

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO**  
**ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG**

**NGUYỄN THỊ THANH NGÀ**

**PHÂN TÍCH NỘI LỰC VÀ ĐỀ XUẤT  
BIỆN PHÁP GIẢM CHẤN CẦU DÂY VẏNG  
TẠI NÚT GIAO THÔNG NGÃ BA HUẾ CHỊU  
TÁC ĐỘNG CỦA ĐỘNG ĐẤT**

**Chuyên ngành: Kỹ thuật xây dựng công trình giao thông**

**Mã số: 60 58 02 05**

**TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**

**Đà Nẵng – Năm 2015**

Công trình được hoàn thành tại  
**ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG**

**Người hướng dẫn khoa học: PGS.TS. Hoàng Phương Hoa**

Phản biện 1: TS. Trần Đình Quảng

Phản biện 2: TS. Cao Văn Lâm

Luận văn đã được bảo vệ trước Hội đồng chấm Luận văn tốt nghiệp thạc sĩ Kỹ thuật họp tại Đại học Đà Nẵng vào ngày 13 tháng 9 năm 2015

*\* Có thể tìm hiểu luận văn tại:*

- Trung tâm Thông tin - Học liệu, Đại học Đà Nẵng*
- Trung tâm Học liệu, Đại học Đà Nẵng*

## MỞ ĐẦU

### 1. TÍNH CẤP THIẾT CỦA ĐỀ TÀI

Động đất xảy ra hằng ngày trên Trái Đất, nhưng hầu hết không đáng chú ý và không gây ra thiệt hại. Động đất lớn có thể gây thiệt hại trầm trọng và gây tử vong bằng nhiều cách. Động đất có thể gây ra đất lở, đất nứt, sóng thần, nước triều giả, đê vỡ và hỏa hoạn. Tuy nhiên, trong hầu hết các trận động đất, sự chuyển động của mặt đất gây ra nhiều thiệt hại nhất. Trong rất nhiều trường hợp, có rất nhiều trận động đất nhỏ hơn xảy ra trước hay sau lần động đất chính, những trận này được gọi là dư chấn. Năng lực của động đất được trải dài trong một diện tích lớn, và trong các trận động đất lớn có thể trải hết toàn cầu. Các nhà khoa học thường có thể định được điểm mà các sóng địa chấn được bắt đầu. Điểm này được gọi là chấn tiêu. Hình chiếu của điểm này lên mặt đất được gọi là chấn tâm.

Qua đó chúng ta thấy được động đất ngày càng trở nên phổ biến, khó lường trước được hậu quả của chúng, tuy nhiên việc tính toán động đất còn khá mới mẻ và ít tài liệu đề cập đến các phương pháp tính toán động đất cũng như các tác động của động đất gây ra đối với công trình cầu. Sau một số nghiên cứu của các nhà khoa học về động lực học đối với công trình cầu đã giúp chúng ta hiểu rõ thêm về những ứng xử của công trình cầu dưới tác dụng của động đất cũng như các biện pháp kỹ thuật hạn chế những tác động đó.

Hiện nay, tác động của động đất lên công trình cầu dây văng là một vấn đề cần được quan tâm. Có nhiều phương pháp được đề xuất để tính toán tác động của động đất lên công trình như phương pháp tính ngang tương đương, phương pháp phổ phản ứng hay phương pháp lịch sử thời gian... Ứng với mỗi bài toán, mỗi phương

pháp đều có những ưu điểm riêng. Luận văn sẽ đi sâu vào việc phân tích các phương pháp đó cũng như phương pháp nào thích hợp để tính toán động đất cho công trình cầu dây văng. Trên thực tế, các nghiên cứu về động lực học động đất phải tiến hành đồng thời cả lý thuyết và thực nghiệm. Từ những nghiên cứu đó, các ứng dụng thiết bị giảm chấn để hạn chế dao động của hệ dầm cầu dây văng cũng được phát triển.

## **2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU**

### **Đối tượng nghiên cứu**

Phân tích nội lực cầu dây văng tại nút Ngã Ba Huế - Đà Nẵng chịu tác động của động đất.

### **Phạm vi nghiên cứu**

Nghiên cứu dao động của cầu dây văng khi chịu dao động của động đất.

## **3. MỤC TIÊU VÀ NHIỆM VỤ NGHIÊN CỨU**

### **Mục tiêu**

Nghiên cứu các phương pháp tính toán động đất đối với công trình cầu cũng như tác động của nó đối với công trình cầu dây văng;

Các biện pháp hạn chế dao động và nội lực của cầu;

Giải quyết 1 bài toán thực tế của cầu dây văng khi chịu tác động của động đất khi có và không có lắp đặt thiết bị giảm chấn( ví dụ tính toán, khảo sát sơ đồ cầu dây văng tại nút Ngã Ba Huế – Đà Nẵng). Xét cho đoạn cầu vượt tầng 2 từ Tôn Đức Thắng đi Điện Biên Phủ.

### **Nhiệm vụ**

Từ mục tiêu nêu trên, đề tài đặt ra các nhiệm vụ nghiên cứu cụ thể như sau:

Tổng hợp các kiến thức động đất;

Thu thập, phân tích và tổng hợp tài liệu về ảnh hưởng của động đất lên các công trình cầu;

Phân tích nội lực cầu dây văng dưới tác dụng của tải trọng động đất;

Tính toán dao động của cầu dây văng tại nút Ngã Ba Huế chịu tác dụng của động đất;

Kết luận và đưa ra thiết bị giảm chấn nhằm ngăn ngừa ảnh hưởng động đất cho cầu dây văng.

