

Thí nghiệm tính vận tốc chìm lắng của trầm tích cổ kết theo phương pháp cột chìm lắng

- Nguyễn Vĩnh Bảo Trung
- Võ Lương Hồng Phước

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 04 tháng 12 năm 2014, nhận đăng ngày 23 tháng 09 năm 2015)

TÓM TẮT

Để kết quả có độ chính xác cao, vận tốc chìm lắng của trầm tích cổ kết phải được xác định ngay tại hiện trường. Tuy nhiên trong thực tế việc này rất khó khăn để thực hiện. Nghiên cứu này trình bày một phương pháp xác định vận tốc chìm lắng của trầm tích trong điều kiện phòng thí nghiệm và bao gồm ba nội dung chính. Thứ nhất, thiết kế và chế tạo thiết bị thí nghiệm cột chìm lắng dựa trên bản thiết kế của Phòng Thí nghiệm Môi trường, Hiệp hội Kỹ sư Quân đội Hoa Kỳ.

Từ khóa: cột chìm lắng, vận tốc chìm lắng, trầm tích cổ kết, Cần Giờ

Thứ hai, thí nghiệm với các trường hợp khác nhau như thí nghiệm chuẩn, độ muối, nồng độ cao..., để xác định vận tốc chìm lắng của trầm tích. Thứ ba, xác định vận tốc chìm lắng của trầm tích cổ kết tại khu vực Nàng Hai, Cần Giờ, Thành phố Hồ Chí Minh, trong môi trường phòng thí nghiệm. Bên cạnh đó, sử dụng kết quả thu được để bước đầu xác định các hệ số đặc trưng a , b , m , n và qua đó xác định công thức thực nghiệm cho vận tốc chìm lắng ở khu vực này.

MỞ ĐẦU

Vận tốc chìm lắng của các chùm kết (floc) bùn là một trong những khía cạnh quan trọng nhất trong việc đánh giá sự vận chuyển cũng như biến động theo thời gian của trầm tích cổ kết lơ lửng ở vùng ven bờ. Tuy nhiên, trong thực tế vận tốc này rất khó xác định do nó không chỉ phụ thuộc vào các đặc tính của trầm tích mà còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố của môi trường xung quanh. Ở nước ta hiện nay, vận tốc chìm lắng của trầm tích ở một vùng thường được tính toán dựa trên các công thức thực nghiệm. Tuy nhiên việc xác định các hệ số cho các công thức này ở từng vùng, từng thời điểm sao cho vận tốc chìm lắng tính được có độ chính xác cao thì không phải là điều dễ dàng. Cột chìm lắng là một phương pháp thực nghiệm đã được sử dụng nhiều trên thế giới

để xác định vận tốc chìm lắng và từ đó xác định các hệ số thực nghiệm cho từng vùng nghiên cứu.

Bài báo này trình bày một phương pháp xác định vận tốc chìm lắng của trầm tích trong điều kiện phòng thí nghiệm. Việc thiết kế và chế tạo thiết bị thí nghiệm cột chìm lắng dựa trên bản thiết kế của Phòng thí nghiệm Môi trường, Hiệp hội kỹ sư quân đội Hoa Kỳ năm 2002 [2]. Một số thí nghiệm với các trường hợp khác nhau để xác định vận tốc chìm lắng của trầm tích cát và trầm tích bùn. Từ đó, áp dụng để xác định vận tốc chìm lắng của trầm tích cổ kết tại khu vực Nàng Hai, Cần Giờ (Tp. Hồ Chí Minh) [3] trong môi trường phòng thí nghiệm. Bên cạnh đó, sử dụng kết quả thu được để bước đầu xác định các hệ số đặc trưng và qua đó xác định công thức thực nghiệm cho vận tốc chìm lắng ở khu vực này. Phương pháp trong nghiên cứu này bao gồm ứng

dụng và kế thừa trong việc thiết kế cột chìm lắng; thực hành và phân tích mẫu trong phòng thí nghiệm; tính toán và mô phỏng bài toán.

Các vị trí được chọn để lấy mẫu cho thí nghiệm thuộc khu bãi bồi rạch Nàng Hai, vùng rừng ngập mặn Nàng Hai, trên sông Đồng Tranh, huyện Cần Giờ, Thành phố Hồ Chí Minh.

Vận tốc chìm lắng của trầm tích rất phức tạp phụ thuộc vào nhiều nhân tố như hình dạng và kích thước hạt, nồng độ, độ muối, nhiệt độ, cường độ rối, độ sâu nước, vận tốc dòng chảy, các đặc tính của môi trường xung quanh... Hơn thế nữa, các nhân tố này ảnh hưởng đồng thời và qua lại với nhau nên chúng rất khó để đo lường hay tham số hóa.

Trong giới hạn của đề tài này, chúng tôi bước đầu tìm hiểu ảnh hưởng riêng lẻ của kích thước hạt, độ muối và nồng độ trầm tích lơ lửng đến vận tốc chìm lắng của trầm tích.

PHƯƠNG PHÁP

Công thức tính vận tốc chìm lắng

Trong nghiên cứu này, vận tốc chìm lắng của trầm tích sẽ được tính bằng các công thức sai phân từ phương trình bảo toàn và theo công thức thực nghiệm Hwang (1989).

