



MỘT PHƯƠNG PHÁP MỚI ƯỚC LƯỢNG XÓI SÂU TẠI TRỤ CẦU

Phạm Thành Nam¹, Vũ Đức Chung², Hoàng Anh Tài³

Tóm tắt: Căn cứ vào các kết quả nghiên cứu thực nghiệm trong phòng thí nghiệm và số liệu hiện trường có sẵn của các nhà nghiên cứu về lĩnh vực xói trụ cầu, bài báo đề xuất áp dụng phương pháp mới ước lượng xói sâu tại trụ cầu (Phương pháp Sheppard-Melville, 2011), trong điều kiện vật liệu nền đáy không dính, dòng chảy ổn định và không áp, xuất phát từ việc xem xét sự biến đổi của trường dòng chảy theo độ nông tương đối y/a , sự biến đổi của độ sâu xói theo độ thô tương đối của vật liệu nền đáy a/D_{50} và cường độ dòng chảy V/V_c .

Từ khóa: Xói trụ cầu; xói nước trong; xói nước đục; bùn cát không dính; độ thô bùn cát; quá trình xói; cơ chế xói; độ sâu xói cục bộ cân bằng; dự báo xói.

Summary: Based on results of available laboratory experiments and field measurements, the paper have proposed the new method (Shepard-Melville method, 2011) for local scour depth estimation at bridge piers, restricted to local scour at unsubmerged bridge in steady flow with beds comprising homogeneous, noncohesive sediment, starting to analyze changes in the pier flow field in terms of flow shallowness y/a , the variations of pier-scour depth with sediment coarseness a/D_{50} and flow intensity V/V_c .

Keywords: Pier scour; clear-water scour; live-bed scour; cohesiveless sediment; sediment coarseness; scour mechanism; local scour equilibrium depth; scour prediction.

Nhận ngày 03/02/2016, chỉnh sửa ngày 17/02/2016, chấp nhận đăng 15/3/2016



1. Đặt vấn đề

Xói vật liệu đáy móng trụ cầu là vấn đề rất phức tạp có liên quan đến thiết kế móng trụ cầu vượt sông, cho đến nay, chưa được nghiên cứu đầy đủ. Sự phức tạp của trường dòng chảy và tính đa dạng của các loại bùn cát đáy làm cản trở việc xây dựng các phương pháp dự báo độ sâu xói thiết kế một cách đầy đủ và chặt chẽ. Việc thiết kế phải dựa vào các hệ thức kinh nghiệm và bán kinh nghiệm khi sử dụng các số liệu đo đạc từ thực tế hiện trường, từ các mô hình thủy lực trong phòng thí nghiệm, để liên hệ độ sâu xói với khả năng gây xói của các dạng trường dòng chảy và sức kháng xói của các loại vật liệu đáy.

Để ước lượng độ sâu xói cục bộ tại các trụ cầu, rất nhiều nước trên thế giới và Việt Nam sử dụng phương pháp của Richardson và Davis (2001). Phương pháp này được sử dụng đến nay là khoảng 35 năm và được cập nhật nhiều lần để bổ sung các thông số ảnh hưởng (Richardson và Davis 1975, 1993, 2001) [8, 1]. Nó được đề xuất sử dụng cho cả xói nước đục và xói nước trong, dựa trên phương trình:

$$\frac{y_s}{a} = 2,0K_1K_2K_3K_4K_w \left(\frac{y}{a} \right)^{0,35} Fr^{0,43} \quad (1)$$

trong đó: y_s là độ sâu xói; a là chiều rộng trụ; y là độ sâu dòng chảy trước trụ; K_1 là hệ số hiệu chỉnh hình dạng mũi trụ. K_1 biến đổi trong khoảng 0,9 đến 1,1; K_2 là hệ số hiệu chỉnh góc của dòng chảy đến trụ. K_2 biến đổi trong khoảng 1,0 đến 5; K_3 là hệ số hiệu chỉnh theo tình trạng đáy. K_3 biến đổi trong khoảng 1,1 đến 1,3; Fr là số Froude của dòng chảy trước trụ, $V/(gy)^{0,5}$. V là vận tốc dòng chảy đến gần trụ; K_4 là hệ số thô hóa vật liệu đáy. K_4 biến đổi trong khoảng 0,4 đến 1,0; K_w là hệ số xét đến các trụ rất rộng [8, 1].

¹ TS, Khoa Xây dựng công trình thủy. Trường Đại học Xây dựng. E-mail: giangnguyen9@yahoo.com.

² HV lớp Cao học Chất lượng cao, Chuyên ngành Kỹ thuật Xây dựng công trình thủy. Trường Đại học Xây dựng.

³ SV, Ban Kỹ sư Chất lượng cao. Trường Đại học Xây dựng.

