TÍNH TOÁN THỬ NGHIỆM NƯỚC DÂNG DO BÃO BẰNG MÔ HÌNH SỐ TRỊ STORM SURGE MODEL OF CHINA SEA

TS. **Ngô Lê Long** - Đại học Thủy Lợi
ThS. **Hà Trọng Ngọc** - Trung tâm Ứng dụng công nghệ và Bồi dưỡng nghiệp vụ KTTV&MT

Nước dâng do bão là một dạng thiên tai gây ngập lụt, phá hủy các công trình và cơ sở hạ tầng vùng ven bờ. Sự phá hủy của nước dâng do bão thể hiện ở khả năng gây áp lực lớn tàn phá công trình và gây ngập lụt trên diện rộng. Độ cao mực nước lớn tràn mặt đê dễ gây ra vỡ đê hoặc ngập mặn các vùng đồng bằng. Xác định giá trị cực đại mực nước dâng do bão là một bài toán thực tế, là sự đòi hỏi cấp thiết của công tác thi công, bảo vệ công trình đê.

Bài báo này sử dụng mô hình số trị tính toán nước dâng do bão STORM SURGE MODEL OF CHINA SEA được phát triển bởi FUJIANG YU của Trung tâm dự báo môi trường hàng hải Quốc gia Trung Quốc tính toán thử nghiệm cho một số cơn bão đổ bộ vào bờ biển Việt Nam.

1. Cơ sở lý thuyết mô hình

Dòng tổng hợp ven bờ chịu ảnh hưởng của các tác động:

(1) Thuỷ triều, ,

(2) Nước dâng - nước rút do gió, áp suất khí quyển,

(3) Sóng biển

(4) Dòng chảy sông ngòi từ lục địa đổ ra,

(5) Dao động mùa và năm, hoặc nhiều năm liên quan đến các quá trình vĩ mô ở đại dương và khí quyển, El Nino, La Nina.

Hệ phương trình tính

Chuyển động của chất lỏng được đặt trong sự cân bằng của các lực trên một đơn vị khối lượng. Gia tốc thành phần theo các trục được viết:

$$\frac{Du}{Dt} = fv - \frac{1}{\rho_w}\frac{\partial P}{\partial x} + F_x \quad (1)$$

$$\frac{Dv}{Dt} = -fu - \frac{1}{\rho_w}\frac{\partial P}{\partial y} + F_y \quad (2)$$

$$-\frac{1}{\rho_w}\frac{\partial P}{\partial z} - g = 0 \quad (3)$$

Hệ các phương trình (1) - (3) là hệ phương trình chuyển động trên hệ toạ độ vuông góc trong đó:

u, v và w - các thành phần tốc độ dọc theo các trục ox, oy và oz,

f - tham số Coriolis; P - áp suất; ρ_w - mật độ nước; g - gia tốc trọng trường

Các dấu đạo hàm toàn phần:

$$\frac{D}{Dt} = \frac{\partial}{\partial t} + u\frac{\partial}{\partial x} + v\frac{\partial}{\partial y} + w\frac{\partial}{\partial z}$$

Vế phải các phương trình (1) và (2) thể hiện các lực thành phần sau:

f.u, f.v - hiệu ứng quay của trái đất,

$\frac{1}{\rho_w}\frac{\partial P}{\partial x}$ - gradient theo phương nằm ngang của áp lự

Fx, Fy- các ngoại lực thể hiện các ứng suất ma sát và các nhiễu động rối

Giả thiết mật độ nước biển là một đại lượng không đổi, sử dụng một số các biến đổi đơn giản khác ta có phương trình liên tục cuối cùng có dạng:

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} = 0 \quad (4)$$

Sử dụng nguyên lý Leibnitz, cuối cùng ta thu được hệ phương trình chuyển động của chất lỏng bao quát các đặc trưng động lực trong vùng nước nông có dạng như sau:

$$\frac{\partial U}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}\left[\frac{U^2}{h+\zeta}\right] + \frac{\partial}{\partial y}\left[\frac{UV}{h+\zeta}\right] = -fV - \frac{1}{\rho_w}\frac{\partial Pa}{\partial x}[h+\zeta] - g\frac{\partial \zeta}{\partial x}[h+\zeta] + \frac{1}{\rho_w}[\tau_{sx} - \tau_{bx}] \quad (5)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y}\left[\frac{V^2}{h+\zeta}\right] + \frac{\partial}{\partial x}\left[\frac{UV}{h+\zeta}\right] = -fU - \frac{1}{\rho_w}\frac{\partial Pa}{\partial y}[h+\zeta] - g\frac{\partial \zeta}{\partial y}[h+\zeta] + \frac{1}{\rho_w}[\tau_{sy} - \tau_{by}] \quad (6)$$

