
MỘT SỐ CÁC DẠNG HƯ HỒNG THƯỜNG GẶP Ở CÁC CÔNG TRÌNH THỦY VÀ BIỆN PHÁP ĐÁNH GIÁ TÌNH TRẠNG CÔNG TRÌNH

SOME MODES OF DETERIORATION IN MARINE CONSTRUCTIONS AND STRUCTURAL CONDITION ASSESSMENTS

ThS. TÔ NGỌC MINH PHƯƠNG
Khoa Công trình thủy, Trường ĐHHH

Tóm tắt

Bài báo trình bày về một số dạng hư hỏng thường xảy ra với các công trình thủy như cầu tàu, công trình bến, trụ neo va... và biện pháp đánh giá mức độ hư hại đó nhằm phục vụ công tác duy tu, bảo dưỡng, giảm tải khai thác để duy trì khả năng phục vụ của công trình.

Abstract

This article presents some modes of deterioration commonly occur in marine structures such as jetty, quay walls, dolphins..., and the manual of assessing the condition of those in order to provide information for the maintenance works.

1. Đặt vấn đề

Các kết cấu công trình thủy thường xuyên phải chịu sự hư hại do tải trọng môi trường như sóng, dòng chảy, thủy triều, mực nước lên xuống, đóng băng và các cơ chế như ăn mòn, các tác động hóa lý, vi sinh, tác động môi, các hư hại gây ra do tàu hoặc quá tải. Tốc độ hư hại nhanh chóng có thể do nguyên nhân thiết kế không tốt, do quá trình thi công và có thể do chất lượng của vật liệu và các yếu tố môi trường. Việc nắm bắt căn cứ nguyên nhân gây ra các hư hại là rất quan trọng cho việc lựa chọn và xác định các vật liệu cũng như phương án sửa chữa, đồng thời nó còn là cơ sở để đưa ra các đánh giá tình trạng hoạt động của công trình một cách chính xác.

2. Một số cơ chế hư hỏng thường gặp ở công trình thủy

Sự tồn tại lâu dài của công trình phụ thuộc vào các điều kiện môi trường tại khu vực xây dựng, vật liệu xây dựng và sự cẩn thận khi vận hành. Tốc độ và mức độ nghiêm trọng của các hư hại thường thể hiện ở các phân vùng đứng, là những vùng trong phạm vi thủy triều lên xuống và mực nước cao nhất. Hư hỏng cũng có thể xảy ra ở những khu vực nhạy cảm và được sử dụng với cường độ lớn, hay những chỗ có vật liệu không phù hợp được kết hợp với nhau hoặc vật liệu có chất lượng thấp.

Một số nguyên nhân và cơ chế hư hại chủ yếu của các công trình thủy có thể tóm lược như sau:

- Sự han rỉ của kim loại, bao gồm cả các loại cốt thép của bê tông (thanh hoặc dây thép)
- Các tác động vi sinh như sự thối mục của gỗ và các tác động của các sinh vật biển.
- Các quá trình lý hóa như hư hỏng do quá trình đóng băng - tan băng, do phản ứng alkali-silica (ASR), sự tạo thành tinh thể ettringite (tinh thể aluminat trisulfat hexacalcium hydrate), tác động ăn mòn sulfat trên bê tông.

- Các hư hỏng do cơ học như hiện tượng tróc vữa hoặc ăn mòn của gỗ và bê tông, do quá tải cũng ảnh hưởng đến tất cả các dạng vật liệu.

a. Hiện tượng han rỉ các cấu kiện sắt thép

Han rỉ là một trong những nguyên nhân hàng đầu dẫn đến các xuống cấp của các cấu kiện thép, bê tông cốt thép hoặc các cấu kiện gỗ - thép nằm tiếp xúc với nước. Có rất nhiều vết nứt, vỡ và tách lớp được tìm thấy ở bê tông là do nguyên nhân han rỉ của lớp cốt thép. Han rỉ là một quá trình điện hóa mà các nguyên tử kim loại bị mất electron, do đó chúng sẽ mang điện dương (quá trình oxy hóa). Những electron tự do sẽ kết hợp với hạt nhân của những vùng xung quanh hoặc các vật liệu bao quanh đó. Dòng điện hay dòng electron di chuyển từ cực dương (anod) sang cực

âm (cathod) do có nguyên nhân bởi một số các điều kiện sẽ xác định về kiểu và tốc độ ăn mòn của kết cấu.

