

## BIẾN ĐỘNG MẶT CẮT NGANG BÃI BIỂN TẠI HẢI HẬU THEO MỘT SỐ THỜI KỲ VÀ THEO CHẾ ĐỘ MÙA

ThS. Doãn Tiến Hà, PGS.TS Trương Văn Bốn, KS. Mạc Văn Dân

Phòng Thí nghiệm Trọng điểm quốc gia về Động lực học sóng biển

TS. Trần Hồng Thái

Trung tâm Khí tượng Thủy văn quốc gia

**Tóm tắt:** Bài báo trình bày kết quả phân tích số liệu thực đo mặt cắt ngang bãi biển tại Hải Hậu dựa trên số liệu đo đạc các thời kỳ 1985-1990, 1990-1995 và 2005-2010. Kết quả phân tích, thống kê sẽ đưa ra được những dạng phương trình đặc trưng, mặt cắt bãi cân bằng và tính diễn biến bãi trong điều kiện thời tiết cực đoan.

**Từ khóa:** Mặt cắt bãi, biến đổi bãi, cân bằng, xói lở.

**Summary:** This paper presents the results of the analysis of beach profile data measured at Hai Hau beach based on measurement data periods 1985-1990, 1990-1995 and 2005-2010. The analytical results and statistics will give the characteristic equation format, balance beach profile and beach changes in extreme weather conditions.

**Keywords:** Beach Profile, Beach change, Balance, Erosion.

### I. MỞ ĐẦU

Bãi biển Nam Định nói chung và bãi biển Hải Hậu nói riêng là một trong những bãi biển xảy ra hiện tượng xói lở mạnh nhất khu vực Bắc Bộ. Tại vùng biển Hải Hậu, một số đoạn hầu như không còn bãi (Hải Hòa, Hải Thịnh), biển đã tiến sát chân đê kể cả vào lúc mực nước triều thấp. Những đoạn khác dọc bờ biển Hải Hậu cũng đang xảy ra quá trình biển lấn, bãi biển ngày càng bị thu hẹp. Vấn đề xói bãi, sụt lở đê biển ở Hải Hậu luôn là vấn đề nóng bỏng và cũng đã có khá nhiều công trình nghiên cứu đã được công bố. Trong bài báo này, các tác giả đề cập đến việc phân tích, đánh giá các quá trình diễn biến bãi tại khu vực Hải Hậu dựa vào những số liệu đo đạc thực tế trong các thời kỳ 1985-1990, 1990-1995 và 2005-2010. Từ các số liệu thực đo này sẽ tiến hành phân tích để thấy được diễn biến bãi biển khu vực nghiên cứu trong khoảng 30 năm trở lại đây.

Từ đó có thể đưa ra được các dạng mặt cắt đặc trưng tại mỗi khu vực theo từng thời kỳ, từng mùa và dạng mặt cắt cân bằng động tại khu vực nghiên cứu. Ngoài ra các tác giả còn ứng dụng mô hình SBEACH để tính biến đổi bãi trong điều kiện bão, để xem xét sự biến động của bãi biển trong điều kiện thời tiết cực đoan có tác động đến vùng biển Hải Hậu.

### II. TƯ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Dữ liệu thực đo tại khu vực Nam Định từ năm 1985 đến 2010 được thực hiện bởi Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam. Đồng thời với đo mặt cắt bãi là thu thập các mẫu cát đáy để phân tích đường kính hạt tại toàn khu vực nghiên cứu ( $d_{10}$ ,  $d_{50}$ ,  $d_{90}$ , ...).

Dữ liệu mặt cắt thực tế được đo đạc gồm 25 mặt cắt trải dọc bờ biển từ cửa Ba Lạt đến cửa Lạch Giang, tuy nhiên để đảm bảo tính đồng bộ dữ liệu trên toàn bộ thời kỳ 1985- 2010 ta lựa chọn 3 mặt cắt điển hình đặc trưng cho khu vực Hải Hậu là HH01, HH02, HH03 như trình bày trên hình vẽ 2.1.