Phương trình Richardson và Davis (2001) [8] được xác định từ biểu đồ số liệu đối với các trụ hình tròn đơn. Số liệu đó được sưu tập từ số liệu của Charbert và Engeldinger (1956) [4] và số liệu của trường đại học tổng hợp Colorado (CSU-Mỹ) (Shen và CS, 1966 [9]). Với các khoảng giá trị thông số dựa trên nghiên cứu trong phòng thí nghiệm, phương pháp của Richardson và Davis (2001) có độ chính xác chấp nhận được.

Tuy nhiên, phương pháp Richardson và Davis (2001) có những hạn chế sau [2]: (i) Mặc dù có xét đến độ nông dòng chảy y/a , nhưng nó không được định dạng theo sự thay đổi của trường dòng chảy chi phối các quá trình xói; (ii) Nó không kể đến độ thô vật liệu nền đáy a/D_{50} và cường độ dòng chảy V/V_c , trong đó D_{50} là đường kính trung bình hạt bùn cát đáy, V là tốc độ dòng chảy đến gần trụ, V_c là vận tốc khởi động hạt bùn cát đáy. Các thông số y/a , a/D_{50} là hai thông số sơ cấp quyết định quy mô và độ sâu xói cực đại. Thông số V/V_c quyết định độ sâu xói cực đại có đạt được hay không; (iii) Xói được ước lượng tỷ lệ với $Fr^{0.43}$. Nếu tăng số Fr từ 0,3 lên 0,8 thì độ sâu xói tăng khoảng 50%. Điều này mâu thuẫn với số liệu trong phòng thí nghiệm; (iv) Tính xác thực của các hệ số K_d và K_w trong phương trình (1) không rõ ràng. Chúng gắn liền với tính không đồng đều của bùn cát đáy và ảnh hưởng của chiều rộng trụ.

Như vậy, phương pháp Richardson và Davis (2001) chưa quan tâm thỏa đáng đến những biến đổi cấu trúc cơ bản của trường dòng chảy xung quanh trụ cầu, đặc biệt là ảnh hưởng quan trọng của tỷ lệ các chiều dài cơ bản là chiều rộng trụ, độ sâu dòng chảy và kích thước hạt bùn cát như thế nào đến việc xác định kết cấu và tỷ lệ hình học của trường dòng chảy xung quanh trụ và do đó liên quan đến xác định độ sâu xói, xét ngay trong những tình huống thông thường và cơ bản khác nhau. Đây là trở ngại lớn trong việc đánh giá khả năng xói sâu trụ cầu cũng như kiểm định sự ổn định của móng trụ cầu. Nhằm từng bước nâng cao độ chính xác của việc dự báo chiều sâu xói cục bộ tại trụ cầu, bắt đầu từ việc xem xét sự biến đổi của trường dòng chảy theo độ nông tương đối y/a , sự biến đổi của độ sâu xói theo độ thô tương đối của vật liệu nền đáy a/D_{50} và cường độ dòng chảy V/V_c , bài báo này đề xuất áp dụng một phương pháp mới ước lượng xói sâu tại trụ cầu đơn giản, đặt trên vật liệu nền đáy không dính, trong dòng chảy ổn định và không áp.

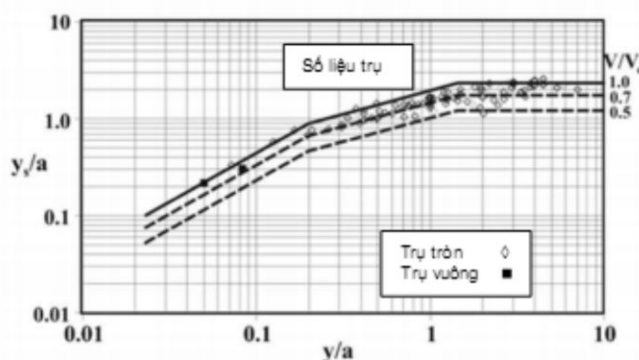
Cơ sở của đề xuất áp dụng phương pháp mới này là các kết quả nghiên cứu thực nghiệm trong phòng thí nghiệm và số liệu hiện trường có sẵn của các nhà nghiên cứu về lĩnh vực xói trụ cầu.

2. Sự biến đổi của trường dòng chảy theo độ nông tương đối y/a

Thông số y/a xác định quy mô của trường dòng chảy và do đó, xác định độ sâu xói cực đại. Melville và Coleman (2000) [7] phân trường dòng chảy quanh trụ và các quá trình theo ba loại của y/a và đề xuất ba loại xói trụ như trong Bảng 1. Sự khác nhau của mỗi loại trụ được rút ra từ các đồ thị được xây dựng theo số liệu thí nghiệm như trong Hình 1.

