

Do đó, khi nghiên cứu các đất thiên nhiên có xét đến tác dụng tương hỗ của chúng với môi trường xung quanh và sự biến đổi liên tục các tính chất của chúng, thì cần phải chú ý nhiều đến lịch sử của chúng, nghĩa là chú ý đến các điều kiện và diễn biến của quá trình hình thành cũng như hoàn cảnh địa - vật lý của sự hình thành đất. Quá trình "hóa đá" có một ý nghĩa quan trọng trong sự hình thành các tính chất mới của đất. Các hiện tượng tái kết hợp (sự nén chặt, sự dính kết) và kiến tạo (chủ yếu là sự trượt xuống của một phần vỏ quả đất) có thể tạo nên những điều kiện có khả năng làm thay đổi thành phần và kết cấu của đất, hơn nữa, cùng với những áp lực và nhiệt độ thích hợp, chúng có thể dẫn tới hiện tượng biến chất, nghĩa là thay đổi hoàn toàn các đá rời bằng cách kết dính lại, kết tinh lại các hạt khoáng vật của chúng đến khi thành các đá khối liền.

Do các tính chất của đất phụ thuộc rất nhiều vào những tác dụng của môi trường xung quanh, nên trong Cơ học đất, khi chọn các sơ đồ tính toán cần phải xét đến hoàn cảnh tự nhiên mà đất tồn tại. Còn việc xác định các đặc trưng tính toán của đất thì cần đảm bảo sao cho các mẫu đất thí nghiệm phản ánh được trạng thái tồn tại tự nhiên của nó. Để đáp ứng được yêu cầu trên, các mẫu đất dùng để thí nghiệm phải cố gắng làm sao đảm bảo cho kết cấu của nó ít bị phá hoại nhất.

§2. CÁC THÀNH PHẦN CẤU TẠO CỦA ĐẤT VÀ TÁC DỤNG LẤN NHAU GIỮA CHÚNG

Như trên đã trình bày, đất thiên nhiên là một vật thể phân tán bao phủ phần lớn bề mặt của vỏ quả đất. Do đó khi nghiên cứu các đất thiên nhiên cần phải chú ý rằng chúng là một hệ thống phức tạp, có tác dụng tương hỗ lẫn nhau giữa các thành phần rắn (cứng), lỏng và khí.

Trong trạng thái tự nhiên, quan hệ giữa các nhóm hạt riêng rẽ có ý nghĩa cơ bản và đặc biệt là sự có mặt của số lượng các hạt rắn nhỏ và cực kỳ nhỏ trong đất, chúng có diện tích bề mặt riêng lớn nhất và do đó có hoạt tính cao nhất.

Trường hợp tổng quát, đất gồm ba thành phần: Các hạt khoáng chất rắn thường chiếm phần lớn thể tích của đất, thể lỏng chiếm một phần hay toàn bộ khoảng trống giữa các hạt rắn của đất và thành phần khí chiếm phần còn lại trong các lỗ rỗng của đất, gồm chủ yếu là không khí. Các tính chất của những thành phần này, tỷ lệ số lượng giữa chúng trong đất, các tác dụng điện phân tử, hóa - lý, cơ học và các tác dụng tương hỗ khác giữa các thành phần của đất quyết định bản chất của đất.

2.1. Thành phần rắn (cứng) của đất:

Thành phần rắn của đất chủ yếu gồm các hạt khoáng vật nguyên sinh hoặc thứ sinh, thường gọi là hạt đất, có kích thước từ vài xentimet đến vài phần trăm, phần nghìn milimet. Các tính chất của đất phụ thuộc vào thành phần khoáng chất của chúng.

2.1.1. Thành phần khoáng của đất:

Thành phần khoáng chất của đất phụ thuộc chủ yếu vào thành phần khoáng của đá gốc và vào mức độ tác dụng của phong hoá đối với các đá gốc ấy. Tùy theo mức độ tác dụng của phong hóa khác nhau, thành phần khoáng sẽ khác nhau, ngay cả khi do cùng một loại đá gốc sinh ra, do đó nó có ảnh hưởng khác nhau đến tính

chất vật lý và cơ học của đất. Các khoáng vật tạo thành đất trong thiên nhiên có thể phân thành hai nhóm như sau: Khoáng vật nguyên sinh và khoáng vật thứ sinh.

Các khoáng vật nguyên sinh: Thường gặp trong đất thiên nhiên là Fenpat, thạch anh và mica. Các hạt đất có chứa thành phần khoáng này thường có kích thước lớn. Đối với các nhóm hạt lớn thường ít khi khác nhau về tính chất cơ - lý của chúng, ngay cả những loại đất có lịch sử khác nhau, đồng thời thành phần khoáng cũng không có ảnh hưởng nhiều tới tính chất cơ - lý của chúng.

Các khoáng vật thứ sinh: Chia thành hai loại khác nhau tùy theo tính chất hòa tan trong nước. Trong số các khoáng vật thứ sinh không hòa tan trong nước, thường gặp nhiều nhất là Mônmôrilônit, Ilit và Kaolinit, các khoáng vật này còn gọi là khoáng vật sét, vì chúng là thành phần chủ yếu của các hạt sét (nhỏ hơn 0,005mm và loại đặc biệt nhỏ hơn 0,002mm). Các khoáng vật này có cấu tạo kết cấu phân tử dạng tấm rõ rệt, nhưng tính hoạt động keo bề mặt rất khác nhau. Đối với thạch anh, tính hoạt động keo bề mặt gần bằng không, đối với Kaolinit khoảng 0,4, đối với Ilit là 0,9 và Mônmôrilônit từ 1,5 đến 7,2 tùy theo nó chứa ion canxi (Ca^{++}) hay ion Natri (Na^{+}). Từ đó có thể thấy rằng, thành phần khoáng chất của đất chỉ ảnh hưởng chủ yếu đến các hạt đất nhỏ và cực nhỏ, vì rằng các hạt đất càng nhỏ thì tỷ diện tích (m^2/g) của chúng càng lớn, do đó hoạt tính keo của khoáng vật được phát huy đầy đủ nhất, mà như trên đã trình bày, hoạt tính keo của các loại khoáng vật khác nhau thì rất khác nhau, dẫn đến tính chất cơ - lý của đất cũng khác nhau.

Các khoáng vật thứ sinh hòa tan trong nước thường gặp là: Canxit, mica trắng, thạch cao và muối mỏ, v.v...