#### **4. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

Tổng hợp các kiến thức động đất. Thu thập, phân tích và tổng hợp tài liệu về ảnh hưởng của động đất lên các công trình xây dựng. Nghiên cứu phân tích nội lực cầu dây văng dưới tác dụng của tải trọng động đất. Ứng dụng phương pháp nghiên cứu kết hợp với phần mềm Midas/Civil 2014 để tính toán dao động của cầu dây văng tại nút Ngã Ba Huế - TP. Đà Nẵng khi chịu tác dụng của tải trọng động đất.

#### **5. BỐ CỤC ĐỀ TÀI**

Ngoài phần mở đầu, kết luận và kiến nghị. Luận văn còn bao gồm bốn chương :

**Chương 1:** Nghiên cứu của động đất lên công trình cầu.

**Chương 2 :** Phân tích nội lực cầu dây văng dưới tác động của tải trọng động đất.

**Chương 3 :** Ví dụ phân tích nội lực cầu dây văng tại nút Ngã Ba Huế - Đà Nẵng chịu tác động của động đất.

**Chương 4 :** Các biện pháp giảm chấn cho cầu dây văng khi chịu tác động của động đất.

# CHƯƠNG 1

## NGHIÊN CỨU TÁC ĐỘNG CỦA ĐỘNG ĐẤT LÊN CÔNG TRÌNH CẦU

### 1.1. ĐẶC ĐIỂM CỦA ĐỘNG ĐẤT

#### 1.1.1. Khái niệm

Động đất là sự giải thoát đột ngột một lượng năng lượng lớn tích tụ trong một thể tích nào đó bên trong Trái đất. Thể tích tích tụ năng lượng đó gọi là vùng chấn tiêu hay lò động đất và tâm của vùng gọi là chấn tâm. Vị trí hình chiếu trên bề mặt của Trái đất, nằm ngay trên chấn tiêu gọi là chấn tâm. Khoảng cách giữa chấn tiêu và chấn tâm gọi là độ sâu chấn tiêu.

#### 1.1.2. Nguyên nhân

*a. Nội sinh*

*b. Ngoại sinh*

*c. Nhân sinh*

#### 1.1.3. Sóng địa chấn và sự truyền sóng

*a. Sóng địa chấn*

*b. Ảnh hưởng của nền đất tới chuyển động địa chấn*

#### 1.1.4. Đánh giá sức mạnh của động đất

Sức mạnh của động đất được tính toán thông qua:

- Thang cường độ động đất; và
- Thang độ lớn động đất (magnitude).

#### 1.1.5. Các đặc trưng chuyển động của nền đất

*a. Biên độ lớn nhất của chuyển động nền đất*

*b. Khoảng thời gian kéo dài chuyển động mạnh*

*c. Các nội dung tần số*

#### 1.1.6. Các thông số chuyển động của nền đất

## 1.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN CÔNG TRÌNH CẦU CHỊU TÁC ĐỘNG CỦA ĐỘNG ĐẤT

### 1.2.1. Phương pháp lực tĩnh ngang tương đương

Phương pháp lực tĩnh ngang tương đương là phương pháp mà trong đó lực quán tính do động đất sinh ra tác động lên kết cấu theo phương ngang được thay thế bằng tĩnh lực ngang tương đương. Lực do động đất gây ra tác động ở chân công trình được giả thuyết bằng tích số của hệ số địa chấn  $C$  và toàn bộ trọng lượng bản thân công trình  $Q$ . Hệ số địa chấn  $C$  phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau ở các tiêu chuẩn khác nhau, tuy nhiên quan trọng nhất vẫn là chu kỳ của dạng dao động đầu tiên để tra gia tốc trong phổ gia tốc thiết kế. Lực ngang  $Q$  được gọi là lực cắt đáy hoặc lực cắt tại chân công trình, sau đó được phân phối lại trên chiều cao công trình tại vị trí có khối lượng tập trung.

Phương pháp lực tĩnh ngang tương đương thích hợp với công trình cầu có hình dạng đều đặn, độ cứng và khối lượng phân bố đều trên mặt bằng và chiều cao.

### 1.2.2. Phương pháp phổ phản ứng

Phương pháp phổ phản ứng trước tiên xác định các chu kỳ và dạng dao động cho mỗi dạng dao động chính của kết cấu. Sau đó, từ phổ phản ứng thiết kế cho trước, xác định gia tốc cực đại ứng với chu kỳ dao động và hệ số cản tới hạn cho mỗi dạng dao động. Trên cơ sở này, bằng kỹ thuật phân tích dạng xác định phản ứng lớn nhất của hệ kết cấu ở các dạng dao động chính. Ưu điểm của phương pháp phổ phản ứng là tính toán nhanh, đơn giản và cho kết quả chính xác chấp nhận được. Do phải dùng nguyên lý cộng tác dụng nên phương pháp này chỉ giới hạn cho việc tính toán tuyến tính.

