

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CHIỀU CAO RƠI VÀ GÓC PHÓNG ĐẾN ỨNG XỬ CỦA XUỒNG CỨU SINH THẢ RƠI TỰ DO TRONG SÓNG ĐIỀU HÒA

Tóm tắt

Bài viết giới thiệu nghiên cứu ảnh hưởng của chiều cao rơi và góc phóng đến ứng xử của xuồng cứu sinh thả rơi tự do (Free-fall Life Boat : FFLB) trong sóng điều hòa. Xuồng được xem như vật thể rắn, các phương trình vi phân chuyển động đối với 4 giai đoạn rơi (trượt trên đường ray, quay, rơi tự do và xuyên vào nước) được giải theo biến thời gian. Ứng xử của xuồng được nghiên cứu đối với hai trường hợp: 1/ Thay đổi chiều cao rơi (các chiều cao rơi lần lượt là: $H = 1,5\text{m}$; $1,75\text{m}$ và $2,0\text{m}$) khi góc phóng không đổi ($\theta = 30^\circ$); 2/ Góc phóng thay đổi (góc phóng lần lượt là $\theta = 30^\circ$, 40° và 60°) khi chiều cao rơi ban đầu không đổi và bằng $1,75\text{m}$. Sóng điều hòa trong nghiên cứu này được chọn có biên độ $\gamma = 0,5\text{m}$ và chu kỳ là $\tau = 2\text{s}$. Từ mô hình toán, có thể xác định độ dịch chuyển theo phương dọc, phương ngang, góc xoay của trục xuồng, tốc độ xuồng theo phương ngang và phương đứng, ở từng thời điểm khác nhau. Các lực thủy động và gia tốc theo phương pháp tuyến và phương dọc trục cũng được xác định. Trước tiên, phân tích được thực hiện trong nước tĩnh, và sau đó là trong sóng điều hòa. Trong tất cả các trường hợp ảnh hưởng của sóng điều hòa được thể hiện bằng cách so sánh kết quả với các giá trị nhận được trong nước tĩnh.

1. GIỚI THIỆU

Gần đây, FFLB ngày càng phổ biến do thực tế nhiều sự cố có khả năng đe dọa sự an toàn đã xảy ra với các hệ thống xuồng cứu sinh thả rơi theo phương pháp thông thường. Hầu hết sự cố xảy ra trong quá trình hạ thủy và khi xuồng ở độ cao gần mặt nước biển trong điều kiện sóng to gió lớn. Trong quá trình hạ thủy, xuồng có thể va chạm vào mạn tàu gặp nạn, dẫn đến thiệt hại nghiêm trọng, và người trên xuồng có thể rơi khỏi xuồng, gây chấn thương và thậm chí thiệt mạng. Không thể hạ thủy xuồng nếu tàu mẹ đang nghiêng đáng kể hoặc nếu dây thả xuồng bị rối. Sau khi hạ thấp xuồng vào nước, nó có thể không thể di chuyển xa khỏi tàu gặp nạn nếu sóng to gió lớn liên tục đẩy xuồng về phía tàu mẹ hoặc do sự động cơ không khởi động được. Tình huống càng nguy khốn hơn nếu vùng hoạt động có nguy cơ cháy nổ.

Nhiều nguy cơ thường xảy ra với xuồng cứu sinh thông thường đã được giảm đáng kể nhờ FFLB, do FFLB không ở trạng thái là mặt nước. Các FFLB rơi tự do vào lòng biển tạo nên động năng. Động năng này đẩy xuồng xa khỏi tàu gặp nạn trong và sau khi xuyên vào biển FFLB di chuyển xa khỏi khu vực nguy hiểm ngay cả trong trường hợp động cơ của nó không hoạt động;

Những nghiên cứu về chủ đề rơi tự do đã được nhiều nhà nghiên cứu thực hiện. Aanesland [1] nghiên cứu chuyển động động lực của ống rơi tự do vào nước bằng cách sử dụng lý thuyết vật thể mảnh. Chuyển động liên hợp lắc – nhò của hình trụ, về công thức, tương ứng với chuyển động nhò-xiên- lắc của một con tàu trên cơ sở các phương trình điều khiển có tính đến ảnh hưởng của độ nhớt, được trình bày bởi Newman [2].

Boef [3] đề nghị phương pháp thực nghiệm để mô phỏng sự xuyên vào nước của FFLB. Các tài liệu về va đập thủy động được tham khảo, các khái niệm về cân bằng động lượng và lượng nước kèm được khảo sát nhờ phân tích va đập của các khối trụ khác nhau. Mô

hình lý thuyết đối với việc xuyên vào nước của xuồng cứu sinh được xây dựng bằng cách mở rộng khái niệm về va đập của khối trụ và sự hạ cánh của các thủy phi cơ.

Luo và Davis [4] nghiên cứu chuyển động rơi tự do của các vật thể được thả rơi và va đập của chúng trên mặt nước. Họ thiết lập công thức trong hệ tọa độ chung, từ đó xác định các lực cản tiếp tuyến và pháp tuyến trong hệ tọa độ cục bộ.

Colwill và Ahilan [5] đã sử dụng phương pháp tính được xây dựng bởi Luo để phân tích ứng xử của các vật thể rơi. Lần kiểm tra thực nghiệm đầu tiên của phương pháp số được thực hiện nhờ sử dụng kết quả thực nghiệm của Aanesland.

Cambell và Claughton [6] đã giới thiệu kết quả thực nghiệm tiến hành cùng với Viện công nghệ biển Wolfson. Họ đã thực hiện thử nghiệm trong sóng và gió qua hệ thống thả hai móc, hệ thống thả một móc, hệ thống thả rơi tự do trực tiếp từ độ cao của tàu, và hệ thống thả rơi từ guốc trượt trên ray. Họ đã thảo luận những trở ngại khi phóng thành công xuồng cứu sinh từ hướng ngược gió hoặc khi sóng mạn tàu tràn lên thiết bị trong điều kiện có bão.

Muler và Payer [7] đã nghiên cứu xác định tải và sức bền của FFLB. Phương pháp rất đơn giản được thực hiện để tính áp suất va đập thủy động phân bố trên bề mặt xuồng và phân tích nó bằng phương pháp phân tử hữu hạn. Nghiên cứu thực nghiệm để xác định gia tốc ở những vị trí khác nhau cũng được thực hiện.

Nelson và cộng sự [8] giới thiệu mô hình toán để dự đoán ứng xử khi phóng của FFLB khi xem xuồng là sự lắp ghép của các tâm hình tam giác. Trong nghiên cứu khác, Nelson đã mô tả việc thực hiện phóng xuồng trên các tàu, tính kinh tế liên quan của hệ thống phóng tự do so với hạ thủy bằng cầu và đã lường trước những nguy cơ để đảm bảo an toàn cho FFLB trong trường hợp khẩn cấp. Những nghiên cứu khác của Nelson đã thảo luận một cách định lượng ứng xử của FFLB trong đó nhấn mạnh đến ảnh hưởng của sự thay đổi vị trí trọng tâm xuồng.

Tasaki [9] và cộng sự mô tả phương pháp mô phỏng số về chuyển động rơi của FFLB. Sau khi thừa nhận phương pháp thực nghiệm, mối quan hệ giữa tư thế và điều kiện phóng cũng được thảo luận.

Arie [10] và cộng sự lần đầu tiên trình bày mô hình số để mô phỏng chuyển động và ứng xử của xuồng cứu sinh thực. Ảnh hưởng của gia tốc đến người ngồi trên xuồng cũng được nghiên cứu. Tuy nhiên họ không tính đến ảnh hưởng của sóng trong mô hình này. Trong nghiên cứu của Arie, mô hình tương tự được mở rộng để nghiên cứu chuyển động và gia tốc của FFLB trong sóng điều hòa, ảnh hưởng của chiều cao rơi đến ứng xử của FFLB cũng được nghiên cứu.

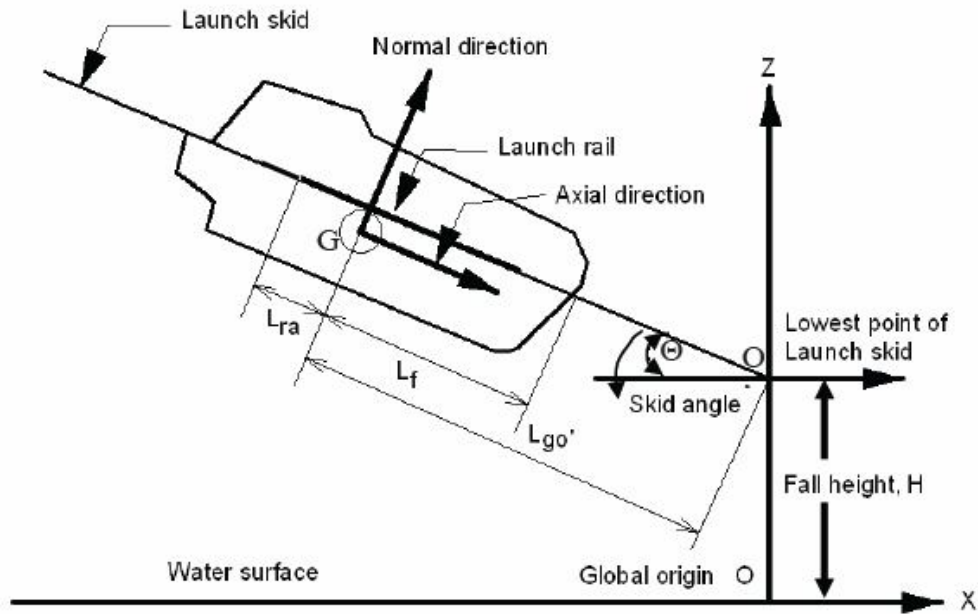
2. BIỂU THỨC TOÁN

2.1 MÔ PHỎNG QUÁ TRÌNH PHÓNG CỦA FFLB.

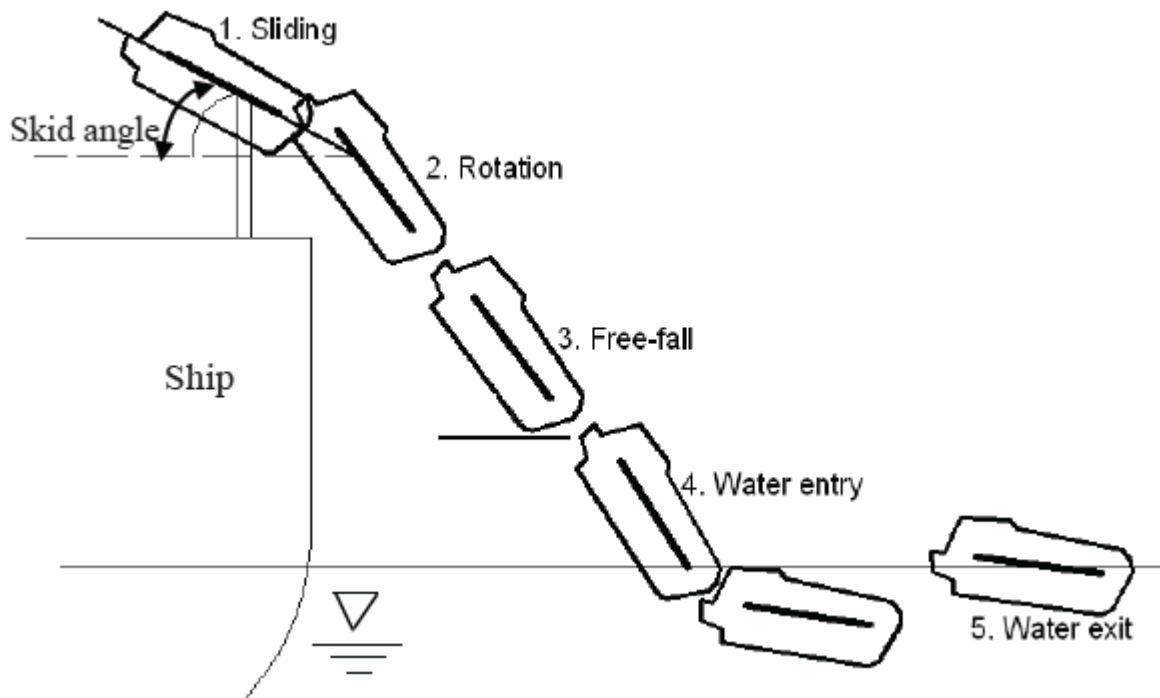
Định dạng FFLB khi bắt đầu phóng được thể hiện trên hình 1. Chiều cao rơi tự do H được đo từ bề mặt nước đến điểm thấp nhất của thanh trượt. Các nhân tố cơ bản ảnh hưởng đến ứng xử phóng của FFLB là sự phân bố khối lượng của xuồng, chiều dài và góc nghiêng của thanh trượt. Các thông số này ảnh hưởng đến hướng và vận tốc của xuồng ở thời điểm chạm mặt nước, đến gia tốc tác động lên người ngồi trong xuồng, và đến sự di chuyển của FFLB ngay sau khi xuyên qua nước.

Quá trình phóng FFLB từ thanh trượt bao gồm 4 pha:

- a. *Pha trượt*
- b. *Pha quay và rơi hạn chế.*
- c. *Pha rơi tự do;*
- d. *Pha xuyên vào nước;*



Hình 1: Mô phỏng quá trình phóng của FFLB



Hình 2: Các pha của quá trình phóng FFLB

Như thể hiện trên hình 2, pha trượt bắt đầu khi xuồng lướt dọc theo thanh trượt và kết thúc khi trọng tâm xuồng vượt qua một điểm xác định gần với mút thanh trượt. Ở thời điểm đó, xuồng bắt đầu quay và lướt quanh mút của thanh trượt. Tốc độ quay tăng lên cho đến khi xuồng không còn tiếp xúc với thanh trượt nữa, đó là thời điểm bắt đầu của pha rơi tự do. Pha rơi tự do kết thúc ngay khi mũi xuồng tiếp xúc với nước.

