

MỤC LỤC

NỘI DUNG	Trang
MỤC LỤC	1
DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ	3
MỞ ĐẦU	7
1. Tính cấp thiết của đề tài	7
2. Tổng quan về tình hình nghiên cứu thuộc lĩnh vực đề tài	
3. Mục đích nghiên cứu của đề tài	9
4. Đối tượng nghiên cứu	9
5. Phương pháp nghiên cứu khoa học	10
6. Kết quả đạt được của đề tài	10
CHƯƠNG 1. LÝ THUYẾT DẦM CỦA EULER	11
1.1 Lịch sử lý thuyết dầm Euler	11
1.2 Lý thuyết dầm Timoshenko	11
1.3 Các khái niệm, thuật ngữ và định nghĩa	13
1.3.1 Các khái niệm về ngoại lực, nội lực, phương pháp mặt cắt	13
1.3.2 Ứng suất	17
1.3.3. Các loại biến dạng	18
1.3.4 Khái niệm về thanh chịu uốn	20
1.3.5. Lực dọc - biểu đồ lực dọc	21
CHƯƠNG 2. ỨNG DỤNG LÝ THUYẾT DẦM EULER THIẾT KẾ VÀ TÍNH TOÁN SỨC BỀN DỌC THÂN TÀU	24
2.1 Cấu kiện như thế nào được gọi là dầm	24
2.2 Ba bài toán cơ bản về thanh dầm áp dụng đối với thân vỏ tàu không tính đến khối lượng tàu không	24

2.3. Tính ứng suất có kể đến khối lượng tàu không và các thành phần khối lượng khác trên tàu	27
2.3.1 Trường hợp mặt cắt không đổi	27
2.3.2 Trường hợp mặt cắt thay đổi	29
2.4 Các giả thiết về thân vỏ tàu	30
CHƯƠNG 3. XÁC ĐỊNH KHU VỰC CÓ SỨC BỀN YẾU NHẤT CỦA THÂN TÀU TRONG KHAI THÁC TÀU	31
3.1 Phân tích theo lý thuyết thiết kế	31
3.2 Đánh giá kết quả thực nghiệm	37
3.2.1 Xây dựng các bước tính toán sức bền dọc thân tàu theo sơ đồ thiết kế tàu.	37
3.2.2 Kết quả thực nghiệm	41
3.3 Đánh giá và so sánh kết quả phân tích giữa lý thuyết và thực nghiệm	75
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	77
KẾT LUẬN	77
KIẾN NGHỊ	79
TÀI LIỆU THAM KHẢO	81

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

Số hiệu	Tên hình vẽ	Trang
Hình 1.1	Ngoại lực	14
Hình 1.2	Lực và Mô men tập trung	14
Hình 1.3a	Lực phân bố đều	14
Hình 1.3b	Lực phân bố không đều	14
Hình 1.4	Phương pháp mặt cắt	15
Hình 1.5a	Nội lực tại mặt cắt	16
Hình 1.5b	Hợp lực tại tâm mặt cắt	16
Hình 1.6	Ứng suất tiếp và ứng suất pháp	18
Hình 1.7	Thanh chịu kéo hay chịu nén	19
Hình 1.8	Thanh chịu uốn	19
Hình 1.9	Biến dạng trượt	19
Hình 1.10	Thanh bị xoắn	20
Hình 1.11	Biến dạng kéo, nén và trượt	20
Hình 1.12	Thanh chịu uốn phẳng	21
Hình 1.13	Thanh kéo nén đúng tâm	21

Hình 1.14	Dùng phương pháp mặt cắt với thanh kéo, nén đúng tâm	22
Hình 2.1	Kiểm tra cường độ của một thanh gỗ có các lỗ khuyết.	25
Hình 2.2	Xác định trị số lớn nhất của lực, mà thanh có thể chịu được.	26
Hình 2.3	Thanh có mặt cắt không thay đổi	28
Hình 2.4	Tìm lực dọc với thanh có mặt cắt không thay đổi	28
Hình 2.5	Thanh có mặt cắt thay đổi	30
Hình 3.1	Hình ảnh một con tàu bị gãy làm đôi	32
Hình 3.2	Đồ thị minh họa sự phân bố lực đẩy của nước từ dưới lên đối thân tàu	33
Hình 3.3	Đồ thị đường cong tải trọng thu được từ đường cong lực nổi của tàu và đường cong bố trí các thành phần khối lượng trên tàu.	35
Hình 3.4	Đồ thị minh họa lực cắt và mô men uốn của tàu.	35
Hình 3.5	Biểu đồ phân bố tải trọng, lực cắt và mô men uốn.	39
Hình 3.6	Sơ đồ bố trí các hầm, kết trên tàu Centery Star.	43
Hình 3.7	Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chạy ballast 100%, hiệu số mớn nước 1,46m nhưng không sử dụng hầm số 4 để chứa nước dẫn.	47
Hình 3.8	Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chạy ballast 100%, hiệu số mớn nước Trim= 0m nhưng không sử dụng hầm số 4 để chứa nước dẫn.	49
Hình 3.9	Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chạy ballast 100%, hiệu số mớn nước 0,5m nhưng không sử dụng hầm số 4 để chứa nước dẫn.	50

Hình 3.10	Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chạy ballast 100%, hiệu số mớn nước 1,0m nhưng không sử dụng hầm số 4 để chứa nước dẫn.	51
Hình 3.11	Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chạy ballast 100%, hiệu số mớn nước 1,5m nhưng không sử dụng hầm số 4 để chứa nước dẫn.	52
Hình 3.12	Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chạy ballast 50%, hiệu số mớn nước 2,0m nhưng không sử dụng hầm số 4 để chứa nước dẫn.	54
Hình 3.13	Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chạy ballast 50%, hiệu số mớn nước Trim=0m nhưng không sử dụng hầm số 4 để chứa nước dẫn.	55
Hình 3.14	Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chạy ballast 100%, hiệu số mớn nước 0,5m nhưng không sử dụng hầm số 4 để chứa nước dẫn.	56
Hình 3.15	Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chạy ballast 50%, hiệu số mớn nước 1,0m nhưng không sử dụng hầm số 4 để chứa nước dẫn.	57
Hình 3.16	Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chạy ballast 50%, hiệu số mớn nước 1,5m nhưng không sử dụng hầm số 4 để chứa nước dẫn.	58
Hình 3.17	Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chạy ballast 100%, hiệu số mớn nước 0,81m, sử dụng hầm số 4 để chứa nước dẫn.	60
Hình 3.18	Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chạy ballast 100%, hiệu số mớn nước 0,6m, sử dụng hầm số 4 để chứa nước dẫn.	61
Hình 3.19	Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chạy ballast 100%, hiệu số mớn nước 0,1m, sử dụng hầm số 4 để chứa nước dẫn.	62
Hình 3.20	Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chở hàng đầy tải 100%, với thời gian chạy biển 10 ngày, phân bố các thành phần khối lượng đảm bảo hiệu số mớn nước Trim =0,47 m.	64
Hình 3.21	Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chở hàng đầy tải, phân bố các thành phần khối lượng với thời gian chạy biển 30 ngày, đảm	65

	bảo hiệu số mớn nước Trim =0,12 m.	
Hình 3.22	Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chạy đầy tải 100%, điều chỉnh để hiệu số mớn nước Trim =0m	66
Hình 3.23	Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chạy đầy tải 100%, điều chỉnh để hiệu số mớn nước Trim =0,5m	67
Hình 3.24	Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chạy đầy tải 100%, điều chỉnh để hiệu số mớn nước Trim =1,0m.	69
Hình 3.25	Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chạy đầy tải 100%, điều chỉnh để hiệu số mớn nước Trim =1,5m.	70
Hình 3.26	Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chở hàng 75% đầy tải, với thời gian chạy biển 10 ngày phân bố các thành phần khối lượng đảm bảo hiệu số mớn nước Trim =0,28 m.	71
Hình 3.27	Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chở hàng 75% đầy tải, với thời gian chạy biển 30 ngày, phân bố các thành phần khối lượng, đảm bảo hiệu số mớn nước Trim =0m.	72
Hình 3.28	Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chở hàng 75% đầy tải, phân bố các thành phần khối lượng đảm bảo hiệu số mớn nước Trim =1,0 m.	73
Hình 3.29	Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chở hàng 75% đầy tải, phân bố các thành phần khối lượng đảm bảo hiệu số mớn nước Trim =1,5 m.	74

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Đã có rất nhiều tai nạn Hàng hải liên quan đến lỗi của vỏ tàu (hỏng, gãy, suy yếu), cũng như của các cơ cấu thân tàu. Cho dù đó chỉ là một vết nứt ở khu vực nào đó của thân tàu, hay cả con tàu bị gãy đôi, hoặc các sự cố, hỏng do ảnh hưởng, hiệu ứng của các vết nứt. Có một loạt câu hỏi được đặt ra. Tại sao có tàu bị gãy, và tàu thường bị gãy ở vị trí nào? Tại sao có nhiều cấu trúc thân tàu bị gãy sau khi bị mắc cạn? Có phải là do một lỗi trong quá trình thiết kế? Hoặc cho rằng vấn đề, một sự cố trong các tiêu chuẩn hoạt động đã không được duy trì?. Các nhà thiết kế tàu và các nhà khai thác tàu dành sự quan tâm rất lớn đối với các điểm then chốt của vấn đề này. Có phải, chủ yếu, sự nứt, gãy thân tàu, xảy ra là do sự mỏi của thân tàu?.

Để có một kết luận chính xác về nguyên nhân dẫn đến sự suy yếu của thân, vỏ tàu, dẫn đến con tàu bị gãy, cần phải có những nghiên cứu khoa học chuyên sâu về sức bền dọc thân tàu, khi chịu các tải trọng do việc bố trí, sắp xếp các thành phần khối lượng trên tàu, cũng như tác động của ngoại lực.

Để thực hiện những chuyến hải trình an toàn và hiệu quả, đòi hỏi thuyền viên, nhất là sĩ quan phụ trách hàng hóa và thuyền trưởng phải có những hiểu biết nhất định về sức bền vật liệu và sức bền thân tàu dưới ảnh hưởng của các thành phần khối lượng bố trí trên tàu.

Việc tính toán lực cắt và mô men uốn đối với các điểm dọc thân tàu sau khi đã phân bố các thành phần khối lượng là công việc hết sức quan trọng, đòi hỏi người sĩ quan hàng hải phải có kiến thức về sức bền, cũng như tham khảo rất nhiều tài liệu hướng dẫn liên quan.

Ngày nay với sự tiến bộ vượt bậc của công nghệ thông tin, tất cả mọi công việc tính toán đều trở lên đơn giản hơn nhờ sự hỗ trợ của máy tính với các chương trình, phần mềm chuyên dụng, trong đó có phần mềm xếp/dỡ hàng hóa, tính toán ổn định cũng như sức bền dọc thân tàu. Hiện nay hầu hết tất cả các loại tàu vận tải thương mại khi đóng mới và hạ thủy đều có kèm theo những phần mềm loại này. Với những phần mềm đó đã giúp cho người sĩ quan

hàng hải chỉ cần nhập các thông số về khối lượng, cũng như tọa độ trọng tâm của từng thành phần khối lượng trên tàu, cùng một số hệ số theo yêu cầu, qua đó đã tiết kiệm được rất nhiều thời gian. Tuy nhiên, chính những điều thuận lợi này đã dẫn đến việc, những người sĩ quan hàng hải không cần nắm vững cách tính toán sức bền, trong đó có việc tính toán sức bền dọc thân tàu sau khi đã phân bố các thành phần khối lượng, trước mỗi chuyến hải trình. Điều này dẫn đến, trong rất nhiều trường hợp sĩ quan hàng hải cũng như thuyền trưởng không kiểm soát và đánh giá được mức độ ổn định của tàu trong đó có sự mất ổn định sức bền tại các điểm dọc thân tàu. Do đó đòi hỏi cấp thiết cần phải có những nghiên cứu một cách khoa học, nhằm đánh giá đầy đủ về sức bền thân tàu dưới tác động của các điều kiện tải trọng khác nhau, do việc bố trí sắp xếp các thành phần khối lượng trên tàu, đặc biệt chỉ ra được khu vực thân tàu dễ dẫn tới hư hỏng, gãy tàu nhất, làm tài liệu cung cấp và hướng dẫn cho thuyền viên.

Chính vì những lý do nêu trên, nhóm tác giả đã chọn đề tài ***“Nghiên cứu xác định khu vực yếu nhất của thân tàu trong khai thác vận hành tàu”***. Đề tài sẽ là một tài liệu hết sức cần thiết và hữu ích phục vụ công tác huấn luyện, đào tạo cho đội ngũ thuyền viên, đồng thời cũng là tài liệu phục vụ công tác giảng dạy cho sinh viên chuyên ngành hàng hải.

2. Tổng quan về tình hình nghiên cứu thuộc lĩnh vực đề tài

Trên thế giới đã có nhiều công trình nghiên cứu về vấn đề này. Tuy nhiên, đối với đội ngũ sĩ quan thuyền viên Việt Nam chỉ được tiếp cận với các tài liệu được tổng kết dưới dạng những hướng dẫn dành cho sĩ quan hàng hóa và thuyền trưởng về cách tính toán, cùng những lưu ý đối với sức bền thân tàu, khi tiến hành lập sơ đồ xếp/dỡ hàng hóa, mà chưa được tiếp cận những tài liệu chuyên sâu, để có sự hiểu biết cặn kẽ.

Tại Việt Nam, hiện vẫn chưa có một công trình nghiên cứu nào về vấn đề này cung cấp cho đội ngũ thuyền viên Việt Nam. Các sĩ quan hàng hải, trước mỗi chuyến hải trình đều có tính toán về sức bền thân tàu, nhưng sự tính toán đó phần lớn là theo mẫu và theo chương trình đã cài đặt trên máy tính do

các nhà thiết kế cung cấp, mà họ chưa được hiểu biết tường tận về cách tính cũng như những lưu ý khi phân bố các thành phần khối lượng, ảnh hưởng tới sức bền dọc thân tàu.

3. Mục đích nghiên cứu của đề tài

Mục đích của đề tài, đó là nghiên cứu, tính toán, phân tích một cách khoa học về sức bền thân tàu, nhằm xác định khu vực yếu nhất của thân tàu trong khai thác vận hành con tàu. Kết quả nghiên cứu sẽ đưa ra những khuyến cáo, lưu ý hết sức quan trọng đối với các sĩ quan hàng hải Việt Nam trong việc phân bố tải trọng trên tàu một cách hợp lý, an toàn và hiệu quả trước mỗi chuyến hải trình.

Với mục đích nâng cao hơn nữa sự hiểu biết một cách thấu đáo về lĩnh vực sức bền thân tàu do ảnh hưởng của các thành phần khối lượng trên tàu gây ra, góp phần nâng cao trình độ và tính chuyên nghiệp của đội ngũ sỹ quan thuyền viên Việt Nam. Qua đó sẽ dần dần khẳng định vị trí của thuyền viên Việt Nam trong ngành vận tải biển quốc tế, sau đó chiến lĩnh một tỷ trọng đáng kể trong đội ngũ thuyền viên quốc tế làm việc trên những loại tàu khác nhau của các Công ty vận tải biển quốc tế, nơi có yêu cầu về kiến thức, kỹ thuật, tiêu chuẩn nghề nghiệp cao. Góp phần thúc đẩy chất lượng của đội ngũ sỹ quan, thuyền viên Việt Nam. Nhanh chóng tiếp quản, làm chủ, khai thác hiệu quả các con tàu. Tăng cường sức cạnh tranh của thuyền viên Việt Nam với các nước trong khu vực và trên thế giới. Hạn chế tới mức thấp nhất các rủi ro cho thuyền viên và con tàu, tiết kiệm thời gian làm hàng, mang lại hiệu quả kinh tế cao cho các chủ tàu, chủ hàng cũng như các bên liên quan.

4. Đối tượng nghiên cứu

Sức bền thân tàu của các con tàu vận tải biển chuyên chở hàng thương mại.

5. Phương pháp nghiên cứu khoa học

Để thực hiện đề tài nhóm nghiên cứu sẽ sử dụng các phương pháp nghiên cứu sau:

- Phương pháp toán học.

- Phương pháp phân tích đánh giá.
- Xây dựng phần mềm ứng dụng tin học kiểm tra thực nghiệm

6. Kết quả đạt được của đề tài

Đề tài đã đưa ra câu trả lời, tại sao có tàu bị gãy? Tại sao có nhiều cấu trúc thân tàu bị gãy sau khi bị mắc cạn? Vị trí nào của thân tàu dễ xảy ra hiện tượng nứt, gãy nhất? Đề tài đã thành công trong việc xác định vị trí chính xác của thân tàu dễ bị gãy nhất trong quá trình khai thác.

Kết quả thực nghiệm đã lý giải một cách khoa học, lý do tại sao các tàu chở hàng rời thương mại có trọng tải lớn (tàu có Dwt lớn) thường sử dụng các hầm ở vị trí giữa tàu chứa nước dẫn trong trường hợp tàu chạy ballast.

Đề tài đã thành công trong việc phân tích và chỉ ra nguyên nhân gãy tàu liên quan đến sự phân bố các thành phần khối lượng trên tàu. Qua đó đã bổ sung vào danh mục những tài liệu chuyên ngành cho sĩ quan hàng hải có thêm những tài liệu khoa học tham khảo trong quá trình lập sơ đồ xếp/dỡ hàng hóa, cũng như lập trình tự (quy trình) xếp/dỡ hàng đảm bảo sức bền cho thân tàu, góp phần không nhỏ trong việc đảm bảo an toàn cho mỗi chuyến hành trình.

Ý nghĩa khoa của đề tài

Là một công trình khoa học cụ thể của ngành hàng hải, phục vụ nghiên cứu, đào tạo, huấn luyện đối với thuyền viên.

Ý nghĩa thực tiễn của đề tài

Khi đề tài hoàn thành sẽ là tài liệu phục vụ giảng dạy cho các môn học như Vận chuyên hàng hóa, ổn định tàu,... cho đội ngũ sĩ quan thuyền viên, đồng thời đề tài cũng sẽ là tài liệu phục vụ công tác giảng dạy và tham khảo cho sinh viên chuyên ngành Hàng hải trong các trường hàng hải.

CHƯƠNG 1

LÝ THUYẾT DÀM CỦA EULER

1.1 Lịch sử lý thuyết dầm Euler

Lý thuyết dầm Euler–Bernoulli (còn gọi là lý thuyết dầm kỹ thuật hoặc lý thuyết dầm cổ điển) là lý thuyết đàn hồi tuyến tính được đơn giản hóa để tính toán dầm chịu tải và độ võng (hay lệch) của nó. Lý thuyết bao gồm trường hợp dầm chịu tải trọng phân bố vuông góc với trục và có độ võng nhỏ. Lý thuyết dầm Euler–Bernoulli là một trường hợp đặc biệt của lý thuyết dầm Timoshenko mà tính đến biến dạng cắt và cả trường hợp dầm có tiết diện lớn. Các nhà lịch sử khoa học đa phần thống nhất rằng Galileo Galilei là người đầu tiên phát triển lý thuyết miêu tả dầm, nhưng cũng có ý kiến cho rằng Leonardo da Vinci là người đầu tiên tiến hành những quan sát quan trọng về tính chất của dầm. Da Vinci không có định luật Hooke và vi tích phân để đi tới lý thuyết hoàn chỉnh, trong khi Galileo lại đưa ra những giả thiết không đúng về cơ sở cho lý thuyết.

Dầm Bernoulli đặt tên theo Jacob Bernoulli, ông đã có những khám phá quan trọng liên quan đến đặc tính của dầm. Leonhard Euler và Daniel Bernoulli là những người đầu tiên nêu ra lý thuyết dầm gần đúng vào khoảng năm 1750. Ở thời điểm đó, khoa học và kỹ thuật được coi là những lĩnh vực khác biệt nhau, và do vậy có những nghi ngờ về các sản phẩm toán học từ những viện hàn lâm có tin cậy để ứng dụng an toàn cho thực tế. Các công trình cầu và tòa nhà vẫn được thiết kế theo những quy tắc cũ cho đến cuối thế kỷ 19, khi tháp Eiffel và bánh xe Ferris đã chứng tỏ sự đúng đắn của lý thuyết cho các công trình và ứng dụng kỹ thuật.

1.2 Lý thuyết dầm Timoshenko

Lý thuyết dầm Timoshenko là lý thuyết dầm chịu uốn có xét đến biến dạng trượt ngang được đề cập và sử dụng khá phổ biến hiện nay. Theo lý thuyết này, góc dốc của đường độ võng $u_c(z)$ của dầm vừa do mô men uốn M , vừa do lực cắt Q gây ra.

$$\frac{dU_c}{dz} = \varphi_c + \gamma_c = \varphi_c + \frac{\alpha}{G_c F} * Q \quad (1.1)$$

trong đó:

φ_c : là góc dốc của đường độ võng do mô men M gây ra

γ_c : là góc trượt ngang do lực cắt Q gây ra

$$\gamma_c = \frac{\alpha}{G_c F} * Q \quad (1.2)$$

α : là hệ số xét đến sự phân bố không đều của ứng suất cắt theo chiều cao tiết diện của dầm

$\alpha = 1,2$ đối với tiết diện chữ nhật

$\alpha = 1,1$ đối với tiết diện tròn

$G_c F$: là độ cứng chống trượt của tiết diện cọc với

$$G_c = \frac{E_c}{2} \quad \text{và} \quad F = b.h \quad (1.3)$$

E_c, G_c : là mô đun đàn hồi, mô đun trượt của vật liệu cọc

h, b : là chiều cao và chiều rộng tiết diện mặt cắt.

Từ công thức (1.1) thấy rằng lý thuyết dầm Timoshenko vẫn dùng các giả thiết của lý thuyết dầm thông thường (lý thuyết dầm Euler- Bernoulli). Tuy nhiên do xét biến dạng trượt ngang γ_c , cho nên tiết diện dầm trước khi biến dạng thẳng góc với trục dầm thì sau khi biến dạng không còn thẳng góc với trục dầm nữa. Đó là sự khác biệt giữa lý thuyết dầm Timoshenko với lý thuyết dầm thông thường.

Phương trình (1.1) chứa ba hàm ẩn là $u_c(z); \varphi_c(z); Q(z)$. Cho nên có thể chọn 2 trong 3 hàm ẩn này là hàm ẩn độc lập. Lý thuyết dầm xét đến biến dạng trượt ngang hiện nay dùng hai hàm ẩn là $u_c(z); \varphi_c(z)$ là hàm ẩn độc lập [1], thường dẫn đến hiện tượng khóa cắt (Shear locking) là hiện tượng khi tỷ lệ chiều cao h/l của dầm nhỏ thì lời giải trên không dẫn về lý thuyết dầm thông thường (lý thuyết dầm Euler- Bernoulli).

Từ phương trình (1.1) xác định độ cong của đường độ võng:

$$\theta_c = - \frac{d\varphi_c}{dz} = - \frac{d^2 U_c}{dz^2} + \frac{\alpha}{G_c F} * \frac{dQ}{dz} \quad (1.4)$$

Độ cong θ_c được gọi là biến dạng uốn. Thật vậy nội lực mô men uốn M trong dầm xác định như sau:

$$M = E_c J * \theta_c = E_c J * \left[-\frac{d^2 U_c}{dz^2} + \frac{\alpha}{G_c F} * \frac{dQ}{dz} \right] \quad (1.5)$$

Phương trình (1.5) là phương trình xác định mô men uốn trong cọc khi xét biến dạng trượt ngang. Trường hợp không xét biến dạng trượt ngang, cho $G_c \rightarrow \infty$ phương trình (1.5) trở thành phương trình xác định mô men uốn theo lý thuyết dầm thông thường.

Trong công thức (1.5), $E_c J$: là độ cứng uốn của dầm. Ta có các liên hệ sau:

$$E_c J = \frac{b * h^3}{12}$$

$$G_c = \frac{E_c}{2}$$

Cho nên

$$G_c F = \frac{E_c * h * b}{2} = \frac{6 E_c^2 J}{h^2} \quad (1.6)$$

Thay $G_c F$ xác định theo (1.6) vào phương trình (1.5) ta có

$$M = E_c J \left[-\frac{d^2 U_c}{dz^2} + \frac{\alpha * h^2}{6 E_c^2 J} * \frac{dQ}{dz} \right] \quad (1.7)$$

Từ (1.7) thấy rằng chiều cao h của cọc càng nhỏ thì ảnh hưởng của biến dạng trượt ngang đối với nội lực mô men M càng nhỏ và khi không xét biến dạng trượt ngang cho $h = 0$ ta lại nhận được phương trình của lý thuyết dầm thông thường.

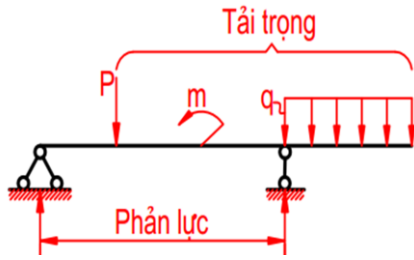
1.3 Các khái niệm, thuật ngữ và định nghĩa

1.3.1 Các khái niệm về ngoại lực, nội lực, phương pháp mặt cắt

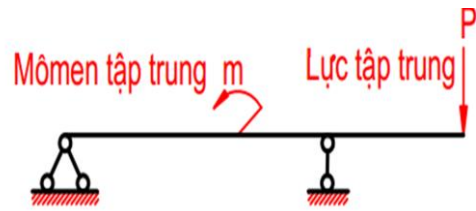
a) Ngoại lực:

Ngoại lực là lực tác động từ những vật thể khác hoặc môi trường xung quanh lên vật thể đang xét.

Ngoại lực bao gồm: Lực tác động (còn gọi là tải trọng) và phản lực liên kết (xem hình 1.1).



Hình 1.1 Ngoại lực



Hình 1.2 Lực và Mô men tập trung

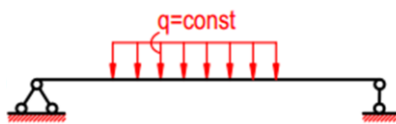
Có thể phân loại ngoại lực theo nhiều cách, ở đây ta phân loại ngoại lực theo hai cách:

- Theo cách tác dụng của các ngoại lực: có thể chia ngoại lực thành hai loại: tập trung và lực phân bố.

