

ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG VÀ NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN GIẢI PHÁP GIA CƯỜNG MỘT SỐ CÔNG TRÌNH BIỂN BẰNG THÉP MÓNG CỌC TRÊN NỀN SAN HỒ

TS. ĐÌNH QUANG CƯỜNG

Tóm tắt: Bài báo trình bày một số kết quả đánh giá hiện trạng và nghiên cứu lựa chọn giải pháp gia cường hợp lý nhằm duy trì khả năng khai thác bình thường các công trình biển bằng thép móng cọc trên nền san hô. Nội dung bài báo lấy từ một số kết quả của đề tài Nghiên cứu khoa học cấp Nhà nước KC.09-16, do tác giả thực hiện.

I. ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG CÁC CÔNG TRÌNH BIỂN THÉP MÓNG CỌC TRÊN NỀN SAN HỒ

Từ năm 1989 đến nay trên thềm lục địa phía Đông Nam nước ta đã đầu tư xây dựng khoảng hai chục Trạm Dịch vụ kinh tế khoa học kỹ thuật bằng thép móng cọc (Công trình DKI) phục vụ công tác nghiên cứu khoa học và bảo vệ an ninh Quốc phòng. Vị trí xây dựng các công trình DKI thường là những bãi đá san hô nằm trên các đảo ngầm ở độ sâu nước từ 10m-25m.

Sau khoảng 10 năm sử dụng, hầu hết các công trình xây dựng trên nền san hô nói trên đây đều bị rung lắc mạnh, cần thiết phải được gia cố, chỉ có một công trình DKI-10 xây dựng trên nền trầm tích ở bãi cạn Cà Mau không bị rung lắc hiện đang sử dụng an toàn. Việc tìm ra và kết luận đúng đắn về nguyên nhân rung lắc làm cơ sở để thiết kế gia cường các công trình thép móng cọc trên nền san hô là cần thiết.

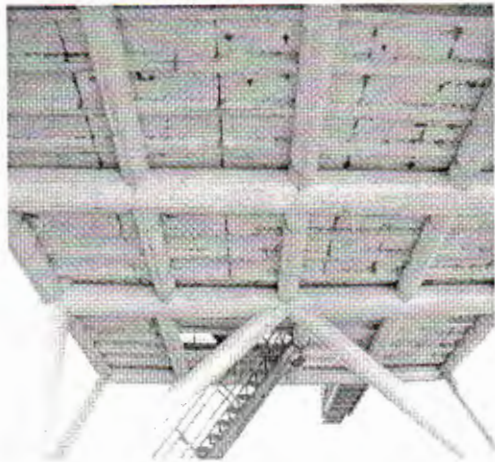
1. Hiện trạng số liệu đầu vào để thiết kế các công trình biển thép móng cọc (DKI)

Kết quả khảo sát hiện trạng đã hiệu chỉnh các thông số sóng phục vụ công tác thiết kế công trình DKI. Chiều cao sóng ban đầu dùng để thiết kế $H_{max} = 14m$, số liệu được sử dụng để thiết kế gia cố $H_{max} = 15,8m$.

Các thông số khác (về địa chất và hải văn) không thay đổi đáng kể so với số liệu đã dùng để thiết kế ban đầu.

2. Đánh giá về hiện trạng kết cấu, cọc và khả năng khai thác công trình

Hầu hết các công trình có phần thượng tầng khá tốt - hình 1. Các cọc thép - sau khoảng 7 đến 10 năm khai thác công trình - đều có hiện tượng bị hạ sâu ngầm. Lớp san hô tại chân các ống chính của khối chân đế bị phá vỡ. Công trình DKI/14 cọc đã bị nhỏ dưới tác dụng của bão cấp 6 đến cấp 8 làm công trình bị nghiêng - hình 2. Trong mùa biển động khi có gió mùa Đông - Bắc và sóng cấp 6 trở lên, các công trình biển thép móng cọc (DKI) rung mạnh theo từng đợt sóng.



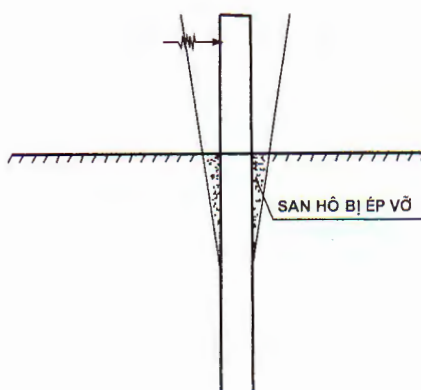
Hình 1. Kết cấu công trình còn khá tốt



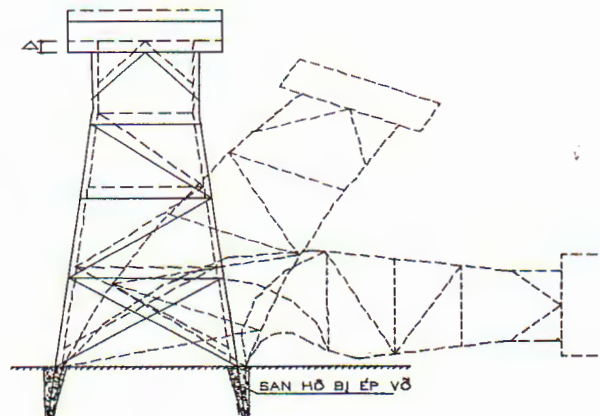
Hình 2. Công trình DKI-14 bị nghiêng

3. Nguyên nhân rung lắc của các công trình biển thép móng cọc trên nền san hô

Khi đóng cọc thép cường độ cao vào nền san hô, lực đóng cọc đã phá vỡ dạng tinh thể của nền san hô. Do đặc tính của san hô là vật liệu giòn, sau khi vỡ biến dạng của san hô dư hoàn toàn và xuất hiện khoảng rỗng giữa nền và cọc, ma sát giữa cọc và nền bị mất gần như hoàn toàn [5], [6]. Theo thời gian, các công trình DKI càng rung lắc mạnh vì trong quá trình dao động cọc thép tiếp tục ép nát những tinh thể san hô còn tiếp xúc với cọc làm chiều sâu ngàm tăng dần - hình 3. Năm 1999 và 2000, trong các cơn bão cấp 6 đến cấp 8 (nhỏ hơn bão thiết kế) hai công trình DKI/5 và DKI/6 đã bị rung lắc mạnh, các cọc thép bị nhổ khỏi nền san hô. Khi công trình bị nhổ, biến dạng công trình rất lớn và công trình đã bị đổ do các ống chính của chân đế biến dạng dẻo lớn và gãy gập - hình 4.



