

MỘT SỐ NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CÔNG TRÌNH BIỂN TRỌNG LỰC ĐỂ GIA CỐ VÀ XÂY DỰNG MỚI CÁC CÔNG TRÌNH BIỂN Ở VÙNG DKI VÀ TRƯỜNG SA

PGS.TS Đinh Quang Cường
Viện Xây dựng Công trình biển
Trường Đại học Xây dựng

Tóm tắt: Bài báo tóm tắt một số kết quả nghiên cứu về tính toán tác động của môi trường biển lên kết cấu công trình biển trọng lực bê tông, phương pháp tính toán kết cấu, nền móng công trình biển trọng lực bê tông và những ứng dụng thực tế tại Việt Nam. Thông qua việc rút kinh nghiệm từ những ứng dụng thực tế, đặt vấn đề nghiên cứu tiếp theo nhằm ứng dụng rộng rãi các công trình bằng bê tông để đỡ đèn biển tại các đảo ở Trường Sa và vùng DKI.

Summary: This paper summarizes some problems about calculating diffraction wave loading on gravity concrete structures; some other problems about finite element method to analysing the gravity concrete structures, gravity concrete foundation and their application to Vietnam condition are presented. To learn from experience of application of the gravity concrete principle in Vietnam condition, this paper sets up some eminent problems to be solved for continued for more common application to the gravity concrete platform of light tower on Truong Sa and DKI area.

1. MỞ ĐẦU

Công trình biển trọng lực là loại công trình theo nguyên lý móng nông, đứng ổn định trên mặt đáy biển nhờ trọng lượng bản thân và trọng lượng công nghệ. Một trong những ưu điểm nổi bật của công trình biển trọng lực là toàn bộ (hoặc phần lớn) kết cấu công trình được chế tạo ở ven bờ, sau đó lai dặt công trình ra vị trí xây dựng đánh chìm, giảm thiểu thời gian thi công ngoài khơi do vậy tránh được những rủi ro khi thi công dài ngày ở ngoài khơi. Để tận dụng được ưu điểm trên đây, các công trình phải được thiết kế sao cho tự nổi ổn định trong quá trình lai dặt từ vị trí thi công ven bờ đến nơi xây dựng công trình. Để tăng ổn định cho công trình, thường cấu tạo phần đế lớn để hạ thấp trọng tâm công trình. Trọng tâm càng thấp thì công trình càng ổn định.

Dưới đây liệt kê một số kết quả nghiên cứu nhằm ứng dụng nguyên lý trọng lực để gia cố và xây dựng các công trình biển ở Việt Nam và đề xuất mới các vấn đề nghiên cứu tiếp theo nhằm ứng dụng rộng rãi công trình trọng lực bê tông để xây dựng các công trình ở Trường Sa và DKI.

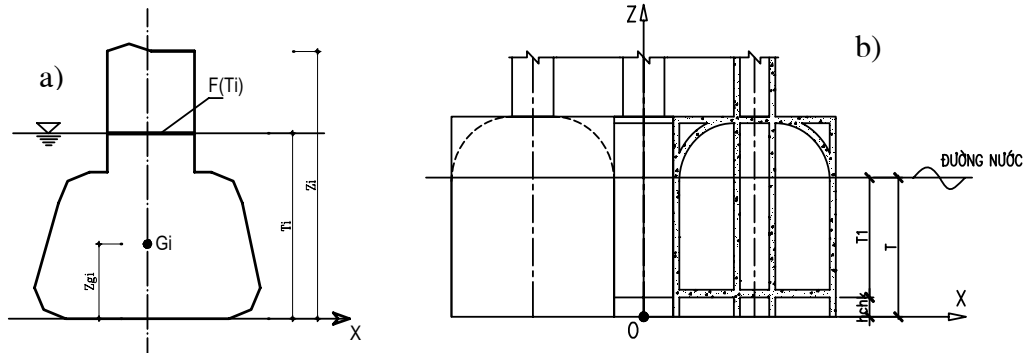
2. TÍNH TOÁN LỰA CHỌN KẾT CẤU KHỐI CHÂN ĐỂ HỢP LÝ

