

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP  
KHOA XÂY DỰNG VÀ MÔI TRƯỜNG  
BỘ MÔN XÂY DỰNG**

# **BÀI GIẢNG HỌC PHẦN CƠ HỌC ĐẤT**

Theo chương trình đào tạo 150TC

Số tín chỉ: 3

**Thái Nguyên, năm 2012**

**Tên tác giả: Ths. Lại Ngọc Hùng**

# **BÀI GIẢNG HỌC PHẦN CƠ HỌC ĐẤT**

Theo chương trình đào tạo 150TC

Số tín chỉ: 3

*Thái Nguyên, ngày...tháng ...năm 2012*

Trưởng bộ môn  
(ký và ghi rõ họ tên)

Trưởng khoa XD & MT  
(ký và ghi rõ họ tên)

**Ths. Lại Ngọc Hùng**

**Ts. Dương Thế Hùng**

## MỤC LỤC

<b>Nội dung</b>	<b>Trang</b>
<b>*Mục lục</b>	3
<b>*Đề cương chi tiết học phần</b>	5
<b>I. CHƯƠNG 1: Các tính chất vật lý của đất và phân loại đất</b>	13
<b>A. Phần 1: Phần lý thuyết</b>	
1.1. Nguồn gốc thành tạo	13
1.2. Các thành phần của đất	14
1.3. Các chỉ tiêu vật lý và các đặc trưng vật lý thông thường của đất	18
1.4. Phân loại đất	21
<b>B. Phần 2: Phần thảo luận, bài tập</b>	23
<b>C. Ngân hàng câu hỏi, bài tập</b>	24
<b>II. CHƯƠNG 2: Các tính chất cơ học của đất</b>	25
<b>A. Phần 1: Phần lý thuyết</b>	25
2.1. Tính thấm của đất- hệ số thấm và các bài toán thấm	26
2.2. Tính biến dạng (tính nén) của đất	32
2.3. Tính chống cắt của đất	48
2.4. Tính đầm chặt của đất	57
<b>B. Phần 2: Phần thảo luận, bài tập</b>	59
<b>C. Ngân hàng câu hỏi, bài tập</b>	59
<b>III. CHƯƠNG 3: Khảo sát địa chất công trình</b>	61
<b>A. Phần 1: Phần lý thuyết</b>	61
3.1. Phương pháp khoan đào hố và thí nghiệm trong phòng	61
3.2. Các phương pháp thí nghiệm hiện trường	62
3.3. Lát cắt địa chất và xử lý tài liệu	64
<b>B. Phần 2: Phần thảo luận, bài tập</b>	65
<b>C. Ngân hàng câu hỏi, bài tập</b>	65
<b>IV. CHƯƠNG 4: Phân bố ứng suất trong đất</b>	67
<b>A. Phần 1: Phần lý thuyết</b>	67
4.1. Khái niệm chung	67
4.2. Một số lời giải của lý thuyết đàn hồi	71
4.3. Tính ứng suất dưới đế móng	72
4.4. Tính ứng suất trong nền đất do tải trọng ngoài gây ra	73

4.5. Tính ứng suất trong nền đất do tải trọng bản thân gây ra	77
<b>B. Phần 2: Phần thảo luận, bài tập</b>	78
<b>C. Ngân hàng câu hỏi, bài tập</b>	78
<b>V. CHƯƠNG 5: Độ lún của nền đất</b>	80
<b>A. Phần 1: Phần lý thuyết</b>	81
5.1. Khái niệm chung	81
5.2. Tính toán độ lún bằng cách áp dụng trực tiếp lý thuyết đàn hồi	82
5.3. Tính toán độ lún của nền đất bằng cách cộng lún từng lớp	85
5.4. Tính toán độ lún của nền đất bằng cách áp dụng trực tiếp suy diễn từ thực nghiệm.	88
5.5. Dự tính độ lún theo thời gian	89
<b>B. Phần 2: Phần thảo luận, bài tập</b>	92
<b>C. Ngân hàng câu hỏi, bài tập</b>	92
<b>VI. CHƯƠNG 6: Sức chịu tải của nền đất và ổn định của mái đất</b>	93
<b>A. Phần 1: Phần lý thuyết</b>	93
6.1. Khái niệm chung	93
6.2. Xác định sức chịu tải của nền đất dựa theo lý thuyết cân bằng giới hạn	96
6.3 Xác định sức chịu tải của nền đất bằng phương pháp dùng mặt trượt giả định	102
6.4. Nghiên cứu thực nghiệm về sức chịu tải của nền đất	103
6.5. Ổn định của mái đất	104
<b>B. Phần 2: Phần thảo luận, bài tập</b>	109
<b>C. Ngân hàng câu hỏi, bài tập</b>	109
<b>VII. CHƯƠNG 7: Áp lực đất lên tường chắn</b>	110
<b>A. Phần 1: Phần lý thuyết</b>	110
7.1. Khái niệm chung	110
7.2. Phương pháp xác định áp lực tĩnh lên tường chắn	113
7.3 Phương pháp xác định áp lực chủ động và bị động lên tường chắn	114
7.4. Áp lực đất lên tường chắn trong một số trường hợp riêng	119
<b>B. Phần 2: Phần thảo luận, bài tập</b>	121
<b>C. Ngân hàng câu hỏi, bài tập</b>	121
<b>* Phụ lục</b>	127
<b>* Tài liệu tham khảo</b>	147

## **ĐỀ CƯƠNG CHI TIẾT HỌC PHẦN: CƠ HỌC ĐẤT**

(học phần bắt buộc)

**1. Tên học phần : Cơ học đất (mã số FIM 310)**

**2. Số tín chỉ : 3**

**3. Trình độ cho sinh viên năm thứ 4 (dự kiến theo chương trình chuẩn 5 năm)**

**4. Phân bổ thời gian**

- Lên lớp lý thuyết: 36 tiết
- Thảo luận, bài tập: 18 tiết= 9 tiết chuẩn.

**5. Các học phần học trước**

Địa chất công trình, Quy hoạch đô thị, Máy xây dựng

**6. Học phần thay thế, học phần tương đương**

**7. Mục tiêu của học phần**

Môn học này cung cấp cho sinh viên những kiến thức về bản chất của đất, các giả thuyết lý thuyết và thực nghiệm, các quá trình cơ học xảy ra trong đất khi chịu các tác động bên ngoài và bên trong, sự hình thành của đất, các pha hợp thành đất, các đặc trưng vật liệu của đất, các tính chất cơ học và các đặc trưng liên quan, sự phân bố ứng suất trong đất, các vấn đề về biến dạng, sức chịu tải của nền đất, ổn định của khối đất và áp lực đất lên các vật rắn. Trên cơ sở đó, vận dụng để giải quyết các vấn đề liên quan đến việc sử dụng đất vào mục đích xây dựng công trình.

**8. Mô tả vắn tắt nội dung học phần**

Nội dung chính bao gồm các phần sau:

- Các tính chất cơ học của đất
- Xác định ứng suất trong đất
- Độ bền, ổn định của khối đất, áp lực đất lên vật chắn
- Biến dạng của đất và tính toán độ lún của nền công trình.

Môn học này có một bài tập lớn.

**9. Nhiệm vụ của sinh viên**

1. Dự lớp  $\geq 80\%$  tổng số thời lượng của học phần.
2. Chuẩn bị thảo luận.

**10. Tài liệu học tập**

- Sách, giáo trình chính:

1. Bài giảng Cơ học đất – Lại Ngọc Hùng

- Tài liệu tham khảo:

2. Cơ học đất - Nguyễn Công Ngữ, Nguyễn Văn Dũng - NXB Khoa học kỹ thuật Hà Nội 1998 - Giáo trình

3. Bài giảng Cơ học đất - Nguyễn Đình Tiến.
4. Cơ học đất I,II - Withlow - NXB Giáo dục, Hà Nội 1997- Tài liệu tham khảo

## **11. Tiêu chuẩn đánh giá sinh viên và thang điểm**

### **\* Tiêu chuẩn đánh giá**

1. Thảo luận;
2. Kiểm tra giữa học phần;
3. Bài tập lớn
4. Thi kết thúc học phần;

### **\* Thang điểm**

+ Điểm đánh giá bộ phận chấm theo thang điểm 10 với trọng số như sau:

- Thảo luận: 10 %
- Kiểm tra giữa học phần: 20 %
- Bài tập lớn: 10%

+ Điểm thi kết thúc học phần: 60%.

+ Điểm học phần: Là điểm trung bình chung có trọng số của các điểm đánh giá bộ phận và điểm thi kết thúc học phần làm tròn đến một chữ số thập phân.

## **12. Nội dung chi tiết học phần**

### **mở đầu**

( Tổng số tiết:1,Lý thuyết 1, bài tập, thảo luận:0)

- Đối tượng nghiên cứu, mục đích yêu cầu của môn học
- Lịch sử phát triển của môn học.
- Phương pháp nghiên cứu môn học.

### **Chương 1: Các tính chất vật lý của đất và phân loại đất**

( Tổng số tiết:6,Lý thuyết 4, bài tập, thảo luận:2)

- 1.1. Nguồn gốc thành tạo
- 1.2. Các thành phần của đất
- 1.3. Các chỉ tiêu vật lý và các đặc trưng vật lý thông thường của đất
- 1.4. Phân loại đất

### **Chương 2 : Các tính chất cơ học của đất**

( Tổng số tiết:8,Lý thuyết 6, bài tập, thảo luận:2)

- 2.1. Tính thấm của đất
- 2.2. Tính biến dạng của đất
- 2.3. Tính chống cắt của đất
- 2.4. Tính đàn cứng của đất.
- 2.5. Các tính chất khác của đất.

### **Chương 3 : Khảo sát địa chất công trình**

( Tổng số tiết:6,Lý thuyết 4, bài tập, thảo luận:2)

- 3.1. Phương pháp khoan đào hố và thí nghiệm trong phòng
- 3.2. Các phương pháp thí nghiệm hiện trường
- 3.3. Lát cắt địa chất và xử lý tài liệu

### **Chương 4 :Phân bố ứng suất trong đất**

( Tổng số tiết:9,Lý thuyết 6, bài tập, thảo luận:3)

- 4.1. Khái niệm chung
- 4.2. Một số lời giải của lý thuyết đàn hồi
- 4.3. Phân bố ứng suất đáy móng
- 4.4. Tính ứng suất trong nền đất do tải trọng ngoài gây ra
- 4.5. Tính ứng suất trong nền đất do tải trọng bản thân gây ra

### **Chương 5: Độ lún của nền đất**

( Tổng số tiết:9,Lý thuyết 6, bài tập, thảo luận:3)

- 5.1. Khái niệm chung
- 5.2. Tính toán độ lún bằng cách áp dụng trực tiếp lý thuyết đàn hồi
- 5.3. Tính toán độ lún của nền đất bằng cách cộng lún từng lớp
- 5.4. Tính toán độ lún của nền đất bằng cách áp dụng trực tiếp suy diễn từ thực nghiệm
- 5.5. Dự báo độ lún theo thời gian

### **Chương 6: Sức chịu tải của nền đất và ổn định của mái đất**

( Tổng số tiết:6,Lý thuyết 4, bài tập, thảo luận:2)

- 6.1. Khái niệm chung
- 6.2. Xác định sức chịu tải của nền đất dựa theo lý thuyết cân bằng giới hạn
- 6.3. Xác định sức chịu tải của nền đất bằng phương pháp dùng mặt trượt giả định
- 6.4. Nghiên cứu thực nghiệm về sức chịu tải của nền đất
- 6.5. Ổn định của mái đất

### **Chương 7: Áp lực đất lên tường chắn**

( Tổng số tiết:9,Lý thuyết 6, bài tập, thảo luận:3)

- 7.1. Khái niệm chung
- 7.2. Phương pháp xác định áp lực tĩnh lên tường chắn
- 7.3. Phương pháp xác định áp lực chủ động và bị động lên tường chắn
- 7.4. Áp lực đất lên tường chắn trong một số trường hợp riêng

### 13. Lịch trình giảng dạy

Lịch trình giảng dạy được thiết kế trong 15 tuần học, 12 tuần lý thuyết mỗi tuần 3 tiết, 3 tuần thảo luận mỗi tuần 6 tiết

Tuần thứ	Nội dung	Hình thức học
1	Chương mở đầu - Đối tượng nghiên cứu, mục đích yêu cầu của môn học - Lịch sử phát triển của môn học. - Phương pháp nghiên cứu môn học. <b>Chương 1: Các tính chất vật lý của đất và phân loại đất</b> 1.1. Đại cương về các loại đất 1.2. Các thành phần của đất	Giảng
2	1.3. Các chỉ tiêu vật lý và các đặc trưng vật lý thông thường của đất 1.5. Phân loại đất <b>Chương 2 : Các tính chất cơ học của đất</b> 2.1. Tính thấm của đất	Giảng
3	(Tiếp chương 2) 2.2. Tính biến dạng của đất	Giảng
4	(Tiếp chương 2) 2.3. Tính chống cắt của đất 2.4. Tính đàn chặt của đất	
5	<b>Bài tập thảo luận</b>	Thảo luận
6	<b>Chương 3 : Các thí nghiệm hiện trường</b> 3.1. Khái niệm chung 3.2. Các phương pháp thí nghiệm hiện trường 3.3. Lát cắt địa chất và xử lý tài liệu	Giảng
7	<b>Chương 4 :Phân bố ứng suất trong đất</b> 4.1. Khái niệm chung 4.2. Một số lời giải của lý thuyết đàn hồi 4.3. Tính ứng suất dưới đế móng	Giảng
8	(Tiếp chương 4) 4.4. Tính ứng suất trong nền đất do tải trọng ngoài gây ra 4.5. Tính ứng suất trong nền đất do tải trọng bản thân gây ra	Giảng
9	<b>Chương 5: Độ lún của nền đất</b> 5.1. Khái niệm chung	Giảng



	5.2. Tính toán độ lún bằng cách áp dụng trực tiếp lý thuyết đàn hồi 5.3. Tính toán độ lún của nền đất bằng cách cộng lún từng lớp	
<b>10</b>	<b>Bài tập thảo luận</b>	Thảo luận
<b>11</b>	(Tiếp chương 5) 5.4. Tính toán độ lún của nền đất bằng cách áp dụng trực tiếp suy diễn từ thực nghiệm 5.5. Dự báo độ lún theo thời gian	Giảng
<b>12</b>	<b>Chương 6: Sức chịu tải của nền đất và ổn định của mái đất</b> 6.1. Khái niệm chung 6.2. Xác định sức chịu tải của nền đất dựa theo lý thuyết cân bằng giới hạn	Giảng
<b>13</b>	(Tiếp chương 6) 6.3. Xác định sức chịu tải của nền đất bằng phương pháp dùng mặt trượt giả định 6.4. Nghiên cứu thực nghiệm về sức chịu tải của nền đất 6.5. Ổn định của mái đất	Giảng
<b>14</b>	<b>Chương 7: Áp lực đất lên tường chắn</b> 7.1. Khái niệm chung 7.2. Phương pháp xác định áp lực tĩnh lên tường chắn 7.3. Phương pháp xác định áp lực chủ động và bị động lên tường chắn 7.4. Áp lực đất lên tường chắn trong một số trường hợp riêng	Giảng
<b>15</b>	<b>Bài tập thảo luận</b>	Thảo luận

## MỞ ĐẦU

Đất được hiểu là lớp vật liệu rời phong hoá từ đá và bao phủ trên lớp đá cứng hay còn gọi là lớp vỏ ‘mềm’ của trái đất.

Đất được sử dụng vào nhiều mục đích - trồng trọt, vật liệu, nền công trình, môi trường xây dựng ... Đất là một tài nguyên.

Trong lĩnh vực xây dựng thường dùng đất làm nền - bộ phận “kết cấu” tiếp nhận tải trọng bên trên truyền tới, làm đường, đê, đập. Vì vậy với kỹ sư xây dựng, đất là nơi tiến hành công trình. Khi xây dựng công trình (nhà cửa, đường, cảng, cầu, hầm...) trên đất, trong đất người ta đã tác động lên đất những ngoại lực, năng lượng làm thay đổi nó. Rõ ràng là cần phải biết những quá trình biến đổi cơ học trong đất nhằm đảm bảo cho công trình (trong đó gồm cả nền đất) thuận lợi và an toàn trong thi công, trong sử dụng, đồng thời giá thành rẻ.

Đã có rất nhiều sự cố trong xây dựng do thiếu hiểu biết hoặc đánh giá không đúng về đất:

- Lún quá lớn: các nhà lắp ghép 4-6 tầng ở Hà nội và Hải phòng (xây dựng trong những năm 1960 -1980).

- Lún lệch lớn: tháp Pizza...

⇒ Gây ra bất bình thường cho việc sử dụng công trình

- Trượt mái đất, trượt trôi, lật dẫn đến có thể phá hoại công trình.

- Và những loại đất có tính chất đặc biệt như trương nở, co ngót mạnh mẽ, đất biến loãng ... có thể là nguyên nhân gây ra hư hỏng công trình xây dựng.



Cũng do thiếu hiểu biết hoặc đánh giá không đúng về đất nên nhiều, rất nhiều công trình được thiết kế quá lãng phí.

Cơ học đất là khoa học liên quan tới lực (tải trọng), năng lượng và tác động của chúng đối với đất. Nó bao gồm việc đánh giá bản chất vật thể địa chất, nước ở trong và trên đất, các qui luật cơ học xảy ra trong đất (qui luật ứng suất - biến dạng, qui luật thấm, cơ chế phá hoại.. ) và những dự báo biến đổi do công tác thi công (đào bới, đóng cọc cừ, khoan hố, đắp thêm...) và sử dụng công trình gây ra (còn gọi là phản ứng của nền đất do tác động lên nó).

Người đặt viên gạch đầu tiên xây dựng môn Cơ học đất là Charles Augustin Coulomb (1736 - 1806) - nhà khoa học Pháp và sau đó đến năm 1925 nhà bác học Karl Terzaghi (1883 - 1963) chính thức đưa Cơ học đất - môn học ứng dụng - trở thành một môn khoa học độc lập. Từ đó đến nay Cơ học đất đã có sự phát triển mạnh mẽ, đặc biệt là sự phát triển công nghệ để nghiên cứu thực nghiệm về đất. Tuy nhiên cần nhấn mạnh rằng Cơ học đất, đá công trình có xu hướng kinh nghiệm lành nghề hơn là khoa học chính xác. Các sự cố kể trên hầu như không phải do tính toán nhầm lẫn hay là do phương pháp tính mà thường do đánh giá đất một cách sai lệch với thực tế. Bởi vậy “Cơ học đất” không thể thiếu những nghiên cứu thực nghiệm, thí nghiệm các tính chất đất. Xin được dẫn lời của Murphy & Leway (1985) nói về Cơ học đất: “...khả năng xét đoán giàu kinh nghiệm dựa trên quan sát hiện trường luôn có giá trị hơn bất kì quan niệm lý thuyết chặt chẽ nào...”

▪ **Những nội dung nghiên cứu của Cơ học đất gồm các vấn đề sau:**

- 1- Tính chất vật lý và cơ học của đất, xác định các tính chất xây dựng thích hợp với các công trình riêng biệt.
- 2- Đưa ra mô hình của các tính chất cơ bản bằng ngôn ngữ cơ học hay toán học.
- 3- Dự báo các điều kiện kỹ thuật (biến dạng lún, sức chịu tải, độ ổn định...) có kể đến các yếu tố ảnh hưởng của thời gian, phương pháp thi công, vật liệu, thiết bị...
- 4- Đưa ra các giải pháp công trình bao gồm giải pháp nền, móng.

▪ **Các vấn đề phổ biến trong Cơ học đất:**

- Mô tả, phân loại và đánh giá khả năng xây dựng của đất tương ứng với công trình riêng biệt
- Đào đất và chống đỡ đất (thi công hố móng, hố đào sâu)
- Dòng thấm của nước trong đất (trong công trình thủy)

- Bài toán về dự báo về chuyển vị (điển hình là lún), về phá hoại trượt, lật khi sử dụng đất làm nền hay môi trường chống đỡ nói chung.
- Dùng đất đắp cho công trình xây dựng (đường, sân, bãi, đê đắp ...)

Sau đây đề cập đến các nội dung chính của các vấn đề nêu trên.

# I. CHƯƠNG 1: TÍNH CHẤT VẬT LÝ, ĐẶC TRƯNG VÀ PHÂN LOẠI ĐẤT

## I.1. Mục tiêu

Mục tiêu:

- Cung cấp cho sinh viên những kiến thức cơ bản về các tính chất vật lý của đất, các phương pháp xác định các chỉ tiêu đặc trưng cho tính chất vật lý của các loại đất khác nhau. Sinh viên phát triển kỹ năng nghề nghiệp để có thể thực hiện các thí nghiệm trong phòng xác định một số tính chất vật lý đặc trưng, thông qua mối quan hệ giữa các tính chất vật lý với nhau để tìm ra các chỉ số của các tính chất còn lại.
- Đồng thời cung cấp cách thức phân loại đất là kỹ năng quan trọng của kỹ sư công trình, qua cách phân loại này để nhóm các loại đất có cùng các tính chất như nhau giúp cho bước chọn giải pháp nền móng.

## I.2. Quy định hình thức học cho mỗi nội dung nhỏ

Nội dung	Hình thức học
Nguồn gốc thành tạo đất	Giảng kết hợp sinh viên tự nghiên cứu
Các thành phần của đất	Giảng
Một số tính chất vật lý, các chỉ tiêu (đặc trưng) vật lý thông thường của đất	Giảng
Phân loại đất xây dựng	Giảng kết hợp sinh viên tự nghiên cứu

## I.3. Các nội dung cụ thể

### A. Nội dung lý thuyết

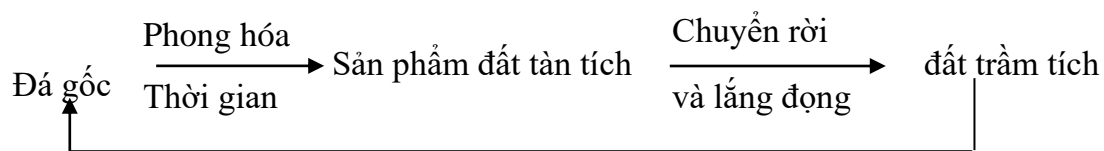
#### Nội dung giảng dạy

#### 1. 1- Nguồn gốc thành tạo đất

Theo quan điểm của các nhà địa chất thì đất có nguồn gốc trực tiếp hoặc gián tiếp từ đá cứng

- Đá macma
- Đá trầm tích
- Đá biến chất

theo sơ đồ sau:



- **Phong hóa:**

Là một số quá trình tự nhiên riêng lẻ hoặc phối hợp như thay đổi nhiệt độ, mưa bão, lũ, sự thay đổi trọng lực, các hoạt động hóa học xảy ra trên mặt và trong lòng đất, đá.

**Phong hóa vật lý:** yếu tố chính là sự thay đổi nhiệt độ, đóng băng, làm đá gốc nứt, vỡ vụn sinh ra các hạt đất rời có góc cạnh, kích thước lớn và thành phần khoáng vẫn giống đá gốc

**Phong hóa hóa học:** yếu tố chính là nước và muối, axit hòa tan trong nước, tương tác với thành phần khoáng của đá tạo ra những sản phẩm là hạt sét có kích cỡ rất nhỏ  $d \leq 0,002\text{mm}$  và mang điện tích âm. Chính hạt sét tạo ra những tính chất dẻo, dính, trương, nở, co ngót, tính thấm nhỏ...cho đất loại dính.

- **Đất tàn tích:**

Sản phẩm phong hóa nằm tại chỗ, không bị chuyển dời. Thường là loại đất dính, địa hình bằng phẳng vùng nhiệt đới, có thành phần khoáng và kích cỡ biến đổi mạnh.

- **Đất trầm tích:**

Sản phẩm phong hóa bị vận chuyển do dòng nước, gió đến nơi xa và lắng đọng lại.

Tác dụng chính của chuyển dời là tuyển lựa. Ví dụ: dòng nước có thể hoà tan một số khoáng vật, cuốn theo các hạt lơ lửng hay kéo lặn các hạt đất rời. Sự lắng đọng phụ thuộc vào vận tốc dòng chảy, vùng thượng lưu, trung du thường có những hạt lớn (tảng lặn, cuội sỏi, cát thô, trung...) vùng hạ lưu, cửa sông là cát mịn, bụi, sét  $\Rightarrow$  trầm tích sông thường được tuyển lựa tốt, cấp phối kém.

Rõ ràng quá trình tạo đất phụ thuộc vào các yếu tố: bản chất đá gốc, điều kiện phong hóa, địa hình, địa mạo, thời gian và cách thức vận chuyển.

## **1.2 - Các thành phần của đất**

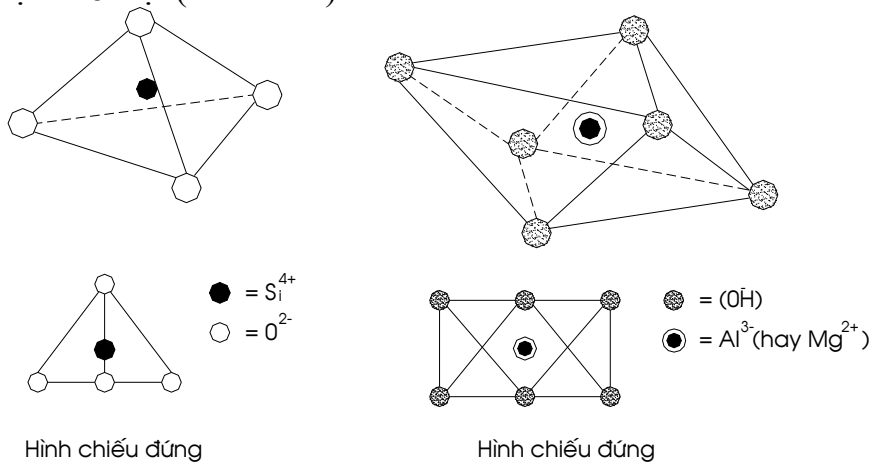
Phần lớn đất bao gồm các hạt khoáng vật vô cơ (hạt rắn) tạo ra bộ khung kết cấu đất và trong lỗ rỗng chứa nước và khí. Bởi vậy có thể coi mô hình đất gồm ba pha: rắn (hạt), lỏng (nước), và khí.

### 1.2.1 Thành phần hạt rắn

- **Kích cỡ:** thường được chia thành 2 nhóm: hạt thô và hạt mịn

Nhóm hạt	Tên	Kích cỡ	Tính chất
Hạt thô	Đá tảng	$D > 200\text{mm}$	Rời rạc, không có tính dẻo dính, khả năng trương nở, co ngót rất ít, hầu như không giữ nước (tính thấm lớn)
	Cuội	$D \geq 10\text{mm}$	
	Sỏi	$D \geq 2\text{mm}$	
	Cát to	$D \geq 0,5\text{mm}$	
	Cát trung	$D \geq 0,25\text{mm}$	
	Cát nhỏ	$D \geq 0,1\text{mm}$ hay $d \geq 0,06\text{mm}$	
Hạt mịn (bề mặt riêng hay tỷ lệ diện tích rất lớn)	Cát bụi	$D \geq 0,002\text{mm}$	Hoạt động bề mặt lớn, có tính dẻo dính, trương nở, co, tính thấm nhỏ..
	Hạt sét	$D \leq 0,002$	

- **Thành phần khoáng:** Những hạt thô có khoáng vật giống đá gốc, còn hạt mịn, đặc biệt khoáng vật sét là khoáng vật dạng lưới- lớp. Chúng được tạo ra từ liên kết khối đơn vị 4 mặt và 8 mặt ( xem hình)



Hình 1: Phân tử đơn vị của khoáng vật sét

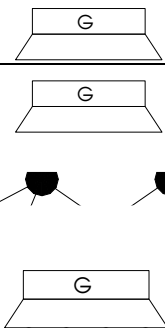
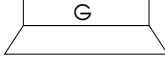
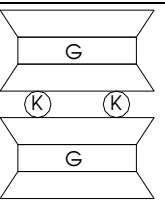
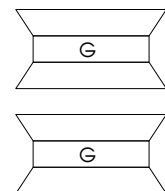
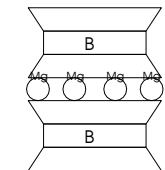
a) Khối bốn mặt ; b) Khối tám mặt

Đất sét Việt Nam thường gặp 3 khoáng vật chính:

- **Monmorilonit:** (cấu trúc 3 lớp) là thành phần chủ yếu của sét bentonit, có tính dẻo, dính lớn, trương nở, co ngót mạnh, tỷ lệ diện tích lớn.

- **Illit:** có tỷ lệ diện tích nhỏ hơn Monmorilonit khoảng 100 lần, các tính chất dẻo dính, trương nở, co ngót cũng nhỏ hơn nhiều.

- **Kaolinit:** (cấu trúc 2 lớp): là thành phần chủ yếu của đất sét kaolin (kaolanh) có tỷ lệ diện tích nhỏ hơn 2 loại trên và bền vững hơn nên tính trương nở, co ngót kém hơn.

Tên khoáng vật	Biểu tượng cấu trúc	Giữa các lớp	Kích thước gần đúng (μm)	Bề mặt riêng	Khả năng trao đổi gần đúng (me/100g)
Kaolinit a)		Liên kết bởi H	$l = 1,2 - 2,0$ $t = 0,05$ Ký hiệu	10 - 30	5
Haloizit b)		H <sub>2</sub> O	(ống) $l \approx 0,5$ $t = 0,05$	40 - 50	15
Illit		Liên kết bởi K	$l = 0,2 - 2,0$ $t = 0,02 - 0,2$ Hai khối tám mặt	50 - 100	30
Monmorilonit		Liên kết ngang giữa ion Mg/Al yếu	$l = 0,1 - 0,5$ $t = 0,001 - 0,01$	200 - 800	100
Vecmiculit		Liên kết bởi Mg <sup>2+</sup>	$l = 0,15 - 1,0$ $t = 0,01 - 0,1$	20 - 400	150

Cấu trúc và kích thước của các khoáng vật sét chính



▪ **Cấp phối hạt:** là tập hợp lượng (g) các cỡ hạt lớn hơn đường kính  $d$  (mm) so với lượng đất thí nghiệm.

Cấp phối tích lũy- Là hàm lượng (tính bằng %) của các cỡ hạt nhỏ hơn cỡ hạt  $d$  trong đất.

**Ghi chú:** cỡ hạt  $d$  (mm) được hiểu là tương ứng với đường kính (cạnh) mắt rây trong thí nghiệm phân tích hạt hay là tương đương với hạt hình cầu đường kính  $d$  cùng tỷ trọng và tốc độ chìm lắng trong nước.

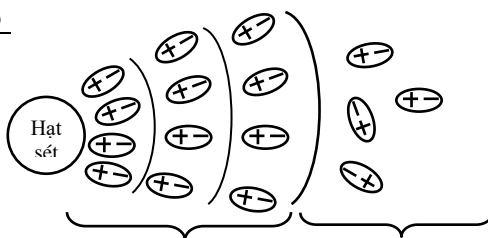
*Cấp phối hạt có ý nghĩa quan trọng đối với đất rời, còn thành phần khoáng vật lại có ý nghĩa lớn đối với loại đất dính.*

### 1.2.2. Thành phần nước trong đất

Nước trong đất tồn tại dưới 3 dạng

+ Nước liên kết: tạo nên bởi tác dụng của lực hút điện phân tử giữa hạt sét (-) và phân tử nước có tính chất lưỡng cực,

+ Nước tự do



—

Nước liên kết      Nước tự do

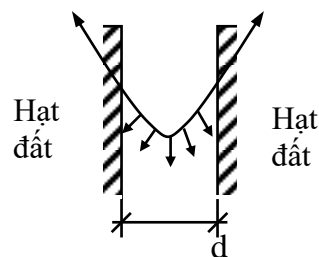
+ Nước mao dẫn: tồn tại trong những lỗ rỗng hẹp do sức căng bề mặt giữa các vật chất có trạng thái vật lý khác nhau (hạt - rắn và nước - lỏng)

Chiều cao mao dẫn  $h_c$

$$h_c = \frac{4T \cos \alpha}{d}$$

Với  $T \approx 0,000074 \text{KN/m}$ ,  $\alpha \approx 0$ ,  $d \approx e.d_{10}$

$$\Rightarrow h_c = 30/e.d_{10}$$



Hạt sét  $\ominus$  trong môi trường có nước luôn tồn tại 2 loại lực:

- Lực hấp dẫn hạt - nước và các cation  $\oplus$ .
- Lực đẩy của các điện tích cùng dấu.

Lực hấp dẫn tăng lên nếu các hạt xích lại gần, màng nước hấp phụ mỏng, trong đất giàu cation hóa trị cao,..., lúc đó nó thắng các lực đẩy, đất có tính dính lớn hơn. Ngược lại khi trong đất lớp nước hấp phụ dày đến mức lực đẩy chiếm ưu thế thì các hạt sẽ ở dạng tự do, tính dính nhỏ.

Với các hạt thô không có tính chất này nên trong đất rời chỉ tồn tại nước tự do và có thể có nước mao dẫn.

Như vậy sự tương tác hạt sét- nước có ý nghĩa quan trọng tạo nên các tính chất độ dẻo của loại đất dính.

### 1.2.3. Thành phần khí trong đất:

Khí tồn tại trong đất dưới dạng kín hay hở, hòa tan hay tự do. Nó ảnh hưởng tới tính trương nở đàn hồi, tính thấm của đất. Trong lý thuyết cơ học đất cổ điển người ta bỏ qua vai trò của khí trong đất, coi đất là bão hoà lý tưởng hoặc đất 2 pha.

Hiện nay lý thuyết đất không bão hoà nước đang được chú ý và có nhiều ứng dụng tốt trong thực tế.

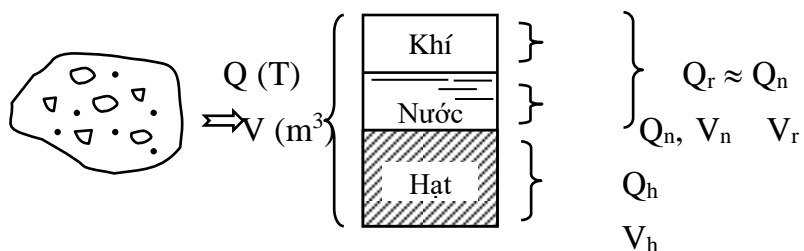
## 1.3 - Một số tính chất vật lý, các chỉ tiêu (đặc trưng) vật lý thông thường của đất

### 1.3.1. Một số tính chất vật lý

- Vật thể rỗng, trong điều kiện tự nhiên thường chứa nước (ẩm)
- Không đều về cỡ hạt đất thường bao gồm nhiều cỡ hạt rất khác nhau.
- Tính dẻo: Khả năng lưu giữ biến dạng tạo ra khi bỏ tác động (ép, nặn...)
- Tính dính: Khả năng chịu kéo của đất do lực hấp dẫn hạt sét- nước và cation  $\oplus$
- Tính trương nở: Khả năng tăng thể tích đất do tăng độ ẩm của đất
- Tính co ngót: Có ý nghĩa ngược lại với trương nở.
- Tính hút ẩm: + Đất hút nước trong lỗ rỗng  
+ Không khí hút nước từ đất
- Tính tan rã trong nước: Trong công trình dùng đất đắp

### 1.3.2. Những đặc trưng vật lý thông thường

Mô hình 3 pha của đất và các kí hiệu



- **Trọng lượng riêng:** đặc trưng cho mật độ hạt đất trong đơn vị thể tích

Định nghĩa:  $\gamma = \frac{Q}{V}$  (KN/m<sup>3</sup>)

(Về bản chất trọng lượng riêng khác khối lượng riêng (T/m<sup>3</sup>) nhưng trong thực tế người ta thường đồng nhất 2 đại lượng này, 1 KN coi bằng 10<sup>-1</sup>T).

Trọng lượng riêng  $\gamma$  có thể ở các trạng thái sau:

- **Bão hoà** (nước chiếm đầy lỗ rỗng  $V_n = V_r$ ) lúc đó  $\gamma_{bh} = \frac{\gamma_n \cdot V_r + Q_h}{V}$  (KN/m<sup>3</sup>)

$\gamma_n$ - Trọng lượng riêng của nước nguyên chất, ở nhiệt độ  $t = 20^\circ\text{C}$ ,  
(thường coi rằng  $\gamma_n = 10\text{KN/m}^3$ , hay  $1\text{T/m}^3$ ).

- **Khô** (khô hoàn toàn,  $V_n = 0$ ):  $\gamma_k = \frac{Q_h}{V}$  (KN/m<sup>3</sup>)

- **Đẩy nổi** (khi đất thấm nước nằm dưới mực nước ngầm, hạt đất sẽ chịu lực đẩy nổi Acsimet và đất bão hoà)

$\gamma_{dn} = \frac{Q_h - \gamma_n \cdot V_h}{V}$  (KN/m<sup>3</sup>)      Và dễ dàng thấy:  $\gamma_{bh} = \gamma_{dn} + \gamma_n$

- **Tỷ trọng của hạt** khoáng vật  $\Delta = \frac{Q_h}{V_h \cdot \gamma_n}$  (ước lượng  $\Delta = 2,6 - 2,9$ )

- **Độ ẩm và độ bão hoà** đặc trưng cho mức độ chứa nước trong đất

+ **Độ ẩm:**  $W = \frac{Q_n}{Q_h}$  (%)

+ **Độ bão hoà:**  $G = \frac{V_n}{V_r} (\leq 1) \Rightarrow$  ý nghĩa  $G \rightarrow 1$  đất bão hoà nước

$G \rightarrow 0$  đất ít ẩm, khô.

- **Giới hạn ẩm dẻo  $w_d (PL)$**  - Khi độ ẩm trong đất tăng đạt tới giá trị mà đất bắt đầu thể hiện tính dẻo, đó là  $w_d$ , tại đó các hạt trượt lên nhau mà không xuất hiện vết nứt (có thể bóp nặn mẫu đất thành hình thù bất kỳ),

- **Giới hạn ẩm nhão  $w_{nh}(LL)$**  - Khi độ ẩm tăng cao tới mức đất không còn khả năng hút ẩm, đất chảy tự do dưới trọng lượng bản thân thì đó là giới hạn độ ẩm nhão  $w_{nh}$ .

Giá trị  $w_d, w_{nh}$  đặc trưng cho tính dẻo của đất.

- **Chỉ số dẻo** - A (hoặc  $\phi$  hay IP) =  $W_{nh} - W_d \Rightarrow$  ý nghĩa: Chỉ số dẻo đặc trưng cho tính dẻo của đất.

- **Độ sệt** - B (hoặc LI) =  $\frac{W - W_d}{W_{nh} - W_d}$

$\Rightarrow$  ý nghĩa:  $B < 0$  – đất trạng thái rắn

$0 \leq B \leq 1$  – đất trạng thái dẻo

$B > 1$  – đất trạng thái nhão

- **Độ rỗng, độ đặc, hệ số rỗng** - đặc trưng cho mức độ rỗng của đất

+ **Độ rỗng** (ký hiệu  $n$ ): định nghĩa  $n = \frac{V_r}{V} < 1 \Rightarrow$  ý nghĩa :  $n$  càng lớn thì đất càng rỗng

+ **Độ đặc** (ký hiệu  $m$ ): định nghĩa  $m = \frac{V_h}{V} \Rightarrow$  ý nghĩa :  $m$  càng lớn thì đất càng chặt.

Và  $n + m = 1$

Thường dùng hơn là hệ số rỗng  $e(\epsilon) = \frac{V_r}{V_h} \Rightarrow$  ý nghĩa :  $e$  càng lớn thì đất càng rỗng,

$e$  càng nhỏ thì đất càng chặt

- **Hệ số không đồng đều  $C_u$  và hệ số cấp phối  $C_g$**  : đặc trưng cho mức không đồng đều về cỡ hạt của đất.

Hệ số không đồng đều  $C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ , trong đó :

$d_{60}$ - Cỡ hạt mà những hạt có cỡ nhỏ hơn chiếm 60% trong đất,

$d_{10}$ - Cỡ hạt mà những hạt có cỡ nhỏ hơn chiếm 10% trong đất.

Hệ số cấp phối  $C_g = \frac{(d_{30})^2}{d_{60} \times d_{10}}$  ( $d_{30}$  định nghĩa tương tự trên)

Đất có cỡ hạt đồng đều (cấp phối kém) khi  $C_u < 3$  và có cỡ hạt không đều (cấp phối tốt) khi  $C_u > 5$  hay  $C_g = 0,5-2$ .

Bằng phương pháp thí nghiệm trong phòng các mẫu đất lấy từ hố khoan, hố đào, người ta thường xác định các đặc trưng vật lý sau:

+  $\gamma, \Delta, w$ , thành phần hạt

- +  $w_{nh}, w_d$  (đối với đất dính)
- + Cấp phối hạt và  $C_u, C_g$  (đối với loại đất rời)

Các đặc trưng khác xác định bằng công thức tính đổi:

$$\gamma_k = \frac{\gamma}{1+w}; \quad e = \frac{\gamma_n \Delta (1+w)}{\gamma} - 1; \quad G = \frac{\Delta w}{e}$$

$$\gamma_{dn} = \gamma_{bh} - \gamma_n = \frac{\Delta - 1}{e + 1} \gamma_n; \quad m = \frac{1}{1+e}; \quad n = \frac{e}{1+e}$$

Nguyên lý thí nghiệm, dụng cụ và kết quả thí nghiệm nhằm xác định các đặc trưng (còn gọi là chỉ tiêu) vật lý của đất được trình bày trong tài liệu về thí nghiệm trong phòng.

#### 1.4 - Phân loại đất xây dựng

Ý nghĩa của việc phân loại đất ở chỗ:

- Cho phép áp dụng những kinh nghiệm định tính về khả năng xây dựng của đất, có dự kiến về giải pháp công trình
- Là “ngôn ngữ” của thông tin về nền đất trong xây dựng công trình

##### **Cơ sở phân loại:**

Các lớp đất, loại đất phải tập hợp được những tính chất xây dựng tương tự nhau

##### **Tiêu chuẩn phân loại:**

Hầu hết các hệ thống phân loại đất đều chia là 3 nhóm chính: hạt thô, hạt mịn và hữu cơ. Dưới đây là hai hệ thống phân loại tên đất xây dựng: hệ thống USCS và hệ thống tiêu chuẩn Việt nam. Trong đó cách phân loại theo tiêu chuẩn Việt Nam đơn giản hơn nhiều nhưng phiền diện và còn nhiều bất cập.

##### **Phân loại theo tiêu chuẩn Việt Nam**

- **Phân loại đất dính theo chỉ số dẻo A :**

Tên đất dính	Chỉ số dẻo A ( $\phi$ ) = $w_{nh} - w_d$ hoặc $PI = LL - PL$
Đất cát pha (á cát)	$1\% < A \leq 7\%$
Đất sét pha (á sét)	$7\% < A \leq 17\%$
Đất sét	$A > 17\%$

▪ **Phân loại đất cát, cuội, sỏi theo hàm lượng hạt**

Tên đất	Phân loại đất rời theo kích cỡ hạt, tính bằng % khối lượng đất khô
Đất hòn lớn: Đất dăm, đất cuội Đất sỏi (sỏi tròn, sỏi góc)	Khối lượng hạt lớn hơn 10mm chiếm trên 50%. Khối lượng hạt lớn hơn 2mm chiếm trên 50%.
Đất cát Cát sỏi Cát thô Cát vừa Cát nhỏ Cát bột	Khối lượng hạt lớn hơn 2mm chiếm trên 25%. Khối lượng hạt lớn hơn 0,5mm chiếm trên 50%. Khối lượng hạt lớn hơn 0,25mm chiếm trên 50%. Khối lượng hạt lớn hơn 0,1mm chiếm trên 75%. Khối lượng hạt lớn hơn 0,1mm chiếm dưới 75%.

▪ **Phân loại trạng thái đất:**

Đối với đất loại thô (rời): đánh giá độ chặt là đất có trạng thái chặt, chặt vừa hay xốp, đặc trưng thường được dùng để đánh giá là hệ số rỗng  $e$ . Đất càng chặt tính chất xây dựng càng tốt.

Loại đất	Hệ số rỗng $e$ , trạng thái		
	Chặt	Chặt vừa	Xốp
Cát to - vừa (trung)	$e < 0,55$	$e = 0,55 - 0,7$	$e > 0,7$
Cát nhỏ	$e < 0,6$	$e = 0,6 - 0,75$	$e > 0,75$
Cát bụi	$e < 0,6$	$e = 0,6 - 0,8$	$e > 0,8$

(Tuy nhiên rất khó xác định  $e$  tự nhiên từ mẫu đất nguyên dạng nên nhiều trường hợp phân loại trạng thái đất rời qua kết quả thí nghiệm xuyên - xem thí nghiệm xuyên tĩnh CPT và xuyên tiêu chuẩn SPT tại chương 3)

- Đối với đất loại dính: Trạng thái độ cứng của đất dính (cứng, dẻo, nhão) gắn liền với trạng thái ẩm. Đặc trưng của trạng thái là độ sệt.

$$\text{Độ sệt } B \text{ (hay } LI) = \frac{W - W_d}{W_{nh} - W_d}$$

B	Trạng thái
$\leq 0$	Rắn
0 – 1	Đẻo (đối với cát pha)
0 -0,25	Nửa rắn
0,25 - 0,5	Đẻo cứng
0,5 - 0,75	Đẻo mềm
0,75 - 1	Đẻo nhão
$\geq 1$	Nhão

### **Nội dung sin viên tự nghiên cứu:**

#### ***Phân loại theo hệ thống USCS***

*Theo hệ thống phân loại USCS (Unified Soil Classification System); bộ rây tiêu chuẩn không thể thiếu các rây No4; No7 và No200. Tên đất được kí hiệu bằng 2 chữ cái :*

*Đối với đất hạt thô (cuội, sỏi, cát) chữ cái đầu là tên loại đất cơ bản trong đất, chữ cái thứ 2 là cấp phối hạt (tốt: W hay kém P) hay là tên loại đất cơ bản lẫn vào.*

*Ví dụ GW - Đất sỏi cấp phối tốt, hay GC – sỏi cuội lẫn sét.*

*Đối với đất mịn (bụi, sét): phải có hơn nửa qua rây No200( 0,074mm), chữ cái đầu là loại hạt cơ bản là bụi (M), sét C, hữu cơ (O) hay than bùn (Pt) và chữ cái thứ 2 là kí hiệu tính dẻo thấp. (L với  $W_{nh} < 50\%$ ) hay tính dẻo cao (H với  $W_d > 50\%$ ).*

### **B. Nội dung thảo luận**

#### **Buổi 1:**

1. Trình bày bản chất lực dính trong đất và ảnh hưởng của lực dính đến tính chất xây dựng của đất.
2. Trình bày cơ sở phân loại đất (rời, dính) và tiêu chuẩn Việt Nam về phân loại đất xây dựng.
3. Trình bày trình tự thí nghiệm xác định các chỉ tiêu vật lý của đất:
  - $\gamma$  ;  $\Delta$  ; W
  - $W_{nh}$  ;  $W_d$  (đối với đất dính)
  - Xác định cấp phối hạt (thành phần hạt) đối với đất cát.

### C. Ngân hàng câu hỏi, bài tập

1. Trên cơ sở định nghĩa các đặc trưng vật lý của đất, hãy cho biết nếu hồ móng ngập nước lâu ngày thì chúng thay đổi như thế nào ?
2. Một mẫu đất thí nghiệm cân được 300g, thể tích  $V = 166,7\text{cm}^3$ . Sau khi sấy khô cân được 240g và thể tích phần hạt là  $87,7\text{cm}^3$ . Biết đất thuộc loại đất dính có các chỉ tiêu  $W_{nh} = 48\%$ ;  $W_d = 23\%$ .

Yêu cầu xác định các đặc trưng vật lý của đất và phân loại tên, trạng thái của đất.

3. Phân tích bằng phương pháp rây một mẫu đất cát thạch anh biết: mẫu đất thí nghiệm có trọng lượng  $G = 500\text{g}$ . Kết quả thí nghiệm như sau:

Đường kính sàng (mm)	10	2	1	0.5	0.25	0.1	<0.1
Lượng đất trên sàng (g)	30	50	60	100	180	60	20

Yêu cầu :

- Trình bày biểu đồ tích lũy hạt.
  - Cho biết tên đất.
  - Nếu hệ số rỗng tự nhiên của đất là  $e_0 = 0,68$ , hãy cho biết trạng thái của đất.
  - Đánh giá mức độ không đồng đều cỡ hạt.
4. Cho kết quả rây như trên và cường độ kháng xuyên tĩnh trung bình của lớp đất chứa mẫu  $\overline{q_c} = 5,2\text{MPa}$ .

Yêu cầu: - Cho biết tên và trạng thái của đất.

- Hệ số rỗng ước lượng bao nhiêu ?

5. Tương tự trên nhưng cho kết quả SPT :  $N = 19$ .
6. Người ta dùng một loại đất làm vật liệu đắp đường. Biết  $\gamma = 1,78\text{T/m}^3$ ;  $\Delta = 2,68$ ;  $W = 12\%$ ;  $W_{nh} = 28,2\%$ ;  $W_d = 18\%$ ; độ ẩm đầm nén tốt nhất  $W_{op} = 20\%$ . Giả thiết tưới ẩm cho đất đến  $W_{op}$  và đầm chặt.

Cho biết tên và trạng thái tự nhiên của đất dùng đắp đường. Xác định lượng nước tưới cho  $1\text{m}^3$  đất trước khi đầm, biết sau khi đầm có  $\gamma_K = 1,7\text{T/m}^3$ .

7. Thí nghiệm đất trong phòng, khối đất ẩm được đầm chặt trong khuôn có thể tích  $964\text{cm}^3$ , khối lượng đất là 1906g. Độ ẩm xác định được là 13% và  $\Delta = 2,72$ .

Hãy tính các đặc trưng vật lý của đất đã được đầm chặt.

Cho một mẫu đất có độ ẩm tự nhiên  $W = 35\%$ , giới hạn sệt  $W_s = 55\%$ , giới hạn dẻo  $W_d = 25\%$ . Hãy xác định tên và trạng thái của mẫu đất theo tiêu chuẩn USCS.



## II. CHƯƠNG 2: CÁC TÍNH CHẤT CƠ HỌC CỦA ĐẤT

### II.1. Mục tiêu

Mục tiêu:

- Đất là môi trường tiếp nhận tải trọng từ các kết cấu bên trên của công trình, qua hệ kết cấu móng tải trọng này được phân bố và truyền vào trong đất. Với bản chất là vật liệu ba pha, vậy tính chất cơ học của chúng như thế nào, ứng xử cơ học của đất khi tiếp nhận tải trọng công trình ra sao là nội dung chính được đề cập trong chương này.
- Giúp sinh viên nắm vững những kiến thức về các tính chất cơ học của đất, đây là những kỹ năng cơ sở xuyên suốt môn học cơ học đất và được sử dụng nhiều trong thiết kế nền móng công trình.

### II.2. Quy định hình thức học cho mỗi nội dung nhỏ

Nội dung	Hình thức học
- Tính thấm của đất- hệ số thấm và các bài toán thấm: Bao gồm định luật thấm Darcy; Các bài toán thấm và phương trình dòng thấm; Áp lực thủy động và điều kiện xói ngầm, đẩy bùng.	Giảng
- Tính biến dạng (tính nén) của đất: Bao gồm các thí nghiệm xác định đặc trưng chịu nén của đất; Bài toán lún 1 chiều; Ứng suất hiệu quả, áp lực nước lỗ rỗng - Bài toán cố kết thấm 1 chiều...	Giảng
- Tính chống cắt của đất: Bao gồm thuyết bền Mohr - Coulomb về sức chống cắt của đất; Cách xác định các tham số sức chống cắt...	Giảng
- Tính đầm chặt của đất và một số tính chất khác	Giảng kết hợp sinh viên tự nghiên cứu

### II.3. Các nội dung cụ thể

#### A. Nội dung lý thuyết

#### Nội dung giảng dạy

Tải trọng, năng lượng tác động lên đất sẽ đất phản ứng như thế nào? Đó là nội dung các tính chất cơ học của đất

Các tính chất cơ học của đất gồm:

- Tính thấm
- Tính nén

- Tính chống cắt
- Tính đầm chặt
- Tính nhạy
- Tính từ biến
- Tính biến loãng và cát chảy ...