Hình 3. Hình ảnh về sự làm việc của cọc thép chịu tải trọng động trên nền san hô



Hình 4. Công trình DKI/5,6 bị nhổ và sụp đổ

Một số công trình hiện nay bị nghiêng lớn, việc gia cố gặp nhiều khó khăn - ví dụ DKI/14, ống chính hướng Đông bị nhỏ và làm cho công trình bị nghiêng mạnh, độ nghiêng theo hướng Đông Bắc - Tây Nam là $2^{\circ}36'$ - hình 2.

Qua việc tìm hiểu, đánh giá các công trình bị đổ và hiện trạng các công trình bị rung lắc [1], [2],[5],[6],[8] có thể mạnh dạn kết luận: nguyên nhân chủ yếu dẫn đến phá hủy hoặc làm rung lắc mạnh các công trình thép móng cọc trên nền san hô là do sai sót trong việc lựa chọn giải pháp móng công trình. Qua nhiều nghiên cứu [1],[2],[5], [6],[7] cho thấy giải pháp hợp lý cho các công trình biển trên nền san hô là giải pháp móng công trình biển theo nguyên lý công trình trọng lực.

II. ĐỊNH HƯỚNG GIẢI PHÁP GIA CỐ

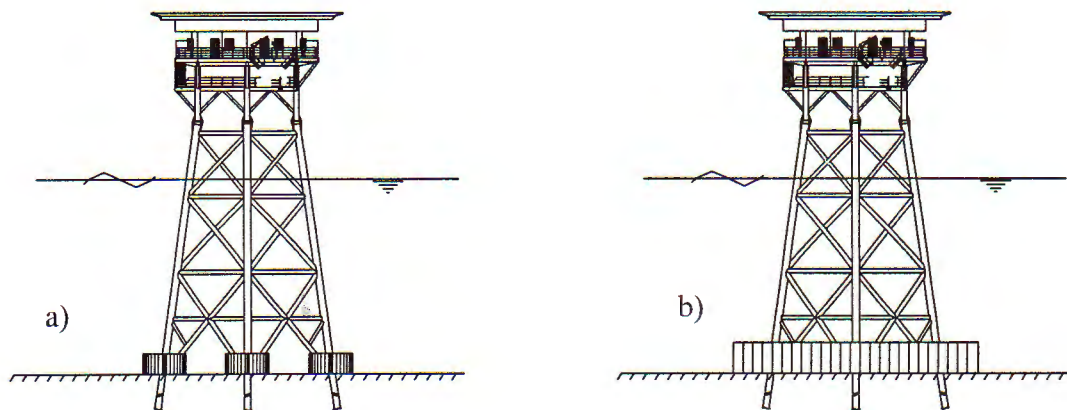
Đã có nhiều nghiên cứu đưa ra giải pháp gia cố các công trình biển bằng thép móng cọc trên nền san hô. Tất cả các phương án đều nhằm mục đích thay đổi nguyên lý làm việc của các công trình biển thép móng cọc theo nguyên lý trọng lực. Các khối gia tải nhằm trọng lực hoá các công trình biển bằng thép móng cọc đã xây dựng trên nền san hô phải đảm bảo các yêu cầu sau đây:

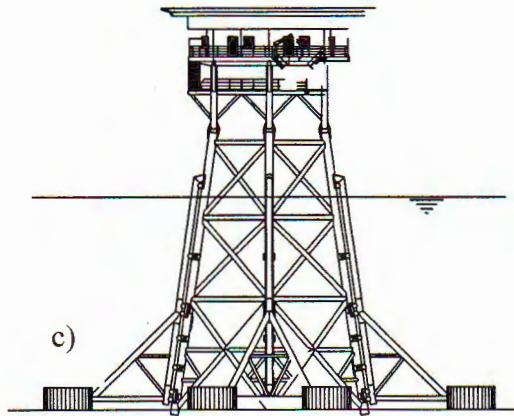
- Các khối gia tải phải đảm bảo tính toàn khối và đủ bền của các khối gia tải.

- Các khối gia tải phải đảm bảo ổn định vị trí.

- Liên kết giữa các khối gia tải và khối chân đế hiện trạng của các công trình phải đảm bảo tính toàn khối của hệ thống làm việc đồng thời giữa các khối gia tải và khối chân đế của công trình cần gia cố và đảm bảo tính bền chắc của hệ thống dưới tác dụng của tải trọng theo quy phạm hiện hành và đảm bảo khai thác bình thường các công trình.