MC HH01 gần khu vực cống Doanh Châu

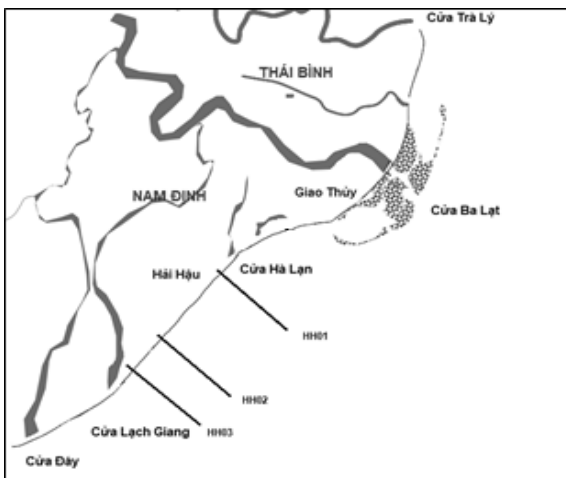
Người phản biện: PGS.TS Nguyễn Thanh Hùng

Ngày nhận bài: 24/9/2014

Ngày thông qua phản biện: 26/11/2014

Ngày duyệt đăng 05/02/2015

(phía Bắc Hải Hậu), MC HH02 thuộc khu vực thôn Xuân Trung xã Hải Hòa, MC HH03 nằm cuối tường kè Hải Thịnh, sát cửa Lạch Giang.

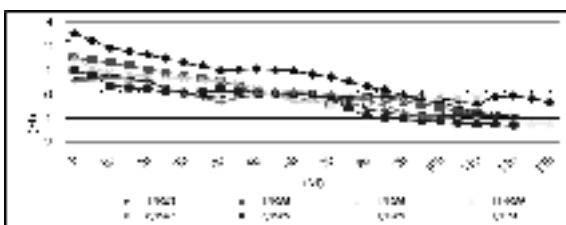


Hình 2.1. Sơ đồ mặt cắt đại diện khu vực Hải Hậu, Nam Định

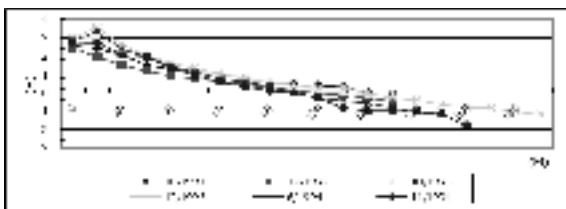
### III. BIẾN ĐỘNG MẶT CẮT BÃI BIỂN THỰC TẾ THEO TỪNG THỜI KỲ

#### 3.1. Đặc điểm biến động mặt cắt theo từng thời kỳ

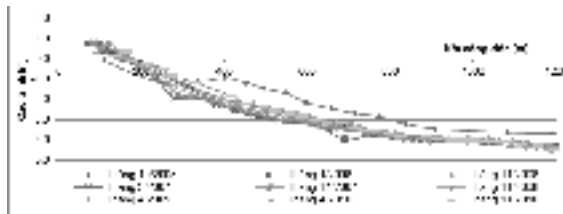
Bãi biển tại khu vực Hải Hậu luôn có sự biến động theo thời gian và diễn biến theo mùa. Trong các hình từ 3.1-3.3 là ví dụ cho thấy bãi tại khu vực phía Nam huyện Hải Hậu (HH03) trong thời kỳ 1985-1990, 1990-1995 và 2005-2010.



Hình 3.1. Diễn biến mặt cắt HH03 thời kỳ 1985 -1990



Hình 3.2. Diễn biến mặt cắt HH03 thời kỳ 1990 - 1995



Hình 3.3. Diễn biến mặt cắt HH03 thời kỳ 2005-2010

#### 3.2. Nhận xét chung về quy luật biến động mặt cắt bãi biển khu vực nghiên cứu

Từ các kết quả chụp mặt cắt theo thời kỳ tại các khu vực dọc ven biển Hải Hậu có thể nhận thấy quy luật biến động chung của bãi biển tại đây như sau

- Trong mùa gió Tây Nam thịnh hành (mùa Hè) toàn bãi thường được bồi với chiều dày trung bình khoảng 0,10-0,15m, lớn nhất khoảng 0,25-0,30m. Ngược lại, trong mùa gió Đông Bắc thịnh hành (tháng 10 năm trước đến tháng 4 năm sau, mùa Đông) bãi bị xói khá mạnh chiều dày lớp xói tại những mặt cắt dao động trung bình từ 0.4-0,5m, lớn nhất đạt từ 0.8-1,0m, ví dụ tại mặt cắt số HH02.