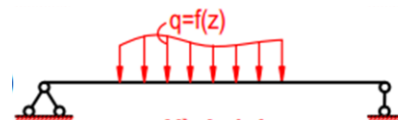
+ Lực tập trung: là lực tác dụng lên vật thể trên một diện tích truyền lực rất bé so với kích thước của vật thể, nên ta coi như một điểm trên vật. Ví dụ: Áp lực của bánh xe lửa trên đường ray là một lực tập trung. Lực tập trung có thể là lực đơn vị Niuton (N), hoặc ngẫu lực (hay mômen tập trung), đơn vị của mô men tập trung là Niuton mét (Nm).

Cách biểu diễn lực tập trung và mô men tập trung (xem hình 1.2).

+ Lực phân bố: là lực tác dụng liên tục trên một đoạn dài hay trên một diện tích truyền lực nhất định trên vật thể. Ví dụ: Áp lực gió lên tường biên của nhà là phân bố theo diện tích. Lực phân bố theo chiều dài có đơn vị N/m. Lực phân bố theo diện tích có đơn vị N/m^2 . Lực phân bố có trị số bằng nhau tại mọi điểm (được gọi là lực phân bố đều – hình 1.3a) hoặc không bằng nhau (được gọi là lực phân bố không đều) (hình 1.3b).



Hình 1.3a. Lực phân bố đều



Hình 1.3b. Lực phân bố không đều

- Theo tính chất tác dụng (về thời gian) của tải trọng có thể chia ngoại lực thành hai loại: tải trọng tĩnh và tải trọng động.

+ Tải trọng tĩnh là tải trọng khi tác dụng lên vật thể có trị số tăng dần từ không đến một giá trị nhất định và sau đó không thay đổi (hoặc thay đổi rất ít).
Ví dụ: Trọng lượng của mái nhà, áp lực của nước lên thành bể.

+ Tải trọng động là loại tải trọng, hoặc có giá trị thay đổi trong thời gian rất ngắn từ giá trị không đến giá trị cuối cùng hoặc làm cho vật thể bị dao động. Ví dụ: Lực của búa máy đóng vào đầu cọc, động đất...

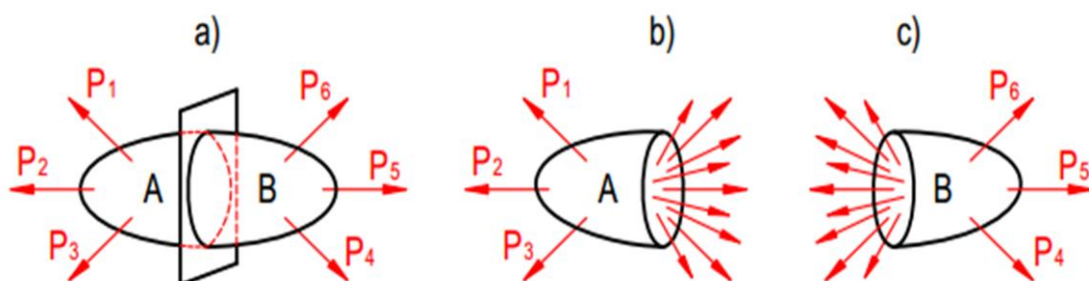
b) Nội lực:

Trong một vật thể giữa các phân tử có các lực liên kết để giữ cho vật thể có hình dạng nhất định. Khi ngoại lực tác dụng, các lực liên kết đó sẽ tăng lên để chống lại sự biến dạng do ngoại lực gây ra. Độ tăng đó của lực liên kết được gọi là nội lực.

Như vậy, nội lực chỉ xuất hiện khi có ngoại lực đó. Nhưng do tính chất cơ học của vật liệu, nội lực chỉ tăng đến một trị số nhất định nếu ngoại lực tăng quá lớn, nội lực không tăng được nữa, lúc này vật liệu bị biến dạng quá mức và bị phá hỏng. Vì vậy, việc xác định nội lực phát sinh trong vật thể khi chịu tác dụng của ngoại lực là một vấn đề cơ bản của sức bền vật liệu.

c) Phương pháp mặt cắt:

Giả sử có một vật thể cân bằng dưới tác dụng ngoại lực, tưởng tượng dùng một mặt phẳng cắt vật thể đó ra hai phần A và B (hình 1.4a). Giả sử bỏ đi phần B, giữ lại phần A để xét. Rõ ràng để phần A được cân bằng, thì trên mặt cắt phải có hệ lực phân bố. Hệ lực này chính là những nội lực cần tìm (hình 1.4b).



Hình 1.4 Phương pháp mặt cắt

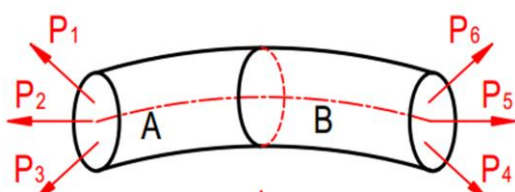
Hệ nội lực đó chính là của phần B tác dụng lên phần A. Từ đây ta có thể suy rộng ý nghĩa của nội lực là: “Nội lực là lực tác động của bộ phận này lên bộ phận kia của vật thể”.

Dựa vào khái niệm đó và căn cứ vào nguyên lý tác dụng và phản tác dụng, trên mặt cắt phần B cũng có nội lực: đó chính là lực tác dụng của phần A lên phần B. Nội lực trên mặt cắt phần A và phần B có trị số bằng nhau, cùng phương nhưng ngược chiều, vì vậy khi tính nội lực, tùy ý có thể xét một trong hai phần vật thể. Mặt khác, vì phần A (hoặc phần B) cân bằng nên nội lực và ngoại lực tác dụng lên phần đó tạo thành một hệ lực cân bằng. Căn cứ vào điều kiện cân bằng tĩnh học của phần đang xét ta có thể tính được nội lực đó.

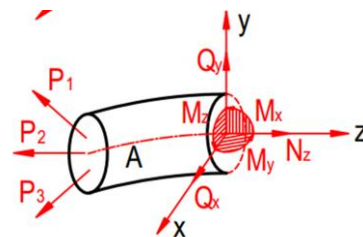
Đặt một hệ trục tọa độ vuông góc tại trọng tâm mặt cắt ngang (hình 1.5b) $OxYz$ với trục Oz trùng với pháp tuyến của mặt cắt, còn hai trục Ox và Oy nằm trong mặt cắt ngang. Gọi hợp lực của các nội lực trên mặt cắt ngang của thanh là R . R có điểm đặt và phương chiều chưa biết. Ta di chuyển hợp lực R về tâm O của mặt cắt ngang. Khi đó có thể phân tích R thành ba thành phần theo ba trục:

- N_z theo phương trục Oz , vuông góc với mặt cắt ngang, gọi là lực dọc;
- Q_x theo phương trục Ox , nằm trong mặt cắt ngang, gọi là lực cắt;
- Q_y theo phương trục Oy , nằm trong mặt cắt ngang, gọi là lực cắt;

Mô men M cũng được phân tích thành ba thành phần



Hình 1.5a. Nội lực tại mặt cắt



Hình 1.5b. Hợp lực tại tâm mặt cắt

- Mô men M_x , quay quanh trục Ox , gọi là mô men uốn;
- Mô men M_y , quay quanh trục Oy , gọi là mô men uốn;
- Mô men M_z , quay quanh trục Oz , gọi là mô men xoắn.

Sáu thành phần đó được gọi là sáu thành phần của nội lực.

Sáu thành phần nội lực trên một mặt cắt ngang được xác định từ sáu phương trình cân bằng độc lập của phần vật thể được tách ra, trên đó có tác dụng của ngoại lực ban đầu P_i và các nội lực.

Dùng các phương trình cân bằng tĩnh học ta có thể xác định được các thành phần nội lực đó theo các ngoại lực. Các phương trình cân bằng hình chiếu các lực trên các trục tọa độ như sau:

$$\begin{aligned}\Sigma Z = 0 &\Leftrightarrow N_z + \sum_{i=1}^n P_{iz} = 0 \text{ suy ra } N_z \\ \Sigma Y = 0 &\Leftrightarrow Q_y + \sum_{i=1}^n P_{iy} = 0 \text{ suy ra } Q_y \\ \Sigma X = 0 &\Leftrightarrow Q_x + \sum_{i=1}^n P_{ix} = 0 \text{ suy ra } Q_x\end{aligned}\tag{1.1}$$

Trong đó:

P_{ix}, P_{iy}, P_{iz} là hình chiếu của lực P_i xuống các trục Ox, Oy và Oz .

Các phương trình cân bằng mô men đối với các trục tọa độ là:

$$\begin{aligned}M_x + \sum_{i=1}^n m_x(P_i) &= 0 \text{ suy ra } M_x \\ M_y + \sum_{i=1}^n m_y(P_i) &= 0 \text{ suy ra } M_y \\ M_z + \sum_{i=1}^n m_z(P_i) &= 0 \text{ suy ra } M_z\end{aligned}\tag{1.2}$$

Trong đó:

$m_x(P_i), m_y(P_i), m_z(P_i)$: là các mô men của các lực P_i đối với các trục Ox, Oy và Oz .

Ta thường gặp tải trọng nằm trong mặt phẳng đối xứng yOz . Khi đó các thành phần nội lực: $Q_x = 0, M_z = 0, M_y = 0$. Như vậy trên các mặt cắt lúc này chỉ còn 3 thành phần nội lực N_z, Q_y và M_x . Như vậy phương pháp mặt cắt cho phép ta xác định được các thành phần nội lực trên mặt cắt ngang bất kỳ của thanh khi thanh chịu tác dụng của ngoại lực.

Nếu ta xét sự cân bằng của một phần nào đó thì nội lực trên mặt cắt có thể coi như ngoại lực tác dụng lên phần đó.

1.3.2 Ứng suất

Ta có thể giả định nội lực phân bố liên tục trên toàn mặt cắt, để biết sự phân bố nội lực ta hãy đi tìm trị số của nội lực tại một điểm nào đó trong vật thể.

Giả sử tại điểm K chẳng hạn, xung quanh điểm K lấy một diện tích khá nhỏ ΔF . Hợp lực của nội lực trên diện tích ΔF là ΔP .

$$\text{Ta có tỷ số: } \frac{\overline{\Delta P}}{\Delta F} = \overline{P_{tb}}$$

P_{tb} được gọi là ứng suất trung bình tại điểm K.

Khi cho $\Delta F \rightarrow 0$ thì $\overline{P_{tb}} \rightarrow \vec{P}$ và \vec{P} được gọi là ứng suất tại K, còn gọi là ứng suất toàn phần. Như vậy, ứng suất toàn phần tại P tại điểm bất kỳ trên mặt cắt là tỷ số giữa trị số nội lực tác dụng trên phân tố diện tích bao quanh điểm K đó với chính diện tích đó.

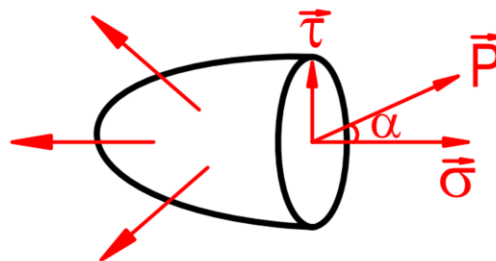
Đơn vị của ứng suất P là: N/m^2 ; kN/m^2 ; MN/m^2 .

Từ định nghĩa trên ta có thể xem ứng suất toàn phần P là trị số nội lực trên một đơn vị diện tích. Biểu diễn ứng suất toàn phần P bằng một véc tơ đi qua điểm đang xét trên mặt cắt:

- Phân ứng suất toàn phần \vec{P} ra thành hai thành phần: ứng suất thành phần có phương tiếp tuyến với mặt cắt được gọi là ứng suất tiếp, ứng suất thành phần có phương vuông góc với mặt cắt được gọi là ứng suất pháp (hình 1.6). Ứng suất tiếp ký hiệu là τ . Ứng suất pháp ký hiệu là σ . Nếu α là góc hợp bởi ứng suất toàn phần P và phương pháp tuyến thì:

$$\sigma = P \cdot \cos \alpha;$$

$$\tau = P \sin \alpha$$

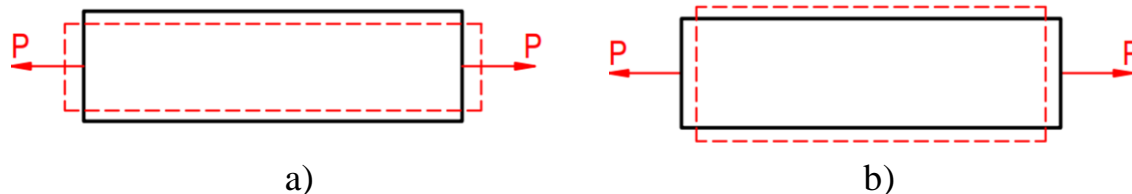


Hình 1.6 Ứng suất tiếp và ứng suất pháp

1.3.3. Các loại biến dạng

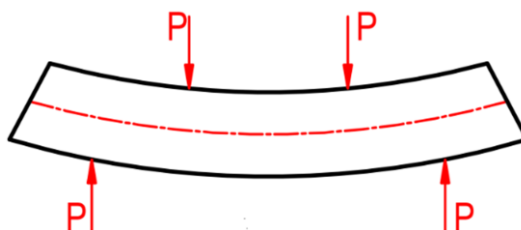
Vật thể khảo sát (dưới dạng thanh) là vật rắn thực. Dưới tác dụng của ngoại lực, vật rắn có biến dạng ít hay nhiều. Trong mục này ta xét các biến dạng của vật rắn thực (thanh) khi chịu tác dụng của lực.

Khi thanh chịu tác dụng của những lực đặt dọc theo trục thanh thì thanh bị giãn ra hay co lại. Ta gọi thanh chịu kéo hay nén (hình 1.7). Trong quá trình biến dạng trục thanh vẫn thẳng (đường đứt nét biểu diễn hình dạng của thanh sau khi biến dạng).



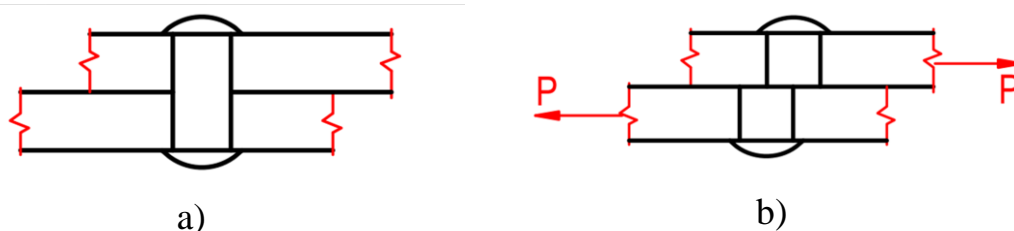
Hình 1.7 Thanh chịu kéo hay chịu nén

Khi thanh chịu tác dụng của các lực vuông góc với trục thanh, trục thanh bị uốn cong, ta gọi thanh chịu uốn (hình 1.8).



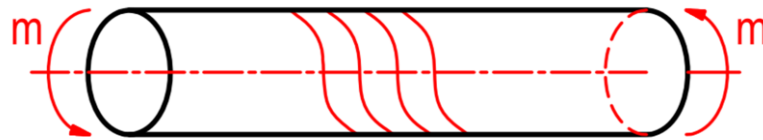
Hình 1.8 Thanh chịu uốn

Có trường hợp, dưới tác dụng của ngoại lực, một phần này của thanh có xu hướng trượt trên phần khác. Biến dạng trong trường hợp này gọi là biến dạng trượt. Ví dụ: Trường hợp chịu lực của đỉnh tán (hình 1.9).



Hình 1.9 Biến dạng trượt

Khi ngoại lực nằm trong mặt phẳng vuông góc với trục thanh và tạo thành các ngẫu lực trong mặt phẳng đó thì làm cho thanh bị xoắn (hình 1.10). Sau biến dạng các đường sinh ở bề mặt ngoài trở thành các đường xoắn ốc.

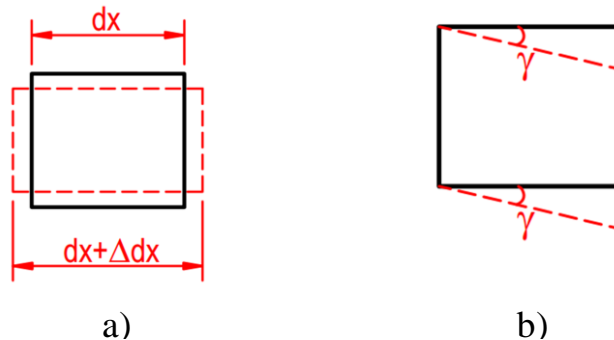


Hình 1.10 Thanh bị xoắn

Ngoài các trường đơn giản đó, trong thực tế còn gặp nhiều trường hợp chịu lực phức tạp. Biến dạng của thanh có thể vừa kéo đồng thời vừa uốn, vừa xoắn.

Xét biến dạng một phân tử trên một thanh biến dạng, tách ra khỏi thanh một phân tử hình hộp rất bé. Biến dạng của phân tử có thể ở một trong các dạng sau:

- Nếu trong quá trình biến dạng mà góc vuông của phân tử không thay đổi, chỉ có các cạnh của phân tử bị co giãn, ta nói phân tử có biến dạng kéo hoặc nén (hình 1.11a).



Hình 1.11 Biến dạng kéo, nén và trượt

- Nếu trong quá trình biến dạng, các cạnh của phân tử không thay đổi nhưng các góc vuông của phân tử bị thay đổi không vuông góc nữa, ta nói phân tử có biến dạng trượt (hình 1.11b).

Gọi γ là độ thay đổi của góc vuông thì γ được gọi là góc trượt.

Với một vật thể bị biến dạng dưới tác dụng của ngoại lực, nói chung các điểm trong lòng vật thể không còn ở vị trí cũ nữa, mà chúng dời đến một vị trí mới nào đó. Độ chuyển dời đó gọi là chuyển vị.

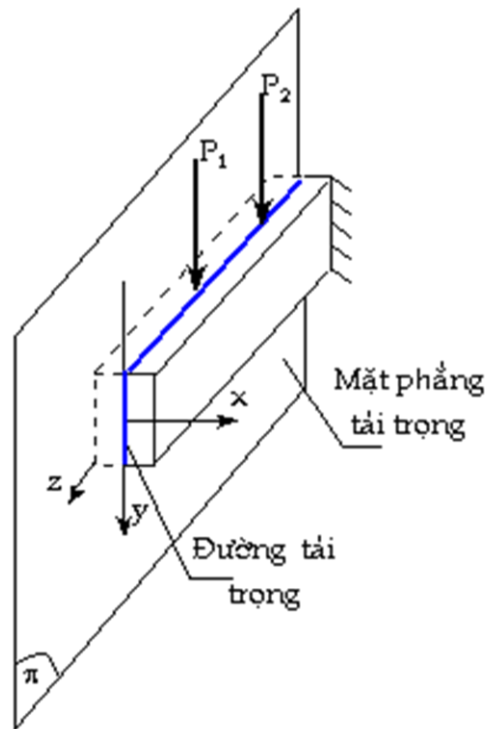
1.3.4 Khái niệm về thanh chịu uốn

Thanh chịu uốn là thanh có trục bị uốn cong dưới tác dụng của ngoại lực.

Những thanh chủ yếu chịu uốn gọi là dầm.

Nếu tất cả ngoại lực nằm trong mặt phẳng (chứa trục của thanh, thì (gọi là mặt phẳng tải trọng.

Giao tuyến giữa mặt phẳng tải trọng và mặt cắt ngang gọi là đường tải trọng. Nếu trục của thanh sau khi uốn vẫn nằm trong mặt phẳng chính trung tâm tức $J_{xy} = 0$ thì gọi là thanh chịu uốn phẳng.

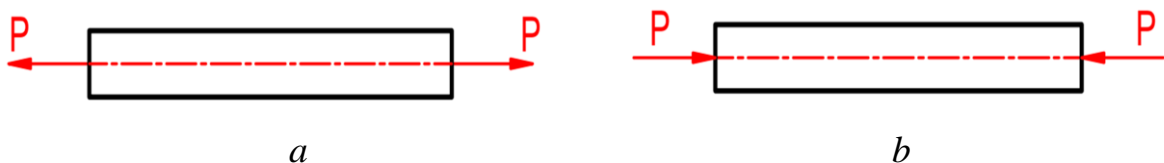


Hình 1.12 Thanh chịu uốn phẳng

1.3.5. Lực dọc - biểu đồ lực dọc

Khi ta tác dụng vào các đầu thanh hai lực song song ngược chiều, có phương trùng với phương của trục thanh và có trị số giống nhau, ta sẽ có:

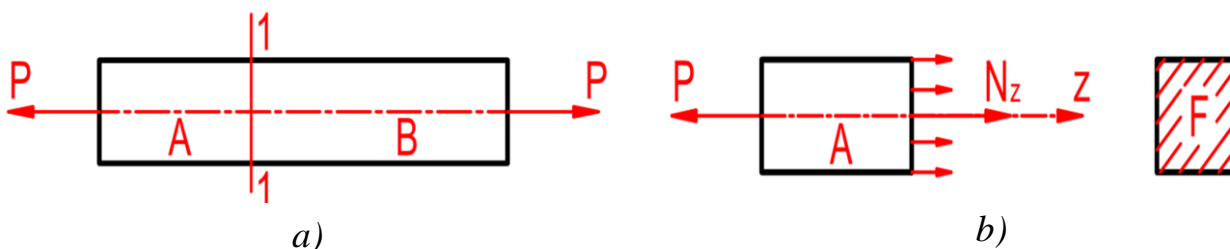
- Hoặc thanh chịu kéo đúng tâm nếu lực hướng ra khỏi mặt cắt (hình 1.13a).
- Hoặc thanh chịu nén đúng tâm nếu lực hướng vào mặt cắt hình (1.13b).



Hình 1.13 Thanh kéo nén đúng tâm

Từ đó ta có định nghĩa: “Thanh chịu kéo (nén) đúng tâm khi trên mọi mặt cắt ngang của thanh chỉ có một thành phần lực dọc N_z ”.

Giả sử xét một thanh chịu kéo đúng tâm bởi lực P. Để tính nội lực tại mặt cắt bất kỳ của thanh ta thường dùng phương pháp mặt cắt (hình 1.13).



Hình 1.14 Dùng phương pháp mặt cắt với thanh kéo nén đúng tâm

Tương tự cắt thanh tại mặt cắt 1-1, xét cân bằng phần A.

Muốn cho phần A cân bằng, thì hợp các nội lực trên mặt phải là nội lực N đặt tại trọng tâm mặt cắt và trùng với trục thanh. Lực N đó gọi là lực dọc. Trị số lực dọc N được xác định từ điều kiện cân bằng tĩnh học của phần A (hoặc phần B), là tổng hình chiếu của các lực tác dụng lên phần đang xét xuống phương trục thanh (trục z) phải bằng không.

$$\sum Z = -P + N = 0 \quad \text{hay} \quad N = P$$

Lực dọc thì quy ước hướng ra (khỏi mặt cắt của cấu kiện) là dương, hướng vào là âm. Lực cắt thì song song với mặt cắt nên không thể quy ước theo kiểu "hướng ra - hướng vào" được mà quy ước theo kiểu làm xoay thanh theo chiều kim đồng hồ là dương, ngược chiều kim đồng hồ là âm. Dĩ nhiên cách quy ước chiều lực cắt thế này là phụ thuộc vào góc nhìn nên chỉ có tính tương đối.

- Lực dọc thì quy ước hướng ra (khỏi mặt cắt của cấu kiện) là dương, hướng vào là âm.
- Lực cắt thì song song với mặt cắt nên không thể quy ước theo kiểu "hướng ra - hướng vào" được mà quy ước theo kiểu làm xoay thanh theo chiều kim đồng hồ là dương, ngược chiều kim đồng hồ là âm.
- Dĩ nhiên cách quy ước chiều lực cắt thế này là phụ thuộc vào góc nhìn nên chỉ có tính tương đối.

Từ trường hợp xét trên ta có trình tự xác định lực dọc Nz theo phương pháp mặt cắt như sau:

+ Dùng mặt cắt tương tự cắt thành hai phần, giữ lại phần đơn giản để xét.

+ Từ điều kiện cân bằng tĩnh học chiều các lực đang xét xuống theo phương trục thanh (trục z) phải bằng 0. Từ đó ta xác định được N_z .

Nếu kết quả tính được là dương thì đó là lực kéo ngược lại là lực nén. Để biểu diễn sự biến thiên lực dọc tại các mặt cắt dọc theo trục thanh, ta vẽ một đồ thị gọi là biểu đồ lực dọc N .

Vậy: “Biểu đồ lực dọc là đường biểu diễn sự biến thiên lực dọc tại các mặt cắt dọc theo trục thanh”.

Sau khi đã tính được lực dọc tại các mặt cắt khác nhau ta tiến hành vẽ biểu đồ lực dọc.

Để vẽ biểu đồ lực dọc thường chọn trục hoành song song với trục thanh (hay còn gọi là đường chuẩn), còn nội lực biểu thị bằng đường vuông góc với trục hoành (trục z). Trình tự, cách vẽ biểu đồ lực dọc như sau:

- Chia thanh thành các đoạn bằng cách lấy điểm đặt lực tập trung, điểm đầu và cuối tải trọng phân bố làm ranh giới phân chia đoạn.

- Trên mỗi đoạn viết một biểu thức xác định nội lực theo hoành độ z : $N_z=f(z)$, căn cứ vào các biểu thức trên ta vẽ được biểu đồ cho từng đoạn.

Nếu: $N_z= \text{const}$ biểu đồ là đoạn thẳng song song với trục z , N_z là hàm bậc nhất (khi $q= \text{const}$) thì biểu đồ là đường thẳng xiên.

CHƯƠNG 2

ỨNG DỤNG LÝ THUYẾT DẦM EULER THIẾT KẾ VÀ TÍNH TOÁN SỨC BỀN DỌC THÂN TÀU

2.1 Cấu kiện như thế nào được gọi là dầm

Dầm được định nghĩa là cấu kiện nằm ngang và chỉ chịu tác dụng của mô men uốn và lực cắt. Tuy nhiên trong một số trường hợp, cấu kiện nằm ngang cũng có thể chịu thêm tác động của lực dọc, khi đó chúng ta phải tính toán dầm chịu nén uốn (hoặc kéo uốn) đồng thời. Một trường hợp khác mà chúng ta cũng cần cân nhắc việc tính toán cấu kiện theo trường hợp nào chính là giằng chéo.