Một trong những vấn đề cần quan tâm đầu tiên khi xây dựng các công trình biển trọng lực bê tông là lựa chọn hình dáng kích thước hợp lý cho khối chân đế các công trình biển trọng lực,

sao cho công trình phải khả thi về mặt thi công trong một điều kiện hạ tầng cụ thể, vừa đảm bảo ổn định nổi trong trạng thái thi công, lại dặt từ ven biển ra vị trí xây dựng và vừa đảm bảo điều kiện bên, điều kiện ổn định trong trạng thái khai thác. Hai điều kiện nêu trên đây trong nhiều trường hợp có mâu thuẫn với nhau. Trong [6] đã trình bày cơ sở khoa học để tính toán lựa chọn các phương án khối chân đế cho các công trình loại nhỏ phù hợp điều kiện Việt Nam, trong đó một trong những vấn đề dễ mắc sai sót là việc tính toán chiều chìm của khối chân đế có cấu tạo chân khay trong các trạng thái thi công. Công thức dưới đây [6] cho phép tính chiều chìm của công trình có chân khay khi kéo nổi trên biển (hình 1b).

$$T = \frac{P - Q_{chk}}{S\gamma_n} + h_{chk} \quad (1)$$

Trong đó: T : chiều chìm của móng tính từ mũi chân khay; P : tổng trọng lượng vật thể nổi; Q_{chk} : trọng lượng phần chân khay; γ_n : trọng lượng riêng của nước biển; S : diện tích đáy của vật thể nổi có dạng trụ đứng (hình 1b); h_{chk} : chiều cao kết cấu chân khay.



Hình 1. Sơ đồ tính chiều chìm kết cấu nổi
a) Vật thể nổi đáy phẳng; b) Khối chân đế nổi có chân khay

3. TÍNH TOÁN KẾT CẤU KHỐI CHÂN ĐẾ CÔNG TRÌNH BIỂN TRỌNG LỰC BÊ TÔNG

Việc tính toán kết cấu khối chân đế công trình biển trọng lực bê tông bao gồm các vấn đề: Tính toán xác định tải trọng môi trường lên khối chân đế, trong đó quan trọng nhất là xác định tải trọng sóng, thường là tải trọng sóng nhiễu xạ bởi vì khối đế của các công trình biển trọng lực thường có kích thước khá lớn so với bước sóng để đảm bảo điều kiện nổi ổn định khi thi công trên biển và đảm bảo điều kiện ổn định khi khai thác.

Trong [2],[3],[4] đã trình bày phương pháp phần tử hữu hạn để tính kết cấu công trình biển trọng lực bê tông và môi trường sóng biển như một hệ thống bao gồm các phần tử kết cấu là vật rắn biến dạng và sóng biển là những phần tử nước hữu hạn và các phần tử nước vô hạn, sự tương tác giữa môi trường nước biển và vật rắn biến dạng được mô tả thông qua các phần tử tiếp xúc. Phương trình động lực học của hệ thống viết dưới dạng ma trận của phương pháp phần tử hữu hạn như sau:

$$\begin{bmatrix} M_{SS} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & M_{FF} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & M_{FF}^{\infty} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{U} \\ \ddot{\phi} \\ \ddot{\phi}_{\infty} \\ \ddot{P}_0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} C_{SS} & C_{FS}^T & 0 & 0 \\ C_{FS} & 0 & 0 & C_{PF}^T \\ 0 & 0 & 0 & C_{PF}^{\infty T} \\ 0 & C_{PF} & C_{PF}^{\infty} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{U} \\ \dot{\phi} \\ \dot{\phi}_{\infty} \\ \dot{P}_0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} K_{SS} & 0 & 0 & K_{PS}^T \\ 0 & -K_{FF} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & K_{FF}^{\infty} & 0 \\ K_{PS} & 0 & 0 & K_{PP} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U \\ \phi \\ \phi_{\infty} \\ P_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{SS} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Dạng rút gọn của phương trình (2):

$$M\ddot{X} + C\dot{X} + KX = R_{ss} \quad (3)$$

Phương trình động lực học (2) là sự kết hợp giữa phương trình động lực học của kết cấu công trình là vật rắn biến dạng và phương trình động lực học của chất lỏng - sóng biển - cho phép xác định được hàm thế vận tốc của sóng biển và chuyển vị của kết cấu. Các phần tử tiếp xúc được đại diện bằng các ma trận hệ số C_{FS} , K_{FS} đã được trình bày chi tiết trong [5].

