

# THỬ NGHIỆM TÍNH TOÁN LƯU LƯỢNG, MỨC NƯỚC VÀ TỐC ĐỘ DÒNG CHẢY TẠI VÙNG CỬA SÔNG CHỊU ẢNH HƯỞNG CỦA TRIỀU

KS. Đỗ Đình Chiến

Phân viện Hải dương học tại Hải Phòng

## A. Mở đầu

Nước ta có một hệ thống sông ngòi dày đặc trải dọc trên 3.200km bờ biển và một chế độ thủy triều đặc sắc. Do vậy, sông ngòi có một vai trò quan trọng trong việc phát triển kinh tế xã hội và môi sinh như: giao thông vận tải, thủy lợi, môi trường và sản xuất nông nghiệp.... Việc tính toán lưu lượng, mực nước và tốc độ dòng chảy tại các vùng cửa sông chịu ảnh hưởng của triều có ý nghĩa rất quan trọng trong việc nghiên cứu cơ chế bồi xói, biến đổi hình thái lưu vực, lan truyền mặn ... trong sông.

Từ trước đến nay, vấn đề này được giải quyết theo hai hướng cơ bản sau:

1. Phương pháp thủy văn: cơ sở của phương pháp này là phân tích số liệu thực đo về mực nước và lưu lượng dựa trên những đường cong phụ thuộc.

2. Phương pháp toán học bao gồm:

- Phương pháp phân tích điều hoà dao động mực nước và dòng chảy dựa vào các chuỗi số liệu thực đo.

- Phương pháp phân tích phổ các chuỗi số liệu thực đo.

- Phương pháp số trị thủy động.

Trong bài báo này, chúng tôi áp dụng phương pháp số trị thủy động trên cơ sở sử dụng hệ phương trình Saint-Venant, áp dụng cho vùng cửa sông Trà Lý, đoạn từ trạm thủy văn của sông Định Cư đến trạm Quyết Chiến để tính các đặc trưng mực nước, lưu lượng và tốc độ dòng chảy trong sông.

## B. Cơ sở phương pháp tính toán

Sử dụng hệ phương trình Saint-Venant gồm 2 phương trình cơ bản sau:

Phương trình liên tục:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + B \frac{\partial H}{\partial t} \pm Q_i = 0$$

Phương trình chuyển động:

$$g \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{1}{\omega} \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{2Q}{\omega^2} \frac{\partial Q}{\partial x} + g \frac{Q|Q|}{C^2 \omega^2 R} - \alpha \frac{W^2 \cos \beta}{D} = 0$$

|           |   |                                              |
|-----------|---|----------------------------------------------|
| Trong đó: | B | - Độ rộng mặt cắt ngang (m),                 |
|           | w | - Diện tích mặt cắt ngang (m <sup>2</sup> ), |
|           | H | - Mực nước (m),                              |
|           | Q | - Lưu lượng nước (m <sup>3</sup> /s),        |
|           | t | - Thời gian (s),                             |
|           | x | - Độ dài dọc theo dòng chảy (m),             |
|           | g | - Gia tốc trọng trường (m/s <sup>2</sup> ),  |
|           | C | - Hệ số Sê-dí,                               |
|           | R | - Bán kính thủy lực,                         |
|           | α | - Hệ số gió,                                 |

- $\beta$  - Góc giữa hướng gió và trục x,
- $W$  - Vận tốc gió,
- $D$  - Độ sâu dòng chảy,
- $Q_i$  - Nhập lưu hoặc thoát lưu tại một vị trí.

Đây là hệ phương trình vi phân phi tuyến có hệ số biến đổi loại hypecbol mô tả sự thay đổi của các đặc trưng dòng chảy theo thời gian và không gian của Saint-Venant.

Điều kiện ban đầu:

$$\begin{aligned} Q_{(t_0, x)} &= Q_0(x) \\ Z_{(t_0, x)} &= Z_0(x) \end{aligned}$$

Điều kiện biên (tại điểm đầu và cuối):

$$\begin{aligned} H_t &= Z_t \quad (t, x=0) & H_d &= Z_d \quad (t, x=l) \\ Q_t &= Q_t \quad (t, x=0) & Q_d &= Q_d \quad (t, x=l) \end{aligned}$$

Bài toán trên được giải bằng cách lấy tích phân các phương trình theo trục x, sau đó thay thế các vi phân riêng bằng các thương số sai phân tương ứng để tính toán các ẩn số bằng phương pháp sai phân ẩn.

