NGHIÊN CỨU TƯƠNG TÁC GIỮA NƯỚC DÂNG VÀ THUỶ TRIỀU BẰNG MÔ HÌNH SỐ TRỊ THUỶ ĐỘNG

PTS. Lê Trọng Đào
Trung tâm KTTV biển
KS. Nguyễn Vũ Thắng
Đài KTTV khu vực Đông Bắc

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong [1] chúng ta đã xem xét vấn đề này trên cơ sở số liệu thực đo. Cũng trong [1] đã nói rằng: không có cách gì để tách thuỷ triều tương tác, nước dâng tương tác ra khỏi mực nước thực đo. Do đó, từ số liệu thực đo chỉ có thể xem xét vấn đề trên một cách tương đối. Trong khi đó, bằng mô hình số trị, với cách bố trí hợp lý đầu vào của bài toán, chúng ta có thể tính được một số đặc trưng mà trên thực tế không thể thu được.

Tính toán sẽ tiến hành như sau :

- Tính nước dâng không có thuỷ triều
- Tính thuỷ triều không có nước dâng

Cộng hai kết quả này ta được mực nước tổng cộng và gọi là *mực nước thuần tuý.*

- Tính đồng thời cả nước dâng và thuỷ triều ta được mực nước, gọi là *mực nước tương tác.*

So sánh mực nước thuần tuý và mực nước tương tác để biết hiệu ứng tương tác giữa hai quá trình trên.

II. TÍNH TOÁN

Mô hình số trị thuỷ động xấp xỉ hệ phương trình nước nông được xây dựng theo phương pháp phần tử hữu hạn (PTHH) sẽ được dùng để tính toán. Mô hình này đã được thử nghiệm nhiều lần, được dùng tính nước dâng, thuỷ triều và cho kết quả khá tốt. Miền tính được trình bày ở H.1.

a) Tính nước dâng : Đối với bài toán nước dâng, cho điều kiện không có dao động mực nước trên biên lỏng ($\zeta = 0$). Nước dâng được tính cho một cơn bão giả định, có các tham số như sau :

1. Áp suất ở tâm bão : Pc = 980 mb
2. Vận tốc di chuyển tâm bão : V = 20 km/h
3. Bán kính gió cực đại R =35 km
4. Bão đi thẳng và có hướng vuông góc với đường bờ.

Cơn bão như vậy tại vịnh Bắc Bộ sẽ gây nước dâng khoảng trên 2m. Các đặc trưng bão và nước dâng trên đây ở vịnh Bắc Bộ là đặc trưng và phổ biến. Mực nước được ghi lại ở điểm 1 và tại đây ta được dao động mực nước dâng thuần tuý.

b) Tính thuỷ triều : Đối với thuỷ triều, cho dao động mực nước triều tại biên lỏng. Dao động triều ở biên lỏng là kết quả tính thuỷ triều biển Đông chủ yếu cho 2 sóng nhật triều O_1 và K_1 trong đề tài cấp nhà nước KT -03-03. Biên độ triều tính được khoảng 3,5 mét ở các điểm Hòn Dấu và bằng 0 (điểm vô triều) ở gần Thuận An . Thuỷ triều ở Vịnh Bắc Bộ chủ yếu do 2 sóng này tạo nên. Mực nước triều ghi lại tại điểm 1 và ta được dao động triều thuần tuý

c) Tính đồng thời cả nước dâng và thuỷ triều. Mực nước ghi được ở điểm 1 sẽ là mực nước tương tác tại đó.

Các tính toán này đều được tiến hành cho 4 phương án tại các thời điểm bão đổ bộ ứng với các pha triều sau :

+ Thời điểm triều lên
+ Thời điểm triều xuống
+ Thời điểm nước lớn
+ Thời điểm nước ròng

III. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ

a) Bão đổ bộ vào thời điểm triều lên

Trong khoảng thời gian trước lúc bão đổ bộ và nước triều đang xuống, chênh lệch mực nước có giá trị âm và đang ở xu thế giảm xuống (nghĩa là mực nước thuần tuý nhỏ hơn mực nước tương tác). Giá trị này nhỏ nhất vào lúc nước ròng (-20cm). Sau đó, khi triều lên, sự chênh lệch tăng lên nhanh và đạt giá trị lớn nhất tại thời điểm 1/8 chu kỳ tính từ thời điểm nước ròng, và bằng 30 cm (H.2). Tại thời điểm bão đổ bộ, cả mực nước thuần tuý và mực nước tương tác đều đạt giá trị cực đại và gần bằng nhau. Tiếp đó, suốt trong thời gian mà mực nước thuần tuý và mực nước tương tác lớn hơn mực trung bình thì mực nước thuần tuý đều cao hơn mực nước tương tác (giá trị chênh lệch dương).