Bảng 1. Phân loại các quá trình xói cục bộ tại các trụ cầu theo y/a (Melville và Coleman 2000 [7]); Các giới hạn là các giá trị gần đúng mà vượt quá các giá trị đó, các xu thế khác nhau xảy ra

Loại trụ	y/a	Sự phụ thuộc xói trụ
Hẹp	$y/a > 1,4$	y_s tỷ lệ với a
Chiều rộng chuyển tiếp	$0,2 < y/a < 1,4$	y_s tỷ lệ với $(ay)^{0.5}$
Rộng	$y/a < 0,2$	y_s tỷ lệ với y

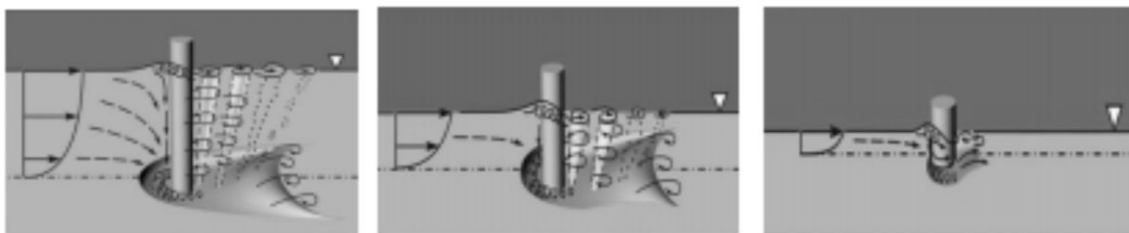


Hình 1. Ảnh hưởng của y/a đến độ sâu xói cục bộ được thể hiện theo y_s/a đối với xói nước trong (Melville và Coleman 2000 [7]).

Đối với các độ sâu dòng chảy lớn so với chiều rộng trụ (tức là với các trụ loại hẹp), độ sâu xói tăng lên tỷ lệ với chiều rộng trụ a , và không phụ thuộc vào độ sâu dòng chảy y . Hình đầu tiên bên trái của Hình 2 minh họa cho trường dòng chảy loại này. Ngược lại, đối với loại trụ rộng, độ sâu xói tăng tỷ lệ với độ sâu dòng chảy y và không phụ thuộc vào chiều rộng trụ a . Hình ngoài cùng bên phải của Hình 2 minh họa cho trường dòng chảy loại này. Đối với các dòng chảy có độ sâu ở giữa, độ sâu xói phụ thuộc vào cả độ sâu dòng chảy y và chiều rộng trụ a (Hình ở giữa trong Hình 2).

Hình 1 biểu thị các độ sâu xói với các giá trị khác nhau của tỷ số V/V_c nhỏ hơn 1 và chỉ ra rằng, với xói nước trong tại các vận tốc dòng chảy giảm nhỏ hơn vận tốc khởi động bùn cát, các độ sâu xói nhỏ hơn hình thành. Hình 1 chỉ ra các xu hướng chỉ dành cho xói nước trong. Một hình vẽ tương tự còn cần phải được phát triển cho xói nước đục, đặc biệt đối với loại trụ rộng.

Hình 2 miêu tả sự biến đổi trường dòng chảy tương ứng với ba giá trị của y/a , biểu thị khả năng gây xói của trường dòng chảy bị suy giảm. Dòng xuống trước trụ trở nên yếu đi, do chiều dài của nó bị rút ngắn nên nó không còn phát triển nữa. Trong khi đó, dòng lên trước trụ cùng với sóng cuộn bề mặt (tựa như sóng mũi tàu), về cơ bản, vẫn không thay đổi. Cường độ của các cấu trúc rối có kích thước lớn (xoáy móng ngựa), được sắp xếp nằm ngang trong trường dòng chảy quanh trụ, yếu đi do dòng xuống trước trụ yếu đi và các cấu trúc rối được sắp xếp theo phương đứng (xoáy cuộn trục đứng) cũng yếu đi do vai trò của ma sát đáy tăng lên trong dòng chảy nông hơn.

