

## NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC YẾU TỐ LÊN ỨNG SUẤT CẮT TỚI HẠN CỦA VẬT LIỆU ĐƯỜNG BỜ HẠT DÍNH ĐỐI VỚI QUÁ TRÌNH XÓI LỖ BỜ SÔNG BIỂN

Bùi Trọng Vinh<sup>(2)</sup>, Deguchi Ichiro<sup>(2)</sup>

(1) Trường đại học Bách Khoa Tp.HCM, Việt Nam

(2) Trường đại học Osaka, Nhật Bản

(Bài nhận ngày 05 tháng 11 năm 2010, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 25 tháng 04 năm 2011)

**TÓM TẮT:** Mục đích của nghiên cứu này nhằm tìm ra ảnh hưởng của hàm lượng sét-bột-cát, độ ẩm, độ mặn, mức độ cố kết, và mật độ thực vật lên ứng suất cắt tới hạn ( $\tau_c$ ) của vật liệu đường bờ hạt dính đối với quá trình xói lở bờ sông biển. Các tác giả đã sử dụng thiết bị thí nghiệm dòng tia ngập xiên góc được phát triển bởi Hanson cùng ctg. (2002) và được Deguchi cùng ctg. (2007) mô phỏng lại để thực hiện các thí nghiệm trong phòng và ngoài thực địa. Các kết quả thí nghiệm trong phòng cho thấy rằng  $\tau_c$  tăng lên khi hàm lượng sét, độ mặn, mức độ cố kết, và mật độ thực vật tăng lên;  $\tau_c$  giảm khi độ ẩm tăng. Các kết quả thí nghiệm ngoài thực địa tại 5 vị trí đường bờ hạt dính của sông Soài Rạp (nam thành phố Hồ Chí Minh) nơi quá trình xói lở đang xảy ra mãnh liệt cũng cho kết quả tương tự. Hệ số xói lở của vật liệu đường bờ hạt dính và của các mẫu thí nghiệm (kd) cũng được xác định khi xác định được  $\tau_c$ .

### 1. TỔNG QUAN

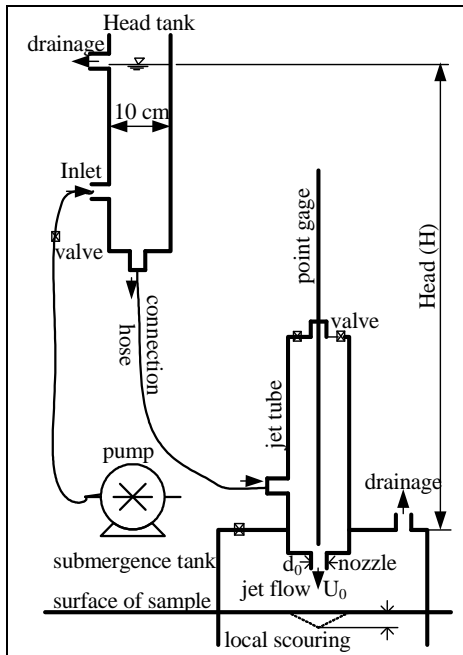
Nhiều khu vực ven biển và các cửa sông lớn ở vùng Đông Nam Á được sử dụng cho nhiều mục đích khác nhau như vận chuyển hàng hải, hoạt động bến cảng, và nông lâm ngư nghiệp. Xói lở bờ ở những khu vực này đang ngày càng trở nên nghiêm trọng ảnh hưởng tới các hoạt động kinh tế, xã hội, và môi trường. Để sử dụng những vùng cửa sông và ven biển một cách hữu hiệu và ổn định, chúng ta cần phải hiểu rõ cơ chế xói lở ở những vùng này. Rất nhiều nghiên cứu trước đây đã tập trung vào cơ chế xói lở của các đường bờ hạt không dính (như các bãi biển cát, sỏi, v.v...). Tuy nhiên, có rất ít các nghiên cứu về cơ chế xói của đường bờ có cấu tạo hạt dính ở khu vực cửa sông và ven biển, nơi sự phát triển về kinh tế diễn ra sôi động (như hoạt động cảng biển, hàng hải, nuôi trồng và đánh bắt thủy hải sản v.v...).

Mục đích của nghiên cứu này nhằm tìm ra ảnh hưởng của hàm lượng sét-bột-cát, độ ẩm, độ mặn, mức độ cố kết, và mật độ thực vật lên ứng suất cắt tới hạn ( $\tau_c$ ) của 49 mẫu vật liệu hạt dính được chế bị lại. Đồng thời, các tác giả cũng thực hiện thí nghiệm tại 6 vị trí đường bờ sông Soài Rạp, nơi quá trình xói lở đang diễn ra mãnh liệt để tìm ra ảnh hưởng của các yếu tố trên lên  $\tau_c$ .

### 2. PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

#### 2.1. Thiết bị thí nghiệm dòng tia ngập xiên góc

Để thực hiện thí nghiệm xác định  $\tau_c$  của vật liệu đường bờ hạt dính và các mẫu thí nghiệm chế bị, các tác giả đã sử dụng thiết bị thí nghiệm dòng tia ngập xiên góc (non-vertical submerged jet test device) dựa trên phát triển của Hanson cùng ctg. (2002) và được Deguchi cùng ctg. (2007) mô phỏng lại. Thiết bị này bao gồm máy bơm (pump) hoặc nguồn nước cấp áp lực cao, bồn điều chỉnh áp lực (adjustable head tank), bồn tia ngập (jet submergence tank), thanh đo điểm (point gauge), ống tia (jet tube), và những thiết bị phụ trợ khác (hình 1).



