

§.6. MỘT SỐ TÍNH CHẤT CƠ - LÝ THƯỜNG XẢY RA TRONG ĐẤT

6.1. Tính dính của đất

Như chúng ta đã biết, chỉ có các loại đất dính mới có tính dính còn đối với các loại đất rời hoàn toàn không có tính dính. Tính dính là khả năng chịu lực kéo (dù rằng lực đó rất nhỏ) của các loại đất dính. Sở dĩ các loại đất này có thể chịu được lực kéo, vì giữa các hạt đất dính có những liên kết kết cấu giữ chặt nó lại với nhau, cũng chính nhờ có lực dính đó mà các khối đất sét trong thiên nhiên có thể giữ được mái dốc thẳng đứng đến một chiều cao nhất định nào đó, chiều cao này sẽ được tính toán ở chương IV. Dựa vào bản chất và nguyên nhân tạo thành nó, người ta có thể phân ra thành hai loại như sau:

Lực dính do lực hút phân tử gây ra: Dựa theo lý thuyết nước màng mỏng đã trình bày, thì lực hút phân tử có thể phát sinh trực tiếp giữa hai hạt đất với nhau, hoặc phát sinh qua các ion (cation) trung gian gắn liền hai hạt với nhau, hoặc có thể do sức căng mặt ngoài của các màng nước mao dẫn đã được trình bày ở trên. Lực dính này có đặc tính đặc biệt là có khả năng phục hồi lại sau khi bị phá hoại nếu có được những điều kiện như lúc hình thành ban đầu. Loại lực dính thứ hai là do các liên kết xi măng và các liên kết kết tinh có sẵn giữa các hạt, lực dính này được tạo thành do kết quả của sự hóa già các chất keo, sự kết tinh hoặc tái kết tinh các loại muối hòa tan trong nước, v.v... Thuộc loại lực dính này thì không có khả năng phục hồi sau khi đã bị phá hoại - loại lực dính này có tính chất cứng, giòn, ngược lại với loại lực dính do lực hút phân tử lại có tính đàn hồi và tính dẻo nhớt.

6.2. Tính co và nở của đất

Tính co và nở của đất sét là hai mặt ngược nhau của một quá trình. Khi lượng nước chứa trong đất thay đổi thì sẽ sinh ra hiện tượng co và nở của đất, tức là, tính co là khả năng giảm thể tích trong quá trình bốc hơi nước, còn tính nở là khả năng tăng thể tích của đất dính khi ngậm nước.

Trong tự nhiên hiện tượng trương nở thường rất hay gặp do nước mưa, nước mặt đất, nước dưới đất chảy vào các vùng đất dính ở trạng thái khô, đặc biệt ở các vùng khí hậu khô ráo. Hiện tượng trương nở đó thường làm cho cường độ của đất giảm xuống, toàn bộ khối đất bị biến dạng và phá hỏng, do đó gây ra nhiều tác hại cho các công trình xây dựng trên nền đất đó, phá hoại tính ổn định của bờ dốc, bờ đường, gây bùng nền, v.v...

Khi đất sét bị khô thì nước trong màng nước bao quanh dần dần bị bốc hơi, trong quá trình đó, trước hết nước mao dẫn bị bốc hơi trước và khối đất bắt đầu co lại. Màng nước bao quanh mỏng dần làm tăng nồng độ ion trong tầng ion trái dấu, do đó lực hút của các ion đối với hạt sét ở xung quanh tăng lên, vượt quá lực đẩy giữa các hạt sét do tích điện cùng dấu gây ra. Vì vậy các hạt đất bị hút lại gần nhau hơn và khối đất càng co thêm nữa, và đến một lúc nào đó việc giảm thể tích ngừng lại (tương ứng với khi lực đẩy giữa chúng đạt tới một thế cân bằng mới với lực hút) thì trên mặt khối đất xuất hiện các vết nứt có hình chân chim. Đó chính là bản chất của tính chất co rút thể tích khi khô của đất loại sét. Độ ẩm của đất ứng với thời điểm đó gọi là giới hạn co. Khi đất co thì chuyển vị của các điểm trong khối đất xảy ra không giống, do đó gây ra tình hình ứng suất không đều và làm cho khối đất nứt nẻ, cường độ giảm đi, tính thấm tăng lên, vì vậy khi dùng đất đắp đê, đắp đập, hay đắp đường thì cần phải chú ý đến hiện tượng này. Ngược lại, khi đất sét khô, màng nước tại chỗ tiếp xúc giữa các hạt có chiều dày nhỏ. Sau đó nếu gặp nước có nồng độ ion thấp hơn nồng độ ion trong tầng trái dấu giữa các hạt, thì một số ion trong tầng trái dấu sẽ chạy ra ngoài nước tự do. Do tác dụng của lực hút điện phân tử của các hạt đất nên các phân tử nước sẽ thâm nhập vào những nơi màng nước có chiều

dày nhỏ và tách các hạt đất ra, gây nên hiện tượng trương nở của đất. Tác dụng nở của đất có ảnh hưởng lớn đến các công trình xây dựng, do đó cần phải được chú ý thích đáng trong khi thiết kế và xây dựng công trình. Đối với các tường chắn chẳng hạn, khi đất đắp sau tường nở ra thì sẽ xuất hiện một áp lực phụ thêm tác dụng lên tường, ảnh hưởng đến tính ổn định của nó. Tuy nhiên, không phải lúc nào hiện tượng nở của đất cũng có hại, trái lại cũng có trường hợp có thể lợi dụng tính nở của đất để phục vụ công trình. Điều này có thể thấy rõ trong thực tế, người ta có thể dùng áp lực phun dung dịch sét Mômôrêlônit có tính nở lớn vào các lỗ rỗng hoặc khe nứt ở bờ kênh và đất nền để làm giảm tính thấm cho bờ kênh và đất nền.

