

## VỀ CÁC ĐIỀU KIỆN BIÊN TRONG BÀI TOÁN THỦY TRIỀU VỊNH BẮC BỘ

ĐỖ NGỌC QUỲNH, PHẠM VĂN NINH, NGUYỄN THỊ VIỆT LIÊN

Để tính dao động mực nước triều và dòng triều trong biển, theo hướng hiện đại thường sử dụng hệ phương trình Saint-Venant 2 chiều đầy đủ cùng với số liệu thực đo tại biên lỏng và điều kiện không thấm tại biên cứng. Nhưng với phần lớn các vùng biển, việc đo đạc dài ngày ở ngoài khơi vẫn là một khó khăn rất lớn. Vì vậy, số liệu thực đo tại biên lỏng thường rất thiếu hoặc không chính xác. Trong [1, 3] đã trình bày và minh chứng việc sử dụng điều kiện cho trước dao động mực nước tại biên cứng thay cho điều kiện không thấm nhằm khắc phục nhược điểm trên để nâng cao độ chính xác các kết quả nhận được.

Bài này tiếp tục hướng nghiên cứu trên nhằm hoàn thiện cách chọn điều kiện biên đối với bài toán thủy triều vịnh Bắc Bộ trên cơ sở khả năng số liệu thực tế. Để thực hiện mục tiêu trên đã xem xét 3 bài toán

### 1. BÀI TOÁN 1

Giải bài toán thủy triều vịnh Bắc Bộ theo cách thông thường, tức sử dụng hệ phương trình Saint-Venant 2 chiều đầy đủ với điều kiện cho dao động mực nước dọc trên biên lỏng của vịnh và điều kiện không thấm tại bờ cứng. Ở đây sử dụng ký hiệu  $S^3(\eta, u, v, t)$  để chỉ hệ phương trình Saint-Venant 2 chiều gồm phương trình chuyển động và một phương trình liên tục. Bài toán 1 có dạng:

$$S^3(\eta, u, v, t) = 0$$

$$\begin{aligned} \text{- Điều kiện biên: } & + \text{ Biên lỏng } G_1: \quad \eta_{G_1} = H \cos(qt + g) \\ & + \text{ Biên cứng } G_2: \quad U_n \Big|_{G_2} = 0 \end{aligned} \quad (1)$$

