

BƯỚC ĐẦU NGHIÊN CỨU CƠ CHẾ HOẠT ĐỘNG BỒI, XÓI LỎ BỜ BIỂN CÁT Ở ĐỐI VEN BỜ BIỂN BÌNH - TRỊ - THIÊN

TS. Trần Hữu Tuyên
Trường Đại Khoa học Huế

Đối ven biển Bình - Trị - Thiên (Quảng Bình, Quảng Trị, Thừa Thiên - Huế) là một trong những khu vực xảy ra nhiều biến đổi bồi, xói lở bờ biển. Mặc dù định hướng của đường bờ khá đồng nhất trên toàn bộ vùng nghiên cứu, nhưng qui mô và cường độ bồi, xói lở bờ biển ở nhiều mức độ khác nhau. Nguyên nhân chính là do cơ chế diễn ra bồi, xói lở các đoạn bờ không đồng nhất. Trong phạm vi bài báo này, qua các tư liệu thực tế ở đối ven biển Bình - Trị - Thiên, tác giả đã đề cập đến ba cơ chế chính:

- Cơ chế tương tác của sóng với trầm tích thềm bờ ngầm,
- Cơ chế hình thành trắc diện cân bằng đáy bờ,
- Cơ chế cân bằng của các dòng vận chuyển bùn cát.

Cơ chế tương tác của sóng với trầm tích thềm bờ ngầm có ý nghĩa khống chế hoạt động bồi, xói bờ biển trên suốt chiều dài đường bờ tại một thời điểm cụ thể, ngắn hạn (bồi, xói tạm thời). Cơ chế hình thành trắc diện cân bằng đáy bờ quyết định xu thế bồi, xói theo mùa (xói về mùa đông và bồi về mùa hè) trên toàn bộ bờ biển. Ý nghĩa lớn nhất đối với hoạt động bồi, xói lâu dài (quyết định bờ biển được bồi hoặc xói lở) chính là cơ chế cân bằng của các dòng bùn cát với 3 trường hợp cơ bản và 6 trường hợp cụ thể.

1. Đặt vấn đề

Việt Nam có khoảng 3.200km bờ biển với trên 65% chiều dài đường bờ là bờ biển cát. Trong đó, đối ven biển Bình - Trị - Thiên (kéo dài từ đèo Ngang đến đèo Hải Vân, dài 308,2km) là một trong những vùng bờ biển cát khá điển hình của nước ta. Bờ biển ở đây được định hướng theo hướng tây bắc - đông nam, chịu tác động trực tiếp của chế độ sóng gió vịnh Bắc Bộ và bị phân chia bởi các cửa sông (cửa Gianh, cửa Nhật Lệ, cửa Thuận An...) và thềm đá gốc (đèo Ngang, Lý Hoà, Vĩnh Linh, Chân Mây...), tạo nên các cung đoạn bờ độc lập có chế độ thủy thạch, động lực khác nhau. Trong phạm vi tác động của năng lượng sóng, thành phần trầm tích chủ yếu là cát với cấp hạt từ mịn đến vừa, khá đồng nhất về kích thước và thành phần. Chính những đặc điểm của địa hình và trầm tích đã làm cho cơ chế bồi, xói lở vùng bờ biển cát ở đối ven biển Bình - Trị - Thiên có những nét khác biệt nhất định so với bờ biển bùn, sét khác.

2. Cơ chế hoạt động bồi, xói

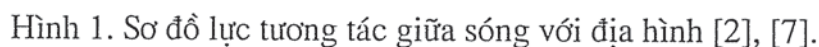
Hoạt động bồi, xói lở bờ biển cát có thể xảy ra theo tổ hợp nhiều cơ chế khác nhau, nhưng phổ biến nhất là 3 cơ chế sau đây:

- Cơ chế tương tác của sóng với trầm tích thềm bờ ngầm.

Sự va đập trực tiếp của sóng vào bờ biển là tác động dễ nhận thấy và mạnh nhất gây ra bồi, xói lở bờ biển. Mỗi đợt sóng xô vào bờ, năng lượng sóng tạo nên áp lực

Trong trường hợp bãi biển có độ dốc nhỏ, được cấu tạo từ cát, thì quá trình chuyển hoá năng lượng sóng thành cơ năng (có tác dụng vận chuyển vật liệu vuông góc với bờ) tùy thuộc vào tương quan giữa áp lực sóng E, áp lực thủy tĩnh của cột nước P (N - tổng hợp của E và P), độ dốc của địa hình đáy b, độ bền của đất đá (chủ yếu phụ thuộc góc trượt ϕ). Các lực trên, tổ hợp thành lực di đẩy đáy e có tác dụng vận chuyển trầm tích đáy [2]. Quá trình tương tác của sóng với địa hình đáy theo mặt cắt vuông góc với bờ biển được thể hiện ở hình 1.

lớn thường xảy ra vào mùa đông) thì bờ biển bị xói lở, ngược lại khi đới bồi tụ nằm sát đường bờ (khi áp lực sóng bé vào mùa hè), các bãi cát ngầm được bồi đắp, dần dần nổi cao, mở rộng, nối liền với bờ và bờ biển sẽ được bồi tu (hình 2).



