

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

---

**NGUYỄN NHẬT LINH**

**NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN ĐỘ LÚN  
NỀN ĐƯỜNG ĐÁP TRÊN NỀN ĐẤT YẾU CÓ XÉT  
ĐẾN HIỆU ỨNG LỚP CỨNG TRÊN BỀ MẶT**

**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: TS. CHÂU TRƯỜNG LINH**

**Phản biện 1: TS. Nguyễn Hồng Hải**

**Phản biện 2: TS. Hoàng Truyền**

Luận văn đã được bảo vệ trước Hội đồng chấm Luận văn tốt nghiệp thạc sĩ kỹ thuật ngành Kỹ thuật xây dựng công trình giao thông học tại Đại học Đà Nẵng vào ngày 08 tháng 08 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. Lý do chọn đề tài

Tính toán độ lún các công trình giao thông hiện nay được thực hiện theo chỉ dẫn trong tiêu chuẩn 22TCN262-2000. Ảnh hưởng của tải trọng đất đắp đối với nền đất bên dưới tra theo biểu đồ Osterberg, từ đó dự báo độ lún của nền đất yếu. Tuy nhiên thực tế qua quá trình quan trắc đối với các công trình xuất hiện lớp địa chất tốt bên trên (gọi là lớp cứng), độ lún thực tế nhỏ hơn so với tính toán theo tiêu chuẩn 22TCN262-2000. Nếu xét đến cường độ của lớp này sẽ tiết kiệm rất nhiều chi phí xây dựng. Vì vậy yêu cầu đặt ra cần hiệu chỉnh toán đồ Osterberg và các công thức tính toán của tiêu chuẩn để tính toán ứng suất do tải trọng đất đắp gây ra được phù hợp hơn.

### 2. Đối tượng nghiên cứu

Nghiên cứu hiệu chỉnh toán đồ Osterberg để tính toán ứng suất trong nền đất yếu khi xuất hiện các lớp địa chất tốt bên trên dưới tác dụng của nền đường và công thức tính lún (viết lại).

### 3. Phạm vi nghiên cứu

- Lý thuyết tính toán ứng suất trong nền đất.
- Lý thuyết cố kết thâm của nền đất yếu.
- Đất sét yếu có kết thường và quá cố kết.
- Ứng dụng phương pháp số để phân tích, đánh giá bổ sung.

### 4. Mục tiêu nghiên cứu

#### ❖ Mục tiêu tổng quát

Đề xuất hệ số hiệu chỉnh toán đồ Osterberg khi tính toán độ lún trong trường hợp nền đất yếu có xuất hiện các lớp địa chất, vật liệu tốt (lớp cứng) phía trên. Ảnh hưởng của sức chịu tải, cường độ lớp cứng đối với lớp đất yếu bên dưới.

### ❖ Mục tiêu cụ thể

- Nghiên cứu tính toán, phân bố ứng suất trong nền đất. Mật mát ứng suất khi tải trọng truyền qua một tấm cứng.

- Nghiên cứu quan hệ ứng suất - biến dạng của mẫu đất yếu nguyên dạng lấy tại các công trình trên địa bàn thành phố Đà Nẵng và vùng lân cận.

- Nghiên cứu tổng quan về lý thuyết tính toán có kết thám.

- Tính toán độ lún nền đất theo lý thuyết và tiêu chuẩn hiện hành.

- Sử dụng phần mềm mô phỏng để tính toán độ lún có kết theo phương pháp phần tử hữu hạn.

- Dự báo độ lún theo số liệu quan trắc thực tế tại một số công trình trên địa bàn thành phố Đà Nẵng và vùng lân cận.

- So sánh kết quả tính toán theo lý thuyết, thí nghiệm trong phòng, phần mềm mô phỏng, dự báo, kết quả quan trắc trên một số công trình thực tế. Từ đó rút ra hệ số hiệu chỉnh toán đồ Osterberg.

- Xây dựng thuật toán và chương trình tính toán tích hợp vào phần mềm CONSOIL 2.0 do nhóm thầy Châu Trường Linh nghiên cứu, lập trình (CTL et al, 2014)..

- Đề xuất định hướng phát triển tiếp theo.

## 5. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu lý thuyết.

## 6. Nội dung của luận văn

### *Mở đầu*

- Lý do chọn đề tài.

- Mục đích, đối tượng và phạm vi nghiên cứu.

+ Đối tượng nghiên cứu.

+ Phạm vi nghiên cứu.

+ Mục đích nghiên cứu.

- Phương pháp nghiên cứu.

- **Bố cục luận văn**

*Chương 1. Tổng quan về lý thuyết tính toán ứng suất và độ lún nền đất yếu dưới tác dụng tải trọng nền đắp*

*Chương 2. Tính toán độ lún cố kết theo thời gian của nền đất yếu dưới tác dụng của tải trọng nền đắp tại một số công trình thực tế*

*Chương 3. Kết quả quan trắc lún tại một số công trình thực tế - So sánh kết quả tính toán và đề xuất hệ số hiệu chỉnh.*

*Chương 4. Xây dựng chương trình tính toán độ lún của công trình đắp trên nền đất yếu có xét đến hiệu ứng lớp cứng. Tinh chỉnh công thức tính lún.*

*Kết luận và kiến nghị.*

# CHƯƠNG 1

## TỔNG QUAN VỀ LÝ THUYẾT TÍNH TOÁN ỨNG SUẤT VÀ ĐỘ LÚN NỀN ĐẤT YẾU DƯỚI TÁC DỤNG TẢI TRỌNG NỀN ĐÁP

### 1.1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đề tài: “**Nghiên cứu tính toán độ lún nền đường đắp trên nền đất yếu có xét đến hiệu ứng lớp cứng trên bề mặt**” nhằm đưa ra các hệ số hiệu chỉnh toán đồ Osterberg và hiệu chỉnh công thức tính lún trong trường hợp có lớp đất tốt xuất hiện bên trên, góp phần hoàn thiện tính toán độ lún các công trình giao thông đường bộ trong thời gian tới.