Khi đã bố trí cấu kiện theo mô men uốn, nếu cấu kiện chịu thêm lực kéo thì cấu kiện sẽ không đảm bảo khả năng chịu lực. Khi cấu kiện chịu thêm lực nén, cấu kiện sẽ vẫn đảm bảo khả năng chịu lực cho đến khi nó vượt ra ngoài giới hạn. Như vậy, có thể nói rằng lực dọc khi ở trong giới hạn cho phép sẽ làm tăng khả năng chịu mô men uốn của tiết diện.

Do lực dọc làm tăng khả năng chịu mô men uốn của tiết diện, nên việc chỉ tính toán cho tiết diện chịu một mình mô men uốn sẽ là lãng phí. Bên cạnh đó, khi tiếp tục tăng lực dọc, tiết diện có thể không đảm bảo khả năng chịu lực. Từ các nhận xét trên, có thể kết luận rằng khi lực nén nằm trong giới hạn quy ước thì *chỉ cần tính toán cấu kiện được coi là dầm, chịu mô men uốn.*

Ta coi thân vỏ tàu như một thanh dầm, đồng thời ứng dụng lý thuyết dầm Euler để tính toán và kiểm tra sức bền dọc thân tàu.

2.2 Ba bài toán cơ bản về thanh dầm áp dụng đối với thân vỏ tàu, không tính đến khối lượng tàu không

Thân tàu chịu kéo (nén) đúng tâm đảm bảo điều kiện cường độ khi ứng suất pháp lớn nhất phát sinh trong thân vỏ tàu phải nhỏ hơn hay tối đa bằng ứng suất pháp cho phép, nghĩa là:

$$\sigma_{max} = \frac{N}{F} \leq [\sigma] \quad (2.1)$$

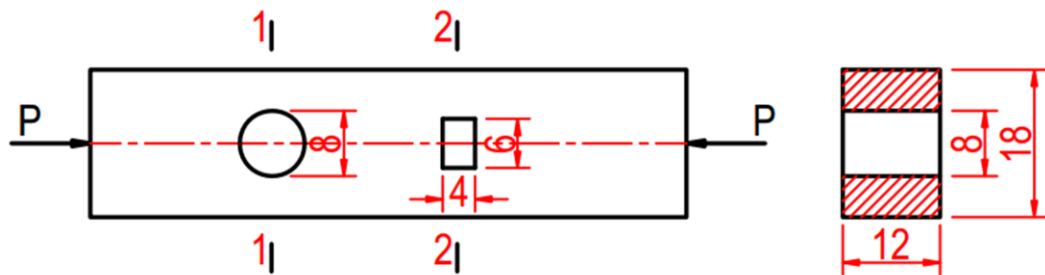
Từ điều kiện cường độ (2.1) ta có thể gặp ba loại bài toán cơ bản sau:

Bài toán kiểm tra cường độ

Khi biết lực dọc thân tàu là N , diện tích mặt cắt là F và ứng suất cho phép $[\sigma]$. Thân tàu đảm bảo cường độ khi thỏa mãn điều kiện:

$$\sigma_{max} = \frac{N}{F} \leq [\sigma]$$

Ví dụ: Kiểm tra cường độ của một thanh gỗ. Trên thanh có các lỗ khuyết như ở hình 2.1. Lỗ tròn đường kính $d = 8$ cm, lỗ chữ nhật kích thước (4×6) cm. Thanh chịu lực nén $P = 96$ kN, ứng suất cho phép về nén của gỗ là



Hình 2.1 Kiểm tra cường độ của một thanh gỗ có các lỗ khuyết

Trả lời:

Ta phải kiểm tra cường độ của thanh ở mặt cắt có diện tích nhỏ nhất vì tại mặt cắt đó sẽ phát sinh ứng suất pháp lớn nhất. Trong các mặt cắt 1-1 và 2-2 đi qua các lỗ khuyết, thì mặt cắt 1-1 nguy hiểm hơn vì diện tích chịu lực của thanh ở đây nhỏ hơn, diện tích mặt cắt này là:

$$F = (0,18 * 0,12) - (0,08 * 0,12) = 0,012 \text{ m}^2$$

Khi đó ứng suất tại mặt cắt nguy hiểm 1-1 sẽ là:

$$\sigma = \frac{N}{F} = \frac{-96}{0,012} = -8000 (\text{kN/m}^2) = -8 \text{ MN/m}^2$$

Ứng suất lớn nhất trong thanh là:

$$|\sigma| = |-8 \text{ MN}| = 8 \text{ MN/m}^2$$

Ứng suất cho phép về nén của gỗ là:

$$[\sigma]_n = 10 \text{ MN/m}^2$$

Như vậy thanh đảm bảo cường độ, vì $|\sigma| < [\sigma]_n$.

Bài toán chọn diện tích mặt cắt F của thân vỏ tàu khi biết lực dọc N và ứng suất cho phép $[\sigma]$

Diện tích mặt cắt F của thân vỏ tàu được xác định theo công thức:

$$F \geq \frac{N}{[\sigma]} = [F] \quad (2.2)$$

Ví dụ: Một thanh thép tròn chịu lực kéo đúng tâm $P=1,2 \cdot 10^2$ kN. Tính đường kính tối thiểu của thanh, biết ứng suất cho phép $[\sigma]=1,4 \cdot 10^2$ MN/m².

Trả lời:

Dựa vào công thức (2.2) ta có $F \geq \frac{N}{[\sigma]}$

Gọi R là bán kính của thanh, ta có

$$N = P = 1,2 \cdot 10^2 \text{ kN hay } \pi R^2 > \frac{1,2 \cdot 10^2}{1,4 \cdot 10^5}$$

Lại có $R = \frac{d}{2}$

Suy ra ta có:

$$\frac{\pi d^2}{4} \geq \frac{1,2 \cdot 10^2}{1,4 \cdot 10^5}$$

Suy ra $d \geq 3,3 \cdot 10^{-2}$ (m) = 3,3 cm

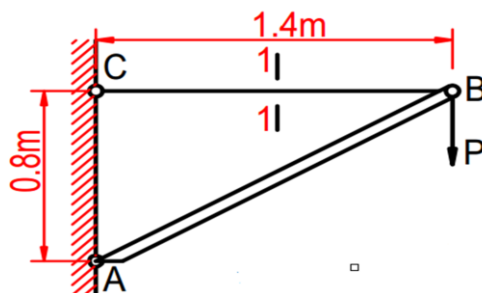
Vậy ta phải chọn đường kính tối thiểu của thanh là 3,3 cm.

Bài toán xác định trị số lớn nhất của tải trọng mà thân vỏ tàu có thể chịu được

Trị số lớn nhất của tải trọng mà thân vỏ tàu có thể chịu được, được xác định theo công thức (2.3)

$$N[F[\sigma] = [N] \quad (2.3)$$

Ví dụ: Một thanh tuyệt đối cứng AB. Đầu A được bắt bản lề cố định vào tường, đầu kia chịu tác dụng của lực P. Thanh được giữ cân bằng nhờ thanh thép tròn CB nằm ngang có đường kính $d=16$ mm (hình 2.2). Hãy xác định trị số lớn nhất của lực P theo điều kiện cường độ thanh CB biết ứng suất cho phép của thanh CB là: $[\sigma]=1,6 \cdot 10$ MN/m².

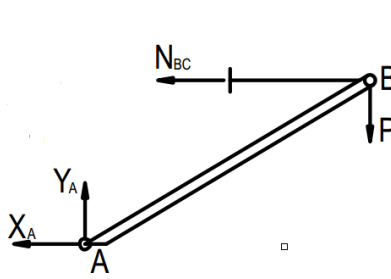


Hình 2.2 Xác định trị số lớn nhất của lực, mà thanh có thể chịu được

Trả lời:

Ta thay bản lề A bằng các phản lực X_A, Y_A . Tương tự cắt thanh BC bởi mặt cắt 1-1 trên thanh BC xuất hiện lực dọc N_{BC} , ta có

$$\Sigma M_A = -1,4P + 0,8N_{BC} = 0$$



Suy ra:

$$N_{BC} = \frac{1,4P}{0,8} = 1,75 P$$

Từ công thức (2.3), nếu gọi R là bán kính của thanh thép tròn CB, ta có:

$$[N_{BC}] = F * [\sigma] = \pi * R^2 * 1,6 * 10^3$$

$$[N_{BC}] = F * [\sigma] = \pi * \left(\frac{d}{2}\right)^2 * 1,6 * 10^3$$

$$[N_{BC}] = F * [\sigma] = \frac{(0,016^2) * 3,14 * 1,6 * 10^3}{4} = 32,15 \text{ kN}$$

Do vậy lực P cho phép sẽ là:

$$[P] = \frac{N}{[\sigma]} = \frac{[N_{BC}]}{[\sigma]} = \frac{32,15}{1,75} = 18,37 \text{ kN}$$

Vậy trị số lớn nhất của lực P là 18,37kN.

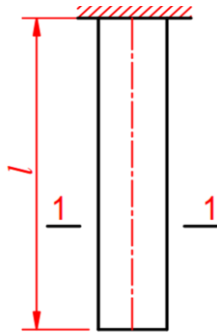
2.3. Tính ứng suất có kể đến khối lượng tàu không và các thành phần khối lượng khác trên tàu

Trong các công thức tính toán về kéo (nén) đúng tâm đã trình bày ở trên, ta đã bỏ qua ảnh hưởng của khối lượng cấu kiện, vì khối lượng này thường rất nhỏ so với độ lớn của lực tác dụng lên cấu kiện. Nhưng trong trường hợp với các con tàu thì ảnh hưởng của khối lượng tàu không hay các thành phần khối lượng khác không phải là hàng hóa là rất đáng kể.

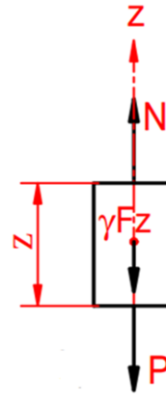
2.3.1 Trường hợp mặt cắt không đổi

Trước hết, ta coi thân tàu như một thanh dầm.

Giả sử có thanh thẳng đứng chiều dài l , diện tích mặt cắt không đổi là F . Ở một đầu, có lực kéo đúng tâm P tác dụng (hình 2.3). Thanh có khối lượng riêng D_{ls} . Ta cần tìm ứng suất phát sinh trong thanh.



Hình 2.3 Thanh có mặt cắt không thay đổi



Hình 2.4 Tìm lực dọc với thanh có mặt cắt không thay đổi

Để là được điều này, trước hết ta tìm lực dọc trong thanh. Tại mặt cắt bất kỳ 1-1 (hình 2.4)

$$N = P + D_{ls} * F * z$$

Trong đó:

Z : là chiều dài của tiết diện

Ứng suất phát sinh trên mặt cắt 1-1 sẽ là:

$$\sigma = \frac{P + D_{ls} * F * z}{F}$$

Hay

$$\sigma = \frac{P}{F} + D_{ls} * z$$

Do đó ứng suất phát sinh trên thanh cũng biến thiên dọc theo chiều dài thanh và có giá trị lớn nhất ở ngàm. Điều kiện cường độ trong trường hợp này sẽ là:

$$\sigma_{max} = \frac{P}{F} + D_{ls} * l \leq [\sigma] \quad (2.4)$$

Diện tích tối thiểu của thanh tính theo công thức:

$$F \geq [F] = \frac{P}{[\sigma] - D_{ls} * l} \quad (2.5)$$

Ngoại lực lớn nhất cho phép tính theo công thức:

$$P \leq [P] = F * ([\sigma] - D_{ls} * l) \quad (2.6)$$

2.3.2 Trường hợp mặt cắt thay đổi

Ta cũng coi thân tàu như một thanh dầm.

Trong mục 2.3.1 đã trình bày, ta nhận thấy, nếu tính đến khối lượng bản thân thanh (khối lượng tàu không), thì ứng suất thay đổi dọc theo chiều dài thanh. Nếu ta dùng thanh có mặt cắt không thay đổi thì ở đầu thanh, chưa dùng hết khả năng. Do đó để cho ứng suất ở các mặt cắt không chênh lệch nhau nhiều, để sử dụng hết khả năng của vật liệu, các nhà thiết kế, chế tạo làm những thanh có mặt cắt thay đổi từng nấc (hình 2.5). Ứng suất phát sinh trên các mặt cắt 1-1, 2-2 và 3-3 của các đoạn thanh AB, BC và CD có giá trị là:

$$[\sigma_1] = \frac{P}{F_2} + D_{ls1} * l_1$$

$$[\sigma_2] = \frac{P}{F_1} + \frac{D_{ls1} * l_1 * F_1}{F_2} + D_{ls2} * l_2$$

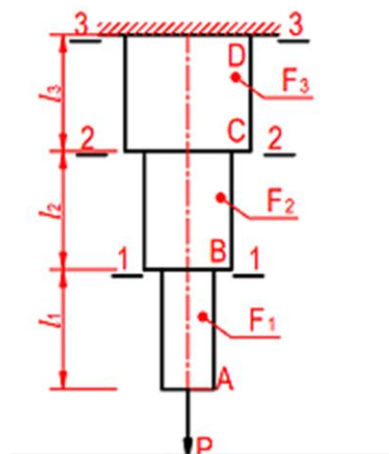
$$[\sigma_3] = \frac{P}{F_3} + \frac{D_{ls1} * l_1 * F_1}{F_3} + \frac{D_{ls2} * l_2 * F_2}{F_3} + D_{ls3} * l_3$$

Trong đó:

D_{ls1} : là khối lượng của đoạn thanh AB

D_{ls2} : là khối lượng của đoạn thanh BC

D_{ls3} : là khối lượng của đoạn thanh CD



Hình 2.5 Thanh có mặt cắt thay đổi

Ta cũng chọn các mặt cắt F_1, F_2, F_3 sao cho thoả mãn điều kiện là ứng suất trên các mặt cắt đó tối đa là bằng ứng suất cho phép:

$$\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 = [\sigma]$$

Muốn vậy chỉ việc thay các trị số $[\sigma]$ vào các đẳng thức trên ta sẽ được giá F_1, F_2 và F_3 nhỏ nhất. Ta có:

$$[F_1] = \frac{P}{[\sigma] - D_{ls1} * l_1}$$

$$[F_2] = \frac{P + D_{ls1} * l_1 * F_1}{[\sigma] - D_{ls2} * l_2}$$

$$[F_3] = \frac{P + D_{ls1} * l_1 * F_1 + D_{ls2} * l_2 * F_2}{[\sigma] - D_{ls3} * l_3}$$

2.4 Các giả thiết về thân vỏ tàu

Dưới tác dụng của ngoại lực, mọi vật rắn thực đều bị biến dạng, nghĩa là vật rắn đó bị biến đổi về hình dạng và kích thước, đó là vì ngoại lực tác động đã làm thay đổi vị trí tương đối vốn có giữa các phần tử cấu tạo nên vật rắn ấy.

Ta giả thiết rằng:

- Tính liên tục: vật rắn được gọi là liên tục nếu mỗi phần tử bé tùy ý của nó đều chứa vô số điểm, sao cho vật thể không có lỗ rỗng

- Tính đồng nhất: có nghĩa là tại mọi điểm trong vật thể, vật liệu có tính chất lý – hóa học như nhau.

- Tính đẳng hướng: có nghĩa là tính chất cơ – lý của vật liệu theo mọi phương là như nhau.

Các nhà thiết kế coi thân vỏ tàu như một chiếc dầm và có tính liên tục, tính đồng nhất và tính đẳng hướng.

CHƯƠNG 3

XÁC ĐỊNH KHU VỰC CÓ SỨC BỀN YẾU NHẤT CỦA THÂN TÀU TRONG KHAI THÁC TÀU

3.1 Phân tích theo lý thuyết thiết kế

Trong quá trình khai thác vận hành con tàu, các sĩ quan hàng hải thường sử dụng những bản hướng dẫn do nhà thiết kế, đóng tàu cung cấp, để phân bố và tính toán phân bố các thành phần khối lượng trên tàu sao cho đảm bảo sức bền cục bộ cũng như đảm bảo sức bền dọc thân tàu. Khi phân bố các thành phần khối lượng như vậy (thuật ngữ được sử dụng trong ngành hàng hải gọi là lập sơ đồ xếp/dỡ hàng hóa), các thành phần khối lượng này được cộng thêm khối lượng tàu không, sẽ tác động lên thân tàu. Do vậy việc tính toán sức bền (tính toán lực cắt và mô men uốn, cũng như khả năng chịu đựng của thân vỏ tàu) tại các vị trí khác nhau dọc thân tàu là việc làm bắt buộc và hết sức quan trọng đối với người sĩ quan hàng hải.

Tuy nhiên nếu chìa khóa để các thiết kế đóng tàu đưa ra những hướng tài liệu hướng dẫn sử dụng, tính toán sức bền dọc thân tàu dựa theo sự phân bố các thành phần khối lượng nằm trong một quy trình sâu hơn thì sao?. Liệu chúng ta có cố gắng để hiểu được hiện tượng này từ quan điểm của những nhà thiết kế, đóng tàu tàu không? Khi thiết kế đóng mới những con tàu, các nhà đóng tàu đã xem xét, đánh giá, phân tích từng yếu tố có thể ảnh hưởng đến sự đáp ứng của kết cấu thân tàu vỏ tàu, trong từng điều kiện tải trọng khác nhau.

Để hiểu rõ hơn, cần phải nhìn vào nó từ quan điểm của các nhà thiết kế. Khi thân vỏ tàu được thiết kế, các nhà thiết kế đã phân tích cấu trúc của nó tương tự như một thanh dầm. Nhưng đối với người hàng hải chiếc thanh dầm này khác hẳn những chiếc thanh dầm được sử dụng trong dân dụng, bởi vì đối với thân tàu phải chịu những tải trọng rất khác nhau, không biết trước được, trong những điều kiện, hoàn cảnh khác nhau, nó phụ thuộc vào từng chuyến hải trình. Một trong những dẫn chứng minh họa cho điều này, đó là chúng ta hãy nhìn theo tư thế nổi trên mặt nước của thân tàu (con tàu), đó là không bao giờ

có thể dự đoán được, vì thực tế là mặt biển được đặc trưng bởi yếu tố sóng, việc nổi của con tàu luôn được thay đổi định kỳ dọc theo chiều dài thân tàu. Ngoài ra, tàu không phải luôn luôn ở cùng trạng thái xếp hàng như nhau. Có lúc tàu chạy chở đầy hàng, nhưng có khi tàu chỉ chạy Ballast (không chở hàng hóa).

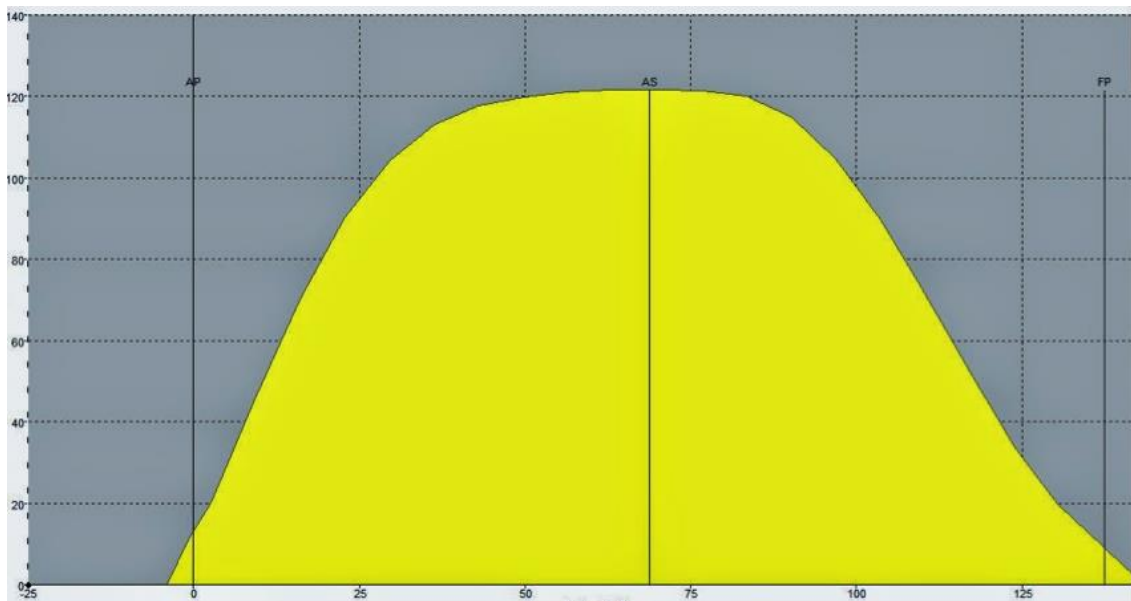


Hình 3.1 Hình ảnh một con tàu bị gãy làm đôi

Vì vậy, các nhà thiết kế, khi thiết kế tàu, vừa phải áp dụng lý thuyết dầm Euler–Bernoulli, vừa phải quan tâm đến sự không chắc chắn của các điều kiện tải trọng đối với thân tàu, để tính toán kết cấu tàu.

Các nhà thiết kế, đóng tàu đã sử dụng lý thuyết về dầm Euler–Bernoulli, để tính toán, phân tích các khía cạnh về mô men uốn trong kết cấu của thân vỏ tàu. Nhưng không phải họ sử dụng hoàn toàn lý thuyết này, không giống như các công trình dân dụng, vì cấu trúc thân một con tàu luôn được hỗ trợ bởi một "nền đàn hồi", đó là mặt biển. Khi tàu nổi trên mặt nước, nó sẽ chịu tác dụng của lực nổi hay còn gọi là lực đẩy Archimedes. Lực nổi này có hướng từ dưới

lên trên, và phân phối theo chiều dọc thân tàu, phụ thuộc vào sự phân bố khối lượng phần chìm của thân tàu trong nước, hay nói cách khác, phụ thuộc vào các thành phần khối lượng bố trí, sắp đặt trên con tàu đó. Điều đó có nghĩa là, nơi nào trên thân tàu bố trí, sắp xếp khối lượng lớn, thì tại chỗ đó lực nổi tác động vào thân tàu sẽ lớn hơn khu vực mà thân tàu bố trí các thành phần khối lượng nhỏ hơn. Như vậy, nếu ở khu vực giữa tàu chứa tổng khối lượng các thành phần lớn hơn so với tổng khối lượng các thành phần tại phía mũi và phía lái, thì lực nổi ở khu vực giữa tàu sẽ lớn hơn khu vực phía mũi và phía lái tàu. Như chúng ta đã thấy tất cả các con tàu (nhất là những con tàu có Dwt lớn) các hầm hàng lớn nhất thường được bố trí ở vị trí giữa tàu. Điều này được minh họa như hình 3.2.



