

XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH CẦU ĐƯỜNG TRÊN NỀN ĐẤT YẾU

MỞ ĐẦU

GIỚI THIỆU MÔN HỌC

1. Sự cần thiết của môn học

- Đặc điểm cơ bản của công trình giao thông là trải trên một tuyến dài, chịu tải trọng lớn (đặc biệt là tải trọng ngang) và là tải trọng động. Do vậy, khâu quan trọng nhất và phức tạp nhất thường gặp là kỹ thuật xử lý nền móng công trình, đặc biệt là các công trình xây dựng trên nền đất yếu.
- Kết quả khảo sát địa chất công trình cho thấy ở Tp Hồ Chí Minh và đồng bằng sông Cửu Long ... nền đất yếu chiếm phần lớn. Đặc điểm chung của các loại đất yếu là sức chịu tải nhỏ và biến dạng lớn dưới tác dụng của tải trọng công trình. Nếu không hiểu rõ đặc điểm của đất yếu có thể dẫn đến lựa chọn biện pháp xử lý nền móng không thích hợp, tính toán thiết kế không đúng, do đó có thể gây lãng phí hoặc không đảm bảo an toàn cho công trình.
- Cùng với Cơ học đất, Nền và móng môn học này giúp sinh viên bước đầu làm quen với việc khảo sát – thiết kế – xây dựng các công trình giao thông trong điều kiện nền đất yếu.

2. Nội dung của môn học

- Xây dựng công trình cầu đường trên nền đất yếu được xem như là một chuyên đề trình bày các lý thuyết và kinh nghiệm về cơ học đất, nền và móng vào việc xử lý nền móng của công trình khi phải xây dựng trên nền đất yếu. Bài giảng môn học này được viết nhằm phục vụ cho sinh viên ngành cầu đường với thời lượng 45 tiết, bao gồm các nội dung như sau:
 1. Các khái niệm về lớp đất yếu, nền đất yếu, các tác động bất lợi của nền đất yếu đối với việc thiết kế xây dựng và sử dụng công trình.
 2. Một số biện pháp gia cố nền đất yếu dưới nền đường đắp.

3. Đại cương về việc ứng dụng vải và lưới địa kỹ thuật trong xây dựng cầu đường.
4. Đặc điểm thiết kế móng cọc dưới móng, trụ cầu trong điều kiện nền đất yếu.

Do khuôn khổ của một bài giảng nên nội dung của nó không thể đề cập tất cả các vấn đề mà đất yếu đặt ra cho người thiết kế - xây dựng ; thậm chí, một số nội dung chỉ được giới thiệu ở mức khái lược.

3. Tài liệu tham khảo chính:

1. Tiêu chuẩn khảo sát đường ô tô 22TCN 262 – 2000; 263 – 2000.
2. Nguyễn Quang Chiêu, THIẾT KẾ VÀ THI CÔNG NỀN ĐÁP TRÊN ĐẤT YẾU, Nhà xuất bản xây dựng, 2004.
3. Hoàng Văn Tân, Trần Đình Ngô và nnk. NHỮNG PHƯƠNG PHÁP XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH TRÊN NỀN ĐẤT YẾU. Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật - 1973.
4. Pierre LAREAL, Nguyễn Thanh Long, Lê Bá Lương, Nguyễn Quang Chiêu và nnk. CÔNG TRÌNH TRÊN ĐẤT YẾU TRONG ĐIỀU KIỆN VIỆT NAM. ĐHBK TP.HCM, 1990.
5. Bùi Đức Hợp, ỨNG DỤNG VẢI VÀ LƯỚI ĐỊA KỸ THUẬT TRONG XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH. Nhà xuất bản Giao thông vận tải, 2000.
6. ...

I . KHÁI NIỆM VỀ ĐẤT YẾU VÀ NỀN ĐẤT YẾU

I.1 . Một số định nghĩa.

1.1 Đất yếu:

Đất yếu mà chúng ta nói ở đây có thể hiểu là một lớp đất yếu, một tầng đất yếu nào đó. Nói chung khái niệm về đất yếu là rất tương đối và hiện nay chưa có định nghĩa chung nào được công nhận.

Có hai xu hướng để xây dựng định nghĩa về đất yếu:

- Dựa vào các chỉ tiêu cơ học vật lý của đất.

- Dựa trên mối tương quan sức chịu tải của nền đất và tải trọng mà móng truyền cho nền đất. Nếu tương ứng với một tải trọng được một đáy móng hợp lý truyền cho nền đất mà đất nền này không đủ sức chịu tải thì có thể xem là đất yếu.

Như thế, với cùng một loại đất có thể xem là đất yếu hoặc ngược lại tùy thuộc vào điều kiện công trình cụ thể.

Định nghĩa của Đalmatov : “ Đất yếu là những lớp đất có sức chịu tải nhỏ, tính nén lún mạnh và có cấu trúc yếu đến mức nếu không có những biện pháp xử lý đặc biệt thì việc xây dựng công trình trên nền đất đó tương đối khó khăn, đôi khi không thể thực hiện được “.

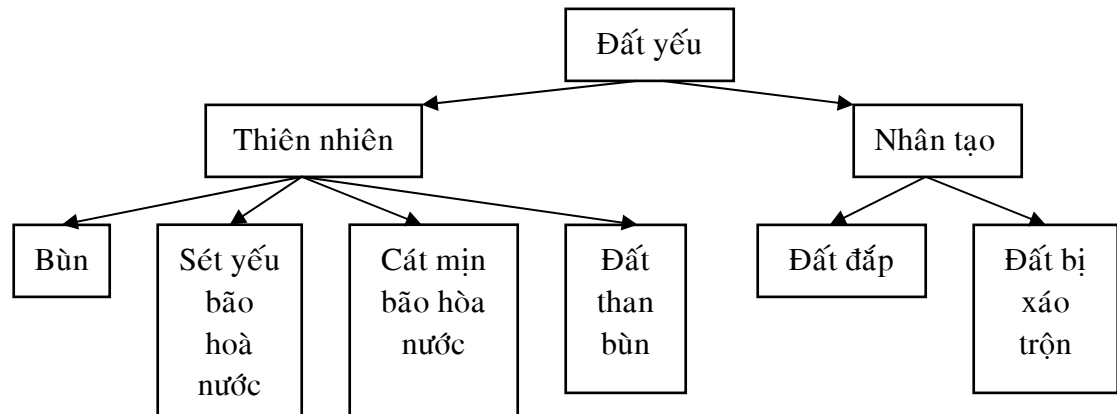
Về mặt định lượng ta cũng có thể dựa trên các chỉ tiêu cơ học - vật lý của đất để nhận dạng đất yếu như :

- ❖ Khả năng chịu tải thấp (từ 0.05 – 0,1 Mpa),
- ❖ Biến dạng lớn (mô đun biến dạng $E_0 \leq 5$ Mpa)
- ❖ Góc nội ma sát nhỏ ($\varphi =$ từ 4 – 8⁰)
- ❖ Lực dính nhỏ (C = từ 0.005-0.010 Mpa)
- ❖ Hệ số thấm nhỏ
- ❖ Hàm lượng nước cao (gần như bão hoà)
- ❖ Hệ số rỗng ε lớn
- ❖ Có lẫn nhiều hay ít hữu cơ.

Những lớp đất yếu thường gặp:

Những lớp đất yếu thường gặp có thể phân làm hai loại chính:

- *Đất yếu tự nhiên*: Các loại bùn, sét yếu bão hoà nước, cát mịn bão hoà nước, đất than bùn.
- *Đất yếu không phải tự nhiên*: Đất đắp, đất mới vừa sang lấp, đất bị xáo trộn.



Đặc điểm chính của các loại đất yếu tự nhiên

Bùn: là các lớp đất mới được thành tạo trong môi trường nước ngọt hoặc nước biển gồm các hạt rất mịn (phù sa), hàm lượng hữu cơ dưới 12%. Càng xuống sâu lượng hữu cơ càng giảm; độ ẩm tự nhiên $W > 70\%$; $W > W_s$ (giới hạn sệt); $\gamma_w = 1.4 \div 1.5 T / m^3$, hệ số rỗng $e = 1.5 \div 1.9$, có thể nói bùn là những trầm tích nén chưa chặt, kết cấu tự nhiên dễ thay đổi.

- Khả năng chịu tải rất kém: mô đun biến dạng E_0 nhỏ.

$E_0 = (0,1 \div 0,5)$ Mpa đối với bùn sét.

$E_0 = (1 \div 2)$ Mpa đối với bùn sét pha cát.

$E_0 = (2,0 \div 2,5)$ Mpa đối với bùn cát pha sét.

Theo tiêu chuẩn 205 - 1998 phân loại bùn thành : Bùn sét, bùn á sét, bùn á cát.

Đất sét yếu bão hoà nước: Cũng như các loại đất khác, đất sét gồm ba thể: Thể rắn (hạt khoáng) thể lỏng (nước) và thể khí. Đất sét yếu thường bão hoà nước cho nên chỉ có hai thể là rắn và lỏng.

Hạt sét là những hạt $d < 0.005$ mm, có khả năng hút lớn (sức hút lên đến 1000 ắt một phe) và giữ lại xung quanh hạt một màng nước, vì vậy hàm lượng

hạt sét trong đất ảnh hưởng có tính chất quyết định đến chất lượng xây dựng của đất.

Nước: bao gồm màng nước bao quanh các hạt sét kể trên và nước tự do. Nước màng có chiều dày không quá 0.5μ gồm nước hút bám (bao quanh các hạt sét) và nước liên kết (liên kết các hạt sét) chỉ có thể tách rời bằng sự bốc hơi.

Nước tự do là nước chứa trong các lỗ rỗng của đất dưới dạng nước trọng lực (nước ngầm, tầng chứa nước) và nước mao dẫn .

Tính chất biến dạng của đất sét yếu bão hòa nước được quyết định do bản chất mối liên kết giữa các hạt sét. Dù chỉ dưới áp lực nhỏ, mức độ nén lún của đất sét yếu cũng có thể đạt trị số đáng kể. Quá trình biến dạng xảy ra theo thời gian dài với tốc độ cố kết chậm.

Đất cát mịn bão hoà nước: Đất cát mịn bão hoà nước gồm những hạt cát mịn cỡ hạt 0.08-0.5 mm, có kết cấu rời rạc, ở trạng thái bão hoà nước, nén chặt dễ dàng, có chứa hữu cơ. Khi bị rung động, cát yếu có thể trở thành trạng thái lỏng nhớt còn gọi là cát chảy.

Đất than bùn: là loại đất có chứa hàm lượng hữu cơ lớn, hàm lượng hữu cơ này đang trong quá trình phân huỷ nên có ảnh hưởng lớn đến chất lượng xây dựng công trình.

Hàm lượng hữu cơ: $10\% \div 30\%$: Nhiễm than bùn

Hàm lượng hữu cơ: $30\% \div 60\%$: Đất than bùn

Hàm lượng hữu cơ: $> 60\%$: Than bùn

Đất có hàm lượng hữu cơ nhỏ hơn 10% là đất khoáng
(đất bình thường).

Trạng thái vật lý: Độ ẩm lớn $85 \div 95\%$ hoặc lớn hơn nữa ; hệ số nén lún $a = (3 \div 8 \div 10) \text{ cm}^2 / \text{ kG}$

1.2 Nền đất yếu

Định nghĩa: Nền đất yếu là nền đất trong đó có một hoặc nhiều lớp đất yếu, mà những lớp đất yếu đó có ảnh hưởng bất lợi đến sự làm việc của móng.

Một số dạng nền đất yếu:

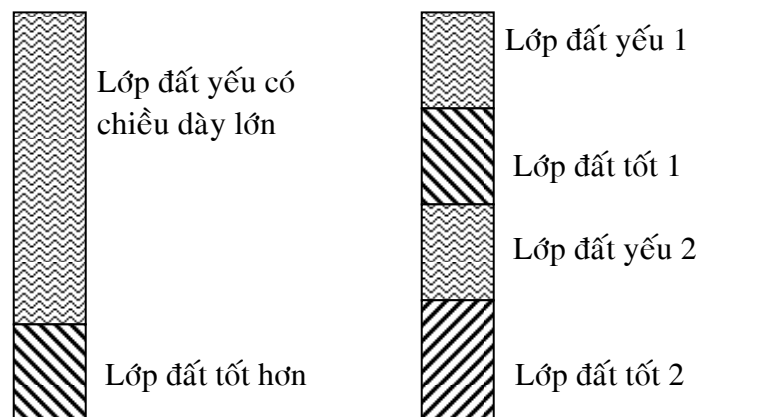
Những dạng nền như thế nào thì được xem là nền đất yếu, hiện nay chưa có định nghĩa vì nó phải được xét trong sự tương tác giữa nền và móng công trình.

Những dạng nền đất yếu đề cập sau đây chỉ xuất phát từ điều kiện địa chất công trình.

- Dạng 1: Nền đất có bề dày lớp đất yếu ở bên trên rất lớn: ($10 \div 20 \div 30$)m, bên dưới là các lớp đất tốt hơn.

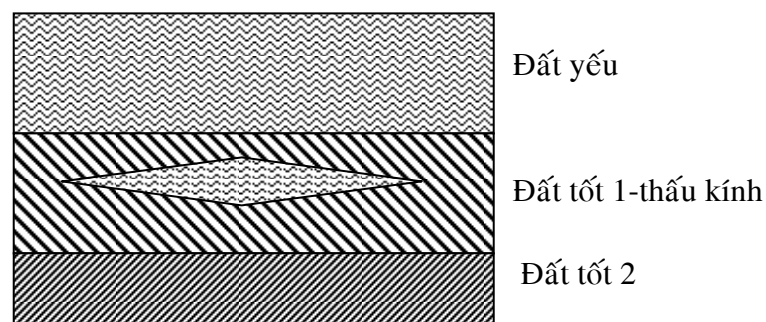
- Dạng 2: Nền đất có các lớp đất yếu nằm xen kẽ với các lớp đất tốt. Đôi khi có hai lớp đất yếu khác nhau nằm kề nhau, lớp đất yếu thứ hai nằm sâu hơn và yếu hơn lớp đất yếu nằm trên nó.

- Dạng 3: Nền đất có các lớp đất yếu xen kẽ với nhiều thấu kính đất yếu. Thường kích thước thấu kính khó xác định chính xác. Nền đất với các thấu kính đất yếu có tính không đồng nhất rất lớn.



Dạng 1

Dạng 2



Dạng 3

1.3 Khái niệm về đất trầm tích

Sự hình thành đất đá trên bề mặt trái đất chia thành năm nguyên đại:

- | | |
|-----------------------------------|------------------|
| 1. Nguyên đại thái tổ A_r . | : 2 tỉ năm. |
| 2. Nguyên đại nguyên sinh P_t . | |
| 3. Nguyên đại cổ sinh P_z . | : 0.5 tỉ năm. |
| 4. Nguyên đại trung sinh M_z . | : 190 triệu năm. |
| 5. Nguyên đại tân sinh. | : 65 triệu năm. |

Nguyên đại tân sinh chia thành ba kỷ:

Paleozen (P)

Neozen (N)

Kỷ thứ tư (đệ tứ) cách nay hơn một triệu năm. Tầng đất này ký hiệu Q. Trong kỷ đệ tứ này chia thành bốn kỳ:

- Kỳ dưới: Q_I

- Kỳ giữa: Q_{II}

- Kỳ trên: Q_{III}

- Kỳ hiện đại: Q_{IV} : Đất trẻ nhất, các trầm tích pleitoxen và hólôxen (11000 năm)

Các lớp đất yếu có thể gặp ở các hiện trường xây dựng của khu vực đồng bằng sông Cửu long thuộc trầm tích kỳ hiện đại Q_{IV}

Bảng 1.1 và 1.2 là các chỉ tiêu cơ lý trung bình của đất yếu ở Nhà bè, TPHCM và đồng bằng sông Cửu long

Bảng 1.1: Các chỉ tiêu cơ lý trung bình của đất yếu ở Nhà bè, TPHCM									
Tên đất	γ (T/m ³)	γ_{dn} (T/m ³)	Δ	ε	C (Kg/cm ²)	φ	W_{nh} (%)	I_p (%)	
Bùn sét hữu cơ	1,55	0,48	2,62	2,35	0,71	2° 56'	71,4	34,2	
Bùn sét	1,45	0,47	2,63	2,22	0,8	8° 15'	60,5	27,8	

Bảng 1.2: Chỉ tiêu vật lý của đất bùn đồng bằng sông Cửu long (Ghi chú: trong dấu ngoặc là trị tối thiểu và trị tối đa)									
Tên đất	W(%)	$\gamma_k(T/m^3)$	$\gamma_h(T/m^3)$	$W_{nh}(\%)$	$W_d(\%)$	$I_p(\%)$	I_L	G (%)	ε
Bùn sét	61,5 (48-84)	1,0 (0,88-1,16)	2,67 (2,47-2,72)	53,6 (48,3-73,5)	31 (25-39)	28,9 (23,3-34,5)	1,36 (0,92-3,37)	98,8 (92,9-100)	1,7 (1,4-2,2)
Bùn á sét	43 (27-65)	1,12 (0,98-1,32)	2,65 (2,55-2,76)	38,9 (27,3-51,5)	24,5 (16-34)	14,4 (11,3-17,5)	1,62 (0,77-2,41)	98,7 (94,9-100)	1,25 (0,8-1,67)
Bùn á cát	33,9 (27-40,4)	1,36 (1,26-1,49)	2,62 (2,3-2,72)	28,3 (27,3-31,5)	19,4 (18,8-22)	8,9 (8,5-9,5)	1,54 (1,14-2,26)	97,5 (89,3-100)	0,94 (0,8-1,19)

1.4 Những lưu ý khi khảo sát, thiết kế, xây dựng công trình cầu đường trên đất yếu:

1. Phải chú trọng khâu khảo sát địa chất công trình: Qui mô khảo sát (số lượng lỗ khoan, chiều sâu lỗ khoan ...), các phương pháp thí nghiệm (trong phòng, hiện trường và song song đồng thời cả hai) để xác định đầy đủ các thông tin về địa chất công trình phục vụ việc thiết kế – xây dựng.