Với định hướng như trên có thể đưa ra các phương án gia cố các công trình biển thép móng cọc (DKI) trên nền san hô - hình 5:





Hình 5. Các phương án gia cố công trình DKI
a); b): Gia tải tập trung
c) Mở rộng khối chân đế

Phương án 1: Gia cố trực tiếp

- a): Gia cố cục bộ tại chân các ống chính - hình 5a;
- b): Gia cố toàn bộ đáy móng - hình 5b

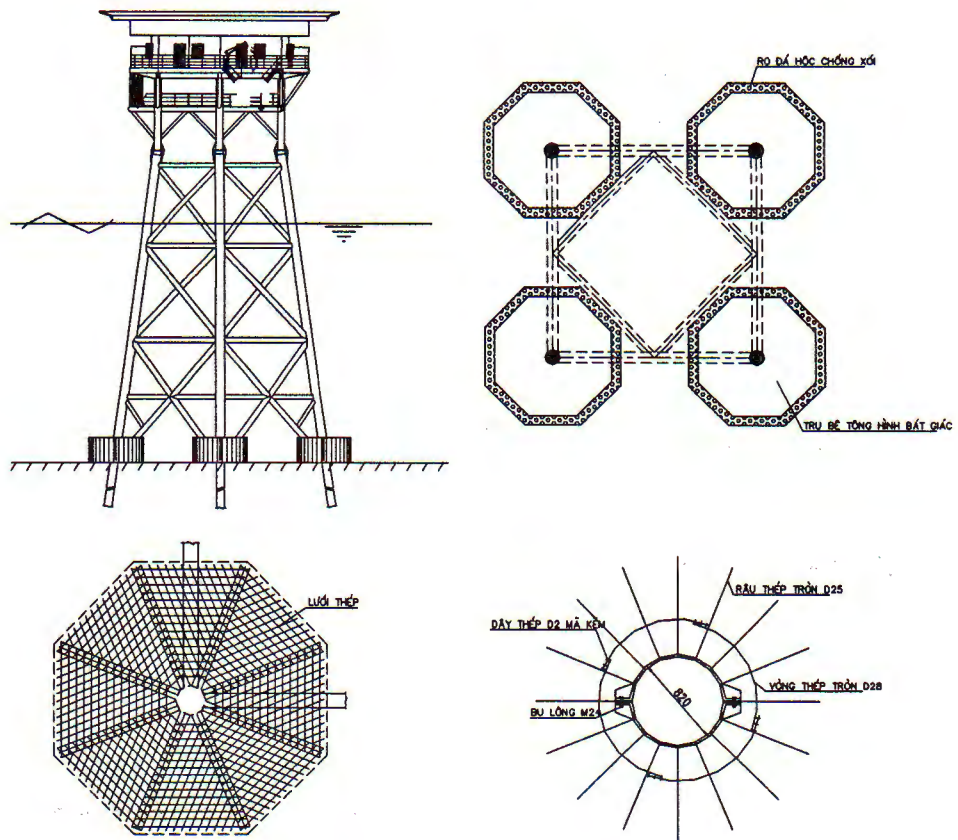
Phương án 2: Mở rộng khối chân đế (neo và chống - hình 5c)

Hai phương án gia cố trực tiếp 5a và 5b có cùng một ý tưởng, phương án 5a là thu gọn của 5b bỏ đi những vị trí không cần thiết để tránh tăng khối lượng vật liệu. Vì vậy dưới đây chỉ phân tích lựa chọn theo hai phương án: Gia cố trực tiếp và mở rộng khối chân đế.

Về nguyên lý cả hai phương án nêu trên đây nếu các khối gia tải được thi công đảm bảo tính toàn khối, đảm bảo sự liên kết chắc chắn giữa các khối gia tải với chân đế công trình, đảm bảo đủ trọng lượng để ổn định vị trí theo tính toán thì công trình thép móng cọc coi như đã được trọng lực hoá. Các phương án gia cố theo định hướng nêu trên đã được áp dụng để gia cố các công trình biển thép móng cọc (DKI) trên nền san hô như mô tả dưới đây. Tuy nhiên, đối với các công trình biển, vấn đề cơ bản là tính khả thi của phương án thi công.

1. Gia cố trực tiếp - đổ bê tông tại chỗ

Phương án gia cố trực tiếp được thực hiện bằng cách tạo một vành cốp pha bằng thép có đường kính đủ lớn (theo tính toán cho các công trình DKI, đường kính cốp pha khoảng 8m và chiều cao cốp pha khoảng 3m). Hệ thống cốt thép được chế tạo và gắn vào ống chính thông qua các vòng đai. Sau khi lắp cốt thép vào ống chính, tiến hành ghép cốp pha và bơm bê tông dâng với cốt liệu thô là đá barit - nhằm tăng trọng lượng khối gia tải. Trọng lượng dưới nước của một khối gia tải khoảng 250 tấn - hình 6.

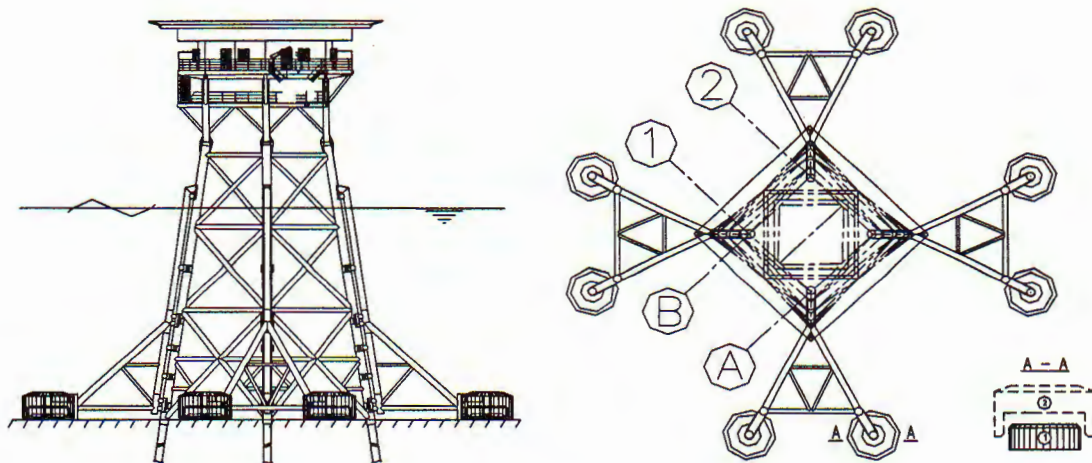


Hình 6. Gia cố trực tiếp các công trình thép móng cọc

2 Gia cố mở rộng khối chân đế lắp ghép các kết cấu gia cường và khối gia tải

Phương án gia cường mở rộng khối chân đế theo hướng lắp ghép đã được thực hiện thiết kế gia cố các công trình DKI/11,14,17 dựa trên việc sử dụng các phương tiện thi công lớn của Liên doanh Dầu - Khí Việt Xô và các vật liệu thép đặc chủng dùng cho các công trình biển - hình 7.

