

TÍNH TOÁN ĐỘ BỀN KẾT CẤU TRỤ ĐỠ VÀ DÀM TRỤ ĐỠ CỦA CÔNG TRÌNH BIỂN TRỌNG LỰC BÊ TÔNG

ĐINH QUANG CƯỜNG

Tóm tắt: Đối với các công trình biển trọng lực bê tông, việc xác định nội lực - để kiểm tra độ bền kết cấu trụ đờ và kết cấu dầm trụ đờ - được tính toán chính xác bằng các chương trình phần mềm có sẵn viết theo phương pháp phần tử hữu hạn. Tuy nhiên, để lựa chọn các kích thước ban đầu của kết cấu công trình biển trọng lực bê tông, thông thường người ta tính toán gần đúng nội lực bằng các sơ đồ đơn giản.

Bài báo này trình bày một số kết quả nghiên cứu về các vấn đề sau:

Cấu tạo kết cấu của các công trình biển trọng lực bằng bê tông cốt thép, để đảm bảo tính bất biến hình của hệ thống kết cấu và sự làm việc đồng thời giữa các cấu kiện của công trình;

Đưa ra một số sơ đồ tính gần đúng kết cấu trụ đờ và kết cấu dầm trụ đờ;

So sánh kết quả tính gần đúng với kết quả tính toán theo phương pháp phần tử hữu hạn nhằm chỉ ra những sai lệch trong kết quả tính gần đúng so với kết quả tính theo phương pháp phần tử hữu hạn, làm cơ sở để tham khảo khi lựa chọn các kích thước ban đầu của công trình và lựa chọn phương pháp tính phù hợp áp dụng khi thiết kế kết cấu các công trình biển trọng lực bê tông cốt thép.

I. CẤU TẠO CHUNG CỦA CÔNG TRÌNH BIỂN TRỌNG LỰC BÊ TÔNG

1. Nguyên lý làm việc và cấu tạo chung của công trình biển trọng lực bê tông

Công trình biển trọng lực bê tông 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. Các công trình biển trọng lực bê tông được cấu tạo gồm bốn bộ phận chính: khối thượng tầng; kết cấu sàn chịu lực; kết cấu trụ đờ và đế móng - hình 1.

- Thượng tầng thường có thể là dạng công trình dân dụng, làm nhà ở để phục vụ mục đích thăm dò, khai thác các tài nguyên biển hoặc là dạng công trình công nghiệp phục vụ chứa đựng, sơ chế các sản phẩm và tài nguyên khai thác được từ biển.

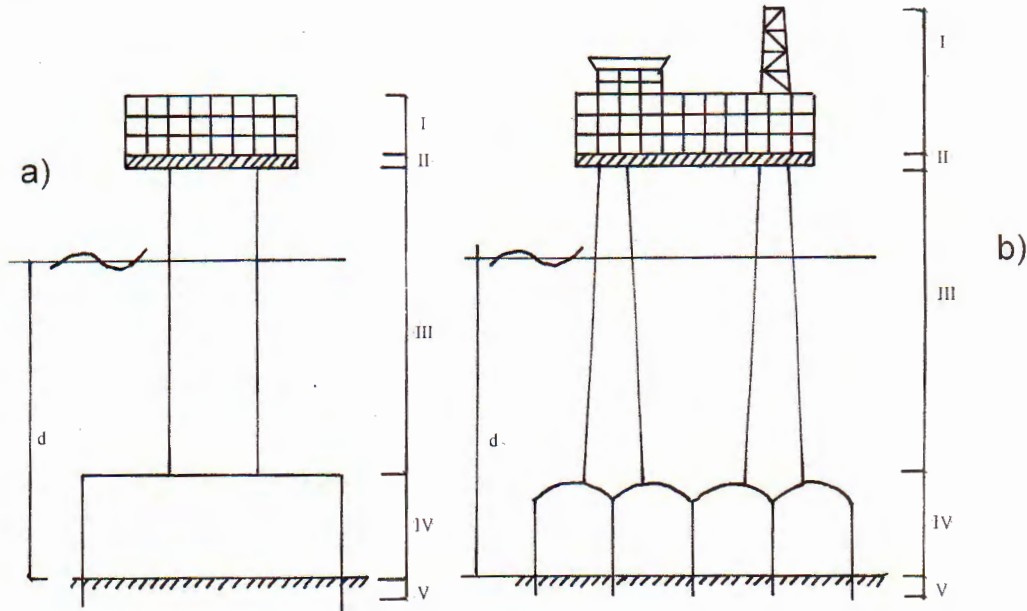
- Kết cấu sàn chịu lực có dạng sàn phẳng được cấu tạo bằng thép hoặc bê tông.