2. Thiết kế: Nghiên cứu kỹ các điều kiện tự nhiên và xây dựng để đưa ra các giải pháp kết cấu nền móng phù hợp nhất.

3. Thi công xây dựng công trình: đề xuất trình tự thi công, biện pháp thi công đáp ứng các yêu cầu xây dựng trong điều kiện đất yếu.

I.2 . Sơ lược phân bố nền đất yếu ở Việt Nam

Theo các nhà địa chất, các vùng đất yếu ở nước ta là những trầm tích mới được tạo thành trong kỷ thứ tư tập trung tại các đồng bằng sau đây.

Đồng bằng Bắc bộ nằm giữa sông Hồng và sông Thái Bình rộng khoảng 15000 km² do đất bồi tụ trong kỷ thứ tư, chiều dày từ vài mét đến hơn 100 m.

Đồng bằng Thanh Nghệ Tĩnh có những khu vực bồi tụ xen kẽ nhau. So với đồng bằng Bắc bộ trầm tích ở đây không dày lắm.

Đồng bằng ven biển Trung bộ là những trầm tích kỷ thứ tư thường gặp ở thung lũng các sông, các đầm, phá.

Đồng bằng Nam bộ rộng khoảng 39000km², có thể chia làm ba khu vực dựa trên chiều dày lớp đất yếu như sau:

- Chiều dày từ 1 ÷ 30 m : Bao gồm các vùng ven thành phố Hồ Chí Minh, thượng nguồn các sông Vàm Cỏ Đông, phía tây Đồng Tháp Mười, rìa quanh vùng Thất Sơn cho tới vùng ven biển Hà Tiên, Rạch Giá, Rìa Đông bắc đồng bằng từ Vũng Tàu đến Biên Hoà.
- Chiều dày từ 5 ÷ 30 m: phân bố kể cận khu vực trên và chiếm đại bộ phận đồng bằng và khu trung tâm Đồng Tháp Mười.

- Chiều dày từ 15 ÷ 300 m: Bao gồm tỉnh Vĩnh Long, Trà Vinh, Bến Tre tới vùng duyên hải các tỉnh Minh Hải, Tiền Giang, Cần Thơ, Sóc Trăng.

Các lớp đất yếu thường nằm xen kẽ nhau hoặc xen kẽ với các lớp đất tốt hơn.

Tại thành phố Hồ Chí Minh:

Đất yếu ở khu vực quận 4, quận 6, quận 7, quận 8, quận Bình Thạnh, Bắc nhà bè, Nam Bình Chánh, quận 2 và một phần quận 1, một phần Thủ Đức.

Nền đất tốt ở khu vực quận 10, quận 11, quận 5, quận Tân Bình và một phần ở quận 3, đặc biệt là ở khu vực sân bay Tân Sơn Nhất.

II . NHỮNG NGUYÊN NHÂN GÂY HƯ HỎNG CÔNG TRÌNH CẦU ĐƯỜNG ĐƯỢC XÂY DỰNG TRÊN NỀN ĐẤT YẾU.

II.1 . Phân loại các nguyên nhân

Trong thời gian vừa qua, ở nước ta khối lượng xây dựng giao thông là rất lớn, nhiều công trình có chất lượng tốt và một số ít công trình xảy ra sự cố. Việc tổng kết, phân tích một cách khoa học, đầy đủ về các nguyên nhân gây hư hỏng công trình giao thông được xây dựng trên nền đất yếu đến nay chưa có nhiều.

Các hình thức (dạng) hư hỏng công trình giao thông liên quan đến nền đất yếu có thể gặp như sau:

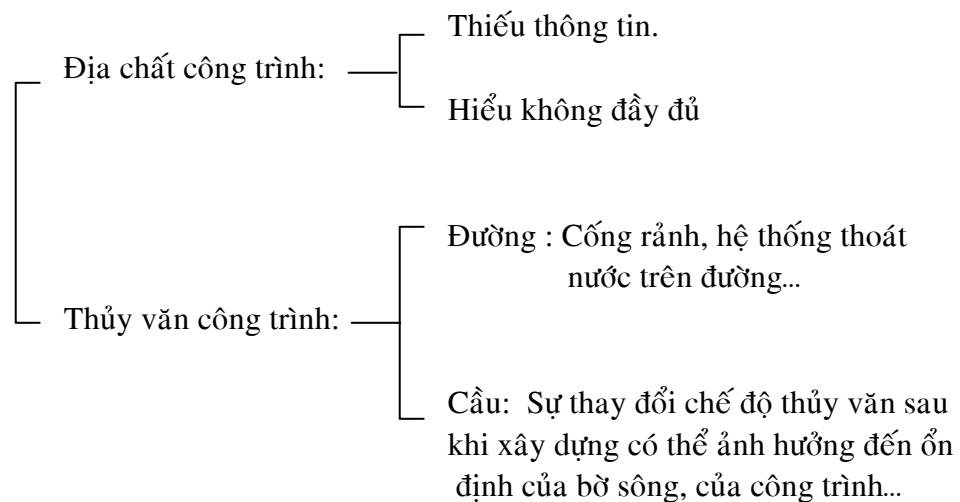
- Ở các đoạn đường đắp đang sử dụng thì bị trượt, sụt một phần trên chiều rộng và chiều dài của đường.
- Đường đắp sau một thời gian sử dụng mặt đường bị lún xuống và thấp hơn đáng kể so với cao độ thiết kế .
- Các mái taluy đường đào bị trượt.
- Mố cầu gặp sự cố nhiều hơn trụ cầu, do ảnh hưởng của đất đắp, mố cầu có thể bị nghiêng ra phía sông trong khi đắp khối đất sau mố.
- Đất đắp ở phía sau mố lún rất nhiều.
- Trụ cầu có thể có các cọc bị đẩy nghiêng, xô gãy trong quá trình thi công.

Về các nguyên nhân sự cố, thông thường được qui về:

- Không đánh giá hết điều kiện tự nhiên tại nơi xây dựng.
- Sai sót do các nhà thiết kế.
- Sai sót từ phía các nhà thi công.
- Do các nguyên nhân khác.

II.2 . Điều kiện tự nhiên

Thiếu hiểu biết về điều kiện tự nhiên tại nơi xây dựng có thể tóm tắt như sau:



II.3 . Thiết kế

- Đưa ra các giải pháp xử lý kỹ thuật chưa hợp lý đối với điều kiện nền đất yếu. Cần nghiên cứu kỹ yêu cầu của công trình được thiết kế để đề xuất và lựa chọn giải pháp đúng. Một số trường hợp có thể là chọn các tham số tính toán, công thức dùng không đúng.
- Ở giai đoạn thiết kế, khi đưa ra các giải pháp nền – móng chưa gắn chặt với điều kiện thi công đặc biệt là vấn đề chống vách các hố móng sâu, trình tự chung các giai đoạn thi công ...

II.4 . Thi công

- Chưa nghiên cứu kỹ hồ sơ thiết kế công trình liên quan đến đất yếu để đưa ra các chủ trương kỹ thuật đúng đắn, đặc biệt là trình tự kỹ thuật thi công, theo dõi và giám sát quá trình xây dựng.
- Chưa dự trù các biện pháp phòng ngừa hợp lý để xử lý kịp thời có hiệu quả các sự cố xảy ra trong quá trình thi công.

II.5 . Những nguyên nhân khác

- Quản lý kỹ thuật không thống nhất, không đồng bộ.
- Thời điểm khởi công, hoàn thành công trình có thể được quyết định một cách chủ quan ảnh hưởng đến chất lượng công trình.

Cũng cần lưu ý là trên thực tế các nguyên nhân thường không tách rời nhau; các khâu khảo sát, thiết kế, thi công ảnh hưởng lẫn nhau nên nếu phối hợp tốt thì công trình xây dựng trên đất yếu có chất lượng tốt.

Tóm lại: trên cơ sở giới thiệu lớp đất yếu, ta xây dựng khái niệm về nền đất yếu, tìm hiểu các hiện tượng hư hỏng công trình liên quan đến đất yếu và hiểu biết về các nguyên nhân chung có thể gây hư hỏng công trình.

III . NHỮNG KIẾN THỨC CƠ BẢN ĐỂ GIẢI QUYẾT MỘT SỐ BÀI TOÁN KHI XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH CẦU ĐƯỜNG TRÊN NỀN ĐẤT YẾU

III.1. Xác định ứng suất do tải trọng ngoài gây ra

1.1 Tải trọng ngoài

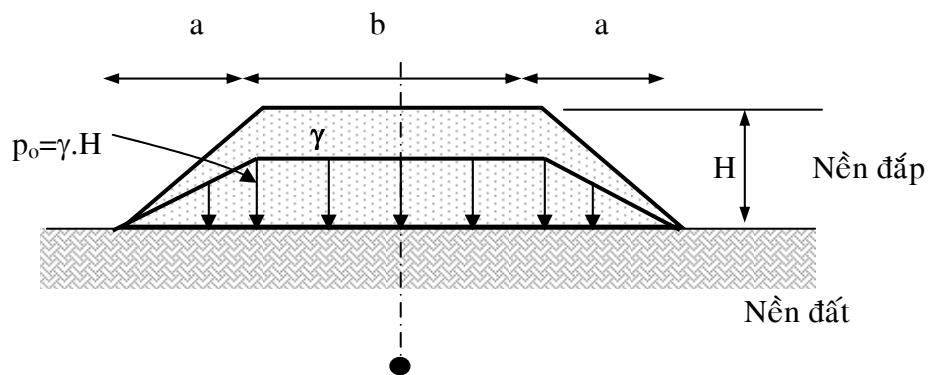
Tải trọng ngoài gồm có:

- Tải trọng do xe chạy và các phương tiện hoạt động trên mặt đường đắp. Tải trọng này được quy đổi tương đương thành một lớp đất đắp có chiều cao h_x , xem điều II.4.3 trang 9 của tiêu chuẩn khảo sát đường ô tô – TCN – Tiêu chuẩn ngành giao thông vận tải.

- Tải trọng do nền đắp gây ra: được xác định theo hình dạng đắp trên thực tế; xem gần đúng, phân bố theo qui luật tuyến tính

Xác định tải trọng ngoài do nền đắp gây ra tùy theo độ cao của nền đắp.

Tương ứng với từng nền đắp ta có dạng tải trọng ngoài như hình vẽ III.1 và III.2

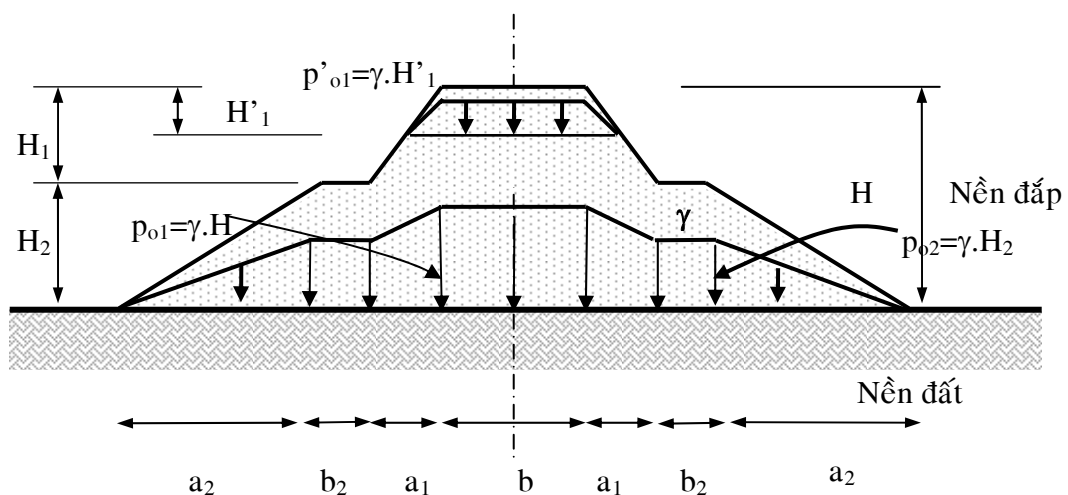


Hình III.1: Xác định tải trọng ngoài do nền đất đắp tại mặt nền

Hình III.1 là dạng tải trọng do nền đắp gây ra tại mặt đất nền.

Ta có:

$$p_o = \gamma \cdot H$$



Hình III.2: Xác định tải trọng ngoài do nền đất đắp tại mặt nền và tại độ sâu bất kỳ trong nền đắp

Hình III.2, là dạng tải trọng tại một độ sâu nào đó trong nền đất, ví dụ tại độ sâu H_1' ta có:

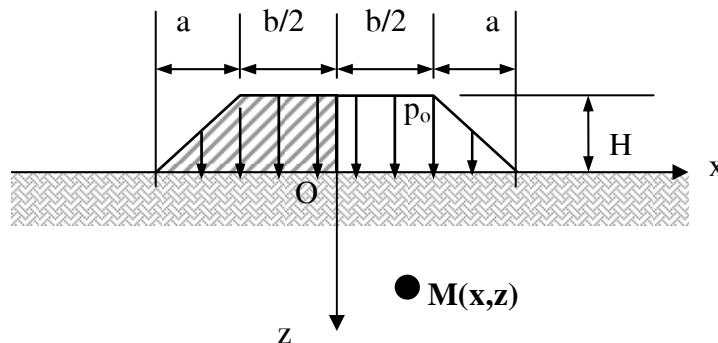
$$p'_{o1} = \gamma \cdot H'_1$$

Còn tại mặt đất nền :

$$p_{o1} = \gamma \cdot H \quad ; \quad p_{o2} = \gamma \cdot H_2$$

1.2 Cách xác định ứng suất

Xác định ứng suất tại một điểm trong đất dưới nền đường đắp là bài toán phẳng. Nếu chúng ta đặt hệ trục oxz như hình vẽ thì tại điểm $M(x,z)$ ta có ứng suất thành phần gồm hai ứng suất pháp theo phương x, z : σ_x, σ_z và một ứng suất tiếp τ_{xz}

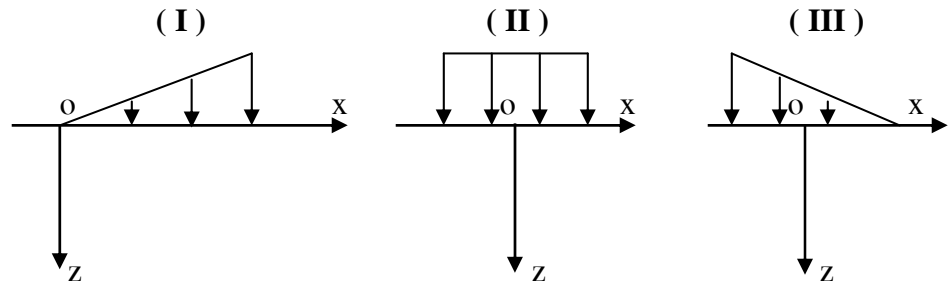


Hình III.3: ứng suất thành phần tại điểm M dưới nền đường đắp

1. Cách xác định ba thành phần ứng suất:

- Sử dụng các bảng tra trong môn học cơ học đất.