Bài toán kết cấu bê tông cốt thép ứng suất trước cho kết cấu trụ đỡ công trình biển trọng lực bê tông cũng cần phải xem xét. Các trụ đỡ của công trình biển trọng lực bê tông thường có tiết diện vành khuyên. Hầu hết các trụ đỡ đều phải đặt cốt thép ứng suất trước với mục đích khống chế không xuất hiện vết nứt trong kết cấu trụ đỡ. Khác với các kết cấu xây dựng thông thường, các trụ đỡ của công trình biển trọng lực chịu tải trọng sóng, thay đổi chiều tác động theo mùa, mặt khác với các tiết diện vành khuyên, thép ứng suất trước đặt theo chu vi. ứng suất trước có tác dụng triệt tiêu ứng suất kéo trong vùng chịu kéo của tiết diện tuy nhiên lại làm gia tăng ứng suất nén trong vùng nén làm cho vùng nén làm việc khá nặng nề. Để xác định chính xác ứng suất kéo và ứng suất nén trong tiết diện có kể đến các hao tổn ứng suất theo điều kiện thi công của Việt Nam có thể dùng các công thức sau [1]:

$$\frac{M.a}{J_{hd}} - \frac{N}{F_{hd}} - \frac{\sigma_s A_s + \sigma_h A_s}{F_{hd}} = \frac{M.a}{J_{hd}} - \frac{N}{F_{hd}} - \frac{A_s(\sigma_s + \sigma_h)}{F_{hd}} = 0 \quad (4)$$

$$\sigma_b^- = -\frac{M.a}{J_{hd}} - \frac{N}{F_{hd}} - \frac{(\sigma_s + \sigma_h)A_s}{F_{hd}} \quad (5)$$

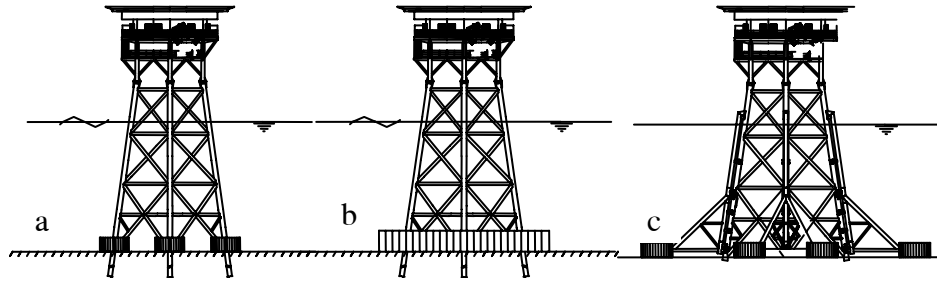
$$\sigma_b^- = -\frac{M.a}{J_{hd}} - \frac{N}{F_{hd}} - \frac{(\sigma_s + \sigma_h)A_s - \sigma_a' F_a'}{F_{hd}} = 0,5\sigma_c \quad (6)$$

Trong đó: M : mô men ngoại lực tác dụng tại tiết diện; N : lực dọc tác dụng tại tiết diện; σ_s : ứng suất trước; A_s : tổng diện tích thép ứng suất trước; σ_h : tổng ứng suất hao ($\sigma_h = \sigma_{h1} + \sigma_{h2}$); J_{hd} , F_{hd} : mô men quán tính và diện tích tiết diện đã trừ những vị trí giảm yếu do ống ghen chứa thép ứng suất trước chiếm chỗ; $(\sigma_s + \sigma_h)$: ứng suất kéo khi thi công; σ_a' là ứng suất nén lên thép thường đặt tại vùng nén để tăng khả năng chịu nén cho tiết diện bê tông; F_a' là tổng diện tích thép thường bố trí đều theo chu vi tiết diện vành khuyên hoặc bố trí ở vùng nén của tiết diện chủ nhật để tăng cường khả năng chịu nén cho tiết diện bê tông; σ_c là cường độ chịu nén tới hạn của bê tông. Giải phương trình (4) tìm được A_s ; giải phương trình (6) tìm được $\sigma_a' F_a'$ từ đó có thể tìm được F_a' bằng cách chọn σ_a' theo quy phạm.