Các khối gia tải được thiết kế gồm hai phần N1 và N2, mỗi cục N1 nặng 30 tấn và mỗi cục N2 nặng 80 tấn (trọng lượng trong không khí). Cục N1 gắn vào kết cấu gia cường kiểu hệ dàn không gian tất cả kết cấu gia cường bao gồm 4 dàn không gian bằng thép ống mỗi dàn được gắn với 2 cục bê tông N1, tổng trọng lượng một dàn gia cường và 2 cục N1 khoảng 130 tấn. Các dàn gia cường được cấu và lắp ghép vào ống chính của khối chân đế - hình 7. Liên kết dàn gia cường với ống chính là liên kết hàn và các máng kẹp bắt bu lông. Sau khi lắp dàn gia cường vào khối chân đế, tiến hành lắp cục N2 trùng khít lên cục N1. Tất cả kết cấu gia cường (dàn gia cường và các cục bê tông) được chế tạo sẵn từ bờ, việc thi công ngoài biển chỉ là lắp ghép.



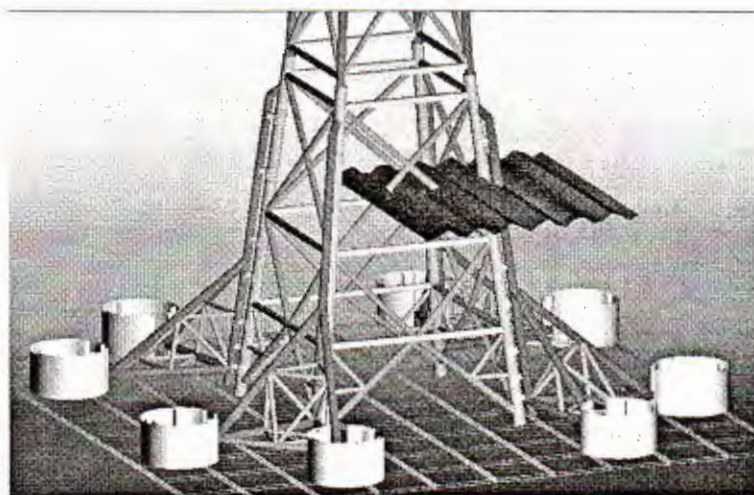
Hình 7. Gia cố mở rộng khối chân để dùng các kết cấu và khối gia tải lắp ghép

3 Gia cố mở rộng khối chân để lắp ghép kết hợp gia tải bằng bê tông dâng để gia tải

Để khắc phục việc phải thi công lắp ghép các kết cấu gia cường có trọng lượng lớn và tránh không dùng các phương tiện đặc chủng của Liên doanh Dầu - Khí Việt - Xô, phương án mở rộng khối chân để đã rút kinh nghiệm và kết hợp việc lắp ghép dàn gia cường với vành cốp pha bê tông (trọng lượng nhỏ - khoảng 30 đến 60 tấn) với việc bơm bê tông dâng vào các vành bê tông đường kính khoảng 5m - hình 8. Phương án này hoàn chỉnh nhất vì nó khắc phục được hầu hết các nhược điểm của các phương án trước đây:

- Không lắp ghép các kết cấu gia cường trọng lượng lớn, kết cấu không bị biến dạng khi cẩu lắp.

- Bê tông được bơm dâng, thuần túy là gia tải, các khối gia tải chịu lực nhỏ (60 đến 70 tấn so với khối gia tải trực tiếp chịu lực 200 đến 250 tấn) [1],[2] do đã được gia tải xa trọng tâm.



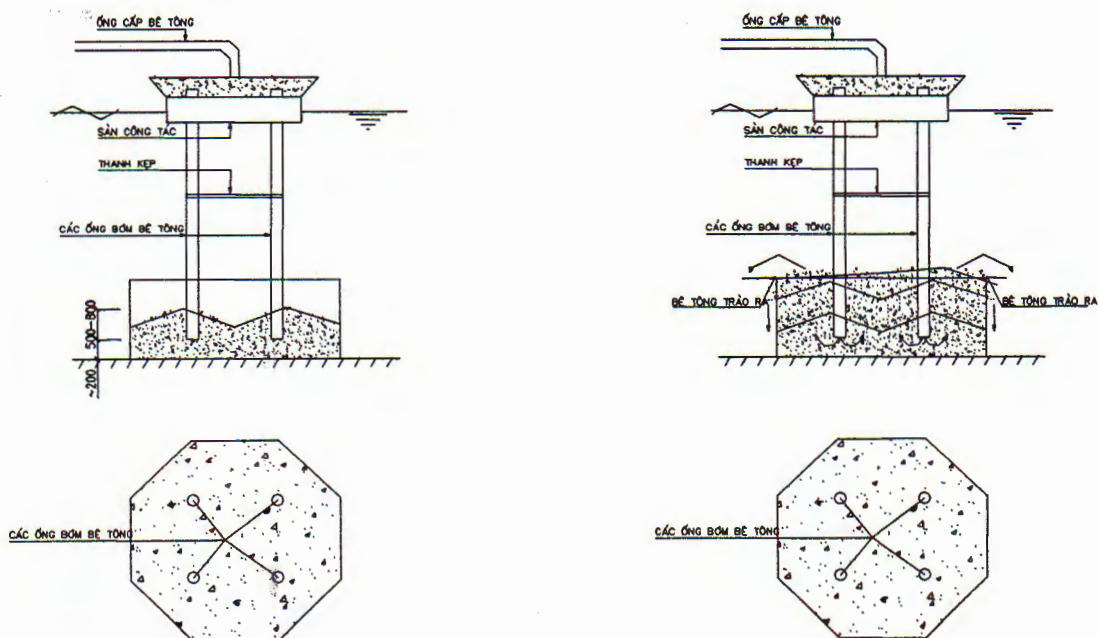
Hình 8. Gia cố mở rộng khối chân để lắp ghép kết hợp bê tông dâng để gia tải