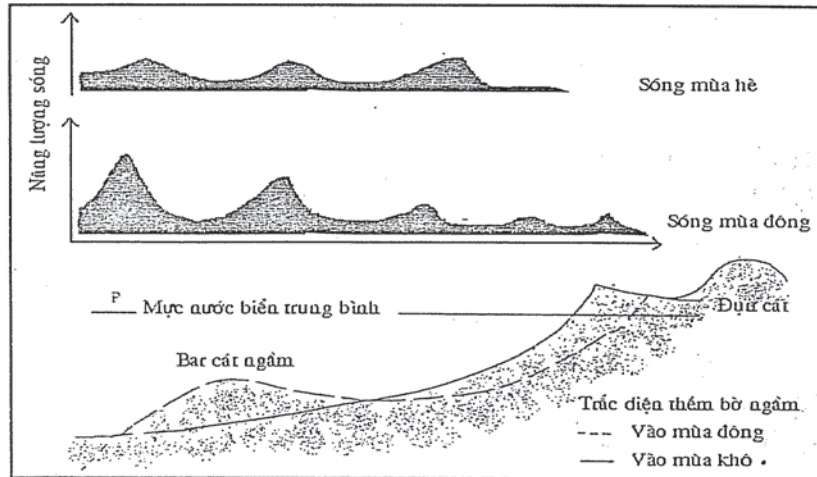
Hình 2. Quá trình bồi tụ và mở rộng bãi trong các tháng mùa hè [7]

40

- Cơ chế hình thành trắc diện cân bằng đáy bờ.

Đối ven biển là một hệ động, nhạy cảm, phần lớn trầm tích bãi biển thuộc nhóm đất rời (cát hạt vừa, nhỏ), nên địa hình rất dễ bị biến đổi để thích ứng với các mức năng lượng sóng khác nhau.

Do tính chất không đối xứng khi sóng tác động với địa hình đáy: tại khu vực sóng vỡ, lực di đẩy đáy e lại có hướng về phía bờ, tại đới sóng vỗ bờ, lực di đẩy đáy e lại có hướng ngược về phía sườn bờ ngầm; nên dòng bùn cát ngang có hướng ngược nhau ngay trong một chu kỳ tác động của sóng. Sự bù trừ lẫn nhau giữa năng lượng sóng, áp lực thủy tĩnh và trọng lực đã tạo nên một trắc diện cân bằng động. Khi cân bằng trắc diện đáy đã được thiết lập (phù hợp với một mức năng lượng sóng nhất định), hoạt động bồi, xói do cơ chế di chuyển ngang sẽ không có điều kiện để tiến triển. Tại trắc diện cân bằng này, độ dốc địa hình đáy phụ thuộc vào cấp hạt trầm tích và mức năng lượng của sóng. Khi độ cao sóng thay đổi, một trắc diện cân bằng mới nhanh chóng được thiết lập.



Hình 3. Sơ đồ minh họa hình thành trắc diện cân bằng đáy với các mức năng lượng sóng khác nhau [2], [6].

Hình 3, minh họa cho cơ chế hình thành trắc diện cân bằng đáy bờ ứng với các độ cao sóng khác nhau (sóng lớn vào mùa đông và sóng nhỏ vào mùa hè). Tương ứng mỗi mức năng lượng sóng, độ dốc sườn bờ ngầm có các giá trị khác nhau [6], [7].

Cơ chế cân bằng trắc diện đáy có vai trò lớn trong việc hình thành nên các dạng địa hình trong thềm bờ ngầm như đê cát, bãi cát ngầm ở cửa sông, bờ biển.

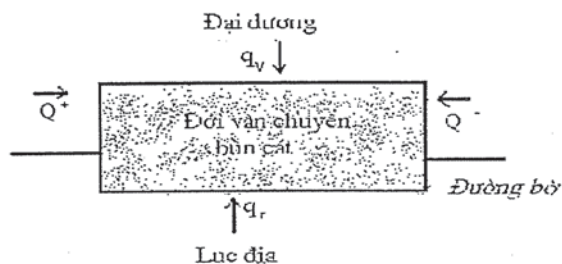
- Cơ chế cân bằng các dòng vận chuyển bùn cát.