### 1.2.3. Phương pháp lịch sử thời gian

Phương pháp lịch sử thời gian thay vì dùng phổ gia tốc thiết kế như phương pháp phổ phản ứng, người ta dùng gia tốc đồ thực. Có hai cách để giải phương trình chuyển động của hệ kết cấu trong phương pháp này:

- Kỹ thuật phân tích dạng chính
- Tích phân trực tiếp phương trình chuyển động

## 1.3. HỆ THỐNG GIẢM CHẤN ĐƯỢC SỬ DỤNG TRONG CẦU DÂY VĂNG

### 1.3.1. Một vài vấn đề khi phân tích cầu dây văng chịu tác động của động đất

#### 1.3.2. Khái quát các thiết bị giảm chấn

- Cách ly nguồn gây ra dao động;
- Hấp thụ và hao tán năng lượng; và
- Điều khiển dao động tích cực.

## KẾT LUẬN

Động đất là hiện tượng địa chất tự nhiên đang hoành hành ngày càng phổ biến trên thế giới, trong đó có Việt Nam. Vì vậy trong điều kiện của nước ta hiện nay nên xây dựng phương pháp kháng chấn cho công trình theo phương pháp lực tĩnh ngang tương đương hoặc phương pháp động sử dụng phổ phản ứng. Trong tương lai, Việt Nam cần có các trạm quan trắc để ghi chép số liệu cụ thể chuyển động của đất nền tại các khu vực trong cả nước.

Động đất xảy ra rất khó dự đoán vì vậy nên khi xây dựng công trình không nên đặt tại những vị trí vết đứt gãy địa tầng, sụt lở, đoạn sông bồi tích. Khi thiết kế công trình cần quan tâm đến thiết kế kháng chấn và thiết kế cách chấn.



Thực tế đã cho chúng ta thấy thiết kế chống động đất cho cầu liên quan đến khả năng kháng lại của chúng trong một trận động đất. Nếu chúng ta kháng chấn tốt thì sẽ loại bỏ được rất nhiều rủi ro cho con người và công trình. Tuy nhiên, hiện nay cũng có rất nhiều biện pháp giảm chấn mang lại hiệu quả cao trong việc chống động đất cho công trình.

## CHƯƠNG 2

### PHÂN TÍCH NỘI LỰC CẦU DÂY VĂNG DƯỚI TÁC ĐỘNG CỦA TẢI TRỌNG ĐỘNG ĐẤT

#### 2.1. PHÂN TÍCH ĐỘNG ĐẤT TRONG CÔNG TRÌNH CẦU

##### 2.1.1. Giới thiệu chung

*a. Phân tích tĩnh và động*

*b. Các loại tải trọng động*

*c. Phân tích động đất trong thiết kế cầu*

##### 2.1.2. Bậc tự do động

*a. Hệ một bậc tự do (SDOF) chịu tác dụng của động đất*

*b. Hệ nhiều bậc tự do (MDOF) chịu tác dụng của động đất*

*c. Mô hình cản trong hệ MDOF*

##### 2.1.3. Khái niệm chung về phổ phản ứng

##### 2.1.4. Phương pháp phổ phản ứng tính toán động đất công trình cầu

Phương pháp phổ phản ứng là một phương pháp gần đúng trong tính toán động lực học nhằm đưa ra các phản ứng lớn nhất của công trình như chuyển vị, vận tốc, gia tốc của hệ một bậc tự do có cùng hệ số cản nhưng khác nhau tần số tự nhiên khi phản ứng với các kích thích khác nhau. Mô hình kết cấu của hệ có  $n$  bậc tự do động có thể chuyển về  $n$  hệ có một bậc tự do, như vậy thì các nguyên lý của phân tích phổ phản ứng có thể áp dụng cho hệ có nhiều bậc tự do. Đối với hầu hết các loại cầu, phân tích theo lịch sử thời gian dường như không cần thiết vì cần công sức tính toán lớn nên phương pháp phổ phản ứng được sử dụng khá phổ biến.

*a. Phân tích đơn phổ*

*b. Phương pháp tải trọng phân bố đều*

### ***c. Phân tích đơn phổ (Phân tích nhiều dạng dao động)***

#### **2.1.5. Phân tích lịch sử thời gian**

Khi kết cấu cầu đòi hỏi phải phân tích phi tuyến hoặc tính chất cản không còn được mô hình như thông thường thì phân tích dạng chính không còn được sử dụng. Một phương pháp tích phân số, thông thường được hiểu là phân tích lịch sử thời gian, được sử dụng để phân tích chính xác phản ứng của kết cấu.

Trong phân tích lịch sử thời gian, trục thời gian được chia thành những bước nhỏ  $dt$ . Ở khoảng thời gian thứ  $i$ , phản ứng được xác định bằng các giá trị  $u_i, \dot{u}_i, \ddot{u}_i$ . Như vậy phản ứng của kết cấu ở khoảng thời gian thứ  $i$  phải thoả mãn phương trình:

$$[M]\{\ddot{u}_i\} + [C]\{\dot{u}_i\} + [K]\{u_i\} = -[M]\{\ddot{u}_{gi}\} \quad (2.48)$$

Ở khoảng thời gian thứ  $i+1$ , phương trình là:

$$[M]\{\ddot{u}_{i+1}\} + [C]\{\dot{u}_{i+1}\} + [K]\{u_{i+1}\} = -[M]\{\ddot{u}_{gi+1}\} \quad (2.49)$$

Bằng cách giải lần lượt các phương trình trên ta thu được phản ứng của kết cấu theo lịch sử thời gian.