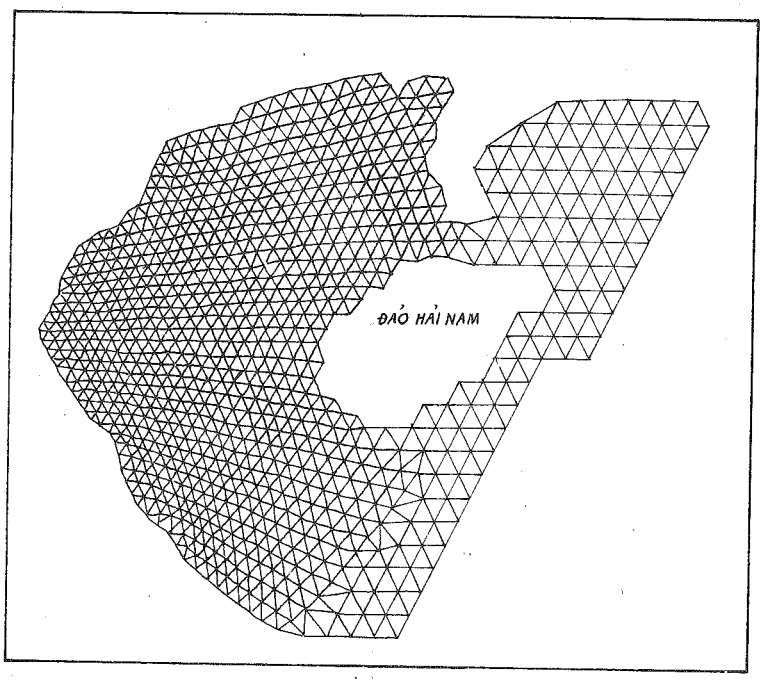
Có thể kết luận chung như sau : Trong thời gian trước khi bão đổ bộ, khi triều xuống, mực nước tương tác lớn hơn mực nước thuần tuý; khi triều lên, mực nước thuần tuý lớn hơn mực nước tương tác. Sự chênh lệch này tăng lên rất nhanh và đạt giá trị cực đại, sau đó giảm xuống và gần bằng 0 tại thời điểm bão đổ bộ.

Khoảng thời gian sau khi bão đổ bộ cho đến lúc thuỷ triều đạt giá trị trung bình, mực nước thuần tuý đều lớn hơn mực nước tương tác.