- Kết cấu trụ đờ của công trình biển trọng lực bê tông thường có tiết diện vành khuyên được cấu tạo từ bê tông cốt thép ứng suất trước.

- Đế móng thường có dạng kết cấu vỏ bê tông cốt thép có sườn hoặc không có sườn, kết hợp với/hoặc không có hệ thống dầm trụ đỡ.

- Đế tăng khả năng chịu lực và khả năng bám chặt của công trình vào nền đáy biển, khối đế thường có cấu tạo thêm chân khay.

Hệ thống kết cấu bao gồm trụ đỡ và đế móng được gọi chung là khối chân đế của công trình.



Hình 1: Cấu tạo chung của công trình biển trọng lực bê tông

- a) Công trình biển trọng lực bê tông loại nhỏ
- b) Công trình dàn khoan biển trọng lực bê tông

I. Thượng tầng; II. Kết cấu sàn chịu lực; III. Kết cấu trụ đỡ; IV. Đế móng; V. Chân khay

2. Cấu tạo chung khối chân đế của công trình biển trọng lực bê tông loại nhỏ

Khối chân đế các công trình trọng lực bê tông được lựa chọn chủ yếu sao cho phù hợp với điều kiện thi công ở ven biển.

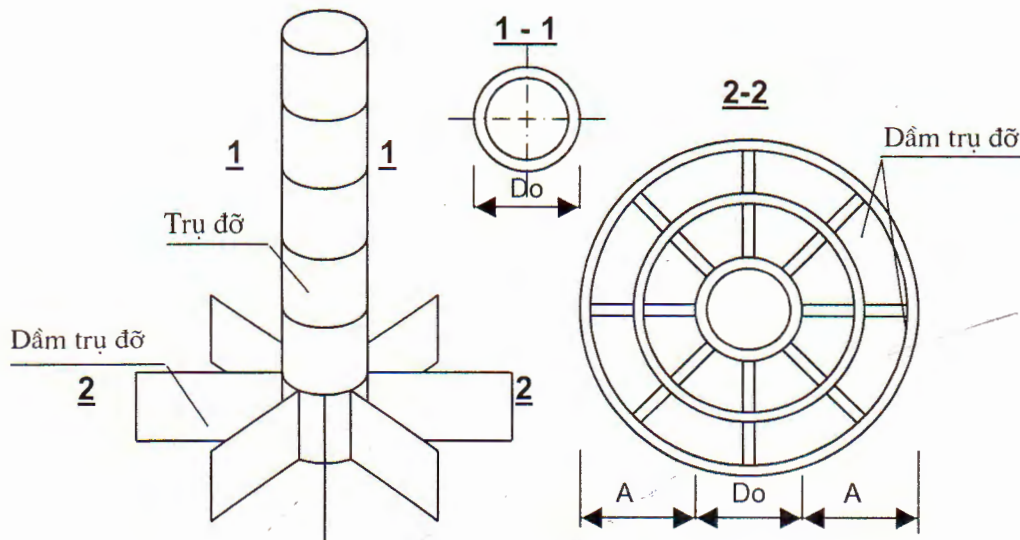
- Cấu tạo chung khối chân đế công trình biển trọng lực bê tông loại một khối đế đã được nghiên cứu và công bố trong [1].

- Cấu tạo chung khối chân đế của các công trình biển trọng lực bê tông loại có nhiều khối đế đã được nghiên cứu kỹ và công bố trong [2]. Đối với các công trình trọng lực bê tông loại có nhiều khối đế, giữa các khối đế còn có các khung nối bằng bê tông cốt thép để đảm bảo sự làm việc đồng thời giữa các khối đế.

- Trụ đỡ là một phần cấu tạo chính của khối chân đế. Trụ đỡ liên kết cứng với khối đế thông qua kết cấu chung là các dầm trụ đỡ, hình 2.