- Nếu bão xảy ra lúc triều kém, nước ròng chỉ có quá trình xói bãi, xảy ra mãnh liệt hơn nhiều so với lúc triều cường, nước lớn. Nếu bão xảy ra vào lúc nước lớn quá trình xói bãi và sạt lở đê kè xảy ra đồng thời. Dưới tác động của bão, phần bãi ngoài xa hơn 50m, bãi bị biến động không lớn chỉ có vùng sát chân đê bãi bị biến động mạnh nhất.

- Bãi biển ngày càng bị thu hẹp là do tích lũy của quá trình xói hàng năm mà mãnh liệt nhất là trong bão, lúc mực nước thấp và trong thời kỳ “nước rươi” (gió Đông Bắc đầu vụ).

- Số liệu đo đạc bùn cát của Viện Khoa học Thủy lợi VN cho thấy, đường kính trung bình hạt cát tại khu vực Hải Lý, Hải Chính, Hải Triều bị “thô hoá” so với thời kỳ 1975, cụ thể:  $d_{50}$  (1975) = 0.09mm,  $d_{50}$  (1985) = 0.09 - 0.12mm và đến nay  $d_{50}$  (2009) = 0.14 - 0.16mm. Điều này nói lên rằng khu vực này lượng bùn cát bù đắp từ các cửa sông đến ngày càng ít đi.

- Trong vòng 40 năm trở lại đây hiện tượng xói lở có xu hướng tiến dần về phía nam: những năm 1970 xung quanh khu vực Hải Lý, những năm 1980-2000 tiến xuống khu vực từ Hải Chính, Hải Triều và từ 1995 đến nay biến động xói bãi đã lan đến đến Hải Thịnh.

#### IV. MẶT CẮT NGANG ĐẶC TRƯNG VEN BIỂN HẢI HẬU - NAM ĐỊNH

##### 4.1. Cơ sở lý thuyết và phương pháp thực hiện

Mỗi một khu vực bãi biển, hình dạng mặt cắt ngang lại có những đặc trưng khác nhau. Có khu vực có mặt cắt ngang có độ dốc lớn, có khu vực độ dốc nhỏ. Có những khu vực hình thái mặt cắt đơn giản, lại có những khu vực hình thái mặt cắt phức tạp vì có các bar, hoặc các doi cát ngoài bãi biển. Các loại hình thái mặt cắt trên có thể được biểu diễn thông qua các phương trình đặc trưng. Trong phần này nhóm tác giả nghiên cứu hai loại phương trình đặc trưng:

**Loại 1:** Phương trình dạng  $y = a \ln(x) + b$  trong

đó  $y$  là cao trình,  $x$  là khoảng cách tới điểm gốc mặt cắt

**Loại 2:** Phương trình dạng  $Y = aX^b$  trong đó  $Y$  là cao độ mặt cắt,  $X$  là khoảng cách tới gốc tọa độ. Đây là dạng mặt cắt Dean đề xuất năm 1977, theo lý thuyết của Dean giá trị  $b = 2/3$ . Và giá trị của  $A$  phụ thuộc vào đặc tính trầm tích tại khu vực nghiên cứu và được tính theo  $d_{50}$ . Mục đích việc lựa chọn dạng phương trình này nhằm so sánh dạng mặt cắt đặc trưng của khu vực nghiên cứu với các kết quả đã công bố của Dean.

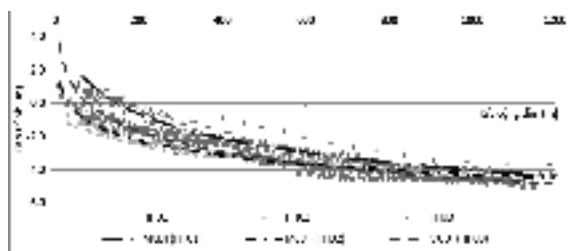
Trong tất cả các trường hợp ta đều lập phương trình đặc trưng với cả hai loại phương trình trên, đồng thời tìm ra bộ tham số đặc trưng cho khu vực nghiên cứu.

##### 4.2. Mặt cắt đặc trưng theo từng khu vực

Ở trên đã lựa chọn 3 mặt cắt đại diện cho phía Bắc, giữa và Nam ven biển Hải Hậu. Từ dữ liệu thực đo, lập được hình dạng mặt cắt đặc trưng cho từng mặt cắt theo hai loại phương trình đã nêu ở trên (Bảng 4.1).