Ví dụ: ứng với hình III.3 thì tải trọng ngoài tại mặt nền là tải trọng hình thang, ta chia ra ba phần I, II, III. Đối với diện tải I, III là diện tải phân bố hình tam giác; diện tải II là diện tải bằng phân bố đều.



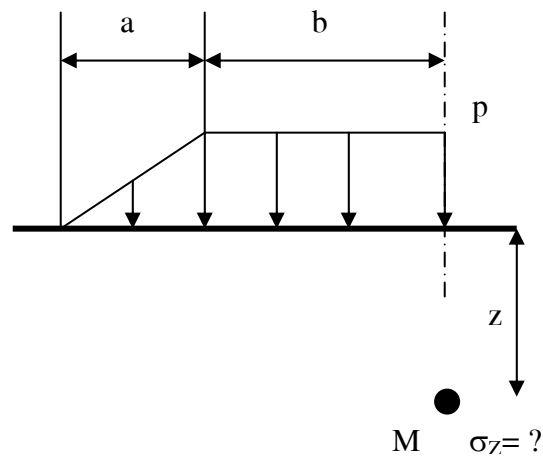
Hình III.4: Tải trọng bằng dạng hình thang được chia thành ba phần, với qui định chiều, vị trí trục oz

Chú ý: Khi xác định các ứng suất thành phần cần lưu ý chiều và vị trí trục oz để sử dụng bảng tra cho chính xác, từ đó có thể xác định giá trị các hệ số k_x , k_z , k_τ và tính được hai ứng suất pháp σ_x , σ_z và ứng suất tiếp τ_{xz} .

2. Xác định ứng suất thẳng đứng σ_z để tính lún cho nền đất dưới nền đường đắp

Để xác định ứng suất nén thẳng đứng, σ_z do tải trọng ngoài gây ra, ta có thể áp dụng nguyên lý cộng tác dụng của các phần tải trọng đã nêu trong cơ học đất hoặc sử dụng toán đồ OSTERBERG.

- Giải thích toán đồ OSTERBERG



Hình III.5: Sơ đồ tải trọng trong toán đồ

Ta có: $\sigma_z = I \cdot p$ (3.1)

Trong đó hệ số I tra trên toán đồ theo a/z ; b/z

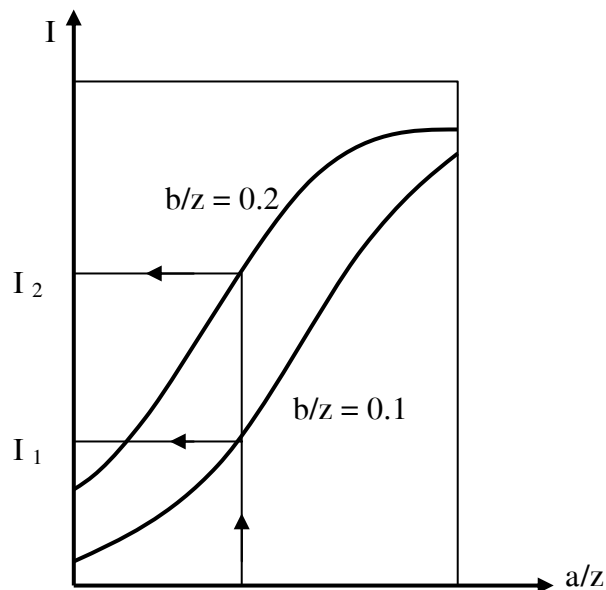
$$I = f(a/z; b/z)$$

- a/z lập cho khoảng giá trị (0 ; 10)
- b/z lập cho khoảng giá trị (0 ; 3.0);
[nếu $b/z > 3$ cho phép tra giá trị $b/z=3$]

Giả sử a/z trùng với điểm chia trên trục hoành còn b/z không trùng với đường cong đồ thị thì có thể tìm hệ số ảnh hưởng I như sau

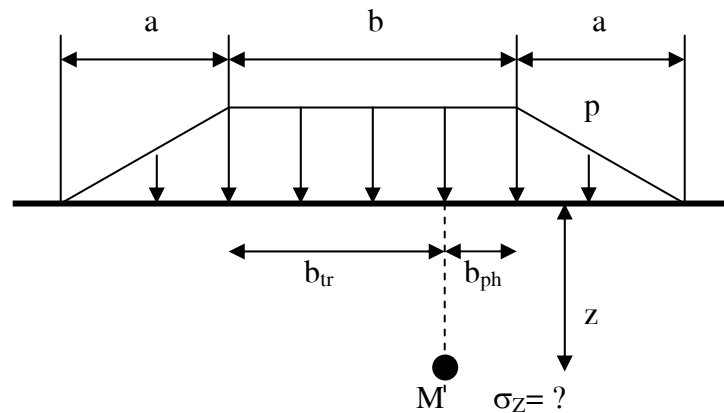
Ví dụ: $b/z = 0.12$; ta có:

- a/z ứng với $b/z = 0.1$. Tìm được I_1
- a/z ứng với $b/z = 0.2$. Tìm được I_2
- Nội suy tuyến tính giá trị I_1 và I_2 , tìm được hệ số ảnh hưởng I ứng với $b/z = 0.12$



Hình III.6: Nội suy tìm I trong trường hợp b/z không trùng với đường cong đồ thị

- Kỹ thuật sử dụng toán đồ:



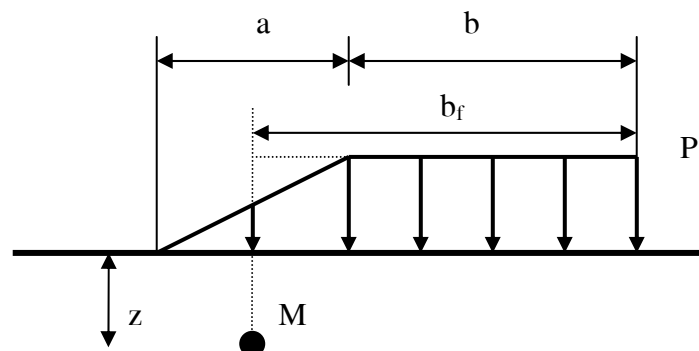
Hình III.7: Điểm M nằm trong vùng chứa b

Tìm σ_z tại M:

a. Trường hợp điểm M nằm trong vùng tải trọng lớn nhất (vùng chứa b)

- Chia diện chịu tải ra thành hai phần và tương ứng ta có b_{tr} và b_{ph} ; tra toán đồ tìm được I_{tr} và I_{ph}
- Ta có :
$$I = I_{tr} + I_{ph} \quad (3.2)$$
- $I_{tr} = f (a/z; b_{tr} /z)$; $I_{ph} = f (a/z; b_{ph} /z)$

b. Nếu điểm M nằm trong vùng tải trọng tam giác



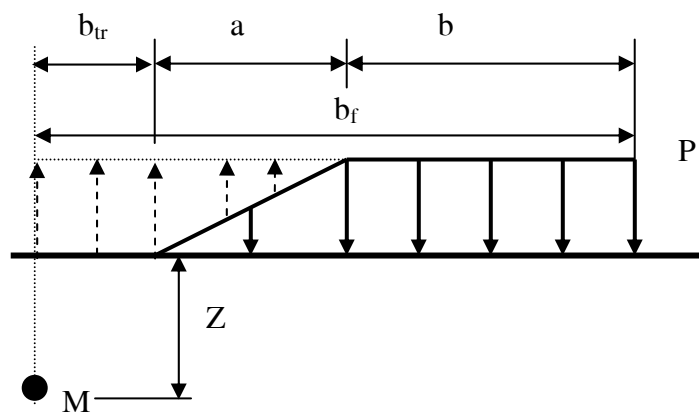
Hình III.8: Điểm M nằm trong vùng chứa a

Ta thực hiện gần đúng xem như tải trọng hình chữ nhật với bề rộng b_f

Ta có: $\sigma_z = I_f \cdot p$ (3.3)

c. Nếu điểm M nằm ngoài vùng tải trọng a và b.

Ta thực hiện phương pháp tải trọng bù

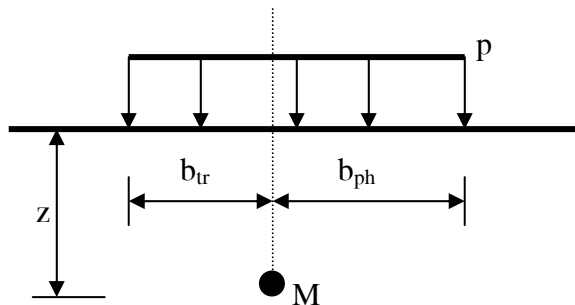


Hình III.9: Điểm M nằm ngoài vùng chứa a và b

Ta có: $\sigma_z = (I_f - I_{tr}) \cdot P$ (3.4)

- Đối với ngành cầu đường đôi khi người ta qui đổi tải trọng hình thang thành tải trọng hình chữ nhật ($a = 0$)

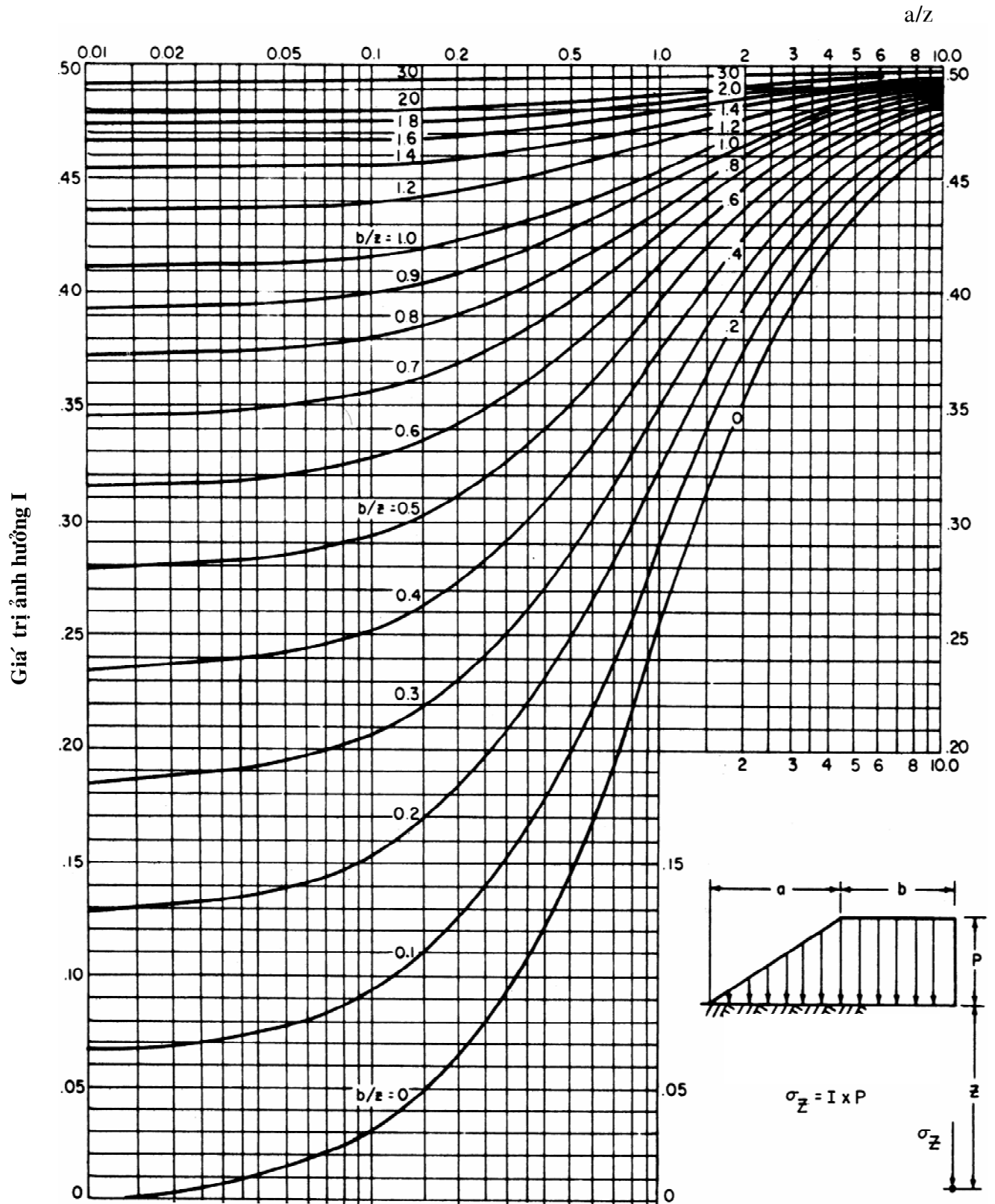
Ví dụ:



Hình III.10: Qui đổi tải hình thang thành chữ nhật

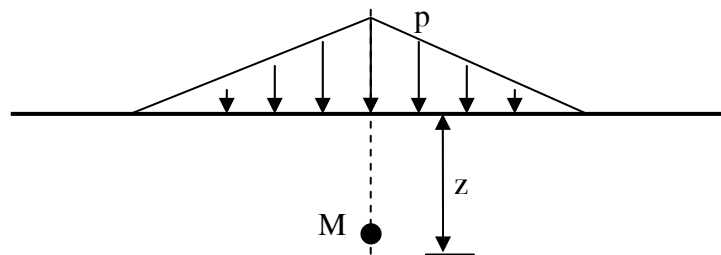
Tính: b_{tr}/z ; b_{ph}/z ; $a=0 \rightarrow a/z = 0$;

Hình III.11: Toán đồ OSTERBERG



Ta có: $\sigma_z = (I_{tr} + I_{ph}). p$ (3.5)

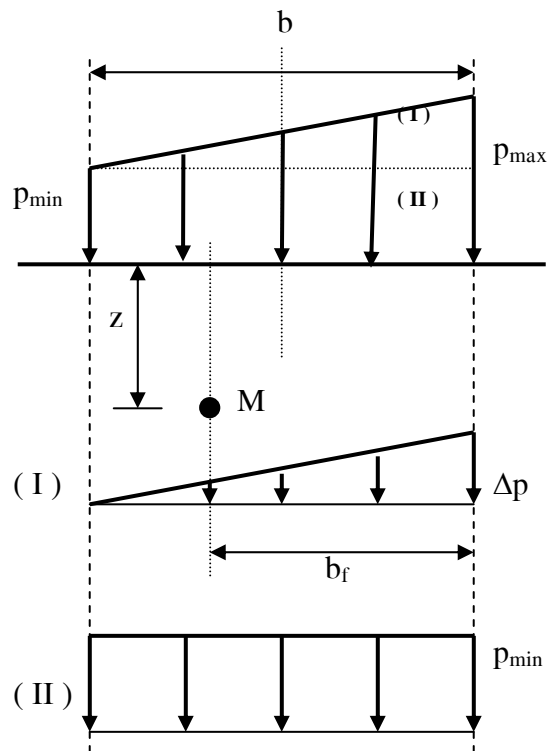
- Ta cũng có thể qui tải trọng hình thang về tải tam giác cân $\rightarrow b = 0$, do vậy $b/z = 0$; tra trên toán đồ ứng với đường cong thấp nhất



Hình III.12 : Qui đổi tải trọng hình thang về hình tam giác

Ta có: $\sigma_z = 2.I. p$

- Trường hợp tải trọng phân bố theo qui luật hình thang

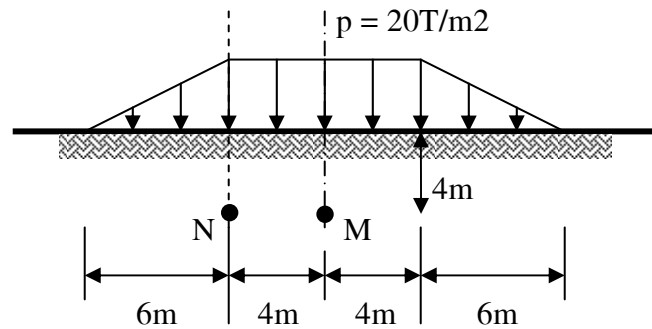


Hình III.13: Tải trọng phân bố theo qui luật hình thang

Ta có: $\sigma_z^I = I_f . \Delta p$

$$\sigma_z^H = (I_{tr} + I_{ph}) \cdot p_{min}$$

Ví dụ: Cho một diện chịu tải hình băng phân bố tải trọng theo qui luật hình thang như hình vẽ. Yêu cầu sử dụng toán đồ OSTERBERG xác định ứng suất nén thẳng đứng tại điểm M trong nền đất có tọa độ như hình vẽ.