Tính chất trương nở và co rút có liên quan mật thiết với sự biến đổi độ dày của màng nước bao quanh hạt đất, vì vậy các nguyên nhân ảnh hưởng đến tính chất trương nở và co rút của đất sẽ bao gồm các nhân tố chủ yếu như: Thành phần khoáng vật, thành phần hạt, thành phần hóa học và nồng độ ion trong dung dịch, kết cấu, đặc điểm mối liên kết giữa các hạt và độ rỗng của đất.

6.3. Tính tan rã của đất:

Tính chất tan rã của đất là tính chất của đất khi bỏ vào nước thì phát sinh hiện tượng mất hết tính dính và trở thành một khối rời rạc. Hiện tượng tan rã có thể là do hiện tượng trương nở phát triển mà thành. Trong những điều kiện nhất định khi hiện tượng trương nở phát triển đến một lúc nào đó, thì do màng nước khuếch tán dày lên đến trị số lớn nhất, các hạt sét không còn hút chung các ion hay các phân tử nước nữa, làm mất mối liên kết keo nước giữa các hạt và các hạt sét bị rã rời trong nước.

Các loại đất sét có tính thấm nhỏ, nói chung tốc độ tan rã chậm, hiện tượng tan rã thường phát triển dần dần từ ngoài vào trong, ít khi tan rã thành từng cục. Nếu đất có lỗ rỗng lớn thì trước hết nước ngấm vào các lỗ rỗng này gây ra ứng lực không đồng đều trong khối đất và đầu tiên đất sẽ bị tan rã dọc theo các mặt mềm yếu thành từng cục to nhỏ hình dạng bất kỳ. Các đất loại sét do hàm lượng hạt sét cao nên tác động của tầng khuếch tán đến tính chất tan rã khá rõ rệt, thời gian để màng nước khuếch tán đạt đến độ dày lớn nhất dài hơn, lực hút giữa các hạt còn tương đối lớn. Vì vậy, hiện tượng tan rã trong đất loại sét là một quá trình phát triển tiếp theo quá trình trương nở.

Hiện tượng tan rã có liên quan mật thiết với hiện tượng trương nở cho nên các nhân tố ảnh hưởng của nó cũng là thành phần khoáng vật, thành phần hạt, thành phần hóa học và nồng độ ion trong dung dịch chứa trong đất và nước, kết cấu và cơ cấu của đất.

Khi đánh giá tính chất tan rã của đất người ta thường dùng các chỉ tiêu sau:

- Thời gian tan rã: là thời gian tan rã hoàn toàn của một mẫu đất nhất định.
- Đặc điểm và các hiện tượng xảy ra trong quá trình tan rã.
- Tốc độ tan rã, tính bằng hàm lượng phần trăm phần đất bị tan rã so với mẫu đất ban đầu để trong một đơn vị thời gian.

Tính tan rã của đất có một ý nghĩa thực tế rất lớn khi đánh giá đất làm vật liệu đắp đập, đắp đê, đắp đường, đánh giá ổn định của bờ dốc, bờ kênh đào, đánh giá tính chất chống xói lở của đất v.v... Căn cứ vào đặc tính tan rã của đất ta có thể phán đoán mức độ ảnh hưởng đến việc thi công, sử dụng các công trình mà từ đó đề ra biện pháp xử lý, đề phòng cho thích hợp.

6.4. Hiện tượng Tixotrofia trong đất:

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 sét, 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 Tixxotrofia. Đất mang tính chất này gọi là đất Tixxotrofia.

Qua thực nghiệm người ta đã nhận thấy rằng, hiện tượng Tixxotrofia 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 Bentônít hay nói rõ hơn là chứa nhiều loại khoáng vật Mômônôlít.
- 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 Tixxotrofia 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.

6.5. Hiện tượng biến loãng của đất cát:

Hiện tượng biến loãng (chảy lỏng) của đất cát có thể gặp ở các đất cát nhỏ no nước, khi chịu tải trọng rung ở những điều kiện nhất định. Nếu các loại này được dùng làm nền cho các móng máy, hoặc làm vật liệu đắp các đê, đập thì trong những điều kiện ấy, đất nền sẽ bị đùn ra ngoài, hoặc khối đất đắp sẽ bị đổ sụp, gây ảnh hưởng tai hại cho công trình.

Hiện tượng biến loãng này đã được giáo sư N.M.Gerxevanov và giáo sư N.N.Maxlov chỉ rõ rằng: Đất cát nhỏ bão hòa nước phát sinh hiện tượng chảy lỏng (biến loãng) là vì, khi có tác dụng của tải trọng động thì áp lực nước lỗ rỗng xuất hiện đột ngột và có trị số lớn ở tại vị trí tác dụng của tải trọng động đó, rồi truyền đi rất nhanh lên toàn bộ khối đất bão hòa nước. Trong những trường hợp nếu trị số áp lực đó vượt quá trọng lượng bản thân của đất ở trong nước (ứng với dung trọng đẩy nổi), thì các điểm tiếp xúc giữa các hạt bị phá hoại và đất chuyển sang hoàn toàn như một dung dịch (hình I - 10).

