Mô hình hoá diễn biến cửa Nhật Lệ

Vũ Tuấn Anh [46 B)]
GV hướng dẫn: PGS.TS. Vũ Minh Cát, Th.S Nguyễn Quang Chiến

Tóm tắt. Diễn biến xói bồi của các cửa sông ven biển là một vấn đề hết sức cấp thiết trong quy hoạch và phát triển kinh tế vùng ven biển. Quá trình bồi lắng ở các cửa sông làm ảnh hưởng rất lớn đến giao thông thủy vào mùa kiệt, còn quá trình xói lở ảnh hưởng đến khu vực dân cư sinh sống ở quanh đó. Chính vì vậy cần có những nghiên cứu đánh giá chi tiết. Trong bài nghiên cứu này chúng tôi dựa trên những tài liệu thực đo về sóng, về địa hình, về dòng chảy và ứng dụng mô hình Xbeach và một số công cụ khác để xem xét đánh giá xu thế biến đổi của cửa sông ven biển, cụ thể là cửa Nhật Lệ. Từ đó giúp đưa ra những giải pháp trong tương lai.

1. Giới thiệu chung

Diễn biến ở các cửa sông hiện nây đang là một vấn đề rất cấp bách ở nhiều nước trên thế giới có nhiều cửa sông đổ ra biển trong đó có Việt Nam. Với đặc điểm bờ biển dài trên 3000 km chạy dọc đất nước từ Bắc vào Nam, trung bình khoảng 20 km lại có cửa sông đổ ra biển, thì vấn đề diễn biến ở cửa sông càng cần có những nghiên cứu chi tiết cụ thể. Trong bài nghiên cứu này chúng tôi đi sâu vào nghiên cứu diễn biến cửa Nhật Lệ thuộc khu vực thành phố Đồng Hới tỉnh Quảng Bình.

Nhật Lệ là cửa sông đổ ra biển của sông Kiến Giang. Đây là con sông có diện tích lưu vực là 2650 km2, nằm trong vùng trũng của duyên hải trung bộ. Địa hình lưu vực sông chủ yếu là đồi núi thấp, độ cao bình quân lưu vực đạt 234 m với độ dốc là 20,1%. Lưu vực có hình tròn, là tập hợp của hai nhánh sông Kiến Giang và Đại giang. Nhánh sông Kiến Giang có chiều dài là 96 km chảy theo hướng Tây Bắc – Đông Nam chạy song song với đường bờ biển được ngăn cách với biển bằng dãy đụn cát cao ở phần hạ du. Nhánh sông Đại Giang chảy theo hướng Tây Nam – Đông Bắc với chiều dài là 93 km. Bề mặt lưu vực bị chia cắt mạnh nên mạng lưới sông khá phát triển với mật độ lưới sông là 0,84 km/km2 Phần hạ lưu sông thuận lợi cho việc tập trung nước nên dễ bị úng ngập trong mùa mưa. Trong những năm gần đây cửa sông bị bồi lấp do doi cát phía Nam cửa sông phát triển gây cản trở giao thông, thoát lũ và gây xói lở bờ trái uy hiếp các công trình dân sinh kinh tế của thành phố Đồng Hới, tỉnh Quảng Bình.

Hình 1: Cửa sông Nhật Lệ

2. Mục đích và nhiệm vụ của bài nghiên cứu

2.1. Mục đích

Hiện nay quá trình bồi lấp ở cửa sông Nhật Lệ là rất nghiêm trọng, nó ảnh hưởng trực tiếp tới hoạt động kinh tế của ngư dân trong khu vực. Đặc biệt là trong mùa cạn các doi cát phía ngoài cửa sông nhô lên khá cao, làm cho cửa sông bị thu hẹp lại, dẫn tới các tàu thuyền không thể ra vào qua cửa sông được. Vì vậy mục đích của bài nghiên cứu này là mô hình hoá đường bờ biển bằng mô hình thuỷ động lực hai chiều xbeach, nghiên cứu đánh giá bồi lấp cửa sông trong mùa cạn, từ đó xác định được những vị trí bồi lấp lớn.