Hệ tọa độ chung cố định được gắn với trục X biểu thị trục dọc ứng với mức nước tĩnh và trục Z ứng với trục thẳng đứng từ mặt nước tĩnh. Hệ tọa độ cục bộ (ξ, ζ) được lập với gốc là trọng tâm xuồng ở thời điểm bất kỳ, và trục dọc tức thời của xuồng biểu thị trục ξ . Cả hai hệ tọa độ như thể hiện trên hình 1 đều là các hệ tọa độ trực giao. Hệ cục bộ dùng để biểu diễn hình học của xuồng và để xác định các lực tác động lên xuồng. Hệ chung dùng để xây dựng các phương trình tổng quát. Hệ cục bộ chuyển động tịnh tiến và quay ứng với hệ chung.

2.1.1 Pha lướt.

Sự lướt của xuồng bắt đầu khi nó được thả lỏng và kết thúc khi trọng tâm xuồng vượt qua điểm gần sát với mút của thanh trượt. Trong pha này, xuồng bị ràng buộc với sự lướt dọc theo thanh trượt, vì vậy nó không thể quay. Tốc độ xuồng ở mút thanh trượt phụ thuộc chủ yếu vào chiều dài thanh trượt ở phía trước của xuồng, L_{go} , tốc độ tăng khi L_{go} tăng. Các lực tác động lên xuồng trong quá trình trượt là trọng lực Mg , phản lực F_n giữa má trượt và thanh trượt, và lực ma sát giữa má trượt và thanh trượt μF_n . Các phương trình chuyển động ứng với hệ tổng quát, có dạng sau:

$$\begin{cases} M\ddot{x} = F_n(\sin\theta - \mu\cos\theta) & (1a) \\ M\ddot{z} = F_n(\cos\theta + \mu\sin\theta) - Mg & (1b) \\ I\ddot{\theta} = 0 & (1c) \end{cases}$$

Trong hệ phương trình (1), M là khối lượng của xuồng, I là mô men quán tính quay khi lắc dọc; $\mu = \tan\phi$ là hệ số ma sát (ϕ là góc giữa lực tổng hợp của lực ma sát và phản lực với phương pháp tuyến); θ là góc của trục dọc xuồng với phương ngang.

2.1.2 Pha quay

Pha quay bắt đầu khi quá trình trượt kết thúc và tiếp tục cho đến khi xuồng không còn tiếp xúc với thanh trượt nữa. Các lực tác động lên xuồng trong pha này là Mg , μF_n và F_n . Trong pha này có sự xuất hiện ngẫu lực do trọng lực và phản lực tạo nên, ngẫu lực này làm cho xuồng quay khi nó rời khỏi thanh trượt. Các phương trình chuyển động trong pha này có dạng:

$$\begin{cases} M\ddot{x} = F_n \sin(\theta - \phi) / \cos\phi & (2a) \\ M\ddot{z} = F_n(\cos(\theta - \phi) / \cos\phi) - Mg & (2b) \\ I\ddot{\theta} = F_n \{x \cos(\theta - \phi) - z \sin(\theta - \phi)\} / \cos\phi & (2c) \end{cases}$$

Các thông số ảnh hưởng đến ứng xử của xuồng khi nó quay ở điểm mút của thanh trượt là khoảng cách giữa trọng tâm xuồng và mút trước của thanh trượt L_{ra} , góc phóng θ và vận tốc của xuồng khi nó bắt đầu quay. Xung lượng góc truyền đến xuồng giảm khi khoảng cách L_{go} tăng. Điều này là do vận tốc của xuồng ở thời điểm bắt đầu pha quay tăng khi khoảng cách L_{go} tăng. Trong quá trình quay, động lượng góc tăng khi khoảng cách đến

mút sau của thanh trượt tăng. Động lượng góc tăng cho đến khi xuồng không còn tiếp xúc với thanh trượt nữa.

Sau khi rời khỏi thanh trượt xuồng tiếp tục quay ở tốc độ quay nào đó, cho đến khi nó va đập vào mặt nước.

2.1.3 Pha rơi tự do

Pha rơi tự do bắt đầu khi kết thúc pha quay, và tiếp tục cho đến khi xuồng chạm mặt nước. Trong quá trình này chỉ có duy nhất trọng lực tác động lên xuồng, do đó phương trình chuyển động có dạng:

$$M\ddot{x} = 0; \quad M\ddot{z} = -Mg; \quad I\ddot{\theta} = 0 \quad (3)$$

Ngoại trừ trường hợp chiều cao rơi và tốc độ gió khá lớn, ảnh hưởng của sức cản không khí không đáng kể. Điều này dẫn đến kết quả là chỉ giảm động lượng theo phương đứng do tác dụng của trọng lực. Vận tốc theo phương ngang và vận tốc góc của xuồng duy trì không đổi trong pha này. Sự quay của xuồng trong quá trình rơi tự do rất quan trọng vì nó xác định góc tấn khi xuyên nước.

2.1.4 Pha xuyên vào nước

Pha này bắt đầu ở thời điểm kết thúc pha rơi tự do. Trong toàn bộ pha này xuồng chịu tác động bởi lực thủy tĩnh và thủy động, do vậy các phương trình chuyển động có dạng:

$$\begin{cases} M\ddot{x} = F_{mn} \sin \theta - F_{ma} \cos \theta + F_{dn} \sin \theta - F_{da} \cos \theta & (4a) \\ M\ddot{z} = F_{mn} \cos \theta + F_{ma} \sin \theta + F_{dn} \cos \theta + F_{da} \sin \theta - Mg + F_b & (4b) \\ I\ddot{\theta} = -M_{mn} - M_{dn} - M_b & (4c) \end{cases}$$

F_{mn} là lực do sự truyền động lượng theo trong phương pháp tuyến đến trục xuồng, F_{ma} là lực do sự truyền động lượng trong phương dọc trục xuồng, F_{dn} là lực cản pháp tuyến, F_{da} là lực cản dọc trục; F_b là lực nổi, M_{mn} là mô men do sự truyền động lượng theo phương pháp tuyến, M_{dn} là mô men cản và M_b là mô men lực nổi.

Khi xuồng vừa chạm nước, mũi xuồng sẽ chịu gia tốc cao, nghĩa là mũi xuồng chịu va đập. Ở thời điểm đó, ngẫu lực hình thành bởi các lực chất lỏng và trọng lượng xuồng gây nên động lượng góc, tạo nên pha quay ngược, và xuồng trở lại vị trí cân bằng. Độ lớn của ngẫu lực này phụ thuộc các nhân tố như vị trí trọng tâm, cường độ và hướng của các lực chất lỏng, hướng của xuồng.

Nếu trọng tâm của xuồng ở về phía trước, động lượng góc trong giai đoạn quay tăng, làm cho xuồng xuyên vào nước với góc dốc hơn. Do góc vào nước dốc và trọng tâm nằm về phía trước, cường độ của ngẫu lực chống quay giảm. Nếu góc vào nước quá dốc hoặc trọng tâm quá dịch về phía trước, phương tác động của lực nổi có thể dịch về phía sau trọng tâm. Điều này làm cho lực nổi tạo nên mô men lật thay vì mô men phục hồi. Trong tình huống xấu nhất có thể làm cho xuồng bị úp theo phương dọc.

Tích phân số các hệ phương trình chuyển động để xác định vận tốc và chuyển vị của FFLB theo gia tốc tính toán.

2.2 CÁC LỰC VÀ MÔ MEN THỦY TĨNH, THỦY ĐỘNG.

Các lực tác động đến xuồng trong 3 pha đầu tiên đã được mô tả chi tiết ở phần trên, phần này chỉ xác định các lực thủy tĩnh và thủy động cần thiết để mô phỏng ứng xử của xuồng trong pha xuyên nước.

Lực khối, lực cản pháp tuyến và lực do sự truyền động lượng theo phương pháp tuyến được tính bằng cách dùng phương pháp phân tích dải hữu hạn: các lực trên mỗi mặt cắt ngang được tính qua vận tốc và gia tốc tương đối, và chúng được tích phân qua chiều dài của xuồng. Để thực hiện tích phân số, xuồng được chia thành 40 đoạn theo phương dọc. Các lực dọc theo trục xuồng được xấp xỉ thành lực tổng.

Lực nổi tỉ lệ với thể tích phần chìm của xuồng. Thể tích này xác định bằng cách tích phân diện tích mặt cắt ngang phần chìm của xuồng, $A_i(\xi)$, theo chiều dài xuồng. Lực nổi và mô men quanh trọng tâm xuồng xác định theo biểu thức:

$$F_b = \rho g \int A_i(\xi) d\xi \quad (5a)$$

$$M_b = \rho g \cos \theta \int A_i(\xi) \xi d\xi \quad (5b)$$

Với ρ là mật độ nước, ξ là khoảng cách từ một mặt cắt ngang nào đó đến trọng tâm xuồng. Các lực cản thủy động và mô men trong hệ tọa độ cục bộ được xác định theo hệ phương trình sau:

$$F_{da} = 0,5\rho C_{da} A_{cm} V_{ax} |V_{ax}| \quad (6a)$$

$$F_{dn} = 0,5\rho C_{da} \int (2C) V_{nr} |V_{nr}| d\xi \quad (6b)$$

$$M_{dn} = 0,5\rho C_{da} \int (2C) V_{nr} |V_{nr}| \xi d\xi \quad (6c)$$

Trong đó: $2C$ là chiều rộng ướt tức thời của một mặt cắt ngang nào đó của xuồng ở chiều chìm đang xét; A_{cm} là diện tích mặt cắt ngang giữa xuồng; V_{ax} và V_{nr} là các vận tốc dọc trục và pháp tuyến, và được xác định theo các phương trình sau:

$$V_{nr}(\xi) = -\dot{x} \sin \theta + (\dot{\gamma} - \dot{z}) \cos \theta + \xi \dot{\theta} \quad (7a)$$

$$V_{ax} = \dot{x} \cos \theta + (\dot{\gamma} - \dot{z}) \sin \theta \quad (7b)$$

Các đại lượng trong phương trình (7) xác định theo nguyên lý dòng chảy ngang, trong đó giả thiết dòng tới có thể được chia làm các phần trục giao và độc lập nhau. Hệ số cản dọc (C_{da}) phụ thuộc vào cả ma sát bề mặt lẫn áp lực mút, trong khi hệ số sức cản pháp tuyến (C_{dn}) bị lấn át bởi sức cản áp lực. Hệ số sức cản đối với dòng chảy dọc và pháp tuyến được xác định bởi Hoerner.

Vị trí tức thời của bề mặt sóng có thể tính theo phương trình:

$$\gamma(t) = \gamma_a \sin(\omega t + \psi) \quad (8)$$

với γ_a , ω và ψ lần lượt là biên độ, vận tốc góc và góc pha của sóng;

Sóng bắt đầu ở thời điểm thả rơi xuồng. Khi góc pha bằng zero, độ cao sóng bằng zero ở vị trí này, và độ cao sóng thay đổi theo sự thay đổi của góc pha.

2.3 LỰC VÀ MÔ MEN DO SỰ TRUYỀN ĐỘNG LƯỢNG THEO PHƯƠNG PHÁP TUYẾN

Theo lý thuyết động lượng, khi một vật thể xuyên vào nước, động lượng ban đầu của nó được phân bố giữa vật thể và lượng nước bao quanh. Và lực tác động lên vật thể có thể được xác định bởi tốc độ truyền động lượng đến vùng nước bao quanh vật thể. Lực thủy động do sự truyền động lượng trong phương pháp tuyến đến trục xuồng được xác lập dựa trên lý thuyết động lượng và giả thiết bản chất không thuận nghịch của va đập, lực tác động trên mặt cắt ngang ở vị trí ξ bất kỳ với chiều dài $d\xi$ tính theo biểu thức:

$$dF'_{mn} = \left[\frac{d}{dt} \{m(\xi, h)V_{nr}(\xi)\} \right] d\xi = \left[\frac{dm}{dt} V_{nr} + m \frac{dV_{nr}}{dt} \right] d\xi \quad (9a)$$

trong đó dm/dt - đạo hàm theo thời gian của lượng nước kèm $m(\xi, h)$ đối với một mặt cắt ngang bất kỳ nằm cách trọng tâm xuồng một khoảng ξ và có chiều chìm h – cho bởi công thức sau:

$$\frac{dm}{dt} = \frac{\partial m}{\partial h} \frac{dh}{dt} \quad (9b)$$

Nhưng dh/dt sẽ chỉ được xác định khi $V_{nr} > 0$, ứng với điều kiện chiều chìm tăng. Khi $V_{nr} < 0$, dh/dt chọn bằng zero. *Cách xử lý này dựa trên nhận định sự truyền động lượng chỉ xảy ra trong lúc xuyên vào nước, và không áp dụng trong giai đoạn thoát ra khỏi nước.*