**Bảng 4.1. Phương trình đặc trưng các mặt cắt theo từng vùng khác nhau tại khu vực nghiên cứu thời kì 2005 - 2010**

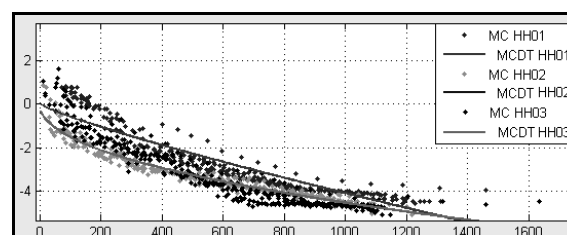
Tên MC	PT loại I ( $Y = a \ln(X) + b$ )			PT loại II ( $Y = aX^b$ )		
	$R^2$	Hệ số $a$	Hệ số $b$	$R^2$	Hệ số $a$	Hệ số $b$
HH01	0.962	-2.09	10.44	0.8626	-0.01214	0.8419
HH02	0.958	-1.25	4.401	0.9439	-0.1719	0.4731
HH03	0.909	-1.77	7.734	0.9439	-0.1719	0.4731



Hình 4.1. Mặt cắt đặc trưng khu vực từ HH01 đến HH03 theo dạng  $y = a \ln(x) + b$

Bảng 4.1 là bộ thông số mặt cắt đặc trưng cho từng khu vực tại Hải Hậu. Kết quả khi xem xét hệ số  $R^2$  cho thấy, giá trị này khi lập với dạng

phương trình loại I lớn hơn so với dạng phương trình loại II.



Hình 4.2. Mặt cắt đặc trưng khu vực từ HH01 đến HH03 theo dạng  $Y = aX^b$

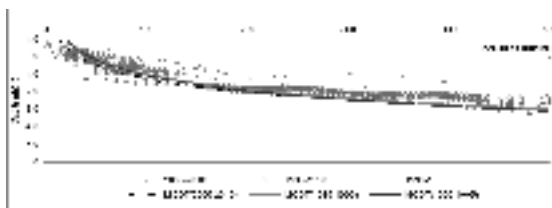
Nhìn vào hình 4.1 và hình 4.2 đều cho thấy,

tại mặt cắt HH02 bãi sâu hơn so với HH01 và HH03, đặc biệt là khu vực cách bờ khoảng 300m đổ lại. Điều này cho thấy tại khu vực HH02 hiện tượng xói mạnh nhất. Trên bảng 4.1 phương trình đặc trưng dạng I thể hiện rất rõ điều này.

#### 4.3. Mặt cắt đặc trưng cho từng thời kì

**Bảng 4.2. Phương trình đặc trưng các mặt cắt tại HH01 theo từng thời kì**

Tên MC	Phương trình	R <sup>2</sup>	Hệ số a	Hệ số b
Thời kì 1985-1990	$y = -0.80\ln(x) + 3.001$	0.675	-0.80	3.001
Thời kì 1990-1995	$y = -0.81\ln(x) + 2.678$	0.589	-0.81	2.678
Thời kì 2005-2010	$y = -1.10\ln(x) + 3.808$	0.828	-1.10	3.808



*Hình 4.3. Mặt cắt HH01 đặc trưng qua các thời kì 1985-1990; 1990-1995 và 2005-2010*

Hệ số a trong bảng 4.2 tăng dần theo thời gian. Điều này cho thấy, bãi biển bị xói rất mạnh theo thời gian làm tăng độ dốc của bãi, đặc biệt là trong khoảng thời kì từ 1995-2005 hệ số a tăng từ -0.81 lên -1.10, chứng tỏ trong khoảng thời gian đó có xảy ra các hiện tượng xói rất mạnh. Thực tế cho thấy, vào tháng 9 năm 2005 có cơn bão Damrey. Cơn bão này cũng là một trong những nguyên nhân trực tiếp gây biến động bãi rất mạnh.

Dựa trên cơ sở dữ liệu đồng bộ của các thời kỳ được phân chia làm 3 giai đoạn với chu kỳ năm 5 năm: 1985- 1990; 1990 - 1995 và 2005- 2010. Để đi sâu phân tích, lựa chọn mặt cắt HH01. Cũng giống như trường hợp trên, phương trình mặt cắt đặc trưng có dạng  $y = a\ln(x) + b$  trong đó y là cao trình, x là khoảng cách tới gốc mặt cắt, ta có kết quả sau:

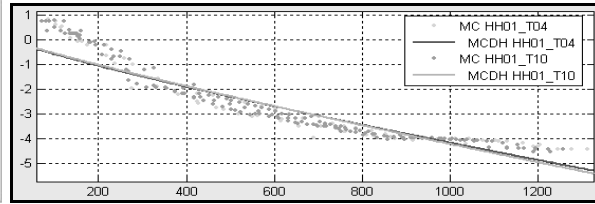
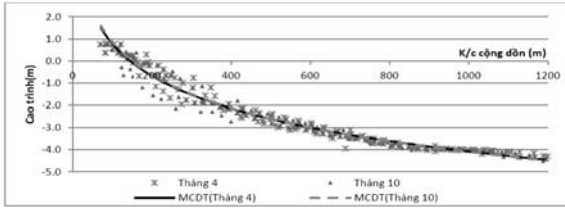
Tham số R<sup>2</sup> trong 3 trường hợp cũng có sự sai khác nhau, trong trường hợp này tham số R<sup>2</sup> đặc trưng cho sự nhiễu động của dữ liệu, R<sup>2</sup> càng lớn thì mức độ nhiễu động của dữ liệu càng giảm nghĩa là mức độ biến động của bãi giảm và ngược lại. Kết quả phân tích cho thấy, thời kì 1990-1995 mức độ biến động bãi rất mạnh, mạnh nhất so với hai thời kì còn lại. Từ năm 2005- 2010 mức độ biến động (độ xói) giảm đi so với hai thời kì trước.

#### 4.4. Mặt cắt đặc trưng theo mùa

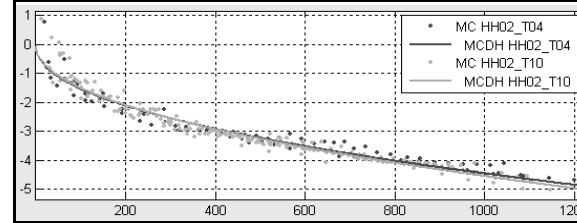
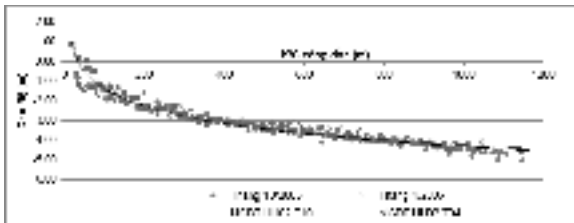
Nhằm xem xét sự khác nhau của mặt cắt điển hình giữa hai mùa trong năm là mùa gió mùa Tây Nam (tháng 4) và gió mùa Đông Bắc (tháng 10), lựa chọn thời kì 2005-2010 vì thời kì này số liệu đo đồng bộ theo mùa so với hai thời kì còn lại.

**Bảng 4.3. Phương trình đặc trưng các mặt cắt theo mùa**

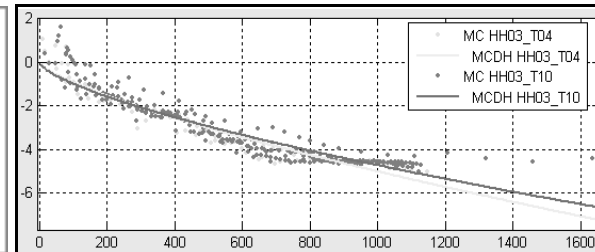
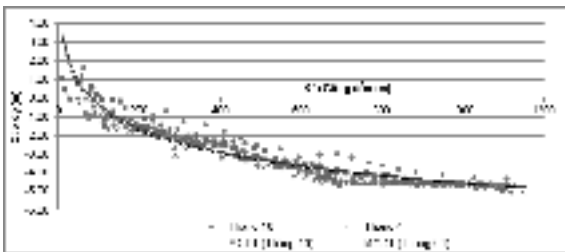
Tên MC		PT loại I ( $Y = a\ln(X) + b$ )			PT loại II ( $Y = aX^b$ )		
		R <sup>2</sup>	Hệ số a	Hệ số b	R <sup>2</sup>	Hệ số a	Hệ số b
HH01	Tháng 04	0.977	-2.11	10.52	0.8805	-0.01149	0.8527
	Tháng 10	0.979	-2.15	10.79	0.8914	-0.00932	0.8848
HH02	Tháng 04	0.9592	-1.22	4.2033	0.9374	-0.1824	0.4628
	Tháng 10	0.9593	-1.285	4.5652	0.9496	-0.1644	0.4808
HH03	Tháng 04	0.9129	-1.743	7.4844	0.9194	-0.03216	0.7314
	Tháng 10	0.9093	-1.812	7.9908	0.8862	-0.04304	0.6809



Hình 4.4 (a-b). Mặt cắt đặc trưng hai mùa tại HH01 theo hai loại phương trình đặc trưng



Hình 4.5(a-b). Mặt cắt đặc trưng hai mùa tại HH02 theo hai loại phương trình đặc trưng



Hình 4.6(a-b). Mặt cắt đặc trưng hai mùa tại HH03 theo hai loại phương trình đặc trưng

Dựa vào các tham số đã tổng hợp ở bảng 4.3 cho thấy quy luật biến động bãi theo mùa được thể hiện khá rõ nét. Mùa hè khu vực này thường được bồi, còn mùa đông thường bị xói.

