

# Đặc điểm sức hút dính của một số loại đất bờ Sông Hồng khu vực Hà Nội

Dương Thị Toan

*Khoa Địa chất, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội,  
334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 05 tháng 8 năm 2016

Chỉnh sửa ngày 20 tháng 9 năm 2016; chấp nhận đăng ngày 28 tháng 10 năm 2016

**Tóm tắt:** Sức hút dính là tính chất đặc trưng cho tính chất không bão hòa của đất và là một trong những yếu tố quan trọng tác động đến ổn định bờ sông, đặc biệt trong điều kiện thay đổi của đới thủy động lực và nước ngầm khu vực bờ sông. Mục tiêu của bài báo nhằm nghiên cứu đặc điểm sức hút dính, ảnh hưởng của thành phần độ hạt và dung trọng đến sức hút dính cho một số loại đất bờ Sông Hồng khu vực Hà Nội. Kết quả thí nghiệm cho thấy sức hút dính chịu ảnh hưởng rất lớn bởi thành phần độ hạt và dung trọng của đất. Giá trị sức hút dính tại điểm khí bắt đầu xâm nhập vào mẫu (*air-entry value, AEV*) và sức hút dính tại điểm đất gần khô hoàn toàn (*residual suction value, RSV*) có xu hướng giảm rõ giữa các nhóm đất khác nhau, từ nhóm đất sét đến nhóm cát khi hàm lượng sét giảm, hàm lượng bột và cát trong đất tăng. Với cùng dung trọng bằng  $15,0 \text{ kN/m}^3$ , giá trị *AEV* giảm từ 50 kPa đến 9 kPa, giá trị *RSV* giảm từ 600 đến 25 kPa khi hàm lượng hạt mịn trong đất giảm dần. Giá trị *AEV* và *RSV* có giá trị cao hơn khi dung trọng đất cao hơn. Với dung trọng là  $13,5 \text{ kN/m}^3$ ,  $15,0 \text{ kN/m}^3$ , và  $16,5 \text{ kN/m}^3$ , giá trị lớn nhất của *AEV* lần lượt là 25kPa, 50 kPa và 60 kPa; của *RSV* là 120 kPa, 600 kPa và 900 kPa.

*Từ khóa:* Dung trọng, độ hạt, sức hút dính.

## 1. Mở đầu

Sức hút dính của đất đặc trưng cho tính chất cơ học không bão hòa của đất, được xác định bằng hiệu số của áp lực khí lỗ rỗng và áp lực nước lỗ rỗng. Trong đất không bão hòa, có ít nhất ba pha gồm hạt đất, không khí và nước trong lỗ rỗng. Khí và nước tồn tại trong đất tạo ra áp lực, chênh lệch giữa áp lực khí lỗ rỗng và áp lực nước lỗ rỗng được gọi là sức hút dính của đất. Sự chênh lệch này càng lớn, có nghĩa là đất bị bão hòa ít thì sức hút dính càng cao [1]. Sức hút dính là tính chất quan trọng ảnh

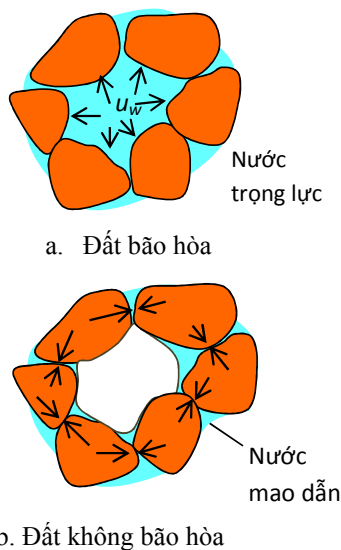
hưởng đến các tính chất cơ học của đất như độ bền sức chống cắt, hệ số thấm [2]. Đây là các tính chất bắt buộc trong các bài toán phân tích trượt lở mái dốc, ổn định bờ sông bờ biển. Hình 1 thể hiện sơ bộ cơ chế gây sự ảnh hưởng của độ bão hòa đến hút dính của đất và ảnh hưởng đến các tính cơ học của đất. Trong đất bão hòa (chứa nước trọng lực), áp lực nước lớn thắng lực liên kết giữa các hạt đất đẩy chúng ra xa nhau làm sức hút dính giảm, giảm khả năng kháng cắt đất, tăng độ rỗng trong đất, do đó tính thấm cũng tăng nên. Đối với bài toán phân tích có sự thay đổi áp lực của nước và của không khí, chế độ bão của đất, đặc biệt là các bài toán liên quan đến đới bờ có sự tham gia của dao

\*ĐT.: 84-934543261

Email: duongtoan109@gmail.com

động của mực nước, việc xác định sức hút dính của đất là bắt buộc để đạt được kết quả phân tích phù hợp với thực tế. Ngoài ra việc xác định đặc trưng sức hút dính của đất giúp cho lý giải cơ chế mất ổn định mái dốc khi có sự thay đổi về điều kiện mưa, nhiệt độ bốc hơi, và chế độ dao động thủy động lực nước ngầm và nước mặt.