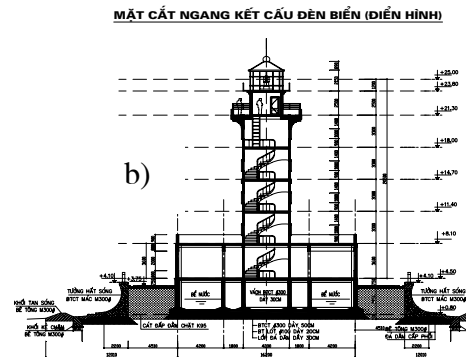
Ngoài các vấn đề về xác định tải trọng và tính toán kết cấu bê tông cốt thép ứng suất trước, vấn đề tính toán nền móng công trình trọng lực bê tông đã được trình bày kỹ trong [7]. Như vậy về lý thuyết, bài toán nền của công trình biển trọng lực bê tông đã được giải quyết có kể đến điều kiện thi công của Việt Nam.

4. MỘT SỐ ỨNG DỤNG THỰC TẾ PHỤC VỤ GIA CỐ CÁC CÔNG TRÌNH DKI VÀ THIẾT KẾ XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH ĐÈN BIỂN VÙNG QUẦN ĐẢO TRƯỜNG SA

Ứng dụng đầu tiên có thể kể đến là việc dùng nguyên lý trọng lực để gia cố các công trình biển thép móng cọc trên nền san hô. Các công trình móng cọc trên nền san hô hầu hết bị sự cố - đổ hoặc rung lắc lớn [9]. Tác giả bài viết này cùng với tập thể cán bộ viện Xây dựng Công trình biển đã ứng dụng thành công nguyên lý trọng lực để gia cố gần 20 công trình DKI. Các phương án gia cố được nghiên cứu như hình 2, trong đó các phương án hình 2a và 2c đã được áp dụng nhưng chỉ có phương án 2c phát huy được hiệu quả. Ưu nhược điểm, nguyên nhân thành công và thất bại của các giải pháp gia cố đã được phân tích kỹ trong [9].



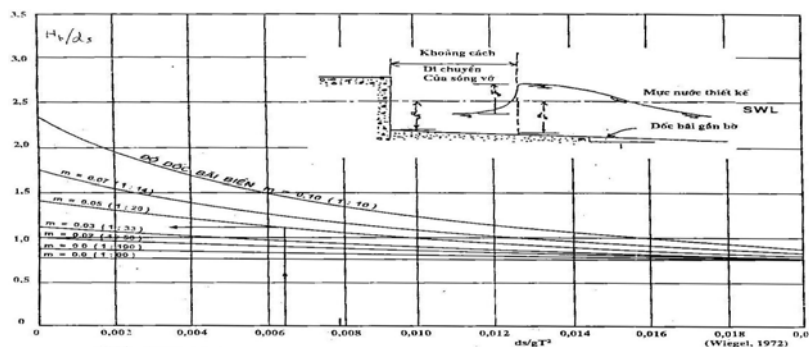
Hình 2. Dùng nguyên lý trọng lực để gia cố các công trình DKI
a), b) Gia tải tập trung; c) Gia tải và mở rộng khối chân đế



Hình 3. Công trình trọng lực đỡ đèn biển ở ven đảo Nam Yết
a) Phối cảnh nhìn từ ngoài biển; b) Mặt cắt ngang công trình

Gần đây, trong chiến lược phát triển kinh tế biển, cần thiết phải xây dựng các đèn biển ở khu vực Trường Sa. Tác giả bài báo này được giao nhiệm vụ chủ nhiệm dự án xây dựng. Việc lựa chọn kết cấu đỡ các đèn biển bằng bê tông cốt thép đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật và phát huy ưu điểm về tính bền vững của kết cấu trong môi trường biển xâm thực mạnh ở Trường Sa. Các đèn biển cấp 2 được xây dựng ở ven các đảo Trường Sa do không còn diện tích đất đủ để xây dựng đèn biển trên đảo. Dự án xây dựng các đèn biển ở ven đảo Trường Sa lớn, ven đảo Sinh Tôn, ven đảo Nam Yết và ven đảo Sơn Ca đã được phê duyệt, đang trong quá trình chuyển giao cho đơn vị tư vấn làm thiết kế chi tiết để xây dựng vào năm 2008. Các công trình đỡ đèn biển được xây dựng có dạng như hình 3. Rõ ràng, sự xuất hiện của công trình đã làm thay đổi trường tác động của sóng biển và dòng chảy ven đảo. Tất cả các vấn đề kỹ thuật áp dụng để xây dựng các đèn biển hiện nay đều dựa trên cơ sở quy phạm hiện hành về tính toán

thiết kế các kết cấu bê tông cốt thép cho công trình thủy công và xác định các thông số sóng theo 14TCN130-2002, một trong các biểu đồ để tra cứu tính chiều cao sóng vỡ trước công trình được đưa ra ở hình 4 [10].