2.1.2. Thành phần hạt của đất:

Trong tự nhiên đất do các hạt to nhỏ có thành phần khoáng vật khác nhau hợp thành. Kích thước của các hạt thay đổi trong một phạm vi rất rộng lớn, từ hàng chục, hàng trăm xentimet như các hòn đá tảng, cuội, đến vài phần trăm, vài phần nghìn milimet như hạt sét. Hạt đất càng nhỏ thì tỷ diện tích càng lớn, do đó năng lượng mặt ngoài càng lớn và tính chất của đất càng phức tạp. Còn đối với đất hạt to thì lỗ rỗng giữa các hạt lớn, nên tính thấm nước lớn hơn đất hạt nhỏ. Điều đó nói lên rất nhiều tính chất cơ - lý của đất có liên quan đến thành phần hạt của đất. Tuy vậy cũng cần lưu ý rằng chúng ta không thể đánh giá một cách định lượng ảnh hưởng của thành phần hạt đến tính chất của đất được, bởi vì tính chất của đất còn do nhiều yếu tố phức tạp khác quyết định, hơn nữa tùy điều kiện cụ thể ảnh hưởng của chúng cũng rất khác nhau.

Khi nghiên cứu thành phần hạt của đất, trước hết phải tiến hành phân tích hạt đất để phân chia tất cả các loại hạt có kích thước các hạt khác nhau thành từng nhóm. Trong mỗi nhóm kích thước có thể thay đổi trong một phạm vi nhất định nhưng cơ bản chúng có những tính chất cơ - lý gần giống nhau. Mỗi nhóm như vậy gọi là nhóm hạt. Lượng chứa tương đối của các nhóm hạt trong đất (Tính theo phần trăm trong tổng khối lượng đất khô) gọi là thành phần hạt của đất hay còn gọi là thành phần cấp phối của đất.

Hiện nay, tùy theo từng nước và tùy theo mục đích sử dụng mà giới hạn đường kính khi phân chia các nhóm hạt và tỷ lệ giữa các nhóm hạt khi phân loại đất cũng có ít nhiều không hoàn toàn thống nhất. Ở nước ta, việc phân chia các nhóm hạt theo mục đích xây dựng hiện nay thường dùng bảng phân loại (I-1) sau đây:

Bảng (I - 1): Phân nhóm theo đường kính hạt

Nhóm hạt	Phân nhóm	Kích thước hạt (mm)	Tính chất chung
Đá lăn đá hộc	Lớn	>800	Tính thấm lớn, không dính, độ dâng cao của nước mao dẫn rất nhỏ, không giữ được nước
	Vừa	800 - 400	
	Nhỏ	400 - 200	
Đá dăm cuội	Rất lớn	200 - 100	
	Lớn	100 - 60	
	Vừa	60 - 40	
Sạn, sỏi	Nhỏ	40 - 20	
	Thô	20 - 10	
	Vừa	10 - 5	
Hạt cát	Nhỏ	5 - 2	
	Thô	2 - 0,5	Dễ thấm nước, không dính, độ dâng cao của nước mao dẫn không lớn, gặp nước không nở ra, khi khô không co lại, rời rạc, không thể hiện tính dẻo, tính nén lún nhỏ.
	Vừa	0,5 - 0,25	
Nhỏ	0,25 - 0,05		
Hạt bụi	Thô	0,05 - 0,01	Tính thấm nhỏ, hơi dính khi ướt, nước mao dẫn dâng lên tương đối cao và nhanh, gặp nước nở ra, khô không co nhiều.
	Nhỏ	0,01 - 0,002	
Hạt sét		< 0,002	Hầu như không thấm nước, tác dụng của nước màng mỏng rõ rệt, lúc ẩm có tính dẻo, tính dính lớn, gặp nước nở ra nhiều, khô co lại nhiều, tính nén lún lớn.

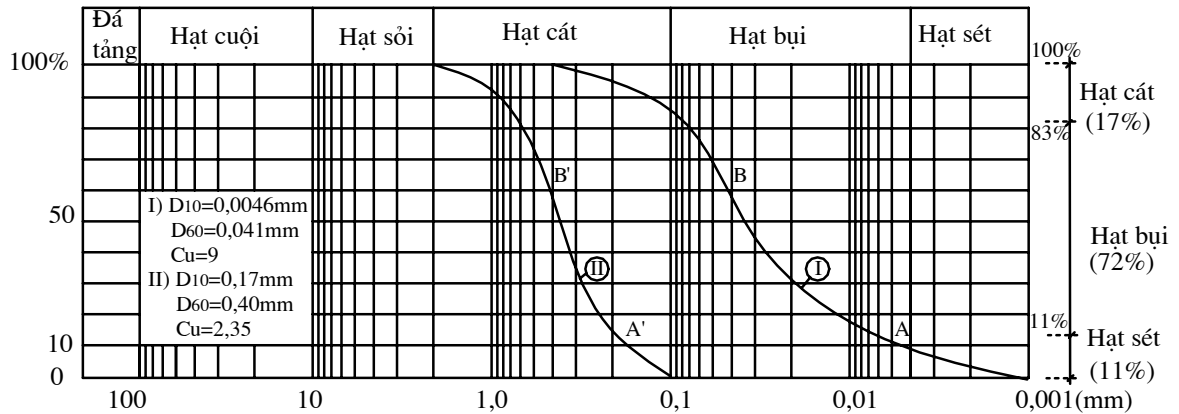
Thí nghiệm để phân chia các nhóm hạt đất gọi là thí nghiệm phân tích hạt, tùy theo kích thước hạt to nhỏ mà kỹ thuật phân tích có khác nhau. Nói chung trong những phương pháp phân tích thành phần hạt, chủ yếu chúng ta mới chỉ dùng hai loại chính như sau:

- Phương pháp dùng rây: Phương pháp này dùng cho các loại đất hạt cát và lớn hơn. Người ta dùng một hệ thống rây có đường kính lỗ to nhỏ khác nhau, để tiện cho việc sử dụng thường người ta dùng loại rây có đường kính lỗ trùng với giới hạn đường kính của các nhóm hạt đã phân chia như trên. Ở nước ta dùng rây nhỏ nhất là 0,1mm, còn ở Bắc Mỹ và một số nước Tây Âu người ta đánh số rây theo số lượng lỗ trên một in-sơ vuông, rây nhỏ nhất là N°200 tương ứng với kích thước mắt lỗ là 0,074mm. Do nguyên nhân này 0,074 được các nước trên xem là biên tiêu chuẩn giữa vật liệu hạt thô và hạt mịn.

- Phương pháp thủy lực: Phương pháp này dựa trên cơ sở định luật Stokes, trong đó tốc độ của các hạt hình cầu lắng chìm trong môi trường lỏng là hàm số của đường kính và trọng lượng riêng của hạt đất. Trong số các phương pháp thí nghiệm dựa trên nguyên lý này, ở nước ta thường dùng nhất là phương pháp tỉ trọng kế, dùng để xác định thành phần hạt của đất hạt bụi và hạt sét. Nói chung phân tích hạt của đất sét là một vấn đề hết sức phức tạp, hiện nay còn nhiều vấn đề chưa được nghiên cứu kỹ càng, chúng ta cần đặc biệt lưu ý tới. Cách tiến hành cụ thể của từng phương pháp có thể xem trong các tài liệu hướng dẫn thí nghiệm đất và các tài liệu

có liên quan. Nếu trong đất đồng thời có cả hai nhóm hạt đã nêu trên thì phải kết hợp cả hai phương pháp thí nghiệm trên để xác định.