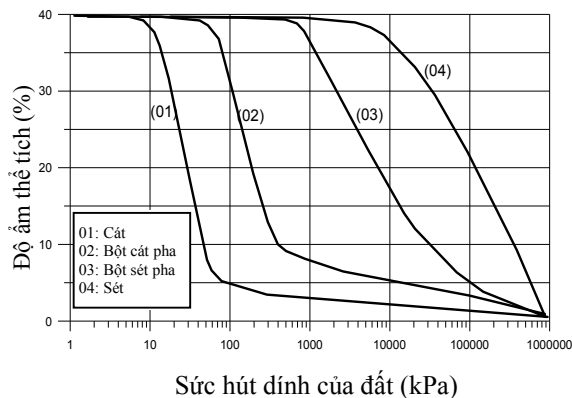
Ngoài yếu tố tác động từ bên ngoài, sức hút dính của mỗi loại được quy định bởi các tính vật lý của đất gồm độ ẩm, dung trọng và thành phần độ hạt. Kết quả nghiên cứu sự ảnh hưởng của tính chất vật lý đến sức hút dính có thể tìm thấy trong các bài báo [3-8]. Sự ảnh hưởng của thành phần độ hạt đến sức hút dính của đất được khái quát trên biểu đồ Hình 2. Các kết quả nghiên cứu trên có chung xu thế là sức hút dính của đất đạt được giá trị cao hơn đối với đất có thành phần hạt mịn hơn và dung trọng cao hơn.



Hình 1. Sự thay đổi lực tác dụng trong trường hợp đất bão hòa và không bão hòa [2].

Mục tiêu của bài báo nhằm phân tích đặc điểm của sức hút dính của một số loại đất, thành lập mối tương quan giữa sức hút dính của đất với thành phần hạt, sức hút dính của đất với dung trọng của đất. Kết quả của bài báo giúp việc xây dựng dữ liệu cho việc phân tích ổn định bờ sông, phân tích cơ chế và ảnh hưởng

của các loại đất khác nhau đến ổn định bờ Sông Hồng khu vực Hà Nội (Hình 3).



Hình 2. Sức hút dính của các loại đất có độ hạt khác nhau [5, 9].

## 2. Khu vực nghiên cứu và mẫu đất

Sông Hồng chảy khu vực Hà Nội (Hình 3) bắt nguồn từ huyện Ba Vì đến huyện Thanh Trì, có chiều dài khoảng 163 km. Đoạn bờ Sông Hồng từ Ba Vì tới Đan Phượng (phía bờ phải) và Đông Anh (phía bờ trái), là ranh giới giữa Hà Nội và Vĩnh Phúc. Phía bờ phải, khu vực huyện Sơn Tây và Đan Phượng, bờ sông bị xói lở mạnh mẽ. Đoạn sông từ Đan Phượng về phía Thanh Trì, bờ sông chuyển hướng uốn khúc và xói lở sang phía bờ trái, có nhiều điểm đã bị sạt lở mạnh mẽ và tiếp tục diễn tiếp trong các mùa mưa như khu vực bờ sông các xã Hải Bối, Xuân Canh (Đông Anh), Ngọc Thụy (Gia Lâm), Duyên Hà (Thanh Trì).

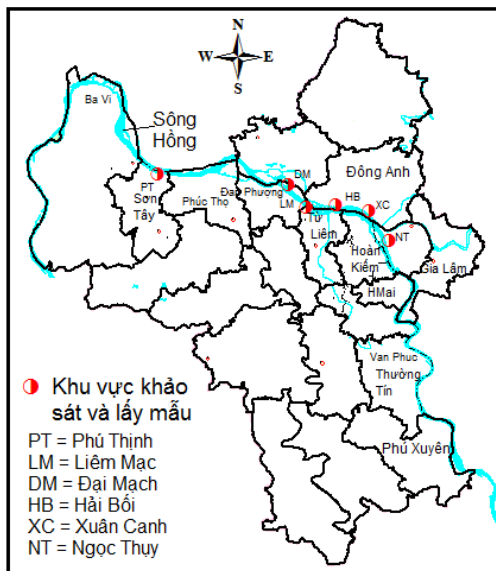
Việc khảo sát được thực hiện dọc hai bên bờ Sông Hồng, bao gồm công tác khảo sát các bờ tự nhiên, đo vẽ địa hình bờ chiều cao, góc dốc và mô tả sự phân bố các lớp đất theo chiều sâu và không gian. Qua khảo sát bờ Sông Hồng khu vực Hà Nội, cho thấy bờ sông ở khu vực này được cấu tạo bởi 2 kiểu chủ yếu. Kiểu thứ 1 là bờ sông có các lớp đất cát pha xen với lớp cát từ hạt mịn đến hạt trung (Hình 4), chiều dày các lớp cát dao động từ 0,2 m đến 0,5 m. Kiểu thứ 2

là bờ sông đồng nhất một loại đất sét pha từ trên bề mặt xuống dưới chân bờ (Hình 5).

Mẫu đất thí nghiệm được thu thập tại các vị trí lựa chọn tại các điểm như trên Bảng 1 và Hình 3. Đây là các vị trí bờ sông tự nhiên chưa được bảo vệ bằng các công trình gia cố bờ sông. Hàng năm tại các vị trí khảo sát và lân cận thường xảy ra quá trình mất ổn định bờ sông. Vị trí lấy mẫu và mẫu thí nghiệm trình bày trong bài báo này đồng thời được lựa chọn đại diện cho việc phân tích xói lở bờ Sông Hồng, khu vực Hà Nội.



Hình 5. Loại bờ có các lớp đất đồng nhất ở bờ Sông Hồng, khu vực Hà Nội.



Hình 3. Sơ đồ đoạn Sông Hồng chảy qua khu vực Hà Nội và vị trí các đoạn bờ sông lấy mẫu.



Hình 4. Loại bờ có các lớp đất không đồng nhất ở bờ Sông Hồng, khu vực Hà Nội.