2.2. Nhiệm vụ

Nhiệm vụ chính trong bài nghiên cứu này bao gồm các phần sau:

- Xử lý số liệu đầu vào bao gồm tài liệu sóng, tài liệu địa hình...
- Ứng dụng mô hình xbeach vào tính toán diễn biến đường bờ biển chỉ xét đến ảnh hưởng của sóng ngoài biển không kể đến lưu lượng từ trong sông chảy ra.
- Xác định những vị trí xảy ra hiện tượng bồi lấp lớn.

2.3. Tài liệu phục vụ tính toán

- Tài liệu về sóng (Tài liệu thực đo sóng tại trạm Cồn Cỏ từ năm 1980 đến năm 1990)
- Tài liệu địa hình: Bình đồ khu vực cửa Nhật Lệ, các mặt cắt địa hình.
- Tài liệu về điều kiện kinh tế xã hội ....

3. Ứng dụng mô hình Xbeach vào mô phỏng diễn biến cửa sông Nhật Lệ

Xbeach là một mô hình thuỷ động lực học hai chiều áp dụng mô phỏng cho bờ biển nhưng trong bài nghiên cứu này mô hình được dùng vào mô phỏng đường bờ biển ở vùng cửa sông không kể đến lưu lượng từ trong sông chảy ra.

Các thông số đầu vào chạy mô hình bao gồm;

- Thông số về sóng: chiều cao sóng, chu kỳ sóng, góc sóng tới
- Thông số về địa hình: độ sâu của tâm các ô lưới.
- Các thông số về thuỷ lực khác
- Lưới toạ độ x,y

3.1. Xử lý số liệu sóng

* Tính toán chiều cao sóng hình thái.

Từ các tài liệu sóng đo đạc tại trạm Cồn Cỏ từ năm 1980 đến năm 1996.

Sử dụng công thức

$$H_{mor} = \left(\frac{1}{n} \sum_1^n H_S(i)^k \right)^{1/k} \qquad (1)$$

Trong đó:

H_{mor} = Chiều cao sóng hình thái (m)

K : Hệ số mối quan hệ giữa vận chuyển bùn cát và chiều cao sóng; k = 2,5

H_S : Chiều cao sóng có nghĩa (m)

Do ứng với bờ biển đang xét có chiều tạo với hướng đông một góc 120^0 nên các thành phần hướng sóng có tác động gây vận chuyển bùn cát chủ yếu là hướng N, NE, E, SE, S. Theo công thức (1) ta chia các khoảng hướng sóng để tính H_{mor} như sau:

60 ÷ 30	**30 ÷ 0**	**0 ÷ -30**	**-30 ÷ -60**	**-60 ÷ -90**	**-90 ÷ -120**

Các hướng sóng chủ yếu với phương vuông góc với đường bờ các góc như sau:

N	NE	E	SE	S
60^0	15^0	-30^0	-75^0	-120^0

Áp dụng công thức (1) ta lập bảng tính trong excel và được kết quả như sau:

	Từ -120 đến -90	Từ -90 đến -30	Từ -30 đến 0	Từ 0 đến 30	Từ 30 đến 60
n	20	50	79	31	19
H	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375
P	0.279134682	0.697836706	1.102581996	0.432658758	0.265177948
DIR	-73.317	-43.33	-16.785	16.664	45.006
H^2.5*n	1.722297475	4.305743688	6.803075028	2.669561087	1.636182602
n	63	289	377	140	53
H	0.675	0.675	0.675	0.675	0.675
P	0.87927425	4.033496162	5.261688765	1.953942777	0.739706909
DIR	-75.996	-45.292	-17.706	16.703	47.349
H^2.5*n	23.58305053	108.1825651	141.123969	52.40677896	19.83970918
n	33	178	285	116	49
H	0.875	0.875	0.875	0.875	0.875
P	0.460572226	2.484298674	3.977669225	1.618981158	0.683879972
DIR	-84.411	-41.378	-16.322	12.835	41.543
H^2.5*n	23.6338281	127.4794364	204.1103336	83.07648667	35.09265385
n	33	276	460	245	102
H	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
P	0.460572226	3.852058618	6.420097697	3.41939986	1.423586881
DIR	-82.802	-39.04	-22.671	8.664	47.048
H^2.5*n	57.64862754	482.1521576	803.5869294	427.9973863	178.186667
n	2	86	217	188	98
H	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75
P	0.027913468	1.200279135	3.028611305	2.623866015	1.367759944
DIR	-80.046	-43.226	-12.863	10.895	47.522
H^2.5*n	8.10261339	348.4123758	879.1335528	761.6456587	397.0280561
n	1	30	118	207	121
H	3.5	2.25	2.25	2.25	2.25
P	0.013956734	0.069783671	1.646894627	2.889043964	1.688764829
DIR	-66.966	-42.977	-16.051	15.55	48.996
H^2.5*n	22.91765149	227.8125	896.0625	1571.90625	918.84375
n	1	5	36	103	105
H	4.5	2.75	2.75	2.75	2.75
P	0.013956734	0.069783671	0.502442428	1.437543615	1.465457083
DIR	-68.651	-43.096	-16.524	14.83	49.358
H^2.5*n	42.95673696	62.70493744	451.4755496	1291.721711	1316.803686
n		4	34	163	98
H		3.5	3.5	3.5	3.5