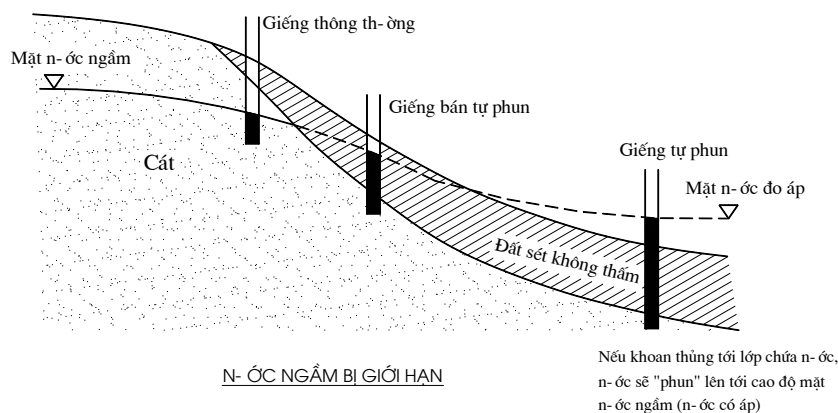
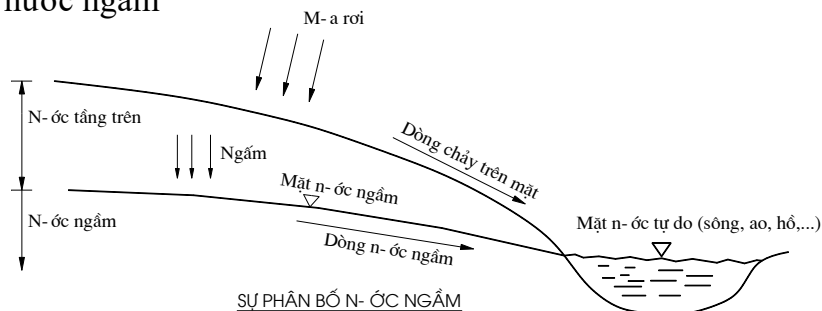
Tuỳ công trình riêng biệt mà các nội dung trên được xem xét với mức độ khác nhau. Sau đây chỉ đề cập tới những vấn đề cơ bản của mỗi tính chất.

## 2.1 - Tính thấm - Hệ số thấm và các bài toán thấm

Khả năng cho nước tự do di chuyển trong hệ lỗ rỗng của đất gọi là tính thấm.

Tính thấm liên quan đến 1 số khái niệm sau:

- Sự phân bố nước ngầm



- Áp lực nước ngầm được đo bằng ống đo áp, hay giếng đào vào tầng chứa nước.
- Áp lực nước lỗ rỗng ( $u$ ): áp lực gây ra trong chất lỏng (nước) chứa đầy lỗ rỗng.
- Dòng thấm: Đất có hệ lỗ rỗng thông nhau  $\Rightarrow$  nước có thể chảy từ vùng áp lực nước cao tới vùng áp lực nước thấp tạo thành dòng thấm trong đất  $\Rightarrow$  gây ra:
  - + Áp lực lên hạt đất (áp lực thủy động  $P_{td} = i \cdot \gamma_n$ ).
  - + Ảnh hưởng đến độ lún theo thời gian và độ lún nói chung.
  - + Có thể xói (chảy).
  - + Đẩy bưng hố móng.

- + Giảm liên kết giữa các hạt.
- + Gây khó khăn cho thi công.

### 2.1.1- Định luật thấm Darcy

#### - Theo Bernoulli:

Cột nước H tạo ra dòng thấm = tổng 3 cột nước thành phần:

- + Cao trình cột nước:  $H_Z$
- + Cột nước do áp lực nước lỗ rỗng:

$$H_u = u / \gamma_n$$

+ Cột nước vận tốc do vận tốc dòng thấm v gây ra:  $H_v = v^2 / 2g$  (g- gia tốc trọng trường)

Vậy  $H = H_Z + H_u + H_v$

- Do kết cấu hạt đất cản trở, lỗ rỗng nhỏ nên vận tốc thấm v trong đất thường nhỏ (coi dòng thấm là dòng chảy tầng) vì vậy có thể bỏ qua thành phần  $v^2 / 2g$ . Thế năng tại

một điểm:  $H = H_Z + \frac{u}{\gamma_n}$ . Xét hai trường hợp sau:

- (1) .  $H_A > H_B \rightarrow$  xuất hiện dòng thấm từ A đến B;
- (2) .  $H_A = H_B \rightarrow$  không có dòng thấm nước ngầm ở trạng thái tĩnh.

- Trong điều kiện bão hoà, dòng thấm trong đất với vận tốc nhỏ được coi là dòng chảy tầng tuân theo **định luật thấm Darcy**:

$$v = K_t \cdot I \quad \text{hay} \quad q = \frac{Q}{t} = F \cdot K_t \cdot I$$

+ Vận tốc dòng thấm  $v = \frac{Q(\text{cm}^3)}{F(\text{cm}^2) \cdot t(\text{s})}$  (cm/s), lượng nước thấm qua 1 đơn vị diện tích

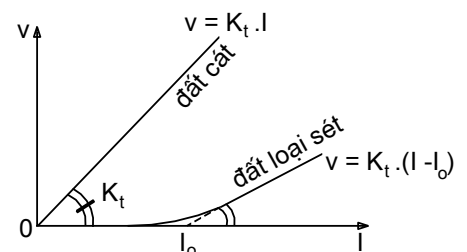
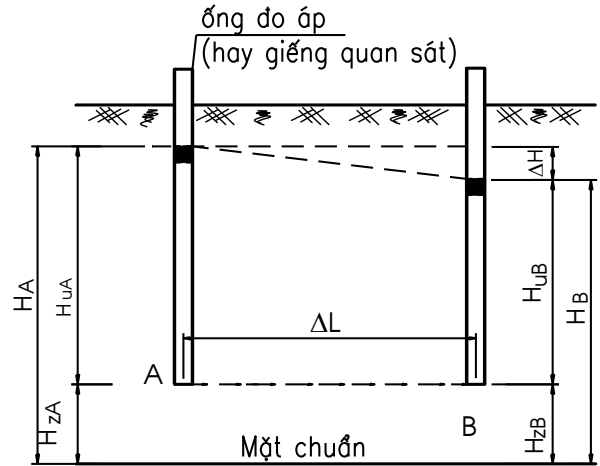
trong 1 đơn vị thời gian.

+ Lưu lượng nước thấm q- lượng nước thấm trong 1 đơn vị thời gian ( $\text{cm}^3/\text{s}$  ;  $\text{m}^3/\text{ngày}$  đêm)

+  $K_t$  (cm/s) hệ số thấm, đặc trưng cho tính thấm của đất.

+  $I = \frac{\Delta H}{\Delta L}$  gradien thủy lực, đặc trưng cho sự thay đổi độ

cao cột nước áp trên một đơn vị chiều dài dòng chảy.



Đối với loại đất dính thì qui luật thấm không giống đất rời, trong đó luôn tồn tại gradien thuỷ lực ban đầu (nhiều loại đất gradien thuỷ lực ban đầu có giá trị rất đáng kể) và hiện tượng thấm chỉ xảy ra khi gradien thuỷ lực lớn hơn giá trị này. Vì vậy định luật thấm Darcy đối với đất dính là  $v = K_t(I - I_0)$ .

Hệ số thấm  $K_t$  và  $I_0$  phụ thuộc vào:

- Loại đất, thành phần hạt, hình dạng hạt
- Cấu trúc phân lớp, mức độ đồng nhất ,
- Độ rỗng của đất
- Độ bão hoà
- Lớp nước liên kết và các loại cation  $\oplus$
- Độ nhớt của nước trong đất (hay nhiệt độ  $t^0$ )
- Sự phá hoại kết cấu nguyên dạng
- Phương thấm (thấm phương ngang thường lớn hơn nhiều phương đứng)

**Giá trị ước lượng của hệ số thấm đối với một số loại đất ( $K_t$ ):**

Sỏi cuội	10 – 100 cm/s
Cát to - nhỏ sạch	$10 - 10^{-3}$ cm/s
Cát bụi, cát pha	$10 - 10^{-5}$ cm/s
Sét pha	$10^{-5} - 10^{-7}$ cm/s
Sét	$< 10^{-7} - 10^{-10}$ cm/s
Sét không thấm	$< 10^{-10}$ cm/s

**Thí nghiệm xác định  $K_t$ :**

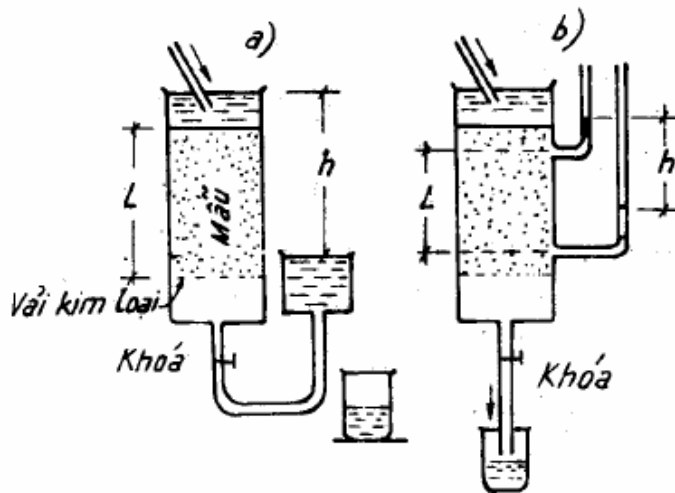
- Thí nghiệm trong phòng: Mẫu có tiết diện  $A$ , chiều dài  $L$ , cột nước áp  $h$ , đo tổng lưu lượng  $Q$  qua mẫu đất trong một khoảng thời gian  $t$  từ đó xác định  $K$ .

Thí nghiệm trong phong ít tin cậy vì kích thước mẫu nhỏ không đặc trưng cho nền đất.

Có 2 phương pháp thí nghiệm trong phòng:

+ Thí nghiệm với cột nước áp không đổi .  $K_t = \frac{Q.L}{h.A.t}$

Phải tiến hành thí nghiệm với các vận tốc thấm khác và cột nước khác nhau để tính giá trị  $K$  trung bình. Thí nghiệm này thường tiến hành với đất hạt thô, khi  $K_t > 10^{-4}$  m/s

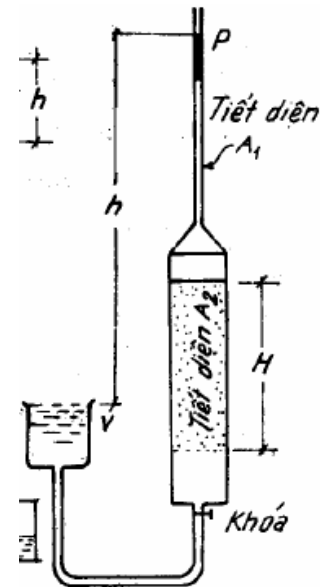


Hình- Thí nghiệm xác định  $K_t$  với cột nước áp không đổi

+ Thí nghiệm với cột nước áp thay đổi .

$$K_t = \frac{2.3A_1.L_1}{A_2.(t_1 - t_0)} \cdot \log \frac{h_0}{h_1}$$

Thí nghiệm này thường tiến hành với đất hạt mịn, vì vận tốc của dòng nước qua chúng quá nhỏ không có khả năng đo chính xác bằng thăm kê có cột nước cố định.



Hình- Thí nghiệm xác định  $K_t$  với cột nước áp thay đổi

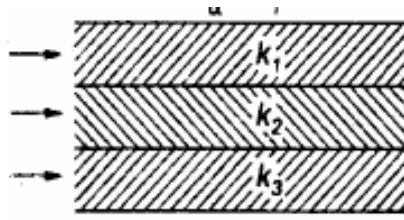
- Thí nghiệm hiện trường trong giếng hoặc hồ khoan, bơm hút hoặc nén ép.

Bố trí giếng quan trắc và bơm hút; đo lưu lượng ở 1 giếng, quan sát độ hạ thấp ở giếng khác. Khi lưu lượng bơm không đổi, mực nước ở các giếng quan trắc cũng không đổi, khi đó dòng thấm vào giếng đạt tới trạng thái ổn định. Phân tích và tìm ra K theo các biểu thức đã biết (trong học phần Địa chất công trình)

**Hệ số thấm tương đương của nét đất không đồng nhất (nền đất gồm nhiều lớp):**

+ Trường hợp thấm ngang, phương thấm song song mặt lớp:

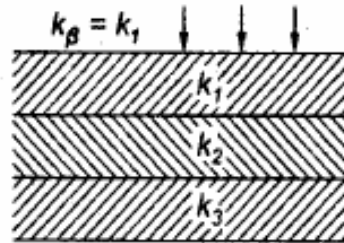
Xét phân tố có chiều dày là 1 đơn vị nên diện tích tiết diện mà dòng thấm đi qua là  $F = 1 \times H = H$ .



Hình: Thẩm ngang trong nền phân lớp, phương thấm song song mặt lớp  
 Khi đó:

$$K_{td} = \frac{1}{H} (k_1 \cdot h_1 + k_2 \cdot h_2 + \dots + k_n \cdot h_n) = \frac{1}{H} \sum_{i=1}^n k_i \cdot h_i$$

+ Trường hợp thấm thẳng đứng, phương thấm vuông góc với mặt lớp:

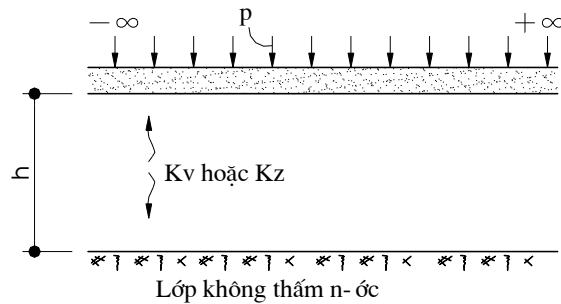


Hình: Thẩm đứng trong nền phân lớp, phương thấm vuông góc với mặt lớp

Khi đó hệ số thấm tương đương của tầng đất có bề dày H là:

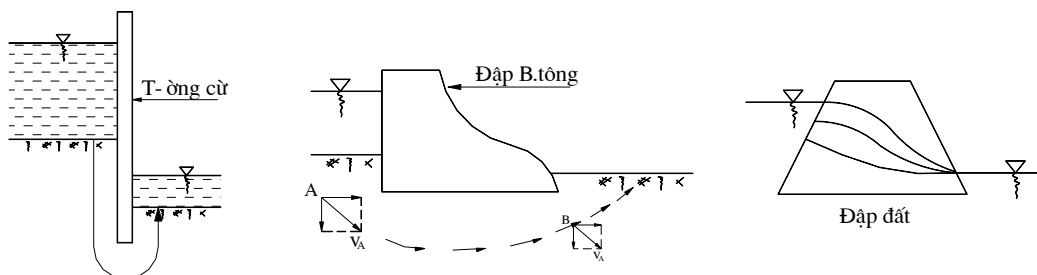
### 2.1.2. Các bài toán thấm và phương trình dòng thấm

- Dòng thấm 1 hướng



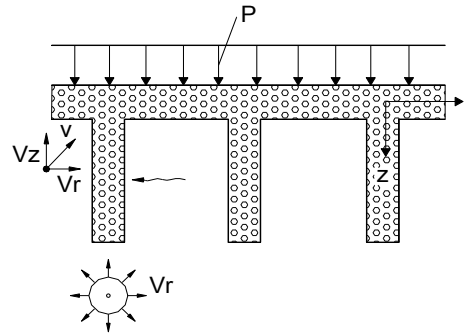
- Dòng thấm 2 hướng (bài toán phẳng)

Công trình kéo dài rất lớn theo 1 phương ta xem là dòng thấm 2 hướng



- Dòng thấm 3 hướng (bài toán không gian): vận tốc dòng thấm theo 3 hướng

Điển hình là bài toán giếng cát, bắc thấm  $\Rightarrow$  bài toán đối xứng trục



- Phương trình tổng quát dòng thấm:

Lưu lượng dòng thấm vào phân tử = lưu lượng ra

Với bài toán thấm 1 chiều

$$q_{ra} = q_{vào} + \frac{\partial q}{\partial z} \cdot dz \quad \text{với} \quad q = v_z \cdot dz$$

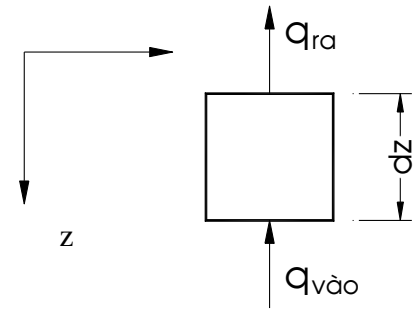
$$\text{vì } q_{vào} = q_{ra} \Rightarrow \frac{\partial q}{\partial z} = 0 \Leftrightarrow \frac{\partial v_z}{\partial z} = 0 \quad \text{với } v_z = -K_{tz} \cdot I = -I \frac{\partial x}{\partial z}$$

Tương tự với bài toán 2 chiều

$$\frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_z}{\partial z} = 0$$

Và thấm 3 chiều

$$\frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} + \frac{\partial v_z}{\partial z} = 0$$



Phương trình vi phân cơ bản của dòng thấm (phương trình Laplace) được trình bày bởi 2 họ hay mặt trực giao:

- Dòng thấm gọi là đường dòng
  - Đường đẳng thế là đường trực giao với đường thấm
- } Tạo ra lưới thấm.

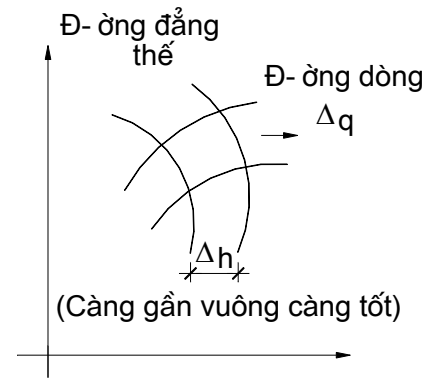
Để vẽ lưới thấm căn cứ vào:

- Nếu lưới thấm được lập sao cho khoảng cách giữa các đường đẳng thế kề nhau biểu thị độ chênh cột nước  $\Delta H$  không đổi và khoảng cách giữa các đường dòng kề nhau biểu thị lưu lượng dòng thấm  $\Delta H$  không đổi  $\Rightarrow H = \Delta H \cdot N_c$  ( $N_c$  - số khoảng đường đẳng thế).

$$q = \Delta q \cdot N_f$$

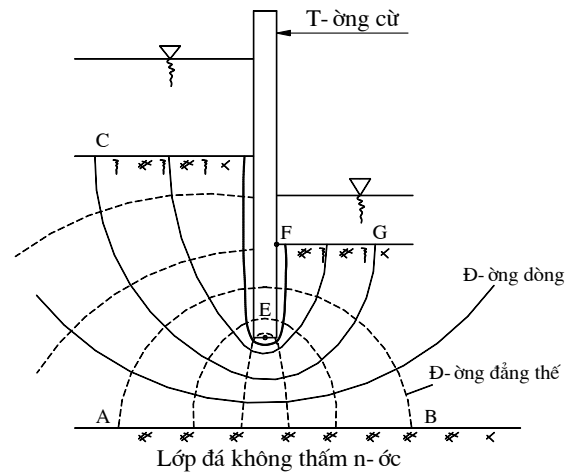
( $N_f$  - số các khoảng đường dòng, gọi là dòng dẫn)

$$q = K_t \cdot H \cdot \frac{N_f}{N_c}$$



**Điều kiện biên:**

- Biên không thấm - là 1 đường dòng (ví dụ DE, EF, AB).
- Biên thấm ngập nước, dọc theo nó cột nước bằng hằng số  $\Rightarrow$  đó là đường đẳng thế (ví dụ CD, FG).
- Mặt nước ngầm: đường dòng đỉnh.



Trước đây để vẽ lưới thấm thường bằng cách đúng dần, nhưng hiện nay có rất nhiều phần mềm xác định và vẽ lưới thấm cho phép giảm nhẹ công việc và kết quả gần với thực tế hơn.

**2.1.3. Áp lực thủy động và điều kiện xói ngầm, đẩy bùng**

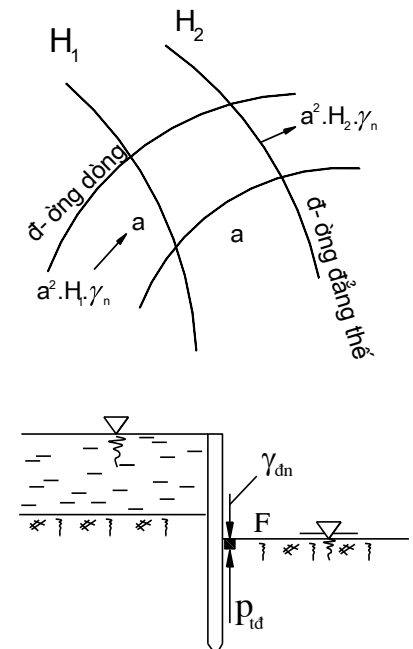
- Áp lực thủy động: áp lực dòng thấm chảy tác dụng lên đất
- Xét phân tử vuông cạnh  $a$  tạo bởi lưới thấm ( $a^2$  - diện tích thân)
- Dễ dàng thấy áp lực thủy động đối với 1 đơn vị thể tích đất

$$p_{td} = \frac{a^2 H_1 \gamma_n - a^2 H_2 \gamma_n}{a^3} = \frac{H_1 - H_2}{a} \gamma_n = I \cdot \gamma_n$$

$$p_{td} = \frac{a^2 H_1 \gamma_n - a^2 H_2 \gamma_n}{a^3} = \frac{H_1 - H_2}{a} \gamma_n = I \gamma_n$$

- Điều kiện xói ngầm

Tại F là nguy hiểm nhất  $\Rightarrow$  điều kiện không xói ngầm:

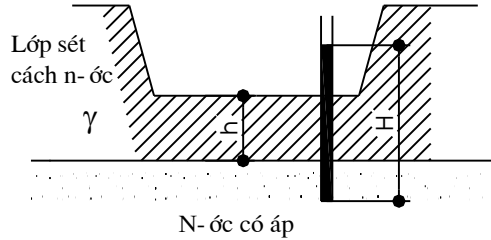




$$\gamma_{đn} > p_{td} \Rightarrow \gamma_{đn} > I\gamma_n$$

- Điều kiện đẩy búng

$$\gamma \cdot h > H \cdot \gamma_n$$



## 2.2 - Tính nén của đất

Tải trọng tác dụng  $\longrightarrow$  Móng  $\longrightarrow$  ứng suất tiếp xúc tại đáy móng  $p$   $\xrightarrow{t.gian}$  ứng suất trong nền đất  $(\sigma, \tau)$

biến dạng  $\longrightarrow$   $\left\{ \begin{array}{l} - \text{biến dạng thể tích (do } \sigma) \Rightarrow V_r \text{ giảm} \\ - \text{biến dạng hình học (do } \tau) \Rightarrow \text{giãn hay ép ngang} \end{array} \right\}$  do các hạt dịch chuyển chuyên

Tính nén là khả năng giảm thể tích của đất do tác dụng của tải trọng.

### 2.2.1- Các đặc tính nén của đất

#### 2.2.1.1. Thí nghiệm bàn nén hiện trường

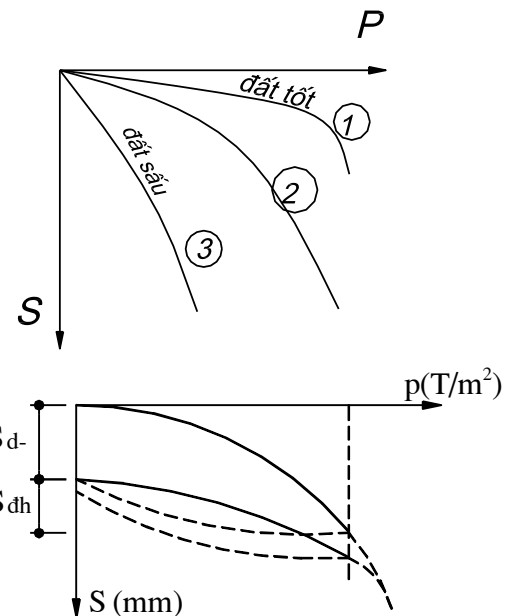
+ Dụng cụ (xem phần khảo sát nghiên cứu đất, chương III)

+ Kết quả:

- Khi gia tải :

Khi  $p$  nhỏ thì đường cong gần như là đường thẳng.

$S$  lúc đầu chủ yếu do sự giảm thể tích lỗ rỗng, sau thêm biến dạng trượt ngang (nở hông), vùng trượt phát triển khi  $P$  đến  $P_{gh}$  thì mặt trượt liên tục được hình thành; đẩy khối đất trượt trôi lên hay ép nó xuống sâu và sang bên.



- Khi dỡ tải và nén – dỡ

Đường nén và nở không trùng nhau:  $S_{đr} \gg S_{đh}$   
 nhưng càng nén với  $p_0 \ll P_{gh}$  thì thành phần  $S_{đr}$   
 càng giảm và  $S_{đh}$  càng tăng.

*Nguyên nhân gây biến dạng dư của đất:*

- Khả năng của đất không thể khôi phục lại kết cấu ban đầu sau khi cất tải.
- Mối liên kết kết cấu của đất và của các hạt khoáng vật bị phá hủy
- Một phần không khí và nước thoát ra khỏi lỗ rỗng của đất dưới tác dụng của tải trọng ngoài

*Nguyên nhân gây biến dạng đàn hồi của đất:*

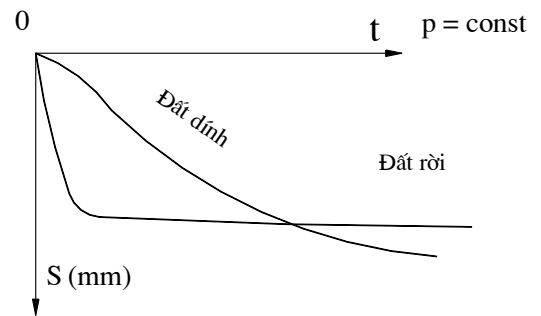
- Khả năng khôi phục lại hình dạng ban đầu của cốt đất và bản thân hạt đất.
- Khả năng khôi phục lớp nước màng mỏng xung quanh hạt đất.
- Khả năng khôi phục lại hình dạng của các bọt khí trong đất.
- Duy trì tải trọng tĩnh không đổi

Đất cát: Độ lún nhanh chóng ổn định.

Đất sét: Độ lún phát triển theo thời gian, có thể rất lâu dài mới đạt đến độ lún ổn định

Theo dõi độ lún theo thời gian nhận thấy rằng độ lún gồm 4 nguyên nhân gây ra

- 1- Độ lún tức thời do các khung kết cấu hạt đất bị ép chuyển sang trạng thái chặt hơn trong thời gian ngắn sau khi tải trọng tác động.
- 2- Cố kết sơ cấp: quá trình nước lỗ rỗng trong đất dính bão hòa thoát ra,  $V_r$  giảm  $\Rightarrow$  cho đến khi áp lực nước lỗ rỗng đạt tới cân bằng. (tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng)



- 3- Cố kết thứ cấp: thường xảy ra với đất loại mịn, có tính từ biến

- 4- Biến dạng hông do các hạt đất trượt lên nhau tạo nên.

Trong các thành phần độ lún trên, đối với đất dính thì cố kết là thành phần quan trọng bậc nhất.

- *Đối với đất sét:* Ba độ lún nêu trên là rõ ràng và có thể tách biệt được. Những nghiên cứu mới nhất cho thấy như sau:

Độ lún tức thời nhỏ, có khi không phải là quá nhỏ mà có thể bỏ qua. Trong một số trường hợp chúng có thể chiếm tới 10% tổng độ lún. Độ lún tức thời được tính qua môđun đàn hồi không thoát nước ( $E_u$ ).

Độ lún cố kết (thâm) là phần chủ yếu, thường chiếm trên 90% độ lún tổng. Tuy vậy trong một số trường hợp nó chỉ chiếm khoảng 50% độ lún tổng.

Độ lún từ biên không nhỏ, nhất là đối với đất sét yếu và rất yếu. Đôi khi chúng có thể chiếm tới 40 ÷ 50% độ lún tổng.

- *Đối với đất cát:* Do tính thấm quá nhanh, do đó không thể tách rời lún tức thời và lún cố kết được

- Thí nghiệm tải trọng động

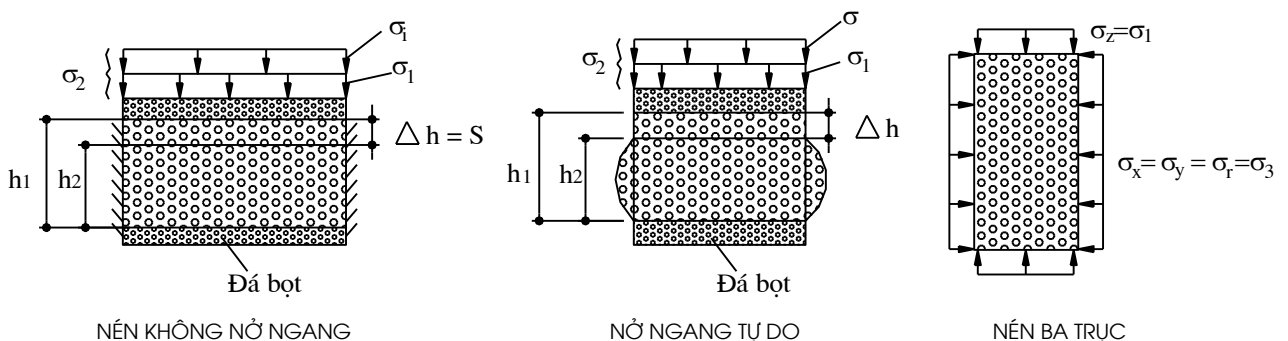
Với những loại đất thô, xốp, đất cấp phối đắp dưới tác động của tải trọng động (do đầm, rung, xe cộ, đóng cọc ...) sẽ chặt lên, còn đối với các loại sét yếu, bão hòa, cố kết chậm, cát bụi bão hòa thì ngược lại, xấu đi đáng kể.

### 2.2.1.2. Thí nghiệm nén trong phòng thí nghiệm

- Mẫu đất thí nghiệm: nguyên dạng hoặc được chế bị từ đất không nguyên dạng. Mẫu có dạng trụ dẹt, vuông hoặc tròn, phổ biến là  $d \times h = 75 \times (15-20)$  mm

- Các sơ đồ thí nghiệm:

- + Không nở ngang
- + Nở hông tự do (nén 1 trục)
- + Nén 3 trục



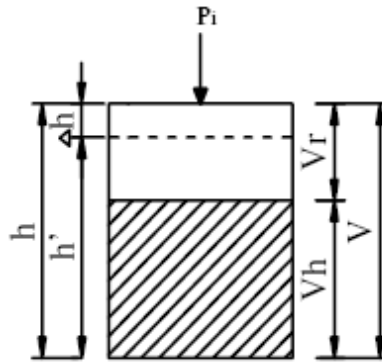
Sơ đồ nén trong phòng thông dụng ở Việt Nam là nén không nở ngang, để xác định các đặc trưng nén, hệ số cố kết.

Sơ đồ nén một trục dùng nghiên cứu tính nén, tính ổn định của mái đất.

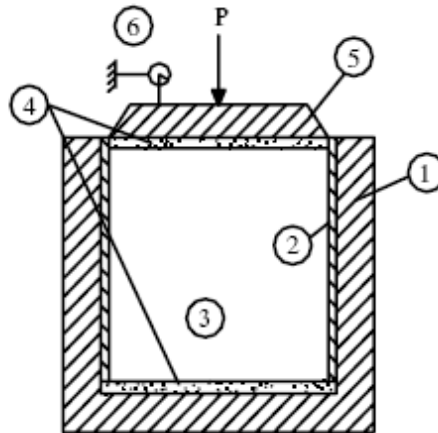
Sơ đồ nén 3 trục thường dùng xác định các đặc trưng chống cắt, đôi khi cũng dùng nghiên cứu tính chất nén ép của đất.

### 2.2.1.3. Thí nghiệm nén không nở ngang trong phòng thí nghiệm:

- Sơ đồ thí nghiệm



- Dụng cụ thí nghiệm



Thí nghiệm nén lún mẫu đất trong phòng được thực hiện trong thiết bị nén như hình trên. Bộ phận chủ yếu của thiết bị này gồm 1 hộp cứng 1, trong đó có 1 dao vòng 2 cùng với mẫu đất 3. Để cho nước trong các lỗ rỗng có thể thoát ra trong quá trình nén đất, mẫu đất được lót ở trên và ở dưới bằng hai tấm đá thấm kèm với giấy thấm hình tròn 4. Khi thí nghiệm tải trọng được truyền lên mẫu đất qua một nắp truyền lực 5. Biến dạng của mẫu đất ở từng thời gian được đo bằng một chuyển vị kế số 6.

- Mẫu đất nguyên dạng hay chế bị dạng hình trụ tròn  $d = 75\text{mm}$  ;  $h = 15 - 20\text{mm}$

- Qui trình thí nghiệm :

+ Tải trọng đứng bắt đầu thí nghiệm  $\sigma_0$  ( $p_0$ ) thường gần với áp lực tự nhiên ( $\gamma \cdot h$  với  $h$  là độ sâu lấy mẫu) hoặc tạo ra trạng thái ban đầu quy ước. Toạ độ điểm A biểu thị hệ số rỗng và ứng suất hiệu quả tương ứng với trạng thái của đất tại hiện trường. Khi mẫu đất được lấy bằng những biện pháp kỹ thuật tốt, bảo quản tốt, độ ẩm không thay đổi nhiều thì hệ số rỗng  $e_0$  lúc đầu thí nghiệm thực tế bằng hệ số rỗng của đất ở hiện trường.

+ Tải trọng gia tăng từng cấp nhỏ (với đất yếu mỗi cấp có thể là 12, 25 hay 50  $\text{KN/m}^2$  , với đất tốt mỗi cấp tải có thể lớn hơn, có thể là 100 ÷ 400  $\text{KN/m}^2$  )

Ví dụ cấp tải trọng tác dụng : 12 25 50 100 200 KN/m<sup>2</sup>

Hay 50 100 200 300 400 800 1600 KN/m<sup>2</sup>

- + Cấp tải trọng sau thường lớn gấp đôi cấp tải trọng trước.
- + Cấp trước cố kết (hoàn toàn hay giả định) thì tăng cấp sau.
- + Mỗi thí nghiệm nên tiến hành 4 đến 6 cấp tải trọng.
- + Riêng cấp cuối cùng duy trì trên 24h rồi mới tiến hành thí nghiệm dỡ tải (nếu cần) (Nếu nén cố kết mẫu bão hoà thì mỗi cấp tải duy trì từ 24 đến 48h)

*Ghi chú: qui trình dỡ tải tương tự như trên.*

- *Kết quả thí nghiệm* : sự thay đổi thể tích rỗng (gây lún) theo sự gia tải được biểu thị trên đồ thị  $e - \sigma$  (hoặc  $p$ ) là đường logarit lõm hoặc trên đồ thị  $e - \log \sigma$  là đường thẳng và đồ thị  $\varepsilon (= \frac{\Delta h}{h}) - \sigma(p)$  là đường cong lõm tiệm cận với  $S_{od}$  (xem hình vẽ).

#### **a) Thí nghiệm nén (gia tải):**

Giá trị của  $e$  được tính như sau:

+ Tính  $e_n$  từ  $e_0$  của mẫu đất đưa vào hộp thí nghiệm ( $e'_i$  – là hệ số rỗng của mẫu đất ứng với áp lực nén là  $\sigma_i$  tính từ  $e_0$ )

+ Tính  $e_n$  từ  $e_n$  của mẫu đất đã cố kết ở cấp cuối theo công thức  $e_i = e_{i-1} - (1 + e_{i-1}) \frac{\Delta h_i}{h_{i-1}}$

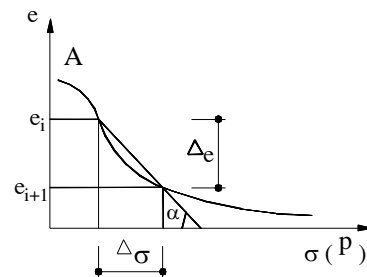
$$e_i = e_{i-1} - (1 + e_{i-1}) \frac{\Delta h_i}{h_{i-1}} ; (e_i - \text{là hệ số rỗng của mẫu đất ứng với áp lực } \sigma_i \text{ tính từ } e_n$$

tương ứng với cấp cuối)

+ Sau đó tiến hành hiệu chỉnh  $e_i$ .

Thông thường  $e_i$  được tính từ giá trị  $e_n$  và hiệu chỉnh

bằng cách nhân thêm hệ số  $\alpha = \frac{e_n}{e_n}$



\* *Đường cong nén ép biểu diễn dạng  $e - \sigma$  (xem hình vẽ).*

Đường cong nén ép đặc trưng cho khả năng nén chặt của đất, có nghĩa là khả năng giảm độ rỗng dưới tác dụng của tải trọng ngoài. Với các đất có tính nén lún lớn, khi tăng tải trọng nén, hệ số rỗng giảm nhanh, đường cong nén hạ thấp đột ngột. Ngược lại với các đất có tính nén lún ít, với cùng áp lực đơn vị như vậy lượng biến thiên của hệ số rỗng rất nhỏ, đường nén ép thoải. Tính nén lún của đất ứng với tải trọng  $p_1$  được đặc trưng bởi độ dốc của đường cong nén ép tại điểm ứng với  $p_1$  ấy.

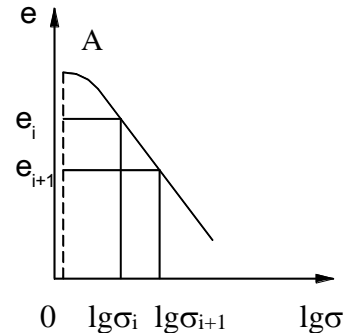
Đặt  $a_{i-i+1} = \operatorname{tg}\alpha = -\frac{\Delta e}{\Delta\sigma} = \frac{e_i - e_{i+1}}{\sigma_{i+1} - \sigma_i}$  ( $\text{m}^2/\text{KN}$  hay  $\text{m}^2/\text{T}$ ) – gọi là hệ số nén, đặc trưng cho tính nén của mẫu đất trong khoảng áp lực  $\sigma_i - \sigma_{i+1}$ .

Trong thực tế xây dựng thường dựa vào trị số của hệ số nén lún  $a_{1-2}$  (hệ số nén lún của đất với biến thiên áp lực trong khoảng từ 1-2kG/cm<sup>2</sup>) để phân chia tính nén lún của đất như sau:

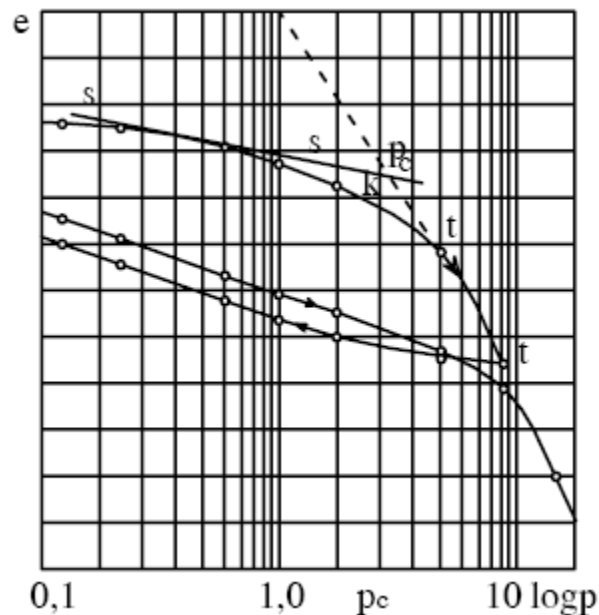
Đất có tính nén lún nhỏ khi  $a \leq 0,001 \text{ cm}^2/\text{kG}$ .

Đất có tính nén lún vừa khi  $0,001 < a \leq 0,1 \text{ cm}^2/\text{kG}$ .

Đất có tính nén lún lớn khi  $a > 0,1 \text{ cm}^2/\text{kG}$ .



\* Đường nén ép biểu diễn dạng  $e - \lg\sigma$  có dạng:



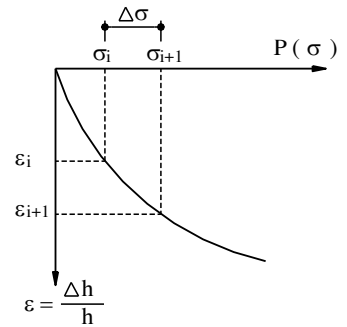
Nếu biểu diễn kết quả thí nghiệm nén trên đồ thị  $e - \lg\sigma$  như hình trên đồ thị  $e = f(\log p)$  như hình trên, ta sẽ được hai đoạn thẳng: Đoạn đầu ss có độ dốc nhỏ, đoạn sau tt có độ dốc lớn, hai đoạn thẳng này nối nhau bởi một đoạn cong và chúng gặp nhau ở điểm k, điểm này tương ứng với áp lực nén  $p_c$  mà ta gọi là áp lực tiền cố kết. Tức là trước đây, trong lịch sử của nó, mẫu đất đã được nén đến  $p_c$ . Như vậy đoạn ss có độ dốc nhỏ vì nó ứng với chu trình nén thứ cấp, còn đoạn tt có độ dốc lớn vì nó ứng với chu trình nén sơ cấp. Dựa vào vị trí (độ sâu) của mẫu đất lấy tại hiện trường về làm thí nghiệm hay dựa vào hệ số quá cố kết là OCR (Overconsolidation Ratio) (tức là  $R_c = p_c/p_o$ );  $p_o$  - ứng suất bản thân của đất tại hiện trường, người ta phân biệt thành 3 trường hợp sau:

- $p_c < \gamma h$ : Đất dưới cố kết, nghĩa là đất chưa lún xong dưới tác dụng của trọng lượng các lớp đất đè lên nó tức là  $OCR < 1$ .
- $p_c = \gamma h$ : Đất cố kết bình thường, đất đã lún xong dưới tác dụng của các lớp đất đè lên nó tức là  $OCR = 1$ .
- $p_c > \gamma h$ : Đất quá cố kết, trong lịch sử tồn tại nó đã từng bị nén lún bởi một áp lực lớn hơn áp lực hiện đang đè lên nó, tức là  $OCR > 1$ .

$$\text{Đặt: } C = \frac{e_i - e_{i+1}}{\lg \sigma_{i+1} - \lg \sigma_{i1}} = \frac{\Delta e}{\lg \frac{\sigma_{i+1}}{\sigma_i}}$$

là chỉ số nén, có ý nghĩa tương tự  $a$  - đặc trưng cho tính nén của m<sup>2</sup>

$$\Rightarrow e_{i+1} = e_i - C \cdot \lg \frac{\sigma_{i+1}}{\sigma_i}$$



\* Kết quả biểu diễn dạng  $\varepsilon_z - \sigma$  (biến dạng tương đối- áp lực):

$$\text{Đặt: } E_{s_{i-i+1}} = -\frac{\Delta \sigma}{\Delta \varepsilon} \text{ (KN/m}^2\text{)}$$

là mô đun nén ép trong khoảng áp lực  $\sigma_i - \sigma_{i+1}$ . có ý nghĩa ngược lại với hệ số nén  $a$  và chỉ số nén  $C$

### b) Thí nghiệm dỡ tải:

Khi  $p < p_0$  thì đường nén tương đối nằm ngang rồi cong đột ngột và có xu hướng trùng với đường nén nguyên thủy.

Giá trị áp lực  $p_0$  hay  $\sigma_0$  tương ứng với áp lực mẫu đã bị nén trước với áp lực này, có ý nghĩa tương tự với  $\sigma_c$ - áp lực tiền cố kết, có nghĩa là trong lịch sử đất đã từng cố kết dưới áp lực đó. Hiện tại nếu :

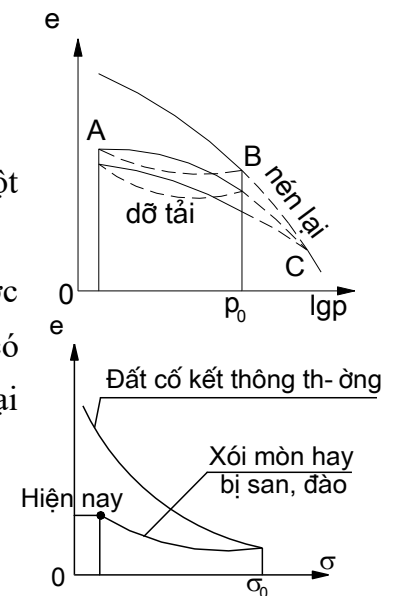
$$\sigma_z^{bt} < \sigma_c \Rightarrow \text{đất quá cố kết,}$$

- Nếu áp lực bản thân tại độ sâu mẫu

$$\sigma_z^{bt} = \sigma_c \Rightarrow \text{đất cố kết bình thường,}$$

- Nếu  $\sigma_z^{bt} = \gamma \cdot z > \sigma_c \Rightarrow \text{đất chưa cố kết}$

(chưa lún xong dưới trọng lượng bản thân)

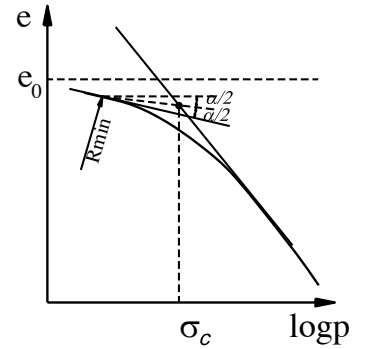


- Trong phạm vi  $p(\sigma) < \sigma_c$ : mẫu đất được nén lại, tương ứng với đoạn đường cong AB, chỉ số nén tương ứng ký hiệu là  $C_s$ .

- Và  $\sigma > \sigma_c$ , quá trình nén biểu thị bởi đường BC, chỉ số nén ký hiệu là  $C_c$

$$C_c \approx 0,009 (W_{nh} \cdot 100 - 10) \quad (\text{Theo Skempton 1994})$$

- Đặc tính cố kết của đất phụ thuộc vào nguồn gốc, cấu trúc loại đất, trạng thái, độ nhạy...



### 2.2.2 - Bài toán lún 1 chiều

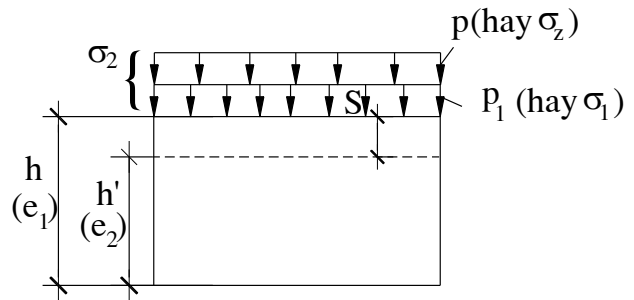
▪ Từ định luật Hooke tổng quát, với trạng thái không nở ngang:

$$\begin{cases} 0 = \varepsilon_x = \varepsilon_y = \frac{1}{E_0} [\sigma_x - \mu_0(\sigma_y + \sigma_z)] = \frac{1}{E_0} [\sigma_y - \mu_0(\sigma_x + \sigma_z)] \\ \frac{\Delta h}{h} = \varepsilon_z = \frac{1}{E_0} [\sigma_z - \mu_0(\sigma_x + \sigma_y)] \end{cases}$$

$$\begin{cases} \sigma_x = \sigma_y = \frac{\mu_0}{1 - \mu_0} \sigma_z \\ S = \Delta h = h \varepsilon_z \end{cases}$$

$$\Rightarrow \sigma_x = \sigma_y = \frac{\mu_0}{1 - \mu_0} \sigma_z \quad \text{và} \quad S = \Delta h = h \cdot \varepsilon_z \Rightarrow$$

$$S = \left( 1 - \frac{2\mu_0^2}{1 - \mu_0} \right) \frac{\sigma_z}{E_0} h = \frac{\beta}{E_0} \sigma_z h$$



+ Trong đó  $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$  – ứng suất pháp hiệu quả theo các phương

+  $E_0, \mu_0$  – mô đun biến dạng và hệ số nở ngang,  $E_0$  được xác định bằng thí nghiệm bàn nén, xuyên hay kinh nghiệm và  $E_0 = E_s \beta$

Hệ số nở hông  $\mu$  là đại lượng xác định được bằng thí nghiệm. Như nhiều kết quả nghiên cứu cho thấy  $\mu$  thay đổi tùy theo loại đất, và trong cùng một loại đất thì phụ thuộc vào hệ số rỗng, lượng chứa nước và điều kiện tăng tải. Khi không có số liệu thí nghiệm có thể lấy  $\mu$  theo bảng sau :

Loại đất	Hệ số nở hông $\mu$
Đất cát	0.25 ÷ 0.3
Đất sét cứng	0.2 ÷ 0.3
Đất sét pha	0.33 ÷ 0.37
Đất sét dẻo	0.3 ÷ 0.4



▪ Từ thí nghiệm nén không nở ngang ta có đường cong nén  $e - \sigma$ :

Thể tích hạt  $V_h = \text{const} \Rightarrow$  tương ứng với áp lực  $p_1$  mẫu có chiều cao  $h$  và hệ số rỗng

$e=e_1$  thì  $V_h = \frac{1}{1+e_1} F.h \Rightarrow$  tương ứng với áp lực  $p_2$  mẫu có chiều cao  $h'$  và hệ số

rỗng  $e=e_2$  thì

$$V_h = \frac{1}{1+e_1} F.h \Rightarrow \frac{1}{1+e_1} h = \frac{1}{1+e_2} h' \Rightarrow \frac{1+e_2}{1+e_1} h = h'$$

$$\Rightarrow \Delta h_{1-2} = S_{1-2} = \frac{e_1 - e_2}{1+e_1} \times h_1$$

$$E_{S_{1-2}} = \frac{1+e_1}{a_{1-2}} = \frac{1}{a_{0_{1-2}}} \Rightarrow (\text{Với } a_0 = \frac{a}{1+e_1} \text{ gọi là hệ số nén thể tích})$$

$$\rightarrow S_{1-2} = \frac{1}{E_{S_{1-2}}} \cdot \sigma_z \cdot h_1 = a_{0_{1-2}} \cdot \sigma_z \cdot h_1$$

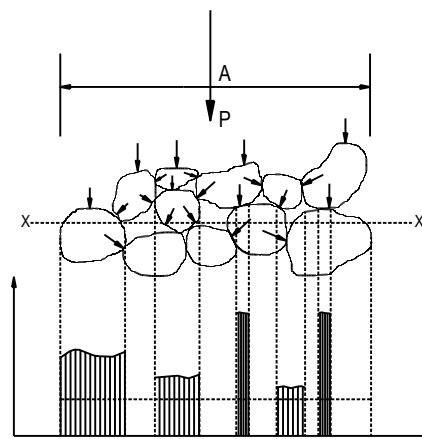
\* Độ lún ổn định của mẫu đất tính theo kết quả  $e - \lg \sigma$

$$S_c = \frac{C_c}{1+e_1} \lg\left(\frac{\sigma_2}{\sigma_1}\right) h_1$$

## 2.2.3 - Ứng suất hiệu quả, áp lực nước lỗ rỗng - Bài toán cố kết thấm 1 chiều

### 2.2.3.1 Ứng suất hiệu quả, áp lực nước lỗ rỗng

Theo mô hình 3 pha, khi tải trọng  $p$  tác dụng lên đất  $\Rightarrow$  1 phần truyền lên các hạt, phần lên nước lỗ rỗng, phần lên khí lỗ rỗng, ký hiệu lần lượt là  $\sigma_h$ ,  $u$ ,  $\sigma_k$ .