- Các dầm trụ đỡ có thể được cấu tạo dạng tấm tường - hình 4a, hoặc là dầm hai nhánh - hình 4b,d. Giữa các nhánh có thanh chống - hình 4c, hoặc không có thanh chống - hình 4 b,d.

- Thanh chống được cấu tạo nhằm tăng độ cứng và làm việc đồng thời giữa các nhánh dầm trụ đỡ tạo điều kiện ổn định các mặt đế trên và đế dưới của khối đế khi chịu áp lực nền hoặc/và áp lực thủy tĩnh trong các trạng thái khai thác và thi công.



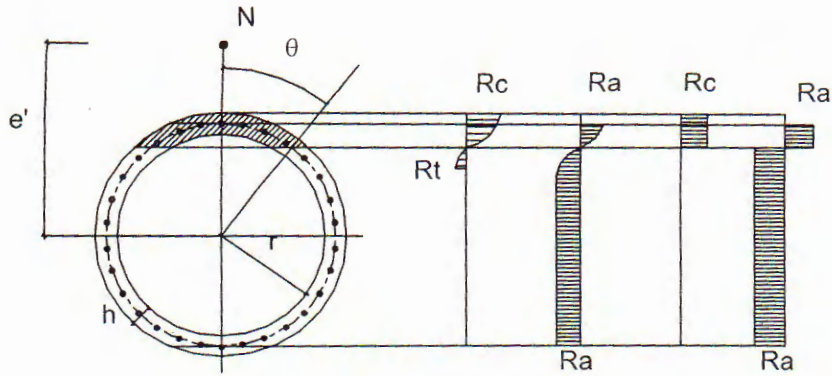
Hình 2: Cấu tạo chung của trụ đỡ và dầm trụ đỡ của các công trình biển trọng lực bê tông

II. TÍNH TOÁN KẾT CẤU TRỤ ĐỠ

1. Tính trụ đỡ tiết diện vành khuyên trên tiết diện tương đương

Trụ đỡ có tiết diện vành khuyên có thể được tính trên tiết diện tương đương hoặc tính lập. Việc tính toán chuyển đổi tương đương từ tiết diện vành khuyên sang tiết diện chữ nhật và ngược lại, hoặc tính lập dẫn đến các phép tính lập khá phức tạp [3], [4].

2. Tính trụ đỡ trực tiếp trên tiết diện vành khuyên



Hình 3: Tính kết cấu trụ đỡ trên tiết diện vành khuyên

Từ hình 3, viết các phương trình cân bằng lực và mô men, nhận được các công thức tính toán kết cấu bê tông cốt thép tiết diện vành khuyên với các ẩn số là kích thước vùng nén của tiết diện bê tông thông qua góc mở ở tâm của tiết diện vành khuyên θ và hàm lượng cốt thép μ thông qua hệ hai phương trình sau [5]:

$$N = \frac{2\theta}{400} 2\pi r h R_n + \frac{2\theta}{400} 2\pi r h R_a \frac{\mu}{100} - \left(1 - \frac{2\theta}{400}\right) 2\pi r h R_a \frac{\mu}{100} \quad (1)$$

$$M = \left[\frac{2\theta}{400} 2\pi r h R_n + \frac{4\theta}{400} 2\pi r h R_a \frac{\mu}{100} \right] \frac{200r \sin \theta}{\pi \theta} \quad (2)$$

trong đó: R_n : Cường độ chịu nén tính toán của bê tông;

R_a : Cường độ chịu nén tính toán của cốt thép;

r : Bán kính trung bình của tiết diện vành khuyên;

h : Chiều dày tiết diện vành khuyên;

N : Lực dọc tác dụng tại tiết diện;

M : Mô men tác dụng tại tiết diện;

2θ : Góc ở tâm hợp bởi hai bán kính là giới hạn vùng nén;

μ : Hàm lượng cốt thép cần thiết đặt theo chu vi tiết diện.