Bảng 1. Một số vị trí lấy mẫu tại các vị trí xói lở mạnh của bờ Sông Hồng, khu vực Hà Nội

Vị trí	Kinh tuyến	Vĩ tuyến	Chiều cao bờ sông(m)
Phủ Thịnh (PT)	511000	2342000	8m
Liên Mạc (LM)	579700	2333300	8 m
Đại Mạch (DM)	573100	2339100	13 m
Hải Bối (HB)	582000	2334500	8 m
Xuân Canh (XC)	586000	2337000	7 m
Ngọc Thụy (NT)	589300	2329200	11m

### 3. Phương pháp

Các kết quả đạt được trong bài báo này từ các thí nghiệm trong phòng bao gồm: xác định các tính chất vật lý của đất như độ ẩm, dung trọng, thành phần hạt, và xác định sức hút dính của đất. Các tính chất vật lý là những tính chất cơ bản, thông dụng trong ngành Địa kỹ thuật được thực hiện theo các tiêu chuẩn hiện hành, trong bài viết này chỉ đề cập đến phương pháp xác định sức hút dính của đất.

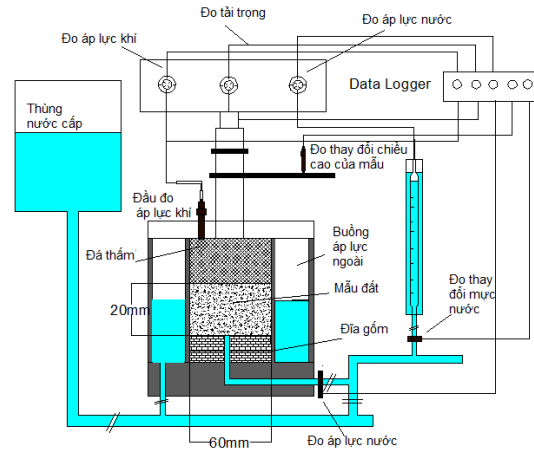
Hiện nay tại Việt Nam có rất ít đơn vị có thể thực hiện được thí nghiệm sức hút dính của đất. Trong nghiên cứu này, sức hút dính được

xác định tại phòng thí nghiệm Địa kỹ thuật, Đại học Ibaraki, Nhật Bản. Thiết bị thí nghiệm xác định sức hút dính sử dụng là thiết bị nén áp lực (pressure plate apparatus). Sơ đồ thiết bị thí nghiệm như trên Hình 6 (a và b). Trong buồng mẫu, mẫu được đặt giữa hai tấm đĩa gốm. Đĩa gốm có tác dụng cho nước đi qua nhưng không cho khí đi qua. Bộ thiết bị thí nghiệm gồm bộ cấp tải trọng thẳng đứng, thiết bị nén áp lực khí, áp lực nước lỗ rỗng, ống đoi thể tích truyền áp lực nước lỗ rỗng và đo thể tích nước.

Quy trình thí nghiệm gồm ba quá trình: (1) Đầu tiên mẫu được chế bị vào hộp mẫu có lót đĩa gốm phía dưới. Mẫu được bão hòa hoàn toàn bằng cách cho nước chảy từ ống thể tích vào mẫu từ phía đáy hộp mẫu. (2) Sau khi mẫu bão hòa hoàn toàn (đồng hồ đo thể tích không thay đổi (0,01 mm/giờ), tác dụng áp lực khí vào mẫu. Quá trình này được gọi là quá trình làm khô mẫu. Dưới tác dụng của áp lực khí, nước từ mẫu thoát ra ngoài, và khí được chặn lại bởi đĩa gốm. Áp lực khí được tăng theo từng cấp, và mỗi cấp được hoàn thành khi nước không thể tiếp tục thoát ra ngoài. (3) Quá trình cuối cùng là quá trình bão hòa mẫu trở lại gọi là quá trình làm ướt, khi đó áp lực khí giữ nguyên, tác dụng áp lực nước lỗ rỗng thông qua ống thể tích. Áp lực nước lỗ rỗng cũng được tăng theo từng cấp tương tự như quá trình làm khô mẫu.

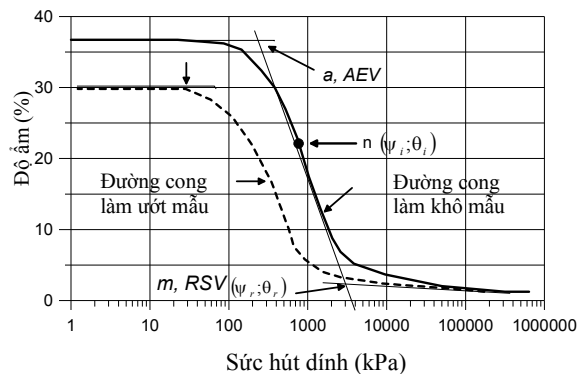


Hình 6a. Hình ảnh thiết bị thí nghiệm xác định sức hút dính của đất.



Hình 6b. Sơ đồ thiết bị thí nghiệm xác định sức hút dính của đất.

Kết quả đạt được từ thí nghiệm này cho phép tính toán sức hút dính (là hiệu của áp lực khí lỗ rỗng và áp lực nước lỗ rỗng), tương ứng với độ ẩm của đất. Kết quả được thể hiện trên đồ thị như Hình 7. Đường cong đồ thị được gọi là đường cong sức hút dính hay đường cong đất nước. Các đặc trưng của đường cong sức hút dính được thể hiện bằng các thông số khớp: sức hút dính tại điểm khí bắt đầu vào đất (*Air-entry value - ARV*, và *a*), tại điểm đối xứng và độ dốc (*n*), tại điểm đất gần khô hoàn toàn (*Residual suction value - RSV*, và *m*).



Hình 7. Đồ thị biểu diễn kết quả sức hút dính.