A) ỨNG SUẤT TÁC DỤNG LÊN HẠT ĐẤT

Nếu giả thiết đất bão hòa nước hoặc giả thiết  $\sigma_k \approx 0$  thì ứng suất toàn phần  $p \Rightarrow p = \sigma_h + u$  và

$P = \sigma_h \cdot A_h + u \cdot A_n$  (xem hình vẽ), trong đó:  $A_h, A_n$  là diện tích phần hạt và phần nước.

- $\sigma_h$  - phần áp lực truyền lên phần kết cấu hạt đất, gây ra sự dịch chuyển hạt dẫn tới trạng thái chặt hơn gọi là ứng suất hiệu quả. Theo mô hình trên ứng suất hiệu quả không phải là ứng suất tiếp xúc thực giữa hạt với hạt, mà là ứng suất trung bình giữa các hạt trên một diện tích phẳng.

- $u$  - Phần áp lực lên nước lỗ rỗng; và  $u = u_0 + \Delta u$

- +  $u_0$  - Áp lực nước trong lỗ rỗng ở trạng thái tĩnh. (áp lực thủy tĩnh)

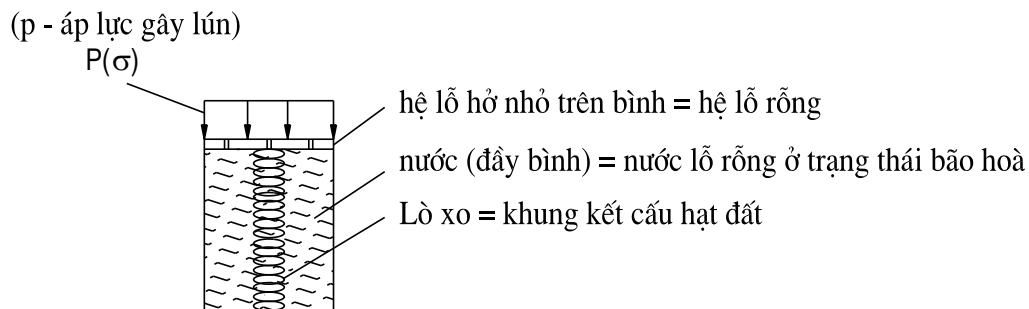
- +  $\Delta u$  - Áp lực nước trong lỗ rỗng dư do tải trọng ngoài gây ra. (áp lực nước lỗ rỗng)

Áp lực lên nước lỗ rỗng phát sinh do nén ép, dòng thấm, biến dạng trượt có thể có giá trị dương (có xu hướng thoát ra ngoài lỗ rỗng tới vùng xung quanh có áp lực nước nhỏ hơn) hoặc là âm (có xu hướng ép các hạt lại, ví dụ áp lực nước mao dẫn) hoặc bằng 0. Theo quan điểm xây dựng, sức kháng cắt của nước = 0  $\Rightarrow$  áp lực nước không tham gia trong độ bền kháng cắt của đất vì vậy  $u$  còn được gọi là áp lực trung tính. Điều này rất có ý nghĩa trong phân tích sức kháng cắt của đất.

Dưới tác dụng của tải trọng công trình hay do lèn ép (ví dụ đóng cọc, hạ cừ ... ) thì áp lực nước trong lỗ rỗng tăng lên  $\Delta u \Rightarrow$  nước có xu hướng tiêu tán ra xung quanh nơi có áp lực nước nhỏ hơn. Theo thời gian, quá trình thoát nước khỏi lỗ rỗng diễn ra đến khi  $\Delta u \rightarrow 0$  (cân bằng áp lực nước) và gây ra sự phát triển độ lún theo thời gian. Quá trình đó được gọi là cố kết sơ cấp (gọi gọn là cố kết).

### 2.2.3.2. Mô hình cố kết thấm Terzaghi

Terzaghi mô tả quá trình cố kết của đất loại sét, bão hòa nước như sau

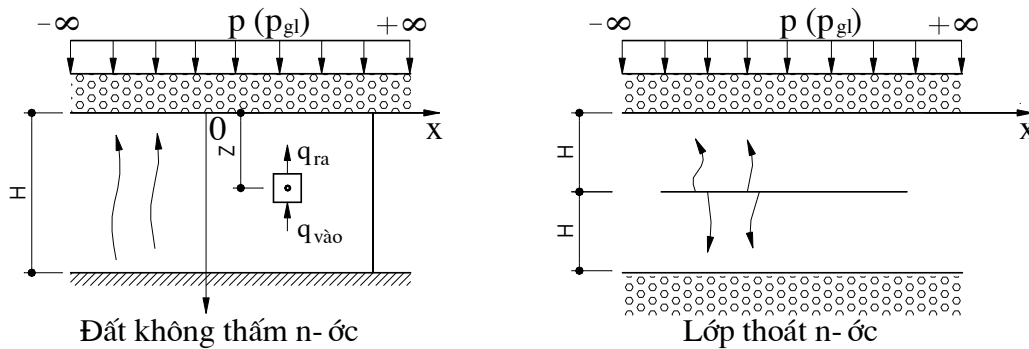


MÔ HÌNH CỐ KẾT THẤM TERZAGHI

- Tại  $t = 0$  – Nắp bình chưa lún, toàn bộ tải (tổng) truyền vào phần nước, áp lực nước lỗ rỗng tăng lên và  $p = u$ ,  $\sigma_h = 0$
- Tại  $t \neq 0$  – Nước trào ra lỗ hở nắp bình  $\Rightarrow$  áp lực nước tiêu tán, nắp bình lún xuống, một phần tải đã truyền lên lò xo. Ta có  $p = \sigma_h + u$ . Quá trình này diễn ra theo thời gian tùy thuộc vào lỗ hở (tính thấm), áp lực tổng, lò xo (tính nén của kết cấu đất).
- $t = \infty$  - Nước ngừng trào ra, nắp bình ngừng lún, toàn bộ tải đã truyền lên lò xo  $p = \sigma_h$  ta nói rằng độ lún đã ổn định (độ lún cuối cùng).

### 2.2.3.3. Bài toán cô kết thấm một chiều

Áp dụng mô hình Terzaghi cho bài toán cô kết thấm 1 chiều sau đây (đất chỉ cô kết theo 1 chiều đứng).



- Giả thiết:
- Đất 2 pha (bão hòa nước),  $V_h = \text{const}$ .
  - Các đặc trưng của đất ( $K_t$ ,  $a$ ,  $\mu_0 \dots$ ) không đổi trong quá trình cô kết
  - Quy luật thoát nước tuân theo định luật Darcy.

Nguyên lý: Lượng nước thoát khỏi lỗ rỗng bằng lượng giảm  $V_r$

- Điều kiện biên:
- Tại bề mặt trên của lớp thoát nước ( $z = 0$  và  $z = H$ ):  $u = 0$
  - Tại bề mặt cách nước  $\frac{\partial u}{\partial z} = 0$
  - Tại các thời điểm  $t = 0$   $u = p$   
 $t = \infty$   $u = 0$

- Lượng nước thoát ra phân tử có diện tích bề mặt đơn vị:  $\frac{\partial q}{\partial z} dz$ , với  $q = K_t \cdot i \cdot l$  (định

luật Darcy) và  $h_n$ - áp lực cột nước  $\Rightarrow i = \frac{\partial h_n}{\partial z} = \frac{\partial(\frac{u}{\gamma_n})}{\partial z} = \frac{1}{\gamma_n} \frac{\partial u}{\partial z} \Rightarrow$

$$\frac{\partial q}{\partial z} dz = \frac{K_t}{\gamma_n} \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} dz$$

- Lượng giảm thể tích lỗ rỗng của phân tử có diện tích bề mặt đơn vị:

$$\frac{\partial V_r}{\partial t} = \frac{\partial(V \cdot \frac{e}{1+e})}{\partial t} \text{ trong đó } V = 1 \cdot dz$$

giả thiết  $(1+e) = \text{const} = (1 + e_{tb})$  với  $e_{tb}$ - hệ số rỗng trung bình trước và sau cố kết thì:

$$\frac{\partial V_r}{\partial t} = \frac{1}{e_{tb} + 1} \cdot \frac{\partial e}{\partial t} dz$$

Mặt khác hệ số nén lún  $a$  được định nghĩa:

$$a = - \frac{\partial e}{\partial \sigma_h}, \text{ trong đó } \sigma_h = p - u(z,t) \text{ (p- áp lực tổng = const)}$$

Nên : 
$$\frac{\partial e}{\partial t} = \frac{\partial u}{\partial t} \Rightarrow \frac{\partial V_r}{\partial t} = \frac{a}{1 + e_{tb}} \cdot \frac{\partial u}{\partial t} dz$$

Vậy : 
$$\frac{K_t}{\gamma_n} \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = \frac{a}{1 + e_{tb}} = \frac{\partial u}{\partial t} \text{ hay } \frac{K_t \cdot (1 + e_{tb})}{\gamma_n \cdot a} \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial z^2}$$

$$\frac{K_t}{a_0 \cdot \gamma_n} \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = \frac{\partial u}{\partial t} \text{ hoặc } \frac{E_s \cdot K_t}{\gamma_n} \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = \frac{\partial u}{\partial t}$$

Đặt: 
$$C_v = \frac{K_t (1 + e_{tb})}{\gamma_n \cdot a} = \frac{K_t}{a_0 \cdot \gamma_n} = \frac{E_s \cdot K_t}{\gamma_n}$$

$C_v$ - Hệ số cố kết ( $\text{cm}^2/\text{s}$ ) (đặc trưng cho tính nén lún theo thời gian cố kết)

$a_0, a_0(m_v), E_s$ - Hệ số nén, hệ số nén thể tích và mô đun nén ép trong khoảng áp lực tác dụng trước (trọng lượng bản thân trung bình) và sau cố kết.

Ta có phương trình vi phân cơ bản của bài toán cố kết thấm 1 chiều:

$$C_v \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = \frac{\partial u}{\partial t}$$

Với điều kiện biên của bài toán cụ thể, nghiệm của phương trình là  $u = u(z,t)$  (dạng chuỗi lũy thừa)

$$\Rightarrow \sigma_h = \sigma_h(z,t) = p - u = p - \left[ \frac{4p}{\pi} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{m} e^{-C_v \cdot \frac{m^2 \pi^2}{4h^2} t \cdot \sin\left(\frac{\pi m z}{2h}\right)} \right]$$

Áp dụng kết quả bài toán nén lún 1 chiều, độ lún phân tố có bề dày  $dz$  tại thời điểm  $t$  là:

$$dS_t = a_0 \sigma_h \cdot dz = \frac{1}{E_s} \sigma_h \cdot dz$$

$\Rightarrow$  Độ lún lớp đất có bề dày  $2h$  trong điều kiện cố kết 1 chiều tại thời điểm  $t$  là

$$S_t = \int_0^{2h} dS_t = a_0 \int_0^{2h} \sigma_h \cdot dz = U (a_0 p_{gh}) = U \cdot S$$

S- Độ lún ổn định

U- Độ cố kết  $\leq 1$  ( $U = S_t/S \cong 1 - \frac{8}{\pi^2} e^{-N} = f(T_v)$ ).

Trong đó  $T_v$  là hệ số thời gian  $T_v = \frac{k_t(1 + e_{tb})}{(H)^2 \cdot \gamma_n \cdot a} \cdot t = \frac{C_v}{H^2} \cdot a_0$

$U = f(T_v) \Rightarrow$  bảng hoặc biểu đồ tra sẵn

Muốn tính  $S_t$  theo bài toán cố kết một chiều thì :

+ Tính  $S = \frac{e_1 - e_2}{1 + e_1} \times h$  ( với  $e_1$  tương ứng với  $\bar{p}_1 = \sigma_z^{bt}$  tại giữa lớp đất

và  $e_2$  tương ứng với  $\bar{p}_2 = \bar{p}_1 + \sigma_z (p)$

+ Tính  $C_v$ .

+  $t \Rightarrow T_v \Rightarrow$  tra bảng có U

+  $S_t = S \cdot U$

**Tóm lại:**

- Để đặc trưng cho tính nén của đất, trong cơ học đất thường dùng các đặc trưng sau:

- Mô đun biến dạng  $E_0(\text{pa})$ , hệ số nở ngang  $\mu_0$ , hệ số nền  $K(\text{N}/\text{m}^3)$  đặc trưng cho vật thể biến dạng tuyến tính, xác định bằng các thí nghiệm hiện trường, nén trong phòng hoặc kinh nghiệm.

- Hệ số nén  $a$  ( $\text{m}^2/\text{KN}$ ), hệ số nén thể tích  $m_v$ , hoặc  $a_0$  ( $\text{m}^2/\text{KN}$ ) - đặc trưng cho khả năng nén lún trong khoảng áp lực công trình, xác định qua thí nghiệm nén không nở ngang.

- Chỉ số nén  $C_s, C_c$  có ý nghĩa như  $a_{i+i+1}$  ở trên

- Hệ số cố kết  $C_v = \frac{K_t(1+e_{tb})}{a \cdot \gamma_n}$  ( $\text{cm}^2/\text{s}$ ) - đặc trưng cho tính nén lún theo thời gian (do cố kết)

- Độ lún ổn định của lớp đất dày  $H$  trong bài toán 1 chiều

$$S = a_0 \cdot \sigma_z \cdot H = \frac{\beta}{E_0} \sigma_z \cdot H = \frac{e_1 - e_2}{p_2 - p_1} \cdot H$$

Độ lún theo thời gian tương ứng:  $S_t = U \cdot S$

*Trong đó:*  $\sigma_z$ - ứng suất (hữu hiệu) do tải trọng ngoài gây lún gây ra khi nền ổn định.

$\sigma_h$ - ứng suất (hữu hiệu) do tải trọng ngoài gây lún gây ra tại độ sâu  $z$ , thời điểm  $t$

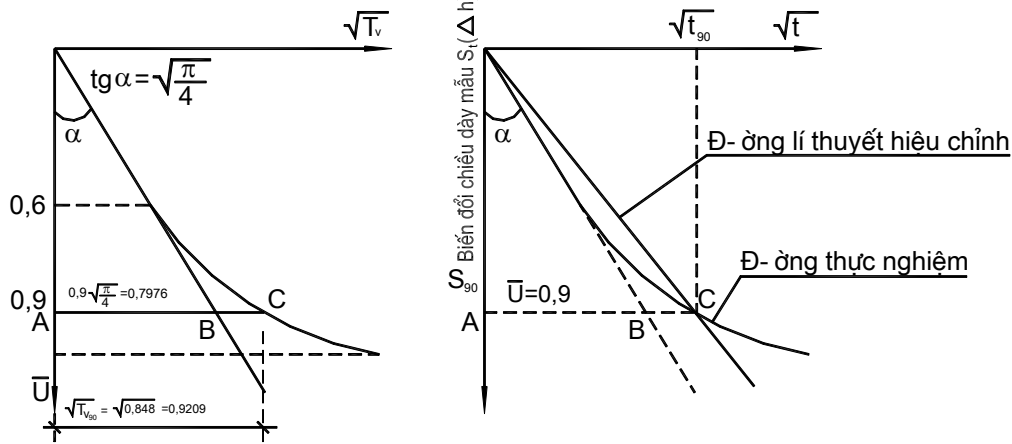
$\sigma_z$  chính là  $\sigma_h$  tại thời điểm  $t = \infty$ .

### **Xác định hệ số cố kết bằng thí nghiệm nén oedometer(phương pháp Taylor)**

Trong bài toán cố kết thấm 1 chiều cố kết quả:

$$\text{Độ cố kết trung bình } \bar{U} = \sum_{m=0}^{m=\infty} \frac{2}{M^2} e^{-M^2 T_v}$$

có thể coi  $\bar{U} \approx \sqrt{\frac{4T_v}{\pi}}$  trong khoảng  $0 < \bar{U} \leq 0,6$



Để tìm điểm C trên đường cong ứng với  $U = 0,9$  cân hiệu chỉnh hình vẽ theo đường thẳng với hệ số  $h/c$  là  $\frac{0,9209}{0,7976} = 1,15$

Vẽ đường cong TN quan hệ giữa biến đổi chiều dày mẫu  $\Delta h$  và  $\sqrt{t}$  ( $\sqrt{\text{phút}}$ ) bằng cách tăng hoành độ của đường thẳng gần đúng nhất vẽ qua đường cong ( $\bar{U} \leq 0,6$ ) lên 1,15 lần được đường lý thuyết hiệu chỉnh. Đường này cắt đường cong thực nghiệm tại C, biểu thị  $S_{90}$  và  $\sqrt{t_{90}}$

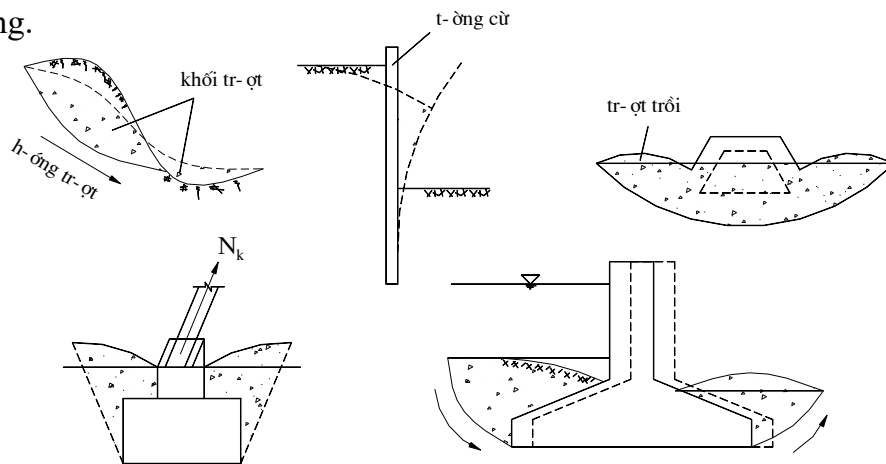
Theo định nghĩa :  $T_v = \frac{C_v \cdot t}{d^2}$  (d- đường kính mẫu)

$$T_{90} = \frac{C_v \cdot t_{90}}{d^2} \Rightarrow C_v = \frac{T_{90} \cdot d^2}{t_{90}}$$

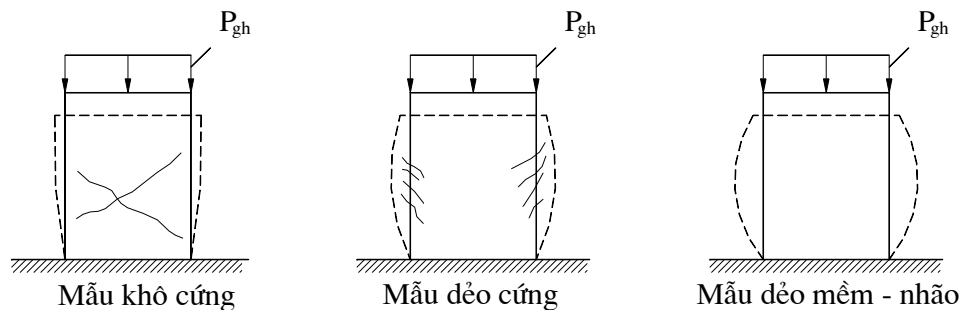
Ngoài phương pháp này còn nhiều phương pháp khác để xác định  $C_v$ , từ  $C_v$  có thể suy ra hệ số thẩm  $K_t$

### 2.3 - Tính chống cắt (chống trượt)

Trong tự nhiên các mái đất bị phá hoại do trượt, công trình xây dựng làm đất trôi lên hai bên (công trình “chìm” xuống) hay kéo một khối đất trượt lên hoặc đẩy khối đất trượt ngang.



Thí nghiệm nén một trục (hoặc 3 trục)



Khi mẫu đất bị phá hoại dưới tác dụng của tải trọng giới hạn  $p_{gh}$  thì hình thức phá hoại trượt biểu hiện phụ thuộc trạng thái đất.

Sức chống cắt của đất hay còn gọi là cường độ chống cắt của đất là lực chống trượt lớn nhất trên một đơn vị diện tích tại mặt trượt khi khối đất này trượt lên khối đất kia, nó là yếu tố chủ yếu quyết định đối với sự ổn định của nền và an toàn của công trình. Cường độ chống cắt của đất nó phụ thuộc vào ứng suất pháp do tải trọng ngoài tác dụng tại mặt trượt và vào loại đất, tính chất cơ lý của đất.

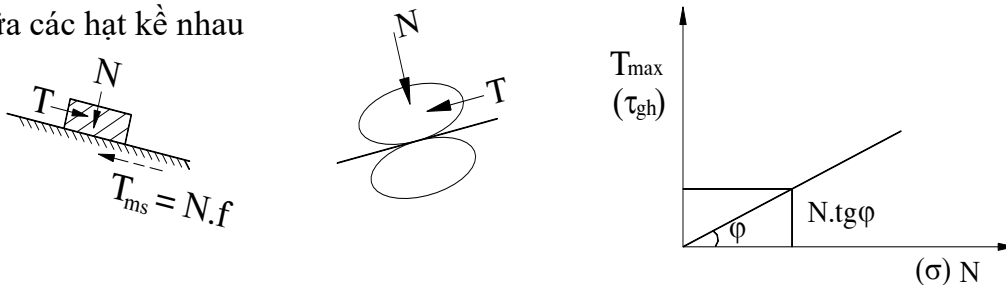
Vì vậy một vấn đề quan trọng trong Cơ học đất cần nghiên cứu là sức chống trượt của đất tức là khả năng chống cắt của đất.



### 2.3.1- Mô hình ma sát và thuyết bền Coulomb về sức chống cắt của đất

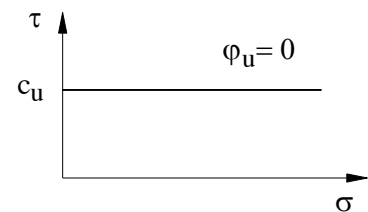
- Mô hình ma sát

Độ bền kháng cắt bên trong khối đất chủ yếu do sự phát triển của sức kháng ma sát giữa các hạt kề nhau

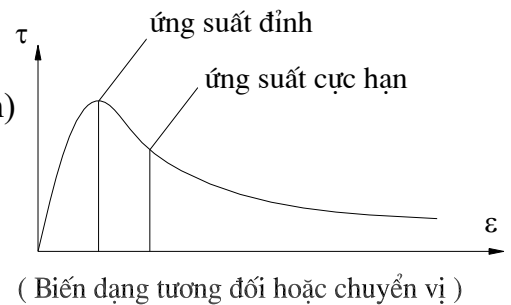


Khi có sự di chuyển trượt xảy ra dọc theo bề mặt tiếp xúc hệ số ma sát sẽ đạt tới giới hạn, ký hiệu là  $tg\phi$ . Ta hiểu lúc đó sự chảy cục bộ tại các điểm tiếp xúc và giá trị ứng suất cắt giới hạn phụ thuộc vào độ lớn và tốc độ biến dạng, sự thay đổi độ ẩm. Bởi vậy mô hình này áp dụng cho đất loại rời hoặc đất có kết bình thường trong điều kiện thoát nước hoàn toàn. Còn đối với đất loại sét trong các điều kiện cố kết khác hay

đất quá cố kết, mô hình này không phù hợp. Ví dụ đối với đất sét bão hòa nước, trong điều kiện không thoát nước, bất kỳ sự gia tăng áp lực đều do nước lỗ rỗng tiếp nhận, tức là ứng suất cắt giới hạn không đổi tại tất cả các giá trị ứng suất pháp và  $\phi_u = 0$



Sau đây ta xem xét ảnh hưởng của biến dạng tới ứng suất cắt giới hạn của đất qua kết quả thí nghiệm cắt. Khi mẫu đất bị cắt với ứng suất pháp không đổi ( $\sigma = \text{const}$ ) thì giá trị ứng suất cắt phụ thuộc vào độ lớn biến dạng (xem hình) Lúc đầu  $\tau$  tăng nhanh,  $\varepsilon$  tăng chậm



Khi đất bị chảy,  $\tau$  đạt tới đỉnh, sau đó giảm tới giá trị ứng suất cực hạn tương ứng với trạng thái thể tích giới hạn và tiếp tục giảm khi biến dạng  $\varepsilon$  tăng.

- Thuyết bền Coulomb – Góc ma sát trong và lực dính.

Tại 1 điểm (phân tử) trong khối đất có sức chống cắt:  $s = \sigma tg\phi + c$

Theo quan điểm ứng suất hữu hiệu, biểu thức có dạng:  $s = \sigma' tg\phi' + c'$

Trong đó:

$\sigma, \sigma_n$ - áp lực pháp tuyến tổng và áp lực hữu hiệu ( $KN/m^2$ ) đối với bề mặt tiếp xúc của hạt

$\varphi, \varphi'$  - góc ma sát trong của đất (độ)

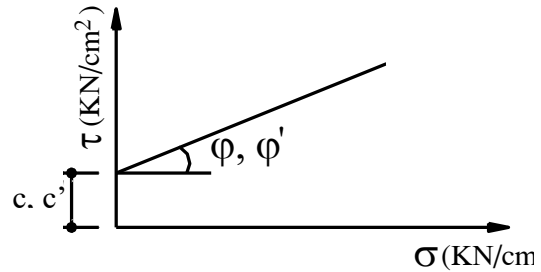
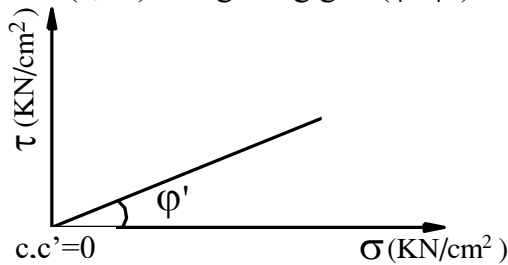
$c, c'$  - lực dính của đất ( $\text{KN}/\text{m}^2$ )

Nếu ứng suất cắt phát sinh tại điểm đó  $\tau < s$  thì điểm đó ở trạng thái bền

$\tau = s$  thì điểm đó ở trạng thái cân bằng giới hạn

$\tau > s$  thì điểm đó ở trạng thái phá hoại

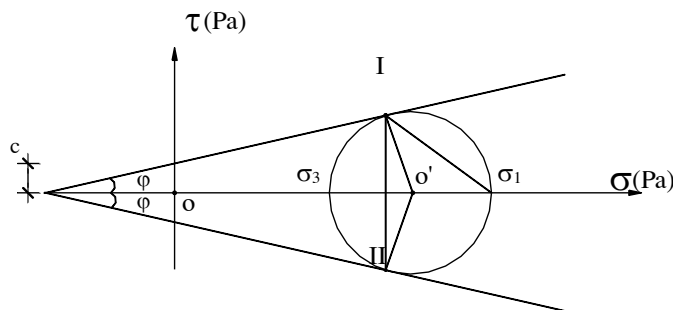
Theo Coulomb, đường bao sức chống cắt có dạng tổng quát: là đường thẳng cắt trục  $\tau$  ở điểm  $(c, c')$  và nghiêng góc  $(\varphi, \varphi')$



Đối với đất rời và đất có kết bình thường, có kết hoàn toàn thì đường thẳng đó đi qua gốc toạ độ ( $c' = 0$ )

$c, \varphi$  được gọi là các tham số sức chống cắt của đất, (chỉ có ý nghĩa là tham số toán học)

- Trạng thái ứng suất của một phân tử được biểu diễn bởi vòng tròn Mohr
- Nếu vòng tròn ứng suất Mohr thấp hơn đường bao sức chống cắt  $\Rightarrow$  luôn có  $\tau < s$   $\Rightarrow$  phân tử bền
- Nếu vòng tròn Mohr và đường s cắt nhau thì có vô số mặt trượt qua điểm đó (trên đó  $\tau > s$ )  $\Rightarrow$  M ở trạng thái phá hoại.
- Đường bao sức chống cắt tiếp xúc với vòng tròn tại hai điểm I, II tức là có 2 mặt trượt qua điểm đó (tại đó  $\tau = s$ )  $\Rightarrow$  M ở trạng thái cân bằng giới hạn.



và : 
$$\text{Sin}\varphi = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3 + 2.c.\text{cotg}\varphi}$$
, hai mặt trượt đó nghiêng với  $\vec{\sigma}_1$  góc  $\pm (45^\circ - \varphi/2)$

Trong điều kiện bài toán phẳng, ta có điều kiện cân bằng giới hạn có dạng:

$$\sin^2\varphi = \frac{(\sigma_z - \sigma_x)^2 + 4\tau_{xz}^2}{(\sigma_x + \sigma_z + 2.c.\cot\varphi)^2},$$

Nếu  $\sin\varphi > \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3 + 2.c.\cot\varphi}$  suy ra điểm M ở trạng thái bền.

Nếu  $\sin\varphi < \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3 + 2.c.\cot\varphi}$  suy ra điểm ở trạng thái phá hoại.

### 2.3.2- Xác định các tham số sức chống cắt ( $\varphi, c$ )

Với loại đất đã cho  $c, \varphi$  là hằng số với điều kiện hệ số rỗng  $e$ , trọng lượng riêng và áp lực nước lỗ rỗng là hằng số với các giá trị ứng suất pháp  $\sigma$  khác nhau.

Điều đó không thể có được vì khi đặt tải thì thể tích đất và  $u$  thay đổi phụ thuộc vào điều kiện thoát nước. Mặt khác giá trị  $c, \varphi$  còn phụ thuộc loại thí nghiệm, chế độ thoát nước trong thí nghiệm, qui trình gia tải. Trong đó đáng kể nhất là sự thay đổi áp lực nước lỗ rỗng  $u$  (do thay đổi thể tích và độ ẩm  $w$ ), độ chặt ban đầu  $e_0$  (đối với đất rời) và trạng thái cố kết tự nhiên (đối với đất sét : cố kết bình thường và quá cố kết). Vì vậy trong thí nghiệm phải kể đến các yếu tố đó.

Có 2 phương pháp thí nghiệm xác định hai tham số sức chịu tải:

- Phương pháp thí nghiệm trong phòng
- Phương pháp thí nghiệm hiện trường

#### 2.3.2.1 - Thí nghiệm trong phòng với mẫu đất nguyên dạng từ phương pháp khoan, đào hố hoặc chế bị kể đến các yếu tố cố kết và độ chặt

Kể đến ảnh hưởng của sự thay đổi độ ẩm, trong thí nghiệm có 3 sơ đồ sau:

1- *Thí nghiệm với điều kiện không thoát nước – còn gọi là cắt nhanh* (ký hiệu:  $c_u, \varphi_u$ ). Nước lỗ rỗng không thoát ra  $\Rightarrow$  sự gia tăng  $\sigma \Rightarrow$  tạo nên sự tăng tương ứng  $u$  (Đất sét bão hòa lý tưởng thì  $u$  tăng đúng bằng độ tăng  $\sigma \Rightarrow$  vậy thì  $\sigma_h = \text{const}$ )

Vì vậy đối với đất loại sét bão hòa thì  $\tau_{gh} = c_u, \varphi_u = 0$

2- *Thí nghiệm cố kết - không thoát nước* (ký hiệu:  $c_u, \varphi_u$ ).

Mẫu được cố kết trong điều kiện ứng suất đẳng hướng = const, thoát nước hoàn toàn đến  $V$  hay  $u$  qui định, sau đó tăng tải dọc trục và không cho thoát nước đến phá hoại.

Thí nghiệm này dùng xác định  $c'_{cu}, \varphi'_{cu}$  (ứng với ứng suất hiệu quả) và các đặc trưng biến dạng  $E_0, \mu_0$ .

3- Thí nghiệm thoát nước – còn gọi là cắt chậm (ký hiệu:  $c_u, \phi_u$ ).

Trước tiên mẫu được cố kết trong điều kiện ứng suất đẳng hướng = const, thoát nước hoàn toàn giả định đến thể tích V. Độ cố kết U qui định, sau khi giả định cố kết hoàn thành thì tăng tải dọc trục với tốc độ nhỏ để đảm bảo  $u = \text{const}$ , do vậy độ tăng ứng suất tổng  $\Delta\sigma =$  độ tăng ứng suất hiệu quả  $\Delta\sigma$ .

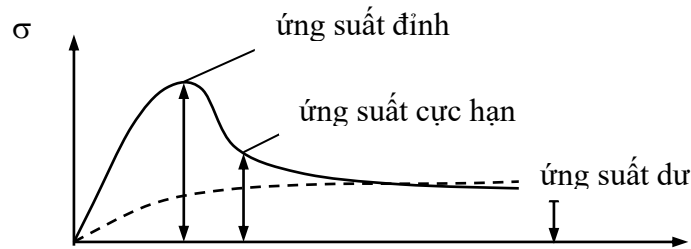
+ Những loại đất cát thoát nước tốt  $\Rightarrow$  luôn tương ứng với sơ đồ này  $c = 0$ .

+ Những loại đất dính cố kết bình thường, đường bao phá hoại dựa trên ứng suất hiệu quả cực hạn đi qua gốc toạ độ  $c' = 0$ .

+ Đất quá cố kết, rất chặt ứng suất đỉnh biểu lộ làm đường bao phá hoại dâng lên.

$$\tau_f = c' + \sigma_h' \cdot \text{tg}(\phi_h') \quad (c' \neq 0)$$

Xét đến ảnh hưởng độ chặt ban đầu và trạng thái cố kết tự nhiên của đất người ta nhận thấy ảnh hưởng của độ lớn biến dạng ảnh hưởng tới giá trị sức chống cắt.



Biến dạng tương đối  $\varepsilon$

—————: đối với đất chặt hay quá cố kết

-----: đối với đất ở trạng thái rời

- Đất chặt hay quá cố kết: đầu tiên  $\tau$  tăng nhanh, biến dạng  $\varepsilon_x$  tăng chậm  $\Rightarrow$  ứng suất đỉnh

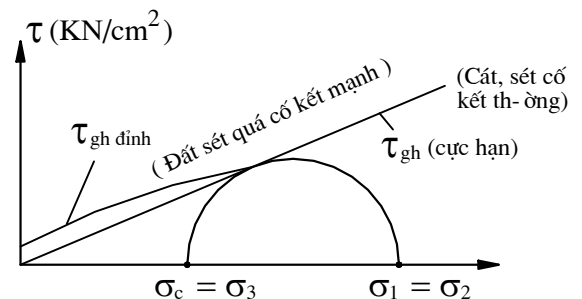
- Khi đất chảy (phá hoại) biến dạng tăng đột ngột trong khi  $\tau$  san bằng rồi giảm tới cực hạn ( $\varepsilon_x \approx 10\% - 20\%$ )

- Nếu biến dạng rất lớn (như trên bề mặt trượt chủ động trong đất sét) ứng suất cắt còn giảm nữa (có thể 10%  $\tau$  đỉnh): ứng suất dư.

Điều đó được giải thích như sau:

Đối với cát chặt: các hạt liên kết cài chặt vào nhau, để phá ma sát tại điểm tiếp xúc, cần phải

có giãn hay nở ban đầu. Vì thế  $\tau$  tăng đột ngột tới  $\tau$  đỉnh tại  $\lambda_x$  thấp và có sự tăng V



tương ứng. Tại V mới này sự cài vào nhau giảm vì thế chuyển vị tiếp tục mà ứng suất cắt giảm tới  $\tau$  cực hạn (xem hình trên)

Đối với đất sét cô kết mạnh: Trong thí nghiệm thoát nước khi áp lực cô kết  $\sigma_3 < \sigma_C$  sẽ phải nở (V tăng) đến TTGH ( $\tau$  đỉnh), liên kết các hạt giảm do đó  $\tau$  giảm cực hạn. Trong điều kiện thoát nước : do nở (V tăng)  $\Rightarrow u$  giảm  $\Rightarrow$  độ bền không thoát nước  $>$  độ bền thoát nước.

**2.3.2.2 - Thí nghiệm trong phòng với mẫu đất nguyên dạng từ phương pháp khoan, đào hố hoặc chế bị kể đến các yếu tố cô kết và độ chặt** (mẫu thường có dạng vuông

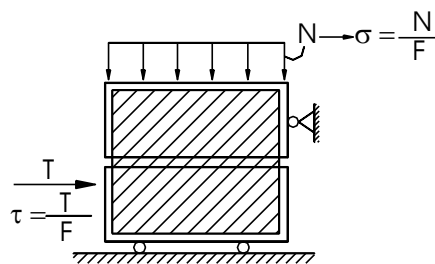
hay trụ tròn, phổ biến là trụ tròn  $\frac{h}{d} = \frac{2}{1}$ , ví dụ hxd = 76x38, 100x50)

**1 - Thí nghiệm hộp cắt (cắt trực tiếp)**

- Sơ đồ và thiết bị:



Máy cắt



Thí nghiệm cắt đất trực tiếp được tiến hành trên máy cắt trong phòng thí nghiệm. Các máy cắt trực tiếp cấu tạo trên cơ sở cho mẫu đất trực tiếp chịu tác dụng của một lực, làm cho nó bị cắt theo một mặt phẳng đã định trước. Sơ đồ thiết bị dùng để cắt đất trực tiếp gồm một hộp cắt bằng kim loại, có 2 thớt có thể trượt lên nhau một cách dễ dàng. Trong đó 1 thớt được giữ yên không cho chuyển động, còn thớt kia có thể chuyển động song song với mặt tiếp xúc giữa 2 thớt. Ở các kiểu này khác nhau thớt trượt có thể là thớt trên hay thớt dưới của hộp cắt. Tùy theo cách tác dụng lực cắt khác nhau, có thể phân máy cắt trực tiếp thành hai loại: máy cắt ứng biến và máy cắt ứng lực.

Khi thí nghiệm cắt, mẫu đất được đặt trong lòng hộp cắt, với phía trên và phía dưới mẫu đất có lót giấy thấm và đá thấm.

- Qui trình, thao tác:

Sau khi nén mẫu đất trên với một tải trọng thẳng đứng  $N$  nhất định, đợi cho mẫu đất hoàn toàn ổn định về biến dạng lún. Rồi đem cắt trực tiếp mẫu đất với tải trọng ngang tăng dần đến một vị trí tối đa nào đó ( $T$ ), mẫu đất bị cắt hoàn toàn. Trị số ứng suất cắt  $\tau$  tại mỗi điểm trên mặt trượt, khi đất bị trượt dưới áp lực nén ó được xác định bằng cách lấy lực cắt chia cho diện tích mặt cắt của mẫu đất.

$$\sigma = \frac{N}{F} \quad \text{và} \quad \tau = \frac{T}{F} \quad (\text{Với } F - \text{diện tích mặt cắt ngang của mẫu đất})$$

Cứ làm như vậy, ta thực hiện nhiều thí nghiệm để xác định sức chống cắt cực đại của đất ứng với mỗi áp lực nén khác nhau (thường là 3 - 4 mẫu).

- Kết quả: biểu đồ  $\sigma - \tau$  đỉnh,  $\tau$  cực hạn

(đường bao ứng suất cắt)  $\Rightarrow c, u \dots$

- Nhận xét :

Ưu điểm: - Đơn giản (cả thao tác và đo trực tiếp)

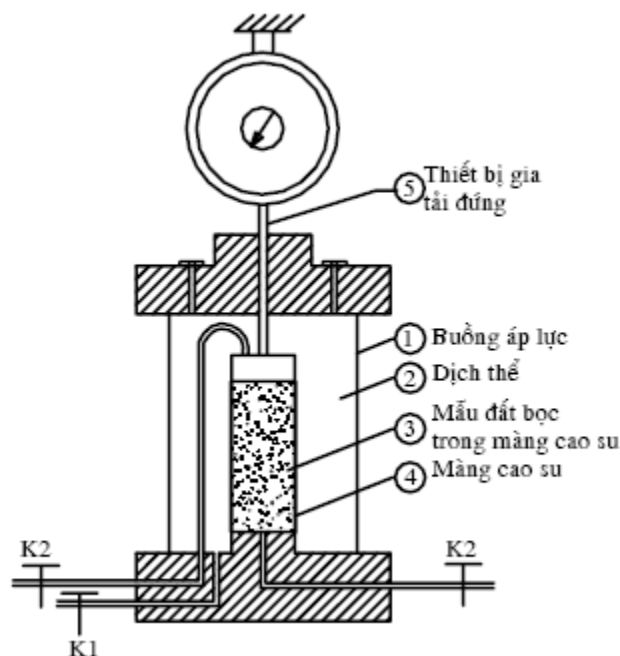
- Dễ hơn với đất dính ít và không dính  $\Rightarrow$  thí nghiệm thoát nước nhanh

Nhược điểm: - Mặt cắt qui định

- Coi ứng suất phân bố đều, mặt cắt không đổi trong quá trình cắt là không đúng.

## 2 - Thí nghiệm nén 3 trục (gián tiếp)

- Sơ đồ:  $\Rightarrow$  có thể tạo ra 3 trạng thái nén - Không nở ngang; Đơn; ba trục



Sơ đồ nén đất trên máy nén 3 trục

Khác với trong các thiết bị cắt trực tiếp, trong các thiết bị cắt gián tiếp, mẫu đất không chịu một lực cắt trực tiếp tác dụng lên mà được nén bởi một tổ hợp các tải trọng theo chiều các trục X, Y và Z. Cấu tạo của máy nén 3 trục có thể mô tả sơ lược như sau: bao gồm 3 bộ phận chủ yếu là: bộ phận tăng tải, bộ phận đo lường và bộ phận bình chịu áp. Bộ phận bình chịu áp lực là một hộp hình trụ tròn, cấu tạo rất kín, với bề mặt xung quanh làm bằng kính hữu cơ (số 1), nắp trên và đáy làm bằng kim loại, nhờ khóa  $K_1$  có thể bơm vào trong bình một dịch thể (số 2) (thường là nước hay glyxêrin), mẫu đất (số 3) được bọc trong một màng cao su mỏng (số 4), đặt trong bình chịu áp lực nén theo ba trục. Áp lực nén là áp lực thủy tĩnh của dịch thể nên  $\sigma_2 = \sigma_3$ ; phía trên và dưới mẫu đất đều được lót màng thấm nước. Pistong (số 5) đặt trên mẫu đất, cho phép có thể gia tải áp lực nén  $\sigma_1$  theo phương thẳng đứng, khóa  $K_2$  có thể đóng hoặc mở tự do đảm bảo điều kiện thoát nước hoặc không thoát trong mẫu đất khi thí nghiệm cắt. Các thiên phân kế biểu thị cho bộ phận đo lường, dùng để đo các áp lực  $\sigma_1, \sigma_2 = \sigma_3$ , áp lực nước lỗ rỗng của mẫu đất, biến dạng của mẫu đất trong quá trình cắt v.v....

- Mẫu (h : d) = 2 : 1 (76 x 38, 100 x 50)

- Qui trình, thao tác - Chuẩn bị mẫu ( $\geq 3$  mẫu)

- Đặt vào buồng chứa đầy dung dịch  $\Rightarrow$  tạo ứng suất đẳng hướng

- Đo u, biến dạng

- Tăng tải dọc trục, đưa mẫu đến phá hoại (3 hình thức).

$\sigma_3$  – ứng suất buồng

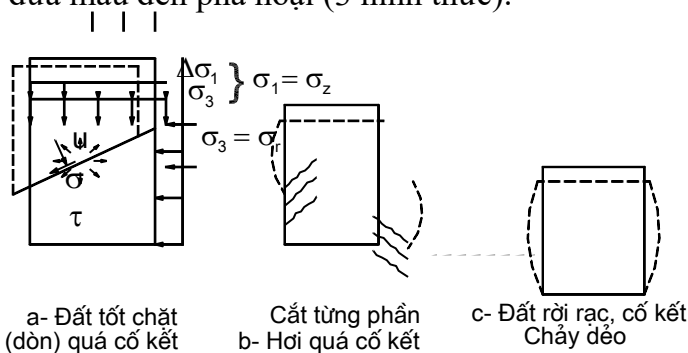
$\sigma_1 - \sigma_3 = \Delta\sigma$  độ lệch ứng suất

Vì mặt bên mẫu  $\tau = 0 \Rightarrow$  ứng suất

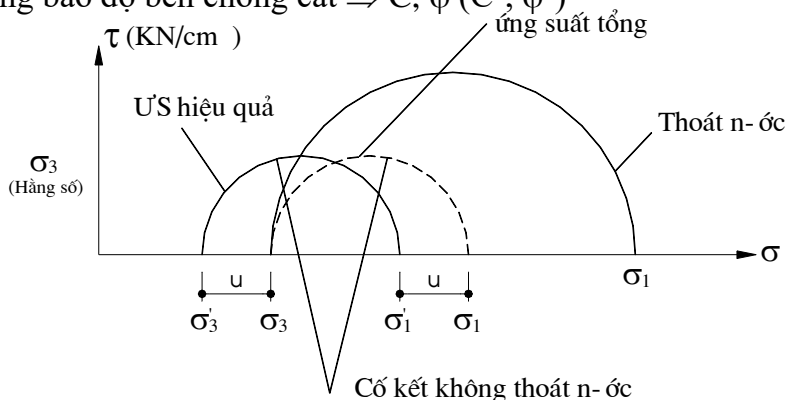
chính là

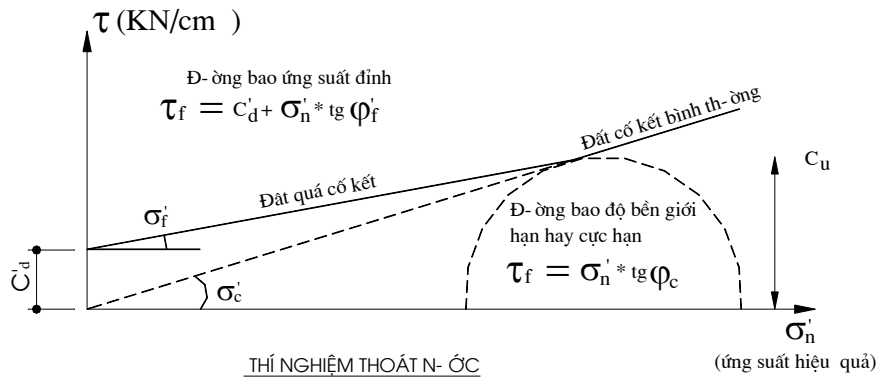
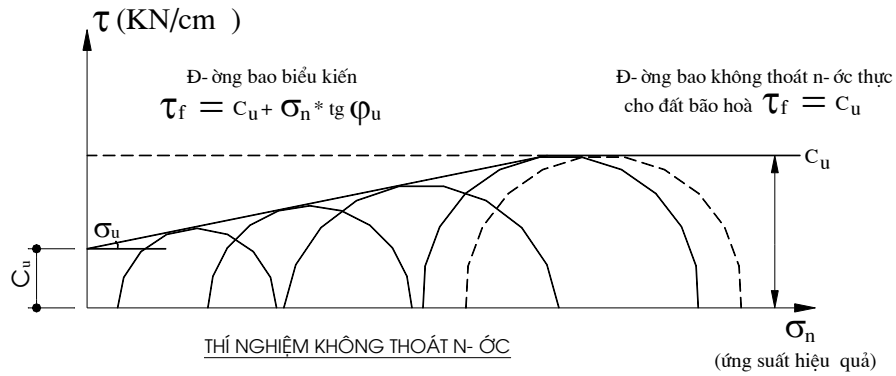
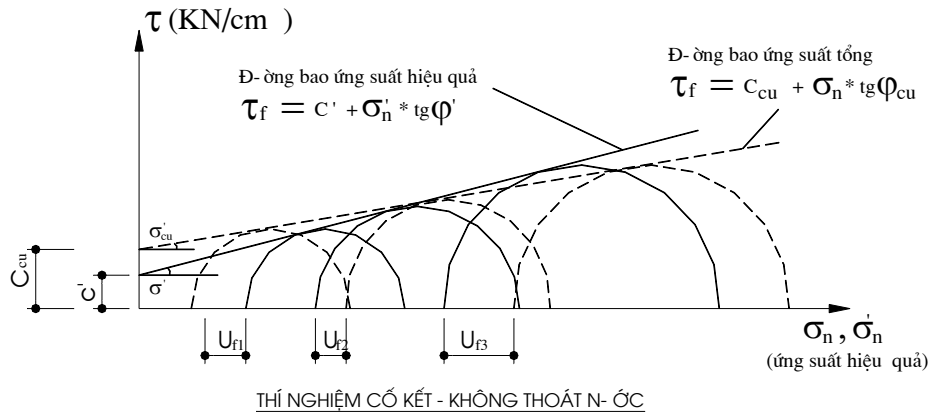
$$\sigma_z = \sigma_1$$

$$\sigma_r = \sigma_3$$



- Kết quả: dùng tiêu chuẩn phá hoại của Mohr – Coulomb  $\Rightarrow$  vẽ các vòng tròn Mohr cho mỗi ứng suất phá hoại đỉnh hay cực hạn  $\Rightarrow$  vẽ tiếp tuyến chung với sự điều chỉnh hợp lý cho phù hợp  $\Rightarrow$  đường bao độ bền chống cắt  $\Rightarrow C, \varphi (C', \varphi')$





### 2.3.2.3 - Thí nghiệm hiện trường

- Thí nghiệm cắt cánh: Dùng cho loại đất sét bão hòa  $\Rightarrow C_u (\varphi_u = 0)$

$$C_u = \frac{6M}{7\pi D^3} \quad (M - \text{mô men lực để cắt được thử đất})$$

- Thí nghiệm xuyên

\* Xuyên tiêu chuẩn SPT (xem chương 3)

Từ kết quả đo được  $N \Rightarrow$  - Trạng thái đất

-  $\varphi, C$

-  $q_c$

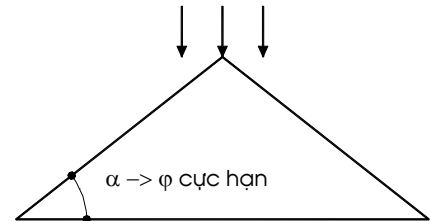


\* Xuyên tĩnh CPT (Xem chương 3)

Từ kết quả đo  $q_c$  (thường kết hợp với khoan)

- Địa tầng
- Trạng thái đất
- $E_0 = \alpha \cdot q_c$
- $C_u, \varphi$

- Thí nghiệm với cát khô:



## 2.4 - Tính đầm chặt

Đất có tính chất là dưới tác dụng lực động (rung, lèn, đầm ..) các hạt đất di chuyển tạo ra trạng thái chặt hơn gọi là tính đầm chặt của đất.

Tính chất này của đất rất thuận lợi cho việc dùng đất làm vật liệu để xây dựng những công trình bằng đất như đắp nền đường, đê, đập. Trong thực tế khi làm nền đường, đắp đập, đắp đê và gia cố nền thường cần phải đầm đất tới một độ chặt cần thiết để cho các công trình nêu trên đủ độ bền vững, ổn định và các tính thấm, tính nén lún, v.v... giảm đi.

Không phải đất nào cũng có tính chất này, ví dụ các loại đất sét có độ ẩm lớn, các loại cát nhỏ, bụi bão hòa lực động tác dụng không có tác dụng cố kết, làm tăng áp lực nước lỗ rỗng và màng nước liên kết đẩy các hạt xa nhau, hoặc nước làm mất ma sát giữa các hạt cát nhỏ, bụi gây ra hiện tượng chảy, đất mất khả năng chịu lực chứ không chặt lên được. Ngược lại với đất quá khô mà công đầm nhỏ thì không thắng được liên kết giữa các hạt nên không làm hạt di chuyển được, để tạo ra trạng thái chặt hơn hoặc hiệu quả chặt hơn không đáng kể. Các yếu tố chủ yếu ảnh hưởng đến việc đầm chặt đất là: cấp phối của đất, độ ẩm của đất, công đầm nén. Trong phần lớn các trường hợp người ta không thể tạo ra được một cấp phối như ý muốn (bằng cách pha trộn các cỡ hạt) mà chỉ có thể chọn bãi khai thác đất để đắp công trình. Nghĩa là chấp nhận một cấp phối tự nhiên tương đối thích hợp cho việc đầm chặt.