Cường độ chống cắt của đất cát lúc này hầu như bằng không và cả khối đất hoàn toàn mất sức chịu tải, dẫn đến sự phá hoại công trình. Và nếu như ngừng tác dụng tải trọng động thì áp lực nước lỗ rỗng của nó giảm xuống, các hạt cát lại dịch lại gần nhau và sắp xếp theo một dạng kết cấu chặt hơn trước, nghĩa là độ rỗng của nó nhỏ hơn trạng thái ban đầu. Căn cứ vào các tài liệu nghiên cứu người ta thấy rằng hiện tượng biến loãng dễ xảy ra hơn cả ở các đất cát có hình dạng tròn nhẵn, đường kính D_{10} của hạt bé hơn 0,1mm, hệ số không đồng đều $C_u < 5$ và độ rỗng (n) vào khoảng 0,44 đồng thời trong đất có chứa một ít hạt sét.



Hình I-10

Hiện tượng biến loãng có ảnh hưởng lớn đến các công trình xây dựng, do đó việc đề phòng, tránh hiện tượng này xảy ra là sự cần thiết đối với chúng ta và hiện nay thường dùng các biện pháp sau đây:

- Giảm bớt cường độ của tải trọng động.
- Làm tăng độ chặt của đất cát.
- Tăng cường khả năng thoát nước của đất cát.
- Cải thiện tình hình phân bố ứng suất trong đất.

Nói chung các biện pháp thường không áp dụng riêng rẽ nhau, mà được áp dụng kết hợp chặt chẽ với nhau thì mới mang lại hiệu quả lớn nhất.

6.6. Tính đầm chặt của đất:

Đất có tính chất là: dưới tác động cơ học như rung, nén, nện các hạt đất sẽ dịch chuyển tạo thành một kết cấu mới chặt hơn. 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. 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 (γ_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.

Nguyên lý thí nghiệm:

Nếu đất khô, độ ẩm nhỏ thì công đầm nén sẽ tiêu hao vào việc khắc phục ma sát giữa các hạt mà không làm cho đất chặt lại được bao nhiêu. Ngược lại nếu đất quá ướt, độ ẩm cao thì màng nước liên kết càng dày đẩy các hạt xa nhau, làm cho đất không thể chặt được. Như vậy với một công đầm nén xác định, cần phải có một độ ẩm tốt nhất để khi đầm nén đất sẽ đạt được độ chặt cao nhất.

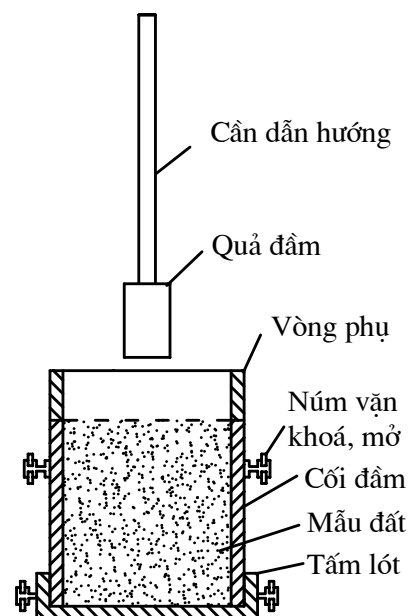
Dụng cụ thí nghiệm trong phòng (Hình I - 11) là một hình trụ tròn bằng kim loại, ở bên dưới có tấm lót, ở bên trên có vành kéo dài có thể tháo rời được. Quả đầm có hình trụ tròn xỏ vào một cần thẳng và di động, cần có tác dụng dẫn hướng và khống chế độ cao rơi, ngoài ra là cần và các dụng cụ thí nghiệm độ ẩm.

Cách thí nghiệm:

Chuẩn bị một lượng đất đủ dùng, khoảng 6-8kg, hong khô trong không khí, nghiền nhỏ (chú ý không làm vỡ hạt), loại bỏ những hạt to quá 20mm. Dùng một ống đo thể tích đo lượng nước đưa vào mẫu đất. Tưới nước vào mẫu đất bằng cách phun mưa trộn rất cẩn thận trong thời gian lâu để đảm bảo mẫu đất ẩm đều. Nếu đất là loại sét thì phủ mẫu bằng vải ẩm để trong nhiều giờ trước khi đem đầm nén.

Cần cối khi chưa có mẫu đất. Cho mẫu đất vào cối từng lớp, thường làm năm lớp. Với mỗi lớp đều đầm (bằng cách thả rơi quả đầm ở một chiều cao xác định) 55 nhát đầm, chú ý sao cho các nhát đầm phân bố đều trên mặt mẫu. Sau khi đầm xong, tháo vành kéo dài ở mặt trên, gạt mẫu đất bằng mặt cối. Cần lại cối đầm có chứa đầy đất. Cuối cùng tháo mẫu đất ra khỏi cối, lấy 2-3 mẫu nhỏ (trên - 10g), đem thí nghiệm xác định độ ẩm.

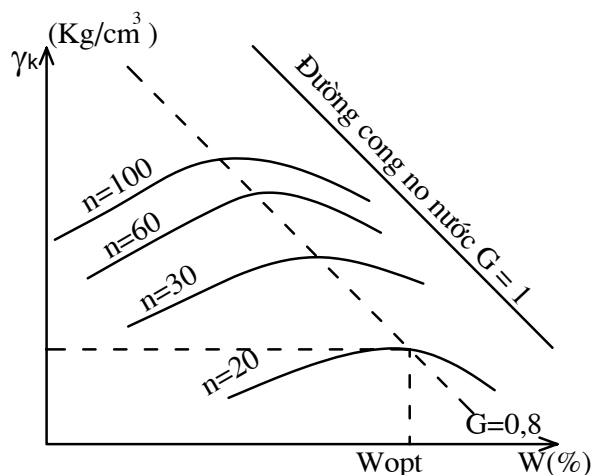
Lặp lại thí nghiệm với mẫu đất thứ hai, gia tăng lượng nước phun tưới vào mẫu đất (không quên trộn cẩn thận và thật lâu): tiếp tục thí nghiệm cho 5-6 mẫu. Với mỗi



Hình I-11

mẫu thí nghiệm ta xác định được trọng lượng thể tích đất (ướt) γ và tương ứng với nó là độ ẩm W , hoặc trọng lượng thể tích đất (khô) γ_k và độ ẩm W .

