

---

So sánh với tính toán dây neo theo phương pháp giải tích ta thấy rằng cách giải bài toán tĩnh học dây neo của hai quan điểm có cùng cơ sở lý luận và cách xây dựng mô hình tính nên cho các kết quả tương đồng khi xét đến cùng một điều kiện biên.

Bài toán tĩnh học dây neo theo phương pháp gần đúng thực dụng hướng dẫn thiết kế hệ neo tập trung vào việc giải bài toán bố trí neo hai phía của công trình có xét đến lực đẩy của dây neo.

Bên cạnh đó việc tính toán động học dây neo là cần thiết do có khả năng phản ánh chính xác hơn quá trình làm việc của dây neo dưới tác dụng của ngoại tải. Tuy nhiên, các nghiên cứu thực nghiệm cũng như lý thuyết và các kết quả quan trắc bằng mắt cho thấy rằng việc tính toán động học dây neo chỉ thực sự quan trọng và có ý nghĩa với các trường hợp sau [4]:

- Trong trường hợp phản ứng đối với tần số dao động sóng của kết cấu nổi là lớn thì các kết cấu nổi có dạng hình tàu cần được tính toán động học hơn là kết cấu nổi các dạng bán ngập.
- Khi chiều sâu khu nước đạt đến 150m (500 feet) trở lên.
- Khi dây neo có chứa các phần tử có lực cản lớn.

Động lực học dây thường không được xem xét trong phần lớn các tính toán và thiết kế hệ neo nổi sử dụng trong các nhà máy đóng mới và sửa chữa tàu thủy thông qua việc chấp nhận một mức độ an toàn nhất định cho kết cấu nổi được neo do lực căng động trong dây chỉ thực sự quan trọng khi độ sâu khu nước đạt giá trị 500 feet (xấp xỉ 150m).

Qua phân tích ở trên nhận thấy bài toán tĩnh học dây neo theo quan điểm gần đúng thực dụng có cách tính toán tương đối dễ thực hiện và đảm bảo độ chính xác cần thiết. Hơn thế nữa phương pháp tính này còn có khả năng làm tiền đề để xây dựng quy trình tính toán, thiết kế dây neo nổi trong nhà máy đóng mới và sửa chữa tàu thủy tại Việt Nam.

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1] Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 6474 – 4 (2007), *Quy phạm phân cấp và giám sát kỹ thuật kho chứa nổi - Phần 4: Hệ thống neo buộc định vị*, Hà Nội.
- [2] Phạm Văn Thứ (2007), *Công trình thủy công trong nhà máy đóng tàu thủy và sửa chữa tàu thủy*, Nhà xuất bản Giao thông Vận tải, Hà Nội.
- [3] А. И. Мережков (1969), Статический расчет якорных цепей постоянного сечения при одностороннем и двустороннем заякорении плавучего сооружения, *Издательство “Транспорт”, Москва*.
- [4] The center for Marine and Petroleum Technology (1998), *Floating structure: A guide for design and Analysis, Volume 2*, Oilfield Publication Ltd.
- [5] Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 6274:2003 (2003), *Quy phạm nổi*, Hà Nội.
- [6] Naval Facilities Engineering Command (1986), *Mooring design: Physical and Impirical data - Vessel & Ship Characteristics, Mooring Lines & Chain Buoys, Anchors & Riser Type Mooring Systems*
- [7] Lê Thị Lệ, *Luận văn cao học: Nghiên cứu phương pháp tính toán hệ dây neo nổi trong các nhà máy đóng mới và sửa chữa tàu thủy*, Khoa Sau đại học, Trường Đại học Hàng Hải 2009.