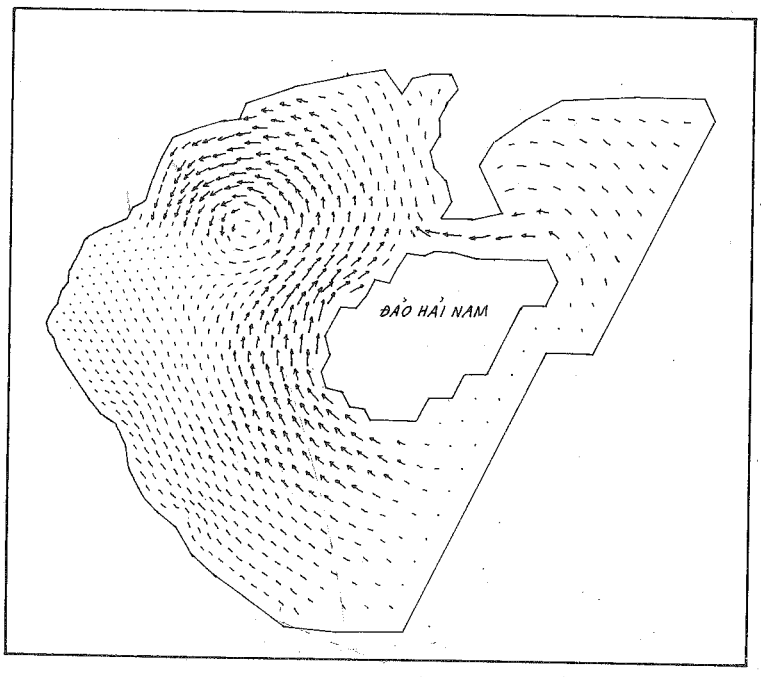
b) Bão đổ bộ vào thời điểm nước lớn

Xung quanh thời điểm mực nước thuần tuý và mực nước tương tác đạt giá trị lớn nhất, chênh lệch mực nước cũng đạt giá trị lớn nhất (H. 3). Tại đây, mực nước thuần túy cao hơn mực nước tương tác gần 40 cm. Trong suốt thời gian mà mực nước thuần túy và mực nước tương tác có giá trị lớn thì mực nước thuần túy đều cao hơn mực nước tương tác đáng kể.

c) Bão đổ bộ vào thời điểm triều xuống



Hình 1. Lưới tính



Hình 6. Trường dòng chảy

Trên hình 4, đường biến thiên chênh lệch mực nước có dạng gần như đối xứng với đường trên hình 2 (ứng với trường hợp bão đổ bộ vào thời điểm triều lên), điểm đối xứng là giao điểm giữa đường mực nước trung bình và đường thẳng đứng đi qua điểm nước lớn. Bởi vậy, các nhận xét ở trường hợp này trái ngược với các nhận xét ở trường hợp a-, như sau:

-Trước thời điểm bão đổ bộ, khi triều bắt đầu xuống cho đến trước lúc bão đổ bộ khoảng 1 giờ, mực nước tương tác đều lớn hơn mực nước thuần tuý. Chênh lệch này đạt giá trị lớn nhất sau 3 giờ kể từ thời điểm nước lớn và bằng 30 cm.

- Trước và sau thời điểm bão đổ bộ khoảng 1 giờ, mực nước thuần tuý lớn hơn mực nước tương tác. Chênh lệch mực nước khoảng 15 cm. Thời gian tiếp theo, mực nước tương tác lại lớn hơn mực nước thuần tuý.

d) Bão đổ bộ vào thời điểm nước ròng

Trong trường hợp này hoàn toàn ngược với trường hợp b- , tức là trường hợp bão đổ bô vào thời điểm nước lớn (H. 5).

Hầu hết thời gian, mực nước thuần tuý đều nhỏ hơn mực nước tương tác. Chênh lệch mực nước đạt giá trị nhỏ nhất và bằng -40 cm.

Nhìn chung lại, ở cả 4 pha triều khác nhau, trường hợp nào cũng có thời điểm mà mực nước thuần tuý và mực nước tương tác chênh lệch nhau đáng kể : từ ± 30 cm đến ± 40 cm .

Giá trị chênh lệch lớn ở hai trường hợp bão đổ bộ vào thời điểm nước lớn và nước ròng đều rơi vào thời điểm mà mực nước (cả thuần tuý và tương tác) đạt giá trị lớn nhất. Đối với hai trường hợp còn lại thì không phải như vậy.

Trong trường hợp nước lớn, chênh lệch giữa mực nước thuần tuý và mực nước tương tác khoảng 40 cm, ứng với mực nước thuần tuý là 450 cm, như vậy chênh lệch khoảng 10% so với mực nước thuần tuý.