P		0.055826936	0.47452896	2.274947662	1.367759944
DIR		-33.455	-17.523	9.073	49.482
H^2.5*n		91.67060598	779.2001508	3735.577194	2245.929846
n			14	74	29
Hs			4.5	4.5	4.5
P			0.195394278	1.032798325	0.40474529
DIR			-18.189	8.785	49.916
H^2.5*n			601.3943174	3178.798535	1245.745372
n			1	1	6
H			5.5	5.5	5.5
P			0.013956734	0.013956734	0.083740405
DIR			-16.719	2.912	47.301
H^2.5*n			70.94253837	70.94253837	425.6552302
n			1	3	6
H			6.5	6.5	6.5
P			0.013956734	0.041870202	0.083740405
DIR			-10.765	15.028	49.991
H^2.5*n			107.7167872	323.1503617	646.3007233
Total N	153	918	1622	1271	686
Hmor	1.068505272	1.201533081	1.561438657	2.413344336	2.593526589
Tp	0.597767835	3.063001428	4.344123845	2.359786158	1.256553663
Hg (⊥ bờ)	-78.87467974	-42.21378867	-18.02692478	12.14644296	47.88327697
Hg (địa lý)	208.8746797	172.2137887	148.0269248	117.853557	82.11672303

Từ bảng kết quả số liệu tính toán ở trên ta xác định được chiều cao sóng theo từng hướng sóng như sau:

Hướng bắc: H = 2.594 m

Hướng đông bắc: H = 2.413 m

Hướng đông: H = 1.561 m

Hướng đông nam: H = 1.202 m

Hướng nam: H = 1.0685 m

*** Tính toán chu kỳ sóng**

Chu kỳ sóng được xác định thông qua công thức thực nghiệm sau: $H_s / L_o = H_s / (1.56\ T^2) = 1 / 30$

Trong đó

Hs là chiều cao sóng hình thái (m)

T là chu kỳ sóng (s)

- Kết quả tính toán chu kỳ sóng cho từng hướng như sau:

Hướng Bắc(diro = 0 độ): H = 2.594 m → T = 7.063 s

Hướng Đông Bắc(diro = 45 độ): H = 2.413 m → T = 6.81 s

Hướng Đông(diro = 90 độ): H = 1.561 m → T = 5.48 s
Hướng Đông Nam(diro = 135 độ) : H = 1.202 m → T = 4.81 s
Hướng Nam (diro = 180 độ) : H = 1.0685 m → T = 4.53 s

3.2. Xử lý số liệu địa hình, lập lưới toạ độ

Từ các đường đồng mức và bình đồ khu vực ta sử dụng mô hình Delft 3D thành lập các ô lưới trong khu vực nghiên cứu tiến hành nội suy trong mô hình thông qua hai công cụ Triangular interpolation và internal Diffusion và cho xuất ra kết quả.

