

NGHIÊN CỨU ÁP DỤNG PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ HỮU HẠN TRONG TÍNH LÚN BA CHIỀU

STUDY ON THE APPLICATION OF FINITE ELEMENT METHOD IN 3D SUBSIDENCE CALCULATING

TS. ĐÀO VĂN TUẤN

Khoa Công trình thủy, Trường ĐHHH

Tóm tắt

Phương pháp tính lún phổ biến hiện nay là tính lún cộng dồn từng lớp, chỉ xác định được độ lún đúng tâm và không kể đến các công trình xung quanh. Bài báo trình bày tính lún ba chiều bằng phương pháp Phần tử hữu hạn với phần tử tứ diện, cho phép tính toán lún lệch tâm và có kể đến tác động của công trình xung quanh.

Abstract

The present method of calculating the subsidence of structure is layer's subsidence accumulating method. This method can only determine the center subsidence without the effect of nearby structures. This article presents the method of 3D subsidence calculating using finite element method with tetrahedral elements to provide the ability of eccentric subsidence calculating under the impact of nearby structure's behavior.

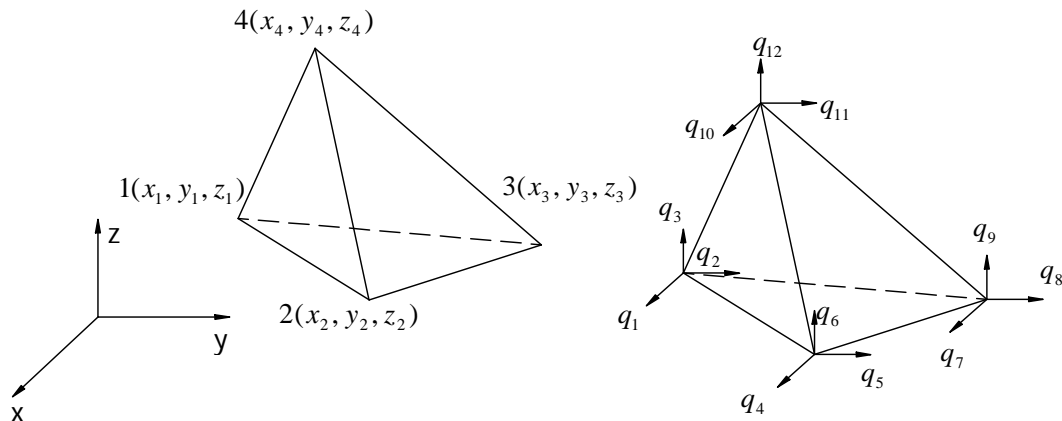
1. Đặt vấn đề

Tính lún các công trình xây dựng là việc làm cần thiết, tuy nhiên các phương pháp tính hiện nay là phương pháp tính lún công dồn từng lớp, chỉ cho phép xác định được độ lún đúng tâm, với bài toán ba chiều chỉ áp dụng được với các trường hợp công trình đơn giản, không kể đến sự ảnh hưởng của các công trình lân cận và tải trọng ngang, hay nói cách khác không xác định được lún lệch tâm. Việc tính lún ba chiều tổng quát có thể áp dụng các phần mềm tính toán kết cấu, tuy nhiên các phần mềm có bản quyền thường rất đắt. Việc áp dụng phương pháp Phần tử hữu hạn chúng ta hoàn toàn có thể tự lập ra chương trình để giải quyết bài toán này.

2. Phương pháp Phần tử hữu hạn

Ý tưởng của Phương pháp PTHH là thay một miền liên tục bằng một miền gồm các phần tử hữu hạn, các phần tử này được liên kết với nhau tại các nút. Do các kích thước của phần tử là bé nên người ta có thể xấp xỉ quy luật biến thiên của chuyển vị bằng một hàm cho trước gọi là hàm chuyển vị (thông thường là một đa thức). Nhờ hai phép xấp xỉ này mà phương pháp PTHH giải quyết được hầu hết các bài toán trong cơ học vật rắn biến dạng. Tùy thuộc vào các bài toán cụ thể mà loại phần tử được áp dụng.

Trong tính lún nền đất được coi là bán không gian vô hạn đàn hồi, do đó khi áp dụng phương pháp PTHH người sử dụng các phần tử khối (3 chiều). Các phần tử 3 chiều có nhiều loại với dạng hình học khác nhau, nhưng thông dụng nhất là phần tử tứ diện và khối hộp.



Hình 1. Chuyển vị nút của khối tứ diện.