Như vậy, việc nghiên cứu tính đầm chặt của đất chỉ còn tìm mối quan hệ giữa dung trọng khô ( $\gamma_k$ ), độ ẩm ( $W$ ) và công đầm ( $A$ ), từ đó có thể chọn được dung trọng khô, độ ẩm thỏa mãn với yêu cầu của công trình, đồng thời ứng với công đầm nén nhỏ nhất. Việc lựa chọn này dựa trên kết quả thí nghiệm đầm chặt đất. Với công đầm nén, lu, lèn nhất định ( $A = \text{const}$ ) với một loại đất có tính đầm chặt, sẽ có một độ ẩm tốt nhất tức là chặt nhất. Thí nghiệm xác định  $W_{tn}$ . Đất thí nghiệm đưa vào khuôn thành 3 đến 5 lớp như nhau, mỗi lớp chịu lực đầm chặt có giá trị đã định ( $A$ ). Sau khi đầm chặt lớp

cuối, xác định  $\gamma$  và  $W$ , từ đó xác định được  $\gamma_k$ . Đất được trộn lại với độ ẩm khác và trình tự thí nghiệm được lập lại. Tiến hành với ít nhất 5 thí nghiệm với loại đất đã cho, xác định được đường quan hệ  $\gamma_k - W$ , từ đó tìm được giá trị  $W_{TN}$  ứng với  $\gamma_{kmax}$  (tức là  $e_{min}$ )

Tính đầm chặt và  $w_{tm}$  có ý nghĩa rất quan trọng đối với việc dùng đất là vật liệu đắp như đường, đê, đập, đệm ...

Sau khi thi công đầm, lu, rung hiệu quả của nó được đánh giá thông qua hệ số đầm chặt

$$K = \frac{\gamma_k \text{ đạt đ- ợc}}{\gamma_{kmax}} \text{ và so sánh với } K_{thiếtkế}$$

### Nội dung yêu cầu sinh viên tự nghiên cứu

#### 2.5 - Các tính chất khác

- *Tính nhạy: Khả năng thay đổi độ bền khi phá hoại kết cấu của đất*

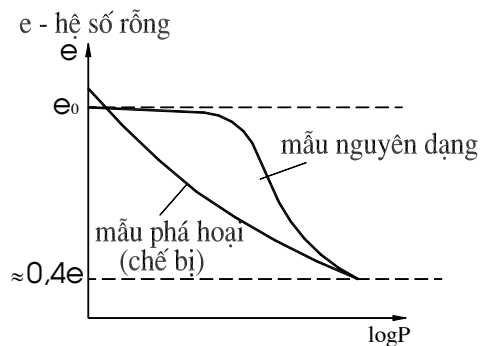
*Tính nhạy có ở một số loại đất sét. Tính nhạy của đất được đánh giá thông qua “độ nhạy”*

$$\text{Độ nhạy } S_{nh} = \frac{\text{Độ bền không thoát nước của mẫu nguyên dạng}}{\text{Độ bền không thoát nước của mẫu chế bị từ đất phá hoại}}$$

*Thông thường độ nhạy của hầu hết đất sét khoảng 4*

*Đất sét quá cứng kết thường không nhạy*

*Ngoài ra khi kết cấu đất bị phá hoại thì tính thấm giảm, tính nén tăng mạnh.*



*Ví dụ nhiều loại đất sét khi kết cấu đất bị phá hoại trong công trình thi công xây dựng tính thấm ngang có thể giảm đến 0, trong khi bình thường tính thấm ngang lớn hơn tính thấm đứng từ 2-5 lần, thậm chí  $\geq 10$  lần.*

- *Tính Tixotropia:*

*Trong thực tế có thể gặp trường hợp: Khi dưới ảnh hưởng tác dụng của một tải trọng động, một số đất sét và đất bùn có thể chuyển sang trạng thái chảy nhão rồi biến thành dung dịch, lúc này đất hoàn toàn mất hết lực dính kết cấu, và nếu để sau một thời gian không tác dụng tải trọng động nữa, các đất ấy lại hoàn toàn phục hồi các đặc tính cũ như là kết cấu, độ sệt, độ rỗng, v.v... Quá trình đó có thể lặp đi lặp lại nhiều lần. Hiện*

tượng xảy ra như trên gọi là hiện tượng Tixotrofia. Đất mang tính chất này gọi là đất Tixotrofia.

Qua thực nghiệm người ta đã nhận thấy rằng, hiện tượng Tixotrofia chỉ xảy ra khi có đầy đủ các điều kiện sau:

- Đất chứa nhiều hạt phân tán nhỏ như hạt keo, đặc biệt là chứa nhiều Bentonít hay nói rõ hơn là chứa nhiều loại khoáng vật Mônômôrilônít.

- Đất đó phải bão hòa nước.

- Đất đó chịu tác dụng của tải trọng động.

Dựa vào các điều kiện trên có thể nhận thấy rằng hiện tượng Tixotrofia thường hay xảy ra ở những loại đất trầm tích trẻ, chứa nhiều hạt keo.

Vì hiện tượng đó có ảnh hưởng rất lớn tới điều kiện ổn định của các công trình xây dựng, do đó trong xây dựng cần phải quan tâm chú ý đến, đặc biệt là khi thi công đóng cọc có thể gây ra ảnh hưởng hoặc làm hư hỏng các công trình lân cận.

• **Tính cát chảy:** Đối với các loại cát trung, nhỏ, mịn, bão hòa hoặc gần bão hòa khi chịu tác động của :

- Dòng thấm có vận tốc thấm đủ lớn để triệt tiêu ứng suất hiệu quả  $\Rightarrow$  độ bền kháng cắt = 0  $\Rightarrow$  cát chảy.

- Tải trọng động  $\Rightarrow$  mất khả năng chịu lực  $\Rightarrow$  chảy giá.

## **B. Nội dung thảo luận**

### **Buổi 2:**

1. Trình bày về tính thấm, dòng thấm, áp lực thấm, định luật Darcy.
2. Trình bày thí nghiệm nén không nở ngang trong phòng (sơ đồ, quy trình, kết quả và ứng dụng).
3. Trình bày bài toán cố kết thấm một chiều :sơ đồ, mô hình cố kết Terzaghi, phương hướng giải và kết quả.
4. Khu vực xây dựng có lớp đất yếu bên trên thuộc loại sét nhão, người ta dùng cát đen tưới ẩm chất lên nền đất đó trong thời gian dài rồi dỡ ra xây dựng công trình. Phân tích tác dụng của cách làm đó.
5. Trình bày các cách xác định các tham số sức chống cắt của đất.

## **C. Ngân hàng câu hỏi, bài tập**

1. Thí nghiệm thấm kế cột nước cố định có các số liệu sau:

Lưu lượng thu được trong 2 phút (ml)	540	503	509
Độ chênh của mực áp kế (mm)	76	72	67.5

Biết đường kính mẫu là 100mm, khoảng cách giữa 2 điểm gắn áp kế là  $L = 15\text{cm}$ .

Hãy xác định hệ số thấm của mẫu đất.

2. Thí nghiệm nén mẫu đất không nở ngang được kết quả như sau:

ứng suất tác dụng lên mẫu (KN/m <sup>2</sup> )	0	25	50	100	200	400
Chiều cao mẫu (mm)	20	19.3	18.9	18.6	18.12	17.5

Vẽ đường cong  $e-\sigma$  và từ đó xác định hệ số nén trong phạm vi ứng suất 220-360KN/m<sup>2</sup> biết rằng ở cấp tải trọng cuối cùng mẫu đất có  $\gamma = 1,92\text{T/m}^3$  ;  $W = 18\%$  ;  $\Delta = 2,73$ .

3. Xác định độ lún của lớp đất dày 2m chịu tải trọng đều  $p^{gl} = 20\text{T/m}^2$  trên diện rộng. Giả thiết là bài toán một chiều (không nở ngang). Biết áp lực bản thân trung bình của lớp đất là  $3,6\text{T/m}^2$  và kết quả thí nghiệm nén cho trong bài tập 2 ở trên.

4. Tiến hành thí nghiệm hộp cắt cho một mẫu đất sét pha (Biết đường kính mẫu  $D = 60\text{mm}$ .) được kết quả ghi trong bảng sau. Hãy xác định  $c$ ,  $\varphi$ .

Tải trọng dọc trục (N)	108	202	295	390	484	576
Tải cắt giới hạn $T_{gh}(N)$	172	227	266	323	374	425

5. Thí nghiệm nén 3 trục thoát nước được tiến hành với 3 mẫu cùng loại đất cho các kết quả ghi trong bảng sau. Hãy xác định  $C$ ,  $\varphi$ .

Thí nghiệm số	1	2	3
Áp lực buồng KN/m <sup>2</sup>	100	200	300
Độ lệch ứng suất cực hạn KN/m <sup>2</sup>	210	488	644

6. Thí nghiệm nén 3 trục từ sơ đồ “Cố kết - không thoát nước” được kết quả sau:

Áp lực buồng KN/m <sup>2</sup>	100	260	400
Độ lệch ứng suất cực hạn KN/m <sup>2</sup>	340	410	474
Áp lực nước lỗ rỗng cực hạn KN/m <sup>2</sup>	-42	64	177

Hãy xác định các thông số của ứng suất hiệu quả  $C'$ ,  $\varphi'$ .

### III. CHƯƠNG 3: KHẢO SÁT ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH

#### III.1. Mục tiêu

Mục tiêu:

- Cung cấp cho sinh viên những nội dung của công tác khảo sát công trình bao gồm các vấn đề: Các phương pháp khoan, đào hố và thí nghiệm trong phòng; Các phương pháp làm thí nghiệm hiện trường;
- Xử lý các kết quả khoan, thí nghiệm để đưa ra lát cắt địa chất là tài liệu làm căn cứ cho việc thiết kế nền và móng cho công trình.
- Từ kết quả khoan, thí nghiệm trong phòng xác định được một số chỉ tiêu cơ học của đất bằng các quan hệ thực nghiệm và thống kê làm căn cứ cho việc chọn giải pháp nền móng.

#### II.2. Quy định hình thức học cho mỗi nội dung nhỏ

Nội dung	Hình thức học
Phương pháp khoan đào hố và thí nghiệm trong phòng: Bao gồm các phương pháp khoan, lấy mẫu từ hố khoan, bảo quản mẫu để tiến hành thí nghiệm trong phòng...	Giảng
Các phương pháp thí nghiệm hiện trường: Bao gồm thí nghiệm bèn nén, CPT, SPT, cắt cánh...	Giảng kết hợp sinh viên tự nghiên cứu
Lát cắt địa chất và xử lý tài liệu	Giảng kết hợp sinh viên tự nghiên cứu

#### II.3. Các nội dung cụ thể

##### A. Nội dung lý thuyết

##### Nội dung giảng dạy

Khi dùng đất vào mục đích xây dựng, công trình không chỉ phụ thuộc vào loại đất mà còn phụ thuộc vào đặc điểm địa chất của chúng, cụ thể là thể nằm, đặc điểm phân lớp, bề dày, mức độ đồng nhất, nước ngầm và những dấu hiệu địa chất đáng chú ý khác.

Khảo sát đất hay nghiên cứu đất thường kết hợp 2 phương pháp thí nghiệm:

- Hiện trường (trực tiếp)
- Trong phòng (gián tiếp)

#### 3.1- Phương pháp khoan, đào hố và thí nghiệm trong phòng

Khoan, đào hố nhằm mô tả đất tại hiện trường và lấy mẫu đất (nguyên dạng, phá hoại) về thí nghiệm trong phòng xác định các đặc trưng vật lý và cơ học của đất, xử lý

số liệu thí nghiệm. Các kết quả đó cho phép đánh giá tính chất xây dựng của đất khu vực xây dựng công trình. Đây là phương pháp truyền thống được dùng rất phổ biến.

Khoan thường dùng loại guồng xoắn đường kính 100-130m Lực xoay  
(= tay, máy)

đưa guồng xoắn xuống - kéo lên  $\Rightarrow$  lấy được đất từ hố khoan và mô tả chúng tại hiện trường. Khi lấy mẫu nguyên dạng thì dùng dụng cụ lấy mẫu bằng đóng tạ hay kích ép thủy lực. Mẫu đất được bọc kín bằng vải và parafin, chứa trong thùng lót, chèn cẩn thận khi vận chuyển về phòng thí nghiệm.

#### Ưu điểm:

- Quan sát mô tả tại hiện trường  $\Rightarrow$  cho biết đặc điểm địa tầng khá tin cậy.
- Thí nghiệm trong phòng để phân loại đất chính xác.

#### Nhược điểm:

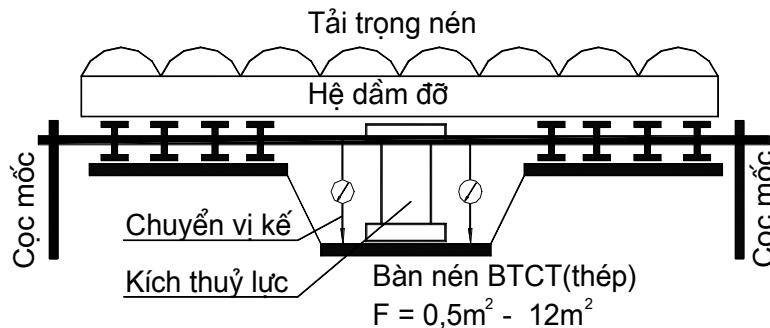
- Mẫu khó có thể coi là nguyên dạng.
- Khó lấy được mẫu cát rời, đất dính yếu một cách nguyên dạng.

### 3.2- Các phương pháp thí nghiệm hiện trường

- Phương pháp bàn nén

Dùng nghiên cứu tính nén của nền đất từ đó nội suy gần đúng cho giá trị  $E_0$

- Dụng cụ:



- Quy trình gia tải: tải tăng từng cấp nhỏ, cấp trước ổn định thì tăng cấp tiếp theo đến tải trọng tối đa  $P_{tt}$ . Theo dõi độ lún  $S$  theo sự tăng tải.

- Kết quả: Có quan hệ S-P xác định môđun biến dạng  $E_0 =$  (bàn nén vuông)  
= (bàn nén tròn)

- Ghi chú: Do bàn nén, chiều sâu ảnh hưởng chỉ khoảng 2B-3B (B- bề rộng, đường kính bàn nén), do vậy nên thí nghiệm với nhiều độ sâu khác nhau.

### Phương pháp xuyên tiêu chuẩn SPT

- Dụng cụ: Ống mẫu tiêu chuẩn  $d = 38\text{mm}$ , dài  $40\text{cm}$ , tạ  $Q = 63,5\text{Kg}$ , độ cao rơi tạ  $76\text{cm}$

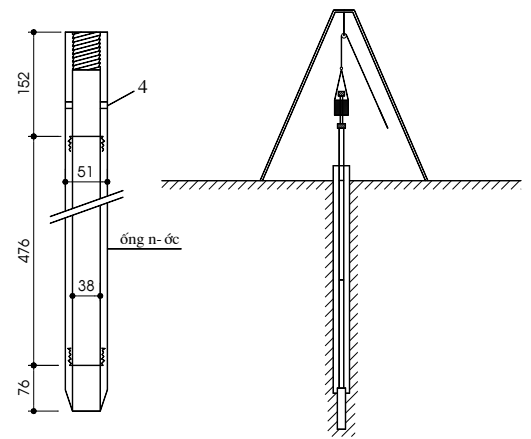
- Thí nghiệm:

Tiến hành trong hố khoan, cho ống mẫu cắm vào hố tại độ sâu dự kiến thí nghiệm khoảng  $10\text{cm}$ . Thả tạ rơi đến khi ống mẫu ngập  $30\text{cm}$ .

Đếm số lần tạ rơi:  $N$  ( $N$  lớn  $\Rightarrow$  đất tốt,  $N$  nhỏ  $\Rightarrow$  đất yếu)

- Diễn dịch kết quả: từ  $N \Rightarrow$  các đặc trưng cơ lý và phân loại đất. Đồng thời nếu làm nhiều thí nghiệm trong hố khoan sẽ cho biết khá tin cậy về địa tầng.

- Phạm vi ứng dụng: Sử dụng SPT đối với đất loại rời tin cậy hơn loại dính.



### Phương pháp xuyên tĩnh

- Dụng cụ: Dụng cụ cơ bản của xuyên gồm hai phần: Chùy xuyên và cần xuyên (xem hình)

Để ấn được xuyên xuống đất cần có giá đỡ, hệ neo, cơ cấu gia lực và đo lực.

- Thí nghiệm: Gia lực lên cần xuyên, đưa xuyên xuống sâu với tốc độ nhỏ và không đổi. Với các độ sâu cách nhau khoảng  $20\text{-}30\text{cm}$  thì đo lực kháng mũi xuyên  $q_c$  và tổng lực.

-  $q_c$  lớn  $\Rightarrow$  đất tốt

-  $q_c$  nhỏ  $\Rightarrow$  đất yếu

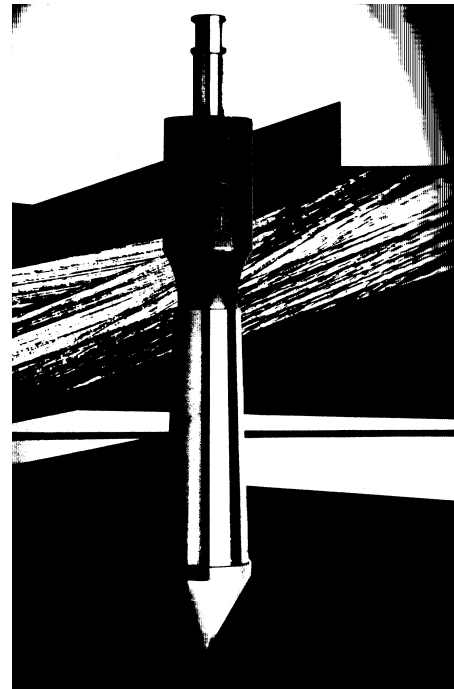
Từ lực kháng mũi xuyên  $\Rightarrow$  sức kháng ma sát bên bằng sức kháng tổng -  $q_c$  hoặc được xác định thông qua kết quả phân loại đất

- Kết quả: Từ  $q_c \Rightarrow$  các đặc trưng cơ lý của đất, cột địa tầng tại hố xuyên thí nghiệm.

- Phạm vi ứng dụng:

+ Do xuyên tĩnh không biết được loại đất (hoặc không tin cậy) nên thường dùng kết hợp với phương pháp khoan

+ Cho kết quả tin cậy hơn đối với các loại đất mềm, và cả những đất tốt nhưng ở không sâu. Hiện nay xuyên tĩnh CPT có lực ấn lớn đến  $40\text{T}$ , và có thể xuyên vào các lớp đất tốt ở độ sâu lớn.



### **Thí nghiệm cắt cánh:**

Thí nghiệm cắt cánh (VST-Vane Shear Test) được phát minh vào năm 1918 tại Thụy Điển và ngày nay vẫn rất thông dụng tại Châu Âu. Ta ấn vào trong đất sét một cánh dao chữ thập bằng thép, sau đó quay cánh chữ thập quanh trục của nó và đo mômen xoay ( $M_x$ ) làm xoay cánh chữ thập, từ đó suy ra sức kháng cắt của đất  $T_0$  thí nghiệm thực hiện với giả thiết là đất dính thuần túy ( $\varphi=0$ ) và nước không kịp thoát, do đó sức kháng cắt  $T_0 = S_u = c_u$ . (Nếu  $\varphi \neq 0$  và đất có kẹp thêm cát tạo điều kiện cho nước thoát thì những yếu tố này sẽ làm tăng sức chống cắt).

- Dụng cụ: Bản thép hình chữ thập  $D=50; 70$  hoặc  $100\text{mm}$

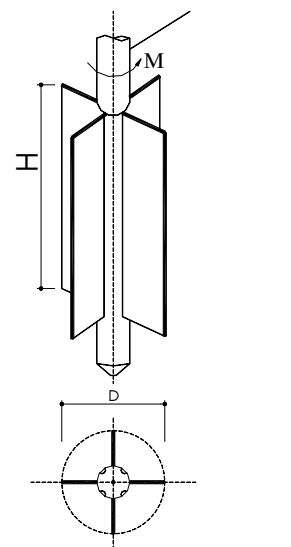
$$H = 2D$$

- Thí nghiệm: đưa dụng cụ cắt cánh tới độ sâu nghiên cứu và xoay tay quay với tốc độ  $120^\circ/\text{phút}$ , tới khi cắt thành thỏi đất hình trụ, đồng thời đo giá trị  $M$  xoay tương ứng.

- Diễn dịch kết quả: Dùng cho đất loại sét bão hoà nước giá trị

$$c_u = 0 \text{ và từ giá trị của } M \text{ suy ra: } c_u = \frac{6M}{7\pi D^3} = M/K.$$

(K- cho trước trong hồ sơ máy cắt)



Thí nghiệm này không phù hợp với đất cát do lưỡi xuyên rất mỏng, vì vậy khó xuyên vào đất cát.

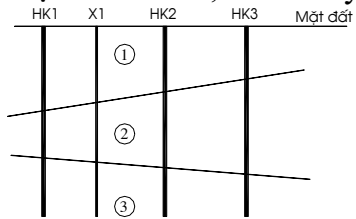
Với đất sét, mặt bị cắt là mặt trụ tròn mà đường tạo ra là những cạnh biên của cánh. Còn với đất cát, do các hoạt động không đều “lộn xộn” nên mặt bị cắt không phải là trụ tròn.

### **3.3- Lát cắt địa chất và xử lý tài liệu:**

Cột địa tầng: mô tả sự phân lớp và độ dày mỗi lớp; kết quả khảo sát hiện trường đối với mỗi lớp tại mỗi vị trí khảo sát (màu sắc, tên, trạng thái đất, nguồn gốc...)

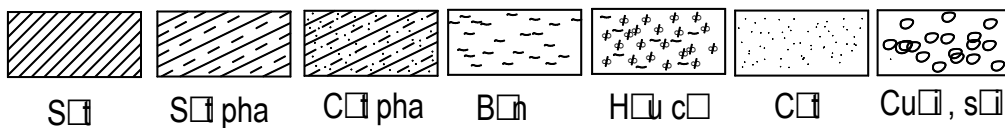


Lát cắt địa chất - Mặt cắt đứng đi qua 1 số vị trí khảo sát, trên đó thể hiện sự biến đổi địa chất theo chiều sâu và phương ngang mà mặt cắt qua. Thông thường coi rằng giữa hai vị trí khảo sát, chiều dày lớp được nội suy tuyến tính. Ví dụ: **Mặt cắt I - I**



Mặt cắt I - I đi qua 4 vị trí khảo sát ký hiệu lần lượt là HK1, HK2, HK3, X1. Địa tầng gồm 3 lớp, phân bố không đều.

Các ký hiệu địa chất : sét, sét pha, cát pha, cát, cuội sỏi.



Xử lý số liệu thí nghiệm:

- Số liệu thí nghiệm : Tại mỗi điểm khảo sát tối thiểu 01 mẫu cho một lớp đất trong phạm vi khảo sát.
- Phân biệt hai giá trị tiêu chuẩn và giá trị tính toán.
- Các chỉ tiêu vật lý của đất thường được coi rằng giá trị tiêu chuẩn = giá trị tính toán = giá trị trung bình cộng các chỉ tiêu thí nghiệm.
- Các chỉ tiêu cơ học được xử lý bằng phương pháp xác suất thống kê.

## B. Nội dung thảo luận

1/ Trình bày hiểu biết về thí nghiệm hiện trường với xuyên tiêu chuẩn SPT. Kết quả SPT được sử dụng như thế nào?

2/ Trình bày hiểu biết về thí nghiệm hiện trường với xuyên tiêu chuẩn CPT. Kết quả CPT được sử dụng như thế nào?

## C. Ngân hàng câu hỏi, bài tập

1/ Kết quả thí nghiệm SPT tại hiện trường cho như sau:

Độ sâu m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
N	1	1	1	2	1	1	11	11	12	11	36	35	36	37	36

Hãy diễn dịch kết quả, biết nền gồm 3 lớp cát trung, sét pha dẻo cứng và bùn sét.

2/ Kết quả thí nghiệm xuyên tĩnh CPT tại hiện trường cho như sau:

Độ sâu m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$q_c$ KG/m <sup>2</sup>	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1	18	17	18	18	74	76	75	76	75

Hãy diễn dịch kết quả, biết nền gồm 3 lớp cát trung, sét pha dẻo cứng và bùn sét.

3/ Thí nghiệm bàn nén hiện trường  $D = 79,8\text{cm}$  cho kết quả như sau:

Tải P(T)	2.5	5	7.5	10	12.5	15	17.5	20
Lún S(mm)	1.4	2.9	4.4	6.2	12	20	35	58

Hãy xác định mô đun biến dạng của nền đất với hệ số nở ngang là 0,3. Cho biết khoảng tải trọng công trình là  $20\text{T/m}^2$ .

## IV. CHƯƠNG 4: PHÂN BỐ ỨNG SUẤT TRONG ĐẤT

### IV.1. Mục tiêu

Mục tiêu:

- Đất là môi trường tiếp nhận tải trọng từ các kết cấu bên trên của công trình, qua hệ kết cấu móng tải trọng này được truyền vào trong đất. Với mỗi loại tải trọng khác nhau sẽ được truyền vào trong nền đất ra sao, qui luật phân bố ứng suất trong đất như thế nào.
- Các mô hình lý thuyết để tính ứng suất, Cách tính toán ứng suất trong nền đất theo phương pháp giải tích và phương pháp gần đúng .

### II.2. Quy định hình thức học cho mỗi nội dung nhỏ

Nội dung	Hình thức học
Những khái niệm chung	Giảng
Một số lời giải của lý thuyết đàn hồi: Mô hình nền Win Kler; Mô hình nền bán không gian biến dạng đàn hồi tuyến tính; Bài toán Butxinet...	Giảng kết hợp sinh viên tự nghiên cứu
Tính ứng suất dưới đế móng	Giảng
Tính ứng suất trong nền đất do tải trọng ngoài gây ra: Trong các bài toán tải trọng phân bố đều trên diện chữ nhật; tải tam giác trên diện chữ nhật; tải trọng hình thang; bài toán phẳng...	Giảng
Tính ứng suất trong nền đất do tải trọng bản thân gây ra	Giảng

### IV.3. Các nội dung cụ thể

#### A. Nội dung lý thuyết

#### Nội dung giảng dạy

##### 4.1 Khái niệm chung:

Xác định ứng suất trong đất khi có tải trọng ngoài tác dụng, cũng như dưới tác dụng của trọng lượng bản thân của đất là một vấn đề có tác dụng thực tế lớn. Vì không có những hiểu biết và tính toán cụ thể về sự phân bố ứng suất trong đất thuộc phạm vi nghiên cứu, thì không thể giải quyết được những vấn đề mà ngoài thực tế quan tâm

như: Nghiên cứu tính ổn định, cường độ chịu tải và tình hình biến dạng của đất nền dưới móng các công trình xây dựng, v.v...

Tuỳ nguyên nhân gây ra ứng suất trong đất mà có thể phân biệt các loại ứng suất sau:

+ ứng suất trong đất do trọng lượng bản thân của đất gây ra gọi là ứng suất bản thân.

+Tải trọng của công trình tác dụng lên nền đất thường thông qua đế móng mà truyền lên nền đất. Do đó, ứng suất ở mặt tiếp xúc giữa đáy móng và nền đất gọi là ứng suất tiếp xúc.

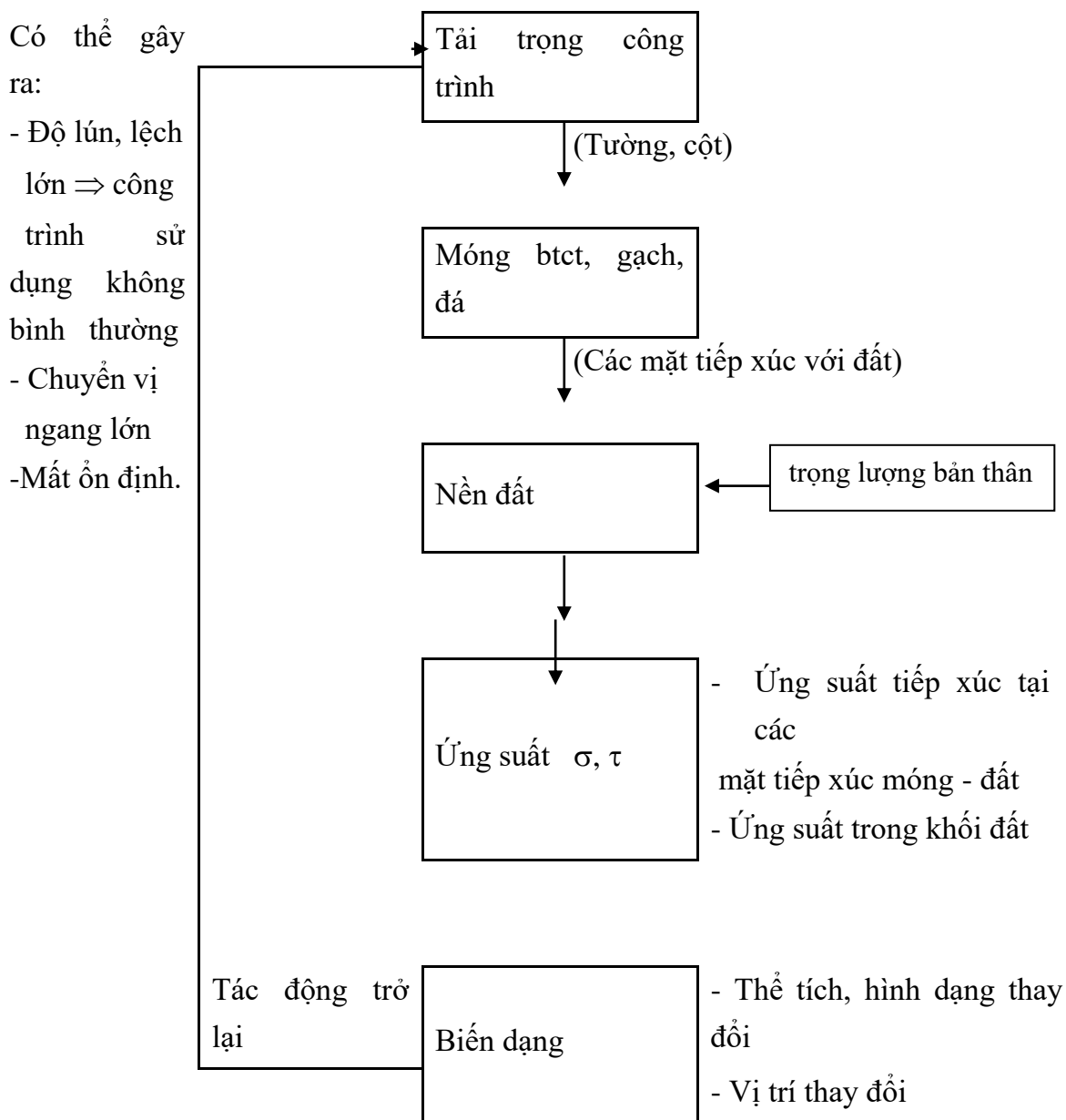
+ ứng suất trong nền đất do ứng suất đáy móng gây ra gọi là ứng suất phụ thêm.

Vấn đề nghiên cứu sự phân bố ứng suất trong đất, đã được các nhà khoa học trên thế giới quan tâm giải quyết từ lâu, trên cả lĩnh vực lý thuyết và thực nghiệm. Cho đến nay, trong cơ học đất khi giải quyết các vấn đề phân bố ứng suất trong đất người ta vẫn áp dụng các công thức của lý thuyết đàn hồi. Như chúng ta đã biết, đất không phải là một vật liệu đàn hồi, mà là vật liệu đàn hồi có tính rỗng cao. Cho nên, khi sử dụng lý thuyết đàn hồi để tính ứng suất trong nền đất cần được nhìn nhận một cách thận trọng, luôn chú ý đến những hạn chế lý thuyết (không kể đến đầy đủ những điều kiện thực tế) và luôn xét đến khả năng sai khác của những trị số tính toán theo lý thuyết đàn hồi so với thực tế.

Như đã biết, đất là một vật thể nhiều pha tạo thành, ứng suất trong đất bao giờ cũng bao gồm ứng suất tiếp nhận bởi các hạt rắn (gọi là ứng suất hữu hiệu  $\sigma_h$ ) và ứng suất truyền dẫn bởi nước (gọi là ứng suất trung tính - hay là áp lực nước lỗ rỗng  $U$ ). Trong phần tính toán ứng suất trong chương này, sẽ chỉ đề cập đến ứng suất tổng cộng nói chung mà không phân biệt  $\sigma_h$  và  $U$ .

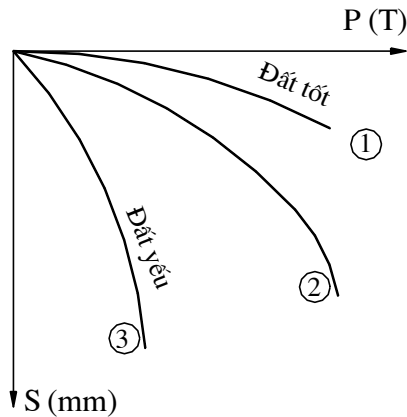
Do đất là một vật liệu rời, giữa các hạt đất có lỗ rỗng. Cho nên khi nói ứng suất của đất tại một điểm, là nói ứng suất trung bình giả định tại điểm đó trên một đơn vị tiết diện của cả hạt đất và lỗ rỗng, chứ thực ra không phải là ứng suất tác dụng lên hạt đất. Ngoài ra cũng cần phải lưu ý rằng, trị số ứng suất sẽ xét trong chương này tương ứng với khi biến dạng của đất đã hoàn toàn ổn định dưới tác dụng của tải trọng.

▪ **Quan hệ ứng suất - biến dạng trong nền đất (mô hình nền)**



Do vậy cần dự báo biến dạng xảy ra đối với nền đất  $\Rightarrow$  Cần biết quan hệ ứng suất – biến dạng của nền đất như thế nào ?

Với thí nghiệm bần nén tại hiện trường, trừ trường hợp nền rất cứng quan hệ S – p gần tuyến tính, còn nói chung là phi tuyến.



Mô hình nền là sự mô tả quan hệ ứng suất – biến dạng đối với nền đất bởi các biểu thức toán học.

Các mô hình nền:

- Nền tuyến tính
- Nền phi tuyến
- Nền đàn – dẻo ...

Trong rất nhiều quan điểm về quan hệ ứng suất- biến dạng trong nền thì mô hình nền tuyến tính được ứng dụng rộng rãi hơn cả.

▪ **Nền Win Kler – nền biến dạng cục bộ**

Sơ đồ mô hình nền

- Biểu thức quan hệ ứng suất – biến dạng:

$$P = K.S \Rightarrow K = P/S$$

K- Hệ số tỷ lệ đặc trưng cho độ cứng của nền

gọi gọn là hệ số nền ( $T/m^3$ )

Theo phương đứng  $K_z$  hay  $K_v$ , và theo phương ngang  $K_h$

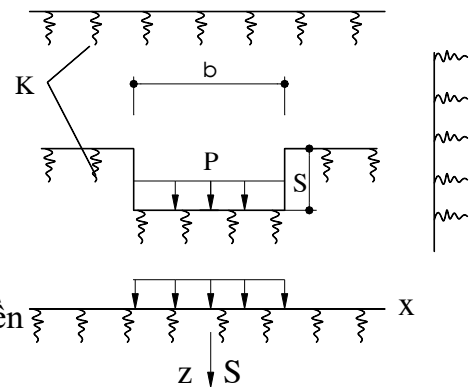
có thể được coi là:

- Hằng số
- Biến đổi  $K = K(x)$

Xác định K bằng:

- Thí nghiệm bàn nén hiện trường, thí nghiệm nén ngang hoặc
- Theo kinh nghiệm tùy thuộc loại đất và trạng thái đất.

Nhược điểm lớn nhất của mô hình là không xét đến tính phân phối của đất và bề rộng móng



## 4.2- Một số lời giải của lý thuyết đàn hồi

Trong thực tế, ít khi có thể gặp trường hợp lực tập trung tác dụng trên nền đất. Vì tải trọng tác dụng bao giờ cũng thông qua đáy móng mà truyền đến đất nền trên một diện tích nhất định. Dù vậy, bài toán này vẫn có một ý nghĩa rất cơ bản về mặt lý thuyết và cũng là cơ sở để giải quyết các bài toán ứng suất khi tải trọng phân bố trên những diện tích và hình dạng nhất định. Khi nghiên cứu trạng thái ứng suất của đất dưới tác dụng của lực tập trung có thể phân biệt thành ba trường hợp: Lực tập trung tác dụng thẳng đứng trên mặt đất, lực tập trung tác dụng nằm ngang trên mặt đất và lực tập trung đặt trong đất, cả ba trường hợp trên khi xác định ứng suất và chuyển vị trong đất, đều xem nền đất là một bán không gian biến dạng tuyến tính.

Nền được giả thiết là bán không gian, đồng nhất, đẳng hướng và biến dạng tuyến tính.

Tính nén được đặc trưng bởi  $E_0$ ,  $\mu_0$  và mô đun cắt  $G = \frac{E_0}{2(1-\mu_0)}$ .

### a. Lực tập trung tác dụng thẳng đứng trên mặt đất

Xét một điểm M bất kỳ trong nền đất được xác định trong tọa độ Decac  $M(x,y,z)$ , khi trên mặt phẳng nửa không gian biến dạng tuyến tính có tác dụng một lực tập trung.

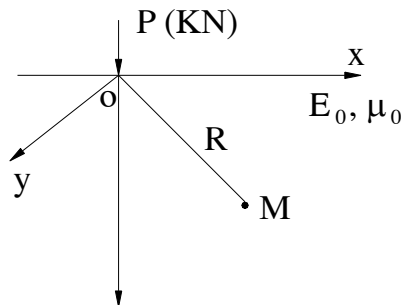
Butxinet đã giải bài toán cơ bản như sơ đồ bên:

Ứng suất tại M:

$$\sigma_z = \frac{3P}{2\pi} \cdot \frac{z^3}{R^5}$$

Chuyển vị đứng  $W_{zM}$

$$W_{zM} = \frac{P(1+\mu_0)}{2\pi E_0} \left[ \frac{z^2}{R^3} + \frac{2(1-\mu_0)}{R} \right]$$

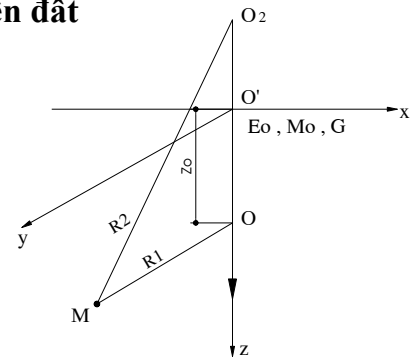


### b. Trường hợp lực tập trung thẳng đứng tác dụng trong nền đất

Và Mindlin đã giải quyết bài toán lực tập trung ở trong nền:

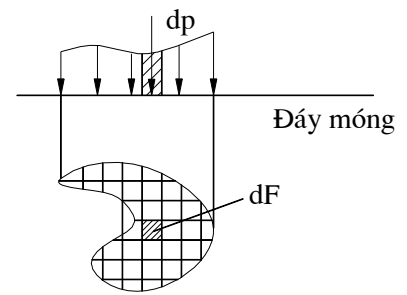
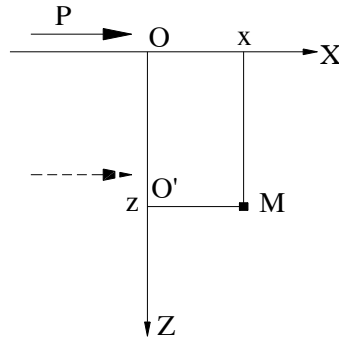
$$\sigma_z = \frac{P}{8\pi(1-\mu_0)} \left[ -\frac{(1-2\mu_0)(z-z_0)}{R_1^3} + \frac{(1-2\mu_0)(z-z_0)}{R_2^3} - \frac{3(z-z_0)}{R_1^5} \right]$$

$$W_{zM} = \frac{P}{16\pi G(1-\mu_0)} \left[ \frac{3-4\mu_0}{R_1} + \frac{8(1-\mu_0)^2 - (3-4\mu_0)}{R_2} + \frac{z-z_0}{R_1^3} + \dots \right]$$



### c. Trường hợp lực tập trung nằm ngang

$$\sigma_z = \frac{3P}{2\pi R^5} \cdot xz^2$$



Nhiều tác giả đã cố gắng cải tiến mô hình trên: kể đến tính phân lớp, đến chiều dày nén lún, tính dị hướng .. Tuy nhiên vì mức độ phức tạp của nó nên người ta vẫn dùng 2 loại mô hình giới thiệu bên trên.

Áp dụng bài toán Butxinet, Mindlin cho trường hợp tổng quát: tải trọng phân bố  $p$  (KN/m<sup>2</sup>) trên diện tích  $F$ (m<sup>2</sup>) theo nguyên lý cộng tác dụng như sau:

- Coi  $F = \sum_{i=1}^n dF$  và lực tác dụng trên  $dF$  là lực tập trung  $dP$
- Áp dụng kết quả bài toán cơ bản tính ứng suất hay chuyển vị của  $M$ .
- Lấy tổng hoặc  $\int_F$  giá trị trên sẽ được ứng suất hay chuyển vị do  $p$  gây ra tại  $M$

#### 4.3 - Phân bố ứng suất đáy móng

- Ứng suất tiếp xúc phụ thuộc vào nhiều yếu tố
- Độ cứng, hình dạng, độ sâu, vật liệu của móng,
- Loại đất, trạng thái đất, địa hình

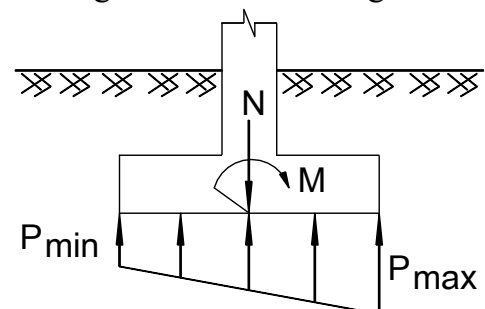
Trong đó yếu tố độ cứng móng được quan tâm nhiều hơn Người ta phân biệt 2 loại móng:

- *Móng cứng*: Độ cứng móng lớn, dưới tác dụng của tải trọng công trình, móng biến dạng không đáng kể. Theo mô hình bán không gian biến dạng tuyến tính, biểu đồ áp lực dưới đáy móng dạng yên ngựa, tại mép móng giá trị  $\sigma_z \rightarrow \infty$ , điều này không đúng với thực tế, Ứng suất dưới đáy móng tại mép chỉ đạt tới giới hạn và có thể giả thiết rằng  $p$  là tuyến tính.

$$\bar{p} = \frac{N}{F}, \text{ F- Diện tích đáy móng}$$

$$p_{\max, \min} = \bar{p} \pm \frac{M}{W},$$

Trong đó:  $+W$ - mô men kháng uốn của tiết diện

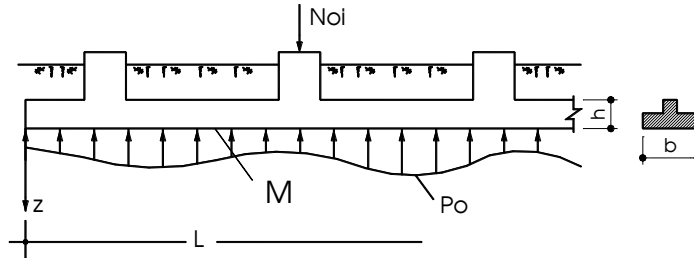




đáy móng. (Những móng khối nông sâu, móng đơn dưới cột, băng dưới tường ...có thể coi là móng cứng)

+ N, M: lực đứng và mô men tại trọng tâm đáy móng.

- *Móng mềm*: Độ cứng móng hữu hạn, dưới tác dụng của tải trọng thì biến dạng móng đáng kể, vì vậy áp lực dưới móng không thể là tuyến tính.



p được xác định từ lời giải hệ phương trình:

- Phương trình độ võng dầm, bản  $p = f_1(z)$
- Giả thiết  $s = z \Rightarrow$  mô hình nền  $p = f_2(s)$

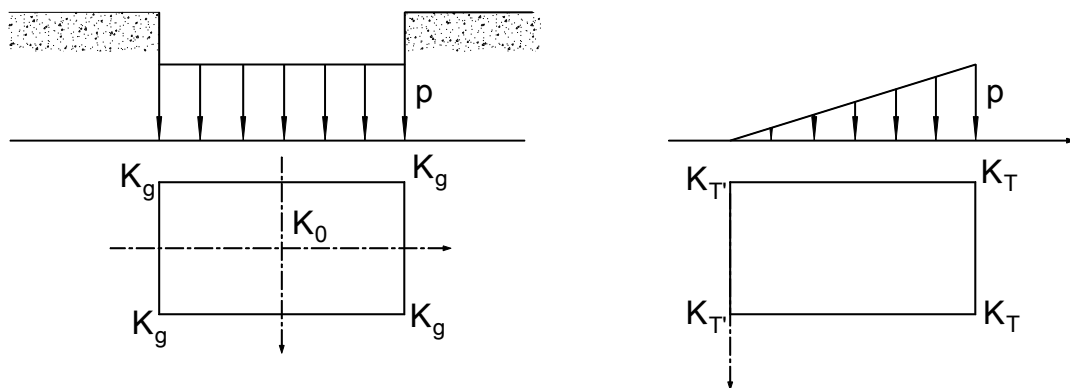
#### 4.4- Tính ứng suất trong nền đất do tải trọng ngoài gây ra

Áp dụng bài toán Butxinet hay Mindlin để tính ứng suất trong nền biến dạng tuyến tính (lý thuyết đàn hồi).

Trong các trường hợp sau đây việc tính toán ứng suất tại các điểm trên các trục đứng qua tâm và góc diện chịu tải chữ nhật được sử dụng bảng tra sẵn theo công thức

$$\sigma_z = K_i \cdot p$$

1/ Trường hợp tải trọng phân bố đều trên diện chữ nhật



Trong đó giá trị  $K_i$ - tra bảng phụ thuộc vào tỷ số  $l/b$  và  $z/b$

Ký hiệu  $K_0$ - ứng với trường hợp trục đứng qua tâm diện chữ nhật

$K_g$ - ứng với trường hợp trục đứng qua các góc diện chữ nhật.

2/ Trường hợp tải tam giác trên diện chữ nhật

$$\sigma_z = K_T \cdot p \text{ (với các điểm qua trục đứng qua góc có tải = } p \text{)}$$

$$\sigma_z = K_T' \cdot p \text{ (với các điểm qua trục đứng qua góc có tải = } 0 \text{)}$$

$K_T, K_T'$  tra bảng phụ thuộc vào tỷ số  $l/b$  và  $z/b$

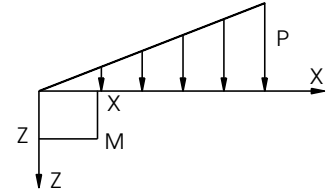
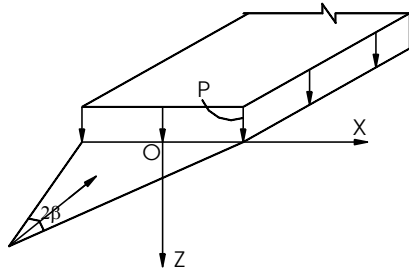
3/ Trường hợp tải trọng hình thang = chữ nhật + tam giác

4/ Trường hợp bài toán phẳng: tải phân bố không đối (chữ nhật và tam giác) theo 1 phương dài vô tận (ví dụ ph

$$\sigma_z = \frac{\sigma_z}{p} \cdot p = 1$$

$$\sigma_x = \frac{\sigma_x}{p} \cdot p = k_x \cdot p$$

$$\sigma_{xz} = \frac{\tau_{xz}}{p} \cdot p = k_\tau \cdot p$$



$k_z, k_x, k_\tau$  tra bảng phụ thuộc vào  $x/b$  và  $z/b$

Chú ý: - Ký hiệu vị trí trục phải phù hợp với bảng tra

- Trường hợp bằng chữ nhật, ứng suất chính có phương trùng với phân giác

trong và ngoài của góc  $2\beta$  (xem hình vẽ) và có giá trị  $\sigma_{1,3} = \frac{p}{\pi} (2\beta \pm \sin 2\beta)$

5/ Trường hợp điểm tính ứng suất không thuộc các trục đứng đã nêu: ta sử dụng phương pháp điểm góc để đưa về dạng sử dụng bảng tra như sau:

- $M \in$  trục đứng qua cạnh diện chịu tải

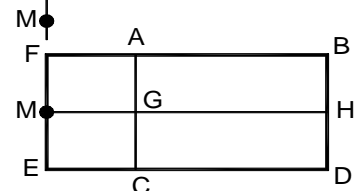
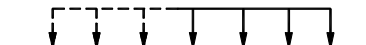
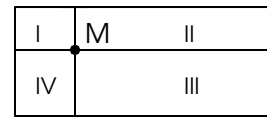
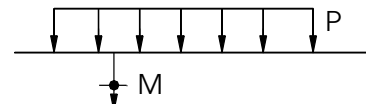
$\Rightarrow$  đưa  $M$  trở thành góc của hai hình chữ nhật I và II

$$\sigma_{zM} = p(Kg_I + Kg_{II})$$

- $M \in$  trục đứng phía trong diện chịu tải

$\Rightarrow$  đưa  $M$  trở thành góc của 4 hình và

$$\sigma_{zM} = p \left( \sum_{i=1}^4 Kg_i \right)$$

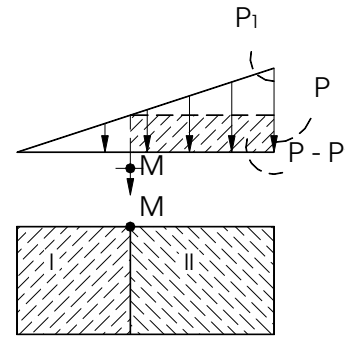


- $M \in$  trục đứng ngoài diện chịu tải

Tương tự như trên:

$$\sigma_{zM} = p(K_{gFNHM} + K_{gMHCE} - K_{gFAGM} - K_{gMGDE})$$

Trường hợp tải tam giác thì chú ý sự tương ứng  $K_T$  và  $K_T'$ . Ví dụ điểm  $M \in$  trục đứng qua cạnh diện chịu tải chữ nhật. Đưa  $M$  thành góc hai hình I và II



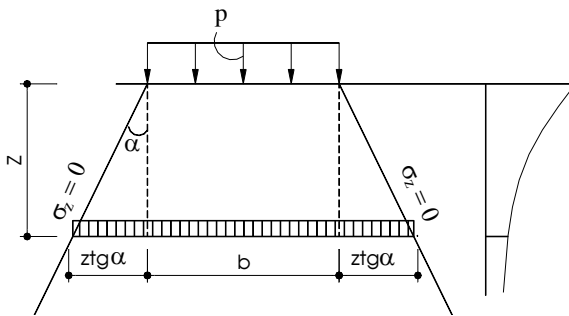
Trên diện I: tải tam giác  $p_1$  và  $M$  ở góc tương ứng với  $K_T$

Trên diện II: tải hình thang ( $p_1$  và  $p$ )  $\Rightarrow$  chia làm 2 bài toán là chữ nhật và tam giác

$$\text{Vậy } \sigma_{zM} = K_{TI}.p_1 + K'_{TII}.p_1 + K_{gII}(p - p_1)$$

▪ **Xác định gần đúng ứng suất trong nền do tải trọng phụ thêm:**

- Giả thiết vùng giới hạn ứng suất trong nền đất là đường thẳng:



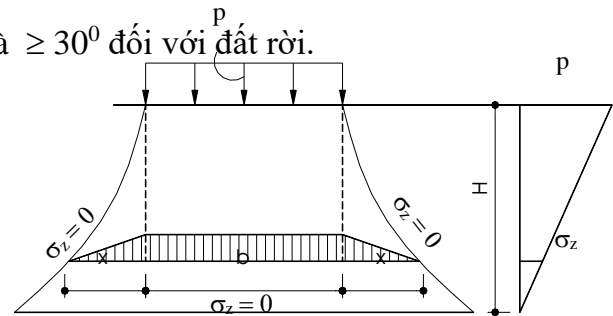
$$p.b = \sigma_z (b + 2ztg \alpha)$$

$$\sigma_z = \frac{p.b}{b + 2ztg \alpha}$$

Thường giả thiết:  $+ tg\alpha = 0,5$  ( $\alpha \cong 30^\circ$ )

+  $\alpha = \varphi$  và  $\geq 30^\circ$  đối với đất rời.