III. ĐÁNH GIÁ LỰA CHỌN GIẢI PHÁP THI CÔNG GIA CỐ

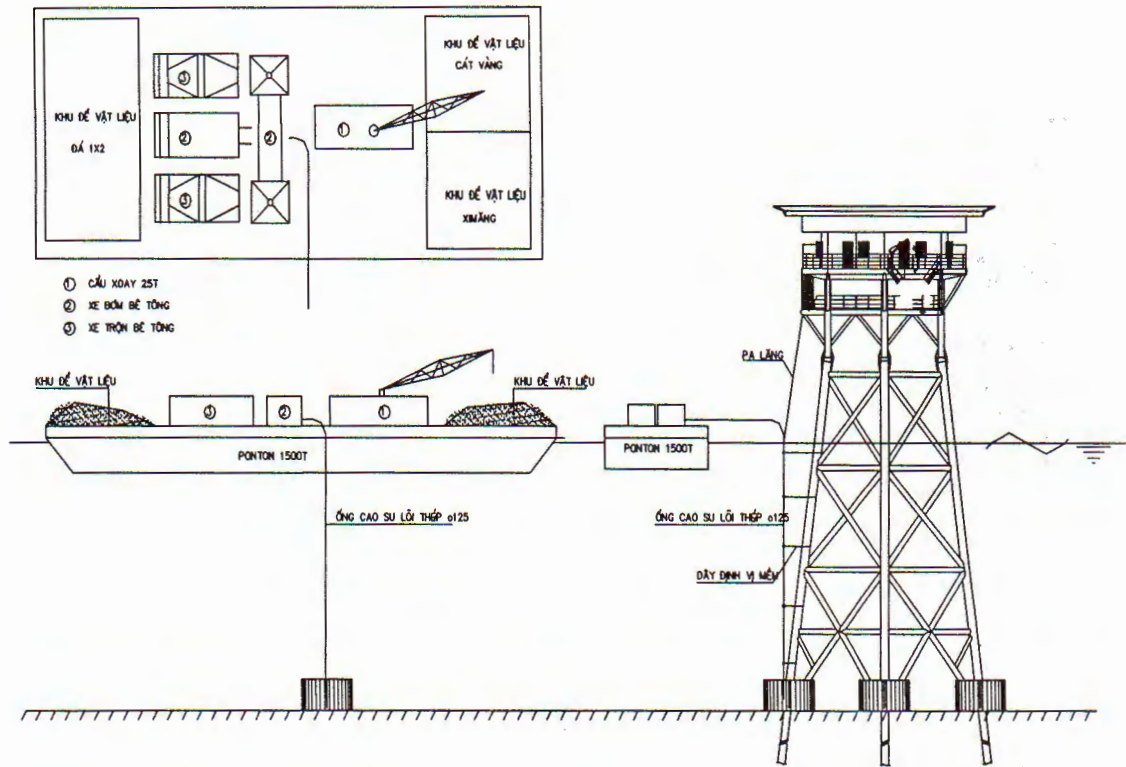
1 Thi công gia tải tập trung

Phương án gia tải tập trung khá đơn giản. Việc lắp hệ thống cấp pha và cốt thép có gặp những khó khăn vì phải thi công trong các không gian chật hẹp với các mảng kết cấu lắp ghép có kích thước khá lớn. Tuy nhiên vấn đề quan trọng nhất là phải thực hiện bơm bê tông dạng rít ống trực tiếp trên biển với khối lượng lớn.

Đối với các khối gia tải đã được thiết kế có đường kính ~8m, theo quy trình đổ bê tông rít ống cần thiết ít nhất 4 ống bơm bê tông được nâng đồng thời trong khi đổ bê tông và phải có phễu chứa được một lượng bê tông cho lần đổ đầu tiên khoảng $40m^3$ - hình 9. Thực tế do điều kiện khó khăn, biến động, không thể tạo được một mặt bằng thi công ổn định trên biển, việc đổ bê tông đã được thực hiện bơm rít với 1 ống bơm treo - hình 10. Kết quả là việc đổ bê tông không đảm bảo được chất lượng như thiết kế, toàn bộ cốt thép bị biến dạng nhiều khi thi công và ngâm trực tiếp nhiều ngày dưới nước biển, vì vậy các khối gia tải không đảm bảo tính toàn khối, và không đảm bảo liên kết chắc chắn giữa các khối gia tải với khối chân đế cần gia cường.



Hình 9. Quy trình đổ bê tông rít ống cần thực hiện



Hình 10. Đồ bê tông dâng tại DKI/7

2. Thi công lắp ghép kết cấu gia cường và lắp ghép các khối gia tải:

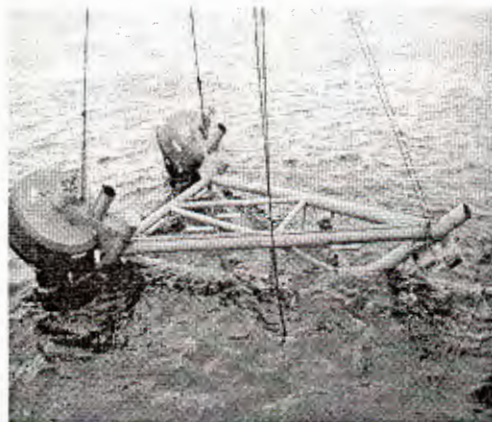
Việc thi công phương án lắp ghép hoàn toàn được thực hiện bằng các phương tiện hiện đại nhất hiện có của Liên doanh dầu khí Việt – Xô. Các kết cấu gia cường có kích thước lớn với trọng lượng 130 tấn được cầu lắp - hình 11.

