

GIỚI THIỆU MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH MÔ ĐUYN PHẢN LỰC NGANG CỦA NỀN ĐẤT TRONG TÍNH TOÁN KẾT CẤU CÔNG TRÌNH BẾN CẢNG THEO MÔ HÌNH NỀN ĐÀN HỒI

KS. NGUYỄN MINH QUÝ

Công ty Tư vấn xây dựng Cảng - Đường thủy

Tóm tắt: Tác giả bài báo giới thiệu hai phương pháp xác định mô đuyên phản lực ngang của nền đất. Từ đó từng bước điều chỉnh và hoàn thiện để áp dụng một cách có hiệu quả giải các bài toán kết cấu công trình cảng dạng móng cọc (cầu tàu hay tường cừ) theo mô hình nền đàn hồi.

Summary: the Author presents two methods to define the modulus of lateral subgrade reaction. Then by inches they can be adjusted and improved to apply effectively to the analysis of the pile structure types used in the port construction works (deck on pile or sheet pile wall) based on the spring support model.

1. Đặt vấn đề

Theo số liệu thống kê của Cục hàng hải Việt Nam, tính đến cuối năm 1995 cả nước Việt Nam có khoảng 65 cảng lớn nhỏ, trong đó có đến 50 cảng (chiếm tỷ lệ 76,9%) có kết cấu bến dạng cọc (cầu tàu hay tường cừ), còn lại 23,1% là các dạng kết cấu trọng lực và bến phao. Từ năm 1996 đến nay, ngoại trừ hai cảng là cảng Phú Quý và cảng Cái Lân (đang được xây dựng) có kết cấu bến dạng trọng lực thùng chìm, còn lại hầu hết là sử dụng kết cấu dạng cọc như trên.

Số liệu trên cho chúng ta thấy rằng, kết cấu bến dạng cọc đã, đang và còn sẽ được sử dụng nhiều trong xây dựng công trình cảng, do nó có những ưu điểm riêng phù hợp với hoàn cảnh và điều kiện xây dựng ở Việt Nam.

Một đặc thù riêng trong tính toán kết cấu công trình cảng là tải trọng tác dụng ngang rất lớn. Do vậy đối với các kết cấu bến dạng cọc thì việc mô tả liên kết giữa cọc và đất nền trong sơ đồ tính toán có ảnh hưởng rất lớn đến kết quả chuyển vị cũng như nội lực của cọc và các kết cấu phần trên. Một trong số dạng liên kết giữa cọc và đất nền mà hiện nay đang được áp dụng chủ yếu trong tính toán kết cấu bến dạng cọc là liên kết ngàm. Việc sử dụng liên kết này trong một số trường hợp, có những nhược điểm và hạn chế sau đây:

- Chưa giải quyết được triệt để đối với kết cấu cầu tàu kết hợp với tường cừ trong một bài toán kết cấu tổng thể.

- Sẽ mắc phải sai số lớn, nhất là đối với kết quả tính toán chuyển vị trong trường hợp hệ cọc đi qua những lớp địa chất yếu, hay trong trường hợp mà cọc ngáp hoàn toàn trong nền đất.

- Không xác định được nội lực tại các vị trí dọc theo chiều dài của đoạn cọc nằm trong đất. Điều này sẽ gây lãng phí trong việc thiết kế cọc.

Để khắc phục những nhược điểm trên, có thể thay thế liên kết ngàm bằng các liên kết (gối) đàn hồi dọc theo chiều dài của đoạn cọc nằm trong đất. Như vậy vấn đề còn lại của bài toán là việc xác định mô đuyên phản lực ngang (MĐPLN) hay hệ số nền ngang của các gối đàn hồi đó.

Cho đến nay, có nhiều phương pháp xác định MĐPLN của nền đất, trong phạm vi bài báo này xin giới thiệu hai phương pháp mà hiện nay đã được sử dụng rộng rãi trên thế giới. Hơn nữa, trong thời gian vừa qua nó đã được áp dụng trong tính toán một số công trình cảng ở Việt Nam.