Các thí nghiệm sẽ được thực hiện trong điều kiện không có rối và do đó ảnh hưởng của khuếch tán theo phương thẳng đứng của phân nước được bỏ qua. Lấy sai phân phương trình bảo toàn (1) theo hai cách như sau:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial (W_s C)}{\partial z} = 0 \quad (1)$$

Cách 1 (cho tầng thứ i)

$$\begin{aligned} \frac{\partial C}{\partial t} &= \frac{C_i^{t+1} - C_i^t}{\Delta t} \\ \frac{\partial W_s C}{\partial z} &= W_s \frac{C_{i+1}^t - C_i^t}{\Delta z} \\ \Rightarrow \frac{C_i^{t+1} - C_i^t}{\Delta t} &= -W_s \frac{C_{i+1}^t - C_i^t}{\Delta z} \\ \Rightarrow W_s &= -\frac{\Delta z}{\Delta t} \frac{C_i^{t+1} - C_i^t}{C_{i+1}^t - C_i^t} \quad (2) \end{aligned}$$

Cách 2 (cho tầng thứ i+1)

$$\begin{aligned} \frac{\partial C}{\partial t} &= \frac{C_{i+1}^{t+1} - C_{i+1}^t}{\Delta t} \\ \frac{\partial W_s C}{\partial z} &= W_s \frac{C_{i+1}^t - C_i^t}{\Delta z} \\ \Rightarrow \frac{C_{i+1}^{t+1} - C_{i+1}^t}{\Delta t} &= -W_s \frac{C_{i+1}^t - C_i^t}{\Delta z} \\ \Rightarrow W_s &= -\frac{\Delta z}{\Delta t} \frac{C_{i+1}^{t+1} - C_{i+1}^t}{C_{i+1}^t - C_i^t} \quad (3) \end{aligned}$$

Các công thức sai phân sử dụng nồng độ ở hai tầng khác nhau để tính giá trị vận tốc chìm lắng và chỉ được áp dụng cho những khoảng thời gian mà sự thay đổi nồng độ ở hai tầng có xu hướng giống nhau.

Công thức Hwang được sử dụng để tính vận tốc chìm lắng tức thời không phụ thuộc vào sự thay đổi của nồng độ theo thời gian, với các hệ số trong phương trình được chọn theo Mehta 2003 [1]. Công thức Hwang trở thành:

$$W_s = \frac{0.15xC^{1.4}}{(C^2+4^2)^2} \quad (4)$$

Xác định các hệ số trong công thức Hwang

Trong nghiên cứu này chương trình tính vận tốc chìm lắng theo Li và Mehta (2003) sẽ được sử dụng để xác định các hệ số thực nghiệm [1]. Chương trình được xây dựng bằng ngôn ngữ lập trình Matlab, sử dụng phương trình sai phân (phương trình (2) và (3)) để xác định vận tốc chìm lắng từ các giá trị nồng độ thực nghiệm thu được từ cột chìm lắng và biểu diễn ra đồ thị dưới dạng tập hợp các điểm. Đồng thời, chương trình sử dụng công thức bán thực nghiệm của Hwang (công thức (4)) để tính vận tốc chìm lắng với các hệ số a, b, m, n cho trước và được mô phỏng dưới dạng đường cong trong đồ thị. Bằng việc cho phép hiệu chỉnh các hệ số trong phương trình sao cho mô phỏng gần với giá trị vận tốc chìm lắng thực nhất, xác định được các hệ số thực nghiệm a, b, m, n.

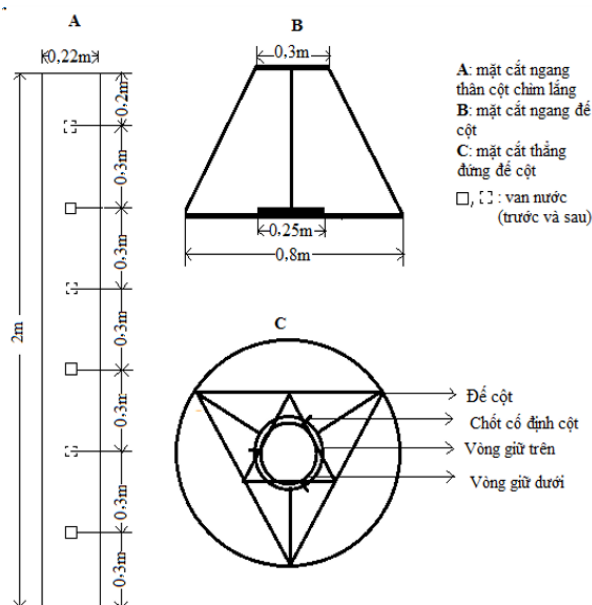
Dữ liệu đầu vào của mô hình bao gồm các tham số chính: nồng độ trầm tích lơ lửng theo thời gian tại các tầng được định dạng như trong Bảng 1, số tầng đo n_{ele}, số lần đo đạc n_{time}, nồng độ trầm tích lơ lửng ứng với vận tốc chìm lắng