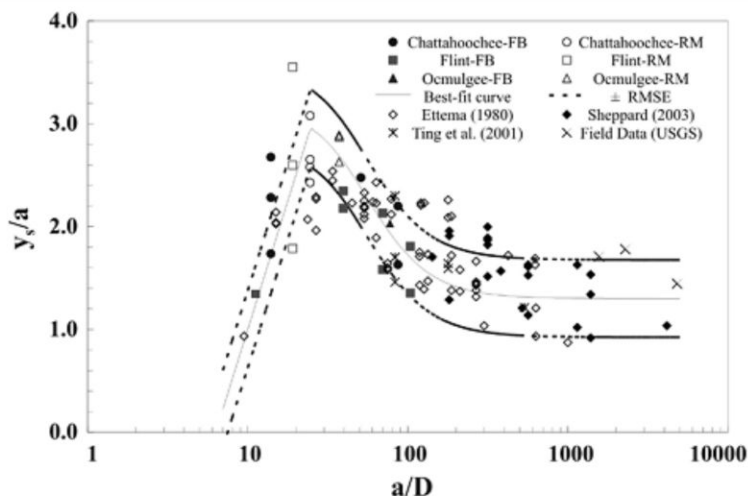


Hình 2. Sự thay đổi trường dòng chảy theo sự giảm dần độ sâu của dòng chảy đến gần; Trụ hẹp sang trụ chuyển tiếp có chiều rộng không đổi. Các sơ đồ chứa các xoáy hình móng ngựa, xoáy cuộn bề mặt trục ngang, xoáy cuộn trục đứng phía sau trụ. Dòng xuống trước trụ được thể hiện bởi mũi tên thẳng đứng gần với bề mặt trước trụ.



3. Sự biến đổi của độ sâu xói theo độ thô tương đối của vật liệu nền đáy a/D_{50}

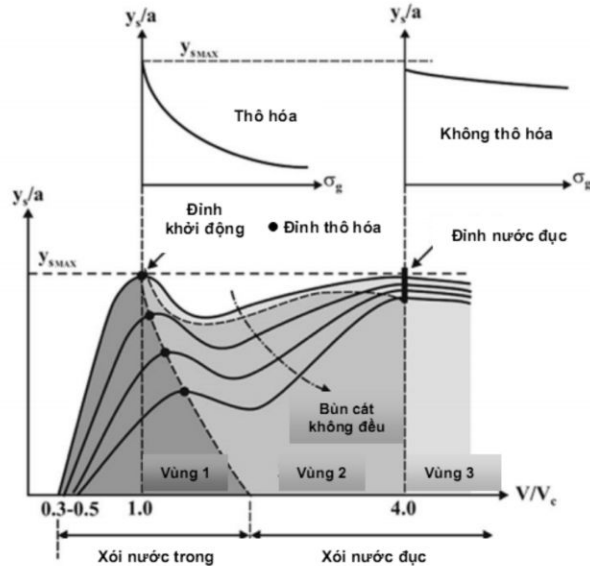
Với nhiều giá trị của a/D_{50} , là đặc trưng của nguyên hình được định cỡ bởi trụ được đặt trên vật liệu đáy cát, các số liệu của Sheppard (2004) [10] và của Lee và Sturm (2008) [5] chứng tỏ sự gia tăng của độ sâu xói theo sự tăng của kích thước bùn cát có a/D_{50} nhỏ hơn khoảng 50 và sự suy giảm độ sâu xói theo sự gia tăng của a/D_{50} , khi $a/D_{50} > 50$, như được thể hiện trên Hình 3.



Hình 3. Ảnh hưởng của kích thước bùn cát a/D_{50} đến độ sâu xói cục bộ y/a (Lee và Sturm 2008 [5]).

4. Sự biến đổi của độ sâu xói theo cường độ dòng chảy V/V_c

Hình 4 tổng kết dưới dạng sơ đồ các xu hướng có liên quan đến sự biến đổi cường độ chuyển động của vật liệu đáy, V/V_c . Xung quanh điều kiện khởi động, $V/V_c \approx 1$, sự thô hóa xảy ra trên đáy của dòng chảy đến gần và tại nền của hố xói. Đối với bùn cát không đồng đều, các giá trị cực đại của độ sâu xói được gọi là đỉnh thô hóa tương ứng với vận tốc thô hóa V_a và đỉnh nước đục tương ứng với vận tốc đỉnh nước đục V_{ip} . Sự thô hóa xảy ra khi $V < V_a$ và do đó, độ sâu xói bị giới hạn. Vượt qua vận tốc thô hóa V_a , để chuyển từ điều kiện nước trong sang nước đục, đối với bùn cát không đồng đều, sự thô hóa sẽ suy giảm và các điều kiện xói nước đục xuất hiện. Đỉnh nước đục, vượt quá đỉnh thô hóa, xảy ra ở trạng thái chuyển tiếp đáy phẳng, khi mà tất cả các hạt bùn cát không đồng đều đều chuyển động. Tại đỉnh nước đục, độ sâu xói gần như nhau đối với cả bùn cát đồng đều và không đồng đều, có cùng cỡ hạt trung bình. Ngược lại, với các giá trị cao của V/V_c , khi mà dòng chảy có khả năng hấp thụ hầu hết các kích thước hạt trong bùn cát không đồng đều, thì độ không đồng đều của bùn cát σ_g chỉ có tác động thứ yếu, không quan trọng đến độ sâu xói. Với các giá trị ở giữa của V/V_c , ảnh hưởng của σ_g sẽ giảm dần dần cùng với sự tăng của vận tốc dòng chảy giữa hai giới hạn này, khi ngày càng nhiều hạt được vận chuyển nhờ dòng chảy.