2. Xác định MĐPLN của nền đất từ kết quả thí nghiệm SPT:

Phương pháp xác định MĐPL của nền đất từ kết quả thí nghiệm SPT đã được đưa vào trong tiêu chuẩn thiết kế cảng của Nhật Bản. Công thức xác định như sau:

$$\text{Đối với đất cát: } K_h = 0.15 N \quad (2.1a)$$

$$\text{Đối với đá đỏ: } K_h = (3+4) N \quad (2.1b)$$

Trong đó:

K_h : hệ số mô đuyên phản lực ngang (kg/cm^3)

N : trị số được xác định từ kết quả thí nghiệm SPT. Trị số này được lấy từ mặt đất theo chiều sâu của cọc ngáp trong đất đến độ sâu đạt giá trị $=1/\beta$. $1/\beta$ là độ sâu giả định mà tại đó cọc được coi là ngàm chặt trong đất. Giá trị β được xác định theo công thức sau:

$$\beta = 4 \sqrt{\frac{K_h \cdot D}{4 \cdot E \cdot I}} \quad (\text{cm}^{-1}) \quad (2.2)$$

D : đường kính (hay chiều rộng của cọc)

E, I : mô đuyên đàn hồi và mô men quán tính của cọc $E \cdot I = \text{Kg} \cdot \text{cm}^2$

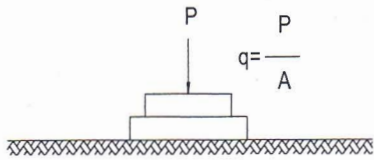
Nhận xét: Phương pháp này tính toán tương đối đơn giản, thông thường được áp dụng nhiều trong các trường hợp địa chất nền đất thay đổi phức tạp, khi mà các phương pháp khác khó có thể áp dụng được. Tuy nhiên, trong trường hợp địa chất nền đất quá xấu, thì phương pháp này lại không áp dụng được.

3. Xác định MĐPLN của nền đất theo lý thuyết về trạng thái giới hạn

3.1 Cơ sở lý thuyết xác định

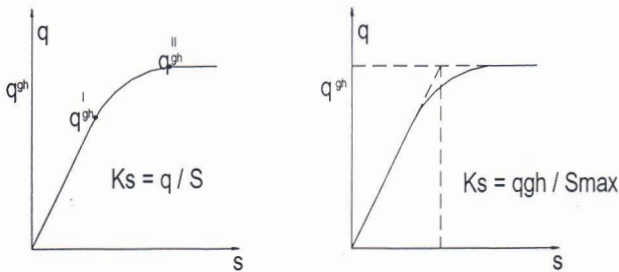
Dùng tấm nén cứng có diện tích là A (được xem như là móng của công trình). Cho tải trọng tác dụng tăng dần theo từng cấp và quan sát nền đất người ta thấy nền trải qua những giai đoạn làm việc như sau:

Giai đoạn 1: khi tải trọng tác dụng P nhỏ độ lún S cũng nhỏ, tăng dần tải trọng tác dụng thì độ lún của nền cũng tăng. Quan hệ giữa tải trọng và độ lún gần như tuyến tính (hình 3.2). Khi tải trọng tăng đến một giá trị P_{gh}^I nào đó thì xuất hiện những vùng biến dạng dẻo cục bộ ngay phía dưới mép tấm nền, các hạt đất có xu hướng trượt lên nhau (giai đoạn này còn gọi là giai đoạn nén chặt và trượt cục bộ)



Hình 3.1 Mô hình thí nghiệm xác định MĐPL nền

Giai đoạn 2: tiếp tục gia tải với những cấp $P > P_{gh}^I$ nền đất bị lún nhiều hơn, quan hệ giữa P và S có tính phi tuyến rõ rệt. Vùng trượt cục bộ lan rộng. Khi tải trọng $P = P_{gh}^{II}$ thì móng bị lún mạnh đột ngột, nền đất mất ổn định. Khi đó, người ta nói nền đất bị mất sức chịu tải hoàn toàn và giá trị $P = P_{gh}^{II}$ gọi là tải trọng giới hạn chính là sức chịu tải giới hạn của nền đất.