Dạng han rỉ phổ biến thường xảy ra đối với các kết cấu tiếp xúc với nước bao gồm han rỉ toàn bộ hoặc rỉ cục bộ gây thủng cấu kiện, thể hiện ở việc mất các lớp ngoài, thủng lỗ hoặc rỉ sét trên diện rộng, nguyên nhân là do phản ứng của kim loại với các yếu tố môi trường xung quanh hoặc với vùng âm cực của chính bản thân nó. Ăn mòn dạng nứt, thường gặp ở các vùng biệt lập, nguyên nhân do sự thiếu oxy cục bộ, ví dụ như ở vị trí dưới các đỉnh ốc và những mối hàn đứt đoạn hay các khớp nối. Cũng có thể xảy ra trường hợp ăn mòn điện, gây ra bởi sự khác nhau về điện thế giữa các kim loại khác nhau ngâm trong nước biển, và ít phổ biến hơn là ăn mòn do môi và ăn mòn do mất ứng suất, nguyên nhân do các tải trọng lặp và ứng suất kéo quá lớn (đặc biệt là đối với thép cường độ cao).

Tốc độ ăn mòn của kim loại đối với các loại thép mềm trong nước biển ít hoạt động là khoảng 0.127mm/năm. Sự thủng cục bộ hoặc ăn mòn nứt có thể diễn biến nhanh hơn vài lần tốc độ trên. Dòng triều (dòng chảy) làm tăng mạnh sự ăn mòn, có thể tới 3 lần với tốc độ dòng chảy trung bình 0.77m/s và tới gần 5 lần đối với dòng chảy 2.5m/s. Dòng xoáy làm tăng tốc độ ăn mòn do sự tăng hàm lượng oxy và các vị trí ăn mòn tăng mạnh do làm lộ ra những phần mới của kết cấu.

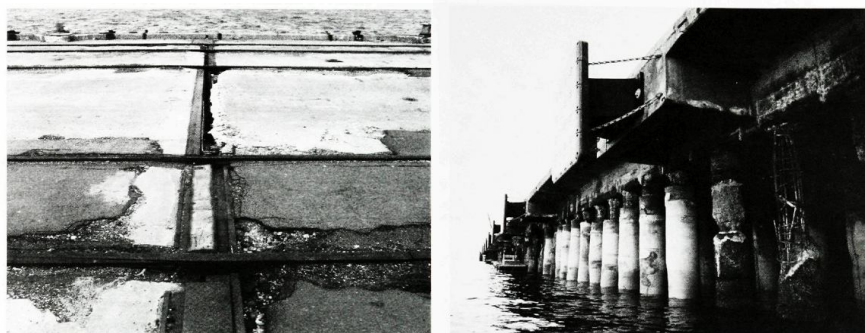
Tốc độ ăn mòn của tường cọc có thể gần gấp đôi nếu nó tiếp xúc cả hai mặt với nước biển. Nghiên cứu về bền tường cọc thép tại một số căn cứ Hải quân Hoa kỳ cho thấy tốc độ ăn mòn mạnh nhất là 0.203mm/năm trong điều kiện khí hậu ôn đới và 0.483mm/năm với điều kiện khí hậu cận nhiệt. Những dòng điện mát ra có thể là nguyên nhân dẫn đến tốc độ ăn mòn cao, đặc biệt là trong các xưởng đóng tàu khi mà công tác nối đất của các thiết bị hàn hoặc các thiết bị phụ trợ không phù hợp sẽ gây ra các dòng điện cục bộ và gây ra ăn mòn. Việc lắp đặt thiết bị chống ăn mòn điện hóa không đúng, nơi có cấp điện cao thể chạy qua, nơi tàu neo đậu hoặc các nguồn ngoài khác có thể gây ra ăn mòn cục bộ mạnh do dòng điện.