Đặt

$$A = \frac{N}{2\pi r^2 h R_n} \quad (3)$$

$$B = \frac{M}{2\pi r^2 h R_n} \quad (4)$$

Ta được hệ phương trình sau:

$$A = \frac{\theta - \beta}{200} + \left(\frac{2\theta - \beta}{200} - 1 \right) \frac{R_a}{100 R_n} \mu \quad (5)$$

$$B = \frac{\sin \theta - \sin \beta}{\pi} + \left(1 + \frac{2 R_a}{100 R_n} \mu \right) + \frac{R_a \sin \beta}{100 \pi R_n} \mu \quad (6)$$

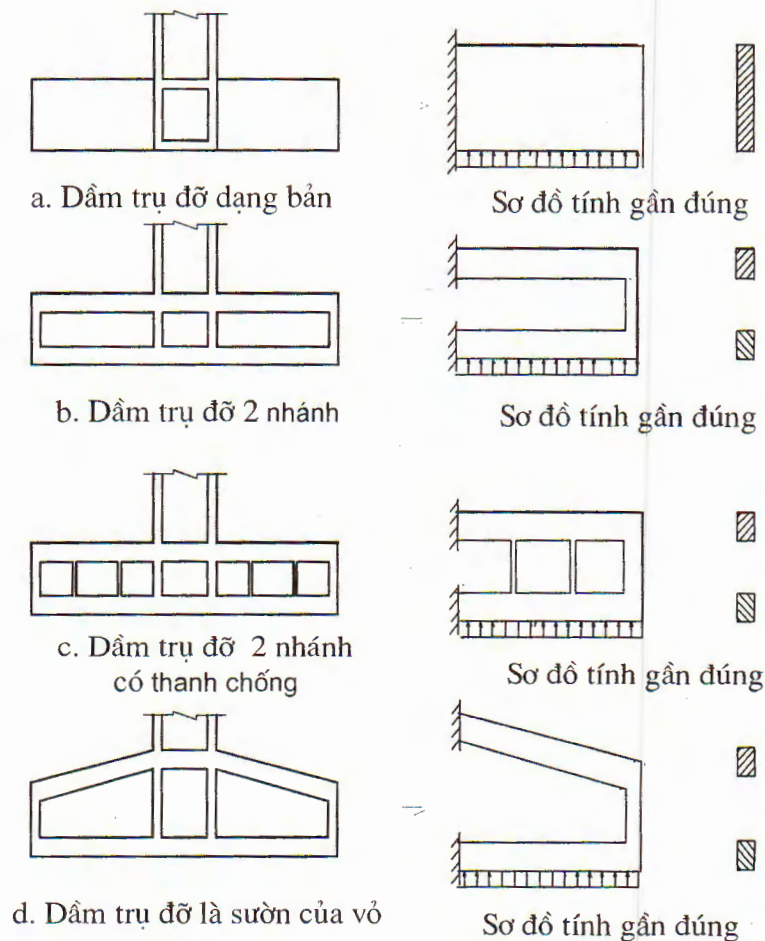
Trong đó: 2β - Góc hợp bởi hai bán kính giới hạn lỗ của trên tiết diện.

Giải hệ hai phương trình (1) và (2) với các ẩn số là θ và μ , ta tìm được độ lớn vùng nén và hàm lượng cốt thép bố trí trên toàn bộ tiết diện vành khuyên.

3. Tính toán dầm trụ đỡ

3.1 Tính toán kết cấu dầm trụ đỡ theo sơ đồ gập đúng

Dầm trụ đỡ có thể được tính toán gập đúng theo sơ đồ con sọc (bản hoặc thanh con sọc một hoặc hai nhánh), chịu các tải trọng truyền từ các mặt đáy trên hoặc/và đáy dưới theo các trường hợp thi công hoặc khai thác - hình 4.



Hình 4: Cấu tạo các loại dầm trụ đỡ và sơ đồ tính gập đúng

3.2 Tính toán kết cấu dầm trụ đỡ theo phương pháp phần tử hữu hạn

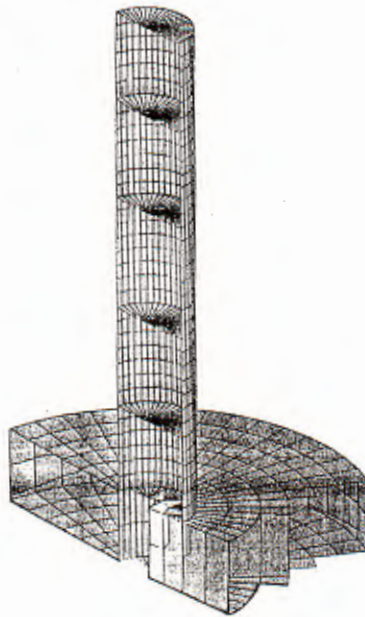
Kết cấu trụ đỡ, dầm trụ đỡ và kết cấu bản nắp, bản đáy của khối đế được mô hình hoá thành các phần tử vô theo sơ đồ làm việc không gian. Việc tính toán được thực hiện nhờ sự trợ giúp của các chương trình tính kết cấu viết theo phương pháp phần tử hữu hạn (PTHH) [6] - sơ đồ tính như hình 5.

