

CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN DIỄN BIẾN BỜ BIỂN VÀ PHƯƠNG ÁN CÔNG TRÌNH BẢO VỆ BỜ BIỂN XÃ CẢNH DƯƠNG - QUẢNG TRẠCH - QUẢNG BÌNH

KS. NGUYỄN VIỆT THANH

Bộ môn Công trình Giao thông Thành phố

Khoa Công trình - Trường Đại học Giao thông Vận tải

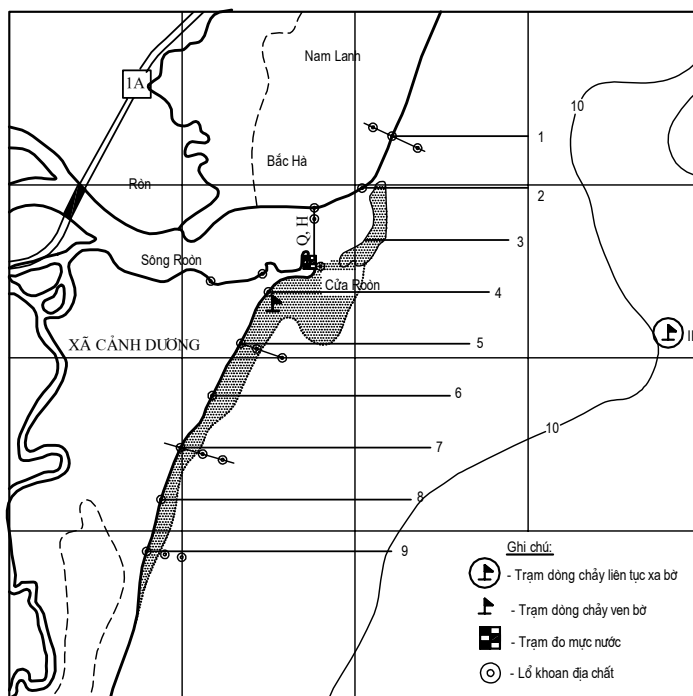
Tóm tắt: Báo cáo đưa ra các yếu tố ảnh hưởng đến diễn biến bờ biển và phương án công trình bảo vệ bờ biển xã Cảnh Dương, huyện Quảng Trạch, tỉnh Quảng Bình.

Summary: This report states influences of shoreline changes and a general plan of shore protection in Canhduong commune, Quangtrach district, Quangbinh province.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Xã Cảnh Dương, thuộc Huyện Quảng Trạch - Tỉnh Quảng Bình có tọa độ địa lý: $17^{\circ} 50' \div 17^{\circ} 52'$ vĩ độ Bắc, $106^{\circ} 26' 5'' \div 106^{\circ} 27'$ kinh Đông, với diện tích $3,0 \text{ km}^2$ nằm bên Quốc lộ 1A, bên bờ Nam sông Roòn và bờ biển Đông; có hơn 6000 dân, Cảnh Dương là một địa danh nổi tiếng, có lịch sử hơn 360 năm (thành lập năm Quý Mùi 1643), Cảnh Dương nổi tiếng với những chiến công đánh giặc giữ nước giữ làng, được Chủ tịch Hồ Chí Minh và Nhà nước phong tặng danh hiệu "Làng chiến đấu anh dũng".

Bờ biển phía Nam cửa sông Roòn thuộc xã Cảnh Dương từ vài chục năm lại đây có hiện tượng bị sạt lở nghiêm trọng trên một chiều dài lớn. Tốc độ xói lở bờ vùng trong những năm trước đây khá nhanh, đặc biệt vào thời kỳ có gió mùa Đông - Bắc, biển động mạnh, bờ biển bị lấn dần vào đất liền có khi lên tới $(1 \div 2) \text{ m/ngày đêm}$, hàng chục mét/năm.