## **2.2 PHÂN TÍCH CẦU DÂY VĂNG DƯỚI TÁC DỤNG CỦA TẢI TRỌNG ĐỘNG ĐẤT**

### **2.2.1. Dầm cứng**

### **2.2.2. Tháp cầu**

### **2.2.3. Dây văng**

## **KẾT LUẬN**

Phương pháp tính toán cầu dây văng chịu tải trọng động đất trong phạm vi nghiên cứu của luận văn: phương pháp phổ phản ứng và phương pháp lịch sử thời gian.

Phân tích chi tiết và đưa ra được những trình tự tính toán cho các phương pháp tính toán công trình cầu chịu tải trọng động đất của Việt Nam hiện nay.

### CHƯƠNG 3

## VÍ DỤ PHÂN TÍCH NỘI LỰC CẦU DÂY VĂNG TẠI NÚT NGÃ BA HUẾ - ĐÀ NẴNG CHỊU TÁC ĐỘNG CỦA ĐỘNG ĐẤT

### 3.1. CÁC SỐ LIỆU CỦA CẦU DÂY VĂNG TẠI NÚT NGÃ BA HUẾ - ĐÀ NẴNG

#### 3.1.1 Giới thiệu chung về cầu dây văng tại nút Ngã Ba Huế - Đà Nẵng

Nút giao thông Ngã Ba Huế nằm ở phía Tây Bắc thành phố Đà Nẵng, trên địa phận quận Thanh Khê, quận Cẩm Lệ và quận Liên Chiểu. Tại vị trí nút giao, Quốc lộ 1A vượt qua đường sắt Bắc Nam rồi rẽ phải đi dọc theo đường sắt về phía Nam. Tuyến Quốc lộ 1A cũng đầu nối với đường Điện Biên Phủ (đường vào trung tâm thành phố Đà Nẵng tạo thành ngã ba đường bộ) và tuyến đường sắt quốc gia Hà Nội - TP.Hồ Chí Minh.

Cầu vượt tầng 2 từ Tôn Đức Thắng đi Điện Biên Phủ:

- Sơ đồ nhịp: Liên 1 (2x30+2x35+30)m+ Dây văng (2x90)m+ Liên 2 (30+35+5x30)m;

- Liên 1 và Liên 2 là các dầm bản rộng BTCT DƯL liên tục;

- Nhịp chính là cầu dây văng dầm BTCT DƯL, trụ tháp bằng BTCT, móng cọc khoan nhồi;

- Trụ: Dạng trụ thân đặc bằng BTCT, trên hệ móng cọc;

#### 3.1.2. Điều kiện tự nhiên khu vực xây dựng cầu

*a. Điều kiện địa hình*

*b. Điều kiện địa chất*

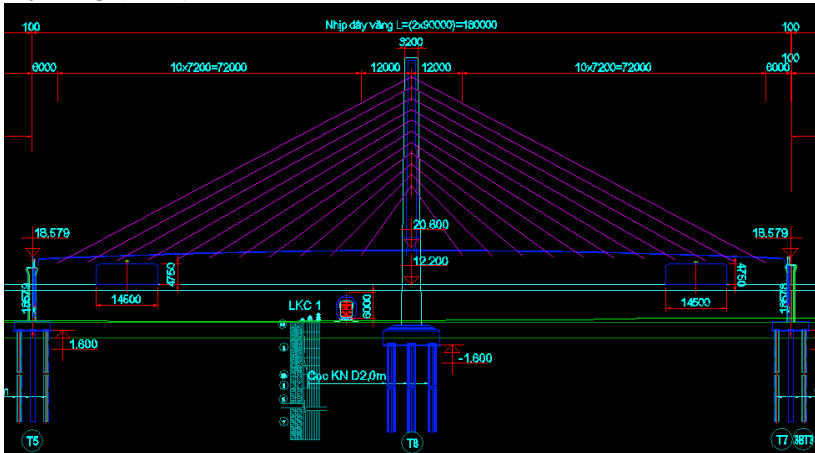
*c. Điều kiện thủy văn*

#### 3.1.3. Các thông số chung về cầu

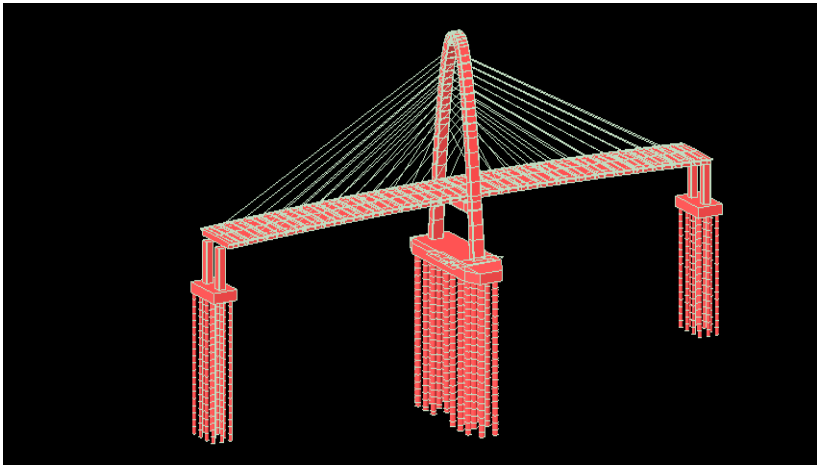
Cầu có tổng chiều dài  $L_c=555m$  gồm 14 nhịp bố trí theo sơ đồ:

Liên 1 (2x30+2x35+30)m+ Dây văng (2x90)m+ Liên 2 (30+35+5x30)m

Trong quá trình mô hình và phân tích tính toán tính cho nhịp dây văng (2x90)m.