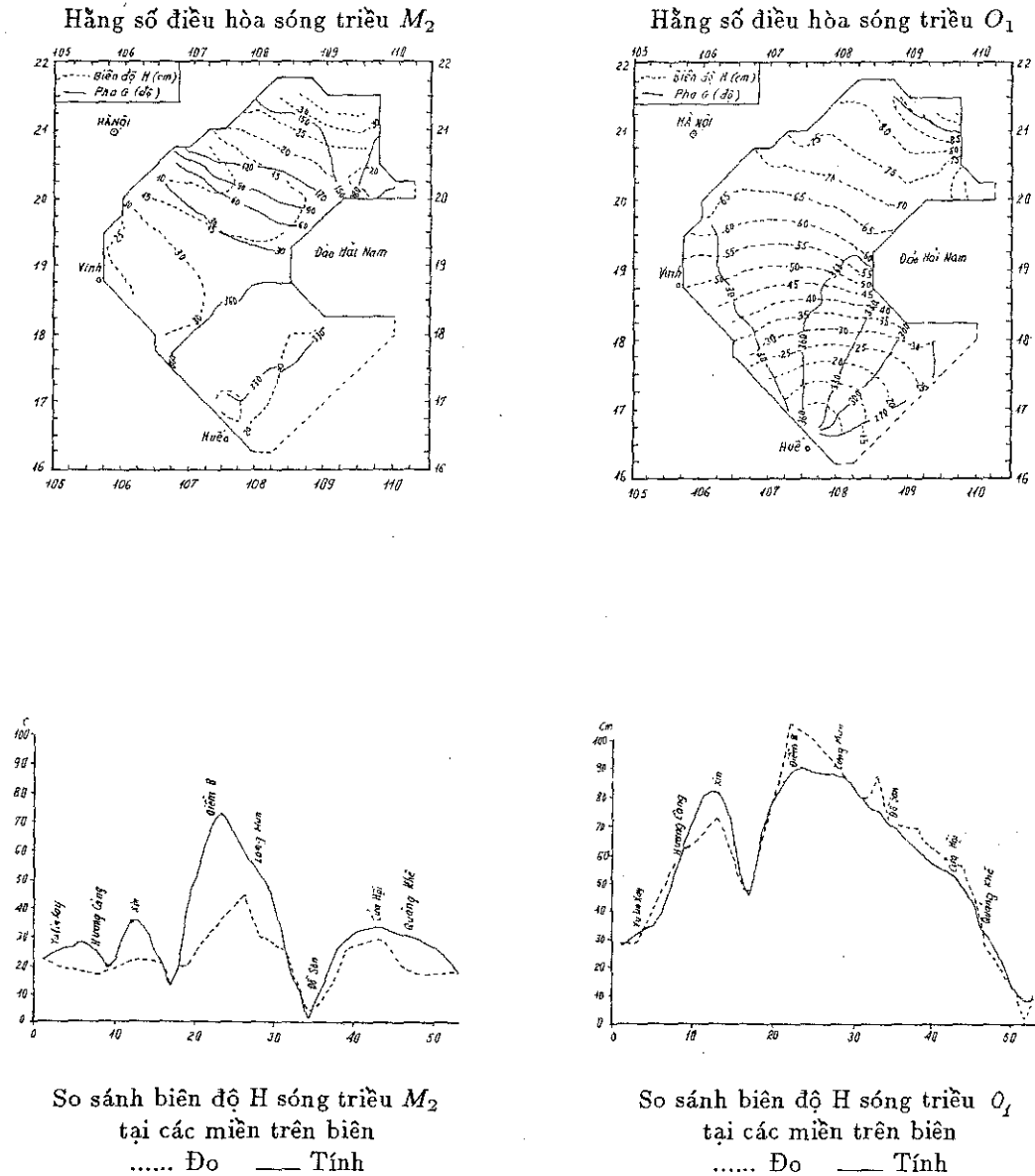
$$\text{- Điều kiện ban đầu } t = 0: \quad u = v = \eta = 0$$

ở đây,  $\eta$  là độ dâng mực nước,  $u, v$  - các thành phần vận tốc hướng theo trục tọa độ,  $U_n$  là thành phần pháp tuyến của vận tốc tại biên,  $H, g$  là biên độ và pha các sóng triều thành phần,  $q$  là tốc độ góc của các sóng tương ứng.

Bài toán (1) được giải theo sơ đồ sai phân ẩn bằng phương pháp truy đuổi luân hướng. Mô hình số trị này đã được xây dựng và kiểm nghiệm khá kỹ lưỡng trong khuôn khổ đề tài cấp Nhà nước về nghiên cứu nước dâng bão và tính toán thủy triều [2].

Đã giải bài toán cho từng sóng điều hòa thủy triều riêng biệt, cụ thể đã tiến hành cho 4 sóng chính là: hai sóng chu kỳ ngày  $K_1$  và  $O_1$  và hai sóng chu kỳ nửa ngày  $M_2, S_2$ . Các hằng số điều hòa biên độ và pha  $(H, g)$  của từng sóng tại các điểm dọc theo đường của vịnh chọn ra từ tài liệu bản đồ thủy triều biển Đông được đưa vào biểu thức điều kiện biên

Kết quả tính toán đã vẽ lên các bản đồ phân bố biên độ và pha của các sóng thành phần (xem hình 1), các bản đồ phân bố trường vận tốc các phân triều. Việc so sánh giữa kết quả tính toán và tài liệu đo đạc được tiến hành tại những điểm phân bố dọc bờ biển và tại 2 điểm nằm ngoài khơi giữa vịnh. Trên hình 1 chỉ ra đồ thị so sánh biến đổi biên độ dao động mực nước dọc bờ theo kết quả tính toán mô hình và theo tài liệu thực đo của các sóng  $M_2$  và  $O_1$ . Rõ ràng còn có sự khác nhau khá rõ rệt giữa kết quả tính toán và tài liệu đo đạc, đặc biệt với sóng chu kỳ nửa ngày  $M_2$ . Trong bảng 1 đã chỉ ra các sai số tuyệt đối và tương đối về biên độ dao động và pha của 4 sóng triều chính  $M_2, S_2, K_1, O_1$  tại 2 điểm ngoài khơi giữa vịnh là đảo Bạch Long Vĩ và đảo Vị Châu. Có thể thấy rằng sai số giữa tính toán và quan trắc còn khá lớn. Như vậy, kết quả so sánh ở dọc bờ và cả ở ngoài khơi đều cho thấy tính toán chưa phù hợp với bức tranh thủy triều có thật ở đây. Lý do chủ yếu là tài liệu xuất phát cho trên biên lóng của vịnh chứa nhiều sai số, chưa đúng với thực tế.