**Người phản biện: ThS. Đoàn Thế Mạnh**

---

## **PHÂN TÍCH TĨNH VÀ ĐỘNG HỌC CHO KẾT CẤU BẾN CẦU TÀU CHỊU ẢNH HƯỞNG ĐỘNG ĐẤT**

### **STABLE AND DYNAMIC ANALYSIS OF JETTY STRUCTURE UNDER THE IMPACT OF SEISMIC**

**NGUYỄN THỊ BẠCH DƯƠNG**

**Bộ môn Công trình Giao thông thành phố và Công trình thủy, Khoa Công trình,  
Trường Đại học Giao thông Vận tải**

#### **Tóm tắt**

Động đất là một hiện tượng ngẫu nhiên khó dự đoán chính xác được và gây ra các thiệt hại rất lớn đối với tính mạng và tài sản con người. Việt Nam là một nước nằm trong vùng có khả năng xảy ra động đất, do đó trong thiết kế công trình bến nói chung và

công trình bến móng cọc nói riêng có xét tải trọng động đất là rất cần thiết. Bài báo giới thiệu ảnh hưởng tải trọng động đất tới kết cấu bến móng cọc, thiết kế theo năng lực, các phương pháp phân tích tĩnh và động và ứng dụng phần mềm TDAPT cho bài toán này.

**Abstract**

Earthquakes are a random phenomenon which is difficult to predict accurately and cause massive damage to life and human property. Vietnam is located in areas with the possibility of earthquakes, so design of port structure in general and piled pier structure in particular with the earthquake load is considered essential. This paper presents effect of earthquake load to the piled pier structure, seismic performance-base design, study static and dynamic response analysis and applications of TDAPT software for this problem.

**1. Bến cầu tàu và các kiểu biến dạng và hư hỏng của nó khi chịu ảnh hưởng của động đất.**

Bến cầu tàu là một trong các dạng kết cấu cơ bản cho xây dựng bến cảng, là giải pháp hàng đầu cho kết cấu bến trên nền đất yếu (hình 1).

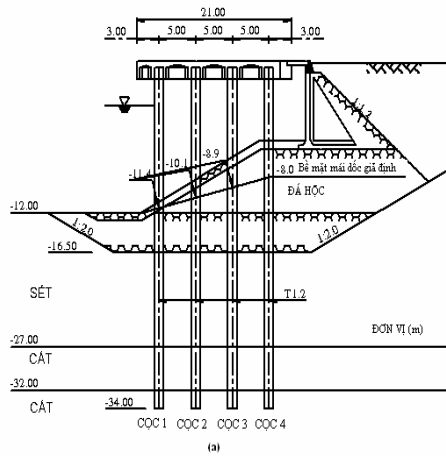
Kết cấu bến cầu tàu thường bao gồm hai bộ phận chính:

- Bộ phận bên trên gọi là đài cọc
- Bộ phận bên dưới là nền cọc

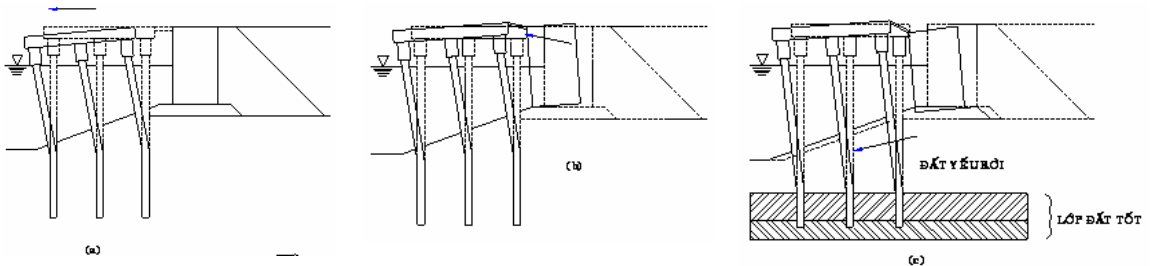
Nền cọc thường xây dựng trên mái dốc đất (mái dốc gằm bến), ngoài ra còn có kết cấu kê chắn trọng lực hay tường cừ sau bến.

Bến cầu tàu được sử dụng rộng rãi nhất trên thế giới cũng như ở Việt Nam, cả cho các bến cảng biển, cảng đảo lẫn các bến cảng sông, cảng hồ.

Khi chịu ảnh hưởng của động đất các kiểu biến dạng và hư hỏng bến cầu tàu thường phụ thuộc vào độ lớn lực quán tính và liên quan đến chuyển vị nền (hình 2)



Hình 1. Mặt cắt ngang kết cấu bến cầu tàu



Hình 2. Các kiểu biến dạng và phá hoại bến trên nền cọc.