Có thể xác định lực tổng hợp do sự truyền động lượng theo phương pháp tuyến bằng cách tích phân lực trong phương trình 9a theo chiều dài xuồng. Kết quả như sau:

$$F'_{mn} = (-\dot{x} \sin \theta - \dot{z} \cos \theta) \int \frac{dm}{dt} d\xi + \dot{\theta} \int \frac{dm}{dt} \xi d\xi + \quad (10a)$$

$$+ \ddot{\theta} \int m \xi d\xi - (\ddot{x} \sin \theta + \ddot{z} \cos \theta + 2\dot{\theta} v_{ax}) \int m d\xi$$

$$M'_{mn} = (-\dot{x} \sin \theta - \dot{z} \cos \theta) \int \frac{dm}{dt} \xi d\xi + \quad (10b)$$

$$+ \dot{\theta} \int \frac{dm}{dt} \xi^2 d\xi + \ddot{\theta} \int m \xi^2 d\xi - (\ddot{x} \sin \theta + \ddot{z} \cos \theta + 2\dot{\theta} v_{ax}) \int m \xi d\xi$$

Trong quá trình xuyên vào nước, đáy phần mũi xuồng sẽ chạm nước đầu tiên với tốc độ dọc trục V_{ax} . Ở thời điểm đó $V_{ax} \operatorname{tg} \alpha$ - thành phần do vận tốc dọc trục V_{ax} và dạng đáy xuồng theo phương dọc (α là góc đáy tàu tại điểm đang xét với phương dọc) của phần trước tàu - sẽ tạo nên lực bổ sung theo phương pháp tuyến. Lực này gây ra sự quay xuồng khi nó thậm chí chuyển động với chỉ vận tốc dọc. Ảnh hưởng này được tính đến trong các phương trình lực và mô men do sự truyền động lượng theo phương pháp tuyến gây ra như sau:

$$F_{mn} = F'_{mn} V_{ax} \int \frac{dm}{dt} \operatorname{tg} \alpha d\xi \quad (11a)$$

$$M_{mn} = M'_{mn} + V_{ax} \int \frac{dm}{dt} \operatorname{tg} \alpha \xi d\xi \quad (11b)$$

2.4 XÁC ĐỊNH LƯỢNG NƯỚC KÈM

von Karman [11] đã xấp xỉ lượng nước kèm của vật thể dạng hình nêm như đối với tấm phẳng có chiều dài và chiều rộng tương tự. Do đó, với chiều chìm nhất định lượng nước kèm của nửa khối trụ có chiều dài bằng chiều dài của nêm và đường kính bằng chiều rộng ướt của nêm ở chiều chìm đó. Phép tính gần đúng tương tự có thể áp dụng cho FFLB với sự hiệu chỉnh hợp lý. Mặt cắt ngang xuồng có dạng khác nhau ở những vị trí khác nhau, nhưng có thể xác định chiều rộng ướt ở chiều chìm khác nhau, và từ đó xác định lượng nước kèm và lực va đập. Do đó lượng nước kèm trên đơn vị chiều dài $m(\xi, h)$ trong phương trình (11) và đạo hàm của nó $\partial m/\partial t$ là hàm của chiều chìm $h(\xi)$ ký xuồng tính từ mớn nước tĩnh. Chiều chìm h xác định theo biểu thức:

$$h(\xi) = \frac{(y - z) + \xi \sin \theta}{\cos \theta} + h_0 \quad (12)$$

Sự phân bố lượng nước kèm và đạo hàm theo thời gian của nó đối với những chiều chìm khác nhau được xác định theo những phương trình sau:

$$m(\xi, h) = \rho \pi C^2(\xi, h)/2 \quad \text{với } h(\xi) < d_1 \quad (13a)$$

$$m(\xi, h) = \rho \pi C_m^2(\xi, d_1)/2 \quad \text{với } h(\xi) \geq d_1 \quad (13b)$$

trong đó $C(\xi, h)$ là nửa chiều rộng ướt tức thời của mặt cắt ngang đang xét, h và $C_m(\xi, d_1)$ là nửa chiều rộng lớn nhất ở chiều chìm d_1 . Đạo hàm $\partial m/\partial h = 0$ được dùng đối với $h(\xi) > d_1$ có tính đến sự tách dòng trong quá trình xuyên vào nước của xuồng.

Do các mặt cắt ngang khác nhau có hình dạng khác nhau, dữ liệu nhập từ các mặt cắt phải được trích từ bản vẽ của mô hình xuồng. Các mặt cắt ngang phải được chia bởi một số đường nước có khoảng cách bằng nhau, nửa chiều rộng ướt được tính bằng cách nội suy.

2.5 CÁC LỰC DO TRUYỀN ĐỘNG LƯỢNG THEO PHƯƠNG DỌC

Đối với việc truyền động lượng theo phương dọc trục xuồng, phương pháp tương tự được thừa nhận, nhưng lực được tính gần đúng dưới dạng tổng. Gia tốc trung bình giữa mũi và trọng tâm được sử dụng. Lực liên quan đến sự truyền động lượng được tính bởi:

$$F_{ma} = \ddot{x} \cos \theta + (\ddot{y} - \ddot{z}) \sin \theta + \frac{1}{2} L_f \theta^2 m(l) + \frac{dm}{dl} \frac{dl}{dt} v_{ax} \quad (14)$$

Với L_f là khoảng cách giữa điểm đặt lực và trọng tâm xuồng; $m(l)$ là lượng nước kèm dọc trục, dm/dl là đạo hàm lượng nước kèm theo chiều chìm dọc trục. Hơn thế nữa, trong phương trình 14, dl/dt nhận giá trị bằng zero khi $V_{ax} < 0$, nghĩa là sự truyền động lượng chỉ được xác định đối với chuyển động tiến của xuồng, không tồn tại với chuyển động lùi. Chiều chìm dọc trục và sự phân bố lượng nước kèm dọc trục được xác định như sau:

$$l = (y - z)/\sin \theta + L_f; \quad (15)$$

$$m(l) = m_{ax} \left\{ 2 \left(\frac{l}{L} \right)^3 - 4 \left(\frac{l}{L} \right)^2 + \frac{5l}{2L} \right\}; \quad \text{với } l < L/2 \quad (16a)$$

$$m(l) = m_{ax} / 2; \quad \text{với } l \geq L/2 \quad (16b)$$

Hàm phân bố lượng nước kèm nhận các giá trị không đều do sự thay đổi diện tích mặt cắt ngang ở phần trước thân xuồng, và m_{ax} , lượng nước kèm dọc trục khi ngập hoàn toàn được chọn trên cơ sở lượng nước kèm của ellipsoid, như sau:

$$m_{ax} = k\pi LD^2/d \quad (17)$$

với L là chiều dài xuồng, $D = (d_1 + d_2)$ ở mặt cắt ngang giữa xuồng, và k là hệ số phức thuộc tỉ số L/D.

Theo cách tính gần đúng với chiều chìm và lượng nước kèm dọc trục, gia tốc dọc trục tính toán sẽ tăng đột ngột khi trục xuồng chạm đến mặt nước. Tuy nhiên va đập sẽ xảy ra ngay khi ky xuồng chạm mặt nước và tăng dần đến giá trị đỉnh. Do đó lượng nước kèm gần đúng khác được dùng đối với quãng thời gian giữa khi ky chạm nước cho đến khi trục xuồng chạm nước, tạo nên sự tăng gia tốc theo dạng tuyến tính.

Thay tất cả các lực đã được tính vào phương trình 4, có thể tính được chuyển động thẳng đứng, nằm ngang và quay trong hệ tọa độ tổng quát. Tuy nhiên, người ngồi trong xuồng sẽ chịu gia tốc trong hệ cục bộ. Vì vậy gia tốc tính toán sẽ được chuyển sang hệ tọa độ địa phương theo mối quan hệ:

$$a_{\xi}(\xi, \zeta) = \ddot{x} \cos \theta - (\ddot{y} + \ddot{z} + g) \sin \theta - \zeta\theta + \xi\theta^2 \quad (18a)$$

$$a_{\zeta}(\xi, \zeta) = \ddot{x} \sin \theta + (\ddot{y} + \ddot{z} + g) \cos \theta + \xi\theta + \zeta\theta^2 \quad (18b)$$

với a_{ξ} , a_{ζ} tương ứng là gia tốc xuồng theo phương dọc trục và phương pháp tuyến.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Nhân tố chủ yếu ảnh hưởng đến ứng xử khi phóng FFLB là sự phân bố khối lượng của nó, tải trọng của xuồng và điều kiện thả rơi ban đầu như: chiều dài và góc nghiêng của thanh trượt, chiều dài của thanh trượt phía sau trọng tâm xuồng và chiều cao rơi tự do như thể hiện trên hình 1. Các thông số này tương tác nhau làm ảnh hưởng đến hướng và vận tốc của xuồng ở thời điểm va đập với mặt nước; ảnh hưởng đến gia tốc, các lực quán tính tác động lên người sử dụng và hướng dịch chuyển của xuồng ngay sau khi xuyên vào nước. Một tàu mẹ cụ thể sẽ có một phạm vi chiều cao rơi, phụ thuộc vào điều kiện tải của nó, và cũng cần có một số giới hạn về không gian của thanh trượt. Do đó cần tìm hiểu chuyển động và gia tốc của FFLB đối với các điều kiện tải khác nhau. Việc nghiên cứu được thực hiện nhờ sử dụng mô hình xuồng như miêu tả trong bảng 1. Chuyên khảo này nghiên cứu ứng xử của FFLB theo hai trường hợp: a/ Thay đổi chiều cao rơi H (các chiều cao rơi lần lượt là: H = 1,5m; 1,75m và 2,0m) khi góc phóng không đổi ($\theta = 30^0$). b/ Góc phóng θ thay đổi (góc phóng lần lượt là $\theta = 30^0$, 40^0 và 60^0) khi chiều cao rơi ban đầu không đổi và bằng 1,75m;

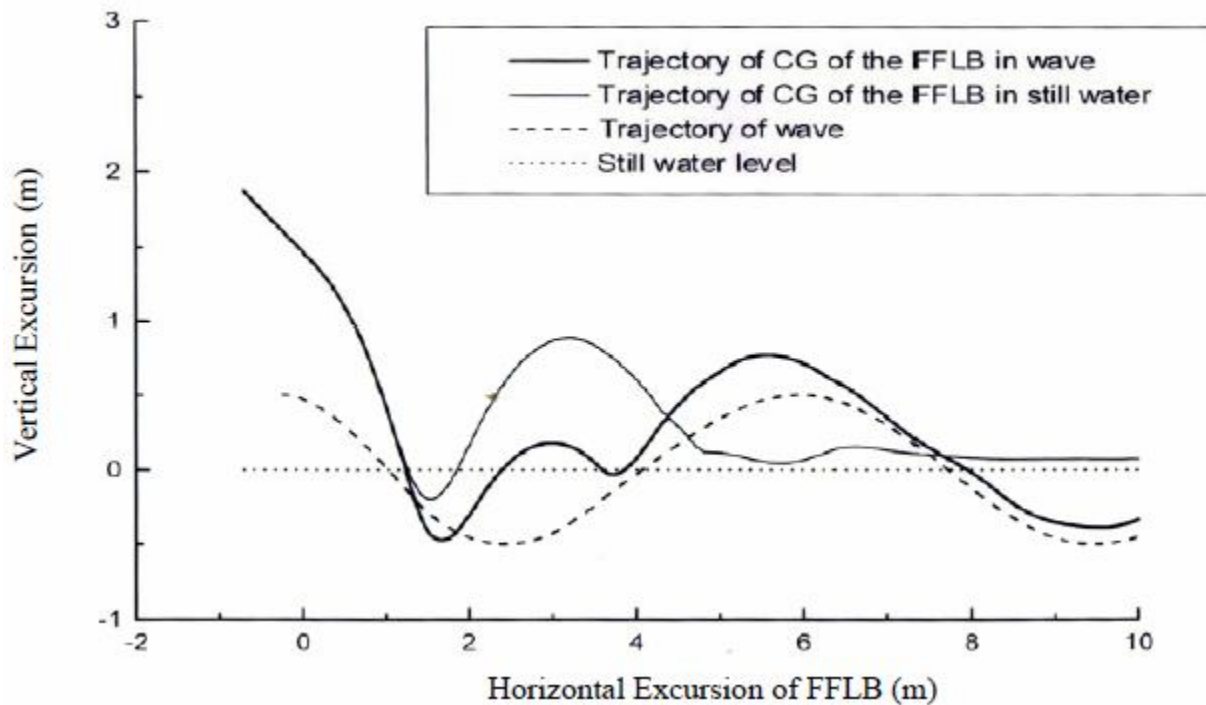
Bảng 1: Kích thước cơ bản của mô hình xuồng

Chi tiết xuồng	Giá trị
Chiều dài (m)	1,0
Chiều rộng (m)	0,358
Món nước (m)	0,1
Lượng chiếm nước (kg)	15,3

Cm ở giữa xuống (m)	0,192
d_1 ở giữa xuống (m)	0,211
$(d_1 + d_2)$ ở giữa xuống (m)	0,311
KG (m)	0,181
L_{ra} (m)	0,503
G từ giữa xuống (m)	0,003
Bán kính hồi chuyển (m)	0,32
Tỷ lệ	1: 7,4

