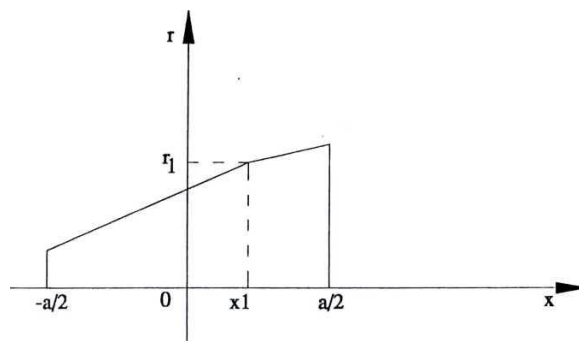
$$r = r_0 + c.x.\varphi \quad \text{Khi } -\frac{a}{2} \leq x \leq x_1 \quad (2.16)$$

$$r = r_0 + c.x_1.\varphi + c_1.\varphi(x - x_1) \quad \text{Khi } x_1 \leq x \leq \frac{a}{2} \quad (2.17)$$

Khi  $x = x_1 \Rightarrow r_1 = r_0 + c.x_1.\varphi$

Trong đó:  $x_1$  - là biên đàn dẻo

$r_1$  - là cường độ chảy dẻo.



Hình 9

Đối với mỗi loại đất nền cụ thể thì cường độ chảy dẻo  $r_1$  là đại lượng đã biết còn biên đàn dẻo  $x_1$  có thể thay đổi theo tình trạng chịu lực của công trình.

### 2.5.2. Phương trình đường đàn dẻo trong trường hợp móng hoàn toàn tiếp xúc với nền

Phương trình cân bằng lực theo phương thẳng đứng.

$$\int_F r.dx.dz = Q \quad (2.18)$$

F: Diện tích đáy móng.

Vế trái của (2.18) có thể tách thành:

$$\begin{aligned}
 Q_1 &= b \int_{-\frac{a}{2}}^{x_1} (r_0 + c.x.\varphi) dx = br_0 \left(x_1 + \frac{a}{2}\right) + \frac{1}{2} b.c.\varphi \left(x_1^2 - \frac{a^2}{4}\right) \\
 Q_2 &= b \int_{x_1}^{\frac{a}{2}} [r_0 + (c - c_1).x_1.\varphi + c_1 x.\varphi] dx \\
 Q_2 &= br_0 \left(\frac{a}{2} - x_1\right) + (c - c_1) b x_1 \varphi \left(\frac{a^2}{4} - x_1^2\right) \\
 Q &= Q_1 + Q_2 = r_0 ab - \frac{1}{2} (c - c_1) b.\varphi \left(\frac{a}{2} - x_1\right)^2
 \end{aligned} \tag{2.19}$$

Mômen của phản lực nền đối với tâm O của móng.

$$\int_F r.x.dx.dz = M = M_1 + M_2$$

Trong đó:

$$\begin{aligned}
 M_1 &= b \int_{-\frac{a}{2}}^{x_1} (r_0 + c.x.\varphi) x dx = \frac{b.r_0}{2} \left(x_1^2 - \frac{a^2}{4}\right) + \frac{1}{3} c.b.\varphi \left(x_1^3 + \frac{a^3}{8}\right) \\
 M_2 &= b \int_{x_1}^{\frac{a}{2}} [r_0 + (c - c_1)x_1\varphi] x dx \\
 &= -\frac{1}{2} br_0 \left(\frac{a^2}{4} - x_1^2\right) + \frac{1}{2} b(c - c_1)x_1\varphi \left(\frac{a^2}{4} - x_1^2\right) + \frac{1}{3} b.c_1.\varphi \left(\frac{a^3}{8} - x_1^3\right) \\
 &= -\frac{1}{2} b(c - c_1)x_1.\varphi \left(\frac{a^2}{4} - x_1^2\right) + \frac{1}{3} \varphi b(c - c_1) \left(x_1^3 - \frac{a^3}{8}\right) + 2c_1 \frac{ba^3}{8.3} \\
 \Rightarrow M &= c_1.\varphi.J + \frac{1}{2} b(c - c_1)x_1\varphi \left(\frac{a^2}{4} - x_1^2\right) + \frac{1}{3} \varphi.b(c - c_1) \left(x_1^3 - \frac{a^3}{8}\right)
 \end{aligned}$$

$$J = \frac{ba^3}{12} : \text{Mômen chống uốn của móng}$$

$$M = P.h + Q.l.\varphi$$

Phương trình cân bằng mômen:

$$c_1 \cdot \varphi \cdot J + \frac{1}{2} b(c - c_1) x_1 \varphi \left( \frac{a^2}{4} - x_1^2 \right) + \frac{1}{3} \varphi \cdot b(c - c_1) \left( x_1^3 - \frac{a^3}{8} \right) = P \cdot h + Q \cdot l \cdot \varphi$$

$$\Rightarrow P = \frac{1}{h} \left[ c_1 \cdot \varphi \cdot J + \frac{1}{2} b(c - c_1) x_1 \varphi \left( \frac{a^2}{4} - x_1^2 \right) + \frac{1}{3} \varphi b(c - c_1) \left( x_1^3 - \frac{a^3}{8} \right) - Q l \varphi \right] \quad (2.20)$$

Từ phương trình (2.20) ta thấy P phụ thuộc tuyến tính vào  $\varphi$  khi biên đàn dẻo là đại lượng không đổi nhưng  $x_1$  bản chất lại phụ thuộc vào  $\varphi$  vì thế P Phụ thuộc phi tuyến vào  $\varphi$ .

Thật vậy:

$$\text{Ta có: } r_1 = r_0 + c x_1 \varphi \Rightarrow r_0 = r_1 - c x_1 \varphi$$

$$\text{Mặt khác: } Q = Q_1 + Q_2 = r_0 a b - \frac{1}{2} (c - c_1) b \varphi \left( \frac{a}{2} - x_1 \right)^2$$

$$\Rightarrow Q = (r_1 - c x_1 \varphi) a b - \frac{1}{2} (c - c_1) b \varphi \left( \frac{a}{2} - x_1 \right)^2$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2} (c - c_1) b \varphi \left( \frac{a}{2} - x_1 \right)^2 + c x_1 \varphi a b - Q = 0 \quad (2.21)$$

$$\Rightarrow \varphi = \frac{r_1 a b - Q}{a b c x_1 + \frac{1}{2} (c - c_1) b \left( \frac{a}{2} - x_1 \right)^2} \quad (2.22)$$

Ta xét hệ trong trạng thái đất nền chỉ bị chảy dẻo một phần khi đó phản lực nền là khác nhau (tại miền dẻo và miền đàn hồi) tức là góc nghiêng  $\varphi > 0$ .

Theo (2.21) điều kiện để  $\varphi > 0$  là:

$$r_1 a b - Q > 0 \quad (2.23)$$

$$\text{và } a b c x_1 + \frac{1}{2} (c - c_1) b \left( \frac{a}{2} - x_1 \right)^2 > 0 \quad (2.24)$$

Xét dấu (2.24)

$$\frac{1}{2}b(c - c_1)x_1^2 + \frac{b}{2}(c + c_1)ax_1 - \frac{b}{2}(c - c_1)\frac{a^2}{4} > 0$$

$$\Delta = \frac{b^2}{4}(c + c_1)^2a^2 - a\frac{b}{2}(c - c_1)\frac{a^2}{4} \cdot \frac{b}{2}(c - c_1)$$

$$\Delta = a^2b^2cc_1$$

$$x_{1.1} = -\frac{a\sqrt{c} - \sqrt{c_1}}{2\sqrt{c + \sqrt{c_1}}} < x_1 < \frac{a}{2}$$

Thì (2.23) được thoả mãn.

Phương trình (2.21) được viết lại như sau:

$$\frac{1}{2}(c - c_1)b\varphi\left(\frac{a}{2} - x_1\right)^2 + c\varphi ab\left(\frac{a}{2} - x_1\right) + \frac{1}{2}a^2bc\varphi - r_1ab + Q = 0 \quad (2.25)$$

Phương trình có 2 nghiệm:

$$x_1 = -\frac{a}{2} \cdot \frac{c + c_1}{c - c_1} \pm \left[ \frac{a^2cc_1 - \frac{2(c - c_1)(Q - r_1ab)}{b\varphi}}{c - c_1} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{Với điều kiện } x_1 > -\frac{a}{2} \cdot \frac{\sqrt{c} - \sqrt{c_1}}{2\sqrt{c + \sqrt{c_1}}} \quad (2.26)$$

Khảo sát sự biến thiên của  $x_1$  theo  $\varphi$

Ta có:

$$\frac{dx_1}{d\varphi} = \left[ a^2cc_1 - \frac{2(c - c_1)(Q - r_1ab)}{b\varphi} - x_1 \frac{Q - r_1ab}{b\varphi} \right]$$

$$\text{Vì } Q - r_1ab < 0 \text{ nên } \frac{dx_1}{d\varphi} < 0$$

Vậy  $x_1$  là hàm nghịch biến theo  $\varphi$  tăng thì  $x_1$  giảm (vùng biến dạng được mở rộng). Thay  $x_1$  vào (2.20) ta được P

### 2.5.3. Phương trình đường đàn dẻo trong trường hợp móng một phần nhấc lên khỏi nền:

Ta có:

$$r = r_0 + c \cdot x \cdot \varphi \quad \text{khi } \frac{a}{2} - \xi \leq x \leq x_1$$

$$r = r_0 + c \cdot x_1 \cdot \varphi + c_1 \cdot \varphi (x - x_1) \quad \text{khi } x_1 \leq x \leq \frac{a}{2}$$

Vì khi  $x = \frac{a}{2} - \xi$  thì  $r = 0$

Nên ta có:  $0 = r_0 + c \left( \frac{a}{2} - \xi \right) \varphi \Rightarrow r_0 = -c \left( \frac{a}{2} - \xi \right) \varphi$

Trong đó:  $\xi$  là chiều dài theo phương trục x phần có phản lực nền.