Hình 3.3. Mặt cắt dọc cầu



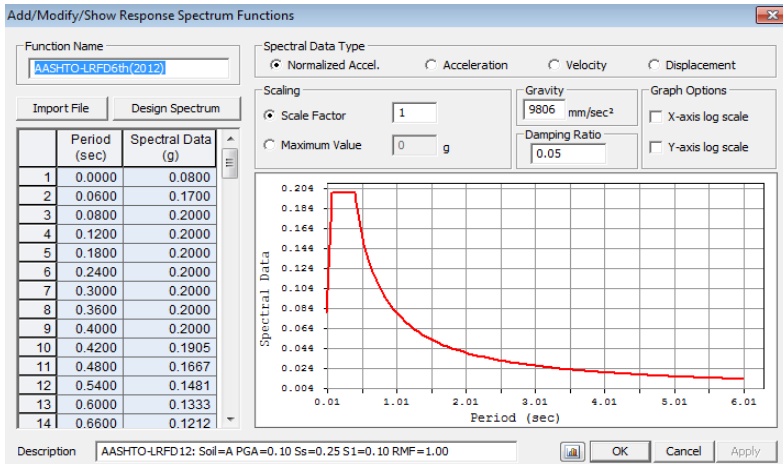
Hình 3.4. Mô hình hóa cầu dây văng tại nút Ngã Ba Huế

## 3.2. PHÂN TÍCH CẦU

### 3.2.1. Phương pháp lực tĩnh ngang tương đương

### 3.2.2. Phương pháp phổ phản ứng

Khi phân tích cầu dây văng theo phương pháp phổ phản ứng phụ thuộc vào số dạng dao động tự do được xét đến trong kỹ thuật phân tích dạng chính. Với sơ đồ tính toán như trên, cầu dây văng sẽ được khảo sát nội lực và chuyển vị theo số dạng dao động bằng phần mềm Midas/Civil 2011. Phổ thiết kế được sử dụng là phổ thiết kế theo tiêu chuẩn Việt Nam 22TCN272-05. Phương pháp tổ hợp được dùng là CQC là tổ hợp bậc hai hoàn toàn. Hệ số cản được xem như là hằng số và bằng 5% cho tất cả dạng dao động.



Hình 3.5. Phổ thiết kế theo tiêu chuẩn 22TCN272-05

Trình tự:

1. Mô hình hóa kết cấu;
2. Xác định sự phân bố khối lượng trong kết cấu;
3. Xác định các thông số của phân tích trị riêng;

4. Xây dựng hàm phổ đáp ứng và trường hợp tải trọng cho phân tích phổ đáp ứng;

5. Xác định nguyên tắc tổ hợp đáp ứng; và

6. Tiến hành phân tích và xử lý kết quả.

Dựa vào phần mềm Midas, kết cấu cầu được phân tích và đưa ra các giá trị chuyển vị của các nút, nội lực của các thanh theo thời gian.

### **3.2.3. Phương pháp lịch sử thời gian**

Mô hình cầu dây văng được phân tích theo gia tốc nền một trận động đất lớn trên thế giới là El. Cetro Site năm 1940. Gia tốc nền của trận động đất này được ghi lại với số gia thời gian là 0,02s. Gia tốc nền được kích thích theo ba phương theo gia tốc đồ đo được. Kỹ thuật phân tích dạng chính được sử dụng để phân tích lịch sử thời gian chuyển động của kết cấu.

Trình tự:

1. Mô hình hóa kết cấu;

2. Xác định sự phân bố khối lượng trong kết cấu;

3. Xác định số dạng (số tần số) dao động riêng cần thiết;

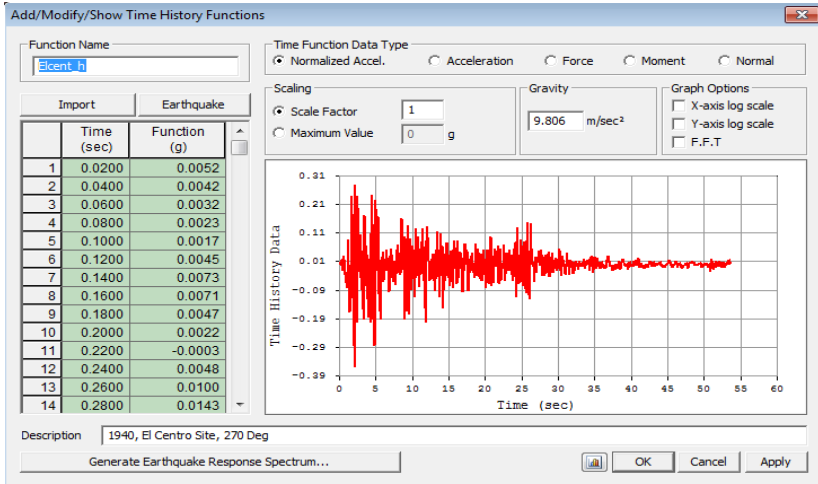
4. Xây dựng các trường hợp tải trọng ứng với bài toán phân tích lịch sử thời gian;

5. Xây dựng hàm mô tả sự thay đổi tác động theo thời gian;

6. Xác định gia tốc đất nền; và

7. Phân tích và xử lý kết quả.

Dựa vào phần mềm Midas, kết cấu cầu được phân tích và đưa ra các giá trị chuyển vị của các nút, nội lực của các thanh theo thời gian. Đồng thời các phổ chuyển vị, phổ vận tốc, phổ gia tốc cũng được vẽ dựa vào phân tích theo gia tốc đồ.