Hình 1. Sơ đồ bố trí khảo sát khu vực ven biển xã Cảnh Dương

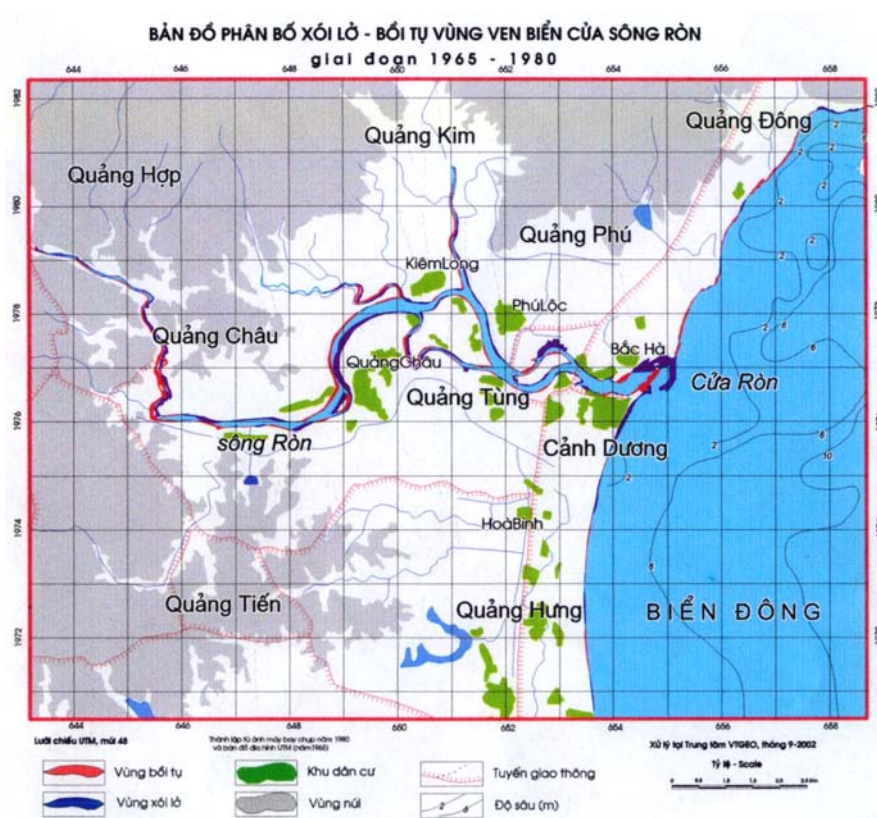
Cần làm rõ các quy luật diễn biến bờ biển khu vực xã Cảnh Dương, để từ đó đưa ra các phương án bảo vệ bờ biển nhằm hạn chế hiểm họa từ biển mang tới, ổn định đời sống nhân dân, phát triển kinh tế - xã hội.

Để phục vụ phân tích diễn biến bờ biển khu vực xã Cảnh Dương, đã tiến hành khảo sát địa hình, địa chất và thủy hải văn tại khu vực. Sơ đồ bố trí khảo sát như hình 1.

2. DIỄN BIẾN BỜ BIỂN KHU VỰC XÃ CẢNH DƯƠNG

2.1. Kết quả giải đoán trên các ảnh viễn thám diễn biến bờ biển xã Cảnh Dương

a. Giai đoạn 1965 ÷ 1980 (hình 2)



Hình 2. Biến động đường bờ biển Cảnh Dương giai đoạn 1965 - 1980

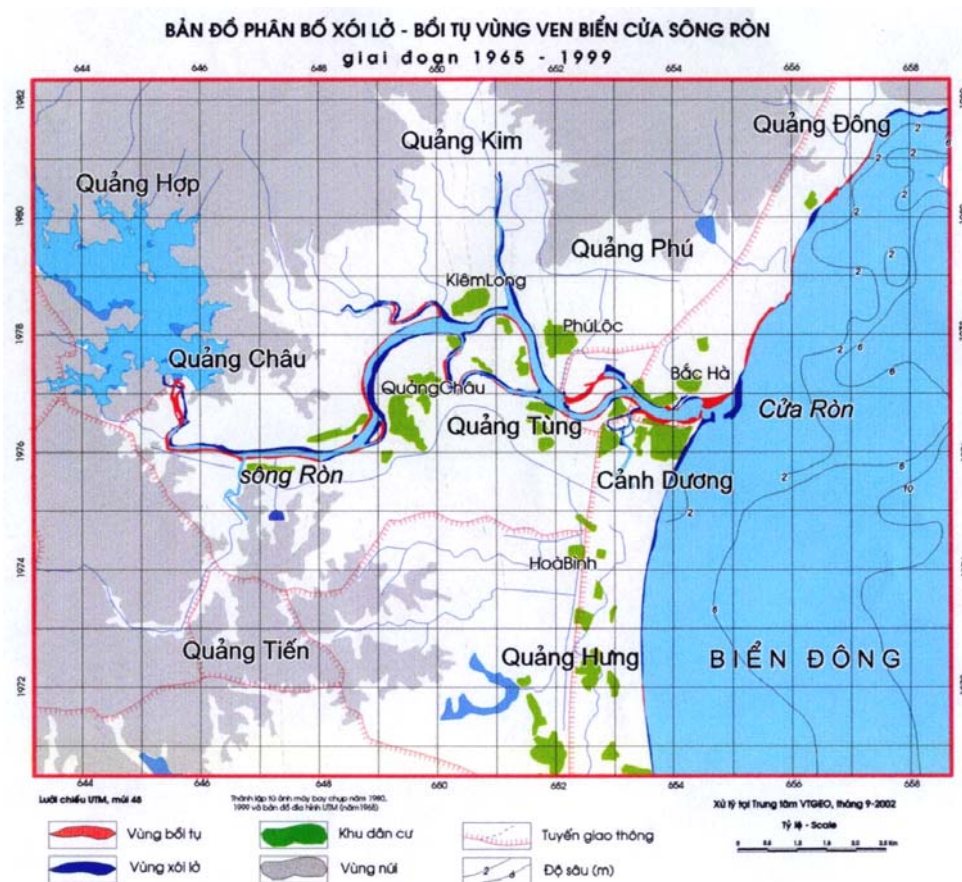
Giai đoạn này quá trình xói lở và tích tụ xen kẽ nhau. Ở giai đoạn này, doi cát nổi ở khu vực Bắc cửa sông (mũi Cái Vụng) được hình thành vào những năm 1960 đã bị mất đi thành một bãi ngầm vào những năm 1980. Khu vực bờ Nam cửa sông thuộc xã Cảnh Dương bị xói lở trên một chiều dài cỡ 1 km với tốc độ với tốc độ xói trung bình là 13,1 m/năm. Tuy nhiên, cùng một giai đoạn trên bãi biển mài mòn tích tụ bờ phía Nam phát triển dài thêm được theo hướng Bắc 250 m (với vận tốc gần 14 m/năm) và rộng khoảng 50 m.