Vùng I: Hình thành lớp thô hóa; Vùng II: Sự tan rã của thô hóa;
Vùng III: Tất cả các hạt đều chuyển động
Đường gạch gạch phân chia vùng I và II là đường đỉnh thô hóa $V/V_c = 1$

Hình 4. Sự biến đổi của độ sâu xói cục bộ theo độ không đồng đều của bùn cát (Melville và Coleman 2000 [7])

5. Phương pháp mới ước lượng xói sâu tại trụ cầu

Phương pháp Sheppard-Melville (2011) xây dựng trên phương pháp được đề xuất bởi Sheppard và Miller (2006) [11], kế thừa ít nhiều cùng một cách tiếp cận thống số vốn có trong phương pháp của Melville (1997) [6]. Phương pháp này, theo mô tả của Sheppard và CS (2011) [12], sử dụng đường kính trụ hiệu quả, a^* , là đường kính của trụ tròn sẽ tạo ra cùng độ sâu xói cân bằng dưới cùng các điều kiện về dòng chảy và bùn cát. Nói cách khác, hình dạng trụ và các yếu tố về góc nghiêng của dòng chảy đến trụ được sử dụng để xác định a^* , sau đó, a^* sẽ được sử dụng trong hệ phương trình của phương pháp này.

Phương pháp Sheppard-Melville bao gồm các phương trình (2) đến (12), áp dụng được cho các khoảng di động của vật liệu đáy.

Với xói nước trong ($0,4 < V/V_c < 1$):

$$\frac{y_s}{a^*} = 2,5f_1\left(\frac{y}{a^*}\right)f_2\left(\frac{V}{V_c}\right)f_3\left(\frac{a^*}{D_{50}}\right) \quad (2)$$

Trong khoảng xói nước đục đến đỉnh xói nước đục ($1 < V/V_c < V_{ip}/V_c$):

$$\frac{y_s}{a^*} = f_1\left(\frac{y}{a^*}\right)\left[2,2\left(\frac{\frac{V}{V_c}-1}{\frac{V_{ip}}{V_c}-1}\right)+2,5\left(\frac{\frac{V_{ip}}{V_c}-V}{\frac{V_{ip}}{V_c}-1}\right)f_3\left(\frac{a^*}{D_{50}}\right)\right] \quad (3)$$

Trong khoảng xói nước đục vượt trên đỉnh xói nước đục ($V/V_c > V_{ip}/V_c$):

$$\frac{y_s}{a^*} = 2,2f_1\left(\frac{y}{a^*}\right) \quad (4)$$

Trong đó:

$$f_1 = \tanh \left[\left(\frac{y}{a^*} \right)^{0.4} \right] \quad (5a)$$

$$f_2 = \left\{ 1 - 1,2 \left[\ln \left(\frac{V}{V_c} \right) \right]^2 \right\} \quad (5b)$$

$$f_3 = \left[\frac{\left(\frac{a^*}{D_{50}} \right)}{0,4 \left(\frac{a^*}{D_{50}} \right)^{1,2} + 10,6 \left(\frac{a^*}{D_{50}} \right)^{-0,13}} \right] \quad (5c)$$

trong đó, a^* là đường kính trụ hiệu quả, được tính theo phương trình:

$$a^* = K_s \cdot a_p \quad (6)$$

K_s là hệ số hình dạng; Đối với mũi trụ hình tròn, $K_s = 1$, trong khi đó, đối với mũi trụ vuông:

$$K_s = 0,86 + 0,97 \left(\left| \alpha - \frac{\pi}{4} \right| \right)^4 \quad (7)$$

trong đó, α là góc nghiêng của dòng chảy đến gần trụ, tính bằng radians. Phương trình (6) là đường cong phù hợp với số liệu thực nghiệm về xói cân bằng đối với các trụ hình vuông. a_p là chiều rộng hình chiếu của trụ:

$$a_p^* = a \cos \theta + b \sin \theta \quad (8)$$

Vận tốc khởi động bùn cát, V_c , có thể được ước lượng từ các phương trình (9) đến (11):

$$V_c = 5,75 u_*^* \log \left(5,53 \frac{y}{D_{50}} \right) \quad (9)$$

$$u_*^* = 0,0115 + 0,0125 D_{50}^{1,4}, (m/s) ; 0,1mm < D_{50}(mm) < 1,0mm \quad (10)$$

$$u_*^* = 0,0305 D_{50}^{0,5} - 0,0065 D_{50}^{-1}, (m/s) ; 1mm < D_{50}(mm) < 100mm \quad (11)$$