**4.5. Tính toán mặt cắt cân bằng tại khu vực nghiên cứu**

Mặt cắt biển được coi là cân bằng khi tại mỗi điểm xói lở và bồi lắng được cân bằng. Dựa trên việc phân tích 700 mặt cắt bãi dọc theo bờ biển, mặt cắt cân bằng chung được tìm thấy thỏa mãn phương trình sau: Kriebel & Dean (1985), Kobayashi (1987)

$$h(x) = A \cdot x^{2/3} \quad [4-1]$$

Ở đây h: Độ sâu tại chỗ, x là khoảng cách từ đường bờ ra biển. Vì A là hằng số kinh nghiệm phụ thuộc vào đặc trưng của bùn cát đáy và chế độ sóng gió tại đây. Hằng số này được mô tả qua (falling velocity) độ thô thủy

lực của chất đằm hạt cát W:

$$A = 2.25x \left(\frac{W^2}{g}\right)^{1/3} \quad [4-2]$$

**Mặt cắt cân bằng Dean 1977**

$$D = Ay^{2/3}$$

$$A = 0.41(d_{50})^{0.94} \quad (d_{50} < 0.4m m)$$

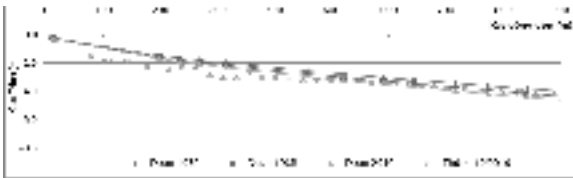
$$A = 0.23(d_{50})^{0.32} \quad (0.4 < d_{50} < 10.0m m)$$

$$A = 0.23(d_{50})^{0.28} \quad (10.0 < d_{50} < 40.0mm)$$

$$A = 0.23(d_{50})^{0.32} \quad (d_{50} > 40.0mm)$$

Ở đây g: gia tốc trọng trường (Dean: 1977- 1991)

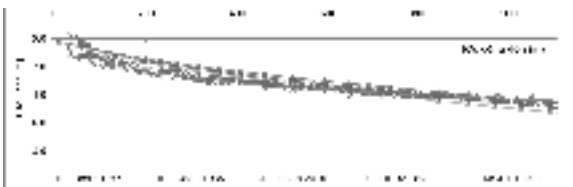
Dựa vào lí thuyết trên kết hợp với dữ liệu mặt cắt thu được ta áp dụng tính toán và so sánh cho khu vực nghiên cứu thu được kết quả như bên dưới.



Hình 4.7. So sánh mặt cắt thực đo và mặt cắt cân bằng tính theo Dean năm 1977

Dựa trên số liệu thu thập được về giá trị  $d_{50}$  từ năm 1975 đến năm 2010 ta chọn 3 thời điểm để tính toán mặt cắt cân bằng là năm 1975, 1985 và 2010. Kết quả như trên hình 4.7.

Kết quả tính toán mặt cắt cân bằng với lý thuyết của Dean đối với vùng nghiên cứu cho thấy, hàm này không thể hiện được độ dốc của bãi biển ở phạm vi từ chân đê ra biển khoảng 200m. Để thấy rõ điều này ta nhìn vào hình 4.7, khi ta so sánh mặt cắt đặc trưng với các kết quả tính mặt cắt cân bằng theo Dean 1977.



Hình 4.8. So sánh mặt cắt đặc trưng và kết quả tính toán theo Dean năm 1977

Qua phân tích, biến động mặt cắt, ta nhận thấy tại khu vực nghiên cứu khu vực bị xói lở thường là bãi triều có khoảng cách từ 800m trở về gốc mặt cắt. Từ 800m trở ra phía biển (ở độ sâu khoảng -4.0m) thường có xu hướng ổn định. Qua đó cũng có thể nhận định độ sâu hoạt động của trầm tích (*clouse depht*) tại khu vực nghiên cứu là tính từ bờ ra tới khoảng điểm có độ sâu khoảng -4.0m.