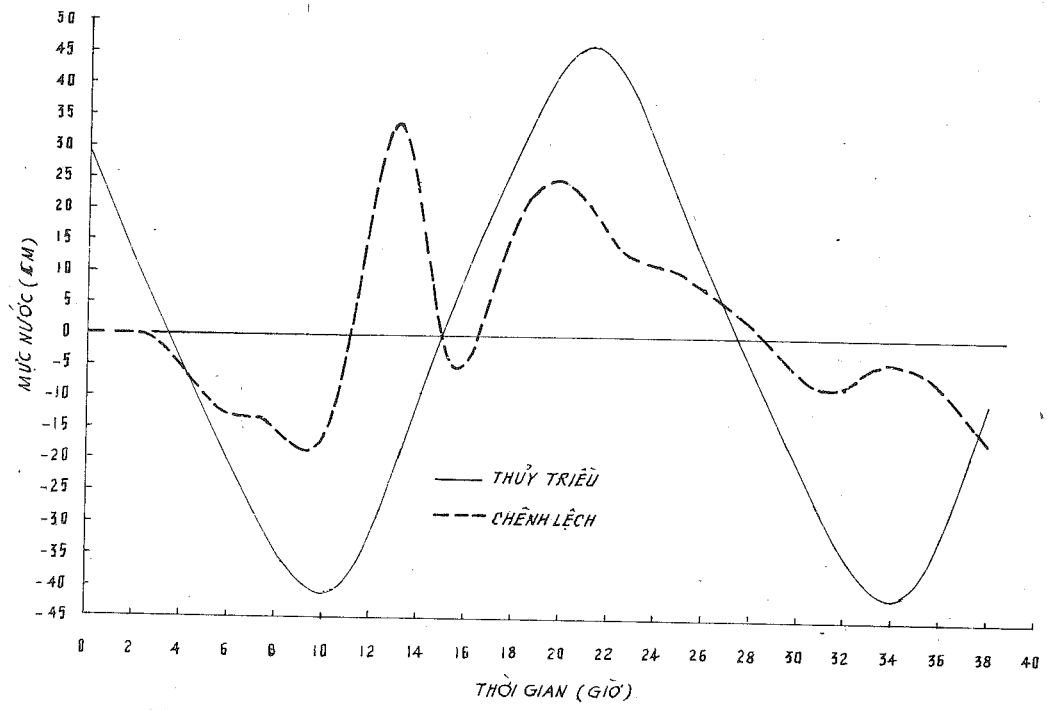
Qua phân tích ở trên cho thấy có một số khác biệt trong các trường hợp bão đổ bộ vào các pha triều khác nhau, tóm tắt lại như sau:

-Tại các pha triều lên, triều xuống, tức tại các thời điểm mà mực nước đạt giá trị trung bình, mực nước thuần tuý và mực nước tương tác sai khác nhau không đáng kể.

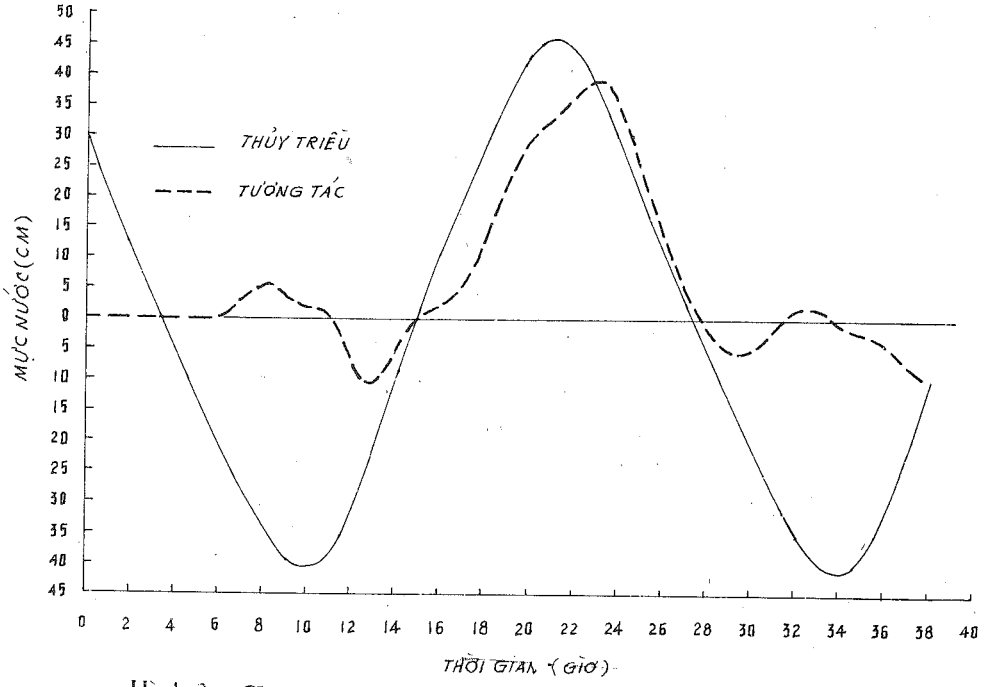
Tại các pha triều nước lớn, nước ròng ở thời điểm bão đổ bộ chênh lệch giữa mực nước thuần tuý và mực nước tương tác là lớn nhất và có dấu ngược nhau.

Nhằm tìm hiểu nguyên nhân gây nên sự chênh lệch giữa mực nước thuần tuý và mực nước tương tác ở các pha triều khác nhau, chúng tôi nêu ra một số nhận xét, đồng thời cũng xem đây chưa phải là những nhận xét thấu đáo.