Một điểm quan trọng của ăn mòn liên quan đặc biệt đến công tác sửa chữa là các hoạt động điện hóa tự nhiên giữa những mẫu thép mới và thép đã bị ăn mòn. Vì thép bị ăn mòn là catod đối với thép mới, sạch được và vào phần cọc đã có, sẽ ăn mòn nhanh hơn là bản thân cọc. Khi cọc thép được sửa chữa bằng cách bọc bê tông theo từng phần chiều dài, phần không được bảo vệ của cọc bên dưới lớp bọc bê tông đó sẽ bị dương cực hóa so với phần bị bọc và gây ra ăn mòn khá mạnh.

b. Các hư hỏng có nguyên nhân hóa - lý

Bê tông dễ bị hư hỏng do các nguyên nhân vật lý (bị mài mòn và chu trình đóng băng - tan băng) và nguyên nhân hóa học (tác động clorua và sulfate, các phản ứng kết hợp...v.v). Sự ăn mòn cốt thép cùng với sự thâm nhập lớp phủ bê tông bởi các ion clorua và oxy, là nguyên nhân chủ yếu của sự biến chất bê tông, đặc biệt là trong vùng lên xuống của thủy triều và vùng nước dâng.

Tác động sulfat hóa của các phần tử nước biển lên hợp chất canxi hydroxit ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) và tri-canxi aluminat (Xelit hay C3A) của hồ xi măng đông cứng có thể dẫn đến sự mềm hóa và biến chất bê tông. Nếu có hiện tượng mềm hóa xảy ra trên diện rộng bề mặt bê tông và các rạn nứt bề mặt, khi đó bê tông sẽ bị hư hỏng dạng ASR.



Hình 1. Sự biến chất của bê tông mặt cầu ở khe nối co giãn và hộp ray (a) và sự thoái hóa bê tông ở cọc bến trong vùng ảnh hưởng triều (b)

Sự thiết kế sai, thi công sai, cùng với sự hư hỏng do ăn mòn và quá tải cũng làm tăng nhanh quá trình hư hại do tác nhân lý – hóa. Sự tróc lở và nứt vỡ của mặt cầu bê tông trong hình 2(a) liền ngay với mối nối ke co giãn và bộ phận chèn ray. Việc sử dụng các loại bê tông nhựa cho công tác lấp và sửa chữa có thể làm tăng nhanh quá trình hư hỏng do sự giữ ẩm trên bề mặt bê tông. Như thấy trong hình 2(b), khi bê tông được lấp đặt đúng và kiểm tra chất lượng tốt, lớp áo bê tông của bến mới thể hiện được khả năng duy trì trạng thái làm việc tốt của nó.

c. Các hư hại do cơ học

Các kết cấu trước bến, đặc biệt là hệ đệm va, cọc va luôn phải chịu các hư hại do cơ học xảy ra bởi các va chạm của tàu (xem hình 3) và các tác động lủy tích do quá trình neo đậu tàu thông thường.

Các kết cấu trước bến thường bị quá tải trong quá trình sử dụng. Điều này hay xảy ra trong trường hợp kết cấu cũ được đại tu, nhằm tăng khả năng bốc xếp, phục vụ tàu to hơn và các dạng hàng đóng, pallet hoặc container có thể làm kết cấu chịu tải quá khả năng thiết kế của nó. Các kết cấu trước bến cũng bị quá tải do sử dụng thường xuyên các thiết bị như cần trục di động và các xe nâng hàng, sử dụng để sửa chữa kết cấu hoặc bốc xếp các dạng hàng hóa siêu trọng. Dấu hiệu của sự quá tải thường dễ nhận thấy: những biến dạng vĩnh cửu, lún sụt, hư hỏng cục bộ như việc làm rơi hàng hóa nặng trên mặt bến, sự xô lệch của các cấu kiện trên toàn bộ kết cấu, hoạt động thiếu khả năng của các thành phần trong hệ thống...v.v, tất cả đều cho thấy sự quá tải.



Hình 2. Cọc bến bị nứt vỡ do các va chạm của tàu.

3. Đánh giá tình trạng của công trình

Mục đích chủ yếu của việc đánh giá hiện trạng công trình là nhằm xác định xem công trình hoặc kết cấu có còn đủ an toàn trong quá trình vận hành. Để thực hiện việc tính toán cơ bản này, người kỹ sư cần xác định xem công trình ở tình trạng hư hại cần sửa chữa hay yêu cầu phải giảm bớt năng lực. Như vậy, người kỹ sư cần xác định các vấn đề sau:

- Độ bền ban đầu của các thành phần, kết cấu, vật liệu, tuổi thọ công trình, thường thì các thông tin này lấy trong hồ sơ hoàn công (bản vẽ, ghi chú, báo cáo địa chất, hồ sơ đóng cọc, hồ sơ thí nghiệm tải trọng, hồ sơ thiết kế, chứng chỉ chất lượng vật liệu...). Khi những hồ sơ này không đầy đủ hoặc không có thông tin thì người kỹ sư cần hoàn điều tra cơ bản để thu thập đầy đủ các thông tin và tài liệu.