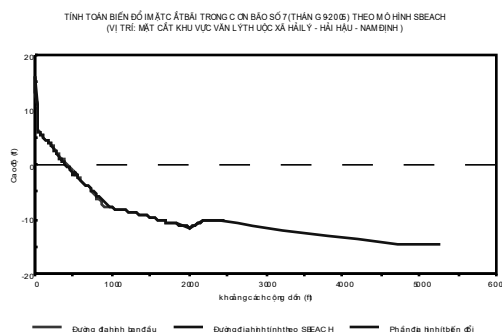
Đoạn bãi triều (Tính từ gốc mặt cắt ra tới khoảng 400m) có thể đạt tới trạng thái cân bằng tính theo Dean 2010. Tuy nhiên từ 400m ra phía biển để đạt tới trạng thái cân bằng đoạn sâu nhất xói sâu tới khoảng 4.0m. Điều này thể hiện tính bất hợp lý khi ứng dụng lý thuyết mặt cắt cân bằng Dean tính toán cho khu vực Nam Định. Bởi lẽ, với chuỗi số liệu thực đo ta có thể

nhận định, phần đáy biển ngoài 800m kể từ gốc mặt cắt ra phía biển xói sâu tới 4.0m là rất khó xảy ra.

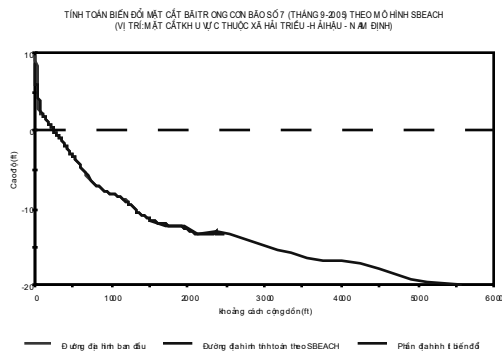
### V. TÍNH TOÁN BIẾN ĐỘNG MẶT CẮT BÃI TRÊN MÔ HÌNH TOÁN

Trong các mục trên, dựa vào số liệu thực đo đã thống kê, phân tích và lập được các dạng mặt cắt đặc trưng cho khu vực nghiên cứu, các tham số của phương trình chính là các tham số thể hiện tính địa phương của mặt cắt. Để có thể xem xét một số diễn biến bãi và phạm vi biến động bãi trong các điều kiện thời tiết cực đoan (bão) mà hầu như không có số liệu đo đạc, nhóm tác giả tiến hành thêm các tính toán trên mô hình toán (mô hình SBEACH).

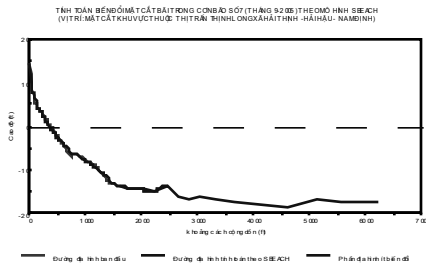
Lựa chọn cơn bão Damrey năm 2005, tính toán với một số mặt cắt đại diện ở khu vực phía Bắc (Hải Lý), giữa (Hải Hòa) và Nam (Hải Thịnh) của Hải Hậu. Các kết quả tính toán được thể hiện trong các hình từ 5.1-5.3 dưới đây.



Hình 5.1. Kết quả tính toán diễn biến bãi trong bão tại khu vực Hải Lý



Hình 5.2. Kết quả tính toán diễn biến bãi trong bão tại khu vực Hải Hòa



Hình 5.3. Kết quả tính toán diễn biến bãi trong bão tại khu vực Hải Thịnh

Các kết quả tính toán cho thấy, khi có bão với sóng lớn bãi biển sẽ bị xáo trộn, biến động rất mạnh. Ở khu vực phá Bắc và Nam Hải Hậu do ở đây vẫn còn bãi, biển chưa tiến sát vào chân đê nên chính phần bãi biển đã có tác dụng làm giảm sóng bảo vệ tuyến đê biển, chỉ xảy ra hiện tượng biến động bãi là chính, phạm vi khoảng từ trên 1000m tính từ chân đê trở vào. Ngược lại, với bãi biển tại khu vực Hải Hòa (Hình 5.2), do ở đây biển đã tiến sát vào đê nên sóng vỗ trực tiếp, gây sạt lở đê biển (điều này rất phù hợp với thực tế đã diễn ra năm 2005).