Do trong mô hình Delft 3D có các thông số địa hình được tính cho các nút ở ô lưới, còn trong mô hình xbeach tính cho thông số địa hình tại giữa ô lưới nên khi đưa số liệu địa hình từ mô hình Delft 3D ta cần phải dịch chuyển ô lưới đi theo hai phương x và y một đoạn bằng dx/2 = 25 m và dy/2 = 25 m, đồng thời xoay đi một góc là 210 độ ngược chiều kim đồng hồ.

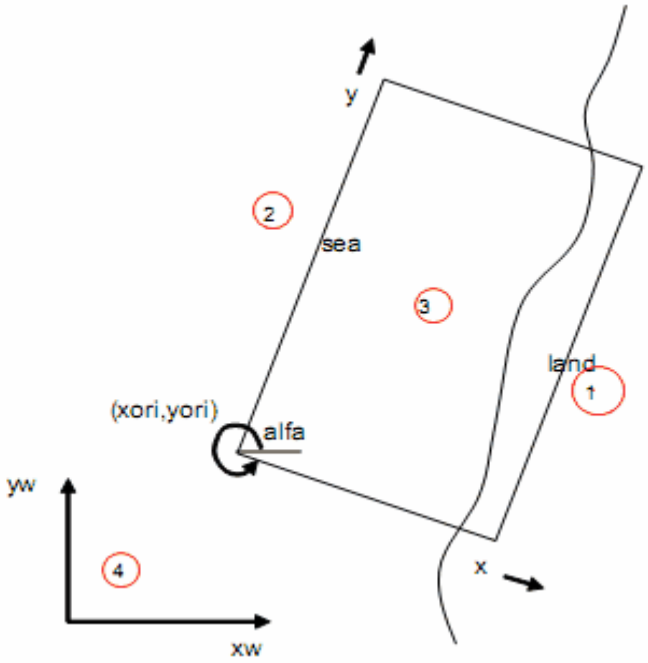
Bên cạnh đó trong mô hình Delft 3D chạy với ô lưới là với toạ độ bất kỳ theo toạ độ UTM, mặt khác trong xbeach gốc của ô lưới là điểm có toạ độ O (0,0). Chính vì vậy ta phải chuyển lưới toạ độ từ lưới đã tính được trong Delft 3D về hệ trục toạ độ chuẩn oxy với điểm O (0,0) thông qua công thức sau:

$$x = (X – X0) \cos (anfa) - (Y – Y0) \sin(anfa)$$
$$y = (Y - Y0) \cos (anfa) + (X – X0) \sin(anfa)$$

Trong đó:

(x,y)là toạ độ điểm x, y trong lưới tính trong xbeach
(X0,Y0) là toạ độ điểm gốc trong lưới toạ độ tính trong mô hình Delft 3D
(X,Y): Là toạ độ điểm bất kỳ trong lưới toạ độ tính trong Delft 3D
anfa; là góc hợp bởi trục ox với hướng Đông; anfa = 210 độ

Trong phạm vi cửa sông số ô lưới được làm mịn hơn để tính toán được chính xác hơn. Trong toàn bộ lưới toạ độ ta xác định miền làm mịn, trong miền đó mỗi một ô lưới ta lại chia thành các ô lưới nhỏ đều nhau, cụ thể ta chia ô lưới đó thành 5 ô theo trục x và 5 ô theo trục y. tuy nhiên do điều kiện thời gian hạn chế nên chúng tôi chạy mô hình với lưới thô có độ lớn 60x90 ô.



Hình 2: Sơ đồ lưới tính toán trong mô hình xbeach

Trong đó : Vùng 1 là vùng đất liền

Vùng 2 là vùng Biển ngoài khơi

Vùng 3 là vùng lưới tính toán trong mô hình xbeach

Vùng 4 là hệ toạ độ tự nhiên

3.3. Chạy mô hình

- Chạy lần 1 với sóng hướng bắc; chiều cao sóng H = 2.594 m;T = 7.063 s; (dir0 = 0 độ)
- Chạy lần 2 với sóng hướng đông bắc: H = 2.413 m; T = 6.81 s; (dir0 = 45 độ)
- Chạy lần 3 với sóng hướng đông: H = 1.561 m; T = 5.48 s; (dir0 = 90 độ)
- Chạy lần 4 với sóng hướng đông nam: H = 1.202 m; T = 4.81 s; (dir0 = 135 độ)
- Chạy lần 5 với sóng hướng nam: H = 1.0685 m; T = 4.53 s; (dir0 = 180 độ)