3.1. TRƯỜNG HỢP 1: THAY ĐỔI CHIỀU CAO RƠI, GÓC PHÓNG KHÔNG ĐỔI

3.1.1 Phân tích quỹ đạo chuyển động

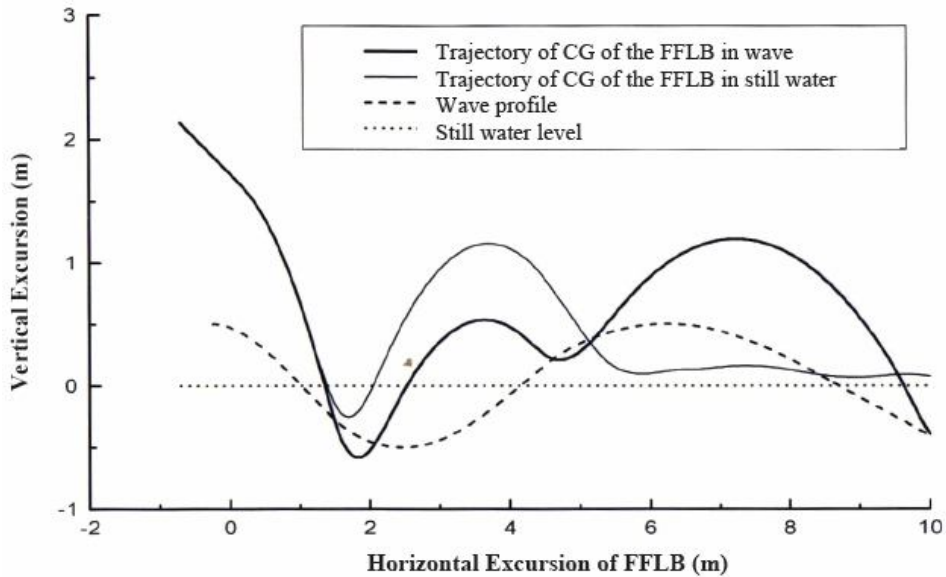


Hình 3: Quỹ đạo trọng tâm của FFLB trong sóng và trong nước tĩnh
 $(\theta = 30^\circ; H = 1,5m; \gamma = 0,5m; T = 2,0s; \varphi = 0^\circ)$

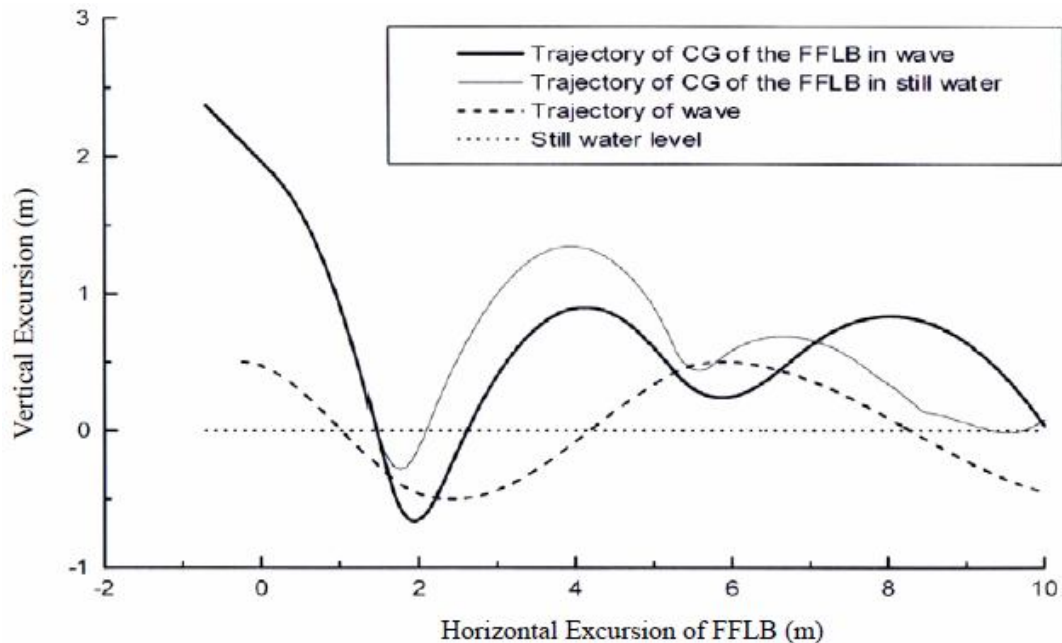
Hình 3 thể hiện quỹ đạo của trọng tâm FFLB trong sóng có biên độ 0,5m (tương đương với sóng cấp 5, nghĩa là biên động ứng với tỉ lệ thật), chu kỳ sóng là 2s, góc pha bằng zero. Xuồng rơi từ độ cao 1,5m với góc nghiêng 30° . Nó trượt dọc theo thanh trượt có chiều dài 1,4m; với chiều dài trượt là $L_{GO} = 0,8m$; Sau đó xuồng quay theo chiều kim đồng hồ và rơi tự do cho đến khi chạm mặt nước, lực va đập (do sự thay đổi lượng nước kèm) và lực nổi bắt đầu tác động. Lực nổi tăng ngay khi xuồng xuyên vào nước cho đến khi đạt đến độ chìm lớn nhất (lớn hơn 0,5m). Trong thời gian này xuồng bắt đầu quay theo hướng ngược lại (nghĩa là ngược chiều kim đồng hồ) do mô men lực nổi và mô men do sự truyền động lượng tạo nên. Ở thời điểm đó trục xuồng ngập hoàn toàn trong nước

và lực nổi lớn hơn đẩy xuồng hướng lên. Sau đó xuồng rời khỏi nước và lại rơi vào nước lần nữa cùng với việc tiến về phía trước một khoảng cách.

Hình 4 và 5 biểu thị quỹ đạo chuyển động của xuồng với chiều cao rơi lần lượt là 1,75m và 2,0m. Từ hình trên có thể thấy chiều chìm cực đại của xuồng tăng khi chiều cao rơi tăng. Sự tăng chiều cao rơi của xuồng làm cho nó quay nhiều hơn theo hướng ngược chiều kim đồng hồ, gây ra va đập nhiều hơn ở phía lái. Điều này làm cho xuồng nhảy lên cao hơn sau lần va đầu tiên vào mặt nước, và cũng làm cho nó dịch chuyển dài hơn trong không khí trước khi lại rơi vào nước. Do sự có mặt của sóng, xuồng ngập hoàn toàn vào nước lần nữa, thậm chí ở chiều cao rơi thấp hơn.

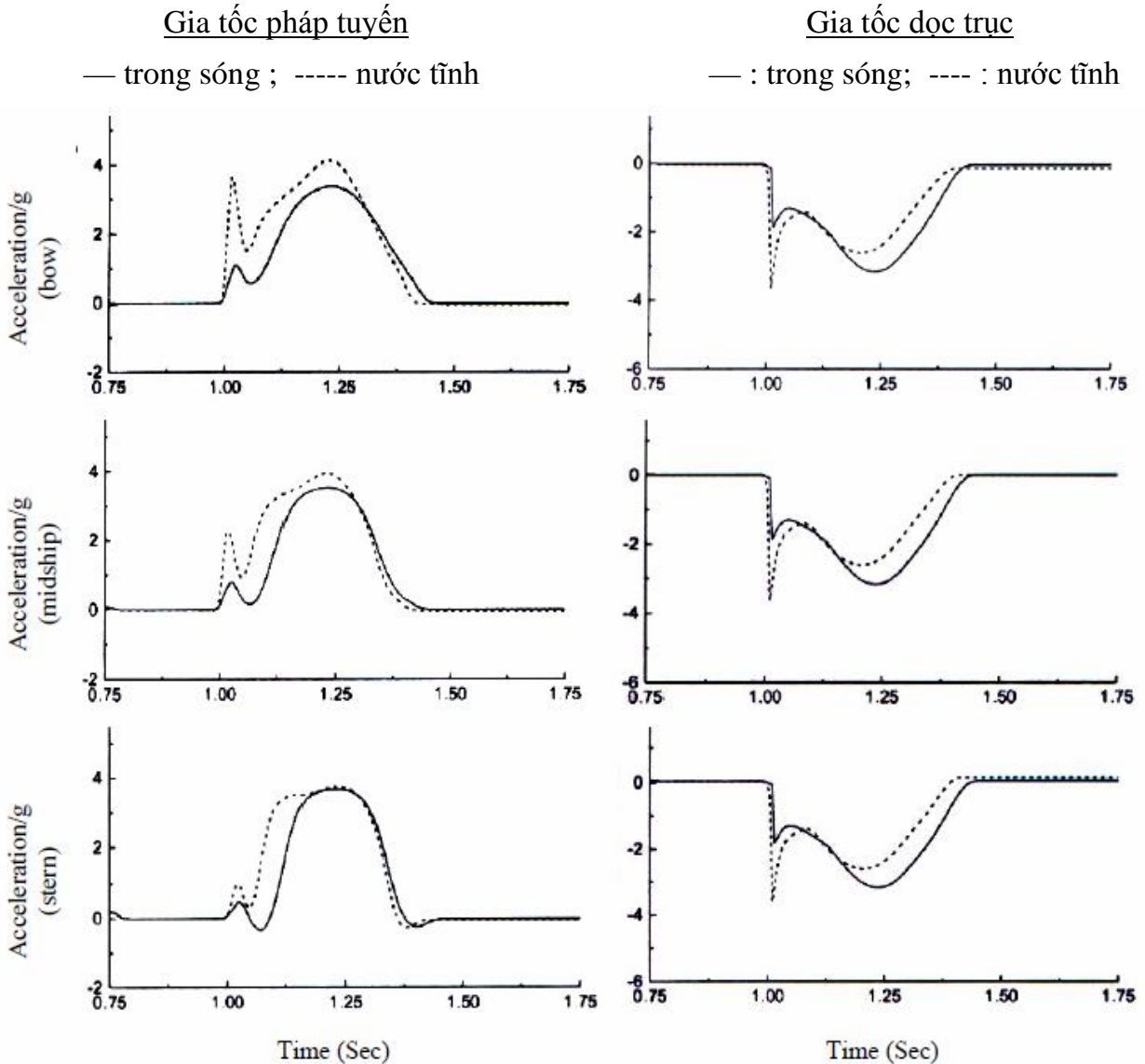


Hình 4: Quỹ đạo trọng tâm của FFLB trong sóng và trong nước tĩnh ($\theta = 30^\circ$; $H = 1,75m$; $\gamma = 0,5m$; $T = 2,0s$; $\varphi = 0^\circ$)



Hình 5: Quỹ đạo trọng tâm của FFLB trong sóng và trong nước tĩnh ($\theta = 30^\circ$; $H = 2,0m$; $\gamma = 0,5m$; $T = 2,0s$; $\varphi = 0^\circ$)

3.1.2 Phân tích thay đổi của gia tốc theo thời gian



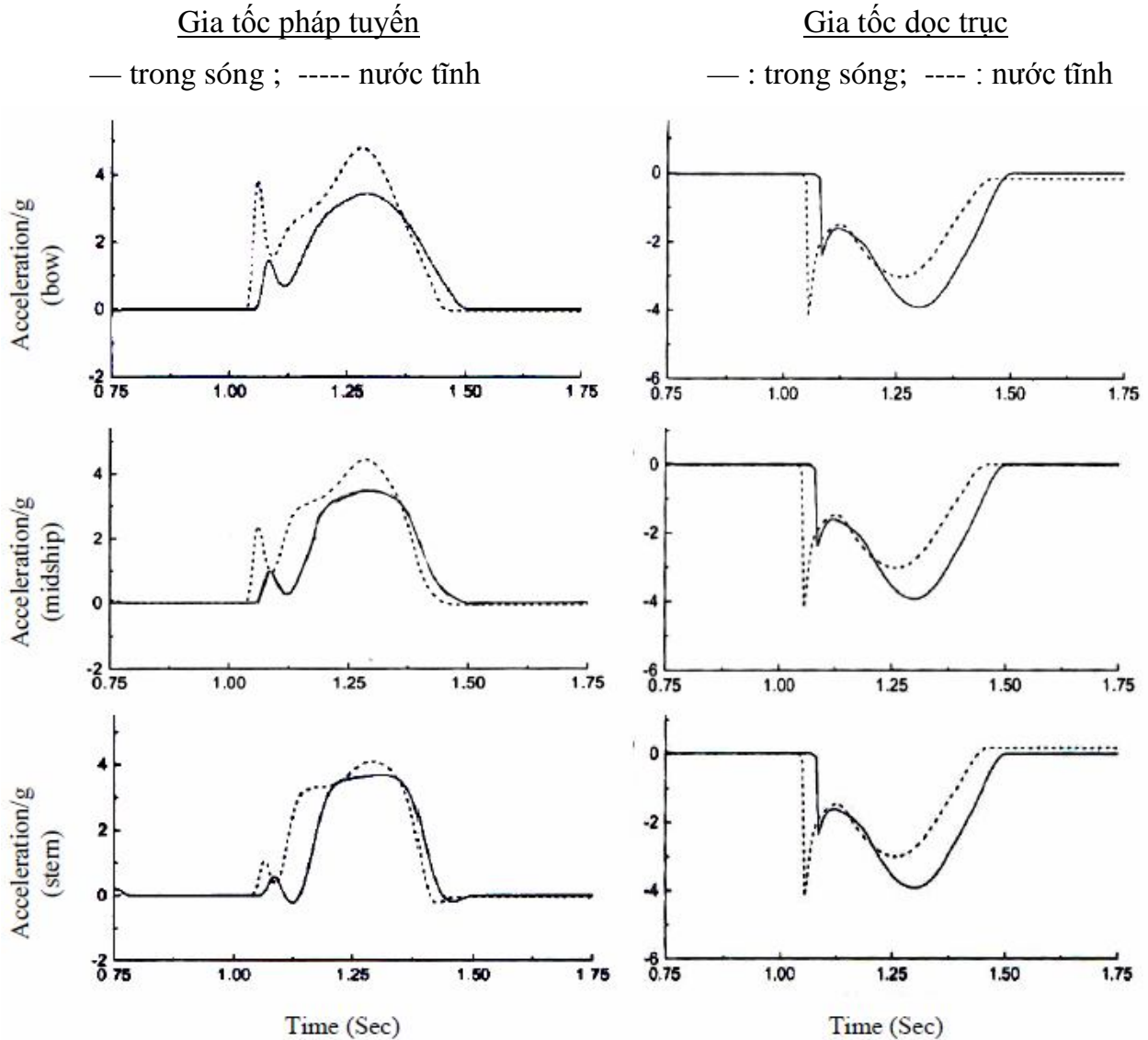
Hình 6: Gia tốc pháp và gia tốc dọc trục của xuồng ở những vị trí khác nhau trong sóng và trong nước tĩnh ($\theta = 30^0$; $H = 1,5m$; $\gamma = 0,5m$; $T = 2,0s$; $\varphi = 0^0$)

Trong quá trình xuyên nước của FFLB có hai dữ kiện ảnh hưởng đáng kể đến gia tốc xuồng. Đó là sự va đập của mũi xuồng với nước, và sự xuyên vào hoặc sự va đập của phía lái xuồng với nước. Gia tốc theo phương pháp tuyến và dọc theo trục xuồng được phân tích bằng chương trình tính với 3 vị trí khác nhau (gần mũi, giữa và đuôi xuồng) trong hệ tọa độ địa phương.