Trong thực tế, các kết cấu gia cường bị biến dạng lớn - hình 14, gây khó khăn cho việc xiết các bu lông liên kết kết cấu gia cường với ống chính của khối chân đế. Sự cố đã xảy ra khi lắp ghép dàn gia cường vào khối chân đế. Biến dạng lớn của ống chính khung tam giác lập theo động của sóng lừng đã làm ống bị gãy sau khoảng sáu giờ dao động mạnh - hình 12&13.

Việc bơm trám bê tông với độ sụt vô cùng tại DKI/11,14,17 (lồng hoàn toàn như bơm trám vào các ống thép trong các công trình dầu khí) vào phần đáy để liên kết cục N1 với nền san hô không thực hiện được theo các chỉ tiêu kỹ thuật đã đề ra.



Hình 11. Cầu lắp các kết cấu gia công



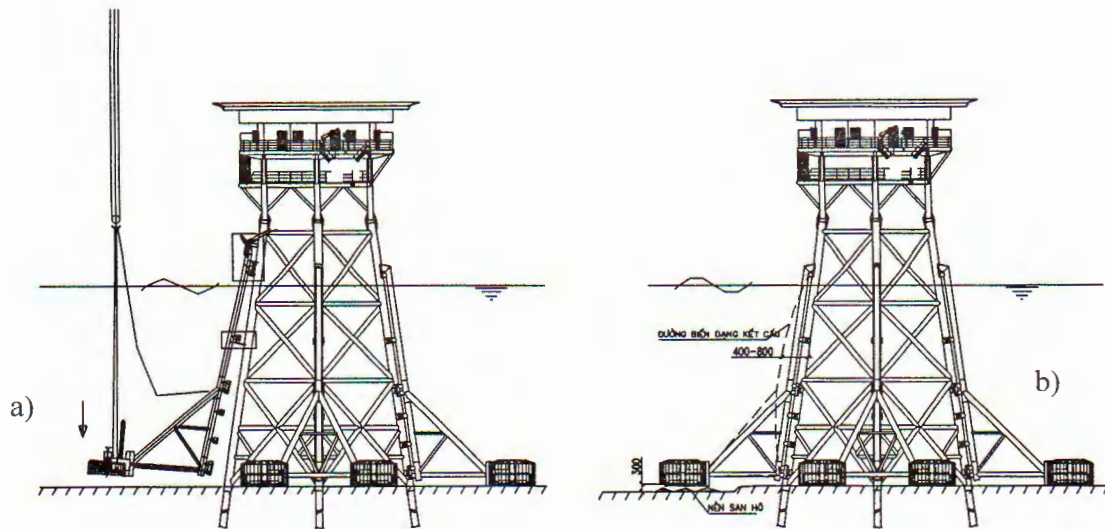
Hình 12. Trục vớt kết cấu gia cường bị gãy tại DKI/17



Hình 13. Ống gia cường gãy tại DKI/17

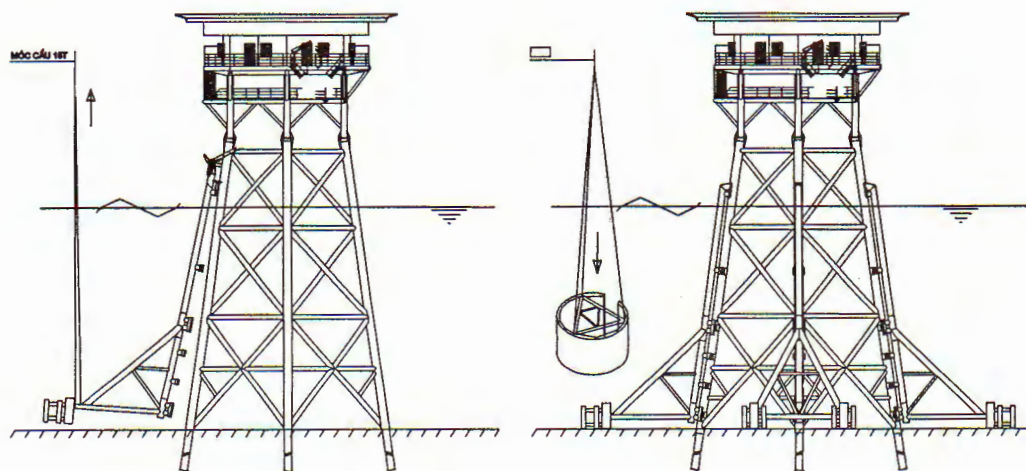
Vữa bơm trám được cách ly khỏi dòng chảy đáy bằng cách bơm vữa vào các túi bằng vải bạt gắn sẵn vào đáy các cục N1. Trên thực tế, các túi vải bạt để phục vụ bơm vữa xi măng hầu như bị phá huỷ do các va chạm trong trạng thái thi công - khi kéo lê các cục bê tông trên bãi lắp ráp để hạ thủy và khi lắp các khung tam giác có gắn sẵn các cục N1 chạm đáy biển san hô - các túi bạt không còn kín và bền vững như mong muốn của người thiết kế.

Rút kinh nghiệm từ việc thi công các công trình DKI/8;12;15 và DKI/11;14;17. Các công trình DKI/16;18 đã được thực hiện gia cố bằng cách lắp ghép các kết cấu gia cường có trọng lượng khoảng 60 tấn, sau đó lắp các vành bê tông làm cốt pha có trọng lượng khoảng 30 tấn - hình 15. Việc lắp dựng các kết cấu nêu trên đây được thực hiện bằng các phương tiện nhỏ sẵn có hiện nay ở Việt Nam không phụ thuộc vào các phương tiện đặc chủng của các công ty dầu khí, vì vậy có thể chủ động được thời gian đi biển tránh được mùa biển động. bơm bê tông dâng theo phương pháp rút ống được thực hiện đúng như thiết kế. Hệ thống ống bơm bê tông được treo vào hệ thống phao, việc rút ống được thực hiện thông qua việc bơm khí vào phao, kết hợp thợ lặn giữ ổn định phao khi bơm bê tông- hình 16.