- Theo Jáký:



Giả thiết: ứng suất  $\sigma_z$  giảm tuyến tính theo chiều sâu tới chiều dày nén ép  $H$ .

$$H = 2b(1 - \frac{b}{2l}) \text{ với móng đơn.}$$

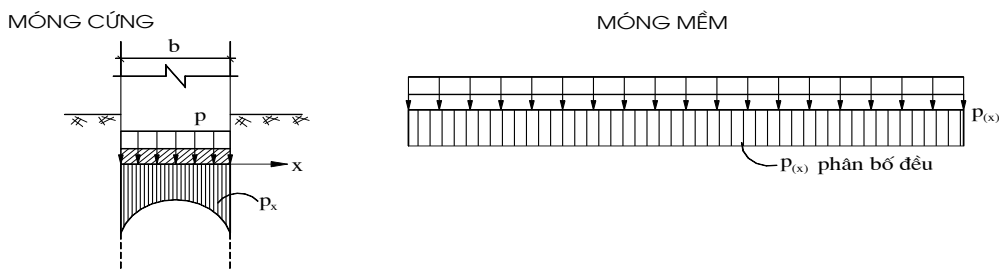
( $H = 2b$  đối với móng băng;  $H = b$  đối với móng bè)

$$\Rightarrow \frac{\sigma_z}{p} = \frac{H-z}{H} \Rightarrow \sigma_z = p \cdot \frac{H-z}{H} \Rightarrow b \cdot p = b \cdot z + \frac{1}{2} \cdot x \cdot \sigma_z \cdot 2 \Rightarrow x = \frac{b \cdot z}{H-z}$$

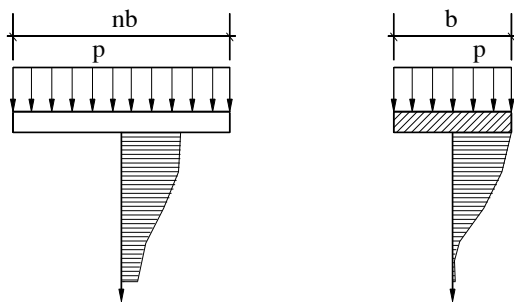
▪ Các yếu tố ảnh hưởng tới sự phân bố ứng suất trong nền:

1) Độ cứng của móng:

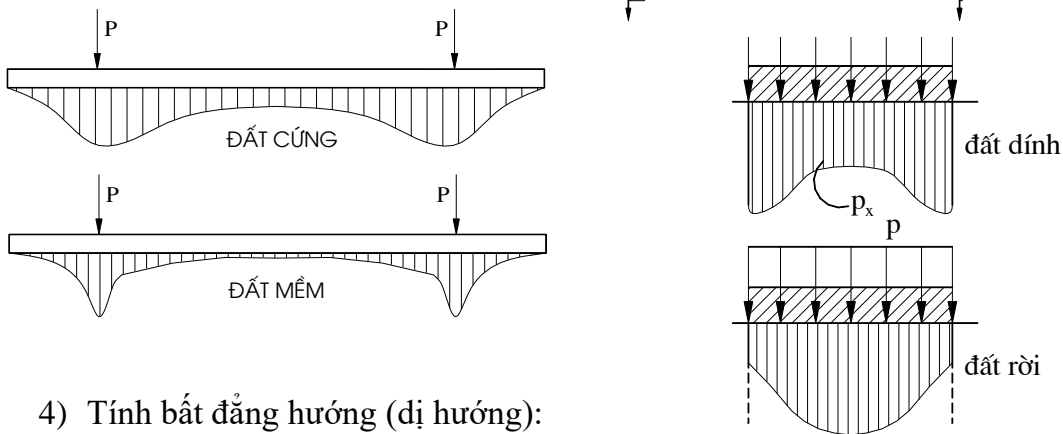
Độ cứng của móng ảnh hưởng tới sự phân bố ứng suất dưới đáy móng → ảnh hưởng đến sự phân bố ứng suất trong nền.



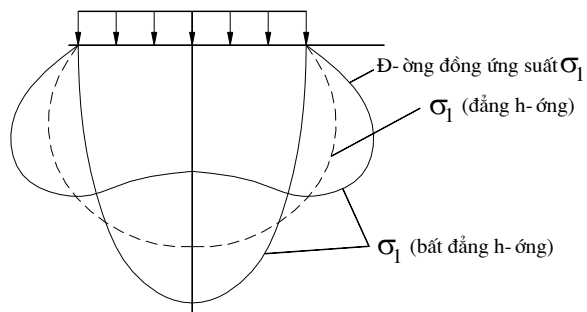
2) Bề rộng móng:



3) Loại đất, trạng thái đất:



4) Tính bất đẳng hướng (dị hướng):



#### 4.5 - Tính ứng suất trong nền đất do tải trọng bản thân gây ra

Đất là vật chất có trọng lượng  $\Rightarrow$  luôn tồn tại trong nền đất ứng suất do trọng lượng bản thân gây ra, ký hiệu  $\sigma^{bt}$ ,

\* *Giả thiết:* Nền là bán không gian, ứng suất pháp tuyến tăng tuyến tính theo chiều sâu, ứng suất tiếp  $\tau^{bt} = 0$ .

Xét trường hợp trong đất có nước ngầm tồn tại ở trạng thái tĩnh ( $i = 0$ ) tại độ sâu  $d_w$  tính từ mặt đất thì đất thấm nước dưới nước ngầm ở trạng thái bão hòa, áp lực nước lỗ rỗng được tính bằng công thức

$$u_z = \gamma_n(z - d_w) \text{ với } z \geq d_w. \text{ (u dương)}$$

Khi trên nước ngầm có đới bão hòa do mao dẫn thì áp lực nước lỗ rỗng tính theo công thức trên sẽ có giá trị âm, chính các giá trị này ép các hạt đất lại, làm tăng lực dính kết. Điều đó giải thích tại sao các vách cát ven sông, biển có thể ổn định đứng với chiều cao nhiều mét.

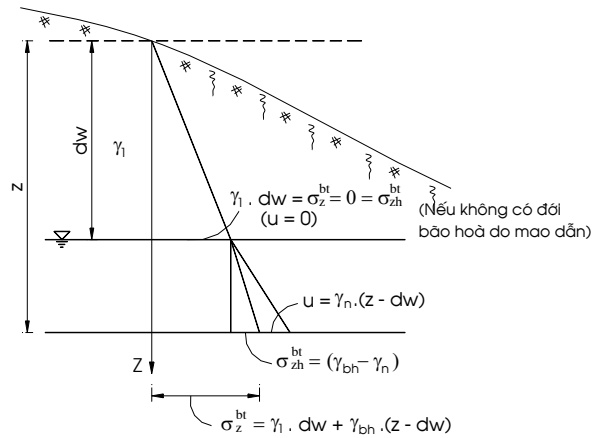
Và ứng suất hiệu quả  $\sigma_{hz}^{bt} = \sigma_z - u$

$$\text{đồng thời: } \sigma_{x,y}^{bt} = K_0 \cdot \sigma_z^{bt} \approx \xi \cdot \sigma_z^{bt}$$

Trong đó :

$K_0$  - hệ số áp lực địa tĩnh tùy thuộc vào nguồn gốc, lịch sử thành tạo, loại đất và trạng thái độ chặt của đất.

$\xi$  - hệ số áp lực ngang của đất ( $\xi = \frac{\mu_0}{1 - \mu_0}$ )



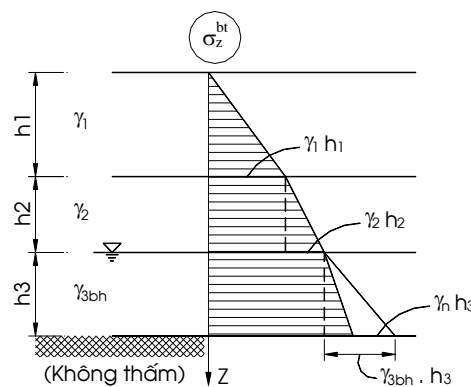
\* *Trường hợp nền nhiều lớp:*

Ký hiệu phân gach ngang là giá trị ứng suất hiệu quả  $\sigma_{zh}^{bt}$  và phần để trắng là áp lực nước lỗ rỗng thủy tĩnh  $u$  theo độ sâu  $z$

Như vậy trong nền đất khi xây dựng công trình luôn tồn tại:

- Ứng suất do trọng lượng bản thân (trọng lượng ban đầu):  $\sigma_x^{bt} = \sigma_y^{bt} = \xi \sigma_z^{bt}$

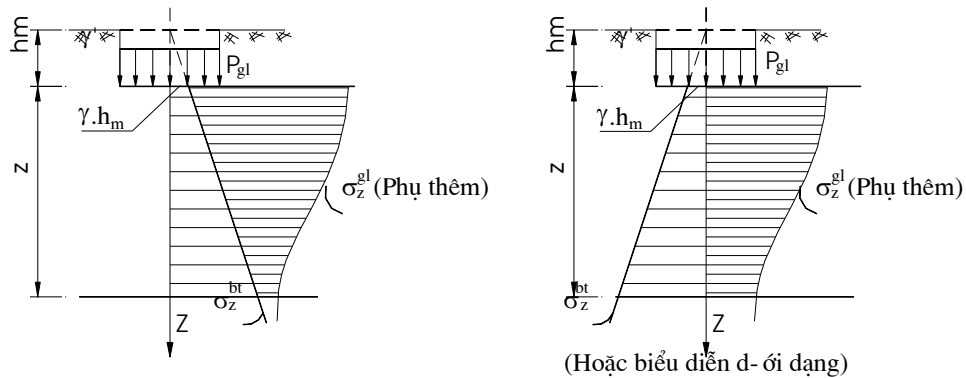
- Ứng suất do tải trọng gây lún:  $\sigma_z^{gl}; \sigma_y^{gl}; \sigma_x^{gl}$



**Chú ý:** các ứng suất tổng = áp lực có hiệu + áp lực nước lỗ rỗng. Áp lực có hiệu  $\Rightarrow$  gây lún

Đối với trọng lượng bản thân, áp lực nước lỗ rỗng là áp lực thủy tĩnh thì phụ thuộc vào mực nước ngầm tĩnh.

Đối với tải trọng ngoài, đất mới đắp, áp lực nước lỗ rỗng phụ thuộc vào tính cố kết của đất, áp lực và thời gian. Ta có biểu đồ chung về ứng suất trong nền như sau:



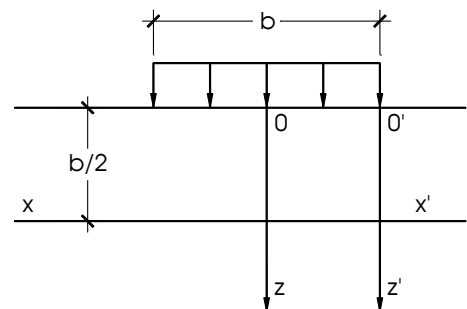
## B. Nội dung thảo luận

### Buổi 4:

1. Trình bày khái niệm về các loại ứng suất trong nền đất.
2. Trình bày bài toán xác định ứng suất trong nền :
  - a) Trường hợp bài toán không gian.
  - b) Trường hợp bài toán phẳng.
  - c) Phương pháp điểm góc xử dụng bảng tra tính ứng suất trong nền do tải trọng ngoài gây ra.

## C. Ngân hàng câu hỏi, bài tập

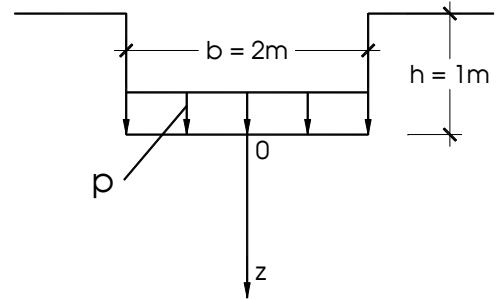
1. a) Vẽ biểu đồ ứng suất  $\sigma_z$  thay đổi theo chiều sâu đối với OZ và O'Z' trong bài toán phẳng sau đây:



- b) Vẽ biểu đồ ứng suất  $\sigma_z$  đối với trục  $xx'$ .

Nhận xét kết quả của hai phần a và b.

2. Vẽ biểu đồ ứng suất chính  $\sigma_1$  theo độ sâu đối với trục OZ như sau (do tải trọng bản thân và tải trọng ngoài gây ra).  $\gamma = 1,8\text{T/m}^3$ ;  $p = 21,8\text{T/m}^2$



3. Vẽ biểu đồ ứng suất  $\sigma_z$  hiệu quả và ứng suất

tổng do trọng lượng bản thân gây của đất gây ra trong các trường hợp sau:

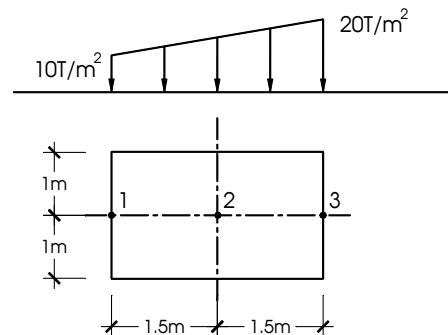
- Mực nước ngầm tại mặt đất.
- Mực nước ngầm hạ thấp 4m so với mặt đất.

Cho biết nền gồm 3 lớp :

- Lớp 1 (Sét pha) :  $\gamma_1 = 2,1\text{T/m}^3$ ;  $\gamma_{K1} = 1,55\text{T/m}^3$ ,  $\Delta = 2,64$ , dày 6m.
- Lớp 2 (Cát) :  $\gamma_2 = 2,12\text{T/m}^3$ ;  $\gamma_{K1} = 1,51\text{T/m}^3$ ; dày 4m.
- Lớp 3 : sét cứng không thấm nước.

(Khi mực nước ngầm hạ thấp thì độ ẩm của lớp 1 giảm 60% so với khi ngập nước).

4. Xác định ứng suất  $\sigma_z$  tại 3 điểm 1, 2, 3 (như trên hình vẽ) ở cùng độ sâu 1m do tải trọng ngoài gây ra.



## V. CHƯƠNG 5. ĐỘ LÚN CỦA NỀN ĐẤT

### V.1. Mục tiêu

Mục tiêu:

- Như đã đề cập trong chương 2, đất là vật liệu ba pha, trong đó có hệ lỗ rỗng, dưới tác dụng của tải trọng công trình các hạt đất có xu hướng sắp xếp lại xít nhau làm giảm hệ số rỗng từ đó tạo ra sự giảm thể tích theo phương đứng gây ra độ lún cho công trình. Một vấn đề đặt ra trong bài toán thiết kế công trình là chúng ta phải tính toán được độ lún cuối cùng của nền đất khi tiếp nhận công trình.

- Vấn đề thứ hai được đặt ra khi tính toán độ lún của nền đất là độ lún theo thời gian, ở từng giai đoạn tiếp nhận tải trọng là như thế nào, ở các khoảng thời gian độ lún và tốc độ lún ra sao...

Thực tế đã chứng minh các hư hỏng công trình phần lớn do dự báo và tính toán sai về nền móng trong đó phần lớn do lún quá lớn hoặc lún không đều làm cho công trình sử dụng không bình thường. Do đó nội dung tính toán độ lún của nền là rất cần thiết. Tính toán lún của nền đất là kỹ năng không thể thiếu của kỹ sư công trình nói riêng và kỹ sư xây dựng nói chung.

### IV.2. Quy định hình thức học cho mỗi nội dung nhỏ

Nội dung	Hình thức học
- Những khái niệm chung	Giảng
- Tính toán độ lún bằng cách áp dụng trực tiếp lý thuyết đàn hồi	Giảng
- Tính toán độ lún của nền đất bằng cách cộng lún từng lớp	Giảng
- Tính toán độ lún của nền đất bằng cách áp dụng trực tiếp suy diễn từ thực nghiệm.	Giảng kết hợp sinh viên tự nghiên cứu
- Dự báo độ lún theo thời gian: Bao gồm bài toán cổ kết thấm một chiều; Mở rộng bài toán cổ kết thấm 1 chiều cho một số trường hợp đặc biệt; Tính toán gần đúng thời gian lún tại hiện trường từ kết quả thí nghiệm trong phòng; Bài toán cổ kết đối xứng trục	Giảng kết hợp sinh viên tự nghiên cứu



### **V.3. Các nội dung cụ thể**

#### **A. Nội dung lý thuyết**

#### **Nội dung giảng dạy**

##### **5.1 – Khái niệm chung**

Một trong những nhiệm vụ chủ yếu của những người làm công tác xây dựng là phải đảm bảo điều kiện ổn định và độ bền vững của công trình với các hao phí vật liệu, biện pháp an toàn và sức lao động ít nhất. Cho nên việc nghiên cứu chất lượng nền đất hay nói một cách khác là vấn đề xác định biên dạng của đất dưới tác dụng của tải trọng ngoài là một vấn đề phức tạp và rất quan trọng, có ý nghĩa về mặt lý thuyết và thực tiễn lớn trong thiết kế nền móng công trình.

Đất là môi trường rời rạc phân tán và có tính rỗng lớn, do đó khi chịu tác dụng của tải trọng công trình và trọng lượng bản thân đất, đất nền sẽ bị biến dạng, do thể tích lỗ rỗng giảm đi khi nước và không khí trong lỗ rỗng thoát ra ngoài và các hạt rắn sắp xếp lại ở trạng thái chặt hơn làm cho mặt nền hạ thấp xuống, hiện tượng này gọi là lún của nền đất.

Khi xây dựng công trình, người thiết kế luôn luôn quan tâm đến trị số độ lún và đặc biệt là khả năng lún không đều giữa các bộ phận của công trình, bởi vì trị số độ lún tuyệt đối của nền đất dù có lớn nhưng nếu giống nhau ở mọi điểm thì không gây ra sự nguy hiểm mà chỉ dẫn tới những khó khăn cho việc sử dụng công trình. Nhưng độ lún không đều của nền đất sẽ gây ra những ứng suất phụ thêm trong các kết cấu của công trình, đặc biệt là trong các hệ kết cấu siêu tĩnh và do đó có thể làm cho công trình bị hư hỏng. Độ lún không đồng đều xuất hiện trong đất nền dưới móng công trình có thể do nhiều nguyên nhân trực tiếp hoặc gián tiếp. Chẳng hạn như trong đất nền dưới móng công trình có những túi bùn hoặc các lớp đất yếu phân bố không đều, hoặc do tải trọng tác dụng trên các móng khác nhau, hoặc do các móng có kích thước khác nhau đặt liền nhau, hoặc do mực nước ngầm thay đổi v.v... Trong các trường hợp vừa nêu trên, căn cứ vào tình hình địa chất và hình thức kết cấu của mỗi loại công trình cụ thể mà chọn biện pháp xây dựng thích hợp.

Cần chú ý rằng, biến dạng của đất có đặc điểm khác với biến dạng của vật thể liên tục, đó là mối quan hệ giữa biến dạng và thời gian. Đối với các vật liệu liên tục, biến dạng của nó đạt tới trị số ổn định ngay sau khi có tác dụng của tải trọng. Còn đối với đất, thì biến dạng xuất hiện đồng thời với tải trọng tác dụng nhưng phải trải qua một thời gian mới đạt đến trị số ổn định. Do đó vấn đề tính lún theo thời gian của nền đất cũng là vấn đề hết sức quan trọng.

Như vậy nhiệm vụ tính toán và thiết kế nền móng về phương diện độ lún cần phải được đảm bảo các điều kiện chủ yếu sau đây:

$$S_{tt} \leq S_{gh}$$

$$\Delta S_{tt} \leq \Delta S_{gh}$$

$$S_t \leq S_{tgh}$$

Trong đó:  $S_{tt}$ ,  $\Delta S_{tt}$ ,  $S_t$ : Là độ lún tuyệt đối, độ lún không đồng đều, độ lún theo thời gian tính toán của công trình.

$S_{gh}$ ,  $\Delta S_{gh}$ ,  $S_{tgh}$ : Là độ lún tuyệt đối, độ lún không đồng đều, độ lún theo thời gian và góc nghiêng giới hạn của công trình theo quy trình quy định. Xác định độ lún của công trình trên nền đất thiên nhiên là một vấn đề hết sức phức tạp, vì bản thân đất là một môi trường phức tạp gồm nhiều pha (hạt, nước, khí) cho nên hiện nay cũng có rất nhiều lý thuyết khác nhau để xác định trị số độ lún.

## 5.2 - Tính toán độ lún bằng cách áp dụng trực tiếp lý thuyết đàn hồi

Độ lún của nền tại vị trí M chính bằng chuyển vị đứng tại M (dựa vào kết quả Butxinet theo nguyên tắc tương tự khi tính ứng suất)

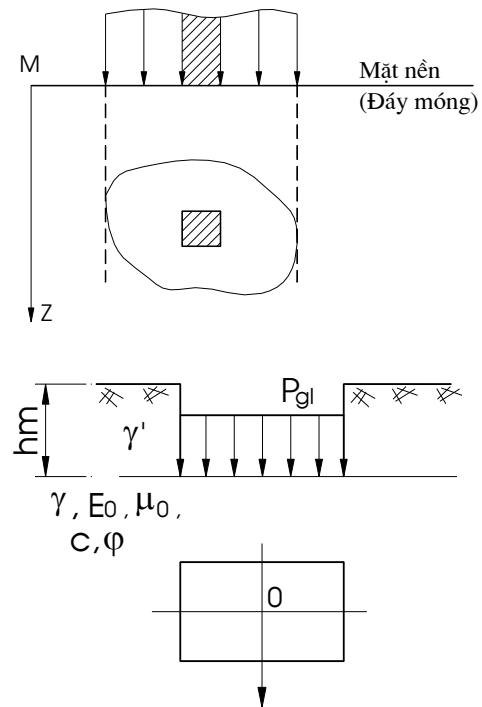
- Trường hợp tải phân bố đều trên móng hình chữ nhật, vuông, tròn và nền đồng nhất.

$$S = p_{gl} \cdot b \cdot \omega \cdot \frac{1 - \mu_0^2}{E_0}$$

$p_{gl} = p - \gamma' \cdot h_m$  (ứng với tải trọng tiêu chuẩn)

$\omega$  - hệ số tra bảng phụ thuộc hình dạng móng ( $l/b$ ), vị trí tính (tâm hay chu vi) và loại móng cứng, mềm.

$E_0$  - môduyn biến dạng của nền đất xây dựng, được xác định bằng thí nghiệm hay kinh



nghiệm. Ví dụ  $E_0$  xác định theo kết quả bèn  
nén, xuyên tĩnh ( $E_0 = \alpha q_c$ ), xuyên SPT ...

**Bảng các hệ số  $\omega$**

Hình dáng móng	$\omega_c$	$\omega_o$	$\omega_m$	$\omega_{const}$
Tròn	0.64	1.00	0.85	0.79
Vuông $l/b = 1$	$0.5\omega_o$	1.12	0.95	0.88
Chữ nhật, với $l/b$ bằng				
1.5	$0.5\omega_o$	1.36	1.15	1.08
2	$0.5\omega_o$	1.53	1.30	1.22
3	$0.5\omega_o$	1.78	1.53	1.44
4	$0.5\omega_o$	1.96	1.70	1.61
5	$0.5\omega_o$	2.10	1.83	1.72
6	$0.5\omega_o$	2.23	1.96	-
7	$0.5\omega_o$	2.33	2.04	-
8	$0.5\omega_o$	2.42	2.12	-
9	$0.5\omega_o$	2.49	2.19	-
10	$0.5\omega_o$	2.53	2.25	2.12
20	$0.5\omega_o$	2.95	2.64	-
30	$0.5\omega_o$	3.23	2.88	-
40	$0.5\omega_o$	3.42	3.07	-
50	$0.5\omega_o$	3.54	3.22	-

**Nhận xét:**

Chỉ có thể tính lún bằng lý thuyết đàn hồi khi:

- Nền là đồng nhất suốt từ đáy móng tới một chiều sâu đủ lớn (khoảng 3 lần bề rộng  $b$  của móng), chắc chắn hơn là một khoảng 1 – 1.5 lần bề rộng  $B$  của nhà, công trình.
- Tính chất của đất gần với vật thể đàn hồi: cát có trạng thái chặt vừa trở lên, sét trạng thái dẻo cứng trở lên.

Trong những trường hợp như vậy đất vẫn khác biệt nhiều so với vật thể đàn hồi, nhiều yếu tố vẫn chưa được xét đến, ảnh hưởng của trọng lượng bản thân, đất có độ bền kết cấu.

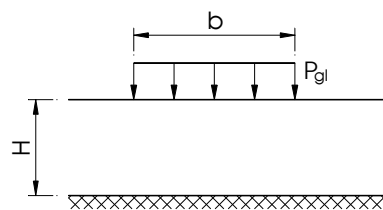
Độ chính xác của kết quả tính lún theo lý thuyết đàn hồi – trong trường hợp có thể áp dụng được phương pháp này – phụ thuộc rất nhiều vào độ chính xác của các đặc trưng  $E$  và  $\mu$  của đất.

Trong trường hợp nền đất không đồng nhất thì không thể tính lún bằng công thức của lý thuyết đàn hồi được. Cũng không nên dùng công thức đàn hồi cho đất mềm rời.

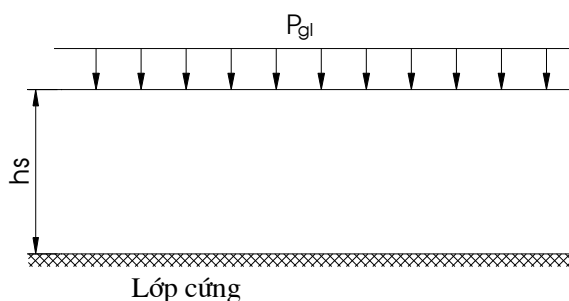
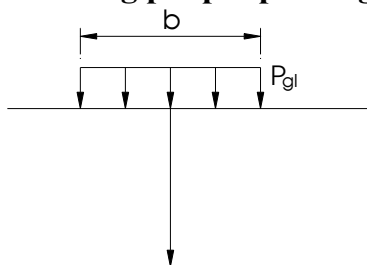
Egorov với mô hình lớp đàn hồi hữu hạn đưa ra công thức dự tính độ lún

$$S = p_{gl} \cdot b \cdot \frac{M}{C} \quad \left( C = \frac{E_0}{1 - \mu_0^2} \right)$$

M tra bảng phụ thuộc H/b



▪ Phương pháp lớp tương đương:



$$S_1 = p_{gl} \cdot b \cdot \omega \cdot \frac{1 - \mu_0^2}{E_0}$$

$$S_2 = \frac{1 - 2\mu_0^2}{1 - \mu_0} \cdot p_{gl} \cdot h_s = \frac{\beta}{E_0} \cdot p_{gl} \cdot h_s$$

Nếu  $s_1 = s_2 \Rightarrow h_s = \left( \frac{1 - \mu_0^2}{\beta} \cdot \omega \right) \cdot b$

$h_s = (A \cdot \omega) \cdot b$  (tra A $\omega$  trong phần phụ lục, phụ thuộc vào  $\mu_0$ , độ cứng của móng)

Ta đã thay thế chiều dày  $\infty$  trong bài toán (1) thành  $h_s$ - lớp tương đương – trong bài toán nén ép 1 chiều (2) và viết:

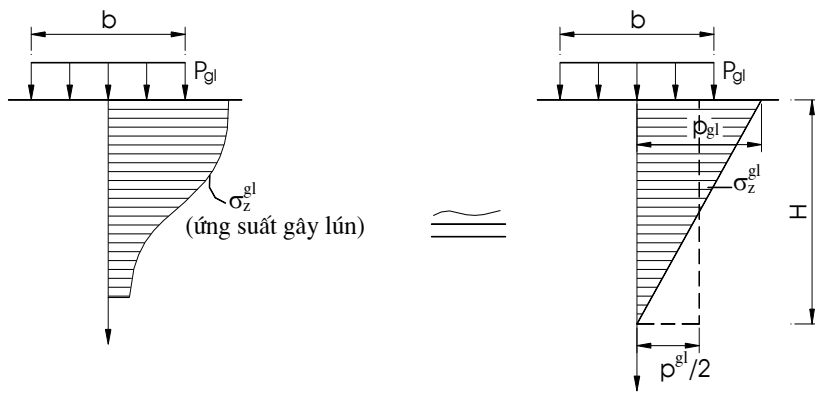
$$S = \frac{e_1 - e_2}{1 + e_1} \cdot h_s = a_0 \cdot p_{gl} \cdot h_s = \frac{\beta}{E_0} \cdot p_{gl} \cdot h_s \quad (\text{xem lại chương II})$$

Vậy thực chất phương pháp này là phương pháp áp dụng kết quả lý thuyết đàn hồi.

Phương pháp lớp tương đương có ý nghĩa trong 2 vấn đề sau:

- Xác định chiều dày nén ép (ta hiểu đó là phạm vi nền đất nén lún dưới tác dụng của tải trọng, dưới đó coi là không còn nén lún)

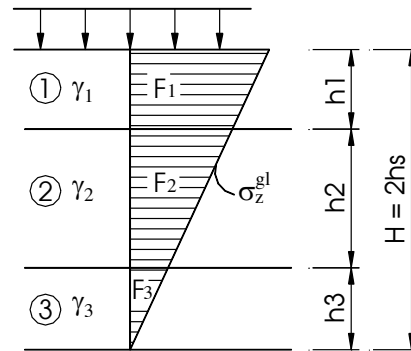
$$H = 2h_s = 2(A \cdot \omega) \cdot b$$



Gần đúng:  $S = \frac{\beta}{E_0} \times \frac{p_{gl}}{2} \times H = \frac{\beta}{E_0} \times p_{gl} \times h_s \Rightarrow H = 2h_s = 2.A\omega.b$

Từ đó dùng làm cơ sở để xác định giá trị trung bình các chỉ tiêu cơ lý của nền nhiều lớp khi qui đổi thành đồng nhất.

Ví dụ trong phạm vi  $H = 2h_s$  có 3 lớp đất khác nhau. Khi qui đổi thành “đồng nhất” thì các đặc trưng cơ lý phải lấy giá trị trung bình. Giả sử cần xác định giá trị  $\gamma$  tương đương  $= \bar{\gamma}$ ,  $E_0$  tương đương  $\bar{E}_0$

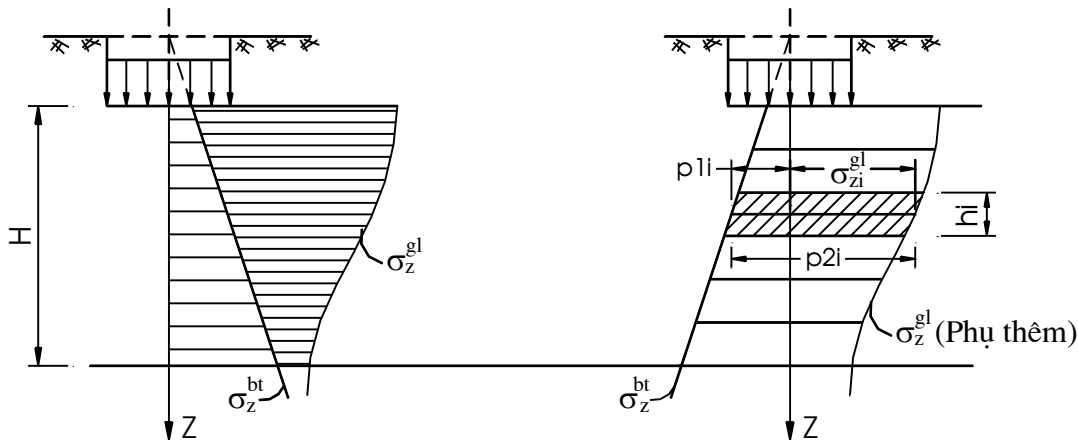


Thì:  $\bar{\gamma} = \frac{\gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h_2 + \gamma_3 \cdot h_3}{H}$

Hay  $\bar{E}_0 = \frac{E_{01} \cdot F_1 + E_{02} \cdot F_2 + E_{03} \cdot F_3}{F}$

( $F_i$ - diện tích phân biểu đồ  $\sigma_z^{gl}$  trong phạm vi H, ký hiệu trên hình vẽ)

### 5.3- Tính toán độ lún của nền đất bằng cách cộng lún từng lớp



(Hoặc biểu diễn d-ới dạng)

**Nguyên lý phương pháp :**

Chia lớp đất nén lún (trong phạm vi H) thành các lớp mỏng song song có bề dày  $h_i$ .

Trong phạm vi mỗi lớp  $h_i$  coi là không nở ngang  $\Rightarrow$  Độ lún của lớp i:

$$S_i = \frac{e_{1i} - e_{2i}}{1 + e_{1i}} \cdot h_i = a_{0i} \cdot \bar{\sigma}_{zi}^{gl} \cdot h_i = \frac{C_i}{1 + e_{1i}} \log\left(\frac{p_{zi}}{p_{1i}}\right) \cdot h_i = \frac{\beta_i}{E_{0i}} \cdot \bar{\sigma}_{zi}^{gl} \cdot h_i \Rightarrow S = \sum_{i=1}^n S_i$$

Trong đó:

$H = 2h_s$  hay đến lớp đá, đất cứng trong phạm vi đó

H- tại vị trí mà  $\sigma_z^{bt} = 5\sigma_z^{gl}$  hay theo kinh nghiệm  $H = 3B$  (đối với móng băng),  $1,5B$  (với móng bè)

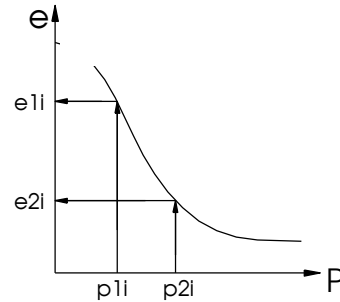
$e_{1i}, e_{2i}$ - hệ số rỗng tương ứng với  $p_{1i}$  và  $p_{2i}$  trên đồ thị e-p từ thí nghiệm nén không nở ngang của lớp đất có lớp mỏng i

$$p_{1i} = \bar{\sigma}_{zi}^{bt}$$

$$p_{2i} = \bar{\sigma}_{zi}^{bt} + \bar{\sigma}_{zi}^{gl}$$

$h_i$ - bề dày lớp mỏng, các lớp phía trên  $h_i \leq b/4$ , phía dưới có thể lấy  $h_i > b/4$ .

$a_{0i}, C_i$ - hệ số nén thể tích và chỉ số nén



**Trình tự:**

- Tài liệu:

Công trình:  $h_m, p, b \times l$

Các kết quả thí nghiệm chỉ tiêu vật lý  $\gamma, \Delta, W$ , tên, trạng thái đất.

Địa chất: các chỉ tiêu cơ học gồm  $E_0$ , kết quả của thí nghiệm nén không nở ngang,  $\mu_0, q_c, N$  và lát cắt địa chất.

- Xác định áp lực gây lún  $p_{gl} = p - \gamma' \cdot h_m$

- Tính và vẽ  $\bar{\sigma}_z^{bt}, \bar{\sigma}_z^{gl}$

+ Dự kiến trước lớp mỏng  $h_i$ , biểu thị qua các điểm chia dự kiến 0, 1, 2, ..., n

+ Tại điểm chia dự kiến  $\rightarrow$  Tính :  $\bar{\sigma}_{zi}^{bt}, \bar{\sigma}_{zi}^{gl}$

$$+ \bar{\sigma}_{zi}^{bt} = \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot h_i \text{ và } \bar{\sigma}_{zi}^{gl} = K \cdot p_{gl} \text{ (xem chương IV)}$$

+ Lấy giá trị trung bình  $\bar{\sigma}_{zi}^{bt}, \bar{\sigma}_{zi}^{gl}$

- Tính  $S_i$  và  $S = \sum_{i=1}^n S_i = \sum_{i=1}^n \frac{e_{1i} - e_{2i}}{1 + e_{1i}} \cdot h_i = \sum_{i=1}^n (a_{0i} \cdot \bar{\sigma}_{zi}^{gl} \cdot h_i) \dots$

Phương pháp này có kể đến tính phân lớp của nền đất.

Có thể lập bảng để tính:

Bảng 1- Tính  $\sigma_{zi}^{bt}, \sigma_{zi}^{gl} \Rightarrow \bar{\sigma}_{zi}^{bt}$  và  $\bar{\sigma}_{zi}^{gl}$

*Bảng 1*

Số TT điểm chia	Độ sâu tính từ mặt đất	Độ sâu tính từ đáy móng	$\sigma_{zi}^{bt}$	l/b	z/b	K (tra bảng)	$\sigma_{zi}^{bt} = k.p_{gl}$	$\bar{\sigma}_{zi}^{bt}$	$\bar{\sigma}_{zi}^{gl}$
0	$h_m$	0	$\gamma' h_m$						
1	$h_m + h_1$	$h_1$	$\gamma' h_m + \gamma_1 h_1$						
.	.	.	.						
.	.	.	.						
n	$h_m + \sum h_i$	$\sum h_i$	$\gamma' h_m + \sum \gamma_i h_i$						

Bảng 2- Tính  $p_{1i} = \bar{\sigma}_{zi}^{bt}, p_{2i} = p_{1i} + \bar{\sigma}_{zi}^{gl} \Rightarrow S_i \Rightarrow S$

*Bảng 2*

Lớp i	Bề dày lớp $h_i$ (m)	Tra biểu đồ nén ép e-p				Hoặc $E_{0i}$ ( $a_{0i}$ )	$S_i = \frac{e_{1i} - e_{2i}}{1 + e_{1i}} h_i = a_0 \bar{\sigma}_{zi}^{gl} h_i$
		$p_{1i} = \bar{\sigma}_{zi}^{bt}$	$p_{2i} = \bar{\sigma}_{zi}^{gl}$	$e_{1i}$	$e_{2i}$		
1	$h_1$						
2	$h_2$						
.	.						
n	$h_n$						

**Ghi chú:**

- Các phương pháp trên đều có thể ứng dụng để tính độ lún tức thời (thay giá trị  $E_0$  với thí nghiệm nén nhanh, không thoát nước) hay độ lún do cố kết thấm với  $\bar{\sigma}_{zi}^{gl}$  là ứng suất hiệu quả ứng với thời gian xác định.

## **Nội dung tự nghiên cứu**

### **5.4 - Tính toán độ lún của nền đất bằng cách áp dụng trực tiếp suy diễn từ thực nghiệm.**

Vì những tính toán độ lún theo một số sơ đồ lý thuyết nào đó có những khó khăn khi áp dụng cho thực tế người ta đã nghĩ đến một cách làm khác là: trực tiếp suy ra độ lún từ một thí nghiệm hiện trường.

#### **▪ Độ lún suy ra từ thí nghiệm bàn nén**

K.Terzaghi và Peck đã nêu ra một công thức thực nghiệm về quan hệ giữa độ lún  $S$  và kích thước  $D$  của tấm nén cho nền cát.

$$S \cdot (1 + D_0/D)^2 = 4S_0$$

Như vậy để xác định được độ lún  $S$  của móng thực có kích thước  $D$  (cạnh nhỏ nhất hay đường kính) ta sẽ làm thí nghiệm với bàn nén kích thước  $D_0$  tương đối nhỏ (thường là 30 – 100cm), gia tải đến áp lực dưới đế móng thực bằng áp lực dưới đế móng thực và đo được độ lún  $S_0$  từ đó suy ra được  $S$  theo biểu thức của Terzaghi.

Bjerrum và Eggestad thu thập số liệu quan trắc của một số trường hợp đã thấy liên hệ kinh nghiệm của Terzaghi và Peck là tương đối phù hợp.

Việc áp dụng công thức thực nghiệm của Terzaghi thực tế là rất hạn chế. Thứ nhất là chỉ dung cho nền cát; thứ hai là phải đảm bảo rằng nền đất trong toàn bộ phạm vi chịu lún của công trình thực là cùng một loại như nền đất trong phạm vi ảnh hưởng của bàn nén thí nghiệm.

#### **▪ Độ lún suy ra từ thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn SPT**

Ở Bắc Mỹ dung rất rộng rãi thí nghiệm SPT. Trong thực nghiệm người ta cho trị giá áp lực dưới đáy móng- tùy theo bề rộng móng  $B$  và tùy theo số đo  $N$  – để móng có độ lún là 25mm.

Kinh nghiệm này cũng chỉ dung cho nền đất cát. Nó ít được dùng ở Châu Âu vì người ta cho rằng trong đất cát, khi có nước, cát trôi vào trong ống mẫu và số đo  $N$  là khó chính xác.

#### **▪ Độ lún suy ra từ thí nghiệm xuyên tĩnh CPT**

Người ta dùng kết quả thí nghiệm xuyên tĩnh – sức kháng mũi  $q_c$  để suy diễn từ các tương quan thực nghiệm ra trị số  $E$ , sau đó tính lún, chẳng hạn bằng phương pháp cộng lún từng lớp

#### **▪ Tính lún theo kết quả thí nghiệm nén ngang trong lỗ khoan (pressiometer)**

Phương pháp do Louis Ménard cùng cộng sự xây dựng, nó gắn liền với phương pháp và thiết bị thí nghiệm cũng như cách diễn dịch kết quả.



## 5.5 - Dự báo độ lún theo thời gian

### 5.5.1. Bài toán cố kết thấm một chiều

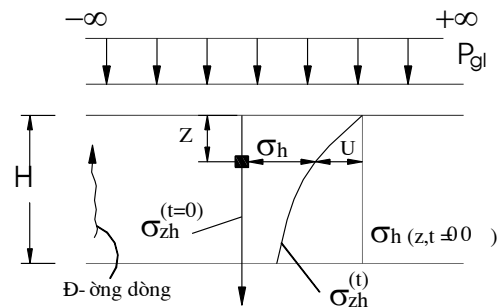
Áp dụng bài toán cố kết thấm 1 chiều Terzaghi (xem lại chương II)

$$S_t = U \cdot S$$

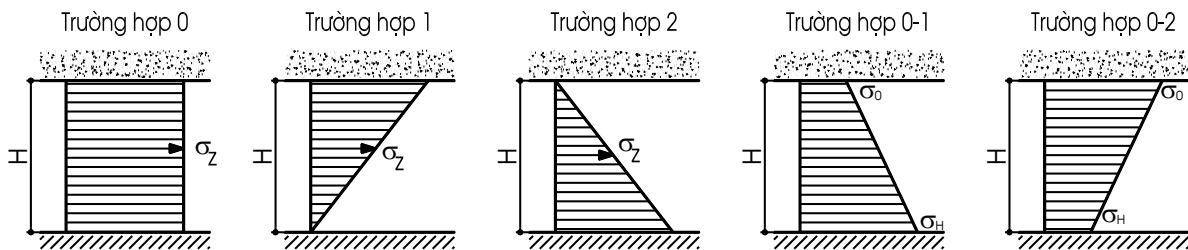
Trong đó:  $S$  - độ lún ổn định tính theo các phương pháp nêu trên.

$$U = f(T_v) \quad \text{- Độ cố kết}$$

$$T_v = \frac{C_v}{H^2} t \quad \text{- Hệ số thời gian}$$



### 5.5.2. Mở rộng bài toán cố kết thấm 1 chiều cho các trường hợp sau:



(Ghi chú: phần gạch ngang là biểu đồ gần đúng ứng suất hiệu quả  $\sigma_h(z, t = \infty)$  do tải trọng gây lún gây ra)

Trình tự tính toán lún theo thời gian trong các trường hợp thấm 1 chiều

-  $p_{gl} \rightarrow$  độ lún ổn định theo các phương pháp đã nêu trên

- Cho 1 số thời gian  $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n \rightarrow T_v \Rightarrow$  tra  $U$

-  $S_t = U \cdot S$

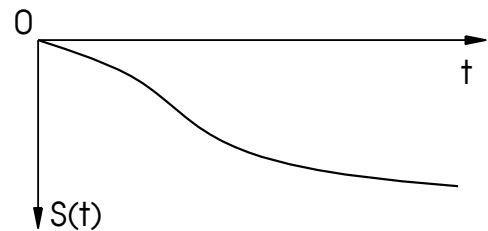
Hay là

-  $S$

- Cho trước  $U (=0,1, 0,2, 0,3, \dots, 0,9) \Rightarrow T_v \Rightarrow t$

-  $S_t = U \cdot S$

Kết quả cuối cùng: vẽ  $S_t - t$



### 5.5.3. Tính toán gần đúng thời gian lún tại hiện trường từ kết quả thí nghiệm trong phòng.

Nếu 2 mẫu đất cùng loại, chịu độ gia tăng ứng suất nén hiệu quả như nhau và đạt độ cố kết giống nhau thì  $T_v/C_v$  phải như nhau. Vì vậy

$$\frac{T_v}{C_v} = \frac{t_1}{H_1^2} = \frac{t_2}{H_2^2}$$

Nếu ta coi  $t_1$  là thời gian cố kết của lớp đất có chiều dày thấm là  $H_1$  và

$T_2$  là thời gian cố kết của mẫu đất nén trong phòng có chiều dày thấm là  $H_2$  thì

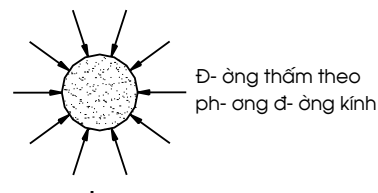
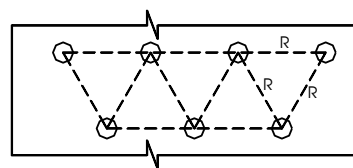
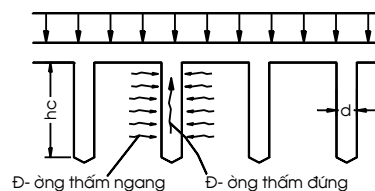
$$t_1 = \frac{t_2 \times H_1^2}{H_2^2}$$

### 5.5.4. Mở rộng cho bài toán cố kết đối xứng trục (nền được gia cố bằng giếng cát)

Ký hiệu:

d- đường kính giếng cát

R- Cạnh tam giác đều (thường bố trí giếng cát theo lưới tam giác đều). Như vậy coi thấm theo sơ đồ đối xứng trục



Với các giả thiết và nguyên lý như thấm 1 chiều ta nhận đ

Độ cố kết có dạng:

$$U = 1 - M_z \cdot M_r \quad (\text{có biểu đồ tra sẵn})$$

Trong đó:  $M_z = f_1(T_v)$ ,  $T_v = \frac{C_v \cdot t}{h_c^2}$ ;  $M_r = f_2(T_r)$ ,  $T_r = \frac{C_v \cdot t}{4R^2}$

Và độ lún cố kết  $S_t = U \cdot S$

#### Tóm tắt:

- Dự báo độ lún ổn định cần:
  - Xác định phân bố ứng suất trong nền, bao gồm:
    - + Ứng suất do trọng lượng bản thân được giả thiết tăng tuyến tính theo độ sâu
    - + Ứng suất  $\sigma_z = \sigma_{z,t=\infty}$  do tải gây lún  $p_{gl}$  (thường sử dụng bảng tra,  $\sigma_z^{gl} = K \cdot p_{gl} \dots$ )

- Các đặc trưng cơ học về tính nén của đất:  $E_0$ ,  $\mu_0$  (từ thí nghiệm bàn nén hiện trường, xuyên SPT, xuyên tĩnh CPT hay thí nghiệm trong phòng) hay đường nén ép không nở ngang e-p, e-lg p. Từ đó các định được a,  $a_0$ , c
- Dùng các phương pháp dự tính độ lún ổn định S bằng cách áp dụng trực tiếp lý thuyết đàn hồi, lớp tương đương hay cộng lún từng lớp
  - Dự báo độ lún theo thời gian do cố kết thắm cần:
    - Xác định độ lún ổn định và từ biểu đồ  $\sigma_z = \sigma_h(z, t = \infty)$ , xác định bài toán thuộc trường hợp cố kết nào nói trên.
    - Các đặc trưng cơ học: hệ số thắm  $K_{tz}$ ,  $K_{tr}$ , hệ số nén a,  $a_0$  hay mô đun biến dạng  $E_0$ ,  $E_s \Rightarrow T_v$ ,  $T_e$ , S.
    - Dùng bảng quan hệ U- $T_v$ , hay biểu đồ U- $T_v$ ,  $T_r$
    - $S_t = U \cdot S$

## B. Nội dung thảo luận

### Buổi 4:

1. Trình bày phương pháp cộng lún từng lớp.
2. Dựa vào các biểu thức tính lún, phân tích các cách để giảm lún

## C. Ngân hàng câu hỏi, bài tập

1. Dự báo độ lún tại tâm móng băng BTCT chịu tải trọng dưới chân tường tại cốt +0.00 là  $N_0 = 36T/m$ . Biết nền đồng nhất có dung trọng tự nhiên  $\gamma = 1,78T/m^3$ , bề rộng móng  $b = 1,5m$ , độ sâu chôn móng là  $h_m = 1m$ .

a) Đất thuộc loại đất cát nhỏ đồng nhất có  $\bar{q}_c = 58KG/cm^2$  ( $\mu_0 = 0,3$ )

b) Thí nghiệm bàn nén hiện trường  $D = 79,8cm$  cho kết quả như sau:

Tải P(T)	2.5	5	7.5	10	12.5	15	17.5	20
Lún S(mm)	1.4	2.9	4.4	6.2	12	20	35	58

c) Thí nghiệm nén ép trong phòng cho kết quả như sau:

áp lực nén ( $T/m^2$ )	0.0	10	20	30	40
Hệ số rỗng	0.8	0.755	0.728	0.705	0.690

2. Dự báo độ lún của một lớp đất cách đáy móng 0,5m và có chiều dày 0,4m. Biết lớp đất đó thuộc lớp đất 1 của nền  $\gamma_1 = 1,78T/m^3$  và các số liệu khác như bài 1a.
3. Tương tự bài tập 2 với số liệu 1c.
4. Dự báo độ lún theo thời gian tại tâm đường đắp có  $\gamma = 1,8T/m^3$ ; cao 3m, bề rộng 40m (coi là bài toán cố kết 1 chiều). Nền sét yếu có kết chặt  $k_t = 2.10^{-7}cm/s$ , dày 6m, khối lượng riêng  $\gamma = 1,64T/m^3$ , hệ số rỗng ban đầu  $e_0 = 0.928$  và sau khi nén không nở ngang có  $e = 0.861$ .

Yêu cầu tính  $e_{TB}$ ,  $a$ ,  $C_v$ ,  $T_v$  tương ứng với  $t = 1$  năm và độ lún  $S_{t = 1\text{ năm}}$  của lớp sét trong 2 trường hợp sau:

a/ Chỉ thoát nước lên phía trên

b/ Thoát nước lên trên và xuống dưới.