Kết quả thí nghiệm được thể hiện bằng đường cong, trên đồ thị có trục tung biểu thị $\gamma_k = f(W)$, trục hoành biểu thị W (Hình I -12). Theo đó ta xác định được độ ẩm đầm nén tốt nhất ứng với một công đầm nén xác định. Nếu thay đổi công đầm nén ta thấy: Khi tăng công đầm nén lên thì độ ẩm tốt nhất nhỏ đi một chút (điểm cực trị dịch về bên trái), tất cả các đường cong $\gamma_k = f(W)$ đều tiệm cận một đường thẳng gọi là đường bão hòa.



Hình I-12: Các đường cong đầm chặt

Thí nghiệm đầm chặt nêu trên

người ta thường gọi là thí nghiệm Proctor (tên người đã đề xuất thí nghiệm đầu tiên). Dựa vào nguyên lý thí nghiệm đầm chặt đã nêu trên, sau này người ta đã cải biến đi, nên ở các nước khác nhau có quy định khác nhau về thí nghiệm đầm chặt.

*** Thí nghiệm proctor thông thường:**

Cối đầm chặt có đường kính bằng 10cm, chiều cao cối đầm là 12,70cm, thể tích cối đầm là 1000cm³. Đầm có đường kính đáy là 10cm, trọng lượng quả đầm 2,5kg. Tấm lót đáy có đường kính 10cm.

Cách thí nghiệm :

- Cho quả đầm rơi tự do với chiều cao 30,5cm, số lớp đất đầm là 3, chiều dày lớp đất là 4cm, số nhát chày đầm cho mỗi lớp là 25 chày, năng lượng đơn vị 5,4kG.cm/cm³. (Năng lượng đơn vị được tính là: trọng lượng quả đầm nhân với chiều cao rơi nhân với số nhát đầm cho mỗi lớp nhân với số lớp đất đầm nén, kết quả đó chia cho thể tích cối đầm).

*** Thí nghiệm proctor cải tiến:**

Cối đầm chặt có đường kính bằng 12,5 cm, chiều cao cối đầm 12,70cm , thể tích cối đầm 2224cm³. Đầm có đường kính đáy là 5,08cm, trọng lượng quả đầm 4,54kg.

Cách thí nghiệm:

- Cho quả đầm rơi tự do với chiều cao 45,7cm, số lớp đất đầm nén là 5, chiều dày mỗi lớp 2,5cm, số nhát đầm cho mỗi lớp là 55, năng lượng đơn vị 25KG.cm/cm³.

*** Thí nghiệm proctor do công binh Mỹ cải tiến:**

Cối đầm chặt có đường kính là 15,24cm, chiều cao cối đầm 12,70cm, thể tích cối đầm là 2317cm³. Đầm có đường kính đáy là 5,08cm, trọng lượng quả đầm là 4,54KG, tấm lót đáy dày 5,08cm và đường kính là 15,24cm.

Cách thí nghiệm:

- Cho quả đầm rơi tự do với chiều cao 45,7cm, số lớp đất đầm là 5, chiều dày mỗi lớp 2,5cm, số nhát đầm 55, năng lượng đơn vị 24,5KG.cm/cm³.

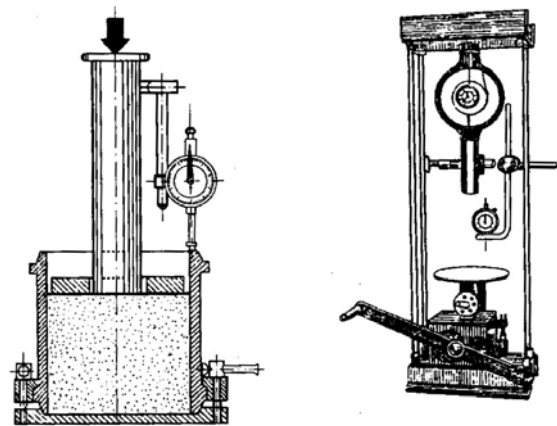
*** Thí nghiệm CBR (California Bearing Ratio)**

Ở Mỹ và một số nước, trong xây dựng đường ô tô thường dùng chỉ số CBR (viết tắt của tên California Bearing Ratio - Chỉ số chịu tải CBR), là tỷ số biểu thị bằng phần trăm giữa áp lực tạo sự xuyên ngập một trụ xuyên trong đất ta xét với áp lực tạo sự xuyên ngập như thế trong vật liệu tiêu chuẩn. Kích thước trụ xuyên, tốc độ và độ sâu xuyên được chuẩn hoá.

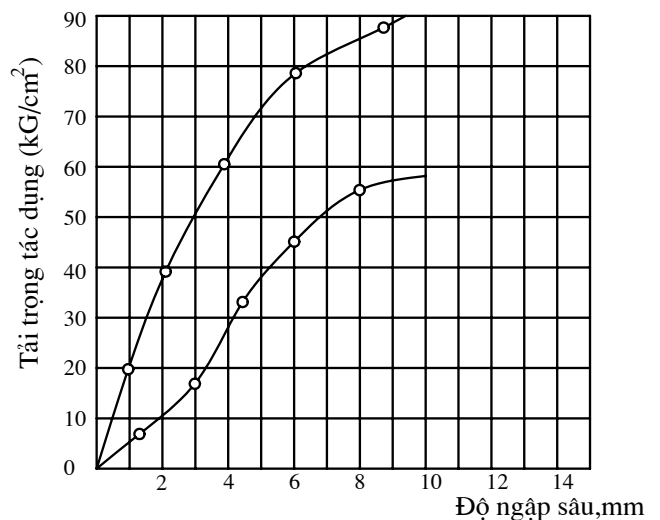
Dụng cụ thí nghiệm (hình I-13): Trụ xuyên tiết diện 3 inch² (19,35cm²), dài khoảng 20cm, gắn vào một giá đỡ có gán lực kế và đồng hồ đo chuyển vị; một cơ cấu vitme với tay quay nâng hộp mẫu tạo ra sự xuyên ngập của trụ xuyên.