- a. Biến dạng do lực quán tính động đất ở bệ.
- b. Biến dạng do lực ngang từ tường chắn đất
- c. Biến dạng do do các dịch chuyển ngang của đất yếu rời

Ba dạng hư hỏng chính như sau :

- Dưới tác động của lực động đất theo phương ngang trong trường hợp hệ nền cọc cứng, kết cấu kê chắn vững chắc hư hỏng sẽ xảy ra tại bệ cọc. Mô men uốn lớn nhất xuất hiện tại đầu cọc của hàng cọc gần phía bờ nhất do hàng cọc đó có chiều dài tự do ngắn nhất (hình 2a).
- Nếu tại đỉnh mái dốc hoặc kết cấu tường chắn có chuyển vị quá lớn, đài cọc sẽ bị đẩy về phía biển, kết quả biến dạng và phá hoại như trên hình 2.b (Khi lực xô ngang đẩy kết cấu kê chắn mất ổn định và bị đẩy ra phía biển)
- Khi xây dựng trên nền đất yếu, chuyển dịch của mái dốc đẩy các cọc xô nghiêng về phía biển như trên hình 2c (do dịch chuyển ngang của mái dốc khi bị mất ổn định trong quá trình rung lắc nền).

---

## 2. Các phương pháp phân tích bền móng cọc chịu ảnh hưởng của tải trọng động đất

### a. Phương pháp phân tích kết cấu nền và tường chắn

- Phân tích đơn giản hoá: Phân tích đơn giản hoá cho kết cấu nền và tường chắn dựa trên sự cân bằng lực thông thường, đôi khi kết hợp với các phân tích thống kê các dữ liệu biên lịch sử. Các phương pháp trong sự phân loại này thường chấp nhận các quy phạm, tiêu chuẩn thiết kế thông thường. Trong phân tích đơn giản hoá, kết cấu tường chắn và nền có thể được lý tưởng hoá thành một khối đất và khối kết cấu cứng. Phân tích khối cứng áp dụng thường cho bền trọng lực, tường cừ và cừ vây ô, kết cấu tường chắn, kè, mái dốc cho kết cấu bền móng cọc và đê chắn sóng.

Ảnh hưởng của chuyển động nền trong phân tích đơn giản hoá được đại diện bởi gia tốc đỉnh của nền hoặc hệ số kháng chấn tương ứng với phương pháp thiết kế giả tĩnh. Các thông số này thu được từ phân tích đơn giản hoá ảnh hưởng vị trí cục bộ được đề cập ở phần trước. Khả năng kháng lực động đất được đánh giá dựa trên kết cấu và điều kiện địa chất, thường dưới dạng gia tốc giới hạn hoặc hệ số động đất giới hạn, loại mà khối cứng của đất và khối kết cấu bắt đầu chuyển động vượt ra ngoài giới hạn. Khi đất hoá lỏng là một vấn đề, mức độ hình học của hoá lỏng phải được xét đến trong phân tích.

- Phân tích động đơn giản: Phân tích động đơn giản giống như phân tích đơn giản hoá, lý tưởng hoá kết cấu thành khối cứng trượt. Trong phân tích động đơn giản chuyển vị của khối trượt được ước tính bằng tích phân gia tốc lịch sử thời gian mà kéo dài đến giới hạn ngưỡng về trượt vượt quá khoảng thời gian đến khi khối dừng trượt.

Ảnh hưởng của chuyển động nền nói chung thường đại diện bởi một tập hợp lịch sử thời gian của chuyển vị nền tại mặt đáy của kết cấu. Lịch sử thời gian của chuyển động nền thu được từ phân tích động đơn giản ảnh hưởng vị trí cục bộ đề cập phần trước. Trong phân tích khối trượt, điều kiện địa chất và kết cấu được biểu diễn bởi gia tốc giới hạn của khối trượt. Bộ phương trình thực nghiệm từ thu thập thống kê trong phân tích khối trượt có thể dùng được. Trong các phương trình này, gia tốc đỉnh nền và vận tốc được dùng để đại diện cho ảnh hưởng của chuyển vị nền.