Phương trình cân bằng lực theo phương thẳng đứng:

$$\int_{F_1} r dx dz = Q$$

Trong đó  $F_1$  là diện tích của phần đế móng còn tiếp xúc với nền (phần còn lại của lực phân bố)

Vế trái có thể tách ra:

$$Q_1 = b \int_{\frac{a}{2} - \xi}^{x_1} (r_0 + cx\varphi) dx = br_0 \left( x_1 - \frac{a}{2} - \xi \right) + \frac{1}{2} bc\varphi \left[ x_1^2 - \left( \frac{a}{2} - \xi \right)^2 \right]$$

$$Q_2 = b \int_{x_1}^{\frac{a}{2}} [r_0 + cx_1\varphi + c_1\varphi(x - x_1)] dx = b \int_{x_1}^{\frac{a}{2}} [r_0 + xc_1\varphi + x_1\varphi(c - c_1)] dx$$

$$Q_2 = br_0 \left( \frac{a}{2} - x_1 \right) + (c - c_1)bx_1\varphi \left( \frac{a}{2} - x_1 \right) + \frac{1}{2} bc_1\varphi \left( \frac{a^2}{4} - x_1^2 \right)$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = br_0\xi - \frac{1}{2}(c - c_1)b\varphi \left( \frac{a}{2} - x_1 \right)^2 - \frac{1}{2}bc\varphi\xi^2 - \frac{1}{2}abc\varphi\xi$$

Thay:  $r_0 = c\varphi \left( \xi - \frac{a}{2} \right)$ , ta có:

$$Q = -\frac{1}{2}(c - c_1)b\varphi\left(\frac{a}{2} - x_1\right)^2 + \frac{1}{2}bc\varphi\xi^2 \quad (2.28)$$

- Phương trình mômen của phản lực nền lấy đối với tâm O của móng:

$$\int_{F_1} r_x dx dz = M = M_1 + M_2$$

Trong đó:

$$M_1 = b \int_{\frac{a}{2}-\xi}^{x_1} (r_0 + cx\varphi) x dx = \frac{br_0}{2} \left[ x_1^2 - \left(\frac{a}{2} - \xi\right)^2 \right] + \frac{1}{3} cb\varphi \left[ x_1^3 - \left(\frac{a}{2} - \xi\right)^3 \right]$$

$$M_2 = b \int_{x_1}^{\frac{a}{2}} [r_0 + (c - c_1)x_1\varphi] dx$$

$$M_2 = \frac{1}{2} b [r_0 + (c - c_1)x_1\varphi + c_1x\varphi] x dx$$

$$M = \frac{1}{2} b(c - c_1)x_1\varphi\left(\frac{a^2}{4} - x_1^2\right) - \frac{1}{3} \varphi b(c - c_1)\left(\frac{a^3}{8} - x_1^3\right) + \frac{1}{2} bc\varphi\xi^2\left(\frac{a}{2} - \frac{\xi}{2}\right) \quad (2.29)$$

- Mômen của lực ngoài đối với tâm O:

$$M = P.h + Q.l.\varphi.$$

Vậy phương trình cân bằng mômen đối với O:

$$\frac{1}{2} b(c - c_1)x_1\varphi\left(\frac{a^2}{4} - x_1^2\right) - \frac{1}{3} \varphi b(c - c_1)\left(\frac{a^3}{8} - x_1^3\right) + \frac{1}{2} bc\varphi\xi^2\left(\frac{a}{2} - \frac{\xi}{2}\right) = P.h + Q.l.\varphi \Rightarrow$$

$$P = \frac{\varphi}{h} \left[ -Q.l + \frac{1}{2} b(c - c_1)x_1\varphi\left(\frac{a^2}{4} - x_1^2\right) - \frac{1}{3} \varphi b(c - c_1)\left(\frac{a^3}{8} - x_1^3\right) + \frac{1}{2} bc\varphi\xi^2\left(\frac{a}{2} - \frac{\xi}{2}\right) \right]$$

Tìm sự phụ thuộc của  $x_1$  và  $\xi$  theo  $\varphi$

$$\text{Ta có: } r_1 = r_0 + cx_1\varphi = c\varphi\left(\xi - \frac{a}{2} + x_1\right) : \quad (2.30)$$

Mặt khác ta có:



$$\begin{aligned}
Q &= -\frac{1}{2}(c - c_1)b\varphi\left(\frac{a}{2} - x_1\right)^2 + \frac{1}{2}bc\varphi\xi^2 \\
\Rightarrow \frac{1}{2}bc_1\xi^2\varphi - \frac{1}{2}b(c - c_1)\frac{r_1^2}{c^2\varphi} + \frac{c - c_1}{c}br_1\xi - Q &= 0
\end{aligned} \tag{2.31}$$

Từ đó:

$$\Rightarrow \xi = \left[ -\frac{c - c_1}{c}r_1 \pm \sqrt{\frac{c - c_1}{c}r_1^2 + 2Qc_1\varphi} \right] \cdot \frac{1}{c_1\varphi}$$

Với điều kiện  $\xi > 0$  nên ta có:

$$\xi = \left[ -\frac{c - c_1}{c}r_1 + \sqrt{\frac{c - c_1}{c}r_1^2 + 2Qc_1\varphi} \right] \frac{1}{c_1\varphi} \tag{2.32}$$

Thay vào (2.30) ta được:

$$x_1 = \frac{a}{2} + \frac{r_1}{c_1\varphi} \sqrt{\frac{c - c_1}{c}r_1^2 + 2Qc_1\varphi} \tag{2.33}$$

Thay  $\xi$  và  $x_1$  vào (2.29), ta được P là hàm phi tuyến của  $\varphi$

#### 2.5.4. Trường hợp nền làm việc theo mô hình đàn dẻo Prandtl ( $c_1=0$ ):

1. Khi móng hoàn toàn tiếp xúc với nền:

\* Khi  $c_1 = 0$

Từ (2.26) ta có:

$$x_1 = -\frac{a}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{2c}{b\varphi}} (r_1ab - Q) \tag{2.34}$$

Từ (2.20) ta có:

$$P = \frac{\varphi}{h} \left[ -Ql + \frac{1}{2}cJ + \frac{1}{8}bca^2x_1 - \frac{1}{6}bcx_1^3 \right] \tag{2.35}$$

Thay (2.34) vào (2.35)

$$\Rightarrow P = \frac{1}{h} \left[ -Ql + \frac{1}{3c} (r_1ab - Q) \sqrt{\frac{2c}{b\varphi}} (r_1ab - Q) + \frac{a}{2} (r_1ab - Q) \right]$$

Khảo sát P theo  $\varphi$

Ta có:

$$\frac{dP}{d\varphi} = \frac{1}{h} \left[ -Ql + \frac{1}{6\varphi^{\frac{3}{2}}} (r_1 ab - Q) \sqrt{\frac{2(r_1 ab - Q)}{bc}} \right] = 0.$$

$$\Rightarrow \varphi_{th} = \left[ \frac{\frac{1}{6} (r_1 ab - Q) \sqrt{\frac{2(r_1 ab - Q)}{bc}}}{Q} \right]^{\frac{3}{2}} \quad (2.36)$$

$$\Rightarrow P_{th} = \frac{a(r_1 ab - Q)}{2h} \left[ 1 - \sqrt[3]{\frac{Ql}{cJ}} \right] \quad (2.37)$$

2. Khi một phần móng đã nhấc lên khỏi nền:

\* Khi  $c_1=0$ :

$$\text{Từ (2.31) ta có: } -\frac{1}{2} \frac{br_1^2}{c\varphi} + br_1 \xi - Q = 0$$

$$\Rightarrow \xi = \frac{Q}{br_1} + \frac{r_1}{2c\varphi} \quad (2.38)$$

Mặt khác ta có:

$$r_1 = r_0 + cx_1\varphi = c\varphi \left( \xi - \frac{a}{2} + x_1 \right)$$

$$\text{Nên: } x_1 = \frac{a}{2} - \frac{Q}{br_1} + \frac{r_1}{2c\varphi}$$

Từ (2.30) ta có:

$$P = \frac{\varphi}{h} \left[ -Ql - \frac{1}{2} cJ + \frac{1}{8} bca^2 x_1 - \frac{1}{6} bcx_1^3 + \frac{1}{2bc} \xi^2 \left( \frac{a}{2} - \frac{\xi}{3} \right) \right]$$

Khảo sát P theo  $\varphi$

Ta có:

$$\frac{dP}{d\varphi} = \frac{1}{h} \left[ -Ql + \frac{1}{12} b \frac{r_1^3}{c^2 \varphi^2} \right] = 0$$

$$\Rightarrow \varphi_{th} = \frac{r_1}{\left( \frac{12c^2 Ql}{b} \right)^{\frac{1}{3}}}$$

$$P_{th} = \frac{Qa}{2h} - \frac{1}{2h} \left[ \frac{Q^2}{br_1} + \frac{1}{4} br_1 \left( \frac{12Ql}{bc} \right)^{\frac{2}{3}} \right] \quad (2.39)$$

## CHƯƠNG 3

### KIỂM TRA KHẢ NĂNG CHỐNG LẬT CỦA MỘT SỐ CÔNG TRÌNH CAO

Sử dụng các kết quả đã có trong chương 2 ta tính toán cụ thể cho một số ngôi nhà cao song chiều ngang hẹp ở Hà Nội.

Đó là các ngôi nhà:

1. Ngôi nhà số 47- Đội Cấn - Hà Nội.
2. Ngôi nhà số 157 - Nguyễn Văn Cừ - Gia Lâm - Hà Nội.
3. Ngôi nhà số 17 - Nguyễn Văn Cừ - Gia Lâm - Hà Nội.
4. Ngôi nhà số 52 - Lê Văn Hữu - Hà Nội.
5. Ngôi nhà số 4 - Thi Sách - Hà Nội.

#### **3.1. Tóm tắt cách tính tải trọng gió (Trích TCVN 2737-1995)**

3.1.1. Tải trọng gió lên công trình gồm các thành phần: áp lực pháp tuyến  $W_e$ , lực ma sát  $W_f$  và áp lực pháp tuyến  $W_i$ . Tải trọng gió lên công trình cũng có thể quy về hai thành phần áp lực pháp tuyến  $W_x$  và  $W_y$ .

Áp lực pháp tuyến  $W_e$  đặt vào mặt ngoài công trình hoặc các cấu kiện.

Lực ma sát  $W_f$  hướng theo tiếp tuyến với mặt ngoài và tỷ lệ với diện tích hình chiếu bằng (đối với mái răng cưa, lượn sóng và mái có cửa trời) hoặc với diện tích hình chiếu đứng (đối với tường có lô gia và các kết cấu tương tự).

Áp lực pháp tuyến  $W_i$  đặt vào mặt trong của nhà với tường bao che không kín hoặc có lỗ cửa đóng mở hoặc mở thường xuyên.

Áp lực pháp tuyến  $W_x$ ,  $W_y$  được tính với mặt cản của công trình theo hướng các trục X và y. Mặt cản của công trình là hình chiếu của công trình lên các mặt vuông góc với các trục lương ứng.

3.1.2. Tải trọng gió gồm hai thành phần tĩnh và động.

Khi xác định áp lực mặt trong  $W_i$  cũng như khi tính toán nhà nhiều tầng cao dưới 40m và nhà công nghiệp một tầng cao dưới 36m với tỷ số độ cao trên nhịp nhỏ hơn 1,5 xây dựng ở dạng địa hình A và B, thành phần động của tải trọng gió

không cần tính đến.

3.1.3. Giá trị tiêu chuẩn thành phần tĩnh của tải trọng gió  $W$  ở độ cao  $Z$  so với mốc chuẩn xác định theo công thức:

$$W = W_0 k c \gamma$$

Trong đó :  $W_0$  \_ giá trị của áp lực gió lấy theo bản đồ phân vùng.

$k$  \_ hệ số tính đến sự thay đổi của áp lực gió theo độ cao.

$c$  \_ hệ số khí động

$\gamma$  \_ hệ số độ tin cậy của tải trọng gió  $\gamma = 1,2$ .

3.1.4. Giá trị của áp lực gió  $W_0$  lấy theo bảng 4.

Phân vùng gió trên lãnh thổ Việt Nam cho trong phụ lục D. Đường đậm nét rời rời là ranh giới giữa vùng ảnh hưởng của bão được đánh giá là yếu hoặc mạnh (kèm theo kí hiệu vùng là kí hiệu A hoặc B).

Phân vùng áp lực gió theo địa danh hành chính cho trong phụ lục E.

Giá trị áp lực gió tính toán của một số trạm quan trắc khí tượng vùng núi và hải đảo và thời gian sử dụng giả định của công trình khác nhau cho trong phụ lục F.

Bảng 4- Giá trị áp lực gió theo bản đồ phân vùng áp lực gió trên lãnh thổ Việt Nam

Vùng áp lực gió	I	II	III	IV	V
$w_0(\text{daN/m}^2)$	65	95	125	155	185

Đối với vùng ảnh hưởng của bão được đánh giá là yếu ( phụ lục D ), giá trị của áp lực gió  $W_0$  được giảm đi  $10 \text{ daN/m}^2$  đối với vùng I-A,  $12 \text{ daN/m}^2$  đối với vùng II-A và  $15 \text{ daN/m}^2$  đối với vùng III-A.