lớn nhất C_2 , vận tốc chìm lắng lớn nhất W_{s2} , giới hạn nồng độ trầm tích cho vùng chìm lắng tự do C_1 và các giá trị mô phỏng m, n ban đầu. Các tham số m, n, C_2, W_{s2} ban đầu có thể chọn tùy ý miễn sao thỏa điều kiện $2m > n$, ở đây chọn b, n theo giá trị đầu vào của Li và Mehta lần lượt là 2 và 1,4. W_{s2} được chọn là giá trị vận tốc thực nghiệm lớn nhất (giá trị vận tốc tính bằng công thức sai phân) và C_2 sẽ bằng nồng độ tương ứng với giá trị vận tốc này. Giá trị C_1 ban đầu theo Li và Mehta bằng $0,1 \text{ kg/m}^3$.

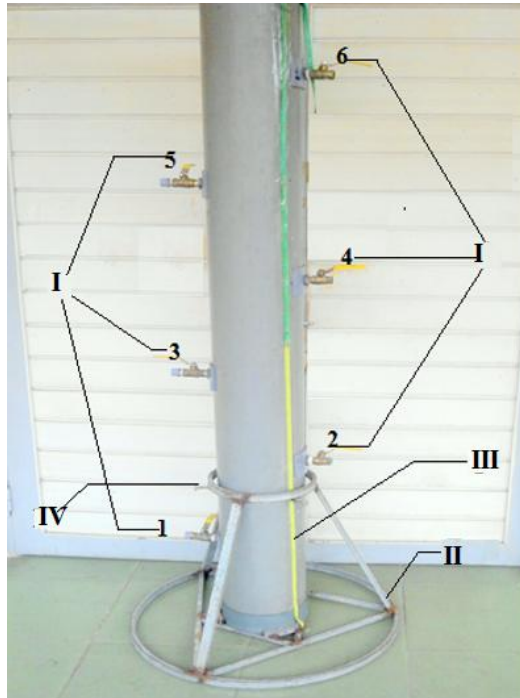
Thiết kế cột chìm lắng

Cột chìm lắng sử dụng trong bài báo này là một cột lấy mẫu đa vôi (Hình 2), được thiết kế và chế tạo dựa trên bản thiết kế cột chìm lắng của Phòng Thí nghiệm Môi trường thuộc Hiệp hội Kỹ sư Quân đội Hoa Kỳ (U.S Army Corps of Engineers) năm 2002 [2].

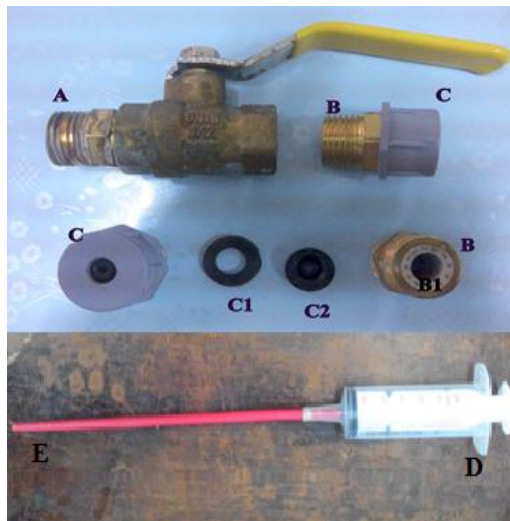
Thiết kế chi tiết của cột chìm lắng được trình bày trong Hình 1.



Hình 1. Thiết kế cột chìm lắng



Hình 2. Cột chìm lắng sử dụng trong đề tài. I - van lấy mẫu; II - chân đế; III - thước; IV - chốt giữ



Hình 3. Van và ống lấy mẫu của cột chìm lắng.

A, van thẳng; B, đầu nối; C, đầu lấy mẫu; D, ống chích lấy mẫu; E, vòi lấy mẫu

Cột chìm lắng có phần thân hình trụ được làm bằng nhựa PVC cao 2 m, đường kính trong 0,22 m, đường kính ngoài 0,23 m (Hình 2). Cột chìm lắng có gắn 6 vòi lấy mẫu được làm bằng các van bằng đồng cách nhau 0,3 m (ở đây, không dùng các van xả thông thường mà dùng các van lấy mẫu được thiết kế thẳng phù hợp cho

việc lấy mẫu bằng ống chích nhằm hạn chế xáo trộn khi lấy mẫu). Một van lấy mẫu được trình bày trong Hình 3, bao gồm van thẳng A có đường kính trong 1,27 cm; đầu nối B có đường kính ngoài 1,27 cm dùng để gắn đầu lấy mẫu vào van, bên trong gắn ống gioăng B1 có tác dụng chống rỉ nước giữa các khớp nối; đầu lấy mẫu C bao

gồm vỏ nhựa bên ngoài, gioăng chống rỉ C1 và đầu lấy mẫu C2, đầu lấy mẫu này được làm bằng cao su có tác dụng bó sát vòi lấy mẫu, ngăn không cho mẫu chảy ra ngoài khi lấy mẫu. Khi lấy mẫu, vòi lấy mẫu sẽ lần lượt xuyên qua theo thứ tự C, C1, C2, B, B1 và cuối cùng là A để vào cột chìm lắng. Ống lấy mẫu (Hình 3) bao gồm một ống tiêm nhựa D, dung tích 60 mL có vạch chia thể tích, vòi lấy mẫu E làm bằng nhựa cứng để có thể xuyên qua đầu lấy mẫu. Phần khung đế II (Hình 2) được làm bằng sắt với các khung giữ và chốt cố định nhằm bảo đảm cho cột có thể đứng vững và không rung lắc, tránh xáo trộn trong khi tiến hành thí nghiệm.