Hộp mẫu là một cối đầm chặt kiểu Proctor Công binh Mỹ cải tiến, nhưng chiều cao cối lớn hơn, bằng 7 inch (17,78cm); ngoài ra có những tấm cứng vành khuyên đặt trên mẫu đất trong cối đầm dùng để gia tải lên mẫu đất, trụ xuyên đi qua lỗ tâm các tấm.

Cách thí nghiệm: Đầu tiên mẫu đất được đầm chặt như thí nghiệm Proctor Công binh Mỹ cải tiến với độ ẩm sai lệch 60,5% độ ẩm đầm nén tốt nhất. Dùng các tấm vành khuyên gia tải lên mặt mẫu bằng tải trọng đất chịu trong tự nhiên, nhưng trọng lượng tối thiểu các tấm vành khuyên là 10 lbs (4,54kG). Đưa hộp mẫu vào dưới trụ xuyên, tác dụng lực 10 lbs để trụ xuyên tiếp xúc với mẫu. Gá đồng hồ đo chuyển vị tỳ lên thành cối đầm và đưa về 0. Bắt đầu quá trình ép trụ xuyên, thao tác sao cho tốc độ xuyên là không đổi và đúng bằng tốc độ tiêu chuẩn hoá là 1/20 inch trong một phút (1,27mm/phút). Trong quá trình xuyên ghi chép áp lực xuyên ứng với các độ sâu xuyên 0,64; 1,27; 1,91; 2,54; 5,08 và 7,62mm.



Hình I-13: Dụng cụ thí nghiệm CBR



Hình I - 14: Đường cong ứng suất □ biến dạng

Kết quả đo được trình bày trên đồ thị thí nghiệm CBR (Hình I - 14)

Tính được các chỉ số chịu tải:

$$\frac{P_{(2,54)}}{70,00} 100\% \text{ và } \frac{P_{(5,08)}}{105,00} 100\%$$

Trong đó: $P_{(2,54)}$ và $P_{(5,08)}$ - áp lực làm trụ xuyên sâu 2,54 và 5,08 mm.

70,00 và 105,00 - áp lực làm trụ có cùng độ sâu xuyên như thế đối với vật liệu tiêu chuẩn lấy làm gốc so sánh.

Giá trị đầu được lấy làm trị số chịu tải CBR trừ khi giá trị sau lớn hơn. Trong trường hợp giá trị sau lớn hơn, khi đó kiến nghị làm lại thí nghiệm, nếu kết quả làm lại vẫn như vậy thì lấy giá trị thứ hai làm chỉ số chịu tải, nếu không thì lấy giá trị thứ nhất làm chỉ số chịu tải.

6.7. Tính thấm của đất:

Như chúng ta đã biết, tất cả các loại đất trong thiên nhiên đều có lỗ rỗng, các lỗ rỗng này thường nối liền nhau. Cho nên các loại đất trong thiên nhiên ít nhiều đều thấm nước. Tính thấm là một đặc tính quan trọng của đất, cần được chú ý đến khi nghiên cứu các tính chất cơ học của chúng. Tùy theo mức độ thấm nhiều hay ít, lưu lượng nước thấm lớn hay bé trong đất mà quá trình nén lún của đất đó kết thúc nhanh hay chậm. Trong khi nước thấm qua đất còn xuất hiện áp lực thủy động, gây ra hiện tượng xói đùn đất nền dưới các công trình xây dựng nói chung và dưới các công trình thủy lợi nói riêng, ngoài ra còn gây ra các hiện tượng sụt lở các mái dốc.

6.7.1. Định luật thấm

Qua hàng loạt các công trình nghiên cứu của X.A.RôZa, N.M. Gerxevanov, Darcy, Pavlovski.v.v.... cho thấy rằng đối với các loại đất cát vừa, cát nhỏ, cũng như các loại đất sét dẻo. Sự chuyển động của nước trong đất được liệt vào loại chảy tầng. Do đó, đối với các loại đất này, để nghiên cứu hiện tượng thấm, có thể áp dụng định luật Darcy:

$$Q = K.F.t.J \quad (I - 19)$$

trong đó: Q - là lượng nước thấm qua mặt cắt F trong thời gian (t).
F - là diện tích mặt cắt vuông góc với dòng thấm.
t, K - là thời gian và hệ số thấm nước của đất.
J - là Gradient thủy lực.

Theo định luật thấm này, lượng nước thấm chảy qua một mặt cắt nhất định và trong thời gian nhất định là tỷ lệ với gradient thủy lực, thời gian thấm và diện tích mặt cắt ấy. Nếu ký hiệu lượng nước thấm trên một đơn vị diện tích và trong một

đơn vị thời gian là : $V = \frac{Q}{F.t}$ thì ta có : $V = K.J (I-19')$. (Khi quá trình nước thấm

trong đất diễn ra theo quy luật chảy tầng thì lưu tốc thấm V tỷ lệ thuận với gradient thủy lực J). Biểu thức (I-19') chính là biểu thức toán học của định luật thấm.