III. THÍ DỤ ÁP DỤNG

Áp dụng các phương pháp tính toán đã trình bày ở trên để tính toán công trình biến trọng lực với các số liệu đầu vào như sau:

Đế móng công trình có đường kính $D = 20\text{m}$. Trụ đỡ có đường kính $D=5\text{m}$. Thành trụ đỡ có độ dày thay đổi đều từ 700mm đến 300mm. Dầm trụ đỡ dày 300mm cao 5000mm. Bản nắp và bản đáy dày 300mm. áp lực nền tại đáy móng là 20tấn/m^2

Thực hiện tính toán dầm trụ đỡ theo các sơ đồ gán đúng - hình 4 và dùng chương trình tính kết cấu (thep phương pháp PTHH - hình 5). Các kết quả tính toán trình bày trong bảng 1.



Hình 5. Sơ đồ tính toán khối chân đế công trình trọng lực bê tông bằng phần tử hữu hạn

Bảng 1: Kết quả tính toán dầm trụ đỡ theo sơ đồ gần đúng và PTHH

TT	Cấu kiện	Ứng suất lớn nhất (tại biên tiếp xúc dầm với trụ đỡ)					
		Sơ đồ gần đúng			Phần tử hữu hạn		
		S11 (T/m ²)	S22 (T/m ²)	S12 (T/m ²)	S11 (T/m ²)	S22 (T/m ²)	S12 (T/m ²)
1	Dầm trụ đỡ (bản) congxon						
	Thớ trên	+2088	+401	+450	+205	-283	-250
	Thớ dưới	-2002	-375	+250	-428	-828	-540
2	Dầm (bản) congxon hai nhánh						
	Nhánh trên	+5698	+1025	+750	+650	-282	-380
	Nhánh dưới	-4237	-790	+280	-930	-1280	-618
3	Dầm (bản) congxon hai nhánh có thanh chống						
	Nhánh trên	+1540	+289	+190	+492	-273	-290
	Nhánh dưới	-1440	-260	+120	-870	-1016	-583
4	Bản dầm trụ đỡ làm việc đồng thời với bản mặt trên và mặt dưới						
	Ứng suất nhỏ nhất (min)	-	-	-	-785	-333	-471
	Ứng suất lớn nhất (max)	-	-	-	496	164	439

IV. NHẬN XÉT VÀ KẾT LUẬN

- Kết quả tính kết cấu dầm trụ đỡ theo sơ đồ gần đúng sai lệch khá lớn so với kết quả tính toán hệ dầm trụ đỡ làm việc đồng thời với bản nắp và bản đáy theo phương pháp phần tử hữu hạn. Thực tế sự sai lệch trong bảng 1 có thể được điều chỉnh nếu khi tính toán kết cấu dầm trụ đỡ ta chọn tiết diện dầm trụ đỡ hình chữ I (có kể thêm phần cánh tiết diện chữ I chính là một phần bản nắp và bản đáy cùng làm việc), tuy nhiên khi dùng tiết diện chữ I cũng không cải thiện đáng kể. Sự sai lệch kết quả tính giữa hai phương pháp phụ thuộc nhiều vào quan niệm sơ đồ tính.

- Khi thiết kế dầm trụ đỡ nên dùng kết quả tính toán theo phương pháp phần tử hữu hạn. Sơ đồ tính theo phương pháp phần tử hữu hạn mô tả kết cấu gần với sự làm việc thực của công trình hơn so với sơ đồ gần đúng.

- Việc tính toán dầm trụ đỡ theo sơ đồ gần đúng - công xon - chỉ nên dùng trong thiết kế sơ bộ, nên nhớ rằng sai số trong trường hợp này là khá lớn (xem bảng 1).