Thí nghiệm

Trong nghiên cứu này chúng tôi tiến hành 7 thí nghiệm, trong đó 3 thí nghiệm đầu tiên được áp dụng với mẫu cát và các thí nghiệm còn lại với mẫu bùn sét. Mẫu bùn sét được lấy lại khu vực rừng ngập mặn Nàng Hai, Cần Giờ (Thành Phố Hồ Chí Minh), 2012 [3]. Mục đích chính của thí nghiệm cát là bước đầu xem xét vận tốc chìm lắng của cát và hơn thế nữa, với thí nghiệm này có thể thu được những kinh nghiệm ban đầu để phục vụ cho các thí nghiệm sau tiến hành với mẫu trầm tích bùn là đối tượng chính cần quan tâm.

Mỗi thí nghiệm bao gồm các phần chung: xử lý mẫu, chuẩn bị, kiểm tra cột chìm lắng, cho mẫu vào cột chìm lắng và lấy mẫu, cuối cùng là xử lý mẫu trong phòng thí nghiệm và tính toán.

Các thí nghiệm được định nghĩa như sau:

Thí nghiệm chuẩn là thí nghiệm trong đó dùng 60 g mẫu, mẫu bao gồm tất cả các kích thước hạt, nước sử dụng làm thí nghiệm có độ muối bằng 0 ‰.

Thí nghiệm ảnh hưởng của đường kính hạt là thí nghiệm dùng 60 g mẫu, mẫu này chỉ chứa trầm tích có đường kính hạt ở trong khoảng nhất định (0,075-0,1 mm cho cát và 0,045-0,075 mm đối với bùn), nước dùng trong thí nghiệm có độ

mặn 0 ‰. Thí nghiệm này nhằm xem xét ảnh hưởng của đường kính hạt đến vận tốc chìm lắng của bùn. Do điều kiện hạn chế nghiên cứu này chỉ thực hiện với một khoảng đường kính hạt và so sánh sự khác biệt của vận tốc chìm lắng của trầm tích có đường kính trong khoảng này với vận tốc chìm lắng khi trầm tích bao gồm tất cả các kích thước.

Thí nghiệm ảnh hưởng của độ muối được thực hiện để xem xét ảnh hưởng của độ muối đến vận tốc chìm lắng của bùn. Thí nghiệm này cũng dùng 60 g mẫu có chứa tất cả đường kính hạt, nước dùng làm thí nghiệm được pha với muối tinh khiết (70 lít nước + 1,4 kg NaCl 99,5 %) tạo thành dung dịch có độ muối 20 ‰. Trong thí nghiệm này không có sự thay đổi độ muối của hỗn hợp theo thời gian. Kết quả của thí nghiệm sẽ được so sánh với thí nghiệm chuẩn để xác định ảnh hưởng của độ muối.

Thí nghiệm với nồng độ trầm tích cao chỉ được làm đối với mẫu trầm tích bùn. Thí nghiệm dùng 290 g mẫu chứa đầy đủ kích thước hạt và sử dụng nước có độ mặn 0 ‰. Ảnh hưởng của nồng độ trầm tích đến vận tốc chìm lắng sẽ được xem xét trong thí nghiệm này.

Các thí nghiệm được tiến hành theo quy trình sau:

- Nước được bơm vào cột và để yên trong 12 giờ trước khi thí nghiệm bắt đầu để loại bỏ các xáo trộn của nước trong ống.

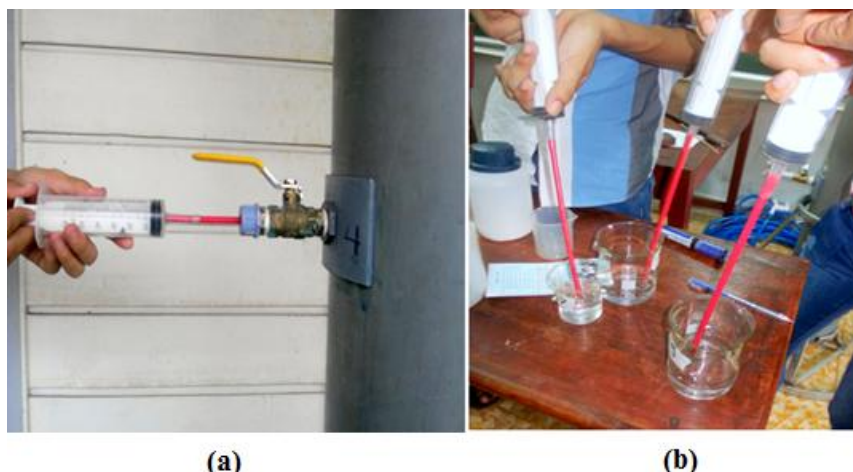
- Trầm tích được pha với 1 lít nước (giống với nước trong ống) và khuấy đều rồi cho nhanh vào ống nhưng hạn chế gây xáo trộn bề mặt. Thí nghiệm bắt đầu, thời gian được tính.