Bãi này còn được hình thành dưới dạng một dải hẹp gần 20 m kéo dài khoảng 2.5 km về hướng Nam. Ở bờ Bắc Cửa Ròn cùng hệ thống biển động trong giai đoạn này: Khu vực bờ biển kéo dài từ cửa sông vào trong khoảng 700 m bị bào mòn nhẹ với tốc độ trung bình 3.2 m/năm. Tuy nhiên, đoạn bờ sông tiếp theo đó với chiều dài khoảng 600 m lại được bồi với tốc độ trung bình 5,6 m/năm.

b. Giai đoạn 1980 - 1999 (hình 3)

Mũi bờ Bắc được bồi với tốc độ bồi tụ 40 m/năm. Đoạn bờ sông tiếp nối về phía thượng lưu dài gần 700 m bị xói trung bình 6 m/năm, đoạn bờ biển tiếp nối về phía Bắc bị xói với vận tốc 2 m/năm.

Như vậy sau 19 năm từ 1980 - 1999, bãi biển khu vực này bị thu hẹp khoảng 15 – 20 m. Ngược lại với mũi phía bắc, mũi cát phía Nam cửa Ròn bị bào mòn và đến cuối những năm 80 đầu 1990 thì mũi cát này mất hẳn, trở lại vị trí của những năm 1965. Một đặc điểm nổi bật ở khu vực cửa sông này là các cồn cát ngầm (bar) phát triển mạnh hơn và các doi cát cửa sông kém phát triển hơn, nguyên nhân do động lực biển (thủy triều, sóng) chiếm ưu thế hơn sông.



Hình 3. Biến động đường bờ biển Canh Dương giai đoạn 1965 - 1999

2.2. Tính toán chuyển động bùn cát và bồi xói dọc bờ

2.2.1. Phương pháp tính toán

Trên quan điểm cho rằng các quá trình vận chuyển bồi tích xảy ra chủ yếu trong đối sóng đổ. Đối với sự ổn định của bờ cát như Cảnh Dương dòng bồi tích dọc bờ do sóng đóng một vai trò đặc biệt quan trọng. Tính toán được tiến hành theo ba phương pháp sau:

a) Tính theo phương pháp ứng suất dựa trên giả thiết: Dòng bùn cát tỷ lệ với độ chênh lệch ứng suất đáy τ và ứng suất tới hạn τ_{cr} .

b) Tính theo phương pháp năng lượng CERC (Coastal Engineering Research Center).

c) Tính toán từ số liệu thực đo.

Khu vực Cảnh Dương - Cửa Roòn với đường bờ là hai phía sông tạo với hướng Bắc một góc từ 250° đến 300° vì vậy sóng từ biển khơi đi vào vùng này chủ yếu từ phía Đông và Đông Nam. Do không có số liệu quan trắc sóng nhiều năm tại một chỗ, tần suất sóng chế độ tại lưu vực nghiên cứu được tính theo phương pháp ngoại suy trạm quan trắc lân cận.

2.2.2. Kết quả tính toán

a. Kết quả tính toán theo phương pháp ứng suất với đường kính hạt $d = 0.025$ cm, độ dốc bờ $i = 0.030$

Dòng hướng Bắc = $209404 \text{ m}^3/\text{năm}$, Dòng hướng Nam = $- 799495 \text{ m}^3/\text{năm}$

Dòng tổng cộng = $1008898 \text{ m}^3/\text{năm}$, Dòng thực (net) = $- 590091 \text{ m}^3/\text{năm}$

CT 2

b. Kết quả tính toán theo phương pháp năng lượng với đường kính hạt $d = 0.025$ cm, độ dốc bờ $i = 0.030$

Dòng hướng Bắc = $609983 \text{ m}^3/\text{năm}$, Dòng hướng Nam = $- 2605185 \text{ m}^3/\text{năm}$