Đối với vùng I, giá trị áp lực gió  $W_0$  lấy theo bảng 4 được áp dụng để thiết kế nhà và công trình xây dựng ở vùng núi, đồi, vùng đồng bằng và các thung lũng.

Những nơi có địa hình phức tạp lấy theo mục 6.4.4.

Nhà và công trình xây dựng ở vùng đồi núi và hải đảo có cùng độ cao, cùng dạng địa hình và ở sát cách các trạm quan trắc khí tượng cho trong phụ lục F thì giá trị áp lực gió tính toán với thời gian sử dụng giả định khác nhau được lấy theo trị số độc lập của các trạm này ( bảng F1 và F2 phụ lục F).

Nhà và công trình xây dựng ở vùng có địa hình phức tạp ( hẻm núi, giữa hai dãy núi song song, các cửa đèo ...), giá trị của áp lực gió  $W_0$  phải lấy theo số liệu của Tổng cục Khí tượng Thủy văn hoặc kết quả khảo sát hiện trường xây dựng đã được xử lý có kể đến kinh nghiệm sử dụng công trình. Khi đó, giá trị của áp lực gió  $W_0$  ( $\text{daN/cm}^2$ ) xác định theo công thức:

$$W_0 = 0,0613.V_0^2$$

Ở đây  $V_0$  : Vận tốc gió ở độ cao 10m so với mốc chuẩn ( vận tốc trung bình trong khoảng thời gian 3 giây bị vượt trung bình một lần trong 20 năm ) tương ứng với địa hình dạng B, tính bằng m/giây.

3.1.5 Các giá trị của hệ số k kể đến sự thay đổi áp lực gió theo độ cao so với mốc chuẩn và các dạng địa hình. Xác định theo bảng 5.

Địa hình dạng A là địa hình trống trải, không có hoặc rất ít vật cản không quá 1,5m ( bờ biển thoáng, mặt sông, hồ lớn, đồng muối, cánh đồng không có cây cao,...).

Địa hình dạng B là địa hình tương đối trống trải, có một số vật cản thưa thớt cao không quá 10m ( vùng ngoại ô ít nhà, thị trấn, làng mạc, rừng thưa hoặc rừng non, vùng trồng cây thưa,...)

Địa hình dạng c là địa hình che chắn mạnh, có chiều cao vật cản sát nhau cao từ 10m trở lên (trong thành phố, trong rừng rậm, ...).

Công trình được xem là thuộc dạng địa hình nào nếu có tính chất của dạng địa hình đó và không thay đổi trong khoảng cách 30h khi  $h < 60\text{m}$  và 2km khi  $h > 60\text{m}$  tính từ mặt đón gió của công trình, h là chiều cao công trình.

Bảng 5: Hệ số k kể đến sự thay đổi áp lực gió theo độ cao và dạng địa hình.

Dạng địa hình Độ cao Z(m)	A	B	c
3	1.00	0.80	0.47
5	1.07	0.88	0.54
10	1.18	1.00	0.66
15	1.24	1.08	0.74
20	1.29	1.13	0.80
30	1.37	1.22	0.89
40	1.43	1.28	0.97
50	1.47	1.34	1.03
60	1.51	1.38	1.08
80	1.57	1.45	1.18
100	1.62	1.51	1.25
150	1.72	1.63	1.40
200	1.79	1.71	1.52
250	1.84	1.78	1.62
300	1.84	1.84	1.70
350	1.84	1.84	1.78
>400	1.84	1.84	1.84

*Chú thích*

1. Đối với độ cao trung gian cho phép xác định giá trị k bằng cách nội suy tuyến tính các giá trị trong bảng 5.

2. Khi xác định tải trọng gió cho một công trình, đối với các hướng gió khác nhau có thể có dạng địa hình khác nhau.

3.1.6 Khi mặt đất xung quanh nhà và công trình không bằng phẳng thì mốc chuẩn để tính độ cao được xác định theo phụ lục G.

3.1.7 Sơ đồ phân bố tải trọng gió lên nhà, công trình hoặc các cấu kiện và

hệ số khí động  $c$  được xác định theo chỉ dẫn của bảng 6. Các giá trị trung gian cho phép xác định bằng phép nội suy tuyến tính.

Mũi tên trong bảng 6 chỉ hướng gió thổi lên nhà, công trình hoặc cấu kiện. Hệ số khí động được xác định như sau:

3.1.7.1 Đối với mặt hoặc điểm riêng lẻ của nhà và công trình lấy như hệ số áp lực đã cho ( sơ đồ 1 đến sơ đồ 33 bảng 6 ).

Giá trị dương của hệ số khí động ứng với chiều áp lực gió hướng vào bề mặt công trình, giá trị âm ứng với chiều áp lực gió hướng ra ngoài công trình.

3.1.7.2 Đối với các kết cấu và cấu kiện ( sơ đồ 34 đến sơ đồ 43 bảng 6 ) lấy như hệ số cản chính diện  $c_x$  và  $c_v$  khi xác định các thành phần cản chung của vật thể tác dụng theo phương luồng gió và phương vuông góc với luồng gió, ứng với diện tích hình chiếu của vật thể lên mặt phẳng vuông góc với luồng gió; lấy như hệ số lực nâng  $c_z$  khi xác định thành phần đứng của lực cản chung của vật thể ứng với diện tích hình chiếu của vật thể lên mặt phẳng nằm ngang.

3.1.7.3 Đối với kết cấu có mặt đón gió nghiêng một góc  $\alpha$  so với phương của luồng gió lấy như hệ số  $c_n$  và  $c_t$  khi xác định các thành phần cản chung của vật thể theo phương trục của nó ứng với diện tích mặt đón gió. Những trường hợp chưa xét đến trong bảng 6 ( các dạng nhà và công trình khác, theo các hướng gió khác, các thành phần cản chung của vật thể theo hướng khác ), hệ số khí động phải lấy theo số liệu thực nghiệm hoặc các chỉ dẫn riêng.

3.1.8 Đối với nhà và công trình có lỗ cửa ( cửa sổ, cửa đi, lỗ thông thoáng, lỗ lấy ánh sáng ) nêu ở sơ đồ 2 đến sơ đồ 26 bảng 6, phân bố đều theo chu vi hoặc có tường bằng phibrô xi măng và các loại vật liệu có thể cho gió đi qua ( không phụ thuộc vào sự có mặt của các lỗ cửa ), khi tính kết cấu của tường ngoài, cột, dầm chịu gió, đồ cửa kính, giá trị của hệ số khí động đối với tường ngoài phải lấy:

$c = +1$  khi tính với áp lực dương

$c = -0,8$  khi tính với áp lực âm

Tải trọng gió tính toán ở các trường trong lấy bằng  $0,4 W_0$  và ở vách ngăn



nhẹ trọng lượng không quá  $100\text{daN/m}^2$  lấy bằng  $0,2W_0$  nhưng không dưới  $10\text{daN/m}^2$

3.1. 9. Khi tính khung ngang của nhà có cửa trời theo phương dọc hoặc cửa trời thiên đỉnh với  $a > 4h$  ( sơ đồ 9,10, 25 bảng 6 ), phải kể đến tải trọng gió tác dụng lên các cột khung phía đón gió và khuất gió cũng như thành phần ngang của tải trọng gió tác dụng lên cửa trời.

Đối với nhà có mái răng cưa ( sơ đồ 24 bảng 6 ) hoặc có cửa trời thiên đỉnh khi

$a < 4h$  phải tính đến lực ma sát  $W_f$  thay chu các thành phần lực nằm ngang tác dụng lên cửa trời thứ hai và tiếp theo từ phía đón gió. Lực ma sát  $W_f$  tính theo công thức:

$$W_f = w_0 c_f k S \quad (7)$$

Trong đó:  $W_0$  - áp lực gió lấy theo bảng 4, tính bằng deca Niuton trên mét vuông;

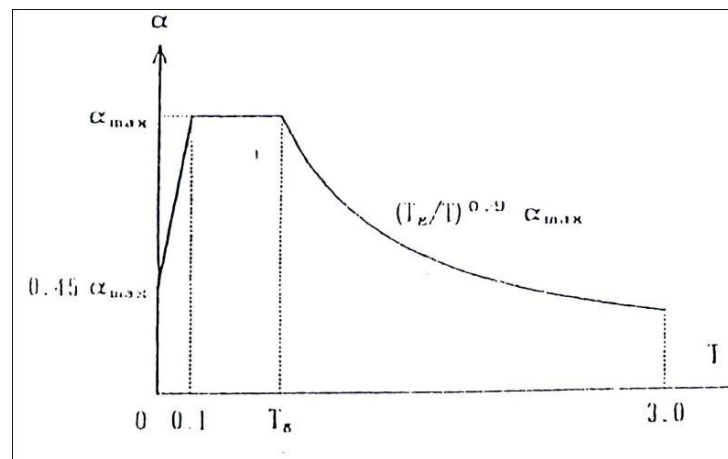
$c_f$  - hệ số ma sát trong bảng 6;

$k$  - hệ số lấy theo bảng 5;

$s$  - diện tích hình chiếu bằng (đối với mái răng cưa, lượn sóng và mái có cửa trời) hoặc diện tích hình chiếu đứng (đối với tường có lô gia và các kết cấu tương tự) tính bằng mét vuông.

### **3.2 Tóm tắt cách tính tải trọng động đất (Trích TCXD224 - 2000)**

3.2.1 Khi sử dụng phương pháp tựa tĩnh, mỗi tầng được xem là một bậc tự do (Xem hình 11), giá trị tiêu chuẩn của tải trọng động đất xác định theo công thức (5.1) đến (5.3)



Hình 10. Đường cong hệ số động đất

$$F_{Ek} = \alpha_1 \cdot G_{eq} \quad (5.1)$$

$$F_i = \frac{G_i H_i}{\sum_{j=1}^n G_j H_j} F_{Ek} (1 - \delta_n); \quad i = 1, 2, 3 \dots \quad (5.2)$$

$$\Delta F_n = \delta_n F_{Ek} \quad (5.3)$$

Ở đây:

$F_{Ek}$  - Tổng giá trị tiêu chuẩn của tải trọng động đất.

$\alpha_1$  - Hệ số động đất phụ thuộc vào chu kỳ dao động riêng cơ bản của kết cấu, xác định theo hình 11;

$G_{eq}$  - Tổng trọng lượng hiệu dụng của kết cấu,  $G_{eq} = G_E$  đối với hệ một bậc tự do và  $G_{eq} = 0,85G_E$  đối với hệ có nhiều bậc tự do;  $G_E$  là tổng trọng lượng đại diện của kết cấu;

$G_i, G_j$  - Trọng lượng đại diện tập trung ở cao trình thứ  $i$  và thứ  $j$ ;

$F_i$  - Giá trị tiêu chuẩn của lực động đất tại điểm thứ  $i$ ;

$H_i, H_j$  - Chiều cao từ đáy đến cao trình thứ  $i$  và thứ  $j$ ;

$\delta_n$  - Yếu tố động đất bổ xung ở đỉnh công trình, đối với nhà bê tông cốt thép cao tầng, lấy theo bảng 10; đối với nhà cao tầng khung chèn gạch, lấy  $\delta_n = 0,2$ ; đối với các công trình khác, lấy  $\delta_n = 0$

$\Delta F_n$  - Tải trọng động đất đặt thêm vào ở đỉnh công trình;

Bảng 10: Yếu tố tải trọng động bổ xung tại đỉnh công trình,  $\delta_n$

$T_g(s)$	$T_1 > 1,4 T_g$	$T_1 < 1,4 T_g$
$< 0,25$	$0,08 T_1 + 0,07$	Không xem xét
$0,3 \div 0,4$	$0,08 T_1 + 0,01$	
$> 0,55$	$0,08 T_1 + 0,02$	

Ở đây:  $T_1$  - chu kỳ dao động cơ bản của công trình.