### C. Áp dụng tính toán cho đoạn sông Trà Lý

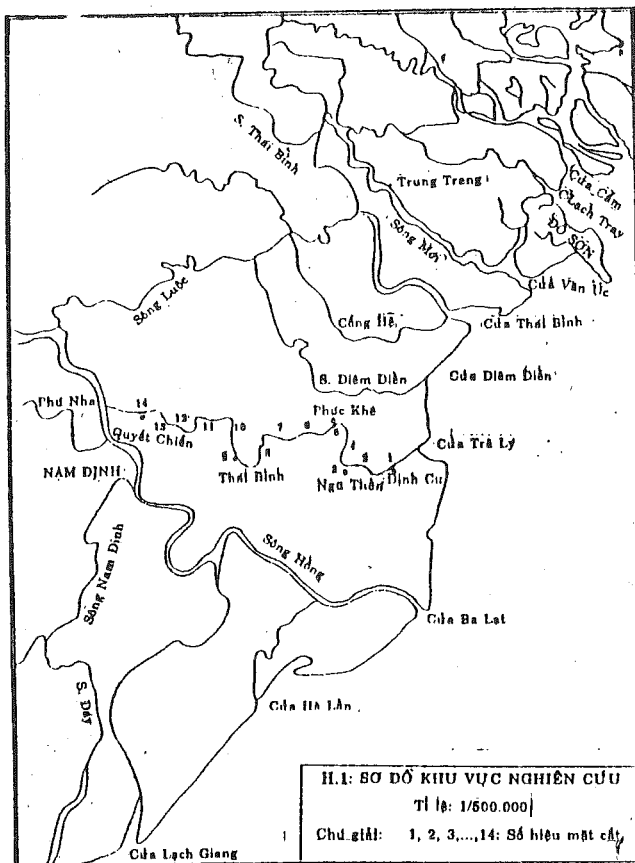
Trên cơ sở bài toán trên, chúng tôi áp dụng để tính toán quá trình truyền triều cho sông Trà Lý là một nhánh sông đơn chịu ảnh hưởng của chế độ nhật triều vịnh Bắc Bộ. Sông Trà Lý nằm trong địa phận tỉnh Thái Bình, là phân lưu ở cực đông hạ lưu sông Hồng nên chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của chế độ nhật triều và có ý nghĩa rất lớn đối với việc thoát nước của hệ thống sông Hồng (Hình 1). Sông dài khoảng 80km, chảy theo hướng tây - đông, lòng sông uốn khúc, độ dốc đáy nhỏ (2-3cm/km), độ rộng lòng sông trung bình trên 100m, mùa lũ tới 250m.

Đoạn sông được tính toán lấy từ trạm cửa sông Định Cư (biên dưới) đến trạm Quyết Chiến (biên trên) có chiều dài 65km được chia thành 13 đoạn với 14 mặt cắt ngang, mỗi đoạn có chiều dài xấp xỉ 5km. Các số liệu mực nước được sử dụng làm điều kiện biên và điều kiện ban đầu gồm: chuỗi số liệu quan trắc mực nước từng giờ trong 3 ngày nước cường từ 1-3/3/1965 tại Định Cư và Quyết Chiến. Các số liệu địa hình: độ rộng sông, diện tích mặt cắt theo các cấp mực nước tại các mặt cắt. Các nguồn số liệu trên được thu thập tại Tổng cục KTTV. Các bộ tham số cho mô hình trong điều kiện thực đã được thử nghiệm kỹ lưỡng trong quá trình tính. Ở đây, chúng tôi chọn bước lưới  $\Delta x \approx 5\text{km}$  và bước thời gian  $\Delta t \approx 3\text{s}$ .

Các kết quả tính toán nhận được gồm: lưu lượng nước, vận tốc dòng chảy và độ cao mực nước biến đổi tại các thời điểm khác nhau được lược trích và biểu diễn trong các hình 2 và 3.

### D. Phân tích kết quả

Từ kết quả tính toán tại 14 mặt cắt dọc sông chúng tôi nhận thấy dòng chảy sông Trà Lý vào mùa khô chịu ảnh hưởng của triều rất mạnh và trên toàn bộ sông. Biên độ triều tính toán có xu thế giảm dần từ cửa sông lên tới trạm Quyết Chiến phù hợp với điều kiện thực tế. Tại Quyết Chiến vẫn xuất hiện dòng chảy ngược với tốc độ cực đại gần 2m/s cùng với sự dao động của mực nước và biến đổi lưu lượng trong một chu kỳ triều chứng tỏ ảnh hưởng ưu thế của triều trong mối tương tác sông - biển. Tuy nhiên, do ảnh hưởng của dòng chảy sông, sóng triều khi truyền vào sông đã bị biến dạng và tại Quyết Chiến chậm pha hơn 3 giờ so với cửa. Độ lớn và tốc độ truyền triều giảm khi vào trong sông và càng vào sâu tốc độ giảm càng nhanh. Từ Định Cư đến Thái Bình dài hơn 40km, chênh lệch độ cao triều giảm từ 2,20m xuống 1,47m, tốc độ suy giảm 1,8cm/km, trong khi đó từ Thái Bình đến Quyết Chiến dài 25km giảm từ 1,47m xuống còn 0,91m, tốc độ suy giảm biên độ đạt trên 2,2cm/km.