Dòng tổng cộng = $3215168 \text{ m}^3/\text{năm}$, Dòng thực (net) = $- 1995202 \text{ m}^3/\text{năm}$

So với kết quả đo đạc bãi biển Cảnh Dương (1992 - 1993) ta có thể nhận thấy phương pháp ứng suất cho kết quả gần thực tế hơn một phần do phương pháp này đã tính đến yếu tố khởi động hạt cát và nhiều tham số (độ dốc bãi, kích thước hạt) mà phương pháp năng lượng CERC chưa đề cập đến. Tuy nhiên, về định hướng cả hai phương pháp đều cho kết quả dòng bồi tích Q đi về phía Nam đều có độ lớn xấp xỉ gấp 3 lần dòng ngược lại. Kết quả lệch tâm của cân bằng bùn cát tại lưu vực cho thấy một phần nguyên nhân xói lở bùn cát tại lưu vực nghiên cứu.

c. Tính toán từ số liệu thực đo

Dựa theo kết quả đo 9 mặt cắt địa hình bãi triều khu vực ven bờ biển Cửa Roòn - Cảnh Dương có thể cho thấy một số đặc điểm nổi bật như sau:

- Độ dốc trung bình bãi tính từ bờ ra của tất cả các mặt cắt đo đạc đều dao động trong phạm vi $i = 0,015 - 0,0$. Đặc biệt có một số mặt cắt (Mc6 - Mc7 - Mc9) trị số i dốc hơn đạt 3% đến 5% vì tồn tại ở đây những mái dốc dựng đứng gần điểm cách bờ 20 m.

- So với kết quả đo trong điều kiện mùa hè (8/1992) các mặt cắt đo được trong thời kỳ 12/1992 đều bị xói. Xét về hình dạng đặc thù xói có thể thấy hầu hết các bãi đều bị hạ thấp trong thời kỳ từ tháng 8 - 12/1992 có dạng phổ biến là các mỏm cao đặc trưng cho các mặt cắt mùa hè đều bị cắt. Dạng bồi xói xen kẽ dọc theo hướng bờ ra biển chỉ thấy xảy ra ở các mặt cắt nằm ở phía Bắc Cửa Ròn.

- Thời kỳ từ tháng 12/1992 đến tháng 8/1993 tại hầu hết các mặt cắt bãi được bồi trường hợp xói chỉ xảy ra ở một số phần sát bờ thuộc mặt cắt bãi phía Bắc Cửa Ròn.

- Dạng bồi xói xen kẽ theo hướng bờ ra biển chỉ thấy xảy ra tại một mặt cắt phía Bắc Cửa Ròn (Mc1) trong thời kỳ từ tháng 8/92 đến tháng 12/92. Từ đây có thể thấy quy luật là trong thời gian trên dòng bồi tích vận chuyển theo hướng dọc bờ là chính còn hướng vuông góc với bờ là rất yếu.

- Khối lượng bồi xói bãi được tính cho kết quả ở bảng 1.

Bảng 1

Bảng tính khối lượng bồi xói $Q(m^3)$ bãi biển Cảnh Dương - Quảng Bình

Thời kỳ và vị trí bãi	Thời kỳ mùa đông 8/1992 - 12/1992	Thời kỳ từ 12/1992 - 8/1993	Tính cho cả năm 8/1992 - 8/1993
Bắc cửa Ròn (m/c 1 - 3)	- 269.361	- 126.603	- 395.965
Nam Cửa Ròn (m/c 4 - 9)	- 109.716	+ 730.883	+ 621.167
Chung toàn bãi (từ m/c 1 - 9)	- 172.994	+ 551.766	+ 78.772

Chú thích $Q +$: bồi; $Q -$: xói

- Kết quả tính bồi xói cho thấy tính chung cả năm 8/1992 - 8/1993 toàn bãi biển được bồi 78.772 m³. Tuy nhiên, phần bãi phía Bắc Cửa Ròn bị xói mà phía Nam Cửa Ròn được bồi. Bãi bị xói mạnh trong thời kỳ mưa bão và gió Đông Bắc 8/1992 - 12/1992.

- Kết quả trên cũng cho thấy bãi phía Nam Cửa Ròn - Cảnh Dương chỉ bị xói bởi điều kiện thời tiết đặc biệt (gió mùa mạnh, bão) còn trong điều kiện thời tiết bình thường - biến động bãi phía Nam Cửa Ròn - Cảnh Dương không lớn.

3. CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN DIỄN BIẾN BỜ BIỂN XÃ CẢNH DƯƠNG

3.1. Ảnh hưởng của cửa sông Ròn

Dựa trên phân tích biến đổi hình thái cửa sông thời kỳ 1965 - 1990, có thể thấy rằng do hệ thống sông Ròn phần lớn nằm trong vùng đá vôi nên khả năng xâm thực nhỏ, lượng phù sa mang ra biển hàng năm nhỏ (0.035 triệu tấn/năm) độ đục bình quân 75 g/cm³. Kết luận trên cũng phù hợp với số liệu đo trong thời kỳ 1990 - 1993. Thời gian xói lở toàn bãi xảy ra thường từ tháng 7 đến tháng 12 dương lịch, trong thời gian này hồ Vực Tròn hầu như xả hết nước về hạ lưu. Điều đó chứng tỏ việc xây dựng hồ Vực Tròn hầu như không ảnh hưởng tới việc xói lở tại

vùng ven biển Cửa Roòn - Cảnh Dương. Vùng cửa Roòn nằm ở trong vùng có chế độ nhật triều không đều biên độ triều dao động từ $1,8 \div 2,0$ m. Do đó độ dốc dòng sông lớn, nằm ở vùng núi giáp với biển nên giới hạn truyền triều vào sông không lớn (nhỏ hơn 10 km).

3.2. Ảnh hưởng của dòng bồi tích do sóng

Dựa trên kết quả phân tích chế độ sóng và tính toán dòng bồi tích ta thấy tại khu vực nghiên cứu tồn tại dòng bồi tích lớn và có sự mất cân bằng bùn cát. Dòng bồi tích đi về hướng Nam (Q_{rt}) lớn gấp ba lần dòng ngược lại (Q_{lt}). Sự mất cân bằng này là nguyên nhân gây xói lở nhất là khi có một nhân tố nào đó làm tắc nghẽn dòng Q_{rt} từ Bắc Cửa Roòn xuống: như mũi bờ Bắc Cửa Roòn được bồi phần làm tắc nghẽn dòng bồi tích đi từ phía Bắc xuống khu vực Cảnh Dương.

3.3. Ảnh hưởng của thời tiết đặc biệt

Theo số liệu đo đạc khảo sát và thống kê cho thấy cường độ xói lở lớn, bãi khu vực biển động mạnh chỉ xuất hiện với điều kiện thời tiết đặc biệt: Gió mùa Đông Bắc mạnh, bão mạnh đổ bộ vào lưu vực (đáng kể nhất trong những năm gần đây là cơn bão CECIL 16/10/1985 - tốc độ gió cực đại gần tâm bão > 40 m/s $\approx$ cấp 13, gây nước dâng tại cửa Gianh lúc 8 h ngày 16/10/1985, $H_{ND} \approx 1.5$ m. Nước biển dâng cao đã tạo điều kiện cho sóng ảnh hưởng sát bờ gây sạt lở bãi rất nghiêm trọng. Trong điều kiện thời tiết không diễn biến phức tạp bãi biển tại đây không có biến động đáng kể trong chu kỳ 1 năm (tài liệu khảo sát năm 1992 - 1993).

Sử dụng phương pháp tính mực nước cực trị tuân theo hàm phân bố Gumbell loại 1 đã tính được cực trị dao động mực nước triều với các chu kỳ lặp khác nhau như bảng 2 thể hiện.

CT 2

Bảng 2

Mực nước triều với các chu kỳ lặp khác nhau

Chu kỳ lặp [năm]	5	10	20	30	50	75	100
Cực đại thủy triều [cm]	101	104	106	108	110	111	112

3.4. Ảnh hưởng của dòng chảy

Dòng chảy ven do sóng chủ yếu sinh bởi năng lượng sóng, thường có vận tốc khá lớn, chúng còn chịu ảnh hưởng của tổ hợp: sóng dòng triều, dòng chảy gió xảy ra ngay vùng sát bờ, bãi biển.

Tại bãi biển Cảnh Dương đã tiến hành 3 đợt đo dòng chảy ven loại này nhằm xác định trị tuyệt đối của chúng trong những điều kiện về sóng, gió, địa hình, cụ thể. Các kết quả trên sẽ phục vụ tính toán giá trị cực trị của chúng khi có điều kiện thời tiết đặc biệt như gió mùa mạnh, bão. Thời kỳ tháng 8/1992, dưới tác động của gió nhẹ chiều cao sóng $H_{1/3} = 0,6$ m, tốc độ dòng này đo được $V_{max} = 14$ cm/s. Trong đợt gió mùa Đông Bắc ngày 15 - 16/12/1992 với các tham số $W_{gió} = 5.4$ m/s, $H_{1/3} = 1.43$ m trị số dòng chảy ven đạt xấp xỉ 30 cm/s. Các đợt đo tiếp theo tháng 8/1993 rút ra một quy luật là: với cùng một điều kiện biên khí tượng như nhau dòng chảy loại này có xu thế nhỏ dần từ cửa sông xuống phía Nam (cuối làng Cảnh Dương).

Dựa trên các kết quả đo thu được ta có thể nhận thấy dòng chảy ven dọc bờ ở lưu vực chỉ có ý nghĩa đáng kể trong việc vận chuyển bùn cát dọc bờ chỉ trong các tình thế thời tiết đặc biệt: bão hoặc gió mùa Đông Bắc mạnh.