Hình 4. Quan hệ giữa chiều cao sóng vỡ và độ sâu nước trước công trình

5. ĐỀ XUẤT MỘT SỐ VẤN ĐỀ CẦN TIẾP TỤC NGHIÊN CỨU GIẢI QUYẾT

Về mặt lý thuyết, các công bố [1],[2],[3],[4],[5],[6],[7],[8] đã chứng tỏ khả năng có thể làm chủ các thiết kế và xây dựng các công trình biển bằng bê tông ở ngoài khơi. Tuy nhiên, như đã nhận xét ở mục 2 của bài viết này, cơ sở hạ tầng và khả năng của các thiết bị kỹ thuật là một trở ngại lớn trong việc phát triển xây dựng các công trình biển trọng lực bê tông. Những ứng dụng nguyên lý trọng lực để gia cố các công trình DKI bằng thép bị rung lắc trên nền san hô đã đạt hiệu quả rõ ràng, các công trình sau khi được gia cố khá ổn định trong các mùa bão lớn những năm qua.

Sẽ không có một vấn đề nào cần bàn luận nếu chấp nhận thiết kế và xây dựng hàng loạt các công trình đền biển theo cơ sở quy phạm hiện hành.

Tuy nhiên, trong quá trình nghiên cứu xây dựng dự án, đã bộc lộ những vấn đề kỹ thuật mà nếu được tiếp tục giải quyết thì có thể có thể sẽ đem lại những hiệu quả lớn về kỹ thuật và kinh tế trong việc làm chủ Trường Sa.

Vấn đề thứ 1: Sự tương thích của biểu đồ cho trên hình 4 với địa hình cụ thể ở Trường Sa. Thực tế cho thấy, các đảo ở Trường Sa có thêm nông rộng từ khoảng vài chục mét đến vài trăm mét sau đó là sườn dốc có nơi gần như dốc thẳng đứng đến độ sâu 40m, 50m và sâu hơn nữa. Cả khu vực có thể mô tả như một hệ thống núi san hô ngầm xen lẫn các thung lũng dưới đáy biển. Như vậy địa hình thực tế ở Trường Sa không phù hợp với việc dùng bảng tra cho trên hình 4 với giả thiết đáy biển khá đều đặn và có độ dốc từ 0,00 đến 0,10 [10]. Rõ ràng, nếu không có một nghiên cứu cụ thể thì vấn đề xác định chính xác chiều cao sóng vỡ trước công trình cũng là một vấn đề quan trọng trong thiết kế. Đã có những nghiên cứu cho kết quả ban đầu bằng việc dùng mô hình STWAVE, đây là mô hình có thể áp dụng tốt cho các địa hình có các đảo che chắn, tuy nhiên về vấn đề độ dốc của nền thì STWAVE cũng chưa thể giải quyết triệt để.

Vấn đề thứ 2: Để có thể làm chủ Trường Sa, mỗi đảo đều cần có một bến cập tàu / xuống. Nếu khéo kết hợp trong khi nghiên cứu thiết kế công trình thì với vị trí địa lý của các đền biển, việc gắn vào mỗi đền biển một bến cập tàu / xuống là khả thi. Việc xây dựng một công trình hỗn hợp với hai chức năng: đờ đền biển và làm bến cập tàu / xuống sẽ hợp lý hơn về quy

mô và đầu tư so với việc xây dựng hai công trình độc lập. Bởi vì việc gắn thêm bốn cặp tàu không làm tăng quy mô của công trình đở đèn biển.

Vấn đề thứ 3: Công nghệ thi công. Không thể áp dụng nguyên các kỹ thuật thi công công trình ven biển ở gần bờ để xây dựng các công trình ven đảo. Bởi vì việc vận chuyển một khối lượng vật tư lớn ra đảo để xây dựng rất tốn kém và rủi ro vì thời tiết, giảm chất lượng vật liệu (thép, xi măng, nước ngọt, cát, đá,... khi vận chuyển trên biển đều rất dễ bị ô nhiễm do sóng, gió, mưa và việc đổ bê tông ngoài đảo cũng dễ bị ô nhiễm do môi trường không khí mặn). Vì vậy khó đảm bảo chất lượng công trình. Từ vấn đề thứ 3, việc nghiên cứu một công nghệ chế tạo sẵn các kết cấu ở trong bờ, vận chuyển cả khối hoặc từng cấu kiện để lắp ghép ngoài đảo là cần thiết.