Hình III.14: Tải hình băng phân bố tải trọng theo qui luật hình thang

Giải

- Xác định ứng suất σ_z tại M

Do điểm M nằm trên trục đối xứng của diện chịu tải, ta áp dụng tính chất đối xứng, chỉ cần tính cho một nửa diện chịu tải và nhân đôi

Ta có: $\sigma_z = 2 \cdot I \cdot p$

$a/z = 1,5$; $b/z = 1$

Nội suy trên toán đồ ta xác định được $I = 0,463$

Do đó $\sigma_z = 2 \cdot 0,463 \cdot 20 = 18,52 \text{ T/m}^2$

- Xác định ứng suất σ_z tại N

Ta có: $\sigma_z^N = (I_{tr} + I_{ph}) \cdot p$

Tìm I_{tr} :

$a/z = 1,5$; $b/z = 0$

Tra toán đồ xác định được $I_{tr} = 0,312$

Tìm I_{ph} :

$a/z = 1,5$; $b/z = 2$

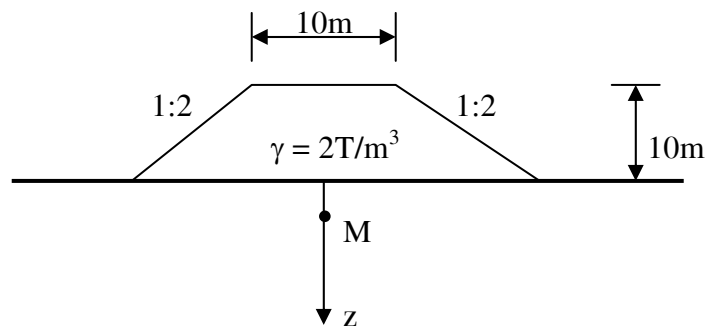
Tra toán đồ xác định được $I_{ph} = 0,49$

$$\text{Do đó } \sigma_z = (0,312 + 0,49) \cdot 20 = 16,04 \text{ T/m}^2$$

Ví dụ :

Cho một nền đường đắp như hình vẽ. Hãy tính ứng suất thẳng đứng σ_z do tải trọng nền đắp gây ra tại điểm M có độ sâu $z = 2\text{m}$ bằng cách dùng toán đồ Osterberg với:

- 1- Tải trọng của nền đắp có dạng hình thang cân
- 2- Tải trọng của nền đắp có dạng tam giác cân tương đương (với điều kiện giữ nguyên cạnh đáy của tải trọng)



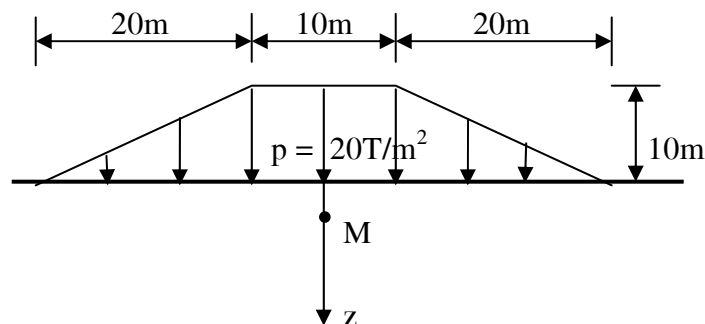
Hình III.15: Xác định ứng suất σ_z của điểm dưới nền đường đắp.

- 3- Tải của nền đường đắp có dạng hình chữ nhật tương đương(với điều kiện giữ nguyên giá trị tải trọng lớn nhất ở câu 1).

Giải

Sơ đồ tải trọng xác định như sau:

$$p = 2 \cdot 10 = 20 \text{ T/m}^2$$



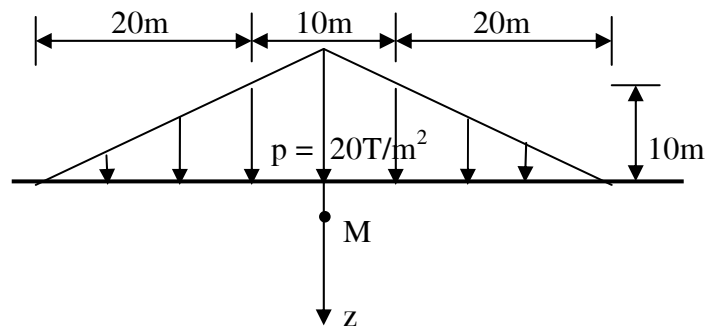
$$1/ \text{Ta có: } a/z = 20 / 2 = 10; \quad b/z = 5 / 2 = 2,5. \text{ Tìm } I = 0,495$$

$$\sigma_z = 2 \cdot I \cdot p = 19,8 \text{ T/m}^2$$

2/ Tải trọng nền đất dạng tam giác cân tương đương

Sơ đồ tải trọng xác định như sau:

$$p = 20 \cdot 25 / 20 = 25 \text{ T/m}^2$$



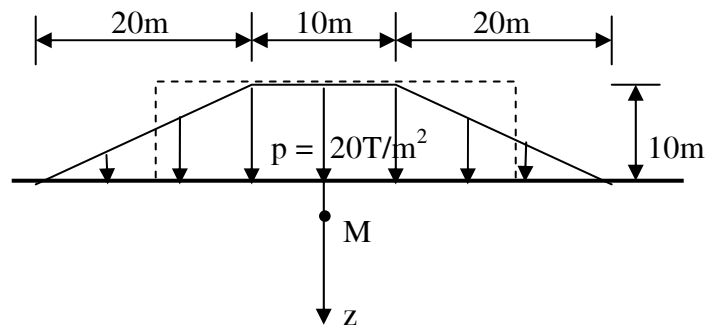
Ta có: $a/z = 25 / 2 = 12,5$; $b/z = 0$. Tìm $I = 0,47$

$$\sigma_z = 2 \cdot I \cdot p = 23,5 \text{ T/m}^2$$

3/ Tải của nền đường đắp có dạng hình chữ nhật tương đương

Sơ đồ tải trọng xác định như sau:

$$p = 2 \cdot 10 = 20 \text{ T/m}^2$$



Ta có: $a/z = 0$; $b/z = 15 / 2 = 7,5$. Tìm $I = 0,492$

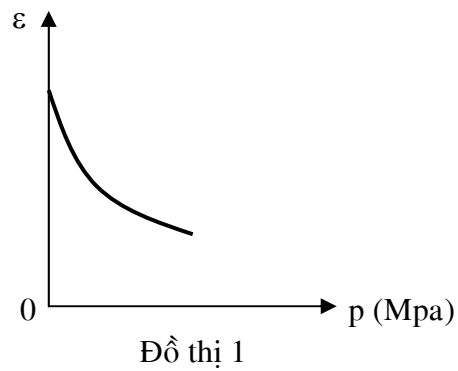
$$\sigma_z = 2 \cdot I \cdot p = 19,68 \text{ T/m}^2$$

III.2. Đường cong nén lún một chiều và việc xác định các tham số dùng để tính lún.

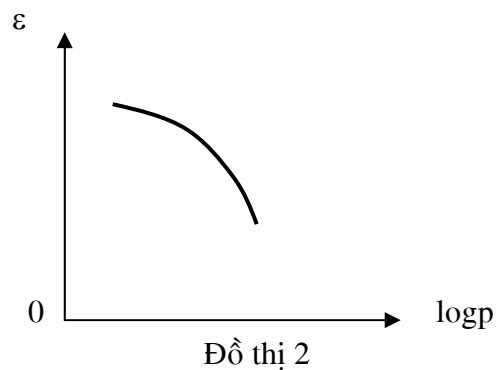
2.1 Các cách biểu diễn đường cong nén lún

Đường cong biểu diễn biến thiên hệ số rỗng, ε với biến thiên áp lực nén lún, p .

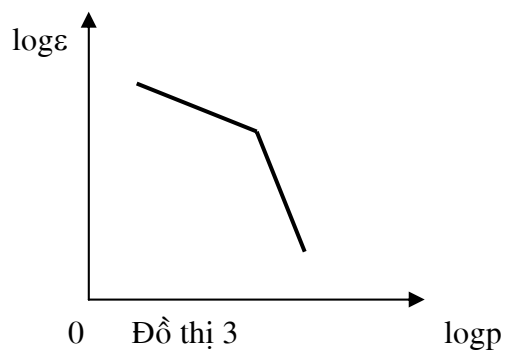
Cách 1: theo quan hệ giữa p và ε



Cách 2: theo quan hệ giữa $\log p$ và ε



Cách 3: theo quan hệ giữa $\log p$ và $\log \varepsilon$



Hình III.16: Các dạng đồ thị quan hệ giữa p và ε

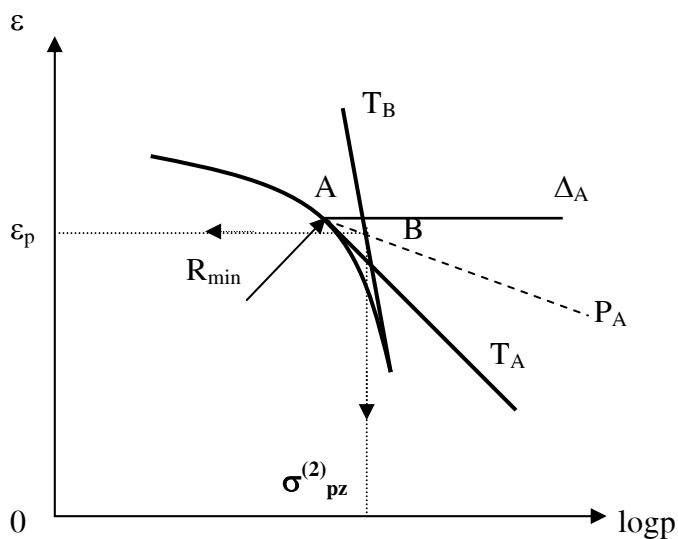
2.2 Khái niệm về áp lực tiền cố kết (σ_{pz}).

2.1 Định nghĩa:

Áp lực tiền cố kết tại độ sâu z trong nền đất yếu là áp lực nén tại độ sâu ấy mà đất yếu phải chịu trong quá trình thành tạo và tồn tại.

2.2 Cách xác định:

Xét đồ thị 2, chọn trên đường cong nén lún một điểm A nào đó mà có bán kính cong của đường cong đó là nhỏ nhất.

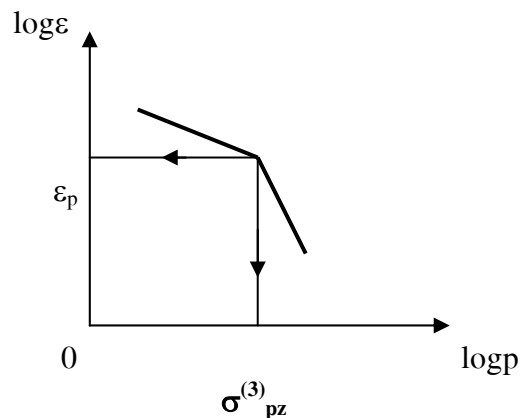


Hình III.17: Xác định áp lực tiền cố kết theo đồ thị 2

- Từ A kẻ một đường thẳng song song với trục hoành (Δ_A)
- Từ A vẽ tiếp tuyến T_A với đường cong
- Tìm đường phân giác của góc ($T_A A \Delta_A$), ký hiệu là P_A
- Từ cuối đường cong vẽ một tiếp tuyến của đường cong tại điểm này và ký hiệu là T_B ; T_B cắt đường phân giác P_A tại điểm B. Tại điểm này vẽ vuông góc xuống trục hoành tìm được $\sigma_{pz}^{(2)}$ và ta cũng có ϵ_p
 $\sigma_{pz}^{(2)}$: là áp lực tiền cố kết, ϵ_p : là hệ số rỗng ứng với áp lực tiền cố kết

Dùng đồ thị 3: điểm giao nhau giữa hai đoạn thẳng, chiếu vuông góc xuống trục hoành ta tìm được $\sigma_{pz}^{(3)}$ và cũng xác định được ϵ_p tương ứng.

Áp lực tiền cố kết được chọn là giá trị nhỏ nhất của $\sigma_{pz}^{(2)}$ và $\sigma_{pz}^{(3)}$



Hình III.18: Xác định áp lực tiền cố kết theo đồ thị 3

2.3 Khái niệm về cố kết tiêu chuẩn, quá cố kết và thiếu cố kết

Đất được xem như cố kết tiêu chuẩn khi áp lực tiền cố kết của nó σ_{pz} đúng bằng áp lực có hiệu của các lớp đất phía trên nó σ'_{v0} . Tức là: $\sigma_{pz} = \sigma'_{v0}$

Nếu đất có áp lực tiền cố kết lớn hơn áp lực có hiệu của các lớp đất nằm phía trên nó. Tức là : $\sigma_{pz} > \sigma'_{vo}$ thì xem như là đất quá cố kết. Tỉ số quá cố kết, ký hiệu OCR (over consolidation ratio) là tỉ số giữa áp lực tiền cố kết và áp lực có hiệu thẳng đứng của các lớp đất phía trên nó, tức là :

$$OCR = \frac{\sigma_{pz}}{\sigma'_{vo}}$$

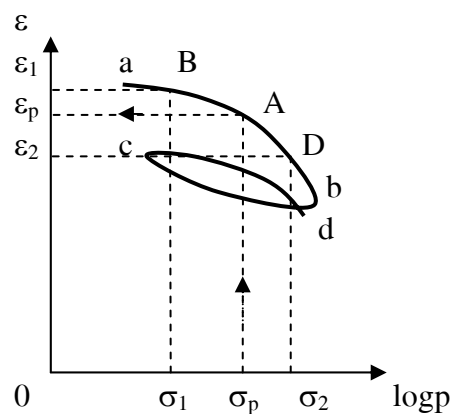
Đất cố kết tiêu chuẩn OCR= 1; đất có OCR > 1 là đất quá cố kết.

Đất có OCR < 1 là đất thiếu cố kết. Ta có thể gặp đất thiếu cố kết trong các lớp đất bồi tích hiện đại do điều kiện địa chất hoặc do con người gây ra. Trong những điều kiện này lớp đất sét không thể cân bằng dưới trọng lượng của các lớp đất bên trên.

2.4 Khái niệm về chỉ số tính lún

Hai chỉ số nén lún được dùng trong tính toán ở các nước phương tây đó là C_r và C_c .

- C_r , C_c : xác định trên nhánh nén của đường cong nén lún.



ab, cd : nhánh nén, tăng tải nén từng cấp.

bc : nhánh nở, giảm tải nén từng cấp.

Hình III.19: Xác định chỉ số nén lún trên đồ thị

Chỉ số nén lún C_r và C_c xác định theo công thức sau:

$$C_r = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_p}{\log \sigma_p - \log \sigma_1} \quad (3.6)$$

$$C_c = \frac{\varepsilon_p - \varepsilon_2}{\log \sigma_2 - \log \sigma_p} \quad (3.7)$$

Thực tế AB, AD là đoạn cong, để tìm chỉ số nén lún C_r và C_c ta xem AB, AD là đoạn thẳng.

Nếu $\sigma < \sigma_p$: ta dùng chỉ số C_r
 $\sigma > \sigma_p$: ta dùng chỉ số C_c

Chỉ số nén lún C_r và C_c được xác định bằng thí nghiệm nén cố kết trong phòng thí nghiệm

III.3. Dự báo độ lún của nền đất yếu dưới nền đắp không xét đến yếu tố theo thời gian (S_∞)

3.1. Độ lún ổn định của nền đất yếu

Độ lún ổn định của nền đất yếu gồm bốn thành phần:

$$S_\infty = S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 \quad (3.8)$$

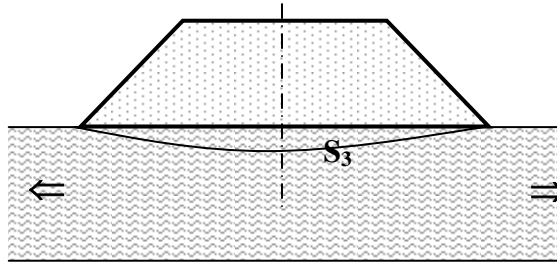
S_1 = Độ lún đàn hồi của nền đất (độ lún tức thời) đây là độ lún của nền đất ở giai đoạn đầu – thường xảy ra trong quá trình thi công.

S_2 = Độ lún cố kết, thực chất là độ lún do hiện tượng nén chặt các lỗ rỗng ở trong đất yếu dưới tác dụng của tải trọng – độ lún này là chủ yếu.