4. Kết quả và đánh giá

Đánh giá biến đổi địa hình đáy theo thời gian được xác định theo công thức

delta Zb/ delta t = (Sra – Svào)/ F * delta t

Trong đó

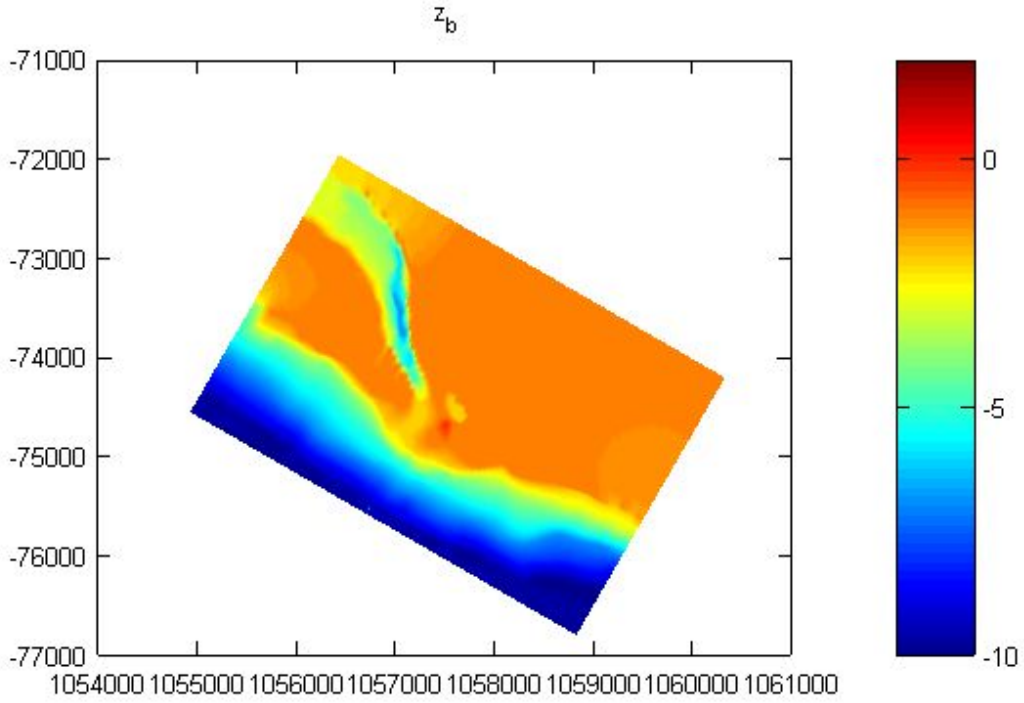
Sra : là lượng bùn cát ra khỏi khu vực lưới tính toán (m3/ năm)

Svào: là lượng bùn cát vào trong khu vực ô lưới tính toán, (m3/ năm)