Trong phân tích tinh xảo hơn, các điều kiện địa chất và kết cấu được lý tưởng hoá qua một chuỗi các thông số nghiên cứu dựa trên phương pháp phần tử hữu hạn phi tuyến (FEM), phương pháp sai phân hữu hạn (FDM) về hệ kết cấu - đất và kết quả được lập như biểu đồ đơn giản hoá sử dụng để đánh giá chuyển vị gần đúng.

- Phân tích động: Phân tích động dựa trên tương tác kết cấu - đất, thường dùng phương pháp FEM hoặc FDM. Trong phân loại phân tích, ảnh hưởng của chuyển động động đất được đại diện bởi một bộ lịch sử thời gian chuyển động động đất tại mặt đáy đất được chọn cho hệ kết cấu - nền. Kết cấu được lý tưởng hoá hoặc như tuyến tính hoặc như phi tuyến tính, phụ thuộc vào mức dịch chuyển nền liên quan đến giới hạn đàn hồi của kết cấu. Đất nền được lý tưởng hoá hoặc tương đương tuyến tính hoặc bởi model ứng suất có hiệu, phụ thuộc vào mức biến dạng kỳ vọng trong đất phủ trong suốt động đất thiết kế.

Kết quả tổng thể thu được cho phân tích tương tác đất - kết cấu, bao gồm các dạng phá hoại hệ kết cấu nền - đất và mức độ chuyển vị, trạng thái ứng suất, biến dạng. Từ sự phân loại phân tích này thường thận trọng với số lượng các yếu tố, nó đặc biệt được mong muốn áp dụng khi dùng lịch sử hoàn cảnh thích hợp hoặc kết quả thí nghiệm mẫu thích hợp.

### b. Phương pháp phân tích cho bền móng cọc

- Phân tích đơn giản hoá: Phân tích đơn giản hoá thường tiến hành bằng lý tưởng hoá hệ cọc và đài của bền móng cọc hoặc khung cần trục bằng hệ một bậc tự do (SDOF) hoặc hệ nhiều bậc tự do. Trong phân tích này, chuyển động động đất thường đại diện bởi phổ phản ứng. Kết cấu và điều kiện địa chất được đại diện bởi tần số cộng hưởng hoặc hệ số giảm chấn cho hệ cọc - đài và cần trục. Yếu tố dẻo có thể còn được giới thiệu. Chuyển động của mái dốc, kè thường bỏ qua. Kết quả của phân tích hệ một hoặc nhiều bậc tự do thường dùng để đánh giá ứng xử trạng thái giới hạn tương đương của hệ cọc - đài hoặc của một cần trục.

- Phân tích động đơn giản: Trong phân tích động đơn giản của kết cấu móng cọc hở, phân tích hệ một hay nhiều bậc tự do của kết cấu đài - cọc hoặc cần trục được kết hợp với phân tích pushover để đánh giá giới hạn biến dạng hoặc yếu tố dẻo. Chuyển dịch của mái dốc hoặc kè được coi như bỏ qua nhưng đôi khi dự tính bởi phân tích loại khối trượt. Chuyển dịch của đài do đó có thể được dự tính bởi sự tổng hợp chuyển dịch của mái dốc và biến dạng kết cấu. Ảnh hưởng tương tác đất - kết cấu không được đưa vào, và do đó nó là giới hạn của phân tích này. Tương tác giữa bền móng cọc và cần trục có thể được tính đến bằng phân tích MDOF. Chuyển vị, yếu tố dẻo, biến dạng, và vị trí điểm dẻo, uốn trong kết cấu thường thu được như kết quả của loại