Hình 1. Phương án 1

Bảng 1. SO SÁNH TẠI 2 ĐIỂM TRONG MIỀN TÍNH

Sai số tuyệt đối  $\Delta = | \text{giá trị tính} - \text{giá trị thực đo} |$   
 sai số tương đối  $\delta = \Delta / \text{giá trị thực đo} \times 100\%$

Bảng 1. Phương án 1: Biên lỏng: H, g, Biên cứng:  $U_n = 0$

Số TT	Tên trạm	Vĩ độ	Kinh độ	$M_2$		$S_2$		$K_1$		$O_1$	
				H	g	H	g	H	g	H	g
				$\Delta   \delta$	$\Delta   \delta$	$\Delta   \delta$	$\Delta   \delta$	$\Delta   \delta$	$\Delta   \delta$	$\Delta   \delta$	$\Delta   \delta$
1	Đảo Bạch Long Vĩ	20.08	107.43	0 0	15 15	2 66	38 33	4 6	3 3	1 1	3 25
2	Đảo Vĩ Châu	21.01	109.06	17 56	35 18	19 190	45 20	7 8	9 12	4 5	17 56
Trung bình				8 28	25 16	10 128	41 26	5 7	6 7	2 3	10 40

## 2. BÀI TOÁN 2

Để khắc phục những sai số trong kết quả nhận được của bài toán kinh điển số 1 ở trên, đồng thời với mục đích sử dụng tối đa và hợp lý tài liệu đo đạc thực tế đã có, ở đây xét tiếp bài toán số 2. Phát biểu bài toán như sau:

$$S^3(\eta, u, v, t) = 0$$

Điều kiện biên: + Biên lỏng  $G_1: \eta_{G_1} = H_1 \cos(qt + g_1)$  (2)  
 + Biên cứng  $G_2: \eta_{G_2} = H_2 \cos(qt + g_2)$

- Điều kiện ban đầu  $t = 0: u = v = \eta = 0$

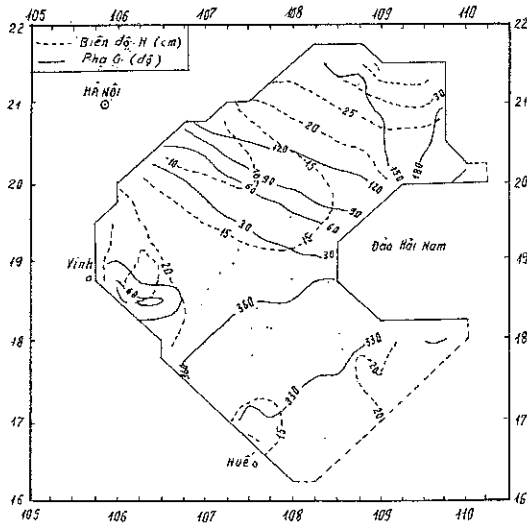
Bài toán (2) cũng được sai phân hóa và giải theo phương pháp như bài toán (1), thuật toán chỉ khác ở chỗ xử lý điều kiện biên cứng.

Tính toán đã được tiến hành cho 4 sóng triều chính ( $M_2, S_2, K_1, O_1$ ). Số liệu điều kiện biên trên biên lỏng của vịnh giữ nguyên như bài toán (1). Số liệu trên biên cứng là các số thực đo về biên độ và pha dao động mực nước tại các điểm cố định. Với những điểm trên biên cứng không có số liệu đo đạc thì phép nội suy tuyến tính được sử dụng.