Hình 1. Sơ đồ thiết bị TN dòng tia ngập xiên góc

Bồn tia ngập có đường kính 30 cm và chiều cao 30 cm với tấm chắn dài 25 cm có thể cắm ngập vào trong nền đất để cố định bồn. Nắp của bồn ngập được thiết kế để giữ nước ngập trong bồn và được mở ra khi đo độ sâu xói. Đồng thời nắp của bồn ngập có nhiệm vụ giữ cho ống tia vuông góc với bề mặt đất và thanh đo điểm.

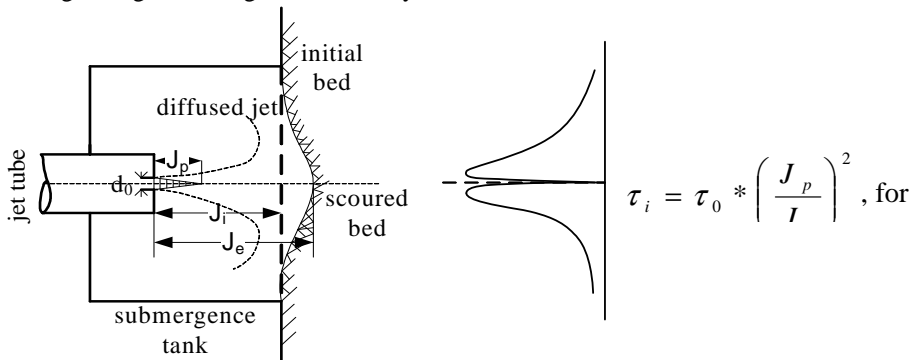
Ống tia có chiều dài 80 cm và đường kính 10 cm được lắp đặt vào chính giữa của bồn ngập cho phép thanh đo điểm xuyên qua lỗ vòi (nozzle) để đóng miệng vòi không cho nước chảy

qua trong quá trình đo độ sâu xói. Nước trong ống tia được cung cấp bởi bồn điều chỉnh áp lực và bơm (hoặc nguồn nước cấp áp lực cao). Chiều cao ở miệng vòi được giữ cố định khoảng 10 cm bên trên mặt mẫu đất ban đầu. Đường kính của miệng vòi có kích thước khoảng 6.4 mm.

Bồn điều chỉnh áp lực cũng có chiều dài 80 cm và đường kính 10 cm. Bồn này được sử dụng để kiểm soát ứng suất cắt thủy lực và làm ổn định mực áp. Các van (valve) được sử dụng để làm sạch không khí trong ống tia và để đo sự chênh áp giữa bồn điều chỉnh áp lực và bồn tia ngập. Nước sông Sài Rạp được bơm trực tiếp bằng máy bơm cung cấp cho hệ thống thiết bị thí nghiệm ngoài hiện trường. Trong phòng thí Địa môi trường (Khoa Kỹ thuật Địa chất và Dầu khí, Đại học Bách Khoa Tp.HCM), nước được cung cấp bởi hệ thống máy bơm. Trong phòng thí nghiệm thủy lực tại trường đại học Osaka, nước được cung cấp qua hệ thống nước cấp của trường với áp lực cao, đủ để tạo áp lực gây xói mẫu thí nghiệm.

2.2. Phương pháp xác định  $\tau_c$  và  $k_d$

Thiết bị thí nghiệm tia ngập xiên góc được hoạt động dựa trên các nguyên lý khuếch tán (diffusion principles) của các tia nước phun qua miệng lỗ tròn để ngập trong nước, và quá trình xói vật liệu hạt dính gây ra bởi các dòng tia. Hình 2 mô tả chi tiết về các nguyên lý khuếch tán. Ở đây,  $d_0=6.4$  mm là đường kính miệng vòi,  $J_e$  là độ sâu cân bằng khi kết thúc thí nghiệm,  $J_i = 10$  cm là chiều cao miệng vòi của dòng tia lúc đầu, và  $J_p=3.7$  cm là chiều dài lõi thế (potential core length).



Hình 2. Nguyên lý khuếch tán (a) và sự phân bố ứng suất trên bề mặt đất (mẫu) (b)

Tốc độ xói  $\varepsilon$  (cm/s) tỷ lệ với độ lớn hiệu số của ứng suất cắt tác động ( $\tau_e$ : N/m<sup>2</sup>) so với ứng suất cắt tới hạn ( $\tau_c$ : N/m<sup>2</sup>) được biểu thị theo công thức (1).

$$\varepsilon = k_d (\tau_e - \tau_c) \quad (1)$$

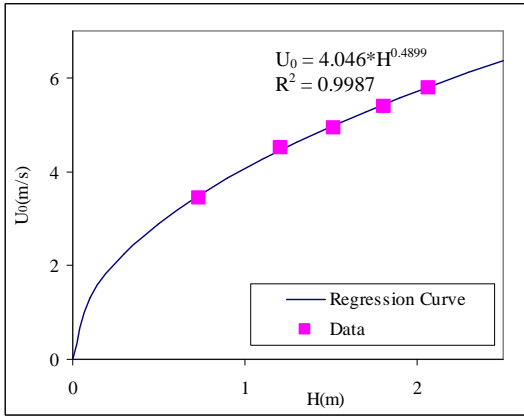
Ở đây,  $k_d$  là hệ số xói (cm<sup>3</sup>/N.s). Khi tốc độ xói thay đổi theo độ sâu xói và giảm tới zero, độ sâu xói đạt tới vị trí cân bằng  $J_e$  và ứng suất cắt tới hạn được xác định theo công thức (2)

$$\tau_c = \tau_0 * \left( \frac{J_p}{J_e} \right)^2 \quad (2)$$

Ở đây,  $\tau_0$  là ứng suất lớn nhất do dòng tia ngập (N/m<sup>2</sup>) được xác định theo công thức (3). Trong các công thức này,  $C_f$  là hệ số ma sát có giá trị là 0.00416,  $\rho$  là mật độ của nước ngọt (1000 kg/m<sup>3</sup>) và nước sông Soài Rạp (1020 kg/m<sup>3</sup>),  $U_0$  là vận tốc dòng tia tại miệng vòi được xác định theo công thức (4) với  $H$  là độ chênh áp. Mối quan hệ giữa  $U_0$  và  $H$  được hiệu chỉnh bởi các giả như trên hình 3.