- Công thức tính trụ đỡ tiết diện vành khuyên đã được thiết lập theo trạng thái giới hạn phù hợp với sự làm việc của kết cấu bê tông cốt thép. Khi tính toán thiết kế trụ đỡ nên tính trên tiết diện vành khuyên theo các công thức (1) đến (6) trong bài báo này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Phạm Khắc Hùng - Phan Ý Thuận - Chu Chất Chính - Đinh Quang Cường, 1997.** Nghiên cứu cơ sở khoa học cho việc xây dựng công trình thử nghiệm DKI trọng lực bê tông cốt thép - Đề tài độc lập cấp Nhà nước năm 1996-1997.
2. **Đinh Quang Cường, 2004.** Nghiên cứu ứng dụng nguyên lý trọng lực để xây dựng các công trình biển trọng lực loại nhỏ bằng bê tông cốt thép trong điều kiện Việt Nam - Đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ năm 2003, mã số: B2003-34-48.
3. **Nguyễn Đình Công, 1984.** Kết cấu bê tông cốt thép - NXB Xây dựng, Hà Nội.
4. **Bùi Quang Trường, 2002.** Thiết kế cấu kiện chịu nén lệch tâm có tiết diện vành khuyên – Tuyển tập công trình khoa học số III - Đại học Xây dựng.
5. **Ovidiu Mirsu-Richard Friedrich, 1975.** Constructii Industriale Speciale Din Beton Armat - Bucuresti - 1975.
6. **Edward L. Wilson and Ashraf Habibullah, 2000.** SAP 2000.

ABOUT CALCULATING THE SUPPORT STRUCTURE OF SMALL OFFSHORE CONCRETE GRAVITY STRUCTURES

ĐINH QUANG CUONG

Summary: This paper presents some results of the primary research about analysis of support structures of small offshore concrete gravity structures. The most sensible method has been chosen for calculating the column and caisson of small offshore concrete gravity structures.

Ngày nhận bài: 29 - 3 - 2005

Địa chỉ: Viện Xây dựng Công trình biển

Người nhận xét: GS, TS. Phạm Khắc Hùng

Tạp chí
Khoa học và Công nghệ biển
Journal of Marine Science and Technology
Tập 6, Số 2, năm 2006

Mục lục
Contents

	Trang
1 Dur Văn Toán. Một số kết quả tính dòng năng lượng triều thiên văn cho Biển Đông Tidal astronomical energy of Bien Dong (East sea) of Vietnam	1
2 Phạm Xuân Dương. Mô hình hóa các quá trình truyền triều trong vùng sông Cửu Long trong mùa khô. Modeling of tidal propagation processes in the Mekong river estuary during dry season.	13
3 Lê Văn Thành. Mô hình mô phỏng và dự báo xu thế bồi tụ, xói lở, biến đổi địa hình đáy bờ biển Hoà Duân - Thuận An - Hải Dương tỉnh Thừa Thiên - Huế The simulated model and predicted tendencies of accretion-erosion, changes of bottom topography in the coastal zone from Hoa Duan to Hai Duong, Thua Thien Hue province	28
4 Trần Đức Thạnh, Nguyễn Hữu Cử, Bùi Văn Vượng, Nguyễn Thị Kim Anh. Phân loại và đặc điểm cơ bản của hệ thống vũng vịnh ven bờ biển Việt Nam. Classification and general features of coastal bays in Vietnam	38
5 Trần Thị Thanh Vân, Lê Như Hậu, Võ Mai Như Hiếu, Lưu Phước An, Bùi Minh Lý. Đặc điểm hoá học và tính chất gel của agar tách chiết từ một số loài rong đỏ Việt Nam Chemical characteristics and gelling properties of agar extracted from red algae growing at Vietnam coast	52
6 Trần Thị Hồng Hoa, Nguyễn Hữu Phụng, Trần Thị Lê Vân, Võ Văn Quang. The diversity species of the order tetraodontiformes from Vietnam. Đa dạng về loài của bộ cá nóc (tetraodontiformes) ở Việt Nam	60
7 Đào Tấn Hồ. Đặc điểm hình thái các loài hải sâm có giá trị thương mại ở biển Việt Nam Morphological characteristics of commercial value sea-cucumbers in Vietnamese waters	70
8 Đinh Quang Cường. Đánh giá hiện trạng và nghiên cứu lựa chọn giải pháp gia cường 1 số công trình biển bằng thép móng cọc trên nền san hô. About calculating the support structure of small offshore concrete gravity structures	90