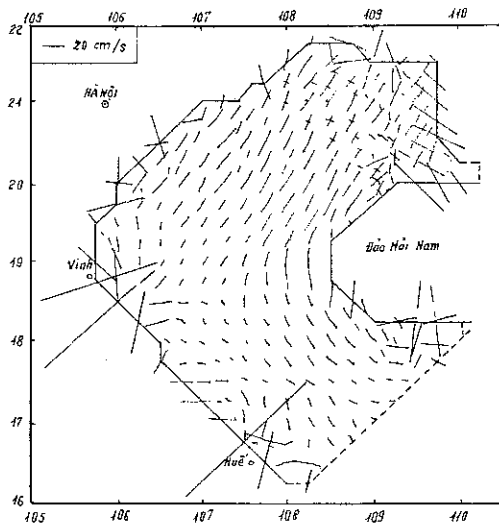
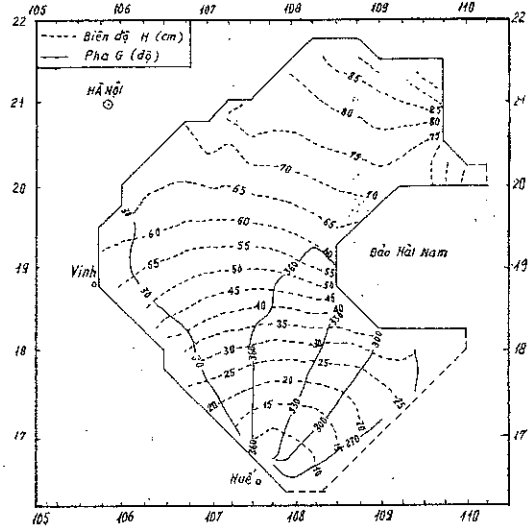
Kết quả đã tính ra các bản đồ phân bố biên độ và pha của dao động mực nước, bản đồ phân bố các elip dòng triều của các sóng thành phần. Trên hình 2 chỉ ra kết quả tính toán cho sóng  $M_2$  và  $O_1$ . Có thể thấy rằng kết quả tính dao động mực nước sẽ gần sát thực tế hơn vì đã huy động thêm tài liệu đo đạc ven bờ vào tính toán. Ngoài khu vực ven bờ thấy rõ ràng là cho kết quả gần với số đo còn thấy ở cả ngoài khơi giữa vịnh, kết quả tính cũng bớt sai số đi rất nhiều (xem bảng 2, phần phương án 2). Tuy nhiên, bài toán 2 vẫn còn có nhược điểm thể hiện qua bức tranh phân bố elip dòng chảy. Trên hình 2 có thể thấy dọc bờ cứng vẫn tồn tại dòng lớn xuyên qua bờ, điều đó là sai thực tế. Có thể giải thích sự cố này như sau: Theo cách cho điều kiện biên trong bài toán 2 hoàn toàn không có ràng buộc gì để phân biệt các biên lỏng, cứng. Để nhận được kết quả tính toán hợp lý về phân bố dòng chảy thì điều kiện mực nước cho trên biên cứng không thể tùy tiện mà chỉ có một điều kiện duy nhất thích hợp là dao động mực nước đúng thực tế như lưu vực đã có, và điều kiện ấy sẽ tương ứng với phân bố các giá trị dòng chảy vốn tồn tại ở đây.

Như vậy điều kiện dao động mực nước trên biên cứng không được phép sai số nhiều, và thông qua kết quả tính dòng chảy ven bờ theo bài toán (2) có thể đánh giá ngược trở lại rằng điều kiện đã cho về dao động mực nước ven bờ cứng từ tài liệu đo đạc có đủ chính xác hay không. Có lẽ không nên nội suy tuyến tính tài liệu đo đạc mực nước cho những đoạn bờ không có số liệu.

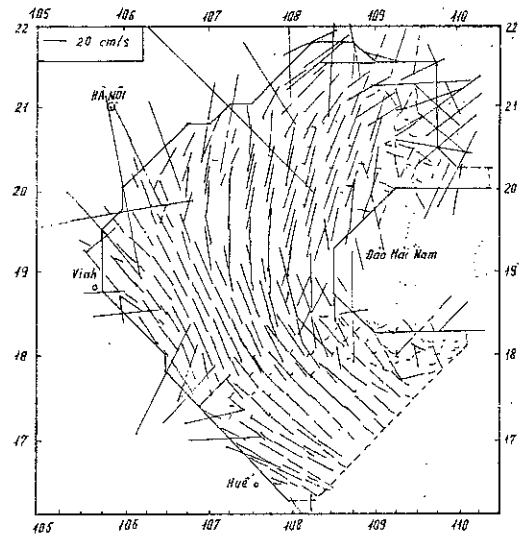
Hằng số điều hòa sóng  $M_2$   
(Mức nước tại biên cứng)