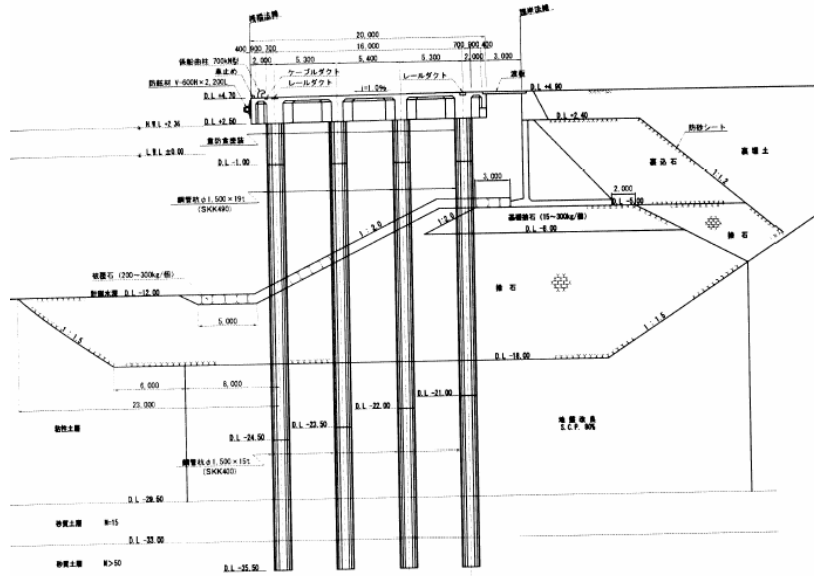
phân tích này. Các dạng phá huỷ với khía cạnh về trượt mái dốc, kê chắn, tường chắn không được tính đến nhưng được thừa nhận và do đó có những giới hạn khác trong phân tích loại này.

- Phân tích động: Phân tích động dựa trên tương tác giữa kết cấu - đất, thường dùng phương pháp FEM, FDM. Các chú thích cho phân tích động giống như cho phân tích động của kết cấu tường chắn đều được áp dụng cho kết cấu móng cọc và cần trục.

### 3. Các ví dụ phân tích tĩnh và động cho bến móng cọc chịu ảnh hưởng của tải trọng động đất bằng phần mềm TDAP

#### a. Các thông số đầu vào

Kết cấu bến móng cọc có thông số đầu vào như hình vẽ

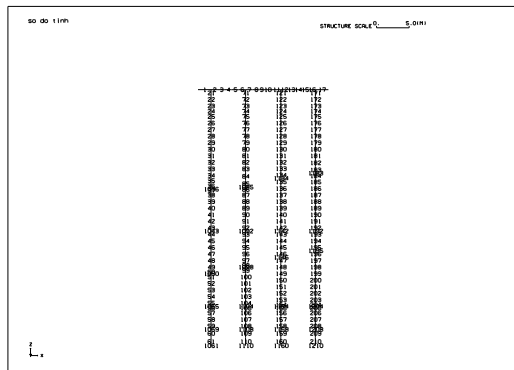


Hình 3. Mặt cắt ngang kết cấu cầu tàu.

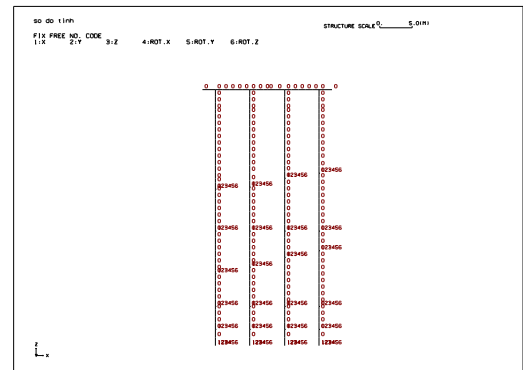
#### b. Phân tích đơn giản hoá (phân tích tĩnh)

- Các trường hợp tổ hợp tải trọng cho phân tích tĩnh: Hàng hoá, bến khai thác khi có lực và hoặc neo tàu, khi cần trục hoạt động (bốc dỡ hàng từ tàu lên bờ, từ bờ xuống tàu), khi có bão (hướng từ phía biển vào bờ, từ phía bờ ra biển), khi động đất mức 1 và cần trục hoạt động (hướng từ phía biển vào bờ, từ phía bờ ra biển).

- Mô hình hoá kết cấu xem hình 10, hình 11.