Trong biểu thức (5), (6) xuất hiện các đại lượng τ_{sx}, τ_{bx}, τ_{sy}, τ_{by} đặc trưng cho ứng suất ma sát mặt (τ_s) và ma sát đáy (τ_b) theo các trục ox và oy tương ứng. Còn lại các ký hiệu khác đã đề cập đến ở trên. Tổng hợp 2 phương trình chuyển động (5), (6) cùng với phương trình liên tục (4) ta có hệ phương trình mô tả được các quy luật động lực tự nhiên trong vùng nước nông.

Để khép kín 3 phương trình trên cần phải tìm cách xác định các biểu thức tính toán các đại lượng ứng suất ma sát mặt và ma sát đáy. Thực tế đã chỉ ra rằng với hệ 3 phương trình trên sử dụng để dự báo các đại lượng U, V và ζ là khá chính xác. Biết rằng các đại lượng U, V ở đây là các thành phần dòng toàn phần, khi muốn chuyển đổi sang thành phần tốc độ dòng chảy tổng cộng cần phải chia cho h là độ sâu của vùng tính toán.

Các ngoại lực hình thành dòng chảy

Thông thường có thể sử dụng hệ 3 phương trình vừa kể trên để mô phỏng cơ chế hoàn lưu gió, dòng triều và tổ hợp cùng một lúc cả hai ngoại lực là triều và gió.

Ứng suất gió bề mặt được xác định như sau:

$$\tau_{sx} = \rho_a c_d |w| w_x \qquad (7)$$
$$\tau_{sy} = \rho_a c_d |w| w_y$$

Trong đó: Pa - mật độ không khí,

Cd - hệ số ma sát mặt biến đổi từ 0,0025 đến 0,0150.

w - tốc độ gió và wx, wy là các thành phần tốc độ gió.

ứng suất ma sát đáy được xác định theo quy luật:

$$\tau_{bx} = k.\rho_w \frac{U}{h}$$
$$\tau_{by} = k.\rho_w \frac{V}{h} \qquad (8)$$

Trong đó: k là hệ số ma sát đáy biến đổi từ 0,0020 đến 0,0025.

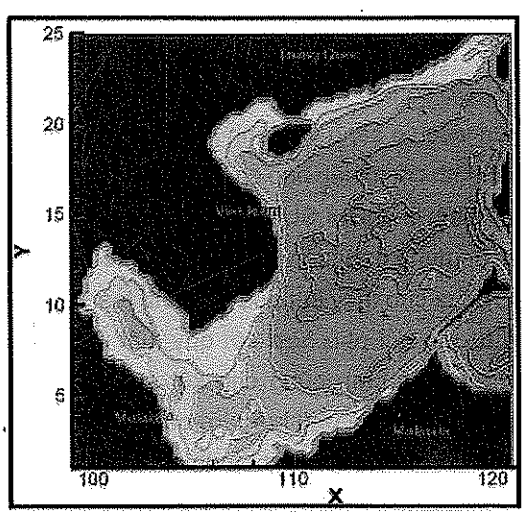
2. Số liệu đầu vào để tính toán

Để phục vụ cho tính toán số liệu đầu vào cần phải có các thông tin về bão: đường đi của bão, tốc độ gió cực đại, áp suất tâm bão, địa hình bán kính lớn nhất của bão và khoảng cách tới bờ. Số liệu được thể hiện ở bảng 1.