## 4. Kết quả

### 4.1. Thành phần độ hạt

Mẫu thí nghiệm được thu thập tại các vị trí lựa chọn dọc bờ sông, qua phân tích thành phần hạt cho thấy các loại đất bờ sông khá đa dạng, phân bố từ hạt mịn đến thô. Trong nghiên cứu này lựa chọn một số mẫu có sự biến đổi quy luật về thành phần hạt để cho thấy sự ảnh hưởng của thành phần hạt đến tính chất của sức hút dính. Sự biến thiên thành phần của một số loại đất được thể hiện trên Hình 8 và Bảng 2. Có 11 loại đất, chia làm 4 nhóm có tên gọi và ký hiệu sau: nhóm đất sét (Sét 01, Sét 02, và Sét 03), nhóm đất pha Bột-sét (Bột I-01, Bột I-02, và Bột I-03), nhóm đất pha Bột-cát (Bột II-01, Bột II-02, và Bột II-03); và nhóm cát (Cát 01 và Cát 03).

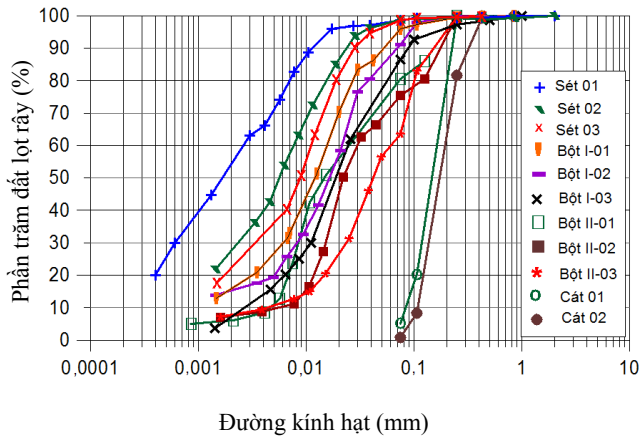
Các đặc trưng của thành phần độ hạt bao gồm hàm lượng sét, bột và cát; giá trị  $D_{50}$ , là đường kính hạt mịn hơn 50%; và độ dốc đường cong độ hạt. Nhóm đất sét không chứa cát, có hàm lượng sét thay đổi là 70%, 45%, và 35% lần lượt đối với các mẫu Sét 01, Sét 02, và Sét 03. Nhóm này có giá trị  $D_{50}$  nhỏ hơn 0,01mm. Nhóm đất pha Bột-sét (Bột I) có hàm lượng bột khoảng 70%, trong đó hàm lượng sét biến đổi 25%, 20%, và 15%, giá trị  $D_{50}$  bằng 0,013 mm, 0,016 mm, và 0,020 mm lần lượt đối với Bột I-01, Bột I-02, và Bột I-03. Nhóm đất pha Bột-cát (Bột II) có hàm lượng sét khoảng 10%, hàm lượng bột là 70%, 65%, và 53%, giá trị  $D_{50}$  bằng 0,040 mm đối với Bột II-01 and Bột II-03, và bằng 0,056 mm đối với Bột II-02.

Đặc tính của đường cong độ hạt và cấp phối hạt còn thể hiện bằng độ dốc đường cong độ hạt. Độ dốc được tính bằng công thức  $(P_{0,075} - P_{0,005}) / (0,075 - 0,005)$  [6]. Trong đó  $P_{0,075}$  và

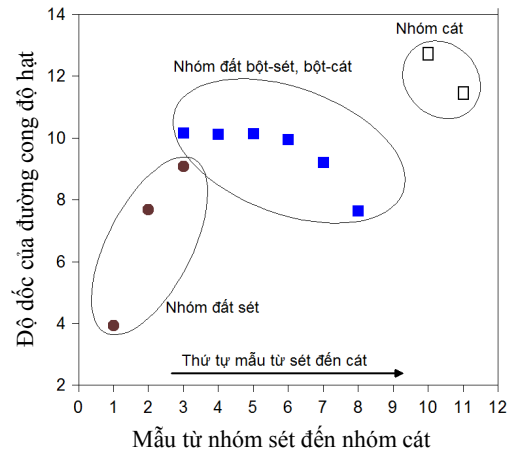
$P_{0,005}$  là phần trăm độ hạt nhỏ hơn đường kính 0,075 mm và 0,005 mm. Độ dốc của các loại đất thí nghiệm được thể hiện trong Hình 9. Từ kết quả cho thấy, đất loại sét nhìn chung có độ dốc nhỏ nhất, sau đó đến nhóm đất pha, và cuối cùng là nhóm đất cát. Nhóm cát có sự đồng nhất về thành phần hạt là tương đối lớn, ít chứa thành phần hạt mịn.

### 4.2. Sức hút dính của đất

Đường cong sức hút dính của đất thể hiện mối tương quan giữa sức hút dính và độ ẩm thể tích. Bảng 3 và các hình từ Hình 10 đến Hình 15 thể hiện kết quả, các đặc trưng sức hút dính của đất khác nhau theo độ hạt và dung trọng của đất. Các mẫu được thực hiện thí nghiệm sức hút dính với dung trọng tại 13,5 kN/m<sup>3</sup>; 15,0 kN/m<sup>3</sup>; and 16,5 kN/m<sup>3</sup>. Từ đường cong hút dính các thông số thể hiện đặc trưng cho đường cong này được xác định bao gồm: giá trị lực hút dính tại thời điểm không khí bắt đầu xâm nhập vào mẫu đất,  $AEV$  và  $a$ ; sức hút dính tại thời điểm mà khí đã chiếm gần như toàn bộ lỗ rỗng và đất gần khô hoàn toàn,  $RSV$  và  $m$ ; và độ dốc của đường cong sức hút dính. Các thông số này được xác định dựa vào phần mềm *Soil Vision* và *Geoslope*. Bảng 3 thể hiện các kết quả tính toán các thông số trên cho 11 loại đất khác nhau về thành phần độ hạt, từ trái sang phải thể hiện sự biến thiên với phần trăm đất sét giảm dần, phần trăm của đất bột và cát tăng. Tất cả các mẫu được thí nghiệm ở dung trọng 15,0 kN/m<sup>3</sup>, và có 6 mẫu là Sét 01, Sét 02, Sét 03, Bột I-01, Bột I-03, Bột II-03 được thực hiện thí nghiệm sức hút dính tại các dung trọng khác nhau tại 13,5 kN/m<sup>3</sup>; 15,0 kN/m<sup>3</sup>; và 16,5 kN/m<sup>3</sup>.