Bồi tụ và xói lở bờ biển là hai quá trình trái ngược nhau trong cùng một quá trình, xảy ra do sự mất cân bằng về độ bền đất, đá dưới tác động của sóng, cụ thể hơn là do tương tác giữa các hạt trầm tích với năng lượng sóng, vận tốc dòng chảy trong đới sóng tác động. Nghiên cứu định lượng các mối quan hệ trên là vấn đề rất phức tạp. Phần lớn các công trình nghiên cứu bồi, xói vùng bờ biển cát ở Việt Nam cũng như trên thế giới đều dựa trên nguyên lý cân bằng bùn, cát đối với mỗi cung, mỗi đoạn bờ cụ thể [2], [3], [5], [6], [7].

Có khá nhiều nguồn cung cấp hoặc tiêu tán bùn, cát trong đới ven biển như: do vận chuyển của sông, mài mòn thềm đá gốc, do tác động gió (cát bay, cát chảy...) có nguồn gốc lục địa; từ sườn bờ ngầm, xói lở bờ có nguồn gốc từ biển. Tại đới ven

biển Bình - Trị - Thiên, do nguồn bùn, cát từ sông mang đến không đáng kể, nên tham gia chủ yếu vào các quá trình thủy thạch động lực chủ yếu là nguồn bùn cát có nguồn gốc từ biển. Các nguồn bùn cát còn lại thường mang tính cục bộ và có ý nghĩa không lớn đến quá trình bồi, xói bờ biển.

Yếu tố quyết định trực tiếp đối với hoạt động bồi xói chính là cân bằng bùn, cát.



Hình 4. Các dòng vận chuyển bùn cát.

Q^+ - Dòng dọc bờ qua trái, Q^- - qua phải.

Q_r - Dòng ngang ra biển, Q_v - vào lục địa

Quá trình biến đổi của đường bờ (bồi tụ hay xói lở) đều phụ thuộc vào cán cân bùn cát nội tại trong một cung đoạn bờ cụ thể, nghĩa là phụ thuộc hướng và lưu lượng của các dòng bùn cát. Trong khi đó, dòng bùn cát lại bị chi phối bởi các yếu tố động lực khác (sóng, dòng chảy sóng, dòng triều).

Có hai con đường vận chuyển bùn cát trong cùng một quá trình xảy ra trong đối tác động của sóng: về phía sườn bờ ngầm hoặc về phía lục địa do dòng bùn cát ngang, về phía các đoạn bờ lân cận do dòng bồi tích dọc bờ. Bờ được bồi tụ hay xói lở phụ thuộc vào tương quan lưu lượng bùn cát của các dòng bùn cát trên. Một trong những sơ đồ đơn giản minh họa quan hệ giữa các dòng bùn cát được thể hiện trên hình 4.

Đối với một cung đoạn bờ, có 3 trường hợp cơ bản về cân bằng bùn cát:

- Trường hợp 1 (TH1): $\Sigma q + \Sigma Q > 0$. Cán cân cân bằng dương, sẽ xảy ra tích tụ vật liệu tại đới gần bờ. Độ sâu và góc nghiêng của thềm biển giảm dần và bờ biển được bồi tụ.

- Trường hợp 2 (TH2): $\Sigma q + \Sigma Q = 0$. Cung đoạn bờ ở trạng thái cân bằng, không xảy ra sự tích tụ vật liệu hay bào mòn đáy, độ dốc trung bình thềm bờ không đổi, bờ biển vẫn giữ nguyên hiện trạng (không bồi, không xói).

- Trường hợp 3 (TH3): $\Sigma q + \Sigma Q < 0$. Cán cân cân bằng âm (lượng bùn cát mang đến không bù trừ được lượng mang ra khỏi khu bờ), xảy ra sự thiếu vật liệu vận chuyển, thềm biển bị bào mòn, nên độ sâu và độ dốc tăng dần, dẫn đến hiện tượng xói lở bờ gia tăng.