$$\tau_0 = C_f * \rho * U_0^2 \quad (3)$$

$$U_0 = 4.046 * H^{0.4899} \quad (4)$$



Hình 3. Biểu đồ hiệu chỉnh vận tốc ban đầu tại miệng vòi

Dữ liệu đo đạc trong phòng thí nghiệm và ngoài thực tế được lưu trong bảng tính Excel. Bảng tính này dự đoán độ sâu xói cân bằng sử

dụng dữ liệu độ sâu xói theo thời gian. Vấn đề khó khăn gặp phải trong việc xác định độ sâu xói cân bằng là thời gian cần thiết để đạt tới trạng thái cân bằng rất lớn. Vì vậy, bảng tính dự đoán độ sâu xói cân bằng sử dụng dữ liệu độ sâu xói theo thời gian bằng một hàm hypebol cho độ sâu xói cân bằng đã được phát triển bởi Blaisdell cùng ctg. (1981). Dạng tổng quát của phương trình với một đường tiệm cận ở đó độ sâu xói cuối cùng có thể được tính theo công thức (5). Trong công thức này,  $A$  là giá trị của bán trục ngang, đồng thời là bán trục liên hợp của hàm hypebol;  $f_0$ ,  $f$ , và  $x$  được tính theo các công thức (6), (7), và (8) tương ứng.

$$(f - f_0)^2 - x^2 = A^2 \quad (5)$$

$$f = \log \left( \frac{J}{d_0} \right) - x \quad (6)$$

$$x = \log \left( \frac{U_0 * t}{d_0} \right) \quad (7)$$

$$f_0 = \log \left( \frac{J_e}{d_0} \right) \quad (8)$$

Một chuỗi tính toán của bảng tính xác định sai số chuẩn tối thiểu (minimum standard error) của hàm này so với các dữ liệu thí nghiệm bằng dòng tia ngập. Bảng tính này thực hiện việc tìm kiếm đến mức tối thiểu từ các giá trị ban đầu được gán là  $A=1$  và  $f_0=1$ . Ngay khi độ sâu xói cân bằng  $J_e$  được xác định, dựa trên giá trị của  $f$ , ứng suất cắt tới hạn  $\tau_c$  sau đó được xác định bởi công thức (2). Hệ số xói  $k_d$  được xác định dựa trên độ sâu xói, thời gian, giá trị xác định trước  $\tau_c$  và hàm thời gian không thứ nguyên theo công thức (9). Trong công thức này, các thành phần không thứ nguyên được định nghĩa như sau:  $J_i^* = J_i/J_e$ , and  $J^* = J/J_e$  ( $J$  là khoảng cách từ miệng lỗ vòi đến đường tâm độ sâu xói),  $t_m$  là thời gian thực đo (s),  $T_r = J_e/(k_d * \tau_c)$  là thời gian tham chiếu.

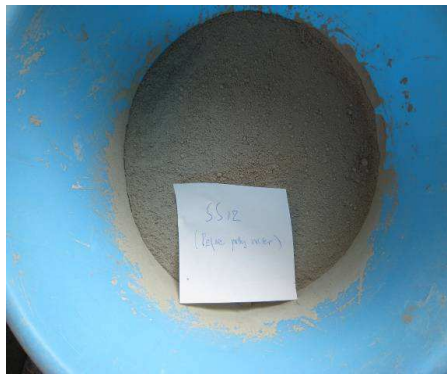
$$t_m = T_r \left[ \frac{1}{2} \ln \left( \frac{1 + J^*}{1 - J^*} \right) - J^* - \frac{1}{2} \ln \left( \frac{1 + J_i^*}{1 - J_i^*} \right) + J_i^* \right] \quad (9)$$

### 3. QUY TRÌNH THÍ NGHIỆM TRÊN CÁC MẪU ĐẤT CHẾ BỊ VÀ NGOÀI THỰC ĐỊA

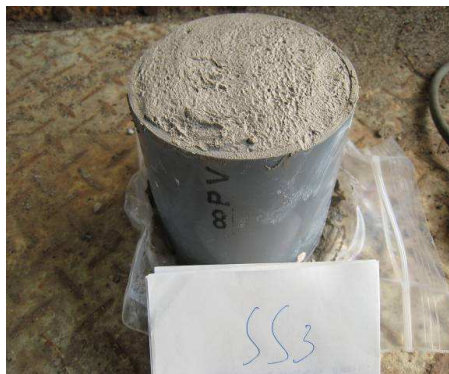
#### 3.1. Quy trình tạo mẫu đất chế bị

49 mẫu đất với các thành phần khác nhau về hàm lượng sét-bột-cát, độ ẩm, độ mặn, mực độ cố kết, và mật độ thực vật được chế bị bằng cách nén ép trong các ống mẫu hình trụ bằng nhựa PVC có đường kính 10 cm và cao 10 cm. Quá trình tạo mẫu được minh họa ở các hình 4 và hình 5.