- Năng lực thiết kế của kết cấu: Đôi khi nó cũng được xác định trong hồ sơ hoàn công công trình (ghi chú bản vẽ, phân tích thiết kế...). Nếu không có, người kỹ sư cần phân tích kết cấu để tính toán khả năng ban đầu của nó.

- Mức độ hư hại của các thành phần kết cấu riêng rẽ. Hư hại của toàn bộ các bộ phận của kết cấu chịu tác động môi trường, tốc độ xuống cấp của chúng sẽ biến đổi nhanh chóng với một số các nhân tố vật liệu, tính chất khắc nghiệt của các tác nhân và tuổi thọ. Xác định mức độ hư hại cần được tiến hành trên kết cấu là việc cần thiết để xác định khả năng làm việc của nó, xem có cần sửa chữa hay vẫn còn phục vụ được.

Khái niệm tuổi thọ thiết kế và tuổi thọ phục vụ cần phải xem xét như là một phần của công tác đánh giá công trình. Thông thường, tuổi thọ thiết kế kết thúc khi những hạn định về hư hỏng cho phép đạt giá trị vượt ngưỡng. Kết cấu có thể tiếp tục làm việc với năng lực ban đầu trong một thời gian nữa nếu ứng suất phá hoại tại các thành phần vẫn lớn hơn cho phép, thường thấy ở các kết cấu cầu trên đường cao tốc. Khi kết cấu bị hư hỏng tại điểm mà ứng suất phá hoại của cấu kiện vượt quá giá trị cho phép thì kết cấu coi như đạt đến tuổi thọ phục vụ. Kết cấu có thể tiếp tục tuổi thọ phục vụ, song thông thường phải giảm năng lực hoặc cần phải đại tu, sửa chữa hoặc thay đổi nhằm duy trì tuổi thọ phục vụ toàn tải. Cơ quan quản lý và vận hành cần giám sát sự hư hại này nhằm xác định đến mức nào thì công trình cần giảm tải.

Khi tiến hành kiểm tra công trình, các cấu kiện công trình riêng lẻ cần được đánh giá và phân loại theo tình trạng và mức độ hư hại. Những hư hại đáng kể của các kết cấu riêng lẻ cần được đánh giá trước sau đó liên hệ với toàn bộ kết cấu và tình trạng tổng thể của công trình.

Đánh giá tình trạng của các cấu kiện thép ở mức độ chi tiết thường là đo bề dày trên các cọc của kết cấu công trình thép hoặc cọc thép để xác định mức độ ăn mòn cao nhất tại vị trí xác

định trước khi chọn các cao trình để đánh giá chi tiết trên phần còn lại của kết cấu. Trong quá trình kiểm tra chi tiết, cọc thép cần được đo đạc và thử mỗi hàn hoặc đo đạc trong các hồ thử dưới lớp bùn nhằm xác định độ dày của thép cho các mối nối sửa chữa. Khi thi công, các đoạn thép cần phải thử trong phòng thí nghiệm để xác định khả năng hàn được của nó cũng như tính chất về độ bền.

Bảng 1. Phân loại tình trạng cấu kiện thép theo [3]

Phân loại hư hại	Mô tả tình trạng
Nhỏ	Mất 5% - 15% thép hoặc cường độ, bề mặt hoen rỉ nhẹ, rỗ nhẹ
Vừa	Mất 15% - 45% thép hoặc cường độ, rỉ bong ra và tạo vảy, có tình trạng rỗ. Các lớp rỉ có thể được lấy ra bằng tác động của các dụng cụ cầm tay.
Nặng	Mất từ 45% đến 75% thép hoặc cường độ, rỉ sét mức độ trung bình, có nhiều vết rỗ
Nghiêm trọng	Mất hơn 75% thép hoặc cường độ, rỉ sét nặng, có nhiều lỗ trên diện rộng. Công tác cạo rỉ đòi hỏi các thiết bị mạnh, có động cơ.