### 1.2. LÝ THUYẾT TÍNH TOÁN ỨNG SUẤT

#### 1.2.1. Ứng suất do tải trọng bản thân

#### 1.2.2. Ứng suất do tải trọng ngoài

### 1.3. TÍNH TOÁN ỨNG SUẤT TRONG NỀN ĐẤT THEO TOÁN ĐỒ OSTERBERG

### 1.4. TÍNH TOÁN ỨNG SUẤT TRONG NỀN ĐẤT THEO PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ HỮU HẠN

### 1.5. PHÂN BỐ ỨNG SUẤT TRONG NỀN ĐẤT

Nếu độ cứng của móng bé, biến dạng của móng có khả năng thích ứng với biến dạng của mặt nền thì quy luật phân bố ứng suất đáy móng sẽ tương tự quy luật phân bố của tải trọng tác dụng lên đáy móng.

Nếu móng có độ cứng lớn và bề rộng móng lớn hơn 1m, tải trọng nhỏ hơn 300-350kN/m<sup>2</sup> thì biểu đồ phân bố ứng suất đáy móng có dạng gần như đường thẳng. Khi áp dụng dạng biểu đồ phân bố này để tính toán ứng suất và biến dạng của nền sẽ nhận được kết quả với sai số không lớn nằm trong phạm vi cho phép. Do vậy khi tính toán ứng suất trong nền phục vụ tính lún của nền công trình cho phép dùng biểu đồ phân bố ứng suất đáy móng theo qui luật đường thẳng.

**1.6. TÍNH TOÁN ĐỘ LÚN THEO TIÊU CHUẨN 22TCN262-2000****1.7. TÍNH TOÁN ĐỘ LÚN THEO PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ HỮU HẠN****1.8. KẾT LUẬN**

Việc tính toán ứng suất trong nền đất đối với các công trình nền đường đắp trên nền đất yếu hiện nay chủ yếu được tính toán theo Tiêu chuẩn khảo sát thiết kế nền đường ô tô đắp trên nền đất yếu 22TCN262-2000, xem nền đất bên dưới đồng nhất, ứng suất do tải trọng ngoài gây ra được tra theo toán đồ Osterberg. Tính toán ứng suất theo phương pháp phần tử hữu hạn mô phỏng chính xác tác động của các lớp đất nền, xét đến ảnh hưởng của các lớp đất với nhau. Do đó mô phỏng chính xác trạng thái làm việc của đất. Đặc biệt đối với các công trình khi xuất hiện lớp đất cứng trên bề mặt có chiều dày lớn, phân bố ứng suất trong nền đất khi tính toán theo 22TCN262-2000 không còn phù hợp, dẫn đến chi phí xử lý nền tăng cao, không hiệu quả. Để áp dụng Tiêu chuẩn 22TCN262-2000 vào thực tế được chính xác cần hiệu chỉnh toán đồ Osterberg cho phù hợp.

**CHƯƠNG 2**  
**TÍNH TOÁN ĐỘ LÚN CỐ KẾT THEO THỜI GIAN CỦA**  
**NỀN ĐẤT YẾU DƯỚI TÁC DỤNG CỦA TẢI TRỌNG NỀN ĐÁP**  
**TẠI MỘT SỐ CÔNG TRÌNH THỰC TẾ**

**2.1. CÔNG TRÌNH NÂNG CẤP, CẢI TẠO QUỐC LỘ 1A ĐOẠN**  
**TỨ CẦU - VĨNH ĐIỆN**

**2.1.1. Giới thiệu chung**

**2.1.2. Số liệu đầu vào và mô hình tính toán**

*a. Địa tầng và tính chất cơ lý của đất, đá*

*b. Tổng hợp các chỉ tiêu của các lớp đất yếu*

*c. Mô hình tính toán*

**2.1.3. Tính toán độ lún theo tiêu chuẩn 22TCN262-2000**

Bảng 2.3. Bảng tổng hợp kết quả tính toán độ lún nền đất yếu theo  
 22TCN262-2000

STT	Đoạn	Độ lún tính toán (cm)
I	Km945+392.49-Km945+557.37 – Bên trái	
1	MCN Km945+441.48	53
2	MCN Km945+540.00	57
II	Km945+557.37-Km945+625.34 – Bên trái	
1	MCN Km945+596.13	56.7
III	Km946+145.27-Km946+371.94 – Bên trái	
1	MCN Km946+195.28	38.7
2	MCN Km946+295.20	38.7
3	MCN Km946+348.42	38.7
IV	Km946+430.97-Km946+536.56 – Bên trái	
1	MCN Km946+448.49	66.6
2	MCN Km946+515.00	66.6
V	Km945+336.74-Km945+400.95 – Bên phải	
1	MCN Km945+380.48	76.5
VI	Km945+579.13-Km945+625.34 – Bên phải	
1	MCN Km945+596.13	51.8



### 2.1.4. Tính toán độ lún theo phương pháp phần tử hữu hạn

*a. Số liệu đầu vào*

*b. Kết quả phân tích*

Bảng 2.6. Bảng tổng hợp kết quả tính toán độ lún nền đất yếu theo phương pháp phần tử hữu hạn