Hình 8. Đường cong độ hạt của đất.



Hình 9. Độ dốc đường cong độ hạt.

Bảng 2. Các tính chất và phân loại cơ bản một số loại đất bờ Sông Hồng, khu vực Hà Nội

Tính chất đất	Nhóm đất sét			Nhóm đất Bột-sét (Bột I)			Nhóm đất Bột-cát (Bột II)			Nhóm Cát (Cát)	
Ký hiệu mẫu	Sét 01	Sét 02	Sét 03	Bột I-01	Bột I-02	Bột I-03	Bột II-01	Bột II-02	Bột II-03	Cát 01	Cát 03
Vị trí lấy mẫu	NT 22	NT 21	NT01	NT 03	PT06	HB21	HB 01	NT04	XC	NT 12	DM 22
Cát < 0,25 mm										0,56	18,38
0,25-0,075 mm	1,39	1,14	1,34	3,93	9,82	13,46	20,33	25,5	36,57	94,26	80,91
Bột 0,075-0,005 mm	28,61	56,42	62,66	71,07	70,79	71,03	69,67	64,5	53,43	5,17	0,71
Sét < 0,005 mm	70,00	42,44	36,00	25,00	19,40	15,51	10,00	10,00	10,00	0	0
D <sub>50</sub>	0,002	0,006	0,009	0,013	0,016	0,020	0,040	0,056	0,040	0,150	0,180
D <sub>10</sub>				0,003		0,003	0,006	0,017	0,004	0,085	0,110
D <sub>30</sub>		0,003	0,031	0,006	0,009	0,011	0,020	0,020	0,003	0,120	0,145
D <sub>60</sub>	0,003	0,008	0,012	0,015	0,021	0,025	0,050	0,055	0,050	0,165	0,200
C <sub>c</sub>						1,61	1,33	0,43	0,03	1,03	0,96
C <sub>u</sub>						8,33	8,33	3,24	12,50	1,94	1,82
Độ dốc độ hạt	3,94	7,69	9,09	10,15	10,11	10,15	9,95	9,21	7,63	12,73	11,46
Độ ẩm tự nhiên (%)	32,68	32,42	28,44	19,42	37,25	30,52	28,20	11,12	16,06	2,81	4,72
Dung trọng tự nhiên (kN/m <sup>3</sup> )	19,5	19,9	19,6	18,7	19,0	18,0	18,5	16,8	17,3		
Khối lượng riêng	2,75	2,72	2,57	2,61	2,63	2,62	26,4	2,64	2,62	2,71	2,68
Giới hạn chảy (%)	57,98	57,01	42,45	34,56	38,67	37,77	54,36		27,92		
Giới hạn dẻo (%)	31,35	24,14	17,5		31,23	25,63	24,06		19,35		
Hệ số dẻo	26,63	32,87	24,94		7,44	12,14	30,3		8,57		
Hệ số chảy	0,05	0,64	0,19		0,81	1,23	0,14		0,06		
Phân loại đất	CH	CH	CL	ML	ML	ML	MH	ML	ML	SP	SP

Ghi chú: Tên đất được phân loại và gọi tên theo tiêu chuẩn Mỹ USCS (United Soil Classification System)  
 CL: Sét có tính dẻo thấp (Giới hạn chảy thấp hơn 50%), CH: Sét có tính dẻo cao (Giới hạn chảy lớn hơn 50%)  
 ML: Bột có tính dẻo thấp (Giới hạn chảy thấp hơn 50%), MH: Sét có tính dẻo cao (Giới hạn chảy lớn hơn 50%), SP: Cát cấp phối kém.

Bảng 3. Các thông số khớp của đường cong sức hút dính

Loại đất	Dung trọng tại 13,5 kN/m <sup>3</sup>										
	Sét 01	Sét 02	Sét 03	Bột I-01	Bột I-02	Bột I-03	Bột II-01	Bột II-02	Bột II-03	Cát 01	Cát 03
Vị trí lấy mẫu	NT22	NT21	NT01	NT 03	PT06	HB21	HB 01	NT 03	XC	NT 02	DM 22
Độ ẩm bão hòa (%)	54	48	48	34		45			43		
<i>AEV</i> (kPa)	25	15	12	15		11			6		
<i>RSV</i> (kPa)	108	120	120	70		60			50		
<i>a</i>	33,71	36,03	20,37	19,43		16,44			9,33		
<i>n</i>	2,88	1,35	1,48	4,2		4,88			3,49		
Độ dốc	0,49	0,45	0,43	1,35		0,95			1,01		
	Dung trọng tại 15,0 kN/m <sup>3</sup>										
Độ ẩm bão hòa (%)	57	49	43	30	42	42	40	43	45	43	29
<i>AEV</i> (kPa)	50	40	32,25	27	21	20,05	22	20	10	9,5	9,3
<i>RSV</i> (kPa)	600	500	400	100	95	90	61	59	55	27	25
<i>a</i>	61	57,75	53,12	35,76	29,47	28,39	30,05	28,1	16,59	10,78	10,33
<i>n</i>	1,72	1,83	2,03	4,19	4,18	4,205	4,85	6,8	3,535	19,99	18,89
Độ dốc	0,43	0,41	0,44	1,43	1,29	1,33	1,85	1,56	0,84	3,31	2,58
	Dung trọng tại 16,5 kN/m <sup>3</sup>										
Độ ẩm bão hòa (%)	51	48	52	52		42			32		
<i>AEV</i> (kPa)	60	45	40	30		25			18		
<i>RSV</i> (kPa)	900	600	500	105		102			80		
<i>a</i>	80,97	69,15	54,68	35,36		30,48			23,64		
<i>n</i>	1,54	2,82	2,13	5,67		4,1			5,47		
Độ dốc	0,48	0,51	0,54	1,12		0,72			1,26		