Hình 3.12. Gia tốc nền theo phương X của trận động đất El.Centro Site vào năm 1940

### 3.2.4. Kết quả

- Phương pháp phổ phản ứng

Bảng 3.1. Giá trị nội lực lớn nhất và nhỏ nhất theo phương X, phương Y

Phương		Lực dọc (kN)	Lực cắt-y (kN)	Lực cắt-z (kN)	Moment xoắn (kN·m)	Moment-y (kN·m)	Moment-z (kN·m)	Chuyển vị (mm)
X	Max	386.12	538.54	2752.59	524.349	227.712	15447.7	21.7
	Min	0	0	0.01	0	0	0	
Y	Max	1284.4	1788.8	509.062	154.055	5839.03	51432	8.33
	Min	0	0	0	0	0	0	

- Phương pháp lịch sử thời gian:



*Bảng 3.2. Giá trị nội lực, chuyển vị lớn nhất và nhỏ nhất trong trận động đất El.Centro 1940*

	Lực dọc (kN)	Lực cắt-y (kN)	Lực cắt-z (kN)	Moment xoắn (kN·m)	Moment-y (kN·m)	Moment-z (kN·m)	Chuyển vị (mm)
Max	35555.4	47848.4	23364.6	5004.94	29247	1308800	9.37
Min	-35439	-48418	-22388	-5029.09	-346836	-1444570	

Chuyển vị, nội lực lớn nhất của các nút và thanh tại các vị trí ta xét ở trên theo các bảng sau:

*Bảng 3.3. Giá trị nội lực lớn nhất của các thanh 212, 187, 10053, 10135 tính bằng phương pháp phổ phản ứng*

Phương	Thanh	Lực dọc (kN)	Lực cắt-y (kN)	Lực cắt-z (kN)	Moment xoắn (kN·m)	Moment-y (kN·m)	Moment-z (kN·m)	
X	Đỉnh tháp	212	27.544	226.235	3.32863	29.6634	250.446	198.856
		187	8.32478	212.126	10.5380	87.9547	235	384.629
	Giữa nhịp	10053	59.1968	59.3976	46.9537	11.3049	1569.25	1657.57
		10135	52.7054	53.5486	41.1475	10.5695	1652.48	1314.35
Y	Đỉnh tháp	212	91.5688	751.237	1.55218	9.40553	75.6126	660.422
		187	276.436	704.387	3.71734	27.0103	71.1535	1277.31
	Giữa nhịp	10053	18.8233	296.157	14.7193	37.0231	501.224	5440.77
		10135	26.0188	177.19	14.8416	34.372	499.52	4339.57

*Bảng 3.4. Giá trị nội lực lớn nhất của các thanh 212, 187, 10053, 10135 trong trận động đất El.Centro 1940*

Vị trí	Thanh	Lực dọc (kN)	Lực cắt-y (kN)	Lực cắt -z (kN)	Moment xoắn (kN·m)	Moment-y (kN·m)	Moment-z (kN·m)
Đỉnh tháp	212	2432.74	23240.6	86.8376	670.3147	5892.895	1235.607
	187	7109.84	21785.9	202.9389	2032.181	5507.809	17874.42
Giữa nhịp	10053	1276.59	8186.24	829.0276	1144.3	1448.3	235969.1
	10135	1705.75	4652.10	660.5849	702.6556	26815.84	198431.5

*Bảng 3.5. Giá trị chuyển vị lớn nhất của các nút 100, 101, 102, 450, 346 trong trận động đất El.Centro 1940*

Vị trí	Đỉnh tháp			Giữa nhịp	
Nút	100	101	102	450	346
Chuyển vị (mm)	256.399	255.684	253.722	320.816	320.946

## **KẾT LUẬN**

Khi tính toán động lực học cầu dây văng và tính toán động đất cầu dây văng điều chú ý là số dạng dao động cần xét đến. Số dạng dao động cần đủ để phân tích chính xác phản ứng chung của hệ. Đối với cầu dầm liên tục số dạng dao động tối thiểu bằng 3 lần số nhịp còn riêng đối với trường hợp cụ thể của sơ đồ cầu này, số dạng dao động cần xét đến là lớn hơn 9 dạng dao động đầu tiên.

Dựa vào phần mềm Midas/Civil để giải quyết công việc tính toán các bài toán động lực học công trình, đặc biệt là bài toán động đất. Đối với phương pháp phổ phản ứng, dựa vào gia tốc đồ cho trước hoặc phổ thiết kế cho trước chúng ta có thể xác định được nội

lực, chuyển vị của hệ, qua đó có thể xác định được giá trị nội lực max min của nút, bên cạnh đó nó còn có thể tính toán với nội lực và chuyển vị cho riêng của từng phần tử cụ thể. Đối với phương pháp lịch sử thời gian chuyển vị, vận tốc và gia tốc được tính toán cho mỗi nút.