3.2.2 Khi dùng phương pháp phổ, bỏ qua hiệu ứng xoắn của kết cấu, tải trọng động đất và phản ứng của kết cấu được xác định như sau:

Giá trị tiêu chuẩn của tải trọng động đất tại khối lượng  $i$  tương ứng với dạng dao động thứ  $j$  tính theo công thức:

$$F_{ji} = \alpha_j \gamma_j X_{ji} G_i \quad i = 1, 2, \dots, n \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (5.4)$$

$$\gamma_j = \frac{\sum_{i=1}^n X_{ji} G_i}{\sum_{i=1}^n X_{ji}^2 G_i} \quad (5.5)$$

Ở đây:

$F_{ji}$  - Giá trị tiêu chuẩn của tải trọng động đất tại khối lượng  $i$  tương ứng với dạng dao động riêng thứ  $j$  ;

$\alpha_j$  - Hệ số động đất tương ứng với chu kỳ dao động riêng thứ  $j$  xác định theo hình 1;

$X_{ji}$  - Chuyển tương đối của khối lượng  $i$  tương ứng với dạng dao động riêng thứ  $j$  ;

$\gamma_j$  - Yếu tố tham gia đối với dạng dao động riêng thứ  $j$ ;

Phản ứng của kết cấu: Mômen uốn, lực cắt, lực dọc và biến dạng, gây ra bởi tác động động đất được xác định như sau:

$$S = \sqrt{\sum S_j^2}$$

Ở đây:

S - Phản ứng tổng cộng do tải trọng động đất;

$S_j$  - Phản ứng do tải trọng động đất tương ứng với dạng dao động riêng thứ  $j$ , chỉ cần xem xét hai hay ba dạng đầu tiên là có thể thoả mãn cho các trường hợp tổng quát, số dạng dao động xem xét sẽ tăng thêm với các kết cấu có chu kỳ dao động riêng cơ bản lớn hơn 1,5 giây và kết cấu có tỷ số chiều cao trên chiều rộng lớn hơn 5.

3.2.3 Khi tải trọng động đất được xác định theo phương pháp tựa tĩnh, tải trọng tác động lên mái nhà, tường chắn và ống khói nhô ra từ mái cần được nhân với hệ số khuếch đại là 3. Tải trọng tăng thêm được phân cho mái, không phân cho các tầng thấp hơn. Khi tải trọng được xác định theo phương pháp phổ, phần trên cao trình mái (tường vượt mái) có thể được mô hình như hệ một khối lượng. Đối với các khung cửa trời dựng trên mái nhà công nghiệp một tầng, hệ số khuếch đại đối với tải trọng động đất và các tác động cần tuân theo các chỉ dẫn riêng.

3.2.4 Lực cắt tại từng tầng dưới tác động của tải trọng động đất cần được phân bố cho các cấu kiện chịu lực theo các nguyên tắc chung, dưới đây là một số nguyên tắc có thể áp dụng:

3.2.4.1 Đối với các công trình có sàn cứng như sàn, mái đổ tại chỗ hoặc nửa lắp ghép, sự phân bố có thể theo tỷ lệ giữa độ cứng tương ứng của các cấu kiện chịu lực;

3.2.4.2 Đối với các công trình có sàn mềm như sàn và mái gỗ, sự phân bố có thể theo tỷ lệ thuận với khối lượng đại diện của các cấu kiện chịu lực;

3.2.4.3 Đối với các sàn và mái bê tông cốt thép lắp ghép bình thường, sự phân bố có thể theo giá trị trung bình giữa kết quả của hai cách như đã nói ở trên;

3.2.4.4 Khi tính đến hiệu ứng xoắn kết cấu và chuyển động thẳng đứng, kết quả thu được từ các phương pháp nêu trên được điều chỉnh theo các chỉ dẫn ở mục 3.2.5 và mục 5.3 của tiêu chuẩn này.

3.2.5 Khi kể đến hiệu ứng xoắn kết cấu, mỗi cao trình tầng có ba chuyển vị, hai chuyển vị tịnh tiến vuông góc với nhau trong một mặt phẳng nằm ngang và một thành phần góc xoay. Tải trọng động đất được xác định tương ứng bằng phương pháp phổ. Với những lý do xác đáng, các phương pháp đơn giản khác cũng có thể áp dụng.

3.2.5.1 Giá trị tiêu chuẩn của tải trọng động đất tại tầng thứ  $i$  tương ứng với dạng dao động riêng thứ  $j$  được xác định như sau:

$$\begin{aligned} F_{xji} &= \alpha_j \gamma_{tj} X_{ji} G_i \\ F_{yji} &= \alpha_j \gamma_{tj} Y_{ji} G_i \\ F_{tji} &= \alpha_j \gamma_{tj} \phi_{ji} G_i \end{aligned} \quad \text{Với } i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m \quad (5.7)$$

Ở đây:

$F_{xji}, F_{yji}, F_{tji}$ - Các giá trị tiêu chuẩn tương ứng theo phương  $x$ , phương  $y$  và thành phần xoắn của tải trọng động đất tại tầng thứ  $i$  tương ứng với dạng dao động riêng thứ  $j$ ;

$X_{ji}, Y_{ji}$ - Chuyển vị tương đối của trọng tâm tầng thứ  $i$  theo phương  $X$  và  $y$  tương ứng với dạng dao động riêng thứ  $j$ ;

$\phi_{ji}$ - Góc xoắn tương đối của tầng thứ  $i$  tương ứng với dạng dao động riêng thứ  $j$ ;

$r_i$ - Bán kính quay của tầng thứ  $i$ , bằng căn bậc hai của tỷ số giữa mô men quán tính khối lượng tầng thứ  $i$  và khối lượng tầng;

$\gamma_{tj}$ - Yếu tố tham gia của dạng dao động riêng thứ  $j$  khi tính đến hiệu ứng của xoắn, được xác định bằng cách sử dụng công thức ( 5.8 ) hoặc ( 5.9 ).

Khi kể đến tác động động đất theo phương  $x$ :

$$\gamma_{ti} = \frac{\sum_{i=1}^n X_{ji} G_i}{\sum_{i=1}^n (X_{ji}^2 + Y_{ji}^2 + \phi_{ji}^2 r_i^2) G} \quad (5.8)$$

Khi kể đến tác động động đất theo phương  $y$ :

$$\gamma_{ti} = \frac{\sum_{i=1}^n X_{ji} G_i}{\sum_{i=1}^n (X_{ji}^2 + Y_{ji}^2 + \phi_{ji}^2 r_i^2) G_i} \quad (5.9)$$

3.2.5.2 Khi kể đến hiệu ứng xoắn, phản ứng tổng cộng do tải trọng động đất được xác định theo công thức:

$$S = \sqrt{\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m \rho_{jk} S_j S_k} \quad (5.10)$$

$$\rho_{jk} = \frac{0,02(1 + \lambda_T) \lambda_T^{3/2}}{(1 - \lambda_T^2) + 0,01(1 + \lambda_T)^2 \lambda_T} \quad (5.11)$$

Ở đây:

S- Phản ứng tổng cộng sinh ra do tải trọng động đất có kể đến hiệu ứng xoắn;

$S_j, S_k$  - Các phản ứng sinh ra bởi tải trọng động đất tương ứng với dạng dao động riêng thứ j và k, các dạng dao động được xem xét có thể lấy từ 3 đến 5 dạng đầu tiên của dao động theo hai phương vuông góc với nhau trong mặt phẳng nằm ngang và dao động xoắn;

$\rho_{ji}$  - Yếu tố đồng thời giữa dạng dao động riêng thứ j và thứ k;

$\lambda_T$  - Tỷ số phần trăm của chu kỳ dao động riêng thứ k tương ứng với chu kỳ dao động riêng thứ j.

Nói chung, ảnh hưởng sự làm việc đồng thời của đất nền và kết cấu không cần xem xét trong phân tích và tính toán kháng chấn. Đối với nhà bê tông cốt thép có lõi hoặc móng bè, xây dựng trên đất nền loại III hoặc IV, nếu tương tác giữa đất và kết cấu được tính đến thì tải trọng động đất được tính trên cơ sở của giả thiết móng cứng có thể bị sai số từ 10% đến 20%. Sai số được xác định thông qua kết quả tính lực cắt tầng dưới cùng.

### 3.3 Hệ số chống lật của ngôi nhà số 476 - Đội Cán - Hà Nội



Chiều cao : 9 tầng    Chiều rộng : 4m    Chiều dài: 20m

Địa hình xung quanh:    Bên phải - Có ngôi nhà 2 tầng

   Bên trái - Có ngôi nhà 3 tầng

### **3.3.1 Mô tả công trình**

Chiều cao: 29,7m

Chiều rộng: 4m

Chiều dài: 20m

Móng hộp chiều sâu chôn móng 2m

Nhà xây dựng ở địa hình dạng C thuộc vùng IIB theo bản đồ phân vùng áp lực gió trong TCVN 2737 - 1995

### **3.3.2 Xác định các thông số cơ bản:**

Trọng lượng móng hộp: 100T

Trọng lượng phần thân:  $96 \times 9 = 864T$

Trọng lượng toàn nhà: 964T.

Độ cao của trọng tâm nhà:

$$l = \frac{864 \times 16,85 + 100 \times 1}{964} = 15,2m$$

Áp lực gió lên nhà:

$$P = W_0 k c A$$

Trong đó:

A: Diện tích đón gió

k: Hệ số phụ thuộc độ cao

Với địa hình dạng C:  $k = 0,74$  khi  $h = 10$  đến  $15m$

$k = 0,8$  khi  $h = 15$  đến  $20m$

$k = 0,89$  khi  $h = 20$  đến  $30m$

$W_0$  - áp lực gió tiêu chuẩn, ứng với vùng IIB  $W_0 = 95 daN/m^2$

C - Hệ số khí động, mặt đón gió  $c = \pm 0,8$ , mặt khuất gió  $c = -0,6$

Từ đó ta có:

Tổng áp lực gió lên phần tường trong khoảng chiều cao từ 10m đến 15m là:



$$P_1 = 95 \times 0,74 \times 1,4 \times 100 \times 1,2 = 11,8(T)$$

Tổng áp lực gió lên phần tường trong khoảng chiều cao từ 15m đến 20m là:

$$P_2 = 95 \times 0,8 \times 1,4 \times 100 \times 1,2 = 12,77(T)$$

Tổng áp lực gió lên phần tường trong khoảng chiều cao từ 20m đến 29,7m là:

$$P_3 = 95 \times 0,89 \times 1,4 \times 194 \times 1,2 = 27,55 (T)$$

*(Không tính áp lực gió lên phần nhà bị che khuất bởi nhà bên cạnh)*

Điểm đặt của tải trọng gió:

$$h = \frac{11,8 \times 125 + 12,77 \times 17,55 + 27,55 \times 24,85}{52,12} + 2 = 22,25(m)$$

Mômen quán tính chống uốn của móng:

$$J = \frac{20 \times 4^3}{12} = 106,66 m^4$$

Hệ số nền Winkle:  $c = 1000 T/m^3$

Cường độ chảy dẻo của đất:  $r_1 = 22 T/m^2$

### **3.3.3 Kiểm tra ổn định**

#### *1. Trường hợp nền tuyệt đối cứng*

Theo (2.3) ta có:

$$P_{th} = \frac{Qa}{2h} = \frac{964 \times 4}{2 \times 22,25} = 86,65(T)$$

Hệ số an toàn:  $k = \frac{86,65}{52,12} = 1,66 > 1,5 \Rightarrow$  Đảm bảo an toàn.