Hình 3.2 Đồ thị minh họa sự phân bố lực đẩy của nước từ dưới lên đối thân tàu

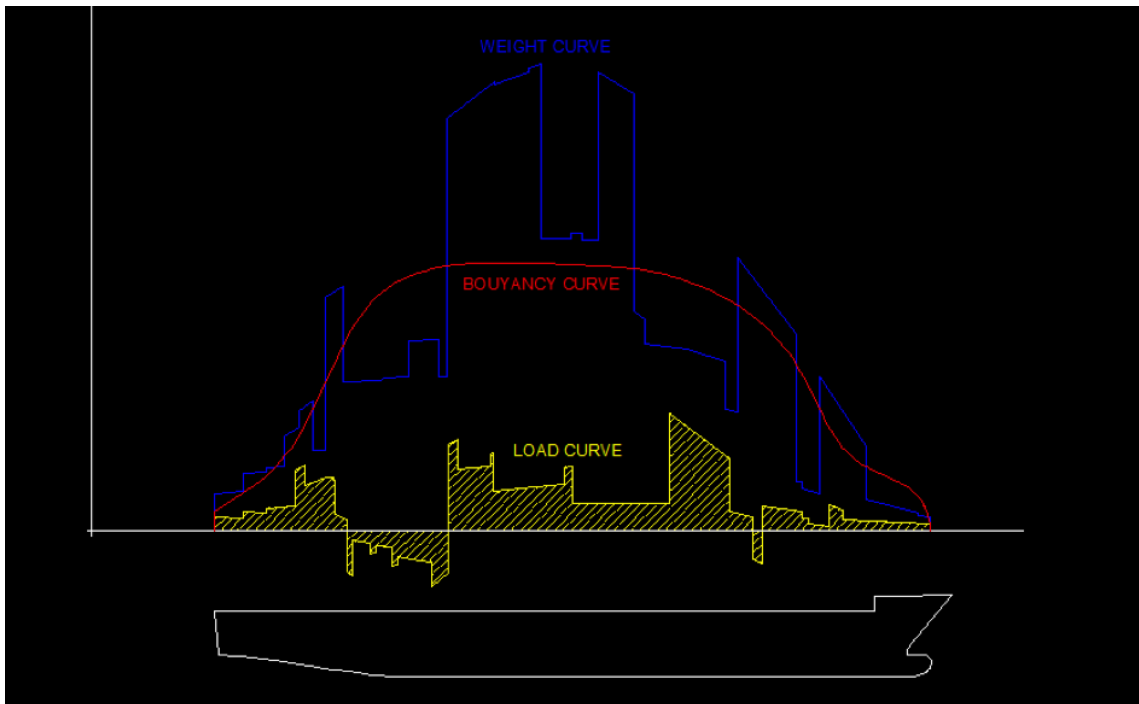
Có một yếu tố khác góp phần làm tăng thêm tải trọng cho thân tàu, đó chính là khối lượng tàu không, khối lượng máy móc, dầu nhiên liệu, dầu bôi trơn, nước ngọt, ballast và hàng số tàu. Tùy thuộc vào sự phân bố của các trọng số và độ lớn của từng thành phần các khối lượng trên, theo chiều dọc thân tàu, chúng ta sẽ có được sự phân bố tải trọng theo chiều dọc thân tàu, được gọi là đường cong phân bố khối lượng hay đường cong tải trọng. Đường cong tải

trọng này vô cùng quan trọng, bởi vì nó chứa các yếu tố về sức bền dọc thân tàu, bao gồm (như):

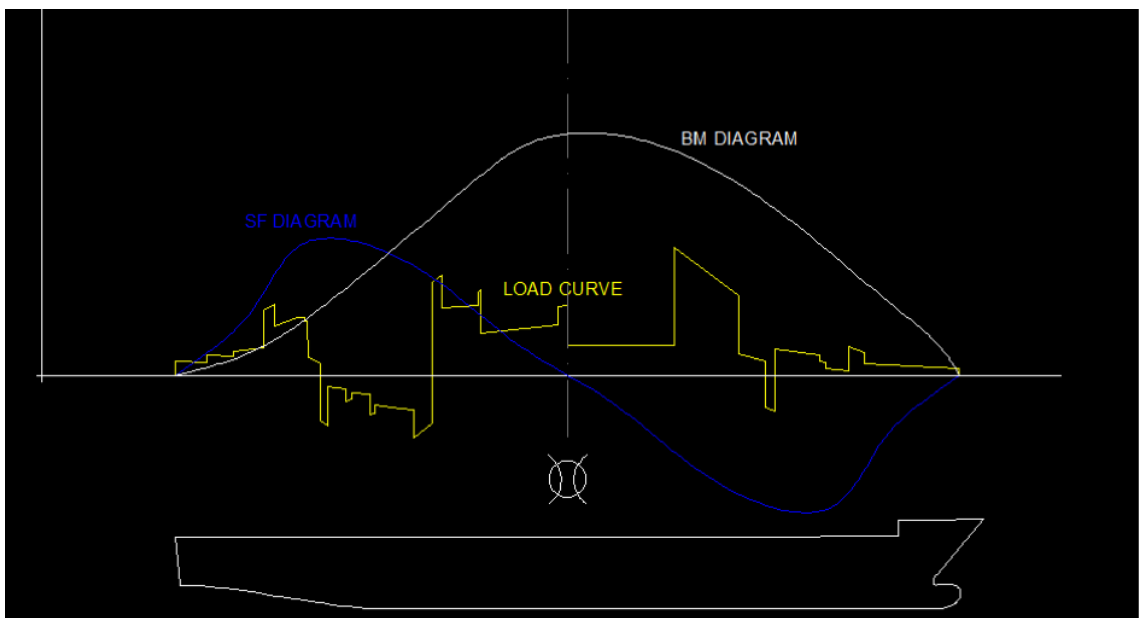
- Các nhà thiết kế, đóng tàu có được đường cong tải trọng này sau khi đã xây dựng các chương trình phân bố các thành phần khối lượng đối với con tàu.
- Đường cong tải trọng hoàn toàn có thể thay đổi tùy theo các thành phần khối lượng phân bố theo chiều dọc con tàu. Ví dụ trong điều kiện tàu xếp đầy tải, đồng thời sự phân bố các thành phần khối lượng khác là tương đối bằng nhau tại mọi điểm theo chiều dài thân tàu, thì đường cong tải trọng gần như song song với keel tàu. Nhưng trong trường hợp tàu bố trí các thành phần khối lượng tại hai khu vực phía mũi và phía lái tàu lớn hơn nhiều so với các khu vực khác, như khu vực giữa tàu, thì đường cong tải trọng sẽ thay đổi rất rõ ràng.
- Tài liệu hướng dẫn về cách phân bố, xếp hàng xuống tàu sẽ cung cấp cho các sĩ quan hàng hải, về cơ bản đó là những bản hướng dẫn xếp hàng dựa trên bản thiết kế chung (bản thiết kế tiêu chuẩn), nhưng đã tham chiếu, suy luận tới những điều kiện khác nhau trong việc phân bố các thành phần khối lượng trên tàu.
- Tiếp theo, là chòng các đồ thị và trừ đi độ lớn khối lượng do lực nổi tác động lên thân tàu, tại mọi điểm theo chiều dọc thân tàu, để có được sự phân bố dọc của tổng tải trọng trên toàn bộ thân tàu, như được thể hiện ở hình 3.3. Cũng cần phải lưu ý, đó là hướng của tải trọng, là khác nhau tại các vị trí, có thể hướng lên trên hoặc hướng xuống dưới, do sự phân bố các thành phần khối lượng trên tàu tại các vị trí đó và phụ thuộc và lực nổi tác động vào thân tàu tại các vị trí này.

Để có được các kết quả trên, các thiết kế đã nghiên cứu, ứng dụng và phân tích thành công lý thuyết dầm của Euler. Lý thuyết này nói rằng, nếu chúng ta vẽ đồ thị biểu diễn cường độ đường cong tải trọng của một khu vực diện tích, từ đầu đến cuối (suốt chiều dài), chúng ta sẽ có được lực cắt tác động vào diện tích đó. Một biểu đồ dọc của các thông số này sẽ cho chúng ta thấy được sự phân bố lực cắt, đó chính là đó là biểu đồ (đồ thị) lực cắt dọc thân tàu, ở điều kiện tải trọng sau khi đã phân bố các thành phần khối lượng trên

tàu. Nếu như chúng ta lấy tích phân phần diện tích khu vực được giới hạn bởi các đường cong biểu diễn lực cắt, chúng ta sẽ có được đường cong Moment uốn của thân tàu với trạng thái tải trọng tương ứng, giống như hình 3.4.



Hình 3.3. Đồ thị đường cong tải trọng thu được từ đường cong lực nổi của tàu và đường cong bố trí các thành phần khối lượng trên tàu



Hình 3.4. Đồ thị minh họa lực cắt và mô men uốn của tàu

Đồ thị này vô cùng cần thiết cho việc trả lời tất cả các câu hỏi về sức bền của thân tàu. Những câu trả lời, cùng với một số tiêu chí về kết cấu tàu rất quan trọng:

- Những hư hỏng, gãy, thường xảy ra tại vị trí mà lực cắt có giá trị bằng 0, chính vì vậy, chúng ta quan tâm đến những khu vực thân tàu, mà tại đó lực cắt trên mặt cắt ngang có giá trị bằng 0. Lý thuyết đã chứng minh, vị trí mà tại đó lực cắt có giá trị bằng 0 là điểm đầu tiên, điểm cuối cùng và một điểm nữa của thân tàu (được tính theo chiều dọc thân tàu).

- Mô men uốn luôn đạt giá trị lớn nhất tại điểm mà lực cắt bằng 0. Như vậy loại trừ hai điểm đầu và cuối cùng của thân tàu, chỉ còn điểm duy nhất ở vị trí còn lại giữa tàu có lực cắt bằng 0, tại điểm này mô men uốn đạt giá trị cực đại đối với bất kỳ con tàu nào, bất kể tình trạng tải trọng của nó. Độ lớn có thể thay đổi, nhưng bản chất cơ bản này là không thay đổi với mọi điều kiện tải trọng của con tàu trong suốt vòng đời tồn tại của con tàu với các cuộc hải trình khác nhau của nó.

- Do các ứng suất uốn tối đa thường xảy ra ở phần giữa thân tàu, nên các nhà thiết kế xem xét giá trị mô men uốn tại khu vực giữa thân tàu như một ngưỡng của hệ số thiết kế an toàn.

- Như vậy, mô men uốn tại bất kỳ điểm nào của thân tàu mà lớn hơn giá trị mô men uốn của vật liệu làm vỏ tàu, thì tại điểm đó sẽ xảy ra hiện tượng rạn nứt hoặc gãy vỏ tàu. Như vậy, nếu vật liệu làm thân vỏ tàu đồng chất, hoặc tương đối đồng chất, tức là giá trị mô men uốn của vật liệu là tương đối giống nhau tại mọi vị trí của theo chiều dọc thân tàu, thì vị trí nào có mô men uốn do tải trọng của các thành phần khối lượng bố trí trên tàu gây lên lớn nhất, thì điểm đó sẽ dễ xảy ra hiện tượng nứt, gãy.

Có thêm câu hỏi được đặt ra, đó là tại sao khi tàu bị mắc cạn nhiều lần cũng dẫn đến hiện tượng hay bị nứt, gãy thân tàu. Vì khi con tàu bị mắc cạn, sẽ dẫn tới kết quả là sự phân phối tải trọng dọc theo thân tàu không theo như mong muốn, làm cho con tàu bị ưỡn (hogging) hoặc bị võng (sagging), điều này dẫn đến mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu sẽ thay đổi. Chính vì vậy,

khi chúng ta nhìn thấy một con tàu bị gãy do mắc cạn, là do mô men uốn tại vị trí thân tàu gãy đã vượt quá giá trị mô men uốn (sức bền) của của vật liệu chế tạo thân tàu.

3.2 Đánh giá kết quả thực nghiệm

3.2.1 Xây dựng các bước tính toán sức bền dọc thân tàu theo sơ đồ thiết kế tàu.

Trong quá trình khai thác vận hành con tàu, các sĩ quan hàng hải thường sử dụng những bản hướng dẫn do nhà thiết kế, đóng tàu cung cấp để phân bố và tính toán phân bố các thành phần khối lượng trên tàu sao cho đảm bảo sức bền cục bộ và sức bền dọc thân tàu. Khi phân bố các thành phần khối lượng như vậy (thuật ngữ được sử dụng trong ngành hàng hải gọi là lập sơ đồ xếp/dỡ hàng hóa), các thành phần khối lượng này công thêm khối lượng tàu không, sẽ tác động lên thân tàu. Do vậy việc tính toán sức bền (tính toán lực cắt và mô men uốn, cũng như khả năng chịu đựng của thân vỏ tàu) tại các vị trí khác nhau dọc thân tàu là việc làm bắt buộc và hết sức quan trọng đối với người sĩ quan hàng hải.

Các nhà thiết kế đã xây dựng các hướng dẫn cách tính toán giá trị lực cắt và mô men uốn tại một số khung sườn nhất định (những khung sườn quan trọng trong sức bền dọc thân tàu) và được cho trong hồ sơ của từng con tàu. Việc tính lực cắt và mômen uốn, bao giờ cũng được tính đến một điểm gốc. Điểm gốc tính thường là các đường vuông góc (đường thủy trực), nhất là đường vuông góc lái (AP – Aft Perpendicular).

Đối với mỗi con tàu, trong hồ sơ tàu, không phải tất cả các Frame đều phải yêu cầu tính lực cắt và mômen uốn, mà chỉ có một số Frame mà thôi, đó là các Frame mà các nhà thiết kế đã tính toán và xác định chúng có vị trí quan trọng và điển hình, đại diện cho tất cả các điểm dọc chiều dài thân tàu.

Điều đầu tiên cần phải làm trước khi tính toán lực cắt và mô men uốn tại các Frame đó, là phải xác định các thông số sau:

- Xác định vị trí các Frame cần phải tính và khoảng cách từ điểm gốc đến các Frame này. Các giá trị này được cho trong hồ sơ, nếu không cho chúng ta phải tính toán theo sơ đồ kết cấu của tàu.
- Khối lượng hàng hóa chứa trong các hầm, khối lượng chất lỏng chứa trong các kết.
- Tính tổng khối lượng các thành phần, giới hạn giữa các Frame cần tính.
- Tính hiệu số món nước của tàu

Gọi lượng khối lượng hàng phân bố xuống các hầm, các kết là P_i

Gọi khoảng cách từ điểm gốc (đường thủy trục lái) đến Frame cần tính thứ nhất cần tính là l_1 ; khoảng cách từ Frame thứ nhất cần tính đến Frame cần tính thứ hai cần tính là l_2 ; khoảng cách từ Frame thứ hai cần tính đến Frame cần tính thứ ba cần tính là l_3 ; ... khoảng cách từ Frame thứ cuối cùng cần tính đến Frame ngay trước nó cần tính là l_n ;

Bước 1: Tính khối lượng tàu không phân bố theo từng mét chiều dài tàu

$$p_{(0)} = D_{ls} / LBP \quad (3.1)$$

Bước 2: Tính lượng giãn nước của tàu

$$D = \sum_{i=1}^n P_i + D_{ls} + \text{Const} \quad (3.2)$$

Trong đó:

P_i : là khối lượng trong hầm hàng hay kết thứ i ;

D_{ls} : là khối lượng tàu không;

Const: là hằng số tàu.

Bước 3: Để tàu nổi cân bằng trên mặt nước, thì lực nổi của tàu phải bằng trọng lực của tàu, hay nói cách khác khối lượng thể tích nước mà tàu chiếm chỗ bằng đúng lượng giãn nước của tàu. Như vậy khối lượng của lực nổi tác dụng lên mỗi mét chiều dài tàu sẽ được tính theo công thức:

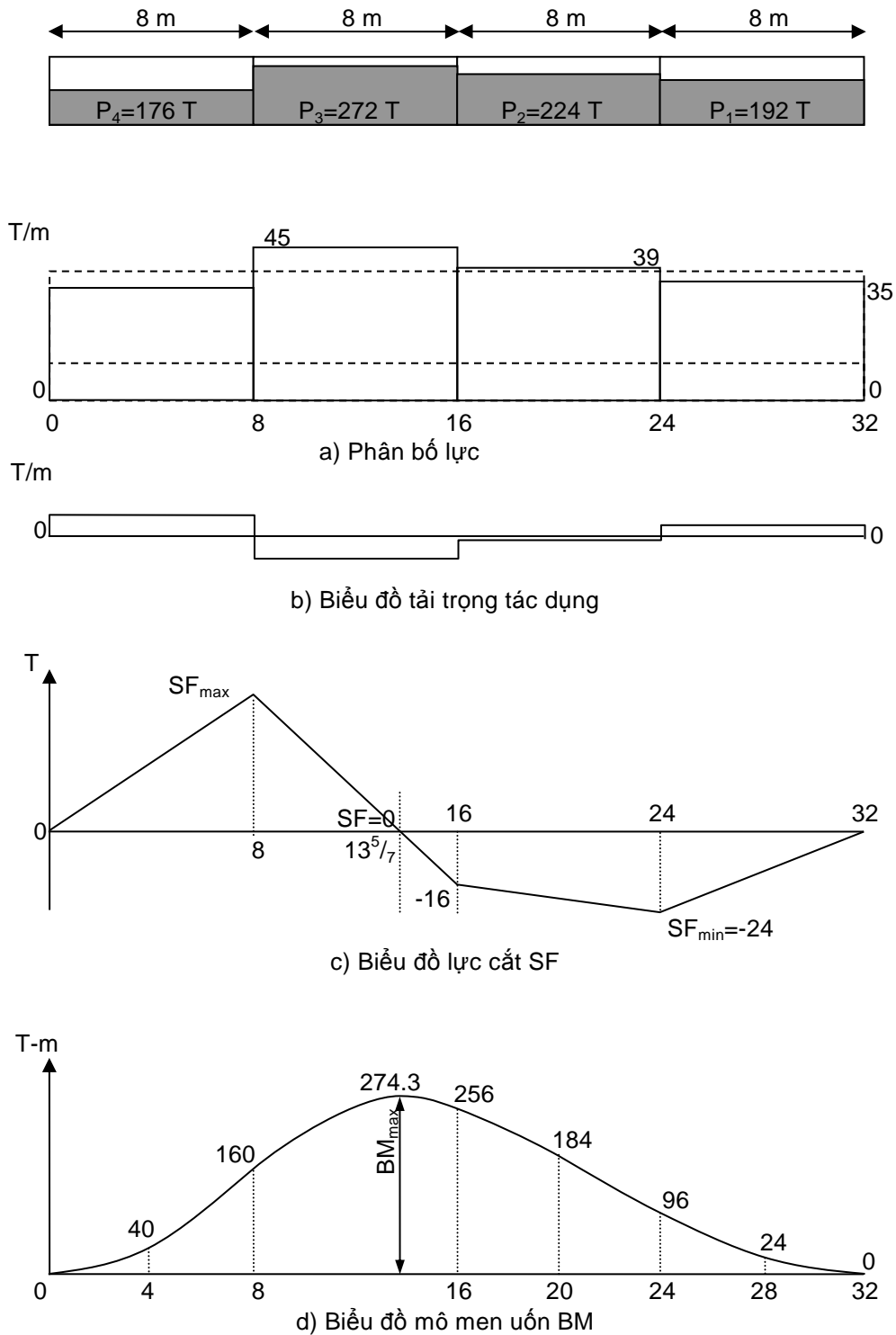
$$B = D / LBP \quad (3.3)$$

Bước 4: Tính khối lượng phân bố trên từng mét chiều dài dọc thân tàu, giữa mỗi hai cặp Frame liền nhau:

$$p_i = P_i / l_i \quad (3.4)$$

Suy ra:

$$p_1 = P_1 / l_1 ; p_2 = P_2 / l_2 ; p_3 = P_3 / l_3 ; p_4 = P_4 / l_4 \dots p_n = P_n / l_n$$



Hình 3.5 Biểu đồ phân bố tải trọng, lực cắt và mô men uốn

Bước 5: Tính tổng khối lượng phân bố trên từng mét chiều dài dọc thân tàu

$$P^{(0)} + P^{(i)} \tag{3.5}$$

Suy ra lần lượt tính được các giá trị

$$P_{(0)} + P_{(1)}; P_{(0)} + P_{(2)}; P_{(0)} + P_{(3)}; P_{(0)} + P_{(4)} \dots; P_{(0)} + P_{(n)}$$

Bước 6: Tính khối lượng còn dư do lực nội tác dụng lên mỗi mét chiều dài tàu.

$$q_{(i)} = B - (p_{(0)} + p_{(i)}) \quad (3.6)$$

Suy ra lần lượt tính được các giá trị

$$q_{(1)} = B - (p_{(0)} + p_{(1)})$$

$$q_{(2)} = B - (p_{(0)} + p_{(2)});$$

$$q_{(3)} = B - (p_{(0)} + p_{(3)});$$

...

$$q_{(n)} = B - (p_{(0)} + p_{(n-1)})$$

Bước 7: Tính lực cắt (SF_i) tại mỗi Frame. Lực cắt tại một điểm trên thân tàu được tính bằng tổng các lực tác dụng tính từ điểm gốc được đặt tại một đường thủy trục (đường vuông góc – thường là đường vuông góc lái) đến điểm cần tính, hay nói cách khác đó chính là việc lấy tích phân biểu đồ phân bố lực tác dụng theo chiều dọc thân tàu (dọc theo chiều dài tính toán của con tàu) tính từ điểm gốc đến điểm cần tính lực cắt. Lực cắt tại điểm đầu (điểm gốc) luôn bằng 0 và lực cắt tại điểm cuối cùng trên chiều dài tính toán (LBP) của tàu (điểm này chính tại đường thủy trục còn lại – đường vuông góc mũi) cũng bằng luôn bằng 0.

$$SF_{(0)} = 0$$

$$SF_{(1)} = l_1 * q_1$$

$$SF_{(2)} = SF_1 + l_2 * q_2$$

$$SF_{(3)} = SF_2 + l_3 * q_3$$

$$SF_{(4)} = SF_3 + l_4 * q_4$$

...

$$SF_{(n)} = SF_{n-1} + l_n * q_n \quad (3.7)$$

Bước 8: Vẽ đồ thị lực cắt.

Bước 9: Tính vị trí trên thân tàu, mà tại đó lực cắt $SF = 0$.

Gọi l_x là khoảng cách từ Frame gần vị trí đó nhất, đến nó (tính theo chiều từ điểm gốc). Dựa vào đồ thị, ta có:

$$SF_{(x)} = SF_{(x-1)} + l_x * q_{(x-1)} = 0$$

Suy ra

$$l_x = SF_{(x-1)} / q_{(x-1)} \quad (3.8)$$

Bước 9: Tính Moment uốn tại các Frame

Mô men uốn có thể tính được bằng cách tính tích phân giá trị lực cắt theo chiều dài thân tàu. Nói cách khác, nó chính là diện tích phần mặt phẳng được giới hạn bởi trục toạ độ, đường đồ thị và vị trí điểm cần tính mô men uốn. Biểu đồ lực cắt biến thiên tuyến tính (bậc nhất) nên các phần diện tích này có hình dạng là các hình tam giác và hình thang.

Từ công thức (3.1) nhận thấy rằng khối lượng tàu không được phân bố đều trên mỗi mét chiều dọc thân tàu. Tuy nhiên, tổng các thành phần khối lượng phân bố trên từng đoạn thân tàu là khác nhau, đồng thời khoảng cách giữa các Frame cần tính cũng như khoảng cách từ đường vuông góc lái đến Frame đầu tiên cần tính (l_i) là khác nhau, dẫn đến khối lượng phân bố trên từng mét chiều dài dọc thân tàu là không bằng nhau (theo công thức (3.4) và (3.5)). Do vậy, khối lượng còn dư do lực nổi tác dụng lên mỗi mét chiều dài dọc thân tàu là khác nhau. Kết quả, giá trị lực cắt và mô men trên mỗi mét dọc chiều dài thân tàu là khác nhau, hay chính xác hơn giá trị lực cắt và mô men tại mỗi điểm trên dọc chiều dài thân tàu sẽ không giống nhau.

3.2.2 Kết quả thực nghiệm

Để tính toán kiểm tra sức bền dọc thân tàu, tìm ra điểm trên thân tàu có lực cắt bằng 0 tương ứng với mô men uốn lớn nhất, đồng thời chính là điểm yếu nhất của thân tàu, có khả năng cao nhất xảy ra nứt, gãy, nhóm tác giả đã ứng dụng tin học, xây dựng chương trình tính toán sức bền dọc thân tàu với các trường hợp phân bố thành phần khối lượng điển hình và bao quát, đối với nhiều loại tàu vận chuyển hàng thương mại khác nhau. Nhóm tác giả đã tiến hành tính toán kiểm tra thực nghiệm trên 8 tàu có kích thước, và kết cấu bố trí các hầm, kết khác nhau, để thuận lợi trong việc so sánh với sự phân tích, suy

luận theo lý thuyết thiết kế. Trong tính toán thực nghiệm, nhóm tác giả đã chia ra làm từng trường hợp sắp xếp, phân bố các thành phần khối lượng trên tàu cụ thể, đồng thời thỏa mãn những yêu cầu khác nhau về hiệu số mới nước, qua đó đã tính và vẽ được các đồ thị lực cắt và mô men uốn theo dọc thân tàu. Qua tính toán thực nghiệm, nhóm tác giả đã thu được cả 8 chiếc tàu này đều cho kết quả dạng đồ thị mô men uốn tương tự nhau.

Dưới đây là kết quả tính toán của một chiếc tàu đại diện, với những điều kiện phân bố các thành phần khối lượng mà nó đã thực hiện trong những chuyến hải trình thực tế, cụ thể. Kết quả này đại diện cho kết quả của tất cả 8 chiếc tàu đã được nhóm tác giả tính toán, kiểm tra kết quả đúng với những số liệu thực tế mà chúng đã thực hiện trong những chuyến hải trình.

3.2.2.a Thông số của tàu đại diện

Các thông số về kích thước

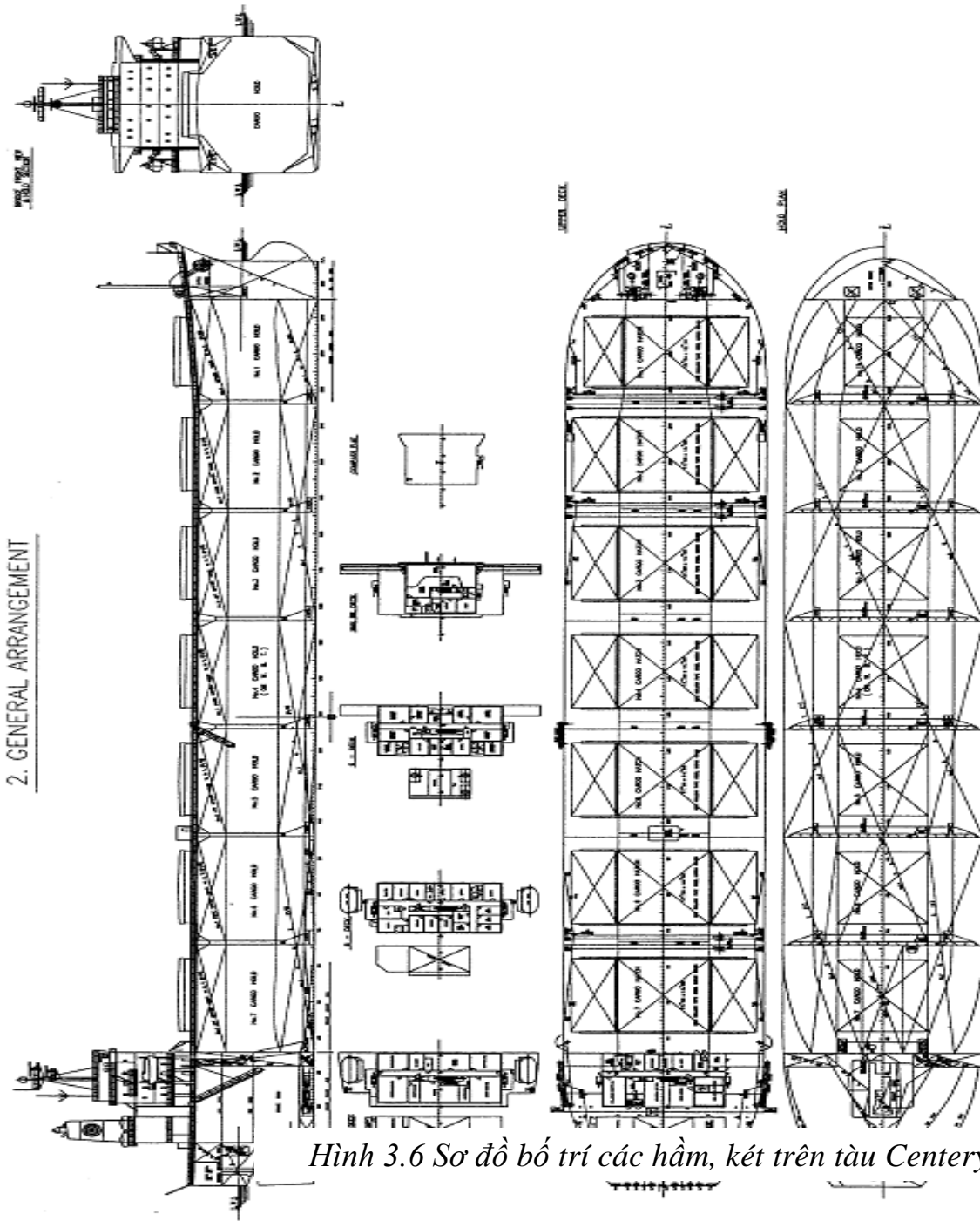
- Chiều dài lớn nhất của tàu (LOA):	225m
- Chiều dài tính toán của tàu (LBP):	217m
- Chiều rộng định hình:	32,2
- Chiều sâu định hình:	19,15m

Dung tích của tàu

- Dung tích toàn phần:	39691
- Dung tích có ích:	25277

Trọng tải

- Mạn khô mùa hè:	5,350m
- Lượng giãn nước mùa hè	85838MT
- Tải trọng tổng cộng:	75318MT
- Khối lượng tàu không:	10520MT



Hình 3.6 Sơ đồ bố trí các hầm, kết trên tàu Centery Star

Thông số nhận dạng của tàu

- Tên tàu:

Centery Star

- Số nhận dạng:

058574

- Hồ hiệu:

Delivery

Các thông số về dung tích.