Đối với sự thay đổi thành phần hạt, kết quả cho thấy giá trị *AEV* và *RSV* có xu hướng giảm rõ giữa các nhóm đất khác nhau, từ nhóm đất sét đến nhóm cát. Nhóm đất sét, có hàm lượng sét giảm tương ứng là 70%, 42%, 36% đối với mẫu Sét 01, Sét 02, Sét 03, giá trị *AEV*, *RSV* giảm rõ rệt đối với cả ba trường hợp dung trọng đất khác nhau (trừ trường hợp đối với đất có dung trọng thấp (13,5 kN/m<sup>3</sup>), giá trị *RSV* không tuân theo quy luật này). *AEV* của Sét 01, Sét 02, Sét 03 bằng 25 kPa, 15 kPa, và 12 kPa khi dung trọng bằng 13,5 kN/m<sup>3</sup>, bằng 50 kPa, 40 kPa, và 32 kPa khi dung trọng bằng 15,0 kN/m<sup>3</sup>, và bằng 60 kPa, 45 kPa, và 40 kPa khi dung trọng bằng 16 kN/m<sup>3</sup>. Giá trị *RSV* của Sét 01, Sét 02, Sét 03 bằng 108 kPa, 120 kPa, và 120 kPa khi dung trọng bằng 13,5 kN/m<sup>3</sup>, bằng

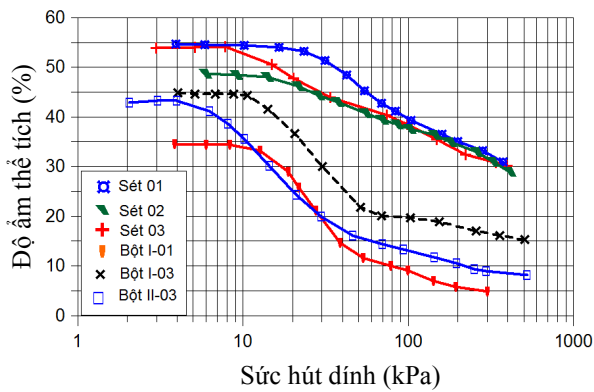
600 kPa, 500 kPa, và 400 kPa khi dung trọng bằng 15,0 kN/m<sup>3</sup>, và bằng 900 kPa, 600 kPa, 500 kPa khi dung trọng bằng 16,5 kN/m<sup>3</sup>.

Nhóm Bột I có hàm lượng bột khoảng 70%, và hàm lượng sét giảm từ 25%, 20% và 15%. Đối với nhóm Bột II, nhóm có hàm lượng đất sét là 10%, hàm lượng bột là 70%, 65%, và 55%. Giá trị tại *AEV* biến thiên của hai nhóm này khi hàm lượng sét giảm cũng theo xu hướng giảm dần nhưng không rõ rệt, dao động trong khoảng 27-20 kPa. Đối với đất Bột II-03 và nhóm cát có giá trị *AEV* khoảng 10 kPa. Giá trị *RSV* có giá trị giảm rõ rệt với đất từ nhóm bột sét đến bột cát, dao động từ 105 - 60 kPa với nhóm Bột I, từ 61 - 55 kPa với nhóm Bột II, và 27-25 kPa với nhóm cát.

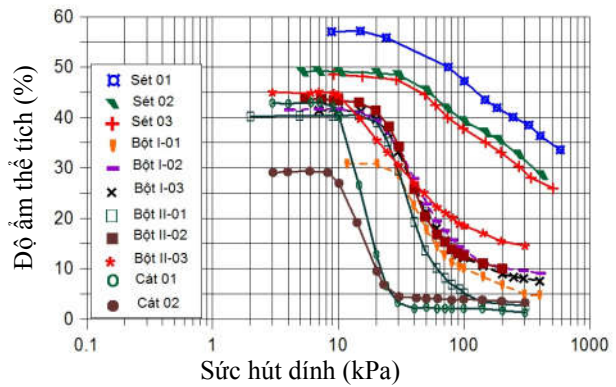
Kết quả trên cũng cho thấy mối tương quan giữa dung trọng và các thông số của sức hút dính. Khi dung trọng tăng lên thì giá trị *AEV*, và *RSV* cũng tăng lên rõ rệt. Đối với dung trọng thay đổi *AEV* của nhóm sét và bột sét, bột-cát lần lượt đạt giá trị: 25-6 kPa với dung trọng bằng 13,5 kN/m<sup>3</sup>, 50-10 kPa với dung trọng bằng 15,0 kN/m<sup>3</sup>, và 60 -18 kPa với dung trọng bằng 16,5 kN/m<sup>3</sup>. Giá trị *RSV* lần lượt là: 120-50 kPa với dung trọng bằng 13,5 kN/m<sup>3</sup>; 600-55 kPa với dung trọng bằng 15,0 kN/m<sup>3</sup>; và 900-80 kPa với dung trọng bằng 16,0 kN/m<sup>3</sup>. Hình 13 và Hình 14 thể hiện sự thay đổi của hai thông số *AEV* và *RSV* của các loại đất khác nhau về thành phần hạt và dung trọng.