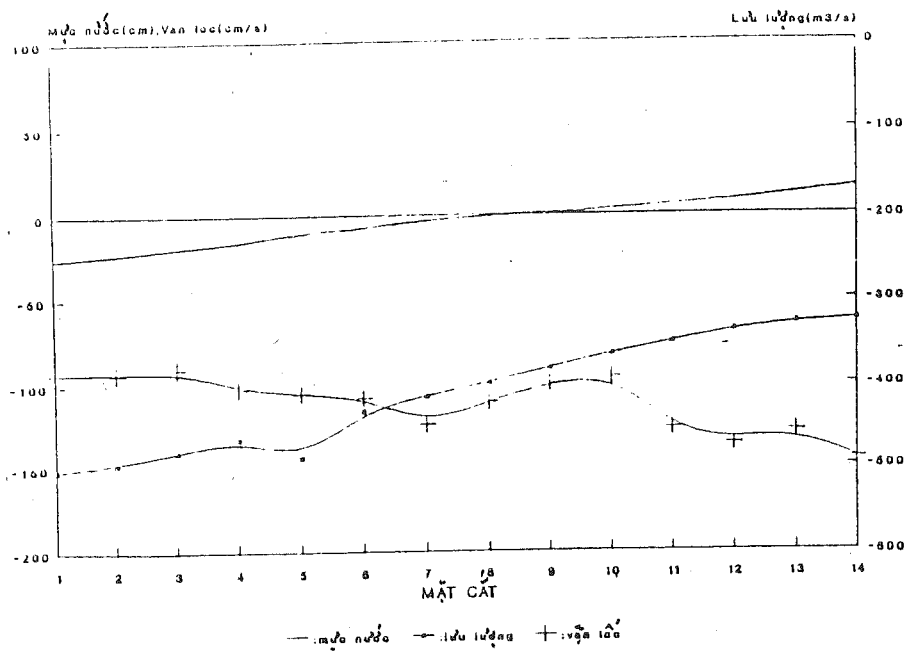
## E. Kết luận

Kết quả tính toán của mô hình cho sông Trà Lý đã cho phép phân tích cụ thể diễn biến của dòng chảy dọc sông theo không gian và thời gian, thể hiện tính ưu việt của mô hình so với phương pháp phân tích thống kê đòi hỏi nhiều số liệu và tốn kém. Các kết quả tính toán nhận được cho thấy mô hình tính đơn giản, ổn định và có thể áp dụng cho các dạng sông đơn tương tự như đoạn sông Trà Lý. Ngoài ra, các kết quả này có thể ứng dụng cho việc tính toán, nghiên cứu các quá trình xâm nhập mặn và lan truyền ô nhiễm trong sông.

## Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Văn Cung, Nguyễn Như Khuê, 1974. Dòng không ổn định trong kênh hở. NXB Nông thôn.
2. Nguyễn Ngọc Thụy, 1984. Thủy triều vùng biển Việt Nam. NXB Khoa học Kỹ thuật. Hà Nội.
3. Tổng cục KTTV, 1983. Động lực triều vùng đồng bằng sông Cửu Long. Trang 60-81.
4. D. Van Parreeren, 1974. Chương trình điện toán mô hình triều một chiều của đồng bằng sông Mê Kông. (Bản dịch của Tôn Thất Phương). Tổng cục KTTV.
5. Asian Institute of Technology, 1978. Salinity intrusion in the Chao Phya and Mae Klong rivers. Bangkok.
6. Ian Larsen, 1982. On the modelling of salinity intrusion in the Mekong estuarine system. Royal Institute of Technology. Stockholm, Sweden.

## H.2. Biến đổi độ cao mực nước, lưu lượng và tốc độ dòng chảy dọc sông 12h 1/3/1965



## H.3. Biến đổi mực nước, lưu lượng tại mật cát số 9 (từ 0h 1/3 - 0h 3/3/65)