Dựa trên kết quả thu được của phương pháp phổ phản ứng ta có thể lựa chọn các vị trí nút có chuyển vị, nội lực lớn nhất để tính toán cho phương pháp lịch sử thời gian.

## CHƯƠNG 4

### CÁC BIỆN PHÁP GIẢM CHẤN CHO CẦU DÂY VĂNG KHI CHỊU TÁC ĐỘNG CỦA ĐỘNG ĐẤT

#### 4.1. TỔNG QUAN VỀ CÁC THIẾT BỊ GIẢM CHẤN

##### 4.1.1. Điều khiển bị động (Passive Control)

###### a. Hệ cô lập móng (base isolation)

Gối cách ly bằng cao su

Gối con lắc ma sát SFP (Fiction pendulum system bearing)

###### b. Hệ tiêu tán năng lượng bị động

##### 4.1.2. Điều khiển chủ động (Active Control)

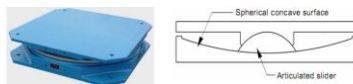
##### 4.1.3. Điều khiển bán chủ động (Semiactive Control):

#### 4.2. TÍNH TOÁN CẦU DÂY VĂNG TẠI NÚT NGÃ BA HUẾ CHỊU TÁC ĐỘNG CỦA ĐỘNG ĐẤT KHI CÓ BỐ TRÍ THIẾT BỊ GỐI TRƯỢT CON LẮC MA SÁT ĐƠN (SFP)

##### 4.2.1. Giới thiệu về gối trượt ma sát đơn (SFP)

###### a. Đặc điểm cấu tạo

Đây là loại gối được giới thiệu sớm nhất, có cấu tạo gồm một mặt cong bán kính  $R$  và một con lắc trượt trên bề mặt cong có hệ số ma sát  $\mu$ .



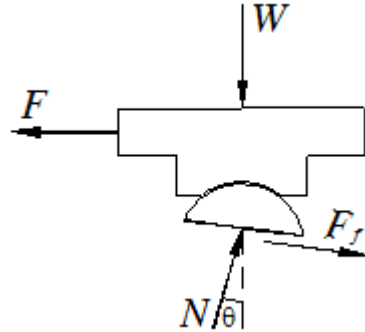
Hình 4.8. Gối trượt ma sát đơn, SFP

###### b. Cách xác định hệ số ma sát và bán kính lõm $R$ trong thiết bị SFP

###### c. Phân tích hệ thống cách chấn con lắc ma sát

###### d. Mô phỏng chuyển động của gối cách chấn SFP

Các thành phần lực:  
 W: Tổng lực đứng  
 toàn bộ kết cấu  
 F: Lực cắt ngang  
 F<sub>f</sub>: Lực ma sát  
 N: Phản lực



Hình 4.12 Cân bằng lực tại khớp trượt của SFPC

Chiếu các thành phần lực lên phương ngang

$$F = N \sin \theta + \frac{F_f}{\cos \theta} \quad (4.3)$$

-Vì chuyển vị ngang  $u$  rất nhỏ hơn so với bán kính mặt lõm  $R$  nên góc  $\theta$  rất bé. Vì vậy:

$$\sin \theta = \theta = x_b/R \text{ và } \cos \theta = 1$$

Một cách gần đúng:  $N = W/\cos \theta = W$

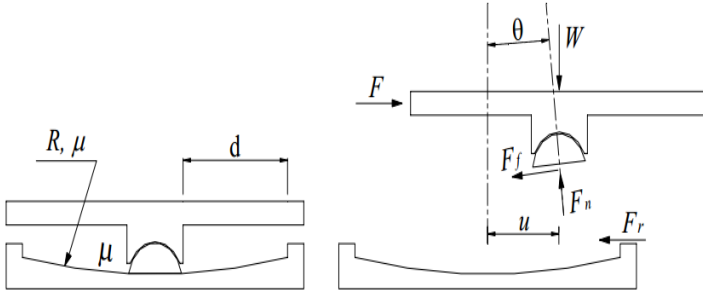
$$F_f = \mu W \operatorname{sgn}(\dot{u})$$

Vậy (4-29) có thể viết lại:

$$F = \frac{W}{R} u + \mu W \operatorname{sgn}(\dot{u}) = K_b u + \mu W \operatorname{sgn}(\dot{u}) \quad (4.4)$$

Đây là phương trình chuyển động theo phương ngang của gối

SFP



Hình 4.13: Chuyển vị ngang gối SFP

Vậy độ cứng chuyển vị ngang  $K_b$  của SFP được xác định:

$$K_b = \frac{W}{R} \quad (4.5)$$

Chu kỳ của SFP được xác định:

$$T_b = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K_b}} = 2\pi \sqrt{\frac{W}{gK_b}} = 2\pi \sqrt{\frac{R}{g}} \quad (4.5)$$

e. Ứng xử trễ của gối con lăn ma sát SFP

#### 4.2.2. Bố trí gối con lăn ma sát đơn SFP (khảo sát tại đỉnh tháp, giữa nhịp)

- Tham số gối được lựa chọn để tính toán:

+ Hệ số ma sát :  $\mu = 0.04$

+ Bán kính gối :  $R = 1.5\text{m}$

+ Bán kính hòn bi :  $r = 0.2\text{m}$

+ Gối có chuyển vị :  $D_{SFP} = 0.35\text{m}$

+ Độ cứng hữu hiệu :  $k_{eff} = 1074430 \text{ KN/m}$

$$\text{Với } k_{eff} = \frac{W}{R} + \mu_{max} \cdot \frac{W}{D_{FPS}} \quad (4.7)$$

Cường độ lực phân bố đều lên một dầm dọc chủ theo phương dọc cầu do tải trọng bản mặt cầu và các tiện ích: 9.8 kN/m

Khi khảo sát các gối con lắc ma sát đơn đặt tại vị trí trên trụ của cầu dây văng ta mô hình như là một phần tử Nonlinear Link theo 2 phương trong phần mềm Midas/Civil 2014. Nội lực và chuyển vị sẽ được tính toán theo phương pháp lịch sử thời gian áp dụng kỹ thuật phân tích dạng chính. Các gia tốc độ của trận động đất El.Centro 1940 được sử dụng để phân tích.

Sau khi khảo sát bằng phần mềm Midas/Civil 2014, ta có kết quả hiển thị như bảng sau:

*Bảng 4.2. Momen lớn nhất tại vị trí các thanh chịu trận động đất*

*El.Centro 1940 khi có bố trí gối SFP và khi sử dụng gối thường*

Loại gối	keff (KN/m)	Đỉnh tháp		Giữa nhịp	
		212	187	10053	10135
SFP (1)	1074430	4778.04	4568.87	1098.2	16789.44
Gối thường (2)	1207329	5532.44	5394.52	1226.49	24313.92
So sánh (1) và (2) %	1.12	1.2	1.18	1.1	1.44

*Bảng 4.3. Chuyển vị (mm) tại các điểm chịu trận động đất El.Centro*

*1940 khi có bố trí gối SFP và khi sử dụng gối thường*

Loại gối	Keff (KN/m)	Đỉnh tháp			Giữa nhịp	
		100	101	102	450	346
SFP (1)	1074430	322.78	399.7	319.45	365.47	413.6
Gối thường (2)	1207329	256.4	255.68	253.7	320.82	319.78
So sánh (1) và (2) %	1.12	1.26	1.56	1.27	1.14	1.29

Qua kết quả phân tích được ta thấy tương ứng với gối SFP có  $R=1.5m$ , hệ số ma sát  $\mu = 0.04$  và độ cứng hữu hiệu là 1074430 (kN/m) thì momen giảm và chuyển vị của cầu tăng so với khi ta thiết kế bằng gối thông thường.

## KẾT LUẬN

Khi khảo sát độ cứng của gói con lắc ma sát thì nội lực trong dầm đều có sự biến thiên, hầu hết đều thay đổi so với khi sử dụng gói thường.

Khi độ cứng gói nhỏ, giá trị chuyển vị lớn nhất trong dầm đạt giá trị lớn nhất và rõ ràng là khi độ cứng gói càng tăng thì chuyển vị của dầm và tháp càng tiến về chuyển vị khi bố trí gói thông thường.

Gói con lắc ma sát thực sự là một thiết bị giảm chấn hiệu quả cho cầu dây văng vì đối với những loại cầu này chuyển vị của nó khá lớn nên gói cao su lõi chì khó đáp ứng được yêu cầu.

Tốn ít không gian hơn cho thiết kế bố trí hệ thống gói so với gói cao su lõi chì nếu có cùng khả năng chuyển vị lớn nhất cho phép. Tuy nhiên mỗi thông số của gói chỉ phù hợp với một công trình cụ thể mà chúng ta đưa vào sử dụng.



## KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

### **Kết luận**

Khi sử dụng gối con lắc SFP thì mômen và chuyển vị tại các vị trí thay đổi so với khi sử dụng loại gối thông thường.

Có thể lựa chọn độ cứng hợp lý, hệ số ma sát và bán kính mặt cong phù hợp của gối sao cho nội lực trong kết cấu giảm và chuyển vị của kết cấu tăng không đáng kể.

Lựa chọn phương pháp tính toán động đất phải phù hợp, phổ biến là hai phương pháp : phương pháp lịch sử thời gian và phương pháp phổ phản ứng . Mỗi phương pháp đều có ưu, nhược điểm riêng, tuy nhiên giữa hai phương pháp cũng có tác động hỗ trợ nhau, có thể dựa vào phương pháp phổ phản ứng để lựa chọn những vị trí nút bất lợi nhất để đưa vào tính toán cho phương pháp lịch sử thời gian.

### **Kiến nghị**

Trong kết cấu không đối xứng có thể phát sinh dao động xoắn trong kết cấu nên phải chú ý tính toán dao động này.

Hệ số ma sát phụ thuộc vào tốc độ và áp lực tác động lên gối, nên trong một số trường hợp khó phát huy tác dụng. Trong một số trường hợp chúng ta có thể thay đổi hệ số ma sát để đảm bảo kết cấu quay trở lại vị trí ban đầu, điều khiển sự tắt dần của dao động và một số tham số khác cần thỏa mãn.

Nghiên cứu hệ kết cấu trong trường hợp bố trí cùng lúc hệ giảm chấn và cách chấn, hệ giảm chấn chủ động.

Ngoài việc sử dụng gối con lắc ma sát đơn chúng ta còn có thể

sử dụng thêm gói TFP, DFP cho từng loại công trình cầu vượt nhịp lớn như cầu treo dây võng, cầu dây văng .