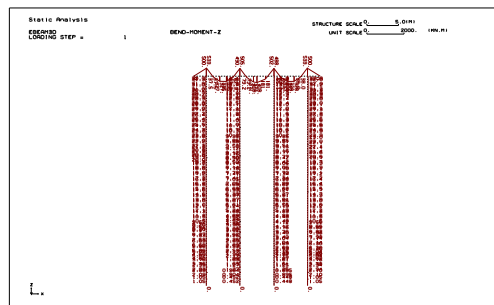
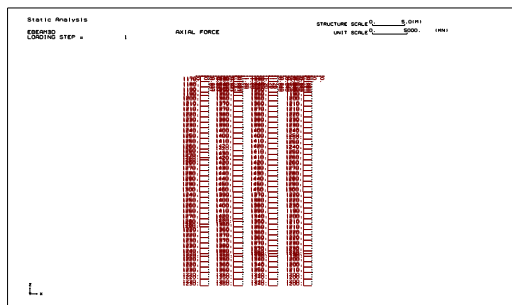


Hình 4. Mô hình hoá kết cấu với các số liệu nút.



Hình 5. Mô hình hoá điều kiện biên.

- Kết quả nội lực xem hình 12,13



Hình 6. Biểu đồ lực dọc trường hợp động đất cấp 1. Hình 7. Biểu đồ mô men trường hợp động đất cấp 1.

#### 4. Kết luận

- Phương pháp thiết kế kết cấu bến cảng theo năng lực là một phương pháp thiết kế mới khắc phục những hạn chế trong thiết kế kháng chấn thông thường và hiện nay đã được đưa vào sử dụng rộng rãi ở Châu Âu, Nhật Bản và các nước phát triển trên thế giới.

- Bến móng cọc được xây dựng phổ biến ở Việt Nam, vì vậy trong thiết kế công trình bến cầu tàu có xét tải trọng động đất là rất cần thiết.

- Nhật Bản là nước có nhiều kinh nghiệm trong thiết kế công trình bị ảnh hưởng của động đất, tiêu chuẩn thiết kế cảng biển của Nhật Bản chỉ dẫn chi tiết và đầy đủ thiết kế các kết cấu cảng theo năng lực kháng chấn.

- Việc ứng dụng của phần mềm TDAP trong thiết kế động đất đáp ứng đầy đủ các yêu cầu đặt ra cho các phân tích tĩnh và động kết cấu bến nói chung và bến cầu tàu nói riêng. Tuy nhiên các thao tác xây dựng mô hình hoá kết cấu còn khá thủ công, với bài toán cầu tàu phức tạp hơn việc nhập số liệu đầu vào sẽ tốn rất nhiều thời gian.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] International Navigation Association, Association Internationale de Navigation (2001), *Seismic design guidelines for port structure*, Grafisch Produktiebedrijf Gorter, Steenwijk, The Netherlands.
- [2] Nguyen Thi Bach Duong<sup>1</sup>, Prof. Osamu Kiyomiya<sup>2</sup>(2010), *Study static and dynamic response analysis of piled pier*,<sup>1</sup> University of Transport and communication, Waseda University<sup>2</sup>.
- [3] Susumu Iai, *Seismic Performance-Based Design of Port Structures and Simulation Techniques*, Port and Airport Research Institute, Japan
- [4]The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan (2009), *Technical Standards and Commentaries for port & Harbour port Facilities*, Printed by Daikousha Printing Co., Ltd, Japan.

Người phản biện: TS. Đào Văn Tuấn

### TÍNH TOÁN HIỆU QUẢ SỬ DỤNG CỦA CÁC HỆ THỐNG VI SAI HÀNG HẢI KHU VỰC RỘNG SBAS THEO CHỈ TIÊU SAI SỐ BÌNH PHƯƠNG TRUNG BÌNH CALCULATING EFFECTIVE USE OF SATELLITE BASED AUGMENTATION SYSTEMS ACCORDING TO MEAN SQUARE ERROR CRITERION

TS. PHẠM KỶ QUANG  
Khoa Đào tạo Sau đại học  
SV. VŨ ĐĂNG THÁI, SV. NGUYỄN BÁ KHÁO  
ĐKT 48 ĐH5, Khoa Điều khiển tàu biển

#### Tóm tắt

Trong bài báo đưa ra kết quả tính toán và so sánh hiệu quả sử dụng của các hệ thống vi sai khu vực rộng SBAS (Satellite Based Augmentation System) theo chỉ tiêu sai số bình phương trung bình. Kết quả tính toán phù hợp với nghị quyết A.953 (23) của Tổ chức Hàng hải Thế giới IMO (International Maritime Organization).