S_3 = Độ lún của nền đất yếu do hiện tượng ép trôi đất yếu gây ra do chuyển dịch ngang của khối đất yếu dưới nền đắp – chuyển dịch ngang này gây ra chuyển dịch thẳng đứng (xem hình III.20).

Tìm S_3 tương đối phức tạp, phạm vi bài giảng này không trình bày, để xét đến ảnh hưởng của S_3 ta có thể nhân một hệ số lớn hơn 1 vào S

S_4 = Độ lún do từ biến của cốt đất – xét ở thời gian tương đối dài.



Hình III.20: Độ lún S_3 gây ra bởi chuyển dịch ngang

Theo tiêu chuẩn thiết kế [1] thì độ lún S sẽ được tính theo công thức kinh nghiệm sau đây:

$$S = m \cdot S_2 ; \text{ với } m = (1,1 \div 1,4)$$

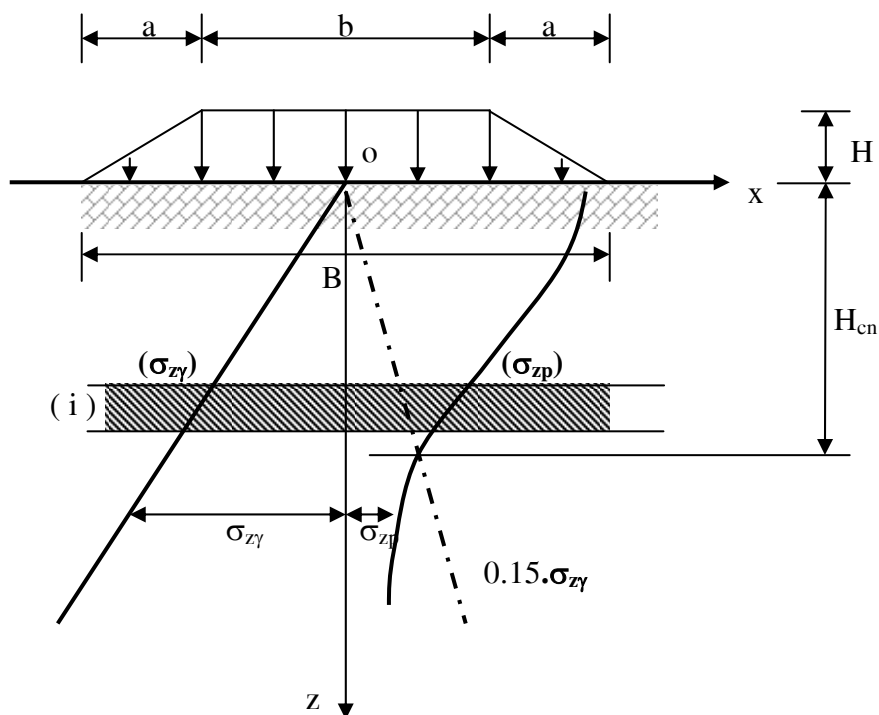
Nếu có các biện pháp hạn chế đất yếu bị đẩy trôi ngang dưới tải trọng đắp (như có đắp phản áp hoặc rải vải địa kỹ thuật...) thì sử dụng $m = 1,1$; còn khi chiều cao đắp càng lớn và đất càng yếu thì sử dụng trị số m càng lớn.

Độ lún tức thời cũng được dự tính theo quan hệ:

$$S_1 = (m - 1). S_2$$

3.2 Tính độ lún S_2

Như đã biết, xác định giá trị độ lún S_2 (Trong tiêu chuẩn khảo sát đường ô tô [1] ký hiệu là S_c) có ý nghĩa quan trọng trong việc dự báo độ lún của công trình



Hình III.21: Độ lún S_2 theo phương pháp phân tầng cộng lún

3.2.1 Một số khái niệm cơ bản

- Điều kiện để tính lún là :

$$p \leq R$$

R : Áp lực tính toán của nền đất

$R = p_{gh}^{(1)}$: Tải trọng giới hạn I

Có điều kiện trên là nhằm

➔ Bảo đảm cho nền đất không bị hư hỏng
(không phá hoại về cường độ)

➔ Để cho nền đất làm việc như là một môi trường đàn hồi biến dạng tuyến tính (độ lún tính được ở đây là do nén chặt các lỗ rỗng tạo thành)

- Dùng phương pháp phân tầng cộng lún (xem hình III.21)

- Tính độ lún của nền là chuyển vị thẳng đứng của điểm O ở giữa đáy của nền đắp
- Áp dụng bài toán nén lún một chiều: Không xét đến hiện tượng nở hông của đất (độ lún chỉ gây ra do ứng suất thẳng đứng σ_z)

3.2.2 Trình tự tính lún S_2

Bước 1 :

Vẽ biểu đồ (σ_{zy}) biểu đồ phân bố ứng suất thẳng đứng do trọng lượng bản thân của đất gây ra.

Vẽ biểu đồ 0.15 (σ_{zy}) sang phía bên khác với (σ_{zy})

Bước 2:

Vẽ biểu đồ phân bố ứng suất do tải trọng ngoài (σ_{zp})

- Có thể dùng phương pháp cộng tác dụng
- Có thể dùng toán đồ Osterberg
- Cho nhiều giá trị z khác nhau và tìm được σ_{zp} từ đó vẽ được biểu đồ

Bước 3:

Tìm chiều dày lớp chịu nén, đây là nội dung quan trọng trong phương pháp phân tầng cộng lún (H_{cn}): Tại độ sâu H_{cn} thỏa mãn đẳng thức :

$$(\sigma_{zp}) \leq 0.15 (\sigma_{zy}) \quad (3.12)$$

Từ đó có thể xác định H_{cn} dựa vào đồ thị.

Bước 4:

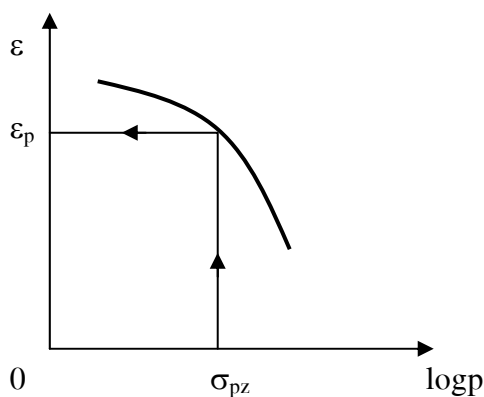
Chia chiều dày lớp chịu nén ra làm nhiều lớp đất mỏng (có thể đều nhau hoặc không đều nhau), có chiều dày xác định trước.

Ví dụ: Lớp đất mỏng thứ i có chiều dày h_i

Theo tiêu chuẩn $h_i \leq 2$ m, trong một lớp h_i không chứa hai lớp đất.

Độ lún của nền xem như chỉ xảy ra trong phạm vi H_{cn} , ngoài phạm vi H_{cn} xem như độ lún không đáng kể.

Sử dụng đúng đường cong nén lún cho từng lớp mỏng thứ i



$\sigma_{pz} =$ Áp lực tiền cố kết

Độ lún của lớp i dựa trên quan hệ giữa $\log p$ và ε theo cách thứ 2, có dạng:

$$S_i = \frac{h_i}{1 + \varepsilon_o^i} \left[C_r^i \lg \left(\frac{\sigma_{pz}^i}{\sigma_{z\gamma}^i} \right) + C_c^i \lg \frac{\sigma_z^i + \sigma_{z\gamma}^i}{\sigma_{pz}^i} \right] \quad (3.13)$$

Trong công thức:

σ_{pz}^i : ứng suất tiền cố kết của lớp i

$\sigma_{\gamma z}^i$: ứng suất có hiệu do bản thân của lớp i

h_i : Chiều dày lớp thứ i

ε_o^i : Hệ số rỗng ban đầu (chưa chất tải)

C_r^i, C_c^i : chỉ số nở, nén lún của lớp thứ i

TH 1 :

$\sigma_{\gamma z}^i > \sigma_{pz}^i$ (đất chưa cố kết xong dưới tác dụng của trọng lượng bản thân) và $\sigma_{\gamma z}^i = \sigma_{pz}^i$ (đất ở trạng thái cố kết bình thường) thì công thức (3.13) chỉ còn một số hạng sau (không tồn tại số hạng có mặt C_r^i)

TH 2 :

$\sigma_{\gamma z}^i < \sigma_{pz}^i$ (đất ở trạng thái quá cố kết)

- TH 2a : $\sigma_z^i > \sigma_{pz}^i - \sigma_{z\gamma}^i$: thì sử dụng công thức (3.13) đủ cả hai số hạng
- TH 2b : $\sigma_z^i < \sigma_{pz}^i - \sigma_{z\gamma}^i$: thì áp dụng công thức sau

$$S_i = \frac{h_i}{1 + \varepsilon_o^i} C_r^i \lg \frac{\sigma_z^i + \sigma_{z\gamma}^i}{\sigma_{z\gamma}^i} \quad (3.14)$$

Bước 5: Tính $S_1, S_2, \dots, S_i, \dots, S_n$

Bước 6: Tính tổng độ lún các lớp i

$$\Sigma S_i = S_2 = S_1 + \dots + S_i + \dots + S_n$$

Và sau khi có S_2 thì công thức tính lún độ lún S sẽ là:

$$S = m S_2 = m S_c$$

$$S_2 = f(\sigma_{zp}) ; \sigma_{zp} = f(p) ; p = f(\gamma.h)$$

Lưu ý : đối với lớp đất sét yếu cố kết bình thường thì công thức (3.13) trở thành:

$$S_i = \frac{h_i}{1 + \varepsilon_o} C_c^i \lg \frac{\sigma_z^i + \sigma_{z\gamma}^i}{\sigma_{z\gamma}^i} \quad (3.15)$$

Nhưng vì nền đường đắp trên nền đất yếu nên khi xảy ra lún, một phần đất đắp cũng sẽ chìm vào trong đất yếu, nên $(\gamma.h)$ phụ thuộc vào độ lún chung. Do vậy bài toán thiết kế nền đắp trên nền đất yếu là bài toán thử dần (xem trang 32 tiêu chuẩn đã nêu).

Theo đó, trình tự thử dần như sau:

- Giả định độ lún tổng cộng (chọn thử một độ lún lần thứ nhất) thường chọn $(5 \div 10) \%$ của chiều dày lớp chịu nén hoặc là chiều dày của lớp đất yếu. Nếu trong nền có lớp than bùn độ lún giả định ban đầu $(20 \div 30) \%$ hoặc có thể hơn nữa so với bề dày nói trên.

- Tính tải trọng $p^{(1)} = \gamma(H_{TK} + S_{gd}^{(1)}) \rightarrow \sigma_{zp}^i$
 Áp dụng mục 3 tính ra $S_2^{(1)} = S_C^{(1)}$

- So sánh $S_2^{(1)}$ với $\frac{S_{gd}^{(1)}}{m}$

$$* S_2^{(1)} = \frac{S_{gd}^{(1)}}{m} : \text{chấp nhận} \rightarrow \text{Dừng}$$

$$* S_2^{(1)} \neq \frac{S_{gd}^{(1)}}{m} : \text{làm tiếp các bước như sau:}$$

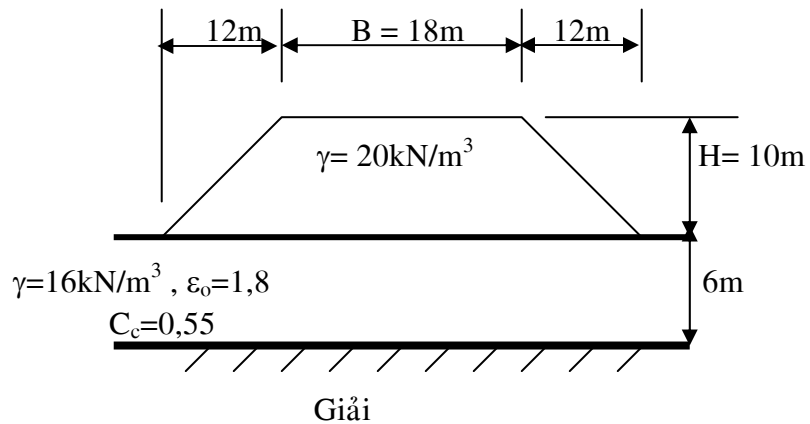
- Giả định lại độ lún : $S_{gd}^{(2)}$ (lần thứ 2), lập lại các bước trên cho đến lần thứ k mà

$$S_2^{(k)} = \frac{S_{gd}^{(k)}}{m} \rightarrow \text{Dừng}$$

- $H'_{TK} = H_{TK} + S$

Ví dụ:

Cho một nền đường đắp cao 10m trên một lớp đất sét mềm có kết thường, đồng nhất dày 6m bên dưới là lớp đất cát sỏi không lún như hình vẽ. Yêu cầu xác định độ lún cố kết của lớp đất yếu này ứng với chiều cao đắp ở trên. Mực nước ngầm tại mặt đất



Để tính độ lún của lớp đất yếu này ta tiến hành chia chiều dày lớp đất yếu 6m này thành ba lớp đất mỏng, mỗi lớp dày 2m

Độ lún của nền đất yếu có kết bình thường xác định theo phương pháp cộng lún từng lớp, độ lún mỗi lớp xác định theo công thức sau:

$$S_i = \frac{h_i}{1 + \varepsilon_o} C_c^i \lg \frac{\sigma_z^i + \sigma_{z\gamma}^i}{\sigma_{z\gamma}^i}$$

Gọi A, B, C là điểm giữa các lớp mỏng theo thứ tự từ trên xuống

Tại A có: $\sigma_{z\gamma} = \frac{h_1}{2} (\gamma_1 - \gamma_n) = 1(16-10)=6 \text{ kN/m}^2$

Tại B có: $\sigma_{z\gamma} = h_1 \cdot (\gamma_1 - \gamma_n) + \frac{h_2}{2} (\gamma_1 - \gamma_n) = 18 \text{ kN/m}^2$

Tại C có: $\sigma_{z\gamma} = 30 \text{ kN/m}^2$

Ứng suất thẳng đứng do tải trọng ngoài gây ra tại A, B, C là

$$\sigma_z^i = I \cdot p = I \cdot H \cdot \gamma = 200I$$

Hệ số ảnh hưởng I xác định trên toán đồ OSTERBERG

Z(m)	a/z	b/z	I/2	I
1	12	9	0,5	1
3	4	3	0,497	0,994
5	2.4	1.8	0,486	0,972

Độ lún ứng với chiều cao nền đường H=10m

hi(m)	$\frac{Cc}{1+\varepsilon}$	σ_z^i	$\frac{\sigma_z^i + \sigma_{z\gamma}^i}{\sigma_{z\gamma}^i}$	Si(m)
2	0,196	200	34,333	0,33
2	0,196	198,8	12,044	0,233
2	0,196	194,4	7,48	0,188

$$S = 0,7513m$$

Ví dụ:

Cho một nền đường đắp như hình vẽ. Dung trọng của đất đắp là $\gamma = 20kN/m^3$. Nền đất có ba lớp với đặc điểm như sau

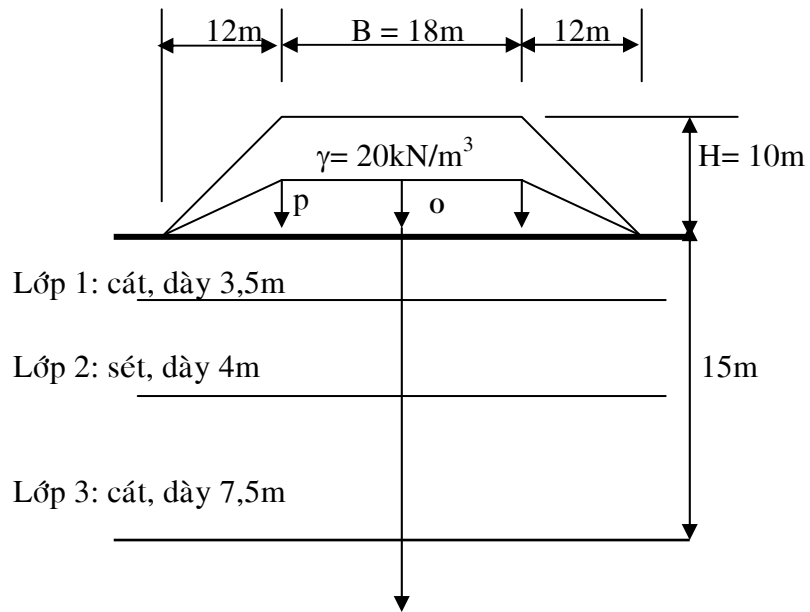
Lớp 1: Cát, chiều dày 3,5m; trọng lượng riêng $\gamma = 16,5kN/m^3$; $\gamma_{bh} = 18,5kN/m^3$.