Kết quả thí nghiệm phân tích hạt của đất được biểu thị bằng đường cong cấp phối của đất, vẽ trên hệ trục tọa độ bán logarit, trong đó trục hoành biểu thị logarit của đường kính hạt còn trục tung thì biểu thị lượng chứa phần trăm của những hạt có đường kính nhỏ hơn một đường kính đã cho nào đó. Chẳng hạn theo kết quả phân tích, biểu diễn bởi đường cong cấp phối I của đất ở hình (I - 1) thì lượng chứa hạt bụi là 72%, lượng chứa hạt cát 17% và lượng chứa hạt sét là 11%.



Hình I - 1: Đường cong tích lũy hạt

Đường cong cấp phối của đất được dùng để xác định tên gọi, đường kính có hiệu và hệ số không đồng đều của đất. Để xác định tên đất, sau khi vẽ được đường cong cấp phối (đường cong tích lũy hạt), cần tìm ra lượng chứa tương đối của các nhóm hạt cát, hạt bụi và hạt sét trong đất. Dựa vào kết quả đó và dùng các bảng phân loại đất (bảng I-5) để xác định tên của loại đất đang xét đồng thời làm cơ sở cho việc đánh giá các tính chất cơ - lý của nó.

Hệ số không đồng đều được ký hiệu là C_u và được xác định theo công thức:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (I - 1)$$

D₁₀ là đường kính mà những hạt bằng nó và nhỏ hơn nó chiếm 10%, còn D₆₀ là đường kính mà những hạt có kích thước bằng và nhỏ hơn nó chiếm 60% tổng khối lượng đất khô. Đối với loại đất trên hình (I - 1) đường kính này tương ứng với điểm B và D₆₀ = 0,041mm. Hệ số không đồng đều của một loại đất càng lớn, thì đất đó được cấu tạo bởi các hạt có kích thước càng không đều nhau, ngược lại khi C_u càng nhỏ thì đất càng đều hạt. Thông thường trong thực tế hệ số không đồng đều chỉ áp dụng cho các loại đất rời. Các loại cát sỏi, cát thô và cát vừa, nếu có hệ số không đồng đều lớn hơn 3 thì được gọi là cát không đều, và được xem là có cấp phối tốt, vì lúc này các lỗ rỗng giữa các hạt lớn được các hạt nhỏ xen kẽ và lấp kín, làm cho độ chặt của đất tăng lên và tính thấm giảm đi, đồng thời đất đó có tính lún nhỏ và khả năng chống cát lún khi chịu tác dụng của tải trọng ngoài.

Như phần trên đã trình bày, giữa kích thước các hạt đất và thành phần khoáng của chúng có mối liên quan mật thiết với nhau. Ví dụ : với những hạt có kích thước lớn hơn hạt cát thường có thành phần khoáng giống với đá gốc, các hạt có kích thước của hạt cát thành phần khoáng vật của chúng thường thuộc loại nguyên sinh, trong đó các hạt lớn thường chứa các khoáng vật kém ổn định, dễ bị phá hủy do phong hóa gây nên như Fenfát, Mica đen, v.v... Còn các hạt nhỏ thì phần lớn có

chứa khoáng vật ổn định, khó bị phong hóa như thạch anh. Từ đó có thể thấy rằng, mặc dù cùng thuộc loại hạt cát, nhưng đất gồm các hạt có kích thước lớn nhỏ khác nhau thì dẫn đến những tính chất cơ - lý cũng khác nhau. Đối với các hạt sét thì chủ yếu do khoáng vật thứ sinh tạo nên, trong đó có các hạt kích thước tương đối lớn thường là những hạt khoáng vật loại Kaolinit, còn những hạt có kích thước như hạt keo là những hạt khoáng vật loại Mômôrilorit, những hạt có kích thước trung bình giữa hai loại trên thì thường là những hạt khoáng vật loại Ilit.

2.1.3. Hình dạng hạt đất:

Hình dạng hạt đất rất khác nhau từ dạng hình cầu đến dạng tấm mỏng và hình kim, do đó mà tính chất của đất sẽ khác nhau khi hình dạng của các hạt khác nhau.

Thông thường các nhóm hạt có kích thước lớn như hạt cát trở lên thì có hình dạng tròn nhẵn hoặc sắc cạnh. Trong trường hợp này hình dạng của hạt đất sẽ có ảnh hưởng nhiều đến tính chất của đất, chẳng hạn trong nhóm các hạt cát gồm những hạt thạch anh có góc cạnh sắc nhọn, nhờ đó chúng có thể xen kẽ vào nhau để sắp xếp được chặt hơn so với nhóm các hạt có cùng kích thước nhưng có dạng tròn nhẵn.

Đối với những nhóm hạt có kích thước nhỏ (như hạt sét hay hạt keo), bằng kính hiển vi điện tử người ta đã xác minh rằng hầu như tất cả chúng đều có hình dạng bản tấm rõ rệt hoặc là trong những trường hợp riêng có dạng hình kim phẳng dài. Trong trường hợp này hình dạng của hạt đất ít làm ảnh hưởng đến tính chất của đất mà tính chất của đất chỉ phụ thuộc chủ yếu vào thành phần khoáng của chúng. Như trên đã trình bày, thành phần khoáng của các hạt đất lại có quan hệ mật thiết với mức độ phân tán của chúng, mức độ phân tán của đất khác nhau dẫn đến chúng có tỷ lệ diện tích khác nhau.

Theo kết quả phân tích các mẫu đất (Bảng I -2) các hạt thuộc nhóm hạt sét có tỷ diện tích rất lớn, do đó năng lượng mặt ngoài của chúng cũng rất lớn và tạo nên cho chúng nhiều tính chất riêng biệt khác.