- Mẫu được lấy đồng thời tại các vòi 1, 3, 5 tính từ đáy lên bằng ống chính lấy mẫu. Xuyên vòi lấy mẫu qua đầu lấy mẫu, mở van khoá rồi đẩy vòi lấy mẫu vào sao cho đầu vòi lấy mẫu nằm ở giữa cột chìm lắng, kéo ống xylanh để rút mẫu ra (Hình 4). Trong quá trình rút mẫu không

chạm vào làm lay động cột chìm lắng để tránh gây xáo trộn.

- Mẫu rút được cho vào cốc đựng mẫu đã dán nhãn (60 mL mẫu mỗi lần lấy). Mẫu được rút theo thời gian, thời gian giữa các lần lấy mẫu giãn cách dần, thường thì mẫu sẽ được lấy sau 30 giây, 1 phút, 5 phút, 10 phút, 30 phút, 60 phút,

120 phút, 240, 4 giờ một lần kể từ khi cho mẫu vào ống. Thời gian lấy mẫu còn phụ thuộc vào quan sát tốc độ thay đổi của nồng độ trầm tích thu được, ở đầu thí nghiệm, lượng trầm tích nhiều thời gian lấy mẫu ngắn hơn và ngược lại. Các thí nghiệm này cho thấy nồng độ giảm nhanh trong vài giờ đầu.



Hình 4. Quá trình lấy mẫu trầm tích. A, sử dụng ống chích lấy mẫu từ cột chìm lắng; B, cho mẫu trầm tích vào cốc đựng mẫu

Bảng 1. Thống kê các thí nghiệm trong nghiên cứu

Thí nghiệm	Thời gian thực hiện (giờ)	Số lượng mẫu	Ghi chú
Cát - Chuẩn	10,05 (603 phút)	27	
Cát - Độ muối	7	21	Độ mặn 20 ‰
Cát - đường kính	7	24	Đường kính 0,075–0,1 mm
Bùn - Chuẩn	37	48	
Bùn - Độ muối	26	44	Độ mặn 20 ‰
Bùn - Đường kính	37	54	Đường kính 0,045–0,075 mm
Bùn - Nồng độ cao	110,5 (6630 phút)	111	Lượng mẫu ban đầu 290 g

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Xác định vận tốc bằng công thức sai phân

Kết quả của thí nghiệm chuẩn được dùng làm chuẩn so sánh để phân nào thấy được ảnh hưởng của các nhân tố đường kính hạt, độ muối và nồng độ trầm tích đến vận tốc chìm lắng của trầm tích cố kết.

Thí nghiệm tại đường kính hạt (0,045–0,075) mm có kết quả vận tốc chìm lắng lớn nhất. Do đường kính của trầm tích bị giới hạn nên trong thí nghiệm này đã loại bỏ lượng trầm tích có kích thước rất nhỏ (<0,045) chiếm tỷ lệ lớn nhất trong mẫu trầm tích (theo kết quả phân cấp hạt). Chính lượng trầm tích này với vận tốc chìm lắng nhỏ và có thể lơ lửng trong nước đã làm giảm vận tốc trung bình của các thí nghiệm.

Thí nghiệm tại nồng độ cao cho kết quả vận tốc chìm lắng nhỏ nhất, điều này có thể là do lượng trầm tích ban đầu lớn, sự va chạm của các hạt hay flocc bùn tăng, cản trở quá trình chìm của chúng và do đó vận tốc chìm lắng giảm. Tiếp đến lượng trầm tích ban đầu nhiều kéo theo lượng trầm tích có kích thước rất nhỏ sẽ nhiều hơn (lượng trầm tích nhỏ hơn 0,045 mm, theo kết quả phân loại). Lượng trầm tích này sẽ làm giảm đáng kể vận tốc trung bình của cả thí nghiệm do chúng có vận tốc chìm lắng nhỏ và dễ tồn tại ở trạng thái lơ lửng.

Thí nghiệm tại độ muối 20 ‰ cho kết quả vận tốc chìm lắng không khác biệt so với thí nghiệm chuẩn. Theo như lý thuyết, vận tốc chìm lắng khi có ảnh hưởng của muối phải cao hơn. Tuy kết quả tổng hợp chưa phản ánh được điều này, nhưng nhận thấy thời gian thực hiện thí nghiệm đối với nồng độ muối 20 ‰ mau hơn so với điều kiện chuẩn. Như vậy, với kết quả trung bình không cho thấy rõ sự khác biệt này nhưng thời gian thực hiện thí nghiệm cũng cho thấy là vận tốc chìm lắng lớn hơn khi có độ muối cao hơn. Tuy nhiên, cần phải có thêm nhiều thí nghiệm mới có được quy luật cụ thể.