Nếu xét đến độ lớn và hướng của dòng bùn cát, có các trường hợp cụ thể sau:

- Trường hợp A (THA): $\Sigma q < 0$. Bùn cát ngang bờ bị tiêu tán về phía sườn bờ ngầm, thường diễn ra khi bờ biển chịu tác động của năng lượng sóng lớn, xảy ra vào mùa đông từ tháng X đến tháng III năm sau (tập trung trong tháng X đến tháng XII). Tại thời điểm đó, hướng vận chuyển ưu thế của dòng bùn cát dọc bờ từ phía bắc vào phía nam, song song với bờ biển với lưu lượng rất lớn, khi đó:

- + Trường hợp A1 (THA1): $\Sigma Q = 0$, dòng dọc bờ cân bằng nội tại trong khu bờ (lượng bùn cát dọc bờ đưa đến bằng lượng bùn cát mang ra khỏi bờ). Lượng bùn cát mất mát chủ yếu là dòng vận chuyển ngang bờ nên $\Sigma q + \Sigma Q < 0$ (TH3), bờ biển bị xói lở. Quá trình xói lở theo kiểu này thường xảy ra vào mùa đông trên phần lớn

chiều dài bờ biển khi gió bắc và đông bắc hoạt động mạnh, ngoại trừ các đoạn bờ được cấu tạo từ đá gốc.

+ Trường hợp A2 (THA2): $\Sigma Q < 0$, bùn cát còn bị mất mát ra khỏi bờ do dòng dọc bờ, nên $\Sigma q + \Sigma Q < 0$ (TH3). Khi đó, do sự tiêu tán cộng hưởng của hai dòng bùn cát dọc và ngang bờ, nên tốc độ xói lở bờ biển rất lớn. Xói lở bờ phía nam các cửa sông như cửa Thuận An, cửa Ròn, cửa Tùng..., vào các tháng mùa đông do tác động của sóng hướng bắc và đông bắc đều thuộc trường hợp này.

+ Trường hợp A3: (THA3): $\Sigma Q > 0$, bùn cát được tích tụ do dòng dọc bờ, rất ít khi xảy ra, nhưng có các trường hợp sau:

- $|\Sigma Q| < |\Sigma q|$ nên $\Sigma q + \Sigma Q < 0$ (TH3), lượng bùn cát tích tụ do dòng dọc bờ không bù đắp được lượng tiêu tán do dòng vận chuyển ngang bờ. Bờ biển tiếp tục xói lở, nhưng có cường độ nhỏ hơn so với đoạn bờ kế cận. Có thể xói lở bờ phía bắc các thềm đá gốc ở Vĩnh Thái (Quảng Trị), Vĩnh Mỹ, Vĩnh Hải (Thừa Thiên - Huế)..., trong các tháng mùa đông thuộc trường hợp này [1], [4].

- $|\Sigma Q| > |\Sigma q|$ nên $\Sigma q + \Sigma Q > 0$ (TH1), lượng mất mát do dòng bùn cát ngang được bù đắp bởi dòng dọc bờ, nên bờ biển vẫn được bồi tụ trong điều kiện động lực sóng mạnh ngay cả vào mùa đông, liên quan đến dòng chảy tổng hợp giữa dòng chảy biển và sông tại vùng cửa sông. Quá trình này xảy ra trong phạm vi hẹp ở bờ phía bắc các cửa sông, chẳng hạn các thềm bồi tụ nhỏ ở Bắc cửa Thuận An (vùng Hải Dương), cửa Nhật Lệ (vùng Hải Thành)... [1], [4].

- Trường hợp B (THB): $\Sigma q > 0$, dòng bùn cát ngang bờ mang đến từ phía sườn bờ ngầm bù đắp cho bãi biển khi sóng có độ cao nhỏ, thường xảy ra vào mùa hè từ tháng IV đến tháng IX. Vào thời điểm này, dòng bùn cát dọc bờ có hướng vận chuyển từ phía nam ra phía bắc khi gió mùa đông và đông nam hoạt động mạnh, khi đó:

+ Trường hợp B1 (THB1): $\Sigma Q = 0$ nên $\Sigma q + \Sigma Q > 0$ (TH1), bùn cát tích tụ chỉ do dòng ngang bờ nên bờ biển được bồi đắp. Quá trình bồi tụ này xảy ra trên suốt chiều dài bờ biển trong các tháng mùa hè.

+ Trường hợp B2 (THB2): $\Sigma Q > 0$, bùn cát tích tụ do dòng dọc bờ $\Sigma q + \Sigma Q > 0$ (TH1) nên bờ biển được bồi tụ. Trường hợp này tạo nên các dạng địa hình tích tụ ở vùng cửa sông như các bãi, đê cát dạng doi ở phía nam cửa Thuận An, cửa Nhật Lệ, cửa Gianh..., vào mùa hè, có thể quan sát rất rõ trên ảnh chụp bằng máy bay, ảnh viễn thám [1], [4].