Hằng số điều hòa sóng  $O_1$   
(Mức nước tại biên cứng)



Elip dòng triều sóng  $M_2$



Elip dòng triều sóng  $O_1$

Hình 2. Phương án 2

### 3. BÀI TOÁN 3

Để bổ khuyết cho bài toán (2) đã tiến hành giải bài toán số 3. Bài toán được phát biểu như sau:

$$S^3(\eta, u, v, t) = 0$$

- Điều kiện biên: + Biên lỏng  $G_1$ :  $\eta_{c_1} = H_1 \cos(qt + g_1)$  (3)
- + Biên cứng  $G_2$ :  $\eta_{c_2} = H_2 \cos(qt + g_2)$ , hoặc  $U_n = 0$
- Điều kiện ban đầu  $t = 0$ :  $u = v = \eta = 0$

Bài toán (3) cũng được giải số trị tương tự như sơ đồ với bài toán (1) và (2), chỉ khác ở thuật toán xử lý điều kiện biên cứng. Ở đây số liệu dao động mực nước cho trên biên lỏng của vịnh giữ nguyên như trong bài toán (1) và (2). Trên biên cứng chọn lọc sử dụng điều kiện dao động mực nước ở những điểm có số liệu quan trắc đáng tin cậy, ở những điểm còn lại sử dụng điều kiện không thấm. Việc chọn lọc tài liệu dao động mực nước trên biên cứng dựa vào trước hết là sự phân tích bản thân các tài liệu đó, sau đó sẽ được tiến hành bằng thực nghiệm ngay trên mô hình số trị.

Bài toán cũng được giải cho 4 sóng triều chính như ở trên. Kết quả cũng đã nhận được các bản đồ phân bố biên độ và pha dao động mực nước, phân bố elip dòng triều cho từng sóng (xem hình 3). Kết quả so sánh giữa tính toán và quan trắc về biên độ và pha dao động mực nước tại 2 điểm ngoài khơi giữa vịnh đã được đưa ra trong bảng 3 (phương án 3) cho cả 4 sóng triều chính. Rõ ràng rằng, mức độ sai số ở đây cùng cỡ với bài toán (2), nghĩa là kết quả tính toán gần thực tế hơn so với bài toán (1). Như trên hình 3 đã chỉ ra, phân bố các elip dòng triều của các sóng ở đây đã hợp lý hơn. Bức tranh dòng chảy là chấp nhận được, tránh được hiện tượng xuất hiện dòng lớn chảy xuyên vào bờ cứng như trong kết quả giải bài toán (2).

Như vậy, sử dụng bài toán (3) để tính toán thủy triều ở các vùng biển với số liệu thực đo trên biên lỏng thiếu thốn và có độ chính xác hạn chế như kiểu vịnh Bắc Bộ là hợp lý hơn cả.

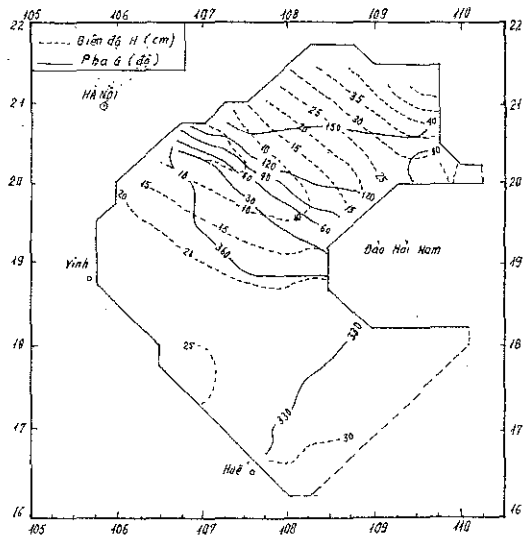
Bảng 2. Phương án 2: Biên lỏng: H, g, Biên cứng: H, g thực đo và nội suy