## VI.CHƯƠNG 6. SỨC CHỊU TẢI CỦA NỀN, ỔN ĐỊNH CỦA NỀN VÀ MÁI ĐẤT

### VI.1. Mục tiêu

Mục tiêu:

- Một trong hai bài toán điển hình của cơ học đất là tính toán độ lún và sức chịu tải của nền đất. Dưới tải trọng của công trình, trong nền đất sẽ phát sinh ứng suất như đã đề cập trong chương 4, ứng suất này nếu vượt quá giới hạn mà đất nền có thể làm việc bình thường sẽ làm cho đất bị phá hoại. Từ sự phá hoại này sẽ làm đất nền bị mất ổn định, đồng thời dẫn đến công trình bị hư hỏng kéo theo.

- Đối với bài toán thiết kế đường, đê, những công trình có mái taluy ...thì vấn đề ổn định của mái đất là vấn đề quan trọng, luôn luôn cần được kể đến trong tính toán thiết kế.

Chương sức chịu tải của nền, ổn định của nền và mái đất sẽ giải quyết các vấn đề vừa nêu.

### II.2. Quy định hình thức học cho mỗi nội dung nhỏ

Nội dung	Hình thức học
Những khái niệm chung	Giảng
Xác định sức chịu tải của nền đất dựa theo lý thuyết cân bằng giới hạn	Giảng
Xác định sức chịu tải của nền đất bằng phương pháp dùng mặt trượt	Giảng kết hợp sinh viên tự nghiên cứu
Nghiên cứu thực nghiệm về sức chịu tải của nền đất	Giảng kết hợp sinh viên tự nghiên cứu
Ổn định của mái đất	Giảng kết hợp sinh viên tự nghiên cứu

### VI.3. Các nội dung cụ thể

#### A. Nội dung lý thuyết

#### Nội dung giảng dạy

##### 6.1- Khái niệm chung

Muốn cho các công trình xây dựng sử dụng được bình thường, điều cần thiết là phải đảm bảo cho các công trình đó không làm việc ở trạng thái giới hạn. Theo quan niệm hiện nay, một công trình cùng với nền của nó được gọi là ở trạng thái giới hạn khi công trình bị mất ổn định (bị trượt, lật, đổ...), hoặc khi kết cấu công trình bị hư hỏng toàn bộ

hoặc cục bộ ảnh hưởng tới việc sử dụng bình thường và an toàn của công trình. Như vậy khi tính toán và thiết kế công trình, cần phải phân biệt được hai trạng thái giới hạn: Trạng thái giới hạn về cường độ và trạng thái giới hạn về biến dạng.

Trong chương trước đã nghiên cứu các biến dạng của nền có thể làm cho công trình lún quá mức, nghiêng quá mức, chênh lệch biến dạng và trạng thái giới hạn về cường độ và ổn định của nền. lún giữa các bộ phận của công trình quá mức, dẫn đến công trình không thể sử dụng hoặc khai thác bình thường được. Nhưng đất nền có thể bị phá hoại khi độ lún chưa phải là lớn lắm. Đó là kết quả của biến dạng trượt và trôi xung quanh móng.

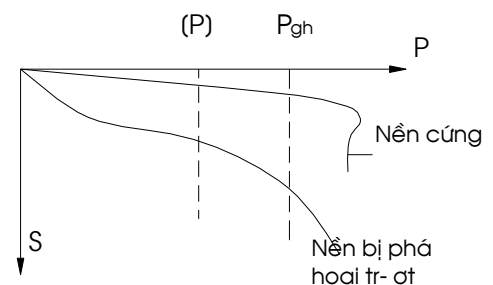
Vấn đề nghiên cứu cường độ chịu tải của nền đất có một ý nghĩa thực tế rất lớn. Trong thiết kế công trình xây dựng, cách lựa chọn kiểu móng và độ sâu đặt móng v.v... đều phải dựa trên cơ sở đánh giá đúng đắn sức chịu tải của nền đất. Muốn công trình vừa vững chắc, bền lâu lại vừa tiết kiệm được vật liệu xây dựng và đỡ hao phí nhân công khi thi công, nhất định không thể không dựa vào cường độ chịu tải của đất nền được. Như vậy nội dung chủ yếu của vấn đề cường độ chịu tải là gì?

Như trên đã trình bày, khối đất bị trượt là do tại mặt trượt ứng suất cắt  $\tau$  đã vượt quá sức chống cắt  $S$  của đất, như vậy rõ ràng cần phải xét đến hai yếu tố: sức chống cắt của đất và ứng suất tiếp tuyến của đất do tải trọng ngoài gây ra trong nền đất, và từ đó rút ra cường độ tải trọng ngoài cho phép tác dụng trên nền đất.

Muốn giải quyết đúng đắn vấn đề cường độ chịu tải của nền đất, cần kết hợp chặt chẽ ba biện pháp: Nghiên cứu lý luận, nghiên cứu thực nghiệm và quan trắc thực tế. Cơ sở lý luận khi nghiên cứu biến dạng trượt là lý thuyết đàn hồi - dẻo, hay nói một cách chính xác hơn là lý thuyết cân bằng cực hạn. Theo lý thuyết này, sự phá hủy độ ổn định của khối đất là do sự phát triển các biến dạng trượt trong phạm vi một vùng nhất định gọi là vùng biến dạng dẻo, còn sự mất ổn định của đất tại một điểm là sự xuất hiện biến dạng trượt hay biến dạng dẻo tại điểm đó thôi. Để hiểu biết được quy luật thành tạo và phát triển vùng biến dạng dẻo, trước hết cần xét xem trạng thái ứng suất của đất như thế nào để có thể xảy ra các quá trình biến dạng trượt và sức chống cắt của đất phụ thuộc vào những yếu tố nào?

### Sức chịu tải của nền đất

- **Sức chịu tải giới hạn:** Đó là cường độ tải trọng lớn nhất tại đáy móng (ký hiệu là  $p_u$  hay  $p_{gh}$ ) mà tại đó nền đất bị phá hoại trượt,

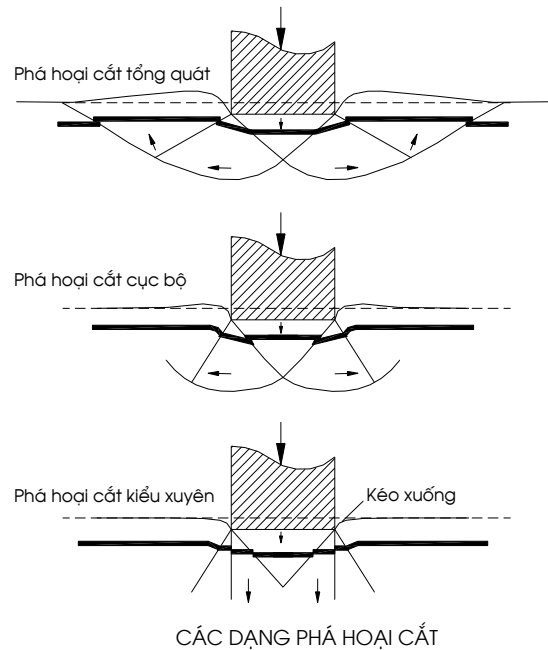


hoặc nền đất nén ép đến mức công trình đã cho sẽ lún, chuyển vị tới mức giới hạn qui ước là công trình lâm phải trạng thái giới hạn sử dụng không bình thường.

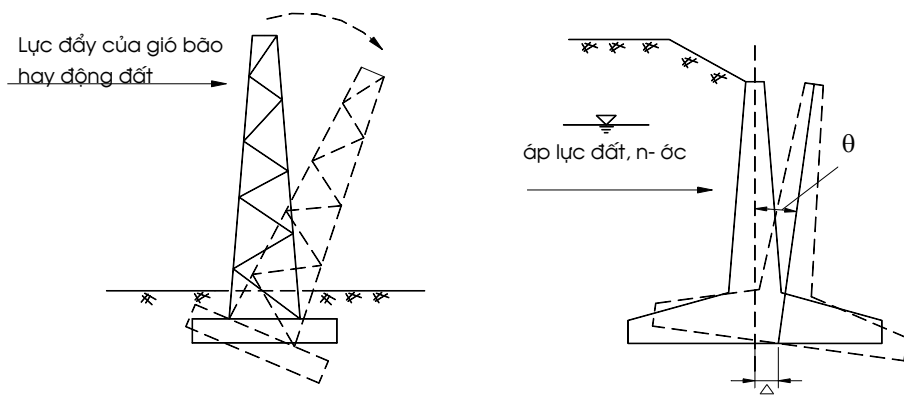
Ở đây ta chỉ xem xét phương diện nền bị phá hoại trượt khi tải trọng đạt tới giá trị giới hạn  $P_{gh}$  (hay  $P_u$ ).

Các dạng phá hoại trượt, cắt nền đất – tức là khối đất bị chia thành các khối hay vùng riêng biệt bị di chuyển toàn bộ hay từng phần tiếp tuyến với nhau dọc theo mặt trượt:

- Phá hoại cắt tổng quát còn gọi là trượt trôi
- Phá hoại cắt cục bộ
- Phá hoại cắt kiểu xuyên (trượt sâu)



Ngoài ra khi lực ngang lớn công trình có thể bị trượt phẳng (chuyển vị ngang) theo đáy móng hay khi bị lệch tâm lớn, bị nhỏ, đất bị trượt bật lên (tương tự như cây cối bị lật, nhổ lên khi gió bão)



**Sức chịu tải tính toán** (gọi tắt là SCT ký hiệu là  $[P]$  hay  $R$ ) bằng giá trị SCT giới hạn chia cho hệ số an toàn thích hợp (hệ số an toàn lớn hơn 1, thường là 2-3)

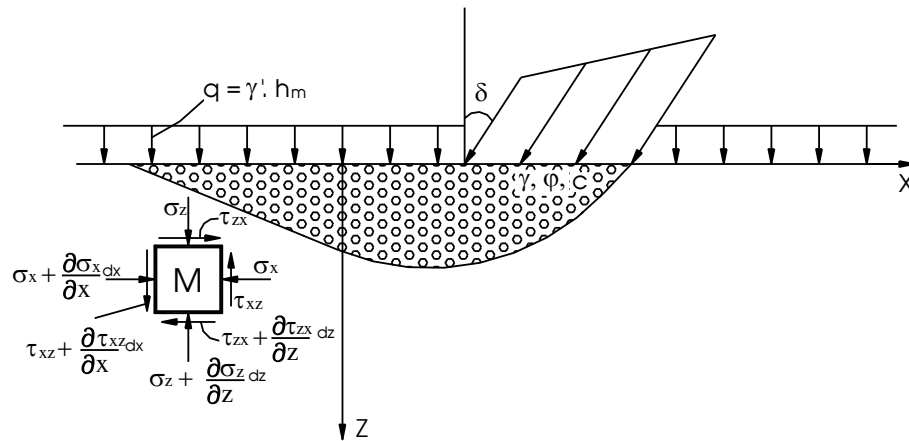
$$[P] = R = P_{gh}/F_s$$

Để xác định  $P_{gh}$  có 2 phương hướng cơ bản:

- Dựa vào lý luận cân bằng giới hạn
- Lý thuyết giả thiết mặt trượt và cân bằng khối trượt rắn.

## 6.2- Xác định sức chịu tải của nền đất dựa theo lý thuyết cân bằng giới hạn

Xem xét bài toán phẳng, dựa vào lý luận cân bằng giới hạn với nền đồng nhất, độ sâu móng nhỏ như sau:



M ở trạng thái cân bằng giới hạn nên thoả mãn hai điều kiện:

Điều kiện cân bằng giới hạn 
$$\sin^2 \varphi = \frac{(\sigma_z - \sigma_x)^2 + 4\tau_{xz}^2}{(\sigma_z + \sigma_x + 2.C.\cot g\varphi)^2}$$

Điều kiện cân bằng tĩnh 
$$\begin{cases} \sum z = 0 \Rightarrow \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_z}{\partial z} = \gamma \\ \sum x = 0 \Rightarrow \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial z} = 0 \end{cases}$$

Giải hệ phương trình vi phân cơ bản trên với điều kiện biên của bài toán ta nhận được kết quả là trạng thái ứng suất  $(\sigma_x, \sigma_z, \tau_{xz})$  và toạ độ  $(x,z)$  của các điểm ở trạng thái cân bằng giới hạn, vùng trượt từ đó xác định được hai họ mặt trượt đi qua các điểm trượt và quan trọng nhất là xác định được tải trọng cực hạn  $p_{gh}$ .

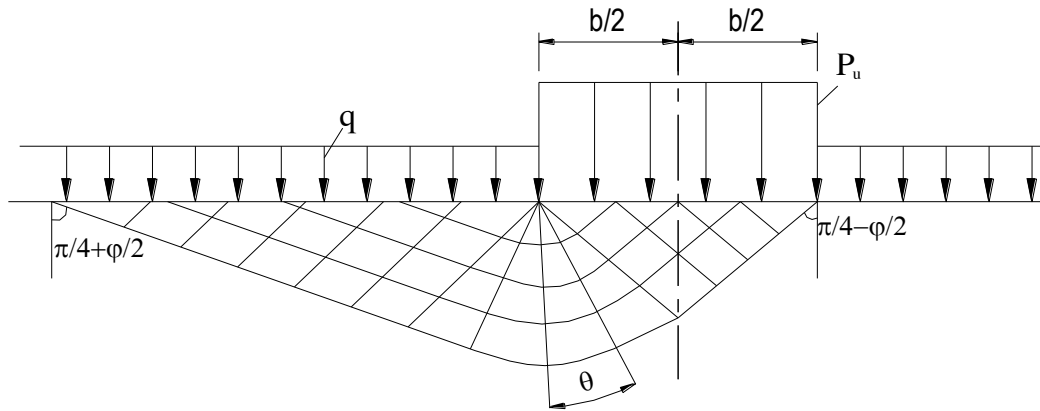
### a. Lời giải của Prandtl

**Prandtl** giả thiết nền có dung trọng riêng bằng không  $(\gamma=0)$  tức là coi nền đất dưới đáy móng hoàn toàn không có trọng lượng. Tải trọng giới hạn đứng thu được từ biểu thức Prandtl là:

$$P_u = (q + c \cot g\varphi) + \frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} e^{\pi g\varphi} - c.\cot g\varphi$$

Theo lời giải Prandtl đường trượt có dạng như hình sau:





Hình - Sơ đồ mặt trượt trong lời giải của Prandtl

Vùng trượt lúc này gồm ba miền:

-Miền I: nằm ngay bên dưới đáy móng, trong đó các họ đường trượt là các đường thẳng làm với trục z các góc lần lượt là  $\pm\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right)$

-Miền II: Là miền trung gian gồm hai họ đường thẳng và cong. Các đường cong là các đường xoắn logarit có tâm cực trị tại mép móng với phương trình là:

$$r = r^0 \cdot e^{\theta g \varphi}$$

Họ đường thẳng xuất phát từ tâm cực mép móng.

-Miền III: lúc này họ đường trượt biến đổi chỉ còn là các đường thẳng tạo góc với phương z là:  $\pm\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right)$

Phát triển theo hướng này, năm 1938 Norvotoxev đã tìm được lời giải cho trường hợp tải trọng xiên.

### b. Lời giải của Sokolovski

Sokolovski dùng phương pháp tính bằng số để giải, từ đó xác định được ứng suất và đường trượt.

Sokolovski đã giải bài toán với các trường hợp khác nhau và lập thành các bảng để tiện sử dụng. Biểu thức Sokolovski dùng phù hợp với móng đặt nông ( $h/b < 0,5$ ) vì lúc đó có thể thay lớp đất trong phạm vi độ sâu đặt móng h bằng tải trọng bên  $q = \gamma \cdot h$ .

Nếu đất chịu tải trọng thẳng đứng, lệch tâm, tung độ của tải trọng giới hạn tính theo biểu thức .

$$P_{gh} = P_r(c + qtg\varphi) + q$$

Trong đó  $P_r$  – hệ số không thứ nguyên, phụ thuộc vào  $x_r$

$$\text{Với } x_r = \frac{\gamma}{qtg\varphi} x \quad (0 < x < b)$$

Nếu đất chịu tải trọng nghiêng, lệch tâm. Biểu thức Sokolovski trong trường hợp này có dạng :  $P'_{gh} = N_q\gamma h + N_c c + N_\gamma \gamma x$

Trong đó  $P'_{gh}$  trị số thành phần thẳng đứng của tải trọng giới hạn tương ứng với điểm có hoành độ  $x$ , thành phần nằm ngang  $T'_{gh}$  của tải trọng giới hạn xác định theo biểu thức :  $T'_{gh} = P'_{gh}tg\delta$

Biểu đồ tải trọng tính theo biểu thức có dạng hình thang. Căn cứ vào biểu thức ta tính được trị số của  $P'_{gh}$  tại điểm  $x = 0$  và  $x = b$  như sau (  $b$  – chiều rộng của móng hình băng) :

$$P'_{gh(x=0)} = N_q\gamma h + N_c c$$

$$P'_{gh(x=b)} = P'_{gh(x=0)} + N_\gamma \gamma x$$

Và khi đó tải trọng giới hạn trung bình:

$$\bar{P}_{gh} = N_\gamma \cdot \gamma \frac{b}{2} + N_q \cdot q + N_c \cdot c$$

$N_\gamma$ ,  $N_q$ ,  $N_c$ - các hệ số sức chịu tải. Tác giả đã lập bảng xác định  $N_\gamma$ ,  $N_q$ ,  $N_c$  theo góc ma sát trong  $\varphi$  và góc lệch của tải trọng ( $\delta$ )

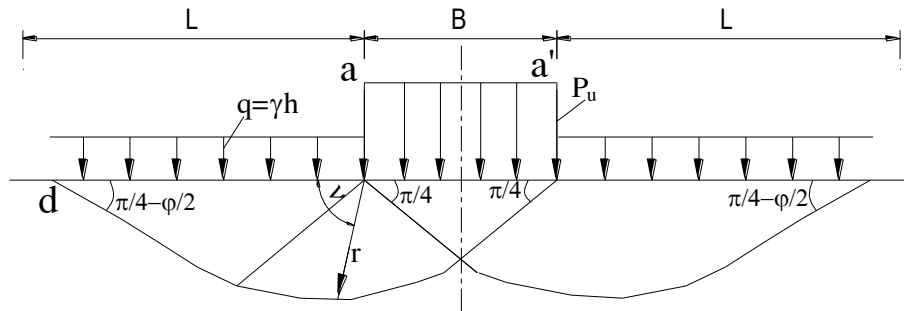
### **c. Phương pháp BEREZANTSEV**

V. BEREZANTSEV áp dụng phương pháp của XOKOLOVSKI để xác định tải trọng giới hạn phân bố đều khi lực tác dụng đúng tâm, đối với cả trường hợp bài toán phẳng và bài toán không gian.

Phương pháp nghiên cứu của V. Berezantsv như sau: một mặt dựa vào phương pháp của Xokoloski để tính toán xác định các đường trượt; mặt khác tiến hành các thí nghiệm mô hình để đề ra được những đường trượt tương đối đơn giản nhưng xấp xỉ như những đường trượt xác định bằng tính toán. Trong sơ đồ tính toán của Berezantsv có xét đến nê-m đất như một tam giác cân có góc ở đỉnh là góc vuông. Sau đó giải hệ phương trình vi phân cân bằng giới hạn đối với từng đoạn rồi xét trạng thái cân bằng tĩnh của nê-m đất và xác định tải trọng giới hạn.

#### **Trường hợp móng nông :**

Qua thí nghiệm ông nhận thấy rằng đối với móng nông ( $h/b < 0,5$ ), nền đất bị phá hoại theo kiểu đất bị trượt và trôi lên mặt. Có hai lời giải riêng biệt đối với trường hợp bài toán phẳng và bài toán không gian .



Hình- Sơ đồ mặt trượt trong bài toán phẳng của BEREZANTSEV

Bài toán phẳng : Nền đất có hình tam giác cân, góc ở đáy bằng  $\pi/4$  .

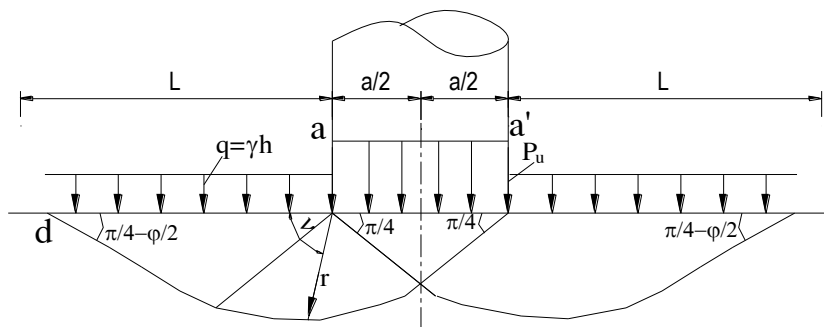
Sau khi giải hệ phương trình vi phân cân bằng giới hạn đối với từng đoạn, Berezantsev đã tìm được biểu thức xác định tải trọng giới hạn trung bình :

$$P_{gh} = A_0 \gamma b + B_0 q + C_0 c$$

Trong đó:  $q = \gamma \cdot h$

$A_0, B_0, C_0$  – các thông số xác định sức chịu tải, tra bảng theo giá trị góc ma sát trong  $\varphi$  của nền.

Bài toán không gian :



Hình - Sơ đồ mặt trượt trong bài toán không gian của BEREZANTSEV

Đối với móng tròn, sơ đồ tính toán có dạng như sau : nếu ta cắt móng bằng một mặt phẳng thẳng đứng đi qua tâm đáy móng thì thấy nêm đất có hình tam giác cân với góc ở đáy bằng  $\pi/4$ .

Giải hệ phương trình vi phân cân bằng giới hạn đối với từng đoạn và phương trình cân bằng tĩnh của nêm đất như bài toán phẳng, tìm được biểu thức tính toán tải trọng giới hạn trung bình của nền đất dưới đáy móng tròn đặt nông :

$$P_{gh} = A_k \gamma a + B_k q + C_k c$$

Trong đó :  $q = \gamma \cdot h$

$A_k$  ,  $B_k$  ,  $C_k$  – các thông số xác định sức chịu tải, tra bảng theo giá trị góc ma sát trong  $\varphi$  của nền .

Đối với móng có đáy là hình vuông V. Berezantsev đề nghị áp dụng biểu thức một cách gần đúng có dạng :

$$P_{gh} = A_k \gamma \frac{b}{2} + B_k q + C_k c \quad (I-15)$$

Trong đó :  $b$  – cạnh đáy móng móng

***Trường hợp móng sâu vừa (  $0,5 < h/b < 2$  )***

Thí nghiệm thấy rằng nếu độ sâu đặt móng tương ứng  $h/b$  tăng dần thì hình dạng của đường trượt cũng thay đổi. Đường trượt là những đường cong đi lên phía mặt đất theo độ dốc lớn chứ không thoải và cuối cùng gặp mặt đất thì mới có đoạn thoải và gặp mặt đất dưới một góc  $(\pi/4 - \varphi/2)$ .

Đối với bài toán phẳng , biểu thức tải trọng giới hạn tính toán có dạng :

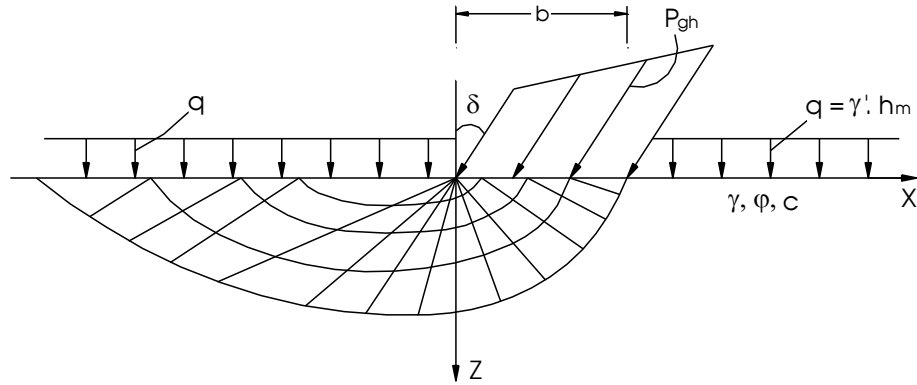
$$P_{gh} = A \gamma h$$

Trong đó :  $A$  là hệ số phụ thuộc vào  $\varphi$

Trường hợp bài toán không gian, V. Berezantsev đã giải quyết trường hợp móng tròn có bán kính móng bằng  $2b$  . Tải trọng giới hạn tính theo biểu thức :

$$P_{gh} = A'_k \gamma b$$

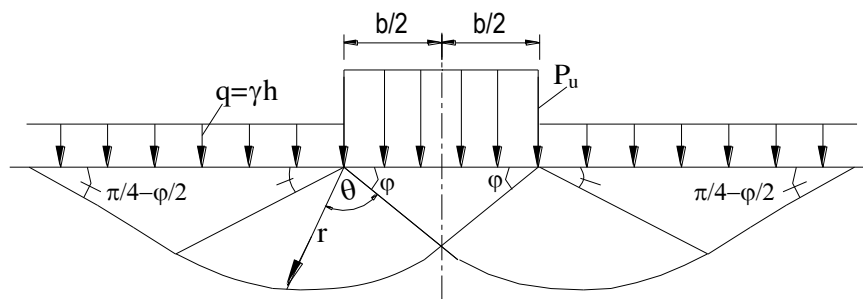
Trong đó :  $A'_k$  - là hệ số tải trọng lấy theo biểu đồ phụ thuộc vào  $\varphi$



#### d. Phương pháp của K.Terzaghi.

TERZAGHI bổ sung một số giả thiết và đưa ra sơ đồ tính gồm những đường trượt như ở trường hợp mô hình bài toán không trọng lượng đồng thời có các chú ý đến sự tồn tại của nêm đất giả thiết có hình tam giác cân với góc ở đáy bằng  $\varphi$ . Nêm đất phải khắc phục áp lực bị động của đất trong khu vực cân bằng giới hạn ở cả 2 bên.

Mặt trượt cuối cùng theo TERZAGHI có dạng:



Hình - Sơ đồ mặt trượt trong phương pháp của TERZAGHI

Đường xoắn logarit của khu vực chuyển tiếp có phương trình:

$$r_s = r_a \cdot e^{\theta \tan \varphi}$$

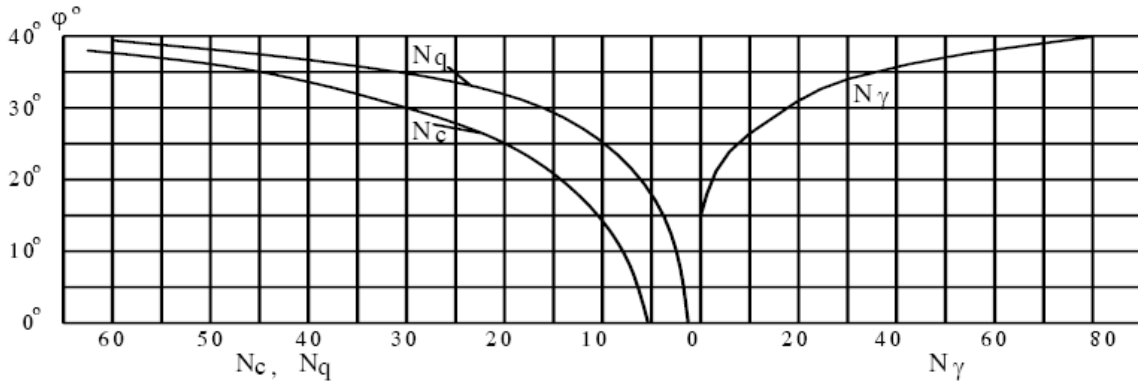
Tải trọng giới hạn trong bài toán phẳng xác định theo biểu thức:

$$\bar{p}_{gh} = n_\gamma \cdot N_\gamma \cdot \gamma \frac{b}{2} + n_q \cdot N_q \cdot q + n_c N_c \cdot c$$

Các giá trị  $N_\gamma$ ,  $N_q$ ,  $N_c$  tra đồ thị (bảng) theo  $\delta$ ,  $\varphi$ .

$$\left. \begin{array}{l} n_\gamma = 1 - \frac{0,2}{\left(\frac{1}{b}\right)} \\ n_q = 1 \\ n_c = 1 + \frac{0,2}{\left(\frac{1}{b}\right)} \end{array} \right\} \text{ đối với móng băng } n_\gamma = n_q = n_c = 1$$

$N_q$ ,  $N_c$ ,  $N_\gamma$  là các hàm của góc ma sát trong của đất, có thể xác định bằng cách sử dụng toán đồ cho sẵn của TERZAGHI.



Hình - Biểu đồ để tra  $N_\gamma$ ,  $N_q$ ,  $N_c$  trong công thức của TERZAGHI

### 6.3 - Xác định sức chịu tải của nền đất bằng phương pháp dùng mặt trượt giả định:

*Giả thiết cơ bản của phương pháp*

1- Mặt trượt giả định là phẳng, trụ tròn hay hỗn hợp phẳng - tròn ... (phù hợp một cách tương đối với hiện trường)

2- Khối trượt là vật rắn ở trạng thái cân bằng giới hạn

(có nghĩa là chỉ có các điểm trên mặt trượt đã giả thiết là cân bằng giới hạn )

Xét cân bằng khối trượt rắn, ở trạng thái cân bằng giới hạn với hệ số ổn định được định nghĩa như sau:

$$K = \frac{\sum \text{lực giữ}}{\sum \text{lực gây trượt, lật}} \text{ đối với mặt trượt hay tâm trượt giả thiết}$$

Hoặc hệ số an toàn về trượt:

$$F_s = \frac{\sum \text{sức chịu cắt giới hạn}}{\sum \text{ứng suất cắt}} \text{ đối với mặt trượt giả thiết}$$

Đối với trường hợp hệ số ổn định trượt ngang như sau:

$$F_s = \frac{\sum Q \text{ chống trượt}}{\sum Q \text{ trượt}} \text{ đối với mặt phẳng đáy móng hay mặt trượt giả thiết}$$

Trường hợp lật, hệ số an toàn ổn định lật:

$$F_s = \frac{\sum M \text{ giữ}}{\sum M \text{ lật}} \text{ đối với tâm trượt giả định}$$

Các giá trị hệ số ổn định k phải lớn hơn giá trị cho phép

$$K_{\min} \geq [K] \text{ ta nói là nền ổn định}$$

**Chú ý:** Trong việc tính toán hệ số ổn định, nhiều tác giả đưa ra những giả thiết và quy ước khác nhau. Ở phần sau-ổn định nền và mái dốc sẽ trình bày 1 phương pháp thuộc nhóm “Cân bằng khối trượt rắn”.

Phương pháp này được ứng dụng rộng rãi trong tính toán kiểm tra ổn định nền, mái dốc.

### Nội dung tự nghiên cứu

#### 6.4- Nghiên cứu thực nghiệm về sức chịu tải của nền đất

Cho đến nay đã có rất nhiều công trình nghiên cứu thực nghiệm về ức chịu tải của nền. Tuy số lượng nhiều, nội dung phong phú nhưng ta có thể gộp các thí nghiệm lại thành ba nhóm:

*Nhóm 1: Các thí nghiệm xác định chuyển vị của các điểm trong nền đất khi tải trọng đạt đến giá trị giới hạn.*

*Nhóm 2: Nghiên cứu sự hình thành và chuyển vị của các khối trượt khi tải trọng đạt đến giá trị giới hạn.*

*Nhóm 3: Quan sát chuyển vị của mặt đất ngoài đáy móng để nghiên cứu hiện tượng đẩy trôi của đất.*

Các thí nghiệm được tiến hành cả ở hiện trường cả ở trong phòng. Thí nghiệm nén đất ở hiện trường trên nền đất tự nhiên mang tính khách quan hơn. Tất nhiên muốn có kết quả chính xác đúng với thực tế kích thước của tấm nén phải bằng kích thước móng thực. Điều đó rất khó thực hiện vì tải trọng dùng để nén đất cho đến giá trị giới hạn rất lớn. Vì vậy bắt buộc phải thí nghiệm trên những tấm nén nhỏ hơn. Nếu thế lại gặp rắc

rời ở chỗ không thể suy diễn trực tiếp từ kết quả thí nghiệm ra sức chịu tải của nền đất dưới móng thực mà phải thông qua hệ số mô hình.

Theo lý thuyết mô hình, nếu có hai tấm nén đồng dạng đặt trên một nền đất biến dạng tuyến tính thì điều kiện tương tự của chúng sẽ là:

$$\alpha_u = \alpha_c = \alpha_L \cdot \alpha_\gamma$$

Trong đó:  $\alpha_u$  – số tỷ lệ của tải trọng

$\alpha_c$  – số tỷ lệ của lực dính

$\alpha_L$  – số tỷ lệ của kích thước

$\alpha_\gamma$  – số tỷ lệ của lực thể tích

Nếu là nền đất cát và trọng lượng bản thân đất dưới hai tấm nén như nhau thì  $\alpha_\gamma = 1$  từ đó  $\alpha_u = \alpha_L$ . Như vậy có nghĩa là tải trọng tỷ lệ bậc nhất với kích thước móng.

Đối với nền đất dính, để có điều kiện  $\alpha_u = \alpha_c$  thì điều kiện tương tự chỉ có thể thỏa mãn với  $\alpha_u = \alpha_c = \alpha_L \cdot \alpha_\gamma = 1$ .

Vì vậy không thể dựa vào kết quả thí nghiệm nén tấm nén nhỏ ở hiện trường mà suy ra tải trọng giới hạn cho trường hợp móng thực được. Đó là chưa kể đến trường hợp nền đất không đồng nhất mà gồm nhiều lớp đất khác nhau, sự làm việc của nền còn phức tạp hơn nhiều.

Ngày nay người ta ít dùng thí nghiệm nén hiện trường để xác định sức chịu tải của nền mà chỉ dùng xác định mô đun biến dạng của đất mà thôi.

Các thí nghiệm nén đất trong phòng được tiến hành trong các thùng đựng. Vách thùng được làm bằng kính dày để quan sát. Đất dùng để thí nghiệm có thể là đất thật hoặc đất giả.

Việc thí nghiệm nén trong phòng có những nhược điểm nhất định chẳng hạn trong nhiều trường hợp điều kiện mô hình hóa không thể thực hiện được. Đất trong thùng thí nghiệm là đất không nguyên dạng hoặc là đất giả. Vì vậy khó có thể suy diễn từ kết quả những thí nghiệm ra sức chịu tải của nền dưới móng nông thực. Tuy nhiên những thí nghiệm trong phòng cũng cho ta biết một cách định tính về sự làm việc của nền, chuyển vị của đất nền, sự hình thành và chuyển vị của các khối trượt.

### **6.5- Ổn định của nền đất và mái đất**

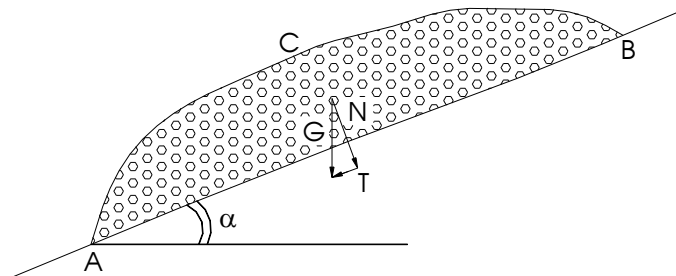
Kiểm tra ổn định của nền, mái dốc nghĩa là dưới tác dụng của tải trọng  $p$  dưới đáy móng, trên nền đất hoặc mái đất đã cho, thì nền hay mái đất có bị trượt hay không? Phương pháp lý luận cân bằng giới hạn cũng là 1 phương pháp để kiểm tra ổn định nền,



nhưng thực tế thường dùng phương pháp giả thiết mặt trượt và cân bằng “cô thể” trượt như sau:

### 6.5.1. Áp dụng phương pháp giả thiết mặt trượt phẳng

- Ví dụ với khối đất rời



Giả thiết:  $\left\{ \begin{array}{l} - \text{Mặt trượt phẳng BA (trượt từ B} \rightarrow \text{A)} \\ - \text{Khối trượt ACB là rắn } \infty, \text{ ở trạng thái cân bằng giới hạn} \end{array} \right.$

Xét cân bằng khối trượt ACB: đối với mặt trượt BA

$$\text{Lực trượt: } T = G.\sin\alpha$$

$$\text{Lực giữ: theo mô hình ma sát, lực giữ giới hạn } N.\text{tg}\varphi = G.\cos\alpha.\text{tg}\varphi$$

$$K = \frac{G.\text{Tg}\varphi.\cos\alpha}{G.\sin\alpha} \geq 1 \Rightarrow \text{tg}\varphi \geq \text{tg}\alpha \Rightarrow \alpha \leq \varphi$$

Vật ổn định mái đất rời là  $\alpha \leq \varphi$

- Ví dụ đối với đất dính

Cần đào hố móng thẳng đứng độ sâu  $h \Rightarrow h$  là bao nhiêu mà mái đất không trượt?

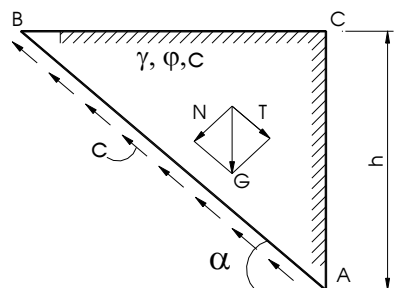
Giả thiết: - Mặt trượt phẳng BA

- Khối trượt BAC  $\equiv$  rắn, cân bằng giới hạn

Xét cân bằng BAC: Đối với mặt trượt BA giả thiết

$$\text{- Lực giữ: } N\text{tg}\varphi + c.\overline{BA}$$

$$\text{- Lực trượt } T$$



$$K = \frac{G.\text{Tg}\varphi.\cos\alpha + c.h/\sin\alpha}{G.\sin\alpha}$$

Trong đó  $G = \frac{1}{2} \gamma \cdot \frac{h^2}{\text{tg}\alpha}$ ;  $K = \frac{\gamma \cdot h^2 \cdot \cos^2 \alpha \cdot \text{tg}\varphi + 2c \cdot h}{\gamma \cdot h^2 \cdot \cos \alpha \sin \alpha} \geq 1 \Rightarrow h \geq \frac{2c}{\gamma \cos \alpha (\sin \alpha - \cos \alpha \text{tg}\varphi)}$

Khảo sát hàm  $h_\gamma = \frac{2c}{\gamma \cos \alpha (\sin \alpha - \cos \alpha \text{tg}\varphi)}$

đạt cực trị tại  $\alpha = 45^\circ + \varphi/2$  - góc nghiêng của mặt trượt nguy hiểm nhất

$h_{\min} = \frac{4c}{n \cdot \gamma} \cdot \text{tg}(45^\circ + \frac{\varphi}{2})$  - độ sâu đào tự do cho phép (không có chống đỡ bằng tường)

$\Rightarrow h_{\min} = \frac{4c}{n \cdot \gamma} \cdot \text{tg}(45^\circ + \frac{\varphi}{2})$ , n- hệ số an toàn (thường là 2 - 3).

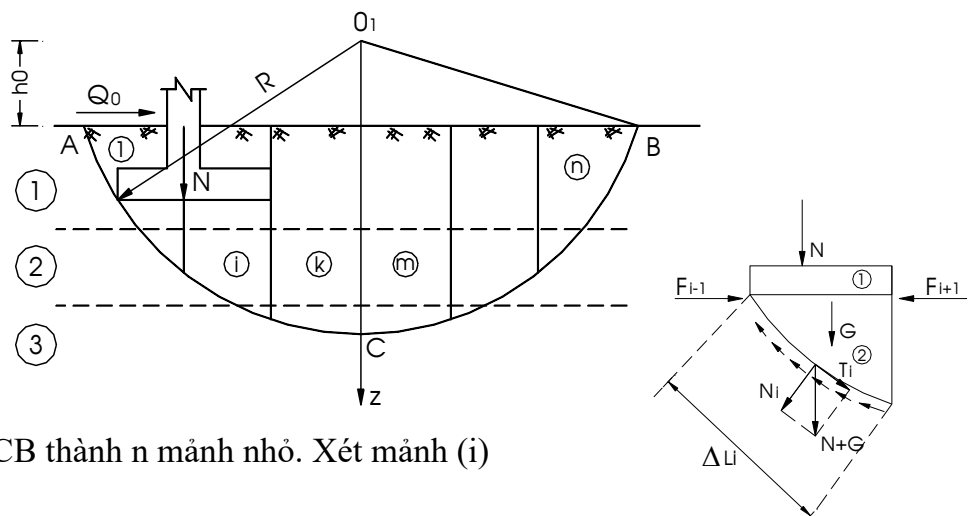
### 6.5.2. Áp dụng giả thiết mặt trượt trụ tròn

- Giả thiết: + Mặt trượt là trụ tròn
- + Khối trượt là rắn, cân bằng giới hạn
- Xét cân bằng khối trượt bằng cách :
  - + Phân mảnh khối trượt ( $\equiv$  rắn) hay }  $\Rightarrow K$
  - + Không phân mảnh

Các tác giả Bishop, Fellenius, Terzaghi ... đã đưa ra các biểu thức xác định các hệ số ổn định K hay hệ số an toàn  $F_s$ . Hệ số  $K_{\min}$ ,  $F_{s\min}$  tương ứng với mặt trượt nguy hiểm nhất và yêu cầu ổn định là:

$$K_{\min}, F_{s\min} \geq [K] \text{ hay } [F_s].$$

Sau đây là ví dụ về phương pháp phân mảnh khối trượt theo phương pháp Fellenius:



Chia khối trượt ACB thành n mảnh nhỏ. Xét mảnh (i)

Giả thiết bổ sung:

- Lực tương hỗ của mảnh (i+1) và (i-1) coi là triệt tiêu nhau
- Điểm đặt hợp lực coi là ở điểm giữa cung  $\Delta L_i$

Như vậy hệ lực tác dụng lên mảnh (i) gồm có :

- + Lực giữ: Ma sát  $N_i \text{tg}\varphi_i$

$$+ \text{lực dính } C_i \cdot \Delta l_i \text{ và } T_i (i = m \div n) \Rightarrow \sum M \text{ giữa} = \sum_{i=1}^n (N_i \operatorname{tg} \varphi + C_i \Delta l_i) R + \sum_{i=K}^m T_i R$$

$$\text{Lực gây trượt } T_i (i = 1 \div k) \text{ và } Q_0 \Rightarrow \sum M \text{ trượt} = \sum_{i=1}^k T_i R + Q_0 \cdot h_0$$

$$\Rightarrow K = \frac{R \sum_{i=1}^n (N_i \operatorname{tg} \varphi_i + C_i \Delta l_i) + R \sum_{i=m}^k T_i}{R \sum_{i=1}^k T_i + Q_0 h_0 \dots} (\geq [K])$$

Để tìm  $K_{\min}$ , dùng phương pháp mò dần gần đúng: Giả thiết nhiều tâm trượt  $0_i \Rightarrow K_i \Rightarrow K_{\min}$

### 6.5.3. Mặt trượt gãy khúc:

Nhiều trường hợp việc giả thiết mặt trượt gãy khúc mới gần với thực tế, ví dụ trường hợp lớp đất phong hoá trên đất đá gốc, đất ít dính có nước ngầm như hình vẽ.

Xét khối trượt ABCDEF với mặt trượt gãy khúc CDCBA. Xem khối trượt gồm các khối rắn từ 1 – n ở trạng thái cân bằng giới hạn.

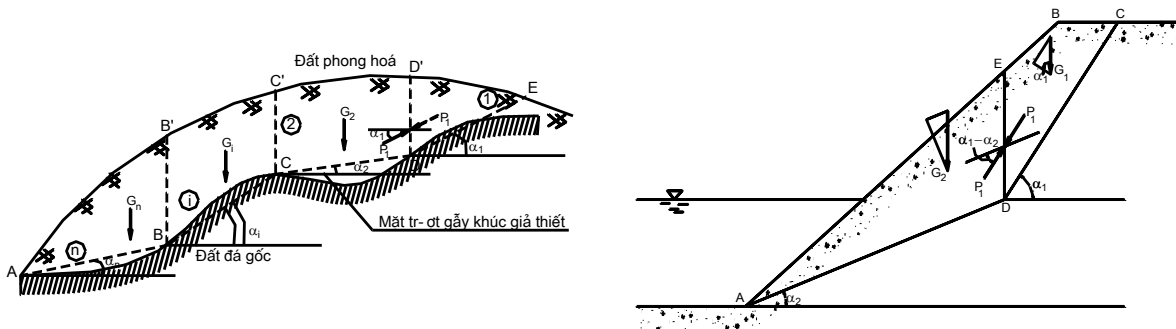
Khối 1 tác động lên khối 2 lực tương hỗ  $P_1$

$$P_1 = G_1 \sin \alpha_1 - G_1 \cos \alpha_1 f_c$$

$G_1$  – Trọng lượng khối đất

$f_c$  – Hệ số ma sát cần thiết để khối đất không trượt và kí hiệu  $f$ : hệ số ma sát thực.

Tiếp tục xét cân bằng khối trượt 2 đến n ta xác định được  $f_c$  và xác định được hệ số ổn định ứng với mặt trượt gãy giả thiết :  $K = \frac{f}{f_c}$ . Bằng cách đúng dần tìm  $K_{\min}$  và so với  $[K]$ .



#### 6.5.4. Ổn định mái dốc tự nhiên hay nhân tạo

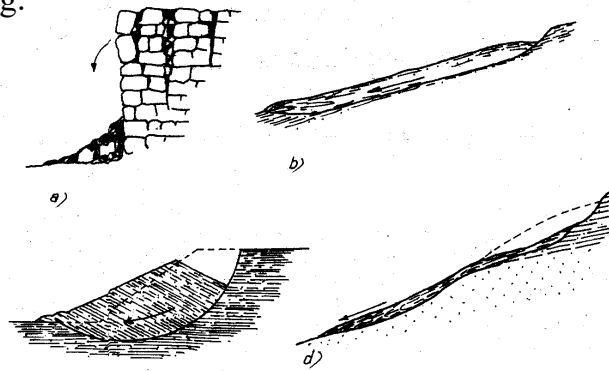
Tất cả các mái dốc đều có xu hướng giảm độ dốc đến dạng ổn định hơn là nằm ngang. Nói chung sức chịu tải của mái dốc là quan niệm: khối đất di chuyển và phá hoại.

Các dạng di chuyển, phá hoại của mái dốc tự nhiên xảy ra ở mái dốc sườn đồi, thung lũng, vách bờ biển, sông ...

Các dạng phá hoại của mái dốc nhân tạo: khối đắp, đập, đê và hồ rãnh đào - đây là môi quan tâm chính của người xây dựng.

Có 2 phương hướng cơ bản để xem xét về ổn định mái dốc như đã giới thiệu ở phần trên:

- Lý thuyết giới hạn .
  - Lý thuyết mặt trượt và khối trượt rắn.
- Nguyên nhân tạo ra phá hoại trượt ngoài sự chất tải, là sự thay đổi điều kiện tự nhiên như mưa, thoát nước, bóc bỏ lớp phủ thực vật.



Các dạng di chuyển của khối đất đá  
a) sụt lở ; b) trượt tịnh tiến ; c) trượt xoay ; d) trượt vòng

Quá trình trượt mái dốc có thể xảy ra ngay tức thời, cũng có thể diễn ra chậm chậm trong nhiều năm, có thể xảy ra theo mặt trượt cũ, cũng có thể theo mặt trượt mới, có khả năng thoát nước hoặc không.

Bởi vậy xem xét phá hoại của mái dốc cần phải lựa chọn các thông số độ bền kháng cắt hợp lý. Cụ thể:

- Nếu trượt theo mặt trượt cũ, đã từng tồn tại thì phải dùng các thông số độ bền dư
- Trượt theo mặt trượt mới: việc lựa chọn  $C$ ,  $\varphi$  phụ thuộc vào khả năng thoát nước, trạng thái của đất rời và trạng thái cố kết của đất loại sét.
- Đất cố kết bình thường, hơi quá cố kết không thoát nước nên dùng độ bền giới hạn  $c = c_u$  ( $\varphi_u = 0$ ).
- Nếu thoát nước thì độ bền giới hạn nên:  $s' = \sigma_h \cdot \text{tg} \varphi_c'$  ( $c_c = 0$ ).
- Đất quá cố kết mạnh:
  - + Không thoát nước :  $s = c_u$ .
  - + Thoát nước :  $s' = \sigma_h \cdot \text{tg} \varphi_c'$  hoặc  $\sigma_h \cdot \text{tg} \varphi_{\max}' + c'$  .
- Đất cát chặt :  $s' = \sigma \cdot \text{tg} \varphi_{\max}'$ .
- Đất cát xốp, rời :  $s' = \sigma \cdot \text{tg} \varphi_c'$  .

## B. Nội dung thảo luận

### Buổi 5:

1. Làm thế nào để tăng sức chịu tải của nền. Cho ví dụ trong xây dựng đường, công trình dân dụng, công trình thủy, công trình cảng.
2. Trình bày phương pháp mặt trượt trụ tròn kiểm tra ổn định công trình và nền.

### C. Ngân hàng câu hỏi, bài tập

1. Xác định sức chịu tải của nền dưới móng băng chịu lực dưới tường có tải trọng  $N_0 = 40T/m$ , bề rộng móng  $b = 1,5m$ , chiều sâu chôn móng  $1m$ . Nền đất dính bằng phẳng đồng nhất có  $\gamma = 1,78T/m^3$ ;  $C_c = 2T/m^2$ ;  $\varphi_c = 18^0$ .

Nền đất có đủ sức chịu tải không ?

2. Một đường đắp cao  $4m$  bằng đất sét pha có  $\gamma = 1,8T/m^3$  (coi như là băng chữ nhật) bề rộng  $b = 36m$ , đắp nhanh. Nền đất yếu có kết cấu có  $k_t = 5.10^{-9} cm/s$ ,  $C_U = 1,4T/m^2$ .

Nền có đủ sức chịu tải không ? Nếu không đủ thì đề xuất phương hướng giải quyết.

3. Hai loại nền đất :

1 - Sét :  $C = 1,8T/m^2$ ;  $\varphi = 10^0$ ,  $\gamma = 1,8 T/m^3$

2 - Sét pha :  $C = 1,4T/m^2$ ;  $\varphi = 18^0$ ,  $\gamma = 1,8 T/m^3$ .

Loại nào cho phép hố đào thẳng đứng sâu hơn ?

4. Kiểm tra ổn định (trạng thái ứng suất) của 2 điểm trong bài

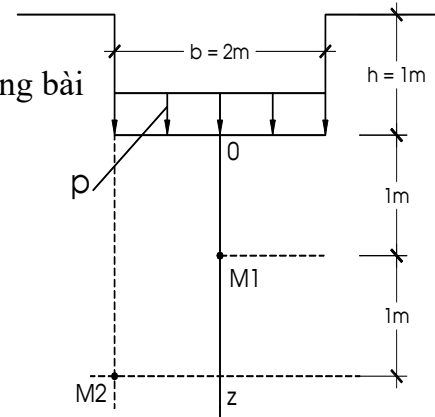
toán sau :

$$\gamma = 1,8T/m^3 .$$

$$\xi = 0,7.$$

$$\varphi = 30^0.$$

$$p = 30T/m^2 .$$



## VII. CHƯƠNG 7. ÁP LỰC ĐẤT LÊN TƯỜNG CHẮN

### VII.1. Mục tiêu

Mục tiêu:

- Tường chắn đất là một dạng công trình xây dựng khá phổ biến trong xây dựng nói chung có lịch sử phát triển từ khá sớm. Đặc biệt trong xây dựng hiện đại với các công trình ngầm đòi hỏi độ sâu lớn, những hố đào sâu ... những kiến thức cơ học đất về áp lực của đất nền lên tường chắn là hết sức cần thiết
- Chương này cung cấp cho sinh viên nội dung kiến thức về các dạng áp lực của đất lên tường chắn, các phương pháp tính toán các dạng áp lực đất là cơ sở để thiết kế và thi công tường chắn đất cho kỹ sư cho công trình.