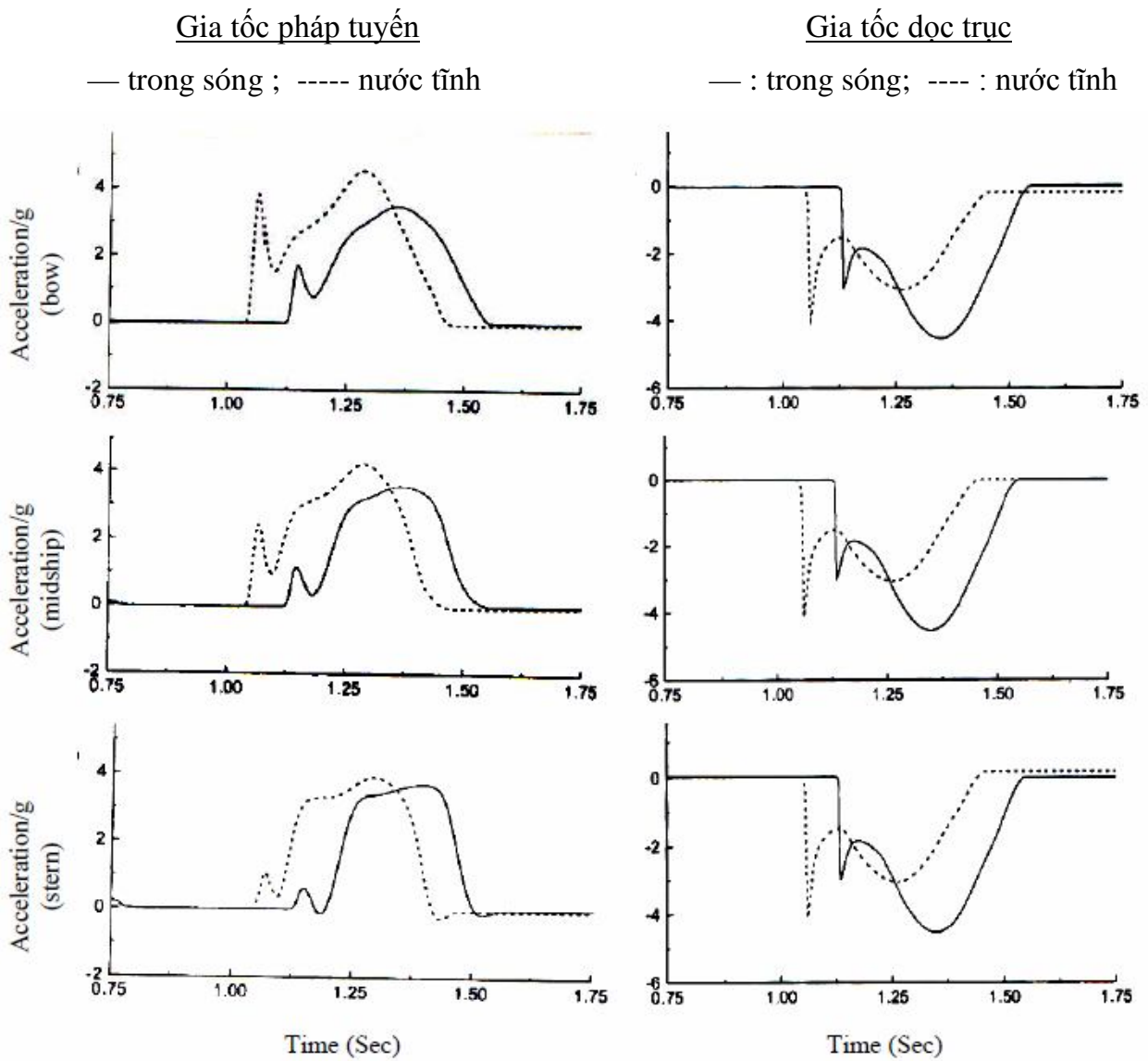
Hình 6 thể hiện gia tốc tính trong phương pháp tuyến ở 3 vị trí đó khi phóng xuồng trong nước tĩnh và trong sóng điều hòa. Xuồng được phóng ở góc nghiêng 30^0 và chiều cao phóng là $H = 1,5m$, chiều dài lướt $L_{GO} = 0,8m$. Từ hình 6 có thể thấy ở vị trí mũi tàu đỉnh gia tốc trong phương pháp tuyến do sự va đập mũi tàu gây ra có giá trị cực đại bằng khoảng 3,4g. Cũng có thể thấy va đập đuôi tàu xảy ra sau va đập mũi, biên độ gia tốc khá lớn (xấp xỉ 3,6g) và va đập phía đuôi tàu xảy ra trong giai đoạn dài hơn. Đỉnh gia tốc do va đập mũi tàu khi rơi trong nước tĩnh cao hơn nhiều so với trong sóng điều hòa. Điều này

do chiều cao rơi lớn. Giá trị của gia tốc do va đập phía đuôi khi rơi trong nước tĩnh cũng lớn hơn so với khi rơi trong sóng điều hòa.

Các đồ thị cũng thể hiện gia tốc dọc trục của xuồng ở nhiều vị trí khác nhau. Đỉnh gia tốc hầu như lớn hơn 3,5g trong cả 3 vị trí. Hình 7 và 8 cho thấy bản chất gần giống nhau của các đường cong gia tốc pháp tuyến và gia tốc dọc trục tương ứng với chiều cao rơi lần lượt là 1,75m và 2,0m. Các hình cũng cho thấy cả gia tốc pháp tuyến và gia tốc dọc trục đều tăng khi chiều cao rơi tăng. Tuy nhiên gia tốc cũng tăng khi xuồng va đập vào bề mặt nước dâng cao do sự bổ sung ảnh hưởng của va đập sóng với va đập xuồng. Sự tăng gia tốc này có hại và gây nên cảm giác khó chịu cho người sử dụng.



Hình 7: Gia tốc pháp tuyến và gia tốc dọc trục của xuồng ở những vị trí khác nhau trong sóng và trong nước tĩnh ($\theta = 30^\circ$; $H = 1,75m$; $\gamma = 0,5m$; $T = 2,0s$; $\varphi = 0^\circ$)

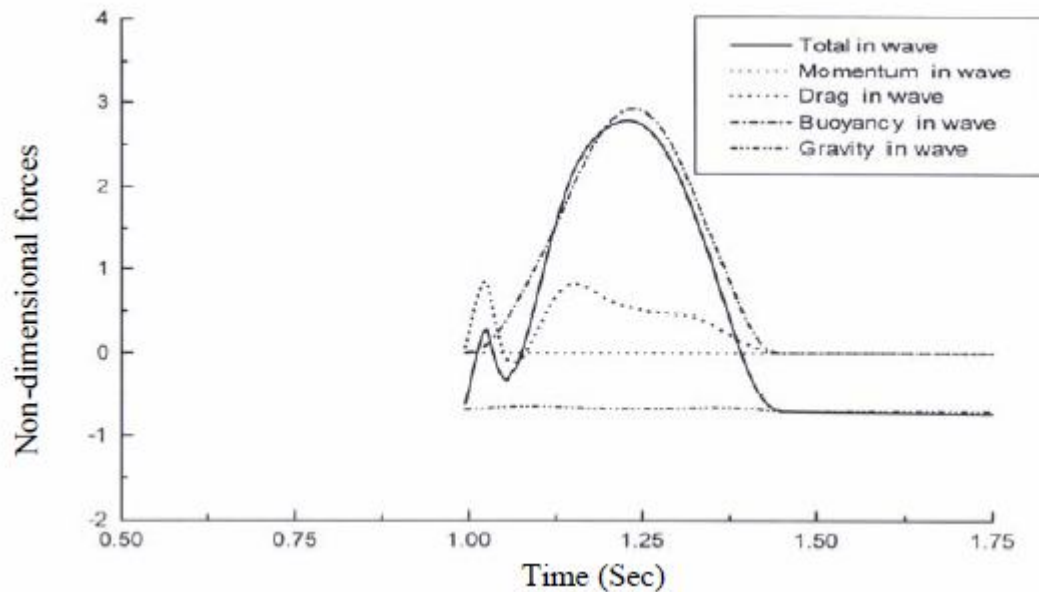


Hình 8: Gia tốc pháp tuyến và gia tốc dọc trục của xuồng ở những vị trí khác nhau trong sóng và trong nước tĩnh ($\theta = 30^0$; $H = 2,0m$; $\gamma = 0,5m$; $T = 2,0s$; $\varphi = 0^0$)

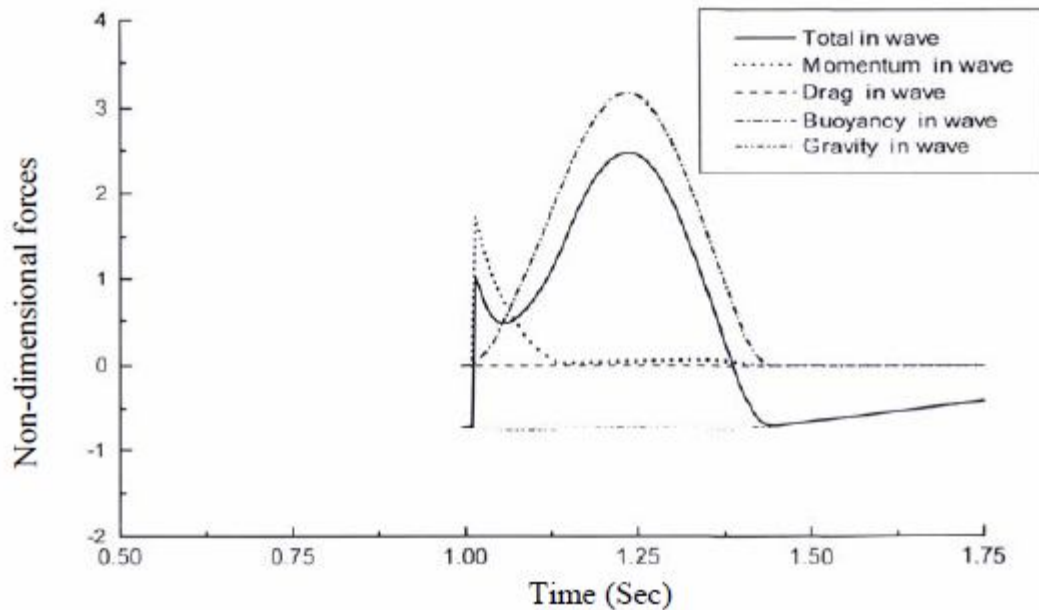
3.1.3 Các lực thủy tĩnh và thủy động

Các lực thủy tĩnh và thủy động trên đơn vị trọng lượng trong phương pháp tuyến của xuồng, tính ở trọng tâm xuồng được cho trên hình 9a. Kết quả bằng số thu được với góc rơi 30^0 , chiều dài lướt 0,8m và chiều cao rơi 1,5m. Trong biểu đồ theo thời gian của lực tổng và lực do sự truyền động lượng gây ra, sự góp phần của cái sau (truyền động lượng) lớn hơn nhiều so với cái trước. Điều này cũng tương tự với biểu đồ gia tốc pháp tuyến ở vị trí giữa xuồng. Tuy nhiên độ lớn của gia tốc cực đại và lực tổng không thứ nguyên là khác nhau do khi tính gia tốc có tính đến ảnh hưởng của nước kèm. Từ hình 9a cũng có thể thấy trong quá trình xuyên vào nước, lực do sự truyền mô men có đóng góp rất lớn trong lực tổng, và khi xuồng đi lên sự đóng góp của lực nổi tăng lên. Sự góp phần của lực cản trở nên đáng kể khi xuồng ngập hoàn toàn trong nước (nghĩa là lực nổi gần như đạt giá trị cực đại của nó) và giảm khi xuồng ra khỏi nước. Do đó lực nổi và lực cản điều khiển chuyển động của xuồng sau khi xuyên hoàn toàn vào nước. Sự đóng góp của trọng lực theo phương pháp tuyến tăng lên rất chậm trong suốt hành trình của xuồng do hướng