Bảng 2. Vận tốc chìm lắng của bùn trong các thí nghiệm

Thí nghiệm	Thời gian (giờ)	W_s trung bình ($\times 10^{-3}$ m/s)	W_s cực đại ($\times 10^{-3}$ m/s)	Nhận xét
Chuẩn	37	0,48	1,33	Sử dụng làm chuẩn so sánh
Độ muối 20‰	26	0,40	1,33	Chưa thể hiện rõ khác biệt giữa chuẩn và độ muối Thời gian thí nghiệm ngắn hơn
Đường kính 0.045–0.075mm	37	1,06	2,0	Đường kính lớn lắng đọng nhanh hơn
Nồng độ cao	110,5	0,13	0,63	Vận tốc chìm lắng bị cản trở

Xác định vận tốc chìm lắng của bùn theo công thức bán thực nghiệm Hwang với các hệ số a, b, m, n cho trước

Trong mục này, sử dụng nồng độ đo được trong các thí nghiệm để tính vận tốc chìm lắng của bùn theo công thức bán thực nghiệm của Hwang (công thức 4). Các hệ số a, b, m, n trong công thức được lấy dựa theo Mehta lần lượt là 0,15, 4, 2 và 1,5 [1].

Công thức Hwang tính vận tốc chìm lắng tức thời không phụ thuộc vào sự thay đổi của nồng độ theo thời gian, nghĩa là với một giá trị nồng độ bất kỳ, sẽ tính được một giá trị vận tốc chìm lắng tương ứng. Tuy nhiên, trong quá trình thí nghiệm thấy rằng, vào cuối các thí nghiệm, nồng độ đo được rất thấp và chênh lệch giữa các lần đo rất ít, gần như đã đạt trạng thái bão hoà. Nói cách khác lượng trầm tích chìm lắng trong thời gian này rất

ít do đó việc tính vận tốc chìm lắng từ nồng độ sẽ cho kết quả rất nhỏ. Trầm tích đã chìm gần hết nên sẽ không tính vận tốc chìm lắng trong khoảng thời gian này. Như vậy, sử dụng công thức Hwang để tính vận tốc chìm lắng của bùn trong thời gian đầu thí nghiệm khi mà nồng độ thu được giữa 2 lần đo còn chênh lệch nhau. Kết quả tính toán được trình bày trong Bảng 2.

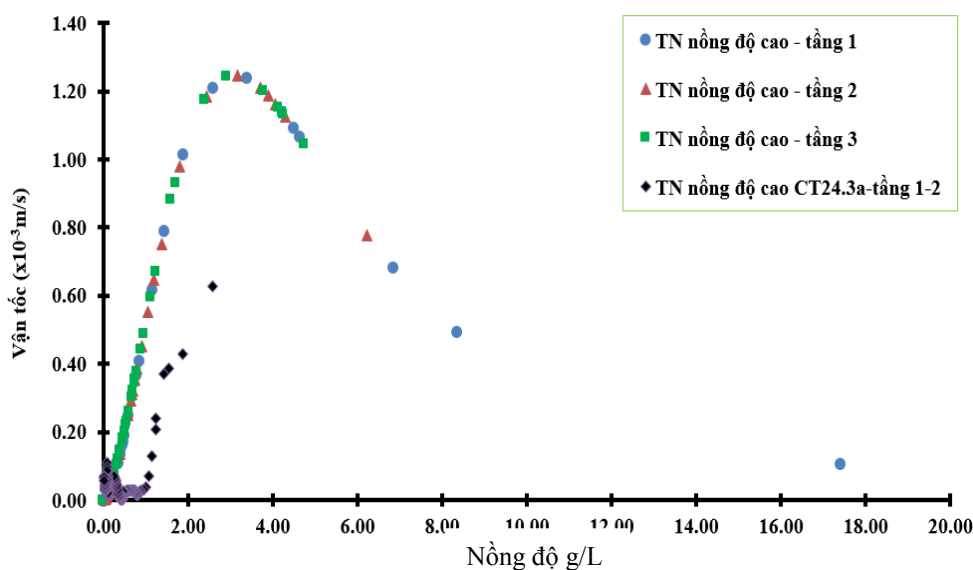
Trong thí nghiệm tại nồng độ cao, vận tốc chìm lắng ở ba tầng biến đổi giống nhau và không chênh lệch nhau nhiều về độ lớn (Bảng 3, Hình 4). Khác với các thí nghiệm còn lại, trong thí nghiệm này có thể thấy rõ hai khoảng nồng độ riêng biệt tương ứng với hai điều kiện chìm lắng khác nhau. Trong khoảng thứ nhất, nồng độ nhỏ hơn 3,38 g/l (tầng 1) hoặc 3,17 g/L (tầng 2) hoặc 2,92 g/L (tầng 3), vận tốc chìm lắng tăng nhanh cùng với nồng độ đến giá trị cực đại, đây là khoảng chìm lắng kết bông. Sau đó, vận tốc

không còn tăng cùng nồng độ nữa mà khi nồng độ tiếp tục tăng thì vận tốc giảm do điều kiện cản trở. Kết quả này không được quan sát khi xác định vận tốc chìm lắng bằng công thức sai phân ở trên. Trong Hình 5, kết quả của công thức sai phân không cho thấy được điểm uốn cong và

phần chìm lắng cản trở, điều này là do trong cách tính này đã loại bỏ các khoảng thời gian có nồng độ dị thường, dẫn đến nồng độ không đủ lớn hoặc có thể do lượng trầm tích ban đầu dùng làm thí nghiệm chưa đủ để có thể thỏa cho điều kiện chìm lắng cản trở.