Số liệu đầu vào của mô hình:

Bảng 1. Các thông số của bão đưa vào mô hình

Thời gian	Vĩ độ	Kinh độ	Áp suất	V(max)	R_{max}	Khoảng cách tới bờ
9/29/2006	13.5	112.9	955	39	111	656
9/30/2006	13.1	112	960	39	111	556
10/1/2006	12.5	111.3	970	33	93	478
10/2/2006	11.5	110.3	980	31	56	367



Hình 1. Địa hình biển Đông: Từ 1^0N - 21^0N đến 99 ^{0}E-121^0E

3. Áp dụn mô hình tính toán nước dâng một số cơn bão năm 2006, 2007

Bão XANGSANE

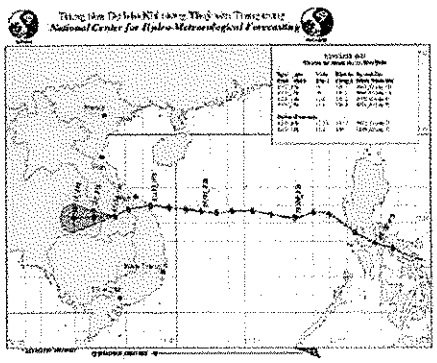
Thời gian xuất hiện và kết thúc: 26/9-2/10/2006

Vận tốc gió lớn nhất là 85 knots (43,7 m/s) – cấp bão 14

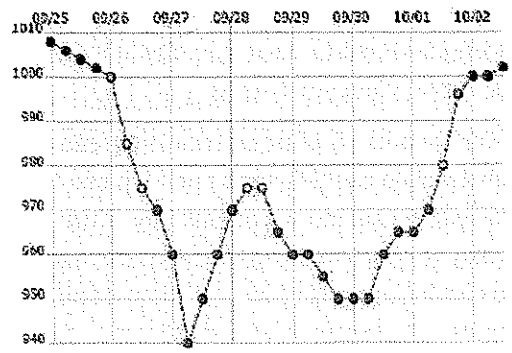
Bán kính gió bão 120 km

Tốc độ di chuyển là 18,1 km/h

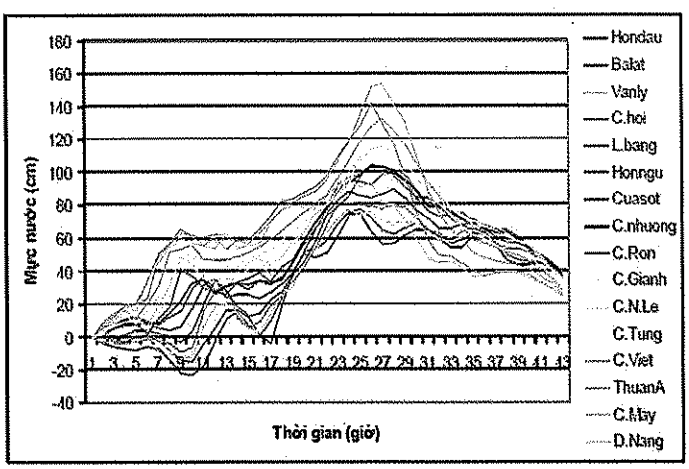
Đường đi của bão được thể hiện trên hình 2, áp suất trung bình của bão được thể hiện trong hình 3.



Hình 2. Đường đi của bão Xangsane



Hình 3. Áp suất trung bình của bão



Hình 4. Mực nước dâng tại các trạm ven biển VN khi có bão Xangsane

Kết quả tính toán từ mô hình tính toán mực nước dâng do bão tại các khu vực ảnh hưởng trực tiếp của bão: Mực nước dâng lớn nhất tại Cửa Việt là 1,32m; Thuận An là 1,52m và Chân Mây là 1,41m.

Bão Lekima

Thời gian xuất hiện và kết thúc: 30/9/2007-4/10/2007

Vận tốc gió lớn nhất là 60 knots (30,9 m/s) - cấp bão 11

Bán kính bão 220 km

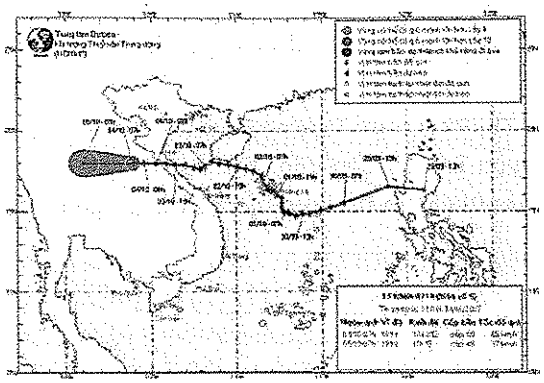
Tốc độ di chuyển là 15km/h

Đường đi của bão được thể hiện trên hình 5, áp suất trung bình của bão được thể hiện trong hình 6.