Bảng I -2 : Tỷ diện tích của các khoáng vật sét

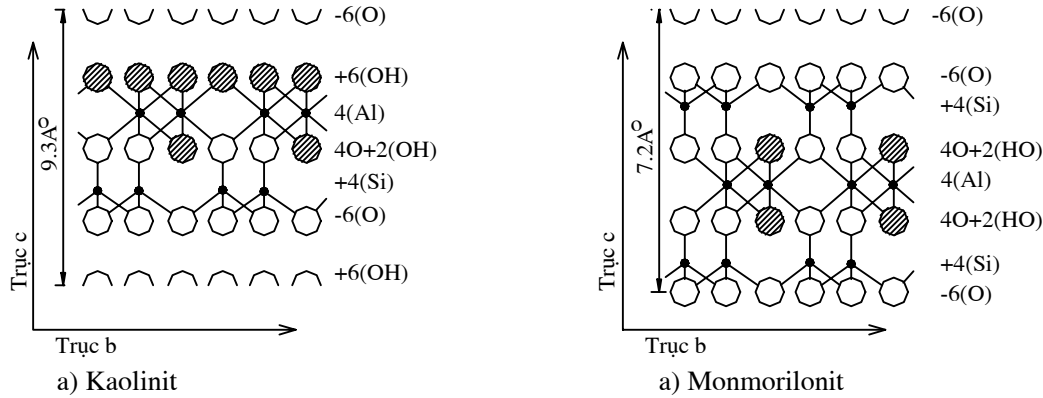
Tên khoáng vật	Tỉ số kích thước các chiều	Kích thước thực tế tính bằng anstron (0,001μ)		Tỉ diện tích tính bằng m ² /g
		Chiều dài và chiều rộng	Chiều dày	
Mômôrilorit	100 × 100 × 1	1000 - 5000	10 - 5	800
Ilit	20 × 20 × 1	1000 - 5000	50 - 500	80
Kaolinit	10 × 10 × 1	1000 - 20000	100 - 1000	10

Theo bảng (I -2) có thể thấy rằng bề mặt (tỷ diện tích) của những nhóm hạt sét rất nhỏ (như khoáng sét Mômôrilorit) đạt tới vài trăm mét vuông trong một gam đất. Điều quan trọng cần phải chú ý nữa là các khoáng vật nhóm Mômôrilorit không những chỉ có tỷ diện tích lớn mà còn có khả năng hấp thụ lớn nhất và tính nở mạnh nhất khi gặp nước. Điều này có thể được giải thích bởi cấu trúc tinh thể của chúng.

Trên hình (I -2) trình bày cấu tạo mạng lưới tinh thể (kết cấu phân tử) của Kaolinit và Mômôrilorit. Mạng tinh thể đơn vị của Kaolinit có năm lớp điện tử với mạng lưới tinh thể bất động.

Vì giữa hai tinh thể đơn vị tiếp giáp nhau có liên kết chặt [giữa - 6(O) và +6(OH)] nên chúng khó tách rời nhau, làm cho Kaolinit ít nở khi gặp nước. Còn

mạng tinh thể của Mômônilitonit có bảy lớp điện tử và mạng lưới tinh thể di động được, vì lớp điện tử của hai tinh thể đơn vị gần nhau quay vào nhau là các điện tử của Ôxy có điện cùng dấu [giữa-6(O) và -6(O)] và giữa chúng có lực đẩy, nên chúng dễ bị tách rời nhau, cũng chính vì thế nên nó dễ để cho các phân tử của nước chui vào giữa làm giãn rộng các mạng lưới tinh thể của Mômônilitonit ra, làm cho hạt khoáng vật này có tính nở lớn khi gặp nước.

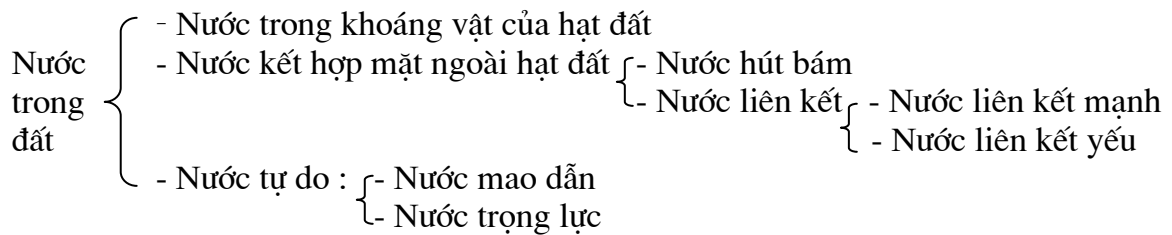


Hình I - 2: Cấu tạo mạng tinh thể của Kaolinit và Mômônilitonit

2.2. Thành phần nước trong đất:

Trong các đất thiên nhiên luôn luôn chứa một lượng nước nhất định nào đó. Nước là một thành phần có tác dụng rất chặt chẽ với các hạt đất, nhất là đối với các loại đất hạt nhỏ và có chứa các chất hữu cơ. Do mối liên quan tác dụng tương hỗ đó đã làm ảnh hưởng rất lớn đến tính chất cơ - lý của đất. Tùy theo dạng tồn tại của nước trong đất, nước có tác dụng khác nhau và dẫn đến hình thành các tính chất khác nhau của đất, do đó cần phải phân loại nước trong đất trước khi nghiên cứu ảnh hưởng của nó đến các tính chất của đất.

Tùy theo nhiệm vụ, mục đích cụ thể của từng ngành mà việc nghiên cứu nước trong đất theo từng khía cạnh khác nhau. Theo quan điểm về xây dựng thì chủ yếu nghiên cứu sự ảnh hưởng của nước đối với tính chất xây dựng của đất nền. Dựa vào quan điểm này có thể phân loại nước trong đất theo sơ đồ sau:



2.2.1. Nước trong khoáng vật của hạt đất:

Là loại nước tồn tại ở những vị trí nhất định trong mạng tinh thể của khoáng vật dưới dạng ion (H^+ và OH^-) hoặc dưới dạng phân tử (H_2O). Nó chỉ có thể tách ra khỏi khoáng vật ở nhiệt độ cao ($400^0 - 500^0$), thực ra nó là một bộ phận của khoáng vật loại nước này ít ảnh hưởng đến tính chất cơ - lý của đất, nên theo quan điểm xây dựng thì không có ý nghĩa quan trọng.

2.2.2. Nước kết hợp mặt ngoài hạt đất:

Nước kết hợp mặt ngoài hạt đất là loại nước được giữ lại trên bề mặt hạt đất do tác dụng hóa học, hóa - lý và điện phân tử. Tính chất của loại nước này khác hẳn với nước thông thường, nó không chịu chi phối bởi trọng lực, và cũng không truyền

áp lực thủy tĩnh. Tùy theo mức độ bám chặt của nước vào hạt đất, nước kết hợp mặt ngoài có thể phân ra như sau:

- *Nước hút bám* : Là loại nước bám rất chặt vào ngay mặt ngoài của hạt đất. Nó không có khả năng hòa tan các loại muối, không thể trực tiếp di chuyển từ hạt đất này sang hạt đất khác, tỷ trọng của loại nước này lớn hơn 1 và có giá trị khoảng 1,5. Lượng chứa nước hút bám phụ thuộc vào từng loại đất, với đất cát là 0,5%, với đất sét pha là 5 ÷ 7% và đối với đất sét là 10 ÷ 20%. Khi đất sét chỉ có nước hút bám thì đất ở trạng thái rắn.