Ngoài hai thông số *AEV* và *RSV*, các tính chất đường cong sức hút dính còn thể hiện bằng thông số khớp (*a*, *n*, và *m*) và độ dốc của đường

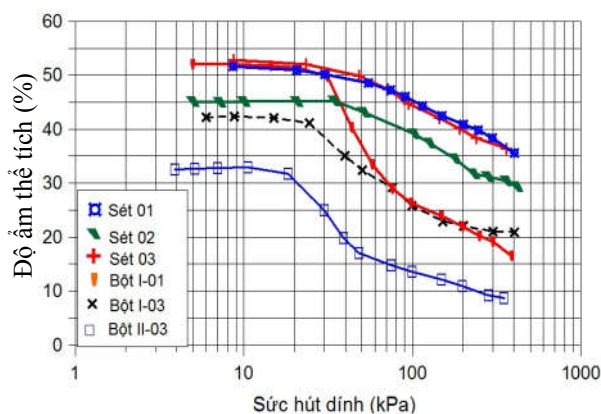
cong hút dính. Sự biến đổi của giá trị (*a*) tương đương với *AEV* và sự biến đổi của giá trị (*m*) tương đương với *RSV*. Độ dốc là thông số quan trọng ảnh hưởng đến sự thay đổi của sức chống cắt và độ thấm của đất trong điều kiện không bão hòa. Hình 15 thể hiện sự so sánh giữa độ dốc đường cong độ hạt với đường cong của sức hút dính. Độ dốc đường cong độ hạt của đất nhóm sét và nhóm bột (Bột I và Bột II) không có sự khác biệt rõ rệt. Tuy nhiên có thể thấy được xu hướng chung là độ dốc tăng từ nhóm đất sét đến nhóm đất bột. Kết quả so sánh cho thấy độ dốc của đường cong lực hút dính của đất tại các dung trọng cũng biến thiên cùng chiều với độ dốc của đường cong độ hạt. Độ dốc nhỏ đối với nhóm đất sét và lớn hơn đối với nhóm đất bột, cát.



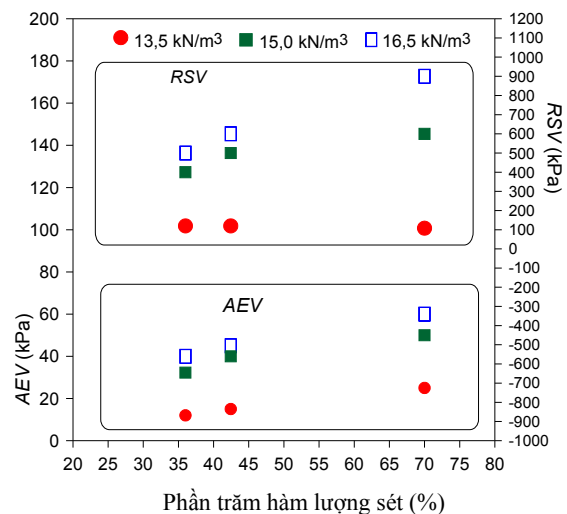
Hình 10. Sức hút dính với đất có dung trọng là 13,5 kN/m<sup>3</sup>.



Hình 11. Sức hút dính với đất có dung trọng là 15,0 kN/m<sup>3</sup>.

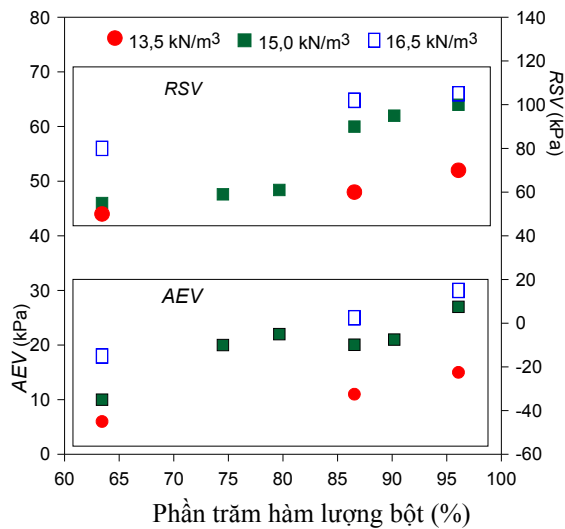


Hình 12. Sức hút dính với đất có dung trọng 16,5 kN/m<sup>3</sup>.



Hình 13. Giá trị *AEV* và *RSV* của nhóm đất loại sét.



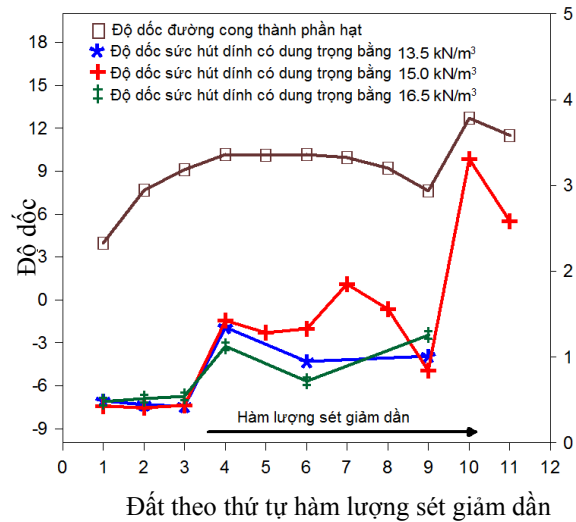


Hình 14. Giá trị  $AEV$ ,  $RSV$  của nhóm đất bột-sét và bột-cát (Bột I, Bột II).