Xét phần tử tứ diện bốn nút trạng thái hệ tọa độ tổng thể x,y,z với phần tử này để đơn giản ta sẽ phân tích phần tử theo các tọa độ vuông góc tổng thể chứ không cần sử dụng các tọa độ địa phương. Tại mỗi nút phần tử có ba bậc tự do là các chuyển vị của nút theo các phương x,y và z

$$\{q_i\} = \begin{Bmatrix} u_i \\ v_i \\ w_i \end{Bmatrix} \quad (i = 1,2,3,4)$$

$$\{q\}_e = [q_1 \ q_2 \ q_3 \ q_4 \ q_5 \ q_6 \ q_7 \ q_8 \ q_9 \ q_{10} \ q_{11} \ q_{12}]^T$$

Do đó 3 chuyển vị thành phần u,v,w được xấp xỉ hoá bởi đa thức tuyến tính sau:

$$u(x, y, z) = \alpha_1 + \alpha_2 x + \alpha_3 y + \alpha_4 z$$

$$v(x, y, z) = \alpha_5 + \alpha_6 x + \alpha_7 y + \alpha_8 z$$

$$w(x, y, z) = \alpha_9 + \alpha_{10} x + \alpha_{11} y + \alpha_{12} z$$

$\alpha_i \ i = 1..12$ là các hệ số

Ma trận độ cứng phần tử tứ diện xác định theo công thức:

$$[K]_e = V_e [B]^T [D] [B]$$

Trong đó:

$$[D] = \frac{E}{(1+\nu)(1-2\nu)} \begin{bmatrix} 1-\nu & \nu & \nu & 0 & 0 & 0 \\ \nu & 1-\nu & \nu & 0 & 0 & 0 \\ \nu & \nu & 1-\nu & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1-2\nu}{2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1-2\nu}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1-2\nu}{2} \end{bmatrix}$$

E- Môđul đàn hồi;

ν - Hệ số nở hông.

$$[B] = \frac{1}{6V_e} \begin{bmatrix} b_1 & 0 & 0 & b_2 & 0 & 0 & b_3 & 0 & 0 & b_4 & 0 & 0 \\ 0 & c_1 & 0 & 0 & c_2 & 0 & 0 & c_3 & 0 & 0 & c_4 & 0 \\ 0 & 0 & d_1 & 0 & 0 & d_2 & 0 & 0 & d_3 & 0 & 0 & d_4 \\ c_1 & b_1 & 0 & c_2 & b_2 & 0 & c_3 & b_3 & 0 & c_4 & b_4 & 0 \\ 0 & d_1 & c_1 & 0 & d_2 & c_2 & 0 & d_3 & c_3 & 0 & d_4 & c_4 \\ d_1 & 0 & b_1 & d_2 & 0 & b_2 & d_3 & 0 & b_3 & d_4 & 0 & b_4 \end{bmatrix}$$

Trong đó:

$$V_e = \frac{1}{6} \begin{vmatrix} 1 & x_1 & y_1 & z_1 \\ 1 & x_2 & y_2 & z_2 \\ 1 & x_3 & y_3 & z_3 \\ 1 & x_4 & y_4 & z_4 \end{vmatrix} \quad \text{- Thể tích khối tứ diện;}$$

$$a_i = \begin{vmatrix} x_j & y_j & z_j \\ x_k & y_k & z_k \\ x_l & y_l & z_l \end{vmatrix}; \quad b_i = - \begin{vmatrix} 1 & y_j & z_j \\ 1 & y_k & z_k \\ 1 & y_l & z_l \end{vmatrix}$$

$$c_i = - \begin{vmatrix} x_j & 1 & z_j \\ x_k & 1 & z_k \\ x_l & 1 & z_l \end{vmatrix}; \quad d_i = \begin{vmatrix} x_j & y_j & 1 \\ x_k & y_k & 1 \\ x_l & y_l & 1 \end{vmatrix}$$

Với chú ý các chỉ số i, j, k, l thay lần lượt theo thứ tự 1, 2, 3, 4.

Véc tơ tải trọng nút do lực thể tích không đổi $\{g\} = [g_x \quad g_y \quad g_z]^T$ và lực mặt phân bố đều $\{p\} = [p_x \quad p_y \quad p_z]^T$ trên một mặt bất kỳ có 3 đỉnh có số thứ tự là 1,2,3 được xác định theo công thức:

$$\{P\}_e = \frac{V_e}{4} \begin{Bmatrix} g_x \\ g_y \\ g_z \\ g_x \\ g_y \\ g_z \\ g_x \\ g_y \\ g_z \\ g_x \\ g_y \\ g_z \end{Bmatrix} + \frac{S_{123}}{3} \begin{Bmatrix} p_x \\ p_y \\ p_z \\ p_x \\ p_y \\ p_z \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix}$$

Như vậy có thể nhận xét rằng trong trường hợp lực thể tích không đổi thì quy đổi về các nút là như nhau. Còn lực mặt cũng được quy đều về 3 nút thuộc mặt có lực tác dụng. Còn tại nút không thuộc mặt này thì không có lực tác dụng. Nếu có nhiều mặt có lực tác dụng thì ta làm tương tự, lực tại các nút sẽ được cộng dồn.