- *Nước liên kết*: Là loại nước bao ở ngoài nước hút bám và có thể phân ra thành hai loại: nước liên kết mạnh và nước liên kết yếu.

Nước liên kết mạnh: Là nước được giữ lại trong đất bởi các lực hút phân tử, nước này ốp chặt vào đất, có khi dùng áp lực hàng chục kG/cm² cũng không thể tách nó ra khỏi hạt đất được. Khi thành tạo nước liên kết mạnh thường thoát ra một lượng nhiệt khá lớn, bởi vì khi kết hợp các phân tử nước bị hút chặt vào trên mặt hạt và mất năng lực hoạt động tự do, do đó động năng biến thành nhiệt năng phóng ra ngoài. Nó không chịu tác dụng của trọng lực, chỉ khi nó hấp thụ đầy đủ nhiệt năng thì nó mới thoát khỏi ra khỏi mặt hạt ở trạng thái hơi nước. Vì vậy nước liên kết mạnh có những tính chất khác hẳn nước thông thường, tỷ trọng của nó từ 1,2 đến 1,5. Độ ẩm tương ứng với bề dày lớn nhất của nước hút bám và nước liên kết mạnh gọi là độ ẩm phân tử tối đa. Nước liên kết mạnh có thể chuyển từ hạt đất có bề dày màng nước lớn đến hạt đất có bề dày màng nước nhỏ dưới tác dụng của lực hút phân tử. Khi trong đất tồn tại (có mặt) nước liên kết mạnh thì đất ở trạng thái nửa rắn và chưa thể hiện tính dẻo.

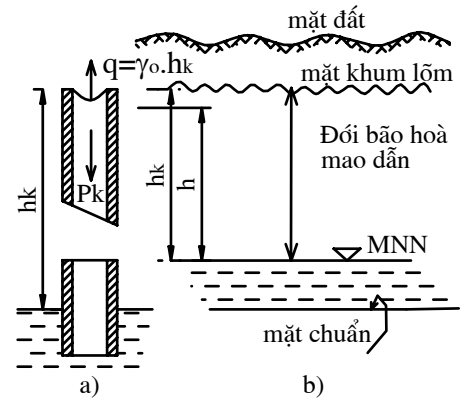
Nước liên kết yếu: Là phần bọc ngoài cùng của nước liên kết, chiếm phần chủ yếu trong màng nước liên kết. Khi thành tạo nước liên kết yếu này không phát nhiệt, điều đó chứng tỏ rằng các phân tử nước trong lớp này không bị mất quá nhiều động năng để biến thành nhiệt năng như lúc thành tạo nước liên kết mạnh. Nhưng lực hút giữa hạt đất và các phân tử nước trong lớp nước liên kết yếu cũng khá lớn, do đó nó cũng có những tính chất khác hẳn nước thông thường. Tỷ trọng lớn hơn 1, càng xa xa lớp nước liên kết mạnh thì các phân tử nước trong lớp nước này sắp xếp càng ít sít chặt hơn. Vì vậy, các phân tử nước trong lớp nước này có thể di chuyển chậm chạp từ hạt này sang hạt kia mà không cần phải qua trạng thái hơi. Nước liên kết yếu không chịu tác dụng của trọng lực, nhiệt độ kết tinh nhỏ hơn 0°C. Khi đất có chứa loại nước này và nếu kết cấu của đất bị phá hoại thì đất sẽ thể hiện tính dẻo, nhưng nếu ở trạng thái thiên nhiên thì dù đất có chứa nước liên kết yếu, đất sét cũng không xuất hiện tính dẻo, V.A.Priklonxki gọi đó là trạng thái dẻo ngầm.

2.2.3. Nước tự do:

Nước tự do là loại nước ở ngoài phạm vi tác dụng của lực điện phân tử của hạt đất do đó nó có thể chuyển dịch ở trạng thái lỏng dưới tác dụng của ngoại lực như áp lực thủy tĩnh và áp lực mao dẫn và có thể phân thành nước mao dẫn và nước trọng lực.

- *Nước mao dẫn*: Nước mao dẫn là nước chiếm một phần hay toàn bộ lỗ rỗng của đất và có bề mặt giới hạn bởi các mặt khum. Khi đất chưa bão hòa nước, các mặt khum của nước tạo thành ở trong lòng đất, còn khi đất đã bão hòa nước thì các mặt khum tạo thành trên bề mặt mực nước mao dẫn (Hình I-3).

Trong đất đất sét chiều cao mao dẫn có thể đạt tới vài mét (vì kích thước lỗ rỗng nhỏ). Cột nước mao dẫn có thể tạo ra một áp lực phụ cho đất. Còn trong đất cát, do kích thước lỗ rỗng lớn nên chiều cao mao dẫn nhỏ xem như không đáng kể. Tuy nhiên, khi các hạt đủ nhỏ, việc hình thành những mặt khum và do lực căng bề mặt làm cho các đất cát hạt nhỏ dường như có một độ dính nào đó khi ướt.



Hình I-3

- *Nước trọng lực:* Nước trọng lực là loại nước tồn tại trong các lỗ rỗng của đất và có những tính chất thông thường của nước ở trạng thái lỏng nói chung. Nước này vận động dưới tác dụng của trọng lực. Theo quan điểm xây dựng, đối với loại nước này chúng ta cần lưu ý xét đến các vấn đề sau: khả năng hòa tan và phân giải của nước, ảnh hưởng của áp lực thủy tĩnh đối với đất và ảnh hưởng của lực thấm do sự chuyển động của nước trong đất đối với tính ổn định của đất.

2.3. Thành phần khí trong đất:

Nếu các lỗ rỗng trong đất thiên nhiên mà không chứa đầy nước, thì khí (thường là không khí) sẽ chiếm chỗ trong các lỗ rỗng ấy. Căn cứ vào sự ảnh hưởng của khí đối với tính chất cơ - lý của đất, thì có hai dạng khí cơ bản trong đất cần phải xét đến là khí tự do và khí hòa tan trong nước. Các khí tự do lại chia ra làm khí thông thương với khí trời và khí không thông thương với khí trời - gọi là khí kín.

Thành phần của các khí ở trong đất có thể khác biệt rất nhiều so với khí trời, chẳng hạn như trong đó các khí sinh ra trong quá trình sinh hóa (mêtan và những khí khác) có thể đóng vai trò quan trọng, cũng như trong đó có chứa nhiều ôxít carbon có lẫn Sunfua và các khí khác mà các khí này không đáng kể trong không khí.

Các khí thông thương với khí trời có nhiệt độ và áp suất gần giống nhiệt độ và áp suất của không khí ở điểm đang xét. Khi có tác dụng của tải trọng ngoài lên đất thì các khí này dễ dàng thoát ra khỏi đất.