#### *2. Trường hợp nền đàn hồi*

Theo (2.13) ta có:

$$P_{th} = \frac{Qa}{2h} \left(1 - \sqrt[3]{\frac{Ql}{cJ}}\right) = \frac{964 \times 4}{2 \times 22,25} \left(1 - \sqrt[3]{\frac{964 \times 15,2}{10000 \times 106,06}}\right) = 65,89(T)$$

Hệ số an toàn:  $k = \frac{65,89}{52,12} = 1,26 < 1,5 \Rightarrow$  Không đảm bảo an toàn

#### *3. Trường hợp nền đàn dẻo Prandtl, khi móng hoàn toàn tiếp xúc với nền*

Theo (2.37) ta có:

$$P_{th} = \frac{a(r_1 ab - Q)}{2h} \left(1 - \sqrt[3]{\frac{QI}{cJ}}\right) = \frac{4 \times 22 \times 4 \times 20 - 964}{2 \times 22,25} \left(1 - \sqrt[3]{\frac{964 \times 15,2}{10000 \times 106,66}}\right) = 54,38T$$

Hệ số an toàn:  $k = \frac{54,38}{52,12} = 1,04 < 1,5$  Không đảm bảo an toàn

#### 4. Trường hợp nền đàn dẻo Prandtl, khi móng nhấc lên khỏi nền:

Theo (2.39) ta có:

$$P_{th} = \frac{Qa}{2h} - \frac{1}{2h} \left[ \frac{Q^2}{br_1} + \frac{1}{4} br_1 \left( \frac{12QI}{bc} \right)^{\frac{2}{3}} \right]$$

$$P_{th} = \frac{964 \times 4}{2 \times 22,25} - \frac{1}{2 \times 22,25} \left[ \frac{964^2}{20 \times 22} + \frac{1}{4} \times 20 \times 22 \left( \frac{12 \times 964 \times 15,2}{20 \times 10000} \right)^{\frac{2}{3}} \right] = 36,9T$$

Hệ số an toàn:  $k = \frac{36,9}{52,12} = 0,7 < 1,5 \Rightarrow$  Không đảm bảo an toàn.

### **3.3.4 Kiểm tra hệ số chống lật khi chịu tải trong động đất.**

#### 1. Xác định tải trong động đất.

Coi công trình có một bậc tự do.

Tổng khối lượng  $G = Q = 964(T)$  và đặt tại cao trình  $l = 15,2m$ .

Theo TCXD 224 - 2000 ta có:

Lực ngang tác dụng lên công trình tại cao trình  $15,2m$  là:

$$P = \alpha_1 G$$

Với  $\alpha_1$  được xác định theo hình 10:

Công trình là nhà dân dụng nên thuộc công trình cấp 3 tính theo chu kỳ lặp  $\leq 200$  năm nằm trên địa bàn Hà Nội nên có cấp động đất thiết kế là cấp 7.

Với:

- Cấp động đất thiết kế cấp 7 ta có:

$$\alpha_{max} = 0,08.$$

- Loại địa điểm xây dựng loại VI, động đất gần ta có:

$$T_g = 0,65$$

- Chu kỳ dao động của công trình tính gần đúng

$$T = 0,04 \frac{H}{\sqrt{L}} = 0,04 \frac{29,7}{\sqrt{4}} = 0,594$$

- Theo hình 10 ta có:

$$\alpha_1 = \left(\frac{T_g}{T}\right)^{0,9} \alpha_{\max} = \left(\frac{0,65}{0,594}\right)^{0,9} \cdot 0,08 = 0,08$$

$$\text{Vậy ta có: } P = 0,08 \times 964 = 77,12(\text{T})$$

## 2. Xác định hệ số chống lật.

\* Khi nền cứng tuyệt đối:

$$k = \frac{86,65 \times 22,25}{77,12 \times 15,2} = 16,4 > 1,5 \Rightarrow \text{Đảm bảo an toàn}$$

\* Khi nền đàn hồi:

$$k = \frac{65,89 \times 22,25}{77,12 \times 15,2} = 1,26 < 1,5 \Rightarrow \text{Không đảm bảo an toàn}$$

\* Khi nền đàn dẻo Prandtl móng hoàn toàn tiếp xúc với nền:

$$k = \frac{54,38 \times 22,25}{77,12 \times 15,2} = 1,032 < 1,5 \Rightarrow \text{Không đảm bảo an toàn}$$

\* Khi nền đàn dẻo Prandtl móng không hoàn toàn tiếp xúc với nền:

$$k = \frac{36,9 \times 22,25}{77,12 \times 15,2} = 0,7 \ll 1,5 \Rightarrow \text{Không đảm bảo an toàn.}$$

### 3.4 Hệ số chống lật của ngôi nhà số 157 - Nguyễn Văn Cừ - Gia Lâm - Hà Nội.



Chiều cao: 8 tầng                      Chiều rộng: 3,3m                      Chiều dài: 16m

Địa hình xung quanh: bên phải - trống      bên trái: - Có ngôi nhà 5 tầng

#### **3.4.1 Mô tả công trình :**

Chiều cao:                      26,4m

Chiều rộng:                      3,3m

Chiều dài:                      16m

Móng hộp chiều sâu chôn móng 2m

Nhà xây dựng ở địa hình dạng C thuộc vùng IIN theo bản đồ phân vùng áp lực gió trong TCVN 2737 - 1995

#### **3.4.2 Xác định các thông số cơ bản:**

Trọng lượng móng hộp:                      60T

Trọng lượng phần thân:                       $63,36 \times 8 = 506,88t$

Trọng lượng toà nhà: 566,88T

Độ cao của trọng tâm nhà:

$$l = \frac{506,88 \times 15,2 + 60 \times 1}{566,88} = 13,7\text{m}$$

Áp lực gió lên nhà:

$$P = W_0 k c A$$

Trong đó:

A: Diện tích đón gió

k: Hệ số phụ thuộc độ cao

Với địa hình dạng C: k = 0,47 khi h = 0 đến 3m

k = 0,54 khi h = 3 đến 5m

k = 0,66 khi h = 5 đến 10m

k = 0,74 khi h = 10 đến 15m

k = 0,8 khi h = 15 đến 20m

k = 0,89 khi h = 20 đến 30m

$W_0$  - áp lực gió tiêu chuẩn, ứng với vùng IIB  $W_0 = 95 \text{ daN/m}^2$

C - Hệ số khí động, mặt đón gió  $c = +0,8$ , mặt khuất gió  $c = -0,6$

Từ đó ta có:

Tổng áp lực gió lên phần tường trong khoảng chiều cao từ 0m đến 3m là:

$$P_1 = 95 \times 0,47 \times 0,8 \times 48 \times 12 = 2,05(\text{T})$$

Tổng áp lực gió lên phần tường trong khoảng chiều cao từ 3m đến 5m là:

$$P_2 = 95 \times 0,54 \times 0,8 \times 32 \times 1,2 = 1,57(\text{T})$$

Tổng áp lực gió lên phần tường trong khoảng chiều cao từ 5m đến 10m là:

$$P_3 = 95 \times 0,66 \times 0,8 \times 80 \times 1,2 = 4,81(\text{T})$$

Tổng áp lực gió lên phần tường trong khoảng chiều cao từ 10m đến 15m là:

$$P_4 = 95 \times 0,74 \times 0,8 \times 80 \times 1,2 = 5,4(\text{T})$$

Tổng áp lực gió lên phần tường trong khoảng chiều cao từ 15m đến 20m là:

$$P_5 = 95 \times 0,8 \times 1,4 \times 1,2 = 10,2(T)$$

Tổng áp lực gió lên phần tường trong khoảng chiều cao từ 20m đến 26,4m là:

$$P_6 = 95 \times 0,89 \times 1,4 \times 102,4 \times 1,2 = 14,54(T)$$

Vậy tổng áp lực gió trên toàn nhà là:

$$P = 2,05 + 1,57 + 4,81 + 5,4 + 10,2 + 14,54 = 38,57(T)$$

*(Không tính áp lực gió lên phần nhà bị che khuất bởi nhà bên cạnh)*

Điểm đặt của tải trọng gió:

$$h = \frac{2,05 \times 1,5 + 1,57 \times 4 + 4,81 \times 7,5 + 5,4 \times 12,5 + 10,2 \times 17,5 + 14,54 \times 23,2}{38,57} + 2$$
$$= 18,3(m)$$

Mômen quán tính chống uốn của móng:

$$J = \frac{16 \times 3,3^3}{12} = 47,91m^4$$

Hệ số nền Winkle  $c = 10000T/m^3$

Cường độ chảy dẻo của đất  $r_1 = 22T/m^2$

### **3.4.3 Kiểm tra ổn định**

1. Trường hợp nền tuyệt đối cứng:

Theo (2.3) ta có:

$$P_{th} = \frac{Qa}{2h} = \frac{566,88 \times 33}{2 \times 18,3} = 51,12(T)$$

Hệ số an toàn:  $k = \frac{51,12}{38,57} = 1,32 < 1,5 \Rightarrow$  Không đảm bảo an toàn

2. Trường hợp nền đàn hồi khi móng bị nhấc lên khỏi nền:

Theo (2.13) ta có:

$$P_{th} = \frac{Qa}{2h} \left(1 - \sqrt[3]{\frac{Ql}{cJ}}\right) = \frac{566,88 \times 33}{2 \times 18,3} \left(1 - \sqrt[3]{\frac{566,88 \times 13,7}{10000 \times 47,91}}\right) = 38,94(T)$$

Hệ số an toàn:  $k = \frac{38,94}{38,57} = 1,03 < 1,5 \Rightarrow$  Không đảm bảo an toàn.

3. Trường hợp nền đàn dẻo Prandtl, khi móng hoàn toàn tiếp xúc với nền:

Theo (3.7) ta có:

$$P_{th} = \frac{a(r_1 ab - Q)}{2h} \left(1 - \sqrt[3]{\frac{Ql}{cJ}}\right) = \frac{2,2(22 \times 3,3 \times 16 - 566,88)}{2 \times 18,3} \left(1 - \sqrt[3]{\frac{566,88 \times 13,7}{10000 \times 47,91}}\right) = 38,9(T)$$

Hệ số an toàn:  $k = \frac{38,6}{38,57} = 1 < 1,5 \Rightarrow$  Không đảm bảo an toàn.

4. Trường hợp nền đàn dẻo Prandtl, khi móng nhấc lên khỏi nền

Theo (2.39) ta có:

$$P_{th} = \frac{Qa}{2h} - \frac{1}{2h} \left[ \frac{Q^2}{br_1} + \frac{1}{4} br_1 \left( \frac{12Ql}{bc} \right)^{\frac{2}{3}} \right]$$

$$P_{th} = \frac{56688 \times 3,3}{2 \times 18,3} - \frac{1}{2 \times 18,3} \left[ \frac{566,88^2}{16 \times 22} + \frac{1}{4} \times 22 \times 16 \left( \frac{12 \times 566,88 \times 13,7}{16 \times 10000} \right)^{\frac{2}{3}} \right] = 24,49T$$

Hệ số an toàn:  $k = \frac{24,49}{38,57} = 0,63 \ll 1,5 \Rightarrow$  Không đảm bảo an toàn.