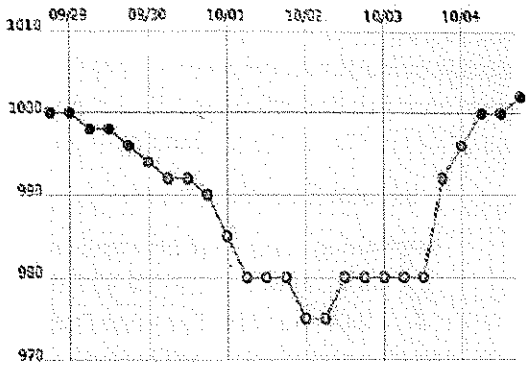
Kết quả tính toán từ mô hình tính toán mực nước dâng do bão tại các khu vực ảnh hưởng trực tiếp của bão: Mực nước dâng lớn nhất tại Hòn Ngư là 1,31m; Cửa Sót là 1,48m và Chân Mây là 1,39m.

4. Kết luận

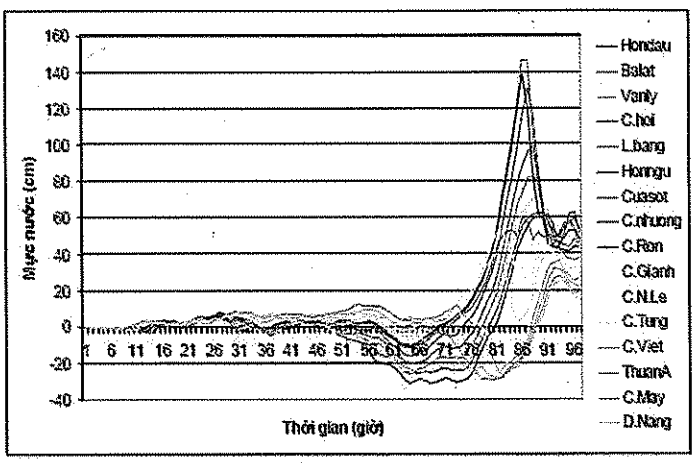
Do số liệu quan trắc về nước dâng trong bão ít nên việc so sánh và đánh giá kết quả tính toán của mô hình còn nhiều hạn chế. Tuy vậy, qua nghiên cứu mô hình STORM SURGE MODEL OF CHINA SEA và áp dụng tính toán thử nghiệm cho hai cơn bão ở nước ta cho thấy kết quả của tính toán của mô hình là tương đối phù hợp với quy luật vật lý của hiện tượng. Mô hình cũng cho kết quả tính toán mực nước dâng khá phù hợp với các phương pháp tính toán theo công thức kinh nghiệm trước đây.



Hình 5. Đường đi của bão Lekima



Hình 6. Biểu đồ áp suất trung bình của bão



Hình 7. Mực nước dâng tại các trạm ven biển VN khi có bão Lekima

Tài liệu thamkhảo

1. Lương Văn Hậu –Hoàng Xuân Lượng – Nguyễn Sỹ Nuôi – Lương Giang Vũ (2001) Công trình bảo vệ bờ biển và hải đảo.

2. Nguyễn Văn Lai (2006), Giáo trình Hải dương học trường ĐHTL.

3. Nguyễn Bá Quỳ, Phạm Thị Hương Lan (2005), Bài giảng chỉnh trị cửa sông và bờ biển.

4. Ngô Đình Tuấn (2009), Chương trình tổng quan đê biển Việt Nam.

5. Ngô Trí Viềng (2008), Đề tài – Nghiên cứu cơ sở khoa học và đề xuất các giải pháp khoa học công nghệ bảo đảm sự ổn định và độ bền của đê biển hiện có trong trường hợp sóng, triều cường tràn qua đê – mã số: KC 08.15/06 - 10.