Thực tế nước chỉ thấm qua các lỗ rỗng của đất, cho nên lưu tốc thấm thực lớn hơn nhiều lưu tốc thấm V xác định theo biểu thức (I - 19'). Tuy vậy, trong tính toán công trình, để đơn giản hóa và tiện lợi người ta vẫn dùng V theo biểu thức (I - 19').

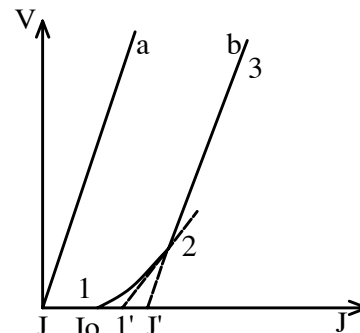
Từ biểu thức (I - 19'), ta thấy rằng, khi gradient thủy lực mà bằng một (J = 1) thì hệ số thấm K chính là lưu tốc thấm V, cho nên hệ số thấm K cũng có đơn vị tính là (cm/s) như lưu tốc thấm.

Nhiều thí nghiệm nghiên cứu cho thấy rằng, hệ số thấm K phụ thuộc rất nhiều yếu tố, như thành phần cấp phối, độ rỗng, kết cấu của đất, thành phần dung dịch nước lỗ rỗng và lượng chứa các khí kín, tức là phụ thuộc vào loại đất. Hệ số thấm của một số loại đất trong thiên nhiên có thể thay đổi như sau:

Đất cát	$K = 1.10^{-1} \div 1.10^{-4} \text{ m/s}$
A' cát	$K = 1.10^{-3} \div 1.10^{-6} \text{ m/s}$
A' sét	$K = 1.10^{-5} \div 1.10^{-8} \text{ m/s}$
Sét	$K = 1.10^{-7} \div 1.10^{-10} \text{ m/s}$

6.7.2. Gradient thủy lực ban đầu của đất sét:

Nếu theo biểu thức (I - 19') của định luật Darcy thì vận tốc thấm và gradient thủy lực được liên hệ với nhau bằng một đường thẳng (a) trên hình (I - 15). Tuy vậy, bằng nhiều công trình thực nghiệm đã cho thấy rằng đường thẳng đi qua gốc tọa độ chỉ đúng với các loại đất rời. Còn đối với các loại đất sét thì biểu đồ liên hệ giữa vận tốc thấm và gradient thủy lực là một đường cong lõm xuống và chỉ khi gradient thủy lực tương đối lớn thì quan hệ đó mới là đường thẳng (đường b trên hình I-15). J_0 được



Hình I-15

gọi là gradient thủy lực ban đầu của đất sét. Để tiện dụng, thay cho J_0 người ta kéo dài đoạn thẳng của đường quan hệ $J - V$ cho gặp trục J tại điểm J' . Thay cho J_0 người ta dùng J' để viết biểu thức định luật Darcy cho đất sét là:

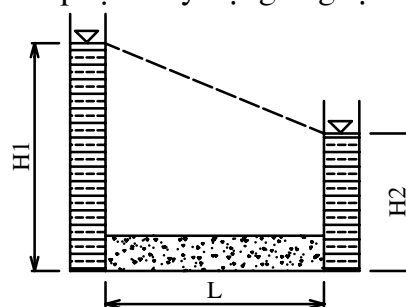
$$v = K(J - J') \tag{I - 20}$$

Sở dĩ đất sét xảy ra hiện tượng nêu trên là vì trong đất sét có nước liên kết, cho nên quy luật thấm ở loại đất này phức tạp hơn nhiều so với đất rời, ảnh hưởng của nước liên kết này tới hiện tượng thấm rất mạnh mẽ ở các đất sét phân tán cao, có chiều dày màng nước liên kết bằng kích thước các lỗ rỗng trong đất.

6.7.3. Áp lực thủy động trong đất:

Trong quá trình thấm, do sự chuyển động của nước trong đất mà nó tạo ra một áp lực lên các hạt đất và có xu hướng cuốn các hạt đất trôi theo, do đó khi xác định nội lực trong đất nền cần phải biến áp lực đó - Gọi là áp lực thủy động. Ngược lại, đất sẽ có một lực cân bằng áp lực thủy động tác dụng lên khối nước di chuyển.

Áp lực thủy động có thể xác định một cách dễ dàng trong trường hợp nước thấm qua đất có cột nước áp không di chuyển. Giả sử có trường hợp thấm qua một ống đất có chiều dài là L và diện tích mặt cắt là F , dưới tác dụng của sự chênh lệch cột nước ($H_1 - H_2$) như trên hình (I - 16).



Hình: I - 16

Dựa vào hình (I - 16) có thể thiết lập phương trình cân bằng động của đất, cả các lực tác dụng lên khối nước di chuyển như sau:

$$(H_1 - H_2). F. \gamma_0 + T. F .L + J' = 0 \tag{I-21}$$

- Trong đó: $(H_1 - H_2).F.\gamma_0$ - là lực gây ra thấm
- T - là lực cản đơn vị
- $T.F.L$ - là lực cản của khối đất

J' - là lực quán tính.

Do vận tốc thấm của nước trong đất rất nhỏ nên có thể bỏ qua lực quán tính J' nên ta có:

$$(H_1 - H_2) \cdot F \cdot \gamma_0 + T \cdot F \cdot L = 0 \quad (I - 21')$$

Từ đây rút ra:

$$T = -\frac{H_1 - H_2}{L} \cdot \gamma_0 = -J \cdot \gamma_0 \quad (I - 22)$$

Trong đó: J - là gradien thủy lực

Vì do áp lực thủy động ký hiệu là D có cùng trị số với lực cản, nhưng ngược chiều với lực cản T nên biểu thức xác định áp lực thủy động sẽ là:

$$D = J \cdot \gamma_0 \quad (I - 23)$$

Trong thực tế tính toán công trình, áp lực thủy động được áp dụng rất nhiều, như khi tính toán ổn định mái đất trong trường hợp mực nước hai bên mái đất chênh lệch nhau, hoặc khi tính toán ổn định của đáy hố móng khi thi công bằng cách hút nước từ bên trong hố.