Hình 3.2 Biểu đồ quan hệ giữa lực & chuyển vị của nền đất

Mô đuyên phản lực nền k_s biểu thị mối quan hệ giữa áp lực q và độ lún s. Công thức cơ bản để xác định là:

$$k_s = \frac{q}{S} \quad (\text{Kn/m}^3) \quad (3.1)$$

Nếu coi quan hệ giữa q và S từ lúc bắt đầu chất tải đến khi nền đất bị mất ổn định (tức là khi $P = P_{gh}^{II}$ và

$q_{gh} = \frac{P_{gh}^{II}}{A}$) là tuyến tính thì MĐPL nền k_s sẽ được xác định theo công thức:

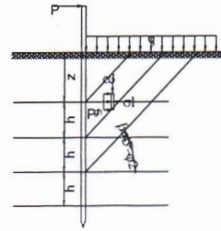
$$k_s = \frac{q_{gh}}{S_{max}} \quad (3.2)$$

Như vậy ta có thể xác định được MĐPL của đất nền qua tải trọng tới hạn tác động lên mỗi điểm của nền đất và biến dạng cực hạn tương ứng. Đây chính là nội dung chính của phương pháp xác định MĐPL ngang của nền đất theo lý thuyết về trạng thái giới hạn.

Ứng với mỗi loại đất xác định, ta có một trị số nhất định của giá trị biến dạng cực hạn của loại đất đó, giá trị này có thể xác định từ kết quả thí nghiệm nén 3 trục. Như vậy vấn đề còn lại là xác định giá trị q_{gh} tại mỗi điểm theo chiều sâu tính toán. Tương ứng với hướng tác dụng của tải trọng theo phương ngang hay phương đứng ta sẽ tìm được giá trị của MĐPL ngang hay đứng của nền đất.

3.2 Dạng phương trình cơ bản xác định tải trọng tới hạn với tải trọng tác dụng ngang

Làm thí nghiệm đối với một cọc đứng chịu tác dụng bởi một tải trọng ngang P tăng dần theo từng cấp, dạng phá hoại của đất nền được thể hiện trên hình 3.3 ban đầu tải trọng P nhỏ, biến dạng của đất nền tăng theo độ tăng của tải trọng tác dụng, độ lớn của biến dạng nhỏ dần theo chiều sâu của đất nền mà cọc đi qua. Khi tăng P đến một giá trị nào đó, quan hệ giữa P và biến dạng của đất ở xung quanh cọc không còn tuyến tính nữa. Vùng biến dạng dẻo bắt đầu từ các điểm trên mặt đất lan truyền theo chiều sâu xuống chân cọc. Như vậy, nền đất bị phá hoại dần theo chiều sâu của cọc trong đất, ứng với một điểm có một độ sâu xác định tương ứng với một giá trị của tải trọng P_{gh} . Góc phá hoại của đất nền là những đường thẳng song song và có độ lớn $\beta = (45^\circ - \varphi/2)$.



Hình 3.3 Phân tích ổn định của nền đất

Chia nền đất mà cọc đi qua thành các lớp có chiều cao h bằng những mặt phẳng song song với mặt đất tự nhiên, tại giao điểm giữa các mặt phẳng này với thành cọc ta xác định được các mặt phẳng phá hoại tương ứng, các mặt phẳng phá hoại này tạo một góc $\beta = (45^\circ - \varphi/2)$ so với mặt phẳng nằm ngang. Viết phương trình cân bằng đối với khối đất có chiều cao là h, chiều rộng tính cho 1m, cách mặt đất một khoảng là Z, ta có:

$$q_{gh} = \int_z^{z+h} \sigma_1 \quad (3.3)$$

Trong đó P_p chính là áp lực bị động của khối đất tác động lên cọc và được xác định theo công thức:

$$\sigma_1 = \sigma_3 \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) + 2.c. \tan \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$\sigma_1 = (\gamma Z + \bar{q}) \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) + 2.c. \tan \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) \quad (3.4)$$