Các khí kín (Khí không thông với khí trời) thường gặp trong các đất dính, chủ yếu là trong đất sét. Sự xuất hiện của các khí kín ở trong đất sét có liên quan tới kích thước to nhỏ khác nhau của các đường lỗ rỗng chằng chịt phức tạp trong đất. Loại khí kín này tồn tại trong các đường lỗ rỗng của đất, ở trong tình trạng bị cách ly không có khả năng vận động, thường thấy khi có các màng nước, cũng như nước mao dẫn và nước tự do bất động chiếm một phần lỗ rỗng.

Sự tồn tại khí kín trong đất dính có ảnh hưởng lớn tới tính chất cơ học của đất, các bọt khí này sẽ làm giảm tính thấm của đất, làm tăng tính đàn hồi và có ảnh hưởng tới quá trình nén lún của đất dưới tác dụng của tải trọng ngoài.

Khí hòa tan trong nước, tùy theo thành phần hóa học có thể ảnh hưởng khác nhau tới thành phần khoáng vật của đất. Một số khí tạo ra quá trình ôxy hóa, một số khác lại tạo ra quá trình cacbonat hóa đất, v.v... Khi nhiệt độ tăng lên và áp lực giảm đi, khí hòa tan trong nước ở các lỗ rỗng tách ra và trở thành khí tự do, lúc đó xảy ra sự phá hoại kết cấu của đất. Điều này cần được xét tới khi đào hố móng, và khi lấy mẫu ở các lỗ khoan lên để phân tích các tính chất cơ học của đất trong phòng thí nghiệm.

2.4. Các tác dụng qua lại giữa các thành phần trong đất:

2.4.1. Lực điện phân tử và vỏ hydrat của đất:

Như đã trình bày ở phần trước, hạt đất có kích thước càng nhỏ thì tỷ diện tích của nó càng lớn và tới một mức độ phân tán nhất định nào đó của các hạt đất, thì các lực điện phân tử (hoạt năng) trên bề mặt chúng sẽ thể hiện một cách mạnh mẽ, các lực này sẽ quyết định bản chất tác dụng giữa các hạt khoáng vật với nhau, cũng như giữa chúng với môi trường nước. Nguyên nhân của sự hình thành các lực điện phân tử này có thể giải thích như sau:

Mạng tinh thể của các khoáng vật sét được cấu tạo bởi các nguyên tử các nguyên tố hóa học, bố trí theo một quy luật nhất định như hình (I -2). Phần lớn nguyên tử ở bên trong mạng lưới tinh thể các hạt khoáng chất trung hòa, nghĩa là điện dương của hạt nhân trong chúng cân bằng với điện âm của các điện tử. Khi một nguyên tử trung hòa mất hay nhận thêm một hoặc một số điện tử, thì nó trở thành một ion mang điện dương (cation) hay điện âm (anion). Nếu ở bên trong các hạt khoáng vật các ion có điện tích khác dấu cân bằng, thì ngược lại các điện tích tự do không được cân bằng bởi điện tích của các ion khác. Vì vậy mà hạt khoáng vật trở nên như những vật mang điện. Theo tài liệu thí nghiệm cho thấy rằng đối với các hạt sét, điện tích trên mặt ngoài của chúng thường là có dấu âm (rất ít khi mang dấu dương). Chính do trên bề mặt của hạt khoáng vật mang điện tích tự do như vậy, nên khi các hạt sét ở trong môi trường nước luôn luôn có xảy ra các tác dụng tương hỗ vật lý và hóa học nhất định và tạo thành hoạt tính hoạt động bề mặt của chúng. Cường độ điện tích bề mặt của các hạt chủ yếu phụ thuộc vào thành phần khoáng và mức độ phân tán của hạt. Nếu có các hạt khoáng của một chất bất kỳ nhỏ, đến mức độ tính hoạt động của nó có ảnh hưởng căn bản đến các tính chất cơ - lý của chúng, thì người ta nói rằng chất đó ở trạng thái keo, và hoạt tính bề mặt gọi là hoạt tính keo. Kích thước các hạt keo đất thay đổi trong khoảng từ $1 \div 0,1$ micron, khả năng của các hạt chuyển động Brao (do các sức đẩy phân tử tạo ra) và khả năng đông tụ trong nước khi có chất điện giải là những tính chất keo điển hình.

Hoạt tính bề mặt của các hạt khoáng chất thể hiện rất rõ qua các tác dụng tương hỗ của chúng đối với các phân tử nước. Như đã biết, nước gồm những phân tử lưỡng cực, một bên là ion hydro (H^+) mang điện dương và một bên là ion (OH^-) mang điện âm. Vì thế khi nằm trong điện trường do các hạt khoáng vật sét tạo ra, thì các phân tử nước lưỡng cực đều bị hút về phía hạt sét và được sắp xếp có định hướng trong điện trường, hình thành màng nước kết hợp mặt ngoài hạt đất như trên đã trình bày.

Lực hút điện phân tử của các hạt khoáng chỉ có tác dụng mạnh trong một phạm vi nhất định gần mặt hạt đất. Trị số của các lực này xác định theo cấu tạo phân tử của hạt, ở gần bề mặt của hạt khoáng vật thì nó rất lớn, nhưng xa dần mặt hạt đất nó giảm rất nhanh cho đến bằng không. Phạm vi tác dụng của các lực điện phân tử cũng phụ thuộc vào thành phần nước trong đất và theo tài liệu của Götbe các lực điện phân tử có tác dụng trong khoảng từ vài lớp đến vài chục lớp phân tử nước, chiều dày chung của lớp này theo Đériaghin là nhỏ hơn $0,1\mu$.