**3.5 Hệ số chống lật của ngôi nhà số 17 - Nguyễn Văn Cừ - Gia Lâm – Hà Nội.**



*Chiều cao: 9 tầng      Chiều rộng: 3,5m      Chiều dài: 18m*

*Địa hình xung quanh:      Bên phải - có ngôi nhà 2 tầng*

*Bên trái - có ngôi nhà 5 tầng*



### **3.5.1 Mô tả công trình:**

Chiều cao: 29,7m

Chiều rộng: 2,5m

Chiều dài: 18m

Móng hộp chiều sâu chôn móng 2m

Nhà xây dựng ở địa hình dạng C thuộc vùng IIB theo bản đồ phân vùng áp lực gió trong TCVN 2737- 1995.

### **3.5.2 Xác định các thông số cơ bản**

Trọng lượng móng hộp: 78,75(T)

Trọng lượng phần thân:  $75,6 \times 9 = 680,4(T)$

Trọng lượng toàn nhà: 759,15(T)

Độ cao của trọng tâm nhà:

$$l = \frac{680 \times 16,85 + 78,75 \times 1}{759,15} = 15,2(m)$$

Áp lực gió lên nhà:

$$P = W_0 k c A$$

Trong đó:

A: Diện tích đón gió

k: Hệ số phụ thuộc độ cao

Với địa hình dạng C:

$k = 0,66$  khi  $h = 5$  đến 10m

$k = 0,74$  khi  $h = 10$  đến 15m

$k = 0,8$  khi  $h = 15$  đến 20m

$k = 0,89$  khi  $h = 20$  đến 30m

$W_0$  - áp lực gió tiêu chuẩn, ứng với vùng IIB  $W_0 = 95 \text{ daN/m}^2$

C - Hệ số khí động, mặt đón gió  $c = \pm 0,8$ , mặt khuất gió  $c = -0,6$ .

Từ đó ta có:

Tổng áp lực gió lên phần tường trong khoảng chiều cao từ 5m đến 10m là:

$$P_1 = 95 \times 0,66 \times 0,8 \times 90 \times 1,2 = 5,41(\text{T})$$

Tổng áp lực gió lên phần tường trong khoảng chiều cao từ 10m đến 15m là:

$$P_2 = 95 \times 0,74 \times 0,8 \times 90 \times 1,2 = 6,1(\text{T})$$

Tổng áp lực gió lên phần tường trong khoảng chiều cao từ 15m đến 20m là:

$$P_3 = 95 \times 0,8 \times 1,4 \times 90 \times 1,2 = 11,5(\text{T})$$

Tổng áp lực gió lên phần tường trong khoảng chiều cao từ 20m đến 30m là:

$$P_4 = 95 \times 0,89 \times 1,4 \times 174,6 \times 1,2 = 24,8(\text{T})$$

Vậy tổng áp lực gió trên toàn nhà là:

$$P = 5,41 + 6,1 + 11,5 + 24,8 = 47,81(\text{T})$$

*(Không tính áp lực gió lên phần nhà bị che khuất bởi nhà bên cạnh)*

Điểm đặt của tải trọng gió:

$$h = \frac{5,41 \times 7,5 + 6,1 \times 12,5 + 11,5 \times 17,5 + 24,8 \times 24,85}{47,81} + 2 = 21,54(\text{m})$$

Mômen quán tính chống uốn của móng:

$$J = \frac{18 \times 3,5^3}{12} = 64,31(\text{m}^4)$$

Hệ số nền Winkle  $c = 12000\text{T/m}^3$

Cường độ chảy dẻo của đất :  $r_1 = 23\text{T/m}^2$

### **3.5.3 Kiểm tra ổn định**

*1. Trường hợp nền tuyệt đối cứng*

Theo (2.3) ta có:

$$P_{\text{th}} = \frac{Qa}{2h} = \frac{759,15 \times 3,5}{2 \times 21,15} = 62,81(\text{T})$$

Hệ số an toàn :  $k = \frac{62,81}{47,51} = 1,31 < 1,5 \Rightarrow$  Không đảm bảo an toàn

## 2. Trường hợp nền đàn hồi khi móng bị nhấc lên khỏi nền

Theo (2.13) ta có:

$$P_{th} = \frac{Qa}{2h} \left(1 - \sqrt[3]{\frac{Ql}{cJ}}\right) = \frac{759,15 \times 3,5}{2 \times 21,15} \left(1 - \sqrt[3]{\frac{759,15 \times 15,2}{12000 \times 64,31}}\right) = 47,33(T)$$

$$\text{Hệ số an toàn: } k = \frac{47,33}{47,81} = 0,99 < 1,5 \Rightarrow \text{Không đảm bảo an toàn}$$

## 3. Trường hợp nền đàn dẻo Prandtl, khi móng hoàn toàn tiếp xúc với nền:

Theo (2.37) ta có:

$$P_{th} = \frac{a(r_1 ab - Q)}{2h} \left(1 - \sqrt[3]{\frac{Ql}{cJ}}\right) = \frac{3,5 \times (23 \times 3,5 \times 18 - 759,15)}{2 \times 21,15} \left(1 - \sqrt[3]{\frac{759,15 \times 15,2}{1200 \times 64,31}}\right) = 43,01(T)$$

$$\text{Hệ số an toàn: } k = \frac{43,01}{47,81} = 0,9$$

## 4. Trường hợp nền đàn dẻo Prandtl, khi móng nhấc lên khỏi nền:

Theo (2.39) ta có:

$$P_{th} = \frac{Qa}{2h} - \frac{1}{2h} \left[ \frac{Q^2}{br_1} + \frac{1}{4} br_1 \left( \frac{12Ql}{bc} \right)^{2/3} \right]$$

$$P_{th} = \frac{759,15 \times 3,5}{2 \times 21,15} - \frac{1}{2 \times 21,15} \left[ \frac{759,15^2}{18 \times 23} + \frac{1}{4} \times 23 \times 18 \left( \frac{12 \times 759,15 \times 15,2}{18 \times 1200} \right)^{2/3} \right] = 28,08(T)$$

$$\text{Hệ số an toàn: } k = \frac{28,08}{47,81} = 0,58 \ll 1,5 \Rightarrow \text{Không đảm bảo an toàn.}$$

### 3.6 Hệ số chống lật ngôi nhà số 52 - Lê Văn Huru - Hà Nội.



*Chiều cao: 8 tầng      Chiều rộng : 3,4m      Chiều dài: 24m*

*Địa hình xung quanh: bên phải - có ngôi nhà 3 tầng(đang phá)*

*bên trái - có ngôi nhà 6 tầng.*

### **3.6.1 Mô tả công trình**

Chiều cao: 26,4m

Chiều rộng: 3,4m

Chiều dài: 24m

Móng hộp chiều sâu chôn móng 2m

Nhà xây dựng ở địa hình dạng C thuộc vùng IIB theo bản đồ phân vùng áp lực gió trong TCVN 2737 - 1995

### **3.6.2 Xác định các thông số cơ bản**

Trọng lượng móng hộp: 106 (T)

Trọng lượng phần thân:  $97,92 \times 8 = 783,36$  (T)

Trọng lượng toàn nhà: 889,36 (T)

Độ cao của trọng tâm nhà:

$$l = \frac{783,36 \times 15,2 + 106 \times 1}{889,36} = 13,5(\text{m})$$

Áp lực gió lên nhà:

$$P = W_0 k c A$$

Trong đó:

A: Diện tích đón gió

k: Hệ số phụ thuộc độ cao

Với địa hình dạng C:

$k = 0,74$  khi  $h = 10$  đến  $15\text{m}$

$k = 0,8$  khi  $h = 15$  đến  $20\text{m}$

$k = 0,89$  khi  $h = 20$  đến  $30\text{m}$

$W_0$  - áp lực gió tiêu chuẩn, ứng với vùng IIB  $W_0 = 95 \text{ daN/m}^2$

$c$  - Hệ số khí động, mặt đón gió  $c = \pm 0,8$  mặt khuất gió  $c = -0,6$

Từ đó ta có:

Tổng áp lực gió lên phần tường trong khoảng chiều cao từ 10m đến 15m là:

$$P_1 = 95 \times 0,74 \times 0,8 \times 120 \times 1,2 = 8,1(\text{T})$$

Tổng áp lực gió lên phần tường trong khoảng chiều cao từ 15m đến 20m là:

$$P_2 = 95 \times 0,8 \times 1,4 \times 120 \times 1,2 = 15,3(\text{T})$$

Tổng áp lực gió lên phần tường trong khoảng chiều cao từ 20m đến 264m là:

$$P_3 = 95 \times 0,89 \times 1,4 \times 153,6 \times 1,2 = 21,81(\text{T})$$

Vậy tổng áp lực gió trên toàn nhà là:

$$P = 8,1 + 15,3 + 21,8 = 45,21(\text{T})$$

*(Không tính áp lực gió lên phần nhà bị che khuất bởi nhà bên cạnh)*

Điểm đặt của tải trọng gió:

$$h = \frac{8,1 \times 12,5 + 15,3 \times 17,5 + 21,81 \times 23,2}{45,21} + 2 = 21,35(\text{m})$$

Mômen quán tính chống uốn của móng:

$$J = \frac{24 \times 3,4^3}{12} = 78,6(\text{m}^4)$$

Hệ số nền Winkle  $c = 15000 (\text{T}/\text{m}^3)$

Cường độ chảy dẻo của đất  $r_1 = 22(\text{T}/\text{m}^2)$

### **3.6.3 Kiểm tra ổn định**

#### **1. Trường hợp nền tuyệt đối cứng.**

Theo (2.3) ta có:

$$P_{th} = \frac{Qa}{2h} \frac{889,36 \times 3,4}{2 \times 21,35} = 70,81(\text{T})$$

Hệ số an toàn:  $k = \frac{70,81}{45,21} = 1,56 > 1,5 \Rightarrow$  Đảm bảo an toàn.

#### **2. Trường hợp nền đàn hồi khi móng bị nhấc lên khỏi nền.**

Theo (2.13) ta có:

$$P_{th} = \frac{Qa}{2h} \left(1 - \sqrt[3]{\frac{QI}{cJ}}\right) = \frac{889,36 \times 3,4}{2 \times 21,35} \left(1 - \sqrt[3]{\frac{889,36 \times 13,5}{15000 \times 78,6}}\right) = 55,46(\text{T})$$

Hệ số an toàn:  $k = \frac{55,46}{45,21} = 1,22 < 1,5 \Rightarrow$  Không đảm bảo an toàn

3. Trường hợp nền đàn dẻo Prandtl, khi móng hoàn toàn tiếp xúc với nền:

Theo (2.37) ta có:

$$P_{th} = \frac{a(r_{1ab} - Q)}{2h} \left(1 - \sqrt[3]{\frac{Ql}{cJ}}\right) = \frac{3,4(22 \times 3,4 \times 24 - 889,36)}{2 \times 21,35} \left(1 - \sqrt[3]{\frac{889,36 \times 13,5}{15000 \times 78,6}}\right) = 56,47(T)$$

Hệ số an toàn:  $k = \frac{34,04}{45,21} = 0,75 \ll 1,5 \Rightarrow$  Không đảm bảo an toàn.