Các ứng suất tại một điểm bất kỳ trong phần tử được xác định theo công thức:

$[S] = [D][B]$ - Ma trận ứng suất, do $[D], [B]$ là hằng số nên $[S]$ là hằng số, như vậy với phần tử tứ diện thì ứng suất trong phần tử là hằng số.

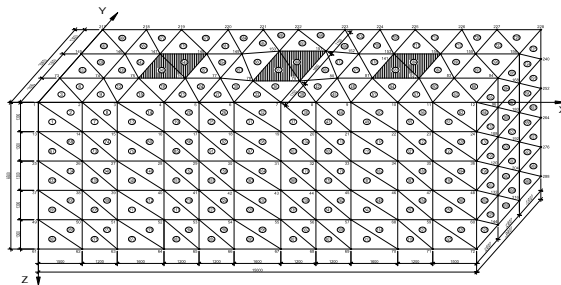
3. Ví dụ tính toán

Để minh họa cho việc ứng dụng phần tử ba chiều, xét 3 móng nằm trên 02 lớp đất có chỉ tiêu cơ lý như bảng sau:

Bảng 1. Chỉ tiêu cơ lý của các lớp đất.

Tên	γ (T/m ³)	ν	E (T/m ²)	H (m)
Lớp 1	1,8	0,2	200	2,6
Lớp 2	1,86	0,25	1500	3,9

Sơ đồ phân chia phần tử như hình vẽ:



Hình 2. Sơ đồ phân chia phần tử trong ví dụ tính toán.

Áp lực tác dụng vào 03 móng được quy về phân bố đều trên các phần tử:

Bảng 2. Lực phân bố trên phần tử dưới móng.

Phần tử	345	348	363	366	381	384
q (kN/m ²)	445,95	445,95	591,35	591,35	445,95	445,95

Kết quả chuyển vị theo phương z của các nút của móng được nêu trong bảng sau:

Bảng 3. Kết quả chuyển vị theo phương z của một số nút.

STT	Nút	Z (m)	STT	Nút	Z (m)
1	75	3.381E-3	7	147	7.76E-3
2	76	7.895E-3	8	148	3.503E-3
3	78	5.475E-3	9	150	0.012
4	79	0.012	10	151	5.24E-3
5	81	3.694E-3	11	153	7.971E-3
6	82	7.678E-3	12	154	3.224E-3

4. Kết luận

Việc ứng dụng phương pháp PTHH cho phép tự tạo được chương trình máy tính để giải quyết các bài toán mà phương pháp thủ công hiện nay không làm được nói chung và trong tính toán lún ba chiều nói riêng. Qua đó đánh giá được độ lún công trình khi có tính đến sự ảnh hưởng của các công trình khác, có cả tải trọng ngang, hình dạng móng phức tạp. Độc giả có thể sử dụng các phần tử khác phức tạp hơn để đạt độ chính xác cao hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Chu Quốc Thắng (1997), Phương pháp phần tử hữu hạn, Nhà xuất bản KHKT, Hà Nội
- [2]. Đào Văn Tuấn (2005), Bài giảng Các phương pháp số, ĐHHH, Hải Phòng.
- [3]. Zienkiewicz O.C. and Taylor R.L. The Finite Element Method, Volum 1,2 4th Edition, McGraw Hill, 1991.
- [4]. Bath K.J. and Winson E.L. Numerical Methods in Finite Element Analysis, Prentic-Hall, 1976.

Người phản biện: TS. Phạm Văn Trung

PHÂN TÍCH CHUNG VỀ TÍNH TOÁN THỜI GIAN KHI TÍNH TOÁN CÁC CÔNG TRÌNH BẾN CẢNG GENERAL ANALYSIS OF TIME IN DESIGNING PORT FACILITIES

TS. PHẠM VĂN TRUNG
Khoa Công trình thủy, Trường ĐHHH

Tóm tắt

Phân tích kỹ thuật về tình trạng thực tế của các công trình bến cảng đã chỉ ra rằng, thời hạn phục vụ tiêu chuẩn của các công trình bến cảng được xác định thông qua việc đánh giá mức độ hao mòn vật lý của công trình. Vấn đề tính toán thời gian khi tính toán các công trình bến cảng là rất quan trọng vì qua đó ta xác định được mức độ hao mòn của công trình, cũng như độ bền còn lại của công trình bến cảng.

Abstract

This article shows that the problem of determining the working life of offshore structures mentioned in related present standards is not correct and presents the method of determining the working life of sea-port structure under the impact of physical erosion and invisible erosion.

1. Nội dung

Thời hạn phục vụ của công trình bến cảng đã được đưa ra lần đầu tiên dành cho các điều kiện khí hậu khác nhau theo tiêu chuẩn PĐ 31.35.04-71.