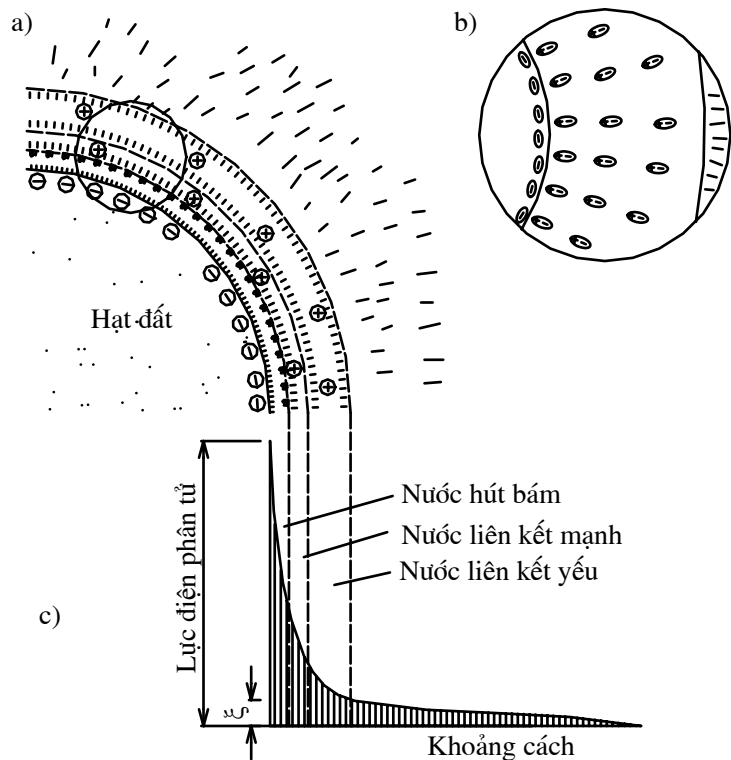
Các phân tử nước được hấp thụ vào bề mặt các hạt khoáng vật, đến lượt nó lại hút các lớp khác tạo thành lớp vỏ hydrat bao quanh các hạt khoáng vật và có ảnh hưởng lớn đến các tính chất cơ - lý của đất.

Trên hình (I-4) có trình bày sơ đồ tác dụng tương hỗ của các lực điện phân tử trên biên phân cách hạt rắn với nước, cũng như sơ đồ của sự liên kết (định hướng) của các phân tử nước trong điện trường của hạt đất.

Những lớp phân tử tiếp xúc trực tiếp với bề mặt các hạt khoáng vật chịu những lực kéo mạnh nhất, cho nên nồng độ các phân tử nước và ion là lớn nhất và chúng rất khó di động. Ra xa dần, các lực điện phân tử giảm nhanh nên nồng độ và ion giảm xuống và chúng càng có tính di động lớn. Cho đến một khoảng cách nào đó thì các phân tử nước cũng sẽ không định hướng và ở trạng thái tự do đối với các lực bề mặt. Trên hình (I -4) có trình bày sơ lược biểu đồ biến

đổi của các lực điện phân tử tùy theo khoảng cách đến bề mặt hạt đất. từ sơ đồ này có thể nhận xét rằng, trị số của lực điện phân tử giảm nhanh theo độ tăng của khoảng cách, chừng mười micron các lực này có trị số không đáng kể, không vượt quá trọng lực của các hạt phân bố. Từ đó có thể thấy rằng trạng thái của nước trong đất có quan hệ chặt chẽ với lực hút điện phân tử của hạt đất và đó cũng chính là cơ sở để phân loại nước trong đất đã được trình bày ở phần trên.

Độ dày của nước kết hợp mặt ngoài (nước màng mỏng) có ảnh hưởng rất lớn đến tính chất của đất sét. Vì vậy, nắm được các nhân tố ảnh hưởng đến độ dày của lớp nước này tức là nắm được quy luật biến đổi tính chất cơ - lý của đất, đây là một vấn đề quan trọng có ý nghĩa thực tế lớn. Chúng ta đã biết rằng, bất cứ một hạt sét nào khi tác dụng với nước đều sinh ra tầng điện kép (hay gọi là lớp lưỡng điện), tuy cách thành tạo tầng điện kép có khác nhau tùy từng loại khoáng vật và môi trường nước xung quanh. Điện thế nhiệt động và điện thế điện động cũng thay đổi tùy theo thành phần khoáng vật, thành phần và nồng độ ion cũng như độ pH của môi trường. Vì vậy đó cũng là những nguyên nhân chủ yếu ảnh hưởng đến độ dày của lớp nước màng mỏng. Chẳng hạn khi các cation nằm trong phạm vi lớp nước màng mỏng, cùng với bề mặt hạt đất mang điện tích âm tạo thành tầng điện kép. Điện thế lớn nhất (Nhiệt động lực ξ) là ở các Cation cố định của hạt khoáng, sự hạ thấp (giảm dần) điện thế theo chiều này lớp nước màng mỏng đến mức điện thế ở dung dịch



Hình I-4:

a) Sơ đồ bố trí các phân tử nước trong điện trường của hạt đất

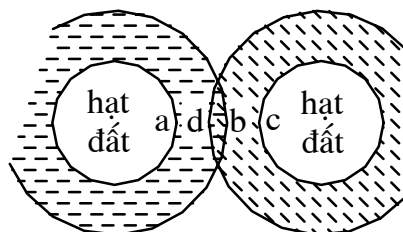
b) Sơ đồ bố trí các phân tử nước xung quanh hạt đất

c) Quan hệ giữa lực hút điện phân tử và khoảng cách kể từ mặt khoáng vật

nước tự do thì tương ứng với thế điện động (gọi là thế năng điện động ξ). Có thể thấy rằng thế năng điện động ξ càng lớn thì bề dày lớp nước màng mỏng cũng càng lớn. mặt khác, vì chịu sức hút của lực điện phân tử, nên lớp nước màng mỏng có tính nhớt lớn hơn nước thông thường.

Khi khoảng cách \overline{ac} của hai hạt đất (hình I -5) nhỏ hơn tổng số bán kính ảnh hưởng của lực hút điện phân tử \overline{ad} & \overline{cd} thì nước trong phạm vi edfb đồng thời phải chịu ảnh hưởng lực hút điện phân tử của cả hai hạt, do đó tính nhớt của nó tương đối lớn.

Khoảng cách giữa hai hạt càng nhỏ thì rõ ràng tính nhớt của nước màng mỏng giữa hai hạt càng lớn và các hạt càng khó bị xê dịch. Ngược lại, bề dày nước màng mỏng càng lớn, thì khoảng cách giữa các hạt càng lớn, thì tính nhớt của nước màng mỏng giữa hai hạt càng nhỏ, và các hạt càng dễ dàng bị xê dịch lẫn nhau. Lý luận nước màng mỏng này hiện nay được dùng khá rộng rãi để giải thích một số tính chất đặc biệt của đất dính như độ đặc, tính dính, tính co, tính đầm chặt .v.v...



Hình I-5

Bề dày nước màng mỏng còn phụ thuộc vào nồng độ ion trong dung dịch (môi trường xung quanh) và vào tính ưa nước của hạt khoáng. Nồng độ ion trong dung dịch lớn thì điện thế điện động giảm xuống, do đó bề dày của nước màng mỏng cũng giảm và ngược lại. Đối với tính ưa nước của hạt khoáng, thì như thực tế đã cho thấy ảnh hưởng của yếu tố này thể hiện rõ rệt ở các đất sét thuộc loại Mônmilonit có khả năng hút nước lớn còn ở các đất sét thuộc loại Kaolinit ít hút nước thì nó thể hiện không rõ rệt.