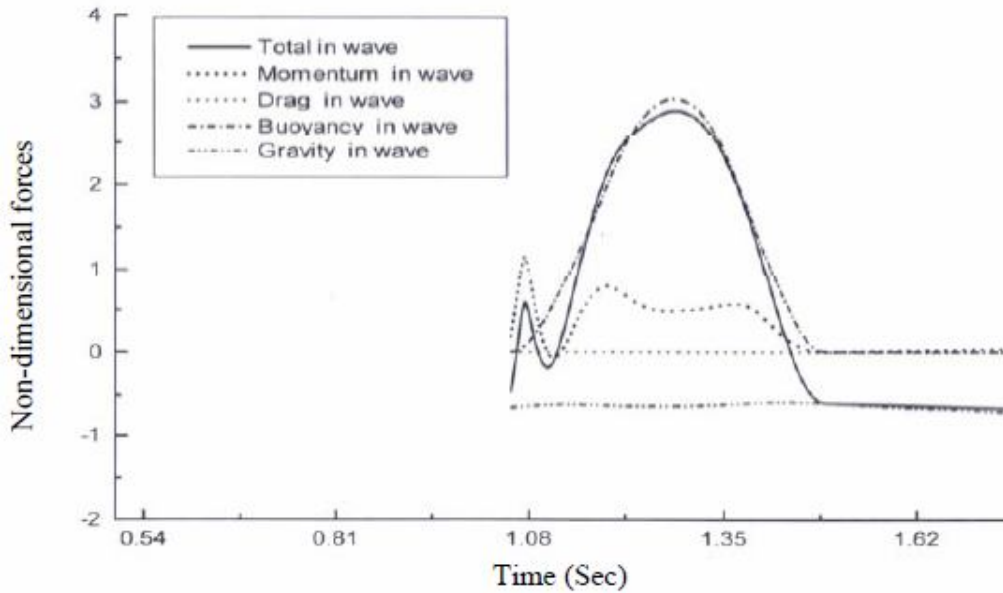
của xuồng luôn thay đổi. Sau khi trôi lên mặt nước, xuồng di chuyển về phía trước và tiến một vài đoạn theo phương nằm ngang. Cần lưu ý rằng các lực do sự truyền động lượng có hai phần: phần thứ nhất phụ thuộc vào nước kèm và gia tốc; phần thứ hai phụ thuộc tốc độ thay đổi của lượng nước kèm và vận tốc, nghĩa là phụ thuộc lực va đập. Nhưng đối với mô phỏng số, phần thứ nhất phải được bổ sung thêm lực quán tính suy rộng để đạt được lực quán tính theo phương thẳng đứng, và do vậy chỉ có lực va đập được thể hiện ở đây.



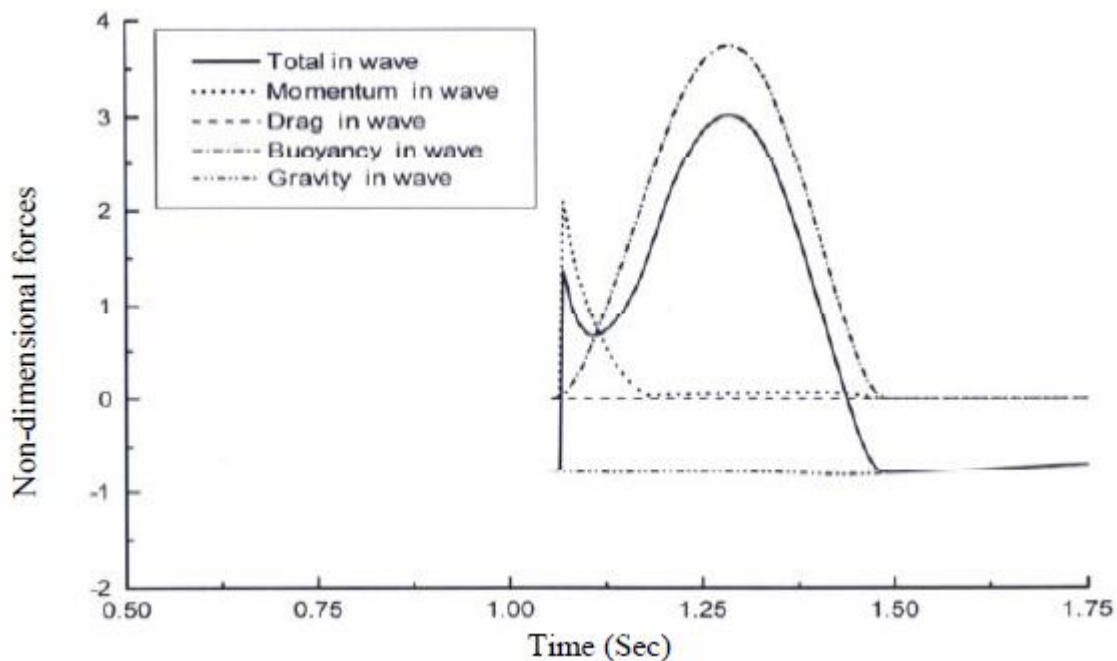
Hình 9a: Các lực không thứ nguyên ở phương pháp tuyến, trong sóng ($\theta = 30^\circ$; $H = 1,5m$; $\gamma = 0,5m$; $T = 2,0s$; $\varphi = 0^\circ$)



Hình 9b: Các lực không thứ nguyên ở phương dọc trục, trong sóng ($\theta = 30^\circ$; $H = 1,5m$; $\gamma = 0,5m$; $T = 2,0s$; $\varphi = 0^\circ$)



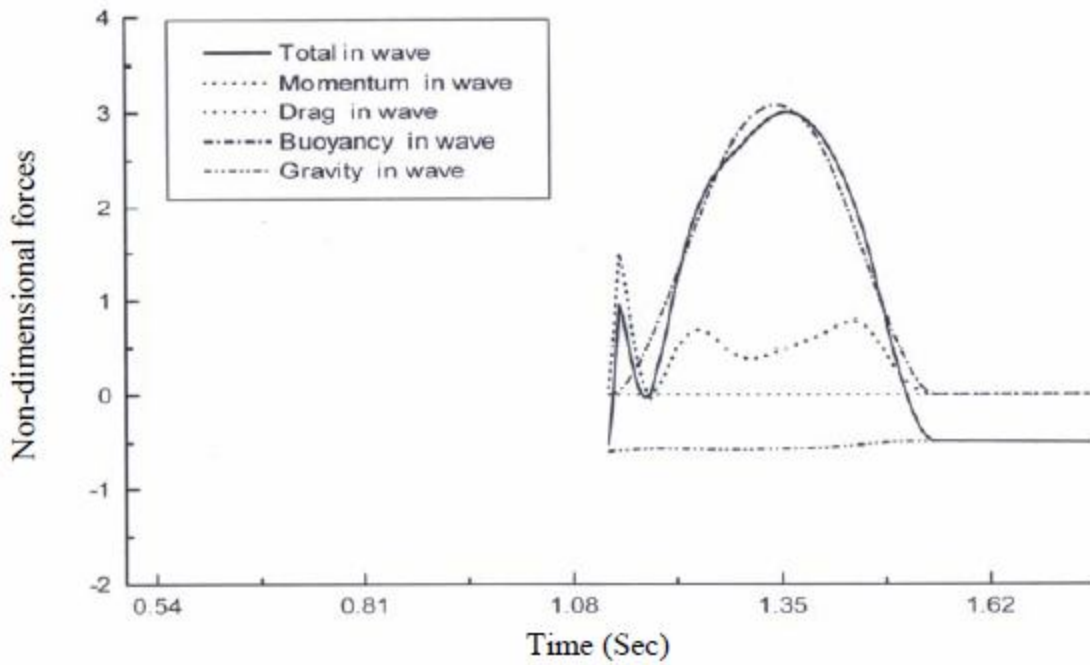
Hình 10a: Các lực không thứ nguyên ở phương pháp tuyến, trong sóng ($\theta = 30^\circ$; $H = 1,75m$; $\gamma = 0,5m$; $T = 2,0s$; $\varphi = 0^\circ$)



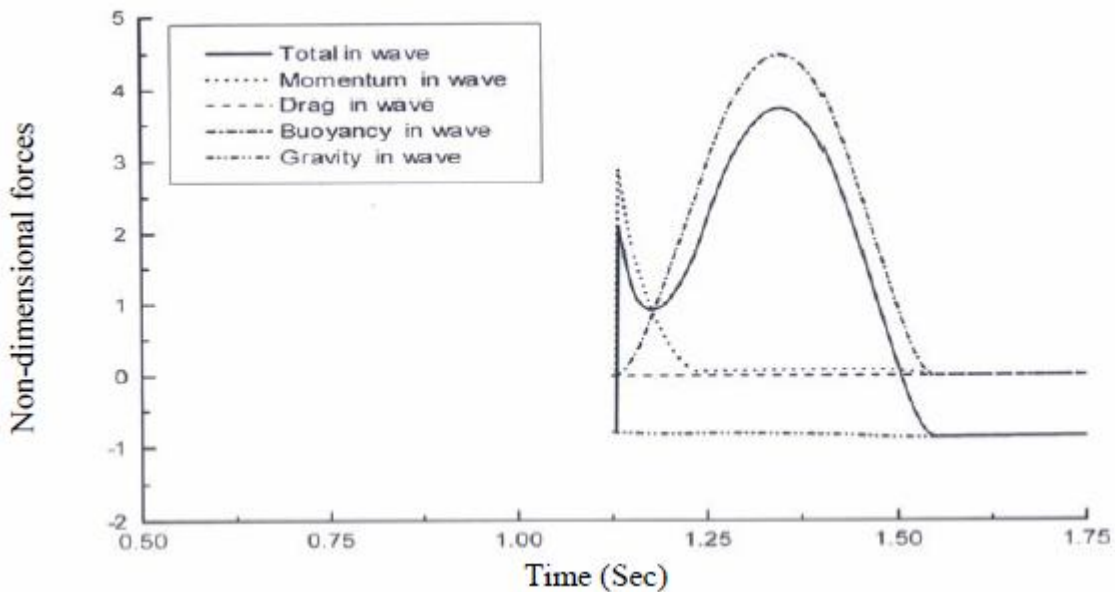
Hình 10b: Các lực không thứ nguyên ở phương dọc trục, trong sóng ($\theta = 30^\circ$; $H = 1,75m$; $\gamma = 0,5m$; $T = 2,0s$; $\varphi = 0^\circ$)

Hình 9b thể hiện biểu đồ theo thời gian của các lực không thứ nguyên khác nhau theo phương dọc trục đối với cùng trường hợp rơi. Sự góp phần của va đập trong lực tổng là rất đáng kể trong quá trình xuyên vào nước của FFLB, và sự đóng góp của lực nổi tăng lên khi nó tiến sâu vào nước. Ảnh hưởng của lực cản theo phương dọc trục hầu như bỏ qua trong suốt hành trình, và ảnh hưởng của trọng lực giảm khi góc của trục xuống với phương ngang giảm. Cũng có thể thấy rõ khi xuống ngập hoàn toàn trong nước, chỉ có lực nổi điều khiển chuyển động theo phương dọc trục. Hình 10 và 11 biểu thị các thành phần pháp tuyến và dọc trục của các lực không thứ nguyên ứng với chiều cao rơi lần lượt là

1,75m và 2,0m. Từ các hình đó có thể thấy khi chiều cao rơi tăng, các thành phần lực cũng tăng.



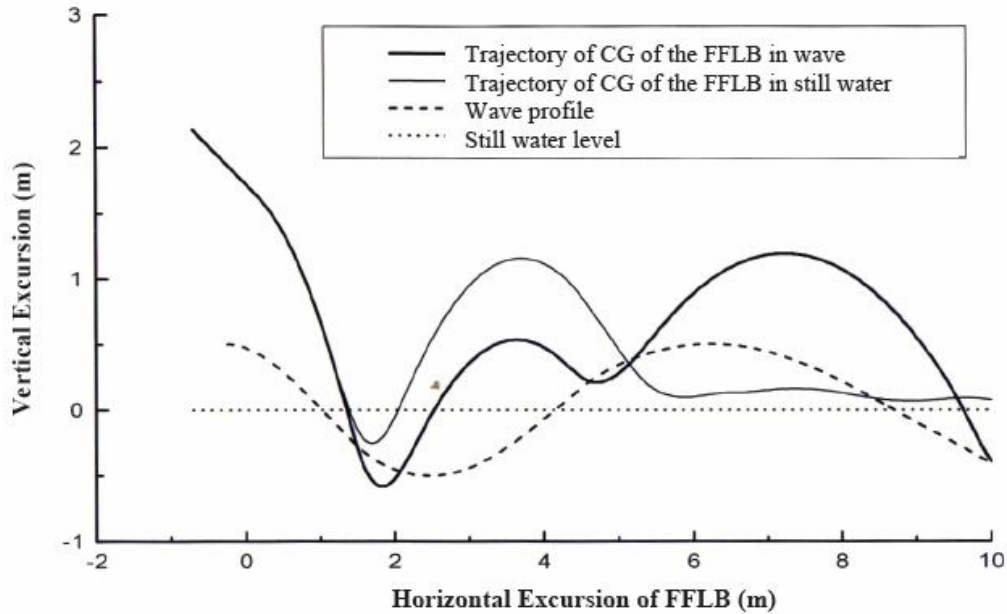
Hình 11a: Các lực không thứ nguyên ở phương pháp tuyến, trong sóng ($\theta = 30^\circ$; $H = 2,0m$; $\gamma = 0,5m$; $T = 2,0s$; $\varphi = 0^\circ$)



Hình 11b: Các lực không thứ nguyên ở phương dọc trục, trong sóng ($\theta = 30^\circ$; $H = 2,0m$; $\gamma = 0,5m$; $T = 2,0s$; $\varphi = 0^\circ$)