CARGO HOLDS							
HOLD NAME	BETWEEN	FULL CAPACITY				MG	KG
		GRAIN		BALE		GRAIN	
	FRAME	CUB.METER	CUB.FEET	CUB.METER	CUB.FEET	(M)	(M)
No.1 Cargo Hold	216 - 245	11488.6	405716.5	11042.4	389,959.0	-86.73	11.17
No.2 Cargo Hold	186 - 216	13092.5	462357.7	12740.9	449,941.1	-62.15	10.55
No.3 Cargo Hold	156 --186	13022.4	459882.1	12712.3	448,931.1	-36.42	10.53
No.4 Cargo Hold	126 - 156	13030.9	460182.3	12719.4	449,181.8	-10.63	10.53
No.5 Cargo Hold	96 -- 126	13099.7	462612	12776.3	451,191.2	15.24	10.55
No.6 Cargo Hold	66 - 96	13085.5	462110.5	12760	450,615.6	41.04	10.55
No.7 Cargo Hold	36 - 66	12602.9	445067.6	12173.6	429,907.0	66.70	10.85
TOTAL		89422.5	3157928.7	86924.9	3,069,726.8		

WATER BALLAST TANKS															
TANK NAME	BETWEEN FRAME	FULL CAPACITY					SEA WATER					M G	K G		
		CUB. METER		CUB. FEET											
Fore Peak Tank (C)	245 --F.E		1935.8			68,362.2				1,984.2			1,952.9	- 103.61	9.17
No.1 Water Ballast Tank (P&S)	216 --245	2	699.5	2	X	24,702.6	2	X	717.0	2	X	705.7	1,875.9	-86.03	1.75
No.2 Water Ballast Tank (P&S)	156 --216	2	1859.5	2	X	65,667.7	2	X	1,906.0	2	X	1,875.9	1,875.9	-48.62	1.51
No.3 Water Ballast Tank (P&S)	96 --156	2	1558.7	2	X	55,045.0	2	X	1,597.7	2	X	1,572.5	1,572.5	0.24	1.64
No.4 Water Ballast Tank (P&S)	36 --96	2	1211	2	X	42,766.1	2	X	1,241.3	2	X	1,221.7	1,221.7	53.54	1.92
No.1 Upper Wing W.B.T. (P&S)	216 --245	2	661.1	2	X	23,346.5	2	X	677.6	2	X	666.9	666.9	-86.36	18.28
No.2 Fore Upper Wing W.B.T (P&S)	186 --216	2	656.6	2	X	23,187.6	2	X	673.0	2	X	662.4	662.4	-61.68	17.57
No.2 Aft Upper Wing W.B.T. (P&S)	156 --186	2	655.1	2	X	23,134.7	2	X	671.5	2	X	660.9	660.9	-35.85	17.57

No.3 Fore Upper Wing W.B.T (P&S)	126 --156	2	655.1	2	X	23,134.7	2	X	671.5	2	X	660.9	-10.05	17.57
No.3 Aft Upper Wing W.B.T. (P&S)	96 --126	2	655.1	2	X	23,134.7	2	X	671.5	2	X	660.9	15.75	17.57
No.4 Fore Upper Wing W.B.T (P&S)	66 --96	2	655.1	2	X	23,134.7	2	X	671.5	2	X	660.9	41.55	17.57
No.4 Aft Upper Wing W.B.T. (P&S)	36 --66	2	652.0	2	X	23,025.2	2	X	668.3	2	X	657.7	67.31	17.58
Aft Peak Tank (C)	A.E – 11		585.6	20,680.3			600.2			590.7			105.79	12.75
No.4 Cargo Hold W.B.T. (C)	126 --156		12693.2	448,256.6			13,010.5			12,805.1			-10.62	10.26
TOTAL			35,052.2	1,237,858.1			35,928.7			35,361.5				

FRESH WATER TANKS							
TANK NAME	BETWEEN FRAME	FULL CAPACITY		WEIGHT		M G	K G
		CUB. METER	CUB. FEET	M. TONS	LONG TONS	(M)	(M)
Fresh Water Tank(P)	3-9	163.1	5,759.8	163.1	160.5	103.92	17.39
Fresh Water Tank(S)	3--9	163.1	5,759.8	163.1	160.5	103.92	17.39
TOTAL		326.2	11519.6	326.2	321.0		

FUEL OIL & DIESEL OIL TANKS							
TANK NAME	BETWEEN FRAME	FULL CAPACITY		WEIGHT (96 % FULL)		M G	K G
		CUB. METER	CUB. FEET	M. TONS	LONG TONS	(M)	(M)
No.1 Fuel Oil Tank(C)	66 -126	1245	43,966.8	1117.5	1099.9	28.65	0.84
No.2 Fuel Oil Tank(C)	36 - 66	283.2	10,001.1	254.2	250.2	67.63	0.87
Aft Fuel Oil Tank(p)	32 -- 36	329.7	11,643.3	295.9	291.2	81.82	12.75
Aft Fuel Oil Tank(S)	32 -- 36	276.8	9,775.1	248.5	244.6	81.66	12.36
Diesel Oil Tank(p)	25 - 36	107.1	3,782.2	90.5	89.1	83.74	1.37
Diesel Oil Tank(S)	17 -- 36	108.7	3,838.7	91.8	90.4	85.62	1.37
TOTAL		215.8	7,620.9	182.3	179.5		

Bảng thông số cánh tay đòn để tính toán mô men do các thành phần tải trọng thay đổi.

Compartment	M.G	Compartment	M.G
N0.1 Cargo hold	-86.73	N0.4 WBT	53.54
N0.2 Cargo hold	-62.15	N0.1 U.WBT	-86.36
N0.3 Cargo hold	-36.42	N0.2 FORE. U.WBT	-61.68
N0.4 Cargo hold	-10.63	N0.2 AFT. U.WBT	-35.85
N0.5 Cargo hold	15.24	N0.3 FORE. U.WBT	-10.05
N0.6 Cargo hold	41.04	N0.3 AFT. U.WBT	15.75
N0.7 Cargo hold	66.7	N0.4 FORE. U.WBT	41.55
F.P.T	-103.61	N0.4 AFT. U.WBT	67.31
N0.1 WBT	-86.03	N0.4 C/H WBT	-10.63
N0.2 WBT	-48.02	N0.1 F.O.T	28.65
N0.3 WBT	0.24	N0.2 F.O.T	67.63

3.2.2.b Kết quả thực nghiệm tính mô men uốn cho tàu đại diện Century Star

Để minh họa cho việc tính toán và đánh giá mô men uốn, nhóm tác giả áp dụng các nguyên lý tính toán cho tàu Century Star. Cụ thể nhóm tác giả đã thực nghiệm tính toán mô men uốn cho các trạng thái tải trọng khác nhau của tàu như sau:

a) Trường hợp tàu chạy ballast, các két ballast chứa đầy 100%, không sử dụng hầm số 4 chứa nước dằn.

Trường hợp phân bố ballast đầy 100%, đảm bảo hiệu số mớn nước 1,46m

Tính toán phân bố các thành phần khối lượng trên tàu trong trường hợp này như sau:

Thông tin về trạng thái tải trọng ballast đầy 100% như sau:

- Ballast

F.P.T	N0.1 W.B.T	N0.2 W.B.T	N0.3 W.B.T	N0.4 W.B.T	N0.1.U.W.B.T	N0.2.F.U
1984	1434	3812	3195	2483	1355	1346
A.P.T	N0.2.A.U.	N0.3.F.U.	N0.3.A.U.	N0.4.F.U.	N0.4.A.U.	N0.4 Cargo
600	1343	1343	1343	1343	1337	0

- Fresh waster

F.W.T (P)	F.W.T (S)
163	163

- Dầu DO và F0

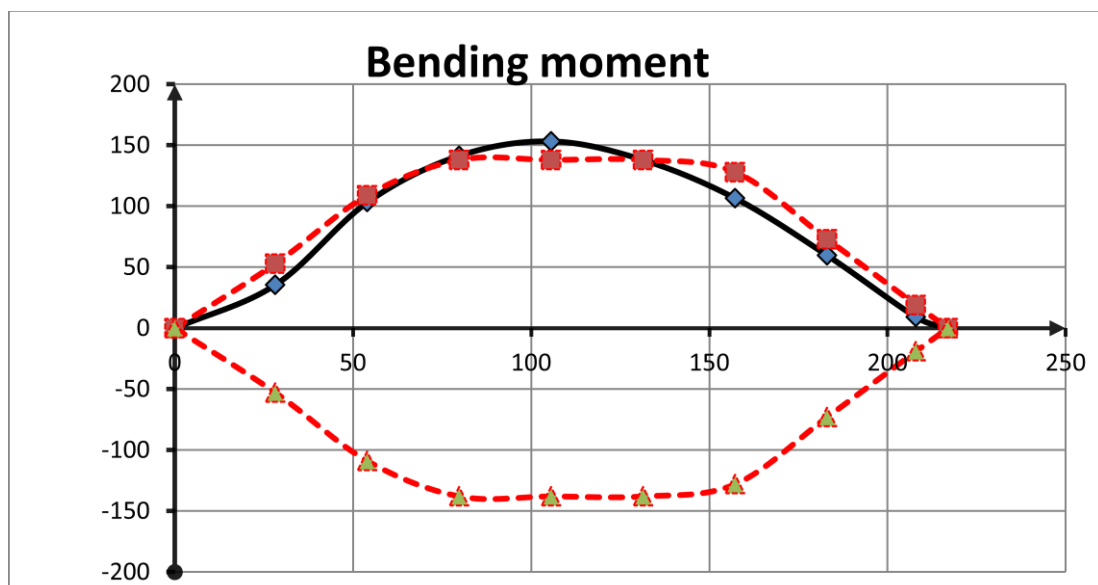
N0.1 F0	N0.2 F0	AFT F0 (P)	AFT F0 (S)	DO (P)	DO (P)
1118	254	296	248	90	92

- Cargo:

N0.1	N0.2	N0.3	N0.4	N0.5	N0.6	N0.7
0	0	0	0	0	0	0

Tàu không sử dụng hầm số 4 để chứa nước dằn.

Tính toán, lượng giãn nước là $D = 36167$ MT, đồng thời đảm bảo hiệu số mớn nước của tàu Trim = 1,46 m. Kết quả ta đồ thị giá trị mô men uốn dọc thân tàu như hình 3.7



Hình 3.7 Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chạy ballast 100%, hiệu số mớn nước 1,46m nhưng không sử dụng hầm số 4 để chứa nước dằn.

Đường nét liền: Giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu.

Đường nét đứt: Giá trị mô men uốn tối đa cho phép tại các điểm dọc thân tàu.

Trường hợp phân bố ballast đầy 100%, điều chỉnh để thỏa mãn hiệu số mớn nước Trim = 0m

Tính toán phân bố các thành phần khối lượng trên tàu trong trường hợp này như sau:

- Ballast

F.P.T	N0.1 W.B.T	N0.2 W.B.T	N0.3 W.B.T	N0.4 W.B.T	N0.1.U.W.B.T	N0.2.F.U
1984	1434	3812	3195	2483	1355	1346
A.P.T	N0.2.A.U.	N0.3.F.U.	N0.3.A.U.	N0.4.F.U.	N0.4.A.U.	N0.4 Cargo
600	1343	1343	1343	1343	1337	0

- Fresh waster

F.W.T (P)	F.W.T (S)
163	163

- Dầu DO và F0

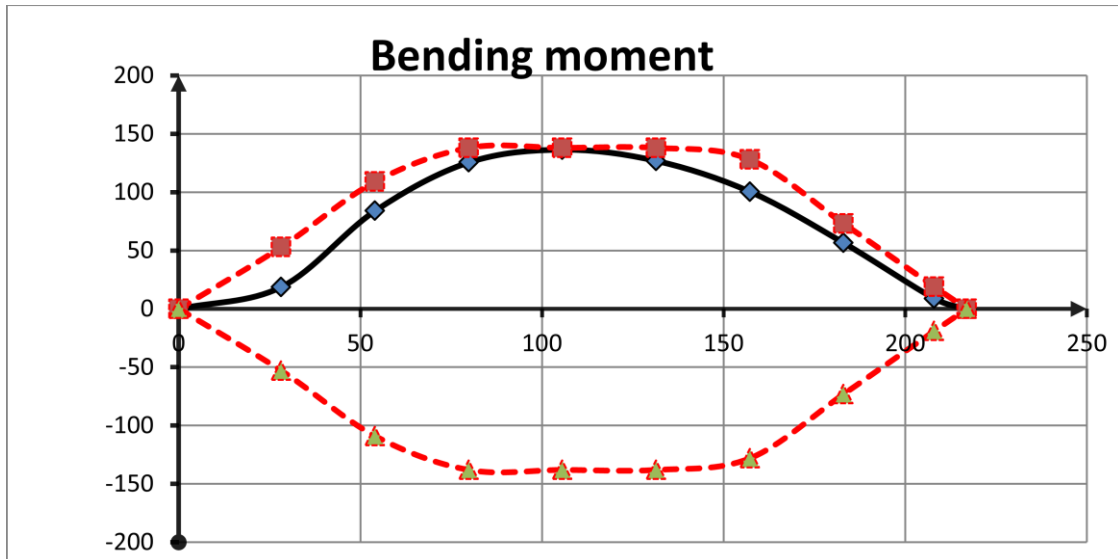
N0.1 F0	N0.2 F0	AFT F0 (P)	AFT F0 (S)	DO (P)	DO (P)
0	132	296	248	90	92

- Cargo:

N0.1	N0.2	N0.3	N0.4	N0.5	N0.6	N0.7
0	0	0	0	0	0	0

Tàu không sử dụng hầm số 4 để chứa nước dằn.

Phân bố các thành phần khối lượng trên tàu, trong trường hợp này, sao cho hiệu số mớn nước của tàu Trim = 0 m. Tính toán được lượng giãn nước của tàu D=34327MT. Kết quả ta đồ thị giá trị mô men uốn dọc thân tàu như hình 3.8



Hình 3.8 Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chạy ballast 100%, hiệu số mớn nước Trim= 0m nhưng không sử dụng hầm số 4 để chứa nước dằn.

Đường nét liền: Giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu

Đường nét đứt: Giá trị mô men uốn tối đa cho phép tại các điểm dọc thân tàu

Trường hợp phân bố ballast đầy 100%, điều chỉnh để thỏa mãn hiệu số mớn nước Trim = 0,5m

Tính toán phân bố các thành phần khối lượng trên tàu trong trường hợp này như sau:

- Ballast

F.P.T	N0.1 W.B.T	N0.2 W.B.T	N0.3 W.B.T	N0.4 W.B.T	N0.1.U.W.B.T	N0.2.F.U
1984	1434	3812	3195	2483	1355	1346
A.P.T	N0.2.A.U.	N0.3.F.U.	N0.3.A.U.	N0.4.F.U.	N0.4.A.U.	N0.4 Cargo
0	1343	1343	1343	1343	1337	0

- Fresh waster

F.W.T (P)	F.W.T (S)
163	163

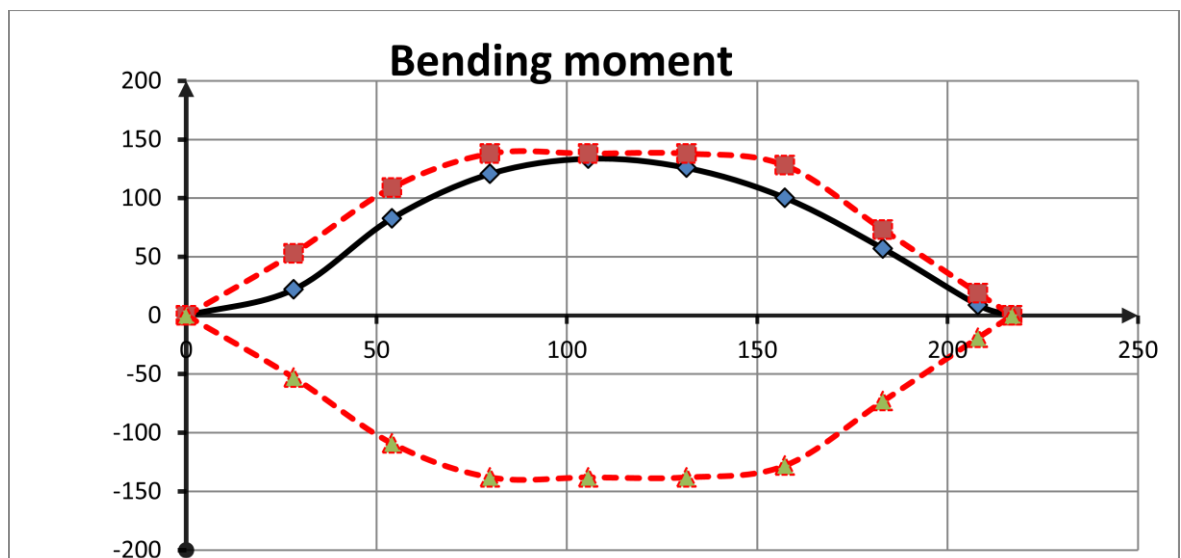
- Dầu DO và F0

N0.1 F0	N0.2 F0	AFT F0 (P)	AFT F0 (S)	DO (P)	DO (P)
757	254	296	248	90	92

- Cargo:

N0.1	N0.2	N0.3	N0.4	N0.5	N0.6	N0.7
0	0	0	0	0	0	0

Phân bố các thành phần khối lượng trên tàu, trong trường hợp này, sao cho hiệu số mớn nước của tàu Trim = 0,5 m. Tính toán được lượng giãn nước của tàu D=35206MT. Kết quả ta đồ thị giá trị mô men uốn dọc thân tàu như hình 3.9



Hình 3.9 Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chạy ballast 100%, hiệu số mớn nước 0,5m nhưng không sử dụng hàm số 4 để chứa nước dần.

Trường hợp phân bố ballast đầy 100%, điều chỉnh để thỏa mãn hiệu số mớn nước Trim = 1,0 m.

Tính toán phân bố các thành phần khối lượng trên tàu trong trường hợp tải trọng ballast là 100%, điều chỉnh để thỏa mãn hiệu số mớn nước Trim = 1,0m. Tính toán được lượng giãn nước của tàu D=35867 MT và cụ thể như sau:

- Ballast

F.P.T	N0.1 W.B.T	N0.2 W.B.T	N0.3 W.B.T	N0.4 W.B.T	N0.1.U.W.B.T	N0.2.F.U
1984	1434	3812	3195	2483	1355	1346
A.P.T	N0.2.A.U.	N0.3.F.U.	N0.3.A.U.	N0.4.F.U.	N0.4.A.U.	N0.4 Cargo
300	1343	1343	1343	1343	1337	0

- Fresh waster

F.W.T (P)	F.W.T (S)
163	163

- Dầu DO và F0

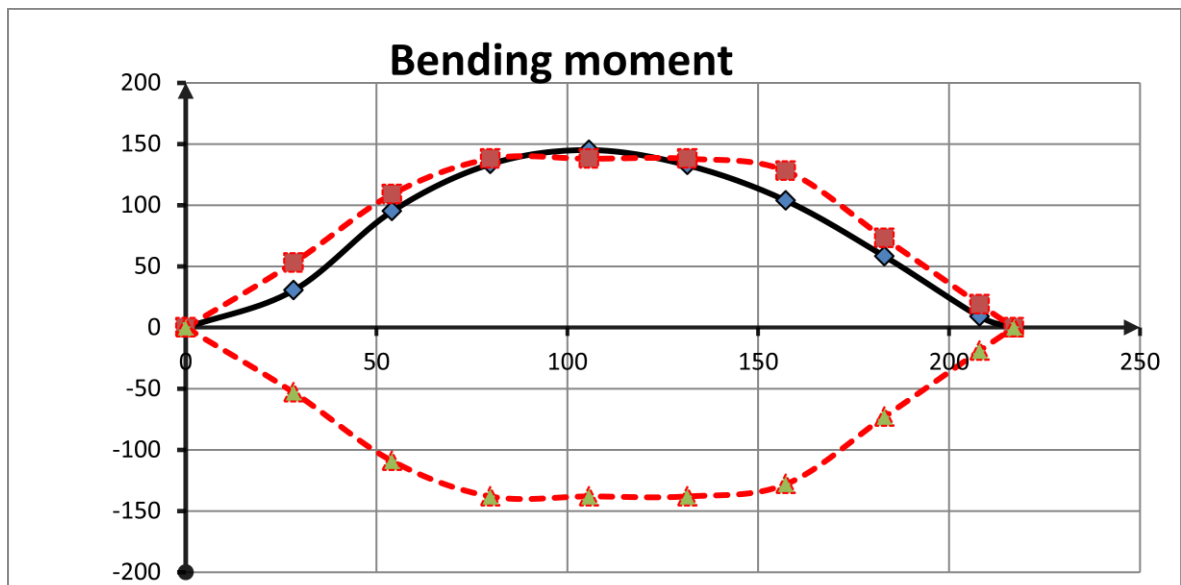
N0.1 F0	N0.2 F0	AFT F0 (P)	AFT F0 (S)	DO (P)	DO (P)
757	254	296	248	90	92

- Cargo:

N0.1	N0.2	N0.3	N0.4	N0.5	N0.6	N0.7
0	0	0	0	0	0	0

Trường hợp này không sử dụng hầm số 4 chứa nước dằn.

Kết quả ta đồ thị giá trị mô men uốn dọc thân tàu như hình 3.10



Hình 3.10 Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chạy ballast 100%, hiệu số môn nước 1,0m nhưng không sử dụng hầm số 4 để chứa nước dằn.

Trường hợp phân bố ballast đầy 100%, điều chỉnh để thỏa mãn hiệu số môn nước $Trim = 1,5m$

Tính toán phân bố các thành phần khối lượng trên tàu trong trường hợp này như sau:

- Ballast

F.P.T	N0.1 W.B.T	N0.2 W.B.T	N0.3 W.B.T	N0.4 W.B.T	N0.1.U.W.B.T	N0.2.F.U
1945	1434	3812	3195	2483	1355	1346
A.P.T	N0.2.A.U.	N0.3.F.U.	N0.3.A.U.	N0.4.F.U.	N0.4.A.U.	N0.4 Cargo
600	1343	1343	1343	1343	1337	0

- Fresh waster

F.W.T (P)	F.W.T (S)
163	163

- Dầu DO và F0

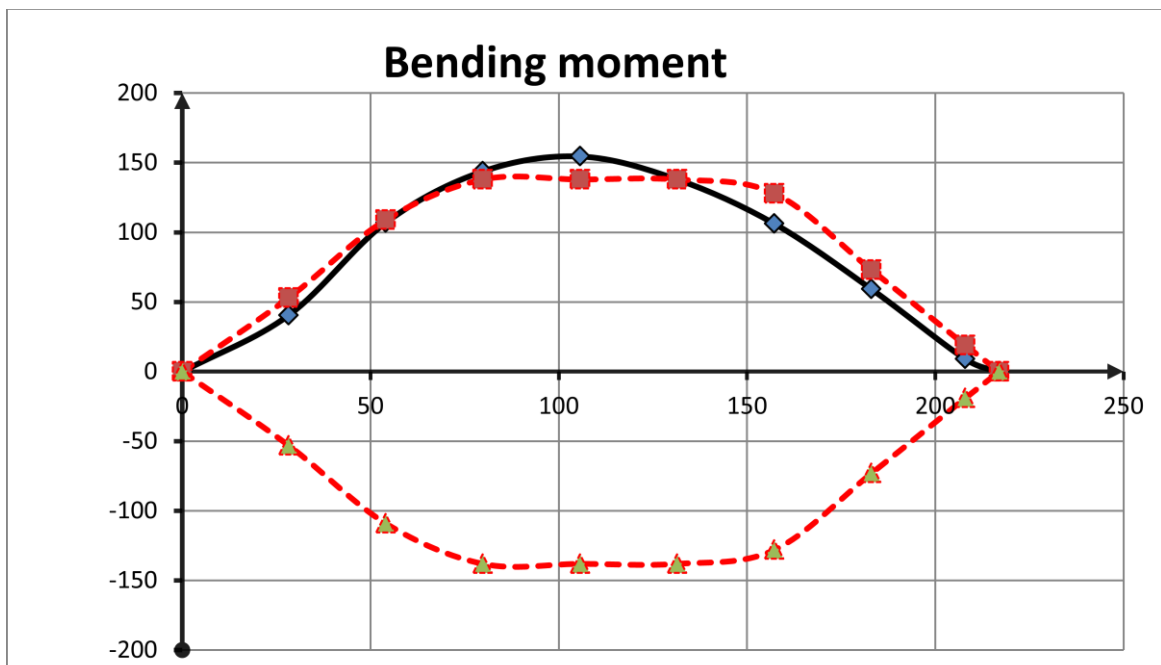
N0.1 F0	N0.2 F0	AFT F0 (P)	AFT F0 (S)	DO (P)	DO (P)
1118	254	296	248	90	92

- Cargo:

N0.1	N0.2	N0.3	N0.4	N0.5	N0.6	N0.7
0	0	0	0	0	0	0

Tính toán được lượng giãn nước của tàu D=36128 MT

Kết quả ta đồ thị giá trị mô men uốn dọc thân tàu như hình 3.11



Hình 3.11 Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chạy ballast 100%, hiệu số môn nước 1,5m nhưng không sử dụng hầm số 4 để chứa nước dằn.

b) Trường hợp tàu chạy ballast, các két ballast chứa 50%, không sử dụng hầm số 4 chứa nước dằn.

Trường hợp tàu chạy ballast phân bổ 50% vào các ballast két, đảm bảo hiệu số mớn nước của tàu Trim=2,0m.