### 3.7 Hệ số chống lật ngôi nhà số 4 - Thi sách - Hà Nội.



*Chiều cao: 9 tầng*

*Chiều rộng: 3,6m*

*Chiều dài: 28m*

*Địa hình xung quanh:*

*Bên phải - có ngôi nhà 3 tầng*

*Bên trái - có ngôi nhà 3 tầng.*



### **3.7.1 Mô tả công trình**

Chiều cao: 29,7m

Chiều rộng: 3,6m

Chiều dài: 28m

Móng hộp chiều sâu chôn móng 2m

Nhà xây dựng ở địa hình dạng C thuộc vùng IIB theo bản đồ phaê vùng áp lực gió trong TCVN 2737 - 1995

### **3.7.2 Xác định các thông số cơ bản:**

Trọng lượng móng hộp: 131(T)

Trọng lượng phần thân:  $121 \times 9 = 1089(T)$

Trọng lượng toàn nhà: 1220(T)

Độ cao của trọng tâm nhà:

$$l = \frac{1089 \times 16,85 + 131 \times 1}{1220} = 15,14m$$

Áp lực gió lên nhà:

$$P = W_0 k c A$$

Trong đó:

A: Diện tích đón gió

k: Hệ số phụ thuộc độ cao

Với địa hình dạng C:  $k = 0,74$  khi  $h = 10$  đến  $15m$

$k = 0,8$  khi  $h = 15$  đến  $20m$

$k = 0,89$  khi  $h = 20$  đến  $30m$

$W_0$ : Áp lực gió tiêu chuẩn, ứng với vùng IIB  $W_0 = 95daN/m^2$

C- Hệ số khí động, mặt đón gió  $c = \pm -0,6$

Từ đó ta có:

Tổng áp lực phần tường trong khoản chiều cao từ 10m đến 15m là:

$$P_1 = 95 \times 0,74 \times 1,4 \times 140 \times 1,2 = 16,52(T)$$

Tổng áp lực phần tường trong khoản chiều cao từ 15m đến 20m là:

$$P_2 = 95 \times 0,8 \times 1,4 \times 140 \times 271,6 \times 1,2 = 38,57(T)$$

Tổng áp lực phần tường trong khoản chiều cao từ 20m đến 30m là:

$$P_3 = 95 \times 0,89 \times 1,4 \times 371,6 \times 1,2 = 38,57(T)$$

Vậy tổng áp lực gió trên toàn nhà là:  $P = 16,52 + 17,87 + 38,57 = 72,96(T)$

*(Không tính áp lực gió lên phần nhà bị che khuất bởi nhà bên cạnh)*

Điểm đặt của tải trọng gió:

$$h = \frac{16,52 \times 12,5 + 17,87 \times 17,5 + 38,57 \times 24,85}{72,96} + 2 = 22,25(m)$$

Mômen quán tính chống uốn của móng:

$$J = \frac{28 \times 3,3^3}{12} = 108,86m^4$$

Hệ số nền Winkle  $c = 15000T/m^3$

Cường độ chảy dẻo của đất  $r_1 = 22T/m^2$

### **3.7.3 Kiểm tra ổn định**

#### 1. Trường hợp nền tuyệt đối cứng

Theo (2.3) ta có:

$$P_{th} = \frac{Qa}{2h} = \frac{1220 \times 3,6}{2 \times 22,25} = 98,69(T)$$

Hệ số an toàn:  $k = \frac{98,69}{72,96} = 1,35 < 1,5 \Rightarrow$  Không đảm bảo an toàn.

#### 2. Trường hợp nền đàn hồi

Theo (2.13) ta có:

$$P_{th} = \frac{Qa}{2h} \left(1 - \sqrt[3]{\frac{Ql}{cJ}}\right) = \frac{3,6 \times (22 \times 3,6 \times 28 - 1220)}{2 \times 22,25} \left(1 - \sqrt[3]{\frac{1220 \times 15,14}{15000 \times 108,86}}\right) = 80,07(T)$$

Hệ số an toàn:  $k = \frac{62,58}{72,96} = 0,85 < 1,5 \Rightarrow$  Không đảm bảo an toàn.

4. Trường hợp nền đàn dẻo Prandtl, khi móng nhấc lên khỏi nền:

Theo (2.39) ta có:

$$P_{th} = \frac{Qa}{2h} - \frac{1}{2h} \left[ \frac{Q^2}{br_1} + \frac{1}{4} br_1 \left( \frac{12Ql}{bc} \right)^{2/3} \right]$$

$$P_{th} = \frac{1220 \times 3,6}{2 \times 22,25} - \frac{1}{2 \times 22,25} \left[ \frac{1220^2}{28 \times 22} + \frac{1}{4} \times 28 \times 22 \left( \frac{12 \times 1220 \times 15,14}{28 \times 15000} \right)^{2/3} \right] = 42,13T$$

Hệ số an toàn:  $k = \frac{42,13}{72,96} = 0,58 \ll 1,5 \Rightarrow$  Không đảm bảo an toàn.

### **3.8. Kết luận chương.**

Các ví dụ tính toán trên cho thấy hệ số an toàn về ổn định tổng thể của các công trình cao trong các trường hợp nền khác nhau đều thấp  $k < 1,5$ . Điều đó dẫn đến các công trình có thể bị mất ổn định tổng thể khi chịu tải trọng ngang (gió) khi đó công trình sẽ bị phá hoại cho dù ta có gia cố công trình thật tốt, thật tốn kém bởi vì các yếu tố ảnh hưởng đến sự ổn định tổng thể của công trình không phải là độ cứng của bản thân công trình (có thể coi là tuyệt đối cứng) mà là: Tải trọng ngang, nền đất và kích thước hình học của công trình (Chiều cao  $h$ , bề rộng  $a$  và chiều dài  $b$ ).

**CHƯƠNG IV:**  
**ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG CHỐNG LẬT KHI**  
**KỂ ĐẾN CÁC YẾU TỐ NGẪU NHIÊN**

Trong thực tế xây dựng thì các đặc trưng của nền đất là do thực nghiệm vì vậy không tránh khỏi có sai số, đồng thời trong quá trình tính toán ta thừa nhận một số giả thiết để đơn giản hoá như tính đàn hồi, tính đồng chất v.v. nên cũng không tránh khỏi sai số.

Mặt khác, ngày nay nhiều nước trên thế giới đã quy định tính toán công trình theo độ tin cậy, hy vọng sát với thực tế hơn vì nó kể đến các sai lệch so với giá trị trung bình. Họ thay các giá trị định lượng bằng hệ số bởi các giá trị xác suất.

Trong chương này cũng chỉ là thử nghiệm bước đầu xét khả năng chống lật của công trình cao trên các nền khác nhau khi kể đến các yếu tố ngẫu nhiên.

**4.1. Phương pháp giải.**

Theo lý thuyết độ tin cậy thì phương trình tổng mô men bằng 0 là mặt giới hạn nên ta đặt:

$$M = M_{CL} - M_L$$

hoặc  $M = P_{th}.h - p.h$

Muốn cho công trình ổn định ta phải có  $M > 0$ .

Vậy ta tính xác suất  $P(M > 0)$  thông qua chỉ số độ tin cậy  $\beta$

$$\beta = \frac{\mu_M}{\sigma_M}$$

Theo tiêu chuẩn thiết kế hiện hành  $\beta > 4$ .

Dùng phương pháp tuyến tính hoá để lính chỉ số độ tin cậy (3 trong đó các giá trị kỳ vọng toán ( giá trị trung bình ) và độ lệch chuẩn ( độ lệch quân phương ) được xác định như sau:

Kỳ vọng toán:  $\mu_M = \mu_{M_{CL}} - \mu_{M_L}$

Độ lệch chuẩn:  $\sigma_M = \sqrt{\sigma_{M_{CL}}^2 + \sigma_{M_L}^2}$

Xác suất an toàn được tính theo công thức:

$$P_s = 1 - P_f$$

Trong đó  $P_f$  và  $\beta$  có quan hệ theo bảng sau:

$\beta$	2,25	3,25	3,75	4.25	4,75	5.25
$P_f$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-5}$	$10^{-6}$	$10^{-7}$

Sử dụng các kết quả tính toán ở trên ta tính xác suất an toàn ( Chỉ số độ tin cậy ) cho một số công trình trong các trường hợp: Nền cứng, nền đàn hồi và nền đàn dẻo.

## 4.2. Các ví dụ tính toán.

### 4.2.1. Ngôi nhà số 476 - Đội Cấn - Hà Nội

Theo kết quả của ví dụ tính toán ổn định ở trên ta có:

Các giá trị trung bình:

$$\mu_1 = 15,2m, \mu_h = 22,25m, \mu_p = 52,12T, \mu_Q = 964T, \mu_a = 4m$$

$$\mu_b = 20m, \mu_c = 10000T / m^3, \mu_{r1} = 22T / m^2$$

Các độ lệch chuẩn ta lấy như sau:

$$\sigma_1 = 0,5m, \sigma_h = 1m, \sigma_p = 7,8T, \sigma_Q = 20T, \sigma_a = 0,05m, \sigma_b = 0,1m, \sigma_c = 2000T / m^3, \sigma_{r1} = 4T / m^2,$$

### 1. Khi nền cứng tuyệt đối

Theo ( 2.3 ) ta có:  $M = \frac{Qa}{2} - Ph$

$$\Rightarrow \mu_M = \frac{\mu_Q \mu_a}{2} - \mu_p \mu_h = \frac{964 \times 4}{2} - 52,12 \times 22,25 = 768,33Tm$$

$$\frac{\partial M}{\partial Q} = \frac{a}{2} = \frac{4}{2} = 2m, \frac{\partial M}{\partial a} = \frac{Q}{2} = \frac{964}{2} = 482T,$$

$$\frac{\partial M}{\partial P} = -h = -22,25, \frac{\partial M}{\partial h} = -P = -52,12T.$$

$$\Rightarrow \sigma_M = \sqrt{(2 \times 20)^2 + (482 \times 0,05)^2 + (22,25 \times 7,8)^2 + (52,12 \times 1)^2} = 187,13Tm,$$