Do nước màng mỏng chịu ảnh hưởng của lực hút điện phân tử, nên không thể dùng phương pháp thoát nước thông thường (trọng lực) để rút nước đó ra được. Nhưng nếu có tác dụng của điện trường, chẳng hạn như khi cắm các cực điện dương và âm vào trong đất sét và cho dòng điện chạy qua, thì lúc đó sẽ xuất hiện hiện tượng "vẫn điện" và "thấm điện" làm cho các hạt đất cùng với lớp nước hút bám xung quanh mang điện tích âm chuyển dịch về phía cực dương của điện trường "vẫn điện" còn nước màng gồm những cation thì chuyển về cực âm "thấm điện". Nếu tại cực âm bố trí thiết bị hút nước thì có thể rút nước đó đi được. Nguyên lý "thấm điện", thoát nước này trong thực tế thường được dùng để rút nước lỗ rỗng, và do đó làm tăng cường độ chịu lực của các tầng đất khó thấm như các tầng đất sét yếu.

2.4.2. Sự trao đổi ion trong đất:

Để thấy rõ được tác dụng của sự trao đổi ion trong đất, cần phải xét đến khả năng hấp thụ của đất đối với các chất cứng, lỏng và khí khác nhau, các ion, phân tử và các hạt keo từ môi trường xung quanh. Sự hấp thụ trong đất, đặc biệt là trong đất sét, có bản chất phức tạp và thường gồm một số quá trình diễn biến đồng thời. K.K.Gedroytx (1933) đề nghị phân biệt năm dạng hấp thụ: cơ học, vật lý, hóa - lý, hóa học và sinh học. Nhưng dạng hấp thụ quan trọng hơn cả là hấp thụ hóa - lý hoặc còn gọi là khả năng trao đổi ion. Chính khả năng này đã làm ảnh hưởng nhiều đến tính chất của đất.

Nước chứa trong các lỗ rỗng của đất ít nhiều đều có hòa tan các loại muối khác nhau, nên khi tiếp xúc với các hạt khoáng vật sẽ xảy ra hiện tượng: Các cation

bị hấp thụ ra khỏi dung dịch tham gia hóa hợp với thành phần khoáng của đất, thay vào chỗ chúng có một số lượng tương đương các cation khác từ lớp khuếch tán của thành phần khoáng vật chuyển sang dung dịch. Giữa các cation của lớp khuếch tán thuộc thành phần khoáng vật của đất và các cation của dung dịch bao giờ cũng có sự *Hấp thụ trao đổi chất*. Khi trao đổi ion, thì trên bề mặt hạt khoáng vật của đất có nhiều biến đổi mạnh mẽ và dẫn đến ảnh hưởng các tính chất của đất như là tính thấm, tính dẻo, lực mao dẫn, v.v...

Trong điều kiện tự nhiên, ở trạng thái trao đổi ion trong đất sét gặp chủ yếu là các Cation: H^+ , K^+ , Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , ít hơn là Fe^{3+} , Al^{3+} ít hơn nữa là một số anion của các axit fôtphoric, Silicic, cacbonic và các axit khác. Trong đó riêng hai cation Ca^{++} và Na^+ thường có chứa trong các đất dính nhiều hơn cả.

Các nhân tố ảnh hưởng đến khả năng trao đổi ion của đất bao gồm thành phần khoáng, mức độ phân tán, đặc điểm kiến trúc của hạt đất, nồng độ của chất điện giải trong dung dịch, trị số pH của dung dịch và tính chất của ion trao đổi.

Khả năng trao đổi của các khoáng vật thứ sinh mạnh hơn ở các khoáng vật nguyên sinh, đồng thời trong các khoáng vật thứ sinh, riêng loại các mạng tinh thể kém vững chắc như Mônmôrilonit lại có khả năng trao đổi mạnh so với loại có mạng tinh thể bất động như Kaolinit. Trong cùng một loại khoáng vật thì mức độ phân tán càng lớn thì khả năng trao đổi càng mạnh, vì lúc đó năng lượng mặt ngoài lớn. Nếu đất đã bị phá hoại kết cấu thiên nhiên thì khả năng trao đổi càng mạnh, lúc này các liên kết giữa các hạt bị phá hỏng.

Về phía dung dịch trong đất mà xét, thì khi trị số pH giảm nhỏ, nồng độ cation H^+ sẽ tăng lên làm cho các cation khác khó xâm nhập vào trong màng nước, do đó khả năng trao đổi của đất đối với các cation này sẽ bị giảm đi.

Thực nghiệm còn cho biết rằng, nồng độ chất điện giải trong dung dịch tăng lên thì khả năng trao đổi ion cũng tăng. Ngoài ra, trừ cation H^+ , còn đối với các cation khác, khi hóa trị càng lớn thì khả năng trao đổi ion cũng sẽ mạnh lên, đồng thời trong các cation cùng hóa trị thì khả năng trao đổi tăng lên cùng với sự tăng của bán kính ion. Vì vậy có thể sắp xếp các cation theo trình tự từ trao đổi mạnh đến trao đổi yếu như sau: $Al^{+++} > H^+ > Ca^{++} > Mg^{++} > K^+ > Na^+$.

Sự trao đổi ion trong đất có ảnh hưởng rất lớn đến các tính chất cơ - lý của loại đất sét. Biết được sức chứa hấp thụ của đất và thành phần ion bị hấp thụ, có thể phán đoán gần đúng về tính chất của đất và những biến đổi có thể của chúng khi thay đổi điều kiện hóa - lý. Tuy vậy hiện nay chỉ mới đặc trưng được ảnh hưởng này một cách định tính, vẫn còn chưa thiết lập được quan hệ định lượng giữa tính chất của đất với thành phần cation bị hấp thụ. Chẳng hạn, sét Mônmôrilôni chứa Natri dưới dạng cation trao đổi (bị hấp thụ) có thể hấp thụ nước hai ba lần lớn hơn so với sét như vậy chứa Canxi. Sét Mônmôrilônit Natri có tính trương nở, tính nén lún, độ dẻo lớn hơn nhiều, độ bền bé hơn nhiều, độ thấm nước bé hơn so với sét Mônmôrilônit Canxi. Ngoài ra dựa vào sự trao đổi ion trong đất, người ta có thể cải tạo được một số tính chất của đất nền nhằm phục vụ cho việc xây dựng các công trình được an toàn và rẻ tiền. Ví dụ, nếu đất sét hấp thụ nhiều ion Na^+ và Ca^{++} , thì tính hút nước, tính dẻo, và tính nén lún của nó khá lớn. Để giảm các tính chất ấy người ta cho một dòng điện một chiều chạy qua đất mà cực dương của nó cấu tạo bằng Al. Bởi vì cation Al^{+++} sẽ đẩy các cation Ca^{++} và Na^{++} ra ngoài và hấp thụ vào đất, làm cho đất có tính hút nước và tính nén lún giảm đi rất nhiều.