Lớp 2 : sét yếu cố kết trước có $\sigma_{pz} = 100kN/m^2$, chiều dày 4m; $\gamma_{bh} = 16kN/m^3$; $\varepsilon_0 = 0,8$; chỉ số nén $Cc = 0,32$; chỉ số nở $Cr = 0,09$

Lớp 3 : cát, chiều dày 7,5m; $\gamma_{bh} = 20,5kN/m^3$

Mực nước ngầm ở độ sâu 1,5m tính từ mặt đất. Yêu cầu tính độ lún của lớp sét.

Giải



Qui đổi tải trọng nền đắp thành tải phân bố dạng hình thang cường độ là p với giá trị như sau:

$$p = 20 \cdot 10 = 200 \text{ kN/m}^2$$

Chia lớp sét dày 4m thành hai lớp phân tố mỗi lớp dày 2m;
 Tính ứng suất hữu hiệu do trọng lượng bản thân của đất tại điểm giữa mỗi lớp

Tại điểm giữa lớp phân tố 1:

$$\sigma_{zy}^1 = 16,5 \cdot 1,5 + 8,5 \cdot 2 + 6 \cdot 1 = 47,75 \text{ kN/m}^2$$

Tại điểm giữa lớp phân tố 2:

$$\sigma_{zy}^2 = 16,5 \cdot 1,5 + 8,5 \cdot 2 + 6 \cdot 3 = 59,75 \text{ kN/m}^2$$

Tính ứng suất do tải nền đắp gây ra tại điểm giữa của các lớp phân tố lớp sét

Tại điểm giữa lớp phân tố 1:

$$\sigma_z^1 = 200.I_1 = 200. f(2,67; 2). 2 = 200.0,492.2 = 196,8 \text{ kN/m}^2$$

Tại điểm giữa lớp phân tố 2:

$$\sigma_z^2 = 200.I_2 = 200. f(1,85; 1,39). 2 = 200.0,47.2 = 188 \text{ kN/m}^2$$

Ta nhận thấy cả hai lớp phân tố mỏng đều thỏa điều kiện

$$\sigma_{\gamma z}^i < \sigma_{pz}^i < \sigma_z^i + \sigma_{\gamma i}^i$$

Cho nên độ lún tính theo công thức sau:

$$S_i = \frac{h_i}{1 + \varepsilon_o^i} \left[C_r^i \lg \left(\frac{\sigma_{pz}^i}{\sigma_{z\gamma}^i} \right) + C_c^i \lg \frac{\sigma_z^i + \sigma_{z\gamma}^i}{\sigma_{pz}^i} \right]$$

$$S_1 = \frac{2}{1 + 0,8} \left[0,09 \lg \left(\frac{100}{47,75} \right) + 0,32 \lg \frac{196,8 + 47,75}{100} \right]$$

$$= 0,032 + 0,138 = 0,17 \text{ m}$$

$$S_2 = \frac{2}{1 + 0,8} \left[0,09 \lg \left(\frac{100}{59,75} \right) + 0,32 \lg \frac{188 + 59,75}{100} \right]$$

$$= 0,022 + 0,14 = 0,162 \text{ m}$$

Vậy độ lún của lớp sét là 0,332m hay 33,2cm

III.4. Dự báo độ lún theo thời gian

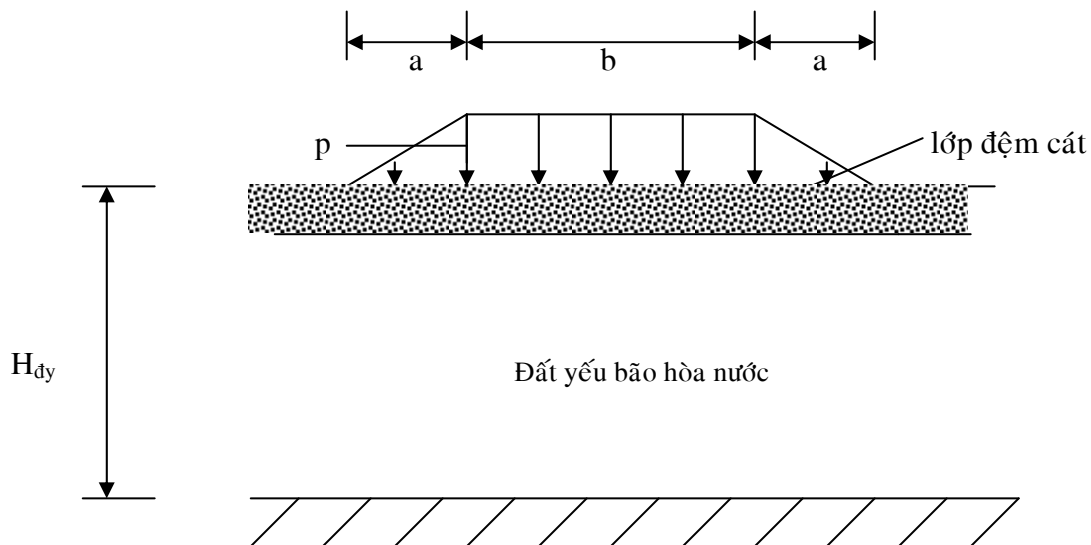
4.1 Đặt bài toán:

Xét một nền đất gồm một lớp đất yếu bão hoà nước nằm trên lớp đất không thấm nước, không lún, chịu tải trọng bằng phân bố dạng hình thang như hình vẽ III.22

Lớp đệm cát giúp thoát nước từ nền đất yếu ra ngoài dễ dàng hơn. Dưới tác dụng của tải trọng p, nước có xu hướng chuyển dịch lên phía trên rồi nhờ lớp cát để thoát ra ngoài. Vì là lớp đất yếu bão hoà nước nên việc thoát

nước ra ngoài dưới tác dụng của p không thể xảy ra tức thời, do đó độ lún của nền đất phải xảy ra theo thời gian. Ta cần xác định độ lún tại thời điểm t (năm, tháng) sau khi đặt tải và ký hiệu độ lún này là S_t .

4.2 Khái niệm cơ bản về cố kết thấm một chiều:



Hình III.22: Bài toán đường đắp trên đất yếu bão hòa nước

Trước tiên, chúng ta tìm hiểu cố kết - thấm là gì?

Xét một mẫu đất không có chứa nước, khi chịu tác dụng của tải trọng ngoài, p thì thể tích rỗng, V_r giảm. Hiện tượng này được gọi là cố kết của đất.

Trong trường hợp đất bão hòa nước, tức là nước lấp đầy các lỗ rỗng trong đất ($V_r = V_n$). Dưới tác dụng của tải trọng ngoài p , lúc này trong đất xảy ra hai quá trình song song:

- Nước trong đất thoát ra ngoài
- Thể tích rỗng trong đất, V_r giảm xuống.

Nước thoát ra từ từ theo các đường rỗng, tạo nên hiện tượng thấm trong đất.

Như thế, cố kết thấm là hiện tượng nước thoát ra ngoài kèm theo sự giảm nhỏ thể tích rỗng, V_r dưới tác dụng của tải trọng ngoài.

Hiện tượng thoát nước xảy ra theo thời gian nên cốt kết thấm cũng là một quá trình diễn biến theo thời gian.

Lý thuyết nghiên cứu quá trình thoát nước và giảm thể tích lỗ rỗng trong đất bão hoà nước dưới tác dụng của tải trọng ngoài là lý thuyết cốt kết thấm.

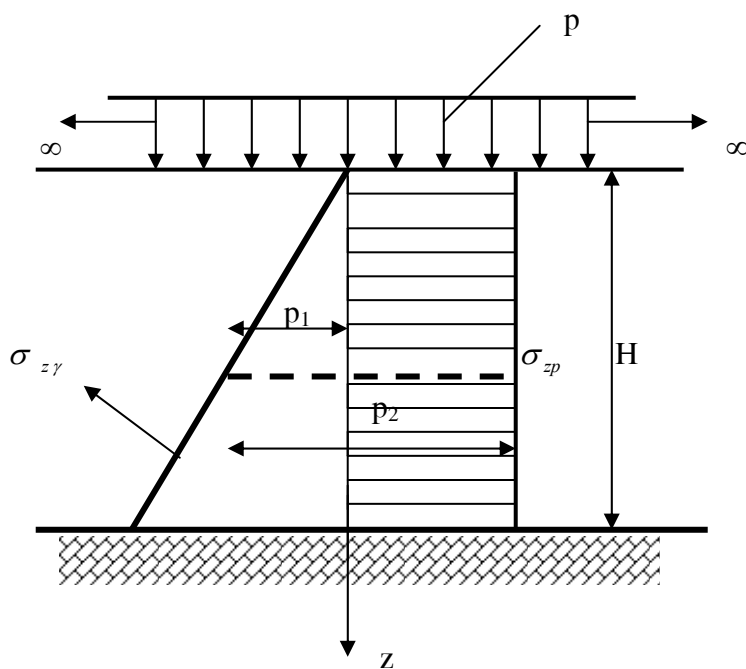
Bài toán dự báo độ lún theo thời gian là rất quan trọng, trước tiên ta nghiên cứu trường hợp cốt kết thấm một chiều.

Cốt kết theo một chiều và thoát nước ra cũng theo chiều đó, cốt kết và thấm chỉ xảy ra theo chiều thẳng đứng. Lý thuyết cốt kết thấm một chiều của Terzaghi cơ sở để giải quyết bài toán dự báo độ lún theo thời gian của đất yếu.

Bài toán cốt kết thấm một chiều:

Cho tải trọng p tác dụng lên nền đất như hình vẽ III.23. Chiều dày lớp đất yếu, H là khá bé so với kích thước diện chịu tải. Bài toán đặt ra ở đây là hãy xác định độ lún của lớp đất này dựa theo lý thuyết cốt kết thấm một chiều.

- Vẽ biểu đồ ứng suất σ_{zy}
- Vẽ biểu đồ ứng suất σ_{zp}



Hình III.23: Bài toán cốt kết thấm một chiều

- Dựa trên đường cong (p - ε) của thí nghiệm nén mẫu đất không nở hông để tìm ε₁, ε₂

$$p_1 = \overline{\sigma}_{z\gamma} = \frac{1}{2} \gamma H \quad \rightarrow \quad \varepsilon_1$$

$$p_2 = \overline{\sigma}_{z\gamma} + p \quad \rightarrow \quad \varepsilon_2$$

- Tính độ lún trung bình cuối cùng theo công thức:

$$S_{\infty} = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{1 + \varepsilon_1} H$$

Trong cơ học đất ta đã biết độ cố kết của lớp đất bão hoà nước dưới tác dụng của tải trọng ngoài được ký hiệu là: Q_t

$$Q_t = \frac{S_t}{S_{\infty}} \quad (3.16)$$

Từ (3.16) độ lún S_t được xác định theo công thức:

$$S_t = Q_t \cdot S_{\infty} \quad (3.17)$$

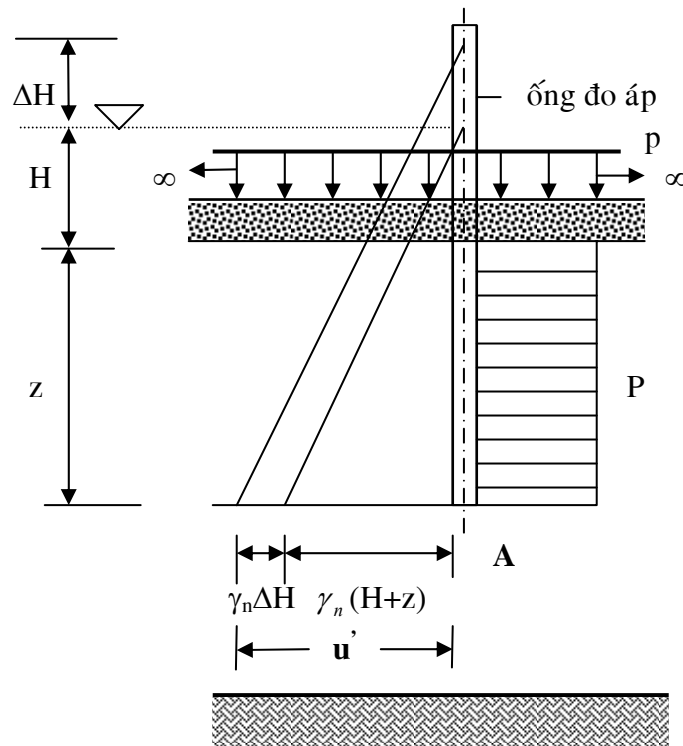
Như vậy, vấn đề quan trọng được đặt ra là cách tìm giá trị Q_t

Ứng suất có hiệu và áp lực nước lỗ rỗng:

- Xét một lớp đất yếu bão hòa nước nằm trên một lớp đất không thấm, không nén lún, chịu tác dụng tải trọng giá trị p như hình vẽ III.24

Ta hãy khảo sát giá trị ứng suất thẳng đứng tại một điểm có độ sâu z (điểm A) trong lớp đất yếu.

Giả sử ta đặt một ống đo áp tại A.



Hình III.24: Áp lực nước lỗ rỗng và ứng suất có hiệu

Dưới tác dụng của áp lực, nước sẽ dâng lên trong ống đo áp. Nếu trên mặt đất có tải trọng p , cột nước trong ống đo áp dâng lên một đoạn là ΔH .

Lúc này tại điểm A ở độ sâu z ta có:

$$p_z = \gamma_n (H+z) + p \quad (3.18)$$

Sau khi đặt tải, áp lực phát sinh trong nước lỗ rỗng tại điểm này được gọi là ứng suất trung hoà toàn bộ :

$$u' = \gamma_n (H+z) + \gamma_n \Delta H \quad (3.19)$$

$\gamma_n.(H+z)$ - áp lực thủy tĩnh trước khi có gia tải p ;

Đặt $u = \gamma_n.\Delta H$ - với ΔH là cột nước phụ thêm.

u là áp lực xuất hiện tức thời dưới tác dụng của phụ tải p , còn gọi là áp lực nước lỗ rỗng dư.

Theo lý thuyết cổ kết thắm ta có:

$$p_z = \sigma'_{vz} + u'_z \quad (3.20)$$

σ'_{vz} : ứng suất có hiệu. Ứng suất này tác dụng lên các hạt rắn và là tác nhân gây lún.

u'_z : ứng suất trung hoà tổng. Ứng suất này do nước tiếp nhận, không gây ra lún cho đất dính bão hoà nước.

Do vậy áp lực gây lún: $\sigma'_{vz} = p_z - u'_z$

$$\rightarrow \sigma'_{vz} = p - \gamma_n \cdot \Delta H$$

Nếu xét (3.18) và (3.19) hay là : $\sigma'_{vz} = p - u$

Như vậy: Tại một thời điểm bất kỳ và ở một độ sâu bất kỳ trong một lớp đất dính bão hoà nước, tổng ứng suất có hiệu và áp lực nước lỗ rỗng dư bằng gia tải p

Nhận xét :

$$p(z,t) = \sigma'_{v(z,t)} + u(z,t) \quad (3.21)$$

Tại thời điểm $t = 0$

$$\sigma'_v(z,t) = 0 \rightarrow u(z,t) = p(z,t)$$

Phát biểu: tại thời điểm ban đầu khi đặt tải, toàn bộ lực gia tải được truyền cho nước lỗ rỗng, các hạt rắn không tiếp nhận tải trọng này.

$$p = u = \gamma_n \cdot \Delta H \rightarrow \text{Tính được chiều cao cột nước phụ thêm.}$$

Tại thời điểm ban đầu khi đặt tải p lên nền đất thì điều đó tương đương với việc chúng ta tạo ra cột nước ΔH

Ví dụ : $p = 20 \text{ T/m}^2$; $\gamma_n = 1 \text{ T/m}^3$. Tức tạo ra $\Delta H = 20\text{m}$

Tại thời gian vô cùng lớn $t = \infty$

$$\sigma'_v = p ; u = 0 \rightarrow \Delta H = 0$$

Áp lực nước lỗ rỗng tổng $u' =$ áp lực thủy tĩnh

Tại thời điểm đủ lớn, toàn bộ tải trọng ngoài truyền cho cốt đất, áp lực nước lỗ rỗng dư bị tiêu tán.

Tại thời điểm t trung gian ($0 < t < \infty$)

Giá trị của u và σ'_v có thay đổi, nhưng tổng giá trị của nó luôn bằng p , phụ thuộc vào tốc độ thoát nước trong lỗ rỗng của đất dính.