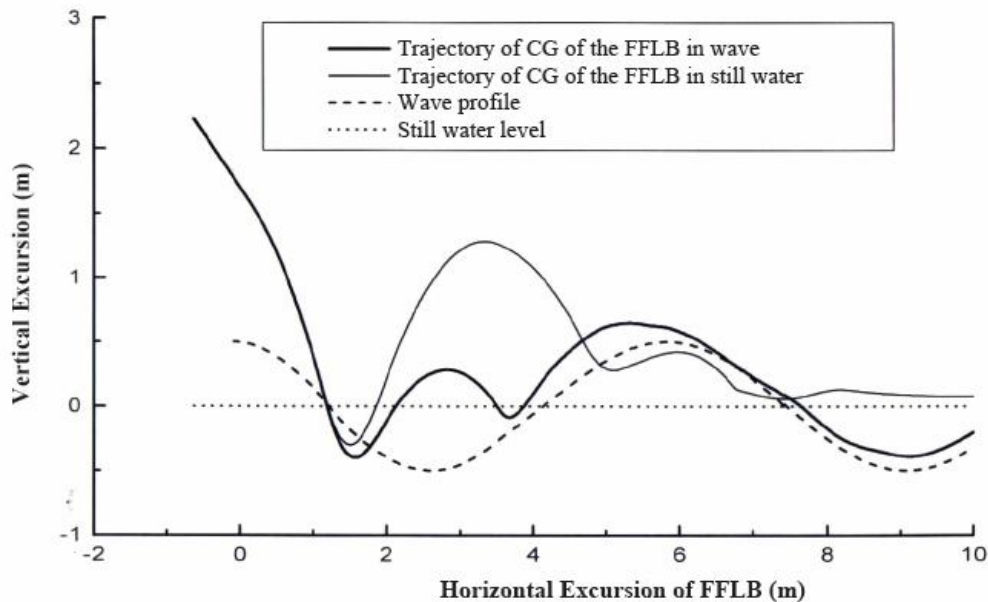
3.2. TRƯỜNG HỢP 2: THAY ĐỔI GÓC PHÓNG, CHIỀU CAO RƠI KHÔNG ĐỔI

3.2.1 Quỹ đạo chuyển động



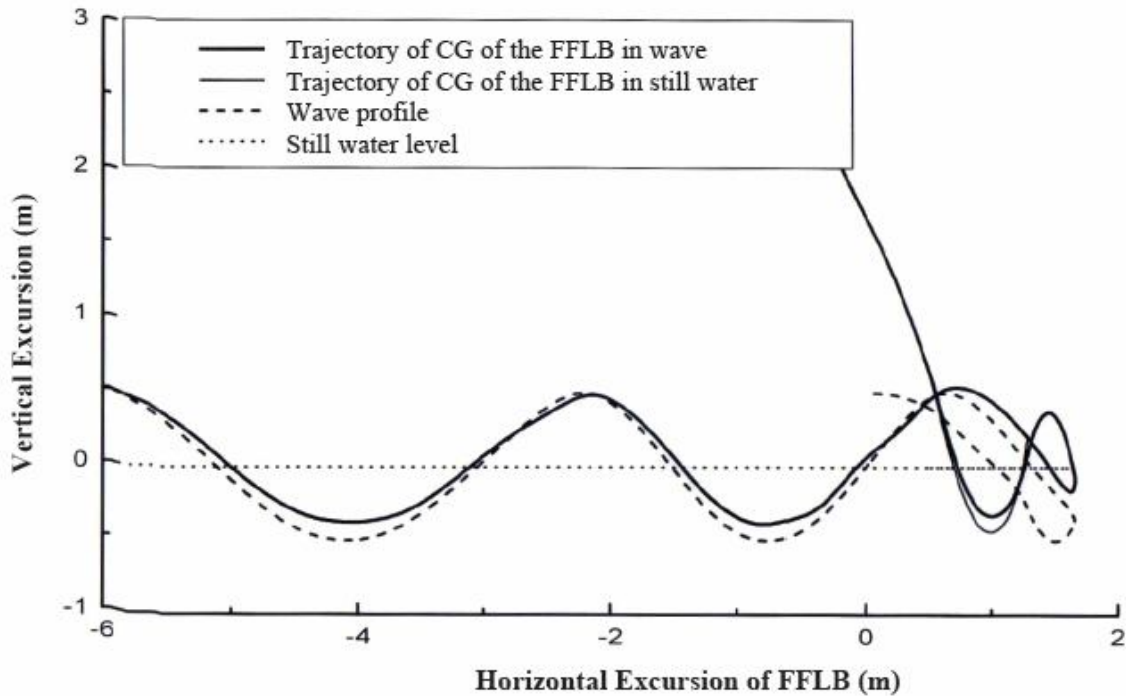
Hình 12: Quỹ đạo trọng tâm của FFLB trong sóng và trong nước tĩnh ($\theta = 30^\circ$; $H = 1,75m$; $\gamma = 0,5m$; $T = 2,0s$; $\varphi = 0^\circ$)

Hình 12 thể hiện quỹ đạo dự đoán của trọng tâm FFLB trong sóng có biên độ 0,5m (tương đương với sóng cấp 5, nghĩa là biển động ứng với tỉ lệ thật), chu kỳ sóng là 2s, góc pha bằng zero. Xuồng rơi từ độ cao 1,75m với góc nghiêng 30° . Nó trượt dọc theo thanh trượt có chiều dài 1,4m; với chiều dài trượt là $L_{GO} = 0,8m$; Sau đó xuồng quay theo chiều kim đồng hồ và rơi tự do cho đến khi chạm mặt nước, lực va đập (do sự thay đổi lượng nước kèm) và lực nổi bắt đầu tác động. Lực nổi tăng ngay khi xuồng xuyên vào nước cho đến



Hình 13: Quỹ đạo trọng tâm của FFLB trong sóng và trong nước tĩnh ($\theta = 40^\circ$; $H = 1,75m$; $\gamma = 0,5m$; $T = 2,0s$; $\varphi = 0^\circ$)

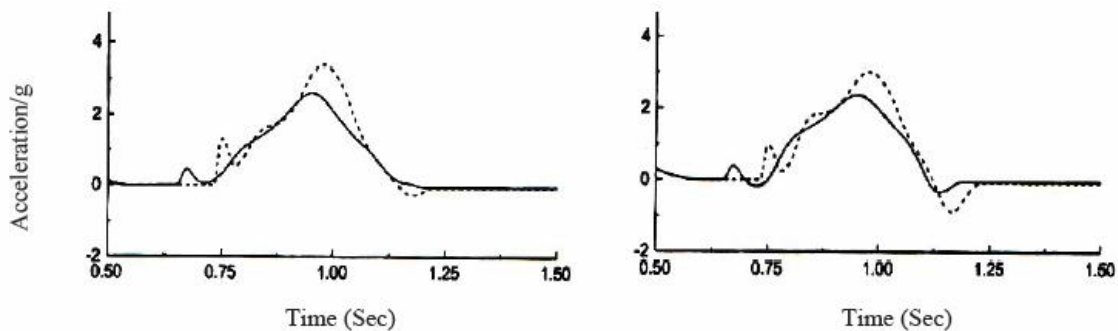
khi đạt đến độ chìm lớn nhất (lớn hơn 0,5m). trong thời gian này xuồng bắt đầu quay theo hướng ngược lại (nghĩa là ngược chiều kim đồng hồ) do mô men lực nổi và mô men do sự truyền động lượng tạo nên. Ở thời điểm đó trục xuồng ngập hoàn toàn trong nước và lực nổi lớn hơn đẩy xuồng hướng lên. Sau đó xuồng rời khỏi nước và lại rơi vào nước lần nữa cùng với việc tiến về phía trước một khoảng cách. Quá trình này tiếp tục và trọng tâm phù hợp với độ cao sóng.



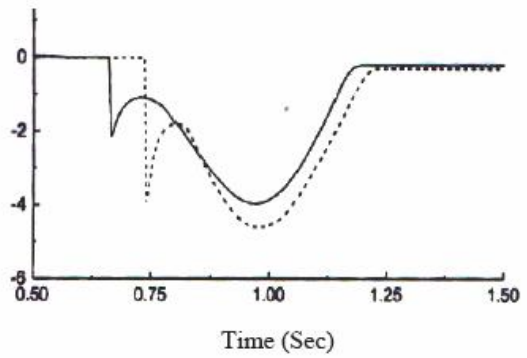
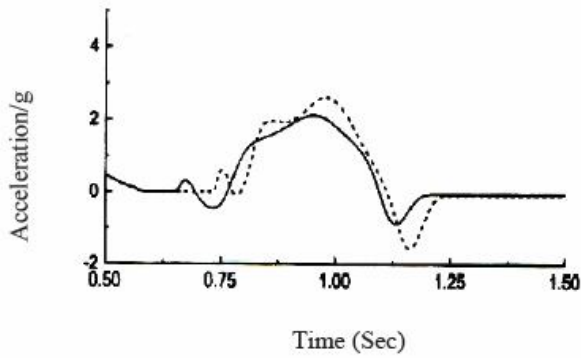
Hình 14: Quỹ đạo trọng tâm của FFLB trong sóng và trong nước tĩnh ($\theta = 60^\circ$; $H = 1,75m$; $\gamma = 0,5m$; $T = 2,0s$; $\varphi = 0^\circ$)

Hình 13 và 14 biểu thị quỹ đạo chuyển động của xuồng khi rơi ở các góc 40° và 60° . Chu kỳ sóng là 2 giây và biên độ lớn nhất của sóng là 0,5m; Trong hình 5, trọng tâm xuồng di chuyển một khoảng cách rất nhỏ do sự va đập của mũi xuồng. Điều này do góc rơi dốc hơn của xuồng. Góc rơi lớn rất nguy hiểm do nó có thể làm cho xuồng va chạm với tàu mẹ trong thời gian rất ngắn sau khi rơi xuống nước.

3.2.2 Sự thay đổi của gia tốc theo thời gian

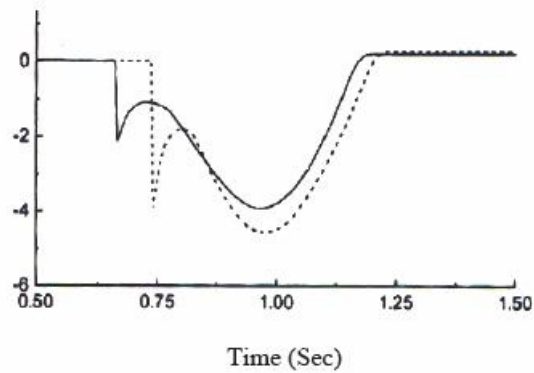
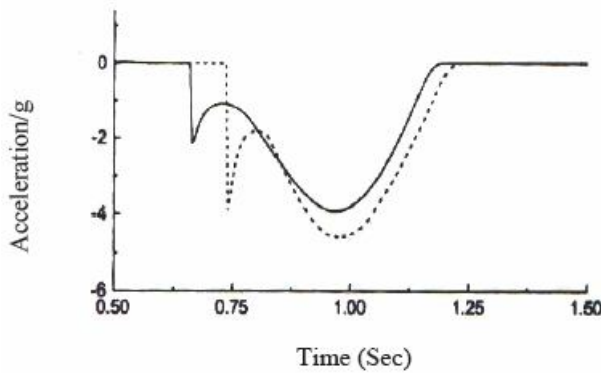


— : Gia tốc pháp ở mũi xuồng, trong sóng ; — : Gia tốc pháp ở giữa xuồng trong sóng
 --- : Gia tốc pháp ở mũi tàu, trong nước tĩnh; --- : G/tốc pháp giữa xuồng trong nước tĩnh



— : Gia tốc pháp ở lái xuồng, trong sóng ;
 --- : Gia tốc pháp ở lái xuồng trong nước tĩnh;

—: Gia tốc dọc ở mũi xuồng trong sóng
 ---:G/tốc dọc mũi xuồng trong nước tĩnh



— : Gia tốc dọc ở giữa xuồng, trong sóng ;
 --- : Gia tốc dọc ở giữa xuồng trong nước tĩnh;

—: Gia tốc dọc ở lái xuồng trong sóng
 ---:G/tốc dọc ở lái xuồng trong nước tĩnh

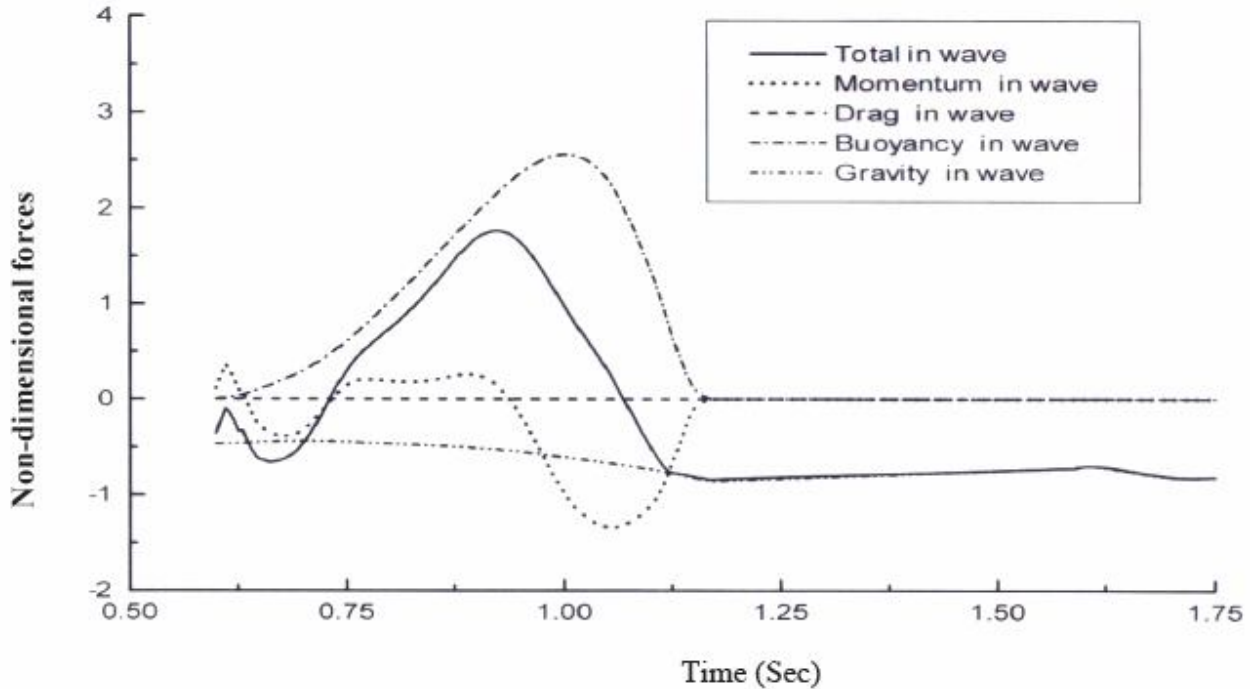
Hình 15: Gia tốc pháp và gia tốc dọc trục của xuồng ở những vị trí khác nhau trong sóng và trong nước tĩnh ($\theta = 60^0$; $H = 1,75m$; $\gamma = 0,5m$; $T = 2,0s$; $\varphi = 0^0$)

Trong quá trình xuyên nước của FFLB có hai dữ kiện rõ rệt tạo nên gia tốc đáng kể đến xuồng. Đó là sự va đập của mũi xuồng với nước, và sự xuyên vào hoặc sự va đập của phía lái xuồng với nước. Gia tốc theo phương vuông góc với trục xuồng và dọc theo trục xuồng được phân tích bằng chương trình tính với 3 vị trí khác nhau (gần mũi, giữa và đuôi xuồng) trong hệ tọa độ địa phương.