Tính toán phân bổ các thành phần khối lượng trên tàu trong trường hợp này. Cụ thể như sau:

- Ballast

F.P.T	N0.1 W.B.T	N0.2 W.B.T	N0.3 W.B.T	N0.4 W.B.T	N0.1.U.W.B.T	N0.2.F.U
992	717	1906	1598	1241	678	673
A.P.T	N0.2.A.U.	N0.3.F.U.	N0.3.A.U.	N0.4.F.U.	N0.4.A.U.	N0.4 Cargo
300	671	671	671	671	668	0

- Fresh waster

F.W.T (P)	F.W.T (S)
82	82

- Dầu DO và F0

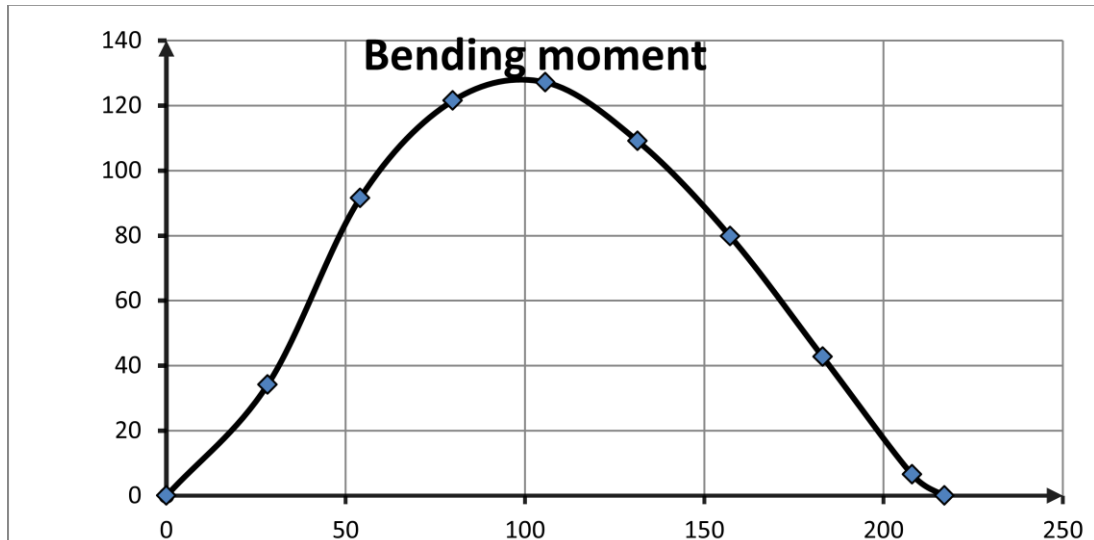
N0.1 F0	N0.2 F0	AFT F0 (P)	AFT F0 (S)	DO (P)	DO (P)
582	132	154	129	47	48

- Cargo:

N0.1	N0.2	N0.3	N0.4	N0.5	N0.6	N0.7
0	0	0	0	0	0	0

Tính toán được lượng giãn nước của tàu D =23538 MT

Kết quả ta đồ thị giá trị mô men uốn dọc thân tàu như hình 3.12



Hình 3.12 Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chạy ballast 50%, hiệu số môn nước 2,0m nhưng không sử dụng hầm số 4 để chứa nước dằn.

Trường hợp tàu chạy ballast phân bố 50% vào các két, điều chỉnh để hiệu số môn nước Trim = 0 m

Tính toán phân bố các thành phần khối lượng trên tàu trong trường hợp này. Cụ thể như sau:

- Ballast

F.P.T	N0.1 W.B.T	N0.2 W.B.T	N0.3 W.B.T	N0.4 W.B.T	N0.1.U.W.B.T	N0.2.F.U
1984	1147	1906	1598	1241	678	673
A.P.T	N0.2.A.U.	N0.3.F.U.	N0.3.A.U.	N0.4.F.U.	N0.4.A.U.	N0.4 Cargo
0	671	671	671	671	668	0

- Fresh waster

F.W.T (P)	F.W.T (S)
82	82

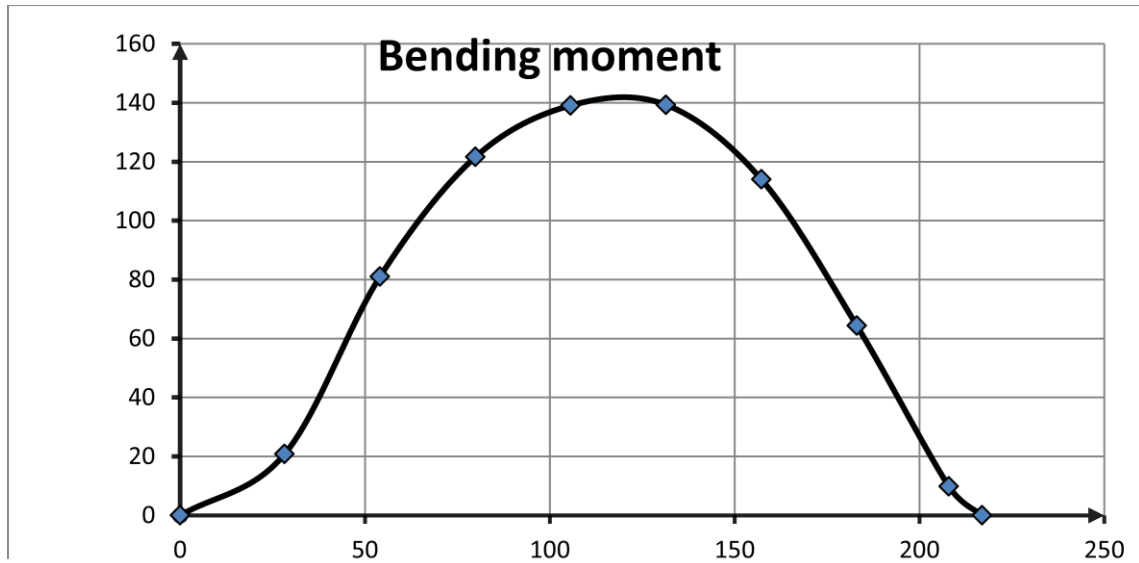
- Dầu DO và F0

N0.1 F0	N0.2 F0	AFT F0 (P)	AFT F0 (S)	DO (P)	DO (P)
582	132	154	129	47	48

- Cargo:

N0.1	N0.2	N0.3	N0.4	N0.5	N0.6	N0.7
0	0	0	0	0	0	0

Kết quả thu được đồ thị giá trị mô men uốn dọc thân tàu như hình 3.13



Hình 3.13 Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chạy ballast 50%, hiệu số môn nước Trim=0m nhưng không sử dụng hầm số 4 để chứa nước dằn.

Trường hợp tàu chạy ballast phân bổ 50% vào các két, điều chỉnh để hiệu số môn nước $t = 0,5 \text{ m}$

Tính toán phân bổ các thành phần khối lượng trên tàu trong trường hợp này. Cụ thể như sau:

- Các két nước ngọt chứa 50%, ballast 50%, riêng két Fore Peak tank 98%, két APT là 0% và các két dầu F0 cũng như dầu D0 chứa 50%
- Lượng giãn nước $D = 24191 \text{ MT}$; hiệu số môn nước Trim = 0,5 m
- Ballast

F.P.T	N0.1 W.B.T	N0.2 W.B.T	N0.3 W.B.T	N0.4 W.B.T	N0.1.U.W.B.T	N0.2.F.U
1984	1147	1906	1598	1241	678	673
A.P.T	N0.2.A.U.	N0.3.F.U.	N0.3.A.U.	N0.4.F.U.	N0.4.A.U.	N0.4 Cargo
0	671	671	671	671	668	0

- Fresh waster

F.W.T (P)	F.W.T (S)
82	82

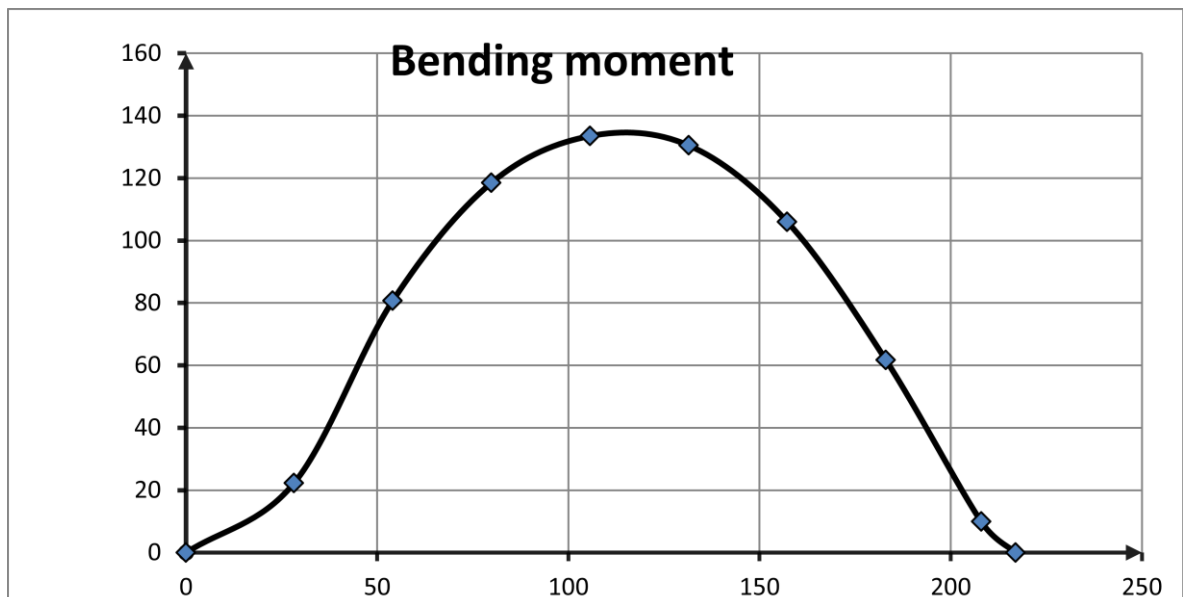
- Dầu D0 và F0

N0.1 F0	N0.2 F0	AFT F0 (P)	AFT F0 (S)	DO (P)	DO (P)
582	132	154	129	47	48

- Cargo:

N0.1	N0.2	N0.3	N0.4	N0.5	N0.6	N0.7
0	0	0	0	0	0	0

Kết quả thu được đồ thị giá trị mô men uốn dọc thân tàu như hình 3.14



Hình 3.14 Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chạy ballast 100%, hiệu số môn nước 0,5m nhưng không sử dụng hàm số 4 để chứa nước dằn.

Trường hợp tàu chạy ballast phân bổ 50% vào các két, điều chỉnh để hiệu số môn nước Trim = 1,0 m

Tính toán phân bổ các thành phần khối lượng trên tàu trong trường hợp này. Cụ thể như sau:

- Các két nước ngọt chứa 50%, các két ballast 50%, riêng két Fore Peak tank 100%; két APT 60% , dầu F0 và dầu D0 chứa 50%

- Ballast

F.P.T	N0.1 W.B.T	N0.2 W.B.T	N0.3 W.B.T	N0.4 W.B.T	N0.1.U.W.B.T	N0.2.F.U
1984	717	1906	1598	1241	678	673
A.P.T	N0.2.A.U.	N0.3.F.U.	N0.3.A.U.	N0.4.F.U.	N0.4.A.U.	N0.4 Cargo
360	671	671	671	671	668	0

- Fresh waster

F.W.T (P)	F.W.T (S)
82	82

- Dầu D0 và F0

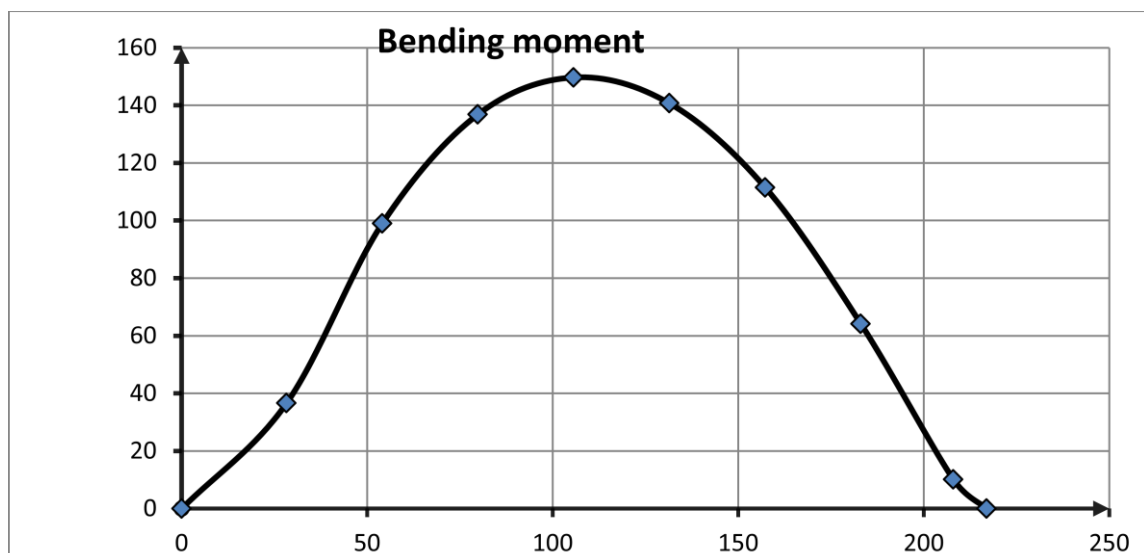
N0.1 F0	N0.2 F0	AFT F0 (P)	AFT F0 (S)	DO (P)	DO (P)
582	132	154	129	47	48

- Cargo:

N0.1	N0.2	N0.3	N0.4	N0.5	N0.6	N0.7
0	0	0	0	0	0	0

Lượng giãn nước tính toán được: $D = 24590$ MT

Kết quả thu được đồ thị giá trị mô men uốn dọc trên các điểm thân tàu như hình 3.15



Hình 3.15 Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chạy ballast 50%, hiệu số môn nước 1,0m nhưng không sử dụng hầm số 4 để chứa nước dằn.

Trường hợp tàu chạy ballast phân bố 50% vào các két, điều chỉnh để hiệu số môn nước $Trim = 1,5$ m

Thông tin tính toán trạng thái tàu chạy ballast với tải trọng ballast 50%, điều chỉnh để hiệu số môn nước $t = 1,5$ m như sau:

- Các két nước ngọt chứa 50%, các két ballast chứa 50%, riêng két Fore Peak tank chứa 73%, các két dầu F0 và dầu D0 chứa 50%.

- Ballast

F.P.T	N0.1 W.B.T	N0.2 W.B.T	N0.3 W.B.T	N0.4 W.B.T	N0.1.U.W.B.T	N0.2.F.U
1448	717	1906	1598	1241	678	673
A.P.T	N0.2.A.U.	N0.3.F.U.	N0.3.A.U.	N0.4.F.U.	N0.4.A.U.	N0.4 Cargo
300	671	671	671	671	668	0

- Fresh waster

F.W.T (P)	F.W.T (S)
82	82

- Dầu DO và F0

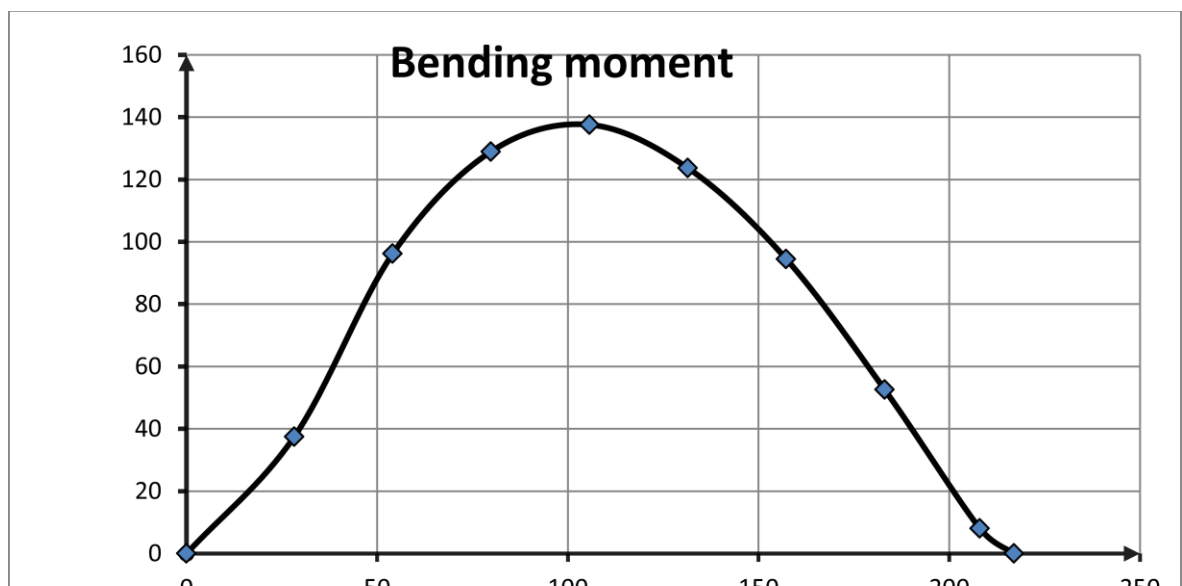
N0.1 F0	N0.2 F0	AFT F0 (P)	AFT F0 (S)	DO (P)	DO (P)
582	132	154	129	47	48

- Cargo:

N0.1	N0.2	N0.3	N0.4	N0.5	N0.6	N0.7
0	0	0	0	0	0	0

Tính toán được lượng giãn nước $D = 23994$ MT.

Kết quả thu được đồ thị giá trị mô men uốn dọc trên các điểm thân tàu như hình 3.16.



Hình 3.16 Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chạy ballast 50%, hiệu số môn nước 1,5m nhưng không sử dụng hầm số 4 để chứa nước dằn.

c) Trường hợp tàu chạy ballast, phân bố ballast đầy 100% tại các kết, có bơm đầy nước dẫn vào hầm hàng số 4

Trường hợp phân bố ballast đầy 100%, sử dụng hầm hàng số 4 bơm đầy nước dẫn, tại cảng xuất phát, điều chỉnh hiệu số mớn nước Trim=0,81 m

Thông tin tính toán trạng thái tàu chạy ballast với tải trọng ballast 100%, bơm đầy nước dẫn vào hầm số 4, điều chỉnh để hiệu số mớn nước Trim = 0,81m như sau:

- Các kết nước ngọt chứa 100%, ballast 100%, bao gồm cả hầm hàng số 4, các kết dầu F0 cũng như dầu D0 chứa 96%.

- Ballast

F.P.T	N0.1 W.B.T	N0.2 W.B.T	N0.3 W.B.T	N0.4 W.B.T	N0.1.U.W.B.T	N0.2.F.U
1984	1434	3812	3195	2483	1355	1346
A.P.T	N0.2.A.U.	N0.3.F.U.	N0.3.A.U.	N0.4.F.U.	N0.4.A.U.	N0.4 Cargo
600	1343	1343	1343	1343	1337	13011

- Fresh waster

F.W.T (P)	F.W.T (S)
163	163

- Dầu DO và F0

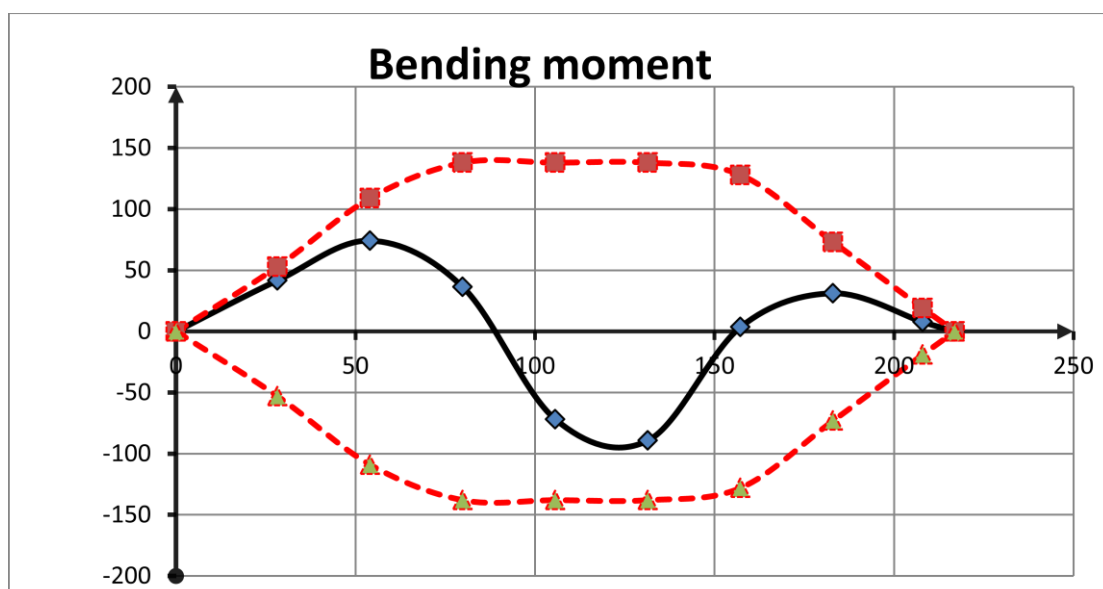
N0.1 F0	N0.2 F0	AFT F0 (P)	AFT F0 (S)	DO (P)	DO (P)
1118	254	296	248	90	92

- Cargo:

N0.1	N0.2	N0.3	N0.4	N0.5	N0.6	N0.7
0	0	0	13011	0	0	0

Tính toán được Lượng giãn nước D =49178 MT.

Kết quả tính toán thu được đồ thị giá trị mô men uốn dọc trên các điểm thân tàu như hình 3.17.



Hình 3.17 Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chạy ballast 100%, hiệu số môn nước 0,81m, sử dụng hàm số 4 để chứa nước dằn.

Trường hợp phân bố các kết ballast đầy 100% , có bơm vào hầm hàng số 4, tính toán các thành phần khối lượng khác đảm bảo thời gian chạy biển của tàu 10 ngày, điều chỉnh hiệu số môn nước của tàu Trim = 0,6m

Tính toán phân bố các thành phần khối lượng trên tàu trong trường hợp này. Cụ thể như sau:

- Sau khi tiêu thụ, nước ngọt kết F.W.T còn 82%, Kết N0.1 F0 còn 70%, kết D0 (P) còn 82% và kết D0 (S) còn 83%.

- Ballast

F.P.T	N0.1 W.B.T	N0.2 W.B.T	N0.3 W.B.T	N0.4 W.B.T	N0.1.U.W.B.T	N0.2.F.U
1984	1434	3812	3195	2483	1355	1346
A.P.T	N0.2.A.U.	N0.3.F.U.	N0.3.A.U.	N0.4.F.U.	N0.4.A.U.	N0.4 Cargo
600	1343	1343	1343	1343	1337	13011

- Fresh waster

F.W.T (P)	F.W.T (S)
82	82

- Dầu D0 và F0

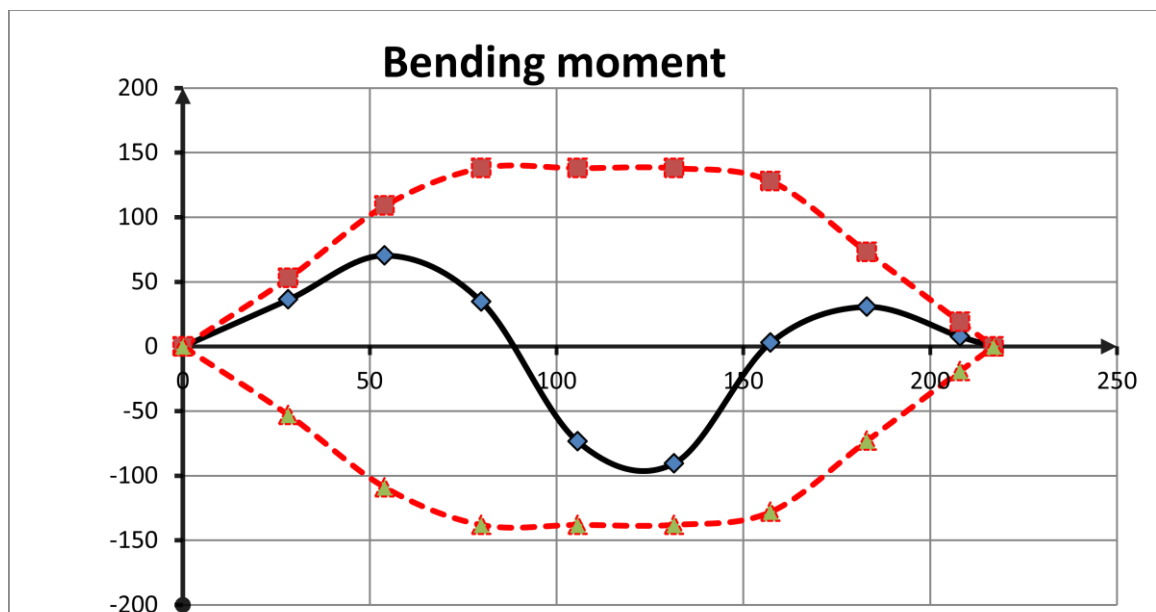
N0.1 F0	N0.2 F0	AFT F0 (P)	AFT F0 (S)	DO (P)	DO (P)
815	254	296	248	77	79

- Cargo:

N0.1	N0.2	N0.3	N0.4	N0.5	N0.6	N0.7
0	0	0	13011	0	0	0

Tính toán được lượng giãn nước $D = 48791$ MT.

Kết quả tính toán thu được đồ thị giá trị mô men uốn dọc trên các điểm thân tàu như hình 3.18.



Hình 3.18 Đồ thị giá trị mô men uốn dọc tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chạy ballast 100%, hiệu số môn nước 0,6m, sử dụng hàm số 4 để chứa nước dẫn.

Trường hợp phân bố các kết ballast đầy 100% , có bơm nước dẫn đầy hầm hàng số 4, tính toán các thành phần khối lượng khác đảm bảo thời gian chạy biển của tàu 30 ngày, điều chỉnh hiệu số môn nước của tàu $Trim = 0,1m$

Thông tin về trạng thái tải trọng tàu chạy ballast với các kết ballast đầy 100%, có bơm ballast dẫn vào hầm hàng số đầy 4, sau khi tàu chạy được 30 ngày như sau:

- Sau khi tiêu thụ, nước ngọt tại kết F.W.T còn 45%, kết N0.1 F0 còn 10%, kết D0 (P) còn 47% và kết D0 (S) còn 48%.