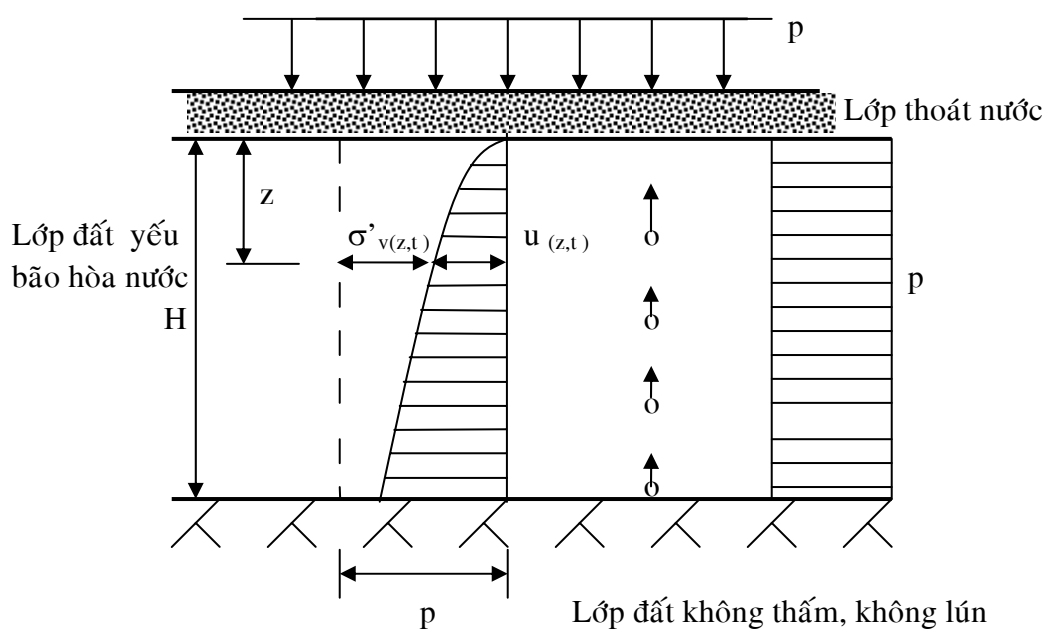
Đất dính có tính dính càng cao, hàm lượng các hạt có kích thước bé càng lớn và do đó kích thước đường rỗng càng nhỏ thì hệ số thấm càng nhỏ. Vì thế quá trình cố kết thấm xảy ra tương đối lâu, hàng năm, hàng chục năm mới kết thúc.

Đối với các đất rời kích thước hạt lớn, kích thước lỗ rỗng lớn và hệ số thấm cũng lớn nên hiện tượng cố kết đối với đất rời không có ý nghĩa thực tiễn. Trong trường hợp này độ lún của đất nền xảy ra nhanh, thường đạt giá trị ổn định ngay khi kết thúc quá trình thi công xây dựng công trình.

4.3 Bài toán cố kết thấm một chiều

Trước hết ta làm quen với hai sơ đồ thoát nước:

Trường hợp 1 : (Hình III.25)



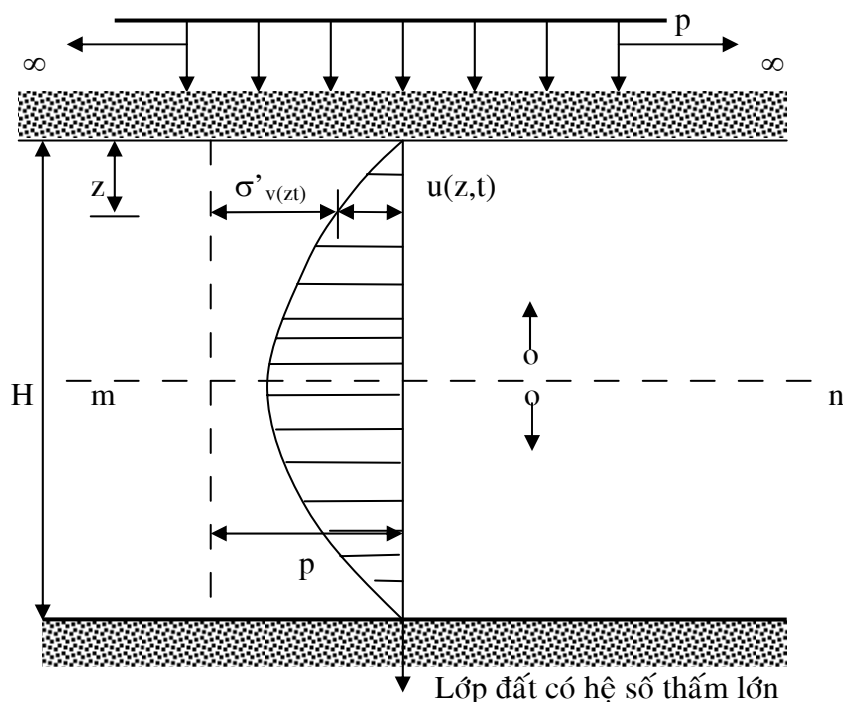
Hình III.25: Biểu đồ áp lực nước lỗ rỗng và ứng suất có hiệu

Biểu đồ áp lực nước lỗ rỗng, u : biểu thị sự thay đổi giá trị áp lực nước lỗ rỗng ở thời điểm t và tại độ sâu z .

- Ứng suất $p = \text{const}$ theo chiều dày lớp đất H .
- Từ hình III.25, xét tại một thời điểm t thì có thể nhận xét như sau:
 - Ứng suất có hiệu càng xuống sâu càng giảm.
 - Áp lực nước lỗ rỗng dư càng xuống sâu càng tăng.
- Nước dịch chuyển thẳng đứng từ dưới đáy lên trên mặt lớp để thoát ra ngoài.

Trường hợp 2 : (Hình III.26)

Lớp đất yếu nằm trên một lớp đất có hệ số thấm lớn, khi đó sẽ tồn tại một mặt biên, mà trên mặt biên đó nước có xu hướng thoát lên phía trên và dưới mặt đó nước có xu hướng thoát xuống phía dưới. Mặt biên thường lấy ở giữa độ sâu H và ký hiệu là $m-n$.



Hình III.26: Biểu đồ áp lực nước lỗ rỗng và ứng suất có hiệu, trường hợp thoát nước hai hướng

Chú ý rằng, trong trường hợp này, độ dài đường thoát nước chỉ còn một nửa ($\frac{1}{2}.H$)

Một số giả thiết

- Đất đồng nhất và bão hòa nước (đất hai pha)
- Các hạt rắn và nước lỗ rỗng không bị nén ; quá trình nén thể tích hạt rắn không đổi.
- Áp dụng được định luật thấm tầng Darcy : $V_t = k_t \times i$

$i = \frac{\Delta H}{\Delta L}$: gradient thủy lực - ΔL chiều dài đường thấm nước

- Hệ số thấm k_t và hệ số nén lún a không đổi trong quá trình cố kết thấm.

Phương trình vi phân cố kết thấm một chiều

$$\frac{\partial u}{\partial t} = C_v \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \quad (3.22)$$

Trong đó: t - thời gian.

C_v - Hệ số cố kết khi nước lỗ rỗng thoát ra theo chiều thẳng đứng

$$C_v = \frac{k_t(1 + \varepsilon_{tb})}{\gamma_n a} \quad (3.23)$$

z - khoảng cách tính từ bề mặt nền đến điểm tính áp lực nước lỗ rỗng .

Phương trình vi phân (3.22) có dạng elíp bậc hai với ẩn số là u (áp lực lỗ rỗng dư). Giải phương trình trên tìm được nghiệm $u = f(z,t)$.

Nhờ biểu thức (3.18) tìm được ứng suất có hiệu do đó dự báo được độ lún.

Điều kiện ban đầu và điều kiện biên

$$\left. \begin{array}{l} 1/ \text{ Tại thời điểm } t = 0 \\ \text{Độ sâu } 0 \leq z \leq H \end{array} \right| \text{ Ta có } u = p$$

Tại thời điểm ban đầu, nước lỗ rỗng tiếp nhận hoàn toàn áp lực ngoài.

$$\left. \begin{array}{l} 2/ \text{ Tại thời điểm trung gian } 0 \leq t \leq \infty \\ \text{và độ sâu } z = H \end{array} \right| \frac{\partial u}{\partial z} = 0$$

Tại bất kỳ thời điểm nào, không có sự dịch chuyển của nước qua bề mặt không thấm.

$$\left. \begin{array}{l} 3/ \text{ Tại thời điểm bất kỳ } 0 \leq t \leq \infty \\ z = 0 \end{array} \right| u = 0$$

Tại thời điểm bất kỳ, không có áp lực lỗ rỗng dư tại mặt tiếp xúc giữa lớp đất cố kết thấm và lớp thoát nước

$$\left. \begin{array}{l} 4/ \quad t = \infty \\ 0 \leq z \leq H \end{array} \right| \rightarrow u = 0$$

Trải qua một thời gian đủ dài trên toàn bộ chiều dày của lớp đất, áp lực lỗ rỗng dư hoàn toàn tiêu tán.

Dựa vào điều kiện biên như vậy nghiệm của phương trình (3.22) tìm được có dạng:

$$u_z = p \cdot \frac{4}{\pi} \sum_{i=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{1}{i} \sin \frac{i\pi \cdot z}{2H} e^{\frac{-i^2\pi^2}{4}T_v} \quad (3.24)$$

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

p : Tải phân bố đều trên mặt đất

Theo công thức (3.16) độ cố kết được tính :

$$Q_z = 1 - \frac{4}{\pi} \sum_{i=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{1}{i} \sin \frac{i\pi z}{2H} e^{\frac{-i^2\pi^2}{4} T_v} \quad (3.25)$$

$$Q_z = f\left(\frac{z}{H}, T_v\right) \quad (3.25a)$$

Hình III.27 là đồ thị biểu diễn Q_z theo (3.25a), từ đồ thị này có thể nêu một số nhận xét:

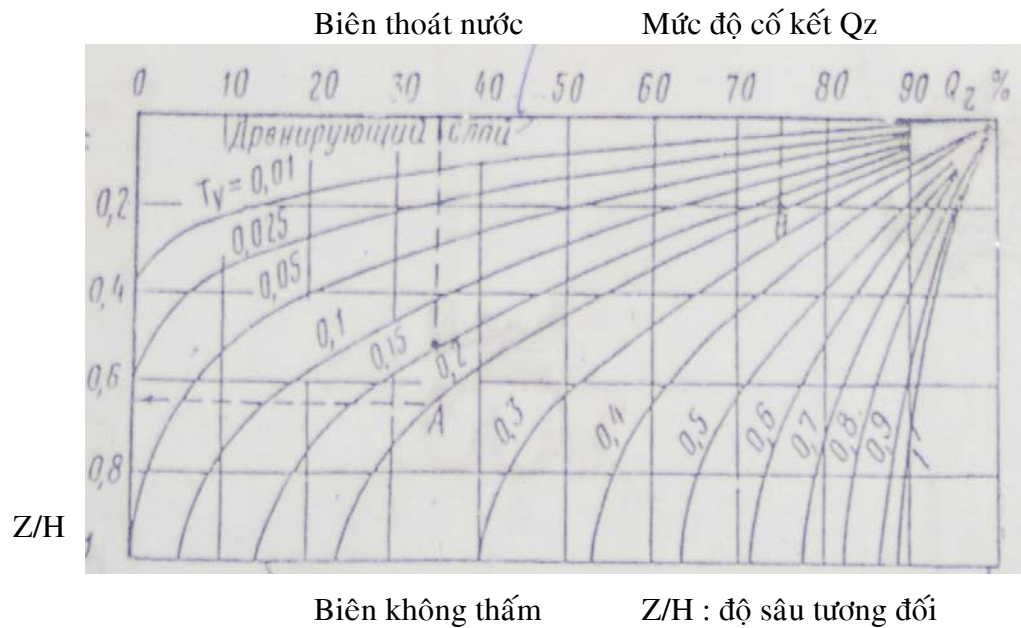
- Cố kết thấm xảy ra nhanh ở gần mặt thoát nước ứng với các $\frac{z}{H}$ nhỏ
- Các lớp đất trên mặt gần mặt thoát nước, tốc độ cố kết càng nhanh, càng xuống dưới càng chậm.
- Ứng với một lớp đất và một nhân tố thời gian thì mức độ cố kết là không giống nhau.
- Nếu tính mức độ cố kết như vậy thì phức tạp, vì thế người ta đề nghị sử dụng mức độ cố kết trung bình Q_v , nghĩa là mức độ cố kết đại diện cho toàn bộ chiều dày H của lớp đất cố kết.

$$Q_v = 1 - \frac{8}{\pi^2} \sum_{i=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{1}{i^2} e^{\frac{-i^2\pi^2}{4} T_v} \quad (3.26)$$

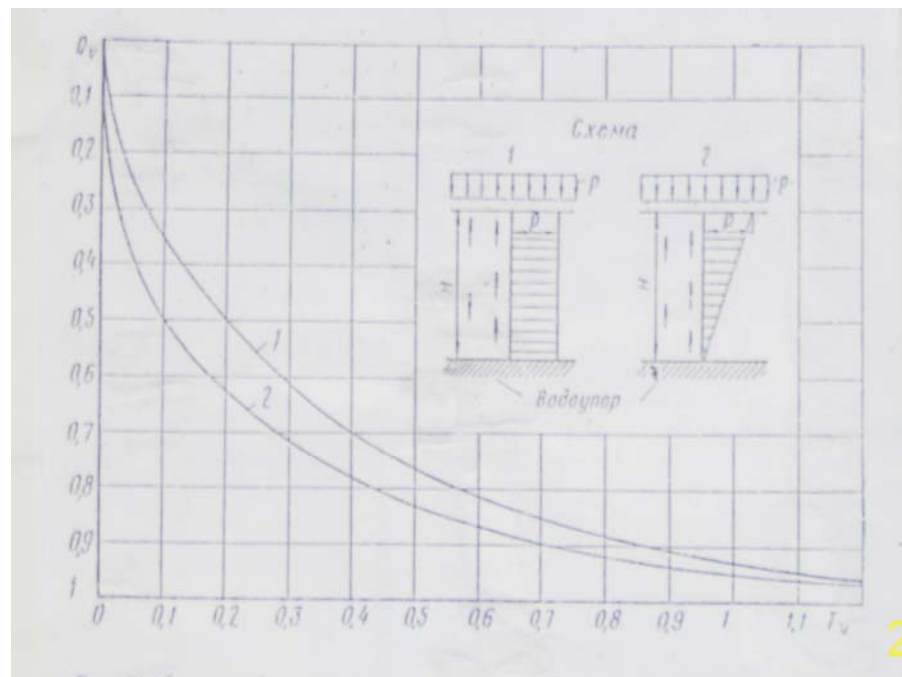
$$\text{Nếu lấy } i=1 \Rightarrow Q_v = 1 - e^{\frac{-\pi^2}{4} T_v}; \quad t = \frac{H^2}{C_v} T_v \quad (3.27)$$

Người ta thiết lập đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc mức độ cố kết trung bình và nhân tố thời gian cho hai trường hợp tải trọng (xem hình III.28)

Ngoài ra còn có thể sử dụng bảng tra 3.1 : (T_v ứng với sơ đồ 1, T'_v ứng với sơ đồ 2) để tìm độ cố kết trung bình Q_v