Cát tiêu chuẩn Toyoura với đường kính hạt nhỏ hơn 0.02 cm được sử dụng để tạo mẫu. Bột sử dụng trong nghiên cứu là bột ven biển lấy từ vùng Okinawa được cung cấp bởi công ty Encore-ann. Sét kalin được cung cấp bởi công ty Southeastern Clay Company. Tất cả các mẫu được nén với ứng suất thẳng đứng vào khoảng 88.3 kN/m<sup>2</sup>. Các mẫu sau đó được lưu tại phòng thí nghiệm trong vòng 48 giờ để ổn định mẫu. Độ ẩm của các mẫu được đo bằng đầu đo độ ẩm SM200 của Anh.



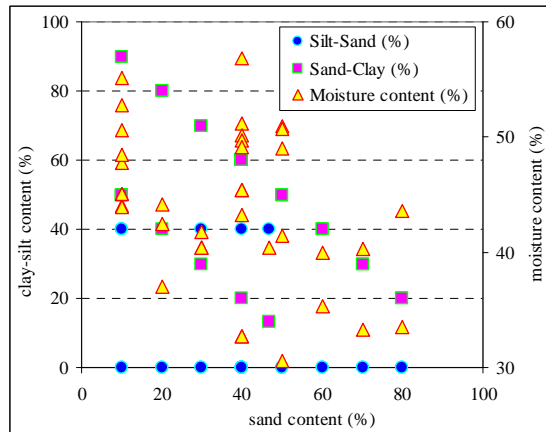
Hình 4. Mẫu đất sâu khi trộn sét-bột-cát (a) và sau khi cho nước vào (b)



Hình 5. Mẫu đất trước khi thí nghiệm

Hình 6 cho thấy các mẫu với thành phần và độ ẩm khác nhau. Các biểu tượng tam giác, vuông, và tròn cho biết sự khác biệt về độ ẩm, hàm lượng cát-sét, và hàm lượng bột-cát trong

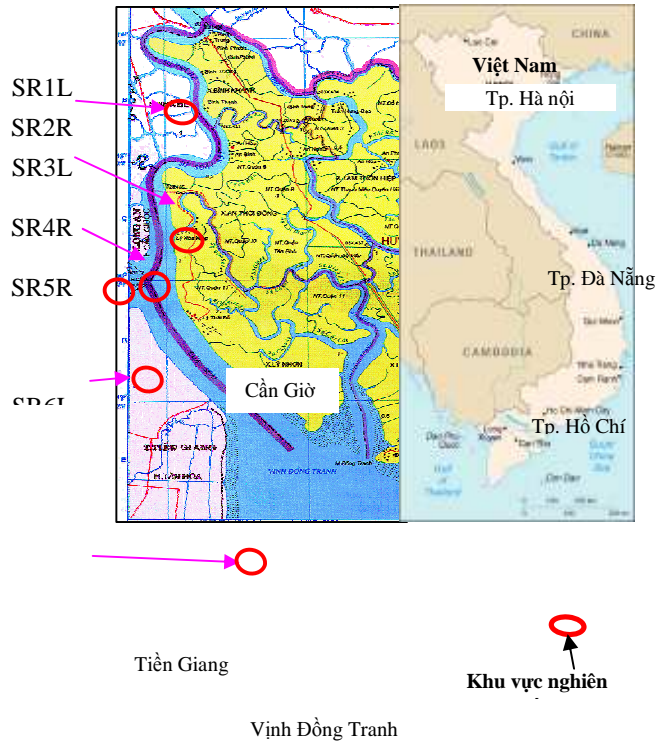
ứng. Độ ẩm của mẫu thay đổi từ 30% đến 56.8%; hàm lượng cát-sét thay đổi từ 10% đến 90%; và hàm lượng bột thay đổi từ 0% đến 40%.



Hình 6. Thành phần hạt cát-bột-sét và độ ẩm của các mẫu thí nghiệm

### 3.2. Thí nghiệm ngoài thực địa

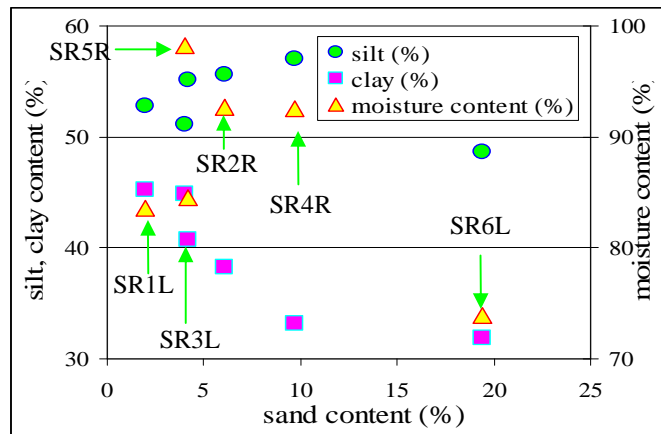
Sáu điểm thí nghiệm được lựa chọn là các vị trí đang bị xói lở nghiêm trọng dọc theo sông Soài Rạp (nam thành phố Hồ Chí Minh) (hình 7).



Hình 7. Sơ đồ các vị trí thí nghiệm ở 2 bờ sông Soài Rạp

Sông Soài Rạp là một trong những sông đóng vai trò rất quan trọng trong sự phát triển kinh tế của Tp. Hồ Chí Minh và các tỉnh phía Nam. Nơi hẹp nhất của sông có bề rộng khoảng gần 700 m và nơi rộng nhất đạt tới 3000 m. Độ sâu nông nhất của sông Soài Rạp chỉ khoảng 5-6 m. Để cho phép tàu trọng tải lên đến 70.000 tấn cập cảng, việc nạo vét tới độ sâu 12 m đến năm 2015 đã được quy hoạch. Việc nạo vét trầm tích ở lòng sông cùng với sự tác động tổng hợp phức tạp của sóng lớn do tàu bè, sóng

do gió, và dòng chảy sẽ càng làm tăng tốc độ xói lở ở cả 2 bên bờ sông. Các đo đạc đã được thực hiện trong suốt quá trình triều thấp vào các ngày từ 6-8 tháng 3 năm 2007 và 24-28 tháng 8 năm 2008. Thiết bị đo dòng tia ngập xiên góc cũng được sử dụng để đo  $\tau_c$  và  $k_d$  của 2 bờ sông. Ở ngoài thực địa, nước sông Soài Rạp được bơm trực tiếp lên cung cấp cho bồn điều chỉnh áp lực và nước xả trong quá trình thí nghiệm chảy trực tiếp trở lại sông. Thành phần hạt và độ ẩm của các mẫu được biểu thị trên hình 8.