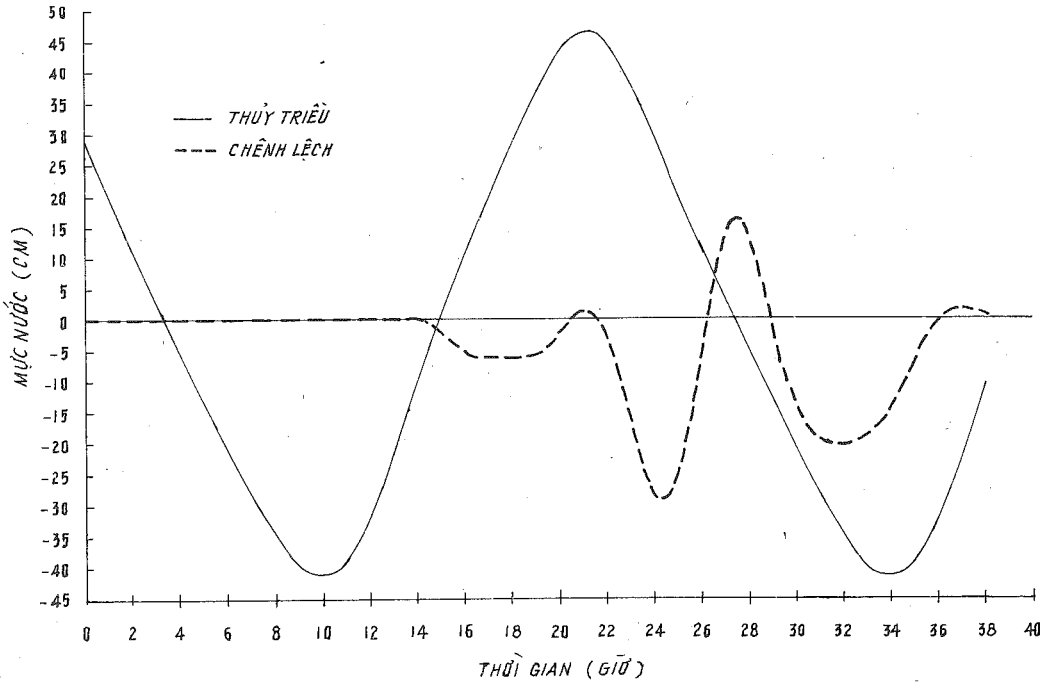
Như ta đã biết, sóng dài truyền vào vùng biển nông thì độ cao sóng sẽ tăng lên và ngược lại. Trong khi tính toán nước dâng, ta đã cho rằng nước dâng phát triển trên mực nước trung bình (dao động mực nước nền bằng 0). Như vậy, nếu nước dâng phát triển và truyền trên một mực nước nền cao hơn (độ sâu lớn hơn) như trong kỳ nước triều lớn chẳng hạn, thì độ cao nước dâng sẽ bé hơn. Tức là mực nước tương tác sẽ bé hơn mực nước thuần tuý. Tại kỳ nước ròng thì ngược lại. Tuy vậy, sự sai khác nhau giữa mực nước thuần tuý và mực nước tương tác không phải chỉ do sự sai khác về mực nước nền của các trường hợp gây ra. Hệ phương trình nước nông cho thấy rằng sự tương tác là rất phức tạp. Rõ ràng không chỉ mực nước (triều, nước dâng) tương tác với nhau mà cả các trường dòng chảy cũng tương tác lẫn nhau. Trên hình 6 là