STT	Đoạn	Độ lún tính toán (cm)
I	Km945+392.49-Km945+557.37 – Bên trái	
1	MCN Km945+441.48	50
2	MCN Km945+540.00	51
II	Km945+557.37-Km945+625.34 – Bên trái	
1	MCN Km945+596.13	52
III	Km946+145.27-Km946+371.94 – Bên trái	
1	MCN Km946+195.28	28
2	MCN Km946+295.20	33
3	MCN Km946+348.42	32
IV	Km946+430.97-Km946+536.56 – Bên trái	
1	MCN Km946+448.49	49
2	MCN Km946+515.00	48
V	Km945+336.74-Km945+400.95 – Bên phải	
1	MCN Km945+380.48	68
VI	Km945+579.13-Km945+625.34 – Bên phải	
1	MCN Km945+596.13	47

## 2.2. CÔNG TRÌNH NÂNG CẤP, CẢI TẠO ĐT605

### 2.2.1. Giới thiệu chung

### 2.2.2. Số liệu đầu vào

*a. Điều kiện địa chất công trình*

**b. Tổng hợp các chỉ tiêu của các lớp đất yếu**

Bảng 2.9. Bảng tổng hợp kết quả tính toán độ lún theo 22TCN262-2000

<b>STT</b>	<b>Tên mố</b>	<b>Độ lún tổng cộng (cm)</b>
1	M1 (trái tuyến) - Km0+186.2	28
2	M2 (trái tuyến) - Km0+186.2	28
3	M3 (trái tuyến) - Km0+260.85	26
4	M4 (trái tuyến) - Km0+260.85	27
5	M5(trái tuyến) - Km0+314.54	22
6	M6(trái tuyến) -Km0+314.54	24

Bảng 2.10. Bảng tổng hợp kết quả tính toán độ lún theo phương pháp phân tử hữu hạn

<b>STT</b>	<b>Tên mố</b>	<b>Độ lún tổng cộng (cm)</b>
1	M1 (trái tuyến) - Km0+186.2	27
2	M2 (trái tuyến) - Km0+186.2	24
3	M3 (trái tuyến) - Km0+260.85	22
4	M4 (trái tuyến) - Km0+260.85	21
5	M5(trái tuyến) - Km0+314.54	18
6	M6(trái tuyến) -Km0+314.54	18

## 2.3. CÔNG TRÌNH ĐƯỜNG NGUYỄN TẤT THÀNH NỐI DÀI

### 2.3.1. Giới thiệu chung

### 2.3.2. Số liệu đầu vào

#### a. Điều kiện địa chất công trình

#### b. Tổng hợp các chỉ tiêu của các lớp đất yếu

Bảng 2.13. Bảng tổng hợp kết quả tính toán độ lún  
theo 22TCN262-2000

STT	Lý trình	Tên mốc	Vị trí	Độ lún (cm)
1	Km1+280	M1	Trái tuyến	72.1
		M2	Tim tuyến	112
		M3	Phải tuyến	76.3
2	Km1+340	M4	Trái tuyến	82.3
		M5	Tim tuyến	117
		M6	Phải tuyến	81

Bảng 2.14. Bảng tổng hợp kết quả tính toán độ lún theo phương pháp  
phần tử hữu hạn

STT	Lý trình	Tên mốc	Vị trí	Độ lún (cm)
1	Km1+280	M1	Trái tuyến	60
		M2	Tim tuyến	101
		M3	Phải tuyến	65
2	Km1+340	M4	Trái tuyến	71
		M5	Tim tuyến	102
		M6	Phải tuyến	66

## **2.4. KẾT LUẬN**

Việc tính toán độ lún các công trình hiện nay chủ yếu kiểm toán theo 22TCN262-2000. Kết quả tính toán chênh lệch so với khi tính toán theo phương pháp phần tử hữu hạn, hầu hết các kết quả tính toán độ lún theo 22TCN262-2000 cho ra đều lớn hơn. Việc sai khác này chủ yếu do khi tính toán bằng phần mềm phần tử hữu hạn tương tác qua lại giữa các phân tử đất nền, ảnh hưởng của lớp đất tốt... được xét đến đầy đủ hơn. Trong khi đó tính toán độ lún theo 22TCN262-2000 xem nền đất đồng nhất, các lớp đất không ảnh hưởng đến nhau, ứng suất trong đất nền phân bố theo toán đồ Osterberg. Do đó cần xem xét hiệu chỉnh lại độ lún khi tính toán theo 22TCN262-2000.

### CHƯƠNG 3

## KẾT QUẢ QUAN TRẮC LÚN TẠI MỘT SỐ CÔNG TRÌNH THỰC TẾ - SO SÁNH KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VÀ ĐỀ XUẤT HỆ SỐ HIỆU CHỈNH

### 3.1. CẤU TẠO CÁC THIẾT BỊ QUAN TRẮC LÚN

### 3.2. NGUYÊN TẮC VÀ PHƯƠNG PHÁP DỰ BÁO SỐ LIỆU QUAN TRẮC

#### 3.2.1. Nguyên tắc quan trắc lún

#### 3.2.2. Phương pháp dự báo số liệu quan trắc

##### a. Phương trình dự báo: $S_t = f(t)$

Dựa trên số liệu quan trắc, xây dựng phương trình dự báo có dạng  $S_t = S_c(1 - \alpha \cdot e^{-\beta t})$ . Trong đó:

+  $S_t$ : độ lún theo thời gian.

+  $S_c$ : độ lún cố kết.