Kết quả phân tích ảnh viễn thám, hàng không trong những năm gần đây cho thấy doi cát phía Nam cửa sông Roòn bị xói và hầu như mất hẳn, trong khi mũi bờ Bắc được bồi kéo dài về phía Nam. Thực trạng hình thái của cửa Roòn tại bình đồ đo năm 8/1993 của Viện Khoa học Thủy lợi Quốc Gia. Bề rộng lạch cửa Roòn thu hẹp và nông dần, trước đây sâu khoảng 3.0 m, nhưng hiện nay lúc nước nông có thể lội được. Theo nhân dân, lạch phụ xuất hiện sau cơn bão 8/1987, hiện nay lạch phụ này có mực nước sâu hơn lạch chính. Theo số liệu trạm liên tục tại cửa sông 8/1993: Khi triều xuống hướng chảy 90° , vận tốc 140 cm/s thúc thẳng ra theo lạch phụ vào sông (hướng $200^{\circ} - 210^{\circ}$) vận tốc 80 cm/s. Bãi cát nổi 3 hình thành hàng năm. Dòng chảy có xu hướng ép mạnh về bờ phía Nam phát triển theo lạch phụ, chính động lực này đã làm xói bãi làng Cảnh Dương.

4. PHƯƠNG ÁN CÔNG TRÌNH BẢO VỆ BỜ BIỂN XÃ CẢNH DƯƠNG

4.1. Phân tích chung

Do đối tượng bảo vệ có tầm quan trọng vừa phải, khó có thể cho phép thiết kế những công trình đòi hỏi mức độ đầu tư quá lớn. Nhưng hiệu quả kỹ thuật chống xói lở là phải bảo đảm. Vì vậy, quy hoạch tổng thể cần xét toàn diện, có phương án tương đối hoàn chỉnh, nhưng thông qua sử dụng vật tư, công nghệ thích hợp với điều kiện kinh tế hạn chế, và phân kỳ, phân đoạn đầu tư hợp lý để bảo đảm tính khả thi.

Để bảo vệ chống xói lở cho bờ biển xã Cảnh Dương cần kết hợp giữa "thủ" và "công": điều chỉnh dòng chảy, giảm sóng từ xa v.v...

Dựa trên nguyên tắc làm việc của các loại đề giảm sóng, mỏ hàn, đề phức hợp để lựa chọn các sơ đồ bố trí phù hợp với địa hình và điều kiện động lực trong khu vực.

4.2. Các tham số thiết kế

1. Cấp công trình: Cấp III (theo cấp đề biển).

2. Mực nước cao thiết kế:

$$Z_{5\%} = + 1,06 \text{ m (hệ cao độ HN-72);}$$

Mực nước thấp thiết kế:

$$Z_{90\%} = - 0,50 \text{ m (hệ cao độ HN-72);}$$

3. Sóng thiết kế công trình:

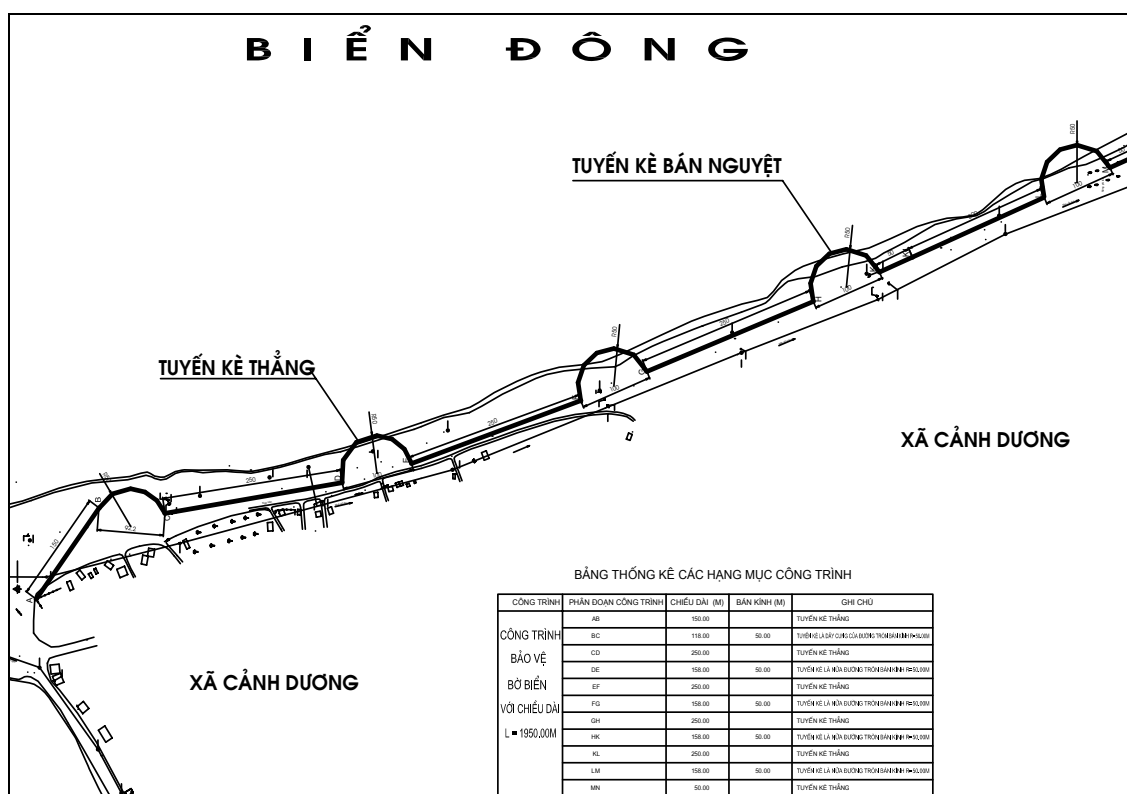
$$H_{s_{1/3}} = 2,88 \text{ m;}$$

4. Nước dâng $H_{nd} = 1,10 \text{ m}$

CT 2

7. Tuyến chính trị: Vạch bám theo đường bờ hiện nay, có điều chỉnh hợp lý.

Trên toàn bộ chiều dài 1950 m từ cửa Ròn xuống phía Nam xã Cảnh Dương, bố trí công trình bảo vệ bờ biển. Dọc tuyến công trình xen giữa những tuyến thẳng cứ cách 250 m bố trí tuyến kè nửa hình tròn có bán kính 50 m với mục đích công trình làm việc như một mỏ hàn tạo nên sự ổn định của đường bờ. Phương án này có tính chất "*chủ thủ*" đối với biển.



Hình 4. Bố trí tổng thể công trình phương án 1

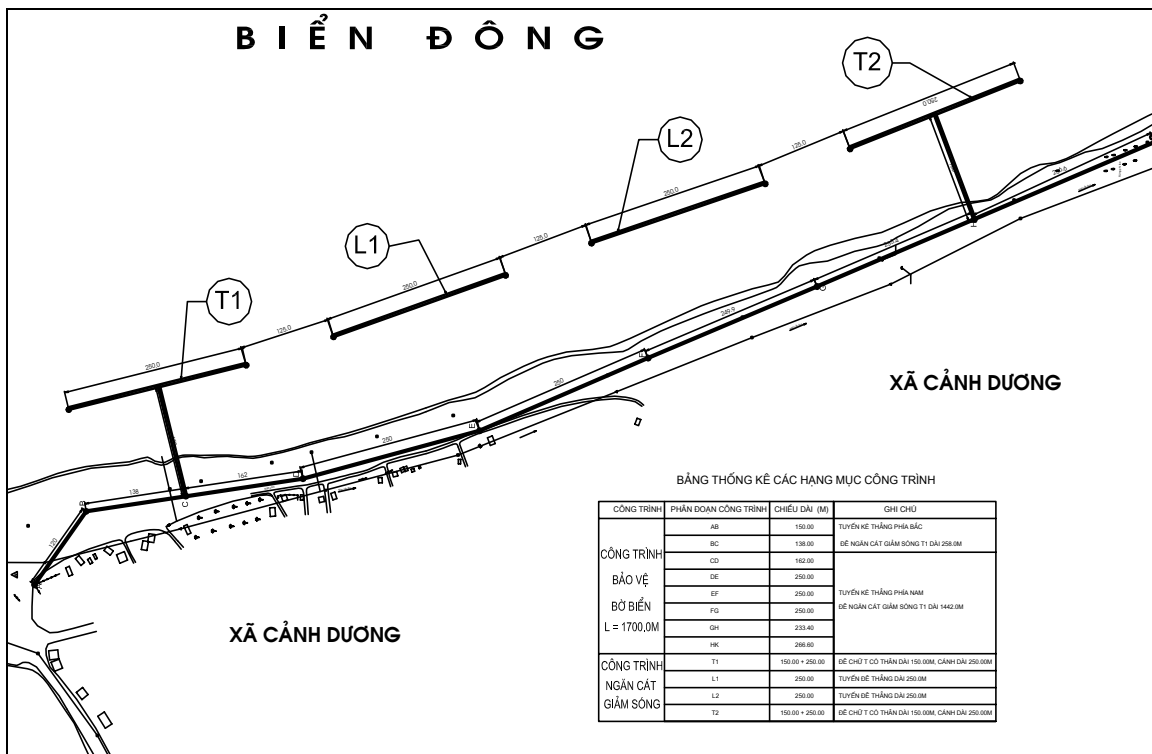
- Kè bảo vệ bờ biển A-B-C dài 258,0 m;
- Kè bảo vệ bờ CDEFGHK dài 1442,0 m;
- Mỏ hàn dạng T_1 và T_2 có thân kè 150 m và cánh kè dài 250 m;

- Đê ngăn cát giảm sóng L₁ và L₂ có chiều dài đê 250 m;
- Tuyến công trình được dựa trên đường đồng mức - 2,00 m.