+ Trường hợp B3 (THB3): $\Sigma Q < 0$, bùn cát tiêu tán do dòng dọc bờ rất ít xảy ra, có hai trường hợp cụ thể sau:

- $|\Sigma Q| > |\Sigma q|$ nên $\Sigma q + \Sigma Q < 0$ (TH3), lượng bồi tụ do dòng bùn cát ngang bờ không bù đắp được sự mất mát do dòng dọc bờ, nên hiện tượng xói lở bờ vẫn xảy ra ngay cả trong mùa hè. Trường hợp xói lở ở đoạn bờ phía bắc các công trình bảo vệ bờ biển (mỏ hàn...), bờ phía bắc các cửa sông như Hải Dương (cửa Thuận An), Hải Thành (cửa Nhật Lệ...) đều thuộc dạng trên [4].

- $|\Sigma Q| < |\Sigma q|$ nên $\Sigma q + \Sigma Q > 0$ (TH1), lượng bùn cát ngang bờ bồi tụ lớn hơn sự mất mát do dòng dọc bờ, bờ biển được bồi tụ.

3. Kết luận

- Tại đới ven biển Bình - Trị - Thiên, mặc dù sự định hướng của đường bờ, cấu trúc địa chất và chế độ sóng, gió tương đối đồng nhất, nhưng hoạt động bồi, xói lở bờ biển được phân hoá theo không gian, thời gian, diễn ra theo nhiều cơ chế bồi, xói khác nhau. Trong đó, cơ chế tương tác của sóng với trầm tích thềm bờ ngầm có ý nghĩa bao trùm các hoạt động bồi, xói bờ biển tại một thời điểm cụ thể. Hoạt động bồi, xói theo mùa được khống chế bởi cơ chế hình thành trắc diện cân bằng đáy bờ. Đặc biệt, cơ chế cân bằng các dòng vận chuyển bùn cát có vị trí chủ đạo trong các quá trình bồi, xói lở lâu dài nhằm xác lập một dạng hình học tối ưu của bờ biển cát.

- Sự biến động bờ biển không phụ thuộc trực tiếp vào lưu lượng của dòng bùn cát dọc bờ hoặc dòng bùn cát ngang bờ mà phụ thuộc chủ yếu vào tương quan giữa bùn cát mang đến và đi ra khỏi đoạn bờ. Điều này có thể giải thích tại sao trong điều kiện chế độ sóng gió ở đới ven biển Bình - Trị - Thiên tương đối đồng nhất, nhưng cường độ bồi, xói lở bờ biển vẫn diễn ra không giống nhau: xen kẽ các đoạn bờ bị xói lở mạnh là các đoạn bờ ổn định, thậm chí bồi tụ.

- Căn cứ vào tương quan giữa dòng bùn cát dọc và ngang bờ trong một khu bờ cụ thể, có thể thấy cơ chế bồi, xói ở vùng bờ biển cát xảy ra theo 3 trường hợp cơ bản và 6 trường hợp cụ thể. Dựa vào các trường hợp trên, có thể giải thích được cơ chế bồi, xói lở đã và đang diễn ra ở đới ven biển Bình - Trị - Thiên cũng như định hướng các giải pháp phòng tránh.

Tài liệu tham khảo

1. Trần Đình Lân. *Sử dụng tư liệu ảnh vệ tinh Alos để giám sát tại biển môi trường tự nhiên vùng ven biển tỉnh Thừa Thiên-Huế*, Báo cáo tổng kết đề tài cấp tỉnh, Hải Phòng, 2004, tr 51.
2. Lê Phước Trình. “*Nghiên cứu qui luật và dự đoán xu thế bồi tụ - xói lở vùng ven biển và cửa sông Việt Nam*”, Tuyển tập các báo cáo khoa học chuyên đề thuộc đề tài KHCN 06-08, Nha Trang, 1998, tr 282.
3. Trần Hữu Tuyên. “*Mối quan hệ giữa dòng bùn cát dọc bờ và hoạt động bồi xói bờ biển ở đới ven biển Bình - Trị - Thiên*”, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số 7(499) năm 2002, tr 31-38.
4. Trần Hữu Tuyên. *Nghiên cứu quá trình bồi, xói ở đới ven biển Bình - Trị - Thiên và kiến nghị các giải pháp phòng chống*, Luận án Tiến sĩ Địa chất, Hà Nội, 2003, tr 142.
5. Lưu Tỳ, Hoàng Xuân Nhuận và nnk. *Nghiên cứu các quá trình động lực vùng bờ biển mở*, Báo cáo tổng kết đề tài 48B-02-01, Hà Nội, 1991, tr 168.
6. Paul D.K. (1997), *Beach processes and sedimentation*, Second Edition Pub, Prentice Hall, New Jersey 07458, 468 pages.
7. Coastal Engineering Research Central (2002), *Shore protect manual (SPM)*, page1024.