+  $t$ : thời gian quan trắc lún.

+  $\alpha, \beta$ : các hệ số

Phương trình dự báo được viết lại thành:

$$\ln \frac{(S_c - S_t)}{S_c} = -\beta \times t + \ln \alpha \quad (3.1)$$

Đặt biến phụ:  $Y = \ln((S_c - S_t)/S_c)$ ,  $a = -\beta$ ,  $b = \ln \alpha$ .

Phương trình lún chuyển thành dạng đường thẳng:  $Y = aT + b$ .

Như vậy chuỗi số liệu hai biến  $Y, T$  có quan hệ tuyến tính.

##### b. Giải phương trình, xác định $Y, T$ từ số liệu dự báo lún

Các bước giải phương trình dự báo độ lún như sau:

- Giả thiết độ lún cố kết  $S_c$ .

- Xác định các đại lượng:

+ Trung bình  $Y$ :  $Y_{tb} = \sum Y/n$

+ Trung bình  $T$ :  $T_{tb} = \sum T/n$

+ Trung bình bình phương  $Y$ :  $Y^2_{tb} = \sum Y^2/n$

+ Trung bình bình phương  $T$ :  $T^2_{tb} = \sum T^2/n$

- + Trung bình tích  $T \times Y$ :  $T \times Y_{tb} = \sum T \times Y / n$
- + Tham số  $D_t$ :  $D_t = (T^2_{tb} - T_{tb}^2)^{0.5}$
- + Tham số  $D_y$ :  $D_y = (Y^2_{tb} - Y_{tb}^2)^{0.5}$
- + Hệ số tương quan các biến trong chuỗi số liệu  $R_{ty}$ :  $R_{ty} = (T \times Y_{tb} - T_{tb} \times Y_{tb}) / D_t / D_y$

Với  $n$ : số lần quan trắc lún,  $t$ : thời gian quan trắc lún.

Mỗi giá trị  $S_c$  giả thiết ứng với một hệ số tương quan  $R_{ty}$ , quá trình được lặp lại nhiều lần đến khi tìm được hệ số tương quan  $R_{ty}$  lớn nhất, độ lún giả thiết lún này ứng với giá trị  $S_c$  trong phương trình (1)

Phương trình (2):  $Y = a.T + b$  lúc này được viết lại như sau:

$$\frac{(Y - Y_{tb})}{D_y} = R_{ty} \times \frac{(T - T_{tb})}{D_t} \quad (3.2)$$

$$\Leftrightarrow Y = R_{ty} \times \frac{D_y}{D_t} \times T + Y_{tb} - R_{ty} \times \frac{D_y \times T_{tb}}{D_t} \quad (3.3)$$

Các hệ số  $\alpha$ ,  $\beta$  được xác định như sau:

$$a = R_{ty} \times \frac{D_y}{D_t} = -\beta \quad (3.4)$$

$$b = Y_{tb} - R_{ty} \times \frac{D_y \times T_{tb}}{D_t} = Ln\alpha \quad (3.5)$$

Từ  $S_c$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$  thiết lập phương trình dự báo kết quả quan trắc lún cho các mốc quan trắc.

### 3.3. DỰ BÁO KẾT QUẢ QUAN TRẮC LÚN MỘT SỐ CÔNG TRÌNH THỰC TẾ

#### 3.3.1. Số liệu quan trắc lún thực tế và biểu đồ dự báo

#### 3.3.2. Kết quả dự báo

#### 3.3.3. So sánh kết quả tính toán theo tiêu chuẩn 22TCN262-2000, phần mềm Plaxis và kết quả dự báo

Bảng 3.2. Bảng tổng hợp kết quả tính toán độ lún Dự án Tứ Cầu - Vĩnh Điện

S T T	Đoạn	Độ lún tính toán theo 22TCN26 2-2000 (cm)	Độ lún theo quan trắc (cm)		Độ lún tính toán theo Plaxis (cm)
			M1	M2	
1	Km945+392.49-Km945+557.37 – Bên trái				
-	+ Km945+441.48	53	51.2	49.93	50
-	+ Km945+540.00	57	51.2	52.82	51
2	Km945+557.37-Km945+625.34 – Bên trái				
-	+ Km945+596.13	56.7	53.57	53.27	52
3	Km946+145.27-Km946+371.94 – Bên trái				
-	+ Km946+195.28	38.7	31	36	28
-	+ Km946+295.20	38.7	36	37	33
-	+ Km946+348.42	38.7	35	37	32
4	Km946+430.97-Km946+536.56 – Bên trái				
-	+ Km946+448.49	66.6	52	49	49
-	+ Km946+515.00	66.6	48	51	48
5	Km945+336.74-Km945+400.95 – Bên phải				
-	+ Km945+380.48	76.5	71.3	69.4	68
6	Km945+579.13-Km945+625.34 – Bên phải				
-	+ Km945+596.13	51.8	49.56	50.84	47

### 3.3.4. Số liệu quan trắc thực tế và biểu đồ dự báo

### 3.3.5. Kết quả dự báo

### 3.3.6. So sánh kết quả tính toán theo tiêu chuẩn 22TCN262-2000, phần mềm Plaxis và kết quả dự báo

Bảng 3.5. Bảng tổng hợp kết quả tính toán độ lún Dự án Nâng cấp, mở rộng ĐT605

STT	Lý trình	Tên mốc quan trắc	Độ lún tính toán theo 22TCN 262-2000 (cm)	Độ lún quan trắc (cm)	Độ lún tính toán theo Plaxis (cm)
1	Km0+186.20	M1 (trái tuyến)	28	27.6	27
		M2 (trái tuyến)	28	25	24
2	Km0+260.85	M3 (trái tuyến)	26	25.9	22
		M4 (trái tuyến)	27	22.46	21
3	Km0+314.54	M5(trái tuyến)	22	19.2	18
		M6 (trái tuyến)	24	20.5	18