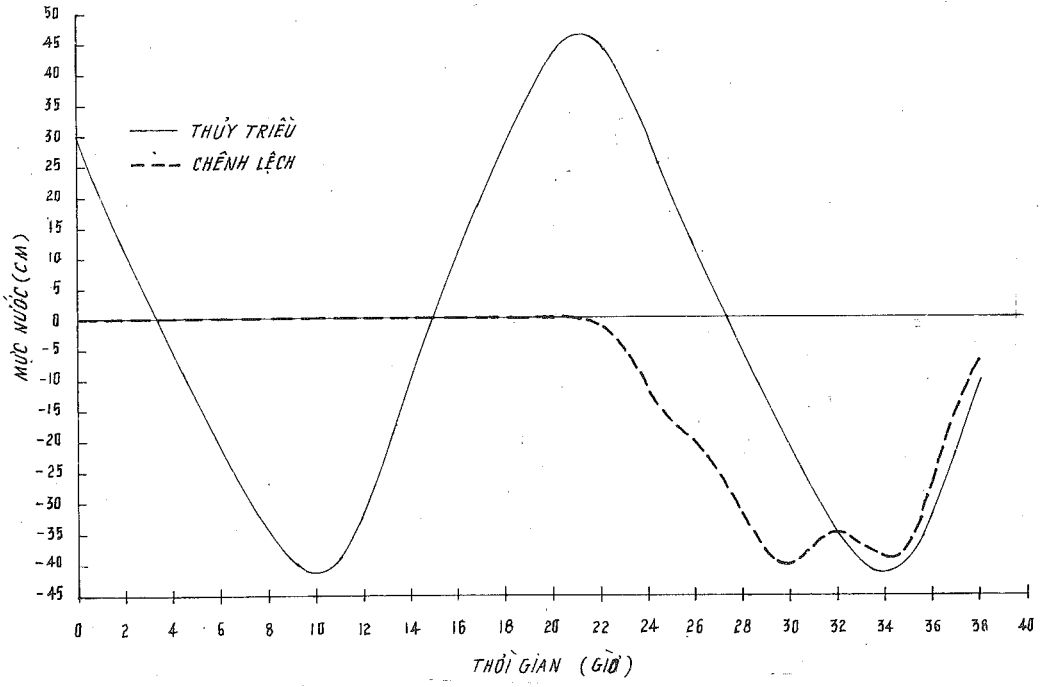
Hình 2. Chenh lệch giữa mực nước thuần tuý và mực nước tương tác thời điểm nước lên (điểm 1)



Hình 3 . Chênh lệch giữa mực nước thuần tuý và mực nước tương tác thời điểm nước lớn (điểm 1)



Hình 4. Chênh lệch giữa mực nước thuần tuý và mực nước tương tác thời điểm triều xuống (điểm 1)



Hình 5. Chênh lệch giữa mực nước thuần tuý và mực nước tương tác thời điểm nước ròng (điểm 1)

trường dòng chảy (tương tác) ở trường hợp bão đổ bộ vào thời điểm triều lên. Tại thời điểm này, dòng triều có hướng từ nam lên bắc. Trước hết chúng ta hãy xét nguyên lý sau đây: sở dĩ nước dâng ở gần bờ lớn hơn ở ngoài khơi là vì dòng chảy khi vào bờ, gặp biên cứng chặn lại, một phần chảy men theo bờ (thành phần tiếp tuyến), phần còn lại (theo phương pháp tuyến) không chảy đi đâu được nên khối nước chững lại làm cho mực nước dâng cao lên. Như vậy, ở đâu dòng chảy húc mạnh vào bờ thì ở đó nước dâng lớn. Trên hình 6 là trường dòng chảy tổng hợp trước khi bão đổ bộ. Đó là thời điểm mà mực nước triều đang thấp. Như trên đã xét, trong thời gian mực nước thấp này hiệu ứng mực nước nền sẽ làm cho mực nước tương tác cao hơn mực nước thuần tuý. Nhưng trên hình 2 điều đó chỉ diễn ra trong một khoảng thời gian ngắn. Sau đó giá trị chênh lệch tăng vọt lên đạt giá trị 30 ngày tại thời điểm mà mực nước triều vẫn còn thấp hơn mực nước trung bình. Điều này chứng tỏ ở đây hiệu ứng tương tác dòng chảy phát huy mạnh.