Hình III.27 : Đồ thị 1 – tra Q_z theo Z/H và T_v



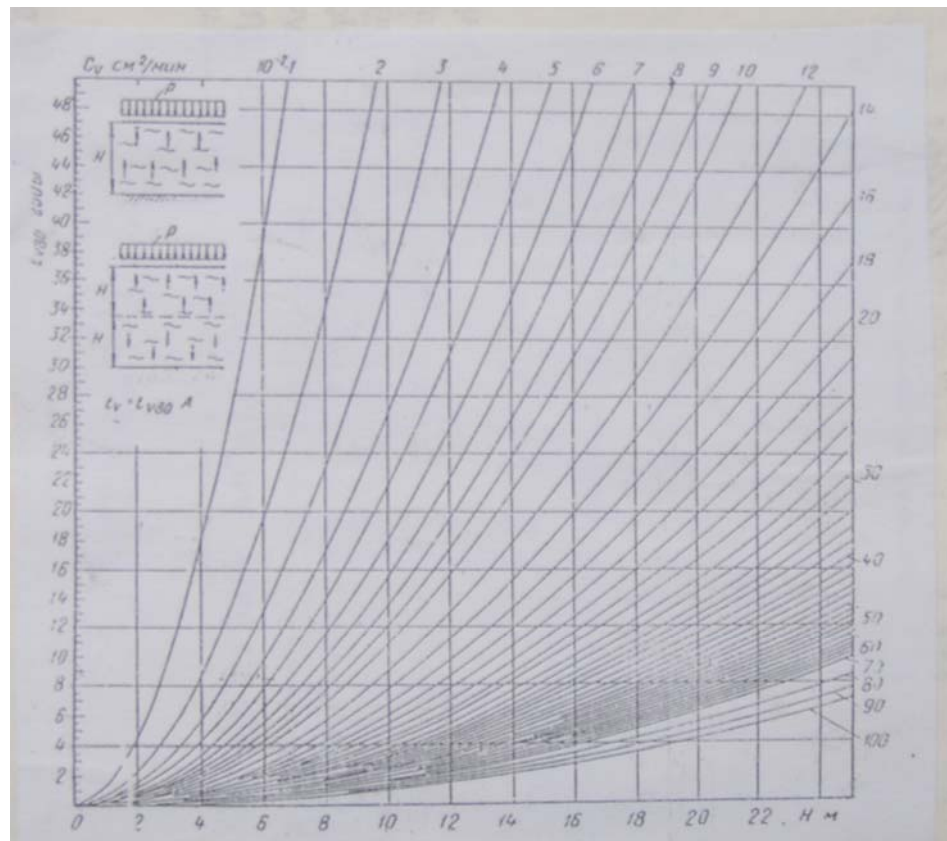
Hình III.28: Đồ thị 2- xác định Q_v theo T_v

- 1- Bài toán nén lún một chiều dưới tác dụng của tải p rộng khắp
- 2- Bài toán nén lún một chiều dưới tác dụng của tải p cục bộ

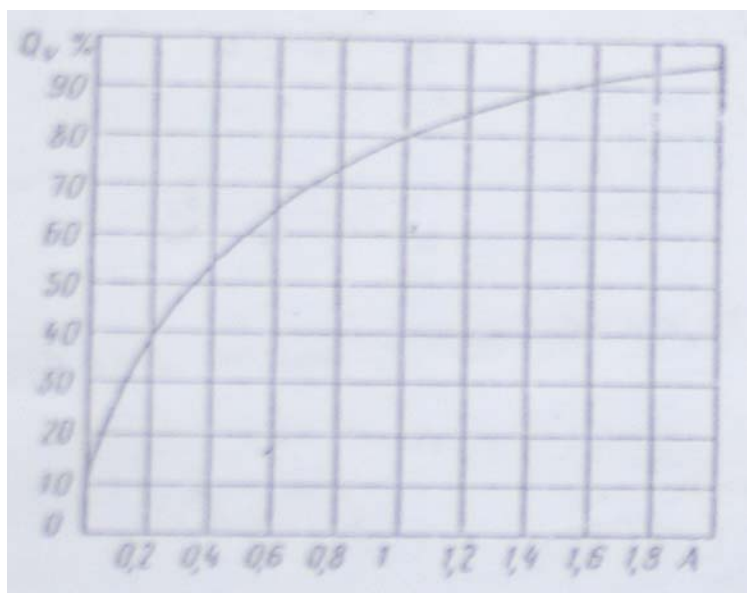
Ứng dụng đồ thị và các bảng tra để tính độ lún theo thời gian:

- Biết H , C_v , t . Tìm được T_v
 - Biết được T_v , dạng tải trọng p . Tìm được Q_v
 - Biết được Q_v và S_∞ . Tìm S_t
- Chú ý : Trong các công thức đã cho nếu gặp trường hợp hai thì phải thay H bằng $\frac{H}{2}$. Từ các bài toán này ta sẽ suy ra được các trường hợp bài toán khác.

t_{v80}



$t = t_{v80} \cdot A$; C_v ($\text{cm}^2 / \text{phút}$) ; H (m); t_{v80} : năm
 Hình III.29 : Đồ thị 3- xác định T_v theo C_v , A và H



Hình III.30: Đồ thị 4 - quan hệ Q_v và A

Bảng 3.1: Bảng quan hệ Q_v và T_v , T'_v

Q_v	T_v	T'_v	Q_v	T_v	T'_v
0,05	0,002	0,001	0,55	0,238	0,13
0,1	0,008	0,002	0,6	0,286	0,17
0,15	0,018	0,004	0,65	0,342	0,219
0,2	0,031	0,008	0,7	0,403	0,28
0,25	0,049	0,016	0,75	0,477	0,357
0,3	0,071	0,024	0,8	0,567	0,438
0,35	0,096	0,037	0,85	0,684	0,552
0,4	0,126	0,053	0,9	0,848	0,718
0,45	0,159	0,073	0,95	1,129	1,03
0,5	0,197	0,097	1		

1. Đặt tải tức thời:

Là tải trọng mà được xem ngay từ thời điểm ban đầu có giá trị bằng tải trọng tính toán.

Trình tự tính toán

1/ Căn cứ vào trụ địa chất công trình xác định điều kiện thoát nước.

Có hai trường hợp:

- Dưới lớp đất yếu có tầng không thấm, nước dịch chuyển theo phương đứng từ dưới lên; các công thức sử dụng chiều dày H bằng chiều dày lớp đất yếu.

- Dưới lớp đất yếu có tầng thoát nước, nước thoát theo phương thẳng đứng có hai hướng; các công thức có H ta thay bằng $\frac{H}{2}$, đồng thời tính C_v

2/ Tính độ lún cố kết theo phương pháp phân tầng cộng lún.

3/ Cho trước một số giá trị của độ cố kết Q_v (độ cố kết trung bình của cả lớp đất).

4/ Từ đó xác định: $S_t = Q_v \cdot S_\infty$

5/ Dựa vào đồ thị hình III.28 hoặc tra bảng 3.1.

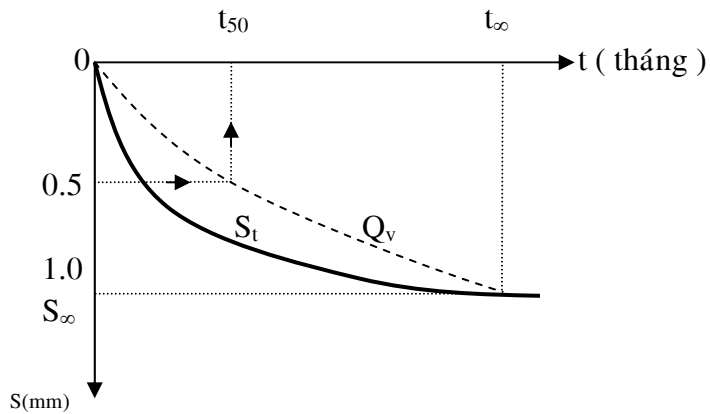
Từ Q_v tìm T_v : Giá trị nhân tố thời gian khác nhau ứng với mức độ cố kết khác nhau.

6/ Dùng công thức $t = \frac{H^2}{C_v} T_v \Rightarrow$ Tìm được thời gian t .

Thường trong xây dựng đường, người ta dùng mức độ cố kết $Q_v = 80\%$ và từ đó suy ra $t_{80\%} = ?$

7/ Vẽ đồ thị quan hệ độ lún theo thời gian.

Chú ý : Đường cong S_t có độ dốc ban đầu tăng nhanh. Có thể vẽ đồng thời đường cong mức độ cố kết trên cùng đồ thị hình III.29.



Hình III.29: Quan hệ $S - t$ đặt tải tức thời

Ví dụ 1 : Cho biết có một lớp đất yếu dày 8 m nằm trên tầng đất cứng không thấm chịu tác dụng tải phân bố đều kín khắp, độ lún $S_{\infty} = 92$ cm.

Hãy xác định độ lún theo thời gian S_t tại thời điểm $t = 1.5$ năm sau khi chất tải, cho biết $C_v = 7.2.10^{-2}$ cm²/phút

Giải

1/ Tính T_v

$$T_v = \frac{7,2.10^{-2} \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 1,5}{800^2} = 0,089$$

2/ Nội suy trên đồ thị hình III.28 tìm được $Q_v = 33.6\%$

$$3/ S_t = Q_v \times 92 = 31 \text{ cm}$$

Ví dụ 2: Dùng số liệu của ví dụ 1, xác định thời gian để đạt mức độ cố kết 85%

Giải

1/ Tra trên đồ thị hình III.28 tìm được:

$$\text{ứng với } Q_v = 0,85 \text{ có } T_{v85} = 0,684$$

2/ Tính thời gian t theo công thức

$$t = \frac{T_v \cdot H^2}{C_v} = \frac{0,684 \cdot 800^2}{7,2 \cdot 10^{-2} \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60} = 11,5 \text{ năm}$$

Ví dụ 3: Dùng số liệu của ví dụ 1, yêu cầu xây dựng đường cong cố kết thấm.

Giải

$$1/ \text{Đặt } N = \frac{H^2}{C_v}; \text{ ta có: } N = \frac{64 \cdot 10^4}{7,2 \cdot 10^{-2} \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60} = 17 \text{ năm}$$

2/ Lập bảng tính

Q_v	T_v	$t = N \cdot T_v$	St (cm)
0,1	0,008	0,14	9,2
0,2	0,031	0,53	18,4
0,3	0,071	1,21	27,6
0,4	0,126	2,14	36,8
0,5	0,197	3,35	46
0,6	0,286	4,86	55,2
0,7	0,403	6,85	64,4
0,8	0,567	9,65	73,6
0,9	0,848	14,4	82,8
0,95	1,129	19,2	86,9
1	-	-	92

Từ số liệu trong cột (3) và cột (4) của bảng ta có thể vẽ được đường cong St

Ví dụ 4: Giải lại ví dụ 1 bằng cách dùng đồ thị hình III.29 và hình III.30

Giải

Ta có: $t = t_{v80} \cdot A$

Theo đề bài $H = 8\text{m}$, $C_v = 7,2 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{phút}$

Xác định trên đồ thị hình III.29 tìm được $t_{v80} = 9,5$ năm

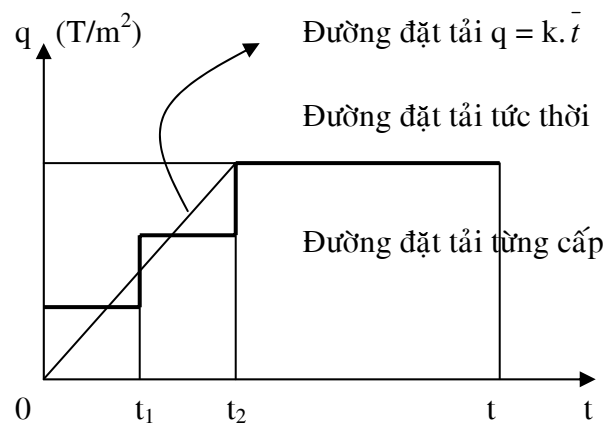
Suy ra $A = t / t_{v80} = 1,5 / 9,5 = 0,16$

Theo đồ thị hình III.30 tìm được $Q_v = 34\%$

Do đó: $S_t = Q_v \times 92 = 31,4$ cm

2. Đặt tải tăng dần:

Trong thực tế xây dựng công trình đôi khi không đặt tải tức thời mà phải đặt tải tăng dần. Điều này có ý nghĩa thực tế trong xây dựng đường, vì trong nhiều trường hợp không cho phép đắp đất đến cao độ thiết kế chỉ bằng một giai đoạn (hình III.32)



Hình III.32: Đặt tải tăng dần

Nhờ chất tải tăng dần mà đất yếu bên dưới sẽ tốt dần lên về mặt cường độ. Để tính toán, ta dùng giản đồ chất tải $q=k.t$ như trên hình III.32

Bài giảng này trình bày phương pháp đồ giải của Terzaghi để tính và vẽ đường cong lún S_t của nền đất yếu khi chịu tải tăng dần từng cấp.

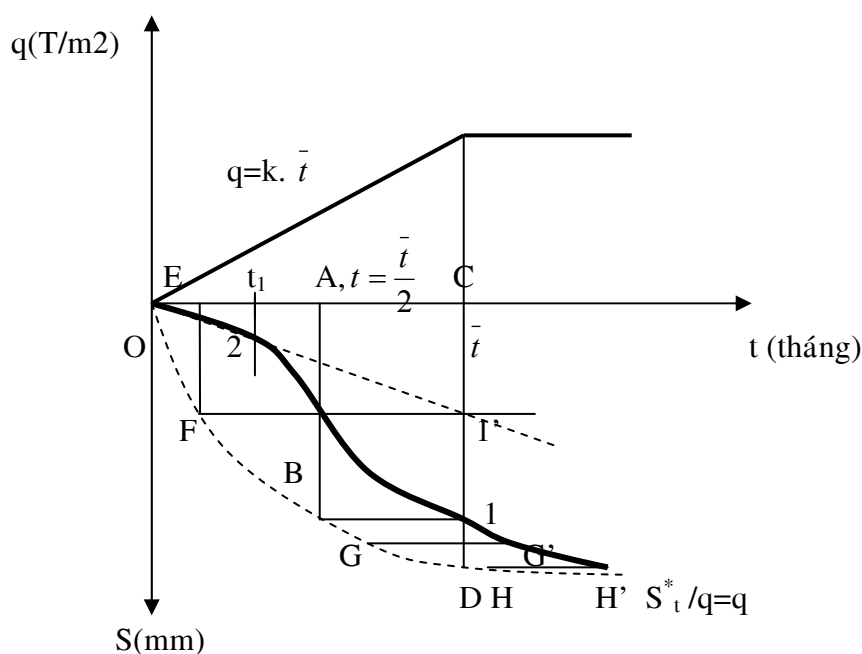
Phương pháp này là gần đúng và đơn giản nên được chấp nhận trong thực tế, được xây dựng trên cơ sở giả thiết sau:

Nếu gọi $\bar{t}$ là thời điểm cuối cùng của quá trình tăng tải, thì độ lún tại thời điểm này theo sơ đồ chất tải tăng dần sẽ bằng độ lún tại thời điểm $t = \frac{1}{2} \bar{t}$ theo sơ đồ chất tải tức thời.

$$S(t) \Big|_{t=\bar{t}} = S^*(t) \Big|_{t=\frac{1}{2}\bar{t}}$$

Trình tự các bước như sau:

1. Tính và vẽ đường cong lún $S^*(t)$ cho trường hợp đặt tải tức thời.
2. Xác định độ lún $S(t)$ tại $t = \bar{t}$ theo giả thiết được chấp nhận ở trên (điểm 1 trên đường $S(t)$):
 - Qua C lấy $OC = \bar{t}$, kẻ đường thẳng song song trục tung, cắt đường cong lún $S^*(t)$ tại D.



Hình III.33: Quan hệ $S - t$ đặt tải tăng dần

- Lấy điểm A là trung điểm của OC, tức là $OA = AC = \frac{1}{2} \bar{t}$.

- Qua A, kẻ đường song song trục tung cắt đường cong $S^*(t)$ tại điểm B.
- Qua B kẻ đường song song với trục hoành cắt CD tại 1.
- Điểm 1 nằm trên đường cong lún $S(t)$ cần tìm và là độ lún của nền.

3. Phần đồ thị bên trái điểm 1: $0 \leq t \leq \bar{t}$:

Ta chọn giá trị t_1 sao cho $0 \leq t_1 \leq \bar{t}$

Lấy điểm E ở giữa $\overline{ot_1} \Rightarrow$ kẻ đường thẳng song song với trục tung cắt $S^*(t)$ tại điểm F.

Kẻ đường thẳng qua F song song với trục hoành cắt CD tại điểm 1'. Nối 1' với 0.

Qua t_1 kẻ đường thẳng đứng cắt 01' tại 2 : điểm 2 là độ lún theo thời gian tại thời điểm $t = t_1$.

Tương tự ta chọn giá trị $t_2, t_3 \dots$ tăng dần, xác định được điểm 3,4... nối các điểm 0, 2, 3, 4, ... 1 ta được S_t bên trái điểm 1

4. Phần đồ thị bên phải điểm 1: $t > \bar{t}$

Đường cong lún S_t trong trường hợp này thu được bằng cách tịnh tiến theo phương trục hoành đường cong lún khi chất tải tức thời $S^*(t)$

Thực hiện: lấy một điểm bất kỳ trên đường cong đặt tải tức thời (G), kẻ đường thẳng song song trục hoành có giá trị bằng đúng $\overline{B1}$ được GG'. G' nằm trên đường $S(t)$ khi chất tải tăng dần

Tương tự điểm (H) $\Rightarrow$ ta xác định được H'

Nối các điểm 1, G', H' $\Rightarrow$ đường cong chất tải tăng dần khi $t > \bar{t}$