### 3.3.7. Số liệu quan trắc thực tế và biểu đồ dự báo

### 3.3.8. Kết quả dự báo

### 3.3.9. So sánh kết quả tính toán theo tiêu chuẩn 22TCN262-2000, phần mềm Plaxis và kết quả dự báo



Bảng 3.7. Bảng tổng hợp kết quả tính toán độ lún Dự án  
đường Nguyễn Tất Thành nối dài

S T T	Lý trình	Tên mốc quan trắc	Vị trí	Độ lún tính toán theo 22TCN 262-2000 (cm)	Độ lún theo quan trắc (cm)	Độ lún tính toán theo Plaxis (cm)
1	Km1+280	M1	Trái tuyến	72.1	62	60
		M2	Tim tuyến	112	101	101
		M3	Phải tuyến	76.3	67	65
2	Km1+340	M4	Trái tuyến	82.3	72	71
		M5	Tim tuyến	117	103	102
		M6	Phải tuyến	81	67	66

### 3.4. ĐỀ XUẤT CÁC HỆ SỐ HIỆU CHỈNH TOÁN ĐỒ OSTERBERG VÀ CÔNG THỨC TÍNH LÚN

#### 3.4.1. Đề xuất hệ số hiệu chỉnh toán đồ Osterberg $k_{Osterberg}$

- Đề xuất hệ số hiệu chỉnh toán đồ Osterberg theo công thức sau:

$$k_{Osterberg}^i = \frac{\sigma_{(Lc)}}{\sigma_{(262)}} \quad (3.6)$$

Trong đó:

- +  $\sigma_{(lc)}$ : Ứng suất tính toán khi xét đến lớp cứng.
- +  $\sigma_{(262)}$ : Ứng suất tính toán theo tiêu chuẩn 22TCN262-2000.
- Tổng hợp kết quả tính toán như sau:

Bảng 3.12. Bảng tổng hợp kết quả tính toán hệ số điều chỉnh  
toán đồ Osterberg

STT	Công trình	Hệ số điều chỉnh K
1	Tứ Cầu - Vĩnh Điện	0.89
2	ĐT605	0.76
3	Nguyễn Tất Thành nối dài	0.98

- Từ hệ số hiệu chỉnh xác định như trên, đề xuất hệ số hiệu chỉnh chung cho toán đồ Osterberg bằng phương pháp bình quân gia quyền:

+ Theo chiều dày  $h$  của lớp đất cứng

$$k_{Osterberg} = \frac{k_{Osterberg}^1 \times h_{tb}^1 + k_{Osterberg}^2 \times h_{tb}^2 + k_{Osterberg}^3 \times h_{tb}^3}{h_{tb}^1 + h_{tb}^2 + h_{tb}^3} = \frac{0.89 \times 5.76 + 0.76 \times 3.87 + 0.98 \times 0.97}{(5.76 + 3.87 + 0.97)} = 0.85 \quad (3.7)$$

+ Theo môđun đàn hồi  $E$  của lớp đất cứng

$$k_{Osterberg} = \frac{k_{Osterberg}^1 \times E_{tb}^1 + k_{Osterberg}^2 \times E_{tb}^2 + k_{Osterberg}^3 \times E_{tb}^3}{E_{tb}^1 + E_{tb}^2 + E_{tb}^3} = \frac{0.89 \times 8965 + 0.76 \times 6240 + 0.98 \times 4800}{(8965 + 6240 + 4800)} = 0.87 \quad (3.8)$$

Dựa trên các kết quả phân tích như trên, nhận thấy tính toán hệ số điều chỉnh theo chiều dày và môđun đàn hồi cho kết quả tương đương. Tuy nhiên môđun đàn hồi  $E$  của các lớp đất cứng được tính toán theo các công thức kinh nghiệm, không được thí nghiệm xác định cụ thể, do đó chọn hệ số điều chỉnh tính toán theo chiều dày lớp đất cứng để tiến hành hiệu chỉnh toán đồ Osterberg.

### 3.4.2. Đề xuất hiệu chỉnh công thức tính lún

- Trình tự đề xuất công thức hiệu chỉnh độ lún như sau:

+ Tính toán độ lún theo công thức trong tiêu chuẩn 22TCN262-2000, ứng suất  $\sigma_z$  do tải trọng ngoài được tính theo công thức:

$$\sigma_z = k_{Osterberg} \times I \times q \quad (3.9)$$

Trong đó:

- $k_{Osterberg}$ : hệ số hiệu chỉnh Osterberg được xác định như trên
- $I$ : hệ số ảnh hưởng, tra theo toán đồ Osterberg
- $q$ : tải trọng ngoài

+ So sánh độ lún hiệu chỉnh  $S_{tc}'$  tính toán theo 22TCN262-2000 và độ lún quan trắc thực tế.