## VI. KẾT LUẬN

Từ các kết quả đo đạc diễn biến mặt cắt bãi biển Hải Hậu theo từng thời kỳ, tiến hành thống kê phân tích và tính toán có thể rút ra một số nhận xét như sau:

- Trong mùa gió Tây Nam thịnh hành (mùa Hè) toàn bãi thường được bồi với chiều dày trung bình khoảng 0,10-0,15m, lớn nhất khoảng 0,25-0,30m. Ngược lại, trong mùa gió Đông Bắc thịnh hành bãi bị xói khá mạnh chiều dày lớp xói tại những mặt cắt dao động trung bình từ 0,4-0,5m, lớn nhất đạt từ 0,8-1,0m.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] NGUYEN Viet Thanh, ZHENG Jin-hai and ZHANG Chi, "Beach Profiles Characteristics Along Gao Thuy and Hai Hau Coasts"
- [2] Dally, W., Dean, R., Dalrymple, R., 1985. "Wave height variation across beaches of arbitrary profile". J. Geophys. Res. 90 (C6), 11917-11927.
- [3] Dean, R.G., 1977. "Equilibrium beach profiles: U.S. Atlantic and Gulf coasts. Department of Civil Engineering, Ocean Engineering Report No. 12, University of Delaware, Newark, DE"
- [4] M. González, R. Medina, M.A. Losada. "Equilibrium beach profile model for perched beaches"
- [5] Địa chí Hải Hậu, 2009; Huyện ủy - Ủy ban nhân dân huyện Hải Hậu.
- [6] Nguyễn Khắc Nghĩa, 2012 "Nghiên cứu xác định mặt cắt cân bằng của bãi, mái đê kè biển dưới tác dụng của các yếu tố động lực ven bờ trong điều kiện gió mùa và bão tại một số trọng điểm xói lở ven biển Bắc bộ và Trung bộ" (2012)
- [7] Nguyễn Khắc Nghĩa, 2009 "Nghiên cứu giải pháp KHCN xây dựng đê biển chống được bão cấp 12, triều cường (Từ Quảng Ninh đến Ninh Bình)" Đề tài trọng điểm cấp Bộ.

- Nếu bão xảy ra lúc triều kém, nước ròng chỉ có quá trình xói bãi và xảy ra mãnh liệt hơn nhiều so với lúc triều cường nước lớn. Nếu bão xảy ra vào lúc nước lớn quá trình xói bãi và sạt lở đê kè xảy ra đồng thời. Bãi biển ngày càng bị thu hẹp là do tích lũy của quá trình xói hàng năm mà mãnh liệt nhất là trong bão, lúc mực nước thấp và trong thời kỳ "nước rươi" (gió Đông Bắc đầu vụ).

- Số liệu đo đạc bùn cát cho thấy, đường kính trung bình hạt cát tại khu vực Hải Lý, Hải Chính, Hải Triều bị "thô hoá" so với thời kỳ 1975. Điều này nói lên rằng khu vực này lượng bùn cát bù đắp từ các cửa sông đến ngày càng ít đi.

- Trong vòng 40 năm trở lại đây hiện tượng xói lở có xu hướng tiến dần về phía nam: những năm 1970 xung quanh khu vực Hải Lý, những năm 1980-2000 tiến xuống khu vực từ Hải Chính, Hải Triều và từ 1995 đến nay biến động xói bãi đã lan đến Hải Thịnh.

- Mặt cắt đặc trưng tại khu vực này có thể được thể hiện thông qua hai loại phương trình mặt cắt đặc trưng có dạng  $Y = a \ln(X) + b$  và  $Y = aX^b$  trong đó  $y$  là cao trình,  $x$  là khoảng cách tới gốc mặt cắt. Kết quả tính toán cho thấy phương trình loại I:  $Y = a \ln(X) + b$  thể hiện rõ nét hơn độ dốc của bãi từ chân đê ra tới khoảng 200m, và từ cao trình bãi -4,0m bãi ít biến đổi. Còn dạng phương trình  $Y = aX^b$  chưa thể hiện rõ nét quy luật đó.

- Khi áp dụng lý thuyết mặt cắt cân bằng của Dean năm 1977 để tính toán cho khu vực nghiên cứu thấy được tính bất hợp lý do vậy cần thận trọng khi áp dụng lý thuyết này cho khu vực nghiên cứu.