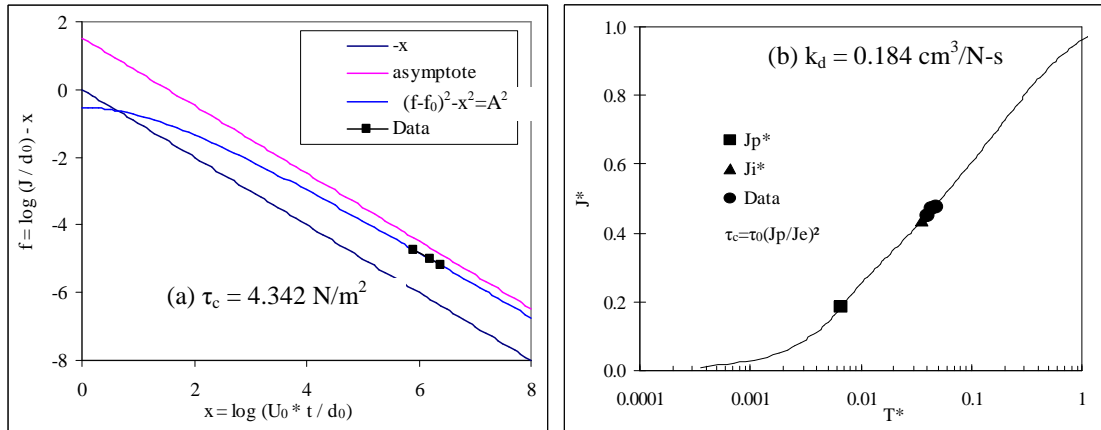
Hình 8. Thành phần hạt sét-bột-cát và độ ẩm tại các vị trí thí nghiệm

#### 4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

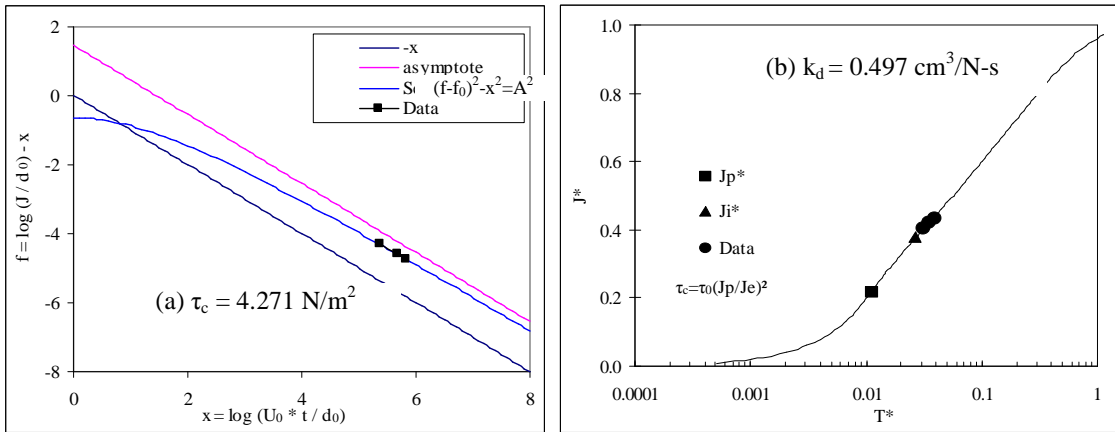
##### 4.1. Xác định $\tau_c$ và $k_d$ trong phòng thí nghiệm và ngoài thực địa

Mức độ xói của mẫu chế bị phụ thuộc vào đặc tính của thành phần tạo mẫu, áp suất thủy lực, và khoảng thời gian thí nghiệm. Áp suất trong thời gian thí nghiệm được giữ ở cùng một giá trị là 1.83 m cột nước, vận tốc ban đầu tại miệng vòi là 5.46 m/s, và mật độ nước là 1000 kg/m<sup>3</sup>. Khoảng thời gian thí nghiệm được thay đổi từ 5 phút đến 20 phút. Sau mỗi 5 phút thí nghiệm, dữ liệu xói được đo và ghi lại trong bảng tính. Hình 9 (a,b) biểu thị dữ liệu xói

được đưa vào bảng tính để xác định  $\tau_c$  và  $k_d$  của mẫu đất có các thành phần là: cát (10%), bột (50%), sét (40%), độ ẩm (51.4%), độ mặn (1%). Phương pháp này được áp dụng cho toàn bộ các mẫu thí nghiệm. Hình 10 (a,b) minh họa biểu thị dữ liệu xác định  $\tau_c$  and  $k_d$  tại vị trí SR5R thuộc bờ phải sông Soài Rạp. Các vị trí khác được thực hiện tương tự. Ở đây, vận tốc ban đầu tại miệng lỗ vòi là 4.18 m/s, độ chênh cột áp là 1.06 m, và mật độ nước sông là 1020 kg/m<sup>3</sup>. Khoảng thời gian cho mỗi lần đo là 5 phút, và cho mỗi thí nghiệm là 15 phút.