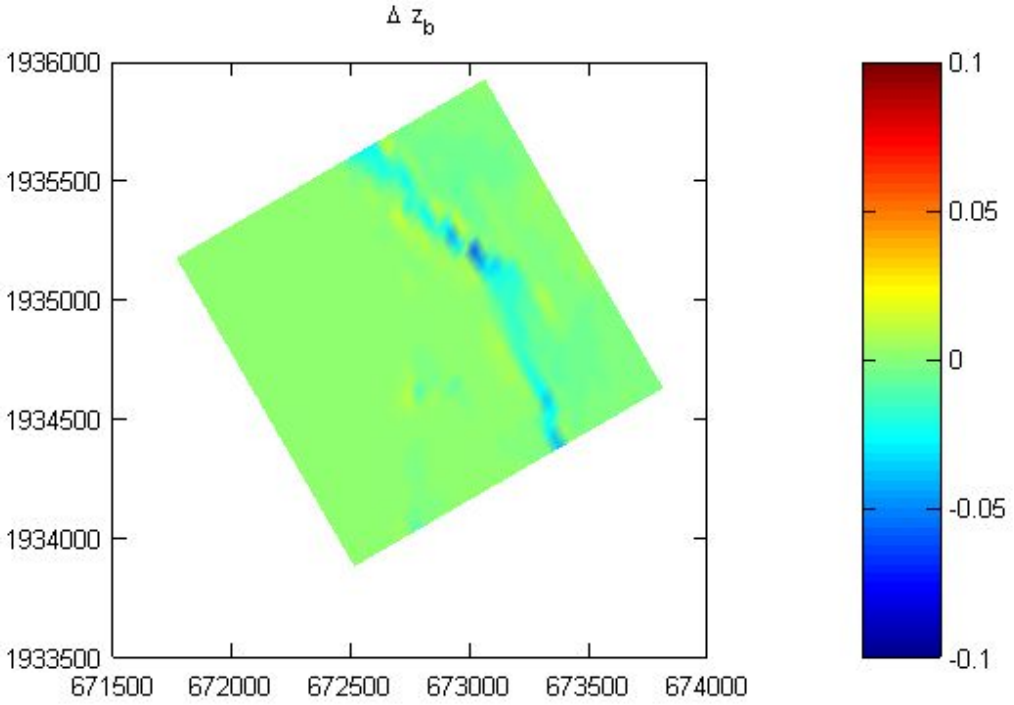
F: diện tích của cả lưới tính toán, m2

Do thời gian chạy mô hình yêu cầu là lớn nên ta chỉ xem xét chạy mô hình cho một hướng sóng chủ đạo là hướng Đông với các thông số về sóng như sau:

H = 1.561 m; T = 5.48 s; Diro = 90 độ



Hình 3: Địa hình khu vực trước khi chạy mô hình



Hình 4 : Hình biểu diễn mức độ thay đổi của địa hình

– Nhận xét:

Về cơ bản sau khi tiến hành chạy mô hình với các thông số đầu vào như trên ta thấy được đường bờ biển vùng cửa sông đã được mô phỏng khá chính xác. Tuy nhiên do yêu cầu chạy mô hình với thời gian dài khi đó mới đánh giá được sự thay đổi của nó. Do thời gian có hạn nên chúng tôi mới chỉ có thể ban đầu mô phỏng được đường bờ biển khu vực cửa Nhật Lệ và xác định được tại vị trí phía bắc của cửa sông có hiện tượng xói, phía nam cửa sông có hiện tượng các doi cát được nâng cao lên. Những kết quả sau khi chạy mô hình cho thấy diễn biến ở cửa Nhật Lệ là khá phù hợp với thực tế khảo sát được.

5. Kết luận

Trong bài nghiên cứu nàychúng tôi đã tiến hành phân tích số liệu về sóng về địa hình đồng thời sử dụng mô hình Xbeach vào mô phỏng khá chi tiết diễn biến của đường bờ trong khu vực cửa Nhật Lệ và đồng thời cũng đã xác định được vị trí bồi lấp lớn thuộc vị trí cửa sông phía nam . Tuy nhiên do thời gian hạn chế nên phần

chạy mô hình còn chưa đưa ra được những nhận xét chi tiết, các thông số đầu vào còn tương đối thô.

Việc thực hiện đề tài này là một cơ sở quan trọng giúp chúng tôi có những kiến thức hữu ích cho việc làm đồ án tốt nghiệp sau này.

Cuối cùng chúng tôi xin trân thành cảm ơn sự giúp đỡ rất nhiệt tình của thầy Nguyễn Quang Chiến trong quá trình thực hiện đề tài, cảm ơn sự giúp đỡ của thầy Nguyễn Quang Lương về những đóng góp giúp đỡ chúng tôi trong việc thu thập số liệu. Cuối cùng tôi cám ơn khoa Kỹ thuât bờ biển đã tạo điều kiện về kỹ thuât giúp tôi hoàn thành đề tài này.

6. Tài liệu tham khảo

- Roelvink et. al. (2007), Xbeach annual report.
- Elias et. al. (2006), Field and model data analysis of sand transport patterns in Texel tidal inlet (Netherlands) , coastal enginneering 53 (2006) 505-529