Bài tập : Ví dụ I - 1:

Dùng 1 dao vòng có thể tích là 50cm^3 để lấy mẫu đất nguyên dạng, trọng lượng của đất ướt là 95 gam, trọng lượng sau khi sấy khô là 75 gam, tỷ trọng hạt của đất xác định được là $\Delta = 2,68$. Tính dung trọng tự nhiên γ , độ ẩm W , hệ số rỗng và độ bão hòa G của đất.

Trình tự tính toán như sau:

- Tính dung trọng tự nhiên:

Theo công thức (I-2) ta có:

$$\gamma = \frac{Q}{V} = \frac{95}{50} = 1,9 \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

- Tính độ ẩm của đất:

Theo định nghĩa ta có:

$$W = \frac{Q_n}{Q_h} \cdot 100 = \frac{Q - Q_h}{Q_h} \cdot 100 = \frac{95 - 75}{75} \cdot 100 = 26,70\%$$

- Tính hệ số rỗng:

Theo công thức (1) bảng (I-3) ta có:

$$e = \frac{\Delta \gamma_0 (1 + 0,01 \cdot W)}{\gamma} - 1 = \frac{2,68 \cdot 1 \cdot (1 + 0,01 \cdot 26,7)}{1,9} - 1 = 0,79$$

- Tính độ bão hòa G :

Theo công thức(6) bảng (I-3) ta có:

$$G = \frac{0,01 \cdot W \cdot \Delta}{e} = \frac{0,01 \cdot 26,7 \cdot 2,68}{0,79} = 0,91$$

Ví dụ I-2: Một mẫu đất sét nặng 250 gam với dung trọng $\gamma = 2,0 \text{ g/cm}^3$, tỷ trọng hạt $\Delta = 2,7$, độ ẩm tự nhiên $W = 32\%$.

Bây giờ muốn tăng độ ẩm của toàn bộ mẫu đất lên tới 35%, hỏi phải đổ thêm lượng nước vào là bao nhiêu?

Giải: Muốn tính được lượng nước đổ thêm vào, ta cần tìm lượng nước ứng với độ ẩm 30% và 35%.

- Trước hết cần tìm dung trọng khô (vì cần tìm trọng lượng hạt Q_h).

Theo công thức (10) bảng (I-3) ta có:

$$\gamma_k = \frac{\gamma}{1 + 0,01W} = \frac{2}{1 + 0,01.32}$$

Theo công thức (I-5) ta có thể tính được trọng lượng hạt như sau:

$$Q_h = \gamma_k \cdot V = \gamma_k \cdot \frac{Q}{\gamma} = \frac{2}{1 + 0,01.32} \cdot \frac{250}{2} = 189,4(g)$$

- Trọng lượng nước ứng với độ ẩm 32% là:

$$Q_n(32\%) = Q - Q_h = 250 - 189,4 = 60,6(g)$$

Theo định nghĩa:

$$W = \frac{Q_n}{Q_h}, \text{ do đó ta có thể tính được trọng lượng nước ở 35\% tức là:}$$

$$Q_n(35\%) = 0,35 \cdot Q_h = 0,35 \cdot 189,4 = 66,2 (g)$$

Do đó trọng lượng nước phải đổ thêm là:

$$Q_n(35\%) - Q_n(32\%) = 66,2 - 60,6 = 5,6 (g)$$

Ví dụ I - 3: Có một công trình xảy ra sự cố người ta cần phải điều tra để tìm ra nguyên nhân của sự cố đó, một trong những công tác điều tra không thể thiếu được là tìm hiểu tình hình nền đất đặt dưới công trình đó. Chẳng may vì điều kiện khách quan một trong những lớp đất dưới công trình không còn đủ số liệu mà chỉ có những chỉ tiêu sau: tỷ trọng hạt $\Delta = 2,68$, độ ẩm $W = 24\%$, chỉ số dẻo $\phi = 12$, độ sệt $B = 0,4$, độ bão hòa $G = 0,8$. Hỏi có thể xác định được dung trọng tự nhiên γ , giới hạn nhão W_{nh} , giới hạn dẻo W_d của đất đó hay không? nếu được thì trị số của chúng bằng bao nhiêu?

Giải : Để có thể xác định được dung trọng tự nhiên rút ra từ công thức tính e, trước hết ta cần xác định hệ số rỗng:

Hệ số rỗng của đất có thể xác định từ công thức :

$$G = \frac{0,01 \cdot W \cdot \Delta}{e} \Rightarrow e = \frac{0,01 \cdot W \cdot \Delta}{G} = \frac{0,01 \cdot 24 \cdot 2,68}{0,8} = 0,804$$

Mặt khác ta có:

$$e = \frac{\Delta \gamma_0 (1 + 0,01 \cdot W)}{\gamma} - 1 \Rightarrow \gamma = \frac{\Delta \gamma_0 (1 + 0,01 \cdot W)}{1 + e} \Rightarrow$$

$$\gamma = \frac{2,68.1(1 + 0,01.24)}{1 + 0,804} = 1,84 \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

Từ công thức (I-17) ta có:

$$B = \frac{W - W_d}{W_{nh} - W_d} = \frac{W - W_d}{\phi}$$

Vậy giới hạn dẻo của đất sẽ là:

$$W_d = W - B.\phi = 0,24 - 0,4.0,12 = 0,192 = 19,2\%$$

Do đó ta có giới hạn nhão của đất sẽ là:

$$W_{nh} = \phi + W_d = 12 + 19,2 = 31,2\%$$

Ví dụ I-4: Xác định tên và trạng thái vật lý của một loại đất khi biết $\gamma = 2,01 \text{ t/m}^3$, tỷ trọng hạt $\Delta = 2,77$, giới hạn nhão $W_{nh} = 40,8\%$, giới hạn dẻo $W_d = 19,8\%$, độ ẩm tự nhiên $W = 26,27\%$.