Vận tốc xói đỉnh nước đục, V_{ip} , được tính toán bằng cách sử dụng biểu thức dự báo của Van Rijn (1993) [13] về các điều kiện mà dưới điều kiện đó, hình dạng đáy ở trạng thái phẳng. Do vậy, V_{ip} được tính toán theo giá trị lớn hơn trong hai giá trị sau:

$$V_{ip} = 0,6 \sqrt{gy} \quad (12a)$$

Hoặc:

$$V_{ip} = 5V_c \quad (12b)$$

Phương pháp này phản ánh rõ ràng các xu hướng, như trong Hình 4. Các hình vẽ đó biểu thị rằng, có hai cực đại trên đồ thị độ sâu xói đối với V/V_c . Cực đại thứ nhất xảy ra tại chỗ chuyển tiếp từ điều kiện xói nước trong sang xói nước đục, tức là tại $V/V_c = 1$. Cực đại thứ hai, được gọi ở đây là đỉnh nước đục, được cho là xảy ra tại các điều kiện mà ở đó, hình dạng đáy ở trạng thái phẳng.



6. Đánh giá phương pháp Sheppard-Melville (2011)

6.1 Về khả năng phản ánh của các quan hệ thông số, quá trình xói và độ chính xác

Với các khoảng giá trị thông số dựa trên nghiên cứu trong phòng thí nghiệm, phương pháp của Richardson và Davis (2001) và phương pháp Sheppard-Melville (2011) có độ chính xác chấp nhận được và hai phương đó có kết quả so sánh ước lượng độ sâu xói hợp lý [2]. Phương pháp Sheppard-Melville (2011) thể hiện các liên hệ vật lý nhiều hơn giữa các thông số sơ cấp (y/a , a/D_{50}), cùng với V/V_c và các quá trình xói tốt hơn phương pháp Richardson và Davis (2001), do đó, nó là phương pháp mạnh mẽ hơn để dự báo độ sâu xói trên khoảng rộng hơn các giá trị thông số. Tuy nhiên, cho đến nay, phương pháp Sheppard-Melville không rõ ràng khi đề cập đến sự thay đổi của y/a đối với:

Các điều kiện xói nước đục: Không thể giải thích rõ ràng tại sao thông số a^*/D_{50} không có ý nghĩa đối với các điều kiện dòng chảy tạo ra sự di động đáy mạnh dữ dội, tức là $V/V_c > V_{ip}/V_c$, nhưng lại có ý nghĩa đối với xói nước trong và xói dưới đỉnh nước đục;

Xói trụ rộng: Phương pháp này không thể hiện khi trường dòng chảy gây xói là loại trụ hẹp, trụ chuyển tiếp hoặc trụ rộng. Phương pháp gốc của Melville (1997) [6] xác định tốt hơn các loại trụ này.

6.2 Về khả năng gộp được các thông số ảnh hưởng

Việc sử dụng các thông số sơ cấp y/a và a/D_{50} , cùng với V/V_c thể hiện giai đoạn di động đáy, đã làm cho phương pháp Sheppard-Melville (2011) được định hình tốt hơn phương pháp Richardson và Davis (2001) trong việc gộp bổ sung các thông số ảnh hưởng đã được nhận thức gần đây. Mặc dù vậy, phương pháp Sheppard-Melville đòi hỏi nhiều nghiên cứu hơn để giải quyết các điểm đã đề cập ở trên. Cụ thể là, cách sắp xếp hiện nay theo ba khoảng giá trị của V/V_c và việc sử dụng số hạng riêng rẽ $f_1(y/a)$ có thể cản trở khả năng của nó trong việc mở rộng ước lượng độ sâu xói đối với ba loại trụ hẹp, chuyển tiếp và trụ rộng.

6.3 Về hạn chế của phương pháp bán kinh nghiệm

Cũng như phương pháp Richardson và Davis (2001), phương pháp Sheppard-Melville là phương pháp bán kinh nghiệm nên cả hai phương pháp đều có năng lực hạn chế trong việc ước lượng chính xác độ sâu xói trụ khi được mở rộng ra ngoài các thông số và ngoài khoảng số liệu mà các phương pháp đã sử dụng. Tuy nhiên, phương pháp Sheppard-Melville (2011) ít bị chế ngự hơn ở khía cạnh này, bởi vì nó phản ánh tốt hơn các quá trình xói được định hình theo các thông số sơ cấp y/a và a/D_{50} . Nó được sử dụng để đánh giá hơn để nhận diện độ sâu xói cực đại tại hiện trường trụ.

Một khó khăn thông thường và trở thành hạn chế trong việc sử dụng các phương trình dự báo hiện nay, để ước lượng độ sâu xói cực đại thiết kế tại các trụ, chính là việc xác định giá trị của chiều rộng trụ hiệu quả a^* để sử dụng trong ước lượng, do trường dòng chảy thường không được định rõ một cách thỏa đáng.