+ Xây dựng hàm quan hệ giữa chiều dày lớp đất cứng và môđun đàn hồi  $E$ ,  $f(h/E)$

+ Xác định hệ số  $k$  phụ thuộc chênh lệch giữa độ lún tính toán hiệu chỉnh  $S_{tc}'$ , độ lún quan trắc  $S_{qt}$  và hàm tương quan  $f(h/E)$

+ Đề xuất công thức hiệu chỉnh

+ Tinh chỉnh lại công thức tính lún sau khi lập chương trình tính toán

+ Kiểm toán chương trình bằng các công trình thực tế

- Công thức đề xuất:

$$S_{đc} = S'_{tc} - f(h,E)/k \quad (3.10)$$

Công thức hiệu chỉnh độ lún được viết lại thành

$$S_{đc} = S'_{tc} - \frac{E - 4876.1 \times e^{0.0811 \times h}}{274.57} \quad (3.11)$$

### 3.5. KẾT LUẬN

Kết quả phân tích ứng suất theo các phương pháp khác nhau cho ta thấy khi tính toán ứng suất theo phương pháp phần tử hữu hạn nhỏ hơn so với khi tính toán theo tiêu chuẩn 22TCN262-2000 và phương pháp giải tích. Kết quả đề xuất hiệu chỉnh toán đồ Osterberg dựa trên mối tương quan của việc phân tích ứng suất theo các phương pháp này. Hệ số hiệu chỉnh được dùng để tính toán lại ứng suất theo toán đồ Osterberg cho phù hợp với các công trình có xuất hiện lớp đất cứng trên bề mặt. Khi xét đến hiệu ứng của các lớp đất tốt, độ lún dự báo nhỏ hơn so với tính toán theo tiêu chuẩn 22TCN262-2000, do đó cần phải hiệu chỉnh lại công thức tính lún có xét đến ứng suất trong nền đất tính toán theo toán đồ Osterberg đã hiệu chỉnh. Kết quả tính toán độ lún các công trình theo 22TCN262-2000 sẽ phù hợp hơn, giảm đáng kể chi phí xử lý nền móng, tiết kiệm kinh phí xây dựng.

## CHƯƠNG 4

# XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH TÍNH TOÁN ĐỘ LÚN CỦA CÔNG TRÌNH ĐÁP TRÊN NỀN ĐẤT YẾU CÓ XÉT ĐẾN HIỆU ỨNG LỚP CỨNG. TÍNH CHỈNH CÔNG THỨC TÍNH LÚN

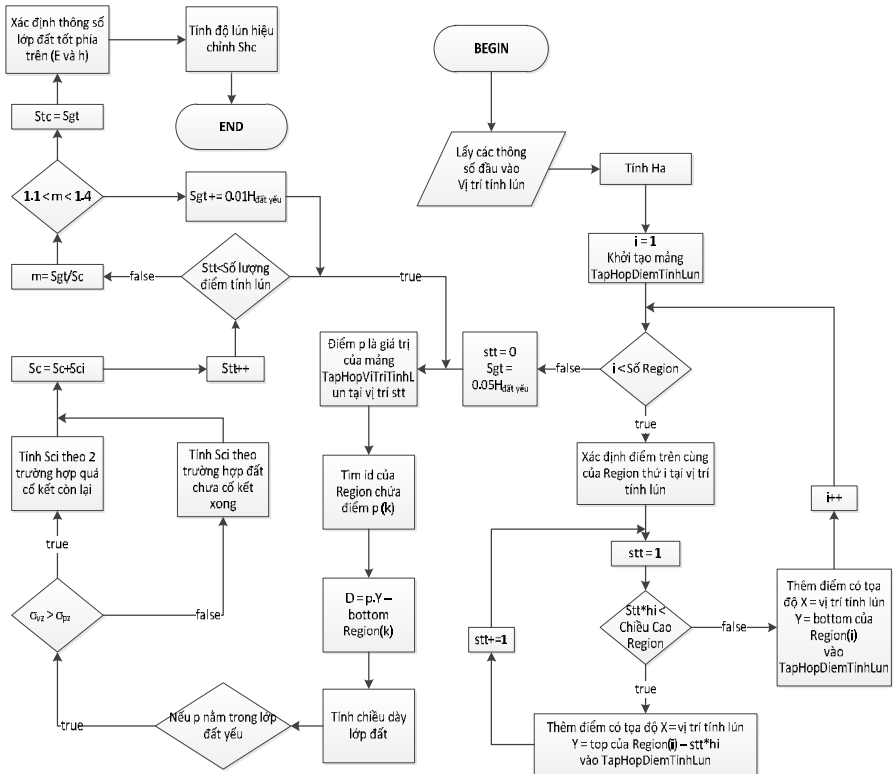
### 4.1. ĐỀ XUẤT HỆ SỐ HIỆU CHỈNH TOÁN ĐỘ ORTERBERG

### 4.2. ĐỀ XUẤT CÔNG THỨC HIỆU CHỈNH TÍNH TOÁN ĐỘ LÚN

### 4.3. XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH TÍNH TOÁN

#### 4.3.1. Sơ lược về ngôn ngữ lập trình C#

#### 4.3.2. Thuật toán chương trình



Hình 4.2. Sơ đồ khối tổng quát của chương trình

### 4.3.3. Đầu vào và đầu ra của chương trình

### 4.3.4. Thiết kế giao diện chương trình

## 4.4. TINH CHỈNH CÔNG THỨC TÍNH TOÁN ĐỘ LÚN

## 4.5. ÁP DỤNG PHẦN MỀM VÀO KIỂM TOÁN CÔNG TRÌNH THỰC TẾ

### 4.5.1. Nâng cấp, cải tạo QL1A đoạn Tứ Câu - Vĩnh Điện

Vị Trí Tính Lún			Kết Quả Tính Lún					
Vị trí (X) (m)	Độ Lún theo Tiêu Chuẩn (cm)	Độ Lún Hiệu Chính (cm)	Số thứ tự lớp	Độ lún	Chiều dày lớp (cm)	Hệ số Otterberg	Hệ số Otterberg Hiệu Chính	Áp lực đất đắp (daN/cm <sup>2</sup> )
10	50.9	50.1	1	3.581	100	0.293	0.396	0.54
			2	4.172	100	0.286	0.393	0.527
			3	4.738	100	0.279	0.39	0.516
			4	5.278	100	0.274	0.387	0.505
			5	5.557	100	0.232	0.366	0.429
			6	6.064	100	0.227	0.364	0.42
			7	6.952	50	0.114	0.307	0.21