- Ballast

F.P.T	N0.1 W.B.T	N0.2 W.B.T	N0.3 W.B.T	N0.4 W.B.T	N0.1.U.W.B.T	N0.2.F.U
1984	1434	3812	3195	2483	1355	1346
A.P.T	N0.2.A.U.	N0.3.F.U.	N0.3.A.U.	N0.4.F.U.	N0.4.A.U.	N0.4 Cargo
600	1343	1343	1343	1343	1337	13011

- Fresh waster

F.W.T (P)	F.W.T (S)
73	73

- Dầu DO và F0

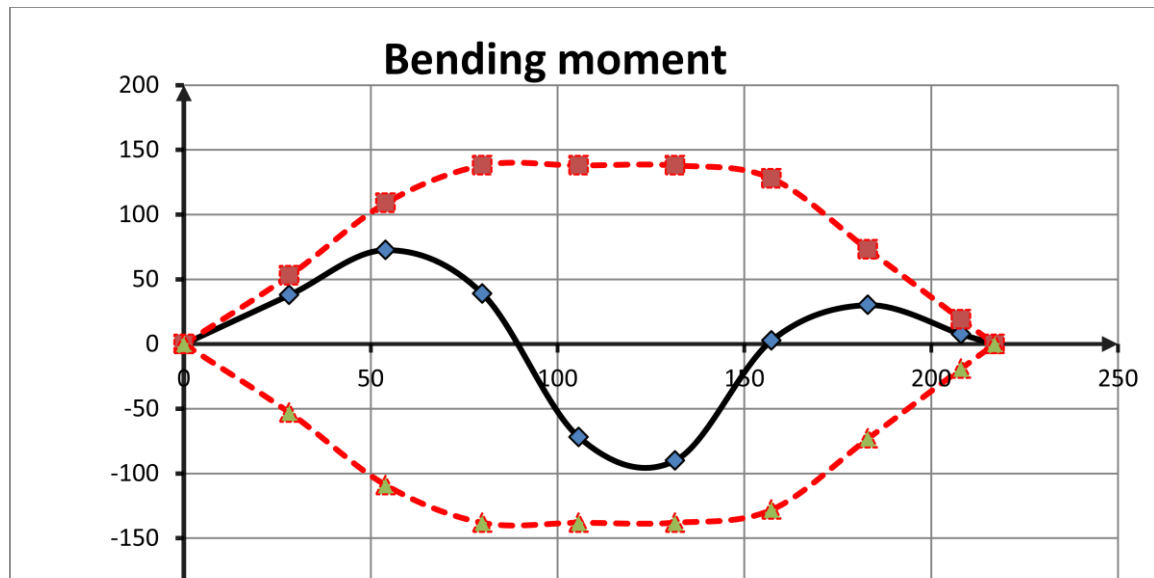
N0.1 F0	N0.2 F0	AFT F0 (P)	AFT F0 (S)	DO (P)	DO (P)
116	254	296	248	44	46

- Cargo:

N0.1	N0.2	N0.3	N0.4	N0.5	N0.6	N0.7
0	0	0	13011	0	0	0

Tính toán lượng giãn nước $D = 47904$ MT

Kết quả tính toán thu được đồ thị giá trị mô men uốn dọc trên các điểm thân tàu như hình 3.19.



Hình 3.19 Đồ thị giá trị mô men uốn dọc tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chạy ballast 100%, hiệu số môn nước 0,1m, sử dụng hàm số 4 để chứa nước dần.

d) Trường hợp tàu chạy có xếp hàng đầy tải 100%

Trường hợp tàu chạy đầy tải 100%, phân bổ hàng theo phương pháp phân đều theo thể tích các hầm hàng, với thời gian chạy biển 10 ngày, đảm bảo hiệu số môn nước Trim = 0,47 m.

Tính toán phân bổ các thành phần khối lượng trên tàu trong trường hợp này. Cụ thể như sau:

- Cargo:

N0.1	N0.2	N0.3	N0.4	N0.5	N0.6	N0.7
8866	10628	10571	10578	10634	10622	10690

- Ballast

F.P.T	N0.1 W.B.T	N0.2 W.B.T	N0.3 W.B.T	N0.4 W.B.T	N0.1.U.W.B.T	N0.2.F.U
0	0	0	0	0	0	0
A.P.T	N0.2.A.U.	N0.3.F.U.	N0.3.A.U.	N0.4.F.U.	N0.4.A.U.	N0.4 Cargo
0	0	0	0	0	0	0

- Fresh waster

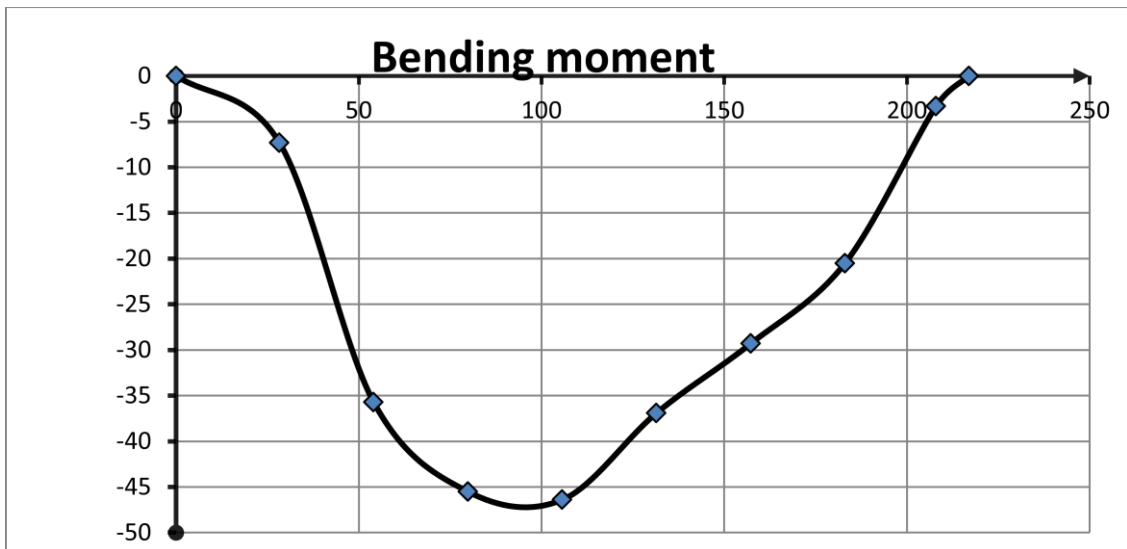
F.W.T (P)	F.W.T (S)
134	134

- Dầu DO và F0

N0.1 F0	N0.2 F0	AFT F0 (P)	AFT F0 (S)	DO (P)	DO (P)
815	254	296	248	77	79

Tính toán được lượng giãn nước của tàu D = 85451 MT.

Kết quả tính toán thu được đồ thị giá trị mô men uốn dọc trên các điểm thân tàu như hình 3.20.



Hình3.20 Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chở hàng đầy tải 100%, với thời gian chạy biển 10 ngày, phân bố các thành phần khối lượng đảm bảo hiệu số mớn nước Trim =0,47 m.

Trường hợp tàu chạy đầy tải 100%, phân bố hàng theo phương pháp phân đều theo thể tích các hầm hàng, với thời gian chạy biển 30 ngày, hiệu số mớn nước Trim = 0,12m.

Tính toán phân bố các thành phần khối lượng trên tàu trong trường hợp này. Cụ thể như sau:

- Cargo:

N0.1	N0.2	N0.3	N0.4	N0.5	N0.6	N0.7
8866	10628	10571	10578	10634	10622	10690

- Ballast

F.P.T	N0.1 W.B.T	N0.2 W.B.T	N0.3 W.B.T	N0.4 W.B.T	N0.1.U.W.B.T	N0.2.F.U
0	0	0	0	0	0	0
A.P.T	N0.2.A.U.	N0.3.F.U.	N0.3.A.U.	N0.4.F.U.	N0.4.A.U.	N0.4 Cargo
0	0	0	0	0	0	0

- Fresh waster

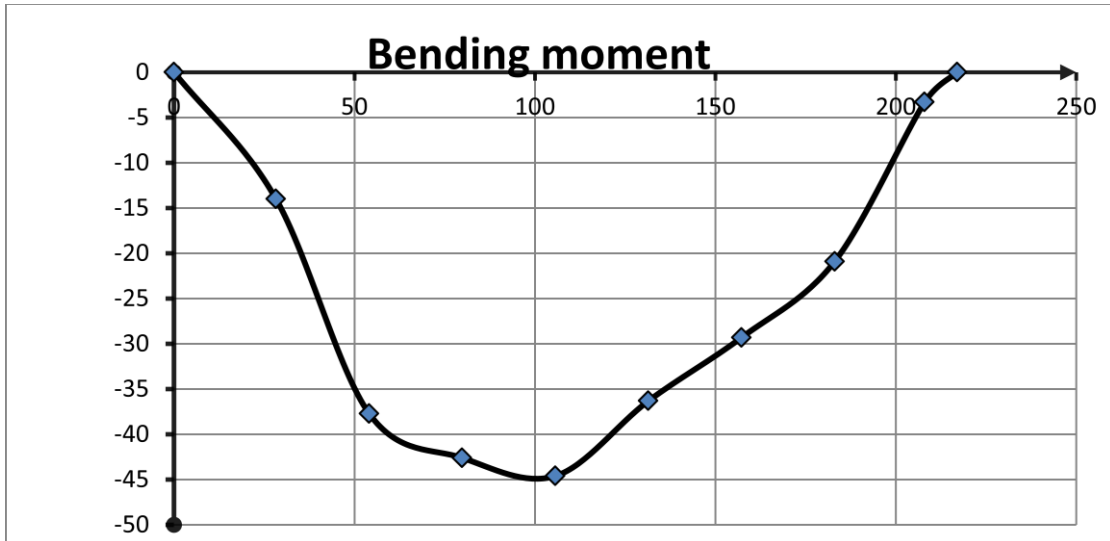
F.W.T (P)	F.W.T (S)
73	73

- Dầu DO và F0

N0.1 F0	N0.2 F0	AFT F0 (P)	AFT F0 (S)	DO (P)	DO (P)
116	254	296	248	44	46

Tính toán được lượng giãn nước của tàu D = 84564 MT.

Kết quả tính toán thu được đồ thị giá trị mô men uốn dọc trên các điểm thân tàu như hình 3.21.



Hình 3.21 Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chở hàng đầy tải, phân bố các thành phần khối lượng với thời gian chạy biển 30 ngày, đảm bảo hiệu số môn nước Trim = 0,12 m.

Trường hợp tàu chạy đầy tải 100%, điều chỉnh để hiệu số môn nước Trim = 0

Tính toán phân bố các thành phần khối lượng trên tàu trong trường hợp này như sau:

- Cargo:

N0.1	N0.2	N0.3	N0.4	N0.5	N0.6	N0.7
9306	10628	10571	10578	10634	10622	10250

- Ballast

F.P.T	N0.1 W.B.T	N0.2 W.B.T	N0.3 W.B.T	N0.4 W.B.T	N0.1.U.W.B.T	N0.2.F.U
0	0	0	0	0	0	0
A.P.T	N0.2.A.U.	N0.3.F.U.	N0.3.A.U.	N0.4.F.U.	N0.4.A.U.	N0.4 Cargo
0	0	0	0	0	0	0

- Fresh waster

F.W.T (P)	F.W.T (S)
163	163

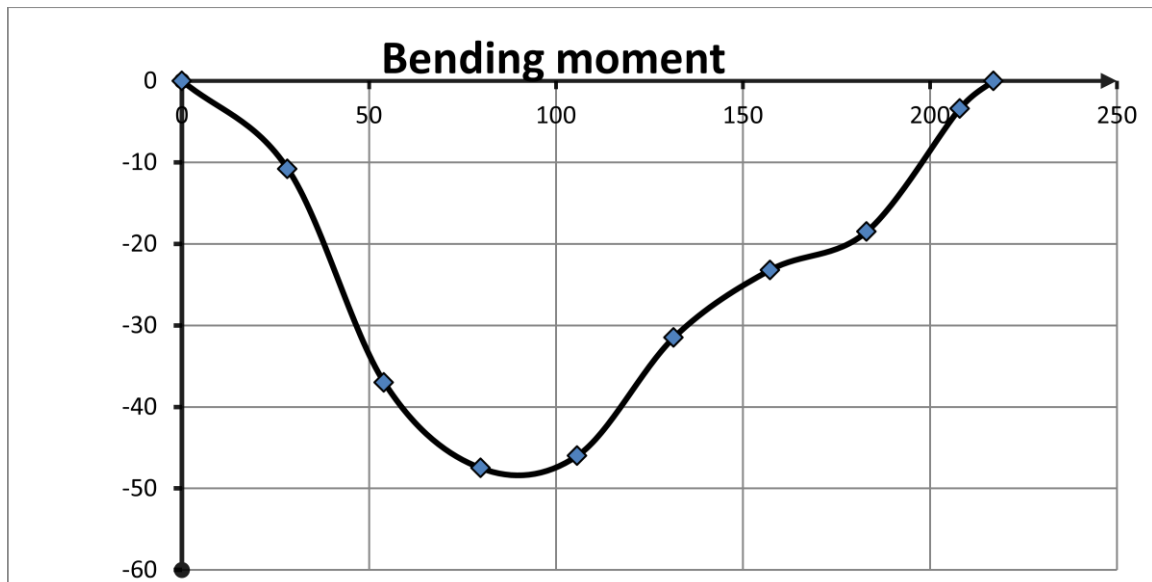
- Dầu DO và F0

N0.1 F0	N0.2 F0	AFT F0 (P)	AFT F0 (S)	DO (P)	DO (P)
1118	254	296	248	90	92

- Các két nước ngọt chứa 100%, các két ballast 0%, các két dầu F0 và dầu D0 chứa 96%

Tính toán được lượng giãn nước $D = 85838$ MT.

Kết quả tính toán thu được đồ thị giá trị mô men uốn dọc trên các điểm thân tàu như hình 3.22.



Hình 3.22 Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chạy đầy tải 100%, điều chỉnh để hiệu số môn nước Trim = 0.

Trường hợp tàu chạy đầy tải 100%, điều chỉnh để hiệu số môn nước Trim = 0,5m

Tính toán phân bổ các thành phần khối lượng trên tàu trong trường hợp này như sau:

- Các két nước ngọt chứa 100%, các két ballast 0%, các két dầu F0 và dầu D0 chứa 96%

- Cargo:

N0.1	N0.2	N0.3	N0.4	N0.5	N0.6	N0.7
8941	10628	10571	10578	10634	10622	10615

- Ballast

F.P.T	N0.1 W.B.T	N0.2 W.B.T	N0.3 W.B.T	N0.4 W.B.T	N0.1.U.W.B.T	N0.2.F.U
0	0	0	0	0	0	0
A.P.T	N0.2.A.U.	N0.3.F.U.	N0.3.A.U.	N0.4.F.U.	N0.4.A.U.	N0.4 Cargo
0	0	0	0	0	0	0

- Fresh waster

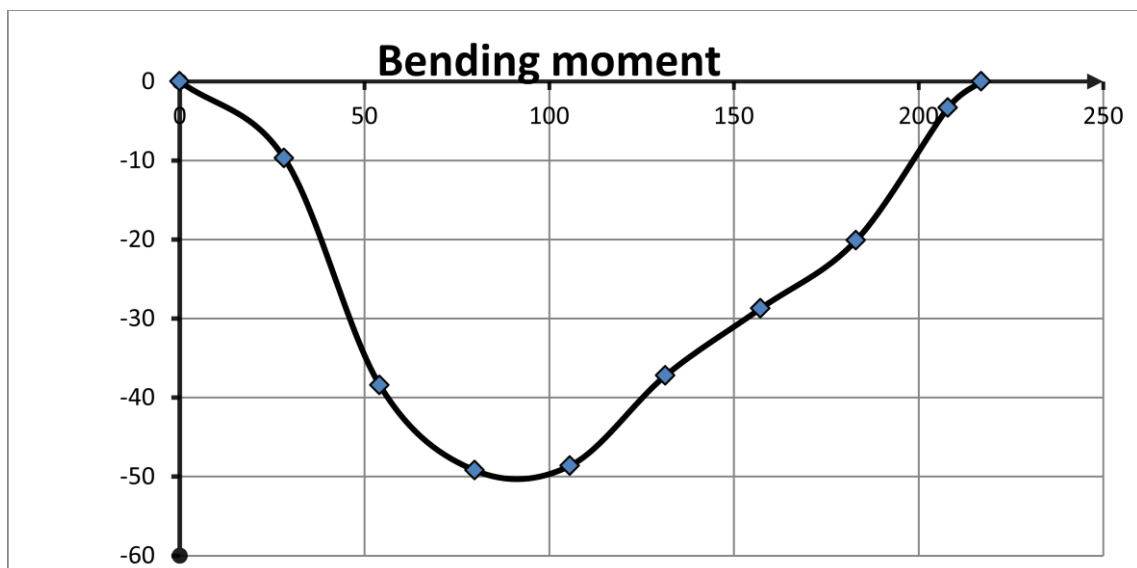
F.W.T (P)	F.W.T (S)
163	163

- Dầu DO và F0

N0.1 F0	N0.2 F0	AFT F0 (P)	AFT F0 (S)	DO (P)	DO (P)
1118	254	296	248	90	92

Tính toán được lượng giãn nước của tàu $D = 85838$ MT.

Kết quả tính toán thu được đồ thị giá trị mô men uốn dọc trên các điểm thân tàu như hình 3.23.



Hình 3.23 Đồ thị giá trị mô men uốn dọc tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chạy đầy tải 100%, điều chỉnh để hiệu số mớn nước Trim = 0,5m

Trường hợp tàu chạy đầy tải 100%, điều chỉnh để hiệu số môn nước Trim = 1,0m.

Tính toán phân bố các thành phần khối lượng trên tàu trong trường hợp này như sau:

- Các két nước ngọt chứa 100%, các két ballast 0%, các két dầu F0 và dầu D0 chứa 96%

- Cargo:

N0.1	N0.2	N0.3	N0.4	N0.5	N0.6	N0.7
8576	10628	10571	10578	10634	10622	10980

- Ballast

F.P.T	N0.1 W.B.T	N0.2 W.B.T	N0.3 W.B.T	N0.4 W.B.T	N0.1.U.W.B.T	N0.2.F.U
0	0	0	0	0	0	0
A.P.T	N0.2.A.U.	N0.3.F.U.	N0.3.A.U.	N0.4.F.U.	N0.4.A.U.	N0.4 Cargo
0	0	0	0	0	0	0

- Fresh waster

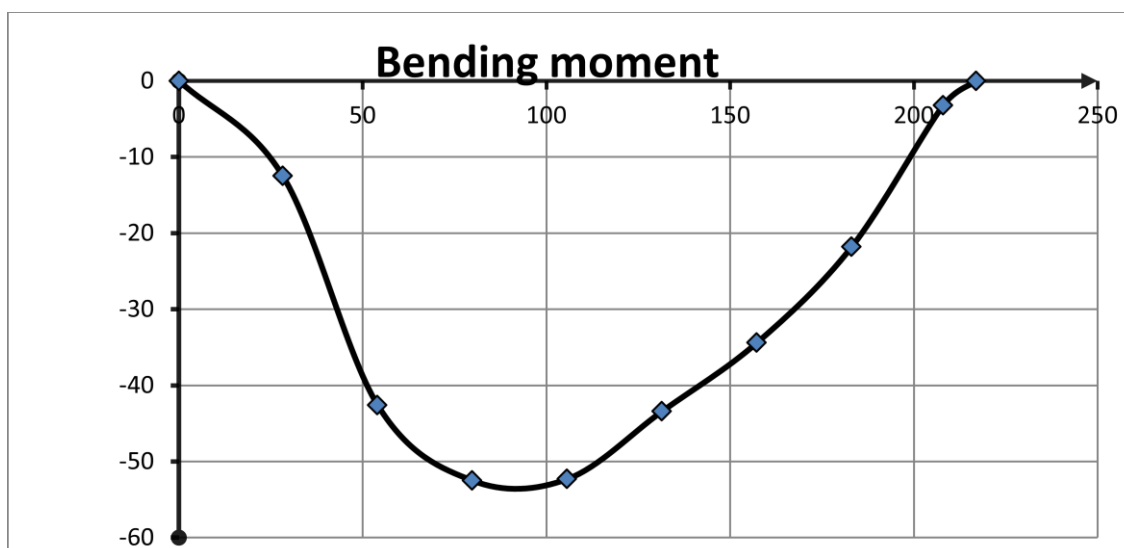
F.W.T (P)	F.W.T (S)
163	163

- Dầu DO và F0

N0.1 F0	N0.2 F0	AFT F0 (P)	AFT F0 (S)	DO (P)	DO (P)
1118	254	296	248	90	92

Tính toán được lượng giãn nước của tàu D = 85838 MT.

Kết quả tính toán thu được đồ thị giá trị mô men uốn dọc trên các điểm thân tàu như hình 3.24.



Hình 3.24 Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chạy đầy tải 100%, điều chỉnh để hiệu số mớn nước Trim = 1,0m.

Trường hợp tàu chạy đầy tải 100%, điều chỉnh để hiệu số mớn nước Trim = 1,5m

Tính toán phân bổ các thành phần khối lượng trên tàu trong trường hợp này như sau:

- Các két nước ngọt chứa 100%, các két ballast 0%, các két dầu F0 và dầu D0 chứa 96%

- Cargo:

N0.1	N0.2	N0.3	N0.4	N0.5	N0.6	N0.7
8226	10628	10571	10578	10634	10622	11330

- Ballast

F.P.T	N0.1 W.B.T	N0.2 W.B.T	N0.3 W.B.T	N0.4 W.B.T	N0.1.U.W.B.T	N0.2.F.U
0	0	0	0	0	0	0
A.P.T	N0.2.A.U.	N0.3.F.U.	N0.3.A.U.	N0.4.F.U.	N0.4.A.U.	N0.4 Cargo
0	0	0	0	0	0	0

- Fresh waster

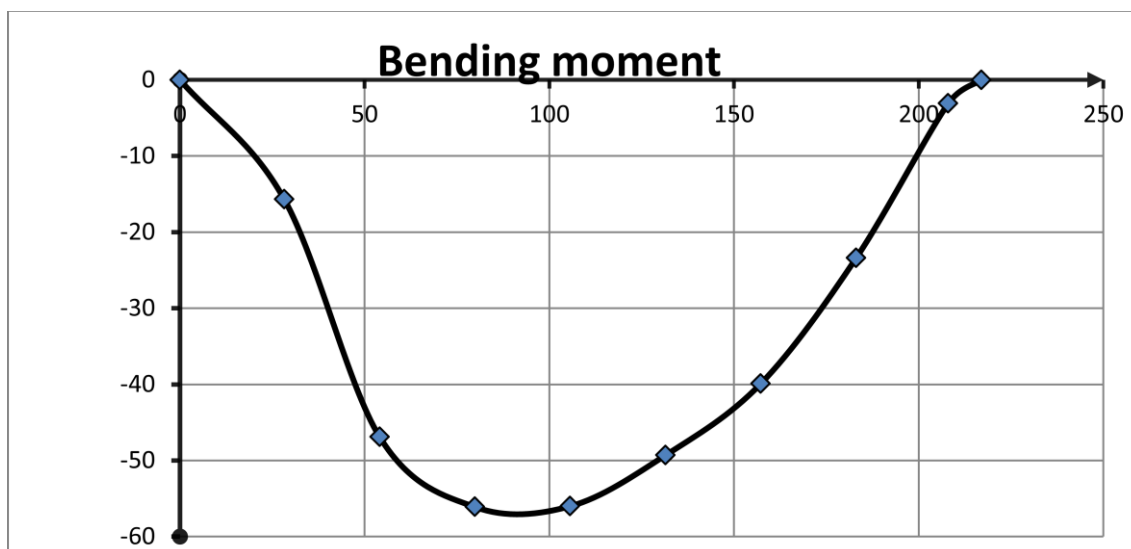
F.W.T (P)	F.W.T (S)
163	163

- Dầu D0 và F0

N0.1 F0	N0.2 F0	AFT F0 (P)	AFT F0 (S)	DO (P)	DO (P)
1118	254	296	248	90	92

Tính toán có được lượng giãn nước của tàu $D = 85838$ MT.

Kết quả tính toán thu được đồ thị giá trị mô men uốn dọc trên các điểm thân tàu như hình 3.25.



Hình 3.25 Đồ thị giá trị mô men uốn dọc tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chạy đầy tải 100%, điều chỉnh để hiệu số môn nước Trim = 1,5m.

e) Trường hợp tàu chạy có xếp hàng 75% tải trọng

Trường hợp tàu chạy xếp hàng 75% tải trọng, phân bố hàng theo phương pháp phân đều thể tích các hầm hàng, với thời gian chạy biển 10 ngày, đảm bảo hiệu số môn nước Trim = 0,28 m.