### VII.2. Quy định hình thức học cho mỗi nội dung nhỏ

Nội dung	Hình thức học
- Khái niệm chung	Giảng
- Phương pháp xác định áp lực tĩnh lên tường chắn	Giảng
- Phương pháp xác định áp lực chủ động và bị động lên tường chắn	Giảng kết hợp sinh viên tự nghiên cứu
- Phương pháp xác định áp lực chủ động và bị động lên tường chắn	Giảng kết hợp sinh viên tự nghiên cứu

### VII.3. Các nội dung cụ thể

#### A. Nội dung lý thuyết

#### Nội dung giảng dạy

##### 7.1- Khái niệm chung

Tường chắn là kết cấu công trình dùng để giữ khối đất đắp hoặc vai hố đào sau tường khỏi bị sạt trượt. Tường chắn đất được sử dụng rộng rãi trong các ngành xây dựng, thủy lợi, giao thông. Khi làm việc lưng tường chắn tiếp xúc với khối đất sau tường và chịu tác dụng của áp lực đất. Ví dụ trong xây dựng dân dụng và công nghiệp tường chắn thường được dùng trong các nhà có tầng hầm, trong xây dựng cầu đường dùng để chống đỡ nền đường đắp hay nền đường đào sâu, dùng để làm mố cầu, tường để bảo vệ các sườn dốc tự nhiên và nhân tạo khỏi bị trượt, sạt hoặc sụt lở. Trong các công trình xây dựng thủy lợi, tường chắn thường được dùng trong các công trình trạm thủy lợi, tường chắn thường được dùng trong các công trình trạm thủy điện trên sông, làm bộ phận nối tiếp giữa đập tràn hoặc nhà của trạm thủy điện với các công trình đất và sườn

bờ, chúng cũng được dùng trong các công trình vận tải như âu thuyền hoặc dùng trong hệ thống dẫn nước thuộc trạm thủy điện nhà máy nước, bể lắng, ngoài ra tường chắn còn được dùng rộng rãi để đối phó với các quá trình xâm thực và bào xói.

Chúng ta nên lưu ý rằng, đối với các công trình thủy công, có một số bộ phận của kết cấu công trình không phải là tường chắn đất nhưng có tác dụng tương hỗ với đất và cũng chịu áp lực của đất giống như tường chắn đất. Do đó, khái niệm về tường chắn được mở rộng ra cho tất cả những bộ phận của công trình có tác dụng tương hỗ giữa đất tiếp xúc với chúng. Áp lực đất là một trong những tải trọng chủ yếu tác dụng lên tường. Vì vậy khi thiết kế và xây dựng các tường chắn, trước hết cần xác định được trị số, điểm đặt, phương và chiều tác dụng của áp lực đất, đó là tài liệu quan trọng trong thiết kế tường chắn

### 7.1.1. Phân loại tường chắn

Tường chắn là kết cấu btct, gạch đá, bê tông hay thép giữ cho khối đất đắp, vách đất được ổn định, không bị trượt.

#### ▪ Theo độ cứng tường chắn được phân thành:

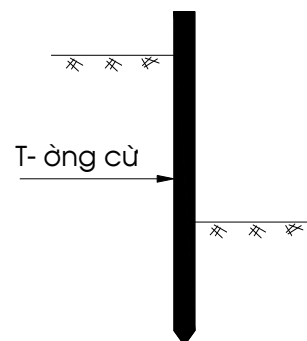
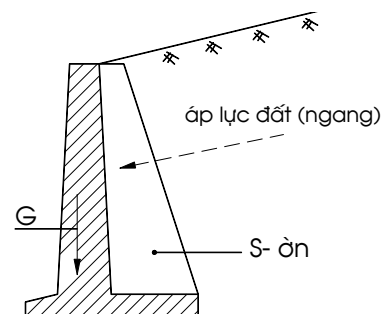
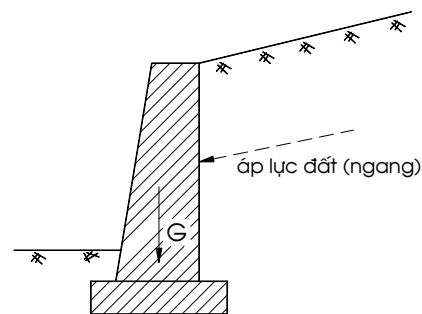
- Tường cứng: Là loại tường độ cứng lớn, không có biến dạng uốn khi chịu áp lực đất mà chỉ có chuyển vị tịnh tiến và xoay. Nếu tường cứng xoay mép dưới thì đỉnh thường có xu hướng tách rời khỏi khối đất đắp và chuyển vị về phía trước. Nếu tường cứng xoay quanh mép trên thì chân tường sẽ rời khỏi khối đất. Tiết diện tường lớn, nặng vì vậy còn gọi là tường trọng lực. Tường giữ khối đất sau tường ổn định nhờ vào trọng lượng bản thân của nó là chính  $\Rightarrow$  chiều cao tường không lớn.

Vật liệu: gạch, đá, bê tông, bê tông + đá, btct ...

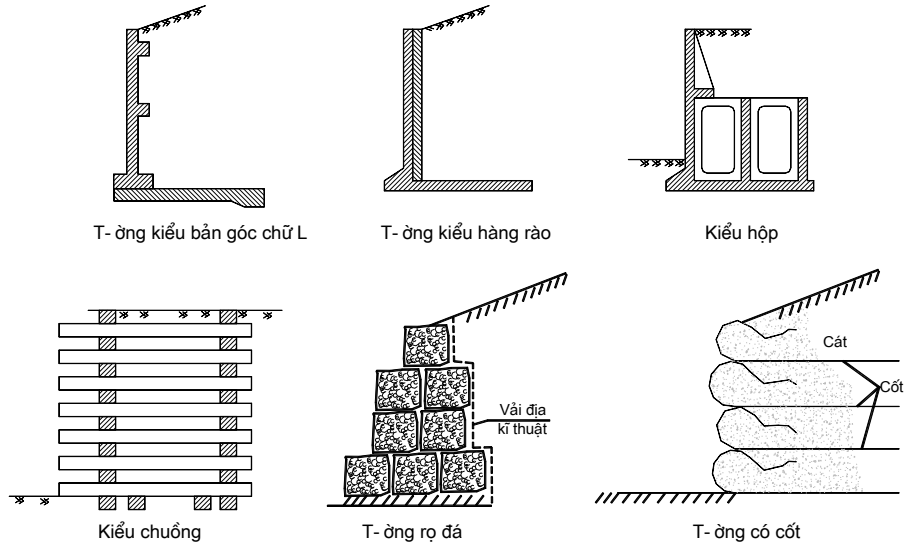
- Tường mềm: Độ cứng tường (+sườn) không đáng kể. Hình thức kết cấu tường loại này trông mảnh và có đáy rộng, thường có sườn. Khối đất ổn định nhờ trọng lượng bản thân tường, đất đè lên móng tường.

Vật liệu: btct toàn khối hay lắp ghép.

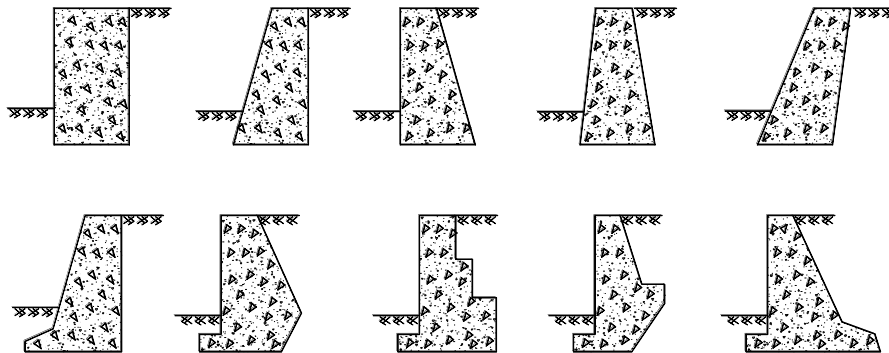
- Tường cừ: thuộc loại mềm, biến dạng của tường lớn, giữ khối đất ổn định nhờ phân tường cừ cắm sâu trong đất. Tường cừ thường dùng trong công tác hố móng. Vật liệu: gỗ, btct và thép



▪ **Tường chắn phân loại theo kết cấu được phân thành:**



▪ **Tường chắn phân loại theo hình dạng được phân thành:**



**7.1.2. Các loại áp lực đất lên tường chắn**

Tường chắn đất là kết cấu luôn chịu tác động của đất, đặc biệt là áp lực đất theo phương ngang, nên có thể tường bị di chuyển và khối đất bị phá hoại trượt, lật ...

Áp lực đất lên tường phụ thuộc vào độ bền kháng cắt của đất, điều kiện biến dạng hông, áp lực nước lỗ rỗng và trạng thái cân bằng của đất. Những yếu tố này lại phụ thuộc vào điều kiện thoát nước, độ lớn và bản chất chuyển vị tương đối tường - đất.

Áp lực đất lên tường bởi vậy phụ thuộc vào độ cứng, hình dáng, vật liệu tường, liên quan tới 3 trạng thái biến dạng sau:

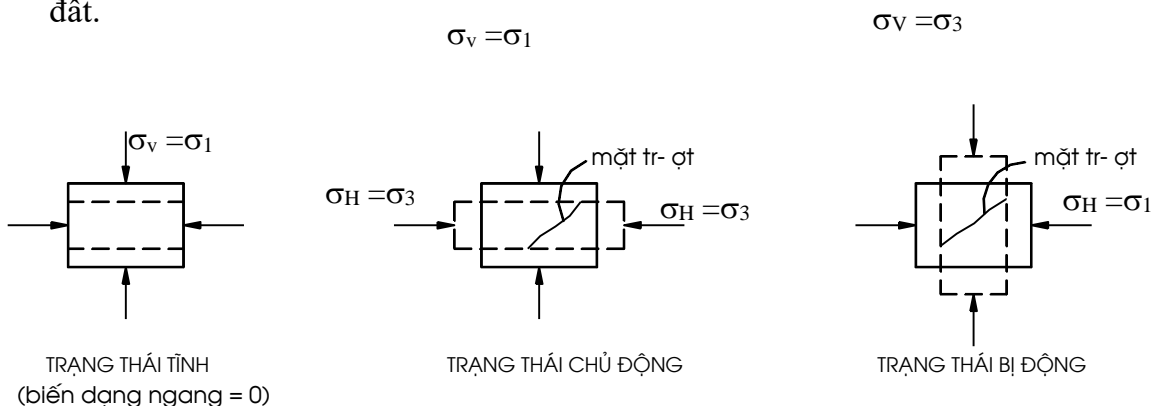
- + Trạng thái tĩnh: khối đất sau tường ở trạng thái cân bằng đàn hồi, không có biến dạng hông. Tương ứng áp lực đất lên tường là áp lực tĩnh -  $p_t$



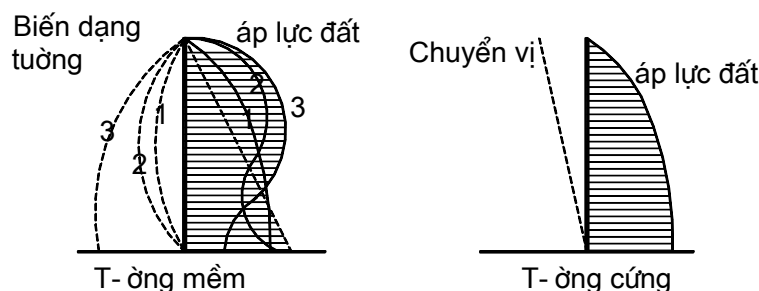
+ Trạng thái chủ động: Khối đất ở trạng thái cân bằng giới hạn (đẻo). Kèm theo giãn hông. Áp lực đất tương ứng là áp lực chủ động  $p_a(p_p)$ .

+ Trạng thái bị động: Khối đất đạt tới trạng thái cân bằng giới hạn (đẻo). Kèm theo ép hông. Áp lực đất lên tường tương ứng là áp lực bị động  $p_b(p_p)$

Vậy trạng thái chủ động và bị động gắn liền với khái niệm trạng thái trượt của khối đất.



Áp lực đất phụ thuộc vào nhiều yếu tố loại đất, trạng thái đất, loại tường và đặc biệt là độ cứng của tường – khi tường có độ cứng lớn thì áp lực đất lên tường phân bố có dạng gần, nhưng tăng tuyến tính theo chiều sâu.

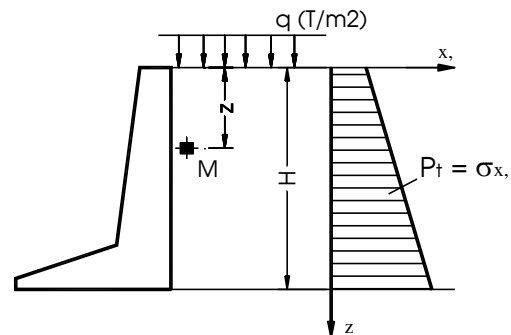


## 7.2- Phương pháp xác định áp lực tĩnh lên tường chắn

Xét bài toán mặt đất sau tường phẳng, nằm ngang, đất sau tường đồng nhất nằm trong trạng thái cân bằng bên, lưng tường phẳng thẳng đứng. Với giả thiết sự có mặt của tường không làm thay đổi điều kiện làm việc của đất. Khi đó áp lực của đất tác dụng lên mặt phẳng lưng tường chính là áp lực hông trên mặt phẳng đó trong nền khi không có tường. Do khối đất ở trạng thái cân bằng tĩnh nên áp lực đó gọi là áp lực tĩnh.

Ở trạng thái tĩnh, tường không có chuyển vị, khối đất có lượng biến dạng ngang không đáng kể, lúc đó áp lực ngang hiệu quả tỷ lệ với áp lực đứng hiệu quả  $\sigma_{zh}$

$$\sigma_x = K_0 \cdot \sigma_{z(h)} \quad \text{trong đó } \sigma_{z(h)} = \gamma \cdot z + q$$



$K_0$ - hệ số áp lực tĩnh. Giá trị của  $K_0$  phụ thuộc vào trạng thái cố kết của đất, thường coi là:

$$K_0 = \xi = \frac{\mu_0}{1 - \mu_0} \text{ (hệ số áp lực ngang trong điều kiện}$$

nén không nở ngang); hoặc  $K_0 =$

Hoặc giá trị  $K_0$  có thể lấy theo bảng sau

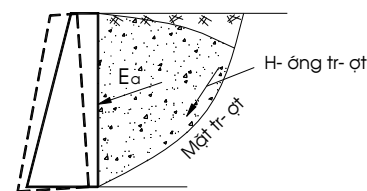
Tên đất	Cát	á sét nhẹ	á sét	Sét
Hệ số $K_0$	0,43÷0,54	0,54÷0,67	0,67÷0,82	0,82÷1,00

Biểu diễn cường độ áp lực đất tác dụng lên tường có dạng tam giác, do đó tổng áp lực đất tĩnh tính theo công thức:  $E_t = \gamma H^2 \cdot K_0 / 2$

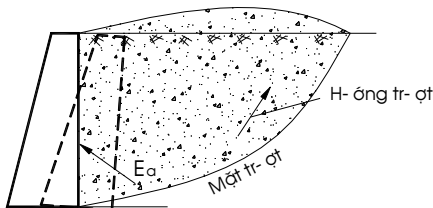
### 7.3 - Phương pháp xác định áp lực chủ động và bị động lên tường chắn

Như đã nói trên, trạng thái chủ động xuất hiện tương ứng với tường có biến dạng ra phía ngoài khối đất, khối đất giãn hông, áp lực tĩnh giảm xuống nếu biến dạng đủ lớn (theo Terzaghi giá trị này 0,005-0,01 H- chiều cao tường) thì khối đất đạt tới trạng thái dẻo – chủ động và trượt xuống.

Trạng thái bị động xuất hiện tương ứng với tường có biến dạng ra phía khối đất, khối đất bị ép hông, áp lực tĩnh tăng. Nếu biến dạng đủ lớn, khoảng giá trị này 0,05-0,1H- chiều cao tường thì khối đất đạt tới trạng thái dẻo – bị động và bị đẩy trôi.



Trạng thái chủ động



Trạng thái bị động

Xác định áp lực chủ động và bị động có ý nghĩa là xác định áp lực giới hạn tại vị trí lưng tường khi khối đất trượt xuống, vì vậy như đã nói ở chương 4, có 2 phương hướng:

- Dựa vào lý luận cân bằng giới hạn
- Dựa vào lý thuyết cân bằng khối trượt rắn với mặt trượt giả thiết trước.

Sau đây là sơ lược hai phương hướng áp dụng xác định áp lực chủ động  $E_a$ ,  $p_a(p_c)$  và áp lực bị động  $E_b$ ,  $p_b$

### 7.3.1. Phương pháp lý luận cân bằng giới hạn:

#### 1. Phương pháp Rankine:

Giả thiết bỏ qua ma sát giữa đất và tường, và không xét ảnh hưởng của lực dính, Rankine lập luận rằng:

$$\text{Ở trạng thái tĩnh } \overline{OB} = \sigma_{zh} = \gamma \cdot z, \overline{OA} = \sigma_x = \xi \cdot \sigma_z$$

$\Rightarrow$  Trạng thái chủ động:  $OA'$  - áp lực hông chủ động - ký hiệu là  $p_a$ , ( $p_c$ )

$$OA' = p_a = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} \cdot \overline{OB} = K_a \cdot (\gamma \cdot z) \text{ với } K_a = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi}$$

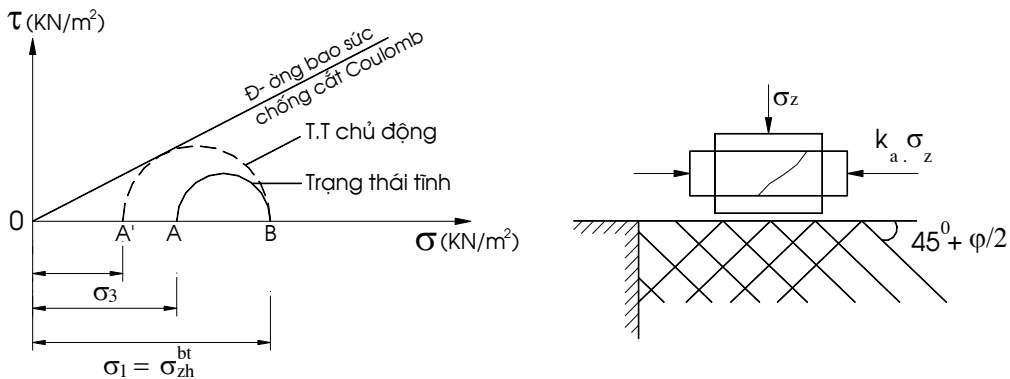
$$\text{Hay } K_a = \tan^2(45^\circ - \frac{\varphi}{2})$$

Họ đường trượt là những đường thẳng hợp với nhau góc  $(90^\circ - \varphi)$ .

Nếu  $i = 0$  thì suy ra:  $\theta = 45^\circ + \varphi/2$ .

Và vì vậy  $h_0$  mặt trượt tạo với phương ngang  $\pm (45^\circ + \varphi/2)$ .

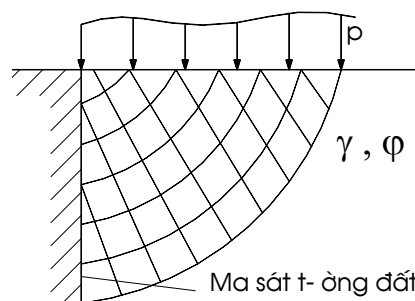
Lập luận hoàn toàn tương tự với trạng thái bị động



2. Phương pháp Sokolovskii: cho lời giải phải theo phương pháp số, về nguyên tắc đã giới thiệu ở phần trước (chương 4)

Xét tới điều kiện thoát nước và không thoát nước:

Nếu  $\delta = 0 \Rightarrow$  Sokolovskii cho kết quả trùng với Rankine

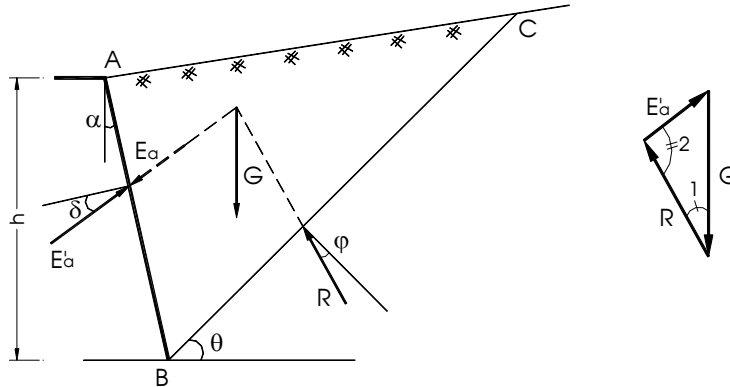


### 7.3.2. Phương pháp cân bằng khối trượt rắn với mặt trượt phẳng của Coulomb:

- *Giả thiết:* - Mặt trượt qui định là phẳng, 1 mặt thuộc khối đất, một mặt là lưng tường. Trường hợp chủ động: mặt trượt giả thiết là AB & CB, tương tự trường hợp bị động là BA & BC.

- Khối trượt ABC là rắn, ở trạng thái cân bằng giới hạn

Xét cân bằng khối rắn ABC, ví dụ với trường hợp chủ động:



- *Đối với đất rời đồng nhất:* hệ lực tác dụng gồm

G- Khối lượng khối ABC,  $G = \gamma \cdot \text{diện tích ABC}$

R- Phản lực trên mặt trượt Cb, R hợp với pháp tuyến của CB góc  $\varphi$  (góc nội ma sát)

$E'_a$ - Phản lực trên mặt trượt AB,  $E'_a$  hợp với pháp tuyến của CB góc  $\delta$  (góc nội ma sát)

$$\vec{E}'_a = -\vec{E}_a, \vec{E}_a \text{ là tổng áp lực đất chủ động lên tường.}$$

Hệ lực phải tạo thành tam giác lực khép kín  $\Rightarrow E'_a = G \cdot \frac{\sin 1}{\sin 2}$ .

Mặt trượt CB là giả định bất kỳ, có một mặt trượt nguy hiểm nhất, đó là mặt có giá trị áp lực đất chủ động là max. Có 2 cách tìm  $E_{a\max}$ :

- Khảo sát cực trị hàm số  $E_a = f(\theta)$

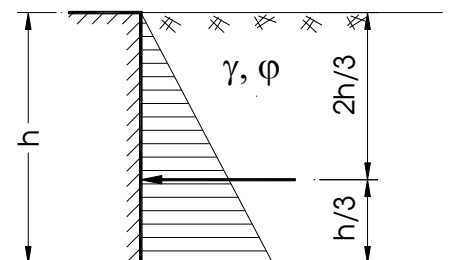
- Phương pháp đồ thị: vẽ hàm  $E_a = f(\theta)$  với 1 số giá trị  $\theta \Rightarrow$  cực trị

• **Trường hợp tường thẳng đứng ( $\alpha = 0$ ), mặt đất nằm ngang, bỏ qua ma sát tường - đất ( $\delta = 0$ ) thì:**

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma h^2 \tan^2(45^\circ - \varphi/2)$$

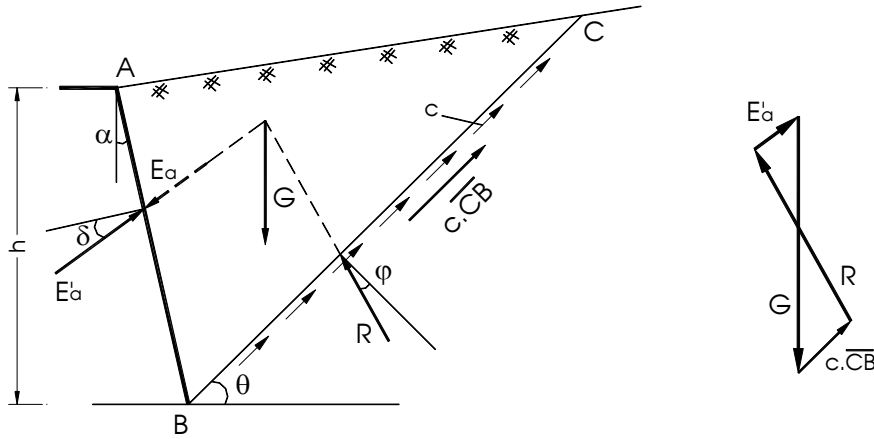
Với giả thiết tường cứng, liên tục thì:

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma z^2 K_a \text{ và } p_a = \frac{dE_{a(z)}}{dz} = K_a \gamma z$$



Với  $K_a = \tan^2(45^\circ - \varphi/2)$  ( $\Rightarrow$  trùng với kết quả của Rankine)

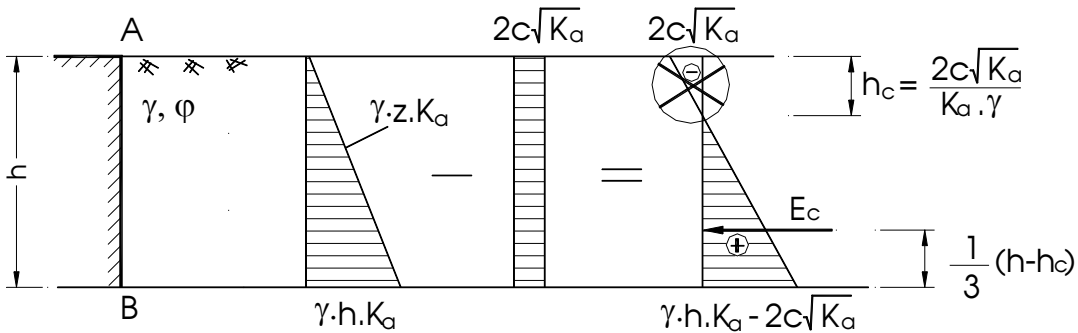
• Đối với đất dính đồng nhất: Lập luận tương tự ta có đa giác lực khép kín (xem hình)  $\Rightarrow E_a \Rightarrow E_{amax}$



• Trường hợp tường thẳng đứng, mặt đất ngang, bỏ qua ma sát đất – tường

$$\Rightarrow p_a = K_a \cdot \gamma \cdot z - 2c\sqrt{K_a}$$

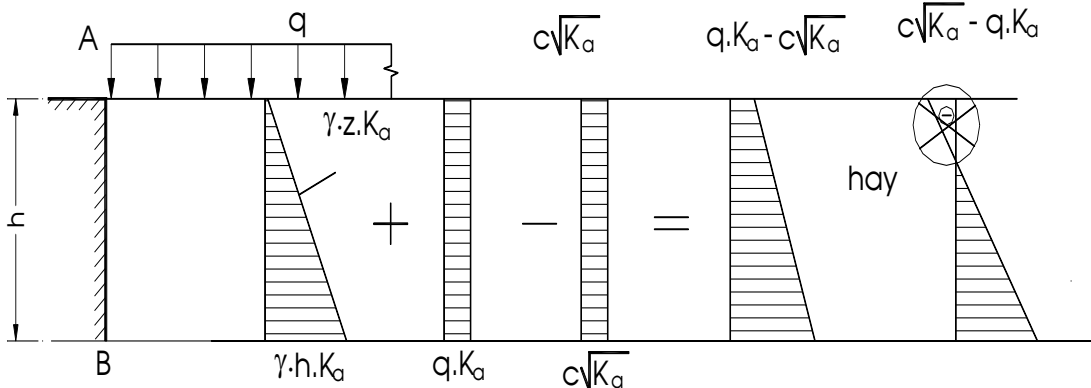
Trong đó:  $K_a = \tan^2(45^\circ - \varphi/2)$ ;  $h_c = \frac{2c\sqrt{K_a}}{K_a \cdot \gamma} = \frac{2c}{\gamma\sqrt{K_a}}$



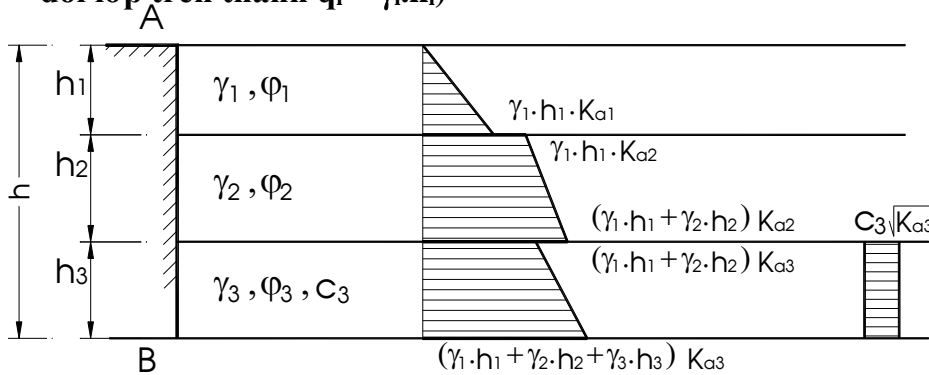
ì đất không chịu kéo nên phần biểu đồ âm (-) không có sẽ có sự phân bố lại, gần đúng ta giữ nguyên lại phần (+) và như vậy tổng áp lực đất

$$E_c = \frac{1}{2}(\gamma \cdot h \cdot K_a - 2c\sqrt{K_a}) \cdot (h - h_c) \text{ và lực } E_a \text{ đặt tại } \frac{1}{3}(h - h_c)$$

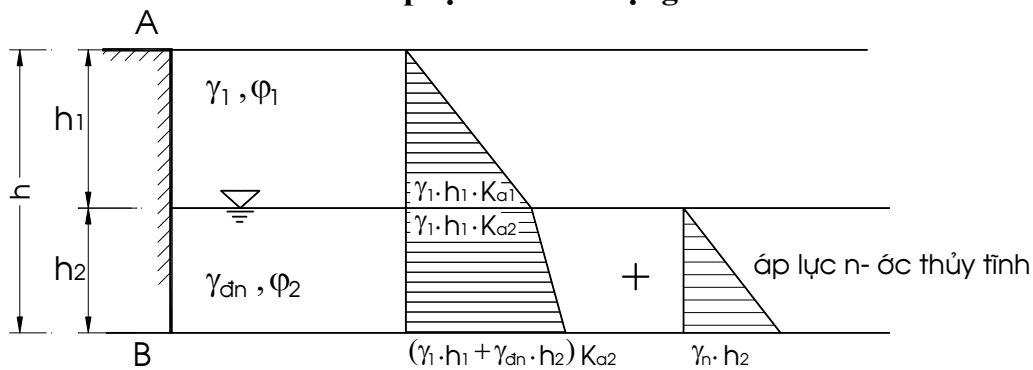
• Trên mặt đất có tải trọng phân bố đều khắp thì biểu đồ  $p_a$  có dạng sau:



- Trường hợp nền nhiều lớp, có nước ngầm (phương pháp gần đúng là qui đổi lớp trên thành  $q_i = \gamma_i \cdot h_i$ )



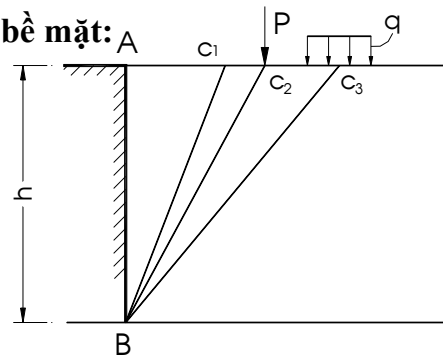
### áp lực đất chủ động



- Trường hợp tải trọng cục bộ tác dụng trên bề mặt:

- Cách 1: gần đúng áp dụng bài toán Butxinet tính ứng suất  $\sigma_x$  đối với các điểm trên lưng tường cộng với kết quả bài toán áp lực đất khi không có p, q.

- Cách 2: dùng phương pháp đồ giải, vẽ đa giác lực tương ứng với các mặt trượt giả thiết  $C_1b, C_2B, \dots, C_nB \Rightarrow E_{cmax} \Rightarrow$  mặt trượt nguy hiểm nhất CB.



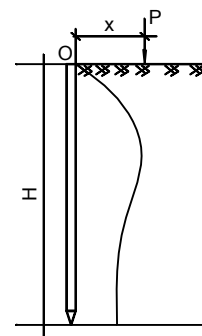
Các trường hợp có tải trên bề mặt khối đắp

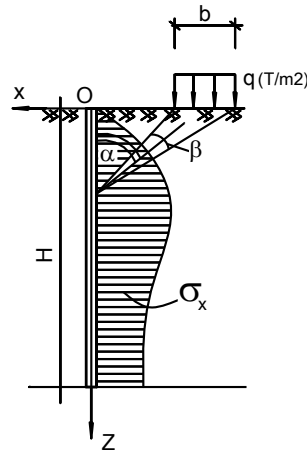
- Lực tập trung P

Áp lực ngang do P gây ra được tính theo kết quả Butxinet

$$\sigma_x = \frac{1,77P}{H^2} x \frac{m^2 \cdot n^2}{(m^2 + n^2)^3} \text{ trong đó: } m = \frac{x}{H}; n = \frac{z}{H} \quad (m > 0,4)$$

$$\text{và } \sigma_x = \frac{0,28P}{H^2} x \frac{n^2}{(0,16 + n^2)^3} \quad (m < 0,4)$$



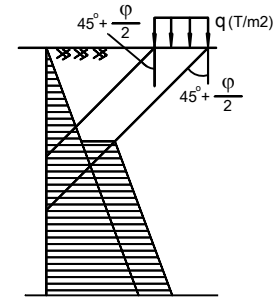


- Tải phân bố lấy cục bộ; bề rộng tải :b

+ **Cách 1:** giả thiết nền đàn hồi

$$\sigma_x \approx \frac{2q}{H} (\beta - \sin \beta \cos 2\alpha)$$

+ **Cách 2:** vẽ gần đúng như sau:



áp lực đất lên t-ờng mềm

### Xác định áp lực bị động $p_b$ , $E_b$ theo Coumlomb:

Lập luận tương tự như đối với áp lực chủ động, ta nhận được kết quả trong trường hợp tường thẳng đứng, mặt đất ngang, bỏ qua ma sát tường - đất:

$$\text{Đất rời đồng nhất: } p_p = \gamma \cdot z \cdot K_b \quad , \quad E_b = \frac{1}{2} \gamma h^2 \cdot K_p$$

$$K_p = \text{tg}^2(45^\circ + \varphi/2)$$

$$\text{Đất dính: } p_p = \gamma \cdot z \cdot K_p + 2c \sqrt{k_p}$$

Tuy nhiên trong thực hành thường bỏ qua thành phần lực dính cho an toàn.

- Các kết quả tính theo phương pháp Coumlomb cho khá sát với Xokolovxki trong trường hợp  $\varphi \leq 30^\circ$ .

- Trong thiết kế và thực hành người ta vẫn thường ứng dụng kết quả nói phần trên cho phần tường mềm. (ví dụ trong thiết kế tường cừ)

### 7.4- Áp lực đất lên tường chắn trong một số trường hợp riêng

#### (Xác định áp lực đất lên tường mềm – tường cừ)

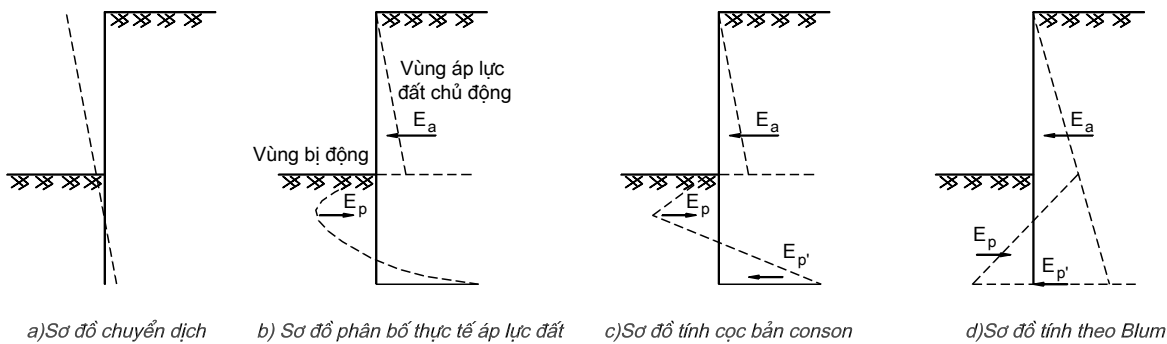
Tường mềm nói chung là loại tường có độ cứng hữu hạn, do tác động của tải trọng và áp lực đất nên tường bị biến dạng uốn đáng kể, biểu đồ cường độ áp lực đất phụ thuộc vào biến dạng của tường.

Tường cừ là một loại tường mềm đặc biệt, thường được dùng trong công trình hố đào sâu, chống thấm. Tường giữ cho khối đất ổn định nhờ phần cắm sâu vào trong đất, tức là sự chống đỡ của tường phụ thuộc vào sức kháng bị động của đất.

Áp lực đất lên tường cừ phụ thuộc vào biến dạng của tường, nói chung khá phức tạp. Bởi thế trong thiết kế thực hành thường làm gần đúng như sau với giả thuyết :

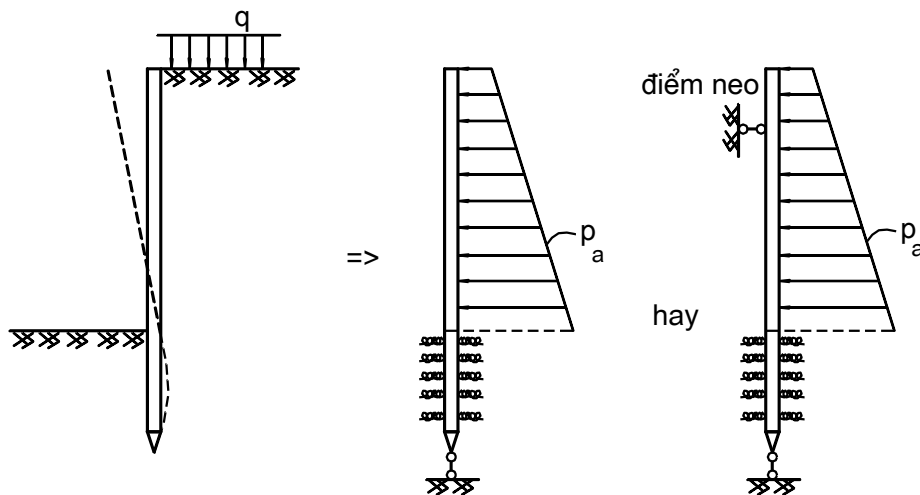
- Bỏ qua trọng lượng tường.
- Bỏ qua lực dính và ma sát giữa đất và tường.
- Tường cố định tại điểm C qui ước và các điểm neo (xem hình vẽ)
- Giá trị áp lực đất coi là áp lực chủ động hay bị động tương ứng với chuyển vị của tường và được tính như trường hợp tường cứng đã nói ở trên.

Ví dụ tường cừ conxon:



Sơ đồ chuyển dịch của tường bản conxon và phân bố áp lực đất

Phương pháp chính xác hơn coi tường cừ gói đàn hồi trên đất cũng được sử dụng nhiều. Trong đó  $p_a$  là áp lực đất chủ động vẫn xác định theo giả thuyết tường cứng, mô hình nền là Winkler.



Sơ đồ tính tường cừ trên nền đàn hồi

Để tính toán áp lực đất lên tường( rộng hơn là xác định ứng suất – biến dạng của hệ tường - đất) hiện nay dùng những phần mềm thông dụng: Plaxis, Geoslope,...



## B. Nội dung thảo luận

### Buổi 6:

1. Các khái niệm về áp lực đất lên tường chắn. Cho ví dụ minh họa.
2. Trình bày phương pháp Coulomb xác định áp lực đất chủ động, áp lực đất bị động lên tường chắn trường hợp đất rời, đất dính đồng nhất.

### C. Ngân hàng câu hỏi, bài tập

1. Xác định áp lực đất lên tường chắn cao  $h = 6\text{m}$ , lưng tường nhẵn, thẳng đứng, mặt đất nằm ngang, đất rời đồng nhất có  $\varphi = 30^\circ$ ;  $\gamma = 1,8\text{T/m}^3$ ;  $\xi = 0,5$ .  
(Chú ý các điều kiện sinh ra các loại áp lực đất lên tường chắn).
2. Một tường chắn có lưng tường nhẵn, thẳng đứng chắn khối đất tới độ sâu  $10\text{m}$ .  
Cho biết: đất rời có  $\varphi = 30^\circ$ ;  $\gamma = 1,8\text{T/m}^3$ ;  $\gamma_{\text{bh}} = 1,95\text{T/m}^3$ .  
Xác định độ lớn và vị trí của tổng áp lực đất lên tường chắn trong các trường hợp sau:
  - a) Mực nước ngầm ở chân tường.
  - b) Mực nước ngầm ở mặt đất.
  - c) Mực nước ngầm ở giữa mặt đất và chân tường.
3. Một tường chắn có lưng tường nhẵn, thẳng đứng chắn khối đất cao  $8\text{m}$ , mặt đất phẳng. Cho biết: đất có  $C_u = 32\text{KN/m}^2$ ;  $\gamma = 18\text{KN/m}^3$ ;  $\varphi_u = 0$ .  
Vẽ biểu đồ áp lực đất lên tường chắn trong các trường hợp sau:
  - a) Trường hợp không có tải trọng tác dụng trên mặt đất.
  - b) Trường hợp có tải trọng  $q = 1\text{T/m}^2$  phân bố đều trên mặt đất.
4. Vẽ biểu đồ áp lực đất chủ động lên tường cứng nhẵn, thẳng đứng, cao  $h = 6\text{m}$ . Biết đất sau tường gồm 2 lớp :
  - Lớp trên :  $\gamma = 1,78\text{T/m}^3$ ;  $\varphi = 30^\circ$ ;  $C = 0$ ; dày  $4\text{m}$ .
  - Lớp dưới :  $\gamma = 1,8\text{T/m}^3$ ;  $\varphi = 20^\circ$ ;  $C = 1,2\text{T/m}^2$ . dày vô hạn.

## NGÂN HÀNG CÂU HỎI THI

### **Câu hỏi loại 1 ( 2 điểm)**

Câu 1: Bản chất lực dính trong đất và ảnh hưởng của lực dính đến tính chất xây dựng của đất.

Câu 2: So sánh các tính chất vật lý của đất rời và đất dính.

Câu 3: Cơ sở phân loại đất (rời, dính) và tiêu chuẩn Việt Nam về phân loại đất xây dựng.

Câu 4: Trên cơ sở định nghĩa các đặc trưng vật lý của đất, hãy cho biết nếu hố móng ngập nước lâu ngày thì chúng thay đổi như thế nào ?

Câu 5: Trình bày hiểu biết về tính thấm, dòng thấm, áp lực thấm, định luật Darcy.

Câu 6: Giải thích tại sao:

- Đất cát lún nhanh, đất sét bão hoà lún lâu dài.
- Dùng đất loại sét có hàm lượng hạt sét cao và được đầm chặt để làm lõi đê, đập hoặc cách nước cho móng.

Câu 7: Trình bày các tính chất nén (lún) của nền đất.

Vẽ các dạng biểu đồ nén : S - p ; e - lgp ; của hai loại đất tốt và đất yếu.

Câu 8: Trình bày thí nghiệm nén không nở ngang trong phòng (sơ đồ, quy trình, kết quả và ứng dụng).

Câu 9: Trình bày bài toán độ lún của mẫu đất không nở ngang (bài toán một chiều)

Câu 10: Khu vực xây dựng có lớp đất yếu bên trên thuộc loại sét nhão, người ta dùng cát đen tươi ẩm chất lên nền đất đó trong thời gian dài rồi dỡ ra xây dựng công trình. Làm như vậy có tác dụng gì, hãy giải thích điều đó?

Câu 11: Thuyết bền Coulomb về sức chống cắt. Các đặc trưng cơ học về sức chống cắt. Biểu thức của Morh - Rankine về điều kiện cân bằng giới hạn của một điểm trong nền.

Câu 12: Cách xác định các tham số sức chống cắt của đất (Tên phương pháp thí nghiệm trong phòng và hiện trường, nguyên lý xác định ).

Câu 13: Trình bày hiểu biết về công tác khảo sát địa kỹ thuật.

Câu 14: Trình bày hiểu biết về thí nghiệm hiện trường với xuyên tiêu chuẩn SPT. Kết quả SPT được sử dụng như thế nào?

### **Câu hỏi loại 2 ( 2 điểm)**

Câu 1: Trình bày khái niệm về các loại ứng suất trong nền đất.

Câu 2: Trình bày bài toán xác định ứng suất trong nền, trong trường hợp bài toán không gian.

Câu 3: Trình bày bài toán xác định ứng suất trong nền, trong trường hợp bài toán bài toán phẳng.

Câu 4: Trình bày phương pháp điểm góc xử dụng bảng tra tính ứng suất trong nền do tải trọng ngoài gây ra trong Trường hợp bài toán không gian.

Câu 5: Trình bày phương pháp điểm góc xử dụng bảng tra tính ứng suất trong nền do tải trọng ngoài gây ra trong Trường hợp bài toán phẳng.

Câu 6: Trình bày phương pháp dự báo lún dựa vào kết quả lý thuyết đàn hồi.

Câu 7: Trình bày phương pháp cộng lún từng lớp.

Câu 8: Trình bày trình tự tính lún theo thời gian.

Câu 9: Dựa vào các biểu thức tính lún, cho biết làm thế nào để giảm lún ?

Câu 10: Trình bày khái niệm về sức chịu tải của nền ( $P_{gh}$ ,  $P_{tt}$ ). Nêu nội dung cơ bản của các phương hướng xác định sức chịu tải của nền.

Câu 11: Làm thế nào để tăng sức chịu tải của nền. Cho ví dụ trong xây dựng công trình dân dụng.

Câu 12: Trình bày các khái niệm về áp lực đất lên tường chắn. Cho ví dụ minh họa.

Câu 13: Trình bày phương pháp Coulomb xác định áp lực đất chủ động, áp lực đất bị động lên tường chắn trường hợp đất rời đồng nhất.

Câu 14: Trình bày phương pháp Coulomb xác định áp lực đất chủ động, áp lực đất bị động lên tường chắn trường hợp đất dính đồng nhất.

### Câu hỏi loại 3 (3 điểm)

Câu 1: Một mẫu đất thí nghiệm cân được 300g, thể tích  $V = 166,7\text{cm}^3$ . Sau khi sấy khô cân được 240g và thể tích phần hạt là  $87,7\text{cm}^3$ . Biết đất thuộc loại đất dính có các chỉ tiêu  $W_{nh} = 48\%$ ;  $W_d = 23\%$ .

Yêu cầu xác định các đặc trưng vật lý của đất và phân loại tên, trạng thái của đất.

Câu 2: Phân tích bằng phương pháp rây một mẫu đất cát thạch anh biết: mẫu đất thí nghiệm có trọng lượng  $G = 500\text{g}$ . Kết quả thí nghiệm như sau:

Đường kính sàng (mm)	10	2	1	0.5	0.25	0.1	<0.1
Lượng đất trên sàng (g)	30	50	60	100	180	60	20

Yêu cầu :

- Trình bày biểu đồ tích lũy hạt.
- Cho biết tên đất.
- Nếu hệ số rỗng tự nhiên của đất là  $e_0 = 0,68$ , hãy cho biết trạng thái của đất.
- Đánh giá mức độ không đồng đều cỡ hạt.

Câu 3: Người ta dùng một loại đất làm vật liệu đắp đường. Biết  $\gamma = 1,78\text{T/m}^3$ ;  $\Delta = 2,68$ ;  $W = 12\%$ ;  $W_{nh} = 28,2\%$ ;  $W_d = 18\%$ ; độ ẩm đầm nén tốt nhất  $W_{op} = 20\%$ . Giả thiết tưới ẩm cho đất đến  $W_{op}$  và đầm chặt.

Cho biết tên và trạng thái tự nhiên của đất dùng đắp đường. Xác định lượng nước tưới cho  $1\text{m}^3$  đất trước khi đầm, biết sau khi đầm có  $\gamma_K = 1,7\text{T/m}^3$ .

Câu 4: Thí nghiệm đất trong phòng, khối đất ẩm được đầm chặt trong khuôn có thể tích  $964\text{cm}^3$ , khối lượng đất là 1906g. Độ ẩm xác định được là 13% và  $\Delta = 2,72$ .

Hãy tính các đặc trưng vật lý của đất đã được đầm chặt.

Câu 5: Cho mẫu đất biết hệ số rỗng  $e = 0.92$ , tỷ trọng hạt  $\bar{A} = 2.7$ , độ no nước  $G = 0.75$ , xác định độ ẩm và trọng lượng riêng của mẫu đất đó.

Câu 6: Thí nghiệm thấm kế cột nước cố định có các số liệu sau:

Lưu lượng thu được trong 2 phút (ml)	540	503	509
Độ chênh của mực áp kế (mm)	76	72	67.5

Biết đường kính mẫu là 100mm, khoảng cách giữa 2 điểm gắn áp kế là  $L = 15\text{cm}$ .  
 Hãy xác định hệ số thấm của mẫu đất?

Câu 7: Thí nghiệm nén mẫu đất không nở ngang được kết quả như sau:

ứng suất tác dụng lên mẫu ( $\text{KN/m}^2$ )	0	25	50	100	200	400
Chiều cao mẫu (mm)	20	19.3	18.9	18.6	18.12	17.5

Vẽ đường cong  $e-\sigma$  và từ đó xác định hệ số nén trong phạm vi ứng suất 220-360 $\text{KN/m}^2$  biết rằng ở cấp tải trọng cuối cùng mẫu đất có  $\gamma = 1,92\text{T/m}^3$ ;  $W = 18\%$ ;  $\Delta = 2,73$ .

Câu 8: Tiến hành thí nghiệm hộp cắt cho một mẫu đất sét pha (Biết đường kính mẫu  $D = 60\text{mm}$ .) được kết quả ghi trong bảng sau. Hãy xác định  $c, \phi$ .

Tải trọng dọc trục (N)	108	202	295	390	484	576
Tải cắt giới hạn $T_{gh}(\text{N})$	172	227	266	323	374	425

Câu 9: Thí nghiệm nén 3 trục thoát nước được tiến hành với 3 mẫu cùng loại đất cho các kết quả ghi trong bảng sau. Hãy xác định  $C, \phi$ .

Thí nghiệm số	1	2	3
Áp lực buồng $\text{KN/m}^2$	100	200	300
Độ lệch ứng suất cực hạn $\text{KN/m}^2$	210	488	644

#### Câu hỏi loại 4 ( 3 điểm)

Câu 1: Vẽ biểu đồ ứng suất  $\sigma_z$  hiệu quả và ứng suất tổng do trọng lượng bản thân của đất gây ra trong các trường hợp sau:

- Mực nước ngầm tại mặt đất.
- Mực nước ngầm hạ thấp 4m so với mặt đất.

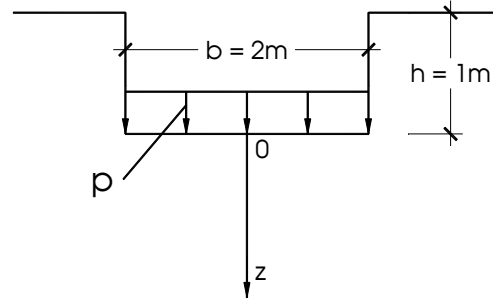
Cho biết nền gồm 3 lớp :

- Lớp 1 (Sét pha) :  $\gamma_1 = 2,1\text{T/m}^3$ ;  $\gamma_{K1} = 1,55\text{T/m}^3$ ,  $\Delta = 2,64$ , dày 6m.
- Lớp 2 (Cát) :  $\gamma_2 = 2,12\text{T/m}^3$ ;  $\gamma_{K1} = 1,51\text{T/m}^3$ ; dày 4m.
- Lớp 3 : sét cứng không thấm nước.