Hình 4.12. Kết quả tính toán theo phần mềm mặt cắt Km946+448.49 - Dự án Tứ Câu – Vĩnh Điện

### 4.5.2. Gói thầu C57 - Dự án phát triển bền vững Thành phố Đà Nẵng

Vị Trí Tính Lún			Kết Quả Tính Lún					
Vị trí (X) (m)	Độ Lún theo Tiêu Chuẩn (cm)	Độ Lún Hiệu Chính (cm)	Số thứ tự lớp	Độ lún	Chiều dày lớp (cm)	Hệ số Otterberg	Hệ số Otterberg Hiệu Chính	Áp lực đất đắp (daN/cm <sup>2</sup> )
5	109.1	104.4	1	3.993	100	0.495	0.498	1.015
			2	4.27	100	0.487	0.494	0.999
			3	4.556	100	0.483	0.492	0.99
			4	4.827	100	0.478	0.489	0.98
			5	5.107	100	0.477	0.489	0.979
			6	5.345	100	0.47	0.485	0.963
			7	5.604	100	0.469	0.485	0.962
			8	5.852	100	0.468	0.484	0.96
			9	6.047	100	0.456	0.478	0.935
			10	6.279	100	0.455	0.454	0.933
			11	6.502	100	0.455	0.442	0.932
			12	6.65	100	0.433	0.411	0.889
			13	6.86	100	0.432	0.401	0.886
			14	7.019	100	0.417	0.378	0.855
			15	7.219	100	0.417	0.368	0.854
			16	7.413	100	0.416	0.36	0.853
			17	5.627	75	0.398	0.337	0.815

Hình 4.14. Kết quả tính toán theo phần mềm gói thầu C57

#### 4.6. KẾT LUẬN

Ngôn ngữ C# là ngôn ngữ khá phổ biến trong lập trình xây dựng chương trình hiện nay, việc thiết kế cũng rất dễ dàng và tùy biến. Trên cơ sở thuật toán đã xây dựng, xây dựng các mô đun riêng lẻ giải quyết các bài toán cụ thể.

Từ việc hoàn thiện các mô đun liên quan, việc tổng hợp các mô đun để giải quyết bài toán đặt ra là điều tất yếu. Bên cạnh đó, các công tác như nhập liệu từ file excell, xuất dữ liệu sang Excel, Word cũng góp phần tăng sự thuận lợi cho người sử dụng cũng như tính tương tác của chương trình và người dùng.

Như vậy, giai đoạn thiết kế xây dựng chương trình không những giải quyết được các bài toán liên quan mà còn phải chú ý đến sự tương tác giữa người sử dụng và chương trình, điều này rất quan trọng vì nó làm tăng tính phổ cập, dễ sử dụng khi ứng dụng trong thực tế cũng như nâng cấp, cải tiến sau này.

Áp dụng phần mềm vào vi chỉnh công thức tính toán độ lún với các trường hợp biến đổi E, h khác nhau để xây dựng quan hệ E~h chặt chẽ hơn. Từ đó kiểm toán lại các công trình thực tế đã áp dụng tính toán trong luận văn cũng như công trình đã hoàn thành bên ngoài, cho kết quả sai khác nhau không nhiều. Tuy nhiên cần phải tiếp tục thu thập chuỗi số liệu đủ lớn để đảm bảo tính tin cậy của hệ số và công thức hiệu chỉnh.

## KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Qua phân tích các nội dung liên quan đến tính toán độ lún của nền đường đắp trên nền đất yếu có xét đến hiệu ứng lớp cứng trên bề mặt. Chúng ta có thể tập hợp một số kết luận và kiến nghị mà luận văn đã phân tích rõ như sau:

### ❖ KẾT LUẬN

1. Tổng hợp các phương pháp đánh giá, tính toán ứng suất hiện nay đang áp dụng. Phân tích qui luật phân bố ứng suất theo chiều sâu trong đất nền dưới tác dụng của tải trọng đất đắp. Đánh giá, so sánh kết quả tính toán độ lún theo 22TCN262-2000, phần tử hữu hạn.

2. Áp dụng vào tính toán độ lún một số công trình thực tế: Nâng cấp mở rộng QL1A đoạn Tứ Cầu – Vĩnh Điện; Nâng cấp, mở rộng ĐT605, Đường Nguyễn Tất Thành nối dài trên địa bàn Thành phố Đà Nẵng và vùng phụ cận, địa tầng xuất hiện các lớp đất cứng có chiều dày khác nhau theo các phương pháp: tiêu chuẩn khảo sát thiết kế nền đường ô tô đắp trên nền đất yếu 22TCN262-2000, phần tử hữu hạn (phần mềm Plaxis), so sánh đối chiếu kết quả tính toán, ta thấy độ lún tính toán theo phần mềm Plaxis nhỏ nhất, độ lún tính theo 22TCN262-2000 lớn nhất trong ba phương pháp. Do đó cần phải hiệu chỉnh toán đồ Osterberg cho phù hợp với điều kiện làm việc thực tế của đất nền, xét hiệu ứng của lớp đất cứng đến phân bố ứng suất trong nền đất.