Ngoài 3 vấn đề lớn nêu trên đây, những vấn đề về đảm bảo môi trường sinh thái, đảm bảo sự tồn tại của bờ đảo khi có công trình vì sự xuất hiện của công trình làm thay đổi trường tác động của sóng và dòng chảy ven đảo, vấn đề chống ăn mòn cho công trình, vấn đề đào tạo cán bộ theo dõi và công nhân trực tiếp thi công,... cũng cần thiết được nghiên cứu phù hợp với điều kiện cụ thể ở các đảo Trường Sa.

6. KẾT LUẬN

Việc xây dựng hàng loạt đèn biển ở Trường Sa là một dự án lớn trong chiến lược dân sự hoá Trường Sa và làm chủ biển Đông. Những vấn đề đặt ra ở mục 5 của bài báo này cần được các cán bộ nghiên cứu và quản lý xây dựng quan tâm. Nếu không tiếp tục đầu tư nghiên cứu thì việc xây dựng ở Trường Sa và DKI khó có thể đảm bảo được chất lượng, độ ổn định lâu bền và đảm bảo các chỉ tiêu kinh tế của các công trình xây dựng góp phần thực hiện đề án "Chiến lược biển Việt Nam đến năm 2020" của Nghị quyết Trung ương Đảng khoá X.

Tài liệu tham khảo

1. *Đinh Quang Cường*, 1997. Bàn về tính toán kết cấu bê tông cốt thép ứng suất trước cho công trình biển trọng lực tiết diện vành khuyên - Tuyển tập công trình khoa học Trường ĐHXD, số 2 năm 1997.
2. *Đinh Quang Cường*, 1998. Phương pháp phần tử hữu hạn giải bài toán động lực học phi tuyến áp dụng cho công trình biển trọng lực bằng bê tông cốt thép - Tuyển tập Báo cáo khoa học - Hội nghị KHCN biển toàn quốc lần thứ IV.
3. *Đinh Quang Cường*, 1999. Áp dụng phương pháp phần tử hữu hạn để giải bài toán động lực học tương tác giữa sóng biển và công trình trọng lực bê tông - Tuyển tập công trình khoa học - Hội nghị Cơ học vật rắn biến dạng toàn quốc lần thứ sáu - HN -1999.
4. *Đinh Quang Cường*, 2000. Sử dụng biên bán vô hạn trong phương pháp phần tử hữu hạn để giải bài toán động lực học tương tác giữa sóng biển và công trình trọng lực bê tông có kể đến biến dạng của kết cấu công trình - Tạp chí Đăng kiểm Việt Nam số 4 năm 2000.
5. *Đinh Quang Cường*, 2000. Tính toán độ bền của công trình biển trọng lực bê tông cốt thép, luận án tiến sĩ kỹ thuật, Đại học Xây dựng năm 2000.

6. *Đinh Quang Cường*, 2000. Nghiên cứu lựa chọn phương án khối chân đế cho các công trình biển trọng lực bê tông loại nhỏ - Tuyển tập công trình khoa học Trường ĐHXD số 3 năm 2000.
7. *Đinh Quang Cường, Bùi Thế Anh, Lê Văn Khoa*, 2002. Xác định áp lực đế móng các công trình biển trọng lực bê tông loại nhỏ - Tuyển tập công trình khoa học Trường ĐHXD số 1 năm 2002.
8. *Đinh Quang Cường*, 2006. Tính toán độ bền kết cấu trụ đỡ và dầm trụ đỡ của công trình biển trọng lực bê tông - Tạp chí Khoa học công nghệ biển T6 (2006), số 2, trang 90-97.
9. *Đinh Quang Cường*, 2005. Estimations of actual state and select the solution for re – design and consolidation some offshore piles-steel platform on the coral and madreporian basis - Proceedings of the International workshop Hanoi Geoengineering 2005 “Integrated Geoengineering for a Sustainable Infrastructure Development”.
10. *14TCN 130-2002*, Hướng dẫn thiết kế đê biển.