Từ (3.3) và (3.4) ta có thể viết:

$$q_{gh} = \int_z^{z+h} (\gamma Z + \bar{q}) \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) + 2.c. \tan \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$q_{gh} = \frac{\gamma \cdot K_p}{2} [(Z+h)^2 - Z^2] + \bar{q} \cdot K_p \cdot h + 2.c. \sqrt{K_p}$$

$$q_{gh} = c \cdot N_c + \bar{q} \cdot N_q + N_\gamma + N_{\gamma z} \cdot Z \quad (3.5)$$

Trong đó:

φ : góc ma sát trong của đất (độ);

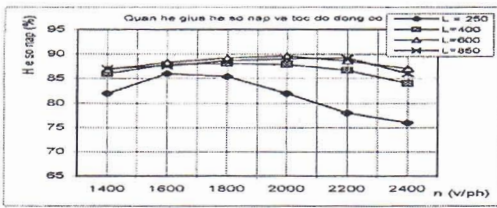
c: lực dính của đất (Kn/cm²)

γ : dung trọng của đất (Kn/cm³)

K_p : hệ số áp lực bị động của đất

N_i : các hệ số được lập sẵn trong bảng tra.

(Xem tiếp trang 33)



Hình 4: Sự thay đổi hệ số nạp theo tốc độ động cơ khi thay đổi chiều dài ống

KẾT LUẬN:

Các kết quả tính toán cho thấy:

- Khi tăng trị số hệ số lưu lượng, hệ số nạp thải theo qui luật không tuyến tính. Khi giá trị hệ số lưu lượng nhỏ hơn 0.6 thì có hiện tượng khí nạp được nạp thêm vào sau điểm chết dưới. Đối chiếu với hình 3a thì thấy rằng sơ dĩ áp suất khí nạp cuối quá trình nạp (thời điểm xụp nạp đóng hoàn toàn) cao trong trường hợp hệ số lưu lượng cao là vì khi đó nhiệt độ khí nạp tăng cao. Vì vậy mặc dù áp suất cao nhưng hiệu quả nạp bổ sung sau điểm chết dưới lại giảm do có sự quay ngược trở lại của khí nạp trong xilanh vào đường ống nạp. Hệ số lưu lượng thực tế phụ thuộc vào tiết diện lưu thông của cửa nạp, sức cản của đường ống, do đó phụ thuộc vào pha phân phối khí và các thông số kết cấu của đường ống, để xụp nạp...). Kết quả tính toán trên cho phép rút ra kết luận rằng, việc giảm trở lực đường ống cần kết hợp với tận dụng quán tính của dòng khí thì mới tăng được hiệu quả nạp thêm sau điểm chết dưới.

- Khi tăng chiều dài và giữ nguyên đường kính ống nạp thì hệ số nạp tăng theo sự tăng số vòng quay động cơ, đến một giới hạn nào đó của số vòng quay thì hệ số nạp giảm. Khi chiều dài đường nạp tăng thì điểm cực đại của hệ số nạp chuyển dịch về phía số vòng quay lớn. Đối với động cơ D12, nên chọn chiều dài đường ống nạp trong phạm vi 400 đến 600 mm là tốt nhất. Khi đó phạm vi số vòng quay từ 1600 đến 2000 v/ph cho hệ số nạp tương đối cao.