### 2. Trường hợp nền biến dạng đàn hồi.

Theo (2.13) ta có:  $M = \frac{Qa}{2} - \frac{Q}{2} \sqrt[3]{\frac{12Ql}{cb}} - Ph$

$$\Rightarrow \mu_M = \frac{964 \times 4}{2} - \frac{964}{2} \sqrt[3]{\frac{12 \times 964 \times 15,2}{10000 \times 20}} - 52,12 \times 22,25 = 306,38Tm$$

$$\frac{\partial M}{\partial Q} = \frac{a}{2} - \frac{2}{3} \sqrt[3]{\frac{12Ql}{cb}} = \frac{4}{2} - \frac{2}{3} \sqrt[3]{\frac{12 \times 964 \times 15,2}{20 \times 10000}} = 1,36$$

$$\frac{\partial M}{\partial a} = \frac{Q}{2} = \frac{964}{2} = 482T,$$

$$\frac{\partial M}{\partial b} = \frac{Q}{6} \sqrt[3]{\frac{12Ql}{cb^4}} = \frac{964}{6} \sqrt[3]{\frac{12 \times 964 \times 15,2}{10000 \times 20^4}} = 7,96T,$$

$$\frac{\partial M}{\partial c} = \frac{Q}{6} \sqrt[3]{\frac{12Ql}{bc^4}} = \frac{964}{6} \sqrt[3]{\frac{12 \times 964 \times 15,2}{10000 \times 20^4}} = 0,015m^4,$$

$$\frac{\partial M}{\partial c} = \frac{Q}{6} \sqrt[3]{\frac{12Ql}{cbl^2}} = \frac{964}{6} \sqrt[3]{\frac{12 \times 964}{20 \times 10000 \times 15,2^4}} = 10,12T,$$

$$\frac{\partial M}{\partial P} = -h = -22,25m, \quad \frac{\partial M}{\partial h} = -P = -52,12T.$$

$$\Rightarrow \sigma_M = \sqrt{\frac{(1,36 \times 20)^2 + (482 \times 0,05)^2 + (7,69 \times 0,1)^2 + (0,015 \times 2000)^2}{+ (10,12 \times 0,5)^2 + (22,25 \times 7,8)^2 + (52,12 \times 1)^2}} = 187,3Tm.$$

$$\Rightarrow \beta = \frac{306,58}{187,3} = 1,63 < 4$$

### 3.Tr-êng hîp nÒn biÕn d'ng theo m« h×nh ®µn d'õ Prandtl

a. Khi mãng toµn tiÕp xóc v'ì nÒn

Theo ( 2.37 ) ta có:  $M = \left( \frac{a(r_1 ab - Q)}{2} \right) \left( 1 - \sqrt[3]{\frac{Ql}{cJ}} \right) - Ph$

$$\Rightarrow \mu_M = \frac{22 \times 4 \times 20 - 964}{2} \left( 4 - \sqrt[3]{\frac{12 \times 964 \times 15,2}{10000 \times 20}} \right) - 52,12 \times 22,25 = 50,28 Tm$$

$$\frac{\partial M}{\partial Q} = \frac{1}{2} \left[ \frac{4}{3} \sqrt[3]{\frac{12Ql}{bc}} - a \left( 1 + \frac{1}{3} r_1 b \sqrt[3]{\frac{12l}{bcQ^2}} \right) \right] =$$

$$\frac{1}{2} \left[ \frac{4}{3} \sqrt[3]{\frac{12 \times 964 \times 15,2}{20 \times 10000}} - 4 \left( 1 + \frac{1}{3} 22 \times 20 \sqrt[3]{\frac{12 \times 15,2}{20 \times 22 \times 946^2}} \right) \right] = -1,65 m$$

$$\frac{\partial M}{\partial a} = \frac{1}{2} \left( 2r_1 ab - r_1 b \sqrt[3]{\frac{12Ql}{bc}} - Q \right) =$$

$$\frac{1}{2} \left( 2 \times 20 \times 22 \times 4 - 22 \times 20 \sqrt[3]{\frac{12 \times 964 \times 15,2}{20 \times 10000}} - 964 \right) = 1067,24 T$$

$$\frac{\partial M}{\partial b} = \frac{1}{2} \left[ r_1 a^2 - \frac{2}{3} r_1 a \sqrt[3]{\frac{12Ql}{bc}} - \frac{Q}{3} \sqrt[3]{\frac{12Ql}{cb^4}} \right] =$$

$$\frac{1}{2} \left[ 22 \times 4^2 - \frac{2}{3} 22 \times 4 \sqrt[3]{\frac{12 \times 964 \times 12,5}{10000 \times 20}} - \frac{964}{3} \sqrt[3]{\frac{12 \times 964 \times 12,5}{10000 \times 20^4}} \right] = 140,2 T$$

$$\frac{\partial M}{\partial c} = \frac{1}{6} \left[ (r_1 ab - Q) \sqrt[3]{\frac{12Ql}{bc^4}} \right] = \frac{1}{6} \left[ (22 \times 4 \times 20 - 964) \sqrt[3]{\frac{12 \times 964 \times 12,5}{20 \times 10000^4}} \right] = 0,127 m^4,$$

$$\frac{\partial M}{\partial r_1} = \frac{1}{2} \left( a^2 b - ab \sqrt[3]{\frac{12Ql}{bc}} \right) = \frac{1}{2} \left[ 4^2 \times 22 - 4 \times 22 \sqrt[3]{\frac{12 \times 964 \times 15,2}{20 \times 10000}} \right] = 121,68 m^3,$$

$$\frac{\partial M}{\partial l} \frac{1}{6} (Q - r_1 ab) \sqrt[3]{\frac{12Q}{bcl^2}} = \frac{1}{6} (964 - 22 \times 4 \times 20) \sqrt[3]{\frac{12 \times 964}{20 \times 10000 \times 15,2^4}} = -8,36 T,$$

$$\frac{\partial M}{\partial P} = -h = -22,25 m, \quad \frac{\partial M}{\partial h} = -P = -52,12 T.$$

$$\Rightarrow \sigma_M = \sqrt{\frac{(1,65 \times 20)^2 + (1067,24 \times 0,05)^2 + (140,2 \times 0,1)^2 + (0,127 \times 2000)^2}{+ (-8,36 \times 0,5)^2 + (121,68 \times 4)^2 + (22,25 \times 7,8)^2 + (52,12 \times 1)^2}} = 581,72 Tm.$$

$$\Rightarrow \beta = \frac{50,28}{581,72} = 0,086 < 4$$



*b. Khi mét phÇn mǎng nhÊc l<sup>n</sup> khái nÒn*

Theo ( 2.39 ) ta có:

$$M = \frac{Qa}{1} - \frac{1}{2} \left[ \frac{Q^2}{br_1} + \frac{1}{4} br_1 \left( \frac{12Ql}{bc} \right)^{2/3} \right] - Ph$$
$$\Rightarrow \mu_M = \frac{964 \times 4}{2} - \frac{1}{2} \left[ \frac{964^2}{20 \times 22} + \frac{1}{4} 20 \times 22 \left( \frac{12 \times 964 \times 12,5}{20 \times 10000} \right)^{2/3} \right] - 52,12 \times 22,25 = -278,57 Tm$$

$\mu_M < 0$  , chứng tỏ mô men lật lớn hơn mô men chống lật, song nhà chưa lật là vì trong tính toán ta lấy tải trọng ngang lớn nhất theo tiêu chuẩn ( trong thực tế công trình chưa gặp ). Tuy nhiên qua tính toán ta thấy khả năng công trình bị lật là rất lớn.

### **1. SO SÁNH XÁC SUẤT CHỐNG LẬT VÀ HỆ SỐ CHỐNG LẬT.**

Ta thấy giữa hệ số an toàn chống lật và xác suất chống lật có sự tương quan: Hệ số an toàn lớn thì chỉ số độ tin cậy lớn.

Tuy nhiên khi dùng chỉ số độ tin cậy  $\beta$  ta thấy nó giảm một cách nhanh và rõ rệt hơn hệ số an toàn  $k_{cl}$  nếu đi từ nền cứng sang nền đàn hồi và đàn dẻo. Bởi vì trong các nền đàn hồi và đàn dẻo thì các yếu tố của nền có ảnh hưởng lớn trong khi các yếu tố đó lại có những sai số đáng kể trong quá trình tính toán.

### **2. KẾT LUẬN.**

Dùng xác suất chống lật cũng đánh giá được mức độ không an toàn hay an toàn như hệ số an toàn. Nhưng nếu dùng xác suất chống lật còn có khả năng thể hiện gần đúng hơn quá trình làm việc của công trình vì có kể đến các yếu tố sai lệch ngẫu nhiên. Đồng thời cũng chỉ ra cho chúng ta thấy một số biện pháp làm tăng khả năng chống lật cho công trình chẳng hạn cần nâng cao trình độ tính toán cũng như trình độ khảo sát, thi công để làm giảm những sai số qua đó làm tăng xác suất chống lật.

## KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Đối với các công trình cao trên nền biến dạng thì việc xét đến ổn định tổng thể là rất cần thiết, biến dạng của nền đã làm giảm khả năng chống lật cho công trình.
2. Do thiếu hiểu biết và do buông lỏng quản lý xây dựng mà ở Hà Nội đã xây dựng nhiều nhà cao có chiều ngang hẹp, sau khi tính toán kiểm tra thấy hệ số an toàn chống lật quá thấp.
3. Có nhiều phương pháp làm tăng khả năng chống lật song thông thường với công trình cao người ta cắm sâu vào lòng đất một số tầng và dùng móng cọc để tăng mô men chống lật cho công trình. Dạng móng bè trên nền cọc thì khả năng chống lật kém, chỉ chịu tải trọng thẳng đứng tốt ( chống lún tốt).
4. Nhà có chiều rộng từ 3m đến 4m móng không bám sâu vào nền đất thì chỉ nên xây từ 3 đến 4 tầng cao, thành phố nên có những quy định về chiều cao hợp lý của các nhà xây trong thành phố với chiều ngang hẹp.
5. Nền đất và tải trọng mang đặc trưng ngẫu nhiên rõ rệt, nghĩa là phương sai đáng kể. Để đánh giá chính xác độ an toàn chống lật thì dùng lý thuyết độ tin cậy là hợp lý và rõ ràng nhất.
6. Độ an toàn thấp, song hiện các ngôi nhà trong các ví dụ tính toán vẫn tồn tại bởi vì:

Không an toàn là với tải trọng tiêu chuẩn nghĩa là cấp gió hay cấp động đất thiết kế lấy theo chu kỳ lặp dài, còn hiện nay tải trọng ngang thấp thì nhà không lật.

Bằng cách giảm tải trọng ngang ta sẽ tăng được hệ số chống lật hay độ tin cậy chống lật, song giảm tải trọng ngang thì thời gian sử dụng an toàn của công trình giảm vì chu kỳ lặp ngắn, điều đó rất nguy hiểm đối với người sử dụng.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

### A. Phần tài liệu trong nước:

1. Lều Thọ Trình. *Cơ học kết cấu - Tập 1 và 2*. Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật. Hà Nội, 2001.
2. Nguyễn Thị Bích Ngọc, *Ổn định tổng thể của công trình cao* - Báo cáo hội nghị khoa học sinh viên - ĐHXD - 1996.
3. Nguyễn Văn Quảng, Nguyễn Hữu Kháng, Uông Đình Chất. *Nền và móng các công trình dân dụng - công nghiệp*. NXB Xây dựng.
4. Nguyễn Văn Phó. *Bài giảng về Độ tin cậy* - Khoa sau đại học - ĐHXD - 1993.
- Nguyễn Y Tô, Lê Minh Khanh, Lê Quang Minh, Nguyễn Khải, Vũ Đình Lai. *Sức bền vật liệu*. NXB Đại học và Trung học chuyên nghiệp. Hà Nội, 1970.
5. Phạm Khắc Hùng, Đào Trọng Long, Lê Văn Quý, Lều Thọ Trình. *Ổn định và động lực học công trình*. NXB Đại học và trung học chuyên nghiệp. Hà Nội, 1979.
6. *Tải trọng và tác động — Tiêu chuẩn thiết kế TCVN2737 - 1995*.
7. *Tải trọng động đất đối với nhà và công trình - Tiêu chuẩn thiết kế TCXD-2000*.
8. Vũ Công Ngữ, Nguyễn Văn Dũng. *Cơ học đất*. NXB Xây dựng.

### B. Phần tài liệu nước ngoài

1. Chajes A. *Principles of Structural Stability Theory*. Prentice - Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.
2. Chen W.F., Lui E.M. *Structural Stability - Theory and implementation*. Elsevir Science Publishing Co., Inc. 1987. American.
3. Panovko I. G., Gubanov I. *Stability and Oscillation of elastic system* (in Russian). Science - Moscow, 1979.