Hình 15 thể hiện gia tốc tính trong phương vuông góc với trục xuồng ở 3 vị trí đó khi phóng xuồng trong nước tĩnh và trong sóng điều hòa. Xuồng được phóng ở góc nghiêng ban đầu là 40^0 và chiều cao phóng là $H = 1,75m$, chiều dài lướt $L_{GO} = 0,8m$. Từ hình 15 có thể thấy ở vị trí mũi tàu đỉnh gia tốc trong phương pháp tuyến do sự va đập mũi tàu gây ra có giá trị cực đại bằng khoảng 3,2g. Cũng có thể thấy va đập đuôi tàu xảy ra sau va đập mũi, biên độ gia tốc khá lớn và va đập phía đuôi tàu xảy ra trong giai đoạn dài hơn. Đỉnh gia tốc do va đập mũi tàu khi rơi trong nước tĩnh cao hơn nhiều so với trong sóng điều hòa. Điều này do chiều cao rơi lớn. Giá trị của gia tốc do va đập phía đuôi khi rơi trong nước tĩnh cũng lớn hơn so với khi rơi trong sóng điều hòa.

Hình 15 cũng thể hiện gia tốc dọc trục của xuồng ở nhiều vị trí khác nhau. Đỉnh gia tốc hầu như lớn hơn 4g trong cả 3 vị trí. Ở đây cũng cho thấy ảnh hưởng của va đập gây ra sự giảm tốc độ cao nhất trong cả 3 vị trí đó.

3.2.3 Các lực thủy tĩnh và thủy động

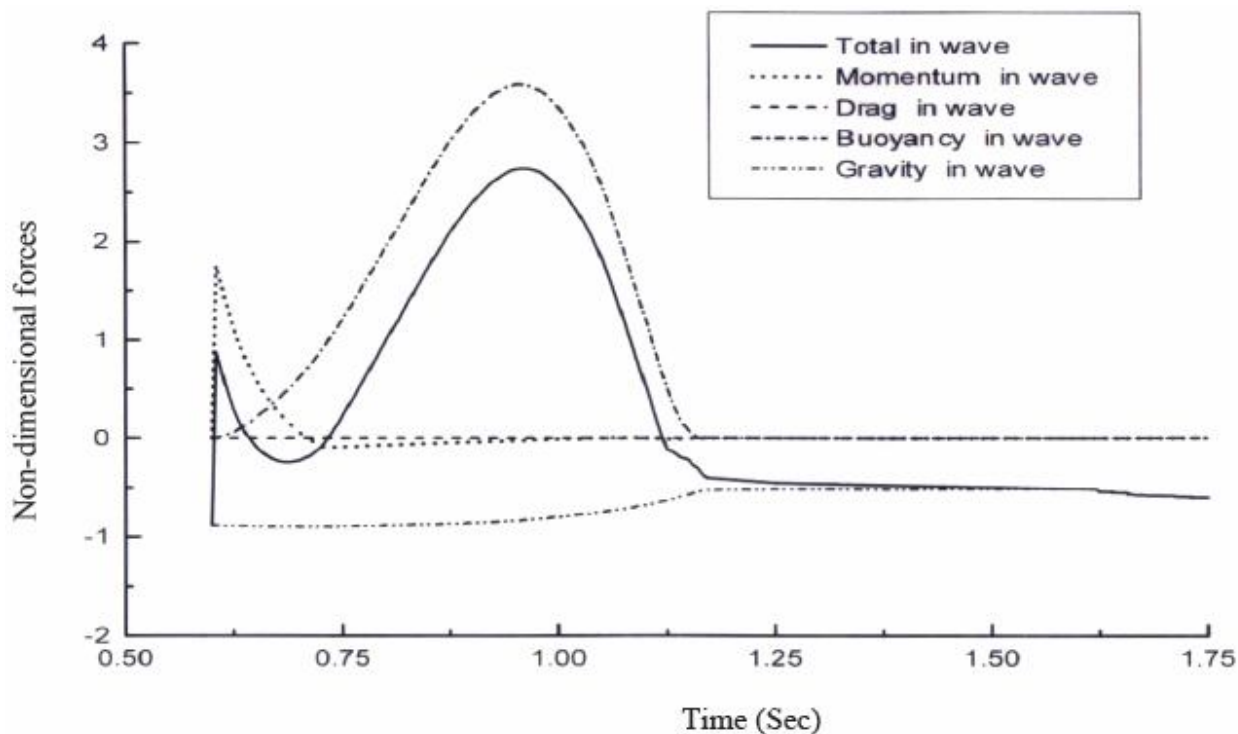


Hình 16a: Các lực không thứ nguyên ở phương pháp tuyến, trong sóng ($\theta = 60^\circ$; $H = 1,75m$; $\gamma = 0,5m$; $T = 2,0s$; $\varphi = 0^\circ$)

Hình 16a thể hiện các lực thủy tĩnh và thủy động trên đơn vị trọng lượng trong phương pháp tuyến của xuồng, tính ở trọng tâm xuồng. Kết quả bằng số thu được với góc rơi 30° . Trong biểu đồ theo thời gian của lực tổng và lực do sự truyền động lượng gây ra, sự góp phần của cái sau (truyền động lượng) lớn hơn nhiều so với cái trước. Điều này cũng tương tự với biểu đồ gia tốc pháp tuyến ở vị trí giữa xuồng. Tuy nhiên độ lớn của gia tốc cực đại và lực tổng không thứ nguyên là khác nhau do khi tính gia tốc có tính đến ảnh hưởng của nước kèm. Từ hình 16a cũng có thể thấy trong quá trình xuyên vào nước, lực do sự truyền mô men có đóng góp rất lớn trong lực tổng, và khi xuồng đi lên sự đóng góp của lực nổi tăng lên. Sự góp phần của lực cản nên đáng kể khi xuồng ngập hoàn toàn trong nước (nghĩa là lực nổi gần như đạt giá trị cực đại của nó) và giảm khi xuồng ra khỏi nước. Do đó lực nổi và lực cản điều khiển chuyển động của xuồng sau khi xuyên hoàn toàn vào nước. Sự đóng góp của trọng lực theo phương pháp tuyến tăng lên rất chậm trong suốt hành trình của xuồng do hướng của xuồng luôn thay đổi. Sau khi trôi lên mặt nước, xuồng di chuyển về phía trước và tiến một khoảng theo phương nằm ngang. Cần lưu ý rằng các lực do sự truyền động lượng có hai phần: phần thứ nhất phụ thuộc vào nước kèm và gia tốc; phần thứ hai phụ thuộc tốc độ thay đổi của lượng nước kèm và vận tốc, nghĩa là phụ thuộc lực va đập. Nhưng đối với mô phỏng số, phần thứ nhất phải được bổ sung thêm lực quán tính suy rộng để đạt được lực quán tính theo phương thẳng đứng, và do vậy chỉ có lực va đập được thể hiện ở đây.

Hình 16b thể hiện biểu đồ theo thời gian của các lực không thứ nguyên khác nhau theo phương dọc trục đối với cùng trường hợp rơi. Sự góp phần của va đập trong lực tổng là rất đáng kể trong quá trình xuyên vào nước của FFLB, và sự đóng góp của lực nổi tăng lên khi nó tiến sâu vào nước. Ảnh hưởng của lực cản theo phương dọc trục hầu như bỏ qua trong suốt hành trình, và ảnh hưởng của trọng lực tăng khi góc của trục xuồng với

phương ngang tăng. Cũng có thể thấy rõ khi xuồng ngập hoàn toàn trong nước, chỉ có lực nổi điều khiển chuyển động theo phương dọc trục.



Hình 16b: Các lực không thứ nguyên ở phương dọc trục, trong sóng ($\theta = 60^\circ$; $H = 1,75m$; $\gamma = 0,5m$; $T = 2,0s$; $\varphi = 0^\circ$)

4. KẾT LUẬN

Từ kết quả phân tích trên, có thể rút ra kết luận:

- Mô hình toán giới thiệu có thể được sử dụng dự đoán cường độ, hướng của gia tốc, chuyển động của xuồng với những góc phóng khác nhau và độ cao khác nhau ở những vị trí khác nhau của FFLB.
- Khi chiều cao rơi tăng, chiều chìm lớn nhất của xuồng tăng. Sự tăng chiều cao rơi làm cho xuồng quay nhiều hơn theo hướng ngược chiều kim đồng hồ, gây nên va đập lớn ở phía lái. Điều này làm cho xuồng nhảy lên cao hơn so với lần xuyên nước đầu tiên, và di chuyển một khoảng cách dài hơn trong không khí, trước khi lại rơi vào nước.
- Góc rơi của xuồng càng dốc càng nguy hiểm vì nó có thể di chuyển về phía sau do sự va đập phía lái xuồng khi phần đuôi xuồng chạm sóng, và do vậy có thể va đập với tàu mẹ trong thời gian rất ngắn. Trong trường hợp trình bày, góc nghiêng không nên lớn hơn 40° . Tuy nhiên giá trị tới hạn của góc nghiêng cần được kiểm tra đối với điều kiện rơi cụ thể.
- Gia tốc trong cả hai phương pháp tuyến và dọc trục tăng khi chiều cao rơi tăng. Tuy nhiên gia tốc cũng tăng khi xuồng va đập vào bề mặt nước dâng cao do sự bổ sung ảnh hưởng của va đập sóng đến va đập xuồng. Sự tăng gia tốc là có hại, và không thoải mái cho người sử dụng;

- Va đập phía lái gây nên gia tốc lớn nhất trong cả phương pháp tuyến lẫn dọc trục.
- Các thành phần lực thủy động và thủy tĩnh trong phương pháp tuyến và dọc trục tăng theo sự tăng của chiều cao rơi.
- Để có thể làm cho xuồng dịch chuyển về phía trước một khoảng cách phù hợp với tàu mẹ, động lượng theo phương pháp tuyến phải đủ lớn và động lượng theo dọc trục phải đủ thấp;

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Aanesland, V. (1987): Numerical and Experimental Investigation of Accidentally Falling Drilling Pipes, Proceedings of the 19th Offshore Technology Conference (OTC), No. 5497.
- [2] Newman, J. N. (1977): Marine Hydrodynamics, the MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- [3] Boef, W. J. C. (1992): Launch and impact of Freefall Lifeboat (Part I and Part II), Ocean Engineering, Vol.19.
- [4] Luo, Y. and Davis, J. (1992): Motion Simulation and Hazard Assessment of Dropped Objects, Proceedings of ISOPE Conf. Vol. IV.
- [5] Colwill, R.D. and Ahilan, R.V. (1992): Reliability Analysis of the Behavior of Dropped Objects, Proceedings of the 24th OTC, Texas, USA.
- [6] Campbell, I. And Claughton, A. (1983): Development of Lifeboat System for Offshore Rigs and Platforms, International Conf. on Marine Survival Craft, London.
- [7] Muler, L. and Payer, H.G. (1983): Loads and Strength of Free Fall Lifeboats, International Conf. on Marine Survival Craft, London.
- [8] Nelson, J. K., Fallon, D. J., Hirsch, T. J. and Verhoef, J. (1991): Mathematical Modeling of Freefall Lifeboat Launch Behavior, OMAE Conf. Vol. 1-B.
- [9] Tasaki, R. Ogawa, A., and Tsukino, Y. (1990): Numerical Simulation and Its Application on the Falling Motion of Free-fall Lifeboats, Journal of the Society of Naval Architects of Japan, Vol. 167.
- [10] Arai, M. and Khondoker, M. R. H. (1994): Motion Simulation of Falling Bodies During Water Entry: Basic Study with Cylindrical Bodies, Journal of the Kansai Society of Naval Architects of Japan, Vol.222.
- [11] von Karman, T. (1929): The Impact on Seaplane Floats During Landing, NACA T.N. No. 321.