Bảng 3. Vận tốc chìm lắng của bùn trong các thí nghiệm tính theo công thức Hwang. Đơn vị $\times 10^{-3}$ m/s

Thí nghiệm	Chuẩn	Muối	Đường kính	Nồng độ cao
Tầng 1	(0,02 – 1,07)	(0,01 – 0,82)	(0,01 – 1,02)	(0,01 – 1,24)
Tầng 2	(0,01 – 0,33)	(0,01 – 0,96)	(0,004 – 0,53)	(0,01 – 1,25)
Tầng 3	(0,01 – 0,38)	(0,01 – 0,40)	(0,001 – 0,15)	(0,07– 1,24)



Hình 5. Phân bố vận tốc chìm lắng của bùn theo nồng độ trong thí nghiệm tại nồng độ cao theo công thức Hwang

Theo cách tính này vận tốc chìm lắng của bùn trong các thí nghiệm chuẩn, ảnh hưởng của độ muối, đường kính hạt ở cả ba tầng có xu hướng biến đổi giống nhau, đều tăng cùng với nồng độ và gần như là tăng tuyến tính. Như vậy,

ở các thí nghiệm này bùn chìm trong điều kiện chìm lắng kết bông. Điều này là do nồng độ trong thí nghiệm không đủ lớn nên chìm lắng cản trở không thể hiện rõ.

Bảng 4. Vận tốc chìm lắng trung bình của trầm tích theo các công thức khác nhau. Đơn vị $\times 10^{-3}$ m/s

Thí nghiệm	Công thức sai phân	Công thức Hwang
Chuẩn	0,48	0,30
Độ muối	0,40	0,37
Đường kính hạt	1,06	0,57
Nồng độ cao	0,13	0,64

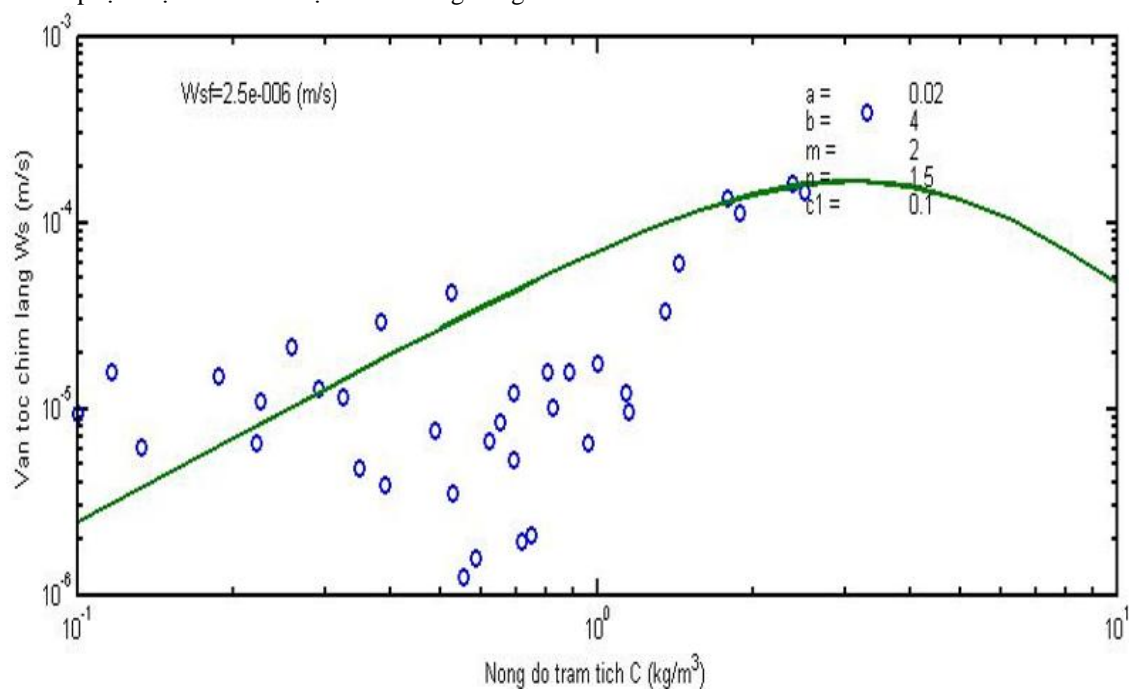
Trong hầu hết các trường hợp, chỉ trừ thí nghiệm tại nồng độ cao, công thức sai phân cho kết quả tính vận tốc chìm lắng lớn hơn so với công thức thực nghiệm của Hwang. Sự khác biệt giữa kết quả của hai công thức (Bảng 4) là do bản chất của các công thức và số liệu dùng để tính không giống nhau. Cách tính theo công thức sai phân phụ thuộc vào sự thay đổi của nồng độ theo thời gian và do đó nhiều số liệu nồng độ đã bị loại bỏ, trong khi đó khi sử dụng công thức Hwang với một nồng độ bất kì, sẽ tính được một giá trị vận tốc tương ứng. Ngoài ra, trong phần này, sử dụng các hệ số công thức Hwang cho trước, các hệ số này có thể không phù hợp trong trường hợp này và do đó gây ra sai lệch nhiều.