Hình 9. Dữ liệu xác định  $\tau_c$  (a) và  $k_d$  (b) trong phòng thí nghiệm



Hình 10. Dữ liệu xác định  $\tau_c$  (a) và  $k_d$  (b) tại vị trí SR5R

#### 4.2. Tương quan giữa $\tau_c$ và hàm lượng bột-sét

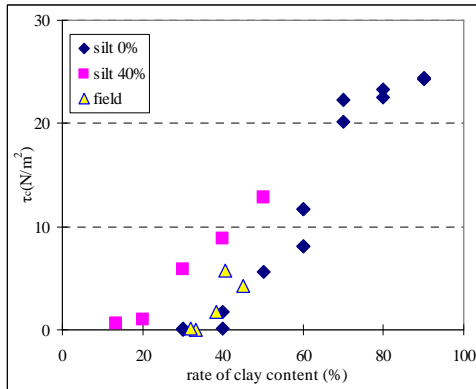
Hình 11 biểu thị mối tương quan giữa  $\tau_c$  và hàm lượng bột-sét của các mẫu thí nghiệm trong phòng và ngoài thực địa. Đối với các mẫu đất không chứa bột (hàm lượng bột là 0% - các ký hiệu hình thoi), khi hàm lượng sét tăng lên thì  $\tau_c$  tăng lên. Tuy nhiên, khi hàm lượng sét lớn hơn 70%,  $\tau_c$  tăng đột ngột từ 11.67 N/m<sup>2</sup> lên 20.13 N/m<sup>2</sup> và tăng chậm dần lên đến 24.41 N/m<sup>2</sup>. Điều này cho thấy rằng đối với các mẫu này, hàm lượng sét ảnh hưởng rất lớn đến  $\tau_c$ . Khi hàm lượng sét trong mẫu lớn hơn 70%, các mẫu đó được coi như mẫu đất sét hoàn toàn.

Khi hàm lượng sét nhỏ hơn 20%, các mẫu thí nghiệm dễ dàng bị phá hủy bởi dòng tia ngập sau 2 phút thí nghiệm.

Đối với các mẫu chứa 40% bột (các ký hiệu hình vuông),  $\tau_c$  tăng từ 0.62 N/m<sup>2</sup> lên 12.81 N/m<sup>2</sup> khi hàm lượng sét tăng từ 13.3% lên 50%. Tuy nhiên,  $\tau_c$  có chiều hướng tăng từ từ. Các kết quả này cho thấy rằng hàm lượng bột cũng ảnh hưởng đáng kể đến  $\tau_c$  của các mẫu chế bị.

Các ký hiệu tam giác biểu thị các kết quả thí nghiệm ngoài thực địa. Năm trong sáu vị trí có thể thực hiện được thí nghiệm. Tại vị trí SR1L ở bờ trái sông, các tác giả đã không thực hiện được thí nghiệm vì thành phần vật liệu bờ

cấu tạo chủ yếu là bùn. Kết quả thí nghiệm tại năm vị trí cho thấy  $\tau_c$  cũng tăng lên khi hàm lượng sét tăng lên. Tuy nhiên, giá trị của  $\tau_c$  thay đổi ở phạm vi không lớn từ  $0.0 \text{ N/m}^2$  lên  $5.7 \text{ N/m}^2$  khi hàm lượng sét thay đổi từ 31.9% lên 41.9%. Điều này có thể được hiểu rằng hàm lượng bột cao ở các bờ sông này đã làm cho  $\tau_c$  có giá trị từ thấp đến trung bình.

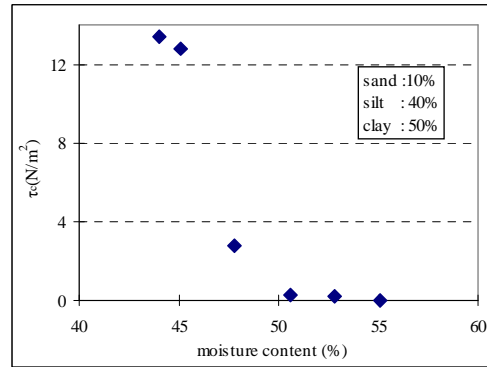


Hình 11. Tương quan giữa  $\tau_c$  và hàm lượng bột-sét

#### 4.3. Tương quan giữa $\tau_c$ và độ ẩm

Hình 12 biểu thị mối tương quan giữa  $\tau_c$  và độ ẩm của các mẫu chế bị với thành phần hạt là 10% cát, 40% bột, và 50% sét. Khi độ ẩm tăng từ 44% lên 45.1%,  $\tau_c$  giảm từ  $13.42 \text{ N/m}^2$  đến  $12.81 \text{ N/m}^2$ . Tuy nhiên, khi độ ẩm tăng từ 45.1% lên 47.8%,  $\tau_c$  giảm đột ngột từ  $13.42 \text{ N/m}^2$  đến  $2.80 \text{ N/m}^2$  và đạt tới  $0.02 \text{ N/m}^2$  khi độ ẩm là 55.1%. Điều này cho thấy rằng  $\tau_c$  tỷ lệ nghịch với độ ẩm và tại điểm giới hạn chảy (độ ẩm 47.8%),  $\tau_c$  sẽ giảm đột ngột tới  $0.0 \text{ N/m}^2$ .