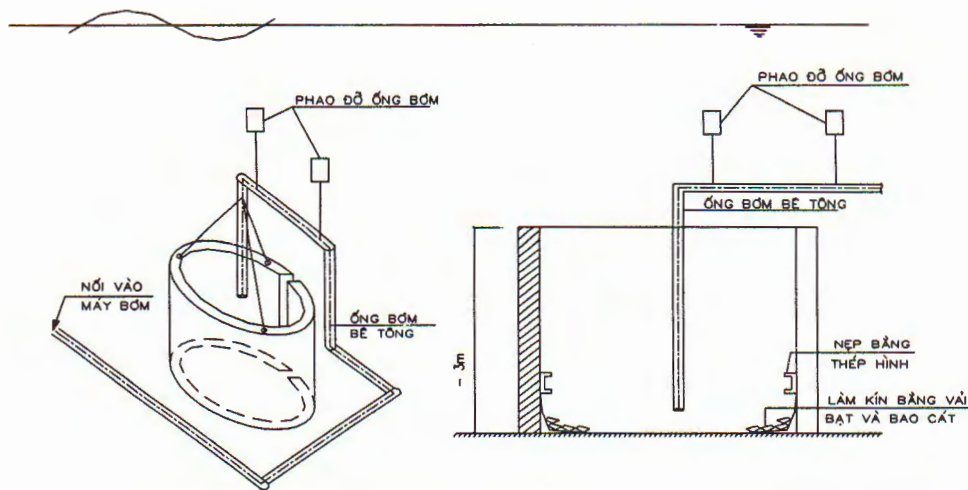
Hình 14. Thi công lắp ghép các kết cấu gia cường tại DKI/11;14;17
 a) Sơ đồ cầu lắp; b) Kết cấu gia cường bị biến dạng lún

3. Thi công gia cường theo phương lắp ghép kết hợp bơm bê tông gia tải:



Hình 15. Thi công lắp ghép các kết cấu gia cường và vành bê tông tại DKI/16;18

Với một ống bơm bê tông cho diện tích cần bơm có đường kính từ 5000mm đến 5300mm, điều kiện kỹ thuật chưa được đảm bảo theo tiêu chuẩn, tuy nhiên bê tông trong các khối gia tải theo phương án mở rộng khối chân đế chịu lực khá nhỏ (70 đến 80 tấn)[1] so với phương án gia tải tập trung (200 đến 250 tấn)[2] vì vậy với chất lượng đổ bê tông như nhau thì khả năng tồn tại của khối bê tông trong phương án mở rộng chân đế lớn hơn.



Hình 16. Thi công bơm bê tông dâng để gia tải tại DKI/16;18

IV. ƯU NHƯỢC ĐIỂM CỦA CÁC GIẢI PHÁP GIA CỐ

1. Phương án gia cố trực tiếp:

Ưu điểm của phương án gia cố trực tiếp là khối lượng vật liệu gia cố nhỏ

Nhược điểm của phương án gia cố trực tiếp bằng bê tông đổ tại chỗ là:

- Không quản lý được chất lượng bê tông.
- Khó đảm bảo tính toàn khối của bê tông và tính toàn khối của hệ thống gồm khối gia tải bê tông và chân đế thép đã bị sinh vật biển bám nhiều.
- Khó đảm bảo cường độ của bê tông đổ dưới đáy biển.
- Không cách ly được cốt thép với nước biển nên cốt thép dễ bị ăn mòn.
- Lực nhỏ tác dụng lên khối bê tông gia tải trực tiếp khá lớn (200 đến 250 tấn) [2].

2. Phương án mở rộng chân đế:

Mở rộng chân đế dạng lắp ghép hoàn toàn

Ưu điểm của phương án là hoàn toàn kiểm tra được chất lượng kết cấu vì toàn bộ được thi công chế tạo và nghiệm thu ở trên bờ.

Nhược điểm của phương án là:

- Khó lắp ghép kết cấu dàn gia cố vào kết cấu khối chân đế
- Phải dùng các phương tiện thi công đặc chủng của Liên doanh Dầu khí Việt - Xô nên phải phụ thuộc vào kế hoạch sản xuất của Liên doanh và không thể chủ động chọn thời gian thi công trong mùa biển lặng.

Mở rộng chân đế kiểu lắp ghép kết hợp bơm bê tông dâng gia tải

Phương án này đã được thực hiện gia cố DKI/8,12,15 và rút kinh nghiệm cho DKI/16,18,19,20. Đây là phương án hoàn chỉnh nhất vì nó khắc phục được hầu hết các nhược điểm của các phương án trước đây. Việc bơm bê tông dâng đã được khắc phục rút ống bơm bằng hệ thống phao. Chất lượng bê tông bơm dâng khó đảm bảo (giống như trong phương án gia cố trực tiếp), tuy nhiên, về phương diện chịu lực các khối gia tải của phương án mở rộng khối chân đế chịu lực nhỏ, vì vậy, yêu cầu về cường độ đối với vữa bê tông gia tải của phương án mở rộng khối chân đế cũng không cao như đối với phương án gia tải trực tiếp.

Ưu điểm nổi bật của phương án là đã sử dụng các phương tiện nhỏ hiện có trong nước và chủ động được thời gian có thể thi công mùa biển lặng.

V. NHỮNG BÀI HỌC KINH NGHIỆM QUA THỰC TẾ THI CÔNG GIA CỐ CÁC CÔNG TRÌNH BIỂN THÉP MÓNG CỌC TRÊN NỀN SAN HỒ

1. Bài học khi thi công gia tải tập trung

- Không nên thiết kế hệ thống cốp pha và cốt thép phức tạp, khó thi công trên biển và không đảm bảo cách ly với nguồn gây ăn mòn là nước biển.