7. Ví dụ áp dụng tính toán [2]

Các số liệu như sau: Kích thước hình học của trụ: $a = 1,22$ m, $b = 18$ m, mũi tròn; Dòng chảy: $y = 3,12$ m, $V = 3,36$ m/s; Số Froude $Fr = V/(gy)^{0.5} = 0,61$; Góc đến gần của dòng chảy tới trụ: $\theta = 0^\circ$ và $\theta = 20^\circ$; $g = 9,81$ m/s²; Vật liệu đáy: $D_{50} = 7,3$ mm; $D_{90} = 32$ mm; Định dạng đáy: đáy phẳng.

Xác định: Độ lớn của độ sâu xói cục bộ tại trụ theo phương pháp Sheppard-Melville (2011) và phương pháp Richardson và Davis (2001). Tham khảo thêm phương pháp Trường Đại học Xây dựng (1982) [3].

Kết quả tính toán được thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2. Tổng hợp kết quả tính toán độ sâu xói và sai số tương đối theo các phương pháp Sheppard-Melville, Richardson và Davis và Trường Đại học Xây dựng (ĐHXD)

θ°	Richardson và Davis	Sheppard-Melville	Trường ĐHXD
0	1,78 m (26%)	2,40 m	2,01 m (16%)
20	5,09 m (35%)	7,78 m	9,86 m (27%)

Nhận xét chung: Nhìn chung, kết quả tính toán theo phương pháp Sheppard-Melville so với phương pháp Richardson và Davis và phương pháp Trường Đại học Xây dựng có sai số tương đối lớn nhất nhỏ hơn 35%, trong ví dụ có kích thước trụ mang đặc trưng của nguyên hình. Phương pháp Sheppard-Melville và phương pháp Richardson và Davis được xây dựng dựa trên số liệu phòng thí nghiệm [2]. Phương pháp của Trường Đại học Xây dựng căn cứ vào kết quả đo xói thực tế ở một số cầu đang khai thác trên sông thiên nhiên, không phải căn cứ vào các số liệu thu được trong phòng thí nghiệm [3]. Do vậy, độ chênh lệch về kết quả tính toán độ sâu xói, theo các phương pháp, có thể liên quan đến các vấn đề sau:

- Hầu hết các phương pháp dự báo độ sâu xói cục bộ tại trụ đều không đặt ra các giới hạn về kích thước của kết cấu trụ, như vậy, chúng có thể hoặc không thể áp dụng cho các trụ có tất cả chiều rộng trong thực tế.

- Các phương pháp dự báo độ sâu xói cục bộ tại trụ, dựa trên số liệu phòng thí nghiệm, luôn tiềm ẩn vấn đề bất ổn về các ảnh hưởng tỷ lệ trong mô hình, mặc dù, các thực nghiệm trong phòng thí nghiệm có khả năng cung cấp số liệu chính xác về độ sâu mực nước, vận tốc dòng chảy, đặc tính bùn cát và mức độ định hình ổn định của hố xói tại thời điểm đo đạc.

- Đối với các phương pháp dựa trên đo đạc hiện trường, độ chính xác đối với các đại lượng độc lập (tốc độ dòng chảy và khoảng thời gian, các đặc tính bùn cát,...) và các đại lượng phụ thuộc (các độ sâu xói thu hẹp và cục bộ) nói chung thấp hơn trong điều kiện phòng thí nghiệm. Đây là một thực tế, nhất là đối với

các dòng chảy có vận tốc cao, ở đó hàm lượng bùn cát lơ lửng là đáng kể. Có lẽ vấn đề quan trọng nhất đối với dữ liệu hiện trường là sự thiếu thông tin về mức độ định hình ổn định của hố xói tại thời điểm đo đạc, tức là, độ sâu xói đo được gần với độ sâu xói cân bằng như thế nào, với các điều kiện về dòng chảy, bùn cát và kết cấu đã biết ở thời điểm đo. Xói có thể không đạt cân bằng hay lớn nhất tại lúc đo vì thời gian lũ ngắn so với thời gian xói cân bằng và cũng không thể biết thời điểm đáy có đạt cân bằng tại lúc đo xói. Trong một vài trường hợp, độ sâu hố xói đo được có thể là kết quả của một trận lũ lớn hơn đã xảy ra trước đó. Hơn nữa, các bài báo được công bố trong các tạp chí chuyên ngành thường không trình bày đủ chi tiết về kỹ thuật đo đạc, thiết bị đo và xói cục bộ được phân biệt với các dạng xói khác như thế nào..., điều này làm cho việc đánh giá chất lượng của số liệu hiện trường khó khăn hơn. Do đó, các sai số tiềm ẩn liên quan đến số liệu hiện trường cần phải được xem xét thận trọng khi kiểm định các phương trình dự báo xói.