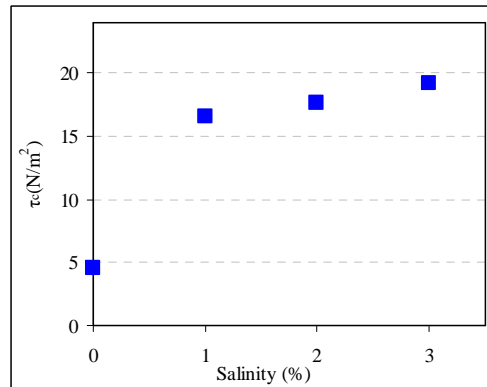
Ở ngoài thực địa, vì các thí nghiệm được thực hiện tại các vị trí bờ sông có độ ẩm cao (các mẫu nguyên dạng đều có độ ẩm trên 70%), nên các giá trị  $\tau_c$  thu được không phản ánh mối tương quan với độ ẩm một cách rõ ràng.



Hình 12. Tương quan giữa  $\tau_c$  và độ ẩm

#### 4.4. Tương quan giữa $\tau_c$ và độ mặn

Hình 13 biểu thị mối tương quan giữa  $\tau_c$  và độ mặn của các mẫu thí nghiệm. Từ hình vẽ, chúng ta có thể thấy  $\tau_c$  tăng nhanh từ  $4.52 \text{ N/m}^2$  đến  $16.51 \text{ N/m}^2$  khi độ mặn tăng từ 0% đến 1%. Sau đó,  $\tau_c$  tăng chậm lại khi độ mặn tăng từ 1% lên 3%. Điều này có nghĩa là độ mặn ảnh hưởng khá lớn đến  $\tau_c$  trong khoảng 0% đến 1%. Độ mặn này thường đặc trưng cho nước lợ vùng cửa sông ven biển. Tuy nhiên, trong khu vực thí nghiệm ngoài thực địa, độ mặn trong các mẫu nguyên dạng thay đổi không nhiều nên  $\tau_c$  ở các vị trí thí nghiệm ít bị ảnh hưởng bởi sự thay đổi độ mặn đột ngột.



Hình 13. Tương quan giữa  $\tau_c$  và độ mặn

#### 4.5. Tương quan giữa $\tau_c$ và mức độ cố kết của mẫu



Các kết quả thí nghiệm trên các mẫu chế bị với sự ảnh hưởng của mức độ cố kết được biểu thị trong bảng 1.  $\tau_c$  của các mẫu này có khuynh hướng tăng với mức độ cố kết theo thời gian của mẫu. Khi độ cố kết tăng từ ngày thứ nhất đến ngày thứ 2,  $\tau_c$  đã tăng khoảng 30 lần từ 0.024 N/m<sup>2</sup> đến 0.698 N/m<sup>2</sup>. Tuy nhiên, khi độ cố kết tăng từ ngày thứ 2 đến ngày thứ 3,  $\tau_c$  chỉ tăng khoảng 2.1 lần từ 0.698 N/m<sup>2</sup> đến 1.47 N/m<sup>2</sup>. Nhìn chung, xu hướng của  $\tau_c$  tỷ lệ thuận với mức độ cố kết theo thời gian của mẫu. Hệ số xói của các mẫu này khá cao.

**Bảng 1. Ảnh hưởng của mức độ cố kết theo thời gian lên  $\tau_c$**

Số hiệu mẫu	$\tau_c$ (N/m <sup>2</sup> )	$k_d$ (cm <sup>3</sup> /N-s)	Thời gian cố kết (ngày)
Cs1	0.0024	8.6	1
Cs2	0.698	5.8	2
Cs3	1.47	6.2	3

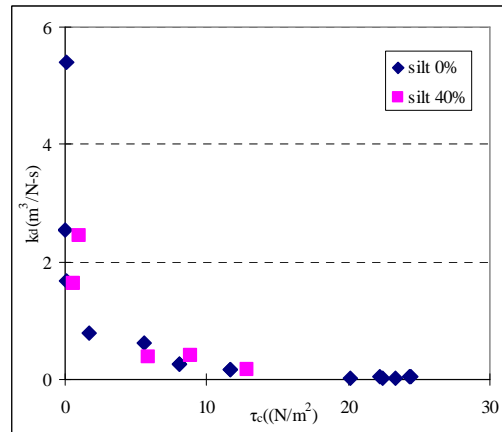
Các kết quả thí nghiệm trên các mẫu đất có lẫn thực vật (rễ và lá cây) được biểu thị trong bảng 2. Đối với mẫu không có lẫn thực vật (F1),  $\tau_c$  đo được là 0.56x10<sup>-5</sup> N/m<sup>2</sup>. Đối với mẫu có lẫn thực vật nhưng không nhiều (F2),  $\tau_c$  đo được là 1.96 x10<sup>-5</sup> N/m<sup>2</sup> (lớn hơn F1 khoảng 3.5 lần). Tuy nhiên,  $\tau_c$  của các mẫu này rất nhỏ (xấp xỉ zero N/m<sup>2</sup>). Trong trường hợp F3 (mẫu có mật độ thực vật dày),  $\tau_c$  đo được là 1.85 N/m<sup>2</sup> (lớn gấp nhiều lần so với 2 mẫu ở trên). Kết quả này cho thấy rằng sự xuất hiện của thực vật trong mẫu đã làm tăng  $\tau_c$ . Hệ số xói của các mẫu này có khuynh hướng giảm khi  $\tau_c$  tăng lên, nhưng không theo một quy luật rõ rệt nào.