Thật vậy, trên hình 6 thấy rằng dòng triều từ nam lên bắc gặp xoáy nước đã phân ra làm 2 luồng: một luồng rẽ sang phải và tăng cường cho phần bên phải của xoáy thuận, phần kia áp vào bờ và làm suy giảm phần bên trái. Như vậy, phần dòng chảy ở góc tây bắc (tính từ tâm bão) vốn có hướng húc vào bờ bị suy giảm, dẫn đến tình trạng mực nước tương tác bé đi. Bão càng tiến vào bờ, hiệu ứng này càng được tăng cường, và đến một thời điểm nào đó (trước thời điểm bão đổ bộ) hiệu ứng này đạt giá trị lớn nhất. Tại thời điểm đó, chênh lệch mực nước cũng đạt giá trị lớn nhất. Thời kỳ sau đó bão tiếp tục tiến vào bờ và nhánh dòng triều bên trái bị chèn, hiệu ứng dòng chảy bé dần cho đến thời điểm bão đổ bộ vào bờ. Đồng thời với hiệu ứng dòng chảy, do mực nước triều càng ngày càng tăng lên cho đến mực trung bình, hiệu ứng mực nước nền cũng ngày càng giảm đi. Cả hai hiệu ứng kể trên đều mất hiệu lực ở thời điểm bão đổ bộ, cho nên chênh lệch mực nước ở thời điểm này gần bằng không. Tức là mực nước thuần túy và mực nước tương tác bằng nhau. Thời gian tiếp theo là thời gian mực nước triều tăng lên cao hơn mực nước trung bình, bởi vậy hiệu ứng mực nước nền lại phát huy tác dụng và làm chênh lệch mực nước. Còn về hiệu ứng dòng chảy trong dịp này chưa truy cứu được. Vấn đề khảo sát hiệu ứng dòng chảy sẽ được xem xét kỹ hơn ở một dịp khác.

Tại hai pha triều: nước lớn và nước ròng, như đã biết, dòng triều ở các thời điểm này rất yếu. Do đó hiệu ứng tương tác dòng chảy là không đáng kể. Ở hai trường hợp này có thể nói hoàn toàn chỉ do hiệu ứng về mực nước nền gây ra chênh lệch giữa mực nước thuần túy và mực nước tương tác mà thôi.

Ở pha triều xuống, quá trình hoàn toàn ngược với trường hợp triều lên.

Điều hết sức thú vị ở đây là đường biến thiên chênh lệch giữa mực nước thuần túy và mực nước tương tác ở hai trường hợp triều lên, triều xuống biểu thị một quy luật rất rõ ràng.

Ở trên kia ta chỉ xét cho 1 điểm ở khu vực Hải Phòng, chúng tôi cũng đã tính cho một điểm nữa ở vịnh Diễn Châu và cũng có những nhận xét tương tự như ở điểm 1.

Như vậy có thể thấy rằng tùy từng pha triều mà hiệu ứng tương tác dòng chảy và hiệu ứng mực nước nền có một mức độ mạnh, yếu khác nhau. Tại các thời điểm dòng triều mạnh, hiệu ứng dòng chảy còn tỏ ra lớn hơn hẳn hiệu ứng mực nước nền.

IV. KẾT LUẬN

Từ các phân tích trên, chúng ta có thể đưa ra các kết luận sau:

1. Tương tác giữa nước dâng và thuỷ triều ở vùng vịnh Bắc Bộ là có và đáng kể.
2. Khi bão đổ bộ vào thời điểm nước lớn, giá trị mực nước thuần túy lớn nhất lớn hơn giá trị mực nước tương tác lớn nhất (mực nước thực) khoảng 10% của giá trị mực nước thuần túy lớn nhất. Các giá trị mực nước lớn nhất này đạt được tại thời điểm nước lớn. Nghĩa là giá trị mực nước thực lớn nhất chỉ bằng 90% giá trị mực nước thuần tuý lớn nhất.
3. Khi bão đổ bộ vào thời điểm nước ròng, giá trị mực nước thực lớn nhất bằng 130% giá trị mực nước thuần túy lớn nhất.

   Ý nghĩa của các kết luận 2 và 3 như sau: Sau khi có được giá trị mực nước thuần tuý lớn nhất (bằng tính toán), muốn biết giá trị mực nước thực lớn nhất thì phải nhân thêm số phần trăm ứng với các trường hợp.
4. Trường hợp bão đổ bộ vào các pha triều lên, triều xuống, mực nước thuần tuý lớn nhất và mực nước tương tác lớn nhất (mực nước thực) bằng nhau.
5. Khi bão đổ bộ vào thời điểm nước lớn, hầu hết thời gian mực nước thuần túy cao hơn mực nước tương tác.
6. Khi bão đổ bộ vào thời điểm nước ròng, hầu hết thời gian mực nước thuần túy thấp hơn mực nước tương tác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Nguyễn Vũ Thắng , Lê Trọng Đào.**Tương tác giữa nước dâng và thủy triều ở khu vực Hải Phòng từ số liệu thực đo. *Tập san KTTV Tổng cục KTTV, No 1 1998*

2. **Nguyễn Thị Việt Liên.** Mô hình số trị bài toán thuỷ triều và nước dâng. *Tóm tắt luận án phó tiến sĩ khoa học toán lý.*