Đây là phương án bố trí "công", "thủ" toàn diện.

4.5. Tiêu chuẩn lựa chọn phương án công trình bảo vệ bờ biển xã Cảnh Dương

1. Tính tổng thể, đồng bộ trong giải pháp.
2. Tính phù hợp với điều kiện cụ thể về địa hình, địa chất, thủy hải văn.
3. Kinh nghiệm xây dựng của địa phương.
4. Tính tôn tạo cảnh quan.
5. Kinh phí rẻ hơn.
6. Phù hợp quy hoạch trong tương lai của xã Cảnh Dương.



Hình 5. Bố trí tổng thể công trình phương án 2

4.7. Kết quả lựa chọn

Dựa vào các tiêu chuẩn lựa chọn phương án trên, từ đó phân tích, đánh giá các ưu nhược điểm, xem xét mối tương quan giữa đặc điểm kinh tế - kỹ thuật của từng phương án có thể nhận xét như sau:

- Cả hai phương án bố trí đều có tính khả thi cao, đều đáp ứng được các tiêu chuẩn lựa chọn đã nêu, mỗi phương án lại có ưu, nhược điểm riêng thích hợp trong những hoàn cảnh khác nhau.

- Phương án bố trí thứ nhất tuy có kinh phí phù hợp hơn nhưng mới chỉ mang tính chất bảo vệ, tránh các tác động trực tiếp trước mắt.

- Phương án thứ hai có tính chất "công", "thủ" toàn diện nhưng kinh phí lại tương đối cao, khó có thể đáp ứng được khi đối tượng bảo vệ có tầm quan trọng vừa phải.

- Phương án thứ nhất là phương án đã đưa ra giải pháp điều chỉnh đường bờ. Xu hướng của tuyến bố trí công trình là làm cho bãi biển có xu thế lấn biển. Kết cấu các công trình không quá phức tạp, có thể tận dụng các vật liệu địa phương và đều đã được ứng dụng thực tế ở Việt Nam cho kết quả khả quan. Phương án này có kinh phí vừa phải, có thể chấp nhận được.

Do vậy, chọn phương án 1 làm phương án xây dựng công trình.

5. KẾT LUẬN

1. Khu vực cửa Roòn, bờ biển Cảnh Dương, Quảng Bình thật sự cấp thiết có một thiết kế quy hoạch tổng thể để khai thác tổng hợp tốt nhất, lâu dài nhằm phát huy các thuận lợi đã có, khắc phục và hạn chế các khó khăn đã và đang xảy ra, phục vụ phát triển kinh tế - xã hội.

2. Điều kiện tự nhiên vùng dự án phức tạp, yếu tố lũ sông, và sóng biển đều rất ác liệt, cần có những giải pháp công trình được thiết kế trên cơ sở khoa học chắc chắn, số liệu có độ tin cậy cao, nếu không sẽ có thể gây phản tác dụng hoặc lãng phí đầu tư.

3. Diễn biến bờ biển ở vùng dự án xảy ra với sự khác biệt lớn cả về lượng và về chất theo thời gian và không gian, cần nghiên cứu để dựa theo thể sông, thể biển, bố trí công trình hợp lý, tác động vào thời kỳ thích hợp để tạo ra hiệu quả kỹ thuật và kinh tế tốt nhất.

4. Yếu tố sóng trong gió mùa Đông Bắc, tác động vuông góc với bờ là yếu tố quan trọng nhất trong động thái vùng cửa sông ven biển Cảnh Dương. Bùn cát có cả di chuyển dọc bờ, có cả di chuyển vuông góc với bờ, trong đó lượng bùn cát chuyển động dọc bờ lớn hơn.

Tài liệu tham khảo

[1] Phạm Văn Giáp, Lương Phương Hậu. Chính trị cửa sông ven biển. Nhà xuất bản Xây dựng, 1996.

[2] Lương Phương Hậu (chủ biên), Hoàng Xuân Lượng, Nguyễn Sỹ Nuôi, Lương Giang Vũ. Công trình bảo vệ bờ biển và Hải đảo. Nhà xuất bản Xây dựng, 2001.

[3] Viện Khoa học Thủy lợi. Dự án khả thi Công trình chống xói lở khu vực xã Hải Trạch, huyện Bố Trạch, tỉnh Quảng Bình. 2002.

[4] Viện Khoa học Thủy lợi. Dự án điều tra cơ bản biến động hình thái dải ven biển Bắc Bộ và Trung Bộ. 1999-2004.

[5] Dike and Revetments - Edited by K. W. Pilarczyk - Delft Hydraulics, 1998 ♦