**Bảng 2. Ảnh hưởng của thực vật lên  $\tau_c$**

Sample	Dead roots and leaves	$\tau_c$ (N/m <sup>2</sup> )	$k_d$ (cm <sup>3</sup> /N-s)
F1	None	0.56x10 <sup>-5</sup>	3.2
F2	Sparse	1.96 x10 <sup>-5</sup>	4.5
F3	Dense	1.85	0.98

**4.6. Tương quan giữa  $k_d$  và  $\tau_c$**

Hình 14 biểu thị mối tương quan giữa  $k_d$  và  $\tau_c$  của các mẫu chế bị có thành phần bột là 0% và 40%. Chúng ta có thể thấy  $k_d$  giảm xuống khi  $\tau_c$  tăng theo quy luật của hàm số mũ. Các mẫu có thành phần bột là 0%, đồng nghĩa với mẫu chỉ có thành phần sét và cát. Các nghiên cứu trước đây như Hanson và Simon, 2001; Arulanandan cùng ctg.,1980 cũng cho kết quả tương tự. Từ các kết quả nghiên cứu này, chúng ta có thể dự đoán được  $k_d$  của đất hạt dính khi xác định được  $\tau_c$ .



**Hình 14. Mối tương quan giữa  $k_d$  và  $\tau_c$**

**5. KẾT LUẬN**

Các kết quả thí nghiệm trong phòng và ngoài thực địa để xác định ứng suất cắt tới hạn đều được thực hiện bằng thiết bị thí nghiệm dòng tia ngấp xiên góc được phát triển bởi Hanson và nnk (2002) và được Deguchi, cùng ctg. (2007) mô phỏng lại. Các kết quả thí nghiệm cho thấy rằng  $\tau_c$  bị ảnh hưởng rất lớn bởi hàm lượng sét, độ ẩm, độ mặn, mức độ cố kết, và mật độ thực vật hiện hữu trong đất.

Với các mẫu chế bị lại,  $\tau_c$  có khuynh hướng tỷ lệ thuận với hàm lượng sét, độ mặn, mức độ cố kết, và mật độ thực vật.  $\tau_c$  có chiều hướng tỷ lệ nghịch với độ ẩm và hệ số xói. Các thí nghiệm ngoài thực địa không cho kết quả rõ ràng về mối tương quan giữa  $\tau_c$  và độ ẩm cũng như độ mặn.

Ảnh hưởng của các loại động vật thủy sinh lên  $\tau_c$  chưa được thí nghiệm, tuy nhiên, đây lại là một trong những yếu tố quan trọng làm suy yếu bờ sông biển. Đường bờ có mật độ lỗ hổng

do các loại động vật thủy sinh tạo nên càng nhiều thì  $\tau_c$  của đường bờ đó càng yếu và càng dễ bị xói lở.

## STUDY ON EFFECT OF FACTORS ON CRITICAL SHEAR STRESS OF COHESIVE BANK MATERIALS FOR COASTAL EROSION

Bui Trong Vinh<sup>(2)</sup>, Deguchi Ichiro<sup>(2)</sup>

(1) Hochiminh City University of Technology

(2) Osaka University

**ABSTRACT:** *The aim of this study is to investigate effect of sand-silt-clay content, moisture content, salinity, consolidation, and vegetation density on critical shear stress ( $\tau_c$ ) of cohesive bank materials for erosion processes of rivers and coastal regions. The authors used the non-vertical submerged jet test apparatus designed by Hanson et al. (2002) and reproduced by Deguchi et al. (2007) to carry out both laboratory and in situ measurements. The laboratory experimental results showed that the  $\tau_c$  increased as the rate of clay content, salinity, consolidation, and vegetation density increased. The  $\tau_c$  decreased as the moisture content increased. The in situ experimental results of five severely eroded sites of the Soai Rap river banks, southern Hochiminh City were similar to thoses of laboratory experiments. The erodibility ( $k_d$ ) of cohesive bank material can also be determined when the  $\tau_c$  is measured.*

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Arulanandan et al. "Development of a quantitative method to predict critical shear stress and rate of erosion of natural undisturbed cohesive soils," *USACE, Waterways Experiment Station Technical Report GL-80-5*, Vicksburg, MS, (1980).
- [2] Blaisdell FW, Clayton LA, Hebaus GG. Ultimate dimension of local scour. *Journal of Hydraulics Division*, American Society of Civil Engineers 107 (HY3), pp. 327–337, (1981).
- [3] Bui Trong Vinh. "Estimation of Erosion Resistance of Cohesive Bank in River and around River Mouth". PhD. Dissertation, Osaka University, Japan, (2009).
- [4] Bui Trong Vinh, Ichiro Deguchi, Mamoru Arita, Susumu Araki. "Measurement of Critical Shear Stress for Erosion of Cohesive Riverbanks" *The International Conference on Marine Science and Technology - OCEANS'08*. Japan, Kobe, April 8 (in CD-Rom), (2008).
- [5] Bui Trong Vinh, Deguchi Ichiro, Arita Mamoru, Fukuhara Saori. "Experimental Study on Critical Shear Stress of Cohesive Bed Material for Erosion". *Annual Journal of Coastal Engineering*, JSCE, Vol.1, pp. 531-535. In Japanese, (2008).
- [6] Couper, P. Effects of silt-clay content on the susceptibility of river banks to subaerial erosion. *Journal of Geomorphology*, Vol. 56, No. (1-2), pp 95-108, (2003).
- [7] Gaskin, S. J., Pieterse, J., Shafie, A. Al, and Lepage, S. Erosion of undisturbed clay

- samples from the banks of the St. Lawrence River. *Canadian Journal of Civil Engineering* Vol.30, No.3, pp 585–595, (2003).
- [8] Hanson, G. J. and K. R. Cook. “Non-vertical jet testing of cohesive streambank materials”. ASAE paper No.022119, (2002).
- [9] HoChiMinh City People’s Committee. “Marching toward the East Sea”. Webpage: [http://www.eng.hochiminhcity.gov.vn/eng/news/default.aspx?cat\\_id=594&news\\_id=399](http://www.eng.hochiminhcity.gov.vn/eng/news/default.aspx?cat_id=594&news_id=399), (2001).