- Việc tạo ra một mặt bằng thi công dài ngày trên biển để bơm bê tông dâng với khối lượng lớn nhằm tạo ra các khối gia tải trực tiếp cường độ lớn (mác 300), đảm bảo tính toàn khối để chịu lực lớn là khó thực hiện và không khả thi trong điều kiện phương tiện và thiết bị hiện có tại Việt Nam.

2. Bài học khi thi công gia cố mở rộng khối chân đế theo phương án lắp ghép

- Phải tính toán kiểm tra độ bền và biến dạng của kết cấu trong trạng thái thi công.

- Trong trường hợp các kết cấu gia cường không bị biến dạng lớn thì việc lắp ghép các kết cấu có trọng lượng lớn và kích thước lớn vẫn gặp khó khăn do nền san hồ không bằng phẳng, kết cấu khi lắp tiếp cận nền không đều trong khi biển luôn động. Mặt khác, nếu tính toán đảm bảo kết cấu không biến dạng khi cầu lắp thì kết cấu sẽ rất nặng và tốn kém.

- Phương án bị lệ thuộc vào các phương tiện thi công hiện đại, không chủ động được thời gian thi công trong mùa biển lặng.

3. Bài học khi thi công gia cố mở rộng khối chân đế theo phương án lắp ghép kết hợp bơm bê tông dâng để gia tải.

- Các kết cấu gia cường được thiết kế phù hợp với năng lực các phương tiện thi công hiện có tại Việt Nam. Đã rút ra được kinh nghiệm và khắc phục các nhược điểm khi thi công các công trình tương tự theo phương án lắp ghép hoàn toàn.

- Phương án không phụ thuộc vào các phương tiện đặc chủng, vì vậy chủ động được thời gian đi biển đảm bảo không thi công mùa biển động.

VI. KẾT LUẬN

- Các phương án gia cường đã được đề cập bao gồm gia cường trực tiếp và mở rộng khối chân đế, nếu được thi công đúng theo thiết kế thì đều đảm bảo mục tiêu thiết kế là trọng lực hoá các công trình biển bằng thép móng cọc trên nền san hô. Tuy nhiên như phân tích trên đây thì phương án gia cường trực tiếp gặp khó khăn trong việc thi công bê tông dâng ngoài biển và khó đảm bảo tính toàn khối của các khối gia tải theo quy phạm. Phương án mở rộng khối chân đế kiểu lắp ghép hoàn toàn gặp khó khăn lớn khi cầu lắp.

- Phương án thi công tốt nhất là “Thi công lắp ghép các kết cấu chịu lực chính kết hợp bơm bê tông dâng để gia tải tại vị trí xây dựng”. Phương án này đã áp dụng thành công tại DKI/16&18.

- Vấn đề thi công bơm bê tông dâng dưới biển và việc thực hiện lắp các kết cấu gia cường trọng lượng vừa và nhỏ theo nguyên tắc: “Thi công lắp ghép các kết cấu chịu lực chính kết hợp bơm bê tông dâng để gia tải tại vị trí xây dựng” đảm bảo khả thi trong điều kiện thiết bị, phương tiện và vật tư sẵn có hiện nay.

- Những công trình biển thép khác trên nền san hô hiện cần gia cường, cần được xem xét ứng dụng phương án “Thi công lắp ghép các kết cấu chịu lực chính kết hợp bơm bê tông dâng để gia tải tại vị trí xây dựng”.

- Việc xác định tính khả thi của các phương án gia cố các công trình DKI đã góp phần khẳng định giải pháp móng trọng lực đối với công trình biển xây dựng trên nền san hô (vùng DKI) do Viện Xây dựng Công trình biển đề xuất trong đề tài Nghiên cứu khoa học cấp Nhà nước năm 1996-1997 [7].

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Viện Xây dựng Công trình biển - Viện NIPI - VSP, 2001.** Hồ sơ thiết kế kỹ thuật - thi công gia cố sửa chữa công trình DKI/11,14,17;
2. **Viện Xây dựng Công trình biển, 2000-2004.** Hồ sơ báo cáo kết quả thẩm tra thiết kế kỹ thuật thi công và dự toán các công trình DKI/5,7,8,12,15,16,18,19,20;
3. **Đinh Quang Cường, 2002.** Đề cương khảo sát hiện trạng các công trình DKI/16,18,19,20,21;
4. **Bộ Giao thông vận tải, 1992.** Quy trình thi công bê tông dưới nước bằng phương pháp vữa dâng - 22TCN-209-92;
5. **Hoàng Xuân Lượng và nnk, 2003.** Nghiên cứu thực nghiệm tính từ biến của san hô thuộc quần đảo Trường Sa - Hội thảo khoa học “Công trình và địa chất biển” - Chương trình KC.09 - Đà Lạt -2003.
6. **Hoàng Xuân Lượng và nnk, 2003.** Nghiên cứu thực nghiệm kết cấu dàn thép không gian trên hệ móng cọc thép trong nền san hô - Hội thảo khoa học “Công trình và địa chất biển” - Chương trình KC.09 - Đà Lạt -2003.
7. **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;
8. **Phạm Khắc Hùng, 1999.** Tổng kết đánh giá các công trình đã xây dựng ở vùng DKI và quần đảo Trường Sa - đề tài NCKH thuộc Chương trình Biển Đông hải đảo 1997-1999.

ASSESSMENT OF THE STATUS AND SELECTION OF THE SOLUTIONS FOR RE-DESIGN AND CONSOLIDATION OF SOME OFFSHORE STEEL JACKET STRUCTURES ON THE CORAL AND MADREPORE BASIS

ĐINH QUANG CUONG

Summary: This paper presents some results on assessment of the status and selection of reasonable solutions for re-design and consolidation in order to maintain normal exploitation capacity of some offshore steel jacket structures on the coral and madrepore basis. These are some results of the State Scientific Research Project KC.09-16, implemented by the author.

Ngày nhận bài: 29 - 3 - 2005
Người nhận xét: GS, TS. Phạm Khắc Hùng

Địa chỉ: Viện Xây dựng công trình biển