Các cấu kiện bê tông thường được phân loại trong công tác kiểm tra định kỳ bởi mức độ thu hẹp tiết diện và kích thước vết nứt hoặc mảnh vụn (Bảng 2). Khi kiểm tra chi tiết, cọc bê tông có thể được kiểm tra tại chỗ bằng phương tiện siêu âm hoặc dụng cụ bịt nẩy, hoặc khoan lõi để thí nghiệm trong phòng như ASR/DEF, chloride và thí nghiệm cacbonat.

Bảng 2. Phân loại tình trạng cấu kiện bê tông theo [3]

Phân loại hư hại	Mô tả
Nhẹ	Bề mặt bình thường không có nhiều các vết lộ cốt thép. Có khe nứt nhỏ, han rỉ nhẹ hoặc có các vết vỡ thủng đường kính dưới 15.2mm, sâu tới 2.54cm (1 inch)
Vừa	Bê tông bị mềm hóa, thủng có giới hạn, lộ cốt thép và bị rỉ, bị ăn mòn, nứt mức độ trung bình và các lỗ thủng có đường kính dưới 30.5cm, sâu tới 5 cm.
Nặng	Mất 40% đến 50% bê tông trên tiết diện, vết rỗ lớn có đường kính hơn 30.5cm, độ sâu đa dạng, nứt nhiều, cốt thép bị mất lớp ngoài, bề mặt bị phá hủy trên diện rộng.
Nghiêm trọng	Mất hơn 50% bê tông trên tiết diện, lộ cốt thép, không còn khả năng chịu lực trong kết cấu.

Từ các đánh giá về tình trạng của các cấu kiện của kết cấu, trên cơ sở các kết quả điều tra khảo sát bằng thí nghiệm, quan sát, quay phim, chụp ảnh...người kiểm tra đánh giá công trình sẽ đưa ra đánh giá về tình trạng công trình theo một số các mức độ như sau [3]:

- Tốt – Không có vấn đề gì hoặc không có vấn đề nghiêm trọng. Các cấu kiện công trình có thể có một số hư hại nhỏ, song không quan sát thấy hiện tượng quá tải.
- Đảm bảo – Một vài hư hỏng nhỏ hoặc vừa nhưng không thấy có sự quá tải.
- Tạm được - Hầu hết các cấu kiện chính là tốt, song có một số hư hại nhỏ phát hiện được. Xuất hiện vài hư hỏng mang tính cục bộ ở mức độ vừa phải hoặc hơi nghiêm trọng nhưng không làm giảm đáng kể khả năng chịu tải của kết cấu.
- Kém – Hư hại nặng hoặc quá tải quan sát thấy trên diện rộng của kết cấu.
- Nghiêm trọng – Hư hỏng khá nặng, quá tải hoặc có nứt vỡ gây ra tác động đáng kể đến khả năng chịu tải của kết cấu chính. Có khả năng gây phá hủy cục bộ.
- Tới hạn – Hư hại rất nặng, quá ứng suất, nứt vỡ gây ra phá hủy cục bộ hoặc phá hủy các cấu kiện chính của kết cấu. Phá hủy trên diện rộng có nguy cơ xảy ra.

Phân loại tình trạng của kết cấu cần được thiết lập dựa trên các thuật ngữ, quy mô, phân bố và tính chất nghiêm trọng của hư hỏng, dạng của các thành phần chịu ảnh hưởng, vị trí của các thiếu sót trên các cấu kiện. Các cấu kiện bị hư hại nặng, nằm tập trung trên một khu vực nào đó trên bến có thể tác động đến mức độ phân loại tình trạng công trình theo hướng bất lợi hơn khi chúng nằm trên suốt công trình. Các cấu kiện công trình có tính quyết định đến phân loại tình trạng công trình là các cấu kiện mà sự phá hủy của nó có thể dẫn đến sụp đổ một phần kết cấu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] “Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Yêu cầu bảo vệ chống ăn mòn trong môi trường biển”, Tiêu chuẩn thiết kế: TCXDVN 327-2004.
 [2] “Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thủy công”, Tiêu chuẩn thiết kế: TCVN 4116:1985.