Số TT	Tên trạm	Vĩ độ	Kinh độ	$M_2$		$S_2$		$K_1$		$O_1$	
				H	g	H	g	H	g	H	g
				$\Delta   \delta$	$\Delta   \delta$	$\Delta   \delta$	$\Delta   \delta$	$\Delta   \delta$	$\Delta   \delta$	$\Delta   \delta$	$\Delta   \delta$
1	Đảo Bạch Long Vĩ	20.08	107.43	1 10	11 11	3 100	48 42	1 1	1 1	1 1	6 50
2	Đảo Vi Châu	21.01	109.06	0 0	31 16	1 10	20 8	0 0	1 1	3 3	14 46
Trung bình				0 5	21 13	2 55	34 25	0 0	1 1	2 2	10 48

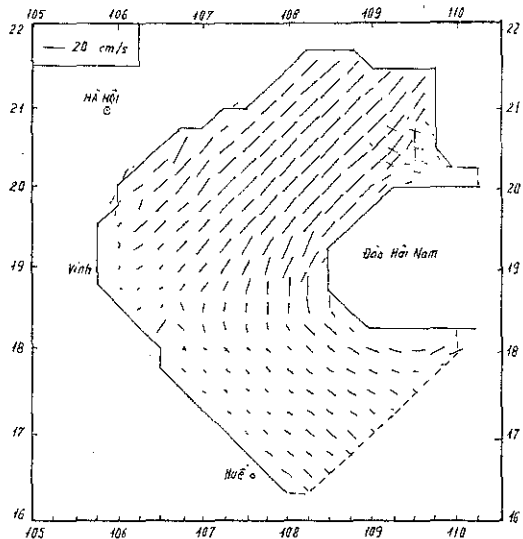
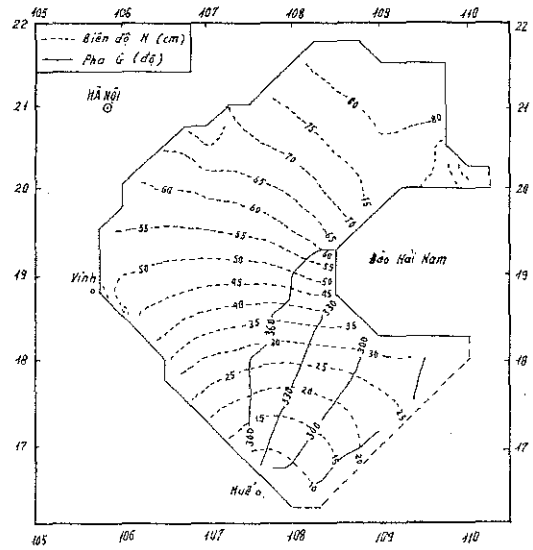
Bảng 3. Phương án 3: Biên lỏng: H, g, Biên cứng: H, g thực đo và  $U_n = 0$

Số TT	Tên trạm	Vĩ độ	Kinh độ	$M_2$		$S_2$		$K_1$		$O_1$	
				H	g	H	g	H	g	H	g
				$\Delta   \delta$	$\Delta   \delta$	$\Delta   \delta$	$\Delta   \delta$	$\Delta   \delta$	$\Delta   \delta$	$\Delta   \delta$	$\Delta   \delta$
1	Đảo Bạch Long Vĩ	20.08	107.43	2 20	23 23	2 66	3 2	2 3	0 0	3 4	4 33
2	Đảo Vi Châu	21.01	109.06	7 23	27 14	0 0	25 11	4 5	7 9	1 1	8 26
Trung bình				4 21	25 18	1 33	14 6	3 4	3 4	2 2	6 29

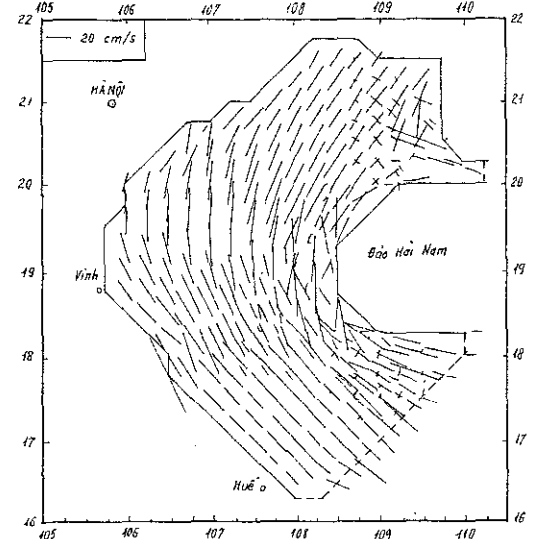
Hằng số điều hòa sóng  $M_2$   
(Biên cứng  $U_n = 0$ , H, g thực đo)