## 5. Kết luận

Nghiên cứu này tiến hành khảo sát và lấy mẫu đất thí nghiệm tại một số vị trí trọng yếu của bờ Sông Hồng khu vực Hà Nội. Trong đó lựa chọn 11 loại mẫu đại diện thuộc 4 nhóm đất là nhóm đất sét, nhóm đất bột-sét (Bột I), nhóm đất bột-cát (Bột II) và nhóm đất cát. Các tính chất của đất được xác định bao gồm các tính chất vật lý (độ ẩm, dung trọng), thành phần độ hạt và sức hút dính của đất. Đặc điểm sức hút dính của đất khu vực nghiên cứu và mối tương quan với thành phần hạt và dung trọng thông qua kết quả thí nghiệm như sau:

Giá trị  $AEV$  và  $RSV$  có xu hướng giảm rõ giữa các nhóm đất khác nhau, từ nhóm đất sét đến nhóm cát. Đối với cùng dung trọng 15,0 kN/m<sup>3</sup>, nhóm sét từ Sét 01, Sét 02, Sét 03 có hàm lượng sét giảm từ 70% đến 36%, thì giá trị  $AEV$  giảm từ 50 kPa đến 32 kPa, giá trị  $RSV$  giảm từ 600 kPa đến 400 kPa. Nhóm bột sét và bột cát có hàm lượng bột giảm từ 70% đến 55%, thì giá trị  $AEV$  giảm từ 30 kPa đến 10 kPa, giá trị  $RSV$  giảm từ 100 kPa đến 55 kPa. Nhóm cát có  $AEV$  và  $RSV$  có giá trị thay đổi không nhiều,  $AEV$  có giá trị dưới 10 kPa và  $RSV$  có giá trị dưới 30 kPa.



Hình 15. So sánh độ dốc của đường cong độ hạt với độ dốc của đường cong sức hút dính.

Đối với dung trọng thay đổi,  $AEV$  của nhóm sét và bột sét, bột-cát lần lượt dao động trong khoảng giá trị: 25-6 kPa với dung trọng bằng 13,5 kN/m<sup>3</sup>; 50-10 kPa với dung trọng bằng 15,0 kN/m<sup>3</sup>; và 60 -18 kPa với dung trọng bằng 16,5 kN/m<sup>3</sup>. Giá trị  $RSV$  lần lượt là: 120-50 kPa với dung trọng bằng 13,5 kN/m<sup>3</sup>; 600-55 kPa với dung trọng bằng 15,0 kN/m<sup>3</sup>; và 900-80 kPa với dung trọng bằng 16,5 kN/m<sup>3</sup>.

## Lời cảm ơn

Bài báo được hoàn thành với sự hỗ trợ của đề tài mã số 105.08-2015.24 do Quỹ NAFOSTED, Bộ Khoa học và Công nghệ tài trợ.

## Tài liệu tham khảo

- [1] D. G. Fredlund, and H. Rahardjo, Soil Mechanics for Unsaturated Soil, A Wiley Interscience Publication, John Wiley & Sons, Hoboken (1993).
- [2] D. G. Fredlund, H. Rahardjo, The role of unsaturated soil behaviour in geotechnical engineering practice. Eleventh Southeast

- Asian Geotechnical Conference 4-8May, 1993, Singapore.
- [3] D. T. Toan, H. Komine, S. Murakami and D. M. Duc. Grain size and soil suction effect on hydraulic conductivity and shear strength of simulate. Southeast Asian Geotechnical Conference 4-8May, 2012, Singapore.
- [4] C. Gallage, and T. Uchimura, Effects of Dry Density and Grain Size Distribution on Soil-water Characteristic Curves of Cátý Soils, *Soils and Foundations*, Vol. 50, No. 1 (2010), pp. 161-172.
- [5] E. C. Leong, and H. Rahardjo, Review of Soil-water Characteristic Curve Equation, *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, Vol. 123, No. 12 (1997), pp. 1106-1117.
- [6] H. Yang, H. Rahardjo, E. C. Leong and D. G. Fredlund, Factors Affecting Drying and Wetting Soil-water Characteristics Curve of Cátý Soils, *Canada Geotechnical Journal*, Vol. 41 (2004), pp. 908-920.
- [7] K. S. Vikas, S. Thakur, Sreedeeep, N. Devendra, and M. Singh, ASCE, Parameters Affecting Soil Water Characteristic Curve of Fine Grain Soils, *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, Vol. 131, No. 4 (2005), pp. 521-524.
- [8] S. K. Vanapalli, D. G. Fredlund and D. E. Pufahl, The Influence of Soil Structure and Stress History on the Soil Water Characteristics of a Compacted Till, *Geotechniques* Vol. 49, No. 2 (2001), pp. 143-159.
- [9] D. G. Fredlund and A. Xing, Equations for the Soil Water Characteristic Curve, *Can. Geot. J.*, Vol. 31, No. 4 (1994), pp. 521-532.

## Suction Characteristics of Soils in Red River Bank, Hanoi Area

Duong Thi Toan

*Faculty of Geology, VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi, Vietnam*

**Abstract:** Soil suction is one of the specific properties of unsaturated soils, which is a main factor affecting to stability of riverbank exposed to water level and seepage change. The objective of this paper is to analyze characteristics of soil suction, and the effects of soil grain sizes, density to soil suction. Soil samples were collected along riverbank of the Red river bank in Hanoi area. The results show that the soil suction has a good agreement with grain sizes and dry density. The air-entry value (*AEV*) and residual suction value (*RSV*) decrease in obviously trend from clay group to sand group with decrease of fine grain size content. When the soil density is 15,0 kN/m<sup>3</sup>, *AEV* decreases from 50 kPa to 9 kPa, and *RSV* decreases from 600 to 25 kPa as decreasing of the clay content. Both *AEV* and *RSV* are higher with higher soil density. With the soil density of 13,5 kN/m<sup>3</sup>, 15,0 kN/m<sup>3</sup>, and 16,5 kN/m<sup>3</sup>, the maximum *AEV* are 25kPa, 50 kPa and 60 kPa; and the maximum *RSV* are 120 kPa, 600 kPa and 900 kPa, respectively.

*Keywords:* Soil density, soil grain size, soil suction.