-
- [3] John W. Gaythwaite, "Design of Marine facilities for the Berthing, Mooring and Repair of Vessels", ASCE, 2004.
- [4] P. Kuma Mehta, Department of Civil Engineering, University of California at Berkeley - USA, "Concrete in the marine environment", Elsevier Applied Science, 2003.
-

Người phản biện: ThS. Lê Văn Cường

**NGHIÊN CỨU PHÁT TRIỂN HỆ THỐNG NÂNG HẠ TÀU BẰNG ĐƯỜNG
TRIỂN DỌC CÓ HAI ĐOẠN CONG QUÁ ĐỘ, KẾT HỢP SỬ DỤNG XE
CHỖ TÀU THÔNG MINH**

**RESEARCH TO DEVELOP THE SHIFTING SHIP SYSTEM BY SLIPAWAYS
WITH TWO TRANSITIONAL BENDS, COMBINED WITH SMART SHIP-
TROLLEYS**

ThS. HOÀNG GIANG
Khoa Công Trình Thủy, Trường ĐHHH

Tóm tắt

Bài báo nêu một số kết quả bước đầu đã đạt được khi thực hiện đề tài nghiên cứu "phát triển hệ thống nâng hạ tàu bằng đường triển dọc có hai đoạn cong quá độ, kết hợp sử dụng xe chỗ tàu thông minh" bao gồm: dạng hợp lý của cắt dọc đỉnh ray đường triển; Quy đạo sàn xe chỗ tàu; Quy luật thay đổi chiều cao các cụm bánh xe; Quy luật thay đổi tốc độ chiều cao của các cụm bánh xe theo tốc độ kéo tàu và một số ý tưởng chính về kết cấu xe chỗ tàu.

Abstract

The article mentions initial results achieved when studying the subject: "developing the shifting ship system by slipaways with two transitional bends, combined with smart ship-trolleys", including: logical form of slipaway section; orbit of ship-trolley floor; law of changing wheels height, law of changing speed of wheels height according to speed of ship, and some main ideas about ship-trolley composition.

1. Đặt bài toán

Nghiên cứu phát triển một hệ thống nâng hạ tàu, dùng đường triển nghiêng cho phép đưa một sàn cứng (dạng như sàn của máy nâng tàu) dọc theo đường nghiêng lên mặt bằng xưởng đóng, sửa chữa tàu thủy.

Sàn cứng này phải được tựa trên nhiều hơn hai cụm bánh xe, hơn nữa các cụm bánh xe này cần phải được cấu tạo để vừa cho phép khoảng cách từ trục cụm bánh xe đến mặt sàn có thể thay đổi được đồng thời lại có khả năng quay quanh trục liên kết với mặt sàn. Tác giả tạm gọi sàn cứng với các cụm bánh xe có chiều cao thay đổi được, lại có thể quay quanh trục liên kết đó là xe chỗ tàu thông minh.

2. Giải bài toán

Để giải bài toán này, cần xem xét một số vấn đề sau: dạng cắt dọc đỉnh ray đường triển, quỹ đạo sàn xe chỗ tàu, chiều cao của các cụm bánh xe tại các vị trí khác nhau của xe trên đường triển, tốc độ thay đổi chiều cao của các cụm bánh xe theo tốc độ kéo tàu và kết cấu xe chỗ tàu.

Yêu cầu đặt ra đối với đường triển là cần có dạng phù hợp, để đảm bảo xe chỗ tàu, có dạng sàn cứng, di chuyển lên xuống một cách thuận lợi, ít gây biến dạng thân tàu.

Trước hết đường triển phải có một đoạn đường bằng nằm ở cao độ mặt xưởng. Đây là vị trí trung gian, khi hạ thủy, con tàu từ bệ được kéo ra đây trước khi theo đoạn cong quá độ xuống nước; khi nâng tàu, con tàu từ dưới nước theo đoạn cong quá độ được kéo lên vị trí này trước khi chuyển ngang vào các bệ.

Thứ hai, để đáp ứng yêu cầu sàn xe chỗ tàu nằm ngang khi tàu ăn cần, cần có một đoạn đường bằng ở cao độ mút triển, trên đó xe chỗ tàu (sàn cứng) nằm song song với đáy tàu trước khi nó tiếp xúc với các đệm kê.