Hằng số điều hòa sóng  $O_1$   
(Biên cứng  $U_n = 0$ , H, g thực đo)



Elip dòng triều sóng  $M_2$   
(Biên cứng  $U_n = 0$ , H, g thực đo)



Elip dòng triều sóng  $O_1$   
(Biên cứng  $U_n = 0$ , H, g thực đo)

Hình 3. Phương án 3

#### 4. KẾT LUẬN

Bằng thực nghiệm số trị theo các bài toán khác nhau tính cho 4 sóng triều chính ( $M_2$ ,  $S_2$ ,  $K_1$ ,  $O_1$ ) trong vịnh Bắc Bộ cho thấy đối với biên cứng, việc sử dụng hỗn hợp điều kiện không thấm cùng việc cho trước dao động mực nước tại những nơi có số liệu tin cậy là hợp lý hơn cả.

Ngoài ra, các bộ chương trình xây dựng được ở đây còn cho phép đánh giá độ tin cậy của số liệu đo đạc dao động mực nước tại biên cứng.

Để có thể kết luận với độ tin cậy cao hơn, vấn đề cách cho điều kiện biên đối với bài toán thủy triều còn cần được tiếp tục nghiên cứu. Có thể cần xem xét khả năng giảm khối lượng số liệu đo đạc trên biên lỏng xuống tối thiểu theo hướng thay một phần hoặc toàn bộ dao động mực nước trên biên lỏng bằng các điều kiện biên khác

Bài báo này được hoàn thành với sự hỗ trợ của đề tài "Các vấn đề nghiên cứu cơ bản trong môi trường nước và không khí" thuộc Chương trình nghiên cứu cơ bản.

Địa chỉ:

*Phân viện Cơ học Biển, Viện Cơ học*

*Nhận ngày 4/01/1994*

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đỗ Ngọc Quỳnh, Nguyễn Thị Việt Liên. Giải hệ phương trình Saint-Venant hai chiều với việc sử dụng dao động mực nước trên biên cứng. Tuyển tập công trình Hội nghị Cơ học toàn quốc lần thứ 5. Hà Nội 12/1992.
2. Phạm Văn Ninh, Đỗ Ngọc Quỳnh, Đinh Văn Mạnh. Nghiên cứu nước dâng do bão ở Việt Nam. Tuyển tập công trình Hội nghị cơ học chất lỏng chất khí toàn quốc lần thứ 3, Hà Nội, 1991
3. Đỗ Ngọc Quỳnh, Phạm Văn Ninh, Nguyễn Thị Việt Liên, Đinh Văn Mạnh. Về mô hình số trị bài toán thủy triều trong vùng biển nông. Báo cáo Hội nghị Khoa học toàn quốc về biển lần thứ 3, Hà Nội 1991.

### SUMMARY

#### THE BOUNDARY CONDITIONS USED FOR MODELING TIDAL PICTURE IN THE GULF OF TONKIN

The two dimensional Saint-Venant equation system is used for tidal calculation in the Gulf of Tonkin with the impermeability given at coastal line and a variation of sea level given at liquid boundaries. It is clear that data at liquid boundaries usually are very rare, while at the coast of the gulf there is a lot of data of tidal harmonic constituents. In the paper the problem how to use these constituents at coast line in modelling for raising up accuracy of the solution is considered.

### BÀI TOÁN XÁC ĐỊNH ĐỘ NHẠY...

*(tiếp trang 32)*

### SUMMARY

#### THE SENSITIVITY PROBLEM OF THE STRUCTURE WITH RESPONSE FUNCTIONAL IS THE RELIABILITY

In this paper, the structural design sensitivity analysis is considered, in which the reliability is response functional.

The author sets up the problem, proposes some methods for solving and apply the obtained results to a simple example.