Tính toán phân bố các thành phần khối lượng trên tàu trong trường hợp này như sau:

- Cargo:

N0.1	N0.2	N0.3	N0.4	N0.5	N0.6	N0.7
7734	7971	7928	7933	7975	7967	6933

- Ballast

F.P.T	N0.1 W.B.T	N0.2 W.B.T	N0.3 W.B.T	N0.4 W.B.T	N0.1.U.W.B.T	N0.2.F.U
0	0	0	0	0	0	0
A.P.T	N0.2.A.U.	N0.3.F.U.	N0.3.A.U.	N0.4.F.U.	N0.4.A.U.	N0.4 Cargo
0	0	0	0	0	0	0

- Fresh waster

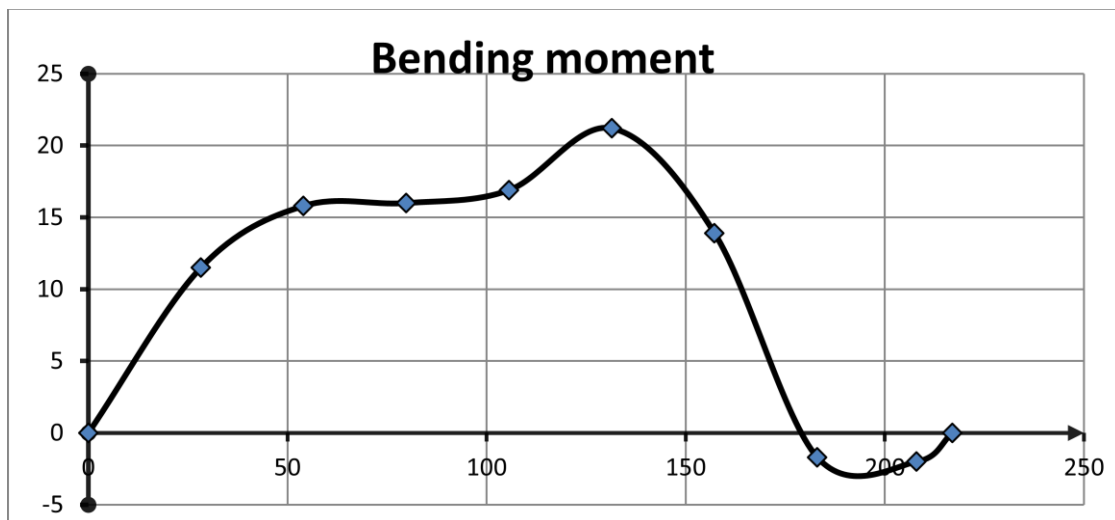
F.W.T (P)	F.W.T (S)
134	134

- Dầu DO và F0

N0.1 F0	N0.2 F0	AFT F0 (P)	AFT F0 (S)	DO (P)	DO (P)
815	254	296	248	77	79

Tính toán được lượng giãn nước của tàu D =67199 MT.

Kết quả tính toán thu được đồ thị giá trị mô men uốn dọc trên các điểm thân tàu như hình 3.26.



Hình 3.26 Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chở hàng 75% đầy tải, với thời gian chạy biển 10 ngày phân bố các thành phần khối lượng đảm bảo hiệu số môn nước Trim =0,28 m.

Trường hợp tàu chở hàng 75% đầy tải, phân bố hàng theo phương pháp phân đều thể tích, với thời gian chạy biển 30 ngày, đảm bảo hiệu số môn nước Trim =0m.

Tính toán phân bố các thành phần khối lượng trên tàu trong trường hợp này như sau:

- Cargo:

N0.1	N0.2	N0.3	N0.4	N0.5	N0.6	N0.7
7734	7971	7928	7933	7975	7967	6933

- Ballast

F.P.T	N0.1 W.B.T	N0.2 W.B.T	N0.3 W.B.T	N0.4 W.B.T	N0.1.U.W.B.T	N0.2.F.U
0	0	0	0	0	0	0
A.P.T	N0.2.A.U.	N0.3.F.U.	N0.3.A.U.	N0.4.F.U.	N0.4.A.U.	N0.4 Cargo
0	0	0	0	0	0	0

- Fresh waster

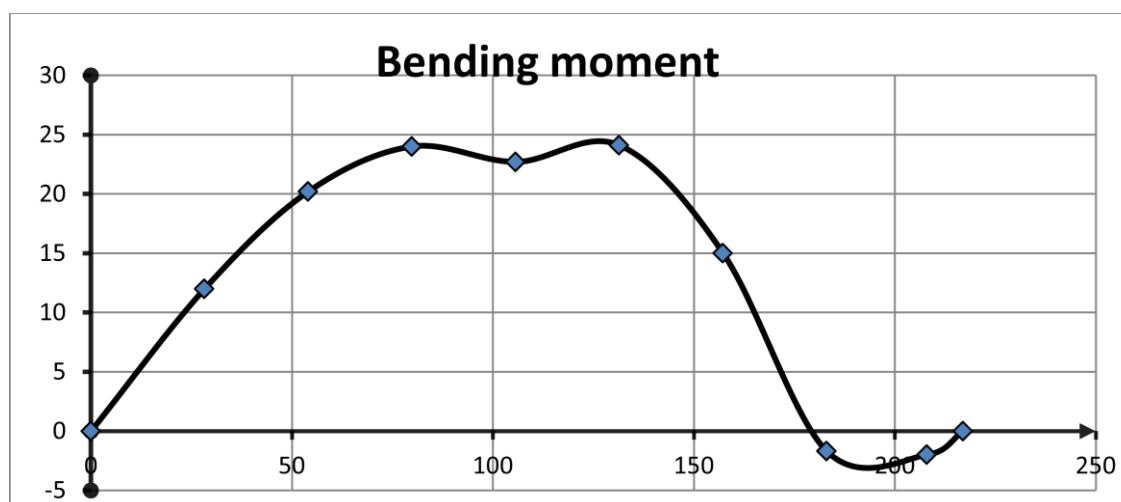
F.W.T (P)	F.W.T (S)
73	73

- Dầu DO và F0

N0.1 F0	N0.2 F0	AFT F0 (P)	AFT F0 (S)	DO (P)	DO (P)
116	254	296	248	44	46

Tính toán được lượng giãn nước của tàu $D = 66421$ MT.

Kết quả tính toán thu được đồ thị giá trị mô men uốn dọc trên các điểm thân tàu như hình 3.27.



Hình 3.27 Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chở hàng 75% đầy tải, với thời gian chạy biển 30 ngày, phân bố các thành phần khối lượng, đảm bảo hiệu số môn nước Trim = 0m.

Trường hợp tàu chở hàng 75% đầy tải, phân bố hàng theo phương pháp phân đều thể tích, đảm bảo hiệu số môn nước Trim = 1,0m

Tính toán phân bố các thành phần khối lượng trên tàu trong trường hợp này như sau:

- Cargo:

N0.1	N0.2	N0.3	N0.4	N0.5	N0.6	N0.7
7440	7971	7928	7933	7975	7967	7227

- Ballast

F.P.T	N0.1 W.B.T	N0.2 W.B.T	N0.3 W.B.T	N0.4 W.B.T	N0.1.U.W.B.T	N0.2.F.U
0	0	0	0	0	0	0
A.P.T	N0.2.A.U.	N0.3.F.U.	N0.3.A.U.	N0.4.F.U.	N0.4.A.U.	N0.4 Cargo
0	0	0	0	0	0	0

- Fresh waster

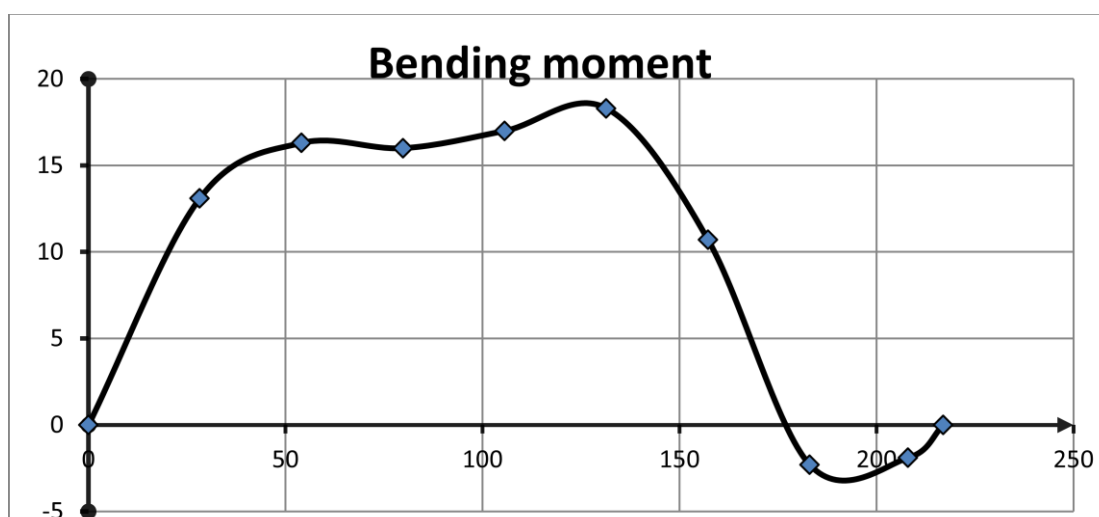
F.W.T (P)	F.W.T (S)
163	163

- Dầu DO và F0

N0.1 F0	N0.2 F0	AFT F0 (P)	AFT F0 (S)	DO (P)	DO (P)
1118	254	296	248	90	92

Tính toán được lượng giãn nước của tàu $D = 67690$ MT.

Kết quả tính toán thu được đồ thị giá trị mô men uốn dọc trên các điểm thân tàu như hình 3.28.



Hình 3.28 Đồ thị giá trị mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chở hàng 75% đầy tải, phân bố các thành phần khối lượng đảm bảo hiệu số mớn nước Trim = 1,0 m.

Trường hợp tàu chở hàng 75% đầy tải, phân bố hàng theo phương pháp phân đều thể tích, đảm bảo hiệu số mớn nước Trim = 1,5m

Tính toán phân bố các thành phần khối lượng trên tàu trong trường hợp này như sau:

- Cargo:

N0.1	N0.2	N0.3	N0.4	N0.5	N0.6	N0.7
7109	7971	7928	7933	7975	7967	7558

- Ballast

F.P.T	N0.1 W.B.T	N0.2 W.B.T	N0.3 W.B.T	N0.4 W.B.T	N0.1.U.W.B.T	N0.2.F.U
0	0	0	0	0	0	0
A.P.T	N0.2.A.U.	N0.3.F.U.	N0.3.A.U.	N0.4.F.U.	N0.4.A.U.	N0.4 Cargo
0	0	0	0	0	0	0

- Fresh waster

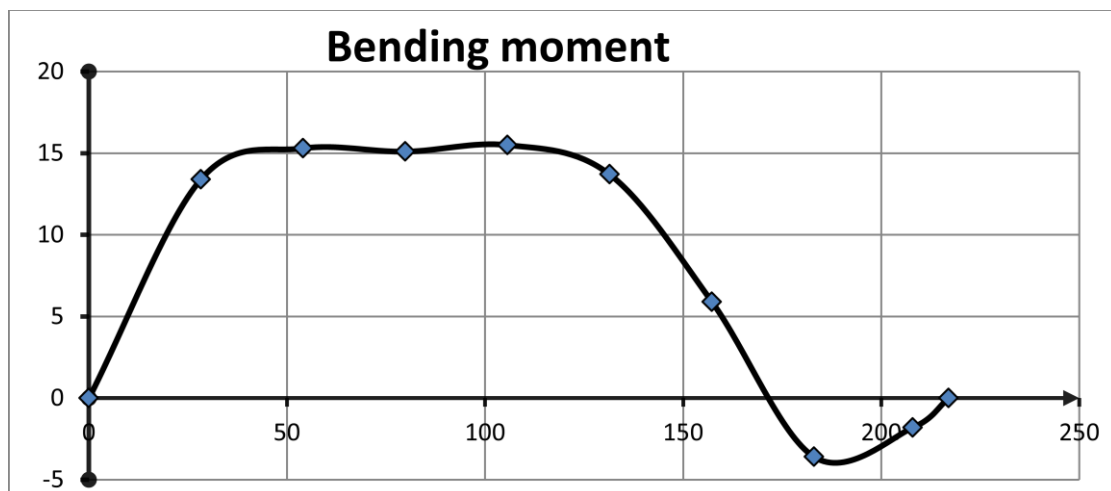
F.W.T (P)	F.W.T (S)
163	163

- Dầu DO và F0

N0.1 F0	N0.2 F0	AFT F0 (P)	AFT F0 (S)	DO (P)	DO (P)
1118	254	296	248	90	92

Tính toán được lượng giãn nước của tàu $D = 67690$ MT.

Kết quả tính toán thu được đồ thị giá trị mô men uốn dọc trên các điểm thân tàu như hình 3.29.



Hình 3.29 Đồ thị giá trị mô men uốn dọc tại các điểm dọc thân tàu ứng với trường hợp, tàu chở hàng 75% đầy tải, phân bố các thành phần khối lượng đảm bảo hiệu số môn nước Trim = 1,5 m.

3.3 Đánh giá và so sánh kết quả phân tích giữa lý thuyết và thực nghiệm

Thực nghiệm với những tính toán chính xác cụ thể, bằng cách thiết lập các điều kiện tải trọng khác nhau, với những yêu cầu khác nhau tùy thuộc vào từng chuyến đi thực tế, đã khẳng định sự trùng hợp về kết quả với phân tích theo lý thuyết thiết kế:

- Một số điểm trên chiều dài thân tàu có độ lớn lực cắt bằng 0, bao gồm hai điểm đầu và cuối trên chiều dài tính toán của tàu, điểm thứ nhất là giao điểm giữa đường vuông góc lái với keel tàu, điểm thứ hai là điểm giữa đường vuông góc mũi với keel tàu và những điểm còn lại (có thể lớn hơn một điểm) nằm tại các vị trí khác trên thân tàu (được tính theo chiều dài tính toán của tàu).
- Vì hai điểm đầu (điểm góc – điểm tại đường vuông góc lái) và điểm cuối cùng (điểm tại đường vuông góc mũi) hiển nhiên có độ lớn mô men uốn bằng 0, mô men uốn đạt cực trị tại những điểm khác trên thân tàu có giá trị lực cắt bằng 0.
- So sánh tất cả các điểm trên thân tàu có giá trị mô men uốn đạt cực trị (đồng nghĩa với điểm có giá lực cắt bằng 0), điểm nào có giá trị tuyệt đối của mô men uốn lớn nhất, thì đó chính là điểm có sức bền yếu nhất trên thân tàu. Đây là điểm rất dễ xảy ra hiện tượng nứt, gãy đối với thân tàu nhất.

Với bất kỳ sự phân bố tải trọng trước mỗi chuyến hải trình như thế nào, lực nổi tác động lên mỗi mét chiều dài thân tàu tại khu vực giữa tàu luôn lớn hơn các khu vực khác. Lực nổi luôn cân bằng với trọng lực, chính vì vậy muốn không xảy ra hiện tượng ứng suất uốn vượt quá giới hạn cho phép (sẽ gây ra gãy tàu), cần phải bố trí khối lượng tại khu vực giữa tàu lớn hơn các khu vực khác. Chính vì vậy trong thiết kế các hầm hàng ở khu vực giữa tàu thường có thể tích lớn nhất, để khi phân hàng xuống tàu, khu vực này sẽ có tổng các thành phần khối lượng là lớn nhất. Điều này cũng giải thích một thực tế rõ ràng đó là, khi tàu xếp hàng đầy tải, tàu luôn có hiện tượng bị võng (sagging).

Mặt khác, qua thực nghiệm cũng đã làm sáng tỏ một điều, đó là đối với những con tàu vận tải thương mại có tải trọng lớn, như các tàu chở hàng rời, khi tàu chạy ballast, nếu sĩ quan hàng hải chỉ chỉ định các kết ballast thuận túy

của tàu để chứa nước dẫn, mà không sử dụng những hầm hàng ở khu vực giữa tàu như những két ballast để dẫn tàu, cũng sẽ gây ra hiện tượng ứng suất uốn tại khu vực giữa tàu vượt quá giới hạn cho phép, làm cho con tàu có thể bị gãy làm đôi tại vị trí giữa tàu. Chính vì vậy đối với rất nhiều con tàu, các nhà thiết kế thường bố trí những hầm có thể tích lớn nhất ở vị trí giữa tàu và những hầm này thường được sử dụng để bơm nước dẫn tàu trong trường hợp tàu chạy ballast không hàng.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. KẾT LUẬN

Để có một sự hiểu biết sâu và chính xác về nguyên nhân dẫn đến sự nứt, gãy của thân đòi hỏi phải có những nghiên cứu khoa học chuyên sâu. Việc tính toán lực cắt và mô men uốn đối với các điểm dọc thân tàu trong điều kiện đã xem xét đến các yếu tố của sự phân bố các thành phần khối lượng, đồng thời phải đảm bảo các yêu cầu về mớn nước, hiệu số mớn nước,... là công việc hết sức quan trọng và không đơn giản.

Việc tính toán sức bền dọc thân tàu có xét đến tất cả các điều kiện như tác động của sóng, gió tạo nên bề mặt đàn hồi của biển, cũng như hiện tượng mỏi của vật liệu, mà ở đây là thân vỏ tàu, hay ứng suất biến đổi theo thời gian là rất phức tạp, đòi hỏi phải có nhiều thời gian cũng như công sức. Thành công của đề tài góp phần làm phong phú hơn nữa các hướng nghiên cứu về sức bền vật liệu và sức bền thân tàu ở Việt nam. Bằng cách sử dụng phương pháp phân tích dựa trên lý thuyết dầm Euler–Bernoulli, được ứng dụng cho thiết kế thân vỏ tàu và xây dựng chương trình tính toán, kiểm nghiệm kết quả thực tế, đề tài *“Nghiên cứu xác định khu vực yếu nhất của thân tàu trong khai thác vận hành tàu”* đã tập trung giải quyết được các vấn đề chính như sau:

1. Đề tài đã thành công trong việc đưa ra câu trả lời, tại sao có tàu bị gãy? Tại sao có nhiều cấu trúc thân tàu bị gãy sau khi bị mắc cạn? Vị trí nào của thân tàu dễ xảy ra hiện tượng nứt, gãy nhất?. Thân tàu bị nứt, gãy, là do các ứng suất uốn, hay mô men uốn tại vị trí nứt, gãy đó của thân tàu vượt quá cường độ uốn tối đa cho phép của vật liệu làm thân tàu. Khi con tàu bị mắc cạn, sẽ dẫn tới kết quả là sự phân phối tải trọng dọc theo thân tàu đã thay đổi rất nhiều so với trước khi tàu mắc cạn, mà đã được sĩ quan hàng hải tính toán, dẫn tới con tàu bị ưỡn (hogging) hoặc bị võng (sagging). Điều này làm cho mô men uốn tại các điểm dọc thân tàu sẽ thay đổi lớn, và điểm nào trên thân tàu có giá trị mô men uốn vượt quá giá trị mô men uốn tối đa cho phép của của vật liệu chế tạo thân tàu, sẽ làm cho tàu bị gãy.

2. Số điểm trên thân tàu có giá trị lực cắt bằng 0 lớn hơn 2 điểm. Như vậy ngoại trừ hai điểm đầu và cuối trên chiều dài tính toán của tàu, điểm thứ nhất là giao điểm giữa đường vuông góc lái với keel tàu, điểm thứ hai là điểm giữa đường vuông góc mũi với keel tàu, những điểm còn lại (số điểm còn lại có thể lớn hơn một điểm) sẽ nằm tại các vị trí khác trên thân tàu (được tính theo chiều dài tính toán của tàu).

Ngoại trừ hai điểm đầu (điểm góc – điểm tại đường vuông góc lái) và điểm cuối cùng (điểm tại đường vuông góc mũi), những điểm trên thân tàu có giá trị lực cắt bằng 0, sẽ có mô men uốn đạt cực trị.

3. Vị trí nào của thân tàu dễ xảy ra hiện tượng nứt, gãy nhất?. Đó chính là vị trí mà tại đó lực cắt có giá trị bằng 0 đồng thời mô men uốn có giá trị tuyệt đối lớn nhất (so sánh các điểm có mô men uốn đạt cực trị, điểm nào giá trị tuyệt đối của mô men uốn lớn nhất, điểm đó là yếu nhất).

4. Nghiên cứu, phân tích khoa học dựa trên lý thuyết thiết kế thân vỏ tàu theo lý thuyết dầm Euler–Bernoulli, xác định được vị trí dễ xảy ra nứt, gãy của thân tàu đó là khu vực giữa tàu (khu vực, vị trí giữa chiều dài tính toán của tàu). Vì tại khu vực giữa tàu các ứng suất uốn luôn đạt cực đại, bất kể tình trạng tải của tàu, vị trí chính xác, cách đường vuông góc lái, được xác định theo công thức (3.8).

5. Kết quả thực nghiệm đã cho kết luận, trong mọi điều kiện tải trọng và yêu cầu về mớn nước, hiệu số mớn nước, vị trí yếu nhất của thân tàu, cũng chính là khu vực giữa tàu. Vị trí chính xác, cách đường vuông góc lái, cũng được xác định theo công thức (3.8).

Như vậy kết quả giữa việc phân tích theo lý thuyết thiết kế thân vỏ tàu và thực nghiệm trên những chiếc tàu cụ thể, đều cho cùng một kết quả, đó là, vị trí giữa tàu là khu vực yếu nhất của thân tàu, dễ xảy ra nứt hay gãy nhất trong tất cả các trường hợp phân bố tải trọng trên tàu. Vị trí chính xác, cách đường vuông góc lái, cũng được xác định theo công thức (3.8).

6. Kết quả thực nghiệm đã lý giải một cách khoa học, lý do tại sao các tàu chở hàng rời thương mại có trọng tải lớn (tàu có Dwt lớn) thường sử dụng

các hầm ở vị trí giữa tàu chứa nước dẫn trong trường hợp tàu chạy ballast. Đó là vì trong trường hợp tàu chạy ballast không có hàng, nếu chỉ sử dụng các két ballast thuần túy của tàu chứa nước dẫn, mà không bơm nước dẫn vào hầm giữa, sẽ dẫn đến giá trị mô men uốn của các điểm tại khu vực giữa tàu sẽ vượt quá giá trị mô men uốn thiết kế cho phép, dẫn đến dễ xảy ra gãy tàu ngay lập tức, kết quả được minh họa bằng các hình 3.7, 3.8, 3.10 và 3.11.

Công trình nghiên cứu của nhóm tác giả khoa Hàng hải, trường Đại học Hàng hải Việt Nam không phải là thiết lập một danh sách đầy đủ các nguyên nhân dẫn đến tàu (vỏ thân tàu) bị gãy, mà chỉ dừng lại việc phân tích và chỉ ra nguyên nhân gãy tàu liên quan đến sự phân bố các thành phần khối lượng trên tàu. Qua đó đã bổ sung vào danh mục những tài liệu chuyên ngành cho sĩ quan hàng hải có thêm những tài liệu khoa học tham khảo trong quá trình lập sơ đồ xếp/dỡ hàng hóa, cũng như lập trình tự (quy trình) xếp/dỡ hàng đảm bảo sức bền cho thân tàu, góp phần không nhỏ trong việc đảm bảo an toàn cho mỗi chuyến hành trình.

2. KIẾN NGHỊ

Để nâng cao chất lượng đội ngũ sỹ quan, thuyền viên cả về trình độ chuyên môn kỹ năng và thái độ mang tính chuyên nghiệp cao chúng tôi xin đề nghị các ý kiến như sau:

- Khoa Hàng hải, trường Đại học Hàng hải Việt Nam cần đẩy mạnh công tác nghiên cứu khoa học chuyên ngành, kết hợp các công trình nghiên cứu khoa học với thực tiễn sản xuất, ứng dụng kết quả nghiên cứu khoa học vào thực tiễn một cách hiệu quả.
- Hiện nay, hầu hết trên các con tàu vận tải thương mại đều trang bị các phần mềm ứng dụng công nghệ thông tin, trong đó có các phần mềm xếp/dỡ hàng hóa, tính toán sức bền thân tàu. Tuy nhiên sĩ quan hàng hóa, kể cả thuyền trưởng Việt Nam chỉ biết đơn thuần nhập số liệu, mà phần lớn chưa nắm vững, hiểu biết cặn kẽ và tường tận. Để làm chủ con tàu, làm chủ và luôn tự tin, kiểm soát và dự đoán được mọi tình huống có thể xảy ra, sĩ quan hàng hải cần phải

trang bị đầy đủ kiến thức cần thiết. Để làm được điều đó, khoa Hàng hải hoặc Trung tâm huấn luyện thuyền viên cần tổ chức các lớp hay các khoa học bồi dưỡng, cập nhật cho đội ngũ sĩ quan thuyền viên về kiến thức chuyên ngành chuyên sâu, cũng như những thành tựu, kết quả do các công trình khoa học mang lại.

- Đáp ứng nhu cầu đòi hỏi của sinh viên ngành Hàng hải, sĩ quan hàng hải, đặc biệt là trong công tác đào tạo và huấn luyện những thuyền viên của Việt Nam, nhóm tác giả đã dày công nghiên cứu, cũng như thiết kế chương trình tin học, để tính toán kiểm nghiệm với các những điều kiện, trạng thái tải trọng thực tế trên nhiều con tàu khác nhau, hoàn thiện cho ra sản phẩm là đề tài ***“Nghiên cứu xác định khu vực yếu nhất của thân tàu trong khai thác vận hành tàu”***. Đây thực sự là một công trình nghiên cứu khoa học nghiêm túc, có chất lượng. Nhóm tác giả đề nghị các cấp có thẩm quyền, nên xem xét, đưa sản phẩm này **dùng làm tài liệu tham khảo trong giảng dạy cho sinh viên khoa Hàng hải, thuyền viên tham gia học tập tại các Trung tâm huấn luyện thuyền viên ở cấp độ sĩ quan hàng hải mức trách nhiệm quản lý.**

Ngoài ra sản phẩm của đề tài còn làm tài liệu tham khảo cho tất cả đội ngũ sĩ quan, thuyền viên của Việt Nam, đồng thời nó cũng là tài liệu tham khảo trong nghiên cứu khoa học dành cho những ai nghiên cứu về những lĩnh vực liên quan.

Đề tài đã nghiên cứu xây dựng bài toán xác định vị trí yếu nhất của thân tàu trong các điều kiện khác nhau trong việc phân bố những thành phần khối lượng trên tàu, đồng thời thỏa mãn những điều kiện thực tế khác nhau, phụ thuộc vào yêu cầu của mỗi chuyên hải trình về mớn nước và hiệu số mớn nước. Đây là cơ sở để mở rộng phát triển nghiên cứu xây dựng bài toán khi xét thêm tác động của các yếu tố ngoại cảnh như sóng, gió cũng như cũng như hiện tượng mỏi của thân vỏ tàu, hay ứng suất biến đổi theo thời gian.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Vũ Thanh Thủy (12/2010), Luận án tiến sĩ kỹ thuật, *Nghiên cứu nội lực và chuyển vị của hệ thanh chịu uốn khi xét tới ảnh hưởng của biến dạng trượt*. Đại học Kiến trúc Hà Nội.
2. Nguyễn Viết Thành, Đào Quang Dân, *giáo trình Ổn định tàu*, NXB Đại học Hàng hải, 2013.
3. www.marineinsight.com/