Mặc dù vậy, số liệu hiện trường luôn là tiêu chuẩn thực tế quan trọng đánh giá kết quả thí nghiệm trong phòng, mô hình số, để hiểu đầy đủ hơn quá trình xói và dự đoán được độ sâu xói phù hợp. Tuy nhiên, điều này đòi hỏi số liệu hiện trường đủ dài, song việc đo đạc, lấy số liệu thật sự khó khăn, do có nhiều loại hình sông, nhiều loại hình trụ, nhiều loại địa chất và thiết bị đo xói chưa đáp ứng được các điều kiện thực tế.



7. Kết luận

Bài báo đã nghiên cứu phân tích một số hạn chế của phương pháp Richardson và Davis (2001), là phương pháp được nhiều nước trên thế giới và Việt Nam sử dụng.

Xuất phát từ việc xem xét sự biến đổi của trường dòng chảy theo độ nông tương đối y/a , sự biến đổi của độ sâu xói theo độ thô tương đối của vật liệu nền đáy a/D_{50} và cường độ dòng chảy V/V_c , bài báo này đề xuất áp dụng một phương pháp mới-phương pháp Sheppard-Melville (2011), để ước lượng xói sâu tại trụ cầu đơn giản, đặt trên vật liệu nền đáy không dính, trong dòng chảy ổn định và không áp. Phương pháp Sheppard-Melville (2011) thể hiện các liên hệ vật lý nhiều hơn giữa các thông số sơ cấp (y/a , a/D_{50}), cùng với V/V_c và các quá trình xói tốt hơn phương pháp Richardson và Davis (2001), do đó, nó là phương pháp có độ tin cậy hơn để dự báo độ sâu xói trên khoảng rộng hơn các giá trị thông số, cho dù, hiện nay nó vẫn còn hạn chế trong việc thể hiện mở rộng ước lượng độ sâu xói đối với ba loại trụ hẹp, chuyển tiếp và trụ rộng.

Thông qua một ví dụ áp dụng tính toán, bài báo đã phân tích một số vấn đề cần lưu ý khi kiểm định phương trình dự báo xói bằng số liệu đo đạc hiện trường.

Tài liệu tham khảo

1. Bộ Giao thông Vận tải (2006), *Sổ tay tính toán thủy văn, thủy lực cầu đường*, NXB Giao thông Vận tải, Hà Nội.
2. Phạm Thành Nam (2015), *Phân tích khả năng áp dụng một số công thức phổ biến ước lượng xói sâu tại trụ cầu*, Báo cáo đề tài nghiên cứu Khoa học cấp Trường, Trường Đại học Xây dựng, Hà Nội.
3. Nguyễn Xuân Trúc (2006), *Thiết kế đường ô tô công trình vượt sông*, tập 3, NXB Giáo dục, Hà Nội.
4. Chaber T, J. and Engeldinger, P. (1956), *Etude des affouillement autour des piles des ponts*, Laboratoire d'Hydraulique, Chatou, France.
5. Lee, S. O. and Sturm, T. W. (2008), "Effect of sediment size on physical modeling of bridge pier scour", *Journal of Hydraulic Engineering*, ASCE, Vol. 135, No. 10, 793-821.
6. Melville, B. W. (1997), "Pier and abutment scour-An integrated approach", *Journal of Hydraulic Engineering*, ASCE, Vol. 123, No. 2, 125-136.
7. Melville, B. W., and Coleman, S. E. (2000), *Bridge scour*, Water Resources Publication, Littleton, CO.
8. Richardson, E. V. and Davis, S. R. (2001), *Evaluating scour at bridges*, Fourth Edition, Federal Highway Administration, Washington, D.C.
9. Shen, H. W., Schneider, V. R. and Karaki, S. S. (1966), *Mechanics of local scour*, U.S. Department of Commerce, National Bureau of Standards, Institute for Applied Technology, Washington D.C.
10. Sheppard, D. M. (2004), "Overlooked local sediment scour mechanism, Transportation Research Record", *Journal of the Transportation Research Board*, No. 1890, 107-111.
11. Sheppard, D. M., and Miller, W. (2006), "Live-bed local pier scour experiments", *Journal of Hydraulic Engineering*-ASCE, Vol. 132, No. 7, 635-642.
12. Sheppard, D. M., and Demir, H. and Melville, B.W. (2011), *Scour at Wide Piers and Long Skewed Piers*, NCHRP Report 682, Transportation Research Board of the National Academies, Washington D.C.
13. Van Rijn, L. C. (1993), *Principles of sediment transport in rivers, estuaries and coastal seas*, Aqua Aqua Publications, Amsterdam, The Netherlands.