Trình tự tính toán như sau:

- Tính chỉ số dẻo theo công thức (I-18):

$$\phi = W_{nh} - W_d = 40,8 - 19,8 = 21,0\%$$

- Tính độ sệt theo công thức (I-17):

$$B = \frac{W - W_d}{\phi} = \frac{26,27 - 19,8}{21,0} = 0,588$$

- Tính hệ số rỗng theo công thức:

$$e = \frac{\Delta.\gamma_0(1 + 0,01.W)}{\gamma} - 1 = \frac{2,77.1(1 + 0,01.26,27)}{2,01} - 1 = 0,74$$

Kết luận: Đất sét ở trạng thái dẻo mềm.

Ví dụ I-5: Xác định tên đất và trạng thái vật lý của một loại đất khi biết các số liệu thí nghiệm trong phòng như sau: Dung trọng của đất $\gamma = 1,89 \text{ g/cm}^3$, tỷ trọng hạt $\Delta = 2,69$; độ ẩm tự nhiên $W = 13,5\%$ và số liệu cho như bảng sau:

Bảng I-13: Cỡ nhóm hạt và lượng chứa.

Đường kính hạt (mm)	>10	10-2	2-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	<0,1	Tổng cộng
Khối lượng mỗi nhóm (g)	4	6	10	13	12	5	50
Phần trăm mỗi nhóm (%)	8	12	20	26	24	10	100

Trình tự tính toán như sau:

Từ số liệu cho ở trên ta có thể khẳng định rằng đây không phải là đất dính, mà là đất rời.

1) Xác định tên đất và hệ số không đồng đều:

Từ kết quả phân tích hạt ở bảng trên ta có:

Những hạt có đường kính trung bình > 10mm chiếm 8% khối lượng

Những hạt có đường kính trung bình > 2mm chiếm 8+12=20% khối lượng

Những hạt có đường kính trung bình > 0,5mm chiếm 20+20=40% khối lượng

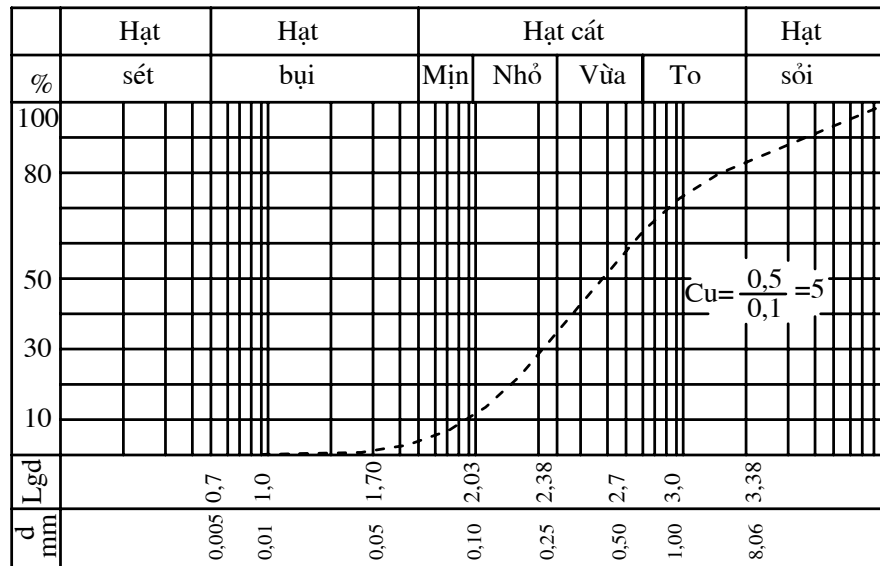
Những hạt có đường kính trung bình > 0,25mm chiếm 40+26=66% khối lượng

Những hạt có đường kính trung bình > 0,1mm chiếm 66+24=90% khối lượng

Theo bảng (I-9) và theo kết quả tích lũy phần trăm khối lượng các nhóm hạt nêu trên, thấy khối lượng những hạt có đường kính > 0,25mm chiếm 66% tổng khối lượng (>50%), cho nên đất này là đất cát vừa.

Hình (I-17) biểu thị đường cong tích lũy hạt của loại cát đó.

Từ hình (I-17) ta có: $D_{60}=0,5\text{mm}$, $D_{10} = 0,1\text{mm}$



Hình I-17 : Đường tích lũy hạt.

- Hệ số không đồng đều của cát đó là:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{0,5}{0,1} = 5 > 3$$

Như vậy cát không đều hạt.

2. Xác định của đặc trưng vật lý cần thiết

Theo công thức (I-18) ta có hệ số rỗng:

$$e = \frac{\Delta\gamma_0(1+0,01W)}{\gamma} - 1 = \frac{2,69.1(1+0,01.13,5)}{1,89} - 1 = 0,603$$

Theo công thức (6) bảng (I-3) ta có độ bão hòa:

$$G = \frac{0,01.W.\Delta}{\gamma} = \frac{0,01.13,5.2,69}{0,603} = 0,59$$

Kết luận: $0,5 < G = 0,59 < 0,8$ - cát ẩm

$0,55 < e = 0,603 < 0,65$ - cát chặt vừa