3. Dự báo kết quả quan trắc lún thực tế của một số công trình: Nâng cấp mở rộng QL1A đoạn Tứ Cầu – Vĩnh Điện; Nâng cấp, mở rộng ĐT605, Đường Nguyễn Tất Thành nối dài. Nêu cấu tạo, nguyên lý quan trắc số liệu của các thiết bị quan trắc áp dụng. Lý thuyết và phương pháp dự báo số liệu quan trắc theo phương trình  $S_t = S_c(1 - \alpha \cdot e^{-\beta t})$ , trong đó  $\alpha$ ,  $\beta$  là các hệ số hồi qui xác định từ số liệu quan trắc.

4. Xây dựng phương trình quan trắc lún cho các mặt cắt quan trắc lún. So sánh kết quả dự báo độ lún theo số liệu quan trắc, tính toán theo



tiêu chuẩn 22TCN262-2000, phần mềm Plaxis, đề xuất hệ số hiệu chỉnh toán đồ Osterberg theo công thức:

$$k_{Osterberg}^i = \frac{\sigma_{(lc)}}{\sigma_{(262)}}$$

của các công trình trên. Tổng hợp kết quả theo phương pháp bình quân gia quyền, đề xuất hệ số tổng quát.

5. Tính toán lại độ lún của các công trình theo hệ số hiệu chỉnh đã xác định, trong đó ứng suất do tải trọng nền đắp gây ra trong đất nền được tính theo công thức:

$$\sigma_z = k_{Osterberg} \times I \times q$$

So sánh đối chiếu kết quả tính toán với độ lún quan trắc, đề xuất công thức hiệu chỉnh độ lún tính toán theo 22TCN262-2000, công thức hiệu chỉnh như sau:

$$S_{đc} = S'_{tc} - \frac{E - 4876.1 \times e^{0.0811 \times h}}{274.57}$$

6. Xây dựng chương trình tính toán độ lún nền đường ô tô đắp trên nền đất yếu có xét đến hiệu ứng lớp cứng trên bề mặt dựa trên hệ số hiệu chỉnh toán đồ Osterberg và công thức hiệu chỉnh độ lún tính toán. Áp dụng vào kiểm toán lại công trình Nâng cấp, cải tạo QL1A đoạn Tứ Câu – Vĩnh Điện trong luận văn và Gói thầu C57 dự án Phát triển bền vững thành phố Đà Nẵng ngoài thực tế, nhận thấy hệ số đề xuất và công thức hiệu chỉnh là phù hợp.

7. Tính toán độ lún nền đắp có xét đến hiệu ứng lớp cứng trên bề mặt phù hợp với điều kiện làm việc thực tế của đất nền ở hiện trường, từ đó đề xuất giải pháp xử lý hợp lý hơn, giúp giảm kinh phí xử lý nền đất yếu, xử lý nền móng.

### ❖ KIẾN NGHỊ

1. Cần tiếp tục thống kê, tính toán độ lún của các công trình có số liệu quan trắc lún thực tế từ đó xây dựng quan hệ chiều dày h~ mô đun đàn hồi E lớp cứng phù hợp hơn.

2. Áp dụng các thiết bị quan trắc hiện đại vào quan trắc độ lún thực tế để đảm bảo độ lún quan trắc được chính xác. Làm thí nghiệm nén cố kết để xác định mức độ cố kết của đất nền sau khi kết thúc quan trắc lún. So sánh đối chiếu để đánh giá độ tin cậy của số liệu quan trắc lún.

3. Tính toán ứng suất, độ lún theo phương pháp phần tử hữu hạn (phần mềm Plaxis) cho kết quả phù hợp với các giai đoạn thi công khác nhau của nền đắp, tuy nhiên cần tiến hành thí nghiệm ba trục để xác định chính xác mô đun đàn hồi E, ứng xử của đất nền... khi tiến hành mô phỏng bằng phần mềm Plaxis, từ đó đề xuất hệ số hiệu chỉnh chính xác hơn.

4. Áp dụng phần mềm vào kiểm tra các công trình cụ thể, vi chỉnh để hoàn thiện.

5. Kiểm tra chặt chẽ số liệu đầu vào, tiến trình thi công, quan trắc của các công trình xây dựng trên nền đất yếu để đảm bảo phù hợp với lý thuyết tính toán.

6. Rà soát lại tiêu chuẩn khảo sát, thiết kế áp dụng hiện hành để áp dụng cho phù hợp với từng trường hợp khác nhau. Hiệu chỉnh lại toán đồ Osterberg khi xuất hiện lớp cứng trên bề mặt cũng như tính toán trong các trường hợp đặc biệt khác.

### ➤ HƯỚNG PHÁT TRIỂN CỦA ĐỀ TÀI

1. Tiếp tục hoàn thiện hệ số hiệu chỉnh toán đồ Osterberg và công thức hiệu chỉnh độ lún, tiến hành hiệu chỉnh tiêu chuẩn đưa vào áp dụng tính toán đại trà.

2. Xây dựng thêm quan hệ đối với các trường hợp khác: lớp đất yếu xen kẽ giữa các lớp cứng, đất nền có xử lý bằng đường thấm thẳng đứng... Tổng hợp số liệu quan trắc, địa chất của nhiều công trình trên các vùng, tỉnh, thành phố khác nhau để đưa ra hệ số tổng quát.

3. Nâng cấp phần mềm theo phương pháp phần tử hữu hạn, thương mại hóa.