- Trong điều kiện cho phép nên xem xét đến việc lựa chọn pha phân phối khí tối ưu để tận dụng hiệu quả nạp thêm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] HỒ XUÂN NĂNG, NGUYỄN ĐẠI AN, TRẦN HỮU NGHỊ. Về việc xác lập điều kiện biên khi sử dụng phương pháp phân tử hạt để giải bài toán khí động trong hệ thống nạp thải động cơ diesel. Tạp chí giao thông vận tải, số 5 - 2000

[2] NGUYỄN ĐẠI AN, HỒ XUÂN NĂNG, NGUYỄN TẤT TIẾN. Nghiên cứu cơ sở lý thuyết mô hình dòng một chiều, khảo sát quá trình trao đổi khí trong động cơ diesel không tăng áp. Tạp chí Giao thông vận tải số 8 - 2000

[3] CỐ HỒNG CHUNG. Tính năng của động cơ diesel tăng áp (tiếng Trung Quốc). Nhà xuất bản Đại học Giao thông Thượng Hải, Quảng Tây, 1998. ■

GIỚI THIỆU MỘT SỐ...

(Tiếp theo trang 27)

Phương trình (3.7) là dạng phương trình cơ bản để xác định tải trọng tối hạn tác dụng ngang lên lớp đất có chiều cao h , cách mặt đất một khoảng bằng Z .

Từ phương trình trên ta có thể thấy rằng:

- Giá trị của tải trọng tối hạn tại mỗi điểm không những phụ thuộc vào tích chất cơ lý của đất, mà còn phụ thuộc vào độ sâu tại điểm đó, nếu trong cùng một lớp đất, thì giá trị này là hàm bậc nhất của chiều sâu z .
- Chiều dày các lớp chia càng nhỏ thì giá trị q_{gh} tìm được tương ứng với mỗi lớp đất càng chính xác.

Nhận xét: Tính toán MĐPL nền đất (k_s) theo lý thuyết về trạng thái giới hạn phản ánh tương đối chính xác với bản chất làm việc của nền đất. Lý thuyết tính toán tương đối chặt chẽ, công thức xác định đã được điều chỉnh cho hợp lý tương ứng với các điều kiện làm việc thực tế thông qua các hệ số điều chỉnh. Tuy nhiên, phương pháp này còn một số hạn chế như: chỉ áp dụng cho địa chất nền đất là I lớp đất, hoặc một số lớp mà các chỉ tiêu cơ lý của nó thay đổi không lớn.

4. Kết luận:

- Việc giải quyết một cách chính xác các giá trị MĐPL ngang tương ứng với mỗi loại đất là một bài toán khó, nhưng qua các kết quả đã được nghiên cứu trên lý thuyết cũng như từ các công trình thực tế cho thấy các sai số của nó là hoàn toàn có thể chấp nhận được.

- Mỗi một phương pháp xác định MĐPL nền đất đều có những hạn chế về phạm vi sử dụng của nó. Hơn nữa, các giá trị MĐPL nền không những biến đổi đối với từng loại đất mà nó có thể biến thiên trong một khoảng nào đó ngay cả đối với một loại đất. Vì vậy, để có thể vận dụng một cách hợp lý mỗi phương pháp xác định trong từng trường hợp cụ thể, khi tính toán cần có sự tham khảo với những số liệu sẵn có hoặc tính toán bằng nhiều phương pháp khác nhau để phân tích so sánh.

- Hoàn toàn có thể xác định được các giá trị MĐPL từ những số liệu về chỉ tiêu cơ lý của nền đất theo các phương pháp khác nhau. Do vậy, để có thể từng bước áp dụng mô hình nền đàn hồi trong tính toán kết cấu công trình, thì việc tập hợp, thống kê và xử lý các tài liệu khảo sát địa chất sẵn có từ những công trình thực tế để xây dựng và dần hoàn chỉnh các giá trị của MĐPL nền tương ứng cho mỗi loại đất là việc làm hết sức cần thiết.

Tài liệu tham khảo:

[1]. Technical Standards for Port and Harbour Facilities in Japan. The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan, New Edition - 1991.

[2]. Joseph E. Bowles, P.E, S.E
4th Edition McGRAW-HILL

Foundation Analysis and Design, International Editions. ■