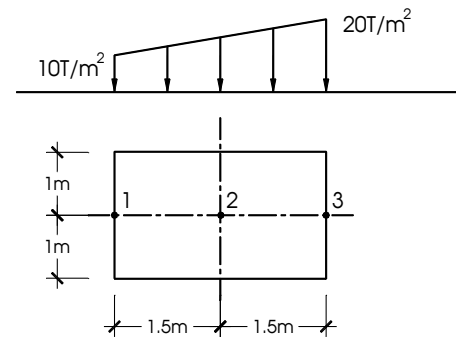
(Khi mực nước ngầm hạ thấp thì độ ẩm của lớp 1 giảm 60% so với khi ngập nước).

Câu 2: Vẽ biểu đồ ứng suất chính  $\sigma_1$  theo độ sâu đối

với trục OZ như sau (do tải trọng bản thân và tải trọng ngoài gây ra). Biết  $\gamma = 1,8T/m^3$ ;  $p = 21,8T/m^2$



Câu 3: Xác định ứng suất  $\sigma_z$  tại 3 điểm 1, 2, 3 (như trên hình vẽ) ở cùng độ sâu 1m do tải trọng ngoài gây ra.



Câu 4: Dự báo độ lún tại tâm móng băng BTCT chịu tải trọng dưới chân tường tại cốt +0.00 là  $N_0 = 36T/m$ . Biết nền đồng nhất có dung trọng tự nhiên  $\gamma = 1,78T/m^3$ , bề rộng móng  $b = 1,5m$ , độ sâu chôn móng là  $h_m = 1m$ .

Đất thuộc loại đất cát nhỏ đồng nhất có  $\bar{q}_c = 58KG/cm^2$  ( $\mu_0 = 0,3$ ).

Câu 5: Dự báo độ lún của một lớp đất cách đáy móng 0,5m và có chiều dày 0,4m. Biết lớp đất đó thuộc lớp đất 1 của nền  $\gamma_1 = 1,78T/m^3$  và các số liệu khác như bài 1.

Câu 6: Dự báo độ lún theo thời gian tại tâm đường đắp có  $\gamma = 1,8T/m^3$ ; cao 3m, bề rộng 40m (coi là bài toán có kết 1 chiều). Nền sét yếu có kết chậm  $k_t = 2.10^{-7}cm/s$ , dày 6m, khối lượng riêng  $\gamma = 1,64T/m^3$ , hệ số rỗng ban đầu  $e_0 = 0.928$  và sau khi nén không nở ngang có  $e = 0.861$ .

Yêu cầu tính  $e_{TB}$ ,  $a$ ,  $C_V$ ,  $T_V$  tương ứng với  $t = 1$  năm và độ lún  $S_{t = 1 \text{ năm}}$  của lớp sét trong 2 trường hợp sau:

a/ Chỉ thoát nước lên phía trên  
b/ Thoát nước lên trên và xuống dưới.

Câu 7: Xác định sức chịu tải của nền dưới móng băng chịu lực dưới tường có tải trọng  $N_0 = 40T/m$ , bề rộng móng  $b = 1,5m$ , chiều sâu chôn móng 1m. Nền đất dính bằng phẳng đồng nhất có  $\gamma = 1,78T/m^3$ ;  $C_c = 2T/m^2$ ;  $\phi_c = 18^0$ .

Nền đất có đủ sức chịu tải không?

Câu 8: Hai loại nền đất:

Loại 1 - Sét :  $C = 1,8T/m^2$ ;  $\phi = 10^0$ ,  $\gamma = 1,8 T/m^3$

Loại 2 - Sét pha :  $C = 1,4T/m^2$  ;  $\varphi = 18^0$ ,  $\gamma = 1,8 T/m^3$ .

Loại nào cho phép hố đào thẳng đứng sâu hơn ?

Câu 9: Xác định áp lực đất lên tường chắn cao  $h = 6m$ , lưng tường nhẵn, thẳng đứng, mặt đất nằm ngang, đất rời đồng nhất có  $\varphi = 30^0$  ;  $\gamma = 1,8T/m^3$  ;  $\xi = 0,5$ .

(Chú ý các điều kiện sinh ra các loại áp lực đất lên tường chắn).

Câu 10: Một tường chắn có lưng tường nhẵn, thẳng đứng chắn khối đất tới độ sâu 10m.

Cho biết: đất rời có  $\varphi = 30^0$  ;  $\gamma = 1,8T/m^3$  ;  $\gamma_{bh} = 1,95T/m^3$  .

Xác định độ lớn và vị trí của tổng áp lực đất lên tường chắn trong các trường hợp sau:

a) Mực nước ngầm ở chân tường.

c) Mực nước ngầm ở giữa mặt đất và chân tường.

Câu 11: Vẽ biểu đồ áp lực đất chủ động lên tường cứng nhẵn, thẳng đứng, cao  $h = 6m$ .

Biết đất sau tường gồm 2 lớp :

- Lớp trên có :  $\gamma = 1,78T/m^3$  ;  $\varphi = 30^0$  ;  $C = 0$  ; dày 4m.

- Lớp dưới có :  $\gamma = 1,8T/m^3$  ;  $\varphi = 40^0$  ;  $C = 0$  , dày vô hạn

**PHỤ LỤC**  
**CÁC BẢNG TRA CƠ HỌC ĐẤT**

**Bảng IV.1 - Trị số K để tính ứng suất nén do lực tác dụng tập trung  $\sigma_s = K \cdot \frac{P}{Z^2}$**

**IV.1.a**

$\frac{r}{Z}$	K	$\frac{r}{Z}$	K	$\frac{r}{Z}$	K	$\frac{r}{Z}$	K
<b>0,00</b>	0,4775	<b>0,25</b>	0,4103	<b>0,50</b>	0,2733	<b>0,75</b>	0,1565
<b>0,01</b>	0,4773	<b>0,26</b>	0,4054	<b>0,51</b>	0,2679	<b>0,76</b>	0,1527
<b>0,02</b>	0,4770	<b>0,27</b>	0,4004	<b>0,52</b>	0,2625	<b>0,77</b>	0,1491
<b>0,03</b>	0,4764	<b>0,28</b>	0,3954	<b>0,53</b>	0,2571	<b>0,78</b>	0,1455
<b>0,04</b>	0,4756	<b>0,29</b>	0,3902	<b>0,54</b>	0,2518	<b>0,79</b>	0,1420
<b>0,05</b>	0,4745	<b>0,30</b>	0,3849	<b>0,55</b>	0,2466	<b>0,80</b>	0,1386
<b>0,06</b>	0,4732	<b>0,31</b>	0,3796	<b>0,56</b>	0,2414	<b>0,81</b>	0,1353
<b>0,07</b>	0,4717	<b>0,32</b>	0,3742	<b>0,57</b>	0,2363	<b>0,82</b>	0,1320
<b>0,08</b>	0,4699	<b>0,33</b>	0,3687	<b>0,58</b>	0,2313	<b>0,83</b>	0,1288
<b>0,09</b>	0,4679	<b>0,34</b>	0,3632	<b>0,59</b>	0,2263	<b>0,84</b>	0,1257
<b>0,10</b>	0,4657	<b>0,35</b>	0,3577	<b>0,60</b>	0,2214	<b>0,85</b>	0,1226
<b>0,11</b>	0,4633	<b>0,36</b>	0,3521	<b>0,61</b>	0,2165	<b>0,86</b>	0,1196
<b>0,12</b>	0,4607	<b>0,37</b>	0,3465	<b>0,62</b>	0,2117	<b>0,87</b>	0,1166
<b>0,13</b>	0,4579	<b>0,38</b>	0,3403	<b>0,63</b>	0,2070	<b>0,88</b>	0,1138
<b>0,14</b>	0,4548	<b>0,39</b>	0,3351	<b>0,64</b>	0,2024	<b>0,89</b>	0,1110
<b>0,15</b>	0,4516	<b>0,40</b>	0,3294	<b>0,65</b>	0,1978	<b>0,90</b>	0,1083
<b>0,16</b>	0,4482	<b>0,41</b>	0,3238	<b>0,66</b>	0,1934	<b>0,91</b>	0,1057
<b>0,17</b>	0,4446	<b>0,42</b>	0,3181	<b>0,67</b>	0,1889	<b>0,92</b>	0,1031
<b>0,18</b>	0,4409	<b>0,43</b>	0,3124	<b>0,68</b>	0,1846	<b>0,93</b>	0,1005
<b>0,19</b>	0,4370	<b>0,44</b>	0,3068	<b>0,69</b>	0,1804	<b>0,94</b>	0,0981
<b>0,20</b>	0,4329	<b>0,45</b>	0,3011	<b>0,70</b>	0,1762	<b>0,95</b>	0,0956
<b>0,21</b>	0,4286	<b>0,46</b>	0,2955	<b>0,71</b>	0,1721	<b>0,96</b>	0,0933
<b>0,22</b>	0,4242	<b>0,47</b>	0,2899	<b>0,72</b>	0,1681	<b>0,97</b>	0,0910
<b>0,23</b>	0,4197	<b>0,48</b>	0,2843	<b>0,73</b>	0,1641	<b>0,98</b>	0,0887
<b>0,24</b>	0,4151	<b>0,49</b>	0,2788	<b>0,74</b>	0,1603	<b>0,99</b>	0,0865

**IV.1.b**

$\frac{r}{z}$	K	$\frac{r}{z}$	K	$\frac{r}{z}$	K	$\frac{r}{z}$	K
<b>1,00</b>	0,0844	<b>1,25</b>	0,0454	<b>1,50</b>	0,0251	<b>1,80</b>	0,0129
<b>1,01</b>	0,0823	<b>1,26</b>	0,0443	<b>1,51</b>	0,0245	<b>1,82</b>	0,0124
<b>1,02</b>	0,0803	<b>1,27</b>	0,0433	<b>1,52</b>	0,0240	<b>1,84</b>	0,0119
<b>1,03</b>	0,0783	<b>1,28</b>	0,0422	<b>1,53</b>	0,0234	<b>1,86</b>	0,0114
<b>1,04</b>	0,0764	<b>1,29</b>	0,0412	<b>1,54</b>	0,0229	<b>1,88</b>	0,0109
<b>1,05</b>	0,0744	<b>1,30</b>	0,0402	<b>1,55</b>	0,0224	<b>1,90</b>	0,0105
<b>1,06</b>	0,0727	<b>1,31</b>	0,0393	<b>1,56</b>	0,0219	<b>1,92</b>	0,0101
<b>1,07</b>	0,0709	<b>1,32</b>	0,0384	<b>1,57</b>	0,0214	<b>1,94</b>	0,0097
<b>1,08</b>	0,0691	<b>1,33</b>	0,0374	<b>1,58</b>	0,0209	<b>1,96</b>	0,0093
<b>1,09</b>	0,0674	<b>1,34</b>	0,0365	<b>1,59</b>	0,0204	<b>1,98</b>	0,0089
<b>1,10</b>	0,0658	<b>1,35</b>	0,0357	<b>1,60</b>	0,0200	<b>2,00</b>	0,0085
<b>1,11</b>	0,0641	<b>1,36</b>	0,0348	<b>1,61</b>	0,0195	<b>2,10</b>	0,0070
<b>1,12</b>	0,0626	<b>1,37</b>	0,0340	<b>1,62</b>	0,0191	<b>2,20</b>	0,0058
<b>1,13</b>	0,0610	<b>1,38</b>	0,0332	<b>1,63</b>	0,0187	<b>2,30</b>	0,0048
<b>1,14</b>	0,0595	<b>1,39</b>	0,0324	<b>1,64</b>	0,0183	<b>2,40</b>	0,0034
<b>1,15</b>	0,0581	<b>1,40</b>	0,0317	<b>1,65</b>	0,0179	<b>2,50</b>	0,0029
<b>1,16</b>	0,0567	<b>1,41</b>	0,0309	<b>1,66</b>	0,0175	<b>2,60</b>	0,0024
<b>1,17</b>	0,0553	<b>1,42</b>	0,0302	<b>1,67</b>	0,0171	<b>2,70</b>	0,0024
<b>1,18</b>	0,0539	<b>1,43</b>	0,0295	<b>1,68</b>	0,0167	<b>2,80</b>	0,0021
<b>1,19</b>	0,0526	<b>1,44</b>	0,0288	<b>1,69</b>	0,0163	<b>2,90</b>	0,0017
<b>1,20</b>	0,0513	<b>1,45</b>	0,0282	<b>1,70</b>	0,0160	<b>3,00</b>	0,0015
<b>1,21</b>	0,0501	<b>1,46</b>	0,0275	<b>1,72</b>	0,0153	<b>3,50</b>	0,0007
<b>1,22</b>	0,0489	<b>1,47</b>	0,0269	<b>1,74</b>	0,0147	<b>4,00</b>	0,0004
<b>1,23</b>	0,0477	<b>1,48</b>	0,0263	<b>1,76</b>	0,0141	<b>4,50</b>	0,0002
<b>1,24</b>	0,0466	<b>1,49</b>	0,0257	<b>1,78</b>	0,0135	<b>5,00</b>	0,0001



**Bảng IV.2 - Trị số hệ số  $K_0$  để tính ứng suất nén d-ới tâm diện chữ nhật chịu tải trọng phân bố đều  $\sigma_z = K_0 P$**

$\beta = \frac{2z}{b}$	Móng tròn	Móng chữ nhật có tỷ số các cạnh $n = l/b$											Móng băng $n \geq 10$	
		1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,4	2,8	3,2	4,0	5,0		
0,1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
0,4	0,949	0,960	0,968	0,972	0,974	0,975	0,976	0,977	0,977	0,977	0,977	0,977	0,977	0,977
0,8	0,756	0,800	0,830	0,848	0,859	0,866	0,870	0,875	0,878	0,879	0,880	0,881	0,881	0,881
1,2	0,547	0,606	0,652	0,682	0,703	0,717	0,727	0,740	0,746	0,749	0,753	0,754	0,755	0,755
1,6	0,390	0,449	0,496	0,532	0,558	0,579	0,593	0,612	0,623	0,630	0,636	0,639	0,642	0,642
2,0	0,285	0,336	0,379	0,414	0,441	0,463	0,481	0,505	0,529	0,529	0,540	0,545	0,550	0,550
2,4	0,214	0,257	0,294	0,325	0,352	0,374	0,392	0,419	0,437	0,449	0,462	0,470	0,477	0,477
2,8	0,165	0,201	0,232	0,260	0,284	0,304	0,321	0,350	0,369	0,383	0,400	0,410	0,420	0,420
3,2	0,130	0,160	0,187	0,210	0,232	0,251	0,267	0,294	0,314	0,329	0,348	0,360	0,374	0,374
3,6	0,106	0,130	0,153	0,173	0,192	0,209	0,224	0,250	0,270	0,285	0,305	0,320	0,337	0,337
4,0	0,087	0,108	0,127	0,145	0,161	0,176	0,190	0,214	0,233	0,248	0,270	0,285	0,306	0,306
4,4	0,073	0,091	0,107	0,105	0,118	0,130	0,141	0,161	0,178	0,192	0,213	0,230	0,258	0,258
4,8	0,062	0,077	0,092	0,105	0,118	0,130	0,141	0,161	0,178	0,192	0,213	0,230	0,258	0,258
5,2	0,053	0,066	0,079	0,091	0,102	0,112	0,123	0,141	0,157	0,170	0,191	0,208	0,239	0,239

**Bảng IV.2 (tiếp)** - Trị số hệ số  $K_0$  để tính ứng suất nén d-ới tâm diện chữ nhật chịu tải trọng phân bố đều

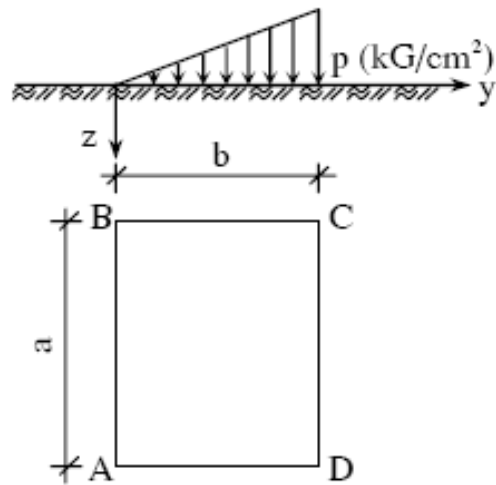
5,6	0,046	0,058	0,069	0,079	0,089	0,099	0,108	0,124	0,139	0,152	0,172	0,189	0,223
6,0	0,040	0,051	0,060	0,070	0,078	0,087	0,095	0,110	0,124	0,136	0,155	0,172	0,208
6,4	0,036	0,045	0,053	0,062	0,070	0,077	0,085	0,098	0,111	0,122	0,141	0,158	0,196
6,8	0,032	0,040	0,048	0,055	0,062	0,060	0,076	0,088	0,100	0,110	0,128	0,144	0,184
7,2	0,028	0,036	0,042	0,049	0,056	0,062	0,068	0,080	0,090	0,100	0,117	0,133	0,175
7,6	0,024	0,032	0,038	0,044	0,050	0,056	0,062	0,072	0,082	0,091	0,107	0,123	0,166
8,0	0,022	0,029	0,035	0,040	0,046	0,051	0,056	0,066	0,075	0,084	0,098	0,113	0,158
8,4	0,021	0,026	0,032	0,037	0,042	0,046	0,051	0,060	0,069	0,077	0,091	0,105	0,150
8,8	0,019	0,024	0,029	0,034	0,038	0,042	0,047	0,055	0,063	0,070	0,084	0,098	0,144
9,2	0,018	0,022	0,026	0,031	0,035	0,039	0,043	0,051	0,058	0,065	0,078	0,091	0,137
9,6	0,016	0,020	0,024	0,028	0,032	0,036	0,040	0,047	0,054	0,060	0,072	0,085	0,132
10,0	0,015	0,019	0,022	0,026	0,030	0,033	0,037	0,044	0,050	0,056	0,067	0,079	0,126
11,0	0,011	0,017	0,020	0,023	0,027	0,029	0,033	0,040	0,044	0,050	0,060	0,071	0,014
12,0	0,009	0,016	0,018	0,020	0,024	0,026	0,028	0,034	0,038	0,040	0,051	0,060	0,104

**Ghi chú** : 1 - Với móng tròn  $m = \frac{z}{r}$ , trong đó  $r$  là bán kính đế móng.

2- Với móng dạng đa giác đều,  $K_0$  tra ở cột 2 nh- với móng tròn, với  $r = \sqrt{F/\pi}$ ,  $F$  là diện tích đế móng.

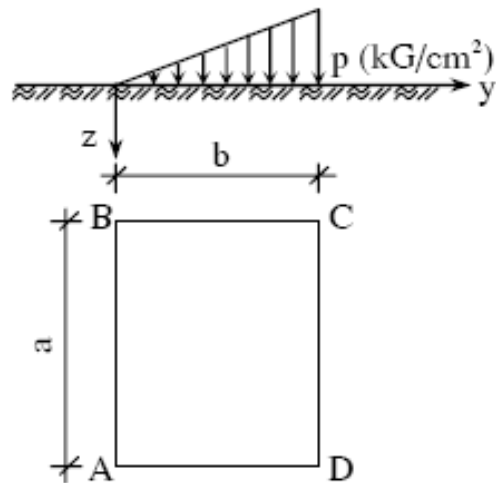
**Bảng IV.4 - Trị số hệ số  $K_g$  để tính ứng suất nén d-ới góc diện chữ nhật chịu tải trọng phân bố đều**

$\frac{a/b}{z/b}$	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	5
0	0,2500	0,2500	0,2500	2,500	0,2500	2,500	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500
0,2	0,2186	0,2189	0,2190	0,2491	0,2491	0,2491	0,2492	0,2492	0,2492	0,2492	0,2492	0,2492
0,4	0,2401	0,2120	0,2429	0,2431	0,2437	0,2139	0,2441	0,2442	0,2442	0,2443	0,2443	0,2443
0,6	0,2229	0,2275	0,2300	0,2315	0,2324	0,2329	0,2335	0,2338	0,2338	0,2341	0,2341	0,2312
0,8	0,1999	0,2075	0,2120	0,2117	0,2165	0,2176	0,2188	0,2191	0,2191	0,2199	0,2200	0,2202
1,0	0,1752	0,1851	0,1911	0,1955	0,1981	0,1999	0,2020	0,2031	0,2031	0,2040	0,2042	0,2041
1,2	0,1516	0,1626	0,1705	0,1758	0,1793	0,1818	0,1849	0,1865	0,1865	0,1878	0,1882	0,1885
1,4	0,1308	0,1423	0,1508	0,1589	0,1613	0,1611	0,1685	0,1705	0,1705	0,1725	0,1730	0,1736
1,6	0,1123	0,1211	0,1329	0,1396	0,1446	0,1182	0,1530	0,1557	0,1557	0,1584	0,1590	0,1598
1,8	0,0969	0,1083	0,1172	0,1241	0,1291	0,1331	0,1389	0,1423	0,1423	0,1455	0,1163	0,1474
2,0	0,0840	0,0947	0,1031	0,1103	0,1158	0,1202	0,1263	0,1300	0,1300	0,1339	0,1350	0,1363
2,2	0,0732	0,0832	0,0917	0,0984	0,1039	0,1084	0,1119	0,1191	0,1191	0,1236	0,1248	0,1264
2,4	0,0642	0,0734	0,0813	0,0879	0,0934	0,0979	0,1047	0,1092	0,1092	0,1142	0,1156	0,1175
2,6	0,0566	0,0651	0,0725	0,0788	0,0842	0,0887	0,0955	0,1003	0,1003	0,1058	0,1073	0,1095
2,8	0,0502	0,0580	0,0619	0,0709	0,0764	0,0805	0,0875	0,0923	0,0923	0,0982	0,0999	0,1021
3,0	0,0117	0,0519	0,0583	0,0640	0,0690	0,0732	0,0801	0,0851	0,0851	0,0913	0,0931	0,0959
3,2	0,0401	0,0167	0,0526	0,0580	0,0627	0,0668	0,0705	0,0786	0,0786	0,0860	0,0870	0,0900
3,4	0,0361	0,0121	0,0477	0,0527	0,0571	0,0611	0,0677	0,0727	0,0727	0,0793	0,0814	0,0817
3,6	0,0326	0,0382	0,0433	0,0180	0,0523	0,0561	0,0624	0,0674	0,0674	0,0711	0,0763	0,0799
3,8	0,0296	0,0348	0,0395	0,0139	0,0479	0,0516	0,0577	0,0626	0,0626	0,0694	0,0717	0,0753
4,0	0,0270	0,0318	0,0362	0,0103	0,0441	0,0171	0,0535	0,0588	0,0588	0,0660	0,0074	0,0712
4,2	0,0247	0,0291	0,0333	0,0371	0,0107	0,0139	0,0196	0,0543	0,0543	0,0610	0,0631	0,0674
4,4	0,0227	0,0268	0,0300	0,0343	0,0376	0,0107	0,0462	0,0507	0,0507	0,0671	0,0597	0,0630
4,6	0,0209	0,0247	0,0283	0,0317	0,0348	0,0378	0,0136	0,0474	0,0474	0,0540	0,0561	0,0606
4,8	0,0193	0,0229	0,0262	0,0291	0,0324	0,0352	0,0102	0,0111	0,0111	0,0509	0,0533	0,0576
5	0,0179	0,0212	0,0243	0,0274	0,0302	0,0328	0,0376	0,0417	0,0417	0,0480	0,0504	0,0547
6	0,0127	0,0151	0,0174	0,0196	0,0218	0,0238	0,0276	0,0310	0,0310	0,0368	0,0388	0,0131
7	0,0094	0,0112	0,0130	0,0147	0,0164	0,0180	0,0210	0,0238	0,0238	0,0286	0,0306	0,0316
8	0,0073	0,0087	0,101	0,0111	0,0127	0,0110	0,0165	0,0187	0,0187	0,0228	0,0216	0,0283
9	0,0058	0,0069	0,0080	0,0091	0,0102	0,0112	0,0132	0,0152	0,0152	0,0186	0,0202	0,0236
10	0,0047	0,0058	0,0065	0,0074	0,0083	0,0092	0,0109	0,0125	0,0125	0,0154	0,0167	0,0198



**Bảng IV.5a** — Bảng Trị số hệ số  $K_T$  để tính ứng suất nén d-ới góc đỉnh tam giác tải trọng tác dụng trên diện chịu tải hình chữ nhật chịu tải trọng tam giác

$z/b$ \ $a/b$	0,2	0,6	1,0	1,4	1,8	2,0	4,0	10,0
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,2	0,0223	0,0296	0,0304	0,0305	0,0306	0,0306	0,0306	0,0306
0,4	0,0269	0,0487	0,0531	0,0543	0,0546	0,0547	0,0549	0,0549
0,6	0,0259	0,0560	0,0654	0,0684	0,0694	0,0696	0,0702	0,0702
0,8	0,0232	0,0553	0,0688	0,0739	0,0759	0,0764	0,0776	0,0776
1,0	0,0201	0,0508	0,0666	0,0735	0,0766	0,0774	0,0794	0,0796
1,2	0,0171	0,0450	0,0615	0,0698	0,0738	0,0749	0,0779	0,0783
1,4	0,0145	0,0392	0,0551	0,0644	0,0692	0,0707	0,0748	0,0753
1,6	0,0123	0,0339	0,0492	0,0586	0,0639	0,0656	0,0708	0,0715
1,8	0,0105	0,0394	0,0435	0,0528	0,0585	0,0604	0,0666	0,0675
2,0	0,0090	0,0255	0,0384	0,0474	0,0533	0,0553	0,0624	0,0636
2,5	0,0063	0,0183	0,0284	0,0362	0,0419	0,0440	0,0529	0,0548
3,0	0,0046	0,0135	0,0214	0,0280	0,0331	0,0352	0,0449	0,0476
5,0	0,0018	0,0054	0,0088	0,0120	0,0148	0,0161	0,0248	0,0301
7,0	0,0009	0,0028	0,0047	0,0064	0,0081	0,0089	0,0152	0,0212
10,0	0,0005	0,0014	0,0023	0,0033	0,0041	0,0046	0,0084	0,0139



**Bảng IV.5b** — Bảng Trị số hệ số  $K_T$  để tính ứng suất nén  $\sigma$  ở góc đáy tam giác tải trọng tác dụng trên diện chịu tải hình chữ nhật chịu tải trọng tam giác

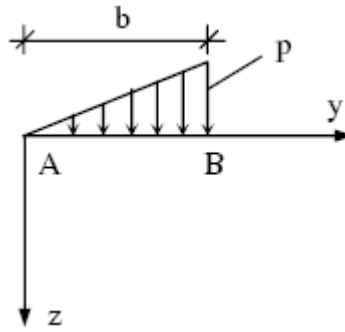
$a/b \backslash z/b$	0,25	0,50	1,00	1,50	2,00	5,0
0,15	0,020	0,021	0,015	0,010	0,007	0,001
0,30	0,031	0,037	0,029	0,020	0,013	0,003
0,60	0,035	0,053	0,051	0,039	0,029	0,006
1,00	0,036	0,060	0,068	0,053	0,039	0,009
1,50	0,037	0,061	0,075	0,063	0,049	0,012
2,00	0,037	0,062	0,078	0,068	0,055	0,017
3,00	0,037	0,063	0,078	0,071	0,059	0,022
6,00	0,037	0,063	0,079	0,071	0,062	0,026
10,00	0,038	0,064	0,080	0,072	0,063	0,028
20,00	0,038	0,064	0,080	0,072	0,063	0,030

Bảng IV.6

Trị số các hệ số để xác định ứng suất do tác dụng của tải trọng băng phân bố đều

$$\sigma_z = K_z \cdot p; \quad \sigma_y = K_y \cdot p; \quad \tau_{zy} = K_{zy} \cdot p$$

$\frac{z}{b}$	$\frac{y}{b}$																	
	0.00			0.25			0.50			1.00			1.50			2.00		
	$K_z$	$K_y$	$K_{zy}$	$K_z$	$K_y$	$K_{zy}$	$K_z$	$K_y$	$K_{zy}$	$K_z$	$K_y$	$K_{zy}$	$K_z$	$K_y$	$K_{zy}$	$K_z$	$K_y$	$K_{zy}$
0.0	1.0	1.0	0	1.0	1.0	0.0	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.2	0.9	0.4	0	0.9	0.3	0.1	0.5	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.6	0.1	0	0.7	0.1	0.1	0.4	0.2	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
0.7	0.6	0.0	0	0.6	0.1	0.1	0.4	0.1	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0
1.0	0.5	0.0	0	0.5	0.0	0.0	0.4	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0
1.2	0.4	0.0	0	0.4	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0
1.5	0.4	0.0	0	0.3	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0
1.7	0.3	=	0	0.3	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0
2.0	0.3	=	0	0.3	=	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0
3.0	0.2	=	0	0.2	=	0.0	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0
4.0	0.1	=	0	0.1	=	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0
5.0	0.1	=	0	0.1	=	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0
6.0	0.1	=	0	0.1	=	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0



**Bảng IV.7 - Trị số K để tính ứng suất nén dưới tác dụng của tải trọng dạng tam giác hình bẻng**

$\frac{z}{b}$	Những giá trị của $y/b$										
	-1,5	-1,0	-0,5	0,0	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5
<b>0,00</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,250	0,500	0,750	0,500	0,000	0,000	0,000
<b>0,25</b>	-	-	0,001	0,075	0,256	0,480	0,643	0,424	0,015	0,003	-
<b>0,50</b>	0,002	0,003	0,023	0,127	0,263	0,410	0,477	0,353	0,056	0,017	0,003
<b>0,75</b>	0,006	0,016	0,042	0,153	0,248	0,335	0,361	0,293	0,108	0,024	0,009
<b>1,00</b>	0,014	0,025	0,061	0,159	0,223	0,275	0,279	0,241	0,129	0,045	0,013
<b>1,50</b>	0,020	0,048	0,096	0,145	0,173	0,200	0,202	0,185	0,124	0,062	0,041
<b>2,00</b>	0,033	0,061	0,092	0,127	0,146	0,155	0,163	0,153	0,108	0,069	0,050
<b>3,00</b>	0,050	0,064	0,080	0,096	0,103	0,104	0,103	0,104	0,090	0,071	0,050
<b>4,00</b>	0,051	0,060	0,067	0,075	0,078	0,085	0,082	0,015	0,073	0,060	0,049
<b>5,00</b>	0,047	0,052	0,057	0,059	0,062	0,063	0,008	0,065	0,061	0,051	0,047
<b>6,00</b>	0,041	0,041	0,050	0,051	0,052	0,053	0,053	0,053	0,050	0,050	0,045

Ghi chú : - Bảng tra hệ số K ứng với trường hợp trục z đặt ở đầu mút  $p = 0$

**Bảng V.1 - Xác định hệ số  $\omega$**

Hình dáng móng	$\omega_c$	$\omega_0$	$\omega_m$	$\omega_{const}$
Tròn	0,64	1,00	0,85	0,79
Vuông $l/b = 1$	$\omega_0/2$	1,12	0,95	0,88
Chữ nhật với $l/b$	$\omega_0/2$			
1,5		1,36	1,15	1,08
2,0		1,53	1,30	1,22
3,0		1,78	1,53	1,44
4,0		1,96	1,70	1,61
5,0		2,10	1,83	1,72
6,0		2,23	1,96	-
7,0		2,33	2,04	-
8,0		2,42	1,21	-
9,0		2,49	2,19	-
10,0		2,53	2,25	2,12
20,0		2,95	2,64	-
30,0		3,23	2,88	-
40,0		3,42	3,07	-
50,0		3,45	3,22	-
100,0	4,00	3,69	-	

**Bảng V.2 - Trị số  $A_\omega$  cho đế móng hình tròn**

Loại đất	Hệ số nở hông $\mu$	$\omega_0$	$\omega_m$	$\omega_{const}$	$\omega_c$	
Cát	0,20	1,07	0,91	0,84	0,68	
Sét pha	Cát pha	0,25	1,13	0,96	0,88	0,72
		0,30	1,23	1,04	0,96	0,78
	Sét	0,35	1,41	1,20	1,11	0,90
		0,40	1,80	1,53	1,41	1,15



**Bảng V.3 - Trị số  $A\omega_c$  cho đế móng chữ nhật****V.3.a**

$\mu$ l/b	0,10	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
1,0	0,568	0,598	0,631	0,687	0,790	1,010
1,1	0,598	0,627	0,662	0,70	0,820	1,059
1,2	0,621	0,654	0,690	0,751	0,863	1,104
1,3	0,644	0,679	0,716	0,780	0,896	1,146
1,4	0,667	0,702	0,740	0,806	0,927	1,185
1,5	0,687	0,724	0,764	0,832	0,956	1,222
1,6	0,707	0,745	0,785	0,855	0,983	1,251
1,7	0,725	0,764	0,806	0,878	1,009	1,239
1,8	0,743	0,783	0,825	0,899	1,033	1,321
1,9	0,760	0,800	0,844	0,919	1,057	1,350
2,0	0,775	0,817	0,862	0,938	1,079	1,379
2,1	0,791	0,833	0,878	0,957	1,100	1,406
2,2	0,805	0,848	0,895	0,974	1,120	1,431
2,3	0,819	0,863	0,910	0,991	1,139	1,456
2,4	0,832	0,877	0,925	1,007	1,158	1,480
2,5	0,845	0,890	0,939	1,022	1,176	1,502
2,6	0,857	0,903	0,953	1,037	1,193	1,524
2,7	0,869	0,916	0,966	1,052	1,209	1,546
2,8	0,881	0,928	0,979	1,065	1,225	1,566
2,9	0,892	0,940	0,991	1,079	1,241	1,566
3,0	0,903	0,951	1,003	1,092	1,256	1,605
3,2	0,923	0,972	1,026	1,117	1,284	1,641
3,4	0,942	0,993	1,047	1,140	1,344	1,675
3,6	0,961	1,012	1,067	1,162	1,330	1,708
3,8	0,978	1,030	1,086	1,183	1,360	1,738
4,0	0,994	1,047	1,105	1,203	1,383	1,767
4,2	1,008	1,064	1,122	1,222	1,404	1,795
4,4	1,025	1,079	1,139	1,239	1,425	1,821
4,6	1,039	1,094	1,154	1,257	1,445	1,847
4,8	1,052	1,109	1,169	1,273	1,464	1,871
5,0	1,065	1,122	1,184	1,289	1,482	1,894

**Bảng V.3 (tiếp) - Trị số  $A\omega_c$  cho đế móng chữ nhật****V.3b**

$\mu$ l/b	<b>0,10</b>	<b>0,20</b>	<b>0,25</b>	<b>0,30</b>	<b>0,35</b>	<b>0,40</b>
<b>5,5</b>	1,096	1,155	1,218	1,326	1,524	1,948
<b>6,0</b>	1,124	1,184	1,249	1,360	1,568	1,998
<b>6,5</b>	1,150	1,211	1,277	1,391	1,599	2,044
<b>7,0</b>	1,173	1,236	1,304	1,420	1,632	2,086
<b>7,5</b>	1,195	1,259	1,328	1,446	1,663	2,125
<b>8,0</b>	1,216	1,281	1,351	1,472	1,692	2,162
<b>8,5</b>	1,236	1,302	1,373	1,495	1,719	2,197
<b>9,0</b>	1,254	1,321	1,393	1,517	1,744	2,230
<b>9,5</b>	1,272	1,340	1,413	1,538	1,769	2,261
<b>10,0</b>	1,288	1,357	1,431	1,558	1,792	2,290
<b>11,0</b>	1,319	1,389	1,465	1,595	1,834	2,344
<b>12,0</b>	1,347	1,419	1,496	1,629	1,875	2,394
<b>13,0</b>	1,372	1,446	1,525	1,661	1,909	2,440
<b>14,0</b>	1,396	1,471	1,551	1,689	1,942	2,482
<b>15,0</b>	1,418	1,494	1,576	1,716	1,973	2,522
<b>16,0</b>	1,459	1,537	1,621	1,765	2,029	2,594
<b>17,0</b>	1,459	1,537	1,621	1,765	2,029	2,594
<b>18,0</b>	1,477	1,556	1,641	1,787	2,055	2,626
<b>19,0</b>	1,495	1,575	1,661	1,808	2,079	2,657
<b>20,0</b>	1,511	1,592	1,679	1,828	2,102	2,687
<b>25,0</b>	1,583	1,668	1,759	1,915	2,202	2,814
<b>30,0</b>	1,642	1,730	1,824	1,986	2,284	2,919
<b>35,0</b>	1,692	1,782	1,880	2,041	2,353	3,007
<b>40,0</b>	1,735	1,827	1,927	2,099	2,413	3,084
<b>50,0</b>	1,807	1,903	2,007	2,186	2,513	3,212
<b>60,0</b>	1,865	1,865	2,072	2,257	2,594	3,316
<b>70,0</b>	1,915	2,017	2,128	2,317	2,664	3,404
<b>80,0</b>	1,958	2,063	2,176	2,369	2,723	3,481
<b>100,0</b>	2,030	2,139	2,256	2,456	2,824	3,609

Số và cuộn	Cát									Sét pha								
	Đất sét cứng và sét pha									Đất sét pha								
	$\mu = 0,20$			$\mu = 0,25$			$\mu = 0,30$			$\mu = 0,35$			$\mu = 0,40$					
	$A_{\Phi_0}$	$A_{\Phi_m}$	$A_{\Phi_{const}}$	$A_{\Phi_0}$	$A_{\Phi_m}$	$A_{\Phi_{const}}$	$A_{\Phi_0}$	$A_{\Phi_m}$	$A_{\Phi_{const}}$	$A_{\Phi_0}$	$A_{\Phi_m}$	$A_{\Phi_{const}}$	$A_{\Phi_0}$	$A_{\Phi_m}$	$A_{\Phi_{const}}$			
1,13	0,96	1,20	0,94	1,26	1,07	0,99	1,37	1,17	1,08	1,58	1,34	1,24	2,02	1,71	1,58			
1,37	1,16	1,09	1,15	1,53	1,30	1,21	1,66	1,40	1,32	1,91	1,62	1,52	2,44	2,07	1,94			
1,55	1,31	1,23	1,30	1,72	1,47	1,37	1,68	1,80	1,49	2,16	1,83	1,72	2,76	2,34	2,20			
1,81	1,55	1,46	1,54	2,01	1,73	1,62	2,18	1,89	1,76	2,51	2,15	2,01	3,21	2,75	2,59			
1,99	1,72	1,63	1,72	2,21	1,92	1,81	2,41	2,09	1,97	2,77	2,39	2,26	3,53	3,06	2,90			
2,13	1,85	1,74	1,84	2,37	2,07	1,94	2,58	2,25	2,11	2,96	2,57	2,42	3,79	3,29	3,10			
2,25	1,98	-	-	2,50	2,21	-	2,72	2,41	-	3,14	2,76	-	4,00	3,53	-			
2,35	2,06	-	-	2,61	2,31	-	2,84	2,51	-	3,26	2,87	-	4,18	3,67	-			
2,43	2,14	-	-	2,70	2,40	-	2,94	2,61	-	3,38	2,98	-	4,32	3,82	-			
2,51	2,21	-	-	2,79	2,47	-	3,03	2,69	-	3,49	3,08	-	4,46	3,92	-			
2,58	2,27	2,15	2,26	2,86	2,54	2,83	3,12	2,77	2,60	3,58	3,17	2,98	4,58	4,05	3,82			

**Bảng V.4 - Hệ số K để tính lún khi nền là lớp đất có chiều dày hữu hạn**

m=2z/b	Móng tròn	Móng chữ nhật với tỷ số giữa các cạnh l/b					
		1	1,5	2	3	5	$\infty$
0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,2	0,045	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,052
0,4	0,090	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,104
0,6	0,135	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,156
0,8	0,179	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,208
1,0	0,233	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,260
1,2	0,266	0,299	0,300	0,300	0,300	0,300	0,311
1,4	0,308	0,342	0,349	0,349	0,349	0,349	0,362
1,6	0,348	0,381	0,395	0,397	0,397	0,397	0,412
1,8	0,382	0,415	0,437	0,442	0,442	0,442	0,462
2,0	0,411	0,446	0,476	0,484	0,484	0,484	0,511
2,2	0,437	0,474	0,511	0,524	0,525	0,525	0,560
2,4	0,461	0,499	0,543	0,561	0,566	0,566	0,605
2,6	0,482	0,522	0,573	0,595	0,604	0,604	0,648
2,8	0,501	0,542	0,601	0,626	0,640	0,640	0,687
3,0	0,517	0,560	0,625	0,655	0,674	0,674	0,726
3,2	0,532	0,577	0,647	0,682	0,706	0,708	0,763
3,4	0,546	0,592	0,668	0,707	0,736	0,741	0,798
3,6	0,558	0,606	0,688	0,730	0,764	0,772	0,831
3,8	0,569	0,618	0,708	0,752	0,791	0,808	0,862
4,0	0,579	0,630	0,722	0,773	0,816	0,830	0,892
4,2	0,588	0,641	0,737	0,791	0,839	0,853	0,921
4,4	0,596	0,651	0,751	0,809	0,861	0,889	0,949
4,6	0,604	0,660	0,764	0,824	0,888	0,908	0,976
4,8	0,611	0,668	0,776	0,841	0,902	0,932	1,001
5,0	0,618	0,676	0,787	0,855	0,921	0,955	1,026
5,2	0,624	0,683	0,798	0,868	0,939	0,977	1,050
5,4	0,630	0,690	0,808	0,881	0,955	0,998	1,073
5,6	0,635	0,697	0,818	0,893	0,971	1,018	1,095
5,8	0,640	0,703	0,827	0,904	0,989	1,038	1,117
6,0	0,645	0,709	0,836	0,913	1,000	1,057	1,138

**Bảng V.6 - Hệ số M**

m=2h/b	0 < m ≤ 0,5	0,5 < m ≤ 1,0	1,0 < m ≤ 2,0	2,0 < m ≤ 3,0	3,0 < m ≤ 5,0
M	1	0,95	0,9	0,8	0,75

**Bảng V.7 - Bảng trị số N để tính lún theo thời gian**

$U = \frac{St}{S}$	Trị số N			$U = \frac{St}{S}$	Trị số N		
	Ứng với sơ đồ				Ứng với sơ đồ		
	0	1	2		0	1	2
<b>0,05</b>	0,005	0,060	0,002	<b>0,55</b>	0,590	0,840	0,320
<b>0,10</b>	0,020	0,120	0,005	<b>0,60</b>	0,710	0,950	0,420
<b>0,15</b>	0,040	0,180	0,010	<b>0,65</b>	0,840	0,100	0,540
<b>0,20</b>	0,070	0,250	0,020	<b>0,70</b>	1,000	1,240	0,690
<b>0,25</b>	0,120	0,310	0,040	<b>0,75</b>	1,180	1,420	0,880
<b>0,30</b>	0,170	0,390	0,060	<b>0,80</b>	1,400	1,640	1,080
<b>0,35</b>	0,240	0,470	0,090	<b>0,85</b>	1,690	1,930	1,360
<b>0,40</b>	0,310	0,550	0,130	<b>0,90</b>	2,090	2,350	1,770
<b>0,45</b>	0,390	0,630	0,180	<b>0,95</b>	2,800	3,170	2,540
<b>0,50</b>	0,490	0,730	0,290	<b>1,00</b>	∞	∞	∞

**Bảng VI.1** Trị số  $N_q, N_c, N_\gamma$  để tính tải trọng giới hạn theo Xocolovski cho móng  
bằng nông trường hợp tải trọng nghiêng  $P_{gh} = N_q \cdot \gamma h + N_c \cdot c + N_\gamma \cdot \gamma \cdot y$

$\delta \backslash \varphi$		$5^\circ$	$10^\circ$	$15^\circ$	$20^\circ$	$25^\circ$	$30^\circ$	$35^\circ$	$40^\circ$	$45^\circ$
$0^\circ$	$N_q$	1,57	3,49	3,49	6,40	10,70	18,40	33,30	64,20	134,55
	$N_c$	6,49	8,34	11,00	14,90	20,70	30,20	46,20	75,30	133,50
	$N_\gamma$	0,17	0,56	1,40	3,16	6,92	15,32	35,19	86,46	236,30
$5^\circ$	$N_q$	1,24	2,16	3,44	5,56	9,17	15,60	27,90	52,70	96,40
	$N_c$	2,72	6,56	9,12	12,50	17,50	25,40	38,40	61,60	95,40
	$N_\gamma$	0,99	0,38	0,99	2,31	5,02	11,10	24,38	61,38	163,30
$10^\circ$	$N_q$		1,50	2,84	4,65	7,65	12,90	22,80	42,40	85,10
	$N_c$		2,84	6,83	10,00	14,30	20,50	31,10	49,30	84,10
	$N_\gamma$		0,17	0,62	1,51	3,42	7,64	17,40	41,78	109,50
$15^\circ$	$N_q$			1,79	3,64	6,13	10,40	18,10	33,30	65,40
	$N_c$			2,94	7,27	11,00	16,20	24,50	38,50	64,40
	$N_\gamma$			0,25	0,89	2,15	4,93	11,34	27,61	70,58
$20^\circ$	$N_q$				2,00	4,58	7,97	13,90	25,40	49,20
	$N_c$				3,00	7,68	12,10	18,50	29,10	48,20
	$N_\gamma$				0,32	1,19	2,92	6,91	16,41	43,00
$25^\circ$	$N_q$					2,41	5,67	10,20	18,70	36,75
	$N_c$					3,03	8,09	13,20	21,10	36,75
	$N_\gamma$					0,38	1,50	3,84	9,85	24,86
$30^\circ$	$N_q$						2,75	6,94	13,10	25,40
	$N_c$						3,02	8,49	14,40	24,40
	$N_\gamma$						0,43	1,84	4,96	13,31
$35^\circ$	$N_q$							3,08	8,43	16,72
	$N_c$							2,97	8,86	15,72
	$N_\gamma$							0,47	2,21	6,41
$40^\circ$	$N_q$								3,42	10,15
	$N_c$								2,88	9,15
	$N_\gamma$								0,49	2,60
$45^\circ$	$N_q$									3,78
	$N_c$									2,78
	$N_\gamma$									0,50

**Bảng VI.2 – Bảng tra  $N_\gamma$ ,  $N_q$ ,  $N_c$  trong công thức của TERZAGHI**

$\varphi^0$	$N_\gamma$	$N_q$	$N_c$	$\varphi^0$	$N_\gamma$	$N_q$	$N_c$
0	0	1	5.14	27	13.9	13.2	24.0
5	1	1.56	6.47	28	16.1	14.7	25.8
10	1	2.49	8.45	29	18.8	16.4	27.9
11	1.2	2.71	8.80	30	21.8	18.4	30.4
12	1.43	2.97	9.29	31	25.5	20.6	32.7
13	1.69	3.26	9.80	32	29.8	23.2	35.5
14	1.99	3.59	10.4	33	34.8	26.1	38.7
15	2.32	3.94	11.0	34	40.9	29.4	42.2
16	2.72	4.33	11.6	35	48.0	33.3	46.1
17	3.14	4.77	12.3	36	56.6	37.8	50.6
18	3.69	5.25	13.1	37	67.0	42.9	55.7
19	4.29	5.80	13.9	38	79.5	48.9	61.4
20	4.97	6.40	14.8	39	94.7	56.0	67.9
21	5.76	7.07	15.8	40	113.0	64.2	75.4
22	6.68	8.83	16.9	41	133.0	73.9	83.9
23	7.73	8.66	18.1	42	164	85.4	93.7
24	8.97	9.60	19.3	43	199	99	105
25	10.4	10.7	20.7	44	244	115	118
26	12.0	11.8	22.2	45	297	135	135

**Bảng VI.3 - Bảng giá trị các hệ số A, B, D dùng cho công thức**

$$R^{tc} = m[(Ab + Bh)\gamma + Dc]$$

<b>Góc ma sát trong <math>\varphi^\circ</math></b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>D</b>
<b>0</b>	0,00	1,00	3,14
<b>2</b>	0,03	1,12	3,32
<b>4</b>	0,06	1,25	3,51
<b>6</b>	0,10	1,39	3,71
<b>8</b>	0,14	1,55	3,93
<b>10</b>	0,18	1,73	4,17
<b>12</b>	0,23	1,94	4,42
<b>14</b>	0,26	2,17	4,69
<b>16</b>	0,29	2,43	5,00
<b>18</b>	0,43	2,72	5,13
<b>20</b>	0,51	3,06	5,66
<b>22</b>	0,61	3,44	6,04
<b>24</b>	0,72	3,87	6,45
<b>26</b>	0,84	4,37	6,90
<b>28</b>	0,98	4,93	7,40
<b>30</b>	1,15	5,59	7,95
<b>32</b>	1,34	6,35	8,55
<b>34</b>	1,55	7,21	9,21
<b>36</b>	1,81	8,25	9,98
<b>38</b>	2,11	9,44	10,80
<b>40</b>	2,46	10,84	11,73
<b>42</b>	2,87	12,50	12,77
<b>44</b>	3,37	14,48	13,96
<b>45</b>	3,66	15,64	14,64



**Bảng VI.4**  
**Giá trị các hệ số sức chịu tải để tính tải trọng giới hạn cho móng nông theo Berezanxev trường hợp bài toán phẳng.**

$$P_{gh} = N_{\gamma_n} \cdot \gamma \cdot b + N_{q_n} \cdot q + N_{c_n} \cdot c$$

$\phi^0$	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46
$N_{\gamma_n}$	1,7	2,3	3,0	3,8	4,9	6,8	8,0	10,8	14,3	19,8	26,2	37,4	50,1	77,3	110,3	159,6
$N_{q_n}$	4,4	5,3	6,5	8,0	9,8	12,3	15,0	19,3	24,7	32,6	41,5	54,8	72,0	98,7	137,2	195,0
$N_{c_n}$	11,7	12,3	15,1	17,2	19,8	23,2	25,8	31,5	38,0	47,0	55,7	70,0	89,7	108,8	141,2	187,5

Hệ số

**Bảng VI.5**  
**Giá trị các hệ số chịu tải để tính tải trọng giới hạn cho móng nông theo Berezanxev**  
**trường hợp bài toán không gian**

$$P_{gh} = N_{\gamma_k} \cdot \gamma_k \cdot b + N_{q_k} \cdot q_k + N_{c_k} \cdot c$$

	16	Hệ số	$\varphi^0$	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42
$N_{\gamma_k}$	4.1	5.7	7.3	9.9	14.0	18.9	25.3	34.6	48.8	69.2	97.2	142.5	216.0	317.0	
$N_{q_k}$	4.5	6.5	8.5	10.8	14.1	18.6	24.8	32.8	45.5	46.0	87.6	127.0	185.0	270.0	
$N_{c_k}$	12.8	16.8	20.9	24.6	29.9	36.4	45.0	55.4	71.5	93.6	120.0	161.0	219.0	300.0	

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. **Cơ học đất** - Vũ Công Ngũ, Nguyễn Văn Dũng - NXB Khoa học kỹ thuật Hà Nội 1998.
- [2]. **Bài giảng Cơ học đất** - Nguyễn Đình Tiến.
- [3]. **Cơ học đất (tập I và II)** - Withlow - NXB Giáo dục, Hà Nội 1997
- [4]. **Bài tập cơ học đất** – Vũ Công Ngũ, Nguyễn Văn Thông – NXB Giáo dục 2008
- [5]. **Thí nghiệm đất hiện trường và ứng dụng trong phân tích nền móng** - Vũ Công Ngũ, Nguyễn Thái - NXB Khoa học kỹ thuật Hà Nội 2006.