Bước đầu xác định các hệ số a, b, m, n trong công thức bán thực nghiệm Hwang cho trầm tích có kết khu vực Nàng Hai, Cần Giờ

Như đã trình bày thì vận tốc chìm lắng không những chỉ phụ thuộc vào đặc tính của trầm tích mà còn phụ thuộc vào điều kiện môi trường xung

quanh, vì vậy vào các thời điểm khác nhau hay ở các vị trí khác nhau trầm tích sẽ có vận tốc chìm lắng khác nhau. Do đó việc áp dụng một bộ các hệ số a, b, m, n cố định cho các vùng nghiên cứu sẽ cho kết quả có độ chính xác không cao. Tuy nhiên việc xác định các hệ số thực nghiệm này trong thực tế lại rất khó khăn, tốn kém và mất nhiều thời gian. Trong mục này, sử dụng kết quả nồng độ thu được từ cột chìm lắng theo thời gian để thử xác định các hệ số này cho vùng nghiên cứu trong điều kiện phòng thí nghiệm.

Áp dụng chương trình tính theo Mehta cho dữ liệu của thí nghiệm tại nồng độ cao. Nồng độ được đo tại 21 mốc thời gian ($n_{time}=21$); tại ba tầng ($n_{ele}=3$) 1,5 m; 0,9 m và 0,3 m. Giá trị vận tốc chìm lắng cực đại tính bằng công thức sai phân $W_{s2}=0,63 \times 10^{-3}$ m/s với nồng độ C_2 tương ứng bằng $2,58 \text{ kg/m}^3$. Độ sâu mực nước bằng 1,8 m. Kết quả chương trình được trình bày trong Hình 6.



Hình 6. Mô phỏng vận tốc chìm lắng (đường cong liền nét) và dữ liệu thực nghiệm (chấm tròn) để xác định các hệ số a, b, m, n trong thí nghiệm tại nồng độ cao

Như có thể thấy trong Hình 6, không thể khớp được đường cong mô phỏng vận tốc với các giá trị vận tốc thực nghiệm do các giá trị thực nghiệm chỉ tập trung trong một khoảng mà không có xu thế tạo thành một chuỗi uốn cong do thiếu số liệu. Nói cách khác, không đủ số liệu vận tốc chìm lắng theo nồng độ để có thể thấy được vùng chìm lắng cản trở của trầm tích mà chỉ thấy được một phần của dải chìm lắng kết bông. Vì thế,

không thể chỉnh sửa các giá trị mô phỏng ban đầu để có được các hệ số mô phỏng a , b , m , n chính xác. Ở đây, xác định được giá trị của các hệ số $a=0,02$, $b=4$, $m=2$ và $n=1,5$. Kết quả này không khác biệt nhiều so với công thức thực nghiệm của Mehta (2003). Các hệ số b , m , n trùng với các hệ số của Mehta, duy chỉ có hệ số a có giá trị nhỏ hơn nhiều (các hệ số thực nghiệm theo Mehta a , b , m , n lần lượt là 0,15, 4, 2 và 1,5).

Experiments on settling column to determine the settling velocity of cohesive sediments

- **Nguyen Vinh Bao Trung**
- **Vo Luong Hong Phuoc**
University of Science, VNU-HCM

ABSTRACT

In order to get the accurate settling velocity of cohesive sediments, experiments on site are required. However, in the reality, this task is very difficult to be realized. The study presents a method including three step to determine the settling velocity of the sediment in laboratory conditions. Firstly, design and build up an experiment on settling column based on the design of The Environmental Laboratory, U.S Army Corps of Engineers. Secondly, do the experiments

with different cases such as in standards, with salinities, in high concentration, etc. to determine the settling velocity of sand and silt. Thirdly, determine the settling velocity of cohesive sediment in Nang Hai area, Can Gio (Ho Chi Minh City) in the laboratory. In addition, using the result to determine the characteristic coefficients a , b , m , n , and to establish the empirical formula for the settling velocity in the research area.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. A.J. Mehta, Y. Li, Principles and process-modeling of cohesive sediment transport, University of Florida, Gainesville, FL (2003).
- [2]. The Environmental Laboratory, Settling column test procedures, U.S Army Corps of Engineers (2002).
- [3]. V.L.H. Phước, L.N.H. Tiên, Phân tích và đánh giá tác động của các yếu tố thủy động lực lên nồng độ vật chất lơ lửng tại khu vực rừng ngập mặn Đồng Tranh, Cần Giờ, Tp. Hồ Chí Minh, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển*, 13, 3A, 217 – 225 (2013).